

交差柱状欠陥を導入した YBCO 薄膜における $B \parallel ab$ の磁束状態

Vortex State at $B \parallel ab$ in YBCO Films with Crossed Columnar Defects

末吉 哲郎¹, 榎畑 龍星¹, 日高 優夏¹, 泉 貴也¹, 藤吉 孝則¹, 牟田 実広², 向田 昌志²

(1. 熊大, 2. 九大)

°Tetsuro Sueyoshi¹, Ryusei Enokihata¹, Yuka Hidaka¹, Takaya Izumi¹, Takanori Fujiyoshi¹,

Mitsuhiro Muta², Masashi Mukaida²

(1. Kumamoto Univ., 2. Kyushu Univ.)

E-mail: tetsu@cs.kumamoto-u.ac.jp

1. はじめに

高温超伝導体の $B \parallel ab$ での臨界電流密度 J_c に対する 1 次元ピンの影響を明らかにするために、これまで我々は重イオン照射において ab 面方向に対する入射角を制御し、 $B \parallel ab$ の J_c に対する傾斜柱状欠陥および交差柱状欠陥の傾斜角および交差角の影響について調べてきた[1,2]. ab 面に対して傾斜した柱状欠陥では、傾斜角 5° でも $B \parallel ab$ での J_c に影響が現れないが[1], ab 面に対して $\pm 5^\circ$ で交差した柱状欠陥では、 $B \parallel ab$ での J_c の増加および n 値の増加が現れることを明らかにした[2].

本研究では、 ab 面に対して $\pm 5^\circ$ で交差した柱状欠陥を導入した YBCO 薄膜において電流 - 電圧特性の臨界スケージング解析を行い、ガラス - 液体相転移温度 T_g および相転移近傍における動的臨界指数 z を評価することで、 $B \parallel ab$ での磁束状態に対する交差柱状欠陥の影響について調べた。

2. 実験および結果

照射試料は、PLD 法で作製した c 軸配向 YBCO 薄膜である。重イオン照射は、原子力機構のタンデム加速器にて 200 MeV の Xe イオンを用いた。 ab 面に対して $\pm 5^\circ$ の交差角での柱状欠陥を導入するために、 c 軸に対して $\theta = \pm 85^\circ$ の角度にビームを傾けて照射を行った。このとき、照射方向は試料の長さ方向に対して常に垂直としている。照射量は、それぞれの方向に 3.63×10^{10} ions/cm² (マッチング磁場 $B_\phi = 0.75$ T), トータルで 7.26×10^{10} ions/cm² ($B_\phi = 1.5$ T) とした。電流 - 電圧特性の測定では、 ± 0.03 K 内で温度制御した。また磁場は電流と常に直交するように印加し、 c 軸とのなす角度 θ と定義して測定を行った。

Fig.1 に、交差柱状欠陥を導入した YBCO 薄膜の電流 - 電圧特性のスケージング解析から求めたガラス - 液体相転移温度 T_g の磁場依存性について、 $\theta = 90^\circ$ (i.e. $B \parallel ab$), $\theta = 85^\circ$ での結

果を示す。 $\theta = 85^\circ$, すなわち 2 方向のうち片方の柱状欠陥に平行な磁場では、そのマッチング磁場 $B_\phi = 0.75$ T の 3 分の 1 の磁場である 0.25 T 付近で、 T_g の急な折れ曲がりが生じている。これは、相関ピンが影響した磁束状態に現われる特徴的な振る舞いである[3]。一方、 $\theta = 90^\circ$ においては、 T_g は単調な磁場依存性を示し、 $(1 - T_g/T_c)^\alpha$ の関数で表すと、 $\alpha = 1.65$ を得る。これは、 ab 面方向付近に柱状欠陥を導入していない YBCO 単結晶での $B \parallel ab$ での値とほぼ一致する[4]。以上より、 ab 面に対して交差角 $\pm 5^\circ$ の柱状欠陥は $B \parallel ab$ での J_c 増加に寄与するが、相関ピンとしての寄与はないことを示唆している。

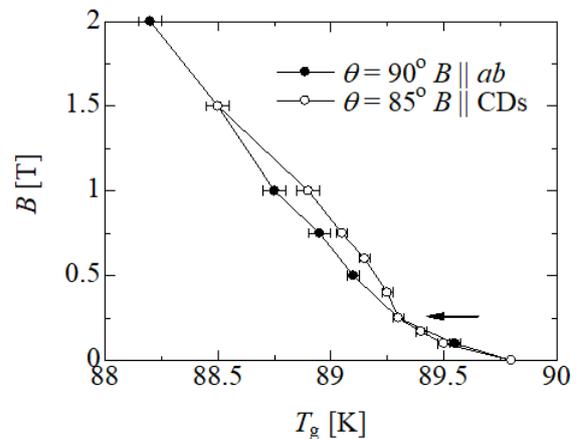


Fig.1 T_g - B phase diagram for the YBCO film with CDs crossing at $\theta = \pm 85^\circ$ relative to the ab -plane.

謝辞

本研究の一部は、原研タンデム加速器施設供用利用制度、および科研費 (16K06269) の助成を受けて実施したものである。

参考文献

- [1] 末吉ら, H28 秋季応用物理学会 14a-P4-37
- [2] 末吉ら, H29 秋季応用物理学会 6p-S42-7
- [3] T. Nojima *et al.* Physica C 357-360 (2001) 469.
- [4] L. Krusin-Elbaum *et al.* PRL 72 (1994) 1914.