

Abstract

The effects of silicon on anti-tarnish and mechanical properties of sterling silver (silver content more than 92.5%) were investigated. The amount of silicon additions was varied from 0-0.5% by weight. To obtain the homogeneous melting and perform the experiment easier silicon additive was prepared in the form of master alloy with the copper to silicon ratio of 90:10. To prevent the silicon loss during melting the experiments were done using an induction caster with vacuum system and covering with argon gas. Anti-tarnish property test of cast specimens was obtained by inserting the specimens in the atmosphere of sulfur preparing from saturated Na_2S solution. After finishing test, the surface of specimens were examined by using spectrophotometer to find out the difference of color change. It was found that increasing in silicon content produced better tarnish resistance. In addition silicon also provided the casting surface of silicon-added sterling silver more shiny and white than those of specimens without silicon. Silver content also affected to the anti-tarnish property. For example, more silver content (95%Ag) in specimens more tarnish resistance could be obtained when compared with low silver content (92.5%). However the microstructural analysis which examined by using both optical and scanning electron microscopes indicated that with increasing silicon contents the microstructure of silicon-added specimens changed to net work formation of copper silicon rich phase occurring at grain boundary. This was due to the low solubility limit of silicon in silver. As a result, the ductility decreased significantly with increasing very small amount of silicon (0.04%). The suitable content of silicon additive was approximately in the range of 0.02-0.2% by weight. This value providing both good tarnish resistance and proper mechanical properties.

Sterling silver with calcium silicide additive were also investigated. The results indicated that calcium and silicon acted as deoxidizing elements in order to reduce the oxygen in molten metal. It was also found that calcium silicide gave the same effects on both anti-tarnish property and casting surface color as silicon additive. However the loss of calcium and silicon had to take in account due to the low density of calcium silicide to make the occurrence of oxidation reaction with air easily. The holding time during open-air melting had affected to the quantity of silicon in solidified metal too. The suitable holding time was not more than 6 minutes otherwise the loss of silicon and calcium was high in quantity.

บทคัดย่อ

ผลของซิลิกอนต่อคุณสมบัติการต้านทานการหมองและคุณสมบัติทางกลของโลหะเงินสเตอร์ลิง (ปริมาณเงินมากกว่า 92.5%) ได้ถูกศึกษา ปริมาณของซิลิกอนที่เติมอยู่ในช่วง 0 ถึง 0.5% โดยน้ำหนัก การเตรียมซิลิกอนผลิตขึ้นโดยอยู่ในรูปของมาสเตอร์อัลลอยที่มีอัตราส่วนระหว่างทองแดงกับซิลิกอนเท่ากับ 90:10 เพื่อให้การหลอมได้โลหะที่มีส่วนผสมสม่ำเสมอและทำให้การทดลองง่ายขึ้น การทดลองหลอมโลหะจะใช้เครื่องหล่อหลอมโลหะแบบเหนียวนำด้วยไฟฟ้าที่มีระบบสุญญากาศและปกคลุมด้วยก๊าซอาร์กอนเพื่อป้องกันการสูญเสียซิลิกอนระหว่างการหลอม การทดสอบคุณสมบัติการต้านทานการหมองของชิ้นงานที่หล่อทำได้โดยใส่ชิ้นงานในบรรยากาศซัลเฟอร์ที่เตรียมขึ้นจากสารละลายโซเดียมซัลไฟด์อิ่มตัว หลังจากทดสอบเสร็จสิ้น ผิวชิ้นงานได้นำมาตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงสีโดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ การตรวจสอบพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณซิลิกอนจะทำให้ความต้านทานการหมองดีขึ้น นอกจากนี้ซิลิกอนยังช่วยให้ผิวงานหล่อของชิ้นงานที่เติมซิลิกอนมีผิวเงาและขาวขึ้นมากกว่าผิวของชิ้นงานที่ปราศจากซิลิกอน ปริมาณเงินยังมีผลต่อคุณสมบัติการต้านทานการหมองด้วย ตัวอย่างเช่น ปริมาณเงินสูงขึ้น (95%) จะได้ความต้านทานการหมองสูงขึ้นด้วยเมื่อเทียบกับชิ้นงานที่เมื่อปริมาณเงิน 92.5% อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคโดยตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสงและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกวาด แสดงให้เห็นว่า การเพิ่มปริมาณซิลิกอนทำให้โครงสร้างเปลี่ยนเป็นโครงร่างตาข่ายที่เกิดจากเฟสของทองแดง-ซิลิกอนที่ขอบเกรน ด้วยผลประการนี้ความเหนียวลดลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อปริมาณซิลิกอนเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย (0.04%) ปริมาณซิลิกอนที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง 0.02-0.2% โดยน้ำหนัก ซึ่งจะให้ความต้านทานการหมองร่วมกับคุณสมบัติทางกลที่ดี

โลหะเงินสเตอร์ลิงที่เติมแคลเซียมซิลิไซด์ได้นำมาตรวจสอบด้วยเช่นกัน ผลการทดลองชี้ให้เห็นถึงแคลเซียมและซิลิกอนเป็นธาตุดีออกไซด์ซึ่งจะลดปริมาณออกซิเจนในน้ำโลหะ นอกจากนี้แคลเซียมซิลิไซด์ยังให้ผลทั้งการต้านทานการหมองและสีผิวงานหล่อเช่นเดียวกับซิลิกอน อย่างไรก็ตามการสูญเสียแคลเซียมและซิลิกอนต้องถูกนำมาพิจารณาด้วยเพราะแคลเซียมซิลิไซด์มีความหนาแน่นต่ำทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับอากาศได้ง่าย ระยะเวลาการหลอมในบรรยากาศเปิดมีผลต่อปริมาณซิลิกอนในโลหะด้วย ระยะเวลาการหลอมที่เหมาะสมไม่ควรเกิน 6 นาทีมิฉะนั้นซิลิกอนและแคลเซียมจะสูญเสียในปริมาณสูง

