

先端追跡

[R-109] 多価イオンと表面科学

多価イオンが表面に低速で接近すると、いくつかの中性化過程を経て表面から複数の電子が多価イオンの空準位に移動する。このとき、イオンの価数が高い場合、表面原子の内殻電子が移動しうるので、この内殻正孔への Auger緩和過程により、イオンの価数以上の電子が表面原子から奪われる。この結果、短時間のうちに多数の正孔が表面層に形成され、正孔間のクーロン反発によって表面原子が放出したり、移動したりする可能性がある。これまでに表面吸着原子の脱離収率が照射する多価イオンの価数増加とともに桁違いに増大する事実が報告されている¹⁾。また、1個の多価イオンの入射によって表面にナノメートルサイズの空孔あるいは隆起形状が再現性良く形成されることが報告されている²⁾。これらの現象を超高密度な記憶素子の作成に応用しようという動きもある。多価イオンの内部エネルギーと運動エネルギーを制御して表面に誘起される化学反応を調べることはstate-to-state surface chemistryの第一歩でもあり、基礎および応用面からの今後の研究進展が望まれる。

文 献

- 1) K. Mochiji, N. Itabashi, S. Yamamoto, I. Ochiai and K. Okuno : Jpn. J. Appl. Phys. **33**, 7108 (1994).
- 2) N. Kakutani, T. Azuma, Y. Yamazaki, K. Komaki and K. Kuroki : Jpn. J. Appl. Phys. **34**, L580 (1995).
- 3) R. E. Marrs, P. Beiersdorfer and D. Schneider : Phys. Today 47(10), 27 (1994).

(新技術さきがけ, 日立中研 持地広造)

[R-110] Site Exchangeによる表面原子移動

金属表面上の金属原子の表面拡散は一般的には表面を形成する原子面の上を吸着原子がジャンプしていくモデルで説明される。しかし、ある種の金属では吸着原子が基板表面原子の下に潜り込み、基板表面原子とsite exchangeを順次繰り返すことによって表面拡散が生じている。このような現象は1978年にBassettら¹⁾によるPt(110)上のPtの表面拡散のFIM観察で初めて報告され、1979年のWrigleyら²⁾によるIr(110)上のWのFIM観察で確認された。その後1990年代に入り多くの研究が行われるようになり、特にここ数年ではKelloggの精力的な研究がある³⁾。ジャンプによる拡散では、移動原子はhollow siteの4配位位置とbridge siteの2配位位置を移動していくが、site exchangeの場合には基板原子が移動原子と同期して動くことによって4配位と3配位の繰り返しになり、より安定であると説明され、理論的な計算からも証明されている⁴⁾。このsite exchangeはfcc(110)のような比較的原子密度の低い面での現象とされていたが、fcc(100), fcc(111)でも同様の現象が生じることが最近になって示されている^{5), 6)}。さらに、正の電場を掛けた場合にはsite exchangeによる拡散が抑制され、ジャンプによる拡散が主になり、負の電場では逆の現象が起こることが明らかにされている⁷⁾。このような現象は金属上の金属原子の表面拡散がhard-sphereモデルではなく、化学結合的な性質を含むものであることを意味しており、物理現象として興味深い。また実用面では電界を掛けることでsite exchangeとジャンプをコントロールできることから、原子レベルでの結晶成長制御への応用が期待される。

文 献

- 1) D.W. Bassett and P.R. Webber : Surf. Sci. **70**, 520 (1978).
- 2) J.D. Wrigley and G. Ehrlich : Phys. Rev. Lett. **44**, 661 (1980).
- 3) G.L. Kellogg : Phys. Rev. Lett. **70**, 1631 (1993), Appl. Surf. Sci. **87/88**, 353 (1995).
- 4) P.J. Feibelman : Phys. Rev. Lett. **65**, 729 (1990).
- 5) S.C. Wang and G. Ehrlich : Phys. Rev. Lett. **67**, 2509 (1991).
- 6) R. Stumpf and M. Scheffler : Phys. Rev. Lett. **72**, 254 (1994).
- 7) G.L. Kellogg : Appl. Surf. Sci. **76/77**, 115 (1994), Phys. Rev. Lett. **70**, 1631 (1993).

(東ソー 樋口真次)

[R-111] アトムクラスターの材料化

ナノスケール高次構造物質の示す特異な物性が報告されている。光らないはずのSiが光った多孔質Si³や、非晶質にもかかわらず複屈折を示す斜め蒸着膜³⁾などはその例である。しかし、これらは電気化学腐食や真空蒸着により半ば自然発生する、ランダムさを含んだ高次構造である。これに対し、それ自身サイズ効果を示す、数個から千個程度の原子集合「アトムクラスター」を作成し、これを質量分析器で確認・単離して構成ユニットとし、これを基板に軟着陸・整列させる、いわば正攻法の高次構造創製が企画され、実験設備が整いつつある。狙いの1つは、これまで学術的興味の対象に留まっていたアトムクラスターを「材料化」し、特異な機能をもつ新材料の可能性を実証、提示することである。基本となる技術は(1)高強度アトムクラスター源、(2)高分解能アトムクラスター質量選別法、そして(3)アトムクラスターを軟着陸させ整列させる技術、である。(1)、(2)の検討は進んでおり、さらに「材料化」後も個体C₆₀⁴⁾のようにアトムクラスター同士がお互いに融合することなく固体表面上に配位し、その特異な物性を発現するためには(3)が重要な技術的課題となるものと思われる。今後の展開に期待したい。

文 献

- 1) 種村 栄：名古屋工業技術研究所報告 44, 203 (1995), 「アトムクラスター材料化研究会」(財)科学技術交流財団
- 2) Z.C. Feng and R. Tsu : "Porous Silicon" (World Scientific, Singapore, 1994).
- 3) A. Lakhtakia and R. Messier : Optical Engineering 33, 2529 (1994).
- 4) D.R. Huffman and W. Krätschmer : Mat. Res. Soc. Symp. Proc. 206, 601 (1991).

(豊田中研 元廣友美)

[R-112] 表面粗度のマクロ的定量方法

STM等の出現により原子レベルでの表面観察あるいは表面制御が可能となった昨今、可視光波長レベルでの表面粗度の定量が重要視される分野がある。それは大型構造物の壁や屋根、あるいはトンネル内層板等に用いる材料の表面粗度の評価である。

メンテナンスフリーの観点から、めっきや塗装銅板のような補修が必須である材料に変わり、ステンレス鋼やチタン等の高耐食性材料を金属面のままで使用することが多くなった。この際、要求特性としては本来の耐食性や強度以外に、周囲環境にマッチした心を和ます色調感と、太陽光や車のライトの反射防止に防眩性が重要な要因となる。しかし、色調や防眩性等は環境やデザイナーの感性に強く依存するため、その定量化は極めて難しい。

これまで、表面粗度(R_{Max} , R_a 等)あるいは光の反射強度(Gs(45)等)で評価がされていたが、完全には対応できなかった。最近、粗度計の三次元断面プロファイルからの微小面素の法線ベクトル分布法が提案されたり。この方法は微小面素を走査して広範囲な法線ベクトル分布として図示することで表面の凹凸をマクロ的に解析するもので、たとえば高光沢表面では法線ベクトル分布は中心に集中し、高防眩性材料ではランダム化した分布となる。まだ不十分な点が残されているが、構造物素材として要求される表面粗度をこの分布から予想し、表面を創り込む技術との組み合わせにより人間の感性に近い評価技術となるであろう。

ゆとりを感じ、地球にやさしい建築材料の需要が増す中、デザイナーを含めた表面粗度定量法のソフト構築がこれから必要とされる。

文 献

- 1) 守屋 進, 園部 治, 内田洋之, 虎尾 彰, 市川文彦, 柳 和久：第44回塑性加工連合講演会, 143 (1993).

(新日本製鐵(株)鉄鋼研究所 前田 滋)