รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

# ชุดอุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียนแบบปรับเปลี่ยนตำแหน่งอัตโนมัติ

# AHSA COMPLIANCE GRIPPER

มนัสกร จิตตสินนวา

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

# ชุดอุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียนแบบปรับเปลี่ยนตำแหน่งอัตโนมัติ

# AHSA COMPLIANCE GRIPPER

มนัสกร จิตตสินนวา

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **ชื่อโครงงาน** | ชุดอุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียนแบบปรับเปลี่ยนตำแหน่งอัตโนมัติ |
| **นักศึกษา** | นายมนัสกร จิตตสินนวา |
| **ภาควิชา** | วิศวกรรมการวัดและควบคุม |
| **อาจารย์นิเทศ** | ผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์ |
| **ผู้นิเทศงาน** | นายอาคเนย์ เรียนเงิน |
| **สถานประกอบการ** | บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด |

## บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการนำอุปกรณ์ปรับเปลี่ยนตำแหน่งอัตโนมัติไปติดตั้งเสริมลงในชุดอุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียน ซึ่งเป็นหนึ่งในชุดอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในกระบวนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ โดยอุปกรณ์ปรับเปลี่ยนตำแหน่งอัตโนมัติมีหน้าที่ในการจัดเรียงตำแหน่งที่เกิดความผิดพลาดของการแทรกชิ้นงานอย่างอัตโนมัติ เพื่อลดปัญหาการขูดกันระหว่างหัวอ่านเขียนกับเสา Pivot ในขั้นตอนการติดตั้งหัวอ่านเขียนลงบน MBA (Motor Base Assembly) ซึ่งผลจากรอยขูดกันก่อให้เกิดสิ่งแปลกปลอมตกลงไปในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ โดยสาเหตุของการขูดกันเกิดจากความไม่เที่ยงตรงของอุปกรณ์ ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งในการติดตั้ง อุปกรณ์ปรับเปลี่ยนตำแหน่งอัตโนมัติจะทำหน้าที่ในการเคลื่อนที่ชดเชยตำแหน่งที่เกิดความคลาดเคลื่อนให้เคลื่อนที่กลับไปสู่ตำแหน่งที่ถูกต้อง

**คำสำคัญ :** ชุดอุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียน, อุปกรณ์ปรับเปลี่ยนตำแหน่งอัตโนมัติ, หัวอ่านเขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **Project Title:** | AHSA Compliance Gripper |
| **Student:** | Mr.Manassakorn Jittasinnawa |
| **Department:** | Instrumentation and Control Engineering |
| **Advisor:** | Assistant Professor Dr.Noppadol Maneerat |
| **Mentor:** | Mr.Akaney Rienngoen |
| **Company:** | Western Digital (Thailand) Co., Ltd. |


## ABSTRACT

This project is to install compliance on the AHSA gripper, which is the component used in the hard disk drive assembly process. Compliance is work by automatically aligning errors with the position of workpiece insertion. In order to reduce the problem of scratching between the HSA (Head stack assembly) and the Pivot post in the process of installing HSA (Head stack assembly) on the MBA (Motor Base Assembly), which results from scratches causing contamination fall into the hard disk drive. Scratching caused by the inaccuracy of the device make errors in the installation position. Compliance will act as a movement to compensate for the position of the error, moving back to the correct position.



**Keyword:** AHSA Gripper, Compliance, HSA (Head stack assembly)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำโครงงานในครั้งนี้สามารถทำให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์ ที่มอบโอกาสในการเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษา คอยให้คำปรึกษา การสนับสนุน และความช่วยเหลือเป็นอย่างดี ตลอดจนการตรวจสอบความถูกต้องของรายงานจนทำให้รายงานฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณทางบริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด นายอาคเนย์ เรียนเงิน และขอขอบคุณพี่ๆ ทุกคนในแผนก Tooling Maintenance Engineering และแผนกอื่นๆ ที่คอยให้การช่วยเหลือสนับสนุนในเรื่องต่างๆ เช่น การให้คำปรึกษาและให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่างๆ รวมทั้งทักษะในการแก้ไขปัญหา คอยดูแลติดตามความคืบหน้าของโครงงานอยู่เสมอ ทำให้โครงงานสามารถดำเนินไปและสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ นายประธาน ปานชูพล วิศวกรประจำเครื่องจักรที่ได้ทำโครงงานและเพื่อนร่วมงานทุกท่าน ที่คอยเป็นกำลังใจและให้การช่วยเหลือตลอดมาจนจบโครงงาน หากมีข้อผิดพลาดประการใดให้ถือเป็นความบกพร่องของทางผู้จัดทำ และขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

มนัสกร จิตตสินนวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้า


**บทคัดย่อภาษาไทย** ..... I

**บทคัดย่อภาษาอังกฤษ** ..... II

**กิตติกรรมประกาศ** ..... III

**สารบัญ** ..... IV

**สารบัญรูป** ..... VI

**สารบัญตาราง** ..... VIII

**บทที่ 1 บทนำ** ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ ..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน ..... 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน ..... 2

1.4 วิธีดำเนินโครงงาน ..... 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ..... 3

**บทที่ 2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวของ** ..... 4

2.1 ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (Hard Disk Drive) ..... 4

2.2 คลีนรูม (Cleanroom) ..... 5

2.3 กระบวนผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 3.5 นิ้ว ..... 6

2.4 ชุดอุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียน ..... 10

2.5 รอยขีดข่วนของเสา Pivot (Pivot Post Scratch) ..... 12

2.6 อุปกรณ์ปรับเปลี่ยนตำแหน่งอัตโนมัติ (Compliance Light) ..... 13

**บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงงาน** ..... 17

3.1 การออกแบบตำแหน่งในการติดตั้ง Compliance Light ..... 17

3.2 การเพิ่มระดับความสูงของ Gripper ..... 19

3.3 ชิ้นส่วนที่ต้องทำการแก้ไขเพื่อติดตั้ง Compliance Light ..... 20

3.4 เปรียบเทียบชุดอุปกรณ์หยิบจับหัวอ่านเขียนก่อน-หลังติดตั้ง Compliance Light ..... 27



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า

**บทที่ 4 ผลการดำเนินโครงงาน** ..... 28

4.1 การจดจำตำแหน่งของชุดอุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียน ..... 28

4.2 การทดลองรอยขีดข่วนของเสา Pivot (Pivot Post Scratch Test) ..... 28

**บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินโครงงานและข้อเสนอแนะ** ..... 32

5.1 สรุปผลการทดลองรอยขีดข่วนบนเสา Pivot ..... 32

5.2 ปัญหาที่พบในการดำเนินงาน ..... 33

**เอกสารอ้างอิง** ..... 34

**ประวัติผู้เขียน** ..... 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป

**รูปที่** **หน้า**


2.1 ตัวอย่างภายในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ....4

2.2 ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 3.5 นิ้ว (ซ้ายมือ) และขนาด 2.5 นิ้ว (ขวามือ) ....4

2.3 คลีนรูม (Cleanroom) ....5

2.4 ผังงานกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ....6

2.5 เครื่อง Pcrash และส่วนประกอบที่เกี่ยวข้อง ....7

2.6 เครื่อง Media Install ....7

2.7 เครื่อง AWI ....8

2.8 ตำแหน่งการติดตั้ง Ramp ....8

2.9 เครื่อง AHSA และส่วนประกอบที่เกี่ยวข้อง ....9

2.10 เครื่องหยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียน (Auto HSA Install) ....10

2.11 ชุดอุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียน และส่วนประกอบของฮาร์ดดิสก์ที่เกี่ยวข้อง ....10

2.12 ส่วนประกอบของอุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียน ....11

2.13 การติดตั้งที่เกิดความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งทำให้เกิดรอยขีดข่วนบนเสา Pivot ....12

2.14 รอยขีดข่วนบนเสา Pivot ....12

2.15 ลักษณะของ Compliance Light ....13

2.16 ชนิดของ Compliance Light ....13

2.17 ตัวอย่างการทำงานของ Compliance Light ....14

2.18 Retaining Force ....15

3.1 ชุดหยิบจับหัวอ่านเขียนรูปจริงและรูปจำลอง 3 มิติ ....17

3.2 จำลองการติดตั้ง Compliance Light แทรกระหว่าง Gripper ....17

3.3 จำลองการติดตั้ง Compliance Light บน Gripper ....18

3.4 ความสูงต่ำที่สุดของ Gripper อยู่ต่ำกว่าความสูงของ HSA Tray ....18

3.5 ชิ้นส่วนที่มีผลต่อความสูงของชุดอุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียน ....20

3.6 ความสูงของชุดอุปกรณ์มากขึ้นจาก Compliance Light ....21

3.7 เปรียบเทียบชุดอุปกรณ์หลังแก้ไขชิ้นส่วนที่มีผลต่อความสูง ....21



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป (ต่อ)

**รูปที่** **หน้า**

3.8 ระยะห่างของชุดอุปกรณ์กับกรอบหน้าจอคอมพิวเตอร์ก่อนติดตั้ง Compliance Light .....22
3.9 Front Camera Bracket .....22
3.10 AGV Slide Holder Right .....23
3.11 AGV Slide Holder Top .....23
3.12 AGV Trunk Middle Front .....24
3.13 AGV Fix Encoder Bracket HSA EE .....24
3.14 AGV Trunk Middle .....24
3.15 Top Lower Trunk Assy, AHSA .....25
3.16 Cover, HSA Gripper, Hercules .....25
3.17 Mini Hawk Microscan Support Mount, AHSA .....26
3.18 Front Camera Bracket .....26
3.19 แบบจำลองชุดหยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียนก่อนและหลังติดตั้ง Compliance Light.....27
3.20 ชุดหยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียนก่อนและหลังติดตั้ง Compliance Light .....27
4.1 การปรับเปลี่ยนตำแหน่งของการวางหัวอ่านเขียน (HSA Placement) ในแนวแกน X-Y .....29
4.2 ระยะทางจริงหลังปรับเปลี่ยนตำแหน่งของการวางหัวอ่านเขียน (HSA Placement) .....29
5.1 มุมมองในการ Calibrate .....50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

**ตารางที่** **หน้า**

2.1 คุณสมบัติของ Compliance Light .....16
3.1 ชิ้นส่วนที่มีผลต่อความสูงของชุดอุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียน .....20
4.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง Servo Encoder Count กับระยะทาง .....28
4.2 ตำแหน่งที่ใช้ในการทดลองก่อนการติดตั้ง Compliance Light CPL34F-N .....30
4.3 ตำแหน่งที่ใช้ในการทดลองหลังการติดตั้ง Compliance Light CPL34F-N .....30
4.4 ผลการทดลองรอยขีดข่วนบนเสา Pivot ก่อนติดตั้ง Compliance Light .....31
4.5 ผลการทดลองรอยขีดข่วนบนเสา Pivot หลังติดตั้ง Compliance Light .....31
5.1 เปรียบเทียบผลการทดลองก่อนและหลังติดตั้ง Compliance Light .....32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (Western Digital) เป็นหนึ่งในผู้ผลิตฮาร์ดดิสก์คอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ที่สุดในโลกบริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล มีความเป็นมาอย่างยาวนานเกี่ยวกับอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ในฐานะผู้ผลิตวงจรรวมและผลิตภัณฑ์หน่วยเก็บข้อมูล เวสเทิร์น ดิจิตอลก่อตั้งขึ้นวันที่ 23 เมษายน ค.ศ. 1970 โดยแอลวิน บี. ฟิลลิปส์ พนักงานของโมโตโรลาโดยก่อตั้งในชื่อ เจเนรัล ดิจิตอล (General Digital) แรกเริ่มเป็นผู้ผลิตเครื่องมือทดสอบมอสเฟต บริษัทกลายเป็นผู้ผลิตสารกึ่งตัวนำแบบพิเศษโดยมีนักลงทุนจำนวนมาก และบริษัทขนาดยักษ์อย่างบริษัท อีเมอร์สัน อิเล็กทริค (Emerson Electric) ช่วยจัดหาทุนเริ่มต้น ในประมาณ ค.ศ. 1971 บริษัทเปลี่ยนมาใช้ชื่อปัจจุบันและเปิดตัวผลิตภัณฑ์แรก คือ WD1402A UART

ปัจจุบันบริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด แบ่งเป็น 2 ส่วนหลักคือ 1. ส่วนที่ผลิตหัวอ่านเขียน (Head Stack Assembly) 2. ส่วนที่ประกอบชิ้นส่วนต่างๆ เป็นฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์โดยได้มีการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (Hard Disk Drive) ทั้งสิ้น 2 ขนาดคือ ขนาด 2.5 นิ้วสำหรับ Laptop และขนาด 3.5 นิ้วสำหรับ PC ซึ่งใช้กระบวนการผลิตที่ซับซ้อนและมีความละเอียดในหลักนาโนเมตร ซึ่งด้วยเทคโนโลยีปัจจุบันในกระบวนการผลิตที่มีความละเอียดสูง และผลิตติดต่อกันจำนวนมากย่อมมีความผิดพลาดที่เกิดจากเครื่องจักรจากหลายสาเหตุ เช่น ตำแหน่งของชิ้นส่วนจริงอยู่ไม่ตรงกับตำแหน่งที่แสดงจากแผงควบคุม ซึ่งอาจคลาดเคลื่อนไม่มากแต่ด้วยอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ต้องใช้ความละเอียดที่สูง ทำให้แม้เพียงเล็กน้อยก็สามารถส่งผลเสียต่อชิ้นงานได้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อลดรอยขีดข่วนของเสา Pivot
2. เพื่อลดสิ่งแปลกปลอมในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่เกิดจากการขูดกันของหัวอ่านเขียนกับเสา Pivot
3. เพื่อลดปริมาณของเสียจากการเกิดรอยที่เสา Pivot
4. เพื่อลดระยะเวลาที่อุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียนเกิดความขัดข้องอันเนื่องมาจากการวางชิ้นงานที่ผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.3 ขอบเขตของการโครงงาน

1. จัดหาอุปกรณ์ปรับเปลี่ยนตำแหน่งอัตโนมัติที่มีความเหมาะสมต่องานที่ใช้

2. ออกแบบและแก้ไขชุดอุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียนใหม่เพื่อให้รองรับต่อการติดตั้งอุปกรณ์ปรับเปลี่ยนตำแหน่งอัตโนมัติ

3. ทำการทดลองรอยขีดข่วนของเสา Pivot เปรียบเทียบก่อนและหลังการติดตั้งอุปกรณ์ปรับเปลี่ยนตำแหน่งอัตโนมัติ

4. ชุดอุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียนแบบปรับเปลี่ยนตำแหน่งอัตโนมัติ (AHSA Compliance Gripper) นำไปใช้ในสายการผลิต

## 1.4 วิธีการดำเนินการโครงงาน

1. ศึกษากระบวนการผลิตและส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

2. ศึกษาหน้าที่การทำงาน ส่วนประกอบ และการบำรุงรักษาของเครื่องจักรที่ใช้ในการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ใน Cleanroom

3. ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นและการแก้ไขปัญหาจากการติดตั้งหัวอ่านเขียนลงบน MBA (Motor Base Assembly) ของเครื่องหยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียน (Auto Head Stack Assembly install)

4. ศึกษาระบบการทำงานและคุณสมบัติของอุปกรณ์ปรับเปลี่ยนตำแหน่งอัตโนมัติ (Compliance Light)

5. ออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ปรับเปลี่ยนตำแหน่งอัตโนมัติลงบนอุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียน

6. สั่งซื้อชิ้นส่วนที่จำเป็นและทำการติดตั้ง

7. ตรวจสอบการติดตั้งและทดสอบการผลิตงาน

8. ทำการทดลองรอยขีดข่วนของเสา Pivot เปรียบเทียบก่อนและหลังการติดตั้งอุปกรณ์ปรับเปลี่ยนตำแหน่งอัตโนมัติ

9. ทดสอบขั้นสุดท้ายในสายการผลิต

10. สรุปผลการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ลดการเกิดรอยขีดข่วนที่เสา Pivot

2. ลดสิ่งแปลกปลอมในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่เกิดจากการขูดกันของหัวอ่านเขียนกับเสา Pivot

3. ลดปริมาณของเสียจากการเกิดรอยที่เสา Pivot

4. ลดระยะเวลาที่อุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียนเกิดความขัดข้องอันเนื่องมาจากการวางชิ้นงานที่ผิดพลาด

5. ฝึกการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าเมื่อเครื่องจักรมีปัญหา

6. ฝึกการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

7. ฝึกการทำงานร่วมกันและการประสานงานอย่างเป็นระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (Hard Disk Drive)

ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (Hard Disk Drive) คือ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่บรรจุข้อมูลแบบไม่ลบเลือน มีลักษณะเป็นจานโลหะที่เคลือบด้วยสารแม่เหล็ก และมีหัวอ่านเขียนในการบันทึกข้อมูลดังรูปที่ 2.1 ทำงานได้โดยนำมาติดตั้งเข้ากับคอมพิวเตอร์ที่มีอินเตอร์เฟซแบบขนาน (PATA) แบบอนุกรม (SATA) และแบบเล็ก (SCSI) ทั้งยังสามารถต่อเข้าเครื่องจากภายนอกได้ผ่านทาง USB

**รูปที่ 2.1** ตัวอย่างภายในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์
[**ที่มา :** https://www.newegg.com/Product/Product.aspx?Item=N82E16822236737]

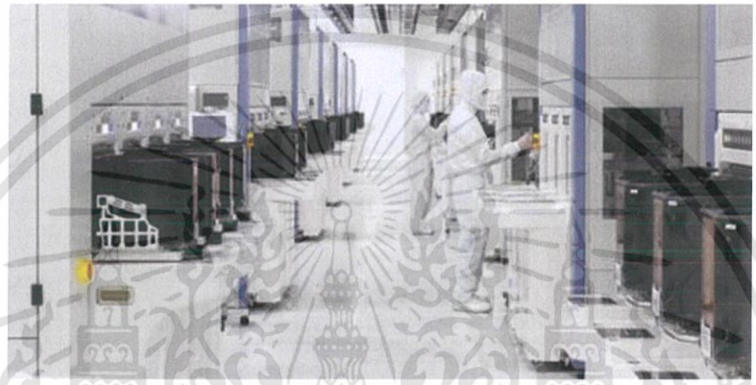
ฮาร์ดดิสก์ใช้สารแม่เหล็กในการบันทึกข้อมูล สารแม่เหล็กนี้สามารถลบหรือเขียนใหม่ได้ตลอดเวลา โดยเมื่อบันทึกหรือเขียนลงไปแล้ว สามารถจำรูปแบบเดิมได้เป็นเวลาหลายปี ข้อมูลในฮาร์ดดิสก์เก็บอยู่ในรูปของโดเมนแม่เหล็กที่มีขนาดเล็ก โดยโดเมนยิ่งมีขนาดเล็กความจุของฮาร์ดดิสก์จะมีขนาดเพิ่มขึ้น ปัจจุบัน บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด ผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ 2 ขนาดคือ ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 3.5 นิ้ว และฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 2.5 นิ้วดังรูปที่ 2.2

**รูปที่ 2.2** ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 3.5 นิ้ว (ซ้ายมือ) และขนาด 2.5 นิ้ว (ขวามือ)
[**ที่มา :** https://www.storagereview.com/wd_red_4tb_hdd_review_wd40efrx]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 คลีนรูม (Cleanroom)

คลีนรูม (Cleanroom) หรือที่มักเรียกกันว่า "ห้องปลอดเชื้อ" หรือ "ห้องสะอาด" หมายถึง ห้องที่มีการควบคุมปริมาณอนุภาค ฝุ่นละอองและสิ่งปนเปื้อนต่างๆ ให้มีไม่เกินระดับที่กำหนดไว้ แสดงดังรูปที่ 2.3 เพื่อป้องกันสิ่งปนเปื้อน อนุภาคขนาดเล็กและฝุ่นละอองต่างๆ ที่มาจากผู้ปฏิบัติงาน รวมทั้งอากาศภายนอก สิ่งเหล่านี้สามารถสร้างปัญหาให้กับผลิตภัณฑ์หรืองานที่กำลังทำอยู่ ส่งผลให้งานเกิดความเสียหายหรือขาดประสิทธิภาพ



**รูปที่ 2.3** คลีนรูม (Cleanroom)

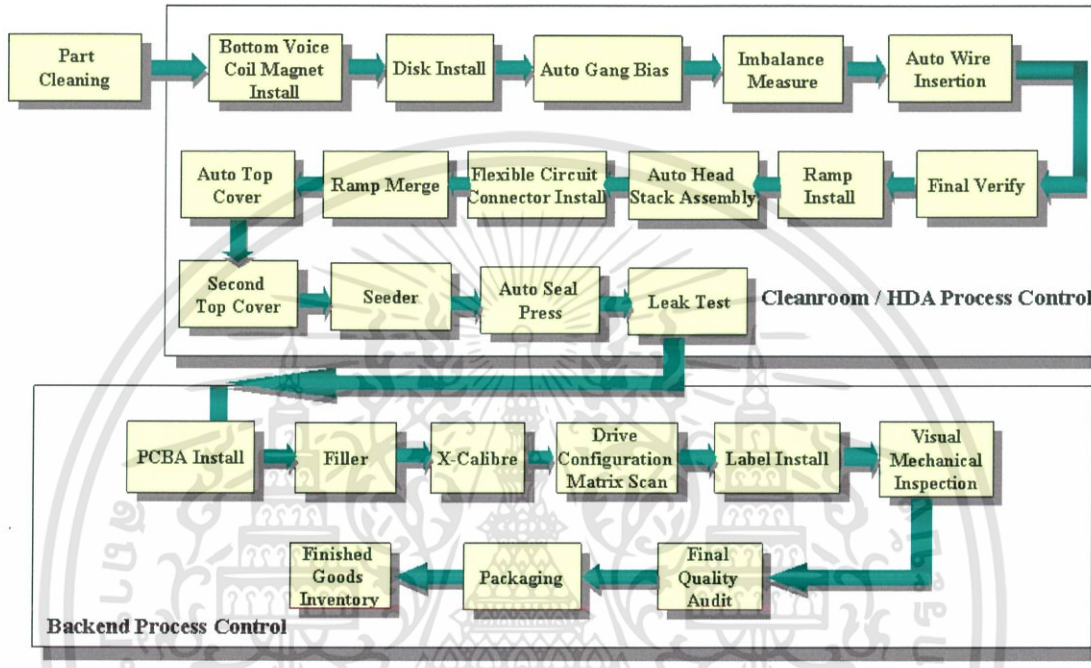
[**ที่มา :** https://www.tech-critter.com/toshiba-western-digital-fab-6/]

ในกระบวนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์จำเป็นต้องใช้สภาวะแวดล้อมที่สะอาด เพื่อป้องกันอนุภาค ฝุ่นละอองและสิ่งปนเปื้อนต่างๆ เข้ามาภายในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ซึ่งถ้าสามารถเล็ดลอดเข้าไปได้ อาจส่งผลให้ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์เกิดความเสียหาย เนื่องจากฝุ่นละอองนั้นๆ ไปขัดขวางหน้าสัมผัสระหว่างหัวอ่านเขียนข้อมูลกับจานแม่เหล็ก โดยปัจจุบัน บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด ได้มีการใช้ Cleanroom ในส่วนของการผลิตหัวอ่านเขียนข้อมูลและส่วนของการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ซึ่งในส่วนของการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ใช้ Cleanroom Class 100 มีความหมายว่า ห้องที่ควบคุมอนุภาคขนาด 0.5 ไมครอนหรือใหญ่กว่า ให้มีจำนวนไม่เกิน 100 อนุภาคต่ออากาศหนึ่งลูกบาศก์ฟุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 กระบวนผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 3.5 นิ้ว

การผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 2.5 นิ้วและ 3.5 นิ้วมีกระบวนการผลิตที่คล้ายคลึงกันโดยมีภาพรวมของขั้นตอนการผลิตดังรูปที่ 2.4 โดยแบ่งเป็นสองส่วนหลักคือ 1. กระบวนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ใน Cleanroom 2. กระบวนการตรวจสอบขั้นสุดท้ายและบรรจุ (Backend)



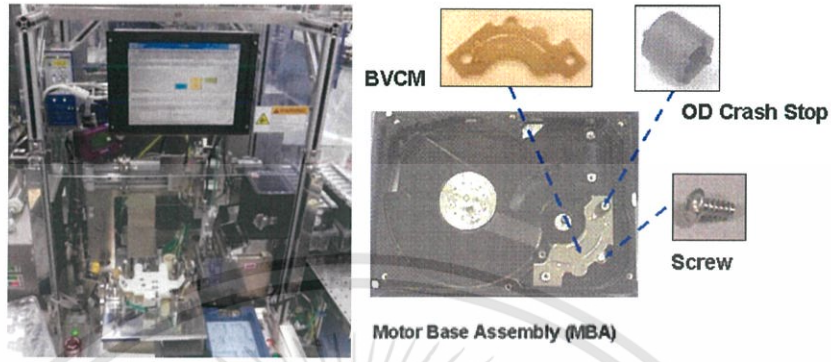

รูปที่ 2.4 ผังงานกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

### 2.3.1 กระบวนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ใน Cleanroom

ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์มีหลักการทำงานโดยที่หัวอ่านเขียนลอยอยู่บนจานแม่เหล็กที่กำลังหมุนอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีระยะห่างระหว่างกันน้อยกว่า 10 ไมโครครอน เมื่อประกอบในพื้นที่ปกติสิ่งแปลกปลอมจากอากาศสามารถเข้ามาขัดระหว่างหัวอ่านเขียนกับจานแม่เหล็ก ทำให้ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์เกิดความเสียหายได้ ดังนั้นกระบวนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์จึงต้องทำในระบบ Cleanroom เพื่อป้องกันฝุ่นละอองและสิ่งแปลกปลอมต่างๆ ที่มาจากผู้ปฏิบัติงาน รวมทั้งอากาศภายนอกโดยมีขั้นตอนการประกอบดังนี้

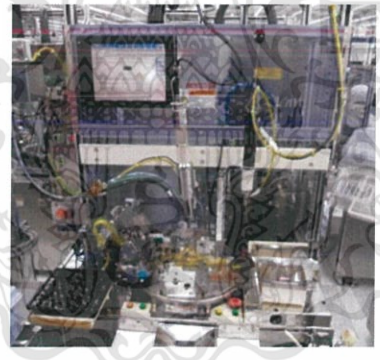
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Pcrash เป็นสถานีแรกในกระบวนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์มีหน้าที่ติดตั้ง BVCM (Bottom Voice Coil Magnet) และ ID Crash Stop ลงบน MBA (Motor Base Assembly) ดังรูปที่ 2.5




**รูปที่ 2.5** เครื่อง Pcrash และส่วนประกอบที่ทำการติดตั้ง

2. Media Install (MI) ดังรูปที่ 2.6 เป็นหนึ่งในสถานีที่มีความสำคัญ เนื่องจากเป็นสถานีที่ทำการติดตั้งแผ่นจานแม่เหล็ก (Media) สำหรับบันทึกความจำ



**รูปที่ 2.6** เครื่อง Media Install

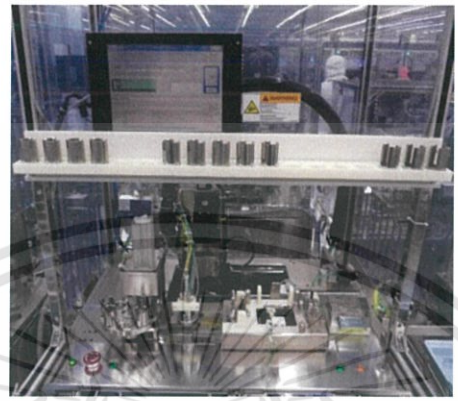
3. Auto Gang Bias (AGB) มีหน้าที่ในการทอร์กสกรูเพื่อยึดแผ่นจานแม่เหล็กตามแรงที่ได้กำหนดไว้ เพื่อให้แผ่นจานแม่เหล็กมีความสมดุลมากที่สุด

4. Clean and Purge (CAP) มีหน้าที่ในการทำความสะอาด MBA (Motor Base Assembly) โดยการดูดสิ่งแปลกปลอมหรืออนุภาคที่เกิดจากการทอร์กสกรูของเครื่อง Auto Gang Bias

5. Imbalance Measurement เป็นการวัดหาความไม่สมดุลของจานแม่เหล็ก (Media) ในแกน X, Y และ Z โดยจะทำงานร่วมกับ Auto Wire Install และ Auto Plug Install

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

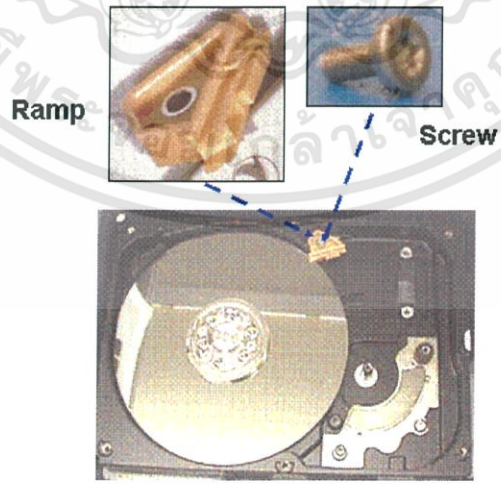
6. Auto Wire Install (AWI) รูปที่ 2.7 ทำงานเมื่อตรวจพบความไม่สมดุลของจานแม่เหล็ก โดยทำงานร่วมกับ Imbalance Measurement ในการใส่ขดลวดตามขนาดและตำแหน่งที่ถูกกำหนดโดย Imbalance Measurement เพื่อทำให้จานแม่เหล็ก (Media) มีความสมดุลมากขึ้น



**รูปที่ 2.7** เครื่อง AWI

7. Auto Plug Install (API) ทำงานเมื่อตรวจพบความไม่สมดุลของจานแม่เหล็ก โดยทำงานร่วมกับ Imbalance Measurement ในการใส่ Plug ตามขนาดและตำแหน่งที่ถูกกำหนดโดย Imbalance Measurement เพื่อทำให้จานแม่เหล็ก (Media) มีความสมดุลมากขึ้น

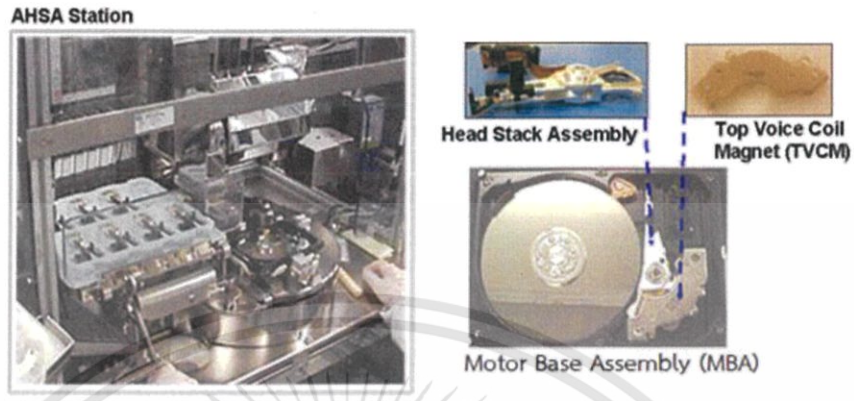
8. Ramp Install (RI) มีหน้าที่ในการติดตั้ง Ramp ซึ่งมีหน้าที่ในการเป็นที่พักชั่วคราวของหัวอ่านเขียนเมื่อไม่มีการทำงานโดย Ramp มีลักษณะดังรูปที่ 2.8




**รูปที่ 2.8** ตำแหน่งการติดตั้ง Ramp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. Auto HSA Install (AHSA) และ Top VCM Install (TVCM) มีหน้าที่ในการติดตั้งหัวอ่านเขียน (HSA) และ Top Voice Coil Magnet (TVCM) ดังรูปที่ 2.9 ลงใน MBA




**รูปที่ 2.9** เครื่อง AHSA และส่วนประกอบที่ทำการติดตั้ง

10. Auto Flex Circuit Connector (FCC) เป็นสถานีที่ทำการทอร์กสกรูเพื่อยึด Flex Circuit Connector (ชิ้นส่วนที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อวงจรระหว่างหัวอ่านเขียนกับอุปกรณ์ควบคุม)

11. Merge เป็นขั้นตอนในการติดตั้ง OD Crash Stop ลงใน MBA และเคลื่อนตำแหน่งของหัวอ่านเขียนไปพักอยู่ที่ Ramp เพื่อเตรียมพร้อมต่อการทำงาน

12. Whack And Purge (WAP) มีหน้าที่ในการทำความสะอาด MBA โดยการดูดอนุภาคหรือสิ่งแปลกปลอมที่เกิดจากกระบวนการผลิตที่ผ่านมาก่อนการปิดผนึก

13. Auto Top Cover Install (ATC) และ Single Top Cover (STC) เป็นสถานีประกอบชิ้นส่วนฝาปิด MBA และทอร์กสกรูยึดปิดฝา

14. Seal Install และ Leak Test ติดตั้ง Seal เพื่อปิดผนึก MBA และทดสอบการรั่วไหล เพื่อส่งออกจาก Cleanroom ไปยังส่วนของ Backend และประกอบเป็นฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ต่อไป

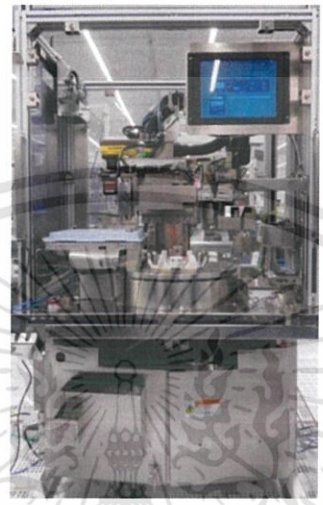
### 2.3.2 กระบวนการตรวจสอบขั้นสุดท้ายและบรรจุ (Backend)

เป็นกระบวนการติดตั้งวงจรควบคุมการทำงานของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ลงบน MBA (Motor Base Assembly) และเป็นขั้นตอนของการทดสอบการทำงานของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ เพื่อตรวจสอบข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น ก่อนบรรจุและส่งออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4 ชุดอุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียน

ชุดอุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียน (AHSA Gripper) เป็นส่วนประกอบเครื่องหยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียน (Auto HSA Install หรือ AHSA) ดังรูปที่ 2.10 โดยเป็นอุปกรณ์หนึ่งที่ใช้ในการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ใน Cleanroom



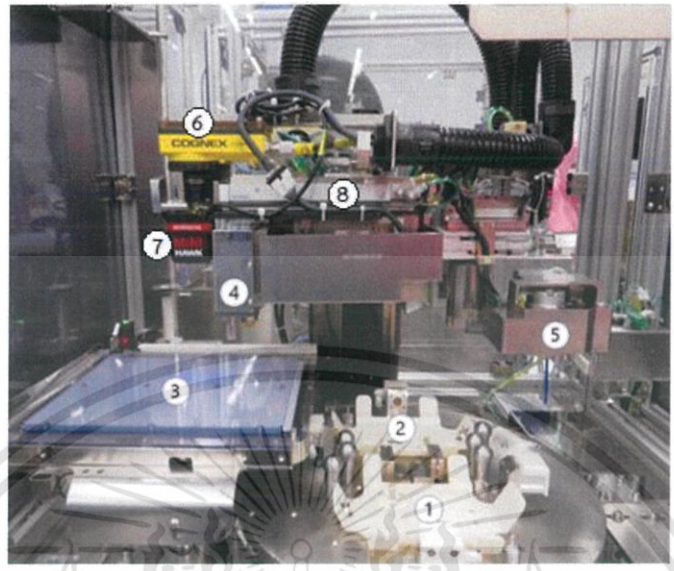
**รูปที่ 2.10** เครื่องหยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียน (Auto HSA Install)

ชุดหยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียนมีหน้าที่ติดตั้งหัวอ่านเขียน (Head Stack Assembly หรือ HSA) และ Top Voice Coil Magnet (TVCM) ดังรูปที่ 2.11 ลงบน Motor Base Assembly (MBA) ซึ่งเป็นส่วนที่มีความสำคัญใช้สำหรับประกอบเป็นฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ในขั้นตอนต่อไป

**รูปที่ 2.11** ชุดอุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียน และส่วนประกอบของฮาร์ดดิสก์ที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบที่สำคัญของอุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียน (Auto HSA Install) ดังรูปที่ 2.12




**รูปที่ 2.12** ส่วนประกอบของอุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียน

1. Nest A เบ้าใส่ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ A

2. Nest B เบ้าใส่ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ B

3. Tray Holder ถาดวาง HSA Tray รอประกอบลงในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

4. HSA Gripper มือจับมีหน้าที่หยิบจับ HSA (Head Stack Assembly) จาก HSA Tray เพื่อติดตั้งลงใน MBA (Motor Base Assembly) HSA Gripper ใช้ Vacuum ในการจับชิ้นงาน

5. TVCM Gripper ชุดหยิบจับและติดตั้ง TVCM (Top Voice Coil Magnet) มีหน้าที่หยิบจับ TVCM จาก TVCM Nest เพื่อติดตั้งลงใน MBA (Motor Base Assembly) ระหว่างขั้นตอนการประกอบ

6. COGNEX Camera กล้องใช้ระบบ Vision เพื่อถ่ายภาพ HSA ใน HSA Tray เพื่อระบุตำแหน่งในการหยิบจับ HSA

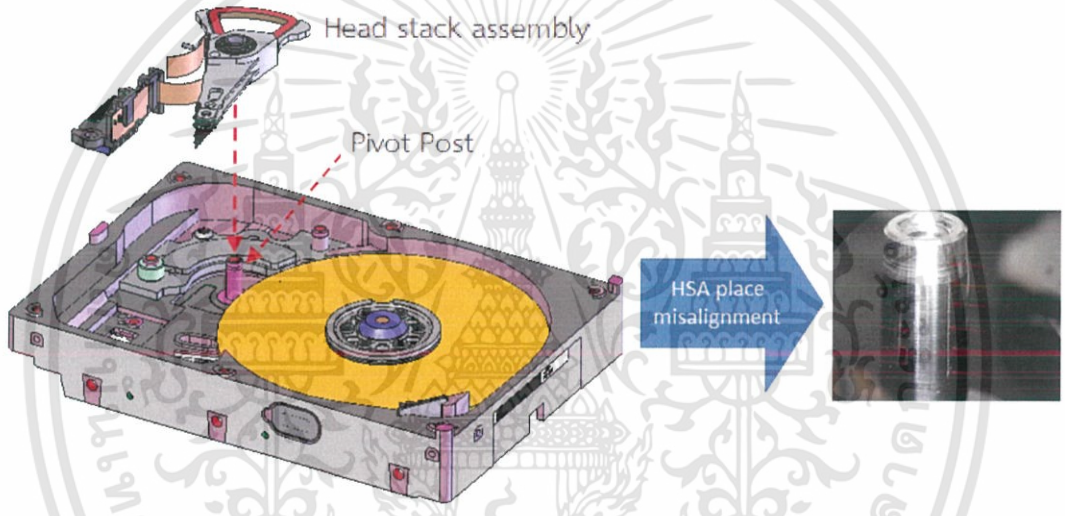
7. Mini Hawk Scanner ใช้แสกน Barcode ของ HSA เพื่อตรวจสอบว่าชนิดของ HSA ตรงกับที่ต้องการหรือไม่

8. Cylinder กระบอกสูบ เพิ่มระยะเคลื่อนที่ของ Gripper นอกเหนือจากมอเตอร์

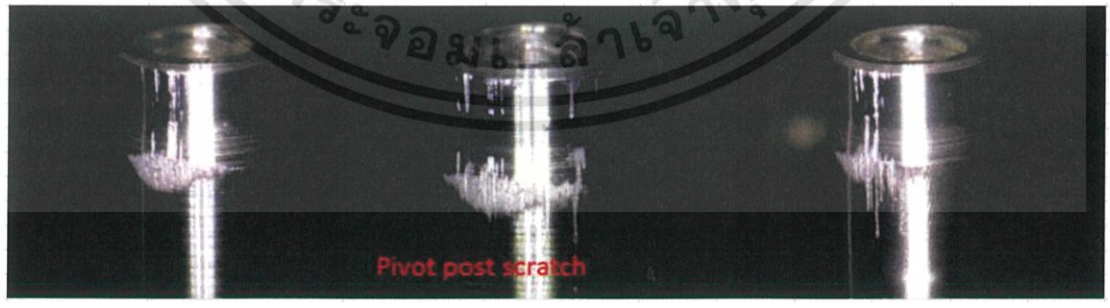
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 รอยขีดข่วนของเสา Pivot (Pivot Post Scratch)

การติดตั้งหัวอ่านเขียน (HSA) จะติดตั้งในลักษณะสวมหัวอ่านลงไปบนเสาซึ่งเรียกว่า เสา Pivot (Pivot Post) ซึ่งในทางทฤษฎีหัวอ่านเขียนจะสวมลงไปในเสา Pivot อย่างพอดี แต่ในทางปฏิบัติมีปัจจัยต่างๆ ที่ไม่สามารถควบคุมได้ทำให้เกิดความผิดพลาดของตำแหน่งในการวางขึ้น ซึ่งการผิดพลาดของตำแหน่งระหว่างทำการตั้งหัวอ่านเขียน (HSA) ลงบนส่วนประกอบของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์จะทำให้เกิดการขูดกันในส่วนของรูที่หัวอ่านกับเสา Pivot ดังรูปที่ 2.13 ซึ่งจากวัสดุที่ทำการผลิตของหัวอ่านนั้นมีความแข็งแรงมากกว่าวัสดุของเสา Pivot ทำให้เมื่อขูดกันจะทำให้เกิดรอยขีดข่วนที่เสา Pivot เรียกว่า รอยขีดข่วนของเสา Pivot (Pivot Post Scratch) ดังรูปที่ 2.14




**รูปที่ 2.13** การติดตั้งที่เกิดความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งทำให้เกิดรอยขีดข่วนบนเสา Pivot



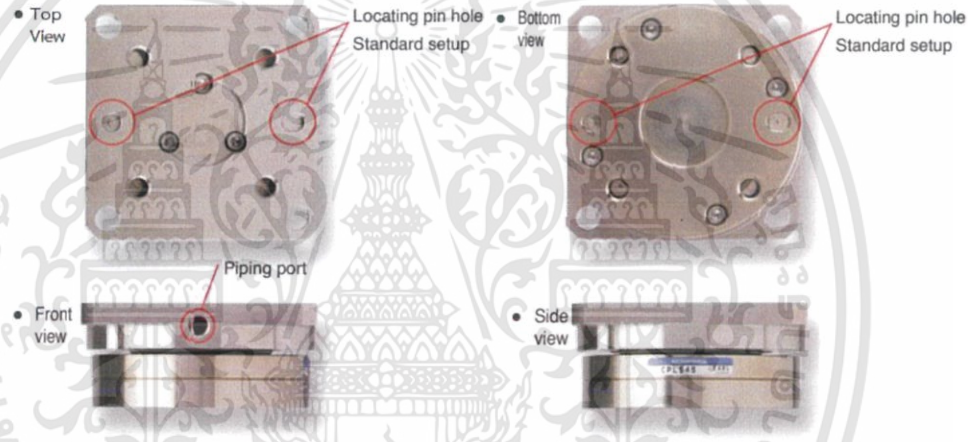

**รูปที่ 2.14** รอยขีดข่วนบนเสา Pivot

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6 อุปกรณ์ปรับเปลี่ยนตำแหน่งอัตโนมัติ (Compliance)

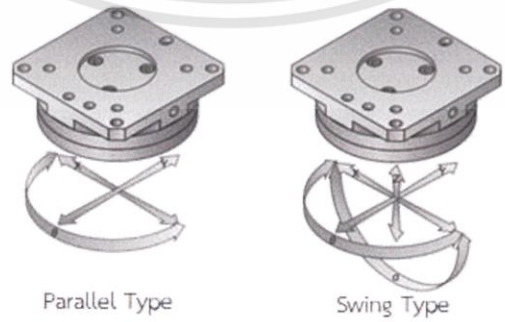
อุปกรณ์ปรับเปลี่ยนตำแหน่งอัตโนมัติมีลักษณะหน้าสัมผัสทั้งสองด้านออกแบบมาสำหรับการติดตั้งการใช้งาน และสามารถล็อคการเคลื่อนที่ด้วยการปล่อยแรงดันลม โดยเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการแก้ไขข้อผิดพลาดโดยอัตโนมัติเมื่อมีการคลาดเคลื่อนของตำแหน่งในการแทรก หรือติดตั้งชิ้นงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการติดตั้งชิ้นงานที่ต้องการโดยติดตั้งอุปกรณ์ปรับเปลี่ยนตำแหน่งอัตโนมัติแทรกระหว่าง Robot Arm กับ Gripper

งานที่ใช้เป็นลักษณะงานที่เบา ดังนั้นการเลือกอุปกรณ์ปรับเปลี่ยนตำแหน่งอัตโนมัติจึงเลือกแบบที่มีขนาดเล็กและเบาเพื่อลดภาระของมอเตอร์ที่ใช้เคลื่อนที่โดยอุปกรณ์ปรับเปลี่ยนตำแหน่งอัตโนมัติชนิดนี้เรียกว่า Compliance Light ดังรูปที่ 2.15




**รูปที่ 2.15** ลักษณะของ Compliance Light [1]

อุปกรณ์ปรับเปลี่ยนตำแหน่งอัตโนมัติมีการทำงานแบ่งได้ 2 ชนิดคือ 1. Parallel Type สามารถเคลื่อนที่ได้ 3 แกน 2. Swing Type สามารถเคลื่อนที่ได้ 5 แกนโดยมีลักษณะดังรูปที่ 2.16

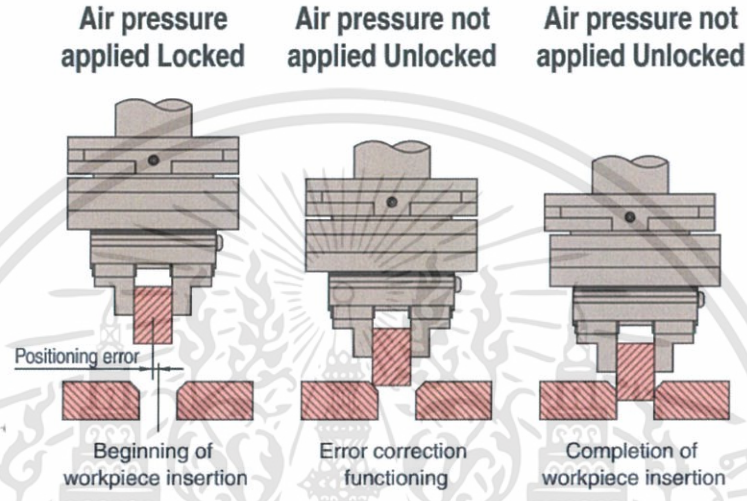



**รูปที่ 2.16** ชนิดของ Compliance Light [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.6.1 การทำงานของ Compliance Light**

สถานะปกติของ Compliance Light ในส่วนที่ทำหน้าที่เคลื่อนที่จะเคลื่อนที่ตามแรงที่มากระทำ แต่เมื่อใส่ความดันลมเข้าไป จะทำให้ Compliance Light อยู่ในสถานะล็อค ลมจะทำหน้าที่ในการล็อค ทำให้เกิดแรงต้านภายใน เป็นเหตุให้ส่วนเคลื่อนที่นั้นไม่เคลื่อนที่ตามแรงที่มากระทำภายนอกดังรูปที่ 2.17 สามารถจำลองการทำงานของอุปกรณ์ดังนี้




**รูปที่ 2.17** ตัวอย่างการทำงานของ Compliance Light [1]

- ก่อนแทรกชิ้นงาน (รูปซ้าย) ทำการปล่อยแรงดันเพื่อล็อค Compliance Light เพื่อไม่ให้เคลื่อนที่ เพราะอาจทำให้ตำแหน่งในการวางคลาดเคลื่อนจากการที่ Compliance Light เคลื่อนที่เอง

- ขณะชิ้นงานถึงตำแหน่งที่สัมผัสกันของชิ้นงานกับฐานที่ต้องการแทรก (รูปกลาง) หยุดจ่ายแรงดันลมเพื่อปลดล็อค Compliance Light ในขณะแทรกชิ้นงาน (มักปลดล็อคเมื่อชิ้นงานอยู่ใกล้ตำแหน่งที่จะแทรก หรือติดตั้งมากที่สุดเพื่อลดการเคลื่อนที่เองของ Compliance Light)

- ขณะวางชิ้นงาน (รูปขวา) เมื่อตำแหน่งในการแทรกชิ้นงานเกิดความผิดพลาด Compliance Light จะเคลื่อนที่เพื่อทดแทนตำแหน่งที่ผิดพลาดให้สมบูรณ์โดยเคลื่อนที่ตามมุมที่ได้ Chamfer ไว้ของฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.6.2 การเลือก Compliance Light

เนื่องจากความผิดพลาดของตำแหน่งในการติดตั้งหัวอ่านเขียนเป็นแนวระนาบ ดังนั้นจึงใช้ Compliance Light แบบ Parallel Type ซึ่งสามารถทดแทนตำแหน่งได้เหมาะสมกว่า Compliance Light แบบ Swing Type เนื่องจากแบบ Swing Type จะมีระยะและมุมในแนวแกนตั้งมาเกี่ยวข้อง ซึ่งอาจส่งผลเสียต่อการทำงานมากกว่าผลดี และลักษณะงานที่เป็นงานเบา อีกทั้งพื้นที่ในการติดตั้งนั้นจำกัดจึงเลือก Compliance Light ขนาดเล็กที่สุดของ KOGANEI รุ่น CPL34F-N

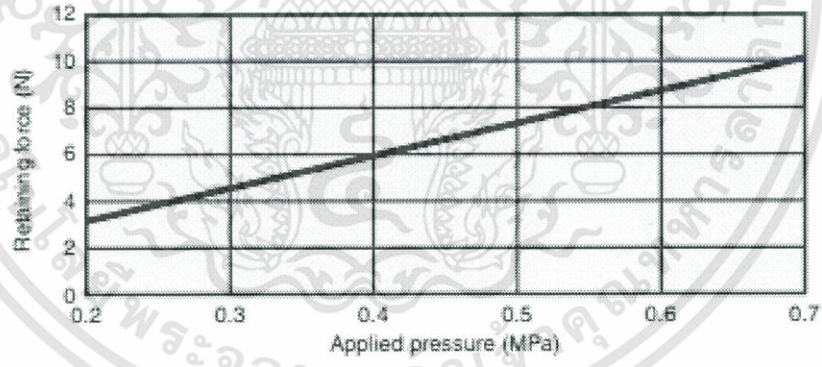
CPL หมายถึง Compliance Light

34F หมายถึง ขนาด 34 มิลลิเมตรเคลื่อนที่ในแนวระนาบ

N หมายถึง ไม่มีแรงสู่ศูนย์กลาง (แรงที่พยายามกลับไปสู่ศูนย์กลางเมื่ออุปกรณ์เคลื่อนที่ออกจากศูนย์กลาง)

### 2.6.3 คุณสมบัติของ Compliance Light CPL34F-N

โดยปกติเครื่องหยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียน (AHSA) ควบคุมระบบนิวเมติกส์ให้มีความดันลมอยู่ที่ประมาณ 0.3 เมกะปาสคาล ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับรูปที่ 2.18 จะได้ว่าเมื่อทำการปล่อยแรงดันลมล็อค Compliance Light CPL34F-N จะมีแรงต้านการเคลื่อนที่อยู่ที่ประมาณ 5 นิวตัน




**รูปที่ 2.18** Retaining Force [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบคุณสมบัติเฉพาะตัวของ Compliance Light CPL34F-N ว่าเหมาะสมต่อการนำมาใช้งานหรือไม่จากตารางที่ 2.1

**ตารางที่ 2.1** คุณสมบัติของ Compliance Light [1]

## Specifications

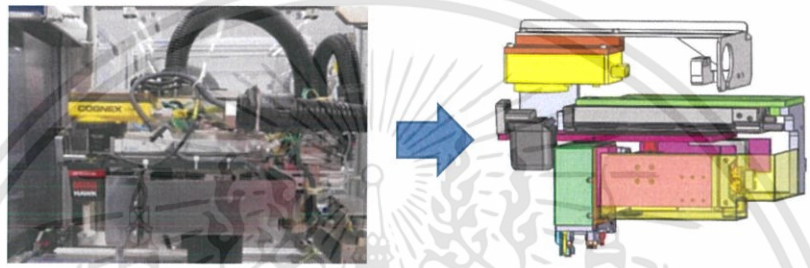
| Item \ Basic type | | CPL34F | CPL34F-N | CPL54F | CPL54F-N |
|---|---|---|---|---|---|
| Bore size | mm [in.] | 6 [0.236] | | 10 [0.394] | |
| Dimensions | mm [in.] | □34 [□1.339] | | □54 [□2.126] | |
| Height | mm [in.] | 18 [0.709] | | 22 [0.866] | |
| Mass | g [oz.] | 42 [1.482] | | 130 [4.6] | |
| Operating type | | Single acting type | | | |
| Media | | Air | | | |
| Operating pressure range | MPa [psi.] | 0.2 ~ 0.7 [29.000 ~ 101.500] | | | |
| Proof pressure | MPa [psi.] | 1.05 [152.250] | | | |
| Operating temperature range | °C [°F] | 0 ~ 60 [0 ~ 140.000] | | | |
| Diameter of connection port | mm [in.] | M3×0.5 [0.02] | | M5×0.8 [0.031] | |
| Lubrication | Cylinder part | Not required | | | |
| | Sliding part | Not required | | | |
| Maximum load capacity | kg [lb.] | 1 [2.205] | | 2 [4.410] | |
| Movement range | X ~ Y mm [in.] | ±0.5 [0.02] | | ±1 [0.039] | |
| | θ (twisting) ° | ±3 | | | |
| Centripetal force (when movement is 0.5 mm) | N [lbf.] | 3 [0.674] | 0 [0] | 5 [1.124] | 0 [0] |
| Repeatability (in the direction of X and Y) | P=0.5MPa mm [in.] | ±0.05 [0.002] | | | |
| Repeatable angle accuracy (in the direction of θ) | P=0.5MPa Degrees | ±0.05 | | | |
| Withstand load | Pushing direction N [lbf.] | 1580 [355] | | 2840 [638] | |
| | Pulling direction N [lbf.] | 840 [188.8] | | 1480 [333] | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# การออกแบบและดำเนินงาน

## 3.1 การออกแบบตำแหน่งในการติดตั้ง Compliance Light

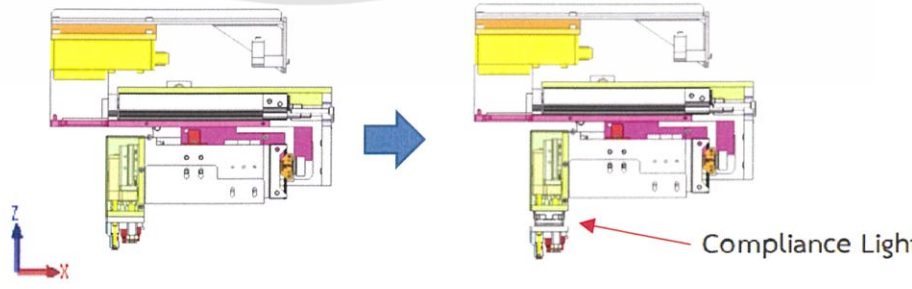
นำแบบจำลอง 3 มิติมาเปรียบเทียบกับอุปกรณ์จริงเพื่อทำการแก้ไขชิ้นส่วนบางชิ้นให้รองรับต่อการติดตั้ง Compliance Light ดังรูปที่ 3.1 จากลักษณะอุปกรณ์สามารถติดตั้ง Compliance Light ได้ 2 แบบ



**รูปที่ 3.1** ชุดหยิบจับหัวอ่านเขียนรูปจริงและรูปจำลอง 3 มิติ

### 3.1.1 ติดตั้ง Compliance Light แทรกระหว่าง Gripper

เป็นแบบที่อยู่ใกล้กับชิ้นงานมากที่สุดดังรูปที่ 3.2 ทำให้ Compliance Light มีประสิทธิภาพสูง แต่การติดตั้งจะแทรกกลางระบบการหยิบจับและติดตั้ง ทำให้ส่งผลถึงระบบที่มีความซับซ้อนคือ ระบบ Pin นำทางในการหยิบและเส้นทางเดิน Vacuum ภายในชุด Gripper ซึ่งเป็นส่วนที่ละเอียดอ่อนมากยากต่อการแก้ไข เนื่องจากการแก้ไขส่งผลต่อ Model ของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์และหัวอ่านเขียนโดยตรง ซึ่งผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถแก้ไขผลิตภัณฑ์เพียงเพื่อให้รองรับต่อการติดตั้งอุปกรณ์ได้

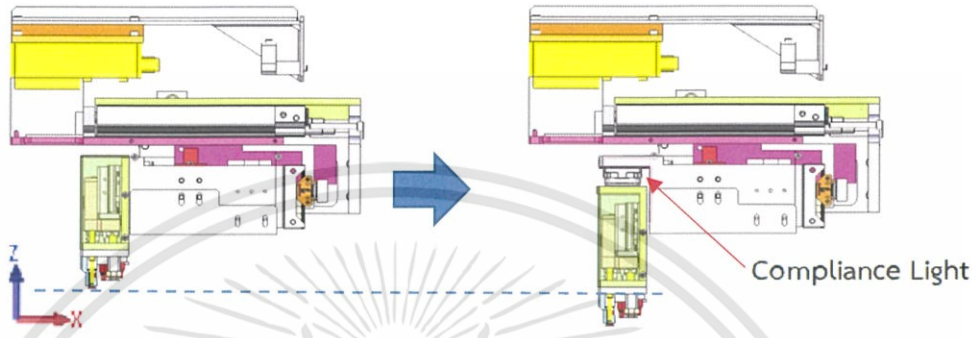



**รูปที่ 3.2** จำลองการติดตั้ง Compliance Light แทรกระหว่าง Gripper

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

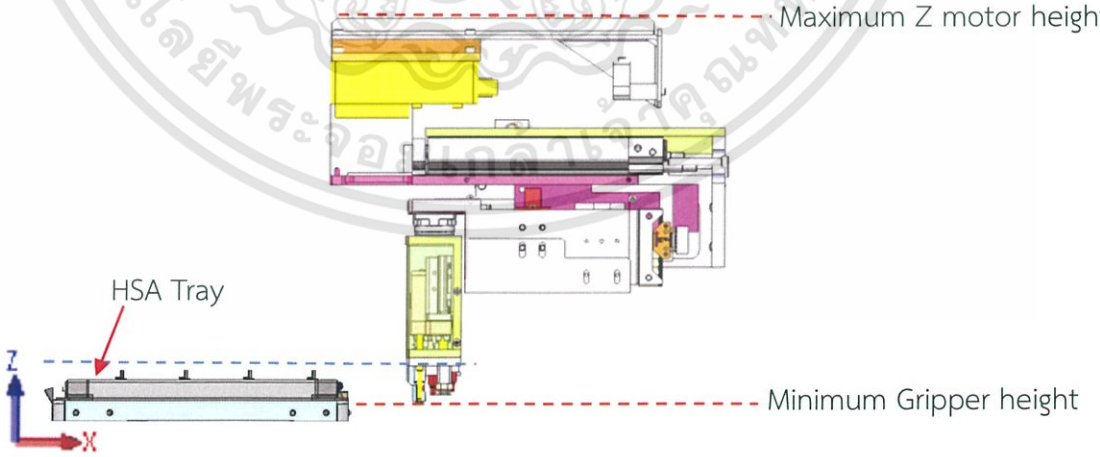
### 3.1.2 แบบที่ 2 ติดตั้ง Compliance Light บน Gripper

ติดตั้ง Compliance Light อยู่บน Gripper ดังรูปที่ 3.3 โดยการติดตั้งอุปกรณ์อยู่ห่างจากชิ้นงานมากกว่าแบบแรก แต่การออกแบบ การติดตั้ง และการบำรุงรักษาง่ายกว่า เนื่องจากส่วนที่ติดตั้งไม่ยุ่งเกี่ยวกับการทำงานของระบบการหยิบจับและติดตั้ง




**รูปที่ 3.3** จำลองการติดตั้ง Compliance Light บน Gripper

เนื่องจากอุปกรณ์ถูกออกแบบมาเพื่อทำงานให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดในพื้นที่ที่น้อยที่สุด ดังนั้นจึงเกิดปัญญาหาพื้นที่ว่างไม่เพียงพอต่อการการติดตั้ง Compliance Light ลงบนอุปกรณ์ โดยการติดตั้งทั้งแบบที่ 1 และแบบที่ 2 จะทำให้ตัว Gripper เลื่อนลงจากตำแหน่งเดิมดังรูปที่ 3.3 ทำให้แม้ว่าชุดหยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียนเคลื่อนที่ไปตำแหน่งสูงที่สุดแล้ว แต่ตำแหน่งต่ำที่สุดของ Gripper ยังคงอยู่ต่ำกว่าตำแหน่งสูงที่สุดของ HSA Tray (แถบวาง HSA รอประกอบลงในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์) ดังรูปที่ 3.4 ทำให้ไม่สามารถเคลื่อนที่ไปหยิบหัวอ่านเขียนได้ (HSA)




**รูปที่ 3.4** ความสูงต่ำที่สุดของ Gripper อยู่ต่ำกว่าความสูงของ HSA Tray

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.2 การเพิ่มระดับความสูงของ Gripper

การที่ความสูงของ Gripper อยู่ต่ำกว่าความสูงที่สูงที่สุดของ HSA Tray ส่งผลให้ Gripper ไม่สามารถเคลื่อนที่ไปหยิบหัวอ่านได้ ซึ่งต้องทำการแก้ไขชิ้นส่วนของชุดหยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียนเพื่อให้ความสูงของ Gripper สูงกว่าความสูงที่สูงที่สุดของ HSA Tray ซึ่งสามารถทำได้ 3 วิธีดังนี้

1. เพิ่มระยะการเคลื่อนที่ในแนวแกน Z ให้มากขึ้น เพื่อให้สามารถยก Gripper ให้สูงขึ้นโดยการแก้ไขแกนการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง (แกน Z) ซึ่งการแก้ไขแกนในการเคลื่อนที่นั้นเป็นเรื่องที่ซับซ้อนและกระทำได้ยาก เนื่องจากมีหลายระบบที่เกี่ยวข้อง อีกทั้งเป็นส่วนสำคัญที่ต้องใช้ความสามารถในการออกแบบขั้นสูง ซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบความปลอดภัยของผู้ใช้อีกด้วย เพราะเป็นแกนที่อยู่ในแนวดิ่ง ซึ่งต้องรับน้ำหนักของอุปกรณ์ หากการออกแบบมีความผิดพลาดอาจก็ให้เกิดอุบัติเหตุแก่ผู้ใช้งาน ในแง่ของการติดตั้งและบำรุงรักษาแม้สามารถออกแบบเพื่อเพิ่มระยะการเคลื่อนที่ได้ แต่การติดตั้งอุปกรณ์ครั้งแรกต้องเปลี่ยนแกนการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ซึ่งใช้เวลามาก และในแง่ของอะไหล่สำรอง มีความแตกต่างระหว่างอุปกรณ์ที่ติดตั้ง Compliance Light กับอุปกรณ์ที่ไม่ได้ติดตั้งมากเกินไป อะไหล่สำรองมีราคาแพง และสิ้นเปลืองพื้นที่ในการจัดเก็บอุปกรณ์ที่มีชิ้นใหญ่

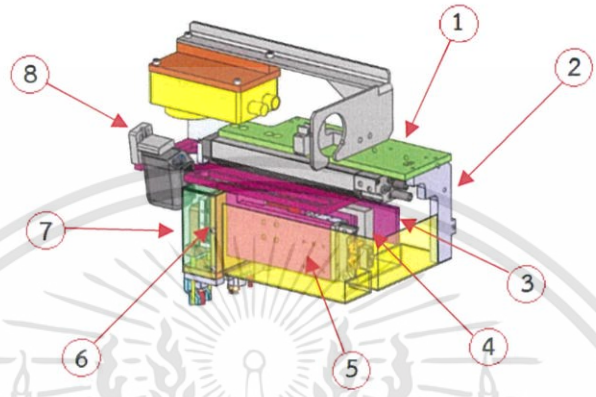
2. ลดความสูงของ HSA Tray (ถาดวางหัวอ่านเขียน) เพื่อทนแทนระยะของ Gripper ที่ลดต่ำลงมาโดยการลดความสูงของถาดวางหัวอ่านเขียนลงเพื่อชดเชย แต่เมื่อพิจารณาแล้วอุปกรณ์ถูกออกแบบมาให้ใช้เนื้อที่น้อยที่สุดทำให้การลดความสูงของ HSA Tray จะส่งผลถึงตำแหน่งอื่น เช่น เบ้าวางฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์เมื่อ HSA Tray ต่ำลงจะไม่สามารถหมุนได้เนื่องจากจะชน HSA Tray ที่ต่ำลงมา ซึ่งการแก้ไขนั้นเป็นไปได้ยากเพราะจะส่งผลถึงระบบอื่นๆ ตามมาอีกมาก

3. เพิ่มความสูงของ Gripper โดยการแก้ไขชิ้นส่วนของชุดหยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียนที่เกี่ยวข้อง ให้ยกสูงขึ้น เป็นการแก้ไขชิ้นส่วนบางชิ้นของอุปกรณ์เพื่อเพิ่มความสูงของ Gripper ให้มีระดับเท่าเดิมโดยไม่ต้องแก้ไขแกนการเคลื่อนที่ในแนวแกน Z ซึ่งวิธีนี้จะไม่กระทบการทำงานในส่วนอื่นๆ ของเครื่องจักร ดังนั้นจึงเลือกวิธีนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

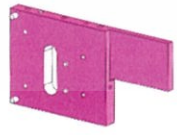
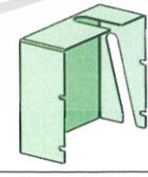
## 3.3 ชิ้นส่วนที่ต้องทำการแก้ไขเพื่อติดตั้ง Compliance Light Type CPL34F-N

เพื่อเพิ่มความสูงของ Gripper ต้องทำการแก้ไขชิ้นส่วนที่มีผลต่อความสูงของชุดอุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียนดังรูปที่ 3.5 และตารางที่ 3.1



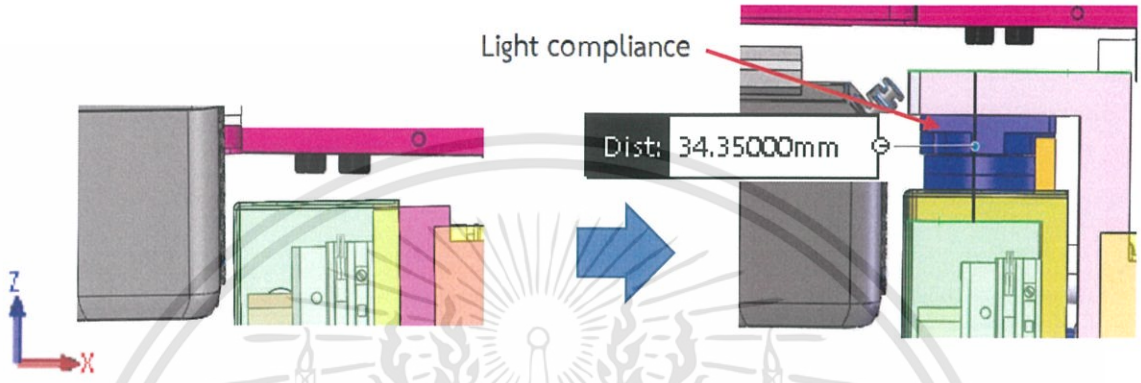

**รูปที่ 3.5** ชิ้นส่วนที่มีผลต่อความสูงของชุดอุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียน

**ตารางที่ 3.1** ชิ้นส่วนที่มีผลต่อความสูงของชุดอุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียน

| | |
|---|---|
| 1. AGV SLIDE HOLDER TOP | 5. AGV TRUNK MIDDLE |
| 2. AGV SLICE HOLDER RIGHT | 6. TOP LOWER TRUNK ASSY., AHSA |
| 3. AGV TRUNK MIDDLE FRONT  | 7. COVER, HSA GRIPPER, HERCULES  |
| 4. AGV FIX ENCODER BRACKET HSA EE | 8. MINI HAWK MICROSCAN SUPPORT MOUNT, AHSA |

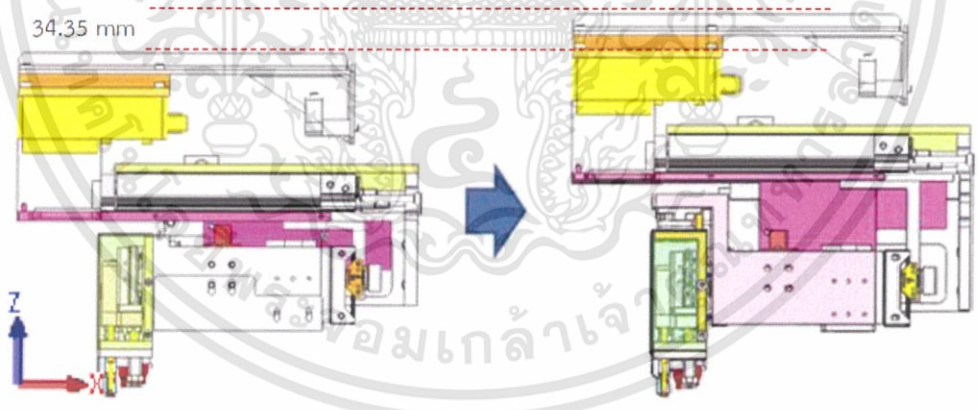
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากจำลองการติดตั้ง Compliance Light และแก้ไขชิ้นส่วนของชุดอุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียนเพื่อให้รองรับต่อการติดตั้ง อุปกรณ์จะมีระยะในแนวดิ่ง (แกน Z) เพิ่มขึ้น 34.35 มิลลิเมตร จากความสูงของ Compliance Light และชิ้นส่วนที่ทำการแก้ไขให้ยื่นออกมารับรองการติดตั้งดังรูปที่ 3.6 ทำให้




**รูปที่ 3.6** ความสูงของชุดอุปกรณ์มากขึ้นจาก Compliance Light

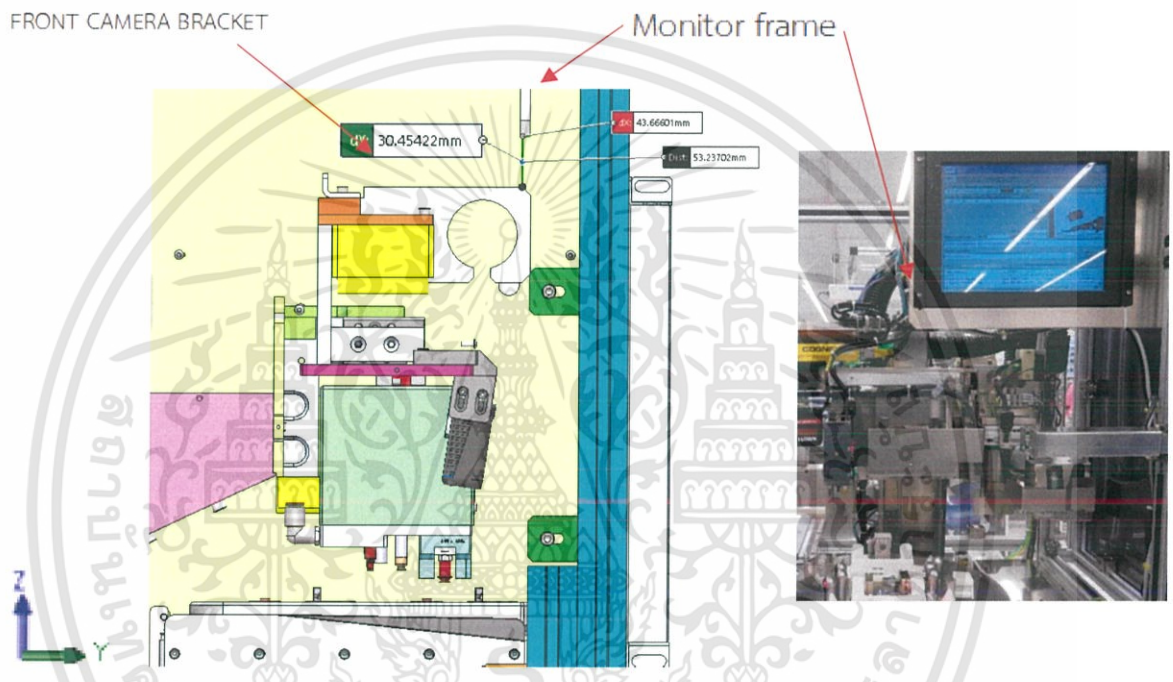
หลังจากแก้ไขชิ้นส่วนที่มีผลต่อความสูงของชุดอุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียนในแบบจำลองได้ดังรูปที่ 3.7




**รูปที่ 3.7** เปรียบเทียบชุดอุปกรณ์หลังแก้ไขชิ้นส่วนที่มีผลต่อความสูง

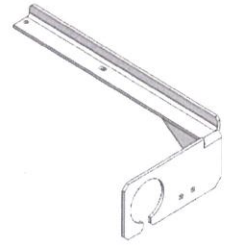
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากแก้ไขชิ้นส่วนที่มีผลต่อความสูงของชุดอุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียน ซึ่งพบว่าทำให้ชุดอุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียนสูงขึ้น 34.35 มิลลิเมตร ในแบบจำลอง และทำการวัดความสูงที่เพิ่มขึ้นกับเครื่องหยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียน (AHSA) หน้างานว่ามีผลกระทบต่ออุปกรณ์อื่นหรือมีผลต่อการทำงานหรือไม่ พบว่าในเครื่องหน้างานมีระยะห่างระหว่างชิ้นส่วนของชุดอุปกรณ์หยิบจับกับกรอบของหน้าจอคอมพิวเตอร์เพียงประมาณ 30.45 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3.8 ซึ่งมีระยะไม่เพียงพอสำหรับระยะห่างที่เพิ่มขึ้นจากการติดตั้ง Compliance Light




**รูปที่ 3.8** ระยะห่างของชุดอุปกรณ์กับกรอบหน้าจอคอมพิวเตอร์ก่อนติดตั้ง Compliance Light

แสดงให้เห็นว่าจำเป็นต้องแก้ไขชิ้นส่วนที่มีชื่อว่า Front Camera Bracket ดังรูปที่ 3.9 เพื่อหลีกเลี่ยงการชนกัน ซึ่งชิ้นส่วนนี้ทำหน้าที่ในการเป็นที่ยึดของท่อเดินสายไฟลม และสายไฟทำให้เมื่อแก้ไขชิ้นส่วนนี้จำเป็นต้องวางระบบเดินสายไฟที่ผ่านชิ้นส่วนนี้ใหม่



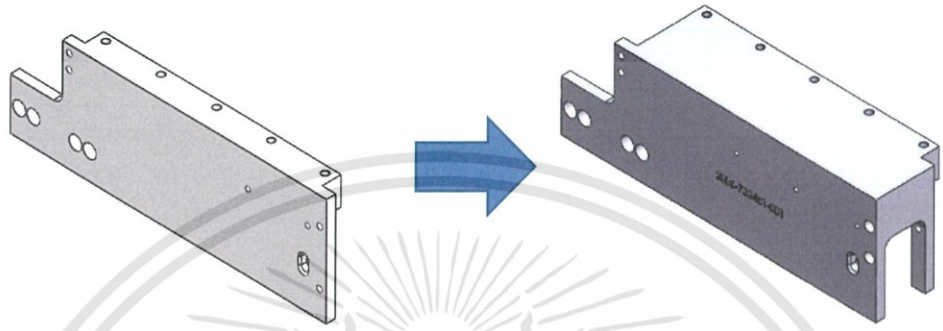
**รูปที่ 3.9** Front Camera Bracket

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชิ้นส่วนของอุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียนที่ทำการแก้ไขและออกแบบ

### 3.3.1 AGV Slide Holder Right

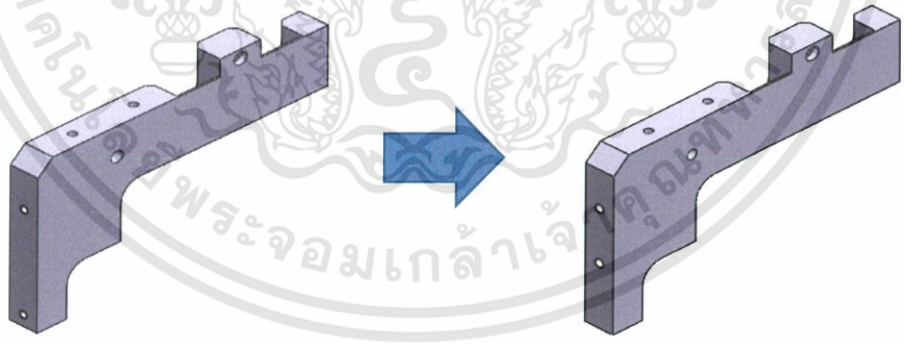
เพิ่มความสูงของชิ้นงาน และแก้ไขรูสำหรับไขสกรูยึดกับ AGV Slide Holder Right เพื่อให้สะดวกสำหรับการติดตั้งและบำรุงรักษากระบอกสูบที่ทำหน้าที่เคลื่อนที่ในแนวแกน X ดังรูปที่ 3.10



**รูปที่ 3.10** AGV Slide Holder Right

### 3.3.2 AGV Slide Holder Top

แก้ไขรูสำหรับไขสกรูยึดกับ AGV Slide Holder Top ซึ่งเป็นการเจาะรูและเพิ่มเกลียวของอุปกรณ์ไม่จำเป็นต้องสั่งทำใหม่ดังรูปที่ 3.11

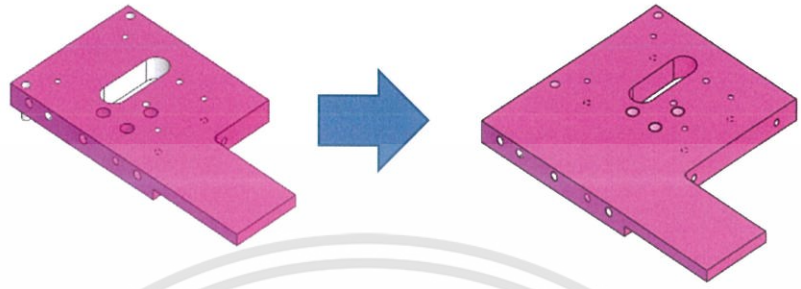


**รูปที่ 3.11** AGV Slide Holder Top

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.3 AGV Trunk Middle Front

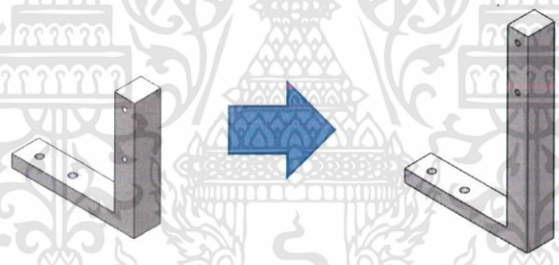
เพิ่มความสูงของชิ้นงาน เพื่อรองรับกับความสูงที่เพิ่มขึ้นหลังจากติดตั้ง Compliance Light ดังรูปที่ 3.12



**รูปที่ 3.12** AGV Trunk Middle Front

### 3.3.4 AGV Fix Encoder Bracket HSA EE

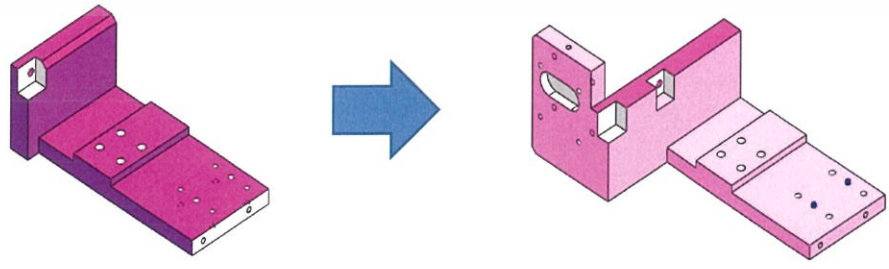
เพิ่มความสูงของชิ้นงาน เพื่อรองรับกับความสูงที่เพิ่มขึ้นหลังจากติดตั้ง Compliance Light ดังรูปที่ 3.13



**รูปที่ 3.13** AGV Fix Encoder Bracket HSA EE

### 3.3.5 AGV Trunk Middle

เพิ่มส่วนยื่นออกมาเพื่อรองรับ Compliance Light เปลี่ยนจุดเชื่อมต่อกับ TOP Lower Trunk เนื่องจากทำการเชื่อมต่อกับ Compliance Light แทนดังรูปที่ 3.14

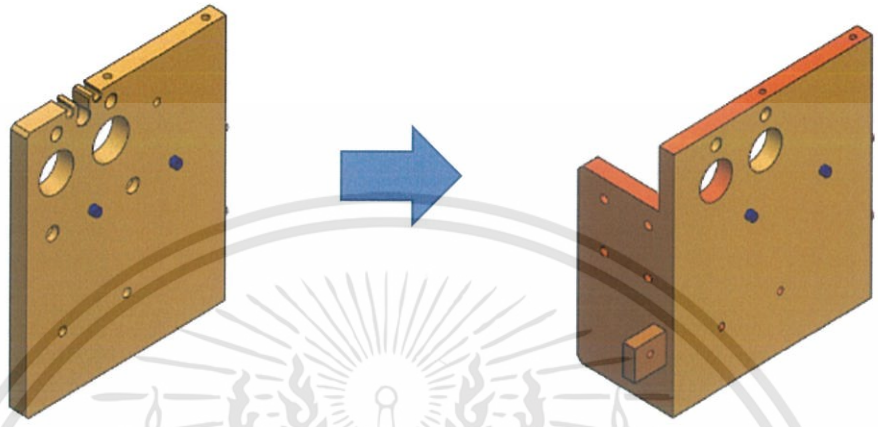


**รูปที่ 3.14** AGV Trunk Middle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.6 Top Lower Trunk Assy, AHSA

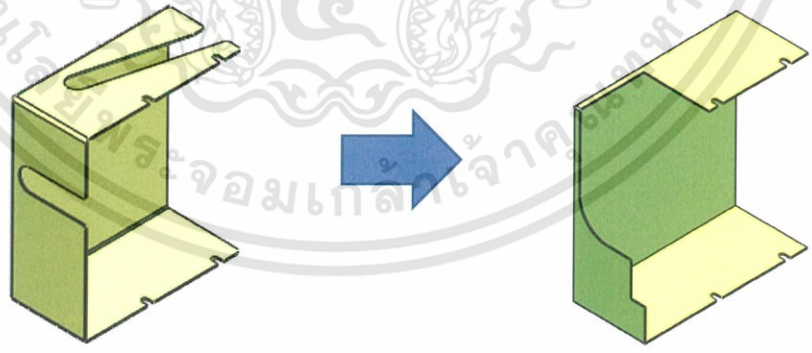
เพิ่มส่วนยื่นออกมาเพื่อรองรับ Compliance Light เปลี่ยนจุดเชื่อมต่อกับ AGV Trunk Middle เนื่องจากทำการเชื่อมต่อกับ Compliance Light แทนดังรูปที่ 3.15



**รูปที่ 3.15** Top Lower Trunk Assy, AHSA

### 3.3.7 Cover, HSA Gripper, Hercules

เปลี่ยนลักษณะของฝาครอบชุด Gripper เพื่อลองรับ Compliance Light รวมถึงสายไฟและสายลมที่ได้ทำการวางระบบใหม่ดังรูปที่ 3.16

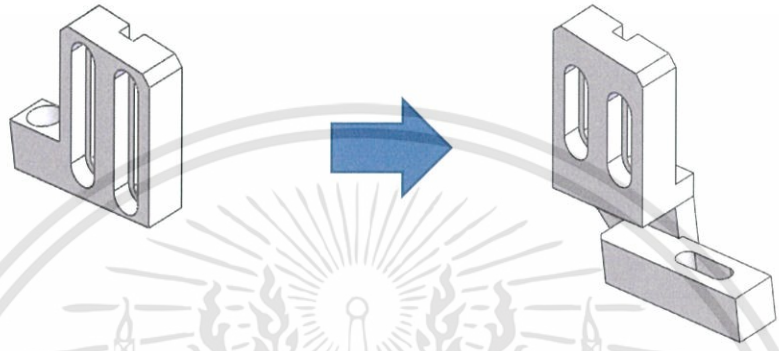


**รูปที่ 3.16** Cover, HSA Gripper, Hercules

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.8 Mini Hawk Microscan Support Mount, AHSA

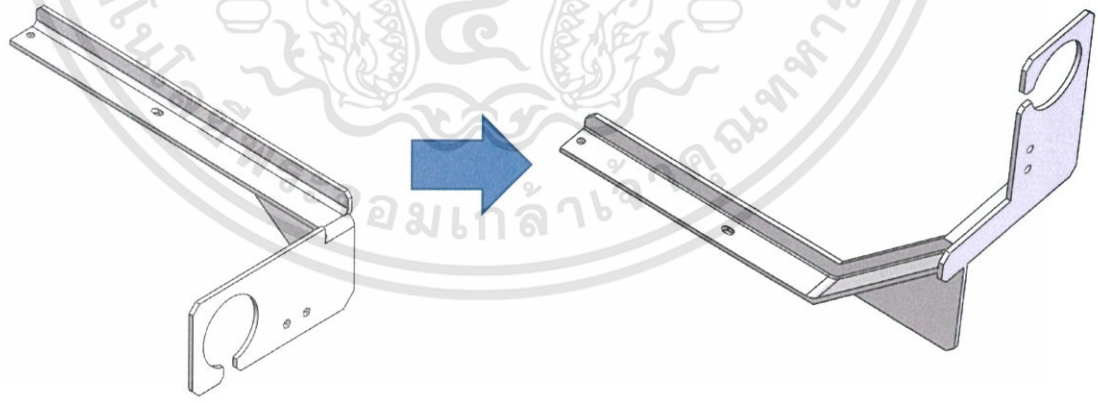
แก้ไขอุปกรณ์ปรับเปลี่ยนความสูงของ Scanner ให้สามารถปรับลดความสูงจากเดิมได้มากขึ้น เนื่องจากความสูงที่เพิ่มขึ้นมานั้นทำให้การทำงานของ Scanner อยู่ในช่วงที่สูงจนถึงลิมิตของระยะในการทำงาน ซึ่งอุปกรณ์ที่ออกแบบใหม่นี้จะช่วยให้ปรับ Scanner ลงมาอยู่ตำแหน่งเดิมได้ดังรูปที่ 3.17



**รูปที่ 3.17** Mini Hawk Microscan Support Mount, AHSA

### 3.3.9 Front Camera Bracket

ปรับเปลี่ยนทิศทางการวางท่อสายไฟและสายลมจากแนวนอนเป็นแนวตั้งเพื่อหลีกเลี่ยงระยะของมอนิเตอร์ดังรูปที่ 3.18

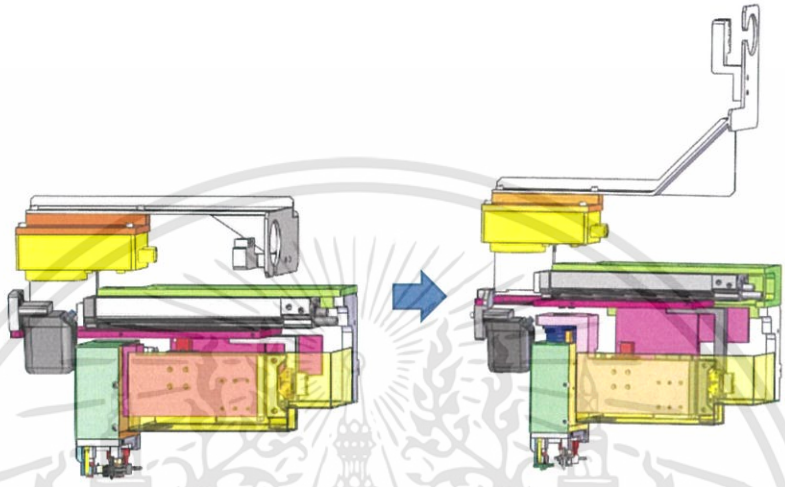


**รูปที่** 3.18 Front Camera Bracket

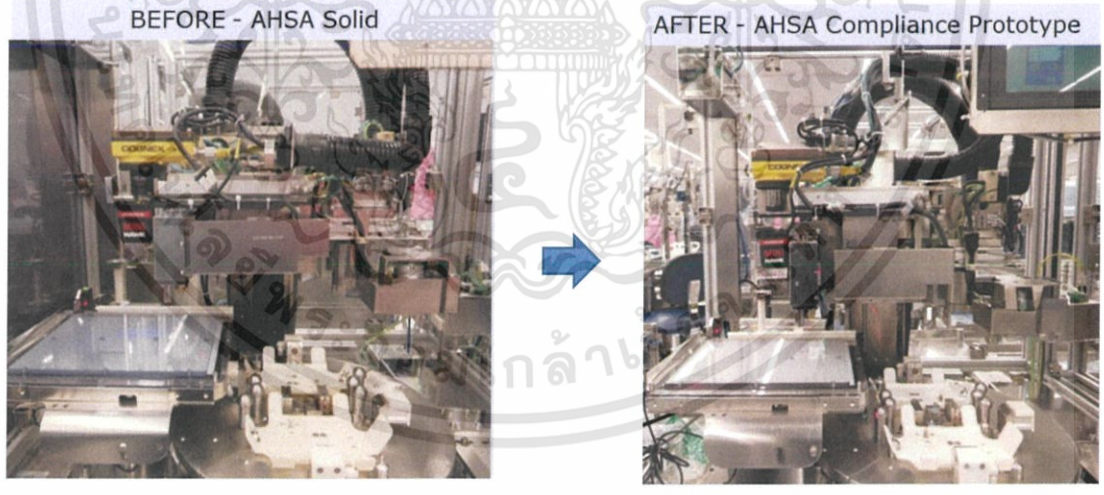
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.4 เปรียบเทียบชุดอุปกรณ์หยิบจับหัวอ่านเขียนก่อน-หลังติดตั้ง Compliance Light

เปรียบเทียบแบบจำลองชุดอุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียนก่อน และหลังติดตั้ง Compliance Light ดังรูปที่ 3.19 เปรียบเทียบชุดอุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียนภาพจริงก่อนและหลัง Compliance Light ดังรูปที่ 3.20



**รูปที่ 3.19** แบบจำลองชุดหยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียนก่อนและหลังติดตั้ง Compliance Light




**รูปที่ 3.20** ชุดหยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียนก่อนและหลังติดตั้ง Compliance Light

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4
# ผลการดำเนินงาน

## 4.1 การจดจำตำแหน่งของชุดอุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียน

การเคลื่อนที่ไปตำแหน่งต่างๆ ของชุดอุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียนจะใช้พิกัด X Y และ Z เป็นตัวระบุตำแหน่งต่างๆ ซึ่งใช้เซอร์โวมอเตอร์ 1 ตัวในการขับเคลื่อนแต่ละแกน โดยเซอร์โวมอเตอร์วัดระยะทางในการเคลื่อนที่โดยใช้ตัวแปร คือ Servo Encoder Count ซึ่งมีความสัมพันธ์กับระยะทางดังตารางที่ 4.1

**ตารางที่ 4.1** ความสัมพันธ์ระหว่าง Servo Encoder Count กับระยะทาง

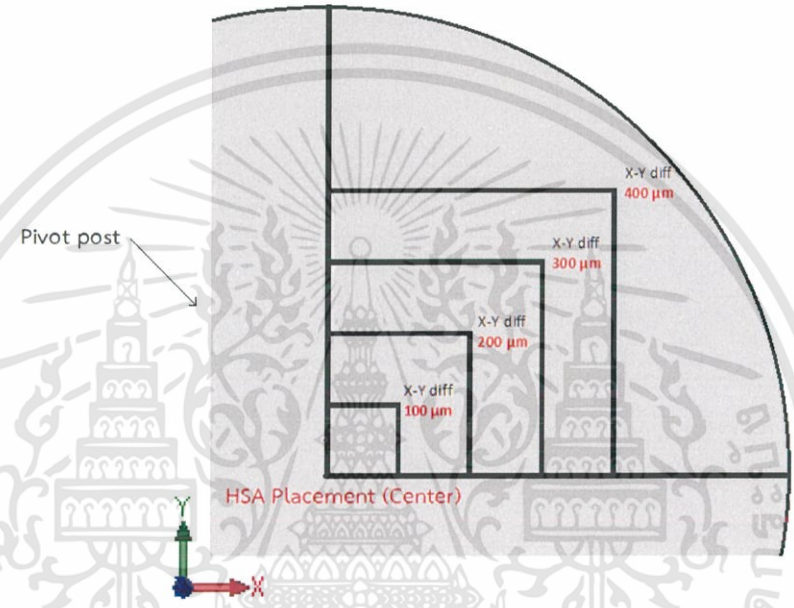
| Servo Encoder Count | Distance (μm) |
|---|---|
| 800 | 1000 |
| 0.8 | 1 |
| 80 | 100 |
| 160 | 200 |
| 240 | 300 |
| 320 | 400 |

## 4.2 การทดลองรอยขีดข่วนของเสา Pivot (Pivot Post Scratch Test)

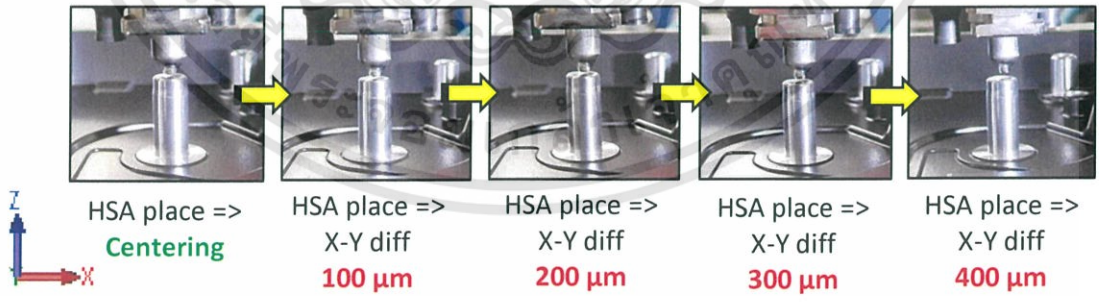
การทดลองรอยขีดข่วนของเสา Pivot เพื่อเปรียบเทียบรอยขีดข่วนของเสา Pivot ระหว่างก่อนและหลังการติดตั้ง Compliance Light โดยปรับเปลี่ยนตำแหน่งของการวางหัวอ่านเขียน (HSA Placement) ให้คลาดเคลื่อนจากตำแหน่งการวางปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากค่าที่ยอมรับได้และความคลาดเคลื่อนของชุดอุปกรณ์หยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียน มีค่าประมาณ 100 ไมโครเมตร จึงปรับเปลี่ยนตำแหน่งทั้ง X และ Y ทีละ 100 ไมโครเมตร หรือเท่ากับ 80 Servo Encoder Count ดังรูปที่ 4.1 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับระยะห่างจริงของ Gripper Pin กับเสา Pivot ดังรูปที่ 4.2 จะเห็นได้ว่ายากต่อการแยกแยะด้วยตาเปล่าในระยะระหว่างจุด Center กับระยะคลาดเคลื่อน 100 ไมโครเมตรจาก Center




**รูปที่ 4.1** การปรับเปลี่ยนตำแหน่งของการวางหัวอ่านเขียน (HSA Placement) ในแนวแกน X-Y




**รูปที่ 4.2** ระยะทางจริงหลังปรับเปลี่ยนตำแหน่งของการวางหัวอ่านเขียน (HSA Placement)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.2** ตำแหน่งที่ใช้ในการทดลองก่อนการติดตั้ง Compliance Light CPL34F-N

**AHSA_Solid_Efficiency**

| HSA place simulate | Nest A | | Nest B | |
|---|---|---|---|---|
| | X | Y | X | Y |
| Center | 18513 | -21050 | 18593 | -20970 |
| X-Y diff 100 µm | 18593 | -20970 | 18673 | -20890 |
| X-Y diff 200 µm | 18673 | -20890 | 18753 | -20810 |
| X-Y diff 300 µm | 18753 | -20810 | 18833 | -20730 |
| X-Y diff 400 µm | 18833 | -20730 | 18913 | -20650 |

**ตารางที่ 4.3** ตำแหน่งที่ใช้ในการทดลองหลังการติดตั้ง Compliance Light CPL34F-N

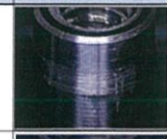
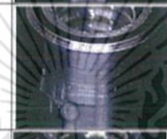
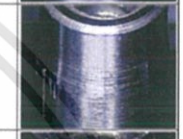
**AHSA_Prototype_Efficiency**

| HSA place simulate | Nest A | | Nest B | |
|---|---|---|---|---|
| | X | Y | X | Y |
| Center | 22736 | -8629 | 22805 | -8830 |
| X-Y diff 100 µm | 22816 | -8549 | 22885 | -8750 |
| X-Y diff 200 µm | 22896 | -8469 | 22965 | -8670 |
| X-Y diff 300 µm | 22976 | -8389 | 23045 | -8590 |
| X-Y diff 400 µm | 23056 | -8309 | 23125 | -8510 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.4** ผลการทดลองรอยขีดข่วนบนเสา Pivot ก่อนติดตั้ง Compliance Light

AHSA_Solid_Efficiency

| HSA place simulate | Nest A | | | Nest B | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | X | Y | 10X VMI check | X | Y | 10X VMI check |
| Center | 18513 | -21050 |  | 18593 | -20970 | |
| X-Y diff 100 µm | 18593 | -20970 | | 18673 | -20890 | |
| X-Y diff 200 µm | 18673 | -20890 | | 18753 | -20810 | |
| X-Y diff 300 µm | 18753 | -20810 |  | 18833 | -20730 |  |
| X-Y diff 400 µm | 18833 | -20730 | | 18913 | -20650 | |

**ตารางที่ 4.5** ผลการทดลองรอยขีดข่วนบนเสา Pivot หลังติดตั้ง Compliance Light

AHSA_Prototype_Efficiency

| HSA place simulate | Nest A | | | Nest B | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | X | Y | 10X VMI check | X | Y | 10X VMI check |
| Center | 22736 | -8629 | | 22805 | -8830 | |
| X-Y diff 100 µm | 22816 | -8549 | | 22885 | -8750 | |
| X-Y diff 200 µm | 22896 | -8469 | | 22965 | -8670 | |
| X-Y diff 300 µm | 22976 | -8389 | | 23045 | -8590 | |
| X-Y diff 400 µm | 23056 | -8309 | | 23125 | -8510 | |

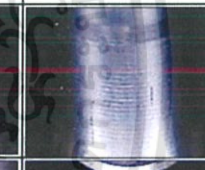
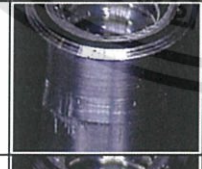
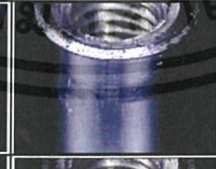
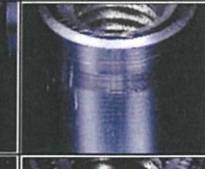
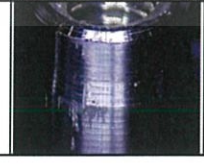
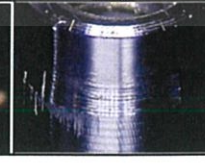
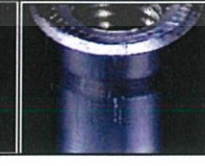
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5
# สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากผลการทดลองรอยขีดข่วนของเสา Pivot เมื่อเปรียบเทียบรอยขีดข่วนของเสา Pivot ระหว่างก่อนและหลังติดตั้ง Compliance Light ให้ผลการทดลองที่แตกต่างกันอย่างมาก โดยหลังติดตั้ง Compliance Light การเกิดรอยขีดข่วนของเสา Pivot ลดลงอย่างเห็นได้ชัด (รอยขีดข่วนในแนวดิ่งของเสา Pivot) ในความคลาดเคลื่อนจากจุดกึ่งกลางของตำแหน่งการติดตั้งหัวอ่านเขียนตั้งแต่ 200 ไมโครเมตรขึ้นไปดังตารางที่ 5.1

**ตารางที่ 5.1** เปรียบเทียบผลการทดลองก่อนและหลังติดตั้ง Compliance Light

| HSA Placement Simulate | Nest A | | Nest B | |
|---|---|---|---|---|
| | Solid (BEFORE) | Prototype (AFTER) | Solid (BEFORE) | Prototype (AFTER) |
| Center | | | |  |
| X-Y different 100 µm | | | | |
| X-Y different 200 µm | | | | |
| X-Y different 300 µm |  |  | |  |
| X-Y different 400 µm |  | |  |  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.2 ปัญหาที่พบในการดำเนินงาน

**1. ชิ้นส่วนที่ทำการแก้ไขในแบบจำลอง 3 มิติไม่ตรงกับชิ้นส่วนจริงของเครื่องจักร**

ระหว่างทำการติดตั้งอุปกรณ์ปรับเปลี่ยนตำแหน่งอัตโนมัติ มีชิ้นส่วนที่ทำการแก้ไขบางชิ้นไม่สามารถทำการติดตั้งลงบนอุปกรณ์ได้ เนื่องจากมีขนาดหรือสัดส่วนบางจุดไม่ตรงกันโดยสาเหตุเกิดจากอุปกรณ์จริงมีการปรับปรุงหรือดัดแปลงอยู่บ่อยครั้งเพื่อแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าที่เกิดขึ้น ทำให้ชิ้นส่วนบางชิ้นมีสัดส่วนที่เปลี่ยนไปจากแบบจำลอง 3 มิติของอุปกรณ์ที่เก็บไว้ในระบบ ซึ่งทำการแก้ไขโดยการดัดแปลงชิ้นส่วนใหม่หรือชิ้นส่วนเก่าให้ตรงกันตามที่วิศวกรเจ้าของเครื่องได้แนะนำ และทำการปรับปรุงแบบจำลอง 3 มิติของอุปกรณ์ที่เก็บไว้ในระบบให้ตรงกับอุปกรณ์จริงในปัจจุบัน

**2. การ Calibrate มีความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งศูนย์กลาง**

การ Calibrate (เซตตำแหน่งการทำงาน) ของเครื่องหยิบจับและติดตั้งหัวอ่านเขียนเป็นการกระทำโดยใช้สายตามนุษย์ในการกำหนดตำแหน่งของการวางหัวอ่านเขียนลงบน MBA (Motor Base Assembly) ซึ่งสายตามนุษย์ไม่สามารถแยกความแตกต่างในหน่วยไมโครเมตรได้ อีกทั้งมุมมองในการ Calibrate ไม่เอื้ออำนวยต่อการกระทำดังรูปที่ 5.1 ทำให้การ Calibrate มีความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งของการวางหัวอ่านเขียนที่ถูกต้อง

**รูปที่ 5.1** มุมมองในการ Calibrate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง

[1] **Catalog - Product Detail.** (Online). 8 สิงหาคม 2561.
Available : https://official.en.koganei.co.jp/product/CPL_F?c=1

[2] **หน่วยเก็บข้อมูล (Harddisk) คือ.** (Online). 12 พฤศจิกายน 2561.
Available : http://www.nasshops.net/cms.php?id_cms=9

[3] **Cleanroom คืออะไร.** (Online). 12 พฤศจิกายน 2561.
Available : https://mostori.com/blog_detail.php?b_id=12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ประวัติผู้เขียน


| | |
|---|---|
| **ชื่อ-นามสกุล** | นายมนัสกร จิตตสินนวา |
| **วัน เดือน ปีเกิด** | 30 กันยายน พุทธศักราช 2539 |
| **ที่อยู่ปัจจุบัน** | 37/119 หมู่ที่ 3 ต.คลองสาม อ.คลองหลวง |
| | จ.ปทุมธานี 12120 |
| **เบอร์โทรศัพท์** | 080-9226426 |
| **E-mail** | tutor_manas@hotmail.com |


**ประวัติการศึกษา**

| | |
|---|---|
| พุทธศักราช 2547-2552 | สำเร็จการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษา<br>จาก โรงเรียนเสริมมิตรวิทยา พระนครศรีอยุธยา |
| พุทธศักราช 2553-2555 | สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น<br>สายการเรียนคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ห้องเรียนพิเศษ<br>จาก โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย รังสิต ปทุมธานี |
| พุทธศักราช 2556-2558 | สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย<br>สายการเรียนคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ห้องเรียนพิเศษ<br>จาก โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย รังสิต ปทุมธานี |
| พุทธศักราช 2559-2562 | ศึกษาระดับอุดมศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์<br>ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์<br>สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง<br>กรุงเทพมหานคร |

**ประวัติการทำงาน**

| | |
|---|---|
| พุทธศักราช 2561 | ฝึกงานบริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด<br>แผนก Tooling Maintenance Engineering |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้