
大阪府立大学大学院 工学研究科電子・数物系専攻電子物理工学分野 量子物性研究室
Ishida Laboratory, Department of Physics and Electronics,
Graduate School of Engineering,
Osaka Prefecture University

(1) 研究室スタッフ(平成 26 年 6 月現在)

石田武和(教授)、野口悟(21機構・教授)、宍戸寛明(助教)、宮嶋茂之(特認助教)、渡部彰美(秘書)、学生12名

(2) 研究室の概要

超伝導体の単結晶を育成し電子状態物性を追求すること、超伝導薄膜を微細加工で新機能を発現させることなど目指している。そのために、結晶育成装置、X線回折装置、極低温装置、強磁場装置、クリーンルーム、成膜装置、微細加工装置などを用いた研究を行っている。また、ナノファブリケーション研究所の所長、ナノ科学・材料研究センターのプログラムオフィサーとして学内の研究施設に参画している。研究室の活動を、例を挙げて、いくつか紹介する。

(3) 主な研究テーマ

A. パルス強磁場を用いた物性研究

37テスラパルス強磁場を用いて数種類のMgB₂薄膜の上部臨界磁場を系統的に測定し、磁場中におけるMgB₂の2ギャップ超伝導物性と超伝導転移温度の関係を明らかにした。図1は磁場印加によって超伝導が壊れる様子を電気抵抗から評価した測定例である。温度は³Heを用いて0.4 Kまで冷却できる。現在、50テスラにパルス強磁場を増強するために改修中である。

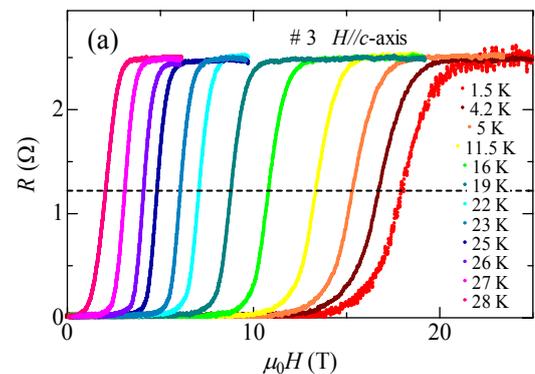


図1 MgB₂薄膜の強磁場超伝導転移

B. 磁気トルクによる異方的超伝導体の研究

大学で独自に6テスラのスプリット型超伝導マグネットを用いた光学フィードバック方式の磁気トルク装置を製作し、自動計測システムとして物性研究に用いている。研究室で開発したKoganモデルに替わる異方的超伝導体のトルク理論(D. Kubota et al., Phys. Rev. B, 2011)を実験データの解析に適用しやすくする解析法の構築を進めている。図2の装置は、研究室で唯一、LabVIEWではなくHT-BASICベースである。トルクのダイナミックレンジが広い特徴がある。

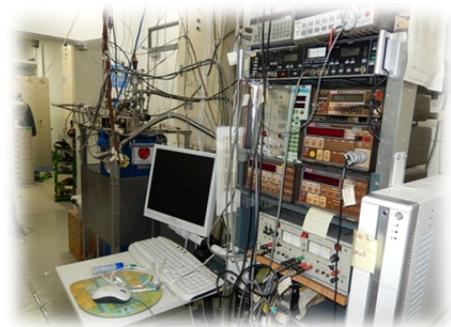


図2 磁気トルク自動計測測定装置



図3 超高真空MBE装置

C. 超高真空分子線エピタキシー(MBE)法により成膜

超伝導体(MgB₂など)や強相関電子系(Ce系、Sm系)薄膜や超格子による新奇物性の開発に取り組んでいる。MBE法では、超高真空下で原子ビームもしくは分子ビームを利用して基板上に薄膜成長を行う。成長の様子は、反射高速電子線回折(RHEED)を用いた結晶表面の観察している。図3はクラス1000のクリーンルームに設置したMBE装置である。基板温度は室温から1000℃まで制御できる。基板サイズは3インチまで対応しており、ロードロック機構で予備室から搬送でき

る。

D. SQUID 素子の製作と SQUID 顕微鏡への応用

Nbの多層プロセスを用いて、ワンチップ状態感知できるピックアップコイルとSQUID回路センサーを作っている。図4のチップの写真の右備されている。磁束画像を明瞭にし、空間分る。研究室では商用のSQUID顕微鏡も使って、了したためSQUIDセンサーを独自に供給でき顕微鏡を継続して使える工夫をしている。主の研究に用いている。この研究は、産総研、の共同研究として実施している。

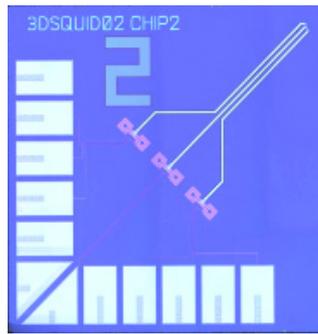


図4 3D-SQUIDチップ

にX方向、Y方向、Z方向の磁場を装備したSQUID顕微鏡用セン上に3つのピックアップコイルが装解能を高める理論研究も行っているが、装置のサポート期間が終る体制を構築して、従来のSQUIDにナノ構造超伝導体の渦糸状態

E. 電流バイアス運動インダクタンス検出器

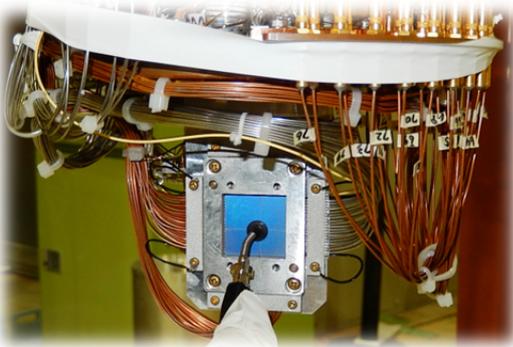


図5 ワンチップ化した超伝導中性子検出器

による中性子検出器

高品質Nb細線検出器のX方向アレイとY方向アレイを直交させ、その間に超高真空MBE装置で ^{10}B を成膜し、超伝導中性子チップを形成する。冷中性子が飛来すると、中性子とホウ素10原子核が核反応を起こし、大きな核反応熱が ^4He 原子核と ^7Li 原子核により180度異なる方向に運び出されNb細線の運動インダクタンスが変化するときの過渡的な電圧を中性子信号として検出できる仕組みである。この原理は、従来はなかったものであり、平成26年3月J-PARCでマシンタイムを配分され、実証実験に初めて成功した新しい検出器である。図5の写真は、大学からJ-PARCに搬入した測定装置で、検出器を真空ピンセットで実装している様子を示している。名古屋大学、産総研、原子力機構、情報通信研究機構と共同研究をしている。

連絡先

大阪府立大学大学院 工学研究科 電子・数物系専攻 電子物理工学分野

教授 石田武和 (ナノファブ리케이션研究所 所長)

〒599-8531 大阪府堺市中区学園町1-1

電話 072-254-9260 ファクス 072-254-9498 メール ishida@center.osakafu-u.ac.jp

ホームページ <http://www.pe.osakafu-u.ac.jp/pe1/>

ホームページ http://www.osakafu-u.ac.jp/affiliate/21c/laboratory/01_nano_fabrication.html