型番：KZ-DT2

4 900474 026369

## ■仕様

| | |
|---|---|
| 電源電圧 | ：9V 006P乾電池、または9V外部電源<br>※乾電池および電源は別売です |
| 消費電流 | ：平均20mA |
| 表示 | ：電源表示＋検出レベル表示3点 |
| その他 | ：検出音響用小型スピーカ搭載 |
| コイル直径 | ：70mm(最外周) |
| ハンドル部 | ：約75mm |
| 全長 | ：147mm |

## ■はじめに

本キットは定番の金属探知器の組み立てキットで、製作の過程と、完成後の動作も楽しめるようになっています。
金属の検出処理はマイコンを使用してデジタル化しています。

## ■パーツリスト

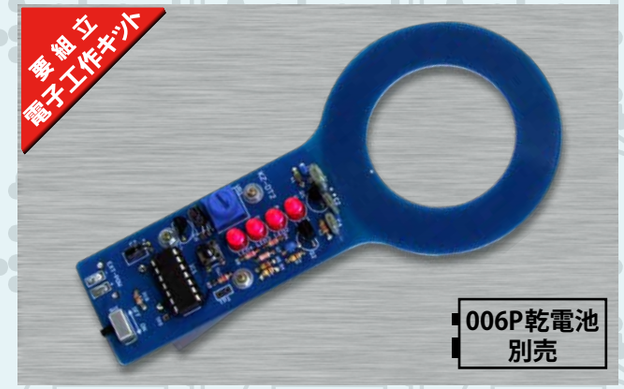
下記のリストでパーツをチェックしてください。
※パーツは予告なく変更する場合があります。

| 部品記号 | 部品名 | 数量 | 備考 |
|---|---|---|---|
| R1 | 1/4W小型抵抗 1MΩ | 1 | 茶黒緑金 |
| R2 | 1/4W小型抵抗 4.7KΩ | 1 | 黄紫赤金 |
| R3,R4 | 1/4W小型抵抗 100KΩ | 2 | 茶黒黄金 |
| R5 | 1/4W小型抵抗 220KΩ | 1 | 赤赤黄金 |
| R6～R9 | 1/4W小型抵抗 2.2KΩ | 4 | 赤赤赤金 |
| R10 | 1/4W小型抵抗 1kΩ | 1 | 茶黒赤金 |
| IC1 | ICソケット 14ピン | 1 | PICマイコン用 |
| IC1 | PICマイコン | 1 | PIC16F15325-I/P |
| SW1 | スライドスイッチ 3P | 1 | 1回路2接点 |
| C1 | フィルムコンデンサ 0.047μF | 1 | 473 |
| C2 | フィルムコンデンサ 4700PF | 1 | 472 |
| C3,C5 | 積層セラミックコンデンサ 0.1μF | 2 | 104 |
| C4 | フィルムコンデンサ 0.01μF | 1 | 103 |
| C6,C7 | 電解コンデンサ 10μF | 2 | 16V |
| Q1 | トランジスタ | 1 | 2SC1815 |
| Q2 | トランジスタ | 1 | 2SA1015 |
| IC2 | 三端子レギュレータ 5V 100mA | 1 | HT7550-1 |
| LED1～LED4 | φ5mm 赤色 | 4 | |
| SW2 | タクトスイッチ | 1 | |
| VR1 | ボリューム 10KΩ | 1 | 可変抵抗器 |
| BZ1 | 圧電ブザー | 1 | 黒色 |
| BAT1 | 9V用電池ボックス | 1 | 006P |
| ナベネジ | M2×8mm | 3 | 電池ボックス用 |
| ナット | M2用 | 3 | 電池ボックス用 |
| ワッシャ | M2用 | 3 | 電池ボックス用 |
| 配線材 | 赤色 100mm | 1 | 予備動作試験用 |
| 配線材 | 黒色 100mm | 1 | 予備動作試験用 |

## ■ハンダ付け

部品リストを参照して、全部品が揃っているか確認してください。袋から取り出したパーツは紛失しないよう、ハンダ付けが完了するまで小箱等で管理してください。
オモテ面にハンダ付けする部品とウラ面(一般にハンダ面とも呼ばれます)にハンダ付けする部品があります。

＊＊ハンダ付けについての注意＊＊
本キットに使用している基板は両面スルーホールと呼ばれる基板です。スルーホールはオモテ面とウラ面を貫通する穴(部品の足が入る穴)に銅箔が作られ、回路を形成しています。
通常は裏面に露出している銅箔にハンダ付けして組み立てますが、スルーホールは穴の中にもハンダが付きます。
裏面のみに銅箔が存在する基板(片面基板とよばれます)に比べ、ハンダ付けの信頼性が大幅に向上します。
一方、ハンダを簡単にスルーホールが引き込んでしまうため、一度スルーホールがハンダで埋まると、除去するのが非常に困難になります。
※部品の値や方向を良く確かめてから、ハンダ付けしてください




ワンダーキット®

センサー

第1版 180707

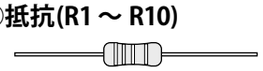
# 金属探知機2

型番：KZ-DT2

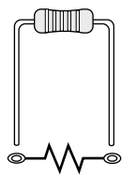
高感度の丸形基板センサー部に金属が近づくと発振音を変化させてお知らせします。ポケットに入れた100円玉を探知できる感度があります。
マイクロコントローラ採用により、金属発見時の音を色々変更することが出来ます。対象金属は磁性体、非磁性体を問わず検出できます。

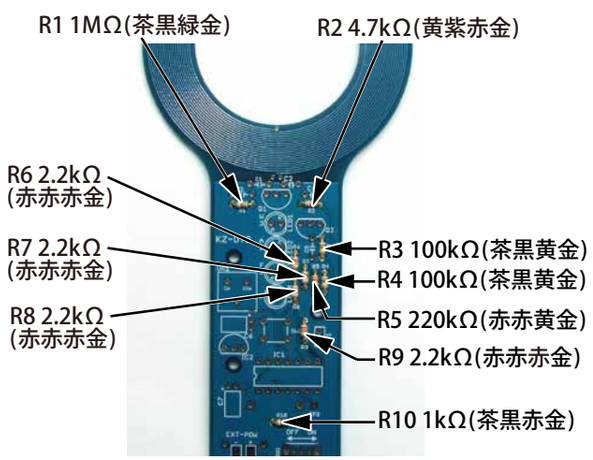
ハンダ付けは基本的に背の低い部品から行います。
IC1のソケットに取り付ける部品「PIC16F15325」は動作試験直前にはめ込みますので、それまでは黒いスポンジに挿したままにしてください。
ハンダ付けした後は部品の足をニッパで切断します。

### ①抵抗(R1 ～ R10)



基板の穴の幅に合わせて抵抗の足を折り曲げます。
基板の穴に差し込み、ハンダ付けします。
抵抗には取り付けの向きはありませんが、色帯の向きを合わせておくと、あとでチェックしやすいです。

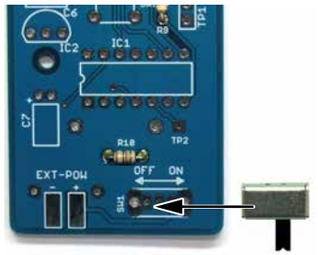






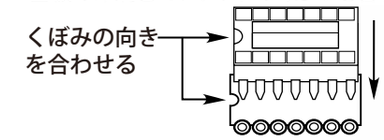

### ②スライドスイッチ(SW1)

基板の部品記号SW1の穴に、レバーが外に向く方向に取り付け、ハンダ付けします



### ③ICソケット(IC1)

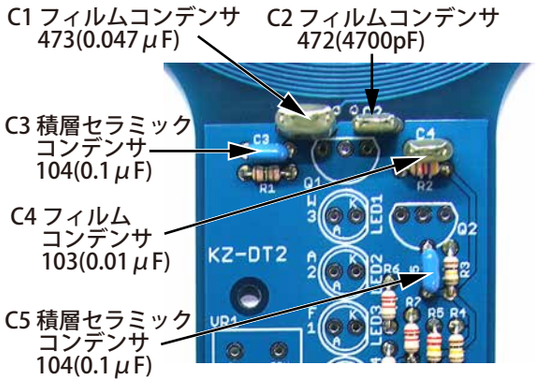
基板の部品記号IC1の穴に差し込み、ハンダ付けします。
基板の印刷とICソケットのくぼみを合わせて取り付けます。



ICソケットにICの取り付けは、組み立て後の動作試験直前に行いますので、ここでは取り付けないでください。

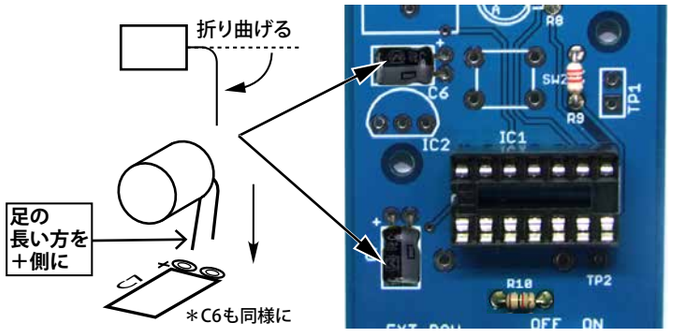
### ④フィルムコンデンサ(C1,C2,C4)
### 積層セラミックコンデンサ(C3,C5)

基板の部品記号C1～C5の穴に差し込み、ハンダ付けします。
取り付け向きはありません。



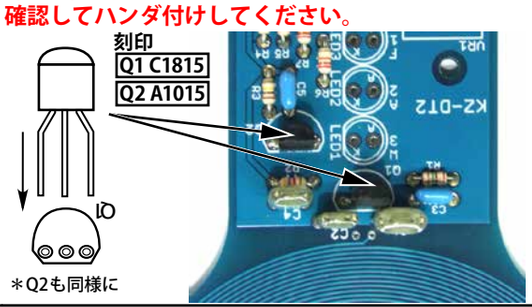

### ⑤電解コンデンサ(C6,C7)

電解コンデンサには取り付け向きがあり、足の長い方が「＋」、短い方が「－」です。
基板の部品記号C6とC7、基板の印刷の四角い枠に電解コンデンサの筒部が収まるようにリード線を両方折り曲げ、基板の印刷「＋」と電解コンデンサの「＋」を合わせて穴に差し込みハンダ付けします。



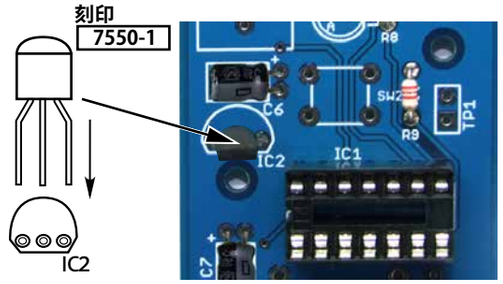

### ⑥トランジスタ(Q1,Q2)

トランジスタには取り付け向きがあります。
基板の部品記号Q1,Q2、基板の印刷の平面部とトランジスタの平面部を合わせて穴に差し込み、ハンダ付けします。
**Q1とQ2は異なるトランジスタです。パーツリストをよく確認してハンダ付けしてください。**



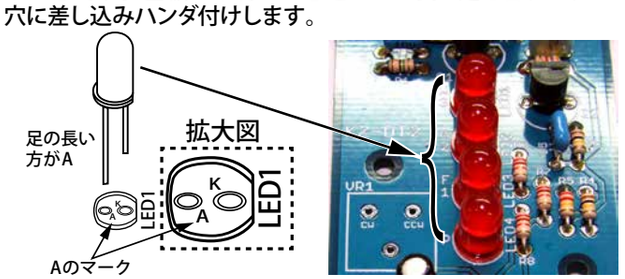

### ⑦三端子レギュレータ(IC2)

トランジスタと同じ形で、黒いスポンジに差してある方の部品です。基板の部品記号IC2、基板の印刷の平面部と**三端子レギュレータ**の平面部を合わせて穴に差し込み、ハンダ付けします。



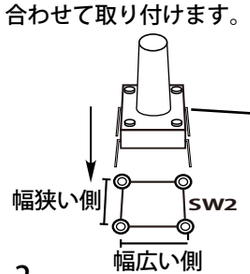

### ⑧LED/発光ダイオード(LED1～LED4)

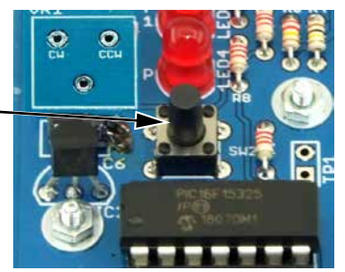
LEDには取り付け向きがあります。足の長い方が「A」、短い方が「K」です。基板の印刷の「A」とLEDの長い足を合わせ、穴に差し込みハンダ付けします。




### ⑨タクトスイッチ(SW2)

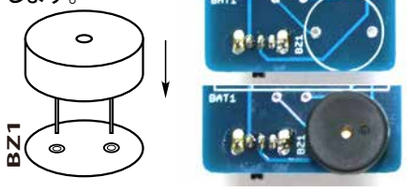
タクトスイッチには取り付け向きがあります。スイッチの足幅の広い側、足幅の狭い側を、それぞれ基板の穴の幅に合わせて取り付けます。



### ⑩半固定抵抗 (VR1)
足が三角形の配置になっています。基板の穴も三角形の配置になっていますので、足と穴の配置を合わせて差し込みハンダ付けをします。

### ⑪圧電ブザー(BZ1)
**基板のウラ面から取り付け、オモテ面からハンダ付けをするパーツです。**ブザーには取り付けの向きはありません。
基板ウラ面側の記号BZ1の穴に差し込み、基板のオモテ面からハンダ付けします。



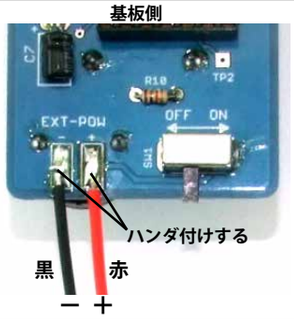

---

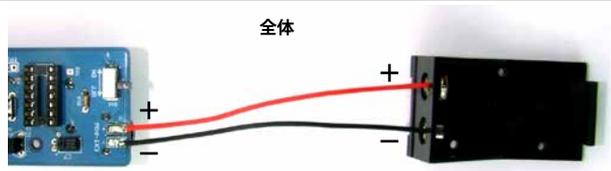
**【ご確認】**
この時点では以下の作業はまだ行いません
・IC1のICソケットにIC「PIC16F15325」を差し込む
・電池ボックスの取り付けおよびハンダ付け

## ■予備動作試験
ハンダ付けした部品が間違っていないか、ハンダ付けが正しくに行われているか、部品の足と足の間がハンダで繋がっていないか、十分に点検してください。

① 写真1のように、KZ-DT2基板のオモテ面下方にある「EXT-POW」に付属の電線 ( 赤 , 黒 ) の片側をハンダ付けし、電池ボックスの端子の穴に、残り片側の先端を**ハンダ付けせずに**接続します。
なお、項目②a以降で006P乾電池を入れたあと、電池ボックス側の電線を006P乾電池に当たるまで押し込んでください。
※これは試験用の仮接続になります。

写真1

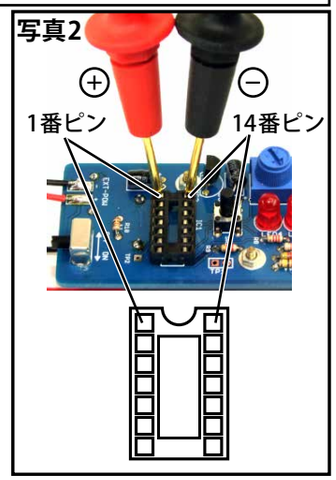





接続には方向(極性)があります。間違えると電源の＋ーが逆になり、**最悪の場合キットを破損してしまう恐れがあります。**
慎重に写真と見比べてください。

②a テスターをお持ちの場合：ICソケットで電圧を測定
006P乾電池を電池ボックスにはめ込みます。
オモテ面のSW1、スライドスイッチを右にスライドさせて[ON]にします。
写真2のように、テスターでICソケットの1番ピンと14番ピンの電圧を測定します。
その際、電圧が4.7V～5.3Vの範囲に入っていれば正常です。
電圧がこの範囲に無い場合は部品のハンダ付け間違いやハンダ付け不良、不要な箇所のショート等を点検してください。
＊改善しない場合は巻末の修理依頼(有料)をご依頼ください。

写真2




②b テスターをお持ちでない場合：IC2の温度を調べる
006P乾電池を電池ボックスにはめ込みます。
オモテ面のSW1、スライドスイッチを右にスライドさせて[ON]にします。
IC2を指でつまんで温度を調べてください。
正常に動作している場合、IC2の発熱はありません。
しばらくして温度が上昇してきた場合は異常ですので電源を切り、ハンダ付け間違いやハンダ付け不良、不要な箇所のショート等を点検してください。
＊改善しない場合は巻末の修理依頼(有料)をご依頼ください。

③オモテ面のスライドスイッチを左にスライドさせて[OFF]、006P乾電池を電池ボックスから外して電源を切ってください。

IC1のICソケットにIC [PIC16F15325]を差し込みます。
PIC16F15325の足は少し外側に開いていますので、図1のように机などの平らな場所に足を軽く押し当て、まっすぐになるよう修正してください。
その後、図2を参考にICソケットのくぼみとICのくぼみを合わせて差し込んでください。

図1

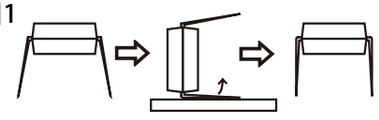
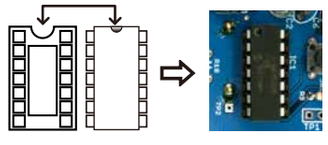


図2





## ■実働試験
金属製の検出物体をご用意ください。金属ならほとんどのものが反応しますが、最初は大きい金属で実験してください。
とくにアルミホイルは良く反応しますのでオススメです。

006P乾電池を電池ボックスにはめ込んでください。
オモテ面のSW1、スライドスイッチを右にスライドさせて[ON]にします。
LED4(一番下のLED)が一秒周期程度で " チカッ " と光る動作を繰り返せば正常です。
この状態は電源ONを表しますが、省エネのためLEDの点灯時間を短くしています。
上記状態にならない場合は、すぐにスライドスイッチ(SW1)をOFFにしてハンダ付けの点検を行ってください。

VR1を右いっぱいまで(時計回り方向) に回してください。

SW2(中央の押しボタン)を押してください。
ボタンを押したまま1秒程度経過した時点で、用意した金属を検出コイル(ドーナッツ部分)に近づけてください。
LED1 ～ LED3のLEDが全て点灯し、ブザーからピー音が出れば正常です。
VR1を右いっぱいに回した状態は最高感度になっています。金属を近づけなくても LED2(またはLED3)がランダムに点灯する場合もあります。

動作実験が正常の場合、次の項目で電池ボックスを基板に取り付けます。

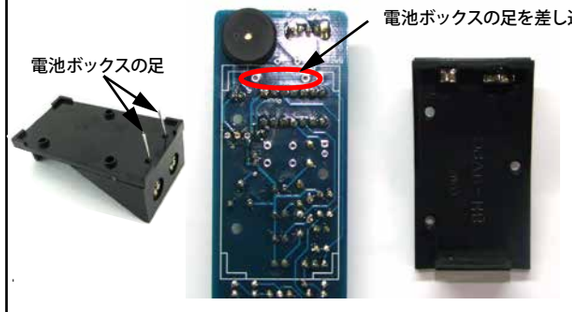
## ■電池ボックスの取り付けの準備
電池ボックスのハンダ付けを行う準備をします。**006P乾電池を電池ボックスから外して作業してください。**

予備動作試験で仮接続した赤と黒の電線を取り外します。基板の「EXT-POW」にハンダ付けしている電線はハンダこてを当て、ハンダが溶けたときに電線を軽く引っ張って取り除いてください。電池ボックスの端子にの穴に差し込んだ電線はそのまま引き抜いてください。

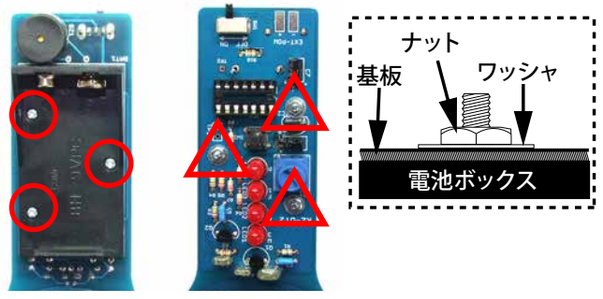
これまでにハンダ付けした部品の足の長さ調整を行います。SW1のスライドスイッチ、SW2の押しボタンスイッチの足をハンダ付け後に切断していない場合、ハンダ頭(富士山形にハンダ付けした頂上)で切断してください。
目標となる寸法はIC1の14本の足の高さ(裏面に突き出した足の長さ)程度に切断してください。

006P電池ボックスを基板のウラ面に挿入して仮置きしてください。電池ボックスの四隅の足が基板に付かずに浮いてしまう場合はハンダ付けした部品の足の切断位置が長すぎるため、電池ボックスの底に当たっている状態です。
隙間からのぞき、部品の足の長いものを見つけて切断してください。

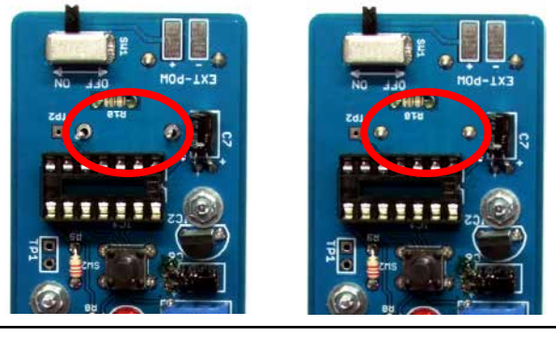
## ■電池ボックスの取り付け
### ①電池ボックスの取り付け(BAT1)
**基板のウラ面から取り付け、オモテ面からハンダ付けをするパーツです。**電池ボックスには取り付けの向きがありますが物理的に正しい向きにしか取り付けできないようになっています。
基板ウラ面側の記号BAT1の穴に電池ボックスの足を差し込みます。**ここではまだハンダ付けをしません。**




## ■電池ボックスの取り付け(つづき)
### ②電池ボックスのネジ止め(BAT1)
電池ボックスの3箇所あるネジ穴 (下図○印)と基板のネジ穴の位置を、およそで合わせてナベネジを通します。基板のオモテ側(下図△印)よりワッシャ、ナットの順に入れてネジを固定します。1箇所を先に固定してしまうと他のネジ穴が合わなくなりますので3箇所のナベネジを順番に少しずつ締め付けていってください。




### ③電池ボックスのハンダ付け(BAT1)
電池ボックスを基板にネジで固定したあと、基板のオモテ面側、下図の赤丸部分の箇所をハンダ付けします。



## ■使いかた

基本モード
SW1 スライドスイッチは電源スイッチです。右にスライドさせるとON、左にスライドさせるとOFFになります。
電源がONしている間はLED4が間欠点灯します。

検出はSW2 押しボタンスイッチを押しながら対象物の上をなぞり、LEDの光りかたやブザーの音で対象物に金属が含まれているか判断します。

本キットの押しボタンスイッチは、基準値取り込みと測定動作(正確には結果の表示)を兼ねたスイッチになっています。
スイッチを押した瞬間にその環境での検出状態を内部に保持して基準とする動作を行います。金属反応なしと判定される基準となります。
これには0.3秒程度の時間がかかりますので押した瞬間から移動させるのではなく、押して一呼吸おいてから対象物に近づける操作を行ってください。
押している間は金属の判定動作を連続的 (*1) に行います。
VR1を回す事で検出感度を調整できます。

30秒程度押していると何も金属がないのに反応がでてくる場合があります。
その場合はいったん押しボタンスイッチを離し、金属の無い所で押す操作を行って基準を更新してください。

押しボタンスイッチを押しての基準値取り込みは、スイッチを押した場所を[金属なし]と判定します。
押した場所が金属の上の場合、探知機はそのレベルを [金属なし]と判定しますので、そこから探知機を離すと[金属なし]判定が、さらに[金属なし]と判定します。
この場合は高速でブザーを断続(ピピピ...)で鳴らし、電源表示のLEDも高速で点滅させて警告します。
金属の無いところでスイッチを押しなおす事で解消します。

感度を高く設定していると何もしないのに反応が出る場合がありますが、検出回路の変動(温度変化や近くの電線などの影響による)によるものです。
特に電源を入れた直後の安定するまでの時間、部屋の移動や屋外への移動での温度変化で顕著です。
本キットの測定は電源が入っている間は押しボタンの状態にかかわらず、常に行われています。
数分間電源を入れたまま置いておくと変動が落ち着きます。

*1：連続的な計測ですが、デジタル的な測定と判定を行っているため1秒間に25回程度の更新になります。

## ■アドバンストモード(応用編)

本キットは検出方法や表現方法(ブザーを鳴らしたり、LEDを点灯させる)を変更できるようになっています。
この機能は金属探知の基礎実験が行えるように用意しました。

動作モードは3種類あります。

①基本モード
金属を探知するとその強度によって1(LED3),2(LED2),3(LED1)が順に点灯し3(LED1)が点灯した時点でブザーがなります。また、3(LED1)が点灯するまでブザー音はなりません。
　①-1：基本モード周波数：発振周波数を検出に利用します
　①-2：基本モード振幅：発振強度を検出に利用します
　①-3：基本モード複合：発振強度と発振周波数の両方を検出に利用します ← 出荷時状態

②トーンスロープモード
スイッチ押して、金属を探知しない状態でもブザーが約1000Hzで鳴ります。ここを基準として金属に近づけると、音の周波数が上昇します。
また、金属が存在している状態でボタンを押して、金属から離した場合は周波数が低くなり、0Hz以下になるような場合は音が止まります。
この表現方法は金属検知レベルをブザーの発音周波数に置き換えたものです。
この方式の利点は発振回路の変化が音として聞こえるため、基準の音と金属に近づけた場合の音の変化で有無を知る事ができます。
　②-1：トーンスロープモード周波数：発振周波数を検出に利用します
　②-2：トーンスロープモード振幅：発振強度を検出に利用します

③ バイスロープモード
スイッチ押して、金属を探知しない状態ではブザー音は聞こえません。(正確には0Hzで発音)
ここを基準として、金属に近づけると音の周波数が上昇します。また、金属が存在している状態でスイッチを押して、金属から離した場合も周波数が上昇します。
この表現方法は金属検知のレベルのある一点(基準点)をブザー周波数の0に置き換えたものです。
この方式の利点は基準点から大きくなる、あるいは小さくなるの両方を検知できる事です。
　③-1 バイスロープモード周波数：発振周波数を検出に利用します
　③-1 バイスロープモード振幅：発振強度を検出に利用します



【モードを設定する】
① 押しボタンスイッチ(SW2/以後ボタン)を**指で押しながら電源スイッチ(SW1)をONに**してください。

②4つ全てのLEDが点灯しますので、この時に一度ボタンから指をを離してください。

③ボタンから指を離すとLEDは下記の動作を繰り返します。
**[1(LED3)⇒2(LED2)⇒3(LED1) ⇒1(LED3)⇒2(LED2)⇒3(LED1)…]**

このLEDの点灯位置は各モードを示します。

モードは以下のとおりです。

| モード選択 | モード |
|---|---|
| 1(LED3) | 基本モード |
| 2(LED2) | トーンスロープモード |
| 3(LED1) | バイスロープモード |

④ここで希望するモードのLEDが点灯したときにボタンを押すと、そのモードに設定され内部に記憶します。
なお、記憶されたモード設定は電源OFFでも保持され、次回、電源ONから設定したモードで動作します。

※写真は基本モードに設定した例です

**モード設定が終わると続いて検出方法の設定に入ります。**

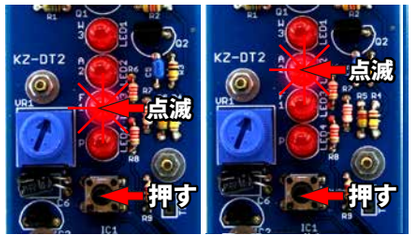
【検出方法を設定する】
●基本モードの場合
①1(LED3)、2(LED2)、3(LED1)のいずれかのLEDが点滅状態になり、ボタンを押す度に点滅しているLEDが移動します。

②このLEDの点灯位置は、下記の検出方法を示します。

| 基本モード | 検出方法 |
|---|---|
| 1(LED3) 点滅 | 周波数の検出 |
| 2(LED2) 点滅 | 振幅の検出 |
| 3(LED1) 点滅 | 周波数と振幅の検出 |

ボタンを押して希望する検出方法のLEDを点滅させることで、その検出方法に自動的に設定され内部に記憶します。
なお、記憶された検出方法の設定は電源OFFでも保持され、次回、電源ONから設定した検出方法で動作します。
検出方法の設定を完了すると、一度電源スイッチ(SW1)をOFFにし、再びONすると設定したモードと検出方法で動作します。

●トーンスロープモード、バイスロープモードの場合
①1(LED3)、2(LED2) のいずれかのLEDが点滅状態になり、
ボタンを押す度に点滅しているLEDが移動します。




このLEDの点灯位置が下記の検出方法を示します。

| トーンスロープモード | 検出方法 |
|---|---|
| 1(LED3) | 周波数の検出 |
| 2(LED2) | 振幅の検出 |

| バイスロープモード | 検出方法 |
|---|---|
| 1(LED3) | 周波数の検出 |
| 2(LED2) | 振幅の検出 |

※トーンスロープモードとバイスロープモードには
「周波数と振幅の検出」がありませんので、3(LED1) は
点滅しません

②ボタンを押して希望する検出方法のLEDを点滅させることで、
その検出方法に自動的に設定され内部に記憶します。
なお、記憶された検出方法の設定は電源OFFでも保持され、
次回、電源ONから設定した検出方法で動作します。

検出方法の設定を完了すると、一度電源スイッチ(SW1)をOFF
にし、再びONすると設定したモードと検出方法で動作します。
※検出方法の記録は全ての動作モードで共用しています。

動作モードを変更した場合は、検出方法が希望の動作になっているか確認してください。
基本モードで複合検出に設定していた状態で、スロープモードに設定変更した場合の初期値は振幅検出になります。
＊本キットはデジタル的に検出を処理するため、時間的に飛び飛びに結果が反映されます。

基本モードはブザーのON/OFFで検出を通知しますので、飛び飛びに処理される状況はそれほど顕著に現れません。
一方、スロープモードではブザーの音程変化で検出状態を通知しますので、音程が飛び飛びに変化します。

ヒント：各LEDの左に P・F・A・Wの文字が印刷されています。
PはPower(電源)、Fはfrequency(周波数)、AはAmplitude(振幅)、Wはダブルモード(振幅と周波数の両方)を表します。

**■動作原理について**
本機はPCBコイル(PCB=プリント基板の事で基板上に作成したコイル)を利用した金属探知機です。
よく見かけるコイルはエナメル線を外形ワクに巻いて作成されますが、PCBコイルでは基板に形成した回路がコイルに
なっています。

金属の探知はこのコイルとコンデンサで構成されたLC発振器を利用します。(Lはコイル、Cはコンデンサの事です )
一般に発振回路は安定するほど [ 良 ] とされます。しかし金属探知用の発振回路は、あえて不安定に設計してあります。
この発振回路のコイル(L)に金属を近づけると発振条件が変化します。(外乱と呼びます)
顕著に出る変化をとらえる事で、金属の有無が判る仕組みになっています。

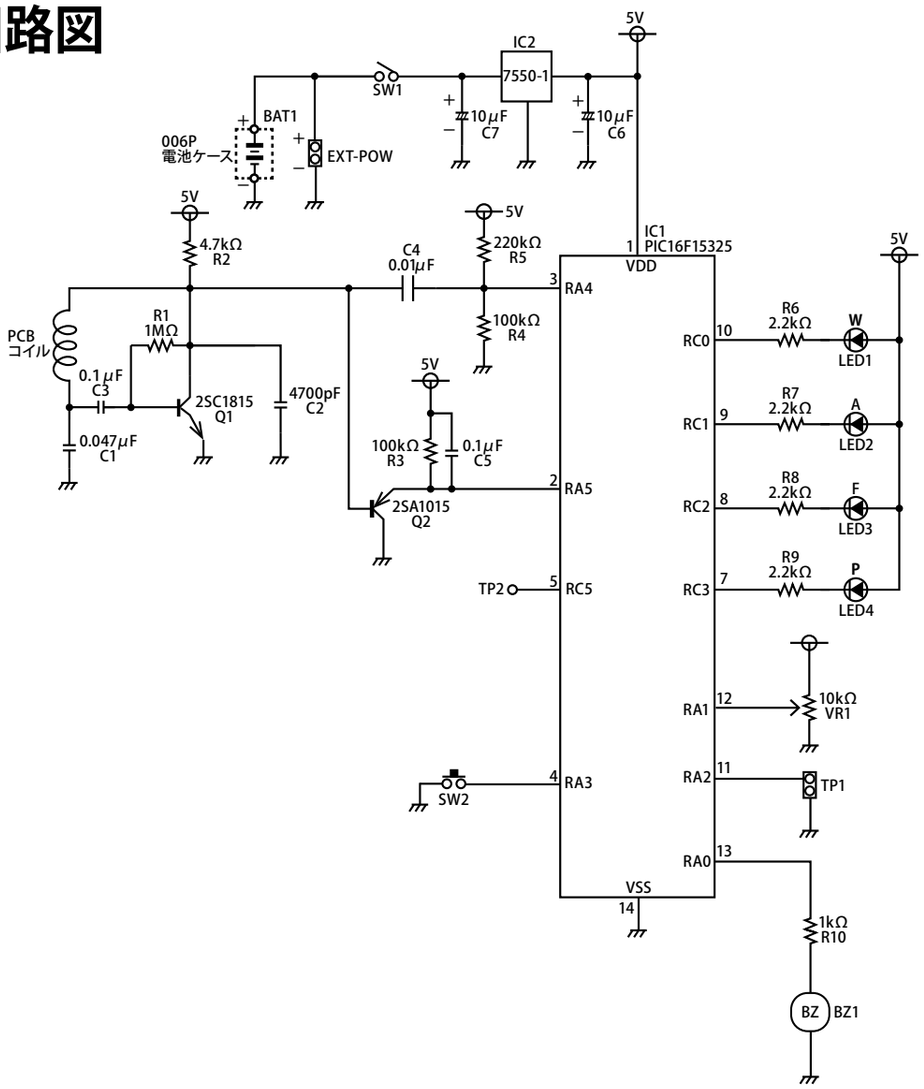
●発振回路のコイルに金属が近づいた場合
・発振回路のエネルギーが金属に吸い取られて発振が小さくなる
・コイルの構成条件が変化して発振周波数が高くなる
この2つの現象が同時またはどちらか一方だけ発生します。本機の基本モードでは両方の条件を測定して判断に利用しています。

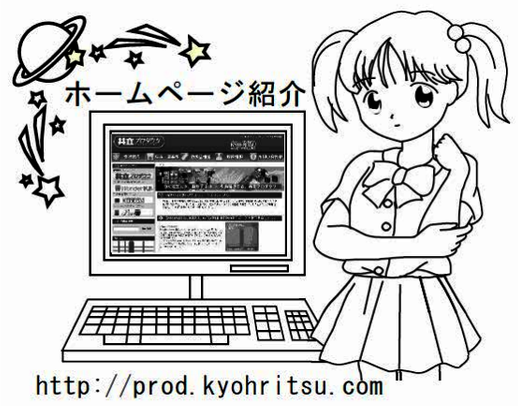
＊本機の発振回路は外部条件による変動が顕著に出るように構成していますが、その副産物として温度変化にも敏感に
反応します。温度が変化した場合は回路がその温度になじむまでは、検出に変動が出ます。

**■参考**
基板上にTP1とTP2と記入された空きの端子穴があります。動作確認用の信号が出ていますが、通常は使用しません。
TP1には計測結果の内部値をシリアルで出力しています。四角い端子が信号、丸い端子がGNDです。
通信は5V系TTLレベル19200bpsです。
TP2は検出器発振周波数の8192分の1の周波数が出ています。
(ご利用は利用者責任でお願いします。なお、問い合わせにはお答えできませんのでご了承ください)



# 回路図




**お問い合わせについて**
・本製品の規格以外の使い方や改造の仕方についてのご質問にはお答えできません。
・規格以外の使い方や改造による不動作、部品の破壊等の損害については一切補償致しません。
・ご質問は質問事項を明記の上「封書」「ＦＡＸ」「Ｅメール」でお願いいたします。
お電話ではお答えできません。( 内容によっては回答に時間のかかる場合があります。)

お問合わせ先　［ＦＡＸ（０６）６６４４－４４４８］
［Ｅメール wonderkit@keic.jp］

ワンダーキット® 製品開発・販売元
共立電子産業株式会社　共立プロダクツ事業所
〒556-0004 大阪市浪速区日本橋西２－５－１
ＴＥＬ（０６）６６４４－４４４７（代）
ＦＡＸ（０６）６６４４－４４４８