

# 先端追跡

## [R-174] Si(110) 清浄表面“16×2”の原子配列

Si(110)の清浄表面は再構成し複雑な“16×2”構造を形成する<sup>1)</sup>。この面に関する研究例は(100)、(111)面に比較すると極めて少なく、1原子層分の異なる高さをもち、幅が約2.5 nmの帯状のテラスが交互に配列していることが知られているが、このテラス上の原子配列についての詳細は決定されていない。これまでに、いくつかの実験や理論計算により(A) dimers & trimers モデル<sup>2)</sup>、(B) adatoms & dimers モデル<sup>3)</sup>が提案されている。

最近、KimらによりTPD (temperature-programmed desorption) 法を用いた水素吸着Si(110)表面からの水素脱離実験による構造研究が報告された<sup>4)</sup>。それによると、(110)表面からの水素脱離スペクトルは(111)面と良く似ており、430°Cでの $\beta_2$ ピーク、520~550°Cの $\beta_1$ ピーク(正確には2種類ある)が観察されている。彼らはこれらの積分強度を比較することにより上記モデル(B)を支持し、それぞれのピークは、ダイハイドライド相(Si-H<sub>2</sub>)およびモノハイドライド相(Si-H)からの脱離に対応することを示した。しかし、この構造モデルでは、もう一つのモデル(A)が提案されるに至ったトンネル顕微鏡による観察結果を説明することが困難である。一方、理論計算では、Si(110) 1×1再配列面上のSiアダトムの吸着サイト等の興味深い研究も行われており<sup>5)</sup>、“16×2”原子配列に関する実験、理論両面からの今後の研究の進展が期待される。

## 文 献

- 1) T. Ichinokawa, H. Ampo, S. Miura and A. Tamura: Phys. Rev. B **31**, 5183 (1985).
- 2) Y. Yamamoto: Phys. Rev. B **50**, 8534 (1994).
- 3) A.I. Shkrebtii, C.M. Bertoni, R. Del Sole and B.A. Nesterenko: Surf. Sci. **239**, 227 (1990).
- 4) H. Kim, N. Taylor, T. Spila, G. Glass, S.Y. Park, J.E. Greene and J.R. Abelson: Surf. Sci. **380**, L 496 (1997).
- 5) M. Menon, N.N. Lathiotakis and A.N. Andriotis: Phys. Rev. B **56**, 1412 (1997).

(豊田工大 吉村雅満)

## [R-175] Si(100) 上の Au の構造

Si(111)上にAuが作る構造に関しては、膨大な量の研究が過去になされており、2次元超構造についても数多くの興味ある結果が得られているのは周知の通りである。しかし、Si(100)上のAuの超構造についてはSi(111)に比べると驚くほど研究例が少ない。その理由の1つには、一般に前者の単位格子が大きく原子構造のモデルを立て難いという点があるものと思われる。

アニールしたSi(100)基板上にAuが $\sqrt{26} \times 1$ 、 $\sqrt{26} \times 3$ 、 $c(8 \times 2)$ という3つの超構造を作ることは、かなり前から知られていた<sup>1)</sup>。しかし、最近のSTMのデータから、 $\sqrt{26} \times 3$ と呼ばれていた相が実は $5 \times 3$ と $\sqrt{26} \times 3$ が縞状に並ぶ混合相であること<sup>2)</sup>、また室温ではSiダイマー上にAuがダイマーを形成してローカルな $2 \times 2$ 構造を作ること等が明らかにされた<sup>3)</sup>。一方、 $5 \times 3$ と $\sqrt{26} \times 3$ の混合相に対しては、TEMおよびTED像から $5 \times 3$ と $\sqrt{26} \times 3$ の縞の間(トレンチ)でAuが第3(4)層目のSiを置換し、縞の中で第1層目のSiの一部を置換する構造モデルが提案された<sup>4)</sup>。

さらに、RHEED観察により $c(8 \times 2)$ は $\times 4$ 方向に位相のずれをもつ1次元的な $4 \times 2$ であること、 $5 \times 3$ と $\sqrt{26} \times 3$ の混合相では $5 \times 3$ と $\sqrt{26} \times 3$ の単位格子がペアを作って10倍の周期性をもつが $\times 3$ 方向には短距離秩序しか存在しないような領域と、逆に $\times 3$ 方向に秩序をもち $\times 5$ 方向には配列が不規則になっている領域の2種類より成り立っていることが示された<sup>5)</sup>。

以上のように、最近の報告により徐々にSi(100)上のAu超構造に関する理解が進みつつあるように見えるが、研究は質量ともに未だ不十分である。前述のような理由はあるものの、今後の研究のさらなる進展が望まれる。

## 文 献

- 1) K. Oura and T. Hanawa: Surf. Sci. **82**, 202 (1979).
- 2) X.F. Lin, et al.: Phys. Rev. B **47**, 367 (1993).
- 3) X.F. Lin and J. Nogami: J. Vac. Sci. Technol. B **12**, 2090 (1994).
- 4) G. Jayaram and L.D. Marks: Surf. Rev. Lett. **2**, 731 (1995).
- 5) S. Inoue, et al.: Extended Abstr. ACSI-4, Tokyo (1997) p.85 (PA 46).

(上智大理工 坂間 弘)

## [R-176] 腐食生成物の QCM および IR-RAS その場同時測定

大気腐食皮膜は、試料のおかれた環境に依存して種々の形態を示すけれども、特に、水の影響がきわめて大きい。すなわち、水は、表面に水膜を形成して腐食の発生、停止を決定するのみならず、腐食生成物中に取り込まれて腐食の進行を左右する。したがって、この水膜を知るとともに、腐食生成物をそのままの状態を観測しその挙動を知る必要がある。

近年の表面分析機器の急速な開発発展によって、表面構造および表面化学種の精度よい分析が可能になってきているが、その場測定可能な機器は限られている。本手法は、高感度でその場測定のできる両手法を併用したものであって、IR-RAS のバンド強度を定量化するために QCM を補助的に用いて腐食生成物の定性と定量解析を同時に行おうとするものである。

今まで、亜硫酸ガス含有湿潤空気を銅表面上に導入すると、まず、数分子層の水の吸着層が形成され、続いて銅の亜硫酸塩および硫酸塩が形成されることを定量的に明らかにしている<sup>1, 2)</sup>。また、湿潤空气中で銅表面に形成される酸化皮膜は、酸化第一銅であり、時間と共に直線的に成長していることを示している<sup>3)</sup>。さらに、水蒸気含有窒素ガス中で、分子レベルの吸着水から水膜への成長過程に焦点をあてた報告もある<sup>4)</sup>。

腐食皮膜はしばしばブロードなバンドを与え、ピークの重なりが現れたり、表面との相互作用によりバンドシフトが現れるために、赤外スペクトルのみから同定するのは必ずしも容易ではないけれども、実験データの蓄積により本手法の適用範囲が拡大される。

## 文 献

- 1) T. Sasaki, J. Itoh, M. Seo and T. Ishikawa: Abstracts of ECS Fall Meeting 96-2, 214 (1996).
- 2) J. Itoh, T. Sasaki, M. Seo and T. Ishikawa: Corros. Sci. **39**, 193 (1997).
- 3) T. Astrup and C. Leygraf: Abstracts of ECS Fall Meeting 96-2, 213 (1996).
- 4) T. Sasaki, J. Itoh, M. Seo and T. Ishikawa: Abstracts of ECS Fall Meeting 97-2, 388 (1997).

(北大院工 佐々木健)

## [R-177] 表面電荷密度波

金属を少量蒸着した半導体表面を熱処理すると、様々な超構造が現れることが知られている。このようなものうち、Pb/Ge(111)- $\alpha$  で表面電荷密度波 (SCDW) が観測された<sup>1)</sup>。低速電子回折 (LEED) によれば、この系は室温で  $\sqrt{3} \times \sqrt{3} R 30^\circ$  の超構造をもつが、低温では  $3 \times 3$  の超構造へと変化する。これに対応する電荷の空間分布が走査トンネル顕微鏡 (STM) 像を用いて調べられ、低温 (60 K) では電荷分布に  $3 \times 3$  の対称性があることが観測された。また、高分解能電子エネルギー損失分光 (HREELS) では、室温で金属的な電子励起スペクトルが観測されるが、低温では、フェルミエネルギー附近に 65 mV 以上の表面バンドのギャップが生じていることが示された。これらにより低温では SCDW が存在すると解釈されたのであるが、角度分解光電子分光 (ARUPS) で調べられたこの系でのフェルミエネルギー附近の表面バンド分散は、フェルミ面のネスティングによる電荷密度波の発生とは矛盾した結果となっている<sup>2)</sup>。

類似の系である Sn/Ge(111)- $\alpha$  でも、LEED による  $\sqrt{3} \times \sqrt{3} R 30^\circ$  超構造から  $3 \times 3$  への構造変化と、STM による低温での  $3 \times 3$  電荷分布が観測されている<sup>3)</sup>。しかし、この場合には、明確なエネルギーギャップは HREELS によっては観測されず、ARUPS によるバンド分散の測定結果<sup>4)</sup> やバンド計算も単純なフェルミ面のネスティングによる解釈を否定している。これらのことから、ここでの SCDW は、電子格子相互作用ではなく、電子相関によって生じていると考えられている。

## 文 献

- 1) J.M. Carpinelli, H.H. Weitering, E.W. Plummer and R. Stumpf: Nature **381**, 398 (1996).
- 2) A. Goldni, C. Cepek and S. Modesti: Phys. Rev. B **55**, 4109 (1997).
- 3) J.M. Carpinelli, H.H. Weitering, M. Bartkowiak, R. Stumpf and E.W. Plummer: Phys. Rev. Lett. **79**, 2859 (1997).
- 4) A. Goldni and S. Modesti: Phys. Rev. Lett. **79**, 3266 (1997).

(東大物性研 小森文夫)