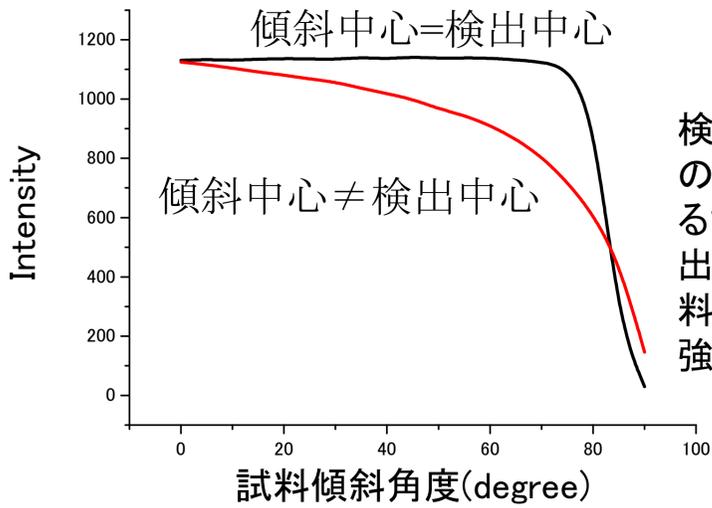


ARXPS測定による膜厚解析

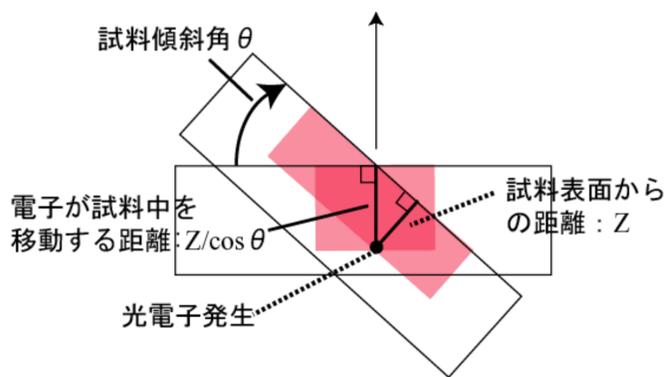
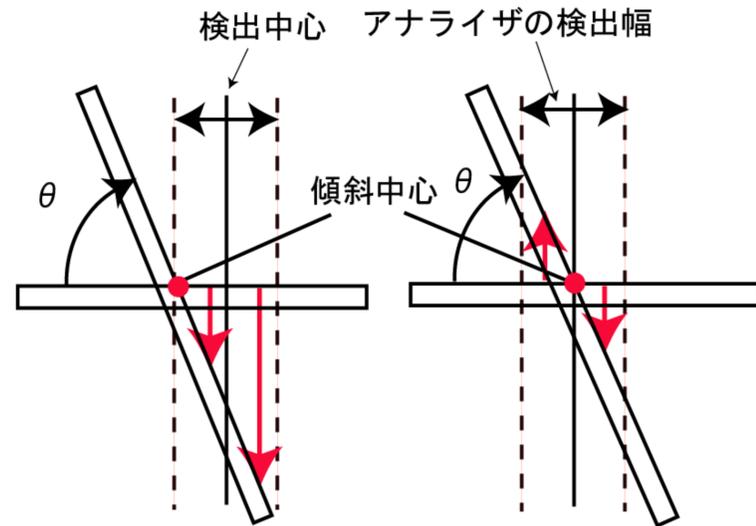
ARXPSとは？

Angle Resolved X-ray Photoelectron Spectroscopy(角度分解X線光電子分光法)はアナライザに対する試料の傾斜角度を変えることで、実質の試料の検出深さを変える分析手法です。イオンスパッタによる深さ方向分析とは異なり、光電子の脱出深さまでの領域を非破壊で分析することが可能です。ARXPSのデータから以下のような情報が得られます。

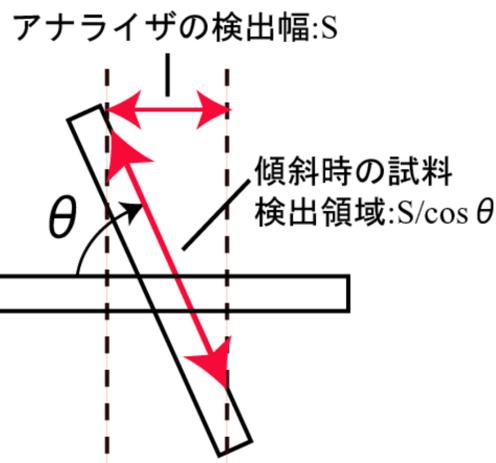
- ・光電子の脱出深さ内にある物質の相対位置
- ・表面に存在する物質の膜厚



検出中心と傾斜中心が異なると試料の深さは傾斜により一方向に変化するため、ピーク強度も変化します。検出中心と傾斜中心を一致させると試料の深さは両方向に変化し、ピーク強度の変化は相殺されます。



検出深さの変化は $\cos \theta$ に比例する

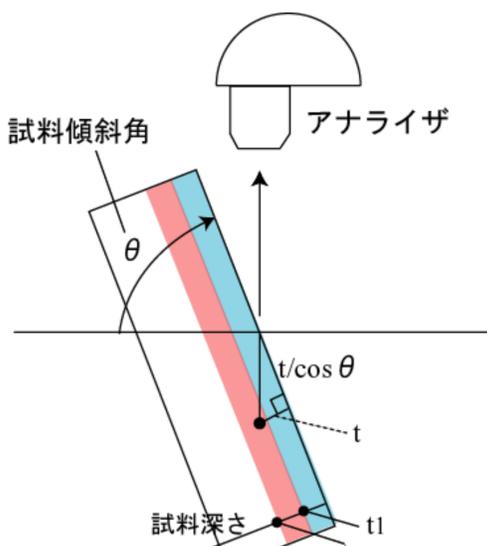


検出領域の変化は $1/\cos \theta$ に比例する

検出されるピーク強度は $\cos \theta$ (検出深さの変化) $\times 1/\cos \theta$ (検出面積の変化) = const.

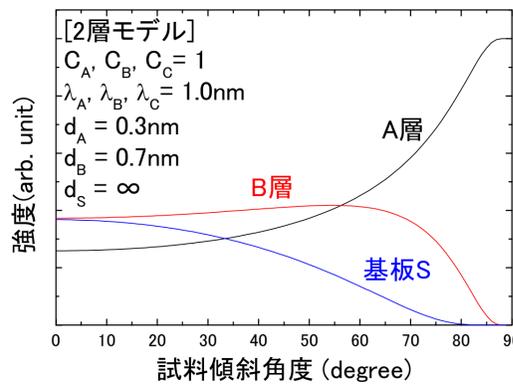
バルク試料で強度が一定となる傾斜中心=検出中心の条件で測定を行えば、実試料の測定データがそのまま試料深さ方向の構造を反映します。

解析モデルおよび膜厚解析例

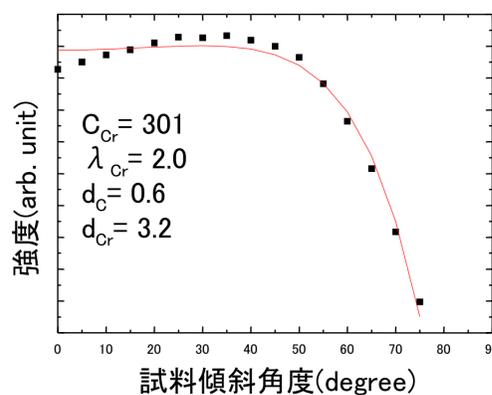
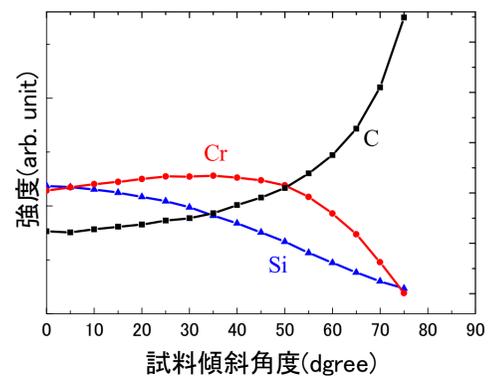


$$I_A(\theta) = \frac{1}{\cos \theta} \cdot \int_{t_1}^{t_2} \Delta I dt = C_A \cdot \lambda_A \cdot \left\{ \exp\left(\frac{-1}{\lambda_A} \cdot \frac{t_1}{\cos \theta}\right) - \exp\left(\frac{-1}{\lambda_A} \cdot \frac{t_2}{\cos \theta}\right) \right\}$$

C_A は t_1 から t_2 の層における濃度分布、 λ_A は図中2層目から出る電子の平均自由行程



プロファイルとモデル計算の曲線を見比べることで層構造の見積もりができます。図左は各層の強度変化の計算結果を示したもので、図右は実測データです。



最小二乗法によるCrのフィッティング結果

C	0.6 nm
Cr	3.2 nm
Si基板	

計算式と実測データを最小二乗法によりフィットすることで上図のような膜厚が得られます。