

19a-A12-5

高速重イオン照射による SiO₂ 中の金属ナノ粒子の楕円変形 (2)

Shape elongation of metal nanoparticles in silica

induced by swift heavy ion irradiation (II)

物材機構¹, 原子力機構²,

○雨倉 宏¹、石川法人²、大久保成彰²

NIMS¹, JAEA²

○H. Amekura¹, N. Ishikawa², N. Okubo²

E-mail: amekura.hiroshi@nims.go.jp

【はじめに】2003年にD'OrleansらがSiO₂中に形成したCoナノ粒子に200 MeVのヨウ素イオンを照射したところ、球形だったナノ粒子がビーム方向に伸びて楕円形、さらにはナノロッドに変形する現象を観測した[1]。その後、精力的な研究が実施され、変形機構については有力な説として以下のモデルが提案されている：まず非晶質物質であるSiO₂に対して高速重イオンを照射すると、イオンハンマリング効果により、ビームと垂直方向にSiO₂内部で応力が発生する。当初はこの応力によりSiO₂内部の金属ナノ粒子が垂直方向に圧縮され、ビームと平行方向の楕円変形を引き起こすと考えられた。しかし定量的な評価から、この機構で発生した応力では観測されたような大きなナノ粒子の変形を起こすことは困難なことが判明した。そこで高速重イオンの熱スパイク効果によりイオントラック内のナノ粒子は融解し、さらにイオンハンマリング効果の応力が作用し、ナノ粒子がビームと同方向に伸びるという複合モデルが提案され、支持されつつある。本講演では我々の実験結果を用いて、本モデルの妥当性を吟味したい。

【方法】これまでの多くの研究は酸化が無視できる Au ナノ粒子や貴金属系のナノ粒子に関するものが主であった。我々は、融解が重要であれば、低融点金属の方がより大きな変形を起こすであろうという発想から、融点が～420℃である Zn ナノ粒子を低エネルギー (60 keV) イオン注入で SiO₂中に形成して照射実験を行った。比較のために高融点～1890℃の V ナノ粒子も同様に形成し、照射を行った。照射は JAEA 東海研のタンデム加速器からの 200 MeV Xe¹⁴⁺を用いた。

【結果】Zn[2]および V ナノ粒子を 200 MeV Xe¹⁴⁺ で 5.0×10^{13} ions/cm² まで照射した試料について断面 TEM 観察を行うと、どちらのナノ粒子も同程度の変形を示した[3]。両者の大きな融点の違いを考慮すると、この結果は驚くべきものであり、本講演において議論する予定である。

【文献】[1] C. D'Orleans, J.P. Stoquert, C. Estournes, C. Cerruti, J.J. Grob, J.L. Guille, F. Haas, D. Muller, and M. Richard-Plouet, Phys. Rev. B **67**, 220101(R) (2003).

[2] H. Amekura, N. Ishikawa, N. Okubo, M.C. Ridgway, R. Giulian, K. Mitsuishi, Y. Nakayama, C. Buchal, S. Mantl, and N. Kishimoto, Phys. Rev. B **83**, 205401 (2011).

[3] H. Amekura, N. Ishikawa, N. Okubo, Y. Nakayama, and K. Mitsuishi, Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B **269**, 2730 (2011).