OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	小型永久電流磁石の試作 ： 超伝導線の接続
Author(s)	大山, 忠司
Citation	大阪大学低温センターだより. 1981, 36, p. 11-12
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/5947
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

技術ノート

小型永久電流磁石の試作 —超伝導線の接続 —

教養部　大 山 忠 司 （豊中 5242）

超伝導線材の改良によって，液体ヘリウムさえあれば２００キロガウスもの強磁場が，定常的に発生できる時代になって来た。実験室の一角を，２０キロガウスがやっとの鉄心型磁石が肩身のせまい面持ちで占めている風景をよく目にする（一時は，邪魔物扱いした時もあったが，必要になって使ってみると，なかなか捨て難い味もあるなと思っている今日この頃です）。今では超伝導線を使うと，手のひらに入る程度の大きさの磁石で２０キロガウスは容易に発生できる。ここでは遠赤外光のPutley型[1]検知器用小型永久電流磁石について，試作の経験を述べる。勿論ここで述べた方法が最良だというつもりは全然なく，この方法で作成した磁石が曲がりなりにも働いているという報告である。

コイル

使用した線材は，外径が0.33mmのNb-Ti単芯線である。外枠の直径22mm，芯の大きさ8mmのボビンに約1800回巻く。出来上ったコイルの外層に，コイル保護とゆるみ防止のために，ステンレス線を一層巻きハンダ付けして固める。超伝導線の両端は30cm程度残しておく。

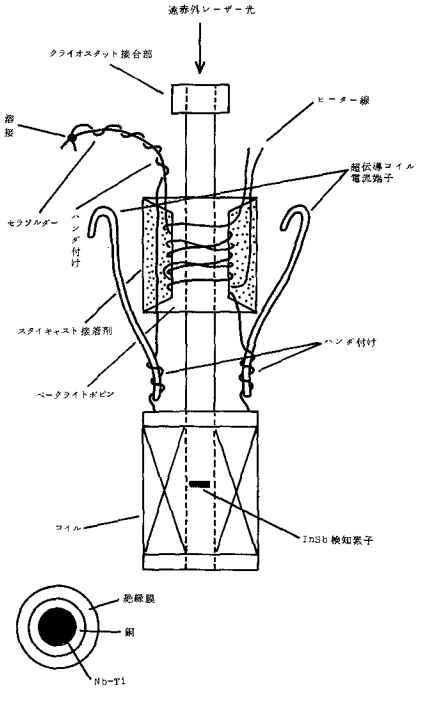

図1. Putley型遠赤外検知器

永久電流スイッチ

図1の様に，遠赤外用ライトパイプにベークライトで作ったボビンを取り付ける。一般に超伝導線材は三重の層からなっている（挿入図）。30cm残した超伝導線のうち，コイルに近い部分を除いて，絶縁膜をソルコート等の被覆はがし液[2]を用いてとり除く。絶縁層をはがした線の1部5cm程の銅被覆を以下に述べる要領ではがした後，ベークライトのボビンに数回巻きつける。次に長さ50cm程度のマンガニン線[3]を超伝導線の上から巻きつける。もちろんこの時マンガニン線と超伝導線との電気的接触のない様に注意する。この様に二重に巻いた線の外側をスタイキャスト等の接着剤で固めれば，それでO.K.である。

超伝導線の接続

ベークライトのボビンから出ている超伝導線の両端を10cm程，硝酸に侵し，保護の銅被膜を溶かす。1,2分もすれば銅色の線から，黒っぽい鋼色の線に変わる。これまで，しなやかであった線から，扱い

にくい硬い線へと変身する。適当な長さを縒り合わせ，まず銅被膜の残っている部分を普通のハンダで固めて，以後の作業がやり易いようにする。次に2本の超伝導線の先端を重ねて，小型溶接機（スポット・ウェルダー）で溶接する。溶接機の出力が大き過ぎると，線が完全に溶けて飛び散ってしまうので，不用の線で練習して出力の加減を調節した後で本番に入ることを勧める。最後に超伝導線の裸の部分（ここは普通のハンダでは付かない）を市販の超音波ハンダごてとセラソルダーという特殊ハンダで固める。[4] このハンダは特殊金属やガラス等のハンダ付けが可能で，その上6.2 K以下でそれ自身も超伝導体になるので，超伝導線間の接続には大変便利である。この3つの過程の中で，どれが最も重要かは，わからないが，これだけしておけば万全であろう。図には，分かり易いようにこの部分を取り出して描いたが，接続が完了すれば絶縁に注意して邪魔にならないように始末すればよい。超伝導コイルの励磁電流端子として，少し太目の銅線に，銅被覆の付いた超伝導線を数回巻き，普通のハンダで固めれば出来上りである。

作　動

先ずヒーターに電流を流し，スイッチ部分の超伝導線の温度を，T_c以上にする。大きな電流を流せば必ずT_c以上になるが，液体ヘリウムの蒸発を抑えるため，徒らに電流を流す必要はない。目安として，100Ωのヒーター線で50mA も流せば充分であろう。この状態でコイルに電流を流し，必要な磁場値まで励磁する。我々の試作したコイルでは，約1分間で15キロガウスまでの掃引ができる。必要な磁場値になった後，ヒーターを切り，熱スイッチ部を超伝導状態に戻す。熱スイッチ部の熱容量や熱接触の状態にもよるが，2,3分間はそのままの状態を保ち，その後励磁電流を0に下げる。これで永久電流電磁石が出来たわけである。磁場値を変えたい時は，まず励磁電流を最初の値まで上げる。次にヒーターのスイッチを入れ，“徐々に” 50mAまでヒーター電流を上げ，熱スイッチをOFFにする。この状態で励磁電流を変化させ，後は最初と同じ手続きでよい。永久電流モードで作動させている時の磁場変化をGaAsのホール素子で検知した結果を図2に示す。磁場の時間に対する減衰率は，1時間当たり0.01%以下である。

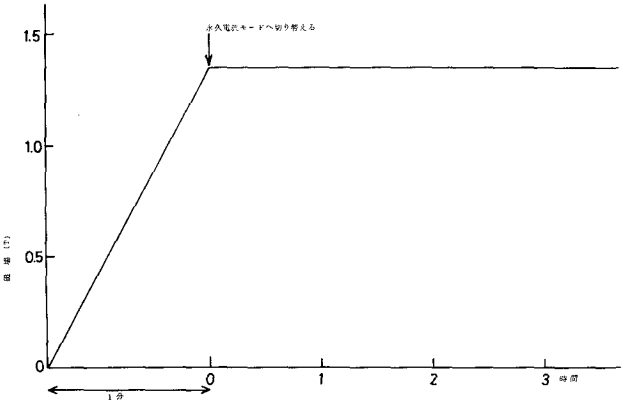

図2. 永久電流モードでの磁場の時間変化．

以上が超伝導線を接続し，熱スイッチを作る場合の要領である。何かの参考になれば幸である。

参　考

1) E. H. Putley : J. Phys. Chem. Solids 22, 241 (1961).
2) ソルコート（明和化学工業）
3) 抵抗値で50～100Ω
4) いずれも旭硝子株式会社製．