

| | |
|--------------|---|
| Title | 試料冷却用小型冷凍機 |
| Author(s) | 白藤, 純嗣 |
| Citation | 大阪大学低温センターだより. 1973, 4, p. 10-11 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/12007 |
| rights | |
| Note | |

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

試料冷却用小型冷凍機

工学部 白藤 純 嗣

試料や測定器部品の冷却には液化ガス、ドライアイスなどの寒剤を用いるのが普通である、しかし最近、構造簡単でかつクライオスタットと一体になった小形冷凍機がクライオメックやクライオミニの商品名で市販されている。この冷凍機の動作原理はガス液化装置と同様、等温圧縮、断熱膨脹を繰り返す行うもので、冷凍能力が小さいためガスを液化することはできないが冷媒ガスとして He あるいは N_2 を使い、比較的小さい試料を 15(2段)~25(1段) K (He) あるいは 90 K (N_2) までの任意の温度に冷すことができる。

昨年、この種の冷凍機が工学部内で購入され、たまたま我々の研究室で最初に使用する機会を得たので、何か書いてみるということになった。大きさに披瀝できるような体験を持ち合せないが、3の使用法について述べてみたい。購入された冷凍機は冷媒ガスとして He を使い、冷却出力は 80 K で約 30 W、35 K で 10 W、到達温度（出力 0 W に相当）は約 23 K である。ピストンと試料取付部から成るクライオスタットおよびコンプレッサと He ガスタンクを収めた圧縮機ユニットの 2 つの部分から出来ているが、小形なので使用場所への移動は容易である。通常の測定試料なら運転開始から 20 分程で 25 K に達する。勿論、radiation shield は必要である。バイパス弁で冷凍機を流れるガス量を加減すると、広範囲にわたって任意の温度を得られるが、更に精密な温度調整には試料部に小さいヒータをつければよい。

(1) 温度特性の測定

最もオーソドックスな使い方、我々も CdTe の蛍光スペクトルおよび光伝導減衰法による少数キャリア寿命の温度依存性を測定した。CdTe では束縛励起子の再結合発光が thermal quench する温度が約 20 K なので、せめて 15 K まで温度が下るとよいと思われる。一般に、物性測定においては、できるだけ低温まで測定範囲を広げたい要求が多いのであるが、有機材料、電気絶縁材料、金属材料など液体水素温度以上の温度範囲で十分な時には、この冷凍機は非常に便利であろう。

(2) 低温液体の電気伝導

稀ガスの液体あるいは固体中の電気伝導はほぼ理想的なファンデアワールス力で結合している物質の電子状態を知る上に極めて重要な手がかりを与える。また、電力の分野でも需要の急増に備えて低温あるいは超伝導送電が計画されているので、寒剤の電気伝導機構は工学的にも興味深い問題である。典型的な低温液体として液体アルゴンに着目し、その電子線パルス伝導の実験を計画した。Ar の液化温度は 87 K だから液体窒素で冷却するのはいとやすいことであるが、固化温度が 84 K と液化温度に近い

め、冷しすぎて固化させてしまう場合がしばしばあった。何度か失敗を重ねた末、冷凍機を利用してみてもということになった。冷凍機は縦横どちらの状態でも使用できるので、電子銃を組込んだ真空系に直接取り付け、外部からArガスを少量づつ送り込んで、液化したArが試料室にたまるようになっている。試料室の温度を変化するのはバイパス弁の調整によって容易であるが、少々のtrial and errorが必要である。電子銃は 10^{-6} Torrの真空中、液体Arは1気圧下にあるので、電子ビームに対する窓をどのようにするかという工夫も必要である。この実験は着手したばかりであるが、いずれ詳しく報告する機会を得たいと考えている。

(3) 赤外検知器の冷却

光伝導を用いた種々の半導体赤外検知器が物性研究の分野をはじめとして広く用いられている。電子を静かにしておくため、測定波長範囲に応じた適当な温度に冷さなければならないが、液体Heあるいは液体N₂温度に冷却するだけであれば話は簡単である。しかし、Ge:Hgのように30Kといった中途半端な温度に保たねばならない時には、この冷凍機を使うのが手軽である。液体Heの供給日であるなしに関係なく、実験密度を高めることも出来る。

上記以外にも、何日間も連続して低温が必要な時や、光学測定に際して室温で充分な光軸合せが必要な時には便利である。

この冷凍機の到達温度が物性研究には多少物足りないことは既に指摘したが、更に、ピストン部と試料取付部がと一体になっているため、ピストンの往復運動につれて試料が振動する欠点がある。振動の振幅は0.1mm程度と思われるので、振動を嫌う場合や、光軸の僅かなずれが問題になる場合には使えない。通常の使用においても、この振動によって試料が移動したり、冷凍機そのものが徐々にすべって行ったりしないよう注意が必要である。

以上、乏しい経験をもとに2・3の使用法や気付いたことを書いたが、このような冷凍機を今後利用しようと考えておられる諸氏にいささかでもご参考になれば幸いである。