

ナノ粒子の空間分布による YBCO 薄膜の J_c の異方性の制御

Control of J_c Anisotropy in YBCO Films by Spatial Distribution of Nano-Particles

○末吉 哲郎, 浦口 雄世, 末永 桃太郎, 古澤 隆章, 藤吉 孝則 (熊大工)

○Tetsuro Sueyoshi, Yusei Uraguchi, Momotaro Suenaga, Takaaki Furusawa

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 $\text{REBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ コート線材を用いた応用の普及を進めるためには、広範囲の磁場方向において均一で高い臨界電流密度 J_c を示すことが大きな鍵の一つとなる。一般にナノ粒子のような 3 次元ピンは、等方的なピン力を示すために全磁場方向で J_c の改善に寄与するが、元々の J_c の異方性が強いために、完全な異方性の解消にいたっていない[1]。

我々はこれまで、 $\text{BaSnO}_3/\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ 擬似多層膜において BaSnO_3 ナノ粒子の成長制御により、 J_c の磁場角度依存性に対するナノ粒子の径や空間分布の影響について調べてきた[2]。今回、ナノ粒子の(i)ランダム分布と(ii)層状分布を組み合わせた空間分布を用いることで、ナノ粒子の磁束ピンニング特性に異方性を付加し、 J_c の磁場角度依存性に対する影響について調べた。

2. 実験および結果

$\text{BaSnO}_3/\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ 擬似多層膜は、PLD 法におけるターゲット交換法により、 SrTiO_3 基板上に作製した[2]。ピン物質を堆積するためのターゲットには、 BaSnO_3 バルクを用いた。YBCO 層を堆積した後にピン物質 BaSnO_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 $B(m, n)$ とする。今回 BaSnO_3 ナノ粒子が空間的にランダム分布した試料として $B(1, 100)$ 、および層状分布した試料として $B(10, 10)$ を用意した。更に、これらを組み合わせた試料として、YBCO 層 100 層に対し、 BaSnO_3 ナノ粒子を 10 層毎に 10 パルス、残り 90 層は 1 パルスで堆積した多層膜 $B(1,90)+(10,10)$ を作製した。作製した多層膜の膜厚はそれぞれ約 320 nm である。

Fig. 1 に、 J_c の磁場角度依存性を示す (65 K, 1 T)。 $B(1, 100)$ では、pureYBCO と比較して全磁場方向で高い J_c を示し、 $B \parallel c$ を中心としたブロードなピークがみられる。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]。これより、 $B(1,100)$ では BaSnO_3 が径の大きい 3 次元ピンとして有効に磁束ピンニング作用していることを示している。

一方、 $B(10, 10)$ では ab 面方向において著しく J_c が高い、急峻なピークを示すが、 c 軸方向の J_c は pureYBCO より下回っている。これは、 ab 面方向に沿って面内分布した BaSnO_3 が $B \parallel ab$ では 2 次元ピンとして作用するが、 $B \parallel c$ では磁束線の運動を促す常伝導層として作用するためと考えられる。

これらに対し、 $B(1, 90)+(10, 10)$ の J_c は、まず全磁場方向で pureYBCO より高くなっている。また、 $B \parallel ab$ では $B(10, 10)$ と同程度の J_c を示し、その近傍では全ての試料の中で最も高い値を示している。一方、 $B \parallel c$ では $B(1, 100)$ でみられるような J_c のピークは示さず、最小値となっている。以上より、 ab 面方向に沿った BaSnO_3 の面内分布は、 $B \parallel ab$ には強いピン止め作用を示す一方で、 $B \parallel c$ での磁束ピンニングを妨げる作用を示唆している。

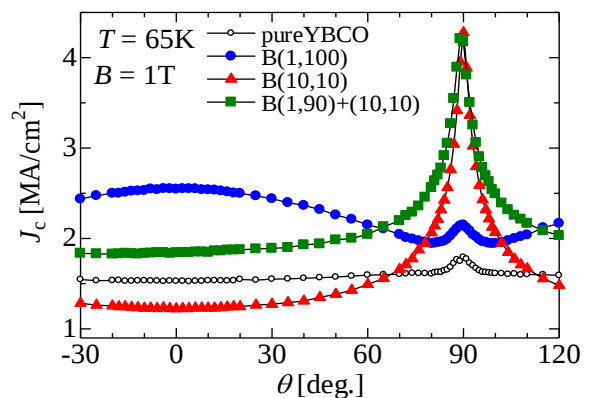


Fig.1 Angular dependences of J_c in YBCO-based multilayered films (65 K, 1 T).

参考文献

- [1] A. A. Gapud *et al.*, SUST 18 (2005) 1502.
- [2] T. Kotaki *et al.* Physica C 518 (2015) 63.
- [3] H. Yamasaki *et al.*, SUST 21 (2008) 125011.