

HTS 薄膜シールドによるバイクリスタル接合型 HTS-SQUID の 臨界電流変化およびノイズ増加の抑制

Suppression of change in critical current and noise characteristics of HTS-SQUID with
bicrystal Josephson junctions covered by HTS films in dc magnetic field

豊橋技科大 ○吉田 圭佑, 鹿毛 孝浩, 廿日出 好, 田中 三郎

Toyohashi Univ. of Technol. ○K. Yoshida, T. Kage, Y. Hatsukade, and S. Tanaka

E-mail: k103846@edu.imc.tut.ac.jp

[はじめに]HTS-SQUID を通常環境下で非破壊検査等に応用する際、約 50 μT の地磁気を含む環境磁気雑音中で SQUID を冷却、動作、移動することが想定される。一般的なバイクリスタル接合型 HTS-SQUID の場合、このような環境下では、冷却中、もしくは動作中、磁気雑音により磁束トラップが生じ、SQUID の臨界電流 I_c が変化する。また、SQUID を移動させると鎖交する地磁気によっても I_c が変化する。このような場合、駆動回路のロックを保つことは困難になる。そこで、本研究ではバイクリスタル SrTiO_3 (STO)基板と単層 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ (YBCO)薄膜から構成される dc-SQUID マグネトメータにメッシュを導入することで磁束トラップの抑制を図った。また、HTS 薄膜を上記 SQUID にフリップチップ形式で貼り付けることで、鎖交磁束による I_c 変化の抑制を図った。

[実験・結果]本研究では、磁束トラップ・ジャンプが生じやすい粒界を持たないマルチピックアップループ型マグネトメータを設計・作製した(Fig. 1)。本素子は、 30° バイクリスタル STO 基板上に膜厚約 220 nm の YBCO を蒸着して作製した。また、磁束トラップを抑制するため、素子全体に $5\mu\text{m}\times 15\mu\text{m}$ のメッシュを設けた。ジョセフソン接合を有する SQUID リング、及び磁束トラップの生じやすいと考えられるピックアップコイルのエッジを HTS 薄膜でシールドするため、Fig.1 左下に示すような十字型 YBCO 薄膜シールドを作製した。薄膜シールドにおける磁束トラップを抑制するため、シールドにも上記メッシュを設けた。また比較のためメッシュの無い薄膜シールドも用意した。

上記素子に、メッシュの無い HTS 薄膜シールドをフリップチップ形式で積層し、残留磁場が約 200 nT の磁気シールドルーム内で 77 K に冷却した。SQUID 周辺に設置した円形コイルから直流磁場を印加して、SQUID の臨界電流 I_c の変化を調べた。HTS 薄膜シールドを付けた場合と付けない場合における、印加磁場と I_c の関係を Fig. 2 に示す。シールド無しの場合、印加磁場の増加に伴い I_c が減少した。一方、シ

ールドありの場合、約 140 μT 付近まで I_c の変化が抑制された。これは、HTS 薄膜の磁場遮断効果により、SQUID リングの接合部に印加される磁場が排除されたためと考えられる。また、Fig. 3 に HTS 薄膜シールドを用いたときの SQUID のノイズ特性を示す。シールドを用いない場合と比べて、用いた場合全体的にノイズが少し増加した。メッシュを設けた HTS 薄膜を積層した場合の結果は本学会発表時に示す。

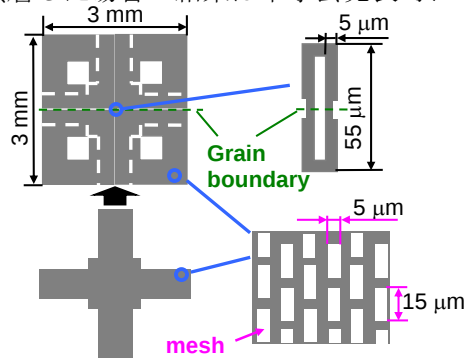


Fig. 1 HTS-SQUID magnetometer with meshes, which is covered by cross-shaped HTS film.

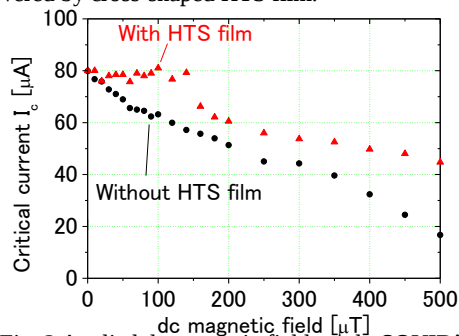


Fig. 2 Applied dc magnetic field vs. dc-SQUID's I_c .

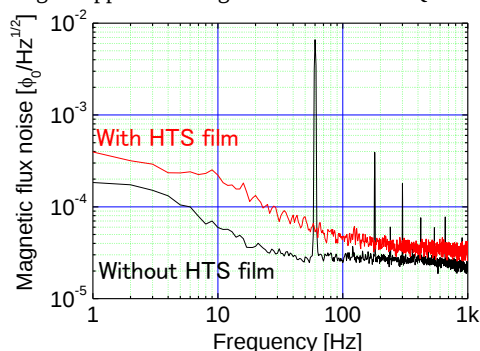


Fig. 3 Noise characteristics of HTS-SQUID with or without HTS film.