

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พิวเตอร์ (Pewters) เป็นโลหะผสม (Alloys) ที่มีดีบุก (Sn) เป็นส่วนผสมหลัก และใช้ธาตุอื่นๆ เช่น ทองแดง (Cu) พลวง (Sb) บิสมัท (Bi) และตะกั่ว (Pb) เป็นธาตุเจือ (Alloying elements) พิวเตอร์เป็นโลหะที่นิยมนำมาใช้เป็นวัสดุในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆมาเป็นเวลานาน เช่น เครื่องประดับ เครื่องใช้ และสินค้าที่ระลึก เนื่องจากเป็นโลหะที่มีความสวยงามเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว [1, 2] ภาพที่ 1.1 แสดงผลิตภัณฑ์ต่างๆที่ทำมาจากพิวเตอร์ ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์ที่ทำจากพิวเตอร์ถือว่าเป็นสินค้าที่สำคัญในการส่งเสริมการท่องเที่ยวสำหรับประเทศไทย รวมทั้งประเทศต่างๆในกลุ่มอาเซียน และเป็นสินค้าของประเทศไทยที่ส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศอีกด้วย โดยมีคู่แข่งที่สำคัญในตลาดโลกในการส่งออกพิวเตอร์ คือ ประเทศมาเลเซีย และประเทศบราซิล [3] มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์จากพิวเตอร์ในแต่ละปีของประเทศไทยขยายตัวอย่างต่อเนื่อง โดยมีอัตราการขยายตัวร้อยละ 10-20 ซึ่งมูลค่าการส่งออกรวมในปี 2554 คาดว่าจะมีมากกว่า 1,200 ล้านบาท [4] สำหรับในประเทศไทยพบว่ามีการใช้ดีบุกสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตพิวเตอร์ไม่น้อยกว่า 500 ตันต่อปี และมีแนวโน้มมากขึ้นเรื่อยๆตามการขยายตัวของอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว [5]



ภาพที่ 1.1 ผลิตภัณฑ์ต่างๆจากพิวเตอร์

เนื่องจากธาตุเจือชนิดหนึ่งที่นิยมเติมลงในพิวเตอร์ คือ ตะกั่ว ซึ่งใช้เพื่อลดจุดหลอมเหลวของพิวเตอร์ [1] แต่เป็นที่ทราบกันดีว่า ตะกั่วเป็นธาตุที่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และเนื่องจากรูปแบบ

หนึ่งของผลิตภัณฑ์ที่ทำจากพิวเตอร์ คือ ภาชนะบรรจุอาหาร ซึ่งมีรายงานว่าพบการปนเปื้อนของตะกั่วลงไป ในอาหารจากภาชนะบรรจุอาหารที่ทำมาจากพิวเตอร์ที่มีตะกั่วเป็นธาตุเจือ นอกจากนี้ตะกั่วที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ จากพิวเตอร์เมื่อถูกทิ้งเป็นขยะสามารถถูกน้ำฝนชะล้างลงไปปนเปื้อนกับน้ำใต้ดิน และก่อให้เกิดพิษต่อ สิ่งแวดล้อม [6, 7] ตามมาตรฐานและข้อบังคับของสหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักร และสหภาพยุโรปจึงไม่ อนุญาตให้ผสมตะกั่วเป็นธาตุเจือในพิวเตอร์ โดยอนุญาตให้ผสมได้เฉพาะทองแดงและพลวงเป็นธาตุเจือ เท่านั้น [8-10] และจากข้อบังคับทางสิ่งแวดล้อมของประเทศต่างๆ ทำให้ผู้ผลิตสินค้าจากพิวเตอร์ไม่สามารถ ใช้ตะกั่วเป็นธาตุเจือในพิวเตอร์ได้อีกต่อไป และจำเป็นต้องปรับกระบวนการผลิตให้เหมาะสมกับส่วนผสม แบบใหม่ของพิวเตอร์ เพื่อที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์ของตนเองสามารถส่งไปจำหน่ายในต่างประเทศได้ รวมทั้งทำ ให้ผลิตภัณฑ์ของตนเองมีภาพลักษณ์ที่ดีในความรู้สึกของลูกค้าหรือนักท่องเที่ยว [3] สำหรับในประเทศไทย การผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆจากพิวเตอร์มักเป็นการผลิตในอุตสาหกรรมขนาดเล็กถึงขนาดกลาง (SME) ซึ่งยัง ขาดเทคโนโลยีการผลิต และต้องพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของข้อบังคับ ทางสิ่งแวดล้อม [4] ดังนั้นการวิจัยเกี่ยวกับการผลิตพิวเตอร์ไร้สารตะกั่ว (Lead-free pewters) จึงมีความ จำเป็นต่อการพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์จากพิวเตอร์ ของประเทศไทย

ในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆจากพิวเตอร์ คุณสมบัติที่สำคัญของพิวเตอร์ในการขึ้นรูป คือ ความแข็ง (Hardness) [1, 2] เนื่องจากเป็นคุณสมบัติที่สำคัญในการกำหนดความสามารถในการขึ้นรูป (Formability) ของพิวเตอร์หรือโลหะชนิดต่างๆ โดยทั่วไปแล้วพิวเตอร์ที่มีความแข็งสูงจะขึ้นรูปได้ยากและมีโอกาสเกิด การแตกร้าวได้ง่ายกว่าพิวเตอร์ที่มีความแข็งต่ำ แต่ในขณะเดียวกันพิวเตอร์ที่มีความแข็งสูงจะสามารถทนต่อ การสึกหรอ หรือทนต่อการขีดข่วนได้ดีกว่าพิวเตอร์ที่มีความแข็งต่ำ [11] ทำให้มีความทนทานในการใช้งาน ดีกว่า ซึ่งสำหรับวัสดุในกลุ่มโลหะ ความแข็งเป็นคุณสมบัติที่ขึ้นอยู่กับส่วนผสมและโครงสร้างจุลภาคของ โลหะ [12-14] ดังนั้นในโครงการวิจัยนี้จะทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งกับส่วนผสมและ โครงสร้างจุลภาคของพิวเตอร์แบบไร้สารตะกั่ว โดยส่วนผสมของพิวเตอร์ที่จะทำการศึกษาประกอบด้วย ดีบุก ทองแดง และพลวง

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งของพิวเตอร์กับส่วนผสม ของพิวเตอร์
- 2) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งของพิวเตอร์กับโครงสร้างจุลภาคของพิวเตอร์
- 3) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนผสมของพิวเตอร์กับโครงสร้างจุลภาคของพิวเตอร์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ในโครงการวิจัยนี้จะทำการศึกษาพิวเตอร์แบบไร้สารตะกั่วที่มีส่วนผสมระหว่างดีบุก ทองแดง และพลวง เท่านั้น โดยจะทำการศึกษาในช่วงความเข้มข้นของดีบุกระหว่าง 89-100% โดยน้ำหนัก ความเข้มข้นของทองแดงระหว่าง 0-3% โดยน้ำหนัก และความเข้มข้นของพลวงระหว่าง 0-8% โดยน้ำหนัก ซึ่งครอบคลุมส่วนผสมทั้งหมดของพิวเตอร์ไร้สารตะกั่วตามข้อกำหนด ASTM B560-00(2010) Standard Specification for Modern Pewter Alloys [10]

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

สำหรับในโครงการวิจัยนี้ ขั้นตอนแรกของการศึกษาจะใช้การทดลองเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนผสมและโครงสร้างจุลภาคของพิวเตอร์แบบไร้สารตะกั่วกับความแข็ง โดยใช้วิธีการออกแบบของผสมช่วยในการออกแบบการทดลอง ซึ่งส่วนผสมของพิวเตอร์ที่จะทำการศึกษาประกอบด้วยดีบุก ทองแดง และพลวง และจะทำการศึกษาในช่วงความเข้มข้นของดีบุกระหว่าง 89-100% โดยน้ำหนัก ความเข้มข้นของทองแดงระหว่าง 0-3% โดยน้ำหนัก และความเข้มข้นของพลวงระหว่าง 0-8% โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นช่วงส่วนผสมที่ครอบคลุมส่วนผสมทั้งหมดของพิวเตอร์ตามข้อกำหนด ASTM B560-00(2010) Standard Specification for Modern Pewter Alloys [10] โดยจะทำการหลอมดีบุก ทองแดง และพลวง เข้าด้วยกันตามสูตรส่วนผสมที่ได้จากการออกแบบด้วยวิธีการออกแบบของผสม และตรวจสอบปริมาณของส่วนผสมแต่ละชนิดโดยใช้ Spark optical emission spectrometer จากนั้นจึงนำพิวเตอร์ที่มีส่วนผสมต่างๆไปตรวจสอบคุณสมบัติที่ต้องการศึกษา การทดสอบความแข็งของพิวเตอร์จะทำการทดสอบโดยวิธี Vickers microhardness ส่วนการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของพิวเตอร์จะใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope: SEM), Energy dispersive spectroscopy (EDS) และ X-ray diffractometer (XRD) ช่วยในการตรวจสอบ

สำหรับในขั้นตอนต่อไปของโครงการวิจัยนี้จะใช้ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบความแข็งมาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และแผนภาพ Contour plot เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งกับส่วนผสมของพิวเตอร์ และทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นด้วยการนำผลการทำนายด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดลอง (ในส่วนผสมใหม่ที่ไม่เคยใช้ในการสร้างแบบจำลอง แต่เป็นส่วนผสมที่ยังอยู่ในช่วงของส่วนผสมที่ได้กำหนดไว้) ทราบความสัมพันธ์ระหว่างส่วนผสม และสื กับความแข็งของโลหะผสมพิวเตอร์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการวิจัยที่ได้คาดว่าจะสามารถตีพิมพ์เผยแพร่เป็นบทความฉบับเต็ม (Full paper) ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติที่อยู่ในระบบฐานข้อมูลของ ISI หรือ SJR ได้ รวมทั้งผลการวิจัยที่ได้จะเป็นองค์ความรู้ที่สำคัญทางด้านการผลิตพิวเตอร์แบบไร้สายตะกั่วและโลหะวิทยาของพิวเตอร์แบบไร้สายตะกั่ว และเป็นองค์ความรู้ที่ภาคอุตสาหกรรมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้