

高温超伝導 RF-SQUID の I_C の非破壊評価

Non-destructive Evaluation of Critical Current of HTS RF-SQUID

豊橋技科大, °大谷 涼, 林 幹二, 佐川 優, 有吉 誠一郎, 田中 三郎

Toyohashi Univ. of Technol., °R. Ohtani, K. Hayashi, M. Sagawa, S. Ariyoshi, S. Tanaka

E-mail: tanakas@tut.jp

1. はじめに

高温超伝導 RF-SQUID は、ジョセフソン接合を 1 つしか含まないため作製が容易で、直接バイアス電流を流さないため壊れにくいという利点を有している。RF-SQUID が動作するには、インダクタンスパラメータ $\beta_L = 2\pi I_C L_S / \Phi_0$ が 1~3 である必要がある。ここで、 I_C はジョセフソン接合の臨界電流、 L_S は SQUID リングのインダクタンス、 Φ_0 は磁束量子を示している。しかし、RF-SQUID は、ジョセフソン接合の両端が超伝導リングに接続されているため、四端子法で V-I 特性を評価するためには、リングを切断する必要がある。

そこで、我々は、RF-SQUID 磁束計を用いた薄膜評価法^[1]を応用し、被測定 RF-SQUID ワッシャの I_C の非破壊的な評価法を検討した。

2. 実験方法

Fig.1 に示すように、測定用 SQUID 磁束計 (Jülicher 社、以下、M-SQUID) と測定対象の SQUID (以下、S-SQUID)、および内寸 3.3 mm×3.3 mm、線幅 0.35 mm の磁場印加用コイル (以下、コイル) を、同軸上に配置した。M-SQUID と S-SQUID の距離は 4.6 mm とし、S-SQUID 膜面は下向きでグリースを介してコイルに接触させた。測定時には、三層磁気シールド内で液体窒素冷却し、コイルに流した電流 I_{coil} と M-SQUID の出力 V_{out} を記録した。

コイルから S-SQUID に磁場を印加すると、S-SQUID には遮蔽電流 I_S が発生する。Fig.1 (a) のように、 I_S が S-SQUID の I_C 未満の状態では、 I_S が発生させる遮蔽磁束が印加磁場を打ち消すため、M-SQUID の出力 V_{out} は変化しない。印加磁場を大きくすると、Fig.1(b) のように $I_S > I_C$ の状態となり、S-SQUID の接合部が常伝導化し、磁束が M-SQUID に到達して信号が検出される。また、コイルと S-SQUID の結合係数 α 、S-SQUID およびコイルのインダクタンス

L_S 、 L_{coil} を考慮すると $I_S = \alpha (L_{coil}/L_S) I_{coil}$ のように表すことができる。 α 、 L_{coil} 、 L_S を求めることで I_C を推定できると考えられる。

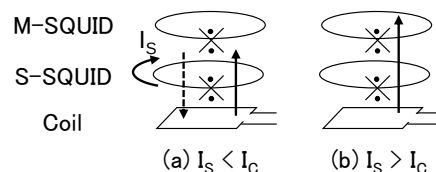


Fig.1 Principle of measurement.

3. 実験結果

Fig.2 に I_{coil} と V_{out} の関係を示す。 $I_{coil} = \pm 271 \mu A$ を越えたところで V_{out} が発生した。 I_{coil} を大きくすると $I_S > I_C$ となり接合部が常伝導化し、磁束が侵入して M-SQUID で検出されたと考えられる。

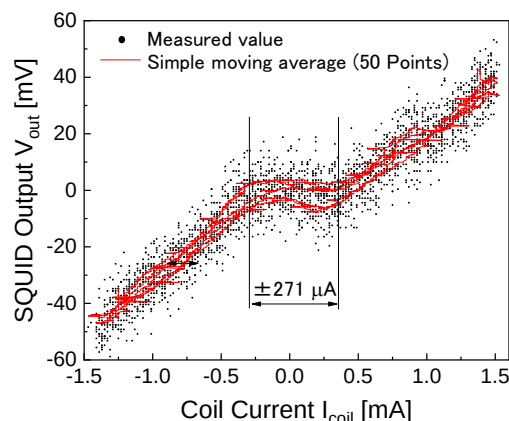


Fig.2 V_{out} V.S. I_{coil} .

4. まとめ

RF-SQUID 磁束計を用いて被測定 RF-SQUID ワッシャの I_C を非破壊的に測定する手法を検討した。その結果、磁場印加用コイルの電流 I_{coil} の変化に対し RF-SQUID 磁束計の出力 V_{out} が急に変化する点が観測され、 I_C の推定が可能なが示唆された。今後は、被測定 RF-SQUID ワッシャのリングを切断して実際の V-I 特性を測定するとともに、結合係数の測定を行い、 I_C の正確な推定を実現する。

[1] M. J. Ferrari *et al.*, *J. Low Temp. Phys.* **94** pp. 15-61 (1994).