178886

ระยะช่วงห่างระหว่างแขนของเดนไดร์ทขั้นทุติยภูมิ (SDAS) เป็นตัวแปรหนึ่งที่ควบคุมสมบัติทางกลของโลหะผสมหล่อไฮโปยูเทคติกอะลูมิเนียม-ซิลิคอน ตามปรกติแล้วระยะช่วงห่างระหว่างแขนของเดนไดร์ทขั้นทุติยภูมิแคบจะมีสมบัติทางกลสูง ระยะช่วงห่างระหว่างแขนของเดนไดร์ทขั้นทุติยภูมิควบคุมได้ด้วยการควบคุมอัตราการเย็นตัวในช่วงของการเย็นตัว (Mushy Zone) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเพิ่มอัตราการเย็นตัวที่ต่างกันของแต่ละสัดส่วนของของแข็งต่อระยะช่วงห่างระหว่างแขนของเดนไดร์ทขั้นทุติยภูมิและลักษณะรูปร่างของเฟสซิลิคอน ในการทดลองนี้ใช้อะลูมิเนียม-ซิลิคอนผสมหล่อ เกรด ASTM A356 และเพิ่มอัตราการเย็นตัวเมื่อสัดส่วนของของแข็งมีปริมาณร้อยละ 10, 35, 52 และ 95 ตามลำดับ และควบคุมอัตราการเย็นตัวโดยกำหนดอุณหภูมิน้ำที่ใช้ฉีดปะทะแผ่นระบายความร้อนที่ทำจากแผ่นทองแดงหนา 1 มิลิเมตร ในบริเวณด้านล่างของแบบหล่อที่ทำจากฉนวนกันความร้อน อุณหภูมิของน้ำที่ใช้คือ 1, 5 และ 15 องศาเซลเซียส จากการวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคและวัดระยะช่วงห่างระหว่างแขนของเดนไดร์ทขั้นทุติยภูมิ พบว่าระยะช่วงห่างระหว่างแขนของเดนไดร์ทขั้นทุติยภูมิแปรผันกับสัดส่วนของของแข็งและอัตราการเย็นตัว การเพิ่มอัตราการเย็นตัวที่สัดส่วนของของแข็งต่ำจะมีประสิทธิภาพมากกว่าการเพิ่มอัตราการเย็นตัวเมื่อสัดส่วนของของแข็งสูง และมีประสิทธิภาพมากที่สุดเมื่อสัดส่วนของของแข็งในช่วงร้อยละ 10-35 และมีประสิทธิภาพต่ำสุดในช่วง 48-95 นอกจากนี้ยังได้ทดลองเติมธาตุสตรอนเซียมร้อยละ 0.05 โดยน้ำหนัก และเพิ่มอัตราการเย็นตัวโดยใช้น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เพื่อศึกษาผลของสตรอนเซียมต่อระยะช่วงห่างระหว่างแขนของเดนไดร์ทขั้นทุติยภูมิและลักษณะรูปร่างของเฟสซิลิคอน พบว่าระยะช่วงห่างระหว่างแขนของเดนไดร์ทขั้นทุติยภูมิแปรผันตามสัดส่วนของของแข็งแต่มีระยะที่กว้างกว่าการทดลองที่ไม่ได้เติมสตรอนเซียม แต่มีเสถียรภาพในการเพิ่มอัตราการเย็นตัวสูงกว่าผลการทดลองที่ไม่เติมธาตุสตรอนเซียม และมีเสถียรภาพใกล้เคียงกันทุกช่วง สำหรับเฟสซิลิคอน พบว่าการเพิ่มอัตราการเย็นตัวเมื่อสัดส่วนของของแข็งต่ำ ขนาดและรูปร่างจะมีขนาดเล็ก และเป็นแผ่นบาง พื้นที่เฟสยูเทคติกมีขนาดที่เล็กและกระจายตัวอยู่ทั่วไป ในขณะที่เมื่อเพิ่มอัตราการเย็นตัวเมื่อสัดส่วนของของแข็งสูงพบว่า ขนาดและรูปร่างของโครงสร้างซิลิคอนมีขนาดใหญ่เป็นแผ่นหนา พื้นที่ของเฟสยูเทคติกมีขนาดใหญ่และเกาะกลุ่มกัน ในขณะที่ผลการทดลองที่เติมธาตุสตรอนเซียมในการทดลองพบว่าขนาดของโครงสร้างซิลิคอนไม่ขึ้นกับการเพิ่มอัตราการเย็นตัวเมื่อสัดส่วนของของแข็งเปลี่ยนไป

Abstract

178886

Mechanical properties, i.e. ultimate tensile strength and ductility, of hypoeutectic aluminum-silicon alloy casting are basically dependent on secondary dendrite arm spacing (SDAS). In general, the finer the arm spacing, the higher the mechanical properties. It is also known that for a given casting condition, the SDAS of the cast alloy may be varied, to a certain extent, by controlling cooling rate during solidification. This study was primarily focused on the effect of cooling rate at different fraction of solid on SDAS and eutectic silicon phase of ASTM A356 alloy. Pouring temperature was 720°C for all the casting experiments carried out in this study. The cooling rates were varied using different starting temperatures of cooling water. These temperatures were 1, 5, and 15°C. The casting experiments were conducted at four different values of the fraction of solids which included 10, 35, 48, and 95 percent. The results show that, for a given cooling rate, the SDAS is dependent on the fraction of solid. At lower fraction of solid, the SDAS is finer. For the same value of fraction of solid, the casting solidified at faster cooling rate exhibits finer SDAS. In addition, in this work preliminarily investigation concerning the effect of strontium on the SDAS was also studied. The casting experiments were further conducted with the addition of 0.05 weight percent strontium at the cooling rate was controlled using the cooling water at 5°C. Similarly to the result observed in the cast alloy without strontium, the lower was the fraction of solid, the finer the SDAS. Interestingly, it is also observed that, however, under the same cooling rate, the SDAS of the cast alloy with 0.05 weight percent strontium appears relatively wider than that of the cast alloy without strontium for all the values of fraction of solid. Regarding the effect on eutectic silicon, it is found that morphology of the silicon of the cast alloy without strontium is also dependent on the fraction of solid and cooling rate. The eutectic phase silicon of the cast alloy solidified under the conditions that higher cooling rate was applied at lower value of fraction of solid appears relatively finer and well distributed all over the aluminum matrix; whereas the silicon, solidified under the opposite conditions that lower cooling rate was applied at higher value of fraction of solid appears coarser, plate-liked, and formed in isolated cluster. Nevertheless, it appears that different cooling rates over the values of fraction of solid investigated in this study has no effect on the eutectic silicon morphology in regard to the cast alloy with 0.05 weight percent strontium.