

先端追跡

[R-202] X線吸収スペクトルを利用した近傍元素の種類特定についての新手法

EXAFS, XRD, LEED等の手法では、直接、近傍元素の種類を特定できない。最近になり、原子間多原子共鳴光電子発光法(MARPE, multi-atom resonant photoemission)という、軟X線領域のX線光電子測定から近傍元素の種類を直接明らかにする方法が報告された¹⁾。

Mn原子の3p, 3d軌道について、X線の照射によりMn 3d→連続帯への光電子発光が起こるが、またMn 3p, Mn 3dのエネルギー差に対応して、共鳴光電子発光(Mn 3p→Mn 3dへの励起に続いて、脱励起、それに伴いMn 3d電子が共鳴発光する)が同時に起こる。光電子発光に要するエネルギーがこの共鳴の際のエネルギー差より小さいとき、共鳴光電子発光が起こるはずであるが、これは原子内だけでなく、近傍原子間でも起こることがわかった¹⁾。MnOの場合、O 1sからの光電子発光に加えて、Mn 2p_{3/2}→Mn 3dへの励起に続いて、脱励起、その際のクーロン相互作用によりO 1s電子が共鳴発光する。Fe₂O₃, La_{0.7}Sr_{0.3}MnO₃についてもO 1sとMn 2p, O 1sとFe 2p, Mn 2pとLa 3dとの共鳴光電子発光スペクトルが得られた。共鳴元素のそれぞれの軌道エネルギー準位を基に、MARPEは近傍元素の種類の特用に使える。共鳴は最近接原子について顕著であるが、La_{0.7}Sr_{0.3}MnO₃の場合、MnとLa 3dとの第二近接原子についても見られたのは注目できる。原子間の結合長、結合の形、の変化に敏感であると予想される。

文 献

- 1) A. Kay et al.: Science **281**, 679 (1998).
(東工大 永森弘康, 泉 康雄)

[R-203] Si/SiO₂界面の欠陥観察技術の進展

Si表面を1000℃程度の酸素又は水蒸気中に置くと表面が酸化される。この時アモルファス状態のSiO₂とSi結晶の界面にはSiの未結合手が10¹² cm⁻²程度残り、さらに水素中で熱処理することによって10¹⁰ cm⁻²以下の密度が実現できる。

この未結合手の振るまいについては古くからEPR(Electron Paramagnetic Resonance)を用いた研究があり、常磁性をしめす原子軌道(センター)の特性が議論されている。特に水素原子との反応によるセンターの消失や高エネルギー粒子やガンマ線の照射によるセンターの発生などが調べられてきた¹⁾。

半導体デバイスの分野では、未結合手の存在がバンドギャップ中に準位を発生させていると考えられている。最近では動作中に繰り返される高エネルギー電子の衝突によるセンターやキャリアトラップ準位の発生が微細化の流れのなかで大問題になってきており、未結合手と反応していた水素原子の電子刺激脱離、拡散が起きている可能性が指摘されている。さらにこの界面への窒素原子の導入技術が検討されており、新たな原子の存在による常磁性センターも研究対象となってきている。特に窒素に関わる常磁性センターが室温の水素ガスに曝すだけで消失する実験結果²⁾など興味深い報告もあり、界面と水素の反応を考え直す必要がある。

欠陥検出に優れたEPRはパルス法の発達によってエネルギー緩和過程(スピン-スピン緩和)を調べることができる。これによりセンターに隣接する水素原子核スピンによる微細構造も検出できるようになり^{3, 4)}、両者の距離を見積もれるようになってきた。他の化学構造を調べる方法と相まって、界面系での未結合手の化学を取り扱う協力ツールとしてデータの蓄積が期待される。

文 献

- 1) P.M. Lenahan and J.F. Conley Jr.: J. Vac. Sci. Technol. B **16**, 2134 (1998).
- 2) J.T. Yount et al.: J. Appl. Phys. **76**, 1754 (1994).
- 3) 磯谷順一, 山崎 聡: 分光研究 **43-5**, 247 (1994).
- 4) 磯谷順一他: 1998年秋季応用物理学会 16 p-P 13-2.
(富士通研 渡辺 悟)