

高感度、高空間分解能を有する走査型 SQUID 顕微鏡の開発

Development of a scanning superconducting quantum interference device microscope
with high sensitivity and high spatial resolution大阪府大¹, 秋田大², 産業技術総合研究所³, 大阪府大ナノ研⁴○(PC)宮嶋 茂之¹, 岡本 拓人¹, 松本 仁志¹, 林 正彦², 前澤 正明³,日高 睦夫³ 石田 武和^{1,4}Osaka Pref. Univ.¹, Akita Univ.², Advanced Industrial Science and Technology³,Inst. Nanofab. Res., Osaka Pref. Univ.⁴○(PC)Shigeyuki Miyajima¹, Takuto Okamoto¹, Hitoshi Matsumoto¹, Masahiko Hayashi²,Masaaki Maezawa³, Mutsuo Hidaka³, Takekazu Ishida^{1,4}

E-mail: miyajima@pe.osakafu-u.ac.jp

我々は高い感度及び空間分解能を持つ走査型 SQUID (Superconducting QUantum Interference Device) 顕微鏡の実現に向け、SQUID センサの設計と作製を行った。走査型 SQUID 顕微鏡は SQUID の検出コイルを試料表面で XY 走査して磁束の局所面密度分布を調べることでできる装置であり、磁束線物理、電子工学、バイオ科学、スピントロニクスなど幅広い分野で応用が見込まれる[1]。これらに応用するには、現状の走査型 SQUID 顕微鏡以上の高い感度と空間分解能を有する SQUID 顕微鏡が必要とされる。

本研究において、SQUID センサは産総研 CRAVITY を使用した Nb 多層プロセスを用いて、高い再現性を持つ SQUID センサを作製することが出来ている。また、SQUID の回路構成及び検出コイルの形状、サイズ等をカスタマイズすることで、高感度・高空間分解能の走査型 SQUID 顕微鏡を実現できる。図 1 に作製された SQUID の顕微鏡写真を示す。SQUID センサの仕様は商業ベースの走査型 SQUID 顕微鏡と互換性を持たせ、センサのみを交換するだけで利用出来る。検出コイルの内径は今回の設計では 8 μm としている。ジョセフソン接合

の臨界電流密度は 320 A/cm² であり、臨界電流値を 12.5 μA 、チップのサイズを 2.9 mm 角とした。図 2 は SQUID 単体の電流-電圧特性を示しており、SQUID 顕微鏡に利用するのに十分な特性であることを確認した。

今後の発展として、グラジオメータによる低雑音 SQUID、検出コイルの走査系を含めた独自の SQUID 顕微鏡の製作、コイル-試料間距離を考慮した逆ビオサバール法による画像再構築手法による空間分解能の 100nm 級への向上[2]、3 次元の磁化分布を再構築するための 3 次元走査型 SQUID 顕微鏡の新規開発を推進する予定である。

謝辞

本研究は科学研究費(挑戦的萌芽研究(課題番号 25600018))の助成を受けたものである。また本研究に使用されたデバイスは、(独)産業技術総合研究所(AIST)の超伝導クリーンルーム CRAVITY において作製された。

参考文献

- [1] Ho T. Huy *et al.*, Supercond. Sci. Technol. **26** (2013) 065001.
- [2] M. Hayashi *et al.*, Appl. Phys. Lett. **100** (2012) 182601.

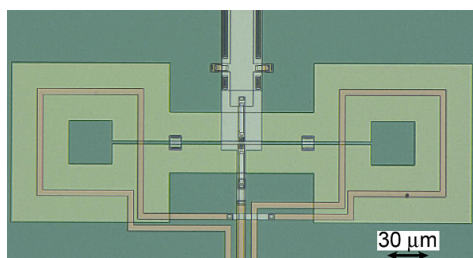


図 1. SQUID の顕微鏡写真。

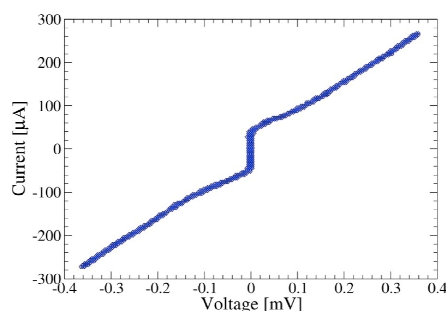


図 2. SQUID の電流-電圧特性。