

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲	第 11073 号
------	-----	-----------

氏 名 鶴田 彰宏

論 文 題 目

SmBa₂Cu₃O_y 高温超伝導薄膜の磁束ピンニング機構解明と超伝導特性向上に関する研究

論文審査担当者

主査 名古屋大学
委員 名古屋大学
委員 名古屋大学
委員 京都大学

教授 吉田 隆
教授 大野 哲靖
准教授 一野 祐亮
教授 土井 俊哉

論文審査の結果の要旨

鶴田彰宏君提出の論文「 $\text{SmBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ 高温超伝導薄膜の磁束ピンニング機構解明と超伝導特性向上に関する研究」は、人工ピンニングセンターとして BaMO_3 (BMO: M=metal) ナノロッドを導入した $\text{SmBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ (SmBCO) 高温超伝導薄膜の大幅な磁場中超伝導特性向上を目的とし、BMO ナノロッドの導入が SmBCO 薄膜の電気特性に与える影響及び磁束状態の解明を試みている。以下に各章の概要を示す。

第 1 章では、序論として超伝導体の基本的な性質を述べ、特に磁束ピンニング現象について詳細に説明している。

第 2 章では、本研究において SmBCO 薄膜作製に用いたパルスレーザー蒸着法 (PLD 法) の原理及び薄膜作製手順、薄膜の各種評価方法について説明している。

第 3 章では、 BaHfO_3 (BHO) 添加 SmBCO 薄膜の高磁場下における臨界電流密度 (J_c) の向上を目的として、BHO 添加量を変化させることでナノロッド数密度を制御し、最適 BHO 添加量探索及び磁場中超伝導特性向上以外に BHO ナノロッドの導入が SmBCO 薄膜に与える影響に関して検討している。結果として、BMO ナノロッド導入により生じる臨界温度 (T_c) 低下の抑制、低 BHO 添加量時に生じる自己磁場 J_c 向上原理の解明、低磁場磁束状態の解明が更なる特性向上に必要であると指摘している。

第 4 章では、BMO ナノロッドの導入による SmBCO 薄膜の T_c 低下機構の解明を目的として、ナノロッド数密度を変化させた BaZrO_3 (BZO)、 BaSnO_3 (BSO) 及び BHO 添加 SmBCO 薄膜を作製し、それらの T_c 及び格子定数の変化を、 T_c 低下要因である「酸素欠損」「元素置換」「結晶格子の歪」と比較している。さらに、BMO 材料間の格子ストレスの比較から、 T_c 低下の抑制に適した BMO 材料を検討している。 T_c 低下の抑制に適した BMO 材料が、ヤング率が小さく SmBCO 母相との格子不整合率が小さい材料であることを明らかにしている。

第 5 章では、BHO ナノロッドの導入が SmBCO 薄膜の粒界電流特性に与える影響を明らかにすることを目的として、人工粒界を有するバイクリスタル基板上に BHO 添加 SmBCO 薄膜を作製し、薄膜の人工粒界における超伝導特性を検討している。人工粒界に成長した BHO ナノロッドによる Abrikosov-Josephson vortex と呼ばれる特殊な磁束のピン止め効果により、磁場中 J_c が向上することを明らかにしている。

第 6 章では、BHO 添加 SmBCO 薄膜の磁束状態及び磁束ピンニング機構の解明を目的として、BHO ナノロッド数密度の異なる SmBCO 薄膜の磁束状態の同定及び比較を行っている。新たな磁束状態 (過渡状態) が存在することを明らかにしている。また、温度依存するピン止め状態モデルを提案し、モデルによる理論式と実験値との比較からモデルの妥当性を証明している。

第 7 章では、本研究の総括を述べている。

以上のように本論文は、SmBCO 高温超伝導薄膜における BMO ナノロッド導入による T_c 低下の抑制や、粒界電流特性への影響及び低磁場磁束状態等の、物性及び物理現象の解明を実験的に検討した。本研究に得られた知見は、高温超伝導線材の磁場中超伝導特性向上に向けた、最適 BMO 材料の選定及び線材の最適設計を実現し、その実用化に大きく貢献できると考えられる。よって、本論文の提出者である鶴田彰宏君は博士 (工学) の学位を受けるに十分な資格があると判断した。