

Title	Sputtering Deposition of Bi-Layered Oxide High-Tc Super-conducting Thin Films and Their Superconducting Properties
Author(s)	松嶋, 朝明
Citation	大阪大学, 1991, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/37354
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、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	まつ 松	しま 嶋	とも 朝	あき 明
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	9529	号	
学位授与の日付	平成3年2月26日			
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当			
学位論文題目	Sputtering Deposition of Bi-Layered Oxide High-T _c Superconducting Thin Films and Their Superconducting Properties (スパッタリング蒸着法による Bi 層状酸化物高温超伝導薄膜の作製とその超伝導特性)			
論文審査委員	(主査)			
	教授	朝山	邦輔	
	(副査)			
	教授	望月	和子	教授 小林 猛

論文内容の要旨

ペロブスカイト系酸化物超伝導材料は、金属系超伝導材料に比べ、高い超伝導転移温度や大きなエネルギーギャップなどの優れた特性をもち、エレクトロニクスへの応用が期待されている。これらの材料の薄膜化は、応用はもちろんのこと、基礎的な物性研究のためにも必要である。とりわけ、高温超伝導体のコヒーレンス長は、極端に短く nm 程度と言われており、近接効果などの基礎的物性評価や、超伝導素子の基本であるジョセフソン素子の作製等を実現するためには、少なくとも nm オーダで制御された超薄膜の多層構造や人工格子の形成が必要である。特に Bi 系超伝導材料は、酸化物高温超伝導材料の中でも先に発見された Y 系超伝導材料と比較すると高い転移温度を持ち、また結晶構造的にヘテロ構造が得られやすいと考えられている。

本研究は Bi 系超伝導材料の工学的応用のために、スパッタリング蒸着法を用いてこの材料の薄膜の形成プロセスを超薄膜の多層構造の形成と関連させて考察し、高温超伝導材料の基礎的物性を明らかにするとともに、新しい応用展開の糸口を見いだそうとするものである。

まず、酸化物超薄膜多層構造の形成に不可欠な“低温・その場・合成技術”を種々のスパッタリング蒸着法を用いて検討を行い、その結果、RF マグネトロンスパッタリング法において、スパッタ中のガス圧を、通常の条件より高く (40Pa) することにより、バルクとほぼ等しい超伝導特性を有する $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$ を低温 (700°C 以下) で作製できる技術を確立した。

つぎに、この確立した“低温・その場・合成技術”をもとに、二元ターゲット RF マグネトロンスパッタリング蒸着法により超伝導体 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$ と非超伝導体 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CuO}_x$ からなる多層構造膜を作製し、3 nm 以下の範囲において制御された超薄膜の多層構造を実現した。また、超伝導性は、最小 3 nm

の膜において発現し、さらに、超伝導転移温度は、非超伝導層を介した超伝導層間のジョセフソンカップリングに依存することを明らかにした。

超伝導と磁性との相関についての知見を得ると同時に、結晶構造が大きく異なる酸化物材料間でのヘテロ構造作製の可能性についての知見を得るために、超伝導体 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$ とスピネル構造をもつ強磁性体 NiFe_2O_4 からなる二層構造膜を作製した。超伝導体の上に直接 NiFe_2O_4 を積層でき、このとき超伝導性は磁性体からの影響を受けないことを明らかにした。

本論文では、第1章において、本研究の背景について述べる。第2章では、金属系超伝導薄膜においてみられる近接効果等の興味ある現象について述べる。第3章では、高温超伝導材料の基本特性及び薄膜化プロセスにたいする基礎的概念を述べ、“低温・その場・合成技術”の確立にいたる実験結果を述べる。第4章では、“低温・その場・合成技術”を用いた超伝導体/非超伝導体多層膜の作製とその実験結果について述べる。第5章では、超伝導体/磁性体二層積層膜の作製とその実験結果について述べる。第6章では、本論文の結論を述べるとともに、将来への展望を述べる。

論文審査の結果の要旨

高温酸化物超伝導体は高い臨界温度のために応用上の期待が大きい。その薄膜の研究はジョセフソン素子としての応用や、近接効果等の基礎研究のために極めて重要である。しかしコヒーレンス長が nm ときわめて短いためにこの程度の大きさで制御された薄膜を作ることは容易ではない。

本研究は、高温超伝導体の中でも T_c が高く、ヘテロ構造の得やすい Bi 系酸化物について nm 程度の大きさで制御された薄膜・多層膜をつくり、その性質を調べることを目的とする。その結果、マグネトロンスパッタリング法においてスパッタ中のガス圧を 40 GPa 程度にすることによりバルクとほぼ等しい性質を有する $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$ を低温 (700°C 以下) で作製することに成功した。

更に、これと非超伝導体 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Cu}_2\text{O}_x$ を交互スパッタして、3 nm 以下の範囲で制御された超薄膜の多層構造を実現した。超伝導性は最小 3 nm の膜において発現し、臨界温度は非超伝導層の厚みに依存することをみた。更に、 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$ と強磁性体 NiFe_2O_4 との 2 層構造膜を製作した。これは磁性体との相互作用を見る上で将来の研究への足掛りを与えたものといえる。

この様に、本研究は、応用上極めて重要な Bi 系高温超伝導体の薄膜作製技術を確立し、多層膜の超伝導の性質について重要な情報を得ており、工学博士の学位論文として価値あるものと認められる。