

蛍石型酸化物中のイオントラック原子構造と微細構造発達過程

Structure of ion tracks in ceramic compounds irradiated with swift heavy ions

安田 和弘¹⁾、高木 聖也¹⁾、永石 大誠¹⁾、鶴田 幸之介¹⁾、吉岡 聡¹⁾、
Kazuhiro YASUDA Seiya TAKAKI Taisei NAGAISHI Konosuke TSURUTA Satoru YOSHIOKA

松村 晶¹⁾、石川 法人²⁾

Syo MATSUMURA Norito ISHIKAWA

¹⁾九州大学 ²⁾原子力機構

(概要)

100 MeV Kr, 200 MeV Xe, 340 MeV Au イオンを照射した CeO₂ 中のイオントラック構造を透過型電子顕微鏡法により観察した。フレネルコントラストとして観察されたイオントラックは、照射量に比例して、こう照射量で飽和した。飽和密度、ならびに蓄積過程の解析から得られた回復影響領域は、電子的阻止能値に依存することが分かった。

キーワード：セリア、イオントラック、電子顕微鏡法、イオントラック蓄積過程、回復影響領域

1. 目的

イオントラックの構造とその重畳に伴う転位組織等の微細組織発達は電子的阻止能(S_e)に依存すると考えられている。我々は、これまでに 200 MeV Xe イオン ($S_e=27$ keV/nm) を照射した CeO₂ 中のイオントラックを透過型電子顕微鏡法により観察し、イオントラックがフレネルコントラストとして観察される原子密度の低い中心領域 (直径 2.2 ± 0.1 nm) を有することを示した。高密度電子励起損傷が重畳する高照射量 ($>1\times 10^{12}$ cm⁻²) ではイオントラックの形成と回復が平衡し、イオントラック中心領域 (フレネルコントラスト) を回復させる領域 (回復影響領域) は中心領域の大きさよりも十分に大きいことを報告した。本研究では 100 MeV Kr イオン ($S_e=17$ keV/nm) および 340 MeV Au イオンを照射した CeO₂ 中のイオントラック構造を透過型電子顕微鏡法により観察し、イオントラック構造と微細組織発達に及ぼす電子的阻止能値の効果を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

CeO₂ 焼結体に日本原子力研究開発機構のタンデム加速器を用いて 100 MeV Kr、および 340 MeV Au イオンを室温にて照射した。照射量は $1\times 10^{11} \sim 1\times 10^{15}$ cm⁻² であり、高密度電子励起損傷が孤立して形成される低照射量から多数回重畳する高照射量を含む範囲とした。照射試料から電子顕微鏡用薄膜試料を作製し、九州大学超顕微解析研究センターにて 200k V にて微細組織観察を行った。

3. 結果及び考察

100 MeV Kr イオンおよび 340 MeV Au イオン共に、イオントラックは 200 MeV Xe イオン照射と同様にフレネルコントラストとして観察された。イオントラック中心領域の大きさは電子的阻止能に依存し、電子的阻止能と共に増加することが分かった。また、イオントラック密度は低照射量では照射量に比例して増加し、およそ 10^{12} cm⁻² 以上の高照射量域で飽和した。蓄積過程の解析から、イオントラック形成効率ならびに回復影響領域を評価した。これらの値は、電子的阻止能の減少に伴って減少するということが明らかとなった。