

多探針 STM 用プリアンプの開発 II

Development of pre-amplifier for multi-probe STM II

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/>

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)を開発した。複数本探針を持つことで針から針へ流れる電流や局所電位を非破壊で測定するための装置である。

多探針 STM を用いて表面電流を測定したり局所電位を測定するためには、探針毎に異なるバイアス電圧を掛けることになる。ここで問題となるのは、探針とプリアンプとの間に静電容量が存在することである。例えば電流測定時に探針バイアスを変化させると、トンネル電流に加えて静電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、電位測定時にはトンネル抵抗と静電容量により測定帯域が大幅に低下する。我々は多探針 STM 用に静電容量を補償可能なプリアンプを開発した。このアンプは電流測定と電圧測定とを切り替え可能であり、どちらの場合にも容量補償が可能である。電圧測定に比べ電流測定時には特に精密な容量補償が必要であることから、補償回路を 2 段にし、前段で大まかな調整を行い後段で微調節することとした。この形により過度な補償で回路が不安定になるのを避けつつ最適な補償を行える。下図に測定例を示した。

図 1 は、試料バイアスを -2V から $+2\text{V}$ まで階段状に変化させ、探針位置での電位測定を行った結果である。従来であれば $1\text{ G}\Omega$ 程度のトンネル抵抗と 100 pF 程度の浮遊容量により、測定帯域は 1 Hz 程度に制限されていたが、容量補償回路を追加することで帯域を 300 Hz に伸ばし、 $20\sim 40\text{ ms}$ 程度の短時間で高精度な測定が行えるようになった。次に電流測定の例として走査トンネル分光測定(STS 測定)を行った(図 2)。試料はマイカ上の Au であり環境は大気中である。補償により実効的な浮遊容量を 0.4 pF まで下げた結果、 1 pA 程度の微小なトンネル電流を検出することができた。当日は 2 つの補償回路の調整方法や長時間にわたる安定性についても議論を行う。

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。

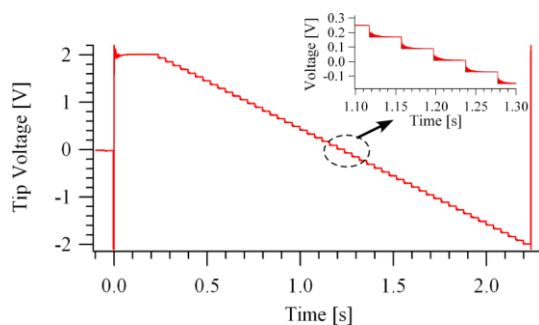


図 1: 試料の電位計測

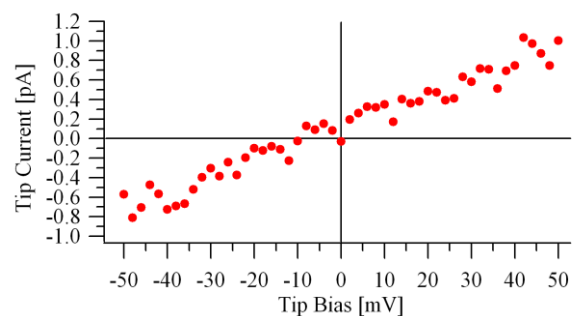


図 2: I-V 特性の計測 (Au)