

1. 緒言

スパッタリング法はイオンビームの応用分野として半導体などの薄膜作製技術として利用されている。スパッタリング率はこれらを作成する際の膜厚を制御する上で重要である[1]。

今回の研究では、金属・半導体の試料によるスパッタリング率の違いについて分析した。金属と半導体のスパッタリング率がどう変化するかを分析する事でスパッタリング現象のさらなる解明でき、膜厚制御技術向上が期待できる。

2. スパッタリング現象

電界で加速させた高エネルギーのイオン粒子をターゲット原子に照射すると弾性散乱が発生し気体分子やターゲット原子が衝突を繰り返す。ターゲットに衝突したイオンはターゲットの原子を弾き飛ばす。この現象をスパッタリングという[2]。スパッタリング率 S は、スパッタリングされた原子の数 S_0 を照射されたイオンの数 S_1 で割ったものである。そのため以下のような式が成り立つ。

$$S = \frac{S_0}{S_1} \dots (1)$$

またスパッタリング率は、イオンの価数、照射エネルギー、入射角に依存することが分かっている。

3. スパッタリング率の測定方法

スパッタリング率は物質の質量減少量から求めることができる。ターゲットの照射前と照射後の質量を計測し、その質量差を質量減少量とする。スパッタリングされた原子の数と照射されたイオンの数を求め、式(1)で計算することでスパッタリング率を求める事ができる。今回は計算ソフト SRIM による計算と、実測を行い、スパッタリング率を求めた。

4. 実験条件

使用した試料は、株式会社ニラコ製 Ag、Cu、Ti、Al 板、KST 社製の Si 板である。これらの試料条件を表 1 及び表 2 に示す。

材質 (純度)	Ag(99.98%)	Cu(99.99%)	Ti(99.5%)	Al(99.99%)	Si(98.8%)
サイズ (mm)	0.5×10×10	1.0×10×10	0.15×10×10	0.4×10×10	0.5×10×10
製法	圧延				

表 1 ターゲット条件

照射イオン	Ar ¹⁺
エネルギー (keV)	10, 20, 30, 40, 60, 80, 100
照射量 (mC/cm ²)	100
照射面積 (cm ²)	0.5
入射角度	0°

表 2 エネルギー依存性再現実験の照射条件

照射イオン	Ar ¹⁺
エネルギー (keV)	80, 100
照射量 (mC/cm ²)	100
照射面積 (cm ²)	0.5
入射角度	0°

表 3 試料によるスパッタリング率測定の照射条件

5. 実験結果および考察

5.1 スパッタリング率のエネルギー依存性

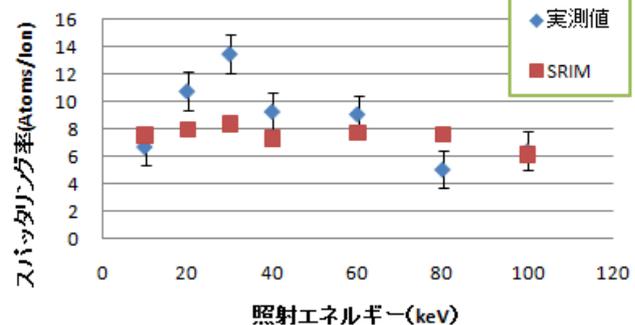


図 1 Ag のスパッタリング率

図 1 からスパッタリング率は照射エネルギーが 30keV の時最大となっていることが分かる。100keV 時点ではスパッタリング率は 30keV の時のおよそ 1/2 になっていることが分かる。スパッタリング率にはエネルギー依存性があるため、なぜこのような結果になるのかは不明である。今後 Ag 以外の試料を用いて同条件で実験をすることで検討していきたい。

5.2 試料によるスパッタリング率の違い

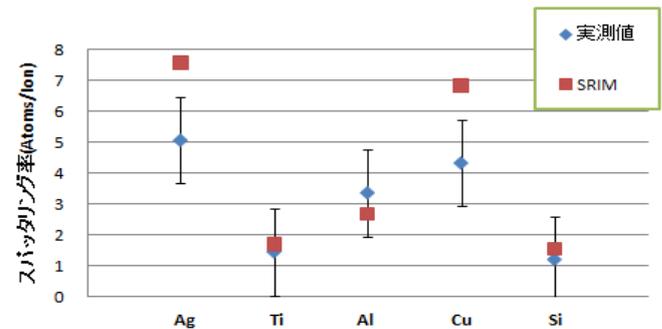


図 2 各資料のスパッタリング率

図 2 の実験結果から、スパッタリング率が最も高いのは Ag であることが分かる。実験による実測値と SRIM 計算によるスパッタリング率は Ag と Cu 以外はほぼ近似していることが分かる。しかしながら、スパッタリング率の高かった Ag と Cu は計算値と実測値の差が大きい。スパッタリング率が高ければ実測値と、SRIM 計算による理論値の差が大きくなり、質量の測定によって生じる誤差も大きくなるものと思われる。

参考文献

[1]石川 順三、荷電粒子ビーム工学, [2]上條榮治、プラズマ・イオンビームとナノテクノロジー