

先端追跡

[R-81] 新しい表面顕微鏡技術

表面を観察できる超高真空電子顕微鏡¹⁾、超高真空走査形顕微鏡²⁾や、低エネルギー電子顕微鏡³⁾にて最表面層の形態、構造などの観察が行われている。新しいメタステーブル原子を励起源とする表面顕微鏡⁴⁾が開発されたので紹介する。メタステーブルHe原子を励起源とする場合の電子放出は、試料が半導体のとき、半導体の電子が励起Heの1s軌道に移ると同時に励起Heの2s電子が放出されるペニングイオン化過程により生じる。メタステーブル原子は試料内部に進入することなく電子が放射されるため表面最外層を選択的に観察できるのが特長である。放出された電子はカソード対物レンズにより10kVに加速された後、電子顕微鏡と同じ拡大レンズ系により表面像の観察ができる。またアナライザーとしてリターディング形ウインフィルターが組み込まれているので、スペクトル測定から表面原子の個々の被占有軌道の外部への広がりなどの情報が得られる。微小領域での有機分子の状態分析などが期待できる。

文 献

- 1) Y. Tanishiro, K. Takayanagi and K. Yagi : *Ultramicroscopy* **11**, 95 (1983).
- 2) T. Ichinokawa, Y. Ishikawa, M. Kemmochi, N. Ikeda, J. Hosokawa and J. Kirschner : *Surf. Sci.* **176**, 397 (1986).
- 3) W. Teliëps and E. Bauer : *Ultramicroscopy* **17**, 57 (1985).
- 4) Y. Harada, S. Yamamoto, M. Aoki, S. Masuda, T. Ichinokawa, M. Kato and Y. Sakai : *Nature* **372**, 657 (1994).

(日本電子 境 悠治)

[R-82] 光電子スペクトルの円偏光二色性 —表面固有の光学活性

光学活性な分子は左右の円偏光に対して異なる光吸収を示すことが古くから知られている。これは円偏光二色性と呼ばれ、対称面や対称中心をもたない分子内における電気双極子・磁気双極子遷移の干渉がその原因とされている。最近、円偏光二色性は光電子スペクトルにも現れることがわかってきた。さらに、光学活性でない分子、たとえば二原子分子であってもこれを空間的に固定し、その分子軸方向、光の入射方向、光電子の検出方向を同一平面内でない条件に選べば実験条件そのものがキラリティーを生じ、光電子スペクトルに円偏光二色性が現れることが明らかになってきた^{1,2)}。

上記の条件は要は「表面吸着種に対して角度分解光電子分光を行う」ことにほかならない。つまり表面の角度分解光電子分光はそもそも本質的にキララな実験手段であったわけである。最近、シンクロトロン放射光を用いて真空紫外領域でも良好な円偏光が得られるようになってきた^{3,4)}。その結果円偏光光電子分光の測定が可能となり、COなどの表面吸着種に対してキララな条件での光電子スペクトルの円偏光依存性が測定された結果、スペクトルが左右の円偏光に対して非対称性を示すことが実験的に確認された(Circular Dichroism in the Angular Distribution of Photoelectrons : CDAD)^{1,2)}。

CDADは電気双極子遷移間の干渉により生じるため二色性が大きい(光イオン化断面積と同程度)のが特徴である。また、最近CDADは吸着分子の配向性を敏感に反映することも明らかとなり²⁾、CDAD測定は光電子分光による吸着構造の決定法としても今後の発展が期待される。

文 献

- 1) G. Schönhense : *Phys. Scr.* **T31**, 255 (1990).
- 2) G. Westphal, F. Fegel, J. Bansmann, M. Getzlaff, G. Schönhense, J. A. Stephens and V. Mckoy : *Phys. Rev.* **B50**, 17534 (1994).
- 3) F. Schafers, W. Peatman, A. Eyers, Ch. Heckenkamp, G. Schönhense and U. Heinzmann : *Rev. Sci. Instrum.* **57**, 1032 (1986).
- 4) T. Koide, T. Shidara, M. Yuri, N. Kandaka and H. Fukutani : *Appl. Phys. Lett.* **58**, 2592 (1991).

(東工大理 枝元一之)

[R-83] 単原子層 グラファイトの合成と物性評価

グラファイトは古くからその物性が調べられた材料であるが、最近単原子層を作ることができるようになり、その物性がバルクのものとは大きく違うことがわかってきた。

まず単原子層グラファイトの作り方についてであるが、ひとつにはNi, Ptなどの金属あるいはTiC, TaC, NbCなどの金属カーバイド基板上に炭化水素系ガスを高温でさらしエピタキシャル成長させる方法¹⁾があり、またCを含んだNiなどの金属を高温で熱処理してグラファイトを析出させる方法²⁾もある。いずれも単原子層を制御することが可能で、1層、2層、3層——と所望の厚さを得ることができる。

単原子層グラファイトの物性については、主にフォノンの分散と電子状態が調べられている。フォノン分散の測定はEELSにより行われ、基板の種類によって大きく異なることがわかってきた¹⁾。化学的に活性な金属カーバイド(111)面上の単原子層グラファイトはバルクのグラファイトに比較して面内のC-C結合が弱くなり基板との結合が強くなるのに対し、化学的に不活性なPt(111)面や金属カーバイド(100)面上ではバルクと大きな変化が見られない。また、XPSやSTMによる電子状態測定から、グラファイトと基板の間で電荷移動が起きているだけでなく、グラファイトの π 軌道と基板の d 軌道間に混成が起きていることが示され³⁾、これらの結果はフォノン分散の結果とよく一致する。

最近ではマイカ基板上にMoS₂1層を成長させたり、単原子層グラファイト上にC₆₀を成長させるなどの実験もなされ、新たな展開を見せている。さらに、単純なグラファイトシートだけでなく、単原子層グラファイトに回位を入れてさまざまな形状にした場合の電子状態を計算した結果も示され⁴⁾、グラファイトシートを変形させたC₆₀, C₇₀, カーボンナノチューブなどへの展開も期待される場所である。

文 献

- 1) T. Aizawa, R. Souda, S. Otani, Y. Ishizawa and C. Ohshima : Phys. Rev. B **42**, 11469 (1990).
- 2) D. Fujita and K. Yoshihara : J. Vac. Sci. Technol. A **12**, 2134 (1994).
- 3) A. Nagashima, H. Itoh, T. Ichinokawa, C. Ohshima and S. Otani : Phys. Rev. B **50**, 4756 (1994).
- 4) R. Tamura and M. Tsukada : Phys. Rev. B **49**, 7697 (1994).

(東芝研究開発センター 渡辺美代子)

[R-84] SNOM技術を用いた高密度記録

光の回折限界を越えたナノメートルオーダーの超高分解能が実現できる走査型近接場光学顕微鏡(SNOM(Scanning Near-field Optical Microscope)), またはNSOMともいう¹⁾については、本誌(Vol.14, No.10)の先端追跡で紹介され、今年の学会講演大会のシンポジウムでも報告があった。

SNOMの研究が急速に進展している理由は、種々のSPMの発展によりプローブの化学エッチングによる先鋭化を先端曲率直径3 μ m以下にする技術が開発され、SNOMの効果が可能となったことによる。この方法を利用した研究が、超高分解能観察と同時に極微加工に盛んに取組まれている。とりわけ、エバネッセント光を用いるナノメータ記録・高密度記録が期待されており²⁾、この種の最近の研究例³⁾を以下に紹介する。

光源にはレーザーダイオード(波長:785nm, 最大出力:50mW)を用い、ダイオードと光ファイバーの間に集光系を設け50%の効率を得ている。プローブには光ファイバーを化学エッチングした後、300nmの厚さの白金を被覆したSTM用のものを使用した。光開口部をあけるため、プローブ先端の白金はイオンビームミリングによって除去されている。プローブと試料の間隙は、エバネッセント光としての出力の低下が少ない60nmである。光磁気記録材料としてPtCoの多層膜を使用し、そのキュリー点は400°Cである。磁化の反転は、ファイバースコープの出力15mWで発生する。その磁化反転の様子は、ファイバー出力2mWでのSNOM像からファラデー効果を観察して確認できた。以上の実験条件で得られた反転磁区の直径は80nmであり、この実験結果は100Gbits/in.²の高密度磁気記録に対応する。したがって、このSNOM技術は新しい超高密度光磁気記録デバイス開発の可能性を十分に示している。

文 献

- 1) E. Betzig et al. : Science **257**, 189 (1992).
- 2) E. Betzig et al. : Appl. Phys. Lett. **61**, 142 (1992).
- 3) S. Hosaka et al. : Technical Digest of Symp. on Optical Memory (Univ. of Waseda, 1994) p. 21.

(松下テクニカ 小西文弥)