

学生番号	10674015	氏名	鯉田 貴也
論文題目	ナノロッドを導入した PLD 法 GdBCO コート線材の臨界電流に及ぼす超伝導層厚の影響		

### 1. はじめに

REBCO(RE:希土類)コート線材は、高温、高磁界で高い臨界電流密度が得られることから電力機器への応用が期待されている。実用化に向けて、臨界電流密度  $J_c$  の更なる改善が求められている。この  $J_c$  向上には磁束線がローレンツ力を受けて動くのを止めるピン力特性を向上させる必要がある。このピン力向上のために、超伝導層に人工的にピンを導入することが試みられている。特に PLD(Pulsed Laser Deposition)で作製したコート線材の場合は、結晶の  $c$  軸方向にナノオーダーのロッド状のピンを導入でき、 $J_c$  が向上することが知られている。一方で、 $J_c$  は超伝導層の厚さ  $d$  の影響も受けることから、今後の特性改善のためにもこのナノロッドピンと超伝導層の厚さ  $d$  の関係を明らかにする必要がある。本研究では、超伝導層の厚さが異なるナノロッドピンを導入した PLD 法 GdBCO コート線材の  $J_c$  の印加磁界角度依存性の測定結果から、ナノロッドピンと超伝導層の厚さが臨界電流特性にどのような影響を与えるかを明らかにした。

### 2. 実験

今回測定した試料は PLD 法で作製された、超伝導層厚が  $1.0 \mu\text{m}$ 、 $2.5 \mu\text{m}$  のナノロッドピンありとなしの計 4 種類の  $\text{GdBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$  コート線材である。試料の諸元を表 1 に示す。 $J_c$  の評価は直流四端子法を用いた。また、試料は通電による発熱を抑えるために幅  $w=100 \mu\text{m}$ 、長さ  $l=1.0 \text{mm}$  のマイクロブリッジ形状に加工した。測定は東北大学金属材料研究所附属強磁場超伝導材料研究センターの 20 T マグネットを使用して測定を行った。試料に加える磁界は  $c$  軸方向に平行、すなわち、広い面に対して垂直方向に磁界を印加したときを  $\theta=0^\circ$  とし、広い角度で測定を行った。尚、 $J_c$  は  $E_c=1.0 \times 10^{-4} \text{V/m}$  の電界基準で決定した。

表 1: 試料諸元

試料	$d (\mu\text{m})$	$T_c (\text{K})$	ピン
#1	1.0	92.1	なし
#2	1.0	90.4	あり
#3	2.5	92.1	なし
#4	2.5	90.5	あり

### 3. 結果及び検討

図 1 に #2 と #4 の 77.3 K における  $J_c-\theta$  特性を示す。超伝導層の厚さの違いに注目してみると、 $\theta=0^\circ \sim 70^\circ$  の範囲では、超伝導層の厚い試料 #4 の

方が高い  $J_c$  値を示している。ナノロッドピンは、 $c$  軸方向に成長しやすいが、厚膜化していくとその成長方向にずれが生じてくる。つまり、超伝導層の厚い試料では、ナノロッドの成長方向が  $c$  軸からずれて広がる。その為、薄い試料に比べて広い範囲でナノロッドピンが作用し、 $J_c-\theta$  特性は緩やかな特性となる。尚、ピンのない試料では  $\theta=0^\circ$  近傍では、#2 及び #4 で見られるような緩やかなピークはなく、 $\theta=90^\circ$  から  $0^\circ$  に向かって単調に減少する。

一方、 $\theta=90^\circ$  近傍においては、超伝導層の薄い試料の方が  $J_c$  値が高く鋭いピークとなる。一般的に、高温超伝導体は層状構造を有しているため、積層欠陥が成長しやすい。 $\theta=90^\circ$  付近ではこの積層欠陥がピンとして作用するが、超伝導層が厚くなるにつれて、この積層欠陥が不均一になる。厚い試料の  $J_c$  は薄い試料に比べて、低く緩やかな特性となる。

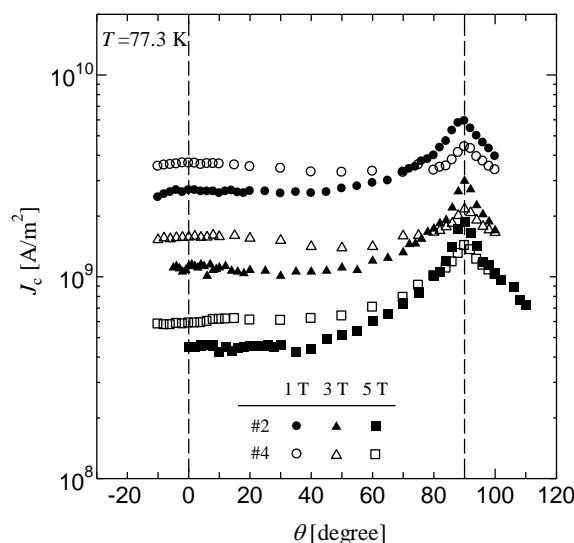


図 1: #2 と #4 の 77.3 K における  $J_c-\theta$  特性

#### [謝辞]

本研究は、イットリウム系超伝導電力機器技術開発の一環として、ISTEC を通じて NEDO からの委託を受けて実施したものである。

#### [研究業績]

- (1)低温工学・超伝導学会(2010 春、秋、2011 春、秋)
- (2)応用物理学会(2010 春、2010 秋、2011 秋)
- (3)International Symposium on Superconductivity(2010、2011)
- (4)低温工学 九州西日本支部研究会(2010)
- (5)応用物理学会九州支部(2009)