

高温超伝導 SQUID システム用液体窒素容器の設計手法の検討

Design method of liquid nitrogen cryostat for HTS-SQUID system

超電導センシング技術研究組合 〇波頭経裕, 田辺圭一

SUSTERA 〇T.Hato, K. Tanabe

E-mail: hato@sustera.or.jp

我々は現在、社会インフラ保全のための橋梁検査システムの開発を行っている[1]。液体窒素での SQUID 冷却は、屋外ですぐに冷却できること、電源を必要としないこと、ノイズを発生しないことなどのメリットがある一方、冷却時間や冷却姿勢には制限がある。装置の小型化と冷却時間はトレードオフの関係にあり、その装置の現場での連続使用時間を考慮した最適設計が必要となる。SQUID の発熱は、数ナノワットと非常に小さい。一方、ガラスデュワに注入された液体窒素の蒸発量から見積もられる熱流入は、数ワットである。つまり、蒸発の原因は熱流入が支配的である。我々は、熱流入を考察し、液体窒素デュワの液体窒素保持時間を計算し、様々な大きさのガラスデュワを用いて検証したので報告する。

的で、燐青銅を用いた配線や SQUID 固定用のガラスエポキシロッドを通しての熱伝導は小さいことがわかった。

液体窒素の液面の低下に伴い、これらの熱伝導による熱流入は距離が長くなることによって減少する。一方で、断熱材表面の温度が上昇し、輻射熱の流入は増加する。一例として図 2 に時間に対する液体窒素の残量計算をした計算結果と実測結果の比較を示す。内径 70mm、ガラス厚さ 2.4mm のパイレックスガラス、銀メッキ厚さ 1 μ m、断熱材に 50mm 厚のスタイロフォームを用いた例である。計算手法を確立したことで、SQUID システムに適した冷却系の最適設計が可能になり、100 時間を超える長時間にわたる保持時間を有するシステムの設計も可能となった。

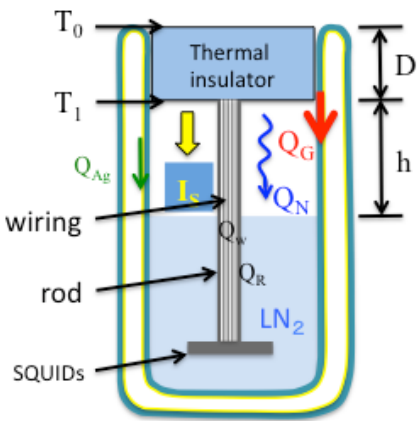


Fig. 1 . Schematic diagram of a cryostat for HTS-SQUID with thermal inflow.

図 1 にクライオスタットの構造図と主な熱流入経路を示す。構成部品を通じての熱伝導と、輻射熱による熱流入が考えられる。熱伝導では、ガラス、輻射熱防止用の銀メッキ、窒素ガスが支配

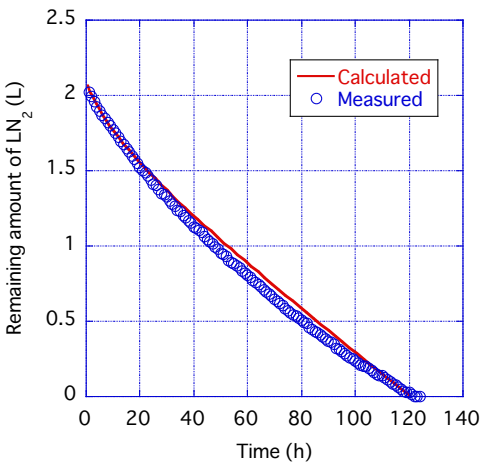


Fig.2. Calculated and measured time dependence of remaining liquid nitrogen.

謝辞 本研究は、JST の戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」で行われた。

[1]塚本, 波頭 他, 第 77 回 応用物理学会 秋季学術講演会 14a-P4-19 (2016)