

BaSnO₃ ナノロッドと空間分布制御した Y₂O₃ ナノ粒子を含む YBa₂Cu₃O_y 薄膜のピンニング特性

Flux Pinning Properties in YBa₂Cu₃O_y Thin Films with BaSnO₃ Nano-rods and Spatially-controlled Y₂O₃ Nano-particles

熊大工 〇末吉 哲郎, 戸木田 裕貴, 藤吉 孝則, 光木 文秋, 池上 知顯

Kumamoto Univ., 〇Tetsuro Sueyoshi, Yuuki Tokita, Takanori Fujiyoshi,

Fumiaki Mitsugi, Tomoaki Ikegami

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

1. はじめに

高温超伝導体において, ナノロッドのような 1 次元ピンはピンに沿った磁場方向において臨界電流密度 J_c の飛躍的な向上を図ることができる. 一方, ナノ粒子のような 3 次元ピンは全磁場方向で等方的なピン止め作用を有する. この両者の利点を組み合わせ, 広範囲の磁場方向で高 J_c 化を実現する手段として, 1 次元ピンと 3 次元ピンを同時に導入したハイブリッド磁束ピンニングが最近注目されている^{1,2)}.

本研究では, BaSnO₃ ナノロッドを含む YBa₂Cu₃O_y 層と Y₂O₃ 擬似層からなる擬似多層膜を作製することで, Y₂O₃ ナノ粒子の空間分布制御を試み, ハイブリッド磁束ピンニングに与える影響について調べた.

2. 実験および結果

擬似多層膜は, ターゲット交換法による PLD 法を用いて SrTiO₃ 基板上に作製した. ターゲットには, BaSnO₃ の含有量 3 vol.% をドーピングした YBa₂Cu₃O_y と Y₂O₃ バルクを用いた. エネルギー密度 1 J/cm², 繰り返し周波数 5 Hz の KrF エキシマレーザーを用いて, 酸素雰囲気ガス 300 mTorr の下で基板温度 790 °C にて成膜した. 擬似多層膜の作製では, YBCO 層を堆積した後に Y₂O₃ 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 Y(m, n) と定義する. 参照試料として, BaSnO₃ のみをドーピングした試料 (BSO) と YBCO 薄膜 (non-doped) を用意した. ここで, 全ての試料において YBCO 層の総堆積パルス数は 3600 パルス, 膜厚は 300 ~ 400 nm である. これらの成膜後に 600 Torr の酸素雰囲気中で室温まで自然冷却した. J_c の磁場角度依存性の評価では, 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, 65 K, 1 T における J_c の磁場角度依存性を示す. $B \parallel c$ 付近では, BSO と Y(1, 100) が高い J_c を示している. 一方, 30° 付近から $B \parallel ab$ にかけては, Y₂O₃ をドーピングした試料におい

て, 高い J_c を示している. 特に, $B \parallel ab$ では no-doped と比較して BSO は J_c が低下しているが, Y₂O₃ の擬似層をもつ試料では, BaSnO₃ ドープによる J_c の低下が抑えられている. これらの結果は, Y₂O₃ ナノ粒子が $B \parallel c$ 方向以外でも有効にピン止め作用し, 特に $B \parallel ab$ では, 試料の構造により面状に分布した Y₂O₃ ナノ粒子が擬似的な 2 次元ピンとしてピンニングに寄与していると考えられる.

一方, 高い磁場 (5 T) では, BSO と比較して Y₂O₃ をドーピングした試料では J_c の急激な減少がみられる. ただし, Y(10,10) では J_c の減少は比較的小さい. これは, 同じドーピング量でも Y₂O₃ ナノ粒子の空間分布の構造に依存して, BaSnO₃ ナノロッドの方向分散に影響を与えていることを示唆している.

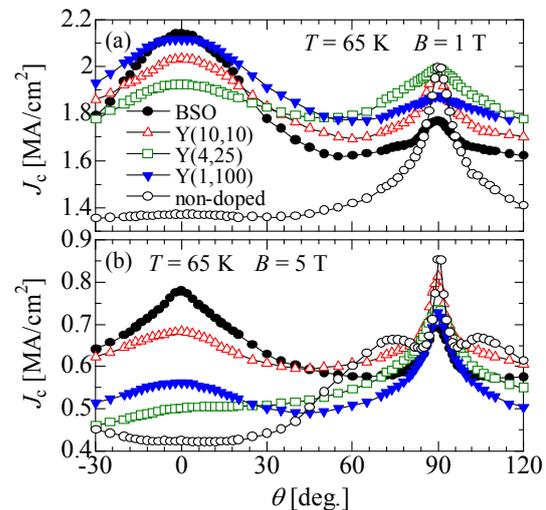


Fig.1 Angular dependences of J_c in YBa₂Cu₃O_y thin films with different pinning centers.

参考文献

- [1] T. Horide *et al.* Supercond. Sci. Technol. Supercond. Sci. Technol. 26 (2013) 075019.
- [2] T. Sueyoshi *et al.* Physica C 494 (2013) 153.