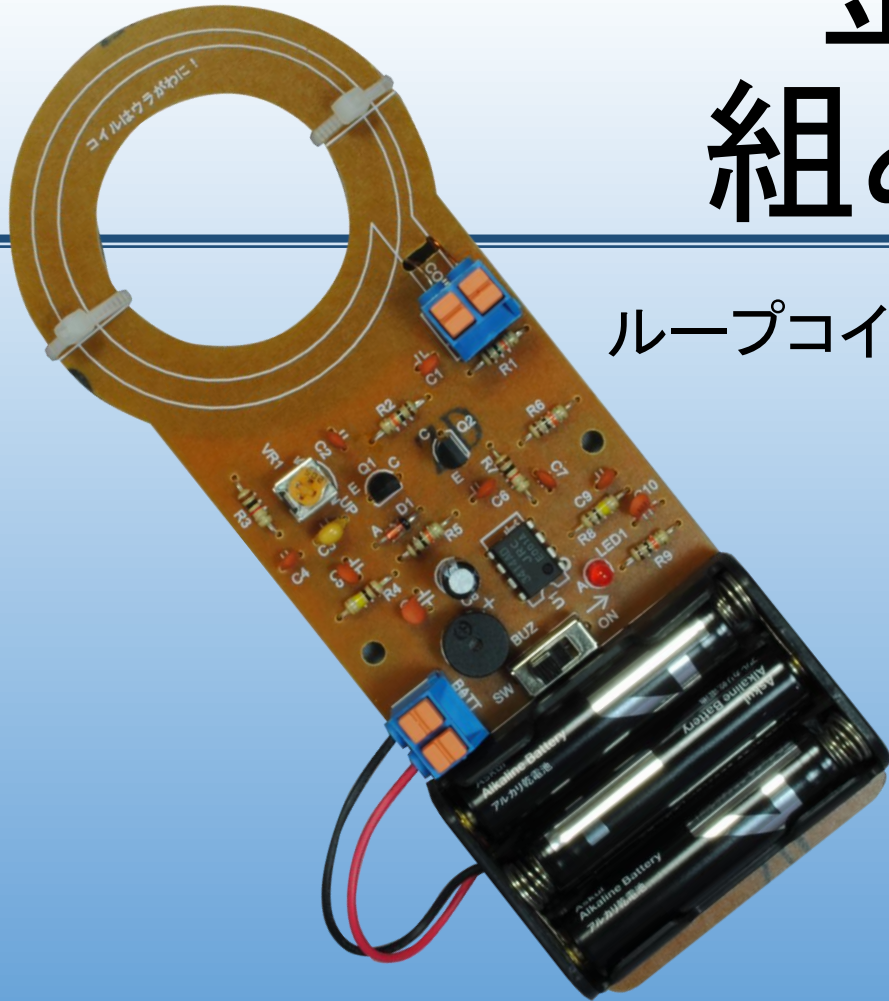


金属探知機 組み立てガイド

ループコイルで高感度 金属探知機 TK-737



学習の狙い

狙い	推測	確認	まとめ
身の回りのセンサー機器の、しくみや特徴について考えを持つことができるようになる。	<ul style="list-style-type: none">● 目的のものを検出するセンサーを調べてみよう。● 金属探知器が使われている場所を探してみよう。● その他のいろいろなセンサーの特徴、原理を調べてみよう。	(6～8ページ)	<ul style="list-style-type: none">● 使用場所、目的によっていろいろなセンサーがあることを知る。● 金属探知器は生活に欠かせないセンサーとして利用されていることを知る。● 目的のものを効率よく確実に検出するために、いろいろな技術が使われていることを知る。

金属探知機の特徴

搭載している機能、しくみ	学習できる内容
LED（赤）	LED(発光ダイオード)の原理
ブザー	エネルギー変換
コイル	コイルと磁界
IC(コンパレータ)	比較回路

部品種類	部品数
電子部品数	33点(はんだ付け箇所:72)

抵抗とダイオードが台紙に取り付けられているので、ミスを軽減できます。



学習内容

①身の回りの「センサー」を探して、その仕組みを調べてみよう。

考えられる答え

タッチセンサー
光センサー
温度湿度
人体感知
接近

スマイル
網膜
静脈
ほこり
金属

傾斜
気圧
心拍
水分
土壌

イメージ
味覚
モーション(動き)
ジャイロセンサー

→6ページ、7ページに、
いくつかのセンサーの
仕組みや特徴を解説。

②金属探知機が使われている場所を考えよう。

考えられる答え

飛行場
食品工場
衣料品工場

地雷調査
建築現場

→8ページに、
金属探知の特徴や用途を解説。

③金属探知機の原理を知ろう。

→24ページ、25ページに、
金属探知機の原理を解説

タイムテーブル例

	項目	内容
1時間目	身の回りのセンサー	探してみよう:身の回りのセンサー。 金属探知機の利用。 調べてみよう:センサーの原理、しくみ。
2時間目	はんだづけ～組み立て	各部品のはんだづけ。 はんだづけの方法、修正方法。
3時間目	動作チェック トラブルシューティング 解説 まとめ	動作チェックとトラブルシューティング。

探してみよう

使われている場所、製品	搭載されているセンサー		
携帯電話	光センサー	気圧センサー	指紋センサー
	タッチセンサー	ジャイロセンサー	
自動ドア	人体感知センサー	網膜センサー	
カーナビ	ジャイロセンサー	加速度センサー	気圧センサー
空気清浄器、掃除機	ほこりセンサー		
エアコン	温度センサー	湿度センサー	
カメラ	ジャイロセンサー	スマイルセンサー	
テレビ	赤外線センサー		
空港の手荷物検査場	金属探知センサー		
銀行(ATM)	静脈センサー	指紋センサー	
農場	土壌センサー	水分センサー	

※搭載されているセンサーは例です。
搭載されていない場合もあります。

調べてみよう

センサーの種類	しくみ、特徴
人体感知センサー	焦電素子(熱によって電流が変化する素子)を使い、熱つまり赤外線の変化を測定します。人間の温度に近いものだけを検出できるように、素子の内部で工夫されています。離れたところの熱(人間)を検出しやすくするために、多くの場合フレネルレンズ(薄くても光や熱を集めやすくしたレンズ)と一緒に使われます。ただし、仕組み上、温度が人間の体温に近い動物や物も検出してしまいます。
ダスト(ほこり)センサー	光センサーなどの光に反応して流れる電流が変わる素子をつかい、ほこりに光を当てたときに反射する光の量を測定します。
ジャイロセンサー	感圧素子(変形すると電圧を発生する素子)を使い、加速したときの変形量で発生した電圧を測定します。
温度センサー	抵抗が温度によって流れる電流量が変わることを利用して、その電流を測定しています。抵抗だけではリニア性(温度の上昇と電流量の比率)が悪いので、いろいろな制御回路と組み合わせてIC化され、リニア性を良くされています。
気圧センサー	機械式のものや半導体を使ったものがあり、半導体の場合は、感圧素子が使われることが多いです。密閉した容器の壁に素子を取り付けておき、気圧の変化で容器が変形するときの変形量(電圧)を測定して、気圧を計算します。おもに高低差の検出に使われます。


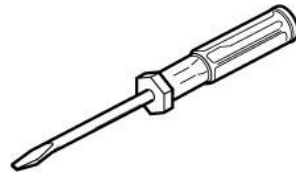
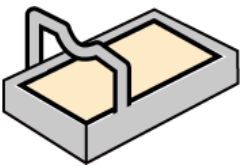


調べてみよう

金属探知機が使われている場所

場所・用途	使われ方 など
飛行場 セキュリティ	搭乗ゲートで危険物の持込みをチェックする。
衣料 検針	製造ラインで、針などの金属が残っていないかチェックする。
建築用	壁の裏側の鉄筋の位置を探して作業性、安全性をアップする。
水道管調査	地中や建築物の中の水道管の位置を探して作業性、安全性をアップする。
隕石(トレジャーハント)	隕石は、「鉄」の特徴を持つことが多く、隕石探しによく使われます。
食品製造 異物混入	製造ラインで、機械の破片や、洗浄用の道具の破片などが入っていないかチェックする。
地雷除去	地雷を少しでも安全に発見するために使われます。

これ以外にもどんなところで利用されているか、また、
これ以外に、どこで、どんなものを検知すると便利、安全になるか考えてみよう。

必要な工具、必要なもの

はんだごて 	ドライバー 
はんだごて台 	ニッパー 
はんだ 	

コインなどの金属 
単4乾電池 3本 

金属探知機の構造

01 概要

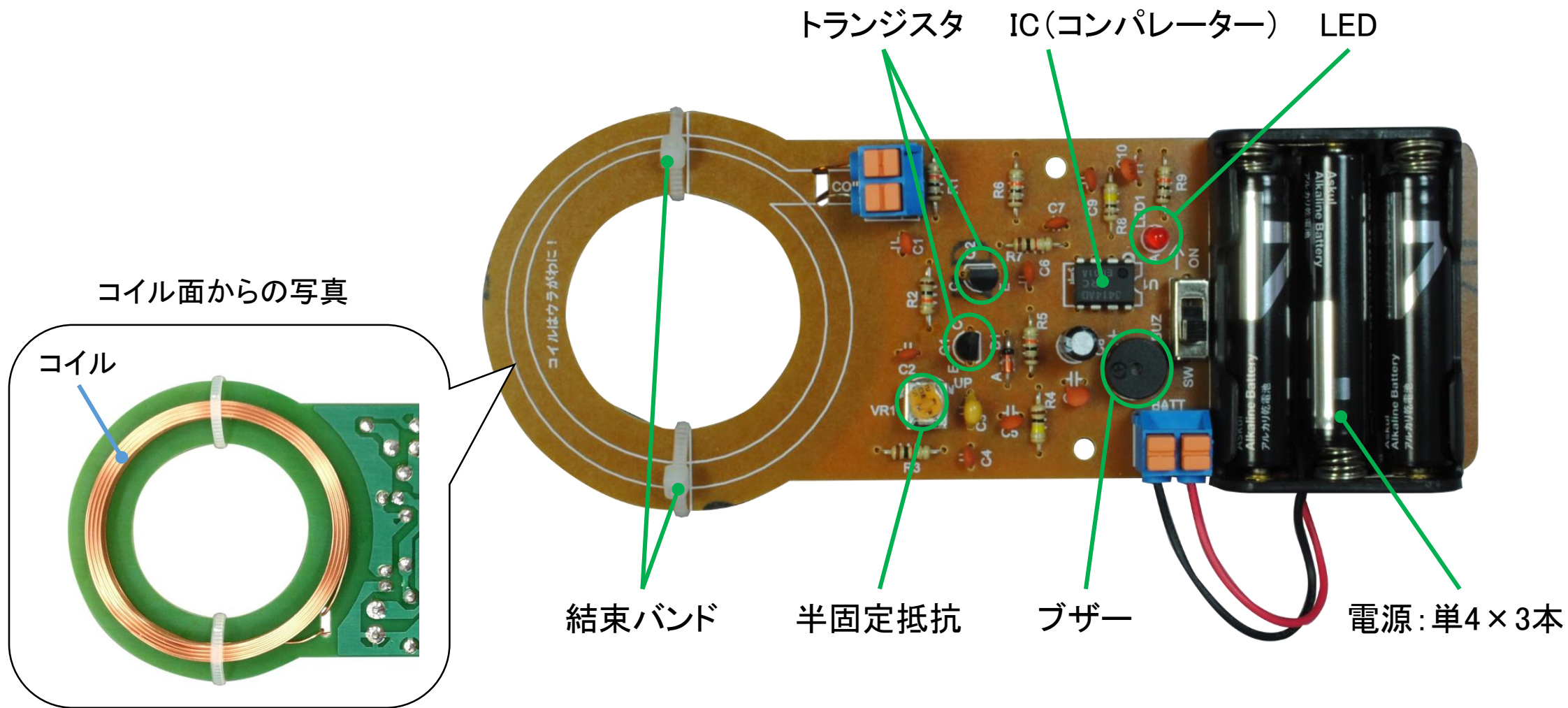
02 始めよう

03 はんだ付け

04 組み立て

05 動作チェック

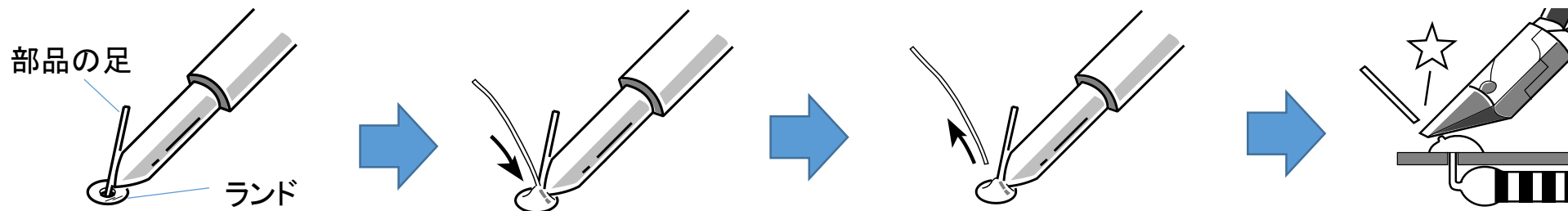
06 解説



はんだづけ (はんだづけの方法)

はんだづけとは 電子部品間で電気が流れるように、また物理的に接合が外れないように固定することです。
『電気が流れるように接合すること』ですから、単に固定するだけではダメです。

はんだづけの方法



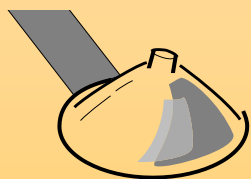
ランドと部品の足の両方に熱を加えます。5～6秒くらいが目安です。

温めた部分にはんだを流し込みます。

はんだが十分になじんだら、まず、はんだを外し、次に、はんだごてを外します。

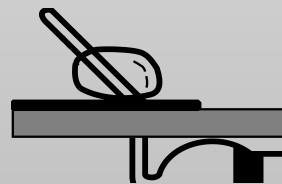
最後に、部品の足を根元からニッパで切ります。

Good!

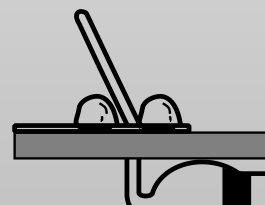


ランドと部品の足にまんべんなくはんだがついていて、ツヤがあり、富士山のような盛り上がりになっていれば完璧です！

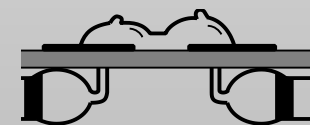
失敗例



イモはんだ



目玉はんだ



ショート

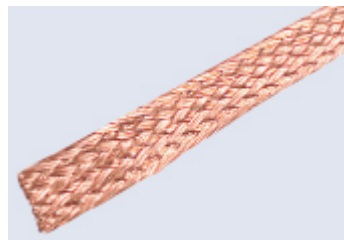
はんだづけ (はんだづけに失敗したら)

はんだの修正方法

もしはんだづけに失敗しても、慌てないでください。はんだづけは修正することができます。

はんだ吸い取り線

はんだ吸い取り線は、銅線を編んで作られたものです。はんだ吸い取り線を取り去りたいはんだに重ね、上からはんだごてであたためると、溶けたはんだが毛細管現象ではんだ吸い取り線に吸い取られます。



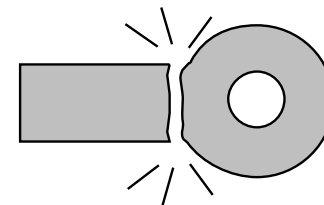
はんだ吸い取り機

バネがついた注射器のような構造になっています。はんだごてで溶かしたはんだに、ピストンを押し下げた状態の吸い取り機を近づけ、ボタンをすとバネの力でピストンが元に戻り、空気と一緒に溶けたはんだも吸い込むことではんだを除去します。



失敗したときに絶対やってはいけないこと！

ぐらぐらと部品を揺らしたり、無理に上から押さえたり、引き抜いたりすると、ランドがはがれてしまいます。




断線すると、電気が流れないので回路は正常に動作しません。

はんだづけ (電気回路の組み立て)

①抵抗 取り付け方向なし

値を確認する
色で値を表示

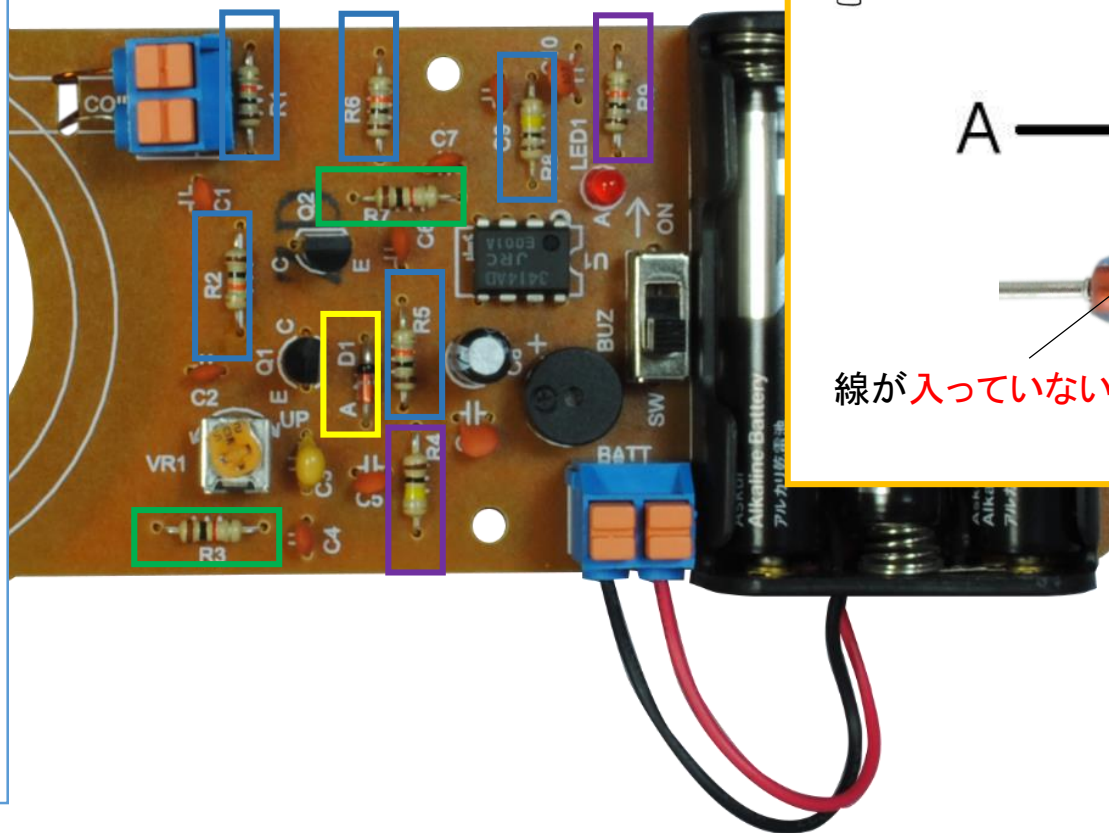


R1 }
R2 }
R5 } 10k Ω (茶黒橙金)
R6 }
R9 }

R3 }
R7 } 1k Ω (茶黒赤金)

R4 }
R8 } 100k Ω (茶黒黄金)

台紙からはずして取り付けます。



②ダイオード

取り付け方向あり

A  基板上の記号


線が入っていない方がA

はんだづけ (電気回路の組み立て)

③セラミックコンデンサ

取り付け方向なし

☞ 値を確認する

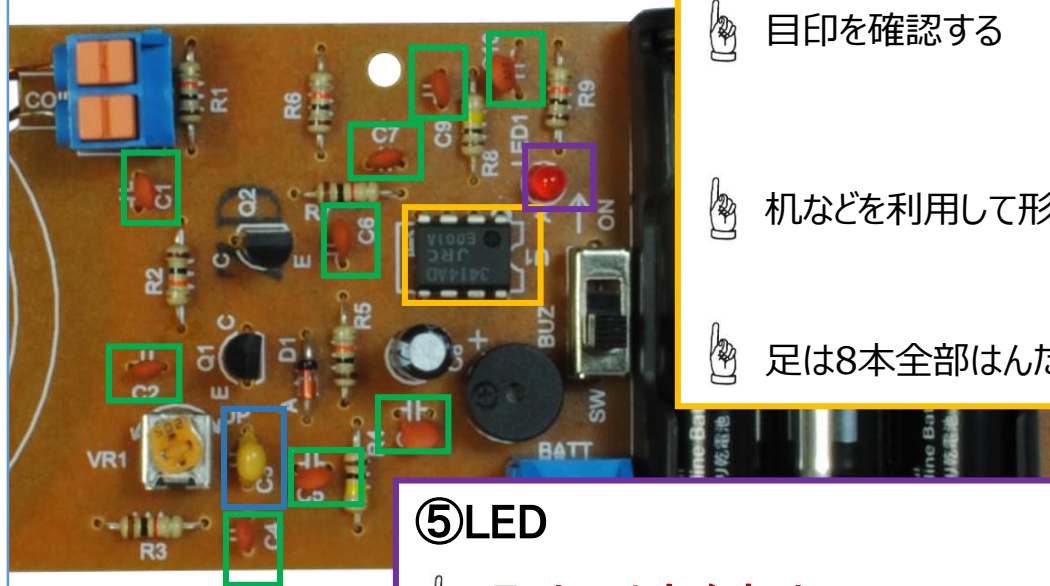


値を表示

☞ はんだづけしている最中は、セラミックコンデンサの表面が濡れたようになります。これは表面のワックスのような成分が溶けただけで、部品が壊れたわけではありません。

C3 0.0047uF(472と表示)

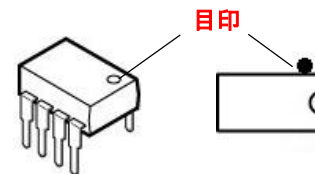
C1	C4	C9	} 0.01uF (103と表示)
C2	C5	C10	
	C6	C11	
	C7		



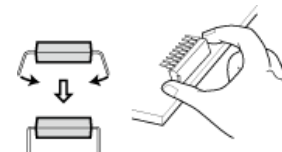
④IC

☞ 取り付け方向あり

☞ 目印を確認する



☞ 机などを利用して形を整えます



☞ 足は8本全部はんだづけします

⑤LED

☞ 取り付け方向あり

☞ 取りつけた後で確認する場合



足の長い方がA側です。



真上から見て
平らな面がK側です。

はんだづけ (電気回路の組み立て)

01
概要

02
始めよう

03
はんだ付け

04
組み立て

05
動作チェック

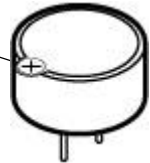
06
解説

⑥ ブザー

👉 **取り付け方向あり**

十と表示

こちら側の足を、基板の十側の穴に差し込む。



👉 **はんだづけのあと、上のシールをはがす。**

⑦ 半固定抵抗

👉 **取り付け方向あり**

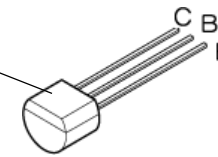
基板にスムーズに入る向きにつける。

👉 **足は3本全部はんだづけします。**

⑧ トランジスタ

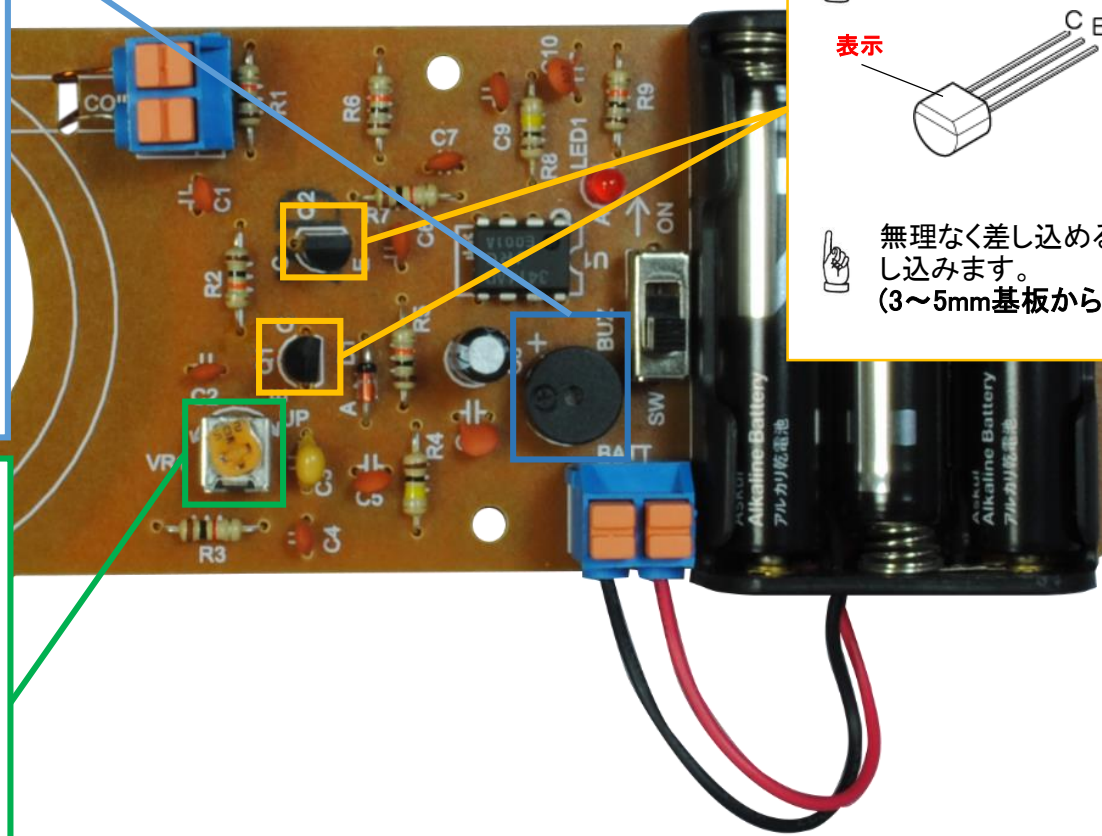
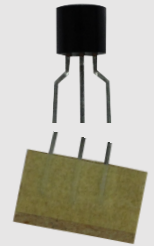
👉 **取り付け方向あり**

表示



👉 無理なく差し込めるところまで差し込みます。
(3~5mm基板から浮きます。)

足の部分にテープがついていたら、ニッパで切ります。



はんだづけ (電気回路の組み立て)

01
概要

02
始めよう

03
はんだ付け

04
組み立て

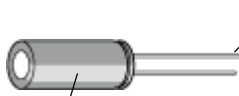
05
動作チェック

06
解説

⑨ 電解コンデンサ

👉 取り付け方向あり

足の長い方が+



線の入っている方
(マイナスマークがある方)がー

⑩ スライドスイッチ

👉 取り付け方向なし

👉 足は5本全部はんだづけします。

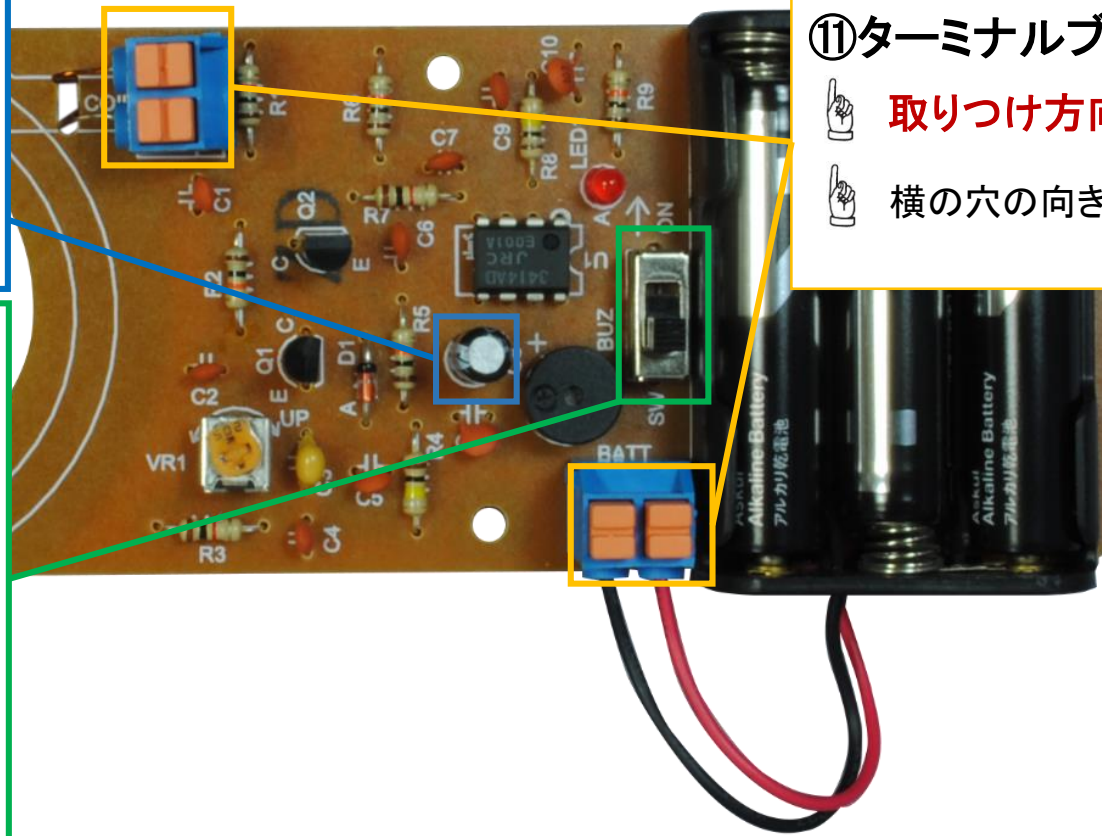
ココはつながったら絶対に**ダメ**です。
発熱の原因になります。



⑪ ターミナルブロック

👉 取り付け方向あり

👉 横の穴の向きに注意して取り付ける。



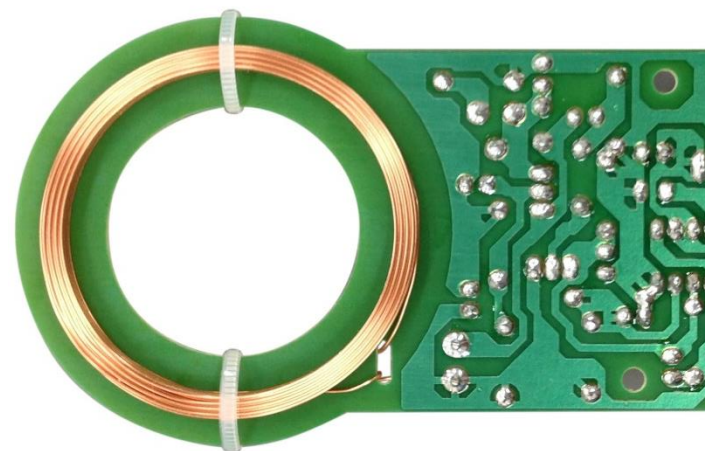
はんだづけ (コイルの取り付け)

⑫コイル

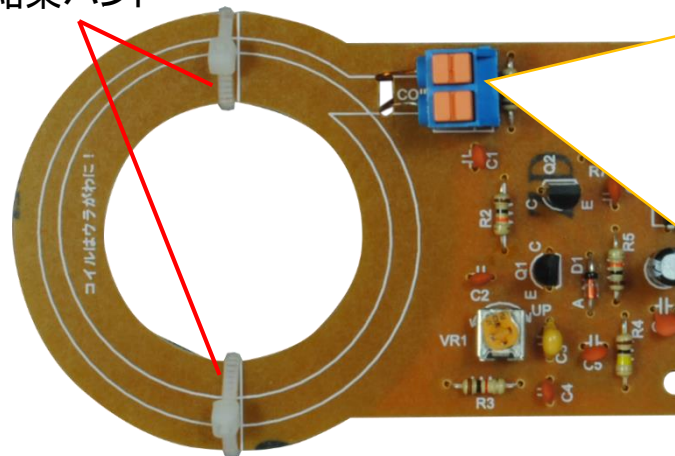
👉 基板のウラ側に結束バンドで取り付ける。



取りつけた状態。

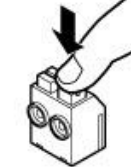


結束バンド

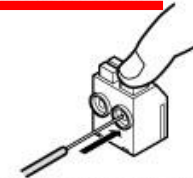


※ターミナルブロックへのつなぎ方

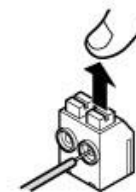
①上の出っぱりを強く押す。



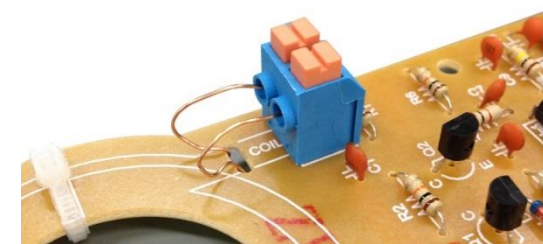
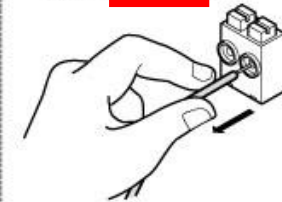
②横の穴からコードの先を奥まで差し込む。



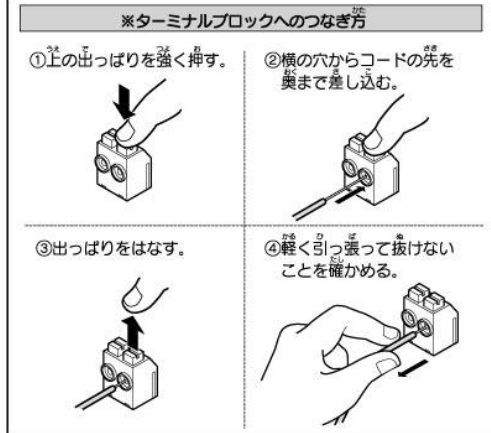
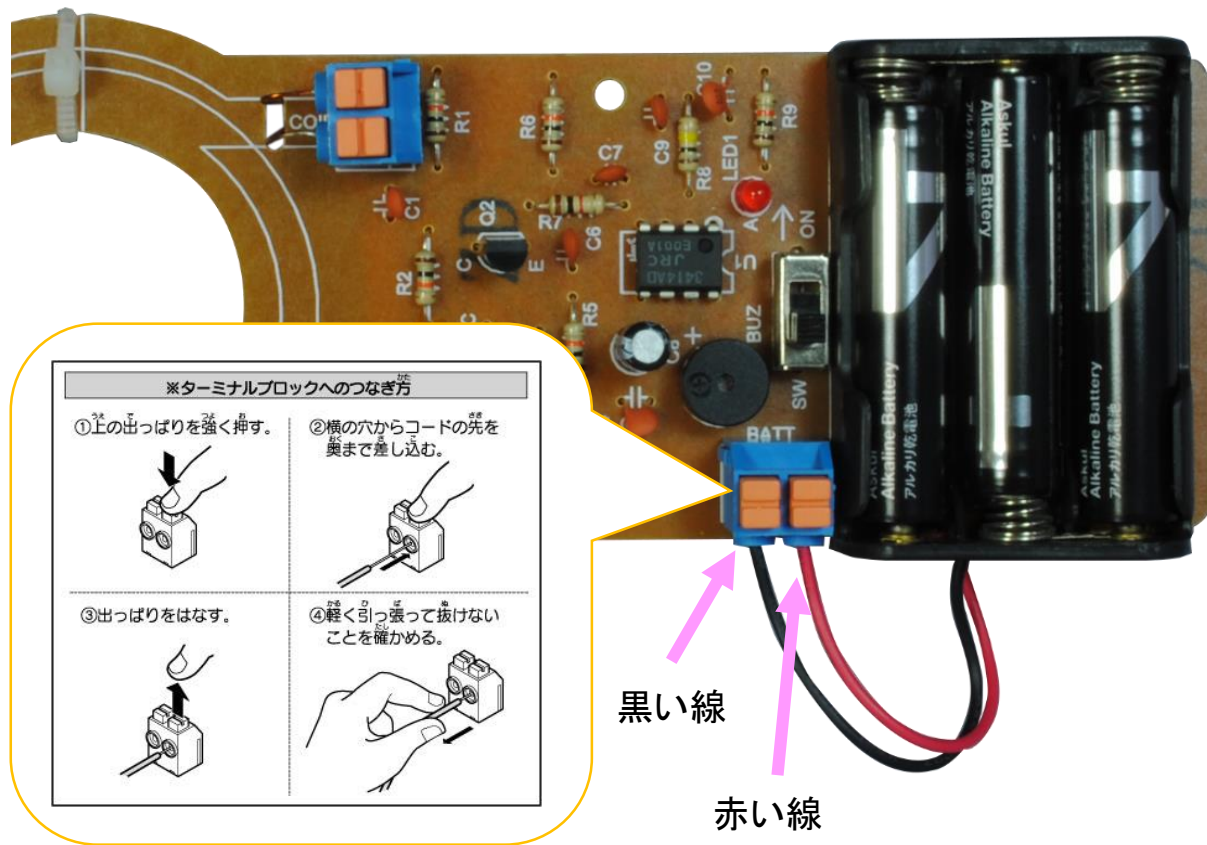
③出っぱりをはずす。



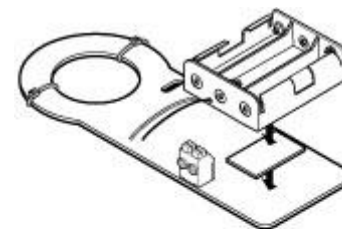
④軽く引っ張って抜けないことを確かめる。



はんだづけ (電池ボックスの取り付け)

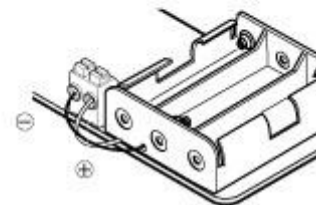


⑬電池ボックス



(1)両面テープで電池ボックスを基板に貼る。

↑ コードがBATTターミナルブロック側になるようにする。



(2)BATTターミナルブロックにコードをつなぐ。

↑ 赤い線 +
黒い線 -



完成!

動作
チェック
↑

動作チェック

まわりに金属がないところで行います。

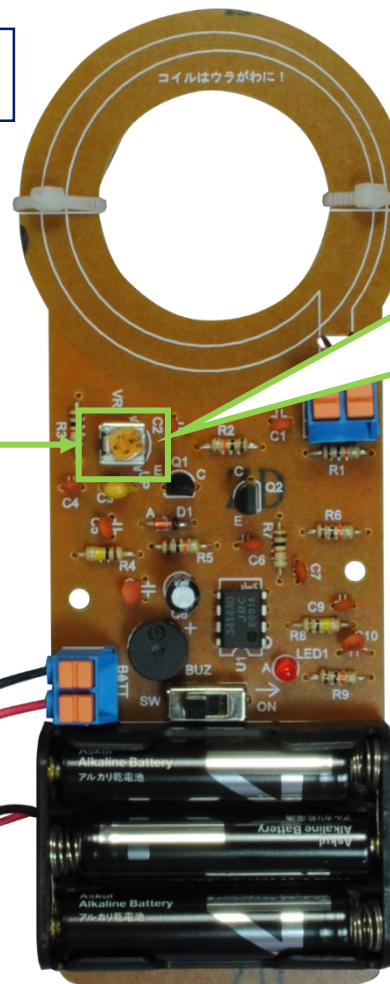
チェックの手順

- (1) 乾電池を電池ボックスに入れる。
- (2) 半固定抵抗を反時計回りいっぱいに回しておきます。
- (3) スライドスイッチをONにします。
- (4) 半固定抵抗を少しずつ時計回りに回します。途中でブザーが鳴り、LEDが光ったところで回すのをやめます。
- (5) 半固定抵抗を少しずつ反時計回りに回して、ブザーの音が鳴りやんでLEDが消えるところで回すのをやめます。
- (6) 基板のウラ側に取りつけたコイルに金属を近づけるとブザーが鳴り、遠ざけると音が止まればOKです。



スイッチをONにしたときにブザーが鳴り続けるときは・・・感度をギリギリに設定すると、スイッチONのときにブザーが鳴り続けることがあります。このようなときは、半固定抵抗を音が鳴りやむまで反時計回りに回してください。

(+)、(-)に注意!



コイルはウラがわに!

反時計回り 時計回り



感度調整

感度をちょうどよい状態にしないと、センサーが正しく動作せず、うまく金属を検出できません。

感度は、半固定抵抗をまわすことで調整できます。



ドライバーで無理なく回る範囲内で調整してください。その範囲以上に無理に回すと破損します。

トラブルシューティング


症状	ここをチェック
全くブザーが鳴らない。	電池をセットする向き、ターミナルブロックへの配線をチェック。 ブザーの取り付け方向をチェック。 トランジスタやICの取り付け方向をチェック。
コイルに金属を近づけても反応しない。	ブザーとLEDの取り付け方向をチェック。 ICの足(特に7番ピン)のはんだづけの状態をチェック。 ターミナルブロックへの配線をチェック。
LEDは点灯するが、ブザーが鳴らない。	ブザーの取り付け方向をチェック。 乾電池が消耗していませんか。
ブザーは鳴るが、LEDが点灯しない。	LEDの取り付け方向をチェック。
ブザーが鳴り続け、LEDも点灯している。	コイルのターミナルブロックへの配線を、軽く引っ張って抜けないことをチェック。 トランジスタのはんだづけの状態、取り付け方向をチェック。

Tips! うまく動かない原因は、はんだづけがうまくついていないことが原因である場合が90%以上を占めています。
一見うまくついているように見えても、実はついていないことがあります。
そこで、はんだづけした場所を、はんだごてでもう一度温めて溶かしなおしてみましよう。

使い方


いろいろな材質で実験しよう

アルミ、紙、鉄、銅、木材、
フェライト磁石、アルニコ磁石、
石、石膏、ガラスなど。

 検出しやすいものはどんなものですか？
材質で検出距離が変わりますか？


大きさ、形を変えてみよう

薄いもの、厚いもの、大きいもの、小さいもの。
針金状のもの、コイル状にしたもの。
柱状のもので、縦にしたり、横にしたり。

 検出しやすいものはどんな形ものですか？
検出するにはどのくらいの大きさが必要ですか？
検出物の向きで検出距離が変わりますか？

金属探知機と、検出物の間に 障害物を入れる。

障害物の材質をいろいろ変えてみる。
障害物の厚さを変えてみる。
障害物の大きさを変えてみる。

 どのくらいの厚さまで検出できますか？
障害物の材質と厚さは関係ありますか？
障害物の材質が何であるとうまく検出できなくなりますか？

解説 ブザー

01
概要

02
始めよう

03
はんだ付け

04
組み立て

05
動作チェック

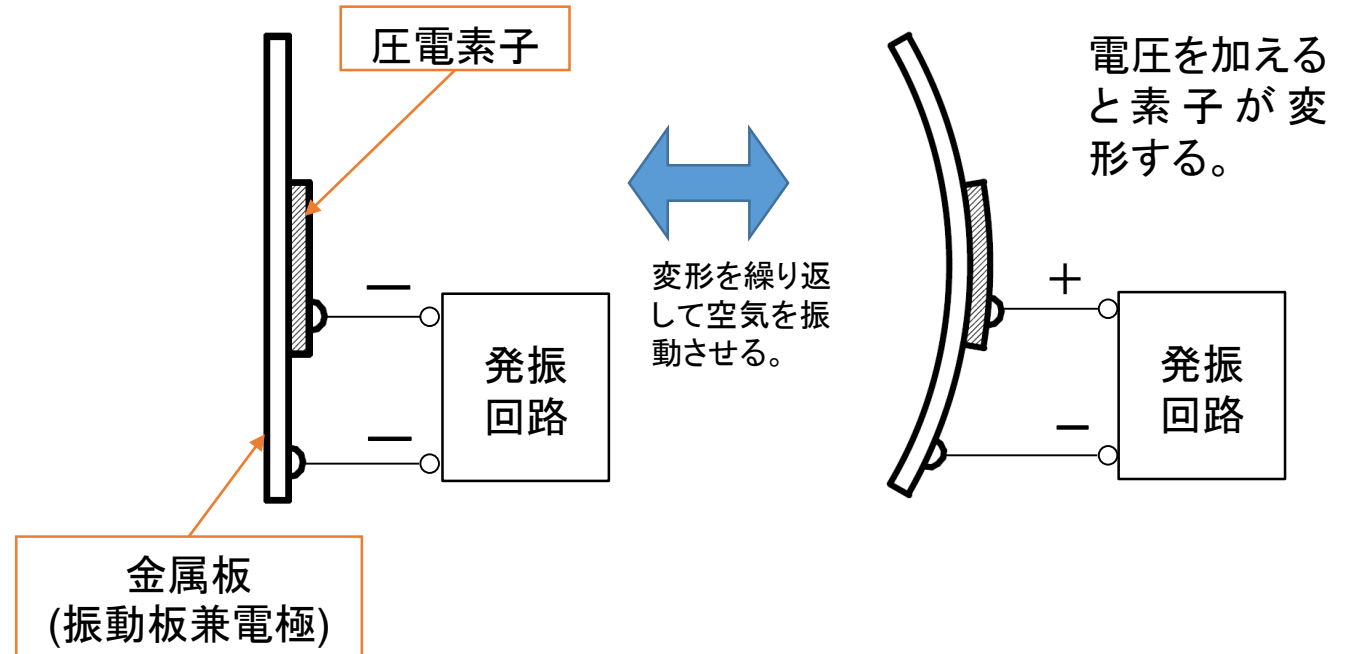
06
解説

・ブザーのしくみ

ブザー内部の金属板には、**圧電素子**という、電圧を加えると変形する素子を金属板に貼りつけられており、圧電素子の変形することで金属板も一緒に変形し、その変形により空気を振動させて音を鳴らします。

人間が聞くことができる音の周波数は20Hz～20kHzとされていますので、金属板をその範囲で振動させなければなりません。そのため、圧電素子をつかったブザーには発振回路が必要となります。

本機使っているブザーは、発振回路が部品の中に内蔵されているので、電源をつなぐだけでブザーから音が出ます。



・特徴

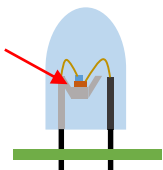
圧電素子を使ったブザーはそのしくみから、人間の声や音楽などを再生するのには向いていません。そのかわりに小型であることを生かして、電子機器の動作確認音や操作音の発生に多く使われます。

解説 LED

発光ダイオード(LED)を知ろう

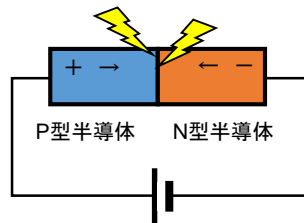
LEDの内部は図のような構造になっています。

LED
チップ



特性の異なった2つの半導体(P型半導体とN型半導体)が接合された「PN接合」で構成されます。これをLEDチップといいます。

LEDチップに決まった方向から電圧を加えたときに、LEDチップの中で「再結合」という現象が起きその時に生じた余分なエネルギーが光のエネルギーとなり発光します。



発展 いろいろなLED

使用場所、目的に合わせていろいろな形、性能のLEDがあります。身の回りのLEDの特徴を調べみましょう。

形による違い

砲弾型LED



強い指向性が欲しいときに使われます。またはんだ付けがやりやすいので電子工作でよく使われます。

チップLED



指向性が砲弾型より広く、またとても小型なので、小型機器の中に使われます。

数字表示LED



数字を表示するのに便利なように、あらかじめ数字の形にLEDが配置されているものや、文字表示に便利なようにLEDを格子状に並べたものがあります。

性能による違い

フルカラーLED

赤、青、緑のLEDチップが1つにまとめられており、自由に色を作り出せる。

ハイパワーLED

照明、車のライトで使われている。ハイパワーのため発熱が多く、放熱器が付いているものもある。

赤外線LED

リモコンの送信機に使われている。

解説 コイルと磁界

01 概要

02 始めよう

03 はんだ付け

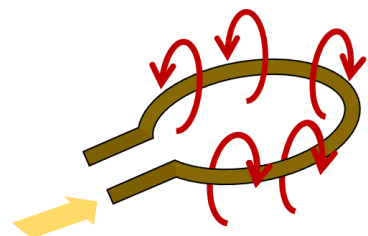
04 組み立て

05 動作チェック

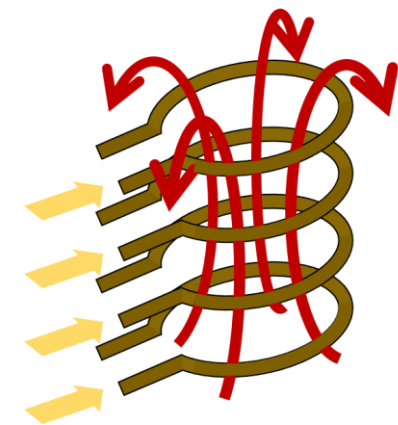
06 解説



導線に電気が流れると磁界ができます。
電流が増えると磁界は強くなりますが、電源の力にも限りがあるので、どんどん電流を流すことはできません。



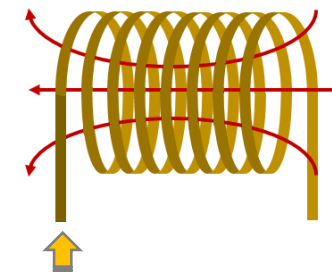
導線を丸くすると、ちょうど磁石と同じような磁界ができるが、まだ磁界の力(=磁力)は非常に小さい。



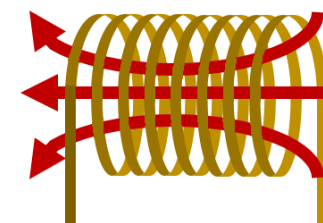
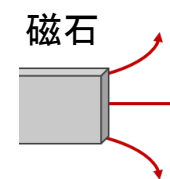
丸くしたものを、どんどん重ねると、磁石を増やしたように、磁界も強くなります。

つまり、少ない電流で、磁界を強くするために、導線を何回も巻いたものがコイルです。

コイルにできた磁界は、できるだけ安定した状態を続ける、つまり変化したくないという特徴があります。



コイルで発生した磁界に、別の磁界を近づけると、その磁界を打ち消すように、コイルの磁界を調節しようとするので、コイルに流れる電流が変化します。



このときに流れる電流のことを誘導電流といいます。

↑ 誘導電流で流れる電流の量が変わる。

金属探知機は、この誘導電流が変化することを利用する機器であると言えます。

解説 回路部分

01 概要

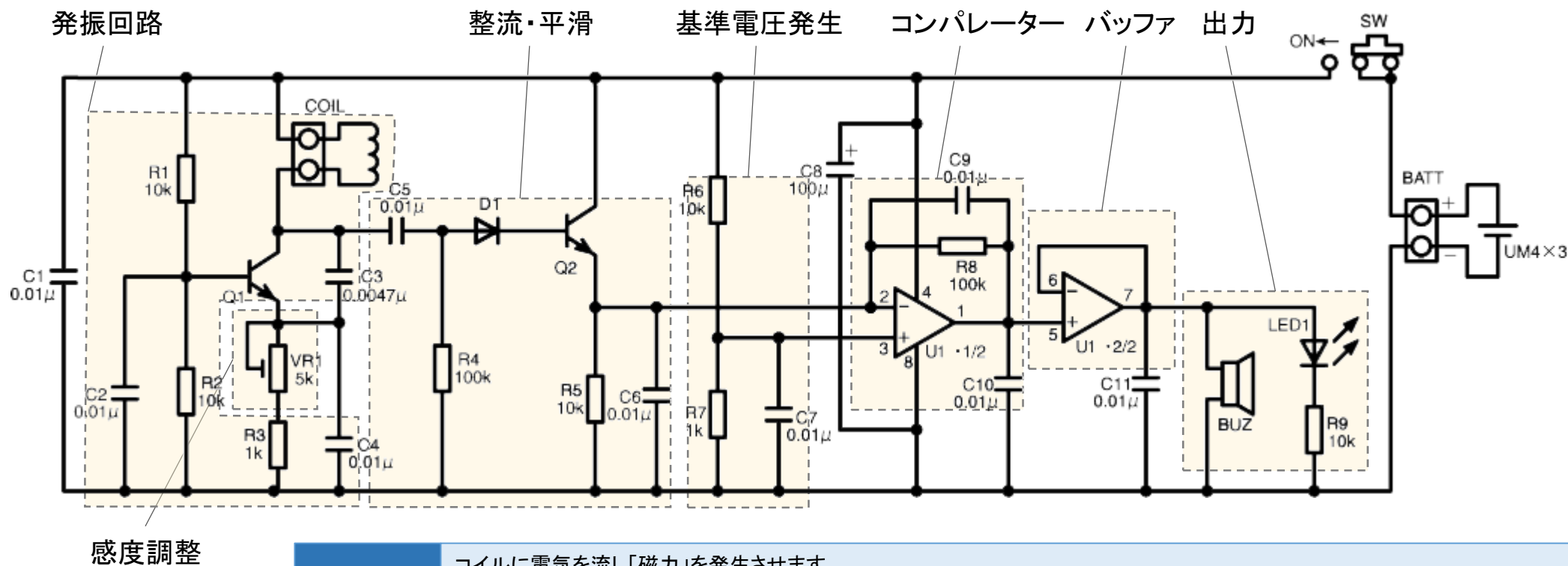
02 始めよう

03 はんだ付け

04 組み立て

05 動作チェック

06 解説

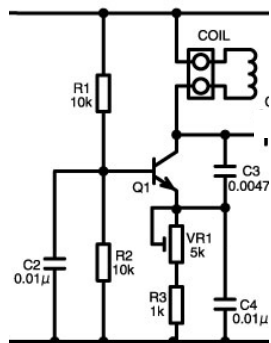


動作の概要

コイルに電気を流し「磁力」を発生させます。
コイルで発生した磁力が金属に近づいたときは、その磁力の影響で金属に電流が流れます。
すると、その電流によって金属から磁力が発生します。
金属から発生した磁力が、こんどは金属探知機の磁力に影響し、コイルに流れる電流を変化させます。
コイルに流れる電流は、コンパレータ(比較器)で基準電圧と比較されており、基準より低ければ、「金属がある」と判断して、ブザーを鳴らし、LEDを点灯します。

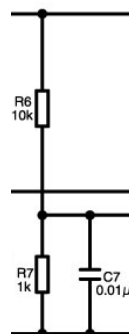
解説 回路部分

発振回路・感度調整



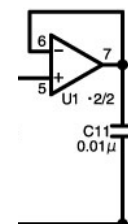
コイルで効率よく金属を検出するために、電気の波を作って、コイルに通します。
電気の波はコイル、トランジスタ、セラミックコンデンサーで構成される発振回路で作ります。
発振の具合を調整するために半固定抵抗が使われています。

基準電圧



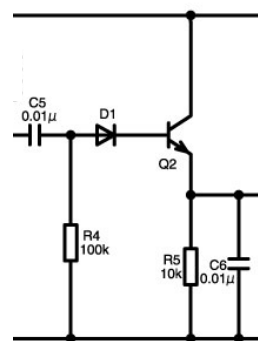
コンパレータ(比較器)で2つの電圧を比較するときの基準となる方の電圧を作っています。

バッファ

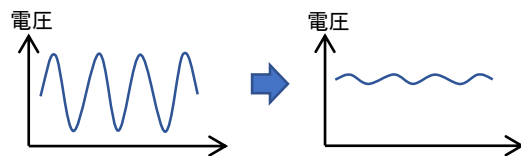


コンパレータから出力される電流をそのままブザーとLEDを動かすために使うと、コンパレータ自身の動作が不安定になるので、出力の電流を増幅する回路を入れています。

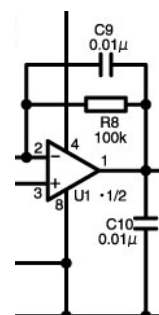
整流・平滑



電気が波の状態では、電圧の比較がやりづらいので、ダイオードで整流して、コンデンサで平滑し、波でない状態の電圧にしています。

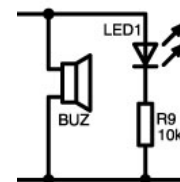


コンパレータ



2つの電圧を比較します。1つは基準電圧で、もう1つが、コイルから伝えられた電圧です。

出力

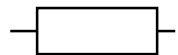


バッファから出力された電流を使って、ブザーを鳴らして、LEDを点灯させています。

解説 使用している電子部品

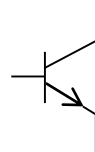
抵抗

電流の流れを制限して、回路にちょうど良い値にします。



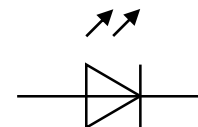
トランジスタ

電流を増幅、制御します。発振回路や、整流回路の一部として使われています。



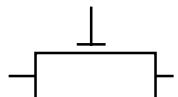
LED

蛍光灯や白熱電球に比べて少ない電流で光ります。



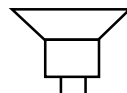
半固定抵抗

感度調整のように、抵抗の値を環境に合わせて調整するときに使います。



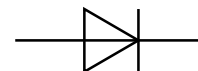
ブザー

電気のエネルギーを音エネルギーに変換します。



ダイオード

電流の流れを整える部品です。交流を直流にしたり、逆流を防ぐために使われます。



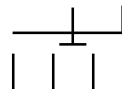
コンデンサ

電気を貯めることができ、電源の安定などに使われます。



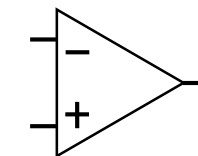
スイッチ

主に電源のON/OFFに使われます。



IC:コンパレータ

2つの電圧を比較して、どちらが大きいかで出力する電圧が変わる部品です。「比較器」と言われることもあります。



まとめ

LED

LEDは電気エネルギーを効率よく変換して光に変えている。

LEDの点滅スピードが速いという特徴を生かして、通信の分野でも使われている。

コイル

コイルに電流が流れると磁界が発生する。

逆に、コイルに磁界を近づけると、コイルに流れる電流が変化する。

金属探知機

そのセンサーの特徴を生かして、飛行場のセキュリティー検査、食品工場の異物検査など多くの場所で、生活の安全性向上のために使用されている。

一つ一つの単純な部品の動作を組み合わせて、目的の物を検出する機能を作り出すことができます。

新しい機能は、生活の安全性や利便性を向上させます。

生活や製品が、どのような機器で作られているか、守られているかを技術的に観察する視点を持つことが大切になっています。

