

Title	酸化物超電導体BaKBiOのエピタキシャル成長とその評価に関する研究
Author(s)	井寄, 将博
Citation	
Issue Date	
oaire:version	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39477
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、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏 名	井 寄 将 博
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 2 5 9 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 8 年 2 月 2 2 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 名	酸化物超電導体 BaKBiO のエピタキシャル成長とその評価に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 小 林 猛 (副査) 教 授 浜 川 圭 弘 教 授 蒲 生 健 次 教 授 奥 山 雅 則 教 授 鈴 木 直

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、将来の超電導素子応用に必要不可欠な超電導エピタキシャル薄膜の作製技術の確立を目的に、反応性スパッタ法を用いた酸化物超電導体 BaKBiO 薄膜のエピタキシャル成長技術とその薄膜を用いた基礎的な機能素子応用の研究についてまとめたものである。

第1章では、本研究の背景となる酸化物超電導体の歴史とその薄膜作製技術を中心としたエレクトロニクス応用に関する現状について述べ、さらに本研究の研究対象である BaKBiO 薄膜作製について、その意義と問題点を明らかにした。

第2章では、as-grown でバルクと同等の超電導特性を示す BaKBiO 薄膜を得るための検討を行った。まず、酸化源として用いる酸素ラジカルの効果について XPS を用いて調べ、本研究で使用する成膜法を反応性スパッタ法に決定した。また、この反応性スパッタ法において、ガス圧に対するプラズマ発光スペクトル、成長速度、格子定数等の諸パラメータの変化について考察し、BaKBiO 薄膜の成膜条件の最適化を行うとともに、高圧スパッタ法の有効性について述べた。さらに、高圧スパッタ法の組成制御性を考察した後、このとき得られた抵抗-温度特性の異なる BaKBiO 薄膜の差異について、得られた薄膜の物性パラメータを導出することにより議論した。その結果、バルク単結晶とほぼ同等の特性を有する BaKBiO 薄膜が高圧スパッタ法で得られることを明らかにした。

第3章では、第2章で得られた優れた超電導特性を示す BaKBiO 薄膜のキャラクタリゼーションを行った。まず、X線回折、透過型電子顕微鏡等の分析手法を用いて、SrTiO₃ (110) 基板上に作製した BaKBiO 薄膜の様子を観察し、得られた BaKBiO 薄膜がエピタキシャル成長していることを示した。さらに BaKBiO 薄膜酸化物超電導体の特徴である表面に生じる自然障壁について、XPS を用いた構成元素の化学結合状態の調査やその自然障壁を絶縁層として用いた SIN トンネル接合の電流-電圧特性等から、その構成や電気特性を明らかにするとともに、工学的に重要となるこの自然障壁の除去に取り組み、200℃の加熱処理により $10^{-5} \Omega \text{ cm}^2$ の接合抵抗が得られることを明らかにした。

第4章では、SrTiO₃ のバイクリスタル基板上に BaKBiO エピタキシャル薄膜を成膜し、その薄膜内に得られた人工粒界面部をブリッジ状に加工することにより、平面型の人工粒界接合の作製を試みた。そして、得られた素子の電流-電圧特性が明瞭な SIS 接合の準粒子トンネリング特性を示したことから、バイクリスタル基板による人工粒界接合が BKBO

を用いた SIS 接合作製に有効であることを確認した。

第5章では、本研究で得られた結果を総括し、本論文の結論とする。

論文審査の結果の要旨

本論文は、新しい酸化物超電導体である BaKBiO のエピタキシャル成長と、その薄膜に対する評価についてまとめたものであり、その内容は大きく分けて、BaKBiO 薄膜の結晶成長、結晶性と表面の評価、そしてその機能デバイス応用の3つの部分から構成されている。

まず薄膜結晶成長においては、構成原子をソフトランディングさせることが長距離秩序の達成に不可欠な鍵技術であることを論じ、高圧環境下反応性スパッタリングの導入が有効であることを示した。その結果、これまでに報告例のないような超電導転移温度が世界最高の 28K を示す高品位の薄膜作製に成功し、その薄膜を用いた光反射スペクトルの測定等から BaKBiO の物性パラメータの導出を行った。

BaKBiO の結晶性と表面の評価では、作製した BaKBiO 薄膜の結晶性について XRD, RHEED 等の観察を行い、そのエピタキシャル性を示した。また、薄膜表面に Au を蒸着して作製した接合の電流-電圧特性から、表面に絶縁層が生じていることを確認し、その XPS 測定から薄膜表面の非化学量論組成化及び最表面の絶縁性を明らかにした。

その機能デバイス応用では、上述の絶縁性の最表面を巧みに利用してバイクリスタル基板を用いた人工粒界接合作製し、トンネル形準粒子注入特性を得ることに成功した。

以上のように、本論文は BaKBiO の薄膜作製技術に高ガス圧下での反応性スパッタ法を導入することにより、世界最高の超電導転移温度 28K を示す高品位のエピタキシャル薄膜作製に成功したこと、その薄膜を用いて種々の特性（表面、グレインバンダリー等）について、さまざまな事実を見いだしたこと、さらに平面型の SIS 接合作製し、準粒子注入特性を得たことを実現した。この研究成果は、酸化物超電導体の基礎研究や超電導デバイスへの応用に新たな視点を与えるものであり、今後の応用技術に貢献するところ大であり、工学博士の学位論文として十分価値あるものと認める。