

50 MeV Kr と 200 MeV Xe イオンを照射した高温超伝導体の 臨界電流密度特性

Critical Current Density Properties in High- T_c Superconductors

Irradiated with 50 MeV Kr Ions and 200 MeV Xe Ions

熊大工¹, 関学大理工², 東北大³, 住重アテックス(株)⁴, 原子力機構⁵

○末吉哲郎¹, 尾崎壽紀², 千星聡³, 坂根仁⁴, 石川法人⁵

Kumamoto Univ.¹, Kwansei Gakuin Univ.², Tohoku Univ.³, SHI-ATEX Co., Ltd.⁴, JAEA⁵

○Tetsuro Sueyoshi¹, Toshinori Ozaki², Satoshi Semboshi³, Hitoshi Sakane⁴, Norito Ishikawa⁵

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)特性の改善に対し、短く分断化された柱状欠陥、すなわち不連続な柱状欠陥は、柱状欠陥の強いピン止め力と、不連続化による等方的なピン止め力を兼ね備えたピン止め点として、全磁場方向での高 J_c 化の実現を期待できる。我々は、80 MeV の Xe イオンを用いて、GdBCO 超伝導線材の c 軸方向に不連続な柱状欠陥を導入し、連続な柱状欠陥より高い J_c を示すことを報告している[1]。一方、イオンの入射角度を c 軸から傾けると、照射損傷が顕著になり、太く連続な柱状欠陥を形成しやすいことも明らかにしている。

本研究では、高温超伝導体の c 軸に対して $0^\circ, \pm 45^\circ$ 方向に 50 MeV の Kr イオンを照射し、臨界電流密度の磁場依存性を調べた。どの入射角度でも連続な柱状欠陥を導入できる 200 MeV Xe イオン照射した試料と比較を行い、50 MeV Kr イオン照射で形成される照射欠陥のピン止め特性について考察した。

2. 実験および結果

照射試料は、Ceraco 社の YBCO 薄膜 (膜厚 400 nm, $T_c \sim 87.1$ K, J_{c0} (77 K) ~ 3 MA/cm²) で、フォトリソグラフィにより長さ 1 mm, 幅約 40 μ m のブリッジに加工した。50 MeV Kr イオンおよび 200 MeV Xe イオンの照射は、原子力機構のタンデム加速器において行われた。試料の c 軸に対して θ ($= 0^\circ, \pm 45^\circ$) の角度で、1~3 方向にビームを制御して照射した。トータルの照射量は、 7.26×10^{10} ions/cm² (マッチング磁場 $B_\phi = 1.5$ T) で、各方向の照射量は方向の数で等分した量である。臨界電流密度 J_c は、SQUID 磁束計を用いて測定した磁化特性より評価した。

Fig.1 に、 c 軸に平行な印加磁場 B 下での 65 K における J_c の磁場依存性を示す。どの照射試料も、未照射試料と比較して高い J_c を示している。これは、200 MeV Xe イオンおよび 50

MeV Kr イオンで導入される照射欠陥は、どの入射角度においてもピン止め点として作用していることを示唆している。照射試料の中でも高い J_c を示している試料は、 c 軸に対して $\pm 45^\circ$ および $0^\circ \& \pm 45^\circ$ の入射角度で 200 MeV Xe イオン照射した試料であり、 c 軸方向にのみ柱状欠陥を導入した試料よりも高い値を示している。これは、 $\pm 45^\circ$ で導入した柱状欠陥の径が大きくなるためにピン止め力がより強くなることと、遮蔽電流に柱状欠陥の交差面が有効にピン止め作用する成分が含まれることが考えられ、以前の結果とも一致している[2]。一方、50 MeV Kr イオン照射した試料は、200 MeV Xe イオン照射した試料の J_c を全て下回っている。このことから、50 MeV Kr イオン照射では入射角度を c 軸から傾けても連続な柱状欠陥を上回るピン止め点を形成できていないと考えられる。

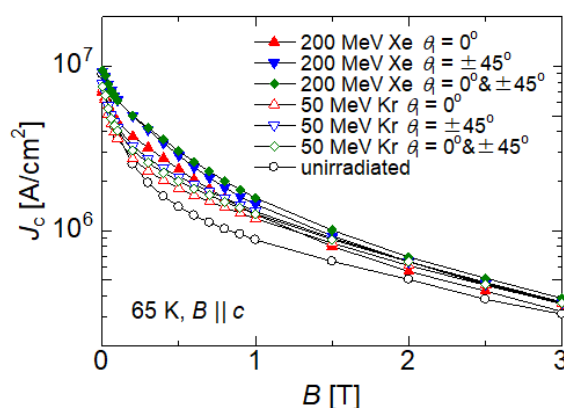


Fig.1 Magnetic field dependence of critical current density J_c for irradiated YBCO films.

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] Sueyoshi *et al.* JJAP 59 (2020) 023001.
- [2] Sueyoshi *et al.* SuST 29 (2016) 105006.