

โครงการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ส่งเสริม
การนำขวดแก้วกลับมาใช้ใหม่ในครัวเรือน

นางสาว อรกานต์ สายะตานันท์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
สถาปัตยกรรมศาสตราบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2555 - 2556

โครงการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ส่งเสริมการนำขวดแก้วกลับมาใช้ใหม่ในครัวเรือน

นางสาวอรกานต์ สายะตานันท์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี.....

b. 1264447 X
i.....

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
สถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาออกแบบ
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา สถาปัตยกรรมศาสตร์

.....
รองศาสตราจารย์บุญสนอง รัตนสุนทรากุล

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

- | | |
|--------------------------|---------------------|
| อ. สมบัติ ตั้งสถิตยางกูร | ประธานคณะกรรมการ |
| ผศ.ธวัชชัย มหานพวงศ์ชัย | กรรมการ |
| อ. ดนุภพ ไชยศิริ | กรรมการ |
| ผศ.ดร.สมพิศ พุสกุล | กรรมการ |
| อ. สุรเชษฐ ไชยอุปละ | กรรมการและเลขานุการ |

.....


อ. สมบัติ ตั้งสถิตยางกูร
อาจารย์ที่ปรึกษา

สารบัญ

อนุมัติ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	III
สารบัญภาพประกอบ	IV
<u>บทที่ 1</u> บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	3
1.3 ความเป็นไปได้ของโครงการ	3
1.4 ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา	3
1.5 ขอบเขตงานวิจัย	3
1.6 วิธีการดำเนินงานวิจัย	3
1.7 นิยามศัพท์	6
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
<u>บทที่ 2</u> การศึกษาค้นคว้าและวิเคราะห์ สรุปผลข้อมูล	
2.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับบรรจุภัณฑ์แก้ว	
2.1.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์แก้ว	8
2.1.2 คุณสมบัติทางกายภาพของบรรจุภัณฑ์แก้ว และสีมาตรฐานของขวดแก้วที่นิยมการผลิต	11
2.1.3 คุณสมบัติของฝาปิดบรรจุภัณฑ์แก้ว และชนิดของฝาปิด ตามลักษณะการปิดผนึก	12
2.1.4 ลักษณะรูปทรงและขนาดสัดส่วนมาตรฐานของบรรจุภัณฑ์แก้ว และฝาปิดที่มีการใช้จริงในท้องตลาด	14
2.1.5 ชื่อเรียกเฉพาะของส่วนต่างๆของขวดแก้ว	23
2.1.6 ศึกษาลักษณะการปิดฝาบรรจุภัณฑ์แก้วของผลิตภัณฑ์ที่มีขายในท้องตลาด และผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	24
2.1.6.1 ผลิตภัณฑ์ที่ใช้กลไกของการปิดฝาบรรจุภัณฑ์จาก ขอบปากด้านในของบรรจุภัณฑ์	24
2.1.6.2 ผลิตภัณฑ์ที่ใช้กลไกของการปิดฝาบรรจุภัณฑ์จาก ขอบปากด้านนอกของบรรจุภัณฑ์	28
2.1.6.3 ลักษณะการปิดฝาแบบอื่นๆที่น่าสนใจและมีความเป็นไปได้ ในการนำมาประยุกต์ใช้	30
2.1.7 ข้อจำกัดในการนำบรรจุภัณฑ์แก้วกลับมาใช้ใหม่	32

2.2	ศึกษาพฤติกรรมของกลุ่มเป้าหมายที่เกี่ยวข้องกับโครงการ	
2.2.1	ศึกษาทัศนคติและพฤติกรรมของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อการนำบรรจุภัณฑ์แก้วกลับมาใช้ใหม่	33
2.2.2	สรุปและวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมของกลุ่มเป้าหมายที่เกี่ยวกับการนำกลับมาใช้ใหม่	36
2.2.3	สำรวจตลาด เพื่อศึกษาข้อมูลยอดขายผลิตภัณฑ์ที่มีบรรจุภัณฑ์เป็นแก้ว	
2.2.3.1	สำรวจการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่ทำจากแก้วในครัวเรือนจากกลุ่มผู้ใช้โดยตรง	37
2.2.3.2	สรุปผลสำรวจการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่ทำจากแก้วในครัวเรือนจากกลุ่มผู้ใช้โดยตรง	39
2.2.3.3	สำรวจตลาดและยอดขายสินค้าในครัวเรือนที่มีบรรจุภัณฑ์ทำจากแก้วจากตัวแทนจำหน่าย	42
2.2.4	สรุปและวิเคราะห์การศึกษาข้อมูลยอดขายผลิตภัณฑ์ที่มีบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากแก้ว	
2.2.4.1	วิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากแก้ว	44
2.2.4.2	สรุปและแบ่งกลุ่มของบรรจุภัณฑ์เพื่อกำหนดขอบเขตในการออกแบบ	47
2.3.	ศึกษาวัสดุและกรรมวิธีในการผลิตฝาปิดที่สามารถใช้กับปากขวดที่กำหนดตามขอบเขตได้	
2.3.1	วัสดุที่ใช้ในการผลิตฝาขวดแก้วในท้องตลาด	
2.3.1.1	พลาสติก	51
2.3.1.1.1	การเตรียมพลาสติกเพื่อนำเข้ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์	55
2.3.1.1.1.1	สารทำให้อ่อนตัว(Softener)	64
2.3.1.1.1.2	สารทำให้เสถียร (Stabilizer)	64
2.3.1.1.1.3	1 สารหล่อลื่น (Lubricant)	65
2.3.1.1.1.4	สารสี (Colorant)	65
2.3.1.1.1.5	สาร Antistatic	66
2.3.1.1.2	สารเสริมประเภทเพิ่มเนื้อ (fillers)	67
2.3.1.1.2.1	คุณสมบัติของสารเพิ่มเนื้อและสารเสริมแรง	67
2.3.1.1.2.2	ข้อพิจารณาในการใช้สารเพิ่มเนื้อและสารเสริมแรงในเทอร์โมพลาสติก	68
2.3.1.1.2.3	แคลเซียมคาร์บอเนต	70
2.3.1.1.2.4	แคลเซียมคาร์บอเนตที่ได้จากการเตรียมหรือสังเคราะห์	71
2.3.1.1.2.5	โดโลไมต์ (dolomite)	72
2.3.1.1.2.6	ซิลิเกต (Silicate)	72
2.3.1.1.2.7	แอสเบสตอส (asbestos)	75
2.3.1.1.2.8	Talc	76
2.3.1.1.2.9	Kaolin	77
2.3.1.1.2.10	Mica	77
2.3.1.1.2.11	Filler ตัวอื่นๆ	78
2.3.1.1.3	การเติม Fillers ในเทอร์โมพลาสติก	79
2.3.1.1.2	งานฉีดพลาสติก	
2.3.1.1.2.1	การขึ้นรูปพลาสติก	79

2.3.1.1.2.2	เครื่องฉีดพลาสติก	80
2.3.1.1.2.3	กรรมวิธีฉีดพลาสติก	80
2.3.1.1.2.4	ชุดฉีด (Injection Unit)	80
2.3.1.1.2.5	การให้ความร้อนและควบคุมอุณหภูมิของการหลอมพลาสติก	84
2.3.1.1.2.6	หน่วยเปิด-ปิดแม่พิมพ์ (Clamping Unit)	85
2.3.1.1.2.7	แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	87
2.3.1.1.2.8	ความหนาของผนังชิ้นงาน	89
2.3.1.2	อลูมิเนียม	94
2.3.2	วัสดุที่มีความน่าสนใจ และสามารถนำไปประยุกต์กับการผลิตฝาขวดแก้วได้	98
2.4	ศึกษาการใช้งานบรรจุภัณฑ์แก้วในในครัวเรือน	
2.4.1	การใช้งานขวดปากกว้างและทรงเตี้ยในครัวเรือน	102
2.4.2	การใช้งานขวดปากแคบและทรงสูงในครัวเรือน	114
2.4.3	สรุปและวิเคราะห์ข้อมูลการใช้งานบรรจุภัณฑ์แก้วในครัวเรือน	
2.4.3.1	สรุปและวิเคราะห์ข้อมูลการใช้งานขวดปากกว้างและทรงเตี้ย ในครัวเรือน	118
2.4.3.2	สรุปและวิเคราะห์ข้อมูลการใช้งานขวดปากแคบและทรงสูง ในครัวเรือน	120
2.5	ศึกษาผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับวงจรการนำบรรจุภัณฑ์แก้วกลับมาใช้ใหม่	
2.5.1	ขั้นตอนการแกะฝาขวด เพื่อนำบรรจุภัณฑ์กลับมาใช้ใหม่	122
2.5.2	การทำความสะอาดขวดแก้ว	124
2.5.3	การกำจัดกลิ่น	127
2.5.4	การแกะฉลากออก	128
2.5.5	การเก็บเพื่อรอการใช้งาน	129
2.6	การสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการออกแบบ	
2.6.1	สรุปผลการวิเคราะห์ขวดแก้วที่มีในท้องตลาดและกำหนดขอบเขตของโครงการ	129
2.6.2	สรุปผลการวิเคราะห์การใช้งานบรรจุภัณฑ์แก้วในในครัวเรือน และกำหนดขอบเขตของโครงการ	130
2.6.3	สรุปผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับวงจรการนำบรรจุภัณฑ์แก้วกลับมาใช้ใหม่ และกำหนดขอบเขตของโครงการ	133
บทที่ 3 การพัฒนาการออกแบบ		
3.1	ประเด็นที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบ	
3.1.1	การออกแบบฝาปิดที่สามารถปิดสนิทกับทุกขนาดของขวดแก้ว	134
3.1.2	การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานในรูปแบบต่างๆ	135
3.1.2.1	การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตวง สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย	135
3.1.2.2	การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหยาะ สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย	135
3.1.2.3	การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบดื่ม สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย	136

3.1.2.4 การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบ ทรงสูงปากแคบ	136
3.1.3 การออกแบบอุปกรณ์เสริมเพื่อใช้งานกับฝาปิด	
3.1.3.1 การออกแบบป้ายชื่อ สำหรับใช้กับฝาปิด และฝาที่มีลักษณะการใช้งานแบบต่างๆ	137
3.1.3.2 การออกแบบอุปกรณ์กันความร้อน สำหรับใช้กับฝาที่มีลักษณะการใช้งานแบบด้าม	138
3.2 แบบร่าง (Sketch Design)	
3.2.1 การออกแบบฝาปิดที่สามารถปิดสนิทกับทุกขนาดของขวดแก้ว	138
3.2.1.1 การปิดฝาขวดจากขอบปากด้านใน	138
3.2.1.2 การปิดฝาขวดจากขอบปากด้านนอก	141
3.2.1.3 ตารางการเลือกแบบฝาปิดที่สามารถปิดสนิทกับทุกขนาดของขวดแก้ว	143
3.2.2 การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานในรูปแบบต่างๆ	
3.2.2.1 การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบดวง สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย	144
3.2.2.1.1 การดวงด้วยการหมุน	145
3.2.2.1.2 การดวงด้วยการคว่ำเพื่อกักผลิตภัณฑ์ไว้	146
3.2.2.1.3 การดวงด้วยการบีบ	147
3.2.2.1.4 ตารางการเลือกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบดวง สำหรับปากกว้างทรงเตี้ย	147
3.2.2.2 การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหยาะ สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย	148
3.2.2.2.1 การดวงด้วยการหมุน	149
3.2.2.2.2 การดวงด้วยการบีบ	150
3.2.2.2.3 ตารางการเลือกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหยาะ สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย	151
3.2.2.3 การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบด้าม สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย	151
3.2.2.3.1 แนวทางการออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบด้าม สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย	153
3.2.2.3.2 ตารางการเลือกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบด้าม สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย	154
3.2.2.4 ตารางเลือกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบ ทรงสูงปากแคบ	
3.2.2.4.1 แนวทางการออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบ ทรงสูงปากแคบ	155
3.2.2.4.2 ตารางเลือกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบ ทรงสูงปากแคบ	157
3.3 การพัฒนาแบบและแบบจำลองทดสอบ	
3.3.1 การพัฒนาแบบและแบบจำลองทดสอบของฝาปิดที่สามารถปิดสนิทกับทุกขนาดของขวดแก้ว	157

3.3.1.1	วิเคราะห์แบบฝาปิดที่สามารถปิดสนิทกับทุกขนาดของขวดแก้ว ที่เลือกไว้	157
3.3.1.2	การพัฒนาแบบและแบบจำลองทดสอบแบบที่ 1	158
3.3.1.3	การพัฒนาแบบและแบบจำลองทดสอบแบบที่ 2	159
3.3.1.4	การพัฒนาแบบและแบบจำลองทดสอบแบบที่ 3	159
3.3.1.5	การพัฒนาแบบและแบบจำลองทดสอบแบบที่ 4	160
3.3.1.6	การพัฒนาแบบและแบบจำลองทดสอบแบบที่ 5	160
3.3.2	การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานในรูปแบบต่างๆ	
3.3.2.1	วิเคราะห์แบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบดวง สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ยที่เลือกไว้	161
3.3.2.2	การพัฒนาแบบและแบบจำลองทดสอบ	162
3.3.2.3	วิเคราะห์แบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหยาะ สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ยที่เลือกไว้	163
3.3.2.4	การพัฒนาแบบและแบบจำลองทดสอบ	164
3.3.2.5	วิเคราะห์แบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบดื่ม สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ยที่เลือกไว้	164
3.3.2.6	การพัฒนาแบบและแบบจำลองทดสอบ	165
3.3.2.7	วิเคราะห์แบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบ ทรงสูงปากแคบที่เลือกไว้	166
3.3.2.8	การพัฒนาแบบและแบบจำลองทดสอบ	167
3.4	การสรุปแบบสุดท้าย (Final Design)	
3.4.1	การออกแบบฝาปิดที่สามารถปิดสนิทกับทุกขนาดของขวดแก้ว	168
3.4.2	การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานในรูปแบบต่างๆ	169
3.4.2.1	การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบดวง สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย	169
3.4.2.2	การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหยาะ สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย	169
3.4.2.3	การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบดื่ม สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย	169
3.4.2.4	การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบ ทรงสูงปากแคบ	170
3.4.3	การออกแบบอุปกรณ์เสริมเพื่อใช้งานกับฝาปิด	
3.4.3.1	การออกแบบป้ายชื่อ สำหรับใช้กับฝาปิด และฝาที่มี ลักษณะการใช้งานแบบต่างๆ	170
3.4.3.2	การออกแบบอุปกรณ์กันความร้อน สำหรับใช้กับฝาที่มี ลักษณะการใช้งานแบบดื่ม	170

บทที่ 4 การนำเสนอผลงาน

4.1 ผลงานประกอบการนำเสนอที่เป็นดิจิทัลไฟล์ (Digital File)

- 4.1.1 แผ่นนำเสนองานที่กล่าวถึงที่มาและความสำคัญของการนำขวดแก้วกลับมาใช้ใหม่ 171
- 4.1.2 แผ่นนำเสนองานที่กล่าวถึงข้อมูลผลสำรวจจากกลุ่มเป้าหมาย และรายละเอียดเกี่ยวกับขวดแก้ว 173
- 4.1.3 แผ่นนำเสนองานที่กล่าวถึงการใช้งานของขวดแก้วในรูปแบบต่างๆ และข้อมูลเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ 175
- 4.1.4 แผ่นนำเสนองานที่กล่าวถึงขั้นตอนการร่างแบบ และพัฒนาแบบ 176
- 4.1.5 แผ่นนำเสนองานที่กล่าวถึงขั้นตอนการเลือกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์ต้นแบบ 179

4.2 ผลงานประกอบการนำเสนอที่เป็นชิ้นงาน (Hard Copy)

- 4.2.1 ต้นแบบฝาปิดที่สามารถปิดสนิทกับทุกขนาดของขวดแก้ว 182
 - 4.2.1.1 รายละเอียดและวิธีการใช้งานฝาปิดที่สามารถปิดสนิทกับทุกขนาดของขวดแก้ว 182
- 4.2.2 ต้นแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานในรูปแบบต่างๆ
 - 4.2.2.1 ต้นแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตวง สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย
 - 4.2.2.1.1 รายละเอียดและวิธีการใช้งานฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตวง สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย 183
 - 4.2.2.2 ต้นแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหยาะ สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย
 - 4.2.2.2.1 รายละเอียดและวิธีการใช้งานฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหยาะ สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย 184
 - 4.2.2.3 ต้นแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตีม สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย
 - 4.2.2.3.1 รายละเอียดและวิธีการใช้งานฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตีม สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย 185
 - 4.2.2.4 ต้นแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบ ทรงสูงปากแคบ
 - 4.2.2.4.1 รายละเอียดและวิธีการใช้งานฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบ ทรงสูงปากแคบ 186
- 4.2.3 ต้นแบบอุปกรณ์เสริมเพื่อใช้งานกับฝาปิด
 - 4.2.3.1 ต้นแบบป้ายชื่อ สำหรับใช้กับฝาปิด และฝาที่มีลักษณะการใช้งานแบบต่างๆ 186
 - 4.2.3.2 ต้นแบบอุปกรณ์กันความร้อน สำหรับใช้กับฝาที่มีลักษณะการใช้งานแบบตีม 187
- 4.2.4 แบบสุดท้าย 3 มิติ และต้นแบบทั้งหมด 187

บทที่ 5 สรุปผลและอภิปรายข้อเสนอแนะ

- 5.1 ข้อเสนอแนะของคณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ 189
- 5.2 การพัฒนาแบบตามข้อเสนอแนะ 190
- 5.3 วิธีการใช้งานตามแบบที่พัฒนาเรียบร้อยแล้ว 193
 - 5.3.1 ฝาปิดที่สามารถปิดได้กับทุกขนาดปากของขวดแก้ว
 - 5.3.2 ป้ายชื่อบอกประเภทผลิตภัณฑ์ภายใน 193

5.3.3	ลักษณะการใช้งานฝาปิดคู่กับป้ายชื่อ	194
5.3.4	ฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบการเหยาะ สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย	194
5.3.5	ฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบการตวง สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย	195
5.3.6	ฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบการดื่ม สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย	195
5.3.7	ที่กันร้อนสำหรับฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบการดื่ม สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย	196
5.3.8	ลักษณะการใช้งานคู่กับระหว่างที่กันร้อนกับฝาปิดที่มีลักษณะ การใช้งานแบบการดื่ม	196
5.3.9	วงแหวนที่ใช้ในการปิดสำหรับฝาที่มีหน้าที่ในลักษณะต่างๆ	197
5.3.10	ลักษณะการใช้งานของวงแหวนกับฝาต่างๆ	197
5.3.11	ฝาปิดสำหรับขวดปากแคบทรงสูง	198
5.3.12	ลักษณะการใช้งานของฝาปิดสำหรับขวดปากแคบทรงสูง	199
5.4	ตัวอย่างสมุดคู่มืออธิบายการใช้	200

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่ 1.1	ถึงแยกขยะในเขตกรุงเทพมหานคร	1
ภาพที่ 1.2	การนำบรรจุภัณฑ์แก้วกลับมาใช้ใหม่ โดยเปลี่ยนหน้าที่ของบรรจุภัณฑ์เดิม	2
ภาพที่ 1.3	การนำบรรจุภัณฑ์แก้วกลับมาใช้ใหม่ โดยทำหน้าที่เป็นบรรจุภัณฑ์เดิม	2
ภาพที่ 1.4	อุปกรณ์ล้างขวดที่มีขายในท้องตลาด	3
ภาพที่ 1.5	การทำบรรจุภัณฑ์แก้วกลับมาใช้ใหม่	4
ภาพที่ 1.6	บรรจุภัณฑ์แก้วที่มีขายในท้องตลาด	5
ภาพที่ 2.1.1	บรรจุภัณฑ์แก้ว	5
ภาพที่ 2.1.2	แก้วแบบที่มี Borosilicate	8
ภาพที่ 2.1.3	แก้วแบบที่มีส่วนผสมของโซดา-ไลม์	9
ภาพที่ 2.1.4	3 สีมาตรฐานของขวดแก้วที่นิยมการผลิต	9
ภาพที่ 2.1.5	ฝาปิดบรรจุภัณฑ์แก้ว	11
ภาพที่ 2.1.6	ลักษณะฝาชนิดต่างๆ	12
ภาพที่ 2.1.7	ขนาดสัดส่วนมาตรฐานของบรรจุภัณฑ์แก้ว และฝาปิดจากบางกอกกกลาส	13
ภาพที่ 2.1.8	ขนาดสัดส่วนมาตรฐานของบรรจุภัณฑ์แก้ว และฝาปิดจากบไทยกกลาส	22
ภาพที่ 2.1.9	แสดงชื่อแต่ละส่วนของขวด	23
ภาพที่ 2.1.10	ผลิตภัณฑ์ปิดขวดจากขอบในของปากขวด	24
ภาพที่ 2.1.11	ผลิตภัณฑ์ปิดขวดจากขอบในของปากขวด	24
ภาพที่ 2.1.12	ขวดเบียร์ และฝาปิดขวด	24
ภาพที่ 2.1.13	ขวดที่มีฝาปิดใช้ที่วัสดุยืดหยุ่นได้และมีตัวล็อก	24
ภาพที่ 2.1.14	ฝาปิดที่มีวงแหวนยางเป็นตัวกลางระหว่างฝากับปากขวด	25
ภาพที่ 2.1.15	ฝาปิดที่มีวงแหวนซิลิโคนเป็นตัวกลางระหว่างฝากับปากขวด	25
ภาพที่ 2.1.16	ขวดที่ฝาปิดด้านในทำจากซิลิโคน	26
ภาพที่ 2.1.17	ขวดที่ฝาปิดด้านในทำจากพลาสติก	26
ภาพที่ 2.1.18	ขวดที่ฝาปิดด้านในทำจากซิลิโคน	26
ภาพที่ 2.1.19	ขวดที่ฝาปิดด้านในทำจากยาง และเป็นสุญญากาศ	27
ภาพที่ 2.1.20	ขวดที่ฝาปิดด้านในทำจากพลาสติก และมีตัวหนีบบังคับความแน่น	27
ภาพที่ 2.1.21	ฝาปิดภาชนะที่ใช้หลักการดูดอากาศ	27
ภาพที่ 2.1.22	ฝาปิดภาชนะที่ใช้หลักการดูดอากาศ	27
ภาพที่ 2.1.23	ฝาปิดแก้วน้ำที่ใช้หลักการดูดอากาศ	28
ภาพที่ 2.1.24	ฝาปิดภาชนะที่ใช้หลักการดูดอากาศ	28
ภาพที่ 2.1.25	ฝาปิดขวดจากขอบปากด้านนอก	28
ภาพที่ 2.1.26	ฝาปิดภาชนะจากขอบปากด้านนอก	28
ภาพที่ 2.1.27	ซิลิโคนที่สามารถยืดหดได้ตามขนาดของที่นำไปใช้	29
ภาพที่ 2.1.28	ซิลิโคนปิดภาชนะเพื่อถนอมอาหารในครัวเรือน	29
ภาพที่ 2.1.29	ขวดที่มีฝาปิดเป็นกรวยตามปากขวด	29
ภาพที่ 2.1.30	ขวดที่มีฝาปิดเป็นกรวยตามปากขวด	29

ภาพที่ 2.1.31 กระเป๋าลाइขวดโวกท์พกพา	30
ภาพที่ 2.1.32 ถุงมือยาง	30
ภาพที่ 2.1.32 ถุงเท้าผ้า	30
ภาพที่ 2.1.32 ชุดว่ายน้ำ	30
ภาพที่ 2.1.33 ที่เปิดฝาขวด ที่สามารถเปิดฝาได้หลายขนาด	31
ภาพที่ 2.1.34 ที่เปิดฝาขวด ที่สามารถเปิดฝาได้หลายขนาด	31
ภาพที่ 2.1.35 เครื่องพิมพ์ระบบออฟเซ็ท	32
ภาพที่ 2.3.1 ส่วนประกอบเครื่อง Injection Molding	51
ภาพที่ 2.3.2 เครื่อง Injection Molding	51
ภาพที่ 2.3.3 Two-plate mold, closed and opened	52
ภาพที่ 2.3.4 Three-plate mold, closed and opened	54
ภาพที่ 2.3.5 ขวดบรรจุกาแฟง ใช้ฝาแบบ Continuous Thread และ stopper	54
ภาพที่ 2.3.6 ขวดบรรจุซอสปรุงรส ใช้ฝาแบบ snap seal	54
ภาพที่ 2.3.6.1 เครื่องย่อยพลาสติกแบบต่างๆ	56
ภาพที่ 2.3.6.2 ไมตัด	57
ภาพที่ 2.3.6.3 เครื่องผสมและนวด	58
ภาพที่ 2.6.4 เครื่องผสมสี	59
ภาพที่ 2.6.5 เครื่องผสมแบบ heat & cold mixer	60
ภาพที่ 2.6.6 เครื่องนวดภายใน	61
ภาพที่ 2.6.7 เครื่องผสมแบบ Co-kneader	61
ภาพที่ 2.6.8 เครื่องผสมแบบ planet extruder	62
ภาพที่ 2.6.9 เครื่องทำเม็ดพลาสติกแบบร้อน	63
ภาพที่ 2.6.10 แผนภูมิของเครื่องเตรียมพลาสติกแบบอัดโนมิติในการทำให้เป็นพลาสติกเม็ดผสม	96
ภาพที่ 2.3.7 ฝาขึ้นรูปเกลียวกันขโมย	97
ภาพที่ 2.3.8 หลักการออกแบบการเปิดฝาแม่พิมพ์ 3 วิธี	97
ภาพที่ 2.3.10 ฝาแบบบนตัน	97
ภาพที่ 2.3.11 ฝาแบบฉีกได้	97
ภาพที่ 2.3.12 ฝาแบบบนกลวง	98
ภาพที่ 2.3.13 ฝาแบบดึงครีบอก	98
ภาพที่ 2.3.14 ฝาแบบดึงขึ้นตรงกลาง	98
ภาพที่ 2.3.15 ฝาแบบดึงออกด้านข้าง	99
ภาพที่ 2.3.16 ขั้นตอนการเตรียมร่างและขึ้นรูป	99
ภาพที่ 2.3.17 แม่พิมพ์ยางซิลิโคน	100
ภาพที่ 2.3.18 ขั้นตอนการเคลือบสี พิมพ์และประกอบ	102
ภาพที่ 2.4.1 นำขวดแก้วที่ใช้แล้วมาหมักแต่งกวดอง	102
ภาพที่ 2.4.2 นำขวดแก้วที่ใช้แล้วใส่ไม้จิ้มฟัน	103
ภาพที่ 2.4.3 นำขวดแก้วที่ใช้แล้วมาใส่น้ำผลไม้ทำเอง	103
ภาพที่ 2.4.4 นำขวดแก้วที่ใช้แล้วใส่กาแฟแบบเดิม	103

ภาพที่ 2.4.5 นำขวดแก้วที่ใช้แล้วมาใส่เครื่องตัดเย็บในบ้าน	104
ภาพที่ 2.4.6 นำขวดแก้วที่ใช้แล้วมาใส่ลูกแก้ว	104
ภาพที่ 2.4.7 นำขวดแก้วที่ใช้แล้วมาใส่คุกกี้	104
ภาพที่ 2.4.8 นำขวดแก้วที่ใช้แล้วมาใส่เงิน	105
ภาพที่ 2.4.9 นำขวดแก้วที่ใช้แล้วมาใส่คัตตอนบรซ์	105
ภาพที่ 2.4.10 นำขวดแก้วที่ใช้แล้วมาใส่สบู่เหลวล้างมือ	106
ภาพที่ 2.4.11 นำขวดแก้วที่ใช้แล้วมาใส่กาแฟเพื่อดื่ม	107
ภาพที่ 2.4.12 นำขวดแก้วที่ใช้แล้วมาใส่ชาเพื่อดื่ม	107
ภาพที่ 2.4.13 ไม้ขีดไฟที่ใช้แล้ว	108
ภาพที่ 2.4.14 กล่องเก็บเทียน และเป็นเชิงเทียนในตัว	108
ภาพที่ 2.4.15 ขวดโหลใส่คุกกี้	109
ภาพที่ 2.4.16 ขวดโหลใส่อุปกรณ์ตกแต่งผม	111
ภาพที่ 2.4.17 ขวดโหลใส่ของจุกจิก	112
ภาพที่ 2.4.18 ขวดโหลใส่อุปกรณ์การช่าง	113
ภาพที่ 2.4.19 ใส่ปุ๋ยวิทยาศาสตร์	113
ภาพที่ 2.4.20 นำขวดแก้วที่ใช้แล้วมาใส่น้ำยาล้างจาน	114
ภาพที่ 2.4.21 นำขวดแก้วที่ใช้แล้วมาใส่เกลือและพริกไทย	114
ภาพที่ 2.4.22 นำขวดที่ใช้แล้วมาใส่สบู่เหลว	115
ภาพที่ 2.4.23 นำขวดที่ใช้แล้วมาใส่น้ำต้นไม้แบบปักดิน	116
ภาพที่ 2.4.24 นำขวดที่ใช้แล้วมารดน้ำต้นไม้	116
ภาพที่ 2.4.16 การแกะฝา snap seal ขำรูด	123
ภาพที่ 2.4.17 การแกะฝา snap seal แบบใช้มีดตัด	123
ภาพที่ 2.4.18 การแกะฝา snap seal แบบใช้วัตถุปลายแหลมจัดขึ้น	123
ภาพที่ 2.4.19 ขวดที่มีระดับความสกปรกแตกต่างกันไป	124
ภาพที่ 2.4.20 กรวยกรอกน้ำ	126
ภาพที่ 2.4.21 ท่อต่อปากก๊อกเพื่อช่วยในการล้างขวด	127
ภาพที่ 2.4.22 อุปกรณ์ล้างแก้ว	127
ภาพที่ 2.4.23 อุปกรณ์ล้างขวดนม	127
ภาพที่ 2.4.24 ขั้นตอนการเตรียมหลอดจลาจ	129
ภาพที่ 3.1 ตั้งอย่างฝาทิ้งไว้แรงดันในการปิด	134
ภาพที่ 3.2 ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ดวงอาหาร	135
ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้เหยาะ	135
ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้ดื่ม	136
ภาพที่ 3.5 ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ปิดขวดไวน์	136
ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างป้ายชื่อทำจากซิลิโคน	137
ภาพที่ 3.7 แบบร่างของแนวทางการออกแบบปิดฝาขวดจากด้านใน	138
ภาพที่ 3.8 แบบร่าง 3 มิติด้วยวัสดุที่ใกล้เคียงวัสดุจริงของแนวทางการออกแบบปิดฝาขวดจากด้านใน	139
ภาพที่ 3.9 แบบร่าง 2 มิติและ 3 มิติของการออกแบบปิดฝาขวดจากด้านในแบบที่ 1	139

ภาพที่ 3.64 ภาพแสดงแบบอุปกรณ์กันความร้อน สำหรับใช้กับผ้าที่มีลักษณะการใช้งานแบบตีมี	170
ภาพที่ 4.1 แผ่นนำเสนอกเกี่ยวกับความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ	171
ภาพที่ 4.2 แผ่นนำเสนอกเกี่ยวกับปัญหาและความเป็นไปได้ของโครงการ	172
ภาพที่ 4.3 แผ่นนำเสนอกเกี่ยวกับขอบเขตของโครงการ และแนวทางการศึกษาวิจัย	172
ภาพที่ 4.4 แผ่นนำเสนอกเกี่ยวกับขอบเขตของโครงการ และแนวทางการศึกษาวิจัย	173
ภาพที่ 4.5 แผ่นนำเสนอกเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปออกแบบ	173
ภาพที่ 4.6 แผ่นนำเสนอกเกี่ยวกับขอบเขตของโครงการ และแนวทางการออกแบบเบื้องต้น	174
ภาพที่ 4.6 แผ่นนำเสนอกเกี่ยวกับขอบเขตของโครงการ และแนวทางการออกแบบเบื้องต้น	174
ภาพที่ 4.8 แผ่นนำเสนอกเกี่ยวกับวงจรชีวิตของขวดแก้ว	174
ภาพที่ 4.9 แผ่นนำเสนอกเกี่ยวกับการวิเคราะห์ลักษณะของขวดแต่ละชนิด เพื่อจับกลุ่มในการออกแบบ	175
ภาพที่ 4.10 แผ่นนำเสนอกเกี่ยวกับการวิเคราะห์ลักษณะการใช้งานของผ้าที่มีขายในท้องตลาด	175
ภาพที่ 4.11 แผ่นนำเสนอกเกี่ยวกับการจับกลุ่มการใช้งานของขวดแก้ว	176
ภาพที่ 4.12 แผ่นนำเสนอกแบบร่างฝาปิดเพื่อการบรรจุ	176
ภาพที่ 4.13 แผ่นนำเสนอกแบบร่างฝาปิดที่มีการใช้งานในรูปแบบต่างๆ ของขวดปากกว้างทรงเตี้ย แนวทางที่1	177
ภาพที่ 4.14 แผ่นนำเสนอกแบบร่างฝาปิดที่มีการใช้งานในรูปแบบต่างๆ ของขวดปากกว้างทรงเตี้ย แนวทางที่2	177
ภาพที่ 4.15 แผ่นนำเสนอกแบบร่างฝาปิดที่มีการใช้งานในรูปแบบต่างๆ ของขวดปากแคบทรงสูง	178
ภาพที่ 4.16 แผ่นนำเสนอกแบบร่างผลิตภัณฑ์เสริมอื่นๆ	178
ภาพที่ 4.17 แผ่นนำเสนอกงานแสดงลักษณะการปิด	179
ภาพที่ 4.18 แผ่นนำเสนอกงานแสดงหน้าที่การใช้งานของขวดปากกว้างทรงเตี้ย	179
ภาพที่ 4.19 แผ่นนำเสนอกงานแสดงหน้าที่การใช้งานแบบการตวง	180
ภาพที่ 4.20 แผ่นนำเสนอกงานแสดงหน้าที่การใช้งานแบบการเหยาะ	180
ภาพที่ 4.21 แผ่นนำเสนอกงานแสดงหน้าที่การใช้งานแบบการตีมี	180
ภาพที่ 4.22 แผ่นนำเสนอกงานแสดงหน้าที่การใช้งานขวดปากแคบทรงสูง	181
ภาพที่ 4.23 แผ่นนำเสนอกงานแสดงการออกแบบอุปกรณ์เพิ่มเติม	181
ภาพที่ 4.24 ต้นแบบฝาปิดที่สามารถปิดสนิทกับทุกขนาดของขวดแก้ว	182
ภาพที่ 4.25 ภาพแสดงรายละเอียดและวิธีการใช้งานของฝาปิดที่สามารถปิดสนิทกับทุกขนาดของขวด แก้ว	182
ภาพที่ 4.26 ต้นแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตวง สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย	183
ภาพที่ 4.27 ภาพแสดงรายละเอียดและวิธีการใช้งานฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตวง สำหรับขวด ปากกว้างทรงเตี้ย	183
ภาพที่ 4.28 ต้นแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหยาะ สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย	184
ภาพที่ 4.29 ภาพแสดงรายละเอียดและวิธีการใช้งานฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหยาะ สำหรับ ขวดปากกว้างทรงเตี้ย	184
ภาพที่ 4.30 ต้นแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตีมี สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย	185
ภาพที่ 4.31 ภาพแสดงรายละเอียดและวิธีการใช้งานฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตีมี สำหรับขวด ปากกว้างทรงเตี้ย	185

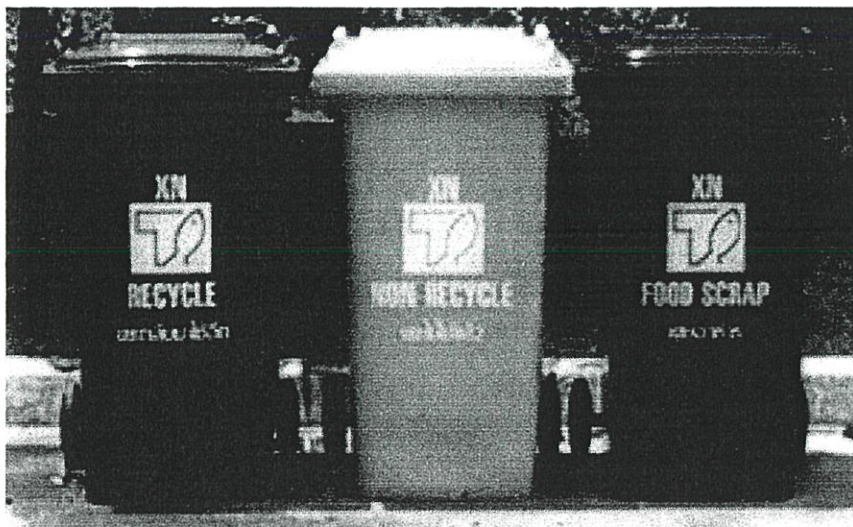
ภาพที่ 4.32	ต้นแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบ ทรงสูงปากแคบ	186
ภาพที่ 4.33	ภาพแสดงรายละเอียดและวิธีการใช้งานฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบ ทรงสูงปากแคบ	186
ภาพที่ 4.34	ต้นแบบป้ายชื่อ สำหรับใช้กับฝาปิด และฝาที่มีลักษณะการใช้งานแบบต่างๆ	186
ภาพที่ 4.35	ต้นแบบอุปกรณ์กันความร้อน สำหรับใช้กับฝาที่มีลักษณะการใช้งานแบบด้าม	187
ภาพที่ 4.36	ภาพแสดงแบบสุดท้ายทั้งหมด	187
ภาพที่ 4.37	รวมต้นแบบทั้งหมด	188
ภาพที่ 5.1	ต้นแบบฝาปิดแบบเก่า	189
ภาพที่ 5.3	กลุ่มเป้าหมายของโครงการ	189
ภาพที่ 5.4	mood board	190
ภาพที่ 5.6	ฝาปิดที่พัฒนารูปแบบตามข้อเสนอแนะ	190
ภาพที่ 5.7	ภาพจำลองสามมิติทั้งหมด	191
ภาพที่ 5.8	ภาพจำลอง 3 มิติฝาปิดที่สามารถปิดได้กับทุกขนาดปากของขวดแก้ว	192
ภาพที่ 5.9	ภาพจำลอง 3 มิติ ป้ายชื่อบอกประเภทผลิตภัณฑ์ภายใน	193
ภาพที่ 5.9	ภาพจำลอง 3 มิติลักษณะการใช้งานฝาปิดคู่กับป้ายชื่อ	193
ภาพที่ 5.10	ภาพจำลอง 3 มิติ ฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบการเหยาะ สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย	194
ภาพที่ 5.11	ภาพจำลอง 3 มิติ ฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบการตวง สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย	194
ภาพที่ 5.12	ภาพจำลอง 3 มิติ ฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบการดื่ม สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย	195
ภาพที่ 5.13	ภาพจำลอง 3 มิติ ที่กันร้อนสำหรับฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบการดื่ม สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย	195
ภาพที่ 5.14	ภาพจำลอง 3 มิติลักษณะการใช้งานคู่กับระหว่างที่กันร้อนกับฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบการดื่ม	196
ภาพที่ 5.15	ภาพจำลอง 3 มิติ วงแหวนส่วนที่ 1 สำหรับขวดขนาดเล็กและขนาดกลาง	196
ภาพที่ 5.16	ภาพจำลอง 3 มิติ วงแหวนส่วนที่ 2	197
ภาพที่ 5.17	ภาพจำลอง 3 มิติ ลักษณะการใช้งานของวงแหวนกับฝาต่างๆ	197
ภาพที่ 5.18	ภาพจำลอง 3 มิติลักษณะการพับของฝาปิดขวดปากกว้างทรงสูง	198
ภาพที่ 5.19	ภาพจำลอง 3 มิติรายละเอียดฝาจุกและหมุดบอกวันผลิต	198
ภาพที่ 5.20	ภาพจำลอง 3 มิติ ลักษณะการใช้งานของฝาปิดสำหรับขวดปากแคบทรงสูง	199
ภาพที่ 5.21	ภาพจำลอง 3 มิติแสดงตัวอย่างการใช้งานเมื่อมีผลิตภัณฑ์อยู่ภายใน	199
ภาพที่ 5.22	ภาพแสดงตัวอย่างสมุดคู่มืออธิบายการใช้งาน หน้าปก	200
ภาพที่ 5.23	ภาพแสดงตัวอย่างสมุดคู่มืออธิบายการใช้งาน หน้าหน้าฝาปิดที่สามารถปิดได้กับทุกฝา	200
ภาพที่ 5.24	ภาพแสดงตัวอย่างสมุดคู่มืออธิบายการใช้งาน หน้าป้ายชื่อ	200
ภาพที่ 5.25	ภาพแสดงตัวอย่างสมุดคู่มืออธิบายการใช้งาน หน้าฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบด้าม	201
ภาพที่ 5.26	ภาพแสดงตัวอย่างสมุดคู่มืออธิบายการใช้งาน หน้าฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตวง	201
ภาพที่ 5.25	ภาพแสดงตัวอย่างสมุดคู่มืออธิบายการใช้งาน หน้าฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหยาะ	202
ภาพที่ 5.25	ภาพแสดงตัวอย่างสมุดคู่มืออธิบายการใช้งาน หน้าฝาปิดที่ใช้กับขวดปากแคบทรงสูง	202

บทที่ 1

บทนำ

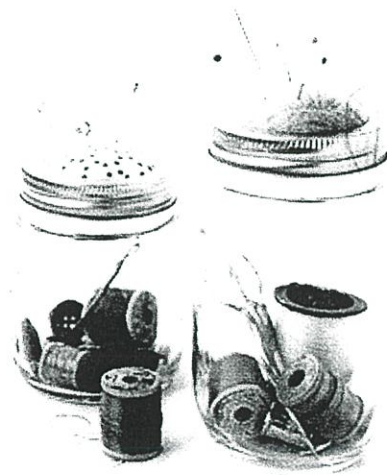
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันกระแสการรักษ์โลกได้เข้ามาอยู่ในความสนใจของคนส่วนใหญ่มากขึ้น ทำให้คนทั่วไปจะมีพฤติกรรมที่สนองต่อกระแสดังกล่าว การแยกขยะจึงเป็นเรื่องหนึ่งที่สามารถปฏิบัติได้ทุกคน โดยที่ขยะต่างๆมีทั้งประเภทที่สามารถย่อยสลายได้และไม่สามารถย่อยสลายได้ตามคุณสมบัติของขยะแต่ละประเภท ส่วนประเภทขยะที่สามารถย่อยสลายได้นั้น จะถูกนำไปผ่านกระบวนการต่างๆ เพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น ขยะเปียกสามารถนำไปหมัก จนเป็นปุ๋ยชีวภาพ และน้ำหมักชีวภาพ มาใช้ประโยชน์ได้ ส่วนขยะที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ หรือใช้ระยะเวลาในการย่อยสลาย เช่น พลาสติก โฟม โลหะต่างๆ และแก้ว ก็มักจะมีจัดการขยะโดย จัดแยกเพื่อส่งเข้าโรงงานของขยะแต่ละประเภท และนำไปแปรรูปเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ตามกรรมวิธีทางอุตสาหกรรมที่ต่างกันออกไป แต่ผลิตภัณฑ์ที่มีความนิยมในการนำกลับมาใช้ใหม่ด้วยตนเอง คือ บรรจุภัณฑ์แก้ว เพราะมีคุณสมบัติเด่นคือ มีความเป็นกลาง และไม่ทำปฏิกิริยาใดๆกับผลิตภัณฑ์ ที่บรรจุอยู่ภายใน ทำให้ให้ผู้บริโภคได้รับความปลอดภัยสูง สามารถใช้หมุนเวียนได้ โดยไม่ทิ้งสารอันตราย มีความใสสามารถมองเห็นของที่บรรจุอยู่ภายในได้ มีความคงทนถาวรไม่เสื่อมสภาพได้ง่าย ทนความร้อนได้สูงมาก และยังป้องกันการซึมผ่านของก๊าซและไอน้ำ ด้วยคุณสมบัติต่างๆเหล่านี้ จึงทำให้แก้ว เป็นวัสดุที่เหมาะสมในการนำกลับมาใช้ใหม่ในครัวเรือนได้อย่างง่าย



ภาพที่ 1.1 ถังแยกขยะในเขตกรุงเทพมหานคร
ที่มา <http://news.krabi.go.th/?p=743>

บรรจุภัณฑ์แก้วนั้น เป็นวัสดุที่สามารถรีไซเคิลได้ 100 เปอร์เซ็นต์ หากมีการนำมาใช้อย่างสร้างสรรค์จะช่วยลดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมได้อย่างดีเยี่ยม จึงมีผู้คนมากมาย หันมานำขยะดังกล่าวกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ โดยยึดหลักการกำจัดขยะ 5R คือ 1.Reduce ลดการสร้างขยะ 2.Reuse การใช้ซ้ำ 3. Recycle แปรรูปขยะเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ 4. Repair ซ่อมแซมเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ และ 5. Reject หลีกเลี่ยงการใช้ผลิตภัณฑ์ที่ก่อให้เกิดอันตราย แม้ว่าจะเป็นพฤติกรรมที่ช่วยลดปริมาณขยะได้ตามกระแสการรักษ์โลกก็ตาม แต่มักจะไม่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้อย่างแท้จริง นอกจากนี้ ยังมีบางกลุ่มคนนำบรรจุภัณฑ์แก้วที่ใช้แล้ว กลับมาใช้ใหม่ แต่ด้วยข้อจำกัดทางกายภาพของรูปทรงและลักษณะของฝาบรรจุภัณฑ์นั้นๆ จะทำได้โดยการนำผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเดิม กลับมาบรรจุใหม่เท่านั้น เช่น กระปุกใส่กาแฟผงที่ใช้หมดแล้ว ผู้บริโภคจะมักใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะกายภาพที่คล้ายคลึงกัน มาบรรจุในกระปุกใส่กาแฟแฟเดิมเพื่อใช้ในครัวเรือน เป็นต้น ทำให้การนำกลับมาใช้ใหม่ของบรรจุภัณฑ์แก้ว ไม่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างกว้างขวาง



ภาพที่1.2 การนำบรรจุภัณฑ์แก้วกลับมาใช้ใหม่ โดยเปลี่ยนหน้าที่ของบรรจุภัณฑ์เดิม
ที่มา <http://www.iurban.in.th/design/lace-vasenew-way-to-reuse/>



ภาพที่1.3 การนำบรรจุภัณฑ์แก้วกลับมาใช้ใหม่ โดยทำหน้าที่เป็นบรรจุภัณฑ์เดิม
ที่มา <http://www.bloggang.com/mainblog.php?id=phoot&month=01-10-2010&group=12&gblog=53>

จากข้อจำกัดดังกล่าวของบรรจุภัณฑ์แก้วข้างต้น ผู้ทำโครงการวิจัยจึงเห็นว่าหากมีผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้ประโยชน์จากบรรจุภัณฑ์แก้วได้อย่างเอนกประสงค์ในครัวเรือน ผู้บริโภคจะมีความสนใจและนิยมการนำกลับมาใช้บรรจุภัณฑ์แก้วได้มากขึ้น อีกทั้งยังเป็นการลดภาระทางเศรษฐกิจของผู้บริโภค และรักษาสภาพแวดล้อมไว้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ที่สนับสนุนการนำขวดแก้วที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ในครัวเรือน ให้มีประโยชน์ตรงตามความต้องการของผู้ใช้มากที่สุด

1.3 ความเป็นไปได้ของโครงการ

1.3.1 ด้านนโยบาย

เนื่องจากรัฐบาลมีนโยบายเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการขยะ และส่งเสริมให้เอกชนสนับสนุนการลดปริมาณของเสีย ณ แหล่งกำเนิด โดยส่งเสริมให้เกิดกลไกการคัดแยกขยะเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ให้มากที่สุด ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 ซึ่งเป็นนโยบายที่สอดคล้องกับโครงการออกแบบ สะท้อนให้เห็นถึงความต้องการของรัฐบาล จึงมีความเป็นไปได้ของโครงการ ที่สนับสนุนให้ประชาชนนำขยะที่ใช้แล้ว กลับมาใช้ใหม่อย่างมีคุณค่า

1.3.2 ด้านเศรษฐกิจ

การอุปโภคบริโภคในครัวเรือน มีความต้องการภาชนะหรือบรรจุภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูง เพื่อช่วยในการเก็บรักษาอาหาร วัตถุดิบ และเครื่องปรุงรสต่างๆ ในการประกอบอาหารบริโภคที่หลากหลาย และด้วยคุณสมบัติของแก้วที่มีความคงทน ความใส สามารถปรับใช้ประโยชน์กับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องอุปโภคบริโภคในครัวเรือนได้หลากหลายอีกด้วย ซึ่งภาชนะที่มีคุณภาพในปัจจุบัน มีราคาค่อนข้างสูง จึงสอดคล้องกับโครงการนี้ ที่ช่วยสนับสนุนการนำบรรจุภัณฑ์แก้วกลับมาใช้ใหม่ ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในครัวเรือนได้เป็นอย่างดี

1.3.3 ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม



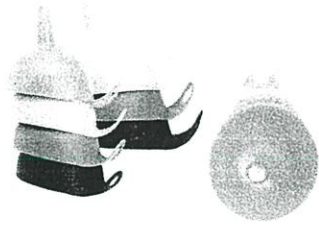
โครงการนี้จะสนับสนุนการนำบรรจุภัณฑ์แก้วกลับมาใช้ใหม่ ได้อย่างเอนกประสงค์ตามที่ผู้บริโภคต้องการ ส่งผลให้บรรจุภัณฑ์ที่เคยเป็นขยะ จะไม่กลายเป็นขยะอีกต่อไป ทำให้ปริมาณขยะที่นับวันยังมีเพิ่มขึ้นทุกปีลดลง และยังสอดคล้องกับกระแสรักษ์โลกในปัจจุบัน ที่รณรงค์ให้คนช่วยกันรักษาสิ่งแวดล้อม ด้วยการยึดหลัก 5R อีกด้วย

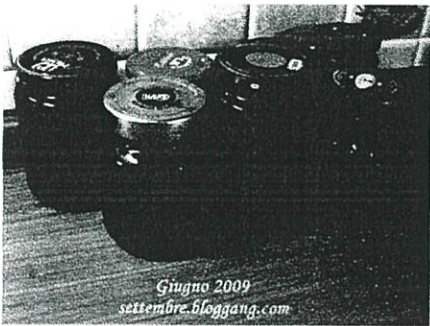
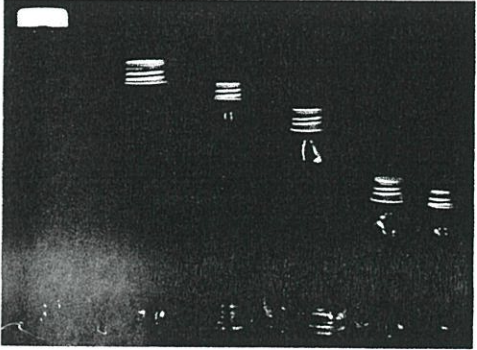
1.3.4 ด้านการออกแบบ

โครงการออกแบบนี้สามารถรวมองค์ความรู้ต่างๆที่จำเป็นต้องใช้ในการออกแบบ ทั้งเรื่องการวิเคราะห์ปัญหาและพฤติกรรมการใช้งานของกลุ่มเป้าหมาย ศึกษาลักษณะทางกายภาพของบรรจุภัณฑ์แก้วทั้งรูปทรงและปากขวด เพื่อออกแบบให้สอดคล้องและเหมาะสมตามการใช้งาน นอกจากนี้ ยังต้องคำนึงถึงความสวยงามและความปลอดภัยควบคู่กันไปด้วย ทำให้ช่วยพัฒนาความรู้ที่ได้มาจากการศึกษา ประกอบกับการใช้เหตุผลในการออกแบบ ให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีมาตรฐานตรงตามจุดมุ่งหมายของโครงการ

1.4 ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา

โครงการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่สนับสนุนการนำบรรจุภัณฑ์แก้วที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ในครัวเรือนพบว่า ขั้นตอนการนำบรรจุภัณฑ์แก้วมาใช้ใหม่มีข้อบกพร่องและปัญหาในหลายประการดังนี้

ปัญหา	แนวทางการแก้ปัญหา
<p>1.ปัญหาด้านความสะอาด</p> <ul style="list-style-type: none"> - การทำความสะอาดขวดแก้วที่มีปากขวดเล็กมีความยากลำบาก และไม่สะดวก 	<ul style="list-style-type: none"> - ศึกษาขั้นตอนวิธีการทำความสะอาดบรรจุภัณฑ์แก้วให้ง่ายและรวดเร็ว พร้อมทั้งศึกษาจากอุปกรณ์ทำความสะอาดของผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง   <p>ภาพที่1.4 อุปกรณ์ล้างขวดที่มีขายในท้องตลาด ที่มา http://babyblablah.weloveshopping.com</p>
<p>2.ปัญหาด้านการใช้งาน</p> <ul style="list-style-type: none"> - ในขั้นตอนการบรรจุผลิตภัณฑ์ใหม่ในบรรจุภัณฑ์เดิม เป็นไปได้ยากในขวดแก้วที่มีปากขวดเล็ก <ul style="list-style-type: none"> - ไม่สามารถแยกประเภทของผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะทางกายภาพคล้ายคลึงกันได้ เมื่อใส่ไว้ในบรรจุภัณฑ์แก้ว - การนำบรรจุภัณฑ์แก้วกลับมาใช้งานใหม่นั้น ยังไม่มีลักษณะการใช้งานที่น่าสนใจ หลากหลาย และเหมาะสมตามความต้องการ 	<ul style="list-style-type: none"> - ศึกษาวิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์อย่างง่ายในขวดแก้วที่มีปากเล็ก พร้อมศึกษาผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ  <p>ภาพที่1.4 อุปกรณ์ช่วยบรรจุที่มีขายในท้องตลาด ที่มา http://www.ikea.com/th/th/catalog/products/30163302/</p> <ul style="list-style-type: none"> - ศึกษาแนวทางในการแยกประเภทของผลิตภัณฑ์ในบรรจุภัณฑ์แก้ว - ศึกษาผลิตภัณฑ์ ที่ตรงกับความต้องการและความสนใจของกลุ่มเป้าหมาย

ปัญหา	แนวทางการแก้ปัญหา
<p>3. ปัญหาด้านความสวยงาม</p> <ul style="list-style-type: none"> - จากการสอบถามกลุ่มประชากรบางส่วน พบว่าบางคนไม่พอใจในรูปลักษณะของบรรจุภัณฑ์แก้วที่นำกลับมาใช้ใหม่ เพราะถูกมองว่าเป็นของที่ใช้แล้ว และไม่มีความสวยงาม  <p>Giugno 2009 settembre.bloggang.com</p> <p>ภาพที่1.5 การทำบรรจุภัณฑ์แก้วกลับมาใช้ใหม่ ที่มา http://www.bloggang.com/mainblog</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ศึกษาและออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีความสวยงามและดึงดูดความสนใจจากกลุ่มเป้าหมาย
<p>4. ปัญหาด้านการออกแบบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ขนาดของปากบรรจุภัณฑ์แก้วมีหลากหลาย และมีความต่างกันค่อนข้างมาก - เกลียวของปากบรรจุภัณฑ์ มีลักษณะที่แตกต่างกัน - สีของบรรจุภัณฑ์แตกต่างกัน ตามหน้าที่และการใช้ประโยชน์ของบรรจุภัณฑ์นั้นๆ - บรรจุภัณฑ์แก้วในประเทศไทยมีหลายขนาด ทำให้ยากต่อการจำกัดขอบเขตในการออกแบบ  <p>ภาพที่1.6 บรรจุภัณฑ์แก้วที่มีขายในท้องตลาด ที่มา http://starwoodshop.weloveshopping.com</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ศึกษาและหาข้อมูลขนาดของปากขวดทั้งหมดที่มีการจัดจำหน่ายและใช้จริงในประเทศไทยในปัจจุบัน - ศึกษารายละเอียดของเกลียวฝาแต่ละประเภทอย่างละเอียด เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบ - ศึกษาคุณสมบัติของสีที่ต่างกันในการบรรจุภัณฑ์แก้วแต่ละประเภท - ศึกษาและหาข้อมูลขนาดของบรรจุภัณฑ์แก้วทั้งหมดที่มีจัดจำหน่ายและใช้จริงในประเทศไทยในปัจจุบัน

1.5 ขอบเขตงานวิจัย

1.5.1 ขอบเขตด้านพื้นที่

บริเวณปากและตัวขวดแก้วที่มีขนาดและรูปทรงที่แตกต่างกัน

1.5.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

1.5.2.1 ศึกษาคุณสมบัติของบรรจุภัณฑ์แก้ว เพื่อใช้ในการกำหนดขอบเขตในการออกแบบ

1.5.2.2 ศึกษาพฤติกรรมการใช้งานบรรจุภัณฑ์แก้วในแต่ละรูปแบบ เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการออกแบบ

1.5.2.3 ศึกษาวัสดุและกรรมวิธีในการผลิตฝาปิดที่สามารถใช้กับปากขวดที่กำหนดตามขอบเขต

1.5.2.4 ศึกษาการใช้งานบรรจุภัณฑ์แก้วในในครัวเรือน

1.5.2.5 ศึกษาผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับวงจรการนำบรรจุภัณฑ์แก้วกลับมาใช้ใหม่

1.5.3 ขอบเขตด้านประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือกลุ่มคนที่อาศัยอยู่ในที่พักอาศัยในเขตของกรุงเทพมหานคร ที่ใช้งานบรรจุภัณฑ์แก้ว และมีความต้องการในการนำบรรจุภัณฑ์แก้วกลับมาใช้ใหม่ สังเกตพฤติกรรมและเก็บข้อมูลจากกลุ่มคนนี้ และสัมภาษณ์คนทั่วไปที่ไม่มีความต้องการที่จะนำบรรจุภัณฑ์แก้วกลับมาใช้ใหม่

1.6 วิธีการดำเนินงานวิจัย

1.6.1 ศึกษาตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบรรจุภัณฑ์แก้ว

1.6.2 ศึกษาสังเกตพฤติกรรมการใช้งานบรรจุภัณฑ์แก้ว ในรูปแบบต่างๆ

1.6.3 กำหนดกลุ่มเป้าหมาย และพื้นที่ที่ใช้งาน

1.6.4 ศึกษาสภาพแวดล้อม ความเป็นอยู่ ความต้องการ ความจำเป็นของกลุ่มประชากร ภายในพื้นที่ที่ใช้ในการศึกษา

1.6.5 นำข้อมูลที่รวบรวมมาวิเคราะห์ เพื่อกำหนดแนวความคิดหลัก และแนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์

1.6.6 ออกแบบ และพัฒนาผลิตภัณฑ์จากแนวความคิดหลัก และแนวทางในการออกแบบ

1.6.7 ตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ

1.6.8 ปรับปรุงแก้ไข

1.6.9 ตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ

1.6.10 ปรับปรุงแก้ไข

1.6.11 นำเสนอผลงานที่ได้ออกแบบ และขั้นตอนการดำเนินงานทั้งหมด

1.7 นิยามศัพท์

บรรจุภัณฑ์แก้ว หมายถึง สินค้าที่ทำจากวัสดุแก้ว นำมาใช้สำหรับห่อหุ้ม ป้องกัน ลำเลียง จัดส่ง และนำเสนอสินค้า ตั้งแต่วัตถุดิบถึงสินค้าที่ผ่านการผลิต ตั้งแต่ผู้ผลิตถึงผู้ใช้หรือผู้บริโภค เช่น ขวดแก้วใส่น้ำดื่ม กระจกแก้วใสแยม เป็นต้น

ขวดปากกว้างและทรงเตี้ย หมายถึง ขวดแก้วที่มีขนาดความกว้างของปากขวดต่อความกว้างของฐานขวดประมาณ 1:1

ขวดปากแคบและทรงสูง หมายถึง ขวดแก้วที่มีขนาดความกว้างของปากขวดต่อความกว้างของฐานขวด
ประมาณ 1:2 และ 1:3

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ผลิตภัณฑ์ที่สนับสนุนการนำบรรจุภัณฑ์แก้วที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ในครัวเรือน และสามารถให้
ประโยชน์ได้อย่างหลากหลายและเอนกประสงค์ตามความต้องการของผู้ใช้

บทที่ 2

การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่สนับสนุนการนำบรรจุภัณฑ์แก้วที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ในครัวเรือน มีการศึกษาข้อมูลดังต่อไปนี้

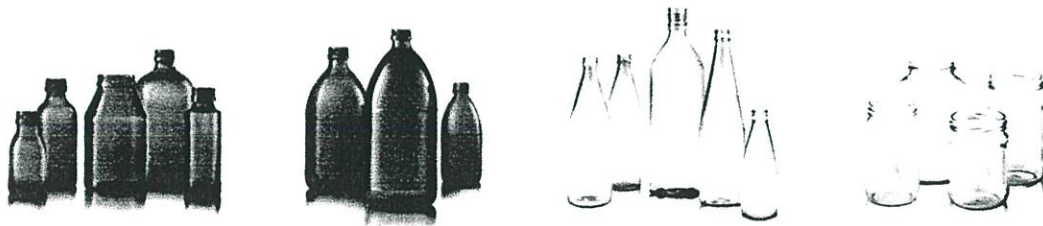
2.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับบรรจุภัณฑ์แก้ว

2.1.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์แก้ว

บรรจุภัณฑ์แก้วเป็นภาชนะบรรจุที่เก่าแก่ชนิดหนึ่ง มีการใช้กัน เมื่อประมาณ 2,000 ปีมาแล้ว โดยชาวอียิปต์และอียิปต์ ได้ค้นพบวิธีการทำแก้ว จึงเกิดอุตสาหกรรมผลิตแก้วขึ้นในประเทศทั้งสอง และได้แพร่หลายไปยังประเทศต่างๆ ใน ทวีปยุโรป ปัจจุบันได้มีการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใหม่ๆ รวมทั้ง เครื่องจักรอัตโนมัติช่วยในการผลิต เพื่อให้ได้แก้วที่มีคุณภาพสูง

สำหรับประเทศไทยอุตสาหกรรมผลิตแก้วได้เริ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2498 โดยองค์การแก้ว ซึ่งทำการผลิตภาชนะบรรจุแก้ว เพื่อทดสอบการนำเข้ามาสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมผลิตเครื่องดื่ม แก้วใส เครื่องสำอาง และอาหารอื่นๆ

บรรจุภัณฑ์แก้ว เป็นเป็นวัสดุที่เฉื่อยต่อการทำปฏิกิริยามากที่สุด และทนต่อการกัดกร่อนหรือปราศจากปฏิกิริยาเคมีของอาหารจึงทำให้รสชาติของอาหารไม่เปลี่ยนแปลง ความใสและเป็นประกายของแก้ว ช่วยให้มองเห็นผลิตภัณฑ์และสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ซึ่งผู้บริโภคส่วนใหญ่ยอมรับได้ดี



ภาพที่ 2.1.1 บรรจุภัณฑ์แก้ว

ที่มา <http://www.bangkokglass.co.th/StandardDesign.php>

ด้วยความแข็งของแก้ว รูปทรงและปริมาตรของแก้วจะไม่เปลี่ยนแปลงแม้จะบรรจุด้วยแบบสุญญากาศหรือความดัน บรรจุภัณฑ์แก้วสามารถบรรจุอาหารขณะที่ร้อนหรือผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิสูงได้ แต่ข้อด้อยของแก้ว ก็คือ น้ำหนักที่มาก (2.5 กรัม / ลบ.ซม.) และแตกง่าย แม้ว่าจะเฉื่อยต่อปฏิกิริยาต่างๆ ไป แต่โซเดียมและไอออนชนิดอื่นๆ ที่อยู่ในแก้วยังสามารถแยกตัวออกมาจากแก้วผสมกับอาหารที่บรรจุภายในได้ ด้วยเหตุนี้จึงแยกประเภทของแก้วเป็นแบบที่ 1, 2 และ 3 แปรตามความเฉื่อยในการทำปฏิกิริยา ดังนี้

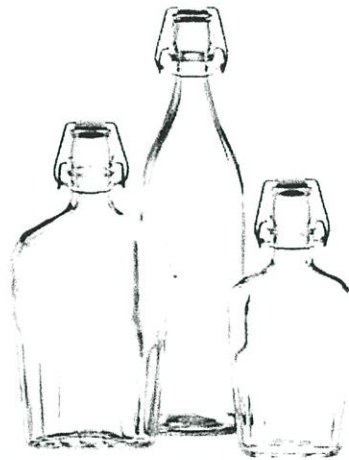
แก้วแบบที่ 1 แก้วที่มี Borosilicate จะมีการแยกตัวน้อยที่สุด ข้อเสียของแก้วแบบนี้คือ ต้องผลิตที่จุดหลอมเหลวสูงถึง 1750°C ซึ่งทำให้ต้นทุนในการผลิตสูง และมีความเฉื่อยมากที่สุด เป็นแก้วที่มีการเติมบอริค-ออกไซด์ ลงไป ทำให้มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนต่ำ และทนต่อการเปลี่ยนแปลงความร้อนได้ แก้วที่ได้สามารถนำไปใช้ทำเครื่องแก้ววิทยาศาสตร์ ทำภาชนะแก้วสำหรับใช้ในเตาไมโครเวฟ เป็นต้น



ภาพที่ 2.1.2 แก้วแบบที่มี Borosilicate

ที่มา <http://www.packingsiam.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=538991021&Ntype=7>

แก้วแบบที่ 2 มีส่วนผสมของโซดา-ไลม์ คล้ายกับแก้วแบบที่ 3 แต่มีซิลเฟทเป็นส่วนประกอบ อบที่อุณหภูมิ 500°C เพื่อลดสภาพความเป็นด่างบริเวณผิวหน้าของผิวแก้ว ผลิตจากวัตถุดิบหลัก คือ ททราย โซดาแอช หินปูน เป็นแก้วที่พบเห็นได้โดยทั่วไป มีราคาถูกได้แก่ แก้วที่เป็นขวด แก้วน้ำ กระຈก เป็นต้น สามารถทำให้เกิดสีต่างๆ ได้โดยการเติมออกไซด์ที่มีสีลงไป



ภาพที่ 2.1.3 แก้วแบบที่มีส่วนผสมของโซดา-ไลม์

ที่มา <http://www.packingsiam.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=538991021&Ntype=7>

แก้วแบบที่ 3 เป็นแก้วธรรมดาที่ใช้กันทั่วไปและมีการแยกตัวออกได้บ้าง

การเลือกใช้ขวดทรงกระบอกหรือขวดที่มีภาคตัดขวางเป็นรูปทรงกลมจะผลิตได้ง่ายที่สุดและแข็งแรงที่สุดดังแสดงในตารางที่ 2.1 เนื่องจากการกระจายของเนื้อแก้วได้เท่าๆ กัน ทำให้เนื้อแก้วต่อหน่วยปริมาตรน้อยกว่ารูปทรงอื่น ตารางที่ 2.2 ได้แสดงน้ำหนักของขวดทรงกระบอกเปรียบเทียบกับขวดประเภทอื่นที่มีปริมาตรบรรจุที่เท่ากัน นอกจากการผลิตที่ง่ายแล้ว ขวดทรงกระบอกยังสามารถวิ่งไปบนสายพานได้อย่างง่ายดาย พร้อมทั้งปิดฉลากได้ด้วยความเร็วสูง ทำให้ประหยัดทั้งต้นทุนบรรจุภัณฑ์และลดค่าใช้จ่ายการบรรจุและติดฉลาก ยิ่งถ้าเป็นขวดทรงกระบอกที่เป่าออกมาเป็นมาตรฐานจะสามารถหาซื้อได้ง่ายด้วยปริมาณสั่งซื้อที่น้อย ด้วยเหตุนี้ขวดทรงกระบอกจึงเป็นขวดที่นิยมมากที่สุด

ตารางที่ 2.1 ความแข็งแรงของขวดแก้วที่มีภาคตัดขวางแตกต่างกัน

รูปทรงภาคตัดขวาง	อัตราส่วนความแข็งแรงต่อความดันภายใน
ทรงกลม	10
ทรงรี (Ellipse)	5
ทรงสี่เหลี่ยม	1

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบน้ำหนักโดยประมาณของขวดทรงกระบอกและขวดอื่น

ขนาดบรรจุ (มล.)	ขวดทรงกระบอก (กรัม)	ขวดอื่น (กรัม)
30	45	55
340	225	285
455	285	355
905	455	565

นอกจากตัวขวดแล้ว ส่วนสำคัญที่สุดของบรรจุภัณฑ์ขวด คือ ฝาขวด เนื่องจากตัวขวดแก้วมักจะนำกลับมาล้างและใช้ใหม่ได้ หัวใจสำคัญของการนำกลับมาใช้ใหม่ คือ ต้องล้างให้สะอาดและทำให้แห้ง ส่วนฝาขวดจะมีบทบาทสำคัญต่อการรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารไม่ว่าจะใช้ขวดเก่าหรือใหม่ การเลือกฝาขวดเริ่มจากการกำหนดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในขวด กำหนดลักษณะการปิดและเทคนิคพิเศษต่างๆ ที่มี โดยปกติจะมีการตั้งแรงในการปิดฝาขวด แต่สิ่งต้องหมั่นตรวจสอบ คือ ความยากง่ายในการเปิดหลังจากได้เก็บบรรจุภัณฑ์พร้อมสินค้าปิดผนึกเรียบร้อยแล้ว เนื่องจากความลำบากในการเปิดฝาขวดนำอาหารออกบริโภคอาจเป็นมูลเหตุสำคัญที่จะทำให้ผู้บริโภคปฏิเสธการยอมรับสินค้านั้นอีกต่อไป

ข้อควรรู้เกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์แก้ว

1. ขวดรูปทรงรีและกลม จะมีราคาถูกกว่าทรงเหลี่ยมและมุมแหลม
2. ขวดที่มีมุมแหลมจะแตกได้ง่าย เพราะการกระจายตัวของแก้วตรงบริเวณที่เป็นมุมแหลมจะไม่สม่ำเสมอทำให้แตกได้ง่าย
3. ขวดที่มีคอยาวจะแพงกว่าขวดที่มีคอสั้น
4. อัตราส่วนของความสูงต่อเส้นผ่าศูนย์กลางควรจะต้องพอดี เพื่อให้ทำให้ตั้งได้
5. ขวดที่สูงและแคบจะแพงกว่าขวดกว้าง และล้มได้ง่าย
6. ข้อสำคัญที่สุด ควรเลือกขนาดที่สามารถลำเลียงได้ง่ายและวางชั้นขายได้พอดี

2.1.2 คุณสมบัติทางกายภาพของบรรจุภัณฑ์แก้ว และสีมาตรฐานของขวดแก้วที่นิยมการผลิต

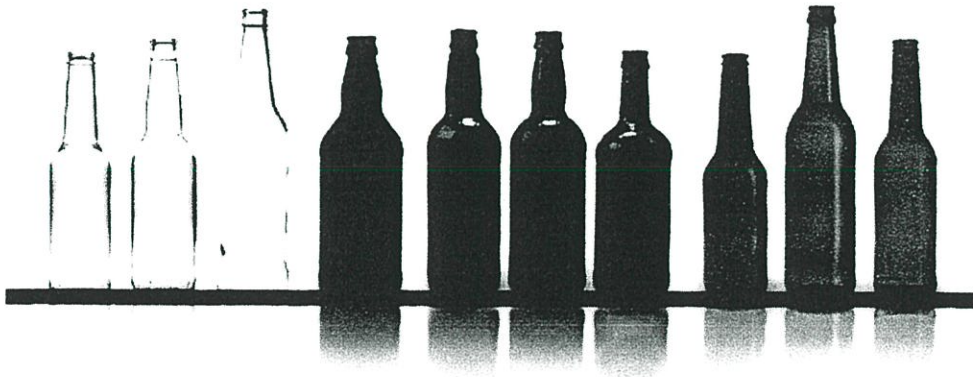
2.1.2.1 คุณสมบัติทางกายภาพของบรรจุภัณฑ์แก้ว

1. มีความเป็นกลาง และไม่ทำปฏิกิริยาใดๆกับผลิตภัณฑ์ ที่บรรจุอยู่ภายใน เพื่อให้ผู้บริโภคได้รับความปลอดภัยสูง
2. มีความใส สามารถมองเห็นของที่บรรจุอยู่ภายในได้ ช่วยในการตัดสินใจของผู้บริโภค
3. เมื่อเปิดแล้วสามารถปิดกลับเพื่อใช้ใหม่ได้
4. สามารถใช้หมุนเวียนได้ โดยไม่ทิ้งสารอันตราย
5. มีความคงรูปเมื่อวางเรียงซ้อน จึงให้ความสะดวกในการขนส่ง
6. มีความคงทนถาวรไม่เสื่อมสภาพ ตลอดอายุของผลิตภัณฑ์
7. ทนความร้อนได้สูงมาก
8. ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซและไอน้ำ

อย่างไรก็ตามขวดแก้วก็มีข้อเสีย โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีน้ำหนักมากและแตกง่าย ดังนั้นการปรับปรุง คุณภาพของขวดแก้วจึงมีความจำเป็น โดยใช้เทคโนโลยีเพื่อให้ได้แก้วที่มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นผิวบางลง และน้ำหนักเบากว่าเดิม ทั้งยังเป็นการประหยัดทรัพยากรธรรมชาติอีกด้วย

2.1.2.2 สีมาตรฐานของขวดแก้วที่นิยมการผลิต

1. สีใส เป็นสีที่ใช้มากที่สุด
2. สีอำพัน สีของขวดแก้วประเภทนี้ออกเป็นสีน้ำตาลซึ่งสามารถกรองแสง อุลตราไวโอเล็ตได้ดี จึงนิยมใช้เป็นขวดเบียร์และขวดยาบางประเภท
3. สีเขียว มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับสีอำพัน มักจะใช้กับอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม

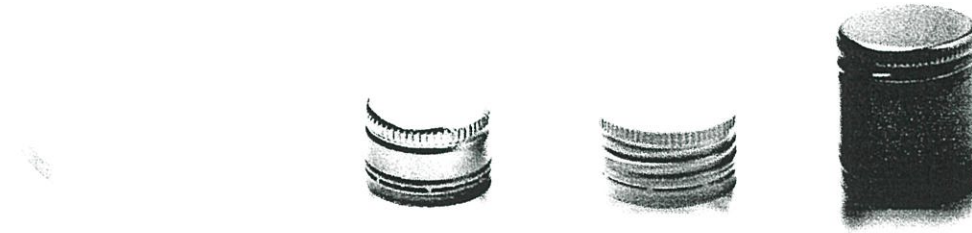


ภาพที่ 2.1.4 3 สีมาตรฐานของขวดแก้วที่นิยมการผลิต

ที่มา <http://www.foodnetworksolution.com/knowledge/content/100>

2.1.3 คุณสมบัติของฝาปิดบรรจุภัณฑ์แก้ว และชนิดของฝาปิดตามลักษณะการปิดผนึก

การที่บรรจุภัณฑ์จะทำหน้าที่ได้สมบูรณ์ในการปิดผนึกและเก็บรักษาสินค้านั้น นอกจากบรรจุภัณฑ์จะต้องมีคุณภาพดีแล้ว ฝาปิดรวมทั้งส่วนอื่นของบรรจุภัณฑ์ที่สัมผัสกับฝาปิดต้องมีคุณภาพดีด้วย โดยทั่วไป ฝาปิดจะผลิตจากเหล็ก อะลูมิเนียมและพลาสติก นิยมใช้ฝาโลหะปิดขวดแก้ว ในขณะที่ขวดพลาสติกและหลอดพลาสติกจะใช้ฝาพลาสติก อย่างไรก็ตามอาจมีการใช้จุกแก้วหรือจุกคอorkบ้าง เมื่อต้องการคงเอกลักษณ์ หรือรูปแบบของผลิตภัณฑ์ไว้



ภาพที่ 2.1.5 ฝาปิดบรรจุภัณฑ์แก้ว

ที่มา <http://www.bangkokglass.co.th/Closure.php>

2.1.3.1 คุณสมบัติของฝาปิดบรรจุภัณฑ์แก้ว

1. ฝาปิดต้องเข้ากันได้กับตัวสินค้าและบรรจุภัณฑ์ กล่าวคือ ไม่เกิดปฏิกิริยาใดๆ กับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุและภาชนะบรรจุในระหว่างการเก็บรักษาและขนส่ง
2. ฝาปิดจะต้องป้องกันสินค้าจากความเสียหายที่เกิดจากปัจจัยภายนอกต่างๆ ได้ และจะต้องปิดผนึกได้อย่างสมบูรณ์อยู่ตลอดเวลาจนกว่าผลิตภัณฑ์ จะถูกบริโภค
3. ฝาปิดจะต้องสะดวกต่อการใช้งาน ง่ายต่อการปิดเปิด จนกว่าจะใช้ผลิตภัณฑ์หมด
4. ในบางกรณี จำเป็นต้องใช้ฝาชนิดที่ไม่สามารถเปิดได้ โดยปราศจากร่องรอยว่า ได้ถูกเปิดแล้ว (tamper evident)
5. ผลิตภัณฑ์บางชนิด เช่น สารเคมี ยา ต้องเลือกใช้ฝาปิดประเภทที่ปิดเปิดไม่ได้

2.1.3.2 ชนิดของฝาปิดตามลักษณะการปิดผนึก

ฝาปิดสามารถแบ่งตามลักษณะการปิดผนึกเป็น 3 แบบคือ

1. ปิดผนึกแบบธรรมดา (normal seals) ฝาทุกชนิดที่ไม่ต้องทนสูญญากาศและแรงดันระหว่างการใช้งาน จัดอยู่ในประเภทปิดผนึกธรรมดา ฝาเหล่านี้ได้แก่

1.1 ฝาเกลียวต่อเนื่อง (continuous thread, CT) ฝาจะถูกขึ้นเกลียว หรือทำลอนก่อน เมื่อปิดผนึกจึงจะหมุน เกลียวของฝาลงบนภาชนะบรรจุ ซึ่งเกลียวของฝาจะเข้ากันได้ กับเกลียวที่ปากขวดพอดี ทำให้เกิดการ ผนึกแน่น ผลิตจากพลาสติกหรือโลหะใช้ปิดภาชนะบรรจุทั่วไป เช่น ฝาปิดขวดกาแฟ น้ำพริกเผา เครื่องปรุงรสต่างๆ เป็นต้น

1.2 ฝาแมกซี (maxi) เป็นฝาโลหะที่ได้รับการออกแบบให้สะดวกแก่ผู้ใช้ เป็นฝาที่มีวงแหวนและร่องลึกบนฝาทำให้ฉีกฝาขวด ออกได้ง่าย ผลิตจากแผ่นเหล็กทึบหรืออะลูมิเนียม เช่น ฝาปิดขวดน้ำดื่ม เป็นต้น

2. ปิดผนึกแบบสุญญากาศ (vacuum seals) เป็นฝาที่มีการออกแบบให้ผนึกแน่น เมื่อมีสุญญากาศในช่องว่าง ด้านบนของบรรจุภัณฑ์ในระหว่างกระบวนการฆ่าเชื้อหรือปิดผนึก เนื่องจากสุญญากาศจำเป็นต่อการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ฝาประเภทนี้ได้แก่

2.1 ฝาลัก (lug cap) มีหลักการเช่นเดียวกับฝาเกลียวต่อเนื่อง แต่มีรอยนูนในแนวระนาบหรือแนวเฉียงเป็นชุด โดยมีส่วนยื่นของฝาขวดหรือเขี้ยวล็อกกับรอยนูนของคอขวด ผลิตจากแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก ใช้ปิดขวดแก้ว บรรจุอาหาร เช่น ผลไม้บรรจุขวดแก้ว แยม ซอสมะเขือเทศ เป็นต้น

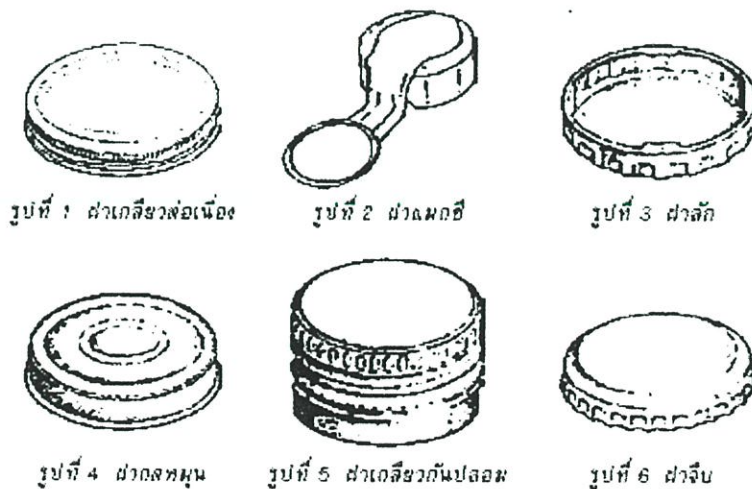
2.2 ฝากดหมุน (presson twistoff) เป็นฝาที่ผลิตจากแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกและอะลูมิเนียม เกลียวของฝาจะเกิดขึ้น เพื่อผนึกฝาโดยเครื่องจักร ใช้ปิดขวดแก้วบรรจุผลไม้และอาหารเด็กที่นำเข้าจากต่างประเทศ

3. ปิดผนึกแบบทนความดัน (pressure seals) เป็นฝาที่ออกแบบให้ทนแรงดันภายในบรรจุภัณฑ์ เช่น ความดันของน้ำอัดลมและเบียร์ ใช้ปิดขวดแก้วและขวดพेट (PET) ได้แก่

3.1 ฝาเกลียวกันปลอม (pilfer-proof cap) ผลิตจากอะลูมิเนียมและพลาสติก ใช้ปิดขวดแก้ว เช่น ขวดเหล้า ขวดเครื่อง ต้มบำรุงกำลัง ขวดน้ำอัดลมขนาดบรรจุตั้งแต่ 600 ลูกบาศก์เซนติเมตรขึ้นไปหรือขวดแก้วบรรจุ น้ำอัดลมใช้ครั้งเดียว (one way bottle) เป็นต้น ฝาประเภทนี้เมื่อหมุนเกลียวเปิดขวดในครั้งแรก เกลียวจะขาด ออกจากกัน ทำให้เห็นร่องรอยหากมีการเปิดก่อนถึงมือผู้ซื้อ

3.2 ฝาจีบ (crown cap) ผลิตจากแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก และแผ่นเหล็กทินฟรี มีลักษณะเด่นคือ ตรงส่วนที่รัดคอขวดจะมีลอน ส่วนนี้จะครอบปิดปากขวดพอดี ใช้ปิดขวดแก้วบรรจุเครื่องดื่ม เช่น น้ำอัดลม เบียร์ ไชดา เป็นต้น

3.3 ฝาแมกซี (maxi cap) ชนิด ทนความดัน มักทำด้วยแผ่นเหล็กทินฟรี ใช้ปิดขวดแก้วบรรจุเครื่องดื่ม เช่น เบียร์ ไชดา เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีฝาปิดแบบอื่นๆ อีก ได้แก่ จุกคอรั้งปิดขวดไวน์ และแชมเปญ ฝากด เป็นต้น



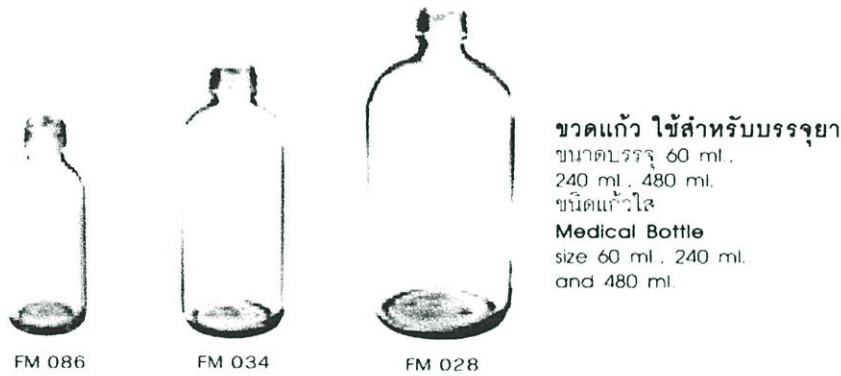
ภาพที่ 2.1.6 ลักษณะฝานิตต่างๆ

ที่มา http://www.mew6.com/composer/package/package_30.php

2.1.4 ลักษณะรูปทรงและขนาดสัดส่วนมาตรฐานของบรรจุภัณฑ์แก้ว และฝาปิดที่มีกรใช้จริงใน
ท้องตลาด

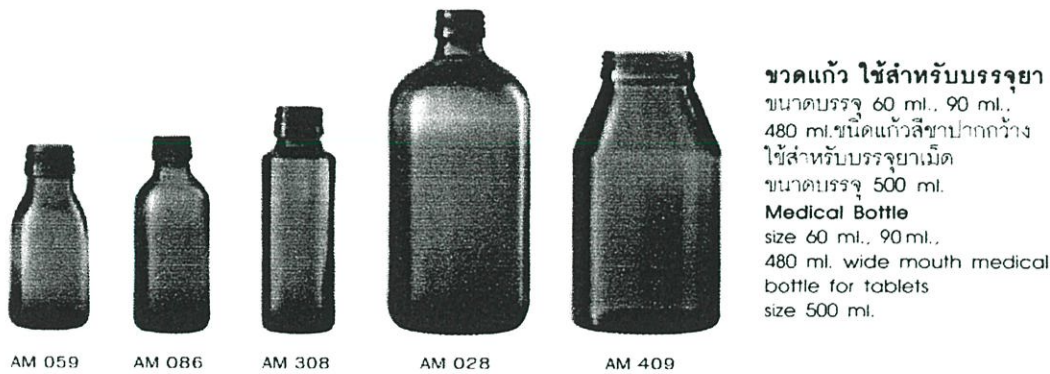
ในปัจจุบันมีการได้มีการผลิตบรรจุภัณฑ์แก้วออกมาหลากหลายรูปทรงและหลากหลายขนาด เพื่อตอบสนองความต้องการของผลิตภัณฑ์นั้นๆ โดยโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์แก้วในประเทศไทย ในปัจจุบันมีอยู่ 2 รายใหญ่ คือ บางกอกกล๊าส ซึ่งเป็นบริษัทในเครือบุญรอดฯ และไทยกลาส ซึ่งเป็นบริษัทในเครือไทยเบฟ โดยทั้ง 2 โรงงานนี้ได้ผลิตบรรจุภัณฑ์แก้วในรูปแบบต่างๆดังนี้

2.1.4.1 บรรจุภัณฑ์แก้วมาตรฐาน และฝาปิดจากบางกอกกล๊าส



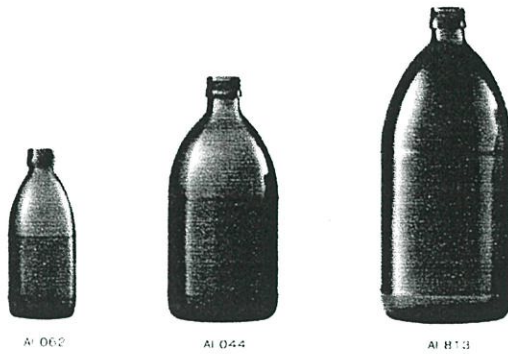
Medical Bottles

ITEM	SIZE ml.	FINISH TYPE/DIAMETER mm.	CODE F: Flint A: Amber	BRIMFUL ml.	FILLFUL ml.	DIAMETER mm.	HEIGHT mm.	WEIGHT g.	PALLET pcs.	CARTON pcs.
1	60	Pilfer Proof. 22	FM 086	70	62 ± 2	40.6 ± 1	101.6 ± 1.1	80	8,874	180
2	240	Pilfer Proof. 28	FM 034	259	246 ± 6	58 ± 1.3	148.95 ± 1.3	177	4,490	72
3	480	Pilfer Proof. 28	FM 028	490	485 ± 5	76.9 ± 1.5	169.9 ± 1.3	335	2,160	36



Medical Bottles

ITEM	SIZE ml.	FINISH TYPE/DIAMETER mm.	CODE F: Flint A: Amber	BRIMFUL ml.	FILLFUL ml.	DIAMETER mm.	HEIGHT mm.	WEIGHT g.	PALLET pcs.	CARTON pcs.
1	60	Pilfer Proof. 28	AM 059	70.7	63 ± 3	42.5 ± 1	93.5 ± 1	71	6,160	170, 255
2	60	Pilfer Proof. 22	AM 086	70	62 ± 2	40.6 ± 1.0	101.6 ± 1.1	80	6,902	180
3	90	Pilfer Proof. 28	AM 308	91 ± 3	60 ± 1	40.5 ± 1	117.8 ± 1	100	7,888	180
4	480	Pilfer Proof. 28	AM 028	490	485 ± 5	76.5 ± 1.5	169.9 ± 1.3	335	2,160	36
5	500	Pilfer Proof. 53	AM 409	520.4 ± 9	500	82.5 ± 1.6	149.8 ± 1.6	345	2,016	50



ขวดแก้วสีชา
สำหรับบรรจุยาฆ่าแมลง
 ขนาดบรรจุ 100 ml
 500 ml 1000 ml
Insecticide Bottle
 size 100 ml
 500 ml 1000 ml

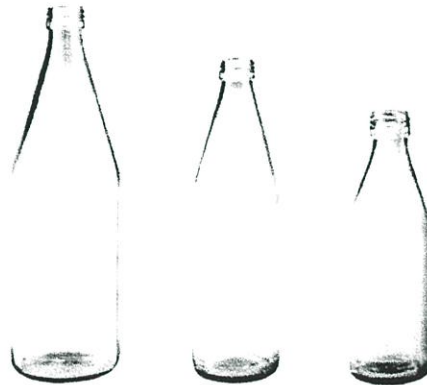
AI 062

AI 044

AI 813

Insecticide Bottles

ITEM	SIZE ml.	FINISH TYPE/DIAMETER mm.	CODE A: Amber	BRIMFUL ml.	FILLFUL ml.	DIAMETER mm.	HEIGHT mm.	WEIGHT g.	PALLET pcs.	CARTON pcs.
1	100	Pilfer Proof, 22	AI 062	116	103 ± 3	48.2 ± 1.1	115.7 ± 1.1	102	7,896	120
2	500	Pilfer Proof, 28	AI 044	523	506 ± 6	81 ± 1.5	175 ± 1.1	340	2,016	60
3	1000	Pilfer Proof, 28	AI 813	1051	1008 ± 8	97 ± 1.6	227 ± 1.3	553	1,176	40



ขวดแก้วใส(ปากเกลียว)
 ขนาด 750, 500 และ 250 ml
 ชนิดปากเกลียว 28 1.1. (28 mm Pilferproof)
Glass Bottle
 size 750, 500, 250 ml
 (28 mm Pilferproof)

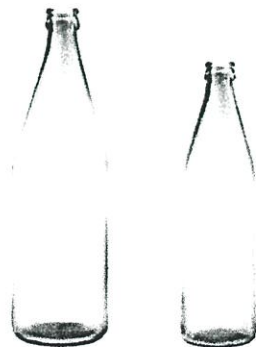
FK 072

FK 064

FK 070

Standard Glass Bottles

ITEM	SIZE ml.	FINISH TYPE/DIAMETER mm.	CODE F : Flint	BRIMFUL ml.	FILLFUL ml.	DIAMETER mm.	HEIGHT mm.	WEIGHT g.	PALLET pcs.	CARTON pcs.
1	750	Pilfer Proof, 28	FK 072	767	758 ± 8	80.8 ± 1.5	263.2 ± 1.7	420	1,482	12
2	500	Pilfer Proof, 28	FK 064	517.5	505 ± 5	68 ± 1.4	239 ± 1.6	298	2,040	24
3	250	Pilfer Proof, 28	FK 070	268	255 ± 5	57 ± 1.4	181 ± 1.4	190	3,444	72



ขวดแก้วใส(ชนิดปากจิบ)
 ขนาด 750 และ 500 ml
 ชนิดปากจิบ 26 1.1
 (26 mm Crown)
Glass Bottle
 size 750, 500 ml
 (26 mm Crown)

FK 067

FK 063

Standard Glass Bottles

ITEM	SIZE ml.	FINISH TYPE/DIAMETER mm.	CODE F : Flint	BRIMFUL ml.	FILLFUL ml.	DIAMETER mm.	HEIGHT mm.	WEIGHT g.	PALLET pcs.	CARTON pcs.
1	750	Crown 600 D.A. 26	FK 067	767	758 ± 8	80.8 ± 1.5	264.7 ± 1.7	420	1,235	12
2	500	Crown 600 D.A. 26	FK 063	517.5	505 ± 5	68 ± 1.4	240.5 ± 1.6	300	2,040	24



FF 381



FF 185

ขวดแก้วใส
ขนาด 750 และ 310 ml
ชนิดปาก Twist-Off
(30 mm MTO and MTB)
Glass Bottle
size 750 ml, 310 ml
(30 mm MTO and MTB)



FK 305



FK 1096

ขวดแก้วใส
ขนาด 300 ml
ชนิดปาก ขั้ว, ปากเกลียว
(26 mm Crown),
(28 mm Pflfer Proof)
Glass Bottle
size 300 ml.
(26 mm Crown),
(28 mm Pflfer Proof)

Standard Glass Bottles

ITEM	SIZE ml.	FINISH TYPE/DIAMETER mm.	CODE F : Flint	BRIMFUL ml.	FILLFUL ml.	DIAMETER mm.	HEIGHT mm.	WEIGHT g.	PALLET pcs.	CARTON pcs.
1	750	MTO & MTB 30	FF 381	768	758 ± 8	80 ± 1.5	265.5 ± 1.7	430	1,235	12
2	310	MTO & MTB 30	FF 185	315 ± 5	310 ± 5	58.8 ± 1.3	205.6 ± 1.5	260	3,220	24
3	300	Crown 600 DIA, 26	FK 305	317.5	306 ± 6	68 ± 1.4	180 ± 1.4	205	2,720	24
4	300	Pflfer Proof, 28	FK 1096	317	305 ± 5	68 ± 1.4	177.9 ± 1.4	205	2,720	24



FF 689

ขวดแก้วใส
ขนาด 300 ml
ชนิดปาก Twist-Off
ใช้กับฝาขนาด 48 mm
Glass Bottle
size 300 ml.
(48 mm Twist-Off)



FF 1093



FF 1094

ขวดแก้วใส
ขนาด 200 และ 300 ml
ชนิดปาก Twist-Off
(26 mm MTO)
Glass Bottle
size 200 ml., 300 ml.
(26 mm MTO)

Standard Glass Bottles

ITEM	SIZE ml.	FINISH TYPE/DIAMETER mm.	CODE F : Flint	BRIMFUL ml.	FILLFUL ml.	DIAMETER mm.	HEIGHT mm.	WEIGHT g.	PALLET pcs.	CARTON pcs.
1	300	48 RTO	FK 689	330	305 ± 5	62.6 ± 1.3	162 ± 1.3	195	3,663	24, 64
2	200	MTO 30	FF 1093	211	200 ± 4	52.6 ± 0.8	176 ± 1.2	170	4,680	100
3	300	MTO 30	FF 1094	316	300 ± 5.3	58.8 ± 1.2	214.8 ± 1.2	230	3,143	104



AL 1029



GL 1029



LSG 001

ขวดไวน์
ขนาดบรรจุ 750 ml
ชนิดปาก Cork Mouth
GF 119C ใช้กับจุกคอ르크
มีทั้งสีขา และสีเขียว
Local Wine
size 750 ml
(Cork Mouth)
Available in amber
and green

Standard Glass Bottles

ITEM	SIZE ml.	FINISH TYPE/DIAMETER mm.	CODE F : Flint A : Amber G : Green	BRIMFUL ml.	FILLFUL ml.	DIAMETER mm.	HEIGHT mm.	WEIGHT g.	PALLET pcs.	CARTON pcs.
1	750	Cork Mouth GF.119C	AL 1029	775	757 ± 10	75.8 ± 1.5	300 ± 1.6	500	1,350	12
2	750	Cork Mouth GF.119C	GL 1029	775	757 ± 10	75.8 ± 1.5	300 ± 1.6	500	1,350	12
3	750	Cork Mouth	LSG 001	663.4 ± 10	750 ± 10	29.5 ± 0.5	297	520	1,176	12



ขวดแก้วใส
รูปทรงสี่เหลี่ยม
ขนาดบรรจุ 700 ml
ชนิดปาก 30 mm
Extra Deep
ใช้กับฝาชนิดเกลียว
Extra
Glass Bottle,
Square shape
size 700 ml,
(30 mm
Extra Deep
Screw Cap)

FK 1015



ขวดแก้วใส
รูปทรงแบน
ขนาดบรรจุ 350 ml
ชนิดปาก 30 mm
Extra Deep
ใช้กับฝาชนิดเกลียว Extra
Glass Bottle, Whisky
Size 350 ml,
(30 mm Extra Deep
Screw Cap)

FL 1098



ขวดแก้ว(สีโท)
ขนาดบรรจุ 330 ml
ชนิดปาก Crown
600 DIA 26
มีทั้งสีชาและสี
SATO Glass
Bottle
size 330 ml
(26 mm
Crown 600 DIA)
Available in flint
and Amber

AL 1035

FL 1035

Standard Glass Bottles

ITEM	SIZE ml.	FINISH TYPE/DIAMETER mm.	CODE F : Flint A : Amber G : Green	BRIMFUL ml.	FILLFUL ml.	DIAMETER mm.	HEIGHT mm.	WEIGHT g.	PALLET pcs.	CARTON pcs.
1	350	Extra Deep. 30	FL 1098	367	350 ± 7	93 ± 1.7	199 ± 1.4	355	2,366	36
2	330	Crown 600 DIA,26	AL 1035	346.5	330 ± 6.6	61.4 ± 1.2	228.6 ± 1.6	250	2,508	24
3	330	Crown 600 DIA,26	FL 1035	346.5	330 ± 6.6	61.4 ± 1.2	228.6 ± 1.6	250	2,508	24
4	700	Extra deep. 30	FK 1015	723	700 ± 10	69.5 ± 1.5	268.4 ± 1.7	450	1,445	12



FJ 436



FJ 461



FJ 466

ขวดแก้วใส ชนิดปากกว้าง

ขนาดบรรจุ 4 ออนซ์ และ 7 ออนซ์
ใช้กับฝาขนาด 48 มม., 58 มม. และ 63 มม.

Food Jar, wide-mouth
size 4 oz., 7 oz.

(48 mm., 58 mm., 63 mm. Lug cap)

Food Jars

ITEM	SIZE oz.	FINISH TYPE/DIAMETER mm.	CODE F : Flint	BRIMFUL ml.	DIAMETER mm.	HEIGHT mm.	WEIGHT g.	PALLET pcs.	CARTON pcs.
1	4	48 RTO	FJ 436	115 ± 5	51.2 ± 1.5	86.5 ± 1	105	10,336	212
2	7	58 RTO	FJ 461	205 ± 9	61.5 ± 1.3	100 ± 1.1	147	5,852	126
3	7	63 RTO	FJ 466	212 ± 4.5	67.5 ± 1.4	81 ± 1.1	130 ± 8	6,120	100



FJ 522



FJ 525

ขวดแก้วใส ชนิดปากกว้าง

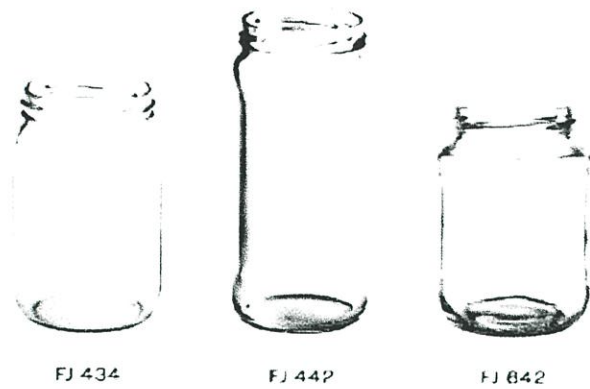
ขนาดบรรจุ 8 ออนซ์
ใช้กับฝาขนาด 58 มม. และ 63 มม.

Food Jar, wide-mouth
size 8 oz.

(58 mm., 63 mm., Lug cap)

Food Jars

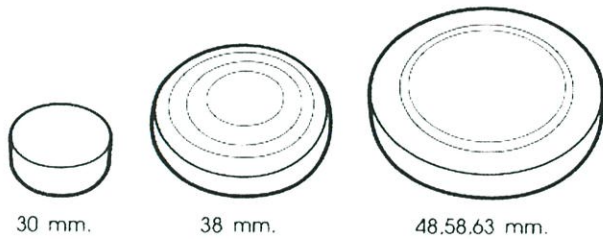
ITEM	SIZE oz.	FINISH TYPE/DIAMETER mm.	CODE F : Flint	BRIMFUL ml.	DIAMETER mm.	HEIGHT mm.	WEIGHT g.	PALLET pcs.	CARTON pcs.
1	8	58 RTO	FJ 522	230 ± 9	61.2 ± 1.3	108 ± 1.1	155	5,852	126
2	8	63 RTO	FJ 525	229.8 ± 9	67.2 ± 1.4	96 ± 1.0	156	5,100	108



ขวดแก้วใส ชนิดปากกว้าง
 ขนาดบรรจุ 12 ออนซ์
 ใช้กับฝาขนาด 63 มม.
Food Jar, wide-mouth
 size 12 oz.
 (63 mm. Lug cap)

Food Jars

ITEM	SIZE oz.	FINISH TYPE/DIAMETER mm.	CODE F : Flint	BRIMFUL ml.	DIAMETER mm.	HEIGHT mm.	WEIGHT g.	PALLET pcs.	CARTON pcs.
1	12	63 RTO	FJ 434	370 ± 6.5	70.5 ± 1.4	127.5 ± 1.2	221	3,454	48
2	12	63 RTO	FJ 442	370 ± 7	68 ± 1.4	154.5 ± 1.2	250	3,400	50
3	12	63 RTO	FJ 642	350 ± 5.0	77 ± 1.5	110 ± 1.1	200	3,510	48



Twist-off Cap (Lug Cap)

ITEM	SIZE	TYPE	COLOUR
1	30 mm.	MTO	white black gold
2	38 mm.	RTB (Safety Bottom)	
3	48 mm.	RTP	
4	58 mm.	RTP	
5	63 mm.	RTP(C) for Hot-filled.	
6	63 mm.	RTP(S) for Resort	















Aluminum Cap

ITEM	SIZE	TYPE	COLOUR
1	22 mm.	Pilfer Proof Cap	Aluminium
2	28 mm.	Pilfer Proof Cap	white
3	30 mm.	Extra Deep	gold

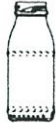
ภาพที่ 2.1.7 ขนาดสัดส่วนมาตรฐานของบรรจุภัณฑ์แก้ว และฝาปิดจากบางกอกกลาส
 ที่มา www.bangkokglass.co.th

2.1.4.2 บรรจุภัณฑ์แก้วมาตรฐาน และฝาปิดจากไทยกลาส

TG.505			TG.460			TG.470		
100ml			150ml			180ml		
FINISH	30 mm MTO Twist-Off Special		36 mm RTO:RTB Twist-Off		36 mm RTO:RTB Twist-Off			
FILL-POINT CAPACITY (ml.)	100.00 ± 2.20		150.00 ± 3.10		180.00 ± 3.60			
DIAMETER (mm.)	43.30 ± 0.80		47.60 ± 0.80		53.00 ± 0.80			
HEIGHT (mm.)	136.05 ± 1.20		162.00 ± 1.20		137.00 ± 1.20			
GLASS WEIGHT (g.)	123		165		130			
PACKING (UNITS/CARTON)	100		104		88			
(UNITS/PALLET)	8,745		5,568		6,292			
TG.379			TG.467			TG.200		
200ml			200ml			250ml		
FINISH	28 mm Special		28 mm Special		30 mm MTO Twist-Off Special			
FILL-POINT CAPACITY (ml.)	200.00 ± 3.60		200.00 ± 3.60		250.00 ± 4.00			
DIAMETER (mm.)	57.90 ± 1.20		57.90 ± 1.20		53.60 ± 0.80			
HEIGHT (mm.)	157.50 ± 1.20		157.50 ± 1.20		210.00 ± 1.20			
GLASS WEIGHT (g.)	200		200		200			
PACKING (UNITS/CARTON)	108		-		104			
(UNITS/PALLET)	4,320		4,320		3,150			
TG.357			TG.201			TG.62		
300ml			300ml			310ml		
FINISH	28 mm R.O.P.P		30 mm MTO Twist-Off Special		30 mm MTO Twist-Off			
FILL-POINT CAPACITY (ml.)	306.00 ± 6.00		300.00 ± 5.30		311.00 ± 5.50			
DIAMETER (mm.)	68.00 ± 1.40		58.60 ± 1.20		58.85 ± 1.20			
HEIGHT (mm.)	179.00 ± 1.40		214.80 ± 1.20		206.50 ± 1.20			
GLASS WEIGHT (g.)	205		215		245			
PACKING (UNITS/CARTON)	72		104		60			
(UNITS/PALLET)	2,720		3,143		3,059			
TG.216			TG.346			TG.347		
700ml			750ml			750ml		
FINISH	28 mm R.O.P.P with Bead		26 mm Crown Seal		28 mm R.O.P.P.			
FILL-POINT CAPACITY (ml.)	700.00 ± 8.90		758.00 ± 8.00		758.00 ± 8.00			
DIAMETER (mm.)	77.22 ± 1.60		80.70 ± 1.50		80.70 ± 1.50			
HEIGHT (mm.)	293.25 ± 1.60		263.70 ± 1.70		262.41 ± 1.70			
GLASS WEIGHT (g.)	450		415		415			
PACKING (UNITS/CARTON)	16		-		16			
(UNITS/PALLET)	1,275		1,428		1,190			

TG.432

180ml



38 mm RTO/RTB Twist-Off
180.00 ± 3.60
53.00 ± 0.80
137.00 ± 1.20
130
88
6.149

TG.273

187.5ml



28 mm ROPP
187.50 ± 3.50
80.17 ± 0.80
151.12 ± 0.80
200
90

TG.199

200ml



30 mm MTO Twist-Off Special
200.00 ± 4.00
52.60 ± 0.80
176.00 ± 1.20
170
100
4.680

TG.212

200ml



28 mm ROPP with Bead
200 ± 4.00
52.6 ± 0.80
161.45 ± 1.20
170
4.680

TG.213

250ml



28 mm ROPP with Bead
250.00 ± 4.00
53.60 ± 0.80
215.45 ± 1.20
200
104
3.150
3.150

TG.381

280ml



38 mm RTO/RTB Twist-Off
280.00 ± 5.60
63.00 ± 1.20
146.50 ± 1.20
160
4.279
4.279

TG.376

300ml



36 mm RTO/RTB Twist-Off
300.00 ± 5.00
63.50 ± 1.20
186.00 ± 1.20
230
84
3.112
3.112

TG.278

300ml



26 mm Crown Seal
306.00 ± 6.00
68.00 ± 1.40
180.00 ± 1.40
205
72
2.720
2.720

TG.202

500ml



30 mm MTO Twist-Off Special
500.00 ± 7.10
68.10 ± 1.20
260.00 ± 1.60
340
30
1.700

TG.425

600ml



30 mm MTO Twist-Off Special
600.00 ± 8.90
74.20 ± 1.20
270.00 ± 1.60
380
1.674

TG.318

600ml



30 mm MTO Twist-Off Special
600.00 ± 8.90
74.00 ± 1.60
262.00 ± 1.60
390
1.440

TG.203

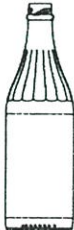
700ml



30 mm MTO Twist-Off Special
700.00 ± 8.90
77.22 ± 1.60
287.80 ± 1.60
450
16
1.275

TG.328

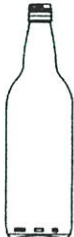
750ml



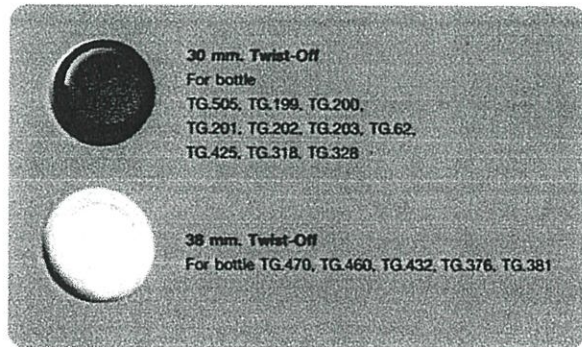
30 mm MTO Twist-Off
750.00 ± 8.00
80.00 ± 1.60
265.00 ± 1.60
435
1.235

TG.193

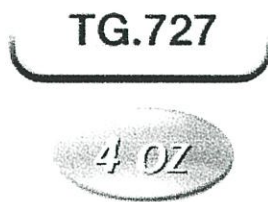
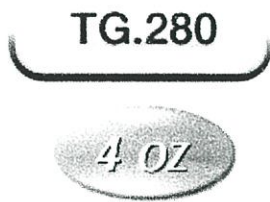
750ml



28 mm DEEP ROPP
750.00 ± 10.70
78.50 ± 1.60
277.80 ± 1.60
450
1.482



Color:



48 mm. RTO/RTB Twist-Off

115.00 ± 3.00

50.00 ± 1.20

88.50 ± 1.00

100

156

9,315

48 mm. RTO/RTB Twist-Off

130.00 ± 3.00

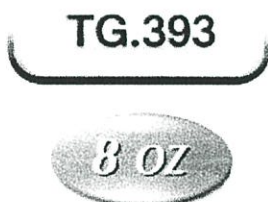
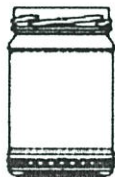
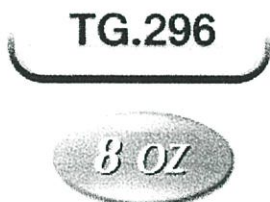
51.00 ± 1.10

90.00 ± 0.90

100

138

7,020



63 mm. RTO/RTB Twist-Off

248.00 ± 4.50

65.00 ± 1.20

102.00 ± 1.00

170

60

4,784

63 mm. RTO/RTB Twist-Off

227.50 ± 4.40

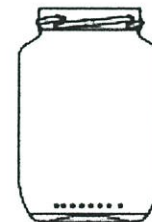
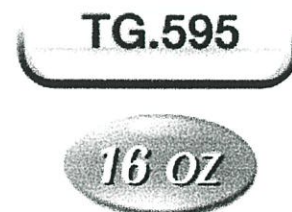
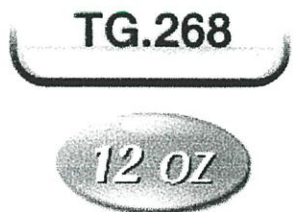
67.20 ± 1.20

96.00 ± 0.80

160

60

5,600



63 mm. RTO/RTB Twist-Off

370.00 ± 6.50

70.50 ± 1.40

127.50 ± 1.20

221

48

3,454

63 mm. RTO/RTB Twist-Off

480.00 ± 6.00

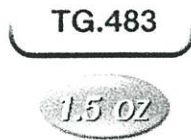
81.50 ± 1.50

124.00 ± 1.00

215

12, 24

2,464



43 mm RTO/RTB Twist-Off

42.00 ± 4.00

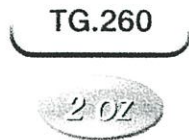
45.40 ± 0.80

57.70 ± 0.80

75

*65

13.860



43 mm Screw

64.00 ± 1.80

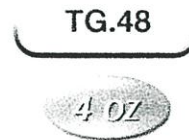
44.00 ± 0.80

67.50 ± 0.80

80

231

9.864



48 mm Screw

120.00 ± 2.70

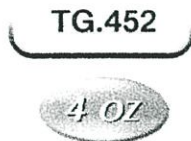
51.18 ± 1.10

85.73 ± 0.80

113

200

7.020



48 mm RTO/RTB Twist-Off

118.80 ± 2.20

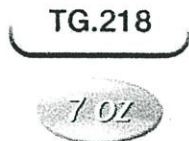
51.20 ± 0.80

86.50 ± 0.80

100

200

9.728



63 mm RTO/RTB Twist-Off

212.00 ± 3.60

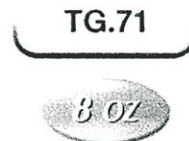
67.50 ± 1.20

81.00 ± 0.80

130

100

6.120



58 mm Screw

245.00 ± 5.30

63.50 ± 1.20

107.95 ± 0.90

170

120

4.536



63 mm RTO/RTB Twist-Off

248.00 ± 4.50

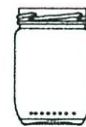
65.00 ± 1.20

102.00 ± 1.00

170

60

3.680



63 mm RTO/RTB Twist-Off

315.00 ± 9.00

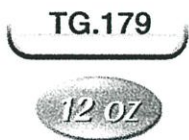
68.00 ± 1.40

122.60 ± 1.20

170

60

4.080



63 mm RTO/RTB Twist-Off

370.00 ± 5.00

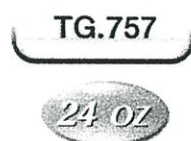
77.50 ± 1.40

111.00 ± 1.00

215

48

3.132



63 mm RTO/RTB Twist-Off

725.00 ± 7.20

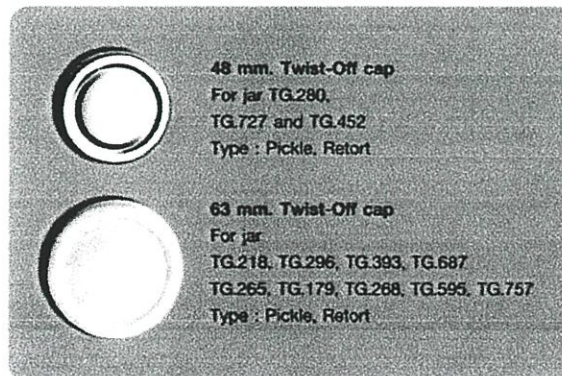
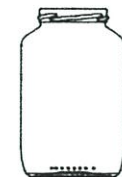
91.00 ± 1.50

150.00 ± 1.10

360

12

1.680

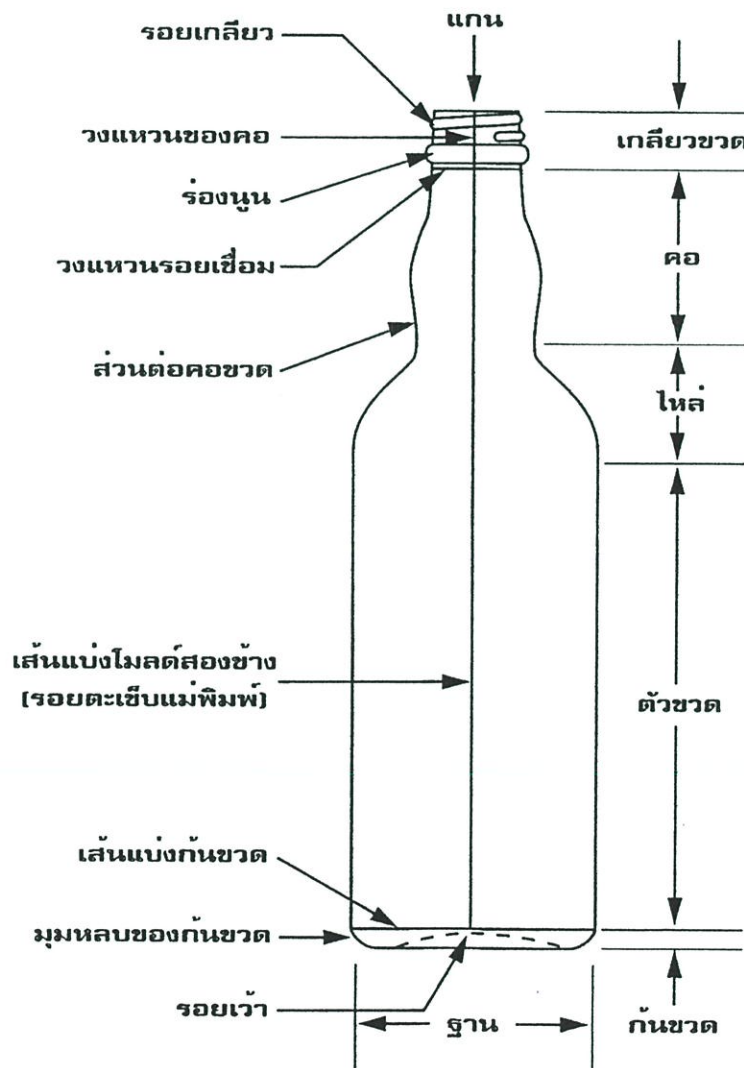


Color:

ภาพที่ 2.1.8 ขนาดสัดส่วนมาตรฐานของบรรจุภัณฑ์แก้ว และฝาปิดจากบไทยกาส
ที่มา www.bjc.co.th

2.1.5 ชื่อเรียกเฉพาะของส่วนต่างๆของขวดแก้ว

ขวดแก้วที่เป่าเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะมีชื่อของแต่ละส่วนของขวดดังแสดงในรูปที่ 2.9 ในการเป่าขวดแก้ว ความหนาของขวดแก้วจะไม่สามารถกำหนดได้อย่างแน่นอน เนื่องจากการขึ้นรูปเกิดจากการอัดลม ให้น้ำแก้วกระจายไปเต็มโมลด์ อย่างไรก็ตามโดยปกติความหนาของขวดแก้วที่มีการนำกลับมาใช้หลายครั้งจะมีความหนา 3.0-4.9 มิลลิเมตร ส่วนขวดที่ใช้ครั้งเดียวจะมีความหนาประมาณ 2.2-2.4 มิลลิเมตร วิวัฒนาการของบรรจุภัณฑ์แก้ว คือ ความพยายามลดน้ำหนักของแก้ว ซึ่งหมายถึงการลดความหนาของขวดแก้ว การลดความหนาลงแต่ยังต้องรักษาความแข็งแรงไว้เท่าเดิม วิธีการที่นิยมใช้คือ ลดรอยขีดข่วนบนผิวแก้ว (Surface Scratches) ระหว่างการผลิตหรือการเคลือบผิว อันได้แก่ การเคลือบผิวทางเคมี การเคลือบผิวเย็น (Cold Coating) การเคลือบผิวร้อน เป็นต้น

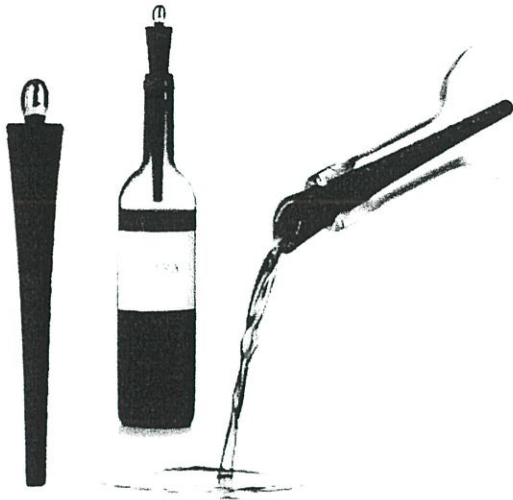


ภาพที่ 2.1.9 แสดงชื่อแต่ละส่วนของขวด

ที่มา <http://www.foodnetworksolution.com/knowledge/content/100>

2.1.6 ลักษณะการปิดฝาบรรจุภัณฑ์แก้วรูปแบบต่างๆ

2.1.6.1 ผลิตภัณฑ์ที่ใช้กลไกของการปิดฝาบรรจุภัณฑ์จากขอบปากด้านในของบรรจุภัณฑ์



ภาพที่ 2.1.10 ผลิตภัณฑ์ปิดขวดจากขอบในของปากขวด
ที่มา http://www.tootoo.com/buy-wine_lid/



ภาพที่ 2.1.11 ผลิตภัณฑ์ปิดขวดจากขอบในของปากขวด
ที่มา <http://www.ikea.com/us/en/catalog/products/>

1. ใช้วัสดุที่สามารถยืดหยุ่นได้เล็กน้อย ตามขนาดของฝาบรรจุภัณฑ์ และตัวล็อค เป็นการปิดฝาที่ไม่สามารถให้อากาศภายนอกเข้าไปภายในได้ เพราะวัสดุที่มีความยืดหยุ่นได้ จะทำหน้าที่ในการกันอากาศภายนอก และยังทำงานร่วมกับตัวล็อค ทำให้ฝาปิดสามารถปิดได้มิดชิด และหนาแน่นยิ่งขึ้น



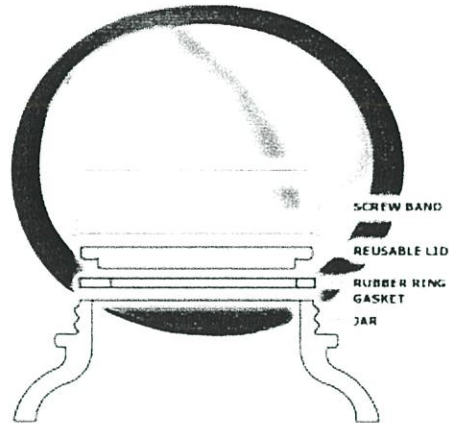
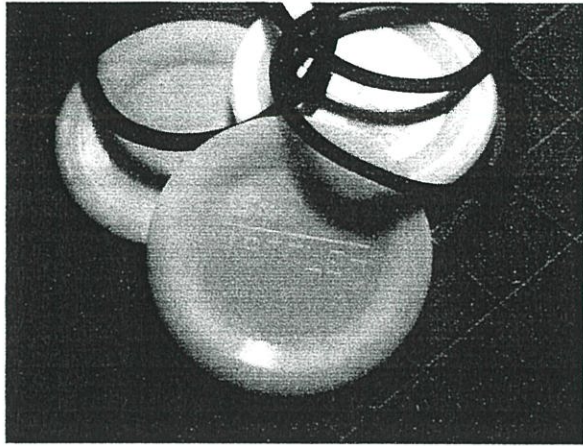
ภาพที่ 2.1.12 ขวดเบียร์ และฝาปิด



ขวด ภาพที่ 2.1.13 ขวดที่มีฝาปิดใช้ที่วัสดุยืดหยุ่นได้และมีตัวล็อค
ที่มา <http://www.ikea.com/us/en/catalog/products/80065865/>

2. ใช้วัสดุที่สามารถยึดหยุ่นได้เล็กน้อยเป็นตัวกลางระหว่างฝาและปากขวด

ลักษณะการปิดดังกล่าวจะใช้วัสดุที่ยึดหยุ่นได้เป็นตัวกลางระหว่างฝาขวดและปากขวด ทำให้ทั้งสองส่วนปิดอยู่ด้วยกันอย่างสนิท เพราะขนาดของฝาจะมีขนาดใกล้เคียงกับปากขวด เมื่อเพิ่มวัสดุที่ยึดหยุ่นได้เข้าไปตรงกลาง จึงทำให้การปิดมีประสิทธิภาพและสนิทยิ่งขึ้น



ภาพที่ 2.1.14 ฝาปิดที่มีวงแหวนยางเป็นตัวกลางระหว่างฝากับปากขวด
ที่มา <http://www.reusablecanninglids.com/howtheywork.aspx>



ภาพที่ 2.1.15 ฝาปิดที่มีวงแหวนซิลิโคนเป็นตัวกลางระหว่างฝากับปากขวด
ที่มา <https://secure.cnchost.com/weckjars.com/productsDetail.php?>

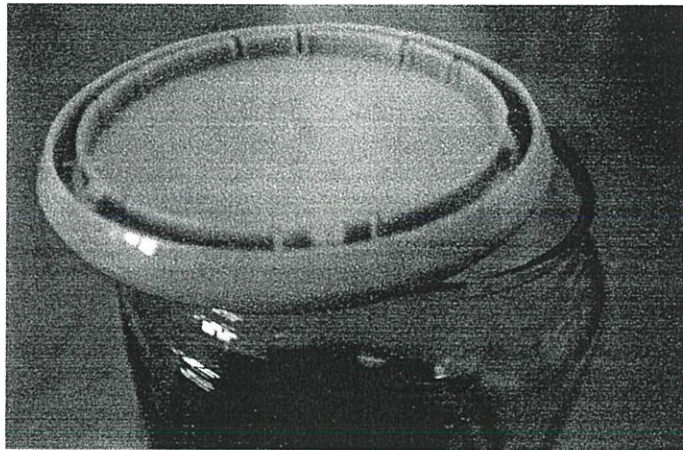
3. ฝาदानในสามารถปรับขนาดได้เล็กน้อย ตามขนาดของปากขวด

ฝาदानในจะทำจากวัสดุต่างๆแตกต่างกันออกไป เช่น ซิลิโคน พลาสติก ยาง เป็นต้น โดยแต่ละวิธีนั้น จะมีลักษณะการปิดที่แน่นสนิทกับปากขวดพอดี เพราะคุณสมบัติของวัสดุदानใน จะมีลักษณะที่สามารถยืดหยุ่นได้ เล็กน้อย ตามขนาดของฝาขวด

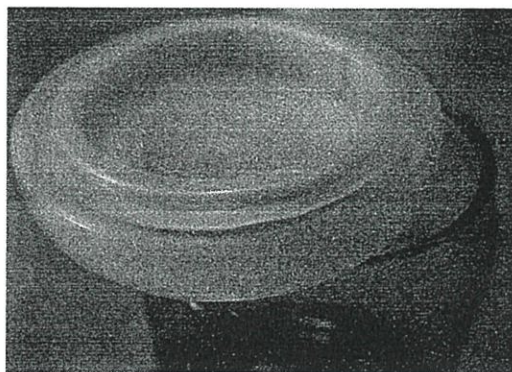


ภาพที่ 2.1.16 ขวดที่ฝาปิดदानในทำจากซิลิโคน

ที่มา <http://www.ikea.com/us/en/catalog/products/50081452/category=1>



ภาพที่ 2.1.17 ขวดที่ฝาปิดदानในทำจากพลาสติก



ภาพที่ 2.1.18 ขวดที่ฝาปิดदानในทำจากซิลิโคน



ภาพที่ 2.1.19 ขวดที่ฝาปิดด้านในทำจากยาง และเป็นสูญญากาศ



ภาพที่ 2.1.20 ขวดที่ฝาปิดด้านในทำจากพลาสติก และมีตัวหนีบบังคับความ

4. ใช้หลักการการดูดอากาศจากในบรรจุภัณฑ์ เพื่อยึดให้ฝาบรรจุภัณฑ์ปิดได้แน่นสนิท

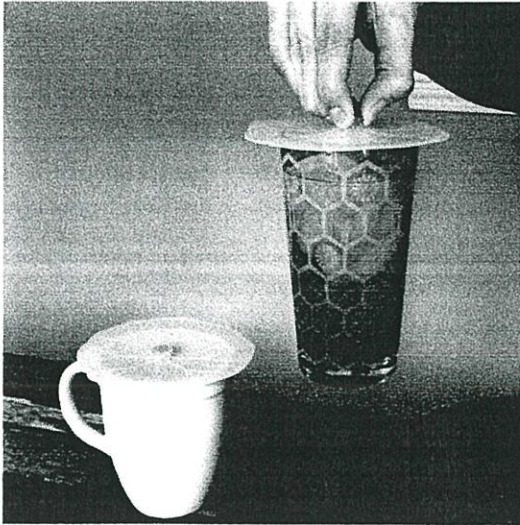
วัสดุที่ใช้ทำฝาปิดประเภทนี้ส่วนมากจะเป็นซิลิโคน โดนใช้หลักการดูดอากาศภายนอก เพื่อให้ตัวฝาปละปากขวดปิดกันได้แนบสนิท ซึ่งข้อดีของฝาประเภทนี้คือ สามารถปรับให้กับปากขวดได้หลากหลายขนาด



ภาพที่ 2.1.21 ฝาปิดภาชนะที่ใช้หลักการดูดอากาศ
ที่มา <http://www.catchingfireflies.com/products/the-lily-pad-silicone-lid%252dmedium.html>



ภาพที่ 2.1.22 ฝาปิดภาชนะที่ใช้หลักการดูดอากาศ



ภาพที่ 2.1.23 ฝาปิดแก้วน้ำที่ใช้หลักการดูดอากาศ
ที่มา <http://www.catchingfireflies.com/products/the-lily-pad-silicone-lid%252dsmall-.html>



ภาพที่ 2.1.24 ฝาปิดภาชนะที่ใช้หลักการดูดอากาศ
ที่มา <http://www.lyasilicone.com/en/product.asp?fid=10&kind=87>

2.1.6.2 ผลิตภัณฑ์ที่ใช้กลไกของการปิดฝาบรรจุภัณฑ์จากขอบปากด้านนอกของบรรจุภัณฑ์



ภาพที่ 2.1.25 ฝาปิดขวดจากขอบปากด้านนอก
ที่มา <http://www.specialtybottle.com/straightsidedglassjar6ozwgoldlid.aspx>

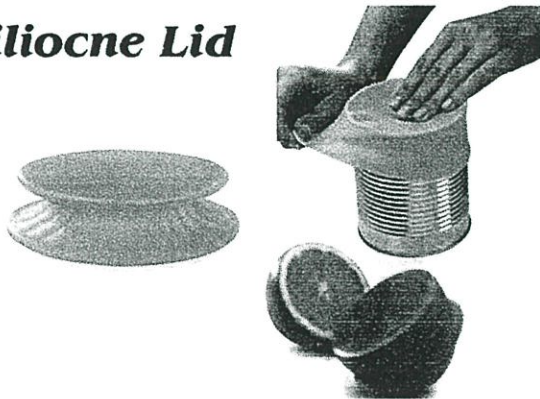


ภาพที่ 2.1.26 ฝาปิดภาชนะจากขอบปากด้านนอก
ที่มา <http://www.ikea.com/us/en/catalog/products/00075118/>

1. ใช้วัสดุที่มีความยืดหยุ่น และสามารถครอบปิดปากขวดของบรรจุภัณฑ์ที่ได้นั่นสนิท เช่น ซิลิโคน เป็นต้น

เนื่องจากเป็นวัสดุที่ยืดหยุ่นได้ จึงสามารถปรับใช้ได้กับปากขวดหลายขนาด โดนลักษณะการปิด จะเป็นไปในลักษณะที่ครอบคลุมทั้งปากขวด

Silicone Lid



ภาพที่ 2.1.27 ซิลิโคนที่สามารถยืดหดได้ตามขนาดของที่นำไปใช้
ที่มา <http://www.catchingfireflies.com/products/the-lily-pad-silicone-lid%252dmedium.htm>

ภาพที่ 2.1.28 ซิลิโคนปิดภาชนะเพื่อถนอมอาหารในครัวเรือน
ที่มา <http://www.thegreenhead.com/2011/12/coverflex-stretchable-reusable-silicone-lids.php>

2. ฝาปิดที่มีเกลียวฝาดตรงกับเกลียวของปากขวด

การปิดลักษณะนี้มีมีใช้กันทั่วไปในท้องตลาด เพราะเกลียวของฝาขวดและเกลียวบนปากขวดที่มีลักษณะเดียวกัน จึงทำให้ปิดฝาได้ลงด้วย โดยการหมุน ทำให้ฝาลักษณะนี้สามารถใช้ได้กับปากขวดที่มีเกลียวตรงกันเท่านั้น ไม่สามารถปรับใช้กับฝาขวดรูปแบบอื่นได้เลย



ภาพที่ 2.1.29 ขวดที่มีฝาปิดเป็นเกลียวตามปากขวด
ที่มา <http://www.sunburstbottle.com/glass-jars/hexagon-square/110ml-clear-glass-jar-hx110>

ภาพที่ 2.1.30 ขวดที่มีฝาปิดเป็นเกลียวตามปากขวด
ที่มา <http://www.dreamstime.com/stock-photography-jar-milk-image9634372>

2.1.6.3 ลักษณะการปิดฝาแบบอื่น ๆ ที่น่าสนใจและมีความเป็นไปได้ในการนำมาประยุกต์ใช้
 1. ใช้วัสดุที่มีความยืดหยุ่น และสามารถปรับเปลี่ยนขนาดไปตามรูปทรงของบรรจุภัณฑ์
 การใช้วัสดุที่ยืดหยุ่นเล็กน้อย ทำให้ฝาปิดสามารถปรับใช้ได้กับปากขวดหลากหลายขนาดมากขึ้น โดย
 วัสดุที่มีความยืดหยุ่นและน่าสนใจได้แก่ ซิลิโคน ยาง พลาสติก ฟองน้ำ เป็นต้น



ภาพที่ 2.1.31 กระเป๋าใส่ขวดไวท์พวกา
 ที่มาที่มาจาก <http://www.kullaspost.com/item.php?ItemID=179>

ภาพที่ 2.1.32 ถุงมือยาง
 ที่มา <http://www.webstaurantstore.com/nitrile-exam-gloves-4-mil-thick-large-nitrile-exam-glove-textured/394EN503L.html>



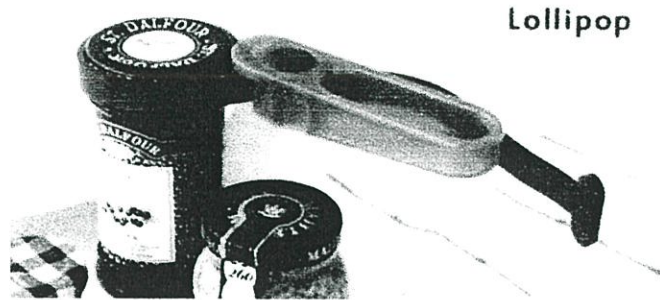
ภาพที่ 2.1.32 ถุงเท้าผ้า
 ที่มาที่มาจาก <http://1dollar1home.com/projecthome.php?p=17>

ภาพที่ 2.1.32 ชุดว่ายน้ำ
 ที่มา <http://www.swim-teach.com/plus-size-swim-suits.html>

2. ผลิตภัณฑ์ที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามรูปทรงและขนาดของบรรจุภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ จะใช้การเลื่อนระดับความกว้าง ความแคบของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ได้ขนาดตามรูปทรงที่ต้องการ ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนขนาดได้ตามขอบเขตของผลิตภัณฑ์นั้นๆ

2.1 ใช้หลักการเดียวกับที่เปิดฝาขวดหลายขนาด โดยใช้ยางหรือวัสดุที่มีความหนืดพันรอบฝาขวด และลือคตามขนาดของฝาขวดนั้นๆ จากนั้นจึงสามารถหมุนเปิดฝาขวดได้อย่างง่ายดาย



ภาพที่ 2.1.33 ที่เปิดฝาขวด ที่สามารถเปิดฝาได้หลายขนาด
ที่มา <http://www.aliexpress.com/product-fm/468729735>

2.2 ใช้หลักการเดียวกับที่เปิดฝาขวดหลายขนาด โดยจะแตกต่างจากลักษณะแรกคือ การเปิดแบบนี้จะจำกัดขนาดของฝาขวดตามจำนวนของที่เปิด จะไม่สามารถปรับขนาดตามต้องการอย่างเช่นแบบแรกได้ แต่ยังสามารถเปิดฝาขวดได้หลายขนาดเช่นกัน



ภาพที่ 2.1.34 ที่เปิดฝาขวด ที่สามารถเปิดฝาได้หลายขนาด
ที่มา http://www.ebay.com/itm/260881531326#ht_2266wt_985

2.3 ใช้กลไกเดียวกับกระบอกใส่ฟิล์มของเครื่องยิงฟิล์มในระบบซิลสกรีนกับออฟเซ็ท
กลไกดังกล่าวแบ่งออกเป็นสองส่วน คือส่วนที่ไม่สามารถปรับเปลี่ยนขนาดได้ และส่วนที่
สามารถปรับเปลี่ยนขนาดได้ โดยเมื่อนำสองส่วนมาประกอบกันแล้ว ส่วนที่สามารถปรับเปลี่ยนขนาดได้ เมื่อหมุน
ไปทางปากขวด ปลายของอีกด้านหนึ่งจะขยาย จนทำให้สองส่วนนี้ประกอบกันจนแน่นสนิท



ภาพที่ 2.1.35 เครื่องพิมพ์ระบบออฟเซ็ท

2.1.7 ข้อจำกัดในการนำบรรจุภัณฑ์แก้วกลับมาใช้ใหม่

การนำบรรจุภัณฑ์แก้วกลับมาใช้ใหม่ มีข้อจำกัดในการออกแบบที่ควรคำนึงถึงดังนี้

1. บรรจุภัณฑ์แก้วมีความใส สามารถมองเห็นของที่อยู่ข้างในได้ ดังนั้นจึงควรหลีกเลี่ยงการออกแบบที่
เกี่ยวกับการทะลุผ่านของแสงอาทิตย์ เพราะบรรจุภัณฑ์แก้วชนิดใส ไม่สามารถป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตได้

2. บรรจุภัณฑ์แก้วทรงกระบอกเป็นทรงที่นิยมในท้องตลาดมากที่สุด ดังนั้นจึงควรคำนึงถึงการออกแบบ
เพื่อตอบสนองของตลาดส่วนมาก แต่ไม่ควรมองข้ามตลาดกลุ่มย่อย

3. บรรจุภัณฑ์แก้วที่มีมุมแหลมจะแตกได้ง่าย เพราะการกระจายตัวของแก้วตรงบริเวณที่เป็นมุมแหลม
จึงควรระมัดระวังเป็นพิเศษเมื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับบรรจุภัณฑ์ทรงนี้

4. ลักษณะรูปทรงและขนาดสัดส่วนของบรรจุภัณฑ์แก้วในท้องตลาดมีเป็นจำนวนมาก สามารถแบ่งตาม
ลักษณะทางกายภาพได้ 2 ลักษณะคือ บรรจุภัณฑ์ที่เป็นขวด และบรรจุภัณฑ์ที่เป็นกระปุก โดยแต่ละประเภทนั้น
จะมีรูปทรงคล้ายคลึงกันเองภายในกลุ่ม และมีขนาดปากขวดที่ไม่แตกต่างกันมาก ดังนั้นจึงควรคำนึงถึงรูปทรง
และขนาดของปากบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันออกไป

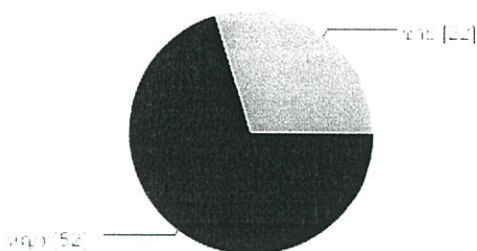
2.2 ศึกษาพฤติกรรมของกลุ่มเป้าหมายที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

2.2.1 ศึกษาทัศนคติและพฤติกรรมของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อการนำบรรจุภัณฑ์แก้วกลับมาใช้ใหม่

จากการใช้แบบสอบถามสำรวจทัศนคติและพฤติกรรมของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อการใช้บรรจุภัณฑ์ขวดแก้ว (กรณีศึกษาคือประชากรในเขตลาดกระบัง) จำนวน 85 คน โดยแบ่งเป็นผลจากการทำแบบสอบถามออนไลน์ และ ผลจากการทำแบบสอบถามจากแบบฟอร์มในกระดาษ ได้ผลดังนี้

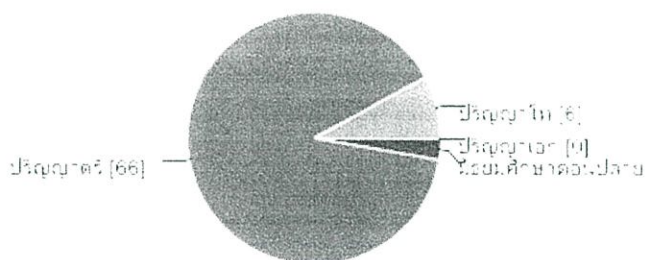
1. ผลจากแบบสอบถามออนไลน์ จำนวน 74 คน เพศชาย-หญิง อายุตั้งแต่ 20-44 ปี มีดังนี้

เพศ



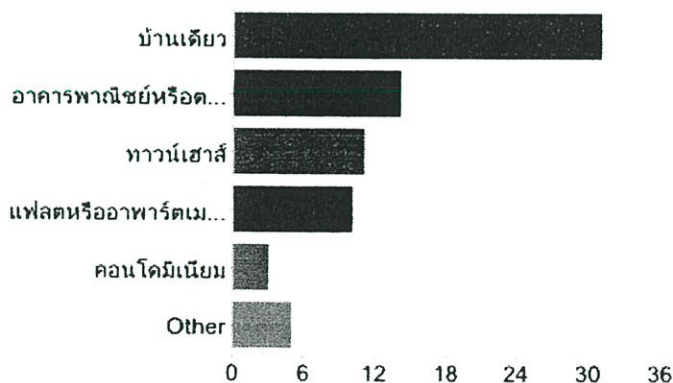
หญิง	52	70%
ชาย	22	30%

การศึกษา



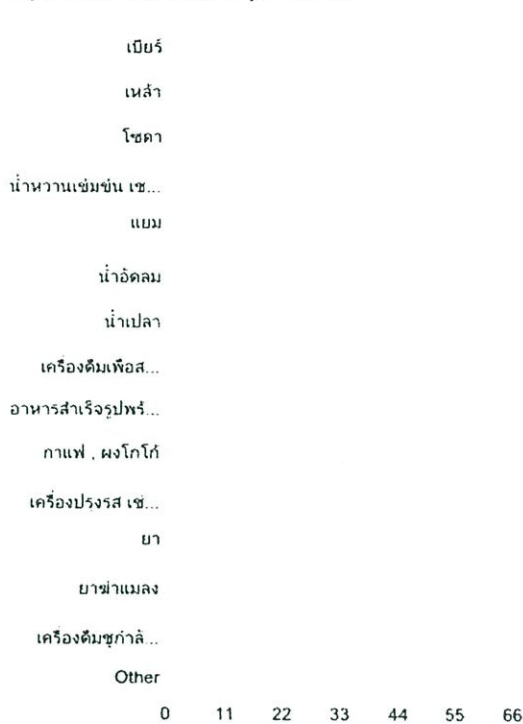
มัธยมศึกษาตอนปลาย หรือเทียบเท่า	2	3%
ปริญญาตรี	66	89%
ปริญญาโท	6	8%
ปริญญาเอก	0	0%

ลักษณะที่อยู่อาศัย



บ้านเดี่ยว	31	42%
อาคารพาณิชย์หรือตึกแถว	14	19%
ทาวน์เฮาส์	11	15%
แฟลตหรืออพาร์ทเมนต์	10	14%
คอนโดมิเนียม	3	4%
Other	5	7%

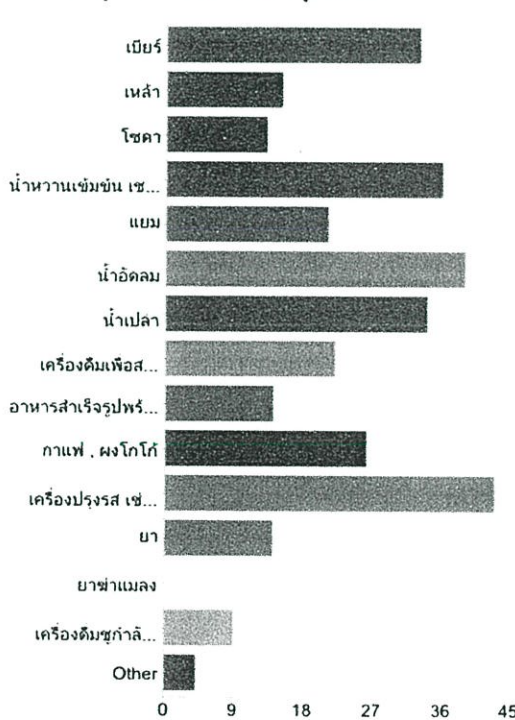
1. คุณใช้ผลิตภัณฑ์ใดบ้างที่มีบรรจุภัณฑ์เป็นแก้ว



เบียร์	41	55%
เหล้า	34	46%
โซดา	37	50%
น้ำหวานเข้มข้น เช่น เฮลซ์ลูบอย เป็นต้น	50	68%
แยม	45	61%
น้ำอัดลม	41	55%
น้ำเปล่า	33	45%
เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ เช่น แบรินค์ สก็อต เป็นต้น	43	58%
อาหารสำเร็จรูปพร้อมปรุง เช่น น้ำปลาหวาน บ๊วยคอง เป็นต้น	21	28%
กาแฟ , ผงโกโก้	34	46%
เครื่องปรุงรส เช่น น้ำปลา ซีอิ๊วขาว เป็นต้น	56	76%
ยา	29	39%
ยาฆ่าแมลง	1	1%
เครื่องดื่มชูกำลัง เช่น ดราม คาราบาวแดง เป็นต้น	19	26%
Other	5	7%

People may select more than one checkbox, so percentages may add up to more than 100%

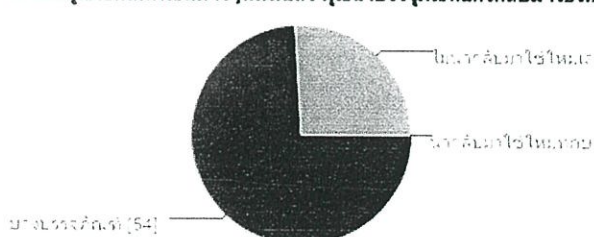
2. จากข้อ 1 คุณซื้อใช้ผลิตภัณฑ์ใดมากที่สุด 5 อันดับ



เบียร์	33	45%
เหล้า	15	20%
โซดา	13	18%
น้ำหวานเข้มข้น เช่น เฮลซ์ลูบอย เป็นต้น	36	49%
แยม	21	28%
น้ำอัดลม	39	53%
น้ำเปล่า	34	46%
เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ เช่น แบรินค์ สก็อต เป็นต้น	22	30%
อาหารสำเร็จรูปพร้อมปรุง เช่น น้ำปลาหวาน บ๊วยคอง เป็นต้น	14	19%
กาแฟ , ผงโกโก้	26	35%
เครื่องปรุงรส เช่น น้ำปลา ซีอิ๊วขาว เป็นต้น	43	58%
ยา	14	19%
ยาฆ่าแมลง	0	0%
เครื่องดื่มชูกำลัง เช่น ดราม คาราบาวแดง เป็นต้น	9	12%
Other	4	5%

People may select more than one checkbox, so percentages may add up to more than 100%

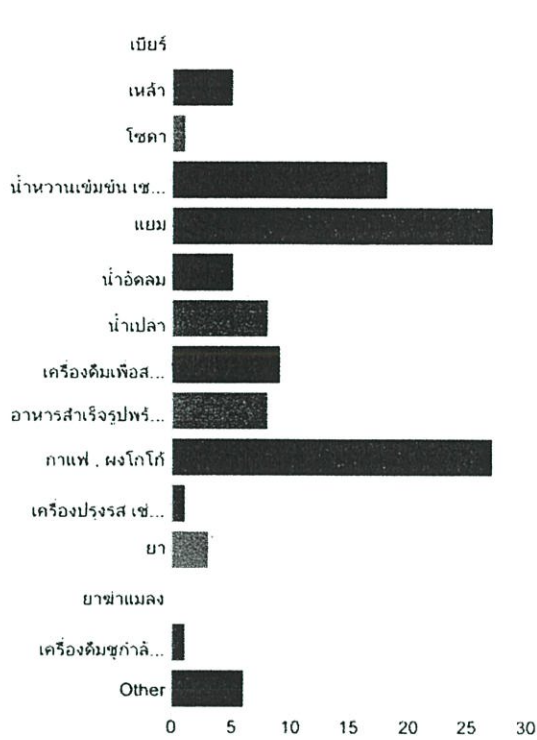
3. เมื่อคุณใช้ผลิตภัณฑ์ต่างๆหมดแล้ว คุณนำบรรจุภัณฑ์แก้วกลับมาใช้ใหม่หรือไม่?



นำกลับมาใช้ใหม่ทุกครั้ง	0	0%
นำกลับมาใช้ใหม่บางส่วน	54	73%
ไม่นำกลับมาใช้ใหม่เลย	19	26%

บางบรรจุภัณฑ์ [54]

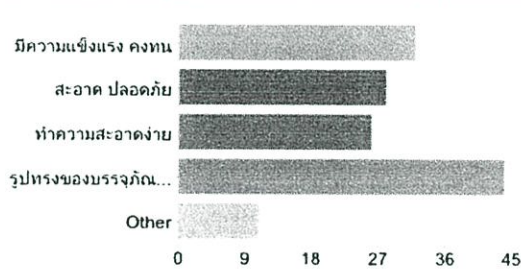
4. คุณนำบรรจุภัณฑ์แก้วประเภทใดกลับมาใช้ใหม่(reuse)บ้าง



เบียร์	0	0%
เหล้า	5	8%
โซดา	1	2%
น้ำหวานเข้มข้น เช่น เฮลซ์บลูบอย เป็นต้น	18	28%
แยม	27	42%
น้ำอัดลม	5	8%
น้ำเปล่า	8	13%
เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ เช่น แบรินค์ สก๊อต เป็นต้น	9	14%
อาหารสำเร็จรูปพร้อมปรุง เช่น น้ำปลาหวาน บ๊วยคอง เป็นต้น	8	13%
กาแฟ , ผงโกโก้	27	42%
เครื่องปรุงรส เช่น น้ำปลา ซีอิ๊วขาว เป็นต้น	1	2%
ยา	3	5%
ยาฆ่าแมลง	0	0%
เครื่องดื่มชูกำลัง เช่น ดราม คาราบาวแดง เป็นต้น	1	2%
Other	6	9%

People may select more than one checkbox, so percentages may add up to more than 100%.

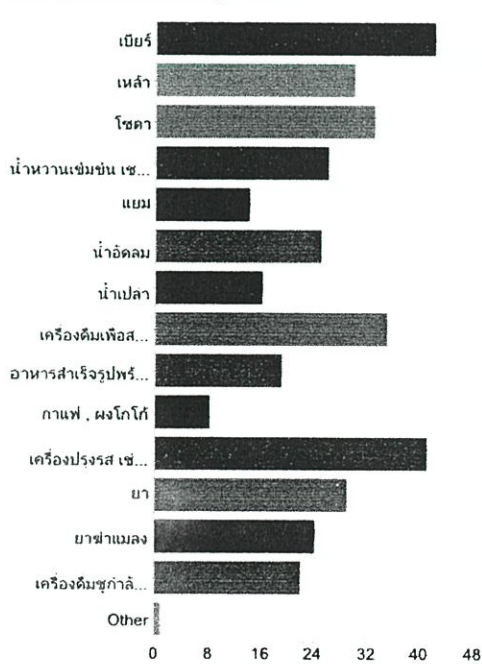
5. จากข้อ 5 เพราะเหตุใดคุณจึงเลือกบรรจุภัณฑ์แก้วชนิดนั้นๆ กลับมาใช้ใหม่



มีความแข็งแรง คงทน	32	49%
สะอาด ปลอดภัย	28	43%
ทำความสะอาดง่าย	26	40%
รูปทรงของบรรจุภัณฑ์สอดคล้องกับการใช้งานใหม่	44	68%
Other	11	17%

People may select more than one checkbox, so percentages may add up to more than 100%.

6. บรรจุภัณฑ์แก้วประเภทใดที่คุณใช้แล้วทิ้ง



เบียร์	42	59%
เหล้า	30	42%
โซดา	33	46%
น้ำหวานเข้มข้น เช่น เฮลซ์บลูบอย เป็นต้น	26	37%
แยม	14	20%
น้ำอัดลม	25	35%
น้ำเปล่า	16	23%
เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ เช่น แบรินค์ สก๊อต เป็นต้น	35	49%
อาหารสำเร็จรูปพร้อมปรุง เช่น น้ำปลาหวาน บ๊วยคอง เป็นต้น	19	27%
กาแฟ , ผงโกโก้	8	11%
เครื่องปรุงรส เช่น น้ำปลา ซีอิ๊วขาว เป็นต้น	41	58%
ยา	29	41%
ยาฆ่าแมลง	24	34%
เครื่องดื่มชูกำลัง เช่น ดราม คาราบาวแดง เป็นต้น	22	31%
Other	1	1%

People may select more than one checkbox, so percentages may add up to more than 100%.

7. หากมีผลิตภัณฑ์ที่ทำให้ขวดแก้วที่นำกลับมาใช้ใหม่ สามารถใช้งานได้ในรูปแบบต่างๆ คุณต้องการใช้งานขวดแก้วนั้นในรูปแบบใด

ที่รคน้ำดื่มไม่	20	28%
กระป๋องใส่เครื่องปรุง	38	53%
ขวดน้ำดื่มเพื่อพกพา	11	15%
ขวดน้ำดื่มในบ้าน	33	46%
แก้วใส่น้ำ หรือกาแฟ	31	43%
กล่องใส่อาหาร	17	24%
Other	9	13%

People may select more than one checkbox, so percentages may add up to more than 100%.

2.2.2 สรุปและวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมของกลุ่มเป้าหมายที่เกี่ยวกับการนำกลับมาใช้ใหม่

สรุปผลจากผลสำรวจข้างต้นได้ดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์ที่กลุ่มประชากรนี้ซื้อใช้มากที่สุดคือ เครื่องปรุงรส น้ำหวานเข้มข้น น้ำเปล่า เบียร์ และกาแฟ ตามลำดับ
2. เมื่อกลุ่มประชากรใช้ผลิตภัณฑ์หมดแล้ว จะนำบรรจุภัณฑ์บางบรรจุภัณฑ์กลับมาใช้ใหม่ 54% ของ และไม่นำกลับมาใช้ใหม่เลย 19% ของประชากรทั้งหมด
3. กลุ่มประชากรนำบรรจุภัณฑ์แยม กาแฟ และน้ำหวานเข้มข้นกลับมาใช้ใหม่ ตามลำดับ
4. การนำบรรจุภัณฑ์กลับมาใช้ใหม่ ส่วนมากกลุ่มประชากรกลุ่มนี้มักจะนำไปใช้ใส่ผลิตภัณฑ์เดิม หรือผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะทางกายภาพคล้ายผลิตภัณฑ์เดิม
5. เหตุผลหลักที่เลือกบรรจุภัณฑ์นั้นๆกลับมาใช้ใหม่คือ รูปทรงของบรรจุภัณฑ์มีความสอดคล้องกับรูปแบบการใช้งานใหม่ และบรรจุภัณฑ์มีความแข็งแรง คงทน
6. บรรจุภัณฑ์ที่กลุ่มเป้าหมายใช้แล้วทิ้งมากที่สุดคือ เบียร์ ยา เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ โขด และเหล้า ตามลำดับ
7. เหตุผลหลักที่กลุ่มประชากรไม่นำบรรจุภัณฑ์ดังกล่าวกลับมาใช้ใหม่คือ ไม่รู้จะนำมาใช้เป็นอะไร ประสิทธิภาพของฝามักเสื่อมสภาพก่อนบรรจุภัณฑ์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับความสะอาด ตามลำดับ
8. หากมีผลิตภัณฑ์ที่ส่งเสริมการใช้งานบรรจุภัณฑ์แก้วให้กลับมาใช้ใหม่ กลุ่มประชากรต้องการใช้งานในรูปแบบที่เป็นกระป๋องใส่เครื่องปรุง ขวดน้ำดื่มในบ้าน และแก้วใส่น้ำหรือกาแฟ ตามลำดับ

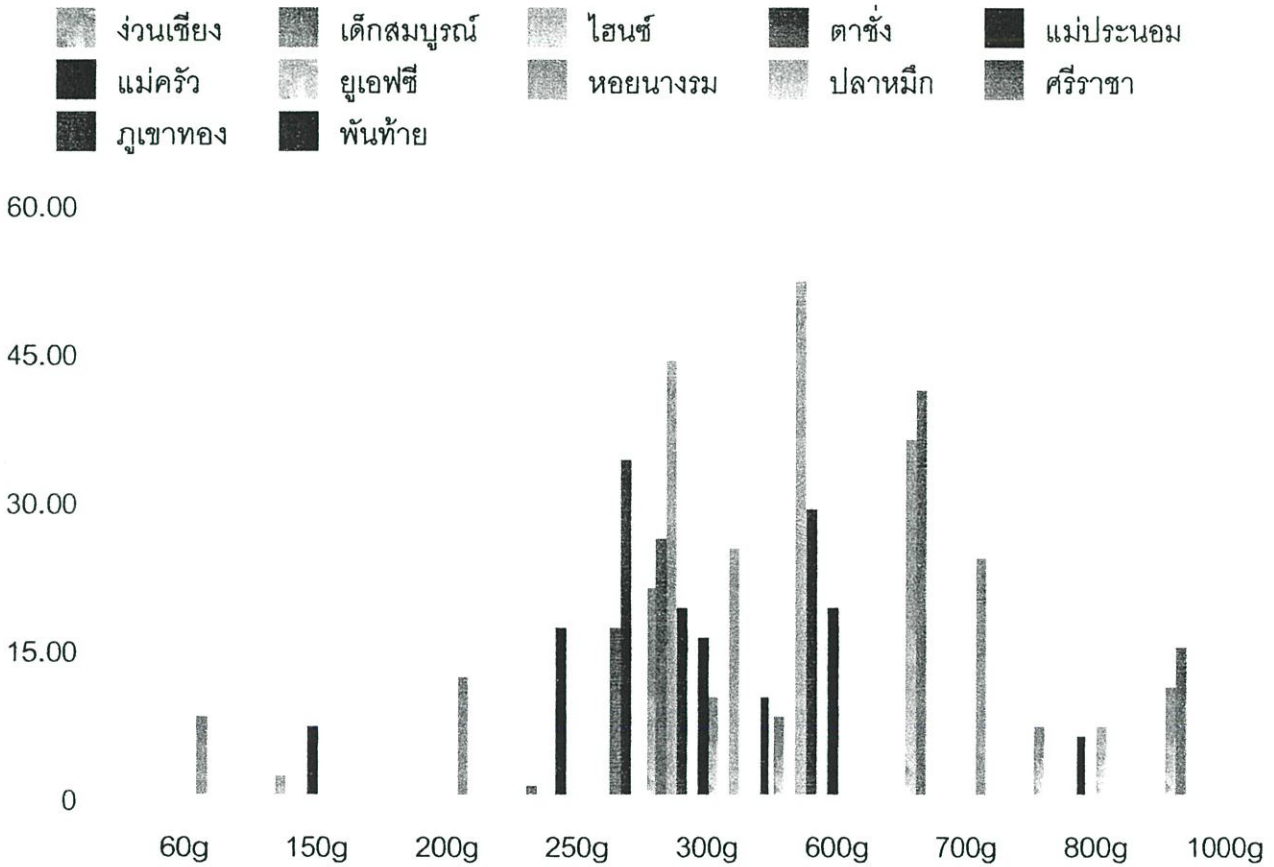
จากผลสำรวจข้างต้นจะเห็นได้ว่า พฤติกรรมการนำบรรจุภัณฑ์แก้วกลับมาใช้ใหม่ของกลุ่มเป้าหมาย ยังไม่มีแนวทางที่แปลกใหม่ และมักจะใช้ในรูปแบบตามรูปทรงของบรรจุภัณฑ์เดิม ด้วยเหตุเพราะข้อจำกัดในรูปทรงของบรรจุภัณฑ์ รวมถึงข้อจำกัดและคุณสมบัติของฝามิด ทำให้การทำบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากแก้วกลับมาใช้ใหม่ จึงไม่แพร่หลายเท่าที่ควร ถึงแม้ว่าคุณสมบัติของแก้ว จะสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ทั้ง 100% ก็ตาม

2.2.3 สํารวจตลาด เพื่อศึกษาข้อมูลยอดขายผลิตภัณฑ์ที่มีบรรจุภัณฑ์เป็นแก้ว

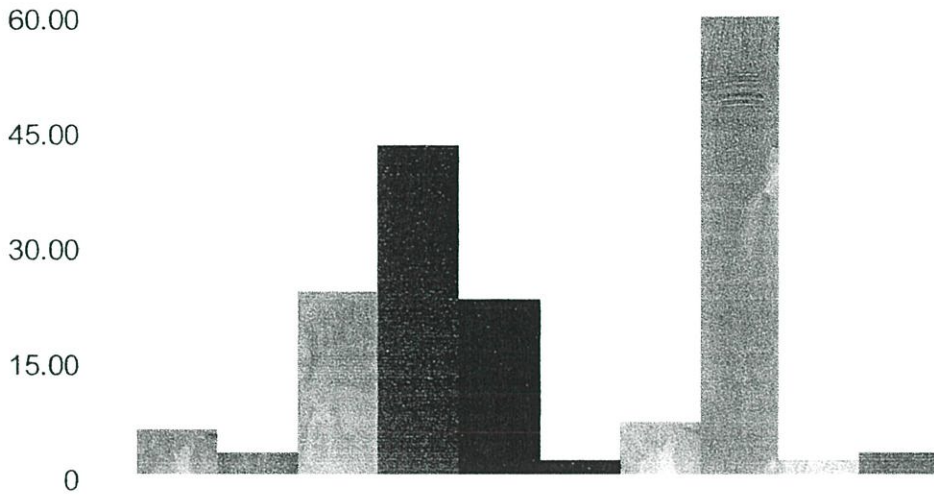
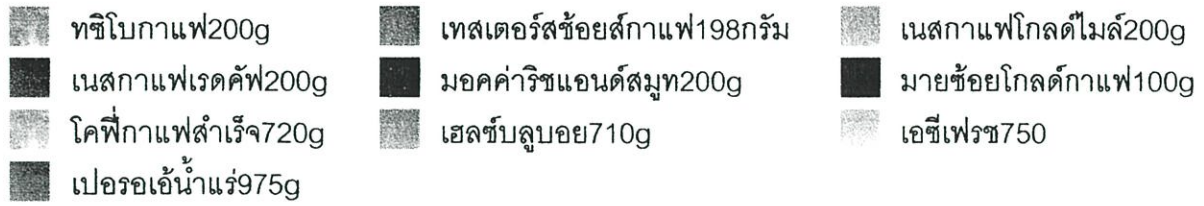
การสำรวจตลาดจะทำให้ทราบถึงยอดขาย และลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่นิยมในท้องตลาด เพื่อนำไปกำหนดของเขตในการออกแบบต่อไป

2.2.3.1 สํารวจการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่ทำจากแก้วในครัวเรือนจากกลุ่มผู้ใช้โดยตรง โดยกำหนดกลุ่มตัวอย่าง 150 คน หญิงชาย อายุ 18-55 ปี ที่อาศัยอยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร มีผลออกมาดังนี้

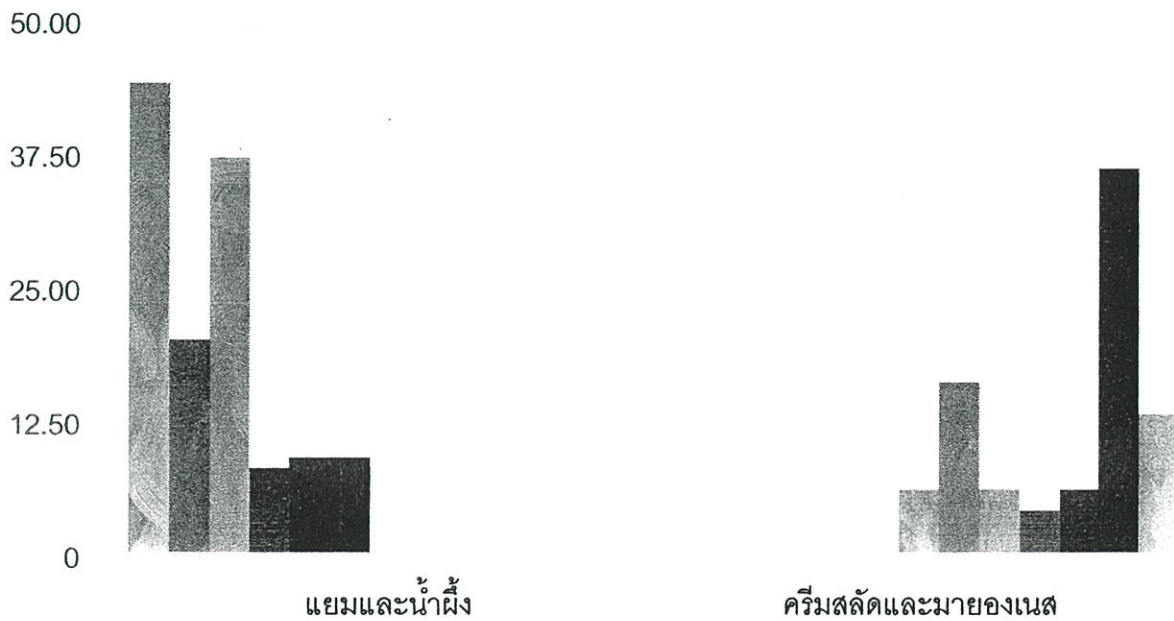
1. กลุ่มเครื่องปรุงรส



2. กลุ่มกาแฟ และน้ำหวานเข้มข้น

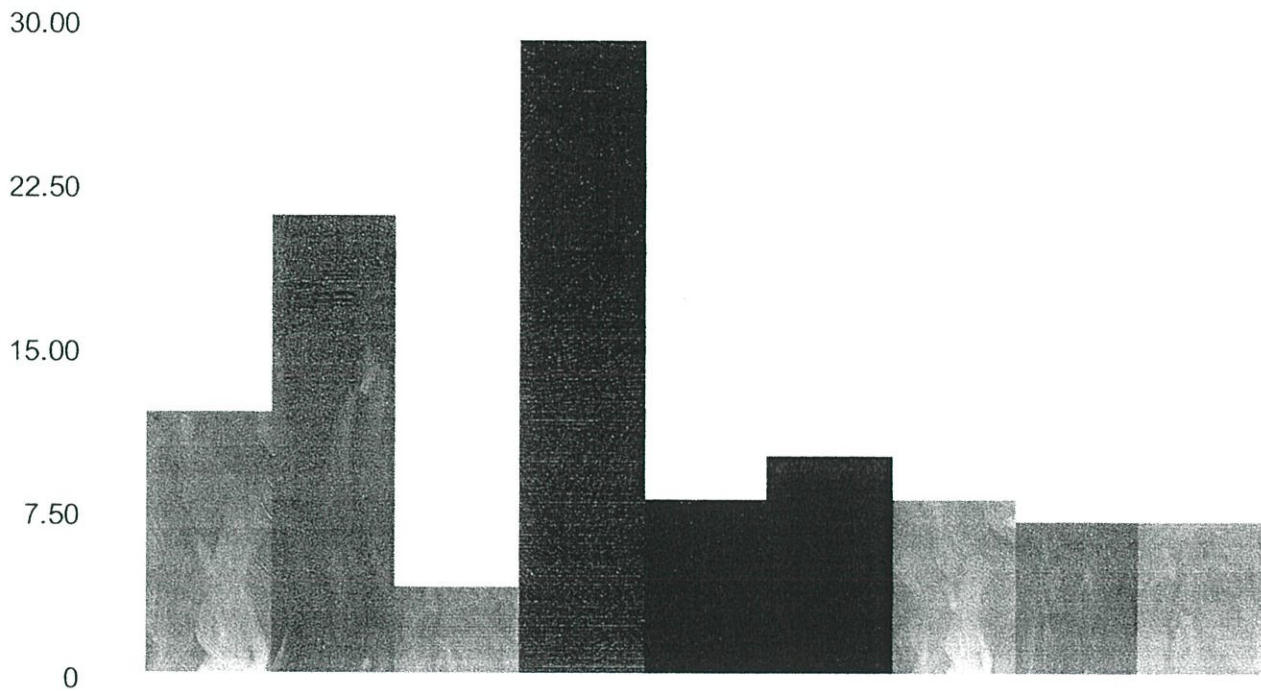


3. กลุ่มแยมและครีมสลัด













4. อื่นๆ










- น้ำพริกแม่ประนอม 134g
- น้ำปลาทูแม่ประนอม 228g
- น้ำพริกเผอร้อยดี 260g
- น้ำปลาทูตราตะไคร้ 225g
- Chao Koh Coconut Jelly in Syrup 500g
- Heinz Sauce Spaghetti 500g
- UFC soy bean 180g
- Lobo E San Sauce 250g
- อื่นๆ



2.2.3.2 สรุปผลสำรวจการเลือกใช้บริการจังก์ท์ที่ทำจากแก้วในครัวเรือนจากกลุ่มผู้ใช้โดยตรง สินค้าที่ผู้ใช้งานกลุ่มนี้นิยมบริโภคได้แก่

ชื่อสินค้า	ปริมาณต่อขวด (g)	รูปภาพ	จำนวนการใช้ (%)
ซอสศรีราชา	250		21
ซอสภูเขาทอง	230		34
เด็กสมบูรณ์	300		26

ชื่อสินค้า	ปริมาณต่อขวด (g)	รูปภาพ	จำนวนการใช้ (%)
ไฮนซ์	300		33
ง่วนเชียง	300		21
น้ำปลาตราปลาหมึก	300		25
ไฮซี	600		57
น้ำปลาดาทั้ง	750		29
น้ำปลาดราหอยนางรม	700		24
ง่วนเชียง	700		36
เด็กสมบูรณ์	700		41
เฮลซ์บลูบอย	710		60
เนสกาแฟโกลด์ไมลด์	200		24

















ชื่อสินค้า	ปริมาณต่อขวด (g)	รูปภาพ	จำนวนการใช้ (%)
เนสกาแฟเรดคัพ	200		43
มอคโคนารีชแอนด์สมูท	200		23
น้ำปลาทูหวานตราตะไคร้	225		29
น้ำพริกแม่ประนอม	228		21
แยม Best Foods	170		44
แยม Best Foods	400		20
			
Best Foods สลัดครีม	220		36
สุซุมสลัดครีม	220		21













ตาราง 2.2.1 แสดงสินค้าที่ผู้ใช้นิยมบริโภค

2.2.3.3 สํารวจตลาดและยอดขายสินค้าในครัวเรือนที่มีบรรจุภัณฑ์ทำจากแก้วจาก

ตัวแทนจำหน่าย

ข้อมูลยอดขายจาก Home Fresh Mart supermarket แสดงถึงสินค้าในครัวเรือนที่ขายดีมีดังนี้

อันดับ ยอดขาย /กลุ่ม สินค้า	1	2	3	4	5
กลุ่มซีอิ๊ว ขาว	 ซีอิ๊วเด็กสมบูรณ์ 700g	 ซีอิ๊ววงวน เซียง700g	 น้ำมันหอย 600g	 เต้าเจี้ยวเด็ก สมบูรณ์ 350g	
กลุ่ม น้ำปลา	 ตราช่าง 750g	 คนแบกกุ้ง 750g	 หอยนางรม 200g		
กลุ่ม ซอส	 ไฮซ์ 300g	 ไฮซ์ 600g	 ศรีราชา 600g	 โรซ่า 300g	 สุขุม 300g
กลุ่ม กาแฟผง	 เนสกาแฟโกลด์ ไมล์200g	 มอคคาคาโรชแอนด์ สมูท200g	 เนสกาแฟ เรดคัพ200g	 ทชโบบกาแฟ 200g	

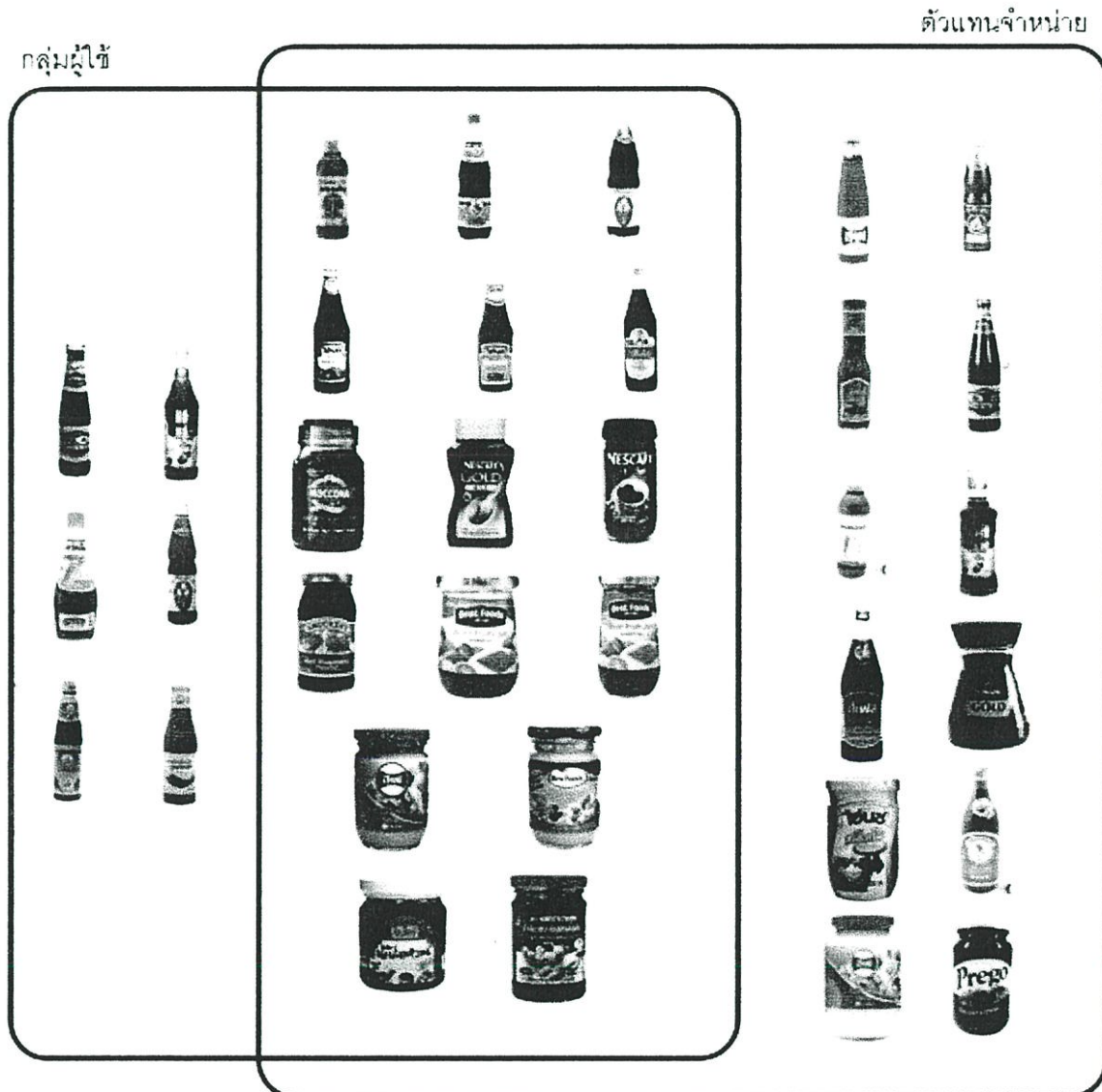
อันดับ ยอดขาย /กลุ่ม สินค้า	1	2	3	4	5
กลุ่ม แยม	 Best Foods 400g	 Best Foods 170g	 Smuckers 340g		
กลุ่ม ครีม สลัด	 สุซุม 460g	 Best Foods 220g	 สุซุม 220g	 ไฮโซ 220g	
อื่นๆ	 เฮลซ์บลูบอย 710ซีซี	 ตะไคร้ 225g	 แม่ประนอม 228g	 น้ำผึ้งเวทพงค์ 565g	 โคฟีชา/โอเลี้ยง 720g

ตาราง 2.2.2 แสดงข้อมูลยอดขายจาก Home Fresh Mart supermarket

ที่มา : คุณโอภาส กฤษณา ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการโกรเซอร์รี่ บริษัทเดอะมอลล์กรุ๊ป จำกัด

2.2.4 สรุปและวิเคราะห์การศึกษาข้อมูลยอดขายผลิตภัณฑ์ที่มีบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากแก้ว













นำผลสำรวจจากทั้งสองกลุ่มดังกล่าวมารวมกันเพื่อหาประเภทของสินค้าที่ซ้ำกัน ซึ่งบ่งบอกว่าสินค้าประเภทนั้นเป็นที่นิยมและมียอดขายดีเป็นอันดับต้นๆ ซึ่งเหมาะแก่การนำมากำหนดขอบเขตในการออกแบบต่อไป





















สินค้าที่มียอดขายดีและเป็นที่นิยมใช้ในท้องตลาด ได้แก่ ฝรั่งเขียว700g เด็กสมบูรณ์700g ไฮซ์600g ไฮซ์300g เฮลท์บลูบอย710g ตราช่าง750g เนสกาแฟโกลด์ไมลด์200g มอคค่าริชแอนด์สมูท200g เนสกาแฟเวดคัพ200g แยม Best Foods400g แยม Best Foods170g ครีมสลัด Best Foods220g ครีมสลัดสุ่ม220g ตะไคร้225g น้ำปลาหวาน แม่ประนอม228g

2.2.4.1 วิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากแก้ว

นำกลุ่มสินค้าข้างต้นมาวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพอันได้แก่ ความกว้างของฐาน ความสูง ความยาวคอขวด ความกว้างปากขวด ลักษณะเกลียว และชนิดของฝาปิด

ภาพสินค้า	ชื่อสินค้า	ขนาดบรรจุ (g)	ความกว้างฐาน (mm)	ความสูง (mm)	ความยาวคอขวด (g)	ความกว้างปาก (mm)	ลักษณะเกลียว	ชนิดฝา
	เนสกาแฟ เรดคัพ	200	70	190	-	75		Continuous Thread
	แยม Best Foods	400	50	133	-	56		Vacuum Twist Lug
	แยม Best Foods	170	40	90	-	50		Vacuum Twist Lug
	ง้วนเซียง	700	65	285	145	25		snap seal
	ครีมสด Best Foods	220	50	105	-	56		Vacuum Twist Lug
	ครีมสด สุ่ม	220	50	105	-	56		Vacuum Twist Lug

ภาพ สินค้า	ชื่อสินค้า	ขนาด บรรจุ (g)	ความ กว้างฐาน (mm)	ความ สูง (mm)	ความยาว คอขวด (g)	ความ กว้างปาก (mm)	ลักษณะ เกลียว	ชนิดฝา
	ตะไคร้	225	65	80	-	56		Vacuum Twist Lug
	น้ำปลา หวาน แม่ ประนอม	228	67	103	-	56		Vacuum Twist Lug
	มอคค่าวิช แอนดีสมูท	200	90	170	-	80		stopper
	เนสกาแฟโก ลดไขมัน	200	95	180	-	70		Continuo us Thread
	ตราช้าง	750	70	280	130	25		snap seal
	เฮลซ์บลูบ อย	710	70	280	130	25		pilfer proof
	ไฮท์	300	50	205	110	25		Vacuum Twist Lug

ภาพสินค้า	ชื่อสินค้า	ขนาดบรรจุ (g)	ความกว้างฐาน (mm)	ความสูง (mm)	ความยาวคอขวด (g)	ความกว้างปาก (mm)	ลักษณะเกลียว	ชนิดฝา
	ไฮซี	600	70	255	140	25		Vacuum Twist Lug
	เด็กสมบูรณ์	700	70	270	160	26		snap seal


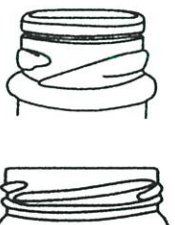

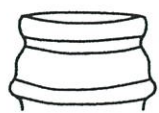
ตาราง 2.2.3 วิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากแก้ว




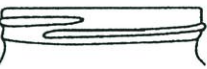

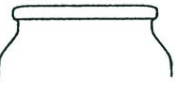
2.2.4.2 สรุปและแบ่งกลุ่มของบรรจุภัณฑ์เพื่อกำหนดขอบเขตในการออกแบบ

จากการวิเคราะห์ข้างต้น ทำให้สามารถแบ่งกลุ่มบรรจุภัณฑ์ได้สองลักษณะ คือ แบ่งตามลักษณะของเกลียวและฝา และแบ่งตามลักษณะทางกายภาพ

1. การแบ่งตามลักษณะของเกลียวและฝา

การแบ่งในลักษณะนี้เพื่อนำไปวิเคราะห์เพื่อแนวทางการออกแบบฝาขวด ที่สามารถใช้ได้กับทุกปากขวด และทุกเกลียวขวดตามความเหมาะสม โดยสามารถแบ่งได้ออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

ลำดับ	ตัวอย่างฝา	ชื่อฝา	ลักษณะเกลียว	วัสดุ	เพิ่มเติม
1		Vacuum Twist Lug		metal	มีรอยนูนในแนวระนาบหรือแนวเฉียงเป็นชุด โดยมีส่วนยื่นของฝาขวดหรือเขี้ยวล็อกกับรอยนูนของคอขวด
2		snap top		plastic	ใช้การปั๊มกดตอนผิผนีกและเปิดแบบflip เมื่อต้องการใช้ผลิตภัณฑ์

ลำดับ	ตัวอย่างฝา	ชื่อฝา	ลักษณะเกลียว	วัสดุ	เพิ่มเติม
3		pilfer proof		aluminium	เมื่อหมุนเกลียวเปิดขวด ในครั้งแรก เกลียวจะขาดออกจากกัน ทำให้เห็นร่องรอยหากมีการเปิด
4		Continuous Thread		plastic	ฝาจะถูกขึ้นเกลียว ก่อนเมื่อปิดฝานี้จึงจะหมุนเกลียวของฝาลงบนภาชนะบรรจุ ซึ่งเกลียวของฝาจะเข้ากันได้กับเกลียวที่ปากขวดพอดี
5		stopper		plastic	ไม่มีเกลียว แต่ใช้การปิดแบบอัดค้ำจูดคอออร์ก

ตาราง 2.2.4 วิเคราะห์ลักษณะของเกลียวและฝา

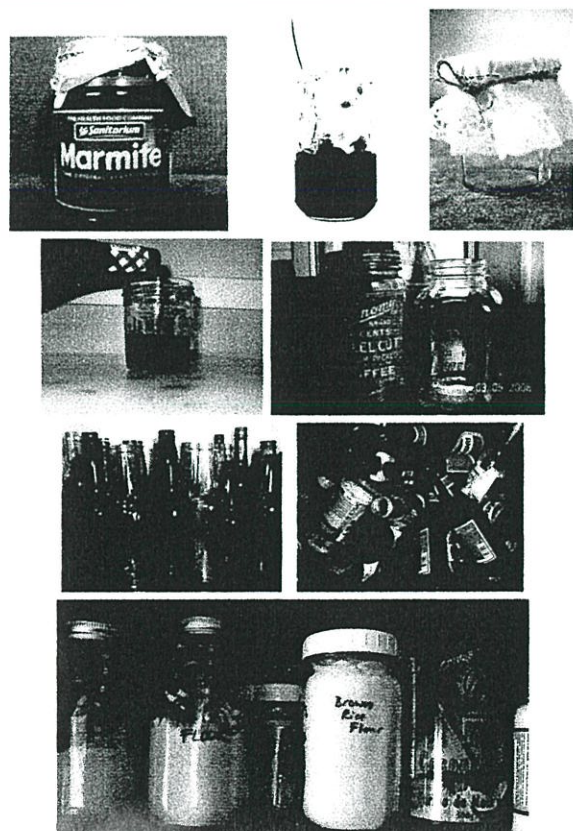
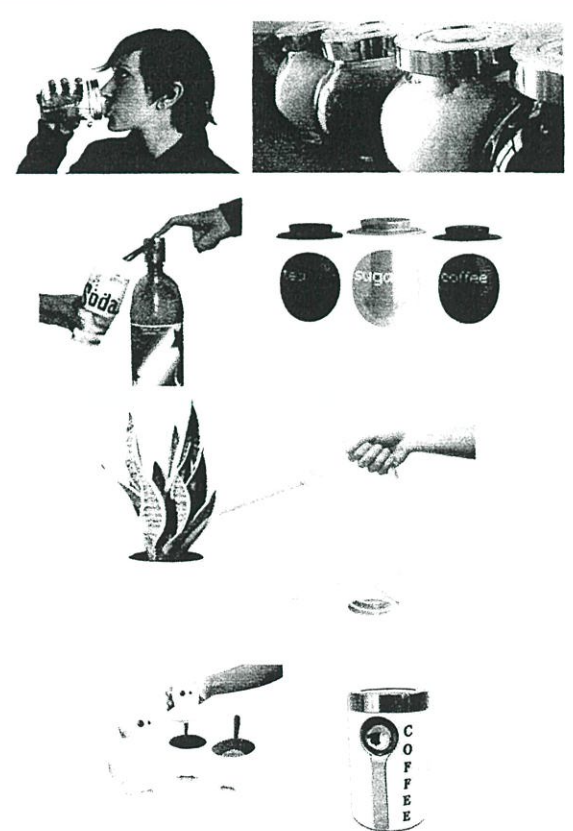
วิเคราะห์ลักษณะการใช้งานของฝาและตัวขวดทั้ง 5 ประเภทได้ดังนี้

ชนิดของฝา	ลักษณะการใช้งานเดิม	ลักษณะการใช้งานใหม่
1. Vacuum Twist Lug	ผลิตภัณฑ์ข้างต้น มักจะไม่มีขายแบบเดิม ทำให้เหลือขวดประเภทนี้เป็นจำนวนมาก จึงเหมาะแก่การนำกลับมาใช้ใหม่ในลักษณะต่างๆ รวมทั้งฝามักจะหายและเสื่อมก่อนตัวขวด	นำผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อใช้แทนฝาเดิมในกรณีฝาหาย และเพิ่มหน้าที่การใช้งานเพื่อตอบสนองการใช้งานให้มากขึ้นในกรณีฝาไม่หาย รวมถึงคำนึงถึงด้านความสวยงามด้วย
2. snap top	ขวดและฝาประเภทนี้ไม่นิยมนำมาใช้ใหม่ เพราะเมื่อใช้ผลิตภัณฑ์หมดแล้วแกะฝาดอกฝาก็จะเสีย ทำให้ไม่สามารถนำขวดไปใช้ประโยชน์ได้	สามารถนำผลิตภัณฑ์ใหม่ไปใส่แทนฝาเดิมได้เลย เพื่อตอบสนองการใช้งานตามรูปทรงของขวด
3.pilfer proof	ฝาประเภทนี้มีความบอบบาง ไม่คงทนทำให้ฝามักเสื่อมสภาพก่อนตัวขวด รวมถึงฝามีขนาดเล็ก หายได้ง่าย	สามารถนำผลิตภัณฑ์ใหม่ใส่แทนฝาเดิม เพื่อความคงทน สวยงาม และใช้งานได้หลากหลาย

ชนิดของฝา	ลักษณะการใช้งานเดิม	ลักษณะการใช้งานใหม่
4. Continuous Thread	ฝาประเภทนี้สามารถใช้และอยู่กับตัวขวดได้นาน และมักใช้เป็นหน้าที่ refill ผลิตภัณฑ์เดิม	เพิ่มความสวยงามและนำไปใช้ให้แก่ตัวขวด เพื่อให้ดูไม่เหมือนของที่ถูกใช้มาแล้ว รวมทั้งเพิ่มอุปกรณ์เสริมเพื่อให้ตอบสนองการใช้งานเดิมมากขึ้น
5. stopper	ฝาประเภทนี้สามารถใช้และอยู่กับตัวขวดได้นาน และมักใช้เป็นหน้าที่ refill ผลิตภัณฑ์เดิม	เพิ่มความสวยงามและนำไปใช้ให้แก่ตัวขวด เพื่อให้ดูไม่เหมือนของที่ถูกใช้มาแล้ว รวมทั้งเพิ่มอุปกรณ์เสริมเพื่อให้ตอบสนองการใช้งานเดิมมากขึ้น

ตาราง 2.2.5 วิเคราะห์ลักษณะการใช้งานของฝาและตัวขวด

ตาราง 2.2.6 แสดงตัวอย่างลักษณะการใช้งานเดิม และแนวทางการทำไปใช้งานในหน้าที่ใหม่



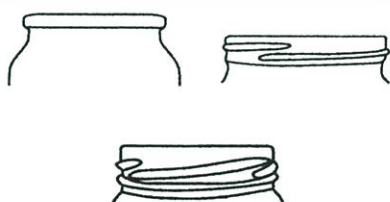
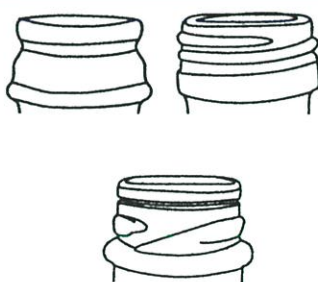
ลักษณะการใช้งานเดิม	ลักษณะการใช้งานใหม่
	

2. การแบ่งตามลักษณะทางกายภาพ

การแบ่งลักษณะนี้จะแบ่งจากอัตราส่วนระหว่างความกว้างของปากขวดและฐาน จึงสามารถแบ่งออกมา

ได้ 2 กลุ่มคือ

1. ขวดปากกว้างและทรงเตี้ย มีอัตราส่วนความกว้างของปากขวดและฐานประมาณ 1:1
2. ขวดปากแคบและทรงสูง มีความกว้างของฐานมีขนาดกว้างกว่าปากขวดประมาณ 2-3 เท่า

	ขวดปากกว้างและทรงเตี้ย	ขวดปากแคบและทรงสูง
ภาพสินค้า		
ความกว้างปาก (mm)	46 50 70 75 80	25 26
อัตราส่วนขนาดปากต่อ ขนาดฐาน (โดยประมาณ)	1:1	1:2 1:3
ลักษณะกรวย		
ฝา	Vacuum Twist Lug Continuous Thread stopper	Vacuum Twist Lug pilfer proof snap seal

ตาราง 2.2.7 แสดงทางแบ่งกลุ่มทางกายภาพของขวดแก้ว

ส่วนประกอบเครื่อง Injection Molding

1. ส่วนชุดฉีด (Injection Unit)

จะทำหน้าที่ดึงพลาสติกเข้าสู่กระบอกรีดหลอมเหลว แล้วส่งพลาสติกเหลวไปที่หัวฉีด และทำหน้าที่ในการฉีด และรักษาความดันย้ำ ซึ่งจะมีส่วนประกอบพื้นฐานดังต่อไปนี้

- หัวฉีด (Nozzle) เป็นส่วนต่อปลายกระบอกรีดพลาสติกเข้ากับช่องทางไหลของพลาสติก ในแม่พิมพ์หัวฉีดมีรูขนาดเล็กเพื่อให้พลาสติกหลอมเหลวไหลผ่านเข้าสู่ช่องว่างในแม่พิมพ์ด้วยความรวดเร็ว
- สกรู (Screw) มีลักษณะเป็เกลียวหยาบ หมุกป้อนส่วนผสมของพลาสติกให้เคลื่อนที่เข้าสู่กระบอกรีดสามารถเคลื่อนถอยหลังและดันกลับ เพื่อเพิ่มแรงดันให้พลาสติกหลอมเหลวไหลเข้าสู่แม่พิมพ์
- กระบอกรีด (Barrel) เป็นส่วนสำคัญของเครื่องฉีดพลาสติก ทำหน้าที่หลอมเหลวพลาสติก และสร้างแรงดันเพื่อฉีดพลาสติกหลอมเหลวเข้าสู่แม่พิมพ์
- แผ่นความร้อน (Heater)
- กรวยเติมพลาสติก (Hopper) อุปกรณ์ส่วนนี้มีลักษณะเป็นกรวยขนาดใหญ่ เป็นส่วนที่ใช้บรรจุเม็ดพลาสติกและสารเติมแต่ง เพื่อป้อนเข้าเครื่องฉีดพลาสติก
- กระบอกลูกสูบ และลูกสูบไฮดรอลิก (Hydraulic cylinder and pistol)
- มอเตอร์ขับเคลื่อนสกรู (Drive motor) อาจเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า หรือมอเตอร์ไฮดรอลิก สำหรับหมุนสกรู และขับเคลื่อนสกรู เพื่อฉีดพลาสติกที่กำลังหลอมเข้าสู่ช่องว่างในแม่พิมพ์

2. ส่วนชุดปิด - เปิดแม่พิมพ์ (Clamping Unit)

ทำหน้าที่ในการยึดแม่พิมพ์ทั้งสองส่วน เลื่อนปิด - เปิดแม่พิมพ์ ให้แรงในการปิดแม่พิมพ์ หล่อเย็นชิ้นงานฉีดพลาสติก และปลดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ ซึ่งประกอบไปด้วยแผ่นยึดแม่พิมพ์ ซึ่งมีหน้าที่เคลื่อนที่และอยู่กับที่ เพลาหน้าเลื่อน ระบบขับเคลื่อนปิด - เปิด และแผ่นยึดระบบขับเคลื่อน

3. ส่วนฐานของเครื่องฉีด (Base)

ทำหน้าที่คอยรับน้ำหนักของชุดฉีด และชุดปิด - เปิดแม่พิมพ์ นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ยึดติดอุปกรณ์ไฮดรอลิกทั้งหมดในเครื่องและยังทำหน้าที่เป็นถังน้ำมันไฮดรอลิก โดยส่วนใหญ่แล้วตัวฐานเครื่องจะทำด้วยเหล็กเหนียวที่เชื่อมประกอบเข้าเป็นฐานเครื่องเพื่อความแข็งแรง และสามารถรับน้ำหนักมากๆ ได้ดี

ขั้นตอนการฉีดพลาสติก

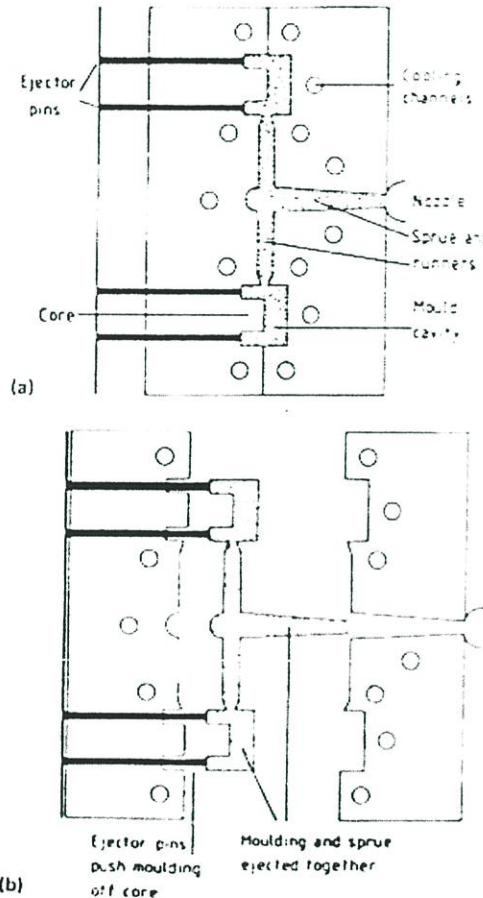
การฉีดพลาสติกแบบ Injection Molding นี้ เครื่องฉีดจะประกอบด้วยสกรู และเคลื่อนที่ไปตามแนวแกนเหมาะสมกับชิ้นงานที่มีขนาดเล็กไปจนถึงชิ้นงานขนาดใหญ่ เนื่องจากสามารถผลิตชิ้นงานได้หลากหลายลักษณะงาน จึงทำให้มีความนิยมในการฉีดพลาสติกแบบนี้มาก ซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนของการฉีดพลาสติกได้ 9 จังหวะ

1. แม่พิมพ์เคลื่อนที่เข้าปิด และล็อกแน่น เพื่อป้องกันการแยกด้วยแรงดันภายในแม่พิมพ์
2. ชุดฉีดเลื่อนเข้าหาแม่พิมพ์กระทั่งชนกับแม่พิมพ์ และค้างไว้ด้วยแรงที่พอเหมาะ เพื่อป้องกันชุดฉีดถอยหลังกลับในขณะที่ทำการฉีด
3. ฉีกพลาสติกเข้าสู่แม่พิมพ์ โดยสกรูจะเคลื่อนที่ตามแนวแกน
4. ย้ำรักษาความดันให้กับพลาสติกเหลวในแม่พิมพ์ เพื่อให้ได้ชิ้นงานเนื้อแน่น และไม่เกิดรอยยุบตัวที่ผิวของชิ้นงาน
5. หล่อเย็นชิ้นงานฉีดในแม่พิมพ์ โดยจังหวะนี้จะมีอิทธิพลมากต่อเวลาการทำงานทั้งวงจร
6. การหลอม และป้อนพลาสติกไปหน้าปลายสกรู เมื่อได้ปริมาณพลาสติกเหลวตามที่ต้องการแล้ว เหลือหย่อนจะหยุดหมุน

7. ชุดฉีดจะถอยหลังกลับเพื่อป้องกันอุณหภูมิของหัวฉีดลดต่ำลงเกินไป เพราะจะทำให้พลาสติกหนืดเกินไป และไหลไม่ได้
8. แม่พิมพ์จะเปิดออกหลังจากสิ้นสุดเวลาในการหล่อเย็น
9. ทำการปลดชิ้นงาน เมื่อแม่พิมพ์เปิดออกสุดแล้ว

แม่พิมพ์ (Mold)

เป็นอุปกรณ์ที่มีลักษณะเป็นช่องว่างที่มีรูปร่างตามผลิตภัณฑ์ที่ต้องการผลิต แม่พิมพ์โดยทั่วไปมักออกแบบให้มี 2 ชั้น (Two-plate mold) เพื่อให้สะดวกต่อการถอดผลิตภัณฑ์ออกจากแม่พิมพ์

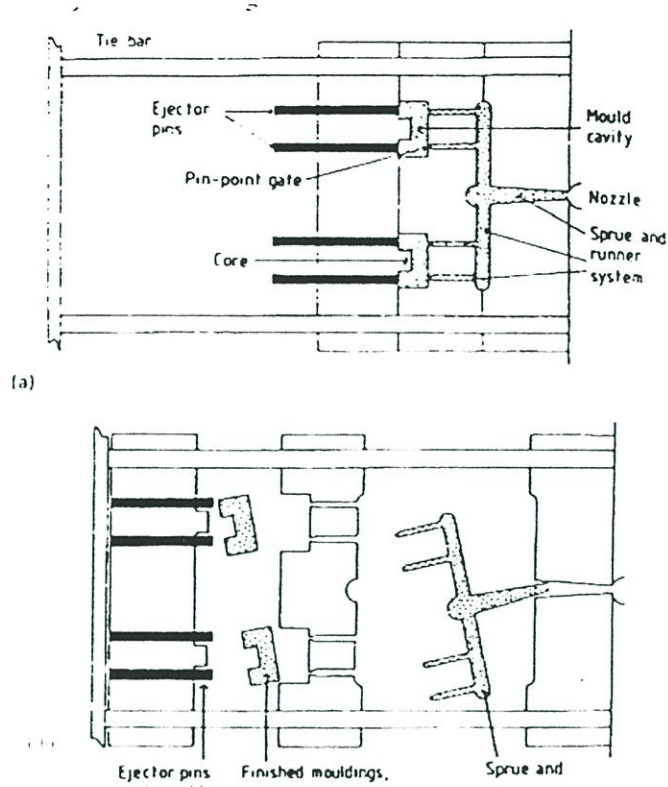


ภาพที่ 2.3.3 Two-plate mold, closed and opened

ที่มา http://www.eng.su.ac.th/che/old53/faculty_and_staff/sirirat/slide_polymer_processing53_pdf/PP_8.pdf

นอกจากนี้ต้องมีช่องทางไหลของพลาสติกหลอมไหลต่อจากหัวฉีดเข้าสู่ช่องว่างในแม่พิมพ์ เรียกว่า สปรู (Sprue) ในแม่พิมพ์ที่มีหลายช่อง (เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ครั้งละหลายชิ้น) จะต้องมีช่องทางแยกจากสปรูเข้าสู่แม่พิมพ์ แต่ละช่องเรียกว่า รันเนอร์ (Runner)

แม่พิมพ์ยังออกแบบให้มี 3 ชั้น (Three-plate mold) ซึ่งมี plate ชั้นที่ 3 อยู่ระหว่าง 2 Clamp plates โดย Three-plate mold จะใช้เมื่อระบบ Runner และช่องว่างของแม่พิมพ์อยู่ในระนาบที่แตกต่างกัน ซึ่งต้องการปิด plate 2 ชั้น เพื่อนำชิ้นงาน, Sprue และ Runner ออกจากแม่พิมพ์ จะมีการดึงให้ Sprue ออกจากช่องที่อยู่โดยใช้ Sprue-puller



ภาพที่ 2.3.4 Three-plate mold, closed and opened

ตัวอย่างฝาขวดแก้วที่ทำจากพลาสติก



ภาพที่ 2.3.5 ขวดบรรจุกาแฟ ใช้ฝาแบบ Continuous Thread และ stopper



ภาพที่ 2.3.6 ขวดบรรจุของสดปรุงรส ใช้ฝาแบบ snap seal

2.3.1.1.1 การเตรียมพลาสติกเพื่อนำเข้ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์

คำว่า“เตรียม” ในเทคนิคการทำงานพลาสติก หมายถึง ขั้นตอนที่จำเป็นในการเตรียมพลาสติกซึ่งอยู่ในลักษณะวัตถุดิบให้พร้อมที่จะนำมาผลิตเป็นชิ้นงานได้ ซึ่งประกอบด้วยการทำงานเป็นเม็ดผสม (compound) ซึ่งจะทำในขณะที่เป็นของแข็ง หรือผสมขณะที่เป็นของเหลว

น้อยครั้งที่จะมีการนำเอาพลาสติกที่ออกมาจากถังปฏิกริยามาทำงาน หรือนำมาใช้ได้ทันที โดยปกติจะต้องนำมาผสมกับสารเสริมคุณสมบัติต่างๆ ด้วยอัตราส่วนที่เหมาะสมที่จะใช้เป็นวัสดุทางเทคนิคที่มีคุณสมบัติต่างๆตามต้องการ

การผลิต thermoplastic โดยกรรมวิธี polymerization ผลผลิตที่ออกมาส่วนใหญ่จะเป็นผง ซึ่งยากแก่การนำไปผลิตได้ทันที จึงได้มีการทำให้เป็นเม็ดเพื่อให้สามารถนำไปเข้ากระบวนการผลิตชิ้นงานได้ง่าย ซึ่งโดยปกติบริษัทผู้ผลิตพลาสติกจะเป็นผู้เตรียมการขั้นนี้ออกมาจำหน่าย ส่วน PVC นั้นมีข้อยกเว้น เพราะสามารถปรับปรุงให้มีคุณสมบัติแตกต่างกันได้มาก โดยการเติมส่วนผสมต่างๆ และวัสดุเสริมเข้าไป ซึ่งจะเป็นการประหยัดถ้าบริษัทผู้ผลิตผลิตภัณฑ์จาก PVC มากกว่า 30 ตัน/เดือน จะมีเครื่องเตรียมพลาสติกของตัวเอง ส่วนผสมของ PVC จะประกอบด้วย PVC ชนิดอื่น (ที่ได้จากกรรมวิธี Polymerization ต่างๆ) ผสมสารป้องกันแสงและความร้อน (UV and heat stabilizer) สารหล่อลื่นภายนอกและภายใน สารทำให้อ่อน (softener) สี และสารเสริม การเตรียมสารผสมเช่นเดียวกัน บริษัทผู้ผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกหลายบริษัทจะเตรียมเอง

การเติมสารจะมีปริมาณตั้งแต่ 0.01-50% ของพลาสติก และผสมให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียว

โดยปกติแล้วจะแยกกันว่าในการผสมแห้งเรียกว่าการผสม (blending) แต่ถ้าเป็นการผสมในขณะที่พลาสติกเหลวเรียกว่า การผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน (homogenizing)

เพื่อให้การผสมใสภาพแห้งง่ายขึ้น จำเป็นต้องใช้วัสดุที่เป็นผงละเอียดผสมกันสารผสมพลาสติกบางชนิดที่จะนำมาผสมจะต้องย่อยให้ได้มีขนาดเล็กสม่ำเสมอ

1. การย่อย

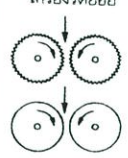
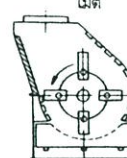
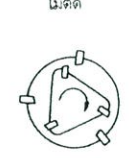
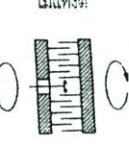
การย่อย หมายถึง การลดขนาดของพลาสติกแข็งโดยวิธีกล

ในการย่อยจะทำให้ได้พลาสติกที่มีขนาดเล็ก แตกต่างกันตามต้องการ

ถ้าจะต้องมีการแยกพลาสติกเม็ดหยาบออกจากเม็ดละเอียด เช่น ทำให้งานชิ้นต่อไปสะดวกยิ่งขึ้น จึงต้องมีการกรองประกอบเข้าไปด้วย

เหตุผลที่จำเป็นต้องย่อยพลาสติกมีหลายอย่าง เช่น เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการสัมผัสเมื่อทำการผสม ทำให้อบแห้งได้ดี บ้อนเข้าเครื่องได้อย่างสม่ำเสมอ หลอมละลายได้เร็ว เป็นต้นเครื่องย่อยพลาสติกมีหลายชนิด ซึ่งสร้างไว้ให้เหมาะสมกับชนิดของพลาสติก ตัวอย่างเครื่องย่อยที่ควรรู้จัก คือ เครื่องรีย่อย โม่ตี โม่กวน โม่ตัด โม่แท่งตี และ โม่รีด

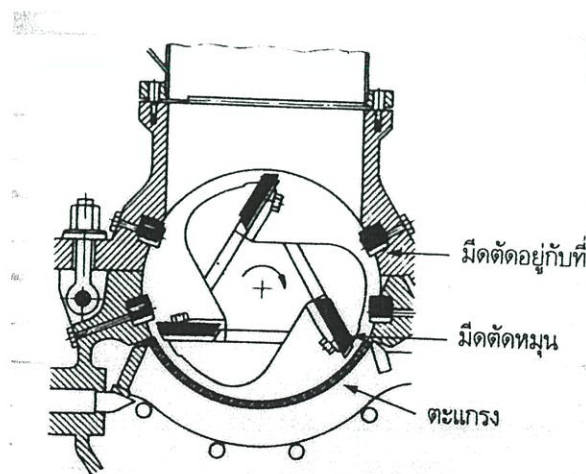
เครื่องรีย่อยจะใช้สำหรับการย่อยพลาสติกแข็งเปราะได้เท่านั้น สำหรับการย่อยจะต้องใช้โม่บดในการที่จะเลือกใช้โม่ชนิดใดขึ้นอยู่กับว่าต้องการความละเอียด หรือความสม่ำเสมอของเม็ดพลาสติกขนาดไหน (ดูภาพที่ 2.1)

เครื่อง	เครื่องรีย่อย	โม่ตี	โม่ตัด	โม่แท่งตี
รูปภาพของพลาสติก				
เปราะ				
เหนียว				
elastic				
เหมาะสมสำหรับ	PS, PF	PS, PF, PMMA	PVC, PE, PP, PA	PVC, PE, PF

ภาพที่ 2.1 เครื่องย่อยพลาสติกแบบต่างๆ

ลักษณะการทำงานของเครื่องย่อยต่างๆ ดังภาพที่ 2.1 แตกต่างกัน ดังเช่นเครื่องรีย่อยใช้แรงอัดโม่ตัด ใช้การตัดเฉือน และเครื่องโม่แท่งตีใช้การตีให้กระจายและการเสียดสี

เนื่องจากโม่ตัดมีใช้มากในการย่อยพลาสติก โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะใช้ในการย่อยเศษพลาสติกหรือชิ้นงานที่เสียเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ จึงจะกล่าวถึงให้ละเอียดยิ่งขึ้น



ภาพที่ 2.2 โม่ตัด

ภาพที่ 2.2 เป็นไม้ตัดซึ่งประกอบด้วยเรือนเหล็กหล่อที่มันคง มีคมตัดติดอยู่กับเรือน 4 ซม ตอนล่างจะมี ตะแกรงประกอบอยู่ วัสดุที่จะตัดส่งเข้าทางปล่องข้างบน ตรงกลางจะมีเพลลาซึ่งมีมีดตัดติดอยู่ 3 เล่ม เศษพลาสติกที่ไสลงไปจะถูกมีดหมุนจับ และนำไปตัดกับมีดซึ่งติดอยู่กับเรือนเครื่อง โดยเครื่องจะทำงานซ้ำๆ ไปจนกว่า พลาสติกจะละเอียดพอที่จะลอดตะแกรงได้ ความเร็วตัดอยู่ระหว่าง 12-14 m/s ระยะห่างระหว่างมีดหมุนและมีด อยู่กับที่ประมาณ 0.25-0.5 mm ไม้ตัดมีขนาดทำงานได้ตั้งแต่ 10 kg/h จนถึง 2,500 kg/h

2. การผสม

การผสม คือ การนำวัสดุต่างชนิดมารวมกัน และเฉลี่ยให้เข้ากันโดยการให้วัสดุเคลื่อนที่คลุกเคล้ากันจน ได้สภาพการผสมที่ต้องการ

โดยการหมุนใบกวนในถังหรือปิดจะทำให้เกิดการกระแทกและเสียดสีกัน เมื่อถึงระยะเวลาหนึ่งจะผสม เข้ากันดี ซึ่งจะมีเครื่องผสมแบบต่างๆ ที่เหมาะสมสำหรับชนิดและขนาดของพลาสติก (ดังภาพที่ 2.3)

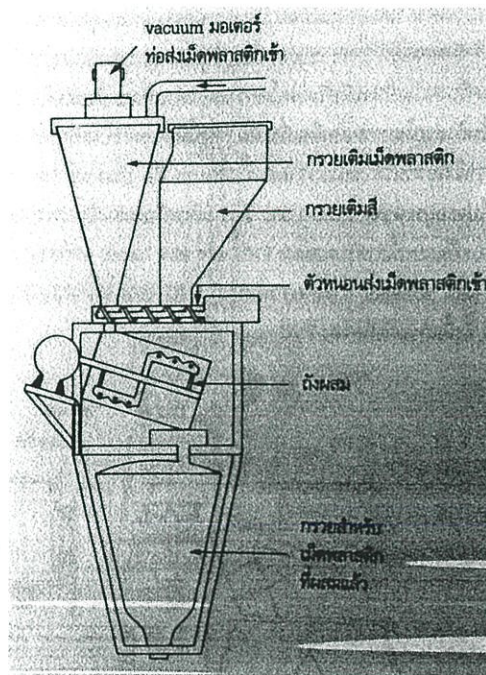
ในการผลิตพลาสติกเหลวหรือเหนียว เช่น PVC เหลว จะต้องใช้เครื่องกวน โดยปกติแล้วจะต้องใช้เครื่อง กวน เครื่องผสมแบบนี้จะต้องใช้ถังทรงกระบอก และใบพัดกวนที่ยกขึ้นลงได้ในแนวตั้ง ซึ่งถ้านี้จะเป็นสองชั้น ใช้สำหรับให้ความร้อน หรือหล่อเย็นได้ตามต้องการ บางครั้งมีความจำเป็นที่ต้องผสมพลาสติกเหลว ที่มีความ เหนียวสูง ที่ยอมให้มีอากาศผสมอยู่ได้เพียงเล็กน้อย จะต้องมีการดูดอากาศออก แบบนี้จะต้องมีเครื่องผสมแบบปิด ที่มีเกจวัดความดันและข้อต่อสำหรับปั๊มสุญญากาศติดเอาไว้

กรรมวิธี ของเครื่องผสม	ทำงานไม่ต่อเนื่อง						ต่อเนื่อง
	ถังกวน	ถังหมุน แก่ง	ใบผสม	ใบพู่ กระจาย	นวดผสม	รีดผสม	นวดด้วย เกลียวหนอน
สภาพ ของวัสดุ							
▲ วัสดุดิบ ● สารเติม							
ผง	▲	●					
เหนียวหนืดมาก	▲	●					
หนืดน้อย	▲	●					
เหมาะสำหรับ	PVC-Paste UP	PS, PE, PP, PMMA	PVC แข็ง และอ่อน	PVC แข็ง และอ่อน	PVC	PE, PVC	เทอร์โม พลาสติกทั้งหมด

ภาพที่ 2.3 เครื่องผสมและนวด

เครื่องผสมที่เหมาะสมเป็นพิเศษสำหรับการผสมพลาสติกที่มีขนาดต่างๆกัน เช่น เม็ดพลาสติกที่ผสมกับผง (สารหล่อลื่น สี สารนำร่อง) ก็คือ เครื่องผสมแบบตอกอิสระ ในระหว่างที่เม็ดพลาสติกเสียดสีกันจะมีประจุไฟฟ้า สถิตเกิดขึ้น ทำให้ฝุ่นของสารผสมติดที่ผิวของเม็ดได้ดี เพื่อให้ได้การผสมที่ดีจะใช้ความเร็วรอบระหว่าง 25-35 รอบต่อนาที ในบรรดาเครื่องผสมหลายแบบนี้ เครื่องผสมแบบทรงกรวยคู่ และแบบถังเอียงเอียงศูนย์ เป็นที่รู้จัก

กันมากที่สุด การย้อมสีเดพลาสติกในปัจจุบันหันมาใช้เครื่องผสมสี ดังภาพที่ 2.4 ซึ่งทำเป็นกรวยต่อไว้กับเครื่องผลิตชิ้นงานพลาสติกโดยตรง เครื่องนี้ประกอบด้วยอุปกรณ์กะปริมาตร และเครื่องผสม และเนื่องจากเป็นการทำงานตามจังหวะเวลา เช่น การกะเกณฑ์ การส่งเข้าไปในห้องผสม และปล่อยออกจากห้องผสม เป็นต้น จะสามารถประกอบเครื่องผสมแบบนี้เข้ากับเครื่องผลิตชิ้นงานได้ทุกชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับเครื่องฉีดและเครื่อง extrusion เครื่องผสมแบบใบตีผสม ซึ่งมีหลายแบบเช่นเดียวกัน ประกอบด้วยถังทรงกระบอกวางในแนวขนาน และมีเครื่องมือผสมซึ่งมีแกนขนานกับแกนของถังประกอบ หมุนอยู่ภายในด้วยความเร็วรอบจนถึง 50 รอบต่อนาที เครื่องมือผสมอาจจะใบพัดแผ่นบิดเป็นเกลียวหรือเหมือนใบผานไถ ถังส่วนใหญ่จะเป็นสองชั้น เพื่อสำหรับให้ความร้อนและหล่อเย็น โดยปกติจะใช้สารผสมสารพลาสติกที่เป็นฝุ่นที่จะต้องเติมสารที่เป็นของเหลวลงไปด้วย

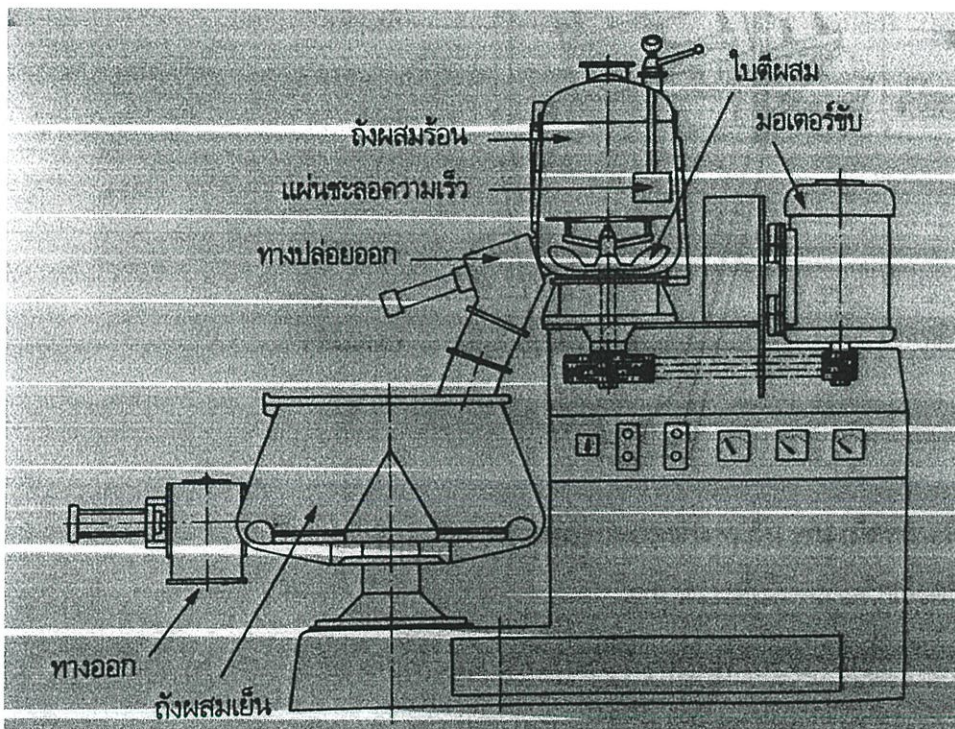


ภาพที่ 2.4 เครื่องผสมสี

ในการเตรียมพลาสติกที่เป็นฝุ่นในงานอุตสาหกรรมพลาสติกนั้น ส่วนใหญ่จะใช้เครื่องผสมแบบตีฟุ้ง (swirl mixer) หมุนเร็วควบคุมไปกับเครื่องผสมเย็น (cold mixer) ซึ่งเรียกว่า heat & cold mixer ดังภาพที่ 2.5

ในถังตั้งจะมีเพลาสอดขึ้นจากกันดั๋งสำหรับประกอบเครื่องผสม เครื่องผสมมีหลายชั้น และตอนติดกับกันดั๋งจะมีใบผสมประกอบอยู่ ซึ่งระหว่างทำการผสมจะครอบคลุมพื้นที่กันดั๋งทั้งหมด ปลายบนสุดของเพลาสอดส่วนมากจะมีใบผสมที่เล็กกว่าติดอยู่ ความเร็วของปลายใบผสมประมาณ 40 เมตรต่อวินาที จะทำให้ของผสมเคลื่อนไหวราวกับเป็นของเหลว เพื่อชะลอความเร็วของการหมุนเวียนของผงพลาสติก จะสอดแผ่นชะลอความเร็วเอาไว้ในบริเวณที่ส่วนผสมอยู่ ฝุ่นละเอียดๆ ของพลาสติกที่มีความเร็วสูงจะกระทบกันทำให้เกิดความร้อนเนื่องจากการเสียดสีขึ้นอย่างมาก และอาจจะให้ความร้อนเพิ่มเติมจากภายนอกได้อีก แล้วแต่ความต้องการ ซึ่งจะสามารถปรับได้ถึง 140 C เครื่องผสมแบบตีฟุ้งตอนบนจะมีฝาที่เปิดได้สำหรับเติมสารพลาสติก ในทางปฏิบัติจะมีท่อต่อไป

ยังเครื่องเติมอัตโนมัติที่ฝาปิด ทางปล่อยออกจะอยู่ทางด้านข้างตอนล่าง และมีท่อต่อให้ผลพลาสติกลงไปเข้าถึงผสมเย็น (cold mixer) ซึ่งอยู่ข้างล่าง ของผสมร้อนจะเย็นตัวลงในถังผสมเย็นนี้เหลือประมาณ 35 C เครื่องผสมเย็นจะมีปริมาตรโตกว่าและมีส่วนพิเศษเพิ่มเติมคือ มีแหวนหล่อเย็นหมุน หรือมีแผ่นหล่อเย็นอยู่ในถังช่วยในการหล่อเย็นเพิ่มเติม สิ่งนี้มีความจำเป็นเพื่อให้สามารถทำการผสมเย็นและผสมร้อนในจังหวะงานเดียวกันได้ ระยะเวลาผสมนั้นสั้นมาก คือ ประมาณ 10 นาทีต่อครั้ง ขนาดของเครื่องผสมร้อนต่างๆไป จะอยู่ระหว่าง 1,000-1,500 ลิตร แลเครื่องผสมเย็นประมาณ 2000-3,000 ลิตร ส่วนใหญ่จะใช้เครื่องผสมเย็นแบบนี้สำหรับผสมผง PVC แห่ง (dry blend) แต่ก็สามารถเติมส่วนผสมที่เป็นของเหลวลงไปได้ เช่น ผสม softener การให้ความร้อนแก่ PVC อ่อน จะได้ส่วนผสมแห้งหรือรวมกันเป็นก้อน มี pourability ดี ทั้งนี้แล้วแต่ชนิดของ PVC

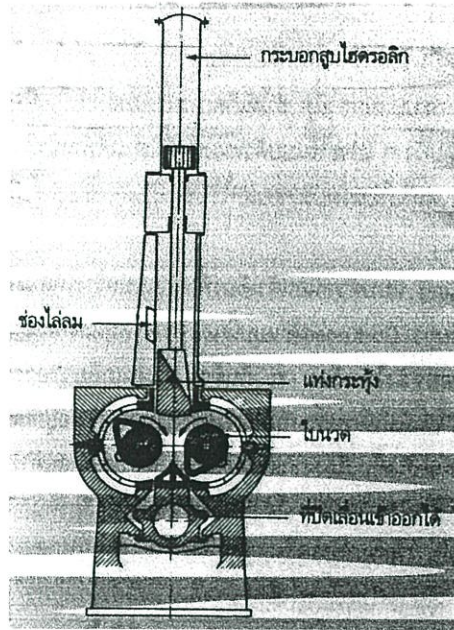


ภาพที่ 2.5 เครื่องผสมแบบ heat & cold mixer

3. การหลอมเหลว

ในการทำให้พลาสติก (plastification) ผงพลาสติกที่ผสมไว้แล้วถูกหลอมเหลวและผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน

ควรจะแยกกันให้ชัดเจนก่อนระหว่างเครื่องนวดและรีดแบบทำงานไม่ต่อเนื่อง ซึ่งปกติใช้ในการผลิตแผ่นบางโดยการรีดแผ่น (calandring) กับเครื่อง plasticizing ทำงานต่อเนื่อง



ภาพที่ 2.6 เครื่องนวดภายใน

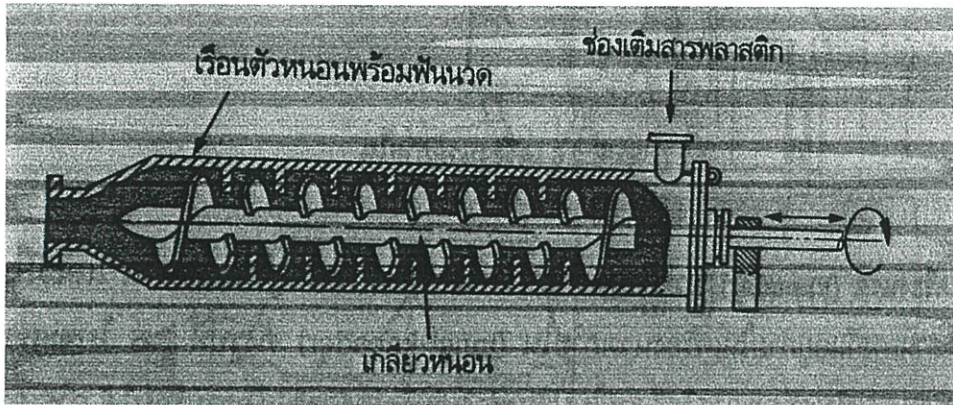
เครื่องนวด (kneader) ประกอบด้วยเรือนทรงกระบอกลอยในแนวนอน และมีใบนวดรูปตัว z สองใบ หมุนสวนทางกันอยู่ภายในเครื่องนวดภายใน (inner-kneader) ดังภาพ 2.6 ใบจะประกอบพอดีอยู่เรือนภายใน แท่งกระทุ้งจะกดพลาสติกซึ่งอยู่ในปล่องช่วงบน ซึ่งสามารถให้ความร้อนได้ การเอาพลาสติกออกจากเครื่องนวดทำได้โดยกานเลื่อนแผ่นปิดด้านล่าง ซึ่งสามารถเลื่อนเข้าออกได้ เนื่องจากเครื่องนวดแบบนี้ต้องใช้กำลังมาก จึงสามารถสร้างได้ขนาดปริมาตรภายในไม่เกิน 300 ลิตร ส่วนใหญ่จะใช้ในการผสมพลาสติกที่ต้องการเติมสารผสมมาก ๆ

เครื่องรีดผสม จะใช้ต่อเมื่อต้องการทำการผสมอย่างเดียว และต้องใช้คนควบคุมการทำงานตลอดเวลา การรีดจะเกิดขึ้นภายในร่องรีดของลูกรีดร้อนสองลูกซึ่งมีแกนขนาน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 300-500 มิลลิเมตร และความยาวระหว่าง 800-1,500 มิลลิเมตร หมุนสวนทางกันด้วยความเร็วแตกต่างกันเล็กน้อย เพื่อให้การผสมดียิ่งขึ้นจะต้องมีคนคอยปาดส่วนของพลาสติกที่วิ่งออกทางด้านข้างให้เข้าไปอยู่ตรงกลางของลูกรีดร้อนเสมอ สำหรับการผสม PVC คุณภาพสูงแล้ว ยังไม่มีเครื่องใดดีกว่าเครื่องรีดผสมแบบนี้

ในการผลิตพลาสติกและพลาสติกที่จะนำไปรีดแผ่นเป็นแผ่น ปกติจะใช้เครื่อง plasticizing แบบต่อเนื่อง

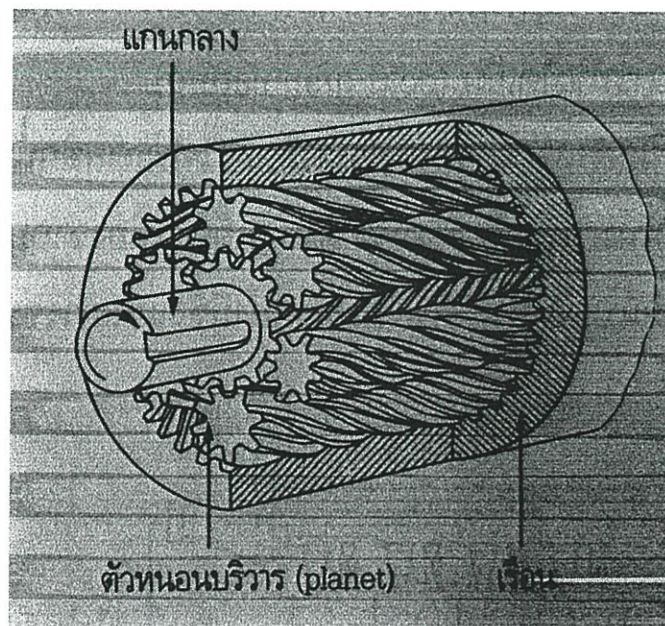
ในการนี้จะต้องใช้ชุดเกลียวหนอน โดยปกติจะใช้เกลียวหนอนแบบมีหลายตัว เช่น แบบตัวหนอนคู่ (double worm) ที่มีเกลียวเป็นช่องหวี ผงพลาสติกจะถูกรีดไปในร่องเกลียวเป็นคลื่นไปตามความยาวของตัวหนอน ซึ่งรับแรงขับมาจากระบบแมกคานิค ทำให้เกิดการนวดผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน (homogenizing) สำหรับการเตรียมพลาสติกโดยทั่วๆ ไป จะใช้แบบตัวหนอนคู่ที่มีส่วนที่ทำหน้าที่ผสม และส่วนที่ทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน ส่วนใหญ่จะมีแผ่นนวดหรือใบนวดประกอบเอาไว้ ซึ่งจะเป็นตัวกะเกณฑ์ปริมาณผงพลาสติกให้เข้าไปในตัวหนอนให้พอดีด้วย

เครื่อง plasticizing แบบตัวหนอนตัวเดียวที่ออกแบบสร้างให้สามารถผสมและหลอมพลาสติกได้ดีเช่นกัน ดังภาพที่ 2.7 ซึ่งเรียกว่า Co-kneader แบบนี้นอกจากจะหมุนส่งพลาสติกไปข้างหน้าแล้ว ยังมีการดึงเพลลาตัวหนอนเดินหน้า-ถอยหลังไปพร้อมๆ กันด้วย แผ่นเกลียวของตัวหนอนจะทำให้เป็นร่องไว้สองร่องขนานกับแกนเพลลา เพื่อไม่ให้กระทบกับพื้นนวดขณะหมุนซึ่งติดอยู่กับเรือนภายในของทรงกระบอก ผลของการผสมและการนวดจะเกิดขึ้นเนื่องจากแรงตัดเฉือน และการเคลื่อนตัวไปทุกทิศทุกทางของส่วนผสม การเติมพลาสติกลงไป ใน Co-kneader จะได้จากการพาเข้าของเกลียวหนอนอย่างสม่ำเสมอ



ภาพที่ 2.7 เครื่องผสมแบบ Co-kneader

ในกรรมวิธีเตรียมพลาสติกนั้นยังมีเครื่อง extrusion แบบเกลียวหนอนหลายตัว (planet extruder) อีกแบบหนึ่งที่ใช้กันมาก (ภาพที่ 2.8) โดยตรงกลางเป็นเกลียวใหญ่ และจะมีเกลียวเล็กๆ อยู่รอบๆ หลายตัวรวมกันอยู่ในเรือนทรงกระบอก เนื่องจากมีพื้นเกลียวเลื้อยขบกันอยู่จะทำให้เกิดการรีดขึ้นระหว่างพื้นเกลียว ลักษณะการผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันจะเกิดการบดกันของร่องพื้นหลายร่อง ทำให้ส่วนผสมถูกรีดให้บางเข้ากันดี และจะมีสกรูส่งอยู่ด้านหน้า ส่งพลาสติกเหลวออกไปยังหัวฉีด

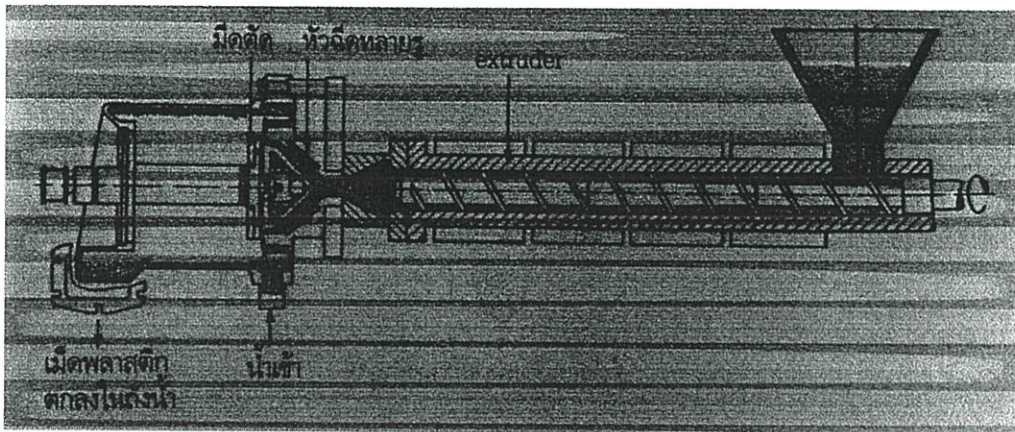


ภาพที่ 2.8 เครื่องผสมแบบ planet extruder

4. การทำพลาสติกเม็ด

การทำพลาสติกเม็ดใช้วิธีแตกต่างกัน 2 วิธีการ คือ การทำเม็ดร้อน (hot granulating) กับการทำเม็ดเย็น (cold granulating)

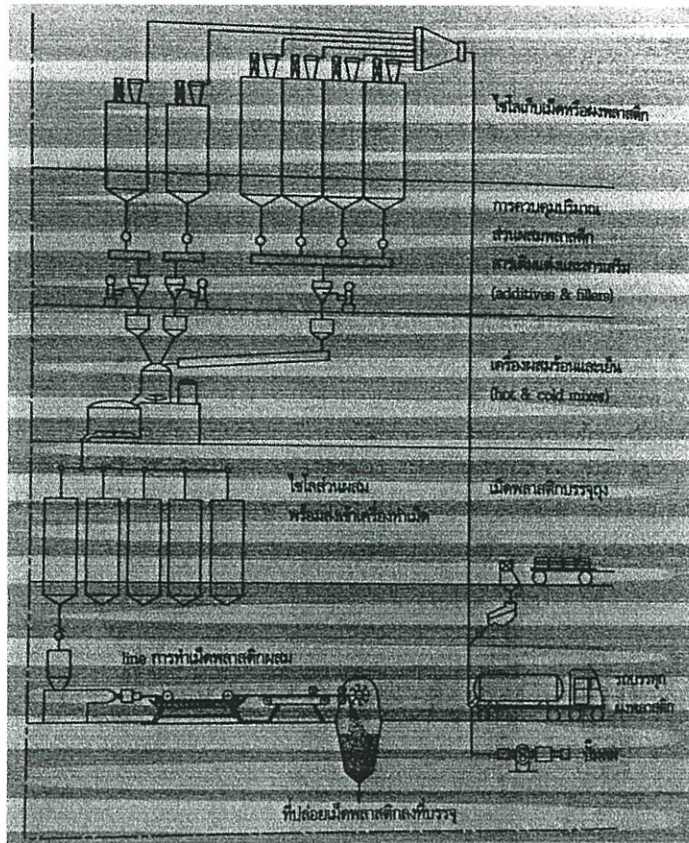
การทำเม็ดร้อน (ภาพที่ 2.9) ทำได้โดยการเอาหัวโหลหลายรูมาติดไว้ที่หน้าเครื่อง plasticizing เพื่อให้พลาสติกเหลวไหลผ่านออกมาจากรู และจะมีเม็ดหมุนติดอยู่ด้านหน้า เพื่อหมุนตัดให้เป็นเม็ดสั้นๆ รอบๆ หัวฉีด และเม็ดจะมีเรือนหุ้มเพื่อหล่อเย็นเม็ดพลาสติกโดยการเป่าลมเย็น หรือมีวงแหวนน้ำหล่อเย็นอยู่เพื่อรับเม็ดพลาสติก สำหรับพลาสติกที่ตัดง่าย เช่น LDPE ก็จะไม่ปล่อยให้ตกลงในน้ำ เสร็จแล้วจึงนำเม็ดพลาสติกไปอบแห้ง หรือไล่น้ำออกแล้วจึงนำไปเก็บไว้ในไซโล



ภาพที่ 2.9 เครื่องทำเม็ดพลาสติกแบบร้อน

เนื่องจากเม็ดพลาสติกที่ตกลงมาใหม่ๆ ยังร้อนอยู่ จะฟอร์มตัวเป็นเม็ดกลมหรือเม็ดรีได้ ในการผลิตเม็ดพลาสติกรูปทรงระบอบอก จะทำได้โดยการปล่อยให้พลาสติกที่ผ่านรูหลายๆรูออกมานั้น ผ่านไปยังอ่างน้ำทำให้เย็นเสียก่อน แล้วใช้เครื่องดึงไปผ่านเครื่องตัดเม็ด คือ ไปผ่านมีดหมุนตัด ซึ่งมีความยาวประมาณ 2-3 มิลลิเมตร กรรมวิธีนี้เรียกว่า การทำเม็ดเย็น (cold granulating)

สำหรับการเตรียมเม็ดพลาสติกสำหรับอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกนั้น มีเครื่องอยู่หลายแบบขายตามท้องตลาด แต่แนวโน้มที่จะหันมาใช้เครื่องอัตโนมัติมากขึ้น เนื่องจากประหยัดกว่าและได้คุณภาพที่สม่ำเสมอ เครื่องเตรียมพลาสติกแบบอัตโนมัติพร้อมทั้งสถานีซึ่งและการขนส่งด้วยระบบลม แสดงไว้ดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 แผนภูมิของเครื่องเตรียมพลาสติกแบบอัตโนมัติในการทำให้เป็นพลาสติกเม็ดผสม

2.3.1.1.1 สารเติมแต่ง

พลาสติกที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ส่วนใหญ่ไม่สามารถนำไปใช้ได้ทันที จะต้องทำการเติมสารเติมแต่ง (additives) เข้าไปจึงจะมีคุณสมบัติที่สามารถนำเข้ากระบวนการขึ้นรูปได้ ซึ่งเรียกว่า เม็ดพลาสติกผสม (compound)

เนื่องจากสารเติมแต่งมีเป็นจำนวนมาก จึงเลือกกล่าวถึงเฉพาะที่สำคัญๆ และที่มีใช้กันมาก คุณสมบัติที่สำคัญของสารเติมแต่งและสารเสริม

- ทนต่อความร้อนได้สูง
- ทนทานต่อสารตัวอื่นๆ ได้
- ไม่ละลาย
- ไม่แยกตัว
- ไม่ทำให้คุณสมบัติของพลาสติกเปลี่ยนไป
- มีรส ไม่มีกลิ่น

เป็นต้น

พลาสติกที่ผลิตออกมาจำหน่ายส่วนใหญ่จะมีการผสมสารเติมแต่งและสารเสริมไว้แล้วยกเว้นพลาสติกชนิดที่จะมีการเติมแต่งปลาสารเสริมหน้างานขึ้นรูป ต่อไปนี้จะกล่าวถึงสารเติมแต่งที่สำคัญบางตัว

2.3.1.1.1.1 สารทำให้อ่อนตัว(Softener)

เทอร์โมพลาสติกที่มีคุณสมบัติเป็น dipolar เช่น PVC สามารถใช้เอสเทอร์ ซึ่งมี dipolar อยู่ในโมเลกุลทำให้อ่อนได้ โดยโมเลกุลของสารทำให้อ่อนตัวจะให้แรงวาลเลนซ์ปฏิกิริยาของโมเลกุลพลาสติกลดลง สารทำให้แบ่งตัวแบ่งออกเป็นสองกลุ่มคือ

1. กลุ่มความหนืดต่ำ (low viscosity-monomer softener)
2. กลุ่มความหนืดสูง (high viscosity-polymer softener)

ในกลุ่มแรกจะมีคุณสมบัติทำให้อ่อนเป็นหลัก ถ้าต้องการคุณสมบัติพิเศษ เช่น ทนต่อน้ำมันเบนซินไขมัน หรือคงทนต่อการเคลื่อนย้ายของ softener จะเลือกใช้กลุ่มที่สองคือใช้ polymer softener

การทำให้อ่อนตัว และความหนืดต่ำที่รู้จักกันมาก ได้แก่ dioctylphthalate (DOP) ซึ่งเป็นสารอ่อนตัวที่สามารถแยกออกจากเนื้อพลาสติกได้ด้วยสารละลาย

สารที่ทำให้อ่อนตัวแบบความหนืดสูง ได้จากการรวมตัวของโมเลกุลของโมโนเมอร์หลายๆตัว โดยมี polyester เป็นฐาน อย่างไรก็ตามการเกาะตัวกันจะมีขนาดเล็กกว่าพอลิเมอร์ เนื่องจากเป็นโมเลกุลใหญ่จึงทำให้มีคุณสมบัติด้านอื่นๆ ดีขึ้น แต่ผลในการทำให้อ่อนตัวจะต่ำลง

2.3.1.1.1.2 สารทำให้เสถียร (Stabilizer)

ความร้อน รังสี ที่มีพลังงานสูง เช่น แสง UV ออกซิเจน รวมทั้งความชื้นมีส่วนทำให้พลาสติกเสื่อมสภาพ โดยจะทำให้เกิดการสลายตัวของพันธะของโซ่โมเลกุล ทำให้คุณสมบัติทางกลของพลาสติกเสื่อมลง เพื่อเป็นการป้องกันเหตุการณ์ดังกล่าวข้างต้น จำเป็นจะต้องผสมสารทำให้เสถียรลงในพลาสติก เช่น PVC ถ้าไม่มีสารทำให้เสถียรจะไม่สามารถหลอมเหลวเพื่อการขึ้นรูปได้ เนื่องจากอุณหภูมิสูงจะทำให้กรดเกลือ HCl ถูกแยกออกทำให้โซ่โมเลกุลถูกทำลาย โดยจะกลับมาทำปฏิกิริยาเป็น double bond จะถูกทำลายด้วยออกซิเจนได้ ซึ่งจะทำให้โซ่โมเลกุลสลายตัวได้

หน้าที่ของ heat stabilizer ที่ใช้กับ PVC ก็คือการป้องกัน HCl แยกตัวออกมา และรวมตัวเป็นก๊าซ HCl ซึ่งจะกลายเป็น catalyst ให้ HCl แยกตัวต่อไป

พลาสติกตัวอื่นๆ ก็คล้ายๆ กัน ถ้าไม่ใช้สารทำให้เสถียร แต่จะไม่รุนแรงเหมือน PVC ส่วนใหญ่ จะใช้สารทำให้เสถียรหลายตัวควบคุมกัน เช่น ใช้ทั้งป้องกันความร้อนและป้องกันแสงควบคู่ไปด้วย

ตัวอย่างกลุ่มสารทำให้เสถียรที่สำคัญได้แก่ สารประกอบของตะกั่ว สาร organophosphate สบู่โลหะ (metal soap) สารประกอบ epoxy สารประกอบ organic ของดีบุก สาร antioxidant สารประกอบ organic ของไนโตรเจน สาร UV-absorber

สาร antioxidant ที่ใช้สำหรับป้องกันการเกิด oxidation จะใช้เมื่อทำงานพลาสติกที่อุณหภูมิสูง เช่น การหุ้มสายเคเบิลด้วย PVC สำหรับ PP นั้นมีความจำเป็นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เพราะ PP มีแนวโน้มจะเกิด oxidation ได้ง่ายที่อุณหภูมิสูง

2.3.1.1.1.3 สารหล่อลื่น (Lubricant)

สารหล่อลื่นทำหน้าที่ลดการเสียดสีทั้งภายในและภายนอกของพลาสติก

การหล่อลื่นแบ่งออกเป็นหล่อลื่นภายในและหล่อลื่นภายนอก การหล่อลื่นภายในมีหน้าที่ทำให้โซโมเลกุลเสียดสีกันน้อยลง ซึ่งจะทำให้ความหนืดของพลาสติกเหลว (melt viscosity) ลดลง ตามหลักแล้วต้องใช้สารประกอบ polar เช่น low molecular glycerinester หรือสบู่โลหะ (metal soap)

สารหล่อลื่นภายนอกจะไม่รวมตัวกับพลาสติก โดยจะแยกตัวออกเป็นเหงื่อ ที่อุณหภูมิทำงานสูง และสร้างชั้นฟิล์มหล่อลื่นระหว่างพลาสติกเหลวกับผนังเครื่องจักรที่สัมผัส สารหล่อลื่นภายนอกใหญ่จะเป็นขี้ผึ้ง (wax) และกรดไขมัน (fatty acid)

2.3.1.1.1.4 สารสี (Colorant)

สารสีมีทั้งแบบละลายและไม่ละลาย ใช้สำหรับย้อมสีพลาสติก

สีที่ละลายจะเรียกว่าสารสี (colorant) ส่วนสีที่ไม่ละลายเรียกว่าสีฝุ่น (pigment) สีฝุ่นจะมีขนาดความละเอียดของเม็ดสีอยู่ระหว่าง 0.01 ถึง 1 μm

การแบ่งกลุ่มสียังแบ่งออกเป็น organic pigment และ inorganic pigment สี inorganic จะมีข้อยกเว้นในการใช้งานบางลักษณะเนื่องจากมีความแรงของสี (color intensity) ไม่สูง โดยปกติจะทนต่อแสงและความร้อนได้ดี

ตัวอย่างสี inorganic pigment

ขาว	:	titanium white, zinc white
เหลือง	:	chromium yellow, nickel-titanium yellow
น้ำเงิน	:	ultramarine blue, cobalt blue, manganese violets
แดง	:	molybdenum red, iron red
เขียว	:	chromium green, cobalt green
น้ำตาล	:	iron oxide brown
ดำ	:	carbon black, ironoxide black

สี organic จะมีความแรงของสีสูง แต่ไม่มีความคงทน ด้วยเหตุผลนี้จึงมีการผสมกับสี inorganic ในปริมาณตามที่ต้องการ เนื่องจากสี inorganic ทนอุณหภูมิได้ไม่สูง (ประมาณ 160°C) ดังนั้นในการใช้ผสมพลาสติกจึงใช้ได้ไม่เกิน 15% เนื่องจากสี inorganic มีส่วนผสมทางเคมีหลากหลายในทางการค้าจึงได้มีการกำหนดดัชนีสี (color index) เอาไว้เพื่อให้รู้ว่ามีส่วนผสมอะไรบ้าง

ตัวอย่างเช่น : pigment blue 15 = copperphthalocyanine

2.3.1.1.1.5 สาร Antistatic

สาร antistatic มีหน้าที่ลดความต้านทานไฟฟ้าที่ผิวของพลาสติก และขจัดไฟฟ้าสถิตจากการเสียดสีออกไป

สาร antistatic เป็นสารประกอบทางเคมีที่จะสามารถแยกตัวออกจากเนื้อพลาสติกไปอยู่ที่ผิวและดูดซับความชื้นจากอากาศฟิล์ม ความชื้นที่ผิวพลาสติกจะเป็นตัวป้องกันการเกิดไฟฟ้าสถิต ตัวอย่างสาร antistatic ที่ใช้กับพลาสติกชนิดต่างๆ รวมทั้งความเข้มข้นที่ใช้แสดงไว้ในตาราง

พลาสติก	สาร antistatic ที่ใช้ส่วนใหญ่	ขนาดความเข้มข้น
PE-LD/LLD	Ethoxylated alkylamines	0.05 – 0.15
	Fatty acid esters	1.00 – 2.00
PE-HD	Ethoxylated alkylamines	0.10 – 0.20
	Fatty acid esters	1.00 – 2.00
PP	Ethoxylated alkylamines	0.10 – 0.20
	Fatty acid esters	1.00 – 2.00
Rigid PVC	Alkylsulfonates	0.50 – 2.00
Plasticized PVC	Fatty acid esters	0.50 – 2.00
	Alkylsulfonates	0.50 – 1.50
PS	Ethoxylated alkylamines	0.50 – 1.00
	Alkylsulfonates	1.50 – 2.00
	Fatty acid esters	1.00 – 2.00
Abs	Ethoxylated alkylamines	0.50 - 1.00
	Alkylsulfonates	1.00 – 2.00

สารทำให้เกิดโฟม (Foaming Agent)

ในการทำให้พลาสติกฟูเป็นโฟมจะต้องใช้สารช่วยทำให้เกิดโฟม ซึ่งอาจจะเติมลงไปขณะที่ทำการผลิตพลาสติก หรือจะเติมระหว่างกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกก็ได้

สารทำให้เกิดโฟมจะเกิดเป็นไอที่อุณหภูมิหนึ่ง ซึ่งเมื่อเติมลงไปพลาสติกจะทำให้เกิดฟองก๊าซในขณะที่พลาสติกอ่อนตัว หรือหลอมเหลว (physical foaming agent) หลังจากพลาสติกแข็งตัว โครงสร้างของโฟมจะยังคงฝังอยู่ในเนื้อพลาสติก

ตัวอย่างสารทำให้เกิดโฟมทางฟิสิกส์คือ

	อุณหภูมิกลายเป็นไอ
Patane	30 – 38 °C
Hexane	60 – 70 °C
Hydrochlorofluorocarbon	23 – 47 °C

สารทำให้เกิดโฟมในทางเคมีจะสลายตัวที่อุณหภูมิกึ่งที่อุณหภูมิหนึ่ง โดยจะทำให้เกิดก๊าซขึ้น เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และ/หรือก๊าซไนโตรเจน

สารทำให้เกิดโฟมทางเคมีที่นำมาใช้มากได้แก่ azodicarbonamide ซึ่งจะทำให้การผสมสาร kicker ลงไป จะทำให้สามารถปรับอุณหภูมิและความเร็วในการสลายตัวได้อย่างกว้างขวาง การเติมส่วนผสม foaming agent-kicker จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิการทำงานของพลาสติก

สารต้านการติดไฟ (Flame Retardant)

ด้านโครงสร้างทางเคมีของพลาสติก จะเห็นได้ว่าพลาสติกติดไฟได้ แต่จะติดได้มีมากน้อยต่างกันขึ้นอยู่กับขอบข่ายของการใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในงานก่อสร้าง และในการสร้างรถยนต์จะมีข้อกำหนดเกี่ยวกับพลาสติกที่ใช่ว่าจะต้องเป็นชนิดป้องกันการติดไฟเอาไว้

โดยการเติมสารเฉพาะบางชนิดลงไปในพลาสติกจะได้ผลที่ต้องการดังนี้

- ปกคลุมป้องกันออกซิเจนเข้าไปในตำแหน่งที่ไฟไหม้
- ทำให้เกิดการสลายตัวของพลาสติก
- มีผลต่อกลไกการเผาไหม้

สารประกอบ Halogen ของคลอรีน และ Bromine แสดงให้เห็นถึงผลดังกล่าว โดยสารประกอบที่มี bromine อยู่ด้วยจะมีผลดีกว่ามาก นอกจากนี้ยังมีการใช้สารประกอบฟอสฟอรัส และอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของสารประกอบ Halogen antimontrioxide อีกด้วย

2.3.1.1.2 สารเสริมประเภทเพิ่มเนื้อ (fillers)

สารเพิ่มเนื้อ หมายถึง สารเสริมที่อยู่ในรูปของของแข็ง ซึ่งมีโครงสร้างแตกต่างจากพลาสติก ซึ่งโดยปกติจะเป็นสารอนินทรีย์ สารเพิ่มเนื้อเฉื่อย (insert fillers) จะช่วยเพิ่มปริมาณ และลดต้นทุน ส่วนสารเพิ่มเนื้อที่แอกทีฟ (active fillers) จะทำให้คุณสมบัติทางกล หรือทางกายภาพดีขึ้น จึงเรียกว่าสารเสริมแรง (reinforcing) นั่นคือจะช่วยให้การทนต่อแรงดึง (tensile strength) และแรงดัด (flexural strength)

2.3.1.1.2.1 คุณสมบัติของสารเพิ่มเนื้อและสารเสริมแรง

ข้อแตกต่างที่สำคัญของสารเพิ่มเนื้อและสารเสริมแรงคือ สารเสริมแรงมีส่วนทำให้ modulus of elasticity และ stiffness สูงขึ้น แต่สารเพิ่มเนื้อมีผลในเรื่องนี้น้อย การใช้สารเพิ่มเนื้อไม่ว่าจะเป็นแบบเม็ดกลม เช่น ซอล์คหรือ เม็ดแก้ว ไม่สามารถจะทำให้มี stiffness มากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงมากขึ้นได้เหมือนกับแบบเส้นใยเสริมแรง (fiber reinforcement) สำหรับการเสริมที่เป็นเกร็ด เช่น talc หรือ mica จะช่วยให้ค่าต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วเพิ่มขึ้น การใช้สารเพิ่มเนื้อจะทำให้คุณสมบัติของเทอร์โมพลาสติกเปลี่ยนไปดังนี้คือ

- เพิ่มความหนาแน่น
- เพิ่ม modulus of elasticity เช่นเดียวกัน compressive และ flexural strength (stiffening)
- การหดตัวลง
- เพิ่มความแข็งและทำให้คุณภาพของผิวดีขึ้น
- เพิ่ม heat deflection temperature และลดคุณสมบัติทางกลเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น โดยทั่วไปแล้วจะไม่ทำให้คุณสมบัติทางกล และทางกายภาพดีขึ้นเมื่อเทียบกับเนื้อพลาสติกบริสุทธิ์
- ลดต้นทุน

การใช้สารเสริมแรง (reinforcing materials) จะช่วยให้คุณสมบัติเหล่านี้ของเทอร์โมพลาสติกดีขึ้น

- เพิ่ม tensile strength และ tensile stress at break รวมทั้ง compression และ shear strength
- เพิ่ม modulus of elasticity และ stiffness

- เพิ่ม heat deflection temperature ลดค่าคุณสมบัติทางกล เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น
 - ลดการหดตัว
 - ช่วยแก้ไข snoop behavior และ bend-creep modulus ลด viscoelastic yield under load
- เพิ่ม impact strength ได้บางส่วน

2.3.1.1.2.2 ข้อพิจารณาในการใช้สารเพิ่มเนื้อและสารเสริมแรงในเทอร์โมพลาสติก

การพิจารณานำเอาสารเพิ่มเนื้อมาใช้ต้องคิดถึงแง่มุมต่างๆ เช่น

- การกระจายตัวของสารในเนื้อพลาสติกจะต้องดีมาก
- การใส่ลงไปแล้วจะต้องตกแต่งผิวให้สวยงามได้ เช่นการพิมพีสี หรือติกาต่างๆ
- การกระจายตัวและการยึดเกาะกันดีของโครงสร้างพลาสติก
- การเสียดสีของสารกับเครื่องจักร
- คุณสมบัติต่างๆของพลาสติกเมื่อผสมแล้ว
- ปัญหาความปลอดภัยเนื่องจากฝุ่นละออง เป็นต้น
- ราคา

ข้อพิจารณาที่สำคัญของการใช้สารเพิ่มเนื้อและการเสริมแรง ก็คือ ราคา การเสริมแรงให้กับพลาสติกจะกระทำเมื่อต้องการคุณสมบัติทางกล หรือต้องการลดต้นทุน เมื่อเปรียบเทียบกับพลาสติกที่ไม่เติมสารเสริมแรง หรือเมื่อไม่สามารถทำให้ได้คุณสมบัติจำเพาะโดยรวมโดยวิธีอื่นๆ แล้ว ความต้องการด้านคุณสมบัติของสารเพิ่มเนื้อและสารเสริมแรงสำหรับใช้งานเฉพาะ รวมทั้งผลที่เกิดขึ้นต่อคุณสมบัติของการผสม สรุปไว้ในตาราง

คุณสมบัติที่ต้องการในการผสม	คุณสมบัติที่ต้องการจากสารเสริมเนื้อ/สารเสริมแรง
ผลกระทบต่อกระบวนการผสม	
การเก็บสารเพิ่มเนื้อไว้โดยการทำเม็ดผสมได้ดี	มีการดูดความชื้นน้อย และมีความหนาแน่นของผงสูง (high bulk density)
สามารถทำเม็ดผสมได้ดี	มีขนาดของผงใกล้เคียงกัน สามารถยึดจับโครงสร้างของพลาสติกได้ดี ไม่มีการชาร์จไฟฟ้าสถิต มีพฤติกรรมในการกระจายตัวดี ไม่มีการหักหรือบดให้เส้นเริ่มสั้นลง
มีความเหนียวระหว่างทำการผสม	เม็ดผงจะต้องกลมที่สุดเท่าที่จะเป็นได้ มี ส.ป.ส. ผิวจำเพาะต่ำ และมีความดูดชื้นน้อย, มีพลังงานที่ผิวต่ำ (low surface energy)
ใช้ความเร็วในการผสมสูงได้	มีความร้อนจำเพาะต่ำ มีการนำความร้อนได้ดี
ผลต่อกระบวนการผลิต	ต้องมีความร้อนจำเพาะต่ำ เป็นตัวนำความร้อนดี ขยายตัว
การหดตัวน้อย	เนื่องจากความร้อนน้อย มีการกระจายตัวในเนื้อพลาสติกดี มีการยึดจับพลาสติกดี
มีความเค้นภายในน้อย	มีความแข็งต่ำ ขนาดเล็ก เล็ดผงกลม มีความคงทนต่อความร้อนที่เกิดจากสารปรับผิว (surface treatment agent) ที่อาจจะใช้
ไม่ร้าว	
ถอดออกจากพิมพ์ได้ง่าย	
ไม่มีปัญหาในการเสียดสีกับเครื่องจักร	
คุณสมบัติพิเศษของพลาสติกผสม :	
คุณสมบัติทางกล :	
มี tensile strength และ elongation สูง	มีความแข็งแรงสูงเมื่อเทียบกับเนื้อพลาสติก มีอัตราส่วน length/diameter ratio สูง และมีการยึดจับพลาสติกดี ในกรณีใยเสริมแรง มีการกระจายตัวในเนื้อพลาสติกดี
มี flexural strength สูง	ต้องมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับ high tensile strength โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องมีผิวเรียบ
มี compressive strength สูง	มีการยุบตัวน้อยเมื่อถูกอัด ขนาดเล็ก เม็ดผงกลม สำหรับ partial crystalline polymers
มี modulus of elasticity สูง	มีอัตราส่วน length/diameter สูงเมื่อเทียบกับเนื้อพลาสติก จับยึดกับเนื้อพลาสติก

คุณสมบัติที่ต้องการในการผสม	คุณสมบัติที่ต้องการจากสารเพิ่มเนื้อ/สารเสริมแรง
ทนต่อแรงกระแทกดี	เส้นใยยาว ต้องไม่ยึดจับโครงสร้างของพลาสติกอย่างสมบูรณ์
ทนต่อการรับ load ได้ระยะเวลานาน	มีการจับยึดกับโครงสร้างของพลาสติกถาวร ไม่มีสารกัดกร่อนปะปนอยู่ในสารเติมเนื้อ มีขนาดเล็ด เม็ดกลมจะช่วยให้ชิ้นงานมีผิวเรียบ
มีความแข็งแรงมาก	มีความแข็งแรงมาก มีการกระจายตัวของสารเหมาะกับความต้องการในการอัด
มีการขัดสีต่ำและมีคุณสมบัติในการลื่นตัวดี	ความแข็งต่ำ มีคุณสมบัติในการลื่นตัว
มีความหนาแน่นสูง	ความหนาแน่นสูง และมีคุณสมบัติในการอัดตัวดี

เป็นที่แน่ชัดแล้วว่าการใช้สารเสริมแรงและสารเพิ่มเนื้อพลาสติกมีความสำคัญมากขึ้นทุกวัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำพลาสติกมาใช้งานด้านเทคนิควิศวกรรมมีการขยายตัวอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งก็เป็นส่วนที่ได้กำไรในตัว เมื่อใช้พลาสติกจำนวนมาก

เทอร์โมพลาสติกกลุ่มที่ใช้สารเสริมแรงมากตามลำดับ คือ

- Polyamide
- Polyolefins
- Polystyrenes
- Polyacrylates
- Polyacetal

งานที่ใช้พลาสติกเสริมแรงมากตามลำดับคือ

- อุตสาหกรรมรถยนต์
- อุตสาหกรรมของใช้สำนักงานและเครื่องเขียน
- อุตสาหกรรมไฟฟ้า

ต่อไปนี้เป็นคุณสมบัติของสารเพิ่มเนื้อและสารเสริมแรงที่นำมาใช้เติมพลาสติกอย่างแพร่หลาย

2.3.1.1.2.3 แคลเซียมคาร์บอเนต

แคลเซียมคาร์บอเนตเป็นสารธรรมชาติเกิดจากการตกตะกอนของหินในทะเล เปลือกหอยและโครงกระดูกของสัตว์น้ำ

สารที่นำมาใช้เพิ่มเนื้อพลาสติกมี 3 ลักษณะ คือ ซอล์ค หินปูน (limestone) และหินอ่อน (marble) ส่วนสารประกอบของแคลเซียมคาร์บอเนตที่ใช้กับเทอร์โมพลาสติก มีดังนี้คือ

CaCo ₃	98.5 – 99%
MgCo ₃	ไม่เกิน 0.5%
FeO ₃	ไม่เกิน 0.2%
Al-silicate (colloidal)	ไม่เกิน 1.0%
ความชื้น	ไม่เกิน 0.2%
Mohs hardness	3

องศาความขาว	85 – 95%
ค่า pH	9.0 – 9.5%
Oil absorption	9 – 21 g/100 g powder
DOP number	9 – 33 g/100 g powder
พื้นที่ผิวจำเพาะ	1 – 15 m ² /g

การพิจารณาเลือกใช้แคลเซียมคาร์บอเนต เป็นสารเพิ่มเนื้อให้กับเทอร์โมพลาสติกนั้น ไม่ใช่พิจารณาเพียงแค่ว่าค่าอย่างเดียว แต่จะต้องคิดถึงแหล่งที่มา ความบริสุทธิ์ทางเคมี เช่น ปริมาณของสิ่งปนเปื้อน การเตรียมรวมทั้งผิวสำเร็จของแคลเซียมคาร์บอเนตด้วย โดยปกติจะต้องมีการปรับผิว หรือเคลือบ (coating)

ผงแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นสารเพิ่มเนื้อที่สำคัญที่ใช้กับพลาสติก ผงชนิด ultrafine ground จะใช้ร่วมกับ PVC สารเพิ่มเนื้อเป็นการ (inert) มีความสำคัญในทางสมดุลระหว่างราคาต่ำกับคุณสมบัติทางกล แคลเซียมคาร์บอเนตคุณภาพสูงจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- มีความบริสุทธิ์ทางเคมีสูง ไม่มีโลหะหนักเจือปนที่จะเป็นตัวเร่งก่อนให้เกิดการเสื่อมสภาพของพอลิเมอร์
- ไม่มีแนวโน้มในการรวมตัวเป็นกลุ่มก้อน
- มีพื้นที่ผิวจำเพาะต่ำ ไม่ดูดซึม plasticizers และ additives อื่นๆ
- มีองศาความขาวสูง สามารถใช้แทนสีขาว ซึ่งราคาแพงได้บางส่วน
- สามารถใช้กับสีได้หลายสีถึงแม้จะใช้แคลเซียมคาร์บอเนตในเปอร์เซ็นต์สูง
- ไม่ขัดสี ทำให้เครื่องจักรสึกหรอเร็ว (mohs hardness ~3)
- กระจายตัวได้ดี (โดยเฉพาะ coated grade) และมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติทางกลและทางไฟฟ้าของชิ้นงานชิ้นสุดท้ายน้อย
- เพิ่มความคงตัว (stiffness) และ modulus of elasticity
- ลดการหดตัวและมี color fastness สูง
- ช่วยปรับปรุงผิวของชิ้นงาน
- มีการ plate-out ต่ำ
- เพิ่ม impact strength โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้ coated grade
- ปรับปรุงความเสถียร และทนต่อการเสื่อมสภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้ coated grade
- ไม่เป็นพิษ ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ทนต่อความร้อนได้ถึง 600°C
- ราคาต่ำ

2.3.1.1.2.4 แคลเซียมคาร์บอเนตที่ได้จากการเตรียมหรือสังเคราะห์

แคลเซียมคาร์บอเนตที่ได้จากการเตรียม หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า CCP (calcium carbonicum precipitatum) จะมีคุณสมบัติดังนี้

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง	ประมาณ 0.004 – 0.07 μm
องศาความขาว	95 – 95 %
ดูดซับน้ำมันได้	35 – 40 g/100 powder
สัมประสิทธิ์ผิว	32 – 40 m ² /g

คุณสมบัติแคลเซียมคาร์บอเนตที่ได้จากการเตรียม จะมีความพิเศษอยู่ตรงที่มีผลขนาดเล็กมาก มีองศาความบริสุทธิ์สูง กระจายตัวได้ดีในโครงสร้างพลาสติก มีใช้บ่อยในเทอร์โมพลาสติก เช่น PVC เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- เพิ่ม impact strength (โดยเฉพาะ plasticized PVC)
- ชิ้นงานมีความมันวาวสูง
- มี elongation at break สูง ด้านทานการขยายตัวของรอยฉีกขาด และ tensile strength สูง
- มี modulus of elasticity สูง
- ลดการ plate-out
- ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ

เมื่อเทียบกับแคลเซียมคาร์บอเนตจากธรรมชาติ แคลเซียมคาร์บอเนตที่ได้จากการเตรียมจะมีข้อเสียเปรียบ ดังนี้

- ราคาสูงกว่า
- เนื่องจากพื้นที่ผิวมากกว่าแรงเฉือน ในกระบวนการผลิตจะสูงกว่า ดังนั้นไม่สามารถเติมได้ในจำนวนมากได้
- ดูดซับ plasticizer และ lubricants สูงกว่า

2.3.1.1.2.5 โดโลไมต์ (dolomite)

Dolomite เป็นสารคาร์บอเนตคู่ (double carbonate) คืออยู่ในรูปของแคลเซียมและแมกนีเซียม $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ มีความบริสุทธิ์ 98 – 99.5% ผง dolomite ที่ปัดมาใช้เป็น filler เกรดสูง มีลักษณะเป็นผลึก มีส่วนผสมดังนี้

CaCO_3	54.0%
MgCO_3	45.6%
$\text{Al}_2\text{N}_2\text{O}_3$	0.03%
Fe_2O_3	0.2%
ความหนาแน่น	2.85 g/cm ³
Mohs hardness	3
องศาความขาว	85 – 95%
Lerepho green filter. MgO	= 100%
pH	10
พื้นที่ผิวจำเพาะ	1 – 10 m ² /g
การดูดซับน้ำมัน	13 – 20 g/100 g powder

การใช้ dominate ในเทอร์โมพลาสติก ผง dominate ใช้ในลักษณะคล้ายๆ กับผงแคลเซียมคาร์บอเนต โดยมีการกระจายตัวในเนื้อพลาสติกดีและทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศได้ดี และมีองศาความขาว (degree of whiteness) สูง อย่างไรก็ตาม เกลือแมกนีเซียมดูดซับน้ำได้มากกว่าเกลือแคลเซียม จึงทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศได้น้อยกว่าแคลเซียมคาร์บอเนต นอกจากนี้ dominate ยังมีการเสียดสีทำให้สีกร่อนได้มากกว่าแคลเซียมคาร์บอเนต

2.3.1.1.2.6 ซิลิเกต (Silicate)

1. ไยแก้ว (fiber glass) ในทางวิศวกรรมมีแนวโน้มที่จะใช้วัสดุที่เบา แต่มีความแข็งแรงสูงมากขึ้น รวมทั้งทนต่อการกัดกร่อน พลาสติกส่วนใหญ่ความแข็งแรงโดยเฉพาะอย่างยิ่ง stiffness จะไม่ค่อยสูง เพื่อให้พลาสติกมีคุณสมบัติในด้านความแข็งแรงสูงขึ้น จนเป็นที่ยอมรับได้ทางเทคนิคและเศรษฐศาสตร์จึงจำเป็นต้องเติมวัสดุ เช่น เส้นใยเสริมแรงต่างๆ ลงในพลาสติก ไยแก้วเป็นวัสดุที่ใช้เสริมแรงพลาสติกที่สำคัญ

เกรดของแก้ว (glass grade)

- A-glass :เป็นใยแก้วที่มี alkali ผสมอยู่ แบบมีหรือไม่มี boron ละลายอยู่ใน alkali ใช้กับชิ้นงานที่ไม่ต้องการความแข็งแรงสูงมาก ไม่สัมผัสความชื้น ส่วนใหญ่ใช้ในงานวิศวกรรมที่ใช้ภายในอาคาร
- D-glass :เป็น dielectric grade ใช้เป็นวัสดุฉนวนไฟฟ้าเท่านั้น
- E-glass :เป็นชนิดที่ใช้ทั่วไป เป็น aluminum boron-silicate glass ชนิดนี้จึงต้องมีปริมาณ Alkali oxide ไม่เกิน 0.8% ละลายในกรดได้ดีมาก ละลายใน alkali ใช้ในอุตสาหกรรมไฟฟ้า
- M-glass :เป็นแบบ high modulus ใช้กับชิ้นงานที่ต้องการความแข็งแรงสูงมาก
- R-glass :ระบบ SiO₂/Al₂O₃/MgO ชนิดที่มีความแข็งแรงสูงมากและทนความร้อนสูง
- S-glass :เป็นระบบความแข็งแรงสูงเป็นพิเศษ ใช้ในอุตสาหกรรมยานและจรวด

.ใยแก้วทอ แก้วที่ใช้เทคนิคประกอบด้วย oxidic network former และ silicon, boron หรือ aluminum เป็นวัสดุโครงร่าง โดยการหลอมวัสดุธรรมชาติมาทำเป็นเส้นใยแก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 – 20 µm นำมาทอเปียผืนลักษณะต่างๆ

ใยแก้วที่แตกต่างกันมีความหนาแน่น refractive index และความทนต่อสารเคมี คุณสมบัติที่สำคัญของแก้วชนิดต่างๆ แสดงไว้ในตารางดังนี้

คุณสมบัติ	E-glass	D-glass	A-glass	R-glass	S-Glass	M-glass
ความหนาแน่น (g/cm ³)	2.54	2.16	2.5	2.5	2.49	2.89
ความแข็งแรงของเส้นใยเดี่ยว(N/mm ²)	3,500	3,450	2,900	4,750	4,900	3,500
Modulus of elasticity (N/mm ²)	60,000	55,000	73,000	124,000	83,000	87,000

ใยแก้วจะทนต่อสารเคมีได้ดีพอประมาณ ทนความร้อนได้ถึง 650°C มีความแข็งแรงสูง ยืดหยุ่นได้ดี ข้อเสียของการเสริมแรงด้วยใยแก้วคือ จะเพิ่มความเปราะ

2. สารช่วยการจับยึด (coupling agents) ผิวของแก้วโดยปกติจะไม่จับกับพลาสติก เพื่อให้การเสริมแรงเป็นไปได้ต้องให้แก้วยึดติดกับพลาสติกได้ดี ซึ่งจะทำให้ได้โดยใช้สารช่วยจับยึด ส่วนใหญ่จะเปะสารอินทรีย์ ทำปฏิกิริยากับผิวของแก้ว และส่วนที่เป็นสารอินทรีย์ที่จะทำปฏิกิริยา หรือเข้ากับเนื้อพลาสติกได้ดี

สารช่วยจับยึดที่เรียกว่า silicates หรือ silica ประกอบด้วยสารกลุ่ม silanol (SI-OH) พลาสติกที่จะต้องเสริมแรงสามารถแยกแยะได้ดังนี้

- Chrome complexes
- Silanes
- Titanates
- Coupling agents อื่นๆ

Chrome complexes เป็นสารที่ช่วยจับยึดตัวแรกๆ ที่มีใช้ โดยมีชื่อทางการค้าว่า volan ปัจจุบันถูกแทนที่ด้วย silanes เป็นส่วนใหญ่ ที่ใช้มากได้แก่ผลิตภัณฑ์ fiber-glass ที่ใช้ unsaturated polyester

Silanes ในปัจจุบันใช้กันมากในงานเสริมแรงเทอร์โมพลาสติกด้วยใยแก้ว โดยการเคลือบใยแก้วด้วย silanes ที่ใช้โดยทั่วไปอยู่ในรูปของ tetrafunctional molecules ซึ่งมีสูตรทั่วไปว่า YR-Si(OR)₃

Silanes ที่ใช้กันเป็นส่วนใหญ่ในปัจจุบัน แสดงไว้ในตารางดังต่อไปนี้

การเลือก silanes ในงานลักษณะต่างๆ

Silane	พลาสติก
Vinyl-triethoxysilane	ใช้กับ unsaturated polyesters
Vinyl-tris (2-methoxy) silane	Polyolefins, PVC, Ps, ABS
Mehtacyloxypropytrimethoxy sinane	SAN, PMMA
Aminopropyltriethoxy silane	epoxy, phenolic and melamine, resins, PA, PUR, PP, PE, PMMA PC
Glycidoxytriethoxy silane	epoxy, phenolic smd melamine, resin, unsaturated, polyester, PUR, PVC, PC, PS, ABS, SAN, PA PP, PE, polysulfides
mecraptopropyltrimethoxy	phonolic and epoxy resins, PVC PS, EPDM, polysulfides, polysulfons

ไม่มีการดูดซึมสารเคมีระหว่าง silane กับผิวของ alkaline filler (alkaline-earth carbonates, metallic oxides and hychoxides) นอกจากนั้น silane จะถูกทำลายโดยผิวของ alkaline ดังนั้นการใช้งานถึงห้ามใช้กับผิวของ filler ที่มีกลุ่ม OH อยู่ด้วย

Titanate ใช้เช่นเดียวกับ silanes tetanate เป็น trefunctional compound ซึ่งพัฒนาโดย Kenrich Petrochemical Inc. Bayonne. NJ, USA ผลการใช้คล้ายกับ silane แต่ใช้กับ filler ที่มีกลุ่ม OH อยู่ด้วย แต่ปริมาณใช้น้อยกว่า silanes มาก

3. การใช้ fibre-glass ในเทอร์โมพลาสติก เทอร์โมพลาสติกเสริมแรงด้วย fiber-glass มีวิธีการผลิตอยู่ 2 วิธี กรรมวิธีแรกเป็นการเคลือบเส้นใยแก้วในพลาสติกเหลว เมื่อแข็งตัวแล้วนำมาตัดเป็นเม็ด ลักษณะคล้ายๆ แท่งหลอดตัด ซึ่งมีการ orientation จะเป็นไปตามแนวยาวของเส้นใย กรรมวิธีที่สอง โดยการ blend พลาสติกในรูปผง (powder) กับใยแก้วตัดสั้นไว้แล้ว แล้วนำไป extrude และตัดเป็นเม็ดเม็ด ในยุโรปส่วนใหญ่จะทำเม็ดพลาสติกเสริมใยแก้วออกจำหน่าย ในสหรัฐอเมริกาจะมีการนำเอาเม็ดพลาสติกและใยแก้วมาผสมและใส่ลงใน hopper ใยแก้วที่ใช้เสริมแรงเทอร์โมพลาสติก และ thermosetting จะเป็นแบบ E-Glass แบบไม่มี alkali ซึ่งมีคุณสมบัติทางไฟฟ้าดีกว่า A-glass

ใยแก้วเส้นสั้นจะกระจายตัวได้ดีในเนื้อพลาสติกและสามารถนำออกจาก sprue ได้ง่าย ในระหว่างการผลิต ซึ่งมีความสำคัญมากสำหรับแม่พิมพ์แบบ single gating และ multi-gating นอกจากนี้เม็ดพลาสติกที่ผสมใยแก้วสั้นจะมีราคาถูกกว่าแบบเส้นใยยาว แต่มีข้อเสียเมื่อเทียบกับเส้นใยยาว เช่น ทนต่อแรงกระแทกได้น้อยกว่า heat deflection ต่ำว่า 5-6°C นอกจากนี้ flexural strength สูงขึ้นเป็นสองเท่า modulus of elasticity เพิ่มขึ้นเป็น 3 เท่า สัมประสิทธิ์การขยายตัวตามเส้นและการหดตัวลง 3 เท่า อย่างไรก็ตาม notched impact strength จะลดลงบ้าง

ผลดีของการเสริมด้วยใยแก้ว

การเสริมแรงด้วยใยแก้วจะมีเหตุผลตามคุณสมบัติต่อไปนี้

- อัตราส่วน ความยาว/เส้นผ่านศูนย์กลาง ใยแก้วจะต้องมาก
- เส้นใยควรจะเรียงตัวกันในแนวยาว
- ต้องมีการจับยึดกันระหว่างใยแก้วกับเนื้อพลาสติกอย่างเหมาะสม (ขนาดและสารช่วยจับยึด)

- การอบผิวของใยแก้วให้ทั่วถึง ทำได้โดยการ blending ซึ่งอาจจะทำให้เส้นใยสั้นลงและได้คุณสมบัติของเส้นใยสั้นในที่สุด

การเสริมแรงด้วยใยแก้วจะได้ค่า strength และ stiffness สูงสุด แต่จะลดลงถ้าเติมใยแก้วมากเกินไป ทำให้การจับยึดระหว่างใยแก้วกับเนื้อพลาสติกเกิดช่องว่างขึ้น ดังนั้นจึงควรใส่ในปริมาณที่ยอมรับได้

การเสริมแรงด้วยใยแก้วของเทอร์โมพลาสติกประกอบด้วยคุณสมบัติที่ดีของพลาสติกกับ inorganic glass ซึ่งคุณสมบัติอาจเข้าใกล้คุณสมบัติของโลหะมาก ใยแก้วอาบโลหะอะลูมิเนียมจะช่วยเป็นตัวนำไฟฟ้าได้ดีขึ้น

คุณสมบัติที่ดีขึ้นเนื่องการเสริมแรงด้วยใยแก้ว (20 ถึง 40%)

- เพิ่ม tensile, compressive and flexural strength เช่นเดียวกัน modulus of elasticity
- การเพิ่มขึ้นของ stiffness และ flexural modulus มีความสำคัญในการใช้งานทางวิศวกรรม
- เพิ่ม tensile stress at break ในกรณีของพลาสติกเปราะ และเพิ่ม notched impact strength ที่มีอุณหภูมิต่ำ ซึ่งถ้าเป็นพลาสติกไม่เสริมแรงค่านี้อาจจะลดลงไม่มาก
- ค่า ส.ป.ส. การขยายตัวตามเส้นเมื่อความร้อนลดลง และการหดตัวลง มีความคงขนาดดีมากยิ่งขึ้น
- Heat deflection temperature สูงขึ้น
- ลดเสียงต่างๆที่มีความสั่น (vibration)
- กำหนดค่า flexibility ได้

2.3.1.1.1.2.7 แอสเบสทอส (asbestos)

แอสเบสทอสเป็นกลุ่มวัสดุเส้นใยที่เป็นเส้นใย เช่น hydrated Mg และ Na silicate ซึ่งจะไม่กำหนดว่าเป็นวัสดุใดโดยเฉพาะ คำว่าแอสเบสทอสเป็นชื่อทางการค้าซึ่งประกอบด้วยเส้นใยของสินแร่ชนิดต่างกัน เส้นใยแอสเบสทอสชนิดไม่ติดไฟเป็นแบบผลึกเดี่ยว และเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ภายใต้อุณหภูมิและความดันและอุณหภูมิเฉพาะอันหนึ่ง แอสเบสทอสแบบเส้นใยยาวจะใช้ลักษณะเป็นเส้นหรือเป็นเชือก แบบเส้นใยสั้นใช้เป็น filler และใช้เป็นตัวปรับเหน็ด

แอสเบสทอสที่ใช้กันมากมี 6 ชนิดคือ

- Chrysolite เป็นแบบสีขาว มีใช้มากที่สุดคือ ประมาณ 90% ของแอสเบสทอสที่มีใช้ทั้งหมด มีคุณสมบัติอ่อน ยืดหยุ่น มี refractive index ต่ำ และมีประจุบวก (positive charge) เส้นใยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำกว่า $30 \mu\text{m}$ ทนต่อแรงดึงได้ $500 - 1,000 \text{ N/mm}^2$ (ลวดเหล็กประมาณ 1100 N/mm^2 ใยแก้ว E-glass ประมาณ 1500 N/mm^2) เส้นใยยาวจนถึง 500 มิลลิเมตร ไม่ทนกรดแต่ทนด่างได้ดีมาก ความแข็งแรงใกล้เคียงกับแก้ว (2.5 - 4.0 mohs)
- Crocidolite ในปัจจุบันนิยมใช้กันมากขึ้น มีโครงสร้างเหมือนเข็ม ทนต่อแรงดึงเทียบเท่า chrysolite ทนกรดและด่าง คุณภาพเทียบเท่า E-glass
- นอกจากนี้ยังมี anthophyllite, tremolite, actinolite และ amosite ซึ่งไม่ค่อยนำมาใช้กับเทอร์โมพลาสติก

การใช้แอสเบสทอสเสริมแรงเทอร์โมพลาสติก

แอสเบสทอสใช้เป็นทั้งสารเพิ่มเนื้อและสารเสริมแรงเทอร์โมพลาสติกซึ่งมีข้อดีและข้อเสียคือ

1. เมื่อใช้เป็นเส้นใยเสริมแรง

ข้อดี : มี modulus of elasticity สูง tensile strength สูง ความคงทนขนาดภายใต้อุณหภูมิสูงดี และในสภาพปกติมี creep tendency ต่ำ ทนต่อสารเคมีและมีความแข็งแรงสูง

ข้อเสีย : ทำให้อุณหภูมิการหลอมละลายของพลาสติกสูงขึ้น ทนต่อไฟฟ้าได้ต่ำลง มีการเสียดสีสูง ทนต่อแรงดึงได้น้อย และทำให้พลาสติกบางตัวทนความร้อนได้น้อยลง

2. เมื่อใช้เป็นสารเพิ่มเนื้อ

ข้อดี : ราคาต่ำลง มี flexural strength สูงขึ้น ดูดกลืนน้ำได้น้อยลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพลาสติก มีความคงทนภายใต้ความร้อนสูงขึ้น ทนต่อสารเคมีดีขึ้น

ข้อเสีย : ทนแรงกระแทกได้น้อยลง มีสีของแอสเบสตอสติด ผสมกับพลาสติกได้ยาก ต้องใช้ stabilizer มาก

ข้อดีของเส้นใยแอสเบสตอสใช้กับเทอร์โมพลาสติกเมื่อเทียบกับใยแก้ว คือ จะมีค่า stiffness สูงกว่าถึงสองเท่าที่ระดับความทนต่อแรงดึง (tensile strength) เดียวกัน อันตรายที่จะเกิดจากฝุ่นของ แอสเบสตอสมีมาก ควรเลือกใช้เกรดที่ไม่เกิดฝุ่น

2.3.1.1.1.2.8 Talc

Talc เป็น hydrate magnesium silicate ซึ่งมีสูตร $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ เกิดในธรรมชาติ ซึ่งมีรูปทรงของผงอยู่ 4 ลักษณะคือ เป็นเส้นใย เป็นแผ่น เป็นทรงเข็ม และเป็นแบบ modular ที่นำมาใช้ทางการค้ามีแบบเดียวคือ แบบแผ่น (lamellar) ซึ่งมีส่วนประกอบโดยประมาณคือ

SiO ₂	40 – 62%
Al ₂ O ₃	0.2 – 11%
Fe ₂ O ₃	0.1 – 1.5%
FeO	0.1 – 6%
CaO	0.3 – 1%
MgO	30 – 33%
H ₂ O	16 – 17%
pH	8.6 – 9.9
การดูดกลืนน้ำมัน	28 – 51 g/100 g powder (ขึ้นอยู่กับชนิดของผง)
ความหนาแน่น	2.9 g/cm ³

การใช้ talc กับเทอร์โมพลาสติก

การใช้ talc ในเทอร์โมพลาสติกในปัจจุบันจะเลือกใช้เฉพาะงานที่ต้องการ stiffness สูงเป็นอันดับแรก ซึ่ง stiffness จะไม่ขึ้นอยู่กับปริมาณที่เติมแต่อย่างใด แต่จะขึ้นอยู่กับความละเอียดของผง และส่วนผสมต่างๆทางเคมีของ talc ด้วย

เมื่อเทียบกับ silicate ตัวอื่นๆ คุณสมบัติทางกลของการผสม talc ยังไม่ดีเท่าที่ควร

การผสม talc ในเทอร์โมพลาสติกจะช่วยให้คุณสมบัติเหล่านี้ดีขึ้น

- เพิ่ม stiffness, flexural modulus และ modulus of torsion
- เพิ่ม flexural strength
- ลด creep tendency ถึงแม้ว่าอุณหภูมิจะสูงขึ้น
- ทำให้ heat deflection temperature สูงขึ้นและมีความคงทน
- ลดการหดตัวและบิดงอพร้อมกันนี้ยังทำให้สัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนสูงลดลง

- เป็นตัวนำความร้อนที่ดี
- เพิ่มความแข็งแรงที่ผิวของชิ้นงาน

ข้อเสีย

- ลด tensile strength และ elongation at break
- ลดการทนต่อแรงกระแทก เพิ่มความเปราะ
- ลด melt index ของพลาสติกที่ผสม
- ลดความแรงของแนวเชื่อมประสาน
- ทำให้ shade สีเปลี่ยนแปลง เนื่องจากสีของแอสเบสตอส
- ไม่เหมาะสำหรับชิ้นงานที่สัมผัสกับอาหาร เนื่องจากมีโลหะหนักผสมอยู่
- การทำให้เป็นวัตถุดิบบริสุทธิ์ใช้ค่าใช้จ่ายสูง

ทำให้การทนความร้อนต่อพลาสติกเพิ่มขึ้น

2.3.1.1.1.2.9 Kaolin

Kaolin มีอยู่ในธรรมชาติในทุกส่วนขิงโลก แต่หาที่มีความบริสุทธิ์ได้ยาก บางครั้งเรียกว่าดินเคลือบ (porcelain earth) หรือ china clay ซึ่งประกอบด้วย secondary kaolinite ในโครงสร้างเป็นแผ่น primary kaolin มีอัตราส่วนความยาวและความหนา 10 : 1 ผลึกของแต่ละแผ่นมีโครงสร้างเป็น hexagonal

คุณสมบัติ

Kaolin เป็น hydrate aluminum silicate ส่วนประกอบทางเคมีของ hard kaolin คือ $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ ซึ่งมีปริมาณ

Al_2O_3	38.8%
SiO_2	45.4%
MgO	0.2%
K_2O	0.97%
Na_2O	0.07%
FeO	ไม่แน่นอน

Kaolin โดยปกติมีความขาวสูง ไม่เป็นตัวนำไฟฟ้า ทนต่อสารเคมีสูงถึงแม้จะเป็นกรดแก่ kaolin เมื่อแห้ง จะทำปฏิกิริยาเล็กน้อยกับกรด ที่มี pH 5.0 ถึง 5.6

การใช้ kaolin ในเทอร์โมพลาสติก

Kaolin ใช้มากในการผสม thermosetting เช่น UP premix, BMC และ SMC ในเทอร์โมพลาสติก ส่วนใหญ่จะเป็น filler ของพลาสติกหุ้มสายไฟ เนื่องจากมีคุณสมบัติในการเป็นฉนวนดี โดยปกติ kaolin จะเป็นตัวทำให้พลาสติกทนต่อสารเคมีได้ และมีคุณสมบัติในการเป็นฉนวนดี ลดการดูดกลืนน้ำ ช่วยลดการแตกร้าว (crack tendency) ในชิ้นงานทำให้รับภาระ shock load ได้ดี และมีคุณสมบัติของผิวงานดี ถ้าเป็นแบบแผ่นจะช่วยทำให้ผิวของชิ้นงานแข็งขึ้น

การใช้ kaolin จะต้องใช้ silane coating เพื่อนจะสามารถกระจายตัวในพลาสติกได้ดี

2.3.1.1.1.2.10 Mica

Mica เป็นสินแร่ muscovite- $K_2Al_4(Al_2Si_6O_{20})(OH)_4$ หรือ phlogopite- $K_2(MgFe+2)_6(Al_2Si_6O_{20})(OH,F)_4$

มีความหนาแน่น 2.8 g/cm^3 และมีความแข็งแรง 2.4 ถึง 4 mohs scale ดูดกสีน้ำมันได้ 48 ถึง 500 g/100 g ส่วนใหญ่จะเป็นสารเพิ่มเนื้อและสารเสริมแรง

- มี stiffness สูง
- มีความคงขนาดสูง
- เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดี
- มีความคงขนาดและอุณหภูมิสูงดี

การใช้ mica ผสมกับเทอร์โมพลาสติก จะต้องเคลือบผิวด้วย silane โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ amino silane จะทำให้คุณสมบัติทางกลของพลาสติกดีขึ้น

ในอุตสาหกรรมรถยนต์จะใช้ mica ผสมกับใยแก้วในชิ้นส่วนที่ทำด้วย PP

2.3.1.1.1.2.11 Filler ตัวอื่น ๆ

- Metpheline cyenite ใช้ผสมกับเทอร์โมพลาสติก มีความใสพอกับ PVC เมื่อผสมกับ PVC จะมองไม่เห็น

- Wollastonite (CaSiO_3) มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับ talc และ mica

- Holloe silicate spheres มีความหนาแน่นน้อย ขนาดสม่ำเสมอ ดูดกสีน้ำ ทนต่อสารเคมี ส่วนใหญ่จะใช้ PVC plastisol และ thermosetting

- Synthetic silica เคลือบด้วย silane ใช้เพิ่มคุณสมบัติของเทอร์โมพลาสติกในด้านการหดตัวและการแตกร้าว เสริมแรง คงขนาดขณะร้อน ลดการขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน เพิ่มคุณสมบัติทางไฟฟ้า เพิ่มความแข็งแรง

- Barium sulfate/ beavy spar มีคุณสมบัติในการสะท้อนแสงสูง ส่วนใหญ่ใช้ผสมกับพลาสติกทำโคมไฟที่มี apparent density สูง แผ่นบุพื้น รวมทั้งแผ่นป้องกันการแผ่รังสีความร้อน

- กลุ่ม carbide จะใช้ซิลิคอนคาร์ไบด์ (SiC) ในการเพิ่มคุณสมบัติในการขัดสีให้กับพลาสติก

- กลุ่ม sulfide จะใช้ molybdenum sulfide (MoS_2) เพื่อลด sliding friction และใช้ sinc sulfide สำหรับพลาสติกที่มีสีขาว

- กลุ่ม silicate จะใช้ aluminum silicate (mullite) และ zirconium silicste (ZrSiO_4) เพื่อลดคุณสมบัติในการลื่นไถล (slip propoties)

- กลุ่ม titanate จะใช้ barium titanate (BiTiO_3) ในอุปกรณ์ไฟฟ้า

โลหะและผงโลหะ

ผงโลหะจะมีผงอลูมิเนียม บรอนซ์ ทองแดง และนิกเกิล ที่ใช้กับ เทอร์โมพลาสติก ถ้าต้องการให้มีคุณสมบัติในการเป็นตัวนำไฟฟ้าและความร้อนดีขึ้น การใช้ผงโลหะจะช่วยทำให้ผงพลาสติกมีความต้านทานต่อรังสีนิวตรอน และรังสีแกมมา

โลหะที่เป็นเส้นใยสามารถนำมาใช้เสริมแรงพลาสติกได้เช่นกัน เช่น metallic oxide มักใช้ในการปรับปรุงคุณสมบัติของเทอร์โมพลาสติกเช่นเดียวกัน เช่น aluminium oxide ทำให้คุณสมบัติทางไฟฟ้าดีขึ้น zinc oxide ใช้เพิ่มคุณสมบัติในการทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ ทนต่อแสง UV เป็นตัวนำความร้อนดี ทนต่อ mildew attack เพราะมีความหนาแน่นสูง beryllium oxide ใช้ทำให้การนำความร้อนดีขึ้น magnesium oxide เพิ่มคุณสมบัติในการเป็นแม่เหล็ก lead oxide, magnesium oxide ใช้เพิ่ม stiffness และทำให้ unsaturated polyester เข้มข้นขึ้น และสุดท้าย zirconium oxide ใช้เพิ่ม stiffness เนื่องจากมีความหนาแน่นสูง

2.3.1.1.3 การเติม Fillers ในเทอร์โมพลาสติก

ในการเติม fillers ในเทอร์โมพลาสติกให้มีคุณภาพดีมีสิ่งสำคัญจะต้องคำนึงดังต่อไปนี้คือ

- การป้อนพลาสติกและ fillers จะต้องมีความสม่ำเสมอ
- มีการไล่ก๊าซออกในช่วงพลาสติกหลอมเหลวอย่างสมบูรณ์เพื่อเป็นการป้องกันการอบ (wetting)

พลาสติกหลอมเหลว fillers อย่างสมบูรณ์

- มีการกระจายตัวของ fillers ในพลาสติกอย่างทั่วถึง โดยใช้ความร้อนและการเฉือนตำ (shearing) เพื่อป้องกันการสลายตัวของพลาสติก

ในระยะแรกๆ ของการพัฒนาพลาสติกวิศวกรรมโดยการเติม fillers ลงในเทอร์โมพลาสติก มีการใช้การผสมในสกรูเดี่ยวและสกรูคู่ แต่ต่อมาความต้องการด้านคุณสมบัติของพลาสติกวิศวกรรมสูงขึ้น จึงมีการพัฒนาเครื่องผสมพิเศษ (specialized screw kneader) ทำให้สามารถผสม fillers ในอัตราส่วนสูงขึ้น และการกระจายตัวของ fillers เป็นไปอย่างสมบูรณ์ที่สุด อย่างไรก็ตามก็ขึ้นกับคุณสมบัติและโครงสร้างทางกายภาพของ fillers แตกต่างกันไป เช่นอาจมีรูปร่างเป็นเหลี่ยม เป็นลูกเต๋า เป็นขี้ผึ้ง เป็นผง หรือทรงกลม ซึ่งมีคุณสมบัติการไหลต่างกัน ดังนั้นในการป้อน fillers เข้าไปในเครื่องผสมจึงมีความต่างกัน โดยบางชนิดอาจใช้วิธีไหลลงเอง (free flow) แต่บางชนิดต้องมีสกรูอัดเข้าในเครื่องผสม ซึ่งมีทั้งเติมลงขณะพลาสติกเย็นตัว หลังจากผสมกับพลาสติกเป็น premix แล้ว หรือเมื่อผสมพลาสติกหลอมละลายแล้ว

2.3.1.1.2 งานฉีดพลาสติก

2.3.1.1.2.1 การขึ้นรูปพลาสติก

การขึ้นรูปพลาสติกโดยการฉีดนั้นจะใช้พลาสติกที่เป็นเม็ดหรือผง ซึ่งอาจจะเป็น Thermoplastics Thermosetting หรือ elastomers ก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบเครื่องฉีดที่จะดัดแปลงให้เหมาะสมกับพลาสติกชนิดต่างๆ สำหรับเทอร์โมพลาสติกนั้นเมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนตัวและเหลว สามารถนำไปแปรรูปได้หลายครั้งที่ผลิตออกมาจำหน่ายจะมีทั้งเป็นสีธรรมชาติของพลาสติกและแบบผสมสี พร้อมทั้งเติมสารเติมแต่ง (additives) ที่แตกต่างกันก็อยู่ที่โครงสร้างว่าเป็นแบบ amorphous หรือ partial crystalline เท่านั้น

เนื่องจากคุณสมบัติของพลาสติกขึ้นอยู่กับการขึ้นรูปที่เกี่ยวข้องหลายอย่าง เช่น ความแข็งแรง ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ลักษณะการรับภาระ และระยะเวลาในการรับภาระ นอกจากนี้ยังมีอิทธิพลจากสารเคมี ความชื้น รังสี เช่น จากแสง UV และอิทธิพลจากกรรมวิธีการผลิต ดังนั้นก่อนที่จะมีการขึ้นรูปพลาสติกเอาไปใช้งาน ควรจะต้องรู้คุณสมบัติของพลาสติกนั้นๆ ให้แน่ชัดเสียก่อน

คุณสมบัติที่ดีของพลาสติกก็คือ มีน้ำหนักน้อย เป็นฉนวนไฟฟ้าและความร้อน ทนทานต่อสารเคมี และขึ้นรูปง่าย ข้อเสียคือ มีความแกร่งน้อย ใช้ได้ขนาดจำกัด ขยายตัวมากเมื่อได้รับความร้อน

เพื่อให้พลาสติกมีความแข็งแรงสูงขึ้น คงตัวมากขึ้นและคงขนาดยิ่งขึ้นจะต้องผสมสารเสริมความแข็งแรงเข้าไปด้วย เช่น ใยแก้ว เม็ดแก้ว และแคลเซียมคาร์บอเนต เป็นต้น ในอัตราเฉลี่ยประมาณ 30%

นอกจากนี้ยังต้องมีการผสมสีตามความต้องการของลูกค้า และเพื่อให้พลาสติกไหลได้ดีจะมีการเติมสารทำให้อ่อน และสารหล่อลื่น นอกจากนี้เพื่อป้องกันพลาสติกแม่พิมพ์ยังต้องมีการเติมขี้ผึ้งอีกด้วย

เนื่องจากงานฉีดนั้นใช้ในการผลิตชิ้นงานจากเทอร์โมพลาสติกเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นในบทนี้จึงจะเน้นงานฉีดเทอร์โมพลาสติกให้ละเอียดกว่างานฉีดพลาสติกชนิดอื่นๆ

2.3.1.1.2.2 เครื่องฉีดพลาสติก

ในการทำงานฉีดพลาสติก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทอร์โมพลาสติกนั้น มีบริษัทที่ผลิตเครื่องฉีดมากมายหลายแบบ ซึ่งไม่สามารถนำเอาแต่ละแบบมาแสดงในที่นี้ได้ ในหลักการแล้วเครื่องฉีดพลาสติกทั้งหลายจะแตกต่างกันเฉพาะรูปร่าง วัสดุที่ใช้ และระบบควบคุม ส่วนจุดหมายในการใช้งานนั้นคล้ายคลึงกันมาก เครื่องฉีดพลาสติกแบ่งตามลักษณะของทิศทางการฉีดได้ 4 แบบ

แบบที่มีใช้มากที่สุดก็คือแบบที่มีหน่วยเปิด-ปิด แบบอยู่ในทิศทางเดียวกัน

เครื่องฉีดแนวตั้ง โดยปรกติจะออกแบบไว้สำหรับการฉีดหุ้มชิ้นส่วนที่เป็นด้ามมีด ด้ามไขควง ฯลฯ

ส่วนแบบสุดท้ายเป็นการออกแบบพิเศษในกรณีที่การทำงานปรกติไม่สะดวก

แบบ A ทำงานตามแนวนอน พลาสติกไหลเข้าแบบเป็นเส้นตรงตามแนวนอนแม่พิมพ์

แบบ B หัวฉีดอยู่ในแนวตั้ง พลาสติกไหลเข้าแม่พิมพ์แนวนอน โดยพลาสติกเหลวที่ออกจากกระบอกสูบในแนวตั้ง ซึ่งจะเปลี่ยนทิศทางไป 90 องศาไปอยู่ในแนวนอนและไหลเข้าแม่พิมพ์ในแนวตั้งจากกับระนาบของแม่พิมพ์เช่นเดียวกับแบบแรก

แบบ C ทำงานในแนวตั้ง โดยพลาสติกเหลวจะถูกฉีดลงในแนวตั้ง เข้าไปในแม่พิมพ์ในแนวตั้งจากกับระนาบเปิดปิดแบบพิมพ์

แบบ D หัวฉีดอยู่ในแนวตั้ง พลาสติกไหลเข้าแม่พิมพ์แนวตั้งจากกับทิศทางเปิดปิดแม่พิมพ์ หรืออยู่ในแนวเดียวกับระนาบของแม่พิมพ์

2.3.1.1.2.3 กรรมวิธีฉีดพลาสติก

ช่วงแรก พลาสติกซึ่งอาจจะเป็เม็ดหรือเป็นผงในกรวยเติม จะถูกเกลี่ยวหนอนหมุนส่งไปยังด้านหน้าของกระบอกสูบ ซึ่งมีแผ่นความร้อนหรือน้ำมันร้อนหุ้มอยู่ จะทำให้พลาสติกหลอมเหลว หลังจากนั้นจะเคลื่อนเกลี่ยวหนอนให้ดันพลาสติกผ่านหัวฉีดไปเข้าแม่พิมพ์ซึ่งเปิดอยู่

แม่พิมพ์ซึ่งมีหล่อเย็นอย่างดีจะทำให้ชิ้นงานเย็นและแข็งตัว สามารถถอดออกจากแบบได้ในระยะเวลาอันสั้น ดังภาพที่ 8.2 (ค) ซึ่งขณะที่พลาสติกแข็งตัวก่อนเปิดแม่พิมพ์จะทำการหมุนเกลี่ยวหนอนพร้อมทั้งถอยหลังเพื่อหลอมพลาสติกไว้สำหรับการฉีดครั้งต่อไป ในการผลิตชิ้นงานจะต้องพิจารณาตัวประกอบที่สำคัญ 5 อย่างคือ อุณหภูมิ(temperature) ความเร็วรอบของเกลี่ยวหนอน(screw revolution) ความเร็วฉีด(injection speed) ความดันฉีดย้ำหรือฉีดแช่(holding pressure) และระยะเวลาหล่อเย็น ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อคุณภาพชิ้นงานฉีด

เครื่องฉีดพลาสติกประกอบด้วยส่วนสำคัญของส่วนสำคัญคือ ชุดฉีด (injection unit) และชุดเปิด-ปิดแบบ(clamping unit)

2.3.1.1.2.4 ชุดฉีด (Injection Unit)

จังหวะการทำงานของชุดฉีดพลาสติกก็คือ โดยการพาพลาสติกจากกรวยเติมเข้าหลอมในกระบอกเคลื่อนที่เข้าฉีด ทำการอัดพลาสติกเหลวเข้าแม่พิมพ์ทำการอัดย้ำ หลังจากชิ้นงานในแม่พิมพ์เย็นจนปลดจากแม่พิมพ์ได้แล้ว ก็จะทำการหลอมพลาสติกใหม่เพื่อรอจังหวะต่อไปและถอยชุดฉีดกลับ

ชุดฉีดประกอบด้วย ครอบสูบ ลูกสูบหรือเกลียวหนอน หัวฉีด ทรายเติมพลาสติก heater ระบบส่งกำลังกลับ

1. ครอบหล่อพลาสติก (Barrel)

ครอบหล่อพลาสติก มีลักษณะเป็นท่อหนา และมี heater ฝังอยู่โดยรอบ โดย เหล็กแข็งทนต่อการกัดกร่อน(ปลอดสนิม) ผิวครอบสูบด้านในจะต้องขัดเรียบ เพื่อให้มีความ

เนื่องจากลูกสูบอัดพลาสติกมีสองลักษณะ คือ แบบลูกสูบทรงครอบและแบบ สำหรับชุดฉีดที่ใช้ลูกสูบทรงครอบนั้น ถ้าให้ความร้อนแก่พลาสติกเฉพาะที่ผิวนอกของครอบอย่างเดียว จะทำให้พลาสติกได้รับความร้อนไม่สม่ำเสมอ กล่าวคือ ส่วนที่สัมผัสกับผิวครอบจะร้อนหลอมละลาย แต่ส่วนที่อยู่ตรงกลางจะไม่หลอมละลายเพราะพลาสติกที่สัมผัสเป็นตัวนำความร้อนที่เร็ว ปริมาณการส่งผ่านความร้อนให้กับพลาสติกจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวของพลาสติกกับผิวของครอบ และเพื่อแก้ปัญหาพลาสติกร้อนไม่เท่ากัน จึงมีการใช้แกนกลาง (mandrel) รูปร่างคล้ายตอร์ปิโด (torpedo) เพื่อให้พลาสติกเบียดตัวไปสัมผัสกับพื้นที่ผิวของครอบมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งจะมีผลทำให้พลาสติกทั้งหมดมีอุณหภูมิใกล้เคียงอุณหภูมิของผิวครอบมากที่สุด

ตอร์ปิโดมีหลายรูปแบบ แบบที่ใช้งานได้ดีพอสมควร คือพลาสติกที่ถูกอัดเข้ามาจากครอบช่วงแรกจะเบียดตัวออกไปผ่านรูรอบๆตอร์ปิโด ซึ่งได้รับความร้อนมากจาก heater จากผิวนอกแพร่ไปทั่วทั้งตอร์ปิโด โดยมีแท่งทองแดงช่วยนำความร้อนไปเฉลี่ยให้สม่ำเสมอตลอดอยู่ตรงกลาง

วิธีการให้ความร้อนแก่แท่งตอร์ปิโดที่ดีที่สุดก็คือ การฝังแท่ง heater ไว้โดยตรง ดังภาพที่ 8.5 และ 8.6 ซึ่งการให้ความร้อนโดยตรงนี้จะทำให้ผลของการหลอมตัวดีกว่าแบบในรูปที่ 8.4 ถึง 80% แต่ก็มีข้อเสียอยู่บ้างตรงที่ว่าตอนปลายของครอบจะมีบริเวณอับและอากาศหรือก๊าซขังอยู่ได้

ตามหลักแล้วหน้าที่ของครอบหล่อพลาสติกนั้นไม่ใช่แต่ทำหน้าที่หลอมให้พลาสติกเหลวอย่างเดียว แต่ยังต้องการให้มีการผสมพลาสติกเป็นเนื้อเดียวกันอีกด้วย จึงได้มีการออกแบบครอบหล่อพลาสติก โดยให้พลาสติกในครอบไหลผ่านช่วงผสมก่อนที่จะออกไปเข้าแม่พิมพ์ ช่วงผสมนี้ทำโดยให้ช่องทางไหลของพลาสติกเป็นทรงกรวยและถ้าให้ผ่านหลายแฉกก็จะทำให้ผสมเข้ากันดี ดังภาพที่ 8.7 เป็นช่องทางไหลของพลาสติกที่เป็นแฉกช่วยกระจายความร้อน ทำให้พลาสติกหลอมเหลวทั่วถึงเป็นการลดที่เป็นแฉกความต้านทานก่อนเข้าด้วย

สำหรับการหลอมพลาสติกครั้งละมากๆ ที่ใช้กับเครื่องขนาดใหญ่ จำเป็นจะต้องให้มีปริมาณภายในครอบมาก ในการนี้จะใช้ครอบหลายตอนต่อกันเป็นช่วงๆ

2. ลูกสูบและเกลียวหนอน

ในการฉีดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์จำเป็นต้องมีลูกสูบอัดพลาสติกด้วยความดันสูง เนื่องจากพลาสติกมีความหนืดและช่องทางพลาสติกไหลเข้าแบบยังแคบ ซึ่งจะทำให้เกิดความต้านทานสูง ถ้าความดันในการฉีดเข้าแม่พิมพ์ไม่เพียงพอ อาจทำให้พลาสติกเข้าไม่เต็มแม่พิมพ์ได้ ลูกสูบที่ใช้กันโดยทั่วไปมี 2 แบบ คือ แบบลูกสูบครอบและเกลียวหนอน

1. ลูกสูบครอบ (Plunger) ถ้าเป็นเครื่องขนาดเล็กจะมีลูกสูบเดียว ทำหน้าที่นำพลาสติกเข้าหลอมเหลว และอัดเข้าแบบ ถ้าเป็นเครื่องขนาดใหญ่ฉีดพลาสติกครั้งละมากๆ จำเป็นจะต้องมี

กระบอกสูบหลอมพลาสติก ซึ่งมีลูกทรงกระบอกหนึ่งชุดและกระบอกสูบฉีดก็จะมีลูกสูบอัดฉีดพลาสติกอีกหนึ่งชุด

โดยมีกระบอกและลูกสูบหลอมพลาสติกอยู่ตอนบนทำหน้าที่หลอมเหลวพลาสติกให้พร้อมที่จะฉีกเข้าแม่พิมพ์ได้ และตอนล่างในแนวนอนเป็นกระบอกและลูกสูบหลอมเหลวไปเข้าแม่พิมพ์ผ่านทางหัวฉีด

1. เกลียวนอน (Screw) เกลียวนอนที่ใช้ในงานฉีดพลาสติกมี 2 ลักษณะคือ แบบทำหน้าที่พลาพลาสติกเข้าหลอมอย่างเดี่ยวและมีลูกสูบฉีดเข้าแม่พิมพ์แยกต่างหาก กับอีกแบบหนึ่งทำหน้าที่พลาพลาสติกเข้าหลอมเหลวและเป็นลูกสูบฉีดในตัวเดียวกัน

เกลียวนอนแบบทำหน้าที่พลาพลาสติกเข้าหลอมอย่างเดี่ยว มีลักษณะการสร้างแตกต่างกันตามแบบของแต่ละบริษัทผู้ผลิตเครื่อง โดยแต่ละแบบมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป บางแบบเป็นแบบที่มีลูกสูบอัดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์อยู่ตรงกลางของเกลียวนอน

อีกลักษณะหนึ่งของเกลียวนอนที่ทำหน้าที่พลาพลาสติกเข้าหลอมเหลว พลาพลาสติกที่หลอมเหลวแล้วจะเข้าไปอยู่บนกระบอกด้านหน้า พอถึงจังหวะลูกสูบฉีดจะอัดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์ผ่านวาล์วเปลี่ยนทิศทาง และพลาสติกที่ออกจากกระบอกหลอมพลาสติกก็จะถูกเปลี่ยนทิศทางไปเข้ากระบอกฉีดอีกชุดหนึ่งดังภาพที่ 8.11

อีกลักษณะหนึ่งของเกลียวนอนทำหน้าที่เป็นตัวพลาพลาสติกเข้าหลอมเหลวและมีลูกสูบอัดฉีดเข้าแม่พิมพ์แยกออกมาอีกชุดหนึ่ง ตอนบนจะเป็นระบบเกลียวนอนอยู่ในกระบอกสูบหลอมพลาสติก และตอนล่างในแนวนอนจะเป็นกระบอกสูบพร้อมลูกสูบอัดฉีดพลาสติก การกะเกณฑ์ปริมาณพลาสติกฉีดเข้าแบบแต่ละครั้งจะทำได้โดยปรับระยะของลูกสูบอัดให้ห่างจากหัวฉีดมากน้อยต่างกัน ทั้งนี้จะมีชุดปรับตั้งระยะอยู่ใต้กระบอกสูบโดยดูระยะที่สเกลบนแท่งตั้งระยะ

สำหรับเกลียวนอนที่ทำหน้าที่เป็นตัวพลาพลาสติกเข้าหลอมเหลวและเป็นลูกสูบอัดฉีดไปในตัวทำงานตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 แม่พิมพ์ปิด การหลอมพลาสติกสิ้นสุด

ขั้นตอนที่ 2 เลื่อนชุดฉีดเข้าหาแม่พิมพ์ ทำการฉีด และอัดย้ำ หมุนเกลียวนอนเพื่อหลอมพลาสติกไว้ในจังหวะต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 ถอยชุดฉีดออก แม่พิมพ์ปิด ปลดชิ้นงานออก

เกลียวนอนที่ใช้เป็นลูกสูบฉีดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์นั้นมีหลายลักษณะแล้วแต่บริษัทผู้ผลิต ซึ่งมีทั้งแบบเกลียวนอนเดี่ยวและคู่

การใช้เกลียวนอนเป็นลูกสูบอัดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์นั้น ในจังหวะอัดจะมีการไหลย้อนกลับหรือเกิดการหยุดไหลของพลาสติกเหลว ทำให้พลาสติกที่ร้อนอยู่แล้วร้อนยิ่งขึ้น จนอาจจะร้อนเกินไป จนสีของพลาสติกเปลี่ยนไปและเข้าผสมไปกับพลาสติกเหลวที่ฉีดในจังหวะต่อไปได้และอาจทำให้กำลังอัดฉีดตกต่ำจนพลาสติกเข้าไม่เต็มแม่พิมพ์ ในการนี้จะแก้ไขได้โดยใช้แหวนกันการไหลย้อนกลับในจังหวะฉีดติดไว้ที่ปลายเกลียวนอนดังแสดงไว้ในภาพที่ 8.16 ในจังหวะหลอมพลาสติกเกลียวนอนจะหมุนพร้อมถอยหลังพลาสติกเหลวจะดันให้แหวนเคลื่อนไปด้านหน้าเปิดช่องว่างให้พลาสติกเหลวไหลไปรวมอยู่หน้าเกลียวนอนพอเพียงสำหรับการฉีดแต่ละครั้งใน

จังหวัด พลาสติกเหลวที่อยู่ด้านหน้าจะดันให้แหวนไปนั่งบ่าของเกลียวบนปิดช่องทางไหลย้อนกลับไปยังร่องเกลียว

3. ระบบส่งกำลังขับเคลื่อนเกลียวบน

เกลียวบนจะมีการเคลื่อนที่สองลักษณะคือการหมุนพร้อมถอยหลังในจังหวัดลอมพลาสติกและการเคลื่อนที่ตามแนวบน เติมน้ำสำหรับจังหวัดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์

การส่งกำลังขับเคลื่อนโดยปกติจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้าหรือไฮดรอลิกมอเตอร์ สำหรับการขับเคลื่อนส่งกำลังขับเคลื่อน ถ้าต้องการให้สามารถเปลี่ยนความเร็วได้ทุกชั้นตามต้องการแล้ว จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ควบคุมความเร็วควบคุมกับมอเตอร์ไฟตรง หรือจะใช้ระบบความเร็วรอบแบบไม่มีขั้นทางกลก็ได้ ในภาพที่ 8.17 แสดงระบบส่งกำลังหมุนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า และใช้ไฮดรอลิกส่งกำลังขับเคลื่อนเกลียวบนสำหรับการเคลื่อนที่ในแนวบน

สำหรับการเปลี่ยนความเร็วรอบของเกลียวบนได้ทุกความเร็วนั้นได้นิยมใช้ไฮดรอลิกมอเตอร์ เพราะสามารถจะปรับความเร็วรอบได้ง่าย โดยการปรับวาล์วควบคุม

4. หัวฉีด

หัวฉีดเป็นส่วนที่ติดอยู่ข้างหน้าของกระบอกฉีดพลาสติกโดยติดอยู่ด้วยเกลียวหรือแองล็อก มีหน้าที่ในการเชื่อมต่อชุดฉีดกับแม่พิมพ์ในการส่งพลาสติกจากกระบอกลอมพลาสติกผ่านหัวนำฉีดเข้าไปยังแม่พิมพ์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวฉีดขึ้นอยู่กับขนาดของหลุมแบบที่พลาสติกจะเข้าไปแทนที่ในแม่พิมพ์ สำหรับชิ้นงานขนาดเล็ก (20-30 กรัม) หัวฉีดจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3-3.5 มิลลิเมตร สำหรับชิ้นงานใหญ่ๆที่มีความหนาของผนังไม่เท่ากันทั่วทั้งชิ้นงาน เส้นผ่านศูนย์กลางของหัวฉีดอาจมีขนาดถึง 6 มิลลิเมตร

สำหรับแม่พิมพ์ที่ทำให้ชิ้นงานเป็นจุด นิยมใช้หัวฉีดดังในภาพที่ 8.24 โดยมีหัวเป็น Beryllium Copper ชั้นเกลียวติดเอาไว้ ซึ่งมีหน้าที่เก็บความร้อนให้หัวพลาสติกเหลวทำให้หัวหลุดง่าย รอยขีดที่ชิ้นงานเป็นจุด เมื่อสวมแล้วจะกลิ้งให้มีรูปร่างดังแสดงไว้ด้วยเส้นประเพื่อป้องกันพลาสติกไหลออกหลังจากถอยหัวฉีดจากหัวนำฉีด

บางครั้งเมื่อใช้พลาสติกผสมสีฝุ่นกับเครื่องฉีดพลาสติกแบบลูกสูบ จำเป็นจะต้องมีแผ่นเจาะรูประกอบไว้ในหัวฉีด เพื่อให้เกิดการไหลวนผสมพลาสติกกับสีให้เข้ากันได้ดียิ่งขึ้น ดังภาพที่ 8.26 อย่างไรก็ตามการใช้หัวฉีดแบบนี้จะมีความผิดมากขึ้นเมื่อเทียบกับหัวฉีดแบบอื่นๆ ในการออกแบบจะต้องพิจารณาจำนวนและขนาดของรูให้พอเหมาะเพื่อป้องกันความผิดมากเกินไป

ในการที่หัวฉีดเลื่อนเข้าชนหัวนำฉีดของแม่พิมพ์และแช่อยู่ระยะหนึ่งนั้นจะทำให้หัวฉีดเย็นลงและอุณหภูมิหัวฉีดนี้จะต้องจำกัดไว้ที่จุดหนึ่ง ซึ่งถ้าต่ำลงไปกว่านั้นจะทำให้พลาสติกเย็นตัวหนืดมากเกินไป ทำให้เกิดความผิดมากหรือพลาสติกอาจเย็นตัวจุดตันที่ปลายหัวฉีดได้ เพื่อป้องกันปัญหานี้ ปกติจะมี heater หุ้มไว้ตรงปลายหัวฉีด แต่ก็ได้มีการออกแบบโดยการเอาแท่ง heater สอดไว้ภายในหัวฉีดโดยตรง นอกจากนี้สิ่งที่ต้องพิจารณาก็คือจะทำให้ขนาดของหัวฉีดโตขึ้น จึงมีใช้เฉพาะกับเครื่องฉีดพลาสติกที่มีอัตราการลอมพลาสติกสูงๆ เท่านั้น

ในการทำงานกับพลาสติกที่มีความหนืดต่ำถึงปานกลาง เมื่อถอยหัวฉีดออกจากแม่พิมพ์ พลาสติกจะไหลออกจากหัวฉีดต่อไป ทำให้ขัดขวางการทำงานในจังหวัดต่อไป ลักษณะนี้จะใช้ฉีดแบบมีแกนเลื่อนเปิด-ปิด

พลาสติกตามจังหวะแสดงหัวฉีดแบบมีแกนเลื่อนเปิด-ปิดพลาสติกในจังหวะที่หัวฉีดวิ่งเข้าชนแม่พิมพ์ทำให้พลาสติกไหลออกจากหัวฉีดไปเข้ากับแม่พิมพ์ได้

ในจังหวะที่ระบกกถอยหลังออกและลูกสูบดันพลาสติกมายังด้านหน้าของระบกกในการหลอมเหลวพลาสติกจะดันแกนเลื่อนไปข้างหน้า ช่องพลาสติกผ่านจะเลื่อนไปอยู่ช่วงปิด ทำให้พลาสติกไม่สามารถไหลออกจากหัวฉีดได้จนกว่าระบกกจะเดินหน้าไปชนแม่พิมพ์ซึ่งหัวฉีดจะถูกดันถอยกลับจนช่องพลาสติกผ่านเปิดให้พลาสติกไหลเข้าแม่พิมพ์ได้

หัวฉีดโดยใช้แรงสปริง เมื่อหัวฉีดวิ่งเข้าชนแม่พิมพ์และดันด้านแรงสปริงจนสุดระยะ ส่วนหัวปิดกลมจะเข้าไปอยู่ช่องว่างทำให้พลาสติกไหลผ่านหัวฉีดได้ และเมื่อถอยหัวฉีดออกจากแบบสปริงจะดันให้หัวฉีดเลื่อนไปข้างหน้า ทำให้ส่วนหัวปิดกลมอยู่ในตำแหน่งปิด

พลาสติกที่ความหนืดสูงใช้หัวฉีดปรกติ สำหรับการทำงานกับ polyamind นั้น ได้มีการออกแบบหัวฉีดออกมาหลายแบบ

2.3.1.1.2.5 การให้ความร้อนและควบคุมอุณหภูมิของการหลอมพลาสติก

การให้ความร้อนในเครื่องฉีดพลาสติกนั้นจะใช้ไฟฟ้าเกือบทั้งหมด ส่วนการให้ความร้อนแบบอื่นๆ เช่น ใช้ induction ไอน้ำ ก๊าซร้อน หรือน้ำมันร้อนนั้น มีใช้น้อยมากทั้งนี้เพราะควบคุมอุณหภูมิได้ยาก

ความร้อนที่ออกจากลวดความร้อนไฟฟ้า สามารถส่งผ่านไปยังวัสดุที่ต้องการทำให้ร้อนได้ทุกชนิด อย่างไรก็ตามก็ย่อมมีความร้อนสูญเสียเกิดขึ้นบ้าง ในลักษณะของการพาของอากาศและการแผ่รังสีความร้อนไปยังบรรยากาศ

เพื่อให้ได้อุณหภูมิคงที่ในช่วงที่ต้องการให้ความร้อนจะทำได้โดยการควบคุมอุณหภูมิที่ heater ไฟฟ้าและจะต้องหาขนาดของ heater ให้เหมาะสมกับขนาดของเครื่องด้วย

1 Heater

Heater มีลักษณะเป็นแผ่นม้วนกลมประกอบด้วยผิวด้านในบุด้วยฉนวน ถัดเข้าไปจะมีลวดความร้อนที่พันอยู่รอบฉนวนและที่ผิวนอกจะหุ้มไว้ด้วยแผ่นโลหะที่มีสกรูสำหรับประกอบติดเอาไว้ และจะต้องให้ผิวของระบกกสะอาดปราศจากสิ่งอื่นมาคั่น ทั้งนี้เพื่อให้ความร้อนถ่ายเทไปยังระบกกได้ดีที่สุด

2 อุปกรณ์วัดและควบคุมอุณหภูมิ

เนื่องจากพลาสติกส่วนใหญ่มีช่วงอุณหภูมิหลอมตัวสำหรับการฉีดเข้าแม่พิมพ์แคบมาก ดังนั้นจึงมีความจำเป็นจะต้องมีการวัดและควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงที่พอเหมาะอยู่ตลอดเวลา เพราะถ้าร้อนเกินไปจะทำให้พลาสติกไหม้และถ้าเย็นเกินไปจะทำให้ความหนืดสูงมากจนวิ่งเข้าแม่พิมพ์ได้ไม่เต็มที่

สำหรับอุปกรณ์วัดและควบคุมอุณหภูมิของระบกกฉีดพลาสติกนั้นมีหลายแบบ เป็นเทอร์มิสเตอร์แบบใช้ของเหลว และมีเซ็นเซอร์อุณหภูมิโดยจะมีกระเปาะรับความร้อนซึ่งบรรจุของเหลวเอาไว้เต็มทำหน้าที่เป็นตัวสัมผัสกับตำแหน่งที่ต้องการวัดอุณหภูมิ เช่น ที่ผิวของระบกกฉีดพลาสติก และจะมีท่อรูเล็ก (capillary tube) ต่อไปเข้าชุดท่อสปริงที่ติดอยู่กับเซ็นเซอร์อุณหภูมิ เมื่อกระเปาะได้รับความร้อนของเหลวในกระเปาะจะขยายตัวมีความ

ดันส่งผ่านท่อเล็กไปดันชุดท่อสปริงให้เคลื่อนไหว ทำให้เข็มชี้บอกอุณหภูมิเคลื่อนที่ไปตามเข็มนาฬิกาและจะมีการเทียบค่าอุณหภูมิไว้อย่างถูกต้อง

นอกจากนี้ยังมีเครื่องวัดอุณหภูมิแบบใช้ thermoelement ที่สามารถใช้วัดอุณหภูมิได้ดีในช่วง 0-160° C ดังในรูปที่ 8.35 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิแบบ thermoelement จะมีสายต่อออกมาจากกระเปาะซึ่งภายในบรรจุ thermoelement (Fe-Konstantan) วัดค่าได้ถึง 900° C แต่ถ้าต้องการวัดอุณหภูมิสูงกว่านี้ให้ใช้ thermoelement ที่ทำจาก Nickelchrom-Nickel หรือ Platinrhodium-Platin ซึ่งทั้งสองสายที่วางอยู่นั้นจะนำไปต่อกับหน่วยวัดที่มีเข็มบอกอุณหภูมิ

โดยอาศัยหลักการที่ว่า thermoelement เมื่อได้รับความร้อนจะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเกิดขึ้น และแรงเคลื่อนไฟฟ้าจะวิ่งไปตามสายไฟเข้าเครื่องวัดซึ่งลักษณะเป็นเครื่องไฟฟ้าแต่สามารถแปรเทียบค่าเป็นอุณหภูมิได้

ในปัจจุบันความก้าวหน้าด้านอิเล็กทรอนิกส์รุดหน้าไปมาก จึงได้มีการสร้างเครื่องควบคุมอุณหภูมิด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ออกมาหลายแบบรวมทั้งแบบใช้ photo cell ประกอบการควบคุม ซึ่งจะศึกษาได้จากตำราและคู่มือด้านเครื่องมือวัดและควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป

สำหรับอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิที่ใช้กับเครื่องฉีดพลาสติกโดยเฉพาะก็มีหลายแบบ เช่น แบบใช้ thermoelement, photo cell แบบ induction และแบบใช้อิเล็กทรอนิกส์ ฯลฯ

ดังรูปที่ 8.37 เป็นเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบใช้ thermoelement ซึ่งใช้หลักการเดียวกับเครื่องวัดอุณหภูมิในรูปที่ 8.36 แต่ได้สร้างวงจรควบคุมประกอบให้ทำงานอยู่ระหว่างค่ากำหนด 2 ค่า ซึ่งเรียกเครื่องควบคุมสองจุด คือ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นถึงจุดกำหนดค่าสูงจะตัดวงจรของ heater และถ้าอุณหภูมิลดต่ำลงถึงจุดกำหนดค่าต่ำก็ให้ต่อวงจรและจุดกำหนดนี้สามารถจะปรับตั้งได้ด้วยมือ

2.3.1.1.2.6 หน่วยเปิด-ปิดแม่พิมพ์ (Clamping Unit)

ทำหน้าที่เคลื่อนที่เปิดและปิดแม่พิมพ์ในจังหวะการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติก แม่พิมพ์โดยปกติจะมีสองฝาประกบกันโดยด้านที่ฉีดพลาสติกเข้าจะเป็นด้านอยู่กับที่ และอีกด้านหนึ่งจะทำหน้าที่เคลื่อนที่เปิด-ปิด ฝาประกบทั้งสองของแม่พิมพ์จะประกบอยู่กับแผ่นติดมากับเครื่องฉีดพลาสติกโดยทั่วไป

หน่วยเปิด-ปิดแม่พิมพ์แบ่งออกได้เป็น 2 ระบบ คือ ระบบปิดด้วยแรง(actuated by force) โดยอาศัยแรงสูบล้อหรือลิ้นชักทำหน้าที่ปิด และระบบปิดด้วยกลไกร่วม(interlocking) ซึ่งจะปิดแน่นด้วยระบบกลไก แต่การเคลื่อนที่เปิด-ปิด จะใช้แรงขับจากไฮดรอลิกหรือมอเตอร์ไฟฟ้า โดยทั้งสองระบบจะต้องทำหน้าที่อัดแม่พิมพ์ให้ประกบกันแน่นด้านความดันภายในแม่พิมพ์ ทั้งนี้หมายความว่าแรงที่เกิดขึ้นเนื่องจากแรงดันภายในแม่พิมพ์จะต้องน้อยกว่าแรงดันด้านของหน่วยเปิด-ปิดแบบ

ซึ่งงานฉีดบางลักษณะไม่สามารถจะฉีดเข้าตรงกลางโดยตรงได้ ในกรณีนี้จะต้องเจาะรูฉีดของแม่พิมพ์เยื้องศูนย์กลาง ซึ่งจะทำให้เกิดความไม่สมดุลของแรงขึ้น อาจทำให้แม่พิมพ์แยกได้ ในกรณีนี้ให้ลดแรงอัดปิดแบบลง 20-30% ของแรงอัดสูงสุด

เนื่องจากความดันภายในแม่พิมพ์สูงมาก ซึ่งมีผลให้มีแรงกระทำด้านการปิดแม่พิมพ์มาก ซึ่งถ้าแรงอัดปิดแม่พิมพ์ไม่พอจะทำให้แม่พิมพ์แยกได้ ในการใช้แรงอัดปิดแม่พิมพ์ด้านแรงภายในแม่พิมพ์นั้นควรเลือกใช้ให้

พอดี ถ้าใช้แรงมากเกินไปจะมีผลทำให้ชิ้นส่วนของเครื่องรับแรงมากจนล้าตัว ทำให้อายุการใช้งานของเครื่องสั้น
ตั้งในภาพที่ 8.40 เป็นไดอะแกรมแสดงแรงอัดปิดแม่พิมพ์ที่พอดีกับพื้นที่ฉาย (projection area) ของแบบชิ้นงาน
(cavity) ที่พลาสติกจะเข้าไปแทนที่ที่สัมพันธ์กับความดันภายในแม่พิมพ์สำหรับงานฉีด thermoplastic และ
thermosettings

ระบบเปิด-ปิดพิมพ์แบบต่างๆ เป็นแบบปรับตำแหน่งของแผ่นติดแม่พิมพ์ได้โดยมีลูกสูบไฮดรอลิกที่
ทำงานสองด้าน (double acting) เมื่อต้องการปรับตำแหน่งของแผ่นติดแม่พิมพ์โดยการเลื่อนตำแหน่งของแผ่น
กลางที่ด้านหลังติดอยู่กับกระบอกสูบไฮดรอลิกและด้านหน้าติดอยู่กับระบบกระเดื่องล็อกเปิด-ปิดแม่พิมพ์

ระบบคานล็อกของหน่วยเปิด-ปิดแม่พิมพ์ของเครื่องฉีดพลาสติกนี้ทำงานด้วยลูกสูบไฮดรอลิกที่ทำงาน
สองด้าน (double acting) การปรับตำแหน่งของแผ่นติดแม่พิมพ์ จะกระทำได้โดยการหมุนเฟืองส่งกำลังไปยัง
เกลิยวเลื่อนแผ่นท้ายเครื่อง

หน่วยเปิด-ปิดแม่พิมพ์แบบใช้แผ่นกลางสำหรับติดกระเดื่องล็อก และเปิด-ปิดด้วยไฮดรอลิก การตั้งระยะ
แผ่นติดแม่พิมพ์ทำได้โดยการปรับเลื่อนตำแหน่งของแผ่นกลาง ระยะของลูกสูบก็สามารถจะปรับได้เล็กน้อย โดย
การเลื่อนแผ่นท้ายเครื่องด้วยการขันเกลียว

ระบบเปิด-ปิดแม่พิมพ์ แบบใช้ไฮดรอลิกทำงานสองด้านส่งกำลังขับเคลื่อนและอัดปิดแม่พิมพ์โดยตรง
การปรับระยะของลูกสูบให้พอดีกับความหนาของแม่พิมพ์จะทำได้โดยการปรับระยะของแผ่นท้ายเครื่องโดยขัน
เกลียวล็อกที่หัวเพลานำ

ระบบเปิด-ปิดแม่พิมพ์ด้วยกลไกขับเคลื่อนด้วยไฮดรอลิกจะมีข้อดี คือ สามารถปรับความเร็วในการเปิด
และปิดได้ทุกระดับ เพราะสามารถปรับวาล์วน้ำมันให้ได้ความเร็วตามต้องการได้

สำหรับระบบเปิด-ปิดแม่พิมพ์ด้วยแรงน้ำมันสามารถปรับขนาดแรงอัดปิดแม่พิมพ์ให้ได้ตามต้องการได้ง่าย
โดยการเพิ่มหรือลดความดันที่กระทำต่อลูกสูบไฮดรอลิก ความดันก็สามารถอ่านได้โดยตรงจากเกจวัดความดัน
น้ำมัน

เครื่องฉีดพลาสติกขนาดใหญ่จะใช้ระบบเปิด-ปิดแม่พิมพ์ด้วยแรงจากลูกสูบไฮดรอลิกโดยตรงโดยในการ
เคลื่อนที่เข้าปิดของแม่พิมพ์นั้นจะใช้ลูกสูบเล็ก เมื่อแม่พิมพ์วิ่งเข้าถึงระยะสุดจะมีกลไกเปิดวาล์วให้ลูกสูบใหญ่
ทำงานอัดต้านแรงดันของพลาสติกในแม่พิมพ์ ระบบเปิด-ปิดแม่พิมพ์ของเครื่องฉีดพลาสติกขนาดใหญ่ ซึ่งจะมีลูก
สูบไฮดรอลิกเล็กๆ เป็นตัวส่งกำลังควบคุมการทำงานของลูกสูบใหญ่ในภาพบนเป็นจังหวะที่แม่พิมพ์เปิดและใน
ภาพล่างเป็นจังหวะที่แม่พิมพ์ปิด

ข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องฉีดพลาสติกที่ควรรู้

ในการซื้อเครื่องฉีดพลาสติกมีข้อมูลทางเทคนิคที่ควรรู้ เพื่อประกอบการตัดสินใจซื้อ และให้ได้เครื่องที่นำ
มาใช้งานได้ตรงวัตถุประสงค์และมีประสิทธิภาพสูงสุด ดังต่อไปนี้

Machine model : รุ่นของเครื่อง

International size : ขนาดที่กำหนดเป็นสากล

Clamping unit : ชุดเปิด-ปิดแม่พิมพ์

Clamping pressure : ความดันด้านแม่พิมพ์ max.kN

Mould protection force : แรงป้องกันกระแทก max.kN

Mould opening stroke : ระยะเปิดแม่พิมพ์ mm

Mould height : ความสูงของแม่พิมพ์ mm

Daylight : ระยะห่างของแผ่นแม่พิมพ์ max.mm

Distance between tie bars : ระยะห่างระหว่างเพลาหน้า mm

Platen size (hor.x vert.) : ขนาดของแผ่นติดแม่พิมพ์ (แนวนอน x แนวตั้ง) mm

Mould diameter : เส้นผ่านศูนย์กลางแม่พิมพ์ max.mm

Ejector force : แรงกระทุ้งชิ้นงานออก max.kN

Ejector stroke : ชูคฉีด

Screw diameter : เส้นผ่านศูนย์กลางสกรู mm

Screw length : ความยาวสกรู L/D

Screw stroke : ระยะถอยสกรู max.mm

Swept volume : ปริมาตรหน้าสกรู max.cm³

Shot capacity : ปริมาตรการฉีดต่อครั้ง max.g/PS

Injection pressure : ความดันฉีด max.bar

Injection flow : ความเร็วการไหลของพลาสติกเหลว max.cm³/s

Back pressure : ความดันด้านหลังสกรู max.bar

Screw rotation : ความเร็วรอบสกรู max.U/min

Screw torque : โมเมนต์บิดของสกรู max.Nm

Nozzle contact force : แรงกดของหัวฉีด max.kN

Nozzle retract stroke : ระยะถอยหัวฉีด max.mm

Cylinder and nozzle heater : heater สกรูและหัวฉีด kW

Number of heating zones : จำนวนช่วงให้ความร้อน

2.3.1.1.2.7 แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

เนื่องจากคุณสมบัติพิเศษของพลาสติกที่สามารถขึ้นรูปเป็นรูปทรงได้ทุกแบบตามต้องการ โดยในการขึ้นรูปนี้จะต้องมีแม่พิมพ์เป็นตัวทำให้เกิดรูปทรงของชิ้นงาน ส่วนประกอบหลักๆของแม่พิมพ์พลาสติก ซึ่งบางแบบอาจจะมีลักษณะต่างจากนี้ ในลักษณะรูปทรงของชิ้นงาน การปลดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ และนำหัวฉีด (spure bush) ดังนั้นการแบ่งประเภทของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกอย่างหยาบจะแบ่งตามความแตกต่างของการปลดชิ้นงานและหัวนำฉีด

หัวนำฉีดเป็นชิ้นส่วนที่ส่งผ่านพลาสติกเหลวจากหัวฉีดเข้าไปยังหลุมแบบที่เป็นรูปร่างของชิ้นงานภายในแม่พิมพ์ ซึ่งจะต้องมีความแข็งแรง ทนต่อการกระแทกได้เป็นอย่างดี

ชิ้นส่วนประกอบหลักๆ ของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่สามารถถอดเปลี่ยนได้ ในปัจจุบันได้มีบริษัทได้มีบริษัทผลิตชิ้นส่วนประกอบต่างๆ ของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกเหล่านี้ไว้เป็นมาตรฐาน สามารถซื้อหามาเปลี่ยนได้เมื่อ

เกิดชำรุด หรือเสื่อมสภาพ ถ้าเริ่มต้นจากแม่พิมพ์ด้านเคลื่อนที่ ก็จะเริ่มสลักสำหรับต้นชุดปลดชิ้นงานหมายเลข (1) ซึ่งสอดผ่านฐานของแม่พิมพ์ (11) ไปชนเกลียวติดกับแผ่นระกบแท่งยันปลดชิ้นงาน (3) และ (4) แผ่นฐาน (base plate) หมายเลข (11) ใช้ติดกับแผ่นติดแม่พิมพ์ด้านเคลื่อนที่ (moving plate) ของเครื่องฉีดพลาสติกโดยมีแผ่นบังคับศูนย์หมายเลข (13) เป็นตัวบังคับให้อยู่ในตำแหน่งศูนย์กลางพอดี แผ่นหมายเลข (5) ใช้สำหรับประกอบแม่พิมพ์เป็นช่องว่าง รูปทรงของชิ้นงาน แท่งยันปลดชิ้นงาน (ejector pin)(6) ใช้สำหรับยันปลดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ แผ่นฐาน (base plate)หมายเลข (7) ใช้สำหรับประกอบแม่พิมพ์ส่วนที่เป็นหลุมแบบที่ทำให้เกิดรูปร่างของชิ้นงานและใช้ประกอบแผ่นติดแม่พิมพ์ด้านที่อยู่กับที่ (stationary plate) ของเครื่อง โดยจะมีหัวนำฉีดและแผ่นประกอบหัวนำฉีดอยู่ด้านหน้า ในแผ่นฐาน (7) และ (11) จะมีรูสำหรับถอดแท่งนำเลื่อน (guide pin) (12) เพื่อให้แม่พิมพ์ประกบกันพอดี โดยจะมีปลอกนำเลื่อน (guide bush)(10) ที่ติดอยู่กับฐาน (7) ทำหน้าที่เลื่อน ถ้ามีชิ้นส่วนหลักๆ ลักษณะนี้จะทำให้การผลิตแม่พิมพ์ง่ายและรวดเร็วขึ้นมาก คือ เพียงแต่ทำส่วนแม่พิมพ์ที่เป็นหลุมแบบรูปทรงของชิ้นงานมาประกอบเข้าก็จะเสร็จซึ่งเป็นการประหยัดงานและเวลาในการสร้างแม่พิมพ์ไปได้มาก

แม่พิมพ์นั้นจะมีทั้งแบบชิ้นงานเดียวและชิ้นงานหลายชิ้น ชิ้นงานเดียวหลายความว่า ฉีดครั้งหนึ่งจะได้ชิ้นงานหนึ่งชิ้น ส่วนแม่พิมพ์ชิ้นงานหลายชิ้นจะได้ชิ้นงานหลายชิ้นต่อการฉีดหนึ่งครั้ง


แม่พิมพ์ชิ้นงานหลายชิ้นโดยส่วนใหญ่จะเป็นชิ้นงานแบบเดียวกันแต่ก็สามารถออกแบบให้ฉีดชิ้นงานที่ต่างกันก็ได้ เช่น การฉีดของเด็กเล่นที่มีชิ้นส่วนประกอบแตกต่างกันครบชุดในแม่พิมพ์เดียวกัน


การปลดชิ้นงาน หมายถึง การนำเอาชิ้นงานพลาสติกที่ยื่นออกจากแม่พิมพ์ขณะที่แม่พิมพ์เปิดออก ซึ่งหลักการทำงานมีอยู่ 4 ประการคือ

1. ในการปลดชิ้นงานจะต้องไม่ทำให้ชิ้นงานแปรรูปหรือเสียรูปไป
2. การปลดชิ้นงานจะต้องมั่นใจได้ว่า ชิ้นงานจะต้องหลุดออกทุกครั้งที่ทำกรปลด
3. ต้องใช้เวลาในการปลดชิ้นงานออกสั้นที่สุด
4. จากหลักการในข้อ 3 จึงมีความต้องการในและการปลดชิ้นงานออกโดยอัตโนมัติเกิดขึ้น

ระบบการปลดชิ้นงานออก (Ejection Systems)

ในการที่จะให้ความต้องการของหลักการทั้ง 4 ข้างต้นนั้นเป็นจริงได้ ในทางปฏิบัติได้มีการออกแบบระบบปลดออกมาหลายแบบดังนี้

หลักการข้างต้นของการปลดชิ้นงานออกอย่างง่าย ๆ ก็คือ ผิวของหลุม (cavity) แบบจะต้องขัดเรียบ และมีความเร็วในทิศทางปลดออกมาพอประมาณการกดตัวของชิ้นงานขณะเย็นตัวของพลาสติกในแม่พิมพ์มีส่วนเอื้ออำนวยให้ปลดชิ้นงานออกได้ง่ายส่วนหนึ่ง ถ้ามีชิ้นงานแกนสอดอยู่ พลาสติกจะหดรัดแกนทำให้มีแรงดึงชิ้นงานออกได้ง่าย ในปัจจุบันนิยมใช้ระบบการปลดชิ้นงานโดยใช้แท่งยัน (ejector pin) ดังภาพที่  ขณะที่แม่พิมพ์เปิด สลักดันแผ่นประกอบแท่งยันชิ้นงาน a จะถอยไปปะทะกับแ่งปะทะทางด้านหลัง โดยแผ่นประกอบแท่งยันปลดชิ้นงาน b ซึ่งแท่งยัน c ประกอบอยู่จะเลื่อนไปข้างหน้า และแท่งยันจะยันชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ จำนวนของแท่งยันจะต้องมีมากพอที่จะยันชิ้นงานให้ออกได้พร้อมกันโดยไม่มีกรบิดหรือค้างอยู่ในข้างใดข้างหนึ่ง และจะต้องโตพอที่จะทำให้ชิ้นงานไม่เกิดตำหนิ

นอกจากระบบปลดชิ้นงานออกด้วยแท่งยันดังกล่าวมาแล้ว ยังมีระบบปลดชิ้นงานด้วยแผ่นยกปลดชิ้นงาน (stripper plate) ดังแสดงไว้ในภาพที่  ซึ่งเหมาะสำหรับชิ้นงานปากกว้างที่มีความหนาน้อย ถ้าใช้แท่งยันอาจจะทำให้ชิ้นงานเสียหายได้ แผ่นยกปลดชิ้นงานจะออกแรงยกทั่วทั้งพื้นที่ขอบของชิ้นงาน เพื่อให้แรงปลดชิ้นงานเฉลี่ยไปบนพื้นที่กว้าง

ในปัจจุบันนิยมใช้ลมอัดช่วยในการปลดชิ้นงานของแท่งยันและแผ่นยกกันมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งชิ้นงานที่มีก้านเล็ก เรียกว่า “ระบบปลดชิ้นงานด้วยลม” (Pneumatic Ejection System) ดังแสดงไว้ในภาพที่ โดยจะมีรูอยู่ที่แกนของแม่พิมพ์สำหรับต่อลมอัดเข้า ในขั้นต้นจะใช้แผ่นยกดันชิ้นให้ถอยออกจนหลวม แล้วจึงใช้ลมช่วยดันชิ้นงานให้หลุดออกจากแม่พิมพ์

ที่กล่าวถึงมาทั้งหมดนั้นเป็นระบบปลดชิ้นงานของแม่พิมพ์ชิ้นงานเดียว สำหรับพิมพ์ที่มีชิ้นงานหลายชิ้นนั้นอาจจะมีปัญหาชิ้นงานไม่หลุดตามแม่พิมพ์ด้านเคลื่อนที่ออกมา ซึ่งจะทำให้ยันปลดชิ้นงานออกไม่ได้ โดยปกติแม่พิมพ์ชิ้นงานหลายชิ้นจะมีร่องนำพลาสติกจากหัวฉีดไปยังช่องว่างของชิ้นงานต่างๆ เป็นระยะทางไกล ดังนั้นในการที่จะให้ชิ้นงานติดตามแม่พิมพ์ด้านเคลื่อนที่ออกมาจำเป็นจะต้องมีมาตรการพิเศษคือ ทำแ่งล็อกไว้ที่ปลายแท่งยัน หรือคว้านรูนำแท่งยันให้บานออกหรือเว้าโค้งเข้าไป เพื่อให้พลาสติกเข้าไปฝังตัวเป็นหัวดึงตัวของชิ้นงาน (spure hook) ให้ติดมากับด้านที่เคลื่อนที่ ซึ่งชิ้นงานหลายชิ้นที่มีร่องนำพลาสติกต่อกันก็จะติดออกมาพร้อมๆ กัน

สำหรับชิ้นงานที่เป็นเกลียว ซึ่งไม่สามารถจะใช้แท่งยันหรือแผ่นยกปลดชิ้นงานออกมาได้โดยตรง ในการนี้จะต้องใช้วิธีการหลุดคลายเกลียวให้ชิ้นงานหลุดออก และการหมุนคลายเกลียวนี้โดยปกติจะใช้ระบบเฟืองส่งทดกำลังหมุนไปยังแกนเกลียวของชิ้นงาน ซึ่งอาจจะมีชิ้นเดียวหรือหลายชิ้นในแม่พิมพ์เดียว ดังภาพที่ แสดงวิธีการปลดชิ้นงานโดยใช้ระบบเฟืองหมุนคลายเกลียว

กลไกปลดชิ้นงานที่มีเกลียว ลักษณะนี้เหมาะสำหรับแม่พิมพ์ที่มีชิ้นงานหลายชิ้นอยู่รอบๆ ศูนย์กลางเฟืองตัวกลาง ซึ่งขบอยู่กับเฟืองที่ติดอยู่กับแกนหมุนทุกตัว เมื่อเฟืองตัวกลางหมุน ก็จะคลายเกลียวให้กับชิ้นงานทุกชิ้นพร้อมๆ กัน อย่างไรก็ตาม หน้าที่ที่หลุดคลายเกลียวชิ้นงานจะต้องไม่หมุนตาม แต่จะต้องเคลื่อนตัวออกตามแนวแกน ในการนี้จะต้องมีแ่งจับยึดเล็กๆ กลไกปลดชิ้นงานที่มีเกลียว ลักษณะนี้เหมาะสำหรับแม่พิมพ์ที่มีชิ้นงานหลายชิ้นอยู่รอบๆ ศูนย์กลางเฟืองตัวกลาง ซึ่งขบอยู่กับเฟืองที่ติดอยู่กับแกนหมุนทุกตัว เมื่อเฟืองตัวกลางหมุน ก็จะคลายเกลียวให้กับชิ้นงานทุกชิ้นพร้อมๆ กัน อย่างไรก็ตาม หน้าที่ที่หลุดคลายเกลียวชิ้นงานจะต้องไม่หมุนตาม แต่จะต้องเคลื่อนตัวออกตามแนวแกน ในการนี้จะต้องมีแ่งจับยึดเล็กๆ

2.3.1.1.2.8 ความหนาของผนังชิ้นงาน

การออกแบบความหนาของชิ้นงาน ตามหลักจะขึ้นอยู่กับชนิดของพลาสติกที่เลือกใช้ แต่บางครั้งก็มีข้อจำกัดเรื่องขนาดหรือช่องว่างที่จะนำชิ้นงานไปประกอบ ทำให้การเลือกใช้พลาสติกต้องเป็นไปตามความหนาที่ยอมรับให้เป็นได้ อย่างไรก็ตามการกำหนดความหนาจะได้มากจากการวิเคราะห์ความต้องการสองประการ คือ ความต้องการในการใช้งานและความต้องการในการทำงานขึ้นรูป

ความต้องการในการใช้งาน

1. โครงสร้างของชิ้นงาน
2. น้ำหนักเบา
3. ความแข็งแรงสูง
4. การเป็นฉนวน
5. มีความคงขนาด

ความต้องการในการขึ้นรูป

1. การขึ้นรูป
 - ก. การไหลได้ดี

- ข. การตั้ง parameter ในการทำงานไม่ยุ่งยาก
 - ค. การปลดชิ้นงานออกง่าย
2. การนำไปประกอบชิ้นส่วนอื่น

- ก. ความแข็งแรง
- ข. ความละเอียดแม่นยำของขนาด

การออกแบบชิ้นงานพลาสติกจะต้องให้มีความหนาแน่นที่สุดที่ยังคงความแข็งแรงของโครงสร้างได้ตามต้องการ ความหนาแน่นมีผลต่อการประหยัดวัสดุ ความเร็วในการผลิต เนื่องจากการถ่ายเทความร้อนในการหล่อเย็น และจะต้องคำนึงถึงความแข็งแรงที่จะทนต่อการกระแทกชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ ในตารางที่ 8.3 เป็นการแนะนำความหนาของชิ้นงานที่ทำด้วยเทอร์โมพลาสติก (นำมาจาก "Plastic Design" Ronald D. Beck, Van Nostrand Reinhold Co.)

เนื่องจากความหนาและความมั่นคงมีผลต่อการไหลและการเย็นตัวของพลาสติก ดังนั้นการออกแบบชิ้นงานจึงมีความจำเป็นต้องออกแบบให้ชิ้นงานมีความหนาใกล้เคียงกันทั้งชิ้นงานมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อป้องกันการเกิดความเค้นภายใน (internal stress) และการแตกร้าว และเพื่อให้การไหลเต็มหลุมแบบของพลาสติกสะดวกชิ้นงานจะต้องไม่ให้มีมุมคม

ถ้าจำเป็นต้องออกแบบให้มีความหนาแตกต่างกัน แนะนำให้จัดการไหลไปเต็มส่วนที่หนา อาจทำให้ชิ้นงานไม่สมบูรณ์ เนื่องจากจะเกิดการไหลเวียนของพลาสติกเหลวในช่วงต่อของความหนา

แฟกเตอร์ที่สำคัญที่ต้องนำมาพิจารณาในเรื่องความหนาของชิ้นงานก็คือ กระบวนการแข็งตัวของพลาสติก ซึ่งขึ้นอยู่กับ การส่งผ่านความร้อนจากพลาสติกไปยังแม่พิมพ์ และจากแม่พิมพ์ไปยังน้ำหล่อเย็น โดยปรกติผนังบางจะแข็งตัวเร็วกว่าผนังหนา โดยที่ระหว่างการแข็งตัวนั้นการหดตัวจะเกิดขึ้นตลอดเวลา ความไม่สม่ำเสมอของความหนาจะทำให้เกิดความเค้นภายใน (internal stress) ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการยุบตัว (sink marks) บนส่วนที่หนา หรือทำให้เกิดการโก่งของชิ้นงานขึ้นได้

2. รัศมีความโค้งของมุมและขอบโค้งของชิ้นงาน

มุมคมเป็นตัวการในการก่อปัญหาทำให้ชิ้นงานพลาสติกเกิดความเสียหายได้ง่าย การลบมุมคมจะเป็นการลดความเค้นรวมตัว (stress concentration) ซึ่งจะส่งผลให้โครงสร้างของชิ้นงานมีความแข็งแรง แสดงอัตราส่วนของรัศมีความโค้งต่อความหนาที่สัมพันธ์กับแฟกเตอร์ การรวมตัวของความเค้นจะเห็นได้ว่ารัศมีความโค้งยิ่งมากค่า ความเค้นรวมตัวจะยิ่งต่ำ

ขอบโค้งจะช่วยให้การไหลของพลาสติกเข้าในหลุมแบบได้สะดวก และง่ายต่อการปลดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ นอกจากนั้นทั้งความโค้งของมุมและขอบโค้งจะช่วยให้การทำแม่พิมพ์ง่ายขึ้นด้วย รัศมีความโค้งจะต้องมีทั้งขอบในและขอบนอก โดยทั่วไป แนะนำให้ใช้รัศมีความโค้งของมุมได้ต่ำสุด 0.5 ถึง 0.75 มิลลิเมตร

ตามหลักการแล้วให้เลือกใช้รัศมีโตที่สุดเท่าที่จะทำได้ ในภาพที่ 8.91 แสดงการทดสอบแรงกระแทก (izod impact strength) ของชิ้นงานที่มีรัศมีของมุมโค้ง ซึ่งเห็นได้ชัดว่ารัศมีความโค้งยิ่งโตยิ่งทนต่อแรงกระแทกได้ดียิ่งขึ้น

3. ครีบ

หน้าที่ของครีบก็คือ เพิ่มความคงรูป (rigidity) ความแข็งแรงของชิ้นงาน โดยไม่ต้องเพิ่มความหนา ถ้าออกแบบครีบได้เหมาะสมจะช่วยป้องกันการโก่งอระหว่างการเย็นตัวของชิ้นงาน และในบางกรณีจะช่วยให้การไหลเต็มหลุมแบบของพลาสติกดีขึ้นด้วย

รูปทรงของครีบมีมากมายแต่ต้องระมัดระวังเรื่องการออกแบบที่จะไม่ทำให้เกิดความเค้นภายในมาก อันเนื่องจากความหนาไม่เท่ากัน ควรพิจารณาในเรื่องความกว้างและความยาวของครีบ ครีบหนาอาจทำให้เกิดลูกโป่งสุญญากาศหรือรอยยุบตรงตำแหน่งตัดกันของครีบกับผนัง ทำให้โครงสร้างไม่สม่ำเสมอ มีความเค้นเนื่องจากความร้อนและความเค้นรวมตัว เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าว แนะนำให้ใช้ครีบยาวขึ้นและบาง หรือจะใช้แกน (core) ของแม่พิมพ์สอต เพื่อลดความหนาได้ครีบก็ได้

ตามหลักแล้วความกว้างของฐานครีบจะต้องบางกว่าผนังชิ้นงานที่ติดต่อกัน ครีบควรมีพื้นที่หน้าตัดเรียวยตลอดหน้าตัด เพื่อให้สามารถถอดออกจากแม่พิมพ์ได้ง่าย

4 ความลาดเอียงของผนังชิ้นงาน

การออกแบบชิ้นงานฉีดพลาสติกจำเป็นต้องพิจารณาความสะดวกในการเอาชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ด้วย นั่นคือจะต้องทำให้มีความลาดเอียงของชิ้นงานทั้งภายในและภายนอก แล้วที่สำคัญไม่น้อยกว่ากันก็คือผิวของแม่พิมพ์จะขัดเรียบที่สุด เพื่อให้ชิ้นงานถอดออกได้ง่าย

ในหลักการแล้วจะไม่มีสูตรสำเร็จสำหรับความลาดเอียงของผนังชิ้นงาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความลึกของชิ้นงานที่ผู้ออกแบบต้องใช้สามัญสำนึกในการออกแบบอย่างมาก

มุมลาดเอียงของผนังด้านนอกและผนังภายในของชิ้นงาน โดยผนังด้านนอก ไม่มีข้อจำกัดของมุมลาดเอียงให้ขึ้นอยู่กับดุลพินิจของผู้ออกแบบในการพิจารณาความเหมาะสม ส่วนผนังด้านในแนะนำค่าความลาดเอียงไม่ควรเกิน 1 องศา

การฝังชิ้นส่วนที่เป็นโลหะในชิ้นงานเทอร์โมพลาสติก

การฝังชิ้นส่วนที่เป็นโลหะในชิ้นงานเทอร์โมพลาสติกจะกระทำเมื่อต้องการฝังชิ้นงานพลาสติกมีตำแหน่งที่มีความแข็งแรงมากเป็นพิเศษ จึงต้องใช้โลหะฝังเอาไว้

โดยปกติ ชิ้นส่วนโลหะที่ฝังนั้นจะต้องขึ้นรูปไว้เรียบร้อยแล้วไม่ต้องทำงานเพิ่มเติมหลังจากฉีดหลุมแล้ว และนำเอาชิ้นส่วนนี้วางลงในแม่พิมพ์ขณะเปิด ผนึกตำแหน่งที่เตรียมให้พลาสติกไหลมาหุ้มได้สะดวก โลหะที่ใช้ฝังในชิ้นงานพลาสติกนี้อาจจะเป็นแผ่นสปริงบางๆ จนถึงแกนเหล็กหล่อหนาๆ

A : เป็นเกลียวในรูตัน โดยการขึ้นลายข้าวหลามตัด เพื่อให้ยึดกับพลาสติกดียิ่งขึ้น ดังแสดงที่หมายเลข 1

B : ท่อมีเกลียวใน โดยการตัดปลายท่อให้เป็นแจกแล้วจ้างออกให้ยึดดียิ่งขึ้น ดังแสดงที่หมายเลข 2

C : เป็นเกลียวรูตัน โดยการปาดผิวทรงกลมเป็นหน้าราบเพื่อนำให้จับยึดได้ดี ดังแสดงที่หมายเลข 3

D : เป็นแท่งสี่เหลี่ยม ในการนี้จะทำเป็นร่องให้จับยึดดียิ่งขึ้น ดังแสดงที่หมายเลข 4

E : แท่งเกลียวนอก ทำการปาดส่วนที่กลมให้เป็นผิวราบเพื่อให้ยึดตัวจับยึดพลาสติกได้ดี ดังแสดงที่หมายเลข 5

F : เกลียวในเจาะทะลุทำการขึ้นลายข้าวหลามตัด เพื่อให้ยึดกับพลาสติกดียิ่งขึ้น ดังแสดงที่หมายเลข 6

สำหรับฝาครอบหมายเลข 7 มีไว้เพื่อป้องกันพลาสติกไหลเข้าไปในร่องเกลียว

ชิ้นส่วนโลหะที่จะฝังในพลาสติกที่มีเกลียวในควรเป็นแบบรูตัน ทั้งนี้เพื่อป้องกันพลาสติกเข้าไปอุดตันในร่องเกลียว และควรจำไว้เสมอว่าพลาสติกไม่เกาะติดกับโลหะ ดังนั้นในการที่จะให้จับยึดติดกันได้จะต้องปรับผิวให้มีการยึดติดกับพลาสติก

สำหรับชิ้นส่วนโลหะฝังที่เป็นเกลียวจะไม่แต่เพียงรับแรงดึงของแรงอัดเท่านั้น แต่ยังมีแรงบิดเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เช่น เวลาขันเกลียว จึงจำเป็นต้องเตรียมผิวให้สามารถรับแรงได้หลายแกน ในการนี้การขึ้นลายรูปข้าวหลามตัดจะช่วยได้มาก นอกจากนี้การทำให้เป็นรูปทรงหลายเหลี่ยมก็จะรับแรงได้ดีสำหรับชิ้นงานผลิตโดยใช้เครื่องมือกล

ในการฝังชิ้นโลหะใหญ่ๆ (เช่น ชิ้นงานหล่อ) จำเป็นต้องใช้พลาสติกที่มีความเหนียวเป็นพิเศษ เพราะพลาสติกอาจจะแตกได้ เนื่องจากสัมประสิทธิ์การขยายตัวของวัสดุทั้งสองชนิดไม่เท่ากัน

- 1 แบบกั๊ดผิวด้านข้าง
 - 2 แบบผ่าร่อง ใช้รับแรงดึงไม่ได้
 - 3 แบบกลิ้งตกร่อง ใช้รับแรงบิดไม่ได้
 - 4 แบบขึ้นลายตรงไม่เหมาะสำหรับแรงฝัง
 - 5 แบบขึ้นลายรูปข้าวหลามตัด
 - 6 กั๊ดให้เป็นทรงเหลี่ยม
 - 7 บีบข้างให้ปีกกางออก
 - 8 ขึ้นเกลียวในรูตัน ขึ้นลายข้าวหลามตัด
 - 9 ขึ้นเกลียวหัวหกเหลี่ยมใน เจาะทะลุละมีฝาครอบ ป้องกันพลาสติกเข้าไปอุดร่องเกลียว
 - 10 ขึ้นเกลียวในเจาะทะลุและมีแผ่นปิดป้องกันพลาสติกเข้าไปอุดร่องเกลียว
 - 11 ขึ้นเกลียวในเจาะทะลุมีแผ่นปิดป้องกันพลาสติกเข้าไปอุดร่องเกลียว
 - 12 ขึ้นเกลียวในเจาะทะลุขึ้นลายข้าวหลามตัด
 - 13 เกลียวในหัวหกเหลี่ยม รูตัน และทำร่องรับแรงตามแนวแกนเอาไว้
 - 14 เกลียวในหัวหกเหลี่ยมเจาะทะลุ ทำร่องรับแรงตามแนวแกน
- วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์

เนื่องจากแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกต้องรับการเสียดสีของพลาสติก ต้องรับความร้อนจากพลาสติกเหลว และต้องรับแรงกระแทกในจังหวะเปิดปิดแม่พิมพ์ ดังนั้น วัสดุที่ใช้ทำส่วนต่างๆ ของแม่พิมพ์จะต้องมีคุณสมบัติรับผลกระทบต่างๆ เหล่านี้ด้วย ในการเลือกวัสดุควรพิจารณาในจุดต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ต้องทนต่อการเสียดสีสูง เพื่อให้แม่พิมพ์ใช้ได้นาน
- ขยายตัวน้อยในช่วงของอุณหภูมิทำงานฉีดพลาสติก เพื่อให้ได้ขนาดและรูปทรงของชิ้นงานที่แน่นอน
- ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อใช้กับพลาสติกที่มีสารที่ทำให้เกิดกัดกร่อน(เช่น กรด และน้ำ)

สำหรับความต้องการด้านการผลิตแม่พิมพ์ วัสดุควรมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- ทำงานแปรรูปง่าย ส่วนใหญ่ก็จะเป็นงานปาดผิวและกัดด้วยไฟฟ้า (EDM) บางครั้งใช้กรรมวิธี กัดขึ้นรูป (hobbing)

- ต้องคงรูปเมื่อมีการชุบแข็ง เพราะถ้าเกิดการแปรรูปจากการชุบแข็งก็หมายถึง แม่พิมพ์ซึ่งใกล้ สำเร็จแล้วนั้นใช้ไม่ได้ ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น

- ต้องสามารถขัดเรียบได้ ตามความต้องการของผิวของชิ้นงาน
วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์ปกติใช้เหล็กผสม ซึ่งขณะทำงานปาดผิวขึ้นรูปจะมีสภาพอ่อนและ เมื่อทำเสร็จแล้วจึงนำไปชุบแข็งให้ได้คุณสมบัติดังกล่าวข้างต้น

เหล็กผสมที่ใช้กันมากที่สุด ได้แก่ เหล็ก case hardening steel สำหรับงานปาดผิวแสดงไว้ใน ตารางที่ 8.4 ซึ่งเป็นเหล็กที่สามารถชุบผิวแข็งได้และมีแกนเหนียว

เป็นการพอเพียงสำหรับงานสร้างแม่พิมพ์ทั่วไป แต่ถ้าเป็นแม่พิมพ์ที่มีแรงดันในแม่พิมพ์สูงเป็น พิเศษควรจะใช้เหล็ก 19 NiCrMo 15

สำหรับแม่พิมพ์ขึ้นงานหลายชิ้นโดยเฉพาะชิ้นงานเล็กๆ จะเป็นการประหยัดกว่าถ้าจะทำแม่พิมพ์ โดยวิธีอัดขึ้นรูปทรงของชิ้นงานลงในแผ่นแม่พิมพ์ (hobbing) สำหรับเหล็กชนิดนี้จะต้องสามารถอัดขึ้นรูปเย็น ได้ง่าย(ใช้ความดันอัดถึง 300 kg/mm²) ในสภาพเย็นโดยปกติจะใช้เหล็ก X6 CrMo 4 ในตารางที่ 8.5 หลังจากขึ้นรูปแล้วสามารถนำไปชุบน้ำแข็งด้วยน้ำมัน ซึ่งจะมีผิวแข็งและแกนเหนียวจะได้ขนาดคงที่มาก ส่วน แท่งกด (punch) นั้นให้ใช้เหล็ก 75 CrMoNiW 67

สำหรับแม่พิมพ์ที่ขนาดผลิตผลไม่ได้เลยนั้น ต้องใช้เหล็กที่ชุบแข็งด้วยอุณหภูมิต่ำ โดยเฉพาะ เหล็กที่ชุบ Nitriding ที่ใช้ทำแม่พิมพ์ที่แนะนำให้ใช้ดูในตารางที่ 8.6

ในการทำงานฉีดเทอร์โมพลาสติกบางชนิดจะมีสารซึ่งกัดกร่อนโลหะผสมอยู่ เช่น กรดเกลือ (HCl) ซึ่งจะกัดกร่อนแม่พิมพ์ให้เสียหายทำให้อายุการใช้งานน้อย จึงได้มีการทดลองหาวัสดุที่ทนต่อการ กัดกร่อนสูงออกมาใช้ เหล็กผสมชนิดนี้ ได้แก่ X40 Cr13 และ X36 CrMo 17 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 8.7 อย่างไรก็ตามการเลือกใช้เหล็กที่ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีจะต้องคำนึงถึงความแข็งแรงและการทนต่อการ เสียดสีด้วย

นอกจากเหล็กผสมที่กล่าวถึงมาแล้ว ยังมีเหล็กผสมอื่นๆ ที่สามารถนำมาทำเป็นแม่พิมพ์ได้เป็น อย่างดีซึ่งจะขอรายละเอียดและข้อมูลจากบริษัทผู้จำหน่ายเหล็กผสมทำเครื่องมือได้

ในบางครั้งถ้างานนั้นไม่ต้องการความละเอียดสูงและไม่ต้องการให้ต้นทุนการทำแม่พิมพ์สูงใช้ในการ ผลิตพลาสติกจำนวนไม่มาก อาจใช้เหล็กหล่อหรือโลหะ non-ferrous alloy ได้สำหรับโลหะ non-ferrous นั้นควรใช้ fine zinc-alloy, beryllium-copper alloy ซึ่งสามารถหล่อขึ้นรูปได้ง่ายและมีความแข็งแรงพอ ประมาณ จากประสบการณ์สามารถใช้ฉีดขึ้นงานได้ถึง 250,000 ครั้ง

การตั้งอุณหภูมิในการฉีดพลาสติก

ในการฉีดเทอร์โมพลาสติกนั้น เนื่องจากช่วงการหลอมตัวของพลาสติกค่อนข้างแคบ นั่นคือถ้า อุณหภูมิสูงเกินไปพลาสติกจะขยายตัว ถ้าต่ำเกินไปพลาสติกจะมีความหนืดมาก ไหลเข้าแบบได้ไม่สะดวก ดัง

นั้นการควบคุมอุณหภูมิในช่วงต่างๆ ของเครื่องจะทำได้โดยการตั้งที่ตัวควบคุมอุณหภูมิของ heater แต่ละตัว ที่หุ้มกระบอกอยู่ สำหรับแม่พิมพ์นั้นก็จำเป็นจะต้องรักษาอุณหภูมิให้พอดีด้วย ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปก็จะทำให้ มาสามารถเปิดแม่พิมพ์ได้เร็ว ทำให้จังหวะการฉีดช้า แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำเกินไปก็จะทำให้เกิดการเย็นตัวของ พลาสติก สำหรับพลาสติกเหลวที่ต้องวิ่งไปเข้าแบบเป็นระยะทางไกลๆ จะเกิดการเย็นตัวจนมีความหนืดสูงไม่ สามารถวิ่งเข้าเต็มหลุมแบบท่ายได้เต็มแบบ การควบคุมอุณหภูมิของแม่พิมพ์ทำได้โดยการปรับวาล์วน้ำ หล่อเย็นแม่พิมพ์

อุณหภูมิในช่วงต่างๆของกระบอกและแม่พิมพ์ที่ทางบริษัทผู้ผลิตพลาสติกแนะนำให้ใช้ อย่างไรก็ตาม ใดๆ ก็ ดี จะต้องพิจารณาถึงอิทธิพลอื่นๆ เช่น รูปทรงของชิ้นงานและขนาด ระบบหัวฉีด รูปทรงของเกลียวหนอนที่ใช้ ในการฉีดและระบบส่งกำลังประกอบได้ด้วย ซึ่งอาจจะต้องเปลี่ยนจากนี้ไปบ้าง

2.3.1.2 อลูมิเนียม

ฝาเกลียวกันปลอม (PILFER-PROOF CAP) เป็นฝาที่พัฒนาขึ้นเพื่อป้องกันการปลอมปนสินค้า ทำจาก แผ่นอลูมิเนียมอัดขึ้นรูปเป็นลักษณะถ้วยทรงกระบอก มีรอยปรุโดยรอบระหว่างตัวฝากับขอบฝาภายในบุด้วยวัสดุ ป้องกันการรั่วซึม ไม่เป็นสนิม ใช้ผนึกขวดบรรจุน้ำอัดลม เครื่องดื่มบำรุงกำลัง สุรา ยา เป็นต้น ฝาเกลียวกันปลอม เปิดง่าย ใช้ปิดซ้ำได้อีกเมื่อบริโภคไม่หมดในคราวเดียว โดยยังรักษาคุณภาพเดิมอยู่ แต่สามารถเห็นชัดว่าได้เปิด มาแล้ว

กรรมวิธีผลิตอลูมิเนียม

กรรมวิธีผลิตอลูมิเนียม คือนำไปถลุงโดยนำแร่บอกไซต์ที่มีสินแร่ประมาณ 55-60% มา สกัดเอาอลูมิเนียม (Alumina) ออกเสียก่อนโดยการป่นแร่ ให้เป็นผงละเอียดแล้วนำมาเข้าเครื่องตุนกับน้ำยาโดนไฟอย่างเข้มข้น (NaOH) สารจะถูกต้มในหม้อพิเศษ (Autoklaven) ซึ่งปิดสนิทภายใต้ความกดดันประมาณ 7 บรรยากาศ อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส ในการนี้สารที่เจือปนอยู่จะถูกแยกออกไปโดยการกรองและนำไปเผาหรืออบให้แห้ง ในเตาหมุนด้วยอุณหภูมิ 1300 องศาเซลเซียสให้น้ำที่ติดอยู่ในโมเลกุลของอลูมินา ออกก็จะได้อลูมินาบริสุทธิ์ หรือ อลูมิเนียมออกไซด์นี้จะถูกแยกด้วยไฟฟ้าในเตาไฟฟ้าอีก ในการนี้อุณหภูมิออกไซด์จะต้องอยู่ในสภาพหลอมเหลว แต่เนื่องจากจุดหลอมเหลวของสารชนิดนี้สูงมาก (2000 องศาเซลเซียส) เขาจึงต้องใช้สารผสมที่เรียกว่าครีโอล ไทท์ (Cryolite) ซึ่งมีจุดหลอมเหลวอยู่ประมาณ 900 องศาเซลเซียสไปเพื่อให้อลูมินาหลอมตัวได้ง่ายการแยก ด้วยเตาไฟฟ้าจะใช้อุณหภูมิประมาณ 900-950 องศาเซลเซียสอลูมิเนียมจะแยกไปจับอยู่ที่ขั้วลบเป็นอลูมิเนียม บริสุทธิ์ สินแร่บอกไซต์ 4 ตันจะให้ผลึกอลูมินาประมาณ 2 ตันและจะให้โลหะอลูมิเนียมประมาณ 1 ตัน

การถลุงอลูมิเนียมด้วยไฟฟ้าต้องใช้กำลังงานไฟฟ้ามากและต้องเป็นกำลังไฟฟ้าราคาถูกลงกว่าการที่ จะถลุงให้ได้อลูมิเนียม 1 ตันนั้นต้องใช้ไฟฟ้าจำนวน 18,000 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง เสียเวลาถลุงทั้งหมด 120 ชั่วโมง ใช้ ไฟฟ้าขนาดแรงดัน 5-6 โวลต์ ปริมาณกระแส 20,000-70,000 แอมแปร์อลูมิเนียมในสมัยแรกๆ ที่มนุษย์รู้จัก ถลุงใช้มิได้ถลุงด้วยไฟฟ้า แต่ถลุงด้วยปฏิกิริยาเคมีอื่นๆ ต้นทุนการผลิตก็สูงมาก ในรัชสมัยพระเจ้านโปเลียน มหาราชของฝรั่งเศส อลูมิเนียมมีราคาสูงกว่าทองคำ ภาชนะต่างๆที่ใช้ในพระราชวังสมัยนั้นนิยมท่ด้วยอลูมิเนียม เพราะ เป็นโลหะหายาก อลูมิเนียมเพิ่งจะใช้เป็นโลหะราคาถูกเมื่อมนุษย์รู้จักถลุงด้วยไฟฟ้าเมื่อประมาณ 70 ปีมา นี้เอง

การนำอลูมิเนียมไปใช้งาน

เนื่องจากอลูมิเนียมมีความหนาแน่นน้อยกว่าเหล็กและมีความแข็งแรงสูงจึงนำไปใช้ทำเครื่องใช้ต่างๆ เครื่องบิน ยานอวกาศ จรวด ซีปนาอูธ เป็นวัสดุก่อสร้าง เช่น ท่อ แผ่นหลังคา กรอบโครงหน้าต่าง ประตู บันได ในวงการอุตสาหกรรมใช้ทำถังภาชนะและถังรถบรรทุกเคมีภัณฑ์และน้ำมัน ในวงการไฟฟ้าใช้ทำสายเคเบิลไฟฟ้าแรงสูง อลูมิเนียมบริสุทธิ์ ใช้ทำแผ่นสะท้อนในแฟลชถ่ายรูป งานสะท้อนแสง ในคอมพิวเตอร์ นอกเหนืออลูมิเนียมยังใช้ทำโลหะผสม เช่นทำโลหะ Alnico ซึ่งเป็นโลหะแม่เหล็ก นิยมใช้ทำลำโพงวิทยุ แม่เหล็กที่ประสมอลูมิเนียมสามารถชุบผิวให้แข็งด้วยกรรมวิธี Nitriding แผ่นอลูมิเนียมที่รีดบางๆ เรียกว่า Aluminum Foil เช่นของห่อบุหรี่ และใช้เป็นวัสดุหีบห่อเพื่อความสวยงาม และทำคอนเดนเซอร์วิทยุ อลูมิเนียมมีประโยชน์มากมายเห็นได้ทั่วไปนอกจากที่กล่าวมาแล้วยังใช้ทำภาชนะหุงต้มและหีบห่อเช่น หม้อ กระทะ ถาด งาน ช้อน การระมัด แก้ว ฯลฯ

การกัดกร่อน

อลูมิเนียมบริสุทธิ์มีเม็ดเกรนละเอียด คงสม่ำเสมอดีมากโอกาสที่จะถูกกัดกร่อนด้วยสาเหตุจากเม็ดเกรนในโลหะนั้นไม่มีเลย ยิ่งกว่านั้นบนผิวจะมีฟิล์ม อลูมิเนียมออกไซด์บางๆติดอยู่ซึ่งเป็นฟิล์มที่ป้องกันการกัดกร่อนจากบรรยากาศปกติจึงไม่มีเลย

วิธีป้องกันการกัดกร่อนอลูมิเนียมโดยวิธีเคมี เรียกว่า วิธีอีลอกซาล(Eloxal)

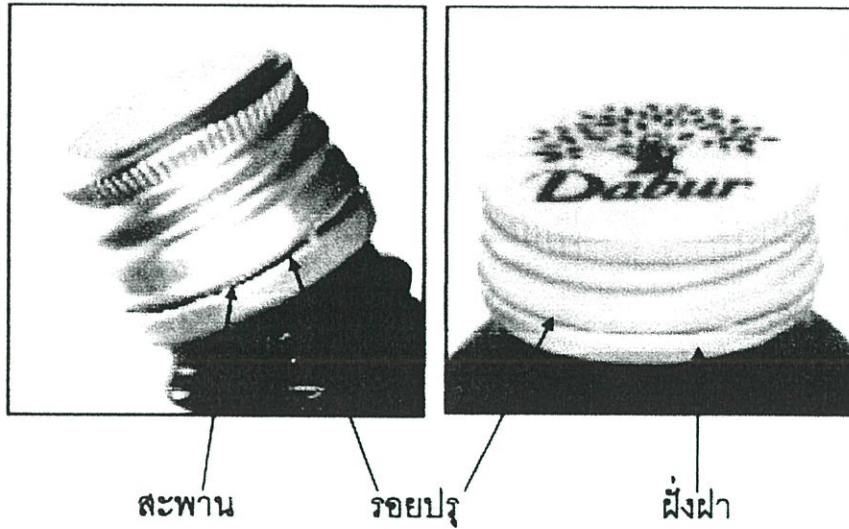
วิธีอีลอกซาล (Eloxal) การทำอีลอกซาลให้นำชิ้นงานอลูมิเนียมนั้นมาแขวนเป็นขั้วบวกให้แผ่นตะกั่วเป็นขั้วลบนำกรดกำมะถันเจือจางเป็นอิเล็กโทรไลต์ผ่านกระแสไฟตรงเข้าไปชั่วระยะเวลาหนึ่ง กระแสไฟฟ้าจะทำให้ผิวชิ้นงานอลูมิเนียม ณ ขั้วบวกเปลี่ยนเป็นอลูมิเนียมออกไซด์ คือฟิล์มบางๆปกปิดผิวอยู่โดยรอบโดยที่ขนาดของงานยังคงเดิมและชั้นฟิล์มอลูมิเนียมออกไซด์จะแข็งกว่าอลูมิเนียมแท้ๆ แม้จะหักหรืออชิ้นงานนั้นอย่างไรฟิล์มนี้ก็ไม่หลุดหรือแยกออกมาเลย มีความคงทนต่อการกัดกร่อนและไม่เป็นตัวนำไฟฟ้า อลูมิเนียมและโลหะผสมอลูมิเนียมที่ขัดกันตามบ้านเรือนต่างๆไปได้แก่กรอบประตู หน้าต่าง มู่ลี่ ภาชนะเครื่องใช้ตลอดจน กระทะ ตอนบนของขวดใส่นมทำด้วยแผ่นอลูมิเนียมบางๆ อลูมิเนียมมีความเหมาะสมที่ใช้ทำเป็นกระทะเพราะ นำความร้อนได้ดี และก็เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีด้วย ประกอบกับมีน้ำหนักบางจึงนำมาใช้ประโยชน์ใช้เป็นสายไฟฟ้าซึ่งพาดไปตามเสาไฟฟ้าได้เป็นอย่างดีและแพร่หลายมาก

ฝาโลหะชนิดฉีกขาดได้

เมื่อปิดผนึกภาชนะด้วยฝาพลาสติกหรือฝาโลหะ การเข้าถึงผลิตภัณฑ์ได้จะต้องทำฝาให้ฉีกขาด อย่างสมบูรณ์เมื่อเอาออกจากภาชนะ หรือทั้งส่วนของฝาไว้ที่ภาชนะ ฝาหรือส่วนของฝาจะต้องฉีกขาด เพื่อเปิดภาชนะหรือนำเอาผลิตภัณฑ์ออกจากภาชนะและฝาที่ถูกแกะจะต้องไม่อยู่ในสภาพเดิม ดังนั้นเมื่อ มีการแกะฝาออกก็จะเห็นผลิตภัณฑ์ที่มีฝาในลักษณะที่ฉีกขาดทั้งหมดหรือบางส่วนก่อนถึงมือเรา ในที่นี้จะกล่าวถึงฝาโลหะที่น่าสนใจ 3 แบบด้วยกัน

1. ฝาขึ้นรูปเกลียวกันขโมย

ฝาขึ้นรูปเกลียวกันขโมย เป็นฝาโลหะที่ผลิตจากอลูมิเนียมนำมาขึ้นรูปเกลียวด้วยเครื่องบีบแบบขวด (crimper) ขณะที่ครอบตรงคอขวด และทำให้ส่วนล่างของฝาปิดรัดตรงด้านล่างของคอ เรียกว่าฝังบีบหรือฝังบีบจากนี้ จะเจาะด้วยเครื่องเจาะให้เป็นรอยปรุตรงแนวระนาบเหนือฝังบีบบริเวณที่ไม่ถูกเจาะเรียก สะพาน จะขาดง่ายเมื่อบิด ทวนเข็มนาฬิกา



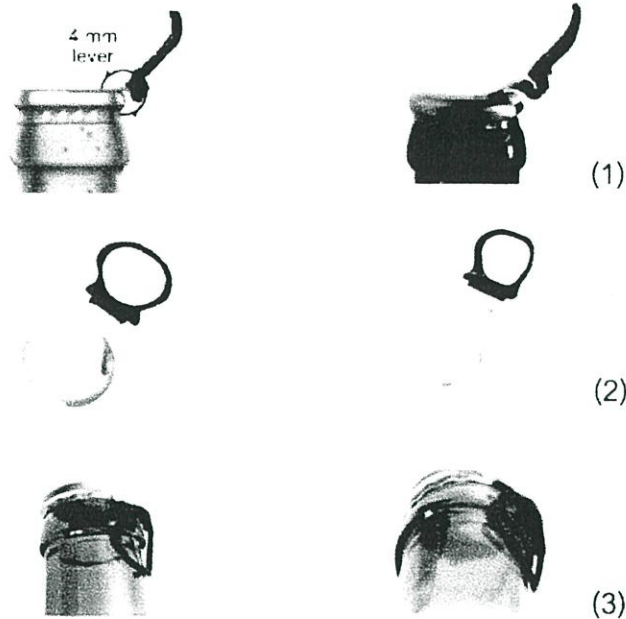
ภาพที่ 2.3.7 ฝาขึ้นรูปเกลียวกันขโมย

ที่มา <http://www.pharmacy.mahidol.ac.th/knowledge/files/>

2. ฝาแมกซีคราวน์ (ฝามงกุฎแหวน)

เริ่มผลิตโดยบริษัท Japan Crown Cork (JCC) ในปี 1992 ที่ประเทศญี่ปุ่น ใช้ชื่อว่า Maxi-PG ฝาแบบนี้มีสามส่วนคือ (1) เปลือกฝา ทำด้วยแผ่นอลูมิเนียมหนา 0.21 และ 0.24 มม. ตามลักษณะการทนแรงดันน้อยหรือมาก (2) แผ่นรองฝา ทำด้วย LDPE (พอลิเอธิลีนความหนาแน่นต่ำ) ซึ่งมีขีดการปิดผนึกทั้ง 2 ด้าน ทั้งด้านบนและด้านล่างที่แนบกับส่วนบนของปากขวด และ (3) วงแหวน ทำด้วย HDPE (พอลิเอธิลีนความหนาแน่นสูง) เชื่อมต่อกับเปลือกฝาซึ่งทนแรงขนาด 7 กิโลกรัมเวลาใช้จริงเพียง 3 กิโลกรัม และวงแหวนถูกออกแบบให้แนบกับข้างคอขวด

มีหลักการออกแบบการเปิดฝา 3 วิธี คือ (1) คานจัดฝังใน (built-in) ขนาด 4 มม. เพื่อช่วยให้เปิดง่ายด้วยแรงน้อยๆ (2) การปลดออกอัตโนมัติ ใช้หลักที่แผ่นรองฝามีขนาดใหญ่กว่าบริเวณเปลือกฝาที่ทำแนวกริป เมื่อดึงวงแหวนขึ้นแผ่นรองฝาจะดันเปลือกฝาลงตรงแนวกริป หลุดออกจากวงแหวน อลูมิเนียมที่ล็อคคอขวดจึงทำให้เปลือกฝาลุดออกมาได้ง่าย (3) ช่วงแรกควรดึงวงแหวนขึ้นเพื่อปลดแรงดันอากาศส่วนเกินออก และดึงลงกลับมาแนบขวดเหมือนเดิม

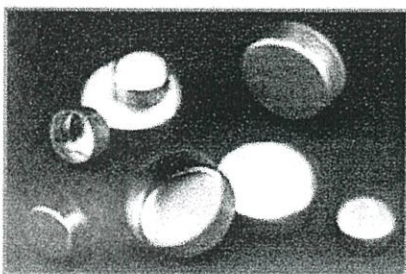


ภาพที่2.3.8 หลักการออกแบบการเปิดฝาแม็กซีคราวน์ 3 วิธี
ที่มา <http://www.pharmacy.mahidol.ac.th/knowledge/files/>

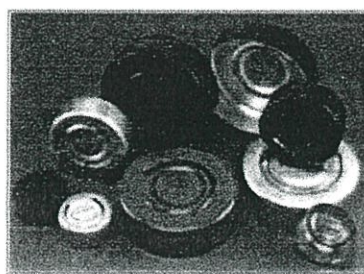
3. ฝาขึ้นรูปไม่มีเกลียวแบบใช้แล้วทิ้ง

ฝาขึ้นรูปไม่มีเกลียว เป็นฝาโลหะที่ผลิตจากอลูมิเนียมซึ่งขณะที่ครอบตรงคอขวดเครื่องบีบแน่น จะทำให้ส่วนล่างของฝาปิดรัดตรงส่วนล่างของคอ ซึ่งเรียกว่าฝักฝา โดยไม่มีการขึ้นรูปเกลียว และไม่เจาะฝาแบบ ฝาขึ้นรูปเกลียวกันขโมยเมื่อแกะฝาดังนี้ออกจะไม่สามารถนำฝากลับมาใช้ปิดขวดได้อีกเพราะฝาถูกทำลายไป ทั้งหมดหรือบางส่วนนิยมนำมาใช้กับยาฉีดปราศจากเชื้อ ยกตัวอย่างเช่น ขวดบรรจุน้ำเกลือปราศจากเชื้อชนิด ปริมาตรมาก (large volume parenterals: LVP) ไวลล์ที่ใช้บรรจุผงปราศจากเชื้อหรือยาฉีดปริมาตรน้อย (small volume parenterals: SVP)

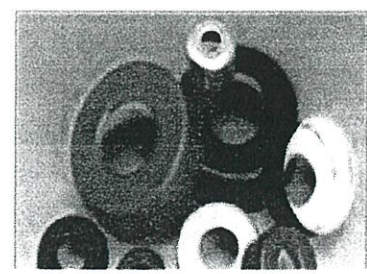
ฝาอลูมิเนียมแบบบนตัน จะต้องใช้เครื่องเปิดฝาเปิดออก แบบฉีกได้ จะต้องดึงส่วนสะพานแคบๆ ตรงที่ไม่เจาะให้ขาดออก และแบบบนกลวงนั้น ควรปิดบนด้วยฝาพลาสติกซึ่งมีครีبد้านล่างที่พร้อมจะดึงให้หลุดออก (flip-off cap) เพื่อป้องกันการปนเปื้อน เพิ่มคุณสมบัติบ่งชี้ร่องรอยการแกะ และสะดวกที่ไม่ต้องใช้เครื่องเปิดฝา ฝาแบบดึงครีบอกทำด้วยแผ่นกลม PP หรือ HDPE ที่มีครีบล็กๆ เรียงเป็นแนววงแหวนที่เส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับบริเวณกลวงของฝา ครีบจะฝังจากแนวกลวงไปอยู่ด้านล่างของฝาอลูมิเนียม มี 2 แบบคือ ดึงขึ้นตรง กลาง และดึงออกด้านข้าง เพื่อให้ครีบหลุดออก



ภาพที่2.3.10 ฝาแบบบนตัน

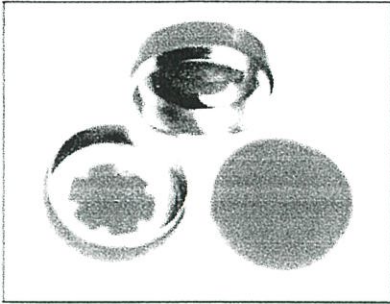


ภาพที่2.3.11 ฝาแบบฉีกได้

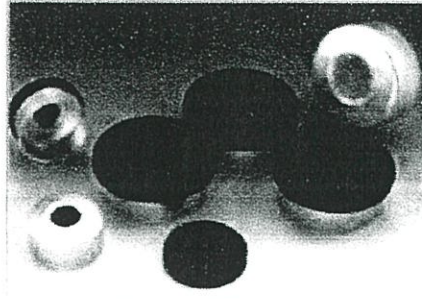


ภาพที่2.3.12 ฝาแบบบนกลวง

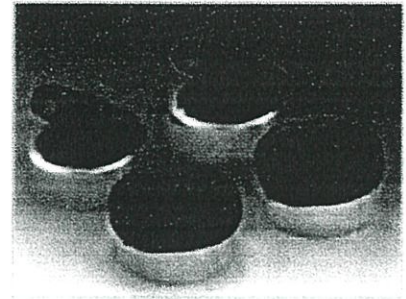
ที่มา <http://www.pharmacy.mahidol.ac.th/knowledge/files/0081.pdf>



ภาพที่ 2.3.13 ฝาแบบดิ่งครึ่งออก



ภาพที่ 2.3.14 ฝาแบบดิ่งขึ้นตรงกลาง



ภาพที่ 2.3.15 ฝาแบบดิ่งออกด้านข้าง

ที่มา <http://www.pharmacy.mahidol.ac.th/knowledge/files/0081.pdf>

2.3.2 วัสดุที่มีความน่าสนใจ และสามารถนำไปประยุกต์กับการผลิตฝาขวดแก้วได้

1. ซิลิโคน (Silicone)

เป็นยางสังเคราะห์ที่มีความแตกต่างจากพลาสติกชนิดอื่น โดยมีส่วนประกอบหลัก คือ ซิลิโคน ที่ได้จากการรีดักชันด้วยทรายและออกซิเจนในเตาไฟฟ้า (ในขณะที่พลาสติกชนิดอื่นมีคาร์บอนเป็นธาตุหลักตามแต่ส่วนประกอบทางเคมีและกรรมวิธีการผลิต) แล้วจะกลายเป็นน้ำมันซิลิโคน (Silicone Oil) ซิลิโคนเรซิน (Silicone Resin) หรือยางซิลิโคน

ซิลิโคนทุกชนิดมีคุณสมบัติ คือ น้ำจะไม่จับผิว ติดกาวไม่ได้ มีสถานะเป็นกลางทางเคมี เป็นฉนวนไฟฟ้า และค่อนข้างจะทนความร้อนได้สูง

น้ำมันซิลิโคนเป็นของเหลวใสเหมือนน้ำ ไม่มีกลิ่น มีอุณหภูมิตั้งแต่ -60°C ถึง 250°C ค่าความหนืดจะไม่เปลี่ยนแปลง น้ำมันซิลิโคนใช้ฉีดเป็นผิวชั้นบางเคลือบบนแบบงานอัด (Compression Mould) สำหรับชิ้นงานพลาสติกหรือชิ้นส่วนยางเพื่อทำให้ชิ้นงานที่อัดอยู่ในแบบหลุดออกได้ง่าย

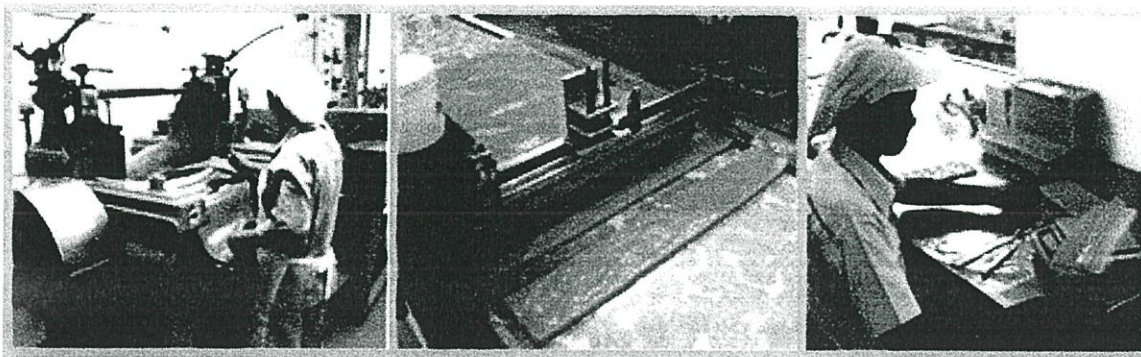
Silicone คือ วัสดุสังเคราะห์สารพัดประโยชน์ เราใช้ในการติดกระจก ยาแนวอ่างน้ำ อุดรอยรั่วซีมต่าง ๆ ซึ่งคนส่วนใหญ่อาจจะยังไม่ทราบว่าซิลิโคนนั้นมีด้วยกันหลายชนิด เหมือนกับค่าน้ำมันมีหลายชนิดตั้งแต่ น้ำมันหมู น้ำมันพืช น้ำมันเบนซิน น้ำมันโซล่า น้ำมันเครื่อง ฯลฯ ที่แต่ละชนิดจะใช้ไม่เหมือนกัน สรุปสาระสำคัญได้ 2 ชนิดดังนี้

1. Structural Silicone เป็นชนิดที่สามารถรับน้ำหนักได้ มีแรงยึดเกาะสูง ส่วนใหญ่ใช้สำหรับ การก่อสร้างอาคาร ที่ติดกระจกอะลูมิเนียมโดยตรง
2. Sealance Silicone เป็นชนิดไม่รับ น้ำหนัก ราคาถูกกว่าประเภทแรกพอสมควรทีเดียว ใช้สำหรับอุดรอยอุดร่องต่าง ๆ สามารถกันน้ำซีมได้ เช่นยาแนวอ่างล้างหน้า ช่องว่างระหว่างกระจกกับบานกรอบ เป็นต้น นอกจากคุณสมบัติของความสามารถกับแรงรับน้ำหนักตามที่ว่ามาแล้ว ก็ยังมีคุณสมบัติ ปลีกย่อย อย่างอื่น ประกอบอีก เช่นบางอย่างไม่เป็นกรด (Non-Acid) ที่ใช้กับหินอ่อน ผนังฉาบปูน (ซึ่งมีความเป็นด่าง) ได้ โดยไม่ทำปฏิกิริยาหรือบางอย่างสามารถยืดหดตัวได้มาก (Max. Elongation) ใช้บริเวณที่มีวัสดุต่างชนิด ประทับกัน และอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงมาก

ขั้นตอนการขึ้นรูปซิลิโคน

1. ขั้นตอนการเตรียมร่าง และขึ้นรูป โดยการผสม ปู่แผ่น ตัด และชั่งน้ำหนัก
2. ขั้นตอนการเคลือบ (เคลือบผิวหน้าเพื่อให้ยางไม้/โลหะยึดติดได้อย่างแน่นหนา)

3. บีบอัดเพื่อขึ้นรูป
4. การอบ (ลดไซลอคเซนที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ด้วยความร้อน)
5. ระบบการตรวจสอบภายใน (ตรวจสอบสิ่งปนเปื้อน รอยบิ่น รอยเปื้อน และความบิดเบี้ยว)
6. เคลือบสีโดยใช้เครื่องจักร/เคลือบสีแบบแกนหมุน * อุณหภูมิ (23°C), ความชื้น (60-80%), ปฏิบัติงานให้ห้องปลอดเชื้อที่ควบคุมความดันเอาไว้คงที่
7. พิมพ์ยอทแอสตมปี/พิมพ์เลเซอร์ คัท/พิมพ์สกรีน
8. ประกอบชิ้นส่วนด้วยเครื่องประกอบอัตโนมัติ



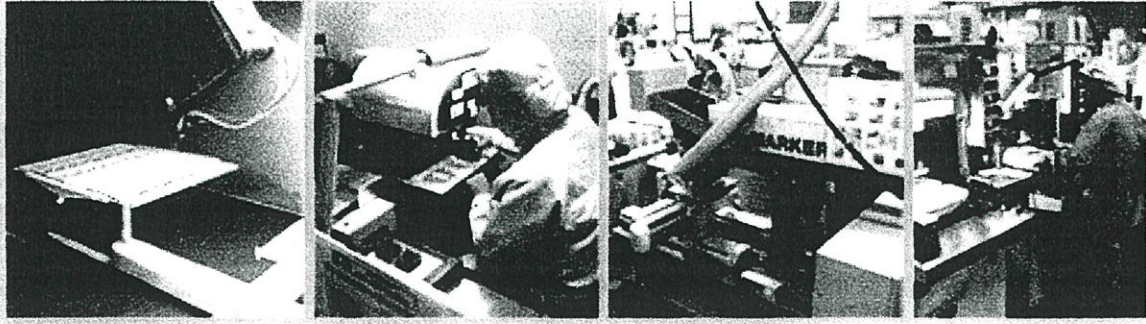
ภาพที่ 2.3.16 ขั้นตอนการเตรียมร่างและขึ้นรูป

ที่มา http://www.fact-link.com/mem_content.php?id=00002621&page=00004748&lang=th



ภาพที่ 2.3.17 แม่พิมพ์ยางซิลิโคน

ที่มา http://www.fact-link.com/mem_content.php?id=00002621&page=00004748&lang=th



ภาพที่ 2.3.18 ขั้นตอนการเคลือบสี พิมพ์และประกอบ

ที่มา http://www.fact-link.com/mem_content.php?id=00002621&page=00004748&lang=th

ซิลิโคน (Siliconesealant) เป็นวัสดุอุดรอยต่อที่ทำมาจาก วัสดุโพลีเมอร์มีองค์ประกอบหลักคือซิลิกอน คาร์บอนไฮโดรเจน ออกซิเจน เป็นสารประกอบอนินทรีย์ (InorganicBased) มีลักษณะ เป็นของกึ่งเหลว มีความยืดหยุ่นสูง คุณสมบัติของซิลิโคนคือมีความยืดหยุ่นสูงและคงทนต่อรังสี UV ได้ดี แต่จะมีจุดแตกต่างกับอะคริลิก และโพลียูรีเทนอย่างชัดเจนคือไม่สามารถทาสีทับได้ ด้วยคุณสมบัติที่สูงกว่า ซิลิโคนจึงถูกเลือกใช้ในงานที่ต้องการความคงทนต่อ สภาพแวดล้อมมากกว่าแต่ซิลิโคนมีจุดอ่อนคือไม่เหมาะกับการติดตั้งบริเวณผิววัสดุที่มีฝุ่นเกาะ เพราะจะทำให้ซิลิโคนไม่ทาหน้าทีประสาน ระหว่างวัสดุตัวจบแต่จะไปจับกับฝุ่นแทนทำให้ไม่สามารถยึดเกาะกับ ผิววัสดุได้จุดอ่อนอีกข้อที่สำคัญคือวัสดุบางประเภทที่มีปฏิกริยากับ กรดก็จะไม่สามารถใช้งานกับซิลิโคนที่มีฤทธิ์เป็นกรดได้เพราะจะไปกัดกร่อนผิววัสดุ เช่น หิน เหล็ก อลูมิเนียม ฯลฯ ซิลิโคนมีหลายสีให้เลือกใช้เช่นเดียวกันกับวัสดุอุดรอยต่ออื่น

แต่ราคาขายจะแพงที่สุดในวัสดุอุดรอยต่อทั้ง 3 กลุ่ม (ประมาณ 130 บาทต่อ300ml*) ระเบิดราคาของซิลิโคนก็ค่อนข้างหลากหลายขึ้นอยู่กับว่า จะผสมสารเติม ประสิทธิภาพ ในการยดี หย่นุ่ เหมี่ ขนี้ ประสิทธิภาพ ป้องกั้นเชือร่าเหมี่ขนี้หรือไม่ราคาากจะสูงขนี้ตามคุณสมบัติขนี้บรรรุ ภาณขที่ไซ้จะเหมี่ขนี้หลอดทรง กระบอกเหมี่ขนี้อะคริลิกและพอยดเหมี่ขนี้ PUซิลิโคนที่ไซ้อุดรอยต่อเนี่บ่งเปเนี่ 2ประเภทคือ ประเภทมีกรด และประเภทไม่มีกรด

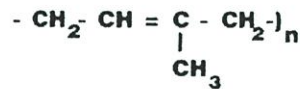
ซิลิโคนกับงานคอนกรีต precast แม้ว่าซิลิโคนจะมีคุณสมบัติป้องกันรังสี UV ได้ดีกว่าโพลียูรีเทน น่าจะเหมาะกับงานที่ใช้ภายนอกแต่ก็มีจุดอ่อนคือไม่เหมาะกับผิวที่มีฝุ่น เพราะตัวซิลิโคนจะไม่จับกับผิววัสดุ จะไปจับกับฝุ่นแทนทำให้ไม่มีแรงยึดเกาะ หากจะนำซิลิโคนมาใช้ งานประเภทนี้ต้องทำความสะอาดพื้นผิวให้ปราศจากฝุ่นและต้องทายาเคลือบผิวอีกชั้นหนึ่งเพื่อเพิ่มแรงยึดเกาะ

2. ยาง (Rubber)

ยางธรรมชาติ (Natural rubbers) คือ พอลิเมอร์ที่เกิดจากต้นยางเรียกว่า พอลิไอโซพรีน (polyisoprene) เกิดจากมอนอเมอร์จำนวนมากที่มีชื่อว่า ไอโซพรีน (isoprene) ยางธรรมชาตินี้เป็นยางที่ได้จากต้นยางพารา มีสมบัติต้านทานต่อแรงดึงได้สูง ทนต่อการขีดถู ยืดหยุ่นดีและไม่ละลายน้ำ แต่มีข้อด้อย คือ ยางธรรมชาติจะมีความแข็งและเปราะ ไม่ทนต่อตัวทำละลายอินทรีย์และน้ำมันเบนซิน ดังนั้นการจะนำยางธรรมชาติไปใช้ประโยชน์จึงต้องนำไปผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพของยางให้ดีขึ้นก่อน

กระบวนการปรับปรุงคุณภาพของยางธรรมชาตินี้เรียกว่า กระบวนการวัลคาไนเซชัน (Vulcanization)

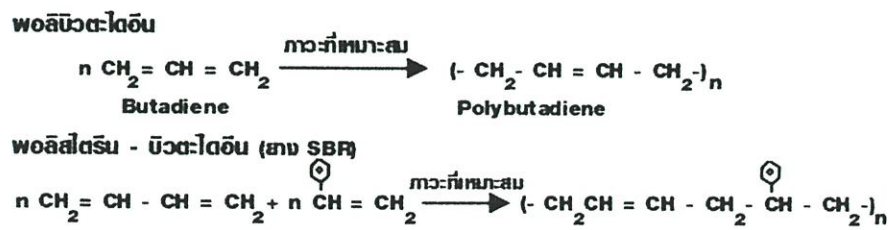
Process) ซึ่งจะช่วยให้ยางธรรมชาติมีความยืดหยุ่นได้ดีมากขึ้น มีความคงตัวสูง ไม่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์โดยกระบวนการวัลคาไนเซชันนี้ทำได้โดยการนำกำมะถัน (S₈) มาเผากับยาง ทำให้สายพอลิเมอร์ในยางถูกเชื่อมต่อกันด้วยโมเลกุลของกำมะถัน ยางจึงมีคุณภาพความคงทนมากขึ้น เรียกยางที่ผ่านกระบวนการเช่นนี้ว่า ยางวัลคาไนล์ ยางธรรมชาติแม้ว่าจะนำมาผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพแล้ว แต่ก็ยังจะมีสมบัติบางประการที่ไม่เหมาะสม เช่น ไม่ทนต่อแสงแดด ไม่ทนต่อความร้อนสูงและความเย็นจัด เป็นต้น ยังมีปัญหาในเรื่องปริมาณยางธรรมชาติมีจำนวนไม่เพียงพอ ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงได้สังเคราะห์ยางเทียมเพื่อนำมาใช้ทดแทนยางธรรมชาติ โดยยางเทียมที่สังเคราะห์ขึ้นมีอยู่หลายชนิด เช่นยางที่ได้เป็นของเหลวสีขาวชื่อ พอลิไอโซพรีน



- พอลิบิวตาไดอีน (polybutadiene) ประกอบด้วยโมเลกุลของมอนอเมอร์ คือ บิวตาได- อีน (butadiene) มีคุณสมบัติยืดหยุ่นมากกว่ายางธรรมชาติ
- นีโอพรีน (neoprene) ประกอบด้วยโมเลกุลของมอนอเมอร์ คือ คลอโรบิวตาไดอีน (chlorobutadiene) มีคุณสมบัติสลายตัวได้ยาก ทนทานต่อความร้อน ทนทานต่อน้ำมันเบนซินและตัวทำละลายอินทรีย์อื่นๆ ใช้ในการทำถุงมือ หน้ากากป้องกันแก๊ส เป็นต้น
- ยางเอสบีอาร์ (SBR) เป็นยางสังเคราะห์โคพอลิเมอร์ ซึ่งประกอบด้วยมอนอเมอร์ 2 ชนิด คือ สไตรีนและบิวตาไดอีน เป็นยางสังเคราะห์ที่ทนทานต่อการเสียดสีได้ดี ใช้ในการทำพื้นรองเท้า สายพานและยางรถยนต์ เป็นต้น
- ยางเอบีเอส (ABS) เป็นยางสังเคราะห์ที่เป็นโคพอลิเมอร์ ซึ่งประกอบด้วยมอนอเมอร์ 3 ชนิด คือ อะคริโลไนไตรล สไตรีนและบิวตาไดอีนเป็นสารที่มีสมบัติคล้ายพลาสติก คือ ไม่ยืดหยุ่นและสามารถทำเป็นรูปทรงต่างๆตามแม่แบบได้ ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปต่างๆ เช่น ส่วนประกอบในห้องโดยสารของรถยนต์ อุปกรณ์เครื่องใช้ในบ้านและเครื่องใช้สำนักงาน เป็นต้น

นอกจากยางสังเคราะห์แล้ว ปัจจุบันยังมีวิธีการพัฒนายางให้มีสมบัติที่ดีขึ้นได้โดยการนำยางธรรมชาติมาผสมกับยางเทียมหรือนำยางธรรมชาติมาผสมกับพลาสติกบางประเภท ทำให้เราสามารถประยุกต์ยางให้มีสมบัติเหมาะสมต่อการใช้งานได้อย่างมากมาย

ยางสังเคราะห์ เป็นพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ขึ้นจากสารผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม เช่น



2.4 ศึกษาการใช้งานบรรจุภัณฑ์แก้วในครัวเรือน

เนื่องจากโครงการนี้จะให้ความสำคัญกับพฤติกรรมการใช้งานในครัวเรือน ดังนั้นจึงนำข้อมูลจากการสำรวจกลุ่มผู้ใช้ 150 คน หญิงชาย อายุ 18-55 ปี ที่อาศัยอยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร มาทำการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการนำขวดแก้วที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ในหน้าที่ต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.4.1 การใช้งานขวดปากกว้างและทรงเตี้ยในครัวเรือน

การวิเคราะห์การใช้งานขวดปากกว้างและทรงเตี้ยในครัวเรือนนั้น สามารถแบ่งตามห้องต่างๆ ได้ 4 ห้อง คือ (1)ห้องครัว (2)ห้องนั่งเล่น (3)ห้องน้ำ (4)การนำไปใช้นอกบ้าน

1. ห้องครัว

การใช้งานขวดแก้วในห้องครัวมีดังนี้

1. ใส่เครื่องดื่มแช่ตู้เย็น เช่น น้ำผลไม้ทำเอง น้ำเปล่า เยือกกรินนม เป็นต้น
2. ใส่ไม้จิ้มฟันวางบนโต๊ะอาหาร
3. ใช้ในกระบวนการหมักดอง เช่น มะยม ชিং กิมจิ เป็นต้น
4. บรรจุอาหาร เช่น น้ำสลัดทำเอง น้ำมันเหลือใช้ เป็นต้น
5. บรรจุเครื่องเทศ เครื่องปรุงรส เช่น เกลือ พริกไทย น้ำตาล ผงเครื่องเทศ เป็นต้น
6. ใส่น้ำยาล้างจาน
7. บรรจุอาหารแบบเติม เช่น กาแฟ คอฟฟี่เมต ผงโกโก้ เป็นต้น



ภาพที่ 2.3.1 นำขวดแก้วที่ใช้แล้วมาหมักแตงกวาดอง

ที่มา <http://greenliving.nationalgeographic.com/can-reuse-jar-caps-pickling-20027.html>



ภาพที่ 2.3.2 นำขวดแก้วที่ใช้แล้วใส่ไม้จิ้มฟัน

ที่มา <http://myzerowaste.com/2012/08/5-reuse-ideas-that-will-blow-your-mind/>



ภาพที่ 2.3.3 นำขวดแก้วที่ใช้แล้วมาใส่น้ำผลไม้ทำเอง

ที่มา <http://naturemoms.com/blog/2010/02/18/10-more-way-to-reuse-glass-jars/>



ภาพที่ 2.3.4 นำขวดแก้วที่ใช้แล้วใส่กาแฟแบบเดิม

ที่มา <http://myzerowaste.com/2012/08/5-reuse-ideas-that-will-blow-your-mind/>

วิเคราะห์และสรุปเบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้งานในห้องครัว

ประเภทของสิ่งบรรจุ	ลักษณะการใช้งานเดิม	ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
ของแข็ง และของเหลว	บรรจุ ดื่ม ดอง ปิ้ง ต้ก ริน หยาะ	- ไม่สามารถแยกประเภท เครื่องปรุงได้ - ไม่ทราบวันหมดอายุ - การตักเครื่องปรุง - การเทเครื่องปรุง	- ออกแบบให้สามารถ แยกประเภทเครื่องปรุง - สามารถกำหนดวัน หมดอายุได้ - คำนึงถึงการใช้งาน อย่างสะดวก

ตาราง 2.3.1 แสดงผลสรุปจากการวิเคราะห์การใช้งานขวดแก้วในห้องครัว

2. ห้องนั่งเล่น

การใช้งานขวดแก้วในห้องนั่งเล่นมีดังนี้

1. ไส้ของจุกจิก เช่น ลูกกวาด ลูกแก้ว พับดาว ดินสอสีแท่งสั้นๆ เป็นต้น
2. ไส้อุปกรณ์ตัดเย็บ เช่น เข็ม ด้าย เข็มหมุด เข็กร ธิบิ้น กระดุม เป็นต้น
3. ไส้คุกกี้ ขนมอบกรอบ
4. ไส้ซีดีดินสอ (โดยใช้ฝาขวดเป็นกบเหลาดินสอ)
5. ไส้อุปกรณ์การช่าง เช่น ตะปู น็อต เป็นต้น
6. ไส้เงิน
7. ไส้ของที่ระลึก เช่น หอย ทราวย เป็นต้น
8. ไส้ใบคัตเตอร์ คลิป



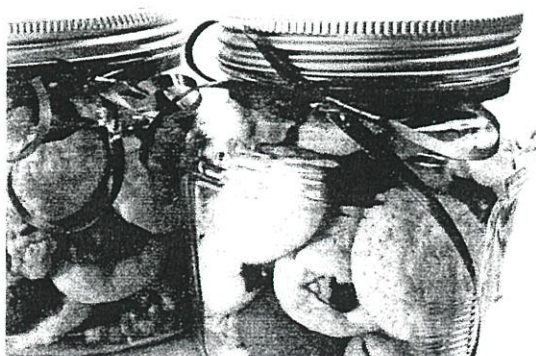
ภาพที่ 2.3.5 นำขวดแก้วที่ใช้แล้วมาใส่เครื่องตัดเย็บในบ้าน

ที่มา <http://earth911.com/news/2012/10/01/100-ways-to-reuse-thrift-store-finds-clothing-furniture-jewelry/>

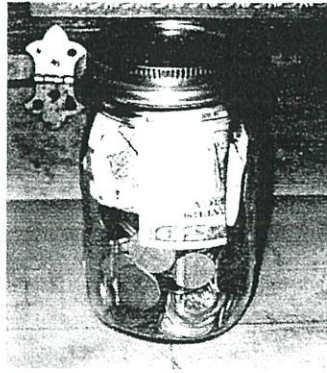


ภาพที่ 2.3.6 นำขวดแก้วที่ใช้แล้วมาใส่ลูกแก้ว

ที่มา <http://earth911.com/news/2012/10/01/100-ways-to-reuse-thrift-store-finds-clothing-furniture-jewelry/>



ภาพที่2.3.7 นำขวดแก้วที่ใช้แล้วมาใส่ตุ๊กกั
ที่มา <http://eco18.com/diy-gift-ideas/>



ภาพที่2.3.8 นำขวดแก้วที่ใช้แล้วมาใส่เงิน
ที่มา <http://www.thriftyfun.com>

วิเคราะห์และสรุปเบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้งานในห้องนั่งเล่น

ประเภทของสิ่งบรรจุ	ลักษณะการใช้งานเดิม	ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
ของแข็ง	บรรจุ	<ul style="list-style-type: none"> - ลมเข้าอาจทำให้ขนมไม่กรอบ - ไม่มีรูใส่เงินเพื่อการออม 	<ul style="list-style-type: none"> - ออกแบบให้สามารถบรรจุได้ ถือจับง่าย และสามารถใส่ผลิตภัณฑ์ภายในได้อย่างสะดวก

ตาราง2.3.2 แสดงผลสรุปจากการวิเคราะห์การใช้งานขวดแก้วในห้องนั่งเล่น

3. ห้องน้ำ

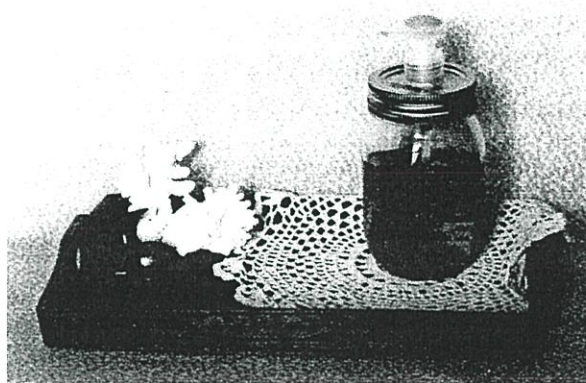
การใช้งานขวดแก้วในห้องน้ำมีดังนี้

1. ใช้เป็นแก้วแปรงฟัน
2. ใส่ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด เช่น ผงซักฟอก น้ำยาปรับผ้านุ่ม น้ำยาซักผ้าขาว เป็นต้น
3. บรรจุสินค้าอุปโภคที่เป็นของแข็ง เช่น สาลี คัดตออบบรีช เป็นต้น
4. บรรจุสินค้าอุปโภคที่เป็นของเหลว เช่น สบู่เหลวล้างมือ เป็นต้น



ภาพที่2.3.9 นำขวดแก้วที่ใช้แล้วมาใส่คัตตอนบรัช

ที่มา <http://laiabimhoff.wordpress.com/2012/01/12/thrifty-thursday-reusing-jar-candles/>



ภาพที่2.3.10 นำขวดแก้วที่ใช้แล้วมาใส่สบู่เหลวล้างมือ

ที่มา <http://www.insideways.com/2012/03/diy-mason-jar-soap-dispenser.html>

วิเคราะห์และสรุปเบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้งานในห้องน้ำ

ประเภทของสิ่งบรรจุ	ลักษณะการใช้งานเดิม	ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
ของแข็ง ของเหลว	บรรจุ ยกบ้วนปาก ปัม	- ไม่สามารถเทสินค้า อุปโภคได้จำนวน น้อยๆ - ไม่สามารถแยก ประเภทผลิตภัณฑ์ ภายในได้	- ออกแบบให้สามารถ บรรจุได้ ถือจับง่าย - สามารถใช้ผลิตภัณฑ์ ภายในได้อย่างสะดวก

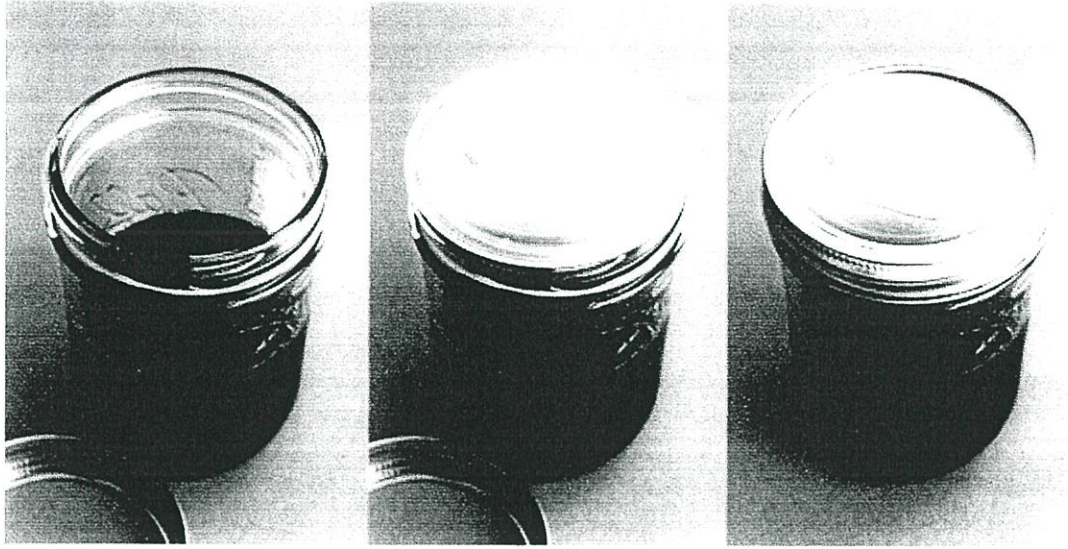
ตาราง2.3.3 แสดงผลสรุปจากการวิเคราะห์การใช้งานขวดแก้วในห้องน้ำ

4. การนำไปใช้งานบริเวณบ้าน หรือนอกบ้าน

การใช้งานขวดแก้วในบริเวณบ้าน หรือนอกบ้านมีดังนี้

1. ใส่เครื่องดินร้อน-เย็น เช่น กาแฟร้อน นม ชานร้อน ชาเย็น น้ำเย็น เป็นต้น
2. ใส่อาหารเข้าแบบเร่งด่วน เช่น คอนเฟลคกับนม อาหารเสริมต่างๆ เป็นต้น

3. ใส่ปุ่ยวิทย์ยาศาสตร์



ภาพที่2.3.11 นำขวดแก้วที่ใช้แล้วมาใสกาแฟเพื่อดื่ม
ที่มา <http://www.redferret.net/?p=30556>



ภาพที่2.3.12 นำขวดแก้วที่ใช้แล้วมาใสชาเพื่อดื่ม
ที่มา <http://www.treehugger.com/green-home/cuppow-your-ticket-fast-coffee-cheap-and-cheerful-mason-jars.html>

วิเคราะห์และสรุปเบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้งานในบริเวณบ้าน หรือนอกบ้าน

ประเภทของสิ่งบรรจุ	ลักษณะการใช้งานเดิม	ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
ของแข็ง ของเหลว	บรรจุ ยกบ้วนปาก ป้อน	- ไม่สามารถเทสินค้า อุปโภคได้จำนวน น้อยๆ - ไม่สามารถแยก ประเภทผลิตภัณฑ์ ภายในได้	- ออกแบบให้สามารถ บรรจุได้ ถือจับง่าย - สามารถใช้ผลิตภัณฑ์ ภายในได้อย่างสะดวก

ตาราง 2.3.4 แสดงผลสรุปจากการวิเคราะห์การใช้งานขวดแก้วในบริเวณบ้าน หรือนอกบ้าน

5. ห้องพระ

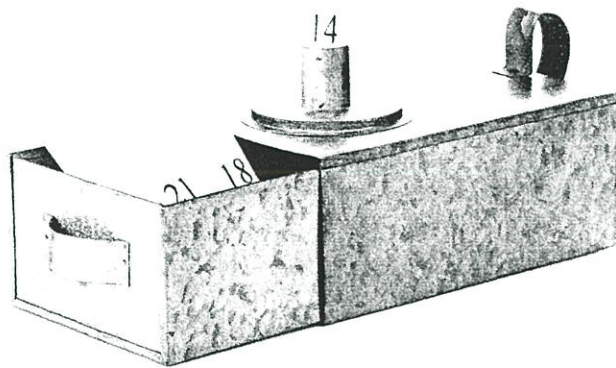
การใช้งานขวดแก้วในห้องพระมีดังนี้

1. ใส่ไม้ขีดที่ใช้แล้ว
2. ใช้เก็บเทียนที่ยังไม่ได้ใช้



ภาพที่ 2.3.13 ไม้ขีดไฟที่ใช้แล้ว

ที่มา <http://sbrecruitment.wordpress.com/category/recruitment-industry-thoughts/>



ภาพที่ 2.3.14 กล่องเก็บเทียน และเป็นเชิงเทียนในตัว
ที่มา <http://www.impressionen.de/shop/produkt/kerzenbox/5078490>

วิเคราะห์และสรุปเบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้งานในห้องพระ

ประเภทของสิ่งบรรจุ	ลักษณะการใช้งานเดิม	ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
ของแข็ง	บรรจุ ปัก	<ul style="list-style-type: none"> - มักพบไม้ขีดที่ใช้แล้ว ถูกทิ้งเกลื่อนกลาด บริเวณห้องพระ - บรรจุกันชนเทียนมัก เป็นลักษณะหุ้มด้วย พลาสติกใส และไม่มี กล่องเก็บที่เรียบร้อย 	<ul style="list-style-type: none"> - ออกแบบให้มีรูหรือ ช่องเพื่อเป็นที่ทิ้งไม้ขีด ไฟที่ใช้แล้ว - ใช้เป็นที่เก็บเทียน และ ออกแบบให้มีความ สุกภาพเรียบร้อย

ตาราง 2.3.5 แสดงผลสรุปจากการวิเคราะห์การใช้งานขวดแก้วในห้องพระ

6. ห้องรับประทานอาหาร

การใช้งานขวดแก้วในห้องรับประทานอาหารมีดังนี้

1. ใส่ขนมขบเคี้ยว เช่นคุกกี้ ลูกอม ขนมปังกรอบ เป็นต้น
2. ใช้เป็นแจกันน้ำดื่ม



ภาพที่ 2.3.15 ขวดโหลใส่คุกกี้

ที่มา <http://joycdaniels.com/celebrity-keeping-your-cookie-in-the-cookie-jar/>

วิเคราะห์และสรุปเบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้งานในห้องรับประทานอาหาร

ประเภทของสิ่งบรรจุ	ลักษณะการใช้งานเดิม	ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
ของแข็ง ของเหลว	บรรจุ ยัดเต็ม	<ul style="list-style-type: none"> - หากลมสามารถผ่านเข้ามาในขวดโหลได้ จะทำให้ขนมนิ่มและไม่กรอบ - ปากขวดมีลักษณะเป็นเกลียว จึงไม่สะดวกในการยัดเต็มที่ควร 	<ul style="list-style-type: none"> - ออกแบบเป็นสุญญากาศ กับอากาศภายนอกเข้ามาในขวด - ออกแบบให้ฝามีลักษณะรับกับรูปปากเพื่อสะดวกในการยัดเต็ม

ตาราง 2.3.6 แสดงผลสรุปจากการวิเคราะห์การใช้งานขวดแก้วในห้องรับประทานอาหาร

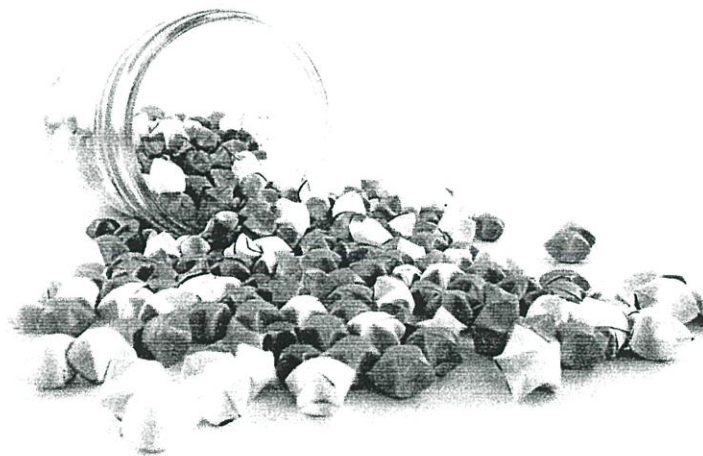
6. ห้องรับประทานอาหาร

การใช้งานขวดแก้วในห้องรับประทานอาหารมีดังนี้

1. ใส่ขนมขบเคี้ยว เช่นคุกกี้ ลูกอม ขนมปังกรอบ เป็นต้น
2. ใช้เป็นแจกันน้ำดื่ม



ภาพที่ 2.3.16 ขวดโหลใส่อุปกรณ์ตกแต่งผม
ที่มา <http://bangkok.olxthailand.com/iid-35681818>



ภาพที่ 2.3.17 ขวดโหลใส่ของจุกจิก
ที่มา <http://z14.invisionfree.com/ilovehyesung/index.php?showtopic=1486>

วิเคราะห์และสรุปเบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้งานในห้องนอน

ประเภทของสิ่งบรรจุ	ลักษณะการใช้งานเดิม	ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
ของแข็ง ของเหลว	บรรจุ ยัดเต็ม	- ปากขวดมีลักษณะเป็น เกลียว จึงไม่สะดวกใน การยัดเต็มที่ควร	- ออกแบบให้ฝามี ลักษณะรับกับรูปปาก เพื่อสะดวกในการยัดเต็ม

ตาราง 2.3.7 แสดงผลสรุปจากการวิเคราะห์การใช้งานขวดแก้วในห้องนอน

8. โรงรถ

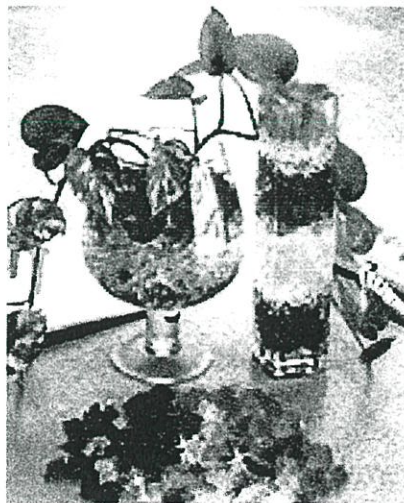
การใช้งานขวดแก้วในห้องนอโรงรถมีดังนี้

1. ใส่หรือเก็บอุปกรณ์การช่าง เช่น ตะปู น็อต เป็นต้น
2. ใส่ปุ๋ยวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 2.3.18 ขวดโหลใส่อุปกรณ์การช่าง

ที่มา <http://bangkok.olxthailand.com6a00e55224287c88330111689506cc970c-400>



ภาพที่ 2.3.19 ใส่ปุ๋ยวิทยาศาสตร์

ที่มา <http://z14.invisionfree.com/93749-6>

วิเคราะห์และสรุปเบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้งานในโรงรถ

ประเภทของสิ่งบรรจุ	ลักษณะการใช้งานเดิม	ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
ของแข็ง	บรรจุ	- การบรรจุปุ๋ย วิทยาศาสตร์ควรกัน การขึ้น	- ออกแบบให้ภายในเป็น สุญญากาศ

ตาราง 2.3.8 แสดงผลสรุปจากการวิเคราะห์การใช้งานขวดแก้วในโรงรถ

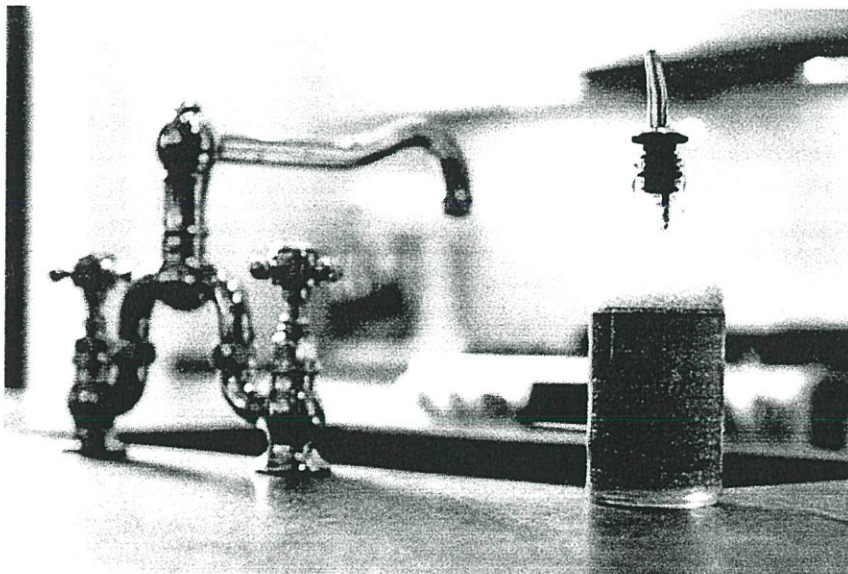
2.4.2 การใช้งานขวดปากแคบและทรงสูงในครัวเรือน

การวิเคราะห์การใช้งานขวดปากกว้างและทรงเตี้ยในครัวเรือนนั้น สามารถแบ่งตามห้องต่างๆได้ 3 ห้อง คือ (1)ห้องครัว (2)ห้องน้ำ (3)การนำไปใช้นอกบ้าน

1. ห้องครัว

การใช้งานขวดแก้วในห้องครัวมีดังนี้

1. ใส่เครื่องดื่มทำเอง เช่น น้ำผลไม้ทำเอง น้ำเปล่า นม ค็อกเทล เป็นต้น
2. ใส่น้ำมัน
3. ใส่น้ำยาล้างจาน
4. ใส่เครื่องปรุง เช่น พริกไทย เกลือ น้ำตาล เครื่องเทศ เป็นต้น



ภาพที่ 2.3.20 นำขวดแก้วที่ใช้แล้วมาใส่น้ำยาล้างจาน

ที่มา <http://www.kitchenisms.com/finds/ideas/kitchen-idea-re-bottle-your-dish-soap/614>



ภาพที่2.3.21 นำขวดแก้วที่ใช้แล้วมาใส่เกลือและพริกไทย
ที่มา <http://www.apartmenttherapy.com/creative-reuse-coke-bottle-sal-150680>

วิเคราะห์และสรุปเบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้งานในห้องครัว

ประเภทของสิ่งบรรจุ	ลักษณะการใช้งานเดิม	ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
ของแข็ง ของเหลว	ยกดื่ม เท ริน เหยาะ	- เทหกเลอะเทอะ - ถือไม่สะดวกในการ ล้างจาน - แยกประเภทสินค้า ภายในไม่ได้	- มีหัวบีบเพื่อให้น้ำยา ล้างจาน - ออกแบบปากที่ สามารถควบคุม ทิศทางของการเทได้

ตาราง2.3.8 แสดงผลสรุปจากการวิเคราะห์การใช้งานขวดแก้วในห้องครัว

2. ห้องน้ำ

การใช้งานขวดแก้วในห้องน้ำมีดังนี้

1. ใส่เครื่องอุปโภค เช่น สบู่เหลวล้างมือ เป็นต้น
2. บรรจุผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด เช่น น้ำยาปรับผ้านุ่ม น้ำยาฟอกผ้าขาว เป็นต้น



ภาพที่ 2.3.22 นำขวดที่ใช้แล้วมาใส่สบู่เหลว

ที่มา <http://www.thechicecologist.com/2009/06/new-soap-old-bottle-trash-reuse/>

วิเคราะห์และสรุปเบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้งานในห้องน้ำ

ประเภทของสิ่งบรรจุ	ลักษณะการใช้งานเดิม	ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
ของแข็ง ของเหลว	บรรจุ ยกเท	- ใช้ผลิตภัณฑ์ภายใน ยาก เพราะปากเล็ก - ไม่สามารถแยก ประเภทผลิตภัณฑ์ ภายในได้	- ออกแบบหัวปั๊มเพื่อให้ ง่ายต่อการใช้ ผลิตภัณฑ์ - มีอุปกรณ์เสริมในการ แยกประเภทสินค้า

ตาราง 2.3.9 แสดงผลสรุปจากการวิเคราะห์การใช้งานขวดแก้วในห้องน้ำ

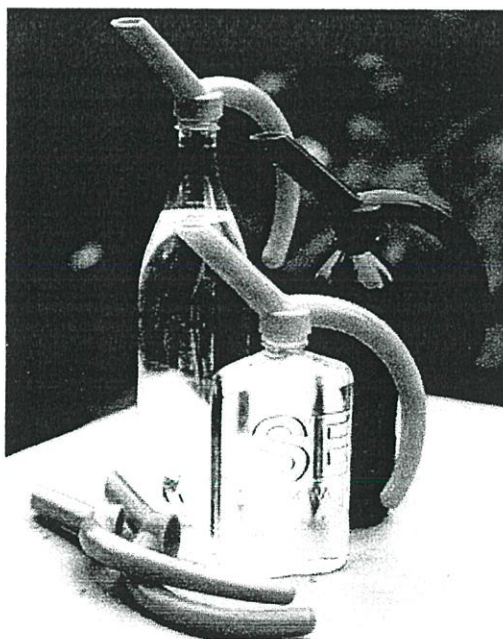
3. การนำไปใช้งานบริเวณบ้าน หรือนอกบ้าน

การใช้งานขวดแก้วในบริเวณบ้าน หรือนอกบ้านมีดังนี้

1. ใช้รดน้ำต้นไม้ด้วยการเทริน และฉีด
2. ปักดินเพื่อให้รดน้ำต้นไม้อย่างช้าๆ



ภาพที่2.3.23 นำขวดที่ใช้แล้วมาใส่น้ำต้นไม้มแบบปักดิน
ที่มา <http://www.thethrifty mama.com/reuse-glass-bottles-to-water-plants.html>



ภาพที่2.3.24 นำขวดที่ใช้แล้วมารดน้ำต้นไม้ม
ที่มา http://www.letsgogardening.co.uk/S_WateringCans.htm

วิเคราะห์และสรุปเบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้งานในบริเวณบ้าน หรือนอกบ้าน

ประเภทของสิ่งบรรจุ	ลักษณะการใช้งานเดิม	ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
ซองเหลว	การริน ปักในดิน	<ul style="list-style-type: none"> - ถี้อจับไม่ถนัด - กรอกน้ำลำบาก - ไม่สามารถควบคุมความมากน้อยของน้ำได้ - ปากมน ปักในดินยาก 	<ul style="list-style-type: none"> - ออกแบบปากที่สามารถรดน้ำได้หลายวิธี คือ การฉีดพ่น และการเทที่เหมาะสม - ออกแบบปากที่มีความแหลมสามารถที่มลงดินได้

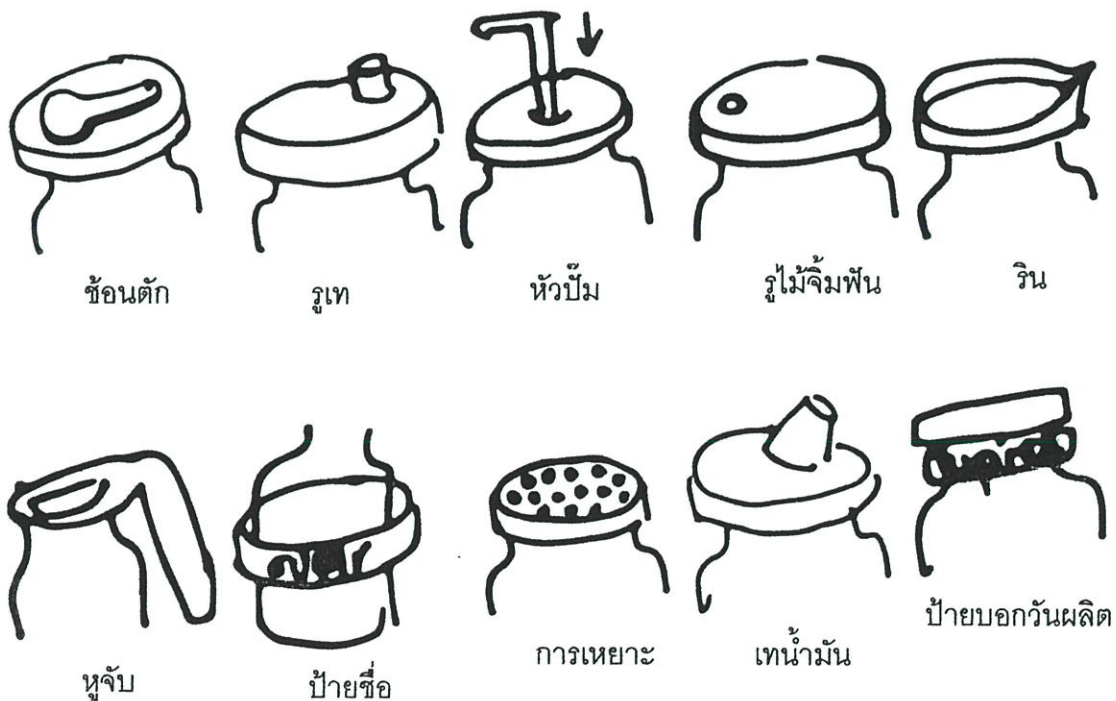
ตาราง 2.3.10 แสดงผลสรุปจากการวิเคราะห์การใช้งานขวดแก้วในบริเวณบ้าน หรือนอกบ้าน

2.4.3 สรุปและวิเคราะห์ข้อมูลการใช้งานบรรจุภัณฑ์แก้วในครัวเรือน

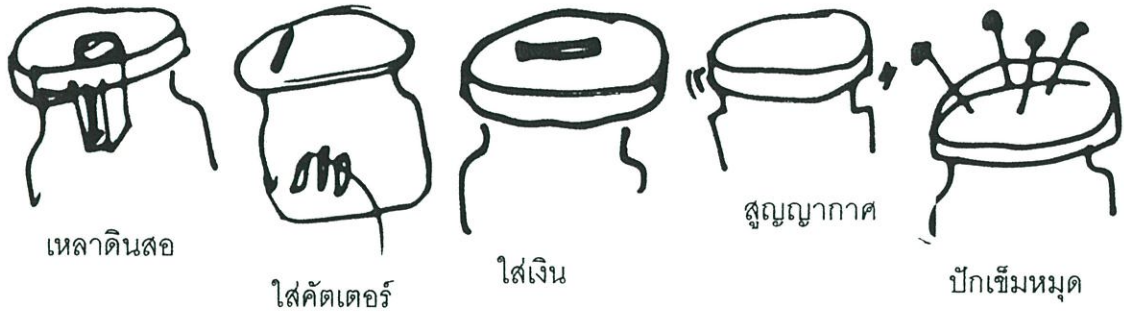
2.4.3.1 สรุปและวิเคราะห์ข้อมูลการใช้งานขวดปากกว้างและทรงเตี้ย ในครัวเรือน

จากการวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้งานจริงของขวดปากกว้างและทรงเตี้ย สามารถสรุปหน้าที่การใช้งานได้ดังต่อไปนี้

1. การทำไปใช้งานในห้องครัว ได้แก่



2. การทำไปใช้งานในห้องนั่งเล่น ได้แก่



3. การทำไปใช้งานในห้องน้ำ ได้แก่



4. การทำไปใช้งานในบริเวณบ้าน หรือนอกบ้าน ได้แก่



5. การทำไปใช้งานในห้องพระ ได้แก่



6. การทำไปใช้งานในรับประทานอาหาร ได้แก่



แก้วน้ำดื่ม



เก็บขนม ของเล่น

7. การทำไปใช้งานในห้องนอน ได้แก่



แก้วน้ำดื่ม



ใส่เงิน



ใส่ของจุกจิก



ใส่อุปกรณ์แต่งผม

8. การทำไปใช้งานในโรงรถ ได้แก่



ใส่อุปกรณ์ช่าง



ปฎิบัติวิทยาศาสตร์

2.4.3.2 สรุปและวิเคราะห์ข้อมูลการใช้งานขวดปากแคบและทรงสูง ในครัวเรือน

จากการวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้งานจริงของขวดปากกว้างและทรงเตี้ย สามารถสรุปหน้าที่การใช้งานได้ดังต่อไปนี้

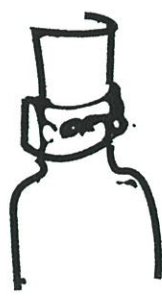
1. การทำไปใช้งานในห้องครัว ได้แก่



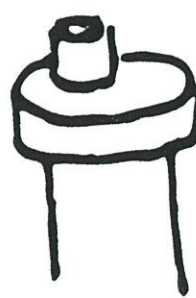
การเหยาะ



ป้ายเชื้อ



ป้ายวันผลิต

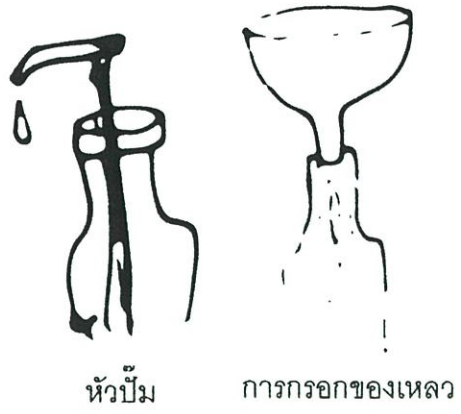


การเท

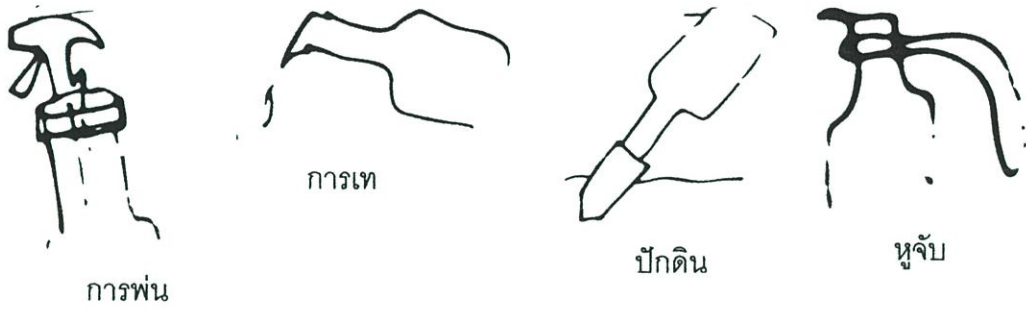


หัวบีบ

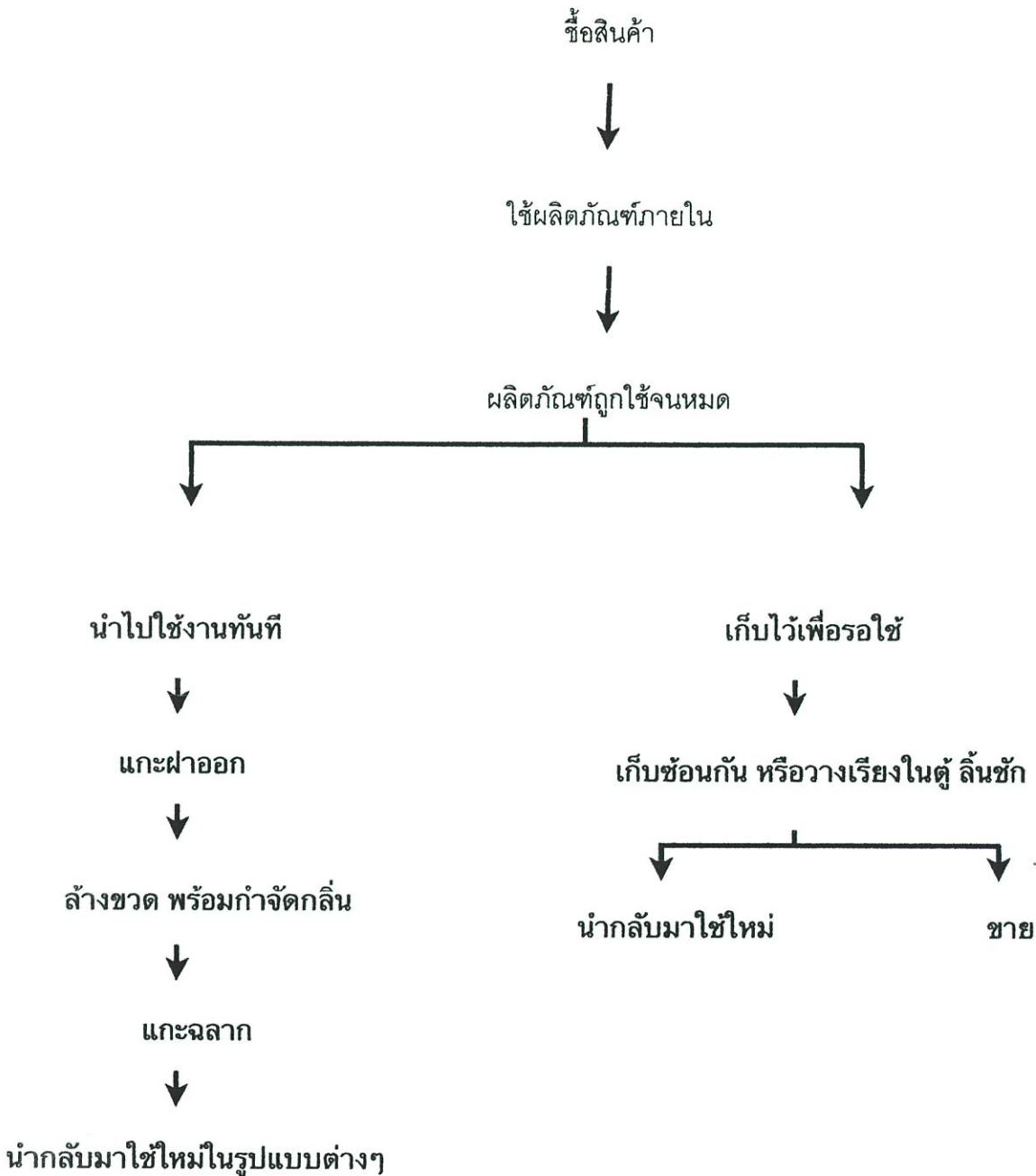
2. การทำไปใช้งานในห้องน้ำ ได้แก่



3. การทำไปใช้งานในบริเวณบ้าน หรือนอกบ้าน ได้แก่

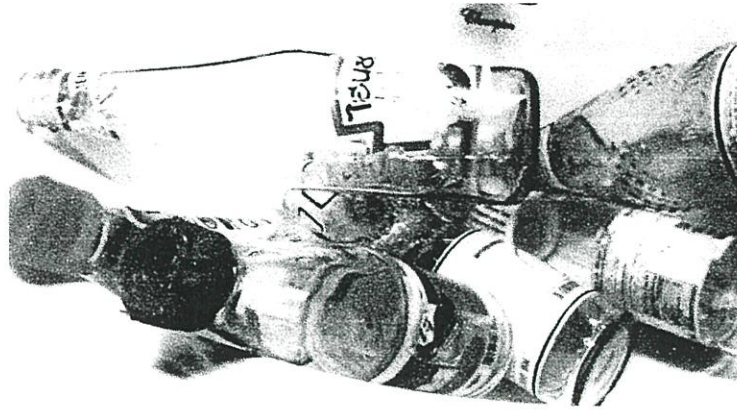


2.5 ศึกษาผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับวงจรการนำบรรจุภัณฑ์แก้วกลับมาใช้ใหม่
 วงจรการนำบรรจุภัณฑ์แก้วกลับมาใช้ใหม่มีดังนี้



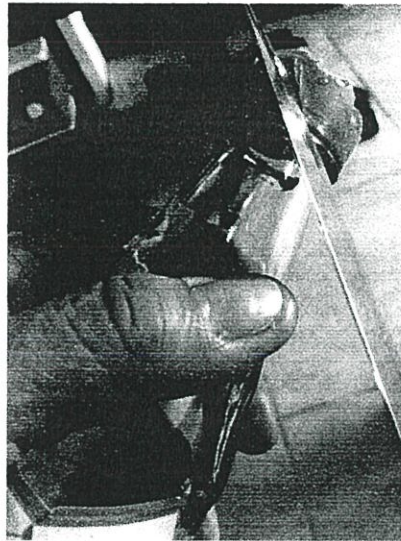
2.5.1 ขั้นตอนการแกะฝาขวด เพื่อนำบรรจุภัณฑ์กลับมาใช้ใหม่

จากการทดลองการแกะฝานิตต่างๆของขวดแก้วทั้งหมด พบว่า ฝาที่แกะยากลำบากมากที่สุดคือ ฝาสnap seal ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นฝาของขวดซอสปรุงรสต่างๆ นอกจากจะแกะยากแล้ว เมื่อแกะออกมาได้ ฝาก็เกิดการชำรุด และด้วยเหตุนี้เองทำให้ผู้บริโภคไม่นิยมนำขวดประเภทนี้กลับมาใช้ใหม่ ทั้งๆที่ปัญหาไม่ได้อยู่ที่ตัวขวด แต่อยู่ที่ฝาขวด

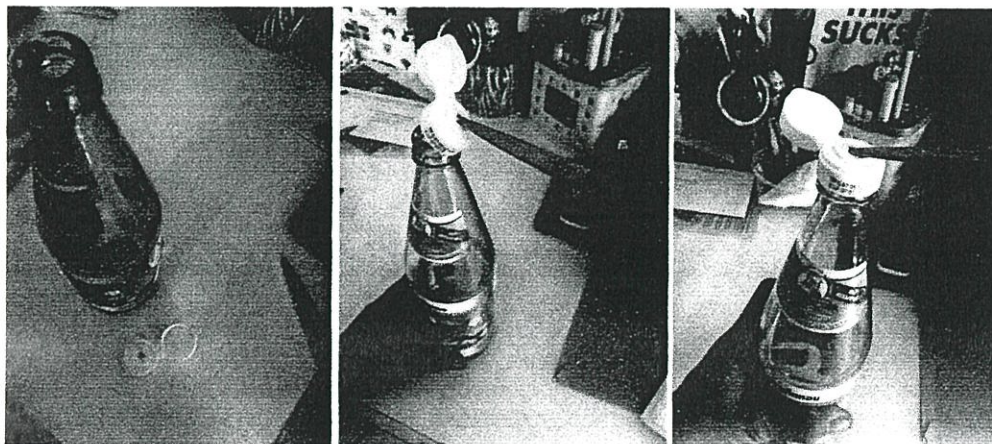


ภาพที่ 2.3.16 การแกะฝา snap seal ขำรด

จากการสำรวจพฤติกรรมผู้ใช้พบว่า ผู้ใช้แต่ละคนมีพฤติกรรมการแกะฝา snap seal ที่แตกต่างกัน สามารถแบ่งได้ 2 วิธีคือ (1) ใช้มีดตัด และ (2) ใช้วัตถุปลายแหลมงัดขึ้น



ภาพที่ 2.3.17 การแกะฝา snap seal แบบใช้มีดตัด



ภาพที่ 2.3.18 การแกะฝา snap seal แบบใช้วัตถุปลายแหลมงัดขึ้น

การเปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของทั้ง 2 วิธีนี้

	ใช้มีดตัด	ใช้วัตถุปลายแหลมกดขึ้น
ข้อดี	ผ่าหลุดออกได้ง่าย ใช้เวลาไม่มาก	-
ข้อเสีย	ต้องมีความระมัดระวัง	ต้องมีความระมัดระวังเป็นอย่างมาก และใช้เวลานานมากกว่าผ่าจะขาด

ตาราง 2.3.11 เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของการแกะฝา snap seal

2.5.2 การทำความสะอาดขวดแก้ว

การทำความสะอาดขวดแก้วสามารถทำได้หลากหลายวิธี ขึ้นอยู่กับความสกปรกของขวดแก้ว โดยการทำความสะอาดขวดแก้วของผู้ใช้โดยทั่วไปแล้วจะมีอยู่ 7 วิธี ได้แก่ การใช้น้ำยาล้างจาน ข้าวสาร เปลือกไข่ baking soda น้ำแข็ง denture tablet และเปลือกมะเขือเทศ



ภาพที่ 2.3.19 ขวดที่มีระดับความสกปรกแตกต่างกันไป

ขั้นตอนการทำความสะอาดขวดแก้วแต่ละวิธี

1. การใช้น้ำยาล้างจาน หรือผงซักฟอก
วิธีการล้าง : ใส่น้ำล้างจาน หรือผงซักฟอกผสมน้ำเล็กน้อยแล้วเขย่าประมาณ 2-3 นาที
2. การใช้ทราย หรือข้าวสาร
วิธีการล้าง : ใส่ทรายหรือข้าวสารลงในขวด แล้วผสมน้ำล้างจาน หรือผงซักฟอก และน้ำเล็กน้อย แล้วเขย่าประมาณ 2-3 นาที
3. เปลือกไข่
วิธีการล้าง : ให้ทุบเปลือกไข่ใส่ลงไป แล้วรอกน้ำและน้ำยาล้างจาน เขย่าขวดแล้วแช่ทิ้งไว้สักครู่ เทเปลือกไข่ออก ล้างออกด้วยน้ำสะอาดอีกที
4. Baking soda
วิธีการล้าง : ผสมน้ำอุ่น 4 ถ้วย แล้วเขย่า
5. น้ำแข็ง
วิธีการล้าง : ใส่แล้วเขย่าประมาณ 2-3 นาที

6. denture table

วิธีล้าง : ใส่แล้วเขย่าประมาณ 2-3 นาที

7. เปลือกมะเขือเทศ

วิธีล้าง : เติมน้ำให้เต็ม ปล่อยให้จมนเปลือกมะเขือเทศเริ่มเปื่อย แล้วเทออก ใช้น้ำล้างให้หมดจด ขวดจะดูใสสะอาด

เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของแต่ละวิธีการล้างขวดแก้ว

	ข้อดี	ข้อเสีย
น้ำยาล้างจาน/ผงซักฟอก	หาได้ง่าย รวดเร็ว	ทำความสะอาดคราบที่สกปรกมากไม่ออก
ทราย / ข้าวสาร	สะอาด เพราะไม่วัสดุที่เป็นกรด ทำให้ไปเสียดสีกับขวด	อาจหาทรายที่สะอาดได้ยาก แต่สามารถใช้ข้าวสารแทนได้ และกรอกใส่ขวดยาก เพราะปากขวดเล็ก
เปลือกไข่	เป็นวัสดุที่หาได้ง่ายในห้องครัว	มีความยุ่งยากในการเทออก เพราะเปลือกไข่มีความหนืด
baking soda	เป็นวิธีที่หาได้ง่ายไม่ยุ่งยาก	ไม่ใช่สิ่งที่ทุกบ้านมี แต่สามารถซื้อหาได้ไม่ยาก
น้ำแข็ง	หาได้ง่าย และไม่ยุ่งยากในการล้าง	หากเป็นคราบขอสหรือ ของเหนียวจะเอาไม่อยู่
denture tablet	ใส่เข้าไปในปากขวดได้ง่าย	หากเป็นคราบขอสหรือ ของเหนียวจะเอาไม่อยู่
เปลือกมะเขือเทศ	เป็นวิธีสุดท้าย หากวิธีข้างต้นไม่ทำให้สะอาดเพียงพอ	

ตาราง 2.3.12 เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของการทำความสะอาดขวดแก้วแต่ละวิธี

เปรียบเทียบด้านความสะอาดของการล้างแต่ละวิธี

1 คะแนน สะอาดน้อย =



2 คะแนน สะอาดปานกลาง =



3 คะแนน สะอาดมาก =



	คะแนนความสะอาด
น้ำยาล้างจาน/ผงซักฟอก	☆☆
ทราย / ข้าวสาร	☆☆☆
เปลือกไข่	☆☆
baking soda	☆☆
น้ำแข็ง	☆
denture tablet	☆
เปลือกมะเขือเทศ	☆☆☆

ตาราง 2.3.13 ให้คะแนนความสะอาดของการล้างขวดแต่ละวิธี

ปัญหาและแนวทางการแก้ไขในขั้นตอนการทำความสะอาดขวดแก้ว

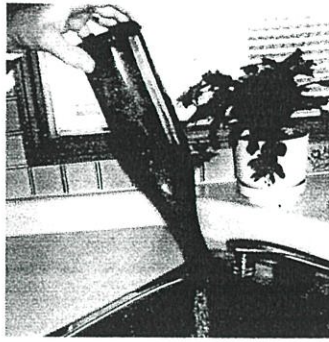
ปัญหา: ปากขวดแคบทำให้กรอกน้ำ และน้ำยาล้างจานเข้าไปภายในขวดยาก
แนวทางการแก้ไข

แนวทางที่ 1 ออกแบบอุปกรณ์เสริมที่ปากขวด เพื่อช่วยในการกรอก



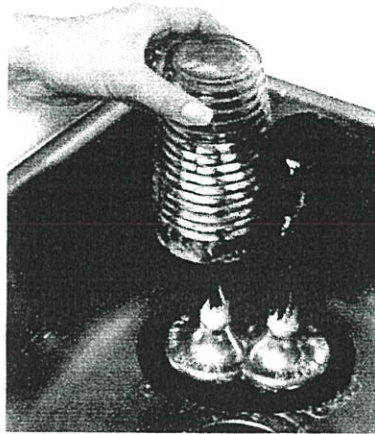
ภาพที่ 2.3.20 กรวยกรอกน้ำ

แนวทางที่ 2 ออกแบบอุปกรณ์เสริมที่หัวก๊อกน้ำ เพื่อช่วยเพิ่มแรงดันน้ำและง่ายต่อการกรอกมากขึ้น



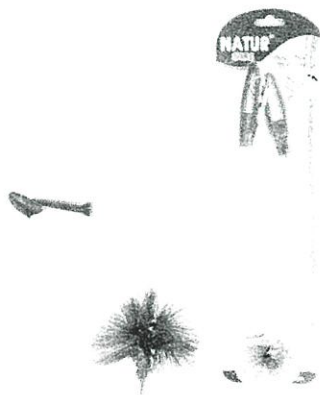
ภาพที่ 2.3.21 ท่อต่อปากก๊อกเพื่อช่วยในการล้างขวด

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์การทำความสะอาดบรรจุภัณฑ์แก้ว หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง



ภาพที่ 2.3.22 อุปกรณ์ล้างแก้ว

ที่มา <http://www.disabilityproducts.com/cgi-bin/disabilityproducts.cgi>



ภาพที่ 2.3.23 อุปกรณ์ล้างขวดนม

ที่มา http://www.natur.co.th/product_detail.php?id=109




2.5.3 การกำจัดกลิ่น




การกำจัดกลิ่นที่ติดค้างอยู่ในขวดแก้ว สามารถทำได้หลากหลายวิธีได้แก่ การตากแดด การใช้ Baking sado และการใช้น้ำส้มสายชู

ขั้นตอนการกำจัดกลิ่นที่ติดค้างอยู่ในขวดแก้ว

1. กำจัดกลิ่นด้วยการตากแดด ทำได้โดยตั้งขวดไว้นอกบ้าน หรือข้างหน้าต่างที่มีแสงแดดส่องถึง เป็นเวลา 1-2 วัน ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีที่ทำได้ง่าย แต่ใช้เวลานานกว่าวิธีอื่น หากต้องการให้กลิ่นหายไปหมด
2. กำจัดกลิ่นด้วยการใช้ Baking soda ทำได้โดยใส่ Baking soda ลงไปในขวดเป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง
3. กำจัดกลิ่นด้วยการใช้น้ำส้มสายชู ทำได้โดยใส่น้ำส้มสายชูลงไปในขวดเป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง
- 4.

เปรียบเทียบผลการกำจัดกลิ่นแต่ละวิธี

- 1 คะแนน ยังคงมีกลิ่นติดค้างอยู่มาก = 
- 2 คะแนน กำจัดกลิ่นได้ดีพอสมควร = 
- 3 คะแนน กำจัดกลิ่นได้ดีมาก = 

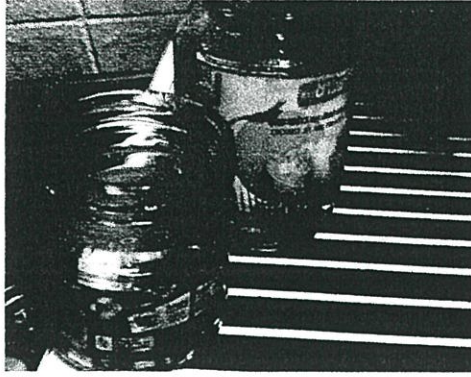
	คะแนนการกำจัดกลิ่น
ตากแดด	
baking soda	
น้ำส้มสายชู	

ตาราง 2.3.14 ให้คะแนนการกำจัดกลิ่นของการล้างขวดแต่ละวิธี

2.5.4 การแกะฉลากออก

เนื่องจากฉลากบนขวดแก้วมีหลากหลายลักษณะ และใช้กาวติดที่ต่างกัน ทำให้การแกะฉลากสามารถเลือกทำได้ทั้งหมด 3 วิธี ขึ้นอยู่กับฉลากแต่ละประเภทดังนี้

1. ดึงฉลากออกเลย หากยังเหลือคราบกระดาษหรือกาวเล็กน้อย ให้ใช้สก๊อตไบร์ทขัดกับน้ำยาล้างจาน
2. ฉลากที่กาวละลายด้วยน้ำ แช่ในน้ำอุ่นประมาณไม่กี่ชั่วโมงถึง 1 คืน ฉลากจะหลุดออกเอง แล้วจึงสครับออก
3. ฉลากที่กาวละลายด้วยน้ำมัน แช่ในน้ำมันประมาณ 1 คืน ฉลากจะหลุดออกเอง แล้วค่อยนำไปล้างด้วยน้ำสบู่อุ่นให้ส่วนที่เหลือหลุดออก ถ้ากระดาษลอกแล้วเหลือคราบกาวไว้ ให้แช่ในน้ำมันต่อจนกว่าคราบกาวจะหลุดหมด ถ้ายังหลุดไม่หมด: ใช้ไคโรเปาเพื่อให้กาวอุ่น ทำให้ล่อนง่ายขึ้น สามารถใช้น้ำมันเดิมได้เมื่อต้องการรีไซเคิลขวดอื่น



ภาพที่ 2.3.24 ขั้นตอนการเตรียมลอกฉลาก

2.5.5 การเก็บเพื่อรอการใช้งาน

ปัญหาและแนวทางการแก้ไขในขั้นตอนการเก็บเพื่อรอการใช้งาน

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
มีกลิ่นอับ	ก่อนเก็บใส่เกลือลงไปในช่วง เพื่อลดกลิ่นอับ
ไม่มีที่เก็บที่เป็นระเบียบ	ใช้หนังสือตึก 1 เล่ม กับหมุด 2 ตัวติดหมุดห่างจากกันเท่าความยาวลิ้นชัก วงด้วยหนังสือตึกจากหมุดหนึ่งมายังอีกหมุดหนึ่ง วางขวดเรียงกันในขอบเขตอย่างยัด เวลาดึงลิ้นชักขวดจะไม่ล้มหรือหก

ตาราง 2.3.15 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขในขั้นตอนการเก็บเพื่อรอการใช้งาน

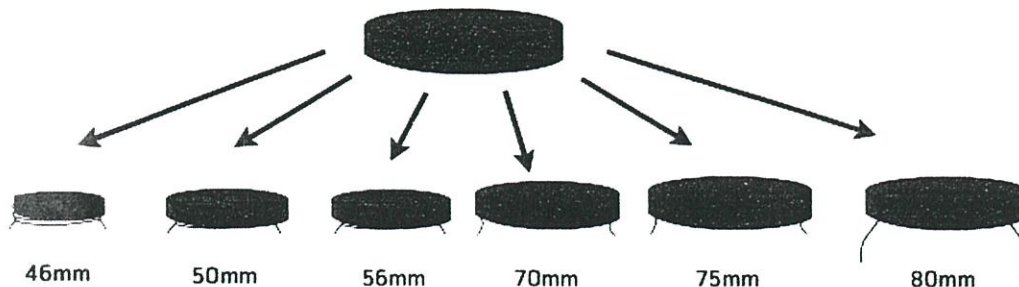
2.6 การสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการออกแบบ

จากข้อมูลการสำรวจตลาดและยอดขายสินค้าที่มีบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากแก้ว รวมถึงศึกษาพฤติกรรมผู้ใช้ในการทำขวดแก้วกลับมาใช้ใหม่ และวงจรชีวิตของขวดแก้วแล้ว ทำให้สามารถสรุปขอบเขตของโครงการได้เป็น 3 ช่วง คือ (1) กำหนดขอบเขตของชนิดขวดที่จะใช้ในการออกแบบ (2) กำหนดขอบเขตการใช้งานของขวดแก้วรีไซเคิล (3) กำหนดขอบเขตการออกแบบวงจรการจำขวดแก้วกลับมาใช้ใหม่

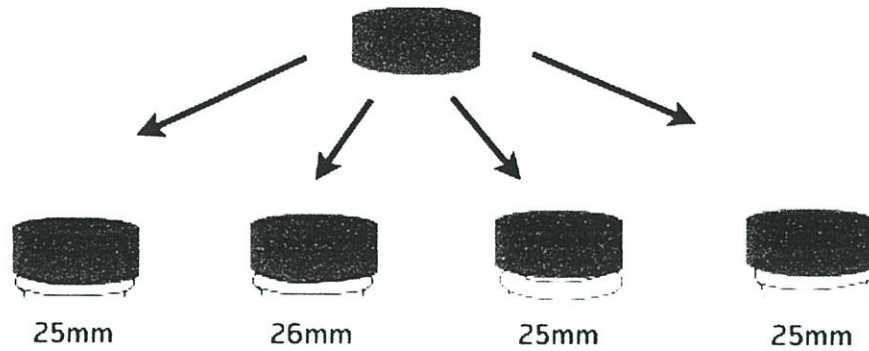
2.6.1 สรุปผลการวิเคราะห์ขวดแก้วที่มีในท้องตลาดและกำหนดขอบเขตของโครงการ

จากการวิเคราะห์และสำรวจตลาดเพื่อหายอดขายและสินค้าที่เป็นที่นิยมในท้องตลาด ทำให้สามารถกำหนดขอบเขตการออกแบบช่วงที่ 1 ได้ดังนี้

1. ออกแบบฝาขวดแก้วที่สามารถใช้ได้กับปากขวดขนาด 46-80 มม. ของขวดปากแคบและทรงสูง



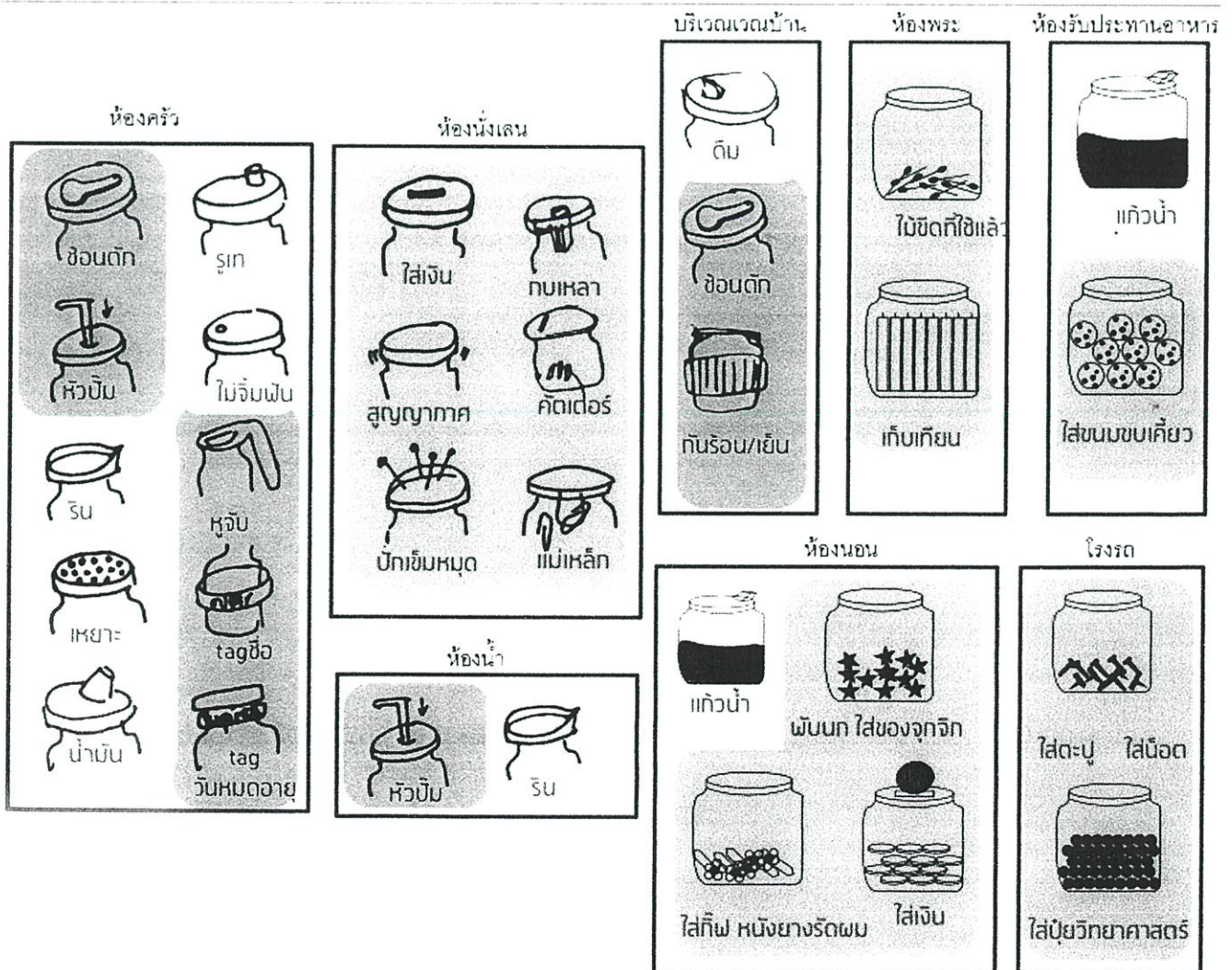
2. ออกแบบฝาขวดแก้วที่สามารถใช้ได้กับปากขวดขนาด 25-26 มม. ของขวดปากกว้างและทรงเตี้ย



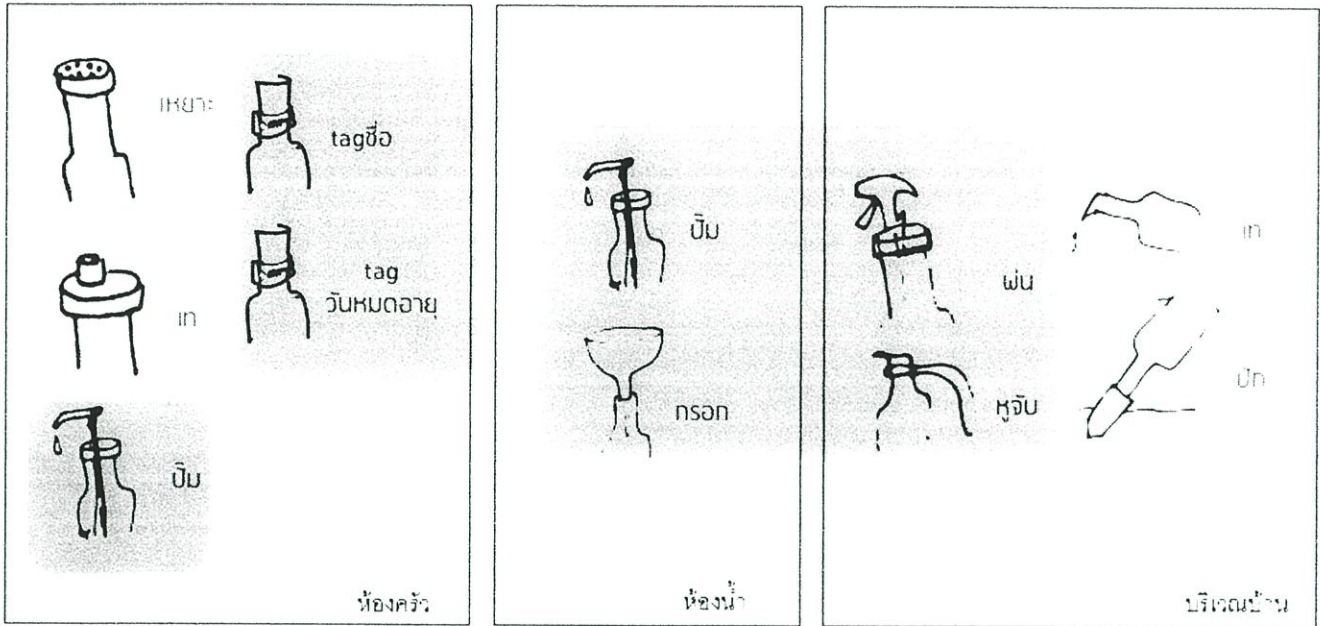
2.6.2 สรุปผลการวิเคราะห์การใช้งานบรรจุภัณฑ์แก้วในในครัวเรือน และกำหนดของเขตของโครงการ

จากการวิเคราะห์ลักษณะการใช้งานขวดแก้วในรูปแบบต่างๆ สามารถแจกแจงรูปแบบการใช้งานทั้งหมดได้ ดังนี้ โดยบางการใช้งานของแต่ละห้องมีการซ้ำกัน ทำให้รวมกันเป็นอันเดียวได้ และนอกจากนี้บางการใช้งาน ไม่สามารถออกแบบผลิตภัณฑ์บนปากขวดได้ จึงแยกออกเป็นกลุ่มอุปกรณ์เสริมที่สามารถปรับใช้ได้กับทุกขวด

1. ขวดปากกว้างและทรงเตี้ย

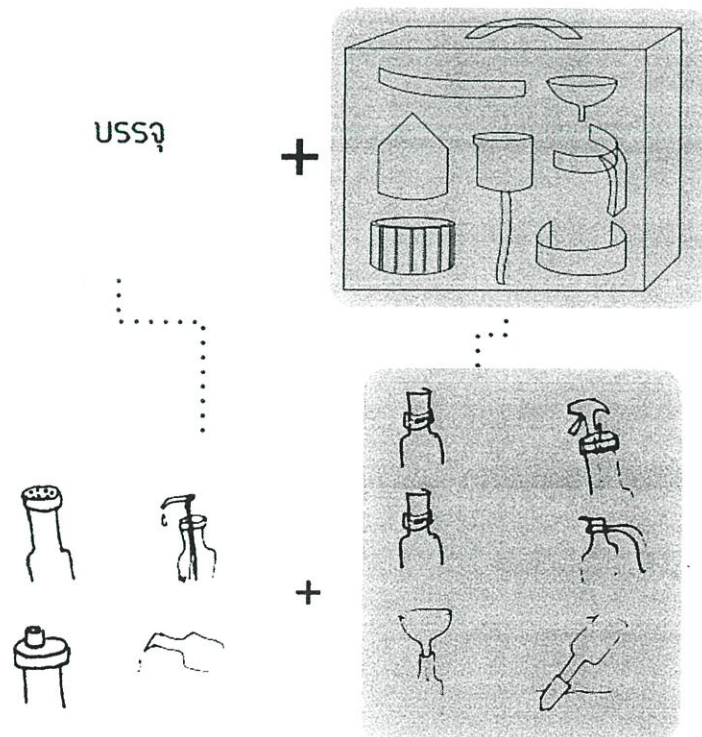


เพราะฉะนั้นจึงสามารถแบ่งกลุ่มการออกแบบได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่



เมื่อนำการใช้งานของขวดทั้งสองประเภทมารวมกัน และแบ่งการใช้งานที่ไม่ได้ใช้กับปากขวดแยกออกมาเป็นอุปกรณ์เสริม ทำให้สามารถกำหนดขอบเขตการออกแบบขวดที่ 2 ได้เป็น 4 กลุ่ม ดังต่อไปนี้

1. กลุ่มการใช้งานในรูปแบบบรรจุ สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย
2. กลุ่มการใช้งานในรูปแบบเทริน สำหรับขวดปากแคบทรงสูง
3. กลุ่มการใช้งานในรูปแบบเทริน สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย
4. กลุ่มการใช้งานเป็นอุปกรณ์เสริม

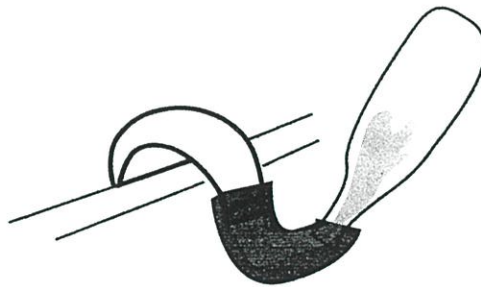


2.6.3 สรุปผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับวงจรการนำบรรจุภัณฑ์แก้วกลับมาใช้ใหม่ และกำหนดขอบเขตของโครงการ

จากการทดลองนำบรรจุภัณฑ์แก้วกลับมาใช้ใหม่ โดยผ่านการทำความสะอาด แกะฝา กำจัดกัลลิน แกะฉลาก ออก และเก็บเพื่อรอการใช้งานแล้ว พบว่าบางขั้นตอนสามารถทำได้ง่ายตายโดยไม่จำเป็นต้องมีอุปกรณ์เสริม เพื่อช่วยในการอำนวยความสะดวก เช่น ขั้นตอนการกำจัดกัลลิน และขั้นตอนการแกะฉลากออก ต่างก็สามารถหา อุปกรณ์ในครัวเรือนได้ แต่ส่วนขั้นตอนอื่นๆสามารถทำการออกแบบอุปกรณ์เสริมเพื่ออำนวยความสะดวกในการแกะ ฝา snap seal การกรอกน้ำในขั้นตอนทำความสะอาด และการเก็บให้เป็นระเบียบเพื่อรอใช้ ซึ่งทั้งหมดนี้สามารถ กำหนดขอบเขตการออกแบบช่วงที่ 3 ได้ดังนี้

1. การแกะฝา snap seal ในขั้นตอนการแกะ สามารถใช้อุปกรณ์โกัดัวหรืออุปกรณ์ที่มีอยู่แล้วในการช่วยใน การแกะได้ จึงไม่จำเป็นต้องออกแบบผลิตภัณฑ์เฉพาะเพื่อสิ่งนี้
2. การทำความสะอาด ออกแบบอุปกรณ์ช่วยเหลือในการกรอก เพื่อใช้ในขั้นตอนการทำความสะอาด และการ กำจัดกัลลิน

แนวทางที่ 1 ออกแบบอุปกรณ์เสริมหัวก็อก



แนวทางที่ 2 ออกแบบอุปกรณ์เสริมที่ปากขวด



การพัฒนาการออกแบบ

การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ส่งเสริมการนำขวดแก้วกลับมาใช้ใหม่ในครัวเรือน ได้นำทสรูปข้อมูลเพื่อเข้าสู่การออกแบบที่ได้จากบทที่ 2 มาวิเคราะห์เพื่อแสวงหาแนวทางในการออกแบบระบบผลิตภัณฑ์ที่ส่งเสริมการนำขวดแก้วกลับมาใช้ใหม่ในครัวเรือนมีดังนี้

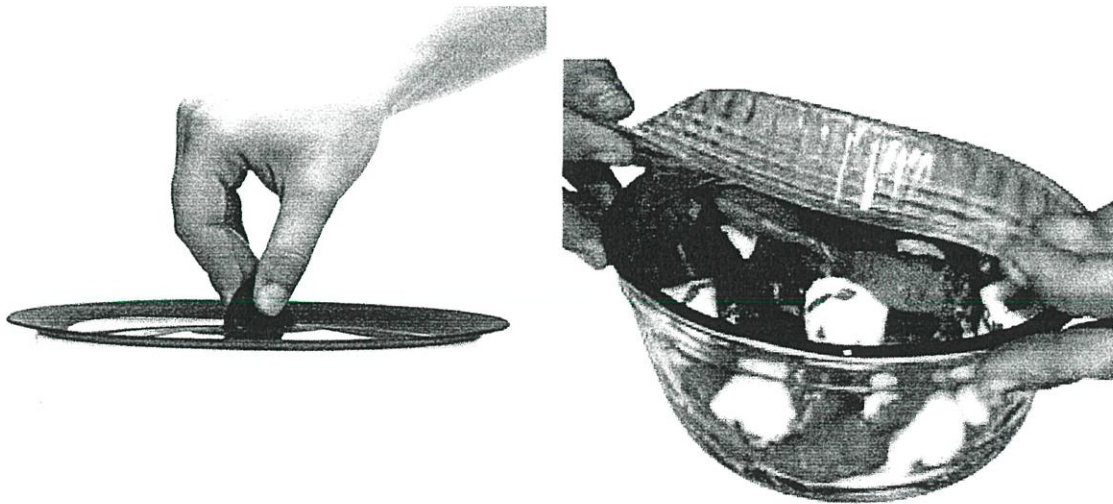
3.1 ประเด็นที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบ

ประเด็นที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบของผลิตภัณฑ์เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการมีดังนี้

3.1.1 การออกแบบฝาปิดที่สามารถปิดสนิทกับทุกขนาดของขวดแก้ว

เนื่องจากการใช้งานในลักษณะการบรรจุนั้น ต้องการความแน่นสนิทในการปิด เพราะจากการสำรวจกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่ มักจะใช้ขวดแก้วในการบรรจุทั้งของอุปโภคและบริโภค ดังนั้น ประเด็นที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบฝาปิดที่ใช้กับการใช้งานขวดแก้วในลักษณะการบรรจุมีดังนี้

1. ต้องปิดสนิทและสามารถกันลมเข้าได้ดี
2. มีความทนทานต่อการใช้งาน
3. ทำความสะอาดได้ง่าย
4. เปิดปิดได้ง่าย ใช้งานสะดวก
5. มีขนาดที่เหมาะสมกับขนาดของขวดแก้วแต่ละแบบ
6. ผลิตง่าย ราคาไม่แพง



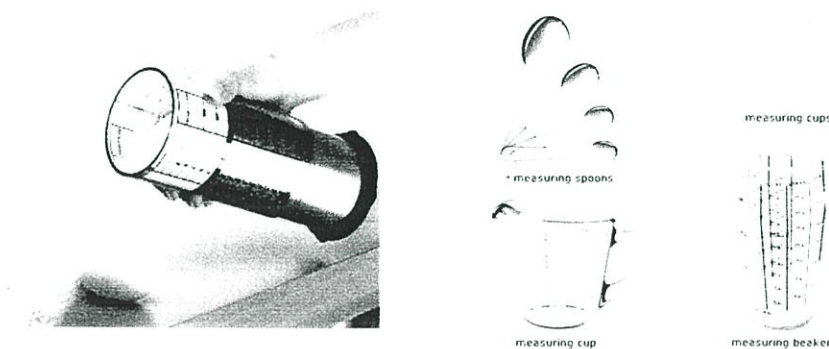
ภาพที่ 3.1 ดังอย่างฝาที่ใช้แรงดันในการปิด

3.1.2 การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานในรูปแบบต่างๆ สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย

3.1.2.1 การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตวง

การใช้งานในลักษณะนี้จะใช้งานกับน้ำตาล กาแฟผง คอฟฟี่เมต เครื่องปรุงรสต่างๆ ที่ต้องการจำนวนที่แน่นอนในการปรุงอาหารและเครื่องดื่ม ดังนั้นประเด็นที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตวง สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ยมีดังนี้

1. สามารถตวงได้ตั้งแต่ ครึ่งช้อนชา 1 ช้อนชา 2 ช้อนชา และ 3ช้อนชา(1ช้อนโต๊ะ)
2. ใช้งานได้ง่าย
3. สามารถป้องกันสิ่งแปลกปลอมเข้ามาในขวดแก้วได้
4. ราคาไม่แพง
5. ทำความสะอาดง่าย

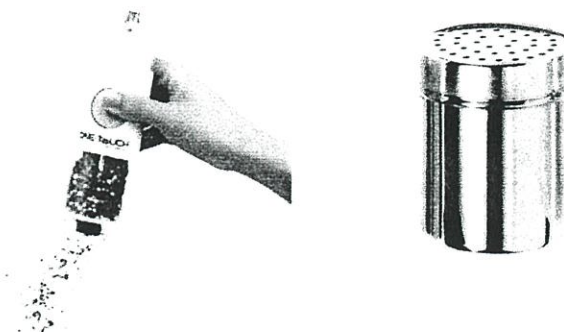


ภาพที่ 3.2 ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ตวงอาหาร

3.1.2.2 การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหาะ

การใช้งานในลักษณะนี้นั้น กลุ่มเป้าหมายจะใช้งานกับชิงบริโภคที่ไม่ต้องการการกระจายตัวของผลิตภัณฑ์ เพื่อนำรสอาหาร หรือโรยหน้าอาหาร เช่นผงโกโก้ ซีส ธัญพืช ผงชูรส เป็นต้น ดังนั้นประเด็นที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหาะ สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ยมีดังนี้

1. สามารถป้องกันสิ่งแปลกปลอมเข้ามาในขวดบรรจุได้
2. ใช้งานได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก
3. สามารถทำให้ผลิตภัณฑ์ออกมาในลักษณะการกระจายได้
4. ราคาไม่แพง
5. ทำความสะอาดง่าย

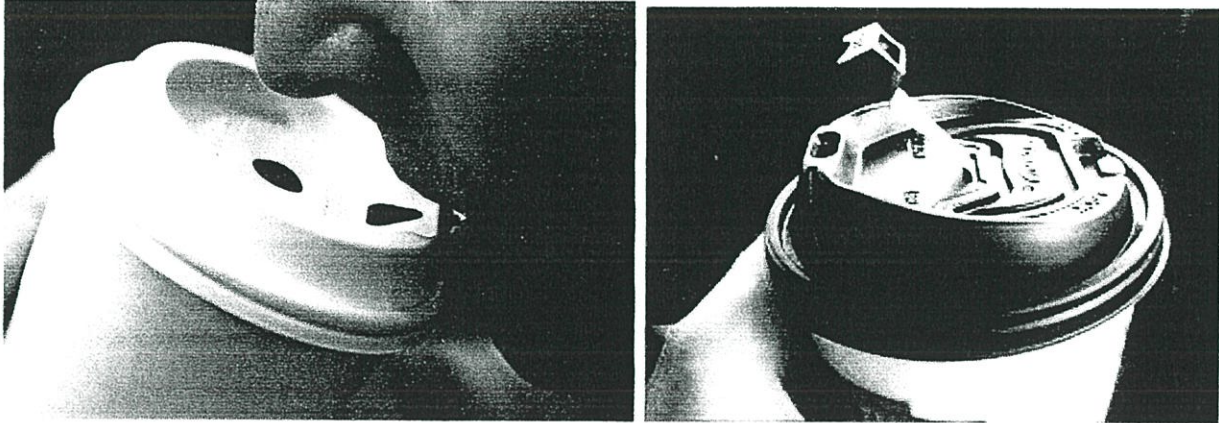


ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้เหาะ

3.1.2.3 การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบดื่ม

การใช้งานในลักษณะนี้ กลุ่มเป้าหมายมักจะใช้งานกับกาแฟ ช้ำ น้ำผลไม้ โดยจะใช้ขวดทำหน้าที่เป็นแก้วน้ำดื่ม โดยควรมีประเด็นที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบดังนี้

1. ดื่มง่าย ไม่หก
2. กันความร้อน หรือสามารถป้องกันความร้อนตอนถือได้

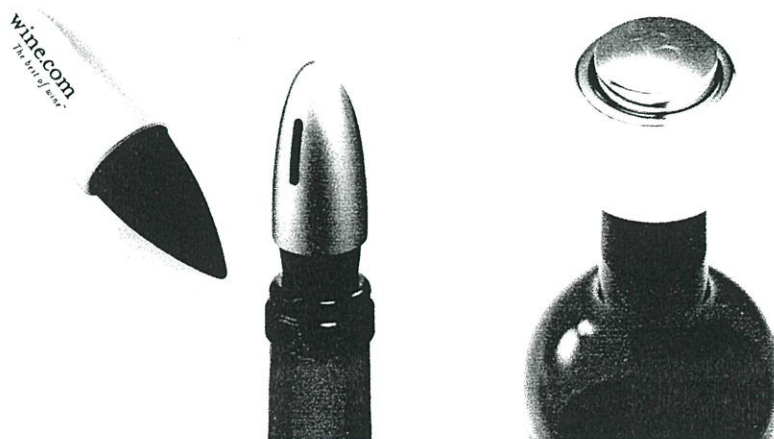


ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้ดื่ม

3.1.3 การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบ ทรงสูงปากแคบ

การใช้งานในลักษณะนี้ จะใช้บรรจุของเหลว เช่น น้ำเปล่า น้ำผลไม้ทำเอง น้ำยาปรับผ้า นุ่ม เป็นต้น และด้วยเหตุที่ขวดลักษณะนี้ เป็นทรงที่มีคอรยาวและปากขวดแคบ จึงลำบากเมื่อต้องการกรอกน้ำหรือของเหลวอื่นๆเข้าขวด ดังนั้น ประเด็นที่ควรคำนึงถึงในการออกแบบฝาปิดทรงสูงปากแคบมีดังนี้

1. ปิดได้สนิทไม่รั่วซึม
2. สามารถกรอกของเหลวใส่ขวดได้สะดวก
3. เปิดปิด ใช้งานง่าย



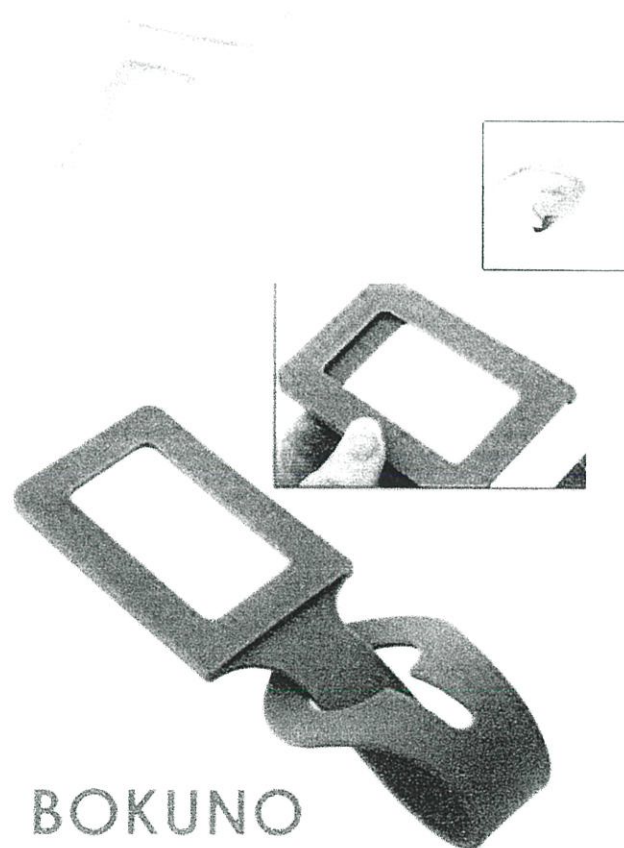
ภาพที่ 3.5 ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ปิดขวดไวน์

3.1.3 การออกแบบอุปกรณ์เสริมเพื่อใช้งานกับฝาปิด

3.1.3.1 การออกแบบป้ายชื่อ สำหรับใช้กับฝาปิด และฝาที่มีลักษณะการใช้งานแบบต่างๆ

การนำขวดแก้วกลับมาใช้ใหม่ในลักษณะการบรรจุนั้น มักจะประสบปัญหาคือไม่สามารถแยกประเภทของผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันได้ เช่น น้ำตาล กับคอฟฟี่เมต เป็นต้น ดังนั้นประเด็นที่ควรคำนึงถึงในการออกแบบป้ายชื่อ สำหรับใช้กับฝาปิด และฝาที่มีลักษณะการใช้งานแบบต่างๆ การออกแบบฝาปิดทรงสูงปากแคบมีดังนี้

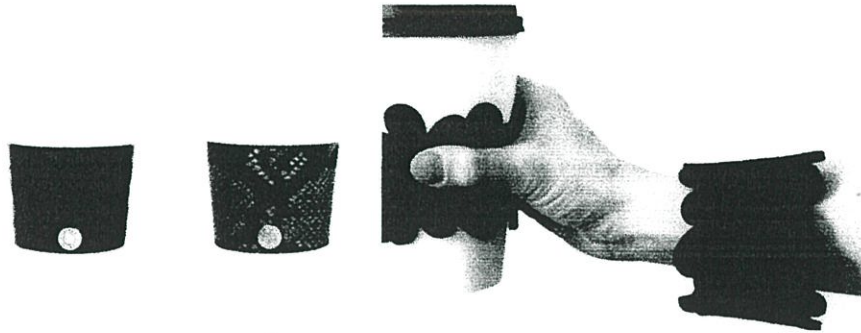
1. สามารถติดกับตัวขวด หรือตัวฝา
2. ผลิตง่าย ราคาไม่แพง
3. สามารถทำให้แยกประเภทของผลิตภัณฑ์ได้
4. ใช้งานง่าย



ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างป้ายชื่อทำจากซิลิโคน

3.1.3.2 การออกแบบอุปกรณ์กันความร้อน สำหรับใช้กับฝาที่มีลักษณะการใช้งานแบบตีม
 การใช้งานในลักษณะการตีมนั้น เนื่องจากกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่มักใช้ใส่กาแฟ หรือชา
 ร้อน เพื่อนำไปดื่มในรถ หรือในออฟฟิศ ดังนั้น

1. สามารถกันความร้อนจากขวดแก้วถึงมือได้
2. ผลิตง่าย
3. ราคาถูก



ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างแผ่นกันร้อนแก้วกาแฟ

3.2 แบบร่าง (Sketch Design)

เมื่อได้แนวทางในการออกแบบแล้วจึงนำมาทำให้เป็นรูปธรรมให้เห็นภาพชัดเจนโดยการทำแบบร่าง

3.2.1 การออกแบบฝาปิดที่สามารถปิดสนิทกับทุกขนาดของขวดแก้ว

แนวทางการออกแบบฝาปิดที่สามารถปิดสนิทกับทุกขนาดของขวดแก้วมีดังนี้

- 3.2.1.1 การปิดฝาขวดจากขอบปากด้านใน
- 3.2.1.2 การปิดฝาขวดจากขอบปากด้านนอก
- 3.2.1.3 ตารางการเลือกแบบฝาปิดที่สามารถปิดสนิทกับทุกขนาดของขวดแก้ว

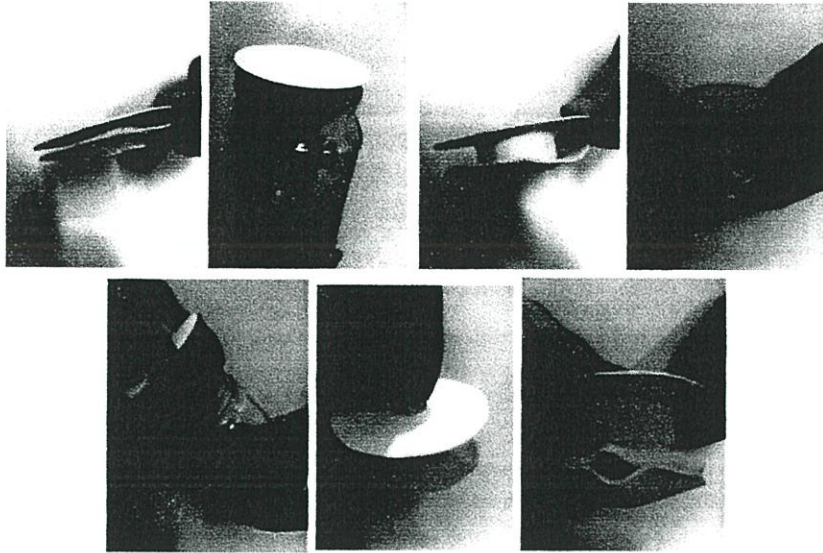
3.2.1.1 แนวทางการออกแบบโดยใช้การปิดฝาขวดจากขอบปากด้านใน

ตัวอย่างแบบร่าง 2 มิติ



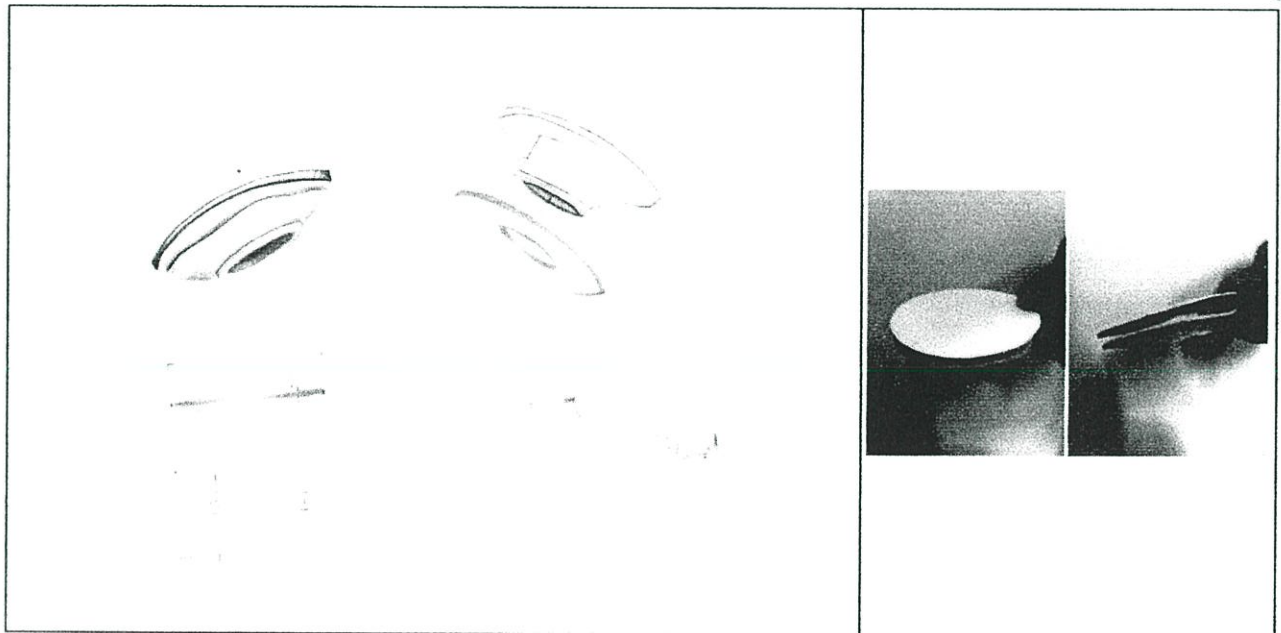
ภาพที่ 3.7 แบบร่างของแนวทางการออกแบบปิดฝาขวดจากด้านใน

ตั้งอย่างแบบร่าง 3 มิติ



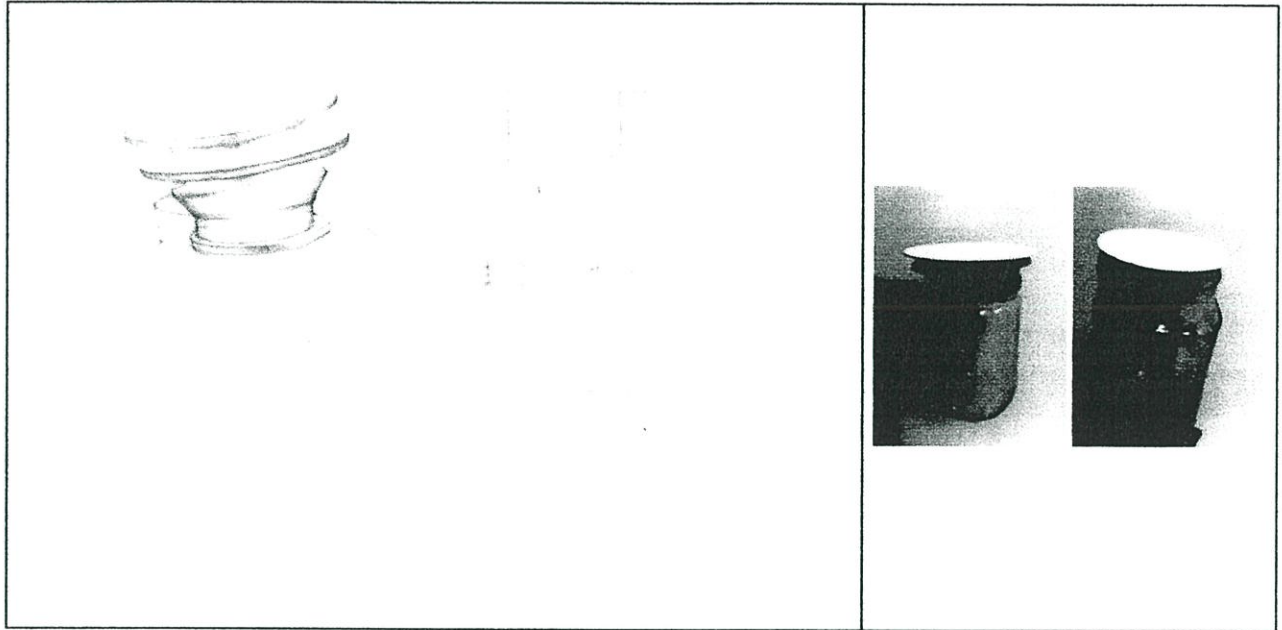
ภาพที่ 3.8 แบบร่าง 3 มิติด้วยวัสดุที่ใกล้เคียงวัสดุจริงของแนวทางการออกแบบปิดฝาขวดจากด้านใน

แบบที่ 1 ใช้แผ่นซิลิโคนติดกับแกนพลาสติก เพื่อให้คุณสมบัติความแข็งแรงของพลาสติกเป็นแกน และใช้คุณสมบัติความยืดหยุ่นของซิลิโคนทำให้สามารถปิดกับฝาได้หลายขนาด



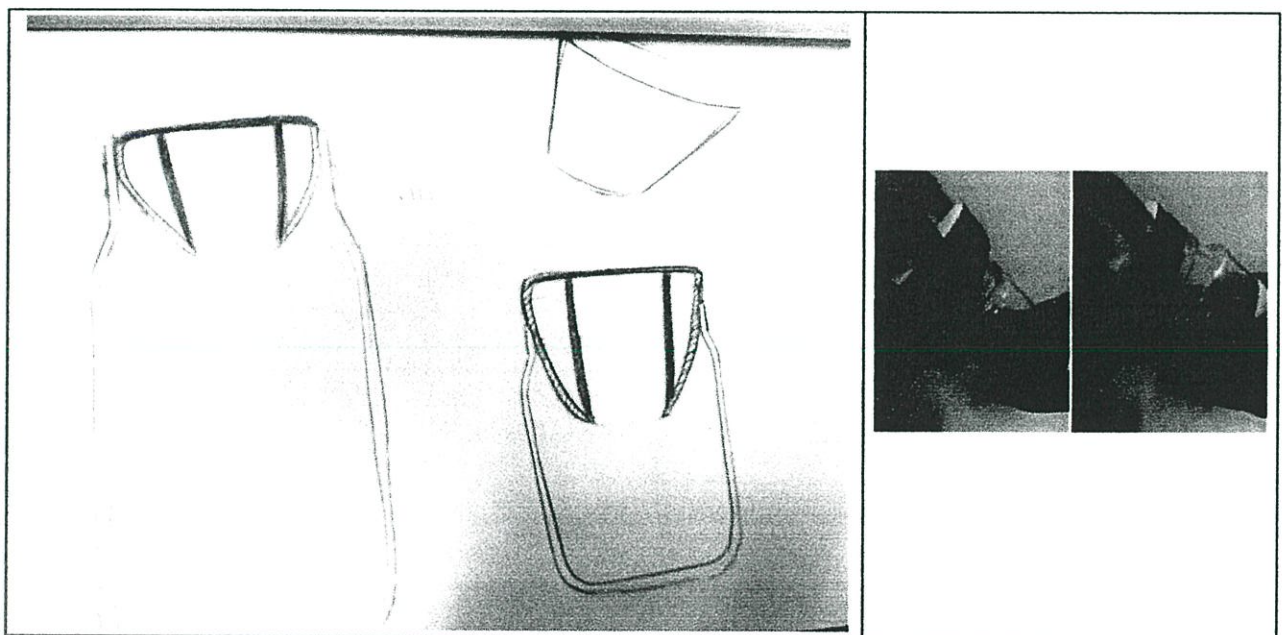
ภาพที่ 3.9 แบบร่าง 2 มิติและ 3 มิติของการออกแบบปิดฝาขวดจากด้านในแบบที่ 1

แบบที่ 2 ใช้แผ่นซิลิโคนสามชั้น เพื่อให้ปิดสนิทแน่นกับทุกขนาดมากขึ้น



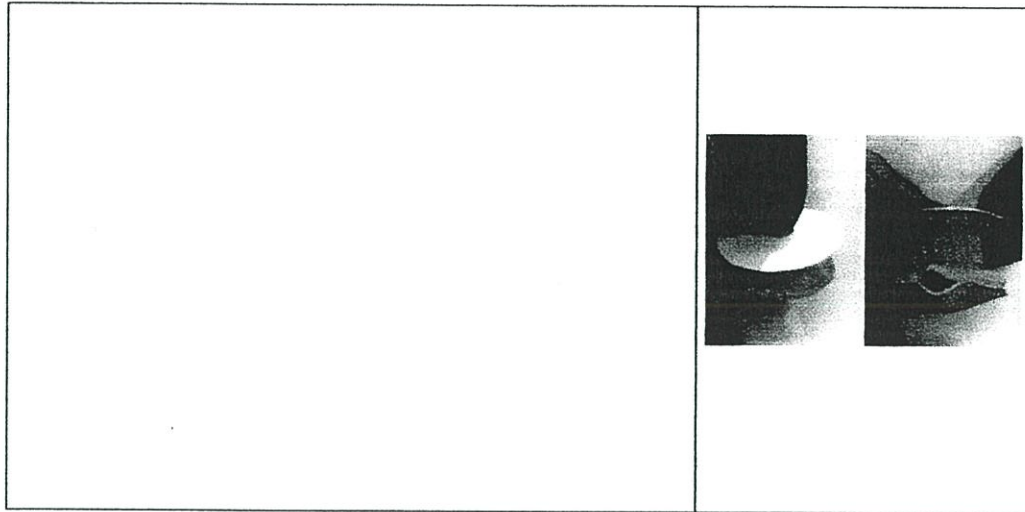
ภาพที่ 3.10 แบบร่าง 2 มิติและ 3 มิติของการออกแบบปิดฝาขวดจากด้านในแบบที่ 2

แบบที่ 3 ใช้แกนพลาสติกไว้ด้านใน และหุ้มด้วยซิลิโคน



ภาพที่ 3.11 แบบร่าง 2 มิติและ 3 มิติของการออกแบบปิดฝาขวดจากด้านในแบบที่ 3

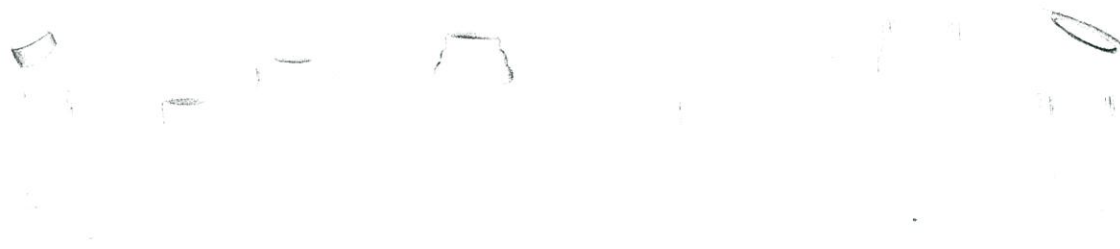
แบบที่ 4 ใช้วิธีการกดด้านบน เพื่อดันให้ซิลิโคนแคบลง



ภาพที่ 3.12 แบบร่าง 2 มิติและ 3 มิติของการออกแบบปิดฝาขวดจากด้านในแบบที่ 4

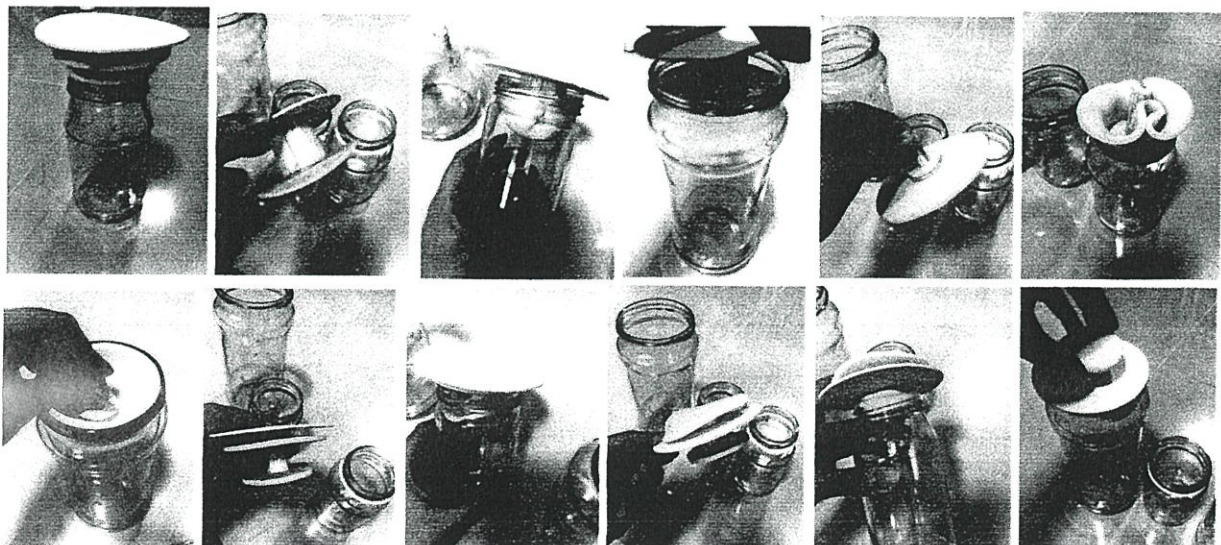
3.2.1.1 แนวทางการออกแบบโดยใช้การปิดฝาขวดจากขอบปากด้านนอก

ตัวอย่างแบบร่าง 2 มิติ



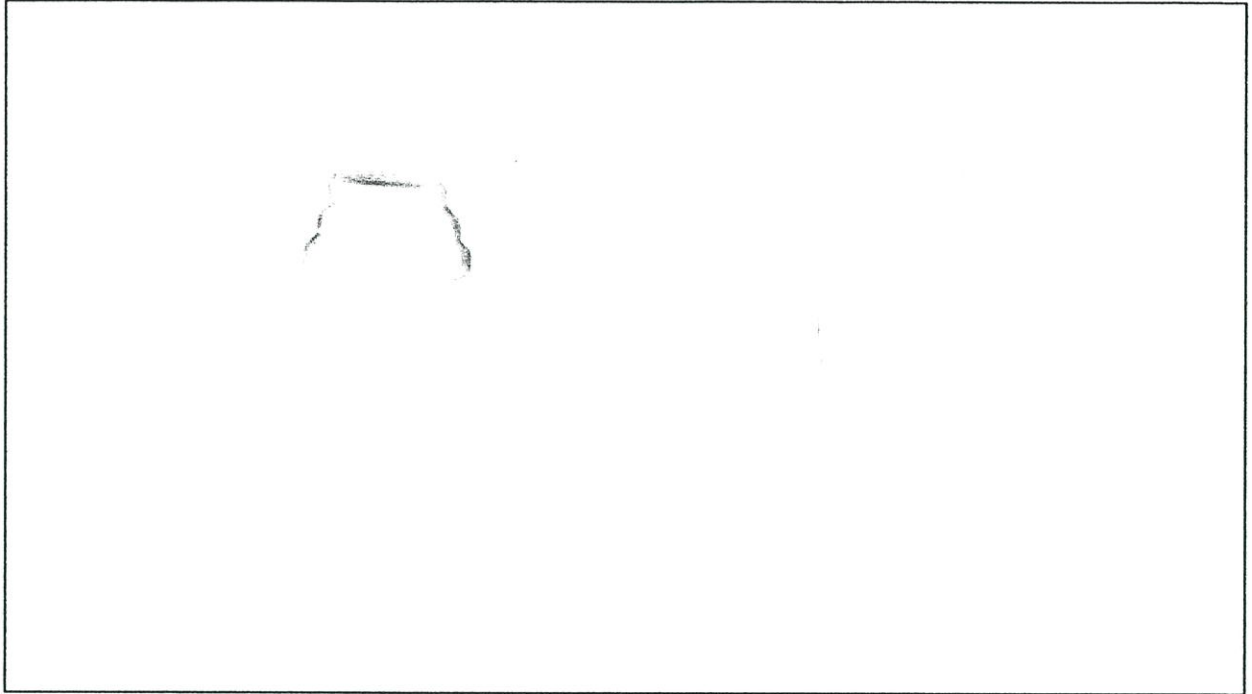
ภาพที่ 3.13 แบบร่างของแนวทางการออกแบบปิดฝาขวดจากด้านนอก

ตัวอย่างแบบร่าง 3 มิติ



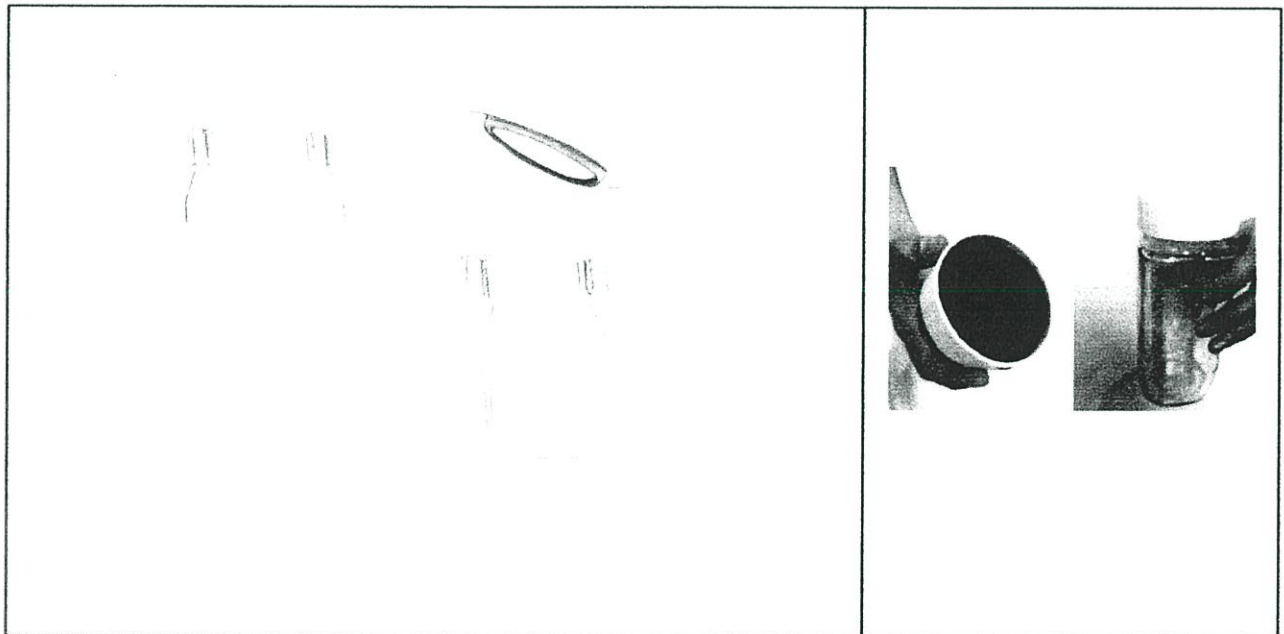
ภาพที่ 3.14 แบบร่าง 3 มิติด้วยวัสดุจริงของแนวทางการออกแบบปิดฝาขวดจากด้านนอก

แบบที่ 1 ใช้ซิลิโคนมีลักษณะให้ครอบด้านนอกตามขนาดของปากขวดแต่ละขนาด



ภาพที่ 3.15 แบบร่าง 2 มิติของการออกแบบปิดฝาขวดจากด้านนอกแบบที่ 1

แบบที่ 2 ใช้ซิลิโคนอยู่ด้านในฝาครอบพลาสติก เมื่อปิดขวดใหญ่ใช้ครอบนอก และปิดขวดเล็กใช้ครอบใน

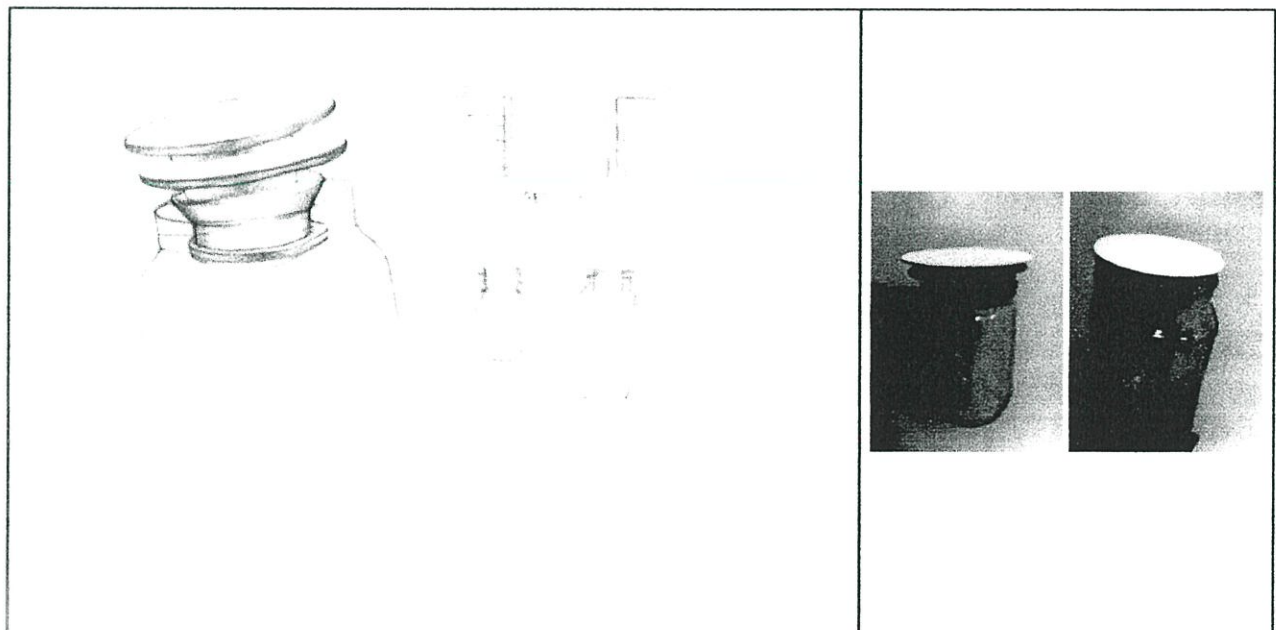


ภาพที่ 3.16 แบบร่าง 2 มิติและ 3 มิติของการออกแบบปิดฝาขวดจากด้านนอกแบบที่ 2

3.2.1.3 ตารางการเลือกแบบฝาปิดที่สามารถปิดสนิทกับทุกขนาดของขวดแก้ว

	sketch	ผลิตง่าย (3)	ใช้วัสดุ สิ้นเปลือง (2)	ทนทาน (2)	ทำความ สะอาด ง่าย (1)	ปิดได้ แน่นสนิท (3)	ปรับใช้ได้ หลาย ขนาด (1)	เปิด-ปิด ได้ง่าย (2)	รวม
ปิดจาก ขอบด้าน ใน	แบบที่1	12	9	6	3	16	8	16	70
	แบบที่2	12	9	6	2	20	4	20	73
	แบบที่3	12	9	6	3	12	4	16	62
	แบบที่4	8	6	4	1	12	4	8	43
ปิดจาก ขอบด้าน นอก	แบบที่1	12	15	8	3	8	6	12	64
	แบบที่2	8	9	6	2	20	6	20	62

เพราะฉะนั้น แบบที่เลือกไปเพื่อพัฒนาต่อคือ การปิดจากขอบด้านในแบบที่ 2



ภาพที่ 3.17 แบบร่าง 2 มิติและ 3 มิติด้วยวัสดุจริงของแนวทางการออกแบบปิดฝาขวดจากด้านใน

3.2.2 การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานในรูปแบบต่างๆ

3.2.2.1 การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตวง สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย
แนวทางการออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตวง สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ยมีดังนี้

3.2.2.1.1 การตวงด้วยการหมุน

3.2.2.1.2 การตวงด้วยการคว่ำเพื่อกักผลิตภัณฑ์ไว้

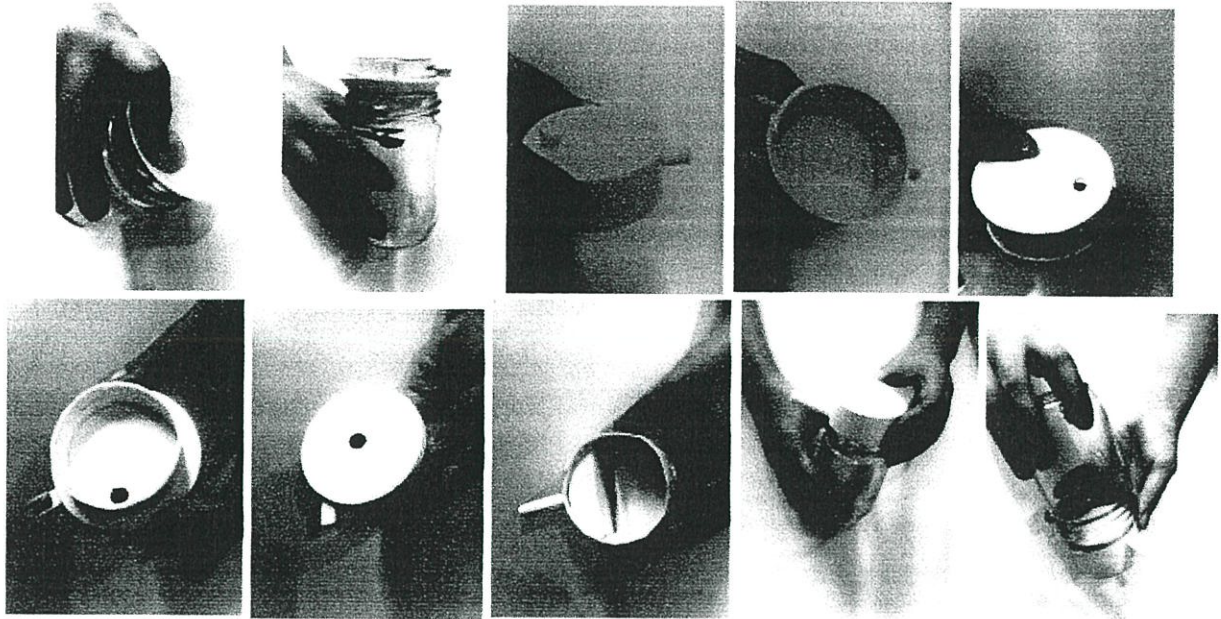
3.2.2.1.3 การตวงด้วยการบีบ

3.2.2.1.3 ตารางการเลือกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตวง สำหรับปากกว้างทรงเตี้ย
ตัวอย่างแบบร่าง 2 มิติของการออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตวง สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย



ภาพที่ 3.18 แบบร่าง 2 มิติที่แสดงลักษณะการตวง

ตัวอย่างแบบร่าง 3 มิติของการออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตวง สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย



ภาพที่ 3.19 แบบร่าง 3 มิติด้วยวัสดุจริงของแนวทางการออกแบบปิดฝาขวดจากด้านใน

3.2.2.1.1 การตวงด้วยการหมุน

แบบที่ 1

มีส่วนประกอบทั้งหมด 3 ชั้น คือชั้นบน ชั้นกลาง และชั้นล่าง โดยเจาะรูทั้งสามชั้นให้อยู่ในแนวเดียวกัน และใช้การหมุนเพื่อเปิด - ปิดด้านบนและด้านล่างให้เลื่อมกัน ทำให้สามารถกักตวงผลิตภัณฑ์ภายในได้

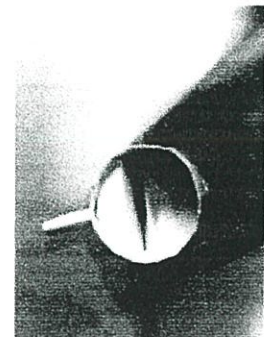


ภาพที่ 3.20 แบบร่าง 2 มิติ และ 3 มิติของแนวทางการตวงด้วยการหมุน

3.2.2.1.2 การตรวจด้วยการคว่ำเพื่อกักผลิตภัณฑ์ไว้

แบบที่ 1

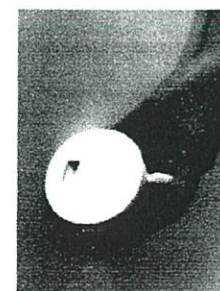
ใช้การกักผลิตภัณฑ์ไว้ โดยเมื่อเทคว่ำลง ผลิตภัณฑ์จะโดนกักตุนอยู่จำนวนหนึ่ง และเมื่อคว่ำขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่โดนกักไว้ในตอนแรกจะเทออกมาตามจำนวนที่กักไว้



ภาพที่ 3.21 แบบร่าง 2 มิติ และ 3 มิติของแนวทางการตรวจด้วยการคว่ำเพื่อกักผลิตภัณฑ์ไว้แบบที่ 1

แบบที่ 2

มีลิ้นก้นก่อนปากทางออก เมื่อคว่ำขวดลง ผลิตภัณฑ์จะตกลงมากักไว้อยู่จำนวนหนึ่ง และจะเทออกมาทางปากขวดเท่าจำนวนที่กักไว้เมื่อคว่ำขวดลงเหมือนเดิม

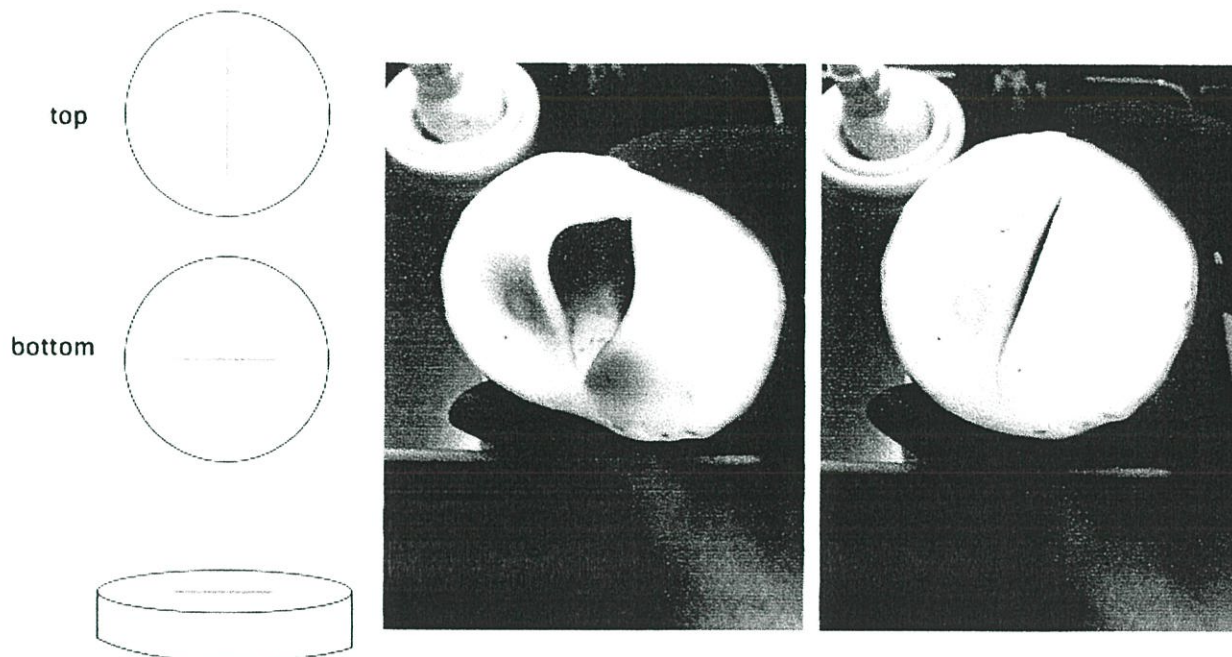


ภาพที่ 3.22 แบบร่าง 2 มิติ และ 3 มิติของแนวทางการตรวจด้วยการคว่ำเพื่อกักผลิตภัณฑ์ไว้แบบที่ 2

3.2.2.1.3 การตวงด้วยการบีบ:

แบบที่ 1

ใช้ซิลิโคนทรงกระบอกที่ปิดทั้งด้านบนและล่าง กรีดเป็นเส้นตรงทั้งสองด้านของฝาปิด โดยการกรีดจะกรีดคนละด้านกัน เมื่อบีบแล้วจะทำให้เป็นรูสามารถเปิดได้เพียงด้านเดียว และเมื่อบีบอีกฝั่งจะทำให้ปล่อยผลิตภัณฑ์ที่กักไว้ออกมา

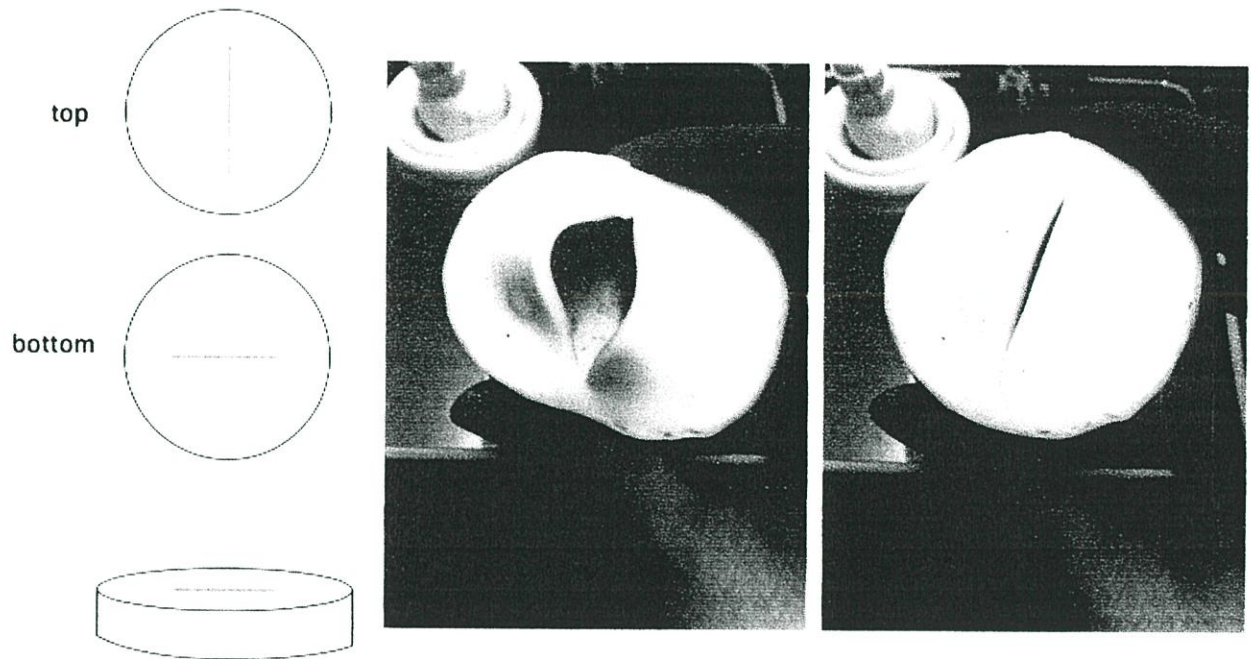


ภาพที่ 3.23 แบบร่าง 2 มิติ และ 3 มิติของแนวทางการตวงด้วยการบีบเพื่อกักผลิตภัณฑ์ไว้แบบที่ 1

3.2.2.1.3 ตารางการเลือกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตวง สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย

	sketch	แปลกใหม่ (3)	ต้นทุนต่ำ (2)	ทนทาน (2)	ความสะดวก (2)	ใช้ง่าย (3)	ใช้งานเหมาะสม (3)	ประสิทธิภาพการใช้ (3)	ขนาดเหมาะสม (2)	รวม
การหมุน	แบบที่ 1	3	3	3	2	3	3	4	2	59
การคว่ำ	แบบที่ 1	4	4	4	3	4	4	2	3	70
	แบบที่ 2	2	3	3	1	3	4	2	3	52
การบีบ	แบบที่ 1	5	4	4	2	4	4	4	3	77

เพราะฉะนั้น แบบที่เลือกไปเพื่อพัฒนาต่อคือ แนวทางการตวงด้วยการบีบเพื่อกักผลิตภัณฑ์ไว้แบบที่ 1



ภาพที่ 3.23 แบบร่าง 2 มิติ และ 3 มิติของแนวทางการตวงด้วยการบีบเพื่อกักผลิตภัณฑ์ไว้แบบที่ 1

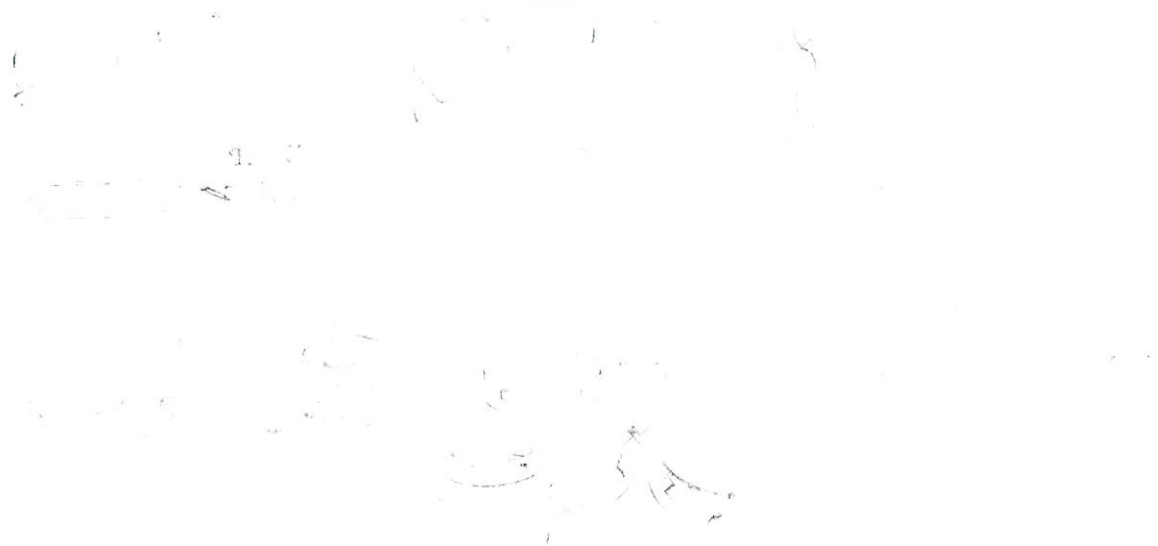
3.2.2.2 การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหยาะ สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย
แนวทางการออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหยาะ สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ยมีดังนี้

3.2.2.2.1 การตวงด้วยการหมุน

3.2.2.2.2 การตวงด้วยการบีบ

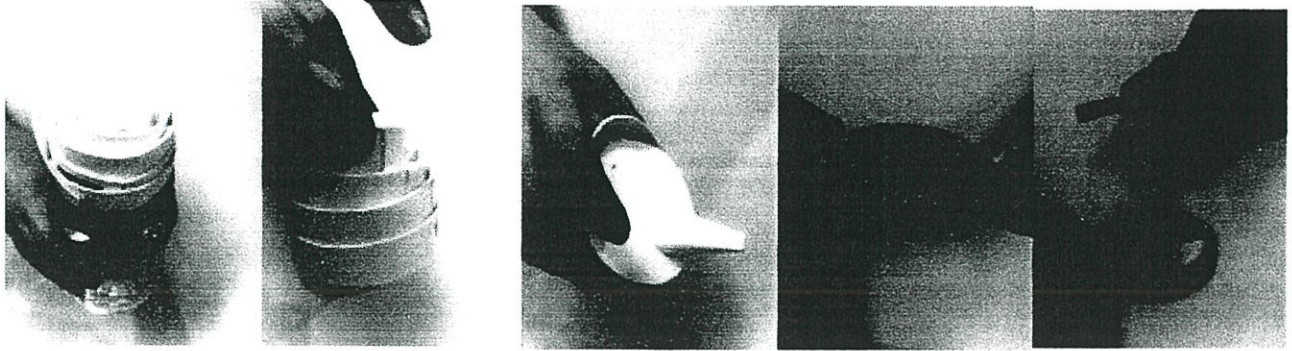
3.2.2.2.3 ตารางการเลือกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหยาะ สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย

ตัวอย่างแบบร่าง 2 มิติ การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหยาะ สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย



ภาพที่ 3.24 แบบร่าง 2 มิติการออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหยาะ

ตัวอย่างแบบร่าง 3 มิติ การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหยาะ สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย



ภาพที่ 3.25 แบบร่าง 3 มิติการออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหยาะ

3.2.2.2.1 การตรวจด้วยการหมุน

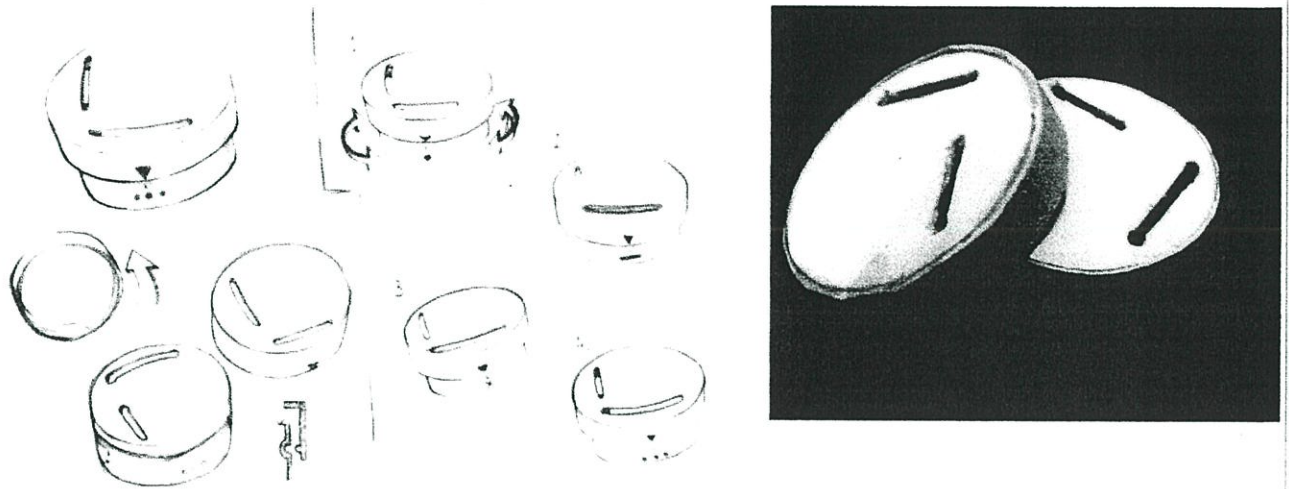
แบบที่ 1 เจาะรูทั้งหมดสามลักษณะคือ รูเล็ก รูกลาง และรูใหญ่ และเจาะอีกชั้นเพื่อเป็นรูปหมุนเปิด



ภาพที่ 3.26 แบบร่าง 2 มิติ และ 3 มิติการออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหยาะ แนวทางการหมุนแบบที่ 1

แบบที่ 2 เจาะรูเป็นรูปเดียวกัน โดยใช้เลือกตำแหน่งการเจาะตามรูป เพื่อหมุนสี่ครั้งให้ได้รูต่างกันออกไป

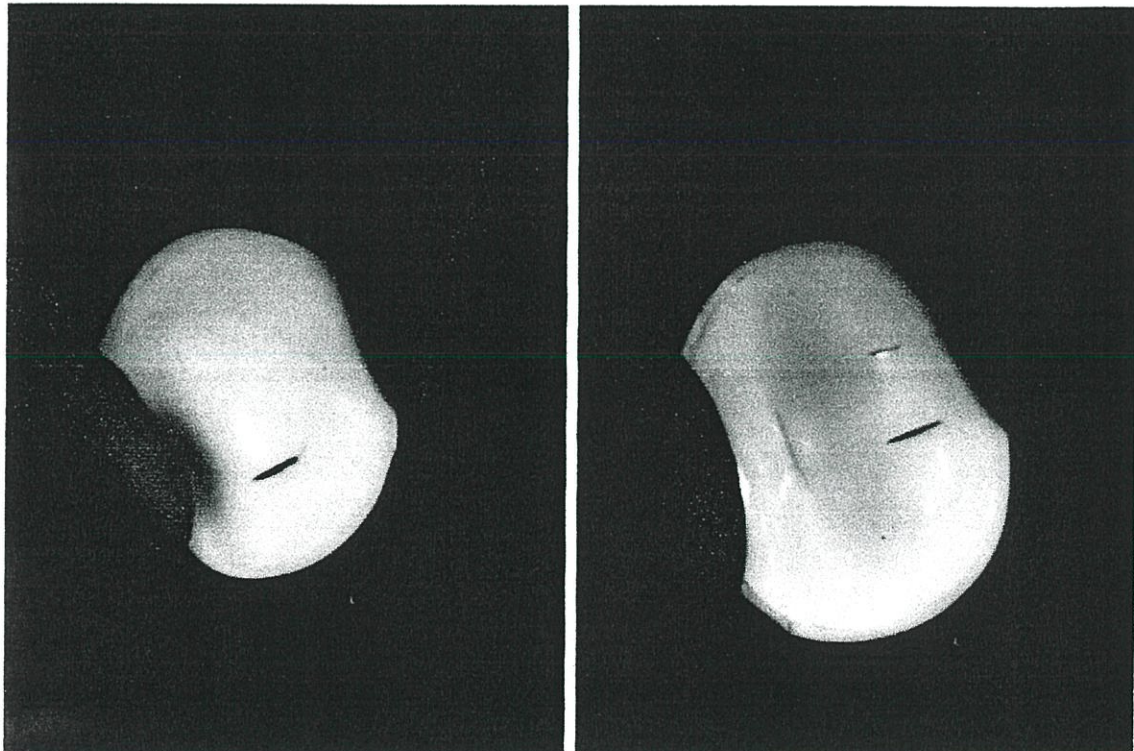
ส.แบบ



ภาพที่ 3.27 แบบร่าง 2 มิติ และ 3 มิติการออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหาะ แนวทางการหมุนแบบที่ 2

3.2.2.2.2 การตวงด้วยการบีบ

แบบที่ 1 ใช้การกรีดบบแผ่นฟาสิลิโคนสลับด้านกัน ทำให้เมื่อบีบแต่ละครั้ง จะได้รูปที่เปลี่ยนไป

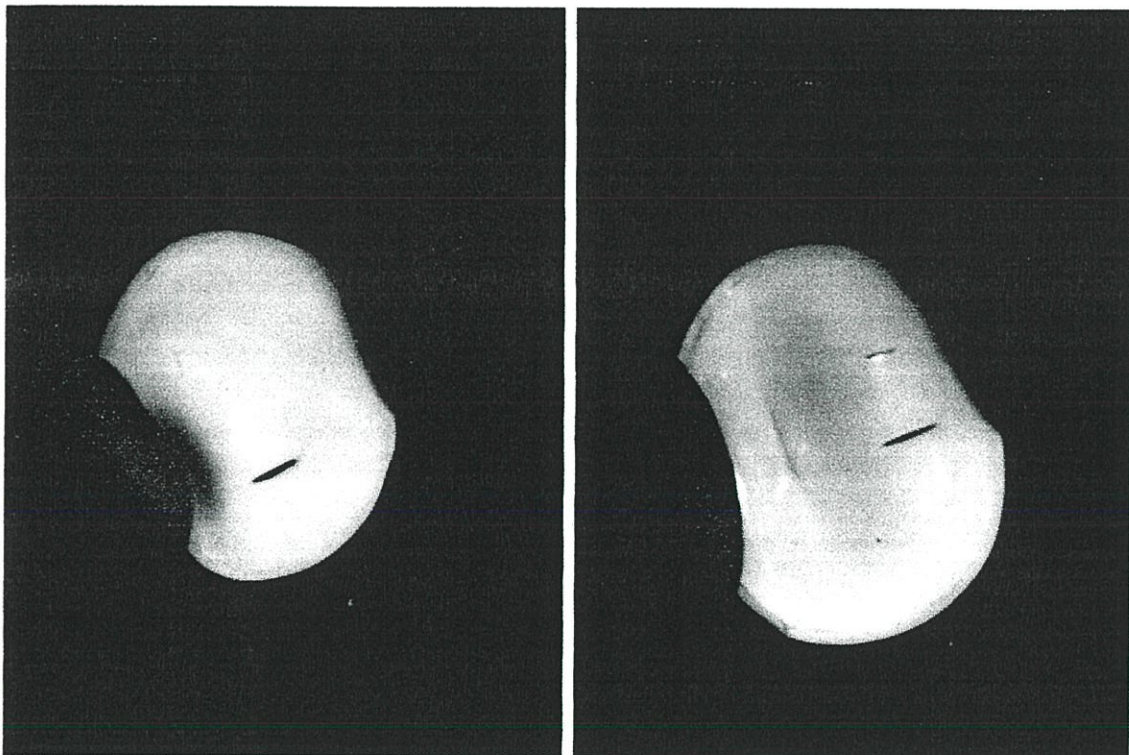


ภาพที่ 3.28 แบบร่าง 2 มิติ และ 3 มิติการออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหาะ แนวทางการบีบแบบที่ 1

3.2.2.2.3 ตารางการเลือกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหยาะ สำหรับปากกว้างทรงเตี้ย

	sketch	แปลก ใหม่ (3)	ต้นทุน ต่ำ (2)	ทนทาน (2)	ความ สะอาด (2)	ใช้ง่าย (3)	ใช้งาน เหมาะ สม (3)	ประสิทธิ ภาพการ ใช้ (3)	ขนาด เหมาะ สม (2)	รวม
การ หมุน	แบบที่ 1	1	3	3	2	5	4	4	5	59
	แบบที่ 2	3	3	3	2	5	4	3	3	72
การบีบ	แบบที่ 1	5	5	3	4	4	4	3	4	80

เพราะฉะนั้น แบบที่เลือกไปเพื่อพัฒนาต่อคือ แนวทางการเหยาะด้วยการบีบเพื่อกักผลิตภัณฑ์ไว้แบบที่ 1



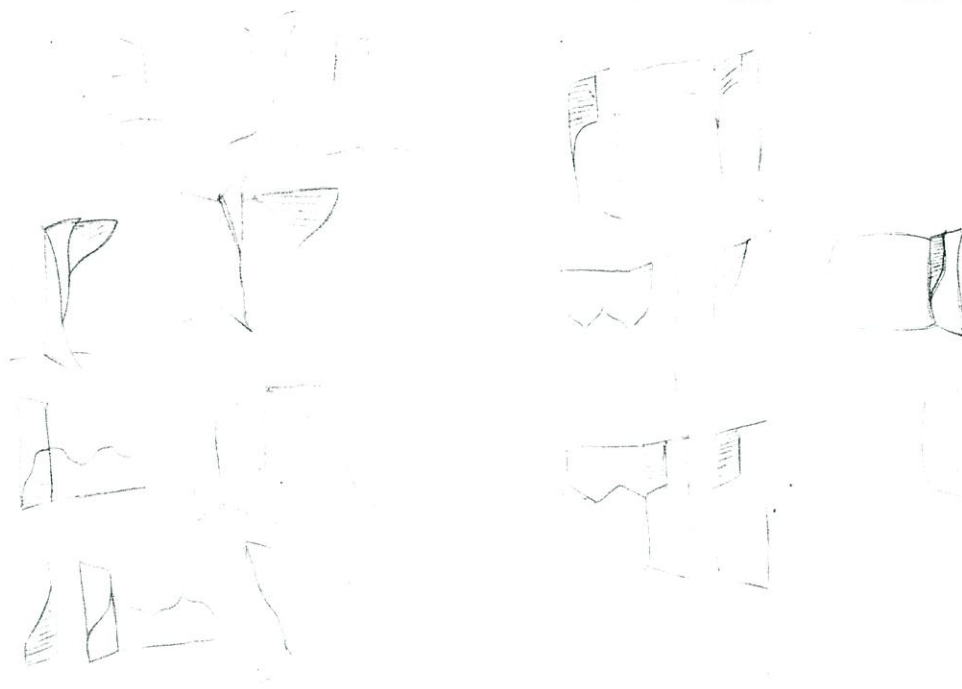
ภาพที่ 3.28 แบบร่าง 2 มิติ และ 3 มิติการออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหยาะ แนวทางการบีบแบบที่ 1

3.2.2.3 การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบดิม สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย

3.2.2.3.1 แนวทางการออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบดิม สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย

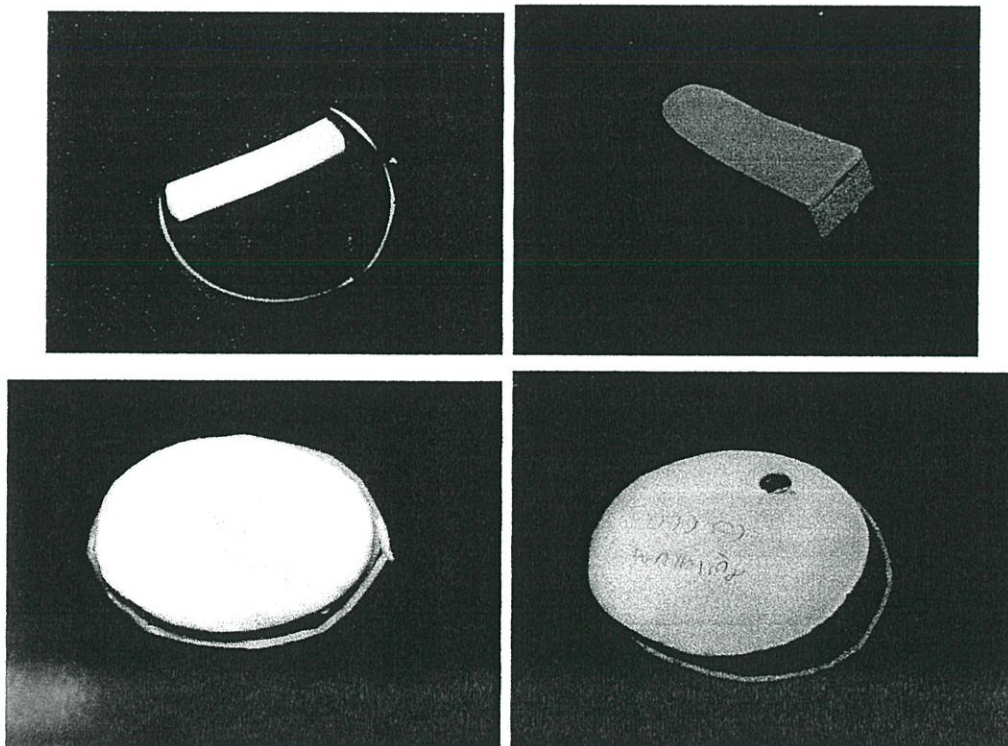
3.2.2.3.2 ตารางการเลือกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบดิม สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย

ตัวอย่างแบบร่าง 2 มิติ การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบด้าม สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย



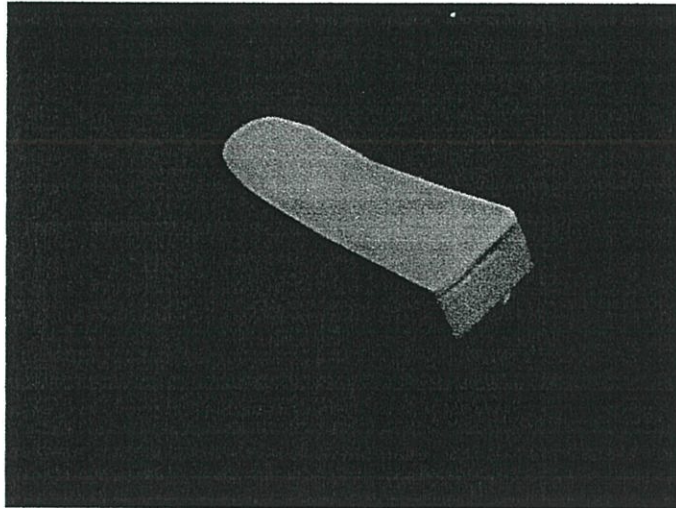
ภาพที่ 3.29 แบบร่าง 2 มิติการออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบด้าม

ตัวอย่างแบบร่าง 3 มิติ การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบด้าม สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย



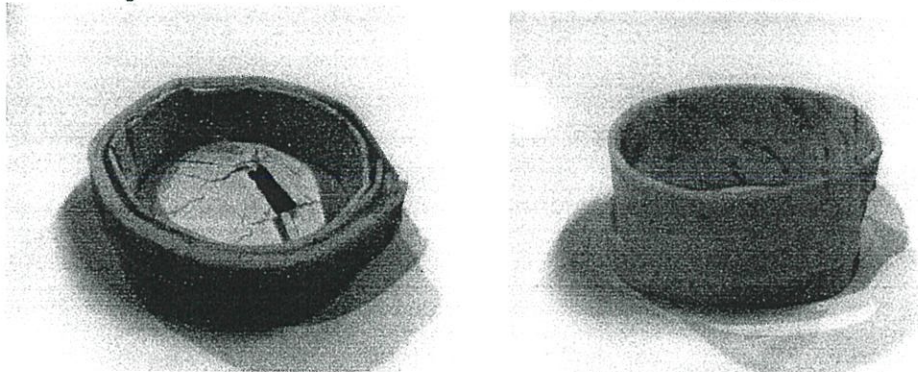
ภาพที่ 3.30 แบบร่าง 3 มิติการออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหยาะ

3.2.2.3.1 แนวทางการออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตีมี สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย แบบที่ 1 มีที่ปิดรูกินน้ำ เพื่อป้องกันการหก และใช้การดันเลื่อนเพื่อเปิด ทำให้เปิดปิดได้ง่าย โดยมีแผ่นกันร้อนเย็น สามารถดึงออกมาจากฝาเพื่อใช้งานได้



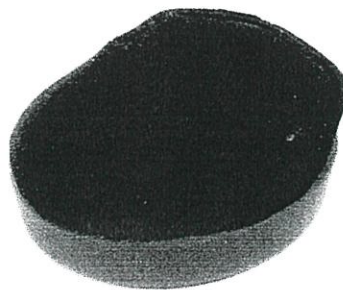
ภาพที่ 3.31 แบบร่าง 3 มิติการออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตีมีแบบที่ 1

แบบที่ 2 ที่กันร้อนติดอยู่กับฝาเพื่อป้องกันการหก สามารถดึงพับขึ้นลงเพื่อเก็บและใช้ได้



ภาพที่ 3.32 แบบร่าง 3 มิติการออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตีมีแบบที่ 2

แบบที่ 3 เอาที่ปิดฝารูกินน้ำออก จึงทำให้รูปแบบดูเรียบทันสมัยยิ่งขึ้น

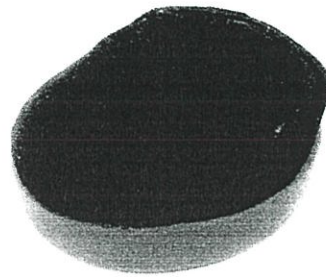


ภาพที่ 3.33 แบบร่าง 3 มิติการออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตีมีแบบที่ 3

3.2.2.3.2 ตารางการเลือกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบต็ม สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย

sketch	แปลกใหม่ (3)	ต้นทุนต่ำ (2)	ทนทาน (2)	ความสะดวก (2)	ใช้ง่าย (3)	ใช้งานเหมาะสม (3)	ประสิทธิภาพการใช้ (3)	ขนาดเหมาะสม (2)	รวม
แบบที่ 1	1	3	3	3	3	4	3	3	63
แบบที่ 2	4	2	3	2	2	3	2	4	54
แบบที่ 3	2	3	3	4	4	4	4	4	70

เพราะฉะนั้น แบบที่เลือกไปเพื่อพัฒนาต่อคือ ฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบต็มแบบที่ 3



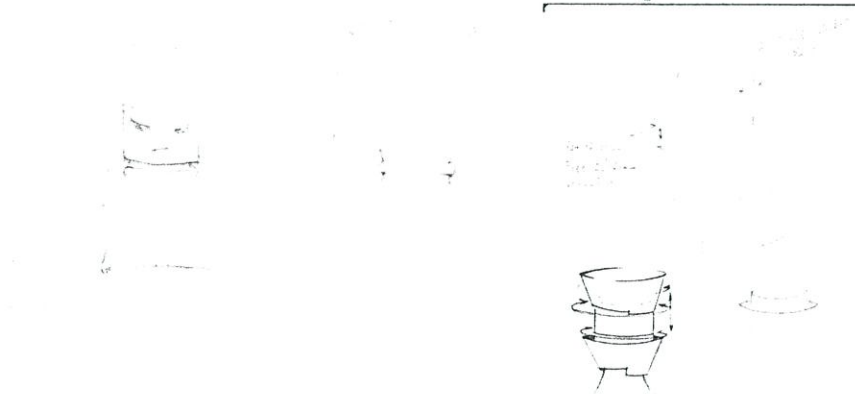
ภาพที่ 3.34 แบบร่าง 3 มิติการออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบต็มแบบที่ 3

3.2.2.4 การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบ ทรงสูงปากแคบ

3.2.2.4.1 แนวทางการออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบ ทรงสูงปากแคบ

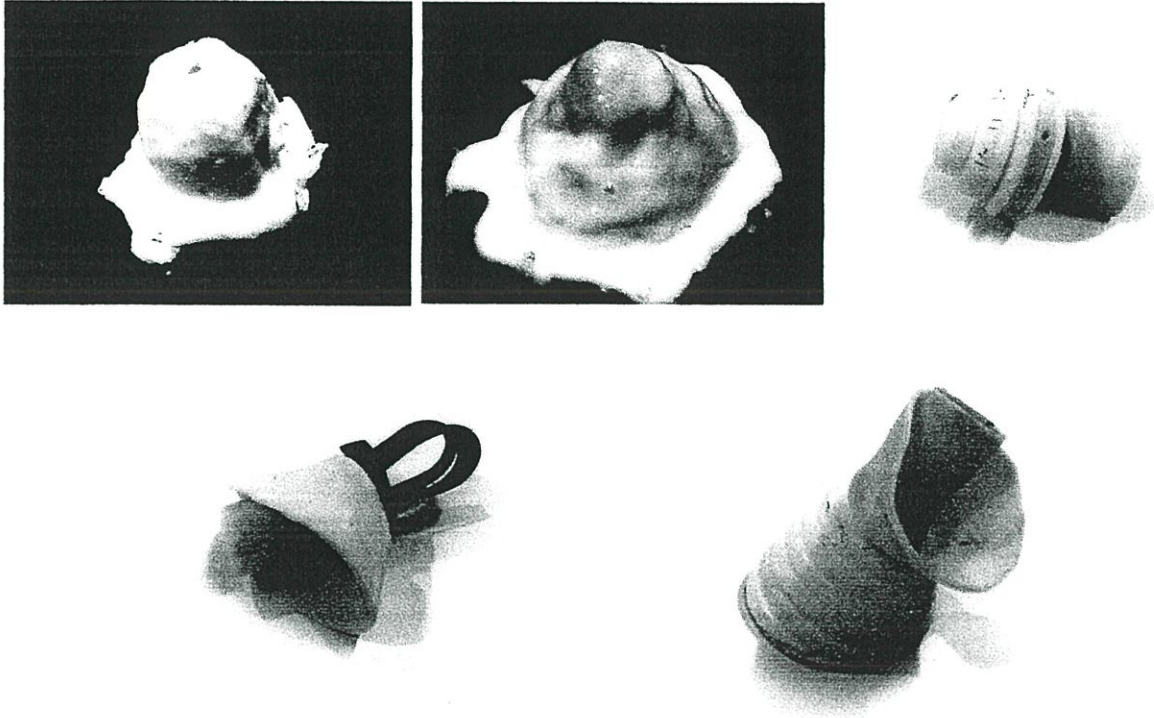
3.2.2.4.2 ตารางเลือกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบ ทรงสูงปากแคบ

ตัวอย่างแบบร่าง 2 มิติ การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบ ทรงสูงปากแคบ



ภาพที่ 3.35 แบบร่าง 2 มิติการออกแบบฝาปิดปากแคบทรงสูง

ตัวอย่างแบบร่าง 3 มิติ การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบ ทรงสูงปากแคบ



ภาพที่ 3.36 แบบร่าง 3 มิติการออกแบบฝาปิดปากแคบทรงสูง

3.2.2.4.1 แนวทางการออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบ ทรงสูงปากแคบ

แบบที่ 1 มีส่วนที่เป็นฝาปิด และมีจุดเพื่อหมุนปิดอีกชั้นหนึ่ง ทำให้ปิดได้แน่นสนิทยิ่งขึ้น



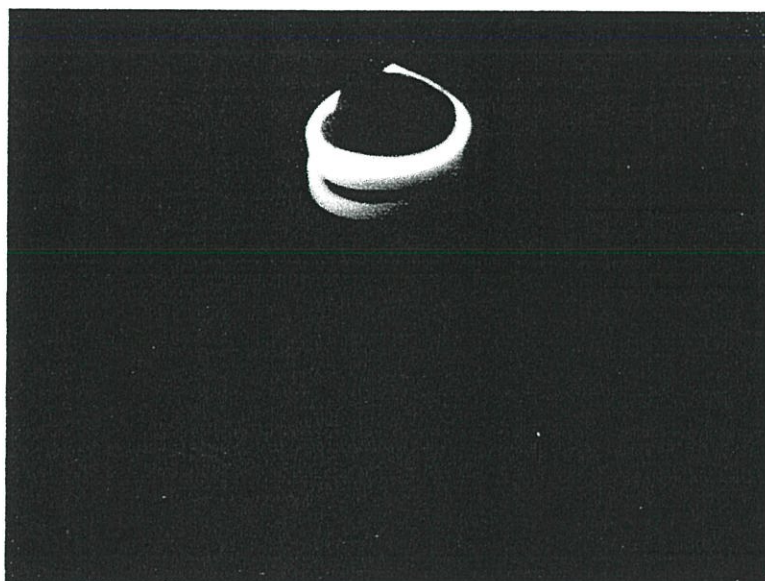
ภาพที่ 3.38 แบบร่าง 2 มิติ การออกแบบฝาปิดปากแคบทรงสูงแบบที่ 1

แบบที่ 2 มีทั้งหมด 2 ส่วน คือจุกในและจุกนอก โดยทำหน้าที่ต่างกันคือ จุกในสามารถดึงขึ้นมาเพื่อเป็นกรวยกรอกน้ำได้



ภาพที่ 3.37 แบบร่าง 2 มิติ และ 3 มิติการออกแบบฝาปิดปากแคบทรงสูงแบบที่ 2

แบบที่ 3 เป็นจุกปิดฝาขวดที่สามารถพับปิดเปิดตรงปลายจุกได้ เพื่อใช้เป็นกรวยและเทน้ำได้

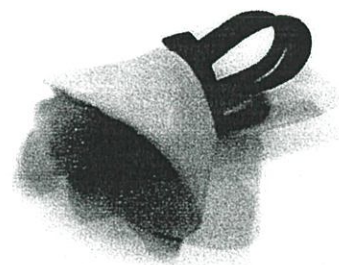


ภาพที่ 3.39 แบบร่าง 3 มิติ การออกแบบฝาปิดปากแคบทรงสูงแบบที่ 3

3.2.2.4.2 ตารางเลือกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบ ทรงสูงปากแคบ

sketch	แปลกใหม่ (3)	ต้นทุนต่ำ (2)	ทนทาน (2)	ความสะดวก (2)	ใช้ง่าย (3)	ใช้งานเหมาะสม (3)	ประสิทธิภาพการใช้ (3)	ขนาดเหมาะสม (2)	รวม
แบบที่ 1	3	3	3	4	3	2	2	2	54
แบบที่ 2	5	3	3	4	4	5	4	3	80
แบบที่ 3	4	4	3	4	4	3	3	3	70

เพราะฉะนั้น แบบที่เลือกไปพัฒนาต่อคือ ฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบ ทรงสูงปากแคบแบบที่ 2



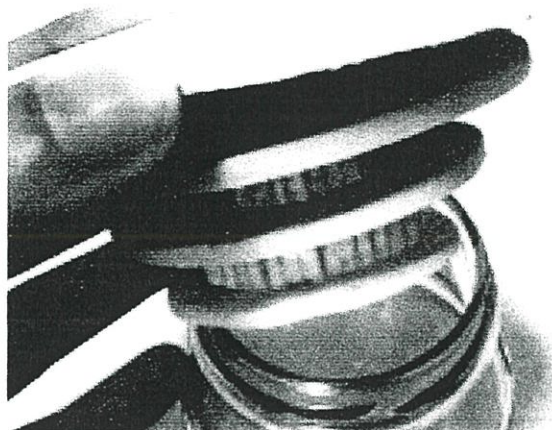
ภาพที่ 3.37 แบบร่าง 2 มิติ และ 3 มิติการออกแบบฝาปิดปากแคบทรงสูงแบบที่ 2

3.3 การพัฒนาแบบและแบบจำลองทดสอบ (Design Development & Study Model)

นำแบบร่างที่น่าสนใจมาทำการพัฒนาและทำโมเดลทดสอบเพื่อให้ใช้งานได้จริง

3.3.1 การพัฒนาแบบและแบบจำลองทดสอบของฝาปิดที่สามารถปิดสนิทกับทุกขนาดของขวดแก้ว

3.3.1.1 วิเคราะห์แบบฝาปิดที่สามารถปิดสนิทกับทุกขนาดของขวดแก้วที่เลือกไว้



ภาพที่ 3.38 แบบจำลอง 3 มิติฝาปิดที่สามารถปิดสนิทกับทุกขนาดของขวดแก้ว
ข้อดีของแบบฝาปิดที่สามารถปิดสนิทกับทุกขนาดของขวดแก้วแบบนี้ ได้แก่

1. สามารถปิดได้แน่นสนิทกับทุกขนาดฝา
2. แกนกลางมีความแข็งแรงมาก
3. แผ่นซิลิโคนสามชั้น แต่ละชั้นเล็กกว่าขอบปากขวดแก้วเล็กน้อย ทำให้ปิดได้แน่นสนิท

ข้อเสียของแบบฝาปิดที่สามารถปิดสนิทกับทุกขนาดของขวดแก้วแบบนี้ ได้แก่

1. ขนาดใหญ่ ไม่สมส่วนเมื่อนำไปใช้กับขวดขนาดเล็ก
2. มีความสูงค่อนข้างมาก ทำให้กินเนื้อที่ภายในตอนปิดฝา

3.3.1.2 การพัฒนาแบบและแบบจำลองทดสอบแบบที่ 1

ลดขนาดของฝา และลดจำนวนซิลิโคนเหลือเพียงสองชั้น คือชั้นเล็กจะมีขนาดเกือบเท่าปาก
ขวดขนาดกลาง ดังภาพ



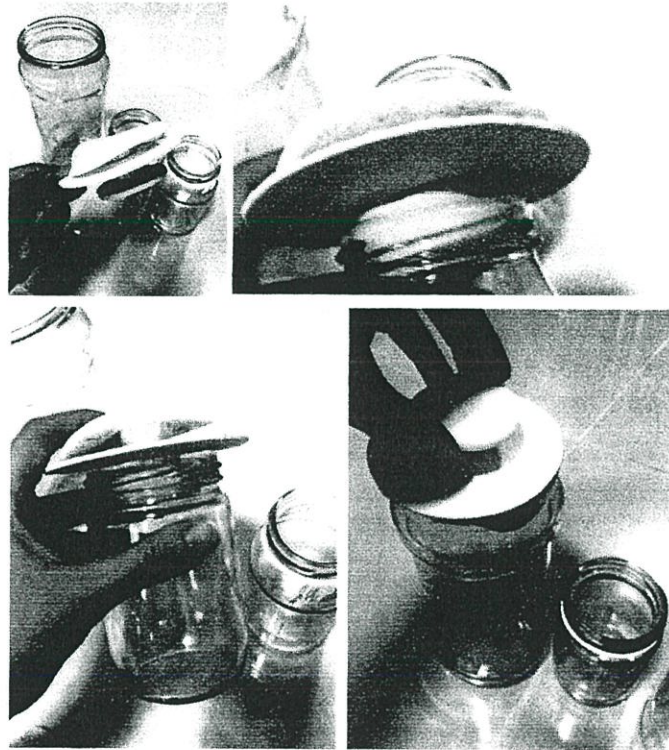
ภาพที่ 3.39 แบบจำลอง 3 มิติการพัฒนาแบบและแบบจำลองทดสอบแบบที่ 1

ปัญหาที่พบ คือ

1. ขนาดเล็กลง แต่ยังคงใหญ่เกินไปสำหรับปากขวดขนาดเล็ก
2. เมื่อนำไปปิดกับขวดขนาดเล็ก ทำให้เกิดครีบและมีรูอากาศเข้าได้ เนื่องจากแผ่นซิลิโคน มีความหนาเกินไป

3.3.1.3 การพัฒนาแบบและแบบจำลองทดสอบแบบที่ 2

หล่อแผ่นซิลิโคนให้บางลง และเปลี่ยนตำแหน่งแผ่นให้อยู่บนล่างของฝาปิด ดังภาพ



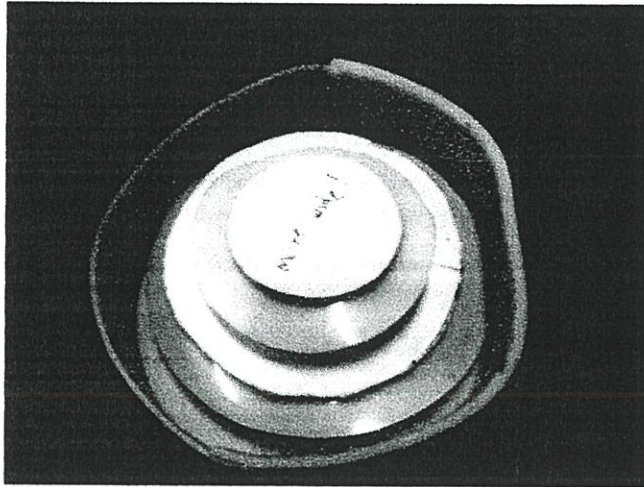
ภาพที่ 3.40 แบบจำลอง 3 มิติการพัฒนาแบบและแบบจำลองทดสอบแบบที่ 2

ปัญหาที่พบ คือ

1. ปิดกับขวดเล็กสุดไม่สนิท เพราะแผ่นซิลิโคนมีขนาดใหญ่ไป
2. ความกว้างของฝาปิดยังมีขนาดเท่าเดิม ทำให้เมื่อปิดกับขวดเล็กยังดูเทอะทะ

3.3.1.4 การพัฒนาแบบและแบบจำลองทดสอบแบบที่ 3

ใช้แผ่นซิลิโคนสามชั้นเหมือนเดิม และหล่อแผ่นซิลิโคนให้บางลงทั้งสามชั้น พร้อมทั้งเพิ่มขนาดแกนให้มีความกว้างมากขึ้นจนเกือบเท่าขอบปากขวด ดังภาพ



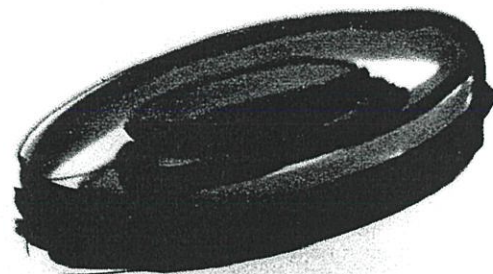
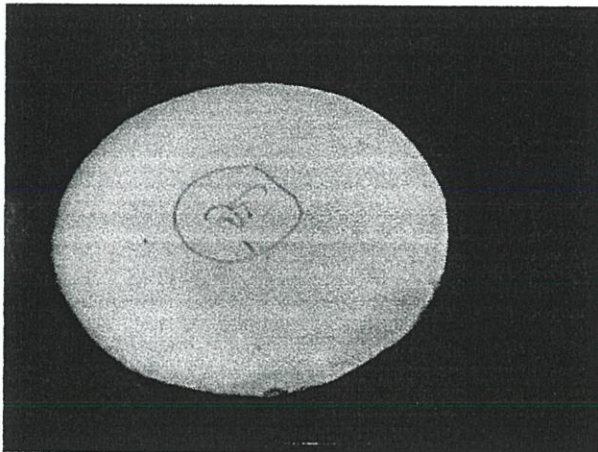
ภาพที่ 3.41 แบบจำลอง 3 มิติการพัฒนาแบบและแบบจำลองทดสอบแบบที่ 3

ปัญหาที่พบ คือ

1. ขนาดใหญ่ เทอะทะไม่สมส่วนเมื่อนำไปใช้กับขวดขนาดเล็ก

3.3.1.5 การพัฒนาแบบและแบบจำลองทดสอบแบบที่ 4

ขยายแกนกลางให้ใหญ่ขึ้น ลดปีกซิลิโคนให้บางลง และทำให้ขนาดรวมเล็กลง ดังภาพ



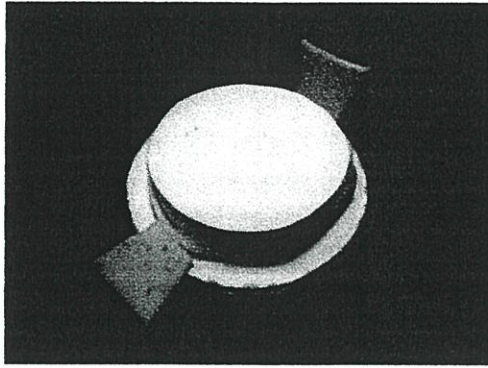
ภาพที่ 3.42 แบบจำลอง 3 มิติการพัฒนาแบบและแบบจำลองทดสอบแบบที่ 4

ปัญหาที่พบ คือ

1. ใส่ยางเข้าภายในลำบาก เพราะชอกเล็ก
2. ไม่มีจุกเปิด ทำให้เปิดปิดยาก

3.3.1.6 การพัฒนาแบบและแบบจำลองทดสอบแบบที่ 5

เปลี่ยนฟอร์มเป็นสองชั้น และทำหน้าที่เป็นจุกเปิดไปในตัว และใช้ห่วงยางซิลิโคนเพียงเส้นเดียว แต่บากร่องทุกชั้น เพื่อให้ยางเปลี่ยนใช้ได้

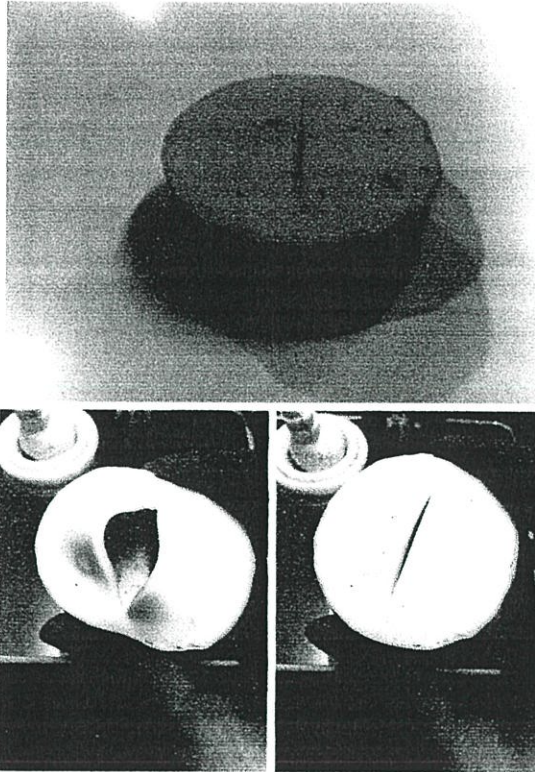


ภาพที่ 3.43 แบบจำลอง 3 มิติการพัฒนาแบบและแบบจำลองทดสอบแบบที่ 5

3.3.2 การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานในรูปแบบต่างๆ

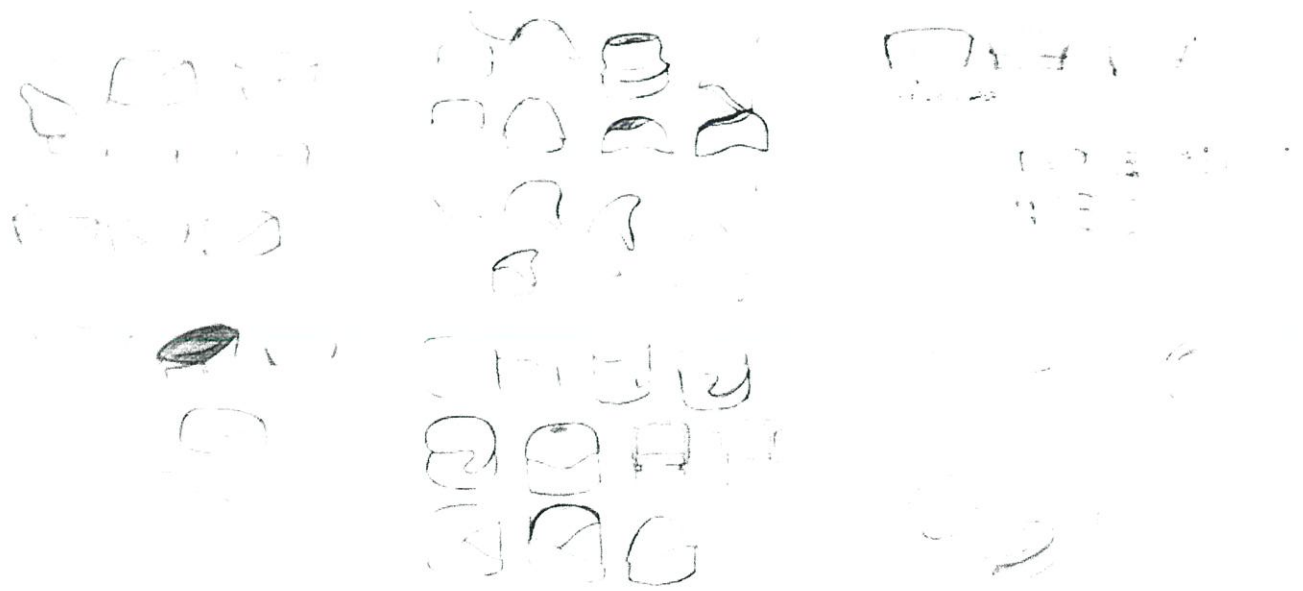
3.3.2.1 วิเคราะห์แบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตวง สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ยที่เลือกไว้

ความแน่นของพื้นผิวซิลิโคนมีผลต่างทิศทางการเปิด องศาการบาก มีผลต่อการปิดสนิท โดยบากเฉียงๆทำให้ปิดสนิทมากขึ้น บากเป็นรูปอื่นๆ จะทำให้ควบคุมทิศทางการไหลยาก ควบคุมขนาดการเปิดของรูด้วยแรงบีบ

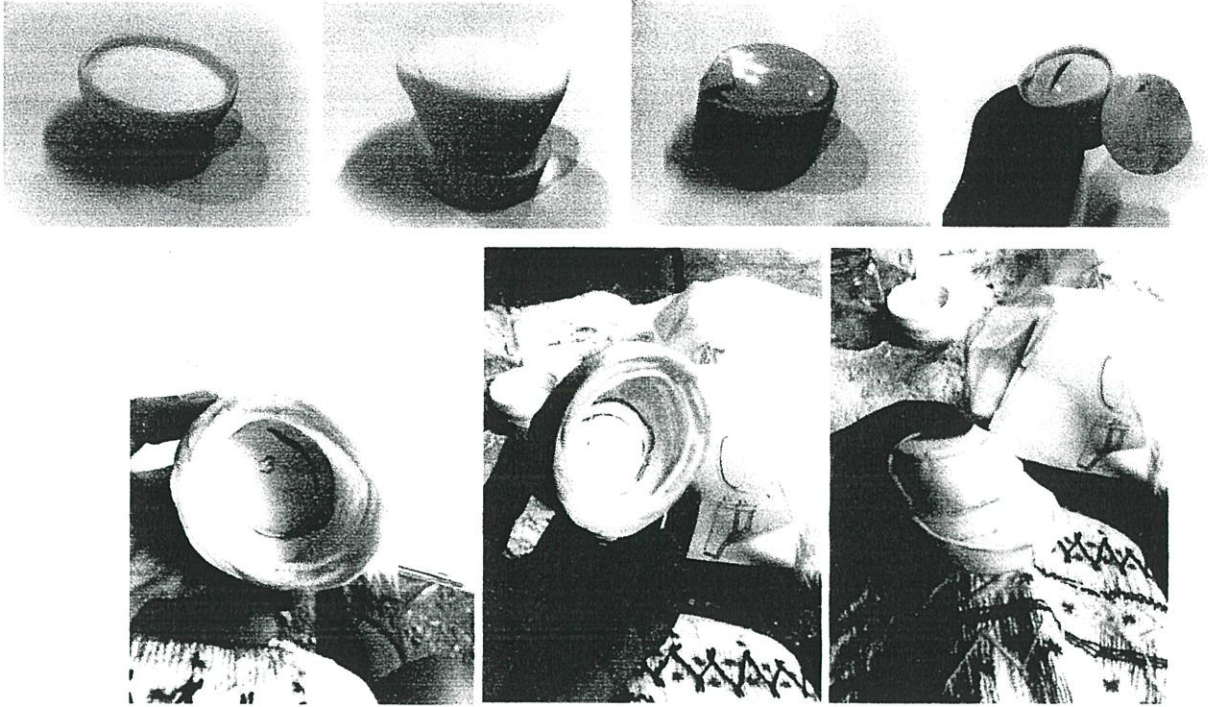


ภาพที่ 3.44 แบบจำลอง 3 มิติการพัฒนาแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตวง สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ยที่เลือกไว้

3.3.2.2 การพัฒนาแบบและแบบจำลองทดสอบ



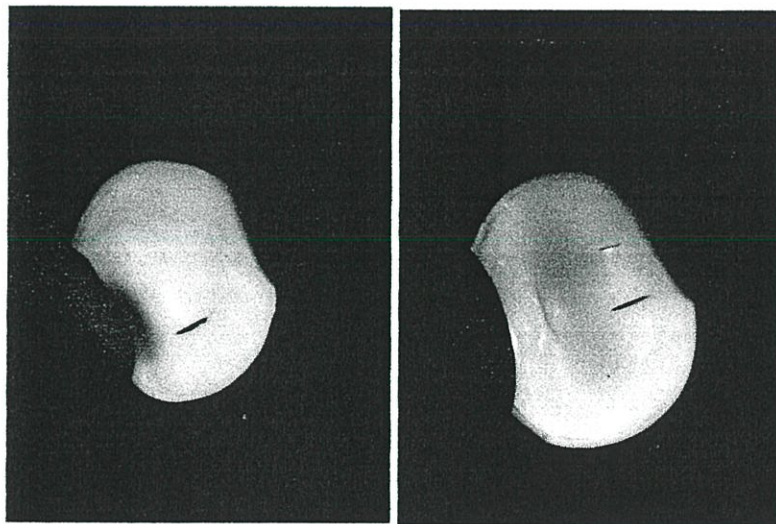
ภาพที่ 3.45 แบบจำลอง 2 มิติการพัฒนาแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตวง สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ยที่เลือกไว้



ภาพที่ 3.46 แบบจำลอง 3 มิติการพัฒนาแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตวง สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ยที่เลือกไว้

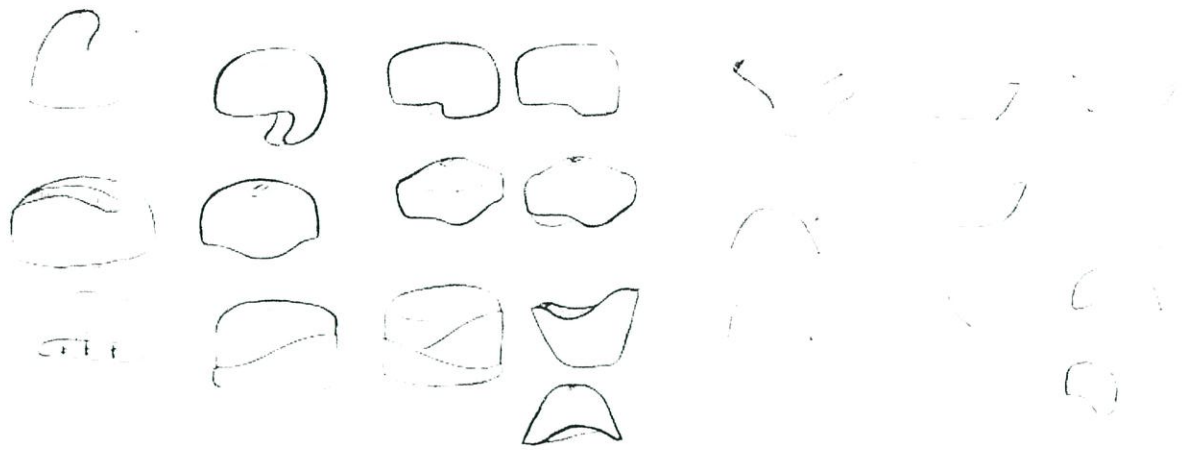
3.3.2.3 วิเคราะห์แบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหยาะ สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ยที่เลือกไว้

ความอ่อนของพื้นผิวซิลิโคนมีผลต่างทิศทางการเปิด องศาการบาก มีผลต่อการปิดสนิท โดยบากเอียงๆทำให้ปิดสนิทมากขึ้น ควบคุมขนาดการเปิดของรูด้วยแรงบีบ บากหลายรูทำให้กระจาย

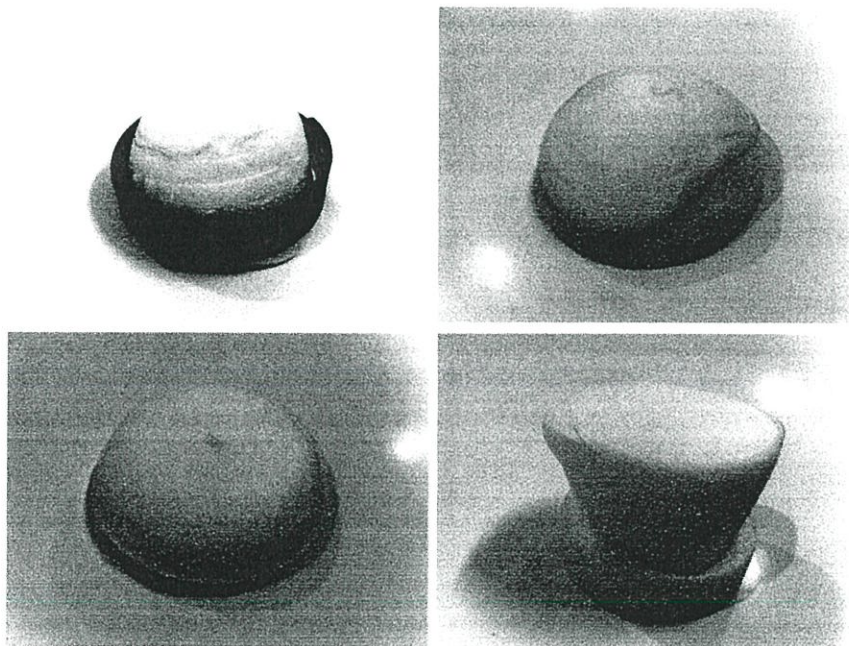


ภาพที่ 3.47 แบบจำลอง 3 มิติการพัฒนาแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหยาะ สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ยที่เลือกไว้

3.3.2.4 การพัฒนาแบบและแบบจำลองทดสอบ



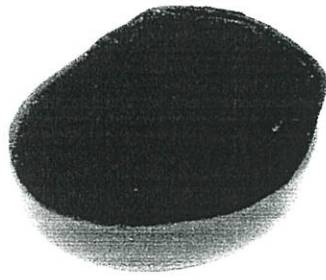
ภาพที่ 3.48 แบบจำลอง 2มิติการพัฒนาแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหยาะ สำหรับขูดปากกว้างทรงเตี้ยที่เลือกไว้



ภาพที่ 3.49 แบบจำลอง 3มิติการพัฒนาแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหยาะ สำหรับขูดปากกว้างทรงเตี้ยที่เลือกไว้

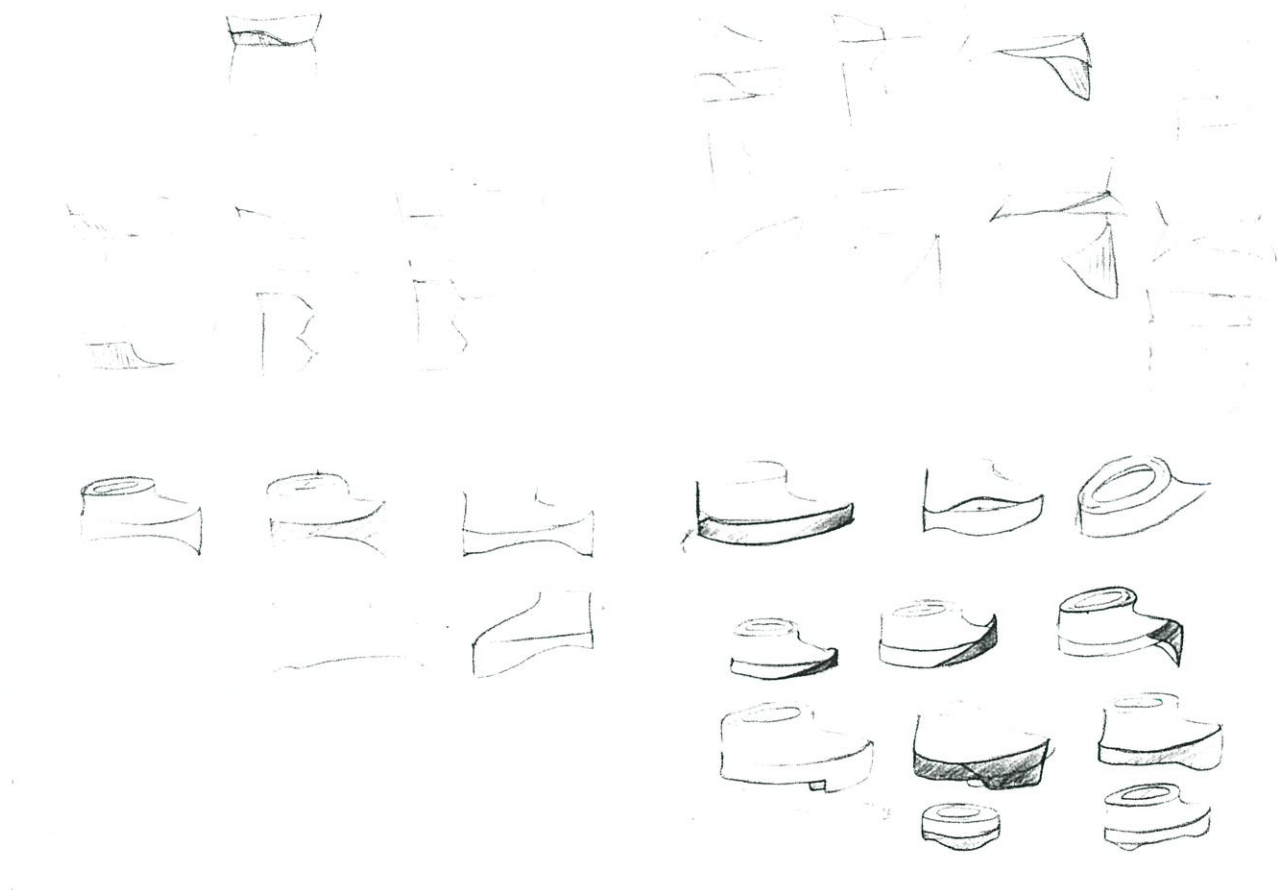
3.3.2.5 วิเคราะห์แบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเต็ม สำหรับขูดปากกว้างทรงเตี้ยที่เลือกไว้

ไม่มีฝาปิด มีกรีดช่องสำหรับขา มีความต่างระดับของฝาเพื่อรับกับริมฝีปาก

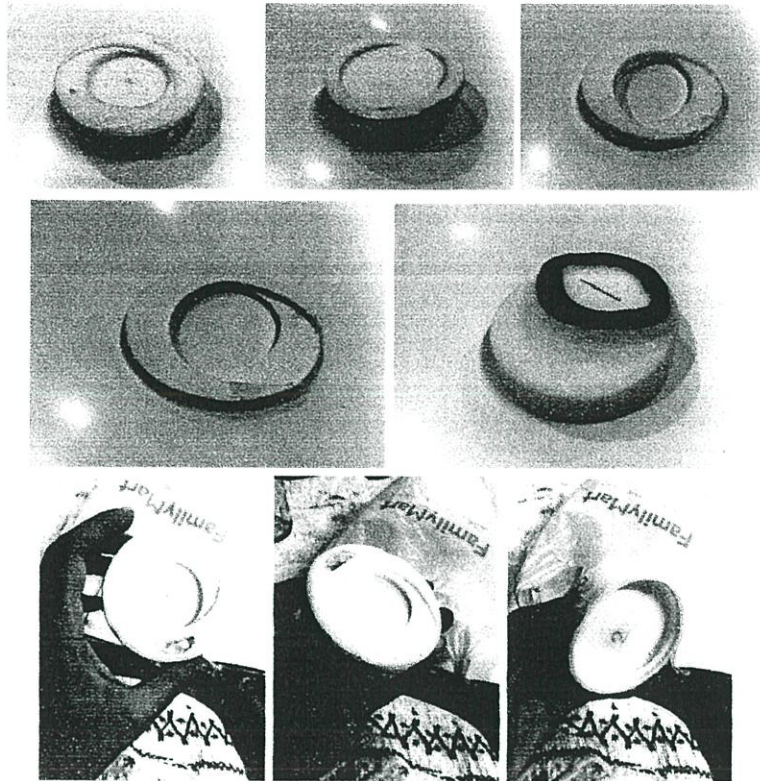


ภาพที่ 3.50 แบบจำลอง 3 มิติการพัฒนาแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตีม สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ยที่เลือกไว้

3.3.2.6 การพัฒนาแบบและแบบจำลองทดสอบ



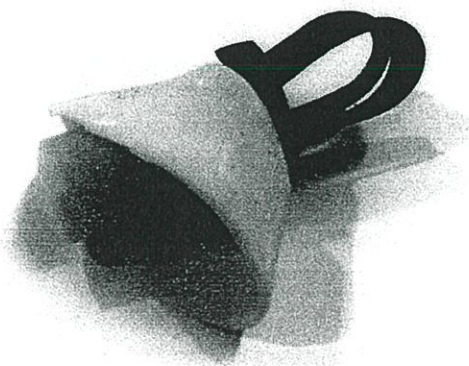
ภาพที่ 3.51 แบบจำลอง 2 มิติการพัฒนาแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตีม สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ยที่เลือกไว้



ภาพที่ 3.52 แบบจำลอง 3 มิติการพัฒนาแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเดิม สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ยที่เลือกไว้

3.3.2.7 วิเคราะห์แบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบ ทรงสูงปากแคบที่เลือกไว้

สีขาวตั้งขึ้นมาเป็นกรวยกรอกน้ำ จุกปิดสนิทกับปากขวด และต้องให้สีขาวมีรูเพื่อให้
อากาศเข้าได้เมื่อกรอกน้ำ พร้อมทั้งสามารถบอกวันผลิตได้

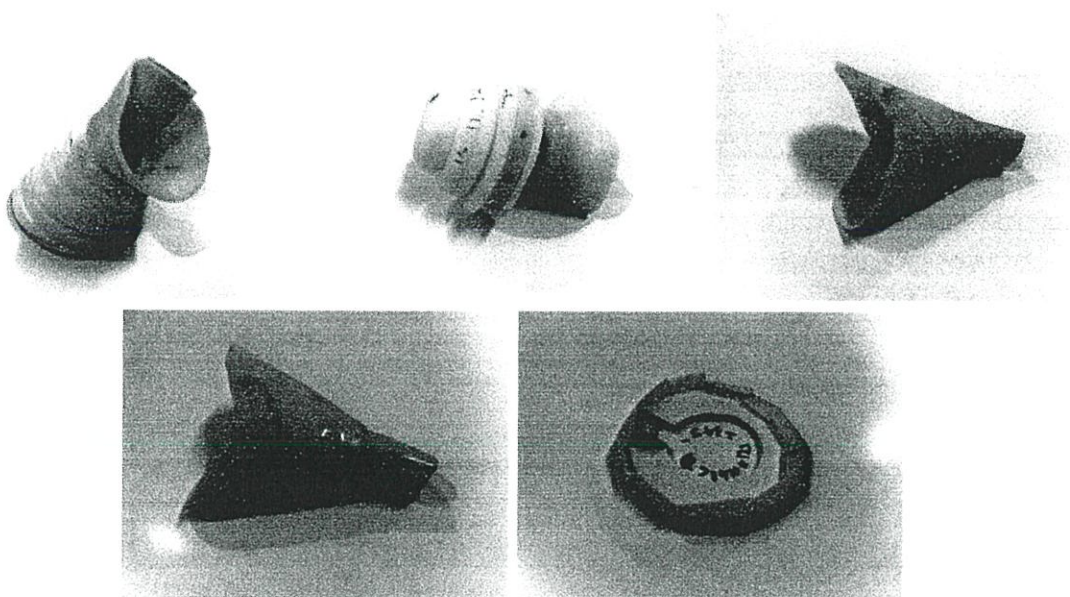


ภาพที่ 3.53 แบบจำลอง 3 มิติแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบ ทรงสูงปากแคบที่เลือกไว้

3.3.2.8 การพัฒนาแบบและแบบจำลองทดสอบ



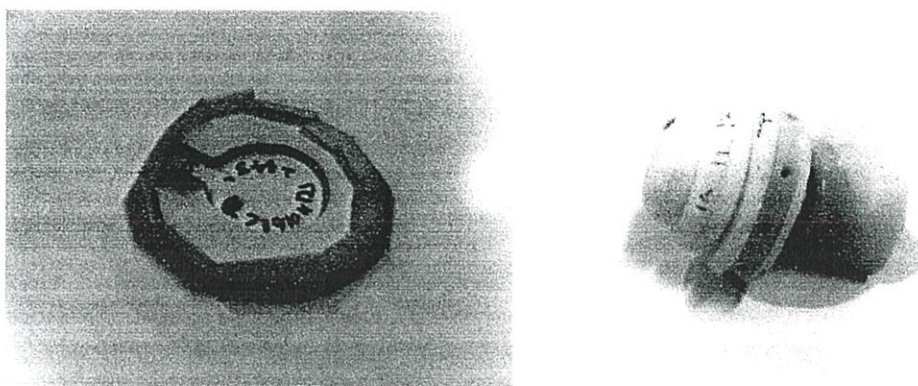
ภาพที่ 3.54 แบบจำลอง 2 มิติการพัฒนาแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบ ทรงสูงปากแคบที่เลือกไว้



ภาพที่ 3.55 แบบจำลอง 3 มิติการพัฒนาแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบ ทรงสูงปากแคบที่เลือกไว้



ภาพที่ 3.56 แบบจำลอง 2 มิติการพัฒนาแบบวันผลิตสำหรับฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบ ทรงสูงปากแคบที่เลือกไว้



ภาพที่ 3.57 แบบจำลอง 3 มิติการพัฒนาแบบวันผลิตสำหรับฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบ ทรงสูงปากแคบที่เลือกไว้

3.4 การสรุปแบบสุดท้าย (Final Design)

3.4.1 การออกแบบฝาปิดที่สามารถปิดสนิทกับทุกขนาดของขวดแก้ว



ภาพที่ 3.58 ภาพแสดงแบบสุดท้ายของฝาปิดที่สามารถปิดสนิทกับทุกขนาดของขวดแก้ว

3.4.2 การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานในรูปแบบต่างๆ

3.4.2.1 การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบดวง สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย



ภาพที่ 3.59 ภาพแสดงแบบสุดท้ายของฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบดวง สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย

3.4.2.2 การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหยาะ สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย

เตี้ย



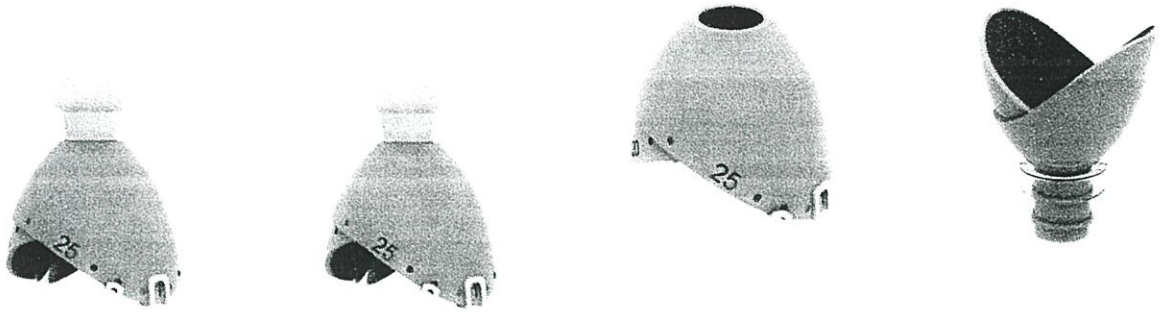
ภาพที่ 3.60 ภาพแสดงแบบสุดท้ายของฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหยาะ สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย

3.4.2.3 การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตีม สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย



ภาพที่ 3.61 ภาพแสดงแบบสุดท้ายของฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตีม สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย

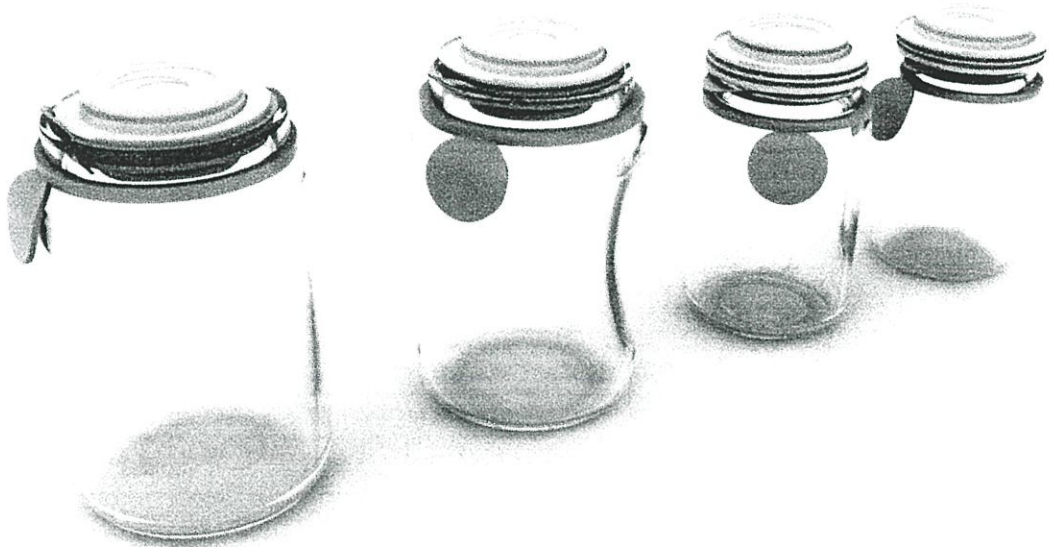
3.4.2.4 การออกแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบ ทรงสูงปากแคบ



ภาพที่ 3.62 ภาพแสดงแบบสุดท้ายของฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบ ทรงสูงปากแคบ

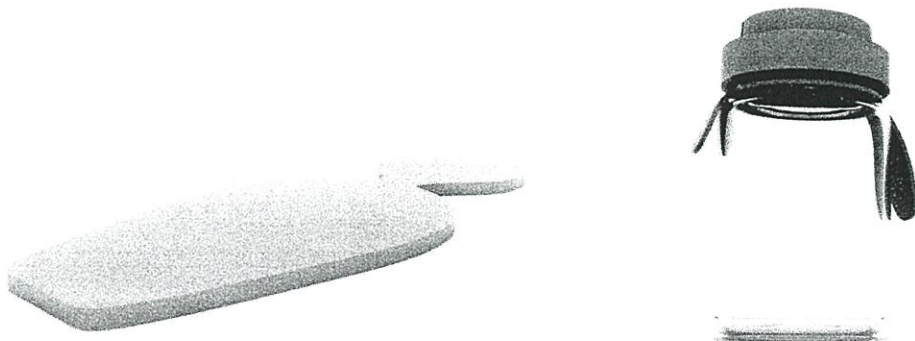
3.4.3 การออกแบบอุปกรณ์เสริมเพื่อใช้งานกับฝาปิด

3.4.3.1 การออกแบบป้ายชื่อ สำหรับใช้กับฝาปิด และฝาที่มีลักษณะการใช้งานแบบต่างๆ



ภาพที่ 3.63 ภาพแสดงแบบสุดท้ายของป้ายชื่อ สำหรับใช้กับฝาปิด และฝาที่มีลักษณะการใช้งานแบบต่างๆ

3.4.3.2 การออกแบบอุปกรณ์กันความร้อน สำหรับใช้กับฝาที่มีลักษณะการใช้งานแบบด้าม



ภาพที่ 3.64 ภาพแสดงแบบอุปกรณ์กันความร้อน สำหรับใช้กับฝาที่มีลักษณะการใช้งานแบบด้าม

บทที่ 4

การนำเสนอผลงานการออกแบบ

โครงการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อส่งเสริมการนำขวดแก้วกลับมาใช้ใหม่ในครัวเรือน ได้ผ่านการวิเคราะห์ ออกแบบและทำการเสนองานในวันที่ 4 มีนาคม 2556 โดยมีผลงานประกอบการนำเสนอ ดังนี้

4.1 ผลงานประกอบการนำเสนอที่เป็นดิจิทัลไฟล์ (DigitalFile)

4.2 ผลงานประกอบการนำเสนอที่เป็นชิ้นงาน (Hard Copy)

4.3 การเขียนแบบเพื่อการผลิต (Working Drawing)

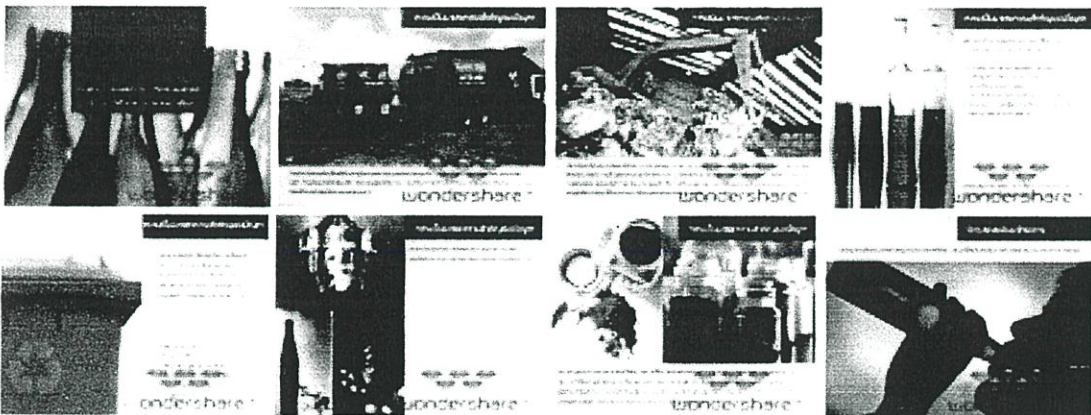
โดยผลงานประกอบการนำเสนอดังนี้มีดังนี้

4.1 ผลงานประกอบการนำเสนอที่เป็นดิจิทัลไฟล์ (DigitalFile)

ผลงานประกอบการนำเสนอดิจิทัลไฟล์ ได้แก่ แผ่นนำเสนองานทำจากโปรแกรม Keynote และนำเสนอต่อคณะกรรมการตัดสินโปรแกรม Keynote มีจำนวนทั้งหมด 273 แผ่นนำเสนองานดังนี้

4.1.1 แผ่นนำเสนอที่กล่าวถึงที่มาและความสำคัญของการนำขวดแก้วกลับมาใช้ใหม่

อธิบายเกี่ยวกับที่มาและความสำคัญของปัญหา ความเป็นไปได้ของโครงการ ปัญหา ขอบเขตของโครงการ และแนวทางการศึกษาวิจัย มีจำนวนทั้งหมด 214 หน้า



ภาพที่ 4.1 แผ่นนำเสนอเกี่ยวกับความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ



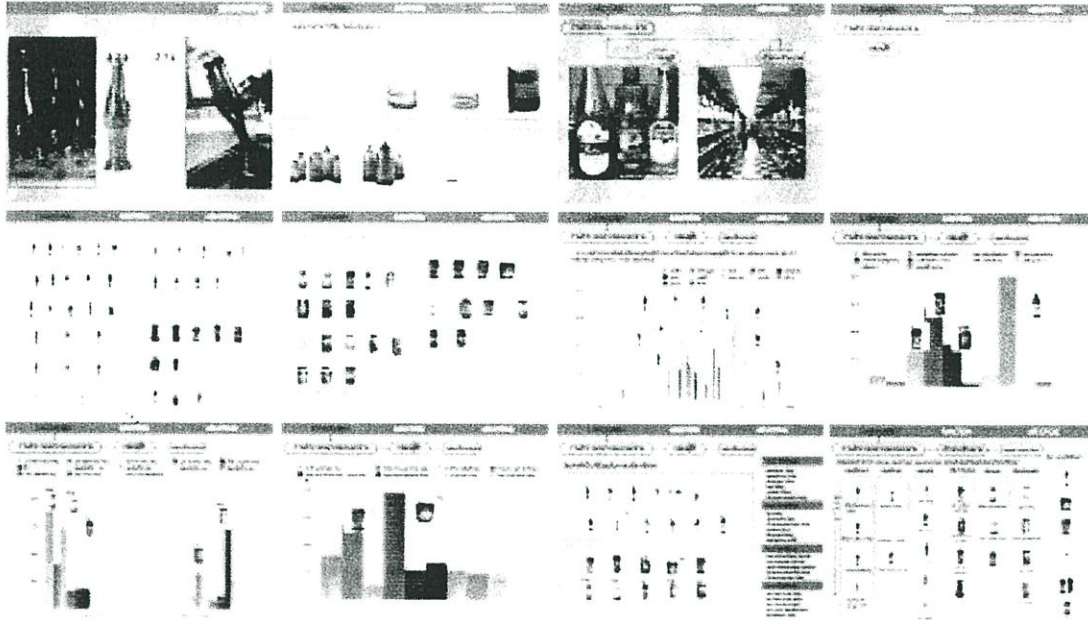
ภาพที่ 4.2 แผ่นนำเสนอเกี่ยวกับปัญหาและความเป็นไปได้ของโครงการ



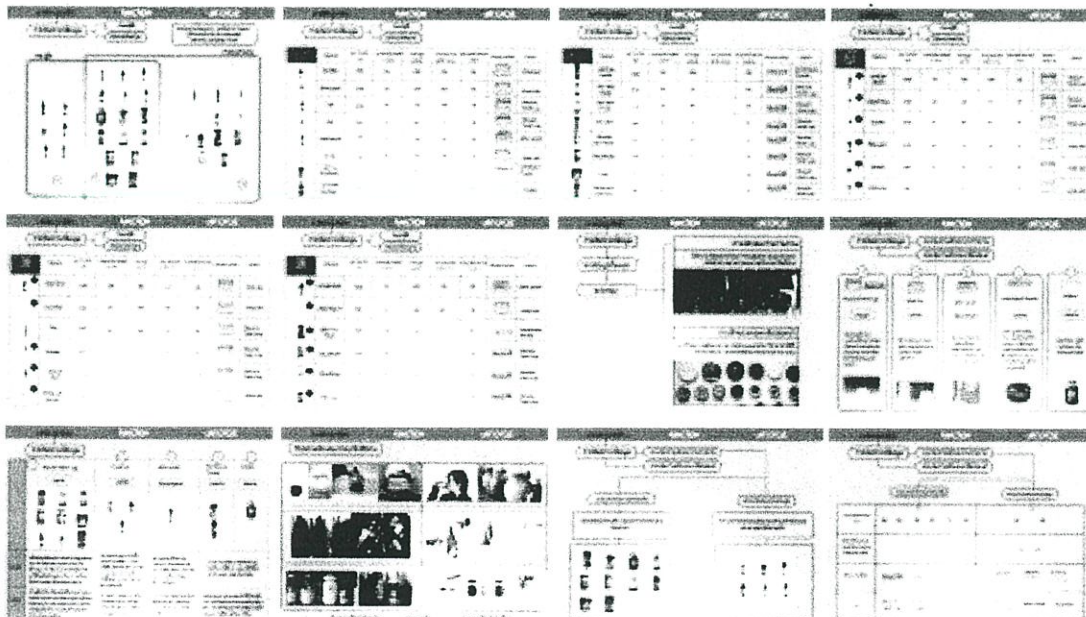
ภาพที่ 4.3 แผ่นนำเสนอเกี่ยวกับขอบเขตของโครงการ และแนวทางการศึกษาวิจัย

4.1.2 แผ่นนำเสนอที่กล่าวถึงข้อมูลผลสำรวจจากกลุ่มเป้าหมาย และรายละเอียดเกี่ยวกับขวดแก้ว

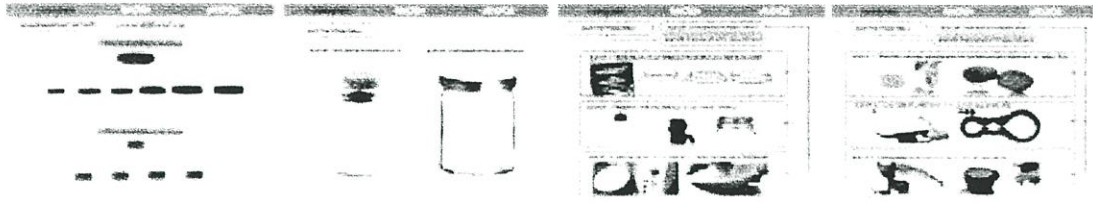
อธิบายเกี่ยวกับข้อมูลยอดขายสินค้าที่มีบรรจุภัณฑ์เป็นแก้ว สสำรวจตลาด ขนาดและรายละเอียดของขวดแก้ว วงจรชีวิตของขวดแก้ว การล้างทำความสะอาด วิธีแกะฉลาก การกำจัดกลิ่น รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปค้นหาแนวทางในการออกแบบ



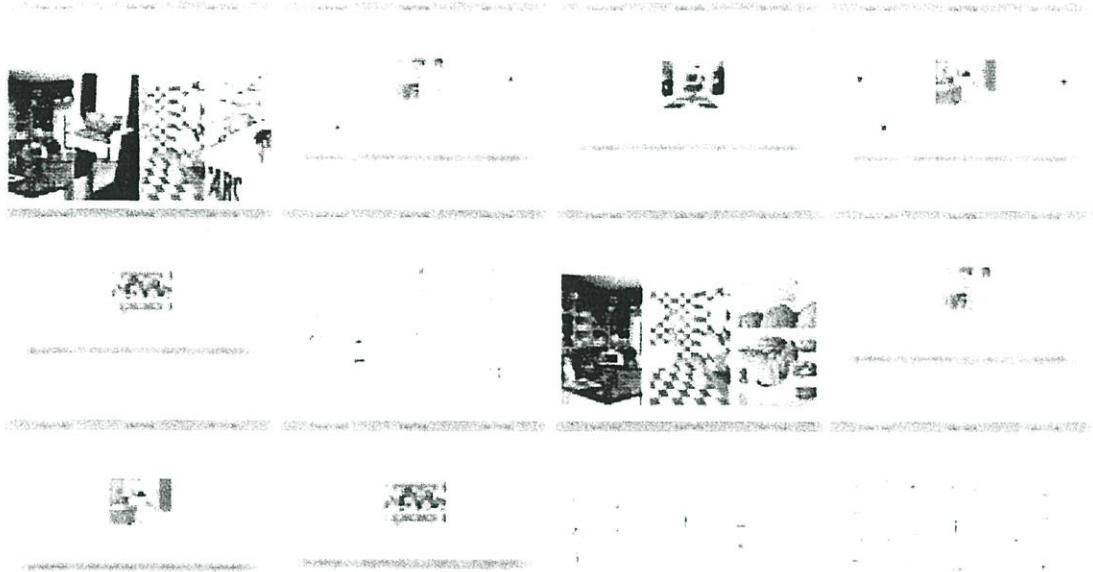
ภาพที่ 4.4 แผ่นนำเสนอเกี่ยวกับของเขตของโครงการ และแนวทางการศึกษาวิจัย



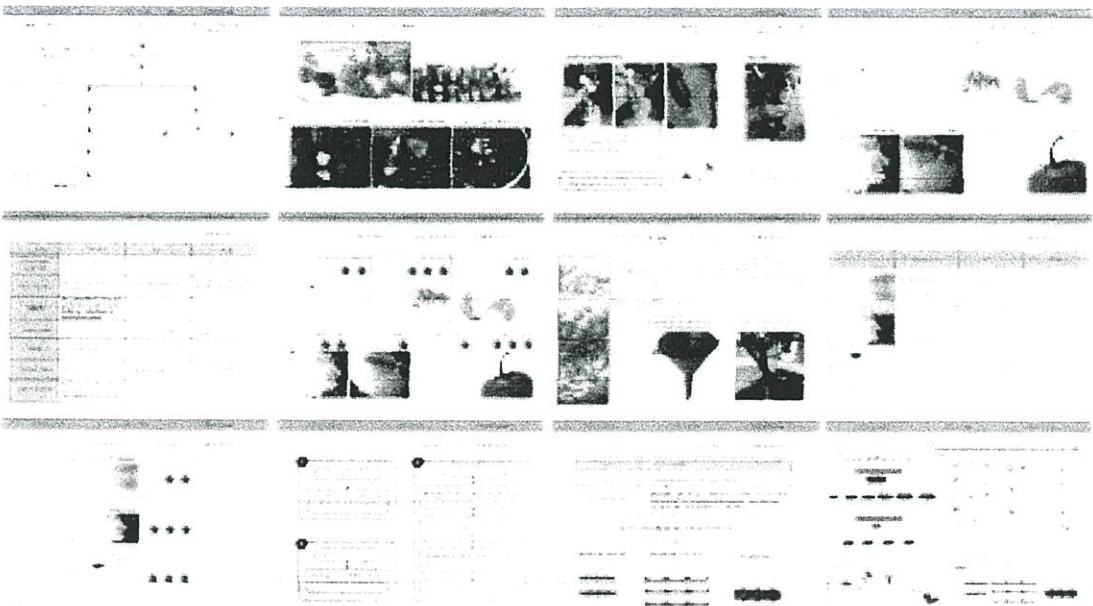
ภาพที่ 4.5 แผ่นนำเสนอเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปออกแบบ



ภาพที่ 4.6 แผ่นนำเสนอเกี่ยวกับขอบเขตของโครงการ และแนวทางการออกแบบเบื้องต้น



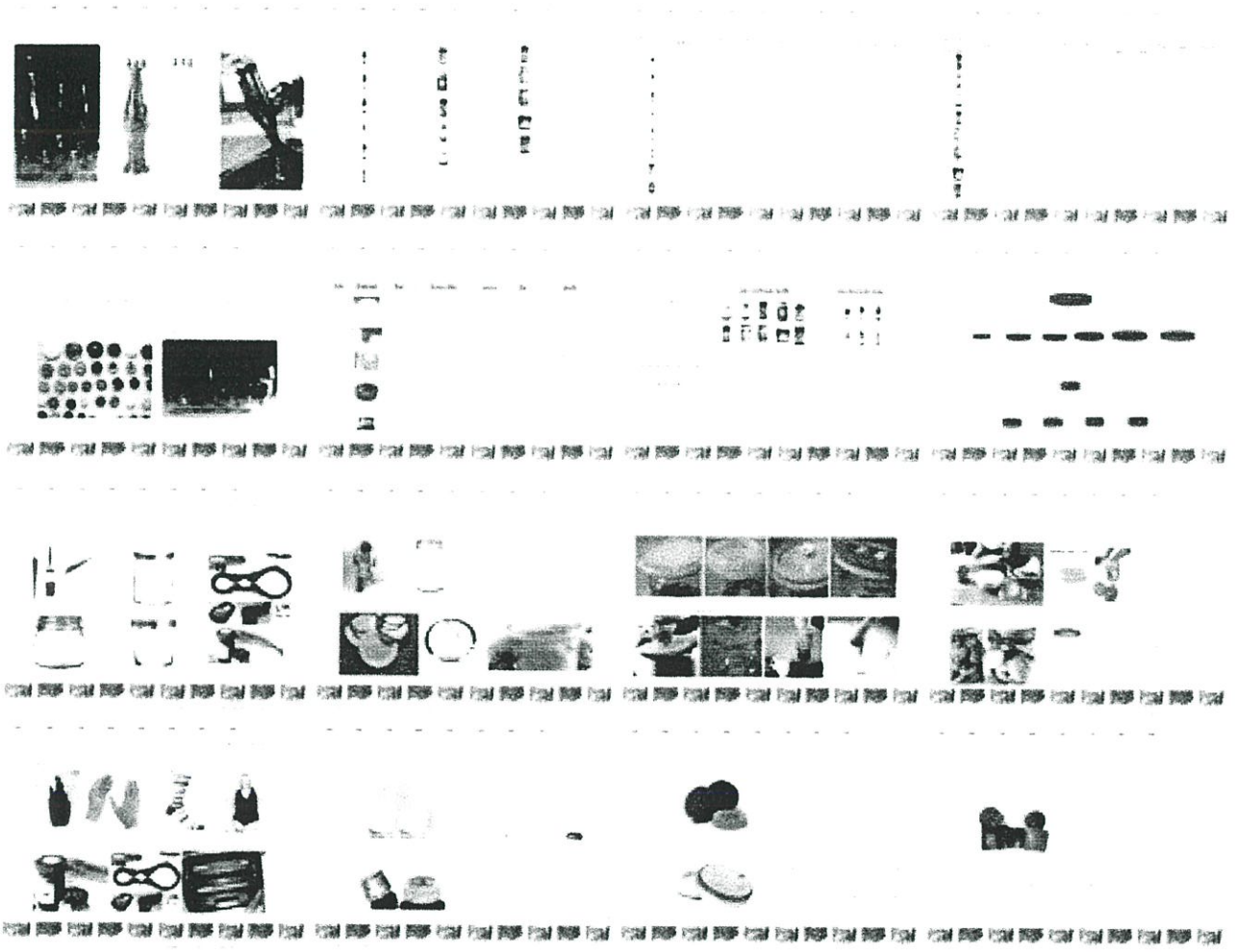
ภาพที่ 4.7 แผ่นนำเสนอเกี่ยวกับการสำรวจการใช้งานของขวดแก้วในครัวเรือน



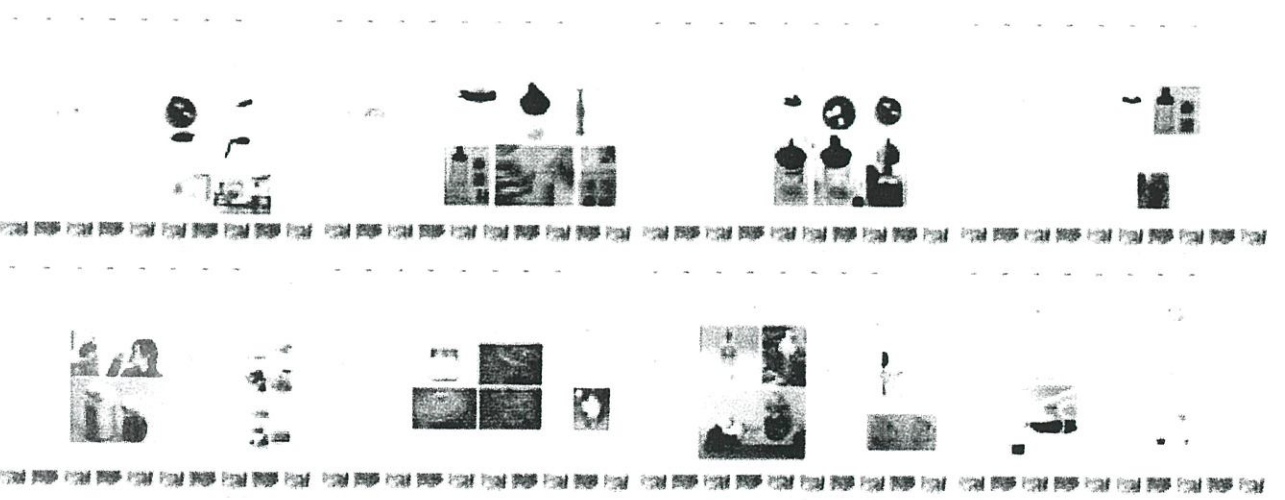
ภาพที่ 4.8 แผ่นนำเสนอเกี่ยวกับวงจรชีวิตของขวดแก้ว

4.1.3 แผ่นนำเสนองานที่กล่าวถึงการใช้งานของขวดแก้วในรูปแบบต่างๆ และข้อมูลเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

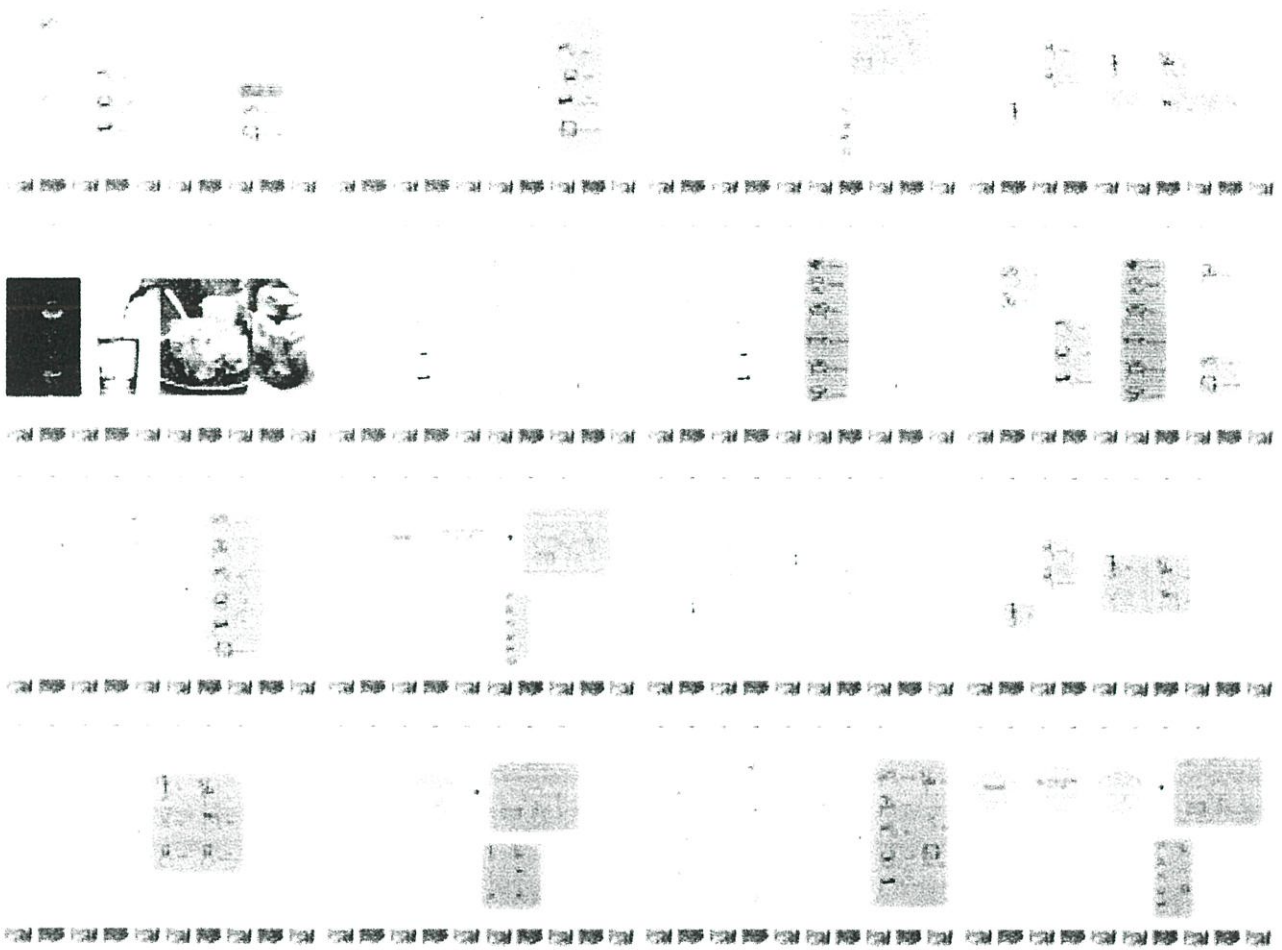
อธิบายเกี่ยวกับรายละเอียดของฝาที่มีอยู่ในท้องตลาด ขนาดของขวด เกรียวปากขวด ลักษณะการปิดฝาวัสดุที่น่าสนใจในการนำมาผลิต และวิเคราะห์การใช้งานและจับกลุ่มเพื่อการออกแบบ



ภาพที่ 4.9 แผ่นนำเสนอเกี่ยวกับการวิเคราะห์ลักษณะของขวดแต่ละชนิด เพื่อจับกลุ่มในการออกแบบ

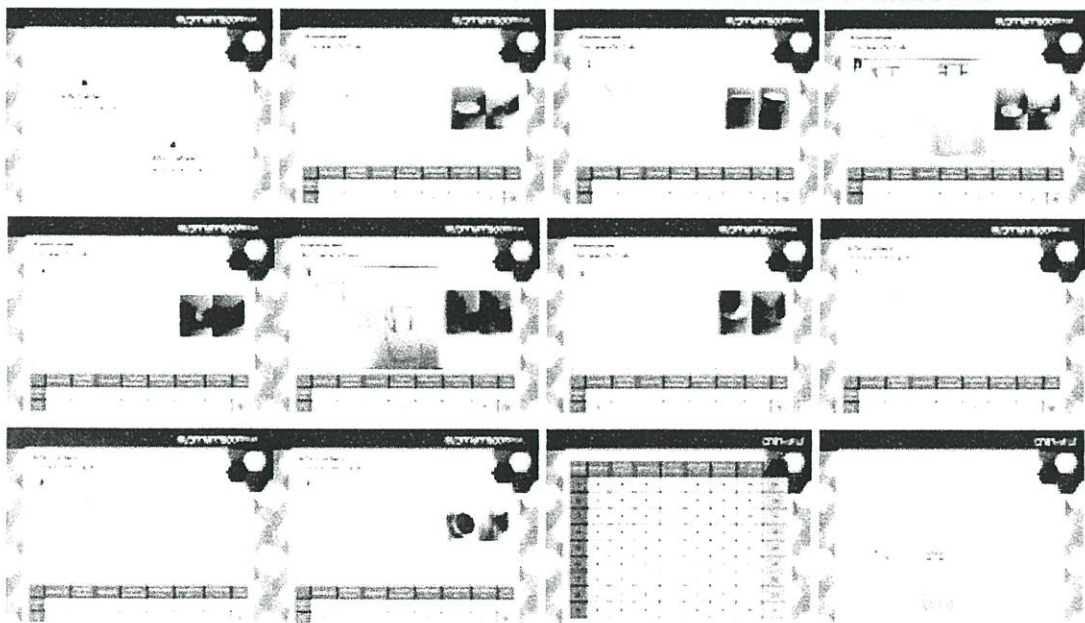


ภาพที่ 4.10 แผ่นนำเสนอเกี่ยวกับการวิเคราะห์ลักษณะการใช้งานของฝาที่มีขายในท้องตลาด

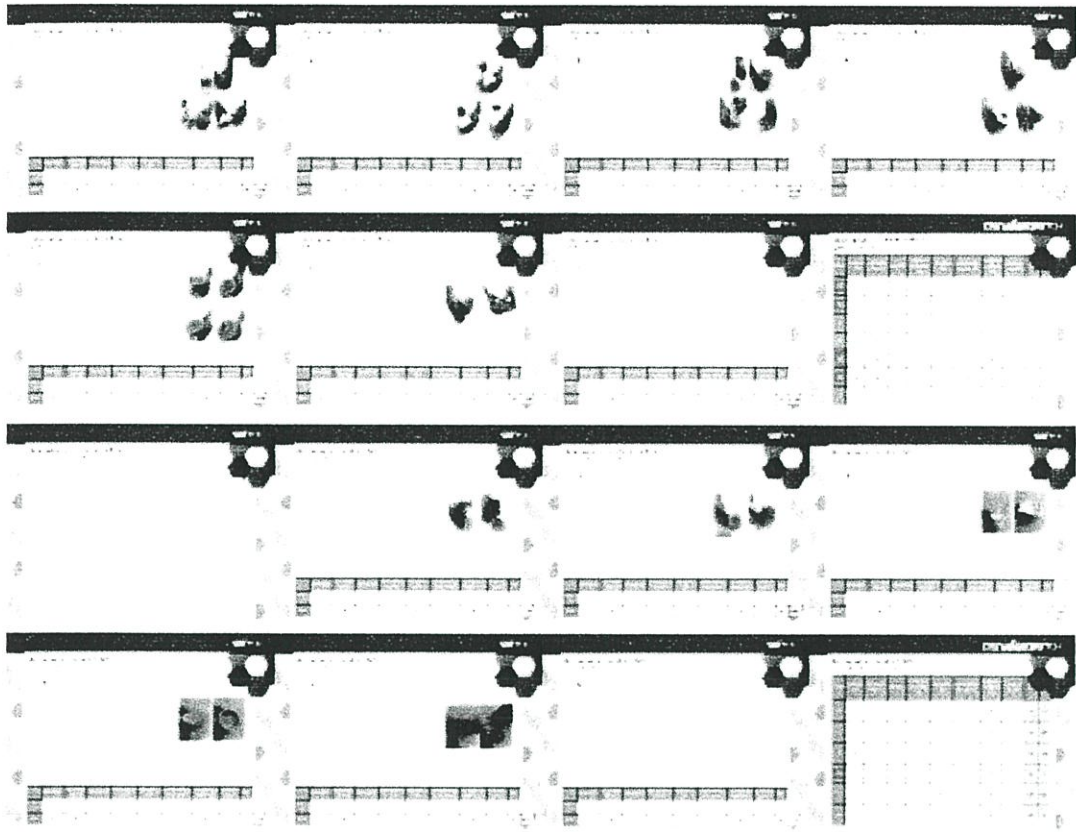


ภาพที่ 4.11 แผ่นนำเสนอเกี่ยวกับการจับกลุ่มการใช้งานของขวดแก้ว

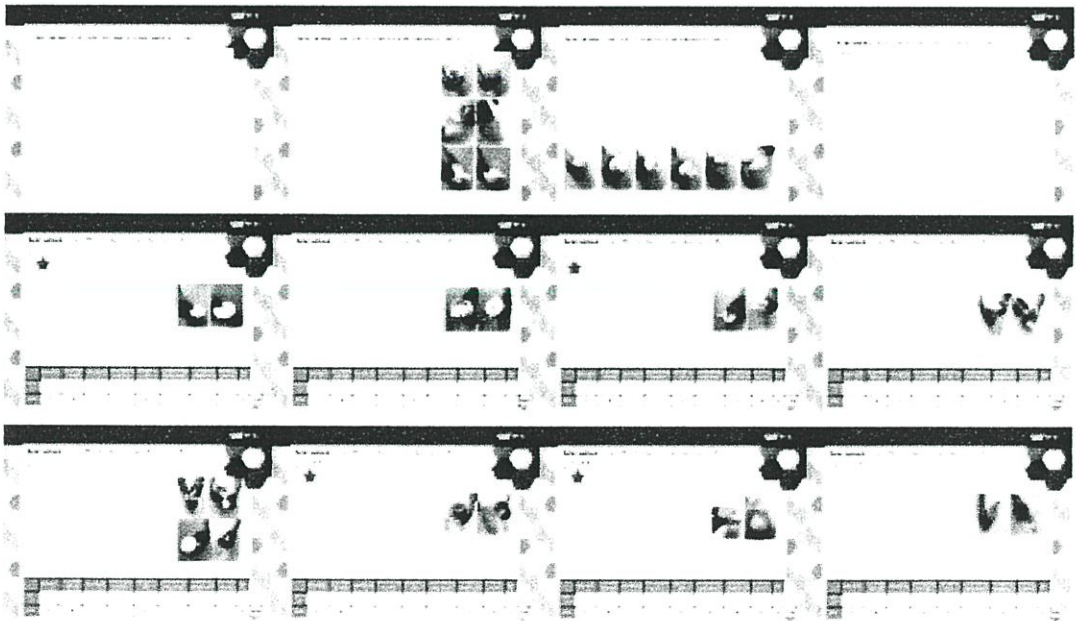
**4.1.4 แผ่นนำเสนองานที่กล่าวถึงขั้นตอนการร่างแบบ และพัฒนาแบบ
การร่างแบบ 2 มิติ และการทำโมเดลจำลอง 3 มิติ เพื่อทดลองการใช้งานจริงในเบื้องต้น**



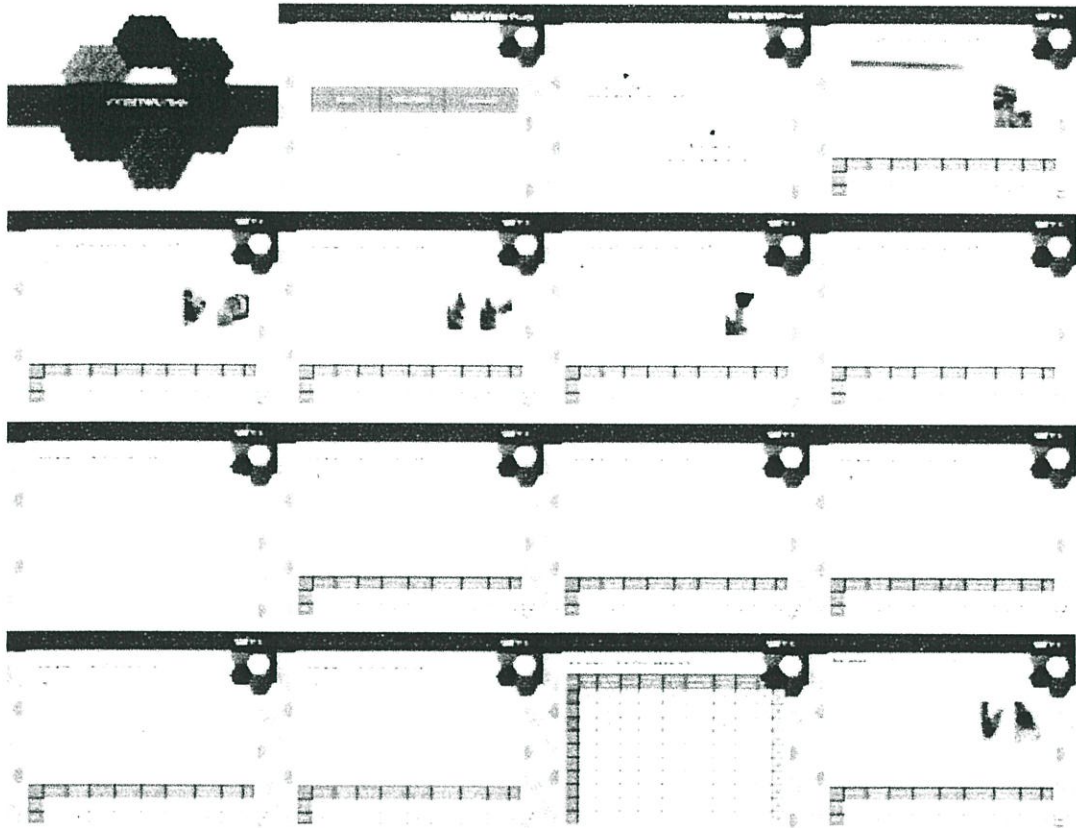
ภาพที่ 4.12 แผ่นนำเสนอแบบร่างฝาปิดเพื่อการบรรจุ



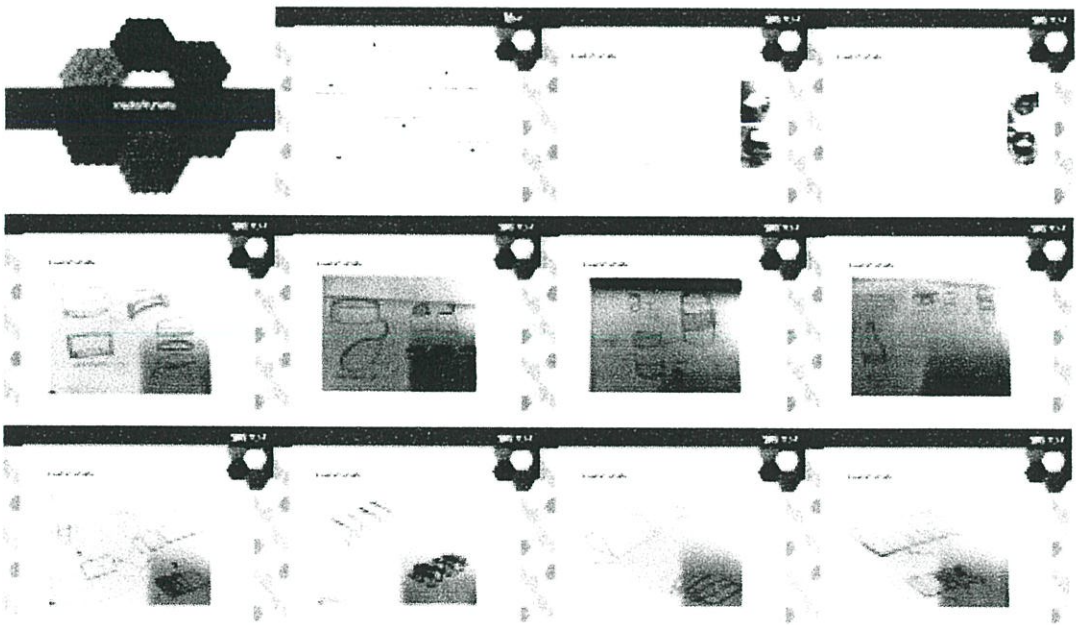
ภาพที่ 4.13 แผ่นนำเสนอบรรยากาศหน้าต่างปิดที่มีการใช้งานในรูปแบบต่างๆ ของขดปากกว้างทรงเตี้ย แนวทางที่1



ภาพที่ 4.14 แผ่นนำเสนอบรรยากาศหน้าต่างปิดที่มีการใช้งานในรูปแบบต่างๆ ของขดปากกว้างตรงเตี้ย แนวทางที่2

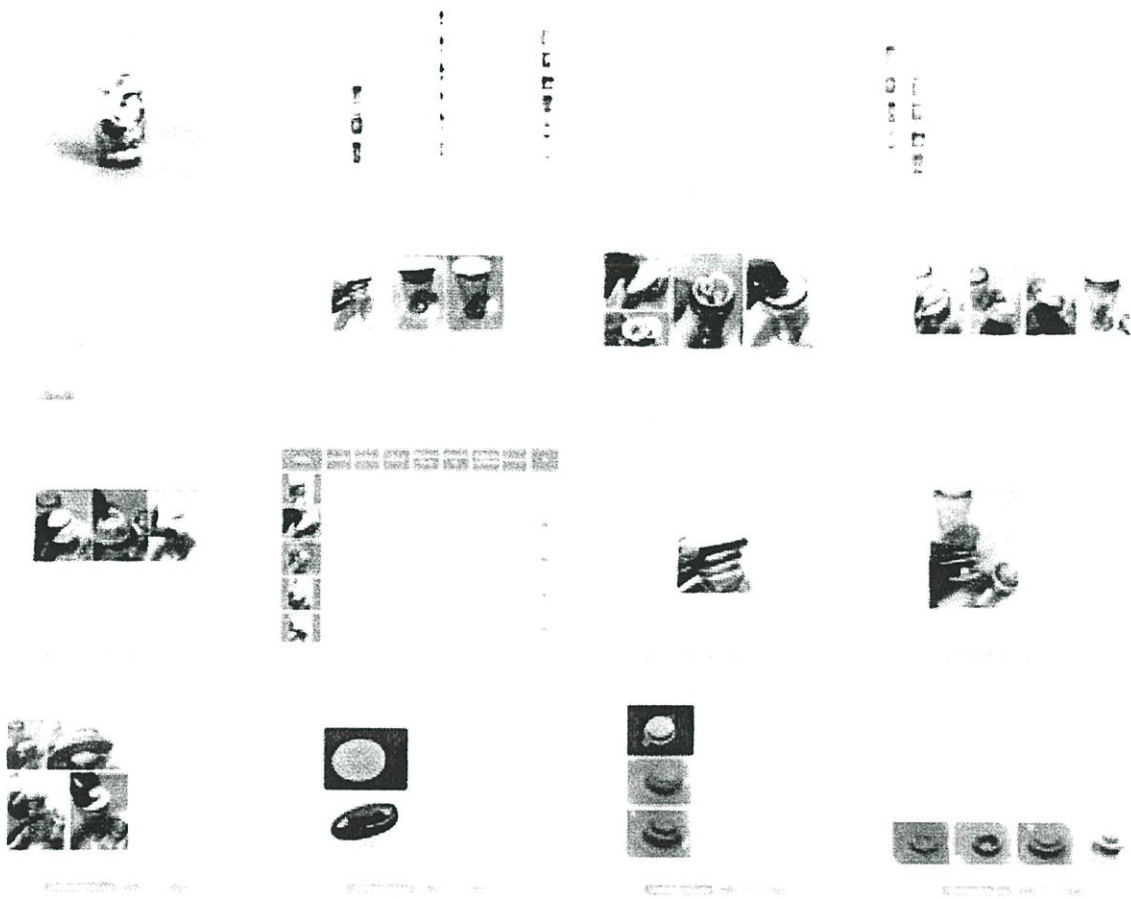


ภาพที่ 4.15 แผ่นนำเสนอแบบร่างฝาปิดที่มีการใช้งานในรูปแบบต่างๆ ของหัวดปากแคบทรงสูง

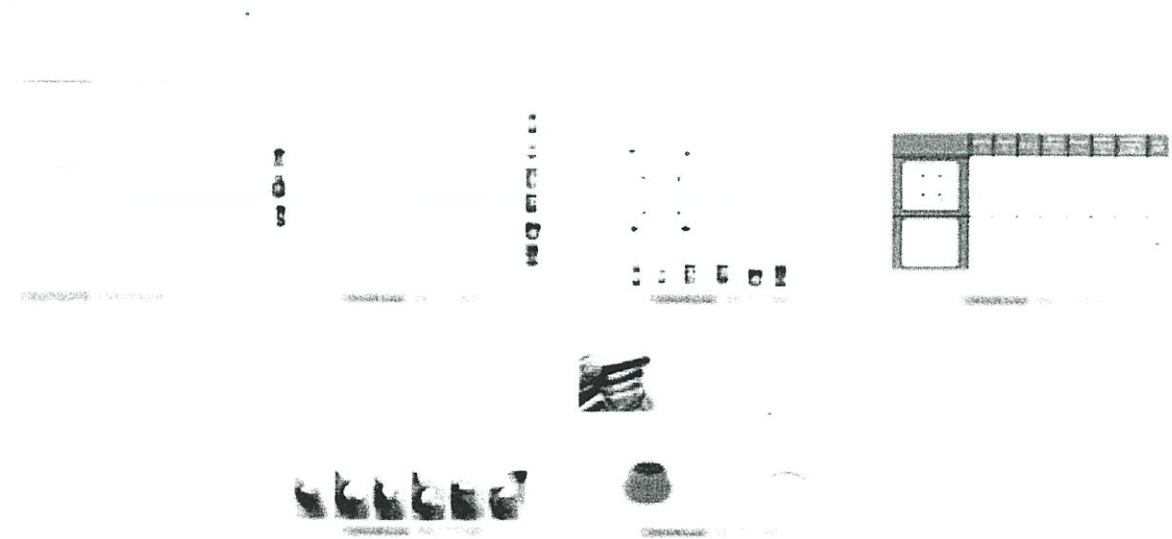


ภาพที่ 4.16 แผ่นนำเสนอแบบร่างผลิตภัณฑ์เสริมอื่นๆ

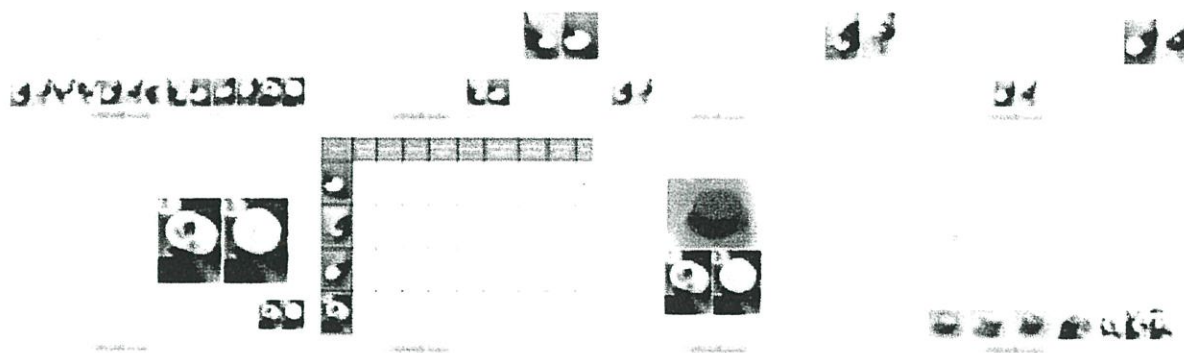
4.1.5 แผ่นนำเสนองานที่กล่าวถึงขั้นตอนการเลือกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์ต้นแบบ



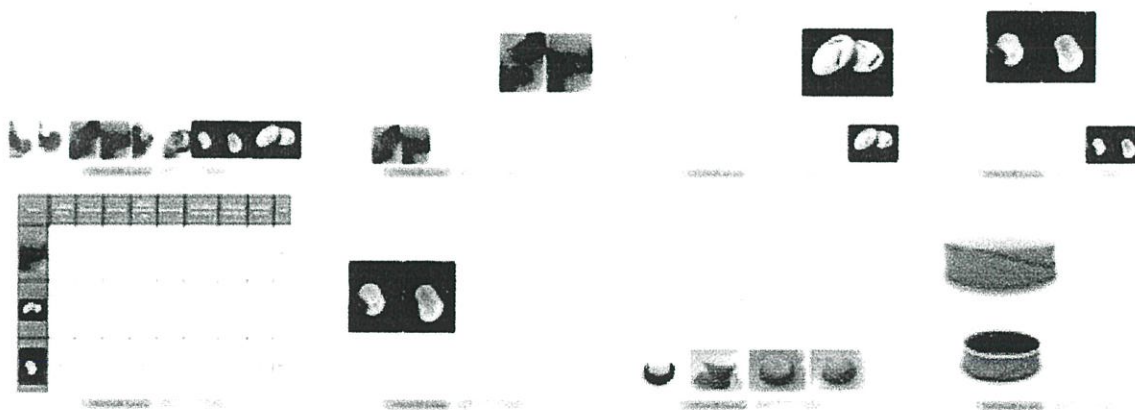
ภาพที่ 4.17 แผ่นนำเสนองานแสดงลักษณะการปิด



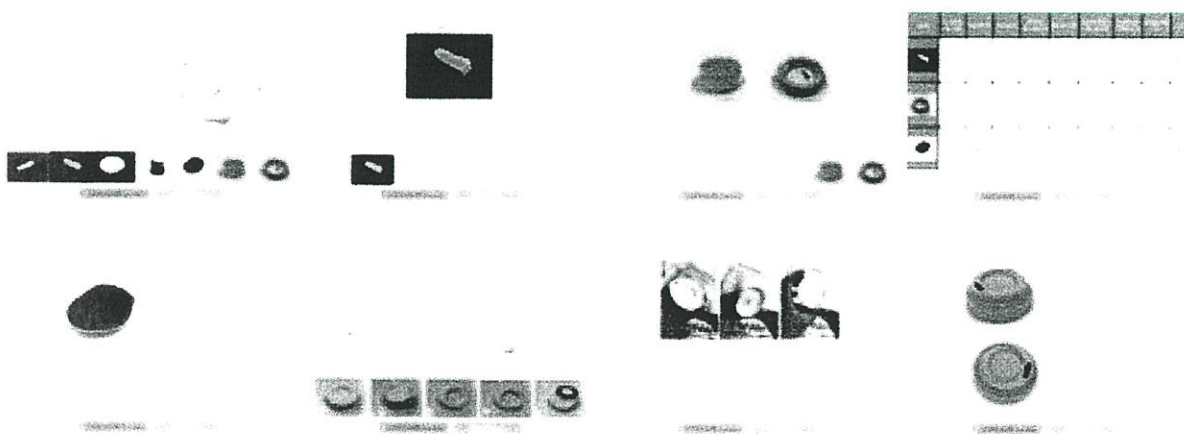
ภาพที่ 4.18 แผ่นนำเสนองานแสดงหน้าที่การใช้งานของขวดปากกว้างทรงเตี้ย



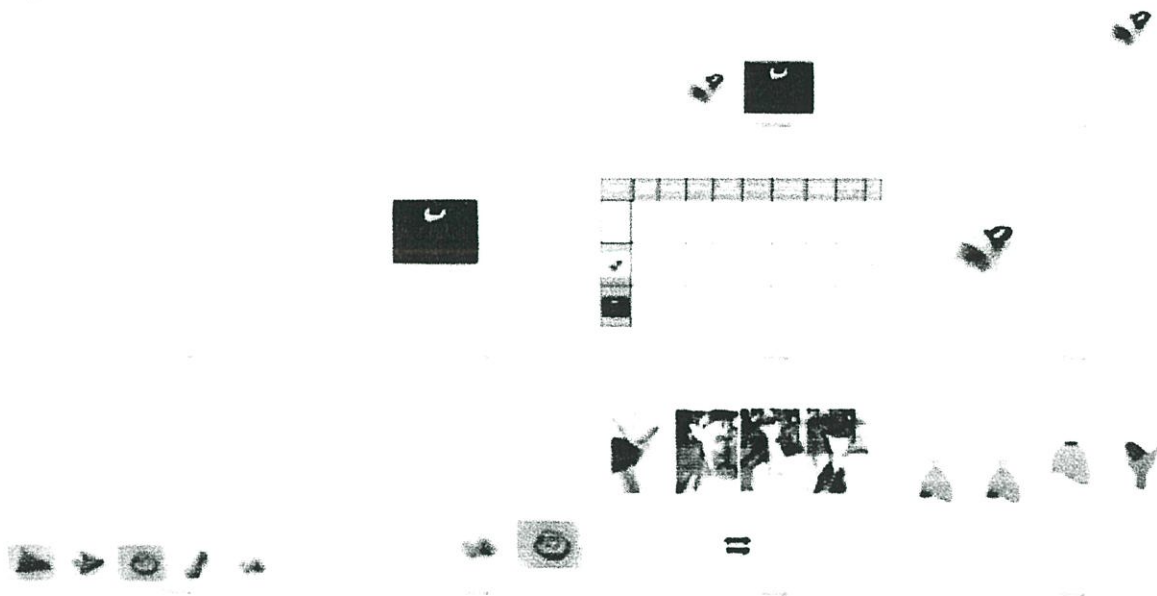
ภาพที่ 4.19 แผ่นนำเสนองานแสดงหน้าที่การใช้งานแบบการตวง



ภาพที่ 4.20 แผ่นนำเสนองานแสดงหน้าที่การใช้งานแบบการเหาะ



ภาพที่ 4.21 แผ่นนำเสนองานแสดงหน้าที่การใช้งานแบบการต้ม



ภาพที่ 4.22 ผ่านนำเสนอองานแสดงหน้าที่การใช้งานขวดปากแคบทรงสูง

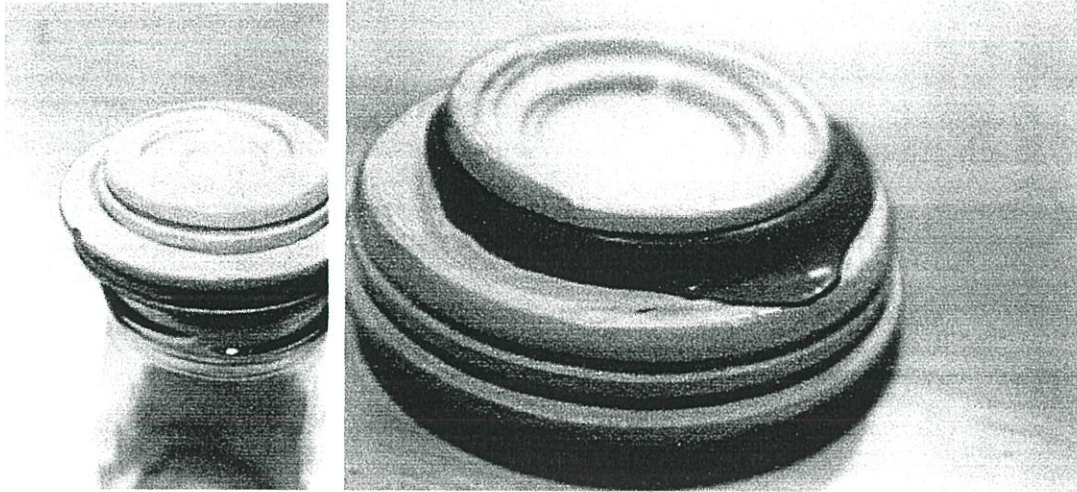


ภาพที่ 4.23 ผ่านนำเสนอองานแสดงการออกแบบอุปกรณ์เพิ่มเติม

4.2 ผลงานประกอบการนำเสนอที่เป็นชิ้นงาน (Hard Copy)

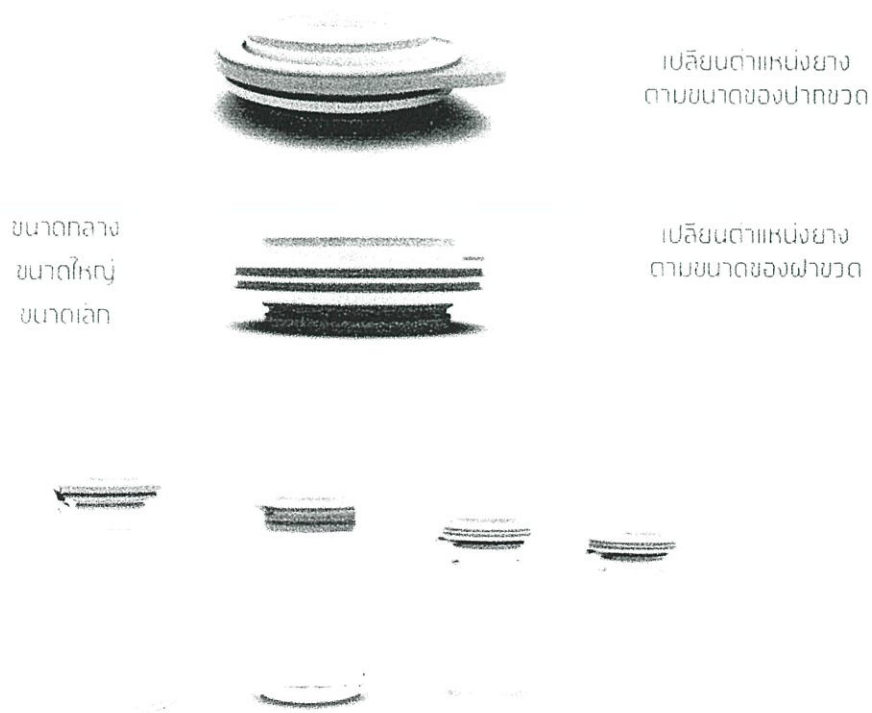
ผลงานประกอบการนำเสนอที่เป็นชิ้นงาน ได้แก่ ต้นแบบฝาปิดที่สามารถปิดสนิทกับทุกขนาดของขวดแก้ว ต้นแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานในรูปแบบต่างๆ และ ต้นแบบอุปกรณ์เสริมเพื่อใช้งานกับฝาปิด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 ต้นแบบฝาปิดที่สามารถปิดสนิทกับทุกขนาดของขวดแก้ว



ภาพที่ 4.24 ต้นแบบฝาปิดที่สามารถปิดสนิทกับทุกขนาดของขวดแก้ว

4.2.1.1 รายละเอียดและวิธีการใช้งานฝาปิดที่สามารถปิดสนิทกับทุกขนาดของขวดแก้ว

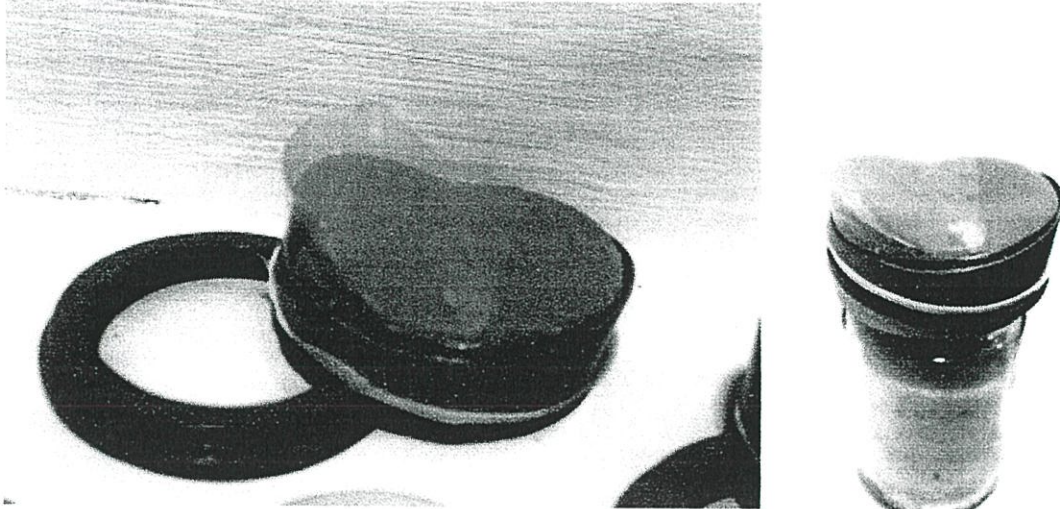


ภาพที่ 4.25 ภาพแสดงรายละเอียดและวิธีการใช้งานของฝาปิดที่สามารถปิดสนิทกับทุกขนาดของขวดแก้ว

4.2.2 ต้นแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานในรูปแบบต่างๆ

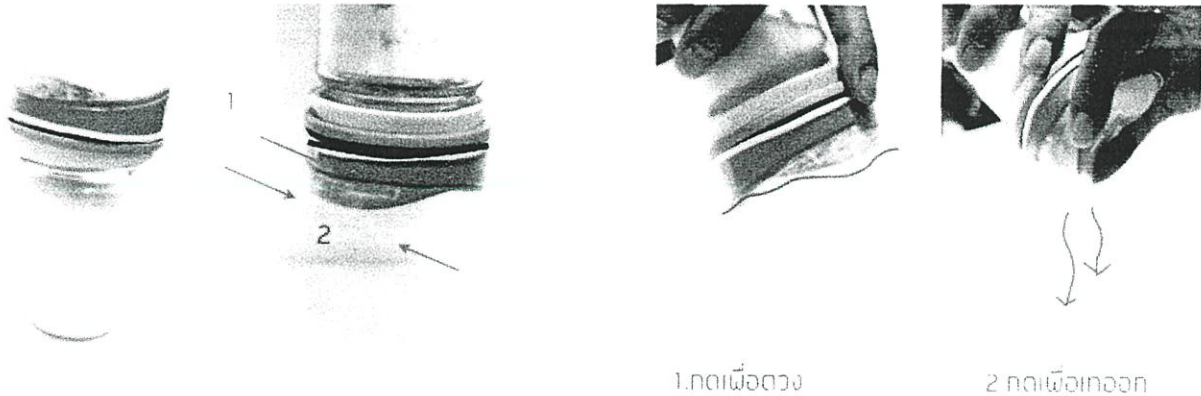
ต้นแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานในรูปแบบต่างๆมีดังนี้ ฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตวง สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย ฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหยาะ สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย ฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตีมี สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย และฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบ ทรงสูงปากแคบ

4.2.2.1 ต้นแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตวง สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย



ภาพที่ 4.26 ต้นแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตวง สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย

4.2.2.1.1 รายละเอียดและวิธีการใช้งานฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตวง สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย



1. กดเพื่อตวง

2. กดเพื่อเทออก

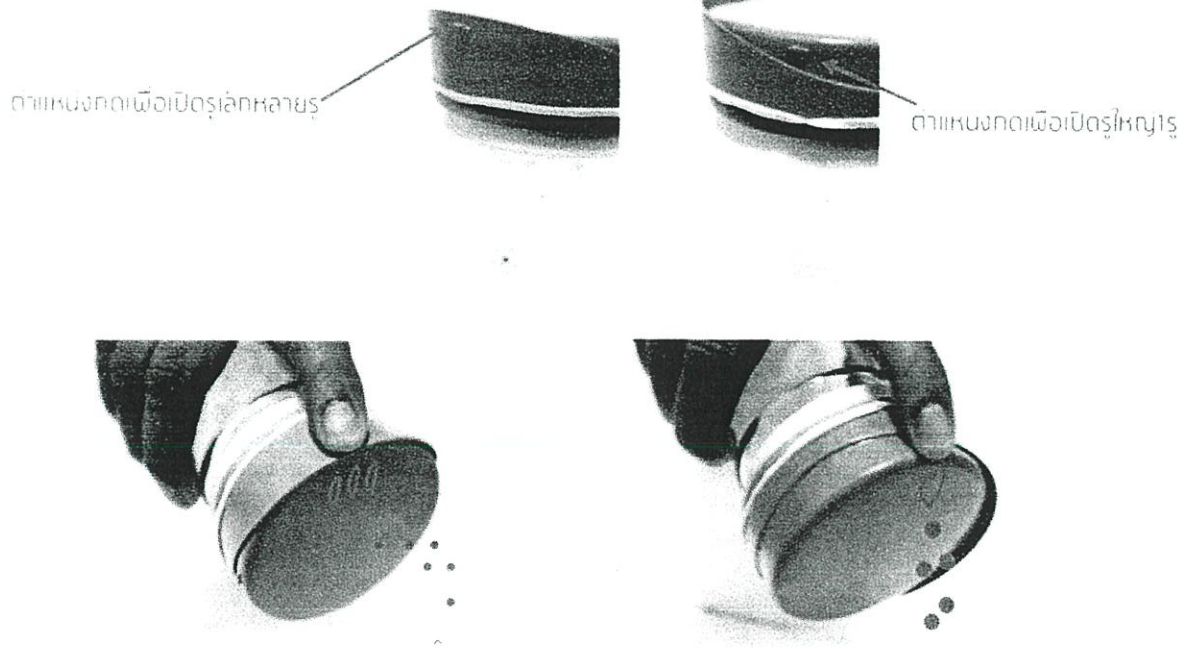
ภาพที่ 4.27 ภาพแสดงรายละเอียดและวิธีการใช้งานฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตวง สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย

4.2.2.2 ต้นแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหยาะ สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย



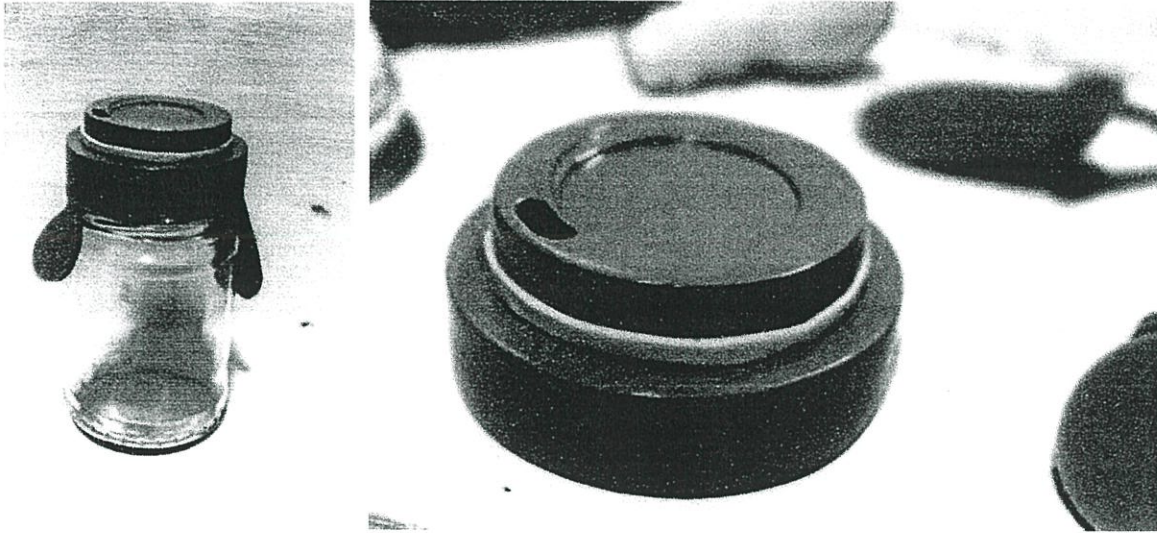
ภาพที่ 4.28 ต้นแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหยาะ สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย

4.2.2.1.1 รายละเอียดและวิธีการใช้งานฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหยาะ สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย



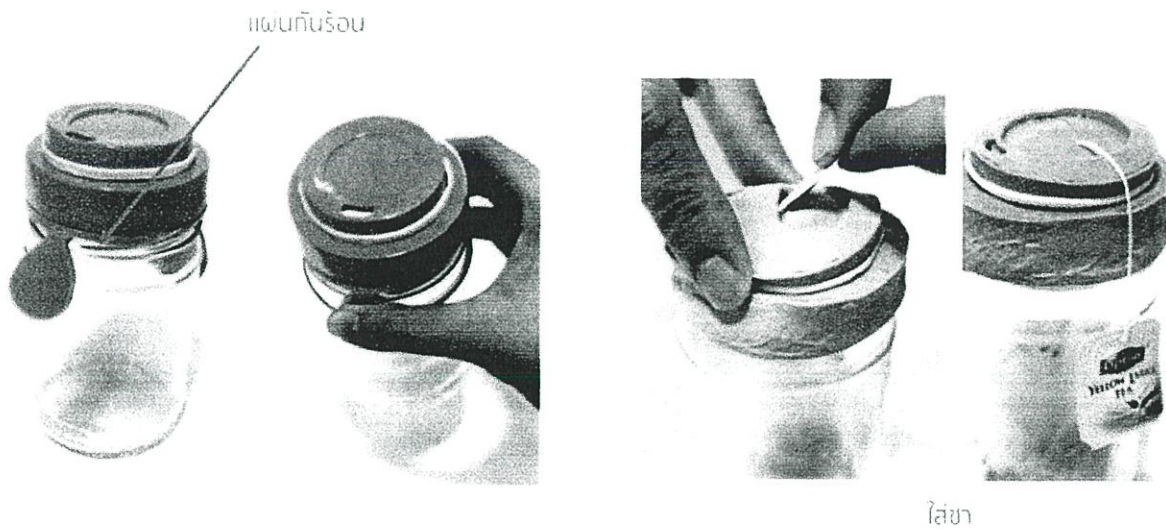
ภาพที่ 4.29 ภาพแสดงรายละเอียดและวิธีการใช้งานฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหยาะ สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย

4.2.2.3 ต้นแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตีม สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย



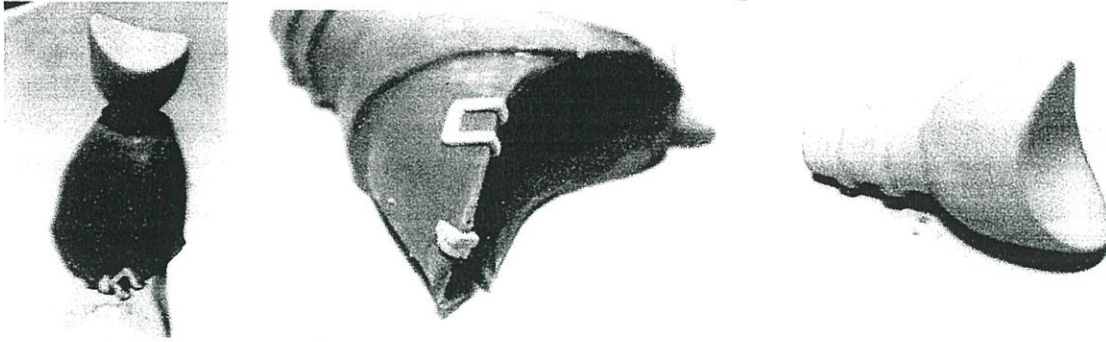
ภาพที่ 4.30 ต้นแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตีม สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย

4.2.2.3.1 รายละเอียดและวิธีการใช้งานฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตีม สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย



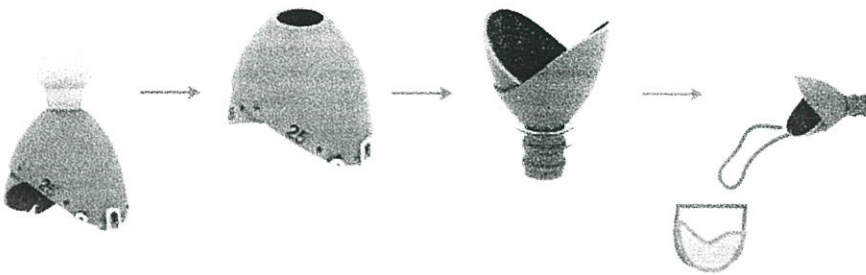
ภาพที่ 4.31 ภาพแสดงรายละเอียดและวิธีการใช้งานฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตีม สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย

4.2.2.4 ต้นแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบ ทรงสูงปากแคบ



ภาพที่ 4.32 ต้นแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบ ทรงสูงปากแคบ

4.2.2.3.1 รายละเอียดและวิธีการใช้งานฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบ ทรงสูงปากแคบ

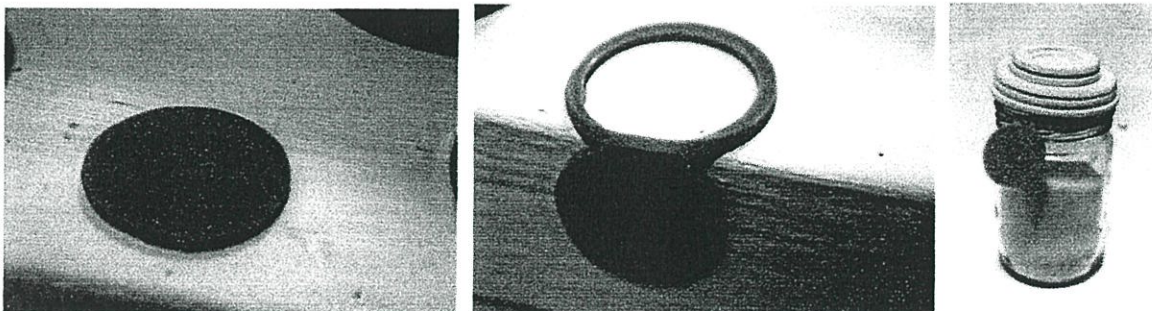


ภาพที่ 4.33 ภาพแสดงรายละเอียดและวิธีการใช้งานฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบ ทรงสูงปากแคบ

4.2.3 ต้นแบบอุปกรณ์เสริมเพื่อใช้งานกับฝาปิด

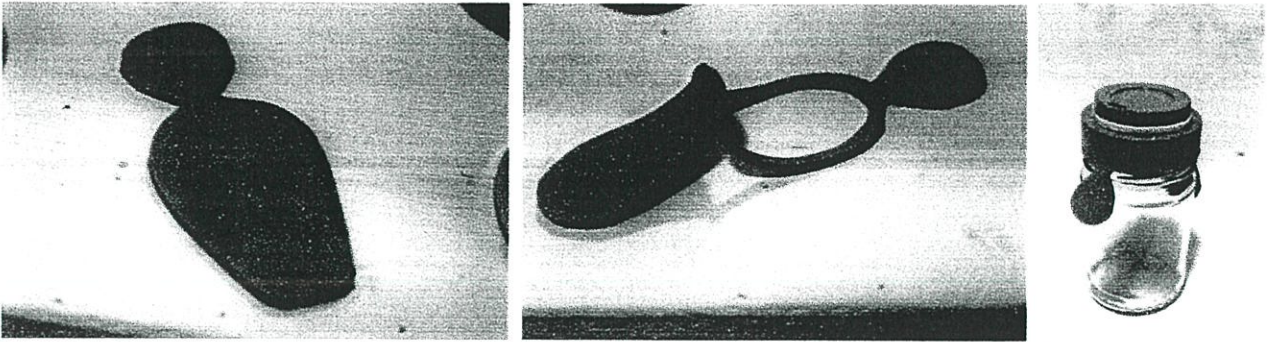
ต้นแบบฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานในรูปแบบต่างๆมีดังนี้ ป้ายชื่อ สำหรับใช้กับฝาปิด และฝาที่มีลักษณะการใช้งานแบบต่างๆ และอุปกรณ์กันความร้อน สำหรับใช้กับฝาที่มีลักษณะการใช้งานแบบเดิม

4.2.3.1 ต้นแบบป้ายชื่อ สำหรับใช้กับฝาปิด และฝาที่มีลักษณะการใช้งานแบบต่างๆ



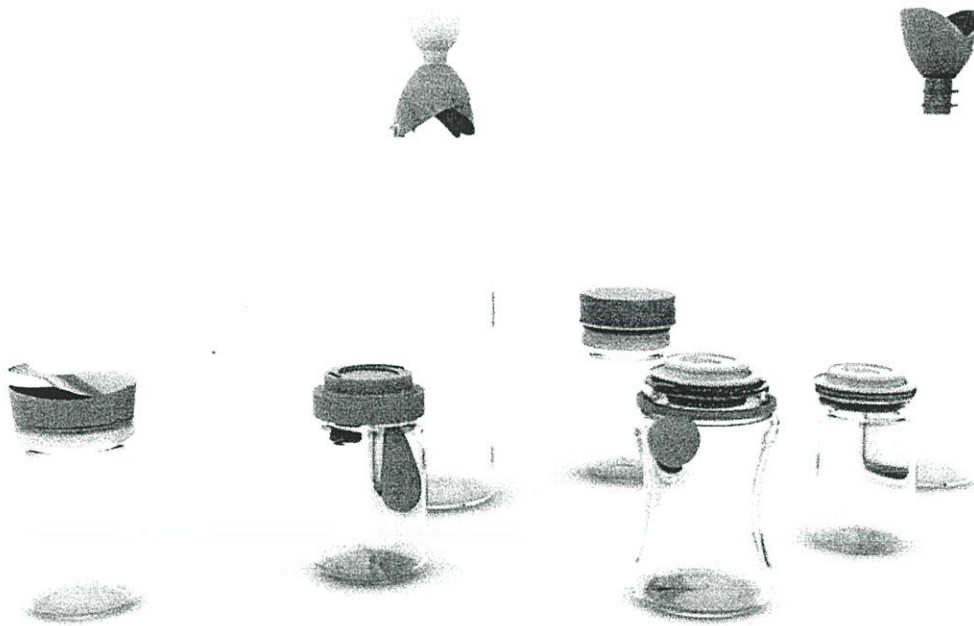
ภาพที่ 4.34 ต้นแบบป้ายชื่อ สำหรับใช้กับฝาปิด และฝาที่มีลักษณะการใช้งานแบบต่างๆ

4.3.2.2 ต้นแบบอุปกรณ์กันความร้อน สำหรับใช้กับฝาที่มีลักษณะการใช้งานแบบตีม



ภาพที่ 4.35 ต้นแบบอุปกรณ์กันความร้อน สำหรับใช้กับฝาที่มีลักษณะการใช้งานแบบตีม

4.2.4 แบบสุดท้าย 3 มิติ และต้นแบบทั้งหมด



ภาพที่ 4.36 ภาพแสดงแบบสุดท้ายทั้งหมด



ภาพที่ 4.37 รวมต้นแบบทั้งหมด

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายข้อเสนอแนะ

โครงการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ส่งเสริมการนำขวดแก้วกลับมาใช้ใหม่ในครัวเรือน สรุปผลการออกแบบได้ดังนี้

- 5.1 ข้อเสนอแนะของคณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์
- 5.2 การพัฒนาแบบตามข้อเสนอแนะ
- 5.3 วิธีการใช้งานตามแบบที่พัฒนาเรียบร้อยแล้ว

5.1 ข้อเสนอแนะของคณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์

1. ชั้นที่ทำหน้าที่เป็นฝาปิด ควรปรับให้มีปีกหรือที่กันเพื่อป้องกันการหล่นของฝาเข้าไปในขวด
2. การใช้งานในลักษณะการเปลี่ยนยางห่วงนั้นควรมี manual หรือวิธีการใช้กำกับมาด้วย
3. เพิ่มความหนาของเส้นห่วงยางซิลิโคน เพื่อให้ปิดสนิทยิ่งขึ้น



ภาพที่ 5.1 ดันแบบฝาปิดแบบเก่า

4. เพิ่มขนาดที่จับกันร้อนให้มีพื้นที่จับมากขึ้น
5. พัฒนารูปแบบความสวยงามของแต่ละแบบให้มีความเป็นมาของรูปทรง

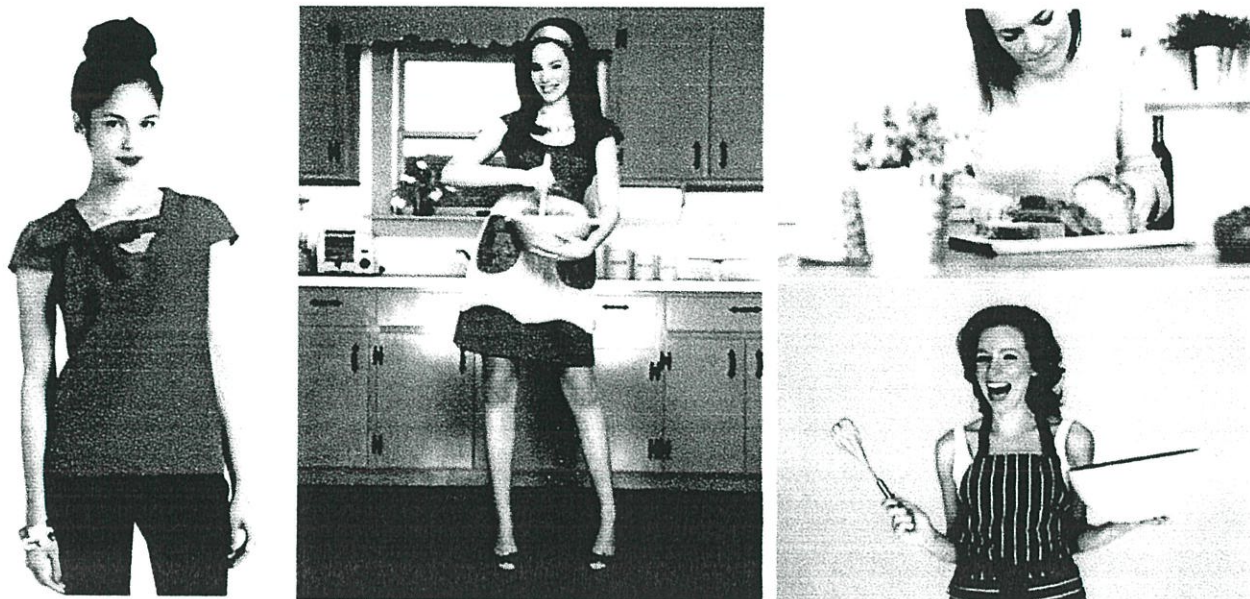


ภาพที่ 5.2 ดันแบบฝาปิดทุกชิ้นแบบเก่า

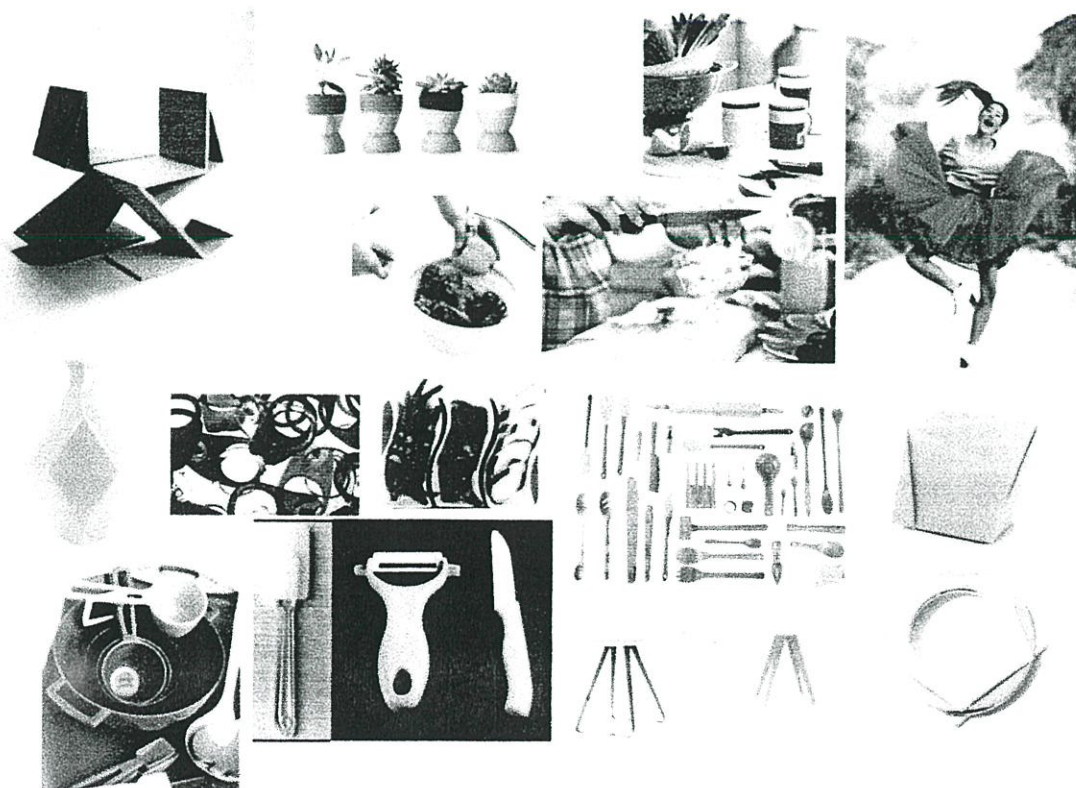
5.2 การพัฒนาแบบตามข้อเสนอแนะ

1. พัฒนารูปแบบความสวยงามของแต่ละแบบให้มีความเป็นมาของรูปทรง

1.1 กำหนด Target และสร้าง mood board เพื่อหารูปแบบหรือสไตล์ในการออกแบบ กลุ่มเป้าหมายหลักเป็นกลุ่มผู้หญิง แม่บ้านทันสมัย คนรุ่นใหม่อายุ 20-40 ปี

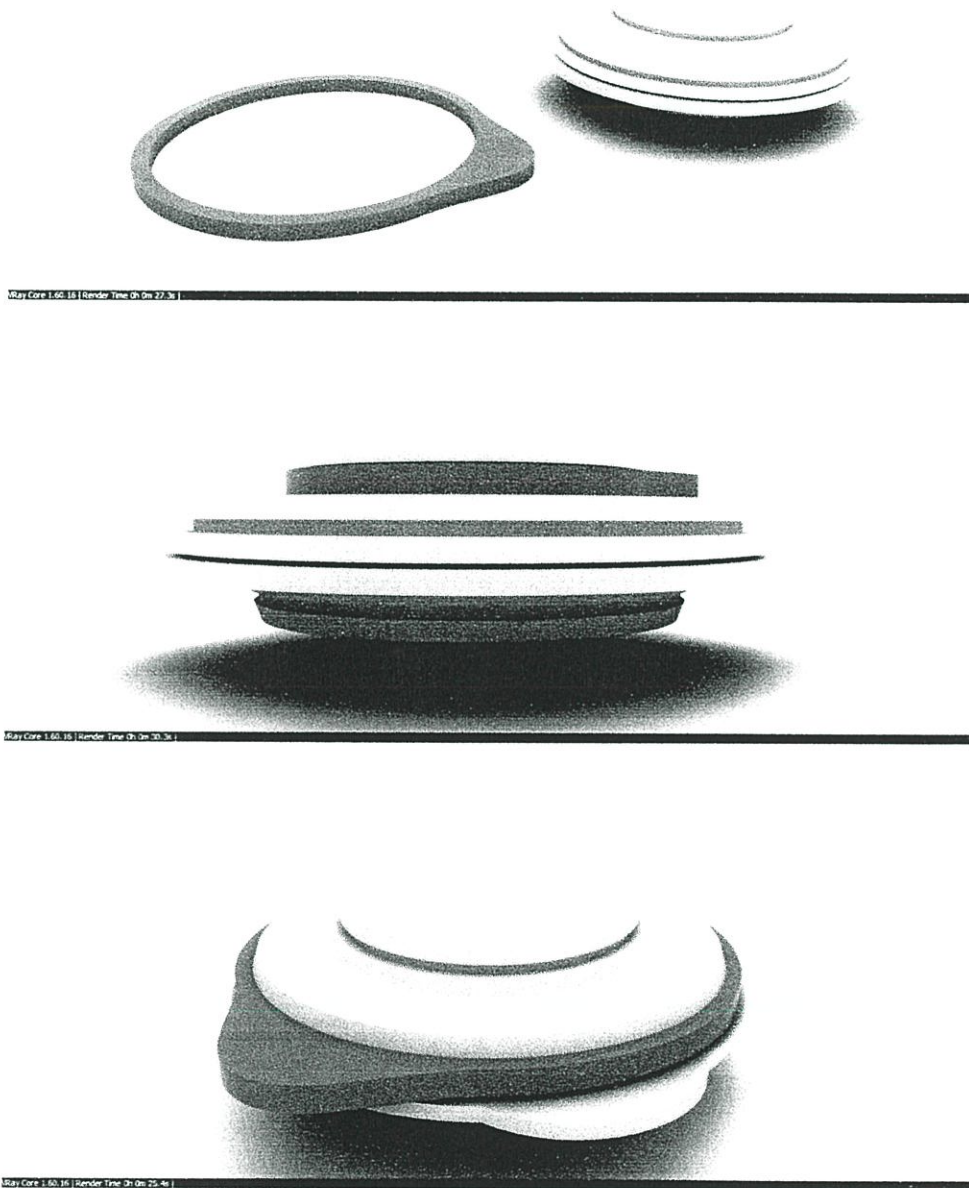


ภาพที่ 5.3 กลุ่มเป้าหมายของโครงการ



ภาพที่ 5.4 mood board

6. เพิ่มปีกหรือที่กั้นเพื่อกันการหล่นของฝาเข้าไปในขวด สำหรับฝาที่มีหน้าที่ในการปิด
7. เพิ่มความหนาของเส้นห่วงยางซิลิโคน เพื่อให้ปิดสนิทยิ่งขึ้น



ภาพที่ 5.6 ฝาปิดที่พัฒนารูปแบบตามข้อเสนอแนะ

8. การใช้งานในลักษณะการเปลี่ยนยางห่วงนั้นควรมี manual หรือวิธีการใช้กำกับมาด้วย
9. เพิ่มขนาดที่จับกันร้อนให้สัมพันธ์กับพื้นที่จับมาขึ้น

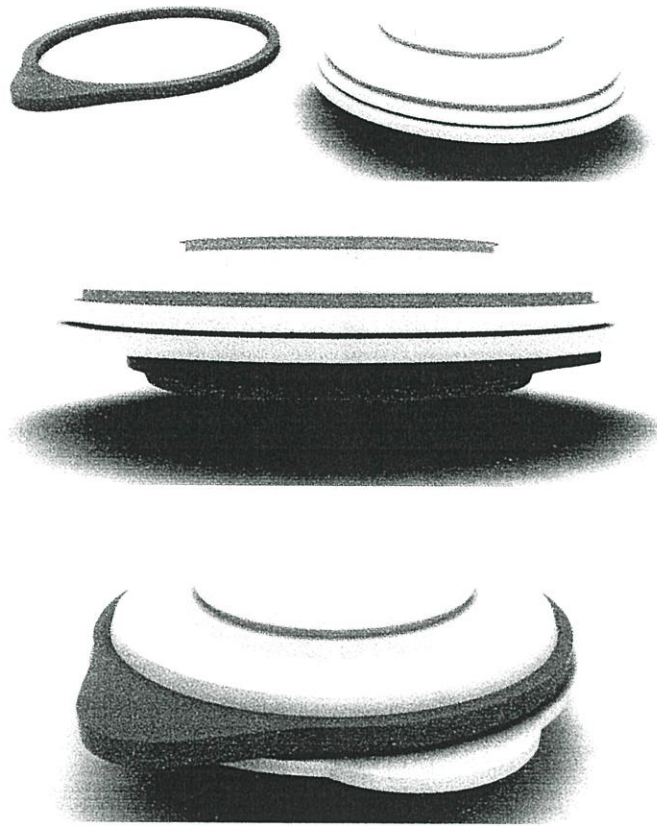
Ray Core 1.60.16 | Render Time 0h 2m 27.15 |



ภาพที่ 5.7 ภาพจำลองสามมิติทั้งหมด

5.3 รายละเอียดแบบที่พัฒนาเรียบร้อยแล้ว

5.3.1 ฝาปิดที่สามารถปิดได้กับทุกขนาดปากของขวดแก้ว



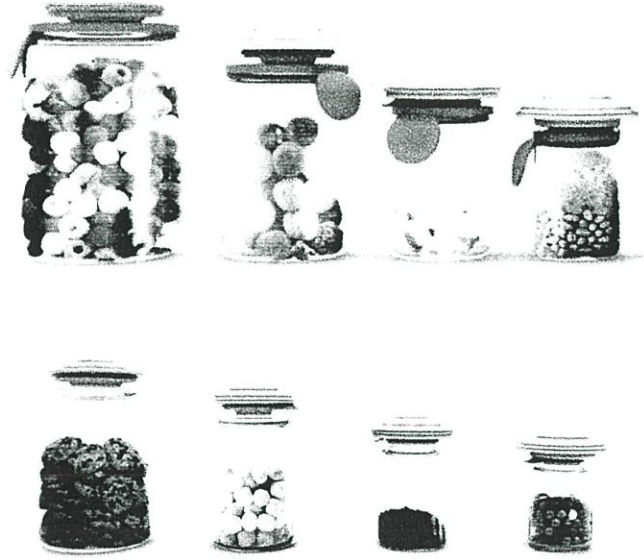
ภาพที่ 5.8 ภาพจำลอง 3 มิติ ฝาปิดที่สามารถปิดได้กับทุกขนาดปากของขวดแก้ว

5.3.2 ป้ายชื่อบอกประเภทผลิตภัณฑ์ภายใน



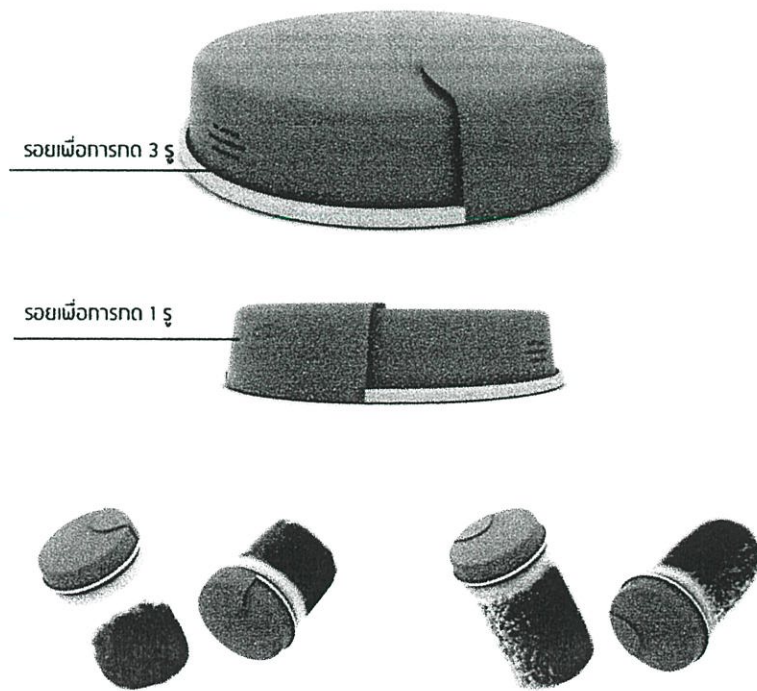
ภาพที่ 5.9 ภาพจำลอง 3 มิติ ป้ายชื่อบอกประเภทผลิตภัณฑ์ภายใน

5.3.3 ลักษณะการใช้งานฝาปิดคู่กับป้ายชื่อ



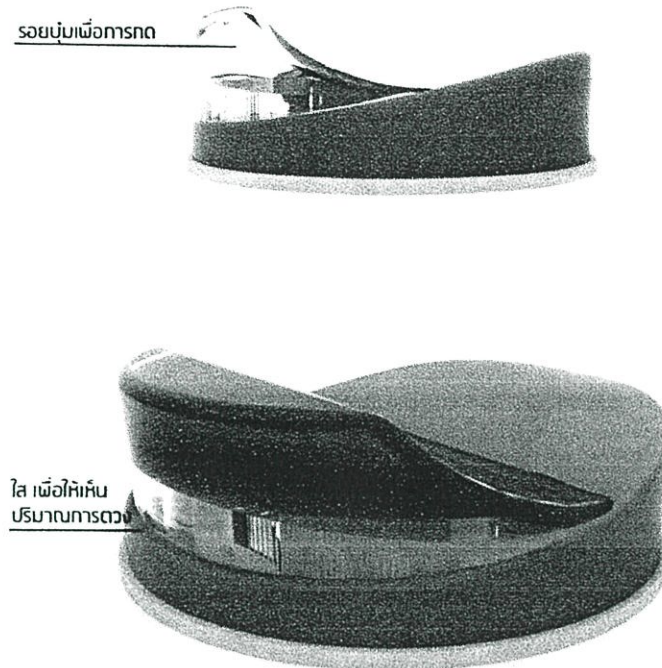
ภาพที่ 5.9 ภาพจำลอง 3 มิติลักษณะการใช้งานฝาปิดคู่กับป้ายชื่อ

5.3.4 ฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบการเหยาะ สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย



ภาพที่ 5.10 ภาพจำลอง 3 มิติ ฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบการเหยาะ สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย

5.3.5 ฝ่าปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบการตวง สำหรับขูดปากกว้างทรงเตี้ย



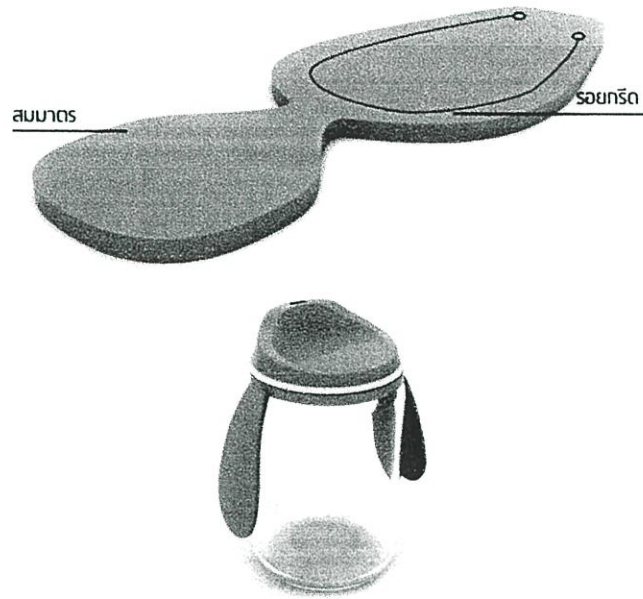
ภาพที่ 5.11 ภาพจำลอง 3 มิติ ฝ่าปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบการตวง สำหรับขูดปากกว้างทรงเตี้ย

5.3.6 ฝ่าปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบการตีมี สำหรับขูดปากกว้างทรงเตี้ย



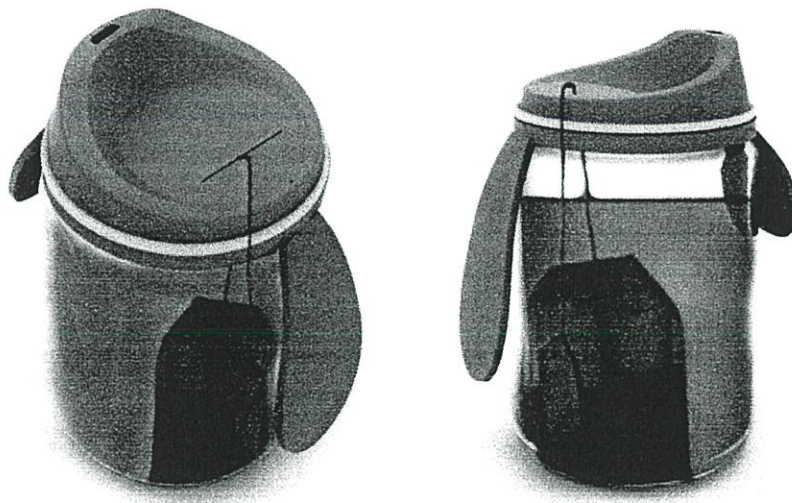
ภาพที่ 5.12 ภาพจำลอง 3 มิติ ฝ่าปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบการตีมี สำหรับขูดปากกว้างทรงเตี้ย

5.3.7 ที่กันร้อนสำหรับฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบการดื่ม สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย



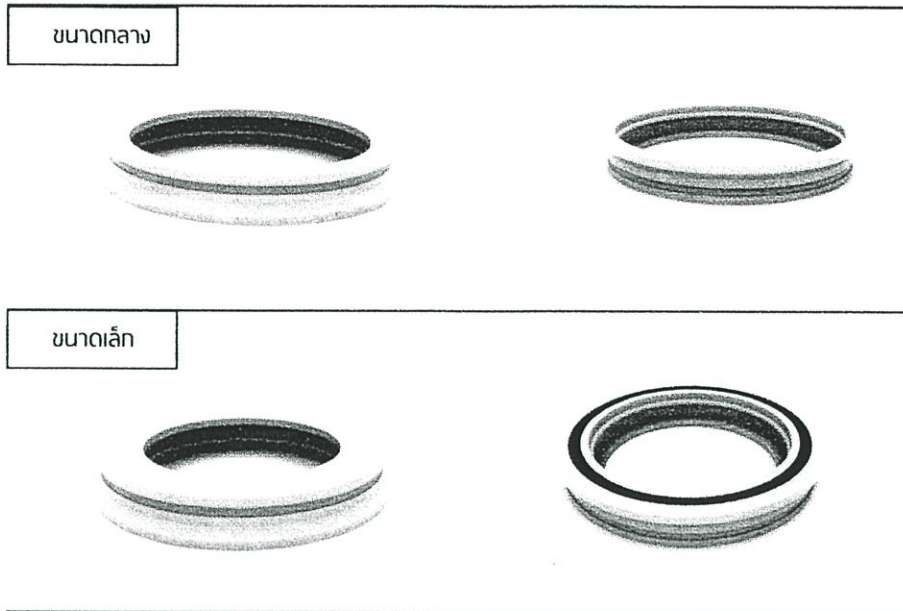
ภาพที่ 5.13 ภาพจำลอง 3 มิติที่กันร้อนสำหรับฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบการดื่ม สำหรับขวดปากกว้างทรงเตี้ย

5.3.8 ลักษณะการใช้งานคู่กับระหว่างที่กันร้อนกับฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบการดื่ม



ภาพที่ 5.14 ภาพจำลอง 3 มิติลักษณะการใช้งานคู่กับระหว่างที่กันร้อนกับฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบการดื่ม

5.3.9 วงแหวนที่ใช้ในการปิดสำหรับฝาที่มีหน้าที่ในลักษณะต่างๆ

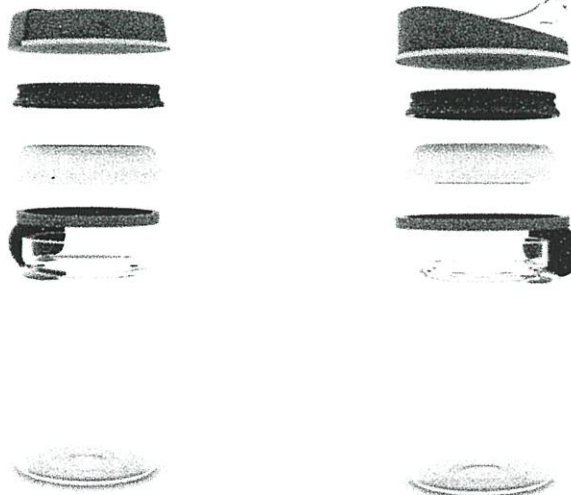


ภาพที่ 5.15 ภาพจำลอง 3 มิติ วงแหวนส่วนที่ 1 สำหรับขวดขนาดเล็กและขนาดกลาง



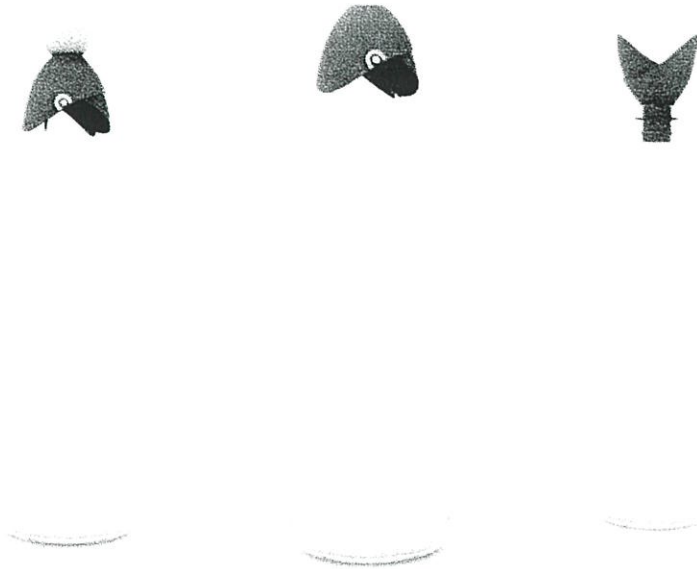
ภาพที่ 5.16 ภาพจำลอง 3 มิติ วงแหวนส่วนที่ 2

5.3.10 ลักษณะการใช้งานของวงแหวนกับฝาต่างๆ

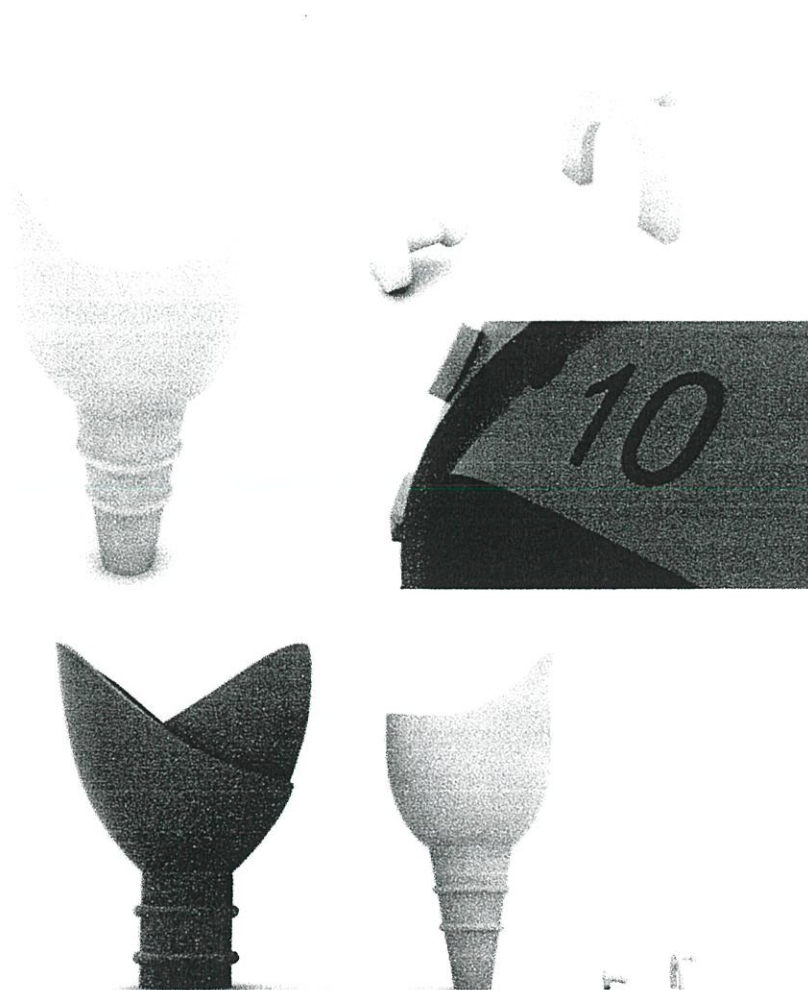


ภาพที่ 5.17 ภาพจำลอง 3 มิติ ลักษณะการใช้งานของวงแหวนกับฝาต่างๆ

5.3.11 ฝาปิดสำหรับขวดปากแคบทรงสูง

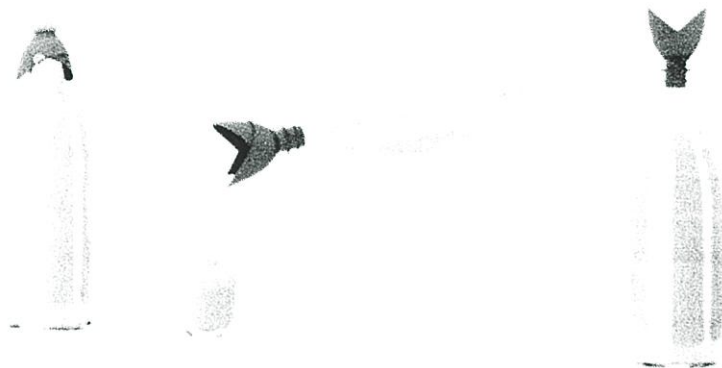


ภาพที่ 5.18 ภาพจำลอง 3 มิติลักษณะการพับของฝาปิดขวดปากกว้างทรงสูง

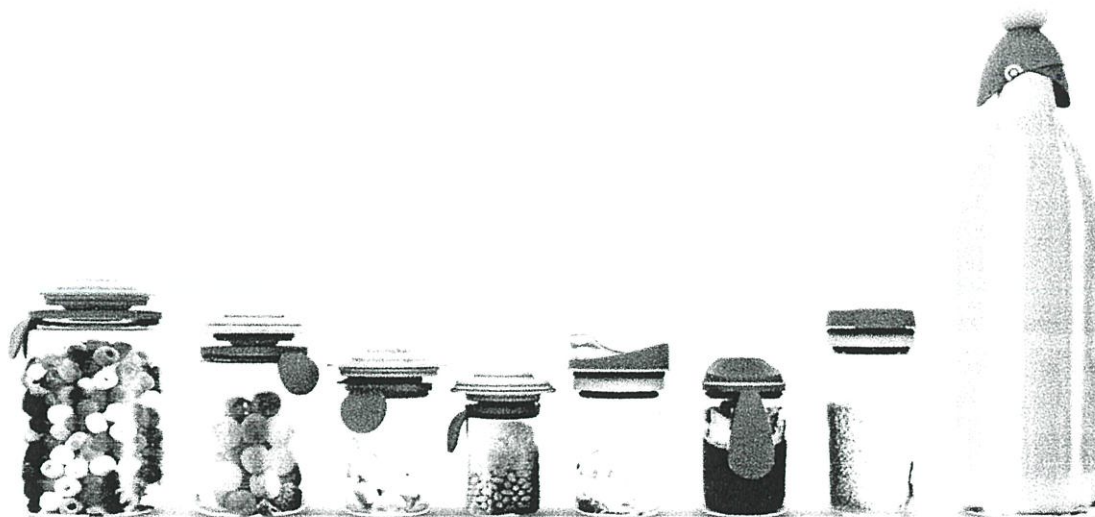


ภาพที่ 5.19 ภาพจำลอง 3 มิติรายละเอียดฝาจุกและหมุดบอกรวันผลิต

5.3.12 ลักษณะการใช้งานของฝาปิดสำหรับขวดปากแคบทรงสูง

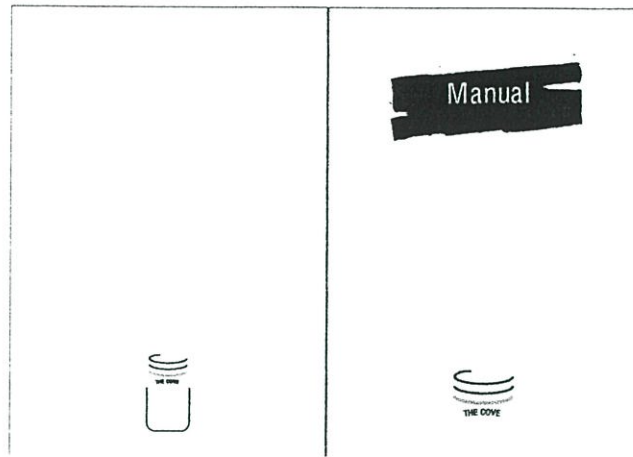


ภาพที่ 5.20 ภาพจำลอง 3 มิติ ลักษณะการใช้งานของฝาปิดสำหรับขวดปากแคบทรงสูง

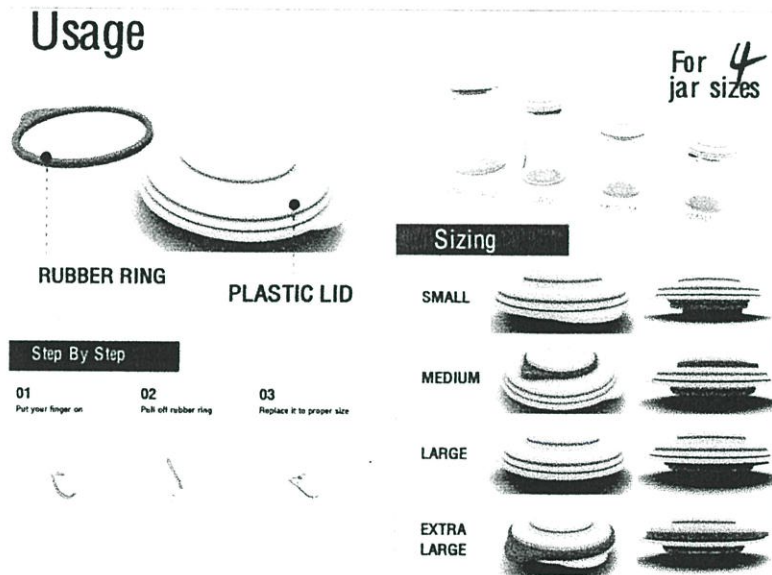


ภาพที่ 5.21 ภาพจำลอง 3 มิติแสดงตัวอย่างการใช้งานเมื่อมีผลิตภัณฑ์อยู่ภายใน

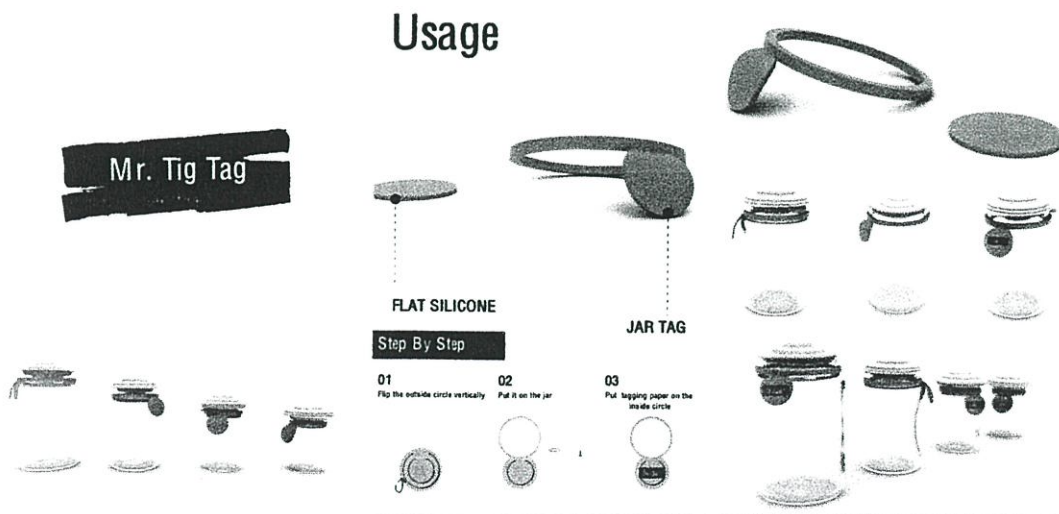
5.4 ตัวอย่างสมุดคู่มืออธิบายการใช้



ภาพที่ 5.22 ภาพแสดงตัวอย่างสมุดคู่มืออธิบายการใช้งาน หน้าปก



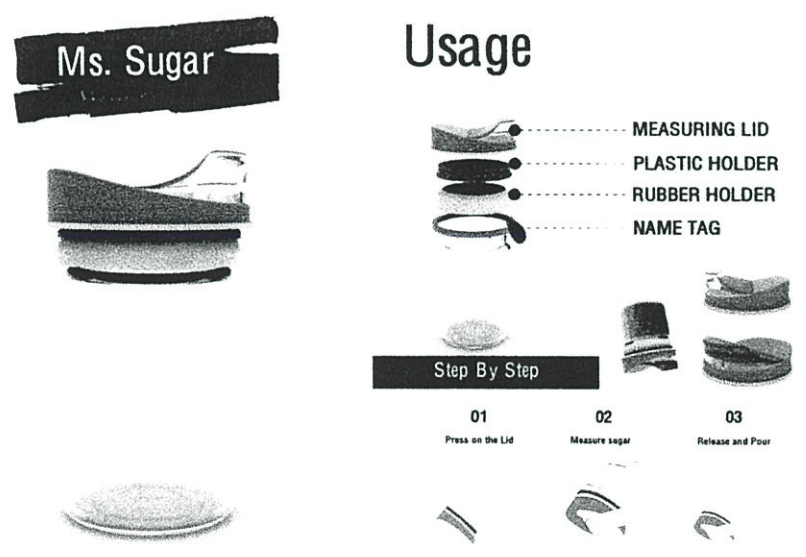
ภาพที่ 5.23 ภาพแสดงตัวอย่างสมุดคู่มืออธิบายการใช้งาน หน้าหน้าฝาปิดที่สามารถปิดได้กับทุกฝา



ภาพที่ 5.24 ภาพแสดงตัวอย่างสมุดคู่มืออธิบายการใช้งาน หน้าป้ายชื่อ



ภาพที่ 5.25 ภาพแสดงตัวอย่างสมุดคู่มืออธิบายการใช้งาน หน้าฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบต้อม



ภาพที่ 5.26 ภาพแสดงตัวอย่างสมุดคู่มืออธิบายการใช้งาน หน้าฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบตวง

Mr. Shake

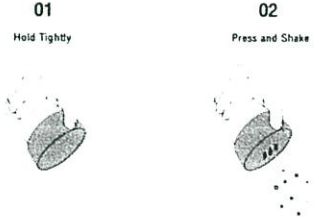


Usage

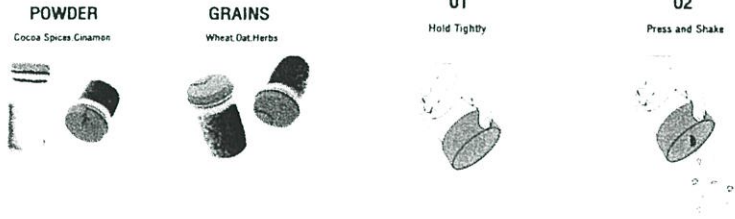
- LID
- PLASTIC HOLDER
- RUBBER HOLDER
- NAME TAG

Step By Step

FOR POWDER

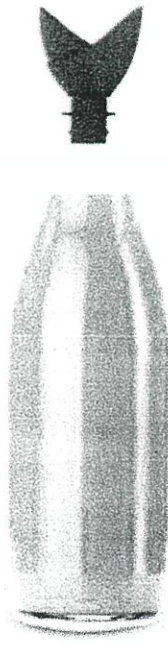


FOR GRAIN



ภาพที่ 5.25 ภาพแสดงตัวอย่างสมุดคู่มืออธิบายการใช้งาน หน้าฝาปิดที่มีลักษณะการใช้งานแบบเหยาะ

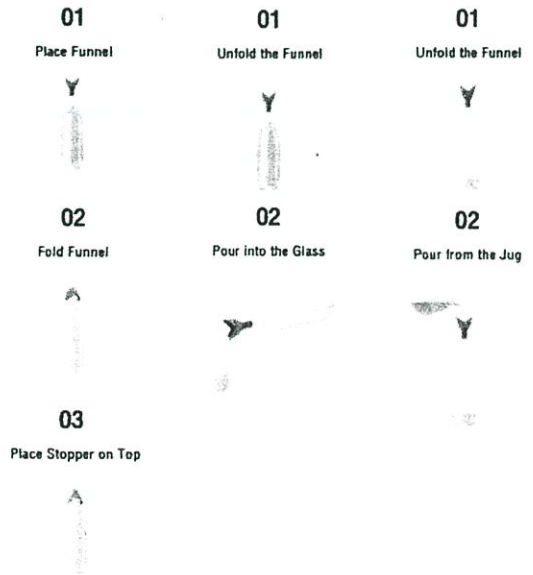
Mr. Leaf



Usage

Step By Step

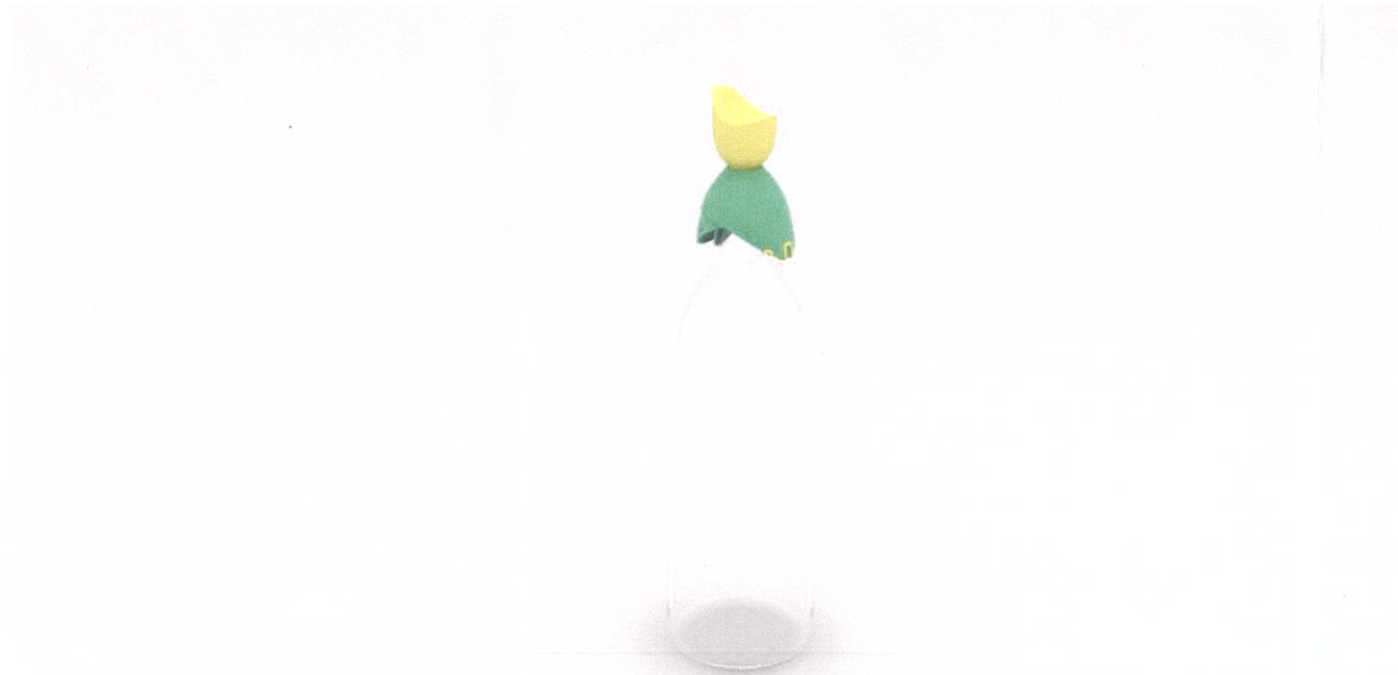
—Bottle Stopper— Pouring to Glass— Pouring from Jug—



ภาพที่ 5.25 ภาพแสดงตัวอย่างสมุดคู่มืออธิบายการใช้งาน หน้าฝาปิดที่ใช้กับขวดปากแคบทรงสูง

หัวข้อวิทยานิพนธ์ โครงการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ส่งเสริมการนำขวดแก้ว
กลับมาใช้ใหม่ในครัวเรือน
ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2555
ชื่อ นางสาว อรกานต์ สายะตานันท์
ภาควิชา ศิลปอุตสาหกรรม สาขา การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
รหัสนักศึกษา 51020205 ชั้นปีที่ 5 ส่งหัวข้อโครงการวิทยานิพนธ์ครั้งที่ 3
วันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2556

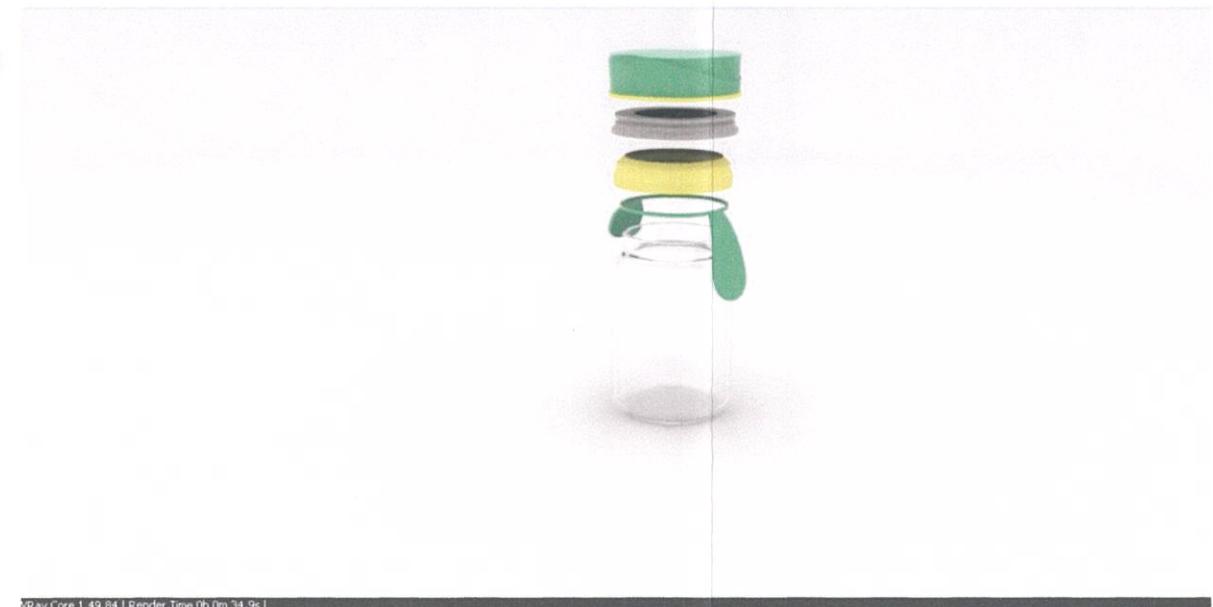




V-Ray Core 1.49.04 | Render Time 0h 0m 34.1s



V-Ray Core 1.49.04 | Render Time 0h 0m 31.2s



V-Ray Core 1.49.04 | Render Time 0h 0m 34.9s



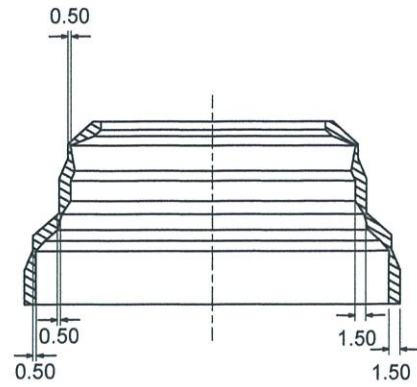
V-Ray Core 1.49.04 | Render Time 0h 0m 32.3s

SPECIFICATION

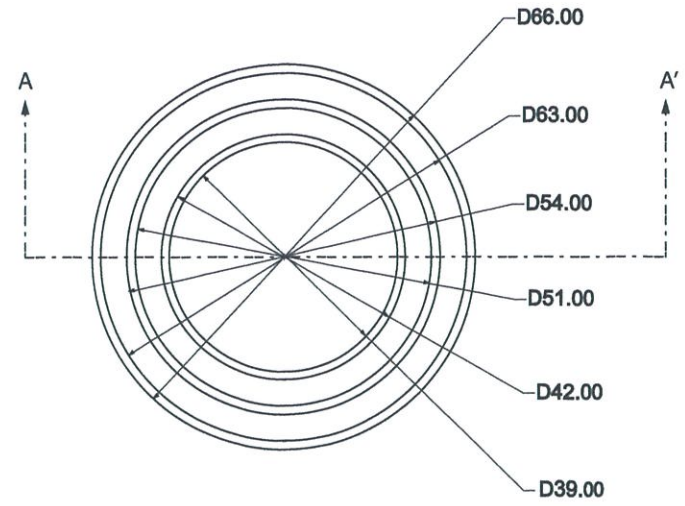
NO.	Part name	Quantity	Material	Process	Color	Finishing	Remark
1.	Silicone Ring	1	Silicone	Injection	Medium Yellow	gloss	-
2.	Ring 1	1	PP	Injection	Gray	gloss	-
3.	Ring 2	1	PP	Injection	Gray	gloss	-
4.	Multi Size Lid	1	PP	Injection + Ultra sonic welding	Medium Yellow	gloss	-
5.	Dispenser Lid	1	Silicone	Injection	Light Turquoise	gloss	-
6.	Measuring Lid	1	Silicone	Injection + welding	Light Turquoise	gloss	-
7.	Cover Ring	3	Silicone	Injection	Medium Yellow	gloss	-
8.	Mini Ring	1	Silicone	Injection	Light Turquoise	gloss	-
9.	Drinking Lid	1	Silicone	Injection	Light Turquoise	gloss	-
10.	Stopper	1	PP	Injection	Medium Yellow	gloss	-
11.	Hot Tap	1	Silicone	Injection	Light Turquoise	gloss	-
12.	Name Tag	1	Silicone	Injection	Light Turquoise	gloss	-
13.	Date Clip	1	Silicone	Injection	Medium Yellow	gloss	-
14.	Month Clip	1	Silicone	Injection	Medium Yellow	gloss	-
15.	Funnel	1	Silicone	Injection	Light Turquoise	gloss	-

CONTENT

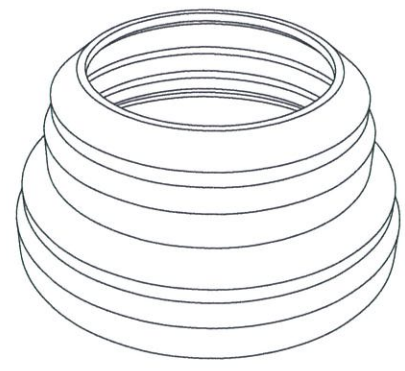
	PAGE
Silicone Ring	1
Ring 1	2
Ring 2	3
Multi Size Lid	4
Dispenser Lid	5
Measuring Lid	6
Cover Ring	7
Mini Ring	8
Drinking Lid	9
Stopper	10
Hot Tap	11
Name Tag	12
Date Clip	13
Month Clip	14
Funnel	15



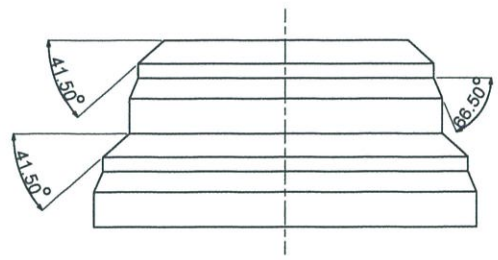
SECTION A - A'



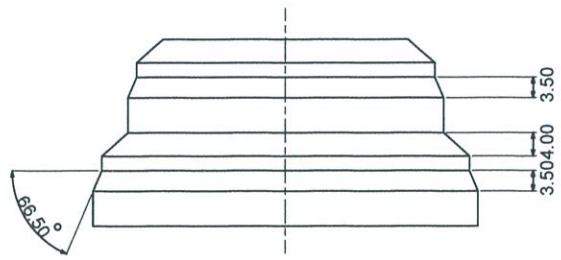
TOP VIEW



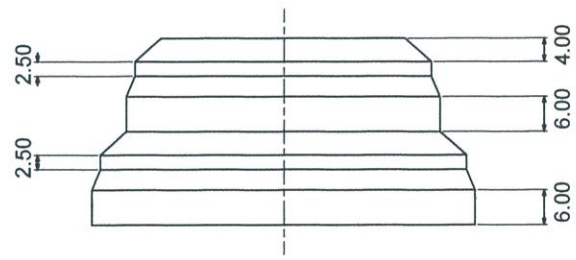
PERSPECTIVE VIEW



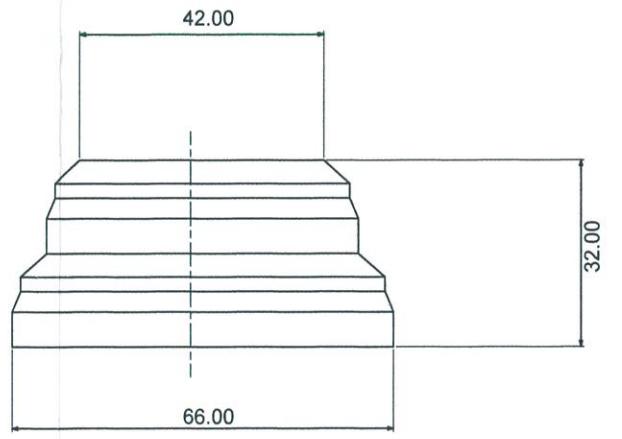
BACK VIEW



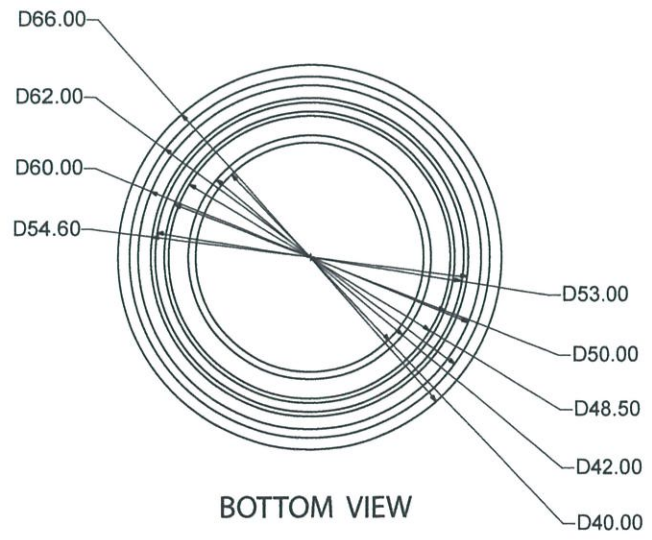
LEFT SIDE VIEW



FRONT VIEW

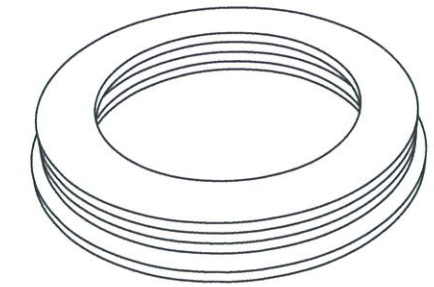
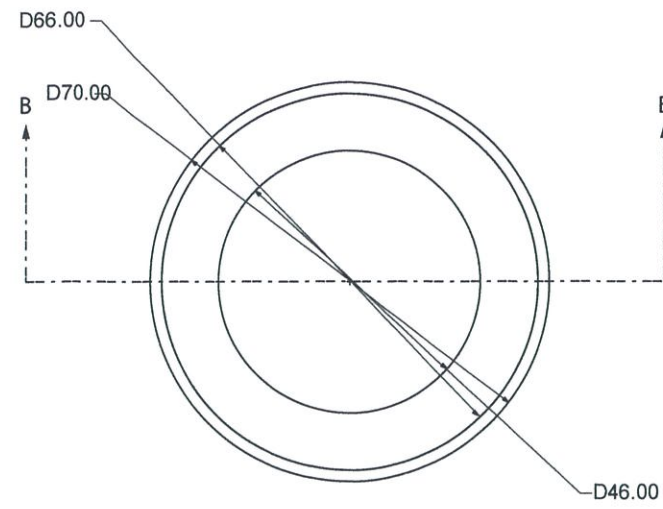
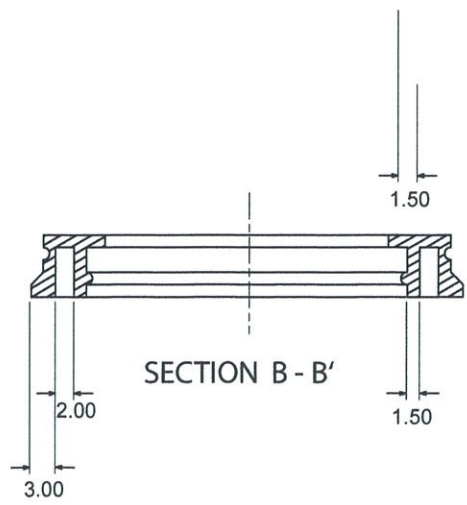


RIGHT SIDE VIEW



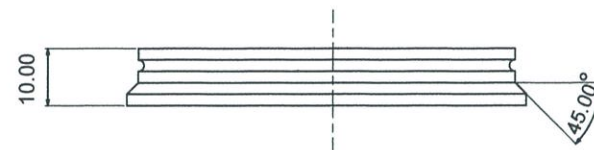
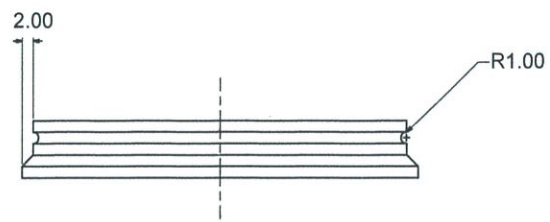
BOTTOM VIEW

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABUNG			
FACULTY OF ARCHITECTURE		DEP. INDUSTRIAL DESIGN	
NAME : Orakarn Sayatanan	NO. : 51020205	Silicone Ring	
DATE : 26 MAR 2013	SHEET		
SCALE 1:1	UNIT : mm		
	1 of 15		



TOP VIEW

PERSPECTIVE VIEW

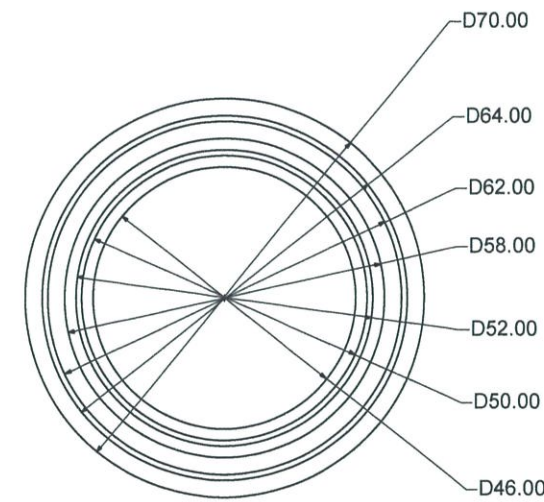


BACK VIEW

LEFT SIDE VIEW

FRONT VIEW

RIGHT SIDE VIEW



BOTTOM VIEW

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABUNG

FACULTY OF ARCHITECTURE

DEP. INDUSTRIAL DESIGN

NAME : Orakarn Sayatanan

NO. : 51020205

DATE : 26 MAR 2013

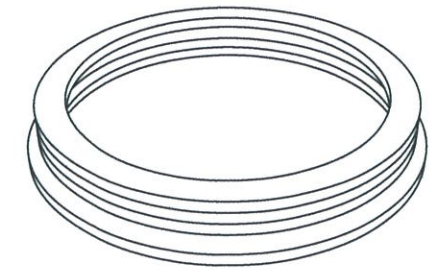
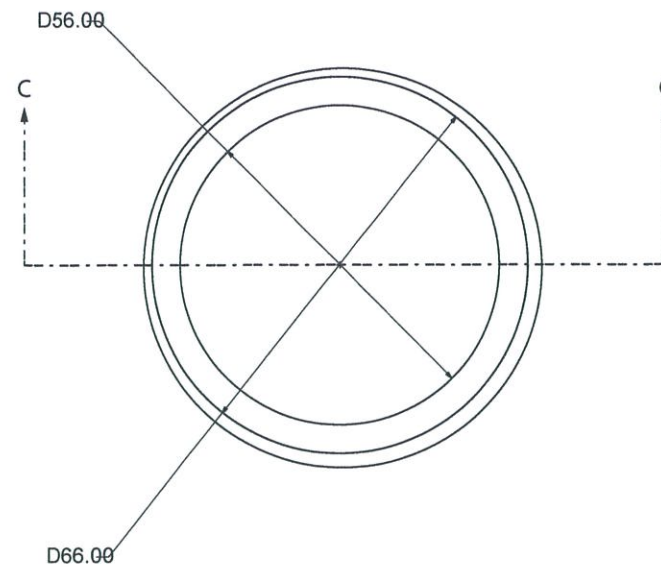
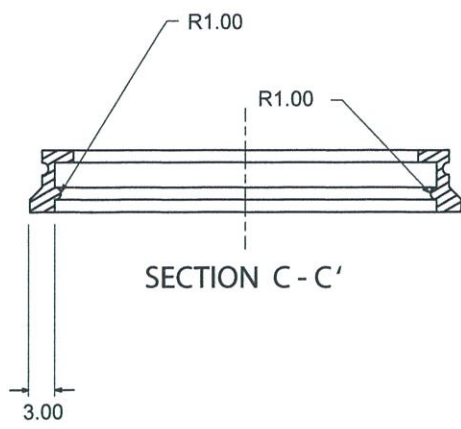
SHEET

Ring1

SCALE 1:1

UNIT : mm

2 of 15

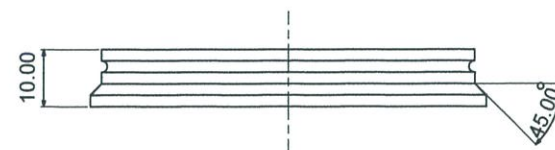


PERSPECTIVE VIEW

TOP VIEW



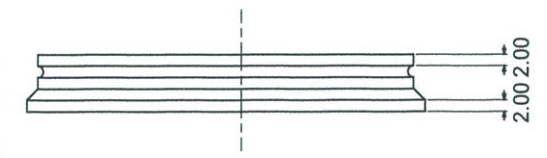
BACK VIEW



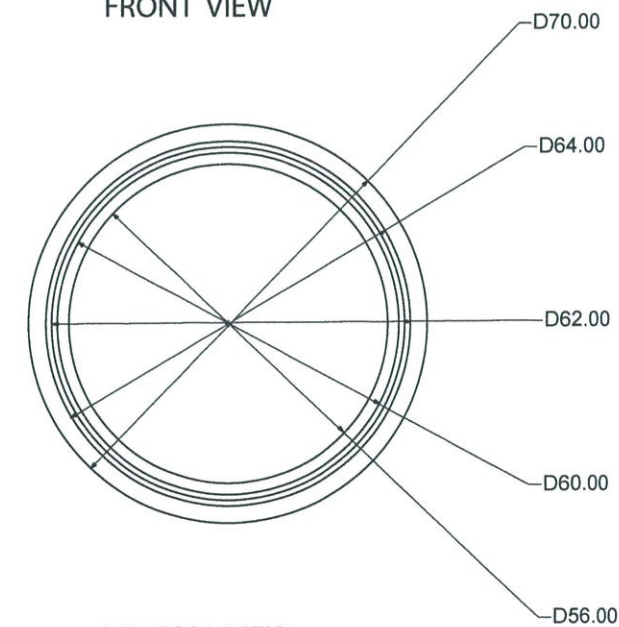
LEFT SIDE VIEW



FRONT VIEW



RIGHT SIDE VIEW



BOTTOM VIEW

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABUNG

FACULTY OF ARCHITECTURE

DEP. INDUSTRIAL DESIGN

NAME : Orakarn Sayatanan

NO. : 51020205

DATE : 26 MAR 2013

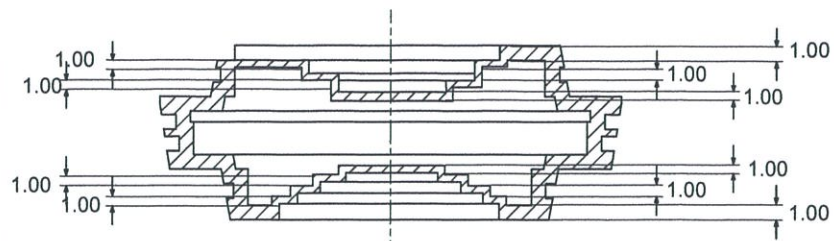
SHEET

Ring2

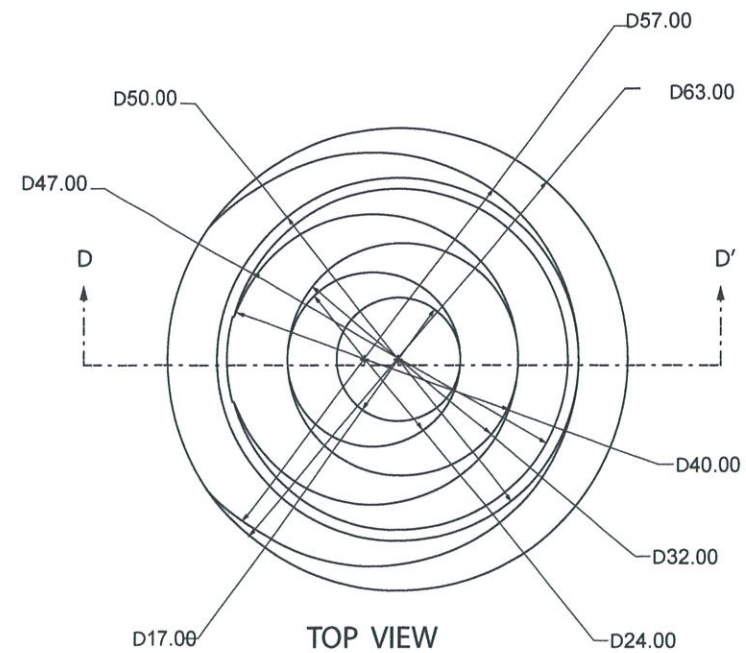
SCALE 1:1

UNIT : mm

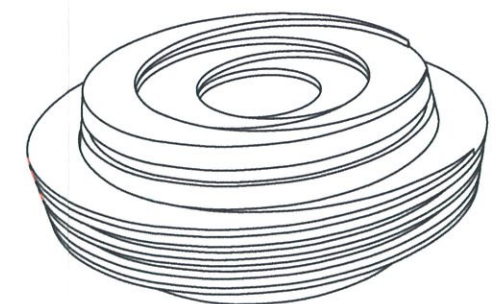
3 of 15



SECTION D - D'



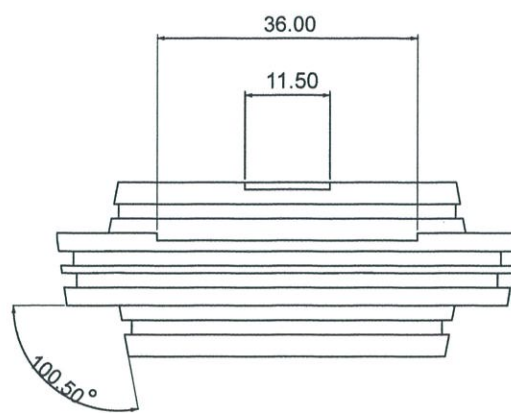
TOP VIEW



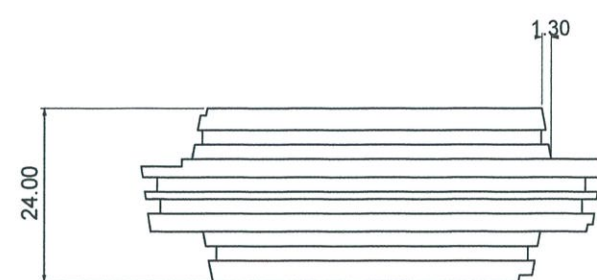
PERSPECTIVE VIEW



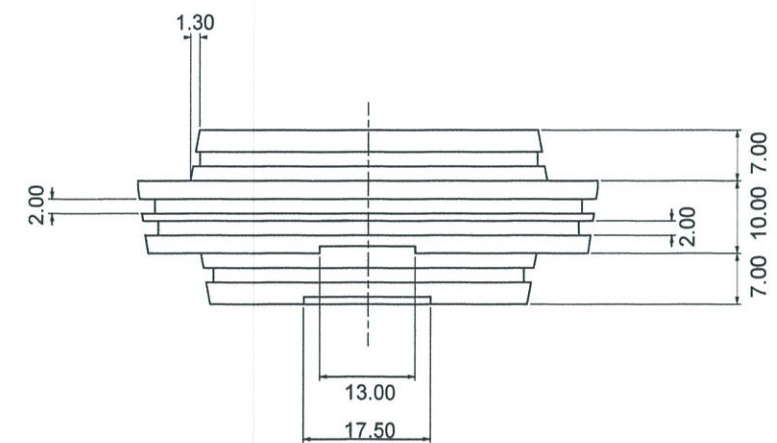
BACK VIEW



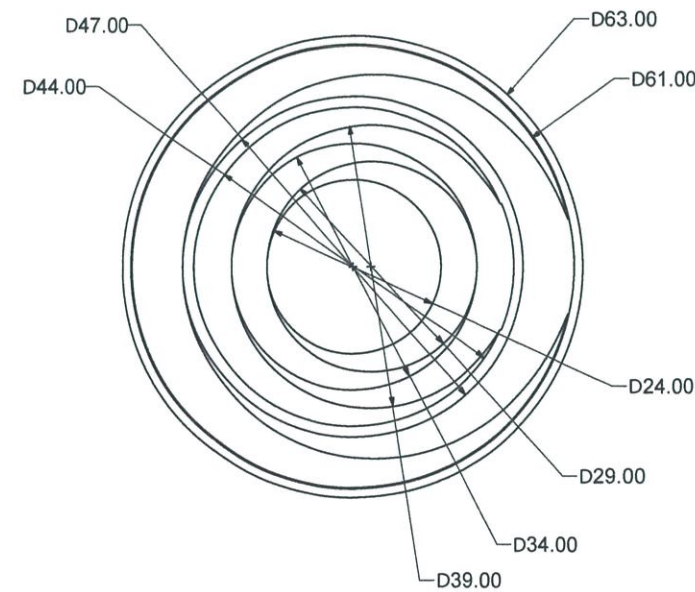
LEFT SIDE VIEW



FRONT VIEW



RIGHT SIDE VIEW



BOTTOM VIEW

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABUNG

FACULTY OF ARCHITECTURE

DEP. INDUSTRIAL DESIGN

NAME : Orakarn Sayatanan

NO. : 51020205

DATE : 26 MAR 2013

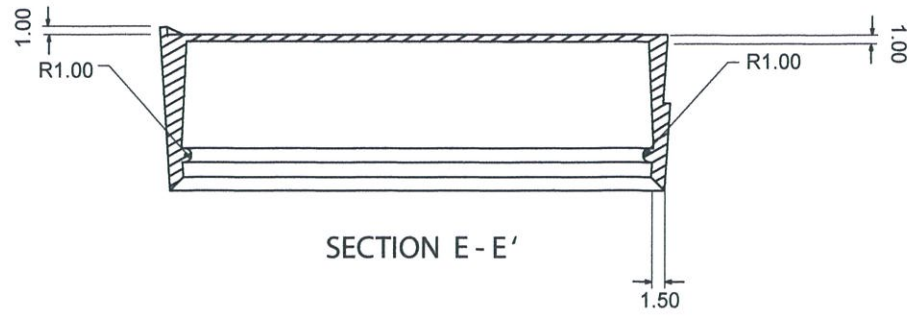
SHEET

Multi Size Ring

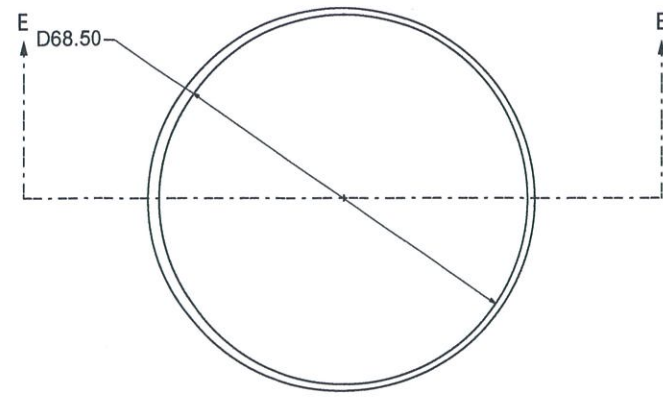
SCALE 1:1

UNIT : mm

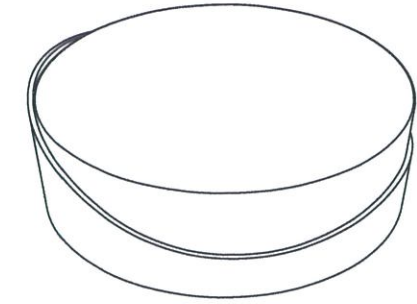
4 of 15



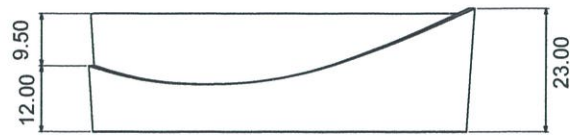
SECTION E - E'



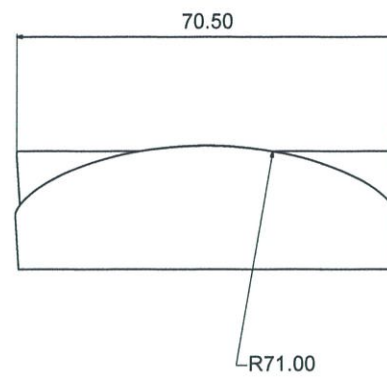
TOP VIEW



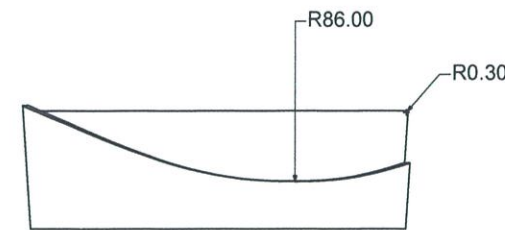
PERSPECTIVE VIEW



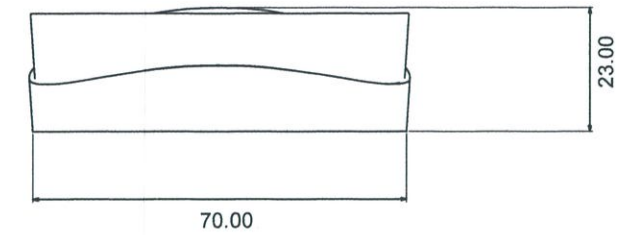
BACK VIEW



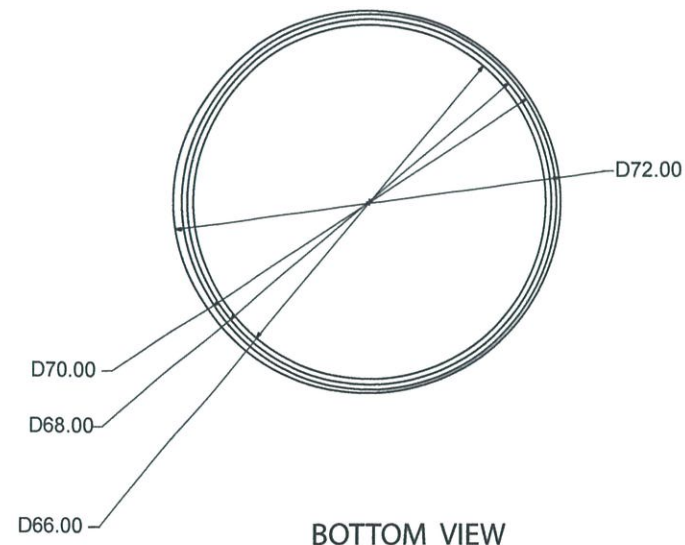
LEFT SIDE VIEW



FRONT VIEW



RIGHT SIDE VIEW



BOTTOM VIEW

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABUNG

FACULTY OF ARCHITECTURE

DEP. INDUSTRIAL DESIGN

NAME : Orakarn Sayatanan

NO. : 51020205

DATE : 26 MAR 2013

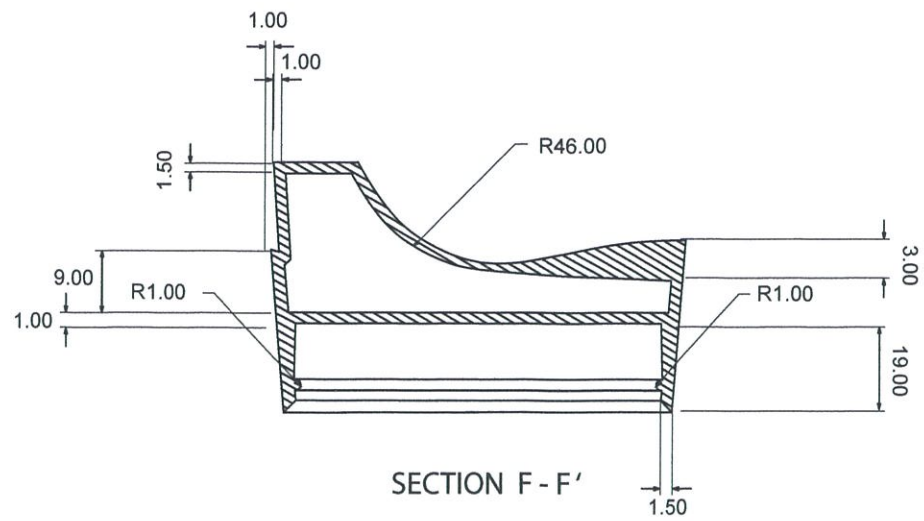
SHEET

Dispenser Lid

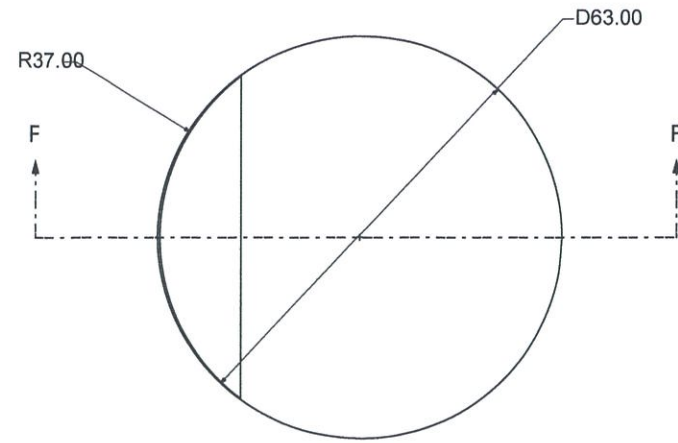
SCALE 1:1

UNIT : mm

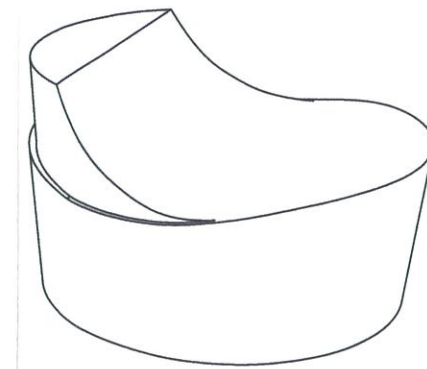
5 of 15



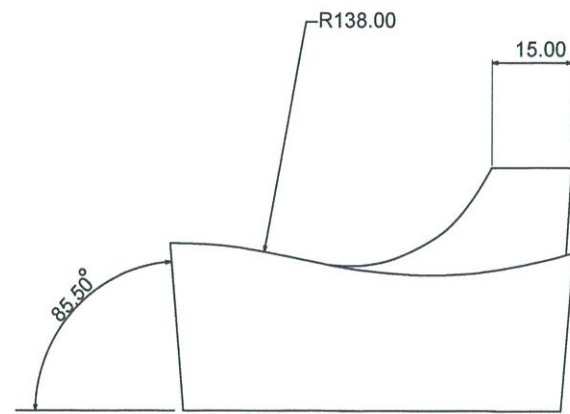
SECTION F - F'



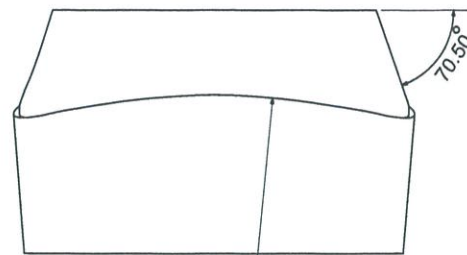
TOP VIEW



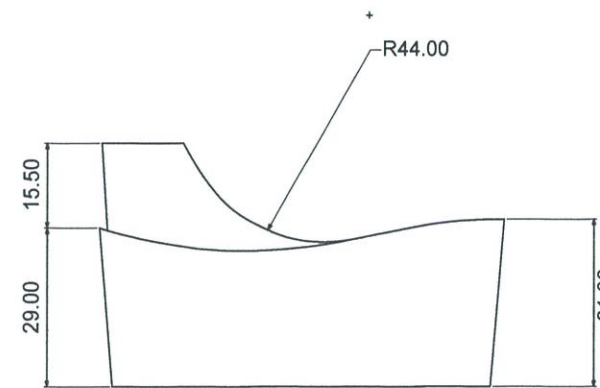
PERSPECTIVE VIEW



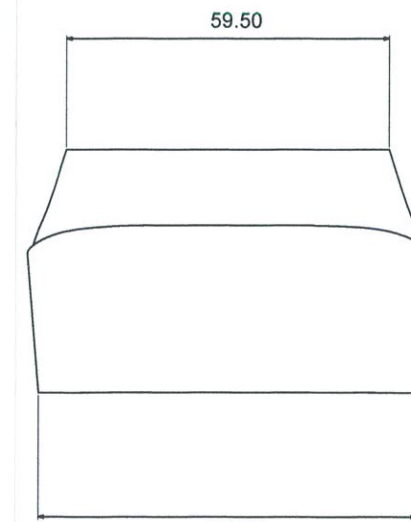
BACK VIEW



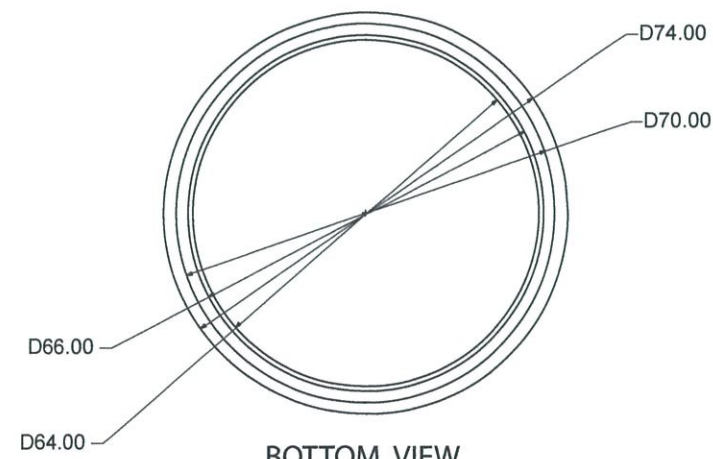
LEFT SIDE VIEW



FRONT VIEW



RIGHT SIDE VIEW



BOTTOM VIEW

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABUNG

FACULTY OF ARCHITECTURE

DEP. INDUSTRIAL DESIGN

NAME : Orakarn Sayatanan

NO. : 51020205

DATE : 26 MAR 2013

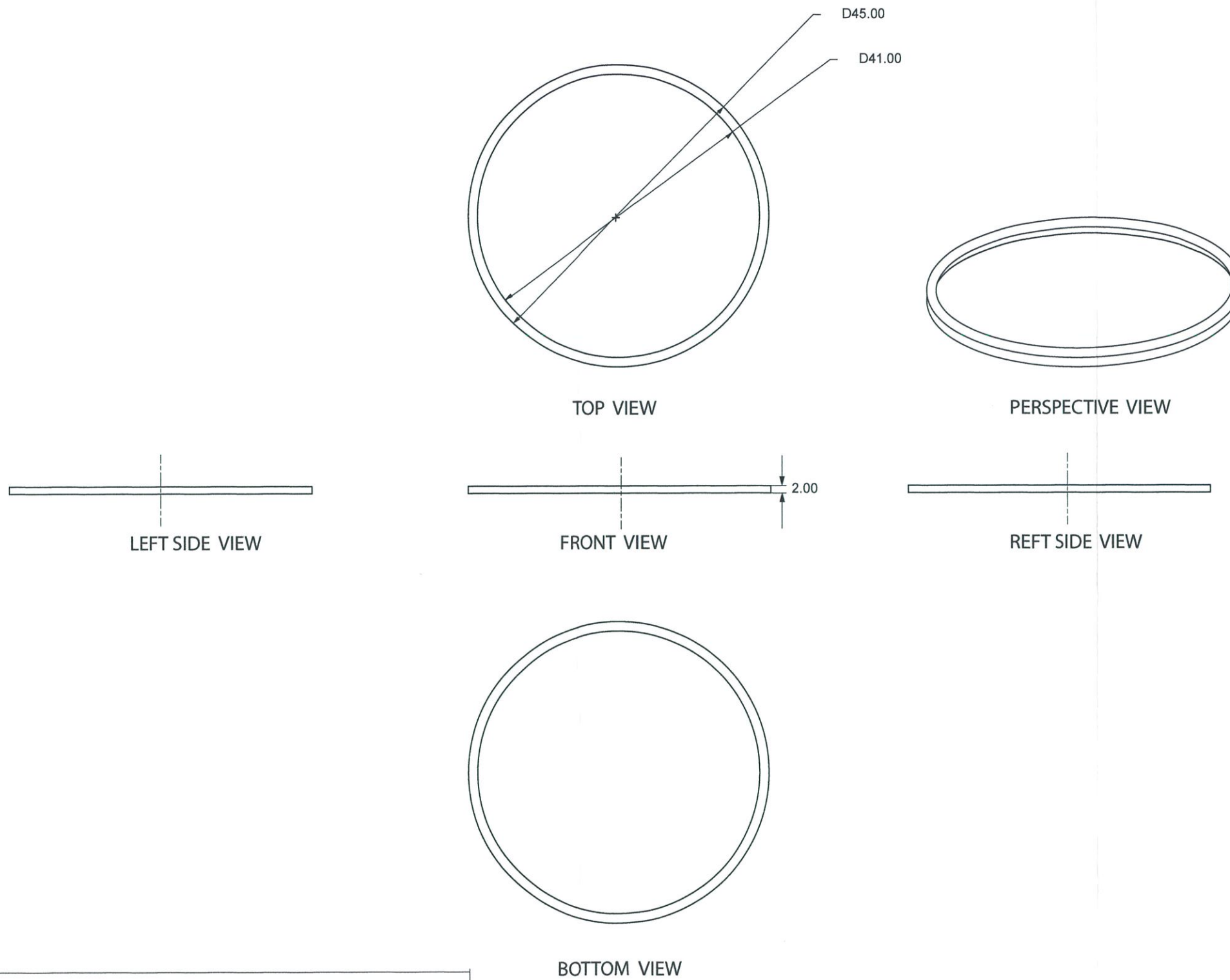
SHEET

Measuring Lid

SCALE 1:1

UNIT : mm

6 of 15



KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABUNG

FACULTY OF ARCHITECTURE

DEP. INDUSTRIAL DESIGN

NAME : Orakarn Sayatanan

NO. : 51020205

DATE : 26 MAR 2013

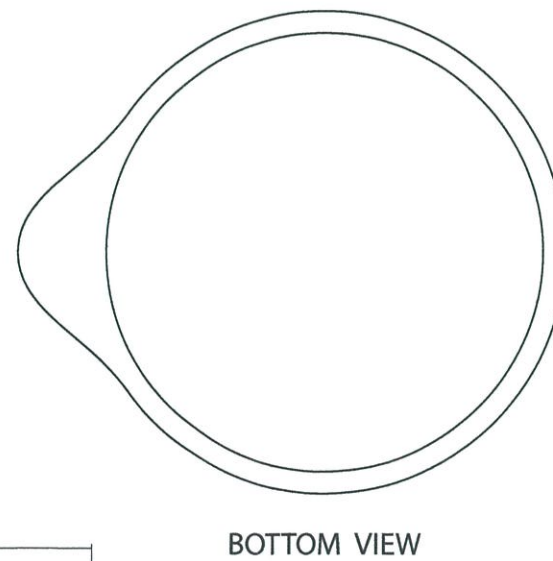
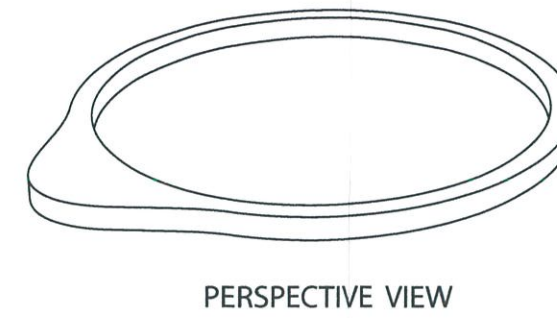
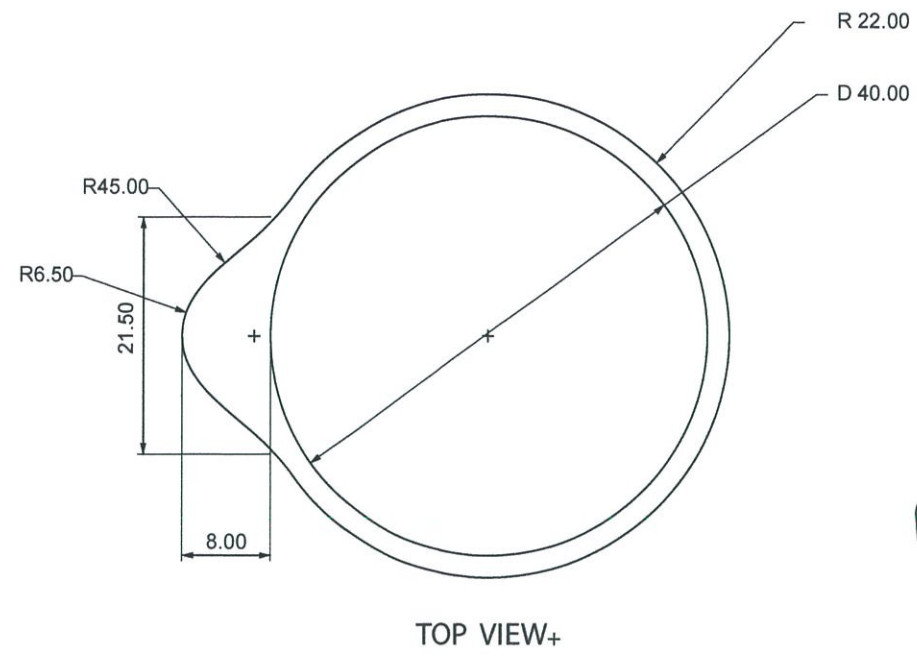
SHEET

Cover Ring

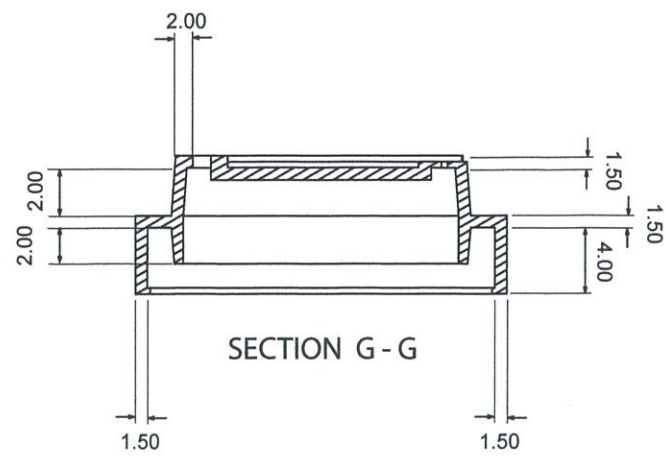
SCALE 1:1

UNIT : mm

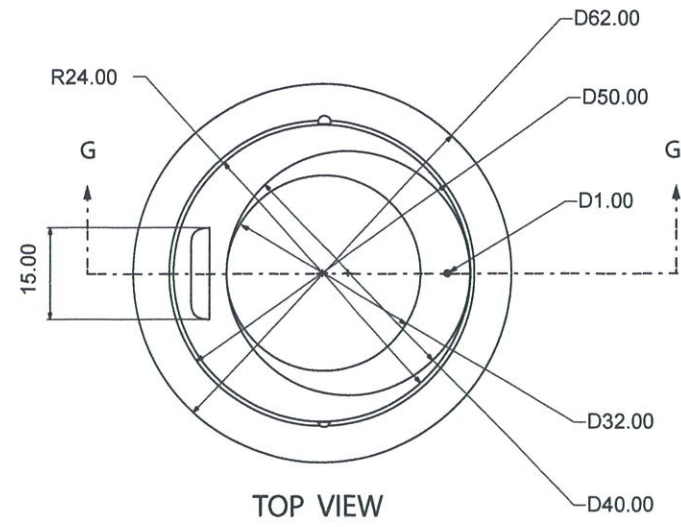
7 of 15



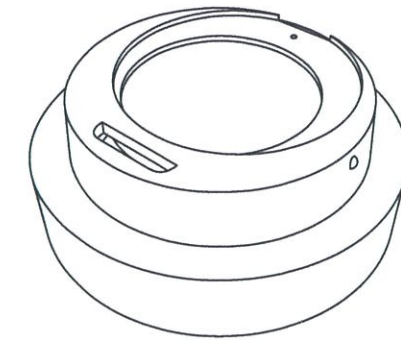
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABUNG				
FACULTY OF ARCHITECTURE		DEP. INDUSTRIAL DESIGN		
NAME : Orakarn Sayatanan	NO. : 51020205	Mini Ring		
DATE : 26 MAR 2013				SHEET
SCALE 1:1	UNIT : mm			8 of 15



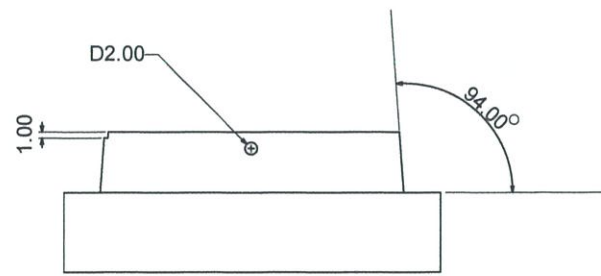
SECTION G - G



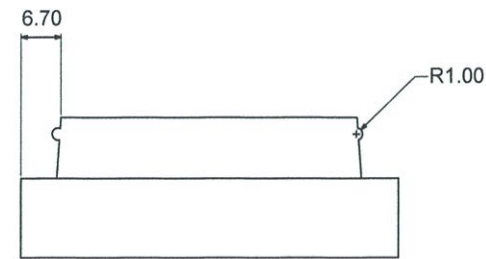
TOP VIEW



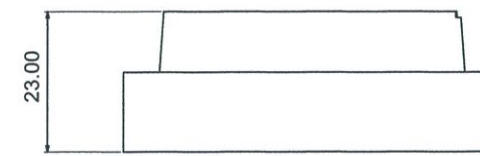
PERSPECTIVE VIEW



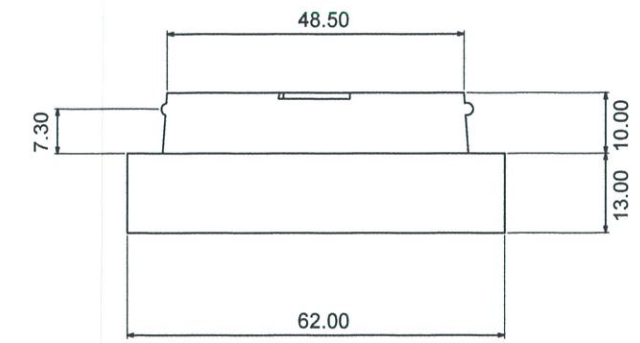
BACK VIEW



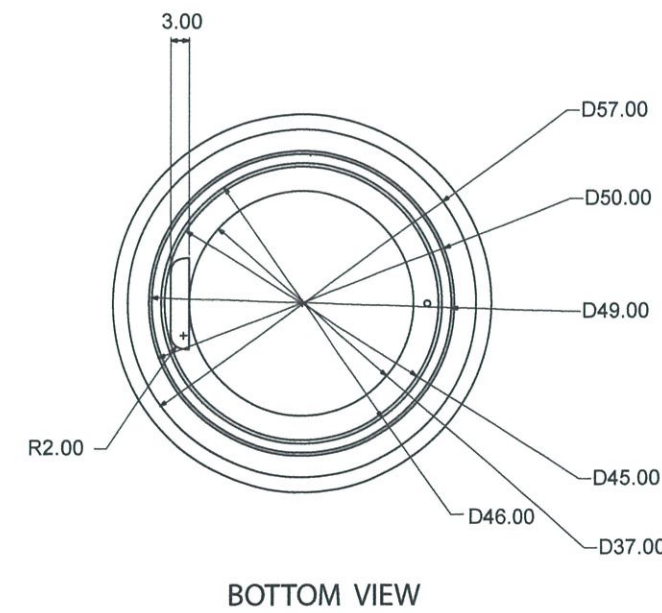
LEFT SIDE VIEW



FRONT VIEW



RIGHT SIDE VIEW



BOTTOM VIEW

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABUNG

FACULTY OF ARCHITECTURE

DEP. INDUSTRIAL DESIGN

NAME : Orakarn Sayatanan

NO. : 51020205

DATE : 26 MAR 2013

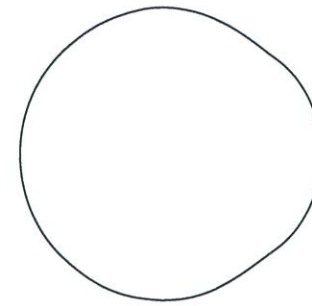
SHEET

Drinking Lid

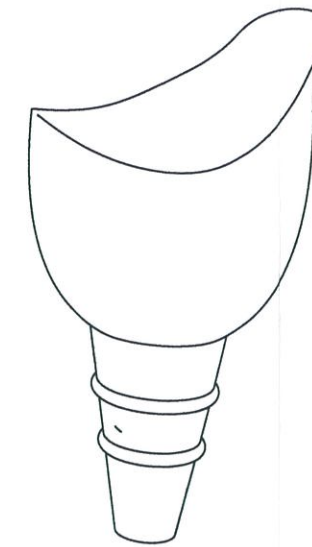
SCALE 1:1

UNIT : mm

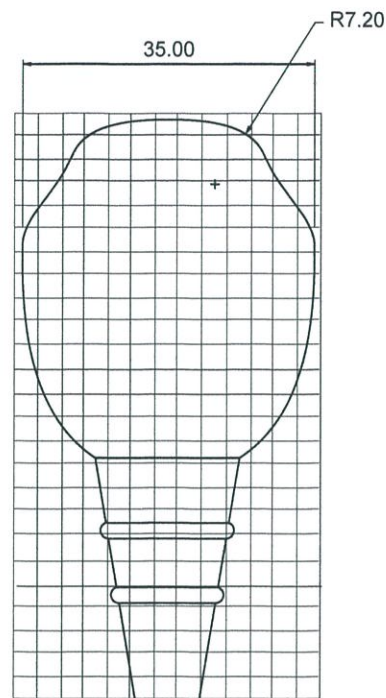
9 of 15



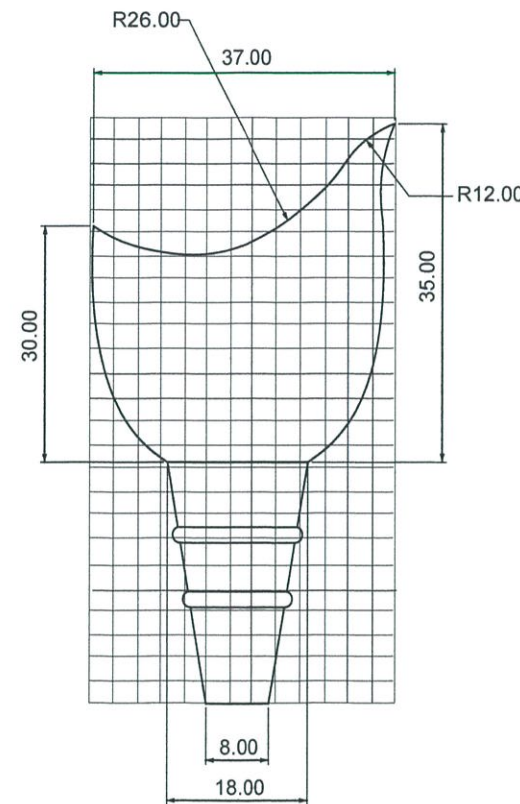
TOP VIEW



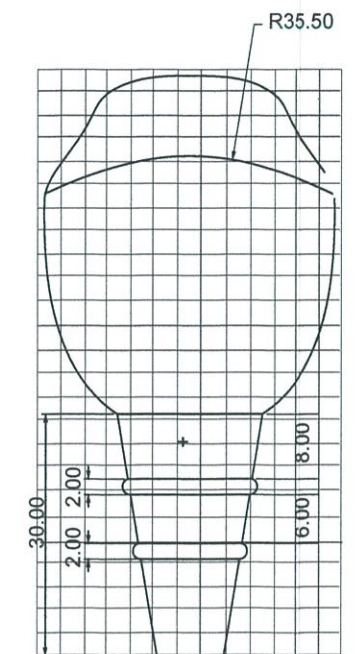
PERSPECTIVE VIEW



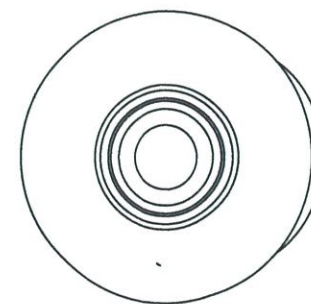
LEFT SIDE VIEW



FRONT VIEW

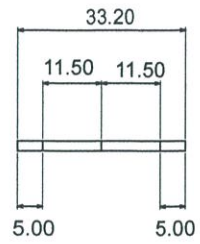


RIGHT SIDE VIEW



BOTTOM VIEW

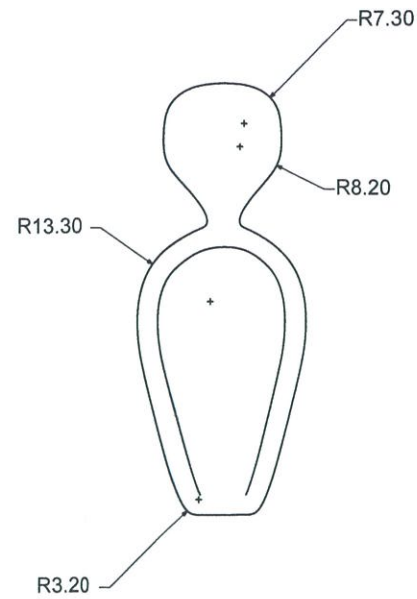
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABUNG			
FACULTY OF ARCHITECTURE		DEP. INDUSTRIAL DESIGN	
NAME : Orakarn Sayatanan	NO. : 51020205	Stopper	
DATE : 26 MAR 2013	SHEET		
SCALE 1:1	UNIT : mm		



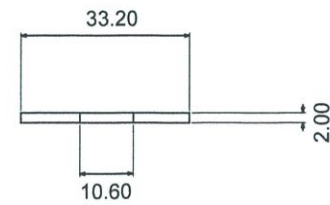
BACK VIEW



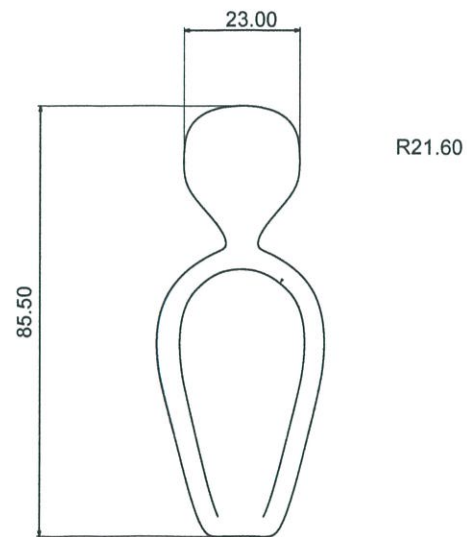
LEFT SIDE VIEW



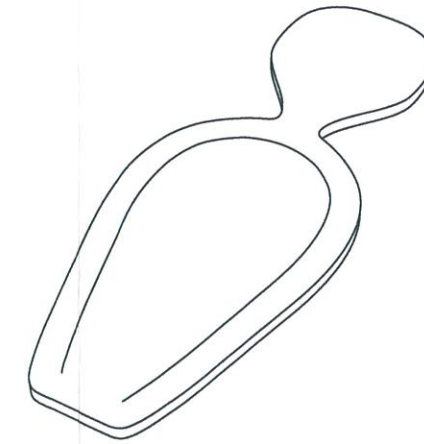
TOP VIEW



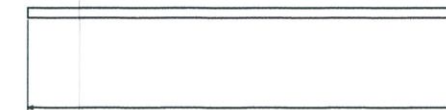
FRONT VIEW



BOTTOM VIEW



PERSPECTIVE VIEW



RIGHT SIDE VIEW

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABUNG

FACULTY OF ARCHITECTURE

DEP. INDUSTRIAL DESIGN

NAME : Orakarn Sayatanan

NO. : 51020205

DATE : 26 MAR 2013

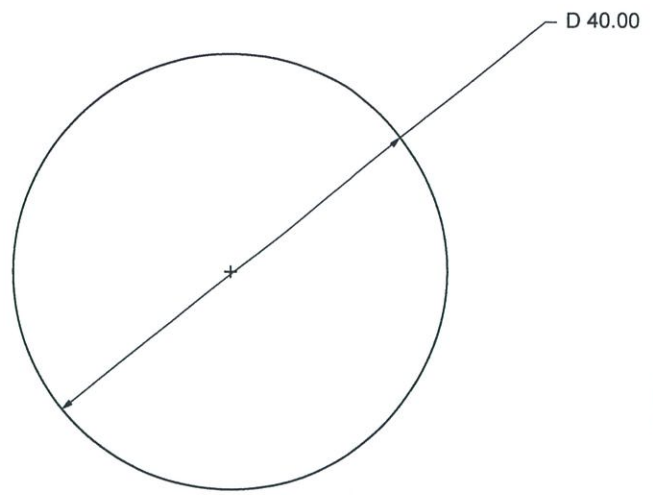
SHEET

Hot Tap

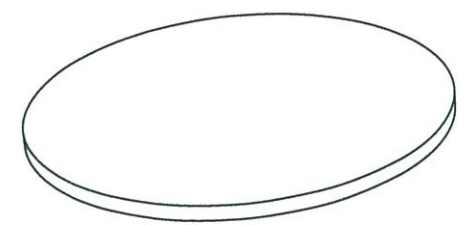
SCALE 1:1

UNIT : mm

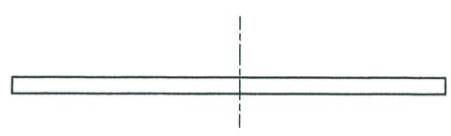
11 of 15



TOP VIEW



PERSPECTIVE VIEW



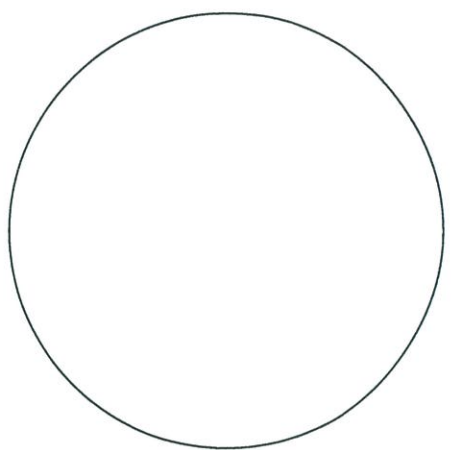
LEFT SIDE VIEW



FRONT VIEW

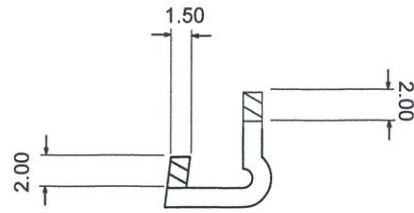


RIGHT SIDE VIEW

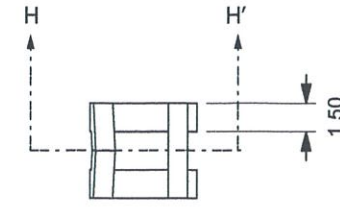


BOTTOM VIEW

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABUNG			
FACULTY OF ARCHITECTURE		DEP. INDUSTRIAL DESIGN	
NAME : Orakarn Sayatanan	NO. : 51020205	Name Tag	
DATE : 26 MAR 2013	SHEET		
SCALE 1:1	UNIT : mm		



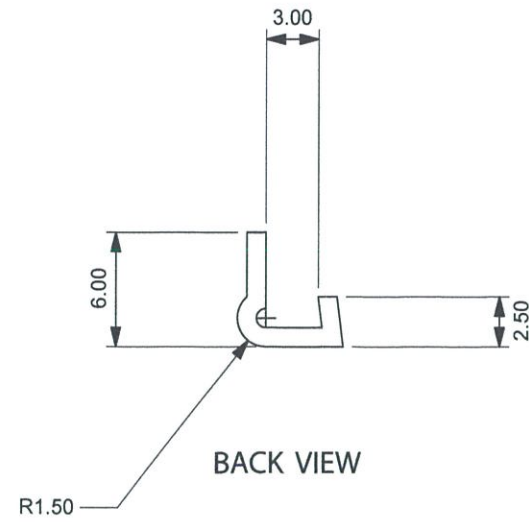
SECTION H - H'



TOP VIEW



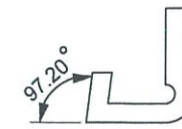
PERSPECTIVE VIEW



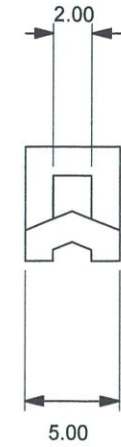
BACK VIEW



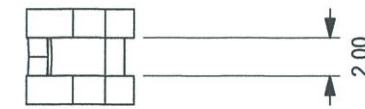
LEFT SIDE VIEW



FRONT VIEW



RIGHT SIDE VIEW



BOTTOM VIEW

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABUNG

FACULTY OF ARCHITECTURE

DEP. INDUSTRIAL DESIGN

NAME : Orakarn Sayatanan

NO. : 51020205

DATE : 26 MAR 2013

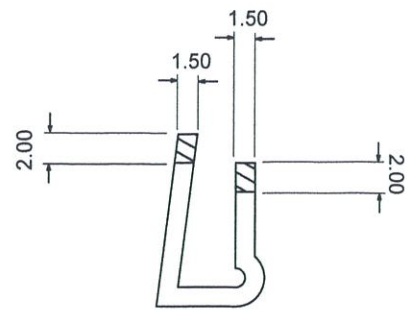
SHEET

Date Clip

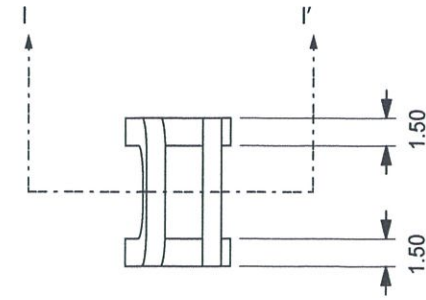
SCALE 1:1

UNIT : mm

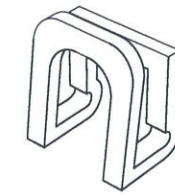
13 of 15



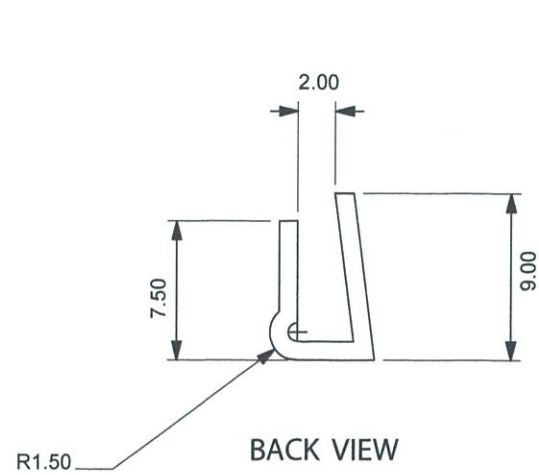
SECTION I-I'



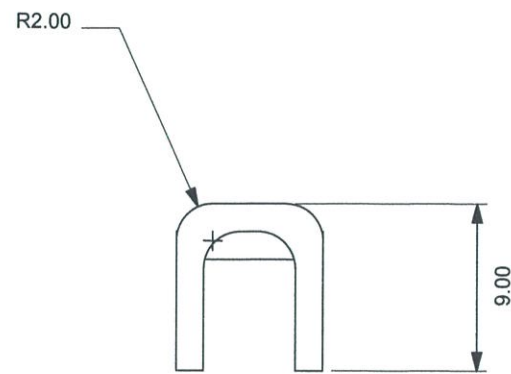
TOP VIEW



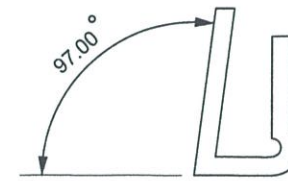
PERSPECTIVE VIEW



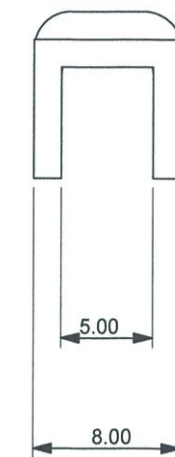
BACK VIEW



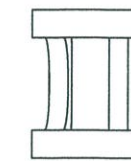
LEFT SIDE VIEW



FRONT VIEW

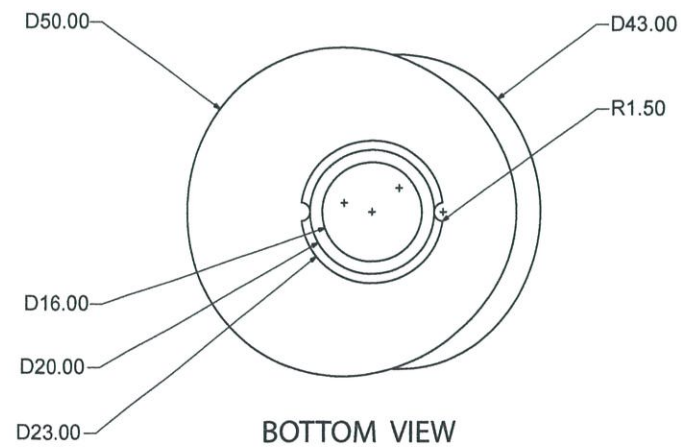
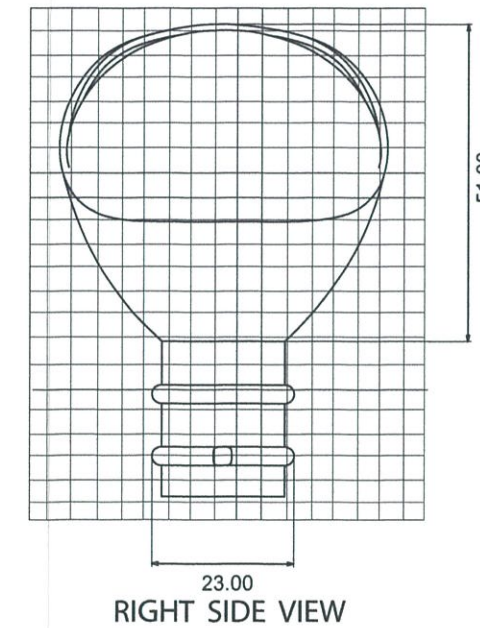
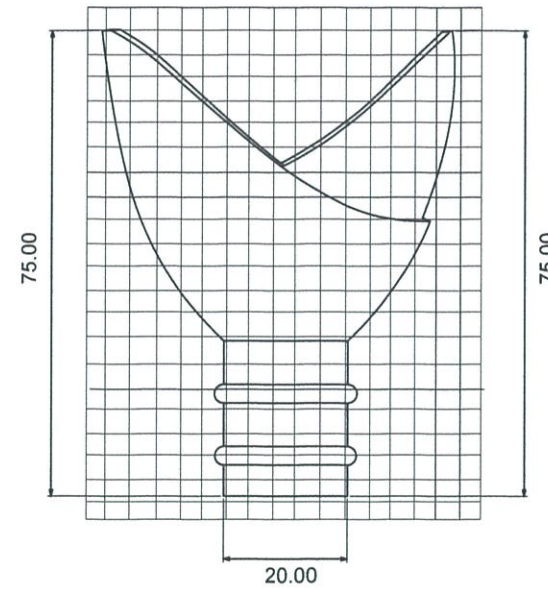
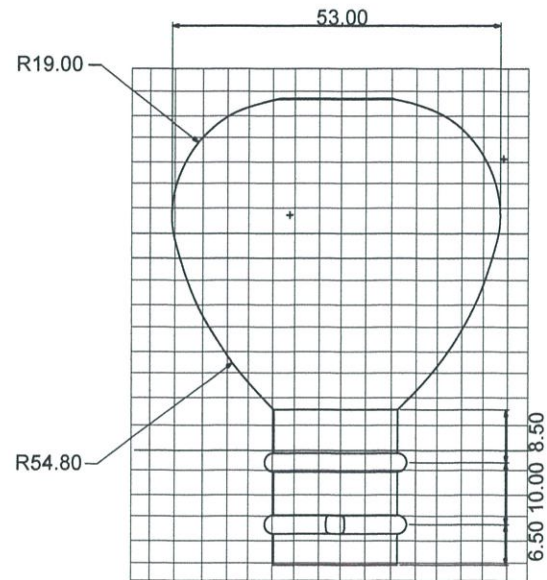
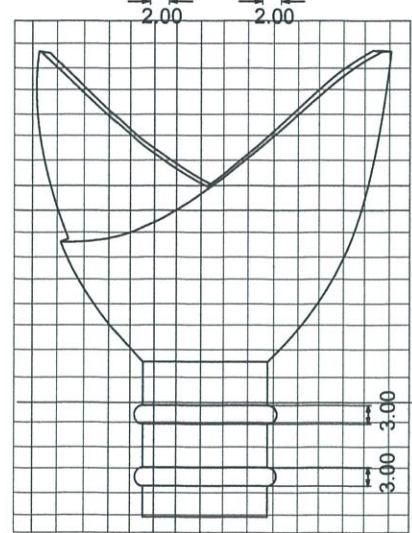
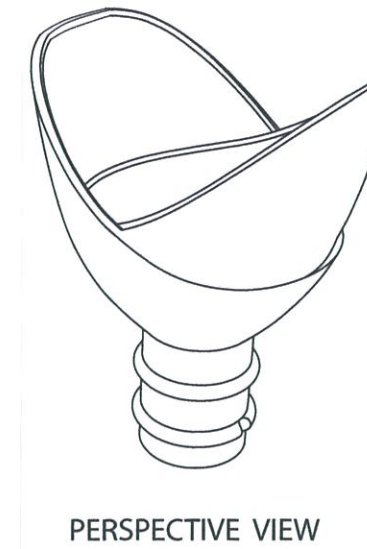
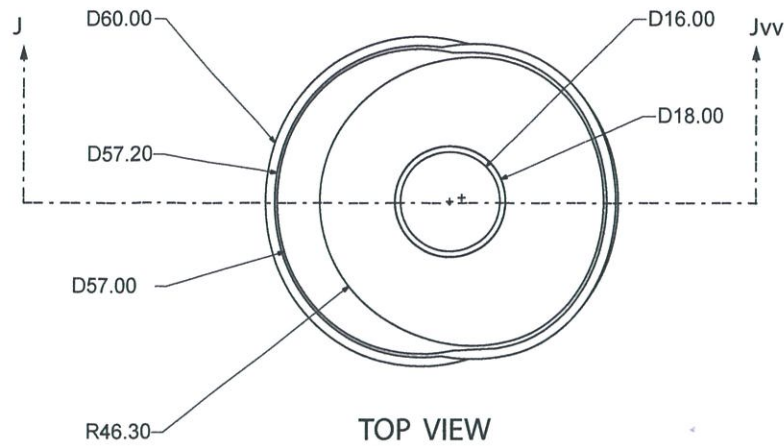
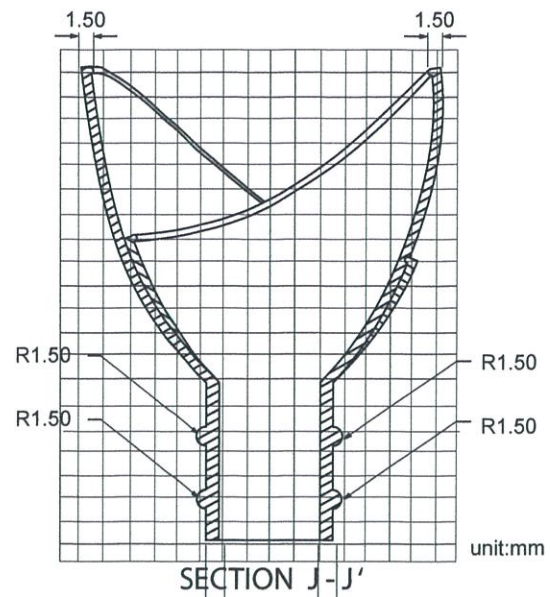


RIGHT SIDE VIEW



BOTTOM VIEW

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABUNG			
FACULTY OF ARCHITECTURE		DEP. INDUSTRIAL DESIGN	
NAME : Orakarn Sayatanan	NO. : 51020205	Month Clip	
DATE : 26 MAR 2013	SHEET		
SCALE 1:1	UNIT : mm		
	14 of 15		



KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABUNG

FACULTY OF ARCHITECTURE

DEP. INDUSTRIAL DESIGN

NAME : Orakarn Sayatanan

NO. : 51020205

DATE : 26 MAR 2013

SHEET

Funnel

SCALE 1:1

UNIT : mm

15 of 15