

電子部品の知識と使い方

無線機器はいろいろな電子部品の組み合わせにより構成されているので、トランジスタをはじめとする多くの電子部品について理解しておく必要があります。そこで、まずどのような電子部品がどのように使われるのか、基本的なことを紹介します。

本書では、通信販売などを通じて誰でも入手できる電子部品だけを使用して製作例を構成しました。しかし、トランジスタやICなど、回路のメインとなる素子は、種類が多くなるとそろえるのがたいへんです。そこで、できるかぎり汎用素子を使い、扱う種類も少なくしたほうが、製作をしていく上ではさまざまな点で有利になります。

ここでは、本書に登場する主な電子部品について紹介します。

抵抗器・ボリューム

抵抗器は、電子回路ではなくてはならない部品です。抵抗の働きは、電流を流れにくくすることによって、設計したとおりに電子回路を動作させたり、抵抗を流れる電流によって生じる電圧降下を利用して、分圧・分流などを行うことができます。

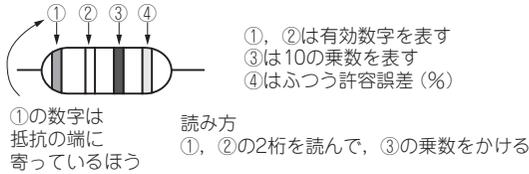
抵抗器には、素材によって炭素皮膜抵抗、金属皮膜抵抗、ソリッド抵抗、セメント抵抗など、多くの種類があります。本書で紹介している回路では、ごく一部を除き、 $\frac{1}{4}W$ で誤差 $\pm 5\%$ という一般的な炭素皮膜抵抗を使います。

● 固定抵抗器の値

抵抗は Ω （オーム）という単位で表されますが、補助単位として $k\Omega$ （キロオーム）、 $M\Omega$ （メガオーム）などがよく使われます。また、その抵抗器の値は図1-1-1に示すように、カラー・コードで本体に表示されています。この色と数値の関係を覚えるには語呂合わせによる方法が便利です。p.2も合わせてご覧ください。

ところで、回路図で指定されている抵抗値とまったく同じ数値の抵抗器でなければ使うことができないということは、実は少ないのです。例えば、 300Ω の抵抗を使うべきところで、 270Ω や 330Ω の抵抗があるとすれば、ほとんどの場合どちらでも使うことができます。近い数値の抵抗で代用することが可能である場合があります。使えないのは、終端抵抗やアッテネータ、バイアス電流設定用など、精密さが要求される場合です。

見本



色	数字	語呂合わせによる覚え方	10の乗数③
黒	0	黒い礼服	10^0
茶	1	お茶を一ぱい	10^1
赤	2	赤いエンジン	10^2
だいたい	3	第3の男	10^3
黄	4	岸恵子	10^4
緑	5	みどり子(赤ちゃんのこと)	10^5
青	6	青二才のロクデナシ (人に向かって言うてはいけない)	10^6
紫	7	紫式部がなまって「むらさき7ふ」	10^7
灰	8	ハイヤー	10^8
白	9	ホワイト・クリスマス	10^9
金	5 [%]	金五郎さん	10^{-1}

カラー・コードの読み方の例

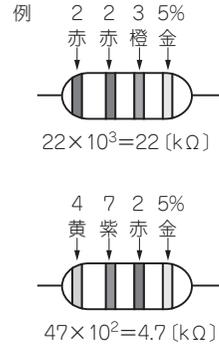


図1-1-1 抵抗のカラー・コード(p.2参照)
抵抗以外にも、RFC(固定インダクタ)にも使われる。色と数値を語呂合わせで覚える方法がお勧め

● 連続して値を変えられるボリューム

ボリュームは、連続的に抵抗の値を変えられる可変抵抗器のことを言います。これには、一般にAカーブとBカーブという特性があります。本書ではBカーブのボリュームを多く使っていますが、Aカーブでも問題ありません。受信アッテネータ用としてよく使う2kΩのボリュームは、10kΩでも問題なく使えます。どちらを使ってもよいでしょう。10kΩに統一したほうが、かえって便利かもしれません。

コンデンサ

コンデンサは、2枚の金属板を狭い間隔で向かい合わせた構造をしています(図1-1-2)。直流に対してはこの金属板間に電気を蓄えます(しかし、電流は通さない)が、交流に対しては電流を通過させるという特性があります。2枚の金属板の間に蓄えられる電気の量を静電容量とよび、単位はF(ファラッド)が使われます。ただし、Fの単位のままでは大き過ぎるので、補助単位であるμFやpFが使われます。

2枚の金属板間に挟む誘電体の種類により、多くの種類のコンデンサが作られています。種類によってそれぞれ特徴がありますが、本書では、高周波特性の良いセラミック・コンデンサと静電容量が大きな電解コンデンサを主に使います。

見本の容量単位と回路記号を図1-1-3に示します。

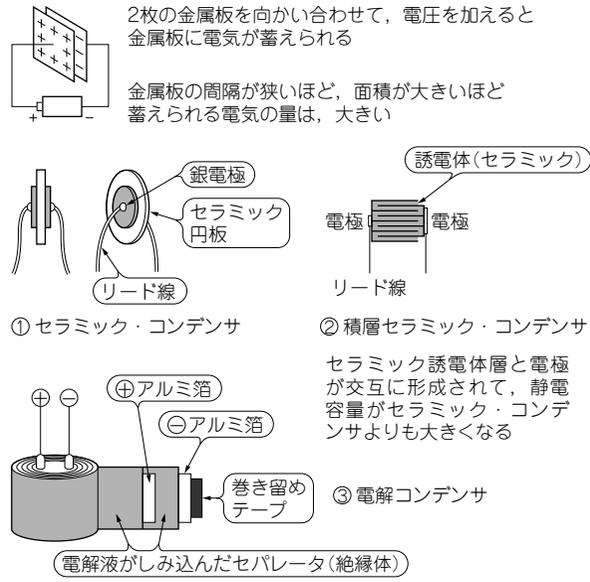
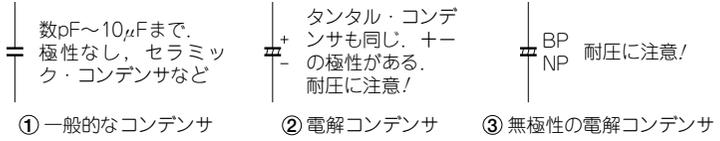


図1-1-2 コンデンサの構造

ファラッド(F)
 1F = 1000000 μ F
 1 μ F = 1000000pF
 1 μ F = 10⁻⁶F
 1pF = 10⁻¹²F



(a) 静電容量の単位

(b) コンデンサの回路図記号

図1-1-3 コンデンサの静電容量の単位と回路図記号

● 容量の表示方法とコンデンサの耐圧

図1-1-4に、コンデンサの静電容量の読み方を示します。三つの数字で表されるこの表記法は慣れるまではたいへんですが、他の部品でも使われることがあるのでぜひ覚えましょう。

コンデンサには耐圧があり、その耐圧以上の電圧をかけると壊れます。セラミック・コンデンサは一般的には耐圧50Vで、コンデンサに耐圧の表示がされていない場合がほとんどです。一方、電解コンデンサには必ず耐圧の表示があります。

本書で紹介する製作例の電源はすべて12V以下なので、耐圧16V以上の電解コンデンサを使うことができますが、余裕を見て25V以上の耐圧のものを使用すると安心です。なお、電解コンデンサの+、-の極性を間違えないよう注意してください。

● **見本** セラミック・コンデンサの使い方

セラミック・コンデンサは高周波回路によく使用しますが、そのほかに高周波成分が電源の配線などに

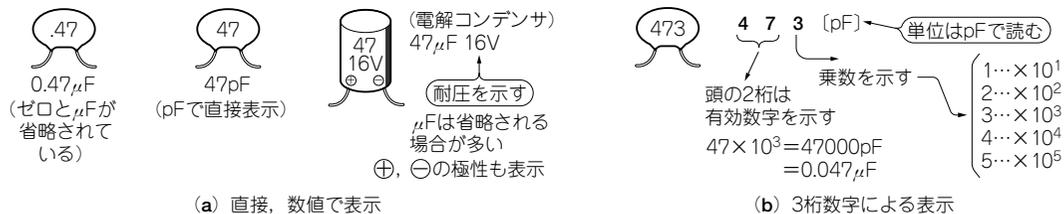


図 1-1-4 コンデンサの容量表示

回り込むのを防ぐために入れるバイパス・コンデンサ(パスコン)として $0.01\mu\text{F}$ をよく使います。回路図に記入されていなくても、回路の動作がおかしいときは、電源ラインとグラウンドの間に $0.01\mu\text{F}$ のパスコンを入れると解決することが多いのです。

● 電解コンデンサの使い方

電解コンデンサは、陽極と陰極にアルミ箔を使用し、その間に電解質をしみこませたシートを挟んで巻いた構造をしています。

アルミの電極間は絶縁されていますが、中には絶縁状態の悪いものもあるため注意が必要です。特に、直流をカットして、低周波信号のみを通過させたいカップリング・コンデンサとして使う場合は、音質が悪くなったり、絶縁度が下がるためにリーク電流が流れて次第に影響を与えることもあります。筆者は、マイク・アンプの回り込みや、LM386にリーク電流が流れて動作が止まったというトラブルを経験したことがあります。カップリング・コンデンサには、 $0.1\sim 10\mu\text{F}$ 程度の電解コンデンサが使われますが、動作がおかしいときにはこのコンデンサを疑ってみるということも覚えておいてください。

また、電解コンデンサは、高周波増幅回路や電力増幅回路などで、大電流が流れる電源回路を安定にするとともに使われます。電源回路のインピーダンスを下げるために、 $0.01\mu\text{F}$ のパスコンと並列に $10\sim 100\mu\text{F}$ の電解コンデンサを入れてあるのはそのためです。

● 積層セラミック・コンデンサを使おう

最近ではセラミック・コンデンサにも、容量の大きなものが登場してきました。それが積層セラミック・コンデンサです。インダクタンス成分がなく絶縁性もたいへん良好で、カップリング用としてとても優れています。

現在では、 $0.1\sim 1.5\mu\text{F}$ のものを入手できるようになったので、電解コンデンサの代わりにカップリング・コンデンサとして積層セラミック・コンデンサを使うと、回路の動作の不安がなくなります。

● 可変容量タイプのコンデンサ

そのほかに、容量を連続的に可変させることができるバリコンやトリマ・コンデンサなどがあります。バリコンや半固定トリマは、周波数を動かすVXO用のコンデンサとして使います。VXO用としては、 20pF のFM用ポリ・バリコンがよく使われています。また、局部発振用のVXOには $50\sim 120\text{pF}$ の半固

見本

定トリマがよく用いられていて、周波数を合わせた後はその値に固定されます。

コイルとトランス

コイルには、交流阻止用使用するチョーク・コイルや並列共振用コイル、ローパス・フィルタ (LPF) 用コイル、終段回路のインピーダンス整合用のトランスなどがあります。コイルはインダクタとも呼ばれます。

部品としては、RFC (チョーク・コイル)、FCZ コイル (トランス構造)、フェライト・コアやトロイダル・コアに巻かれたコイルなどがあります (写真 1-1-1)。

● RFC (チョーク・コイル)

RFC の数値の読み方を、図 1-1-5 に示します。RFC には、 $100\mu\text{H}$ 以下の高周波用から、 $1\sim 200\text{mH}$ の低周波用のものがあります。

本書では主に、VXO コイルの代わりに使ったり、VXO コイルと直列に入れて、全体のインダクタンスを増やすために使います。

● 高周波回路で大活躍する FCZ コイル

FCZ コイルは、高周波用の共振コイルとしてなくてはならない重要な部品です。周波数ごとに多くの種類があり、サイズにも数種類あります。自作に向いているのは、一辺が 10mm の 10S タイプという FCZ コイルで、本書の製作例にもたくさん登場します。また、VXO 用コイルとしては、FCZ コイルの VX2、VX3 を使います。なお、VX3 は VX2 の改良版です。アマチュアの自作ではどちらも同じように使うことができます。

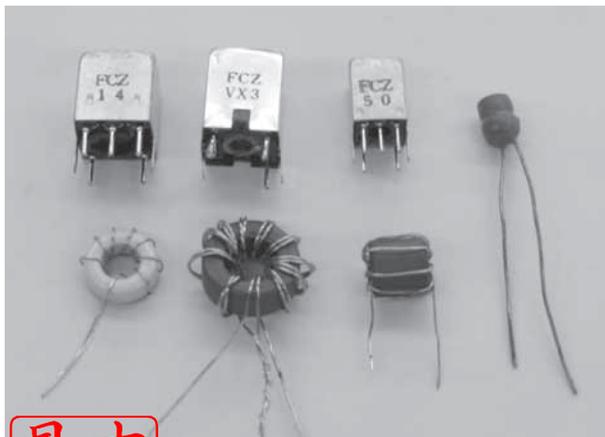


写真 1-1-1 コイルやトランスには多くの種類がある

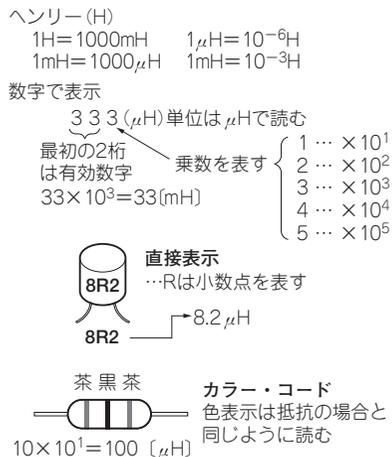


図 1-1-5 RFC (チョーク・コイル) のインダクタンス表示

● 広帯域トランス

終段の整合回路として使われる広帯域トランスは、再現性がよく、自作回路ではよく使われる定番です。広帯域トランスは、フェライト・ビーズFB-801#43に巻いた小電力(1W以下)のものと、FT-50#61に巻いた5W以下の二つを使い分けています。また、トロイダル・コアのT-37#6を使ったものは、ローパス・フィルタ(LPF)用として使います。

コアに巻く線は、ほとんどの場合、0.2~0.3mmのエナメル線を使っています。巻き線の太さはそれほど気にすることはなく、必要な巻き数を巻ければOKです。なお、リング状のコアに巻く回数は、コアの内側を通した線の数でカウントします。

ダイオード

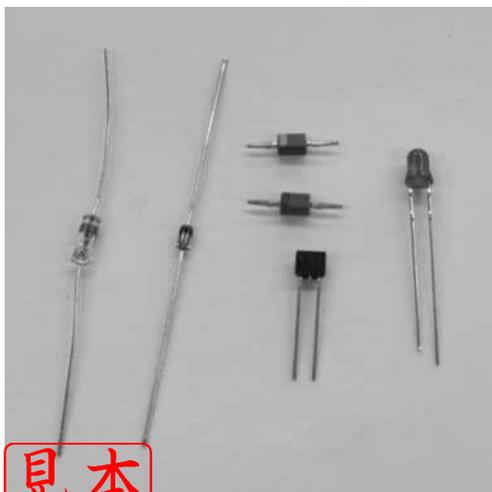
ダイオード(写真1-1-2)は、図1-1-6に示すような回路記号で、矢印の方向にだけ電流を通過させる働きをします。電流が流れる方向を順方向と呼び、順方向に電圧をかけた場合、ダイオードの両端にかかる電位差がどのくらいになったら電流が流れ始めるのかを、順方向電圧 V_F と言います。

順方向電圧は、シリコン・ダイオード(整流用ダイオードやスイッチング・ダイオードなど)で約0.6V、ショットキー・バリア・ダイオードやゲルマニウム・ダイオードでは0.3V前後になります。

LEDでは V_F が約1.6V以上もあり、この電圧以上にならないとLEDは点灯しません。また、高輝度LEDでは V_F が3V以上というものもあります。

本書に登場する主なダイオードを以下に紹介します。1N60以外は、すべてシリコン・ダイオードです。

1N60……ゲルマニウム・ダイオードで、リング検波、SBM、リミッタなどに使う。主に高周波検波用。1N34や1K60などで代用することができる。



見本

写真1-1-2 本書の製作で使用したダイオード類

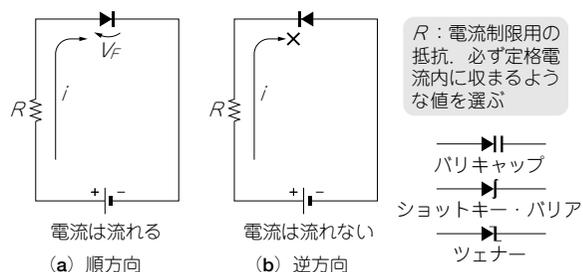


図1-1-6 ダイオードの回路記号と順方向電圧 V_F

1S2076A ……スイッチング・ダイオードで、本書の製作例でも多く使用している。1S1588なども同じように使うことができる。

1SV2208, 1SV50 など ……これらはバリキャップ・ダイオードで、逆方向電圧をかけると小容量のコンデンサと等価になる。逆方向に加える電圧を変えて容量を変化させて、バリコンの代わりとして使うことが多い。

LED ……発光ダイオードで、電流を順方向に数mA～10mA程度流して使う。電源のON/OFFなどの表示用として、または順方向電圧 V_F が一定であることを利用して簡易的な定電圧源としても使われる。

トランジスタとFET

トランジスタやFETは、増幅作用を基本として利用しますが、いろいろな働きをさせるための電子回路の主役的な存在です(写真1-1-3)。バイポーラ・トランジスタとFETの回路記号を図1-1-7に示します。

本書で登場する、主なトランジスタには以下のものがあります。

2SK241GR ……小信号高周波増幅、発振器。

2SC1815GR ……VXO、発振器、マイク・アンプ、トランジスタ・スイッチ。

2SC2053 ……500mWクラスのファイナル。

2SC2078 ……2Wクラスのファイナル(放熱器が必要)。

2SA1015GR ……トランジスタ・スイッチ。

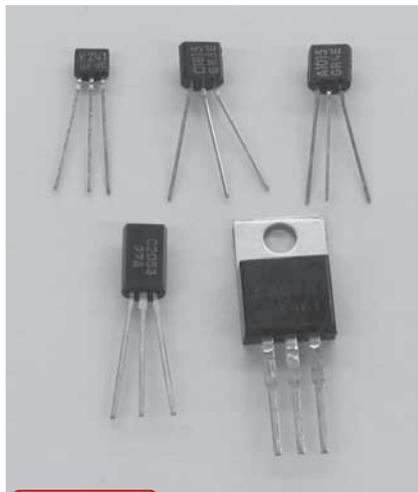
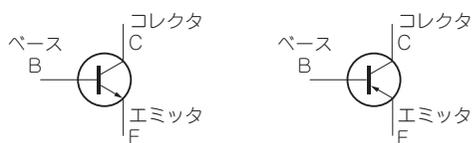
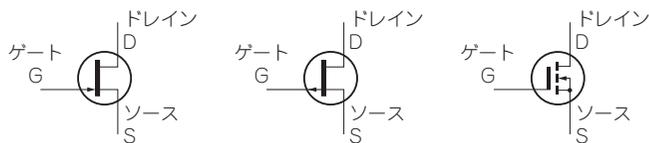


写真1-1-3 電子回路の主役、トランジスタ増幅や発振とアンプ、電子回路・高周波回路にはなくてはならないパーツ



(a) NPN型
2SC, 2SDタイプ

(b) PNP型
2SA, 2SBタイプ



(c) J-FET (N型)
2SKタイプ

(d) J-FET (P型)
2SJタイプ

(e) MOS FET (N型)
2SK241など

図1-1-7 トランジスタとFETの回路記号

ICの内部では、複雑な電子回路が組み合わさって、一つの働きを実現する回路を構成しています。多くの場合、用途が決まった動作となるので、ICを開発したメーカーから推奨回路(標準動作回路)が発表されており、それを元にして回路を組むのが基本です。ピン配置も決められているので、間違いがないように注意してください。本書では、主に次の三つのICを使います(写真1-1-4)。ICのピン配置を図1-1-8に示します。

Column パーツを入手するテクニック

キットを組み立てるのと違い、自分でパーツを集めて行う自作は、独特の楽しさがあります。東京の秋葉原や大阪の日本橋に近い方は、パーツの買い出しという楽しみもあります。しかし、地方ではそういうわけにはいきません。そこで、通信販売を利用することになります。

インターネットで、電子パーツの通販を行っているショップをたくさん見つけることができます。また、雑誌の広告のページには、パーツの通販をしている販売店が掲載されています。その中でも、高周波に関連する自作をするには、サトー電気、池田電子、秋月電子通商といったショップがとっても便利です。

サトー電気は、無線機の自作用パーツが豊富にそろっており、ほとんどのパーツをそろえることができます。池田電子は、水晶の種類が豊富です。また、抵抗やセラミック・コンデンサなどもあり、ときには破格の価格のパーツが出ますから見逃せません。秋月電子通商では、すべてがそろおうというわけにはいきませんが、扱っているパーツがとても安いのが魅力です。パーツをどこでそろえればよいかも自作のノウハウです。

本書でよく使うパーツは、まとめ買いで価格が安くなることが多いのです。2SK241GR, 2SC1815GR, 1M386, TA7358P, 78L05, 1S2076Aなどは、10個単位で購入すると安くなります。

よく使う100Ω, 300Ω, 1kΩ, 4.7kΩ, 10kΩなどの抵抗は、100本単位で購入するとよいでしょう。コンデンサは、0.01μF, 0.1μF, 1μF, 10μF, 100μFをたくさん使いますから、100本ぐらいをまとめて買うとよいでしょう。

トランジスタは、高周波用、低周波・スイッチング用に分けて、ストックしておくといよいでしょう。低～高周波用やスイッチング用として、2SC1815や2SA1015があると、いろんな場面で使えて便利です。本書でも、登場する回数が多いトランジスタなので、ストックしておくとい自作が楽しくなります。

●サトー電気(通信販売)

〒210-0001 神奈川県川崎市川崎区本町2-10-11
<http://www2.cyberoz.net/city/hirosan/jindex.html>

●秋月電子通商 川口通販センター(通信販売)

〒334-0063 埼玉県川口市東本郷252
 電話048-287-6611
<http://akizukidenshi.com/>

●池田電子(通信販売)

〒194-0012 東京都町田市金森187-20
 電話042-721-8577

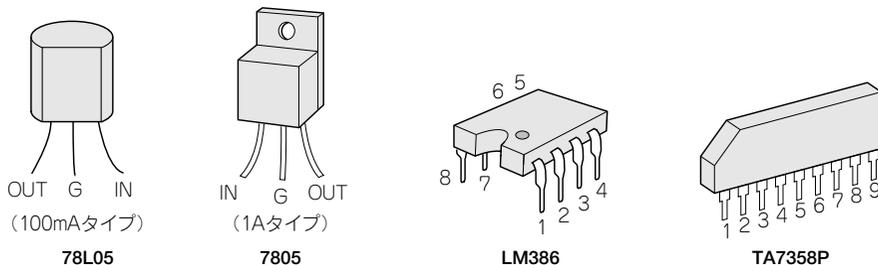


図1-1-8 IC 3タイプのピン配置

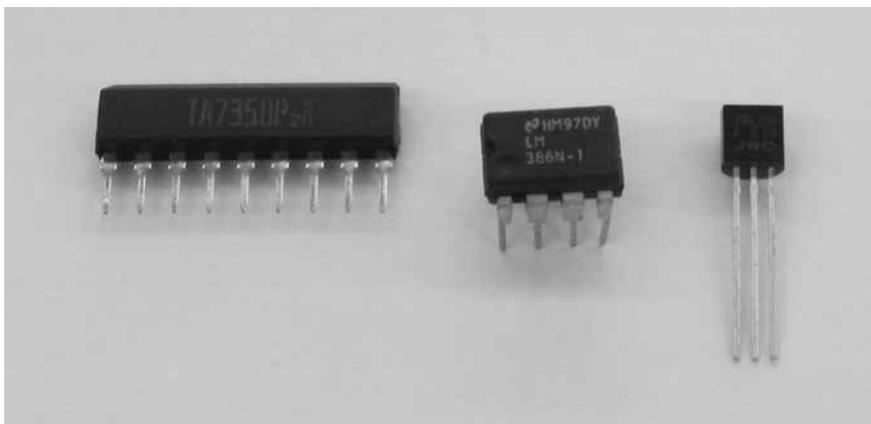


写真1-1-4 本書で登場するICは主に三つ

LM386…………… AF増幅。マイク・アンプや検波後の低周波信号を増幅してスピーカを鳴らす場合などに使う。

TA7358P……………送信機の混合回路(ミキサ)で使っているが、受信機にも応用可能。動作電圧が8V以下ということになっているので、基本的に5V動作としている。

78L05……………3端子レギュレータ。VXO回路やバリキャップ用の電源を安定させるのに使う。

その他の素子

● 水晶発振子

水晶はVXO発振やフィルタなど、高周波回路には欠かせない素子です(写真1-1-5)。必要とする周波数で発振させるためには、特注で作らなければなりません。いろいろな周波数の水晶発振子がとても安価に入手できる場合もあります。安価な水晶をうまく組み合わせて、VXOやフィルタを作ることができます。

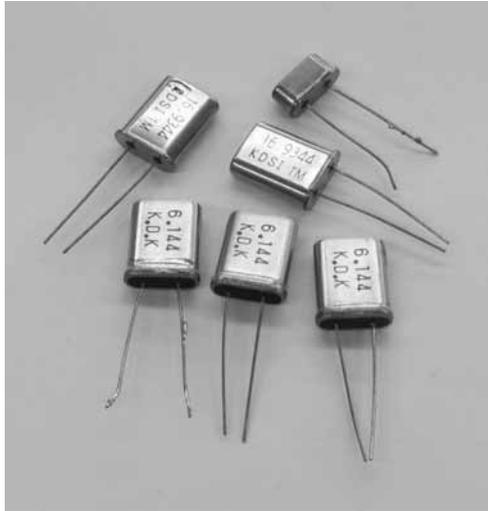


写真1-1-5 水晶発振子は電圧を与えると、決まった周波数で発振動作を行う

● リレー

リレーは、アンテナ回路の切り替えや送受の電源切り替えなどに使います。高周波を切り替えるには同軸リレーを使ったほうが減衰がなくてよいのですが、小さな電力を扱う場合には普通のリレーを使っても問題ありません。ただし、リレーを使った場合、物理的な接点の切り替えになるため、ある程度の時間遅れがついて回ることを、覚えておいてください。

12Vや5Vでドライブするタイプのリレーが使いやすいでしょう。回路の切り替えができればよいわけですから、入手しやすいものをうまく使ってください。

見本

ランド方式で組み上げる電子回路

一般に、電子機器を製作する場合は、プリント基板や穴あき万能基板、FCZ基板などを使って配線する方法がよく知られています。

しかし、本書で紹介するのは、生プリント基板上に小さく切った基板を貼り付けて、ランド(島)として配線していく方法です。この方法は、チップ貼り付け法とかランド法などと呼ばれています。

ランド法は、基板上に空中配線をする感覚なので、真空管時代の配線と少し似ています。基板面にすべての配線があるので、回路をひと目で確認することができます。また、はんだ付け個所を簡単に外すことができるので、回路の変更がとても容易である、というメリットもあります。

また、ランド法は回路図に沿って配線できるので、電子回路を覚えるにはとてもよい方法です。したがって、これから電子回路を覚えたい、無線機器を自由自在に設計製作してみたいという方は、このランド法をマスターしましょう！ 本書では、すべてランド法で製作してあります。

ランド基板の作り方

プリント基板の材料には、ベーク、紙エポキシ、ガラスなどがありますが、どの基板でも同じように製作することができます。そこで、切断しやすさから、ベークか紙エポキシの基板をお勧めします。片面、両面のどちらの基板でも同じように作ることができます。

基板を切断するにはプラスチック・カッターが便利です。切断するところの両面を4～5回けがき、折り曲げると簡単に切断できます(図1-2-1)。

ランドの作り方は、まず基板を5mm幅の短冊状に切断します。幅が狭いので、ラジオ・ペンチで挟んで折り曲げるとよいでしょう。それをニッパで、ポキポキと約5×5mmの正形状にします(写真1-2-1)。ランドは、基板の必要なところに瞬間接着剤で貼り付けていきます。基板上には、図1-2-2のようにはんだ付けしていきます。

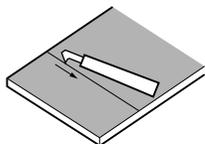
FCZコイルの取り付けは、14MHz以上のコイルは、ケースの上の角の部分をヤスリで磨いてはんだをのせておいてから、基板の必要なところに逆さまにしたコイルのケースをはんだ付けします。VX2(3)や9MHz以下のコイルは、逆さまに取り付けると、コアを調整することができないので、ピン足のところに

見本

ランドを貼り付けて、通常の向きにして取り付けます(図1-2-3)。

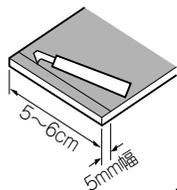
ICは、形状によって、横向きにしたり、背中面に両面テープを使って基板に貼り付けます。逆さまに

① 基板の切断(カット)

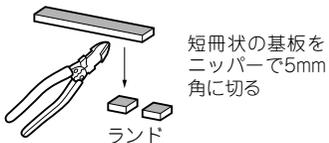


切断するところに定規をあてPカッターで、表、裏の両面ともに4~5回けがいて、折り曲げると簡単に折れる

② ランドの作り方



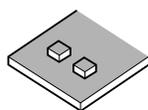
基板の切断の要領で5mm幅の短冊状にPカッターでけがいて、ラジオ・ペンチではさんで折る



短冊状の基板をニッパーで5mm角に切る

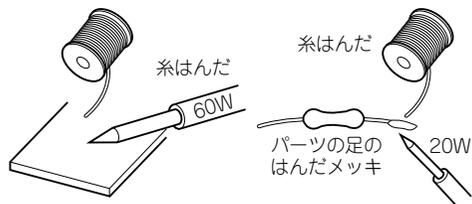
③ ランドの貼り付け

⑦ ランドをピンセットではさんで瞬間接着剤をつける

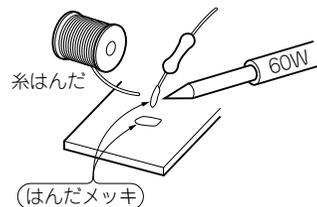


⑧ ランドを基板の上に置き、千枚どおしで上からおさえて固定する

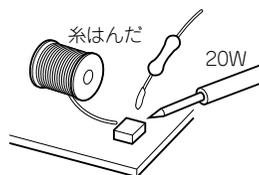
図1-2-1 ランドの作り方



① 基板をはんだゴテで熱したところに糸はんだを流し込む(はんだメッキ)



② はんだメッキしたところをはんだゴテではんだを溶かして、パーツを付けて新たにはんだを流しこんで固まるのを待つ



③ ランドにはんだメッキしたパーツの足をあててすばやくはんだ付けする

図1-2-2 ランドへのはんだ付けの仕方

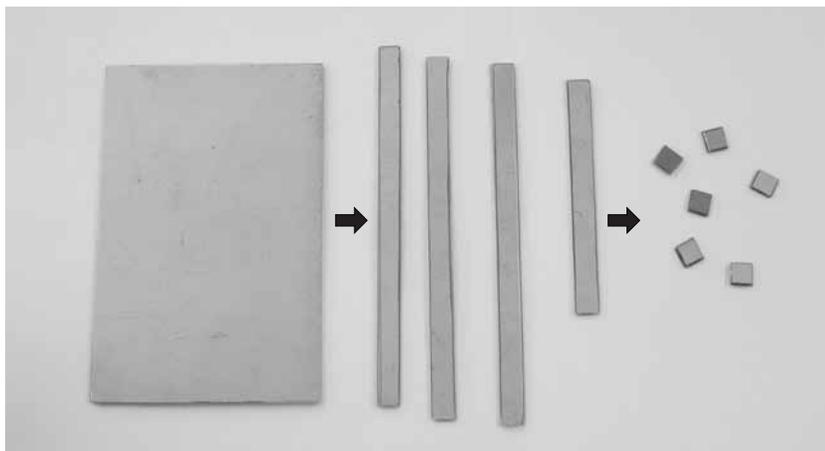
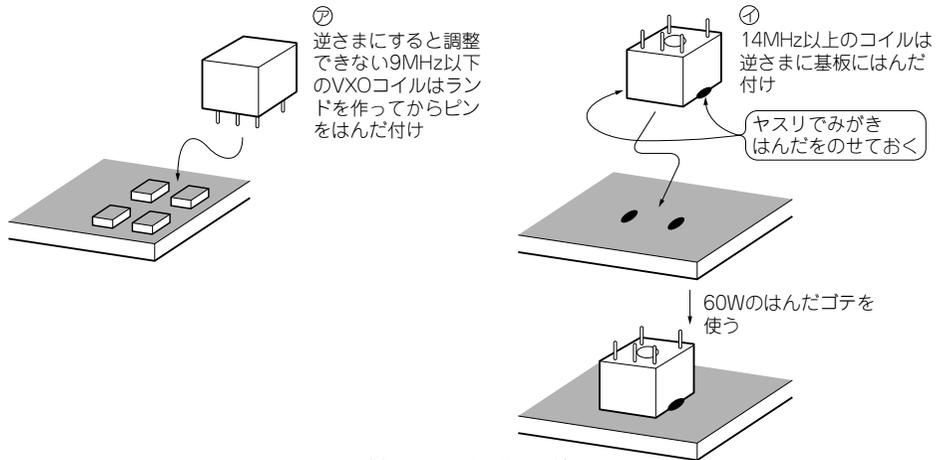


写真1-2-1 左の生基板から中央の5mm幅の基板を切り出し、それを右の5mm角のランドにする

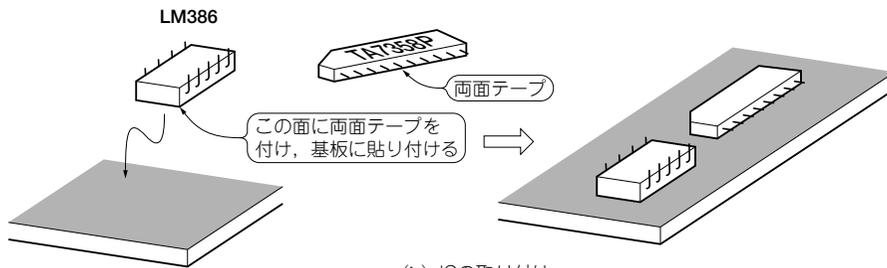
見本

取り付ける場合、ピン番号は間違えないように十分、注意してください。リレーも同じように、背面に両面テープを貼り付けて、逆さまに取り付けます。大切なのは、配線がしやすいようにパーツを取り付けるということです。

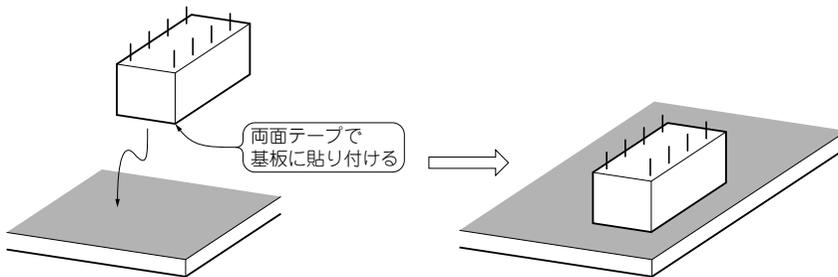
なお、アース面のはんだ付けは60Wのはんだゴテを使います。パーツとランド、パーツ同士のはんだ付けには、20Wのはんだゴテを使います。必要に応じて、2本のはんだゴテを使い分けるということです。



(a) FCZコイルの取り付け



(b) ICの取り付け



(c) リレーの取り付け

見本

図1-2-3 コイルやIC、リレーのはんだ付けと固定方法

ランド基板を使って作ってみよう！

ランド基板を作る練習として、モールス練習機を作ってみます。図1-2-4に、その回路を示します。基板にするのは点線で囲まれた部分で、①LM386アンプ基板と②ツインT発振基板の2枚に分けて作ります。

● LM386でスピーカ・アンプを作る

回路図を元にして、まずパーツをどのように配置するかを考えます。方眼紙やメモ用紙に実際の配置図を描いていくとよいでしょう。回路図からランドの配置図を考えていくのは、とても大切な作業です。

配置図が決まったら、それを必ずメモにして残しておいてください。あとあと、とても参考になります。

最初にメインになるICのLM386を中央に置き、その他のパーツの配置を考えます。LM386は逆さまに基板に貼り付けるので、ピン配置を間違えないようにしてください。

筆者は、図1-2-5のように描いてみました。基板の大きさは35×35mmとしましたが、もう少し大きくゆったり作ってもかまいません。LM386の背中に両面テープを貼り付けて、基板の真ん中に配置図と同じピン配置になるように貼り付けます。次に、必要なところにランドを貼り付けていきます(写真1-2-2)。4個所のランドなので、すぐ完成すると思います。ランドの位置を間違えて貼り付けたときは、ラジオペンチでランドを挟んで引っ張れば、簡単に取り除くことが可能です。

さて、次ははんだ付けです。基板面のアース・パターンには60Wのはんだゴテを使います。ICのピン、ランドとパーツのはんだ付けには20Wのはんだゴテを使います。2本の大小のはんだゴテを使い分ける

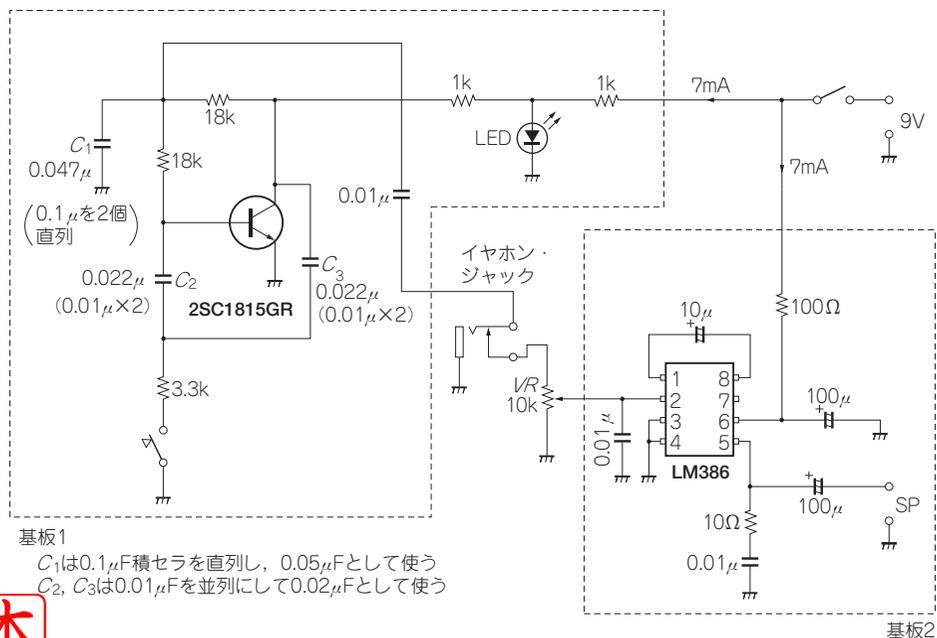


図1-2-4 簡単なモールス練習機の回路

のがコツです。

写真1-2-3 ようにはんだ付けが終わったら、回路図を見ながら配線を確認してください。間違いがなければスピーカを付けて、電源に9～12Vの直流電源をつなぎます。このとき、回路に流れる電流は7mA程度です。必ず、電流を測定してください。2ピンに指を触れてスピーカからブーというハム音が聞こえればOKです。

● ツインT低周波発振回路を作る

もう1枚の基板、ツインTという低周波正弦波発振器を作ります。

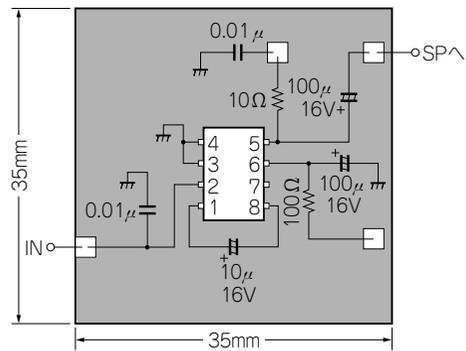


図1-2-5 ランド法で作るモールス練習機の部品配置

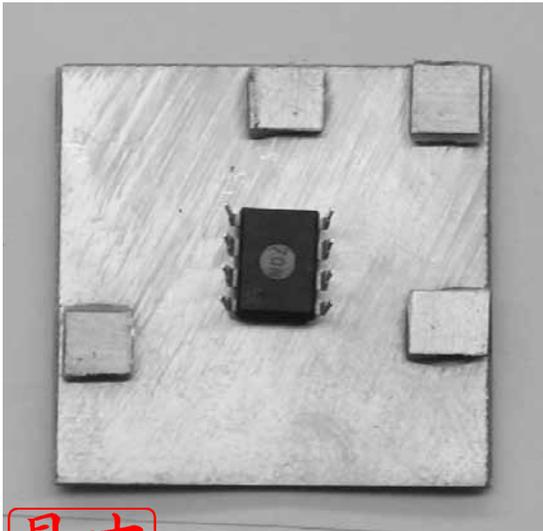


写真1-2-2 ICを基板の真ん中に配置して、空きスペースを利用してランドを貼り付けていく

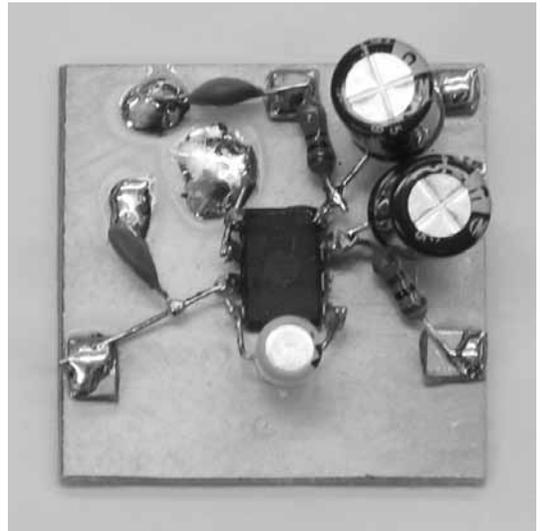


写真1-2-3 ランドをベースにして、パーツをはんだ付けていく