

高配向 IBAD 基板上に作製した PLD-GdBa₂Cu₃O_{7-δ} 線材の磁場中臨界電流特性In-field Critical Current Property of PLD-GdBa₂Cu₃O_{7-δ} Coated Conductor
Deposited on Highly Oriented IBAD Substrate九大¹, 東北大², 超電導工研³, 井上 昌睦¹, 横溝 孝明¹, 田中 健太¹, 今村 和孝¹,
東川 甲平¹, 木須 隆暢¹, 淡路 智², 渡辺 和雄², 種子田 賢宏³, 吉積 正晃³, 和泉 輝郎³Kyushu Univ.¹, Tohoku Univ.², ISTE³, Masayoshi Inoue¹, Takaaki Yokomizo¹, Kenta Tanaka¹,
Kazutaka Imamura¹, Kohei Higashikawa¹, Takano Kiss¹, Satoshi Awaji², Kazuo Watanabe²,
Takahiro Taneda³, Masateru Yoshizumi³, Teruo Izumi³

E-mail: inoue@ees.kyushu-u.ac.jp

1. はじめに

希土類系高温超伝導線材では、結晶粒界における J_c 低減の影響を避けるため、面内配向度の高い基板が求められる。既に $\Delta\phi$ が 4° 程度の長尺配向基板がイオンビームアシスト蒸着 (IBAD) 法により得られるに至っているものの、更なる基板の高配向化が磁場中 J_c の向上にどの程度有効であるかは明らかとなっていない。

本研究では、面内配向度 1.98° を有する高配向基板上に作製した GdBa₂Cu₃O_{7-δ} 線材の磁場中臨界電流特性について詳細に調べるとともに、従来線材との比較を行い、高配向基板の有用性について検討を行った。

2. 実験

線材作製に用いた基板は、IBAD 法で作製された中間層に CeO₂ を蒸着したもので、CeO₂ の面内配向度 $\Delta\phi$ は 1.98° であった。同基板上にパルスレーザ蒸着法で膜厚 1.5μm の GdBa₂Cu₃O_{7-δ} (GdBCO) 超伝導膜を形成している。77K、自己磁場における 1cm 幅での臨界電流 I_c 値は 565A であった。同線材をマイクロブリッジ形状に加工し、磁場中臨界電流特性の詳細測定を行った。

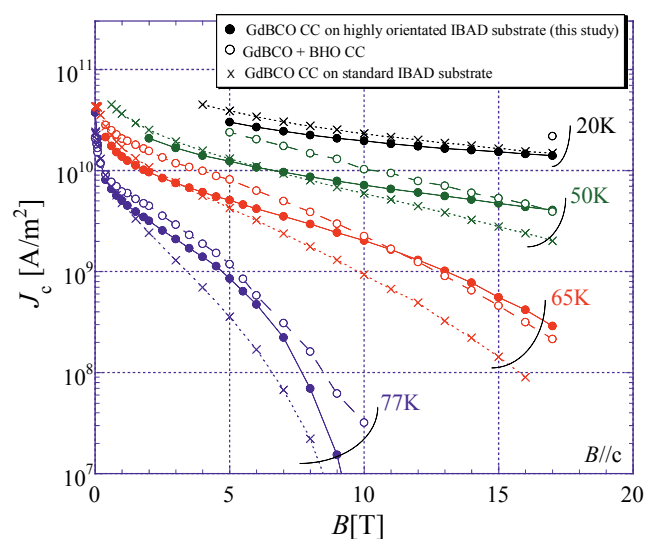
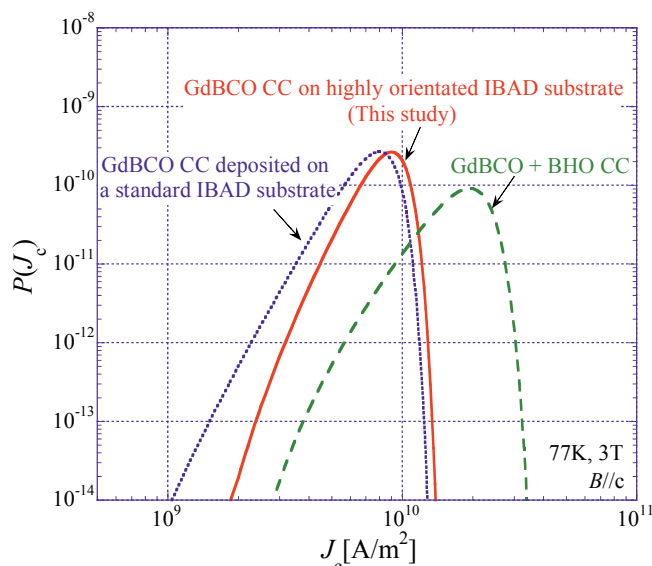
3. 実験結果及び考察

Fig.1 に実験により得られた J_c の温度・磁場依存性を示す。また、比較のため、従来の標準的な IBAD 基板上に PLD 成膜を行った 600A 級 GdBCO 線材 (点線) と、BaHfO₃ (BHO) 人工ピンを導入した GdBCO 線材 (破線) の特性も載せている [1,2]。同図に示すとおり、高配向基板上の線材では標準的な IBAD 基板上の線材に比べて、高い磁場中 J_c 値が得られている。更に、温度、磁場によっては BHO を導入した GdBCO 線材を凌駕する J_c 値が得られていることが明らかとなった。特性向上の機構を調べるため、電界-電流密度特性より J_c の統計分布を求めた結果を Fig.2 に示す。高配向基板では J_c 分布の最頻値は、ピンを導入していない GdBCO 線材 (点線) とほとんど変わらないものの、分布の最小値が上昇していることが分かる。すなわち、均一性の向上に伴ってデピニングに対するパーコレーション閾値が向上し、磁場中 J_c 値が向上したと考えられる。

以上の結果は、基板の高配向化が磁場中臨界電流特性の向上に有効であり、 $\Delta\phi$ が 4° 程度の現在の配向基板においても更なる改善の余地があることを示している。

参考文献

- [1] 井上他 第 71 回応用物理学会学術講演会, 14p-T-6 (2010)
[2] 井上他 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 17p-B7-7 (2012)

Fig.1 J_c - B - T characteristics in $B//c$ Fig.2 Statistical distribution of J_c in 3T at 77K

謝辞

本研究の一部は、経産省高温超伝導コイル基盤技術開発プロジェクト「共通基盤技術の研究開発」ならびに日本学術振興会の科研費 (24760235) の助成を得て行ったものである。