

テスト・オシレーターの試作記

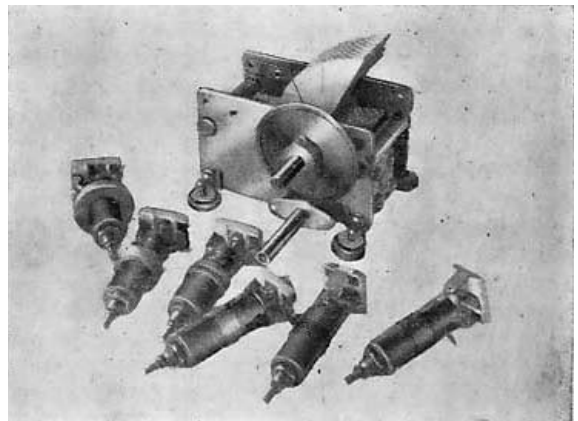
今まで愛用していた自作のテスト・オシレーターが老朽化して故障し、今更修理して使う魅力もなくなったので新しいのを作る気になった。自分でシールド函を作ったりダイヤルの目盛を切ったりするのは苦労ばかり多くてしかも綺麗に仕上がらない怨みがあるが、カタログを引繰り返している中にS社のTO-1型というキットが見つかったのでそれを基本にすることに決めた。



本機の外観

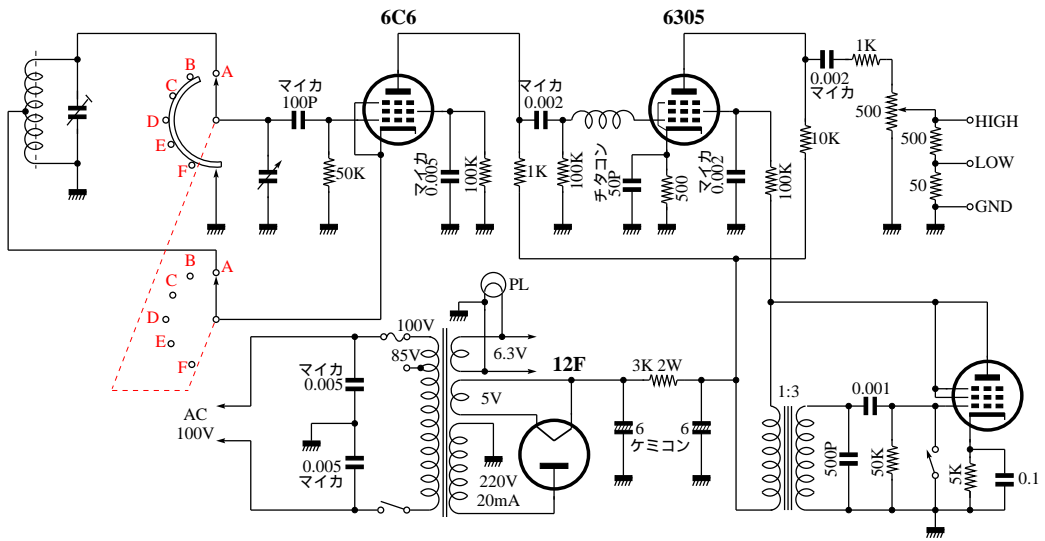
このキットは目盛を焼付けたアルミのパネルと結晶塗りの鉄函、微動装置付周波数直線型バリコン、2回路6接点短絡板付バンドスイッチおよび6個の発振コイルが附いている。またこれと共に懇切丁寧な説明書が附いていて楽に組立て調整ができるようになっている。ラジオのカタログには各パーツを別々に売っているが、それを買集めて組立てるのは極めて労多く且つ得るところ極めて少ないと思われるから、できることならば主要部分は一纏めに買うのが得策だと思う。スーパー受信機を作るのにダイヤル、バリコン、コイル、IFTを一組として買うことによって往時の“スーパー調整には一週間かかる”という伝説的労苦を味合わずにすむようなものである。

説明書に指定した回路は6C6の電子結合発振器から直接に出力を取出しており、変調は同じく6C6の800サイクルの移相発振器で高調波発振管6C6のサプレッサー・グリッドを変調している。外部変調はない。発振周波数は写真のようにA:100kc~250kc、B:250kc~600kc、C:550kc~1.5Mc、D:1.5Mc~4Mc、E:4Mc~10Mc、F:10Mc~30Mcの6バンドで100kcから30Mcまでをカバーしている。



バリコンとコイル

私の今までの経験によると発振器のプレート回路から直接に出力を取って



第 1 図

る場合，出力調整を動かすことによって僅かではあるが，発振周波数が狂ってくる。誤差といえは無視できる程度であるが，ビートを聞いているとき実に嫌な気持ちになる。

これを防ぐには出力と発振器との結合を疎にすれば良いのだが，それでは出力が弱くなって不便である。それで私はこの間に^{バッファ}緩衝管を入れて出力調整が発振管におよぼす影響を極力軽減することにした。そうすれば変調も発振管でなく緩衝管で行なえば周波数変調される心配もなく，一層安心なことはいうまでもない。

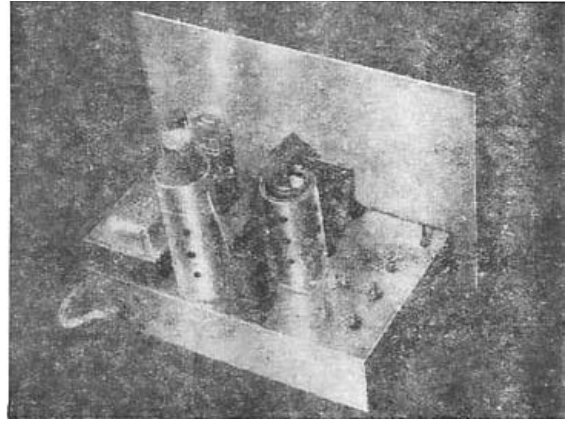
高周波発振管は普通 73 または 6C6 を使っているが，私は実際のところ 6C6 はあまり好きでない。それは 6C6 のグリッドは真空管の頭に出ていて，チューブラリの可撓線^{かとう}を以て接続するので，この線の引張り方によってその都度周波数がズレる。その点シングル・エンドの球は硬い電線で確実に接続できるので安心である。

しかしこのキットは 6C6 を指定してあるので，心ならずも 6C6 を採用することにした。その代りグリッド回路は極力狂いのないようにシッカリと接続するように気をつけた。指定外の球を使って発振しなかったり，生命ともいべきダイヤルの目盛が狂っては折角のキットが^{あぶはち}虻蜂取らずになると思ったからである。

緩衝管は 100kc から 30Mc まで一様に増幅する必要がある。回路の方から見ればこのような広帯域の増幅には切替えなしに LC による同調回路を使用することはまずできないので，必然的に R を負荷とする抵抗結合増幅器とならざるを得

ない。しかも真空管の電極間容量が周波数の高い方で大きく利いて増幅を阻むので、真空管のグリッドまたはプレートの負荷抵抗は静電容量の呈するインピーダンスより十分小さくせねば周波数特性が悪くなる。

この状態でなおも十分の増幅を得るためには、どうして g_m の大きい真空管を使用せねばならない。優秀な高 g_m の真空管は巷間こうかんたくさん 沢山出廻っているが、私は手持の 6305 というメタル・チューブを使うことにした。



シャシー上部

この真空管は g_m が 5m μ くらいで電極間容量が分らないが 6AC7 並に $C_{入力} = 11\text{pF}$, $C_{出力} = 5.0\text{pF}$ 程度と

思って試作にかかった。この真空管はサブレッサー・グリッドが中でカソードに結ばれていて、しかも 3 と 5 の二つのピンにリードが出ている。これは C_{gp} を少なくする設計のようであるが、変調のためにサブレッサー・グリッドを使うことができない。

変調用低周波発振器はキットの説明書には 6C6 の移相発振器をすすめているが、この発振器の出力インピーダンスが非常に高く 6305 のようにサブレッサー・グリッド変調のできないものには不適當と思われるので、6C6 を三極管接続として低周波トランスの反結合発振器として 6305 のスクリーン・グリッド変調を採用した。

B 電源の整流管は 12F を使用した。与えられたシャシーには 12F に利用できる真空管の孔がなかったので、最初セレン整流器を使ってみたが、電流容量 40mA というのに 20mA に足らぬ負荷でどうしてもプレート電圧が上らないので、諦らめて 12F に戻った。

セレン整流器は印加電圧が自由に選べないから内部抵抗を十分下げられなかったものと思う。われわれラジオ・ファンには真空管の方が使い易い。

次に回路、パーツおよび意を用いた点について少々詳しく述べてみたい。配線図および組立てた様子は第 1 図および写真のようである。

高周波発振器はキットに指定した通りである。この発振回路は五極管のスクリーン・グリッドをプレートと見たハートレー回路の変形で、電子結合回路とも呼ばれる。コイルに取ったタップの位置は取り方がむずかしいので、自作するとき大いに苦心するところである。

このキットのコイルはダスト・コアーを入れて正の増減ができ、別に並列のト

リマーがついていて並列容量の加減ができる。同一コイルで発振周波数を較正するとき、周波数の低い方はダスト・コアにより L を変え、高い方はトリマーを動かして C を変えて合わせるとダイヤルの周波数自盛と発振周波数がピッタリと合ってくる。

コイルの数が A から F まで 6 個あり、これがシャシーに整然と並んだところはなかなか美しいが、このコイル群が互に干渉し合って発振周波数の一部にデッド・ポイントといって発振の止まったところを生ずる恐れがあるために、バンド・スイッチには使用しないコイルを短絡する短絡板がついている。

発振周波数の高い E や F コイルはバンド・スイッチに近く、周波数の低い A や B コイルは遠くに取付けるようになっていたが、バンド・スイッチを経てバリコンや真空管に到る線がかなり長くなり、トラブルを起すことを心配したが幸い無難であった。

私の今までの経験では例えば寄生振動を起すようなときグリッドに 100Ω 程度のダンピング抵抗を入れると、大抵止まるようである。また真空管のカソード回路に直列に数オームの抵抗を入れて負饋還きかんするのも良いようだ。一般にトラブルは高い周波数の E や F バンドに多い。

コイルとバンド・スイッチの間のリード線はエンパイヤ・チューブなどの絶縁管に硬い単線の銅線をガッチリとハンダづけしてフラフラ動かないようにした。それはこの線が揺れる毎に周波数が変化するからである。また周波数の高い F バンドのコイルだけは裸線で接続し、バンド・スイッチと真空管やバリコンとの接続はシャシーを潜るところ以外は裸線を使用し、F バンドの回路の Q の低下によって発振が止まるようなことのないように注意した。

同様な考えから 6C6 のグリッドへ行くリード線は特に絹巻線を使用した。真空管のソケットも磁器製が望ましいが、入手できなかったのでベーク製を使った。……というのは F バンドのコイルのポピンもベーク製であったから。

バンド・スイッチは短絡板のある方をコイルのホット側に使ったのはいうまでもない。コイルの A バンド・スイッチの A, B, C と混乱しそうになって苦心した。この辺りの配線はペーストを使ってハンダづけをすると、ペーストが流れてスイッチの接点を劣化する恐れがあるので、私は特に松脂を使った。松脂は庭の松の木の傷口から流れている脂を直ぐに利用できる。

赤松、黒松、或はヒマラヤ杉などの白ッポイ脂ならなんでも良いようだが、杉の脂はつかない。沢山集めて一度煮沸してゴミを濾し、水分を蒸発させればなお一層良く餡色あめいろの優秀なのができる。ペーストよりも良い香がする。しかし接着点を良く磨いておかねばよく付かない。

グリッド・リークの $50k\Omega$ は $\frac{1}{4}W$ 型の小型を使った。高周波用と称するものが望ましいが、入手できないので“中抜”して使用した。そのためには布製の中位のサンド・ペーパー(?)を細く切って“コヨリ”のようにし、抵抗の中を通し作業台の端に“ピン”で止め、ピンと張って抵抗の方を急速に往復し念入りに磨くと中が白く綺麗になった。

次にこの抵抗の一端に丈夫な卵ラグをハンダづけし、バリコンの一端にビス止めし、ラグ板を使わずに自立させた。非常に丈夫で、フラフラし易い 6C6 のグリッド回路の腰を強くすることができた。

また発振管 6C6 には肩までシールド・ケースを被せた方が電氣的機械的に安定なので、現在は被せている。しかし帽子は周波数を狂わせることが大きいから被せていない。シールド・ケースとシャシーとの接触点は塗料を十分はがして完璧を期している。

バリコンはシャフトが 2 本あり、一本はローターと直結してダイヤルの指標を回転するように少し短かくなっており、他の一本はツマミを取付けて微動装置となっている。回転は非常に円滑で気持が良い。しかしウツカリ指標の方を持って振り廻す元気な人があるので驚かされる。バリコンの取付けは気が張る。ゴムのクッションに乗っていないながら電氣的にシャシーにアースされているが、私は別に太い銅線を以てアース線に接続した。

バリコンの指標の取付けについて気のついたことは私は最初バリコンが最も容量が大きくなったところをダイヤル目盛の 0° と合わせ 180° の方に回転の遊びを譲寄せをした。つまりバリコンの歯の全然噛み合わないところをダイヤルの目盛の外へ追い出したが、この状態では最高最低周波数を決めても、途中の周波数の目盛が $10kc$ 以上も左右に狂いが出るので、指標の取付けをいろいろ研究の結果、バリコンの遊びを左右に振り分けたときが一番良いことを発見した。……。これは C バンド（放送バンド）で確めたことである。

このことは普通のラジオを作るときでもダイヤルとバリコンの合わせ方をもう少しハッキリと製作者の方で明示して頂けば都合が良いと痛感している。

次に発振管 6C6 のプレート負荷抵抗は $1k\Omega$ に取ってあるが、これは 6C6 の出力容量が $6.5pF$ あり $30Mc$ に対するリアクタンスは 805Ω となり、低周波増幅に使うように $250k\Omega$ というように大きな抵抗を入れると、低周波側の出力電圧に比べて高周波側の出力電圧が甚だしく小さくなりいわゆる“周波数特性”が悪くなる。

それで増幅しようとする高周波数と真空管の出力容量を考慮して適当な低い抵抗を使うのが普通である。私は 805Ω のリアクタンスに対して $1k\Omega$ の抵抗（中抜

きする)を負荷としたので合成インピーダンスは 625Ω となる。それでも入力容量が問題にならない周波数,例えばAバンドなどに比べると出力電圧は62.5%に下り,更に次の緩衝用真空管6305の入力容量約 10pF 程度が並列にはいるため,一層出力が減少することとなる。

それで私は6C6の出力容量と6305の入力容量を分離し,かつ6305の入力容量と最高周波数近傍で直列共振を起すようなコイルを作ってグリッド回路に直列に入れて,いわゆる“シリーズ・ピーキング”を行なってみた。共振周波数を 25Mc と仮定して 10pF と共振するコイルは $4\mu\text{H}$ となり,可成り大きい計算値となるが,実験的には遙かに小さなものとなった。

まず $1/2\text{W}$ 型の古い抵抗を十分に火で焼いて素焼のボビンだけとなし,両端は抵抗のようにリード線をつけ,中央に 0.12DSC 線をハニカム式に数十回巻き,セメダインで固め,完全に配線が終って調整にかかってからこのコイルを巻き戻し,周波数特性を合わせた。出力の測定法は後述する。

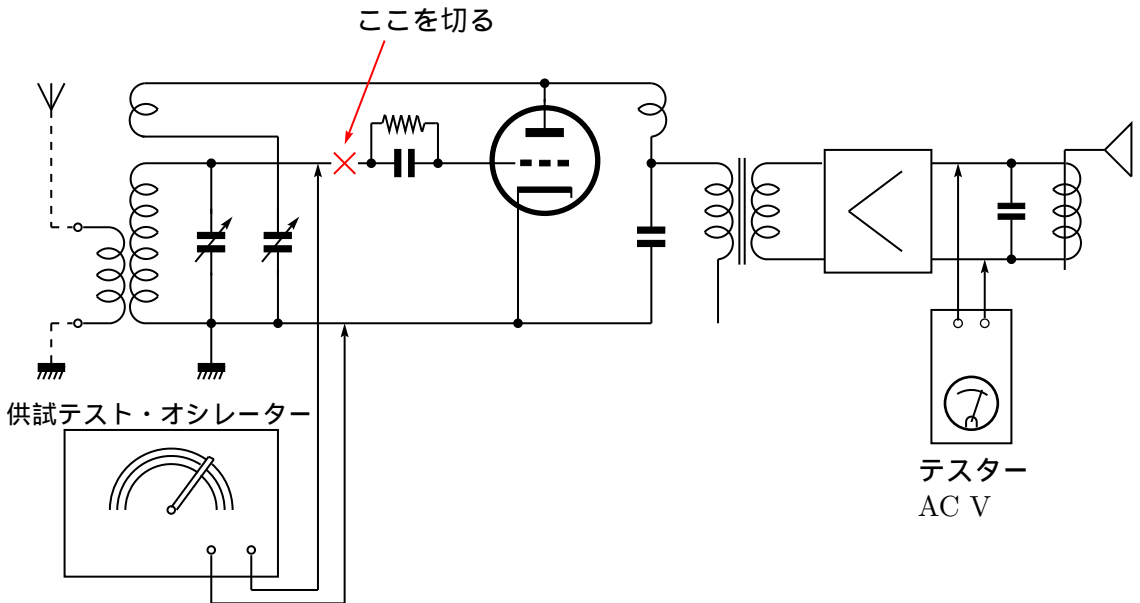
私の場合ドンドン戻して行って遂に7回のところで 27Mc にピークが出てそれ以上戻しても周波数が伸びないことが分かったので,現在はその程度のところで我慢している。それでもコイルのないときよりも2倍くらい出力電圧が出る。これで見ると6305の入力容量は予想以上に多いのではないかと思われる。

理論的にはピーキング・コイルの前後の容量比が $1:2$ のときが最も効果的であるといわれている。また6305のグリッド・リークは配線図に示すように真空管の入力容量と並列にはいることを避けた。

6305の回路は普通の抵抗容量結合増幅回路であるが,カソード回路のバイパス容量を殊更に小さく 50pF として負饋還きかんにより低い周波数に対して高い周波数の出力の減少を少なくして平均化しようと狙った。プレート負荷が 1250Ω となるので $g_m = 5\text{m}\Omega$ として増幅度を計算すると,低い周波数では僅かに2.6倍,高い周波数では6.3倍が期待できる。

またスクリーン・グリッド回路のバイパス・コンデンサーは変調をかけるために余り大きな値が使えず,低い周波数では多少負饋還きかんがかかる。プレート回路は $10\text{k}\Omega$ (中抜きする)の抵抗を通してプレート電源がつながっているが,出力回路の抵抗が低いので $10\text{k}\Omega$ は無視してよく,実際の負荷は 1250Ω と考えてよい。

この回路の高い周波数に対する出力容量(約 5pF +迷容量)の影響は前の6C6の場合と同様であるが,出力回路が低インピーダンスであるためシャント・ピーキングができず,シリーズ・ピーキングも効果が期待できないので,高い周波数の出力低下は止むを得ず目を閉じることにした。恐らくこの部分だけの出力低下は50%以上になるものと考えられる。



第2図 真空管電圧計として並四受信機を使う

出力回路についていろいろの抵抗網を説明しよう。直列にはいった $1k\Omega$ は出力調整のバリオームによるターミナル側の抵抗変化がプレート側におよぼす変動を少なくするため、この抵抗の前後の静電容量を分離するため、出力インピーダンスを 250Ω とか 50Ω とかに変成するための三つを期待している。 50Ω という値は受信機の標準アンテナに合わせたものであろうが、 250Ω というのは理由が分らないままキットの出力回路そのままを頂戴におよんだ。

250Ω の High というターミナルは $1\sim 2m$ くらいの線をホイップ・アンテナとして使えば、小さな放送機として働き、なかなか便利である。本当は^{かよう}斯様な使い方の方がアマチュアには一般的かも知れない。

出力インピーダンスはバリオームを動かせば最大 250Ω 、 50Ω より段段と小さくなって一定しないが、標準信号発振器ではないから我慢しよう。この抵抗網を通して 250Ω の出力端子に現われる電圧は 6305 のプレートに現われた電圧の $\frac{250}{1250} = 0.2$ 倍となる。発振管の $6C6$ のプレートに $1V$ の電圧が出れば 6305 のプレートには $2.3V$ 、出力端子には $0.46V$ となるはずである。

以上のような状態でスクリーン・グリッドに変調電圧をかけると、高周波入力電圧や出力インピーダンスが周波数によって変わるため変調が一定しない。大体の傾向では入力の大きな低い方の周波数帯では浅く、高い方の周波数帯では深くなると思えるので、変調波をラジオ受信機で音にして聞いた場合、その出力が平均して聞こえる。変調度は普通 40% とするようだが、私のセットではよく

分らない。

テスト・オシレーターの出力電圧は真空管電圧計でなければ簡単には分らないが、私はその代りに並四受信機を利用した。まず LC を切り去り、計ろうと思う変調波を第2図の如く接続し、スピーカーには並列にテスターの交流電圧計を入れる。

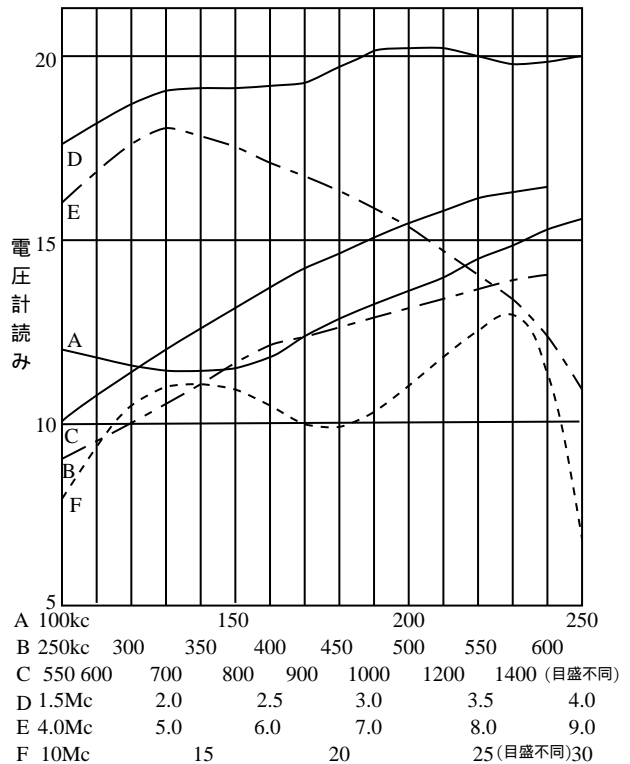
これは一度検波して低周波分の出力を測ることになるので、テスト・オシレーターの出力とは本質的にはちがうのであるが、大体の傾向はわかる。このようにして測った結果は第3図の如くで出力を平均させようという計画は画餅^{がへい}に帰した観が深い。さきに6305の入力回路にシリーズ・ピーキングを行いピーキング・コイルの調整をしたが、その場合の指示装置はこれに外ならない。

話が前後するが.....変調用の低周波発振器は前述の如く6C6を三極管接続にして低周波トランスの反結合発振器を使った。極めて容易に発振し、出力も大きく出力インピーダンスも比較的安く、スク

リーン・グリッドの変調には適当であり、周波数の制御もある範囲内では容易であるが多少波形が悪い。

安物のトランスの方がかえってこの目的に具合がよい。優秀なトランスはインダクタンスが多くて発振周波数が低くなり過ぎ、私のように800サイクルくらいに合わせることができなくなる。NHKの時報音が800サイクルの標準になる。測定には400サイクルを使うことになっているが、耳で聞くにはあまり良い音でない。この発振器の周波数を下げるにはトランスのグリッド側に並列に適当なコンデンサーを入れれば下る。

この出力が6305のスクリーン・グリッドに加わるが、ここのバイパス・コンデンサーの容量を大きくすると波形は良くなるが変調度が浅くなる。外部変調がついていればこのような小手細工は感心できないが.....。外部変調があれば



第3図 出力特性

便利だが無理につける必要も感じない。変調を止めるには発振管 6C6 のグリッドを接地して発振を止めるので、もしグリッド・リークだけで、バイアス電圧を取っていると発振停止時に過大プレート電流が流れて 6C6 を痛める恐れがあるので、カソードに自己偏倚用抵抗を入れた。また 6C6 にはシールド・ケースを被せたが、これは寄生振動が起ることを恐れたからである。

電源についてはあまり問題はないが、いわゆる“並四用”と称するものを使った。どの真空管も負荷抵抗が低くて電圧降下が少なく、パワー管を含まないので B 電圧は低く、電源側インピーダンスも高くて差支えないが、ヒーター電圧は十分欲しくレギュレーションも良いものが欲しい。私は S 社の製品を使ったが本キットの S 社とはどういう関係にあるか知らない。

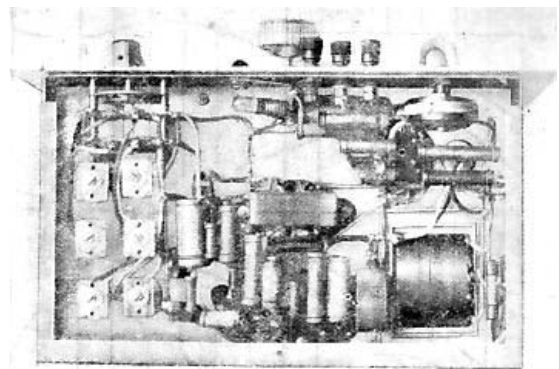
整流管は 12F。平滑回路の $3k\Omega$ の抵抗は習慣にしたがったまで。 $6 \times 6\mu F$ のケミコンはペーパーにし度いと思いつつながら場所の関係、手持の関係で止むなくケミコンを使っている。ケミコンは測定器のようなものには安定性が危まれる。ヒーターは片線アースであるが二線配線してトランスの一点でアースに落した。

電燈線入力には両側共 0.005 のマイカ・コンデンサーを入れてコードの入口でバイパスした。保安上からはスイッチやフューズの内側に入れるべきだが構造上止むなく配線図のようにして電燈線を伝う漏洩ろうえいが少なくなるように心掛けた。

厳密に言えばもっと完全なフィルターを入れるべきだが、結果的には一応満足している。普通のラジオとちがって移動したり、運搬したりすることが多いので、コードを動かす機会が多く、その度毎に機械の内部でコードの位置が変わって内部の状況を変化させることがあっては面白くないのでコードを止めるところは厳密にシャーシに固定した。

部品の配置は附属のシャーシに与えられた孔に相談して、写真のようにした。グリッド、プレートの回路が最短距離で配線できるようにする原則は変わらない。

配線は最初に十分に太いアース線をシャーシと絶縁して張り、なるべくループを作らないように注意し、最後に出力のアース・ターミナルのところシャーシに厳重にハンダづけ



シャーシ裏面

した。この方法が一番具合が良く電界の漏洩ろうえいが最も少ないと聞いている。電燈線のバイパスと相まって約 2m の電線を High 端子に接続してホイップ・アンテ

ナとし、出力を最少に絞ると直ぐ隣に接した5球スーパーのマジックアイは全く動かない。最大にすれば30m離れた近所のラジオにビート妨害を与えているのが明瞭に聞ける。(放送バンドにて)。

較正はC(放送)バンドから始めた。変調は断とする。各放送局の電波をラジオ受信機で受け、テスト・オシレーターの電波とのビートを取りながら合わせる。目盛が先に与えられているので、当然誤差がでてくるが、ダイヤルの指標とバリコンの位置をいろいろ調べて最も具合の良いところを決めた結果、C(放送)バンドでは特に高い方へ寄って2000サイクル以内の誤差の中にはいると思っている。

B, AバンドはCバンドで例えば1Mcを出して、並四受信機とゼロ・ビートを取り、並四受信機を1Mcの発振器となし、B, Aバンドの500kc, 250kc, 333kc, 100kcなどとビートを取ることによって較正した。またD, Eバンドも並四受信機の出す1Mcの高調波、すなわち2Mc, 3Mc, ..., 10Mcをビートさせて較正した。

ただ8~10Mcのところはビート音が非常に小さく、調整がむずかしい。こうしてDバンドを較正してから並四受信機のコイルを外して後記の短波コイルに付け替え、5Mcの発振器としてFバンドを合わせる。この際は10Mc, 15Mc, 20Mc, 25Mc, 30Mcと可成り強い出力で較正点のゼロ・ビートが取れた。

4Mc, 8Mcの標準電波を基本にすれば一層正確と思う人もあろうが、私のやった方法でも、例えば1Mcのところでも100サイクルの誤差があっても30Mcで3000サイクル、もしくは5Mcのところにも更に悪誤差がはいっても4000サイクル以内となり、比率にすれば0.013%で、ダイヤルの目盛の誤差に比べて全く問題にならない。

目盛の合わせ方は同じバンド内で低い方はダスト・コアを加減し、高い方はトリマーを動かすことはすでに述べた通りであるが、トリマーの動かせかたが相当にデリケートで苦心を要した。私が較正用に作った短波コイルは直径32mmのベークライト・ポピンに0.4mmエナメル線をアンテナ・コイルとして5回、5mm離れて同調コイル13回スペース巻き、再生コイルは同調コイルのアース側から隙間へ5回巻き込んだ。バリコンのカバーする範囲が十分広いから同調コイルの巻数は大体の目安程度でよかった。

発振器の動作についてみてみるとCバンド1Mcのところでもスイッチ・オン10秒にして発振、3分くらいで大体安定して使用可能の状態となり、10分くらい経つと完全に安定し、私達のローカル放送IGやLRとゼロビートの状態が30分以上も続く。スイッチ・オンしてから安定するまで約1500サイクルほど低い方へ

移動する。(しかしライン電圧 100V 一定) また、出力調整を動かして周波数の変動を調べたがこれは全く認められなかった。

さきに述べたように各バンドの出力が一定化できなかったことは誠に残念であるが 6305 の負荷の $10k\Omega$ を十分小さくすればある程度目的を達し得よう。

最後にこのテスト・オシレーターについて本質的に不満足な点を二三述べておく。

- (1) 周波数バンドの選び方が悪い。特に C バンドは普通の放送帯を含んでいるのであるから $500kc \sim 1600kc$ くらいまでカバーしてほしい。また各バンドの切れ目は少しずつ重ねてほしい
- (2) バリコンの歯の噛み合っていないところはダイヤルの目盛外に追い出した方が良くはないか。
- (3) ダイヤルと指標が逆に回転するのを同方向にし、かつ回転比をもっと大きくしたい。
- (4) 中間周波トランスを調整するため B バンドを十分バンド・スプレッドしてあれば良い。
- (5) 移動することが多いから ^{とって} 把手やコードの巻込装置、ダイヤル面の保護装置があればよい。

以上私の拙い経験を発表しました。何かの参考になれば甚だ満足です。

(古田拓太郎)

この PDF は、
『無線と実験』1953 年 10 月号
をもとに作成した。
ラジオ関係の古典的な書籍及び雑誌のいくつかを
ラジオ温故知新
<http://fomalhaut.web.infoseek.co.jp/index.html>

に、
ラジオの回路図を
ラジオ回路図博物館
<http://fomalhaut.web.infoseek.co.jp/radio/radio-circuit.html>

に収録してある。参考にしてほしい。