

スパッタリング率の測定値と理論値の比較

量子ビーム研究室

大松俊介

1. 緒言

スパッタリング法とは、加速させた原子を高速で試料表面に衝突させることで試料表面の原子を弾き出す技術である。

この応用例では液晶・プラズマディスプレイ用の薄膜製作があり、パソコンディスプレイや携帯電話などの液晶表示素子に利用されている。

スパッタリング率の定義は、照射原子数と弾き出された原子数の割合である。このスパッタリング率は測定値と合致するように考え出された計算式がある。しかし実際には、理論値と測定値では差があるという実験的研究結果が報告されている。

そこで、この問題点を解決するために理論値と測定値の算出を行い両者の差がどれだけになるかを調べるための実験を行った。

2. 実験装置および方法

今回の実験では、Ar イオンを ECR イオン源を用いて生成し、Ag 試料に照射したのち質量変化を測定した。この測定値と理論値の比較を行った。また、正確な結果を得るため同じ条件の実験を 4 回行った。

実験のイオンビーム照射の実験条件を表 1 にまとめる。

表 1 イオンビーム照射条件

試料	Ag
試料サイズ[cm ³]	1×1×0.05
照射イオン	Ar ¹⁺
照射エネルギー[keV]	30
照射量[mC/cm ²]	100
照射径[mm]	5

図 1 は実験装置の概略図である。1.イオンビーム生成系で Ar ガスをイオン化し照射する。次に 2.分析磁石で実験条件にあったイオンビームの選択を行い、3.照射系で試料に照射しスパッタリングを行う。

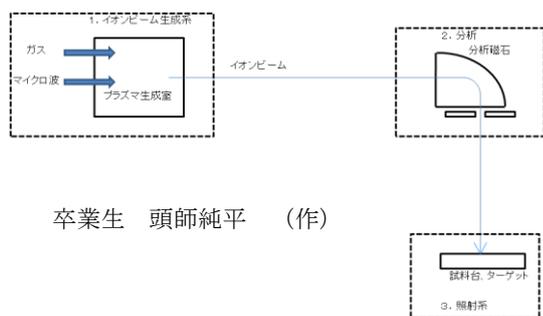


図 1 スパッタリング実験装置概略

3. 実験結果

表 2 はスパッタリング前後の各試料の質量を表したものである。

表 2 実験前後の試料質量比較

試料No.	実験前質量(g)	実験後質量(g)
1	0.526482	0.526442
2	0.520404	0.520358
3	0.546306	0.54628
4	0.501534	0.501498

この結果と照射条件を、以下の式に代入してスパッタリング率(S)を算出した。

$$(\text{測定値公式}) S = \frac{S_0}{S_i}$$

$$S_0 = \frac{M_0 - M_1}{m} \quad S_i = \frac{D}{e \times q}$$

M0:照射前質量 M1:照射後質量

m:Ag 原子 1 個の質量 D:イオンビーム照射量

e:素電荷 q:価数(Ar)

実験結果から計算したスパッタリング率を表 3、図 2 で表した。

表 3 実験から求めたスパッタリング率

試料No.	減少質量(g)	スパッタ量S ₀	照射イオン数S _i	スパッタリング率S
1	40×10 ⁻⁶	2.22×10 ¹⁷	1.23×10 ¹⁶	18.1
2	46×10 ⁻⁶	2.56×10 ¹⁷	1.23×10 ¹⁶	20.9
3	26×10 ⁻⁶	1.44×10 ¹⁷	1.23×10 ¹⁶	11.8
4	36×10 ⁻⁶	2.0×10 ¹⁷	1.23×10 ¹⁶	16.3

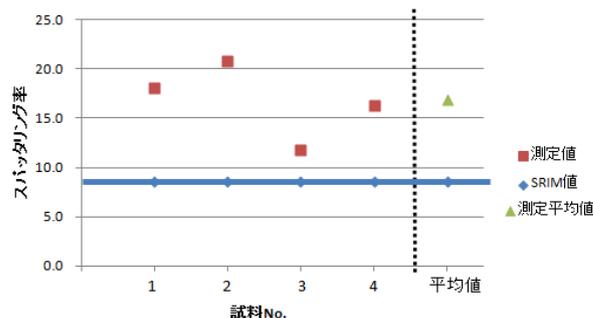


図 2 実験結果によるスパッタリング率

4. 考察

表 2 から、すべての試料で実験前の質量より約 $7 \times 10^{-3} \%$ の減少が確認できるという結果になった。また、スパッタリング率は SRIM での計算値である 8.37 に対し、測定値の平均値は 16.8 と大きな差が見られた。この実験によって、測定値の平均値が SRIM 値の約 2 倍の数値になったという結論を得た。

5. 文献

- (1) イオンビーム技術の開発
- (2) イオンビームによる物質分析・物質改質
- (3) 平成 23 年卒業論文 知能機械システム工学科 頭師純平氏