

### บทที่ 3

#### วิธีการวิจัย

ผลตอบสนอง 2 ประการ การประกอบหัวอ่านเขียนข้อมูลเป็นสิ่งที่งานวิจัยนี้ได้ให้ความสนใจ ซึ่งประกอบด้วย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตำแหน่งหัวอ่านเขียน และค่าเฉลี่ยตำแหน่งของหัวอ่านเขียน งานวิจัยนี้ได้เก็บรวบรวมข้อมูลของผลตอบสนองในสภาวะการทำงานปัจจุบัน และได้ใช้วิธีการในการวิเคราะห์ได้แก่ การทดลองโดยวิธีการของทาคุชิ (Taguchi Design), การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment) การวิเคราะห์เพื่อหาเงื่อนไขที่เหมาะสมโดยวิธี (Optimum Condition) ของกระบวนการผลิต โดยวิธี วิธีการพื้นผิวตอบสนอง (Response Surface Methodology, RSM) การหาฟังก์ชันความพึงพอใจ (Desirability Function) เพื่อนำมาหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลตอบสนองทั้งสอง และวิเคราะห์หาระดับที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัยดังกล่าว โดยหลังจากที่หาระดับที่เหมาะสมได้แล้วการเปรียบเทียบค่าผลตอบสนองในสภาวะการทำงานดั้งเดิมกับสภาวะการทำงานใหม่ได้ถูกทำขึ้น เพื่อแสดงให้เห็นถึงประสิทธิผลของวิธีการที่เลือกมาใช้ ตลอดจนมีการเขียนข้อเสนอแนะในการปรับปรุงคุณภาพ ของผลตอบสนองทั้ง 2 ประการนั้น

จากแนวคิดข้างต้นวิธีการวิจัยถูกแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังภาพที่ 3.1

1. การประเมินสภาพปัจจุบันของสายการผลิตของผลิตภัณฑ์ โดยสำรวจสภาพปัจจุบันของผลิตภัณฑ์จาก ค่าเฉลี่ย (Average) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของตำแหน่งหัวอ่านเขียน
2. ระดมสมองจากผู้มีประสบการณ์และผู้เกี่ยวข้องเพื่อหาปัจจัยที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อผลตอบสนอง เพื่อที่จะนำปัจจัยดังกล่าวมาทำการวิจัยในขั้นตอนต่อไป
3. ใช้เทคนิคการออกแบบการทดลอง และเทคนิคการหาค่าที่ดีที่สุด (Optimization) เพื่อหาปัจจัย และระดับที่เหมาะสมที่มีอิทธิพลต่อผลตอบสนองทั้ง 2 ประการนั้น
4. ทำการทดลองเพื่อยืนยันผล โดยทำการควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อให้อยู่ที่ระดับที่เหมาะสมของปัจจัยเหล่านั้น และเปรียบสภาวะการทำงานก่อนหน้ากับสภาวะการทำงานใหม่ โดยดูจากผลตอบสนอง 2 ประการคือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของตำแหน่งหัวอ่านเขียน และค่าเฉลี่ย (Average) ตำแหน่งของหัวอ่านเขียน

## 5. สรุปผลการวิจัยและเขียนข้อเสนอแนะ

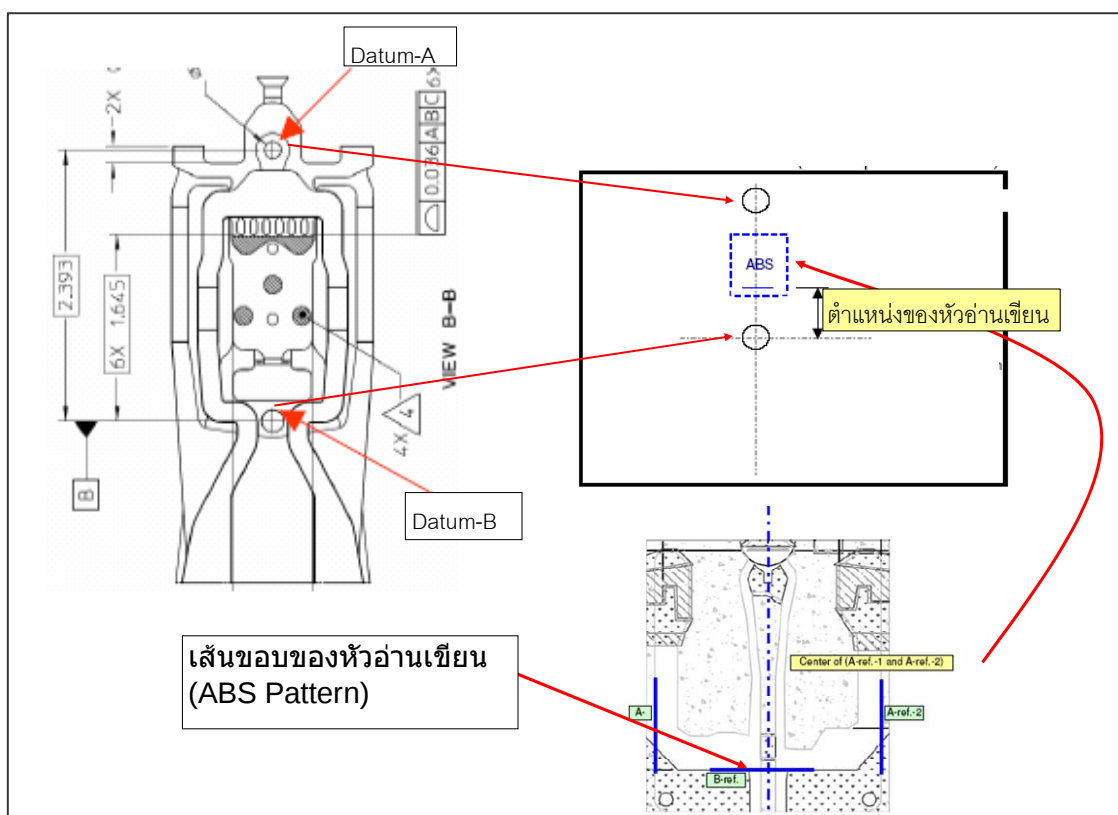


ภาพที่ 3.1

แผนผังแสดงขั้นตอนการทำการวิจัย

### 3.1 การวัดค่าตำแหน่งของหัวอ่านเขียน

ตำแหน่งหัวอ่านตามยาว (B Dimension) ของหัวอ่านเขียน (HGA) จะทำการวัดแบบไม่สัมผัส บนชิ้นงานโดยจะวัดจากเส้นอ้างอิงของเส้นขอบของหัวอ่านเขียน (ABS Pattern) บนหัวอ่านเขียน Slider ถึงจุดอ้างอิง B (Datum B) ตามแนวเส้นสมมติที่เกิดรูอ้างอิงบนชิ้นแขวนหัวอ่าน (Suspension) จำนวน 2 รูป คือ จุดอ้างอิง A (Datum A) และ จุดอ้างอิง B (Datum B) ขอบของของชิ้นแขวนหัวอ่าน Pattern บน Slider ABS ซึ่งใช้ค่าเป้าหมายเท่ากับ 0.04727 นิ้ว



ภาพที่ 3.2

การวัดค่าตำแหน่งของหัวอ่านเขียน

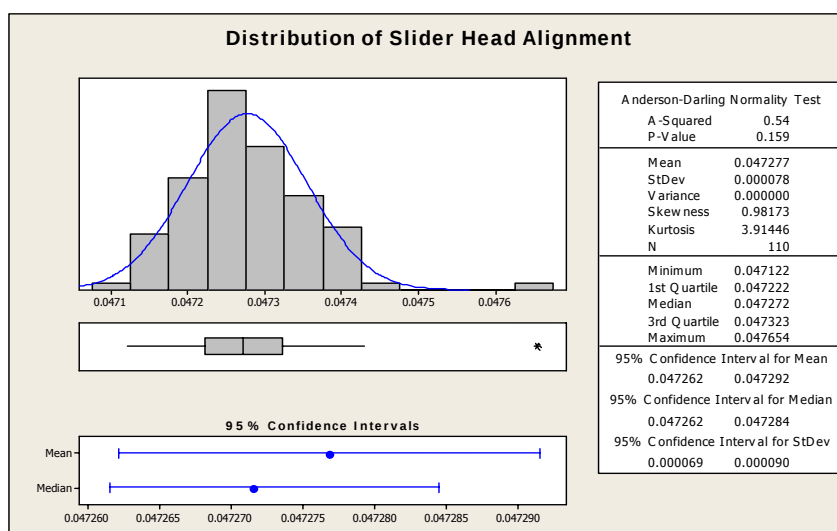
### 3.2 ข้อมูลเบื้องต้นของค่าตำแหน่งของหัวอ่านเขียน

จากการเก็บข้อมูลที่ได้จากการสุ่มตรวจค่าตำแหน่งของหัวอ่านเขียนได้ถูกนำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (Average) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ซึ่งผลที่ได้ถูกแสดงไว้ในตารางที่ 3.1 และกราฟแสดงการกระจายของข้อมูลค่าตำแหน่งของหัวอ่านเขียนที่รวบรวมจากการสุ่มตรวจได้ถูกแสดงไว้ในภาพที่ 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7

### ตารางที่ 3.1

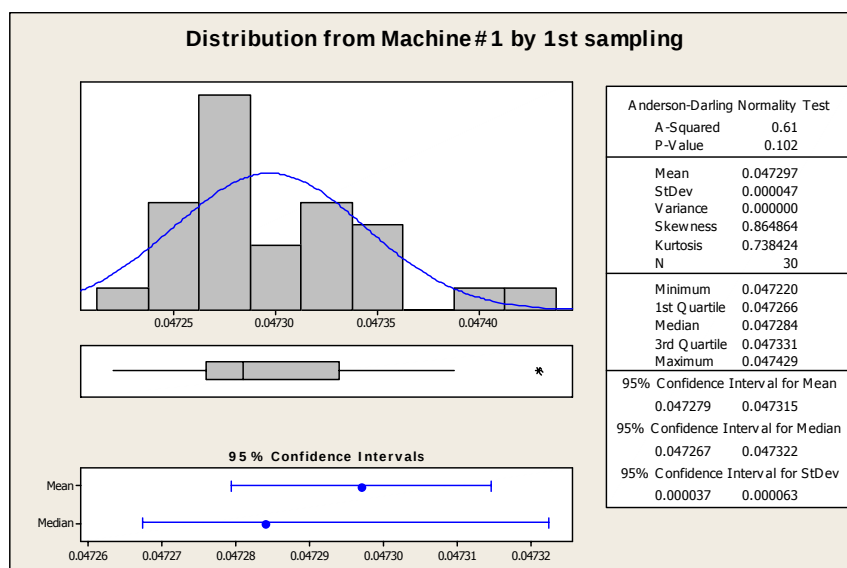
ข้อมูลตัวอย่างเบื้องต้นของค่าตำแหน่งของหัวอ่านเขียน

|                                                                                                      | ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ<br>ตำแหน่งหัวอ่านเขียน (นิ้ว) | ค่าเฉลี่ยตำแหน่งของ<br>หัวอ่านเขียน (นิ้ว) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| ตำแหน่งของหัวอ่านเขียนจากเครื่องที่ 1 และ เครื่อง<br>ที่ 2 จากการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2 | 0.00078                                              | 0.047277                                   |
| ตำแหน่งของหัวอ่านเขียนจากเครื่องที่ 1 จากการเก็บ<br>ข้อมูลครั้งที่ 1                                 | 0.000047                                             | 0.047297                                   |
| ตำแหน่งของหัวอ่านเขียนจากเครื่องที่ 2 จากการเก็บ<br>ข้อมูลครั้งที่ 1                                 | 0.000038                                             | 0.047198                                   |
| ตำแหน่งของหัวอ่านเขียนจากเครื่องที่ 1 จากการเก็บ<br>ข้อมูลครั้งที่ 2                                 | 0.000083                                             | 0.047318                                   |
| ตำแหน่งของหัวอ่านเขียนจากเครื่องที่ 2 จากการเก็บ<br>ข้อมูลครั้งที่ 2                                 | 0.000077                                             | 0.047282                                   |



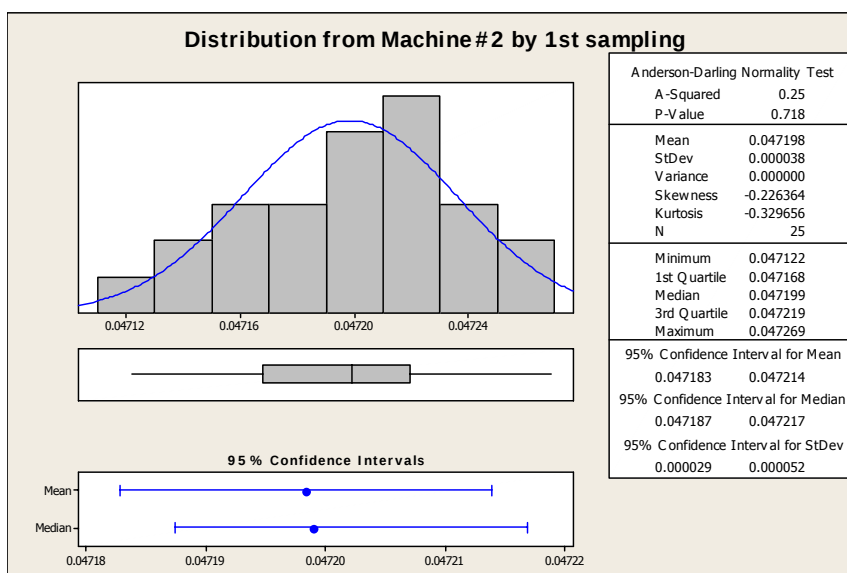
ภาพที่ 3.3

การกระจายของข้อมูลของตำแหน่งของหัวอ่านเขียนจากเครื่องที่ 1 และเครื่องที่ 2 จากการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2



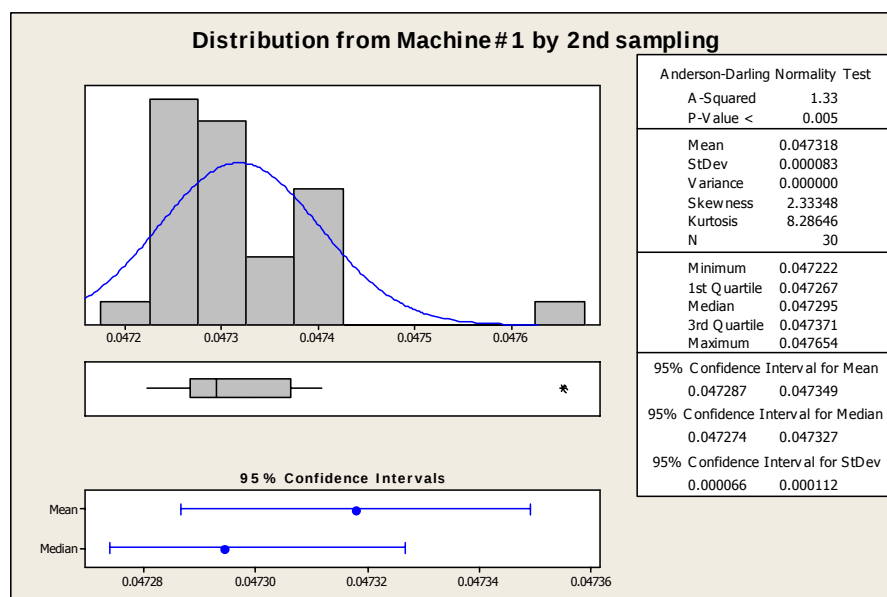
ภาพที่ 3.4

การกระจายของข้อมูลของตำแหน่งของหัวอ่านเขียนจากเครื่องที่ 1 จากการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1



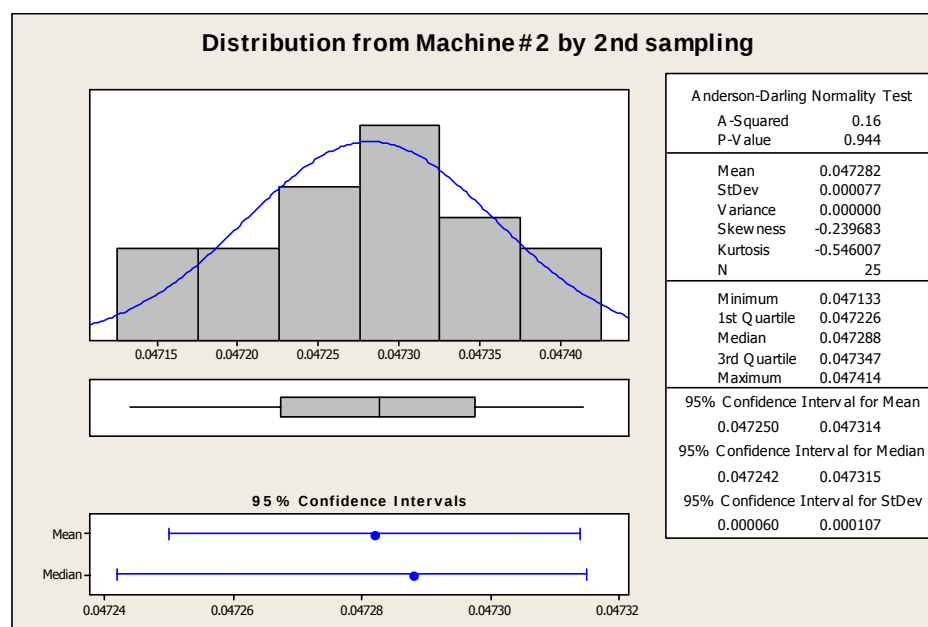
ภาพที่ 3.5

การกระจายของข้อมูลของตำแหน่งของหัวอ่านเขียนจากเครื่องที่ 2 จากการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1



ภาพที่ 3.6

การกระจายของข้อมูลของตำแหน่งของหัวอ่านเขียนจากเครื่องที่ 1 จากการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2

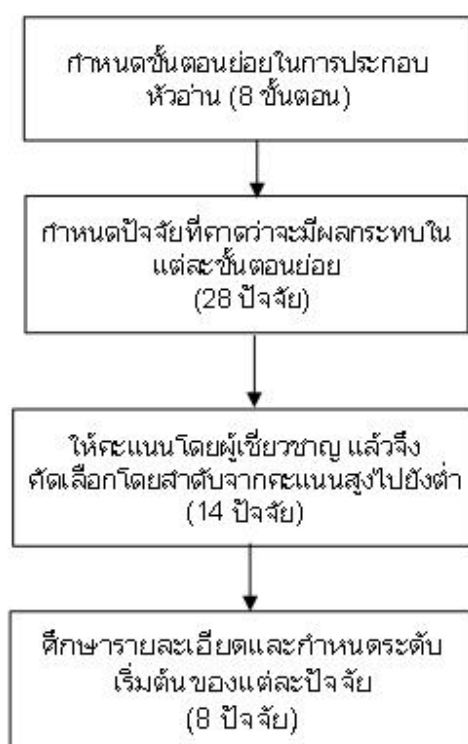


ภาพที่ 3.7

การกระจายของข้อมูลของตำแหน่งของหัวอ่านเขียนจากเครื่องที่ 2 จากการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2

### 3.3 ปัจจัยที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อตำแหน่งของหัวอ่านเขียน

จากการระดมสมองโดยผู้มีประสบการณ์และผู้เกี่ยวข้องเพื่อหาปัจจัยที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อผลตอบแทนโดยเริ่มจากการ กำหนดขั้นตอนย่อยในการประกอบหัวอ่าน ซึ่งได้มา 8 ขั้นตอน จากนั้น จึงกำหนดปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลกระทบในแต่ละขั้นตอนย่อยซึ่งได้มา 28 ปัจจัย แล้วได้ร่วมให้คะแนนโดยผู้เชี่ยวชาญ และคัดเลือกโดยลำดับจากคะแนนสูงไปยังต่ำ 14 ปัจจัย เพื่อนำมาศึกษารายละเอียดและได้กำหนดระดับเริ่มต้นของแต่ละปัจจัยได้ 8 ปัจจัย โดยปัจจัยที่เหลือ 6 ปัจจัย จะถูกนำมาควบคุม ก่อนทำการศึกษาวิเคราะห์หาปัจจัย และระดับที่เหมาะสมที่มีผลต่อผลตอบแทนในขั้นตอนถัดไป จากแนวคิดข้างต้นวิธีการคัดกรองปัจจัยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังภาพที่ 3.8



ภาพที่ 3.8

แผนผังการระดมสมองหาปัจจัยที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อผลตอบแทน

ในการระดมสมองของผู้เกี่ยวข้องในขั้นเริ่มต้นได้ขั้นตอนย่อยในการประกอบหัวอ่าน 8 ขั้นตอนเพื่อพิจารณาปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลต่อตำแหน่งหัวอ่านตามยาว (B Dimension) ของหัวอ่านเขียน (HGA) ซึ่งขั้นตอนย่อยในการประกอบหัวอ่าน ทั้ง 8 ได้แก่

1. การเตรียมวัตถุดิบ (Incoming Material)
2. การหยอดกาว (Adhesive Dispensing)
3. การหาตำแหน่งขึ้นแขวนหัวอ่าน (Suspension pre-alignment)
4. การหาตำแหน่งหัวอ่าน (Slider pre-alignment)
5. การประกบหัวอ่าน (Slider Mounting)
6. การเซ็ทตัวของกาวโดยแสงอัลตราไวโอเล็ตครั้งที่ 1 (Curing by UV#1)
7. ปลอ่ยชิ้นงาน (Release)
8. การเซ็ทตัวของกาวโดยแสงอัลตราไวโอเล็ตครั้งที่ 2 (Curing by UV#2)

จากที่ได้ขั้นตอนย่อยในการประกอบหัวอ่านทั้ง 8 ขั้นตอนแล้วได้ร่วมกันระดมสมองอีกครั้งเพื่อได้ปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลกระทบต่อผลตอบสนองทั้งสิ้น 28 ปัจจัยดังแสดงในตาราง 3.2 และปัจจัยทั้งหมดนี้ได้ถูกรวบรวมกันให้คะแนนโดยผู้เชี่ยวชาญ แล้วจึงถูกจัดเรียงลำดับจากคะแนนสูงสุดไปยังต่ำสุดจนได้ปัจจัยที่มีอิทธิพลระดับสูง 14 ปัจจัยดังตาราง 3.3 เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าจำกัดและระดับของปัจจัยเริ่มต้นเหล่านั้นสำหรับการศึกษาวิธีการของทางทฤษฎี และการออกแบบเชิงแฟกทอเรียลในลำดับถัดไป

ตารางที่ 3.2  
ขั้นตอนย่อยในการประกอบหัวอ่าน

|   |                                               | Head attachment<br>process step | Variable factors                 | Scoring by |         |         | Cum |
|---|-----------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|------------|---------|---------|-----|
|   |                                               |                                 |                                  | Expert1    | Expert2 | Expert3 |     |
| 1 | การเตรียมวัตถุดิบ                             | Incoming Material               | Slider ABS variation             | 90         | 90      | 90      | 270 |
|   |                                               |                                 | PSA mean                         | 50         | 50      | 50      | 150 |
|   |                                               |                                 |                                  |            |         |         |     |
| 2 | การหยอดกาว                                    | Adhesive Dispensing             | Adhesive Dot size                | 50         | 60      | 40      | 150 |
|   |                                               |                                 | Adhesive Dot Location            | 50         | 50      | 50      | 150 |
|   |                                               |                                 |                                  |            |         |         |     |
| 3 | การหาตำแหน่งชิ้นแขวนหัวอ่าน                   | Suspension pre-alignment        | Base hole score                  | 90         | 10      | 30      | 130 |
|   |                                               |                                 | Angle hole score                 | 90         | 10      | 30      | 130 |
|   |                                               |                                 | Sus positon                      | 30         | 30      | 30      | 90  |
|   |                                               |                                 |                                  |            |         |         |     |
| 4 | การหาตำแหน่งหัวอ่าน                           | Slider pre-alignment            | Slider registration master model | 30         | 30      | 30      | 90  |
|   |                                               |                                 | Vision Score of Slider Pattern   | 90         | 90      | 90      | 270 |
|   |                                               |                                 | Vision Score of Slider Outform   | 90         | 30      | 90      | 210 |
|   |                                               |                                 | Vision Score of Reverse Slider   | 30         | 30      | 30      | 90  |
|   |                                               |                                 |                                  |            |         |         |     |
| 5 | การประกบหัวอ่าน                               | Slider Mounting                 | Mount head Y-axis speed          | 90         | 30      | 90      | 210 |
|   |                                               |                                 | Mount head Z-axis speed          | 90         | 30      | 90      | 210 |
|   |                                               |                                 | Mound head height                | 30         | 30      | 90      | 150 |
|   |                                               |                                 | Motor accuracy                   | 30         | 10      | 30      | 70  |
|   |                                               |                                 | Support pin post.                | 30         | 30      | 30      | 90  |
|   |                                               |                                 | Support pin height               | 90         | 30      | 90      | 210 |
|   |                                               |                                 | Support pin force                | 90         | 30      | 10      | 130 |
|   |                                               |                                 | Head vacuum pressure             | 30         | 10      | 90      | 130 |
|   |                                               |                                 | Head parallelism                 | 30         | 10      | 90      | 130 |
|   |                                               |                                 |                                  |            |         |         |     |
| 6 | การเช็ดตัวของกาวโดยแสงอัลตราไวโอเล็ตครั้งที่1 | Curing by #UV1                  | UV1 power                        | 30         | 90      | 30      | 150 |
|   |                                               |                                 | UV1 cure time                    | 30         | 90      | 30      | 150 |
|   |                                               |                                 | UV1 spot position                | 10         | 10      | 10      | 30  |
|   |                                               |                                 |                                  |            |         |         |     |
| 7 | ปล่อยชิ้นงาน                                  | Release                         | remove air flow                  | 30         | 30      | 30      | 90  |
|   |                                               |                                 | Air shot time                    | 30         | 10      | 30      | 70  |
|   |                                               |                                 |                                  |            |         |         |     |
| 8 | การเช็ดตัวของกาวโดยแสงอัลตราไวโอเล็ตครั้งที่2 | Curing by #UV2                  | UV2 power                        | 30         | 30      | 90      | 150 |
|   |                                               |                                 | UV2 cure time                    | 30         | 30      | 90      | 150 |
|   |                                               |                                 | UV2 spot position                | 10         | 10      | 10      | 30  |

ตารางที่ 3.3  
ปัจจัยที่มีอิทธิพลระดับสูง

| Variable factors               | Scoring by |         |         | Cum |
|--------------------------------|------------|---------|---------|-----|
|                                | Expert1    | Expert2 | Expert3 |     |
| Vision Score of Slider Pattern | 90         | 90      | 90      | 270 |
| Slider ABS variation           | 90         | 90      | 90      | 270 |
| Vision Score of Slider Outform | 90         | 30      | 90      | 210 |
| Support pin height             | 90         | 30      | 90      | 210 |
| Mount head Y-axis speed        | 90         | 30      | 90      | 210 |
| Mount head Z-axis speed        | 90         | 30      | 90      | 210 |
| Mound head height              | 30         | 30      | 90      | 150 |
| UV1 power                      | 30         | 90      | 30      | 150 |
| UV1 cure time                  | 30         | 90      | 30      | 150 |
| UV2 power                      | 30         | 90      | 30      | 150 |
| UV2 cure time                  | 30         | 90      | 30      | 150 |
| Adhesive Dot size              | 50         | 60      | 40      | 150 |
| Adhesive Dot location          | 50         | 50      | 50      | 150 |
| PSA mean of Suspension         | 50         | 50      | 50      | 150 |

ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลต่อความแม่นยำในการติดหัวอ่าน

ดังนี้

1. ความชัดของภาพหัวอ่านก่อนการติด ( Vision Score of Slider Pattern )
2. ความชัดของภาพเค้าโครงหัวอ่านก่อนการติด ( Vision Score of Slider Outform )
3. ตำแหน่งการจับ pattern บน slider ABS ( Slider ABS variation )
4. ความสูงของตัวจับก่อนติดหัวอ่าน ( Mount Head Height )
5. ความสูงของตัวรองกดหัวอ่าน ( Support Pin Height )
6. กำลังของแสง UV ที่ตำแหน่งที่ 1 ( UV1 Power )
7. ระยะเวลาฉาย UV ที่ตำแหน่งที่ 1 ( UV1 Cure Time )
8. กำลังของแสง UV ที่ตำแหน่งที่ 2 ( UV2 Power )
9. ระยะเวลาฉาย UV ที่ตำแหน่งที่ 2 ( UV2 Cure Time )
10. ปริมาณกาวที่ใช้ติดหัวอ่าน ( Adhesive Dot Size )
11. ตำแหน่งกาวที่ใช้ติดหัวอ่าน ( Adhesive Dot Location )

12. ตำแหน่งเชิงมุมเฉลี่ยของชิ้นแขวนหัวอ่าน ( PSA Mean of Suspension )
13. ความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่องจักร ในแกน Y ( Mount Head Y - axis Speed )
14. ความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่องจักร ในแกน Z ( Mount Head Z - axis Speed )

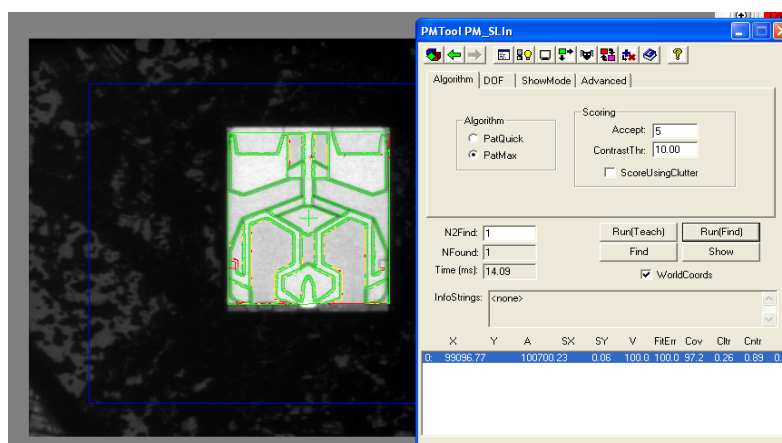
โดยปัจจัยต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมานี้ สามารถอธิบายเหตุผลและความสำคัญเบื้องต้นทางกายภาพ เพื่อป้องกันกำหนัดเป็นปัจจัยเบื้องต้นของการออกแบบการทดลอง

### 3.4 การวิเคราะห์ปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลต่อความแม่นยำในการติดหัวอ่าน

#### 3.4.1. ความชัดของภาพหัวอ่านก่อนการติด (Vision Score of Slider Pattern)

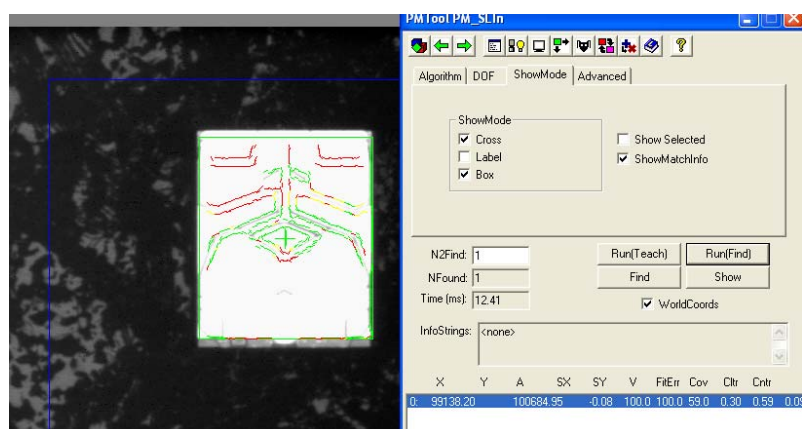
ความชัดของภาพหัวอ่านก่อนการติด หมายถึงระดับความเหมือนของภาพพื้นผิวของหัวอ่านเทียบกับต้นแบบ เช่น เส้นขอบสีเขียวแสดงถึงความเหมือนของภาพ (ขอบพื้นผิว) ที่จับได้เมื่อเทียบกับต้นแบบ ในขณะที่เส้นขอบสีแดงแสดงถึงความต่างของภาพที่จับได้เมื่อเทียบกับต้นแบบแนวทางการกำหนดระดับของปัจจัยนี้

จากการศึกษาพบว่า ไม่สามารถคัดกรองชิ้นงานเพื่อกำหนดระดับเริ่มต้นของปัจจัยได้จึงควบคุมปัจจัยนี้โดยการกำหนดระดับความเหมือนของภาพขั้นต่ำที่ระดับความเหมือน 80% ชิ้นงานที่มีระดับความเหมือนของภาพจริงต่ำกว่า 80% จะถูกคัดออกอัตโนมัติและไม่นำมาพิจารณาดังนั้นปัจจัยนี้จะไม่ถูกนำมาศึกษาแต่จะถูกควบคุมที่ระดับระดับความเหมือนของภาพขั้นต่ำที่ 80%



ภาพที่ 3.9

การเปรียบเทียบความเหมือนของภาพ (ขอบพื้นผิว) ที่จับได้กับต้นแบบ

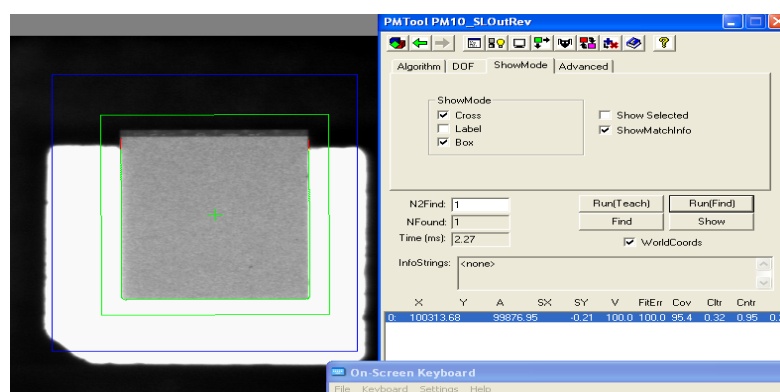


ภาพที่3.10

การเปรียบเทียบความต่างของภาพ (ขอบพื้นผิว) ที่จับได้กับต้นแบบ

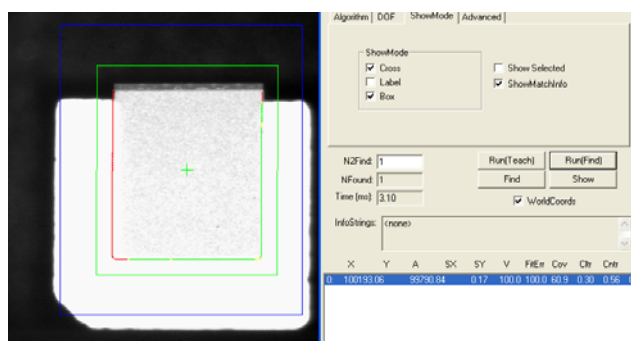
**3.4.2. ความชัดของภาพเค้าโครงหัวอ่านก่อนการติด (Vision Score of Slider Outform)** ความชัดของภาพเค้าโครงหัวอ่านก่อนการติด หมายถึงระดับความเหมือนของภาพเค้าโครงของหัวอ่านเทียบกับต้นแบบ เช่น เส้นขอบสีเขียวแสดงถึงความเหมือนของภาพ (ขอบพื้นผิว) ที่จับได้เมื่อเทียบกับต้นแบบ ในขณะที่เส้นขอบสีแดงแสดงถึงความต่างของภาพที่จับได้เมื่อเทียบกับต้นแบบ แนวทางการกำหนดระดับของปัจจัยนี้

จากการศึกษาพบว่า ไม่สามารถคัดกรองชิ้นงานเพื่อกำหนดระดับเริ่มต้นของปัจจัยเช่นกัน จึงควบคุมปัจจัยนี้โดยการกำหนดระดับความเหมือนของภาพขั้นต่ำที่ระดับความเหมือน 90% ชิ้นงานที่มีระดับความเหมือนของภาพจริงต่ำกว่า 90% จะถูกคัดออกอัตโนมัติและไม่นำมาพิจารณาดังนั้น ปัจจัยนี้จะไม่นำมาศึกษาแต่จะถูควบคุมที่ระดับระดับความเหมือนของภาพขั้นต่ำที่ 90%



ภาพที่ 3.11

การเปรียบเทียบความเหมือนของภาพ (ขอบพื้นผิว) ที่จับได้กับต้นแบบ



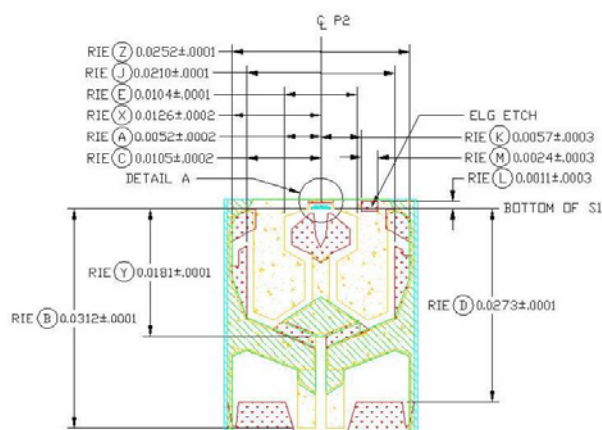
ภาพที่ 3.12

การเปรียบเทียบความต่างของภาพ (ขอบพื้นผิว) ที่จับได้กับต้นแบบ

**3.4.3. ตำแหน่งการจับ Pattern บน Slider Air Bearing Surface (Slider ABS Variation)** ตำแหน่งการจับ Pattern บน Slider Air Bearing Surface หมายถึงการเลือกขอบของ Pattern บน Slider ABS ซึ่งแต่ละขอบมีความลึกเทียบกับพื้นผิวต่างกัน ซึ่งความลึกหรือความสูงทำให้การสะท้อนของแสงเข้ากล้องต่างกันทำให้ภาพที่เกิดขึ้นมีความชัดต่างกัน

แนวทางการกำหนดระดับของปัจจัยนี้

จากการศึกษาพบว่าไม่สามารถเลือกขอบของ Pattern บน Slider ABS อื่นๆ ได้เนื่องจากอาจทำให้ระยะอ้างอิงเกิดระยะคลาดเคลื่อนไปจากที่กำหนดซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์จึงยึดขอบด้านล่างของ Pattern บน Slider ABS เป็นข้อกำหนดดังนั้นปัจจัยนี้จะไม่ถูกนำมาศึกษาแต่จะถูกควบคุมที่ระดับระดับที่กำหนด



ภาพที่ 3.13

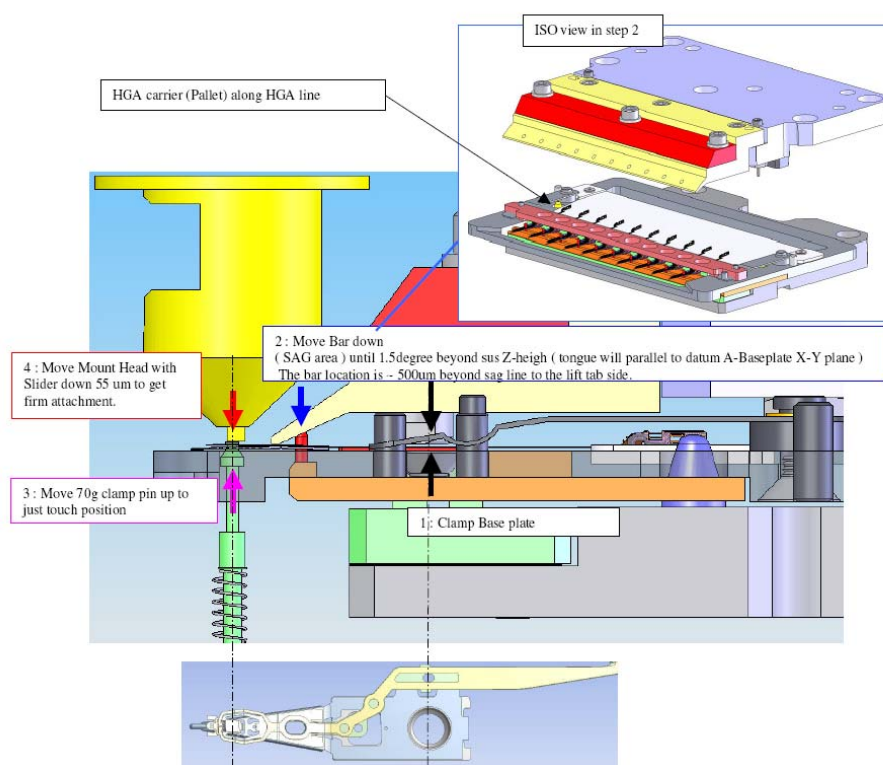
ความต่างในความลึกของภาพ (ขอบพื้นผิว) แสดงโดยความแตกต่างของสี

### 3.4.4. ความสูงของตัวจับก่อนติดหัวอ่าน (Mount Head Height)

ความสูงของตัวจับก่อนติดหัวอ่าน หมายถึงตำแหน่งที่ตัวจับหัวอ่านเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงแล้วหยุดก่อนเคลื่อนที่ลงช้าๆ เพื่อติดหัวอ่านลงบนกาว ตำแหน่งที่เหมาะสมจะถูกโปรแกรมในชุดควบคุมมอเตอร์ให้อยู่ที่ 50 ไมโครเมตร สูงกว่า ตำแหน่งที่หัวอ่านสัมผัสขึ้นแขนหัวอ่านเมื่อมีการติดหัวอ่านเรียบร้อยแล้ว ตำแหน่งที่ต่ำเกินไปอาจทำให้หัวอ่านขยับก่อนมีการติดหัวอ่านจริง ตำแหน่งที่สูงเกินไปอาจทำให้เสียเวลาจากการเคลื่อนที่ไกลขึ้นในการติดซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ลงอย่างช้าๆ

แนวทางการกำหนดระดับของปัจจัยนี้

จากเหตุผลและข้อกำหนดที่กล่าวมาจึงใช้ระดับของปัจจัย ซึ่งเป็นระดับที่ใช้อยู่ในกระบวนการผลิตในปัจจุบันที่  $-50 \pm 40$  ไมโครเมตร



ภาพที่ 3.14

ตัวจับหัวอ่าน และตัวรองกดหัวอ่าน ขณะติดหัวอ่าน

### 3.4.5. ความสูงของตัวรองกดหัวอ่าน (Support Pin Height)

ความสูงของตัวรองกดหัวอ่าน หมายถึงตำแหน่งที่ตัวจับรองกดหัวอ่านก่อนเคลื่อนที่กดจากชั้นแขวนหัวอ่าน เพื่อให้หัวอ่านติดลงบนกาว ตำแหน่งที่เหมาะสมจะถูกปรับตั้ง ให้อยู่ที่  $0 \pm 50$  ไมโครเมตร เทียบกับตำแหน่งที่ตัวรองกดหัวอ่าน สัมผัสชั้นแขวนหัวอ่านจากด้านล่าง ตำแหน่งที่ต่ำเกินไปอาจทำให้ช่วงชักของตัวรองกดหัวอ่าน น้อยเกินไปทำให้ไม่มีแรงกด ในการติดหัวอ่าน ตำแหน่งที่สูงเกินไปอาจทำให้เกิดการดัดชั้นแขวนหัวอ่าน ซึ่งส่งผลกระทบต่อในเชิงคุณภาพต่อไป (อ้างอิงจากภาพด้านบน)

แนวทางการกำหนดระดับของปัจจัยนี้

จากเหตุผลและข้อกำหนดที่กล่าวมาจึงใช้ระดับของปัจจัย ซึ่งเป็นระดับที่ใช้อยู่ในกระบวนการผลิตในปัจจุบันที่  $0 \pm 50$  ไมโครเมตร

### 3.4.6. กำลังของแสง UV ที่ตำแหน่งที่ 1 (UV1 Power) และ ระยะเวลาฉาย UV ที่ตำแหน่งที่ 1 (UV1 Cure Time)

กำลังของแสง UV ที่ตำแหน่งที่ 1 หมายถึงกำลังของแสง UV ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยากับกาว เพื่อให้เกิดการยึด (Activation) บางส่วนระหว่างหัวอ่าน (Slider) กับชั้นแขวนหัวอ่าน (Suspension) สำหรับ Station ที่ 1 ซึ่งการใช้ แสง UV ในการทำปฏิกิริยากับกาวเพื่อให้เกิดการยึดจะมี 2 Station เพื่อทำให้เกิด Line Balancing

การทำปฏิกิริยากับกาวเพื่อให้เกิดการยึดน้อยเกินไปอาจทำให้หัวอ่านเขยิบขณะเครื่องจักรมีการเคลื่อนที่

แนวทางการกำหนดระดับของปัจจัยนี้

เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพและคงปริมาณการผลิตต่อหน่วยเวลาจึงมีความจำเป็นต้องตั้งระดับกำลังของแสง UV ไว้ที่ 100% ของตัวกำเนิดแสง UV นั้นดังนั้นปัจจัยนี้จะไม่ถูกนำมาศึกษาแต่จะถูกควบคุมที่ระดับระดับที่ 100% ของตัวกำเนิดแสง UV

### 3.4.7. ระยะเวลาฉาย UV ที่ตำแหน่งที่ 1 (UV1 Cure Time)

ระยะเวลาฉาย แสง UV ที่ตำแหน่งที่ 1 หมายถึงเวลาที่ฉายแสง UV ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยากับกาวเพื่อให้เกิดการยึด (Activation) บางส่วนระหว่างหัวอ่าน (Slider) กับชั้นแขวนหัวอ่าน

(Suspension) สำหรับ Station ที่1 ซึ่งการใช้ แสง UV ในการทำปฏิกิริยากับกาวเพื่อให้เกิดการยึดจะมี 2 Station เพื่อ ทำให้เกิด Line Balancing

การทำปฏิกิริยากับกาวเพื่อให้เกิดการยึดน้อยเกินไปอาจทำให้หัวอ่านเขยิบขณะเครื่องจักรมีการเคลื่อนที่

แนวทางการกำหนดระดับของปัจจัยนี้

เนื่องจากปริมาณความร้อนที่กาวได้รับมีผลโดยตรงต่อความสมบูรณ์ในการทำปฏิกิริยากับกาวเพื่อให้เกิดการยึดตัวจากประสบการณ์และข้อกำหนดของกาวที่ใช้พบว่าเวลาน้อยที่สุดที่เกิดการยึดตัวคือ 0.2 วินาที และ เวลาที่เกินกว่า 0.6 วินาทีนั้นเกินความจำเป็นและทำให้ประสิทธิภาพและปริมาณการผลิตต่อหน่วยเวลาดำกว่าระดับที่กำหนดจึงใช้ระดับของปัจจัยที่ 0.2 วินาที และ 0.6 วินาที

#### 3.4.8. กำลังของแสง UV ที่ตำแหน่งที่ 2 (UV2 Power)

กำลังของแสง UV ที่ตำแหน่งที่ 2 หมายถึงกำลังของแสง UV ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยากับกาวเพื่อให้เกิดการยึด (Activation) บางส่วนระหว่างหัวอ่าน (Slider) กับชิ้นแขวนหัวอ่าน (Suspension) สำหรับ Station ที่2

แนวทางการกำหนดระดับของปัจจัยนี้

เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพและคงปริมาณการผลิตต่อหน่วยเวลาจึงมีความจำเป็นที่ต้องตั้งระดับกำลังของแสง UV ไว้ที่ 100% ของตัวกำเนิดแสง UV นั้นดังนั้นปัจจัยนี้จะไม่ถูกนำมาศึกษาแต่จะถูกควบคุมที่ระดับระดับที่ 100% ของตัวกำเนิดแสง UV เช่นกัน

#### 3.4.9. ระยะเวลาฉาย UV ที่ตำแหน่งที่ 2 (UV2 Cure Time)

ระยะเวลาฉาย แสง UV ที่ตำแหน่งที่ 2 หมายถึงเวลาที่ฉายแสง UV ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยากับกาวเพื่อให้เกิดการยึด (Activation) บางส่วนระหว่างหัวอ่าน (Slider) กับชิ้นแขวนหัวอ่าน (Suspension) สำหรับ Station ที่2

แนวทางการกำหนดระดับของปัจจัยนี้

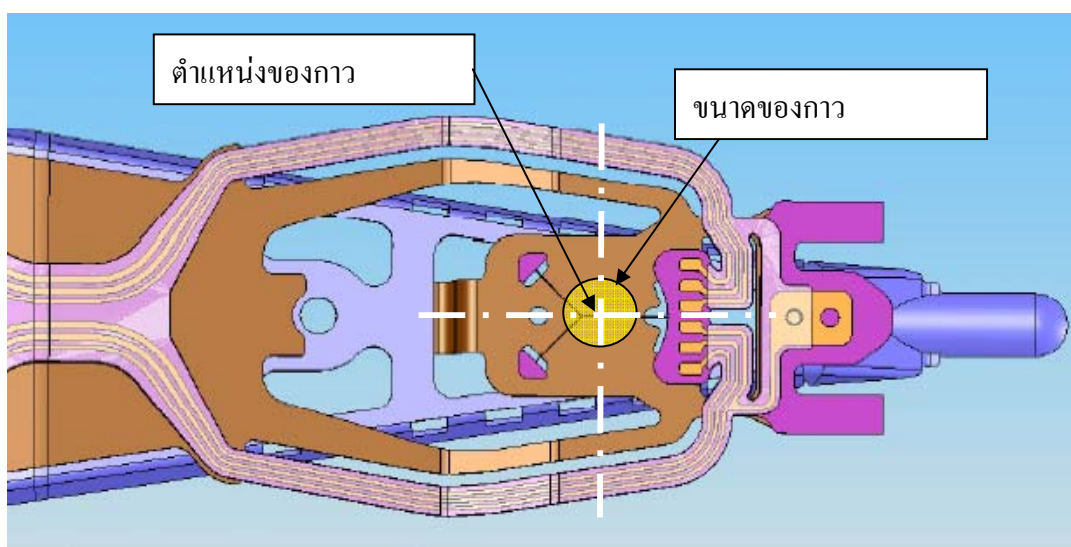
เนื่องจากปริมาณความร้อนที่กาวได้รับมีผลโดยตรงต่อความสมบูรณ์ในการทำปฏิกิริยากับกาวเพื่อให้เกิดการยึดตัวจากประสบการณ์และข้อกำหนดของกาวที่ใช้พบว่าเวลาน้อยที่สุดที่เกิดการยึดตัวคือ 1 วินาที และ เวลาที่เกินกว่า 3 วินาทีนั้นเกินความจำเป็นและทำให้ประสิทธิภาพและปริมาณการผลิตต่อหน่วยเวลาดำกว่าระดับที่กำหนดจึงใช้ระดับของปัจจัยที่ 1 วินาที และ 3 วินาที

#### 3.4.10. ปริมาณการใช้ติดหัวอ่าน (Adhesive Dot Size)

ปริมาณการใช้ติดหัวอ่าน หมายถึงปริมาณของกาวที่ใช้ติดหัวอ่าน (Slider) กับชิ้นแขวนหัวอ่าน (Suspension) มีการวัดปริมาณกาวทางอ้อมโดยวัดจากขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางขนาดกาวที่หยอดกาว บน ชิ้นแขวนหัวอ่าน (Suspension) ปริมาณกาวที่มากเกินไปอาจทำให้ หัวอ่านเกิดการขยับขณะกำลังติด และอาจเกิดของเสียตามมาเช่นกัน ปริมาณกาวที่น้อยเกินไปอาจทำให้แรงยึดติดไม่สมบูรณ์ ปริมาณกาวที่เหมาะสมอยู่ที่  $310 \pm 70$  ไมโครเมตร

แนวทางการกำหนดระดับของปัจจัยนี้

เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านคุณภาพจากปริมาณกาวที่เหมาะสมจึงกำหนดระดับของปัจจัยโดยมีพิสัยความเผื่อไว้ทางด้านบนและด้านล่างอย่างละ 10 ไมโครเมตรดังนั้นจึงกำหนดระดับของปัจจัยนี้ที่ 250 และ 370 ไมโครเมตร



ภาพที่ 3.15

ปริมาณกาว และตำแหน่งกาว ที่ใช้ติดหัวอ่าน

#### 3.4.11. ตำแหน่งการใช้ติดหัวอ่าน (Adhesive Dot Location)

ตำแหน่งการใช้ติดหัวอ่าน หมายถึงตำแหน่งของกาวหลังจากการหยอดลงบน ชิ้นแขวนหัวอ่าน (Suspension) เทียบกับตำแหน่งอ้างอิงบน ชิ้นแขวนหัวอ่าน (Suspension) ตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม อาจทำให้ หัวอ่านเกิดการขยับขณะกำลังติด ไปด้านใดด้านหนึ่ง

แนวทางการกำหนดระดับของปัจจัยนี้

เนื่องจากพบว่าเครื่องจักรไม่สามารถวัดตำแหน่งการใช้ติดหัวอ่านได้จึงได้ทดลองนำชิ้นงานออกมาวัดที่เครื่องมือวัดข้างนอกแต่พบว่ากาวมีการเสียรูปจนไม่สามารถวัดได้อีกทั้งการเคลื่อนย้ายชิ้นงานขณะทดลองไม่สามารถทำได้ในทางปฏิบัติจึงกำหนดให้ปัจจัยนี้จะไม่ถูกนำมาศึกษา แต่จะถูกควบคุมที่ตำแหน่งกึ่งกลางจากการปรับตั้งเครื่องจักร

#### 3.4.12. ตำแหน่งเชิงมุมเฉลี่ยของชิ้นแขวนหัวอ่าน (PSA Mean of Suspension)

ตำแหน่งเชิงมุมเฉลี่ยของชิ้นแขวนหัวอ่าน หมายถึงตำแหน่งความเอียงเชิงมุม ของชิ้นแขวนหัวอ่าน บริเวณที่มีการติดหัวอ่าน ความเอียงที่มากเกินไปอาจทำให้ หัวอ่านเกิดการขยับขณะกำลังติดไปด้านใดด้านหนึ่ง โดยปกติค่ากลางของความเอียงก่อนติดอยู่ที่ 1.65 องศา เทียบระนาบอ้างอิง โดยแต่ละ ชิ้นงานมีการกระจายอยู่ที่  $\pm 0.3$  องศา

แนวทางการกำหนดระดับของปัจจัยนี้

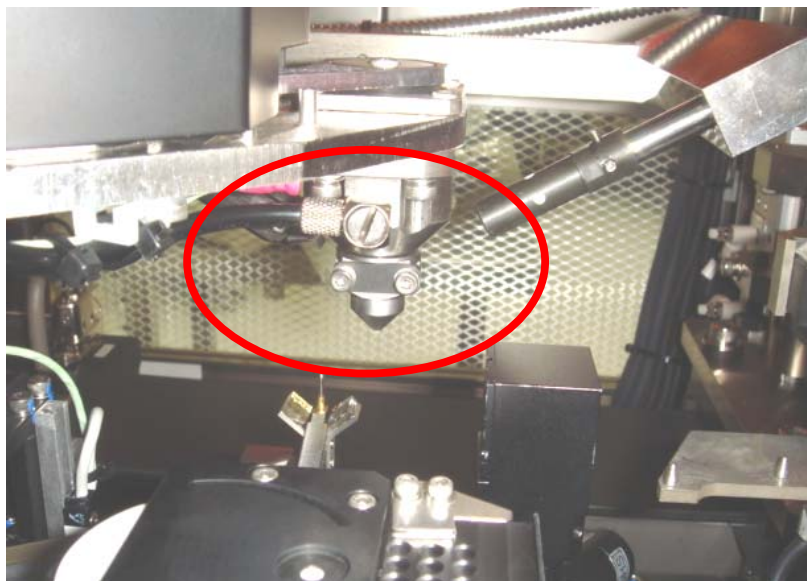
กำหนดระดับของปัจจัยนี้ที่ 1.25 และ 2.05 เนื่องจาก ค่าที่เกินจากช่วงนี้ทำให้ผิดไปจากข้อกำหนดทางด้านคุณภาพทางด้านอื่น

#### 3.4.13. ความเร็วในการเคลื่อนที่ของตัวจับหัวอ่านในแกน Y (Mount Head Y-axis Speed)

ความเร็วในการเคลื่อนที่ของตัวจับหัวอ่านในแกน Y หมายถึงความเร็วในการเคลื่อนที่ของตัวจับหัวอ่านขณะกำลังจะติด ความเร็วที่มากเกินไปอาจทำให้ตัวหัวอ่านเกิดการขยับ ความเร็วที่น้อยเกินไปอาจทำให้เสียเวลาในการผลิตได้

แนวทางการกำหนดระดับของปัจจัยนี้

จากเหตุผลทางด้านคุณภาพและปริมาณการผลิตต่อหน่วยเวลาจึงใช้ระดับที่ใช้อยู่ในปัจจุบันที่ความเร็ว 20,000 และ 40,000 มิลลิเมตรต่อวินาที



ภาพที่ 3.16

ตัวจับหัวอ่าน ซึ่งใช้แรงสุญญากาศในการยึดจับหัวอ่านขณะเคลื่อนที่

#### 3.4.14. ความเร็วในการเคลื่อนที่ของตัวจับหัวอ่านในแกน Z (Mount Head Z-axis Speed)

ความเร็วในการเคลื่อนที่ของตัวจับหัวอ่านในแกน Z หมายถึงความเร็วในการเคลื่อนที่ของตัวจับหัวอ่านขณะกำลังจะติด ความเร็วที่มากเกินไปอาจทำให้ตัวหัวอ่านเกิดการขยับ ความเร็วที่น้อยเกินไปอาจทำให้เสียเวลาในการผลิตได้

แนวทางการกำหนดระดับของปัจจัยนี้

จากเหตุผลทางด้านคุณภาพและปริมาณการผลิตต่อหน่วยเวลาจึงใช้ระดับที่ใช้อยู่ในปัจจุบันที่ความเร็ว 5,000 และ 15,000 มิลลิเมตรต่อวินาที

จากการวิเคราะห์ปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลต่อความแม่นยำในการติดหัวอ่านจึงได้ข้อสรุปดังตาราง 3.4

### ตารางที่ 3.4

รายละเอียดและระดับเริ่มต้นของแต่ละปัจจัยที่ใช้ศึกษา

| ปัจจัยและระดับที่ศึกษา |                                |                                                   |          |          |                    |
|------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------|----------|----------|--------------------|
| ลำดับ                  | ปัจจัย                         | ระดับกลาง                                         | ระดับต่ำ | ระดับสูง | หน่วย              |
| 1                      | Mount Head Height              | -50                                               | -90      | -10      | ไมโครเมตร          |
| 2                      | Support Pin Height             | 0                                                 | -50      | 50       | ไมโครเมตร          |
| 3                      | UV1 Cure Time                  | 0.4                                               | 0.2      | 0.6      | วินาที             |
| 4                      | UV2 Cure Time                  | 2                                                 | 1        | 3        | วินาที             |
| 5                      | Adhesive Dot Size              | 310                                               | 250      | 370      | ไมโครเมตร          |
| 6                      | PSA mean                       | 1.65                                              | 1.25     | 2.05     | องศา               |
| 7                      | Mount Head Y-Axis Speed        | 30000                                             | 20000    | 40000    | มิลลิเมตรต่อวินาที |
| 8                      | Mount Head Z-Axis Speed        | 10000                                             | 5000     | 15000    | มิลลิเมตรต่อวินาที |
| 9                      | Vision Score of Slider Pattern | ควบคุมที่ระดับ 80%                                |          |          |                    |
| 10                     | Vision Score of Slider Outform | ควบคุมที่ระดับ 90%                                |          |          |                    |
| 11                     | Slider ABS Variation           | ควบคุมที่ขอบด้านล่าง                              |          |          |                    |
| 12                     | UV1 power                      | ควบคุมที่ระดับ 100%                               |          |          |                    |
| 13                     | UV2 power                      | ควบคุมที่ระดับ 100%                               |          |          |                    |
| 14                     | Adhesive Dot Location          | ควบคุมที่ตำแหน่งกึ่งกลางจากการปรับตั้งเครื่องจักร |          |          |                    |

### 3.5 การวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลตอบสนอง 2 ประการคือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตำแหน่งหัวอ่านเขียน และค่าเฉลี่ยตำแหน่งของหัวอ่านเขียน

การทดลองโดยวิธีการของทาคุชิ(Taguchi Design), การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment), การวิเคราะห์เพื่อหาเงื่อนไขที่เหมาะสมโดยวิธี (Optimum Condition) ของกระบวนการผลิต โดยวิธี วิธีการพื้นผิวตอบสนอง (Response Surface Methodology, RSM), การหาฟังก์ชันความพึงพอใจ (Desirability Function) ถูกนำมาใช้เพื่อหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อ ผลตอบสนองทั้งสอง และวิเคราะห์หาระดับที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัยดังกล่าว วิธีการต่าง ๆ ที่นำมาใช้และลำดับในการนำมาใช้ในหัวข้อนี้สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3.17



ภาพที่ 3.17

วิธีการต่าง ๆ ที่นำมาใช้และลำดับในการนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีอิทธิพล  
ต่อผลตอบสนองทั้ง 2 ประการและหาระดับที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัย

### 3.6 การทำการทดลองเพื่อยืนยันผล

การทำการทดลองปรับตั้งปัจจัยต่าง ๆ ให้เป็นไปตามระดับที่เหมาะสมที่วิเคราะห์ได้จาก  
ขั้นตอนที่ผ่านมาได้ถูกทำซ้ำอีกครั้ง เพื่อเป็นการยืนยันว่าผลที่ได้มีความถูกต้องและใช้ในการ  
เปรียบเทียบกับสภาวะการทำงานปัจจุบัน โดยในขั้นตอนนี้จะใช้แขนจับหัวอ่านจำนวน 40 ชิ้น และ  
ทดลองซ้ำ 3 ครั้งในการทำการทดลอง