

所属学科	電子情報工学科 (小田部研究室)		
学籍番号	05232080	氏 名	水間 祐貴
論文題目	DyBCO コート線材の臨界電流密度に与える重イオン照射の影響		

1. はじめに

REBaCuO 超伝導体は高温・高磁界中で優れた臨界電流密度を持つことが知られており、磁界中での応用に期待がされている。このため、より一層の臨界電流密度の向上が求められており、これを実現するために人工ピンの導入が試みられている。しかしながら、今まで、臨界電流密度の向上に有効な欠陥の条件については定量的な議論が行われていない。そこで、本研究では DyBCO コート線材にいくつかの異なる条件で重イオン照射をして円柱状欠陥を導入し、欠陥のサイズや数密度が臨界電流密度に与える影響を定量的に調べた。

2. 実験

試料は THEVA GmbH により作製された DyBCO コート線材で、厚さ 90 μm の HastelloyC276 基板上に、中間層として ISD (Inclined Substrate Deposition) 法によって堆積した厚さが 3.7 μm の MgO 層と、厚さ 0.3 μm の MgO キャップ層を作製し、その上に共蒸着 (co-evaporation) 法によって厚さ 1.5 μm の DyBCO 層を堆積させ、最後に厚さ 0.5 μm の Ag 保護層が蒸着されているものである。

照射は、テープ面に対して垂直の方向から Au イオンおよび Ni イオンの条件を変えて行った。照射条件は表 1 に示す通りである。ここで B_ϕ はマッチング磁界、 r_0 は欠陥半径であり、 r_0 は照射イオンとエネルギーの関係により決定した¹⁾。測定には SQUID 磁力計を使用して、テープ面に垂直に磁界を印加し、直流磁化と磁化緩和の測定から臨界電流密度 J_c 、 E - J 特性および n 値を評価した。

3. 結果及び検討

図 1 に Au イオンを照射する前後での臨界電流密度を示す。Au イオン照射により、高磁界になるほど J_c の改善が顕著に見られる。この原因としては、照射欠陥が大きいものほど高磁界下で有効なピンニングセンターとして働いているためであると考えられる。一方で、低磁界での J_c の劣化は T_c の減少の原因である超伝導組織の劣化が影響していると考えられる。

また、照射エネルギーについて比較すると、照射エネルギーを大きくし欠陥半径が大きくなると、低磁界での J_c は低下するが、高磁界での J_c は向上している。一方で、Ni イオン照射では大幅

な特性改善は見られなかった。これは Ni イオン照射による欠陥は、Au イオン照射による欠陥に比べサイズが小さいためであると考えられる。

これらの結果について、磁束クリープ・フローモデルと要素的ピン力の加算理論を用いて解析を行った。本解析においては実験での値にフィッティングを行った磁束クリープ・フローモデルでの仮想的な臨界電流密度 J_{c0} の最頻値 J_{c0m} と加算理論での柱状欠陥のピンから予想される J_{c0s} を比較することにより、加算理論で実験結果の説明を試みることを目的としている。また、解析においては導入した柱状欠陥以外に線材作製時から存在するピンを考慮して比較を行った。その結果、良い一致が得られ、加算理論で予想されるように欠陥サイズが大きい試料の方が臨界電流密度の改善に効果的であると考えられる。

表 1 : 照射条件

試料	照射イオン	エネルギー	r_0	B_ϕ	T_c
before	-	-	-	-	89.7 K
#1	Au	320 MeV	8 nm	1 T	88.3 K
#2	Au	200 MeV	5 nm	1 T	88.9 K
#3	Ni	200 MeV	2 nm	1 T	89.6 K

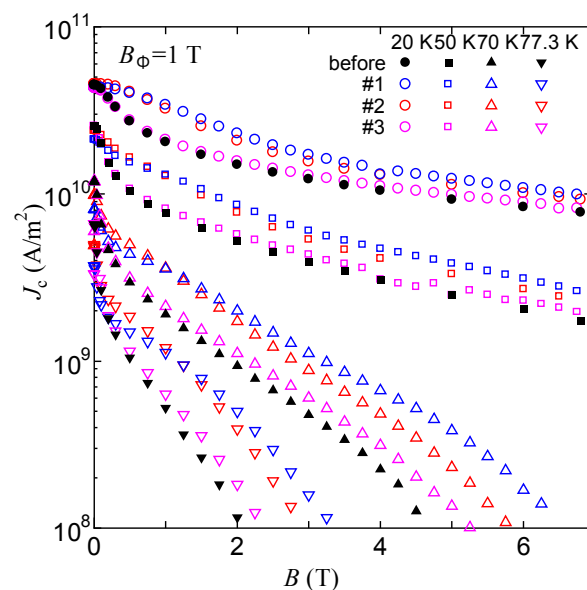


図 1 : 各試料の J_c - B 特性

【参考文献】

1) M.Sasase, et al.: JEM 51(supplement): S235-S238 (2002)