

PIT-Ag/(Sr, K)Fe₂As₂ テープ線材の高 J_c 化Fabrication of high performance PIT-Ag/(Ba,K)Fe₂As₂ tapes

物材機構 ○松本 明善, 高 召順, 戸叶 一正, 熊倉 浩明

NIMS ○Akiyoshi Matsumoto, Zhaoshun Gao, Kazumasa Togano, Hiroaki Kumakura

E-mail: matsumoto.akiyoshi@nims.go.jp

1. はじめに

現在盛んに研究が行われている鉄系超伝導体は高い超伝導転移温度 (T_c) と高い臨界磁界 (H_{c2}) を有していることから、液体ヘリウムフリーの温度域における高磁界応用が期待されている。発見当初、いくつかのグループにおいて線材化の試みが行われたが、臨界電流密度 (J_c) はほとんど得られなかった。これは粒界弱結合のためと考えられ、その後粒間結合を上げるために線材コアの密度を上げることによって徐々に上昇していった。特に米国フロリダ大学からの報告後、実用化に近い特性が得られるようになってきており、我々のグループにおいても高い特性が得られるようになった。発表者たちはかねてから 122 系の (Sr, K)Fe₂As₂ および (Ba, K)Fe₂As₂ を対象にして、将来の長尺化を念頭に置きながら通常の冷間加工と熱処理のみによる線材化と J_c 向上の研究を行ってきた。その結果、前駆体のさらなる高品質化および最終工程に一軸圧縮を加えるなどの工夫を加え、さらに大幅な J_c 向上が得られた。本報告では (Sr, K)Fe₂As₂ 線材の一軸圧縮効果について組織と超伝導特性両面から評価を行い、さらなる特性改善の指針を得ることを目的とした。

2. 実験方法

高品質の (Sr, K)Fe₂As₂ 前駆体を、各元素単体の原料をボールミルで混合、熱処理することによって作製した。次いで、その粉末を銀管につめて溝ロールと圧延によりテープ状に加工した。その際、加工性の改善のために必要に応じて中間熱処理を施した。これらのテープから短試料を切り出し一軸圧縮 (最大 4 GPa) を加え最終的な熱処理 (850°C) を施した。得られたテープについて、温度可変、磁場可変、磁場方位可変下で臨界電流 (I_c) の測定を行い、銀被覆を除いたコア部の断面積で除して J_c を求めた。さらに走査電顕、X 線回折などにより組織を調べ、 J_c 向上の原因について考察した。

3. 結果と考察

図 1 は得られた J_c - B 曲線の結果を示す。図中には他の線材の結果も示したが、本研究で使用した線材が高い特性を得ていることを示している。SEM 観察によると一軸圧縮処理を加えた線材ではそうでないものと比較して高いボイド減少が観察された。このことから充填率の向上が J_c 向上の大きな要因の一つであると考えられる。図 2 には線材のテープ面に対して磁場角度依存性の結果を示した。X 線回折の結果において、一軸圧縮後のテープ材からは強い Sr122 相のピークが多数観察されるとともに 001 ピークが平ロール線材に比べて多少強くなっていることを確かめた。異方性パラメータ γ_m を単結晶の値を用いて GL スケールを行った結果を斜線で示した。本線材は薄膜のように完全に配向したものではないが、磁場印加方位がテープ面に対して平行となる 90° 近傍ではスケール則よりも高い特性が得られていることから、完全なランダムピンニングではなく、異方的なピンニングの効果が得られていることが示唆される。一軸圧縮線材は組織観察を反映して高い J_c 値が得られており、充填密度の上昇、不純物の低下、若干の配向がその要因と推察される。

4. 謝辞

本研究は日本学術振興会の最先端研究開発支援 (FIRST) プログラムにより助成を受けたものである。

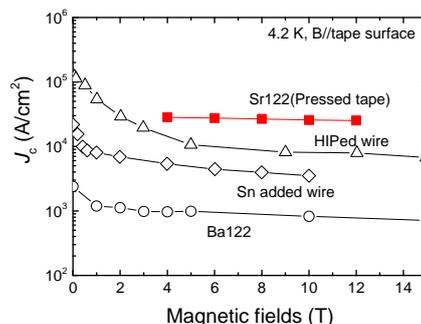


図 1. 一軸プレスにより特性が向上した Sr (122) 線材

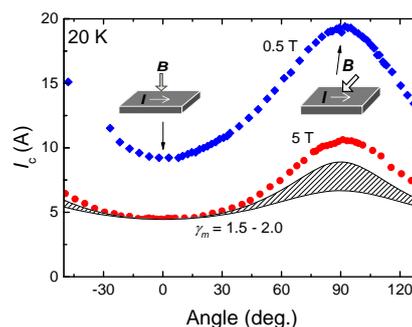


図 2. 一軸圧縮 Sr122 線材の 20 K での磁場印加角度依存性