

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 : 2025.06.10] [Update : 2025.05.19]

課題データ / Project Data

| | |
|---|--|
| 課題番号 Project Issue Number | 24HK0080 |
| 利用課題名 Title | 低放射化ハイエントロピー合金の原子炉配管材料への応用と成立性評価 |
| 利用した実施機関 Support Institute | 北海道大学 / Hokkaido 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 | 量子・電子制御により革新的な機能を発現するマテリアル/Materials using quantum and electronic control to perform innovative functions 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 | 光学顕微鏡/ Optical microscope,X線回折/ X-ray diffraction,表面・界面・粒界制御/ Surface/interface/grain boundary control,電子顕微鏡/ Electronic microscope,イオンミリング/ Ion milling,電子回折/ Electron diffraction,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) | 橋本 直幸 |
| 所属名 Affiliation | 北海道大学大学院工学研究院 |
| 共同利用者氏名 Names of Collaborators Excluding Supporters in the Hub and Spoke Institutes | 岡弘,磯部繁人 |
| ARIM実施機関支援担当者 Names of Supporters in the Hub and Spoke Institutes | 橋本直幸 |
| 利用形態 Support Type | 機器利用/Equipment Utilization,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 | HK-407 : 精密イオン研磨装置 HK-302 : 電界放出形走査電子顕微鏡 HK-301 : 環境セル対応透過電子顕微鏡 HK-304 : 集束イオンビーム加工・観察装置 HK-403 : 集束イオンビーム加工装置 |
|---|--|

報告書データ / Report

| | |
|--|---|
| 概要 (目的・用途・実施内容) Abstract (Aim, Use Applications and Contents) | 次世代小型原子炉(SR)あるいは小型モジュール炉(SMR)に対応した技術である積層造形法(AM法)および放電プラズマ焼結法(SPS法)を用いて、原子炉配管における溶接線のないバウンダリーや弁体、エルボ部に適用可能なハイエントロピー合金(HEA : 高濃度固溶体合金)並びにHEA/鉄鋼材料接合体の創製および製造技術の開発を進め、高温で耐照射性かつ耐久性を有する低放射化HEA材料を提案することを目的とする。本研究課題業務遂行の骨子は、低放射化HEAの原子炉配管材料への応用と成立性評価、相安定性、疲労および耐応力腐食割れ(SCC)特性評価、耐照射特性評価および計算科学的評価を実施する。 |
| 実験 Experimental | 先ず、組織学的に安定なCr _{0.8} FeNi ₂ Mn ₂ 系低放射化HEAおよび高濃度固溶体合金について、①極力不純物を低減した試料およびC、N濃度を適切に調整した試料をアーク溶解法およびAM法により作製する。作製された試料について、①TEMおよびSEMによる組織学的評価を行い、②試料の機械的性質評価として、ミニチュア試験片を用いた引張試験、ビッカース硬度試験およびナノインデンテーションによる試料表面硬度を測定、摩耗試験などを予定している。また、③500~800°C、25時間の条件下で高温水蒸気腐食試験を行う。さらに、別途、④低放射化HEAの相安定性評価、⑤疲労特性評価、⑥耐応力腐食割れ(SCC)評価を行う。 |
| 結果と考察 Results and Discussion | アーク溶解法で作製された低放射化高濃度固溶体合金1種 (Cr _{0.8} FeMnNi : HEA1) と高濃度固溶体合金1種 (CoCrFeNiAl _{0.3} : HEA2)、316L鋼 (316L) ビッカース硬さの序列は、HEA1>HEA2≒316Lであった。また、各試料を集束イオンビーム加工装置を用いて薄膜化し、さらに、Arイオンビームスパッタリング装置を用い1 keVのイオンビームで最終加工を行いTEM観察用試料とした。走査型透過電子顕微鏡を用いて微細組織観察を行った結果、HEA1およびHEA2は、FCC単相であることが確認された。なお、XRDによる結晶構造解析でも同様の結果を得ている。一方、400°Cで500時間熱時効処理したHEA1では回折ピークの変化が認められ、FCC構造由来のピークは消失し、BCC構造由来のピークのみが確認された。これは、試料全体がFCC構造からBCC構造へと変態したことを示唆している。 |
| 図・表・数式 Figures, Tables and Equations | |
| その他・特記事項 (参考文献・謝辞等) Remarks(References and Acknowledgements) | 本研究は文部科学省電子カシステム研究開発事業JPMXD0224020151の助成を受けました。 |

成果発表・成果利用 / Publication and Patents

| | |
|---|--|
| DOI (論文・プロシーディング) DOI (Publication and Proceedings) | |
| 口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文 Oral Presentations etc. | |

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