

Title	イオンビームスパッタ法による高温超伝導BSCCO膜の生成に関する研究
Author(s)	右田, 真司
Citation	大阪大学, 1995, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.11501/3100645">https://doi.org/10.11501/3100645</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

氏名	右 田 真 司
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 11860 号
学位授与年月日	平成7年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科電気工学専攻
学位論文名	イオンビームスパッタ法による高温超伝導 BSCCO 膜の生成に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 青木 亮三 教授 平木 昭夫      教授 村上 吉繁      教授 白藤 純嗣

#### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は酸化物超伝導体のうち特に2次元層状性が顕著で超伝導臨界温度が高いBSCCO ( $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$ ) について将来のデバイス応用のための高品質薄膜作成技術の開発および生成膜の特性評価を目的として、原子供給の精密制御ならびに強酸化性オゾンガスの安定供給によって成膜を行った研究成果をまとめたものであり、本文8章より構成されている。

第1章では序論として本研究の背景と目的について述べている。

第2章では高品質薄膜作成のためのエピタキシャル成長の基本条件である基板結晶材料の選択の要点、成膜速度と成長膜構造の関係等について考察を行い、さらに実際の膜生成時の表面原子配列の観測に用いる高速電子線回折像の解析法について検討を加えている。

第3章では本研究で採用したスパッタ成膜法に用いる冷陰極型イオンガンについて独自の設計試作結果を述べ、イオンガンの電流調整によって原子供給量の精密制御が良好に行える動作試験結果を示している。

第4章ではBSCCO高温超伝導膜作成時に不可欠の酸化ガスとして高濃度オゾンガス ( $\text{O}_3$ ) 導入法を採用し、シリカゲルの  $\text{O}_3/\text{O}_2$  選択吸着能を利用してオゾン濃縮装置を独自に開発した結果を述べ、90mol%以上の高濃度オゾンガスを膜作成装置内に長時間安定供給した実績を報告している。また  $\text{O}_3/\text{O}_2$  混合気体中のオゾン成分の定量法を工夫して新しい高精度分析法を確立している。

第5章では同時多成分元素スパッタ法によるBSCCO系 ( $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_n\text{Cu}_{n+1}\text{O}_y$ ) 超伝導薄膜の低速成長について報告している。特に基板温度 ( $T_{\text{sub}}$ ) と酸化ガス圧に関する状態図を作成し、 $n=0$ 相と  $n=1$ 相が  $T_{\text{sub}}=750^\circ\text{C}$  で分別されることを示している。

第6章では逐次多元素スパッタ法の場合のBSCCO系酸化物薄膜の低速成長特性について報告している。特にこの場合の部分反応による異相の生成やBi原子の再蒸発の問題点を明らかにしている。

第7章では超伝導薄膜作成を可能にした同時スパッタ成膜法について、各元素の実効的な膜表面付着係数を導出している。特にBi原子の付着係数の温度依存性から高温超伝導膜 ( $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$ ) 生成には、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 液相が関与していることを見い出している。

第8章では本研究で得られた結果を要約すると共に、より高品質のBSCCO超伝導薄膜作成のための今後の課題について述べている。

## 論文審査の結果の要旨

高温超伝導酸化物の物性研究や将来のエレクトロニクス素子への応用のためには高品質な薄膜作成法の確立が要請されている。本論文は高温超伝導物質の中でも特に高温まで超伝導状態を保ち2次元層状構造性の強いBSCCO系酸化物について、単相エピタキシャル膜積層のための生成条件の確立を目的として、イオンビームスパッタ法による膜生成技術の開発を行った研究についてまとめたものであり、主な成果は以下の3点に要約される。

- (1) 冷陰極サドルフィールド型イオンビーム源の設計に独自の改良を加え、安定な動作特性を得て構成各元素のスパッタ供給量を精密に制御することを可能にしている。
- (2) シリカゲルの選択吸着能を利用して90mol%以上のオゾン濃縮に成功し、それを高精度で測定するオゾン濃度分析法を確立している。これらの技術を利用して新たに設計したオゾンガス濃縮装置により高濃度オゾンガスを成膜装置内に長時間安定に供給することを可能にしている。誘爆性で知られる高濃度オゾンの安全供給技術の確立は学会においても高く評価されている。
- (3) 基板温度と酸化ガス圧力に対する生成相図を作成し、 $T_{\text{sub}}=750^{\circ}\text{C}$ 付近に $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CuO}_y$ 相と $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$ 相の生成相境界を発見している。さらにBSCCO膜生成において最も要点とされるBi原子の付着係数を測定して、その温度依存性について $\text{Bi}_2\text{O}_3$ の液化点との関連において考察を加え、高温超伝導 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$ 相の生成機構に新たな知見を与えている。

以上のように本論文は高温超伝導BSCCO系のエピタキシャル薄膜作成に必要な技術を開発し、高品質薄膜作成と将来のエレクトロニクス素子研究に必要な基礎的知見を与えており、高温超伝導材料物性に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。