

SICORP-EU 超伝導 研究課題別 評価結果

1. 共同研究課題 「鉄系超伝導体における材料ポテンシャルの開拓 (SUPER-IRON)」

2. 日EU研究代表者名 (研究機関名・職名は研究期間終了時点) :

日本側研究代表者 東京大学大学院工学系研究科 准教授 下山 淳一

EU側研究代表者 イタリア学術会議 教授 マリナ・プッティ

3. 研究実施概要

2008 年に発見された鉄系超伝導体は高温超伝導体に次いで高い臨界温度を有し、高い上部臨界磁界と小さい異方性を有するという特徴がある。このため、中温度領域に限られるが、安価な高磁界用超伝導実用線材としての可能性を有する材料であり、実際にそうした可能性を明らかにするために 5 T の磁界中で $5 \times 10^5 \text{ Acm}^{-2}$ 以上という具体的な達成目標を掲げて、作製した線材やバルク材の特性を調べた。また、臨界電流密度に及ぼす結晶界面などの諸要因の具体的な影響を総合的に調べるため、理論的なモデリングを行った。

4. 事後評価結果

4-1. 研究の達成状況及び得られた研究成果 (論文・口頭発表等の外部発表、特許の取得状況等を含む)

鉄系超伝導体の各種薄膜については目標を超える高い臨界電流密度が得られ、また、単結晶試料に電子線や中性子線を照射して欠陥を導入することにより高い臨界電流密度が得られた。一方、簡便な線材製法として知られる PIT 法によって 122 系テープ線材を作製し、目標値を超える臨界電流密度を達成した。さらに、高温超伝導体のコート線材と同様に IBAD MgO 基板の上に Fe バッファ層を載せ、その上に配向膜を作製して目標値をクリアしている。これらは鉄系超伝導体が高磁界応用に高いポテンシャルをもった有望な材料であることを示している。傾角を変えた MgO 双晶基板上に作製した 122 系、11 系薄膜の臨界電流密度の傾角依存性を調べ、高温超伝導体に比べ、結晶界面の問題が少ないことが明確にされた。こうした点をベースに、平均場近似や数値シミュレーションにより臨界電流特性の議論が行われた。以上より、当初の目的は概ね達成されたと言える。

以上の研究成果として発表された論文数は 119 編に上り、会議発表件数は 284 であった。また、特許は 2 件出願されており、十分な成果である。

4-2. 研究成果の科学技術や社会へのインパクト

高温超伝導体の場合、結晶面の問題が著しく大きいことから配向基板上に 2 軸配向した薄膜として、もしくは銀シース中で機械加工によって線材を作製しているが、高価で、しかも工業的臨界電流密度は低い値に抑えられている。これに対して、鉄系超伝導体が安価な PIT 法で作製でき、しかも工業的臨界電流密度を高く確保できる可能性を示したことは社会に対して大きなインパクトを与えうるものである。とくに、今後、モデリングによって臨界電流特性の理論的予想が明らかできるようになれば、将来の線材の設計も可能になり、科学的に大きな進展が期待される。

4-3. わが国の科学技術力強化への貢献 (共同研究状況、研究交流活動状況等を含む)

本研究は日欧の参加国の研究メンバーが集まって、鉄系超伝導体の高磁界応用という一つの目標の下で、作製グループ、電磁特性評価グループ、界面問題の解明グループ、モデリング・グループというそれぞれの分野で有機的な組織運営を行ってきた共同研究である。研究期間が限られる中で積極的にミーティングを開催し、また、若手を中心とした短期及び長期の研究者交流が行われている。したがって、国際共同研究としては十分な成果が得られており、こうした経験を通して我が国の将来を担う技術者を育成するという形で技術力の強化に対して貢献できていると言える。