

## 多探針 STM 用プリアンプの開発

### Development of pre-amplifier for multi-probe STM

筑波大院数理物質 ○甲山智規, 金田直之, 武内修, 重川秀実

Institute of Applied Physics, University of Tsukuba,

○Tomoki Koyama, Naoyuki Kaneda, Osamu Takeuchi and Hidemi Shigekawa

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

我々はナノスケールでの電気伝導特性を評価するため多探針走査トンネル顕微鏡(STM)を開発している。この装置は探針を複数持ち、複数のポイントで同時にトンネル電流あるいは試料電位を測定できるため、ナノスケール試料の電気伝導特性を非破壊で測定するのに非常に有用である。

通常の STM では試料にバイアス電圧を印加し、探針と試料の間に流れる電流を探針側の電流プリアンプで測定する。しかし多探針 STM では探針毎に異なるバイアスを掛けることが必要になるため、探針にバイアス電圧を印加する。ここで問題となるのは、探針とプリアンプとの間の接続に電気的な静電容量(浮遊容量)が存在することである。電流測定時に探針バイアスを変化させると、トンネル電流以外にこの浮遊容量に大きな変位電流が流れ、測定結果に影響を及ぼす。また、電位測定時には浮遊容量により測定帯域が 1 Hz 程度まで低下してしまう。そこで本研究では、浮遊容量を補償する回路を追加した多探針 STM 用電流・電圧プリアンプを製作し、評価を行った。

今回の測定条件において、無補償時の浮遊容量は 120 pF 程度であった。このため、トンネル抵抗を約 1 G $\Omega$  とした場合、電位測定の測定帯域は 1.6 Hz であったが、補償回路により 1 kHz まで帯域を延ばすことができた。また電流測定では、探針バイアスに振幅 100 mV, 400 Hz の正弦波を印加した条件下で、変位電流を無容量補償時の 32 nA から 1/8000 の 4 pA に削減できた。特定周波数(400 Hz)に対する実効的な静電容量を 16 fF 程度まで小さくできたことになる。

次に走査トンネル分光測定(STS 測定)における容量補償の最適値を調べるため、補償する容量を増減させ、周波数に対する変位電流を測定した(図 1)。特定の周波数で変位電流を最小化すると、他の周波数では振幅が増大してしまう。そこで、ステップ電圧入力に対する変位電流の減衰を最大化する手順を取った。この手法で実効的な容量を 0.4 pF 以下にできた。その結果、変位電流はノイズレベルと同程度の 0.4 pA に抑えられ、高い精度で STS 測定が行えることがわかった(図 2)。

このプリアンプを用いることにより多探針 STM での実用的な電流測定や電圧測定が可能となり、多探針によるナノスケールの電気伝導特性の測定が期待できる。

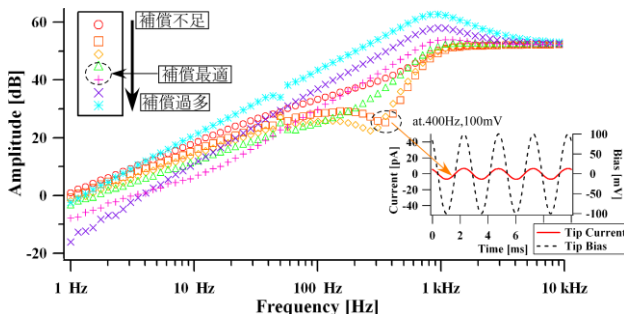


図 1: 容量補償量に対する周波数特性の変化

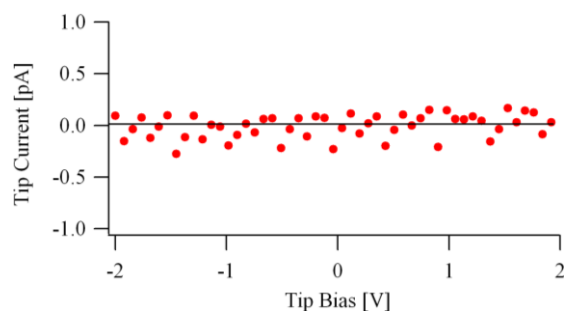


図 2: トンネル分光測定における変位電流