

1. はじめに

part1でQメータを作ってみました。

目黒電波のMQ-161が使えたので、これを基準に測定値を比較してみると結果が合わない所があります。特にQの高い場合に測定結果が小さくなっています。ちょっと不満でした。

それゆえPart1から1年位放ったままでしたが、どうやらバリコンのQが不足ではないかとの指摘があり、また、折りよく良さそうなバリコンをいただいたので簡易治具で比較してみました。

一般にコンデンサのQは高いといわれますが、バリコンの場合はどうでしょうか。

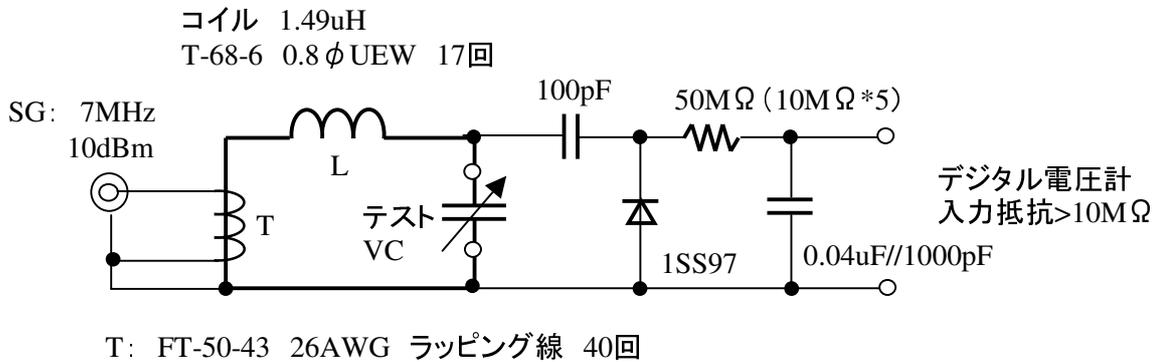
また、測定器に使用したときに十分でしょうか。というわけでバリコンを変更して再チャレンジです。

2. バリコンのQのテスト方法

回路図は以下のとおりです。他にも方法、回路はありますが、今回はQメータそのものです。

校正していないので値が読めません。単純にどっちのバリコンがよりQが高いか等の比較のみです。

バリコンのQの値を算出することは可能ですが、今回は比較にとどめました。



注意する点

- 1)コイルはQの高いものを使用する。今回はQ=277 @7.0MHz (目黒電波 MQ-161の測定による)。  
また、バリコンの最大容量付近で共振するような値のコイルを使用しました。
- 2)回路図の太線は十分太い線を使用すること。シールド線の編組とか1mmφ以上の銅線等。
- 3)VCとの配線はしっかりハンダ付けすること。クリップなどではダメ。
- 4)治具なので性能を重視し、高インピーダンスの箇所の配線などは空中配線とします。

3. 測定結果

バリコンをまわしてデジタル電圧計で電圧のピークを測定します。

クリチカルなのでできるだけバリコンに合わせて細かいところはSGの周波数を可変してピークを取ります。

周波数の変化に対してQの変化は比較的ブロードなのでOKでしょう。一応設定周波数の1%以内程度に入っていることは確認しています。

No.	Vout (V)	Vout比	F (kHz)	C (max) (pF)	備考
1	1.482	1.000	7003	360	いままで使っていたバリコン
2	1.420	0.958	6933	635	大型VC type A 注)
3	1.818	1.227	6984	390	大型VC type B

SG出力: 7MHz 10dBm

Vout比はNo1のVoutを基準とした電圧比

注) 理由は分かりませんがこのバリコン(No2)は非常に不安定で、電圧のピークを取っても手を離れたとたんにピークがずれ始めて電圧が変化し、安定しません。ダイアルツマミは付けて絶縁しています。他のバリコンでは同じように測定してこのようなことは起きませんでした。従って測定時の電圧値が正しくない可能性があります。

#### 4. バリコン比較の結論

- 1)バリコンによって測定したQの値が違っていたことがわかりました。最高QのNo3に変更します。
- 2)No2のバリコンは選択枝から外しました。あまりに動作が??です。
- 3)結果を見ますと、バリコンによって2割程度の差が発生しています。仮にQが250くらいのコイルを測定したときに一方では250の測定値が、他方では200程度に測定される場合があります。まあ、良いほうのバリコンに全くロスが発生しないわけでもないでしょうからこんな差になるかどうか分かりませんが、2割の差があるのならば交換すべきと考えました。
- 4)外見からではQがどうであるかよく分かりません。No1はステアタイト絶縁のF直線のバリコンなので恐らく測定器などに使われていて良いバリコンではないかと思ってQメータに使ったのですが、今回実測してこの用途にはまだQが不足であるという結果でした。
- 5)4)のとおり外見が良くてもこの用途には不十分なものがありますが、No3のように実測してよさそうなものは見た目にもきれいで、羽根などの作りもしっかりしています。
- 6)No3が良いといっても、私の持っている範囲でということです。実際にQメータとして動作させないと最終的には分かりません。
- 7)DCの絶縁はどのバリコンもデジタルマルチメータで測定して10MΩ以上あります。問題になるのは高周波においてのQ(等価的な絶縁抵抗や直列抵抗の多寡)です。

これらをふまえて、見かけは分からないといいましたが、少なくとも次のような特徴があると思いました。(主観ですが)。

#### Qの高いバリコンの特徴

- 1)羽根の材料の板厚が厚くて、機械的に堅固なこと。
- 2)ローターのシャフトのGND接触片がしっかりしていて数も多いこと。セクション毎に接地してあること。
- 3)片持ち(ローターの軸受けが1ヶ所しかない)ものはダメ。
- 4)ローターの軸にガタが無いこと。
- 5)ステータの絶縁物はステアタイトでなくても良いが、少なくともベークライトではないこと。

#### 5. 改造

以前より2割がた性能が良さそうなバリコンが見つけれられましたので、これを使用すべく変更しました。変更点は以下のとおりです。

- 1)基本的構造は変えずバリコンのみ変更しました。機械寸法がちがうので機械加工も変えました。そのため筐体も大改造になってしまいました。
- 2)測定用のターミナルも変更しました。

写真を撮りました。(付 2. 参照)

## 6. 変更結果

### 6.1 旧バリコン(No1)、新バリコン(No3)の違い

MQ-161と旧バリコン(No1)、新バリコン(No3)使用時のデータ比較です。測定データ1(8ページ)。

- 1)MQ-161の測定値を基準値とみなして、自作Qメータの測定値を比較して±15%以上差があるデータに印を付けました。全体的に新バリコンのほうが誤差が少ないようです。
- 2)誤差に何らかの規則性があるか考えてみましたが、よく分かりません。  
Qのより高いバリコンを使っても、以前のデータと誤差の方向が逆になったり、また誤差が増えたり。測定結果からQが200を超える場合は-10%程度の誤差を考えなくてはいけないかなあ・・・？程度でしょうか。
- 3)No5の3MHzの測定の誤差が異常に大きいのはプログラムに難点がある可能性があります。本来ちゃんとERRにすべき測定かも知れません。後日時間があるときに検証します。
- 4)Qが高い場合には同調がとてもクリチカルです。Qが高い場合は息をとめてピークを探る感じです。ただし、実際は近いところに同調を取れば設定周波数の近くでピークを見つけてくれます。それでも気持ちが悪いので、あとでヴァーニアをつけるつもりです。
- 5)なるべく原理に忠実にと言うことに主眼を置いて製作してきましたが、いろいろと不明なパラメータもあって、測定誤差が少ないQメータを作るのは大変だと思いました。  
現実的には、方法は共振法でも3dB法でも良いのですが、何らかの方法でQの値付けされたコイルを用意してそれによって校正しながら使用する、またはメータを目盛るとというのが自作では一番のように感じました。それでもバリコンのQは可能な限り高いものを使うべきです。

### 6.2 いろいろなインダクタンスのコイルの測定

- 1)周波数の変化によるQの測定誤差の様子について測定してみました。基準はMQ-161です。測定データ2(9,10ページ)に結果を示します。
- 2)これらの結果を見ると次の様な傾向が見て取れます。
  - a) 測定周波数が高くなると誤差が+方向に大きくなる。  
すなわち、Qが(MQ-161に比して)高くなって測定される。
  - b) インダクタンスが大きくなるとa)項の誤差がインダクタンスが小さい場合に比べて大きくなる。
  - c) 1uHのみは誤差がマイナスに大きい。周波数が高くなると測定値が大きくなることはa)と同様。  
しかし、周波数が低いときの誤差が-に大きいので周波数が高くなると測定誤差は小さくなる。

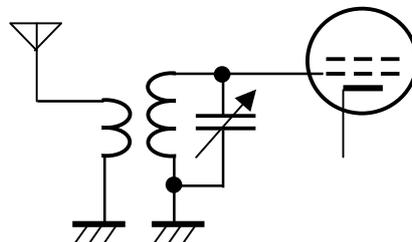
どういふ原因でこのような傾向が起きるのか見当が付きません。

## 7. 感想、その他 (part1に追加して)

- 1) いままでコイル見るとインダクタンスはどの位？と思ったのですが、今回の作業でさらにQはどの位？ということが頭に浮かぶようになりました。ひょっとすると、今回の一番の成果かも。
- 2) あるOMから、昔2mの送信機を作ったときに、終段のプレートバリコンを変更したら出力が3W⇒5Wになったというお話をうかがいました。片持ちのバリコンからバタフライ型に変更されたそうです。片持ちですとロータの接触片の影響があったようです。いずれにしても使用箇所によってはバリコンのQが問題になる事があるようです。
- 3) またコイルを測定器に接続する場合、しっかりと測定ターミナルに取り付けられないといけません。クリップで取り付けたときと、しっかり取り付けたときで、ずいぶん違うというお話をいただきました。ある測定でQ262 ⇒ Q330の違いがあったそうです(およそ2割の違い)。(F=50MHz、Boonton Type190。OM情報をありがとうございました、2)、3))
- 4) 機会あって今回測定値の基準としてMQ-161を使用しました。なかなかQの標準は難しいです。MQ-161の測定精度は取説では、次のように規定されています。
  - ☆ 20MHz以下 最大指示値の±5%    ☆ 20MHz以上 最大指示値の±20%
  - ただしQ 250以下についてそうしますと実際Qの値が 250のとき262.5～237.5、100のときは112.5～87.5の測定値が得られるということになります。MQ-161でもこの程度の誤差は含んでいるようです。Qの値が規定されている“標準コイル”が世の中にはあるようですが、我々アマチュアの手に入るようなものではなさそうです。
- 5) バリコンのQが低いということになっても、われわれアマチュアではジャンクのバリコンを探して使用することしかできませんので、Qメータの自作もままなりません。もっともQメータを作ってみようかということ自体、いまだき酔狂ということなのかも……
- 6) 3dB法では測定値がずれていた場合に、どのように補正を行ってよいかわかりません。Qの測定方法のひとつそのままですし、バリコンのQが未だ影響しているのでしたらもうどうしようもありません。あとは注入回路が何か影響があるのか……20mΩの抵抗は持っていますが、ドライブするのに一苦労しますし(20mΩに10mVを発生させるためには0.5Aの電流が必要です!)どうしましょ。
- 7) 今回3dB法で作って見ましたが、Qが低いバリコンしかないときには、共振法を使って且つレンジを設けて、可変抵抗などでレンジごとにゲインを調整して表示値の校正を行ったほうが良いかも知れません。ただしこの方法で作る場合は、正しいQメータで測定したQの分かっているコイルを校正のために用意する必要があります。(6.5)項も)
- 8) もっとも表示値を校正するのでしたら、3dB法でもそのようにすれば良いのですが……
- 9) ただ、バリコンのQも周波数特性を持つはずなので、それにはどう対処するか。
- 10) それにしても測定時間が長い。しかしPart1で示した改善策はありますが、使用頻度と考え合わせて時間をかけて改善に取り込まなくてもいいかなあと感じてしまいます。
- 11) そのほか何だか分からない測定値の違いもありました。ケースに組み込むと測定誤差が大きくなりました。どうなっているのかわかりません。対処としてバリコンのユニットをケースから浮かすように取り付けました。

12)昔真空管のラジオなどで、“使用するコイルはQの高いものであること”というのが定番でした。しかし、いままでは単にロスが少ないことがいいのだろう程度しか考えが及びませんでした。回路の入力部分を良く見るとQメータそのものです。アンテナの電圧がQに比例して大きくなってグリッドに入力されます。従ってコイルのQを大きくすればその分真空管のグリッドにかかる電圧が大きくなります。これはアンプのゲインを上げるのと違って全体のS/Nを良くします。

ようやく昔の人の言っていることが理解できました。実際に設計すると、そんなに単純にはうまくゆかないでしょうし他のパラメータの影響もあるでしょうが、Qを大きくすることは電気的には良いことばかりです。ただしQの高いコイルは形状が大きい場合が多いようです。



## 8. その他

### 8.1 バリコンのQの測定例その他写真など。(12ページ～)

また、目黒電波のQメータの測定部の写真を撮る機会がありましたので掲載します。

MQ-161 測定周波数: 5kHz~50MHz Q: 10~600

MQ-171 測定周波数: 20MHz~230MHz Q: 10~750

さすがにメーカー品、良くできています。

特にMQ-171のバリコンは自作ではなかなかまねができません。

測定データ1

新旧バリコンの比較測定

2015.04.18 測定(自宅) MQ-161での測定

2015.05.13 B: 自作Qメータでの測定 旧VC

2015.06.29 D: 自作Qメータでの測定 VCを一部絶縁してケースに入れた

誤差(%)は [(自作のQメータの測定値-MQ-161の測定値)/MQ-161の測定値]\*100

No.	試験 コイル L (uH)	試験 周波数 F (MHz)	MQ-161	B: 3dB法 1SS97		旧VC	D: 3dB法 1SS97		新VC	同調容量 C(pF)	L計算 L(uH)
			Q	A	B	誤差	C	誤差			
1	0.33	14	65	52	-20%	66	2%	339	0.381		
		20	80	70	-13%	80	0%	168	0.377		
		25	88	73	-17%	81	-8%	107	0.379		
		29	90	75	-17%	82	-9%	74.7	0.403		
2	1 U.I	1									
		7.9	75	63	-16%	78	4%	380	1.068		
		10	82	78	-5%	84	2%	237	1.069		
		20	97	99	2%	100	3%	59	1.073		
3	1.5 T68-6 18T 0.8mmφ	7	277	204	-26%	227	-18%	348	1.485		
		7.9	280	217	-23%	232	-17%	273	1.487		
		10	278	232	-17%	243	-13%	169	1.499		
		20	190	199	5%	188	-1%	41.1	1.541		
4	10	6.5	270					401	1.495		
		3	84	80	-5%	82	-2%	295	9.541		
		5	100	102	2%	103	3%	105	9.650		
		7.9	95	108	14%	101	6%	39.8	10.198		
5	100	10	86	102	19%	95	10%	23.3	10.871		
		2.5	75	63	-16%			424	9.559		
		0.79	108	100	-7%			482	84.2		
		1	103	103	0%	103	0%	298	85.0		
6	390	2.5	54	59	9%	63	17%	43.2	93.8		
		3	42	52	24%	67	60%	27.8	101.2		
		0.4	114	109	-4%			413	383.3		
		0.79	104	109	5%	108	4%	104	390.3		
7	0.3 7Kポピン に巻いた	1	88	99	13%	97	10%	63.8	397.0		
		1.5	61	75	23%	74	21%	26.7	421.6		
		14	75	58	-23%	76	1%	370	0.349		
		20	83	74	-11%	87	5%	184	0.344		
8	3.6 T130-6 18T 1mmφ	25	93	78	-16%	96	3%	117	0.346		
		29	94	79	-16%	102	9%	86.2	0.349		
		4.5	320			263	-18%	350	3.574		
		7.9	275			270	-2%	113	3.592		
		10	240			238	-1%	69	3.671		
		11	215			196	-9%				
		12	194			185	-5%				
		13	175			172	-2%				
		14	160			163	2%				
		15	145			151	4%				
16	134			147	10%	26	3.806				
17	118			129	9%						
18	109			119	9%						

- ・MQ-161と±15%以上差がある場合にしるしを付けた。
- ・同調容量は、MQ-161の容量ダイヤルの表示値
- ・L計算は同調容量と試験周波数から算出した値

- ・ Overrange err
- ・ Err >15%

## 測定データ2

さらにいろいろなコイルを測ってみた (2015.07.27)

自作#1は7Kタイプのコイルで0.34uHのもの。

16461A-xxはHP製の標準コイル？ が利用できたのでこれを測定。

ただしQの値は記してない。インダクタンス、分布容量と周波数のみ表記あり。

自作Qメータのバリコンでカバーできる範囲で試験。外付けコンデンサは使用しませんでした。

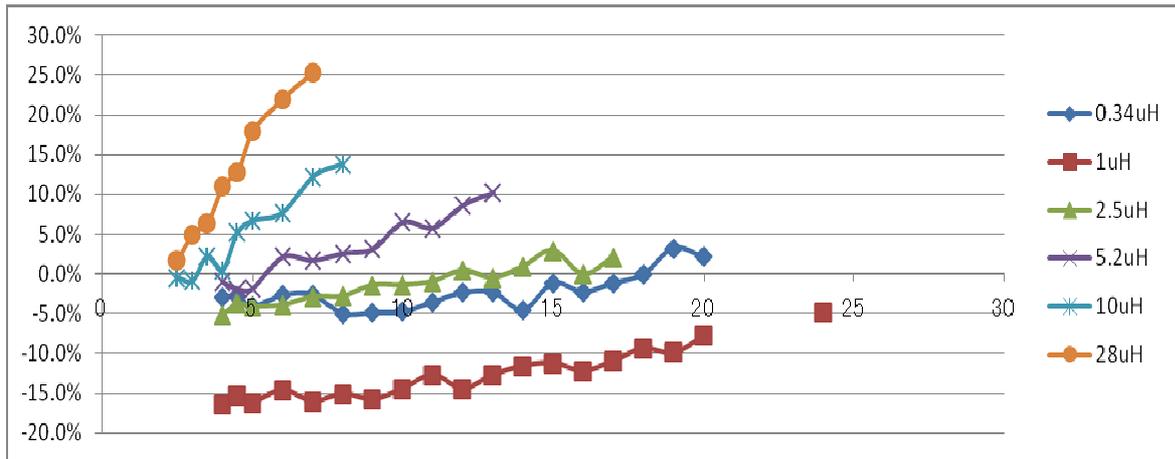
## 測定その1

測定 周波数 MHz	自作コイル#1 0.34uH 7kに巻いたコイル			16461A-16 HP製 1uH 6pF 8MHz to 22MHz			16461A-15 HP製 2.5uH 6pF 5MHz to 14MHz			16461A-14 HP製 5.2uH 6pF 3.5MHz to 10MHz		
	MQ-161	自作	誤差	MQ-161	自作	誤差	MQ-161	自作	誤差	MQ-161	自作	誤差
0.5												
1												
1.5												
2												
2.5												
3										192	-	
3.5										202	-	
4										210	208	-1.0%
4.5							168	-		216	212	-1.9%
5							175	166	-5.1%	221	217	-1.8%
6							188	181	-3.7%	227	232	2.2%
7				192	-		200	192	-4.0%	228	232	1.8%
8				202	169	-16.3%	208	200	-3.8%	226	232	2.7%
9				210	178	-15.2%	214	208	-2.8%	220	227	3.2%
10				216	181	-16.2%	218	212	-2.8%	213	227	6.6%
11				220	188	-14.5%	220	217	-1.4%	205	217	5.9%
12	66	-		224	188	-16.1%	220	217	-1.4%	195	212	8.7%
13	70	68	-2.9%	226	192	-15.0%	219	217	-0.9%	185	204	10.3%
14	72	70	-2.8%	228	192	-15.8%	216	217	0.5%			
15	74	71	-4.1%	229	196	-14.4%	213	212	-0.5%			
16	76	74	-2.6%	229	200	-12.7%	210	212	1.0%			
17	78	76	-2.6%	229	196	-14.4%	206	212	2.9%			
18	81	77	-4.9%	229	200	-12.7%	204	204	0.0%			
19	83	79	-4.8%	226	200	-11.5%	195	199	2.1%			
20	85	81	-4.7%	224	199	-11.2%						
21	86	83	-3.5%	223	196	-12.1%						
22	87	85	-2.3%	220	196	-10.9%						
23	88	86	-2.3%	216	196	-9.3%						
24	90	86	-4.4%	213	192	-9.9%						
25	90	89	-1.1%	208	192	-7.7%						
26	91	89	-2.2%									
27	91	90	-1.1%									
28	91	91	0.0%									
29	91	94	3.3%	187	178	-4.8%						
30	91	93	2.2%									

測定データ2 続き

測定周波数 MHz	164641A-13 HP製 10uH 6pF 2.5MHz to 7MHz			164641A-12 HP製 28uH 7pF 1.5MHz to 4.2MHz		
	MQ-161	自作	誤差	MQ-161	自作	誤差
0.5						
1						
1.5						
2				228	232	1.8%
2.5	262	-		198	208	5.1%
3	250	249	-0.4%	170	181	6.5%
3.5	240	238	-0.8%	145	161	11.0%
4	222	227	2.3%	124	140	12.9%
4.5	207	208	0.5%	106	125	17.9%
5	190	200	5.3%	91	111	22.0%
6	164	175	6.7%	79	99	25.3%
7	142	153	7.7%			
8	123	138	12.2%			
9	108	123	13.9%			

誤差のグラフ [ (MQ-161値 - 自作値) / MQ-161値 ] 縦軸: 誤差(%) 横軸: 測定周波数(MHz)



誤差は各コイルのMQ-161を基準としての、自作のQメータの測定値とのずれを計算した値です。



HPのコイル

インダクタンス  
分布容量  
周波数範囲

これらの表示が  
有ります。

付 1. 検波ダイオードによるちがい

検波ダイオードによって測定値が違うかどうかを実験しました。3dB法で測定。  
Count は検波電圧をA/D変換した後のカウント値です。

検波ダイオードによる測定値のちがい

No.	Diode	Q	F (MHz)	Count	備考
1	1SS43	204	8.0032	334	ショットキー 低電圧タイプ(5V)
2	1S953	227	8.0001	742	シリコンSW用
3	1SS97	232	7.9992	817	ショットキー 低電圧タイプ(10V)

コイルはMQ-161で測定して、Q:275 @8MHz 1.5  $\mu$  H

1)No.1のショットキーダイオードで低電圧型( $V_r$ :5V)は検波電圧が低い。理由は不明です。

リーク多いか??  $V_r$ をオーバーしている可能性も有ります。

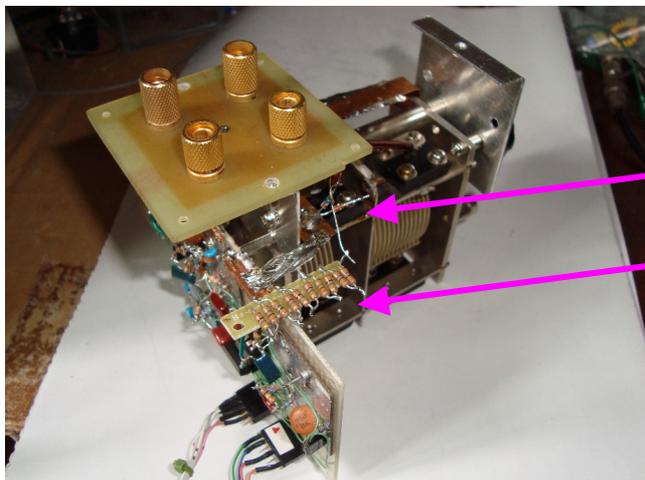
2)No.2,3は違いは少ないが今回は3を使用。No.3でも条件によってはQ値227になる事もありました。

3)目黒電波のMQ-161では1S1586(シリコンSWダイオード、1S953と似たような特性)を使用しています。

## 付 2. 写真いろいろ

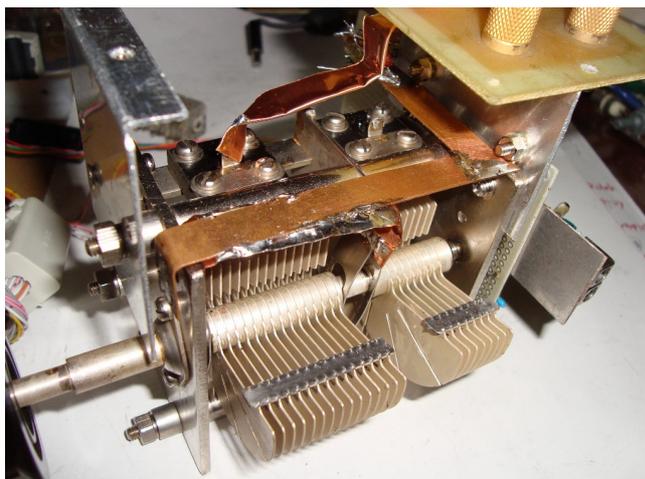
### 付 2.1 Qメータの本体の写真

基本的な構造は以前と変わりません。  
バリコンが変わったため、機械の部分を作り直しました。

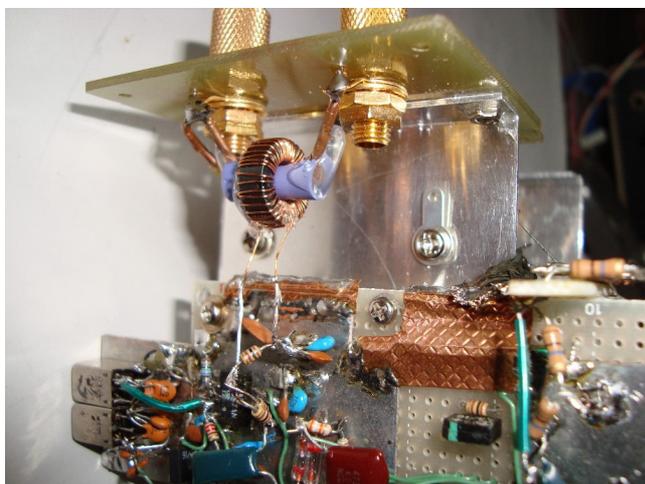


#### 測定ブロック全体

- ・バリコンに測定端子、信号発生部、検出部を一体化して装着。
- ・検波ダイオード 1SS97。
- ・ついでにもう一度 ダイオードのチェックを行った。(付1.)
- ・100M $\Omega$  の抵抗 (10M $\Omega$  \*10個)



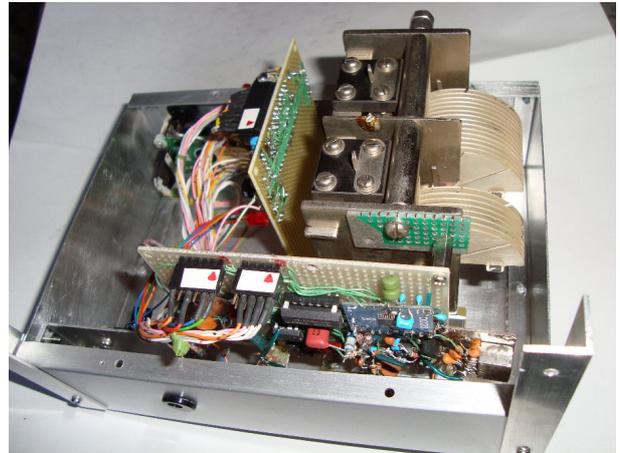
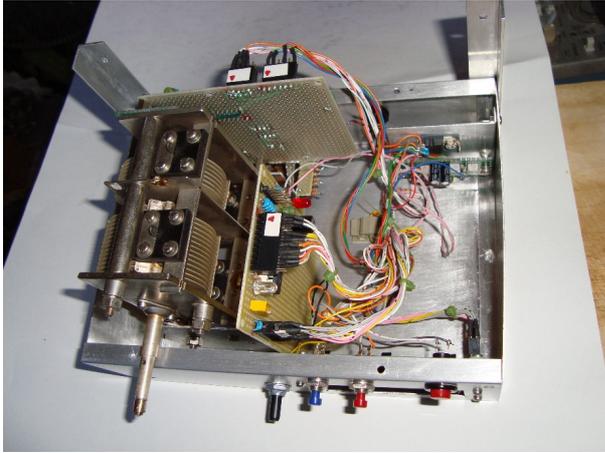
- ・GNDまわりを銅帯で配線。効果があると信じて。
- ・少なくとも見た目はなかなか良さそうなバリコンでしょう。
- ・左側のセクションのみ使用。
- ・絶縁材は何だか分かりませんが、ステアタイトではありません。ガラスエポキシのような気もしますが??



- ・信号注入トランス
- ・バリコン以外のパーツは、変更前と同じものです。

シャーシに取り付け

電源は +12Vの外付けのパックです。 配線ぐちゃぐちゃ。



前面

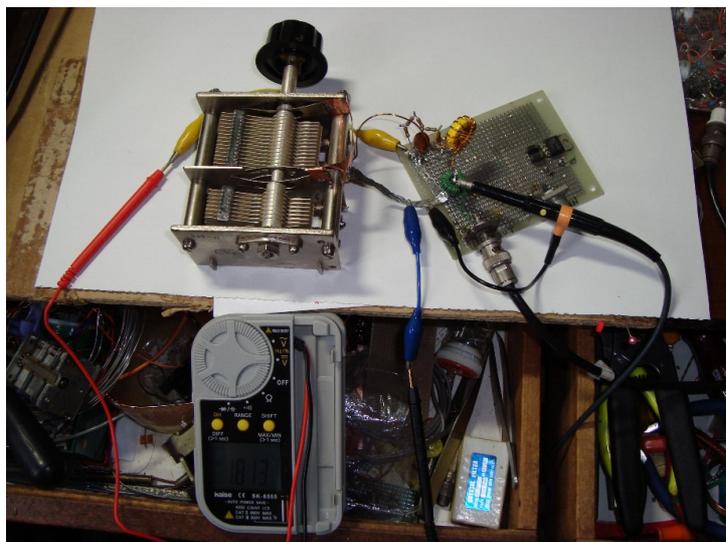
- ・薄いパネル1枚でも付ければ見栄えもしますが、今回このままです。(気が向いたら付けます)
- ・バリコンが変わって大きくなったためにスキマがあく構造になりました。以前は、ちゃんと閉まったのですが。
- ・バリコンに、たまたま手持ちのジャンクのフリクションタイプの微動ダイヤルを付けてみました。減速比は3:1程度で、無いよりましですがQが高い場合は息を詰めてピークを取るという感じです。
- ・全体の大きさは 200(W)\*132(H)\*150(D)です。(ゴム足含む、測定端子は含まない)
- ・パネルは左から、測定スタート、DDSの桁指定up/dwn(アカ/アオ)、周波数可変エンコーダ、同調バリコン。



- ・親分の目黒電波 MQ-161 との2ショット。
- ・MQ-161はさすがにメーカーの製品で、古いですがそれなりに信頼感があって、再現性も高いです。
- ・最近ではダイヤルなど回さなくてもコイルを接続するだけでインダクタンスやQが測定できてしましますがこういう機械もさわっていて楽しいです。

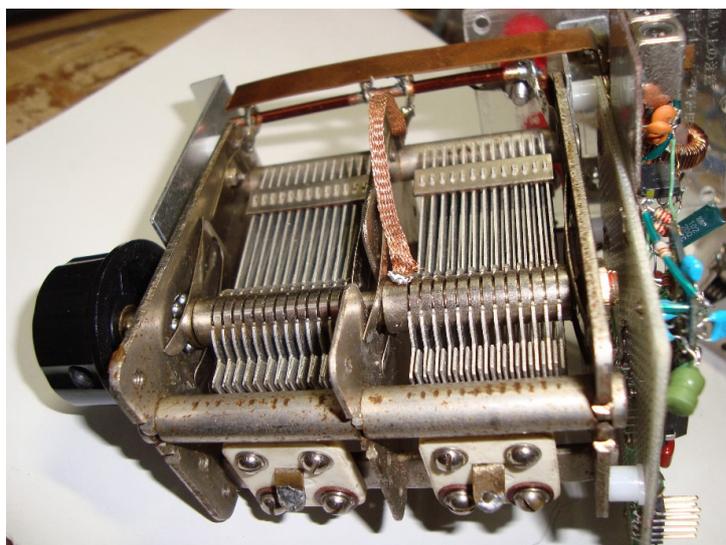
## 付 2.2 その他いろいろ

### バリコンのQの測定例



バリコンのQを測定する。

- ・テストのようす。バラック実験。
- ・回路は前出。
- ・基板は流用したので他の不要の部品が付いている。



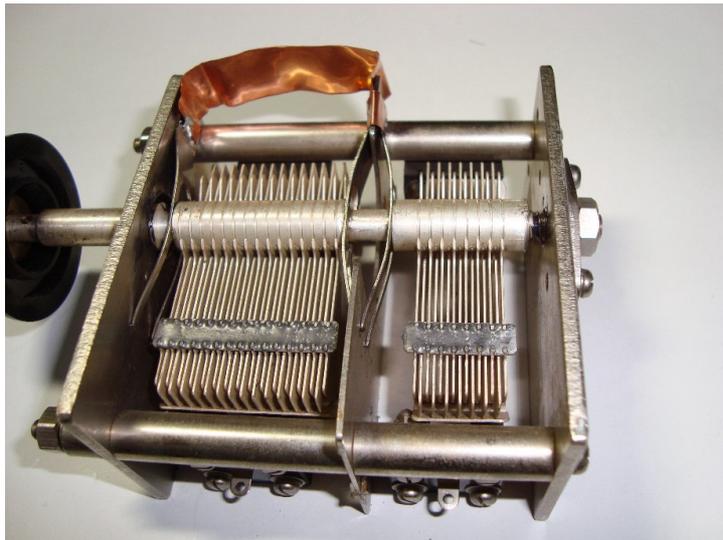
No.1

- ・最初に使用していたバリコン。
- ・ステアタイト絶縁。
- ・360pFmax/セクション
- ・ローターの軸をアミ線でGNDへ接続。
- ・ローターの接触片をすべて銅帯で接続。
- ・羽根はアルミ製。周波数直線型。
- ・日本製



No.2

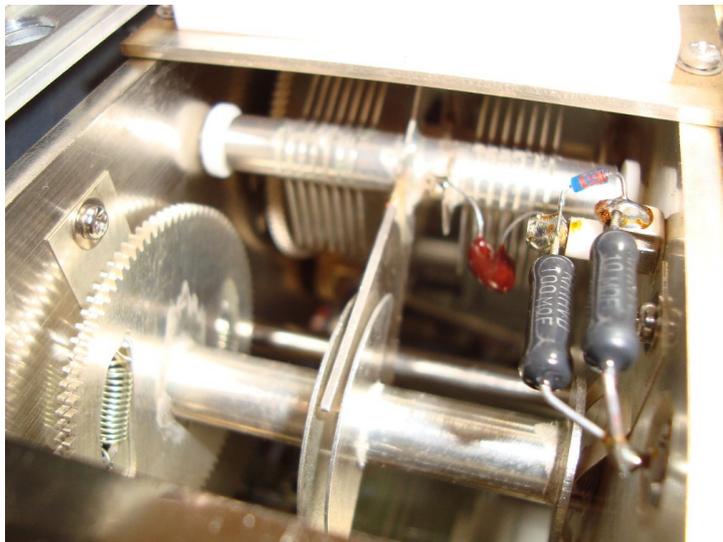
- ・大型のバリコン。
- ・プラスチック絶縁。
- ・635pFmax/セクション
- ・ローターの接触片をすべてアミ線で接続。接触片は2枚しか付いていない。
- ・Qメータのバリコンとしては、どういうわけかとても不安定でした。
- ・羽根はアルミ製。
- ・外国製



No.3

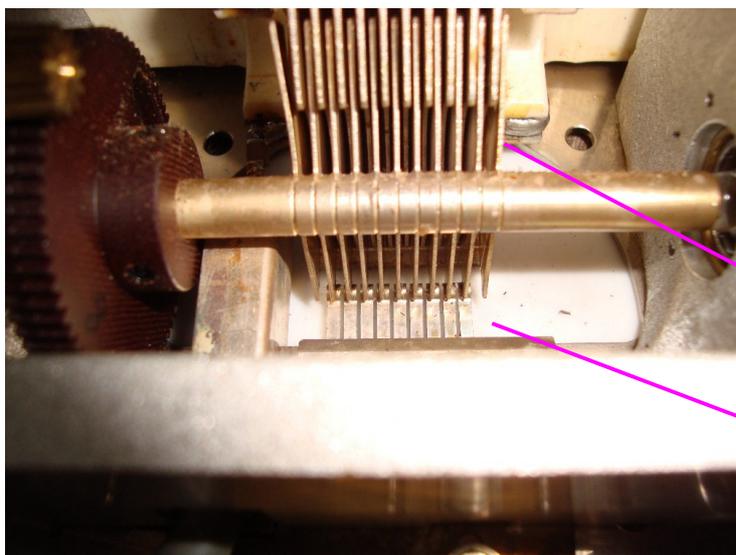
- ・大型バリコン。
- ・プラスチック絶縁。
- ・390pFmax+200pFmax 390pF側のみ使用。
- ・ローターの接触片をすべて銅帯で接続。
- ・羽根の材質は不明。
- ・日本製

いずれのバリコンも測定の前に、ローターの接触部分やステータの絶縁部分などをアルコールなどで掃除して、グリスを塗ってからテストしました。



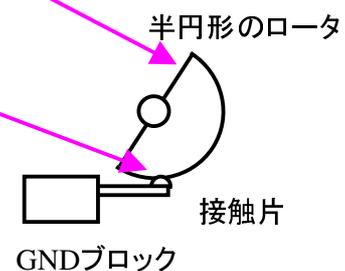
目黒電波 MQ-161 内部

- ・奥がメインのバリコン、手前がバーニヤの小容量のバリコン。
- ・銀めっき?で ぴかぴか。
- ・バリコン、ギヤ、サポートが一体化。
- ・右上のダイオードが電圧計のプローブ部。
- ・機械的に非常にしっかり作ってあります。



目黒電波 MQ-171 内部

- ・バリコンの構造が特殊で、ローターの羽根一枚一枚をそれぞれ接触片で接地。
- ・ステータが測定端子に最短で配線。
- ・測定端子の絶縁はテフロンのようなようです。



以上