

## 温度可変 4 探針走査型トンネル顕微鏡の開発

○ 市川慶太郎<sup>1,2,3</sup> 石橋聡史<sup>1,2,3</sup> 谷中淳<sup>1,2,3</sup> 武内修<sup>1,2,3</sup> 重川秀実<sup>1,2,3</sup>

1) 筑波大数理物質科学 2) CREST-JST 3) 21 世紀 COE

<http://dora.bk.tsukuba.ac.jp>

ナノレベルの物質の構造や電気的特性を知る上で、走査型トンネル顕微鏡(STM)は、特に優れた装置である。近年、探針を1つから複数本に増やした多探針STMの研究が活発になっており[1]、探針を増やすことによって観察時に局所的に電圧を印加することや、領域ごとに異なる特性を持った物質を同時に観察することが可能になり、主にナノメートルスケールの物体や領域での電気特性を測定することができる。しかし、現状ではSTMとしての性能が原子スケールまで到達している多探針STMは数少ない。本研究では、4本の探針を独立に駆動するSTM(4探針STM)を設計・開発し、高度な変調測定などに対応すべく制御系の検討を行った。

図1に装置の模式図を示す。装置は3室の超高真空チャンバーで構成されており、超高真空走査型電子顕微鏡(SEM)、4探針STMスキャナー、エディカレント除振機構および液体ヘリウムクライオスタットが組み込まれている。極低温から室温以上において原子分解能でのSTM観察が可能である。SEMを用いることにより、試料観察および目標となる試料への正確な探針のアプローチを実現している。図2に探針位置を調整している際のSEM像を示す。エディカレント除振機構の他に、チャンバー全体を空気バネで床面から切り離す構造となっており、STM/SEM観察時の振動を軽減している。クライオスタットは倒立型とし、チャンバー下部へ取り付け、SEMに機械的な上下機構を設けたことにより、SEM観察時にはSEM本体を試料に近づけ、作動距離を小さくすることでSEMの分解能を高められる。また、極低温STM観察時にはSEMをSTMスキャナーから離し、熱シールドを閉じることで10時間以上の安定した極低温観察が可能である。

制御システムは4探針STM用に新たに設計・開発した。コンピューターに4枚のデジタル信号処理装置(DSP)を組み込み、各DSPが1本ずつの探針を独立に制御する。DSPに組込んだソフトウェアにより、変調ロックイン測定やアトムトラッキング測定など、非常に高度な測定を追加回路なしに実現可能としている。当日は測定例なども交えつつ、装置の特長を紹介する。

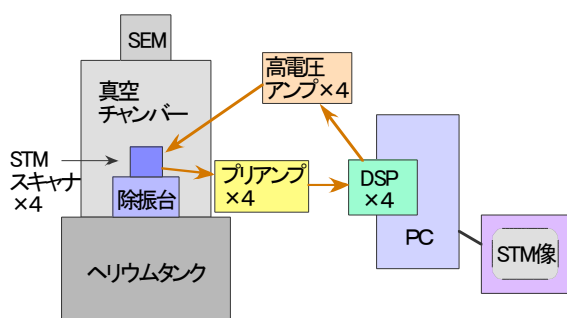


図1 4探針STMの模式図

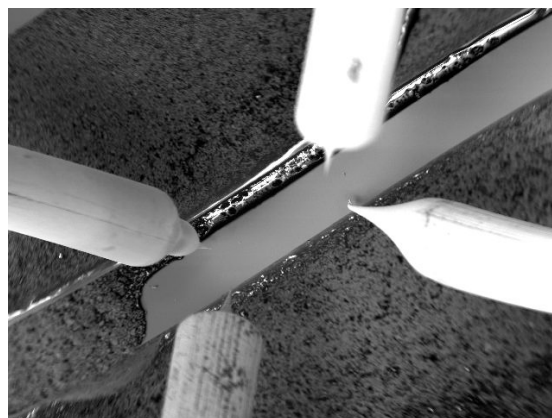


図2 SEMによる探針位置調整

[1] T.Kanagawa et al., *Phys. Rev. Lett.* **91**, 036805 (2003).