

連 載
講 座

SSB技術

逕波器型 SSB 発生器 (つづき)

調 整

先月号では紙面のつごうで書けなかったのですが、第 11.5 図 (11月号 p.143) を見ながら話を進めていきますから、よろしくお願ひします。

逕波器の調整に必要なのは、

○簡単なテストオッシレータ (逕波器に加わる搬送波周波数の $\pm 5k\%$ が出ればよい)

○真空管電圧計 (2 極管プローブのついたもの)

の 2 つです。しかし、オッシレータは、周波数がゆっくきと変化できて、その上発振周波数の変動が少なく、一方、真空管電圧計のほうは、相対的な目盛が信頼できれぬ。いずれも、その絶対値が特に正確である必要はありません。

つまり、オッシレータのダイヤルが $1k\%$ ずれていたとしても、SSB 逕波器の水晶発振器による搬送波をディップメータか受信機 ($450k\%$ 附近を受けられる受信機はそう多くないと思いますが) で受け、次に、これでテストオッシレータの出力を受けて、そのときのダイヤルを搬送波周波数としてその $\pm 5k\%$ を変化させればよいわけです。ふつうのテストオッシレータでは、 $450k\%$ のあるレンジでは $1k\%$ の目盛がないものが多いようですから、一応、使用周波数の近くだけに $1k\%$ 目盛を書き込むとよいでしょう。最近では、IFT 調整用として、この周波数の $\pm 10k\%$ をバンドスプレッドしたのもありますから、それが使えれば調整はうんと楽になります。

また、真空管電圧計のほうは、例えば、測定範囲が 0

*筆者 QTH 東京都豊島区巣鴨 1-88 武藤方

~1V というのに、実際は 1.1V なければフルスケールしないような感度の低いものでも、とに角 $1/2$ の電圧に対しては針が $1/2$ だけ振れ、 $1/5$ の電圧では $1/5$ だけ振れば、この調整には充分使えます。

それでは、第 11.5 図を見ながら……

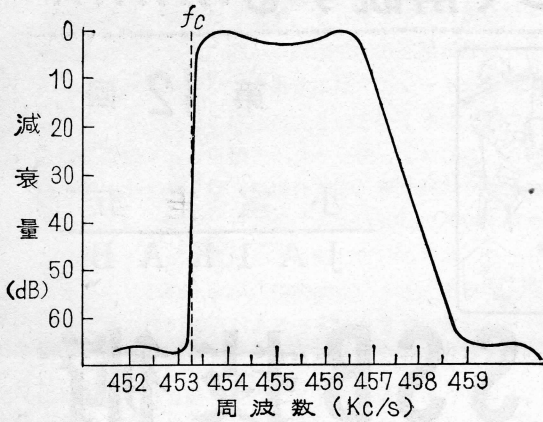
まず水晶片を全部はずしてから、真空管電圧計のプローブを V_6 のどちらかのグリッドに接続し、IFT_{3,4} を逕波器の通過帯域の真ん中の周波数に合わせます。テストオッシレータの出力は、IFT₂ の 2 次側に加えます。平衡調整用のコンデンサ C_{x2} によって、オッシレータからの出力は充分に IFT₃ に加えられます。しかも、このコンデンサによって、オッシレータが接続されても、IFT₃ の同調がずれないようになります。

次に、オッシレータ出力を、平衡変調管 V_4 のどちらかのグリッドに加え、真空管電圧計が最大に振れるように IFT_{1,2} を調整します。

ここまで調整を終わってから X_1, X_2, X_3, X_4 のクリスタルを挿入します。そして、テストオッシレータの周波数を逕波器の帯域幅全体にわたって変化させ、各周波数に対する真空管電圧計の振れを読みとってグラフを作ります。恐らく、そのグラフは、ひとつのピークが他のピークよりかなり高いということになるでしょうが、その場合には、IFT_{1,2} の 2 次側をそれぞれ少しずつ交互に調整し、どのピークも同じ高さになるようにします。もし、通過帯域中に深い谷があらわれたときには、IFT_{1,2,3} の 1 次側と位相調整用の C_{x1}, C_{x2} を、少しずつ調整して、この谷をできるだけ小さくします。

一応ここまで終わったら、クリスタルを挿入した後のところから調整をくりかえし、スカート特性が急峻で、しかも、帯域幅内のディップが少なくとも 3dB 程度にな

第12.1図 クリスタルフィルタの総合特性



るようにします。3 dB のディップというのは、ピーク値の電圧の0.707倍のことです(駄足と思えますが)。この際注意してほしいのは、 C_{x1} 、 C_{x2} があまり大きくなるようではいけないという点です。これが大きくなると、帯域幅より外側にいくつか大きなピークがあらわれて、沓波特性が悪くなります。

最後に、 X_3 、 X_6 のクリスタルを挿入し、第12.1図のような特性になるまで各 I F T をほんの少しだけ調整します。

以上の調整は、かなりの根気とこまかい注意が必要ですが、そこまでやり通せば、側帯の減衰は 60dB 以上にもなるはずで、60dB の減衰が得られれば、測定のほうが困難ということになってきます。しかし、50dB の減衰程度でしたら、そう調整も困難ではありません。ふつうの目的では、50dB の減衰があれば充分です。

沓波器の調整が終わったら、各 I F T の調整ネジを接着剤で固定させ、振動によってゆるむことのないようにします。搬送波用の水晶は、沓波器の特性曲線の立ち下りの急なほう(今の場合周波数の低いほう)で、ピークから 30dB ほど下ったところの周波数のものを使います。

ここで V F O を V_6 の入力側に加え、Section II の最終同調回路を使用周波数に共振させます。これで、この S B 波発生器はいつでも使用できるようになりました。

水晶発振子の周波数の調整

放出の水晶を使う場合、目的の周波数とほんの少しですが違った周波数のものしか手に入れることができないことがあります。こんな時、水晶片の周波数を少しずらすことができたかと考える人が多いと思います。ここでちょっと息抜きに、水晶片の周波数を変える方法を書いておきましょう。これについては、すでにごぞんじの人も多いと思いますが、ここでとり上げるのは、ひょっとすると新しい方法かも知れませんが一応目を通してお

いてください。

周波数を高くするには、F T 241 型ならソケットのところでリード線の半田づけをはずし、水晶片をとり出して、その上端を削ります。この場合、ごく細かい工業用の研磨紙(サンドペーパー)を厚ガラス板の上に置いて、その上で磨くようにする方法もありますが、平衡度が悪いので、厚い水晶片ではさむなどの配慮が必要です。比較的失敗のない方法としてはガラス板の上に 600 番くらいの金剛砂粉(カーボラダム)をばらまいて、その上で磨くのがいいでしょう。書いてしまえば簡単なことですが、実際にはなかなかデリケートなところがありますから、一度、不要な水晶でなれてからやるほうがよいと思います。別に傷がついたわけでもないのに、発振しなくなってしまうということがあります。また、削りすぎて、目的以上の周波数になってしまうこともよくありますから、少し削っては周波数をチェックして行かねばなりません。

次に、周波数を下げるには、水晶片のめっき極板に銅めっきをしてやります。標準めっき液は、次のような割合で作ります。

硫酸銅15グラム
濃硫酸 5cc
アルコール	...5cc
蒸留水100cc

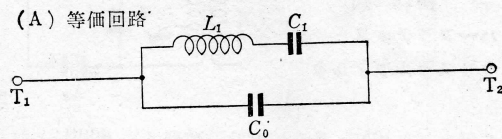
この液をガラス容器に入れ、その縁にきれいな銅線をひっかけ、その端が 2~3 cm 液の中に入るようにします。この銅線には 1.5V の電池の ⊕ から 330Ω の抵抗を直列に入れて電圧をかけます。水晶のほうは、ケースをはずし、ピンを導線でいっしょに接いでしまいます。この導線を電池の ⊖ に接続して、めっき液に浸けると、すぐに銅めっきがはじまります。この銅めっきが進むにつれて水晶の共振周波数が低くなって行きます。これも、周波数をちよいちよい測定しながらめっきを続けるのですが、もし、めっきが進みすぎたときは、電池の接続を逆にすれば、めっきがとれて周波数はもとにもどって行きます。

以上の周波数低下の方法からおわりのように、ここで扱っている水晶は、極板をめっきしたものに限られます。スプリングで押えつける方式のものでは、周波数を低下させるのはなかなかむずかしいようです。

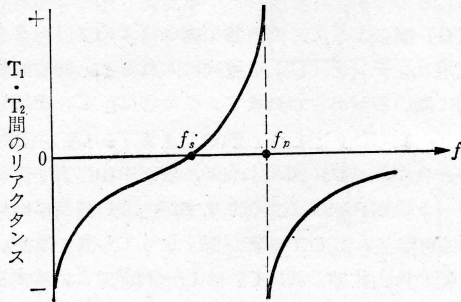
周波数を上げるほうは、水晶片の縁を削るのですから、めっき極板のものでも削ることができますが、このとき、極板やリード線に力がかからないように気をつけなければなりません。めっき極板についているリード線はいいかげんについているわけではありませんから、この接続部をこわさぬように注意しなければなりません。

水晶片の周波数の調整が終わったら、最後に、4 塩化炭素で洗っておかねばなりません。

第12.2図 水晶の等価回路とリアクタンス曲線



(B) リアクタンス曲線



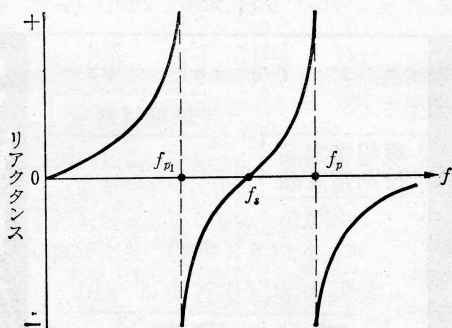
水晶濾波器の動作

濾波器のうち、今のところ、水晶を使ったものについて調べているのですが、これまでに出てきたような水晶の組み合わせかたのほかにも、いろいろな方法があり、それぞれちがった濾波特性をもっています。

ここで、水晶共振子の特性を頭に入れるとともに、それをどのように組み合わせると濾波器となるのかを、少しくわしく書いておきます。

第12.2(A)図が、水晶片を共振回路と考えたときの等価回路です。この共振回路は、直列と並列の共振回路が組み合わされた回路ですから、 f_s という周波数に対して直列共振をし、 f_p に対しては並列共振します。周波数に対するこの等価回路のリアクタンスの変化は同(B)図のように、直列共振(f_s)ではリアクタンスがゼロ、並列共振(f_p)のときには、リアクタンスが無限大となります。また、リアクタンスは、 f_p を境にして正負が反転することも、この図からわかります。ふつうの水晶では、 f_s と f_p の差は数100サイクル以内になっています。

第12.3図 Lを並列にしたときのリアクタンス曲線

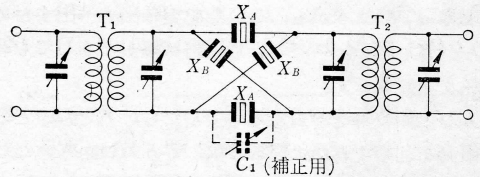


このような特性をもった水晶共振子に、コイルを並列に接続すると、違った周波数でもうひとつ並列共振をします。その周波数を f_{p1} とすると、リアクタンスは第12.3図のように変化することになります。このように、 f_s より低い周波数のところに、もうひとつ並列共振が起り、ここでまたリアクタンスが無限大となるという働きが帯域濾波器を作る上でたいへん役に立ちます。

次に X_A という周波数の水晶1組と X_B という周波数の1組とを、第12.4図のように接続してみましょう。これがラティス形といわれる組み合わせ方です。この場合、各組の水晶は、共振周波数はもちろん、その他の特性も同じでなければなりません。このような組み合わせ方をすると T_1 と T_2 のコイルが各水晶にそれぞれ並列に接続されたことになり、第12.3図のような並列共振点があらわれます。

ところで、第12.4図の X_B の周波数を X_A より2~3k% 高くしますと、全体としてのリアクタンス曲線は、第12.5(A)図のようになります。この濾波器を完全に働かせるためには、(A)図のように、 X_B の並列共振周波数

第12.4図 ラティス形クリスタルフィルタ

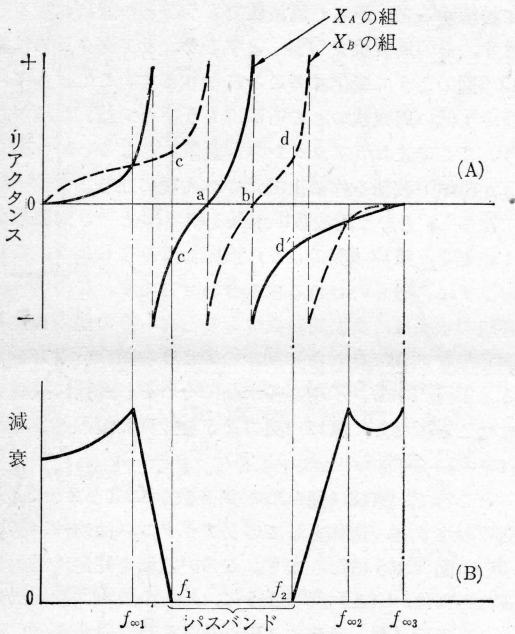


と X_A の直列共振周波数を一致させること(図の a 点の周波数で一致している)と、 X_A の並列共振と X_B の直列共振の周波数を合わせること (b 点) が必要です。

この濾波器で、減衰がうんと大きくなるのは、2つの組のリアクタンスの、大きさ、等号が共に等しくなる周波数で、(B)図では、 $f_{\infty 1}, f_{\infty 2}, f_{\infty 3}$ のところがそうです。また、減衰がゼロ(実際には完全にゼロにはならぬが)になる周波数の上限(f_2)と下限(f_1)は、両方のリアクタンスが、大きさ等しく符号が反対のところ、(A)図の (c, c') と (d, d') の周波数となります。そして、この範囲内の周波数に対して、両方のリアクタンスが、いつも反対符号であれば、この周波数範囲内でバンドパス特性が得られます。このために、それぞれの f_p と f_s を一致させるのです。

第12.5(B)図のような特性をもった濾波器で、 $f_{\infty 1}$ と f_1 との周波数間隔が400サイクル以内なら、この傾斜を使って、平衡変調器出力の2つの側波帯のうち下側波帯を除去することができます。つまり、上側波帯の下限と下側波帯の上限の周波数差が400サイクルですから、400サイクル以内で減衰がうんととれなくてはならぬわけです。通過させてしまう側波帯(ここでは上側波帯)は、音声信号で、200~3000サイクル、つまり2800サイクルの

第12.5図 水晶フィルタのリアクタンス曲線



幅をもっていますから、これを忠実に出力へ出すためには、(B)図のパスバンド通過帯域幅がどうしても2800サイクル必要です。

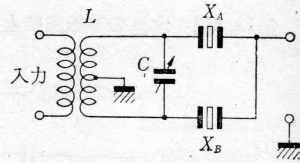
もし上側波帯を除去するのでしたら、 f_2 と $f_{\infty 2}$ との間の傾斜を利用すればよいことは、もうおわかりいただけることと思います。

ハーフラティス形 クリスタルフィルタ

クリスタルフィルタは、ラティス形が標準形ですが、何とかしてクリスタルの数を減らせぬかと作られたのがハーフラティス形つまりラティス形の半分というものです。第12.6図がハーフラティス形の標準形で、 X_A と X_B は約2k%離れた周波数のものを使います。

ところで、このハーフラティス形には、第12.7図のように、いろいろの組み合わせ方があり、それぞれ違った特性をもっています。以下、順を追って見てみましょう (A) 図は、よく見るふつうの受信機によく使われている水晶濾波器です。 L で同調をとり、 C_1 で水晶のキャパシタンス分をバランスさせています。この C_1 を X_B で置きかえると(B)図のようになります。こうすると水晶の直列容量(第12.2図の C_1)は互いに平衡してしまいます。このフィルタの L が適当で終端がよければ帯域幅内の特性が平らになるのですが、ふつうは3~6dBの谷があらわれます。特性曲線の山の頂上の間隔は約5k%で、一方のほうが少し高くなることもあります。

第12.6図
ハーフラティス
クリスタルフィルタ



このとき、10k%離れた点での減衰は約60dBとなります。図中の点線は、IFTだけの特性を比較のために記入したものです。

(C) 図のように、周波数の高いほうのクリスタルに補正用コンデンサ(C_2)を並列に入れると、特性曲線の両側に深い谷があらわれます。この谷は、 C_2 を増して行くと、左右から中心へと動いてきます。 C_2 が相当大きいときは、(D) 図のように、谷が中心に寄ってきてスカートの切れ味はよくなりますが、谷の外側に高い山があらわれて、ここで減衰が悪くなってしまいます。ふつう使われる状態では、 C_2 は1~2pFでよいはずですから、絶縁線をよじったもので充分その目的を達することもできます。

ここで忘れないうちについておきたいのは、この種のフィルタでは、 LC 回路は、必ず帯域幅の中心周波数に同調させておかなければならぬということです。もしそうでないと、2つの山の間にひどい谷があらわれ、バンドパスフィルタとしての役目を果たさなくなります。実際には、前にも書きましたが、帯域幅内の谷がもっとも浅くなるように C_2 を調整します。

次に、周波数の低いほうのクリスタル(X_A)に C_3 を並列に接続してみましょう。こうすると(E)図のように、スカート特性が悪くなると同時に、帯域幅の中心部の谷も深くなります。この点については、10月号でもお話ししたとおりです。このような特性は、帯域濾波器としては不適當です。コンデンサをこの図のように接続すると、このような特性になることはしっかりおぼえておかねばなりません。

以上で、クリスタルを2個使った回路の特性についての話は終りですが、そのほか、ハーフラティス形には、(F) 図以下のいろいろな改良形があります。標準形のハーフラティスでは2個の水晶が必要でしたが、更に特性をよくしようとすると、水晶も2個以上必要になって

Q
S
L
カ
ド

専 門 印 刷

納期は厳守

規格指定品

1~2円 (3日発送)

特別指定品

貴方のアイデア通りの

印刷原稿、お送り下されば見積り
致します(5日発送) 見本¥30円

大阪市旭区生江町1~91

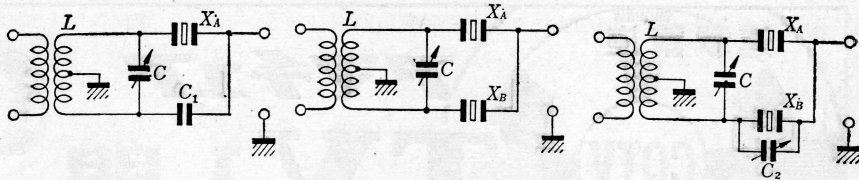
アサヒ芸美社

S
W
L
カ
ド

ハーフラ
フィルタ
特性

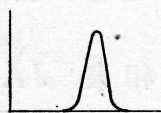
XA: 464
(F)
の5
いて
XB: 466
XC: 462
XD: 468
XE: 461
XF: 476

きます。
クリスタ
の低いほ
より高い
ルを並列
ろでこの
から、こ
にスカ
クリスタ
性になり
か使わな
を急峻に
で、このS
使ってあ

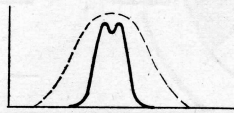


第12.7図

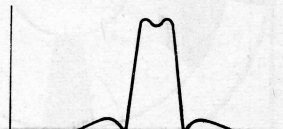
ハーフラティスクリスタ
フィルタのいろいろとその
特性



(A)



(B)



(C)

X_A : 464.81kc

(F T-241Aでは、こ
の54倍の25.1Mcと書
いてある)

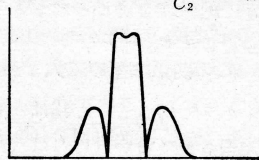
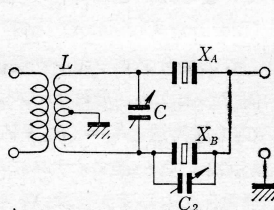
X_B : 466.67kc (25.2Mc)

X_C : 462.96kc (25.0Mc)

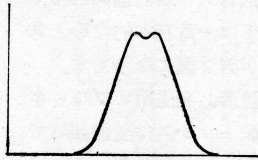
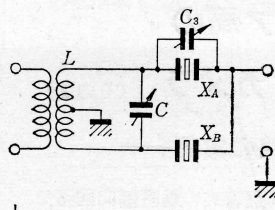
X_D : 468.52kc (25.3Mc)

X_E : 461.11kc (24.9Mc)

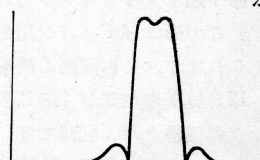
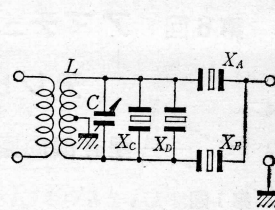
X_F : 476.37kc (25.4Mc)



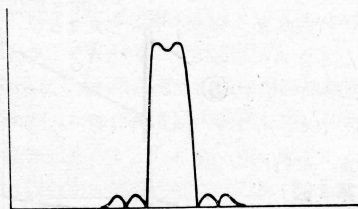
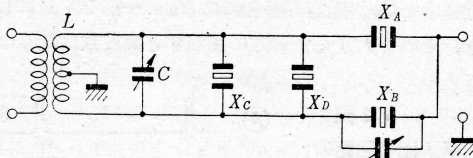
(D)



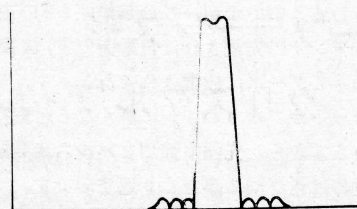
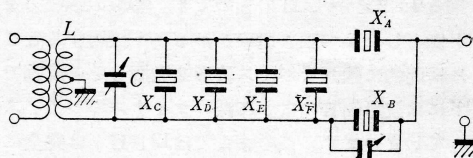
(E)



(F)



(G)



(H)

きます。(F)図は、(B)図の回路に、更に2個のクリスタルを並列に入れたものです。 X_C は X_A (周波数の低いほう)より周波数が低く、 X_D は X_B (高いほう)より高い周波数のものです。このように新しくクリスタルを並列に入れると、 X_C と X_D の直列共振周波数のところでこの濾波器は殆んどショートされることとなりますから、ここに深い谷があらわれ、この谷へ落ち込むようにスカートの傾斜が急峻になります。このように2個のクリスタルを加えれば、濾波特性の両側ともに急峻な特性になりますが、SSBで、しかも一方の側帯帯だけしか使わないときは、切り捨てるほうのスカート特性だけを急峻にしておいてもよいわけです。第12.1図がその例で、このSSB波発生器では、 X_C に相当する水晶だけを使ってあります。ところで、(F)図にきどりますが、

X_C と X_D が入ると、そのキャパシタンスがCに並列に加わりますから、Cを再調整してIFTを中心周波数に合わせなおさねばなりません。この(F)図の両側の谷は、 X_C と X_D によってあらわれたものですから、その位置は動きません。この点で、(C)図の両側の谷とは違った性質のものです。

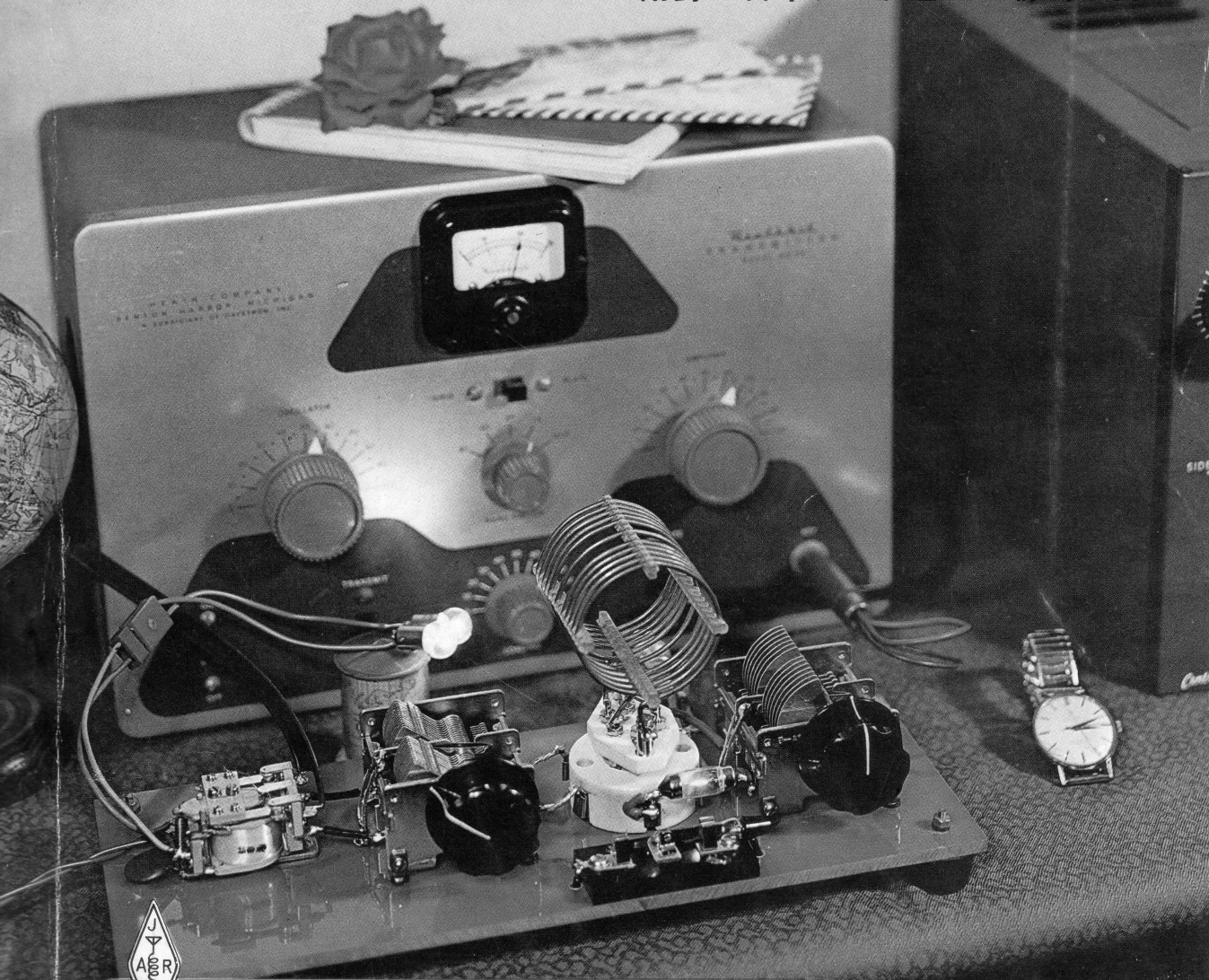
そこで、(G)図のように X_B に C_1 を接続しますと、(C)図のときにあらわれた谷も加わってきます。この谷は、 C_1 を変えるとその位置を変えますから、 C_1 によって(F)図の両側にある山の中へこの谷をもってくれば、この山は(G)図のように小さくなります。

さらに X_D の低周波側、 X_D の高周波側にクリスタルを加えれば、(H)図のように帯域幅外の減衰特性がよくなり、いよいよ理想的なバンドパスフィルタとなります。

[スカート特性…各種濾波器のしゃだん周波数付近の傾斜の度合。]

CQ 12 1963 ham radio

特集 新らしい電源の実例解説
CQ ジュニア教室 実験機シリーズNo.5
送信機の巻
折込回路図 ハリクラフター-SX110受信機
Starflite KT-390送信機
附録 日本アマチュア無線局名録



社団法人 日本アマチュア無線連盟監修