

## 審査の結果の要旨

論文提出者氏名 佐藤 哲朗

本論文は「集積回路応用を目指した高温超伝導ジョセフソン接合の研究」と題し、さまざまな種類のジョセフソン接合の中から、銅酸化物系高温超伝導体を用いた集積回路の実現に適した接合を選択し、集積回路動作に必要なとされる接合特性を検討し、その中でも高温超伝導接合の抱える問題点の一つである接合特性の均一性を、集積回路の要求水準にまで高めることを目指して行った研究をまとめたものであり、7章から構成されている。

第1章は「序論」であり、本研究の背景と目的、および本論文の概要と構成について述べている。

第2章は「高温超伝導ジョセフソン接合」と題し、ジョセフソン接合の立場から高温超伝導物質とその関連物質の構造や特性、ならびに集積回路作製プロセスに関して、接合・回路作製に関連の深い事項を簡単にまとめている。集積回路にふさわしいタイプとして積層型とエッジ型を選択し、さらにこれらを用いた実用的な超伝導単一磁束量子集積回路を動作させるために最低限必要な素子の均一性について考察し、目標として100接合で $I_c$ の標準偏差10%の均一性を設定している。

第3章は「成長型バリアを用いた積層型ジョセフソン接合」と題し、ジョセフソン接合として自然な形状を持つと考えられる積層型接合に適したBiSrCaCuO系を用い、イオンビームスパッタ法によるBi系超伝導薄膜の成長、接合に用いる積層薄膜の微細構造評価の結果に続いて、Bi系高温超伝導体を用いた積層型ジョセフソン接合の作製およびその特性について記述している。Bi系積層型接合では、なかには典型的なジョセフソン接合の特性を示すものが得られたが、十分な再現性が得られず、接合特性の指標となる $I_cR_n$ 積も低かったという結果を得ている。

第4章は「成長型バリアを用いたエッジ型ジョセフソン接合」と題し、大きな異方性に対応したエッジ型接合を研究した結果について述べている。高温超伝導体として優れた特性を持つYBaCuO系を選択している。短い超伝導コヒーレンス長を持ち、急峻なバリア-超伝導電極間界面を必要とする高温超伝導接合において、このタイプの接合が実用となりうるのかどうかを検討し、十分な収率で積層型より良い均一性・再現性を示すことを確認した。さらに現在の薄膜成長および回路作製の観点から、積層型よりもエッジ型のほうが高温超伝導集積回路に適しているとの判断を示している。成長型バリアを用いたエッジ型接合で、接合特性の均一性を高める作製プロセスの開発を検討した結果、第2章で目標に掲げた $I_c$ の標準偏差=10%の均一性を達成している。

第5章は「界面改質型バリアを用いた高温超伝導ジョセフソン接合」と題し、より優れた均一性が期待される界面改質型のバリアを用いたジョセフソン接合について述べている。Y系超伝導体を用いたエッジ型接合の作製プロセスに続き、界面改質バリアの構造・組成、界面改質型接合特性およびその均一性について述べている。界面改質型接合は期待どおりにかつて報告例のない高い均一性を示すことを示している。100接合について $I_c$ の標準偏差8%、1000個の接合についても10%のレベルの均一性を得ており、第2章で掲げた均一性の目標値を達成している。

第6章は「今後の展望」と題し、集積回路の立場から高温超伝導接合に関して、将来展望を述べている。

第7章は「まとめ」であり、本研究の成果を要約して述べている。

以上のように、本論文は高温超伝導体のジョセフソン接合について研究した結果をまとめたもので、エッジ型接合の素子特性、特にその均一性を高める手法を開発することにより、超伝導集積回路の実現を可能にしたものであり、超伝導エレクトロニクスの分野へ貢献するところ大である。

よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。