

# 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	22TU0150
利用課題名 Title	窒素鋼の逆変態時に析出する合金窒化物の構造解析
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, ガス窒化, 相変態, 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)	佐藤 充孝
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	
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	機器利用/Equipment Utilization

### 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-504 : 超高分解能透過電子顕微鏡 TU-510 : イオンミリング装置
---------------------------------	---

## 報告書データ / Report

<p><b>概要 (目的・用途・実施内容)</b> Abstract (Aim, Use Applications and Contents)</p>	<p>Fe-N合金はFe-C合金との比較で低温・高窒素濃度域に広くオーステナイト単相域を有するため、窒素を利用した高強度-高延性TRIP鋼の創製が期待される。TRIP鋼の高強度-高延性の発現は、残留オーステナイトが重要な役割を担っており、Fe-N合金に、Mnや微量のCrなどを添加することでオーステナイトがさらに安定化し、より多くの残留オーステナイトが得られる。一方で、これらの元素は強い窒化物形成元素であることから、熱処理中に合金窒化物の析出が生じる。本研究では、Mnを添加したFe-Mn-N合金をフェライト+オーステナイト二相域で種々の時間保持した試料に対して、高分解能TEM観察により析出物の同定および母相との結晶方位関係を明らかにすることを目的とする。</p>
<p><b>実験</b> Experimental</p>	<p>浸窒焼入れ処理により作製したFe-3Mn-0.3Nマルテンサイトをa+g二相域である650℃にて種々の時間等温保持することにより逆変態させた。得られた逆変態材を試料厚さ30 μmまで湿式研磨により薄片化し、精密イオンポリッシングシステム(PIPS2)を用いてTEM観察試料を作製した。TEM観察には原子分解能・分析透過電子顕微鏡 (JEM-ARM200F)を用い、加速電圧200 kVにて逆変態中に析出する微細な鉄窒化物および合金窒化物の観察を行った。</p>
<p><b>結果と考察</b> Results and Discussion</p>	<p>図1に650℃にて3600 s保持したFe-3Mn-0.3N 逆変態材のSTEM-HAADF像を示す。電子線の入射方向はbeam // 001<sub>a</sub>である。母相であるマルテンサイトのラス内に、長さ50 nm程度、厚さ5 nm程度の板状析出物が001<sub>a</sub>に沿って析出している様子が観察された。より高分解能な観察から、この析出物はη-Mn<sub>3</sub>N<sub>2</sub>であり母相と{100}<sub>pre</sub>//{100}<sub>a</sub>, <sub>pre</sub>//<sub>a</sub>の結晶方位関係を有して析出していることがあきらかとなった。また、60 s保持材に対する観察結果との比較では、保持時間の増加に伴い長さおよび厚さが共に成長していた。</p>
<p><b>図・表・数式 1</b> Figures, Tables and Equations 1</p>	 <p style="text-align: center;">200 nm</p> <p>図1 650℃にて3600 s保持したFe-1Mn-0.3NマルテンサイトのSTEM-HAADF像</p>
<p><b>その他・特記事項 (参考文献・謝辞等)</b> Remarks(References and Acknowledgements)</p>	<p>本研究は一部JSPS科研費 JP20K05148の助成を受けて行われた。また、PIPS2を用いた試料作製およびTEM観察において東北大学 金属材料研究所 嶋田 雄介 助教よりご指導を頂きました。</p>

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