

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	24HK0070
利用課題名 Title	低放射化フェライト鋼における格子間原子型クラスターの挙動
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	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	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	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

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)	野澤 貴史
所属名 Affiliation	量子科学技術研究開発機構核融合炉構造材料開発グループ
共同利用者氏名 Names of Collaborators Excluding Supporters in the Hub and Spoke Institutes	橋本 直幸
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-302 : 電界放出形走査電子顕微鏡 HK-303 : 電界放出形電子プローブマイクロアナライザー HK-304 : 集束イオンビーム加工・観察装置 HK-101 : ダブル球面収差補正走査透過型電子顕微鏡 HK-107 : 量子・電子制御ナノマテリアル顕微物性測定装置
---------------------------------	--

報告書データ / Report

概要 (目的・用途・実施内容) Abstract (Aim, Use Applications and Contents)	原子炉の構造材料として用いられている金属材料は、中性子照射による原子はじき出しに起因して、機械的特性の劣化が生じる。材料中の粒界は、照射によって導入された点欠陥を吸収するシンクサイトであり、その吸収する能力は各粒界の性格によって決定されると考えられている。そこで、本研究では核融合炉構造材の第一候補材料である低放射化フェライト/マルテンサイト鋼F82Hを用いて、その内部に存在する各種粒界の性格とその近傍における損傷組織分布を評価することで、これまで検討してこなかった照射化における損傷組織変化の空間的理解を進める一助となるようなパラメータを実験的に求めることを目的とした。
実験 Experimental	板状に切りだしたF82H鋼を3mm中のディスクに打ち抜いた後、800°Cで3時間熱処理を施し、試料内の転位を除去した。その後、メタノール・過塩素酸の電解液を用いて-15°Cで電解研磨を行い、電子顕微鏡観察用の薄膜試料を作製した。薄膜化した試料を加速電圧1200 keVの超高压電子顕微鏡 (HVEM) を用いて、損傷速度 5.3×10^{-4} dpa/sec、照射温度400°Cで2.0dpaまで電子線照射し、照射下における損傷組織変化をその場観察した。照射後、200keVの汎用電子顕微鏡(TEM)で粒界面方位を特定し、更に高分解能電顕(HRTEM : NEO-ARM, TITAN)を用いて粒界近傍で得た格子像から粒界におけるひずみを評価した。また、照射損傷組織における粒界近傍の欠陥欠乏領域から欠乏幅を測定し、上述の粒界に係るパラメータとの関係を精査した。
結果と考察 Results and Discussion	電子線照射した試料粒界近傍の高分解能像をFig.1に示す。試料粒界上に縦に並んだ黒いコントラストが確認された。この粒界においては、ある間隔で正の歪みと負の歪みが並んだ構造となっている。Fig.2に、照射損傷組織から得られた欠陥欠乏領域(DZ: Denuded Zone)の幅と粒界局所ひずみの間隔の関係を示した。Fig.2は、粒界局所ひずみの間隔とDZの幅に負の相関があることを明確に示しており、DZの幅が欠陥の吸収力(シンク強度)と相関する[1]ことを考慮すると、粒界における歪みの程度がその周囲の損傷組織を司る可能性が高い。また本研究では、別途粒界面方位から求めた面密度比が粒界局所歪みの間隔と線形の関係を持つことも判明し、これも損傷組織の空間的把握に重要なパラメータとなり得ると考えている。
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)	

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)	N. Hashimoto, Sink strength of grain boundaries for point defects in irradiated ferritic/martensitic steel, <i>Materials Characterization</i> , 217 , 114448(2024). DOI: 10.1016/j.matchar.2024.114448
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