

人工ピン入り高温超伝導線材に対する照射追加ピン止め効果 (2)

Additional Pinning Effect by Irradiation in High- T_c Superconducting Tapes

with Artificial Pinning Centers (2)

九産大理工¹, 関学大工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, 西嵯照和¹, 石川法人⁵

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

○Tetsuro Sueyoshi¹, Toshinori Ozaki², Satoshi Semboshi³, Hitoshi Sakane⁴, Terukazu Nishizaki¹,

Norito Ishikawa⁵

E-mail: s.teturo@ip.kyusan-u.ac.jp

1. はじめに

超伝導の高磁場応用のために、磁場中で侵入する磁束線の運動を抑制するための人工ピンを予め導入し、磁場中の臨界電流密度 J_c 特性をさらに向上させた希土類系高温超伝導線材が、最近様々なメーカから市販化されている。我々は、人工ピン入り超伝導線材に対してイオン照射により、ピン止め点をさらに追加導入することで、磁場中の J_c 特性のさらなる改善や人工ピンと照射ピンからなるハイブリッドピン止め機構に注目している。前回、人工ピンとして Y_2O_3 が導入された SuperOx 社の高温超伝導線材に対して 80 MeV Xe 照射を施すと、ピン無しの線材と比較して、より顕著な J_c の改善となることを報告した[1]。

今回の報告では、同じ人工ピン入りの高温超伝導線材において、200 MeV Xe、および 50 MeV Kr を照射し、前回の 80 MeV Xe 照射した試料とともに磁場中の J_c 特性の影響について系統的に調べた。

2. 実験および結果

測定試料は、人工ピンとして Y_2O_3 がドーブされた 4 mm 幅の Y 系高温超伝導線材 (SuperOx, 2021 年 8 月購入) である。購入時に提供されたテープスターでの I_c 値は約 188 A であった。これらの線材から約 2 mm 角に試料を切り出し、照射や測定に用いた。200 MeV Xe、および 50 MeV Kr 照射は、原子力機構のタンデム加速器で行った。照射方向は、膜面に垂直すなわち試料の c 軸方向に平行である。照射量は、 $7.26 \times 10^{10} \sim 7.26 \times 10^{11}$ ions/cm² (マッチング磁場 $B_\phi = 1.5 \sim 15$ T) である。 J_c の磁場依存性は、SQUID 磁束計を用いて c 軸方向の磁場での磁化特性から評価した。

Fig.1 に、照射量 $B_\phi = 6$ T で 200 MeV Xe と 50 MeV Kr を照射した試料の J_c の磁場依存性を 10 K と 65 K について示す。照射無しの人工ピン

入り線材と比較して、照射した試料ではともに J_c の増加を確認できる。 $B_\phi = 6$ T での照射量では、200 MeV Xe 照射試料の方が低磁場から高磁場まで高い J_c を示している。以前、我々は NdBCO 薄膜 (膜厚 400 nm) での 50 MeV Kr 照射において照射量を $B_\phi = 10$ T まで増やすと、200 MeV Xe で照射した試料が示した J_c 値より高磁場側で高い J_c を示すことを報告している [2]。一方、人工ピン入り線材では、50 MeV Kr の照射において照射量に対する J_c の増加率は低く、200 MeV Xe 照射の J_c を超えることはなかった。これは、今回人工ピン入り線材の超伝導層の膜厚が 2.9 μ m と厚かったために、50 MeV Kr では超伝導膜全体に有効なピン止め点として作用する照射欠陥を形成できなかったことが考えられる。

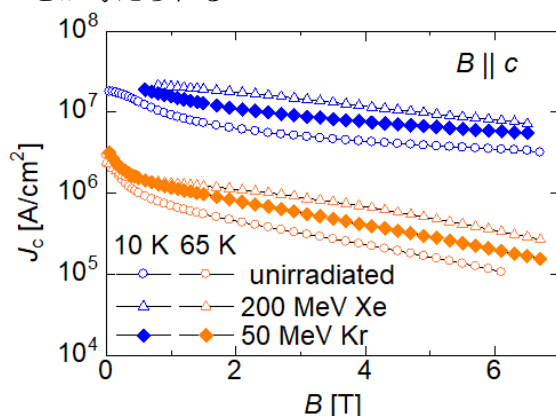


Fig.1 Magnetic field dependence of J_c in SuperOx coated conductors irradiated with 200 MeV Xe and 50 MeV Kr ions, respectively.

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 (22K04207) の助成を受けて実施したものである。

参考文献

- [1] 末吉ら, R5 春季応用物理学会 17p-D215-3
- [2] Sueyoshi *et al.* IEEE TAS 33 (2023) 6600305.