

X 線反射率測定による膜厚評価について

○佐藤 徹哉

熊本大学 研究開発戦略本部 技術部門

1.はじめに

薄膜評価法の一つである X 線反射率 (XRR : X-Ray Reflectivity) 測定は、試料表面に対して極低角度で X 線を入射し、表面および膜界面で反射した X 線強度プロファイル解析することで、膜厚、密度、表面ならびに界面の粗さを非破壊で評価することができる。XRD とは異なり、結晶性の有無に関わらず評価が可能であり、単層膜のみならず多層膜の構造解析にも広く利用されている。機能性薄膜材料では、その特性が膜厚に大きく影響することから、精密な膜厚制御が求められる。そこで、イオンスパッタ法による Au 薄膜の成膜速度を明らかにすることを目的として、XRR による膜厚評価を行った。

2.実験方法

基板には、ガラス板(48×28 mm t=1 mm)を用いた。イオンスパッタ装置 E-1010 (日立ハイテック) を用いて、放電電流が 15 mA になるようチャンバー圧力を調整し、成膜時間は 30, 60, 180, 300 sec. とした。XRR 測定は X 線回折装置 SmartLab (リガク) を用い、中分解能光学系の条件で測定を行った。また、反射率解析ソフト GlobalFit (リガク) を使用して、 $2\theta=0.5-6$ deg. の領域で解析を行った。

3.結果と考察

図 1 に、成膜時間 60 sec. の XRR プロファイルと解析結果を示す。グラフ左側縦軸の反射率(Reflectance)は最高強度で規格化しており、対数スケールとなる。表面すれすれに X 線を入射すると全反射現象が起こり、入射角度が全反射角度よりも大きくなると、X 線が試料に侵入し始め反射率が低下する。この角度は全反射臨界角度と呼ばれ、最表面の膜密度に依存する。また、膜表面および界面から反射された X 線が互いに干渉し、プロファイルに振動が観察される。振動周期は膜厚に、振動の振幅は膜と基板の密度差に依存する。解析では、実測プロファイルと構造モデルから計算されるプロファイルの残差が最小となるように膜厚、密度、粗さのパラメーターを精密化する。解析の結果、フィッティングの良さを表す R 因子はすべての試料において 0.03 以下と良好であり、算出した膜厚の結果から成膜速度は 0.22 nm/sec となった。

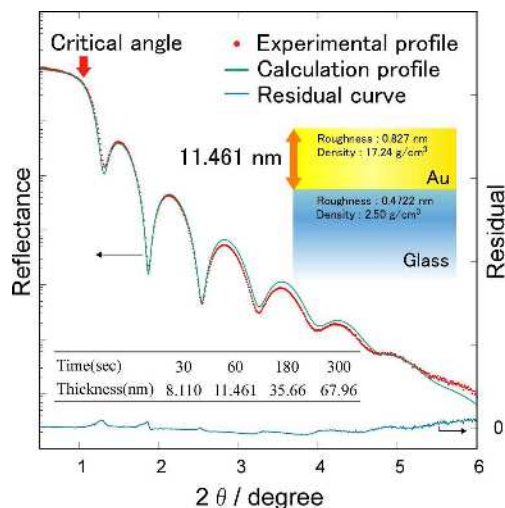


図 1. XRR プロファイルと解析結果

4.まとめ

XRR 測定により、イオンスパッタ法で成膜した Au 薄膜の膜厚および成膜速度を評価することができた。XRR は薄膜評価において有効な分析手法であり、多くの薄膜材料の構造評価に適用可能である。なお、発表では本研究の結果に加え、XRR を用いた他の解析事例についても紹介する予定である。