บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

5.1.1 ธาตุสังกะสีและซิลิคอนที่เติมลงในโลหะผสมเงินเกรด 940-ทองแดง - สังกะสี - ซิลิคอน พบในโครงสร้างยูเทคติคในปริมาณสูงกว่าที่พบในโครงสร้างเนื้อพื้น (Ag – rich phase)

5.1.2 ความแข็งและความแข็งแรงของโลหะผสมเงินเกรด 940 จะมีค่าลดลงตามปริมาณปริมาณสังกะสีที่เพิ่มขึ้น(ปริมาณทองแดงที่ลดลง) โดยโครงสร้างยูเทคติคที่พบมีปริมาณและความหนาแน่นลดลง โครงสร้างเนื้อพื้น (Ag – rich phase) พบในปริมาณมากขึ้น ทำให้ค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุด และความแข็ง มีแนวโน้มลดลง โดยโลหะผสมเงินเกรด 940 ที่มีปริมาณสังกะสี 3.97 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก มีความแข็งเท่ากับ 55.3 $HV_{0.025}$ ซึ่งต่ำกว่าความแข็งของโลหะผสมเงินเกรด 940 ที่มีปริมาณสังกะสี 1.18 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 72.1 $HV_{0.025}$ ความต้านทานแรงดึงสูงสุดมีค่าตั้งแต่ 161.9-217.8 MPa และโลหะผสมเงินเกรด 940 ชุดที่ 10 : 0.036%Si-3.23%Zn -2.30%Cu-balance of Ag มีเปอร์เซ็นต์การยืดตัวสูงสุดมีค่าเท่ากับ 115.1 เปอร์เซ็นต์

5.1.3 การอบโฮโมจิไนเซชัน(การอบเนื้อเดียว) ที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส นาน 30 และ 60 นาที ส่งผลให้โครงสร้างเดนไดรท์จากสภาพหลังหล่อหายไปเกิด และมีอนุภาคขนาดเล็กเกิดขึ้น โดยการอบเนื้อเดียวที่ 750 องศาเซลเซียส นาน 30 และ 60นาที มีขนาดเฉลี่ยเท่ากับ 0.3 ไมครอน และ 0.5 ไมครอน ตามลำดับ การแพร่ของทองแดงที่เกิดขึ้นเมื่ออบชิ้นงานที่อุณหภูมิ 750 °C นาน 30 และ 60 นาที จะทำให้ปริมาณทองแดงในชิ้นงานลดลงและยังเกิดชั้นออกไซด์ที่ผิว ซึ่งส่งผลให้สมบัติทางกล ต่าง ๆ ของชิ้นงานลดลง

5.1.4 ค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุดและความแข็งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่เปอร์เซ็นต์การยืดตัวมีแนวโน้มลดลงตามอัตราการลดขนาดที่เพิ่มสูงขึ้น และโครงสร้างจุลภาคที่ตรวจพบจะเห็นเป็นลักษณะเกรนรียาว (elongated grain)

5.1.5 การอบอ่อนที่อุณหภูมิ 500, 550 และ 600 องศาเซลเซียส นาน 30, 45 และ 60 นาที ส่งผลต่อค่าความแข็งลดลง ตามอุณหภูมิและเวลาในการอบอ่อนที่เพิ่มขึ้น เกิด Recrystallization อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสม คืออบอ่อนที่ 500 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที

5.1.6 ค่าการเปลี่ยนแปลงสีผิว (DE*) แปรผกผันกับปริมาณสังกะสีที่เติม ขณะเดียวกันถ้ามีการเติมปริมาณซิลิคอนคงที่ที่ 0.02 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักและปริมาณซิลิคอนตั้งแต่ 0.036 - 0.065 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก มีผลในการเพิ่มความสามารถในการต้านทานการหมอง โดยค่าการ

เปลี่ยนแปลงสีผิว (DE*) ของทั้ง 2 กลุ่มนี้มีค่าต่ำกว่าเมื่อเทียบกับค่า DE* ของโลหะผสมที่ไม่ได้เติมซิลิคอน ดังนั้นแสดงว่าค่า DE* จะต่ำลงเมื่อปริมาณสังกะสีและซิลิคอนที่เพิ่มขึ้น

5.1.7 ธาตุสังกะสีมีผลต่อการลดอุณหภูมิจุด Melting และจุด Liquidus มีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จาก Ternary Phase Diagram และเมื่อเติมปริมาณซิลิคอนต่ำกว่า 0.02 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก มีผลทำให้ค่าอุณหภูมิจุด Melting และจุด Liquidus ลดลงเล็กน้อย แต่ถ้าเติมปริมาณซิลิคอนเกิน 0.02เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ส่งผลต่อค่าอุณหภูมิจุด Melting และจุด Liquidus เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ซึ่งผลไม่เด่นชัดเหมือนธาตุสังกะสี

5.1.8 โลหะผสมเงินเกรด 940 ที่มีปริมาณซิลิคอนตั้งแต่ 0.02 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักขึ้นไป จะทำให้ผิวชิ้นงานมีความสวยงามและความเงางามกว่าชิ้นงานที่ไม่มีการเติมซิลิคอน

5.1.9 ส่วนผสมทางเคมีของโลหะผสมเงินเกรด 940 ที่เหมาะสม คือ 0.036%Si - 3.23%Zn - 2.30%Cu - Balance of Ag โลหะที่ส่วนผสมนี้จะมีสมบัติทางกล คือ ความแข็ง ความแข็งแรงค่อนข้างดี และเปอร์เซ็นต์การยืดตัวสูงสุด มีความสามารถในการต้านทานการหมองที่เหมาะสม และลักษณะผิวหลังการหล่อสะอาด เนื้อแน่น สามารถลดขนาดได้โดยไม่ขาดขณะผ่านการการลดขนาดที่อัตราการลดขนาดค่อนข้างสูง

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ศึกษาลักษณะและคุณสมบัติของฟิล์มออกไซด์ที่ช่วยเพิ่มความสามารถในการต้านทานการหมองของโลหะผสมเงินเกรด 940 ที่ผสมธาตุสังกะสีและซิลิคอน

5.2.2 จากการทดสอบการกัดกร่อน ควรศึกษาเพิ่มเติมว่ามีธาตุชนิดใดบ้างที่เป็นองค์ประกอบของฟิล์มที่เกิดขึ้น และกลไกการกัดกร่อนของโลหะผสมเงินเกรด 940 ที่ผสมธาตุสังกะสีและซิลิคอน

5.2.3 ศึกษาอนุภาคขนาดเล็กที่เกิดขึ้นหลังจากการอบโฮโมจิไนเซชัน