

Ar イオンビーム照射による銀および金ナノ粒子のスパッタリング

Sputtering of Ag and Au Nanoparticles bombarded with 5 to 100 keV Ar Ions

京工繊大¹, 広島大² [○](M1) 水谷 仁美¹, 尾崎 孝一¹, 高廣 克己¹, 西山 文隆²

Kyoto Inst. Tech.¹, Hiroshima Univ.²

[○]Hitomi Mizutani¹, Koichi Ozaki¹, Katsumi Takahiro¹, Fumitaka Nishiyama²

E-mail: m9672025@edu.kit.ac.jp

【緒言】イオンビームを用いて微細加工を行うには、ナノ構造体のスパッタリングに関する知見が必要である。また、二次イオン質量分析など、イオンビームを用いてエッチングを行うことで深さプロファイルを得る表面分析手法において、ナノ構造体を対象とするためには、そのスパッタリング収率は不可欠な物理量となる。バルクターゲットのスパッタリング収率については多くの研究がなされ、スパッタリング収率の理論式や経験式が確立されており、また実験値との比較も行われている。一方、ナノ構造体に対しては、実験値の報告が極めて少なく、スパッタリングに関する知見は十分ではない。本研究では、基板上に堆積させた平均粒径 5–40 nm の Ag および Au ナノ粒子 (NPs) に対して Ar イオンビームを照射し、そのスパッタリング収率を求めた。

【実験および結果】基板には表面を熱酸化させた単結晶 Si ウエハを用いた。Ag および Au NPs は真空蒸着法を用いて堆積させた。蒸着中の基板温度を 573 K に保つことで、NPs を生成・成長させた。その後、極微小粒子を除去するために、2–5 s 間の 0.5 keV Ar⁺照射を行った。以上のように作製した試料に対して 5–100 keV Ar⁺を照射した。Ar⁺照射前後での Ag および Au の変化量をラザフォード後方散乱分光法で求め、NPs による基板の被覆率を電界放出型走査型電子顕微鏡で求めることにより、スパッタリング収率を算出した。

Fig. 1 に、5 keV および 30 keV Ar⁺照射による Au NPs の相対的スパッタリング収率 (NP 値/バルク値) の粒径依存性を示す。相対的スパッタリング収率は、5 keV および 30 keV Ar⁺照射に対して、それぞれ、最大 1.3 および 2.1 となった。また、相対的スパッタリング収率は、いずれの照射エネルギーに対しても、イオン飛程 (Ion range) の 1.5 倍程度の粒径で極大となった。極大が生じるのは、ナノ粒子に表面曲率があることとイオンの斜入射が起こることによる「増大効果」と、衝突カスケードが NP 内にとどまらず、エネルギーが基板に散逸することによる「減少効果」とのつり合いに起因すると考えられる。講演では、Ag および Au NPs のスパッタリング収率のエネルギー依存性についても議論する。

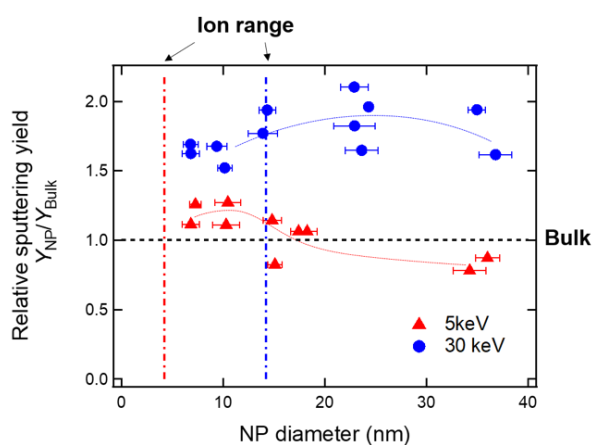


Fig. 1 Size dependence of the Sputtering yields for irradiated Au NPs using 5 and 30 keV Ar⁺ ions to a fluence of 1×10^{15} Ar⁺ cm⁻².