

---

熊本大学 大学院先端科学研究部 情報・エネルギー部門  
電気電子材料分野 藤吉研究室

Fujiyoshi Laboratory, Field of Electric and Electronic Materials, Division of Informatics and Energy, Faculty of  
Advanced Science and Technology, Kumamoto University

---

1. 構成メンバー(平成30年6月1日現在)

教授:藤吉孝則、助教:末吉哲郎、学生:博士前期課程3名、学部生5名

2. 研究の概要

超伝導材料の高エネルギー分野への応用においては、高磁場中で高い電流密度で損失なく安定した電流を流す必要があります。これを実現する鍵となるのが、磁束ピンニングとよばれる現象です。ここで、磁束ピンニングとはピンニングセンターと呼ばれるナノサイズの格子欠陥や不純物により、超伝導体内に侵入した量子化磁束の動きを止める現象のことです。したがって、超伝導材料内にピンニングセンターとなる格子欠陥を導入することで、超伝導体に無損失で流せる電流密度の最大値である臨界電流密度 $J_c$ を飛躍的に大きくすることが出来ます。当研究室では、主に高性能超伝導材料の開発、電氣的輸送特性評価技術の研究に取り組んでいます。当研究室では、酸化物高温超伝導材料に対して、イオン照射や超伝導膜作製プロセスにおけるナノ構造組織制御によりピンニングセンターを人工的にデザインして、その磁束ピンニング特性について調べています。

3. 研究室の装置

当研究室では、パルスレーザー蒸着(PLD)装置と原子間力顕微鏡(AFM)、X線回折(XRD)を用いて、希土類超伝導薄膜の作製および構造解析を行っています。Lambda Physik社製のKrFエキシマレーザーを用いて、Neocera社製のチャンバー内にて成膜を行っています。チャンバー内には公転するターゲットホルダーが6個用意されているため、複数のターゲットを用いて多層膜の作製も行うことができます。この装置を用いて、当研究室では、ターゲット表面修飾法や疑似多層膜法作製により、高温超伝導薄膜へナノパーティクルやナノロッドといった人工ピンの導入を試みています。またAFMを用いて、導入した人工ピンのサイズやその密度について調べています。電氣的な測定は、最大8 Tまでの高磁場を印加できるOxford社製のソレノイド型超伝導マグネットを用いて超伝導体の特性評価を行っています。これに加えて、サンプルロッドは、ステップモータを制御して、試料ホルダーが磁場方向に対して回転する角度回転機構を有しています。これにより、異方性をもった超伝導材料の広範囲の電磁物性測定が可能となり、特に臨界電流密度の磁場角度依存性の測定から、導入したピンニングセンターの磁束ピンニング機構を調べることが出来ます。

4. 最近のトピックス

最近のトピックとして、 $\text{BaSnO}_3/\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ 疑似多層膜の臨界電流密度に関する研究についてご紹介します。本研究では、 $\text{BaSnO}_3/\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ 疑似多層膜を作製することで、 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ (YBCO)薄膜中に $\text{BaSnO}_3$ (BSO)をナノ粒子として導入し、層構造によりナノ粒子の空間分布の制御を試み、 $J_c$ の磁場角度依存性に与える影響について調べています。BSO/YBCO疑似多層膜はPLD法を用いて $\text{SrTiO}_3$ (100)基板上に作製しています。使用したKrFエキシマレーザーの繰り返し周波数は5 Hz、基板温度755°C、酸素分圧300 mTorrの雰囲気中で成膜を行っています。成膜の際はYBCO層を堆積させ、その後ターゲットをピン物質のターゲットに交換して $m$ 回パルスレーザーを照射してピン物質であるBSOを堆積しています。ピン物質のターゲットへのレーザー照射エネルギーは、プルームの大きさがYBCOターゲットに照射した時と同程度になるように調整しています。これを $n$ 回繰り返してBSO/YBCO疑似多層膜を作製します。これによりピン物質は完全な層状にはならず、ナノ粒子の形状を取る3次元ピンとして導入することが出来ます。この様に高温超伝導薄膜内にピン物質を、その空間分布や形状を自在にデザインして導入することが可能になります。

5. 連絡先、ホームページ

連絡先:教授 藤吉孝則 (fuji@cs.kumamoto-u.ac.jp)

研究室ホームページ: <http://www.material.cs.kumamoto-u.ac.jp>