

GdBCO コーテッドコンダクタの臨界電流密度に対する 交差した柱状欠陥の連続性の影響

Influence of Continuity of Splayed Columnar Defects

on Critical Current Density in GdBCO Coated Conductors

熊大工 〇末吉 哲郎, 古木 裕一, 上瀧 哲也, 甲斐 隆史, 浦口 雄世, 藤吉 孝則

Kumamoto Univ., 〇Tetsuro Sueyoshi, Yuuichi Furuki, Tetsuya Kotaki, Takafumi Kai,

Yusei Uraguchi, Takanori Fujiyoshi

E-mail: tetsu@cs.kumamoto-u.ac.jp

1. はじめに

高温超伝導体において、ナノロッドのような 1 次元ピンはピンに沿った磁場方向（通常 c 軸方向）において臨界電流密度 J_c の飛躍的な向上を図ることができるピンニングセンターである。一方、ナノ粒子のような 3 次元ピンは全磁場方向で等方的なピン止め作用を有する。この両者の利点を組み合わせ、広範囲の磁場方向で高 J_c 化を実現する手段の一つとして、短くカットされた（不連続な）1 次元ピンの導入がある[1,2]。

本研究では、GdBCO テープ線材に対して、異なるエネルギー(270 MeV, 80 MeV)の重イオンを c 軸に対して複数方向から照射し、方向分散した連続、不連続な 1 次元ピンの J_c の磁場角度依存性に与える影響について調べた。

2. 実験および結果

重イオン照射した試料は、フジクラ製の GdBCO テープ線材(5cm 幅, 膜厚 2.2 μ m, $I_c = 280$ A)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。重イオン照射には、270 MeV と 80 MeV の Xe イオンを用いた。 c 軸に対して $\theta_i = 0^\circ, \pm 45^\circ$ でそれぞれビームを傾けて照射を行い、1 方向および 3 方向の柱状欠陥をもつ試料をそれぞれ用意した。このとき、照射方向は試料のブリッジの長さ方向に対して常に垂直になるようにした。全照射量は、全ての試料に対して 1.94×10^{11} ions/cm² であり、3 方向の照射においてはそれぞれの照射方向に等分して照射している。 J_c の磁場角度依存性の測定では、磁場を電流と常に垂直に印加し、磁場と c 軸のなす角度 θ と定義した。

Fig.1(a)に、77.3 K, 4 Tにおける J_c の磁場角度依存性を示す。まず照射エネルギーの違いに注目すると、270 MeV より、80 MeV で照射した試料の方が、広範囲の磁場方向で高い J_c を示している。本研究の 80 MeV での照射と同様の S_c 値をもつ 74 MeV の Ag イオン照射では、

Y(Dy)BCO コーテッドコンダクタ中に、径 2-4nm で 20-60nm の長さをもつ柱状欠陥が 20-60nm の間隔で不連続になっていることが報告されている[2]。一方、方向分散の違いについては、3 方向に柱状欠陥を分散させることで、よりフラットな $J_c(\theta)$ 特性を示している。270 MeV の 3 方向照射では、 c 軸を中心としたブロードな J_c のピークが現れているが、80 MeV では、よりフラットな $J_c(\theta)$ 特性になっている。以上より、80 MeV の照射では柱状欠陥が不連続のために照射損傷領域が少なく、超伝導性をより維持でき、また広範囲の磁場方向で短い柱状欠陥の端部が磁束線のピン止め点として作用するために、よりフラットで高い $J_c(\theta)$ 特性を実現すると考えられる。

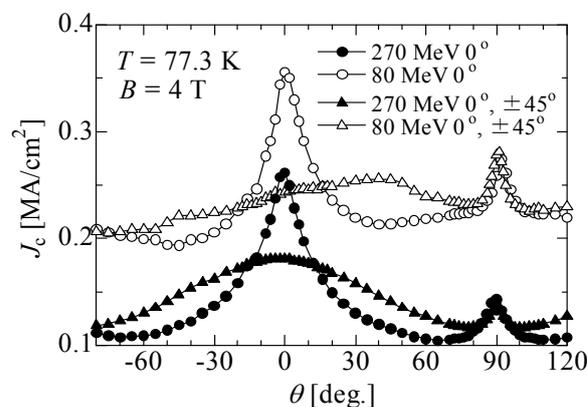


Fig.1 Angular dependences of J_c in irradiated GdBCO coated conductors.

参考文献

- [1] A. Ichinose *et al.* Supercond. Sci. Technol. 20 (2007) 1144.
- [2] N. M. Strickland *et al.* Physica C 469 (2009) 2060.