

スパッタリング収率の結晶方位依存性とチャネリングの影響

Crystal orientation dependence of sputtering yields and effect of channeling

名大工¹, [○](M2)山本修平¹, 長崎正雅¹, 吉野正人¹, 山田智明¹

Nagoya Univ.¹, [○]Shuhei Yamamoto¹, Takanori Nagasaki¹, Masato Yoshino¹, and Tomoaki Yamada¹

E-mail: yamamoto.shuhei@e.mbox.nagoya-u.ac.jp

【緒言】

スパッタリング収率は入射粒子の種類やエネルギー、入射角度、結晶方位に依存することが知られている。結晶方位依存性に関する研究は単結晶を傾ける[1]、面方位が異なる複数の試料を用いる[2]などの手法が用いられていたが、入射角度依存性の影響を含む、結晶方位の網羅が困難という問題があった。本研究では多結晶試料と結晶方位解析装置を用いて様々な方位のスパッタリング収率を一度に求めることで、入射角度の影響を含まないスパッタリング収率の結晶方位依存性を得ている。この手法を用いて Ar⁺イオンによるスパッタリングの実験を行いスパッタリング収率の結晶方位依存性を明らかにし、二体衝突近似や分子動力学を用いた計算でスパッタリング収率の結晶方位依存性を決める要因を明らかにする。

【実験・計算手法】

本研究では Ni 多結晶と Fe 多結晶に対し 1 keV, 4 keV の Ar⁺ビームを垂直照射してスパッタリングを行い、白色干渉顕微鏡を用いてスパッタ深さを測定した。その後電子線後方散乱回折法を用いて結晶方位を解析しスパッタ深さと結晶方位を対応付け、スパッタリング収率の結晶方位依存性を調べた。また二体衝突近似計算コードである ACVT を用いて、実験では検証できない標的内部におけるイオンのふるまいを調べた。

【結果・考察】

図 1 において各エネルギーにおけるスパッタリング収率の実験・計算結果を示す。実験・計算ともに 1 keV では 001、101 方位付近において収率が相対的に増加していた。

図 2 に 1 keV Ar⁺を Fe に入射した際の投影飛程に関する 001、101、111、102 方位の計算結果を示す。001、101、111 方位は 4 keV Ar⁺のスパッタリングにおいて収率が小さくなっていた方位[3]であり、102 方位は計算において収率が最大となった方位である。図 1,2 より収率は表面付近(~30 Å)で停止したイオンの割合と対応していた。標的奥まで入ったイオンはチャネリングを生じており、スパッタリング収率と非チャネリング確率は対応していることがわかった。

図 3 に 001 方位に 1 keV Ar⁺を入射した際に、入射イオンが平均して何個の標的をスパッタしたかに関する計算結果を示す。これより 30 Å より奥深くに進入したイオンも原子をはじき出していることがわかる。これらのイオンは表面付近で原子をはじき出した後にチャネルに進入してチャネリングを生じており、定量的な議論を行うためにはこのようなイオンの扱いに注意する必要があることがわかった。

【参考文献】

- [1] V. A. Molchanov et al., *Sov. Phys. -Doklady*, **3** (1961) 222.
- [2] A. L. Southern et al., *J. Appl. Phys.* **34** (1963) 153.
- [3] T. Nagasaki et al., *Nucl. Instr. Meth. B* **418** (2018) 34-40.

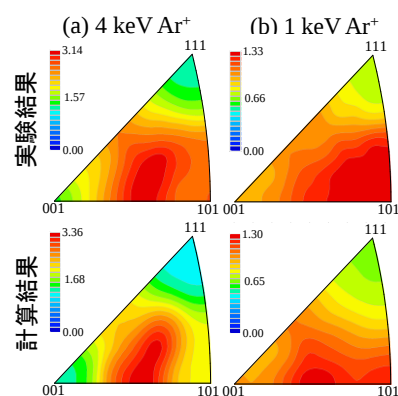


図1 Feにおけるスパッタリング収率の結晶方位依存性

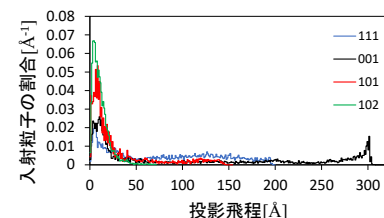


図2 入射粒子の投影飛程分布

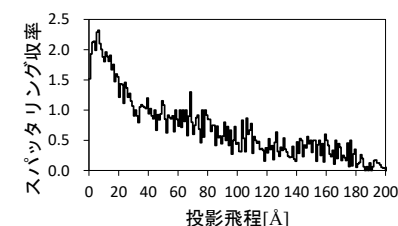


図3 001方位における投影飛程とスパッタする原子数の関係