

磁気顕微法による Co ドープ BaFe₂As₂ 薄膜の超伝導特性分布評価

Magnetic Microscopy for Spatially Characterization of Superconducting Properties in a Co-doped BaFe₂As₂ Film

九大¹, 中国科学院² ○呉 澤宇¹, 東川 甲平¹, 徐 中堂², 馬 衍偉², 木須 隆暢¹
 Kyushu Univ.¹, CAS² °Zeyu Wu¹, Kohei Higashikawa¹, Zhongtang Xu², Yanwei Ma², Takanobu Kiss¹
 E-mail: kiss@sc.kyushu-u.ac.jp

1. 背景

122 系鉄系超伝導体(IBSs)は小さい異方性、高い上部臨界磁場など優れた物性を有しており、powder-in-tube (PIT)法で簡便で線材作製できると報告された[1]。そのほか、結晶粒界において粒間電流が低下する臨界角度は銅酸化物超伝導体と比べ大きく、配向性の影響が小さい事が示されている [2]。しかし、一般に用いられる四端子法や磁化法による超伝導特性評価は、マクロスケールの平均量の観測に止まることから、特性制限因子を理解するために必要な局所的情報を得るに至っていない。そこで本研究は、空間分解能を有する磁気顕微法を用いて、Co ドープ BaFe₂As₂ (BaFe_{1.84}Co_{0.16}As₂, 以下 Ba-122 と略記)薄膜の臨界電流密度(J_c)ならびに臨界温度(T_c)の分布を明らかとした。

2. 実験方法

走査型ホール素子磁気顕微鏡(SHPM)を用いて測定した。5 mm×5 mm の Ba-122 薄膜を測定ステージにマウントさせた。同試料を目標温度に冷却後、外部磁場を印加して磁化させたのち、ホール素子を走査することで、残留磁場分布を計測した。

3. 結果・考察

試料温度 5, 8, 12 K において残留磁場の垂直成分(B_z) の空間分布を測定した。臨界状態モデルにより、試料内の磁化電流密度は J_c に相当する。各測定結果の磁場分布に対し、Biot-Savart 則の逆問題により J_c 分布を計算した。例として 5 K の B_z と J_c 分布を Fig. 1(a), (b)に示す。Fig. 1(b)から分かるように、試料右上に電流を阻害する領域が存在した。また、局所的に 7 MA/cm² の高い J_c も存在する事を確認した。この値は、本試料の SQUID による試料全体の磁化測定から得られる J_c 値に比べ 1.3 倍の値であると共に、同系列の薄膜の J_c 値としては最高値に相当する。さらに、 J_c の統計分布は HTS と同様に測定温度によらず同じ形の Weibull 関数にスケールする事 [3]を見出した。温度上昇につれて J_c 分布は形を保ちながら、低 J_c 領域にシフトしていく。次に、局所 J_c 分布の温度依存性により、 T_c 分布を求めて Fig. 2 に示した。中心部に均一な T_c 分布であったが、エッジの T_c が低下していることが分かった。以上、磁気顕微法により J_c と T_c 特性空間分布を評価でき、本薄膜が高いポテンシャルを有することを明らかとした。

謝辞：本研究は、独立行政法人日本学術振興会と中国科学院(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] Yao et al., SuST 32 (2019) 023002
 [2] Yuan et al., SuST 30 (2017) 025001
 [3] T. Kiss et al., Cryogenics 80 (2016) 221-228.

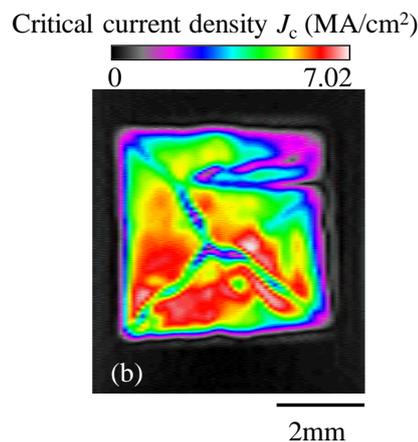
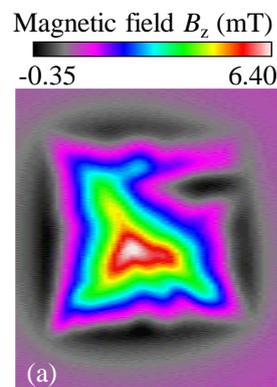


Fig. 1. (a) Remanent magnetic field distribution, B_z at 5 K based on SHPM and (b) critical current density, J_c .

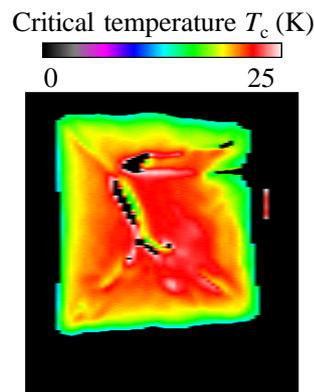


Fig. 2. Critical temperature distribution, T_c , derived from local temperature dependence of the J_c distribution.