

氏名(本籍)	しよ たに かず ゆき 渋谷和幸(兵庫県)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博乙第1,076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5条第2項該当		
審査研究科	工学研究科		
学位論文題目	酸化物超電導マグネットの実用化に関する基礎研究		
主査	筑波大学教授	工学博士	吉崎亮造
副査	筑波大学教授	工学博士	滝田宏樹
副査	筑波大学教授	理学博士	植寛素
副査	金属材料技術研究所 (筑波大学併任教授)	理学博士	前田弘
副査	大阪大学教授	理学博士	大貫惇睦

## 論文の要旨

本研究は、銅酸化物高温超電導体の中で最も電流導体として実用化に近い物質の一つである Bi 系材料について、酸化物超電導マグネットの実用化に必要な基本的性質の把握と解析、さらに基本的技術の確立を行ったものである。本研究では、(1) Bi-2212単結晶の育成とその基本特性を行い、Bi 系材料の実用材料としての固有の性質を明らかにし、(2) Bi 系材料を用いた銀シース線材の状態で臨界電流密度の測定と、その決定要因を明らかにし、Bi 系材料の実用上の限界について考察を行い、(3) 実用的な臨界電流密度と長さを有する超電導線材の実現のための基礎技術を確立し、(4) 実用化線材の作製を通し、さらなる臨界電流密度の向上のための研究を行い、(5) これらの研究成果を基に酸化物超電導マグネットを試作し、その動作特性を測定し、その評価を行った。

### (1) Bi-2212単結晶の育成とその基本特性

大型単結晶の育成技術の開発を通し、材料組成の適性化、磁束の静的及び動的特性を明らかにし、実用材料としての基礎データの集積と評価を行った。

### (2) Bi 系銀シース線の臨界電流密度を制限する要因

Bi-2223銀シース線材の作製を行いその臨界電流密度の制限要因を解明し、さらに改善のための特性測定を行った。特に、磁束格子のガラス—液体転移を磁場の関数として測定する方法を開発し、臨界電流密度と結晶粒界の関係を明らかにした。

### (3)銀シース法による線材化

YBCO系及びBi系超電導材料について実際に銀シース材料を作製し、その実用材料としての評価を行った。その結果、YBCO系材料は、粒界弱結合による臨界電流密度の低下が著しく、この特性を克服する有効な方法を見いださない限りこれ以上の進展が望めないことを明らかにした。一方、Bi系材料については低温で高い臨界電流密度が得られることを実証した。

### (4)部分熔融法によるBi-2212銀シース線材の $J_c$ 向上

Bi-2212系線材を用いた超電導マグネットにおいて実用的な発生磁場を確保するために仕込み組成の最適化、熱処理パターンの変化と非超電導相の形態制御、酸素分圧制御による配向制御を行った。特に、Bi-2212結晶の発生が気孔周辺から起こり、結晶の発達がランダムになることを解明した。さらにこの結晶配向の制御として、酸素分圧を高めることによって気孔発生が制御でき、結晶が銀盤に沿って配向することを確認した。

### (5)部分熔融法によるBi-2212銀シース線材のコイル化

これまでの研究成果を基に、wind and react法によって実用線材を製作し、発生磁界の向上、大口径ボアの確保を目標に二種類のパンケーキ型コイルの試作に成功した。これらの動作特性を測定すると共に、交流損失の評価を行った。

このように、本研究では種々の高温超電導材料の評価からBi系材料が実用線材にて記す材料の一つであることを解明し、その線材化、特性評価を行った。さらに、臨界電流密度の向上を論理的に進め、実用的な超電導マグネットのためのコイルの試作に成功した。

## 審 査 の 要 旨

本研究は、酸化物高温超電導体マグネットの実用化という極めて大きな目標に対し、新たな工夫と先端的な概念の導入による解析を通し、材料選択、特性向上を行い、実用化の基礎となるマグネットの試作にまで成功した。激しい競争の中、独創性を発揮し絶えず先端的研究を確保し、酸化物超電導体の実用化可能性を実証したその成果と意義は極めて大きい。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。