

磁界中磁気顕微法によるホットプレス(Ba, K)Fe₂As₂ 銀シース線材の局所臨界電流分布観察

Local Characteristic of Ag Sheath (Ba, K)Fe₂As₂ Tape Fabricated by Hot-press Process Based on In-field Magnetic Microscopy

九大¹, イェール大² ○呉 澤宇¹, ウォーレン サミュエル², 東川 甲平¹,
中国科学院³ 黄河³, 姚超³, 馬 衍偉³, 木須 隆暢¹
Kyushu Univ.¹, Yale Univ.² ○Zeyu Wu¹, Samuel Warren², Kohei Higashikawa¹,
CAS³ He Huang³, Chao Yao³, Yanwei Ma³, Takanobu Kiss¹
E-mail: kiss@sc.kyushu-u.ac.jp

1. はじめに

鉄系高温超伝導材料は、臨界電流密度の磁界依存性が優れており、また磁気異方性も小さいことから、高磁界マグネットでの応用が期待されている。応用に向けて長尺線材化の研究が着実に進んでいる。(Ba,K)Fe₂As₂ 線材(以後 Ba-122 線材と略記)に関しては、ホットプレス法により高い臨界電流値が得られるが、空間不均一性が顕著であることを前回報告した[1]。その評価結果を用いて作製手法にフィードバックし改善することができた。そこで本研究は、改善されたホットプレス作製手法による Ba-122 線材に対して、局所臨界電流分布の評価を行った。

2. 実験方法

測定対象となる試料は、改善された一軸ホットプレスにより作製された Ba-122 線材である。線材幅 5.6 mm で、走査型ホール素子顕微鏡 (SHPM) の観測ステージに合わせて、長さ 11.5 mm に切り出した。測定手順としては、試料を測定温度に冷却後、規定外部磁界を印加することで磁化させ、外部磁界を一定に保った状態で試料の直上の磁界分布を計測した。また、測定した磁界分布に対応する磁化電流分布を計算することにより、同試料内の局所臨界電流分布を評価した。

3. 結果・考察

測定温度 5 K までに冷却し、計測した各磁場中磁場分布を Fig. 1(a)に示す。前回報告した試料の磁気像では、線材中心線に沿って二つのフィラメントに分離していたのに対し、改善されたホットプレス法で作製された今回のサンプルでは電磁氣的にモノコアに磁化している。シート電流密度分布も Fig. 1(b)に示したとおり、空間均一性が改善されていることが分かる。臨界状態モデルにより、磁化電流は臨界電流密度で流れるため、長手方向のある位置(x)での電流密度分布を幅方向に積分することで、当所における局所臨界電流(I_c)を求めた。各線材の I_c の長手位置における変化を Fig. 2 に示す。今回測定した試料では、両端において周回電流の影響を受けており、正しい I_c 分布は $5.8 \text{ mm} < x < 9.0 \text{ mm}$ で得られていると考えられる。位置 $x < 5.8 \text{ mm}$ と $x > 9.0 \text{ mm}$ では幅方向に周回する磁化電流の影響により、長手方向 I_c が低下しているがこれは測定上の問題と考えられる。線材中央付近の区間の平均値を代表的な線材の臨界電流とし、従来ホットプレス法による試料と比較したものを Fig. 3 に示す。臨界電流の値は従来のホットプレス法による値を超えていることがわかる。以上より、 I_c 値ならびに均一性も向上することから、SHPM 観察による作製手法へフィードバックの有効性と重要性が示された。また、今回得られた高い臨界電流値と優れた空間均一性は、Ba-122 線材優れたポテンシャルを示すものである。

謝辞

本研究は、JSPS と中国科学院(CAS)との二国間交流事業(共同研究)による支援を得た。

参考文献

[1] 木須ほか, 2017 年第 78 回応用物理学会秋季学術講演会.

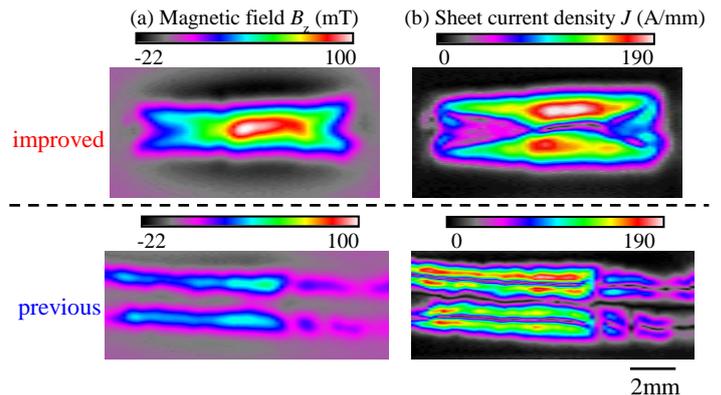


Fig. 1. Measurement result obtained by the SHPM at 5 K with the external magnetic fields with 2 T, compared with the measurement result of a Ba-122 sample fabricated by the previous Hot-press process [1]: (a) perpendicular component of the magnetic field shown by subtracting the background field and (b) magnetization current distribution.

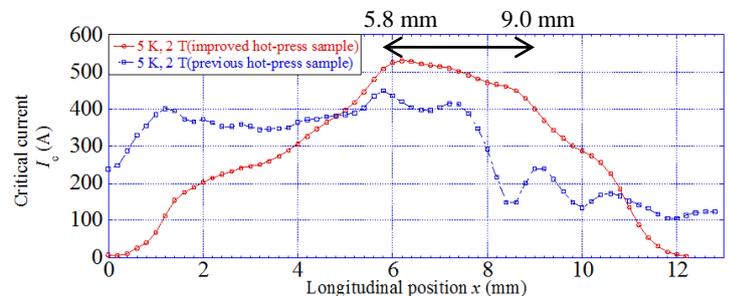


Fig. 2. Longitudinal critical current distribution estimated at 5 K with the external magnetic fields with 2 T, compared with a Ba-122 sample fabricated by the previous Hot-press process [1]

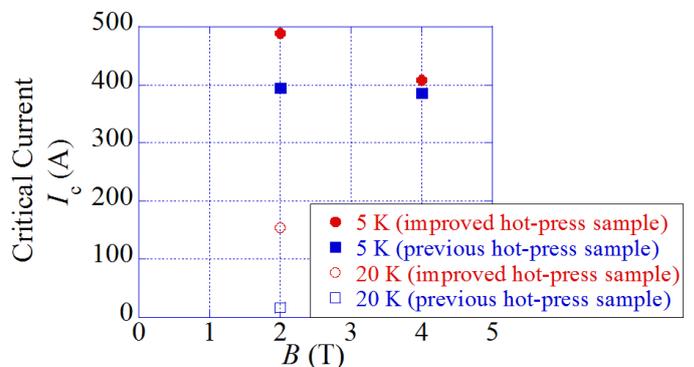


Fig. 3. Critical current vs. external magnetic field properties obtained at 5 K and 20 K by the in-field SHPM. The results of this improved hot-press sample are compared with those of a sample fabricated by the previous hot-press process.