

Reel-to-Reel 法を用いた IBAD 基板上 P ドープ BaFe₂As₂ 薄膜線材の作製 II Fabrication of P-doped BaFe₂As₂ Coated Conductors on IBAD Substrates Using a Reel-to-Reel Deposition System II

超電導工学研究所 ○宮田成紀, 石丸喜康, 安達成司, 下出貴史, 村井佑多, 中尾公一, 田辺圭一

Superconductivity Research Laboratory ○Seiki Miyata, Yoshihiro Ishimaru, Seiji Adachi,

Takashi Shimode, Yuta Murai, Koichi Nakao, and Keiichi Tanabe

E-mail: miyata@istec.or.jp

発見後まもなく 55 K に到達した T_c (超電導転移温度) はその後期待されたようには伸びていないが、鉄系超電導体のいくつかの系が示す小さな異方性は、ピンニング特性の熱揺らぎに対する耐性を強化するため、線材応用の観点からは大きな利点である。なかでも 122 系は $\gamma \approx 1-2$ 程度の小さな異方性をもち、最近 (バルク超電導としての) T_c が 40 K を超えるものも報告されており [1]、注目に値する。実際、熱揺らぎに対する性質を特徴づけるギンツブルク数は銅酸化物系に対して 2 桁以上小さい値を示し [2]、冷凍機が利用可能な 20 K 以上の中温度領域かつ高磁場条件下においては YBCO 系に比肩することも期待できる。また、異方性が小さいことは材料としての加工性や粒界における弱結合問題についても有利な特性を示すことが期待されるため (実際、傾角粒界において臨界電流密度 J_c の減少が始まる臨界角度が大きいとされている [3])、今後、より包括的で詳細な調査が必要である。このような観点から我々のグループでは短尺試料を用いた電流特性に関する研究とともに [4,5]、鉄系超電導体の応用へ向けた可能性を探るため、線材化のための長尺プロセスの開発を進めている。前回までに Reel-to-Reel システムを備えた新規装置の導入と、同装置を用いた P ドープ BaFe₂As₂ (P-Ba122) 超電導薄膜の成膜実験およびその結果について報告してきた。IBAD-MgO をベースとする二軸配向中間層付き金属基板上に、様々な条件において P-Ba122 膜を Nd:YAG を用いた PLD (pulsed laser deposition) 法を用いて成膜し、最適な成膜条件の探索をおこなった結果、膜の単相化およびエピタキシャル成長には成功したものの、 T_c は最高でも 20 K 以下と低く、またマクロな超電導電流は確認できなかった。X 線回折測定から回折ピークの位置が期待されるよりも低角側へシフトしていることが確認されたため、主な原因として膜中における P 組成の減少が考えられた。同時に X 線回折ピークのシフトが成膜時の真空度の向上とともに改善される傾向も確認されたことから、ベーキング等によりチャンパー内の雰囲気改善に努め、改善さ

れた雰囲気において成膜をおこなったところ X 線回折強度が大幅に向上した結晶性の良い膜を得ることができた (Fig.1)。Reel-to-Reel (RTR) 機構を含むチャンパー内部の複雑な機器構成や、10 m 以上にもなる金属基板を保持するためのダミーテープ部などが残留ガスの発生源になっていたものと考えられる。超電導特性は現在評価中であるが、暫定的な値として 4 K において 10^4 A/cm² オーダーの J_c 値が得られている (静止基板上)。また、さらにリンのドーパ量を増加させるためターゲットのリン組成を増加させた試料も作製し、 J_c 特性がさらに向上することも確認できている。RTR 成膜に関しては、15 cm 長まで、均一な表面光沢をもち、ほぼ単相で結晶性も良好な試料の作製に成功している。

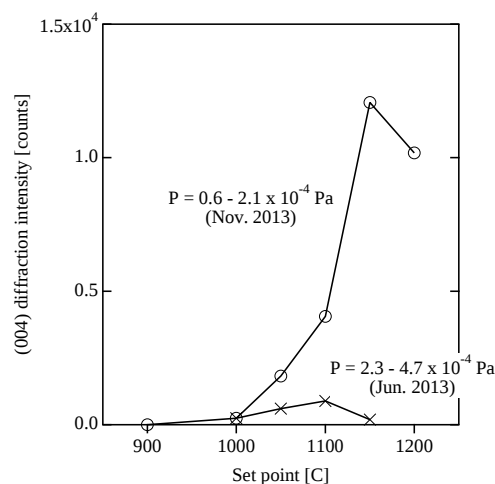


Figure 1: Setting temperature dependence of (004) x-ray diffraction intensities of the films fabricated just after installation ($P = 2.3 - 4.7 \times 10^{-4}$ Pa) and about 5 months later ($P = 0.6 - 2.1 \times 10^{-4}$ Pa).

本研究は最先端研究開発支援プログラムとして日本学術振興会の助成を受けて実施したものである。

- [1] K. Kudo *et al.*, Sci. Rep. **3**, 1478 (2013). [2] A. Gurevich, Rep. Prog. Phys. **74**, 124501 (2011). [3] T. Katase *et al.*, Nat. Commun. **2**, 409 (2011). [4] S. Adachi *et al.*, Supercond. Sci. Technol. **25**, 105015 (2012). [5] M. Miura *et al.*, Nat. Commun. **4**, 2499 (2013).