

บทที่ 4

ผลของการวิจัย

จากผลของการวิเคราะห์ช่องว่าง (Gap Analysis) และทำการเลือกหัวข้อประเด็นการพัฒนาเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยลดของเสียด้านวัตถุดิบที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ซึ่งได้มีการทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์สาเหตุ รวมไปถึงจุดเสี่ยงที่เป็นต้นเหตุของการเกิดการสูญเสียต่างๆ ทำให้เข้าใจถึงปัญหาและสามารถระบุประเด็นที่จะทำการพัฒนาได้ โดยในกรณีศึกษานี้ได้มีการกำหนดตัวชี้วัด (Key Performance Index; KPI) ก็คือ การลดการทิ้งของวัตถุดิบ lead frame ในกระบวนการ Die Bond ซึ่งเป็นการสูญเสียต้นทุนอันดับต้นๆ ของการสูญเสียเนื่องมาจากวัตถุดิบ

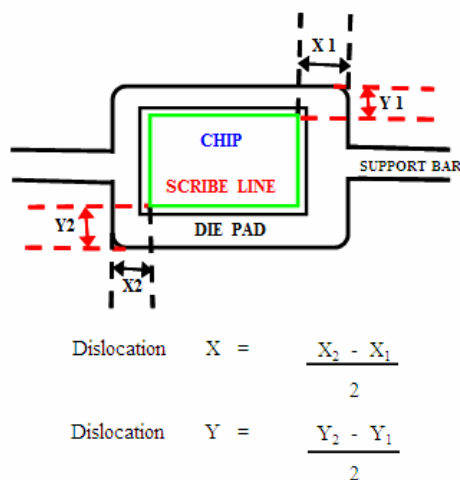
4.1 การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกระทบและการดำเนินการปรับปรุง

จากการศึกษาถึงกระบวนการใช้วัตถุดิบที่จะทำให้เกิดการสูญเสีย และได้ทำการวิเคราะห์ถึงสาเหตุต่างๆ จนได้ปัจจัยที่จะส่งผลกระทบต่อการทำ Lead frame ในกระบวนการผลิต Die Bond ซึ่งมีอยู่ 4 ปัจจัยหลักๆ และ 2 แนวทางการปรับปรุง ดังนี้คือ

4.1.1 ปัจจัยที่ 1 วิธีการ setup ใช้ Lead frame จำนวนมาก

วิธีการตั้งค่าเครื่องจักรในปัจจุบัน มีการตั้งค่าโดย คำนึงถึงตัวแปรที่มีผลต่อคุณภาพงาน ได้แก่ ค่าความเยื้องในแนว X-Y (X-Y Dislocation) และค่าการกระจายตัวของกาวประสาน (AG Paste distribution)

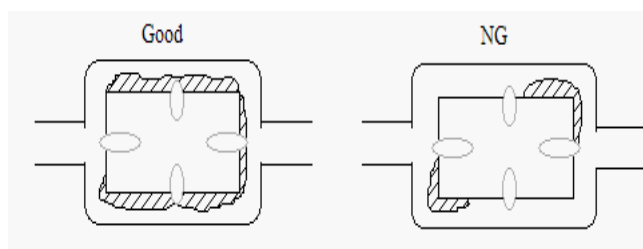
ค่าความเยื้องในแนว X-Y (X-Y Dislocation) มีข้อกำหนดต้องไม่เกิน 100 ไมครอน (Specification ≤ 100 um) และมีค่าการควบคุมน้อยกว่าหรือเท่ากับ 80 ไมครอน (Control ≤ 80 um) โดยมีวิธีการวัดค่าดังแสดงในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1

การวัดค่าความเยื้องในแนว X-Y

ค่าการกระจายตัวของกาวประสาน (AG Paste distribution) มีการควบคุมคุณลักษณะ คือ ต้องมีการประสาน (AG Paste) ออกมาด้านข้างชิพ (chip) ไม่น้อยกว่า 3 ใน 4 ด้าน ดังแสดงในภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2

ตัวอย่างงานดีและเสียจากคุณลักษณะการกระจายตัวของกาวประสาน (AG Paste)

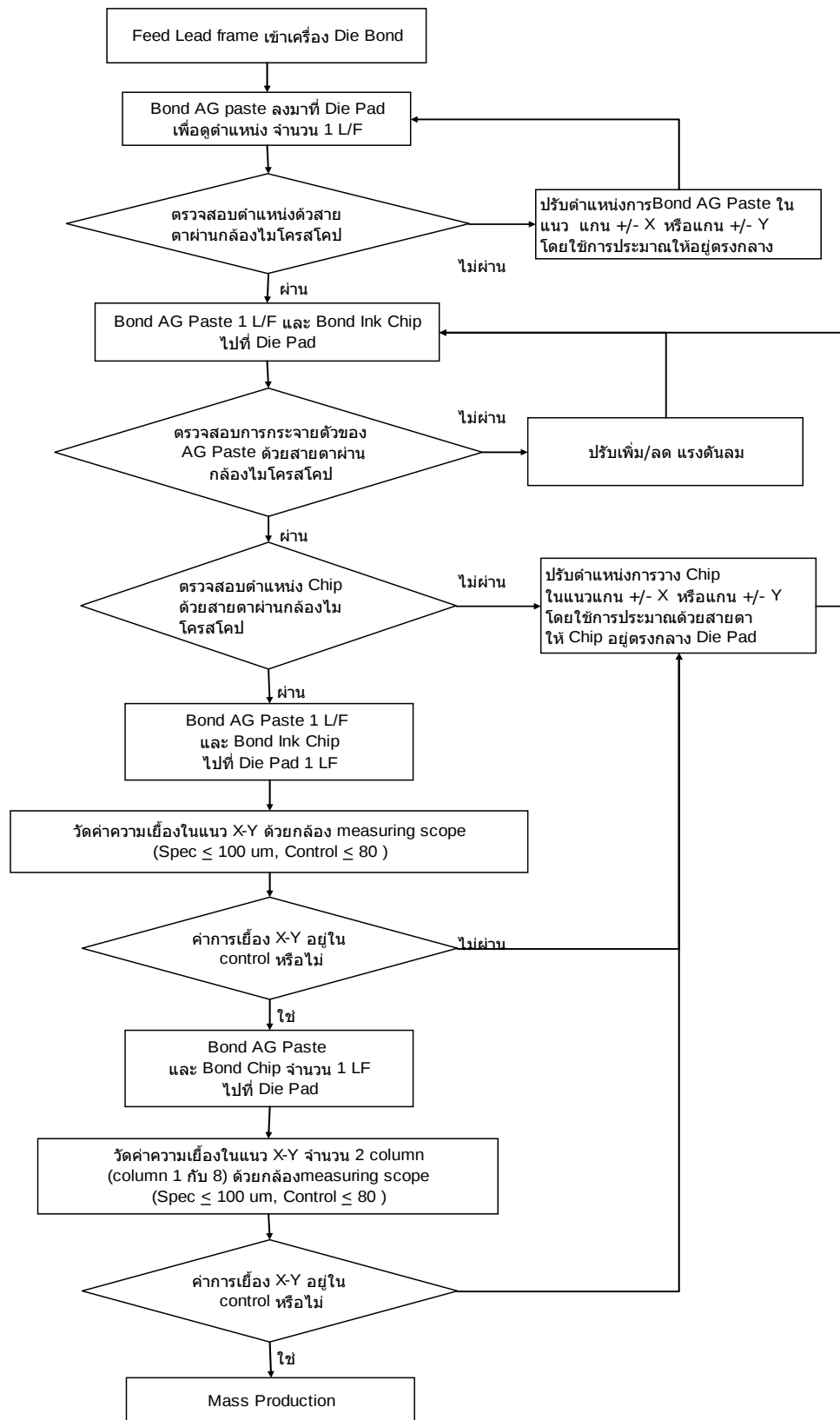
จากการวิเคราะห์ขั้นตอนการตั้งค่าเครื่องจักรพบว่า วิธีการตั้งค่าเครื่องจักรแบบเดิมนั้นใช้ มีขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการใช้ lead frame คือ การตั้งค่าตำแหน่งของการหยอดกาวประสาน (AG Paste) การปรับการกระจายตัวของกาวประสาน (AG Paste) และการปรับการวางชิพ ในแนวแกน X และแกน Y โดยการตั้งค่าแต่ละครั้งใช้ lead frame เดิมทุกตำแหน่งใน lead frame ทำให้สิ้นเปลือง จึงทำการปรับปรุงวิธีการโดยการลดจำนวนคอลัมน์ ในการตั้งค่าลง คือ

- การหยอดกาวประสาน (AG paste) ลงมาที่ตำแหน่งวางชิพ เพื่อดูตำแหน่ง ลดลงจากครั้งละ 1 Lead Frame เหลือครั้งละจำนวน 1 คอลัมน์ (1 Lead Frame มี 8 column)

- การหยอดกาวประสาน และการวางชิพดำ (Bond Ink Chip) จากเดิมหยอดครั้งละ 1 Lead frame ลดเหลือจำนวน 1 คอลัมน์ โดยใช้ Lead frame เดิมที่มี Die Pad ว่างที่เหลือใน Lead frame หรือกรณีไม่มี die pad ว่างให้ใช้ Lead Frame ใหม่ได้

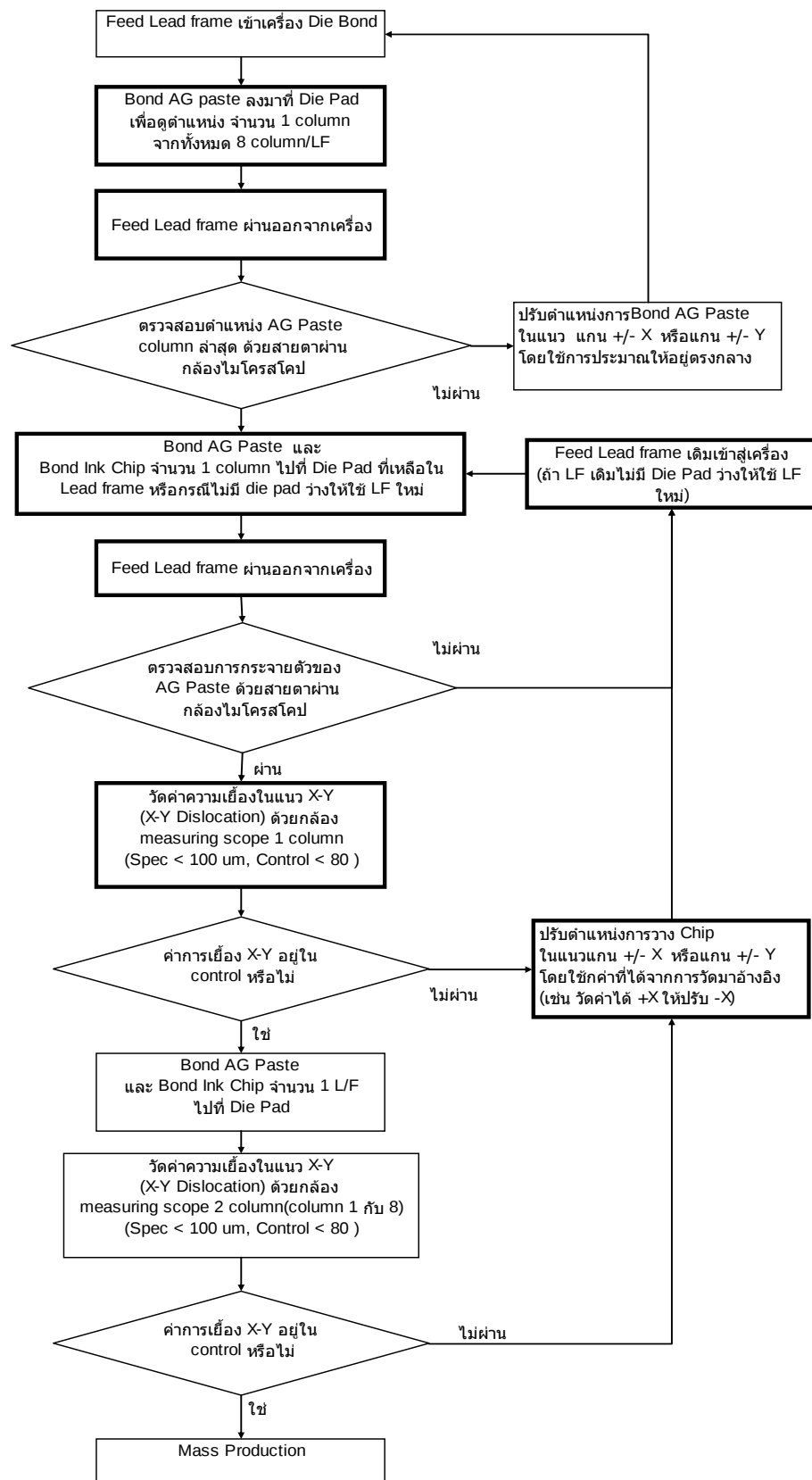
- ปรับตำแหน่งการวาง Chip ในแนวแกน $\pm X$ หรือแกน $\pm Y$ โดยใช้ค่าที่ได้จากการวัดมาอ้างอิง เช่น วัดค่าได้ $X = +20$ ไมครอน ให้ปรับไปทางด้าน $X = -20$ ไมครอน

ผลจากการปรับปรุงวิธีการดังที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ได้ผังการไหลของกระบวนการจากแบบปัจจุบันดังภาพที่ 4.3 เป็นแบบปรับปรุงดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.3

แผนผังขั้นตอนการตั้งค่าเครื่องจักร Die Bond ก่อนทำการปรับปรุง



ภาพที่ 4.4

แผนผังขั้นตอนในการตั้งค่าเครื่องจักร Die Bond หลังปรับปรุง

4.1.2 ปัจจัยที่ 2 Lead Frame ใช้ตั้งค่าได้ครั้งเดียว, ปัจจัยที่ 3 วิธีการตั้งค่าใช้ Lead Frame แล้วต้องทิ้ง และปัจจัยที่ 4 การใช้ LF จริงในการตั้งค่าเครื่องจักร

เนื่องจากปัจจุบันได้มีการใช้วัตถุดิบที่เป็น Lead Frame จริง ในการตั้งค่าการใช้งานของเครื่องจักรทำให้เมื่อใช้งานเสร็จแล้วต้องทิ้ง lead frame และ lead frame สามารถใช้ตั้งค่าได้ครั้งเดียว ส่งผลให้สูญเสีย lead frame ซึ่งมีต้นทุนค่อนข้างสูง เพื่อแก้ปัญหาทั้งสามปัจจัยนี้ จึงได้ทำการทดลองเพื่อหา วัสดุทดแทน lead frame โดยมีการดำเนินการ ดังนี้

(1) ทำการค้นหาข้อมูลและเปรียบเทียบด้านวัสดุทดแทนที่เป็นไปได้ โดยมีข้อจำกัดคือ ต้องมีราคาที่ถูกลงกว่า Lead frame ที่ใช้ในปัจจุบัน และต้องทดแทนแล้วไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ทำการหาวัสดุทดแทนซึ่งมีทางเลือกที่ได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1

แสดงทางเลือกในการหาวัสดุทดแทน

วัสดุ	ราคา/หน่วย (บาท)	ต้นทุนต่อหน่วย เทียบต่อการใช้ งานที่ 10,000 ครั้ง	การใช้งาน / การ ดำเนินการ
1. lead frame จริง	62	62	ใช้แล้วทิ้งทันที / สามารถเบิก จากสต็อกได้
2. Lead frame จริง เคลือบพลาสติกใส 0.125 mm	63	6.3 (ประเมินการใช้งาน 10 ครั้ง/LF)	สามารถใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 10 ครั้ง / นำ lead frame มา เคลือบพลาสติกใสใสชนิด บาง 0.125 mm
3. สิ่งทำ Lead frame Dummy แบบไม่ชุบ	(1-5000) 120 (>5000) 30	75	ใช้แล้วทิ้งทันที / สั่งซื้อโดยมี ขั้นต่ำครั้ง แรก 5000 LF

พลาสติกเคลือบ 125 micron ขนาด A4 1 pack 100 แผ่น ราคา 499 บาท เฉลี่ย 5 บาท/แผ่น แผ่นเคลือบ 1 แผ่น ใช้เคลือบ lead frame ได้ 5 LF ดังนั้น เฉลี่ย 1 LF ใช้แผ่นเคลือบ 1 บาท

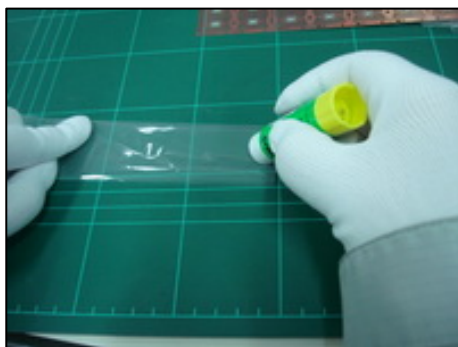
จากตารางเปรียบเทียบวัสดุทดแทน พบว่า การนำ Lead frame จริงมาเคลือบพลาสติกใสเป็นทางเลือกที่มีต้นทุนต่อหน่วยที่ต่ำที่สุดเมื่อเทียบต่อการใช้งาน จึงเลือกการนำ Lead frame จริงเคลือบพลาสติกใส 0.125 mm

(2) ดำเนินการนำ lead frame จริงมาเคลือบพลาสติกใสหนา 0.125 mm.

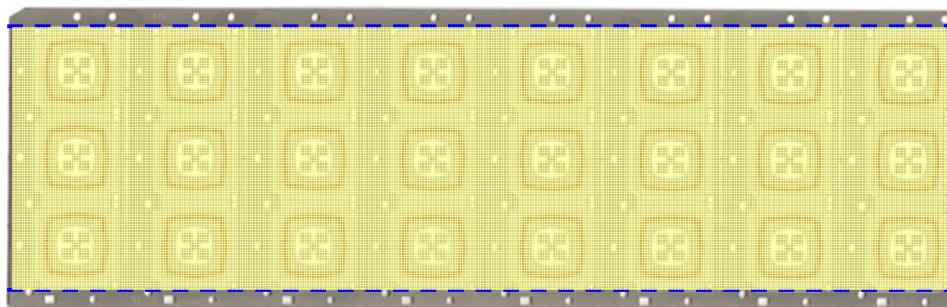
(2.1) ตัดแผ่นพลาสติกใสขนาด กว้าง 62 mm ยาว 220 mm.



(2.2) ทากาวที่แผ่นพลาสติกใส



(2.3) ติดแผ่นพลาสติกใสที่ lead frame โดยให้ขอบของแผ่นพลาสติกใส อยู่ในแนวขอบของ Outer Lead ตัวนอกสุด ทั้งบนและล่าง ดังรูป ส่วนบริเวณรูด้านนอกต้องเว้นไว้เพื่อสำหรับเครื่องจักรใช้เป็น Guide Pin.



(2.4) นำ Lead Frame ไปเคลือบด้วยเครื่องเคลือบพลาสติก



(2.5) นำไปจัดเก็บใน lead frame magazine พร้อมสำหรับนำไปใช้งาน

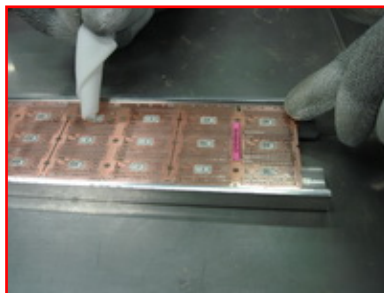


(3) การนำกลับมาใช้ใหม่โดยวิธีทำความสะอาดหลังใช้งานเสร็จ

(3.1) ใช้ Tweezers หยิบ Chip ออกให้หมด



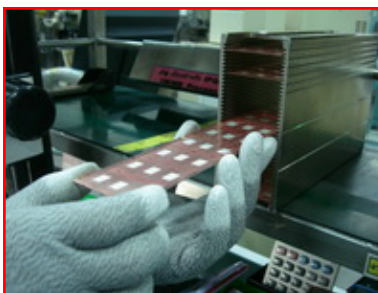
(3.2) นำผ้า Wiper ชุบ Alcohol เช็ด AG paste ออกให้หมด



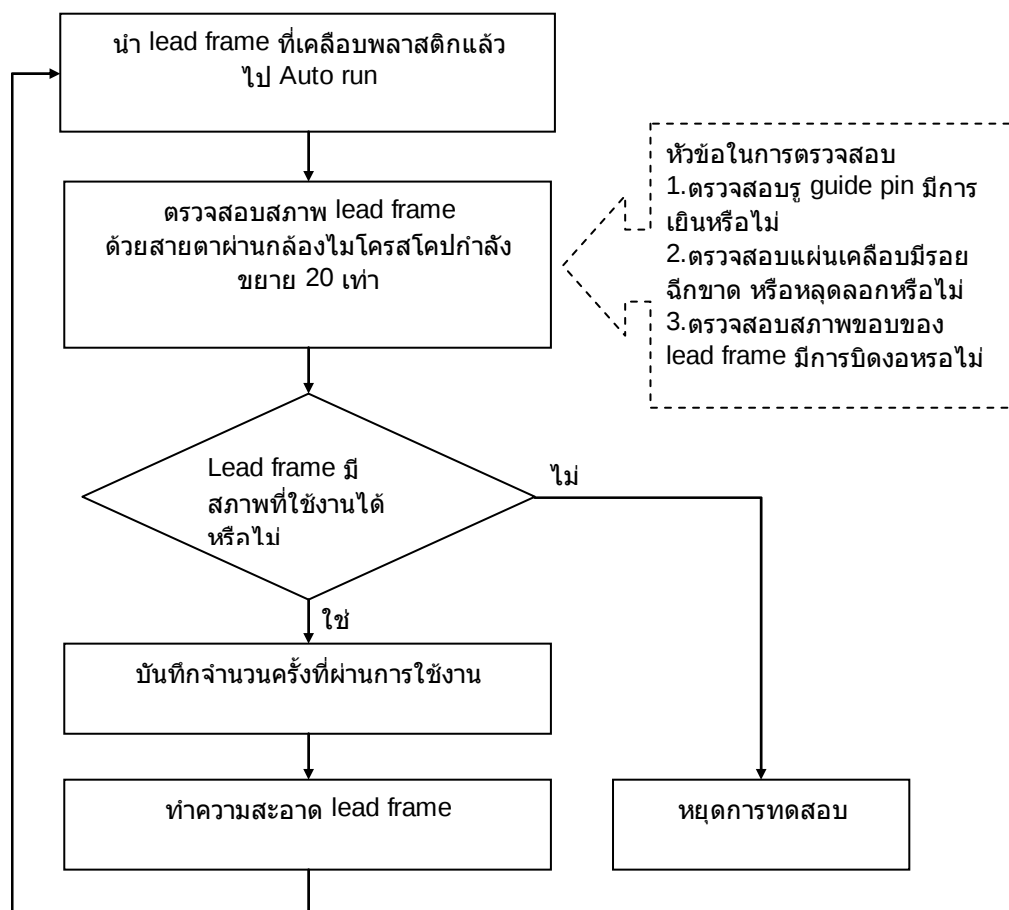
(3.3) ตรวจสอบด้วยสายตาผ่านกล้องไมโครสโคป 20x ว่ามีเนื้อ Die bond paste ติดอยู่หรือไม่



(3.4) นำไปเก็บยังที่จัดเก็บ พร้อมสำหรับการใช้งาน



(4) ทดสอบหาอายุการใช้งาน (จำนวนครั้งที่สามารถใช้งานได้) โดยมีขั้นตอนการทดสอบหาอายุการใช้งาน Lead frame ทดสอบดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5

แสดงขั้นตอนการทดสอบหาอายุการใช้งาน Lead frame

ตารางที่ 4.2

ผลการทดสอบหาอายุการใช้งาน Lead frame เคลือบฟิล์ม

	ครั้งที่ใช้งาน														
Sample	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
6	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
7	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
8	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
9	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
10	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
11	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
12	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
13	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
14	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
15	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
16	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
17	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
18	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
19	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
20	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ครั้งที่ใช้งาน														
Sample	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Total	สาเหตุที่เสีย			
1	○	○	○	○	X						20	รู guide pin มีการเยิน			
2	○	○	X								18	รู guide pin มีการเยิน			
3	○	X									17	รู guide pin มีการเยิน			
4	○	○	○	○	○	○	X				22	รู guide pin มีการเยิน			
5	○	○	○	○	X						20	รู guide pin มีการเยิน			
6	○	○	○	○	X						20	รู guide pin มีการเยิน			
7	○	○	○	X							19	รู guide pin มีการเยิน			
8	○	○	○	○	○	○	X				22	รู guide pin มีการเยิน			
9	○	○	○	○	○	○	○	○	X		24	รู guide pin มีการเยิน			
10	○	○	○	○	○	X					21	รู guide pin มีการเยิน			
11	○	○	○	X							19	รู guide pin มีการเยิน			
12	○	X									17	รู guide pin มีการเยิน			
13	○	○	○	X							19	รู guide pin มีการเยิน			
14	○	○	○	○	X						20	รู guide pin มีการเยิน			
15	○	○	○	○	○	X					21	รู guide pin มีการเยิน			
16	○	○	○	○	X						20	รู guide pin มีการเยิน			
17	○	○	○	○	○	○	○	X			23	รู guide pin มีการเยิน			
18	○	○	X								18	รู guide pin มีการเยิน			
19	○	○	○	○	○	X					21	รู guide pin มีการเยิน			
20	○	○	○	○	○	○	○	○	X		24	รู guide pin มีการเยิน			

One-Sample T: Lead frame Usage test

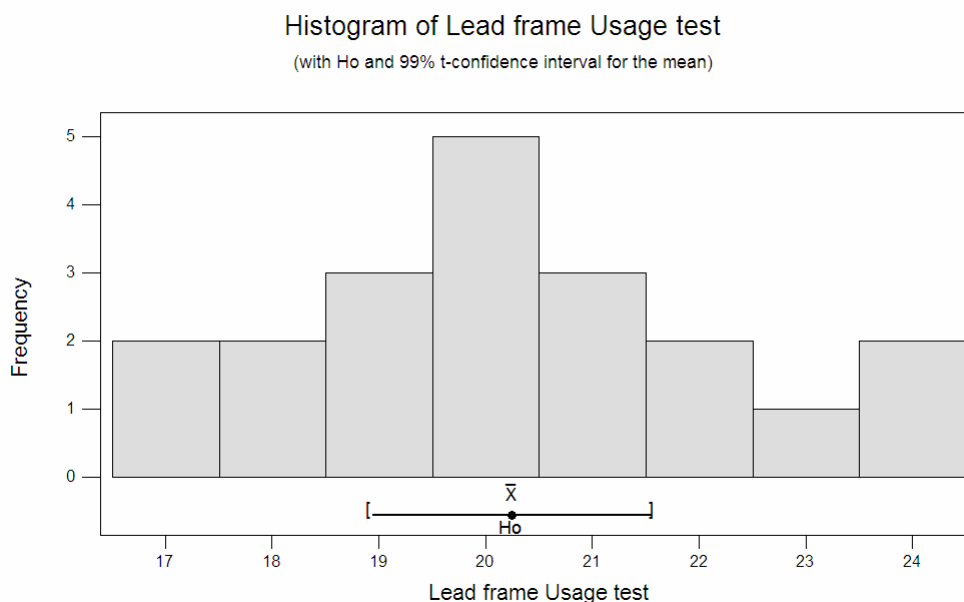
Test of $\mu = 20.25$ vs $\mu \neq 20.25$

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean
Lead frame U	20	20.250	2.049	0.458

Variable	99.0% CI	T	P
Lead frame U	(18.939, 21.561)	0.00	1.000

ภาพที่ 4.6

แสดงผลการคำนวณ T-Test หาอายุการใช้งาน Lead frame



ภาพที่ 4.7

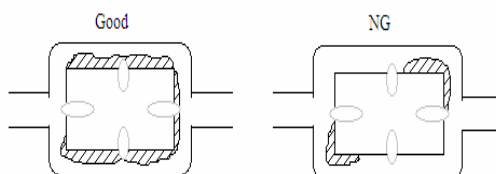
แสดงฮิสโตแกรมของจำนวนครั้งการใช้งาน Lead frame

จากผลการตรวจสอบ Lead frame ในตารางที่ 4.1 นำหลักการการคำนวณเชิงสถิติเพื่อหาระยะเวลาการใช้งาน โดยการทดสอบทางสถิติครั้งนี้ได้ใช้การทดสอบแบบ T-Test และใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์มาช่วยคำนวณ ซึ่งผลที่ได้คือ Lead frame จะเริ่มเสียหายที่ Lead frame ที่ 18.939 ถึง 21.561 ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 4.6 และภาพที่ 4.7 ดังนั้น อายุการใช้งานของ lead frame ที่ยังไม่เกิดความเสียหายเท่ากับ 18 ครั้ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ จึงกำหนดจำนวนครั้งในการใช้งานซ้ำคือ 18 ครั้ง

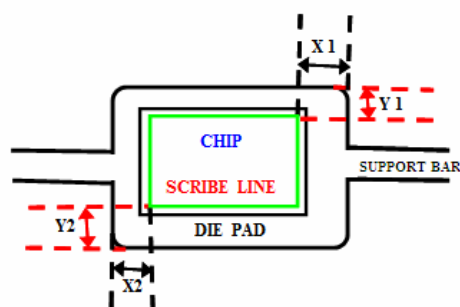
4.1.3 ทดลองนำการปรับปรุงทั้ง 2 ด้าน ไปทดสอบใช้งาน

เป็นการทดลองนำวิธีการการปรับปรุงทั้ง 2 ด้าน คือ วิธีการตั้งค่าเครื่องจักร และการใช้ Lead frame เคลือบพลาสติกใสแทน Lead frame จริง ไปทดสอบใช้งาน โดยวิเคราะห์ผลในด้านคุณภาพของกระบวนการผลิต ซึ่งมีตัวแปรที่สำคัญคือ

(1) การตรวจสอบการกระจายตัวของกาวประสาน (AG Paste) มีการควบคุมคุณลักษณะ คือ ต้องมีกาวประสาน (AG Paste) ออกมาด้านข้าง chip ไม่น้อยกว่า 3 ใน 4 ด้าน ซึ่งผลที่ได้จะเป็นข้อมูลแบบ attribute การตรวจสอบจะใช้การตรวจผ่านกล้องไมโครสโคปที่กำลังขยาย 20 เท่า ซึ่งเกณฑ์การตัดสินใจงานเป็นดังภาพประกอบด้านล่างนี้



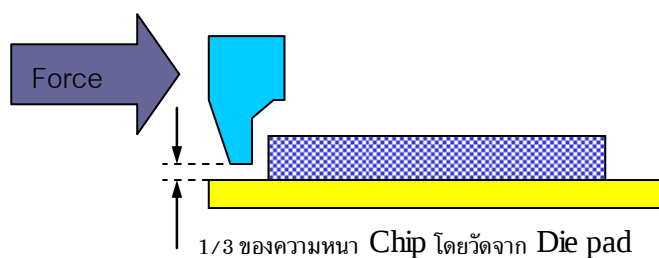
(2) ค่าการเยื้องในแนว X-Y (X-Y Dislocation) คือ ค่าการวาง Chip บน Pallet ของ Lead Frame ที่เยื้องออกไปจากตำแหน่งศูนย์กลางดังตัวอย่างในภาพข้างล่าง (Specification X, Y < 100 um) โดยจะเลือกค่า X หรือ Y ค่าใดค่าหนึ่งมากกว่ามาเทียบกับข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์



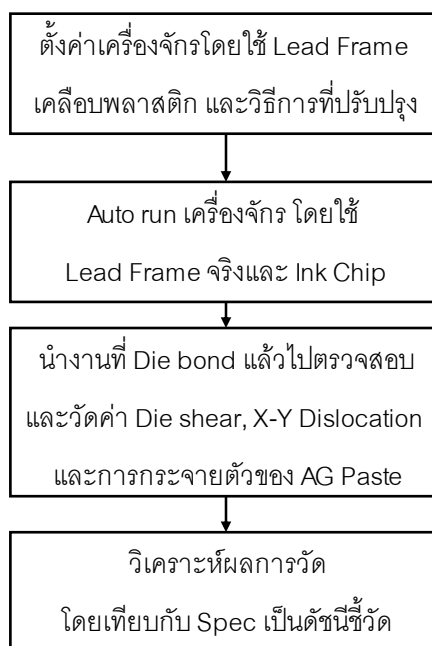
$$\text{Dislocation } X = \frac{X_2 - X_1}{2}$$

$$\text{Dislocation } Y = \frac{Y_2 - Y_1}{2}$$

(3) การทดสอบค่า Die Shear จะทำโดย Die Shear Tester machine โดยค่า Die Shear เป็นตัวแปรที่บ่งบอกถึงความสามารถในการยึดติดระหว่าง Chip กับ Die Pad โดยมี Specification คือ มากกว่าหรือเท่ากับ 0.8 Kgf.



(4) แนวทางการทดสอบการนำวิธีการปรับปรุงทั้ง 2 ด้าน โดยมีแนวทางดังภาพที่ 4.8 โดยการทดลองใช้ตัวอย่าง 40 Lead Frame



ภาพที่ 4.8

แนวทางการทดสอบการนำวิธีการปรับปรุงทั้ง 2 ด้าน

(5) ผลที่ได้จากการตรวจสอบการกระจายตัวของกาวประสาน (AG Paste distribution) จำนวน 40 L/F โดยการตรวจสอบ 100%

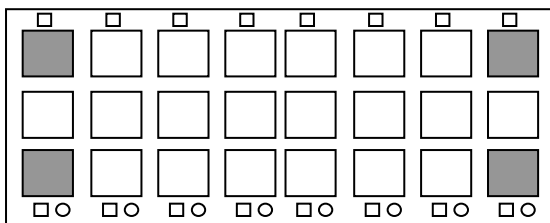
ตารางที่ 4.3

ผลทดสอบการกระจายตัวของ AG Paste

Lead Frame No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
จำนวนงาน(IC)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
GOOD	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
NG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Lead Frame No	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
จำนวนงาน(IC)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
GOOD	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
NG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Lead Frame No	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
จำนวนงาน(IC)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
GOOD	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
NG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Lead Frame No	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
จำนวนงาน(IC)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
GOOD	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
NG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
											TOTAL
											240
											240
											0

จากตารางที่ 4.2 ผลการตรวจสอบพบว่าไม่มีงานเสียที่เกิดจากการกระจายตัวของกาวประสาน (AG Paste) ผิดปกติ ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า การตั้งค่าเครื่องจักรโดยใช้ Lead Frame ที่เคลือบพลาสติก ไม่ส่งผลต่อการกระจายตัวของกาวประสาน (AG paste)

(6) ผลที่ได้จากการทดสอบ X-Y Dislocation จำนวน 40 L/F วัดค่า lead frame ละ 4 ตัวอย่าง โดยมีตำแหน่งการวัดค่าความเอียงในแนว X-Y ดังแสดงในภาพที่ 4.7 และผลการวัดค่าการเอียงในแนวแกน X-Y (X-Y Dislocation) ดังตารางที่ 4.3



ภาพที่ 4.9

แสดงตำแหน่งการวัดค่าความเค้นในแนว X-Y

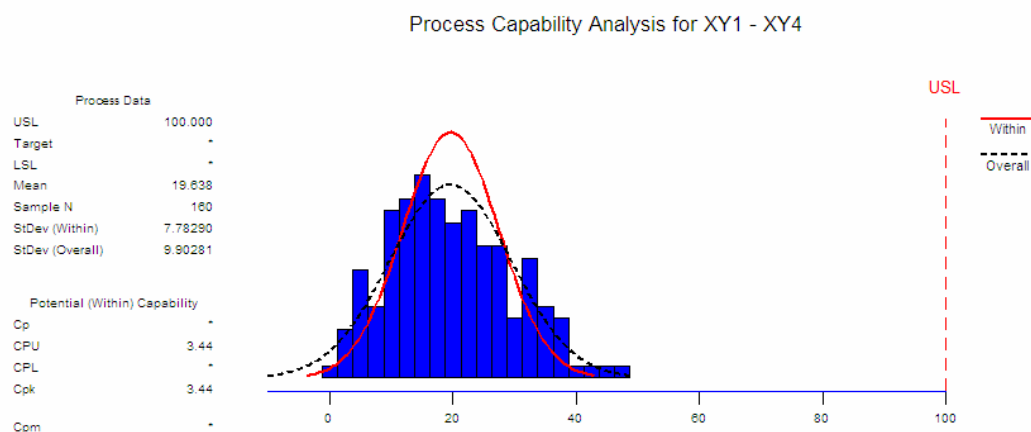
ตารางที่ 4.4

แสดงผลการวัดค่าการเค้นในแนวแกน X-Y (X-Y Dislocation)

L/F No.	ตำแหน่งการวัด			
	1	2	3	4
1	25.50	39.50	30.50	38.50
2	16.00	19.00	20.00	17.00
3	28.50	13.00	15.50	34.00
4	25.00	21.00	16.50	11.50
5	23.00	18.00	27.50	11.50
6	11.50	11.00	26.00	27.50
7	37.50	23.50	25.50	20.00
8	9.00	13.50	21.00	15.50
9	32.00	11.50	14.00	15.50
10	29.50	32.50	18.00	19.00
11	14.00	21.50	19.50	13.00
12	33.50	38.50	43.00	46.00
13	19.50	10.00	22.50	17.00
14	16.50	17.00	34.50	14.50
15	6.00	14.50	23.50	27.50
16	1.00	16.50	14.00	18.50
17	11.00	25.00	17.50	12.00
18	16.50	23.50	25.00	22.00
19	9.50	9.00	17.50	9.00
20	18.50	29.00	32.50	32.50

L/F No.	ตำแหน่งการวัด			
	1	2	3	4
21	33.00	32.00	34.50	38.00
22	2.50	7.50	7.50	47.00
23	13.50	7.00	16.00	13.00
24	6.50	11.00	25.50	5.00
25	5.00	14.00	15.50	10.50
26	5.50	5.50	26.50	6.00
27	3.00	7.00	28.50	10.50
28	29.50	35.50	23.50	35.00
29	24.50	25.00	26.50	20.00
30	19.00	27.00	14.00	16.00
31	5.00	13.00	33.00	27.00
32	32.00	34.00	22.50	12.50
33	22.00	30.00	21.50	15.50
34	28.00	32.00	14.50	37.00
35	23.00	11.50	2.00	26.50
36	12.50	22.50	9.50	6.50
37	15.00	20.50	22.00	17.50
38	6.000	5.000	9.500	25.000
39	11.000	10.500	25.500	20.500
40	11.500	3.500	20.000	16.500

จากผลการวัดค่าในตารางที่ 4.3 โดยเทียบกับข้อกำหนดและเส้นควบคุมแล้ว ผลลัพธ์คือการวัดค่าการเยื้องในแนวแกน X-Y (X-Y Dislocation) ผ่านข้อกำหนดและเส้นควบคุมทั้งหมดทุกค่า โดยปกติแล้วตัวแปรนี้ไม่ได้มีการควบคุมด้วยกระบวนการทางสถิติ (Statistical Process Control, SPC) แต่ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการคำนวณหาความสามารถของกระบวนการ (Process capability, Cpk) ด้วยเพื่อตรวจสอบความสามารถของกระบวนการ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปช่วยในการคำนวณหา Cpk ซึ่งผลที่ได้คือ $Cpk = 3.44$ ซึ่งมีค่ามากกว่า 1.67 แสดงถึงกระบวนการมีประสิทธิภาพ โดยเทียบกับข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ (Specification) ≤ 100 ไมครอน



ภาพที่ 4.10

แสดง Process capability analysis ของค่า X-Y Dislocation

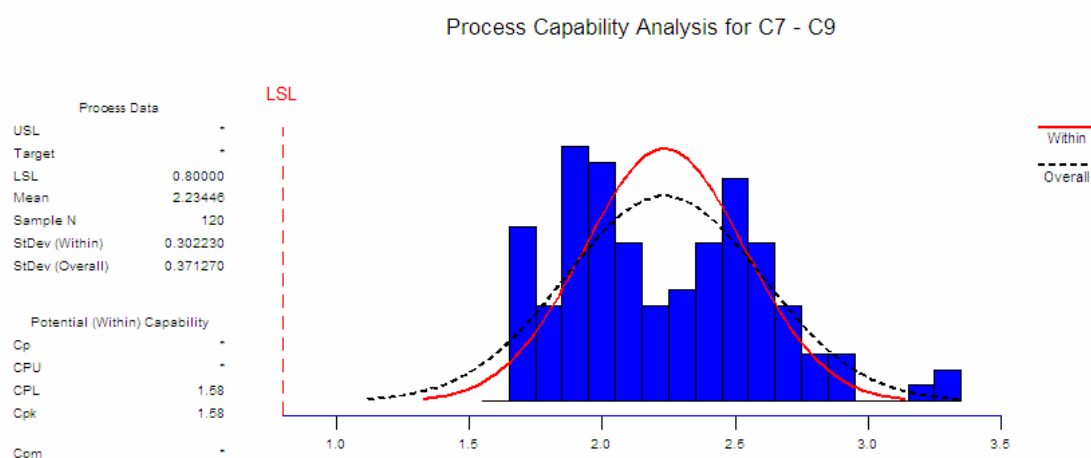
(7) ผลที่ได้จากการทดสอบการวัดค่า Die Shear การทดสอบจะทดสอบ โดยสุ่มใน lead frame จำนวนตัวอย่าง lead frame ละ 3 ICs โดยสุ่มทั้งหมด 40 Lead frame ซึ่งมีการสุ่มการวัดค่า Die Shear แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.5
แสดงผลการวัดค่าการทดสอบ Die Shear

Sample No.	IC1	IC2	IC3	Sample No.	IC1	IC2	IC3
1	2.590	3.347	3.252	21	1.946	2.369	2.136
2	1.728	2.131	2.271	22	1.728	1.849	1.935
3	2.814	2.480	2.309	23	2.060	2.361	2.531
4	2.631	1.716	2.125	24	2.699	2.527	1.902
5	1.669	2.312	1.986	25	2.346	2.523	2.463
6	2.597	2.352	3.195	26	1.864	1.896	1.980
7	2.490	2.691	2.606	27	2.944	2.299	1.730
8	1.727	2.248	2.451	28	2.209	1.832	2.380
9	2.621	1.719	2.682	29	2.411	2.465	2.024
10	2.764	2.248	2.355	30	1.980	2.113	1.752
11	2.378	2.034	2.060	31	1.828	2.093	2.557
12	2.483	2.454	2.029	32	1.851	1.862	1.892
13	2.005	1.968	2.421	33	1.917	2.008	1.735
14	1.996	2.014	2.575	34	1.890	1.791	1.976
15	2.131	1.862	1.971	35	2.480	2.868	2.151
16	1.704	1.899	1.960	36	2.732	2.627	2.532
17	2.678	2.164	1.887	37	2.907	2.626	2.260
18	1.737	1.917	2.509	38	1.701	2.579	2.416
19	1.852	2.762	2.438	39	2.532	2.349	2.708
20	1.953	1.816	1.899	40	2.167	2.059	2.124

จากผลการสุ่มวัดค่าในตารางที่ 4.4 โดยเปรียบเทียบกับข้อกำหนด(> 0.8 Kg.f) แล้วพบว่าค่า Die shear ผ่านข้อกำหนดทั้งหมดทุกค่า โดยปกติแล้วตัวแปรค่า Die shear นี้ไม่ได้มีการควบคุมด้วยกระบวนการทางสถิติ (Statistical process control, SPC) แต่ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำ

การคำนวณหาความสามารถของกระบวนการผลิต (Process capability, Cpk) ด้วย เพื่อตรวจสอบความสามารถของกระบวนการ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปช่วยในการคำนวณหาความสามารถของกระบวนการผลิต (Process capability, Cpk) ซึ่งผลที่ได้คือ $Cpk = 1.58$ ซึ่งมากกว่า 1.33 แสดงถึงกระบวนการมีประสิทธิภาพปานกลาง โดยเทียบกับข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ (Specification) ที่ต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.8 Kg.f



ภาพที่ 4.11

แสดง Process capability analysis ของค่า Die Shear

4.2 สรุปผล ก่อนและหลังการปรับปรุง

จากที่ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการดำเนินการทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงการใช้วัตถุดิบ Lead Frame อย่างต่อเนื่อง สามารถสรุปผลของการทิ้ง Lead frame ได้ดังตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6

แสดงปริมาณการทิ้ง Lead frame แยกประเภทก่อนและหลังการปรับปรุง

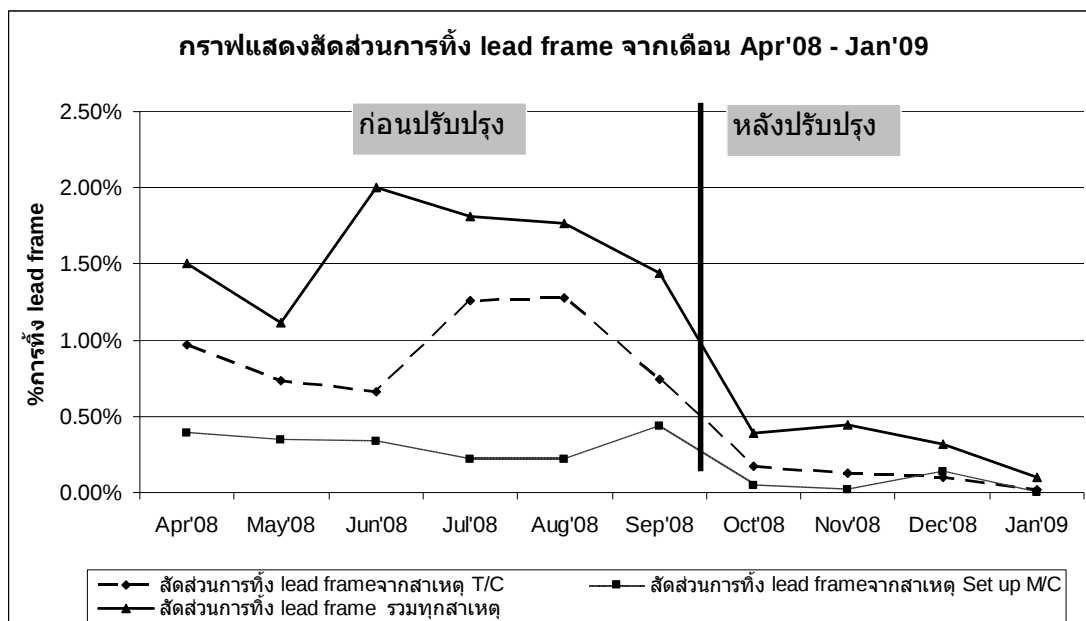
Lead Frame	ก่อนปรับปรุง					
Item	Apr'08	May'08	Jun'08	Jul'08	Aug'08	Sep'08
T/C (pcs)	160	146	105	170	175	103
Jamming(M/C Error)	18	2	141	24	15	31
Set up M/C (pcs)	64	68	53	29	30	60
M/C Down (pcs)	7	4	13	12	11	0
Others (pcs)	0	2	7	10	11	6
Total	249	222	319	245	242	200
% Material yield	98.50%	98.89%	98.00%	98.19%	98.23%	98.56%
Actual request (pcs)	16569	19922	15957	13533	13701	13901
Input(KIC)	431.99	460.89	392.40	319.00	312.00	320.00
%Target	99.45%	99.45%	99.45%	99.45%	99.45%	99.45%
Lead Frame	หลังปรับปรุง					
Item	Oct'08	Nov'08	Dec'08	Jan'09	Total	
T/C (pcs)	31	15	6	4	56	
Jamming(M/C Error)	13	4	1	0	18	
Set up M/C (pcs)	8	2	8	0	18	
M/C Down (pcs)	8	12	0	15	35	
Others (pcs)	9	19	4	0	32	
Total	69	52	19	19	159	
% Material yield	99.61%	99.55%	99.68%	99.90%	99.70%	
Actual request(pcs)	17,637	11,627	5,991	18,272	53,527	
Input(KIC)	400	228	162	50	840	
%Target	99.45%	99.45%	99.45%	99.45%		

ตารางที่ 4.7
แสดงปริมาณการทิ้ง Lead frame ก่อนและหลังการปรับปรุง

	ก่อนปรับปรุง						ค่าเฉลี่ย
เดือน	Apr'08	May'08	Jun'08	Jul'08	Aug'08	Sep'08	
สัดส่วนการทิ้ง lead frameจากสาเหตุ T/C	0.97%	0.73%	0.66%	1.26%	1.28%	0.74%	0.94%
สัดส่วนการทิ้ง lead frameจากสาเหตุ Set up M/C	0.39%	0.34%	0.33%	0.21%	0.22%	0.43%	0.32%
สัดส่วนการทิ้ง lead frame รวมทุกสาเหตุ	1.50%	1.11%	2.00%	1.81%	1.77%	1.44%	1.61%
	หลังปรับปรุง						ค่าเฉลี่ย
เดือน	Oct'08	Nov'08	Dec'08	Jan'09	Feb'09	Mar'09	
สัดส่วนการทิ้ง lead frameจากสาเหตุ T/C	0.18%	0.13%	0.10%	0.02%			0.11%
สัดส่วนการทิ้ง lead frameจากสาเหตุ Set up M/C	0.05%	0.02%	0.13%	0.00%			0.05%
สัดส่วนการทิ้ง lead frame รวมทุกสาเหตุ	0.39%	0.45%	0.32%	0.10%			0.31%

จากตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.6 สามารถสรุปได้ว่าสัดส่วนการทิ้ง lead frame จากสาเหตุ Type change และจากสาเหตุการตั้งค่าเครื่องจักร (Setup M/C) มีสัดส่วนที่ลดลงเหลือเท่ากับ 0.11% และ 0.05% ตามลำดับ นอกจากนี้สัดส่วนการทิ้งโดยรวมลดลงเหลือเท่ากับ 0.31%

พิจารณาภาพที่ 4.3 กราฟแสดงแนวโน้มสัดส่วนการทิ้ง Lead frame ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงผลคือ กราฟหลังการปรับปรุงมีแนวโน้มลดลงจากช่วงก่อนปรับปรุง แสดงให้เห็นว่าหลังการปรับปรุงมีผลลัพธ์ทางด้านสัดส่วนการทิ้ง lead frame ที่ดีขึ้น



ภาพที่ 4.12

กราฟแสดงแนวโน้มสัดส่วนการทิ้ง Lead frame ก่อนและหลังการปรับปรุง

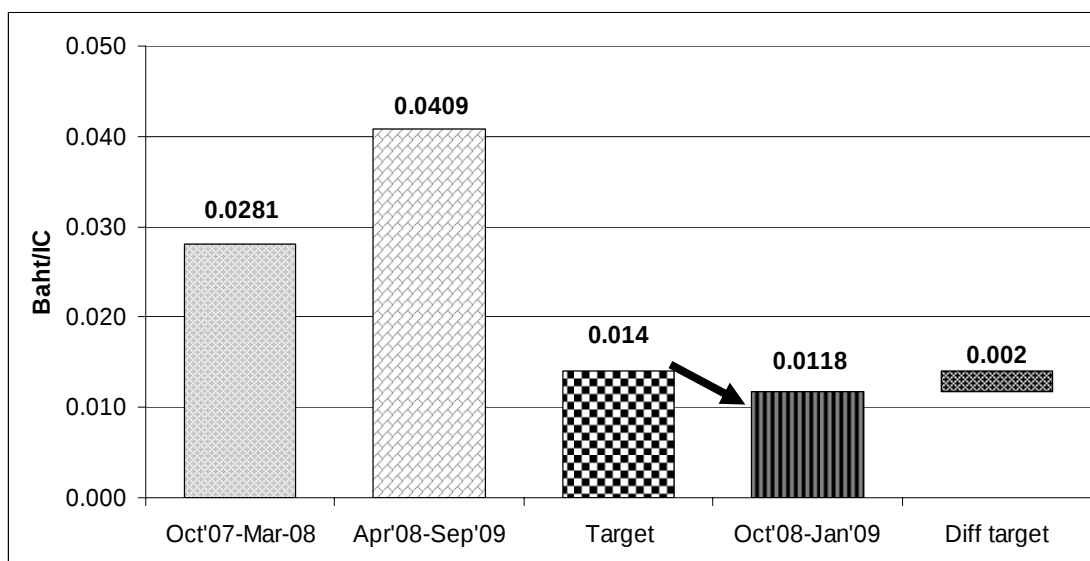
พิจารณาจากตารางที่ 4.7 เป็นการเปรียบเทียบต้นทุนที่เกิดขึ้นต่อหน่วยจากการทิ้ง Lead frame ก่อนและหลังการปรับปรุงสามารถสรุปผลได้ว่าต้นทุนที่เกิดจากการทิ้ง lead frame ต่อหน่วยลดลงจาก 0.0281 บาท/หน่วย ในช่วงเดือน ตุลาคม 2550 - มีนาคม 2551 และ 0.0409 บาท/หน่วย ในช่วงเดือนเมษายน-กันยายน 2552 เหลือ 0.0118 บาท/หน่วย ซึ่งบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ที่ 0.0140 บาท/หน่วย

ตารางที่ 4.8

เปรียบเทียบต้นทุนที่เกิดขึ้นต่อหน่วยจากการทิ้ง L/F ก่อนและหลังการปรับปรุง

สาเหตุที่สูญเสีย	จำนวน(LF)	ต้นทุน(62 B/ LF)	ส่งผลเกิดต้นทุนต่อ IC(B)
ช่วงเวลาก่อนปรับปรุง Oct'07-Mar-08			
Type Change	855	53010	0.0140
Set up M/C	592	36704	0.0097
Jamming (M/C Error)	144	8928	0.0024
M/C Down	85	5270	0.0014
Others	36	2232	0.0006
รวม	1712	106,144	0.0281
Actual request (pcs)	158531	Target	0.0140
Input(IC)	3776604		
ช่วงเวลาก่อนปรับปรุง Apr'08-Sep'09			
Type Change	859	53258	0.0238
Set up M/C	231	14322	0.0064
Jamming (M/C Error)	304	18848	0.0084
M/C Down	47	2914	0.0013
Others	36	2232	0.0010
รวม	1477	91,574	0.0409
Actual request (pcs)	93583		
Input(IC)	2236280		
ช่วงเวลาก่อนการปรับปรุง Oct'08-Jan'09			
Type Change	56	3528	0.0042
Set up M/C	18	1134	0.0014
Jamming (M/C Error)	18	1116	0.0013
M/C Down	35	2170	0.0026
Others	32	1984	0.0024
รวม	159	9,932	0.0118
Actual request (pcs)	53527	Target	0.0140
Input(IC)	838263		

พิจารณาภาพที่ 4.4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการทิ้ง Lead Frame ต่อหน่วย เปรียบเทียบระหว่างก่อน และหลังการปรับปรุงกระบวนการ และเป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยสรุปได้ว่า ต้นทุนที่สูญเสียจากการทิ้ง lead frame ต่อหน่วยก่อนการปรับปรุงเท่ากับ 0.0281 บาท/IC (ข้อมูลช่วงแรก) และ 0.0409 บาท/IC (ข้อมูลช่วงที่สอง) ลดลงเหลือเท่ากับ 0.0118 บาท/IC ซึ่งลดลงต่ำกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้คือ 0.014 บาท/IC โดยต่ำกว่าเป้าหมายเป็นจำนวน 0.002 บาท/IC



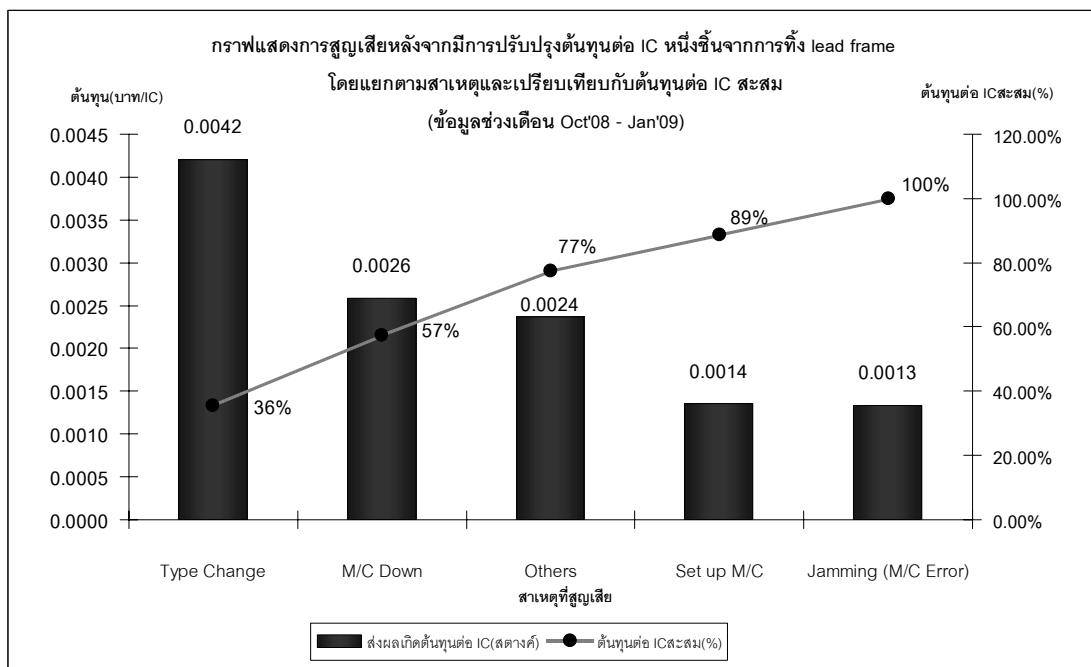
ภาพที่ 4.13

กราฟแสดงการเปรียบเทียบต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการทิ้ง Lead Frame ต่อหน่วย
เปรียบเทียบระหว่างก่อน และหลังการปรับปรุงกระบวนการ และเป้าหมายที่ตั้งไว้

จากการติดตามผลอย่างต่อเนื่อง หลังจากได้ทำการปรับปรุงกระบวนการใช้ Lead frame ที่กระบวนการผลิต Die Bond โดยการปรับวิธีการตั้งค่าเครื่องจักร การเปลี่ยนไปใช้วัสดุทดแทน ทำให้สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. ต้นทุนที่สูงสูญเสียจากการทิ้ง lead frame ต่อหน่วยลดลงจาก 0.0281 บาท/IC (ข้อมูลช่วงแรก) และ 0.0409 บาท/IC (ข้อมูลช่วงที่สอง) เป็น 0.0118 บาท/IC ซึ่งลดลงต่ำกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้คือ 0.014 บาท/IC โดยต่ำกว่าเป้าหมายเป็นจำนวน 0.002 บาท/IC
2. สัดส่วนการทิ้ง lead frame จากสาเหตุ T/C ลดลงจากช่วงเวลาก่อนหน้า จาก 0.94% เป็น 0.11 %
3. สัดส่วนการทิ้ง lead frame จากสาเหตุ Set up M/C ลดลงจากช่วงเวลาก่อนหน้า จาก 0.32% เป็น 0.05%
4. สัดส่วนการทิ้ง lead frame รวมทุกสาเหตุทั้งหมด ลดลงจากช่วงเวลาก่อนหน้า จาก 1.61% เหลือ 0.31%

4.3 ตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นหลังการปรับปรุง



ภาพที่ 4.14

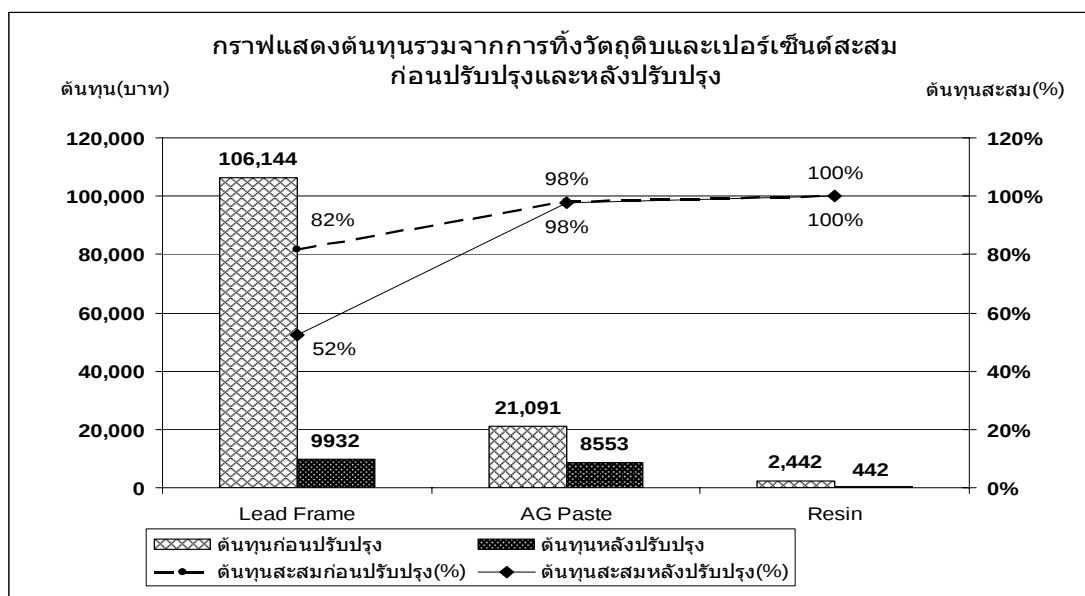
กราฟแสดงการวิเคราะห์แบบ Pareto เปรียบเทียบต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการทิ้ง Lead frame แต่ละสาเหตุ

ภาพที่ 4.5 แสดงการสรุปผลได้ว่าการปรับปรุงการทิ้ง lead frame จากสาเหตุ Type change และ สาเหตุ Setup M/C ผลที่ได้คือลำดับต้นทุนตาม pareto analysis ของสาเหตุการทิ้ง lead frame จากการ setup M/C เลื่อนจากลำดับ 2 เป็นลำดับที่ 4 โดยมีสัดส่วนประมาณ 12% ส่วนจากสาเหตุ Type change นั้นลำดับเป็นลำดับแรกเช่นเดิม แต่สัดส่วนลดลงจากเดิม 49% เป็น 36%

ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงผลเปรียบเทียบต้นทุนที่เกิดขึ้นกับวัตถุดิบชนิดอื่นๆ ที่แสดงถึงสัดส่วนต้นทุนที่เกิดจากการทิ้งวัตถุดิบ 3 ชนิด ได้แก่ Lead frame, AG Paste และ Resin ซึ่งก่อนปรับปรุงสัดส่วนของต้นทุนที่เกิดจากการทิ้ง Lead frame สูงถึง 82% แต่หลังจากปรับปรุงแล้วลดลงเหลือ 52% โดยประมาณ

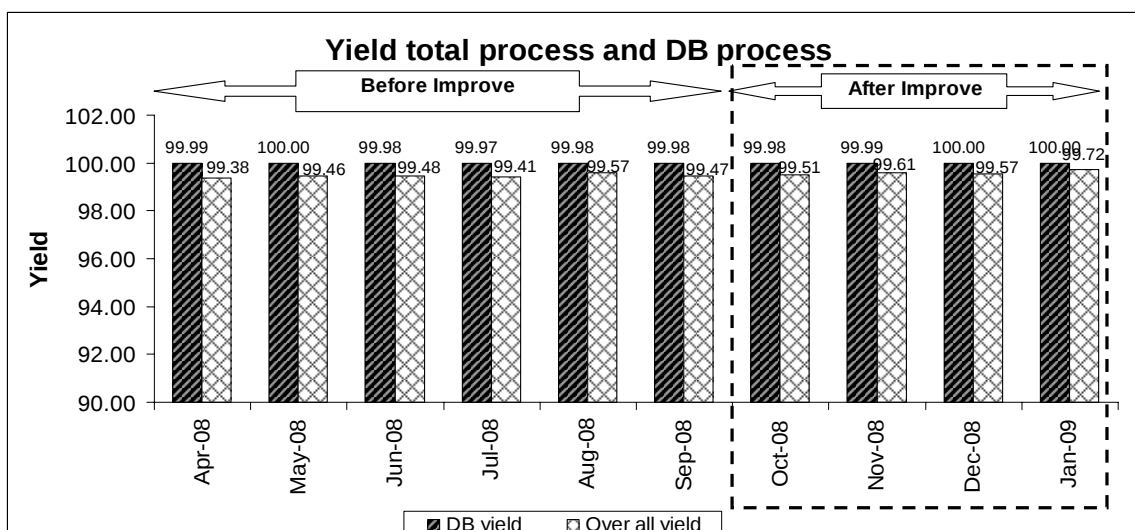
ภาพที่ 4.7 กราฟแสดงผลของ Product Yield ของกระบวนการผลิต Die Bond และ Overall yield สรุปได้ Product Yield ของกระบวนการผลิต Die Bond และ Overall yield ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง ไม่มีความแตกต่างกัน นั้นแสดงว่าการปรับปรุงกระบวนการใช้ lead frame

ในเรื่องของการเปลี่ยนการใช้ lead frame จริงในการตั้งค่าเครื่องจักรมาเป็นการใช้ lead frame เคลือบพลาสติกใส ไม่ส่งผลกระทบต่อ Product yield ของกระบวนการผลิต Die Bond และ Overall yield.



ภาพที่ 4.15

กราฟแสดงผลเปรียบเทียบต้นทุนที่เกิดขึ้นกับวัตถุดิบชนิดอื่นๆ



ภาพที่ 4.16

กราฟแสดงผลของ Product Yield ของกระบวนการผลิต Die Bond และ Overall yield