

●XPS による酸化膜厚の測定

TN033

Oxide Thickness Determination by X-ray Photoelectron Spectroscopy (XPS)

[概要]

ウェハや金属部品表面の酸化膜厚が品質上重要な管理項目になってくることがあります。このような時にも、XPS による測定が有効で、特に試料面積が小さく 1 cm 角程度の時には XPS が威力を発揮します。

[方法]

デプスプロファイルモードによる測定は酸化膜厚が厚いものに適用されます。ここで紹介する方法は膜厚が 5 nm 程度以下のような薄い時に有効です。その上、短時間で測定できるという長所があるので工程管理などに適した方法といえます。

この方法は、注目するマトリックス元素について基材上の酸化膜から得られる光電子ピーク強度と基材からの光電子ピーク強度との比を用いて、次式から膜厚(d nm)を推定するものです。1) 2) 3)

$$d = \lambda_{\text{OX}} \cdot \sin \theta \cdot \ln \left[\left(\frac{N_{\text{m}} \cdot \lambda_{\text{m}}}{N_{\text{OX}} \cdot \lambda_{\text{OX}}} \right) \cdot \frac{I_{\text{OX}}}{I_{\text{m}}} + 1 \right] \dots \textcircled{1}$$

$\lambda_{\text{m}}, \lambda_{\text{OX}}$: 基材及び酸化物中の光電子の脱出深さ
 θ : 光電子の取り出し角
 $N_{\text{m}}, N_{\text{OX}}$: 基材及び酸化物の原子密度
 $I_{\text{m}}, I_{\text{OX}}$: 基材及び酸化物からの光電子の強度

[事例 1] シリコンウェハ表面の酸化膜厚の測定

シリコンウェハについて光電子 Si_{2p} の測定を行った結果を図 1、図 2 に示します。図 1 は有姿状態(自然酸化膜)、図 2 は装置内で軽くアルゴンイオンエッチングを行い約 30 分間放置した後のスペクトルです。

低結合エネルギー側のピーク(金属 Si)は基材からの情報を、高結合エネルギー側のピーク(SiO_2)はウェハ表面の自然酸化膜からの情報を示します。

それぞれのピークの強度比($I_{\text{OX}}/I_{\text{m}}$)を計算式①に当てはめることにより、酸化膜厚(d nm)を推定することができます。もし、エリプソメトリーなど他の方法から得られた結果と比較吟味することが出来れば、計算によって得られた数値の信頼性をより高めることが出来ます。

計算式①で Si の自然酸化膜を算出した結果、図 1 では 1.7 nm、図 2 では 0.8 nm と推定されました。

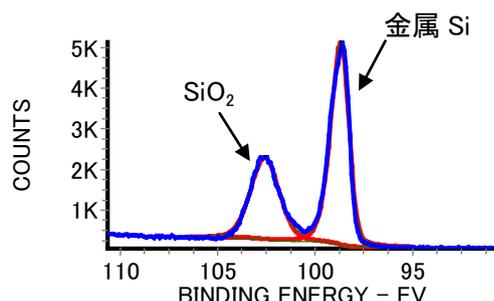


図 1 有姿状態(自然酸化膜)

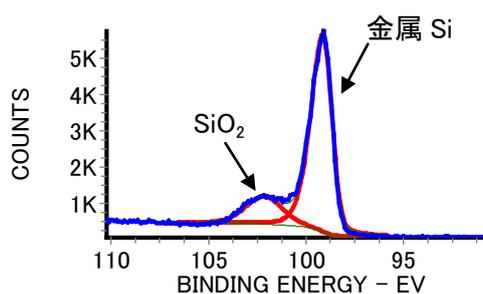


図 2 Ar^+ エッチング後 30 分放置

[事例 2] アルミニウム箔表面の自然酸化膜厚の測定

アルミニウム箔について光電子 Al_{2p} の測定を行った結果を図 3、図 4 に示します。図 3 は有姿状態(自然酸化膜)、図 4 は装置内で軽くアルゴンイオンエッチングを行い約 30 分間放置した後のスペクトルです。

低結合エネルギー側のピーク(金属 Al)は基材からの情報を、高結合エネルギー側のピーク(Al_2O_3)はアルミニウム箔の自然酸化膜からの情報を示します。

計算式①で Al の自然酸化膜厚を算出した結果、図 3 では 4.0 nm、図 4 では 1.3 nm と推定されました。

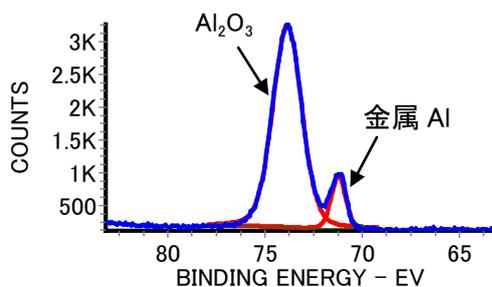


図 3 有姿状態(自然酸化膜)

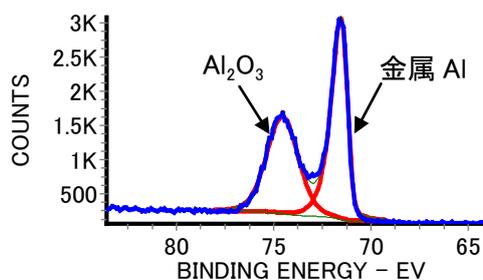


図 4 Ar^+ エッチング後 30 分放置

参考文献

- 1) Brian R. Strohmeier, Surf. Interface Anal. Vol. 15, 51(1990)
- 2) S. Tanuma, C. J. Powell, D. R. Penn, Surf. Interface Anal. Vol. 43, 689(2011)
- 3) 藤井岳直, 田辺道穂, 島津評論. vol.47, 89(1990)