บทที่ 4

วิธีการศึกษา

วิธีการดำเนินงานวิจัย ได้แบ่งเป็น 5 ส่วนใหญ่ คือ ส่วนของการศึกษาการเกิดคราบสกปรก การคำนวณปริมาณฝุ่นที่เกิดขึ้นจากการทำเครื่องหมายบน Compound การศึกษาระดับคราบสกปรกบนขา IC ก่อนการปรับปรุง การแก้ไขปัญหาการเกิดคราบสกปรก และ การเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุง

4.1 การศึกษาการเกิดคราบสกปรก

เป็นการวิจัยเพื่อหาสาเหตุการเกิดคราบสกปรก โดยการใช้วิธีการวิเคราะห์ด้วยเครื่องวิเคราะห์สาร และออกแบบการทดลองเพื่อหาปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดคราบสกปรก แล้วนำผลการวิเคราะห์มาสรุปผลว่าคราบสกปรกเกิดขึ้นจากอะไร

4.1.1 การวิเคราะห์คราบสกปรกบริเวณขาส่วนโค้งของ IC

เป็นการวิเคราะห์สิ่งที่พบและเกี่ยวข้องกับคราบสกปรกด้วยเครื่องวิเคราะห์สาร เพื่อทราบถึงองค์ประกอบของคราบสกปรก และนำไปใช้ในการพิจารณาปัจจัยที่ทำให้เกิดคราบสกปรก

4.1.1.1 Scanning Electron Microscope (SEM) และ Energy Dispersive X-ray (EDX)

นำชิ้นงานไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง SEM และ EDX ของบริษัท Hitachi Model S-3500N เพื่อทราบถึงองค์ประกอบที่พบ และทราบขนาดของฝุ่นที่พบ ซึ่งมีวิธีการศึกษาดังนี้

1. เก็บตัวอย่างงานที่จะวิเคราะห์ คือ Unit ที่มีคราบสกปรกบริเวณส่วนโค้งขา IC ที่ส่งคืนมาจากลูกค้า(Customer return sample) Unit ที่ไม่มีคราบสกปรกที่ส่วนโค้งขา IC (Clean Unit) และ ผงฝุ่นที่ตกค้างบริเวณในรางของเครื่อง Laser Marking(Dust)
2. นำงานที่ได้ไปเตรียมตัวอย่างงานเพื่อเข้าเครื่อง SEM with EDX และวิธีการเตรียมตัวอย่างงาน เป็นดังตารางที่ 4.1
3. นำเข้าเครื่อง SEM with EDX

4. นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ผล และในการหาขนาดของผงฝุ่นที่ตกบริเวณรางจะวิเคราะห์จากภาพถ่ายที่ได้ โดยทำการวัดขนาดของผงฝุ่นที่เหลือในแต่ละรูป แล้วประมาณค่าขนาดจากรูปถ่ายตามแนวที่ยาวที่สุด และนับจำนวนผงฝุ่นโดยว่าแต่ละช่วงขนาดมีจำนวนเท่าไร บันทึกผลตามตารางที่ 4.2
5. นำไปเปรียบเทียบระหว่างผงฝุ่นที่ได้จากบริเวณรางและผงฝุ่นในคราบสกปรก

4.1.1.2 RAMAN Spectroscopy

นำชิ้นงานไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง RAMAN Spectroscopy ของบริษัท Perkin Elmer Model LS-30 ซึ่งมีวิธีการศึกษาดังนี้

1. เก็บตัวอย่างงานที่จะวิเคราะห์ คือ Unit ที่ส่งคืนมาจากลูกค้า (Customer return sample) และวิเคราะห์ในส่วนของรอยคราบสกปรก (Contaminate) กับส่วน Solder Plating ที่เป็น Pb – Sn (Clean area)
2. นำงานที่ได้ไปเตรียมตัวอย่างงานเพื่อเข้าเครื่อง RAMAN Spectroscopy และวิธีการเตรียมตัวอย่างงาน เป็นดังตารางที่ 4.3
3. นำเข้าเครื่อง RAMAN Spectroscopy
4. นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ผล

4.1.1.3 Fourier Transform Infrared Spectrophotometer (FT-IR)

นำชิ้นงานไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง FT-IR ของบริษัท Perkin Elmon Model Spectum I ซึ่งมีวิธีการศึกษาดังนี้

1. เก็บตัวอย่างงานที่จะวิเคราะห์ คือ Unit ที่ส่งคืนมาจากลูกค้า วิเคราะห์ในส่วนของคราบสกปรก (Contaminate) ผิวของ Compound (Compound Surface) ผงฝุ่นที่ตกบริเวณราง และ Vanishing Oil
2. นำงานที่ได้ไปเตรียมตัวอย่างงานเพื่อเข้าเครื่อง FT-IR และวิธีการเตรียมตัวอย่างงานเป็นดังตารางที่ 4.4
3. นำเข้าเครื่อง FT-IR
4. นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ผล

ตาราง 4.1 วิธีการเตรียมตัวอย่างงานของเครื่อง SEM - EDX

Sample	ตำแหน่ง ที่วิเคราะห์	วิธีการเตรียมตัวอย่างงาน
Customer return sample	Contaminate	1. ทำการติด Unit ที่มีคราบสกปรกเข้ากับก้านวางตัวอย่าง โดยให้คราบสกปรกอยู่ด้านบน 2. ใช้สารยึดติดตัวอย่าง(Carbon stick tape)กับก้านวางตัวอย่าง 3. ทิ้งให้ติดสนิทระยะหนึ่ง 4. นำเข้าเครื่อง SEM เพื่อทำการศึกษาต่อไป
Clean Unit	Solder Plating (Clean area)	1. ทำการติด Solder Plating เข้ากับก้านวางตัวอย่าง โดยให้คราบสกปรกอยู่ด้านบน 2. ใช้สารยึดติดตัวอย่าง(Carbon stick tape)กับก้านวางตัวอย่าง 3. ทิ้งให้ติดสนิทระยะหนึ่ง 4. นำเข้าเครื่อง SEM เพื่อทำการศึกษาต่อไป
Dust	Dust	1. ใช้ Carbon stick tape ติดด้านบนของก้านวางตัวอย่าง 2. โรยผงฝุ่นให้กระจายลงบนด้านหน้าของ ก้านวางตัวอย่างที่มีเทปกาวอยู่ 3. ใช้ลูกยางเป่าลม เศษผงฝุ่นที่ไม่ยึดติดบนก้านวางตัวอย่างออก 4. นำเข้าเครื่อง SEM เพื่อทำการศึกษาต่อไป

ตารางที่ 4.2 ตารางบันทึกผลจำนวนผงฝุ่นแต่ละช่วงขนาด

	จำนวนผงฝุ่นแต่ละขนาดที่ได้จากราง		จำนวนผงฝุ่นแต่ละขนาดในคราบสกปรก	
	รวม (particle)	%จำนวนฝุ่น	รวม (particle)	%จำนวนฝุ่น
0-29 (µm)				
30-59 (µm)				
60-89 (µm)				
90-120 (µm)				
120ขึ้นไป (µm)				
รวม				

ตารางที่ 4.3 วิธีการเตรียมตัวอย่างงานเครื่อง RAMAN Spectroscopy

Sample	ตำแหน่ง ที่วิเคราะห์	วิธีการเตรียมตัวอย่างงาน
Customer return sample	Contaminate	นำ unit ที่พบคราบสกปรกไปวางบนที่ใส่ตัวอย่าง แล้วเลือกบริเวณคราบสกปรก เพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป
Customer return sample	Solder Plating (Clean area)	นำ Solder Plating ที่พบคราบสกปรกไปวางบนที่ใส่ตัวอย่าง แล้วเลือกบริเวณคราบสกปรก เพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป

ตารางที่ 4.4 วิธีการเตรียมตัวอย่างงานด้วยเครื่อง FT-IR

Sample	ตำแหน่งที่วิเคราะห์	วิธีการเตรียมตัวอย่างงาน
Customer return sample	Contaminate	ใช้วิธี Mull technique ในการเตรียมตัวอย่างงาน 1. ทำการขูดบริเวณผิว J-bent ที่เป็นคราบสกปรกประมาณ 2-3 มิลลิกรัม 2. บดให้ละเอียดด้วยโกร่งอะเกต หรือ ball mail เล็ก ๆ 3. หยด Nujol (minieral oil หรือ พาราฟินเหลว) ลงไป 1-2 หยด แล้วบดจนเป็นมาเนื้อเดียวกัน 4. นำสารตัวอย่างที่บดได้ใส่ลงบนแผ่น NaCl window แล้วเอาอีกแผ่นหนึ่งประกบ ถูไปมาจนทั่งแผ่น 5. นำไปใส่ใน sample holder เพื่อวิเคราะห์ด้วยเครื่องอินฟาเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์
Compound	Compound Surface	ใช้อุปกรณ์เสริม คือ Attenuated Total Reflectance (ATR) 1. นำ Unit บริเวณ compound ไปติดกับ ATR crystal 2. เมื่อลำแสงอินฟราเรดตกกระทบผลึก ตัวลำแสงจะเปิดการสะท้อน และแสงที่สะท้อนกลับมานำไปวัดด้วยดีเทคเตอร์ก็จะได้อินฟาเรดสเปกตรัมของวัตถุเหล่านั้น
Dust	Dust in Mark site	ใช้วิธี KBr-pellet technique ในการเตรียมตัวอย่างงาน 1. นำผงฝุ่นที่พบบริเวณเครื่องมาประมาณ 2 มิลลิกรัมผสมกับ KBr ที่แห้ง 100-200 มิลลิกรัม 2. บดให้ละเอียดด้วยโกร่งอะเกต หรือ ball mail เล็ก ๆ จนเป็นมาเนื้อเดียวกัน 3. เมื่อบดดีแล้วนำไปใส่ในเครื่องอัดซึ่งเรียกว่า die คลายที่อัดออกมาและได้ตัวอย่างเป็น pellet ใส บาง ใส่ลงใน disc holder เพื่อวิเคราะห์ด้วยเครื่องอินฟาเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์
Vanishing Oil	Pure	1. นำ Vanishing Oil บริสุทธิ์ หยดลงบนแผ่น Window (ทำด้วย Nacl) แล้วใช้Window อีกแผ่นหนึ่งประกบลงไป 2. นำไปใส่ใน cell holder 3. นำไปวัดในเครื่องอินฟาเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ เพื่อหา Functional group

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.2 การศึกษาปัจจัยที่ทำให้เกิดคราบสกปรก

4.1.2.1 ข้อมูลพื้นฐาน

จากการพิจารณาข้อมูลเบื้องต้นและวินิจฉัยคราบสกปรกด้วยเครื่องวิเคราะห์สาร พบว่าคราบสกปรกน่าจะเกิดจากการที่ขา IC เกิดการสัมผัสกับฝุ่นที่เกิดขึ้นบริเวณรางของเครื่อง Laser Marking นอกจากนั้น ยังพบ Oil ที่น่าจะเป็นตัวช่วยยึดเกาะของฝุ่น และยังพบรอยขรุขระและปุ่มที่ Track เกิดขึ้นด้วย

จึงได้ทำการออกแบบการทดลองเพื่อทราบว่าส่วนไหนที่น่าจะมีผลมากที่สุดกับการเกิดคราบสกปรก เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการเพื่อลดคราบสกปรกต่อไป

4.1.2.2 ตัวแปรตอบสนอง

ในการวัดผลการทดลองได้กำหนดตัววัดผล คือ จำนวนชิ้นงานของงานที่เป็น Reject เพื่อเป็นผลในการวิเคราะห์ ซึ่งจะกำหนดตามที่โรงงานตัวอย่างกำหนดในตารางที่ 3.5 และในแต่ละครั้งของการทดลอง (Combination) จะใช้ Unit ที่ขาสะอาดอย่างละ 20 units ซึ่งจะนับจำนวนที่ Reject แล้วเทียบเป็น % ที่จะต้อง Reject

4.1.2.3 ปัจจัย

จากศึกษาและวิเคราะห์ต่างๆ ได้เลือกปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเกิดคราบสกปรก โดยต้องการทดสอบ 3 ปัจจัยว่าปัจจัยใดมีผลมากที่สุด ดังนี้

Dust = ฝุ่นที่เกิดขึ้นจากกการที่Laser ยิงลงบน Compound

Oil = Vanishing Oil ที่ใช้ใน กระบวนการก่อนหน้า

Track = รางที่ขา IC วิ่งไปตามเครื่อง Laser Marking

4.1.2.4 ระดับปัจจัย

ปัจจัยที่ศึกษานั้นไม่สามารถกำหนดปัจจัยให้เป็นค่าต่างๆได้เนื่องจาก เป็นขั้นตอนในกระบวนการ เช่นเราไม่สามารถกำหนดได้ว่า การ Rubbing นั้นให้มีระดับแรงเท่าไร ทั้ง 3 ปัจจัยจึงกำหนดระดับว่า มี หรือไม่มี โดยให้ มี เป็น 1 และไม่มี เป็น –1

Max Dust เท่ากับ 1 เมื่อบริเวณรางมีฝุ่นที่เกิดจากการMark Unit โดยในที่นี้ให้มีปริมาณฝุ่นตกค้างในรางที่เกิดจากการ Mark Unit จำนวน4, 000 Units

Min Dust	เท่ากับ- 1	เมื่อบริเวณรางไม่มีฝุ่นอยู่เลย
Oil	เท่ากับ 1	เมื่อใช้ Vanishing Oil ในกระบวนการก่อนหน้า
Non Oil	เท่ากับ- 1	เมื่อไม่ใช่ Vanishing Oil ในกระบวนการก่อนหน้า
Old Track	เท่ากับ 1	เมื่อรางที่ขา IC วิ่งเป็นรางเก่าซึ่งมีรอยขรุขระและบุ๋มที่รางมาก
New Track	เท่ากับ- 1	เมื่อรางที่ขา IC วิ่งเป็นรางใหม่ ซึ่งมีรอยขรุขระและบุ๋มที่รางน้อย

4.1.2.5 ปัจจัยที่ควบคุม

1. เครื่อง Laser Marking เป็นเครื่องเดียวกัน
2. ผู้ทำการทดลองเป็นคนเดียวกัน
3. ช่วงเวลาที่ทำการทดลองเป็นช่วงเดียวกัน
4. Unitที่นำมาทดลองก่อนผ่านเครื่อง Laser Marking ขาทุกขาไม่มีคราบสกปรก

4.1.2.6 การทดลองซ้ำ (Replication)

การทดลองซ้ำ หรือการกำหนดจำนวนครั้งในการทดลอง ซึ่งควรมีการทำซ้ำอย่างน้อย 2 ครั้งที่ระดับของปัจจัยต่างๆเหมือนกัน

เนื่องจากเหตุผลทางด้านค่าใช่จ่าย และข้อจำกัดในการทำการทดลองจึงกำหนดจำนวนซ้ำในการทดลอง 3 ครั้ง และทำการทดสอบแบบสุ่มสมบูรณ์

การทดลองทั้งหมดมี 3 factor จึงมี 8 combinations แต่ละอันใช้ 20 unitsทำ3ซ้ำ ฉะนั้นใช้ Unit ที่สะอาดจำนวนทั้งหมดการทดลองละ 320 units ทำสองครั้งจึงใช้ทั้งหมด 640 units

4.1.2.7 รูปแบบการทดลอง

การทดลองนี้ใช้การทดลองแบบ Block ในแต่ละครั้งของการทดลองและสุ่มในแต่ละ Block ซึ่งการทำการ Block ในแต่ละการทดลอง ก็เพื่อง่ายต่อการทำการทดลอง และการทดลองไม่อาจทำเสร็จในคราวเดียว ส่วนการสุ่ม เพื่อเป็นการป้องกันเรื่องความไม่สม่ำเสมอ, ความล้าของเครื่องมือ และผู้ทำการทดลอง รวมทั้งอคติที่อาจเกิดขึ้นได้ในผู้ทำการทดลอง และการใช้เทคนิคการออกแบบการทดลองเป็นแบบแฟคโทเรียล ก็เพราะต้องการศึกษาถึงอิทธิพลร่วม (Interaction effect) ของบางปัจจัย

4.1.2.8 อุปกรณ์

1. เครื่อง Laser Marking
2. Unit ที่ขาสะอาด จำนวน 4,640 Units
3. ปลอกนิ้วมือ, คีมจับUnit
4. กล้อง microscope

4.1.2.9 ตารางการออกแบบ

ตารางที่ 4.5 ตารางทำการทดลอง

StdOrder	RunOrder	Blocks	Dust	Oil	Track	Reject(Units)	%Reject
12	1	2	-1	1	1		
15	2	2	1	1	-1		
11	3	2	-1	1	-1		
10	4	2	-1	-1	1		
14	5	2	1	-1	1		
9	6	2	-1	-1	-1		
16	7	2	1	1	1		
13	8	2	1	-1	-1		
3	9	1	-1	1	-1		
7	10	1	1	1	-1		
5	11	1	1	-1	-1		
8	12	1	1	1	1		
6	13	1	1	-1	1		
2	14	1	-1	-1	1		
4	15	1	-1	1	1		
1	16	1	-1	-1	-1		
24	17	3	1	1	1		
18	18	3	-1	-1	1		
21	19	3	1	-1	-1		
23	20	3	1	1	-1		
19	21	3	-1	1	-1		
20	22	3	-1	1	1		
22	23	3	1	-1	1		
17	24	3	-1	-1	-1		

ตารางที่ 4.6 ตารางบันทึกผลการทดลอง

	OIL				NON OIL			
	OLD TRACK		NEW TRACK		OLD TRACK		NEW TRACK	
	Replicate	%reject	Replicate	%reject	replicate	%reject	replicate	%reject
Max Dust	1		1		1		1	
	2		2		2		2	
	3		3		3		3	
Min Dust	1		1		1		1	
	2		2		2		2	
	3		3		3		3	

4.1.2.10 การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้วิธีการเชิงสถิติวิศวกรรมในการวิเคราะห์เพื่อให้ได้ผลการทดลองและข้อสรุปจากการทดลอง โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งได้เลือก MINITAB มาช่วยวิเคราะห์ข้อมูล

ในส่วนขั้นตอนนี้ จะใช้การทดสอบแบบแฟคโทเรียลซึ่งมีระดับของปัจจัย 3 และ 2 ระดับ ในการพิจารณาถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเกิดคราบสกปรก จะพิจารณาจาก F-Ratio ที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยใจทางทฤษฎี จะทำการเปรียบเทียบค่า F-Ratio กับค่า F วิกฤติที่หาได้จากการเปิดตาราง โดยที่

ถ้าค่า F-Ratio มากกว่า ค่า F วิกฤติ แสดงว่าปัจจัยนั้นๆมีผลกระทบกับการเกิดคราบสกปรก

ถ้าค่า F-Ratio น้อยกว่าหรือเท่ากับ ค่าF วิกฤติ แสดงว่าปัจจัยนั้นๆไม่มีผลกระทบกับการเกิดคราบสกปรก

ในส่วนโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ จะทำการคำนวณค่า P Value ออกมาให้ซึ่งในการพิจารณาค่า P Value นั้นจะทำการเปรียบเทียบกับค่า α ถ้าค่า P Value ที่คำนวณได้ในแต่ละปัจจัยมีค่าน้อยกว่าค่าดังกล่าว แสดงว่าปัจจัยนั้นมีผลกระทบกับการเกิดคราบ

ในการศึกษานี้ได้กำหนดให้ค่า α มีค่าเท่ากับ 0.05

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2. การคำนวณปริมาณฝุ่นที่เกิดขึ้นจากการทำเครื่องหมายบน Compound

การคำนวณหาปริมาณฝุ่นที่เกิดขึ้นจากการทำเครื่องหมายบน Compound คือการหาปริมาณฝุ่นที่ตกค้างในกระบวนการ ซึ่งก็คือ ปริมาณฝุ่นที่ทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการกัดเซาะของ Laser บนผิว Compound หักออกด้วยปริมาณฝุ่นที่ถูกกำจัดออกไปด้วยเครื่องดูด (Exhaust) แต่ในที่นี้ ให้แรงดูดมีค่าคงที่ตลอดและดูดฝุ่นด้วยปริมาณคงที่ และแรงของลมในที่นี้มาจากระบบลมรวม ซึ่งกำหนดให้ ความเร็วของลมในการดูดและเป่าฝุ่นมีค่า565 ft/sec

ฉะนั้น ปริมาณฝุ่นที่ตกค้างอยู่ในกระบวนการ คือ ปริมาณฝุ่นทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการกัดเซาะของ Laser บนผิว Compound นั้นเอง ซึ่งจะพิจารณาจากความยาวของ Character และ Logo ที่ Mark ว่าLaser Mark กัดเซาะเนื้อ Compound ไปเท่าไร

วิธีการศึกษา

1. หาความหนาแน่นของ Compound โดยชั่งน้ำหนักและวัดปริมาตรของชิ้นงานตัวอย่าง PL20, 28 และ32 อย่างละ 4 ชิ้น แล้วคำนวณหาความหนาแน่น
2. หาความยาวโครงร่าง ตัวอักษรและสัญลักษณ์ หน่วยเป็น Unit
3. หาความยาว ตัวอักษรและสัญลักษณ์ จริง
4. หาความกว้างและความลึกของ ตัวอักษรและสัญลักษณ์ หน่วยเป็น mils
5. หาปริมาตรของแต่ละ ตัวอักษรและสัญลักษณ์ โดยนำความยาวจริง ไปคูณความลึกและความกว้าง
6. หาปริมาณของ Character และ Logo เป็นน้ำหนัก โดยนำปริมาตรไปคูณกับความหนาแน่น

4.3 การศึกษาระดับคราบสกปรกบนขา IC ก่อนการปรับปรุง

ในการศึกษาระดับคราบสกปรกบนขา IC ก่อนการปรับปรุง จะเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างคราบสกปรกที่เกิดขึ้นกับปริมาณฝุ่นของเนื้อ Compound ถูกกัดเซาะด้วย Laser ก่อนการปรับปรุง มีรูปแบบการทดลองคือ ทำการสุ่มตรวจขา IC หลังจากผ่านกระบวนการ Laser Marking โดยเริ่มสุ่มจากมีจำนวน Unit ผ่านการ Mark ตัวแรกๆ ไปจนถึง จำนวน Unit ที่ผ่านการ Mark ตัวสุดท้าย ซึ่ง จำนวน Unit ที่ผ่านการ Mark ยิ่งมากขึ้น ฝุ่นที่ตกค้างอยู่ในกระบวนการก็จะยิ่งมากขึ้น ในการสุ่มตรวจจะทำให้ทราบว่า ถ้าจำนวน Unit ที่ผ่านการ Mark มากขึ้นจะมีผลทำให้เกิดคราบสกปรก อย่างไร

ในการศึกษากำหนดให้

ตัวแปรอิสระ = X = จำนวน Unit ที่ผ่านการ Mark (Unit) หรือ ปริมาณเนื้อ Compound ที่ถูกกัดเซาะด้วย Laser (กรัม)

ตัวแปรตาม = Y = ระดับคราบสกปรกที่พบ

อักษรที่เลือก Mark ทั้ง 3 การทดลอง ได้เลือกโดยพิจารณาจากน้ำหนักของ Compound ที่ถูกกัดเซาะ ต่อหน่วยชิ้นงาน(Unit)ดังนี้

การศึกษาที่ 1 ได้เลือก Mark อักษรรูปแบบผลิตภัณฑ์แบบ A ซึ่งมีจำนวนตัวอักษรจำนวนมาก (จะให้ปริมาณเนื้อของ compound ที่ถูกกัดเซาะ ต่อหน่วยชิ้นงาน(Unit)จำนวนมาก = 1437 μg/ 1 unit)

การศึกษาที่ 2 ได้เลือก Mark อักษรรูปแบบผลิตภัณฑ์แบบ B ซึ่งมีจำนวนตัวอักษรจำนวนปานกลาง (จะให้ปริมาณเนื้อของ compound ที่ถูกกัดเซาะ ต่อหน่วยชิ้นงาน(Unit)จำนวนปานกลาง = 1112 μg/ 1 unit)

การศึกษาที่ 3 ได้เลือก Mark อักษรรูปแบบผลิตภัณฑ์แบบ C ซึ่งมีจำนวนตัวอักษรจำนวนน้อย (จะให้ปริมาณเนื้อของ compound ที่ถูกกัดเซาะ ต่อหน่วยชิ้นงาน(Unit)จำนวนน้อย = 811 μg/ 1 unit)

วิธีการศึกษา

1. ทำการศึกษาทั้ง 3 แบบ โดยแต่ละแบบ จะมีตัวอักษรในการ Mark ไม่เท่ากัน โดยรูปแบบจะเป็นดังตารางที่ 4.7
2. เตรียม Unit PL28 ที่ขาสะอาด ซึ่งในการศึกษาแต่ละครั้งใช้ Unit จำนวน 3,000 units ทำซ้ำ 2 ครั้ง จำนวน Unit ที่ใช้ทั้งหมดคือ 18,000 units
3. เริ่มกระบวนการ Laser Marking โดยทำการ Mark Unit จำนวน 3,000 units
4. ในแต่ละการทดลอง ทำการสุ่มตรวจระดับคราบสกปรก ที่ทุกๆ 50 units หยิบครั้งละ 2 units เช่น หยิบที่ 49 -50 , 99 -100 , 149 –150 ... จนถึงที่ 2999 –3000 เป็นต้น
5. นำผลที่ได้ไป Plot กราฟ เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ของระดับคราบสกปรก และ ของเสีย
6. วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ ใช้โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel และ Minitab ช่วยในการวิเคราะห์ผล
7. ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างคราบสกปรกที่เกิดขึ้น กับจำนวน Unit ที่ผ่านการ Mark หรือ ปริมาณเนื้อ Compound ที่ถูกกัดเซาะ ของสมการที่หาได้ โดยทำการสุ่มตรวจขา IC

หลังจากผ่านกระบวนการ Laser Marking แต่เปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ คือ จาก PL28 เป็น PL 20 และ ตัวอักษรที่ทำการ Mark ไม่เหมือนกัน มีวิธีการศึกษาดังนี้

7.1 สุ่มตรวจขา IC หลังจากผ่านกระบวนการ Laser Marking ของ PL 20 ในกระบวนการผลิตจริง ดังตารางที่ 4.8

7.2 สุ่มตรวจระดับคราบสกปรกของ Unit ของจำนวน Unit ที่ผ่านการ Mark ทุกๆ 37 Units สุ่มตรวจ 2 Units

7.3 นำผลที่ได้หาค่าเฉลี่ย หากราฟความสัมพันธ์

7.4 เปรียบเทียบผลที่ได้ของสมการที่ได้จากการสุ่มตรวจจากกระบวนการผลิต PL 20 กับ ความสัมพันธ์ที่หามาได้ ของ PL 28

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าที่ใช้ในการศึกษากระบวนการก่อนการปรับปรุง

การศึกษาที่	รูปแบบตัวอักษรและสัญลักษณ์ที่ Mark	ตัวอักษรที่ทำการ Mark	น้ำหนักของ Compound ที่ถูกกัดออก / 1 unit (μg)	จำนวนunitทั้งหมดที่ mark ต่อ1การทดลอง	น้ำหนักฝุ่นทั้งหมดผ่านการ Mark 3,000 units (g)	จำนวนทดลองซ้ำ
1	แบบ A	PALCE 211101-RTY-IO TESTGRADEDUST M1997 AMD DUMMY	1437	3,000	4.31	2
2	แบบ B	PALCE 20V8H-15JC/4 NOO6BBB DUMMY	1112	3,000	3.34	2
3	แบบ C	PALCE 20V8H-15JC/4 NOO6B	811	3,000	2.43	2

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าในการศึกษา เพื่อการตรวจสอบความสัมพันธ์

รูปแบบผลิตภัณฑ์	ตัวอักษรที่ทำการ Mark	น้ำหนักของ Compound ที่ถูกกัดออก / 1 unit (μg)	จำนวนunitทั้งหมดที่ mark	น้ำหนักฝุ่นทั้งหมดผ่านการ Mark 3,162 units (g)
PL 20	PALCE 2H-115JC/4 AMD 1997 D144BBB6	952.6	3,162	3.012

4.4 การแก้ไขปัญหา

4.4.1 การคัดเลือกแนวทางการลดคราบสกปรก

การแก้ไขปัญหานั้นมีได้หลายวิธีการแต่ในทางปฏิบัติไม่สามารถทำการทดลองได้ในทุกๆ วิธีการ เนื่องจากมีข้อจำกัดในด้านต่างๆ เช่น ความเป็นได้ในการทดลอง ความเป็นได้ในการปฏิบัติ เวลา ค่าใช้จ่าย เป็นต้น จึงต้องมีการคัดเลือกแนวทางการลดคราบสกปรกซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลต่างๆ ที่ผลต่อการเกิดคราบสกปรก
2. วิเคราะห์หาแนวทางต่างๆที่สามารถลดคราบสกปรก
3. คัดเลือกแนวทางที่เหมาะสม

4.4.2 การปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงาน

การปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงานได้ คือการปรับปรุงเพื่อลดปริมาณฝุ่นที่อยู่ในบริเวณ Mark Site มีขั้นตอนในการปรับปรุงวิธีปฏิบัติงาน ดังนี้

1. ศึกษากระบวนการทำงานของ Laser Marking
2. ศึกษาแนวทางการปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงาน
3. ออกแบบกระบวนการทำความสะอาดโดยพิจารณาจากความเหมาะสมและเวลาการทำงานของกระบวนการ 2 รูปแบบ โดยศึกษากระบวนการในการ Mark Unit จำนวน 3,000 Units
4. ทำการศึกษากระบวนการหลังการปรับปรุงในวิธีการปฏิบัติงานที่ออกแบบ ในแบบที่ 1 และ 2 โดยกระบวนการ Laser Marking กำหนดดังตารางที่ 4.9
5. สุ่มตรวจระดับคราบสกปรกของ Unit ที่อยู่ ในช่วงที่ผ่านการ Mark ทุกๆ 250 Units สุ่ม จำนวน 10 Units
6. นำผลที่ได้หาค่าเฉลี่ยทั้งหมดของระดับคราบ และ จำนวนของเสียที่เกิดขึ้น
7. วิเคราะห์หาความสัมพันธ์

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าที่กำหนดในการทดลอง

กระบวนการ	ตัวอักษรที่ทำการ Mark	น้ำหนักของ Compound ที่ถูกกัดออก / 1 unit (μg)	จำนวนunitทั้งหมดที่mark
ก่อนการปรับปรุง - หัวฉีดทำความสะอาดก่อนเริ่ม Mark 1 ครั้ง - ลมเป่าจากเครื่อง เป่าทุกๆ 500 units	แบบ A	1437	3,000
หลังการปรับปรุง แบบที่ 1 - กระบวนการแสดงดังตารางที่ 5.22	แบบ A	1437	3,000
หลังการปรับปรุง แบบที่ 2 - กระบวนการแสดงดังตารางที่ 5.23	แบบ A	1437	3,000

4.4.3 การออกแบบอุปกรณ์ที่ใช้ในเครื่อง Laser mark

จากการศึกษาการเกิดคราบสกปรกเกิดมาจากที่ขา IC บริเวณ J – Bent มีการสัมผัสกับรางที่มีผงฝุ่น ฉะนั้น หากมีการกันฝุ่นหรือลดปริมาณฝุ่นที่ตกลงไปในราง ก็จะสามารถลดการเกิดคราบสกปรกที่เกิดขึ้นได้

จึงทำการออกแบบที่ครอบบริเวณราง เพื่อป้องกันฝุ่นที่ตกลงไปในราง โดยคำนึงถึงความเหมาะสมในด้านต่างๆ เช่น ความสะดวกในการใช้ ความเหมาะสมในการติดตั้ง เป็นต้น และทำการนำไปทดลองใช้เพื่อวัดผลที่ได้ ซึ่งมีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

1. ออกแบบที่ครอบราง เพื่อลดระดับคราบสกปรก
2. สร้างชิ้นงานที่ออกแบบเท่าขนาดจริง โดยใช้พลาสติกแข็งในการทำ เพื่อทำการทดสอบ
3. นำชิ้นงานที่ออกแบบไปติดตั้งกับเครื่อง Laser Marking
4. ทำการศึกษากระบวนการหลังการปรับปรุงในแบบสุ่มตรวจระดับคราบสกปรกของ Unit ที่อยู่ ในช่วงที่ผ่านการ Mark ทุกๆ 250 Units สุ่ม จำนวน 10 Units
5. นำผลที่ได้หาค่าเฉลี่ยทั้งหมดของระดับคราบ และ จำนวนของเสีย
6. วิเคราะห์หาสมการความสัมพันธ์

4.5 การเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุง

4.5.1 เวลาในการทำงาน

ในการพิจารณาที่จะมีปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงานจะต้องพิจารณาถึงเวลาในการทำงานที่เพิ่มขึ้นด้วย ฉะนั้นต้องมีการเก็บข้อมูลของรายละเอียดการทำงานแล้วนำไปพิจารณาการปรับปรุงกระบวนการทำความสะอาดด้วย ซึ่งมีวิธีการศึกษาดังนี้

1. ทำการเก็บข้อมูลเวลาทำงานของกระบวนการ Laser Marking จากของทางโรงงานตัวอย่างที่มีอยู่
2. เก็บรายละเอียดของเวลาการทำงานของกระบวนการ Laser Marking เพิ่มเติม เช่น กิจกรรมและเวลาที่ Operator ทำระหว่างที่ เครื่อง Laser Marking ทำงาน
3. สรุปเวลาการทำงานทั้งหมดของกระบวนการ Laser Marking
4. หาเวลาการทำงานที่เพิ่มขึ้นหลังจากปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงาน
5. เปรียบเทียบเวลาที่เพิ่มขึ้นจากเดิม

4.5.2 ระดับคราบสกปรก

นำผลของระดับคราบสกปรกเฉลี่ยที่ได้ ก่อนกระบวนการปรับปรุง และ หลังกระบวนการปรับปรุง มาเปรียบเทียบหา % ที่ลดลงของระดับคราบสกปรก

4.5.3 จำนวนของเสีย

จากผลของระดับคราบสกปรกที่ได้ หาจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นและ นำผลของจำนวนของเสียที่ลดลงไปเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง โดยจากโรงงานตัวอย่างกำหนดให้ ระดับคราบสกปรกที่เป็น C ซึ่งแทนด้วยค่าน้ำหนัก 5 และ 6 เป็นของเสีย

4.5.4 Productivity Index

จากผลที่ได้ก่อนและหลังการปรับปรุงนำมาหาค่า Productivity Index จาก

Productivity Index = จำนวนชิ้นงานที่ผ่านการ Mark / เวลาที่ใช้ในการทำงานทั้งหมด

ซึ่ง ก่อนและหลังการปรับปรุง จำนวนชิ้นงานที่ผ่านการ Mark จะมีค่าเท่ากัน คือ 3,000 Unit แล้วนำมาหารด้วย เวลาการทำงานทั้งหมดของแต่ละกระบวนการ