

การปรับปรุงแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูปผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเพิ่มผลผลิต

Productivity Improvement on U-Die for Manufacturing Leadframe of Electronic Product

สุริโย เพชรโชติ¹⁾ วิไลวรรณ ทองเนนกลุ่ม¹⁾ นิรันดร์ เจนจรัส¹⁾ ดิลก ศรีประไพ²⁾ จุลศิริ ศรีงามผ่อง³⁾

- 1) ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องเครื่องมือและวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- 2) *ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องเครื่องมือและวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 91 ถ. ประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140
โทรศัพท์ 02-4709213 โทรสาร 02-8729080
E-mail dilok.sri @ kmutt.ac.th
- 3) ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องเครื่องมือและวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 91 ถ. ประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140
โทรศัพท์ 02-4709213 โทรสาร 02-8729080
E-mail chulsiri.sri @ kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

ในการทำโครงการแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูปผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเพิ่มผลผลิต เป็นแนวความคิดที่คณะผู้จัดทำโครงการไปฝึกงานที่บริษัทฮานา เซมิคอนดักเตอร์ (กรุงเทพ) จำกัด ซึ่งได้พบเห็นปัญหาในขั้นตอนการปั๊มขึ้นรูปตัวยู (U-Bending) ของลีดเฟรม คือ แม่พิมพ์ที่ใช้ในการผลิต ซึ่งเป็นแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูปแบบลูกกลิ้ง (Roller Bender) ทำให้มีของเสียเกิดขึ้นประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนการผลิตจากกรรมวิธีการปั๊มขึ้นรูปประมาณ 11,296,000 หน่วยต่อปี ถ้าคิดเป็นจำนวนของเสียจะเท่ากับ 112,960 หน่วย ซึ่งถือเป็นมูลค่าที่สูงมาก ซึ่งสาเหตุน่าจะมาจากลูกกลิ้ง (Roller) ที่ติดอยู่ที่แม่พิมพ์เกิดการโก่งงอเมื่อใช้งานนาน ดังนั้นจึงได้ทำการปรับปรุงแม่พิมพ์เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นด้วยการวิเคราะห์การปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานโดยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์และวิธีการทดลอง โดยได้ทำการทดสอบเพื่อหาค่าต่างๆ ของวัสดุที่จำเป็นในการป้อนข้อมูลก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์พบว่าลูกกลิ้งเกิดการโก่งงอขณะทำการปั๊มขึ้นรูปทำให้ชิ้นงานเกิดการเสีย และเมื่อเพิ่มค่าความแข็งให้กับลูกกลิ้งโดยเพิ่มจากความแข็งเดิมซึ่งเท่ากับ 56.167 HRC เป็น 60 HRC ก็สามารถลดปัญหาการเกิดการเสียของชิ้นงานที่ได้จากการปั๊มขึ้นรูปให้น้อยลงได้ ดังนั้นจึงทำการปรับปรุงแม่พิมพ์โดยการเพิ่มความแข็งให้ลูกกลิ้ง จากการทดลองปั๊มขึ้นรูปจำนวน 20 แผ่น ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่าชิ้นงานอยู่ในเกณฑ์ที่บริษัทกำหนดทั้งหมด จึงสามารถลดของเสียจากกรรมวิธีการผลิตได้ 1 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ การปรับปรุง แม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูป การปั๊มขึ้นรูปตัวยู ลีดเฟรม ลูกกลิ้ง

Abstract

The project was originated basing on the experience of the project partners during their work training at Hana Semiconductor (Bangkok) Co., Ltd. It was found the problem at U-bending process from the bending die that is roller bender. It makes to 1% estimated lost of 11,296,000 units loading per year or 112,960 units which is high monetary value. In this project, bending die has improved the by using finite element method (FEM) and experiment. The 2 results from analysis are the rollers of die deflect when bend the part is cause of the lost and increasing the hardness for rollers from 56.167 HRC to 60 HRC can decrease defection problem of the part. Therefore, this bending die is improved by increasing the hardness for rollers. Quality

inspection or bow value measurement was carried out on the 20 parts produced by the developed die. It was found that the part was satisfied by requirements (with 95% reliability). This can be said that the improved bending die can increase the manufacturing process efficiency by 1% and give a 1% cost reduction.

Keyword (5 words) Improvement, Bending Die, U-Bending, Leadframe, Roller.

1. บทนำ

สืบเนื่องจากการที่นักศึกษาได้ไปฝึกงานภาคฤดูร้อนปีการศึกษา 2545 ที่บริษัท ฮานา เซมิคอนดักเตอร์ (กรุงเทพ) จำกัด ได้พบเห็นปัญหาในขั้นตอนการพับขึ้นรูปตัวยู (U-Bending) ของลีดเฟรม ซึ่งแม่พิมพ์พับขึ้นรูปที่ใช้อยู่เป็นแม่พิมพ์แบบลูกกลิ้ง (Roller Bender) ทำให้ลีดเฟรมที่ได้หลังการพับขึ้นรูปเกิดอาการเสียต่างๆ ได้แก่ เมื่อวางลีดเฟรมคว่ำลงที่แท่นระดับจะมีช่องว่างเกิดขึ้นที่ผิวหน้าแท่นระดับกับขอบบนของลีดเฟรม (Bow) และที่ลำตัวลีดเฟรมยังเกิดขาหักหรือขาหุบในบางส่วน (Bend Angle) หรือไม่ได้มุมฉาก ซึ่งเกิดจากการกระเดັงตัวกลับของส่วนท้องของลีดเฟรม ทำให้มีของเสียเกิดขึ้นประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนการผลิตจากกรรมวิธีการพับขึ้นรูปประมาณ 11,296,000 หน่วยต่อปี ถ้าคิดเป็นจำนวนของเสียจะเท่ากับ 112,960 หน่วย ซึ่งถือเป็นมูลค่าที่สูงมาก จึงเป็นผลทำให้ต้องปรับปรุงแม่พิมพ์เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้น

2. วัตถุประสงค์

เพื่อลดของเสียจากกรรมวิธีการพับขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์พับขึ้นรูปแบบลูกกลิ้ง (Roller Bender)

3. ขอบเขตการดำเนินงาน

- 3.1 ทำการปรับปรุงแม่พิมพ์พับขึ้นรูปแบบ 0.4 Single Roller Bender เพื่อใช้ขึ้นรูปลีดเฟรมให้ได้คุณภาพตามที่ต้องการ
- 3.2 วัสดุชิ้นงานที่ใช้เป็นแผ่นเหล็กกล้า AISI 1010 หนา 0.01 นิ้ว (10 Mils)
- 3.3 ทำการพับขึ้นรูปลีดเฟรมขนาด 0.4 Single เท่านั้น

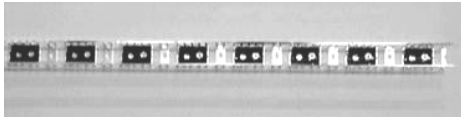
4. สภาพปัญหาและแนวทางการแก้ไข

4.1 สภาพปัญหา

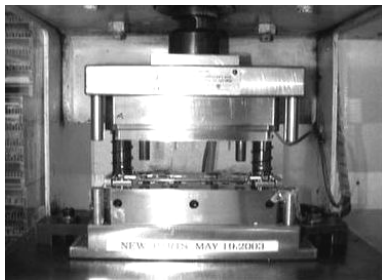
จากการศึกษาสภาพการผลิตในปัจจุบันพบว่าในกรรมวิธีการพับขึ้นรูปตัวยูของลีดเฟรม จะใช้แม่พิมพ์แบบลูกกลิ้งและปัญหาที่พบ คือ ลีดเฟรมเกิดอาการโก่งงอ (Bow) และเกิดอาการขาหุบขาหัก (Bend Angle) ซึ่งอาการขาหุบขาหักนั้น ทางบริษัทสามารถแก้ไขได้โดยการใช้แผ่นรอง (Shim) ที่สลับหยุดตำแหน่ง (Stopper) เพื่อปรับระยะการกดในการพับขึ้นรูป และอาการนี้ยังเกิดขึ้นน้อยอีกด้วยถ้าเปรียบเทียบกับอาการโก่งงอจากข้อมูลการเกิดของเสียของบริษัทในขั้นตอนการพับขึ้นรูปลีดเฟรม 0.4 Single ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2546 ถึง วันที่ 15 พฤษภาคม 2546 ซึ่งพบว่ามีของเสียที่เกิดจากอาการโก่งงอถึง 66 เปอร์เซ็นต์ แต่เกิดจากอาการขาหุบขาหัก 34 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนของเสียที่เกิดขึ้น สำหรับของเสียที่เกิดขึ้นจากอาการโก่งงอทางบริษัทไม่สามารถแก้ไขเองได้ ดังนั้นในการปรับปรุงจึงมุ่งแก้ที่อาการโก่งงอที่เกิดขึ้นสำหรับรูปชิ้นงานและแม่พิมพ์ที่ใช้งานอยู่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 1 รูปที่ 2 และรูปที่ 3



รูปที่ 1 ลีดเฟรม 0.4 Single ก่อนการพับขึ้นรูป



รูปที่ 2 ลีดเฟรม 0.4 Single หลังการพับขึ้นรูป



รูปที่ 3 แม่พิมพ์พับขึ้นรูปแบบลูกกลิ้ง

4.2 แนวทางการแก้ปัญหา

ในการแก้ไขปัญหาจะทำการปรับปรุงแม่พิมพ์พับขึ้นรูปโดยการวิเคราะห์ด้วยวิธีไฟไนต์เอเลเมนต์ร่วมกับวิธีการทดลอง เพื่อศึกษาว่าแม่พิมพ์พับขึ้นรูปมีความเหมาะสมหรือไม่ เมื่อได้ผลเฉลยที่สามารถแก้ปัญหาได้แล้ว จะนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์มาทำการปรับปรุงแม่พิมพ์เพื่อให้สามารถผลิตชิ้นงานได้คุณภาพตามต้องการ

5. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

5.1 อุปกรณ์การทดลอง

- 5.1.1 เครื่องปั๊มโลหะแบบนิวแมติกส์ 1 เครื่อง
- 5.1.2 แม่พิมพ์พับขึ้นรูปแบบ 0.4 Single Roller Bender 1 ชุด
- 5.1.3 แผ่นแก้ว (Glass Plate) 1 แผ่น
- 5.1.4 ฟीलเลอร์เกจ (Feeler Gauge) 1 ชุด
- 5.1.5 ลีดเฟรมขนาด 0.4 Single

5.2 วิธีการทดลอง

- 5.2.1 เก็บข้อมูลต่างๆ และทดสอบเพื่อหาสมบัติของชิ้นงานและแม่พิมพ์ที่

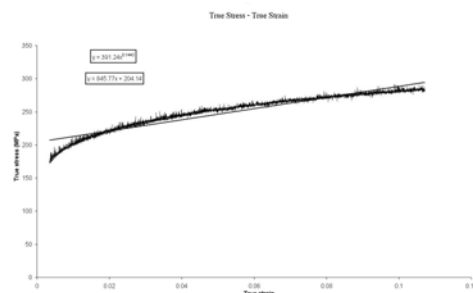
จำเป็นในการจำลองด้วยวิธีไฟไนต์เอเลเมนต์ ดังนี้

1. การทดสอบวัสดุชิ้นงาน

การทดสอบแรงดึงเพื่อหาสมบัติทางกลของวัสดุชิ้นงาน โดยใช้วัสดุแผ่นเต็มที่ยังไม่ได้ผ่านการตัดขึ้นรูปเป็นชิ้นงานหรือลีดเฟรม ซึ่งเป็นวัสดุแผ่นเหล็กกล้า AISI 1010 โดยผลการทดสอบสมบัติทางกลของวัสดุชิ้นงานแสดงดังต่อไปนี้

Yield Strength	=	175.35 MN/m ²
Ultimate Tensile Strength	=	263.89 MN/m ²
Young's Modulus (E)	=	845.77 GN/m ²
K	=	391.24 GN/m ²
n	=	0.1443

ส่วน Flow curve ของวัสดุ AISI 1010 แสดงไว้ในรูปที่ 4



รูปที่ 4 Flow curve ที่ได้จากการทดสอบวัสดุชิ้นงาน

2. การทดสอบและเก็บข้อมูลของแม่พิมพ์

ในการหาข้อมูลของแม่พิมพ์ จะทำการทดสอบที่ลูกกลิ้ง เนื่องจากไม่ทราบวัสดุที่ใช้ทำลูกกลิ้งจึงทำการทดสอบเพื่อหาคุณสมบัติทางเคมี ทดสอบหาค่าความแข็ง และทดสอบเพื่อดูโครงสร้างจุลภาคของลูกกลิ้ง ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่าลูกกลิ้งมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับวัสดุ SKD11 หรือ AISI D2 อย่างมาก จึงได้ทำ

การทดสอบแรงดึงชิ้นงานของวัสดุ SKD11 เพื่อหาคุณสมบัติทางกล ซึ่งได้ผลการทดสอบดังต่อไปนี้

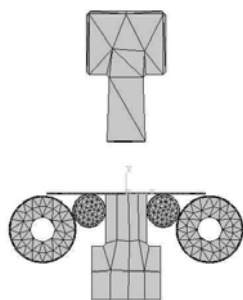
Yield Strength	=	2,070	MN/m ²
Ultimate Tensile Strength	=	20,255.91	MN/m ²
Young's Modulus (E)	=	207	GN/m ²
K	=	210	GN/m ²
n	=	1.1343	

ส่วน Flow curve ของวัสดุ SKD 11 แสดงไว้ในรูปที่ 5



รูปที่ 5 Flow Curve ที่ได้จากการทดสอบวัสดุ SKD11

5.2.2 การจำลองแม่พิมพ์ด้วยวิธีไฟไนต์
เอลิเมนต์
การจำลองแม่พิมพ์ด้วยวิธีไฟไนต์
เอลิเมนต์ได้แสดงในรูปที่ 6

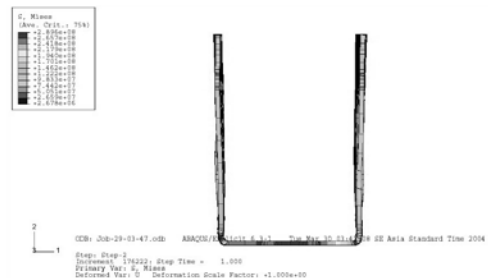


รูปที่ 6 แบบจำลองของชิ้นงานและแม่พิมพ์
แบบลูกกลิ้ง

- 5.2.3 จำลองการพับขึ้นรูปชิ้นงานจากข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ เพื่อศึกษาว่าวิธีการจำลองด้วยไฟไนต์เอลิเมนต์กับการทดลองพับขึ้นรูปชิ้นงานบนแม่พิมพ์สอดคล้องกันหรือไม่
- 5.2.4 จำลองการพับขึ้นรูปชิ้นงานโดยเพิ่มค่าความแข็งและสมบัติต่างๆ ให้กับลูกกลิ้ง
- 5.2.5 ปรับปรุงแม่พิมพ์พับขึ้นรูป โดยเพิ่มค่าความแข็งของลูกกลิ้งจาก 56.167 HRC เป็น 60 HRC
- 5.2.6 ทดลองพับขึ้นรูปชิ้นงานจริง เพื่อศึกษาคุณภาพของชิ้นงานที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

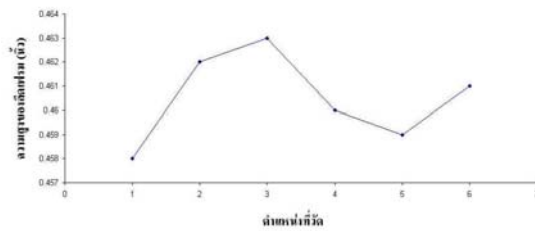
6. ผลการทดลองและอภิปรายผล

6.1 ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์โดยจำลองการพับขึ้นรูปชิ้นงานจากข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ แสดงดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 ผลการจำลองการพับขึ้นรูปชิ้นงานจากข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ

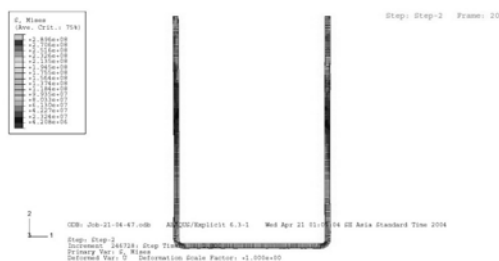
เมื่อทำการวัดค่าความสูงของลีดเฟรมด้านละ 3 ตำแหน่งทั้งสองด้าน จะได้ค่าความสูงทั้ง 6 ตำแหน่ง ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ความสูงของลีดเฟรมที่ได้จากการวิเคราะห์ก่อนการปรับปรุงแม่พิมพ์

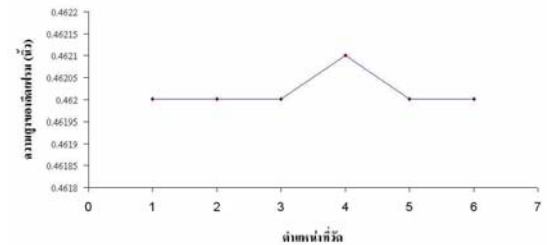
จากรูปที่ 7 และรูปที่ 8 จะเห็นว่าลีดเฟรมเมื่อทำการพับขึ้นรูปแล้วไม่ได้มุมฉาก และลีดเฟรมยังมีความสูงแต่ละตำแหน่งต่างกันค่อนข้างมากอีกด้วย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าลีดเฟรมที่ได้จากการจำลองการพับขึ้นรูปนั้นเกิดอาการโก่งงอมาก จึงกล่าวได้ว่าผลการจำลองการพับขึ้นรูปชิ้นงานที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์สอดคล้องกับการทดลองพับขึ้นรูปชิ้นงานบนแม่พิมพ์ ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดอาการเสียของชิ้นงานและทำการแก้ไขเพื่อหาผลเฉลยได้เลย

6.2 ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์โดยการปรับค่าให้ลูกกลิ้งมีความแข็งเพิ่มมากขึ้น แสดงดังรูปที่ 9



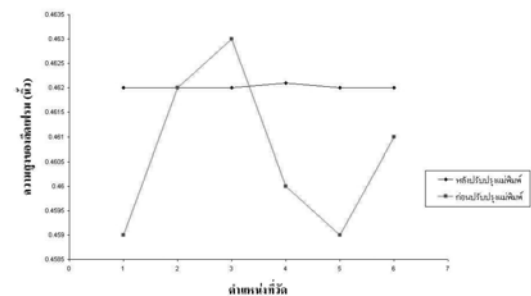
รูปที่ 9 ผลการจำลองการพับขึ้นรูปชิ้นงานจากการเพิ่มสมบัติต่างๆ ให้กับลูกกลิ้ง

เมื่อทำการวัดค่าความสูงของลีดเฟรมตำแหน่ง 3 ตำแหน่งทั้งสองด้าน จะได้ค่าความสูงทั้ง 6 ตำแหน่ง ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 ความสูงของลีดเฟรมที่ได้จากการวิเคราะห์หลังการปรับปรุงแม่พิมพ์

ค่าความสูงของลีดเฟรมที่ได้จากการวิเคราะห์ก่อนการปรับปรุงแม่พิมพ์เปรียบเทียบกับค่าความสูงของลีดเฟรมที่ได้จากการวิเคราะห์หลังการปรับปรุงแม่พิมพ์ได้แสดงดังรูปที่ 11



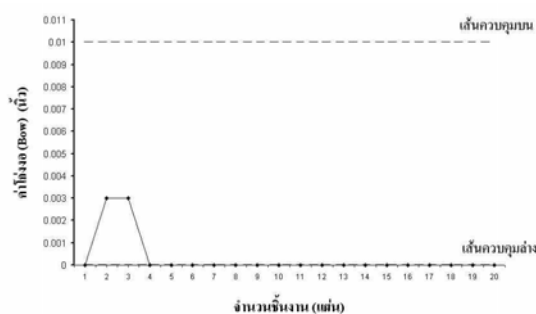
รูปที่ 11 กราฟแสดงค่าความสูงของลีดเฟรมที่ได้จากการวิเคราะห์ก่อนและหลังการปรับปรุงแม่พิมพ์

จากผลการวิเคราะห์โดยการปรับค่าให้ลูกกลิ้งมีความแข็งเพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 9 และรูปที่ 10 จะเห็นว่าลีดเฟรมที่ได้หลังการพับขึ้นรูปนั้นได้มุมฉากมากขึ้นและความสูงแต่ละตำแหน่งของลีดเฟรมยังใกล้เคียงกันมากขึ้นอีกด้วย และจากรูปที่ 11 ซึ่งเป็นการ

เปรียบเทียบความสูงของลีดเฟรมที่ได้จากการวิเคราะห์ก่อนและหลังการปรับปรุงแม่พิมพ์จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าความสูงของลีดเฟรมที่ได้จากการวิเคราะห์หลังการปรับปรุงแม่พิมพ์มีความสม่ำเสมอมากกว่า ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการปรับค่าให้ลูกกลิ้งมีความแข็งเพิ่มมากขึ้นจะทำให้ชิ้นงานที่ได้หลังการพ่นขึ้นรูปเกิดอาการโก่งงอน้อยลง

6.3 ผลการทดลองพ่นขึ้นรูปชิ้นงานจริง

การศึกษาคุณภาพของชิ้นงานที่ได้จากการทดลองพ่นขึ้นรูปจริงจำนวน 20 แผ่น ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยการวัดค่าโก่งงอที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานด้วยฟิลเลอร์เกจ (Filler Gauge) พบว่าค่าโก่งงอที่วัดได้อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ กล่าวคือ มีค่าไม่เกิน 10 Mils หรือ 0.01 นิ้วตามที่บริษัทกำหนดไว้ ซึ่งแสดงดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 กราฟแสดงค่าโก่งงอที่วัดได้จากการทดลองจริง

7. สรุป

จากการที่นักศึกษาทำโครงการนี้ได้ไปฝึกงานภาคฤดูร้อนปีการศึกษา 2545 ที่บริษัทฮานา เซมิคอนดักเตอร์ (กรุงเทพ) จำกัด ได้พบเห็นปัญหาในขั้นตอนการพ่นขึ้นรูปตัวของลีดเฟรม โดยแม่พิมพ์พ่นขึ้นรูปที่ใช้อยู่เป็นแม่พิมพ์พ่นขึ้นรูปแบบลูกกลิ้งทำให้ลีดเฟรมที่ได้หลังการพ่นขึ้นรูปเกิดอาการโก่งงอและขาหุบขาทาง ซึ่งทำให้มีของเสียเกิดขึ้นประมาณ 1 เปอร์เซนต์ของจำนวนการ

ผลิตจากกรรมวิธีการพ่นขึ้นรูปประมาณ 11,296,000 หน่วยต่อปี ถ้าคิดเป็นจำนวนของเสียจะเท่ากับ 112,960 หน่วย ซึ่งถือเป็นมูลค่าที่สูงมาก โดยที่ของเสียจะเกิดจากอาการโก่งงอมากกว่าอาการขาหุบขาทางและอาการขาหุบขาทางนี้ทางบริษัทสามารถแก้ไขได้เอง แต่อาการโก่งงอไม่สามารถแก้ไขได้ จึงทำการปรับปรุงแม่พิมพ์เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นจากอาการโก่งงอ ด้วยการวิเคราะห์การพ่นขึ้นรูปขึ้นงานโดยวิธีไฟไนต์เอลเมนต์และวิธีการทดลอง โดยต้องทำการทดสอบเพื่อหาค่าต่างๆ ของวัสดุที่จำเป็นในการป้อนข้อมูลก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีไฟไนต์เอลเมนต์ ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์พบว่าลูกกลิ้งเกิดการโก่งงอขณะทำการพ่นขึ้นรูปและเมื่อเพิ่มความแข็งให้กับลูกกลิ้งจากความแข็งเดิมซึ่งเท่ากับ 56.167 HRC เป็น 60 HRC ก็สามารถลดปัญหาการเกิดอาการโก่งงอของชิ้นงานที่ได้จากการพ่นขึ้นรูปให้น้อยลงได้ ดังนั้นจึงทำการปรับปรุงแม่พิมพ์โดยการเพิ่มความแข็งให้ลูกกลิ้ง จากนั้นทดลองพ่นขึ้นรูปลีดเฟรมจำนวน 20 แผ่น ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ เมื่อทำการวัดคุณภาพชิ้นงานด้วยการวัดค่าโก่งงอของลีดเฟรม ซึ่งต้องมีค่าไม่เกิน 10 Mils หรือ 0.01 นิ้ว ตามที่บริษัทกำหนดไว้ พบว่าค่าโก่งงออยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด กล่าวคือ เมื่อพ่นขึ้นรูปขึ้นงานด้วยแม่พิมพ์ที่ปรับปรุงแล้วนั้นจะไม่มีของเสียเกิดขึ้น ซึ่งสามารถลดของเสียได้ 112,960 หน่วยต่อปีหรือ 1 เปอร์เซนต์ของจำนวนการผลิตจากกรรมวิธีการผลิต และยังเป็นการช่วยเพิ่มผลผลิตให้กับบริษัทผู้ผลิตได้ด้วย

8. กิตติกรรมประกาศ

ในการทำโครงการนี้ ผู้ทำโครงการได้รับทุนอุดหนุนจาก

8.1 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการโครงการงานอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาตรี ประจำปี 2546

8.2 บริษัท ฮานา เซมิคอนดักเตอร์ (กรุงเทพ)
จำกัด 10/4 ม.3 ถนนวิภาวดีรังสิต แขวง
ตลาดบางเขน เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ 10210

วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าพระนครเหนือ.

9. เอกสารอ้างอิง

- 9.1 รุ่งโรจน์ ตรงธรรมกิจ (2544) จำลองการตัด
ขึ้นรูปคอนเน็คเตอร์ในงานปริซิชันสแรมพิง
โดยวิธีไฟไนต์เอเลเมนต์, วิทยานิพนธ์
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการขึ้นรูปโลหะ คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี.
- 9.2 จิระวัฒน์ ปัทมศร, ศุภสินธ์ มณีรัตนางกูร
และอภิชัย เชียงฉิน (2545) การศึกษาตัวแปร
ที่เกี่ยวข้องกับการกระแตงตัวกลับโดยวิธีไฟ
ไนต์เอเลเมนต์และวิธีการทดลอง, ปริญญา
นิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา
วิศวกรรมเครื่องมื่อและวัสดุ คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี.
- 9.3 จิตติมา มณีกอบกุลวงศ์ และรุ่งนภา แดง
รุ่งโรจน์ (2544) การศึกษาอิทธิพลของการ
กระแตงตัวกลับของชิ้นงานในการดัดงอขึ้นรูป,
ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องมื่อและวัสดุ คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี.
- 9.4 จุลศิริ ศรีงามผ่อง (2541) วิศวกรรมงาน
แม่พิมพ์ขึ้นรูปโลหะแผ่นเบื้องต้น, ครั้งที่ 8,
งานเอกสารและการพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษม
บัณฑิต, กรุงเทพฯ, หน้า 4.1-4.7.
- 9.5 พิชัย จันทร์มณี (2542) การศึกษาพฤติกรรม
การดีดกลับในการดัดขึ้นรูปตัววีของโลหะ
แผ่นที่มีคุณสมบัติแอนไอโซทรอปิก, วิทยานิ
พนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต คณะ