

STM 研究あれこれ

酒井 明

東芝 ULSI 研究所 〒210 川崎市幸区小向東芝町 1

(1989年7月14日受理)

Some Topics on STM

Akira SAKAI

ULSI Research Center, Toshiba Corporation
1 Komukai Toshiba-cho, Saiwai-ku,
Kawasaki-shi 210

(Received July 14, 1989)

半導体表面の多くの美しい STM 像が表面科学に与えた衝撃はすでに良く知られているところである。半導体の清浄表面、吸着面の原子配列が、次々に明らかにされて行く様は時には圧倒的でさえあるが、私の心の片隅では、STM のもっとおもしろい応用を考えることによって種々の物理現象を追及することができないものであろうか、という思いがいつも存在していて、そのためあれこれと STM のユニークな応用に思いを巡らせている次第である。ところがオリジナルな発想の困難さを最近痛感させられている。

昨年の秋頃にある人から、STM を用いた面白い研究テーマはないものかという相談を受けていろいろ考えた結果、STM で超伝導体の量子磁束を観察してはどうかと思いついたのであるが、de Gennes の本などを見て調べてみると、量子磁束についてはすでに良く理解されており、STM 観察の意味はあまり大きくはないと思ってそのままにしておいた。ところがその直後、Hess ら¹⁾の論文が出て、私は予想の甘さを認識する結果に終わっている。また以前から東大の小林先生や電総研の吉広先生の微小な超伝導接合の研究に興味を持っており、STM によって微小な超伝導接合を作成したいと思っていたのであるが、これも van Bentum ら²⁾による微小容量接合の実験を初めとする多くの STM 研究が進んでおり、今からでは、後追いの実験しか出来そうもない状況になってしまっている。しからば、2本の STM 探針を用いて electron focusing の実験はどうかと考えていたら、これもつい最近 Nijmegen 大学のグループによって論文が発表されてしまい³⁾、またまた着想の遅さを悔やむこととなっている。

次に示した表は、現在私が個人的に興味を持っている

種々の相転移

- Surface melting
高温 STM による Pb の融解の観察
- Roughening transition
どのような系が適当か?
- Commensurate-incommensurate
適当な吸着層が無ければ CDW
- Kosterlitz-Thouless
Quenching が可能でなければ、高速 STM が必要
- Metal-insulator
局在状態を STM で観察できるか?
- Spinodal decomposition
短波長の系は STM に向いている

構造変化

- Photo-induced
光変形効果 (Se, a-Si 等)
- Field-induced
Tip の電界の利用, メモリーへ応用
- Stress-induced
表面超格子, 電子状態の変化

点接合の研究

- Metal-metal
GaAs-AlGaAs ヘテロ構造を利用した FET に対抗できるか?
接合容量は本当に小さいか?
Tip, sample の清浄度が point
- Josephson junction
微小な Josephson junction の作製
接合面積, 接合距離の正確な評価

STM の研究テーマの一覧である。おわかりのように、これからも主流になっていくであろう表面関係のテーマは避けて、あまり人が手を着けないような研究を並べてある。テーマのタイトルしか示してはいないが、テーマの内容はタイトルからおおよそ察していただけるのではないかと思ひ、個々のテーマの説明は省略させていただくことにする。

相転移の研究テーマを多く載せたのは、相転移の前後での物質の表面構造をミクロに観察する例がこれまで無かったためである。Static で、long range order を有する系の観察であれば、STM 以外にも実験手段が存在するが、相転移前後での物理量の変化を空間的にミクロなスケールで観察できるのは、やはり STM をおいて他に無いであろうし、その様な研究においてこそ STM の真価が発揮されると考えられる。

ただし表に示したのはアイディアだけであり、実際に実験を行うための具体的な手法やその難易さは突き詰めて考えてあるわけではない。したがって、中にはとても実施することが困難なテーマもあることは十分承知してい

る。しかし例えば、現在は計算機シミュレーションで見られないような Kosterli tz-Thouless 転移の vortex の原子構造が STM によって直視できることの素晴らしさを思うと、そのための手法をあれこれ考えてみることに、それ程無駄なこととは思えない。それに最近の STM 技術の進展は著しく、これまで困難であると思われたことも実現されている（その良い例は、Demuth のグループによるスピンの Larmor precession の観察である⁴⁾）。しかも STM の動作温度領域も数百°Cから数十 mK まで広がっており、表に示したテーマを行うにはほぼ十分である。

幸いなことに、日本における STM の普及は急増しており、研究者の数の増加も著しい。その STM の研究の大半は表面研究の主流に沿って行われると思われるが、多くの研究者の中に、表に示したような研究を目指す変わり者がいることを密かに期待している。ここに示した表がその様な研究の端緒になり、これまで海外では行われたこともないようなユニークな STM 研究が他に先駆けて我が国で行われるようになれば望外の幸いである。

私自身もこれから多かれ少なかれ STM 研究を進めて行くわけで、ここで手のうちをすべて示してしまえば商売が上がったりになってしまう。実はここに示してい

ない“隠し玉”があって、それは STM 電流のノイズの研究である。具体的には、STM 電流のノイズによって微小な雑音温度計を構成できないかと思っていたのである。そこで、果たしてトンネル電流に Nyquist の式が適用できるのかどうか思索していたら、同様の試みが STM '89 の国際会議で München 大学のグループによって発表されてしまったのである⁵⁾。ノイズは STM の嫌われ者なのでまさか手を付ける人はいないと思ったのであるが、かくて頭をひねった甲斐もなく、今日も涙の雨が落ちるのである。

文 献

- 1) H. F. Hess, R. B. Robinson, R. C. Dynes, J. M. Valles, Jr. and J. V. Waszczak : Phys. Rev. Lett. **62**, 214 (1989).
- 2) P. J. M. van Bentum, H. van Kempen, L. E. C. van de Leemput and P. A. A. Teunissen : Phys. Rev. Lett. **60**, 369 (1989).
- 3) H. F. C. Hoevers, J. G. H. Hermsen and H. van Kempen : Rev. Sci. Instrum. **60**, #7 (1989).
- 4) Y. Manassen, R. J. Hamers, J. E. Demuth and A. J. Castellano, Jr. : Phys. Rev. Lett. **62**, 2531 (1989).
- 5) H. Möller, A. Esslinger and B. Koslowski : STM '89 preprint.

会 告

学 術 的 会 合 情 報

開催期日	名 称 (開催地)	主催・問い合わせ先	詳細掲載号
1989. 10. 20	接着シンポジウム (東京)	溶接学会 Tel. 03-253-0488	
1989. 11. 27~29	第 9 回表面科学講演大会 (東京)	日本表面科学会 Tel. 03-812-0266	10巻 4 号 とじこみ
1989. 11. 29~30	表面科学国際シンポジウム (東京)	日本表面科学会 Tel. 03-812-0266	10巻 5 号 とじこみ