

PLD 法による IBAD-MgO 基板上への P 添加 BaFe₂As₂ 薄膜成長

PLD growth of P-doped BaFe₂As₂ thin films on IBAD-MgO substrates

東工大 応セラ研¹, 東工大 元素センター²

○佐藤 光¹, 平松 秀典^{1,2}, 神谷 利夫^{1,2}, 細野 秀雄^{1,2}

MSL Tokyo Tech¹, MCES Tokyo Tech²

○Hikaru Sato¹, Hidenori Hiramatsu^{1,2}, Toshio Kamiya^{1,2}, Hideo Hosono^{1,2}

E-mail: h_sato@lucid.msl.titech.ac.jp

【緒言】 鉄系超伝導体は、(1) 50 T を超える上部臨界磁場、(2) 小さい異方性因子 ($\gamma = 1 \sim 2$) [1]、(3) 結晶粒界における臨界電流密度 (J_c) 特性の優位性 [2] という、低温における高磁場発生マグネット用線材への応用に有利な特性をもつ。最近、基板加熱機構にレーザーダイオードを用いた 1000°C 以上で製膜が可能な製膜装置を利用することで、鉄系薄膜では磁場中で最も高い J_c を示す BaFe₂(As_{1-x}P_x)₂ のエピタキシャル成長に成功し、またその J_c の異方性が成長速度の低下に伴い小さくなることを報告した [3]。そこで本研究では実用の際用いられる金属テープ基板を用いて、超伝導薄膜線材と同様の積層構造を持つ P 添加 BaFe₂As₂ 薄膜を作製し、得られた薄膜の J_c 特性を調べたので報告する。

【結果】 イオンビームアシスト蒸着によってハステロイ上に 2 軸配向した MgO を蒸着した、IBAD-MgO 金属テープ基板(面内配向度約 4 度、iBeam Materials, Inc. 製)をテープ基板として用いた。得られた薄膜は面内 4 回対称を示し、エピタキシャル成長が確認できた。薄膜の P 濃度は 28% と、ターゲットの仕込み組成に対して約 7% 減少しており、単結晶基板上への製膜時と同じ傾向を示した。4 K における J_c の値は、自己磁場中で 1 MA/cm²、9 T で 0.1 MA/cm² であった。これらの値は同様の配向度を持つ金属テープ基板上に製膜された Ba(Fe_{1-x}Co_x)₂As₂ 薄膜 [4] のものと同等であったが、MgO 単結晶基板上に製膜された BaFe₂(As_{1-x}P_x)₂ 薄膜 [3] より約 1 桁低い値であった。印加磁場に対する J_c の角度依存性は (図 1)、 $H // ab$ 、 $H // c$ のどちらにもブロードなピークを持つことがわかり、磁束ピンニングセンターが導入されていることがわかる。12 K、3 T における J_c の最大値と最小値の比は 0.82 と MgO 単結晶基板上に製膜された BaFe₂(As_{1-x}P_x)₂ 薄膜のものと同等の特性を示し、本研究で得られた試料は現在までの鉄系薄膜線材の中で最も小さい異方性をもつ。

【参考文献】 [1] A. Yamamoto et al, Appl. Phys. Lett. 94, 062511 (2009), [2] T. Katase et al., Nat. Commun. et al., 2, 409 (2011), [3] H. Sato et al., Appl. Phys. Lett. 104, 182603 (2014), [4] T. Katase et al., Appl. Phys. Lett. 98, 242510 (2011)

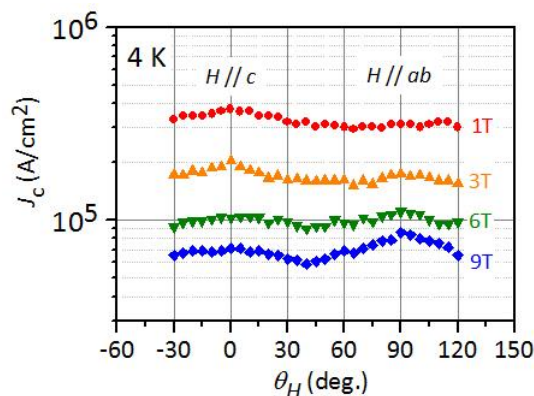


Fig.1. Angular dependence of J_c of BaFe₂(As_{1-x}P_x)₂ epitaxial films under several magnetic fields at 4 K.