

# 先端追跡

## [R-25] 負イオンの開く新しい可能性

イオンビームを用いた材料の合成・評価はすでにひとつの分野として成り立っている。イオンを用いることの利点としては、物質付与性、光学的制御性の良さおよび数量制御性の良さなどが挙げられる。これらの利点は正、負どちらのイオンにも共通するにもかかわらず、一般には正イオンのみが用いられている。これは上に挙げた特徴がまさにイオンの正負によらないことと、最も単純で簡単なイオンの発生法ではプラズマから正イオンしか引き出せなかったからである。イオンビームを工業的に応用したイオン注入においても、注入分布に関する制御パラメータは加速エネルギーであり、イオンの正負は重要でなかった。しかし、半導体デバイスの超超 LSI 化にともない、イオン注入時のチャージアップによる素子破壊が問題となってきた。このチャージアップ抑制を主目的として負イオン注入が注目され、そのための負重イオン源の開発が行われるようになってきた<sup>1-4)</sup>。負イオンを用いるチャージアップ抑制の手法はすでに SIMS 分析において利用されている<sup>5)</sup>が、イオン種が  $O^-$  に限られていたことにより、高感度分析可能な元素に制限があった。今後  $H^-$ ,  $Cs^-$ ,  $Ga^-$  などの負イオンが利用可能となることから分析対象が広がると考えられる。また負イオンに特有の性質（大きな中性化断面積、減速時の電子逆加速がない、小さなポテンシャルエネルギーなど）は、新たなプロセスの開発を可能とするであろう<sup>6)</sup>。読者諸兄に負イオンビームを新しいプローブとして応用するアイデアをもたれた方はいないだろうか。

### 文 献

- 1) G. D. Alton et al.: Nucl. Instr. Meth. **B40/41**, 1008 (1989).
- 2) H. Tsuji et al.: Rev. Sci. Instrum. **61**, 427 (1990).
- 3) Y. Mori: Rev. Sci. Instrum. **63**, 2357 (1991).
- 4) J. Ishikawa et al.: Rev. Sci. Instrum. **63**, 2488 (1991).
- 5) たとえば田村一二三: 表面科学 **13**, 483 (1992).

- 6) J. Ishikawa: Proc. 3rd Symp. Beam Eng. Adv. Mater. Synth., Tokyo (1992) p. 1.

(無機材研 菱田俊一)

## [R-26] チタン-鋼二層材の新しい製造技術と大型構造物への利用

チタンは軽量（比重 4.5）で、耐食性に優れた素材であるが、高価であり、鋼のような他金属材料との溶接が困難であることから使用が制限されていた。しかし、近年の大型構造物に対するメンテナンスフリー化や 100 年保証の例のような長寿命化ニーズの高まりの中、チタンの特性を活かしたチタンクラッド鋼板（チタンと鋼の二層材）が注目されている。これは表面の耐食性をチタンで保持し、構造物との溶接性やコスト面を鋼で補うもので汎用性材料として期待されている。

チタンクラッド鋼板を製造する場合、大気中では酸化物が、また高温下では金属間化合物やチタン炭化物の生成が接合性を著しく悪化させる。そのため、従来は真空中での圧延法や火薬の爆発力を利用した爆着接合法<sup>1)</sup>で製造されてきたが、これらの方法ではコスト低減という観点からは問題が残されていた。

最近、チタンと鋼の間に銅を挟み込み、加熱圧延時に界面に低融点の金属間化合物 ( $TiCu_2$ , 融点  $880^\circ C$ ) を形成させ、圧延時にそれを液相として界面から絞り出す大気中での簡便な製造法が開発された<sup>2)</sup>。この方法の特徴は低融点物質が取り除かれる際、界面に存在していた酸化物や吸着物などの不純物も同時に除去され、高強度な接合が得られることにある。現在建設中の東京湾横断道路の沖合部（木更津側 5 km）の鋼製橋脚 12 基の飛沫・干満部<sup>3)</sup>には、このようなチタンクラッド鋼板が適用されている。白金と同程度とされるチタンの海水に対する耐食性と、流木などに対する耐衝撃性の特性が活かされた金属ライニング材の実例といえよう。

### 文 献

- 1) A. H. Holzman and C. G. Rudershausen: Sheet Metal Industries **39**, 339 (1962).
- 2) 山本彰夫, 中村 宏, 倉橋隆朗: 鉄と鋼 **79**, 62 (1993).
- 3) 田所 裕, 本間宏二, 長谷泰治: 表面技術 **43**, 901 (1993).

(新日鉄鋼研 前田 滋)

[R-27] 放射光を用いたフラーレン類の研究

C<sub>60</sub> に代表されるフラーレン類は、K, Rb をドーブした誘導体が超伝導体であることが明らかになって以来、その物性・構造研究は一段と盛んになっている。放射光を光源としたX線による分析技術は、酸化物高温超伝導体発見の際にも超伝導体の構造決定などに画期的な役割を果たしたことが記憶に新しいが、フラーレン類の研究にも積極的に利用されている。最近、アメリカ National Synchrotron Light Source (NSLS) で行われたフラーレン研究の要約・紹介記事が、1992年7月の NSLS Newsletter, および Synchrotron Radiation News<sup>1)</sup> に掲載されたので以下にその要旨を紹介する。

粉末X線回折法に関しては、C<sub>60</sub> のほか、K, Cs, Rb などのドーブ体の構造決定が行われ、1991~1992 にかけて、Science, Nature などの雑誌でつぎつぎと発表された。きわめて最近では、C<sub>60</sub> 単結晶の構造解析も行われている<sup>2)</sup>。

軟X線領域の光 ( $h\nu < 300$  eV) を用いた炭素K吸収端の解析も盛んに行われている。EXAFS により C-C 原子間距離が測定されたほか、高分解能 XANES により非占拠  $\sigma^*$ ,  $\pi^*$  準位が求められた。また、高輝度挿入光源の利用により、固体に加えて、ガス状 C<sub>60</sub> の XANES も測定された<sup>3)</sup>。放射光源の特徴を生かして、吸収スペクトル法と電子分光法を組合せて K<sub>2</sub>C<sub>60</sub> の価電子帯についても研究が行われている<sup>4)</sup>。いずれの研究も実験は容易とはいえないが、得られる情報は貴重であり、今後一層の展開が期待される。

文 献

- 1) D. E. Cox and S. L. Hulbert: Synchrotron Radiation News **5**, 9 (1992).
  - 2) P. C. Chow, et al.: Mat. Res. Soc. Symp. Proc. **B206**, 651 (1992).
  - 3) M. B. Jost, et al.: Phys. Rev. **B44**, 1966 (1991).
- (物質研 島田 広道)

[R-28] RHEED 強度振動に対する最近の動力学的解析

MBE 成長モニターとして広く用いられている RHEED 強度振動は、一般に鏡面反射強度の振動の1周期を1原子層の成長期間とみなしている。このことは運動学的解析でも動力学的解析でも共通していえることである。しかしながら、その振動曲線のふるまいは複雑であり、完全に理解されてはいない。たとえば、振動曲線の位相が入射電子線の視射角に依存したり、1原子層の成長に対して強度の異なる振動が二つ現れたり(2重振動)、また成長開始直後の奇妙な強度変化や成長に伴う振幅の減少(振動の山が谷に近づいたり、またはその逆)など数多くある。このような振動のふるまいを理解するには、つぎの二つが必要である。ひとつは成長様式そのものの理解であり、他のひとつは成長表面構造に対する電子回折強度の計算である。特に後者については、厳密には動力学的計算が必要であるが、とにかく相手は不規則に成長核を表面上に形成させているもので、これをまともに扱うことは現実的に不可能である。したがって、これまで報告されている結果は何らかの統計的近似が導入されている。最近の動力学的強度計算としては One-Beam 条件において、結晶ポテンシャルを表面垂直方向の1次元分布とみなし、成長層のポテンシャルをその被覆率に比例する形で取り扱った<sup>1)</sup> Peng らの動力学的計算手法が報告されている<sup>2)</sup>。また、ごく最近 Mitura らは、Pb-In 合金のエピタキシャル成長において特に低視射角で見られる2重振動を動力学的計算で再現しており<sup>3,4)</sup>、今後さらに RHEED 振動のふるまいの解明が期待される。

文 献

- 1) T. Kawamura and P. A. Maksym: Surf. Sci. **161**, 12 (1985).
- 2) L.-M. Peng and M. J. Whelan: Surf. Sci. Lett. **238**, L446 (1990).
- 3) Z. Mitura, M. Strózak and M. Jałochowski: Surf. Sci. Lett. **276**, L15 (1992).
- 4) Z. Mitura and A. Daniluk: Surf. Sci. **277**, 229 (1992).

(名大工 堀尾吉巳)