

ヘリウムイオン照射した F82H の昇温下における微細組織変化と
ガス放出挙動の関係

Relationship between Micro-structure change and gas desorption behavior in heating of F82H
irradiated helium ion

*布野 尚斉, 原 一智, 澤江 伴弥, 宮本 光貴

*Naotoki Funo, Kazutomo Hara, Tomoya Sawae and Mitsutaka Miyamoto

島根大学大学院自然科学研究科

Department of Physics and Materials Science, Shimane University

1. はじめに

低放射化材料 F82H は核融合炉ブランケット構造材料としての有力な候補に挙げられている。ブランケット構造材料中には、核変換によるヘリウムが蓄積し、材料の健全性に著しい影響を及ぼすことが懸念されている。本研究では、イオン銃直結型透過型電子顕微鏡 (TEM) に四重極形質量分析計 (QMS) を導入した装置 (TEM-QMS) を使用し、材料中の動的なガス放出挙動を微細組織変化と直接関連付けて評価した。

2. 実験方法

試料にはツイングジェット電解研磨法により薄膜化した F82H を用い、イオン銃直結型 TEM により室温で 3 keV-He⁺ を 1×10^{21} atoms/m² まで照射し、照射下での損傷組織発達過程をその場観察した。さらに TEM-QMS を使用し、試料を 1K/s で昇温しながら材料中の動的なガス放出挙動と微細組織変化を同時に観察した。

3. 結果・考察

図 1 は、TEM-QMS 内でヘリウムイオン照射した F82H 試料からの昇温脱離スペクトルを示す。F82H 中のヘリウムは 1200 K 程度の大きな放出ピークに伴い脱離し、高温域までその大部分が保持されることが分かる。また、低温域 (図 1(b) に拡大図を示す) においても、僅かではあるが複数のガス放出ピークが観察され、多様な捕捉機構の存在が示唆された。

図 2 は、昇温過程で同時にその場観察した微細組織変化を示す。低温域 ((a)~(c)) では照射によって形成した微細なバブルが成長している様子が観察された。また約 1200 K ((d),(e)) においては、バブルの瞬間的な消失が見られた。

低温域の複雑な放出ピークは、潜在欠陥や不純物、粒界等の様々な捕捉サイトからのヘリウム放出に起因していると推測されるが、その多くは脱捕獲の過程で

空孔-ヘリウム複合体を形成し、安定なヘリウムバブルが成長したものと考えられる。

一方、高温域では、ヘリウムバブルの移動が観察され、ヘリウムはバブルから乖離することなく、バブルが表面に到達することにより大部分のヘリウムが放出することが示された。

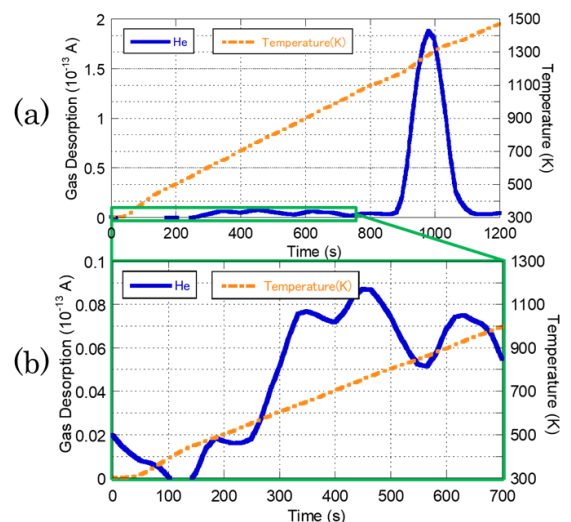


図 1 室温で 3 keV-He⁺ を 1×10^{21} atoms/m² 照射した F82H からのヘリウム昇温脱離スペクトル。(b) は低温域の拡大図を示す。

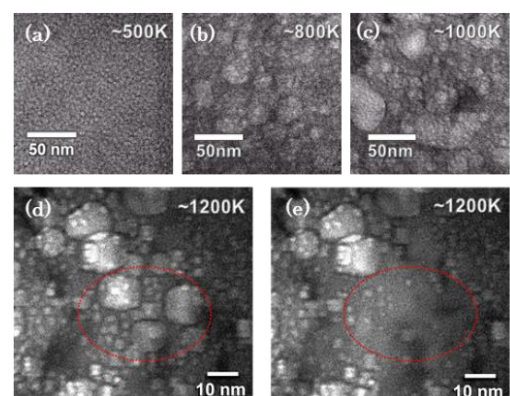


図 2 昇温時の微細組織変化。(a)~500 K, (b)~800 K, (c)~1000 K, (d), (e) は~1200 K におけるバブルの瞬間的な消失を示す。