OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	SQUIDを手早く自作したい人の為に
Author(s)	河原崎, 修三
Citation	大阪大学低温センターだより. 1978, 24, p. 10-11
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/9202
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

SQUIDを手早く自作したい人の為に

理学部　河原崎　修　三　（豊中2470）

私達は目下Cu−Mn，Au−Cr等のいわゆるspin−Glass 転移に関して，ＳＱＵＩＤを用いて，微小磁場による直流，交流帯磁率の測定を行なっていますが，ＳＱＵＩＤについては，その解説[(1)]も応用の例もすでに本誌にも掲載されており今さら新しくつけ加えることはありません。それでも何か一言書くべしという事なので，私達の試行錯誤による自作の経験の最終結果を記し，私達と同様，Ｅｌｅｃｔｒｏｎｉｃｓの素人が最少限の費用で安定なＳＱＵＩＤを製作したいと思った時に，どういう方法が適当かを考える材料に供したいと思います。なおここではＳＱＵＩＤの原理等については石塚氏の解説（以下R_1と略記）に準じることとし，説明を省略します。ＳＱＵＩＤを自作する者にとって，一番問題になるのは，安定な高周波増幅器と，ＳＱＵＩＤ素子の選択，製作だと思われますので，これ等の点を説明します。図１は私達の用いている回路です。

この増幅器の同調周波数は２０ＭＨｚ，Ｇａｉｎはｐｒｅ−ｍａｉｎ合わせて，約９０ｄＢあります。ＳＱＵＩＤの高周波増幅器としては，通常，６０ｄＢあれば充分ですが，後述のＳＱＵＩＤ素子の調整の際には，これ位のＧａｉｎで，しかもＧａｉｎ 可変になっていると便利ですし，通常必要とする後段のＡＦ増幅器も不必要になりＳｉｇｎａｌを直接オッシロスコープで見ることができます。ｐｒｅａｍｐとｍａｉｎａｍｐの結合は，ＲＧ−５８Ａ／Ｕ 等の同軸ケーブルでよく，Ｉｍｐｅｄａｎｃｅ Ｍａｔｃｈｉｎｇ は，ｐｒｅａｍｐ の出力の２２０Ωを忘れなければ気にする必要はありません。ＩＣの７３３は１電源（１２Ｖ）で使うことも出来ますが，発振し易すく素人向きではありません。電源は(i) ｐｒｅａｍｐ，(2)ｍａｉｎａｍｐ １，２，４段目（Ｔｒ３，４，５）及びＩＣ７３３の±６Ｖと計四つの乾電池から別々に供給します。これで配線上の基本的な注意さえ守れば，９０ｄＢというｈｉｇｈ ｇａｉｎにもかかわらず，発振に対して，極めて安定に動作します。なお，プリント基板のＰａｔｔｅｒｎは保存してありますから，希望の方は連絡して下さい。

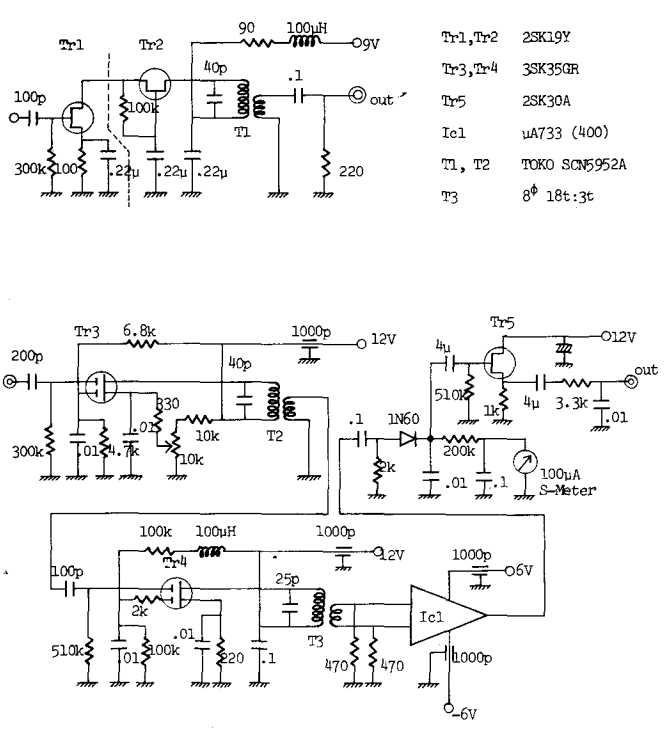

図　1

次にＳＱＵＩＤ素子ですが，素人が研究室で自作できるものとして，いわゆる二穴素子とAnderson−Dayem Bridgeの２つのTypeがあります。後者は，村田氏(2)によって，非常に簡単に作製できることが，紹介されていますが，私達の経験ではそれ程簡単ではありません。これは細い石英ガラスにガラス切りでキズを付け，セラミックハンダでキズの部分に超電導の弱接点を作る方法ですが，問題は，キズの状態が一定ではないという点です。接点部分の正常抵抗～５０Ωというのが目安ですが，これはガラス切りが古いか新しいかというような事で，数百Ω位まで変化してしまうようです。得られるＳｉｇｎａｌもＳ／Ｎのよいものが希には得られますが，そういうのは必ず不安定で安定に得られるものはＳ／Ｎが極めて悪く，ＲＣ　Ｆｉｌｔｅｒ１段で，Ｓ／Ｎ１～３位しかありません。

又，R_1のＦｉｇ　３のヒステリシスループに対応するループは$1\Phi_0$に対応するものではなく，もっと大きなループに対するＳｉｇｎａｌが現われているようです。もち論これでも，適当なＦｉｌｔｅｒを使えば実用になりますが，余り使い易いとは言えません。

一方，二穴素子ですが，これは一般に，Ｓ／Ｎがよい上，RFcoilや，Ｍａｇｎｅｔｉｃ　Ｔｒａｎｓｆｅｒ　ｃｏｉｌの取り付けが容易という。使用上の特長をもっていますが欠点として，寿命が通常，３ケ月位と短かいのが欠点とされています。しかしながら，石塚氏の作製した二穴素子及び石塚氏の助言で私達の作製した素子は，時間的に非常に安定で，私達のものでも作製後約１年を経た現在でも，安定に動作しています。Ｓ／Ｎは良い素子では３０ｄＢ以上あります。もち論不用意なショック等は避けなければなりませんが，そういう事故は滅多に起るものではありませんから，安定性という点からこの素子の採用を除外するのは当りません。

製作は先づ図２のような道具（石塚氏提供による）で，ロックナットとNb−Ti製の接触針を調整しながら，図のＱ−測定回路で，接点の接触によるＱの変化が，接触前の0.4％になるところで固定します。次にこれを液体ヘリウムに入れて，Ｓｉｇｎａｌを見る訳ですが，良いＳｉｇｎａｌが出た時に，4.2 K↔実温の温度変化を数回くり返し与えて安定であることを確認した後，アロンアルファーでナット部分を固定してしまうことが，その後の安定性を保証します。

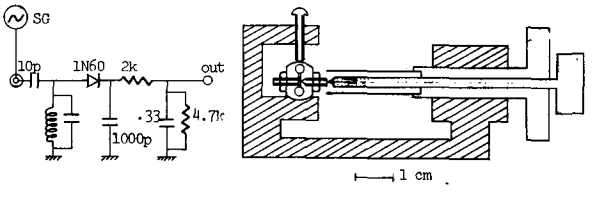

図　２

接触子にNb−Tiを用いることは必須です。初めは良いＳｉｇｎａｌを得るのに一苦労しますが，一度できてしまえば，永く使える訳ですから根気が大切です。馴れると１日に１個はできるでしょう。

これでＳＱＵＩＤの心臓部は出来上りです。あとは使う目的で問題は異なりますからこれ以上書く必要はないでしょう。私達の場合，回路も素子も複数の方法を試みましたので，半年余りの期間を必要としましたが，最初から上の方法でやれば，３ケ月位で，Ｓｉｇｎａｌを観ることはできるでしょう。

Ｒｅｆｅｒｅｎｃｅｓ

(1)　石塚：大阪大学低温センターだより　　№１６（１９７６年１０月）　Ｐ．９．

(2)　村田：固体物理　　１９７７年　　Ｖｏｌ．１２　　Ｐ．２３．