

先端追跡

[R-13] 水素で修飾したシリコン表面の 科学と技術

シリコン表面に吸着した水素に関する研究は、表面科学における最も基本的な研究対象のひとつとして、数多くおこなわれてきているが、ここ数年来特に注目を集めている¹⁻⁶⁾。その理由の第一は、水素を飽和吸着させたシリコン表面に発現する物性を利用した新しいプロセス技術により、高性能高集積デバイスを実現せんとする応用研究に深くかかわっていることが挙げられよう。たとえば、水素終端シリコン表面が不活性なことを利用してシリコンプロセスの低温化をはかる技術⁷⁾、あるいは水素終端シリコン表面での薄膜の選択成長を利用する極微レジスト技術などが挙げられる。第二の理由は、STM、FT-IR⁸⁾、イオン散乱⁹⁾、電子励起イオン脱離⁹⁾、HREE-LS⁹⁾などの表面研究機器の急速な進展により、水素吸着に関する物理的・化学的な理解が一段と深まったことが挙げられる。たとえば、Si(111)表面に原子状水素を吸着させると、モノヒドライド、トライヒドライドのほかに、アダトム原子の移動と合体による微小水素化クラスターが形成されることもSTMにより初めて見出されている⁹⁾。また、超高真空中での水素吸着という方法ではなく、HF系溶液でエッチングした表面が、実は理想的な水素終端表面に近いことがFT-IRで見出された¹⁰⁾こともこの方面への関心を特に高めている。このような背景から、本誌でも表面水素に関する特集号¹⁻⁶⁾が編集されているが、今後ますますこの方面の研究が活発になるものと期待される。

文 献

- 1) 広瀬全孝, 高倉優, 八坂龍広, 宮崎誠一: 表面科学 **13**, 324 (1992).
- 2) 末光真希: 表面科学 **13**, 332 (1992).
- 3) 上田一之, 児玉真二, 高野曉巳: 表面科学 **13**, 339 (1992).
- 4) 尾浦憲治郎: 表面科学 **13**, 344 (1992).
- 5) 吉田博, 佐々木泰造: 表面科学 **13**, 351 (1992).
- 6) 川村剛平, 石塚修一, 坂上弘之, 堀池靖浩: 表面科学 **13**, 358 (1992).

- 7) 高萩隆行: 応用物理 **59**, 1441 (1990).
- 8) 西嶋光昭: 応用物理 **60**, 1196 (1991).
- 9) J. J. Boland: Surf. Sci. **244**, 1 (1991).
- 10) Y. J. Chabal et al.: J. Vac. Sci. & Technol. **A 7**, 2104 (1989).

(阪大工 尾浦憲治郎)

[R-14] STM による金属表面化学の再出発

Siをはじめとする共有結合性半導体結晶に対してはすばらしい威力を発揮してきたSTMであるが、金属表面や、とりわけその上の吸着分子を細測することはきわめて困難とされてきた。これに対し、Landら¹⁾は、最近、Pt(111)表面上におけるエチレンの分解反応過程をSTMにより観察することに成功した。低温(160K)で吸着したエチレンが、昇温に伴って、エチリジン、炭素粒子、グラファイトへと変化していく過程が明瞭にとらえられている。

金属表面への水素吸着は、表面化学の対象としては最もよく調べられてきた系の一つであり、かなりわかったものと思われてきた。一方で、水素吸着により誘起された表面再構成の問題など、未解明の点も残されてきた。Nielsenら²⁾は、Ni(110)表面上への室温での水素吸着により生じる(1×2)構造について、STMによる観察を行った。その結果、(1×2)への表面再構成は、水素吸着に伴い(-Ni-H-)という鎖状構造が生成することに対応しており、第1層Ni原子の移動を伴う大規模なものであることが判明した。

このように、金属表面での化学反応過程について、従来の理解の枠を超えて、新しい現象がSTMによって明らかにされつつある。この動きは、今後さらに拡大されるだろう。となると、金属表面化学という学問自体が「再構成」されることになるかも…。

文 献

- 1) T. A. Land, T. Michely, R. J. Behm, J. C. Hemminger and G. Comsa: J. Chem. Phys. **97**, 6774 (1992).
- 2) L. P. Nielsen, F. Besenbacher, E. Lægsgaard and I. Stensgaard: Phys. Rev. **44**, 13156 (1991).

(東大理 有賀哲也, 岩澤康裕)

[R-15] 非接触表面温度計測, 近ごろの事情

多くの物理現象がその場の温度によって決定されているが, あいまいな測温とこれに起因する粗い温度制御のために, 観察や生成の結果が異なり, 議論が分かれることも少なくない。非接触測温は半導体プロセスや高速回転体などで求められることが多い。広く使われている赤外線放射温度計の精度は数Kであるが, そのためには放射率とその温度依存性を必要とする。材料の熱膨張を可視光レーザー干渉法により測定し, 温度を求める方法も研究されたが¹⁻³⁾, 半導体材料の場合, 光吸収が大きく, 感度も小さいことが指摘されている。これに対し, 対象物の屈折率を測定する赤外線レーザー干渉法では, 室温から 600 K の範囲で ± 0.5 K 程度の分解能が示された⁴⁾。ただし, 対象物の光透過性と表裏面の鏡面研磨を必要とする。共鳴ラマン散乱による測温も可能であるが, 精度は ± 10 K であった⁵⁾。また, 対象物上のグレーティングの熱伸縮を投影モアレ干渉法によって観察し, 測温する方法が報告されている⁶⁾。この方法では結果がグレーティング周期のみに依存するので, 仮に対象物上で多少の成膜やエッチングがあっても測定は可能であり, ± 0.5 K の分解能が示された。以上のような非接触法により, 接触法では不適切か, 困難な環境下においても, 材料表面温度の計測精度が一段と向上しつつある。このような努力が「研究主体に依存しない, 再現性のある結果」の一助になることを期待したい。

文 献

- 1) D. Hacman : *Optik*, **28**, 115 (1968).
- 2) R. A. Bond, S. Dzioba and H. M. Naguib : *J. Vac. Sci. Technol.* **18**, 335 (1981).
- 3) K. L. Saenger : *J. Appl. Phys.* **63**, 2522 (1988).
- 4) V. M. Donnelly and J. A. McCaulley : *J. Vac. Sci. Technol.* **A 8**, 84 (1990).
- 5) A. Compaan and H. J. Trodahl : *Phy. Rev.* **B 29**, 793 (1984).
- 6) Saleem H. Zaidi, S. R. J. Brueck and J. R. McNeil : *J. Vac. Sci. Technol.* **B 10**, 166 (1992).

(理研 加藤茂樹)

[R-16] X-ray scattering による MOCVD 成長表面のその場観察

有機金属熱分解気相成長 (MOCVD) は, 分子線エピタキシ (MBE) とならんで化合物半導体の有力な結晶成長方法のひとつであるが, ガス雰囲気であることから電子線が使えず, これまで成長表面のその場観察は, 赤外から紫外光を用いた光反射法^{1,2)} が主流であった。しかし, 成長表面が原子レベルでどのような構造になっているのか, および MBE 成長表面との相違については, これら光を用いた方法は, 間接的な情報しか与えない。

これまで, IBM, AT & T Bell 研, およびスタンフォード・シンクロトロン研のグループは, シンクロトロン X 線光を利用して, 半導体結晶表面の観察を行ってきたが, 最近, (001)GaAs 面上の MOCVD 成長のその場観察に適用し, 表面リコンストラクションの観察や, layer-by-layer 成長に伴う回折ビーム強度の振動³⁾ の観察に成功した。それによると, As 安定化面は, MBE 成長表面でよく観察される $c(4 \times 4)$ 面と同じリコンストラクション・パターンを示し, Ga 面は, MBE 成長表面と類似の 4 倍パターンが観察された。MBE 成長表面との違いは, 短冊状の成長島の長手方向が, 90 度回転した [110] 方向であることが明らかにされている⁴⁾。

文 献

- 1) D. E. Aspnes, J. P. Harbison, A. A. Studna and L. T. Florez : *Phys. Rev. Lett.* **59**, 1687 (1987).
- 2) N. Kobayashi and Y. Horikoshi : *Jpn. J. Appl. Phys.* **28**, L1830 (1989).
- 3) F. J. Lamelas, P. H. Fuoss, D. W. Kisker, G. B. Stephenson and S. Brennan : *Appl. Phys. Lett.* **60**, 2610 (1992).
- 4) P. H. Fuoss, D. W. Kisker, F. J. Lamelas, G. B. Stephenson, P. Imperatori and S. Brennan : *Phys. Rev. Lett.* **69**, 2791 (1992).

(NTT 基礎研 小林直樹)