

マテリアル先端リサーチインフラ利用報告書

ARIM User's Report

[Release : 2025.06.26] [Update : 2025.06.16]

課題データ / Project Data

課題番号 Project Issue Number	22TU0183
利用課題名 Title	電子ビーム積層造形用アルミニウム合金の開発
利用した実施機関 Support Institute	東北大学 / Tohoku Univ.
機関外・機関内の利用 External or Internal Use	外部利用/External Use
ARIM半導体基盤PF 関連課題 Related to ARIM-SETI	指定なし / No Designation
横断技術領域 Cross-Technology Area	計測・分析/Advanced Characterization
重要技術領域 Important Technology Area	高度なデバイス機能の発現を可能とするマテリアル/Materials allowing high-level device functions to be performed
キーワード Keywords	アルミニウム基合金, 積層造形材料, 電子顕微鏡/Electron microscopy, イオンミリング/Ion milling

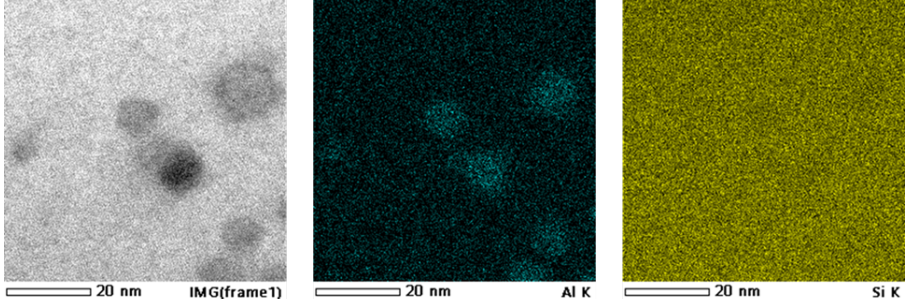
利用者と利用形態 / User and Support Type

利用者名 (課題申請者) User Name (Project Applicant)	石神 健太
所属名 Affiliation	東洋アルミニウム株式会社
共同利用者氏名 Names of Collaborators Excluding Supporters in the Hub and Spoke Institutes	
ARIM実施機関支援担当者 Names of Supporters in the Hub and Spoke Institutes	伊藤俊
利用形態 Support Type	技術代行/Technology Substitution

利用した主な設備 / Equipment Used in This Project

利用した主な設備 Equipment ID & Name	TU-516 : 分析電子顕微鏡 TU-512 : イオンミリング装置 TU-504 : 超高分解能透過電子顕微鏡
---------------------------------	---

報告書データ / Report

<p>概要 (目的・用途・実施内容) Abstract (Aim, Use Applications and Contents)</p>	<p>金属粉末を選択的に熔融・凝固させて部品を製造する、金属積層造形法が注目されている。鋳造法などの既存工法に比べて複雑形状の部品が製造できるため、工期を短縮できることが期待される。当該手法はアルミニウム合金にも適用されているが、アルミニウム合金が主に使用されているのは熱源がレーザーで、電子ビームを使った積層造形法での評価事例はほとんどない。本課題では造形物の微細構造を観察し、組織形成機構を検討した。</p>
<p>実験 Experimental</p>	<p>造形機はTRAFAM要素技術研究機、粉末はAlSi10Mg真球状粉末$d_{50} = 78 \mu\text{m}$を使用した。造形条件は加速電圧60 kV、ビーム電流8 mA、走査速度700 mm/s、造形物寸法$15 \times 15 \times 10 \text{ mm}^3$、積層厚み0.075 mm、予熱温度約350 °Cとした。造形まま材を切り出し、イオンミリングを用いて観察用サンプルを準備し、分析電子顕微鏡 (EM-002B) と走査型透過電子顕微鏡(JEM-ARM200F)による観察を行った。また、機械強度の測定はマイクロピッカース硬さ試験機を使用した。</p>
<p>結果と考察 Results and Discussion</p>	<p>造形物組織のAl母相中に、μmオーダーのSi濃化相が観察された。このSi相内を走査型透過電子顕微鏡で確認したところ、約10nmのAl濃化粒子が確認された(Fig.1)。平衡凝固ではSi相にAlはほとんど固溶しないが、積層造形法は急冷凝固であるためにSi相にAlが過飽和固溶されたものと考えられる。また、電子ビーム積層造形法は電子ビーム照射による粉末飛散を防ぐため、粉末を予熱する。この予熱は粉末だけでなく、既に造形されている造形物を予熱する。この予熱により、Si相に過飽和固溶されたAlが析出したものと考えられる。マイクロピッカース硬さは先行研究[1]と同等で、微細Al析出の機械強度への寄与は確認されなかった。</p>
<p>図・表・数式 1 Figures, Tables and Equations 1</p>	<div style="text-align: center;">  <p>Fig. 1. 電子ビーム積層造形によって作製されたAlSi10Mg造形物のBF-STEM像とSTEM-EDS元素マッピング</p> </div>
<p>その他・特記事項 (参考文献・謝辞等) Remarks(References and Acknowledgements)</p>	<p>[1] H. Bian, K. Aoyagi, Y. Zhao, C. Maeda, T. Mouri, A. Chiba, Microstructure refinement for superior ductility of Al-Si alloy by electron beam melting, <i>Additive Manufacturing</i>, 32, 100982(2020).</p>

成果発表・成果利用 / Publication and Patents

<p>DOI (論文・プロシーディング) [1] DOI (Publication and Proceedings)</p>	<p>Kenta Ishigami, Nanoscale Al precipitation in the Si phase in AlSi10Mg alloy during electron beam powder bed fusion, <i>Additive Manufacturing Letters</i>, 10, 100213(2024). DOI: https://doi.org/10.1016/j.addlet.2024.100213</p>
<p>口頭発表、ポスター発表および、その他の論文[1] Oral Presentations etc.</p>	<p>石神 健太, 青柳 健大, 卞 華康, 千葉 晶彦, 橋詰 良樹, 田中 昭衛, “AlSi10Mg電子ビーム積層造形物の機械特性”, 粉体粉末冶金協会2022年度春季大会 (オンライン), 2022年5月25日</p>
<p>口頭発表、ポスター発表および、その他の論文[2] Oral Presentations etc.</p>	<p>Kenta Ishigami, Kenta Aoyagi, Huakang Bian, Akihiko Chiba, Yoshiki Hashizume, Akiei Tanaka, “Al Nanoparticle inside Si Grain of Al-Si Alloy by Powder Bed Fusion Using an Electron Beam”, MS&T22(Pittsburgh), 2022年10月10日</p>
<p>特許出願件数 Number of Patent Applications</p>	<p>0件</p>

特許登録件数 Number of Registered Patents	0件
--	----