



24. Nd123単結晶の磁気特性に対する中性子照射効果 Effect of Neutron Irradiation on the Magnetic Properties of Nd123

超電導工学研究所 筑本知子、村上雅人
東京大学工学部総合試験所 小林知洋、寺井隆幸

酸化物超電導体 $\text{Nd}_{1+x}\text{Ba}_{2-x}\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ (Nd123) は液体窒素温度以上の高い超電導臨界温度 ($\sim 95\text{K}$) を有し、また、比較的優れたピンニング特性を示すことから、特にバルク応用の分野で注目される材料である。さらなるピンニング特性の向上を目指す上で、ピン止め特性の導入が必要不可欠であるが、そのピン止め中心導入の有効な手段の一つとして放射線照射があげられる。なかでも中性子照射は、その透過距離が長いことから、バルク応用が可能であり注目を集めている。本研究では本系についての中性子照射の有効性を調べるために単結晶試料について比較的lowフルーエンスの中性子照射を行い、その前後でのピンニング特性の変化について調べたので報告する。

実験に用いたNd123単結晶試料は ZrO_2 るつぼを用いたフラックス法で、低酸素分圧中 ($P(\text{O}_2)=0.01\text{atm}$) で作製された。中性子照射は日本原子力研究所の材料試験炉JMTRを用いて行った。高速中性子フラックスは $1.6 \times 10^{17}\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ で総フルーエンスは 10^{20}m^{-2} であった。照射の前後について、SQUID磁束計 (Quantum Design) を用いてc軸に平行に磁場を印加して磁気ヒステリシス測定および磁気緩和測定を行った。

図1に照射前後の77Kでのヒステリシス曲線の変化を示す。照射後、大幅なヒステリシスの増大がみられ、中性子照射によって導入された欠陥が比較的高温でもピン止め中心として有効に働くことが示された。

次に図2に中性子照射試料の磁気緩和曲線の一例を示すが、測定磁場・温度範囲全般に渡って、測定時間に対してほぼ対数的な磁気緩和が観測された。図3に磁気緩和率 S ($=M_i^{-1} (dM/d\ln t)$) から見積もったみかけのピンポテンシャル U^* ($=kT/S$) の60Kにおける磁場依存性を示す。比較のために重イオン照射によって円柱状欠陥を導入した試料 (照射量： $5 \times 10^{14}\text{m}^{-2}$) についての結果も図3にプロットした。図3から明らかのように、中性子照射では重イオン照射と比較して、より高磁場まで U^* の向上がみられた。この主な理由としては、中性子照射と重イオン照射では導入された欠陥密度が大きく異なることが考えられるが、中性子照射では球状のカスケード損傷が生成するのに対して、重イオン照射では円柱状の損傷が生成するといった、生成した欠陥の形状が異なることも、一因

として考えられる。

本研究の一部は通商産業省工業技術院のニューサンシャイン計画のもと、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）から同機構の「超電導応用基盤技術研究開発」プロジェクトの一環として委託され、実施されたものである。

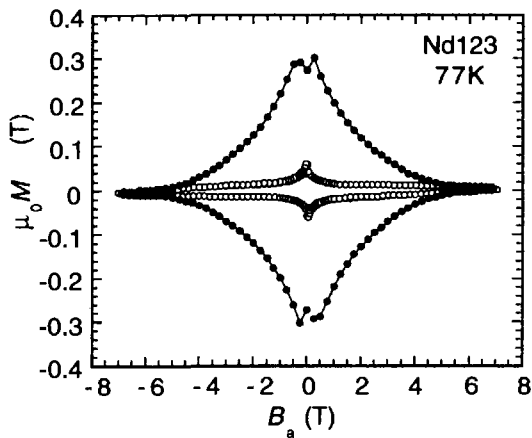


Fig. 1 Magnetization curve of Nd123 at $T = 77$ K before (open) and after (closed) the neutron irradiation.

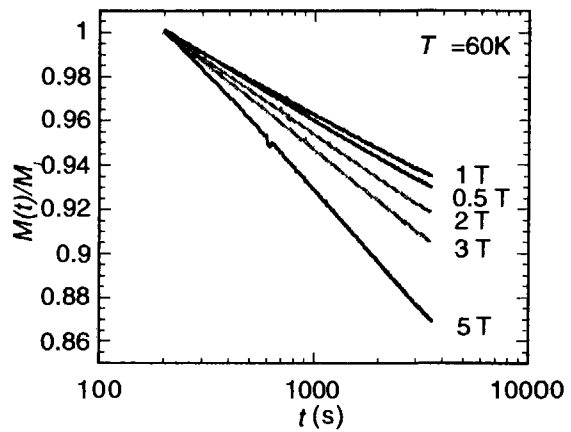


Fig.2 Semi-logarithmic plots of the time versus the magnetic moment measured at 60 K for the neutron irradiated Nd123 sample. The magnetic moment was normalized with the initial value at $t = 200$ s.

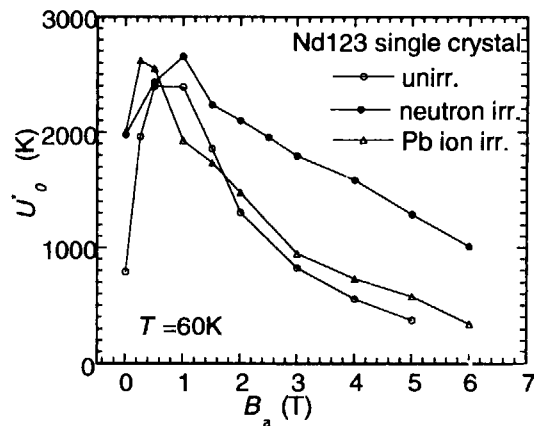


Fig.3 The field dependence of apparent pinning energy U^*_0 at $T = 60$ K for the unirradiated (\circ), the neutron irradiated (\bullet) and the Pb-ion irradiated Nd123 (fluence : $5 \times 10^{14} \text{ m}^{-2}$) (\square).