



Title	高温超伝導 SQUID の高性能化と実用化に関する研究
Author(s)	永石, 竜起
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/46729
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名 ^{なが}永 ^{いし}石 ^{たつ}竜 ^{おき}起

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 19817 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 17 年 9 月 30 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第4条第1項該当

基礎工学研究科システム創成専攻

学 位 論 文 名 高温超伝導 SQUID の高性能化と実用化に関する研究

論 文 審 査 委 員 (主査)

教 授 糸 崎 秀 夫

(副査)

教 授 奥 山 雅 則 教 授 岡 村 康 行

論 文 内 容 の 要 旨

本学位論文は、高温超伝導 SQUID 素子および駆動回路の低ノイズ化による SQUID の高性能化、磁気計測周辺技術の開発と応用技術開発による実用化に係わる研究に関してまとめたものである。SQUID は、現存する中で最も高感度な磁気センサであり、特に液体窒素を冷媒とする高温超伝導 SQUID はその実用化が期待されている。本研究では SQUID の高性能化と実用化を推し進めた。

SQUID の高性能化では、超伝導薄膜、ジョセフソン接合、SQUID の設計、駆動回路に関する研究を行った。

超伝導薄膜の研究では、成膜条件依存性について、特に酸素の果たす役割を発光分光法により明らかにした。また、実用上重要なドロップレットの起源と低減方法、大面積化方法について示した。

ジョセフソン接合の研究では、超伝導薄膜の粒界接合形成方法、酸素脱離防止による安定化形成方法を示した。また、基板段差型ジョセフソン接合部における結晶成長モデルと電流輸送特性についての提案を行った。

SQUID の設計では、低ノイズ化のためのインダクタンスの最適化、超伝導特性依存性について、計算による解析を行い、同様の実験結果が得られることを示した。

また、駆動回路に関する研究では、低ノイズアンプの開発とその効果について示し、素子に関する研究結果と合わせ、 $40\text{fT}/\sqrt{\text{Hz}}$ の世界最高レベルの SQUID を実現した。

一方、周辺技術開発では、高透磁率材料による磁気遮蔽に関し、パラメータ依存性をシミュレーションするとともに、実測値との比較を行い、有効性を明らかにした。

また、近接検出による高感度計測を可能とする SQUID 顕微鏡ヘッドの開発について述べた。

SQUID の応用化研究では、磁性異物検出、生体磁気計測、地質調査の分野においてシステム開発を行い、その内容と実用性について論じた。

論文審査の結果の要旨

SQUID は、現存する中で最も高感度な磁気センサであり、特に液体窒素を冷媒とする高温超伝導 SQUID はその実用化が期待されている。本学位論文は、高温超伝導 SQUID 素子および駆動回路の低ノイズ化による SQUID の高性能化、磁気計測周辺技術の開発と応用技術開発による実用化に係わる研究に関するものである。

SQUID の高性能化では、超伝導薄膜、ジョセフソン接合、SQUID の設計、駆動回路に関する研究を行った。超伝導薄膜の研究では、成膜条件依存性について、特に酸素の果たす役割を発光分光法により明らかにした。また、実用上重要なドロップレットの起源解明と低減方法、大面積化方法について示した。

ジョセフソン接合の研究では、超伝導薄膜の粒界接合形成方法、酸素脱離防止による安定化形成方法を示した。また、基板段差型ジョセフソン接合部における結晶成長モデルと電流輸送特性についての提案を行った。

SQUID の設計に係わる研究では、低ノイズ化のためのインダクタンスの最適化、超伝導特性依存性について、計算による解析を行い、同様の実験結果が得られることを示した。

駆動回路に関する研究では、低ノイズアンプの開発とその効果について示し、素子に関する研究結果と合わせ、 $40\text{fT}/\sqrt{\text{Hz}}$ の世界最高レベルの高温超伝導 SQUID 磁束計を実現した。

周辺技術開発では、高透磁率材料による磁気遮蔽に関し、パラメータ依存性をシミュレーションするとともに、実測値との比較を行い、その有効性を明らかにした。また、近接検出による高感度計測を可能とする SQUID 顕微鏡ヘッドの開発について述べた。

SQUID の応用化研究では、磁性異物検出、生体磁気計測、地質調査の分野においてシステム開発を行い、その内容と実用性について論じた。

以上の研究は、高温超伝導 SQUID の高性能化を実現し、その実用化に大きな役割を果たした。これらの研究内容をまとめた本論文を、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。