

SERD プロジェクト報告 (2)

表面分析研究会 SERD プロジェクトグループ

serd@sasj.gr.jp

(2001年5月14日受付)

スパッタエッチングレートの比のエネルギー依存性はおよそ核的阻止能断面積の比のエネルギー依存性によって定まる。本報告ではいくつかの物質に対して SiO₂ に対する核的阻止能断面積の比を計算した結果を示す。

Report from SERD Project (2)

SERD project group of SASJ

serd@sasj.gr.jp

(Received: May 14, 2001)

The energy dependence of the sputter etching rate ratio is roughly determined by the ratio of the nuclear stopping power cross-section. In the present report, calculated nuclear stopping power cross-sections for several materials are shown as the ratio to that of SiO₂.

1. はじめに

SERD プロジェクトではスパッタエッチングレートのデータを SiO₂ のレートに対する比として収集し、データベース化することを目指している。そうすることのメリットの一つとして、比を取ることでエネルギー依存性がかなり緩和され、そのためデータベースの適用範囲（予想可能範囲）が広がるということがあげられる。前回の報告[1]では GaAs, Al₂O₃ に対する実験において計算値から予想されるところにエネルギー依存性が緩和されることが示された。このエネルギー依存性は各物質中での入射イオンの核的阻止能断面積のエネルギー依存性により定まり、核的阻止能断面積は大雑把にはイオ

ンと標的原子との質量比によって定まる。従って SiO₂ よりも重い元素に対してはエネルギー依存性が大きく異なってくる可能性がある。前回の研究会においてもその点が指摘された。そこでいくつかの質量の異なる元素について核的阻止能比の計算を行ってみた。

2. 計算結果および考察

核的阻止能の計算には Biersack の解析式を用いた。[1] 化合物に対してはブラッグ則を仮定した。入射イオンは Ar⁺であり、イオンエネルギー範囲は実際の分析でよく使用されると思われる 0.1-4 keV とした。対象としたのは Al₂O₃, GaAs, C, Si, Cu, Ag, Au である。計算結果を Figure

1(a), (b)に示す。Figure 1(a)は阻止能断面面積比そのもので、これに試料の原子密度比、表面結合エネルギー比などエネルギー依存性を持たない物質定数をかけることで実際のエッチングレート比となる。従ってこの場合各試料間での縦軸の絶対値の比較にはあまり意味がない。そこで各試料について 3 keV での値を用いてノーマライズしてみたのが Figure 1 (b)である。この場合の縦軸は 3 keV での値に対する比となっているので、実験的に 3 keV での値が測定できれば、このグラフから任意のエネルギーにおけるエッチングレート比が予想できる。

Figure 1(b)から、SiO₂ より軽い試料では左上がりのグラフとなり、重くなるにつれてだんだんと左下がりになってゆく様子がよくわかる。一番依存性の大きな Au では 1keV のときに 3 keV での値に対して一割程度の減少となっている。Au のスパッタ収率は 3 keV での 3.989 [atoms/ion] に対して 1 keV では 2.4278 [atoms/ion] となり、約四割程度の減少となる。[2] 従ってエッチングレートの比をとることにより、重い元素に対してもエネルギー依存性はかなり緩和されるのではないかとと思われる。

参考文献

[1] SERD project group,

J. Surf. Anal. 8(2001)76.

[2] <http://www.ss.teen.setsunan.ac.jp/e-sy.html>

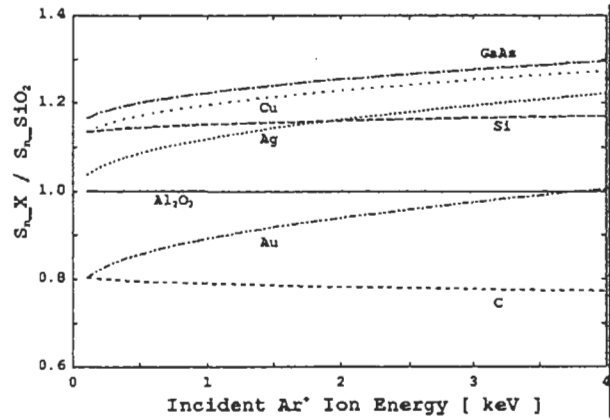


Fig.1 (a) The energy dependence of the ratio of calculated nuclear stopping power cross-sections to that of SiO₂ for Ar⁺ ion, Sn-X / Sn-SiO₂ using Biersack's analytical formula

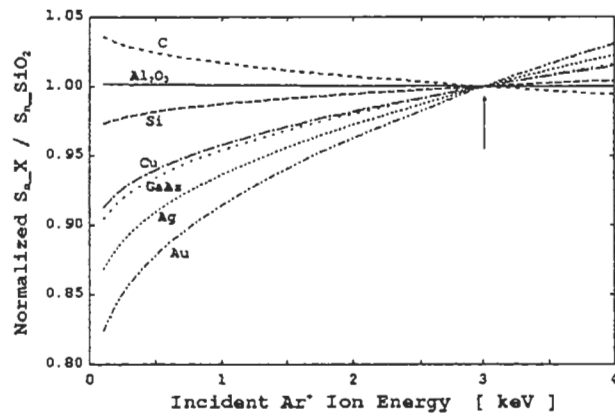


Fig.1 (b) The energy dependence of the ratio of calculated nuclear stopping power cross-sections to that of SiO₂ for Ar⁺ ion, normalized by their values at 3 keV respectively.