

FePt ナノグラニューラー薄膜の高速重イオン照射効果

白井 学 ¹⁾	安田 和弘 ²⁾	松村 晶 ²⁾	石川 法人 ³⁾
Manabu SHIRAI	Kazuhiro YASUDA	Syo MATSUMURA	Norito ISHIKAWA

- 1) 九州大学大学院工学府エネルギー量子工学専攻
- 2) 九州大学工学研究院エネルギー量子工学部門
- 3) 日本原子力開発機構先端基礎研究センター

本研究ではナノグラニューラー薄膜を対象とした照射実験と電子顕微鏡法解析を通じて、高速重イオン照射に伴うナノ粒子の形状変化を電子顕微鏡法により詳細に調べた。特に電子線トモグラフィー法を用いてアスペクト比などの従来の2次元投影では取得困難な3次元情報が得られた。

キーワード : ナノグラニューラー薄膜 高速重イオン照射 透過型電子顕微鏡

1. 目的

イオン照射は温度、照射量などの照射変数を制御した条件下において、局所的に高エネルギーを付与することが可能であるため、物質中のナノ構造を制御する手法として期待されている。本研究グループはアモルファス母相にナノ粒子が分散した構造を持つナノグラニューラー薄膜を対象として、イオン照射によるナノ構造制御の可能性を探っている。

2. 方法

本研究で用いた試料はアモルファス Al_2O_3 母相に FePt ナノ粒子を分散させたナノグラニューラー薄膜であり、膜厚は 20 nm である。この試料に対して日本原子力研究開発機構のタンデム加速器を用いて 210 MeV Xe イオンを照射した。照射は室温にて $5 \times 10^{17} \sim 1 \times 10^{19}$ ions/m² まで照射した。イオン照射後、微細構造の変化を透過型電子顕微鏡により観察した。本研究では通常の観察に加え、ナノ粒子の三次元形態変化を明らかにするために連続傾斜像を取得しコンピュータによる画像処理により三次元構築像を得る電子線トモグラフィー法を用いた。また EDX 分析により粒子および薄膜内の元素分布の変化も調べた。

3. 研究成果

イオン照射前の FePt 粒子の形状は、ほぼ球形であり、粒子同士が結合していた。210 MeV Xe イオンを 5×10^{17} ions/m² まで照射すると、FePt 粒子が分散し、粗大化した。電子線トモグラフィー観察によりこれらの粒子はイオン入射方向に伸びた形態へと変化していることが分かった。照射量が 5×10^{18} ions/m² 以上になると、粒子は劇的に変化し、粒径が大きく異なる2種類の粒子が観察された。トモグラフィー観察の結果、粒径が比較的小さい粒子はイオン入射方向に伸びたロッド状の粒子であり、粒径が大きい粒子はほぼ球形で薄膜表面に存在していることが明らかとなった。本研究では高速重イオンによるナノ粒子変形のメカニズムを探るため、より簡単な系である SiO_2 薄膜中の Au ナノ粒子に対しても同様の高速重イオン照射実験を行った。ナノ粒子の形状に及ぼす電子励起効果およびイオントラックの重畳効果を明らかにすることを目的として、現在、この試料の電子顕微鏡観察・解析を進めている。