極低温量子電子光学テストベッドの冷却性能測定

Cooling capacity of a cryogenic quantum electron optics test bed

秋田県大シ [1]，○(M1C) 高山 幸宏 [1]，奥田 優樹 [1]，三浦 茂男 [1]，岡本 洋 [1]

Akita Pref. Univ. [1], ○(M1C) Yukihiro Takayama[1], Yuki Okuda[1], Shigeo Miura[1], Hiroshi Okamoto[1]

E-mail: okamoto@akita-pu.ac.jp

近年，クライオ電子顕微鏡法が注目されている．しかし，試料に高エネルギーの電子を照射することから放射線損傷が起こる．従って，多数の分子を平均化処理しなければ高い分解能は得られない．この問題を解決するために，我々は電子ビームの近傍に超伝導量子デバイスを配置することにより，標準量子限界を超えた測定をする「量子電子顕微鏡法」を提案している[1, 2]．そこで，当該手法を開発するための極低温量子電子光学テストベッドを作製する．

極低温量子電子光学テストベッドの設計を Fig. 1 に示す．超伝導デバイスと電子ビームを相互作用させるセットアップのために十分なスペースを確保し，また真空装置を開けた際に内部を操作しやすいように設計した．これらは，アルミフレーム，支持プレート，トップフランジ，KF 配管部品で構成される（Fig. 1, 2）．トップフランジには，KF50 のポートが二つある．ポンピングラインには，十分な排気速度を確保できる KF50 のベローズを使用する．現在このテストベッドは組み立て中である（Fig. 2）．また，作製中の 10 チャンネル，2kV 高電圧ユニットを Fig. 3(a) に示す．このユニットは電子光学装置を自由に制御するために不可欠である．

本講演ではこの極低温量子電子光学テストベッドを用い，熱負荷をかけた際の温度上昇を測定結果について報告する．具体的には，パルスチューブ冷凍機の 4K ステージ（Fig. 3(b)）にマンガニン線を巻き付けたヒーターを取り付け，発生熱に対する温度上昇を Lakeshore 社の DT-670 型の温度計を用いて測定する．これが，パルスチューブ冷凍機単体で実験した際の性能を保持できているかを検証する．

今後の課題は以下の通りである．まず，パルスチューブ冷凍機近くにあるコンプレッサバルブユニットの設置を真空ポンプ側に移動する．これは極低温量子電子光学テストベッドに加わる振動を最小限に抑えるためである．また，より大型の φ380 の真空装置を新たに取り付け，信号線の設置とメンテナンスを容易にする．

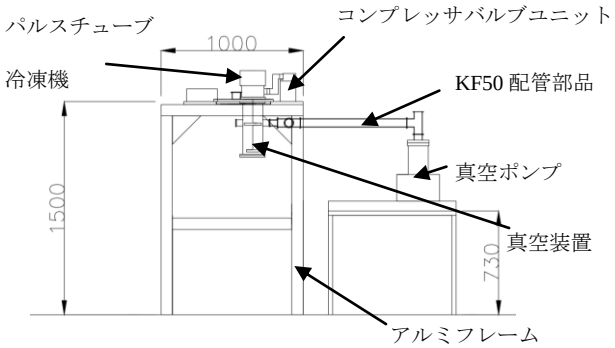

Fig. 1. Schematic of the system.

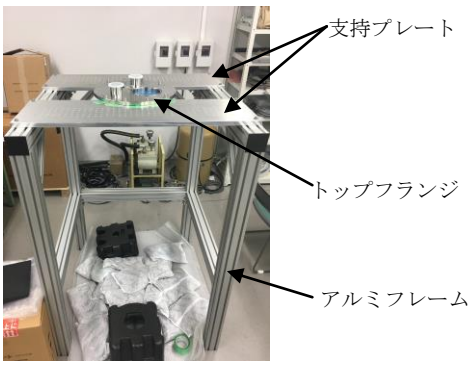

Fig. 2. Cryogenic system under construction.

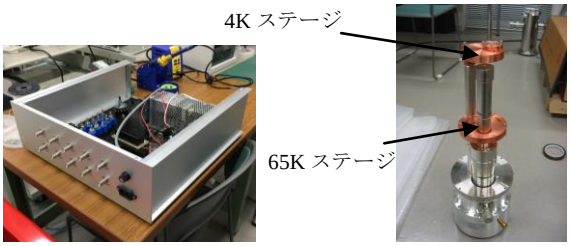

Fig. 3. (a) High voltage unit under construction.

(b) Pulse tube refrigerator.

参考文献

[1] H. Okamoto and Y. Nagatani, Appl. Phys. Lett. **104**, 062604 (2014).

[2] H. Okamoto, Phys. Rev. A **85**, 043810 (2012).