

高温超伝導体の ab 面付近での柱状欠陥のピン止めの競合

Competing Flux Pinning of Columnar Defects around ab -Plane

in High- T_c Superconductors

熊大工¹, 原子力機構² ○末吉哲郎¹, 日高優夏¹, 榎畑龍星¹, 山口裕史¹, 藤吉孝則¹,
喜多村茜², 奥野泰希², 石川法人²

Kumamoto Univ.¹, JAEA², ○Tetsuro Sueyoshi¹, Yuka Hidaka¹, Ryusei Enokihata¹,

Hiroshi Yamaguchi¹, Takanori Fujiyoshi¹, Akane Kitamura², Yasuki Okuno², Norito Ishikawa²

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

1. はじめに

高温超伝導体では $B \parallel ab$ 付近において柱状欠陥のピン止めが及ぶ磁場角度範囲, すなわちトラップ角が非常に狭いことを, これまでに明らかにしている[1]. 臨界電流密度 J_c の異方性の改善の観点からは, $B \parallel ab$ を中心とした柱状欠陥の広い角度範囲の方向分散や, さらには c 軸と ab 面方向への柱状欠陥の同時導入などにより, 幅広い磁場角度範囲で柱状欠陥のピン止め効果を得ることが望ましい。

本研究では, 互いに異なる向きの柱状欠陥のピン止めの重ね合わせ効果を明らかにするために, 重イオン照射を用いて ab 面に対して交差した柱状欠陥を導入した $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ 薄膜に, (i) ab 面に対して異なる交差角の柱状欠陥, また(ii) c 軸方向に柱状欠陥をそれぞれ追加で導入し, 同一試料にて追加導入前後の J_c の磁場角度依存性の変化を調べた。

2. 実験および結果

PLD 法で作製した c 軸配向 YBCO 薄膜に対し, 原子力機構のタンデム加速器にて Xe イオン照射を行った. 1 つは ab 面に対して $\Theta = \pm 5^\circ$ の交差角で 80 MeV の照射エネルギーにて(試料 S1), もう 1 つは ab 面に対して $\Theta = \pm 10^\circ$ で 200 MeV の照射エネルギーにて(試料 S2), それぞれ柱状欠陥を導入した. このとき照射量はマッティング磁場に換算して各方向に $B_\phi = 0.7$ T である. 追加照射においては両試料ともに 80 MeV の Xe イオンを用いて, S1 については ab 面に対して $\Theta = \pm 15^\circ$ の交差角で, S2 では c 軸に対して平行に照射を行った. 追加の照射量は S1 で各方向に $B_\phi = 0.7$ T, S2 では c 軸方向に $B_\phi = 1.4$ T である。

Fig.1(a)に, S1 における追加照射前後の J_c の磁場角度依存性を示す(θ : c 軸に対する磁場の角度). 追加照射前においては, ab 面方向を中心とした J_c のピークが見られる. ab 面に対して $\pm 15^\circ$ 方向に柱状欠陥を追加導入すると, 導入

方向を中心に J_c の増加が見られる一方で, ab 面方向を中心とした J_c の低下が見られる. これは, c 軸方向付近での異なる交差角の柱状欠陥の重ね合わせとは対照的な振る舞いである[2]. c 軸方向と ab 面の両方向を中心に柱状欠陥を導入した試料 S2 では, 追加導入後に出現する c 軸方向の J_c のピークが 3 T でも維持されることを確認した. c 軸方向への 80 MeV の Xe イオン照射では不連続な柱状欠陥が導入されるため[3], ab 面方向に導入されている柱状欠陥に誘起される磁束線のスライド運動の影響を受けにくいと考えられる. ただし, ab 面方向の J_c は, c 軸方向の不連続な柱状欠陥の導入においても減少の傾向を示している。

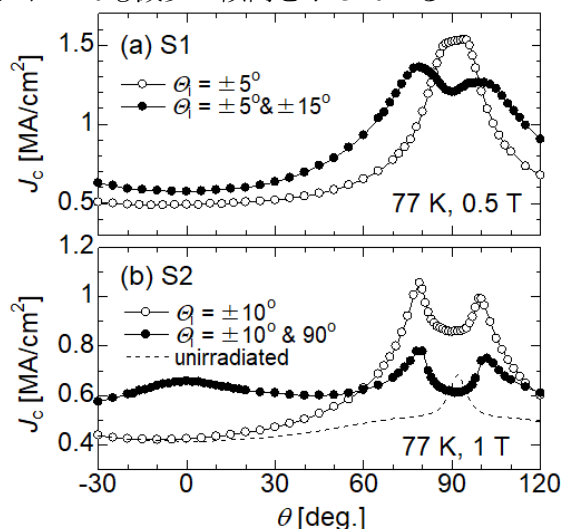


Fig.1 Angular dependences of J_c in YBCO films with columnar defects tilting off the ab -plane by Θ .

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] Sueyoshi *et al.*, SUST 29 (2016) 105006.
- [3] Sueyoshi *et al.*, IEEE TAS 25 (2015) 6603004.