

鉄系超伝導線材 Fe (Se,Te) の試作

超伝導材料センター
ナノフロンティア材料グループ
先進線材グループ*



グループリーダー 高野 義彦 センター長 熊倉 浩明*
水口 佳一

低温で電気抵抗がゼロになる物質を超伝導体と呼びます。超伝導状態では電気のエネルギーをロスなく遠くに輸送することができます。もし、超伝導体で作られた電線で地球を一周巻いたなら、昼間の地域で太陽光発電し夜の地域へ送電することも夢ではありません。

最近、新しい高温超伝導体として鉄系超伝導が話題を呼んでいます。私たちは、その鉄系超伝導体の線材化にも取り組んでいます。本研究に用いた試料は、鉄系超伝導体中最も単純な結晶構造を持つFe (Se,Te)系で、超伝導転移温度は約14Kです。主成分である鉄は地球上に豊富に存在する元素であることから、鉄をシース材(線材の外形を成す材料)に用い、同時に内部に形成する鉄系超伝導物質の原料を兼ねるというユニークな超伝導線材の作製方法を考案しました。

図1に線材作製プロセスの略図を示します。まず、鉄系超伝導体の鉄以外の成分であるSeとTeをあらかじめ反応させ、SeTe化合物を用意します。

シース材になる鉄製のパイプの中にSeTe化合物を詰め、溝ロールおよび平ロールを用いて、幅4.3mm厚み0.55mmの細長いテープ状の線材に圧延します。このようにして得られた線材を空気と反応しないように石英ガラス管に封入し、熱処理を施します。するとFeシースと内部のSeTe化合物が反応し、Fe(Se,Te)超伝導体がシース内部に合成されました。得られた線材断面の走査電子顕微鏡写真を図2に示します。超伝導体がシースと密着し隙間なく充填している良好な状態が線材の両端の部分に得られました。

線材に電極を設け通電試験を行った結果、鉄系超伝導体を用いた線材において、世界で初めて超伝導電流の通電に成功しました。臨界電流密度は4Kで $J_c=12.4A/cm^2$ とまだ小さな値ですが、今後、充填率の向上やシースと超伝導体の結合の改善、多芯線化、磁束のピンギングサイトの導入などを試みることによって、臨界電流密度がさらに向上するものと期待されます。

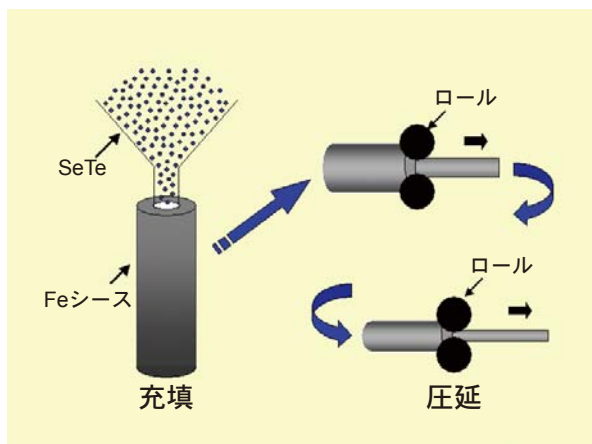


図1 線材作製プロセスの略図

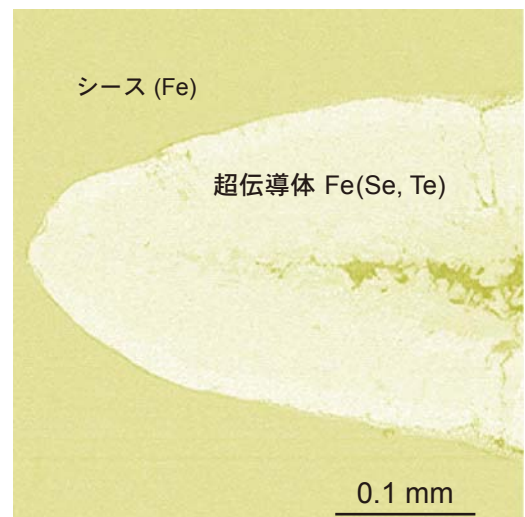


図2 線材断面の走査電子顕微鏡写真