

PLD 法により IBAD-MgO 金属基板上に作製した  
ハイブリッド APC 導入 YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-x</sub> 薄膜の超伝導特性

Superconducting properties of hybrid APC incorporated YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-x</sub> thin films prepared on  
IBAD-MgO metallic substrate by PLD method

九工大<sup>1</sup>, 電中研<sup>2</sup>, 超工研<sup>3</sup> ○原 和輝<sup>1</sup>, 河村 武宏<sup>1</sup>, 堀出 朋哉<sup>1</sup>, 松本 要<sup>1</sup>,  
一瀬 中<sup>2</sup>, 吉積 正晃<sup>3</sup>, 和泉 輝郎<sup>3</sup>, 塩原 融<sup>3</sup>  
KIT<sup>1</sup>, CRIEPI<sup>2</sup>, ISTECSRL<sup>3</sup>

K. Hara<sup>1</sup>, T. Kawamura<sup>1</sup>, T. Horide<sup>1</sup>, K. Matsumoto<sup>1</sup>, A. Ichinose<sup>2</sup>,  
M. Yoshizumi<sup>3</sup>, Teruo Izumi<sup>3</sup>, Y. Shiohara<sup>3</sup>  
e-mail: na0045h@post.matsc.kyutech.ac.jp

はじめに YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-x</sub>(YBCO)は、臨界温度( $T_C$ )が液体窒素よりも高く、また、磁場中での臨界電流密度( $J_C$ )が高いことから、65-77 Kでの磁場応用に向けた超伝導材料として期待されている。しかし、実用化にあたっては、高度な結晶配向技術と量子化磁束のピン止めが必要となる。そのため、無配向の金属テープ上に希ガスイオンビームを照射することで、金属テープ上に二軸配向した中間層を形成するイオンビームアシスト蒸着(IBAD)法といった結晶配向技術と量子化磁束のピン止めのために、超伝導薄膜内に適切なピン止め点を導入する方法でこの課題を解決することが重要となる。従来、人工ピン止め点(APC)としては、BaSnO<sub>3</sub>(BSO)が導入されてきたが、磁場方向と方向が一致しない場合、強いピン止め力を発揮できないという課題があった。そこで本研究では IBAD-MgO 基板上に、パルスレーザー蒸着 (PLD) 法によって BSO と磁場がどの方向から入ってきても磁束をピン止めすることが考えられる Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> のハイブリッド APC ドープ YBCO 薄膜を作製し、ハイブリッド APC が YBCO 薄膜の超伝導特性にどのような影響を及ぼすかについて調べた。

**実験方法** 薄膜の作製には PLD 法を用い、透過型電子顕微鏡(TEM)による断面観察、X 線回折(XRD)による結晶配向性の評価、四端子法による超伝導特性の評価を行った。

**実験結果と考察** 臨界電流密度の磁場依存性( $J_C$ -B)を評価する為に、四端子法を用いて 0~9T の磁場中において  $J_C$  を測定した。77 K における測定結果を Fig. 1(A, B)に示す。A は YBCO+2 wt%BSO に Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> をドープしたもので、B は YBCO+4 wt%BSO に Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> をドープしたものである。77 K 0 T においてすべての試料で 1 MA/cm<sup>2</sup> を超える  $J_C$  を持つ特性の高い薄膜を作製することができた。傾向としてはすべての試料において磁場に対し単調に  $J_C$  が減少していることが確認できる。また、低磁場側では APC ドープ量が少ない試料の方がより高い  $J_C$  を持つが、高磁場側では APC ドープ量が多い試料の方がより高い  $J_C$  を持つことが確認できる。低磁場側で APC 導入試料の  $J_C$  が低下する要因としては、APC は常伝導介在物であるため超伝導電流の流れを妨げてしまうこと、また APC が導入されることにより YBCO 部分において配向性の乱れが生じたことが考えられる。また、BSO ドープのみと BSO と Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> のハイブリッドドープを比較すると、ハイブリッドドープのほうが高磁場中において高い  $J_C$  をもつことがグラフより確認できる。この結果より、ハイブリッドドープのほうが柱状 APC 間に発生するキンクを球状 APC がピン止めを行ったため磁束のピン止めが有効に働いたと考えられる。

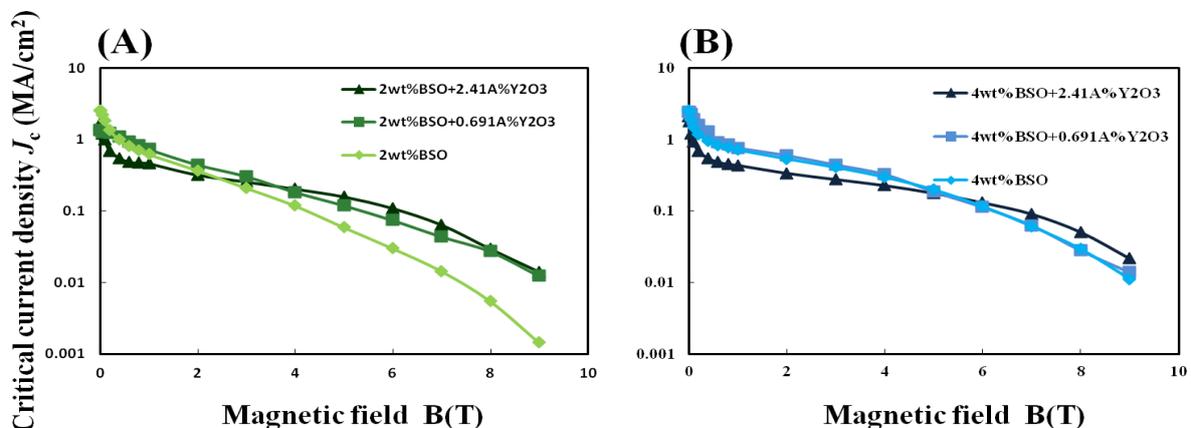


Fig. 1 YBCO 薄膜の  $J_C$  磁場依存性(A) YBCO+2 wt%BSO に Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> をドープ(B) YBCO+4 wt%BSO に Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> をドープ