YBCO 薄膜の B ||ab での磁束ピン止めに対する柱状欠陥の交差の影響

Influence of Crossing of Columnar Defects on Flux Pinning at B || ab in YBCO Films

○末吉 哲郎 [1]，岩永 泰弥 [1]，藤吉 孝則 [1]，高井 洋輔 [2]，向田 昌志 [2]
（1. 熊大，2. 九大）
○Tetsuro Sueyoshi[1], Yasuya Iwanaga[1], Takanori Fujiyoshi[1], Yosuke Takai[2], Masashi Mukaida[2]
(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 と同様に ab 面方向の J_c も改善し，磁場方向に対する 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，希土類系高温超伝導体の ab 面方向の J_c に対する柱状欠陥の磁束ピンニングの影響について調べてきた [1-3]．ab 面に対する傾斜した柱状欠陥の傾斜角の影響および交差した柱状欠陥の影響についてはそれらの特徴を見出したが，照射条件，照射材料が異なるために，両者を直接比較することは出来ず，$B \parallel ab$ における柱状欠陥の交差による相乗効果はいまだ明らかでない．

本研究では，$B \parallel ab$ での柱状欠陥の交差による磁束ピン止めの相乗効果を明らかにするために，重イオン照射により c 軸配向 YBCO 薄膜の ab 面に対して 1 方向に傾斜した照射および 2 倍の照射量で交差した照射を行い，J_c 特性に与える影響ついて定量的に調べた．

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 面に対して傾斜および 2 方向に交差した柱状欠陥を導入するために，膜面に対して Θ_i = +5° ~ +15°, Θ_i = ±5° ~ ±15°の角度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，傾斜照射した試料で 3.63×10^{10} ions/cm^2（マッチング磁場 B_ϕ = 0.75 T）で，交差照射した試料では 7.26×10^{10} ions/cm^2（B_ϕ = 1.5 T）である．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 として測定した．

Fig.1 に，傾斜照射および交差照射した試料の 77 K, 1 T における J_c の磁場角度依存性を示す．傾斜照射した試料では，各照射方向において J_c のピークが出現し，未照射試料より高い値を示すが，θ = 90°，すなわち $B \parallel ab$ ではどの傾斜試料の J_c も未照射試料の J_c 値に収束するように同じ値を示している．これに対し，交差照射した試料では，交差角 Θ_i = ±15°において照射方向で J_c のピークがみられるが，$B \parallel ab$ ではディップを示し，その J_c 値は未照射試料とほぼ同じである．交差角が ab 面に対し±5°まで小さくなると，$B \parallel ab$ の J_c が未照射試料より大きく，かつ単一のピークを示している．これは，Θ_i = +5°の傾斜照射した試料での $B \parallel ab$ での J_c を単純和することでは説明できず，$B \parallel ab$ においても柱状欠陥の交差によるピン止めの相乗効果が現れていると考えられる．

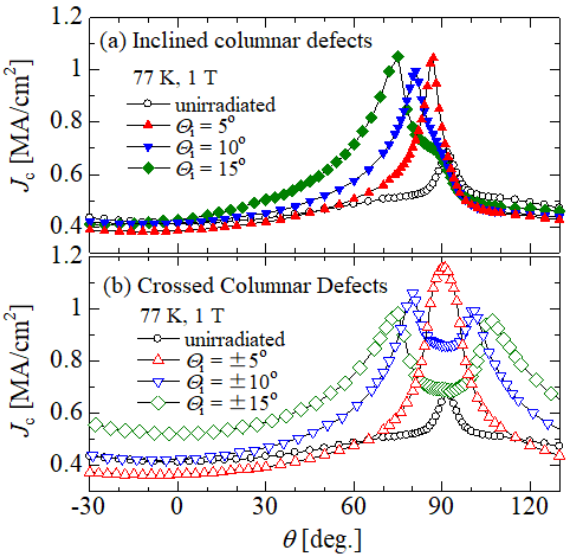

Fig.1 Angular dependence of J_c in YBCO films with (a) inclined- and (b) crossed-CDs.

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, H28 秋季応用物理学会 14a-P4-37
[3] 末吉ら, H29 春季応用物理学会 16a-318-5