

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、通電測定、及び超伝導量子干渉磁束計(SQUID)による磁化測定により評価した。図1に未照射FST薄膜と1.5 MeVで水素イオンを 1×10^{15} p/cm²照射したFST薄膜の電気抵抗の温度依存性を示す。ここで、超伝導転移温度 T_c^{zero} の閾値を 0.01ρ (ρ : 20 Kにおける抵抗率)と定義した。 T_c^{zero} を比較すると、未照射FST薄膜が17.9 K、照射したFST薄膜が17.7 Kを示し、照射前後で大きな T_c^{zero} の変化は見られなかった。図2に未照射FST薄膜と1.5 MeVで水素イオンを 1×10^{15} p/cm²照射したFST薄膜の臨界電流密度 J_c の磁場依存性を示す。照射したFST薄膜は未照射FST薄膜と比較して、自己磁場及び低磁場において J_c が向上したが、4 T以上の高磁場においては大きな変化は見られなかった。

これらの結果から、1.5 MeVの水素イオン照射(照射量: 1×10^{15} p/cm²)がFST超伝導薄膜の臨界電流特性の向上に有効であるが、更なる向上のためには照射条件を変更して照射する必要がある。

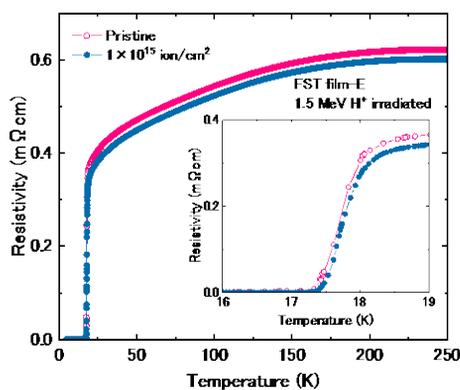


図1 水素イオンを照射した $\text{FeSe}_{0.5}\text{Te}_{0.5}$ 薄膜の電気抵抗率の温度依存性。

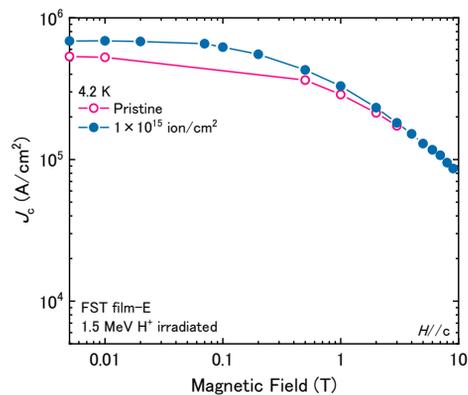


図2 水素イオンを照射した $\text{FeSe}_{0.5}\text{Te}_{0.5}$ 薄膜の臨界電流密度 J_c の磁場依存性。

まとめ

パルスレーザー蒸着法を用いて作製した $\text{FeSe}_{0.5}\text{Te}_{0.5}$ (FST)薄膜にエネルギー1.5 MeV、照射量 1×10^{15} p/cm²で水素イオン(H^+)照射し、超伝導特性の変化調べた。その結果、照射後の T_c はほとんど変化しなかったが、 J_c は自己磁場、及び低磁場において向上することが分かった。今後は照射条件を変化させることで J_c の更なる向上を目指す。