รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ประสิทธิภาพการทำความสะอาดแผ่นมีเดียด้วยเครื่อง BUFF-WIPE

MEDIA CLEANING EFFICIENCY BY "NEW TECHNOLOGY BUFF-WIPE" MACHINE

ธนากร ภัสสรากุล

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ประสิทธิภาพการทำความสะอาดแผ่นมีเดียด้วยเครื่อง BUFF-WIPE

MEDIA CLEANING EFFICIENCY BY

"NEW TECHNOLOGY BUFF-WIPE" MACHINE

ธนากร ภัสสรากุล

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงาน	ประสิทธิภาพการทำความสะอาดแผ่นมีเดียด้วยเครื่อง Buff-Wipe
นักศึกษา	นายธนากร ภัสสรากุล
ภาควิชา	วิศวกรรมการวัดและควบคุม
อาจารย์นิเทศ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์
ผู้นิเทศงาน	คุณวริษา เอี่ยมเมตตา
สถานประกอบการ	บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

ในกระบวนการผลิตหัวอ่าน (Head) ซึ่งเป็นส่วนประกอบชนิดหนึ่งของ Hard Disk เมื่อผลิตหัวอ่านเรียบร้อยแล้ว จะต้องมีการทดสอบหัวอ่าน (Test) โดยใช้แผ่น Media จำลองในส่วนของ Disk Platter (จานแม่เหล็กใน Hard Disk) ทดสอบความสามารถของหัวอ่านเพื่อให้ได้หัวอ่านที่มีประสิทธิภาพตรงตามมาตรฐาน ก่อนจะนำไปประกอบเป็น Hard Disk ต่อไป โดยหน้าที่ของทีมที่สังกัด (MTE : Media-Test Engineer) นั่นคือ จัดหาแผ่น Media และทำความสะอาดแผ่น Media โดยในกระบวนการทำความสะอาดแผ่น Media จะมีปัจจัยที่เคร่งครัดอยู่ 2 ปัจจัยหลักๆ ปัจจัยที่หนึ่งคือไฟฟ้าสถิตและการถ่ายเทประจุไฟฟ้า ประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ มีโอกาสที่จะสูงมากพอที่จะทำให้ตัวงานได้รับความเสียหายได้ ปัจจัยที่สองคือฝุ่นละอองในระดับที่สายตามองไม่เห็น (ประมาณ 2 ไมครอน) จึงจำเป็นต้องมีเครื่องทำความสะอาดแผ่น Media โดยหลังจากที่ผ่านกระบวนการทำความสะอาดแผ่น Media เรียบร้อยแล้ว จะต้องเข้าเครื่องตรวจปริมาณฝุ่นและรอยขีดข่วน (Flash) หลังจากนั้น จะส่งแผ่น Media เข้าสู่กระบวนการทดสอบหัวอ่านต่อไป ซึ่งโครงงานนี้ นำเสนอระบบของเครื่องทำความสะอาดแผ่น Media ในรูปแบบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด สามารถทำความสะอาดแผ่น Media ได้สะอาดกว่าเดิม

คำสำคัญ : ฮาร์ดดิส, หัวอ่าน, แผ่นมีเดีย, จานแม่เหล็ก, ฝุ่นละออง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title:	Media Cleaning Efficiency by "New Technology Buff-Wipe" Machine
Student:	Mr. Thanakorn Passarakul
Department:	Instrument and Control Engineering
Advisor:	Assistant Professor Dr. Noppadol Maneerat
Mentor:	Ms. Warisa Eammatta
Company:	Seagate Technology (Thailand) Co., Ltd.

ABSTRACT

In the process of reader head manufacturing, which is a component of the hard disk, when the reader head is produced, the reader head will be tested by using the simulated media in the hard disk's Disk Platter (a magnet disk in hard disk) to test the reader head's ability to meet the standard before assembling to the hard disk. The responsibility of the MTE team (Media-Test Engineer) is to supply the Media Disc and to clean the Media Disc. In process of cleaning, the media plate has two factors. The first factor is the electrostatic and electrostatic discharge from activities. It has high risk to damage. The second factor is the dust that is not visible with the eyes (2 micron). That is why a Media Buffer is needed. After cleaning process, it needs to pass the process to check the amount of dust and scratch (Flash) with the machine. Then the media plate will be sent to the testing process. This project presents the efficient cleaning process for Media Buffer which could clean the media cleaner than ever.

Keyword : Hard disk, Reader head, Media Disc, Disk Platter, Dust

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์ อาจารย์ผู้นิเทศ และคณะกรรมการสหกิจศึกษา ที่ได้เสียสละเวลาให้คำแนะนำคำปรึกษา แนวคิดต่างๆ ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อผิดพลาดข้อบกพร่องต่างๆ จนโครงงานนี้เสร็จสมบูรณ์ ทางผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ คุณนรเชษฐ์ แซ่ตั้ง (Plant Manager), คุณสมบัติ พงษ์ถิระสุวรรณ (Engineering Director), คุณภาณุรักษ์ งามจิตรุ่งเรือง (Engineering Manager) และ Seagate Technology (Thailand) Co., Ltd. สำหรับโอกาสและประสบการณ์ดีๆ จากการได้เป็นนักศึกษาฝึกงานสหกิจศึกษา ผู้จัดทำจะนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับจากบริษัทแห่งนี้ไปพัฒนาตนเองต่อไป

ขอขอบคุณ คุณวริษา เอี่ยมเมตตา (Senier Engineer) ผู้นิเทศงาน, คุณกิตติภัฏ ลิขิตวานิช (Senier Engineer) ในการวางแผนโครงงาน ให้คำแนะนำต่างๆ และพี่ๆ Technician ในทีม Media-Test Engineer ที่คอยช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ ภายในไลน์การผลิตตลอดระยะเวลาสหกิจศึกษา

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานทุกท่านและครอบครัวที่คอยสนับสนุน ให้กำลังใจที่ดีตลอดมา หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ธนากร ภัสสรากุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย......I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ......II

กิตติกรรมประกาศ......III

สารบัญ......IV

สารบัญรูป......V

สารบัญตาราง......VII

บทที่ 1 บทนำ......1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ......1

1.2 ปัญหาที่พบจากกระบวนการปฏิบัติงานก่อนการจัดทำโครงงาน......5

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัยและจัดทำโครงงาน......5

1.4 ขอบข่ายของการวิจัยและโครงงาน......6

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ......6

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง......7

2.1 ฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk)......7

2.2 กระบวนการทำงานของเครื่องจักรทำความสะอาด......22

2.3 Image Processing......25

2.4 Electrostatic Discharge (ESD)......29

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน......36

3.1 การศึกษาหาข้อมูลและกระบวนการทำงานของเครื่องจักร......39

3.2 การวางแผนการทดลอง......42

3.3 การทดลอง......43

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน......50

4.1 ผลการดำเนินงานหาคุณสมบัติผ้า......50

4.2 ผลการดำเนินงานทดสอบและแก้ไขกลไกของเครื่องจักร......50

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอ......51

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน......51

5.2 ข้อเสนอแนะ......53

เอกสารอ้างอิง......54

ประวัติผู้เขียน......55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 วัสดุภายใน HDD....2
1.2 Barracuda HDD....3
1.3 Firecuda SSHD....3
1.4 GoFlex Satellite....4
2.1 แผ่นดิสก์เกตต์....7
2.2 ตำแหน่งของหัวอ่านและแผ่นจานแม่เหล็กภายในฮาร์ดดิสก์....8
2.3 หัวอ่านและแผ่นจานแม่เหล็ก....9
2.4 ออดิโอเทป....10
2.5 IDE (Integrated Drive Electronics)....19
2.6 SCSI (Small Computer System Interface)....19
2.7 Serial ATA (Advanced Technology Attachment)....20
2.8 เครื่องจักรภายนอก....22
2.9 กระบวนการทำงานของเครื่องจักรทำความสะอาด....22
2.10 การทำงานของเครื่องจักร Step 1....23
2.11 การทำงานของเครื่องจักร Step 2....23
2.12 การทำงานของเครื่องจักร Step 3....24
2.13 การทำงานของเครื่องจักร Step 4....24
2.14 การทำงานของเครื่องจักร Step 5....25
2.15 ตัวอย่างรูปภาพ Image Processing....26
2.16 ระบบสแกนลายนิ้วมือ....27
2.17 ภาพถ่ายดาวเทียมใช้หลักการของการประมวลผลภาพ....27
2.18 สัญลักษณ์แสดงว่าเครื่องมือหรืออุปกณ์ชิ้นนี้ไวต่อ ESD....30
2.19 สัญลักษณ์แสดงว่าเครื่องมือหรืออุปกณ์ชิ้นนี้ป้องกันการเกิด ESD....30
2.20 รูปวงจรที่อาจเกิดความเสียหายจาก ESD....31
2.21 ความเสียหายจาก ESD 1....32
2.22 ความเสียหายจาก ESD 2....32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

2.23 อุปกรณ์ป้องกัน ESD....33
2.24 เส้นแบ่งระหว่างพื้นที่ปฏิบัติงานทั่วไปกับพื้นที่ EPA....34
2.25 ตู้เครื่องมือหรือบรรจุภัณฑ์....34
2.26 พื้นของ EPA....35
3.1 ชนิดของผ้าทำความสะอาด....36
3.2 วางแผนงาน....37
3.3 กลไกของเครื่องจักรที่สำคัญ....39
3.4 กระบวนการการทำงานของเครื่องจักรทำความสะอาด....39
3.5 การทำงานของเครื่องจักร Step 1....40
3.6 การทำงานของเครื่องจักร Step 2....40
3.7 การทำงานของเครื่องจักร Step 3....41
3.8 การทำงานของเครื่องจักร Step 4....41
3.9 การทำงานของเครื่องจักร Step 5....42
3.10 ผลการทดลอง 3.3.1....44
3.11 ตัวเลขแสดงการใช้งานทดสอบหัวอ่านจริง....48
5.1 Recipe ใหม่....51
5.2 Recipe เดิม....51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 วิธีการรับส่งข้อมูลของฮาร์ดดิสก์แบบ EIDE....14
2.2 DMA (Direct Memory Access)....15
2.3 Ultra DMA/2 หรือเรียกว่า ATA-33....16
2.4 SCSI....16
3.1 แผนการทำโครงงาน....38
3.2 เปรียบเทียบ Old Buff Tape กับ New Buff Tape....45
3.3 เปรียบเทียบ Old Wipe Tape กับ New Wipe Tape....46
3.4 เปรียบเทียบ 2 Station และ 3 Station....47
3.5 เปรียบเทียบแรงกด Gram (80, 50, 20)....48
3.6 เปรียบเทียบ 3 Station และ 2 Station ด้วยแรงกดต่ำๆ....49
5.1 เปรียบเทียบ Recipe เดิม และ Recipe ใหม่....52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันประเทศไทยเป็นผู้นำอันดับ 1 ในการส่งออกฮาร์ดดิสก์มากถึงร้อยละ 41 ของตลาดโลก โดยมีซีเกทเป็นผู้นำด้านการผลิตของประเทศไทย

1. ความเป็นมา

บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด เป็นบริษัทชั้นนำด้านฮาร์ดแวร์ของโลก ก่อตั้งขึ้นครั้งแรกในประเทศสหรัฐอเมริกา เมื่อปี พ.ศ. 2522 มีสำนักงานใหญ่ตั้งอยู่ที่เมืองสก๊อตวัลเล่ย์ รัฐแคลิฟลอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตและจำหน่ายอุปกรณ์บันทึกข้อมูล หรือฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำหรับคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ ต่อมาได้ขยายกิจการไปยังภูมิภาคต่างๆ ทั้งทวีปยุโรปและทวีปเอเชีย ปัจจุบันได้กระจายแหล่งที่ตั้งไปทั่วทุกภูมิภาค ซึ่งแบ่งเป็นฝ่ายดีไซน์ตั้งอยู่ที่สหรัฐอเมริกา ทำหน้าที่ออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ตามความต้องการของลูกค้า ส่วนฝ่ายฐานการผลิตตั้งอยู่ที่รัฐมินเนโซต้า ประเทศสหรัฐอเมริกา และในต่างประเทศ ได้แก่ ไอร์แลนด์เหนือ สิงคโปร์ จีน มาเลเซีย และไทย

บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด เริ่มก่อตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2526 โดยได้รับการส่งเสริมการลงทุนจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) เพื่อทำการผลิตและส่งออกส่วนประกอบขั้นต้นและขั้นสุดท้ายของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ โดยมีสำนักงานดำเนินการบริหารและการผลิตที่อาคารต่างๆ ในกรุงเทพฯ เช่น อาคารสินเคหะการ และอาคารมโนรม มีพนักงานเริ่มต้น 50 คน ปัจจุบันอัตราว่าจ้างพนักงานเฉพาะในประเทศไทยมีมากกว่า 10,979 คน ทั้งนี้โรงงานผลิตในประเทศไทยมี 2 แห่ง คือ

1) โรงงานสาขาเทพารักษ์ จังหวัดสมุทรปราการ (สถานที่สหกิจศึกษา) ก่อตั้งเมื่อเดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2532 บนเนื้อที่ 45 ไร่ เป็นโรงงานผลิตชิ้นส่วนบางขั้นตอนที่เกี่ยวกับหัวบันทึก และอ่านข้อมูลเป็นหลักจะผลิตเฉพาะ Head Gimbal Assembly และ Head Stack Assembly

2) โรงงานสาขาโคราช จังหวัดนครราชสีมา ก่อตั้งเมื่อเดือนพฤษภาคม ปี พ.ศ. 2539 บนเนื้อที่ 145 ไร่ เป็นโรงงานประกอบฮาร์ดดิสก์ และเป็นโรงงานเดียวในอุตสาหกรรมนี้ที่มีกระบวนการผลิตตั้งแต่ขั้นต้นจนถึงขั้นตอนสุดท้าย แบ่งเป็น Drive Operation, Head Gimbal Assembly, Head Stack Assembly และ Slider

ปัจจุบันมีการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตเป็นแบบ Automation คือ การใช้เครื่องจักรกลทั้งหมดในสายการผลิต โดยใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานแทนการใช้แรงงานคน ส่งผลให้บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด เป็นผู้นำทางการตลาดในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กลยุทธ์ในการดำเนินธุรกิจของซีเกท (Seagate Leadership Model)

1) นวัตกรรม (Innovation) ซีเกทพยายามเน้นนวัตกรรมที่ก้าวหน้านำคู่แข่ง โดยเฉพาะพื้นที่ต่อตารางนิ้วของ ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟให้สามารถจุข้อมูลได้มากกว่าบริษัทคู่แข่ง ซึ่งซีเกทมีการศึกษาวิจัยเทคโนโลยีด้านนี้ ยิ่งเพิ่มประสิทธิภาพเหนือคู่แข่งได้เป็นอย่างดี

2) ความน่าเชื่อถือ (Reliability) ผลิตภัณฑ์มีความเสถียร เป็นที่ยอมรับของลูกค้า

3) พันธมิตรทางธุรกิจ (Partnership) ซีเกทสามารถปรับตัวให้เข้ากับความต้องการของลูกค้าได้ค่อนข้างดี จนได้รับรางวัลต่างๆ จากลูกค้าเสมอมา

4) ความเป็นเลิศในด้านเทคโนโลยี (Operational Excellence) ทั้งในแง่ของการพัฒนาและวิจัยและการผลิต โดยซีเกทเป็นบริษัทที่เป็นเจ้าของการผลิตเอง ไม่มีการจ้างผู้ผลิตรายอื่น ซึ่งแตกต่างจากบริษัทอื่นๆ ที่ไม่ได้ผลิตเอง นอกจากนี้ซีเกท ยังเป็น World Class Hight Volume Manufacturing ซีเกทมีความเสถียรของผลิตภัณฑ์ในแง่ของคุณภาพ และค่อนข้างจะยืดหยุ่น ในด้าน Supply Chain คือเมื่อลูกค้าปรับออเดอร์ ทางบริษัทก็สามารถปรับให้ได้และตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้เป็นอย่างดี

3. ส่วนประกอบและผลิตภัณฑ์ของซีเกท

สินค้าของซีเกท คือ ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ หรือฮาร์ดดิสก์ซึ่งติดตั้งอยู่ในคอมพิวเตอร์ โดยฮาร์ดดิสก์จะประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ที่สำคัญ ได้แก่ หัวอ่าน (HGA) มีลักษณะคล้ายเข็มที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดเสียงจากแผ่น ช่วยในการถ่ายเทประจุไฟฟ้าซึ่งเป็นข้อมูลดิจิตอลให้ได้เร็วที่สุด ยิ่งใกล้แผ่นแม่เหล็กเท่าไรก็จะยิ่งมีประสิทธิภาพสูงขึ้น นั่นก็คือ เทคนิคในการดีไซน์ที่จะทำให้เกิดความเสถียรในการใช้งานด้วยจานแม่เหล็กหรือแผ่นมีเดีย ในยุคแรกจะเป็นโลหะผสมเคลือบด้วยเหล็ก จนถึงปัจจุบันเปลี่ยนเป็นวัสดุที่คล้ายแก้ว เนื่องจากค่าในการหมุนต่อการเหวี่ยงจะไม่มีหรือมีน้อยมากเมื่อเทียบกับโลหะ มีน้ำหนักเบา และสามารถเคลือบสารแม่เหล็กได้ง่ายกว่า ดังนั้นในปัจจุบันแผ่นมีเดียส่วนใหญ่จะทำจากวัสดุที่เป็นแก้ว ดังเช่น รูปที่ 1.1

รูปที่ 1.1 วัสดุภายใน HDD
[ที่มา: www.engineerfriend.com]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบัน ฮาร์ดดิสก์มี 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. Hard Disk Drive ดังรูปที่ 1.2 ประกอบด้วยชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหว (Moving Parts) เป็นส่วนใหญ่ โดยเฉพาะแผ่นมีเดียจะต้องหมุนตลอดเวลา ยิ่งประสิทธิภาพในการหมุนเร็วเท่าไร ความไวในการถ่ายทอดข้อมูลก็จะยิ่งเร็วเท่านั้น ปัจจุบันมี 5,200 รอบต่อนาที

รูปที่ 1.2 Barracuda HDD
[ที่มา: www.Seagate.com]

2. Hybrid Drive ดังรูปที่ 1.3 เป็นการผสมผสานระหว่าง 2 ส่วนเข้าด้วยกัน ประกอบด้วยสิ่งที่เป็นมีเดียซึ่งจะเป็นชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหว (Moving Parts) กับส่วนที่เป็นไดร์ฟสถานะของแข็ง (Solid State) เทียบได้กับ Compact Flash, Thumb Drive หรือ iPad จะไม่มีฮาร์ดดิสก์อยู่ข้างในฮาร์ดดิสก์ประเภทนี้จะตอบสนองความต้องการของตลาดที่ต้องการความเร็วมากในการ Boost เครื่อง อายุการใช้งานมากกว่า และใช้พลังงานน้อยลง ทั้งนี้ Hybrid Drive จะเป็นตัวเสริมไม่ใช่เพื่อทดแทนฮาร์ดดิสก์ประเภทแรก เนื่องจากต้นทุนการผลิต Solid State ต่อกิกะไบท์อยู่ในอัตราสูง

รูปที่ 1.3 Firecuda SSHD
[ที่มา: www.Seagate.com]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Enterprise-Unified Storage Architecture เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความจุมาก โดยกลุ่มลูกค้าหลักจะเป็นทั้ง ผู้ประกอบการจำหน่ายเครื่องคอมพิวเตอร์แบรนด์ต่างๆ และลูกค้าที่ต้องการเนื้อที่ในการจัดเก็บข้อมูลจำนวนมาก เช่น รูปภาพ วีดีโอ Facebook Youtube เป็นต้น ตราบใดที่บริษัทต่างๆ มีการขยายสมาชิกเครือข่ายมากขึ้น ก็ยิ่งต้องการความจุของพื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูลดิจิตอลมาก ซึ่งผลิตภัณฑ์นี้สามารถสนองต่อความต้องการ ของลูกค้ากลุ่มนี้ได้เป็นอย่างดี ได้แก่ รุ่น Constellation, Savvio

GoFlex Satellite™ Mobile Wireless Storage ดังรูปที่ 1.4 เป็นฮาร์ดดิสก์พกพาที่สามารถเชื่อมต่อระบบ WiFi โดยซีเกทผลิตออกมาเพื่อแก้ปัญหาเรื่องความจุจำกัดของ iPad ในการใช้เก็บไฟล์หนัง เพลง หรือไฟล์ เอกสารต่างๆ โดยความจุมีขนาดใหญ่ถึง 500 GB และมีแบตเตอรี่ Li-ion ในตัว สามารถใช้งานได้ยาวนาน 5 ชั่วโมง และ Stanby ได้ถึง 25 ชั่วโมง นอกจากนี้สามารถใช้ได้ทั้งระบบ Mac, Windows และ Android

รูปที่ 1.4 GoFlex Satellite
[ที่มา: www.Seagate.com]

4. แผนกงานสหกิจศึกษา

Media-Test Engineer (MTE) เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบเกี่ยวกับแผ่นมีเดีย จัดหาแผ่นมีเดียเพื่อส่งเข้าสู่กระบวนการทดสอบหัวอ่าน ก่อนจะนำหัวอ่านที่ผ่านการทดสอบแล้วไปประกอบเป็นฮาร์ดดิสก์ต่อไป โดยแผนก MTE มีหน้าที่ในการการจัดหาแผ่นมีเดีย โดยการสั่งซื้อแผ่นมีเดียผลิตภัณฑ์ต่างๆ มาจากต่างประเทศ จากนั้นนำแผ่นมีเดียมาทำความสะอาดด้วยเครื่องจักร และตรวจสอบคุณภาพของแผ่นมีเดียด้วยเครื่องจักร จากนั้นจึงจะนำแผ่นมีเดียเข้าสู่กระบวนการทดสอบหัวอ่านต่อไป โดยในทุกๆ ปีจะมีการปรับเปลี่ยนกระบวนการต่างๆ เพื่อพัฒนาคุณภาพทั้งตัวผลิตภัณฑ์ ลดค่าใช้จ่าย ลดการใช้ทรัพยากร

ส่วนโครงงานนี้รับผิดชอบในส่วนของกระบวนการการทำความสะอาดแผ่นมีเดียด้วยเครื่องจักร โดยการศึกษากระบวนการต่างๆ ของเครื่องจักร ในแง่ของเครื่องกลในระบบของเครื่องจักร ปรับปรุงกระบวนการต่างๆ ของเครื่องจักรเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการทำความสะอาดสูงสุด ทั้งด้านของข้อมูลและการใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ระเบียบขั้นตอนการปฏิบัติงานของทีมก่อนการจัดทำโครงงาน

ในกระบวนการการทำความสะอาดแผ่นมีเดียด้วยเครื่องจักรนั้น ในทุกๆ ปีจะมีการปรับเปลี่ยนกระบวนการต่างๆ ของเครื่องจักร เป็น Recipe เวอร์ชั่นใหม่ เพื่อพัฒนาคุณภาพการทำความสะอาดอยู่เสมอ

การตรวจสอบคุณภาพจะมี 2 ส่วนคือ หลังจากทำความสะอาดเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะนำแผ่นมีเดียเข้าไปตรวจสอบปริมาณฝุ่นละอองด้วยเครื่องจักรโดยเทคโนโลยี Image Processing จากนั้นจะส่งแผ่นมีเดียเข้าสู่กระบวนการทดสอบหัวอ่าน และจะตรวจสอบคุณภาพจากกระบวนการทดสอบหัวอ่านอีกครั้งหนึ่งในแง่ของการใช้งานจริง ถ้าเกิดมีปัญหาหรือความผิดพลาด เช่น มีจำนวนแผ่นมีเดียที่มีปริมาณฝุ่นละอองเยอะเกินมาตรฐานมากเกินไปหรือในกระบวนการทดสอบหัวอ่าน สามารถทดสอบหัวอ่านได้จำนวนน้อยกว่ามาตรฐานมากเกินไป ทาง Production หรือ Technician จะส่งข้อมูลความผิดพลาดกลับไปให้ทีมเพื่อจะปรับปรุงกระบวนการทำความสะอาดให้มีคุณภาพมากขึ้นต่อไป

1.2 ปัญหาที่พบจากกระบวนการปฏิบัติงานก่อนการจัดทำโครงงาน

1. เนื่องจากการทดสอบปรับปรุงกระบวนการการทำความสะอาดจำเป็นต้องทำในช่วงเวลาการทำงานปกติ เนื่องจากโดยปกติเครื่องจักรจะถูกใช้งานในการทำงานตลอดเวลา เพื่อให้ได้ปริมาณแผ่นมีเดียตามแผนการผลิต จึงทำให้มีข้อจำกัดในด้านของเวลาที่ใช้ในการทดสอบและปรับปรุงแก้ไข ถ้าเกิดมีปัญหาหรือข้อผิดพลาดในขณะการทำการทดสอบและปรับปรุงกระบวนการ อาจจะส่งผลแต่แผนการผลิตได้

2. เนื่องจากแผ่นมีเดียมีหลายผลิตภัณฑ์ บางผลิตภัณฑ์มีขนาดที่ไม่เท่ากัน จำนวนต่อกล่องไม่เท่ากัน การที่จะปรับปรุงกระบวนการการทำความสะอาดแผ่นมีเดียก็จะต้องทำการทดสอบปรับปรุงไปทีละผลิตภัณฑ์

3. จำนวนของเครื่องจักรทำความสะอาดที่มีอยู่ 2 เครื่อง และแต่ละเครื่องจะถูกแบ่งไปตามแต่ละขนาดของผลิตภัณฑ์ ถ้าเกิดจะเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ในการปรับปรุงกระบวนการการทำความสะอาด บางครั้งอาจจะต้องเปลี่ยนเครื่องจักร

4. จำนวนของเครื่องจักรตรวจสอบปริมาณฝุ่นละอองมีเพียง 1 เครื่อง ถ้าทีมกำลังทำการทดสอบปรับปรุงผลิตภัณฑ์ A อยู่ แล้วแผนการผลิตในขณะนั้นใช้ผลิตภัณฑ์ B อยู่ การทดสอบและปรับปรุงก็ต้องหยุดรอจนกว่าแผนการผลิตจะกลับมาใช้ผลิตภัณฑ์เดิม

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัยและจัดทำโครงงาน

ในปัจจุบันปัญหาต่างๆ ที่ระบุตามหัวข้อ 1.2 ถูกจำกัดด้วยจำนวนของเครื่องจักร จึงยังไม่สามารถแก้ไขอะไรได้มากนัก ดังนั้นวัตถุประสงค์หลักๆ ของโครงงานนี้คือ ทดสอบและปรับปรุงแก้ไข พัฒนากระบวนการทำความสะอาดแผ่นมีเดีย ให้มีคุณภาพในการทำความสะอาดสูงสุด โดยทีมงานสามารถนำไปใช้ในการทำความสะอาดได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขอบข่ายของการวิจัยและโครงงาน

ในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ จำเป็นต้องมีกระบวนการทดสอบหัวอ่าน ก่อนนำหัวอ่านไปประกอบเป็นฮาร์ดดิสก์ และในกระบวนการทดสอบหัวอ่านต้องใช้แผ่นมีเดียเป็นตัวจำลองแผ่นจานแม่เหล็กในฮาร์ดดิสก์จริง ดังนั้นการทดสอบและปรับปรุงกระบวนการทำความสะอาดแผ่นมีเดีย ให้มีคุณภาพอยู่เสมอ จึงเป็นกระบวนการที่สำคัญมาก และในการทำการทดสอบและปรับปรุงคุณภาพการทำความสะอาดแผ่นมีเดียต้องไม่รบกวนเวลาในการทำงานปกติมากจนเกินไป ทีมงานสามารถนำโครงงานนี้ไปใช้ในกระบวนการทำความสะอาดแผ่นมีเดียได้จริง เนื่องจากสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของแผ่นมีเดียในการทดสอบหัวอ่าน ประหยัดทรพยากรและใช้งบประมาณที่ลงทุนให้คุ้มค่ามากที่สุด

1.5 ประโยชน์ที่คารดว่าจะได้รับ

1. ประโยชน์ต่อกระบวนการทำความสะอาดแผ่นมีเดีย ที่มีคุณภาพในการทำความสะอาดเพิ่มมากขึ้น สามารถนำแผ่นมีเดียไปทดสอบหัวอ่านได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. ประโยชน์ต่อองค์กร โครงงานนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง สามารถนำไปเสนอต่อผู้บริหารหรือส่วนกลางได้ เกี่ยวกับกระบวนการในการทำความสะอาดแผ่นมีเดีย ในอนาคตอาจมีการเปลี่ยนแปลงวัสดุต่างๆ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ต่อได้ หรือการประยุกต์ใช้ของกระบวนการต่างๆ ของเครื่องจักร

3. ประโยชน์ต่อตนเอง พัฒนาการคิดวิเคราะห์ วางแผนงาน ความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ตนเองได้รับ และแก้ไขปัญหาแบบวิศวกร เรียนรู้กลไกการทำงานต่างๆ ของเครื่องจักร และพัฒนาทักษะภาษาต่างประเทศที่ต้องใช้สื่อสารระดับนานาชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk)

ระบบฮาร์ดดิสก์แตกต่างกับแผ่นดิสก์เกตต์ ดังรูปที่ 2.1 ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะมีจำนวนหน้าสำหรับเก็บบันทึกข้อมูลมากกว่าสองหน้า นอกจากระบบฮาร์ดดิสก์จะเก็บบันทึกข้อมูลเหมือนแผ่นดิสก์เกตต์ยังเป็นส่วน ที่ใช้ในการอ่านหรือเขียนบันทึกข้อมูลเหมือนช่องดิสก์ไดรฟ์

รูปที่ 2.1 แผ่นดิสก์เกตต์

[ที่มา: http://krurindunah.blogspot.com]

แผ่นจานแม่เหล็กของฮาร์ดดิสก์ จะมีความหนาแน่นของการจุข้อมูลบนผิวหน้าได้สูงกว่าแผ่นดิสก์เกตต์มาก เช่น แผ่นดิสก์เกตต์มาตรฐานขนาด 5.25 นิ้ว ความจุ 360 กิโลไบต์ จะมีจำนวนวงรอบบันทึกข้อมูลหรือเรียกว่า แทร็ค (Track) อยู่ 40 แทร็ค กรณีของฮาร์ดดิสก์ขนาดเดียวกันจะมีจำนวนวงรอบสูงมากกว่า 1000 แทร็คขึ้นไป ขณะเดียวกันความจุในแต่ละแทร็คของฮาร์ดดิสก์ก็จะสูงกว่า ซึ่งประมาณได้ถึง 5 เท่าของความจุในแต่ละแทร็คของแผ่นดิสก์เกตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากความหนาแน่นของการบันทึกข้อมูลบนผิวแผ่นจานแม่เหล็กของฮาร์ดดิสก์สูงมากๆ ทำให้หัวอ่านและเขียนบันทึกมีขนาดเล็ก ตำแหน่งของหัวอ่านและเขียนบันทึกก็ต้องอยู่ในตำแหน่ง ที่ใกล้ชิดกับผิวหน้าจานมาก ดังรูปที่ 2.2 โอกาสที่ผิวหน้าและหัวอ่านเขียนอาจกระทบกันได้ ดังนั้นแผ่นจานแม่เหล็กจึงควรเป็นแผ่นอะลูมิเนียมแข็ง แล้วฉาบด้วยสารแม่เหล็ก

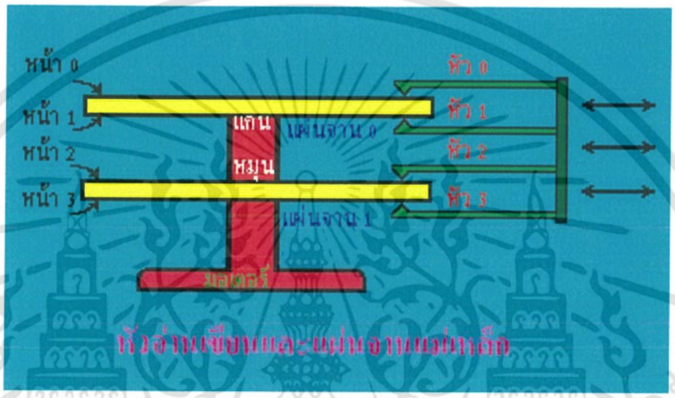
รูปที่ 2.2 ตำแหน่งของหัวอ่านและแผ่นจานแม่เหล็กภายในฮาร์ดดิสก์
[ที่มา: www.เกร็ดความรู้.com]

ฮาร์ดดิสก์จะบรรจุอยู่ในกล่องโลหะปิดสนิท เพื่อป้องสิ่งสกปรกหลุดเข้าไปภายใน ซึ่งถ้าต้องการเปิดออกจะต้องเปิดในห้องเรียก Clean Room ที่มีการกรองฝุ่นละอองจากอากาศเข้าไปในห้องออกแล้ว ฮาร์ดดิสก์ที่นิยมใช้ในปัจจุบันเป็นแบบติดภายในเครื่องไม่เคลื่อนย้ายเหมือนแผ่นดิสเกตต์ ดิสก์ประเภทนี้อาจเรียกว่า ดิสก์วินเชสเตอร์ (Winchester Disk)

ฮาร์ดดิสก์ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยแผ่นจานแม่เหล็ก (Platters) สองแผ่นหรือมากกว่ามาจัดเรียงอยู่บนแกนเดียวกันเรียก Spindle ทำให้แผ่นแม่เหล็กหมุนไปพร้อมๆ กัน จากการขับเคลื่อนของมอเตอร์ด้วยความเร็ว 3600 รอบต่อนาที แต่ละหน้าของแผ่นจานจะมีหัวอ่านเขียนประจำเฉพาะ โดยหัวอ่านเขียนทุกหัวจะเชื่อมติดกันคล้ายหวี สามารถเคลื่อนเข้าออกระหว่างแทร็คต่างๆ อย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.3 แสดงฮาร์ดดิสก์ที่มีแผ่นจาน 2 แผ่น พร้อมการกำกับชื่อแผ่นและหน้าของดิสก์ ผิวของแผ่นจานกับหัวอ่านเขียนจะอยู่เกือบชิดติดกัน คือห่างกันเพียงหนึ่งในแสนของนิ้ว และระยะห่างนี้ในระหว่างแทร็คต่างๆ ควรสม่ำเสมอเท่ากัน ซึ่งกลไกของเครื่องและการประกอบฮาร์ดดิสก์ต้องละเอียดแม่นยำมาก การหมุนอย่างรวดเร็วของแผ่นจาน ทำให้หัวอ่านเขียนแยกห่างจากผิวจาน ด้วยแรงลมหมุนของจาน แต่ถ้าแผ่นจานไม่ได้หมุนหรือปิดเครื่อง หัวอ่านเขียนจะเลื่อนลงชิดกับแผ่นจาน ดังนั้นเวลาเลิกจากการใช้งานนิยมเลื่อนหัวอ่านเขียนไปยังบริเวณที่ไม่ได้ใช้เก็บข้อมูล ที่เรียกว่า Landing Zone เพื่อว่าถ้าเกิดการกระแทรกของหัวอ่านเขียนและผิวหน้าแผ่นจานก็จะไม่มีผลต่อข้อมูลที่เก็บไว้



รูปที่ 2.3 หัวอ่านและแผ่นจานแม่เหล็ก
[ที่มา: http://dtv.mcot.net]

ฮาร์ดดิสก์เป็นอุปกรณ์ที่รวมเอาองค์ประกอบ ทั้งกลไกการทำงานและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้าไว้ด้วยกัน แม้ว่าฮาร์ดดิสก์นั้นจะได้ชื่อว่าเป็นอุปกรณ์ที่มีความซับซ้อนที่สุด ในด้านอุปกรณ์ที่มีการเคลื่อนไหว แต่ในความเป็นจริงแล้วการอธิบายการทำงาน ของฮาร์ดดิสก์นั้นถือว่าได้ง่าย ภายในฮาร์ดดิสก์นั้นจะมีแผ่น Aluminum Alloy Platter หลายแผ่นหมุนอยู่ด้วยความเร็วสูง โดยจะมีจำนวนแผ่นขึ้นอยู่กับแต่ละรุ่นแต่ละยี่ห้อต่างกันไป เมื่อผู้ใช้พิมพ์คำสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงาน แขนกลของฮาร์ดดิสก์จะรับคำสั่งและเคลื่อนที่ไปยังส่วนที่ถูกต้องของ Platter เมื่อถึงที่หมายก็จะทำการอ่านข้อมูลลงบนแผ่นดิสก์นั้น หัวอ่านจะอ่านข้อมูลแล้วส่งไปยังซีพียู จากนั้นไม่นานข้อมูลที่ต้องการก็จะปรากฏการทำงานเขียนอ่านข้อมูลของฮาร์ดดิสก์ จะมีการทำงานคล้ายกับการทำงานของของเทปคาสเซ็ท แพล็ตเตอร์ของฮาร์ดดิสก์นั้นจะเคลือบไปด้วยวัตถุจำพวกแม่เหล็กที่มีขนาดความหนาเพียง 2-3 ในล้านส่วนของนิ้ว แต่จะต่างจากเทปทั่วไปคือ ฮาร์ดดิสก์นั้นจะใช้หัวอ่านเพียงหัวเดียวในการทำงาน ทั้งอ่าน และเขียนข้อมูลบนฮาร์ดดิสก์ ส่วนเขียนข้อมูลลงบนฮาร์ดดิสก์นั้นหัวอ่านจะได้รับกระแสไฟฟ้าผ่านเข้าสู่คอยล์ของหัวอ่าน เพื่อสร้างรูปแบบแม่เหล็กบนสื่อที่เคลือบอยู่บนแพล็ตเตอร์ ซึ่งเท่ากับเป็นการเขียนข้อมูลลงบนฮาร์ดดิสก์ การอ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้นก็จะเป็นการแปลงสัญญาณรูปแบบแม่เหล็กที่ได้บันทึกอยู่บนฮาร์ดดิสก์กลับแล้วเพิ่มสัญญาณ และทำการประมวลผลให้กลับมาเป็นข้อมูลอีกครั้งอีก

จุดที่แตกต่างกันของการเก็บข้อมูลระหว่างออดิโอเทป ดังรูปที่ 2.4 กับฮาร์ดดิสก์นั้นก็คือ เทปจะเก็บข้อมูลในรูปแบบของสัญญาณอนาล็อก แต่สำหรับฮาร์ดดิสก์นั้นจะเก็บในรูปสัญญาณดิจิตอล โดยจะเก็บเป็นเลขฐานสองคือ 0 และ 1 ฮาร์ดดิสก์จะเก็บข้อมูลไว้ใน Track หรือเส้นวงกลม โดยจะเริ่มเก็บข้อมูลที่ด้านนอกสุดของฮาร์ดดิสก์ก่อน จากนั้นจึงไล่เข้ามาด้านในสุด โดยฮาร์ดดิสก์จะเป็นอุปกรณ์ที่สามารถสุ่มเข้าถึงข้อมูลได้คือ การที่หัวอ่านสามารถเคลื่อนที่ไปอ่านข้อมูลบนจุดใดของฮาร์ดดิสก์ก็ได้ ไม่เหมือนกับเทปเพลงที่หากจะต้องการฟังเพลงถัดไป ก็ต้องกรอเทปไปยังจุดเริ่มต้นของเพลงนั้น หัวอ่านของฮาร์ดดิสก์ นั้นสามารถบินอยู่เหนือพื้นที่จัดเก็บข้อมูลทันทีที่ได้รับตำแหน่งมาจากซีพียู ซึ่งการเข้าถึงข้อมูลแบบสุ่มนี้เป็นเหตุผลสำคัญที่ทำให้ฮาร์ดดิสก์สามารถแทนที่เทปในการเก็บข้อมูลหลักของคอมพิวเตอร์ ฮาร์ดดิสก์นั้นสามารถเก็บข้อมูลได้ทั้ง 2 ด้านของแพล็ตเตอร์ ถ้าหัวอ่านเขียนนั้นอยู่ทั้ง 2 ด้าน ดังนั้นฮาร์ดดิสก์ที่มีแพล็ตเตอร์ 2 แผ่นนั้นสามารถมีพื้นที่ในการเก็บข้อมูลได้ถึง 4 ด้าน และมีหัวอ่านเขียน 4 หัว การเคลื่อนที่ของหัวอ่านเขียนนี้จะมีการเคลื่อนที่ไปพร้อมๆ กันโดยจะมีการเคลื่อนที่ตรงกัน แทร็ค วงกลมนั้นจะถูกแบ่งออกเป็นหน่วยย่อยๆ เรียกว่า Sector การเขียนข้อมูลลงบนฮาร์ดดิสก์นั้นจะเริ่มเขียนจากรอบนอกสุดของฮาร์ดดิสก์ก่อน จากนั้นเมื่อข้อมูลในแทร็คนอกสุดถูกเขียนจนเต็มหัวอ่านก็จะเคลื่อนมายังแทร็คถัดมาที่ว่างแล้วทำการเขียนข้อมูลต่อไป ซึ่งก็ด้วยวิธีการนี้ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานสูงเป็นอย่างมาก เพราะหัวอ่านเขียนสามารถบันทึกข้อมูลได้มากกว่าในตำแหน่งหนึ่งก่อนที่จะเคลื่อนที่ไปยังแทร็คถัดไป

รูปที่ 2.4 ออดิโอเทป

[ที่มา: www.pinterest.com]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างเช่น ถ้ามีฮาร์ดดิสก์แบบ 4 แพล็ตเตอร์อยู่และหัวอ่านเขียนอยู่ที่แทร็ค 15 ไดร์ฟจะเขียนข้อมูลลงในแทร็ค 15 บนทั้ง 2 ด้านของแพล็ตเตอร์ทั้ง 4 จนเต็ม จากนั้นจึงเคลื่อนเข้าไปหาที่แทร็ค 16 ต่อไป การหมุนของแพล็ตเตอร์นั้นนับได้ว่าเร็วมาก ความเร็วต่ำสุดก็เท่ากับ 3,600 รอบต่อนาที และปัจจุบันสูงสุดนับหมื่นรอบ ซึ่งเป็นการทำงานที่เร็วกว่าฟล็อบปี้ดิสก์หรือเทปมาก ด้วยความเร็วขนาดนี้ทำให้หัวอ่านเขียนขนาดเล็กสามารถลอยหรือบินอยู่เหนือพื้นผิวได้ หัวอ่านเขียนนั้นได้รับการออกแบบให้บินอยู่เหนือแผ่นแพล็ตเตอร์ที่กำลังหมุนอยู่ด้วยความเร็วสูงนี้ ในความสูงเพียง 3 ล้านส่วนของนิ้ว ซึ่งเท่ากับว่าระยะห่างระหว่างหัวอ่านเขียน และแพล็ตเตอร์นั้นมีขนาดเล็กกว่าเส้นผมของคนเราหรือแม้กระทั่งฝุ่นมาก หากเกิดการกระแทกอย่างรุนแรงขึ้นกับฮาร์ดดิสก์ จนทำให้หัวอ่านสัมผัสกับแผ่นแพล็ตเตอร์ก็จะทำให้พื้นผิวหรือหัวอ่านเขียนเกิดการเสียหาย ซึ่งส่งผลให้เกิดปัญหาข้อมูลเสียหาย หรือถ้าโชคร้ายก็คือฮาร์ดดิสก์พังอย่างแก้ไขไม่ได้ อย่างไรก็ตามปัญหานี้มักจะไม่เกิดกับฮาร์ดดิสก์ในปัจจุบัน ทั้งนี้เพราะฮาร์ดดิสก์ในปัจจุบันมีเทคโนโลยีการผลิตที่สูงขึ้นและได้รับการป้องกันเป็นอย่างดี โดยถูกสร้างให้สามารถรับแรงกระแทกได้สูงถึง 70-100 เท่าของแรงดึงดูด (70-100G)

การจัดเรียงข้อมูลบนฮาร์ดดิสก์

การจัดเรียงข้อมูลบนฮาร์ดดิสก์นั้นมีลักษณะเดียวกับแผนที่ ข้อมูลจะถูกจัดเก็บไว้ในแทร็คบนแพล็ตเตอร์ ดิสก์ไดร์ฟทั่วๆ ไปจะมีแทร็คประมาณ 2,000 แทร็คต่อนิ้ว (TPI) Cylinder จะหมายถึงกลุ่มของแทร็คที่อยู่บริเวณหัวอ่านเขียนบนทุกๆ แพล็ตเตอร์ ในการเข้าอ่านข้อมูลนั้นแต่ละแทร็คจะถูกแบ่งออกเป็นหน่วยย่อยๆ เรียกว่า Sector กระบวนการในการจัดการดิสก์ให้มีแทร็คและเซกเตอร์เรียกว่า การฟอร์แมต ฮาร์ดดิสก์ในปัจบันส่วนใหญ่จะได้รับการฟอร์แมตมาจากโรงงานเรียบร้อยแล้ว ในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยปกติเซกเตอร์จะมีขนาดเท่ากับ 512 ไบต์ คอมพิวเตอร์จะใช้ข้อมูลที่ได้รับการฟอร์แมตนี้เหมือนกับที่นักท่องเที่ยวใช้แผนที่ในการเดินทางคือ ใช้ระบุว่าข้อมูลใดอยู่ที่ตำแหน่งใดบนฮาร์ดดิสก์ ดังนั้นหากฮาร์ดดิสก์ไม่ได้รับการฟอร์แมต เครื่องคอมพิวเตอร์จะก็ไม่รู้ว่าข้อมูลถูกเก็บไว้ที่ใด และจะนำข้อมูลมาได้จากที่ไหน ในการออกแบบฮาร์ดดิสก์แบบเก่านั้นจำนวนเซกเตอร์ต่อแทร็คจะถูกกำหนดตายตัว เนื่องจากพื้นที่แทร็คบริเวณขอบนอกนั้นมีขนาดใหญ่กว่าบริเวณขอบในของฮาร์ดดิสก์ ดังนั้นพื้นที่สิ้นเปลืองของแทร็คด้านนอกจึงมีมากกว่า แต่ในปัจจุบันได้มีการใช้เทคนิคการฟอร์แมต รูปแบบใหม่ที่เรียกว่า Multiple Zone Recording เพื่อบีบข้อมูลได้มากขึ้น ในการนำมาจัดเก็บบนฮาร์ดดิสก์ได้ Multiple Zone Recording จะอนุญาตให้พื้นที่แทร็คด้านนอกสามารถปรับจำนวนคลัสเตอร์ได้ ทำให้พื้นที่แทร็คด้านนอกสุดมีจำนวนเซกเตอร์มากกว่าด้านใน และด้วยการแบ่งให้พื้นที่แทร็คด้านนอกสุดมีจำนวนเซกเตอร์มากกว่าด้านในนี้ ข้อมูลสามารถจัดเก็บได้ตลอดทั้งฮาร์ดดิสก์ ทำให้มีการใช้เนื้อที่บนแพล็ตเตอร์ได้อย่างคุ้มค่า และเป็นการเพิ่มความจุ โดยใช้จำนวนแพล็ตเตอร์น้อยลงจำนวนของเซกเตอร์ต่อแทร็คในดิสก์ขนาด 3.5 นิ้วแบบปกติจะมีอยู่ ประมาณ 60 ถึง 120 เซกเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของหัวอ่านเขียน

หัวอ่านเขียนของฮาร์ดดิสก์นับเป็นชิ้นส่วนที่มีราคาแพงที่สุด และลักษณะของมันก็มีผลกระทบอย่างยิ่งกับประสิทธิภาพของฮาร์ดดิสก์โดยรวม หัวอ่านเขียนจะเป็นอุปกรณ์แม่เหล็ก มีรูปร่างคล้ายๆ ตัว “C” โดยมีช่องว่างอยู่เล็กน้อย โดยจะมีเส้นคอยล์พันอยู่รอบหัวอ่านเขียนนี้เพื่อสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้า การเขียนข้อมูลจะใช้วิธีการส่งกระแสไฟฟ้าผ่านคอยล์ ทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็ก ซึ่งจะส่งผลให้เกิดความเปลี่ยนแปลงที่แพล็ตเตอร์ ส่วนการอ่านข้อมูลนั้นจะรับค่าความเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กผ่านคอยล์ที่อยู่ที่หัวอ่านเขียน แล้วแปลงค่าที่ได้เป็นสัญญาณส่งไปยังซีพียูต่อไป เมื่อเทคโนโลยีพัฒนาไปความหนาแน่นของข้อมูลก็ยิ่งเพิ่มขึ้น ในขณะที่เนื้อที่สำหรับเก็บข้อมูลก็จะลดขนาดลง ขนาดบิตของข้อมูลที่เล็กนี้ ทำให้สัญญาณที่เกิดขึ้นแล้วส่งไปยังหัวอ่านนั้นอ่อนลงและอ่านได้ยากขึ้น ด้วยเหตุนี้ทางผู้พัฒนาจึงจำเป็นต้องวางหัวอ่านให้กับสื่อมากขึ้นเพื่อลดการสูญเสียสัญญาณ จากเดิมในปี 1973 ที่หัวอ่านเขียนบินอยู่ห่างสื่อประมาณ 17 micro inch (ล้านส่วนของนิ้ว) มาในปัจจุบันนี้หัวอ่านเขียนบินอยู่เหนือแผ่นแพล็ตเตอร์เพียง 3 micro inch เท่านั้น เหมือนกับการนำเครื่องบินโบอิ้ง 747 มาบินด้วยความเร็วสูงสุด โดยให้บินห่างพื้นเพียง 1 ฟุต แต่ที่สำคัญก็คือหัวอ่านเขียนนั้นไม่เคยสัมผัสกับแผ่นแพล็ตเตอร์ที่กำลังหมุนอยู่เลย เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์ถูกปิดฮาร์ดดิสก์จะหยุดหมุนแล้วหัวอ่านเขียนจะเคลื่อนที่ไปยังพื้นที่ที่ปลอดภัย และหยุดอยู่ตรงนั้น ซึ่งแยกอยู่ต่างหากจากพื้นที่ที่ใช้เก็บข้อมูล

Seek Time

ระยะเวลาที่แขนยึดหัวอ่านเขียนฮาร์ดดิสก์ เคลื่อนย้ายหัวอ่านเขียนไประหว่างแทร็คของข้อมูลบนฮาร์ดดิสก์ ซึ่งในปัจจุบันฮาร์ดดิสก์จะมีแทร็คข้อมูลอยู่ประมาณ 3,000 แทร็คในแต่ละด้านของแพล็ตเตอร์ขนาด 3.5 นิ้ว ความสามารถในการเคลื่อนที่จากแทร็คที่อยู่ไปยังข้อมูลในบิตต่อๆ ไป อาจเป็นการย้ายตำแหน่งไปเพียงอีกแทร็คเดียวหรืออาจย้ายตำแหน่งไปมากกว่า 2,999 แทร็คก็เป็นได้ Seek Time จะวัดโดยใช้หน่วยเวลาเป็นมิลลิเซก (ms) ค่าของ Seek Time ของการย้ายตำแหน่งของแขนยึดหัวอ่านเขียนไปในแทร็คถัดๆ ไป ในแทร็คที่อยู่ติดๆ กันอาจใช้เวลาเพียง 2 ms ในขณะที่การย้ายตำแหน่งจากแทร็คที่อยู่นอกสุดไปหาแทร็คที่อยู่ในสุด หรือตรงกันข้ามจะต้องใช้เวลามากถึงประมาณ 20 ms ส่วน Average Seek Time จะเป็นค่าระยะเวลาเฉลี่ย ในการย้ายตำแหน่งของหัวเขียนอ่านไปมาแบบสุ่ม (Random) ในปัจจุบันค่า Average Seek Time ของฮาร์ดดิสก์จะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 8 ถึง 14 ms แม้ว่าค่า Seek Time จะระบุเฉพาะคุณสมบัติในการทำงานเพียงด้านกว้าง และยาวของแผ่นดิสก์แต่ค่า Seek Time มักจะถูกใช้ในการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางด้านความเร็วของฮาร์ดดิสก์เสมอ ปกติแล้วมักมีการเรียกรุ่นของฮาร์ดดิสก์ตามระดับความเร็ว Seek Time ของตัวฮาร์ดดิสก์เอง เช่น มีการเรียกฮาร์ดดิสก์ที่มี Seek Time 14 ms ว่า “ฮาร์ดดิสก์ 14 ms” ซึ่งก็แสดงให้ทราบว่าฮาร์ดดิสก์รุ่นนั้นๆ มีความเร็วของ Seek Time ที่ 14 ms อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าการใช้ค่าความเร็ว Seek Time กำหนดระดับชั้นของฮาร์ดดิสก์จะสะดวก แต่ค่า Seek Time ก็ยังไม่สามารถแสดงให้ประสิทธิภาพทั้งหมดของฮาร์ดดิสก์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะแสดงให้เห็นเพียงแต่การค้นหาข้อมูลในแบบสุ่มของตัวไดร์ฟเท่านั้น ไม่ได้แสดงในแง่ของการอ่านข้อมูลแบบเรียงลำดับ Sequential ดังนั้นให้ใช้ค่า Seek Time เป็นเพียงส่วนหนึ่งในการตัดสินประสิทธิภาพของฮาร์ดดิสก์เท่านั้น

Head Switch Time

เป็นเวลาสลับการทำงาของหัวอ่านเขียน แขนยึดหัวอ่านเขียนจะเคลื่อนย้ายหัวอ่านเขียนไปบนแพล็ตเตอร์ที่อยู่ในแนวตรงกัน อย่างไรก็ตามหัวอ่านเขียนเพียงหัวเดียวเท่านั้นที่อ่านหรือบันทึกข้อมูลในเวลาใดเวลาหนึ่ง ระยะเวลาในการสลับกันทำงานของหัวอ่านเขียนจะวัดด้วยเวลาเฉลี่ยที่ตัวไดร์ฟใช้สลับระหว่างหัวอ่านเขียนสองหัว ในขณะอ่านบันทึกข้อมูลเวลาสลับหัวอ่านเขียนจะวัดด้วยหน่วย ms

Cylinder Switch Time

เวลาในการสลับไซลินเดอร์ สามารถเรียกได้อีกแบบว่าการสลับแทร็ค (Track Switch) ในกรณีนี้แขนยึดหัวอ่านเขียน จะวางตำแหน่งของหัวอ่านเขียนอยู่เหนือไซลินเดอร์ข้อมูลอื่นๆ แต่มีข้อแม้ว่าแทร็คข้อมูลทั้งหมดจะต้องอยู่ในตำแหน่งเดียวกันของแพล็ตเตอร์อื่นๆ ด้วยเวลาในการสลับระหว่างไซลินเดอร์จะวัดด้วยระยะเวลาเฉลี่ยที่ไดร์ฟใช้ในการสลับจากไซลินเดอร์หนึ่งไปยังไซลินเดอร์อื่นๆ เวลาในการสลับไซลินเดอร์จะวัดด้วยหน่วย ms

Rotational Latency

เป็นช่วงเวลาในการอคอยการหมุนของแผ่นดิสก์ การหมุนภายในฮาร์ดดิสก์จะเกิดขึ้นเมื่อหัวอ่านเขียนวางตำแหน่ง อยู่เหนือแทร็คข้อมูลที่เหมาะสมระบบการทำงานของหัวอ่านเขียนข้อมูลจะรอให้ตัวไดร์ฟ หมุนแพล็ตเตอร์ไปยังเซ็กเตอร์ที่ถูกต้อง ช่วงระยะเวลาที่รอคอยนี้เองที่ถูกเรียกว่า Rotational Latency ซึ่งจะวัดด้วยหน่วย ms เช่นเดียวกัน แต่ระยะเวลาก็ขึ้นอยู่กับ RPM (จำนวนรอบต่อนาที) ด้วยเช่นกัน

รู้จักกับฮาร์ดดิสก์และมาตรฐานของการเชื่อมต่อแบบต่างๆ

ฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลต่างๆ ของเครื่องคอมพิวเตอร์ มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมที่มีเปลือกนอกเป็นโลหะแข็ง และมีแผงวงจรสำหรับการควบคุมการทำงานประกบอยู่ที่ด้านล่าง พร้อมกับช่องเสียบสายสัญญาณและสายไฟเลี้ยง ส่วนประกอบภายในจะถูกปิดผนึกไว้อย่างมิดชิด โดยจะเป็นแผ่นดิสก์และหัวอ่านที่บอบบางมาก และไม่ค่อยจะทนต่อการกระทบกระเทือนได้ ดังนั้นจึงควรที่จะระมัดระวังเป็นอย่างยิ่ง เวลาจัดถือไม่ควรให้กระแทกหรือกระเทือนและระมัดระวังไม่ให้มือโดนอุปกรณ์อื่นๆ ที่อยู่บนแผงวงจร โดยปกติฮาร์ดดิสก์มักจะบรรจุอยู่ในช่องที่เตรียมไว้เฉพาะภายในเครื่อง โดยจะมีการต่อสายสัญญาณเข้ากับตัวควบคุมฮาร์ดดิสก์ และสายไฟเลี้ยงที่มาจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แหล่งจ่ายไฟด้วยเสมอ ในที่นี้จะขอแนะนำให้รู้จักกับฮาร์ดดิสก์แบบต่างๆ ในเบื้องต้น พอเป็นพื้นฐานในการทำความรู้จักและเลือกซื้อมาใช้งานกัน

ชนิดของฮาร์ดดิสก์แบ่งตามอินเตอร์เฟสที่ต่อใช้งาน

ปัจจุบันนี้ฮาร์ดดิสก์ที่มีใช้งานทั่วไป จะมีระบบการต่อใช้งานแบ่งออกเป็น 2 แบบใหญ่ๆ คือ EIDE (Enhanced Integrated Drive Electronics) กับ SCSI (Small Computer System Interface) ซึ่งฮาร์ดดิสก์ทั่วๆ ไปที่ใช้งานกันตามเครื่องคอมพิวเตอร์ตามบ้าน มักจะเป็นการต่อแบบ EIDE ทั้งนั้นส่วนระบบ SCSI จะมีความเร็วของการรับส่งข้อมูลที่เร็วกว่า แต่ราคาของฮาร์ดดิสก์จะแพงกว่ามาก จึงนิยมใช้กันในเครื่อง Server เท่านั้น

EIDE หรือ Enhance IDE เป็นระบบของฮาร์ดดิสก์อินเตอร์เฟสที่ใช้กันมากในปัจจุบันนี้ การต่อไดร์ฟฮาร์ดดิสก์แบบ IDE จะต่อผ่านสายแพรและคอนเน็คเตอร์จำนวน 40 ขาที่มีอยู่บนเมนบอร์ด ชื่อเรียกอย่างเป็นทางการของการต่อแบบนี้คือ AT Attachment หรือ ATA ต่อมาได้มีการพัฒนาไปเป็นแบบย่อยอื่นๆ เช่น ATA-2, ATAPI, EIDE, Fast ATA ตลอดจน ATA-33 และ ATA-66 ดังตางรางที่ 2.1 ในปัจจุบันซึ่งถ้าหากเป็นแบบ ATA-66 แล้วสายแพรสำหรับรับส่งสัญญาณ จะต้องเป็นสายแพรแบบที่รองรับการทำงานนั้นด้วย จะเป็นสายแพรที่มีสายข้างใน 80 เส้นแทน ส่วนใหญ่แล้วใน 1 คอนเน็คเตอร์ จะสามารถต่อฮาร์ดดิสก์ได้ 2 ตัว และบนเมนบอร์ดจะมีคอนเน็คเตอร์ให้ 2 ชุด ดังนั้นสามารถต่อฮาร์ดดิสก์หรืออุปกรณ์อื่นๆ เช่น ซีดีรอมไดร์ฟได้สูงสุด 4 ตัวต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง

ตารางที่ 2.1 วิธีการรับส่งข้อมูลของฮาร์ดดิสก์แบบ EIDE
[ที่มา: http://dtv.mcot.net]

PIO mode	อัตราการรับส่งข้อมูล (MB./sec)	อินเตอร์เฟส
0	3.3	ATA
1	5.2	ATA
2	8.3	ATA
3	11.1	ATA-2
4	16.6	ATA-2

วิธีการรับส่งข้อมูลของฮาร์ดดิสก์แบบ EIDE ยังแบ่งออกเป็นหลายๆ แบบ ในสมัยเริ่มต้นจะเป็นแบบ PIO (Programmed Input Output) ซึ่งเป็นการรับส่งข้อมูลโดยผ่านซีพียูคือ รับข้อมูลจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฮาร์ดดิสก์เข้ามายังซีพียู หรือส่งข้อมูลจากซีพียูไปยังฮาร์ดดิสก์ การรับส่งข้อมูลแบบ PIO นี้ยังมีการทำงานแยกออกไปหลายโหมด โดยจะมีความเร็วในกรรับส่งข้อมูลต่างๆ กันไป

การรับส่งข้อมูลระหว่างฮาร์ดดิสก์กับเครื่องคอมพิวเตอร์อีกแบบหนึ่ง เรียกว่า DMA (Direct Memory Access) คือ ทำการรับส่งข้อมูลระหว่างฮาร์ดดิสก์กับหน่วยความจำโดยไม่ผ่านซีพียู ซึ่งจะกินเวลาในการทำงานของซีพียูน้อยลง แต่ได้อัตราการรับส่งข้อมูลพอๆ กับ PIO Mode 4 และยังแยกการทำงานเป็นหลายโหมดเช่นเดียวกันการรับส่งข้อมูลทาง PIO โดยมีอัตราการรับส่งข้อมูลดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 DMA (Direct Memory Access)
[ที่มา: http://dtv.mcot.net]

หัวข้อ	DMA mode	อัตราการรับส่งข้อมูล (MB./sec)	อินเตอร์เฟส
Single Word	0	2.1	ATA
	1	4.2	ATA
	2	8.3	ATA
Multi Word	0	4.2	ATA
	1	13.3	ATA-2
	2	16.6	ATA-2

ฮาร์ดดิสก์ตัวหนึ่งอาจเลือกใช้การรับส่งข้อมูลได้หลายแบบ ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลักคือ ฮาร์ดดิสก์ที่ใช้นั้นสนับสนุนการทำงานแบบใดบ้าง ชิปเซ็ตและ BIOS ของเมนบอร์ดต้องสนับสนุนการทำงานในแบบต่างๆ และอย่างสุดท้ายคือ ระบบปฏิบัติการบางตัวจะมีความสามารถเปลี่ยนหรือเลือกวิธีการรับส่งข้อมูลในแบบต่างๆ ได้ เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในการทำงาน เช่น Windows NT, Windows 98 หรือ UNIX เป็นต้น

ถัดจาก EIDE ในปัจจุบันก็มีการพัฒนามาตรฐานการอินเตอร์เฟส ที่มีความเร็วสูงยิ่งขึ้นไปอีก คือแบบ Ultra DMA/2 หรือเรียกว่า ATA-33 ดังตารางที่ 2.3 (บางทีเรียก ATA-4) ซึ่งเพิ่มความเร็วขึ้นไป 2 เท่าเป็น 33 MHz และแบบ Ultra DMA/4 หรือ ATA-66 (หรือ ATA-5) ซึ่งกำลังเป็นมาตรฐานอยู่ในปัจจุบัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 Ultra DMA/2 หรือเรียกว่า ATA-33
[ที่มา: http://dtv.mcot.net]

DMA mode	อัตราการรับส่งข้อมูล (MB./sec)	อินเตอร์เฟส
Ultra DMA/2 (UDMA2 หรือ UDMA/33)	33.3	ATA-33 (ATA-4)
Ultra DMA/4 (UDMA4 หรือ UDMA/66)	66.6	ATA-66 (ATA-5)

นอกจากนี้ ปัจจุบันเริ่มจะเห็น ATA-100 กันบ้างแล้วในฮาร์ดดิสก์รุ่นใหม่ ๆ บางยี่ห้อ

SCSI เป็นอินเตอร์เฟสที่แตกต่างจากอินเตอร์เฟสแบบอื่นๆ มาก ความจริงแล้ว SCSI ไม่ได้เป็นอินเตอร์เฟสสำหรับฮาร์ดดิสก์ โดยเฉพาะข้อแตกต่างที่สำคัญที่สุด ได้แก่ อุปกรณ์ที่จะนำมาต่อกับอินเตอร์เฟสแบบนี้ จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีความฉลาดหรือ Intelligent พอสมควร (มักจะต้องมีซีพียู หรือหน่วยความจำของตนเองในระดับหนึ่ง) โดยทั่วไปการ์ดแบบ SCSI จะสามารถต่ออุปกรณ์ได้ 7 ตัว แต่การ์ด SCSI บางรุ่นอาจต่ออุปกรณ์ได้ถึง 14 ตัว (SCSI-2) ในทางทฤษฎีแล้วสามารถนำอุปกรณ์หลายชนิดมาต่อเข้าด้วยกันผ่าน SCSI ได้ เช่น ฮาร์ดดิสก์ เทปไดร์ฟ ออปติคัลดิสก์ เลเซอร์พรินเตอร์ หรือแม้กระทั่งเมาส์ ถ้าอุปกรณ์เหล่านั้นมีอินเตอร์เฟสที่เหมาะสม ความเร็วของการรับส่งข้อมูลของ SCSI แบบต่างๆ ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 SCSI
[ที่มา: http://dtv.mcot.net]

หัวข้อ	SCSI	Fast	Wide	Fast	Wide	Ultra	Ultra Wide	Ultra 2	Ultra 3 (Ultra160)
บัสข้อมูล (บิต)	8	8	19	16	32	16	32	16	32
ความถี่ (MHz)	5	10	5	10	10	20	20	40	40
รับส่งข้อมูล (MB/s)	5	10	10	20	40	40	80	80	160
คอนเน็คเตอร์	SCSI-1	SCSI-2	SCSI-2	SCSI-2	SCSI-2	SCSI-3	SCSI-3	SCSI-3	SCSI-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพของฮาร์ดดิสก์ขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง

ความเร็วในการทำงานของฮาร์ดดิสก์ ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความเร็วในการหมุน กลไกภายใน ความจุข้อมูล ชนิดของคอนโทรลเลอร์ ขนาดของบัฟเฟอร์ และระบบการเชื่อมต่อที่ใช้ เป็นต้น ฮาร์ดดิสก์ที่มีกลไกที่เคลื่อนที่เร็วที่สุดเพียงอย่างเดียว อาจจะไม่ใช่ฮาร์ดดิสก์ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดก็ได้

ความเร็วในการหมุนของฮาร์ดดิสก์

ความเร็วในการหมุนของดิสก์ เป็นสิ่งที่มีผลกับความเร็วในการอ่าน และบันทึกข้อมูลมากทีเดียว ฮาร์ดดิสก์ทั่วไป ถ้าเป็นรุ่นธรรมดาจะหมุนอยู่ที่ประมาณ 5,400 รอบต่อนาที (RPM) ส่วนรุ่นที่เร็วหน่อยก็จะเพิ่มเป็น 7,200 รอบต่อนาที ซึ่งถือเป็นมาตรฐานอยู่ในขณะนี้ และถ้าเป็นรุ่นใหญ่หรือพวก SCSI ในปัจจุบันก็อาจถึง 10,000 รอบหรือมากกว่านั้น ฮาร์ดดิสก์ที่หมุนเร็วก็จะสามารถอ่านข้อมูลในแต่ละเซ็คเตอร์ได้เร็วกว่าตามไปด้วย ทำให้ความเร็วการรับส่งข้อมูลภายใน มีค่าสูงกว่าฮาร์ดดิสก์ที่หมุนมากรอบกว่าก็อาจมีเสียงดัง ร้อน และสึกหรอมากกว่า แต่โดยรวมทั่วไปแล้วหากราคาไม่เป็นข้อจำกัด ก็ควรเลือกฮาร์ดดิสก์ที่หมุนเร็วๆ ไว้ก่อน

อินเตอร์เฟสของฮาร์ดดิสก์

ดังที่อธิบายแล้วว่าฮาร์ดดิสก์อินเตอร์เฟสที่นิยมใช้งานกันมากที่สุด สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน ได้แก่ แบบ ATA-33 และ ATA-66 ซึ่งมีอัตราการรับส่งข้อมูลที่สูงกว่าแบบเก่า หากต้องการอัตราการรับส่งข้อมูลที่เร็วกว่านี้ ก็ต้องเลือกอินเตอร์เฟสแบบ SCSI ซึ่งจะมีข้อดีคือ มีความเร็วสูงกว่าแบบ EIDE มากและยังสามารถต่ออุปกรณ์ต่างๆ ได้ถึง 7 ตัวด้วยกัน โดยที่ราคาก็ยังคงจะแพงกว่าแบบ EIDEด้วย จะเหมาะสำหรับงานที่ต้องใช้ความเร็วสูง เช่น Server ของระบบ LAN เป็นต้น

ประเด็นสำคัญของการต่อฮาร์ดดิสก์แบบ IDE ก็คือ แต่ละสายที่ต่อออกมานั้น ตามปกติจะต่อได้ 2 ไดร์ฟ โดยฮาร์ดดิสก์ที่อยู่บนสายคนละเส้นจะทำงานพร้อมกันได้ แต่ถ้าอยู่บนสายเส้นเดียวกันจะต้องทำทีละตัวคือ ไม่ทำงานกับ Master ก็ Slave ตัวเดียวเท่านั้นในเวลาหนึ่งๆ และหากเป็นอุปกรณ์ที่ทำการรับส่งข้อมูลคนละแบบบนสายเดียวกัน เช่น การต่อฮาร์ดดิสก์แบบ UltraDMA/66 ร่วมกับซีดีรอมแบบ PIO Mode 4 อุปกรณ์ทุกตัวบนสายเส้นนั้นก็จะต้องทำตามแบบที่ช้ากว่า ดังนั้นจึงไม่ควรต่อฮาร์ดดิสก์ที่เร็วๆ ไว้กับซีดีรอมบนสายเส้นเดียวกัน เพราะจะทำให้ฮาร์ดดิสก์ช้าลงตามไปด้วย

หน่วยความจำแคชหรือบัฟเฟอร์ที่ใช้

อีกวิธีที่ผู้ผลิตฮาร์ดดิสก์ ใช้เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของฮาร์ดดิสก์ในปัจจุบันคือ การใช้หน่วยความจำแคช หรือบัฟเฟอร์ (Buffer) เพื่อเป็นที่พักข้อมูลก่อนที่จะส่งไปยังคอนโทรลเลอร์บนการ์ดหรือเมนบอร์ด แคชที่ว่านี้จะทำงานร่วมกับฮาร์ดดิสก์ โดยในกรณีอ่านข้อมูลก็จะอ่านข้อมูลจากฮาร์ดดิสก์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนที่คาดว่าจะถูกใช้งานต่อไปมาเก็บไว้ล่วงหน้า ส่วนในกรณีบันทึกข้อมูลก็จะรับข้อมูลมาก่อนเพื่อเตรียมที่จะเขียนลงไปทันทีที่ฮาร์ดดิสก์ว่าง แต่ทั้งหมดนี้จะทำอยู่ภายในตัวฮาร์ดดิสก์เอง โดยไม่เกี่ยวข้องกับซีพียูหรือแรมแต่อย่างใด

หน่วยความจำหรือแคชนี้ ในฮาร์ดดิสก์รุ่นราคาถูกจะมีขนาดเล็ก เช่น 128KB หรือบางยี่ห้อก็จะมีขนาด 256-512KB แต่ถ้าเป็นรุ่นที่ราคาสูงขึ้นมา จะมีการเพิ่มจำนวนหน่วยความจำนี้ไปจนถึง 2MB เลยทีเดียว ซึ่งจากการทดสอบพบว่า มีส่วนช่วยให้การทำงานกับฮาร์ดดิสก์นั้นเร็วขึ้นมาก ถึงแม้กลไกการทำงานของฮาร์ดดิสก์รุ่นนั้นๆ จะช้ากว่าก็ตาม แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับลักษณะการทำงานของโปรแกรมด้วย

ปัจจัยอื่นๆ ในการเลือกซื้อฮาร์ดดิสก์

หลังจากที่ได้พอจะรู้จักกับฮาร์ดดิสก์แบบต่างๆ กันแล้ว หากต้องการซื้อฮาร์ดดิสก์ที่จะนำมาใช้งานสักตัว ปัจจัยต่างๆ ด้านบนนี้น่าจะเป็นตัวหลักในการกำหนดรุ่นและยี่ห้อของฮาร์ดดิสก์ที่จะซื้อได้ แต่ทั้งนี้ไม่ควรที่จะมองข้ามปัจจัยอื่นๆ เหล่านี้ไปด้วย

ความจุของข้อมูล

ยิ่งฮาร์ดดิสก์ที่มีความจุมากราคาก็จะแพงขึ้นไป เลือกให้พอดีกับความต้องการแต่ไปเน้นเรื่องความเร็ว เช่น หากมีขนาด 15G 7,200 RPM กับ 20G 5,400 RPM ที่ราคาใกล้เคียงกัน น่าจะเลือกตัว 15G 7,200 RPM ดีกว่า

ความจุของฮาร์ดดิสก์ (ไบต์) = 0.5 x Cylender x จำนวนหัวอ่าน x Sector

1 ไบต์ (Byte) = 8 บิต (Bit)
1 กิโลไบต์ (Kilobyte) = 1,024 ไบต์
1 เมกะไบต์ (Megabyte) = 1,048,576 ไบต์
1 กิกะไบต์ (Gigabyte) = 1,073,741,824 ไบต์
1 เทราไบต์ (Terabyte) = 1,099,511 ล้านไบต์
1 พิโตไบต์ (Petobyte) = 1,125,899,906 ล้านไบต์

ความทนทานและการรับประกัน

อย่าลืมว่าฮาร์ดดิสก์เป็นอุปกรณ์ที่ต้องทำงานตลอดเวลา มีการเคลื่อนไหวต่างๆ มากมายอยู่ภายในและโอกาสที่จะเสียหายมีได้มาก โดยเฉพาะเรื่องของความร้อนและการระบายความร้อนที่ไม่ดีในเครื่อง ก็เป็นสาเหตุสำคัญของการเสียหาย นอกจากนี้การเกิดแรงกระแทกแรงๆ ก็เป็นสาเหตุหลักของการเสียหายที่พบได้บ่อย ดังนั้นปัจจัยที่ค่อนข้างสำคัญในการเลือกซื้อฮาร์ดดิสก์คือ เรื่องระยะเวลาในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับประกันสินค้าและระยะเวลาในการส่งเคลม ว่าจะช้าหรือเร็วกว่าจะได้ของกลับคืนมาใช้งาน รวมทั้งร้านค้าที่ไปซื้อด้วย ในบางครั้งเวลาซื้อสินค้าจะบอกว่าเปลี่ยนได้ เคลมเร็ว แต่เวลาที่มีปัญหาจริงๆ ก็จะไม่ค่อยยอมเปลี่ยนสินค้าให้แบบง่าย ๆ

IDE (Integrated Drive Electronics)

IDE ดังรูปที่ 2.5 ระบบนี้มีความจุใกล้เคียงกับแบบ SCSI แต่มีราคาและความเร็วในการขนย้ายข้อมูลต่ำกว่า ตัวควบคุม IDE ปัจจุบันนิยมรวมอยู่ในแผงตัวควบคุม

รูปที่ 2.5 IDE (Integrated Drive Electronics)
[ที่มา: http://dtv.mcot.net]

SCSI (Small Computer System Interface)

ดังรูปที่ 2.6 เป็น Controller Card ที่มี Processor อยู่ในตัวเองทำให้เป็นส่วนเพิ่มขยายกับแผงวงจรใหม่ ใช้ควบคุมอุปกรณ์เสริมอื่นที่เป็นระบบ SCSI ได้ เช่น Modem CD-ROM Scanner และ Printer ใน Card หนึ่งๆ จะสนับสนุนการต่ออุปกรณ์ได้ถึง 8 ตัว

รูปที่ 2.6 SCSI (Small Computer System Interface)
[ที่มา: http://dtv.mcot.net]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Serial ATA (Advanced Technology Attachment)

Serial ATA ดังรูปที่ 2.7 เปิดตัวครั้งแรกในวันที่ 26 มิถุนายน 2545 งาน PC Expo ใน New-York ประเทศสหรัฐอเมริกา หลังจากที่มีการนำเสนอ Parallel ATA มากว่า 20 ปี รวมถึงเทคโนโลยีอื่นๆ ที่ทำให้การอ่านข้อมูลได้เร็วขึ้น วันนี้บริษัท Intel Seagate และบริษัทอื่นๆ คอยช่วยกันพัฒนาให้เกิดเทคโนโลยี Serial ATA ขึ้นมาแทนที่ Serial ATA มีความเร็วในเข้าถึงข้อมูลถึง 150 Mbytes ต่อวินาที และให้ผลตอบสนองในการทำงานได้เร็วมากในส่วนของ Extreme Application เช่น Game Home Video และ Home Network Hub มีจำนวน Pin น้อยกว่า Parallel ATA

รูปที่ 2.7 Serial ATA (Advanced Technology Attachment)
[ที่มา: http://dtv.mcot.net]

Serial ATA II ของทาง Seagate คาดว่าจะออกวางตลาดภายในปี พ.ศ. 2546 และจะทำงานได้กับ Serial ATA 1.0 ทั้งทางด้าน Products และ Maintain Software

หลักการทำงานของฮาร์ดดิสก์

ภายในตัวของฮาร์ดดิสก์ ประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นเครื่องกลไกและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ส่วนการอ่านและเขียนฮาร์ดดิสก์ ทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กที่อยู่บนแผ่นดิสก์ ซึ่งจะหมุนด้วยความเร็ว 3,600 ถึง 7,200 รอบต่อนาที ซึ่งจะอยู่ภายในกล่องสูญญากาศ โดยการทำงานจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Controller ซึ่งจะรับคำสั่งจาก Card Controller และแปลงคำสั่งนั้นให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ที่เรียกว่า Head Actuator นอกจากนี้มันยังเป็นตัวตรวจเช็คว่ามีข้อมูลอยู่ใน Buffers หรือไม่ ถ้ามีก็จะมีการส่งข้อมูลผ่าน Hard Disk Adapter ไปยังแอพพลิเคชันบัฟเฟอร์ (Application Buffers) Head Actuator ก็จะทำหน้าที่เลื่อนหัวอ่านเขียนไปยังแทร็คต่างๆ ที่มีข้อมูลอยู่ โดยมีหัวอ่านเขียนเป็นตัวหาข้อมูล ซึ่งหัวอ่าน/เขียนนี้จะลอยอยู่เหนือสารแม่เหล็กที่เคลือบอยู่บนแผ่นจานแม่เหล็กในระยะสูง 10 ไมโครเมตร แกนหมุน Spindle จะต่อเข้ากับมอเตอร์เพื่อทำการหมุนแผ่นเพลทภายในหัวอ่านเขียน ส่วนการอ่าน/เขียนข้อมูลนั้นทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงหรือตรวจเช็คความเข้มของสนามแม่เหล็กบนแผ่นดิสก์

ฮาร์ดดิสก์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งจะมีความจุสูงหรือที่เรียกกันว่า EIDE (Enhanced IDE) ซึ่งเป็นมาตรฐานใหม่ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดย Western Digital เพื่อที่จะนำมาใช้แทนที่ฮาร์ดดิสก์ในระบบ IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธรรมดา ฮาร์ดดิสก์ในระบบ EIDE นี้จะมีความจุสูงกว่าแบบ IDE กล่าวคือ ฮาร์ดดิสก์ในระบบ IDE จะมีความจุได้ไม่เกิน 540 MB. แต่ในฮาร์ดดิสก์ในระบบ EIDE จะมีความจุสูงสุดได้ถึง 8 GB. ข้อแตกต่างอีกอย่างในระบบ EIDE ก็คือ สามารถต่อฮาร์ดดิสก์ได้ถึง 4 ตัว แต่ในระบบ IDE ต่อฮาร์ดดิสก์ได้เพียง 2 ตัวเท่านั้น และความเร็วในการทำงานหรือการส่งผ่านข้อมูลก็จะเร็วกว่าในระบบ IDE ด้วย

ฮาร์ดดิสก์ที่ใช้กันอยู่นี้สามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภทหลักๆ คือ

1. ฮาร์ดดิสก์ที่เป็นระบบ SCSI (Small Computer System Interface)

ฮาร์ดดิสก์ในระบบนี้สามารถที่จะต่อพ่วงกันได้ถึง 8 ตัวในสายสัญญาณเส้นเดียวกัน โดยการ Setup ที่เรียกว่า ID Hard Disk ในระบบ SCSI นี้จำเป็นที่จะต้องมี Adapter Card ช่วยในการทำงานหรือที่เรียกว่า SCSI Host Adapter Controller โดยแบ่งการทำงานออกเป็นรุ่น FAST SCSI I และ FAST SCSI II ความเร็วในการส่งผ่านข้อมูลนั้นทำได้ 160 Mbps และ 320 Mbps

2. ฮาร์ดดิสก์ในระบบ EIDE (Enhanced Integrated Drive Electronic)

ซึ่งได้กล่าวมาบ้างแล้วในข้างต้น ด้วยความสามารถที่เกือบจะเทียบเท่าฮาร์ดดิสก์ในระบบ SCSI ซึ่งความสามารถนี้เองที่ทำให้เป็นที่นิยมมากในปัจจุบัน อีกทั้งยังราคาถูกกว่าระบบ SCSI อีกด้วย แต่ก็ยังมีข้อจำกัดในเรื่องความเร็วในการส่งผ่านข้อมูลที่ 133 Mbps เป็นสาย 80 เส้น โดยพัฒนาต่อจากแบบ IDE เดิม ฮาร์ดดิสก์ที่เป็นแบบ IDE ปัจจุบันเป็นแบบ EIDE ทั้งสิ้น

ฮาร์ดดิสก์ในมาตรฐานนี้มีหลายความเร็ว ได้แก่ Ultra ATA (Ultra DMA)/33/66/100/133 ซึ่งมีความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล 33, 66, 100, 133 MB/s ตามลำดับฮาร์ดดิสก์แบบ ATA/33 จะเชื่อมต่อกับเมนบอร์ดด้วยสายแพแบบ 40 เส้น ส่วนฮาร์ดดิสก์ ATA/66/100/133 จะเชื่อมต่อด้วยสายแพแบบ 80 เส้น โดยปกติบนเมนบอร์ดจะมีช่องต่อ IDE มาให้ 2 ช่องคือ IDE1 และ IDE2 ซึ่งแต่ละช่องต่อจะติดตั้งฮาร์ดดิสก์ได้ 2 ลูก ซึ่งแต่ละลูกจะต้องกำหนดลำดับโดยจัมเปอร์เป็น “Master” และ “Slave” ให้ถูกต้องจึงจะใช้งานฮาร์ดดิสก์นั้นได้

3. ฮาร์ดดิสก์ในระบบ IDE (Integrated Drive Electronic)

ปัจจุบันไม่ค่อยเป็นที่นิยมกัน เพราะมีข้อจำกัดไม่สามารถทำงานร่วมกับฮาร์ดดิสก์ที่มีความจุไม่เกิน 528 MB ได้ ทั้งยังสามารถต่อพ่วงฮาร์ดดิสก์ได้เพียง 2 ตัวเท่านั้น ส่วนความเร็วในการส่งผ่านข้อมูลนั้นทำได้เพียง 33 Mbps เป็นสาย 40 เส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ฮาร์ดดิสก์ในระบบ SATA (Serial Advanced Technology Attachment เรียกสั้นๆ ว่า Serial-ATA)

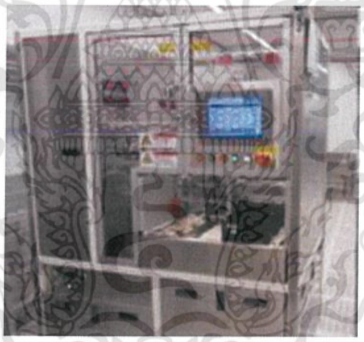
ปัจจุบันเป็นที่นิยมใช้กันมาก โดยการทำงานของฮาร์ดดิสก์มาตรฐาน SATA จะหันมาใช้ระบบการรับส่งข้อมูลในแบบอนุกรม (Serial) แทนแบบขนาด (Perallel) ที่ใช้อยู่เดิมในฮาร์ดดิสก์ EIDE ซึ่งไม่สามารถเพิ่มความเร็วในการรับส่งข้อมูลได้สูงกว่านี้สำหรับ Serial ATA นั้น เวอร์ชัน 1.0 จะมีความเร็วในการรับส่งข้อมูลถึง 150 MB/s เลยทีเดียว

- SATA 1 ความเร็วในการรับส่งข้อมูล 150 MB/s
- SATA 2 ความเร็วในการรับส่งข้อมูล 300 MB/s

สายเชื่อมต่อของมาตรฐาน Serial ATA นั้น จะมีขนาดเล็กกว่าแบบ EIDE ที่ใช้สายเคเบิลแบบ 80 เส้นและ 40 เส้น ซึ่งทำให้ระบบการไหลเวียนอากาศไม่ดีนัก Serial ATA จะใช้สายสัญญาณขนาดเท่าๆ กับสายโทรศัพท์นี่เอง ทำให้มีพื้นที่การไหลเวียนของอากาศภายในเครื่องได้ดีกว่า พร้อมทั้งใช้พลังงานไฟต่ำกว่าด้วย

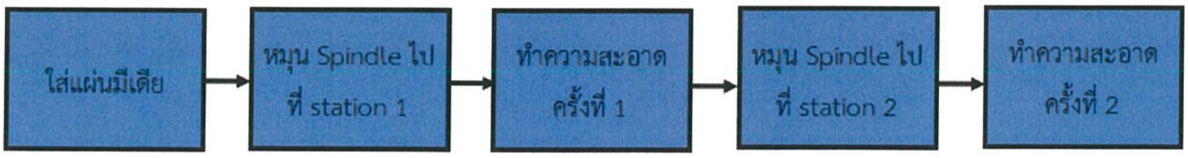
2.2 กระบวนการทำงานของเครื่องจักรทำความสะอาด

ลักษณะของเครื่องจักร New Technology Buff-Wipe (NT-Buff) ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 เครื่องจักรภายนอก

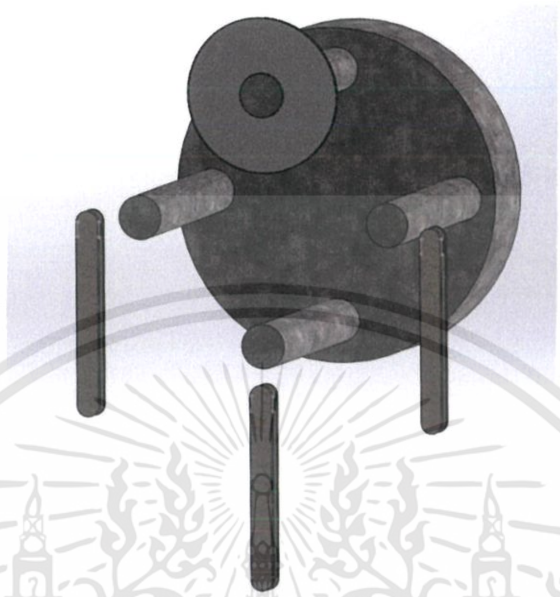
กระบวนการทำงานปัจจุบันของเครื่องจักรเป็นไปตามรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 กระบวนการทำงานของเครื่องจักรทำความสะอาด

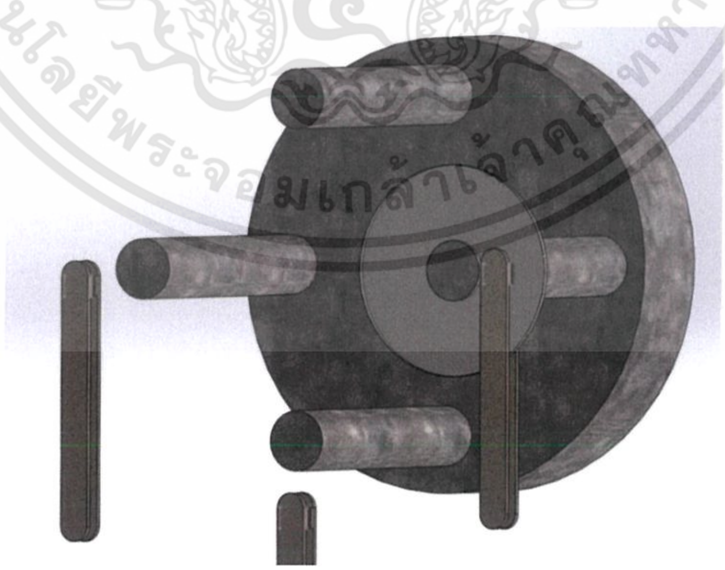
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ใส่แผ่นมีเดียที่ Spindle ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 การทำงานของเครื่องจักร Step 1

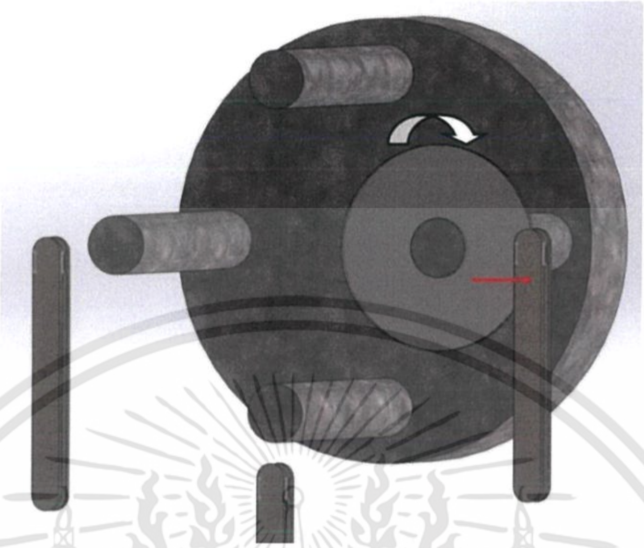
2. หมุน Spindle ไปที่ Station ที่ 1 ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 การทำงานของเครื่องจักร Step 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Spindle หมุนแผ่นมีเดีย ในขณะที่ผ้า Buff ทำความสะอาดกดลงไปที่แผ่นมีเดียและ Slide ออก ดังรูปที่ 2.12



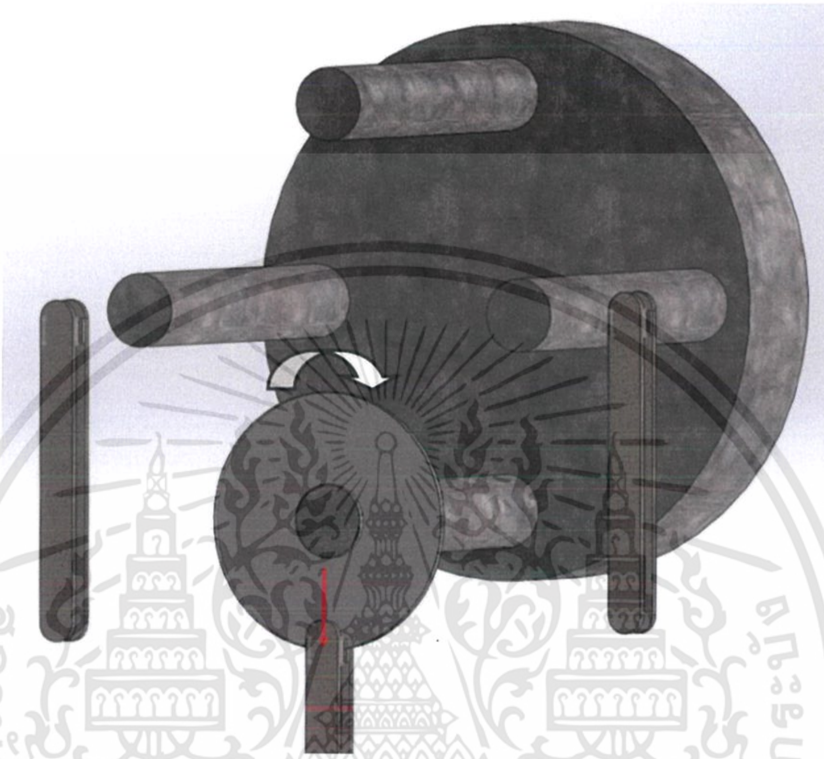
รูปที่ 2.12 การทำงานของเครื่องจักร Step 3

4. หมุน Spindle ไปที่ Station ที่ 2 ดังรูปที่ 2.13

รูปที่ 2.13 การทำงานของเครื่องจักร Step 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Spindle หมุน ในขณะที่ผ้า Wipe ทำความสะอาดกดลงไปที่แผ่นมีเดียและ Slide ออก ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 การทำงานของเครื่องจักร Step 5

2.3 Image Processing

เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (Image Processing) หมายถึง การนำภาพมาประมวลผลหรือคิดคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องการทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ

โดยมีขั้นตอนต่างๆ ที่สำคัญ คือ การทำให้ภาพมีความคมชัดมากขึ้น การกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ การแบ่งส่วนของวัตถุที่สนใจออกมาจากภาพ เพื่อนำภาพวัตถุที่ได้ไปวิเคราะห์หาข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น ขนาด รูปร่าง และทิศทางการเคลื่อนของวัตถุในภาพ จากนั้นสามารถนำข้อมูลเชิงปริมาณเหล่านี้ไปวิเคราะห์ และสร้างเป็นระบบเพื่อใช้ประโยชน์ในงานด้านต่างๆ เช่น ระบบรู้จำลายนิ้วมือเพื่อตรวจสอบว่าภาพลายนิ้วมือที่มีอยู่นั้นเป็นของผู้ใด ระบบตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม ระบบคัดแยกเกรดหรือคุณภาพของพืชผลทางการเกษตร ระบบอ่านรหัสไปรษณีย์อัตโนมัติ เพื่อคัดแยกปลายทางของจดหมายที่มีจำนวนมากในแต่ละวัน โดยใช้ภาพถ่ายของรหัสไปรษณีย์ที่อยู่บนซอง ระบบเก็บข้อมูลรถที่เข้าและออกอาคารโดยใช้ภาพถ่ายของป้ายทะเบียนรถเพื่อประโยชน์ในด้านความปลอดภัย ระบบดูแลและตรวจสอบสภาพการจราจรบนท้องถนนโดยการนับจำนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รถบนท้องถนนในภาพถ่ายด้วยกล้องวงจรปิดในแต่ละช่วงเวลา ระบบรู้จำใบหน้าเพื่อเฝ้าระวังผู้ก่อการร้ายในอาคารสถานที่สำคัญๆ หรือในเขตคนเข้าเมือง ดังรูปที่ 2.15 เป็นต้น จะเห็นได้ว่าระบบเหล่านี้จำเป็นต้องมีการประมวลผลภาพจำนวนมาก และเป็นกระบวนการที่ต้องทำซ้ำๆ กันในรูปแบบเดิมเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งงานในลักษณะเหล่านี้หากให้มนุษย์วิเคราะห์เอง มักต้องใช้เวลามากและใช้แรงงานสูง อีกทั้งหากจำเป็นต้องวิเคราะห์ภาพเป็นจำนวนมาก ผู้วิเคราะห์ภาพเองอาจเกิดอาการล้า ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้ ดังนั้นคอมพิวเตอร์จึงมีบทบาทสำคัญในการทำหน้าที่เหล่านี้แทนมนุษย์ อีกทั้ง เป็นที่ทราบโดยทั่วกันว่า คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการคำนวณและประมวลผลข้อมูลจำนวนมหาศาลได้ในเวลาอันสั้น จึงมีประโยชน์อย่างมากในการเพิ่มประสิทธิภาพการประมวลผลภาพและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากภาพในระบบต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น

รูปที่ 2.15 ตัวอย่างรูปภาพ Image Processing

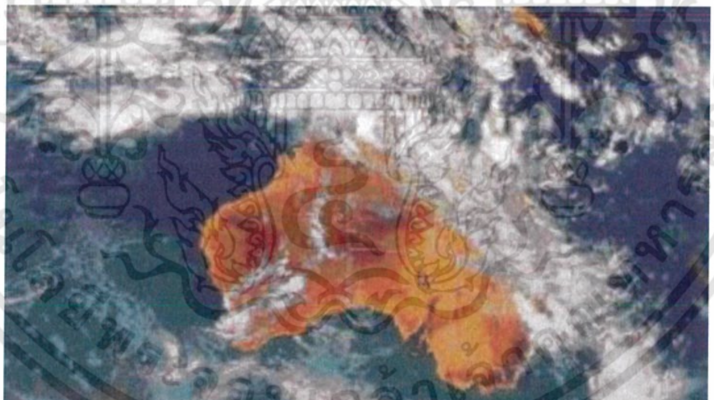
[ที่มา: https://silllovely.wordpress.com]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจลายนิ้วมือโดยใช้ระบบสแกนลายนิ้วมือ ดังรูปที่ 2.16

รูปที่ 2.16 ระบบสแกนลายนิ้วมือ
[ที่มา: https://silllovely.wordpress.com]

ภาพถ่ายดาวเทียมใช้หลักการของการประมวลผลภาพ ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 ภาพถ่ายดาวเทียมใช้หลักการของการประมวลผลภาพ
[ที่มา: https://silllovely.wordpress.com]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากตัวอย่างระบบต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นแล้ว งานที่สำคัญอีกอย่างหนึ่ง ซึ่งเกี่ยวข้องกับชีวิตและสุขภาพอย่างมากคือ งานวิเคราะห์ภาพทางการแพทย์ก็จำเป็นต้องนำศาสตร์ทางด้านการประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้เช่นกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของแพทย์ผู้เชี่ยวชาญในการวินิจฉัยโรคต่างๆ หรือตรวจหาความผิดปกติของอวัยวะต่างๆ ในร่างกายของผู้ป่วยได้รวดเร็วยิ่งขึ้น และมีประสิทธิภาพมากขึ้นตัวอย่างการนำภาพถ่ายมาทำการวิเคราะห์ ใช้หลักการของการประมวลผลภาพให้ภาพคมชัดมากยิ่งขึ้นในการหาเชื้อแบคทีเรีย

ในปัจจุบัน เทคนิคการถ่ายภาพทางการแพทย์ ซึ่งทำให้แพทย์สามารถตรวจดูอวัยวะสำคัญๆ ต่างๆ ภายในร่างกายได้โดยไม่จำเป็นต้องผ่าตัด ได้พัฒนาไปไกลมากเริ่มจากเครื่องเอ็กซเรย์ (X-Ray) ซึ่งสามารถถ่ายภาพโครงสร้างกระดูกและอวัยวะบางอย่าง เช่น ปอด ภายในร่างกายได้ ต่อมาได้มีการพัฒนาสร้างเครื่อง CT (Computed Tomography) ซึ่งสามารถจับภาพอวัยวะต่างๆ ในแนวระนาบตัดขวางได้ทำให้เห็นข้อมูลภาพได้มาก

การสร้างภาพ 3 มิติ (3D Image Reconstruction)

การวิเคราะห์ภาพทางการแพทย์โดยใช้ภาพ 3 มิติ กำลังได้รับความต้องการอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากภาพ 3 มิติ สามารถแสดงให้เห็นถึงภาพรวมหรือรายละเอียดในมุมมองต่างๆ ของอวัยวะได้ จึงมีประโยชน์อย่างมากในการวิเคราะห์ภาพทางการแพทย์ โดยอวัยวะหรือส่วนของร่างกายที่ได้มีการวิเคราะห์ในรูปแบบ 3 มิติ ตัวอย่างเช่น สมอง หัวใจ กระดูก ฟัน และขากรรไกร เป็นต้น ภาพ 3 มิติสำหรับภาพทางการแพทย์นั้น มักสร้างมาจากภาพ 2 มิติหลายๆ ภาพ ทำได้โดยการนำภาพเหล่านั้นมาผ่านกระบวนการประมวลผลภาพ เช่น การแบ่งส่วนภาพ เป็นต้น เพื่อให้ได้รายละเอียดส่วนประกอบต่างๆ หรือข้อมูลที่จำเป็นของอวัยวะที่ต้องการ จากนั้นนำมาประกอบกันเพื่อขึ้นรูปเป็นภาพ 3 มิติ ซึ่งภาพ 3 มิติที่ได้นี้ จะมีลักษณะหรือรูปร่างที่เหมือนกับอวัยวะจริงเพียงใด ขึ้นอยู่กับข้อมูลของภาพ 2 มิติที่นำมาประมวลผล ถ้าภาพ 2 มิติที่ได้จากเครื่องถ่ายภาพมีภาพจำนวนมากเพียงพอ ถ่ายในทุกส่วนสัดอย่างละเอียดหรือได้ถ่ายไว้ในหลายมุมมอง ก็ยิ่งทำให้ภาพ 3 มิติที่ได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้น

ข้อดีของภาพ 3 มิติคือ สามารถพิจารณาในลักษณะของปริมาตรหรือขนาดได้ ทำให้สามารถตรวจหาความผิดปกติของอวัยวะได้ โดยดูจากขนาดที่เห็นหรือดูจากค่าที่คำนวณออกมาเป็นตัวเลข เช่น ปริมาตร หรือค่าความบ่งชี้ต่างๆ ทางการแพทย์ เป็นต้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ว่าอวัยวะนั้นๆ มีขนาดที่ใหญ่หรือเล็กผิดปกติหรือไม่ ตัวอย่าง การนำภาพ 3 มิติมาช่วยงานในด้านการวางแผนการรักษา เช่น การวางแผนการฝังรากฟันเทียม ทำได้โดยการจัดการวางแผนกับภาพฟัน 3 มิติในคอมพิวเตอร์ ที่สร้างมาจากภาพฟันและขากรรไกร 2 มิติของผู้ป่วยหรือการวางแผนการจัดฟัน ที่ทำให้ผู้ป่วยสามารถเห็นลักษณะฟันของตนเอง ก่อนและหลังการจัดฟันได้เพื่อเป็นตัวช่วยในการตัดสินใจว่าจะเข้ารับการรักษาหรือไม่ และในด้านการวางแผนการผ่าตัดฝังวัสดุในส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกาย จะช่วยให้แพทย์สามารถวางแผนและจัดการฝังวัสดุได้อย่างมีความถูกต้อง แม่นยำ และมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งนี้การประมวลผลภาพทางการแพทย์ ไม่ได้มีจุดประสงค์เพื่อเข้ามาทำหน้าที่หลักแทนแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ แต่เข้ามาทำหน้าที่เป็นเครื่องมืออำนวยความสะดวก หรือเป็นผู้ช่วยในการวิเคราะห์ภาพทางการแพทย์ต่างๆ เพื่อให้แพทย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถวิเคราะห์ภาพเหล่านั้นได้สะดวกรวดเร็วขึ้น และเพิ่มประสิทธิภาพในวิเคราะห์ให้ดีขึ้น ปัจจุบันยังมีความจำเป็นและต้องการผู้รู้ผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาเทคนิค การประมวลผลภาพทางการแพทย์อีกมาก ทั้งนี้ผู้ที่พัฒนากระบวนการประมวลผลภาพทางการแพทย์นี้ นอกจากจะต้องรู้วิธีการสั่งงานคอมพิวเตอร์ได้แล้ว ยังต้องเข้าใจความสามารถในการวิเคราะห์ภาพของแพทย์ผู้เชี่ยวชาญในงานนั้นๆ อีกด้วย เพื่อจะสามารถผสมผสานศาสตร์ทั้งสองนั้น และนำมาพัฒนาศักยภาพในการประมวลผลภาพได้สูงขึ้น

2.4 Electrostatic Discharge (ESD)

Electrostatic Discharge (ESD) หรือไฟฟ้าสถิต เป็นปรากฏการณ์ชนิดหนึ่งซึ่งจะไม่มีอัตรายต่อมนุษย์โดยตรง แต่เป็นสิ่งที่สามารถทำลายส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าเล็กๆ สิ่งที่เกิดขึ้นก็คือ จะเกิดปัญหาในด้านความแน่นอนในการทำงานของอุปกรณ์ ซึ่ง ESD นี้จะเกิดขึ้นได้จากหลากหลายสาเหตุที่สามารถเกิดในขั้นตอนในการผลิต เช่น ขั้นตอนในการประกอบ, การจับถือวัสดุเครื่องมือ, การปฏิบัติงานในภาคสนาม, การสวมใส่เสื้อผ้าที่มีขนสัตว์, การใช้วัสดุพลาสติก เป็นต้น ESD เกิดขึ้นจากการสะสมประจุบนพื้นผิวของชิ้นงาน ประจุที่เกิดขึ้นนี้อาจจะเกิดจากกระบวนการเสียดสีระหว่างวัสดุ เมื่อเกิดการสะสมของประจุ สิ่งที่ตามมาคือพื้นผิวทั้งสองจะมีศักย์ไฟฟ้าที่ต่างกัน และหากพื้นผิวสองชนิดมาสัมผัสกันจะเกิดการถ่ายเทของประจุ (คืออิเล็กตรอน) ทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหล ซึ่งจะเกิดขึ้นในเวลาสั้นๆ แต่ยิ่งการถ่ายเทประจุใช้เวลาสั้นเท่าใด ปริมาณกระแสที่เกิดขึ้นก็สูงเท่านั้น (แต่ในระยะเวลาอันสั้น) บางครั้งการถ่ายเทประจุนี้จะทำให้เกิดการกระโดดของกระแสไฟ (เรียกว่า Spark) ด้วยการถ่ายเทประจุจะเกิดขึ้นจนกระทั่งเกิดการสมดุลประจุ (คือศักย์ไฟฟ้าของพื้นผิวทั้งสองมีค่าเท่ากัน นั่นคือ พื้นผิวทั้งสองมีประจุเท่ากัน อาจเป็นกลาง, เป็นบวกทั้งคู่, หรือเป็นลบทั้งคู่ก็ได้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยสิ่งสำคัญคือสัญลักษณ์ 2 ภาพนี้ ดังรูปที่ 2.18 และรูปที่ 2.19

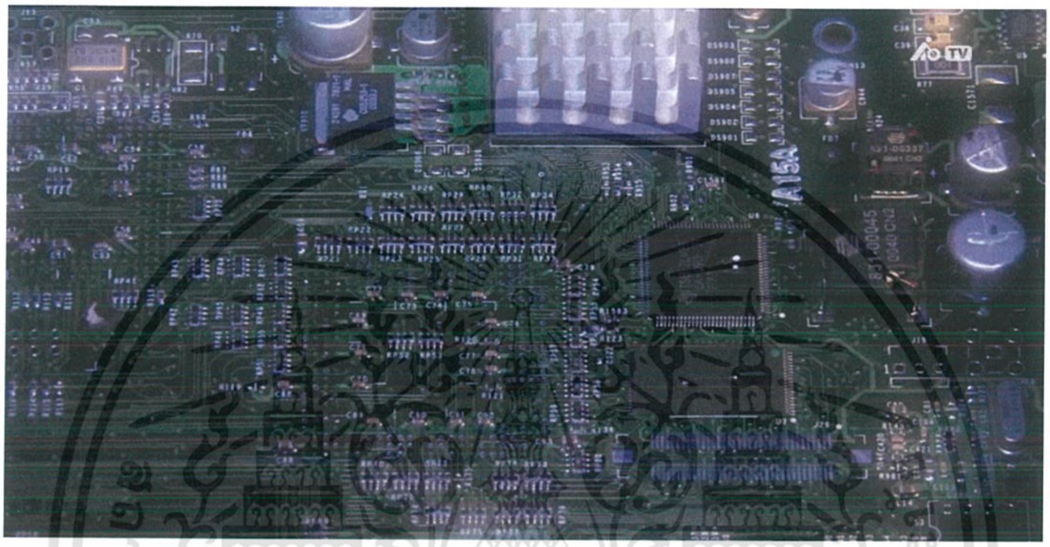
รูปที่ 2.18 สัญลักษณ์แสดงว่าเครื่องมือหรืออุปกรณ์ชิ้นนี้ไวต่อ ESD
[ที่มา: http://hmgroupthailand.com/th/blog/detail/esd]

รูปที่ 2.19 สัญลักษณ์แสดงว่าเครื่องมือหรืออุปกรณ์ชิ้นนี้ป้องกันการเกิด ESD
[ที่มา: http://hmgroupthailand.com/th/blog/detail/esd]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเสียหายเนื่องจาก ESD

ปัจจุบันนี้อุปกรณ์ชิ้นส่วนเล็กๆ ประกอบไปด้วยชั้นออกไซด์บางๆ จำนวนมาก และนับวันยิ่งจะบางลงเรื่อยๆ ชั้นของออกไซด์เหล่านี้สามารถเสียหายได้ง่าย (เกิด Breakdown คือ เสียสภาพการเป็นฉนวน) เมื่อมันบางลงชั้นของโลหะบางๆ ที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อวงจรเข้าด้วยกันอาจจะละลายและเปิดวงจร (ขาดออกจากกันทางไฟฟ้า) ดังรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 รูปวงจรที่อาจเกิดความเสียหายจาก ESD
[ที่มา: http://hmgroupthailand.com/th/blog/detail/esd]

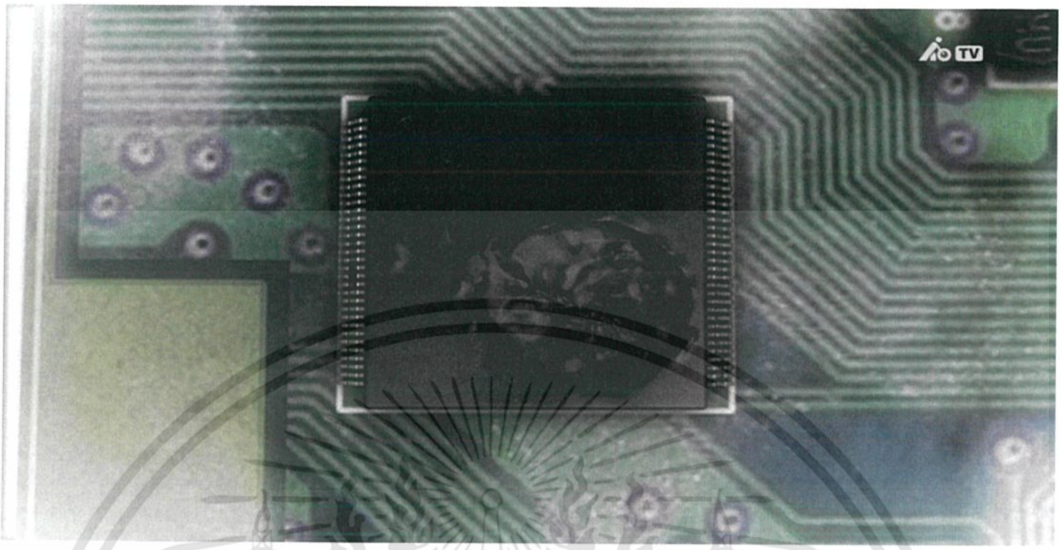
เหมือนกับเป็นฟิวส์เนื่องจากกระแสจำนวนมากไหลผ่าน และเกิดความร้อนขึ้นอาจจะเสียหายเนื่องจากปรากฏการณ์ "Current Crowding" คือ เมื่อมีกระแสไหลผ่านรอยต่อและเกิดความเข้มของกระแสสูงมาก และ ESD อาจทำให้เกิด Electrical Over Stress (EOS) และละลายชั้นของโลหะในอุปกรณ์ได้

ลักษณะบ่งชี้ของความเสียหายอันเนื่องมาจาก EOS

EOS คือ ความเสียหายเนื่องจากอุปกรณ์ได้รับศักดาหรือกระแสมากกว่าที่มันสามารถทนได้ และอุปกรณ์ได้รับศักดาหรือกระแสนั้นไหลผ่านอยู่เป็นเวลานาน (มากกว่า 50 us) โดยทั่วไปแล้วสามารถเห็นร่องรอยของความเสียหายอันเนื่องมาจาก EOS ได้ใต้กล้องจุลทรรศน์อัตราขยายต่ำ ลักษณะที่เห็นหลังจากที่เกิดความเสียหาย เนื่องจาก EOS คือ โดยทั่วไปสามารถมองเห็นได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์อัตราขยายต่ำ อาจจะเห็น Bond Wire หรือเส้นลายโลหะเกิดการหลอมละลาย อาจเห็นพลาสติกหรือผิวหน้าของ Die มีรอยไหม้ (Burnt) หรือเมื่อ Decapsule แล้วก็ยังคงเห็น Compound เหลือติดอยู่ที่ด้านหน้าของ Die โดยไม่ยอมหลุดร่อนออกง่ายๆ เกิดการเปลี่ยนสี (Discoloration) ของบริเวณที่ไหม้หรือบริเวณที่เสียหาย (ซึ่งจะไม่เป็นกับ ESD)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างภาพความเสียหายจาก EOS ดังรูปที่ 2.21 และรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.21 ความเสียหายจาก ESD 1
[ที่มา: http://hmgroupthailand.com/th/blog/detail/esd]

รูปที่ 2.22 ความเสียหายจาก ESD 2
[ที่มา: http://hmgroupthailand.com/th/blog/detail/esd]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะบ่งชี้ของความเสียหายอันเนื่องมาจาก ESD

ความเสียหายจาก ESD เกิดเนื่องจากการถ่ายเทประจุไฟฟ้าอย่างรวดเร็ว (ซึ่งอาจจะมีการกระโดดของกระแสไฟ เรียกว่า Spark เกิดขึ้นด้วย) ระหว่างวัตถุที่มีศักย์ไฟฟ้าต่างกัน (คือมีประจุต่างกัน) โดยทั่วไปสนใจ ESD สองประเภทคือ HBM (Human Body Model) และ CDM (Charge Device Model) อุปกรณ์ของจะเสียหายเนื่องจาก ESD เมื่อวัสดุที่เป็นฉนวน (โดยทั่วๆ ไปคือ ออกไซด์) ไม่สามารถทนต่อความต่างศักย์ ทำให้ตัวมันเกิดความเสียหายและหมดสภาพของความเป็นฉนวนและทำให้เกิดการนำกระแสระหว่าง Layer สองชั้นได้

การป้องกันการเกิด ESD โดย EPA

วิธีที่ดีที่สุดในการป้องกัน ESD คือ การทำ EPA (Electrostatic Protected Area) คือ การออกแบบพื้นที่ในการปฏิบัติงาน เพื่อป้องกันการเกิดไฟฟ้าสถิตโดยเฉพาะ โดยจะประกอบไปด้วย

1. Work place/Workstation สถานที่ทำงานที่ได้รับการป้องกัน ESD ควรมีการปรับตัวได้ตามหลักสรีรศาสตร์ ค่าไฟฟ้าสถิตจะกระจายไปตามพื้นที่ทำงาน และสายดินเพื่อให้สถานที่ทำงานมีการปรับค่าใช้จ่ายใหม่ให้เป็นกลาง

2. Personnel Grounding การเกิดไฟฟ้าสถิตจะเกิดการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงาน ดังนั้นรองเท้า และการใช้สายรัดข้อมือป้องกันการเกิดไฟฟ้าสถิต จึงเป็นสิ่งจำเป็นมากในเขต EPA โดยก่อนการเข้าพื้นที่ EPA จะมีการตรวจไฟฟ้าสถิตทุกครั้ง เพื่อให้สามารถนั่งเกาอี้ได้ในขณะปฏิบัติงาน (การนั่งเก้าอี้ก็เป็นสิ่งที่ทำให้เกิด ESD ได้จากการเสียดสีระหว่างเครื่องแต่งกายของผู้ปฏิบัติงานกับเก้าอี้)

3. Tool เครื่องมือควรใช้เครื่องมือที่ป้องกันการเกิด ESD โดยสามารถสังเกตได้จากสัญลักษณ์ ESD จากเครื่องมือหรือในคู่มือ ดังรูปที่ 2.23

รูปที่ 2.23 อุปกรณ์ป้องกัน ESD

[ที่มา: http://hmgroupthailand.com/th/blog/detail/esd]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Markings มีการกำหนดเส้นแบ่งระหว่างพื้นที่ปฏิบัติงานทั่วไปกับพื้นที่ EPA เพื่อเป็นการป้องกันการเข้าพื้นที่โดยไม่ได้รับการขจัด ESD ของจากร่างกายก่อนเข้าพื้นที่ ดังรูปที่ 2.24

รูปที่ 2.24 เส้นแบ่งระหว่างพื้นที่ปฏิบัติงานทั่วไปกับพื้นที่ EPA
[ที่มา: http://hmgroupthailand.com/th/blog/detail/esd]

5. Storage/Containers ตู้เครื่องมือหรือบรรจุภัณฑ์ ใส่เครื่องมือหรือชิ้นงานควรเลือกที่ป้องกันการเกิด ESD ดังรูปที่ 2.25 โดยสามารถสังเกตุได้จากสัญลักษณ์ ESD หรือในคู่มือ เพราะการใช้บรรจุภัณฑ์ทั่วไปการเสียดสีระหว่างการเคลื่อนย้าย จากการลากหรือการถือ ออกนอกพื้นที่อาจเกิด ESD แฝงเข้ามาในพื้นที่ EPA

รูปที่ 2.25 ตู้เครื่องมือหรือบรรจุภัณฑ์
[ที่มา: http://hmgroupthailand.com/th/blog/detail/esd]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. Floor พื้นของ EPA ดังรูปที่ 2.26 ควรเป็นเป็นสื่อกระแสไฟฟ้าและการทำความสะอาดควรใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดและต้องไม่มีส่วนผสมของการเคลือบผิว

รูปที่ 2.26 พื้นของ EPA
[ที่มา: http://hmgroupthailand.com/th/blog/detail/esd]

อย่างไรก็ตามถ้าไม่สามารถปฏิบัติตามรายการดังกล่าวได้ ขั้นตอนด้านล่างไว้เพื่อช่วยลดโอกาสในการเกิด ESD ให้มากที่สุด

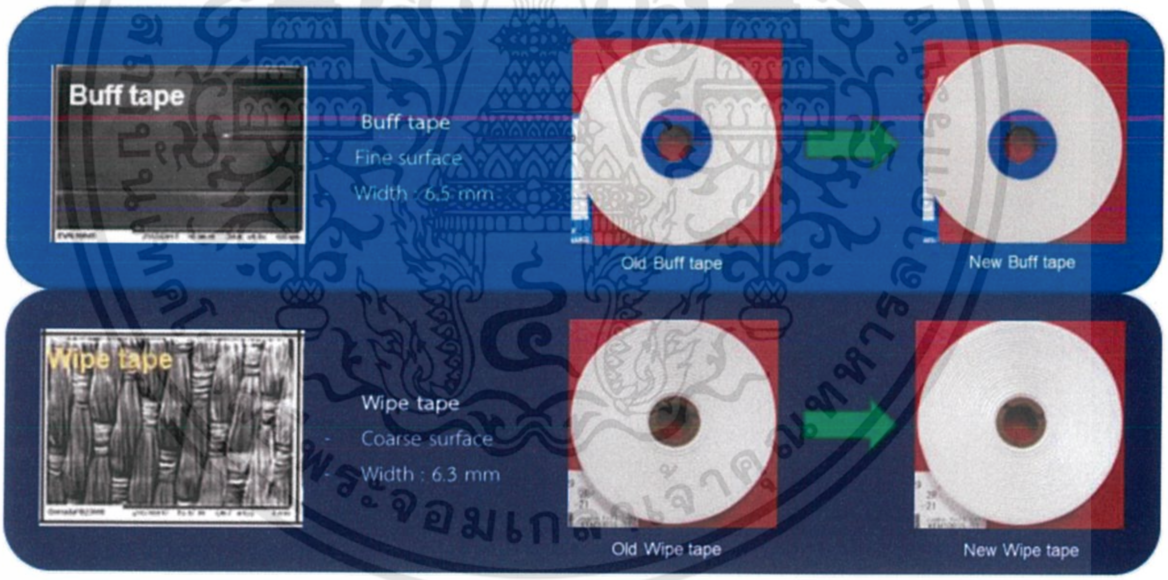
- ยืนอยู่เสมอเมื่อทำงานเสมอ หากคุณนั่งบนเก้าอี้หรือพื้นก็สามารถสร้างไฟฟ้าสถิตได้มากขึ้น
- อย่าสวมเสื้อผ้าที่มีคุณสมบัติเก็บไฟฟ้า เช่น เสื้อขนสัตว์
- เพื่อช่วยลด ESD และช่วยป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาอื่นๆ ควรถอดเครื่องประดับออกทั้งหมด
- ควรจะยืนอยู่บนพื้นและอุปกรณ์ที่มีความไวต่อไฟฟ้าสถิตอื่นๆ วางอยู่ควรอยู่บนโต๊ะ
- เครื่องมือควรใช้เครื่องมือที่มีสัญลักษณ์ ESD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

ก่อนที่จะจัดทำโครงงานชิ้นนี้ขึ้น ต้องผ่านการเรียนรู้การอบรมเกี่ยวกับ Electrostatic Discharge (ESD) หรือไฟฟ้าสถิตคือ การถ่ายเทประจุไฟฟ้าหนึ่งไปอีกที่หนึ่ง เมื่อวัสดุสัมผัสกันหรืออยู่ในระยะที่เหมาะสม เนื่องจากพื้นผิวของวัสดุสองชนิดมีความต่างศักย์ไม่เท่ากัน ซึ่งจะทำให้ชิ้นงานเกิดความเสียหายได้ และผ่านการเรียนรู้การอบรม Safety เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน จากนั้นพนักงานนิเทศก็แนะนำ Process ต่างๆ ในทีม เพื่อศึกษาให้เข้าใจหลักการและกระบวนการในการปฏิบัติงานภายในทีม หลังจากนั้นทีมมอบหมายโครงงานการปรับปรุงประสิทธิภาพในการทำความสะอาด โดยมีปัญหาและข้อจำกัดหลักๆ คือ

ผ้าที่ใช้ในการทำความสะอาด มี 2 ชนิด คือ Buff tape และ Wipe tape เนื่องจากผ้าชนิดเก่าทั้ง 2 ชนิด ทางผู้ผลิตจะยกเลิกการผลิต จึงต้องหาผ้าใหม่มาทดแทน ดังรูปที่ 3.1

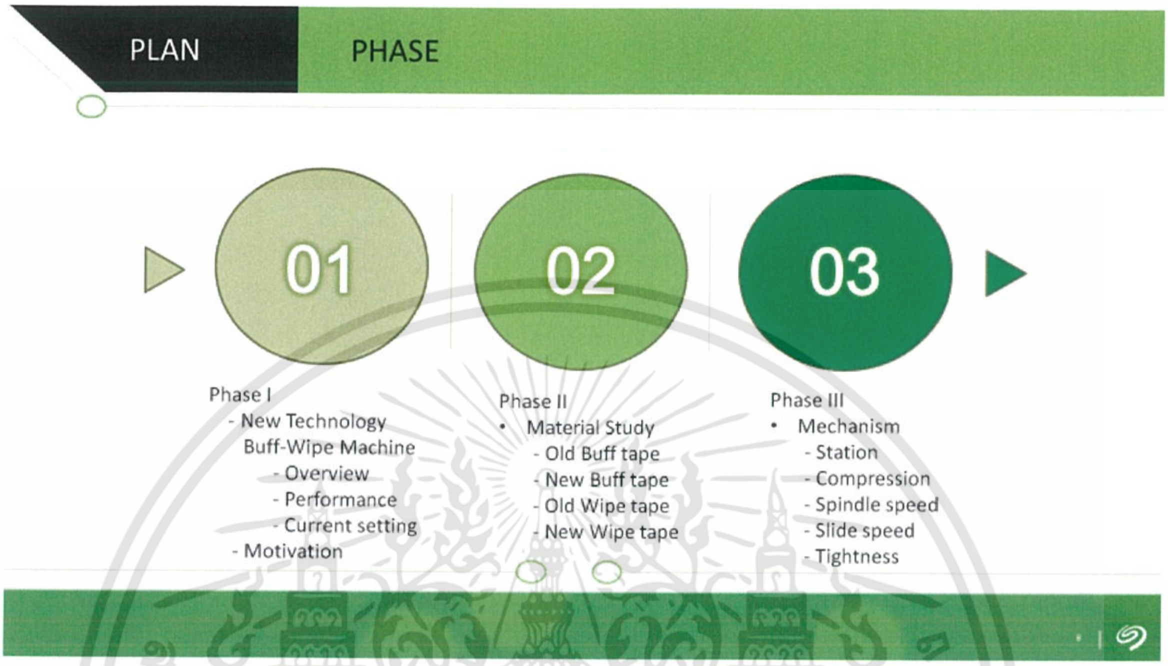


รูปที่ 3.1 ชนิดของผ้าทำความสะอาด

เนื่องจากมีผ้าอยู่ 2 ชนิด ดังนั้นจึงต้องทดสอบว่าผ้าแต่ละชนิดมีคุณสมบัติอย่างไร มีลักษณะในการทำความสะอาดอย่างไร และต้องทำการทดสอบผ้าใหม่ ที่จะนำมาใช้ทดแทน ว่ามีประสิทธิภาพเทียบเท่าเดิมหรือมีประสิทธิภาพดีกว่าเดิมหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วางแผนงานโดยรวมดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 วางแผนงาน

จะแบ่งกระบวนการทำงานออกเป็น 3 Phase

Phase 1 จะเป็นในส่วนของการศึกษาเครื่องจักร กระบวนการทำงานของเครื่องจักร กลไกต่างๆ ภายในเครื่องจักร ความสามารถหรือประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร การตั้งค่าเครื่องจักรต่างๆ

Phase 2 จะเป็นในส่วนของการศึกษาผ้าทำความสะอาด แต่ละชนิดมีคุณสมบัติอย่างไร มีลักษณะในการทำความสะอาดอย่างไร และเปรียบเทียบระหว่างผ้าเก่าและผ้าใหม่ว่ามีประสิทธิภาพเทียบเท่าเดิมหรือดีกว่าเดิมหรือไม่ ทั้งหมดมีอยู่ 4 ชนิด คือ

- Old Buff Tape
- New Buff Tape
- Old Wipe Tape
- New Wipe Tape

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Phase 3 จะเป็นในส่วนของกลไกเครื่องจักร ว่าสามารถปรับเปลี่ยนตั้งค่ากลไกต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพในการทำความสะอาดเพิ่มขึ้น ให้สอดคล้องกับผ้าทำความสะอาด โดยมี 5 กลไกที่น่าสนใจ

1. จำนวน Station ที่ใช้ในการทำความสะอาด (ปัจจุบันใช้เพียงแค่ 2 Station จาก 3 Station) ซึ่งการเพิ่ม-ลด Station ในการทำงาน อาจส่งผลต่อประสิทธิภาพในการทำความสะอาดได้

2. แรงกดของผ้าทำความสะอาด (ปัจจุบันตั้งค่าไว้ที่ 80 Gram) ซึ่งการเพิ่ม-ลดแรงกดของผ้าอาจส่งผลต่อประสิทธิภาพในการทำความสะอาดได้

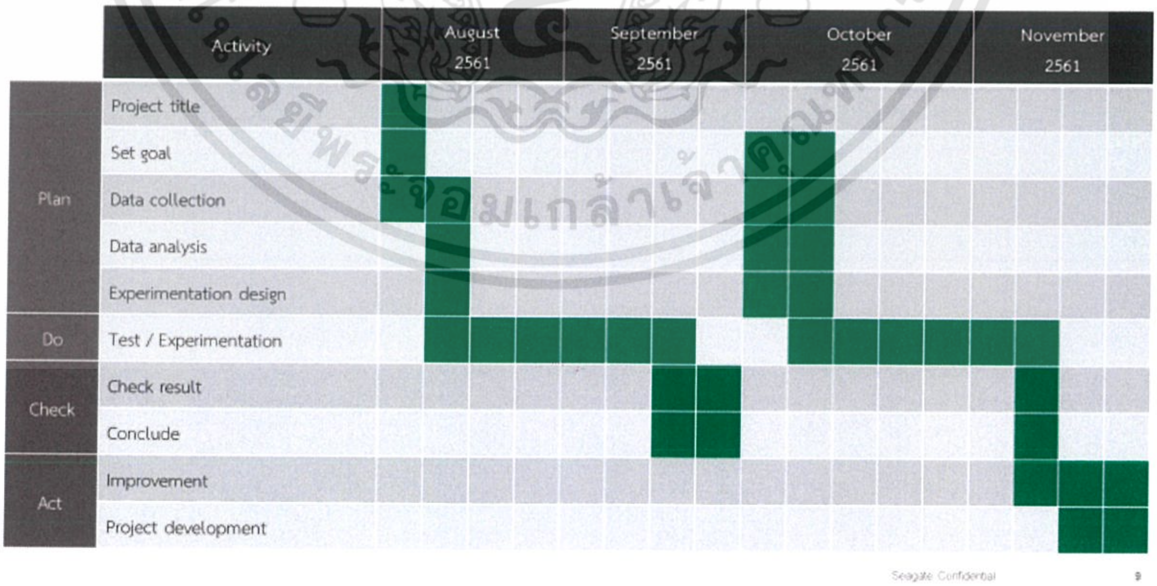
3. ความเร็วการหมุนของ Spindle อาจจะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการทำความสะอาดได้ หมุนเร็วไปอาจจะทำความสะอาดได้ไม่ทั่วถึง หรือถ้าหมุนช้าไปอาจจะทำให้เกิดการทำความสะอาดที่จุดเดิมซ้ำซ้อน ซึ่งจะทำให้แผ่นเป็นรอยได้ทำให้เสียเวลาในการทำความสะอาดค่อนข้างเยอะ

4. ความเร็วการ Slide ของผ้าทำความสะอาด อาจส่งผลต่อประสิทธิภาพในการทำความสะอาดได้ ถ้า Slide เร็วอาจทำให้เกิดการทำความสะอาดที่จุดเดิมซ้ำซ้อนได้ ทำความสะอาดได้ไม่ทั่วถึง หรือถ้า Slide ช้าไปอาจทำให้เกิดการทำความสะอาดที่จุดเดิมซ้ำซ้อนได้ และเสียเวลาในการทำความสะอาดค่อนข้างเยอะ

5. ความตึงของผ้าทำความสะอาด อาจส่งผลต่อประสิทธิภาพในการทำความสะอาดได้ และถ้าตึงเกินไปอาจจะทำให้แผ่นมีเดียเป็นรอยได้

ขั้นตอนต่อไปจึงจัดทำแผนการทำโครงงานขึ้นมาดังตารางที่ 3.1

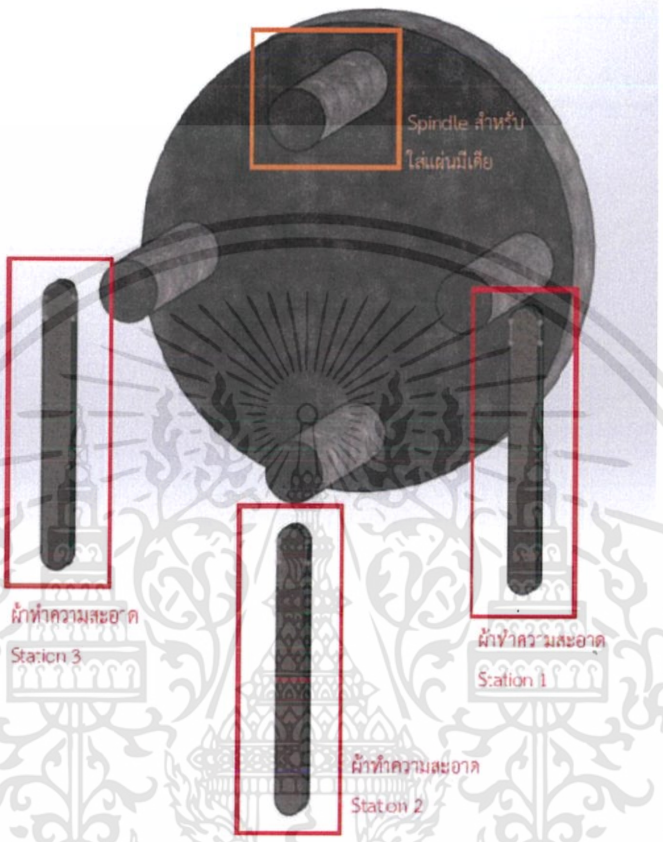
ตารางที่ 3.1 แผนการทำโครงงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 การศึกษาหาข้อมูลและกระบวนการทำงานของเครื่องจักร

กระบวนการทำงานและกลไกต่างๆ ของเครื่องจักรที่สำคัญ ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 กลไกของเครื่องจักรที่สำคัญ

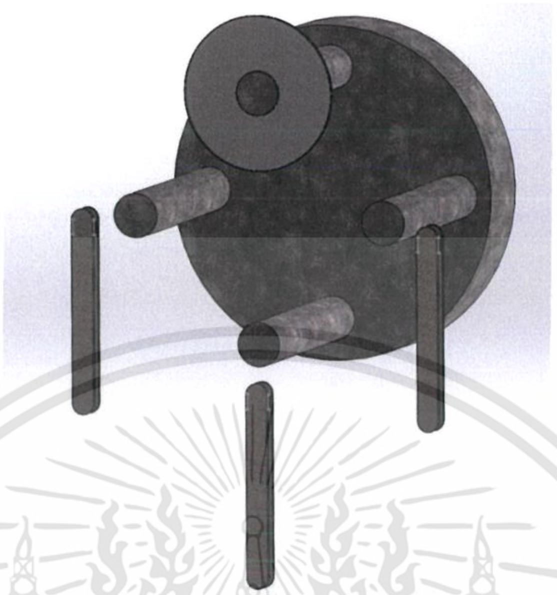
ปัจจุบันใช้เพียงแค่ 2 Station โดย Station ที่ 1 ใช้ Buff Tape และ Station ที่ 2 ใช้ Wipe Tape

กระบวนการทำงานของเครื่องจักรทำความสะอาดปัจจุบันเป็นไปตามรูปที่ 3.4

รูปที่ 3.4 กระบวนการการทำงานของเครื่องจักรทำความสะอาด

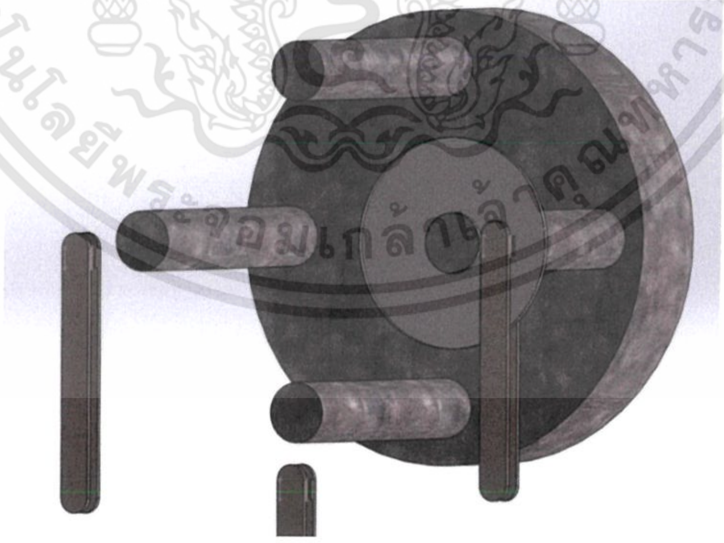
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ใส่แผ่นมีเดียที่ Spindle ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 การทำงานของเครื่องจักร Step 1

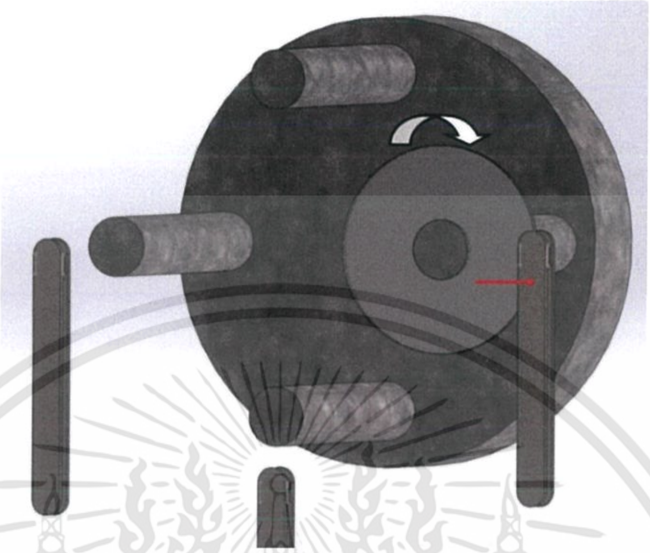
2. หมุน Spindle ไปที่ Station ที่ 1 ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 การทำงานของเครื่องจักร Step 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Spindle หมุนแผ่นมีเดีย ในขณะที่ผ้า Buff ทำความสะอาดกดลงไปที่แผ่นมีเดียและ Slide ออก ดังรูปที่ 3.7



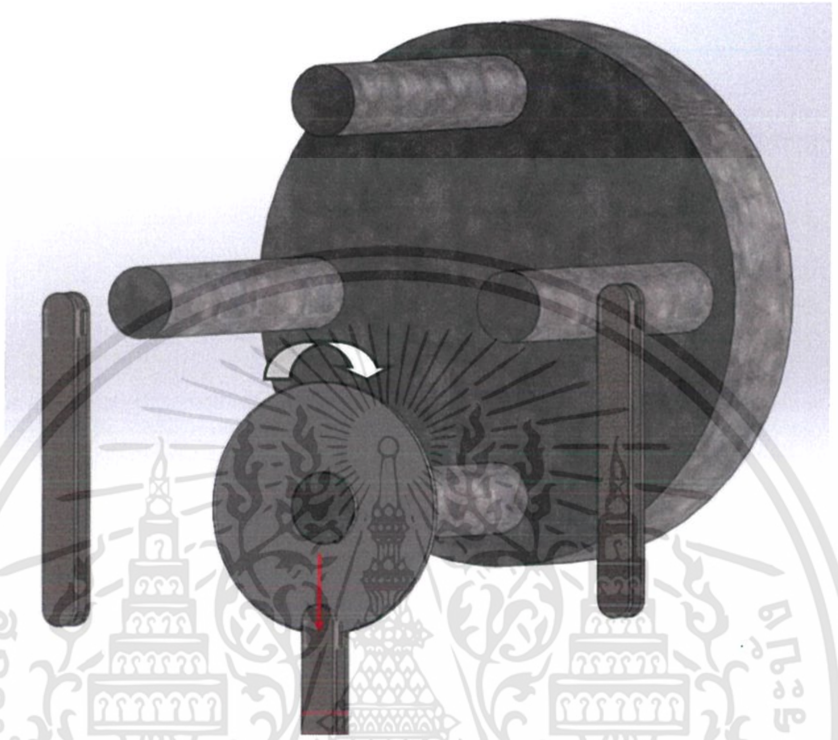
รูปที่ 3.7 การทำงานของเครื่องจักร Step 3

4. หมุน Spindle ไปที่ Station ที่ 2 ดังรูปที่ 3.8

รูปที่ 3.8 การทำงานของเครื่องจักร Step 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Spindle หมุน ในขณะที่ผ้า Wipe ทำความสะอาดกดลงไปที่แผ่นมีเดียและ Slide ออก ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 การทำงานของเครื่องจักร Step 5

3.2 การวางแผนการทดลอง

1. การทดลองจะเริ่มจากการหาคุณสมบัติของผ้าแต่ละชนิด ว่ามีประสิทธิภาพแตกต่างกันอย่างไร และรูปแบบในการทำความสะอาดของผ้าแต่ละชนิดแตกต่างกันอย่างไร
2. ต่อไปจึงทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพผ้าเก่าและผ้าใหม่ของผ้าชนิด Buff Tape
3. ทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพผ้าเก่าแล้วผ้าใหม่ของผ้าชนิด Wipe Tape
4. ขั้นตอนต่อไปจึงจะทำการทดลองในการทดสอบและแก้ไขกลไกของเครื่องจักร โดยเริ่มจากจำนวน Station ของเครื่องจักร จากเดิมที่ใช้ 2 Station เป็น 3 Station
5. จากนั้นทำการทดลองทดสอบและแก้ไขกลไกของเครื่องจักร โดยการปรับแรงกดของผ้าทำความสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [1] จากนั้นทำการทดลองทดสอบและแก้ไขกลไกของเครื่องจักร โดยการปรับความเร็วการหมุนของ Spindle

- [2] จากนั้นทำการทดลองทดสอบและแก้ไขกลไกของเครื่องจักร โดยการปรับความเร็วการ Slide ของผ้าทำความสะอาด

- [3] จากนั้นทำการทดลองทดสอบและแก้ไขกลไกของเครื่องจักร โดยการปรับความตึงของผ้าทำความสะอาด

หมายเหตุ [1] [2] [3] ทีมยกเลิกการทดลองดังกล่าว เพราะมีความยุ่งยาก การปรับเปลี่ยนใช้เวลามาก อาจจะไปกระทบกับแผนการผลิตได้

6. ทีมจึงให้ทำการทดลองต่อจากเดิมโดยการหาวิธีพัฒนาประสิทธิภาพ ในการทำความสะอาดจากการใช้แรงกดต่ำๆ แทน

3.3 การทดลอง

3.3.1 การทดลองหาคุณสมบัติของผ้าแต่ละชนิด

ผลิตภัณฑ์ของมีเดีย : MakaraPlus 200 แผ่น

เครื่องจักร : New Technology Buff-Wipe (NT-Buff)

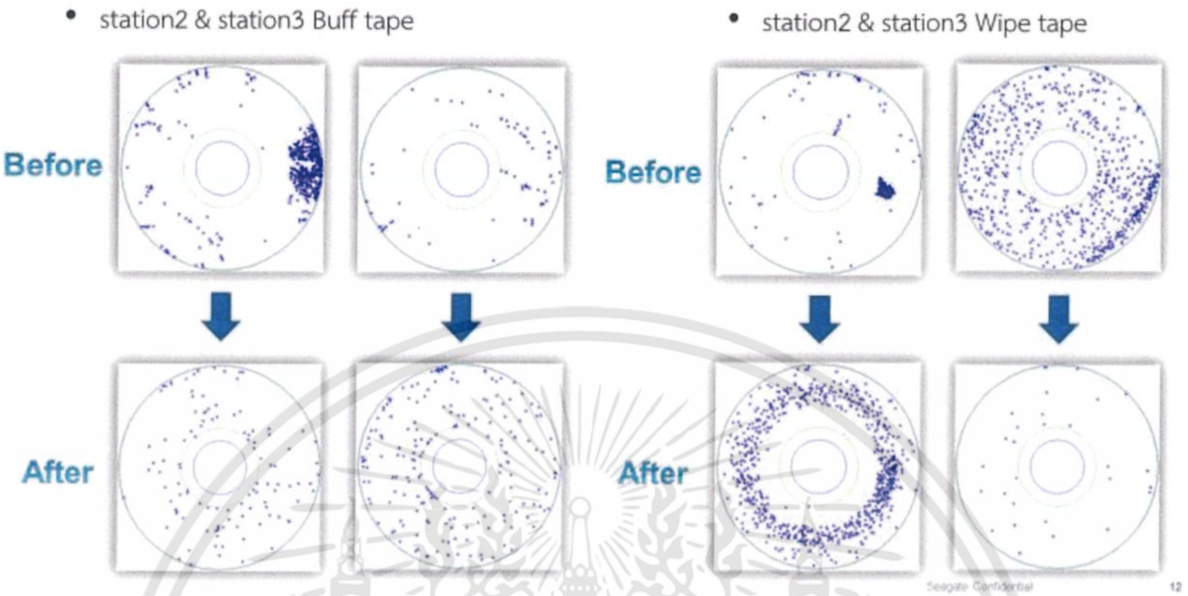
ปัจจัยที่สำคัญ : ประสิทธิภาพในการทำความสะอาด, รูปแบบในการทำความสะอาด

วิธีการทดลอง

- Station 1 และ 2 ใช้ Buff Tape (100 แผ่น)
- Station 1 และ 2 ใช้ Wipe Tape (100 แผ่น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง 3.3.1 ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 ผลการทดลอง 3.3.1

จะเห็นได้ว่า Buff Tape สามารถทำลายฝุ่นกลุ่มใหญ่ให้เป็นกลุ่มที่เล็กลงได้ แต่ไม่ได้กำจัดฝุ่นออกมากสักเท่าไหร่ ส่วน Wipe Tape สามารถกำจัดฝุ่นออกได้ดี แต่เมื่อเจอฝุ่นกลุ่มใหญ่ กลับทำให้ฝุ่นกระจายตัวมากขึ้น ดังนั้นจึงต้องใช้ Buff Tape เพื่อทำให้ฝุ่นกระจายตัวเป็นกลุ่มเล็กๆ แล้วใช้ Wipe Tape กำจัดฝุ่นออกตามลำดับ จึงจะทำให้ได้ประสิทธิภาพในการทำความสะอาดสูงสุด

3.3.2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของ Old Buff Tape และ New Buff Tape

ผลิตภัณฑ์ของมีเดีย : MakaraPlus 200 แผ่น

เครื่องจักร : New Technology Buff-Wipe (NT-Buff)

ปัจจัยที่สำคัญ : ประสิทธิภาพในการทำความสะอาด, รูปแบบในการทำความสะอาด

วิธีการทดลอง

- Station1 ใช้ Old Buff Tape และ Station2 ใช้ Wipe Tape (100 แผ่น)
- Station1 ใช้ New Buff Tape และ Station2 ใช้ Wipe Tape (100 แผ่น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองที่ 3.3.2 ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 เปรียบเทียบ Old Buff Tape กับ New Buff Tape

ชนิดของผ้า	ประสิทธิภาพ	ปริมาณฝุ่นเฉลี่ยก่อนทำความสะอาด	ปริมาณฝุ่นเฉลี่ยหลังทำความสะอาด
Old Buff & Wipe	64.47%	76 จุด	27 จุด
New Buff & Wipe	58.73%	63 จุด	26 จุด

จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของ New Buff Tape ด้อยกว่า Old Buff Tape เพียงเล็กน้อยหรือเทียบเท่า และรูปแบบในการทำความสะอาดเหมือนกัน จึงสามารถใช้ New Buff Tape แทนได้เลย

3.3.3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของ Old Wipe Tape และ New Wipe Tape

ผลิตภัณฑ์ของมีเดีย : MakaraPlus 200 แผ่น

เครื่องจักร : New Technology Buff-Wipe (NT-Buff)

ปัจจัยที่สำคัญ : ประสิทธิภาพในการทำความสะอาด, รูปแบบในการทำความสะอาด

วิธีการทดลอง

- Station1 ใช้ Buff Tape และ Station2 ใช้ Old Wipe Tape (100 แผ่น)
- Station1 ใช้ Buff Tape และ Station2 ใช้ New Wipe Tape (100 แผ่น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองที่ 3.3.3 ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 เปรียบเทียบ Old Wipe Tape กับ New Wipe Tape

ชนิดของผ้า	ประสิทธิภาพ	ปริมาณฝุ่นเฉลี่ยก่อนทำความสะอาด	ปริมาณฝุ่นเฉลี่ยหลังทำความสะอาด
Buff & Old Wipe	84.02%	211 จุด	20 จุด
Buff & New Wipe	70.19%	215 จุด	55 จุด

จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของ New Wipe Tape ด้อยกว่า Old Wipe Tape อยู่มาก จึงต้องลองทำการปรับเปลี่ยนกลไกของเครื่องจักรให้สอดคล้องกับผ้า เพื่อประสิทธิภาพในการทำความสะอาดมากขึ้น

3.3.4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่าง 3 Station และ 2 Station

ผลิตภัณฑ์ของมีเดีย : MakaraPlus 200 แผ่น
เครื่องจักร : New Technology Buff-Wipe (NT-Buff)
ปัจจัยที่สำคัญ : ประสิทธิภาพการทำความสะอาด, เวลาในการทำงาน, ปริมาณผ้าที่ใช้

วิธีการทดลอง

- Station1 ใช้ Buff Tape และ Station2 ใช้ Wipe Tape (100 แผ่น)
- Station1 ใช้ Wipe Tape และ Station2 ใช้ Buff Tape และ Station3 ใช้ Wipe Tape (100 แผ่น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองที่ 3.3.4 ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 เปรียบเทียบ 2 Station และ 3 Station

จำนวน station	ประสิทธิภาพ	ปริมาณฝุ่นเฉลี่ยก่อนทำความสะอาด	ปริมาณฝุ่นเฉลี่ยหลังทำความสะอาด
2 station	84.02%	211 จุด	20 จุด
3 station	87.50%	284 จุด	23 จุด

จะเห็นว่ากรณี 3 Station มีประสิทธิภาพมากกว่าแบบ 2 Station อยู่เล็กน้อย โดยระยะเวลาในการทำงานไม่ต่างกัน แต่แบบ 3 Station ก็จะใช้ปริมาณของผ้ามากกว่าแบบ 2 Station

3.3.5 เปรียบเทียบประสิทธิภาพแรงกดของผ้า 20 Garm, 50 Gram, 80 Gram

ผลิตภัณฑ์ของมีเดีย : MakaraPlus 105 แผ่น
เครื่องจักร : New Technology Buff-Wipe (NT-Buff)
ปัจจัยที่สำคัญ : ประสิทธิภาพในการทำความสะอาด

วิธีการทดลอง

- Station1 ใช้ Buff Tape และ Station2 ใช้ Wipe Tape (20 Gram) (35 แผ่น)
- Station1 ใช้ Buff Tape และ Station2 ใช้ Wipe Tape (50 Gram) (35 แผ่น)
- Station1 ใช้ Buff Tape และ Station2 ใช้ Wipe Tape (80 Gram) (35 แผ่น)

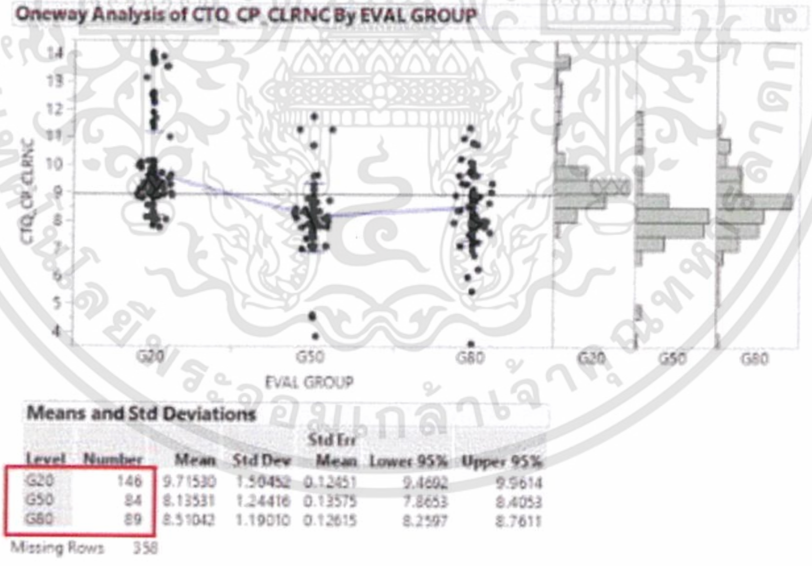
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองที่ 3.3.5 ในเชิงประสิทธิภาพและปริมาณฝุ่นตกค้าง ดังตารางที่ 3.5 และในเชิงการใช้งานทดสอบหัวอ่านจริง ดังรูปที่ 3.11

ตารางที่ 3.5 เปรียบเทียบแรงกด Gram (80, 50, 20)

Gram Load	ประสิทธิภาพ	ปริมาณฝุ่นเฉลี่ยก่อนทำความสะอาด	ปริมาณฝุ่นเฉลี่ยหลังทำความสะอาด
Buff 50 – Wipe 80	89.11%	356 จุด	36 จุด
Buff 50 – Wipe 80	89.30%	461 จุด	32 จุด
Buff 20 – Wipe 20	39.51%	205 จุด	124 จุด

จากผลของตัวเลขปริมาณฝุ่น แรงกด 80 Gram และ 50 Gram มีประสิทธิภาพในการทำความสะอาดดีมากพอๆ กัน แต่ในกรณี 20 Gram ประสิทธิภาพในการทำความสะอาดด้อยกว่าค่อนข้างมาก



รูปที่ 3.11 ตัวเลขแสดงการใช้งานทดสอบหัวอ่านจริง

แต่ในแง่ของตัวเลขการใช้งานจริง Gram 20 มีประสิทธิภาพในการใช้งานมากกว่า แบบ Gram 50 และ Gram 80 จึงต้องทดสอบปรับปรุงคุณภาพในการทำความสะอาดแบบ Gram 20 ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6 ทดลองการทำความสะอาด 3 Station และ Gram ต่ำ (20, 15)

ผลิตภัณฑ์ของมีเดีย : MakaraPlus 70 แผ่น
เครื่องจักร : New Technology Buff-Wipe (NT-Buff)
ปัจจัยที่สำคัญ : ประสิทธิภาพในการทำความสะอาด

วิธีการทดลอง

- Station1 ใช้ Wipe Tape และ Station2 ใช้ Buff Tape และ Station3 ใช้ Wipe Tape (20 Gram) (35 แผ่น)
- Station1 ใช้ Wipe Tape และ Station2 ใช้ Buff Tape และ Station3 ใช้ Wipe Tape (15 Gram) (35 แผ่น)

ผลการทดลองดัง ตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 เปรียบเทียบ 3 Station และ 2 Station ด้วยแรงกดต่ำๆ

Gram Load	ประสิทธิภาพ	ปริมาณฝุ่นเฉลี่ยก่อนทำความสะอาด	ปริมาณฝุ่นเฉลี่ยหลังทำความสะอาด
Gram 20 / 2 Staion	39.51%	205 จุด	124 จุด
Gram 20 / 3 Staion	92.24%	481 จุด	28 จุด
Gram 15 / 3 Staion	92.21%	290 จุด	17 จุด

จะเห็นว่าเมื่อใช้แรงกด Gram น้อยๆ (Gram 20, Gram 15) แบบ 3 Station มีประสิทธิภาพมากที่สุด ทั้งในแง่ของตัวเลขปริมาณฝุ่นละออง และตัวเลขในด้านของการใช้ทดสอบหัวอ่านจริง

ซึ่งเมื่อเทียบกับกระบวนการปัจจุบันแล้ว การใช้ Gram น้อยๆ แบบ 3 Station ให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่ากระบวนการปัจจุบัน ทั้งในแง่ของตัวเลขปริมาณฝุ่นละอองและตัวเลขในด้านของการใช้ทดสอบหัวอ่านจริงในไลน์การผลิต โครงงานนี้จึงเสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการดำเนินงานหาคุณสมบัติผ้า

1. Buff Tape มีคุณสมบัติพื้นผิวละเอียด ลักษณะในการทำความสะอาดเหมาะสำหรับการทำลายฝุ่นกลุ่มใหญ่ ให้กระจายตัวออกเป็นกลุ่มเล็กๆ แต่ไม่ได้กำจัดปริมาณฝุ่นออกไปมากนัก

2. Wipe Tape มีคุณสมบัติพื้นผิวหยาบ ลักษณะในการทำความสะอาดเหมาะสำหรับการกำจัดฝุ่นออกได้ดีในกรณีฝุ่นกระจาย ส่วนฝุ่นกลุ่มใหญ่ๆ จะทำให้ฝุ่นกระจายออกมากขึ้น

สรุปได้ว่า Buff Tape แบบใหม่สามารถนำมาใช้ทดแทนแบบเก่าได้ แต่ Wipe Tape แบบใหม่ประสิทธิภาพยังด้อยกว่าแบบเก่าอยู่มาก จึงต้องลองทำการทดสอบและแก้ไขกลไกของเครื่องจักร

และเพื่อประสิทธิภาพในการทำความสะอาดสูงสุด ต้องใช้ Buff Tape ในการทำความสะอาดรอบแรกก่อน เพื่อให้ฝุ่นกระจายตัวออกเป็นกลุ่มเล็กๆ จากนั้นจึงใช้ Wipe Tape สำหรับกำจัดฝุ่นออกอีกครั้งหนึ่ง

4.2 ผลการดำเนินงานทดสอบและแก้ไขกลไกของเครื่องจักร

1. ในกรณีของจำนวน Station แบบ 3 Station มีประสิทธิภาพในการทำความสะอาดที่ดีกว่า 2 Station เล็กน้อย ในขณะที่ 3 Station ใช้ปริมาณผ้ามากกว่า 2 Station เป็นอัตรา 3 : 2 ม้วน ส่วนเวลาที่ใช้ในการทำงานไม่ต่างกัน

2. ในแง่ของแรงกดของผ้าทำความสะอาด แบบแรงกดน้อยให้ตัวเลขในเชิงปริมาณฝุ่นได้ไม่ดีเท่าแบบแรงกดเยอะ แต่ในเชิงตัวเลขการใช้งานทดสอบหัวอ่านจริง แบบแรงกดน้อยให้ตัวเลขที่ดีกว่า

3. จากการที่ทีมปรับเปลี่ยนแผนการทดลอง ให้พัฒนาคุณภาพการทำความสะอาดในแบบแรงกดน้อยๆ โดยการเปิด 3 Station แทน 2 Station ให้ผลลัพธ์ที่ดีมากทั้งตัวเลขในเชิงปริมาณฝุ่นและเชิงการใช้งานทดสอบหัวอ่านจริง

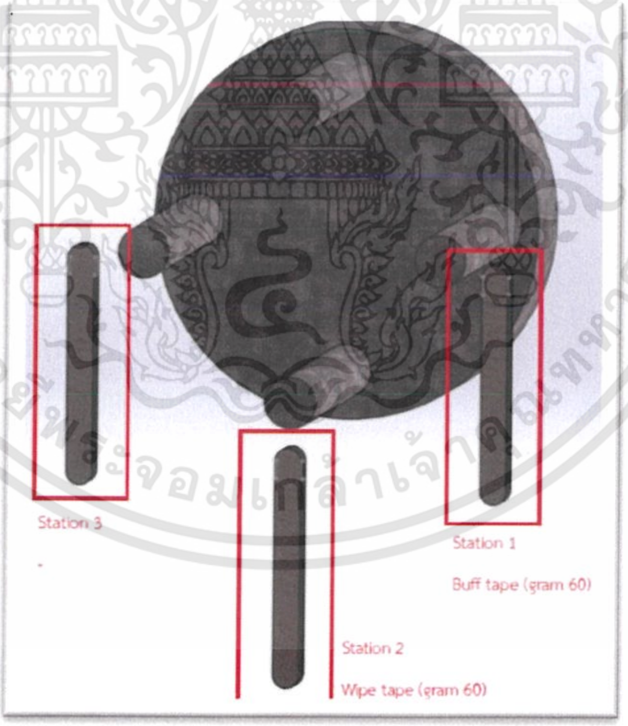
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอน ทำให้พบปัญหาที่ส่งผลในการวิเคราะห์ ทั้งปัจจัยจากโปรแกรมเครื่องจักร และจากสภาพแวดล้อมบริเวณใกล้ๆ เครื่องจักร ปัญหาสำคัญที่มีผลต่อการวิเคราะห์โดยวิธีแก้ไขปัญหา มีทั้งที่สามารถดำเนินการแก้ไขให้เรียบร้อยและบางปัญหาที่มีการคิดแนวทางแก้ไขไว้แล้ว แต่ด้วยระยะเวลาที่มีจำกัดจึงไม่สามารถทำการแก้ไขได้ จึงได้ผลลัพธ์ออกมาดังต่อไปนี้

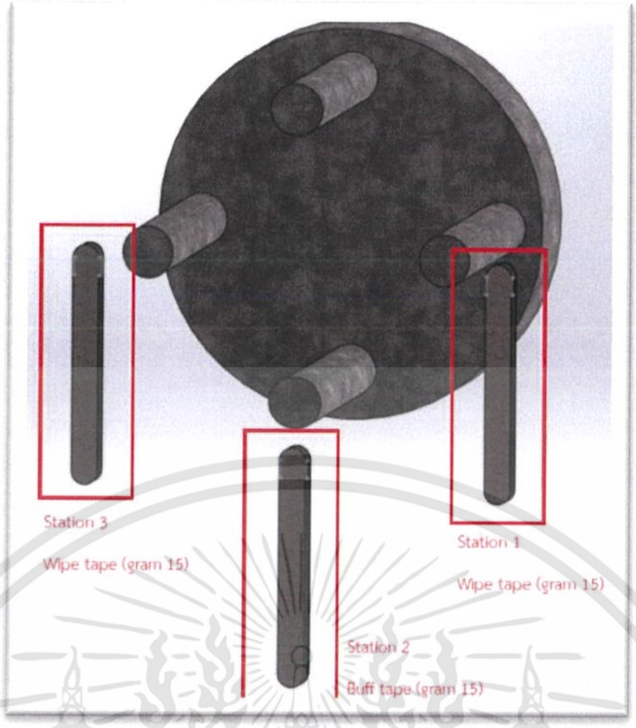
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการทดลองทั้งหมดสรุปได้ว่า Recipe ใหม่ คือ เปิดใช้ 3 Station โดยที่ Station ที่ 1 ใช้ Wipe Tape (Gram 15), Station ที่ 2 ใช้ Buff Tape (Gram 15) และ Station ที่ 3 ใช้ Wipe Tape (Gram 15) ดังรูปที่ 5.1 เมื่อเปรียบเทียบกับ Recipe ปัจจุบัน ใช้เพียงแค่ 2 Station โดย Station ที่ 1 ใช้ Buff Tape (Gram 60) และ Station ที่ 2 ใช้ Wipe Tape (Gram 80) ดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.1 Recipe ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 Recipe เดิม

สรุปผลการทดลอง เปรียบเทียบผลการดำเนินงาน ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบ Recipe เดิม และ Recipe ใหม่

Recipe	ประสิทธิภาพ	ปริมาณฝุ่นเฉลี่ยก่อนทำความสะอาด	ปริมาณฝุ่นเฉลี่ยหลังทำความสะอาด
Recipe เดิม	84.02%	211 จุด	20 จุด
Recipe ใหม่	92.21%	290 จุด	17 จุด

จะเห็นได้ว่า Recipe ใหม่ ใช้ 3 Station ที่เป็นผลการทดลองนั้นมีประสิทธิภาพในการทำความสะอาดมากกว่า Recipe เดิม ที่ใช้ 2 Station ทั้งในเชิงตัวเลขของปริมาณฝุ่นและในเชิงที่ใช้งานทดสอบหัวอ่านจริง ซึ่ง Recipe ใหม่นี้จะใช้ปริมาณผ้า Wipe มากกว่าเดิม ในอัตรา 3 : 2 ม้วน และใช้เวลาในการทำงานเท่ากัน ดังนั้นจึงต้องปรึกษากับทางทีม ได้ข้อสรุปคือ การที่สูญเสียปริมาณผ้าเพิ่มขึ้นคุ้มค่ากับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพในการทำความสะอาดที่เพิ่มขึ้นค่อนข้างมาก และทีมได้นำ Recipe ใหม่นี้ไปปฏิบัติใช้จริงในไลน์ผลิต

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากในระยะเวลาในการดำเนินการทำโครงงานนี้ เป็นช่วงเวลาที่ทีมมีโปรเจคเร่งด่วนที่ต้องทำ บางครั้งจะเป็นการรบกวนพี่ๆ Engineer ในทีมที่จะปรึกษาขอคำแนะนำต่างๆ จึงต้องเรียนรู้ที่หน้างานเองหรือปรึกษาพี่ๆ Technician แทน ซึ่งอาจจะตัดสินใจทำสิ่งต่างๆ ไม่สะดวกเท่าที่ควร

2. การสื่อสารเป็นสิ่งที่สำคัญ หากไม่มั่นใจในงานที่ได้รับต้องสอบถามให้เข้าใจชัดเจน เพื่อไม่เกิดความผิดพลาดที่ก่อให้เกิดปัญหาภายหลัง

3. ในระหว่างดำเนินการทำโครงงาน ประสบปัญหามากมาย แต่ผ่านมาด้วยความอดทน กำลังใจจากพี่ๆ ในทีม และกำลังใจจากเพื่อนร่วมงานที่ดี

4 . การศึกษาเทคโนโลยีใหม่เป็นสิ่งที่จำเป็นในการต่อยอดไปสู่ความรู้ใหม่ๆ เพื่อพัฒนาตนเองและประเทศในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] **บริษัทซีเกท เทคโนโลยี.** (Online). 9 ธันวาคม 2561.
Available: http://www.tpso.moc.go.th/sites/default/files/778-img.pdf

[2] **ข้อมูลบริษัทซีเกท เทคโนโลยี ประเทศไทย.** (Online). 9 ธันวาคม 2561.
Available: https://www.seagate.com

[3] **ความรู้เรื่อง Hard disk.** (Online). 9 ธันวาคม 2561.
Available: http://dtv.mcot.net/data/up_show.php?id=1183351361&web=epost

[4] **About-Semi อะไรเอ่ย..อยู่ใน Hard disk.** (Online). 9 ธันวาคม 2561.
Available: http://www.engineerfriend.com/2012/articles/

[5] **หน้าที่ของ Hard disk.** (Online). 9 ธันวาคม 2561.
Available: https://www.เกร็ดความรู้.com

[6] **Hard disk.** (Online). 9 ธันวาคม 2561.
Available: https://mindphp.com/บทความ/212-network/5716-harddisk.html

[7] **Image Processing คืออะไร.** (Online). 9 ธันวาคม 2561
Available: https://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/6595-image-processing-คืออะไร.html

[8] **เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (Image Processing).** (Online). 9 ธันวาคม 2561.
Available: https://silllovely.wordpress.com/2013/06/11/เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ/

[9] **ไฟฟ้าสถิต (ESD) คืออะไร.** (Online). 9 ธันวาคม 25 ท61.
Available: https://mostori.com/blog_detail.php?b_id=3

[10] **การป้องกันความเสียหายจาก ESD.** (Online). 9 ธันวาคม 2561.
Available: http://hmgroupthailand.com/th/blog/detail/esd

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายธนากร ภัสสรากุล

วัน/เดือน/ปีเกิด 26 กุมภาพันธ์ พุทธศักราช 2540

ที่อยู่ปัจจุบัน 129/98 ซอยกำแพงเพชร6 ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานครฯ 10210

เบอร์โทรศัพท์ 081-5721240

Email malaiearth_9@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

พุทธศักราช 2546-2548	สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนประชาอุทิศ (จันทาบอนุสรณ์)
พุทธศักราช 2549-2551	สำเร็จการศึกษาประถมการศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนประชาอุทิศ (จันทาบอนุสรณ์)
พุทธศักราช 2552-2554	สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ หอวัง นนทบุรี
พุทธศักราช 2555-2557	สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ หอวัง นนทบุรี
พุทธศักราช 2558-2561	ศึกษาระดับอุดมศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประวัติการทำงาน

พุทธศักราช 2561	นักศึกษาฝึกงาน บริษัท ไทยเบฟเวอเรจ รีไซเคิล จำกัด (TBR) แผนก Project Management Office (การบริหารโครงการ) ส่วนงานวิศวกรรม
พุทธศักราช 2561	นักศึกษาฝึกงาน บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด แผนก Media-Test Engineer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้