

## (5) シリコン表面での分子の初期吸着過程のSTM観察

河田 道人

## はじめに

シリコンデバイスにおける高集積化と微細化により、その表面上の原子スケールでの現象の解明と制御の研究が盛んに行われてきた。シリコン表面の初期酸化過程や、水素終端シリコン表面の研究は、応用への大きな期待から、盛んに行われている。また、シリコン表面への薄膜形成に対し、厚さ数 nm が要求されている現在、表面と薄膜の界面の研究も重要となっている。薄膜形成時に、この界面への残留ガス等 ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$  など) の混入が、その性質に影響を及ぼすことが考えられる。

そこで、我々は、シリコン表面への分子初期吸着過程に注目し研究を行っている。この問題へのひとつのアプローチとして、STM (走査型トンネル顕微鏡) を用いた。STM像は、試料の凸部やフェルミエネルギー付近の状態密度が高いところを明るく、逆に凹部やフェルミエネルギー付近の状態密度の低いところを、暗く表示する。STMを用いることで、分子吸着にともなう表面の凹凸や電子状態の変化を、原子スケールで調べることが可能となる。

## 研究成果

本研究は2年目にあたるが、初年度が装置設備の立ち上げに大半の時間を割いたため、研究活動としては最初の年となる。よって、実験の再現性に重点をおいて進め、初年度に予備的実験をおこなったシリコン表面への  $\text{CO}_2$  分子の吸着観測を引き続き行った。Si (111) 基盤を超高真空中 ( $1 \times 10^{-10}$  Torr) で  $1200^\circ\text{C}$  まで通電加熱して清浄表面を形成し、次に基盤を室温まで冷やしてから表面をSTM観測する。その後、 $\text{CO}_2$  ガスを真空容器内にリークする ( $1 \times 10^{-6}$  Torr 程度)。このガスリークと同時に、STM像の時間変化を観測する。図1にこのSTM像の変化の例を示す。また、図2は、暗く観測される部分の位置とその数の時間変化のグラフである<sup>1)</sup>。

$\text{N}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{CH}_4$ などは、閉殻構造分子であるため、室温のシリコン表面との相互作用は非常に弱い。しかし、大量のガスに曝すことで吸着することを報告している例が数例ある<sup>2)</sup>。我々の結果もさら

に詳しく突き詰める必要がある。

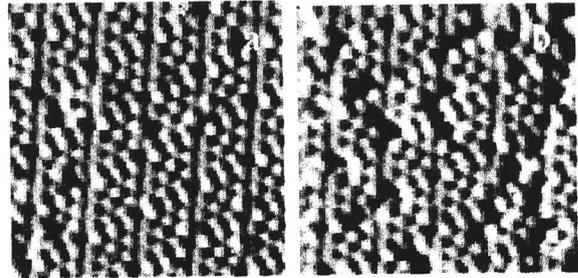


図1 STM像の時間変化 (a) 初期状態 (b) 9分後

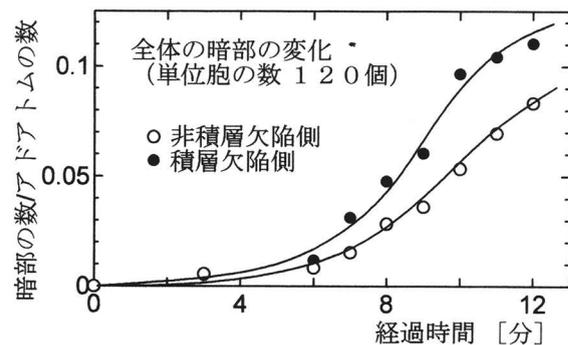


図2 暗部の時間変化

## 今後の方針

吸着過程の研究において、分子吸着したのか、それとも解離吸着したのかを知ることは、重要である。現在の装置では、吸着子が何であるかを同定することは出来ない。よって今後、吸着子の同定の出来るよう実験装置を改良していく。また、標的分子以外のガスがガス導入ラインで混入している可能性もあるので、この改良も続けていき、装置完成を目指す。

## 研究発表

- 1) 河田道人、石田浩一、末岡修、日本物理学会講演概要集、第53巻第2号第2分冊
- 2) J. P. Chamberlain, J. L. Clemons, A. J. Pounds and H. P. Gillis, Surf. Sci. **301** (1994) 105; D. Hu and W. Ho. Phys. Rev. Lett, **78** (1997) 1178.

## 連絡先

TEL : 0836-35-9111 (ex8807)

E-Mail : kawadam@butsuri.apsci.yamaguchi-u.ac.jp