

学生番号	08232030	氏名	川端 啓太
論文題目	BaHfO ₃ ピンを導入した PLD 法 GdBa ₂ Cu ₃ O _{7-δ} 線材の磁束ピンニング特性		

1. はじめに

GdBa₂Cu₃O_{7-δ}(GdBCO)超伝導コート線材は、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、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。これまでの研究で、超伝導層の厚さ d が、臨界電流密度特性に影響を与え、特に高磁界領域では d が厚い方が高い J_c が得られることが知られている。更に、人工的にピンを導入することで磁界下での J_c が向上することが分かっている。人工ピンとしては BaZrO₃(BZO)ピンが広く研究されているが、新しい人工ピンとして BaHfO₃(BHO)ピンが注目されている。本研究では、この BHO ピンが導入された GdBCO 超伝導コート線材に注目し、臨界電流密度 J_c および磁化緩和を測定し、超伝導層の厚さ d の違いや、人工ピンの違いが J_c や見かけのポテンシャル U_0^* の特性にどのような影響を及ぼすか調査した。

2. 実験

今回測定した試料は、ピン無し試料、BHO ピン入り試料、BZO ピン入り試料の三種類で、それぞれ超伝導層の厚さ d が、約 1.0 μm の薄い試料と約 2.5 μm の厚い試料の計 6 枚の PLD 法 GdBCO 線材である。試料の諸元を表 1 に示す。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、試料面に対して垂直方向、すなわち、結晶の c 軸に平行に磁界を加えた場合の J_c の磁界依存性を測定した。また、磁化緩和を測定し、その緩和率から U_0^* を評価した。測定温度は 20, 77.3 K、印加磁界は 0–7 T である。

表 1. 試料諸元

	Material	Thickness d [μm]	T_c [K]
P1	GdBCO	1.1	90.7
H1	GdBCO+BHO	1.0	90.5
Z1	GdBCO+BZO	1.1	89.2
P2	GdBCO	2.6	91.4
H2	GdBCO+BHO	2.5	89.7
Z2	GdBCO+BZO	2.4	89.8

3. 結果及び考察

図 1 に 20 K と 77.3 K における各試料の J_c - B 特性を示す。まず 77.3 K では、BHO を導入した試料(H1, H2)は他の試料と比べ、優れた J_c の磁界依存性を示している。特に BZO を導入した試料(Z1, Z2)でもわずかな J_c の向上が見られるが、2 T 以上の磁界下で BHO 試料の J_c は、BZO 試料の J_c より 2 倍以上高い。さらに、BZO 試料では d が増加しても J_c はほとんど向上しないが、BHO 試料では d の増加により磁界下の J_c が大きく向上している。また $B = 0$ T において BHO 試料の J_c は BZO 試料より若干高く、BHO ピン

は人工ピン導入による劣化が少ないことが分かった。20 K においても同様に BHO 試料は BZO 試料と比べて優れた J_c を持ち、高磁界下ではその値が 1.5 倍程度高い。よって、低温領域でも BHO ピンは有効に作用していることが分かった。

図 2 に 20 K における各試料の U_0^* - B 特性を示す。BHO 試料は 4 T 付近に U_0^* のピークを持ち、その値は高磁界下でも他の 2 種類の試料に比べて高い値を維持している。したがって、BHO 試料は低温、高磁界下においても優れた臨界電流密度特性を持つことから、応用に有利であることがわかる。

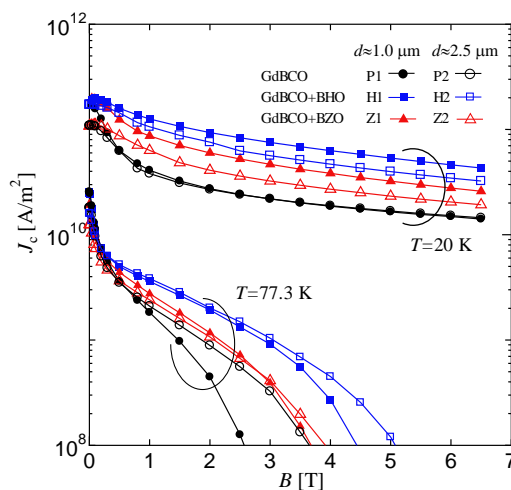


図 1. 20, 70 K における J_c の磁界依存性

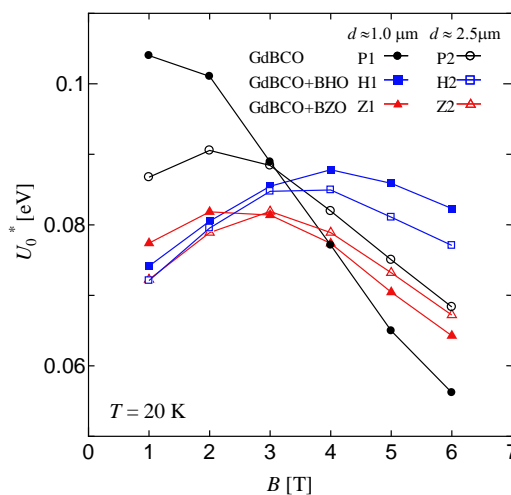


図 2. 20 K における U_0^* の磁界依存性

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-SRL を通じて NEDO からの委託を受けて実施したものである。