

サブミクロン先端径プローブを用いた STM-SQUID 顕微鏡

STM-SQUID microscope using a probe with probe tip of submicrometer

阪大院基礎工 ○渡邊 騎通, 宮戸 祐治, 糸崎 秀夫

Graduate school of engineering science, Osaka Univ.

○Norimichi Watanabe, Yuji Miyato, Hideo Itozaki

E-mail: n.watanabe@sup.ee.es.osaka-u.ac.jp

はじめに: 磁性材料の微細磁気構造の観察を目的として、本研究では走査トンネル顕微鏡 (STM: Scanning Tunneling Microscope) と超伝導量子干渉素子 (SQUID: Superconducting Quantum Interference Device) を組み合わせた STM-SQUID 顕微鏡を開発している。本顕微鏡では、フラックスガイドの役割をもつ高透磁率のパーマロイプローブを試料と SQUID の間に配置し、STM プローブとしても併用することにより、プローブ先端を破損することなく nm オーダーの高さまで試料表面に近づけた。これにより表面近傍の磁場を効果的に SQUID に導くことができることから、従来よりも空間分解能を高めることに成功し、室温大気中にある試料の局所的な磁場像と、表面形状像の同時取得を可能とした。しかしながら、磁場分解能にプローブ先端の形状が大きく影響していることが、磁場シミュレーションにより明らかとなった。そこで本発表では、STM-SQUID 顕微鏡で測定される磁場分布に対し、実装するパーマロイプローブ先端の形状が与える影響について報告する。

結果と考察: SQUID は SrTiO_3 バイクリスタル基板上に成膜した YBCO を微細加工したワッシャサイズ 3.5 mm の rf-SQUID を使い、パーマロイプローブは電解研磨の条件を調整することで先端形状の異なるものを用意した。図 1 は、異なる曲率半径を有するプローブにて STM-SQUID 顕微鏡で測定した Ni 薄膜 (膜厚 400 nm) の磁場像である。試料は測定前に 1.3T で薄膜の水平方向に磁化しており、これまでの磁気力顕微鏡 (MFM) による報告では、印加した磁場方向 (縦方向) に縞状の磁区模様が観測されている。図 1(a) は、プローブ先端径が $2\text{ }\mu\text{m}$ のときの結果であり、磁区模様が明瞭ではないのに対し、図 1(b) は、先端径が $0.1\text{ }\mu\text{m}$ のときの結果で、磁区模様 (横方向の周期: 510 nm) が明瞭に観測されており、MFM の場合と同様の結果を得た。このように、先端径が小さくシャープなプローブを用いれば、S/N 比がよくなり、微細な磁場分布を測定できることが分かった。

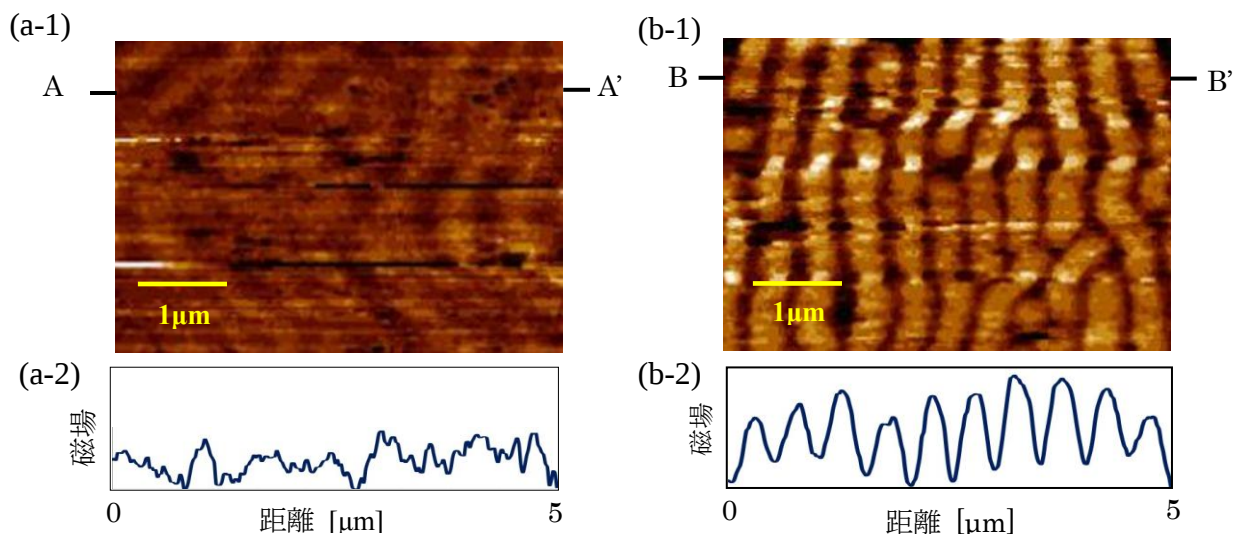


図 1 STM-SQUID 顕微鏡で測定した Ni 薄膜の磁場像 (走査範囲: $5\text{ }\mu\text{m} \times 4\text{ }\mu\text{m}$). (a-1) 先端径 $2\text{ }\mu\text{m}$ のプローブで測定した磁場像と, (a-2) A-A' におけるラインプロファイル. (b-1) 先端径 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ のプローブで測定した磁場像と, (b-2) B-B' におけるラインプロファイル.