

ab 面に対して傾斜した柱状欠陥を含む YBCO 薄膜の J_c の磁場角度依存性

Angular Dependence of J_c in YBCO Thin Films with Columnar Defects

Tilting off ab -Plane

○末吉 哲郎, 岩永 泰弥, 藤吉 孝則 (熊大工), 高井 洋輔, 向田 昌志 (九大工)

°Tetsuro Sueyoshi, Yasuya Iwanaga, Takanori Fujiyoshi (Kumamoto Univ.),

Yousuke Takai, Masashi Mukaida (Kyushu Univ.)

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

1. はじめに

高温超伝導体の臨界電流密度 J_c の異方性を緩和するためには, c 軸方向の J_c と同時に, ab 面方向の J_c も改善し, J_c の磁場角度依存性における J_c の最小値を押し上げるピン止め構造を明らかにする必要がある. これまで我々は, ab 面に対して 2 方向に交差したスプレイ柱状欠陥を導入した GdBCO コート線材において, 交差角 $\Theta_i \geq \pm 10^\circ$ では ab 面方向と $\pm \Theta_i$ の三方向でそれぞれ J_c のピークを示し, その交差角の範囲では ab 面方向の J_c の大きさに影響をほとんど及ぼさないことを報告した[1].

本研究では, $B \parallel ab$ 付近の磁束ピンニングに対する 1 次元ピンの影響を系統的に明らかにするために, 重イオン照射により YBCO 薄膜の ab 面に対して小角度で傾斜した柱状欠陥を導入し, その J_c の磁場角度依存性を調べた.

2. 実験および結果

照射試料は, PLD 法で SrTiO_3 基板上に作製した c 軸配向 YBCO 薄膜である. 重イオン照射においては, 原子力機構東海研のタンデム加速器にて 200 MeV の Xe イオンを用いた. ab 面に対して傾斜した柱状欠陥を導入するために, 膜面に対して $\Theta_i = 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ, 45^\circ$ の角度(c 軸に対して $\theta_i = 85^\circ, 80^\circ, 75^\circ, 45^\circ$)でそれぞれ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になるようにした. 照射量は, 3.63×10^{10} ions/cm² (マッチング磁場 $B_\phi = 0.75$ T) である. J_c の磁場角度依存性は, 電流と常に直交するように磁場を印加し, 磁場と c 軸のなす角度 θ として測定した.

Fig.1 に, 77 K, 1 T における J_c の磁場角度依存性を示す. $\Theta_i = 45^\circ$ を除く照射試料において, $\theta > 90^\circ$ での $B \parallel ab$ 付近の J_c は, 未照射試料の J_c とほぼ同じ値を示している. これより, $\Theta_i = 45^\circ$ を除く照射試料では, $B \parallel ab$ 付近の超伝導性に対する照射損傷の影響はほぼないと考えられる. $\Theta_i = 45^\circ$ を除く照射試料においては, それぞれの照射方向において, J_c のピークが出

現し, 未照射試料より高い値を示している. 特に, $B \parallel ab$ で照射試料は未照射試料の J_c の 2 倍近い値を示していることから, $B \parallel ab$ 付近においても柱状欠陥は有効なピンニングセンターであることが確認できる. J_c のピークから $B \parallel ab$ 側での最小値または変曲点を示す角度を, 傾斜柱状欠陥の $B \parallel ab$ 側へのトラップ角 ϕ_{ab} として見積もると, $\Theta_i = 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ$ でそれぞれ $\phi_{ab} = \sim 4^\circ, 5 \sim 6^\circ, 8 \sim 9^\circ$ となる. 一般にトラップ角 ϕ は, $\phi_i \sim \sqrt{\epsilon_p / \epsilon_1}$ (ϵ_p : 柱状欠陥のピン力, a : 磁束線の線張力) で表される[2]. Fig.1 より, J_c のピークの大きさは照射方向に依存しないことより, ϵ_p はどの照射試料でもほぼ等しい. ゆえに, 柱状欠陥の傾斜角 Θ_i が小さいほどトラップ角 ϕ_{ab} が小さくなるのは, $B \parallel ab$ 側で磁束線の線張力が非常に強いためであると考えられる. これにより, ab 面に対して交差したスプレイ柱状欠陥を導入したときの $B \parallel ab$ 付近の J_c の振舞い[1]も定量的に説明できる.

本研究は, 日本原子力研究開発機構の施設供用制度を利用して行った.

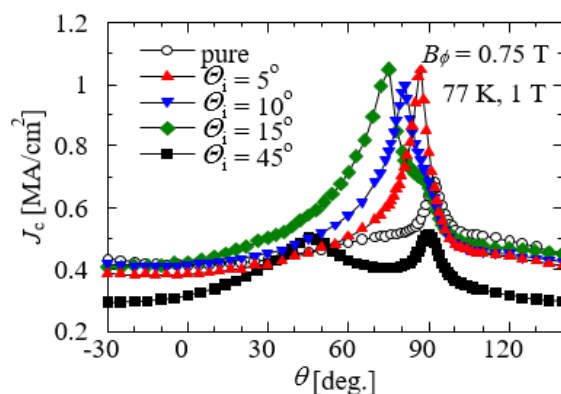


Fig.1 Angular dependences of J_c in YBCO thin films with columnar defects tilting off the ab -plane by Θ_i .

参考文献

- [1] 末吉他, 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会, 14p-4D-7.
- [2] G. Blatter *et al.*, Rev. Mod. Phys. 66 (1994) 1125.