



24. 重イオン照射した Bi-2223 線材の磁気緩和

(Magnetic Relaxation of Heavy Ion Irradiated Bi-2223 Tapes)

筑波大学物質工学系
日本原子力研究所
理化学研究所

池田 博, 吉崎亮造
石川法人, 岩瀬彰宏
神原 正

要旨

超伝導体のパワー応用を考える場合、高 J_c 化が必要である。高 J_c 化のためには、フラックスピンニング力を増すことが必須である。しかしながら、銅酸化物高温超伝導体の発見当初より、弱いフラックスピンニング力が指摘されている。¹⁾ それゆえ、銅酸化物高温超伝導体のフラックスピンニングメカニズムの解明が重要である。

今回、我々は Bi-2223 テープ線材に重イオン照射することにより柱状欠陥を作り、柱状欠陥と磁束との相互作用について磁気緩和測定を行い、フラックスピンニングエネルギーの分布を調べたので以下に報告する。

試料の Bi-2223 Ag-Cu 合金線材は組成比が $\text{Bi}_{2.0}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_{2.0}\text{Ca}_{2.2}\text{Cu}_{2.4}\text{O}_y$ の原料粉を用意した。ここで Cu の量が少ないのはシース材から Cu の拡散があるためである。シース材には置換元素として Hf を 0.1at% 混ぜ合わせた。重イオン照射は理化学研究所において 3.5GeV $^{163}\text{Xe}^{31+}$ イオンを照射した。この時のピン密度は $7.2 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}$ で、マッチング磁場は $B_\phi = 1.4\text{T}$ である。高分解能透過電子顕微鏡の観測によれば重イオン照射によりアモルファス状の柱状欠陥が導入され、その直径は約 6 nm であった。試料サイズは $3.0 \times 3.0 \times 1.0 \text{ mm}^3$ である。照射前と照射後の試料について SQUID 磁束計により外部磁場 $H=1\text{T}$ を印加し、各温度 (10K から 55K) で測定時間は約 10^5 秒までの磁気緩和測定を行った。図 1(a) と (b) に示したのは、磁場を c 軸に平行に印加した場合の重イオン照射前と照射後の各試料の磁気緩和曲線である。この図から、両試料とも磁化は対数的時間変化 $\ln(t)$ に依存する減衰曲線を観測した。これは Anderson らによって説明されている。重イオン照射後の試料の磁気緩和曲線は照射前に比べて明らかに緩和が遅くなっていることがわかる。我々は Maley²⁾ らによる解析によって図 2(a) と (b) に示すような Bi-2223 線材の照射前と照射後試料のピンニングエネルギーの電流による依存性を測定した。照射前試料については Maley らが報告するようにさまざまな温度で測定された磁気緩和はひとつの曲線上にスケールされ、 U_{eff} が電流に非線形に依存する量であることがわかった。そして、その時のフィッティング定数として $C=25$ が得られた。一方、照射後の試料については、フィッティング定数 $C=20$ が適当であった。これは照射によって柱状欠陥が導入されることにより大きなピンニングエネルギーが生じたものと考えられる。

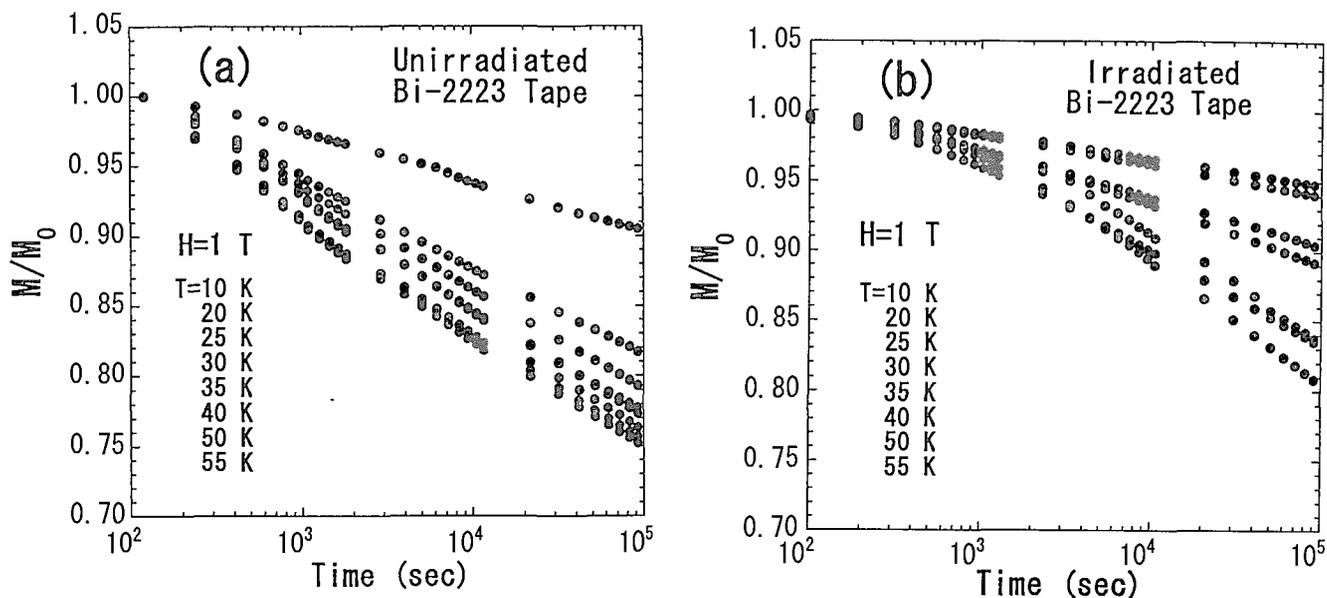


図1 Bi-2223 線材の重イオン照射前と照射後の各試料の磁気緩和曲線

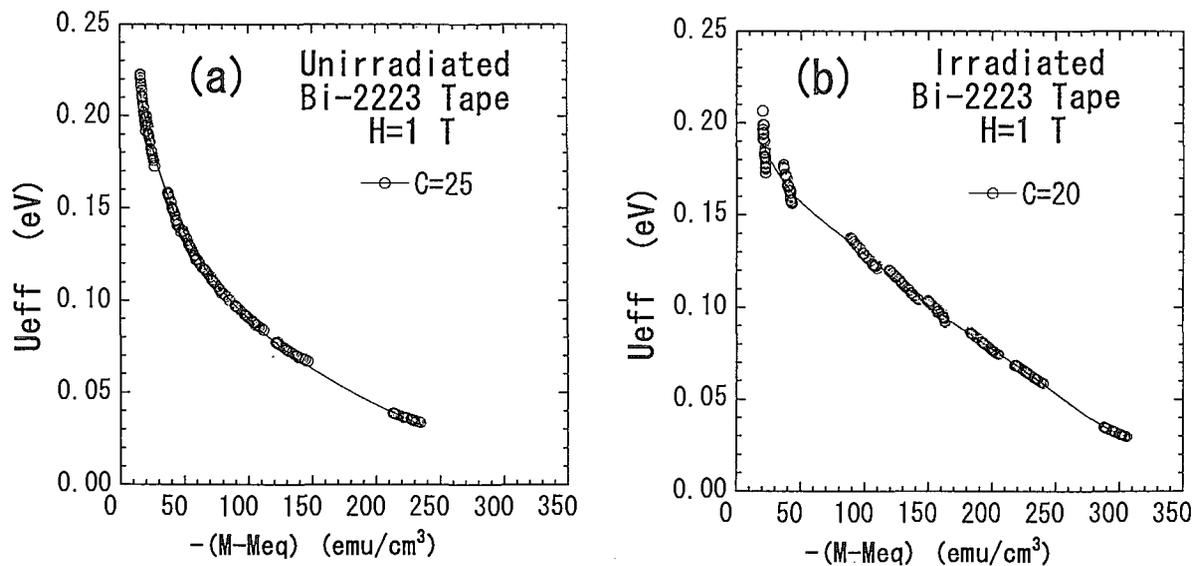


図2 Maley らによる解析によるピンポテンシャル U_{eff} の電流依存性

[参考文献]

1. K.A. Muller, M. Takashige, and J.G. Bednorz, Phys. Rev. Lett. **58**, (1987) 1143.
2. M.P. Maley, J.O. Willis, H. Lessure and M.E. McHenry, Phys. Rev. B **42** (1990) 2639.