

Title	金属系および酸化物系超伝導薄膜の作製と新機能デバイスへの応用に関する研究
Author(s)	斗内, 政吉
Citation	
Issue Date	
oaire:version	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/705
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	と 斗	うち 内	まさ 政	よし 吉
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	8193	号	
学位授与の日付	昭和63年3月25日			
学位授与の要件	基礎工学研究科物理系専攻 学位規則第5条第1項該当			
学位論文題目	金属系および酸化物系超伝導薄膜の作製と新機能デバイスへの応用 に関する研究			
論文審査委員	(主査)			
	教授	小林	猛	
	(副査)			
	教授	難波	進	教授 浜川 圭弘

論文内容の要旨

本論文は、超伝導薄膜の作製とその機能デバイスへの応用に関する研究をとめたもので、本文五章および謝辞から構成されている。

第1章では、超伝導3端子デバイスの開発を目的とした超伝導薄膜作製技術の問題点を指定し、本研究の意義を明らかにしている。

第2章では、GaAs/Nb (或はNbN) /InSb構造を有する新しい超伝導ベースホットエレクトロントランジスタの性能を理論的に検討し、その最大発振周波数が1 THzにも達し、また95%を超えるベース接地電流輸送効率が期待されることを明らかにしている。次に実際に上記の構造でトランジスタを試作し、80%に達するベース接地電流輸送効率が得られることを示している。更に、超伝導ベース中でのホットエレクトロンの平均自由行程を求め、半導体基板上での超伝導薄膜のエピタキシャル成長技術の確立が高性能化に不可欠であることを指摘している。またベース材料として、超伝導転移温度のより高いものの導入が望ましいことを指摘している。

第3章では、Nbおよびその化合物の薄膜作製について述べる。インタラプト電子ビーム蒸着法と室温における基板表面の水素プラズマクリーニングを導入することにより、InSb等比較的融点の低い半導体基板上においてNbのエピタキシャル成長が可能となることを明らかにする。次にエピタキシャル配向NbN薄膜の成長が、超薄膜のMgOバッファ層を導入することにより半導体基板上で可能となること示す。また反応性スパッタ法により NbC_xN_{1-x} 薄膜の作製が可能であることを明らかにする。

第4章では、まずセラミックス材料を用いて酸化物高温超伝導体の超伝導特性、酸素欠損の評価等の種々特性を明らかにする。次に酸化物高温超伝導薄膜の作製について述べる。まず磁性元素を含んだ

ErBaCuO酸化物高温超伝導体のスパッタ成膜が可能であることを示し、次に酸化物高温超伝導薄膜のエピタキシャル成長法について明らかにしている。更に、酸化物高温超伝導体の湿式エッチング技術を示し、これを用いて粒界ジョセフソン接合を形成している。その作製されたジョセフソン接合が窒素温度以上で動作可能であることを明らかにしている。また最後に、酸化物高温超伝導薄膜のESCA分析を行った結果について述べている。

第5章では、本研究を通して得られた成果を総括し、本論文の結論としている。

論文の審査結果の要旨

本論文は、超伝導薄膜のエピタキシャル成膜とそれを用いる新しい機能デバイスの研究成果をまとめたものである。

近年、超伝導エレクトロニクスの分野において、3端子機能デバイスの実現が切望されている。著者は、半導体/超伝導体接合を用いた新素子「超伝導ベース・ホットエレクトロントランジスタ」の理論解析と試作実験を行い、基本動作を認めるに至った。この研究では、超伝導薄膜のエピタキシャル成長という大きな分野を構築しているのが特徴である。

著者は、まず、半導体/超伝導体/半導体構造でなる超伝導ベース・ホットエレクトロントランジスタの動作を詳細に理論解析し、1 THz以上の動作と高い電流増幅率が見込めることを明らかにした。次に、GaAs/Nb/InSb構造の素子を試作して基本動作を確認している。この中で著者は、界面特性の優れた膜の必要性を見出し、エピタキシャル技術の確立が不可欠であることを提唱している。そこで、著者は、次に超薄膜Nb/GaAsヘテロエピタキシャルの研究を進めて、見事にこれを成功させ、金属-半導体エピタキシャル積層構造の研究を大きく前進させている。

この最中に、酸化物高温超伝導体が誕生し、直ちに著者は、この新材料を研究に取り込んで、成果を修めている。まず、新材料の中からErBaCuOをとりあげ、まったく素性の分からないこの材料の酸素ストイキオメトリに関する研究を行なっている。この成果により、ErBaCuO高温超伝導材料の薄膜が著者の手により初めて作製された。今ではこの薄膜が多くの研究機関で作られるようになっている。高温超伝導材料のエピタキシャル成長が最大の関心事であったが、著者は、インタラプトスパッタ法を開発してそれにより高品質の高温超伝導エピタキシャル膜が作製できるようになった。

これらの成果は、超伝導材料・エレクトロニクス研究の発展に寄与する所が大きく、本論文は博士論文として価値あるものと認める。