

c 軸に平行および ab 面に交差した柱状欠陥を含む YBCO 薄膜の J_c 特性

J_c Properties in YBCO Films with Columnar Defects Parallel to C -Axis and Crossing Ab -Plane

○末吉 哲郎, 入江 将大, 榎畑 龍星, 日高 優夏, 藤吉 孝則

(熊大工)

○Tetsuro Sueyoshi, Masahiro Irie, Ryusei Enokihata, Yuka Hidaka, Takanori Fujiyoshi

(Kumamoto 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 の向上と同時に ab 面方向の J_c も改善し, 全ての磁場方向の J_c を底上げす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, 希土類系高温超伝導体の c 軸方向で有効なピン止め作用する柱状欠陥の ab 面方向付近における磁束ピン止め作用について調べ[1, 2], ab 面方向付近では柱状欠陥のトラップ角は狭くなるが, その柱状欠陥方向では ab 面近傍でも顕著な磁束ピン止め力を示すことを確認している.

本研究では, 重イオン照射を用いて YBCO 薄膜の c 軸方向および ab 面近傍の両方に柱状欠陥を同時導入し, c 軸に平行な柱状欠陥と ab 面に交差した柱状欠陥の磁束ピンニング間の競合相互作用について調べた.

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 イオンを用いて行った. c 軸に平行および ab 面に対して 2 方向に交差した柱状欠陥を導入するために, c 軸に対して照射角度 $\theta = 0^\circ, \pm\theta$ の 3 方向にビームを傾けて照射を行った. また照射方向は試料の長さ方向, すなわち電流印加方向に対して常に垂直にした. 照射量は, 各照射方向に 2.42×10^{10} ions/cm² (マッチング磁場 $B_\phi = 0.5$ T) で, トータルで 7.26×10^{10} ions/cm² ($B_\phi = 1.5$ T) とした. J_c の磁場角度依存性では, 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 として測定を行った.

Fig.1 に, 77 K, 1 T における各照射試料の J_c の磁場角度依存性を示す. $\theta = 0^\circ$ の試料では, 柱状欠陥の導入方向の $\theta = 0^\circ$ において急峻な J_c のピークが生じている. またその柱状欠陥の影響がおよぶ磁場角度の範囲, すなわちトラップ角は約 60° である. 柱状欠陥が 3 方向に分散す

ると, c 軸に対する傾斜角が $\pm 60^\circ$ までは c 軸を中心とした J_c のピークの幅はブロードになる. 我々は以前 $\theta = \pm 60^\circ$ の 2 方向に交差した柱状欠陥を含む試料において, その 2 方向に J_c のピークが生じ, c 軸方向では J_c は極小値を示すことを報告している[3]. これに対し, $\theta = 0^\circ, \pm 60^\circ$ の 3 方向に交差した柱状欠陥をもつ試料においてその 3 方向で独立したピークがなく, $\theta = -60^\circ \sim 60^\circ$ の広範囲の磁場方向でほぼ一定の J_c の増加が見られる. これは c 軸方向に導入した柱状欠陥の影響が $\theta = 60^\circ$ まで及んでいることに起因する. 一方, $\theta = 0^\circ, \pm 80^\circ$ の試料では, $\theta = \pm 80^\circ$ において J_c のピークがそれぞれ現れるが, c 軸方向では J_c は極小値を示すように, 他の 3 方向に分散した柱状欠陥を含む試料と大きく異なる J_c の磁場角度依存性を示している.

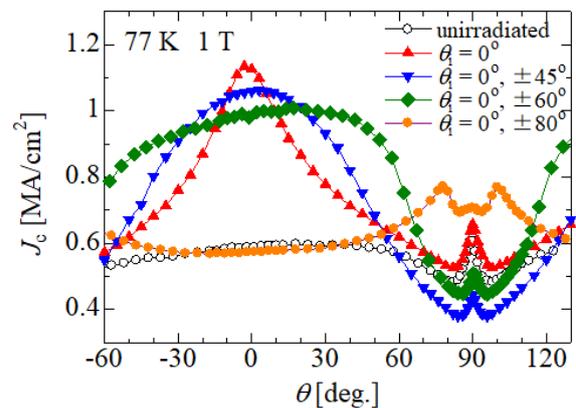


Fig.1 Angular dependence of J_c in YBCO films with various configurations of columnar defects.

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] Sueyoshi *et al.*, IEEE Trans. Appl. Supercond. 27 (2017) 8001305.
- [2] 末吉ら, H29 秋季応用物理学会 6p-S42-7
- [3] Sueyoshi *et al.* Physica C 504 (2014) 53.