

広域電界領域における RABiTS 法 YBCO-coated 線材の臨界電流密度特性

01232003 松下研究室 池田 達徳

背景と目的 超伝導とはある温度（臨界温度）以下で電気抵抗が消失する現象である。超伝導体は臨界温度以下で電気抵抗がゼロとなることからその応用が期待されている。現在、液体窒素温度以上の臨界温度を持つ高温超伝導体のうち利用可能な超伝導体として考えられているものは主に Y 系と Bi 系の 2 種類がある。このうち Bi 系の超伝導体は実際に km オーダーの線材が作られている。これは、Bi 系の超伝導体が圧延などの既存の技術が容易に線材化できるからである。超伝導体の特性評価の指標の一つとして臨界電流密度がある。臨界電流密度とは、単位面積当たりの超伝導体に抵抗ゼロで流すことのできる最大の電流値のことである。この値が高いほど抵抗ゼロで流せる電流が大きいので、超伝導体にとって実用上、最も重要な特性である。Y 系の超伝導体の YBCO-coated 線材は Bi 系線材に比べて高磁界中での臨界電流密度特性が優れていて、これからの進展が期待されている。YBCO-coated 線材の主な製法として、中間層を配向する IBAD 法、基板そのものを配向する RABiTS 法などがある。IBAD 法では長尺線材化が可能で長尺で実用レベルの J_c を持つ。これに対し、RABiTS 法では長尺化は難しいなどの問題はあるが、IBAD 法よりも低コストで済むにもかかわらず、短尺では IBAD 法に匹敵する J_c を得られておりこれからの期待が高い作製法である。

本研究では RABiTS 線材と IBAD 線材との特性を比較し評価する。また、RABiTS 線材の広域電界領域における結果を磁束クリープ理論による理論値と比較し考察する。

実験 本研究では、RABiTS 法により作製した線材と IBAD 法により作製した膜厚の異なる線材を用いた。各試料の厚さや T_c は表 1 に示すとおりである。また、磁化緩和法、直流四端子法の臨界温度をそれぞれ T_{c1} 、 T_{c2} とする。臨界電流密度 J_c の評価には SQUID 磁力計による直流磁化及び 6T マグネットの中での直流四端子法 (4 probe method) による電流-電圧特性の測定を行った。測定の際に、磁界は c 軸に対して平行に印加し、電界基準は直流四端子法では 1.0×10^{-4} V/m、直流磁化法では 1.0×10^{-8} V/m として J_c を決定した。解析にはピン力分布を考慮した磁束クリープ理論による解析結果と比較検討を行った。

表 1. 試料一覧

試料	膜厚 d (μm)	T_{c1} (K)	T_{c2} (K)
RABiTS	0.5	88.6	91.3
IBAD#1	0.5	88.4	87.1
IBAD#2	1.5	88.4	87.9

結果及び検討 図 1 は直流磁化測定での RABiTS 線材と IBAD 線材 1 における J_c の磁界依存性を示す。図から分かるように低温では、低磁界高磁界ともに IBAD 線材の方が J_c が高かった。一方、高温では

低磁界において RABiTS 線材の方が高かったが、高磁界では IBAD 線材の方が高くなった。これは、RABiTS 線材の方が YBCO の結晶粒が IBAD 線材よりも大きいことから、低磁界では単結晶と同様な特性である一方、高磁界ではピンとして作用する結晶界面が少ないためであると考えられる。

図 2 は RABiTS 線材の 70K, 77.3K における直流四端子法と磁化緩和法での広電界域での E - J 特性を示している。また、磁束クリープ理論による理論値を破線で示している。磁化緩和法による超低電界、四端子法による低電界ともに理論値とよく一致している。このことにより広域電界領域での特性が説明可能であることが分かる。詳しい説明は当日行う。

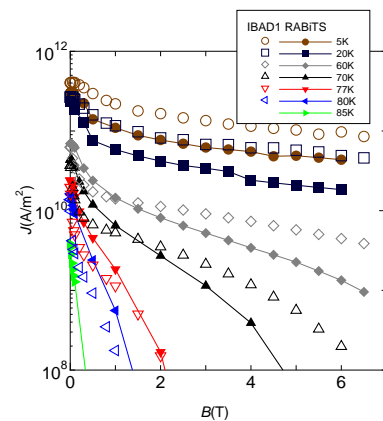


図 1 : RABiTS 試料と IBAD 試料 1 における臨界電流密度の磁界依存性。

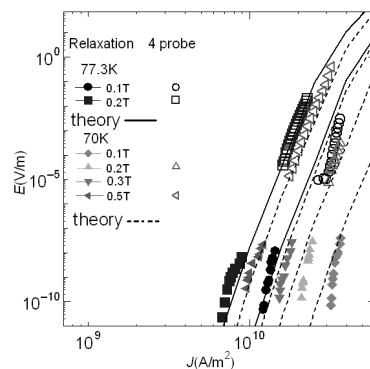


図 2 : 70K, 77.3K における E - J 特性 (磁束クリープ理論値との比較)。

【参考文献】

- 1) T. Matsushita, H. Wada, T. Kiss, M. Inoue, Y. Iijima, K. Kakimoto, T. Saitoh and Y. Shiohara: Physica C **378-381** (2002) 1102.
- 2) R. Wördenweber: Supercond. Sci. Technol. **12** (1999) R86.