

低エネルギープロトン照射した $\text{FeSe}_{0.5}\text{Te}_{0.5}$ 薄膜の磁束ピンニング特性

Flux pinning properties of $\text{FeSe}_{0.5}\text{Te}_{0.5}$ thin films irradiated with low-energy proton

関学大理工¹, BNL² ○尾崎 壽紀¹, Qiang Li²

Kwansei Gakuin Univ.¹, Brookhaven National Lab.²

E-mail: tozaki@kwansei.ac.jp

1. はじめに

鉄系超伝導体の中で最も単純な結晶構造をもつ $\text{FeSe}_{1-x}\text{Te}_x$ は、高い上部臨界磁場(H_{c2})を示し、異方性(γ)が小さいため高磁場下での応用が期待される。 $\text{FeSe}_{0.5}\text{Te}_{0.5}$ (FST)薄膜は CeO_2 をバッファ層として用いることで様々な単結晶基板や金属基板上にエピタキシャル成長可能であり、いずれの薄膜も $T_c^{\text{zero}} \sim 18.0$ K、 $J_c > 10^6$ A/cm² (4.2 K, 0 T)という高い超伝導特性を示す^[1]。我々はこれまで、FST 薄膜に 190 keV という低いエネルギーでプロトンを照射し、カスケード欠陥とその周りに格子歪みを形成することで $T_c^{\text{zero}} = 18.0$ K(照射前)から $T_c^{\text{zero}} = 18.5$ K(照射後)に向上することを報告した^[2]。本研究では、低エネルギープロトン照射が FST 薄膜の磁束ピンニング特性に及ぼす影響について検討を行った。

2. 実験方法

薄膜は pulsed laser deposition 法を用いて SrTiO_3 基板上に CeO_2 バッファ層を堆積させ、その上に FST 超伝導層(~ 130 nm)を成長させた。作製した FST 薄膜は、予め超伝導特性を測定した後、薄膜を $1.5 \mu\text{m}$ 厚の Al 箔で覆った。その後、プロトン(190 keV、 1×10^{15} p cm⁻²)を照射し、再び同じ薄膜の超伝導特性を測定した。

3. 実験結果

Fig. 1 に 4.2 K におけるプロトン照射前後の FST 薄膜の巨視的ピンニング力 $F_p (= J_c \times \mu_0 H)$ の磁場依存性を示す^[3]。プロトン照射後、 F_p のピークがブロードになり、 F_p^{max} を示す磁場が高磁場側にシフトしていることがわかった。また、プロトン照射した FST 薄膜の F_p^{max} は $H//c$ で ~ 45 GN m⁻³ (12 T)、 $H//ab$ で ~ 120 GN m⁻³ (27 T)と非常に高い値を示した。このことから低エネルギープロトン照射により形成されたカスケード欠陥とその周りの格子歪みは非常に有効なピン止め点として機能していると考えられる。

[参考文献]

[1] W. Si *et al.*, Nature Commun. 4, 1347 (2013)

[2] 尾崎壽紀ら, 第77回応用物理学会秋季学術講演会, 14p-D63-6

[3] T. Ozaki *et al.*, Nature Commun. 7, 13036 (2016)

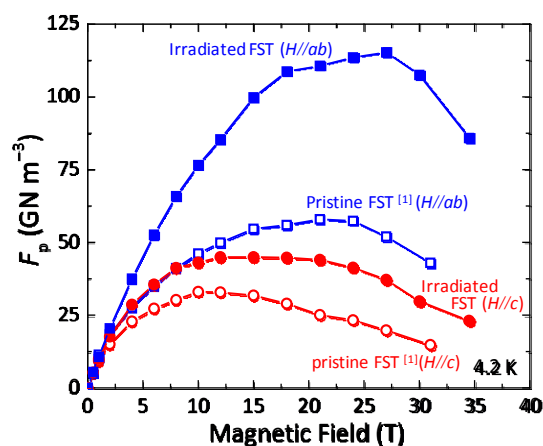


Fig. 1. $F_p(H)$ for FST film before and after 190 keV proton irradiation with 1×10^{15} p cm⁻² dose at 4.2 K,