

高温超伝導体の縦磁場下での柱状欠陥の磁束ピン止め

Flux Pinning by Columnar Defects in High- T_c Superconductors under Longitudinal Magnetic Fields

熊大工¹, 原子力機構² °末吉哲郎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, 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

高温超伝導体の ab 面方向に流れる電流に対して平行に磁場を印加した縦磁場下では、量子化磁束にローレンツ力が作用せず臨界電流密度 J_c が増加する現象、縦磁場効果が生じる[1]. 縦磁場下での量子化磁束にはフォースフリートルクが作用するため、さらに J_c を増加させるためには縦磁場下においても量子化磁束のピン止めが有効となる. これまで、縦磁場下ではナノ粒子が有効なピン止め点として作用することが報告されているが[2], 一方横磁場下で有効なピン止め点である柱状欠陥の影響についてはほとんど調べられていない[3].

本研究では、 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ 薄膜に対して重イオン照射を用いて (i) c 軸に平行な方向, (ii) ab 面に対して低角度で柱状欠陥を導入し、縦磁場下の J_c 特性に与える影響について調べた.

2. 実験および結果

PLD 法で作製した c 軸配向 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ 薄膜に対し、原子力機構のタンデム加速器にて 200 MeV Xe イオンを用いて照射を行った. c 軸に平行な方向な柱状欠陥を導入するために、照射量 4.84×10^{10} ions/cm² (マッチング磁場 $B_\phi = 1$ T) にて照射を行った (試料 C00). 一方 ab 面に対して低角度での柱状欠陥の導入においては、 c 軸とブリッジ方向がなす面内で、 c 軸に対して $\phi = 87.5^\circ$ および $\phi = \pm 85^\circ$ & $\pm 87.5^\circ$ の照射角度で照射を行うことで、2 つの試料を用意した (試料 C87, S87). 照射量は $\phi = 87.5^\circ$ の試料で 4.84×10^{10} ions/cm², $\phi = \pm 85^\circ$ & $\pm 87.5^\circ$ では総照射量は 9.72×10^{10} ions/cm² (マッチング磁場 $B_\phi = 2$ T) とした.

Fig.1 に、未照射試料と照射試料 C00 および C87 の J_c の磁場角度依存性の比較を示す. ここで、磁場の角度 ϕ は c 軸となす角度であり、 c 軸と電流の方向がなす面内で磁場の傾きを変えている. 磁場と c 軸の方向が平行となる $\phi =$

0° では、C00 の J_c が高い値を示すが、磁場が電流の方向に近づくと、未照射試料および C87 の J_c が急激に増加し C00 より高い値を示す. C00 では、 c 軸方向の柱状欠陥の存在により電流パスの局所的な迂回が生じることで、電流と磁場の平行な関係が崩れるために、縦磁場効果が生じ難いことが考えられる[3]. 一方、縦磁場下 ($\phi = 90^\circ$) の C87 の J_c は、縦磁場下で未照射試料とほぼ同じ値を示す. 以前、我々は $\phi = \pm 80^\circ$ の柱状欠陥を導入した場合、縦磁場下での J_c が減少することを報告している[3]. このことから、柱状欠陥の存在が縦磁場効果の妨げとならないためには、柱状欠陥の傾きを縦磁場方向に近づける必要があることが示唆される.

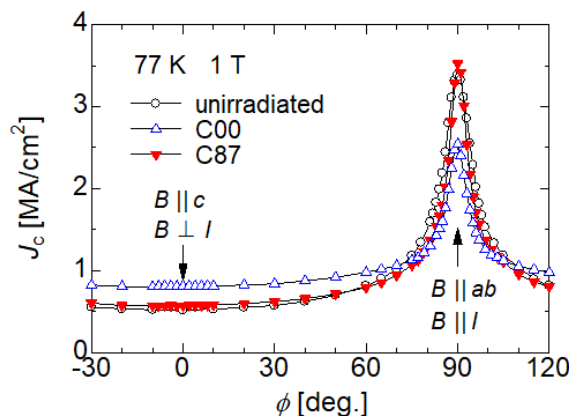


Fig.1 Angular dependence of J_c in YBCO films with different kinds of CD configurations.

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 (19K04474) の助成を受けて実施したものである.

参考文献

- [1] Matsushita *et al.*, SUST 25 (20212) 125009.
- [2] Sugihara *et al.*, SUST 28 (2015) 104004.
- [3] Sueyoshi *et al.*, J. Phys. Conf. Ser. 871 (2017) 012043.