

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

Design of 1000A Class Small Oxide Superconducting Transformer
Cooled by Cryocooler for Measurement

九工大・情報工^A, 九大院・シス情^B, 富士電機・総合研究所^C

°小田部荘司^A, 安田敬^A, 松下照男^A, 岩熊成卓^B, 坊野敬昭^C

°E. S. Otabe^A, T. Yasuda^A, T. Matsushita^A, M. Iwakuma^B, T. Bohno^C

Kyushu Inst. of Tech.^A, Kyushu Univ.^B, Fuji Electric Co. Ltd.^C

otabe@cse.kyutech.ac.jp

1. 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。最大の通電電流は 60 Hz において 1000 A である。

2. 設計

基本仕様 基本的な仕様を Table 1 にまとめている。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ている。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。また入力電流は通常使える交流電源 (高砂 BPS, BWS シリーズ) 一台で通電できることを考えて 15 A としている。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 巻き線の仕様について Table 2 に示す。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、周波数が高い電流で通電試験をする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 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を接続するために途中から銅板に半田づけをしている。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。

冷凍機 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。

本研究は新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の平成 12 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: 1998 年度秋季、1999 年度春季、1999 年度秋期低温工学・超電導学会講演概要集
- 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.

Table 1: Specification of oxide superconducting transformer.

	single phase
phase	single phase
frequency	60 Hz (30 ~ 100 Hz)
operation temperature	20 ~ 50 K
primary maximum voltage	11 V _{peak}
primary maximum current	14 A _{peak}
secondary maximum current	1000A _{peak}

Table 2: Specification of primary and secondary windings.

	primary (HTS)	secondary	primary (Cu)
inner diameter (mm ϕ)	72	95.8	103.6
thickness (mm)	9.4	0.9	3.12
height (mm)	225.5	225.5	225.5
winding (turn)	55	6	205
layer	8	1	2
material	Bi-2223 tape		Cu
dimention (mm)	3.8 × 0.25		ϕ 1.06
I_c (A)	> 50 at 77 K		—
length (m)	113	11	113