

先端追跡

[R-212] Si(001) 表面の RDS 観察

RDS (Reflectance Difference Spectroscopy), RAS (Reflectance Anisotropy Spectroscopy) は、表面への垂直に入射された光の偏光方向による反射率の差から、表面構造を同定する方法である¹⁾。プローブとして、光を用いることで、特に試料を真空中で観測する必要がないため、MOCVD 等、ガス雰囲気中での表面観察に応用されてきたが、最近、超高真空中 Si(001)2×1 再構成表面への応用がはじまっている²⁾。Kipp らは、理論計算より、この表面における RDS スペクトルを表面のダンクリングバンドに起因する表面準位と関連付けて解釈を行ったが、実験値との一致には至っていない³⁾。これに対して、実験的には、高温での観測や⁴⁾、テラス幅を変えての観測などが行われ^{5, 6)}、スペクトルの解釈に対して、ステップなどの影響が指摘されている。Kipp らのスペクトルの解釈からは、2×1、1×2 構造といったダイマー列による表面構造のみならず、より高次の c(2×4)、2×2 構造といったダイマーのバックリングの配列による構造が予想されている。この表面では、バックリングダイマーの振動が予想されており、この振動の影響も考えられる。この表面において、低温での STM、LEED 観察によって、より高次の c(2×4) 最安定構造が確認されたように、RDS においても、低温でのより詳細な観測により、理論計算と実験のより良い一致が得られる可能性がある。

文 献

- 1) D.E. Aspnes and A.A. Stunda: Phys. Rev. Lett. **54**, 1956 (1985).
- 2) T. Yasuda et al.: Phys. Rev. Lett. **74**, 3431 (1995).
- 3) L. Kipp et al.: Phys. Rev. Lett. **76**, 2810 (1996).
- 4) R. J. Cole et al.: Phys. Rev. B **54**, 13444 (1996).
- 5) R. Shioda et al.: Phys. Rev. B **57**, R 6823 (1998).
- 6) S.G. Jaloviar et al.: Phys. Rev. Lett. **82**, 791 (1999).
(ヒューレット・パッカーード 塩田 隆)

[R-213] マイクロカロリメータによる X 線分光器

電子線マイクロアナライザの検出器として、波長分散型 X 線検出器 (WDS) またはエネルギー分散型 X 線検出器 (EDS) が広く利用されている。最近、高エネルギー分解能をもつ非分散型の X 線分光器としてマイクロカロリメータ X 線検出器が注目されている。NIST からの報告によるとエネルギー分解能は $\text{AlK}\alpha$ (1486.6 eV) に対して約 3.1 eVFWHM が得られている。通常の Si(Li) 半導体 EDS で約 100 eV の FWHM、TAP 分光結晶を用いた WDS で約 7.5 eVFWHM より分解能が良いことがわかる。このマイクロカロリメータとはシリコン基板の小さな領域に $250\ \mu\text{m} \times 250\ \mu\text{m}$ で厚さ $2\ \mu\text{m}$ の Ag の X 線吸収体とこれに接触させた 100 nm 厚の Al 電極から成る超伝導エッジセンサー (TES) と超伝導量子干渉素子 (SQUID) から構成される電流増幅器から成り立っている。エネルギー (E) の X 線吸収による温度変化 (ΔT) は $\Delta T = E/C$ で表わせる。ここで C は X 線吸収体および全体の熱容量を示す。そのため、この検出器全体を 100 mK 以下に冷却して熱容量を小さく (10^{-14} J/K) し、X 線光子 1 個による温度上昇を精密に計測するシステムです。装置は走査電子顕微鏡に組み込めるように試作され、大きさはクライオスタットを含め、通常の EDS の 2 倍程度である。応用例として Fe 化合物のケミカルシフトが報告されている。Fe と FeO-OH では $\text{FeL}\alpha_{1,2}$ ピークは約 0.8 eV のピークシフトがあり、 $\text{FeL}\beta$ に対して Fe と FeO-OH では相対強度が約 1 対 2 になることが WDS とマイクロカロリメータ検出器にて同じ結果が得られている。X 線の測定感度を比較すると、まだ通常の EDS より約 2 桁ほどカウントレートが少ない。マイクロカロリメータの X 線検出用の窓は約 $200\ \mu\text{m}$ と非常に小さく、検出立体角は通常の EDS に比較して 3 桁ほど小さい。このため X 線キャピラリーによる改良実験がなされている。X 線キャピラリーは全反射集光系を利用して X 線を集光し、マイクロビームを形成するために利用されている。これを試料とマイクロカロリメータの中間に配置して X 線の集光効率が改善されている。このような改良により、高エネルギー分解能をもつマイクロカロリメータ X 線検出器が実用化されることが期待できる。

文 献

- 1) D.A. Wollman et al.: J. Microsc. **188**, 196 (1997).
- 2) D.A. Wollman et al.: Microscopy and Microanalysis Vol. 4 Supplement 2 Proceedings (1998) p. 196.
(日本電子 境 悠治)