

学生番号	09232067	氏名	藤原 友作
論文題目	PLD 法により作製された GdBCO 超伝導コート線材の低温領域における磁化緩和特性		

1. はじめに

GdBCO (Gd-Ba-Cu-O) 超伝導コート線材は、磁界中、特に高磁界において優れた臨界電流密度特性を示すことが知られている[1]。中でも、比較的取り扱いが容易な、Ni クラッド基板を用いた長尺線材の開発が期待されている。このコート線材の応用機器の一つに、SMES (Superconducting Magnetic Energy Storage) と呼ばれる、超伝導磁気エネルギー貯蔵装置がある。この SMES の動作環境としては、20 K、10 T が想定されるが、やはり、この温度領域においても、磁束クリープの影響が顕著で、臨界電流密度 J_c は大きく減少する。したがって、この温度領域での J_c 特性と磁束クリープの影響を、把握する必要がある。また、Ni クラッド基板と超伝導層の間の中間層を CeO_2 から Y_2O_3 に変更することにより、高温領域での J_c 特性が向上することも明らかになっている[2]。したがって、本研究では、PLD 法により作製された GdBCO コート線材において、超伝導層の厚さ及び中間層の違いが、20 K での J_c 特性、及び磁化緩和特性に、どのような影響を及ぼすかを調査した。

2. 実験

本研究で用いた試料は、住友電気工業株式会社が作製した、配向 Ni クラッド基板 PLD 法 GdBCO 超伝導コート線材である。中間層として、上層からそれぞれ CeO_2 (60 nm)、YSZ (260 nm)、 CeO_2 (170 nm) もしくは Y_2O_3 (120 nm) を積層したものをを用いた。なお、それぞれの中間層に対して、超伝導層の厚さ d を 1.04~3.12 μm の間で変化させた。用いた試料の超伝導層の厚さ d と、SQUID 磁力計を用いて直流磁化から評価した臨界温度 T_c を、表 1 に示す。

表 1 試料諸元

試料	中間層	d [μm]	T_c [K]
#1	CeO_2	1.04	92.4
#2		2.08	92.4
#3		3.12	92.9
#A	Y_2O_3	1.04	92.6
#B		2.08	92.2
#C		3.12	92.4

J_c - B 特性は SQUID 磁力計を用いた磁化曲線から求めた。また、見かけのピンニング・ポテンシャル U_0^* も、磁化の対数時間緩和率から評価した。なお、全ての測定において、磁界はコート線材の広い面に対して垂直に加え、温度は 20 K で測定した。

3. 結果及び解析

20 K における J_c - B 特性を、図 1 に示す。図より、低磁界領域において、両中間層の試料とも超伝導層の厚さの増加に伴い、 J_c が減少している。これは、厚さの増加に伴う、配向の乱れに起因するものと考えられる。また、中間層別に比較すると、 Y_2O_3 中間層の方が、高い J_c を示している。この原因として、

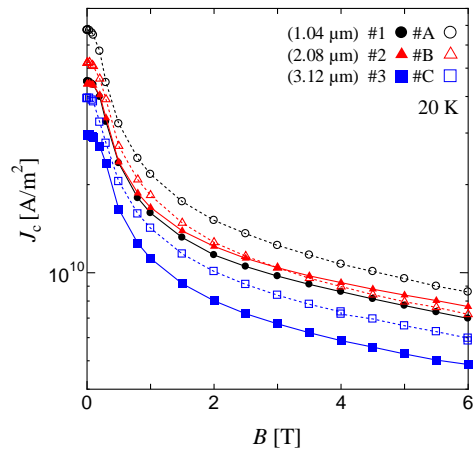


図 1 20 K における J_c - B 特性

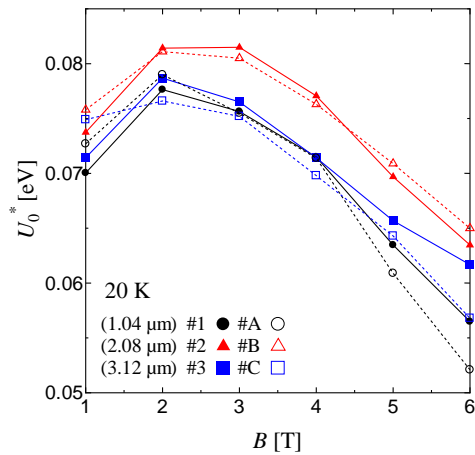


図 2 20 K における U_0^* - B 特性

CeO_2 中間層の試料では、クラックにより生成された超伝導層における異相により[2]、 Y_2O_3 中間層の試料よりも電流路が小さくなってしまったことで、全体として J_c が減少したことが考えられる。

次に、20 K における U_0^* - B 特性を、図 2 に示す。図より、両中間層の試料とも、2.08 μm が最も U_0^* が高くなっている。 J_c が高い 1.04 μm の U_0^* が、2.08 μm よりも低くなっているのは、超伝導層の薄い試料では、磁束線の長さ方向のピンニング相関距離が、厚さで制限を受けているためである。また、2.08 μm を超えた 3.12 μm では、逆に U_0^* が低くなっているのは、先に述べた、厚さの増加に伴う、 J_c の大幅な劣化によるものである。

[参考文献]

- [1] 超伝導 Web21 2007 年 6 月号 18
- [2] 和田 純, 配向 Ni クラッド基板を用いて作製された PLD 法 $GdBa_2Cu_3O_{7-x}$ コート線材の臨界電流密度特性 (九州工業大学 修士論文 2013) 26-29, 32-33.