



## High-T<sub>c</sub>SQUIDグラジオメータの高感度化に関する研究

メタデータ	言語: jpn 出版者: 応用物理学会北海道支部 公開日: 2016-05-24 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 安澤, 晃一, 山口, 凌平, 松田, 瑞史 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10258/00008896">http://hdl.handle.net/10258/00008896</a>

# High- $T_c$ SQUID グラジオメータの高感度化に関する研究

克蘭工業大学 ○安澤 晃一、山口 凌平、松田 瑞史

## 1.はじめに

高温超伝導薄膜を用いた超伝導量子干渉素子 (High- $T_c$  SQUID) は液体窒素温度 (77K) で動作する高感度な磁気センサで、微小生体磁場計測等に活用されている。磁気シールド外において近傍に発生源のある磁気信号を測定するためには、遠方からの一様な外来環境磁気ノイズを感知せず勾配磁気信号のみに感度を持つ、SQUID グラジオメータセンサの実用化が期待されている。当研究室では傾角  $24^\circ$  のバイクリスタル  $\text{SrTiO}_3$  基板を使用したグラジオメータデバイスを試作し、磁場感度を確認しているが、出力である変調電圧が小さく、一様磁場雑音に対する非キャンセル率が理論値よりも大きいという問題があった。そこで本研究では、デバイス自体の性能の向上を目的とした傾角  $30^\circ$  基板を使用したデバイスの作製と、センサデバイスへの磁場印加方法の観点から非キャンセル率の改善に関する検討を進めている。

## 2. グラジオメータの動作原理

本研究で作製しているグラジオメータの概略を図 1 に示す。二つの検出コイルが SQUID 部に並列に接続されており、一様な雑音磁場が鎖交した場合、両検出コイルに等しい遮蔽電流が誘起されるものの、中央部で打ち消し合うことで、SQUID に伝達される遮蔽電流、すなわち出力はゼロとなる。一方、勾配磁場が鎖交した場合には、両検出コイルの遮蔽電流の差が SQUID 部に流れ、出力が得られる構造となっている。

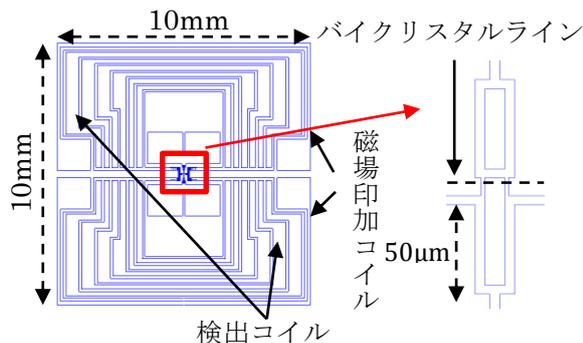


図 1 グラジオメータパターン

## 3. 実験内容

PLD 法により傾角  $30^\circ$  基板上に  $\text{Au}/\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$  積層膜を堆積し、フォトリソグラフィと Ar イオンミリングにより、図 1 に示すパターンへと成形した。デバイスを磁気シールドボックス内で  $77\text{K}$  まで冷却した後、パターン最外部の二つの磁場印加コイルに、逆及び同方向に電流を流すことで、一様勾配磁場及び一様磁場を擬似的に印加して特性測定を行う。また、外部から磁場印加した場合の結果を、上記擬似的印加の場合と比較し、磁場印加方法の特性への影響を検討する。

## 4. 実験結果と検討

傾角  $30^\circ$  のデバイスの臨界電流値  $2I_c$ 、変調電圧  $\Delta V$  はそれぞれ  $25\mu\text{A}$ 、 $28\mu\text{V}$  であり、傾角  $24^\circ$  基板での従来値 ( $\Delta V=10\mu\text{V}$ ) から大幅に増加した。一様勾配磁場中と一様磁場中で同じ SQUID 出力磁束周期を得るために必要な印加磁場強度の比を非キャンセル率と定義する。この値を、SQUID が  $\Phi_0$  を検出するために流した磁場印加コイル電流 ( $I_{\text{coil}}$ ) の比と等価と仮定すると、 $0.155\text{mA} / 2.38\text{mA} = 1/15$  (6.51%) となることから、作製したグラジオメータは一様磁場を  $1/15$  程度まで低減し、主に勾配磁場のみに検出感度を有することがわかった。一方、SQUID ループ自身で僅かに磁場を検出する成分を考慮してデバイス形状より算出される値は 0.17% で、実測値はこの設計値に比べるとかなり大きい。この原因を解明するため、現在、グラジオメータの検出コイルへの磁場の印加方法に注目し、平行四線コイルを使用して、外部から実際に一様勾配磁場を印加する方法での電圧-磁束測定を行っており、 $\Delta V$  が約  $20\mu\text{V}$  の  $V-\Phi$  特性の測定に成功している。今後、一様磁場についても外部から磁場を印加し、結果を比較することで、現在の擬似的な磁場印加方法の精度について検証し、非キャンセル率の向上を目的とした検討を行っていく予定である。