

การวิเคราะห์ลักษณะของวายเป็นอร์สำหรับกระบวนการ
ขัดหัวอ่าน-เขียนฮาร์ดดิสก์ขั้นสุดท้าย

WPER CHARACTERIZATION FOR FINAL LAPPING PROCESS



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยที่สนับสนุนโดยมูลนิธิส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมแห่งชาติด้านเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2559

KMITL-2016-EN-M-220-168

การวิเคราะห์ลักษณะของวายุเปอร์สำหรับกระบวนการ
ขัดหัวอ่าน – เขียนฮาร์ดดิสก์ขั้นสุดท้าย

WIPER CHARACTERIZATION FOR FINAL LAPPING PROCESS



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการ KMITL-2016-EN-M-220-168 อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WIPER CHARACTERIZATION FOR FINAL LAPPING PROCESS



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN CHEMICAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2016

KMITL-2016-EN-M-220-168

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2016

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

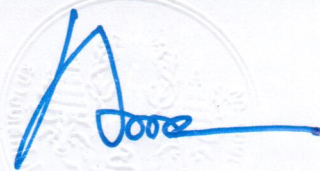
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การวิเคราะห์ลักษณะของวายุเปอร์สำหรับกระบวนการขัดหัวอ่าน-เขียน
ฮาร์ดดิสก์ขั้นสุดท้าย
Thesis Title Wiper Characterization for Final Lapping Process
นักศึกษา นายภาคภูมิ จตุรพรสวัสดิ์
รหัสประจำตัว 54612014
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.พรสวรรค์ อัครแสงรัตน์
หมายเลขวิทยานิพนธ์ KMITL-2016-EN-M-220-168

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.ดวงกมล	ณ ระนอง	
ผศ.ดร.ญาณิพร	พัชรพรโชติ	
ผศ.ดร.สุชาสินี	เนรมิตตกพงศ์	
ผศ.ดร.วัลย์รัตน์	จันทร์อัมพร	อัครวิทย์ จันทร์อัมพร
ผศ.ดร.พรสวรรค์	อัครแสงรัตน์	ผศ.ดร.พรสวรรค์ อัครแสงรัตน์

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ วันพุธที่ 13 กรกฎาคม พ.ศ. 2559 เวลา 10.30-12.30 น.
สถานที่สอบ ณ อาคารเฉลิมพระเกียรติ ห้อง HM-301

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว



(รองศาสตราจารย์ ดร. คมสัน มาลีสี)

ฉบับนี้ เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
วันที่ 13 กรกฎาคม พ.ศ. 2559
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์ลักษณะของวายเป็นอร์สำหรับกระบวนการขัดหัวอ่าน-เขียนฮาร์ดดิสก์ขั้นสุดท้าย
นักศึกษา	นายภาคภูมิ จตุพรสวัสดิ์
รหัสนักศึกษา	54612014
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมเคมี
พ.ศ.	2559
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.พรสวรรค์ อัครแสงรัตน์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการสึกหรอ ความคงทนต่อสารหล่อลื่น และความสามารถในการดักจับอนุภาคของวายเป็นอร์ในกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ซึ่งในงานวิจัยได้วิเคราะห์การสึกหรอของวายเป็นอร์บริเวณพื้นผิวที่สัมผัสกับแผ่นขัดที่เวลา 4 และ 8 ชั่วโมง โดยวายเป็นอร์ที่ใช้ศึกษามี 2 ชนิด คือ วายเป็นอร์ที่ผลิตมาจากซามัวร์และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ (Polyvinyl alcohol, PVA) จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) พบว่าหลังจากผ่านการขัดที่เวลา 4 และ 8 ชั่วโมง วายเป็นอร์ที่ผลิตจากซามัวร์จะมีการสึกหรอน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวายเป็นอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ ในส่วนของการวิเคราะห์ความคงทนต่อสารหล่อลื่นของวายเป็นอร์ที่ใช้ในกระบวนการขัด โดยการแช่วายเป็นอร์ทั้ง 2 ชนิดลงในสารหล่อลื่นเป็นเวลา 4 และ 8 ชั่วโมง พบว่าลักษณะสัณฐานวิทยาของวายเป็นอร์ที่ผลิตจากซามัวร์ไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่วายเป็นอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์มีความเป็นรูพรุนลดลง อาจเนื่องจากเกิดการบวมตัว (Swelling) ของโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ จึงทำให้รูพรุนมีขนาดเล็กลง และการวิเคราะห์ความสามารถในการดักจับอนุภาคที่หลุดมาจากกระบวนการขัดของวายเป็นอร์ผลิตจากซามัวร์และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ โดยใช้ซิงค์ออกไซด์ (Zinc oxide, ZnO) เป็นตัวแทนอนุภาคที่หลุดมาจากกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ โดยการวัดปริมาณซิงค์ออกไซด์บนวายเป็นอร์ทั้ง 2 ชนิด ด้วยเครื่องมือวัดการดูดกลืนแสงของอะตอม (Atomic Absorption Spectrophotometer, AAS) พบว่าที่เวลา 4 ชั่วโมง วายเป็นอร์ที่ผลิตจากซามัวร์และวายเป็นอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์สามารถดักจับอนุภาคได้ 67 และ 58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ วายเป็นอร์ที่ผลิตจากซามัวร์สามารถดักจับอนุภาคหลุดออกมาจากกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟได้ดีกว่าวายเป็นอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ แต่เมื่อผ่านการขัดที่เวลา 8 ชั่วโมง พบว่าวายเป็นอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ สามารถดักจับอนุภาคที่หลุดออกมาจากกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟได้มากกว่าวายเป็นอร์ที่ผลิตจากซามัวร์อยู่ที่ 65 และ 61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Wiper Characterization for Final Lapping Process
Student	Mr. Pakpoom Jaturapornsawat
Student ID.	54612014
Degree	Master of Engineering
Program	Chemical Engineering
Year	2016
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Pornsawan Assawasaengrat

ABSTRACT

The objective of the research is to study deterioration, chemical degradation and filtration efficiency of wiper in the lapping process. This research analyzed deterioration on surface of wiper, which made from chamois and polyvinyl alcohol contracted with lap plate at 4 and 8 hours by Scanning Electron Microscope (SEM). The results have indicated that PVA wiper has more deteriorate than chamois wiper at 4 and 8 hours. The analysis of chemical degradation on wipers to lubricants used in the lapping process at 4 and 8 hours by SEM, the results have shown that Morphology of wipers which made from chamois shows no sign of deterioration compared to polyvinyl alcohol that has less hole on wiper membrane. Polyvinyl alcohol wiper is swelled, so pores size is smaller. The analysis from filtration efficiency of both wipers in the lapping process uses ZnO to represent the particle from lapping process. ZnO particle measured from both wipers is detected by Atom Absorption Spectrophotometer (AAS). It reveals that chamois and polyvinyl alcohol wipers can filter the particle from lapping process at 67% and 58%, respectively, at 4 hours. Wiper made from chamois can filter the particles better than wiper made from polyvinyl alcohol at 4 hours. At 8 hours, wiper made from chamois and polyvinyl alcohol has filtration efficiency for lapping process at 61% and 65%, respectively.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์หน่วยงานและบุคคลหลายท่าน ซึ่งได้ให้คำแนะนำและชี้แนวทางในการแก้ปัญหาในการจัดทำวิทยานิพนธ์ ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ขอขอบพระคุณหน่วยงานและบุคลากรต่างๆ ได้แก่

ผศ.ดร.พรสวรรค์ อัสวแสงรัตน์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)

ขอขอบคุณ รศ.ดร.ประกอบ กิจไชยา รศ.ดร.ดวงกมล ณ ระนอง ผศ.ดร.วัลย์รัตน์ จันทรัมย์พร และ ผศ.ดร.ญาณิพร พัทธวรโชติ อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เป็นผู้ให้ความรู้ตลอดจนเป็นที่ปรึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นตลอดการทำงานวิจัยและวิทยานิพนธ์นี้

และขอขอบคุณ บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้ทุนสนับสนุนตลอดงานวิจัยในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอขอบคุณ บิดา มารดา ที่คอยสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้เสมอมาและผู้จัดทำขอขอบคุณบุคคลที่เกี่ยวข้องและไม่ได้เอียนนามไว้ ณ ที่นี้



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย.....	1
1.2 แนวคิดในการศึกษางานวิจัย.....	3
1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	3
1.4 ขอบเขตการศึกษา.....	4
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎี.....	5
2.1 ความหมายของกระบวนการขัด.....	5
2.2 ประวัติการพัฒนากการขัด.....	5
2.3 แผ่นขัด.....	6
2.4 วัสดุขัด.....	6
2.5 ของเหลวที่ใช้ขัด.....	8
2.6 กระบวนการการสร้างหัวอ่าน – เขียนฮาร์ดดิสก์.....	9
2.6.1 Wafer Back Grind.....	10
2.6.2 Stripe Height Grinding.....	10
2.6.3 Bar Divide.....	10

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.7 กระบวนการขัดหัวอ่าน – เขียนฮาร์ดดิสก์.....	10
2.7.1 การขัดด้านหลังและด้านหน้า.....	10
2.7.2 การวัดความโค้งงอ.....	11
2.7.3 การตัดแบบรีลีฟคัต.....	11
2.7.4 การผูกแฉกแห่งบาร์.....	11
2.7.5 การขัดแบบหยาบ.....	11
2.7.6 กระบวนการขัดขั้นสุดท้าย.....	11
2.8 โพลีไวนิลอะซิเตต (Poly vinyl acetate, PVAc).....	11
2.8.1 การค้นพบโพลีไวนิลอะซิเตต	12
2.8.2 การเตรียมโพลีไวนิลอะซิเตต.....	12
2.8.3 สมบัติทางเคมีของโพลีไวนิลอะซิเตต.....	13
2.8.4 สมบัติทางกายภาพของโพลีไวนิลอะซิเตต.....	13
2.8.5 การนำไปใช้ประโยชน์.....	13
2.9 โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ (Poly vinyl alcohol, PVA).....	13
2.9.1 การค้นพบโพลีไวนิลแอลกอฮอล์	14
2.9.2 การเตรียมโพลีไวนิลแอลกอฮอล์	14
2.9.3 สมบัติทางเคมีของโพลีไวนิลแอลกอฮอล์	15
2.9.4 สมบัติทางกายภาพของโพลีไวนิลแอลกอฮอล์	15
2.9.5 การนำไปใช้ประโยชน์.....	15
2.10 ซิงค์ออกไซด์.....	15
2.10.1 ผลิตของซิงค์ออกไซด์.....	15
2.10.2 อนุภาคนาโนของซิงค์ออกไซด์.....	16
2.10.3 การนำไปใช้งานของซิงค์ออกไซด์.....	17
บทที่ 3 การทดลอง.....	18
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์.....	18
3.2 สารเคมี.....	19
3.3 วิธีการทดลอง.....	19
3.3.1 การทดสอบการสึกหรอของวายเปอร์.....	19
3.3.2 การทดสอบความคงทนของวายเปอร์ต่อสารหล่อลื่นที่ใช้ใน กระบวนการขัด.....	19
3.3.3 การทดสอบความสามารถในดักจับอนุภาคของวายเปอร์ที่หลุด ออกมาจากกระบวนการขัด.....	20

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4 วิธีการวิเคราะห์สัณฐานวิทยาของวายเป็นอร์และสารหล่อลื่น.....	21
3.4.1 วิธีการวิเคราะห์การสึกหรอของวายเป็นอร์และองค์ประกอบ ของวายเป็นอร์.....	21
3.4.2 วิธีการวิเคราะห์ความคงทนของวายเป็นอร์ต่อสารหล่อลื่นที่ใช้ใน กระบวนการขัด.....	21
3.4.3 วิธีการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคและองค์ประกอบของอนุภาคใน สารหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว.....	21
3.4.4 วิธีการวิเคราะห์ความสามารถในการดักจับอนุภาคที่เกิดจาก กระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟของวายเป็นอร์.....	22
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	23
4.1 การวิเคราะห์การสึกหรอของวายเป็นอร์.....	23
4.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบของวายเป็นอร์ที่ผลิตจากซามัวร์และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ ที่ใช้ในกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ.....	28
4.3 การวิเคราะห์ขนาดอนุภาคและองค์ประกอบของอนุภาคในสารหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว.....	31
4.4 การวิเคราะห์ความคงทนของวายเป็นอร์ต่อสารหล่อลื่นที่ใช้ในกระบวนการ ขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ.....	36
4.5 การวิเคราะห์ความสามารถในการดักจับอนุภาคที่เกิดจากกระบวนการ ขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟของวายเป็นอร์.....	39
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....	41
เอกสารอ้างอิง.....	42
ภาคผนวก.....	45
ความสามารถในการดักจับอนุภาคที่เกิดจากกระบวนการขัดหัวอ่าน-เขียนฮาร์ดดิสก์ ไดร์ฟของวายเป็นอร์.....	46
ประวัติผู้เขียน.....	47

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ประเภทและความแข็งตามระดับความแข็งของโม่ของวัสดุชุด.....	8
2.2 สมบัติของโพลีไวนิลอะซิเตต.....	13
2.3 สมบัติของโพลีไวนิลแอลกอฮอล์.....	15
2.4 สมบัติของซิงค์ออกไซด์.....	16
4.1 การกระจายตัวของขนาดอนุภาคที่อยู่ในสารหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วใน กระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่ 5 มิลลิเมตร.....	31
4.2 เพอร์เซ็นต์ของซิงค์ออกไซด์ที่อยู่ในวายุเปอร์ที่ผลิตจากซามัวร์กับวายุเปอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิล แอลกอฮอล์ ที่ใช้งานแล้วเป็นเวลา 4 ชั่วโมง และ 8 ชั่วโมง.....	40
1 ปริมาณซิงค์ออกไซด์บนวายุเปอร์ที่ผลิตจากซามัวร์ที่สามารถดักจับได้ใน กระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์.....	46
2 ปริมาณซิงค์ออกไซด์บนวายุเปอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ ที่สามารถดักจับ ได้ในกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์.....	46



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 ตำแหน่งของหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์.....	2
2.1 แผนภูมิของกระบวนการผลิตหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์.....	9
2.2 ภาพเวเฟอร์ที่ประกอบด้วยหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ 50,000 แผ่น.....	10
2.3 โครงสร้างทางเคมีของโพลีไวนิลอะซิเตด.....	12
2.4 การเกิดโพลีเมอร์ไรเซชันของมอนอเมอร์ไวนิลอะซิเตดเป็นโพลีไวนิลอะซิเตด.....	12
2.5 โครงสร้างทางเคมีของโพลีไวนิลแอลกอฮอล์.....	14
2.6 กระบวนการสังเคราะห์โพลีไวนิลแอลกอฮอล์.....	14
2.7 โครงสร้างของซิงค์ออกไซด์.....	16
3.1 การช่วยเปอร์ที่ผลิตจากซามัวร์และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ ในสารหล่อลื่น ที่เวลา 4 ชั่วโมง และ 8 ชั่วโมง.....	20
4.1 สัณฐานวิทยาของวายุเปอร์ที่ผลิตจากซามัวร์ที่ใช้ในกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียน ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่กำลังขยาย 50 เท่า.....	24
4.2 สัณฐานวิทยาของวายุเปอร์ที่ผลิตจากซามัวร์ที่ใช้ในกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ด ดิสก์ไดรฟ์ที่กำลังขยาย 150 เท่า.....	25
4.3 สัณฐานวิทยาของวายุเปอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ ที่ใช้ในกระบวนการ ขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่กำลังขยาย 50 เท่า.....	26
4.4 สัณฐานวิทยาของวายุเปอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ ที่ใช้ในกระบวนการ ขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่กำลังขยาย 150 เท่า.....	27
4.5 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวายุเปอร์ที่ผลิตจากซามัวร์ที่ยังไม่ได้ใช้งานด้วย เครื่องวิเคราะห์ธาตุ (Energy Dispersive X-ray Spectrometer, EDX).....	29
4.6 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของวายุเปอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ ที่ยังไม่ได้ใช้งาน ด้วยเครื่องวิเคราะห์ธาตุ (Energy Dispersive X-ray Spectrometer, EDX).....	30
4.7 อนุภาคที่อยู่ในสารหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว 4 ชั่วโมง วิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน แบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) ที่กำลังขยาย 2,000 เท่า.....	33
4.8 อนุภาคที่อยู่ในสารหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว 8 ชั่วโมง วิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน แบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) ที่กำลังขยาย 2,000 เท่า.....	34
4.9 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของอนุภาคที่อยู่ในสารหล่อลื่นที่เวลา 4 ชั่วโมง ด้วยเครื่องวิเคราะห์ธาตุ (Energy Dispersive X-ray Spectrometer, EDX).....	35

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.10 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของอนุภาคที่อยู่ในสารหล่อลื่นที่เวลา 8 ชั่วโมง ด้วยเครื่องวิเคราะห์ธาตุ (Energy Dispersive X-ray Spectrometer, EDX).....	35
4.11 สัณฐานวิทยาของวายเป็นเปอร์ที่ใช้ในกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ที่ผลิตจากซามัวร์ ที่กำลังขยาย 50 เท่า.....	37
4.12 สัณฐานวิทยาของวายเป็นเปอร์ที่ใช้ในกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่ ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ ที่กำลังขยาย 50 เท่า.....	38



บทที่ 1

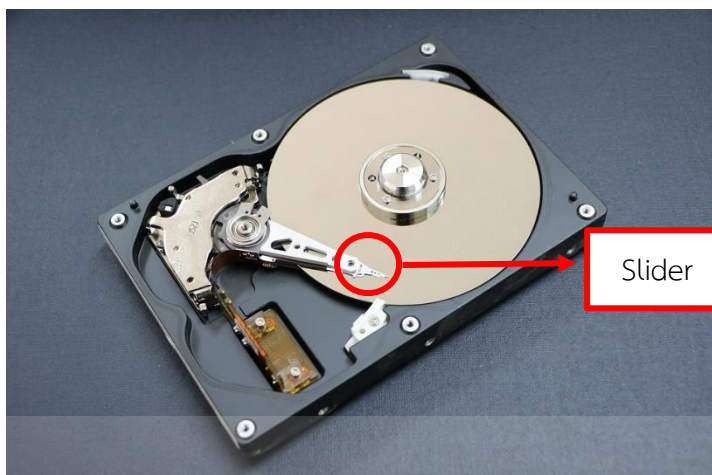
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (Hard disk drive) มีฐานการผลิตที่สำคัญอยู่ในประเทศไทยซึ่งก่อให้เกิดผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจต่อประเทศไทยเป็นอย่างมาก โดยมีสัดส่วนของปริมาณการผลิตรวมของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์เป็นอันดับหนึ่งของโลก โดยมีการจ้างแรงงานกว่า 100,000 คนและการส่งออกมากกว่า 4 แสนล้านบาท เนื่องมาจากอุตสาหกรรมการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ในประเทศไทยมีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆ เพื่อรองรับการผลิตสำหรับฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่มีขนาดเล็กหรือที่มีความสามารถในการจุข้อมูลมากขึ้น จากอดีตจนถึงปัจจุบันได้มีการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีความทันสมัยสอดคล้องกับเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่อง [1-4]

บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล เป็นหนึ่งในผู้บุกเบิกและผู้นำการออกแบบการผลิต และจำหน่ายฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่มีประสิทธิภาพและคุณภาพสูงซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้บันทึกข้อมูลระบบดิจิทัล นอกจากนั้นยังเป็นบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ใหญ่ที่สุดแห่งหนึ่งในปัจจุบัน โดยทางบริษัทได้มีการพัฒนากระบวนการผลิตหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ซึ่งถือได้ว่าเป็นกระบวนการผลิตที่ต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูง การผลิตหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์เริ่มจากการนำแผ่นเวเฟอร์ (Wafer) 1 แผ่น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว (ผลิตหัวอ่านได้ 44,656 ชิ้น) มาตัดเป็นแท่ง (Bar) นำไปประกอบเข้ากับ Tooling bar ผ่านกรรมวิธีต่างๆ เช่น การขัด การเซาะ และการฉายแสง เป็นต้น เพื่อทำเป็นหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (Slider) หลังจากนั้นนำชิ้นส่วนจากโรงงานที่สหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่น มาประกอบแล้วทำ Undercoat จะได้หัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (Slider) จึงนำมาทำ HGA (Head Gimbal Assembly) หลังการติดตั้งขาหัวอ่านแล้วจึงจะนำมาทำ HSA (Head Stack Assembly) ต่อแล้วส่งไปประกอบหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ คอมพิวเตอร์ที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันนี้ประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญคือ ส่วนอุปกรณ์คือ “ฮาร์ดแวร์” (Hardware) และ ส่วนโปรแกรมคอมพิวเตอร์หรือชุดคำสั่งคือ “ซอฟต์แวร์” (Software) [5]

ฮาร์ดดิสก์ (Hard disk) เป็นฮาร์ดแวร์ที่มีความสำคัญในการช่วยการเก็บข้อมูลถาวร ขณะทำงานจะใช้ความเร็วรอบที่สูง ในการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์จะต้องใช้กระบวนการผลิตที่หลากหลายแขนงวิชา มาประกอบกัน หัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์หรือสไลเดอร์เป็นชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่สำคัญของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์แสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ตำแหน่งของหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์หรือสไลเดอร์

สไลเดอร์ผลิตจากแผ่นซิลิคอน (Silicon Wafer) ซึ่งมีหน้าที่ในการเขียนข้อมูลลงไปบนแผ่นบันทึกข้อมูลรวมไปถึงการอ่านข้อมูลกลับคืนจากแผ่นบันทึกข้อมูล และเนื่องจากในปัจจุบันมีการเพิ่มความหนาแน่นในการบันทึกข้อมูลอย่างมาก (Aerial Density) ทำให้สไลเดอร์ที่ต้องผลิตนั้นต้องได้มาตรฐานและมีขนาดเล็กลงตามข้อมูลที่เล็กลง ทำให้กระบวนการผลิตหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ในแต่ละขั้นตอนมีความสำคัญเป็นอย่างมาก ซึ่งหนึ่งในกระบวนการที่มีความสำคัญคือ กระบวนการขัดเปิดผิวหน้า (Lapping process) [6-8] โดยนำเอาแผ่นซิลิคอนมาตัดเป็นแท่ง (Bar) จากนั้นนำเอาแท่ง (Bar) ที่ได้เข้าสู่กระบวนการขัดเปิดผิวหน้า ซึ่งในกระบวนการขัดเปิดผิวหน้านั้นจะมีอนุภาคหลุดออกมาในระหว่างกระบวนการขัดเปิดผิวหน้า ดังนั้นในกระบวนการขัดเปิดผิวหน้าจึงต้องมีวายเปอร์ (Wiper) เพื่อกรองอนุภาคที่หลุดออกมาในระหว่างกระบวนการขัดเปิดผิวหน้า (Lapping process) ซึ่งวายเปอร์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันนั้นคือ วายเปอร์ที่ผลิตจากขามัวร์นั้นมีข้อดีในส่วนของทนต่อการขัดสีได้ดี ดูดซับน้ำได้ดี เก็บรักษาได้ง่าย อีกทั้งหลังจากผ่านการใช้งานด้านการขัดแล้วนั้นยังสามารถนำไปใช้ในกระบวนการอื่นๆ ได้ แต่อาจจะเนื่องมาจากราคาต้นทุนที่สูงกว่า อีกทั้งยังย่อยสลายได้ยาก [9] จึงได้มีการใช้วายเปอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์มาแทนวายเปอร์ที่ผลิตจากขามัวร์ โดยวายเปอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์นั้นมีข้อดีได้แก่ ทนต่อการขัดสีได้ดี มีความยืดหยุ่นสูง ดูดซับน้ำได้ดี ทนการกัดกร่อนของสารเคมีได้ ย่อยสลายได้ง่ายด้วยวิธีทางชีวภาพ [10] งานวิจัยนี้จะเปรียบเทียบสมบัติความต้านทานของการสึกหรอ ความคงทนของสารหล่อลื่น และความสามารถในการดักจับอนุภาคที่หลุดออกมาจากกระบวนการขัดระหว่างวายเปอร์ที่ผลิตจากขามัวร์และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ เพื่อที่ปรับปรุงและพัฒนาต่ออายุการใช้งานในภาคอุตสาหกรรม

1.2 แนวคิดในการศึกษางานวิจัย

ในกระบวนการผลิตหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ หัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่ผลิตได้ บางครั้งเกิดลอยขีดข่วน ชิ้นงานเกิดความเสียหาย ไม่สามารถใช้งานได้ ปัญหาที่เกิดอาจเกิดมาจาก กระบวนการขัดขั้นสุดท้าย ในกระบวนการขัดขั้นสุดท้ายจะมีอนุภาคหลุดออกมาในระหว่าง กระบวนการขัด ทำให้เกิดความเสียหายแก่ชิ้นงาน ในกระบวนการขัดได้ใช้วายุเปอร์ เพื่อดักจับ อนุภาคที่หลุดออกมาจากกระบวนการขัด ปัญหาที่เกิดอาจเกิดจากประสิทธิภาพของการดักจับ อนุภาคของวายุเปอร์ที่ผลิตจากซามัวร์ จึงมีแนวคิดที่จะทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ วายุเปอร์ที่ผลิตจากซามัวร์และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาวายุเปอร์ (Wiper) ที่ใช้ในกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียน ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่ผลิตจากซามัวร์และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ โดยศึกษาการสึกหรอของวายุเปอร์ที่ผลิต จากซามัวร์และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ ที่ผ่านการขัดแล้วเป็นเวลา 4 และ 8 ชั่วโมง ศึกษาความคงทน ของวายุเปอร์ที่ผลิตจากซามัวร์และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ต่อสารหล่อลื่นที่ใช้ในกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่เวลา 4 และ 8 ชั่วโมง และศึกษาความสามารถในการดักจับอนุภาคที่หลุดมา จากกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ของวายุเปอร์ที่ผลิตจากซามัวร์และโพลีไวนิล- แอลกอฮอล์ โดยใช้ซิงค์ออกไซด์เป็นตัวแทนอนุภาคที่หลุดมาจากกระบวนการขัดนำมาวิเคราะห์ด้วย เครื่องมือวัดดูดกลืนแสงของอะตอม (Atomic Absorption Spectrophotometer, AAS) จากนั้นจึง วิเคราะห์ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของวายุเปอร์ที่ผลิตจากซามัวร์และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ด้วยกล้อง จุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) วิเคราะห์ องค์ประกอบของวายุเปอร์ (Wiper) และอนุภาคที่หลุดมาจากกระบวนการขัดที่วายุเปอร์สามารถดัก จับได้และอนุภาคที่อยู่ในสารหล่อลื่นที่ใช้ในกระบวนการขัดโดยใช้เครื่องวิเคราะห์ธาตุ (Energy Dispersive X-ray Spectrometer, EDX)

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. ศึกษาการสึกหรอของวายุเปอร์ (Wiper) ที่ผลิตจากซามัวร์และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ ซึ่ง ใช้ในกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์
2. ศึกษาความคงทนของวายุเปอร์ (Wiper) ที่ผลิตจากซามัวร์และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ ต่อสารหล่อลื่น ซึ่งใช้ในกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์
3. ศึกษาความสามารถในการดักจับอนุภาคที่หลุดมาจากกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียน ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ของวายุเปอร์ (Wiper) ที่ผลิตจากซามัวร์และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์

1.4 ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษาการสึกหรอของวายุเปอร์ ที่ใช้ในกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่ผลิตจากซัมซุงและโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ โดยนำวายุเปอร์ติดตั้งบนเครื่องขัดแล้วเริ่มกระบวนการขัดเป็นเวลา 4 และ 8 ชั่วโมง ตามลำดับ
2. ศึกษาความคงทนต่อสารหล่อลื่นของวายุเปอร์ ที่ใช้ในกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่ผลิตจากซัมซุงและโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ โดยนำวายุเปอร์ที่ผลิตมาจากซัมซุงและโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ ไปแช่ในสารหล่อลื่นที่ใช้ในกระบวนการขัดเป็นเวลา 4 และ 8 ชั่วโมง ตามลำดับ
3. ศึกษาความสามารถในการดักจับอนุภาคที่หลุดมาจากกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ของวายุเปอร์ที่ผลิตจากซัมซุงและโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ โดยติดตั้งวายุเปอร์บนเครื่องขัด หลังจากนั้นเริ่มกระบวนการขัดโดยใช้อุณหภูมิของหัวอ่าน-เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์และแผ่นขัดเป็นตัวแทนอนุภาคที่หลุดมาจากชิ้นงานของหัวอ่าน-เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์และแผ่นขัดเป็นเวลา 4 และ 8 ชั่วโมง ตามลำดับ

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถเลือกใช้วัสดุที่จะใช้เป็นวายุเปอร์ (Wiper) และเปรียบเทียบความสามารถของวัสดุที่จะใช้เป็นวายุเปอร์ในกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ได้

บทที่ 2

ทฤษฎี

2.1 ความหมายของกระบวนการตัด

กระบวนการตัดเป็นปฏิกิริยาที่เหมือนกับการบิด การทำให้ละเอียด การถูอย่างแรงด้วยเครื่องมือที่ใช้การหมุนของสายพาน การลับให้คม การทำให้แตกออก และการตัดออกอย่างอิสระด้วยการใช้สารขัดหรือทำให้สึกกร่อน การตัดที่มีลักษณะเป็นเส้นตรงโดยใช้การถูอย่างแรง การบิด และการลับให้คม มีการสูญเสียผงขัดจากการตัดในกระบวนการตัด

ความหมายของการตัดคือกระบวนการตัดซึ่งมีการสูญเสียเศษของผงขัดที่มีความชื้นเหนียวซึ่งเป็นวิธีการของเครื่องมือขัดที่ไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกันโดยหลักการพื้นฐานแล้วสามารถแบ่งกระบวนการตัดออกเป็นสองกลุ่ม คือ การขัดที่เป็นรูปร่างที่แน่นอน และไม่ใช่นรูปร่างที่แน่นอน การใช้งานขัดโดยปราศจากรูปร่างที่แน่นอนนั้น เป็นเพียงกรณีที่ผิวงานถูกทำขึ้นอย่างไม่เป็นรูปแบบที่ถูกต้องทางเรขาคณิต ในเรื่องของ การขัดที่เป็นรูปร่างที่แน่นอน ชิ้นงานและส่วนงานอื่นๆ ต่างก็เคลื่อนที่ด้วยการเปลี่ยนทิศทางที่แน่นอนและสูญเสียร่องรอยไปในของเหลวระหว่างกัน การขัดเดี่ยว ชิ้นงานถูกยึดติดชั่วคราวและเคลื่อนไปตามแรงโน้มถ่วง เนื่องจากแรงกดดันในการขัดที่ถูกส่งออกมาจากการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วน [11]

2.2 ประวัติการพัฒนากลึง

การขัดเป็นขั้นตอนหนึ่งในกระบวนการขึ้นพื้นฐานต่างๆ เช่นเดียวกับยุคหินตอนต้น ชิ้นงานและอุปกรณ์ต่างๆ ถูกขัด รูถูกเจาะเข้าไปโดยการปั่นแท่งทราย หลักการขัดสามารถพบได้ในพื้นฐานงานเขียนกระบวนการขัดเป็นผลมาจากการเสียดสี จากการหมุน ความเร็ว น้ำหนัก การใส่สารขัดที่เป็นเม็ดและของเหลว เมื่อกาลเวลาล่วงไปการขัดผิววัสดุ เป็นผลมาจากเครื่องมือ วัสดุขัด (ความแข็งและรูปร่าง) ความเร็วของเครื่องมือ (ความเร็วในการเสียดสี) ของเหลวที่เติมลงไป (เช่น น้ำ) น้ำหนักที่สามารถเลือกได้ (น้ำหนักของหินเจียร) ของเครื่องมือ หรือชิ้นงาน (แรงกดดันบนชิ้นงาน) และเครื่องขัดถูกยอมรับในฐานะสิ่งประดิษฐ์ที่สามารถใช้งานได้ในปี 1950

ตั้งแต่ปี 1990 เครื่องขัดที่ใช้เม็ดขัดแบบรวมกัน ได้ถูกเปลี่ยนเป็นแบบกระจายตัว การเปลี่ยนแปลงนี้ได้ถูกนำไปใช้ในเครื่องขัดล้อคู่ทางขนาน การใช้ล้อยอดที่มีเม็ดวัสดุขัดแบบละเอียดของเครื่องล้อคู่ ได้ถูกนำไปใช้ในต้นปี 1932 รายงานฉบับแรกของการติดตั้งเครื่องขัดล้อโลหะอย่างถาวร ตอนต้นปี 1930 ประโยชน์หลักที่ได้จากการขัดแบบบิด คือการใช้สารหล่อเย็นแทนสิ่งที่ทำให้สกปรกและผลลัพธ์ที่ได้คือคุณภาพของผิวงาน เช่นเดียวกับการขัด อย่างไรก็ตามรูปแบบผิวหน้าของชิ้นงานยังคงมีทิศทางที่ต่างกัน การทดแทนกันจึงไม่ใช่เรื่องง่าย โครงสร้างของผิวหน้าที่ได้รับการขัดเป็นเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาระสำคัญ โดยมีความสัมพันธ์กับความเร็วที่สูงขึ้น และการใช้แรงกดดันที่สูงขึ้น ต้องใช้เครื่องขัดที่มีแรงขับสูง อุณหภูมิสูง ระหว่างการขัด ต้องการความเย็นจากล๊อบด และอุณหภูมิของสารหล่อเย็นไม่ใช่เรื่องง่ายในการตัดชิ้นงานตามตำแหน่งที่ต้องการด้วยเทคโนโลยีการผลิต ดังนั้นการขัดยังคงถูกใช้อยู่ ถ้ายังไม่มีเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพในการผลิตมาแทนที่ตัวอย่าง เช่น การใช้เครื่องมือในการผลิตเซรามิค กระจก คริสตัลขนาดเล็ก [12]

2.3 แผ่นขัด

วัสดุที่ใช้ทำแผ่นขัดเป็นสิ่งสำคัญเนื่องจากเป็นไปได้ว่าชิ้นงานเป็นรอยขีดข่วนอย่างแรง และมีวัสดุขัดติดไปถ้าแผ่นขัดมีความแข็งเกินไป องค์ประกอบของแผ่นขัดมีความสำคัญเบื้องต้นที่มีผลต่อกระบวนการขัด ความแข็งของแผ่นขัด ด้านทานการติดแน่นของวัสดุขัด วัสดุขัดกัดลึกลงกว่าการลื่นไหล เนื่องจากการเคลื่อนที่ของวัสดุขัดส่วนมาก เป็นไปโดยการกะแทะเป็นเศษเล็กเศษน้อย นอกจากนี้วัสดุขัดมีแนวโน้มที่จะติดไปกับชิ้นงาน วัสดุขัดที่นิ่มเกินไปจะยอมให้วัสดุขัดฝังตัวไปในแผ่นขัด การหลุดล่อนออกมา สิ่งทีหลุดออกมาได้แก่ผิวของชิ้นงานที่ละเอียด จากแผ่นขัดที่อ่อนแต่มีความเรียบน้อย คุณภาพของชิ้นงานที่ดีเกี่ยวข้องกับความเรียบ ความแข็งที่เหมาะสมของแผ่นขัด และความละเอียดของวัสดุขัด [13, 14]

การผลิตชิ้นงานที่มีผิวราบเรียบ สิ่งสำคัญได้แก่วัสดุขัดที่ทำให้เป็นรอยอย่างไรรูปแบบระหว่างชิ้นงานและการขัด ชิ้นวัสดุขัดมีแนวโน้มเกิดขึ้นในบางพื้นที่ ก่อให้เกิดแรงกดดันเพิ่มขึ้น พร้อมทั้งอัตราการขัดในพื้นที่เหล่านั้น นอกจากนี้แนวการขัดยังถูกทำให้เป็นไปในทิศทางเดียวกันได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นการพิจารณาได้มุ่งเน้นไปที่การขัด การใช้ประโยชน์ทางเทคนิคสามประการของการขัดที่กำหนดลงไปในวิทยาการโรงงาน เพื่อก่อให้เกิดความเรียบของชิ้นงานและเครื่องมือ

การสร้างผิวงานที่เรียบอย่างสมบูรณ์แบบ ปราศจากรอยขีดข่วน ควรที่จะใช้วัสดุบนแผ่นขัดที่มีความละเอียดอ่อนมาก เมื่อผิวหน้าของแผ่นขัดถูกทำขึ้นมา สิ่งหนึ่งที่ต้องทำคือตรวจสอบจุดที่มีการสะท้อนแสงบนแผ่นขัด ถ้าเห็นจุดสะท้อนแสง การอัดวัสดุขัดยังคงต้องทำต่อไปจนกระทั่งผิวหน้าแผ่นขัดเป็นสีเทา (สิ่งนี้จะถูกกระทำโดยแผ่นขัดที่เป็นเหล็กขึ้นรูป) ถ้าแผ่นขัดถูกอัดเพียงครั้งเดียว มันถูกใช้โดยไม่ต้องเพิ่มวัสดุขัด จนกระทั่งหยุดการตัด ถ้าแผ่นขัดถูกอัดวัสดุมากเกินไป จะเกิดการหมุนของวัสดุขัดระหว่างชิ้นงานและแผ่นขัดจะนำไปสู่ความไม่แม่นยำ

แผ่นขัดชนิดต่างๆ จำนวนมากมีลักษณะใกล้เคียงกับการใช้งาน: เหล็กขึ้นรูป (สำหรับวัสดุประสงค์ทางวิศวกรรมทั่วไป), เซรามิค (สำหรับเซรามิค และวัสดุผิวแข็ง) กระจก (สำหรับใยแก้ว) อลูมินัม สเตนเลส และอื่นๆ

2.4 วัสดุขัด

มีวัสดุขัดต่างๆ มากมายที่ใช้สำหรับแผ่นขัด: อลูมินัมออกไซด์ (Aluminum oxide) สำหรับการขัดทั่วไปที่ผิวไม่หยาบมาก ซิลิคอนคาร์ไบด์ (Silicon carbide) สามารถขัดได้รวดเร็วสำหรับวัสดุที่มีผิวแข็งหรืออ่อน โบรอนคาร์ไบด์ (Boron carbide) สำหรับใช้กับเซรามิคคาร์ไบด์ (Carbide) และวัสดุที่แข็งอื่นๆ คาลไซด์อลูมินา (Calcined alumina) สำหรับใช้กับโลหะ ใยแก้ว ใยซิลิคอน และสารกึ่ง

ตัวนำอื่นๆ Diamond slurries และ แผ่นขัด (ใช้มากในวัสดุที่มีขนาดเล็กกระดับไมโครเมตรและมีความเข้มข้นสูง) [15]

วัสดุขัดสามารถแบ่งได้ 2 ประเภทใหญ่ๆ นั่นคือวัสดุขัดที่ได้จากธรรมชาติ (ผงแร่ โกลเมน ควอร์ซ เพชร และคอร์ันดัม) และ วัสดุขัดที่สังเคราะห์ขึ้น (อลูมินัมออกไซด์ คิวบิกโบรอนไนไตรด์ โบรอนคาร์ไบด์ เพชร ซิลิคอนคาร์ไบด์ และอื่นๆ) ซึ่งวัสดุขัดที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นนั้นได้ถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อยคือ

- Fused abrasives เกิดจากการนำเอาวัสดุขัดที่ได้จากการสังเคราะห์ไปหลอมในเตาไฟฟ้าที่มีอุณหภูมิสูงได้ผลิตภัณฑ์เป็นผลึกที่มีความแข็งสูง
- Unfused abrasives เกิดจากการนำเอาวัสดุขัดที่ได้จากการสังเคราะห์ไปหลอมโดยใช้อุณหภูมิต่ำและมีการใส่สารเคมีเติมแต่ง โดย Unfused abrasives นั้นเป็นของแข็งเหมือนกับ Fused abrasives

วัสดุขัดถูกใช้ไปในอุตสาหกรรมต่างๆ ดังต่อไปนี้

- วัสดุขัดที่มีผิวแข็งและคม ได้แก่ เพชร เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและสิ่งที่ประดิษฐ์ขึ้นที่มีความแข็งระดับ 10 ตามความแข็งของโมสแสดงในตารางที่ 2.1 เพชรมีค่าความแข็งมากที่สุดเหมาะสมสำหรับ ทั้งเสตนคาร์ไบด์ และวัสดุผิวแข็งอื่นๆ เมื่อแผ่นขัดถูกฝังด้วยผงเพชรอย่างหนาแน่น ซึ่งแผ่นขัดเพชรใช้ขัดได้อย่างรวดเร็วและละเอียด
- คิวบิกคาร์บอนไนไตรด์ (CBN) เป็นวัสดุสังเคราะห์ มีความแข็งเท่ากับเพชรตามมาตราโมส (ความแข็งระดับ 9.9) มันถูกใช้ในการขัดเหล็กแข็ง โลหะผสม เหล็กขึ้นรูป เครื่องมือเหล็กกล้า และวัสดุที่เป็นเซรามิก
- ซิลิคอนคาร์ไบด์ (SiC) คือ วัสดุขัดที่เป็นผลึกแข็งระดับ 9.5 ตามระดับความแข็งของโมส ซิลิคอนคาร์ไบด์เป็นสารขัดที่มีความแข็งและคมมากเหมาะกับการทำงานที่ต้องการความสะอาดสูงและรวดเร็ว ใช้กันอย่างแพร่หลายในการทำ ความสะอาด ขัดถู ขัดเงาพวก พลาสติก แก้ว ไม้ หนัง และสารเคลือบผิว รวมทั้งการขัดผิว ขัดสนิมตัวถังรถยนต์ก่อนพ่นสี ซิลิคอนคาร์ไบด์นำมาทำกระดาษทรายและกระดาษทรายน้ำได้ แต่ถ้าเป็นกระดาษทรายน้ำ วัสดุพื้นและสารยึดเกาะต้องทนน้ำได้เป็นอย่างดี
- อลูมินัมออกไซด์ (Al_2O_3) เป็น Fused abrasive โดยมีโครงสร้างผลึกที่แข็ง แตกหักได้ยาก และมีความต้านทานต่อแรงดึงสูง เหมาะกับการงานขัดที่มีผิวหยาบ
- คอร์ันดัม เป็นวัสดุขัดที่ได้จากธรรมชาติ ด้วยโครงสร้างผลึกที่อ่อนกว่าซิลิคอนคาร์ไบด์ อลูมินาหลอม (Al_2O_3) คอร์ันดัมนั้นส่วนมากจะถูกใช้ในการขัดโลหะต่างๆ ที่มีความแข็งระดับกลาง
- อลูมินาที่ไม่หลอม (Hydrate - calcined) มีลักษณะอ่อนกว่าแบบอื่นและส่วนมากจะใช้ในการขัดเงา โดยอลูมินาที่ไม่หลอมนั้นเกิดจากการปรับปรุงสมบัติด้วยความร้อนและการเผา อลูมินา วัสดุขัดอลูมินาที่ไม่หลอมนั้นเหมาะกับการขัดเงาวัสดุที่มีผิวแข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ประเภทและความแข็งตามระดับความแข็งของโมสของวัสดุขัด [16]

Abrasives	Mohs scale
Diamond	10.0
Cubic boron nitride (Borazon CBN)	9.9
Silicon carbide	9.5
Aluminum oxide	9.0
38 White aluminum oxide	9.0
Corundum	9.0
Chromium oxide	8.5
Garnet	8-9.0
Quartz	7.0
Aluminum (hydrates)	5-7.0

แผ่นขัดได้กำหนดบทบาทการขัดด้วยการหมุนและเซาะร่องด้วยวัสดุขัดที่เป็นเหลี่ยม นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มบางประการที่จะสร้างรอยขีดข่วนที่ลึกลงไปบนชิ้นงาน

เช่นเดียวกับการกระจายขนาดที่ได้จากการขัด เป็นปัจจัยหลักที่จะสร้างความสำเร็จบนพื้นผิวการขัด อัตราการขัดและความหยาบของผิว เป็นสัดส่วนโดยตรงกับขนาดของวัสดุขัด วัสดุขัดที่มีเม็ดขนาดใหญ่ มีอัตราการขัดระดับสูงกว่าวัสดุขัดที่มีเม็ดขนาดเล็ก แต่ส่วนที่เหลือจะให้ความหยาบที่ผิวต่ำกว่าอันก่อน

การให้ความสำคัญกับวัสดุขัด (จำนวนเม็ดขัดต่อแผ่น) เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญต่อจำนวนเม็ดขัดที่สัมผัสผิวงาน น้ำหนักก่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลงนี้เป็นเรื่องสำคัญในการเพิ่มจำนวนเม็ดขัด ผลกระทบของน้ำหนักต่อการลดลงของเม็ดขัด อันเนื่องจากจำนวนจุดสัมผัสที่มีมากกว่า ถ้าขนาดเม็ดวัสดุขัดลดลงต่ำกว่าขนาดไมครอน จำนวนของเม็ดวัสดุขัดที่สัมผัสชิ้นงานมีมากขึ้นเป็นลำดับ

2.5 ของเหลวที่ใช้ในการขัด

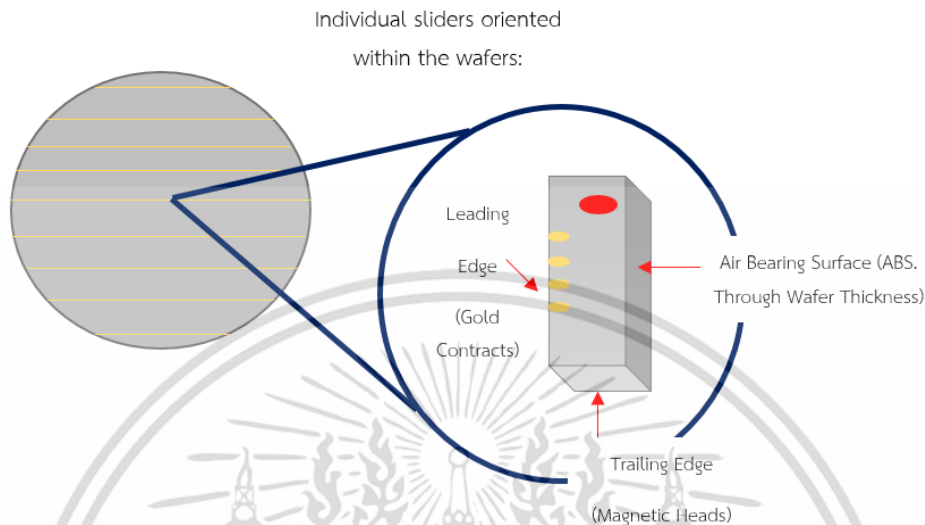
เม็ดวัสดุขัดถูกแขวนลอยอยู่ในน้ำมันหรือน้ำเพื่อวัตถุประสงค์ให้เกิดการขัดอย่างต่อเนื่องของแผ่นขัด ของเหลวที่บรรจุอยู่มีความเหนียวข้นที่ต่างกันตามกระบวนการที่ต้องการ [17]

การทำงานของสารหล่อลื่น คือ หล่อลื่นทั้งสองด้าน การหล่อลื่นเป็นการลดการเสียดทานระหว่างวัสดุขัดและชิ้นงาน ช่วยลดวัสดุขัดที่เป็นรูปแบบของแผ่นขัด และกำจัดรอยขีดข่วนจากพื้นผิวงาน สิ่งสำคัญที่สุดของสารหล่อลื่น คือ ความสามารถในการแขวนลอย และกระจายตัวอย่างเป็นรูปแบบในทุกส่วนที่สัมผัสระหว่างชิ้นงานและแผ่นขัด

ปัจจุบันการพิจารณาถึงสิ่งแวดล้อมเกี่ยวข้องไปถึงเศษวัสดุที่ได้จากการขัดที่ใช้น้ำเป็นฐาน วัสดุขัดที่แขวนลอยในของเหลว กลิ้งไปมาและถูกทำให้เล็กลงในระหว่างการกระบวนการ ประสิทธิภาพของวัสดุขัดเป็นเช่นเดียวกับเครื่องมือ การทดแทนกันของสารแขวนลอยวัสดุทำให้การขัดมีประสิทธิภาพ ถ้าของเหลวถูกส่งออกมาในตำแหน่งเดิมของการขัด ความเข้มข้นของสารแขวนลอยจะเพิ่มขึ้นในพื้นที่ที่สามารถให้ผลลัพธ์ในอัตราที่เป็นไปไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการเริ่มด้วยแผ่นเวเฟอร์ ซึ่งประกอบไปด้วยหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ประมาณ 50,000 แผ่นแสดงในรูปแบบที่ 2.2 ด้านบนเป็นแผ่นนำที่มีสีทอง ด้านนี้ใช้เป็นหน้าสัมผัสกับเซนเซอร์ด้าน ABS ทะลุผ่านด้านขวา



รูปที่ 2.2 ภาพเวเฟอร์ที่ประกอบด้วยหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ 50,000 แผ่น [16]

2.6.1 Wafer Back Grind

เพื่อให้ได้เวเฟอร์ในตอนแรกต้องบดให้ได้ความหนาที่ต้องการ การบดที่ด้านหลังเพื่อลดความหนาของแผ่นเวเฟอร์

2.6.2 Stripe Height Grinding (SHG)

หลังจากที่ได้ความหนาของเวเฟอร์จากกระบวนการบดทางด้านหลังแล้วต้องตัดให้เป็นเส้นก่อนการตัด กระบวนการบดต้องควบคุมความสูงของแต่ละเส้น ซึ่งทำได้โดยผ่านกระบวนการของล้อบดเวเฟอร์

2.6.3 Bar Divide

หลังจากที่ได้แนวริ้วจากกระบวนการบดครั้งก่อนหน้านี้อแล้วแผ่นเวเฟอร์ก็พร้อมที่จะตัดแบ่งออกเป็นแท่งที่มีขนาด 6 นิ้ว กระบวนการนี้ต้องใช้เลื่อยเพชรตัดออกเป็นแท่งที่มีความยาว 6 นิ้ว เหล่านี้จะถูกตัดแบ่งออกเป็น 2 แท่ง สำหรับกระบวนการขัดขั้นต่อไป

2.7 กระบวนการขัดอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ [16]

2.7.1 การขัดด้านหลังและด้านหน้า

ขั้นตอนต่อมาเอาแถบบาร์ยาว 2 นิ้วต้องการขัดด้านหลังและหน้าเพื่อให้ได้ความหนา

และลดแรงเครียดตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 การวัดความโค้งงอ

ขั้นต่อมาคือ การตรวจสอบความโค้งงอของแท่งบาร์ โดยการทำให้เย็นลงในสุญญากาศเป็นเวลา 4 ชั่วโมงเพื่อลดแรงเครียดในวัสดุที่มีหัวเป็นแม่เหล็ก หลังจากนั้นนำไปผูกติดกันเป็นแถว

2.7.3 การตัดแบบรีลียัฟตัด

เพื่อให้ได้ความโค้งแบบหลังเต่า และควบคุมแรงเครียดในสไลเดอร์ แถวแท่งบาร์ต้องตัดในลักษณะรีลียัฟตัด

2.7.4 การผูกแถวแท่งบาร์

การเตรียมแท่งบาร์เพื่อกระบวนการขัด บาร์จะถูกมัดเพื่อ PCB (Print Circuit Board) เพื่อปิดช่องว่างระหว่างการขัด ดังนั้นแถวแท่งบาร์ถูกผูกติดกัน เพื่อใช้กับเครื่องมือที่ใช้กาวเทอร์โมพลาสติก โพลีเอทีรีน (PU) ดังแสดงในภาพการผูกแถวแท่งบาร์เพื่อแถวเครื่องมือ

2.7.5 การขัดแบบหยาบ

กระบวนการขัดแบบหยาบ เริ่มหลังจากได้ความหนาตามกำหนดแล้ว กระบวนการนี้ใช้ความโค้ง 38 จุดโดยการใช้นิ้วกดเพื่อให้ได้ความโค้งที่ถูกต้อง กระแสไฟฟ้าที่เป็นผลกระทบจากแท่งบาร์พบโดย PCB และถูกใช้เพื่อควบคุมการปิดช่องว่างในกระบวนการขัด

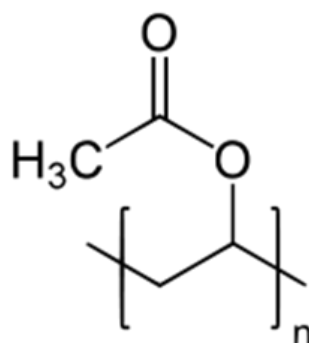
2.7.6 กระบวนการขัดขั้นสุดท้าย

ในกระบวนการขัดขั้นสุดท้าย สไลเดอร์แต่ละตัวที่วางบนแท่งบาร์ถูกขัดเพื่อให้ได้แถบรีวี่ที่ต้องการ โดยใช้วิธีควบคุมการปิดช่องว่างระหว่างการขัด แรงต้าน ELG พบว่าเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง (ผ่าน PCB) ผ่านจุดควบคุม 38 จุดเพื่อแก้ไขแรงต้านที่ผันแปรบนแท่งบาร์ เป็นกระบวนการที่เรียกว่าการขัดแบบสัมผัสในระดับปิดช่องว่าง

หลังกระบวนการขัดขั้นสุดท้าย คุณภาพของผิวหน้า ณ จุดของหัวอ่าน - เขียนเป็นสิ่งสำคัญที่สุด การวิเคราะห์แบบ SEM และ AFM (Atomic force microscopy) ได้ถูกกระทำขึ้นเพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ในกระบวนการขัดขั้นสุดท้าย

2.8 โพลีไวนิลอะซิเตต (Poly vinyl acetate, PVAc)

โพลีไวนิลอะซิเตต (Poly vinyl acetate, PVAc) เป็นโพลีเมอร์ประเภทเทอร์โมพลาสติก ที่ได้จากปฏิกิริยาการโพลีเมอร์ไรเซชัน (Polymerization) ของมอนอเมอร์ไวนิลอะซิเตต ($C_4H_6O_2$) จะอยู่ในลักษณะของยางอลิฟาติก โดยโพลีไวนิลอะซิเตตสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านของการทำฟิล์ม กาวยาง และ สีน้ำ [18] โครงสร้างทางเคมีของโพลีไวนิลอะซิเตตแสดงในรูปที่ 2.3



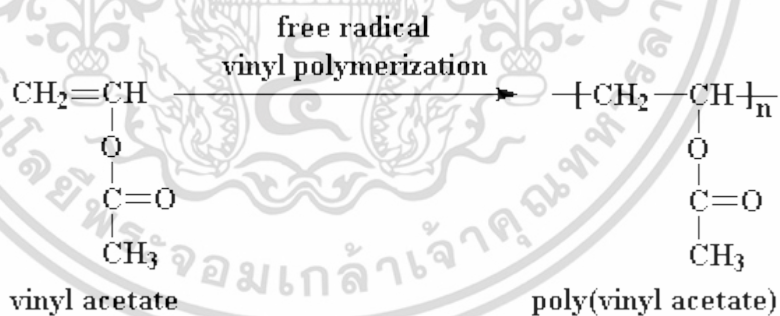
รูปที่ 2.3 โครงสร้างทางเคมีของโพลีไวนิลอะซิเตต

2.8.1 การค้นพบโพลีไวนิลอะซิเตต

โพลีไวนิลอะซิเตตถูกค้นพบครั้งแรกโดย Fritz Klatte ที่ประเทศเยอรมันในปี ค.ศ. 1912 โดยมอนอเมอร์ไวนิลอะซิเตตถูกพบในโรงงานโดยการเติมกรดอะซิติกลงในอะเซทิลีนที่ผสมกับเกลือของปรอท แต่ในปัจจุบันนั้นสามารถทำได้โดยการเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของแพลเลเดียมและมีการเติมกรดอะซิติกและเอทิลีน [20]

2.8.2 การเตรียมโพลีไวนิลอะซิเตต

โพลีไวนิลอะซิเตตสามารถเตรียมได้จากการทำปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันของไวนิลอะซิเตต โพลิเมอร์ [21] แสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 การเกิดโพลิเมอร์ไรเซชันของมอนอเมอร์ไวนิลอะซิเตตเป็นโพลีไวนิลอะซิเตต

2.8.3 สมบัติทางเคมีของโพลีไวนิลอะซิเตต

สมบัติทางเคมีของโพลีไวนิลอะซิเตตแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 สมบัติของโพลีไวนิลอะซิเตต [21]

Chemical formula	$(C_4H_6O_2)_n$
Glass transition temperature	30°C
Boiling point	112 °C (234 °F; 385K)
Molecular weight of repeat unit	86.09 g/mol

2.8.4 สมบัติทางกายภาพของโพลีไวนิลอะซิเตต

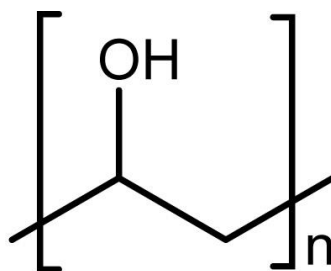
โพลีไวนิลอะซิเตต มีคุณสมบัติที่สำคัญคือ ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และไม่เปื้อนพิษ ทนต่อปฏิกิริยาออกซิเดชัน และเฉื่อยต่อรังสี UV ทนทานต่อจารบี ไขมัน และน้ำมันได้เป็นอย่างดี [22]

2.8.5 การนำไปใช้ประโยชน์

ใช้ทำกาว latex สีน้ำพลาสติก ทำฟิล์มเคลือบผิวรูปถ่ายและเคลือบพื้น นอกจากนี้โพลีไวนิลอะซิเตตยังสามารถนำไปเตรียมเป็นโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ (Polyvinyl alcohol) และโพลีไวนิลอะซิทาล (Polyvinyl acetal) ได้อีกด้วย [23]

2.9 โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ (Poly vinyl alcohol, PVA)

โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ (Poly vinyl alcohol, PVA) เป็นโพลีเมอร์ที่ได้จากการสังเคราะห์ โดยสามารถละลายน้ำได้ โดยโพลีไวนิลแอลกอฮอล์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านของการทำตัวเคลือบกระดาษ บรรจุภัณฑ์ และฟิล์ม [24] โครงสร้างทางเคมีของโพลีไวนิลแอลกอฮอล์แสดงในรูปที่ 2.5



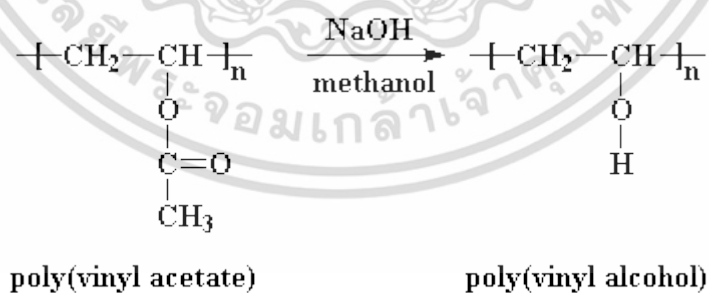
รูปที่ 2.5 โครงสร้างทางเคมีของโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ [25]

2.9.1 การค้นพบโพลีไวนิลแอลกอฮอล์

โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ถูกค้นพบครั้งแรกโดย Hermann และ Haehnel ในปีค.ศ. 1924 เกิดจากการนำโพลีไวนิลอะซิเตตมาทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์จากนั้นจึงได้เติมตัวเร่งปฏิกิริยาอัลคาไลน์ เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ หลังจากทำปฏิกิริยากันแล้ว พบว่าหมู่อะซิเตตหลุดออกจากสายโซ่หลักของโครงสร้างโมเลกุล [26]

2.9.2 การเตรียมโพลีไวนิลแอลกอฮอล์

นำโพลีไวนิลอะซิเตตผ่านปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสโดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในเมทานอล (เข้มข้น 1 % ปริมาณ 50 มิลลิลิตร) ทำปฏิกิริยากับโพลีไวนิลอะซิเตต (15 กรัม) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เพื่อเปลี่ยนหมู่ฟังก์ชันจากหมู่อะซิเตตไปเป็นหมู่ไฮดรอกซิลส่งผลให้สภาพความมีขี้ของโพลีเมอร์เพิ่มขึ้นและละลายน้ำได้ดีขึ้น [27]



รูปที่ 2.6 กระบวนการสังเคราะห์โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ [27]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.3 สมบัติทางเคมีของโพลีไวนิลแอลกอฮอล์

สมบัติทางเคมีของโพลีไวนิลแอลกอฮอล์แสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 สมบัติของโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ [27]

Chemical formula	$(C_2H_4O)_n$
Glass transition temperature	85°C
Boiling point	228 °C (442 °F; 501 K)
Molecular weight of repeat unit	44.00 g/mol

2.9.4 สมบัติทางกายภาพของโพลีไวนิลแอลกอฮอล์

โพลีไวนิลแอลกอฮอล์มีคุณสมบัติที่สำคัญคือ ละลายน้ำได้ ทนต่อสารเคมี ไม่เป็นพิษ มีความยืดหยุ่นที่ดี ย่อยสลายทางชีวภาพได้ง่าย ทนต่อการแตกหักได้ดี ทนต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดี [28]

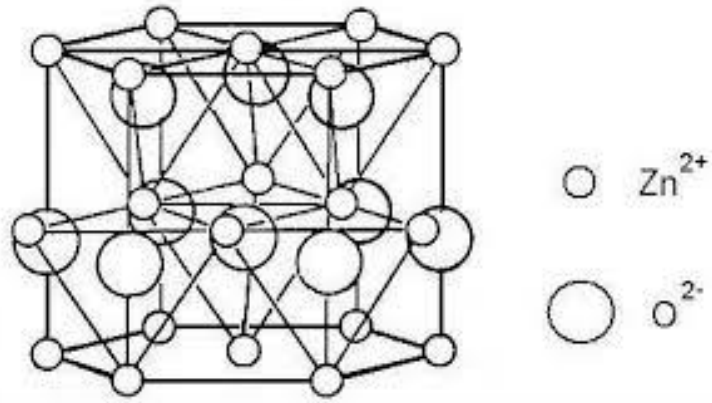
2.9.5 การนำไปใช้ประโยชน์

ใช้ทำฟิล์มกันน้ำ เครื่องมือที่ต้องการความยืดหยุ่น น้ำยาหยอดตาสำหรับคอนแทคเลนส์ และบรรจุภัณฑ์ต่างๆ [30]

2.10 ซิงค์ออกไซด์

2.10.1 ผลึกของซิงค์ออกไซด์

ผลึกของซิงค์ออกไซด์ มีโครงสร้างแบบ wurtzite (B4) โครงสร้าง wurtzite เป็นหกเหลี่ยม Hexagonal Close Packed (HCP) เป็นโครงสร้างสมมาตรที่ไม่มีอะตอมกลางและลักษณะผิวมีขั้ว ซึ่งประกอบด้วยอะตอม (Zn หรือ O) โดยอะตอมออกซิเจนเรียงตัวยึดกันแน่นที่สุดแบบ Hexagonal Close Packed เกิดช่องว่างเตตระฮีดรอล (Tetrahedral hole) โดยอะตอมโลหะแทรกอยู่ในช่องว่างเพียงครึ่งหนึ่งของจำนวนช่องที่มีอยู่ทั้งหมด ซึ่งในโครงสร้าง wurtzite ของซิงค์ออกไซด์ ประกอบไปด้วย ไอออนบวก Zn^{2+} กับไอออนลบ O^{2-} และไอออนหนึ่งจะถูกล้อมรอบด้วยไอออนตรงข้ามเป็นแบบเตตระฮีดรอล (Tetrahedra) มีการจัดเรียงลำดับชั้นโคออร์ดิเนชัน sp^3 พันธะโควาเลนต์ [31] แสดงในรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 โครงสร้างของซิงค์ออกไซด์ [32]

ซึ่งจะแสดงรายละเอียดคุณสมบัติของซิงค์ออกไซด์ ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 สมบัติของซิงค์ออกไซด์ [32]

สมบัติของซิงค์ออกไซด์	
ลักษณะและสี	ผงสีขาว หรือขาวเหลือง
น้ำหนักโมเลกุล	81.389 g/mole
ความหนาแน่น	5.606 g/cm ³
โครงสร้างผลึก	Wurtzite
จุดหลอมเหลว (°C)	1975
จุดเดือด (°C)	2248
สภาพนำความร้อน (Wcm ⁻¹ °C) ⁻¹	0.6, 1-1.2
ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก	8.656
ดัชนีหักเห	2.008

2.10.2 อนุภาคนาโนของซิงค์ออกไซด์

เนื่องจากการประยุกต์ใช้วิธีการสังเคราะห์ต่างๆ มีค่อนข้างกว้าง จึงทำให้มีการพัฒนาความหลากหลายของโครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซด์ทั้งอนุภาคนาโน เส้นลวดนาโน ท่อนาโน แท่ง นาโนสาย เข็ม ชีตนาโน และอื่น ๆ ที่มีรูปร่างลักษณะซับซ้อน ซึ่งในปัจจุบันส่วนใหญ่ก็จะมุ่งเน้นไปที่อนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.3 การนำไปใช้งานของซิงค์ออกไซด์ [33]

- **ด้านชีวภาพสิ่งแวดล้อม** ซิงค์ออกไซด์มีความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม การสังเคราะห์อนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์จึงมีความเป็นพิษที่ต่ำ ทำให้ได้รับความนิยมในการใช้อนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์สำหรับทางชีวภาพต่างๆ ในการใช้งานด้านชีวภาพ เนื่องจากซิงค์ออกไซด์มีการละลายได้ดีในน้ำ สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ
- **ด้านเครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์กันแดด** การประยุกต์ใช้งานอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ยังมีคุณสมบัติป้องกันยูวีอย่างมาก โดยทั่วไปแสงแดดประกอบด้วยสามประเภทของรังสียูวี ได้แก่ รังสี UV-A (320-400 นาโนเมตร) UV-B (290-320 นาโนเมตร) และ UV-C (250-290 นาโนเมตร) อย่างไรก็ตามรังสี UV-A ก็ยังมีอันตรายมากกว่ารังสี UV-B ซึ่งสามารถที่จะลึกลงไปถึงผิวชั้นหนังแท้ ถ้าโดนรังสียูวีมากก็อาจทำให้เกิดโรคมะเร็งผิวหนังได้ โดยทั่วไปในการปกป้องรังสียูวีมีการเพิ่มสูตรในเครื่องสำอางสำหรับการป้องกันผิวจากรังสี UV-A ซิงค์ออกไซด์มีความปลอดภัยและอ่อนโยนต่อร่างกาย โดยได้รับการยืนยันจาก Food and Drug Administration (FDA) ว่าเป็นสารกันแดดที่เป็นส่วนผสมในประเภทผลิตภัณฑ์ดูแลผิว ซึ่งสามารถป้องกันได้ทั้ง UV-A และ UV-B
- **ด้านอุตสาหกรรมสิ่งทอ** อุตสาหกรรมสิ่งทอมีศักยภาพสำหรับการค้าผลิตภัณฑ์นาโนเทคโนโลยี โดยเฉพาะอย่างยิ่งสิ่งทอสามารถที่จะทำความสะอาดตัวเองได้นอกจากนี้ยังกันน้ำ ซึ่งเป็นประโยชน์มากสำหรับการป้องกันไม่ให้เกิดคราบบนเสื้อผ้าที่ไม่พึงปรารถนา
- **ด้านการต้านเชื้อจุลชีพ** อนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์มีประสิทธิภาพในการต้านเชื้อแบคทีเรีย อาทิเช่น แบคทีเรียแกรมลบ [Escherichiacoli (E. coli)] และแบคทีเรียแกรมบวก [Staphylococcus aureus (S. aureus)] อนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ E. coli และเชื้อ S. aureus ได้อย่างสมบูรณ์ ในการสังเกตรายละเอียดเพิ่มเติมโดยการวิเคราะห์ศักยภาพในการใช้สองสีอาศัยอยู่ชุด Backlight ที่ตายแล้วแสดงให้เห็นว่าคุณสมบัติยับยั้งการเจริญเติบโตของอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์สอดคล้องกับการสูญเสียของการมีชีวิตเซลล์ แต่อนุภาคที่เหมือนกันมี

ในงานวิจัยนี้สนใจกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ขั้นสุดท้าย โดยขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ที่ผลิตจาก Silicon wafer โดยมีองค์ประกอบทางเคมีคือ ซิลิกอน อลูมิเนียมไททาเนียมคาร์ไบด์ (AlTiC) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ เหล็กผสมนิกเกิล (NiFe) เป็นวัสดุป้องกันหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ ใช้บิสมัสตึบุก (SnBi) เป็นแผ่นขัด วัสดุที่ใช้ขัดคือ เพชร (Diamond) สารหล่อลื่นที่ใช้ในกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์มีองค์ประกอบหลักคือ เอทิลีน ไกลคอล (Ethylene Glycol, EG) และทำการเปรียบเทียบ การสึกหรอ ความคงทนต่อสารหล่อลื่น และความสามารถในการดักจับอนุภาคที่หลุดออกมาจากกระบวนการขัดของวายุเปอร์ที่ผลิตจากซามัวร์ และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การทดลอง

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

- 3.1.1 ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask)
- 3.1.2 ปีกเกอร์ (Beaker)
- 3.1.3 กระจกนาฬิกา (Watch glass)
- 3.1.4 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
- 3.1.5 ไมโครปิเปต (Micropipette)
- 3.1.6 ไมโครปิเปตทิป (Micropipette tip)
- 3.1.7 ขวดเก็บตัวอย่าง (Sampling bottle)
- 3.1.8 หลอดฉีดยา (Syringe)
- 3.1.8 ที่ใส่ที่กรองของหลอดฉีดยา (Syringe filter holder)
- 3.1.9 เยื่อเลือกผ่าน (Membrane filter) รูขนาด 0.45 ไมโครเมตร
- 3.1.10 แท่งแก้วคนสาร (Stirring rod)
- 3.1.11 เครื่องชั่งสาร (Balance)
- 3.1.12 เครื่องกวนสารเคมี (Stirring machine)
- 3.1.13 แท่งแม่เหล็กกวนสาร (Magnetic bar)
- 3.1.14 เครื่องปั๊มสาร (Chemical pump)
- 3.1.15 เครื่องขัด (Lapping Machine)
- 3.1.16 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM)
- 3.1.17 เครื่องมือวัดการดูดกลืนแสงของอะตอม (Atomic Absorption Spectrophotometer, AAS)
- 3.1.18 เครื่องวิเคราะห์ธาตุ (Energy Dispersive X-ray Spectrometer, EDX)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 สารเคมี

- 3.2.1 กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric Acid) ความเข้มข้น 36.5 – 38.0 % (w/w) ของ J.T. Baker (บริษัท Avantor Performance Material, Inc.)
- 3.2.2 น้ำปราศจากไอออน (Deionized Water) ของบริษัท RCI Labscan Limited
- 3.2.3 สารหล่อลื่น (Lubricant)
- 3.2.4 ซิงค์ออกไซด์ (Zinc oxide)

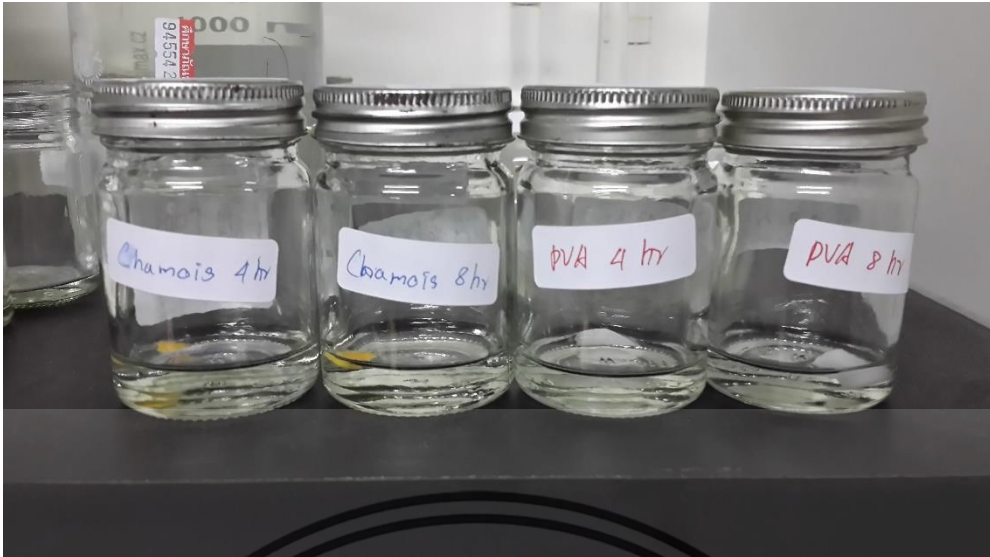
3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 การทดสอบการสึกหรอของวายเปอร์

ในการทดสอบการสึกหรอของวายเปอร์ที่ผลิตมาจากซามัวร์และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ โดยนำวายเปอร์ติดตั้งบนเครื่องขัด (Lapping machine) ซึ่งอยู่ในขั้นตอนของกระบวนการเปิดผิวหน้า จากนั้นจึงเริ่มกระบวนการขัดโดยแบ่งออกเป็นเวลา 4 และ 8 ชั่วโมงตามลำดับ ด้วยอัตราการหมุนของแผ่นขัดที่ 4 รอบต่อนาที อัตราการหยุดสารหล่อลื่น 2.8 มิลลิลิตรต่อนาที จากนั้นจึงจะนำวายเปอร์ทั้ง 2 ชนิดที่ใช้งานแล้วที่เวลา 4 ชั่วโมง และ 8 ชั่วโมง ไปวิเคราะห์ลักษณะการสึกหรอที่เกิดขึ้น โดยการทดสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM)

3.3.2 การทดสอบความคงทนของวายเปอร์ต่อสารหล่อลื่นที่ใช้ในกระบวนการขัด

ในการทดสอบความคงทนของวายเปอร์ต่อสารหล่อลื่นที่ใช้ในกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียน ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ โดยตัดวายเปอร์ที่ผลิตมาจากซามัวร์และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ให้มีขนาด 1x1 ตารางเซนติเมตร ไปแช่ในสารหล่อลื่นที่ใช้ในกระบวนการขัดเป็นเวลา 4 และ 8 ชั่วโมงตามลำดับ แสดงในรูปที่ 3.1 จากนั้นจึงจะนำวายเปอร์ทั้ง 2 ชนิดที่แช่ในสารหล่อลื่นแล้วที่ 4 และ 8 ชั่วโมง ไปวิเคราะห์ลักษณะพื้นผิวที่เปลี่ยนแปลงไปด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM)



รูปที่ 3.1 การแพร่ของเปอร์ที่ผลิตจากชามัวร์และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ ในสารหล่อลื่นที่เวลา 4 ชั่วโมง และ 8 ชั่วโมง

3.3.3 การทดสอบความสามารถในการดักจับอนุภาคของวายเป็นที่หลุดออกมาจากกระบวนการขัด

ในการทดสอบความสามารถในการดักจับของวายเป็นที่ผลิตมาจากชามัวร์และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์โดยติดตั้งวายเป็นที่บนเครื่องขัดซึ่งอยู่ในขั้นตอนของกระบวนการเปิดผิวหน้าตามลำดับ หลังจากนั้นเริ่มกระบวนการขัดเปิดผิวหน้าโดยใช้ซิงค์ออกไซด์เป็นตัวแทนอนุภาคที่หลุดมาจากชิ้นงานของหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์และแผ่นขัด โดยซิงค์ออกไซด์ปริมาณ 0.3 กรัม ใส่ลงในสารหล่อลื่น 2 ลิตร ในระหว่างกระบวนการขัดต้องกวนสารหล่อลื่นที่มีอนุภาคซิงค์ออกไซด์อยู่บนเครื่องกวนสารตลอดเวลาเพื่อให้อนุภาคซิงค์ออกไซด์กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอในสารหล่อลื่น จากนั้นสารหล่อลื่นที่มีอนุภาคซิงค์ออกไซด์หลังจากที่ผ่านการกวนแล้วจะถูกปั๊มส่งไปหยดลงบนแผ่นขัดด้วยอัตราการหมุนที่ 4 รอบต่อนาที และมีอัตราการหยดสารหล่อลื่นที่มีอนุภาคที่ 2.8 มิลลิลิตรต่อนาที สารหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วจะถูกส่งลงมายังขวดเก็บตัวอย่างนำสารหล่อลื่นดังกล่าวไปวิเคราะห์ปริมาณของอนุภาคซิงค์ออกไซด์ที่เกาะบนวายเป็นที่ 2 ชนิดด้วยเครื่องมือวัดการดูดกลืนแสงของอะตอม (Atomic Absorption Spectrophotometer, AAS)

3.4 วิธีการวิเคราะห์สัณฐานวิทยาของวายเป็นเปอร์และสารหล่อลื่น

3.4.1 วิธีการวิเคราะห์การสีกหรือของวายเป็นเปอร์และองค์ประกอบของวายเป็นเปอร์

วิเคราะห์สัณฐานวิทยาของวายเป็นเปอร์ผลิตจากซามัวร์และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ที่ใช้งานกระบวนการขัดแล้วเป็นเวลา 4 และ 8 ชั่วโมง ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) วิเคราะห์องค์ประกอบของวายเป็นเปอร์ที่ผลิตจากซามัวร์และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ที่ใช้งานกระบวนการขัดแล้วเป็นเวลา 4 และ 8 ชั่วโมง ด้วยเครื่องวิเคราะห์ธาตุ (Energy Dispersive X-ray Spectrometer, EDX) โดยเริ่มที่ตัดตัวอย่างวายเป็นเปอร์ทั้งสอง 2 ชนิดที่ใช้งานแล้วเป็นเวลา 4 และ 8 ชั่วโมง ให้มีขนาด 1x1 ตารางเซนติเมตร แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ก่อนการวิเคราะห์ตัวอย่างวายเป็นเปอร์จะต้องนำตัวอย่างวายเป็นเปอร์ไปเคลือบทองเพื่อให้เกิดการนำไฟฟ้า

3.4.2 วิธีการวิเคราะห์ความคงทนของวายเป็นเปอร์ต่อสารหล่อลื่นที่ใช้ในกระบวนการขัด

วิเคราะห์สัณฐานวิทยาของวายเป็นเปอร์ที่ผลิตจากซามัวร์และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ที่ใช้งานกระบวนการขัดแล้วเป็นเวลา 4 และ 8 ชั่วโมง ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) โดยนำวายเป็นเปอร์ทั้ง 2 ชนิดที่แช่ในสารหล่อลื่นเป็นเวลา 4 และ 8 ชั่วโมง ไปอบที่อุณหภูมิที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ก่อนการวิเคราะห์ตัวอย่างวายเป็นเปอร์จะต้องนำตัวอย่างวายเป็นเปอร์ไปเคลือบทองเพื่อให้เกิดการนำไฟฟ้า

3.4.3 วิธีการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคและองค์ประกอบของอนุภาคในสารหล่อลื่นที่ใช้ งานแล้ว

นำสารหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว 4 และ 8 ชั่วโมง อย่างละ 5 มิลลิลิตร ฉีดผ่านเยื่อเลือกผ่าน (Membrane filter) ขนาดรู 0.45 ไมโครเมตร จากนั้นนำเยื่อเลือกผ่านที่มีอนุภาคติดอยู่บนเยื่อเลือกผ่าน นำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จึงนำมาวิเคราะห์ขนาดอนุภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) และวิเคราะห์องค์ประกอบของอนุภาคด้วยเครื่องวิเคราะห์ธาตุ (Energy Dispersive X-ray Spectrometer, EDX) โดยก่อนการวิเคราะห์ตัวอย่างต้องนำตัวอย่างเยื่อเลือกผ่านที่มีอนุภาคติดอยู่บนเยื่อเลือกผ่านไปเคลือบทองเพื่อให้เกิดการนำไฟฟ้า

3.4.4 วิธีการวิเคราะห์ความสามารถในการดักจับอนุภาคที่เกิดจากกระบวนการขัด

หัวอ่าน - เซียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ของวายนเปอร์

วิเคราะห์ความสามารถในการดักจับอนุภาคที่เกิดจากกระบวนการขัดหัวอ่าน - เซียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ของวายนเปอร์ทั้ง 2 ชนิดที่เวลา 4 และ 8 ชั่วโมง โดยนำวายนเปอร์ที่ผลิตจากซามัวร์และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์มาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วละลายด้วยกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 36.5 – 38.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เมื่อกวายนเปอร์ละลายหมดแล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือวัดการดูดกลืนแสงของอะตอม (Atomic Absorption Spectrophotometer, AAS)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

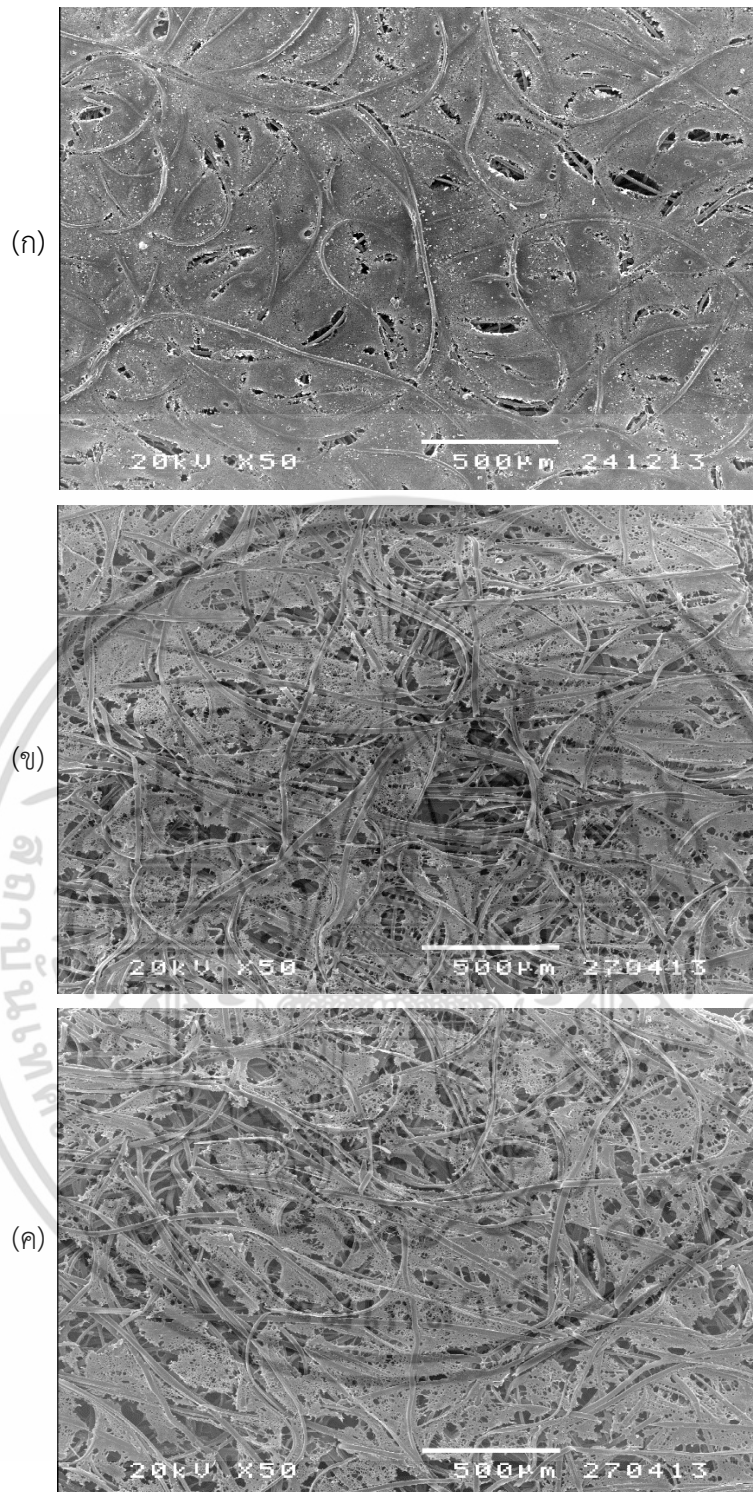
บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การวิเคราะห์การสึกหรอของวายุเปอร์

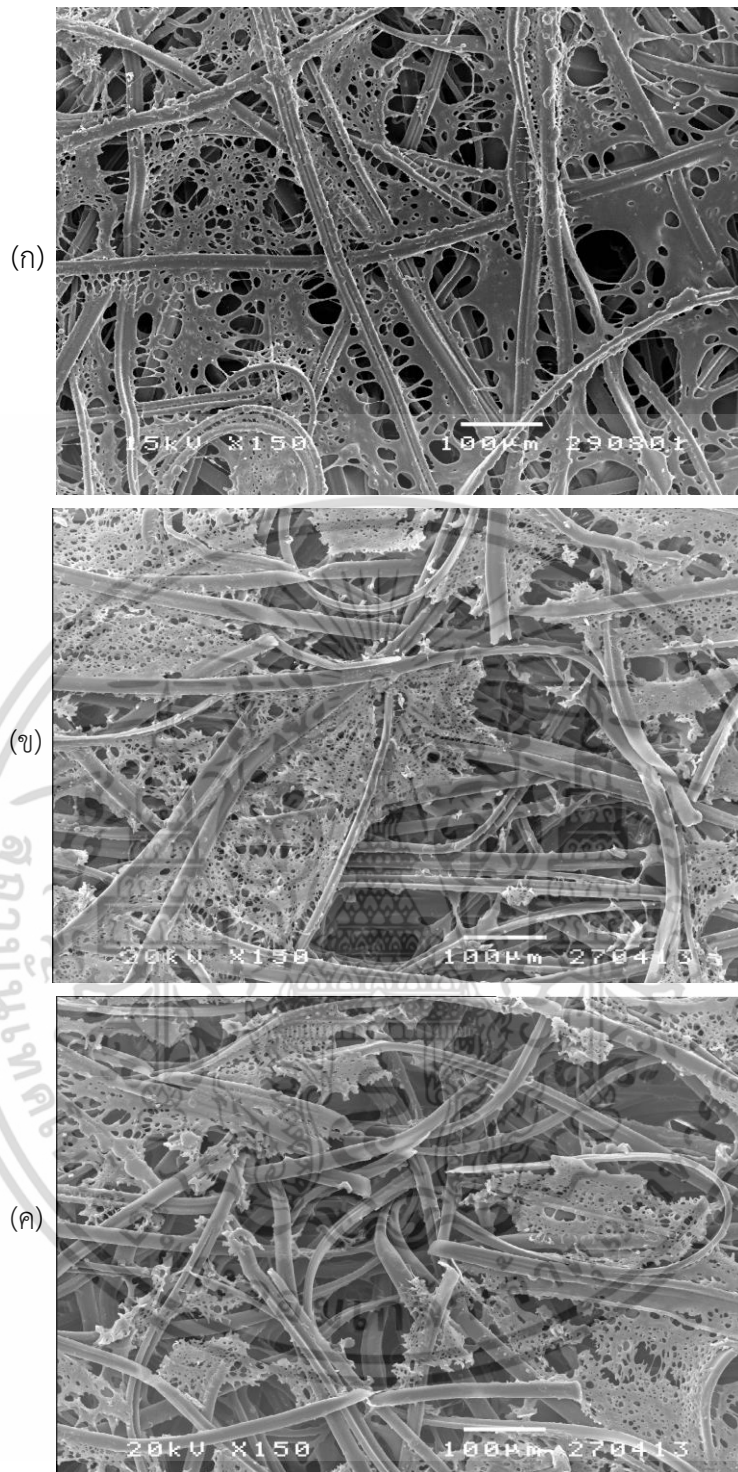
จากการศึกษาการสึกหรอของวายุเปอร์ที่ผลิตจากซามัวร์และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์หลังจากผ่านกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์เป็นเวลา 4 และ 8 ชั่วโมง ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) ที่กำลังขยาย 50 และ 150 เท่า พบว่าที่กำลังขยาย 50 เท่า วายุเปอร์ที่ผลิตจากซามัวร์หลังจากผ่านการขัดเป็นเวลา 4 และ 8 ชั่วโมง นั้นมีการสึกหรอเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนผ่านการใช้งานดังรูปที่ 4.1 และที่กำลังขยาย 150 เท่า จะสังเกตเห็นการสึกหรอของเส้นใยวายุเปอร์ที่มีการสึกหรอเพิ่มขึ้นเล็กน้อย หลังจากผ่านการขัดแล้วที่ 8 ชั่วโมงนั้นการสึกหรอที่เกิดขึ้นนั้นเพิ่มขึ้นจาก 4 ชั่วโมงเล็กน้อย ดังรูปที่ 4.2 กรณีของวายุเปอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์นั้นปรากฏผลเช่นเดียวกัน คือหลังจากผ่านการใช้งานแล้วพบว่าที่ 8 ชั่วโมงนั้นจะมีการสึกหรอมากกว่า 4 ชั่วโมงและก่อนผ่านการใช้งาน ดังรูปที่ 4.3 และ รูปที่ 4.4

อีกทั้งยังพบว่าหากเปรียบเทียบการสึกหรอที่เกิดขึ้นระหว่างวายุเปอร์ทั้ง 2 ชนิดนั้น สังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนว่าวายุเปอร์ที่ผลิตจากซามัวร์นั้นมีการสึกหรอน้อยกว่าวายุเปอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์หลังจากผ่านการใช้งานที่ 4 และ 8 ชั่วโมง



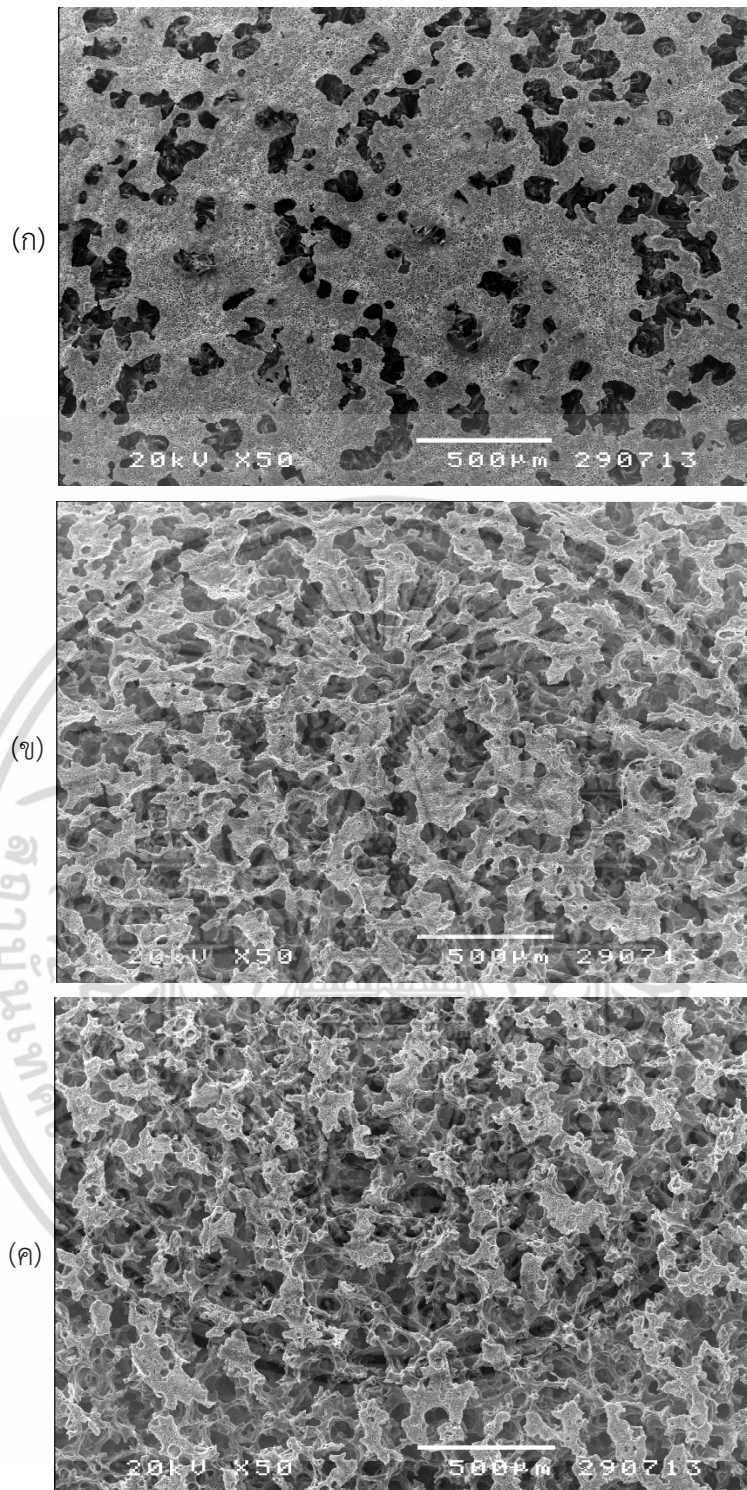
รูปที่ 4.1 สัณฐานวิทยาของวายเป็นอร์ที่ผลิตจากชามัวร์ที่ใช้ในกระบวนการขัดหัวอ่าน - เซียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่กำลังขยาย 50 เท่า (ก) วายเป็นอร์ที่ยังไม่ได้ใช้งาน (ข) วายเป็นอร์ที่ใช้งานแล้วเป็นเวลา 4 ชั่วโมง และ (ค) วายเป็นอร์ที่ใช้งานแล้วเป็นเวลา 8 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



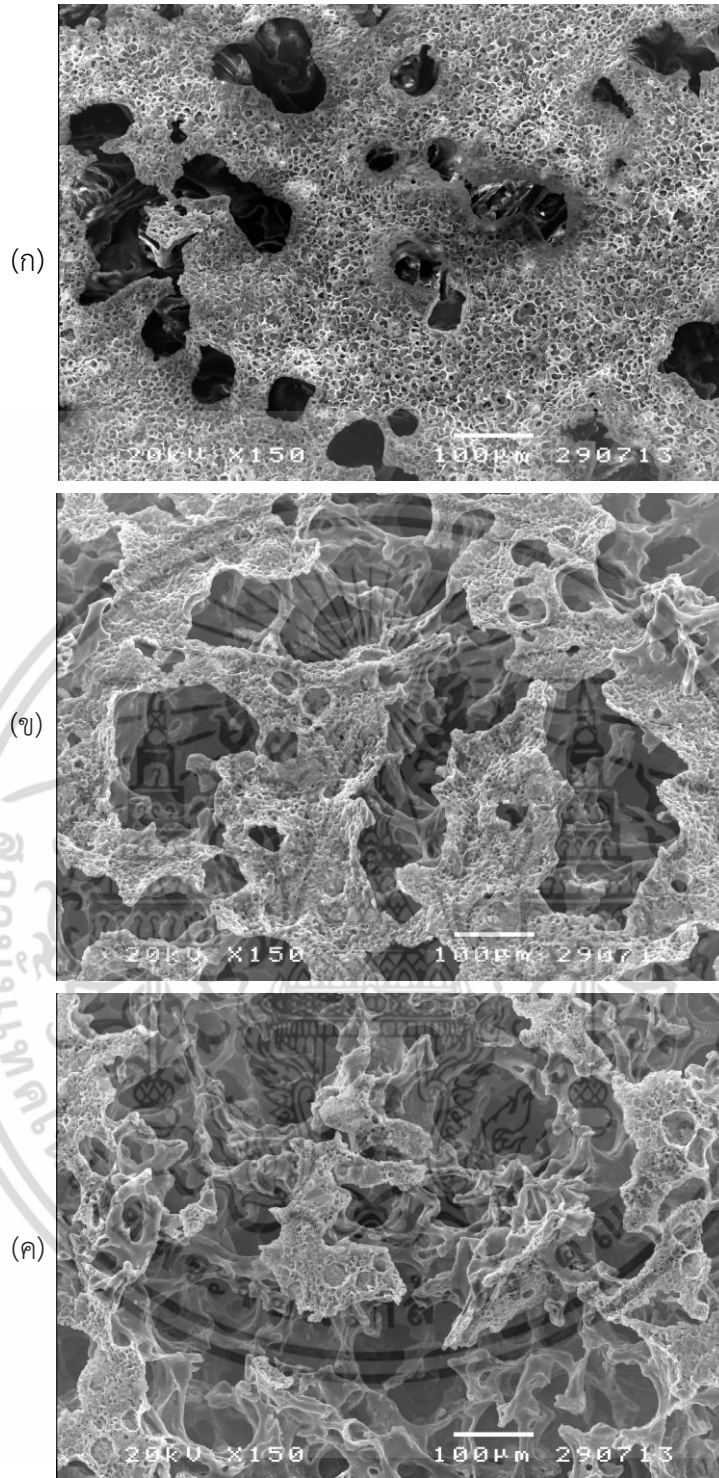
รูปที่ 4.2 สัณฐานวิทยาของวายเป็นอร์ที่ผลิตจากชามัวร์ที่ใช้ในกระบวนการขัดหัวอ่าน - เซียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่กำลังขยาย 150 เท่า (ก) วายเป็นอร์ที่ยังไม่ได้ใช้งาน (ข) วายเป็นอร์ที่ใช้งานแล้วเป็นเวลา 4 ชั่วโมง และ (ค) วายเป็นอร์ที่ใช้งานแล้วเป็นเวลา 8 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 สัณฐานวิทยาของวายเป็นที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ ที่ใช้ในกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่กำลังขยาย 50 เท่า (ก) วายเป็นที่ยังไม่ได้ใช้งาน (ข) วายเปอร์ที่ใช้งานแล้วเป็นเวลา 4 ชั่วโมง และ (ค) วายเปอร์ที่ใช้งานแล้วเป็นเวลา 8 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 สัณฐานวิทยาของวายเป็นที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ ที่ใช้ในกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่กำลังขยาย 150 เท่า (ก) วายเปอร์ที่ยังไม่ได้ใช้งาน (ข) วายเปอร์ที่ใช้งานแล้วเป็นเวลา 4 ชั่วโมง และ (ค) วายเปอร์ที่ใช้งานแล้วเป็นเวลา 8 ชั่วโมง

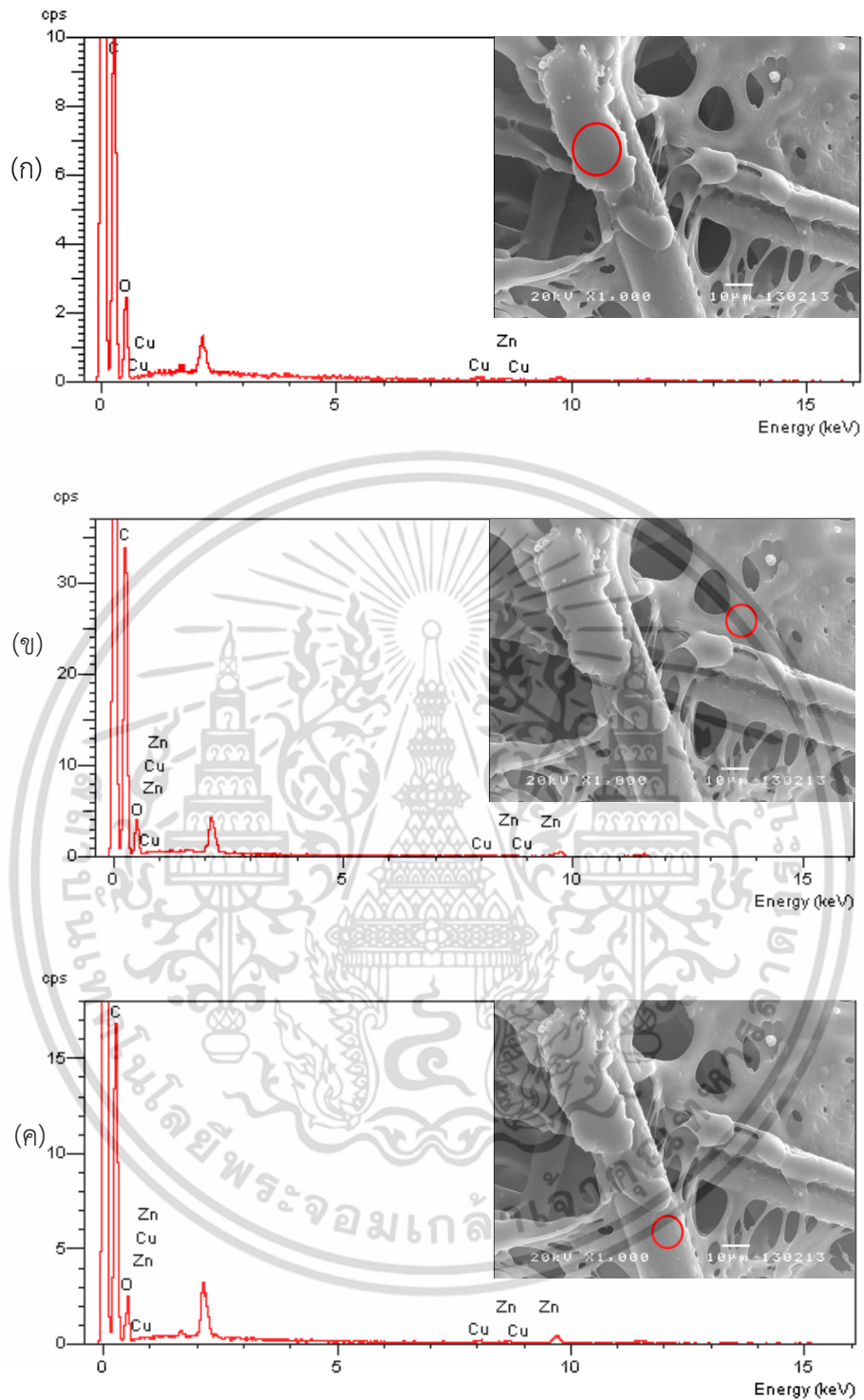
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบของวายเป็นอร์ที่ผลิตจากซามัวร์และโพลีไวนิล-แอลกอฮอล์ ที่ใช้ในกระบวนการขัดหัวอ่าน-เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวายเป็นอร์ที่ผลิตจากซามัวร์ที่ยังไม่ผ่านการใช้งานด้วยเครื่องวิเคราะห์ธาตุ (Energy Dispersive X-ray Spectrometer, EDX) ที่บริเวณ 3 ตำแหน่ง พบว่าวายเป็นอร์ที่ผลิตจากซามัวร์ประกอบด้วย คาร์บอน (C) ออกซิเจน (O) และซิงค์ (Zn) เป็นองค์ประกอบหลักทั้ง 3 ตำแหน่ง และทองแดง (Cu) ที่พบนั้นมาจากแท่นวางตัวอย่างทดสอบ (Stuff holder) แสดงในรูปที่ 4.5



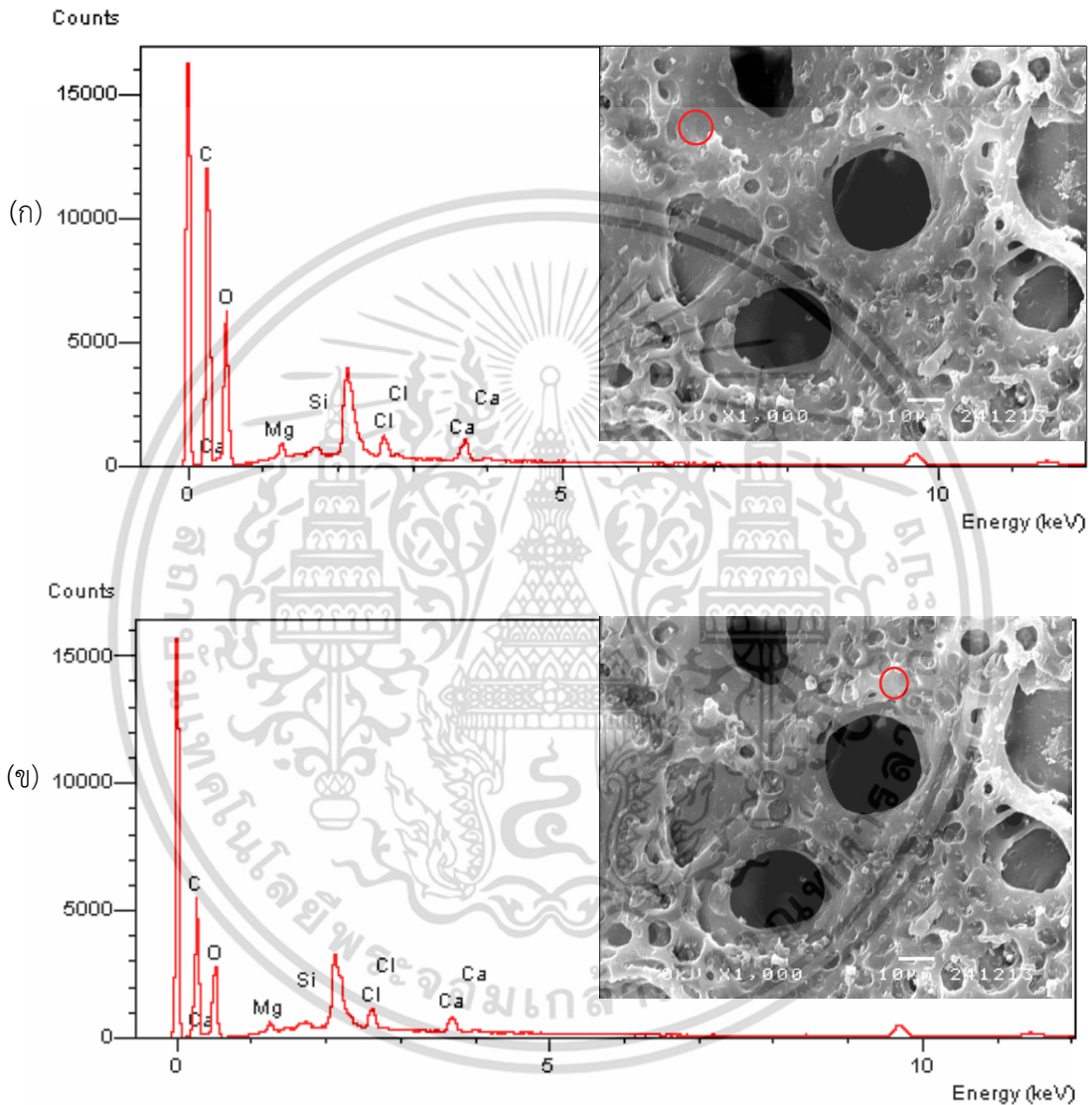
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวายเป็นอร์ที่ผลิตจากชามัวร์ที่ยังไม่ได้ใช้งานด้วยเครื่องวิเคราะห์ธาตุ (Energy Dispersive X-ray Spectrometer, EDX) (ก) ตำแหน่งที่ 1 (ข) ตำแหน่งที่ 2 และ (ค) ตำแหน่งที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวายเปอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ที่ยังไม่ได้ผ่านการใช้งาน 2 ตำแหน่ง ด้วยเครื่องวิเคราะห์ธาตุ (Energy Dispersive X-ray Spectrometer, EDX) พบว่าวายเปอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์มีองค์ประกอบดังนี้ คือ คาร์บอน (C) ออกซิเจน (O) แมกนีเซียม (Mg) คลอรีน (Cl) ซิลิกอน (Si) และแคลเซียม (Ca) แสดงในรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของวายเปอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ ที่ยังไม่ได้ใช้งาน ด้วยเครื่องวิเคราะห์ธาตุ (Energy Dispersive X-ray Spectrometer, EDX) (ก) ตำแหน่งที่ 1 และ (ข) ตำแหน่งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การวิเคราะห์ขนาดอนุภาคและองค์ประกอบของอนุภาคในสารหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว

ในกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์นั้นได้มีการใช้สารหล่อลื่นเพื่อช่วยในลดแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างบาร์กับแผ่นขัด ซึ่งในระหว่างกระบวนการขัดจะมีอนุภาคหลุดออกมาจากกระบวนการขัดจึงนำอนุภาคเหล่านั้นมาวิเคราะห์หาขนาดและองค์ประกอบทางเคมีของอนุภาค ในส่วนของการวิเคราะห์หาขนาดของอนุภาคทำได้โดยการนำสารหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว 5 มิลลิกรัม มากรองผ่านเยื่อเลือกผ่าน (Membrane Filter) ที่มีขนาดรูที่ 0.45 ไมโครเมตร จากนั้นนำเยื่อเลือกผ่านที่มีอนุภาคอยู่บนเยื่อเลือกผ่านไปวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) ที่กำลังขยาย 2,000 เท่า พบว่าที่เวลา 4 ชั่วโมง มีขนาดอนุภาค 0.45 - 75.49 ไมโครเมตร คิดเป็น 97.07 เปอร์เซ็นต์ ขนาดอนุภาค 75.50 - 150.49 ไมโครเมตร คิดเป็น 1.86 เปอร์เซ็นต์ ขนาดอนุภาค 150.50 - 225.49 ไมโครเมตร คิดเป็น 0.8 เปอร์เซ็นต์ และขนาดอนุภาค 225.50 - 300.49 ไมโครเมตร คิดเป็น 0.3 เปอร์เซ็นต์ และที่เวลา 8 ชั่วโมง ขนาดอนุภาค 0.45 - 75.45 ไมโครเมตร คิดเป็น 95.6 เปอร์เซ็นต์ ขนาดอนุภาค 75.50 - 150.49 ไมโครเมตร คิดเป็น 3.7 เปอร์เซ็นต์ และขนาดอนุภาค 300.50 - 375.49 ไมโครเมตร คิดเป็น 0.7 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นทำให้พบว่าโดยรวมส่วนมากขนาดอนุภาคที่หลุดออกมาจากกระบวนการขัดมีขนาดอยู่ที่ 0.45 - 75.49 ไมโครเมตร ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ใช้อนุภาคซิงค์ออกไซด์เป็นตัวแทนของอนุภาคที่หลุดออกมาจากกระบวนการขัดเนื่องจากขนาดอนุภาคของซิงค์ออกไซด์อยู่ในช่วง 0.1 - 10 ไมโครเมตร แสดงในตารางที่ 4.1

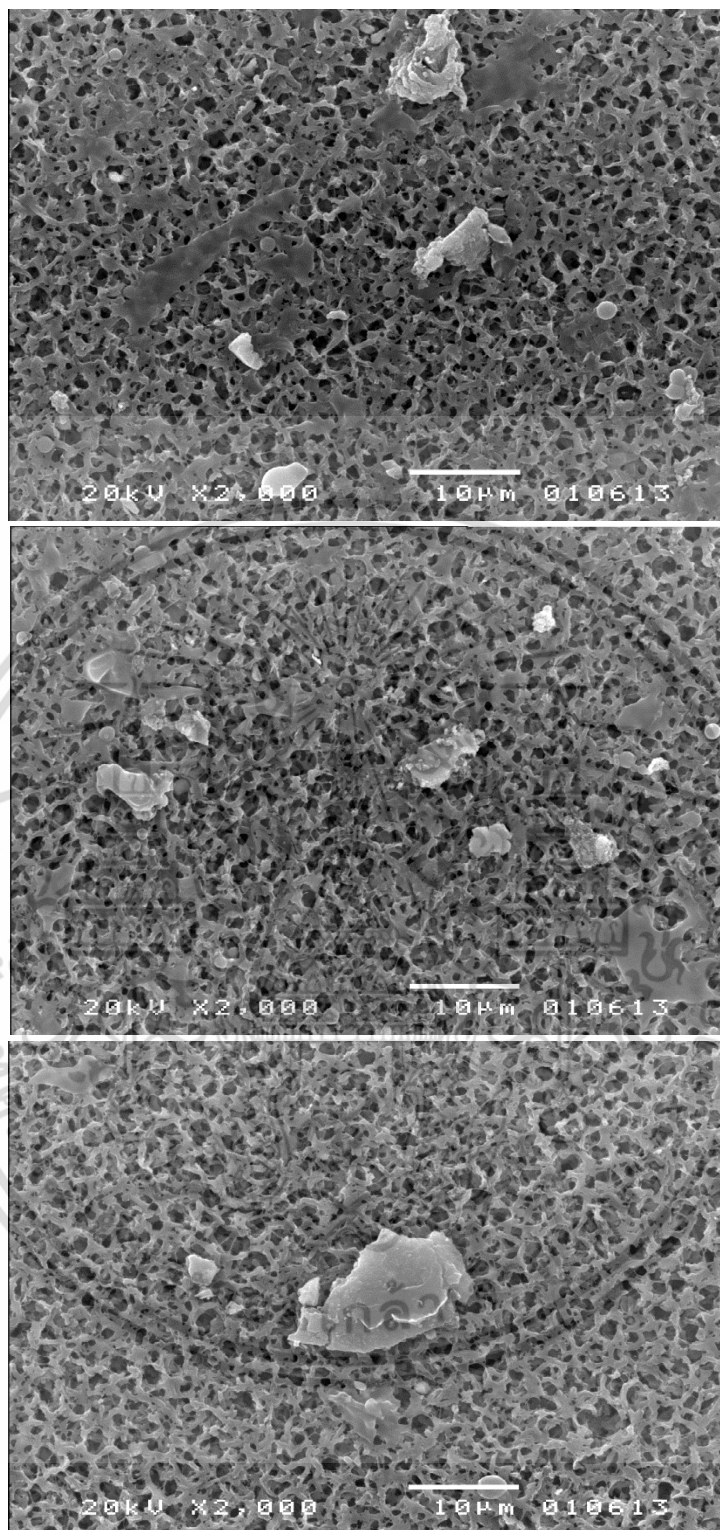
ตารางที่ 4.1 การกระจายตัวของขนาดอนุภาคที่อยู่ในสารหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วในกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่ 5 มิลลิกรัม

ขนาดของอนุภาค (μm)	จำนวนชิ้นของอนุภาค			
	สารหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว 4 ชั่วโมง		สารหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว 8 ชั่วโมง	
	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ (%)	จำนวน	เปอร์เซ็นต์ (%)
0.45 - 75.49	365	97.07	130	95.6
75.50 - 150.49	7	1.86	5	3.7
150.50 - 225.49	3	0.8	-	-
225.50 - 300.49	1	0.3	-	-
300.50 - 375.49	-	-	1	0.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

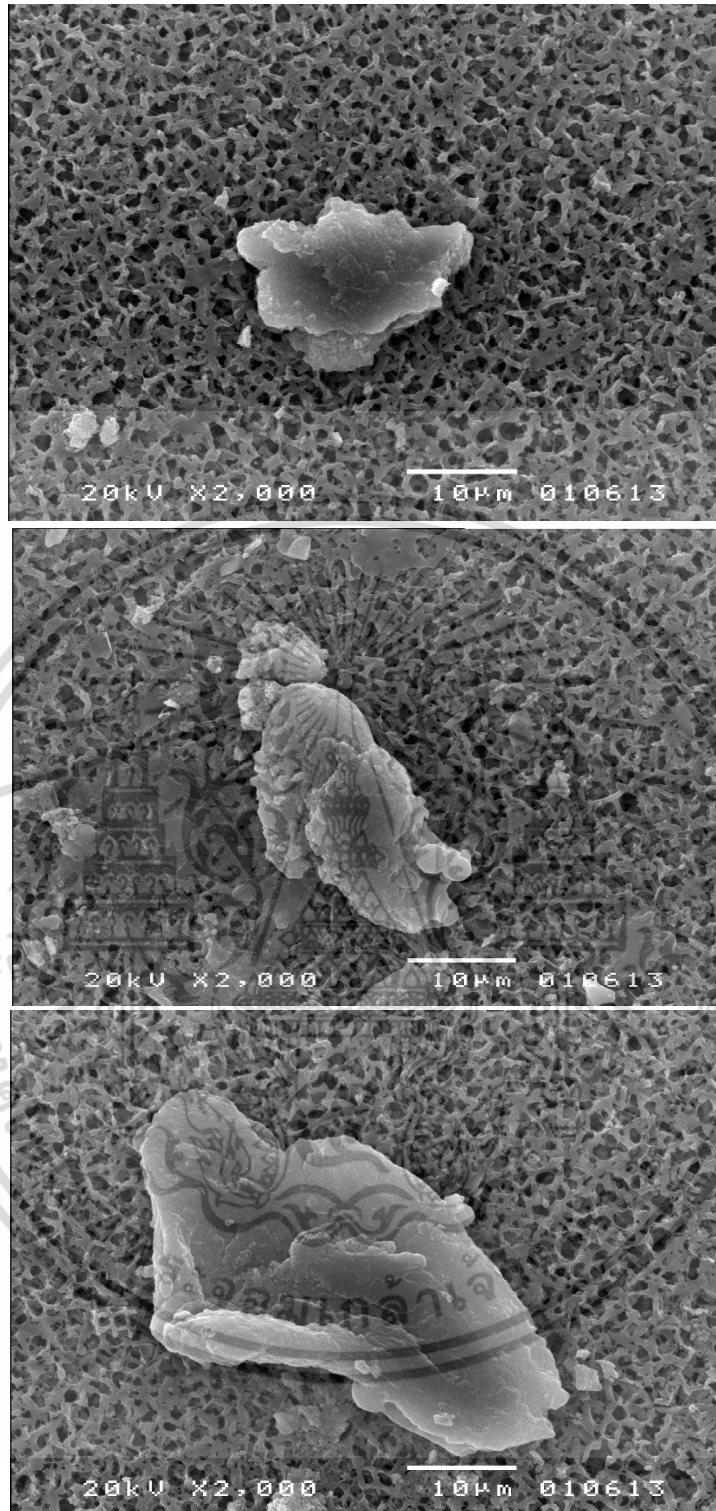
ในส่วนของการวิเคราะห์องค์ประกอบของอนุภาคนั้นสามารถทำได้โดยการนำอนุภาคที่ผ่านการกรองของเยื่อเลือกผ่าน (Membrane Filter) ที่เวลา 4 และ 8 ชั่วโมง นำมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบของอนุภาคที่อยู่ในสารหล่อลื่นที่กรองผ่านเยื่อเลือกผ่านด้วยเครื่องวิเคราะห์ธาตุ (Energy Dispersive X-ray Spectrometer, EDX) แสดงในรูปที่ 4.7 และ 4.8 พบว่าอนุภาคที่อยู่ในสารหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วเป็นเวลา 4 ชั่วโมง มีองค์ประกอบทางเคมีต่างๆ ได้แก่ บิสมัท (Bi) สังกะสี (Zn) นิกเกิล (Ni) อะลูมิเนียม (Al) แคลเซียม (Ca) คาร์บอน (C) และ ออกซิเจน (O) ดังรูปที่ 4.9 และที่เวลา 8 ชั่วโมง พบองค์ประกอบทางเคมีของอนุภาคที่ได้แก่ คาร์บอน (C) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) บิสมัท (Bi) ดีบุก (Sn) และสังกะสี (Zn) ดังรูปที่ 4.10 ดังนั้นอนุภาคที่อยู่ในสารหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วเป็นเวลา 4 และ 8 ชั่วโมงเป็นอนุภาคที่หลุดมาจากการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ เนื่องจากวัสดุที่ใช้ทำหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ คือ อลูมิเนียมไททาเนียมคาร์ไบด์ (ALTiC) ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวของหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ รวมทั้งใช้วัสดุเหล็กผสมนิกเกิล (NiFe) เป็นตัวป้องกันหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ และใช้บิสมัทดีบุก (SnBi) เป็นแผ่นขัด





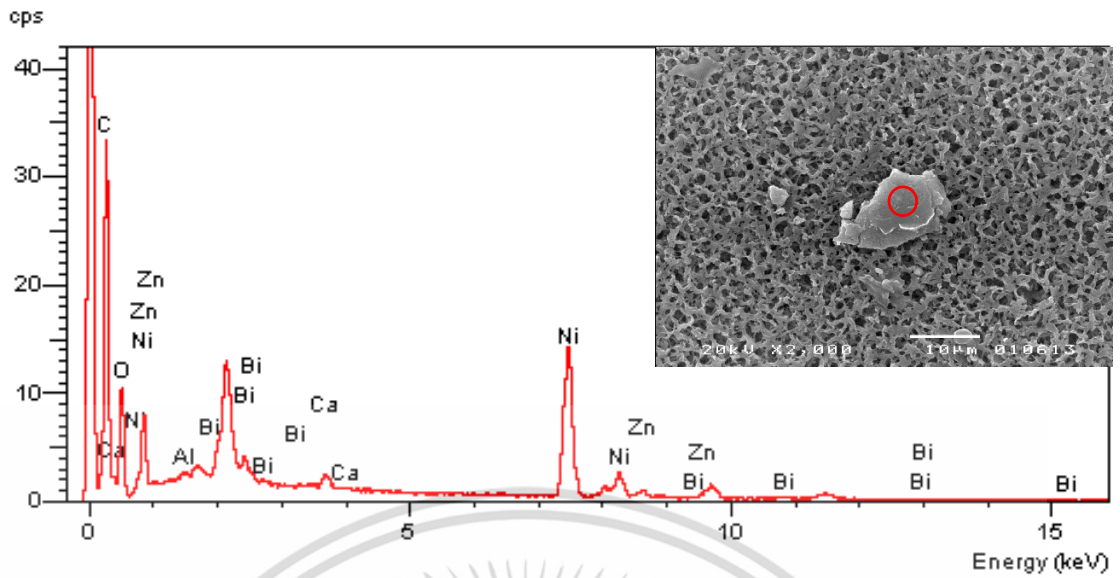
รูปที่ 4.7 อนุภาคที่อยู่ในสารหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว 4 ชั่วโมง วิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) ที่กำลังขยาย 2,000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

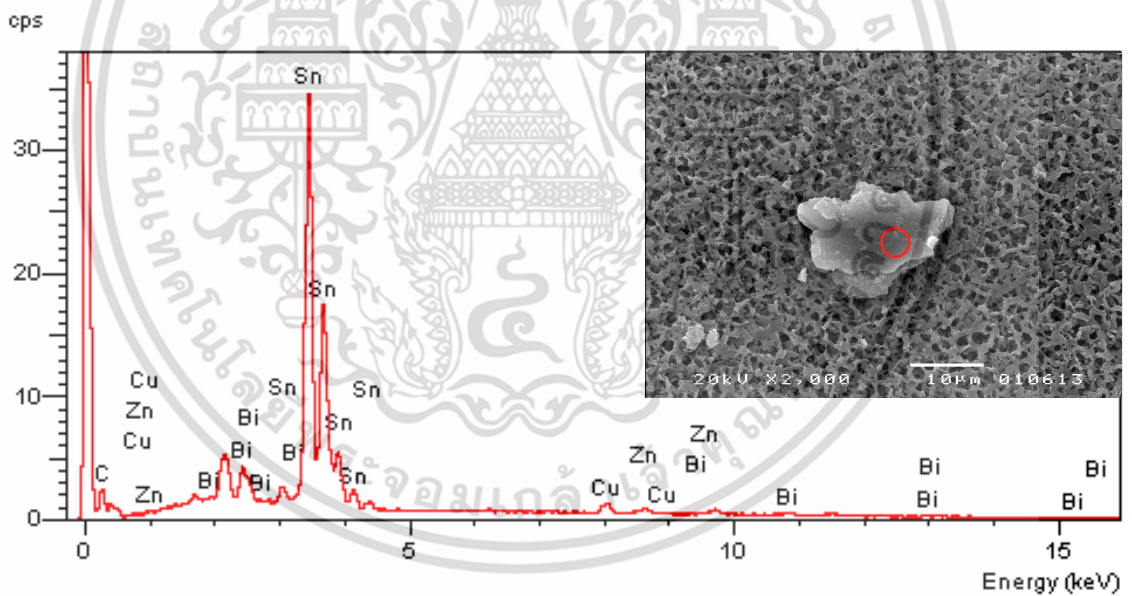


รูปที่ 4.8 อนุภาคที่อยู่ในสารหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว 8 ชั่วโมง วิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) ที่กำลังขยาย 2,000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของอนุภาคที่อยู่ในสารหล่อลื่นที่เวลา 4 ชั่วโมง ด้วยเครื่องวิเคราะห์ธาตุ (Energy Dispersive X-ray Spectrometer, EDX)



รูปที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของอนุภาคที่อยู่ในสารหล่อลื่นที่เวลา 8 ชั่วโมง ด้วยเครื่องวิเคราะห์ธาตุ (Energy Dispersive X-ray Spectrometer, EDX)

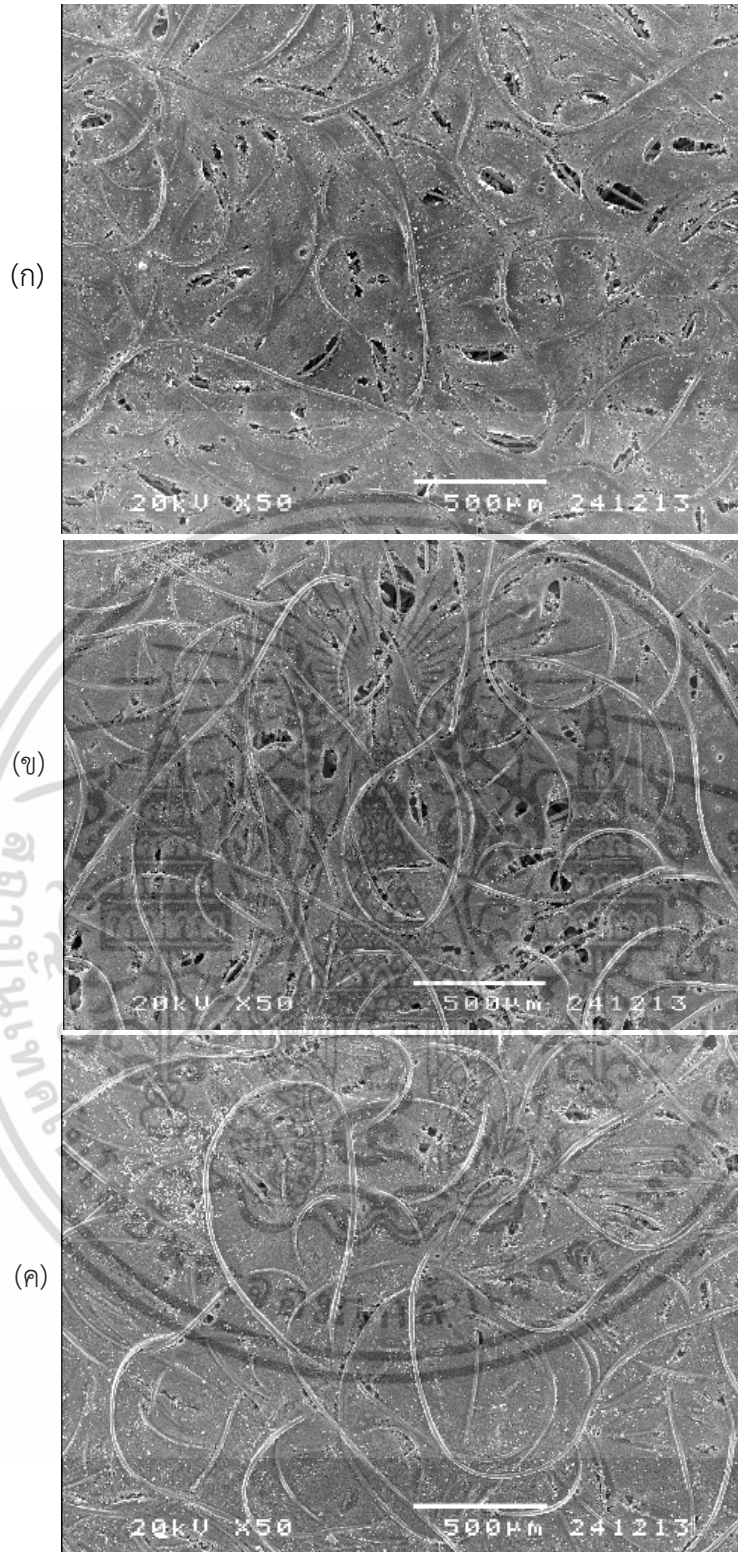
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การวิเคราะห์ความคงทนของวายเป็นต่อสารหล่อลื่นที่ใช้ในกระบวนการขัด

หัวอ่าน-เขียนฮาร์ดดิสก์ไตร์ฟ

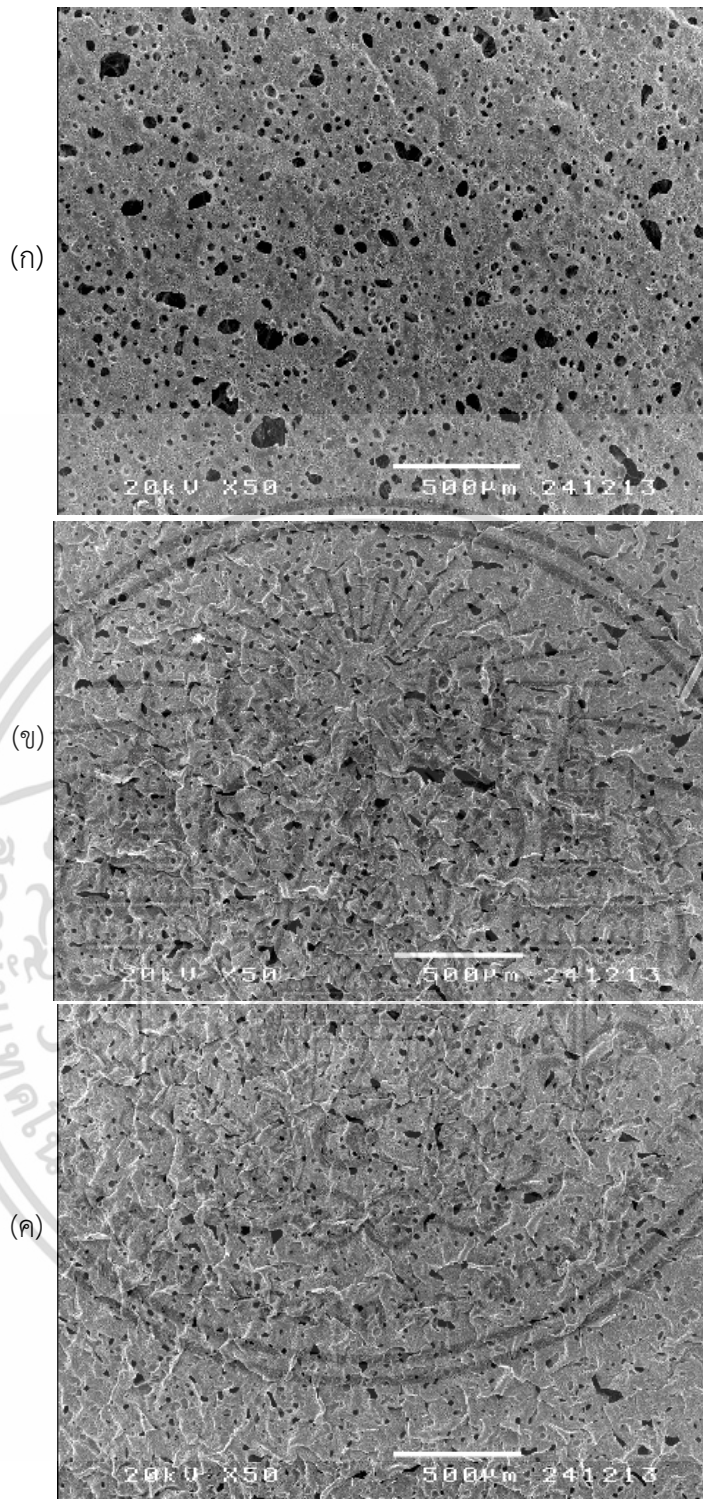
วายเป็นที่ใช้ในกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไตร์ฟนั้นจะต้องสามารถทนต่อสารหล่อลื่นที่ใช้ในกระบวนการขัดได้เป็นเวลานาน ดังนั้นจึงทำการทดสอบความคงทนของวายเป็นที่ผลิตจากซามัวร์และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์โดยการนำวายเป็นทั้ง 2 ชนิดมาแช่ในสารหล่อลื่นที่ใช้ในกระบวนการขัดเป็นเวลา 4 และ 8 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำมาวิเคราะห์สัณฐานวิทยาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM)

ผลการวิเคราะห์สัณฐานวิทยาของวายเป็นที่ผลิตจากซามัวร์ที่ไม่ได้แช่ในสารหล่อลื่นและที่แช่ในสารหล่อลื่นเป็นเวลา 4 และ 8 ชั่วโมง ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) ที่กำลังขยาย 50 เท่า พบว่าวายเป็นที่ผลิตจากซามัวร์ที่ไม่ได้แช่ในสารหล่อลื่นและที่แช่ในสารหล่อลื่นเป็นเวลา 4 และ 8 ชั่วโมง ไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานวิทยามากเท่าที่ควรดังแสดงในรูปที่ 4.11 เนื่องมาจากวายเป็นที่ผลิตจากซามัวร์นั้นมีส่วนประกอบของโพลีไวนิลอะซิเตต (PVAc) เป็นองค์ประกอบหลักโดยที่สมบัติสำคัญของโพลีไวนิลอะซิเตตนั้นคือการทนต่อสารละลายที่มีความเป็นเบสได้ดี [34] และผลจากการวิเคราะห์สัณฐานวิทยาของวายเป็นที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ที่ไม่ได้แช่ในสารหล่อลื่นและที่แช่ในสารหล่อลื่นที่ 4 และ 8 ชั่วโมง ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) ที่กำลังขยาย 50 เท่า พบว่าขนาดรูบนวายเป็นที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์แช่ในสารหล่อลื่น 4 และ 8 ชั่วโมง นั้นมีขนาดรูที่ไม่แตกต่างกันมาก แต่ในทางกลับกันเมื่อเปรียบเทียบกับวายเป็นที่แช่ในสารหล่อลื่น 8 ชั่วโมงกับที่ไม่ได้แช่ พบว่าวายเป็นที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ที่ไม่ได้แช่ในสารหล่อลื่นนั้นมีขนาดรูที่ใหญ่กว่า ทั้งนี้อาจเนื่องจากเกิดการบวมตัว (Swelling) ของโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ จึงทำให้รูพรมมีขนาดเล็กลง ดังแสดงในรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.11 สัณฐานวิทยาของวายเปอร์ที่ใช้ในกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่ผลิตจากขามัวร์ที่กำลังขยาย 50 เท่า (ก) วายเปอร์ที่ผลิตจากขามัวร์ที่ไม่ได้แช่ในสารหล่อลื่น (ข) วายเปอร์ที่ผลิตจากขามัวร์ที่แช่ในสารหล่อลื่น 4 ชั่วโมง และ (ค) วายเปอร์ที่ผลิตจากขามัวร์ที่แช่ในสารหล่อลื่น 8 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 สัณฐานวิทยาของวายเป็นอร์ที่ใช้ในกระบวนการขัดหัวอ่าน - เซียนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ ที่กำลังขยาย 50 เท่า (ก) วายเป็นอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ ที่ไม่ได้แช่ในสารหล่อลื่น (ข) วายเป็นอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ ที่แช่ในสารหล่อลื่น 4 ชั่วโมง และ (ค) วายเป็นอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ ที่แช่ในสารหล่อลื่น 8 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การวิเคราะห์ความสามารถในการดักจับอนุภาคที่เกิดจากกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ของวายเปอร์

การศึกษาความสามารถในการดักจับอนุภาคที่เกิดขึ้นจากกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ของวายเปอร์ที่ผลิตจากซามัวร์และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ที่ใช้ซิงค์ออกไซด์มีขนาดระหว่าง 0.1–10 ไมครอน ซึ่งซิงค์ออกไซด์ที่ใช้ในงานทดลองนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวแทนอนุภาคที่หลุดมาจากกระบวนการขัดหัวอ่าน-เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์และแผ่นซิงค์มีขนาดครอบคลุมอนุภาคที่เกิดขึ้นจริงในกระบวนการขัดหัวอ่าน-เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ [8]

จากผลการทดลองพบว่าที่เวลา 4 และ 8 ชั่วโมงวายเปอร์ที่ผลิตจากซามัวร์สามารถดักจับอนุภาคซิงค์ออกไซด์ได้ 67 และ 61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใน 4 ชั่วโมงแรก วายเปอร์ที่ผลิตจากซามัวร์สามารถดักจับซิงค์ออกไซด์ได้ดี เนื่องจากลักษณะของวายเปอร์ที่ผลิตจากซามัวร์ที่ยังไม่ได้ใช้งานเป็นเส้นใยสานกันและมีเยื่อแผ่นปกคลุมบนผิวของวายเปอร์ที่ผลิตจากซามัวร์ทำให้ดักจับซิงค์ออกไซด์ได้ดี หลังจากผ่านการใช้งานในกระบวนการขัด 4 ชั่วโมง วายเปอร์ที่ผลิตจากซามัวร์ที่ผ่านการใช้งานแล้วสามารถดักจับซิงค์ออกไซด์ได้น้อยลง เนื่องจากเส้นใยและเยื่อแผ่นของวายเปอร์ที่ผลิตจากซามัวร์มีการฉีกขาดและเส้นใยกับเยื่อแผ่นบางส่วนหลุดออกมาจากวายเปอร์ที่ผลิตจากซามัวร์ จึงทำให้ดักจับซิงค์ออกไซด์ได้ลดลง ต่างจากวายเปอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ที่เวลา 4 และ 8 ชั่วโมงสามารถดักจับได้ 58 และ 65 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเมื่อเวลาผ่านไปมากขึ้นประสิทธิภาพในการดักจับนั้นก็เพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากวายเปอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์มีลักษณะคล้ายฟองน้ำคือ มีรูพรุน มีความคดเคี้ยวในเนื้อของวายเปอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ จึงทำให้อนุภาคที่หลุดออกมาจากกระบวนการขัดเกาะติดบนวายเปอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ได้ดี หากเปรียบเทียบความสามารถในการดักจับของวายเปอร์ที่ผลิตจากซามัวร์และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ที่เวลา 4 ชั่วโมง พบว่าวายเปอร์ที่ผลิตจากซามัวร์สามารถดักจับได้ดีกว่าโพลีไวนิลแอลกอฮอล์โดยอยู่ที่ 67 และ 58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่เวลา 8 ชั่วโมง ประสิทธิภาพในการดักจับของวายเปอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์สามารถดักจับได้ดีกว่าซามัวร์โดยอยู่ที่ 65 และ 61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากผลการทดสอบนี้ พบว่าที่ 8 ชั่วโมงซึ่งเป็นเวลาที่ใช้ในกระบวนการขัดจริงของวายเปอร์มีประสิทธิภาพในการดักจับอนุภาคซิงค์ออกไซด์ทั้งสองใกล้เคียงกัน (ต่างกันที่ 4 เปอร์เซ็นต์) ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงเปอร์เซ็นต์ของซิงค์ออกไซด์ที่อยู่ในวายเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ผลิตจากซามัวร์กับวายเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ที่ใช้งานแล้วเป็นเวลา 4 และ 8 ชั่วโมง

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ซิงค์ออกไซด์	
	ซามัวร์	PVA
วายเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ใช้งานแล้ว 4 ชั่วโมง	67	58
วายเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ใช้งานแล้ว 8 ชั่วโมง	61	65



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

วายเป็นอร์ที่ใช้ในกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่ผลิตจากซามัวร์มีการสึกหรอน้อยกว่าวายเป็นอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ที่เวลา 4 และ 8 ชั่วโมง วายเป็นอร์ที่ผลิตจากซามัวร์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณวิทยา แต่วายเป็นอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์มีการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณวิทยานั้นคือปริมาณของรูพรุนที่พบบนผิวของวายเป็นอร์ลดลงหลังจากแช่ในสารหล่อลื่นเป็นเวลานาน อาจเนื่องจากเกิดการบวมตัว (Swelling) ของโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ และความสามารถในการดักจับอนุภาคที่หลุดออกมาจากกระบวนการขัดของวายเป็นอร์ที่ผลิตจากซามัวร์ และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ที่เวลา 4 และ 8 ชั่วโมง โดยใช้ซิงค์ออกไซด์เป็นตัวแทนอนุภาคที่หลุดมาจากกระบวนการขัด พบว่าที่เวลา 4 ชั่วโมง วายเป็นอร์ที่ผลิตจากซามัวร์สามารถดักจับอนุภาคซิงค์ออกไซด์ได้ 67 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับวายเป็นอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์สามารถดักจับอนุภาคซิงค์ออกไซด์ได้เพียง 58 เปอร์เซ็นต์ ทำให้วายเป็นอร์ที่ผลิตจากซามัวร์มีความสามารถดักจับอนุภาคซิงค์ออกไซด์ได้ดีกว่าวายเป็นอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ แต่ที่เวลา 8 ชั่วโมง กลับพบว่าวายเป็นอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ สามารถดักจับอนุภาคซิงค์ออกไซด์ได้ 65 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวายเป็นอร์ที่ผลิตจากซามัวร์สามารถดักจับอนุภาคซิงค์ออกไซด์ได้เพียง 61 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น ซึ่งจะพบว่าประสิทธิภาพในการดักจับของวายเป็นอร์ที่ผลิตจากซามัวร์นั้นลดลงที่ระยะเวลาใช้งานจริงตามกระบวนการผลิต (8 ชั่วโมง) แต่โดยรวมแล้วนั้นมีความสามารถในการดักจับอนุภาคที่หลุดมาจากกระบวนการขัดของวายเป็นอร์ทั้ง 2 ชนิดนั้นไม่แตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

- [1] Kamano, K. “Development of Back-Side-Pad Bonding of Slider in Head Gimbal Hard-Disk-Drive Assembly Process” Master of Engineering in Industrial Engineering Faculty of Engineer Chiangmai University. 2011
- [2] Chunhaboonyatip, K. and Jiraprayuklert, A. “MRR Sigma Reduction in Fine Lapping Process of Slider Fabrication” **KMUTT Research and Development Journal**. Vol.32, no.2. March 2552. pp.253-266.
- [3] Poksup, N. and Pluemkmol, S. “Detecting HGA Orientation in Shipping Tray” **The 25th Conference of the Mechanical Engineering Network of Thailand**, 2013, October 19-21.
- [4] Youngkong, P. and Wonglersak, P. “An Adaptive Compensated Proportional – Derivative Controller Using Artificial Neural Networks for Hard Drive Lapping Machines” **KMUTT Research and Development Journal**. Vol.35, Mach 2555. pp.383-396.
- [5] ศรายุทธ กำมะโน. “การพัฒนาการเชื่อมสไลด์เตอร์แบบด้านหลังในกระบวนการประกอบหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์” ภาควิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2553
- [6] Mei, Y. and Stelson, K.A. “Lapping Control of hard disk drive heads” **Transaction of the ASME**. Vol.123, 2001. pp. 439-448.
- [7] Zhang M., Hor Y.S., Han G. and Liu B. “Slider Curvature Adjustment Through Stress Control”, **IEEE Trans. Magn.** Vol.38, May 2002. pp.2162-2164.
- [8] Peng J.P. and Harwood R.F. “Modeling of a General Crown Shape and the Effects on Air Bearing Steady-State Performance” **IEEE Trans. Magn.** Vol.32, May 1996. pp.3711-3713.
- [9] อนิรุทธ์ ชัยรัตน์. “ผ้าชามัวร์.” [Online]. Available : <http://www.peerapong.biz/chamois>. 2016.
- [10] บริษัท ไทยโพลีเคมีคอล จำกัด. “โพลีไวนิลแอลกอฮอล์.” [Online]. Available : <http://thaipolychemicals.blogspot.com/2014/01/polyvinyl-alcohol.html>. 2016
- [11] South bay technology Inc. “Lapping and Polishing Basic.” [Online]. Available : www.southbaytech.com/appnotes/54%20Lapping%20&%20Polishing%20Basics.pdf. 2015
- [12] Ioan D.M., Eckart U., & Toshiro D. **Handbook of lapping and polishing**. 1st ED. USA : Taylor & Francis Group, LLC. 2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [13] George Schneider. “Cutting Tool Applications, Chapter 18: Lapping and Honing.” [Online]. Available : <http://americanmachinist.com/machining-cutting/cutting-tool-applications-chapter-18-lapping-and-honing>. 2015
- [14] W.C. Oliver and G. M. Pharr. “Measurement of hardness and elastic modulus by instrumented indentation: Advances in understanding and refinements to methodology” **Journal of Materials Research**, Vol.19, no. 1, Jan. 2004. pp. 3–20.
- [15] วณิตา ชูลิกาวิทย์. “สาระน่ารู้เกี่ยวกับกระดาษทราย” **วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ**. มปป, ฉบับที่ 43. พฤษภาคม 2538. หน้า 7-9.
- [16] Wannasin, J., Supavasuthi, C., Benjie, L.F., Tan, S. and Sukasem, P. **Handbook of the Final Lapping Process**. First Edition. Bangkok : Western Digital (Thailand) Co.Ltd. 2013
- [17] วรวิทย์ วงศ์บุญมา. “วัสดุหล่อลื่นและหล่อเย็น.” [Online]. Available : <https://sites.google.com/site/...kar.../wasdu-hlx-lun-laea-hlx-yen>. 2015
- [18] G.T. Murray. **Handbook of materials selection for engineering applications**. USA : Marcel Dekker, Inc. 1997
- [19] C. E. Scott. “Poly (vinyl acetate).” [Online]. Available : <http://www.polymerprocessing.com/polymers/PVAC.html>. 2016
- [20] F. Klatt and A. Rollett. “Plastic composition and process of producing it” **Journal of the Society of Chemical Industry**, Vol. 34, 4 July 1913. pp. 623.
- [21] University of Southern Mississippi. “Preparation of Poly (vinyl acetate).” [Online]. Available : <http://pslc.ws/macrog/pva.htm> 2016.
- [22] MTEC NSTDA. “อักษรย่อของสารเคมีพอลิเมอร์.” [Online]. Available : <https://www.mtec.or.th/mcu/phml/index.php>. 2016
- [23] J. Bendror. “Uses of Polyvinyl Acetate.” [Online] Available : <http://www.mekatronicsinc.com>. 2016
- [24] The Editors of Encyclopedia Britannica. “Polyvinyl alcohol (PVA).” [Online]. Available : <https://global.britannica.com/science/polyvinyl-alcohol>. 2016
- [25] C. E. Scott. “poly(vinyl alcohol).” [Online]. Available : <http://www.polymerprocessing.com/polymers/PVOH.html>. 2016
- [26] S.K.Saxena. “POLYVINYL ALCOHOL (PVA)” **Journal of Chemical and Technical Assessment**, Vol. 61, 2004. pp. 253-255.
- [27] IARC Working group. “Vinyl acetate, polyvinyl acetate and Polyvinyl alcohol.” **Journal of Plastics and Synthetic Elastomers and Acrolein**, Vol. 19, 2004. pp. 341-366.

- [28] MTEC NSTDA. “**อักขรย่อของสารเคมีพอลิเมอร์.**” [Online]. Available : <https://www.mtec.or.th/mcu/phml/index.php>. 2016
- [29] T.S. Gaaz, E. Brusseau, A.B. Sulong, M.N. Akhtar, A.H. Kadhum. “Properties and Applications of Polyvinyl Alcohol, Halloysite Nanotubes and Their Nanocomposites” **Journal of Molecules**, vol. 20, 2015. pp. 22833–22847.
- [30] J. Fromageau, E. Brusseau, D. Vray, G. Gimenez, P. Delachartre. “Characterization of PVA cryogel for intravascular ultrasound elasticity imaging” **Journal of Ferroelectrics and Frequency Control**, Vol. 50, 2003. pp. 1318–1324.
- [31] M. Vaseem et al. “ZnO Nanoparticles: Growth, Properties, and Applications.” **Metal Oxide Nanostructures and their Applications**, vol. 5, 2010. pp. 1–36.
- [32] A. Radzimska. “Zinc Oxide-From Synthesis to application.” **A Review. Materials**. Vol. 7, 2014. pp. 2833-2881.
- [33] N. Padmavathy and R. Vijayaraghavan “Enhanced bioactivity of ZnO Nanoparticles-an antimicrobial study.” **Mater. Res. Bull.** Vol. 9, 2008. pp. 313-320.
- [34] Wacker Chemie AG. “**SOLID RESINS – POLYVINYL ACETATES**” [Online]. Available : <http://www.wacker.com>. 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ความสามารถในการดักจับอนุภาคที่เกิดจากกระบวนการขัดหัวอ่าน – เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ของวายเปอร์

ตารางที่ 1 ปริมาณซิงค์ออกไซด์บนวายเปอร์ที่ผลิตจากซามัวร์ที่สามารถดักจับได้ในกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

ตัวอย่าง	ปริมาณซิงค์ออกไซด์ (ppm)
วายเปอร์ที่ผลิตจากซามัวร์ที่ยังไม่ได้ใช้งาน	0.17
วายเปอร์ที่ผลิตจากซามัวร์ที่ใช้งานแล้ว 4 ชั่วโมง	9.93
วายเปอร์ที่ผลิตจากซามัวร์ที่ใช้งานแล้ว 8 ชั่วโมง	17.15
สารหล่อลื่นที่เป็บออกมาจากวายเปอร์ที่ผลิตจากซามัวร์	7.97

ตารางที่ 2 ปริมาณซิงค์ออกไซด์บนวายเปอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ ที่สามารถดักจับได้ในกระบวนการขัดหัวอ่าน - เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

ตัวอย่าง	ปริมาณซิงค์ออกไซด์ (ppm)
วายเปอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ที่ยังไม่ได้ใช้งาน	0.09
วายเปอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ที่ใช้งานแล้ว 4 ชั่วโมง	36.49
วายเปอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ที่ใช้งานแล้ว 8 ชั่วโมง	63.07
สารหล่อลื่นที่เป็บออกมาจากวายเปอร์ที่ผลิตจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์	23.05

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	ภาคภูมิ จตุรพรสวัสดิ์
วัน เดือน ปีเกิด	1 กันยายน 2531 ที่จังหวัดนครราชสีมา
ที่อยู่	3 ซอยร่มเกล้า 19/2 ถนนร่มเกล้า แขวงคลองสามประเวศ เขตลาดกระบัง จังหวัด กรุงเทพมหานคร 10520 โทร 08-9674-8822
ประวัติการศึกษา	2554 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีปิโตรเคมี (หลักสูตรนานาชาติ) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้