

DyBCO コート線材の臨界電流密度における重イオン照射の影響

Effect of heavy ion irradiation on the critical current density in DyBCO coated conductor

磯部 現, 木内 勝, 小田部 荘司, 松下 照男 (九工大);

岡安 悟 (原子力機構); Werner Prusseit (THEVA GmbH)

ISOBE Gen, KIUCHI Masaru, OTABE Edmund Souji, MATSUSHITA Teruo (Kyushu Inst. of Tech.);

OKAYASU Satoru (JAEA); Werner Prusseit (THEVA GmbH)

E-mail: isobe@aquarius10.cse.kyutech.ac.jp

はじめに 高温高磁界下で高い臨界電流密度を得るために、REBaCuO 超伝導体に人工的にピンニング・センターを導入することが行われており、臨界電流密度が改善されつつある。しかし、どのようなピンニング・センターが臨界電流密度の向上に有効に働くかまだ明らかでない。本研究では、DyBCO コート線材に幾つかの異なる条件で重イオンを照射して柱状欠陥を導入し、照射前後の臨界電流密度の評価を行った。

実験 試料は THEVA GmbH による DyBCO コート線材であり、厚さ $90 \mu\text{m}$ の Hastelloy C276 上に、中間層として ISD (Inclined Substrate Deposition) 法による厚さ $3.7 \mu\text{m}$ の MgO 配向層と $0.3 \mu\text{m}$ の MgO-cap 層が作製され、その上に共蒸着法により厚さ $1.5 \mu\text{m}$ の DyBCO 層、 $0.5 \mu\text{m}$ の Ag 保護膜が成膜されている。実験は、テープ面に対して垂直方向から Au または Ni イオンを照射し、照射前後の臨界電流密度を測定した。照射の際のエネルギーは Au イオンでは 320 MeV 、Ni イオンでは 200 MeV であり、照射量はマッピング磁界 B_ϕ に換算して、Au イオンで 1.0 T 、Ni イオンで 0.5 T 、 1.0 T 、 3.0 T 、 5.0 T であった。臨界温度 T_c は照射前が 89.7 K 、Au イオン照射後は 88.3 K 、Ni イオン照射後は照射量が少ない方からそれぞれ 89.6 K 、 89.6 K 、 89.5 K 、 89.2 K であった。また、照射により導入された柱状欠陥の半径は Au イオン照射の場合は約 5 nm 、Ni イオンの場合は約 2 nm であり超伝導層を貫通している。磁界はテープ面に対して垂直、すなわち円柱状欠陥に対して平行に印可し、SQUID 磁力計による直流磁化測定から臨界電流密度を評価した。

結果と検討 Fig. 1 に Ni イオンを $B_\phi=3.0 \text{ T}$ 照射した前後の J_c - B 特性を示す。Au イオンを照射した場合に見られたような高磁界下での大幅な特性改善¹⁾は、Ni イオンの照射では見られなかった。また T_c で規格化した不可逆磁界 B_i の温度依存性を Fig. 2 に示す。 B_i も Ni イオン照射では Au イオン照射のように大幅な改善は得られていない。これらの結果について、磁束クリープ・フローモデルを用いて解析を行った。また要素的ピン力の加算理論を用いて、柱状欠陥で予想される仮想的な臨界電流密度の最頻値を計算し、更に競合的なピンであることを考慮して、磁束クリープ・フローモデルの結果との比較を行った。その結果、Ni イオン照射による欠陥半径が 2 nm よりも小さい可能性があることが分かった。まだ完全な一致は得られて

いないが、2つの理論で実験結果を説明することができそうである。したがって加算理論より、臨界電流密度の改善にはサイズが大きく、数密度が高いピンが有効であると考えられる。

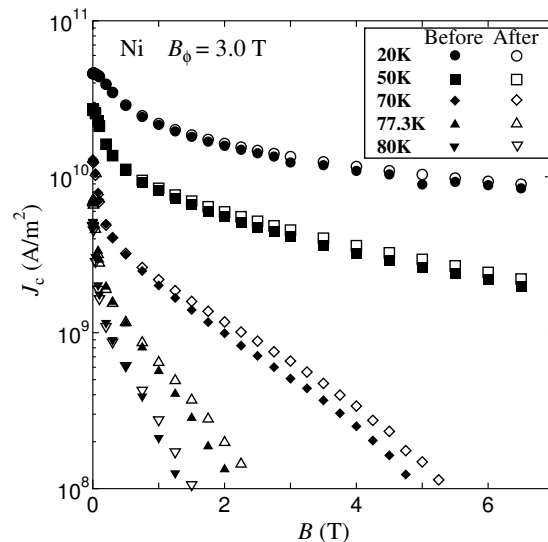


Fig.1 Critical current density of DyBCO coated conductor before and after the Ni ion irradiation with $B_\phi=3.0 \text{ T}$.

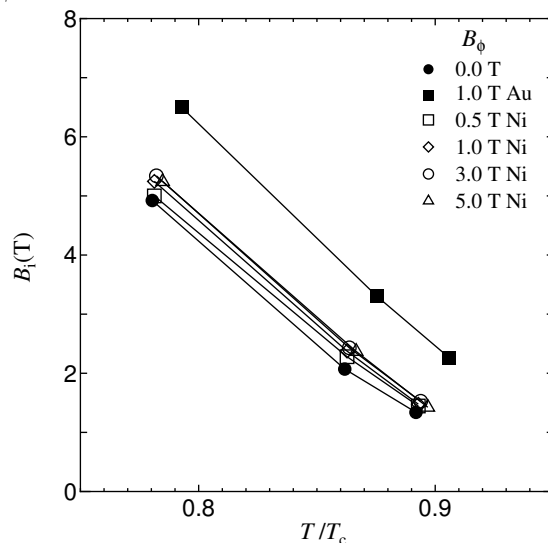


Fig.2 Irreversibility field of DyBCO coated conductor before and after the irradiation.

参考文献 G. Isobe *et al.* Abstract of CSJ Conference, Vol. 76 (2007) p. 70.