

イオン照射技術を用いた高温超伝導材料の ナノ構造結晶欠陥の制御と臨界電流特性の増強

研究概要

超伝導材料に低エネルギー（数MeV以下）でイオン照射し、照射欠陥と超伝導特性の関係を明らかにすると共に、超伝導特性を飛躍的に向上させることを目的とする。本研究により、低エネルギーイオン照射技術を利用した次世代高温超伝導材料技術の確立を目指す。

研究成果

パルスレーザー蒸着 (PLD: Pulsed laser deposition) 法を用いて鉄系超伝導体の一つである $\text{FeSe}_{0.5}\text{Te}_{0.5}$ (FST) 薄膜を作製し、若狭湾エネルギー研究センターのタンデム加速器を用いて、1.5 MeV 水素イオン (H^+) 照射を行い、照射による低温磁場中での超伝導特性の変化を評価した。図1に3枚のFST薄膜に対し、 1.0×10^{16} 、 3.5×10^{16} 、 7.0×10^{16} ions/cm²のそれぞれの照射量における照射前後の T_c の変化を示す。 1.0×10^{16} ions/cm²照射した場合、照射前後でFST薄膜の T_c は変化しなかったが、照射量増加に伴い、照射後の T_c の低下が大きくなることが確認された。このことから、1.5 MeVのプロトン照射によって形成された結晶欠陥は 1.0×10^{16} ions/cm²以上で、 T_c を低下させることがわかった。図2に照射前FST薄膜と照射エネルギー1.5 MeV、照射量 1.0×10^{16} ions/cm²でHイオン照射したFST薄膜の4.2 Kにおける通電測定による J_c の磁場依存性を示す。FST薄膜は、照射後4.2 Kでの J_c は $H//ab$ と $H//c$ の両磁場方向に対して0-9 Tの全磁場領域で高い値を示した。 $H//d$ においては、 J_c が自己磁場で約40%、磁場中で約70%向上した。

これらの結果から、1.5 MeVの水素イオン照射（照射量： 1×10^{16} ions/cm²）がFST超伝導薄膜の臨界電流特性の向上に有効であることがわかった。

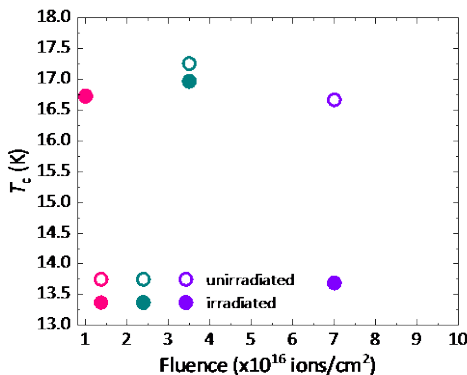


図1 それぞれの照射量における照射前後の T_c の変化。

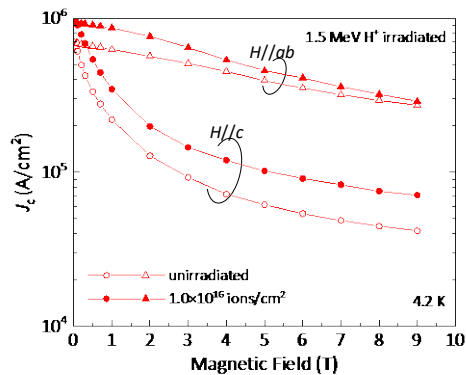


図2. 照射前FST薄膜と1.5 MeV、 1×10^{16} ions/cm²でHイオン照射したFST薄膜の4.2 Kにおける J_c の磁場依存性。

まとめ

$\text{FeSe}_{0.5}\text{Te}_{0.5}$ (FST) 薄膜に水素イオン (H^+) を1.5 MeVのエネルギーで照射し（照射量： 1.0×10^{16} 、 3.5×10^{16} 、 7.0×10^{16} ions/cm²）照射し、超伝導特性の変化調べた。その結果、 1.0×10^{16} ions/cm²照射した薄膜において、4.2 Kにおいて約1.7倍、10 Kにおいて2倍以上磁場中臨界電流密度 J_c が向上することが分かった。本研究結果から1.5 MeVのHイオン照射はFST薄膜の臨界電流特性を向上させる有効な方法であると考えられる。

研究名

「イオン照射技術を用いた高温超伝導材料のナノ構造結晶欠陥の制御と臨界電流特性の増強」

尾崎壽紀（関西学院大学）

石神龍哉（若狭湾エネルギー研究センター）

掛谷一弘（京都大学）