

博士（工学）学位取得

エネルギー総合研究所 系統・情報通信担当 小川 明宏



このたび、学位論文「水銀系超電導薄膜の高品質化およびデバイス応用に関する研究」に対し、九州大学より平成18年10月31日付で博士（工学）の学位を授与していただきました。

この論文は、平成13年から平成16年の出向期間中に（財）国際超電導産業技術研究センターにおいて行った研究と、平成17年から平成18年の間に中国電力㈱および九州大学において行った研究をまとめたものです。

この研究は、超電導のエレクトロニクス応用を目指したものです。超電導現象を利用した電子デバイスは、半導体など従来の材料では実現できない、優れた性能を持ちます。本研究では、超高感度な磁気センサである超電導量子干渉素子（SQUID：Superconducting Quantum Interference Device）の開発に取り組みました。SQUIDは、地磁気の100万分の1以下という微小な磁場を検出することができます。これを利用して、心磁計などの医療応用や非破壊検査などの工学応用が期待されています。

本研究で取り扱った材料は、主な構成元素に水銀、バリウム、カルシウム、銅、酸素を持つ水銀系銅酸化物超電導体で、いわゆる高温超電導体の一種です。水銀系超電導体の最も大きな特徴は、超電導状態になる臨界温度が135 K（-138℃）と、現在発見されている超電導体の中で最も高いことです。

この材料を用いて、次のような技術の開発に取り組みました。

- (1) 超電導体を厚さ数百nmの「薄膜」に加工する技術
- (2) 超電導層と超電導層の間に非常に薄い非超電導層を挟んだ「ジョセフソン接合」を作製する技術
- (3) SQUIDへの応用技術

一例として、作製した水銀系超電導薄膜SQUIDチップの光学顕微鏡写真を図1に示します。このSQUIDは最高110 Kという高い温度で動作することが確認されました。

以上の実験を行った結果、次の成果が得られました。

- (1) 水銀系超電導薄膜における超電導相の形成反応を詳細に調べ、高品質薄膜の作製プロセスを開発した。
- (2) 薄膜と基板の間に入れるバッファ層を開発し、種々の基板上への薄膜成長を可能にした。
- (3) ジョセフソン接合とSQUIDを試作し、液体窒素温度（77 K）以上での高性能動作を実証した。

- (4) 超電導デバイスの集積化に必要なとされる超電導／絶縁体／超電導の積層化技術を世界に先駆けて確立した。

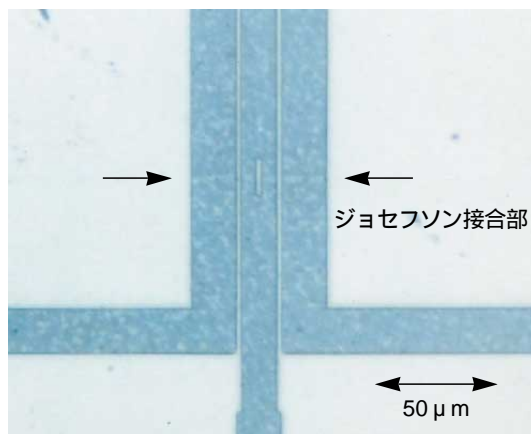


図1 水銀系超電導薄膜SQUIDの光学顕微鏡写真

日本の超電導技術は世界でもトップレベルであり、この技術を長年リードしてきたのが出向先であった超電導工学研究所や九州大学をはじめ国内の多くの研究機関です。今回の研究成果もこれら優れた研究者の協力なくしてはありえませんでした。また、研究の遂行および論文をまとめるにあたり、社内外の多くの方々から御指導、御支援をいただきました。この場を借りて心から感謝の意を表します。



学位記を手にして