

การวิเคราะห์เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตสำหรับชิ้นงานโดยวิธีวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบของการออกแบบ (DFMEA)

Analysis of Geometric tolerances for assembly parts using Design Failure Mode and Effects Analysis (DFMEA)

วิทยา จันทร์เผ่าแสง* และ ชัยยากร จันทร์สุวรรณ*
 สาขาเทคโนโลยีการผลิตทางอุตสาหกรรม วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน*
 ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน*
 Email : ti2609@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการกำหนด GD&T โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบของการออกแบบ (DFMEA) เพื่อตรวจสอบการให้สัญลักษณ์ GD&T บนแบบงานของชิ้นส่วนอุปกรณ์เครื่องมือทางกล โดยอ้างอิงจากมาตรฐาน ASME Y14.5M และได้นำวิธีการ DFMEA มาวิเคราะห์หาสาเหตุที่อาจเกิดปัญหากับผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบเมื่อนำไปใช้งานจริง รวมถึงการป้องกันและค้นหาจุดบกพร่องในการออกแบบ เพื่อใช้กำหนดเกณฑ์ในการควบคุมและตรวจสอบชิ้นส่วนอุปกรณ์ในกระบวนการผลิต สำหรับงานวิจัยนี้ได้นำวิธีการ DFMEA มาปรับปรุงขั้นตอนของการกำหนดสัญลักษณ์ GD&T บนแบบงานวิศวกรรมให้ถูกต้องตามมาตรฐาน ASME Y14.5M ซึ่งจะส่งผลให้ชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ออกแบบ สามารถใช้งานจริงได้ตามความต้องการของผู้ออกแบบ

คำสำคัญ

ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต สัญลักษณ์ GD&T อาการขัดข้องและผลกระทบของการออกแบบ

Abstract

This research presents how to define GD&T by applying Design Failure Mode and Effects Analysis (DFMEA) technique to check the GD&T determination on various parts of mechanical devices by refer from the standard ASME Y14.5M. The DFMEA is used to analyze the cause of the problem of the product while the product is active, and apply for prevent and fine out the weakness of design to define the measures of control and monitor the part in production. This research apply the DFMEA to improve the process of define GD&T on drawing base on the standard ASME Y14.5M. As a result, the device can be work as the purpose of designer.

Keywords

geometric tolerances, GD&T, DFMEA

1. คำนำ

พิกัดเผื่อของความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต (GD&T) เป็นเครื่องมือที่สำคัญในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม ทำหน้าที่สื่อสารระหว่างผู้ออกแบบและผู้ผลิตให้มีความเข้าใจที่ตรงกัน ช่วยให้สามารถวางแผนการผลิต รวมถึงใช้ในการควบคุมตรวจสอบขนาดของชิ้นงานที่ผลิต เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพถูกต้องตามเงื่อนไขของผู้ออกแบบ ปัจจุบันการกำหนดสัญลักษณ์ GD&T บนแบบงานชิ้นส่วนทางกล ยังมีความผิดพลาดอยู่มาก เนื่องจากขาดความเข้าใจในการใช้งาน GD&T ซึ่งการกำหนด GD&T นั้นจะต้องมีความรู้และความเข้าใจลักษณะการทำงานของแต่ละชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน และสามารถคาดการณ์ผลกระทบจากการกำหนดสัญลักษณ์ GD&T ที่มีผลต่อขนาดชิ้นงานในขณะการทำงานจริง จึงสามารถเลือกกำหนดสัญลักษณ์ GD&T ในแบบงานได้อย่างถูกต้อง

Hu และ Xiong [1] ได้เสนอวิธีการวิเคราะห์การใช้ GD&T โดยการกำหนดขนาดความคลาดเคลื่อนและรูปแบบความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต โดยเริ่มจากการจำแนกรูปแบบของเงื่อนไขออกเป็น การอ้างอิงที่ตัวชิ้นงาน และอ้างอิงกับชิ้นงานที่เอามาประกอบกันควบคู่กับข้อจำกัดที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของรูปทรงเรขาคณิต ซึ่งการอ้างอิงทั้งสองแบบนี้เป็นตัวกำหนดกฎในการวางสัญลักษณ์ GD&T ลงไปในแบบงาน ข้อจำกัดของวิธีนี้เป็นวิธีที่ซับซ้อน และต้องทำความเข้าใจในหลักการที่ลึกซึ้งซึ่งเกี่ยวกับการใช้กฎข้อบังคับต่างๆ เพื่อที่จะนำไปใช้งานได้ถูกต้อง และอาจเกิดข้อผิดพลาดในการจำแนกจุดอ้างอิงได้ ถ้าผู้ใช้ไม่เข้าใจหลักการการทำงานการวิจัยนี้เป็นการนำเสนอวิธีการวิเคราะห์การให้

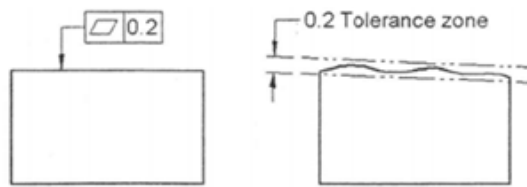
สัญลักษณ์ GD&T โดยใช้เทคนิคของ DFMEA เพื่อลดความซับซ้อนในการให้สัญลักษณ์ GD&T และสามารถเข้าใจการกำหนดสัญลักษณ์ลงในแต่ละตำแหน่งบนแบบงานได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

2. วิธีการ

วิธีการ DFMEA เป็นการบ่งชี้ถึงสาเหตุและผลกระทบของปัญหา และป้องกันปัญหาในส่วนของการออกแบบ ที่อาจเกิดขึ้นในการผลิตชิ้นส่วนเครื่องกลในส่วนสำคัญ สามารถควบคุมข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งมีลำดับขั้นตอนในการทำงาน ดังนี้ 1.) การกำหนดหัวข้อในการทำ DFMEA 2.) การทบทวนกระบวนการหรือ Function การทำงานของผลิตภัณฑ์ 3.) การระดมสมองค้นหาแนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่องที่เป็นไปได้ 4.) การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องของแต่ละรายการที่สามารถเกิดขึ้นได้จริงในระบบ 5.) การประเมินตัวเลขความเสี่ยง 6.) การกำหนดทิศทางการควบคุม หรือปรับปรุงการออกแบบใหม่ 7.) การประเมินความเสี่ยงภายหลังการควบคุม และปรับปรุงการออกแบบ 8.) การติดตามผลและจัดทำมาตรฐาน

การกำหนดสัญลักษณ์ GD&T จะใช้เพื่อสื่อสารกับผู้ผลิตให้มีความเข้าใจและให้ความสำคัญเป็นพิเศษในส่วนที่มีการควบคุม ซึ่งมากกว่าการควบคุมที่ค่าพิกัดของขนาดเพียงอย่างเดียว เมื่อนำวิธีการของ DFMEA มาปรับใช้ในการบ่งชี้จุดสำคัญและแสดงถึงจุดอ่อนในการควบคุมแบบ เพื่อช่วยกำหนด GD&T ให้กับแบบ และลดความเสี่ยงในการเกิดข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้น

สัญลักษณ์ GD&T [2,3,4] เป็นเครื่องมือในการลดข้อผิดพลาดการออกแบบและการทำงาน เพื่อให้ทั้งผู้ออกแบบและผู้ผลิตมีความเข้าใจไปในทิศทางเดียวกัน โดยการควบคุมจากสัญลักษณ์ GD&T ตัวอย่างเช่น การกำหนดค่าพิสัยความเรียบของผิวชิ้นงานดังภาพที่ 1

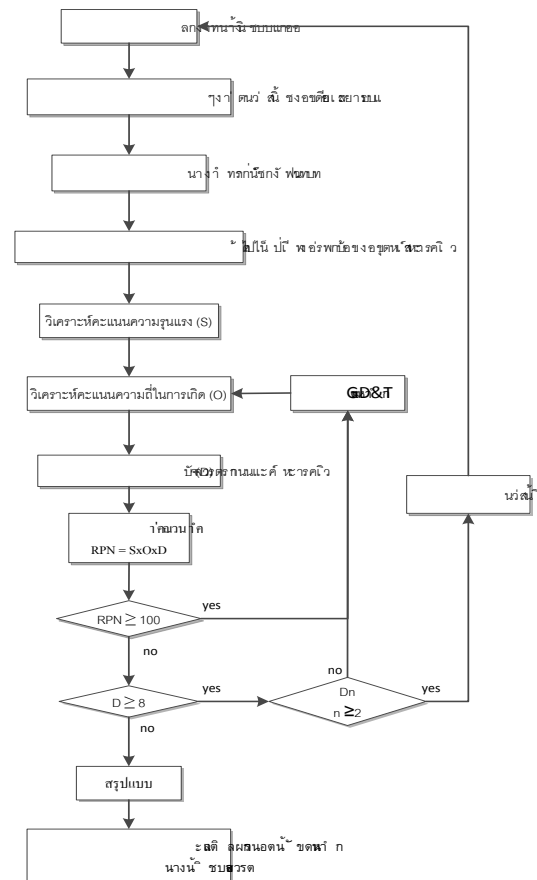


ภาพที่ 1 ตัวอย่างการกำหนดสัญลักษณ์ความเรียบของผิวชิ้นงานและค่าพิสัยเผื่อใน GD&T [4]

วิธีการของ DFMEA สามารถนำมาปรับใช้เพื่อช่วยในการกำหนด GD&T ลงในแบบชิ้นส่วนเครื่องกลโดยใช้คะแนนความเสี่ยง (RPN) ช่วยในการวิเคราะห์การให้สัญลักษณ์ GD&T

3. ผลดำเนินการวิจัย

การประยุกต์วิธีการ DFMEA ในการวิเคราะห์และกำหนดสัญลักษณ์ GD&T บนแบบผลิตภัณฑ์ และสร้างกระบวนการทำงานแสดงดังภาพที่ 2 ขั้นตอนการประยุกต์ DFMEA จะเริ่มต้นจากการการออกแบบทางกลจนเสร็จสมบูรณ์ กำหนดรายละเอียดของชิ้นส่วนต่างๆ ศึกษาฟังก์ชัน และวิเคราะห์สาเหตุข้อบกพร่องที่เป็นไปได้วิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมไว้โดยวิธีการของ DFMEA เพื่อประเมินผลคะแนน RPN และนำไปสู่การกำหนดรูปแบบสัญลักษณ์ GD&T



ภาพที่ 2 ลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์ GD&T โดย DFMEA

4 กรณีศึกษาการกำหนด GD&T สำหรับคานปากกาจับบอร์ด PCB สำหรับเครื่องถอด Chip BGA เพื่อให้เห็นผลความแตกต่างของการทดลองแบบงานที่กำหนดสัญลักษณ์ GD&T นี้ได้อย่างชัดเจน จึงเลือกคานปากกาจับบอร์ด PCB มาวิเคราะห์ เนื่องจากเป็นส่วนที่มีองค์ประกอบรูปทรงที่หลากหลายในแบบผลิตภัณฑ์ ทำให้เข้าใจในการใช้งานวิธีการ DFMEA เพื่อกำหนด GD&T ได้เป็นอย่างดี

ฟังก์ชันการทำงานของคานปากกาจับบอร์ด PCB เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในเครื่องถอดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ขนาดกลาง สำหรับงานซ่อมและงานประกอบ Chip BGA ซึ่งใช้อุณหภูมิในช่วง 200 - 260 องศาเซลเซียส ในการถอด Chip BGA และต้องให้ความร้อนทั้ง 2 ด้านพร้อมกันจึงต้องใช้ปากกาจับบอร์ดช่วยในการทำงาน

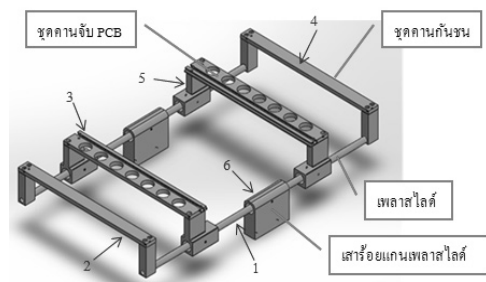


ภาพที่ 3 การใช้ปากกาจับบอร์ด PCB

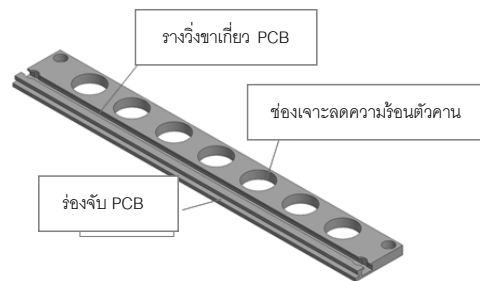
คานปากกาจับบอร์ด PCB ทำหน้าที่จับยึดตัวบอร์ด PCB ให้อยู่กับที่และประคองบอร์ด PCB ให้อยู่ตรงกลางระหว่างหัวเป่าลมร้อนบนล่างและได้ระนาบขนานกับแผ่นอินฟราเรดเพื่อให้ได้รับความร้อนทั่วถึงกันทั้งบอร์ด การจับบอร์ดจะใช้ร่องจับบอร์ดทั้ง 2 ด้าน ในกรอบของภาพที่ 3 แสดงการจับยึดบอร์ด PCB

4.1 ทบทวนกระบวนการหรือ Function การทำงานของผลิตภัณฑ์

ชุดคานจับ PCB หมายเลข 3 ดังภาพที่ 4 และ มีรายละเอียดแสดงดังภาพที่ 5 ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ รูเจาะด้านบนของคานปากกาจับบอร์ด PCB ทำหน้าที่ลดความร้อนของคานเวลาใช้งาน รางวงขาเกี่ยว PCB เป็นร่องแนวตามแนวคานทำหน้าที่เป็นรางให้ขาเกี่ยว PCB เคลื่อนที่บนคาน โดยใช้นอตล็อกเป็นตัวล็อกในการประคองขาเกี่ยวให้เคลื่อนที่ และยึดติดกับคาน ส่วนสุดท้ายเป็นร่องจับ PCB ทำหน้าที่จับ และล็อก PCB ให้อยู่กับที่และได้ระนาบกับแผ่นอินฟราเรดด้านล่างทำให้ได้รับความร้อนเท่ากันทั้งบอร์ดและต้องขนานกันทั้งคู่



ภาพที่ 4 ส่วนประกอบปากกาจับบอร์ด PCB

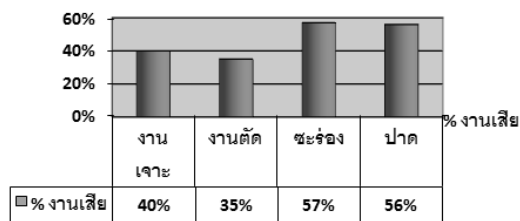


ภาพที่ 5 คานปากกาจับบอร์ด PCB

4.2 การสร้างตาราง DFMEA เพื่อวิเคราะห์ GD&T

การให้คะแนนในการวิเคราะห์มี 4 ข้อ คือ คะแนนความรุนแรง(S) คะแนนความถี่ในการเกิด(O) คะแนนการตรวจจับ(D) และค่าความเสี่ยง (RPN=Sx-OxD) ช่วงคะแนน S O D จะอยู่ในช่วง 1 - 10 คะแนน ตัวอย่างเช่น S = 10 หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นมีความรุนแรงและเสียหายมากถ้าเกิดขึ้นจริง ถ้า D = 10 หมายถึง การควบคุมในปัจจุบันไม่สามารถตรวจจับอะไรได้เลย สำหรับเกณฑ์การประเมินความรุนแรง [2] พิจารณาจากผลกระทบที่เป็นไปได้ที่จะส่งผลถึงการใช้งานของอุปกรณ์และส่งผลไปถึงผู้ใช้งาน โดยใช้ช่วงการให้คะแนนความรุนแรงสูงสุดที่ 10 คะแนน และที่ค่าความรุนแรงต่ำสุดที่ 1 คะแนน และเกณฑ์การประเมินการตรวจจับ [5] พิจารณาจากความสามารถในการตรวจจับข้อบกพร่องที่เป็นไป โดยใช้ช่วงการให้

คะแนนในกรณีที่ไม่สามารถตรวจพบได้ที่ 10 คะแนน และ ตรวจพบได้เกือบจะแน่นอนที่ 1 คะแนนในการพิจารณาเกณฑ์การประเมินโอกาสในการเกิดข้อบกพร่อง ทำได้โดยการรวบรวมข้อมูลการทำงานจริงจากการเก็บตัวอย่างของเสีย 40 ชิ้น (จากงาน 400 ชิ้นที่ผลิตของ บริษัท แอล เอ็ม วาย จำกัด) โดยจำแนกงานเสียที่พบคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แสดงข้อผิดพลาดของชิ้นงาน 40 ชิ้น

ที่มา: บริษัท แอล เอ็ม วาย จำกัด

ข้อมูลจากภาพที่ 6 นำมาวิเคราะห์เพื่อสร้างเกณฑ์ในการประเมินโอกาสเกิดข้อบกพร่อง โดยแสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์การประเมินโอกาสในการเกิด (OCCURANCE)

ระดับ	อัตราความถี่ข้อบกพร่องที่เกิด	คะแนน
สูงมาก	เกิดขึ้นได้บ่อยมากที่สุด (80% - 100%)	9,10
สูง	เกิดขึ้นได้บ่อย (60% - 79%)	7,8
ปานกลาง	เกิดขึ้นได้ค่อนข้างบ่อย (40% - 59%)	4,5,6
ต่ำ	เกิดขึ้นนานๆครั้ง (20% - 39%)	2,3
ต่ำไกล	เกิดขึ้นน้อยมาก (> 20%)	1

รูปแบบตาราง DFMEA สำหรับวิเคราะห์การให้สัญลักษณ์ GD&T ลงในแบบงาน เป็นการปรับใช้จากตารางการประเมินความเสี่ยงโดย FMEA [5] มาตรฐาน นำมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับงานวิจัยนี้ ประกอบไปด้วย รายการลักษณะข้อบกพร่องที่เป็นไปได้ ผลกระทบของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น ความรุนแรง สาเหตุ ความถี่ในการเกิด การควบคุมในปัจจุบัน การตรวจรับ ค่าความเสี่ยง (RPN = SxOxD)

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องของคานปากกาจับบอร์ด PCB ที่อาจเกิดขึ้นจากผลิต

รายการ	ลักษณะข้อบกพร่องที่เป็นไปได้	ผลที่กระทบของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น	ความรุนแรง (S)	สาเหตุ	ความถี่ในการเกิด (O)	การควบคุมในปัจจุบัน	การตรวจรับ (D)	ค่าความเสี่ยง (RPN = SxOxD)
 คานจับ PCB	1) ตัวคานไม่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า	ทำให้การจับ PCB ไม่สนิท อาจส่งผลให้ PCB โกงตัวขณะให้ความร้อนสูง	6	การตัดงานที่ไม่ได้ฉากกับทุกๆด้าน	4	การควบคุมขนาด	3	72
	2) รูร้อยนอตเฉียง	ทำให้เสาคานจับ PCB บิดตัว เนื่องจากการยึดของนอตที่ไม่ได้แนวระดับเดียวกันทั้ง 2 ข้าง เป็นผลให้ลดความสามารถในการเคลื่อนที่	7	เจาะตรงตำแหน่งแต่ดอกเจาะที่ตั้งไว้ไม่ได้ฉากกับชิ้นงานเจาะ	4	การควบคุมตำแหน่งและมีระยะคลอนตัว	5	140

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องของคานปากกาจับบอร์ด PCB ที่อาจเกิดขึ้นจากผลิต (ต่อ)

3) คานมีกาน โก่งตัว	ความสามารถในการจับ PCB ลดลง	8	เกิดจากวัตถุดิบที่ ใช้ขึ้นรูปไม่เรียบ หรือโก่งตัวตั้งแต่ แรก	4	การควบคุมจาก ขนาด	6	192
4) ช่องเจาะ ระบายความ ร้อนเอียง	ลดความเป็นระเบียบแล้ว สวยงาม	2	เจาะงานเอียง ไม่ได้ฉาก	3	ควบคุมที่ขนาด และตำแหน่ง	2	12
5) ช่องเจาะ ระบายความ ร้อนไม่ได้ ตำแหน่ง	ลดความเป็นระเบียบแล้ว สวยงาม ทำให้การเลื่อนขาจับ PCB ไม่ เป็นเส้นตรง	2	เจาะงาน ผิดพลาด	3	ควบคุมที่ขนาด และตำแหน่ง มีการควบคุม ขนาดและระยะ	2	12
6) เขาวงยึด ขาจับ PCB ไม่ ตรง		6	เดินดอกเขาวงยึด เอียงหรือจับงาน ไม่ได้ระนาบ	4	ขอบ	5	120
7) ร่องขอบ ปากกาจับ PCB ไม่ได้รูป	เมื่อใช้งานแล้วทำให้จับยึด PCB ไม่ได้ระดับ หรือจับขอบ PCB ได้ไม่สนิทบอร์ดอาจโก่ง งอได้	6	เดินดอกเขาวงยึด ไม่ได้ระนาบเอียง ไปด้านใดด้าน หนึ่ง	4	มีการควบคุม ขนาดและระยะ ขอบ	5	120

4.3 เกณฑ์พิจารณาคะแนนความเสี่ยง (RPN) เพื่อกำหนดสัญลักษณ์ GD&T

การพิจารณาคะแนน RPN จะวิเคราะห์จากเงื่อนไขของความเป็นไปได้และความเสี่ยงที่เกิดขึ้นได้จริง โดยการประเมินจากค่าสูงสุดถึงต่ำสุดของทั้งสามส่วนที่พิจารณา คือ เกณฑ์ความรุนแรง (Severity : S) โอกาสในการเกิด (Occurrence: O) และการตรวจจับ (Detection : D) เมื่อนำมาวิเคราะห์ในตารางที่ 3 เปรียบเทียบโดยพิจารณาเลือกจากค่าสูงสุดและต่ำสุดในการวิเคราะห์ค่า RPN เพื่อกำหนด

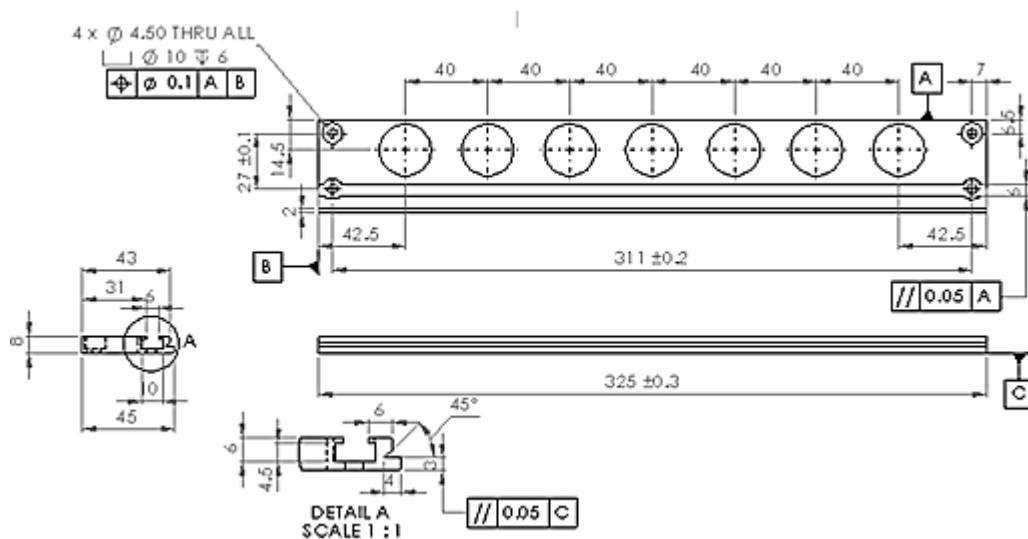
ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบค่าคะแนน SOD เพื่อประเมินค่าความเสี่ยงในการให้ GD&T

S	O	D	RPN	การควบคุมและการตอบโต้
1	1	1	1	ลักษณะการออกแบบที่ดีในอุดมคติ
10	10	1	100	ควรให้ GD&T เพิ่ม
10	1	1	10	มีความรุนแรงแต่ปลอดภัย เกิดขึ้นน้อยตรวจจับได้
10	1	10	100	ควรให้ GD&T เพิ่ม
1	10	1	10	มีความเสี่ยงต่ำไม่มีความรุนแรงและตรวจจับได้
1	10	10	100	ควรให้ GD&T เพิ่มและหรือแก้ไขแบบ
1	1	10	10	เกิดขึ้นน้อยแต่ไม่สามารถตรวจจับได้ ควรให้ GD&T เพิ่ม
10	10	10	1000	ควรออกแบบใหม่เพื่อแก้จุดบกพร่องโดยทันที

จากตารางที่ 3 การพิจารณาเกณฑ์การประเมิน
ทั้ง 3 ส่วน โดยวิเคราะห์ค่าคะแนน RPN ที่เหมาะสม
ควรเลือกใช้เกณฑ์ประเมินการให้ GD&T ที่ค่าคะแนน
100 คะแนน เนื่องจากเป็นค่าคะแนนที่สามารถเกิด
ขึ้น ซึ่งวิเคราะห์จากความเสี่ยงที่เป็นไปได้ และหาก
เกิดในกรณีที่มีการออกแบบไม่สามารถตรวจจับได้เลย
(Detection = 10) ควรจะกำหนดสัญลักษณ์ GD&T
เพื่อลดความเสี่ยงที่เกิดขึ้น โดยพิจารณาจากเงื่อนไข
การควบคุมของ GD&T ให้เหมาะสมกับแบบงาน

จากตารางที่ 2 เป็นการสรุปผลการวิเคราะห์
ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้ในการออกแบบคานปากกา
จับบอร์ด PCB มีลักษณะข้อบกพร่องที่เป็นไปได้ 7 ข้อ
เมื่อวิเคราะห์ด้วย DFMEA แล้วทำให้ทราบจำนวนข้อ
บกพร่องที่ต้องการกำหนด GD&T จำนวน 4 ข้อ โดย
ดูจากคะแนน RPN ที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 100
คะแนน

4.4 การกำหนด GD&T กับคานจับ PCB



ภาพที่ 7 แบบคานจับ PCB ที่กำหนด GD&T โดยใช้ DFMEA

จากการวิเคราะห์โดยใช้ DFMEA ช่วยในการ
กำหนด GD&T ทำให้ได้ค่าความเสี่ยง (RPN) ที่สูงเกิน
100 คะแนนในข้อที่ 2 3 6 และ 7 ทำให้ต้องกำหนด
สัญลักษณ์ GD&T ลงในส่วนควบคุมทั้งหมด 4 จุด ดังนี้
ข้อที่ 3 การควบคุมรูร้อยนอตเอียง เลือกใช้การ
ควบคุมตำแหน่ง (Position) ที่ขอบเขตทรงกระบอก
ของการควบคุมที่อ้างอิงจากดาดำ A และ B ภายใต้
ขอบเขตค่าพิสัยเผื่อของตำแหน่ง Tolerance zone
ไม่เกิน 0.1 มม.

ข้อที่ 4 การควบคุมการโก่งตัวของคานจับ PCB

และการควบคุมร่องขอบปากกาจับ PCB ไม่ได้รูป
เลือกใช้การควบคุมความขนาน (Parallelism) บน
ระนาบคู่ขนานที่อ้างอิงจากดาดำ C ภายใต้ขอบเขต
ค่าพิสัยเผื่อของความขนานที่ Tolerance zone
ไม่เกิน 0.05 มม.

ข้อที่ 7 การควบคุมการเซาะร่องยึดขาจับ PCB ที่
ไม่ตรง เลือกใช้การควบคุมความขนาน (Parallelism)
บนระนาบคู่ขนานที่อ้างอิงจากดาดำ A ภายใต้
ขอบเขตค่าพิสัยเผื่อของความขนานที่ Tolerance
zone ไม่เกิน 0.05 มม

4.5 ตรวจสอบค่า RPN หลังจากกำหนด GD&T
วิเคราะห์ผลคะแนน RPN ใหม่ หลังจากที่ได้กำหนด GD&T ลงในแบบเรียบร้อยแล้ว ดูว่าสามารถลดค่าคะแนนการประเมินการตรวจจับ (Detection: D)

ได้มากน้อยเพียงใด โดยนำผลจากตารางที่ 3 มาประกอบในการวิเคราะห์ ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สรุปคะแนน RPN ของแต่ละข้อบกพร่องภายหลังกำหนด GD&T

รายการ	ลักษณะข้อบกพร่องที่เป็นไปได้	S	O	D ₁	D ₂	RP N ₁	RP N ₂	GD& T
คานจับ PCB	1) ตำแหน่งรูร้อยนอตไม่ตรง	6	3	3		54		N
	2) ตัวคานไม่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า	6	4	3		72		N
	3) รูร้อยนอตเอียง	7	4	5	3	140	84	Y
	4) คานมีกานโก่งตัว	8	4	6	2	192	64	Y
	5) ช่องเจาะระบายความร้อนเอียง	2	3	2		12		N
	6) ช่องเจาะระบายความร้อนไม่ได้ตำแหน่ง	2	3	2		12		N
	7) เพาะร่องยึดขาจับ PCB ไม่ตรง	6	4	5	3	120	72	Y
	8) ร่องขอบปากกาจับ PCB ไม่ได้รูป	6	4	5	2	120	48	Y

5. สรุปผลการวิจัย

การกำหนด GD&T โดยใช้วิธีการของ DFMEA เข้ามาช่วยตรวจสอบความจำเป็นในการกำหนด GD&T บนแบบงาน วิธีนี้สามารถช่วยลดข้อผิดพลาดในการให้ GD&T ลงในแบบงานในจุดที่ไม่จำเป็นลง การทำ DFMEA ก่อนที่จะกำหนด GD&T ให้กับแบบงาน

วิธีการนี้ทำให้ผู้ออกแบบได้ทบทวนว่ากระบวนการทำงานของชิ้นส่วน หรืออุปกรณ์ทางกลที่สร้างมานั้น สามารถทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์

ที่ผู้ออกแบบต้องการหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อเป็นการวิเคราะห์หาจุดขัดข้องที่เป็นไปได้ เพื่อป้องกัน ก่อนที่จะผลิตจริง และเป็นการช่วยลดการให้ GD&T ลงในแบบงานที่ไม่จำเป็น เพื่อให้การสื่อสารกับฝ่ายผลิตกระชับ และลดการควบคุมแบบงาน โดยไม่จำเป็น

วิธีการที่จะได้ผลดีที่สุดและผิดพลาดน้อยที่สุดจะต้องทำโดยการระดมความคิดและความรู้จากทุกๆ ฝ่ายที่เกี่ยวข้องในการออกแบบชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ที่ต้องการกำหนด GD&T ผลที่ได้จะมีความแม่นยำมากขึ้น โดยการให้ความเห็นจากหลายฝ่าย

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ บริษัท แอล เอ็ม วาย จำกัด ที่ให้ข้อมูลสนับสนุนในการทำวิจัยในครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Hu J. and Xiong G. (2004) .Dimensional and geometric tolerance design based on constraints. Springer-Verlag London Limited, Vol. 25, pp. 1099-1108.
- [2] The American Society of Mechanical Engineers (1995), “Dimensioning and Tolerancing,” ASME Y14.5M-1994.
- [3] The American Society of Mechanical Engineers (2009), “Dimensioning and Tolerancing” ASME Y14.5M-2009.
- [4] สถาบันไทย-เยอรมัน, (2550), GD&T according to ASME Y14.5M.
- [5] กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2551). FMEA การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ.สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). กรุงเทพฯ.
- [6] Paul J. and Drake Jr. (1999). Dimensioning and Tolerancing Handbook. McGraw-Hill.
- [7] Henzold G. (2006). Geometrical Dimensioning and Tolerancing for Design, Manufacturing and Inspection. Second edition. Butterworth-Heinemann is an imprint of Elsevier.
- [8] Cogorno Gr. (2006). Geometric Dimensioning and Tolerancing for Mechanical Design. McGraw-Hill.
- [9] โสภณ ดวงประเสริฐ. (2550). การวิเคราะห์แนวโน้มลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ. สถาบัน WETTA.

