

氏名 米倉 健志

主論文審査の要旨

本研究は、 MgB_2 超伝導薄膜の輸送特性の向上およびその電力ケーブル応用を目指して、 MgB_2 超伝導薄膜の微細構造の制御を行い、磁束ピンニング特性を解析して、Al 基板上 MgB_2 超伝導薄膜が電力ケーブルに応用できることを提案している。

本論文は、以下の6章により構成されている。

第1章では、研究の背景として、 MgB_2 超伝導薄膜の特徴、超伝導体の臨界電流密度の決定機構についてまとめ、 MgB_2 超伝導薄膜の電力ケーブル応用の有用性について述べている。

第2章では、 MgB_2 超伝導薄膜に膜面に対して平行な磁場が印加された時の J_c の向上を試みている。電子ビーム蒸着法 (EBE 法) により MgB_2 層と数 nm オーダーの Ni 層から成る MgB_2/Ni 多層膜を作製した。Ni は強磁性体であり、磁束線に対して有効なピンニングセンターとして作用して、膜面に対して平行な磁場に対して、臨界電流密度 J_c が向上することを示した。

第3章では、基板にバッファ層を堆積させることで MgB_2 の結晶性に变化させて、磁場中の J_c を向上させることを試みている。 MgB_2 薄膜は分子線エピタキシー法 (MBE 法) によりエピタキシャル成長させて作製した。MBE 法で Ti バッファを堆積させた複数の基板上に MgB_2 薄膜を作製したところ、結晶粒の大きさが変化することにより、高磁場中で J_c が以前の研究で作製した MgB_2 薄膜に比べ向上することを明らかにしている。

第4章では、 MgB_2 超伝導の電力ケーブル応用を目指して、無配向の Al テープ基板上に MgB_2 薄膜を EBE 法で作製した。 MgB_2 の組成比を化学量論的な場合と B 過剰な組成比の場合の2種類の試料を作製した。これらの試料は、単結晶基板上に EBE 法で作製した MgB_2 薄膜と同等かそれ以上の J_c を有していた。また、無配向基板でも単結晶基板上に作製した場合と同様に、結晶粒界がピンニングセンターとして作用していることを明らかにした。また、高磁場では B 過剰な試料が高い J_c を有することを指摘している。

第5章では、Al テープ基板上 MgB_2 薄膜のさらなる J_c 向上を目指して、B 過剰な組成の MgB_2 薄膜について調査している。また B バッファ層を導入することで結晶性の改善も試みている。これらの MgB_2 薄膜において、10K、自己磁場で $10^7 A/cm^2$ オーダーの J_c を示した。以上より、Al 基板上に MgB_2 薄膜を作製することは線材作製法として有用であり、さらにバッファ層の導入などで特性を向上させることも可能であること述べている。

第6章では、本研究のまとめと今後の課題を示している。

これらの研究成果はすでに、1件の国内の学術論文と3件の海外の学術論文誌に筆頭著者として掲載され、海外の学術論文誌に筆頭著者として1件投稿中となっている。また、その他の論文として6件の海外学術論文を発表している。したがって、本論文は博士論文として学位授与に値するものと判断した。

審査委員	情報電気電子工学専攻	機能創成エネルギー講座	教授	藤吉	孝則
審査委員	情報電気電子工学専攻	機能創成エネルギー講座	教授	檜山	隆
審査委員	複合新領域科学専攻	複合新領域科学講座	教授	池上	知顯
審査委員	理学専攻	物理科学講座	教授	市川	聡夫