

レーザー金属積層を用いたコンビナトリアル合成によるハイエントロピー合金の開発

SATテクノロジー・ショーケース2023

■ はじめに

地球温暖化対策のため、輸送機器では航空機エンジンの高効率化・低燃費化が求められている。特に、航空機エンジンに用いられるガスタービン耐熱温度の向上が必要であり、最近注目されているのがハイエントロピー合金である。

ハイエントロピー合金は一般的な合金とは異なり、様々な金属原子が混ざり合っている他成分系合金で、その割合もほぼ等モル比となっているのが特徴である。また、そのマイクロ組織に由来したカクテル効果によって加工硬化性が高いため、高強度化や耐熱性の向上が期待される。

しかし、ハイエントロピー合金はその金属元素の配合率や種類によって材料物性が非常に異なってくるため、組成探索が必要不可欠である。

そこで本研究室では、レーザー金属積層（レーザー指向性エネルギー型積層）を用いたコンビナトリアル合成による材料探索を行っている。コンビナトリアル合成とは、少量の元素で複数の合金を短時間で作成し、その中から目的の試料を効率的に探索する手法である。また、作成した合金は、研磨等の機械加工を行い、組織、組成、硬さ等の物性をハイスループットで評価できるシステムを構築している。

本研究では、レーザー金属積層を用いてコンビナトリアル合成を行い、新しいハイエントロピー合金を作製し、その機械的特性を評価する研究に取り組んでいる。

■ レーザー指向性エネルギー型積層について

レーザー指向性エネルギー型積層とは、レーザーDED(Direct Energy Deposition)と呼ばれ、金属3Dプリンターの一種である。レーザーDEDは他の3D金属プリンターと比べいくつかの点において秀でている。

1. 合金探索に優れている。
様々な種類の金属粉にレーザーを照射し積層することで生成していくが、その金属粉の流量を調整することで配合を変えるができ、少量の合金粉で高速で作成が可能である。
2. 造形時間が早い。
パウダーベッド方式などのほかの3Dプリンターと異なり、造形時間が非常に短い。
3. 複雑形状を作成できる。
3Dプリンターのように複雑な形状を作成することができる。すなわち、中空構造を有するタービブレード

のような形状を造形することができる。こういった点から、レーザーDEDの特性を最大限用いて、合金探索を効率的に行っている。

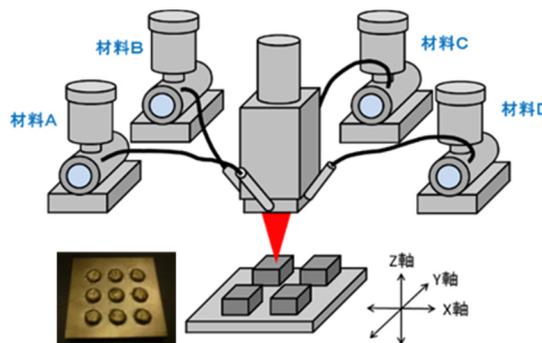
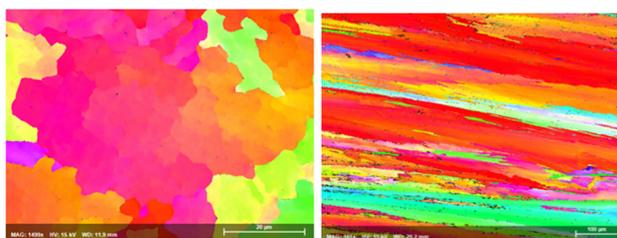


図1 レーザーDEDを用いた合金創製の概念図

■ 研究内容

レーザーDEDで積層させた合金は、積層方向に結晶成長するため柱状の組織を形成する。例えば、図2に示すSEMにより撮像した結晶方位マップからも明らかに成長方向に結晶成長していることがわかる。また、これらの結晶方位と機械的特性の関係を明らかにするため、マイクロサイズに加工した微小試験片を用いた機械的特性評価を行っている。



成長方向に対して垂直面 成長方向に対して平行面
図2 結晶方位マップ

■ 謝辞

本研究は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)「航空機エンジン向け材料開発・評価システム基盤整備事業」の成果を(一部)活用しています。

代表発表者 原田 祥久¹ (はらだ よしひさ)
柿坪 隆^{1,2} (かきつぼ りゅう)

所属 1: 国立研究開発法人 産業技術総合研究所
製造技術研究部門
2: 筑波大学大学院 システム情報工学研究群
構造エネルギー工学学位プログラム

問合せ先 〒305-8564 茨城県つくば市並木 1-2-1
TEL:029-861-7169
harada.y@asit.go.jp

■キーワード: (1)レーザー積層造形
(2)コンビナトリアル合成
(3)ハイエントロピー合金

■共同研究者: 廣瀬伸吾
産業技術総合研究所