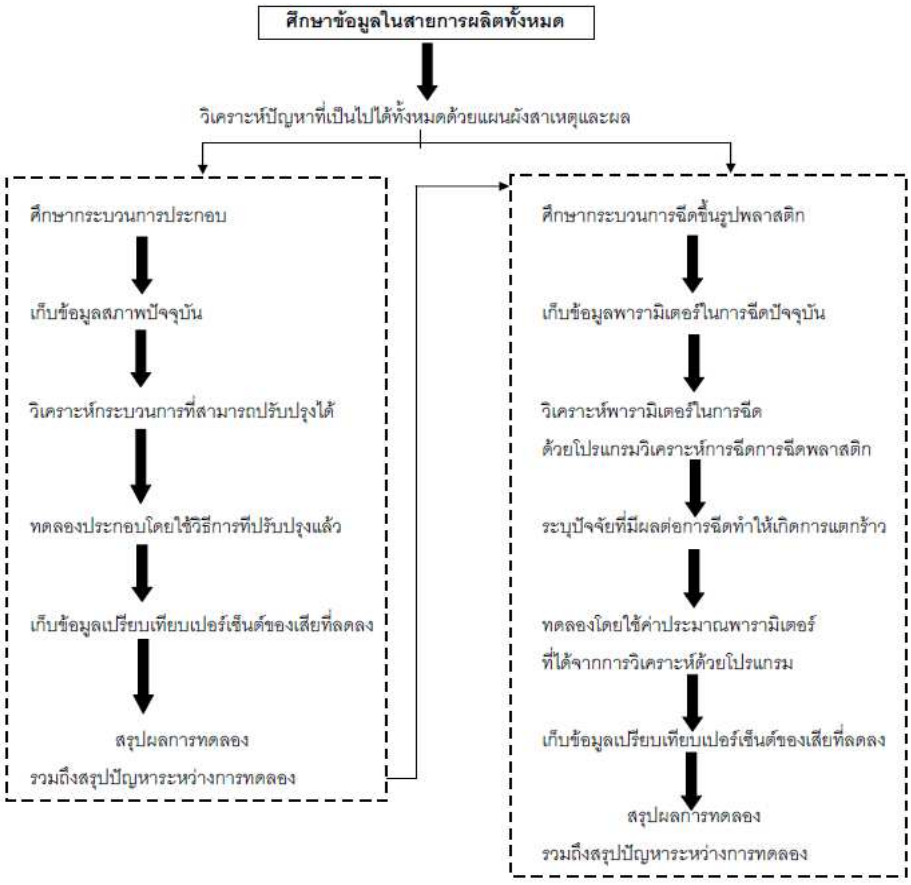
บทที่ 3

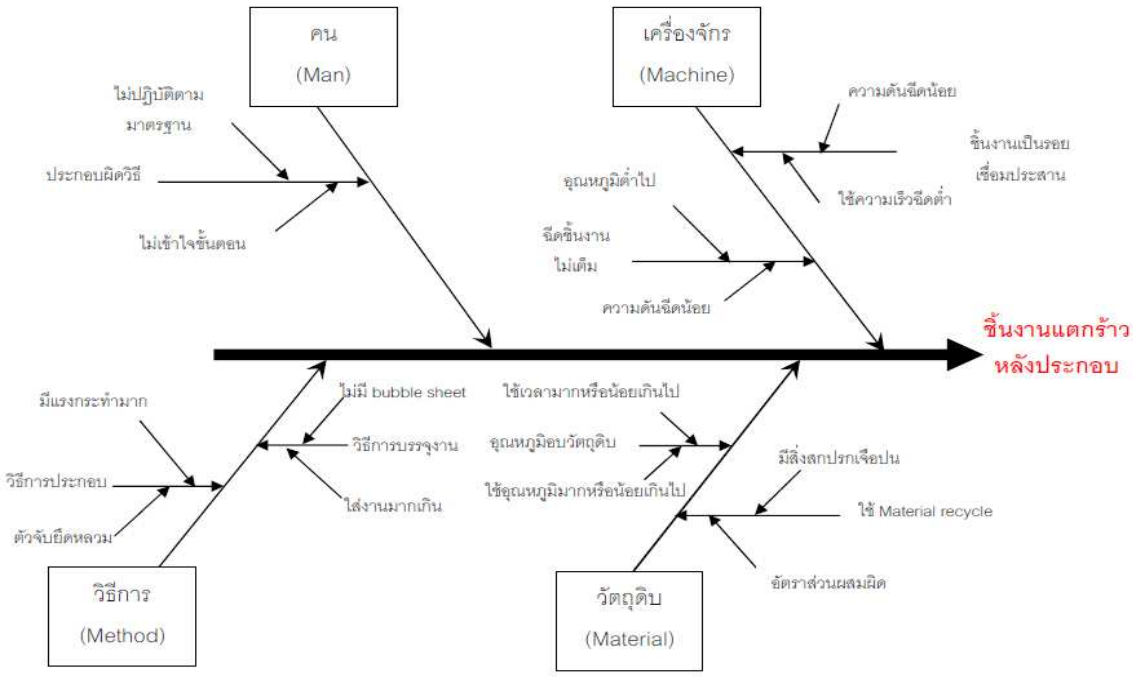
วิธีดำเนินงานวิจัย

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองนี้ เป็นการศึกษาเรื่อง “การลดปัญหาชิ้นงานแตกร้าวของอุปกรณ์เชื่อมต่อสำหรับโทรศัพท์มือถือหลังกระบวนการประกอบ ” ซึ่งทำให้เกิดของเสียเป็นจำนวนมาก และมีคุณภาพต่ำลง โดยทั้งนี้จะศึกษาถึงขั้นตอนกระบวนการประกอบของอุปกรณ์เชื่อมต่อ กระบวนการฉีด ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการฉีด ออกแบบการทดลอง วิเคราะห์ผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง และนำผลที่ได้มากำหนดมาตรฐานการผลิตขึ้นใหม่

เพื่อให้การศึกษาบรรลุตามวัตถุประสงค์และขอบเขตการศึกษา ผู้วิจัยจำเป็นต้องทำการศึกษาเพื่อเก็บข้อมูล และทำการทดลองเพื่อนำข้อมูลมาสรุปงานวิจัย โดยแสดงได้ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1
ลำดับขั้นตอนการวิจัย



ภาพที่ 3.2

การวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนแผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

3.1 การวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดปัญหาชิ้นงานแตกร้าวหลังการประกอบ

จากแผนภาพสาเหตุและผลผู้วิจัยได้วิเคราะห์เพื่อหาแนวทางแก้ไขแล้วมีข้อสรุปว่า

3.1.1 สาเหตุจากเครื่องจักร (Machine)

3.1.1.1 ชิ้นงานเป็นรอยเชื่อมประสาน สาเหตุอาจเกิดได้จากเงื่อนไขการฉีดที่ใช้ความดันฉีดน้อยเกินไป หรือการใช้ความเร็วในการฉีดต่ำเกินไป

3.1.1.2 ฉีดชิ้นงานไม่เต็มสาเหตุอาจเกิดจากใช้ความดันในการฉีดน้อยเกินไป หรือการตั้งอุณหภูมิในกระบอกฉีดและแม่พิมพ์ต่ำเกินไป

3.1.2 สาเหตุจากคน (Man)

3.1.2.1 พนักงานยังไม่มีความเข้าใจในขั้นตอนกระบวนการประกอบ ในเรื่องของจุดสำคัญต่างๆ ที่อาจมีผลกระทบต่อชิ้นงาน

3.1.3 **สาเหตุจากวัตถุดิบ** (Material)

3.1.3.1 อุณหภูมิอบวัตถุดิบ สาเหตุอาจเกิดจากการใช้อุณหภูมิในการอบวัตถุดิบที่ต่ำเกินไป หรือสูงเกินไป และรวมไปถึงเวลาในการอบวัตถุดิบที่อาจใช้มากหรือน้อยเกินไป

3.1.3.2 ใช้วัตถุดิบ Recycle สาเหตุอาจเกิดจากการผสมระหว่างวัตถุดิบใหม่และวัตถุดิบเก่าในอัตราส่วนที่ไม่ถูกต้อง หรืออาจมีสิ่งสกปรกเจือปนกับวัตถุดิบ

3.1.4 **สาเหตุจากวิธีการ** (Method)

3.1.4.1 วิธีการประกอบ สาเหตุอาจเกิดจากมีแรงมากระทำกับตัวชิ้นงาน (Block) มากเกินไป เช่นแรงในการตอกย้ำคอนแท็ค หรือตัวจับยึดชิ้นงานหลวม ชิ้นงานสามารถขยับตัวได้

3.1.4.2 วิธีการบรรจุงาน สาเหตุอาจเกิดจากการใส่จำนวนชิ้นงานมากเกินทำให้ชิ้นงานอัดตัวกันแน่นจนทำให้เกิดแตกร้าวได้ และการไม่ใส่แผ่นฟองอากาศรองชิ้นงานจากการเข้าไปศึกษาทุกกระบวนของการผลิต

จากการที่ผู้วิจัยเข้าไปตรวจสอบชิ้นงานที่เกิดการแตกร้าวพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดชิ้นงานแตกร้าวมากที่สุด ได้แก่ สาเหตุจากชิ้นงานที่เป็นรอยเชื่อมประสาน (Weld line) โดยลักษณะที่เกิดขึ้น ชิ้นงานจะแตกบริเวณซ้ำๆ กันตรงส่วนที่เป็นรอยเชื่อมประสาน

อย่างไรก็ตามยังมีชิ้นงานเป็นจำนวนมากที่เป็นรอยเชื่อมประสานนี้ เพราะมีการผลิตออกมาจากแผนกฉีด (Molding Production) อีกเป็นจำนวนมากจึงต้องมีการหาวิธีการประกอบที่สามารถลดแรงกระทำ เพื่อช่วยให้ชิ้นงานเกิดการแตกร้าวลดลงได้ หรือให้เกิดน้อยที่สุด

ดังนั้น ผู้วิจัยจะทำการเลือกแก้ปัญหาปรับปรุงใน 2 หัวข้อ ได้แก่

1. วิธีการประกอบ (Assembly Method)
2. กระบวนการฉีดพลาสติก (Injection Molding)

3.2 **ศึกษากระบวนการประกอบ** (Assembly Process)

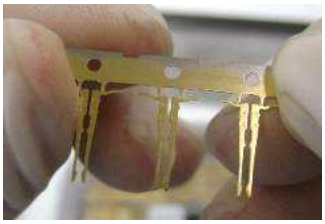
ทุกขั้นตอนของการประกอบเป็นอุปกรณ์เชื่อมต่ออิเล็กทรอนิกส์ในสภาพปัจจุบัน ตั้งแต่เริ่มต้นจนจบขั้นตอนสุดท้ายที่เป็นงานพร้อมส่งไปยังลูกค้าซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

3.2.1 **ขั้นตอนการใส่คอนแท็คขายาว** (Contact L)

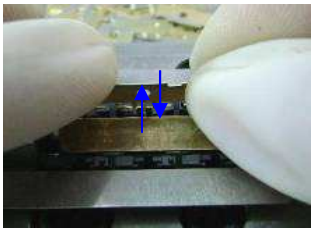
เริ่มจากการใส่บล็อกลงไปในจิ๊ก โดยหันปุ่มสลักเล็ก เข้าหาตัว แล้วใส่บล็อกให้ลงร่องของจิ๊กให้ครบ 3 ชิ้น วางแผ่นเหล็ก (Plate) ลงบนจิ๊ก โดยวางแผ่นเหล็กให้ลงสลักของจิ๊ก และต้องมองเห็นช่องใส่ ของ "L" คอนแท็ค ได้ชัดเจน ตรวจสอบ "L" คอนแท็ค และใส่ลงในร่อง พร้อมกับหักคาริเออร์ (Carrier) โดยหันรอยบุ๋มของคอนแท็คเข้าหาตัว แล้วใส่ "L" คอนแท็คลงตรงๆ กดให้ลงช่องของบล็อก ให้ครบ 2 ช่อง (บนสุด และ ล่างสุด) จากนั้นหักคาริเออร์ตรงข้ามกับรอยบาก โดยหักออกนอกตัว และหักเข้าหาตัวจนกว่าคาริเออร์ จะหลุดออก หยิบแผ่นเหล็กออก แล้ววางจิ๊ก ลงในรางสำหรับส่งให้กระบวนการ ต่อไป แสดงขั้นตอนได้ดังภาพที่ 3.3

วางบล็อก 3 ชิ้น

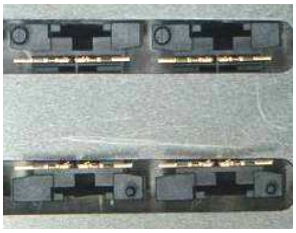
วางแผ่นเหล็ก



ตรวจสอบ L คอนแท็ค



ใส่คอนแท็คลงในช่อง และหักคาริเออร์



หักคาริเออร์ออกแล้ว

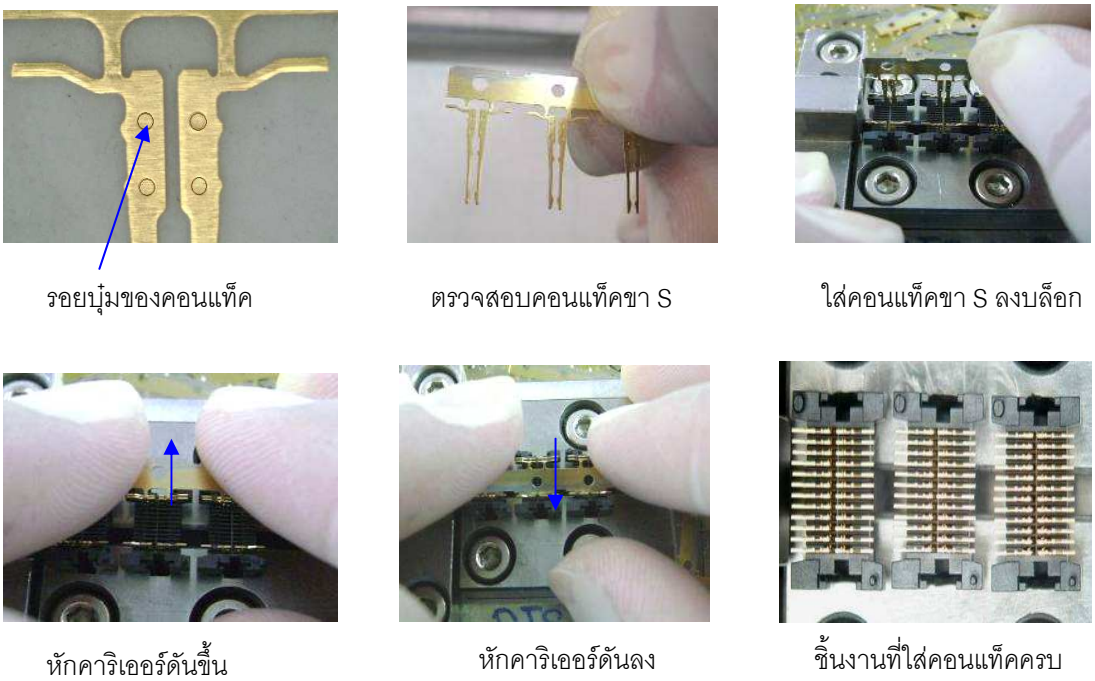
หยิบแผ่นเหล็กออกวางจิ๊กลงในราง

ภาพที่ 3.3
ขั้นตอนกระบวนการใส่คอนแท็คขายาว

3.2.2 **ขั้นตอนการใส่คอนแท็คขาสั้น** (Contact S)

ตรวจสอบ "S" คอนแท็คและใส่ลงในบล็อกโดยหันรอยบุ๋มของ "S" คอนแท็คเข้าหาตัว ใส่ "S" คอนแท็คลงตรงๆ กดให้ลงช่องของบล็อกพร้อมกับทำการหักคาริเออร์ ตรงข้ามกับรอยบาก

โดยหักออกนอกตัว และหักเข้าหาตัวจนกว่าคาริเออร์ จะหลุดออก ทำแบบนี้ซ้ำกันจนให้ครบ 10 ช่อง / 1 ชิ้นงาน แสดงขั้นตอนได้ดังภาพที่ 3.4



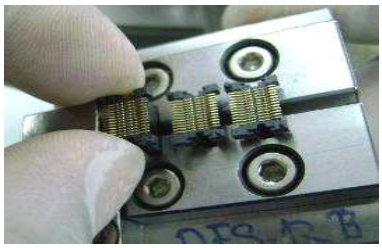
ภาพที่ 3.4
ขั้นตอนการใส่คอนแท็คขาสั้น

3.2.3 การเข้าเครื่องกดอัดคอนแท็คเข้ากับตัวบล็อก

วางจิ๊กลงในตัวยึด (Holder) หันด้านปุ่มสลักเล็กไปทางซ้ายมือ แล้วนำเข้าเครื่องกดอัด (Press-in) โดยใช้มือกดสวิทซ์พร้อมกันทั้ง 2 ข้าง หลังจากนั้นหยิบชิ้นงานออกจากจิ๊กโดยวางชิ้นงานลงในถาดหันด้านปุ่มสลักเล็กวางชิ้นงานเรียงไปในทิศทางเดียวกัน จากนั้นส่งให้กระบวนการต่อไป แสดงได้ดังภาพที่ 3.5

วางจิ๊กลงในตัวยึด

นำเข้าเครื่องกดอัด



หยิบชิ้นงานออกจากจิ๊ก

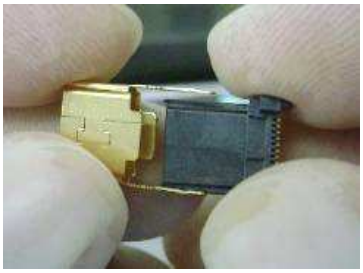
วางชิ้นงานเรียงในถาด

ภาพที่ 3.5

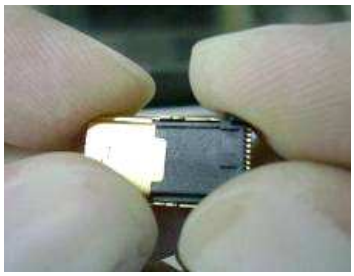
การกดอัดคอนแท็คเข้ากับตัวบล็อก

3.2.4 **การประกอบเชลล์** (Shell)

เริ่มจากตรวจสอบเชลล์ (Shell) และใส่เชลล์ลงในบล็อก โดยมือซ้ายหยิบเชลล์หันด้านเชลล์ล็อคได้ขึ้นด้านบน มือขวาหยิบบล็อก หันด้านแคบขึ้นประกอบเชลล์กับบล็อกเข้าด้วยกัน จากนั้นวางชิ้นงานลงบนตัวยึดหันด้านเรียบเข้าหาตัว ใส่เชลล์ล็อคลงในตัวยึดวางชิ้นงานให้แนบสนิทกับตัวยึดแล้วนำเข้าเครื่องกดอัด แล้วกดสวิทซ์ด้วยมือทั้ง 2 ข้าง นำชิ้นงานเป่าลม (Air Blow) โดยเป่าชิ้นงานด้านหาง (Tail) และด้านประกบ (Mating) และตรวจสอบเชลล์เสียรูปจากนั้นนำไปเรียงใส่ในถาดโดยหันด้านเชลล์ล็อคขึ้นด้านบนวางชิ้นงานไปในแนวเดียวกันแล้วส่งให้กระบวนการต่อไป แสดงได้ดังภาพที่ 3.6



ตรวจสอบเซลล์

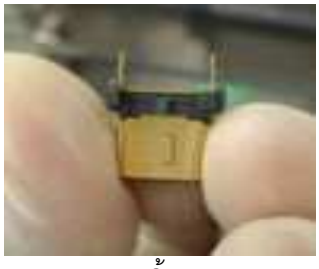


ใส่เซลล์ในบล็อก

วางชิ้นงานลงบนตัวยึด

นำเข้าเครื่องกดอัด

ชิ้นงานเป่าลม



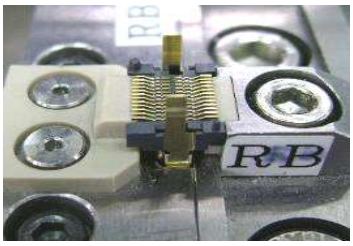
ตรวจสอบชิ้นงาน

วางชิ้นงานเรียงในถาด

ภาพที่ 3.6
ขั้นตอนการประกอบเซลล์

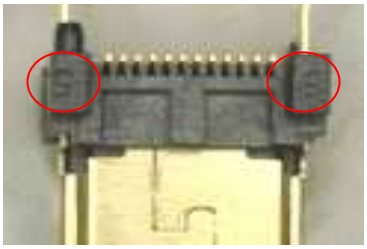
3.2.5 ขั้นตอนการประทับตราเดือนและล็อตการผลิต

เริ่มจากวางชิ้นงานลงในตัวยึดหันด้านปุ่มสลักใหญ่ไปทางซ้าย จากนั้นนำเข้าเครื่องกดอัดแล้วกดสวิทช์ด้วยมือทั้ง 2 ข้าง หยิบชิ้นงานออกจากตัวยึดตรวจสอบการประทับตรา หันด้านเซลล์ล็อคขึ้นตำแหน่งประทับตรา จะอยู่บริเวณสลักบล็อกวางชิ้นงานลงในถาดหันเซลล์ล็อกขึ้นให้สลักเซลล์ หันเข้าหาตัววางชิ้นงานเรียงไปในทิศทางเดียวกัน จากนั้นส่งให้กระบวนการต่อไป แสดงได้ดังภาพที่ 3.7



ชิ้นงานวางบนตัวยึด

นำเข้าเครื่องกดอัด



ตรวจสอบการประทับตรา

วางชิ้นงานเรียงในถาด

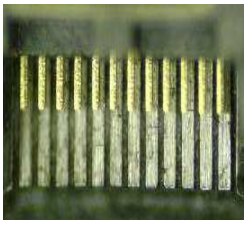
ภาพที่ 3.7

ขั้นตอนการประทับตราเดือนและล็อตการผลิต

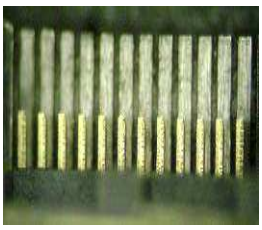
3.2.6 ขั้นตอนการตรวจสอบชิ้นงาน

3.2.6.1 เริ่มจากการตรวจสอบระยะหางคอนแท็ค (Tail Pitch) โดยวางชิ้นงานลงบนเกทเช็คระยะพิช (Pitch Gauge) หันด้านช่องว่างประกบขึ้นด้านบน ใส่สลักเซลล์ให้ลงร่องของเกทพิชตรวจสอบระยะหางคอนแท็ค (Contact Tail Pitch) ให้ครบทุกขา จากแถวบนลงแถวล่าง โดยคอนแท็คต้องอยู่ภายในช่องพิชเท่านั้นดังภาพที่ 3.8

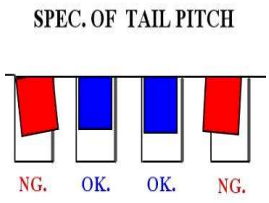
วางชิ้นงานบนเกทพิช



ตรวจสอบระยะหางแถวบน



ตรวจสอบ ระยะหางแถวล่าง



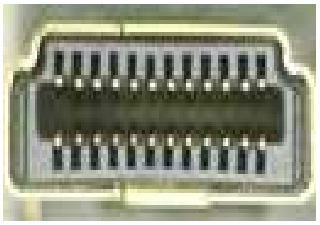
ข้อกำหนดระยะหาง

ภาพที่ 3.8

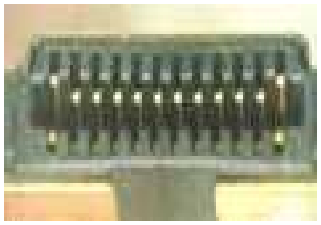
ขั้นตอนการตรวจสอบระยะห่างหางคอนแท็ค (Tail Pitch)

3.2.6.2 ตรวจสอบชิ้นงานด้านช่องว่างประกบ (Mating Gap) หยิบชิ้นงานออกจากเกทพิชแล้วหันด้านประกบขึ้นตรวจสอบช่องว่างผ่านหรือไม่., กดอัดผ่านหรือไม่. และเชลล์เสียรูปหรือไม่ ตรวจสอบการใส่คอนแท็คผิดตำแหน่งดังภาพที่ 3.9

ตรวจสอบช่องว่างด้านประกบ



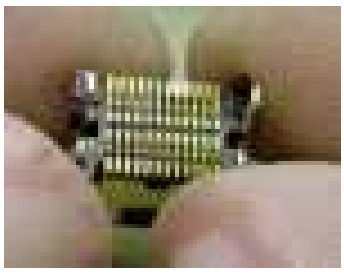
ช่องว่าง OK.



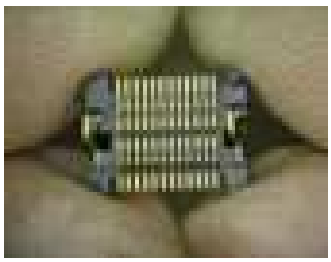
ใส่คอนแท็คและกดอัด OK

ภาพที่ 3.9
ขั้นตอนการตรวจสอบระยะช่องว่างด้านประกบ (Mating Gap)

3.2.6.3 ตรวจสอบชิ้นงานด้านหางคอนแท็ค (Contact Tail) โดยหันด้านหางคอนแท็คขึ้น เพื่อตรวจสอบคอนแท็คเสียรูป และตรวจสอบคอนแท็คกลับด้านดังภาพที่ 3.10



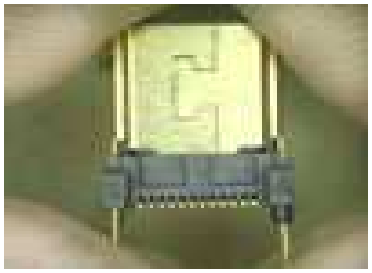
ตรวจสอบคอนแท็คเสียรูป



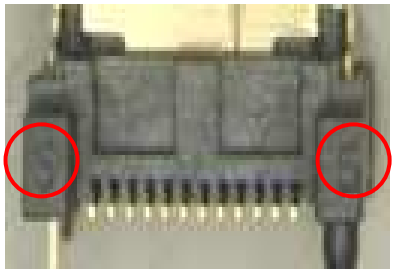
ตรวจสอบคอนแท็คกลับด้าน

ภาพที่ 3.10
ขั้นตอนการตรวจสอบชิ้นงานด้านหางคอนแท็ค (Contact tail)

3.2.6.4 ตรวจสอบชิ้นงานด้านเชลล์ล็อค และการประทับตราโดยหันด้านเชลล์ล็อกขึ้น ตรวจสอบประทับตราบริเวณสลักบล็อก , ตรวจสอบเชลล์ที่ไม่ล็อกและเสียรูปดังภาพที่ 3.11



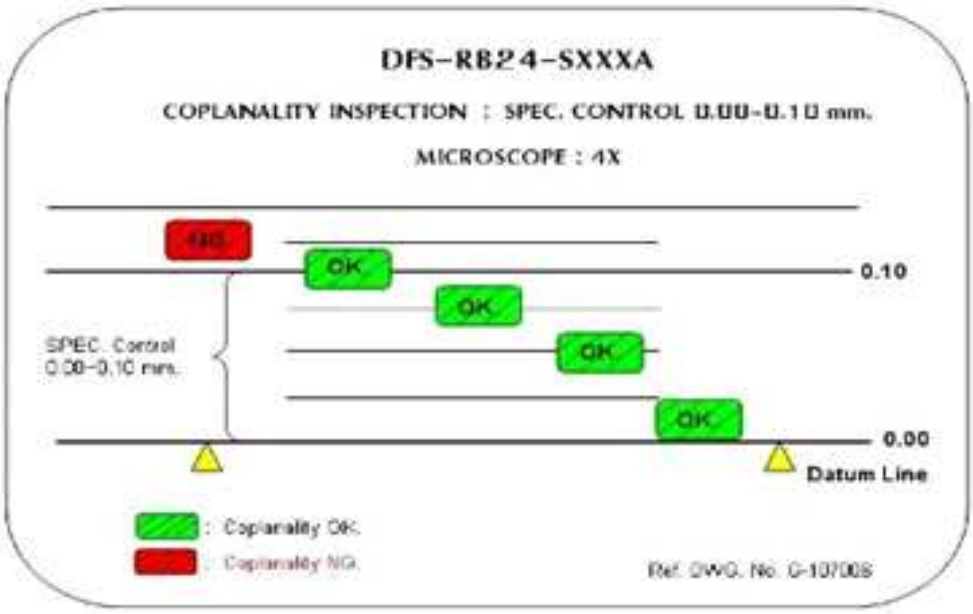
ตรวจสอบด้าน เซลล์ล็อก



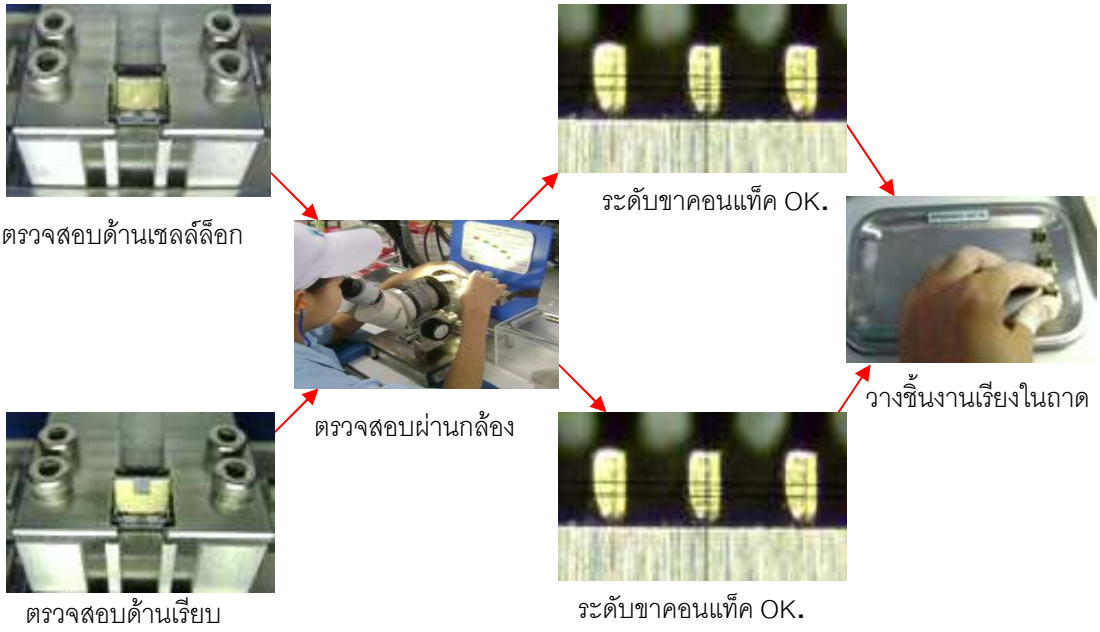
ตรวจสอบประทับตรา

ภาพที่ 3.11
ขั้นตอนการตรวจชิ้นงานด้านเซลลล็อก และการประทับตรา

3.2.6.5 ตรวจสอบระดับขาคอนแท็ค (Contact Coplanality) โดยวางชิ้นงานในตัวยึดตรวจสอบทั้งด้านเซลล์ล็อก และด้านเรียบ โดยส่องผ่านกล้องที่มีเส้นเกณฑ์การตัดสินใจว่าระดับใดยอมรับและระดับใดไม่ยอมรับดังภาพที่ 3.12 หลังจากตรวจสอบเสร็จแล้วนั้นให้เรียงชิ้นงานใส่ในถาดเพื่อส่งให้กระบวนการต่อไป ดังภาพที่ 3.13



ภาพที่ 3.12
เกณฑ์การตัดสินใจตรวจสอบระดับขาคอนแท็ค (Contact Coplanality)



ภาพที่ 3.13

ขั้นตอนการตรวจสอบระดับขาคอนแท็ค (Contact Coplanality)

3.2.7 **ขั้นตอนการบรรจุชิ้นงาน** (Packing)

3.2.7.1 ตรวจสอบกล่อง และผลิตภัณฑ์ที่จะทำการบรรจุ ตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่ต้องการบรรจุ จากแผนหน้าสายการผลิต และนำใบสั่งงาน ตรวจเทียบกับบาร์โคด (Barcode) ของกล่องที่ต้องการบรรจุ โดยจะต้องยึดตามเอกสาร ASPK (Assembly Packing Manual) ของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ก่อนบรรจุงานทุกครั้ง ดังภาพที่ 3.14

ภาพที่ 3.14

แผนการผลิตหน้าสายผลิตและตรวจสอบใบสั่งงาน

3.2.7.2 ตรวจสอบจำนวนงานเกิน (Over) หรือ งานขาด (Shortage) โดยตรวจสอบงานในภาชนะบรรจุ ต้องบรรจุครบถ้วน ยกเว้นภาชนะบรรจุเศษตามจำนวนในล็อตการผลิตที่กำหนด และตรวจสอบงานเกิน / งานขาดในภาชนะบรรจุทุกๆ ดังภาพที่ 3.15

ตรวจปริมาณชิ้นงาน

ตรวจปริมาณชิ้นงานในภาชนะบรรจุ

ภาพที่ 3.15

การตรวจสอบจำนวนงานเกิน (Over) หรือ งานขาด (Shortage)

3.2.7.3 ตรวจบาร์โคดหน้ากล่องบรรจุชิ้นงานกับใบสั่งงาน (Work Order) ตรวจชื่อผลิตภัณฑ์, ล็อต, รายการ ,จำนวนชิ้นงาน และจุดอื่นๆ ที่เอกสารกำหนดของผลิตภัณฑ์นั้นๆ ในใบสั่งงานต้องตรงกับบาร์โคด หน้ากล่องดังภาพที่ 3.16

ตรวจบาร์โคดกับใบสั่งงาน

ภาพที่ 3.16

การตรวจบาร์โคดหน้ากล่องบรรจุชิ้นงานกับใบสั่งงาน

3.2.7.4 บรรจุงานใส่กล่องและตรวจสอบหน้ากล่องอีกครั้ง บรรจุงานตามวิธีการและขั้นตอนที่ ASPK กำหนด บรรจุงานด้วยความระมัดระวัง หลังจากบรรจุงานเสร็จแล้วให้ทำการตรวจสอบบาร์โคด โดยเทียบกับใบสั่งงานอีกครั้ง นำกล่องที่บรรจุงานเสร็จแล้ว วางลง

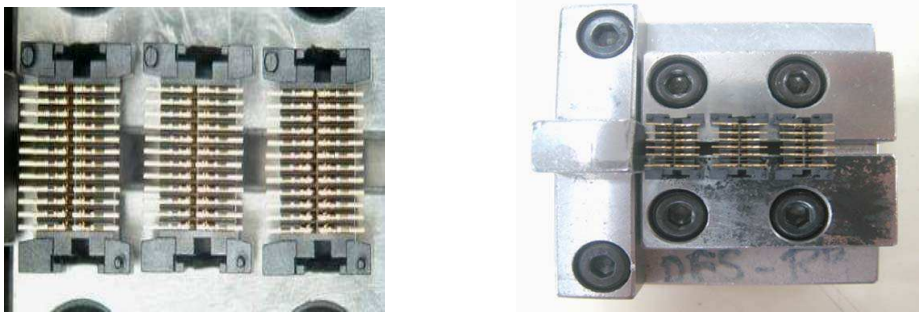
ในขั้นสำหรับวางงาน F/G . ของสายการผลิตนั้น โดยหันด้านบาร์โคดออกด้านนอก รอส่งให้กับลูกค้าต่อไป ดังภาพที่ 3.17

ภาพที่ 3.17
ขั้นตอนการบรรจุงานลงกล่องเพื่อส่งให้ลูกค้า

3.3 ทดลองวิธีการประกอบแบบใหม่

จากการวิเคราะห์ขั้นตอนการประกอบทั้งหมดแล้ว ขั้นตอนที่มีแรงกระทำต่อชิ้นงานมากที่สุดคือ ขั้นตอนที่ 3.2.2 ซึ่งเป็นการใส่ทั้งหมด 10 คู่ หรือ 20 ขาแล้วทำการกดอัดครั้งเดียว ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการทดลองด้วยวิธีใหม่ดังนี้

1) ทำการใส่คอนแท็คขาสั้น (Contact S) แบบช่องเว้นช่อง แล้วนำไปทำการกดอัดครั้งที่หนึ่ง มีลักษณะดังภาพที่ 3.18



ก่อนปรับปรุง หลังปรับปรุง

ภาพที่ 3.18
วิธีการใส่คอนแท็คแบบสลับขาช่องเว้นช่อง

2) เก็บข้อมูลปริมาณของเสียปัญหาการแตกร้าว จากการประกอบด้วยวิธีใหม่

3) นำข้อมูลจากจำนวนของเสียประเภทแตกร้าวของวิธีแบบเดิม และวิธีปรับปรุงใหม่มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ที่สามารถลดลงได้

4) การวิจัยในขั้นตอนการประกอบนี้ต้องใช้วัสดุและอุปกรณ์ดังนี้ คือ

1. บล็อก (Block) ใช้จำนวน 64 ชิ้น โดยทำการทดลองด้วยวิธีการเดิม 32 ชิ้น และวิธีการใหม่ 32 ชิ้น

2. คอนแท็ค (Contact) ใช้จำนวน 1,536 ขา โดยชิ้นงาน 1 ชิ้นต้องใช้คอนแท็คเท่ากับ 24 ขา ดังนั้นชิ้นงาน 64 ชิ้นเท่ากับ 64 X 24 = 1,536 ขา

3. กล้องถ่ายรูป 1 เครื่อง

4. กล้องจุลทรรศน์ 1 เครื่อง (Micro scope)

5. สมุดจดบันทึกข้อมูลต่างๆ

3.4 **ศึกษากระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก** (Injection Molding)

1) เก็บข้อมูลในกระบวนการผลิตเกี่ยวกับปัญหาการฉีดชิ้นงาน แล้วเกิดรอยเชื่อมประสาน (Weld Line) และได้สอบถามปัญหางานกับพนักงานที่ตรวจสอบชิ้นงานหน้าเครื่องจักร

2) เก็บข้อมูลกระบวนการฉีดผลิตภัณฑ์ที่ศึกษาโดยตามกระบวนการผลิตปกติ ที่มีการตั้งค่าปัจจัยต่างๆ ตามมาตรฐานการผลิตเดิม เก็บตัวอย่าง n = 32 ชิ้น ตรวจสอบการเกิด รอยเชื่อมประสาน แล้วนำไปทดลองประกอบ เพื่อหาจำนวนชิ้นงานที่เกิดการแตกร้าว แล้วคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ของเสีย เพื่อไว้เปรียบเทียบกับมาตรฐานการผลิตใหม่

3) วิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ ที่มีผลต่อการฉีดชิ้นงานเกิดรอยเชื่อมประสานจากโปรแกรมช่วยการวิเคราะห์การไหลของพลาสติก

4) ระบุปัจจัยที่มีผลต่อการฉีดชิ้นงานเกิดรอยเชื่อมประสาน อันเป็นผลนำไปสู่ทำให้เกิดชิ้นงานแตกร้าว

5) ทดลองค่าพารามิเตอร์ ที่ได้จากโปรแกรมช่วยวิเคราะห์การไหลของพลาสติก โดยเก็บตัวอย่างชิ้นงานเงื่อนไขละ 32 ชิ้น แล้วนำไปทดลองประกอบ

6) เก็บข้อมูลปริมาณของเสียจากการทดลอง ด้วยเงื่อนไขการฉีดแบบใหม่ แล้วคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ของเสีย

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากทำการทดลองตั้งแต่เริ่มต้นแก้ไขวิธีการประกอบจนถึงกระบวนการฉีดชิ้นงาน สามารถบันทึกผลการทดลอง ข้อมูลทั้งหมดที่รวบรวมมาเพื่อวิเคราะห์จะได้ดังนี้

1. จำนวนของเสียที่เกิดขึ้นจากวิธีการประกอบแบบใส่คอนแท็คสลับขา
2. เงื่อนไขการฉีดใหม่ที่เหมาะสม สามารถลดการเกิดรอยเชื่อมประสาน (Block Weld Line) ให้เหลือน้อยที่สุด แล้วนำไปสร้างมาตรฐานการผลิตใหม่
3. การตรวจสอบผลิตภัณฑ์และเงื่อนไขการฉีด ได้แก่ ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญก่อนผลิต รวมถึงนำไปสู่การสร้างฟอร์มบันทึกเพื่อการตรวจสอบที่เป็นการป้องกันชิ้นงานเสียได้
4. เปรียบเทียบของเสียที่เกิดขึ้นก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง

จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดที่รวบรวมมาวิเคราะห์ก่อนและหลังการทดลองที่สามารถลดลงปริมาณของเสียได้เป็นจำนวนเท่าไร ให้บรรลุตามวัตถุประสงค์และขอบเขตการศึกษาที่ตั้งไว้