

CVD 法による YBCO 線材の超電導特性の超電導層厚依存性 (2)

Superconducting layer thickness dependence of critical current property for CVD processed YBCO (2).

姫木 携造, 木内 勝, 小田部 莊司, 松下 照男 (九工大);
式町 浩二, 渡部 智則, 鹿島 直二, 長屋 重夫 (中部電力);
山田 穰, 塩原 融 (超電導工学研究所)

HIMEKI Keizo, KIUCHI Masaru, OTABE Edmund Soji, MATSUSHITA Teruo (Kyushu Inst. of Tech.);

SHIKIMACHI Koji, WATANABE Tomonori, KASHIMA Naoji, NAGAYA Shigeo (CEPCO);

YAMADA Yutaka, SHIOHARA Yuh (SRL)

E-mail : himeki@aquarius10.cse.kyutech.ac.jp

はじめに YBCO テープ線材は優れた臨界電流密度特性を示すことから様々な応用が期待されている。これまで特に優れた特性を示すテープ線材の作製法として IBAD/PLD 法が用いられたが、実用化の観点から他の作製法が試みられている。IBAD/CVD 法はその中でも製造コストが安価であることから応用が期待されている。前報¹⁾では、IBAD/CVD-YBCO テープ線材について、超電導層の厚さが臨界電流特性に与える影響について報告した。本研究では同試料を用いて緩和測定をおこない、緩和特性を踏まえた厚さ依存性について議論する。

実験 測定試料は Table 1 に示す通り、IBAD/CVD 法により作製された YBCO テープ線材で超電導層の厚さが異なる 5 つの試料である。

SQUID 磁力計を用いた直流磁化測定から臨界電流密度 J_c 及び不可逆磁界 B_i を求め、磁化緩和測定から見掛けのピンポテンシャルを評価した。また直流 4 端子法を用いて J_c 及び B_i を評価した。なお、 B_i は $J_c = 1.0 \times 10^8 \text{ A/m}^2$ となる磁界で定義した。

結果及び検討 Fig. 1 に 77 K, 1.0 T での J_c の超電導層の厚さ依存性を示す。低磁界領域では臨界電流密度特性は厚さ d に従い減少する傾向を示すことがわかる。このような低磁界領域においてはピンニング機構は 3 次元であり、超電導組織の劣化等により厚さ増加に従って J_c が減少しているものと考えられる。従来の PLD テープ線材の場合では Fig. 1 の実線のように $J_c \propto d^{-1/2}$ の傾向にあったが²⁾、今回の CVD テープ線材においては $J_c \propto d^{-3/10}$ 程度となっており J_c の劣化が抑えられていることがわかった。

一方で Fig. 2 には 77, 80 K での B_i の厚さ依存性を示している。この場合電界により厚さ依存性が異なることがわかる。具体的には 4 端子法で測定されるような通常電界領域では B_i は厚さによる依存がほとんど見られない傾向にあることが分かる。一方で SQUID による低電界領域での B_i は厚さ増加に従って増加する傾向にあることがわかる。 B_i 近傍においてはピンニング機構は 2 次元であり、ピンポテンシャル U_0 は磁束バンドル中の磁束線数 g^2 を用いると $U_0 \propto g^2 J_c d$ となる。ここで g^2 は通常は磁界増加に従い増加し、その増加量は厚さの薄い試料ほど大きな傾向にあることがわかっている。しかし、低電界領域においては B_i が低く、それ以下の磁界の範囲では g^2 は厚さによらずほぼ一定の値をとる。そのために低電界領域では $U_0 \propto J_c d$ となり、厚さによる寄与が大きく現れる結果となる。一方で通常電界の場合は薄い試料で g^2 が大きいと、厚さの影響が見えなくなることが説明できる。

なお、緩和特性については低温度領域での磁界依存性について調べ厚さが与える影響について議論する。加えて解析結果の詳細について当日報告する。

Table 1: Specification of specimens.

specimen	thickness d (μm)	T_c (K)
#1	0.18	87.9
#2	0.36	88.8
#3	0.45	89.5
#4	0.63	90.0
#5	0.90	88.5

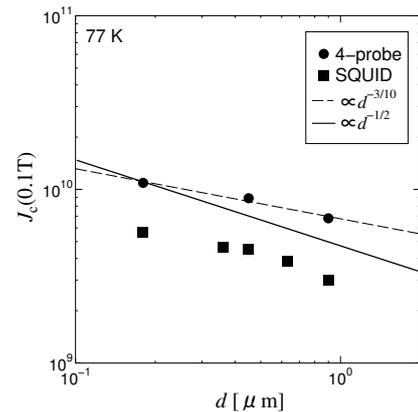


Fig. 1: Thickness dependence of J_c (0.1 T) at 77 K.

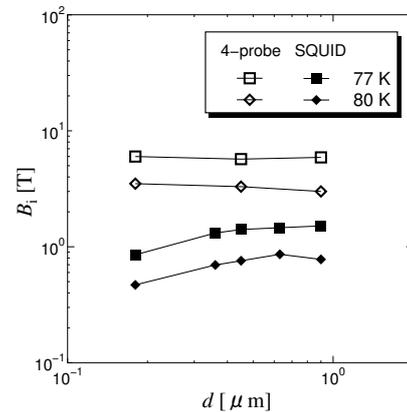


Fig. 2: Thickness dependence of irreversibility field in the temperature region of 77, 80 K.

謝辞 本研究は、イットリウム系超電導電力機器技術開発の一環として、実施したものである。また、本研究に用いた YBCO テープ線材は、イットリウム系超電導電力機器技術開発の一環として、ISTEC を通じて NEDO の委託により中部電力が製作したものである。

【参考文献】

- 1) 姫木ら: 第 78 回低温工学・超電導学会 講演概要集 2P-p10 (2008)
- 2) 木村ら: 第 73 回低温工学・超電導学会 講演概要集 1E-p06 (2005)