

学生番号	11674023	氏名	永水 隼人
論文題目	BaHfO ₃ ピンを導入した PLD 法 GdBa ₂ Cu ₃ O _x 超伝導線材の臨界電流密度特性		

1. はじめに

GdBa₂Cu₃O_x (GdBaCuO) 線材は様々な応用機器への利用が有望視されている。しかしながら実用化に向けては、高磁界下での臨界電流密度 J_c の更なる向上が求められている。磁界下での J_c 向上の手法として、BaZrO₃ (BZO) 等の柱状人工ピンの導入が行われている。一方で近年の研究により、BZO に代わる柱状人工ピンとして、BaHfO₃ (BHO) の導入が試みられ、こちらの人工ピンの方が優れた J_c 特性を示すことが明らかにされた[1]。これは、BZO ピンに比べてサイズの小さな BHO ピンによる磁束ピンニングの高効率化に加えて、人工ピンの界面における電子散乱によるコヒーレンス長の減少による、上部臨界磁界 B_{c2} の向上によるものと考えられる。しかしながら、どちらの効果も、どのように J_c 特性に影響しているかは明らかにされていない。

本研究では、これらを理論的に解析し、BHO ピンによる臨界電流密度特性向上の機構を解明する。

2. 実験

導入する人工ピンの種類の違いが J_c 特性に与える影響を調査するために、ピン無し試料、BHO ピン入り試料、BZO ピン入り試料の 3 種類の PLD 法 GdBaCuO 線材を測定した。BHO, BZO ピンの添加量はどちらも 3.5 mol% である。またピンの添加量が J_c に与える影響を調査するために、BHO を 5.0 mol% 添加した試料も合わせて測定した。試料は超電導工学研究所に提供して頂いた。試料の諸元を Table 1 に示す。 d は超伝導層の厚さであり、 T_c は臨界温度である。これらの試料に対して、SQUID 磁力計を用いた直流磁化法により、試料に垂直に磁界を印加した際の J_c の磁界依存性を測定した。また、磁化緩和を測定し $E-J$ 特性を評価した。さらに、一定磁界中の直流磁化の温度特性から $B_{c2}-T$ 特性を評価した。

Table 1. Specifications of specimens.

	Material	Addition	d [μm]	T_c [K]
Pure	GdBaCuO	—	1.1	90.7
BHO	GdBaCuO+BHO	3.5 mol%	1.0	90.5
BZO	GdBaCuO+BZO	3.5 mol%	1.1	89.2
BHO 5mol	GdBaCuO+BHO	5.0 mol%	1.0	89.2

3. 結果及び検討

Fig. 1 に各試料の $B_{c2}-T$ 特性を示す。人工ピンを導入したことで、 B_{c2} が向上している。また BZO 試料と比較して、BHO 試料の方が B_{c2} の向上が顕著であることが分かる。さらに、BHO 添加量の増加に伴い B_{c2} の増加量が向上している。したがって、BZO に比べて BHO の人工ピン導入の方が電子散乱の効果が強くなり、 B_{c2} 特性を大きく向上させることが分かる。

Fig. 2 に 77.3 K における Pure, BHO, BZO 試料の J_c-B 特性を示す。また、 B_{c2} の違いを考慮した磁束クリープ・フローモ

デル [2] による理論値を合わせて示す。BHO 試料は Pure, BZO 試料と比べて、特に J_c の高磁界特性が優れていることが分かる。さらに、 B_{c2} を考慮した理論値との良い一致から、高磁界領域の J_c 特性の向上は、主に B_{c2} の向上によるものと結論される。

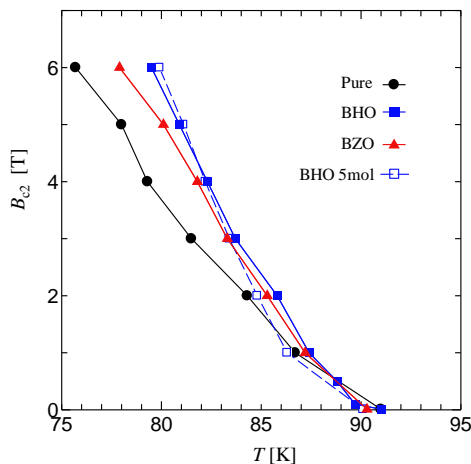


Fig. 1 $B_{c2}-T$ characteristic of specimens.

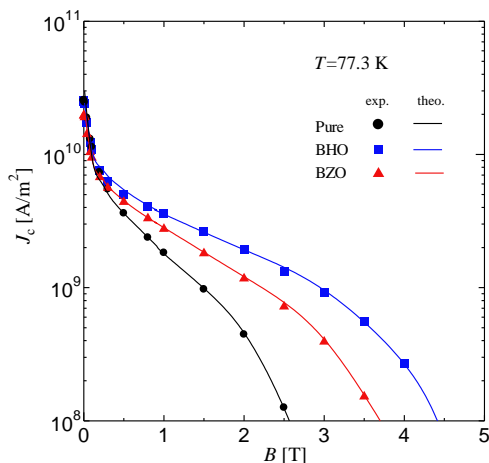


Fig. 2 J_c-B characteristic of Pure, BHO, and BZO at 77.3 K.

[参考文献]

1. H. Tobita, *et al.*, *Supercond. Sci. Technol.* **25** (2012) 062002.
2. M. Kiuchi, *et al.*, *Physica C* **278** (1997) 62.

[研究業績]

- (1)低温工学・超電導学会 (2011 春, 2011 秋, 2012 秋)
- (2)応用物理学会 (2011 春, 2011 秋, 2012 春)
- (3)Workshop of Mechanical Electromagnetic Properties of Superconducting Materials (2011)
- (4)低温工学 九州西日本支部総会 (2011)
- (5)The 3rd Japan-Korea Superconductivity Workshop (2011)
- (6)International Cryogenic Engineering Conference 24th International Cryogenic Materials Conference (2012)