TUMSAT-OACIS Repository - Tokyo University of Marine Science and Technology (東京海洋大学)

複数種結晶成長による酸化物超伝導バルク体に関する研究

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2021-06-25 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 澤村, 充 メールアドレス: 所属:
URL	https://oacis.repo.nii.ac.jp/records/2124

［課程博士］（博士論文審査及び最終試験の結果要旨）

学生氏名：澤村　充
博士論文題目：複数種結晶成長による酸化物超伝導バルク体に関する研究

博士論文審査：
学生から提出された博士論文について、公開発表会が２月１９日に行われ、発表会後の最終審査において審査委員と学生の間で質疑応答が繰り返しなされた結果、博士論文としての質を十分に確保しているとの結論に至った。特に、第五章については各審査委員から高い評価を得た。

本研究では、高温超伝導物質の複数種結晶成長において、超伝導特性低下の抑制を実現する新たな複数種付け結晶成長の手法の確立とその検証を行っている。高温超伝導体 RE-Ba-Cu-O (RE: Y、希土類元素)の溶融凝固成長によって得られるバルク材料は、単結晶性も高く、方位制御技術および組織制御技術の開発により、超伝導状態で高い臨界電流密度を得るまでに至っている。超伝導バルク材料のサイズや特性の向上が、捕捉磁束や浮上力の大きさに反映されることから、その性能や設計自由度を増すために“より大面積で高品質のバルク材料”が望まれている。

著者は、複数種結晶成長方法－MUSLE (MUlti-seed SeemLEss) 法－を考案して、その実証的研究を行っている。まず、結晶領域間に存在する非超伝導相の偏析が生じている包晶温度の高い層を切り離すことで偏析のないバルク材料を得る手法を得た。局所臨界電流密度および直径 100 mm までの各サイズでの捕捉磁束密度分布から、巨視的電流密度を評価し、単一種結晶バルク体との巨視的電流密度と比較した。これよりこの手法が、複数種結晶による結晶成長でありながら、単一ピークを有する捕捉磁束密度分布が得られる効果的な方法であることを実証した。さらに、種結晶から成長した結晶成長領域の間を跨いで流れる電流密度を変数として捕捉磁束密度や磁気浮上力などを電磁界数値解析によって算出した。結晶成長領域間の臨界電流密度を結晶領域内の臨界電流密度に比例する変数として捕捉磁束密度や磁気浮上力などへの影響を検証した。その結果は、結晶領域間に存在する非超伝導相の偏析を解消させる MUSLE 法の有効性を示した。

本研究にて考案、実証された酸化物高温超伝導体の結晶成長手法は、より大型で大面積の良質のバルク材料の産業界への提供を促すものであり、高温超伝導バルク材料の結晶工学的な知見のみならず、応用諸技術の今後の発展への寄与は大きい。大面積で高品質のバルク材料は、超伝導工学や電気機器学の諸分野において、より大型の電力・輸送機器向のニーズにも対応することが期待され、新規性・独創性も含め学術的意義が極めて大きい論文である。以上の内容から、学生から提出された博士論文は、国内外の研究の水準に照らし、各研究分野における学術的意義、新規性、独創性及び応用的価値を有しており、博士の学位に値することを審査委員一同確認した。

最終試験の結果要旨：
最終試験は２月１９日に行われた。審査委員一同出席の下、学生に対して、博士論文の内容について最終確認のための質疑応答を行い、その内容は十分であった。一方、専門知識については公開発表会と最終試験の当日および予備審査時での質疑応答から十分であると審査委員一同確認した。

学術論文は国際学会誌２編が第一著者として公表済みであり(M. Sawamura, M. Morita and H. Hirano, “A new method for multiseeding RE-Ba-Cu-O superconductor”, Superconductor Science and Technology Vol. 17, No. 5　S418-S421 2004 他１編)、１編が採択されている（M. Sawamura, M. Izumi, “Numerical analysis of magnetic levitation forces for bulk superconductors with different superconducting junctions between multiple-seed-growth domains”, Superconductor Science and Technology）ことを確認した。学会発表では、2018 年 12 月開催の第 31 回国際超伝導シンポジウム(ISS2018)で英語による発表を２件行っている。さらに、著者が筆頭者となっている大型超伝導体とその作製方法にかかわる特許が３件登録済みである。以上から当該専門分野に対し十分な研究能力を有すると評価した。合同セミナーについては、規定の学習時間および出席回数が満たされていることを確認した。大学院海洋科学技術研究科が指定した研究者倫理教育を修了していることを確認した。以上から、学生について博士論文審査、最終試験とも合格と判定した。