

PLD 法により作製された GdBCO コート線材の臨界電流密度特性の印加磁界角度依存性

木内研究室 09232207 桑原 政成

1. はじめに

REBCO コート線材 (RE: 希土類元素) は高い臨界温度 T_c と高磁界下での高い J_c 特性を有していることから、高温・高磁界中での応用が期待されている。特に RE を Gd で置き換えた GdBCO コート線材は YBCO コート線材よりも高磁界中での J_c が向上することが分かっている。現在このコート線材を用いて期待される超伝導応用機器に超伝導コイルがあるが、この場合は線材に様々な方向から磁界が加わることになる。しかしながら、REBCO コート線材の J_c には印加磁界に対する大きな異方性があることが知られている¹⁾。具体的には、印加磁界の方向が c 軸に平行な場合に比べ a - b 面に平行な場合の方が J_c は大きくなることがわかっている。この現象の原因としては、コート線材として用いられる銅酸化物超伝導体の結晶構造が大きく関わっていることが知られている。しかし、その詳しいピンニング機構については詳細に議論されていない。よって本研究では、優れた J_c 特性と長尺化が得られる PLD(Pulse Laser Deposition)法によって成膜を施した GdBCO コート線材について、その臨界電流密度特性の印加磁界角度依存性について調べた。

2. 実験

本研究で用いた試料の諸元を Table 1 に示す。この試料は PLD 法により作製された GdBCO コート線材である。なお、試料の臨界温度 T_c は SQUID 磁力計で測定したものである。直流四端子法による測定を、東北大学金属材料研究所付属強磁場超伝導材料研究センターの 20T 級マグネットを用いて行った。印加磁界の方向はコート線材の広い面に対して垂直、すなわち c 軸方向を $\theta=0^\circ$ と定義した。また、 J_c は $E_c = 1.0 \times 10^4$ V/m の電界基準を用いて、 n 値は $E = 1.0 \times 10^4 \sim 1.0 \times 10^3$ V/m の範囲でそれぞれ決定した。

Table 1: Specification of specimens

specimen	Thickness d (μm)	T_c (K)
#1.0	1.0	92.1
#2.5	2.5	92.1

3. 結果および検討

Fig. 1 に 77.3 K における試料#1.0, #2.5 の J_c - θ 特性を示す。どちらの試料においても a - b 平面方向、つまり $\theta=90^\circ$ 付近に J_c のピークが見られ、薄い試料である#1.0 の方がその変化はより大きいことが確認できる。これは、この磁界方向で有効となるピンの導入を示唆するものであり、このピンとしては積層欠陥等が考えられる。また、 $\theta=0 \sim 70^\circ$ にかけては J_c の変化は緩やかとなる。この原因の一つとして、磁界方向の超伝導層厚の変化が寄与しているものと考えられる。

Fig. 2 に J_c の異方性である J_c^{ab}/J_c^c の磁界依存性を示す。ここで、 J_c^c, J_c^{ab} はそれぞれ $\theta=0^\circ, 90^\circ$ のときの J_c の値であ

る。全ての磁界領域において厚い試料である#2.5 の方が J_c の異方性は小さくなっている。したがって、超伝導コイルへの応用を考えた場合、超伝導層が厚い方が有利であるといえる。

この測定結果に対して、磁束クリープフローモデルによる解析を行った。解析の詳細については当日報告する。

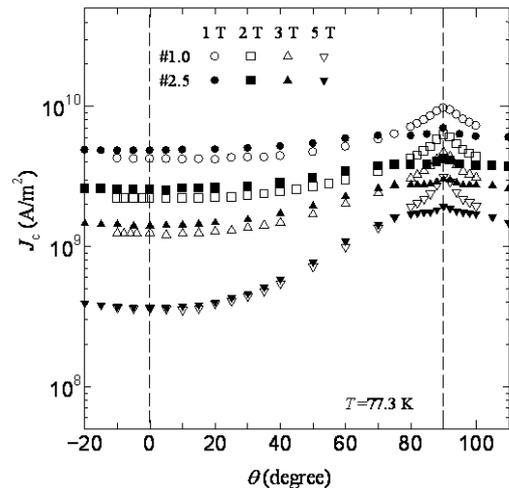


Fig. 1 77.3 K における試料#1.0, #2.5 の J_c - θ 特性

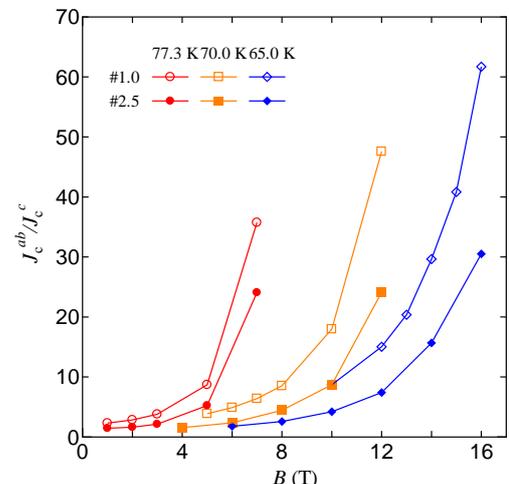


Fig. 2 J_c^{ab}/J_c^c の磁界依存性

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 から委託を受けて実施したものである。

参考文献

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