

10 mK 以下の回転する希釈冷凍機

Rotatable Dilution Refrigerator working below 10 mK

東大物性研、京都大学大学院(理)^A、神津精機^B

○五十嵐武、石黒亮輔^A、山下穰^A、高橋健、福田宗行、コバチック^B、久保田実

○T.Igarashi, R.Ishiguro^A, M.Yamashita^A, K.Takahashi, M.Fukuda^B, V.Kovacic^C, M.Kubota

Institute for Solid State Physics, University of Tokyo, Chiba 277-8581, Japan

^ADepartment of Physics, Graduate School of Science, Kyoto University, Kyoto 606-8502, Japan

^BKOHZU Precision Co., Ltd., 2-6-15, Kurigi, Asao-ku, Kawasaki-shi, Kanagawa 215-8521, Japan

E-mail: igarashi@issp.u-tokyo.ac.jp

1. はじめに

電荷を持たない超流動に対して磁場中で伝導電子系あるいは超伝導の研究をするのに対応する実験を行うためには回転が必要である。我々は超低温を保ちながらなめらかに回転できる加圧予冷希釈冷凍機を用いた回転クライオスタット⁽¹⁾⁽²⁾を六本木キャンパスで開発してきた。柏キャンパスに再構築した無振動回転架台に超低温で起る超流動の基礎研究をするために新たに 1K ポットフリーの加圧予冷希釈冷凍機と核断熱消磁冷凍機とを組み合わせた最初の回転クライオスタットを共同研究で開発した。300 μ K の超低温まで毎秒 1 回転まで安定に働く。

この発表では、10 mK 以下の回転する希釈冷凍機部分の冷却実験について報告する。

2. 実験装置の概要

装置は、電磁シールドルーム内にあって床より深さ 2.5 m の建物から切り離されたコンクリート基礎に設置された回転架台に実装され、二つの精密エアベアリングに供給された圧縮空気で浮上し、回転駆動モーターによって毎秒 1 回転までなめらかに回転するものである。装置には、回転時の圧縮空気圧力の急激な変化及び供給停止に対する緊急停止時の安全対策が施されている。また、運転が長期連続運転で使用するためガスハンドリング系のヘリウム 3 循環ガスの詰まりの問題を解消するために改良した窒素トラップを 2 経路装備している。開発した回転希釈冷凍機の特徴は、1K ポットフリーに替わる加圧予冷冷却部とライデン希釈冷凍ユニットとでできた加圧予冷希釈冷凍機部分で回転用に特別に設計された核ステージを備えた核断熱消磁冷凍機部分とを組み合わせた回転核断熱消磁冷凍機になる事である。また、1K ポットフリーのため排気ラインが 1 本少ないことや運転管理上最も大変なヘリウムトランスファーが週 2 回でよい。

3. 結果とまとめ

図 1 は冷却過程の途中で毎秒 1 回転させた時の混合器の温度特性を示し、到達最低温度 8 mK 以下を実現した。

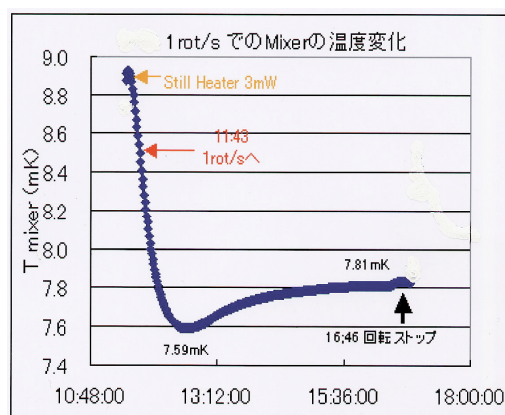


図 1 混合器温度特性

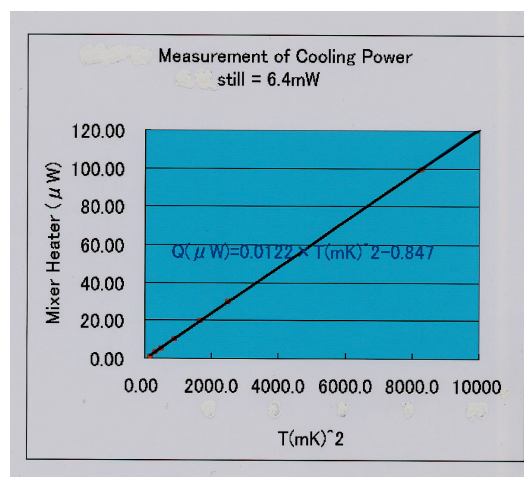


図 2 冷凍能力

図 2 はヘリウム 3 の循環量 n が 145 μ mol/s の時の冷凍能力の特性を示す。約 300 μ mol/s まで循環できる。有効モル数 23 モルの核ステージの 9T 励磁状態で 13.5 mK までの予冷時間は 1 日で、装置は半年以上に亘る連続運転で安定に働いている。

参考文献

- (1)V.Kovacic, et.al.J.LOW Temp.Phys.,101,567(1995)
- (2)低温工学・超伝導学会 D2-3 1998 年度春