

# 先端追跡

## [R-29] 電析法による多層膜の作製

めっき技術はこれまで表面処理技術として発達してきた。しかし、最近のめっき技術はプリント配線を始め、半導体のリードフレーム部やパッケージなど電子機器には不可欠の技術となっている。またその技術も精巧かつ高機能化が要求され、それに応えている。さらにめっき法による機能薄膜の作製の機運も高まりつつある。これはめっき膜の構造制御の理論<sup>1)</sup>が新たに考えられ、結晶学的な構造を制御することもできるようになってきたためであろう。そのうち、最近めっき法によって多層膜を作製する成果も出始めている<sup>2)</sup>。その方法は、2種類のめっき槽に交互に素地を侵せきする Dual cell 法と、種類の異なるめっき液を素地表面上に交互に流す Flow solution 法、さらにたった一つのめっき浴で、電流密度を変化させるだけで多層膜が形成される Single cell 法の3種類ある。いずれも各層の厚みが数 nm の多層膜が形成されており、その構造を断面 TEM によって確認している。めっき法は金属薄膜の安価な作製法である。この技術の発展によって種々の機能膜の作製が可能となると考えられる。

### 文 献

- 1) 渡辺 徹：鉄と鋼，76，2180 (1990).  
渡辺 徹：表面技術協会第 86 回講演大会講演概要集 (1992) p. 224.
- 2) U. Chohen, F. B. Koch and R. Sard : J. Electrochem. Soc. 130, 1987 (1983).  
D. S. Lashmore and M. P. Daril : J. Electrochem. Soc. 135, 1218 (1988).  
小野田元伸，清水一夫，土屋武司，渡辺 徹：日本金属学会第 111 回講演大会講演概要 (1992) p. 66.  
小野田元伸，清水一夫，土屋武司，渡辺 徹：非晶質めっき (表面技術協会，機能性非晶質めっき専門部会第 27 回例会テキスト) (1992) p. 1.  
G. Holmbom : 同上 (1992) p. 31.

(都立大工 渡辺 徹)

## [R-30] 水素分析とダイヤモンド薄膜

イオンビームを用いて水素分析を行う ERDA (Elastic Recoil Detection Analysis) 法は、RBS 法と同じラザフォード散乱現象を利用する分析法である。RBS が入射イオンの試料から散乱される粒子の測定によって元素を同定する分析法であるのに対し、ERDA は RBS とは反対に、試料内からの反跳粒子を測定することにより試料中の元素分析を行う分析法である<sup>1,2)</sup>。その特徴は、①入射イオンより軽い元素の深度分布測定が可能、②散乱ビームの影響がなくバックグラウンドがほとんどない、③測定する軽元素以外の重元素の存在が測定に影響を与えない、④試料のマトリックス効果がない。ERDA は軽元素、特に他に有効な非破壊分析法の少ない水素分析には有効である。また、最近では ERDA に TOF (飛行時間法) を加えることにより各元素 (アイソトープ) ごとのエネルギースペクトルを得ることができる。この方法により、水素だけでなく他の軽元素の深さ方向分布の測定を同時に行うことができる<sup>3)</sup>。ERDA を用いた水素分析の一例として、最近話題になっているダイヤモンド、DLC 薄膜の評価がある。DLC 薄膜およびダイヤモンド薄膜はその作製条件によって違いが生ずる。前者はアモルファス状態で平坦かつ高硬度であることから CD やプラスチックレンズの保護膜として使われるが、後者は凸凹がありダイヤモンド結晶の構造をしており耐環境半導体材料として注目されている。その特性は含まれる水素含有量に依存し、その特性評価に ERDA が有用である<sup>4)</sup>。

### 文 献

- 1) B. Terreault, T. G. Martel, R. G. St-Jacques and J. L'ecuyer : J. Vac. Sci. Technol. 14, 492 (1977).
- 2) W. A. Lanford : Nucl. Instr. Meth. Phys. Res. B 66, 65 (1992).
- 3) E. Arai, H. Funaki, M. Katayama, Y. Oguri and K. Shimizu : Nucl. Instr. Meth. Phys. Res. B 64, 296 (1992).
- 4) X. Long, X. Peng, F. He, M. Liu and X. Lin : Nucl. Instr. Meth. Phys. Res. B 66, 266 (1992).

(島津構造解析研 林 茂樹)

### [R-31] 周期的に修飾された金属表面での アセチレン三量環化

三分子の  $C_2H_2$  がベンゼンに変換する反応は、 $C_2H_2$  分子軸が互いに  $60^\circ$  の角度をとって、適当な大きさの正三角形の頂点に吸着したとき有利であると考えられる。そこで表面原子配列と触媒作用の関連(幾何学的効果)を探るうえで興味をもたれている。最近では周期構造をもつ被毒種吸着表面を利用して、これを明確にしようとする試みがなされている。O/Pd(111) の系<sup>1)</sup>では、酸素に囲まれた  $C_2H_2$  吸着点の三角形が現れる。すなわち、 $p(2 \times 2)$ -O/Pd(111) が形成され、 $C_2H_2$  はこのメッシュの中に付着確率 1 で吸着する。ベンゼンが隣接吸着種間の反応で生成すると仮定すると、その生成量は清浄 Pd(111) の 4% になると計算される。実験値は 5% であり、隣接  $C_2H_2$  吸着種の幾何学的アンサンブルがベンゼン生成に必須であることが示された。 $O_2$ - $C_2H_2$  の同時吸着では別別のドメインを形成するため、これらの吸着種間相互作用は反応に関係ないとされている。UHV 下では Cu, Pd 以外の清浄表面では環化は起きないが、Sn/Pt(111) で、ベンゼンが効率よく生成した<sup>2)</sup>。この表面では隣接した Sn-Pt による  $C_2H_2$  吸着点正三角形が可能である。Pt(111) に Sn を蒸着し昇温すると被覆率 0.25 までは  $p(2 \times 2)$ 、0.33 までは  $(\sqrt{3} \times \sqrt{3}) R 30^\circ$  になり、 $p(2 \times 2)$  のほうが活性が高い。LEED による  $C_2H_2$  吸着構造は Pt(111) と同じ  $(2 \times 2)$  で  $p(2 \times 2)$ -Sn/Pt で強度が大きい。昇温脱離では分解が抑制された分ベンゼンが生成しており、著者らは特異性の原因が Sn の電子の効果であるとしている。

以上の研究例では「幾何学的効果」について興味深く、示唆的な結果が得られているが、確証には至らないようである。

#### 文 献

- 1) R. M. Ormerod and R. M. Lambert: *J. Phys. Chem.* **96**, 8111 (1992).
- 2) C. Xu, J. W. Peck and B. E. Koel: *J. Am. Chem. Soc.* **115**, 751 (1993).

(横浜国立大工 吉武英昭)

### [R-32] 人造原子

一電子トランジスタ (one-electron transistors)<sup>1)</sup>、量子箱 (quantum dots)<sup>2)</sup>、0 次元電子ガス (zero-dimensional electron gases) あるいはクーロン島 (Coulomb islands)<sup>3)</sup> などと呼ばれる“小さな電子システム”は、離散的な数の原子と離散的なエネルギースペクトルを有し、システムを通過する電流はあたかも原子を通過するかのように振舞う。Kastner は、このような構造をその有効電荷がトンネル接合で結合された金属電極によって制御される一種の原子—人造原子 (artificial atoms)—と呼んでいる<sup>4)</sup>。この人造原子やリード線間容量を流れる電流は、わずか 1 個の電子によって何けたもその大きさを変えることが可能である。この異常な振舞いを積極的にエレクトロニクスへ応用しようという試みが始まっている。

人造原子を創り出すには、物質境界や電界などを利用して電子を非常に小さな領域に閉じ込めなければならないが、電子線や X 線リソグラフィによりそのような微細構造の作成が可能となっている。たとえば、電子—電子相互作用を利用して、一度に 1 個の電子のみが通過できる “turnstile” (回転木戸) デバイス<sup>5)</sup>などが実現されている。また、人造原子を結合した人造分子 (artificial molecules)<sup>6)</sup> さらには人造物質 (artificial solids) などへの展開が図られており、新しい発想のデバイスとともに新しい物理の必要性も提唱されている。

#### 文 献

- 1) T. A. Fulton and G. J. Dolan: *Phys. Rev. Lett.* **59**, 109 (1987); M. A. Kastner: *Rev. Mod. Phys.* **64**, 849 (1992).
- 2) B. Su, V. J. Goldman and J. E. Cunningham: *Science* **255**, 313 (1992); R. C. Ashoori, H. L. Stormer, J. S. Weiner, L. N. Pfeiffer, S. J. Pearton, K. Baldwin and K. W. West: *Phys. Rev. Lett.* **68**, 3088 (1992).
- 3) D. V. Averin and K. K. Likharev: “Mesoscopic Phenomena in Solids” (Elsevier, Amsterdam, 1991) p. 173.
- 4) M. K. Kastner: *Physics Today* **46**, 24 (1993).
- 5) L. P. Kouwenhoven, A. T. Johnson, N. C. van der Vaart, W. Kool, C. J. P. M. Harmans and C. T. Foxon: *Phys. Rev. Lett.* **67**, 1626 (1991).
- 6) L. J. Geerligs, V. F. Anderegg, P. A. M. Holweg, J. E. Mooij, H. Pothier, D. Esteve, C. Urbina and M. H. Devoret: *Phys. Rev. Lett.* **64**, 2691 (1990); H. Grabert, M. H. Devoret eds.: *Single Charge Tunneling* (Plenum, New York, 1992).

(静岡大電子研 村上健司)