

成長制御したナノ粒子と YBCO からなる多層膜の J_c 特性

J_c Properties in Multilayer Films Composed of YBCO and Growth Controlled Nanodots

○末吉 哲郎, 上瀧 哲也, 浦口 雄世, 牧原 隆博, 末永 桃太郎, 藤吉 孝則 (熊大工)

○Tetsuro Sueyoshi, Tetsuya Kotaki, Yusei Uraguchi, Takahiro Makihara,

Momotaro Suenaga, Takanori Fujiyoshi (Kumamoto Univ.)

E-mail: tetsu@cs.kumamoto-u.ac.jp

1. はじめに

希土類系高温超伝導体 $\text{REBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ を用いたコト線材応用の普及を進めるためには、広範囲の磁場方向で均一に高い臨界電流密度 J_c を示すことは不可欠要素の一つである。これを実現する手段の一つとして、等方的なピン力を有する 3 次元ピンによる強い磁束ピンニング特性の構築は、その単独導入はもとより 1 次元ピンとの複合導入においても重要である[1]。

本研究では、ピン物質と $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ からなる擬似多層膜を作製することで、3 次元ピンの磁束ピンニング特性におけるピン物質 (BaSnO_3 , Y_2O_3)、基板温度、そして 3 次元ピンの空間分布の影響について調べた。

2. 実験および結果

擬似多層膜は、KrF エキシマレーザーを用いた PLD 法において、ターゲット交換法により SrTiO_3 基板上に作製した。ピン物質を堆積するためのターゲットには、市販の BaSnO_3 , Y_2O_3 バルクをそれぞれ用いた。基板温度 T_s ($= 750^\circ\text{C}$ or 770°C) において、YBCO 層を堆積した後ピン物質 BaSnO_3 または Y_2O_3 を m パルスで堆積し、これを n 回繰り返して積層した試料をそれぞれ $B(m, n)T_s$, $Y(m, n)T_s$ と定義する。作製した擬似多層膜の膜厚は $320 \sim 430 \text{ nm}$ であった。 J_c の磁場角度依存性の評価では、通電法を用いて電流と常に直交するように磁場を印加し、磁場と c 軸のなす角度 θ とした。

Fig.1(a)に、77.3 K, 1T での基板温度 750°C で作製した 100 層の多層膜における J_c の磁場角度依存性を示す。ドーピング無しの YBCO 薄膜と比較して、 BaSnO_3 , Y_2O_3 を導入した多層膜は全磁場方向で高 J_c へ平行移動した磁場角度依存性を示している。基板温度が 770°C の場合には、ドーピング有無に関わらず全ての試料で、 c 軸方向を中心にブロードなピークを示している (Fig.1(b))。また、ピン物質間の J_c の差が顕著に現れ、 BaSnO_3 ドープ試料において全磁場方向で最も高い J_c を示している。高い基板温度では、薄膜中に Y-Cu-O ナノ粒子が析出することに加え[2]、ドーピングしたピン物質も径の大

きいナノ粒子として析出する。このようなナノ粒子の径がコヒーレンス長より大きい場合、 c 軸方向にブロードな J_c のピークを形成することが報告されている[3]。

Fig.1(c)に、同じドーピング量でピン物質の一層あたりの堆積量を多くした 10 層の多層膜の J_c の磁場角度依存性を示す。基板温度 770°C に関わらず、ドーピング試料では c 軸方向での J_c のピークは消失し、一方、 ab 面方向でより急峻な J_c のピークとなり、特に BaSnO_3 ドープ試料において顕著に表れていることがわかる。

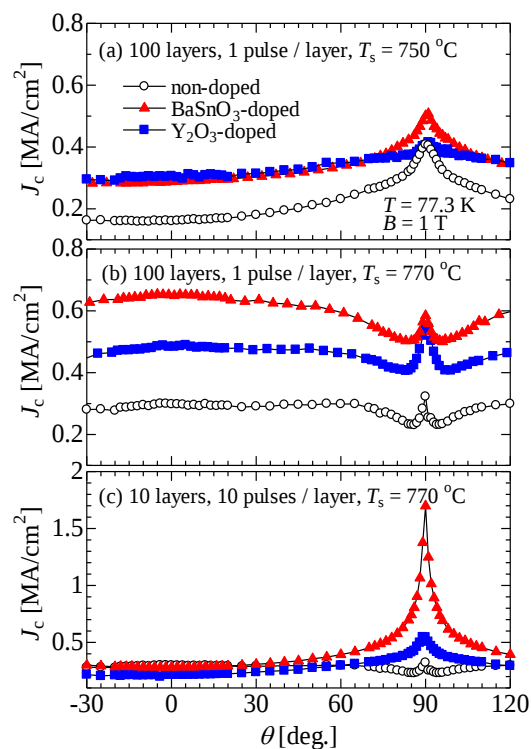


Fig.1 Angular dependences of J_c in YBCO-based multilayered films (77.3 K, 1 T).

参考文献

- [1] T. Sueyoshi *et al.*, Physica C 494 (2013) 153.
- [2] D. M. Feldmann *et al.*, APL 91 (2007) 162501.
- [3] H. Yamasaki *et al.*, SUST 21 (2008) 125011.