

高速重イオン照射による Zn 系ナノ粒子の形状・物性制御

Shape and Property Control of Zn and ZnO Nanoparticles by Swift Heavy Ions

雨倉 宏¹⁾

石川 法人²⁾

Hiroshi AMEKURA

Norito ISHIKAWA

¹⁾物質・材料研究機構

²⁾原子力機構

(要約)

シリカガラス中に埋め込まれた亜鉛ナノ粒子に対して、タンデム加速器を用いて 200 MeV Xe¹⁴⁺ イオンを $1 \times 10^{11} - 5 \times 10^{13}$ ions/cm² の範囲で照射し、照射によって誘起されるナノ粒子の楕円化と媒質であるシリカガラスへの影響を光吸収分光などを用いて評価した。

キーワード:

ナノ粒子の照射誘起楕円変形、ion shaping、金属ナノ粒子、シリカガラス、偏光吸収分光、二色性、複屈折

1. 目的

高速重イオン照射により、シリカガラス中に埋め込まれた金属ナノ粒子がビームと同じ方向に伸びて、楕円形ナノ粒子、さらにはナノロッドに変形する現象が報告されている。この現象は一度に多数の同一方向に配向した楕円ナノ粒子／ナノロッドを形成し、金属ナノ粒子の応用可能性を広げる手法として注目を集めている。本研究では、この手法が未だ試みられていない Zn に対して適用するとともに、偏光分光法などを用いて、変形機構の解明に迫る。

2. 方法

60 keV の Zn イオン注入でシリカガラス中に 10 nm サイズの Zn ナノ粒子を形成した試料に対して、JAEA 東海研究所のタンデム加速器を用いて 200 MeV Xe¹⁴⁺ イオンを $1 \times 10^{11} - 5 \times 10^{13}$ ions/cm² の範囲で、試料面に対して 45 度で照射した。高速重イオン照射のナノ粒子への影響、粒子形状の変化、媒質であるシリカガラスへの影響を偏光紫外・可視吸収分光法、低角度入射 X 線回折、RBS、FTIR 分光法などを組み合わせて評価した。

3. 研究成果

イオントラックの試料表面被覆率が 0.5 という低線量において、ナノ粒子の楕円化によると考えられる偏光方向に依存した弱い非等方性が観測された。偏光吸収スペクトルの計算との比較から、ナノ粒子はビーム方向にアスペクト比で 1.5% 程度伸びていると考えられる。試料中に含まれる Zn 原子の総量や結晶性については照射されてもほとんど変化してないことが観測された。一方、照射によりシリカガラスは非常に特性が変化するが、イオントラックの表面被覆率が 1 になると変化が飽和した。ナノ粒子の楕円変形は測定範囲では飽和を示さなかった。

4. 結論・考察

Zn ナノ粒子に関しては世界で初めて照射誘起楕円変形を観測した。従来、明確な楕円変形／ナノロッド化を観測するためにはイオントラックの表面被覆率が 100 を超える高線量が必要であると考えられていたが、1 個の高速重イオンでも小さいながらも楕円変形が起こることを本研究によって、初めて確認した。この結果はナノ粒子の楕円変形の機構を考える際に非常に重要になると思われる。

5. 引用(参照)文献等

本研究の成果をまとめた論文は現在準備中である。