PLD 法(Eu, Er)$Ba_2Cu_3O_y$+$BaHfO_3$線材の O^{2+}イオン照射による超伝導特性の向上

Improvement of J_c for PLD-(Eu,Er)$Ba_2Cu_3O_y$+$BaHfO_3$ coated conductors using O^{2+} ion irradiation

成蹊大 [1]，山梨大 [2], 関西学院大 [3], 産総研 [4]

°鈴木 匠 [1]，太田 順也 [1], 作間 啓太 [2], 尾崎 壽紀 [3], 衣斐 顕 [4], 和泉 輝郎 [4], 三浦 正志 [1]

Seikei Univ. [1], Yamanashi Univ. [2], Kwansei Gakuin Univ.[3], AIST[4]

°Takumi Suzuki[1], Junya Ohta[1], Keita Sakuma[2], Toshinori Ozaki[3], Akira Ibi[4], Teruo Izumi[4] and Masashi Miura[1]

E-mail: t-suzuki@st.seikei.ac.jp

1. はじめに

高温超伝導体 $REBa_2Cu_3O_y$(REBCO:RE は希土類元素)線材は、優れた磁場中臨界電流密度(J_c)特性を持つことからマグネット応用などの強磁場応用が期待されている。しかし、実用のためには更なる J_c の向上が望まれる。これまで、磁場中 J_c 特性の向上のために REBCO 線材に $BaMO_3$(BMO:M は Hf, Zr など)のナノロッドやナノ粒子の磁束ピンニング点の導入が行われてきた。他に線材作製後の磁束ピンニング点の導入法としてイオン照射による欠陥の導入が挙げられる。イオン照射により、T_c が減少するが、近年、Y. Zhang らによりイオン照射後にアニールをする事により T_c が増加し J_c も向上することが報告されている[1]。一方、BMO ナノロッド導入線材に対するイオン照射による効果はあまり報告されていない。そこで、本研究では PLD 法を用いて作製した BHO 導入(Eu,Er)BCO 線材に様々な量のイオン照射を行い、イオン照射量が超伝導特性に及ぼす影響を検討する。

2. 実験方法

本研究では、リールトゥリール式 PLD 法により作製された (Eu,Er)BCO 線材に BHO ナノロッドを 3 vol.%で導入した (Eu,Er)BCO+BHO 線材を作製した。イオン照射条件として O^{2+}イオンを用いてイオン照射エネルギーは 2 MeV、イオン照射量を $1\times10^{13}-5\times10^{13}$ ion/cm^2 とした。イオン照射後、酸素アニールを行った。作製した線材は超伝導特性を四端子法による通電法、微細構造を透過型電子顕微鏡で評価した。

3. 実験結果

Fig. 1 に異なるイオン照射量の(Eu, Er)BCO+BHO 線材における諸特性を示す。(a)、(b)よりイオン照射量の増加に伴い$\Delta\omega$、及び$\Delta\phi$は増加した。これらの変化はイオン照射欠陥周辺のひずみの影響によるものだと考えられる。加えて(c)、(d)より $T_{c\ onset}$、$T_{c\ zero}$ もイオン照射量の増加に伴い低下した。これらの結晶性、T_c の低下から(e)に示すように自己磁場下の J_c もイオン照射により低下した。一方、磁場中 J_c においては(f)に示すようにイオン照射欠陥の増加の効果により J_c は向上し 3×10^{13} ion/cm^3 照射した線材は J_c の磁場印加角度依存性における最小の J_c ($J_{c\ min}$)が最も高いことが分かった。当日は微細組織や J_c の磁場印加角度依存性についても報告する。

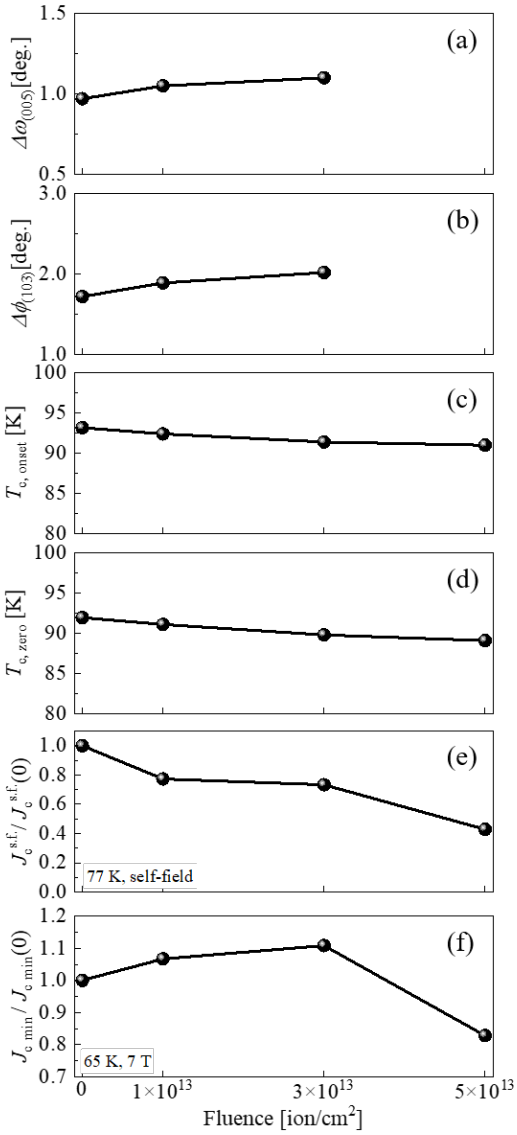

Fig. 1 O^{2+} ion irradiation dependence of (a) $\Delta\omega$, (b) $\Delta\phi$, (c) $T_{c,onset}$, (d) $T_{c,zero}$, (e) $J_c^{s.f.}/J_c^{s.f.}(0)$ at 77 K, (f) $J_{c\ min}/J_{c\ min}(0)$ at 65 K, 7 T for (Eu,Er)BCO+BHO CCs.

謝辞

本研究は、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の助成を受け実施したものである。また、本研究の一部は、JST 創発的研究支援事業 JPMJFR202G、JSPS 科研費(18KK0414 及び 20H02184)の助成を受け実施したものである。

参考文献

[1] Y. Zhang et al., Scientific Reports **10**, 14848 (2020).