



～XPSによる膜厚計算と電子分光シミュレーターによる実証～

角度分解XPS法

XPS分析で得られる情報の深さは数 nm ですが、放出光電子の脱出角度 (θ) を小さくすることで、得られる情報の深さはより小さくなり、より材料表面近傍の情報を非破壊で得ることができるXPS特徴的な測定方法です。

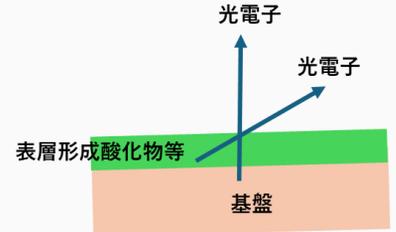


図1 光電子の脱出角度の違いによる検出深さの違い

膜厚の算出方法

XPS分析で表面に薄い酸化膜を形成している材料の場合、検出される元素の光電子ピークは図2に示すように、酸化物成分と基板成分に対応した成分ピークを示します。各成分のピーク強度を求めることによって (図3)、酸化膜の膜厚(d nm)を算出することができます。

$$d = \lambda_0 \times \cos\theta \times \ln \left[\frac{N_s \lambda_s I_0}{N_0 \lambda_0 I_s} + 1 \right] \dots \dots (1)$$

- λ_0 : 酸化膜中の光電子の非弾性散乱平均自由行程
- λ_s : Si基板中の光電子の非弾性散乱平均自由行程
- θ : 光電子の脱出角度
- N_0 : 酸化膜中のSi原子の密度 (SiO_2 :1.24 g/cm³, Si_2O :1.75 g/cm³)
- N_s : Si基板中のSi原子の密度(2.33 g/cm³)
- I_0 : 酸化膜から放出される光電子強度
- I_s : Si基板から放出される光電子強度

式 (1) を用いて図3の酸化膜厚 d を求めると、d=1.2 nmが得られます。

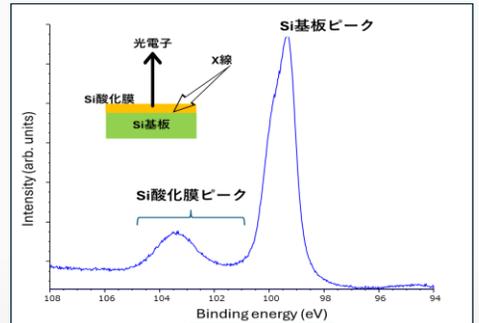


図2 Si基板のSi2pスペクトル 光電子脱出角度 $\theta = 0^\circ$

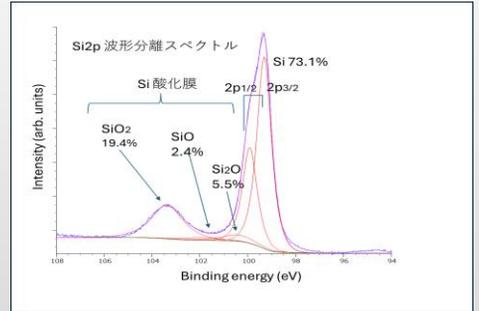


図3 図2のSi2p波形解析

電子分光シミュレーターの活用

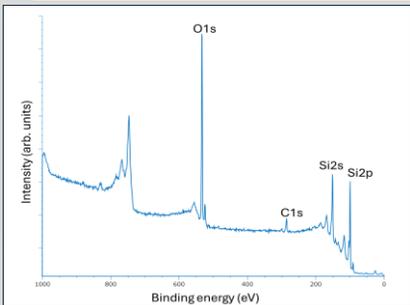


図4 Si基板定性スペクトル

Si基板上に形成した酸化膜厚は上記のように膜厚計算より求められました。Si基板上には図4に示すように炭化水素系汚染物のピークが検出されています。この汚染層の厚さ等を図5のモデルを構築し、電子分光シミュレーター (SESS) を用いて計算を行ったところ、図4に類似したスペクトル (図6) を得ました。

Si基板上の汚染物は厚さ0.3 nmで島状に形成していることが分かります。

電子分光シミュレーターを活用することで、より正確に材料表面構造を求めることが可能となります。

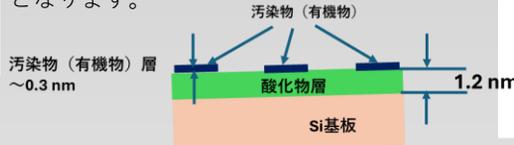


図5 シミュレーションに用いたモデル

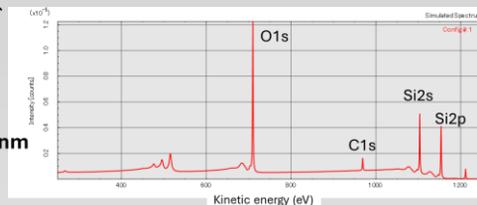


図6 シミュレーション結果スペクトル

これらの機器をご利用希望の方は窓口担当scoop-groups@go.tuat.ac.jpまでお問合せ下さい。