

# 固定式 Bent-twisted 結晶ポリクロメーターによる 角度—波長同時分散型X線反射率計の開発 Development of X-Ray Reflectometry with Fixed-Type Bent-Twisted Crystal Polychromator in Multiple Angle-Wavelength Dispersive Mode

荒川悦雄<sup>1</sup>、松下 正<sup>2</sup>、フォグリ ヴォルフガング<sup>2</sup>、矢野陽子<sup>3</sup>

1 東京学芸大学、2 高工研-PF、3 近畿大学

液面や固体表面を X 線により観察するために、測定中に試料、検出器、分光結晶などを回転運動させることなく、X線反射率曲線全体を同時に短時間で測定する新しい測定方法、及び測定装置を開発している。この装置の光学素子は、水平面内でX線ビームを集束するように彎曲(bend)させた分光結晶をさらに結晶の最長の辺に平行な軸の廻りに捻(twist)り、ポリクロメーターとしている。分光結晶に対するこの彎曲と捻りは、金属ブロックから削りだした凹面と凸面からなる金型に挟み込む方式の固定式ベンダーを採用し、同時に測定可能な移行運動量  $q = 4\pi \sin \theta / \lambda = 4\pi E \sin \theta / (12.398 \text{ keV} \cdot \text{\AA})$  の範囲を広げることができた。ここで、 $E$ はX線のエネルギー、 $\lambda$ はX線の波長、 $\theta$ は試料への視斜角である。焦点に置かれた試料へ向かう集束X線は方向によって $E$ (あるいは $\lambda$ )と $\theta$ が連続的に変化しているので( $E = 21.9 \sim 18.6 \text{ keV}$ ,  $\theta = 0 \sim 1.7^\circ$ )、反射X線の強度分布を2次元のピクセルアレイ検出器(PILATUS-100K)で観測することにより、広い  $q$  の範囲にわたってのX線反射率曲線  $R(q)$  を同時に測定できる。

Si(100)単結晶ウェファー表面からのX線反射率曲線測定において、十分な時間(2000秒)をかけたときには、一度にカバーできる  $q$  の範囲は  $\Delta q \sim 0 \sim 0.57 \text{ \AA}^{-1}$  で、測定可能な反射率の最低値は  $R_{\min} \sim 5 \times 10^{-9}$  であった。このとき、バックグラウンドを差し引いたカウント数はリングカレント 51 mA にて 1.2 cps 程度であった。1秒の測定時間でも  $\Delta q$  はほぼ変わらず、 $R_{\min} \sim 1 \times 10^{-8}$  であった。金薄膜からの反射率曲線の測定も行い、角度走査法による測定との比較も行った。液体表面や固液界面からの  $R(q)$  の測定や 1 ~ 10 秒の時間分解能の時分割測定の試みも報告する。

