บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของงานวิจัย

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมเครื่องประดับเป็นอุตสาหกรรมที่มีบทบาทสำคัญ และทำรายได้จากการส่งออกให้กับประเทศไทยเป็นจำนวนมากและยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อไป โดยโลหะผสมเงินสเตอร์ลิงเป็นโลหะที่ได้รับความนิยมมากในอุตสาหกรรมนี้ ดังนั้นจึงมีความพยายามเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของเงินสเตอร์ลิงในด้านต่างๆ เช่น สี (color) รูพรุน (porosity) ความแข็ง (hardness) และความต้านทานการหมอง (tarnish resistance) เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค

โลหะเงินสเตอร์ลิงเป็นโลหะผสมของเงินที่กำหนดให้มีส่วนผสมของธาตุเงินอย่างน้อยที่สุด 92.5 เปอร์เซ็นต์ โดยส่วนที่เหลืออีก 7.5 เปอร์เซ็นต์ จะเป็นธาตุผสมอื่นที่นำมาผสมเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของเงินสเตอร์ลิง ซึ่งธาตุอื่นที่มีการนำมาใช้ ได้แก่ ธาตุทองแดง ซิลิคอน นิกเกิล ดีบุก ฟอสฟอรัส สังกะสี เจอร์มาเนียม และอะลูมิเนียม เป็นต้น

ธาตุผสมที่มักนิยมนำมาผสมในโลหะเงินเพื่อเพิ่มความแข็งคือ ทองแดง เนื่องจากโลหะเงินบริสุทธิ์นั้นมีความอ่อนตัวสูง ไม่นำมาใช้งานหรือใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องประดับ ทองแดงเป็นโลหะที่สามารถผสมเข้ากันได้ดีกับโลหะเงิน และยังมีราคาไม่สูง แต่ทองแดงจะมีปัญหาเรื่องการที่ถูกออกซิไดซ์ได้ง่าย เกิดเป็นคอปเปอร์ออกไซด์ (copper oxide) ทำให้สีผิวของเครื่องประดับหมองคล้ำลงไป โดยเฉพาะเมื่อมีการสัมผัสกับบรรยากาศที่มีซัลไฟด์สูง

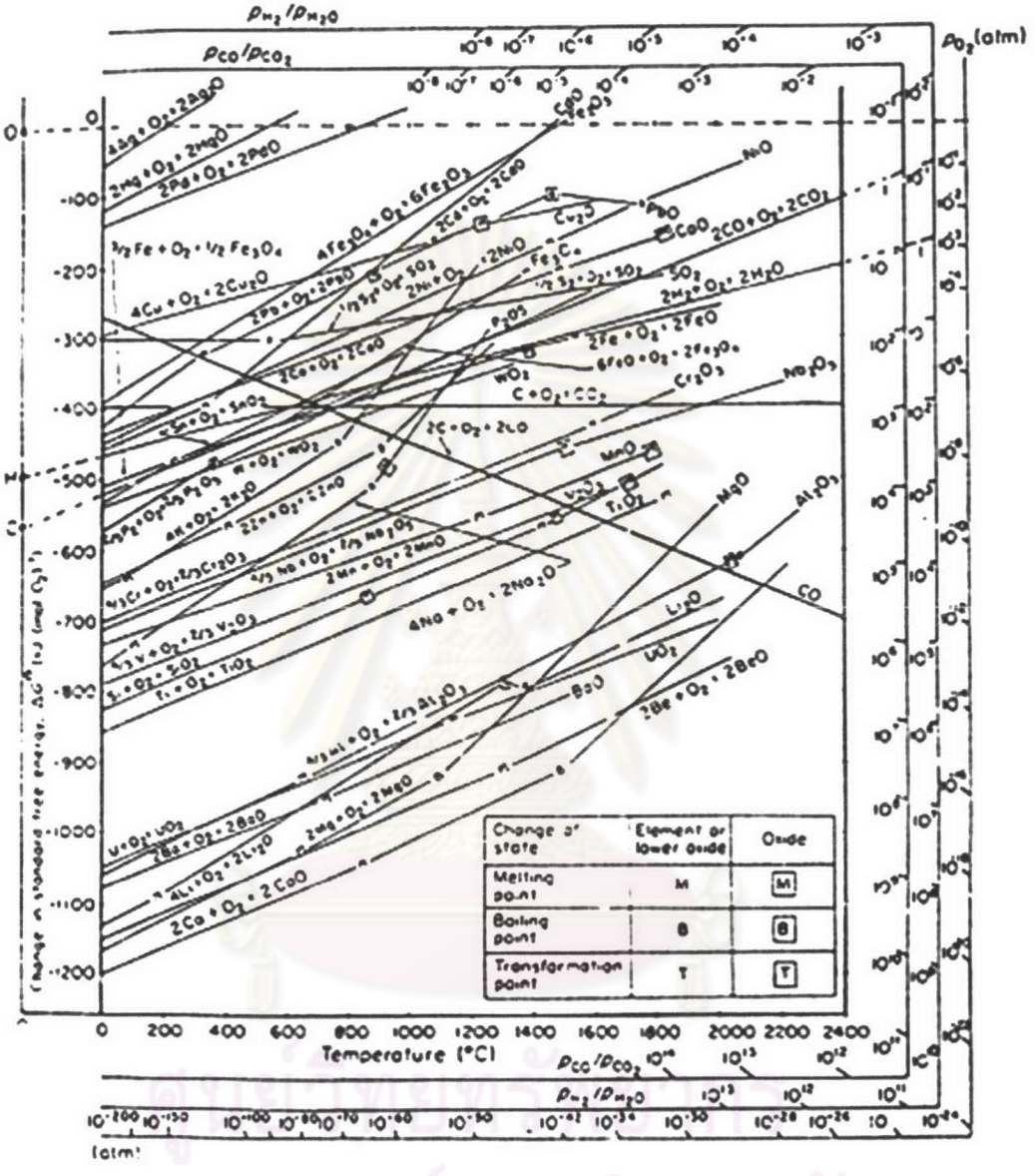
ในการหล่อชิ้นงานของโลหะผสมเงินสเตอร์ลิงก็มีจะพบปัญหาในเรื่องรูพรุนหรือโพรง โดยจะเกิดจากการที่มีออกซิเจนเข้าไปละลายอยู่ในโลหะหลอมเหลว ส่งผลให้เกิด Cupric Oxide (CuO) และ Cuprous Oxide (Cu_2O) ซึ่งมีสีน้ำตาลดำและสีชมพูตามลำดับ [1]

$$2Cu + O_2 \rightarrow 2CuO$$

$$4Cu + O_2 \rightarrow 2Cu_2O$$

โดยมลทินของคอปเปอร์ออกไซด์เหล่านี้เกิดขึ้นในชิ้นงานหล่อ และเป็นปัญหาอย่างมากเมื่อมลทินเหล่านี้อยู่ใกล้ผิวงาน ซึ่งจะปรากฏเห็นได้ชัดหลังจากการขัดละเอียด ปัญหานี้จะพบมากขึ้นเมื่อทำการหล่อชิ้นงานในสภาวะที่ไม่ได้ป้องกันการเกิดออกไซด์ไว้ เช่น หลอมในสภาวะบรรยากาศ ระยะเวลาในการหลอมนาน หรือใช้ความร้อนในการหลอมโลหะนานเกินไป จากการศึกษาพบว่ามีธาตุผสมอยู่หลายตัวที่น่าจะมีความสามารถทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้ดีกว่าทองแดง [2] เช่น แมกนีเซียม อลูมิเนียม แมงกานีส ซิลิคอน แคลเซียม ฯลฯ ซึ่งจากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าธาตุซิลิคอนนั้นสามารถลดปริมาณออกซิเจนได้ดี นอกจากนี้ธาตุแคลเซียมนั้นเมื่อดูจาก

แผนภาพ Ellingham แล้วพบว่าเป็นตัวทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้ดีมาก ซึ่งน่าจะนำมาใช้ในการลดออกซิเจน



รูปที่ 1.1 แผนภาพ Ellingham แสดงค่า Gibb's Free Energy ของการเกิดออกไซด์ของโลหะที่อุณหภูมิต่างๆ [3]

ปัญหาที่สำคัญของเงินอีกอย่างคือเรื่องการหมอง ซึ่งจะเกิดเมื่อเงินมีการสัมผัสกับบรรยากาศที่มีซัลไฟด์สูง อาจมีการแก้ไขด้วยการชุบผิวโลหะด้วยโลหะอื่น เช่น ทอง แพลตตินัม หรือชุบน้ำยากันหมอง เป็นต้น นอกจากนี้อาจแก้ไขด้วยการเติมธาตุผสมลงไปเพื่อปรับปรุง

คุณสมบัติความต้านทานการหมองของเงิน โดยธาตุที่มีการวิจัยและพบว่าสามารถต้านทานการหมองของเงินสเตอร์ลิง ได้แก่ ดีบุก สังกะสี อินเดียม และซิลิคอน

จากปัญหาทั้งสมบัติทางกล การเกิดการออกซิไดซ์ของทองแดง และการเกิดซัลไฟด์ของเงิน งานวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงได้ทำการศึกษาถึงโครงสร้างจุลภาค สมบัติทางกลและความสามารถในการต้านทานการหมองของเงินสเตอร์ลิงที่ผสม ทองแดง ซิลิคอน และแคลเซียม

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของธาตุผสมซิลิคอนและแคลเซียม ต่อคุณสมบัติทางกลของโลหะเงินสเตอร์ลิง
2. เพื่อศึกษาความต้านทานการหมองของโลหะเงินสเตอร์ลิงก่อนและหลังการผสมธาตุซิลิคอนและแคลเซียม
3. เพื่อศึกษาผลของธาตุผสมซิลิคอนและแคลเซียม ต่อโครงสร้างจุลภาคของโลหะเงินสเตอร์ลิง
4. เพื่อหาปริมาณที่เหมาะสมของธาตุผสมซิลิคอนและแคลเซียมในการหล่อโลหะเงินสเตอร์ลิงเพื่องานอุตสาหกรรมเครื่องประดับ
5. เพื่อศึกษาผลของธาตุผสมซิลิคอนและแคลเซียมต่อสีผิวของโลหะเงินสเตอร์ลิง

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. หลอมส่วนผสมของโลหะเงินสเตอร์ลิงที่มีปริมาณเงิน 92.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และปริมาณทองแดง 7.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ในเตาเหนี่ยวนำไฟฟ้า (induction furnace) ในสภาวะที่มีการคลุมผิวโลหะหลอมเหลวด้วยก๊าซอาร์กอน โดยเปรียบเทียบกับการหลอมโลหะเงินสเตอร์ลิงที่เติมธาตุผสมซิลิคอนในช่วงปริมาณ 0.03 - 0.24 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และธาตุผสมแคลเซียมในช่วงปริมาณ 0.024 - 0.216 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และที่เหลือคือปริมาณทองแดง
2. ตรวจสอบส่วนผสมและโครงสร้างจุลภาคของโลหะผสมเงินสเตอร์ลิงที่ได้จากการหล่อ
3. ศึกษาสมบัติทางกลของโลหะเงินสเตอร์ลิง โดยการทดสอบความต้านทานแรงดึงและความแข็งแบบวิกเกอร์
4. ศึกษาความต้านทานการหมองของโลหะเงินสเตอร์ลิงก่อนและหลังผสมธาตุซิลิคอนและแคลเซียม โดยใช้โซเดียมซัลไฟด์ และทดสอบสีผิวด้วยเครื่อง Spectrophotometer

5. ทดสอบการกัดกร่อนของฟิล์มที่เกิดขึ้นหลังการผสมธาตุซิลิคอนและแคลเซียม ด้วยวิธีทางไฟฟ้าเคมี โดยเทคนิควิธีโพเทนชิโอไดนามิก (Potentiodynamic technique)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงคุณสมบัติทางกล เช่น ความแข็ง ความต้านทานแรงดึง ของเงินสเตอร์ลิงที่ได้จากการผสมธาตุผสมซิลิคอนและแคลเซียม
2. ทราบถึงความสามารถในการต้านทานความหมองของโลหะผสมเงินสเตอร์ลิงที่ได้จากการผสมธาตุซิลิคอนและแคลเซียม
3. ทราบถึงอิทธิพลของธาตุซิลิคอนและแคลเซียมต่อโครงสร้างจุลภาคของเงินสเตอร์ลิง
4. ทราบถึงลักษณะของผิว และสีผิว ของเงินสเตอร์ลิงหลังจากการเติมธาตุผสมซิลิคอนและแคลเซียม เพื่อประโยชน์ในด้านความสวยงาม
5. เป็นแนวทางในการศึกษา และปรับปรุงคุณสมบัติของเงินสเตอร์ลิงในงานอุตสาหกรรมเครื่องประดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย