

学生番号	11232015	氏名	沖村 莞
論文題目	重イオン照射を行った Gd 系超伝導コート線材の低磁界領域の臨界電流密度特性に関する研究		

1. はじめに

希土類(Rare Earth)を用いた REBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>y</sub>超伝導コート線材は高温、高磁界下においても高い臨界電流密度  $J_c$  を持つことから液体窒素温度下での機器や高磁界マグネットへの利用が期待されているが、応用を十分に可能にするような特性はまだ得られていない。 $J_c$ の大きさは、外部から侵入した磁束線がローレンツ力により移動しようとするのをピンによって阻止するピンニング力の強さで決定される[1]。人工ピンを導入すると高磁界下での $J_c$ は増加するものの、低磁界領域における $J_c$ は低下する場合が多い。そこで本研究では、導入するピンの大きさやピン密度を比較的自由に調節できる重イオン照射を採用し、人工ピンの導入密度が異なるコート線材の $J_c$ を測定した。その結果より、低磁界下(0 T から 0.5 T)での応用を想定した最適な人工ピンの導入密度を検討した。

2. 実験

測定試料は PLD 法により作製された、フジクラ社が市販する GdBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>x</sub> コート線材で、Au イオンを磁束間隔で約 70 nm(0.5 T)と 50 nm(1.0 T)程度となるように照射したものと人工ピンなしの 3 種類を準備した。重イオン照射は日本原子力開発機構にて、照射エネルギー 320 MeV、線材平面に対し垂直方向に行った。ピンの半径は照射イオンとエネルギーの関係により、8 nm 程度である。導入されたピンの種類とその間隔、超伝導層厚を表 1 に示す。 $J_c$ を評価するために試料をマイクロブリッジ加工後、液体窒素温度 77.3 K で直流四端子法を用いて電界-電流密度特性を測定した。電界基準を  $E_c = 1.0 \times 10^{-4}$  [V/m] とした。印加磁界はテープ面に対して垂直方向を  $\theta = 0^\circ$ 、電流方向に対して垂直かつテープ面に水平方向を  $\theta = 90^\circ$ として定義した。

表 1 試料諸元

試料	照射イオン	ピンの間隔 [nm]	超伝導層厚 $d$ [ $\mu$ m]
pure	-	-	1.2
#1	Au	70	1.2
#2	Au	50	1.2

3. 結果及び考察

図 1 に各試料の  $J_c - \theta$  特性を示す。pure に注目すると、 $\theta = 90^\circ$ ( $ab$ 平面方向)付近で大きな  $J_c$  のピークが見られる。これは  $ab$  平面に平行な積層欠陥によるものである。照射後の #1 と #2 に注目すると、 $90^\circ$  付近で小さなピークは見られるものの、pure と比べると小さな値である。これは重イオン照射により積層欠陥に損傷を与えてしまい、ピンとしての効果を損なった結果であると考えられる。また  $\theta = 0^\circ$  付近にピークが見られ、これは  $c$  軸方向に平行に導入した円柱状欠陥が有効なピンとして働いているためである。#1 と #2 を比べると、照射量が少ない #1 の特性は #2 より  $J_c$  の劣化が小さいことがわかる。一般に重イオン照射は高磁界領域で特に有効に働くピンであり、超伝導層へのダメージが大きい。したがって低磁界での  $J_c$  向上や、本研究の目的である人工ピンの最適導入密度の検討には、より半径の小さな人工ピンを導入し、超伝導層へのダメージの軽減を図ることが必要である。また、磁束線の間隔がピンの間隔に一致する磁界において  $J_c$  が極大となるという性質があり、超伝導層へのダメージと併せて考えると低磁界下におけるピンの導入密度は小さく抑えることが重要であることがわかった。

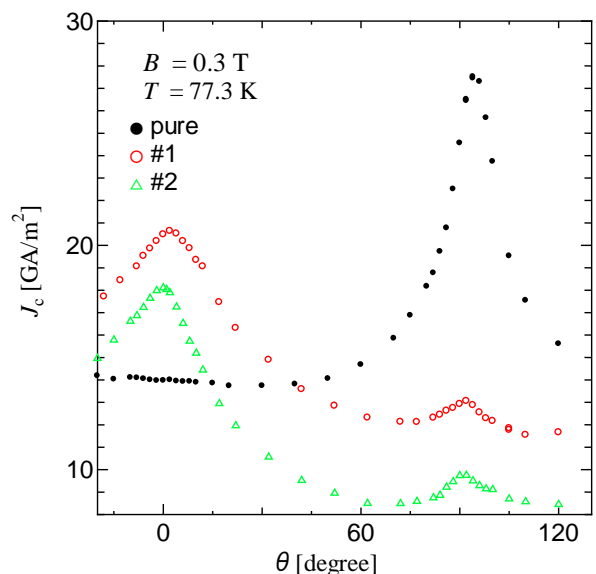


図 1 各試料の  $J_c - \theta$  特性

参考文献

[1] 松下 照男 著:磁束ピンニングと電磁現象(産業図書)