

## 50 MeV Kr イオン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

九産大理工<sup>1</sup>, 熊大工<sup>2</sup>, 関学大理工<sup>3</sup>, 東北大<sup>4</sup>, 住重アテックス(株)<sup>5</sup>, 原子力機構<sup>6</sup>○末吉哲郎<sup>1</sup>, 山口裕史<sup>2</sup>, 藤吉孝則<sup>2</sup>, 尾崎壽紀<sup>3</sup>, 千星聡<sup>4</sup>, 坂根仁<sup>5</sup>, 西寺照和<sup>1</sup>, 石川法人<sup>6</sup>Kyushu Sangyo Univ.<sup>1</sup>, Kumamoto Univ.<sup>2</sup>, Kwansei Gakuin Univ.<sup>3</sup>, Tohoku Univ.<sup>4</sup>,SHI-ATEX Co., Ltd.<sup>5</sup>, JAEA<sup>6</sup>○Tetsuro Sueyoshi<sup>1</sup>, Hiroshi Yamaguchi<sup>2</sup>, Takanori Fujiyoshi<sup>2</sup>, Toshinori Ozaki<sup>3</sup>, Satoshi Semboshi<sup>4</sup>,Hitoshi Sakane<sup>5</sup>, Terukazu Nishizaki<sup>1</sup>, Norito Ishikawa<sup>6</sup>

E-mail: s.teturo@ip.kyusan-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、(i) 柱状欠陥の強いピン止めと、分断化によって等方的なピン止めを示すハイブリッドな磁束ピン止め点、かつ (ii) 体積分率を抑えて  $J_c$  の絶対値の増加に寄与するピン止め点として期待できる[1]. 前回、我々は、50 MeV の Kr イオンビームを用いて YBCO 薄膜の  $c$  軸に対して  $0^\circ$  および  $\pm 45^\circ$  方向に不連続な柱状欠陥の導入を試みたが、 $c$  軸方向の磁場( $B$ )での  $J_c$  特性から、50 MeV の Kr イオンビームでは、どの入射角度においても連続な柱状欠陥を上回るようなピン止め点が形成されていない可能性があることを示した[2].

今回、50 MeV の Kr イオンビームによって YBCO 薄膜に導入された照射欠陥の磁束ピン止めを明らかにするために、そして  $J_c$  の向上に寄与する柱状欠陥の不連続化について考察を行うために、 $J_c$  の磁場角度依存性を調べた。

## 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)  $\sim 3$  MA/cm<sup>2</sup>) で、フォトリソグラフィにより長さ 1 mm, 幅約 40  $\mu\text{m}$  のブリッジに加工した。50 MeV Kr 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  $\theta$  ( $= 0^\circ, \pm 45^\circ$ ) 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、 $7.26 \times 10^{10}$  ions/cm<sup>2</sup> (マッチング磁場  $B_\phi = 1.5$  T) で、各方向の照射量は照射方向の数で等分した量である。比較のために、連続な柱状欠陥を形成する 200 MeV Xe イオン照射も同様にしてみた。  $J_c$  の磁場角度依存性は、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  $\theta$  として測定

を行った。

Fig.1 に、50 MeV の Kr イオンおよび 200 MeV の Xe イオンを照射した YBCO 薄膜の 70 K, 1 T での  $J_c$  の磁場依存性を示す。イオン種および照射方向に対する  $J_c$  特性の振る舞いは、 $c$  軸方向の磁場では、前回の報告での磁化特性から評価した  $J_c$  特性とほぼ同様の傾向を示している。 $c$  軸と  $ab$  面の間の磁場方向においても、方向分散した 200 MeV Xe イオン照射の試料は、広範囲の磁場方向で高い  $J_c$  を示している。一方、 $c$  軸方向に 200 MeV Xe イオンを照射した試料と比較すると、50 MeV Kr イオンの照射試料の方が  $J_c$  は高い。これは、柱状欠陥の分断化によるピン止め、および照射損傷の体積分率が小さいことに起因、すなわちピン止めにおける不連続化の優位性の兆候と考えられる。

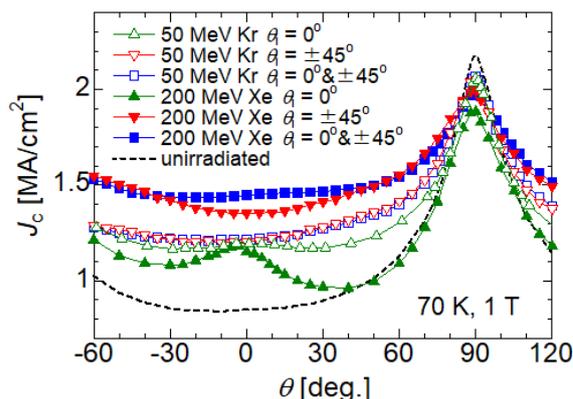


Fig.1 Angular dependence of  $J_c$  in YBCO films irradiated with 50 MeV Kr ions and 200 MeV Xe ions.

## 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] 末吉ら, R3 春季応用物理学会 17p-Z21-6