

冷凍機冷却を用いた計測用 1000A 級 小型酸化物超電導トランスの設計製作

小田部 荘司, 安田 敬, 松下 照男
(九工大・情報工)

岩熊 成卓
(九大院・シス情)

坊野 敬昭
(富士電機・総研)

はじめに 酸化物超電導体の交流応用が進みつつあり、既存の機器に対して超電導化の優位性を示すためには一層の交流損失の低減が必要である。そのため直接交流電流を通電した際の損失測定が必要であるが、電流値は 100 A を越えることもあり、限られた研究機関しか測定が行えない。これに対して、これまで酸化物超電導テープを利用したトランスを用いることにより、液体窒素温度で最大で 800 A を通電できることを示してきた¹⁾⁻³⁾。そこでさらに大電流を得ること、試料温度を変えて測定できることを目指して、冷凍機冷却による小型の酸化物超電導トランスを設計した。最大通電電流は 60 Hz において 1000 A である。

設計および製作 基本的な仕様を表 1 に概観を図 1 に示す。超電導トランスと試料を冷却するために冷凍機を二台準備した。トランスの温度は 40 K を想定しており、運転によってはより低い温度で動作できる可能性がある。また一次側電流の最大値は通常使える交流電源 (高砂 BPS, BWS シリーズ) 一台で通電できる 15 A 以下になるように設計した。60 Hz に限っては、スライダックを使い商用交流線から通電することにより、さらに高い電流を一次側に通電することも想定している。

一次巻き線としては銀合金シース Bi-2223 超電導多芯テープと高周波シールドリッツ線 (Cu) の二つを準備している。これは電流量を必要とするときには超電導線に通電し、周波数が高い電流のときにはリッツ線を利用することにより、損失をできるだけ減らすためである。超電導テープの臨界電流 I_c は 77.3 K の自己磁界中で 50 A 以上であり、トランスの動作温度 40 K では 200 A 程度である。

二次巻き線には一次巻き線と同じ超電導テープを用いるが、電流容量が不足するので 6 枚を並列に束ねた導体として使用する。このように並列導体を用いるので、各導体間でのインダクタンスを均一化するために転位を施している。超電導並列導体と温度が高くなる試料の接続には断熱導体として金合金シース Bi-2223 テープを用いている。また二次側に流れる電流の測定はロゴスキーコイルにより行う。

トランスと試料を冷却するために二台の冷凍機を使用する。トランスからの交流損失は 40 K, 60 Hz において一次側巻き線が 3.20 W、二次側巻き線が 0.74 W で合計 3.94 W と見積っており、冷凍機の冷却能力 20 W よりも十分低いので十分に冷却できる。一方、試料の温度は 50-100 K で調整できる。試料の

温度を保ち、また交流測定において影響を及ぼさないように、熱伝導が高く非磁性非導電性であるセラミック製のサンプルホルダーを準備する。平板状の試料の大きさは 50 mm × 50 mm 程度を想定している。発表当日は通電試験について述べる予定である。

本研究は新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の平成 13 年度産業技術研究助成事業によるものであり、ここに記して謝意を表します。

- 参考文献** 1) 小田部ら: 第 54 回電気関連学会九州支部大会講演概要集 p. 133 (1999)
2) E. S. Otabe *et al.*: Advances in Superconductivity XI (Springer-Verlag, Tokyo, 1999) 1393.
3) E. S. Otabe *et al.*: Advances in Cryogenic Engineering 45 (2000) 713.

表 1: 酸化物超電導トランスの諸元

相	単相
周波数	60 Hz (30 ~ 100 Hz)
動作温度	20 ~ 50 K
一次側最大電圧	11 Vpeak
一次側最大電流	14 Apeak
二次側最大電流	1000 Apeak

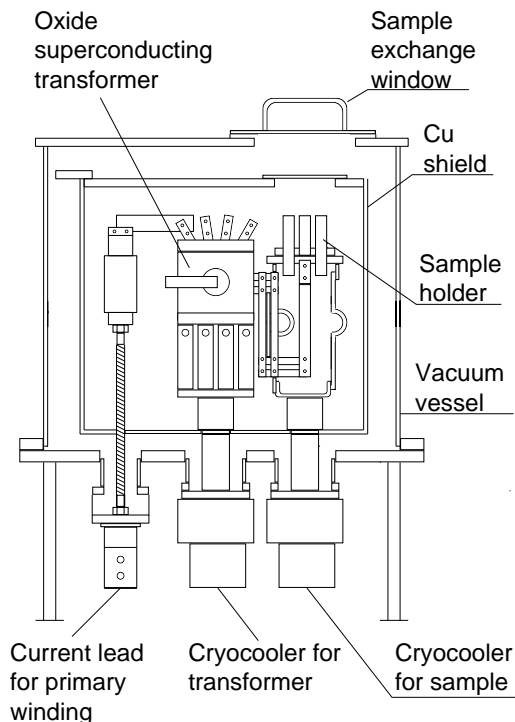


図 1: 冷凍機冷却型酸化物超電導トランスの概観