

# X線反射率測定

## X-ray reflectivity measurement (XRR)

- 反射 X 線の減少率から試料表面の表面粗さ、密度等の情報を得る
- 非破壊に薄膜・多層膜の深さ方向の内部構造を簡便に得ることが出来る
- 結晶性の有無を問わないため、有機薄膜材料等の評価にも有用

**測定原理** X線が極低角で入射する場合、臨界全反射角以下では全反射を生じるが、それ以上の入射角では X 線は屈折を伴い試料内に入りこむため、急激に反射 X 線強度が減少する。臨界全反射角近傍における反射 X 線の減少率は試料表面の構造に対して敏感であるため、これを測定することで、試料表面の表面粗さ、密度等の情報を得ることが出来る。

**得られる情報** 測定された X 線反射率を、薄膜モデルから計算された X 線プロファイルとフィッティングさせることで、表面(界面)粗さ、薄膜の密度および膜厚に関する情報が得られる。

**特徴** 非破壊に薄膜・多層膜の深さ方向の内部構造を簡便に得ることが出来る。数ナノメートル程度の極薄膜および多層薄膜の膜厚および密度の測定が可能。結晶性の有無を問わないため、結晶質だけではなく、非晶質等にも適用することが出来る。

**応用例** X線反射率測定法を用いたシリコン酸化膜の評価 (SPring-8) :新規的なプラズマ酸化法で作製した薄膜の構造評価を XRR で行い、プロセス条件の最適化について検討

<https://user.spring8.or.jp/resrep/?p=5735>

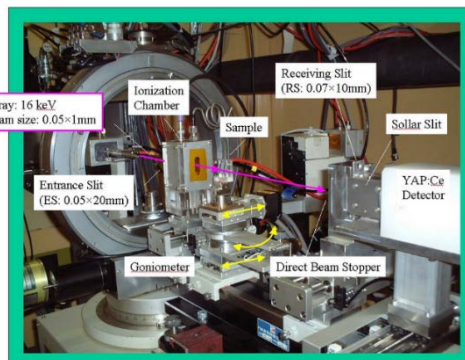


図 1. XRR 測定装置(SPring-8, BL14A)\*1

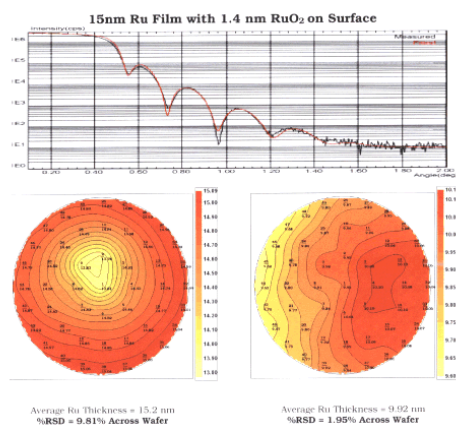


図 2. XRR による Fe 極薄膜の構造評価\*2

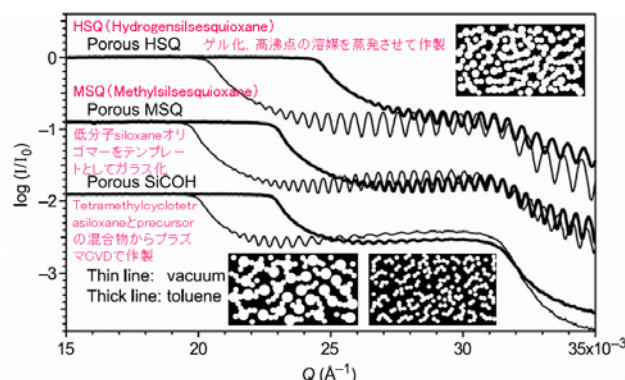


図 3. XRR による有機薄膜中の空孔分布測定\*3

**東北放射光施設における展開** 高輝度軟 X 線は、角度分解能と、ダイナミックレンジの向上に寄与する。シリコン絶縁膜のような、膜が薄く界面の密度差が小さいケースにも対応可能となる。