

縦磁場型超伝導磁石 取り扱い方法講習会

2004年4月19日(月)

担当者 西 正和 (東大物性研)

参加者

堀 富栄 (芝浦工大) 松浦 直人 (東大物性研)

岩佐 和晃 (東北大理) 喜多 英治 (つくば大物工)

網塚 浩 (北大 理) 近 桂一郎 (早大 理工)

市川 広彦 (青学理工) 籠宮 功 (早大 理工)

室 祐司 (理科大理工) 白鳥 紀一 (KEK 物構研)

川野 眞治 (京大原子炉) 柳原 英人 (つくば大物工)

室垣 健太 (京大 理) 畑中 歩 (つくば大数理)

中島 健次 (原研中性子)

§ 本体の真空引き

2ヶ月以上使用しなかった時や、分解して空気にさらした後は3日以上排気セットで真空引きを行なう。

前回の使用時より2ヶ月以内であれば24時間以上の真空引き後、予冷を行なう。

真空度の目安として、 1×10^{-5} 以下が望ましい。

真空度が悪い場合、Heリークディテクターでリークチェックの要あり。

§ ヘリウムタンク及び1.5KポットのHeガス置換

液体窒素で予冷を行なう前にヘリウムタンク及び1.5KポットをHeガスで置換する必要がある。

図に示すように、ガス圧メータ付四方コックを1.5Kポットポンピングポートにとり付け、ロータリーポンプ及びHeガスボンベ等と配管する。

ロータリーポンプ側とヘリウムタンク側にはバルブを入れる。

Heタンク及び1.5Kポットを排気した後バルブを閉じて真空もれがないかチェックし、OKであればHeガスを一気に圧入する。

約3回程繰り返し、その際ニードル弁をHeガスが通過することも確認する。

ニードルバルブから蒸発室まで液体ヘリウムを導くパイプは大変細い。

よく詰まらせるので、最初にHeガスで何回も洗うこと。

§ 液体窒素による予冷

液体窒素ベッセルを200ℓ準備する。

超伝導マグネットの電源リード線両端の抵抗値をテスターで測定する。

液体窒素の予冷は液体ヘリウムを汲む12時間以上前が望ましい。

まず、液体窒素、追い出しパイプを液体ヘリウムトランスファー口に差し込む。最後の5cm位は回転しながら確実に底に当たるまで差し込む。ビニールパイプで窒素ベッセルの出口と接なぎ、Heガス出口側を開ける。但し、1m位のベローズパイプははずさないこと。

窒素ベッセルを加圧し、液体を流し込む。ヘリウムタンクの予冷に約100ℓの液体窒素を使用する。(約3時間)

次に窒素タンクにも液体窒素を充填する。(必ずHeタンクを先に)

こちらも約100ℓの液体窒素を使用する。

超伝導マグネットリード線両端の抵抗値 R ()

温度 T (K)	298	77	4.2
抵抗 R ()	50.5	37.4	0.6

ヘリウムタンク、窒素タンクとも外部に液体窒素があふれ出したことを確認して供給をストップする。

ヘリウムタンクのトランスファー口のパイプは追い出しに使用するのをそのままにして、ビニールパイプに栓をする。

§ 予冷窒素の追い出し及びHeガス置換

ヘリウムタンクのガス出口（通常は逆止弁あり）にヘリウムガスポンペを接続し、トランスファー口のパイプと適当なパイプをビニールホースで接続し、lig N₂ベッセルに液体窒素を回収できるようにする。

ヘリウムガス圧は0.1気圧の正圧にして、窒素を追い出す。

ビニールホースに流体が流れなくなったら、ホースをとりはずし0.2気圧ほどに圧力を増加させて、できるだけヘリウムタンクにlig N₂が残らないように、外に追い出す。（約2時間半）

トランスファー口が冷えて氷がつくのでドライヤーで温め充分乾かした後、思い切り良くパイプを引き抜き、めくら栓をする。パイプの下側は冷えているので、皮手袋等を着用して、凍傷をしないように気を付けること。

窒素追い出し後、ヘリウムガスポンペ側コックを閉じ、ロータリーポンプで30分程、ヘリウムタンクを排気する。

排気側を閉じ、ヘリウムガスを1気圧までリークする。

もう一度、排気（約10分）とHeガスリークを行なう。

ニードル弁の開閉とHeガスの流れを確認する。

液体ヘリウムトランスファー時まで、OVCは真空引きすること。

液体窒素が残っていると、排気しても0.1気圧程度の圧力までしか下がらない。

§ 液体ヘリウムの充填

ヘリウムトランスファーチューブは片側のパイプ径 9.6mm の専用のものを使用。中間部がフレキシブルチューブなので高さが He Vessel と少々一致しなくても良い。液体ヘリウムは予冷に 60ℓ 満タンまで 100ℓ 計 160ℓ 必要。

Vessel 側に先にトランスファーチューブをさし込み(出口のサイズのアダプター使用) まず He gas が通過することを確認する。

予冷のすぐ後の場合、クライオスタット側も早めにトランスファチューブをセットしてかまわない。トランスファーを始めたら、OVCバルブ閉めること。

ニードルバルブの駆動部がトランスファー口に近いため、ぶつけないように注意。

マグネットを室温から He 温度まで予冷のときは液体ヘリウムの流量をできるだけ少なくし、蒸発ガスの出方で加減する。マグネット本体を予冷するために、トランスファーチューブは下のパイプ受け口にしっかりと当たる状態で固定すること。

マグネットの電源端子の抵抗値が 0.6 Ω になれば He 温度になったと考え て良い。その後は通常のトランスファー圧力で He を送り込む。約 3 時間程必要。

クライオスタットのトランスファー口は Oリングによるウィルソンシール になっている。

トランスファーチューブを抜く前に、トランスファー口を完全に温めて、水滴がクライオスタット側に入らないように気をつける。

トランスファーチューブはまず He ベッセル側を先に抜き、その後ウィルソンシールのネジぶたをゆるめ、Oリングがトランスファーチューブに氷 つかないようにスピードを上げて引き抜くこと。

§ 液体ヘリウムの追加

サンプルテーブルに超伝導マグネットが載っているとき、危険をできるだけ減らすため、磁場を零にすること。

He ベッセルをリフトに乗せるとき、リフトの腕部分が 4 ヶの車輪の外側にくるようにすること。

できればロープ等でベッセルと腕部分を固定する。

マグネットと He ベッセルが同程度の高さまでリフトアップする。

しっかりした梯子を用いて、トランスファーチューブを He ベッセルに入れる。

ベッセル側を加圧しながら、トランスファーチューブを予冷する。

クライオスタットのトランスファー口に水滴があれば前もって、温めてとり除く。

トランスファーチューブからのガスが青白くなってきたらクライオスタットに差し込む。

あとは、最初のヘリウム充填と同様。(チューブは受け口に当たったら少し上げる。)

トランスファーチューブを抜くときは冷えていて凍傷の危険があるため皮手袋を着用すること。

§ 超伝導マグネットの電源操作

電源うしろ側の端子に +、- のリード線をスパナを用いて固くとりつける。

アース端子にもしっかり固定する。200Vの電源三相をつなぐ。

電源フロントの Power ON。

Adjust の Lower と Sweep Control の Hold を同時に押す。(SLO)

Display の Current/Field を押して、単位を Tesla に設定。

Display の Set Point を押して Adjust の Raise 又は Lower ボタンで目的の磁場の値を設定する。

Switch Heater の Heater ボタンを押して on にして 1 分待つ。

Sweep Control の Go To Set を押し、目的の磁場の値になるまで待つ。

目的の磁場の値になったら Hold 押して Switch Heater の Heater ボタンを 押し、off にして 1 分待つ。(persistent mode)

Sweep Control の Go To Zero を押し、表示が 0.00 になったら Hold を押す。

磁場の値を変化

最初に現在の磁場の設定値まで Sweep Control の Go To Set を押して到達する。

設定値になったことを確かめて Hold 押して Switch Heater の Heater を 押し、on にして 1 分待つ。

変化する目的の磁場の値を Display の Set Point と Adjust のボタンで 設定。

Sweep Control の Go To Set を押し、新しい磁場の設定値に到達するのを待つ。

Switch Heater の Heater ボタンを押して、off 状態で 1 分待つ。

Sweep Control の Go To Zero を押し、表示が 0.00 になったら Hold を押す。

§ 試料の温度コントロール

最低温にもっていくには、ニードル弁をマニュアルで 32%程度に設定
Gas Flow と Adjust の Raise 又は Lower を同時に押して set する。

ニードル弁の駆動部が動作しないときは担当者に連絡する。

駆動部は勝手にさわらないこと。

6 K 近くなったらニードル弁を 20 ~ 60% くらいにしぼって最低温度 に到達させる。ニードル弁を開けすぎると液体ヘリウムが試料室の下側にたまり、かえって温度が下がらない。そのときは Heater 部の Man を押したまま Adjust の Raise 又は Lower を押して、液体を蒸発させる。

Display の最低温は 1.5 K です。

温度変化

最低温 1.5 K を保つようにニードル弁を加減しておく。(赤ランプ消)

目的温度を Display の Set を押したまま Adjust の Raise 又は Lower を押して設定する。

Heater の Auto ボタンを押す。

テムコンの # 1 とヒータを使用する場合

コントローラ電源のうしろ側のコネクターをはずし、テムコン用のコネクターにつなぐ。

この場合もニードル弁の操作は独立して行なえる。

§ その他

モノクロシールドなどの鉄からクライオスタット外側までの距離を 1 m 以上遠ざけること。

測定の際、ダークアングルに入射及び散乱中性子が入らないようにすること。

テムコンで選択する較正表は Endo Mag#2 とする。

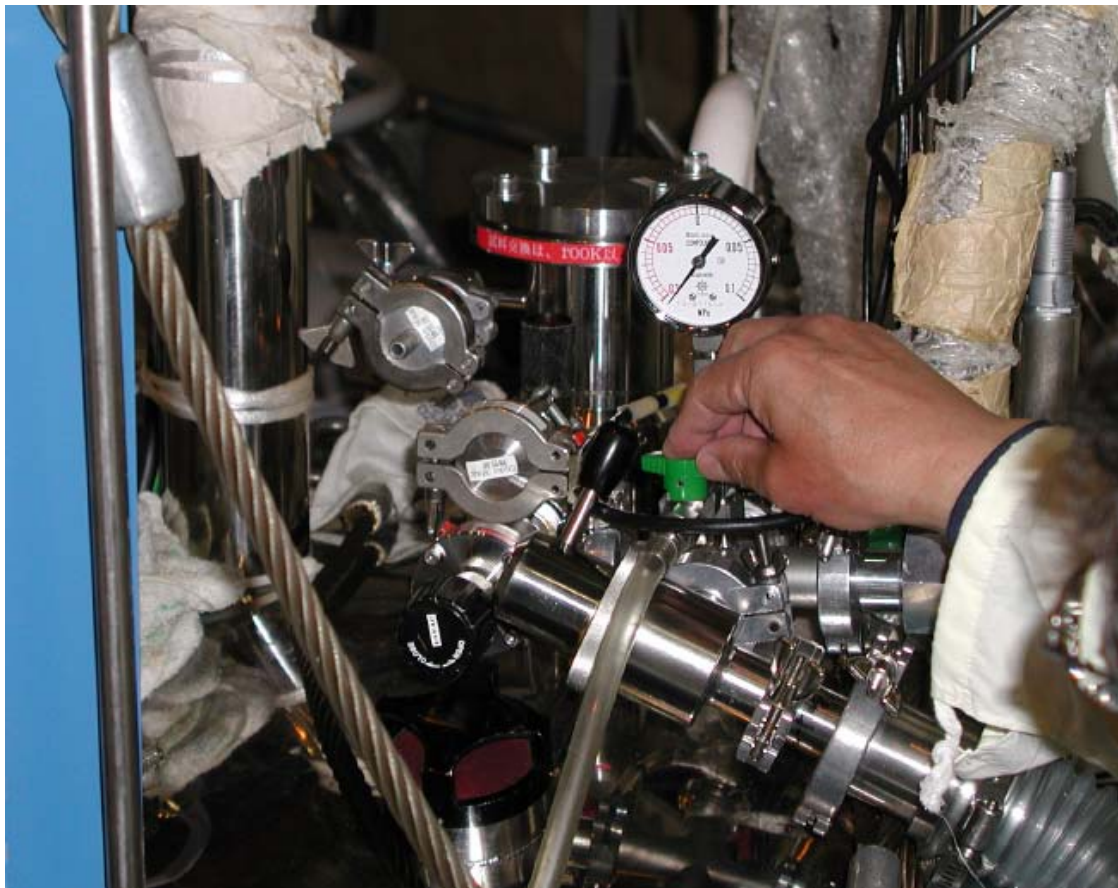
液体ヘリウムトランスファー中は液面計が冷却されて 97% 程度を示すことがあるので注意。(99% から 101% までは正常)

He の液面計レベルが 10% を切ると、自動的に磁場を零にするので、10% 以上で液体ヘリウムを追加する。

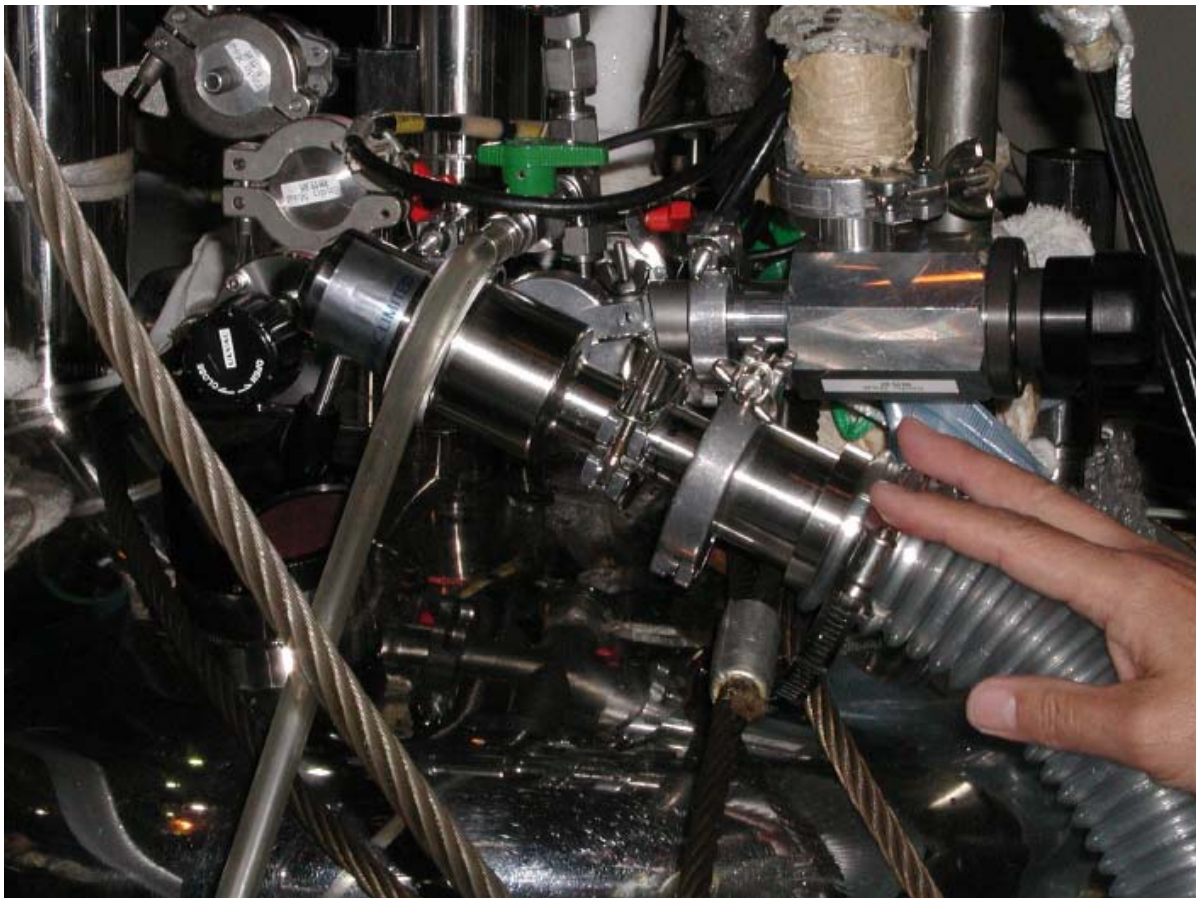
磁場が 5.8 Tesla 付近で 2003 年 11 月に Quench した。

5.7T ~ 6.0T の間の Sweep rate を 0.02T/min としたら OK。

サンプルテーブル上のスペーサーは5Gと6Gで異なる。



ガス圧力ゲージがついた四分管を 1.5K ポット減圧口に接続。
超伝導磁石コイル側および減圧用ロータリーポンプ側の二カ所に
バルブをとりつける。
もう一方の空き口には盲栓または試料室のガス流入口に接続する。



緑のコックがついたパイプにヘリウムガスのボンベとビニールパイプで接続する。
負圧になったときに空気が入らないように、ビニールパイプの両側はフォースバンド
でしっかりと固定する。