

学生実験における液体窒素簡易供給装置の製作

高野朋幸^{A)}

^{A)} 慶應義塾大学 理工学部 実験教育支援センター

1 はじめに

機械工学科3年生は実験テーマの1つに磁気浮上系の上下振動実験を行っている。実験装置は、加振器とその上に設置する超電導体と磁石から構成される。(図1参照) 超電導体の上にアクリル製スペーサを介して円形の永久磁石を配置した上で、液体窒素を供給し超電導体を十分冷却した後スペーサを取りはずすと、磁石は安定して浮上する。液体窒素の供給方法は、学生が液体窒素貯蔵タンク(10ℓ)から発泡スチロール容器(0.5ℓ)に移し換えて、その容器から超電導体に供給する。図2の供給作業を機械的に行えば、学生が安全に取り扱うことが可能であり、一定量の安定した供給を行うことができる。本製作は、学生実験の安全性と効率の良い安定した液体窒素の供給が目的である。

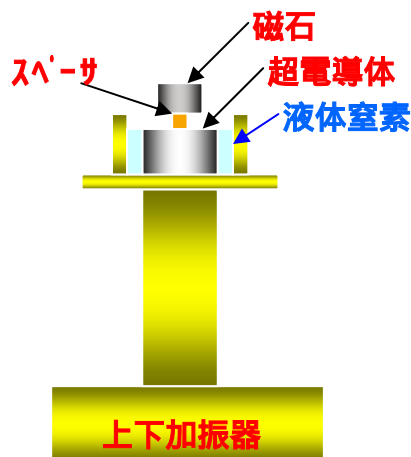


図1 実験装置配置図



図2 液体窒素供給作業

2 供給装置の選定

超電導体を十分冷却するために、学生が供給する量は大体 1.5ℓであり発泡スチロール容器3回分を20分程度で行っている。そのため大掛かりな自動供給装置は必要ではない。供給方法として窒素ガスタンクからの加圧方法や、貯蔵タンクからの自然流下を考慮したが、こちらも大掛かりな装置になり製作費が掛かってしまう。もっと簡易に取り扱える方法として、図3の手動ポンプをヒントに手動部分を電動で操作できるプランジャーポンプ式装置を製作する。装置製作過程でメーカーが販売している図4のサイフォン(商品名)を購入して、図5のクライオトロール(商品名)を参考に供給装置の製作を行う。容器は既存の液体窒素貯蔵タンク(20ℓ)を利用する。供給装置の仕様は、液体窒素1.5ℓを10分程度で供給できる能力で検討する。供給装置の構成部品(図6参照)は、組み立て図をCADで作成して部品の干渉を確認しながら選定する。



図3 手動ポンプ



図4 サイフォン



図5 クライオトロール

<構成部品>

- ・モータ 1台 (電源: AC100V、回転数: 80~6 r/min、許容トルク: 1.2~0.38 N・m)
- ・エアシリンダ 3本 (最高使用圧力 1 MPa、起動ストローク: 30mm、内径: 30)
- ・歯車 3個、軸シャフト 3本、クランク・ジョイント等 3セット

上記により

吐出量: 240 ~ 18 cc/min

図6 供給装置の構成部品

3 供給装置の構造

供給装置の構造は、スピードコントローラ付き AC モーターに 3 連歯車を組み込み歯車にリンク機構を付けてシリンダーのピストンヘッドに接続する。(図7 参照) AC モーターの動力でシリンダーのピストンを往復運動させエアの圧力を変えるプランジャーポンプ構造である。図7のエアー吐出と図4のサイフォンはホースで接続され、シリンダーからの圧力が図8のサイフォン内のボール弁を開閉して液体窒素貯蔵タンクの液体窒素を引抜く構造である。



図7 供給装置の内部構造

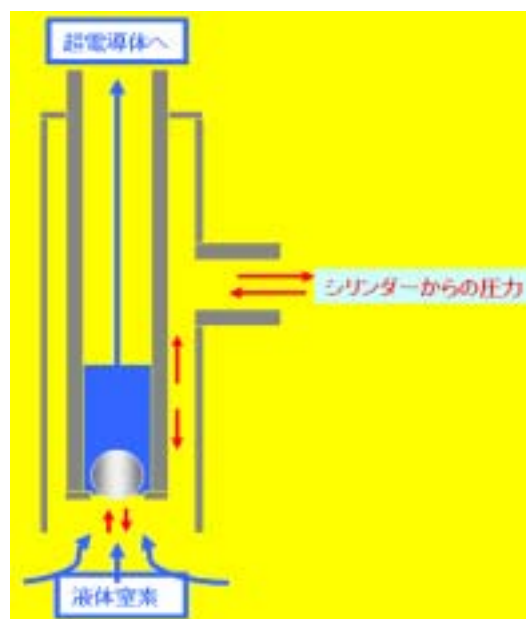


図8 サイフォンの内部構造

4 実験

図9の設置を行う。供給装置の電源を入れると、モーターが作動してシリンダーの往復運動でエア圧がホース内を経由してサイフォン内のボール弁を開閉させる。液体窒素は、ボール弁の開閉音と共に液体窒素貯蔵タンクからサイフォンの上部先端に押し上げられ接続ホースを経由して、アルミパイプの先端から超電導体へ吐出される。供給時間は、安定して供給できるまでに1分程度かかりその5分後には超電導体が十分冷却され合計6分程度で磁石が浮上した。(図10参照)



図9 液体窒素簡易供給装置の設置



図10 液体窒素の供給と磁石の浮上の様子

5 おわりに

本装置の動力である AC モーターは、スピードコントローラを用いることで供給量の調整が可能であり安定した供給が行える。本装置により供給作業時間は20分程度から、最短6分程度に改善された。学生が液体窒素に直接触れることが無いため安全である。今後の課題としては、液体窒素の飛散をより最小限にするために、液体窒素の吐出脈動を抑える工夫を行いたい。

参考資料

株式会社 ジェック東理社 ホームページアドレス：<http://www.jecctorisha.com/index.html>