

Title	STM真空ギャップ中の電子定在波測定の高感度化とその応用
Author(s)	亀田, 宗伸
Citation	
Issue Date	2003-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	none
URL	http://hdl.handle.net/10119/3009
Rights	
Description	Supervisor: 富取 正彦, 材料科学研究科, 修士

STM 真空ギャップ中の電子定在波測定の高感度化とその応用

亀田 宗伸 (富取研究室)

次世代の超高集積化半導体デバイスの製造を実現するためには、原子レベルで平坦かつ欠陥がなく、有機物・金属に汚染されていない Si 表面を作成することが必要である。Si の水素終端化は、Si 表面の活性なダングリングボンドを不活性化するので、Si 表面の汚染を防ぐ効果があり、また、様々なプロセスへの応用が期待されている。従って、水素終端化した Si 表面の原子配列構造・電子状態を知ることは重要である。本研究では、STM による原子配列構造の観察とあわせて、STM 真空ギャップ中の電子定在波(ESWs)を計測することで、水素吸着によって Si 表面の静電ポテンシャルがどの様に变化するかを解析する。

走査型トンネル顕微鏡 (STM) 探針に試料の仕事関数以上の負電圧を印加すると、探針先端と試料表面間に ESWs が励起される。ESWs が励起される条件は、探針と試料間のポテンシャル形状によって決まる。STM を用いて真空ギャップ中の微分コンダクタンス・スペクトル(dI/dV -V)を計測すると、ESWs が励起される印加電圧でスペクトルにピークが現れる。試料表面近傍のポテンシャルが三角形状であると近似することにより、スペクトルのピーク出現電圧の変化から、表面近傍の電界を推定することができる。

従来の dI/dV -V 測定システムでは、十分な SN 比をもつスペクトルを得るために、トンネル電流を 1nA 以上にする必要があった。しかし、表面の電界変化を 2次元マッピングすると、探針-試料間のトンネル電流が大きすぎる、または電界が高すぎるために表面の原子配列が乱されるケースがあった。 dI/dV -V 測定時に一定に保つトンネル電流値を下げる必要があると考えられる。そこで、位相・振幅を変化させたサイン波を電流アンプに重畳して、探針-試料間の浮遊容量に基づく電流応答成分を相殺し、ロックインアンプのダイナミックレンジを有効利用して、コンダクタンス成分のみを高感度よく検出できるようにした。

水素終端した Si 表面は高電圧下で脱離しやすく、広い電圧範囲で dI/dV -V を測定することは困難であったが、本システムを用いることにより、水素終端 Si(001)表面で dI/dV -V を測定できた。Fig.1 は Si(001):H 表面の STM 像である。Fig.2 に dI/dV -V を示す。水素終端していない Si(001)のスペクトルに較べて、第 1 ピークの励起電圧がわずかに減少した。この電圧値はおおよそ仕事関数に対応するので、水素終端により表面で電荷移動が起きていることが推定される。また、ピーク強度も清浄な Si(001)に較べて高くなっている。水素吸着によって表面のポテンシャルが急峻に変化し、トンネルした電子の反対のコヒーレンスが良くなった可能性が考えられる。

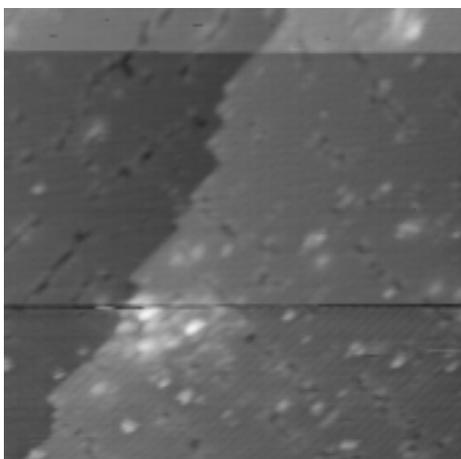


Fig. 1 STM image of Si(001):H. (Size: $35 \times 35 \text{ nm}^2$, $V_{\text{tip}}: +2.0 \text{ V}$, $I: 0.1 \text{ nA}$)

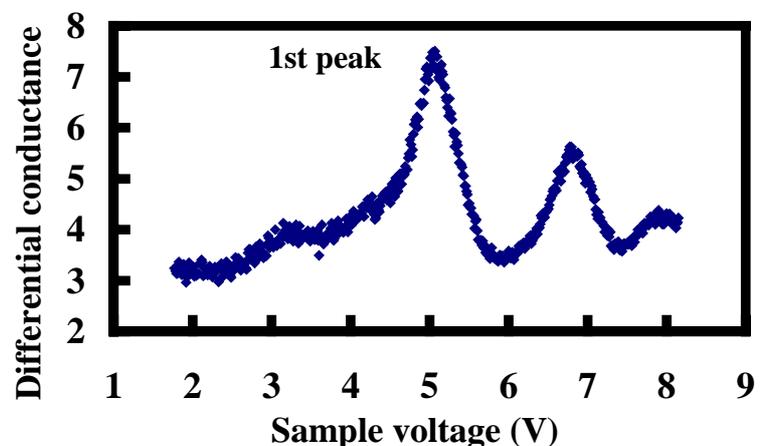


Fig. 2 Differential conductance spectrum of a Si(001) surface terminated with H at a tunneling current of 0.05nA.

Keywords : STM、電子定在波、Si(001)、水素終端、微分コンダクタンス