

(Ba,K)Fe₂As₂ エピタキシャル薄膜の超伝導特性Superconducting Properties of (Ba,K)Fe₂As₂ Epitaxial Thin Films農工大工¹, 名大工², 米国国立強磁場研³, JST-CREST⁴ ○(B) 秦 東益¹, 飯田 和昌^{2,4},Chiara Tarantini³, 内藤 方夫^{1,4}, 山本 明保^{1,4}Tokyo Univ. Agricul. & Technol.¹, Nagoya Univ.², NHMFL³, JST-CREST⁴○Dongyi Qin¹, Kazumasa Iida^{2,4}, Chiara Tarantini³, Michio Naito^{1,4}, Akiyasu Yamamoto^{1,4}

E-mail: s167615u@st.go.tuat.ac.jp

鉄系超伝導体の最高の超伝導転移温度 T_c は 1111 系の 55 K であるが、応用の観点からは、異方性が小さく、粒界弱結合の問題が比較的軽微な 122 系が注目されている。本研究で取り扱う (Ba,K)Fe₂As₂ は Ba122 系の中で最高の $T_c \sim 38$ K が報告されている。今回の発表では、前回の秋季の発表に引き続き (Ba,K)Fe₂As₂ のエピタキシャル薄膜の電磁的特性を報告する。

成長基板としては CaF₂(001) を用いた。CaF₂ 基板上的 (Ba,K)Fe₂As₂ 薄膜は結晶性・超伝導特性の両方に優れる。Fe, Ba, K のフラックス量は電子衝撃発光分光と電子吸光分光を用いて制御し、As セルの温度は最適な温度 ($\sim 150^\circ\text{C}$) に設定した。(Ba,K)Fe₂As₂ は、高温で成長すると K が薄膜に取り込まれないため、超伝導薄膜が得られる成長温度は $300 \sim 400^\circ\text{C}$ の低温に限られる。今回、結晶性を最適化する目的で、上限の 400°C で成膜した。試料は X 線回折による構造解析から、エピタキシャル薄膜であることが確認され、 $T_c = 35.1$ K で超伝導転移幅 $\Delta T_c (= T_c^{0.9} - T_c^{0.1}) = 1.1$ K の鋭い超伝導転移を示した。磁化測定と輸送測定から算出された臨界電流密度 J_c の結果は、両者ともにおおよそ一致した (Fig. 1 (a))。 J_c は 4 K, 0 T 下で 22 MA/cm^2 であり、20 K, 7 T 下で 1 MA/cm^2 を維持した。磁場下の抵抗率測定の温度依存性から磁場の印加による転移幅の広がりが見られた (Fig. 1 (b))。上部臨界磁場 H_{c2} は常伝導状態の抵抗率の 90 % のときの温度 $T_c^{0.9}$ で定義し、印加磁場が 6 T 以上の測定点を用いたとき、 $dH_{c2}^{ab}/dT = -9.6 \text{ T/K}$ 、 $dH_{c2}^c/dT = -4.8 \text{ T/K}$ であり、それらの比から異方性はおおよそ 2 と見積もられた。

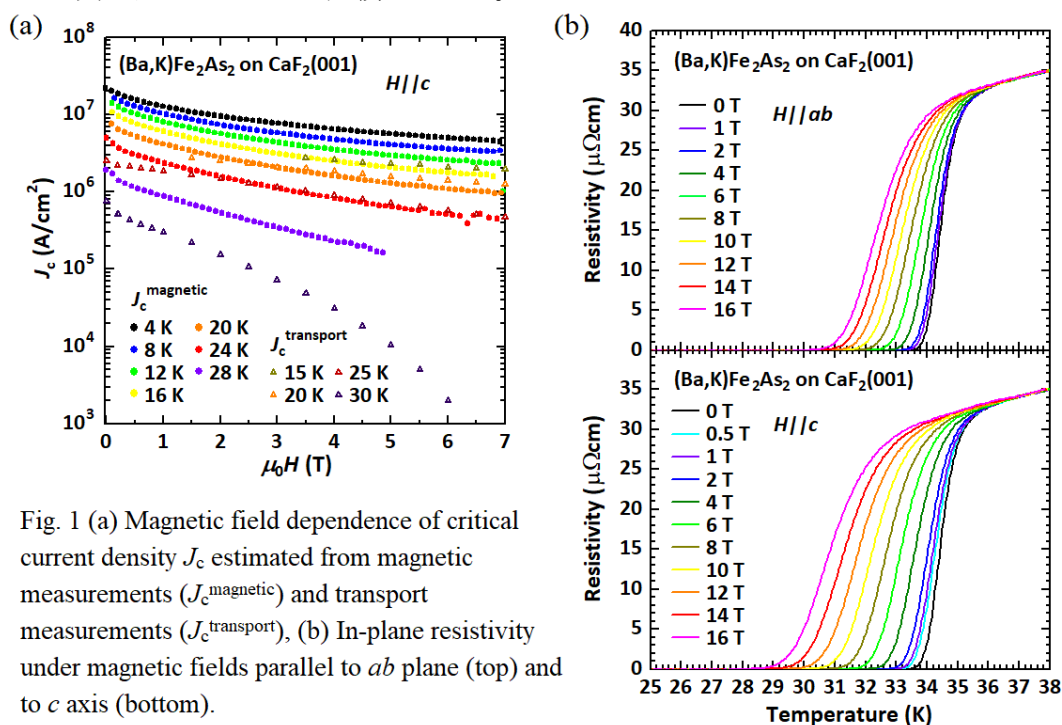


Fig. 1 (a) Magnetic field dependence of critical current density J_c estimated from magnetic measurements (J_{c}^{magnetic}) and transport measurements ($J_{c}^{\text{transport}}$), (b) In-plane resistivity under magnetic fields parallel to ab plane (top) and to c axis (bottom).

[1] 秦東益ら, 第 66 回応用物理学会秋季学術講演会, 19p-C213-14 (2019).