

## プリント配線について学ぼう

エレクトロニクス時代を生きるわたしたちの身のまわりには、数多くの電子機器が存在し、それらの機器のほとんどにプリント配線が使われている。ここでは、プリント配線に必要な基礎的知識として、プリント基板の作成、プリント基板に取りつける電子部品のはんだ付けの方法、電子部品の検査方法などを学ぼう。これらのことを学んで、参考作品としてかかげてある増幅器を内蔵したスピーカを製作してみよう。

## プリント配線の基礎知識

## 1 プリント基板について

10 プリント配線とは、図1のように絶縁基板の上に、印刷によって電子回路をつくり、これに電子部品をはんだ付けしたものである。電子機器の小型化・量産化と高性能化に役立っている。

15 プリント基板の製作の原理は、生基板(プラスチック樹脂の上に銅箔をはく)に配線のパターンを残し、不要な銅箔をエッチング(腐食)によって、取り除いたものである(図2)。

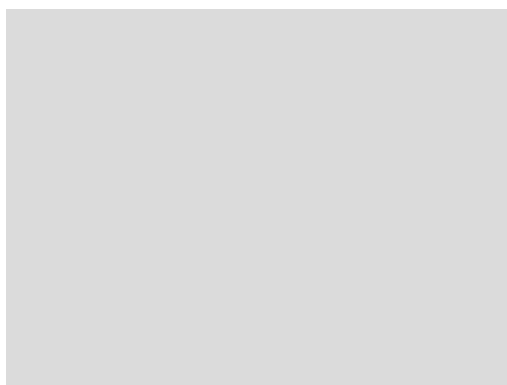


図1 プリント基板とプリント配線の例

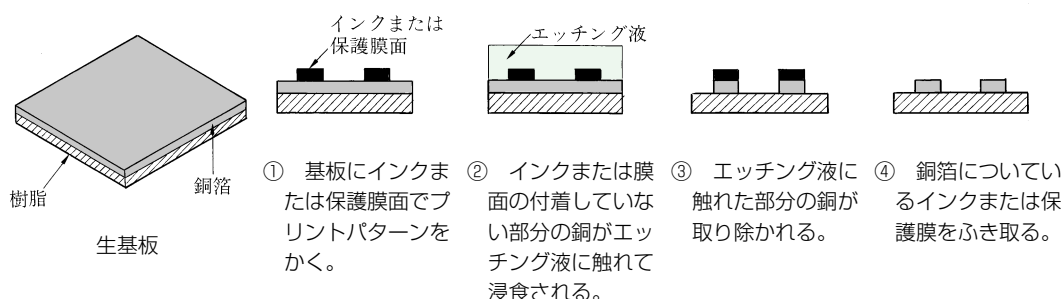


図2 プリント基板の製作の原理

20 このプリント基板を製作するには、①生基板に直接パターンをかく方法、②感光基板を使う方法などがある。

①の方法は、比較的簡単なパターンで、製作枚数が少ない場合、②の方法は、手間と時間と費用がかかるが、複雑なパターンで、枚数を多くつくる場合に有効である。

①と②の方法の手順を、おおまかに示すと次の図3のようになる。

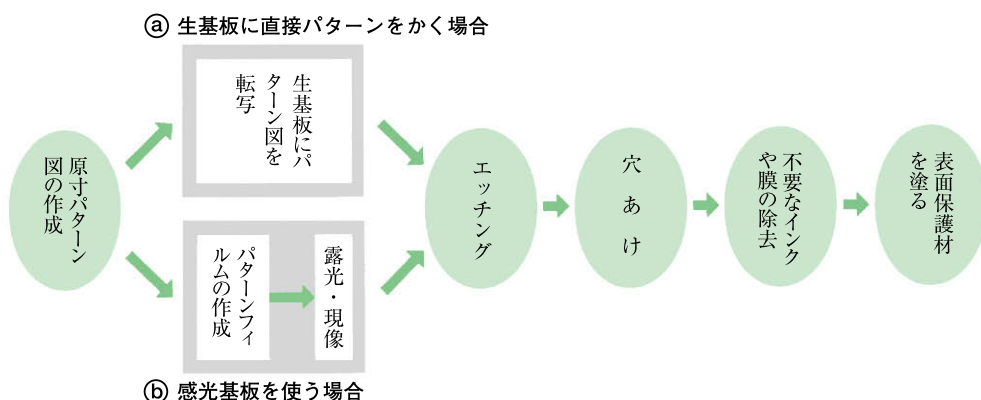


図3 プリント基板の製作の手順

## プリント基板の製作

### 準備

#### ●材料

- ①生基板に直接かく方法 生基板, トレース紙(方眼つき), 油性ペン  
 ②感光基板を使う方法 感光基板, フィルム(トレース紙でもよい), 現像液, 露光装置(蛍光灯, 直射日光でもよい), ガラス板  
 共通に必要なもの エッチング材料(エッチング液, プラスチック容器, 竹ピンセット), レジスト除去液, フラックス

#### ●用具

定規, アクリルカッター (金切りのこでもよい), クレンザー, スチールウール, 千枚通し, ミニドリル, 筆

5

## 1 生基板にパターンをかく方法

### 1 パターン図を作成する(図4)

10

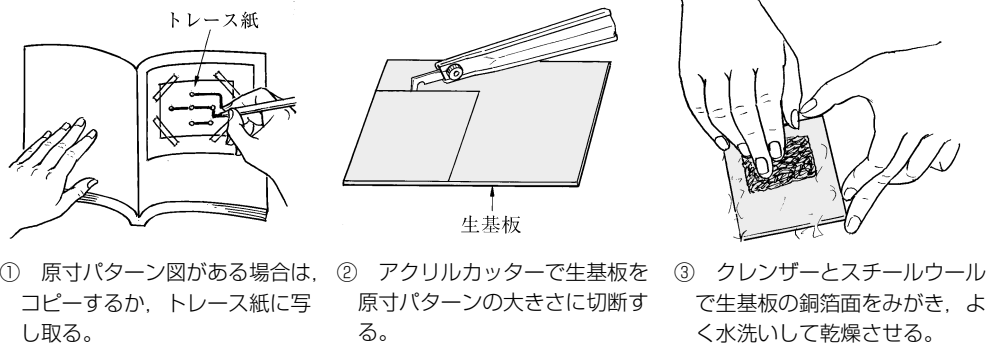
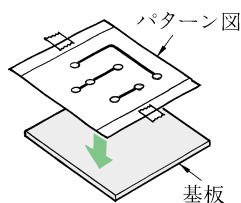


図4 パターン図の作成

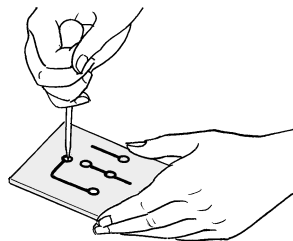


原寸パターン図がない場合は、回路図を参考にして部品の配置を決め、方眼紙に原寸大でパターンをかく。

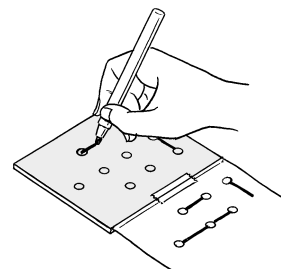
## 2 パターン図を転写する



① パターン図を銅箔面にはり合わせ、パターン図の上下の端を折り曲げてテープで生基板にはりつける。



② 千枚通しなどで、パターン図の上から穴の中心の位置に印をつけておく。



③ テープの片方だけをはがし、穴の位置とパターン図をみながら、油性ペンで銅箔面にパターン図をかく。

図5 パターン図の転写

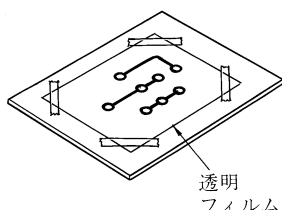


**注意** 塗り忘れ、むら、かすれのないようにする。



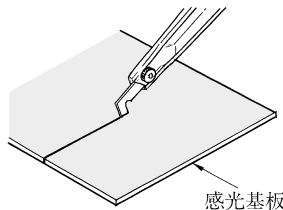
**参考** 油性ペンかわりに、専用のレタリングを利用するときれいに、正確に仕上がる。

## 2 感光基板による方法



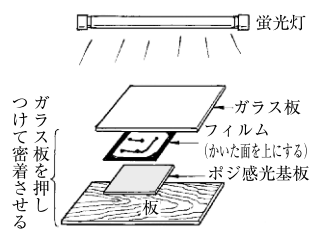
① パターンフィルムの作成

原寸パターン図の上に、透明フィルム(OHPフィルム、トレース紙、専用フィルムなど)を重ね合わせ、フィルム上にパターン図をつくる。



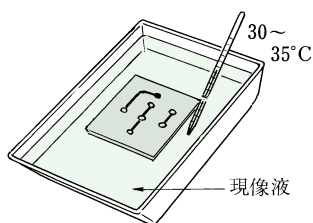
② 基板の切断

感光基板を必要な寸法より少し大きめに切り取る(所定のサイズに切断するのは、穴あけ加工のすんだあとにする)。



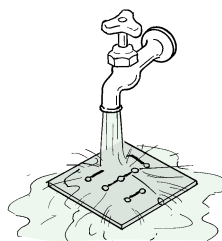
③ 露光

作成したフィルムと感光基板をよく密着させて露光する(露光時間は、基板製造日から厳密に決められている。詳細は、説明書を必ず読むこと)。光がむらなく、均一に当たるようにする。



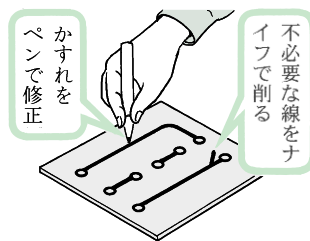
④ 現像

非金属の容器に現像液を入れ、感光基板を洗める。容器ごと液を振り動かし続ける(液温は30～35℃で2分くらいとする)。基板の銅箔面とパターンがはっきり現れ、それ以外の膜面が溶けたら引き上げる。



⑤ 水洗い・乾燥

こすらないよう注意して、水洗いし、乾燥する。



⑥ 修正

現像むらやパターンに傷がないかを調べる。パターンの切断やかすれはペンで修正し、はみ出しなどはナイフで削り取る。

図6 感光基板によるプリント基板の作成



- ① 原寸パターン図がない場合は、図4の参考と同様に行う。
- ② パターン図の作成は、専用のレタリングを利用するときれいに正確に仕上がる。



- ① 基板に傷をつけたり、手の油をつけたりしない。
- ② 基板の切断は薄暗い場所で作業すること。

### 3 エッチングをする

- 1 ●プラスチックの容器にエッチング液を入れ、基板を沈める。
- 2 ●基板を動かしていると、不要な銅箔部が溶けてパターンだけが残る(図7)。
- 3 ●完全に溶けたら、水洗いをしてから乾かす。

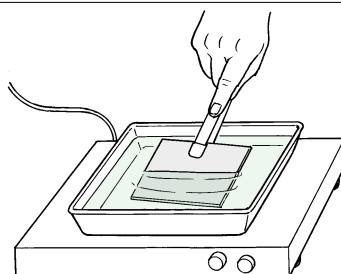


図7 エッチング

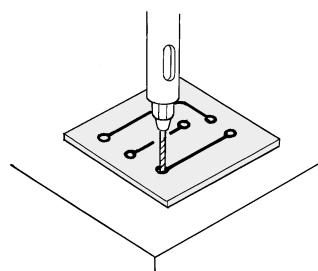


廃液の処理は、指示に従って行うこと。



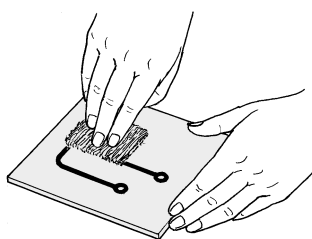
- ① 液温は、35～40℃程度がよい(保温器の上で作業するとよい)。
- ② 専用の卓上エッチング装置を使うと、早く確実にできる。

### 4 基板の仕上げ



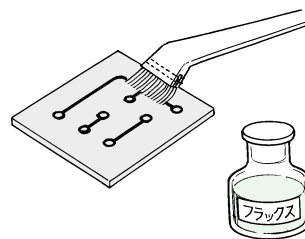
① 穴あけ

エッチングのすんだ基板にミニドリルなどで穴をあける。φ0.8のドリル刃ですべての穴をあけ、必要に応じて太いドリル刃で穴を広げていく。



② レジスト除去

パターンをかいた油性インクや保護膜面などをクレンザーとスチールウールを用いて一方向に磨きながら、取り除く。その後、水で洗い、乾燥させる。



③ フラックス塗布

銅箔のさび防止とはんだの付着をよくするために、筆を使ってフラックスを薄く均一に塗る。

図8 基板の仕上げ



基板の下に古雑誌や木板を置いて穴あけをする。とくに、ICの足穴などは、穴あけの位置がずれないようにする。



スプレー式のフラックスもある。

### 実習を終えて

- ① 正確で、きれいな基板をつくるための反省点をチェックしてみよう。
- ② プリント配線には、生基板や感光基板以外を使う方法もある。どのような方法か調べてみよう。
- ③ 最近のCAD/CAMを利用した基板の製造について研究してみよう。

## 2 電子部品とその検査

電気製品には、数多くの電子部品が用いられている。したがって、電子部品の働きや正しい使いかたを学ぶとともに、部品が正常かどうかを事前に検査することがたいせつである。ここでは、プリント配線に用いられる基本的な電子部品の働きを学んだあと、実験を通してその検査のしかたを学ぶこととする。

### 1 ◆ トランジスタ

電子部品の代表的な素子で、小さな振幅の入力信号を増大して、大きな出力信号を得る増幅や、電気の流れる方向や大きさが周期的に持続振動(交流)をつくり出す発振などの働きをする。pnp形トランジスタとnnp形トランジスタに大別される(図9)。

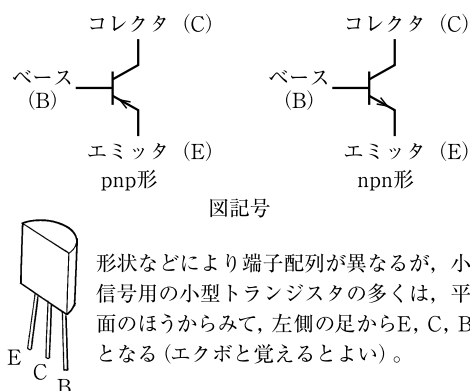


図9 トランジスタの種類と外観

### 2 ◆ ダイオード

図10のアノード(陽極)からカソード(陰極)の方向へだけ電流を流す半導体素子で、交流を直流に変換する整流や、高周波交流から音声信号を取り出す検波などに使われる。

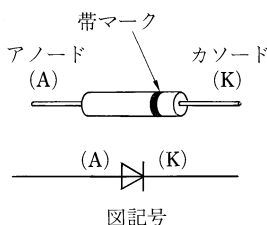


図10 ダイオード

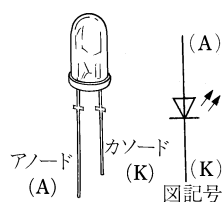


図11 LED

### 3 ◆ LED

発光ダイオードともいう。図11のアノードからカソードの方向へ電流を流すと、発光する。

### 4 ◆ 抵抗器

直流・交流に関係なく、電流の流れをさまたげる働きをする。抵抗器の種類を大別すると、抵抗値が定まっている固定抵抗器と抵抗値を変化できる可変抵抗器(ボリューム)などがある。また、基板などに取りつけて利用する半固定抵抗器は、ボリュームの一種で、調整時に使われる(図12)。

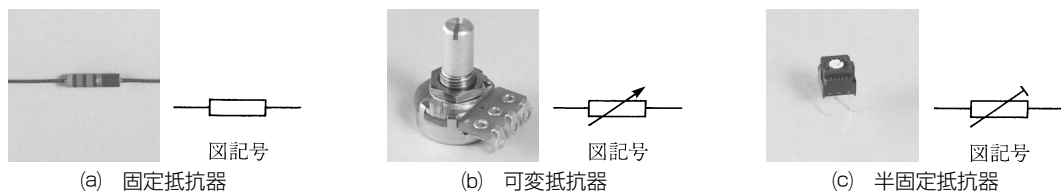


図12 抵抗器の種類と図記号

## 5 ◆ コンデンサ

コンデンサとは、電気をたくわえる働き(蓄電)をする素子という。蓄電の容量や使用電圧によっていろいろな絶縁体を使ったものがある。使用する電圧に注意して、その1.5倍の耐圧をもつコンデンサを用いるようにする。また、極性があるものもある。

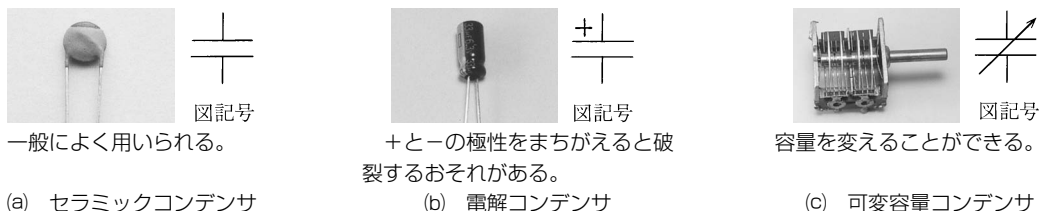


図 13 コンデンサの種類と図記号

## 電子部品の検査

ここでは、トランジスタ・ダイオード・LED・コンデンサ・抵抗・スピーカなどについて簡易な検査を行う。

5

### 準備

- 電子部品
- 用具

トランジスタ、ダイオード、LED、抵抗、コンデンサ、スピーカ  
回路計、乾電池、乾電池ホルダ、わに口クリップ付きコード

## 1 トランジスタの検査

- 回路計のCOM(またはマイナス)端子に黒のテスト棒を、プラス端子に赤のテスト棒をさし込み、低抵抗の測定レンジにして、表1のようになればよい。



回路計内部では、黒のテスト棒をつなぐCOM(または-)端子には正の電圧が加わり、赤のテスト棒をつなぐ+端子には、負の電圧が加わっている。

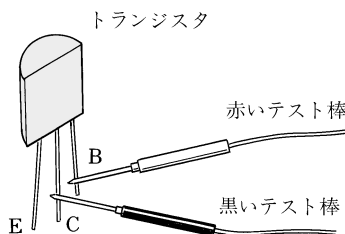


図 14 トランジスタの検査

表 1 回路計による検査

黒のテスト棒		B	E, C
赤のテスト棒		E, C	B
指 針	nnp 形	大きく動く	ほとんど動かない
	pnnp 形	ほとんど動かない	大きく動く

## 2 ダイオードの検査

- 回路計のテスト棒を、図15のようにさし込み、低抵抗の測定レンジにして、ダイオードの足に当てる。
- 表2のようになれば良品である。

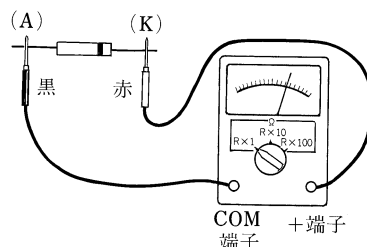


図 15 ダイオードの検査

10

15

20

表2 回路計による検査

黒のテスト棒	アノード A	カソード K
赤のテスト棒	カソード K	アノード A
指 針	大きく動く	ほとんど動かない

### 3 発光ダイオード(LED)の検査

- 図16のように、電源、抵抗とLEDを電源のプラス(+)側にアノードA(足の長いほう、または細いほう)、マイナス(-)側にカソードKをつなぎ、LEDが発光すればよい。

**注意** 電流は10～20 mAを流すように計算し、必ず抵抗を入れること。

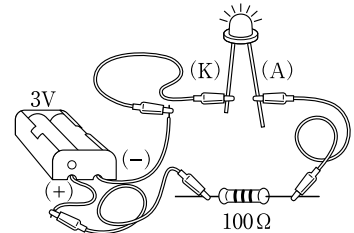


図16 LEDの検査

### 4 抵抗の検査

- 図17のように、回路計で最適の測定レンジを選んで各抵抗器の値を測定する。可変抵抗器の場合は、三つある端子のうち、中央の端子と左右どちらかの端子にテスト棒を当て、つまみを回してみる。指針が滑らかに振れればよい。

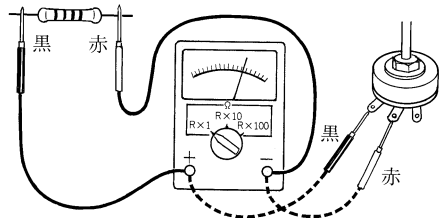


図17 抵抗の検査

### 5 コンデンサの検査

- 図18のように、回路計を抵抗レンジにして、テスト棒をコンデンサの両端子に当てたとき、抵抗値が無限大ならよい。容量の大きい電解コンデンサなどの場合は、充電電流によって、最初、指針が右へ振れてから、次にゆっくりと左へ戻る。

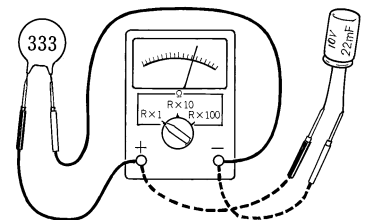


図18 コンデンサの検査

### 6 スピーカの検査

- 図19のように、回路計を抵抗レンジにして、テスト棒をスピーカの両端子に当てたとき、指針が大きく振れ、クリック(カリッという音)が出ればよい。

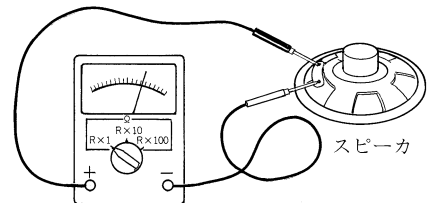


図19 スピーカの検査



## 7 IC の検査

- IC は、工場出荷のとき検査されてはいるが、出荷後に故障の可能性もあるため、必要に応じて動作確認をすること。また、使用するとき、足(ピン)の番号、電源電圧、静電気による破損などにじゅうぶん注意すること。



IC のピンは、一般的に、型番などの印刷面を上にして、左下のピンが1番ピンとなっており、1番ピンであることを表す印がパッケージにつけられている。パッケージの左側は方向を示す印として、切り欠きが施してある。(ピン番号は反時計まわりにつけられている)

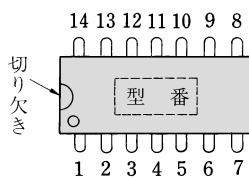


図 20 IC のピンの番号

### 実習を終えて

- ① ほかにどんな電子部品があるか調べてみよう。
- ② 抵抗のカラーコード、コンデンサの記号表示について調べてみよう。
- ③ トランジスタ、ダイオードの検査で、回路計の指針がなぜ表のように動くのかを考えてみよう。

## 3 はんだ付け

### 1 ◆ はんだ付けとは

はんだ付けをしようとする金属と金属の間に、加熱したはんだを溶かし込み、はんだと金属がたがいに拡散し合って合金層をつくり、両方の金属を接合することをいう。

はんだ付けは、電氣的接合がよく、機械的強度がじゅうぶんで、材料・工具なども安価で入手しやすいなどの特徴があり、電子部品の接続などによく用いられる。

### 2 ◆ はんだごてとはんだ

電子部品のはんだ付けには、10～15 W くらいのはんだごてを使う。こて先の銅棒が腐食によって変形したときは、やすりで削って形を整える。



図 21 はんだごてとはんだ



腐食防止のめっきをしてある場合は、削らないこと。

はんだは、すず(Sn)と鉛(Pb)の合金で、用途によってその混合率が異なる。電子部品のはんだ付けには、60 Sn(Sn 60 %, Pb 40 %)のはんだがよく使われる。また、自然環境に配慮した、鉛を含まない鉛フリーはんだ(無鉛はんだ)も使用されている。

金属表面に酸化膜や油などがあると、はんだ付けをさまたげる。これらを除去する役割をもつフラックス(松やに)をはんだの中心に封入した、やに入りはんだが用いられる。



はんだ付けと金属 つきやすいもの…銅、すず、ニッケル、黄銅(真ちゅう)、金  
つきにくいもの…鉄、ステンレス、アルミニウム  
つかないもの……合金、クロムめっきの部分



## はんだ付けの実習

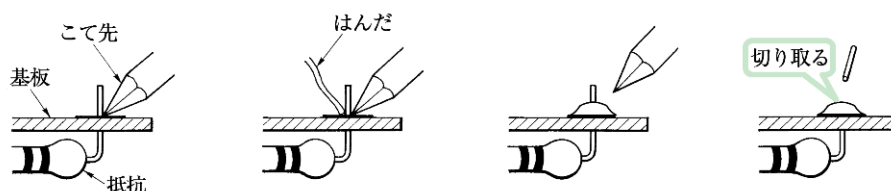
### 準備

- 材料
- 用具

やに入り糸はんだ、穴あき基板、電子部品(抵抗器)  
はんだごて、こて台、ニツパ

### 1 穴あき基板に電子部品(抵抗器)をはんだ付けする

- はんだ付けする部分がきれいになっていることを確認する。汚れやさびは落としておく。
  - 基板の穴に抵抗器の足をさし込み、図 22 に示した要領で、素早くはんだ付けを行う。
- 注意** 抵抗器の足は、切り取らないようにし、そのままの状態ではんだ付けを行うこと。はんだごては、使用しないときはこて台に置くようにする。また、こて先は加熱しているので、やけどに注意すること。



- ① はんだ付けしようとする部分にはんだごてを当て、熱する。
- ② はんだを当て、はんだが流れ出したらはんだを離す。
- ③ はんだごてを離す。
- ④ ニツパで、不要部分の足を切り取る。

図 22 はんだ付けの手順

### 実習を終えて

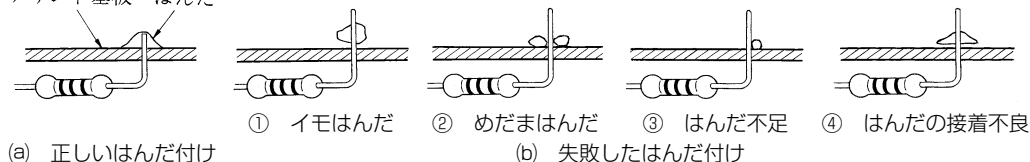
- ① はんだ付けは、「習うより慣れる」であるから練習を続けよう。
- ② 熱に弱い部品(IC、トランジスタなど)のはんだ付けにはどんな注意が必要か。

### はんだ付けの注意

はんだ付けが正しく行われないと、導通不良となり、製品は正常に作動しない。

次の図 23 (a) のように、はんだ付けが確実にできていることを点検する。

プリント基板 はんだ



(a) 正しいはんだ付け

(b) 失敗したはんだ付け

図 23 はんだ付けの注意

## はんだ付けした部品を取りはずす方法

部品を取り換える場合や、まちがって部品を取りつけた場合は、次の方法で取りはずす。

- ① 簡単な部品の場合は、はんだ箇所を溶かして部品を引き抜く。  
または、はんだごての先ではんだを少しずつ吸い取らせる。

- ② はんだ吸取線を用いる。

はんだ吸取線は、特殊な網線で、これをはんだ面につけて、上からはんだごてで熱すると、はんだが吸取線に吸い取られる(吸い取った網線部分を少しずつ切り捨てながら使う)。

- ③ はんだ吸引器を用いる。

取り除くはんだを溶かし、ポンプ式の吸引器のボタンを押して作動させ、はんだを吸い取る。溶けたはんだがポンプ内に収納される(自動式と手動式がある)。

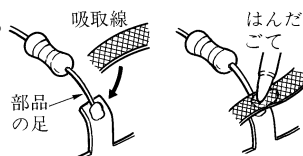
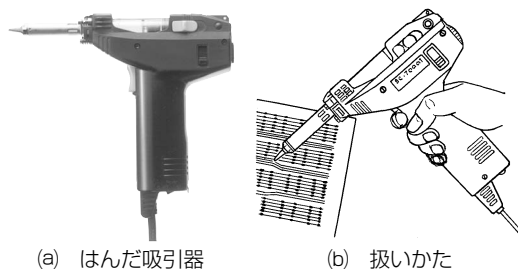


図 24 はんだ吸取線



(a) はんだ吸引器

(b) 扱いがた

図 25 はんだ吸引器と扱いがた

# 増幅器を内蔵したスピーカの製作

これまでに学んだことを応用して、増幅器を内蔵したスピーカを製作してみよう。はじめに、プリント基板をつくり、電子部品を検査して、はんだ付けを行う。

増幅器は、トランジスタなどの電子部品を組み合わせて増幅回路をつくり、小さな入力信号を増幅して大きな出力信号とし、これをスピーカで鳴らすものである。



## 準備

材料	仕様	数量	材料	仕様	数量
トランジスタ	2SA1015 または互換品	1	電池スナップ		1
〃	2SC1815 または互換品	2	配線用ビニルコード	100 cm	1
抵抗	22 k $\Omega$ , 1/4 W	1	スペーサ	10 mm	2
〃	10 k $\Omega$ , 1/4 W	2	木ねじ	3.1 × 20 mm	2
〃	4.7 k $\Omega$ , 1/4 W	1	ファルカタ集成材	350 × 200 × 13 mm	1
〃	3.3 k $\Omega$ , 1/4 W	2	ラワン合板	150 × 90 × 2.5 mm	1
〃	1 k $\Omega$ , 1/4 W	2	基板	85 × 45 mm	1
電解コンデンサ	100 $\mu$ F, 16 V	2	ポリウムつまみ	小	1
〃	10 $\mu$ F, 16 V	4	ミニプラグ	$\phi$ 3.5	1
LED	$\phi$ 5, 赤	1	額縁用葉形とんぼ	18 × 7 mm	1
スピーカ	8 $\Omega$ , $\phi$ 57 mm	1	葉形とんぼ留めねじ	4 × 10 mm	1
ポリウム	10 k $\Omega$ , スイッチ付き	1	塗料	木工用	1
電池	6F22, 9 V	1	瞬間接着剤	木工用	1

## 工具

定規、アクリルカッター、レタリングシート、転写ペン、透明フィルム、紫外線露光器、レジストペン、エッチング液、フラックス、ミニドリル、回路計、はんだごて、ニッパ、ドライバ、平やすり、両面テープ

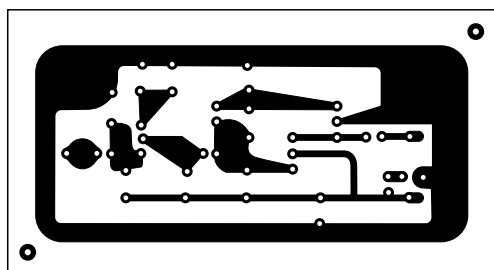


図 26 パターン例

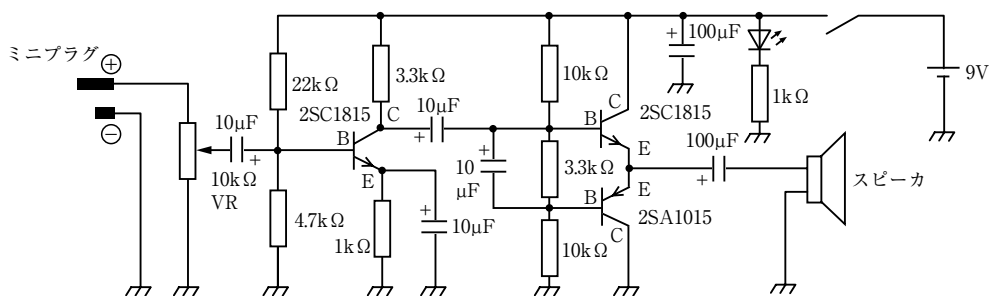



図 27 回路図

## 製作の手順

- ① 図 26 のパターン例にならって、パターン図を作成し、プリント基板を製作する。
- ② トランジスタ、抵抗、コンデンサ、スピーカを検査する。
- ③ 回路図(図 27)、実体配線図(図 29)を参考にして、基板に各部品をはんだ付けする。
- ④ 部品を実装した基板の動作確認を行う。

ラジオやCDプレーヤのイヤホン端子に接続し、電池を挿入してスイッチを入れる。ボリュームを調整して、入力信号が増幅されてスピーカから音が出ることを確認する。

音が出ないときには、次の点を調べる。

- ① トランジスタの種類、取り付けの向きをまちがえていないか。また、3本の足は正しく接続されているか。
- ② 抵抗の値やコンデンサの値をまちがえていないか。
- ③ 部品のはんだ付けは確実か。
- ④ 電池の極性はまちがえていないか。また、電池は消耗していないか。
- 
- 図 28 ケースの図

- 5 ファルカタ集成材とラワン合板を図 28 のようなケースに加工する。
- 6 基板をケースに組み込む。ケース、スピーカ、ボリュウム、LED を瞬間接着剤で取りつける。

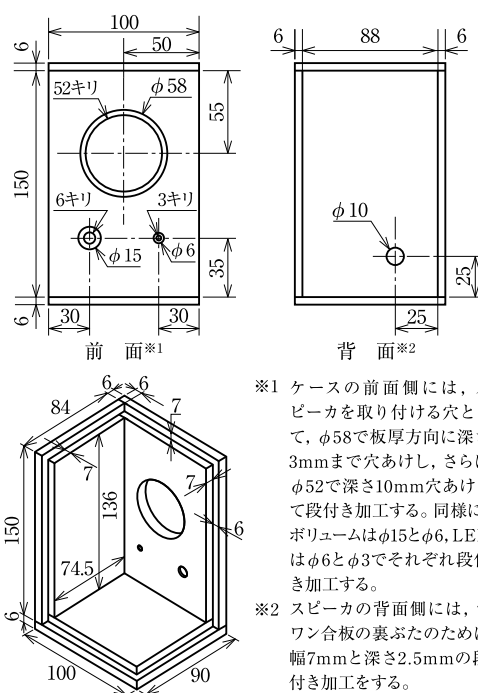


図 28 ケースの加工

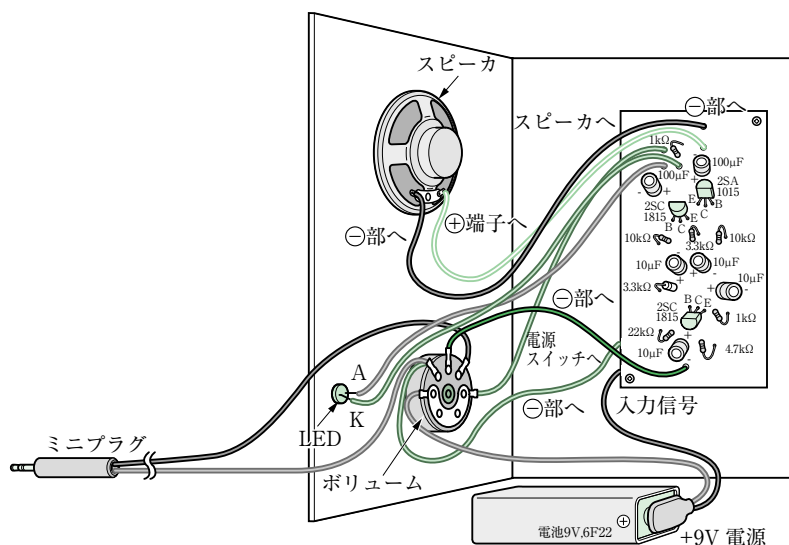


図 29 実体配線図



ステレオにする場合は、もう1台製作する。2台目は、ミニプラグをステレオミニプラグにする。そのステレオミニプラグのもう一つの入力に、モノラルジャックをつける。1台目のミニプラグを2台目のモノラルジャックに接続し、ステレオミニプラグを音響機器に接続する。