

学生番号	09232020	氏名	大橋 愛一郎
論文題目	PLD 法 Gd 系超伝導コート線材のピン形状の違いによる臨界電流密度の印加磁界角度依存性への影響に関する研究		

1. はじめに

REBCO 超伝導コート線材 (RE:希土類) は高温、高磁界下においても高い臨界電流密度 J_c を持つことから液体窒素温度下での機器や高磁界マグネットへの利用が期待されている。REBCO 超伝導コート線材は異方的な結晶構造を持つため、 J_c は印加磁界方向により異方性を持つことが知られている[1]。さらに、現在作製されている線材はテープ形状であり、応用機器利用においては様々な方向から磁界が加わるために、応用機器に沿った特性改善が必要である。この J_c は、磁束線がローレンツ力を受けて動こうとするのをピンで止める磁束ピンニング機構によりもたらされる。現在、 J_c 値の増加やその異方性の低減のために人工ピンの導入が試みられている。特に等方的な粒状の人工ピンや c 軸方向に成長したロッド状の人工ピンの導入が行われているが、まだ十分な特性は得られていない。

本研究では、 J_c 特性向上のため、添加するピンが違ふコート線材の J_c の角度依存性を測定し、ピンの違いが J_c 特性へどのように影響を与えるかを調べた。

2. 実験

測定試料は PLD 法により作製された $GdBa_2Cu_3O_x$ コート線材で、人工ピンなし、BHO ピン及び BZO ピンを導入した3つのコート線材である。結晶の c 軸はコート線材の広い面に対して、垂直に配向しており、人工ピンは c 軸方向にロッド状に成長している。このコート線材は国際超伝導産業技術研究所センターから提供して頂いた。各試料の超伝導層の厚さ d と臨界温度 T_c を表 1 に示す。電流量を抑えるために試料をマイクロブリッジ加工後、液体窒素温度 77.3 K で直流四端子法を用いて $E-J$ 特性を測定し、 $E_c = 1.0 \times 10^{-4} [V/m]$ で J_c を決定した。印加磁界はテープ面に対して垂直方向を $\theta = 0^\circ$ として定義した。

表 1 試料諸元

試料	人工ピン	超伝導層厚 $d [\mu m]$	臨界温度 $T_c [K]$
#1	-	2.6	91.4
#2	BHO	2.5	89.7
#3	BZO	2.4	89.8

3. 結果及び考察

図 1 に各試料の $J_c - \theta$ 特性を示す。#1 の試料において $\theta = 90^\circ$ 付近で大きく J_c が上昇しているのは ab 平面に対して平行な積層欠陥により強くピン止めされるためである。また、ピークの程度の違いはあるが、人工ピン入りにおいても同様なピークが確認できる。#1 に比べ J_c 値が劣化しているのは、人工ピンの導入により積層欠陥の成長が抑制されるためである。

一方で、 $\theta = 0^\circ$ 付近では人工ピンを導入することにより大きな J_c が得られており、人工ピンがこの温度磁界領域で有効に作用していることがわかる。また、BZO より BHO の方が J_c のピークが大きく、 c 軸に平行方向の磁界下では BHO の人工ピンの方が有利であることがわかる。一方で、人工ピンを導入していない#1 の $\theta = 0^\circ$ 近傍においても J_c が増加しており、これはらせん転位等の成膜時に導入されるピンによるものと考えられる。さらに、 $\theta = 30^\circ \sim 50^\circ$ の領域においても#1 に比べて J_c は向上しており、ロッド状の人工ピンでもこの領域の J_c 特性を大きく向上させることができることがわかる。

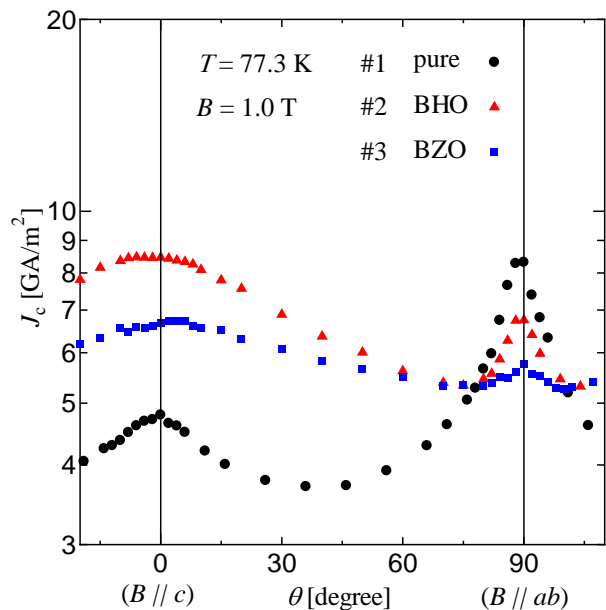


図 1 各試料の $J_c - \theta$ 特性

参考文献

1) K. Watanabe, S. Awaji and T. Fukase: Synthetic Metals 71 (1995) 1585