

図9 コイルの構造例

ものや、コアとして磁性体を持つものなど構造や特性もさまざまです。

図9はコイルの構造例です。フェライト・コアに細い電線を巻いて、必要なインダクタンスを得ています。細い電線を小さなコアに巻いているから、電線そのものの純抵抗成分(図10)があります。この抵抗というのは、交流に対するコイルの抵抗性というのではなく、コイルを巻くための電線の純粋な抵抗成分ということです。これを直流抵抗と呼んで区別する場合もあります。

コイルを等価回路で表すと、抵抗(直流抵抗) + インダクタンスということになります。特にインダクタンスが大きいコイルでは、巻き数も多くなり、抵抗分が無視できなくなることもあります。

インダクタンスを示す表示は通常3桁の数字で表され、図8のように値を読みます。パーツとして一般に入手できるインダクタは、500 mH以下が大半でしょう。私たちの電子工作の分野で使われるコイルを大ざっぱに分けると、1 mH以下が

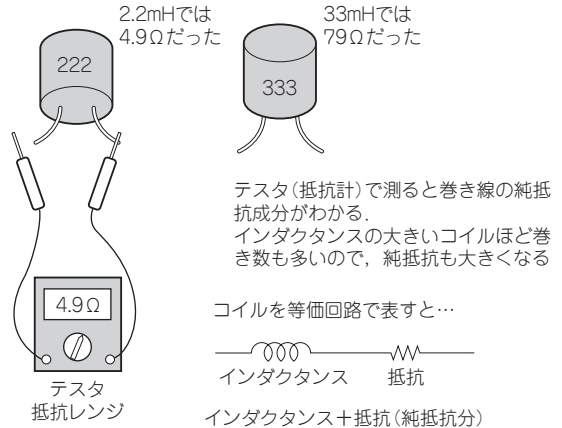


図10 コイルの巻き線による抵抗成分

高周波で使われ、1 mH以上は低周波やスイッチングなどの用途で使われるといったところです。

チョーク・コイルの使い方

コイルとコンデンサの性質をうまく組み合わせることで、いろいろな働きをさせることができます。

図11にその主な使い方をまとめてみました。図11(a)は、100Vの商用電源を使い、トランスにより200Vに電圧を上げて、ダイオードと平滑回路(コンデンサ+チョーク・コイル)で直流に変換する回路です。ダイオードは、交流のうちのプラスの部分だけを直流にするので、直後の電圧は一定した直流ではなく電圧の変動があります。そこ

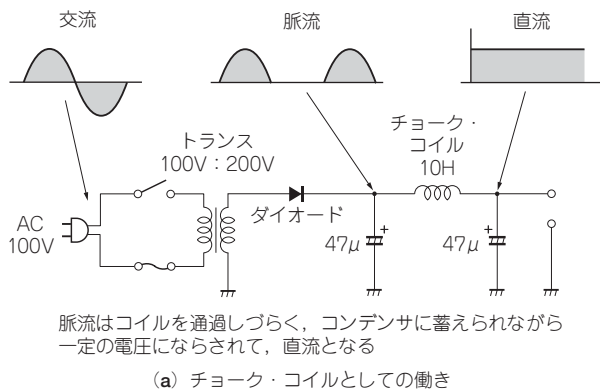
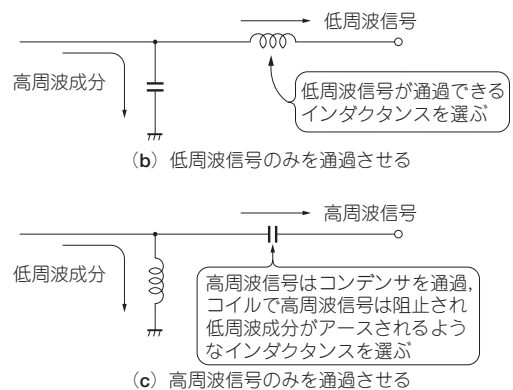


図11 コイルの使い方



⑦ 可変容量ダイオード

普通のダイオードとは違い逆方向に電圧をかけると、電圧により端子間の容量が変化するダイオードです。別名、バリキャップとも呼ばれています。バリコンの代わりに同調回路に使われることが多く、中波用の数百pFのものから、数十pFのFM用や数pFのUHF/CATV用などいろいろな規格のものがあります。また、FM変調などにも使われています。

⑧ 発光ダイオード

電流を流すと光るダイオードで、今では、いろいろなところで応用されるようになりました。順方向電圧が1.8V程度ですから、使用する電圧に応じて、電流制限抵抗を入れます。またより明るく発光する高輝度LED、超高輝度LEDなどもあり、順方向電圧もそれぞれ異なります。

なお、乾電池1本では、LEDの順方向電圧に達しないため、LEDを点灯させることはできません。

⑨ その他のダイオード

このほかに、一定の電圧を越えると電気抵抗が低くなるバリスタ・ダイオード、電圧をかけるほどに電気抵抗が高くなるエサキ・ダイオード(トンネル・ダイオード)、マイクロ波の発振に使うガン・ダイオード、定電流ダイオードなど、たくさんのダイオードがあります。また意外なところでは太陽電池もダイオードの一種と考えられます。発光ダイオードとは反対に、接合面に光をあてると電気エネルギーに変換されるダイオードです。

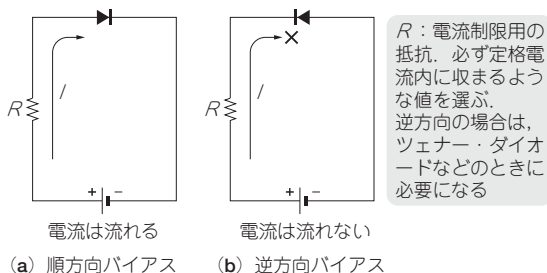


図9 ダイオードに加える電圧の方向

ダイオードの使い方

① ダイオードの規格を調べよう

いろいろなダイオードの性能は規格表^{注4)}により知ることができます。

規格表を見るときに大切なのは、最大定格の電圧や電流、消費電力などです。これらの最大定格を越えないようにして、使う必要があります。電圧を加えるとき、定格以上の電流が流れないように必ず電流制限抵抗を入れることです。

② バイアスについて

ダイオードに直流電圧を加えて使うことをバイアスかけるといいます。図9(a)のように電流が流れるように電圧を加えたのが、順方向バイアスで、図9(b)のように電流が流れないように電圧を加えるのが逆方向バイアスといいます。ダイオードの種類により、順方向バイアスで使うもの、逆方向バイアスで使うものがあります。

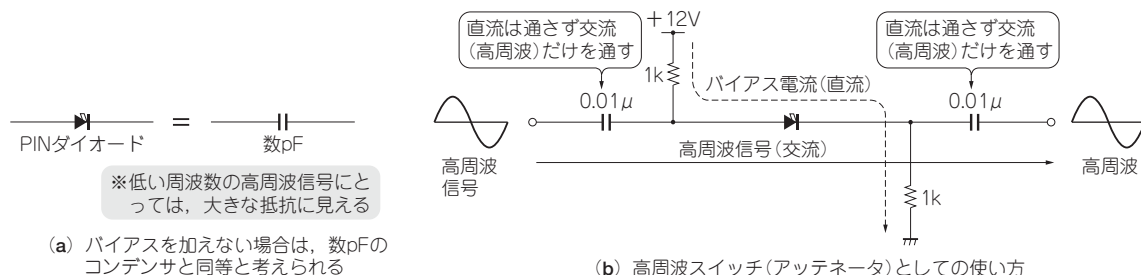


図10 PINダイオードの使い方

注4) 「最新ダイオード規格表」CQ出版社。

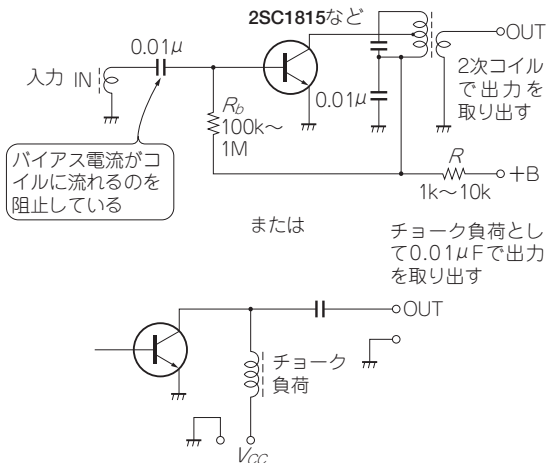


図15 自己バイアス回路による高周波増幅

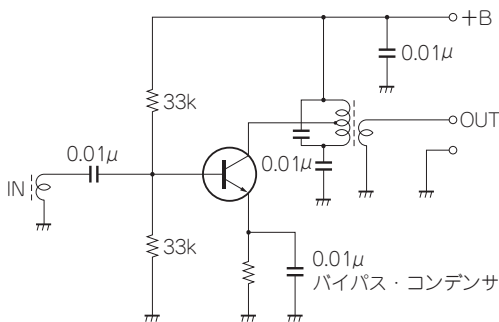


図16 電流帰還バイアス回路による高周波増幅

高周波増幅回路

高周波増幅回路でも、同様にこれらの応用ができます。低周波では抵抗負荷ですが、高周波では共振回路やコイルが負荷になることがあります。

図15、図16に示すように、入力回路、コレクタ負荷がコイルになります。実際に出力として取り出すときは、トランスとして2次側から取り出したり、チョーク・コイルを負荷として $0.01\mu\text{F}$ のコンデンサを介し、直流分をカットして、高周波信号成分のみを出力として取り出します。

A級増幅はバイアスの設定で、コレクタ電流を常時、流して動作させますが、高周波電力増幅などでは無負荷のときのコレクタ電流をアイドル

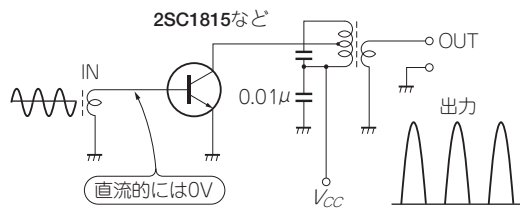


図17 C級増幅回路の動作

グ電流とも言います。

たとえば高周波送信機の電力増幅回路では、ベース電流を一定にするための工夫などで回路が複雑になりますが、小信号増幅でも大電力増幅でも、バイアスはその回路の動作を決めていることでは、変わりありません。

C級増幅回路の動作を見る

図17にC級増幅の回路を示します。図15、図16のA級動作とは違って、入力にはトランジスタのベースにコイルが直接つながっています。直流的にはベースはグラウンド電位と同じですから0Vで、ベース電流は流れません。

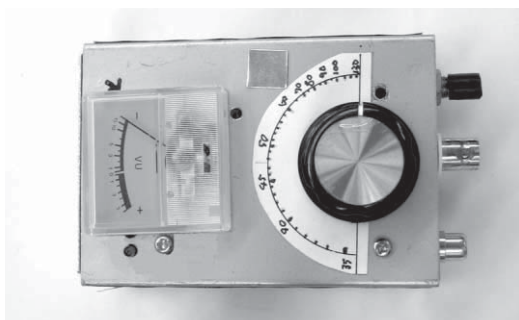
高周波信号が入力されて、コイル両端に0.6Vを越えた信号が現れてベース電流が流れ始めると、コレクタ電流が流れて増幅動作を行います。しかし、図12(a)のように出力波形が歪みますが、変調波の含まれないキャリアだけの増幅には、信号が入力されたときにだけ動作をするので、効率の良い増幅回路です。

CW送信機や高調波成分を取り出すための通倍回路、FM、AMのファイナル(変調前)に用いられます。高周波でよく使われるA級とC級動作について説明しましたが、AB級はA級と同じ回路で、ベース電流を少なめに設定します。なお、B級の回路については触れませんが、半分の波形しか出力に表れないので、反対側波形のために同じ増幅回路を設けて、最後に波形を合成するプッシュプル回路に使われることだけは知っておいてください。

2-3

確実な調整のために使いたい 同調型RFプローブの製作

《2-2》で紹介したRFプローブには共振回路はなく、この場合には目的信号の周波数は問いません。そのため、目的以外の高周波信号を拾ってしまう可能性があります。そこで考えたのが、同調型のRFプローブです。



RFプローブは発振回路など高周波の調整を行うときに欠かせない測定器です。しかし、発振周波数の2倍、3倍の信号を取り出すとき、高調波なども同時に検出してしまうために、本当に目的の周波数の信号が取り出せているのかどうか、不明なことがあります。

そこで、目的の周波数だけを検出できる同調型RFプローブを紹介します。

原理

図1はRFプローブの回路です。高周波信号は220 pFを介して1N60による倍電圧検波を経て、メータを振らせます。周波数に関係なく広範囲の高周波信号を検出することができます。

図2はRFプローブの入力部に同調回路を設け

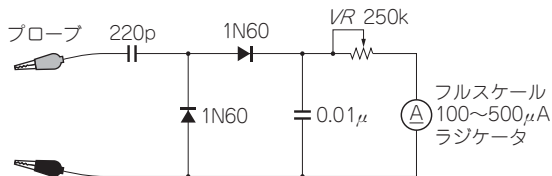


図1 基本となるRFプローブ

たものです。こうすると同調回路で共振した周波数だけを検出することができます。コイルとバリコンの大きさで、検出できる信号の周波数範囲が決まります。

回路の説明

図3に実際の回路を示します。

入力部は入力①と入力②の2回路としました。入力①はロー・インピーダンス用、入力②はハイ・インピーダンス用として、信号源の出力インピーダンスに合わせて、どちらかを選択できるようにしました。しかし、ほとんどの場合、入力①を使うので、入力②は特に必要を感じません。入力②は省略してもよいでしょう。

入力①のあとの5 kΩのボリュームはメータが

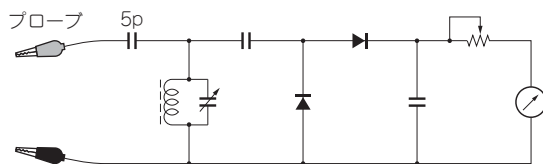


図2 同調型RFプローブの考え方

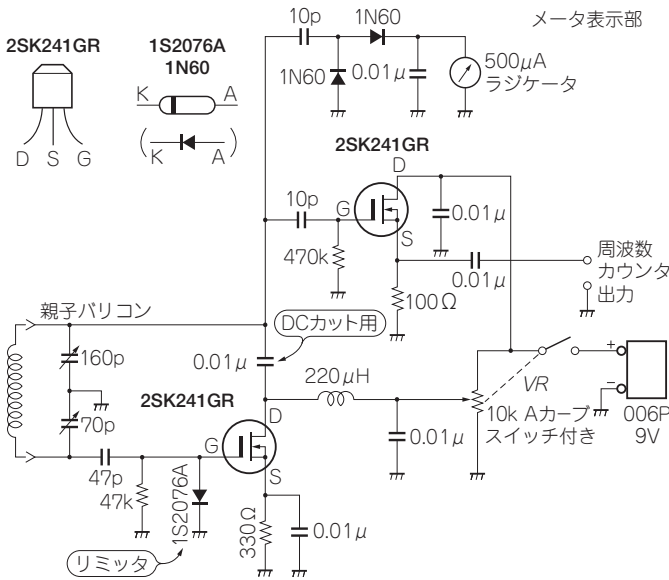


図3 ディップ・メータの回路

図3は、ディップ・メータの回路です。メインの発振部は、2SK241GRによるコルピッツ発振回路です。ゲートに入っている1S2076Aは、0.6V以上の振幅を制限して発振出力を一定にしています。また、47kΩはバイアス抵抗です。ソース抵抗330Ωは、なくとも発振しますが、発振強度の調節が行いやすいので入れてあります。並列に入っている0.01µFはパスコンです。

発振周波数は、コイルとバリコンによる同調回路で決まりますが、コイルをプラグイン方式として交換することで、広範囲に同調周波数が測れるようにしています。発振の強さは、ドレインにかかる電圧をボリュームでコントロールします。

ドレインとコイルの間にある0.01µFは、発振回路としては必要はないのですが、直流分をカットしてコイルに電圧がかからないようにするために入れてあります。発振強度の表示は、発振出力の一部を拾ってメータを振らせることにより行います。ここは、ダイオードを使ったRFプローブの高周波検出回路と同じです。

また、周波数カウンタで周波数を直読できるようにしてみました。発振回路に直接、周波数カウンタを接続すると、発振が不安定になったり停止することがあります。そこで、発振器と周波数カウンタの間に2SK241GRによるバッファ・アンプを挿入して、発振回路とは小容量のコンデンサ(10 pF)を介して、ごく軽く結合させます。そして信号を取り出し、発振回路に影響がないようにしています。

パーツを集めるポイント

コイルを交換する方法に工夫を凝らしました。φ2.1mmのDCジャックとプラグを利用したプラグイン方式により、コイルの交換ができるようにしま

した。また、コイルを巻く手間を考えると、コイルの巻き数の多くなる周波数の低いほうでは、市販のRFC(高周波チョーク)をそのまま利用することとしました。これが、思ったよりうまく発振してくれました。

RFCには、巻き線の上からプラスチックのカバーがかかっているものや、塗装されたものがほとんどですが、中にはフェライト・コアがかぶさっていてシールドされているものもあります。シールドされているものは使えないので注意してください。周波数の高いほうのコイルは、手巻きして作ります。

バリコンは、ラジオ用の親子バリコン160pF+70pFを使います。2連のバリコンであれば、多少、容量が違っていても使えます。メータは、100円ショップで見つけた210円のバッテリー・チェッカからはずした500µAのラジケータを使いました。500µA以下のものであれば使えます。

そのほかのパーツは、表1のパーツ一覧を参考に集めてください。

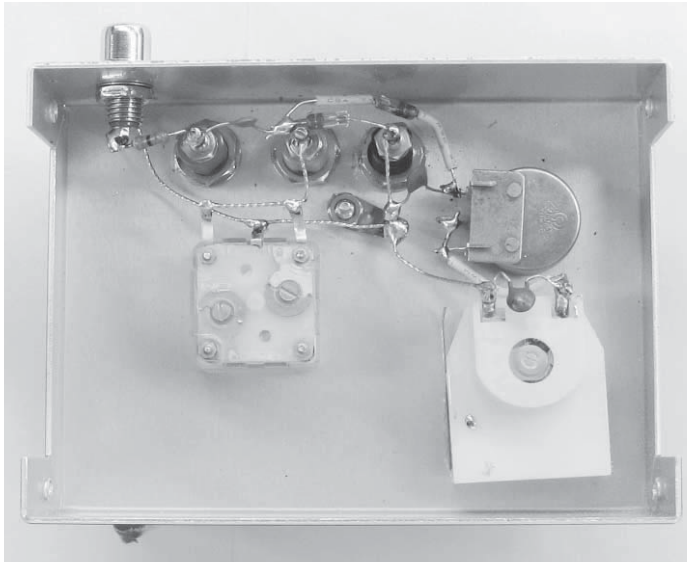


写真1 内部の配線の様子

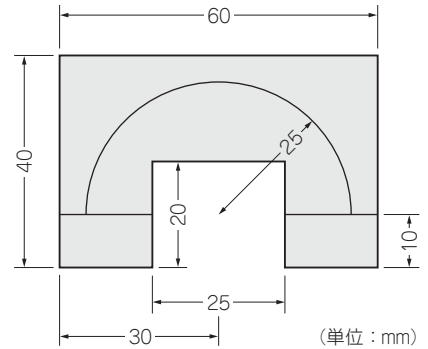


図7 目盛り板

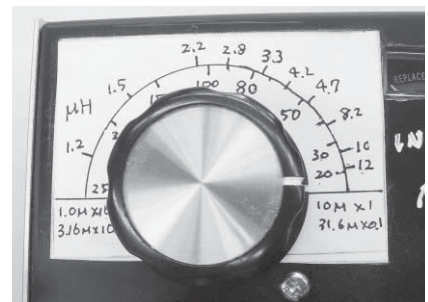


写真2 目盛り板の作例

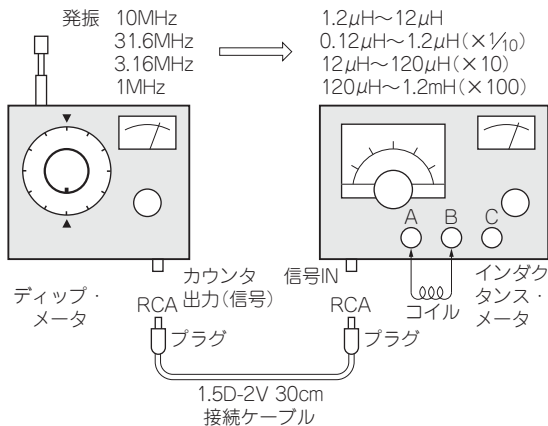


図6 ディップ・メータとインダクタンス・メータの接続

タを接続して、10.0 MHzを発振させます。発振が確認できたら周波数カウンタをはずして、接続ケーブルでインダクタンス・メータに信号を入力します。インダクタンス・メータの感度がフル・スケールになるようにボリュームをセットします。

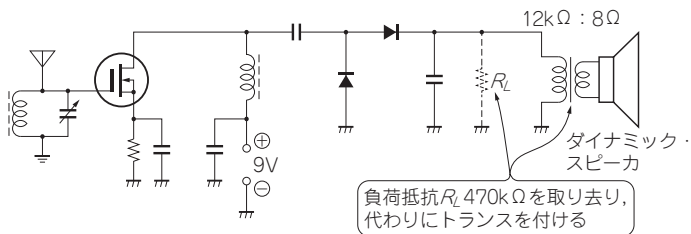
コイル端子に $0.1\mu\text{H}\sim 12\mu\text{H}$ のRFCコイルを取り付けてバリコンを回してディップするかどうかを確認してみましょう。筆者は、 $8.2\mu\text{H}$ のRFCコイルを使いました。ほかの周波数で測定できる

RFCコイルを確かめてもかまいません。

バリコンをゆっくり回していくとメータの針が一瞬、ストンと下がります。これをディップすると言いますが、このディップするところが共振点です。

動作確認ができれば、目盛りを記入します。バリコンの軸を中心にして、図7や写真2のようにケント紙を切って目盛りが記入できるようにした紙をケースに粘着テープで仮止めします。つまみを取り付けて、市販のRFCコイルのインダクタンスのわかっているものを利用して、メータがディップするところにRFCコイルのインダクタンスの読みを記入していきます。著者は、手持ちの関係で $1.2\mu\text{H}$ 、 $8.2\mu\text{H}$ 、 $22\mu\text{H}$ 、 $33\mu\text{H}$ 、 $47\mu\text{H}$ 、 $100\mu\text{H}$ を用いて目盛りを付けました。

まず、10 MHzを発振させて、 $1.2\mu\text{H}$ 、 $8.2\mu\text{H}$ の目盛りを付けます。 $22\sim 100\mu\text{H}$ は、3.16 MHzの



トランス T-600 12k 価格: 672円
 12kΩ : 8Ωのアウトプット・トランス(真空管用)
 入手先: 東栄変成器(株)
 〒101-0021 東京都千代田区神田1-14-2
 TEL 03(3255)6589

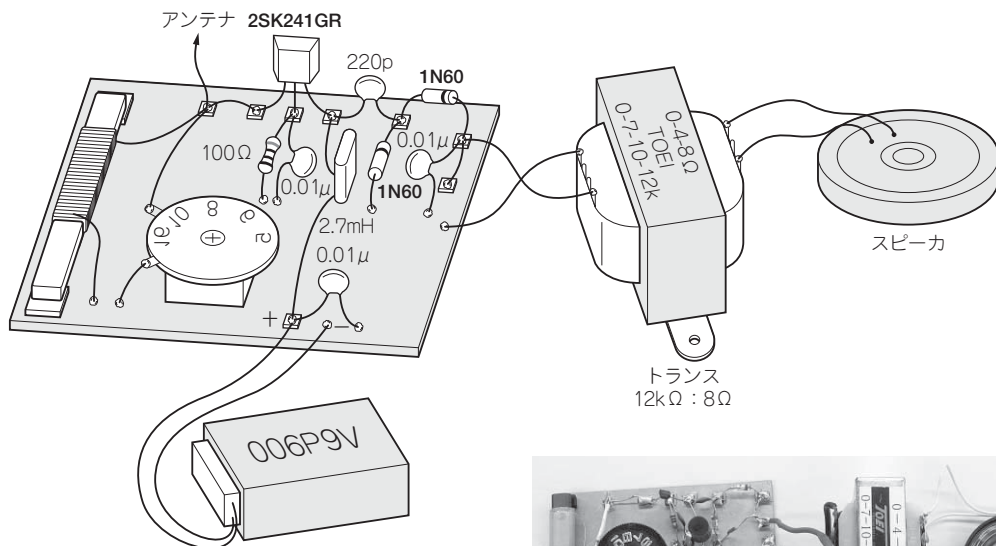


図5 高1付きゲルマニウム・ラジオでスピーカを鳴らす

その代わりに12k : 8Ωの真空管用のアウトプット・トランスを用いて、8Ωのスピーカをつないでみました(写真3)。音はとても小さくスピーカに耳を近づけてやっと聞こえる程度ですが、ダイオード検波の出力だけでもスピーカを鳴らすことができました。これはダイオード出力のハイ・インピーダンスをトランスでスピーカ負荷の8Ωに変換したことでできるのです。なお、スピーカもできるだけ能率のよいものを選んでください。音量的にはちょっと物足りませんが、夜中にベッドに入り、耳元に置いて静かに聞くには、楽しいのではないのでしょうか。

スピーカでは音量がちょっと少ないので、ウォークマンのステレオ・ヘッドフォン(入力インピーダンス=4~32Ω)をつないでみました。音量はバッチリです。クリスタル・イヤホンでは、出に

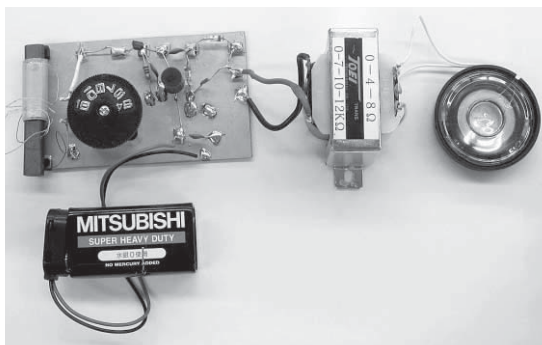


写真3 高1付きゲルマニウム・ラジオでスピーカを鳴らす

くい低音もしっかり聞こえて、透明感のあるとても良い音質にびっくりしました。

放送局の近くで強力な電波の届くところであれば、高周波増幅も必要ありません。ということは、ゲルマニウム・ラジオでスピーカが鳴らせるのです。近くに放送局のある方は、ぜひ試してください!

この高1付きゲルマニウム・ラジオの検波出力の後に低周波アンプを入れれば、スピーカから十分な音量で放送を聞くことができます。

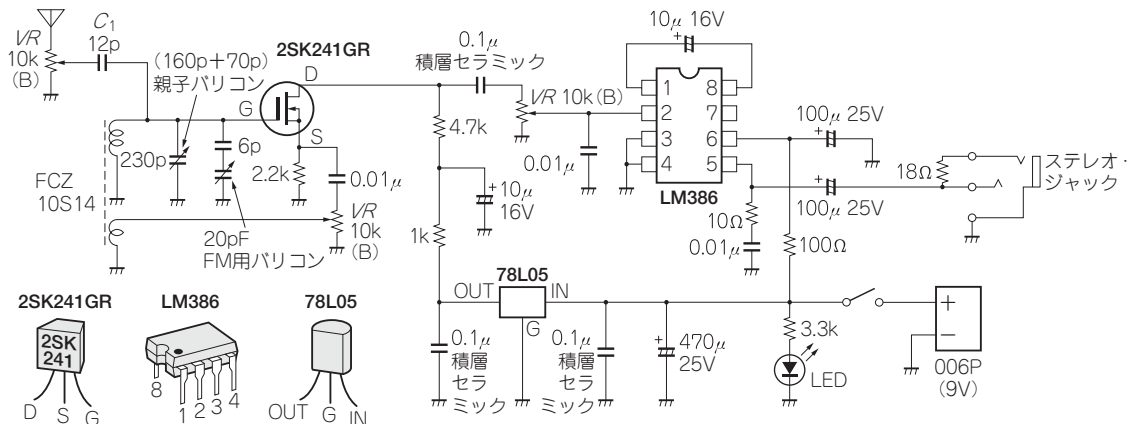


図2 7~16 MHzオートダイン受信機

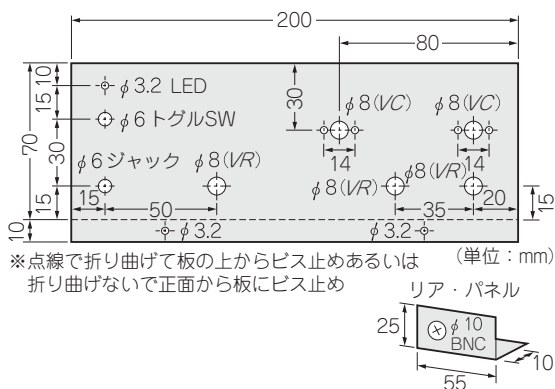
という小さな容量での結合で信号が受けられます。

同調回路は、14 MHz用 FCZ コイルと 160 pF + 70 pF の親子バリコンを平行接続で 230 pF として同調を取っています。230 pF では、およそ 6.8 ~ 16 MHz に同調します。これだけ同調範囲が広いと、チューニングが取りにくいのでメイン・バリコンと並列に周波数の微調整用のスプレッド・バリコンをいれました。

20 pF の FM 用 2 連バリコンの片側に 6 pF を直列に入れて、見かけ上の容量を小さくして周波数を微調整するようにしました。7 MHz 付近ではおよそ 40 kHz、15 MHz では 350 kHz ほどの可変幅になります。

同調回路で選択された信号は、2SK241GR で検波すると同時に、ソースに現れた高周波信号を FCZ コイル 10S14 の 1 次側に戻して再生をかけます。同調コイルに戻す再生量は 10 kΩ のボリュームで調整します。なお、ボリュームと直列に入っている 0.01 μF のコンデンサは、直流をカットする役目をしています。

再生検波の周波数の安定度をよくするために、2SK241GR に供給する電圧は 5 V の 3 端子レギュレータを入れて安定化しています。



※点線で折り曲げて板の上からビス止めあるいは折り曲げないで正面から板にビス止め (単位: mm)

図3 パネルの配置

2SK241GR のドレインからの検波信号は、0.1 μF を介して LM386 で増幅され、スピーカ (ヘッドホン) を鳴らします。スピーカは外付けとして、出力はステレオ・ジャックを用いて、スピーカ、ステレオ・ヘッドホンどちらも使えるようにしました。

作り方

パネルの配置図を図3に、実体配線図を図4に示します。なお、バリコンのシャフトは、φ6 × 10 mm のスパーサと 2.6 × 12 mm のビスで延長してからパネルに取り付けます。バリコンやボリュームの操作のときにボディ・エフェクトにより周波数が動かないように、パネルとランド基板はた

弱くしていくと感度が上がります。ただし、受信状態ではP-16の周波数カウンタ表示ができなくなります。再生を強くかけたときと実際の受信のと

きでは、7 MHz付近で5 kHz、14 MHzで60 kHzほど上側に周波数がズレてしまいました。しかし、この範囲まで周波数が追い込めるので、ズレを考慮してスプレッド・バリコンで目的の周波数を探すことは簡単です。

図3に、高周波増幅と周波数カウンタ用バッファ・アンプのようすを示します。また、全体の回路を図4に、全体のを写真1に示します。

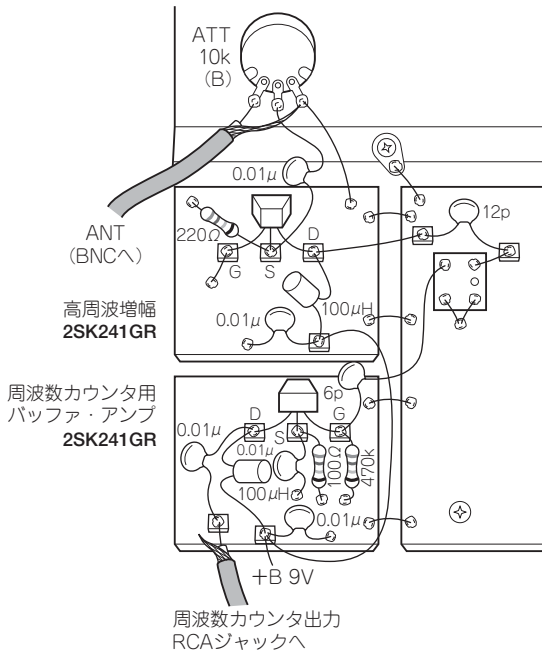


図3 高周波増幅カウンタ用バッファ・アンプ実体配線図

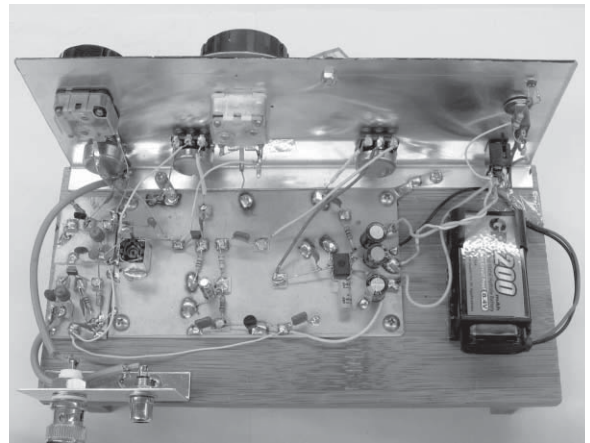


写真1 グレードアップした1-T-1の基板面

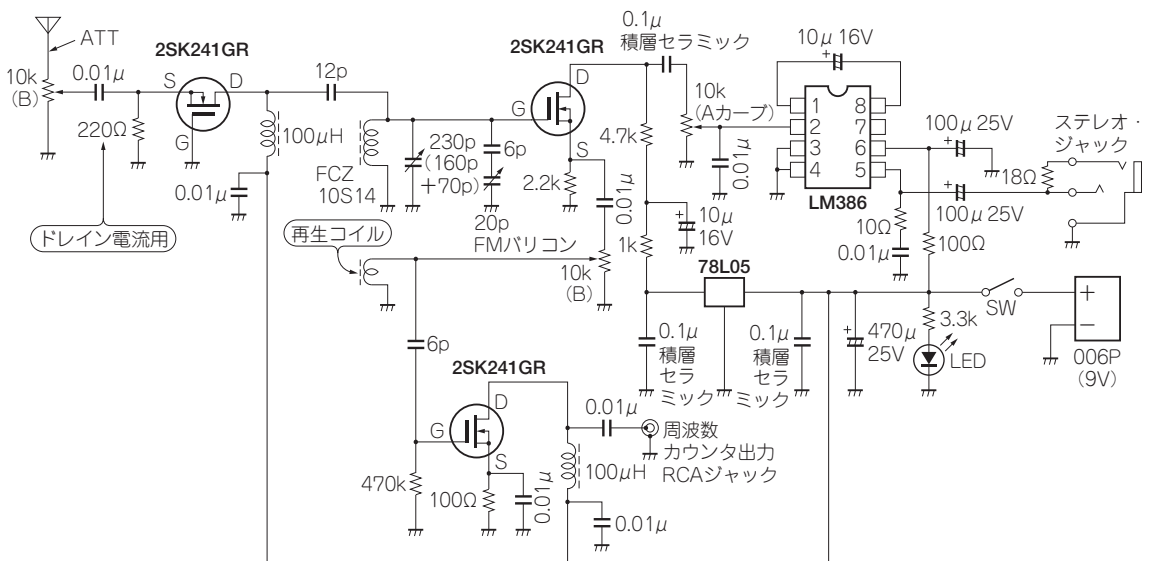


図4 オートダイナ受信機 (1-T-1) の回路

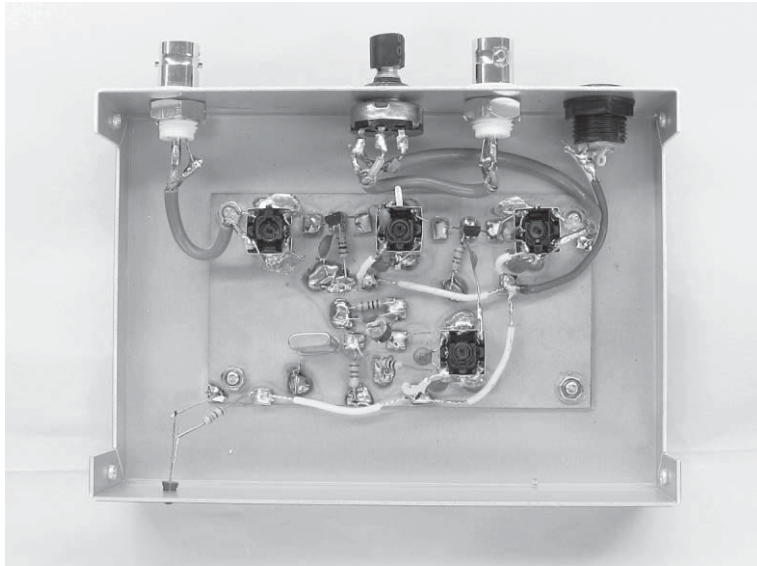


写真1 50 MHzクリスタル・コンバータをケースに組み込んだようす

があれば周波数を確認します。著者の場合、36.002 MHzで発振をしていました。

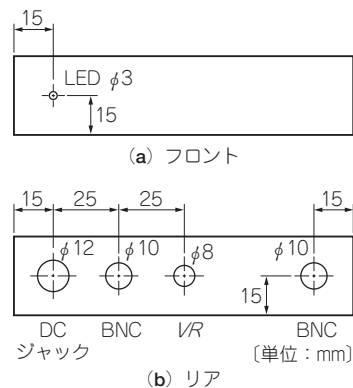
L_3 のコアで最大感度に合わせます。この発振が確認できなければ、絶対に動作しませんから、確実に発振させてください。高周波増幅は5～10 mA程度です。もし、異常発振ぎみのときは R_s の100 Ω を220～330 Ω と大きくしてください。混合器には0.3 mA程度の電流が流れていればOKとして、ケースに入れて配線します。

ケースはタカチのYM-130 (130×30×90 mm)を使いました(写真1)。図4のケースの配置図、図5の実体配線図を参考にしてください。LEDは瞬間接着剤でケースに固定しました。入出力の高周波信号の部分は同軸ケーブルで配線します。

調整

著者の場合、発振周波数は36.002 MHzで、50.00 MHzの電波はBCLラジオでは13.998 MHzで受信することになります。

BCLラジオのアンテナ・ジャックとクリスタル・コンバータのRX出力を同軸ケーブルでつなぎま



ケース：タカチ YM-130 (130×30×90mm)
図4 ケースの加工寸法

す。もちろん、HFトランシーバや受信機を親受信機としてもOKです。クリスタル・コンバータの感度調節VRは、最大感度としておきます。このとき調整にはディップ・メータが信号源として利用できます。

アンテナに1mほどのビニル線をつないでおき、写真2のように、ディップ・メータで50.5 MHz付近を発振させます。次に受信機で14.5 MHz付

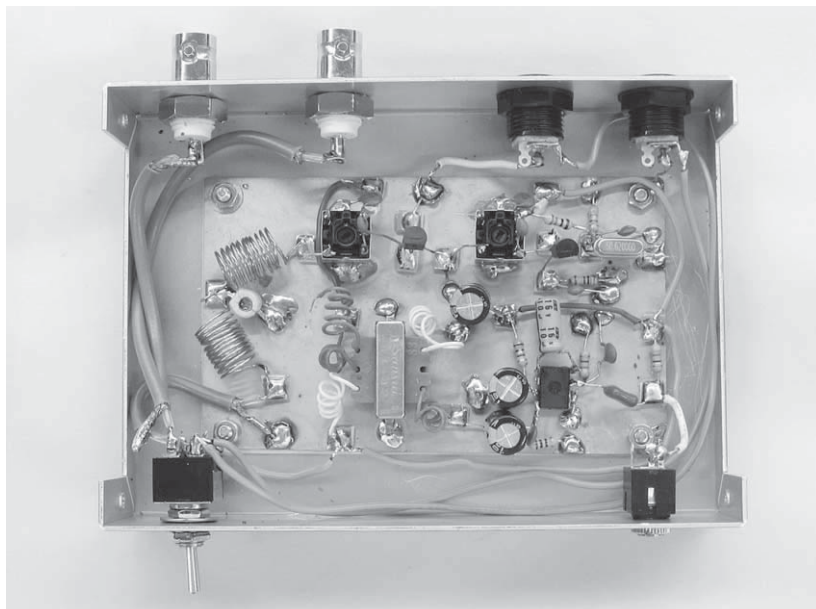


写真2 ケースに入れた50 MHz AM送信機

でモニタしましょう。

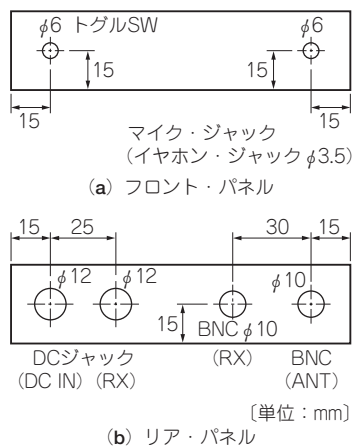
著者はコンデンサ・マイク・ユニットを小さなプラスチック・ケースに入れてハンド・マイクとしています。

運用しよう！

受信機は《5-3》項で作った水晶・コンバータとBCLラジオDE1103です。BCLラジオの代わりにHFトランシーバや受信機で14 MHzに周波数を合わせてもOKです。

まず、送信機から水晶・コンバータに接続する信号用のケーブル(1.5D-2Vの同軸ケーブル50 cmの両端にBNCメス・コネクタを取り付けたもの)とDC用のケーブル(30 cmの平行ビニル線の両端にφ2.1 mmのDCプラグを取り付けたもの)を用意します。電源として著者はNi-MHのエネルギー(サンヨー製)を8本直列にしたものや、乾電池8本を使っています。安定化電源ではノイズが気になるかもしれないので、注意してください。

アンテナとして $\frac{1}{2}$ λダイポール・アンテナなど



ケース：タカチ YM-130
(130×30×90mm)

図6 フロントとリア・パネルの寸法

を用意します。50 MHz帯のAMはほとんど聞こえないので丹念にワッチして相手を探すか、ローカル局とスケジュールを組むのが手っ取り早いでしょう。出力が70 mWと小さいためローカル局との交信しかできませんが、標高の高いところではびっくりするほど飛ぶこともあります。

わないよう注意してください。

図4のように L_1 , L_3 , L_4 は、 $\phi 0.4\text{mm}$ のポリウレタン線を必要な長さにカットして、巻き始めを20mmほど線を残してから、コアに均等になるように巻いていきます。巻き数は、コアの中を通過した数をカウントします。

ところで、 L_2 だけはほかのコイルと違って、二本のより線を巻くバイファイラ巻きという方法です。これが製作するときに、ちょっとたいへんかもしれません。

まず、150mmにカットした二本の線を軽くよじります。20mmほどコアから出して、同様にコアの中を8回とおします。

巻き終わったら、巻き始めと巻き終わりをほどき、被覆を紙やすりやカッター・ナイフで、ていねいにはがします。テストで導通を確認し、間違わないようにしてお互いの巻き始めと巻き終わりをよじて結線します。

製作しよう

マルツパーツ館で販売されている基板には、送信回路とは別にブレイクイン回路も含まれています。まずは先に、送信回路だけを組み立てます。

基板のシルク印刷(パーツ・ナンバー)にしたがってパーツをはんだ付けしていきます。パーツのリード線を基板の穴に入るように形を整えて差し込み、裏面ではんだ付けしてきます。

Tr_1 や Tr_2 のトランジスタのピン足の配置は間違わないように注意してください。コイルのリード線は、絶縁被覆をきれいに取って、基板の裏でリード線を折り曲げて基板に密着させてからはんだ付けすると、うまくできます。

L_2 のバイファイラ巻きのリード線の配置にも気をつけてください。コイルの取り付け不良を防ぐために、4個のコイルがしっかりはんだ付けできているかどうか、各コイルの両端の導通を確か

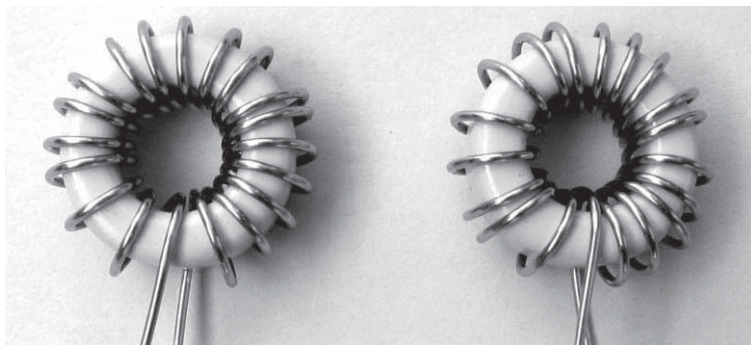


写真4 T-37#6のトロイダル・コアに巻いた L_3 と L_4 (同じもの)

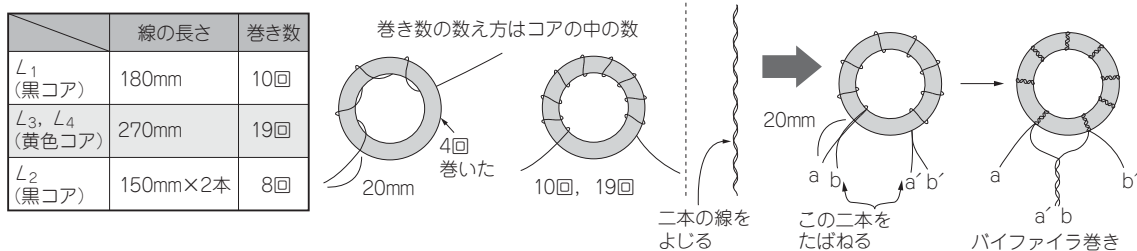


図4 コイル($L_1 \sim L_4$)の巻き方