

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 : 2023.07.28] [Update : 2023.05.24]

課題データ / Project Data

課題番号 Project Issue Number	22TU0152
利用課題名 Title	加工プロセスを用いた構造用金属材料の高機能化
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	内部利用 (ARIM事業参画者以外) / Internal Use (by non ARIM members)
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	鉄鋼材料, チタン合金, Co合金, 集束イオンビーム/Focused ion beam

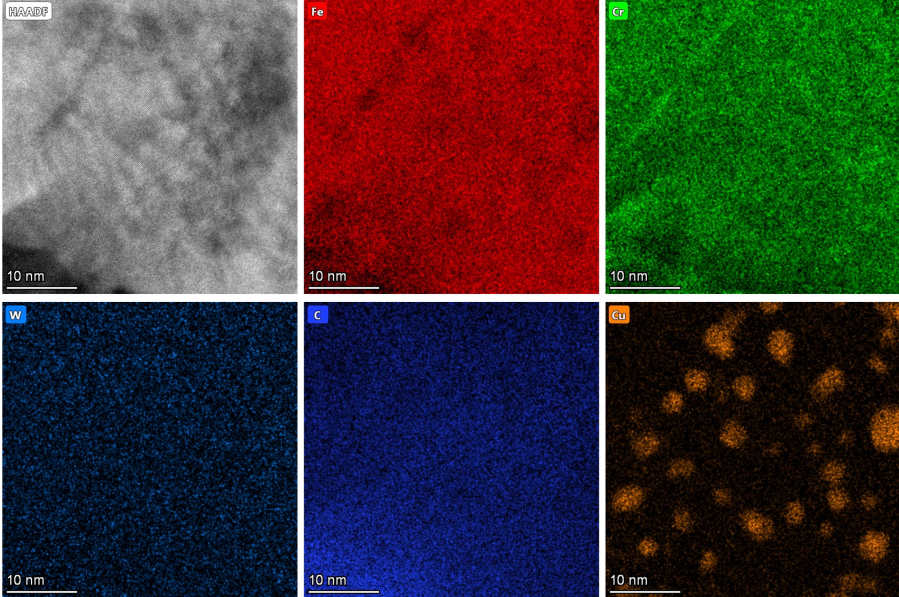
利用者と利用形態 / User and Support Type

利用者名 (課題申請者) User Name (Project Applicant)	山中 謙太
所属名 Affiliation	東北大学 金属材料研究所
共同利用者氏名 Names of Collaborators Excluding Supporters in the Hub and Spoke Institutes	森真奈美
ARIM実施機関支援担当者 Names of Supporters in the Hub and Spoke Institutes	
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-507 : 集束イオンビーム加工装置 TU-508 : 集束イオンビーム加工装置
---------------------------------	--

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>本課題では、塑性加工・加工熱処理やAdditive Manufacturingにおける構造用金属材料の組織形成を明らかにし、複数特性を両立した高機能構造用金属材料の創製のための組織・特性制御の確立とそのメカニズム解明に取り組む。そのため、FIBを用いて作製した試料の透過電子顕微鏡観察を行い、材料特性との関係について検討した。</p>
<p>実験 Experimental</p>	<p>本課題では鉄鋼材料、チタン合金、生体用Co-Cr合金を含むFCC系ハイエントロピー合金を対象に研究を行った。鉄鋼材料に関する研究では、耐摩耗性と耐食性を両立したCu添加高C鋼の開発に取り組んだ。先行研究[1,2]にて選定した基本組成Fe-16Cr-3W-1C-2Cu (mass%)に対して、焼入れ・焼戻し条件を検討し、最適化した。本課題では、焼入れ及び焼戻し状態における試料を対象にFIBを用いたサンプリングを行い、他施設のSTEM-EDSを用いた組織観察と合金元素分布の評価を行った。</p>
<p>結果と考察 Results and Discussion</p>	<p>図1に、Fe-16Cr-3W-1C-2Cu合金の焼戻し後の組織観察結果を示す。本合金においてマトリックスの耐食性を高める目的で添加しているCuはオーステナイト化の際にマトリックスに固溶し、その後焼入れることによりCuが均一に分布したマルテンサイトを得ることができる。図1に示したHAADF-STEM像では元素分配に起因した明確なコントラストは観察されないが、STEM-EDSによる元素マッピングの結果、焼戻しによりマルテンサイト相内に数nm程度のCuリッチ相が析出することがわかった。また、他の合金添加元素は析出相とマトリックスの間で明瞭な分配を示さないことから析出相は純Cuに近い組成を有すると考えられ、熱力学計算ともよく一致する結果が得られた。このようなナノCu相は炭化物とともに強化に寄与する一方、耐食性にも影響を及ぼすものと考えられる。今後、耐食性の観点から析出状態の最適化に取り組む予定である。</p>
<p>図・表・数式 1 Figures, Tables and Equations 1</p>	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;">  </div> <p>図1 焼入れ・焼戻し処理後のFe-16Cr-3W-1C-2Cu合金のHAADF-STEM像とSTEM-EDSマッピング結果</p>
<p>その他・特記事項 (参考文献・謝辞等) Remarks (References and Acknowledgements)</p>	<p>[1] C. Zhang, K. Yamanaka, H. Bian, A. Chiba, Corrosion-resistant carbide-reinforced martensitic steel by Cu modification, npj Materials Degradation, 3 (2019) 30.[2] K. Yamanaka, M. Mori, K. Yoshida, Y. Onuki, S. Sato, A. Chiba, Surface evolution and corrosion behaviour of Cu-doped carbide-reinforced martensitic steels in a sulphuric acid solution, npj Materials Degradation 5 (2021) 43.【謝辞】本研究は、ARIM事業、科研費基盤研究(B) (20H02472)、科研費学術変革領域研究(A) (22H05274)の支援を受けて行われた。</p>

成果発表・成果利用 / Publication and Patents

DOI (論文・プロシーディング) [1] DOI (Publication and Proceedings)	Kenta Yamanaka, Dislocation Density of Electron Beam Powder Bed Fusion Ti-6Al-4V Alloys Determined via Time-Of-Flight Neutron Diffraction Line-Profile Analysis, <i>Metals</i> , 13 , 86(2022). DOI: 10.3390/met13010086
DOI (論文・プロシーディング) [2] DOI (Publication and Proceedings)	Jiaxiang Li, Suzuki hardening and segregation in Co _{0.95} Cr _{0.8} Fe _{0.25} Ni _{1.8} Mo _{0.475} high-entropy alloys, <i>Scripta Materialia</i> , 226 , 115260(2023). DOI: 10.1016/j.scriptamat.2022.115260
DOI (論文・プロシーディング) [3] DOI (Publication and Proceedings)	Karri Sri Naga Sessa, Demonstrating a duplex TRIP/TWIP titanium alloy via the introduction of metastable retained β -phase, <i>Materials Research Letters</i> , 10 , 754-761(2022). DOI: 10.1080/21663831.2022.2096419
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[1] Oral Presentations etc.	山中 謙太, “合金設計と加工プロセスによる生体用金属材料の高機能化”, 第244回IBBセミナー 国際・産学連携インヴァーシブイノベーション材料創出プロジェクト第3回バイオ・医療機器材料分野研究会 (オンライン), 2022年5月11日 (招待講演)
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[2] Oral Presentations etc.	山中 謙太, 李家翔, 楊程, 青柳健大, 千葉晶彦, “ハイエントロピー合金のAdditive Manufacturingにおける組織形成と材料特性への影響”, 日本金属学会2022年秋期講演大会 (福岡), 2022年9月22日 (基調講演)
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[3] Oral Presentations etc.	山中 謙太, “Additive Manufacturingを用いた高機能構造用金属材料・部材の創製”, 日本金属学会2022年秋期講演大会 (福岡), 2022年9月23日 (招待講演)
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[4] Oral Presentations etc.	山中 謙太, 崔玉傑, 趙宇凡, 森真奈美, Jérôme Adrien, Eric Maire, Damien Fabrègue, 千葉晶彦, “粉末特性と凝固メカニズムに着目した電子ビーム積層造形におけるポロシティの低減”, 日本金属学会2022年秋期講演大会 (福岡), 2022年9月23日 (基調講演)
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[5] Oral Presentations etc.	Kenta Yamanaka, “Metal additive manufacturing for improved properties”, The 6th Symposium for the Core Research Clusters for Materials Science and Spintronics/The 5th Symposium on International Joint Graduate Program in Materials Science (Sendai), 2022年10月26日
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[6] Oral Presentations etc.	山中 謙太, 青田昇哉, 森真奈美, 佐々木信之, Jérôme Adrien, Eric Maire, Damien Fabrègue, 千葉晶彦, “電子ビーム積層造形法により作製したCo-Cr-Mo合金における凝固挙動と造形欠陥に及ぼすC添加量の影響”, 粉体粉末冶金協会2022年度秋季講演会 (京都), 2022年11月17日
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[7] Oral Presentations etc.	山中 謙太, 森真奈美, 吉田和男, 小貫祐介, 佐藤成男, 千葉晶彦, “熱間溝ロール圧延による準安定ハイエントロピー合金の高強度化”, 日本塑性加工学会第73回塑性加工連合講演会 (仙台), 2022年11月18日
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[8] Oral Presentations etc.	山中 謙太, “放射光・中性子を用いたチタン合金の組織・塑性変形解析”, 日本鉄鋼協会チタンフォーラム「ポストコロナ社会を支える高機能チタン材料」R4年度講演会「測定技術の進歩によるTi研究の進展」 (東京), 2022年12月23日 (招待講演)
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[9] Oral Presentations etc.	山中 謙太, 森真奈美, 吉田和男, 小貫祐介, 佐藤成男, 千葉晶彦, “熱間溝ロール圧延加工とN添加を組み合わせた準安定ハイエントロピー合金の高強度化”, 日本金属学会2023年春期講演大会 (東京), 2023年3月10日
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[10] Oral Presentations etc.	山中 謙太, 青田昇哉, 佐々木信之, 千葉晶彦, 森真奈美, J. Adrien, E. Maire, D. Fabrègue, “Co-Cr-Mo合金の電子ビーム積層造形における炭素添加の影響”, 国際・産学連携インヴァーシブイノベーション材料創出プロジェクト-DEJI2MAプロジェクト-第1回公開討論会 (東京), 2023年3月11日
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[11] Oral Presentations etc.	Kenta Yamanaka, Shoya Aota, Manami Mori, Jérôme Adrien, Eric Maire, Damien Fabrègue, Akihiko Chiba, “Alloy design approach for reducing powder-originated gas pores in electron beam powder bed fusion”, EBAM (International Conference on Electron Beam Additive Manufacturing) 2023 (Germany), 2023年3月23日

特許出願件数 Number of Patent Applications	0件
特許登録件数 Number of Registered Patents	1件