

Pengaruh penambahan Fe dan Sr terhadap pembentukan fasa intermetalik dan nilai fluiditas metode vakum pada paduan Al-7% Si dan Al-11% Si

Is Prima Nanda, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=132047&lokasi=lokal>

Abstrak

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian pengaruh penambahan Fe dan Sr terhadap perubahan struktur mikro paduan hipoeutektik Al-7% Si dan paduan eutektik Al-11% Si terutama terhadap pembentukan fasa intermetalik dan nilai fluiditas paduan dengan metode vakum (vacuum suction test). Perancangan dan pembuatan alat uji fluiditas metode vakum ini dilakukan untuk meminimalisasi kekurangan-kekurangan yang didapat dari pengujian fluiditas metode spiral dan metode lainnya. Hasil perancangan dan pembuatan alat ini untuk mendapatkan pengukuran temperatur dan kecepatan tuang yang lebih presisi pada saat melakukan pengujian fluiditas. Penelitian yang telah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya, beberapa telah meneliti penggunaan Sr sebagai modifier, akan tetapi belum ada penelitian yang memfokuskan pada keterkaitan antara Sr sebagai modifier dan nilai fluiditas dari paduan hipoeutektik Al-7% Si dan paduan eutektik Al-11% Si menggunakan metode vakum. Penelitian yang dilakukan pada prinsipnya dibagi ke dalam beberapa bagian, yaitu pembuatan peralatan uji fluiditas metode vakum dan validitasnya, pembuatan master alloy hipoeutektik dan eutektik serta karakterisasinya, dan rekayasa penambahan unsur Fe dan Sr pada kedua paduan untuk melihat pengaruh penambahan Fe dan Sr terhadap pembentukan fasa intermetalik dan nilai fluiditas kedua paduan.

Karakterisasi yang dilakukan adalah analisis struktur mikro, terutama fasa intermetalik yang terbentuk pada paduan Al-7% Si dan Al-11% Si secara kuantitatif dan kualitatif, menggunakan mikroskop elektron yang dilengkapi spektroskopi sinar-X (SEM/EDX) dan difraksi sinar-X (XRD).

Dalam pembuatan peralatan uji fluiditas metode vakum, pengujian validasi dengan menambahkan modifier Sr dan grain refiner Al₅TiB pada paduan komersial ADC12 didapatkan hasil yang sesuai dengan literatur. Penambahan 0,03% Sr memberikan nilai fluiditas yang paling baik, sedangkan penambahan 0,15% Al₅TiB menghasilkan butir yang halus dan nilai fluiditas yang paling baik. Sementara itu, waktu proses degassing sangat menentukan nilai fluiditas, karena semakin lama waktu degassing yang diberikan akan meningkatkan nilai fluiditas paduan komersial ADC12. Hal ini dapat dipahami karena proses degassing akan mengikat gas hidrogen yang ada dalam logam cair, dimana keberadaan gas ini akan menyebabkan cacat pada produk cor.

Dari hasil pengujian dan validasi variasi jenis pipa dan tekanan didapatkan bahwa, dalam penelitian ini, pipa tembaga dengan tekanan 8 inHg yang paling baik untuk digunakan. Dari hasil pengujian fluiditas pada paduan Al-7% Si yang ditambahkan Fe, didapatkan bahwa semakin tinggi kadar Fe yang ditambahkan maka nilai fluiditas semakin turun. Hal ini dapat dipahami karena Fe akan membentuk senyawa intermetalik Al-Fe-Si yang mengganggu proses mampu alir paduan aluminium dimana semakin banyaknya fasa intermetalik yang terbentuk akan semakin menurunkan fluiditasnya.

Pengujian fluiditas paduan Al-7% Si yang ditambahkan 1,2% Fe; 1,4% Fe; dan 1,6% Fe serta 0,015% Sr-0,045% Sr memberikan hasil bahwa dengan semakin tingginya temperatur tuang maka nilai fluiditas akan semakin tinggi pada semua komposisi. Pada penambahan 0,03% Sr didapatkan nilai fluiditas yang paling tinggi pada setiap komposisi; dalam hal ini penambahan 0,03% Sr akan memodifikasi silikon primer menjadi lebih bulat dan mengubah morfologi fasa intermetalik menjadi lebih pendek. Dengan bertambahnya kadar Fe maka ukuran panjang dan lebar maupun fraksi luas intermetalik fasa intermetalik ϵ -Al₅FeSi akan semakin meningkat. Pada paduan Al-7% Si didapatkan fasa intermetalik yang paling panjang pada penambahan 1,6% Fe yaitu 22,21 μ m dan yang paling pendek pada penambahan 1,2% Fe yaitu 9,66 μ m. Untuk fraksi luas intermetalik yang terbentuk, dengan penambahan Fe yang semakin tinggi, akan menghasilkan fraksi luas intermetalik yang semakin besar. Pada penambahan 1,2% Fe menghasilkan fraksi luas intermetalik 3,67%, sedangkan pada penambahan 1,4% Fe dan 1,6% Fe masing-masingnya menghasilkan fraksi luas 4,03% dan 5,23%. Dari hasil pengujian fluiditas pada paduan Al-11% Si yang ditambahkan Fe, juga didapatkan bahwa semakin tinggi kadar Fe yang ditambahkan maka nilai fluiditas semakin turun. Sedangkan pengujian fluiditas paduan Al-11%Si yang ditambahkan Fe dan Sr yang bervariasi juga memberikan hasil yang sama seperti pada paduan Al-7% Si, dimana dengan semakin tinggi kadar Fe yang ditambahkan maka nilai fluiditas paduan akan turun, sedangkan nilai fluiditas yang paling tinggi diberikan oleh penambahan Sr sebesar 0,03%. Pada penambahan 1% Fe memberikan fasa intermetalik yang paling panjang yaitu 50,25 μ m, sedangkan fasa intermetalik yang paling pendek diberikan oleh penambahan 0,6% Fe yaitu 21,3 μ m. Pada paduan Al-11% Si umumnya dengan penambahan Fe yang semakin tinggi, akan menghasilkan fraksi luas intermetalik yang semakin besar. Pada penambahan 0,6% Fe menghasilkan fraksi luas intermetalik 1,01%, sedangkan pada penambahan 0,8% Fe dan 1% Fe masing-masingnya menghasilkan fraksi luas 1,16% dan 2,26%.

Hasil pengujian fluiditas, baik pada paduan Al-7% Si maupun pada paduan Al-11% Si memperlihatkan adanya kecenderungan bahwa dengan bertambahnya kadar Fe, akan semakin menurunkan nilai fluiditasnya; akan tetapi apabila ditambahkan dengan Sr, nilai fluiditasnya akan kembali naik. Perubahan nilai fluiditas ini didukung oleh morfologi struktur mikro dari hasil pengujian SEM yang memperlihatkan adanya matrik aluminium, struktur silikon, dan fasa intermetalik. Komposisi yang didapatkan melalui perkiraan hasil EDX diperkuat dengan data dari hasil pengujian XRD yang kemudian mengidentifikasi akan adanya fasa intermetalik δ dan ϵ . Akan tetapi, jika pada kedua paduan ini ditambahkan modifier Sr maka terjadi perubahan morfologi fasa intermetalik.

Dari hal ini dapat disimpulkan bahwa Sr berfungsi mengubah struktur mikro fasa intermetalik yang panjang menjadi lebih pendek dan bulat sehingga akan menaikkan nilai fluiditas dari kedua paduan ini. Pada penambahan 0,03% Sr didapatkan nilai fluiditas paling baik pada setiap komposisi, dalam hal ini penambahan 0,03% Sr akan memodifikasi silikon primer menjadi lebih bulat dan mengubah morfologi fasa intermetalik menjadi lebih pendek.

<hr>

ABSTRACT

The effect of Fe and Sr addition on the intermetallic phase(s) formation and fluidity of the hypoeutectic Al-7% Si and eutectic Al-11% Si alloys has been investigated. Vacuum suction test equipment development for fluidity test was designed to minimize the disadvantages from spiral and other fluidity test methods. This

fluidity test design was aiming at obtaining a precise temperature measurement and pouring rate in the fluidity test. Many researchers have investigated the role of Sr as a modifier but none of them focused in the relationship of Sr as a modifier and its effect on the fluidity of the hypoeutectic Al-7% Si and eutectic Al-11% Si alloys by using vacuum suction test.

In this investigation, the work is divided into several sections, i.e. vacuum suction test equipment designing and development for fluidity test and its validity, synthesis of the hypoeutectic Al-7% Si and eutectic Al-11% Si alloys (master alloys) and their characterization, and effect of Fe and Sr elements addition into the master alloys on the intermetallic phase(s) formation and fluidity. The characterization that has been carried out including microstructure by using electron microscope (SEM/EDX) and X-ray diffraction (XRD).

In the test equipment designing and development for fluidity test, validation test on the addition of Sr and grain refiner Al₅TiB into commercial ADC12 alloy gives the same result as in literatures, in which the addition of 0.03% Sr gives the best performance while addition of 0.15% Al₅TiB results in fine grain and the best fluidity. At the same time, degassing time affects the flowability greatly in which the more time for degassing the better the fluidity of the commercial ADC12 alloy. This can be understood since the degassing process will reduce the hydrogen gas in the melt, which may cause defect in the casting product. The validation test on the vacuum suction equipment also shows that, in this investigation, copper tube with a pressure of 8 inHg provides the best performance.

The fluidity test on the Al-7% Si alloy with the addition of Fe shows that the increasing of Fe content results in decreasing of the fluidity. This can be understood since Fe will form an intermetallic phase of Al-Fe-Si, which will interfere and further slow down the flowability of aluminum alloys. At the same time, addition of 1.2% Fe; 1.4% Fe and 1.6% Fe, and 0.015% Sr ? 0.045% Sr shows that the flowability of the alloy increases with the increasing of temperature at all compositions. In this investigation, addition of 0.03% Sr results in the highest fluidity; in this instance, addition of 0.03% Sr will modify lath primary silicon intermetallic phase to become more round and changes the intermetallic phase morphology shorter than that of without Sr addition. The formation of intermetallic phase ϵ -Al₅FeSi within Al-7% Si alloy increase with Fe content. This can be understood since the ability of Sr to modify the intermetallic phase decreases with the increase of Fe content. With the increase of Fe content, the fraction of ϵ -Al₅FeSi increases both in length and area fraction of the intermetallic phase. In this investigation, the intermetallic phase with the maximum length of 22.2 μ m occurs at the addition of 1.6% Fe while the intermetallic phase with the shortest length of 9.66 μ m occurs at the addition of 1.2% Fe. In the event that Sr element is added into the alloys containing these Fe contents, the size of the intermetallic phases changes with the average length of 11.3 μ m. In general, the increasing content of Fe results in the increasing area fraction of the intermetallic phase. Addition of 1.2% Fe results in intermetallic area fraction of 3.67%, whilst addition of 1.4% Fe and 1.6% Fe results in the intermetallic area fractions of 4.03% and 5.23% respectively.

Fluidity test on the Al-11 % Si alloy with the addition of Fe also shows that the more Fe content the less the fluidity of the alloy. At the same time, fluidity test on the Al- 11% Si alloy with the addition of various Fe and Sr compositions also results in the same way as that of Al-7% Si alloy, in which the increasing of Fe content results in decreasing of the fluidity, while the highest fluidity is given by the addition of 0.03% Sr.

The formation of intermetallic phase ϵ -Al₅FeSi within Al-11% Si alloy also increase with Fe content. With the increase of Fe content, the fraction of ϵ -Al₅FeSi increases both in length and area fraction of the intermetallic phase, in which the intermetallic phase with the maximum length of 50,25 μ m occurs at the addition of 1.0% Fe while the intermetallic phase with the shortest length of 21,3 μ m occurs at the addition of 0.6% Fe. Addition of 0.6% of Fe results in intermetallic area fraction of 1,01%; while addition of 0.8% and 1.0% results in area fractions of 1.16% and 2.26%, respectively.

The fluidity tests of both Al-7% Si and Al-11% Si alloys show the same trend in which the more Fe content the less the fluidity, while addition of Sr increases the fluidity. The change in this fluidity result is supported by morphology and microstructure of the alloys taken from the SEM, which shows an aluminum matrix, silicon structure, and intermetallic phases. The predicted compositions from EDX analysis are supported by XRD data analysis, which identifies the presence of the intermetallic phases of δ and ϵ . However, in the event that Sr is added into these two alloys, the intermetallic phases will be change. It can be concluded that Sr has an effect on the microstructure of the intermetallic phases, in which the addition of 0.03% Sr gives the best fluidity at all compositions; in this instance, addition of 0.03% Sr modifies primary lath silicon into more round and changes the intermetallic phases morphology to become shorter than that of without Sr addition.