

Microstructure refinement for superior ductility of Al–Si alloy by electron beam melting

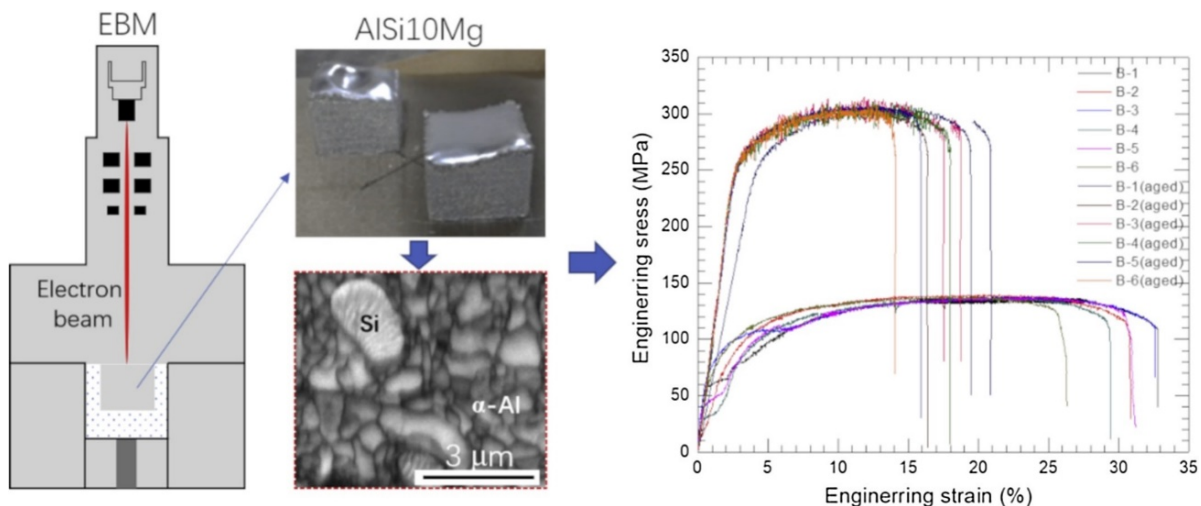
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214860419304488>

Highlights

- We present the first report on a novel microstructure refinement approach.
- Refined microstructure of AlSi10Mg alloy by electron beam melting (EBM) technology.
- As-EBM-built AlSi10Mg alloy contains fine granular Si phase and bimodal Al grains.
- As-EBM-built AlSi10Mg alloy is strengthened by the nano-Si precipitates.

Abstract

Refining the microstructure to improve the ductility of an Al–Si alloy is challenging. In this paper, we report for the first time a novel microstructure refinement approach for AlSi10Mg (wt%) alloys using electron beam melting (EBM) technology, without the addition of any modification elements. The synergetic effect of superheating, fast cooling, and preheating contributes to a refined Si phase with a fine granular structure ($0.5\text{--}2\ \mu\text{m}$) within bimodal Al grains ($40\ \mu\text{m}$ grains and $0.5\text{--}2\ \mu\text{m}$ sub-grains). The results provide good evidence for the proposed refinement mechanism. A maximum ductility of approximately 32.7 % with a tensile strength of approximately 136 MPa was achieved for the as-built AlSi10Mg EBM alloy. After solution heat treatment and T6-like aging, nano-Si precipitates formed which strengthened the alloys. The pathway developed in this study for refining the Al–Si alloy microstructure to improve the tensile ductility will provide a feasible and fast manufacturing method for improving the microstructure and mechanical properties of other low-melting temperature alloys in the near future using EBM technology.



【抄訳】

電子ビーム溶融法による Al-Si 合金の優れた延性のための内部組織の微細化

ハイライト

- ▶ 内部組織の微細化のアプローチに関する最初の報告を示す。
- ▶ 電子ビーム溶融（EBM）技術による AlSi10Mg 合金の内部組織の微細化。
- ▶ EBM 造形ままの AlSi10Mg 合金には、微細な粒状 Si 相とバイモーダル Al 粒子が含まれる。
- ▶ EBM 造形ままの AlSi10Mg 合金は、Si のナノ析出物によって強度が高まる。

概要

Al-Si 合金の延性を改善するために、内部組織を微細化することは困難である。

この論文では、調整元素を添加せずに、電子ビーム溶解（EBM）技術を使用した AlSi10Mg（wt%）合金の新しい内部組織の微細化アプローチを初めて報告する。

過熱、急冷、予熱の相乗効果により、バイモーダル Al 粒子（ $40\mu\text{m}$ 粒子と $0.5\text{--}2\mu\text{m}$ サブ粒子）内に微細な粒状構造（ $0.5\text{--}2\mu\text{m}$ ）を持つ微細な Si 相が得られる。EBM 造形ままの AlSi10Mg 合金では、約 136MPa の引張強度で約 32.7% の最大延性を達成した。溶体化処理と T6 のような時効処理の後、Si ナノ析出物が形成され、合金の強度が増した。引張延性を改善するために Al-Si 合金の内部組織を微細化する本研究を通じて、近い将来に、他の低融点合金の内部組織と機械的特性を改善するための現実的で早い EBM 技術を活用した製造方法が導かれる。