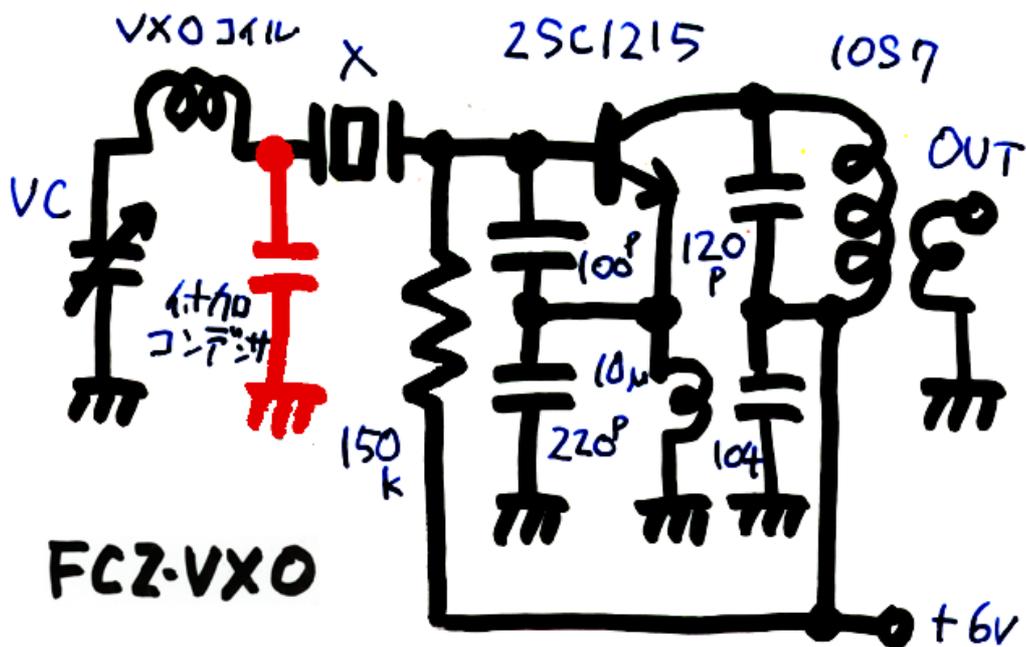


難しいことをやさしく、やさしいことを面白く、面白いことを深く探究する

楽しい自作電子回路雑誌

# Cirq



## CONTENTS

2. 原点 子供のように
2. 7MHz用 VXO 水晶(4) 【FCZ VXO】
9. レーザー通信をやってみる  
フォトダイオードの扱い
10. 糸でんわ 新記録達成・400m
12. 雑記帖

© copyright JH1FCZ 2007

# 023

AUG. 2007

# 7MHz VXO用水晶

## (4) FCZ VXO回路

### 7pFを5pF、3pFにして見る

前号でお話したように変化幅の非常に大きいVXOを作ることが出来ました。しかし、実際に使用する回路としては、ただ周波数の変化幅が大きいというだけでなく、その動静について詳細に知っておく必要があります。そこで前号、第1図の回路で水晶とVXOコイルの間に入れたコンデンサ(以下、付加コンデンサという)の容量を変えてみて、どんな変化がおきるのか確かめる実験をやりました。

その結果として、第1図に7pFのコンデンサを付けたとき、第2図に5pFを付けたとき、第3図に3pFを

付けたときのデータを示します。図の右側は7,020MHzのVXO用水晶、左側は普通に設計された7.003MHzの水晶です。第4図には付加コンデンサを付けなかったものを示しました。使用したバリコンは前号と同じFM用のポリバリコンです。

### 普通的水晶の方が良い

各図の右側にある7,020MHzの水晶のデータが短いのは、7,003MHzの水晶と比べて安定性が悪かったためデータを取るのをやめたからです。

もともとVXOにしたとき周波数の変動幅を大きくしようとしたものが、この回路にあっては裏目に出たのでしょうか、変化幅をひろげていくと、あらぬ周波数にジャンプしたりしました。

第1図から第3図までのデータと第4図のデータを比べてみると、確かにこの回路の特殊性(有利性)が認識されます。そしてこの回路は普通的水晶発振子を幅広く変化させるのに適しているようです。

### バリコンの回転角と周波数の変化

この実験で分かったことは周波数の広げていくに

### 子供のように

6月に行なわれた小・中学生の全国一斉学力試験で、問題の答が選択方式ではなく、自分の考え

で記述する形式の問題があったそうです。

子供達の答の中には事前に  
出題者が予想した回答例にな  
い回答が多数出てきて、同じ答  
でも採点者の考えで違った結

果が出てしまい混乱が起きてしまったそうです。

そのため、当初予定していた夏休み前の結果発表が間に合わなくなってしまった。という話をラジオだったと思いますが聞きました。



私はこの話を聞いて、思わず手を叩いてしまいました。

教育者と云う硬直した考えを持つ人よりも、柔軟な考えの頭を持つ子供たちがまだこの国に存在することが証明されたからです。

「頭が柔らかい」と云うことは、これに「実践」を組み合わせるこ

とによって新しい世界を切り開いて行く大きなエネルギーになります。そのことは電子回路の開発でも、芸術の世界でも、その他何にでも言えることです。

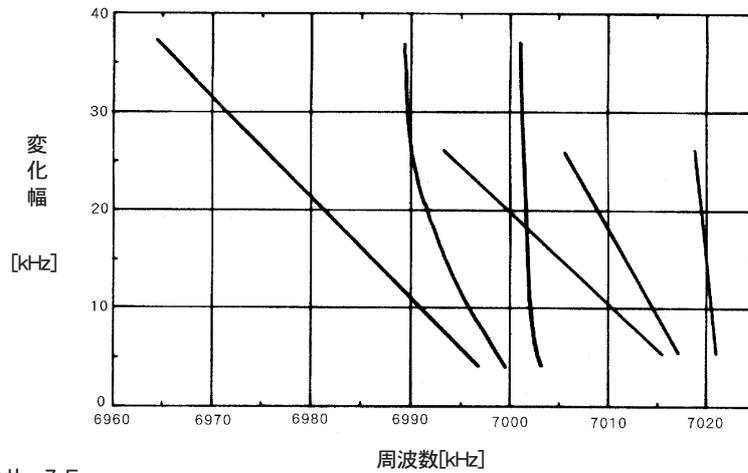
たがって、バリコンの回転角と周波数の関係はかならずしも直線的ではないことが分かりました。

バリコンを回したときの回転角を左に回したところ(容量最大)を $0^\circ$ 、中央を $90^\circ$ 、右に回したところを $180^\circ$ として(本当は両側に $5^\circ$ 程度のケラレがあるが無視する)、回転角と周波数の関係を見た場合、VXOコイルのインダクタンスを上げて周波数の変化幅を大きくしていくと、 $0^\circ$ と $180^\circ$ の周波数の違いはある値

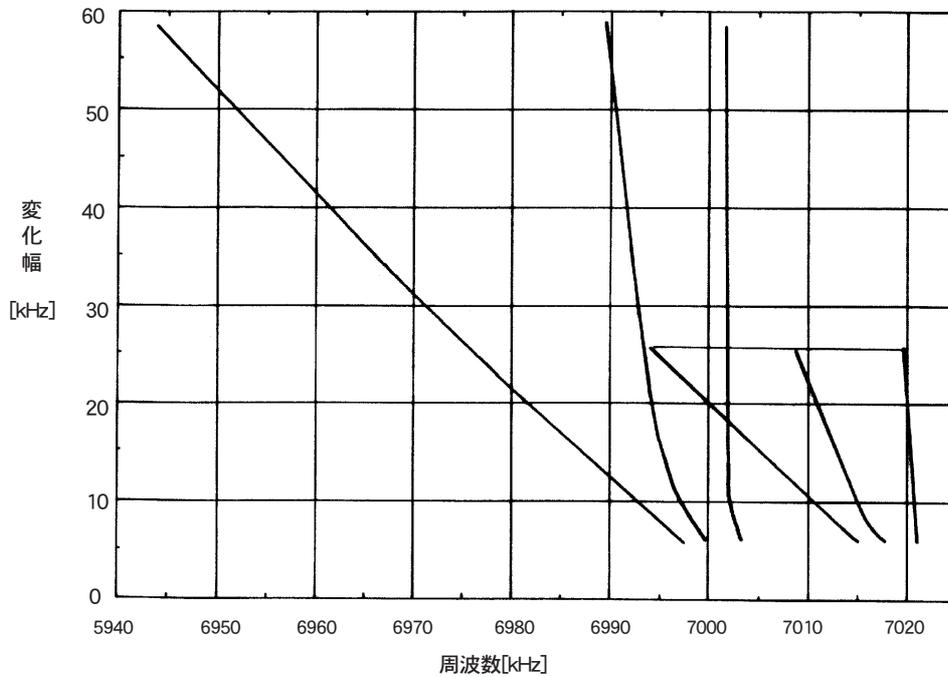
で定まって来る傾向にあるのに、 $0^\circ$ と $90^\circ$ の間隔は少しずつ広がって行くことが分かりました。

付加コンデンサを $7\text{pF}$ にしてVXOコイルを変量し、バリコン回転角が $0^\circ$ から $90^\circ$ の変化量と $0^\circ$ から $180^\circ$ の変化量の割り合いを第5図に示します(第1図の変形)。

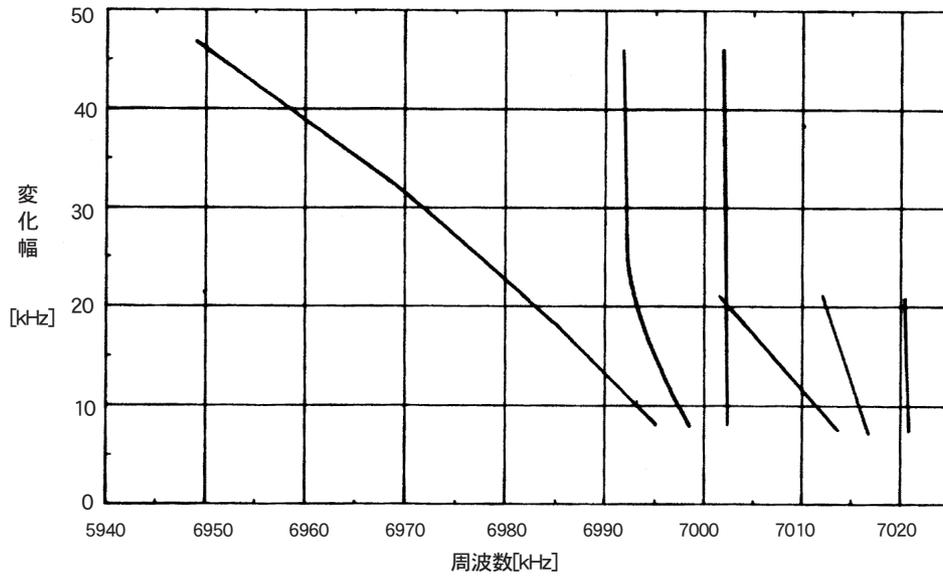
この図から、ある変化幅にしたとき、 $0^\circ$ と $90^\circ$ 、 $90^\circ$ と $180^\circ$ の間の周波数変化が同じになるところが



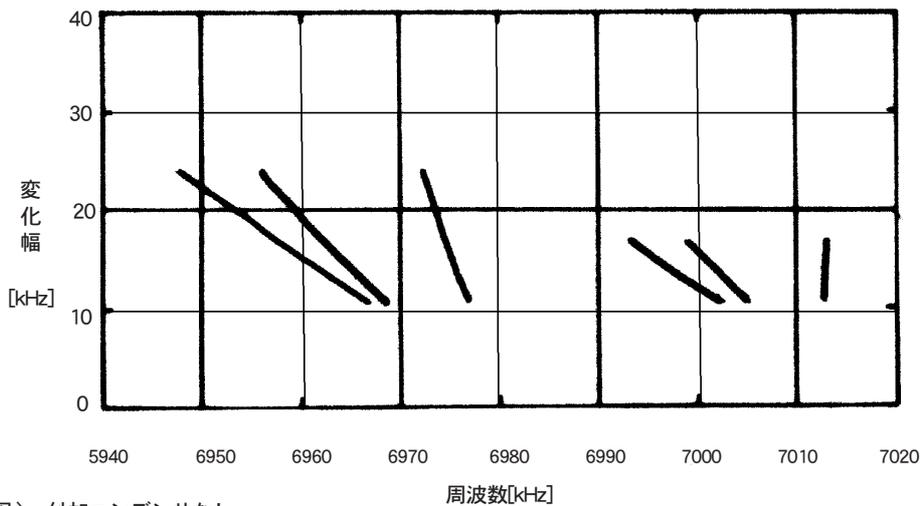
〈第1図〉 付加コンデンサ  $7\text{pF}$



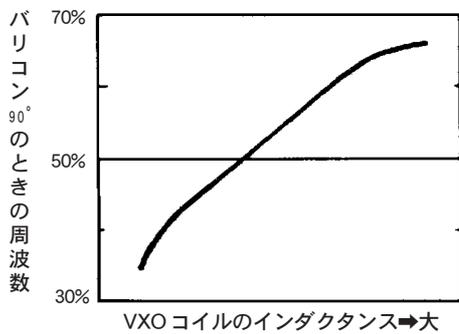
〈第2図〉 付加コンデンサ  $5\text{pF}$



〈第3図〉 付加コンデンサ 3pF



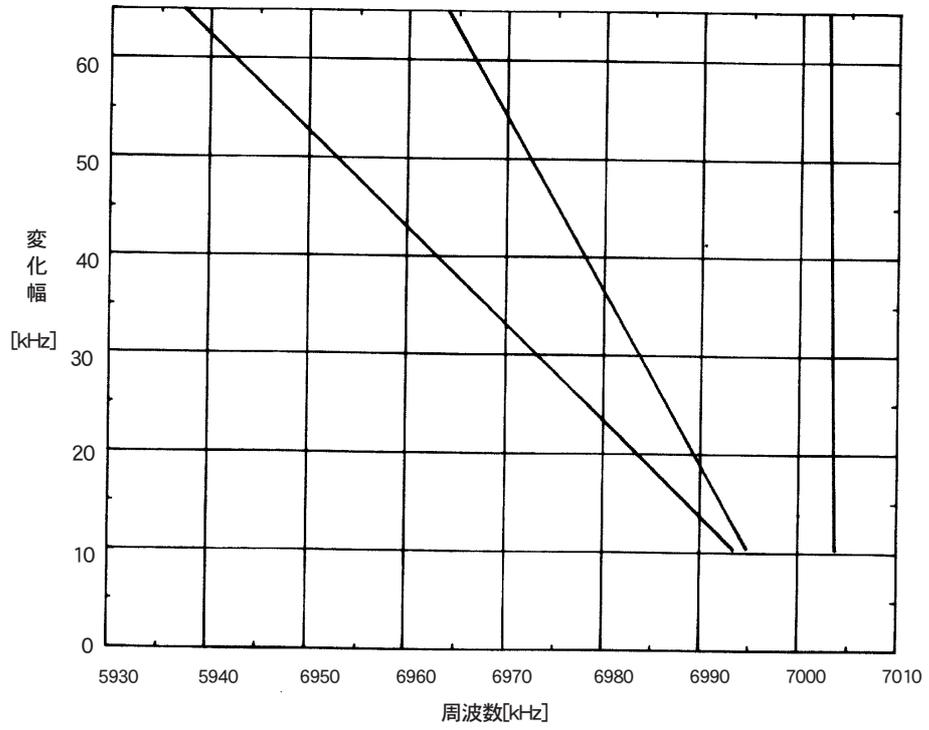
〈第4図〉 付加コンデンサなし



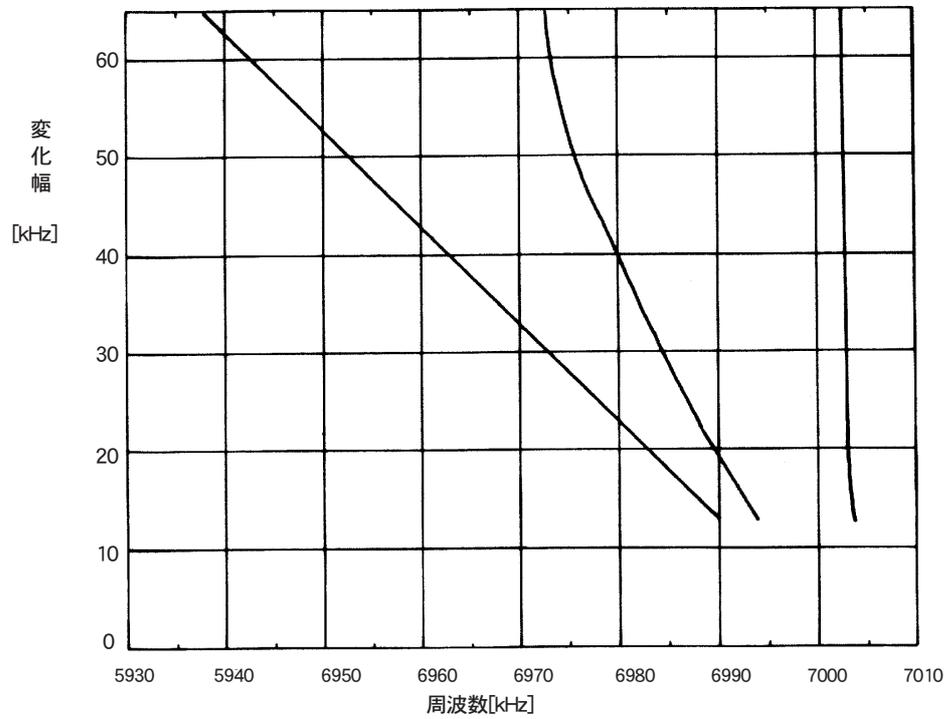
〈第5図〉 付加コンデンサを7pFとして、VXOコイルを加減したとき、バリコン回転角90°での発振周波数が全周波数変化に占める割合

あることが分かりました。そしてこのとき、回転角と周波数変化幅の関係がリニアになることが期待され、ダイヤルの目盛りが均一になって周波数の読みとりが非常にし易くなるはずで

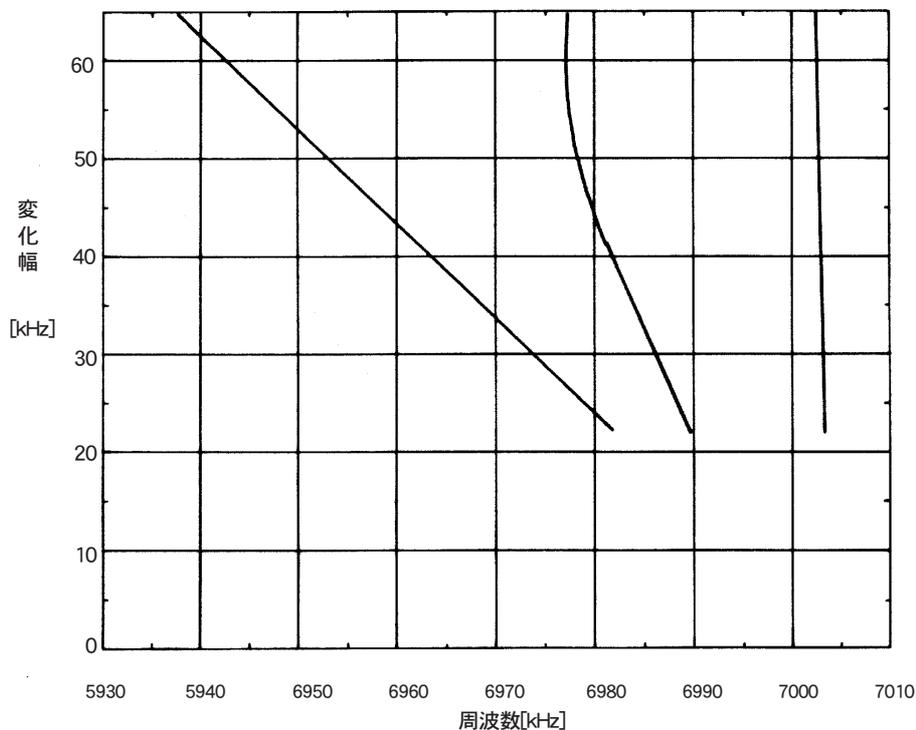
このことからバリコンの回転角、90°から180°の間の周波数変化の約2倍の周波数でこのリニア関係が成り立つこととなります。しかし、今回の実験では90°から180°の間の周波数変化幅は、第1図から第3図において大体10kHz程度ですから、リニア領域はその2倍の20kHz程度となります。



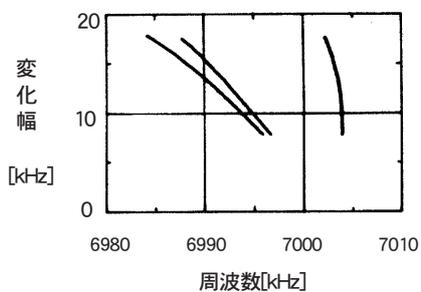
〈第6図〉 付加コンデンサ 7pF/AMバリコン(X=7003)



〈第7図〉 付加コンデンサ 5pF/AMバリコン(X=7003)



〈第8図〉 付加コンデンサ3pF/AMバリコン(X=7003)



〈第9図〉 付加コンデンサなし/AMバリコン(X=7003)

その結果を第6図から第9図に示します。

このバリコンの交換によって90度から180°までの周波数変化が格段に広がるのが分かりました。そして付加コンデンサの容量の違いも大きく現れてきました。バリコンの回転角が90°のときの発振周波数が周波数変化幅全体の中央に来るときの変化幅は、7pFの場合、約48kHz、5pFの場合、約60kHz、3pFの場合にははっきりしませんが100kHz以上になるかもしれません。

各付加コンデンサの周波数変化のグラフを合わせてみると、0°と180°の線はおおむね一致することも分かりました。このことだけでいえば付加コンデンサの値はいくつでも良いことになるのですが、90°の線は少しずつ変り、特に3pFの場合は大分変わってきています。

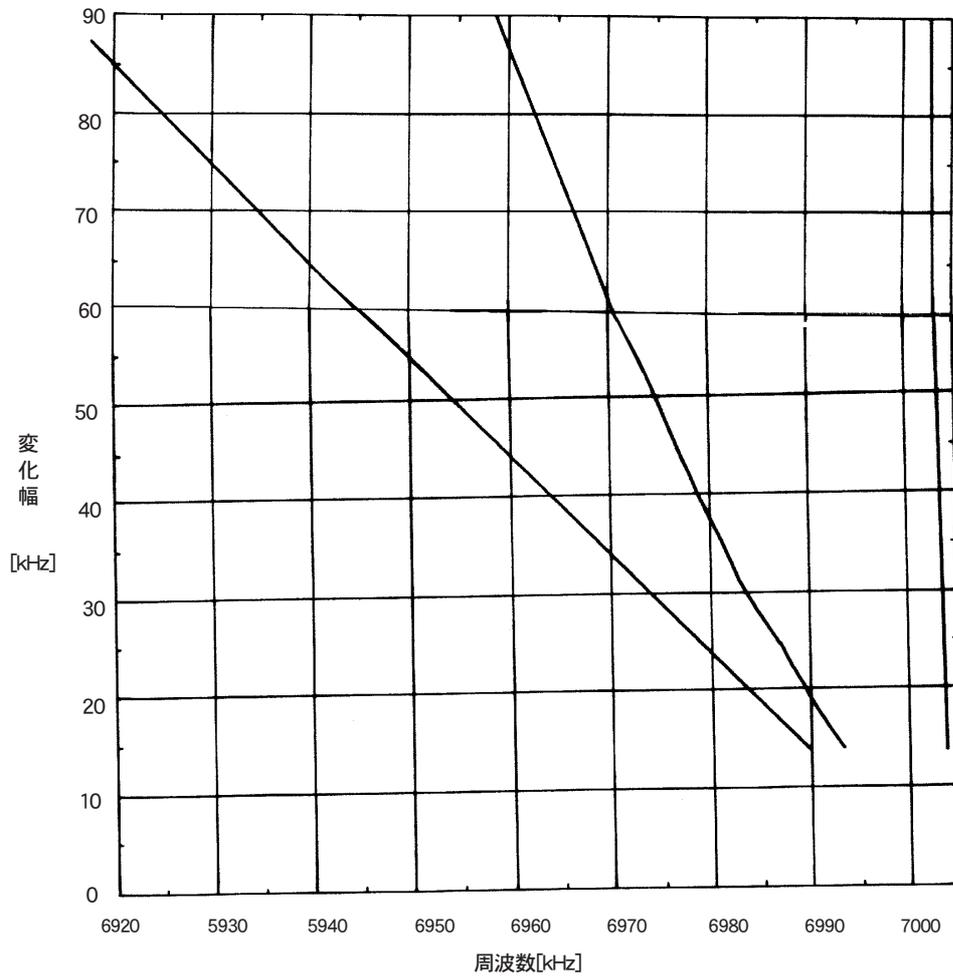
### バリコンを変える

第1図から第3図までを良く観察してみてください。90°から180°までのバリコンの容量変化率を今より大きくしてやればこの部分の周波数変化が大きくなるはずですね。

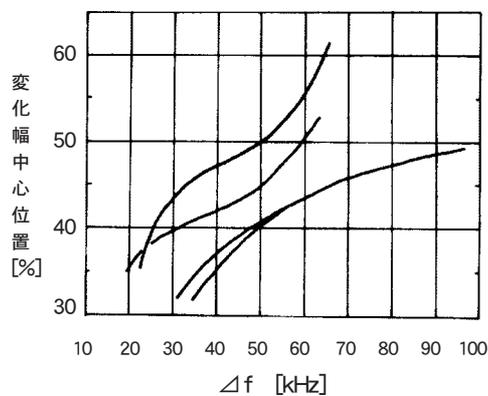
そこでジャンク箱の中から周波数変化が直線に近くなるようなバリコンを探し出して交換してみました。それはAM用のもので、「少し容量が大きいかな」と思いましたがものは試しとやってみました。

### 3pFと5pFの間

付加コンデンサを7pFから5pFにしたときと比べ



〈第10図〉 付加コンデンサ4pF/AMバリコン(X=7003)



〈第11図〉バリコン回転角を90°のときの周波数と全変化幅との割合

て、3pFにしたときではバリコンの回転角と周波数の関係が大分大きく変化しました。

それでは4pFだったらどうなるでしょうか？ このデータはぜひ取って置く必要がありそうです。

結果は第10図に示すように、バリコンが0°から90°になったときの周波数変化と、90°から180°になったときの周波数変化量が大体同じになるのが、100kHz以上であることが分かりました。

付加コンデンサを10pFにもしてみました。VXOコイルがそのままでは発振周波数がかなり不安定になることが分かりました。しかし、VXOコイルのインダクタンスを小さくした場合は実験してありません。

## バリコン回転角と周波数

バリコン回転角が $0^{\circ}$  から $90^{\circ}$  のときの周波数変化値と、 $0^{\circ}$  から $180^{\circ}$  のときの変化値の割合を第11図に示します。

この場合、変化割合が50%に近いところで利用することによってバリコンの回転角と周波数変化の関係をリニアに近い状態で利用することが出来ます。

ただし、バリコンが変わった場合はこの関係も変わりますから、実際に利用するときにはそのつど確認する必要があります。

## 最大変化量

また、このとき、VXO コイルであるFCZ 10S 1 のコアを一杯に絞めて、バリコンの容量を最大にしたときの周波数は6.626MHzで変化幅は、377kHzとなりました。このときバリコン $90^{\circ}$  では6.807MHzとなり、バリコンの回転角と周波数の関係は48.0%となり、すごく広い範囲でのリニアリティが保証されることが分かりました。

付加コンデンサを変えたときのデータを第1表に示します。7pFの時は最低周波数で若干不安定になりました。

このデータから、変化幅を広くした場合は、付加コンデンサは4pFのとき、リニアリティ、安定性共によさそうな感じでした。

しかし、変化幅を狭く設計する場合は、その変化幅に合う付加コンデンサを選択する必要があります。

第1表 付加容量と最大周波数変化幅

CAP.	FREQ.(MHz)	$\Delta F$	F center
3pF	6.805-6.898-7.003	198	46.9%
4pF	6.626-6.807-7.003	377	48.0%
5pF	6.473-6.635-7.003	530	30.6%
7pF	6.190-6.418-7.003	813	28.0%

## 7.045MHzの水晶

ここまでの実験結果を総合すると、7.045MHzの普

通の水晶発振子に7pFの付加コンデンサをつけることによつて、6.997MHzから7.044MHz付近までリニアに変化するVXOを作ることが出来そうです。

ただし、ここで使ったバリコンは少し古いタイプのAM用ポリバリコンなので、現在新品としては入手することが出来るか調査する必要があります。

## 結論

(1) 付加コンデンサをつけることによって確実にVXOの周波数変化幅を広げる効果があります。

(2) 付加コンデンサの容量は変化幅だけに限れば適当な値で良い。

(3) 付加コンデンサの容量は全変化幅の中で、バリコン回転角 $90^{\circ}$ における周波数の位置を決定している。

(4) 希望する変化幅によって付加コンデンサの容量を選択する必要があります。

(5) バリコンはAM用が良い(7MHzの場合)。

(6) バリコンの容量カーブはダイヤル目盛りに大きな影響を与える。

(7) バリコンの容量カーブは回転角と共に小さくなるものが好ましい。

## 命名 「FCZ VXO」

このVXO回路(水晶発振子とVXOコイルの接合点とアースの間に付加コンデンサを挿入する)は今までに発表されたことのない回路だと思います。そこで勝手ではありますが、「FCZ VXO」と命名することにしました。なにぶん新顔ですので宜しくお見知りおきください。

この回路はパテントフリーとします。今後皆さんがこの回路を使ったリグの発表をされる場合は「FCZ VXO」として紹介して下さい。

【お断り】 表題が「7MHz VXO用水晶」になっていますが、実験の進行によって実際には、「7MHz VXO回路」に変化してしまいました。しかし、表題は以前そのままとさせていただきます。

# レーザー通信をやってみる

## フォトダイオードの扱い

### オシロスコープの速度

応答速度の速いことを売り物にしているフォトダイオードがkHzの領域でへたってしまうはずはありません。これには何らかのトリックがあるはずですが。

私が使っているオシロスコープは、LEADERのLB0523というもので速度は35MHzというものです。ですから数10kHzの現象を見るのにそれ程気を使っていませんでした。

「もしかして・・・」「プローブの容量？」そうです。プローブの容量には注意がいていませんでした。

日頃、矩形波を観察することはあまりないので気にかけていなかったのですが、矩形波を観察する場合にはプローブの切り換えを「X10」にしてから容量補正をする必要があったのです。このとき、これは「X1」にセットされていたのです。

普通のプローブには「X1」と「X10」の切り換えがついているのですが、「X1」のときの入力容量は思いのほか大きくて、250pFもあることが久し振りに開いた取扱説明書を見てわかりました。この切り換えを、「X10」にすると、入力容量は25pFにまで降下させることが出来ます。ただし感度の方は1/10に下がってしまいます。

もう何年も使っているオシロスコープですが、惰性で使っていることがあるのですね。

オシロスコープの使い方が分かりました。早速、「X10」に切り替え、容量補正をしました。

しかし、この状態でAFジェネレータの波形を直接見ても完全な矩形波にはならず、「若干良くなった」程度の変化でした。

矩形波の観察は思ったより難しいものであることを

再確認しました。

### フォトダイオードの入力容量

フォトダイオードは高い周波数で反応するはずなのにこれまでの実験では波形がなまってしまいました。

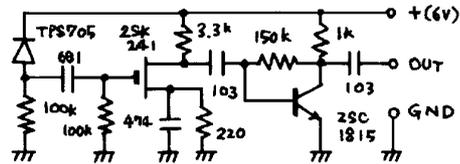
オシロスコープの使いが悪かったことが分かったのですが、それを直しても波形はまだなまったままです。これには別の原因を考える必要があります。

色々と調べて行くと、この原因はフォトダイオード自身が持っている入力容量に原因があるようだということが分かってきました。

フォトダイオードの入力容量は電極にかかる電圧によって変化します。ですからカソード側にプラスの電圧をかけることによってその入力容量を小さくできるのです。つまり、このフォトダイオードに逆バイアスがかかることによってその入力容量の作用を除去出来るようなことが判りました(判って見ればこれが本当の使い方ですが・・・)。

試しに第1図の回路でTVのリモコンの波形を観察してみました。それは写真1.2に示すように今まで見ていた波形とは全く違ったものでした。

これで一歩前進したことになります。



第1図 フォトダイオードの実験回路



写真1 TVリモコンの信号波形

写真2 TVリモコンのキャリア波形

# 糸でんわ

新記録達成・400m

JH1ECW 阿部匡秀

## 実験 39

2006年1月15日に385メートルの記録を出したものと同一セットで記録の再現と、出来れば記録更新を試みました。(本誌015号、2006年Apr.参照)

実験日 2007年5月19日(土曜日)14時から  
約1時間

場所 厚木市 相模川戸沢橋下スポーツ広場

実験者 JA1VQ(藤田)、JR3DKA/1(大原)、  
JA1XPO(金城)、JH1ECW(阿部)

使用機材 カップ:400ミリリットルプラスチック  
カップを3個重ねたもの。糸:建築用  
黄色水糸

天候 晴れ(気温・湿度:不明 風:東向き  
の弱い風)

## 前回の記録の再確認

5月19日。相模クラブのメンバー14人はアンテナ実験を相模川の戸沢橋下で行っていました。

アンテナ実験が一進一退を繰り返したため、ちょっと息抜きにと思って、糸でんわの実験をしてみました。2006年1月に実験したセットがそのまま車に載っていたので、まずはその時の長さ(385メートル)を再現してみることにしました。

実験場所の設定は、1方が高さ約10メートルの戸沢橋の上、もう一方は橋の下を川下に向かう通路としました。(前回の実験場より一つ上流の橋です)

戸沢橋は交通量が多く、エンジンの音やタイヤの音がかなりうるさく糸でんわの小さな音には厳しい条件

でしたが、高さが10m程度あって糸を張るのに都合が良いのでとにかくやってみることにしました。

もう一方の局(?)は川の堤防より5メートルぐらい下がったところに川下方向に延びるコンクリートで舗装された幅2メートルぐらいの通路上で、直線で500メートル以上に伸ばせる比較的静かな環境です。ただし、このときは少し風があり東方向に糸がなびいていました。

使用した機材は前回と同じ、プラスチックのカップを3個重ねたものと、建築現場で使う黄色い水糸をつないで使いました。

## 戸沢橋の上から聞えますか?

初めにJR3DKA/1が橋の上に位置し、JH1ECWが糸巻きをほどこしながら385メートルまで伸ばしました。この間、橋の高さも味方して糸は地面に接することもなく両者の間を直接つなぐことができました。

この距離では双方向の通話ができ、前回の記録を再確認することが出来ました。

もう少し糸を伸ばしてみようということで新しい糸をつぎ足し、糸が垂れて地面につく限界まで伸ばしてみました。

このときから下側のオペレータが、JH1ECWからJA1VQに代わりしました。橋の上はそのままJR3DKA/1です。

この距離でも「本日は晴天なり」を双方で確認できましたが、新記録の確認と云う意味から「それ以外の言葉でも確認する必要があるだろう」というJA1VQからの提案に応じて、JR3DKA/1が「こちらはJR3DKA/1、戸沢橋の上から聞えますか?」を送ったところJA1VQはこれを受信して返送した結果、記録を確認することができました。

## カップの強度

カップの強度を測ってみようと思いきり引いてテンションを掛けて見たらカップはなんともなかったのですが、糸が切れてしまいました。糸、カップについて改めて定量的な強度実験をする必要があると思います

した。

実験を終了して糸を巻き取っているとき気がついたので、糸がぼろぼろでいつ切れてもおかしくない状態だった部分がありました。地面にこすれて弱くなったのかもしれませんが。

### 新記録達成、400m!

5月19日には長いメジャーを持っていくのを忘れたため、後日6月3日にJA1XPOが計り直したところ400メートルあって、記録を15メートル更新していたことがわかりました。



<写真1> 実験場風景、右側が糸でんわ、左側がアンテナの実験 写真の日付は間違いです。

## 糸でんわの実験に接して

JH1FCZ

新しい記録が出たというので、アンテナの実験を抜け出してほんの少し糸でんわの実験を冷やかして見ました。

400m先の相手ははっきりと確認出来ない位遠くでした。こちらからの送信に先方では了解して返信してくれましたが、橋の上を通る車の音にかき消されて了解出来ませんでした。後から考えると橋の端にある信号が「赤」になったとき試みれば、あるいは交信できたかも知れませんがまさに「後の祭」でした。

糸でんわの実験には、糸の張れる場所と、静かな環境が必要であることを改めて感じました。

その2条件をクリア出来れば後100mは記録が伸ばせるのではないかと思います。





雑記帖

月桃の花

### 朝顔

今年も店の前に朝顔の種を蒔きました。背の高さは2m程度に伸びたのにどうも訳が蕾がついてくれません。向かいの家でも同じ様な状態です。葉が茶色に変化してきたりしていますから病気かも知れません。また、夜間明るいと蕾を持たないともいわれています。近く電柱の街路灯の光が原因かも知れません。

とにかく、朝顔は何処が具合悪いかしゃべりません。もう少し様子を見るしかありません。 洗い空色の花の咲くのをもう少し待つことにしましょう。

### 月桃

昨年からの冬の時期、保温のための措置をなにもしなかったのですが、今年も月桃の花が4つ咲きました。

沖縄の平和公園で拾ってきた種から育てた花なのでわが家の「平和の花」です。

### 7321

自動車の番号は4桁です。頭の2桁の数字を掛け合わせた積は最高でも2桁にとどまります。したがって、頭の2桁の積は後ろの2桁の数字の組合わせの100組の中に必ずあるはず。そして頭の2桁の数字がいくつであったとしてもその積の現われる確率は常に1/100になるはず。つまり、確率は100台に1台現

われるはず。す。

例えば、2306、4520、5525、9981、といった具合です。

車に乗ったとき、あるいは道を歩いていて、あるいは駐車場で、ここ2ヵ月程この確率にいつ出会えるかと観察していたのですがなかなか出会えませんでした。

観察し始めて約2ヶ月後、ようやくこの数字に出会いました。それが「7321」だったので。

これは何の意味ももっていませんが、単純な確率のはずなのになかなかでないものだなあとつくづく感じました。数字があんまり出てこない次の車も数字があわない様に念じる事さえありました。

これはまったく意味のない話なのですが・・・。

### JA3PAV 仁木さんの訃報

07月27日、JA3PAV仁木さんが亡くなられました。

彼はいろいろな文献にQRPに関する珍しい回路を発表されており、本誌にも、008に「動く水晶とコンデンサ」、009に、「LもCも104、AM用ローパスフィルタ」の原稿を頂くなど、私たちを楽しませて下さいました。

また、亡くなる寸前までEHアンテナの解析、普及の活動をされたり、QRPの運用を毎日のようになさったりと、忙しい毎日をすごされた後に旅立たれました。本当にアマチュア無線を楽しまれた方だったのですね。 慎んでお悔やみ申し上げます。

### 表紙の言葉

今までのVXO回路に赤いコンデンサマークが一つ加わっただけですが、この一つの部品によってこれまでには考えられないような周波数の変化が得られました。私はこれまでVXOの回路をいろいろと実験してきましたが、今回の回路は特別なものです。

**CirQ 023号** 2007年08月01日発行 定価 100円 (シェアウェア ただし高校生以下無料)  
発行 有限会社FCZ研究所 編集責任者 大久保 忠 JH1FCZ  
228-0004 神奈川県座間市東原4-23-15 TEL.046-255-4232 郵便振替 00270-9-9061