

# 微小交流磁界重畳法を用いた 超伝導体の臨界電流特性評価システムの構築

田中 倅太<sup>†</sup>

† 福岡工業大学大学院工学研究科電子情報工学専攻

倪 宝栄<sup>††</sup>

†† 福岡工業大学工学部電子情報工学科

## 1. はじめに

超伝導体を電力システムなどに利用する上で、臨界電流特性を詳細に知っておくことが必要となる。この臨界電流特性の測定手法として通電法と誘導法が挙げられる。通電法は測定結果の信頼性は高いが、端子部の発熱による試料の焼損や臨界電流特性の低下が生じる。次に、誘導法の一つである直流磁化法では試料に対して非接触で測定を行えるが、測定結果が試料全体で平均化されるので、電流経路が結晶粒間と粒内で異なる酸化物超伝導体では、実際の臨界電流密度と異なる結果が得られる。そこで、直流磁界と微小な交流磁界を用いて超伝導体内部に侵入した交流磁束量を測定し、詳細な電磁気特性の評価を行うことができる微小交流磁界重畳法(Campbell 法)[1,2]が提唱されている。

本研究ではCampbell法を用いた半自動の測定システムを構築し、超伝導体の臨界電流特性を測定・評価することを目的とする。

## 2. 微小交流磁界重畳法(Campbell 法)

超伝導体の臨界電流特性の測定には微小交流磁界重畳法を用いる。この測定方法は、超伝導体に直流磁界と微小な交流磁界を印加して超伝導体内部に侵入した交流磁束量をコイルの誘起電圧として測定する手法である。幅 $w$ の超伝導平板に交流磁界振幅 $b_{ac}$ を印加したときの交流磁束量 $\Phi$ と交流磁束量の侵入距離 $\lambda'$ は次式の関係で表すことができる。

$$\lambda' = \frac{1}{2w} \frac{\partial \Phi}{\partial b_{ac}} \quad (1)$$

この測定により超伝導体の $b-\lambda'$ 特性を得ることができる。また、バルク超伝導体内部の磁束密度分布の傾きが一定で $\mu_0 J_c$ になる臨界状態モデルを用いることで $b-\lambda'$ 曲線の勾配から臨界電流密度 $J_c$ を計算することができる。

## 3. 測定システム

図1に測定システムを示す。測定システムの制御にはLabVIEW((株)National Instruments 製品)を用いる。各磁界生成コイルに電流を供給するバイポーラ電源の出力電流の制御とフィールドコイルからの外部交流磁界振幅の測定には USB-6003(National Instrument 製品)を使用する。また、超伝導体内部に侵入した微小な交流磁束量の測定にはデジタルロックインアンプであるLI5600(NF 回路ブロック製品)を使用する。

直流コイルは0.1Tまでの磁界を出力できる銅マグネットを使用し、交流コイルは電流1Aあたり3.3mTの磁界を出力するものを用いる。超伝導体に侵入した交流磁束量の検出には超伝導体を囲うピックアップコイルを使用する。しかし、ピックアップコイルには外部交流磁界による誘起電圧も生じるので、キャンセルコイルと抵抗分圧器を用いて打ち消すことで超伝導体内部に侵入した交流磁束量のみを検出する。

抵抗分圧器の分圧比は、マイスナー効果から超伝導体内部に侵入する交流磁束量がゼロになることを用いて測定前に小振幅の交流磁界のみを印加し、ピックアップコイルとキャンセルコイル間の電位差がゼロになるように設定する。

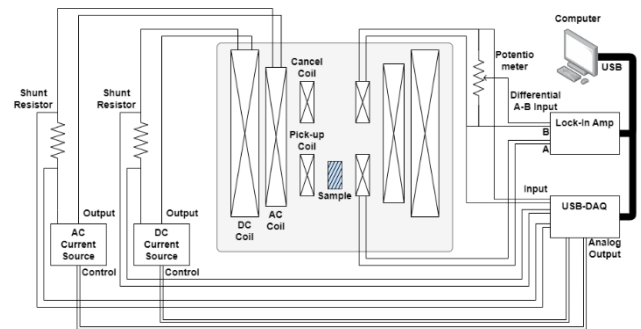


図1. 測定システム

## 4. まとめ

本研究では、超伝導体の臨界電流特性の測定システムの構築を行った。現在はLabVIEWを用いた測定プログラムの作製と測定に必要なコイルなどの機器の作製を終了し、臨界電流密度の測定を行っている。測定温度は77K(液体窒素)で、測定試料には溶融法で作成されたYBCO超伝導体バルクを使用する。測定で得られた結果と作成した測定システムの評価については当日の発表で述べる。

## 参考文献

- [1] A.M. Campbell, "The response of pinned flux vortices to low-frequency fields" J. Phys. C2, 1969, p.1492-1501.
- [2] 倪 宝栄, 宗像 敏之, 松下 照男, 岩熊 成卓, 船木 和夫, 竹尾 正勝, 山藤 馨, "微小交流磁界重畳法による酸化物超伝導体内の臨界電流密度の測定" 低温工学, 1988年23巻, 5号, p.307-309.