

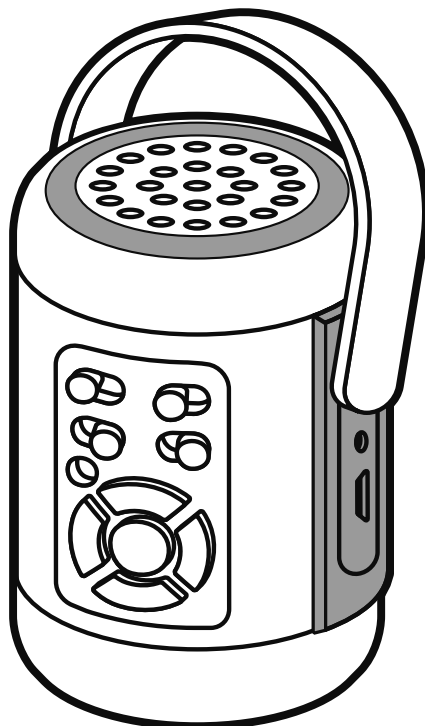
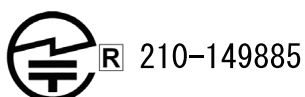
技術と環境を考えよう!

組立説明書 型番 WL-1/2

ワイヤレスランタン

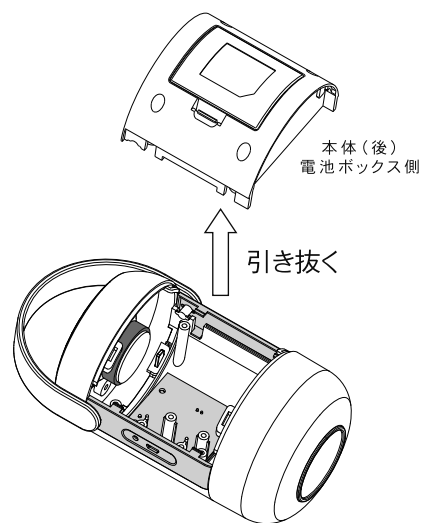


Bluetooth無線技術を使用した
ワイヤレススピーカ機能とセンサ回路
を搭載したLEDランタンです。



本体の分割方法

くわしくは、15ページ「本体の分割」を
参照してください。



3ステップ実習

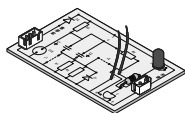
WL-2(実験セット無し)の場合は、組み立て実習のみとなります。
センサライトの点灯時間設計は、付属の部品で行えます。

STEP 1 2~3時間

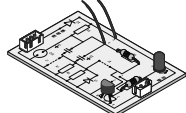
回路の実験

5種類の回路を学習

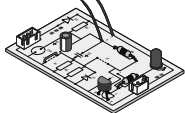
1. LEDの実験



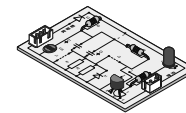
2. 増幅の実験



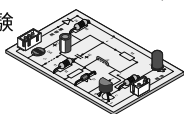
3. タイマの実験



4. 光センサの実験



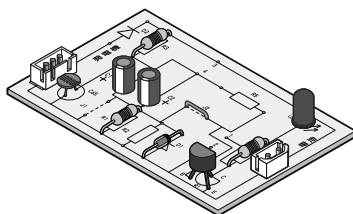
5. センサライトの実験



STEP 2 1時間

回路の設計

LEDの点灯時間を
抵抗値とコンデンサにて設定



STEP 3 2~4時間

組立の実習

組立技能の習得

設計結果を製作するキットに反映



久富電機産業株式会社

〒720-0003 広島県福山市御幸町森脇989
Tel:084-955-6889・Fax:084-955-1551
URL: <http://www.hisatomi-kk.com>
E-mail: info@hisatomi-kk.com

【禁転載】

年 組 番

氏
名

1

部品表

組立てる前に部品が入っているかチェックをしてください。

ポリ袋	番号	品名及び部品番号	規格・材料	数量	チェック
実験セット	1	実験基板	CEM-1	1	
	2	はんだ	すず60%・鉛40%	1	
	3	リード線	赤・黒 10cm	各1	
	4	固定抵抗器 220Ω	(赤赤茶金)	1	
	5	固定抵抗器 100kΩ	(茶黒黄金)	2	
	6	固定抵抗器 220kΩ	(赤赤黄金)	1	
	7	固定抵抗器 470kΩ	(黄紫黄金)	1	
	8	赤色LED	Φ5	1	
	9	スイッチングダイオード	1SS133	1	
	10	電解コンデンサ	47μF-16V	2	
	11	CdS	Φ5	1	
	12	トランジスタ	2SC1815	1	
	13	ジャンパ線	スズメッキ線	1	
	14	遮光チューブ	Φ8	1	

はんだ練習	15	練習基板	CEM-1	1	
	16	はんだ	すず60%・鉛40%	1	
	17	固定抵抗器 100Ω	(茶黒茶金)	2	

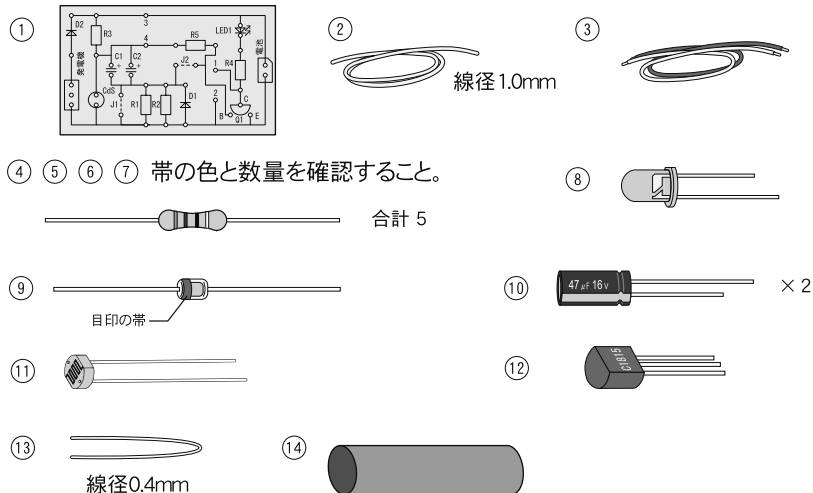
A	18	超高輝度白色LED	Φ5・LED1~LED6	6	
	19	R3~R8 固定抵抗器 82Ω	(灰赤黒金)	6	

B	20	D1 スwitchングダイオード	1SS133	1	
	21	D2, D3 整流ダイオード	1N5819	2	
	22	C1 電解コンデンサ	47μF-16V	1	
	23	C1 電解コンデンサ	100μF-16V	1	
	24	C1 電解コンデンサ	220μF-10V	1	
	25	R1 固定抵抗器 220kΩ	(赤赤黄金)	1	
	26	R1 固定抵抗器 470kΩ	(黄紫黄金)	1	
	27	R1 固定抵抗器 1MΩ	(茶黒緑金)	1	
	28	R2 固定抵抗器 100kΩ	(茶黒黄金)	1	
	29	Q1 トランジスタ	KSP13	1	
	30	CdS	Φ5	1	

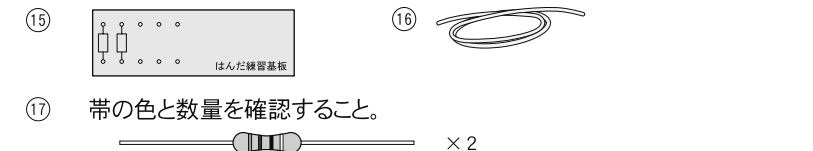
ネジ袋	31	タッピングビス	3X6	8	
	32	タッピングビス	3X8	4	

*	33	本体(前)スイッチ部	ABS	1	
	34	本体(後)電源部	ABS	1	
	35	本体(上)スピーカ部	ABS	1	
	36	サイドパネル左右	ABS	各1	
	37	取っ手	ABS	1	
	38	ライトカバー	ABS	1	
	39	本体基板	CEM-1	1	
	40	ライト基板	CEM-1	1	

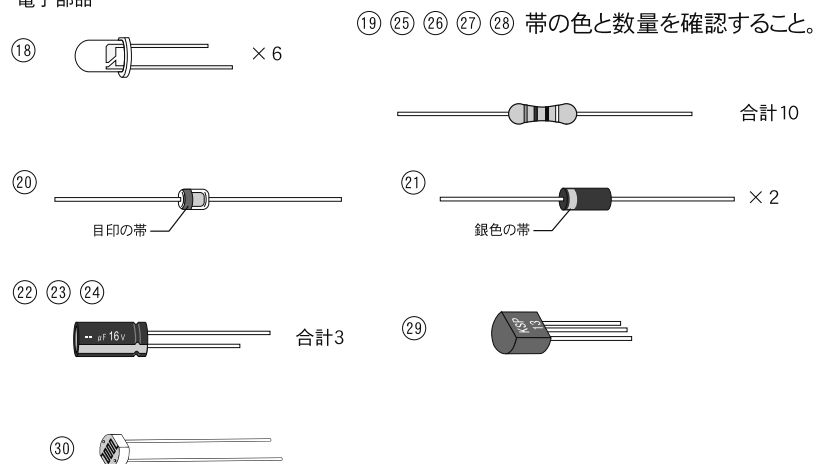
実験セット(実験セット付きの場合のみ)



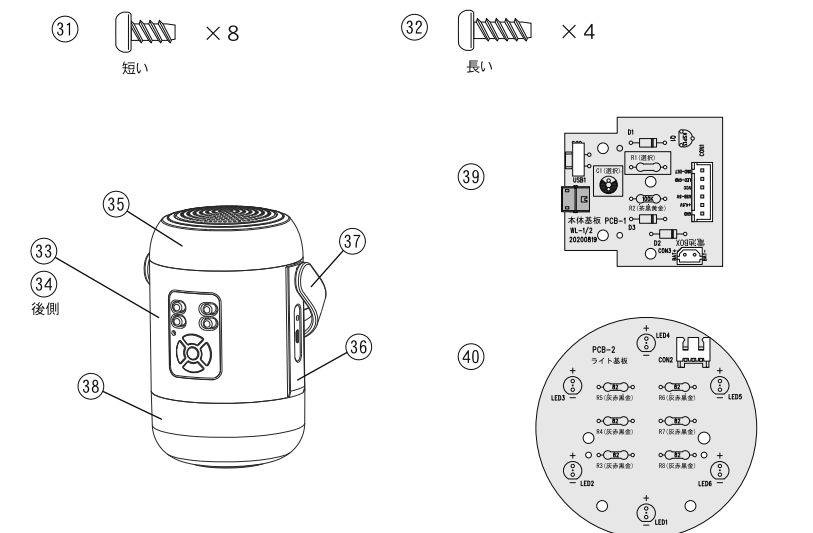
はんだ練習



電子部品



ネジと本体など



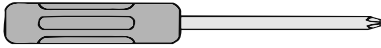
2

使用する工具

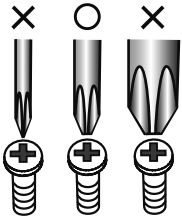
取り扱う工具は、適切なものを使用して、ケガの無いよう注意してください。

■ドライバ 2号プラス(+)

K-10、K-5など

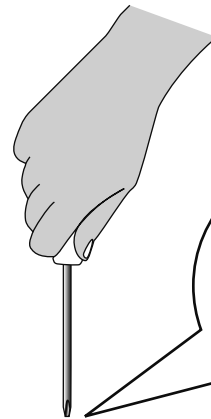


タッピングビスやねじの
取り付け、取り外しに使います。



大きさ確認

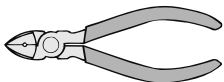
ネジの十字みぞの大きさに合った
ドライバを使用してください。
大きいと入りませんし、小さいと十字みぞを
痛めてしまいます。



ドライバをしっかりと握って、
先端をネジのみぞに真っ直ぐに
強く押しつけながら回す。

押しつける力を意識
回す力より

■ニッパ



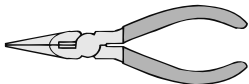
リード線を切断したり被覆をむくのに使
用します。刃が痛むので、ピアノ線などの
硬い金属には使用しない。

ニッパもラジオペンチも持ち方は同じです。
力の入れ方は、やることによって違うので
うまく調節すること。

力の入れ方を調節

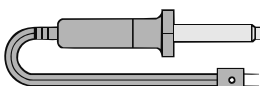


■ラジオペンチ

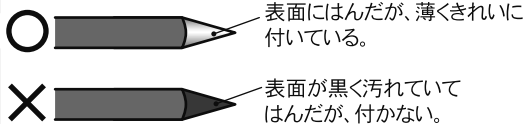


部品のリード線を曲げたり、ナット
締めなどに使用します。

■はんだごて



こて先は、きちんとしたものを使うこと



表面にはんだが、薄くきれいに
付いている。

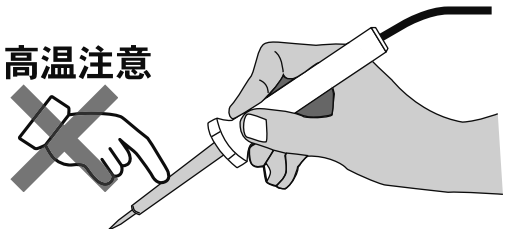
表面が黒く汚れていて
はんだが、付かない。

注意:こて先を保護するために、使いはじめは、加熱後すぐ
こて先に、はんだをのせてください。
片づける時も、はんだをのせた状態にしてください。

マイカはんだごては30W以下、セラミックはん
だごては25W以下のものを使用すること。
W数の大きいものでプリント基板をはんだ付
けすると部品破損やパターンをはがす恐れが
あります。

鉛筆を持つように握ります。
金属の部分は、高温になるので
絶対に触らないこと。

高温注意



■こて台



はんだごてのこて先は300℃以上にも
なります。はんだごてを使用する
ときは、必ずこて台を使用して事故や
やけどの無いよう心がけること。

■テスタ



組立の検査や実験の測定に使用しま
す。誤使用すると内蔵のヒューズが切
れたり、破損したりするので、先生の
注意を聞いて使用すること。

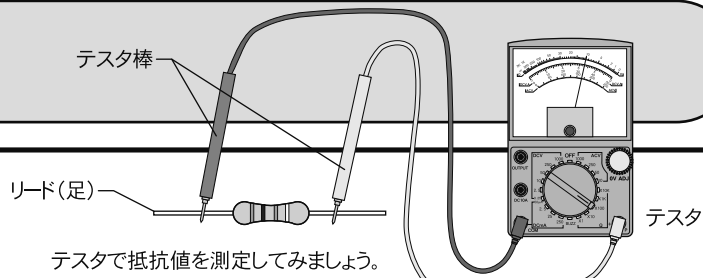
3

電気の学習



よく読んだら、チェックしよう。

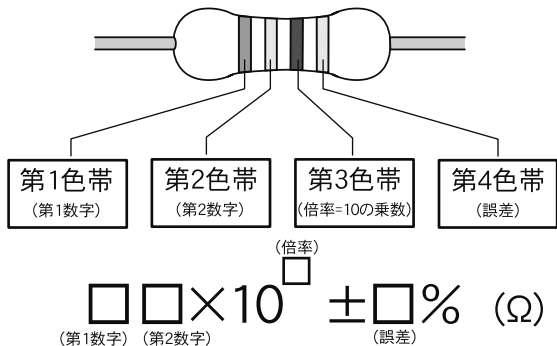
1 固定抵抗器について



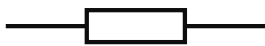
テスタで抵抗値を測定してみましょう。

回路における抵抗とは、電流の流れにくさであり、電気回路を流れる電流を制限したり、電圧を下げる役割をします。電気部品には、流しても良い電流や電圧が決まっているので、抵抗器を使って電流や電圧を調整します。4本の色帯(カラーコード)でその抵抗の値を表示しています。

色による抵抗値の表示



固定抵抗器の図記号



色帯を読んで、測定値と比較してみましょう。

色	第1色帯 (第1数字)	第2色帯 (第2数字)	第3色帯 (倍率)	第4色帯 (誤差)	覚え方
黒			$\times 10^0$		黒い礼(0)服
茶	1	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$	茶を一(1)杯
赤	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$	赤いに(2)んじん
橙	3	3	$\times 10^3$		橙み(3)かん
黄	4	4	$\times 10^4$		黄色いヨ(4)ット
緑	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$	嬰兒(5)[ミドリゴ]
青	6	6	$\times 10^6$	$\pm 0.25\%$	青虫(6)
紫	7	7	$\times 10^7$	$\pm 0.1\%$	紫式(7)部
灰	8	8	$\times 10^8$		ハイヤ(8)ー
白	9	9	$\times 10^9$		ホワイク(9)リスマス
金				$\pm 5\%$	
銀				$\pm 10\%$	
無				$\pm 20\%$	

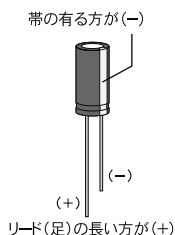
例えば、色帯が茶黒茶金の抵抗器だと

$10 \times 10^1 \pm 5\%$ つまり 100Ω となります。



2 コンデンサについて

コンデンサは、電気を充電したり放電したりする性質を持ちます。+、-の極性を持つものがあり、その場合は取り付け方向に注意する必要があります。コンデンサの電気を蓄える容量を静電容量と言い単位は、F(ファラド)です。



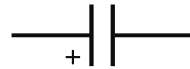
電解コンデンサ(極性あり)

アルミの酸化皮膜を電極として紙に電解液を染み込ませたものを挟み込んだ形状をしています。酸化皮膜の凸凹した形状に多数の電気が蓄積するので電気を大容量充電・放電することが出来ます。このため、電源の電圧の変化を少なくするための平滑回路に使われます。

コンデンサの図記号

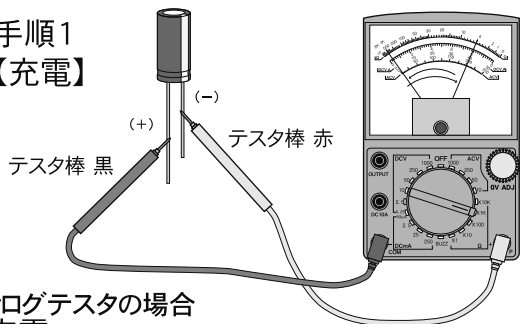


有極性コンデンサの図記号



● コンデンサの充放電を実験してみましょう。

■ 手順1 【充電】

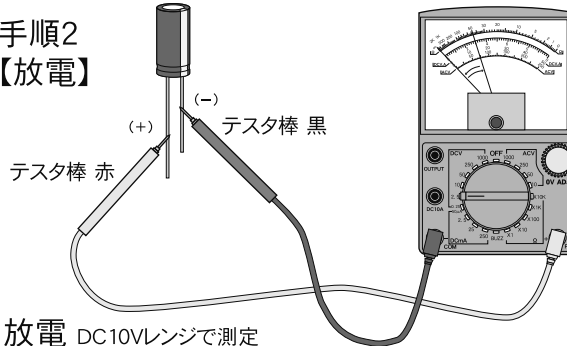


アナログテスタの場合

■ 充電 $\Omega \times 1K$ レンジで測定

足の長い方(+)	足の短い方(-)
テスタ棒 黒を当てる。	テスタ棒 赤を当てる。
針が大きく振れ、次第に抵抗値が増える。	

■ 手順2 【放電】



■ 放電 DC10Vレンジで測定

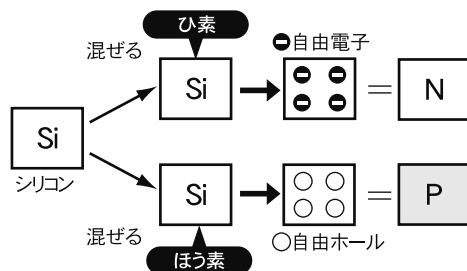
足の長い方(+)	足の短い方(-)
テスタ棒 赤を当てる。	テスタ棒 黒を当てる。
充電電圧を指針し、次第に電圧が下がる。	

注意: デジタルテスタの場合は、イラストとテスタ棒の色が反対になります。

3 半導体とは？

確認

半導体とは、ある条件で電気を流すように作ったものです。シリコン(Si)などに不純物(ひ素やほう素)を入れて作ります。混ぜる物質によって、できる半導体が決まります。その異なる半導体の組み合わせによって、いろんな動作をする半導体部品ができます。



★N型半導体

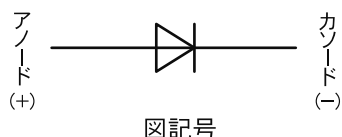
自由電子を持つ半導体ができる。これをN型半導体と言います。

★P型半導体

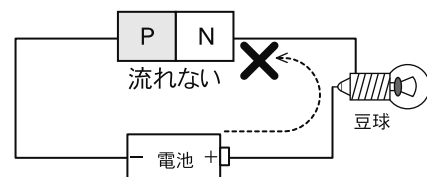
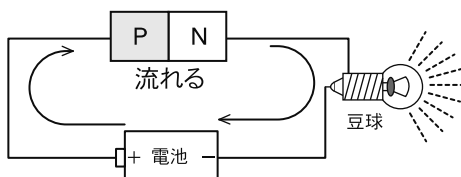
自由ホールを持つ半導体ができる。これをP型半導体と言います。

4 ダイオード(整流器)について

確認



ダイオードは、P型半導体・N型半導体の2種類の半導体を接合した部品でアノード(+側)からカソード(−側)の方向にしか電気を流さない性質があります。これを整流作用と言います。ダイオードに電気の流れる方向を「順方向」、その逆の電気の流れない方向を逆方向と言います。



【1】ダイオードはP型半導体とN型半導体を合体させる。

【2】PからNには電気を流すため豆球は点灯する。

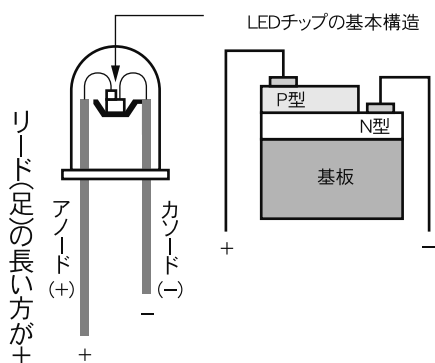
【3】NからPには電気を流さないため豆球は点灯しない。

5 発光ダイオード(LED)について

確認

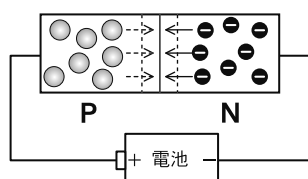
「21世紀の照明」と注目されるLEDは、電球に比べ省電力、長寿命という特長があります。白色のものは懐中電灯など、青、赤、緑の組み合わせは、フルカラーの画面LEDディスプレイなどに利用されています。また自動車のストップランプや方向指示器のランプにLEDが使用されているものがあります。

●LEDの外観

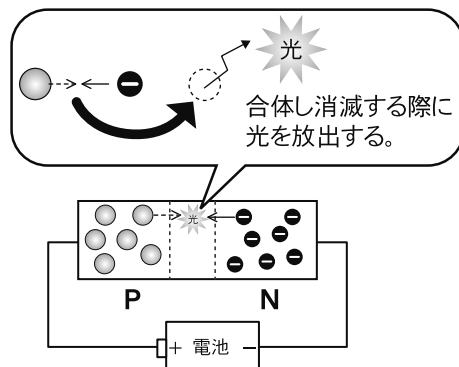
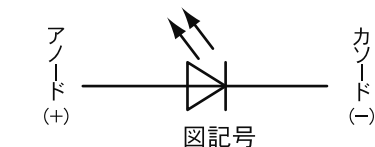


●なぜ光るの？

- 自由電子は、+に引きつけられる。
- 自由ホールは、-に引きつけられる。



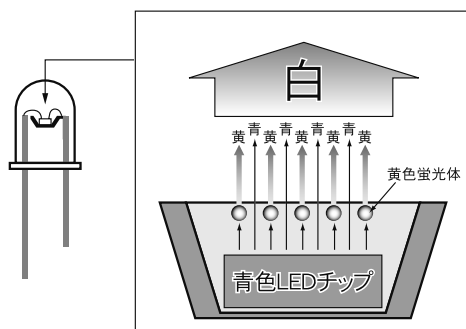
① ガリウムひ素を材料にしたN型半導体とP型半導体に上図のように電圧をかけると中央(空乏層)に自由電子と自由ホールが移動する。



② 自由電子と自由ホールが出会うと合体する。その際自由電子の運動エネルギーが、光として放出される。

●白色LEDのしくみ

LEDの発光色はその特性上、赤、緑、青の3色です。照明としての白色を得るためには、赤、緑、青の3色を使用することにより白色光が得られますが、一般的には青色LEDと黄色蛍光体を組み合わせたものが使用されています。始めに青色光が黄色蛍光体に吸収されると蛍光体は黄色の光を発する。この黄色と吸収されなかった青色が混ざって「白色光」となります。2014年には、効率的な青色発光ダイオードを発明し明るく省エネルギーな白色光源を可能としたとして3人の日本人がノーベル物理学賞を受賞しました。



●青色光と黄色光が適量混ざると白色になる。

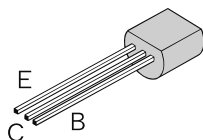


6 トランジスタについて

確認

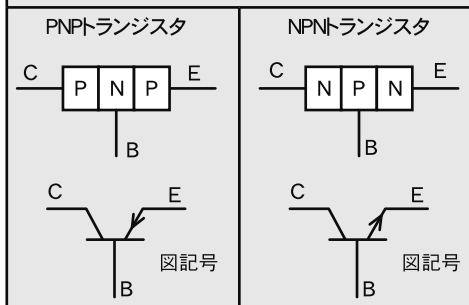
●トランジスタの外観

2SC1815の場合



C:コレクタ
B:ベース
E:エミッタ

●トランジスタは2種類ある。(NPN型が主流です。)

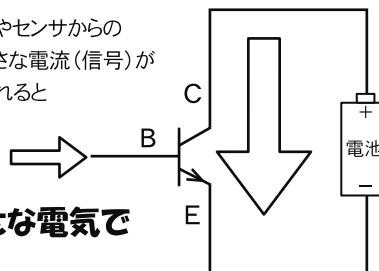


●トランジスタの働き

① ICやセンサからの小さな電流(信号)が流れると



小さな電気で



② スイッチが入ったように大きな電流が流れる。



トランジスタの主な働きに増幅作用があります。

増幅作用とは、小さな電気の流れ(電流)を大きな電流に換える働きのことを言います。B(ベース)にわずかな電流を流すと、C(コレクタ)、E(エミッタ)間に数百倍の電流が流れます。

この原理を応用して、小さな信号を大きくする拡声器やラジオ、テレビなどの回路に使用されています。

4

はんだづけ練習



1 ランドへのはんだづけ

確認



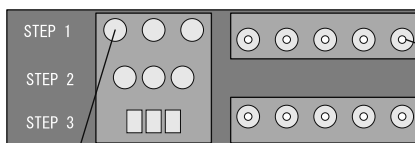
はんだ練習袋を使用

部品面



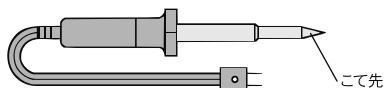
はんだ練習基板

はんだ面(緑色)



ランド

穴の開いたランド



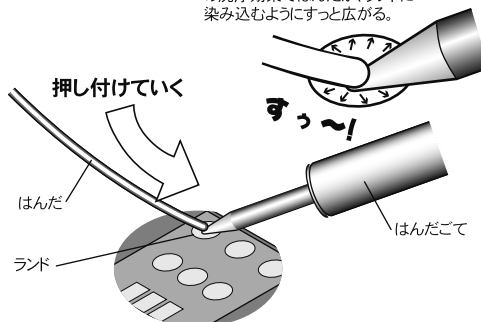
注意:こて先を保護するために、使いはじめは加熱後すぐ、こて先に、はんだをのせてください。作業時にこて先を水を含ませたスポンジ等できれいにしてはんだづけを行います。片づける時も、はんだをのせた状態にしてください。

穴の開いていないSTEP 1からSTEP 3のランドにはんだづけします。

①

はんだごてをランドに当て加熱。次にはんだをこて先に当てるように適量押し込む。

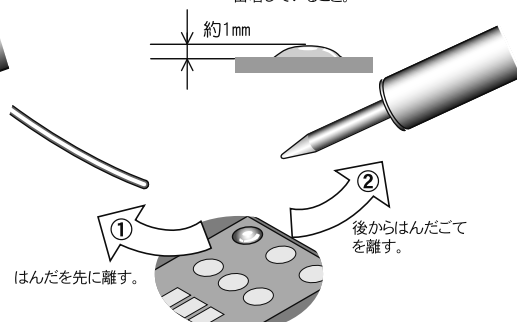
はんだに含まれているフラックスの洗浄効果ではんだが、ランドに染み込むようにすっと広がる。



②

はんだが、きれいに広がったらはんだを離してからはんだごてを離す。

はんだにソヤがありランドに密着していること。



STEP 3のランドの間隔は狭いので、隣のランドとはんだが、つながないように気を付けて作業してください。



2 電子部品の差し込み

確認

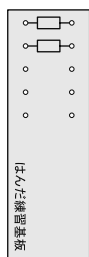


はんだ練習袋を使用

①

はんだ練習基板に抵抗器100Ω(茶黒茶金)を2個はんだ付けします。

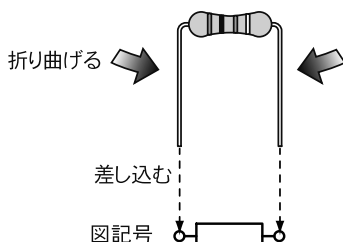
抵抗器
100Ω(茶黒茶金)



はんだ練習基板

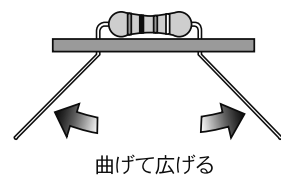
②

抵抗器を穴の間隔に合わせて折り曲げて部品側から差し込みます。



③

抵抗が抜け落ちないようにリードを曲げます。



基板をひっくり返しても部品が落ちないようにしてください。
作業台などで支えると作業しやすい。
ただし、熱で溶けるものは不可。

ぴたっ!



3 はんだづけ

確認

①

ランドとリードを加熱する。

1秒

ランドとリードが熱くなる。

リード

こて先に薄くはんだが付いていること。

ランド

基板の裏面
(はんだ面)

はんだごて

②

1~2秒

はんだをこて先とリードに当てる。
溶けたはんだが、広がるように
はんだをつぎ足す。

溶けたフラックスの洗浄効果で
はんだが、すっと広がる。

押し付けていく

はんだ

すっ~!

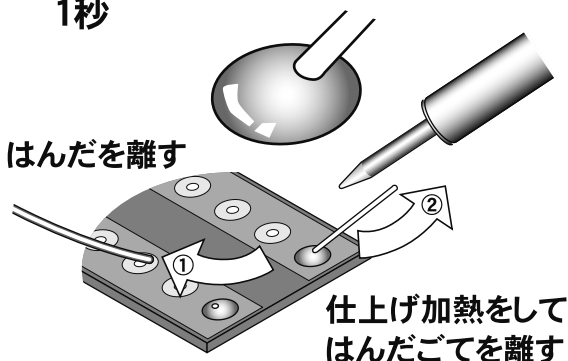
ランドとリードが十分
熱されないとはんだが
付かない。

③

1秒

きれいに広がったら、はんだを
離してから、はんだごてを離す。

はんだを離す

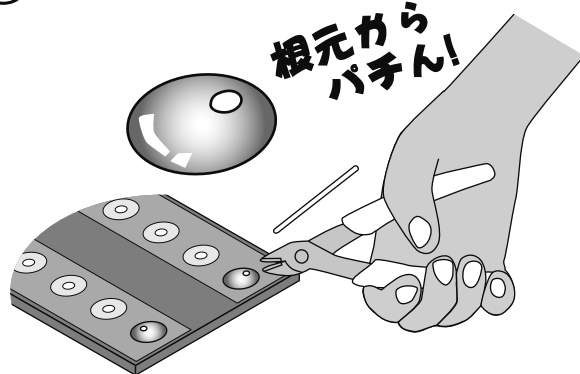


仕上げ加熱をして
はんだごてを離す

④

余ったリードをニッパで切る。

根元から
パチン!



4 はんだ付けの点検

確認

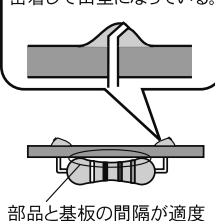
はんだ付けを点検をしましょう。

悪いはんだ付けを見つけたら、修正しましょう。

良い例

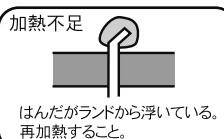
はんだにツヤがあり
ランド全体に広がっている。

はんだが、ランドとリードに
密着して山型になっている。

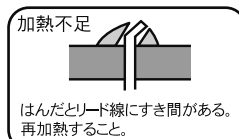


部品と基板の間隔が適度

悪い例



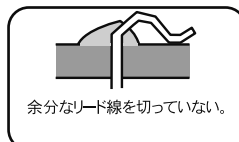
加熱不足
はんだがランドから浮いている。
再加熱すること。



加熱不足
はんだとリード線にすき間がある。
再加熱すること。



はんだの量が多すぎる。
再加熱してぬぐい取る。



余分なリード線を切っていない。

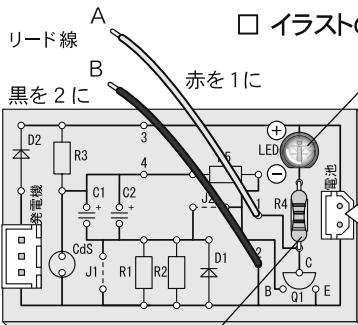
よく読んだら、チェックしよう。

※WL-2(実験セット無キット)の場合は、12ページへ進んでください。

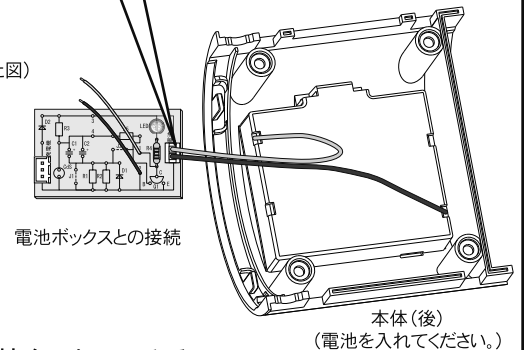
1 LEDの実験(発光ダイオードの点灯)

本体の分割方法は、15ページを参照してください。

確認



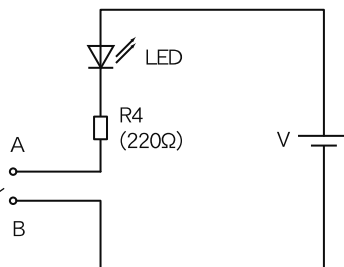
□ イラストのように各部品を基板にはんだ付けする。

LED
足が長い方がアノード(+)電池ボックスの
コネクタを接続する。ショート防止のため
はんだ付け作業中は
電池のコネクタを外す事コネクタの抜き差しは、コネクタを
しっかりと持って行う。
コードを引っ張って抜かないこと。はんだ付け作業中は
コネクタを外してください。本体(後)
(電池を入れてください。)

① 電池でLEDを点灯させる。

リード線ABを接触させてLEDを点灯
させる回路です。
LEDの取り付けを逆になると点灯
しません。
抵抗器R4は、LEDに電流
が流れすぎないようにするための
抵抗です。

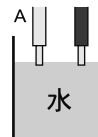
スイッチの役割



回路図(発電部は省略)

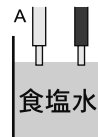
② LEDに大きな抵抗をつないでみる。

水道水を入れたコップにABの
先端をつけてみます。
これはAB間に大きな抵抗器を
接続したのと同じことです。
点灯したでしょうか？



点灯しない場合

水道水では抵抗が大きすぎて
ほとんど点灯しないので、次は
食塩水につけてみてください。
食塩水の方が電気を通し易い
のでもっと明るく点灯します。

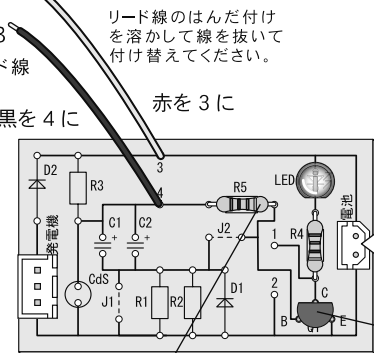


2 一石増幅の実験(トランジスタの働きとは)

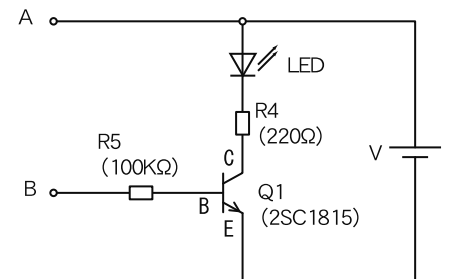
確認

□ イラストのように各部品を基板にはんだ付けする。

LEDの実験をベースに、抵抗器R5(100kΩ)とトランジスタを
取り付けて、リード線の取り付け位置を変更する。

ショート防止のため
はんだ付け作業中は
電池のコネクタを外す事電池ボックスの
コネクタを接続する。トランジスタ
平らな面
型番の記載アリ基板からの高さ
8mm程度まで差し込む。

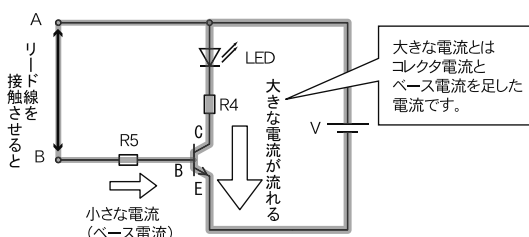
回路図



R5 抵抗器100kΩ(茶黒黄金)

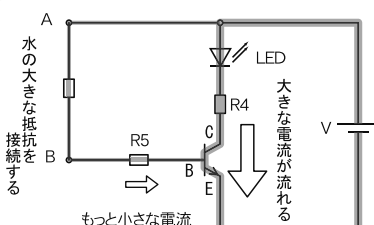
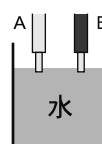
① 増幅回路の点灯チェック

リード線ABを接触させてLEDの点灯を確認する。
抵抗器R5を通ってきた小さな電流(信号)が
トランジスタのベースに流れることで、トランジスタの
スイッチが入ったようにC-E間に電気が流れます。
ベースに流れる電流をベース電流と言います。
コレクタに流れる電流をコレクタ電流と言います。

大きな電流とは
コレクタ電流と
ベース電流を足した
電流です。小さな電流
(ベース電流)

② 一石増幅の実験

水道水を入れたコップにABの先端をつけてみます。
前項目(LEDの実験)では、ほとんど点灯しなかったLEDが
明るく点灯するようになります。
抵抗器R5と水を通る抵抗によって、ほんのわずかな値
となった電流でも、トランジスタによって増幅されてLEDが
点灯します。これがトランジスタの増幅作用です。
ベース電流に対してのコレクタ電流の大きさの比率を
増幅率(hFE)と言います。



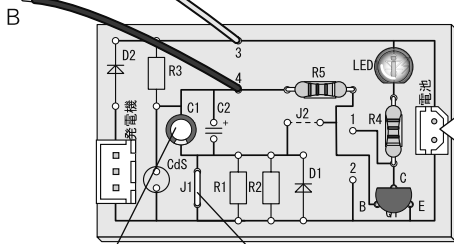
もっと小さな電流



3 タイマの実験(LEDが点灯して、しばらくして消えるのは)

確認

A
リード線



C1 電解コンデンサ47 μ F

J1 ジャンパ線

□ イラストのように各部品を基板にはんだ付けする。

一石増幅の実験をベースに、電解コンデンサC1(47 μ F)とジャンパ線J1を取り付ける。

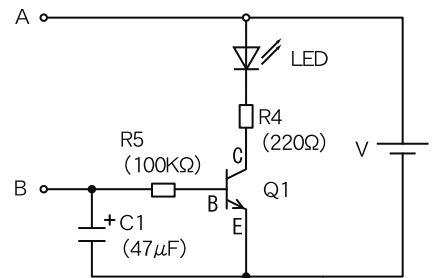


ショート防止のため
はんだ付け作業中は
電池のコネクタを外す事

電池ボックスの
コネクタを接続する。

ジャンパ線は、2本に切り分けてから
折り曲げて、はんだ付けてください。

もう一本もあとで使用します。



回路図

① 一瞬だけ接触させてみる。

リード線ABをほんの一瞬接触させて離してもLEDは点灯し続け、やがて暗くなって消える。一石増幅の実験では、リード線を離すと直ぐにLEDが消えたのに、なぜでしょうか？

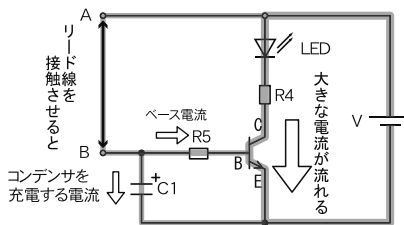
② コンデンサの働き

コンデンサには、3ページで実験したように電気を充放電する性質があります。リード線を接触させると、電池は、LEDを点灯させながら、コンデンサを充電しています。リード線を離すと、コンデンサに充電された電気が放電され、トランジスタにベース電流を流します。それでトランジスタは、電気を流すようになり、LEDが点灯します。コンデンサが完全に放電するとベース電流が流れなくなりLEDも消灯します。

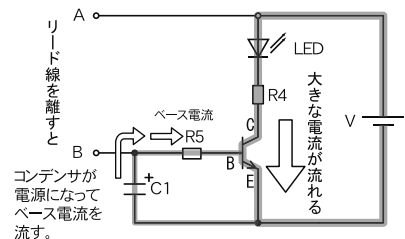
接触させるのは、ほんの一瞬でもLEDは結構長く点灯します。ベース電流が本当に小さいのでコンデンサの電気が長持ちしているのです。



充電



放電



4 光センサの実験(暗くなってLEDが点灯するのは)

確認

□ イラストのように各部品を基板にはんだ付けする。

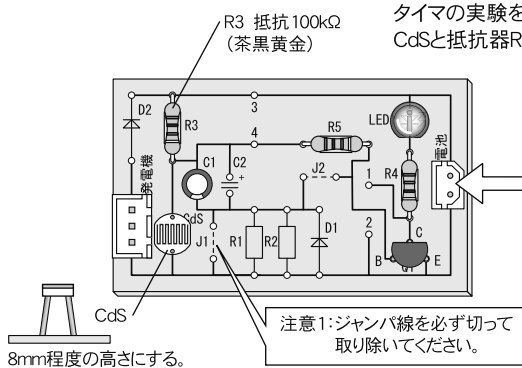
タイマの実験をベースに、リード線ABとジャンパ線J1を切り取ります。CdSと抵抗器R3(100kΩ)を取り付ける。



ショート防止のため
はんだ付け作業中は
電池のコネクタを外す事

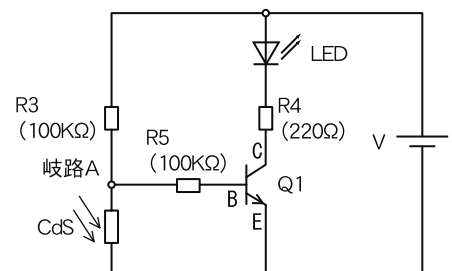
電池ボックスの
コネクタを接続する。

注意2:コンデンサC1は、取り付けたままにすること。
ジャンパ線(J1)が無いので、働いていません。



8mm程度の高さにする。

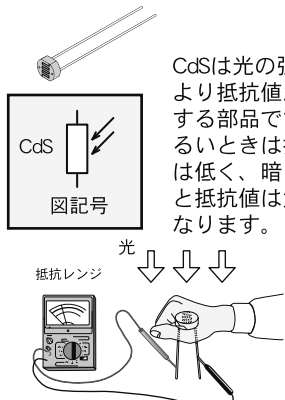
注意1:ジャンパ線を必ず切って
取り除いてください。



回路図

① 光センサ(CdS)とは

実験時の遮光の仕方



CdSは光の強弱により抵抗値が変化する部品です。明るいときは抵抗値は低く、暗くなると抵抗値は大きくなります。

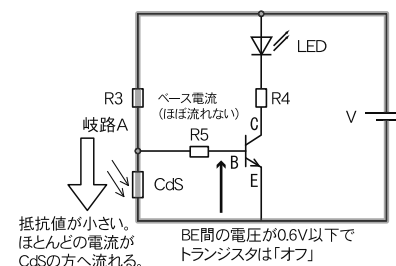
光を手でさえぎるとCdSの抵抗値が変化します。



② 光センサ回路の働き

明るい時

CdSの抵抗値が小さいので、岐路Aで電流は、ほとんどがCdSの方へ流れて行きトランジスタに、ほとんどベース電流が流れずLEDが点灯しない。

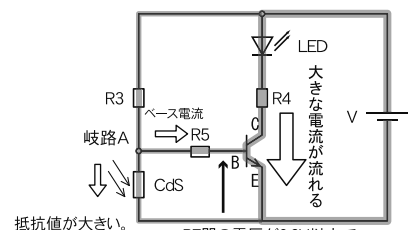


抵抗値が小さい。
ほとんどの電流が
CdSの方へ流れる。

BE間の電圧が0.6V以下で
トランジスタは「オフ」

暗い時

CdSの抵抗値が大きいため、岐路Aで電流は、CdSにも、トランジスタのベースにも流れるため、LEDが点灯する。



抵抗値が大きい。
CdSにもトランジスタ
にも電流が流れる。

BE間の電圧が0.6V以上で
トランジスタは「オン」



確認

5 センサライトの実験(明るい状態から急に暗くなった時に一定時間点灯)

□ イラストのように各部品を基板にはんだ付けする。

光センサの実験をベースに、抵抗器R5(100k Ω)を切り取り図のように各部品を取り付ける。



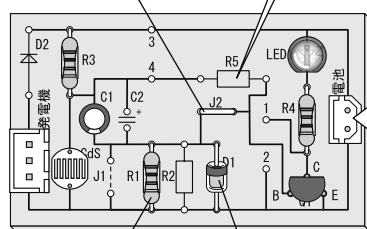
J2 ジャンパ線

注意: R5の抵抗器を必ず切って取り除いてください。



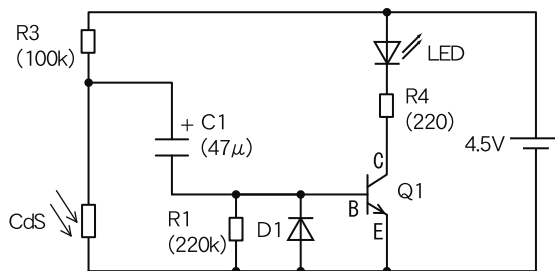
ショート防止のため
はんだ付け作業中は
電池のコネクタを外す事

電池ボックスの
コネクタを接続する。



R1 抵抗器220k Ω
(赤赤黄金)

D1 スwitchングダイオード
(目印の帯を上にする。)



回路図(発電部は省略)

周囲が明るい状態から暗くなった時に、1回だけ一定時間点灯するセンサ回路です。
もう一度、周囲が明るくなると再び反応ようになります。
急な停電時や就寝時に便利な消費電力の少ないセンサライトです。

実験時の遮光の仕方



① 動作させてみる。

遮光チューブで、CdSの光をさえぎってみます。
LEDが点灯して数秒間経つと消灯します。
再びCdSに光を当てます。
CdSの光をさえぎると再び同じ動作を繰り返します。

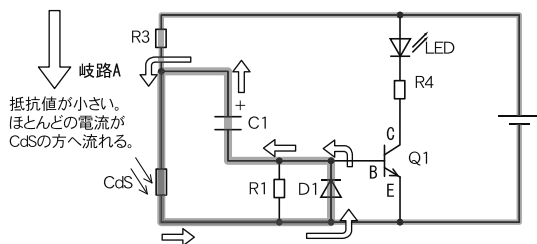
② 回路の動き

センサ回路がどのように働いているのか回路の動きを説明します。

動作①

明るくなった時

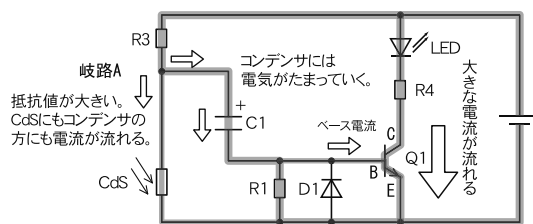
CdSの抵抗値が小さいので、電池からの電流は
岐路AでほとんどがCdSの方へ流れるためトランジスタが作動しない。
コンデンサC1に充電されている電気は、スイッチングダイオード
を通る経路で放電されます。



動作②

暗くなった時(LED点灯)

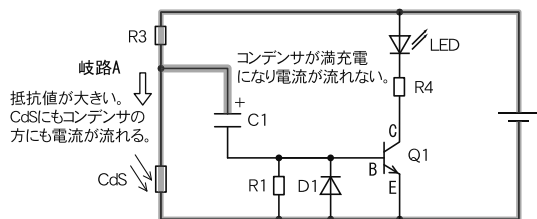
CdSの抵抗値が大きくなって、電池からの電流は
岐路AでコンデンサC1の方へも流れます。
それによって、ベース電流が流れるのでトランジスタが
オンになりLEDが点灯します。



動作③

暗い時(LED消灯)

コンデンサC1が満充電になると電流を流さなくなり
ベース電流も流れないのでトランジスタがオフになり
LEDが消灯します。
周囲が明るくなると動作①へと戻ります。



□ センサライトのLEDの点灯時間を測定してください。

R1の抵抗器が220k Ω 、C1コンデンサが47 μ Fでの点灯時間を測定。

点灯時間(T)

秒

次のページの設計で、この時間を参考にします。

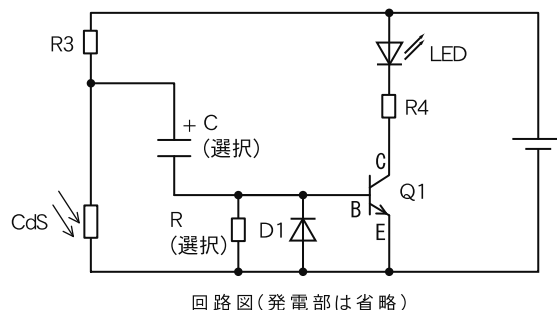
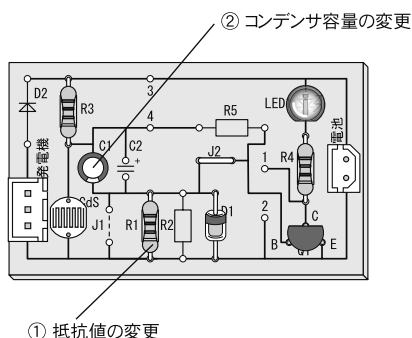
よく読んだら、チェックしよう。

1

センサライトのLED点灯時間を検討

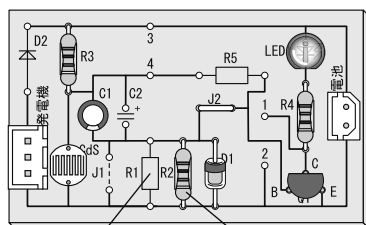
確認

このセンサライトの回路は、抵抗値とコンデンサの容量を変更することで、暗くなった時のLED点灯時間が変わります。



① 抵抗値を変更して点灯時間の変化を測定する。

R1の抵抗器(220kΩ)を切り取って、R2に抵抗器(470kΩ)をはんだ付けする。点灯時間を測定。



R1抵抗器(220kΩ)を切り取る。

R2 抵抗器(470kΩ)

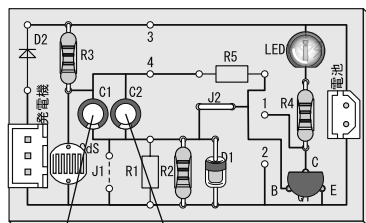
元の回路と比べると抵抗値が2倍になりました。9ページの点灯時間と比較してください。

点灯時間(T)

秒

② コンデンサ容量を変更して点灯時間の変化を測定する。

C2にもコンデンサ(47μF)をはんだ付けする。(C1とC2にコンデンサが付いた状態)点灯時間を測定。



C1 コンデンサ(47μF)

C2 コンデンサ(47μF)

C1とC2にコンデンサが並列に付いているので、容量が2倍になりました。①の回路の点灯時間と比較してください。

点灯時間(T)

秒

抵抗値を2倍、コンデンサ容量を2倍にすると、元のセンサ回路と比べると何倍の点灯時間になったでしょうか？

選択肢

キットには、下記の部品が用意してあります。自分で部品の値を決めて、点灯時間を設計してください。

点灯時間T(秒)を求める式 $T = K \times R \times C$

K: 比例定数(参考値は、0.5~1)

R: 抵抗器の値

C: コンデンサの容量

※計算値はあくまでも参考程度です。実際の周期は、周囲の明るさ、部品の許容差などに影響されます。

実験での点灯時間の変化を参考に、部品の数値を選定してください。

抵抗器

選んで付ける。 220kΩ(赤 赤 黄金)
470kΩ(黄 紫 黄金)
1MΩ(茶 黒 緑金)

※ 値が大きいくほど、点灯時間が長くなります。

 $k\Omega = \times 10^3 \Omega$ $M\Omega = \times 10^6 \Omega$

電解コンデンサ

選んで付ける。 47μF-16V
100μF-16V
220μF-16V

※ 値が大きいくほど、点灯時間が長くなります。

 $\mu F = \times 10^{-6} F$

記録

自分の選んだ部品の値を記録します。

抵抗値		コンデンサ容量	
R1	Ω	C1	μF

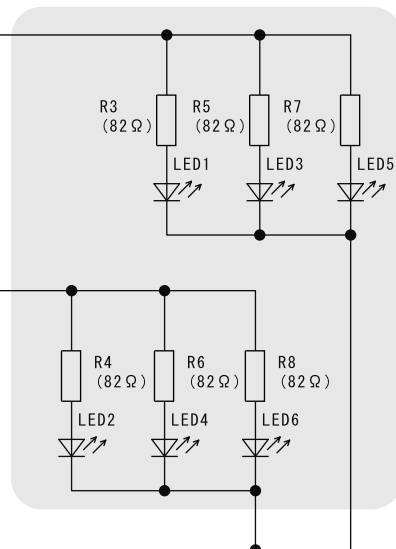
よく読んだら、チェックしよう。

※スピーカ回路部は、省略しています。

確認

1

製作部の回路図

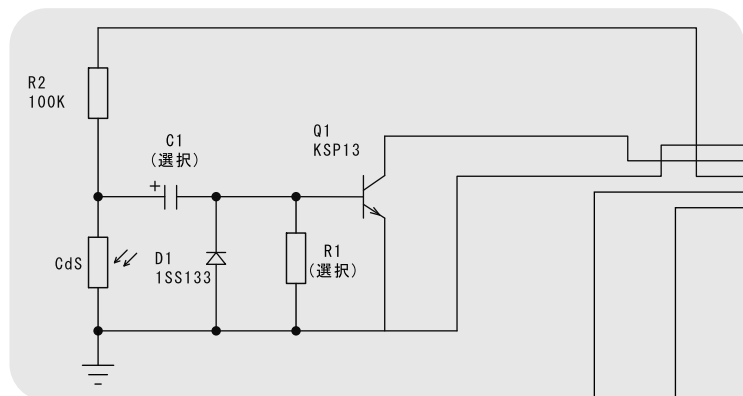
ライト基板
PCB-2

光量切換スイッチ
Light High Light Low

ライト切換スイッチ

OFF
Light ON Sensor ON

センサライト回路



GND-DET
LED-GND
Vcc
USB-5V
+4.5V
GND

CON1

BATT
USB IN
電源切換スイッチ

USB INPUT
USB1

D3
1N5819

D2
1N5819

本体基板
PCB-1

CON3

乾電池
4.5V

の部分が製作部です。

よく読んだら、チェックしよう。



1

ライト基板に部品のはんだ付け

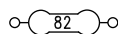
確認



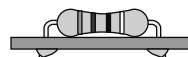
部品袋Aを使用

① 抵抗器をはんだ付けする。

□ R3～R8 に、82 Ω (灰 赤 黒 金) を付ける。



記号

基板
(側面図)

奥まで差し込む。

② 白色LEDをはんだ付けする。

□ LED1～LED6に、白色LEDを付ける

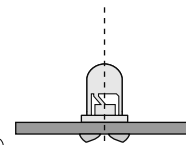
極性に注意して、奥まで差し込む。



差し込む

足が長い方が
アノード(+)足が短い方が
カソード(-)

記号

基板
(側面図)

奥まで差し込む。

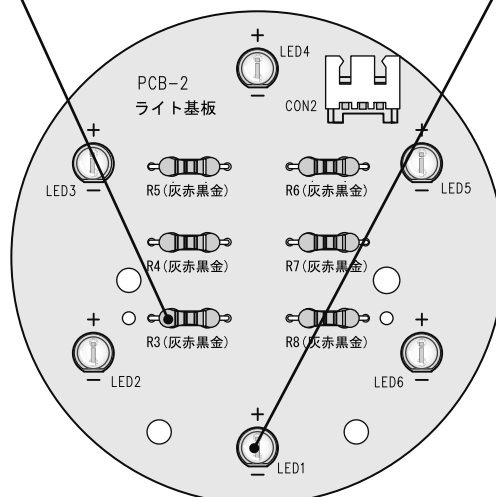
① R3～R8 抵抗器 82 Ω
(灰 赤 黒 金)

×6個

② LED1～LED6



×6個



ライト基板 PCB-2



確認

2 本体基板に部品のはんだ付け その1



部品袋Bを使用

※実験セット無しの場合は、10ページの説明を参考に
部品の値を選んでください。

● 自分の設計記録(10ページ)を写して製作

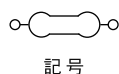
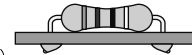
抵抗値		コンデンサ容量	
R1	Ω	C1	μF

① 抵抗器をはんだ付けする。

- R1 に、下記の3種類の中から1個
選択した抵抗器を付ける。

選んで付ける。 220 k Ω (赤 赤 黄金)
470 k Ω (黄 紫 黄金)
1 M Ω (茶 黒 緑 金)
※ 値が大きいほど、点灯時間が長くなります。

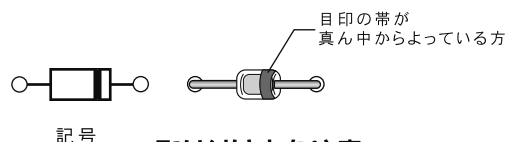
- R2 に、100 k Ω (茶 黒 黄金)を付ける。

基板
(側面図)

奥まで差し込む。

③ スイッチングダイオードをはんだ付けする。

- D1に、極性(取り付け方向)に注意して
スイッチングダイオードを付ける。

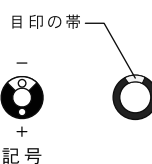


取り付け方向注意。

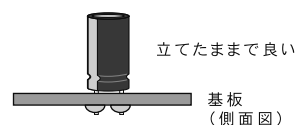
② 電解コンデンサをはんだ付けする。

- C1 に、下記の3種類の中から1個
選択したコンデンサを付ける。
□ 極性(取り付け方向)に注意して付ける。

選んで付ける。 47 μF -16V
100 μF -16V
220 μF -16V
※ 値が大きいほど、点灯時間が長くなります。



取り付け方向注意。



奥まで差し込む。

① R1 抵抗器



選んで付ける。 220 k Ω (赤 赤 黄金)
470 k Ω (黄 紫 黄金)
1 M Ω (茶 黒 緑 金)
※ 値が大きいほど、点灯時間が長くなります。

② D1 スイッチングダイオード

極性に注意

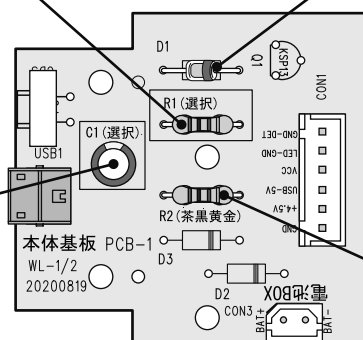


② C1 電解コンデンサ

極性に注意



選んで付ける。 47 μF -16V
100 μF -16V
220 μF -16V
※ 値が大きいほど、点灯時間が長くなります。



本体基板 PCB-1

① R2 抵抗器 100k Ω (茶 黒 黄金)





確認

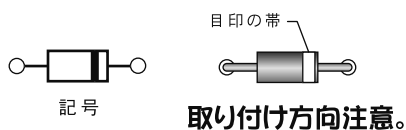
3 本体基板に部品のはんだ付け その2



部品袋Bを使用

① 整流ダイオードをはんだ付けする。

- D2とD3に、整流ダイオードを付ける。
極性(取り付け方向)に注意して付ける。

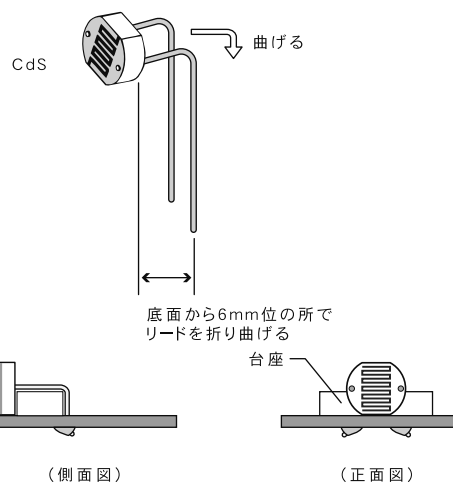


基板
(側面図)

奥まで差し込む。

② CdSをはんだ付けする。

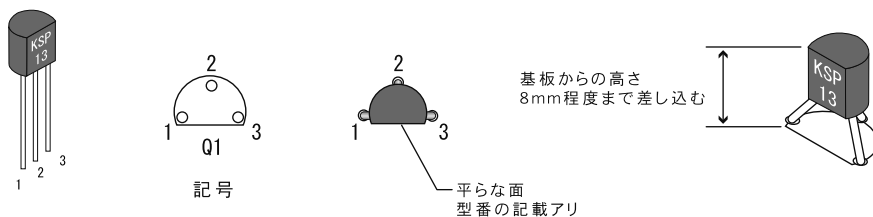
- CdSを台座に合わせて、リードを折り曲げて付ける。



基板の端に位置を合わせる。

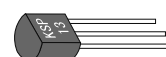
③ トランジスタをはんだ付けする。

- Q1にトランジスタを付ける。
- トランジスタの向きとリードを差し込む穴の位置に注意して付ける。



③ Q1トランジスタ

極性に注意



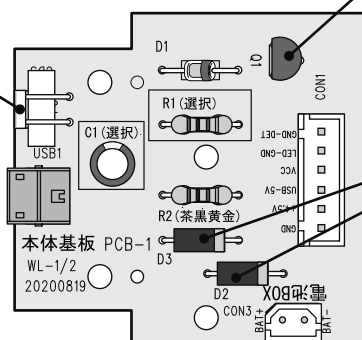
② CdS



取り付け方に注意

① D2・D3 整流ダイオード

極性に注意



本体基板 PCB-1



確認

4 基板の点検

ライト基板、本体基板のはんだ付けを点検をしましょう。
悪いはんだ付けを見つけたら、修正しましょう。

① 部品の取り付け方向の点検

部品の取り付け方向を点検します。

ライト基板

□ LED1~LED6 白色LED

本体基板

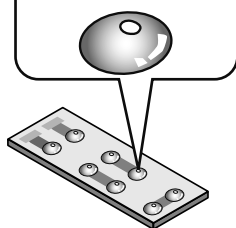
□ D1 スイッチングダイオード
□ D2、D3 整流ダイオード

□ C1 電解コンデンサ
□ Q1 トランジスタ

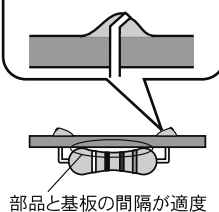
② はんだ付けの点検

良い例

はんだにツヤがあり
ランド全体に広がっている。



はんだが、ランドとリードに
密着して山型になっている。



部品と基板の間隔が適度

悪い例

加熱不足

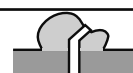


はんだがランドから浮いている。
再加熱すること。

加熱不足



はんだとリード線にすぎ間がある。
再加熱すること。



はんだの量が多すぎる。
再加熱してぬぐい取る。



余分なリード線を切っていない。
ニッパで、切り取ること。

9

本体の分割

よく読んだら、チェックしよう。



確認

1 本体の分割手順

① 本体(後)を外す。

- 本体(後)を引き抜く。
- 実験セット付きWL-1の場合は、7ページの回路の実験に本体(後)を使用します。

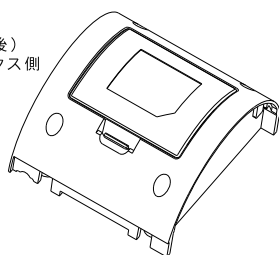
② ライトカバーを外す。

- ライトカバーを引き抜く。

③ 取っ手とサイドパネルを外す。

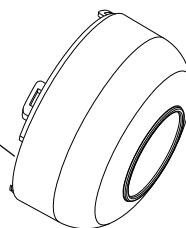
- 取っ手とサイドパネルを外す。
- 本体(上)と本体(前)は、配線で接続されているので、付けたままにしておく。

本体(後)
電池ボックス側



位置決めの凹み
(カバーの内側)

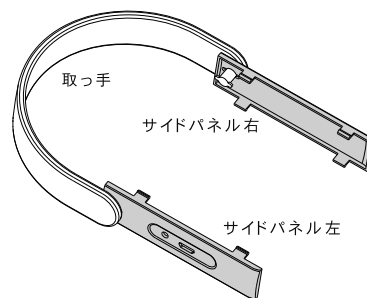
ライトカバー



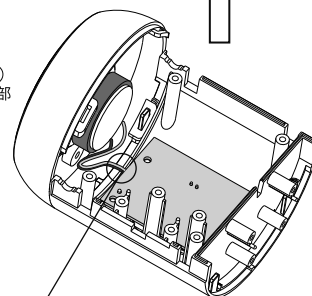
取っ手

サイドパネル右

サイドパネル左



本体(上)
スピーカ部



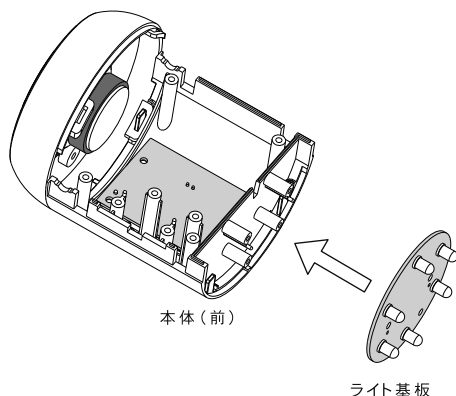
スピーカ配線が基板にコネクタ接続して
あるので付けたままにする。

1 本体(前)スイッチ部の組み立て

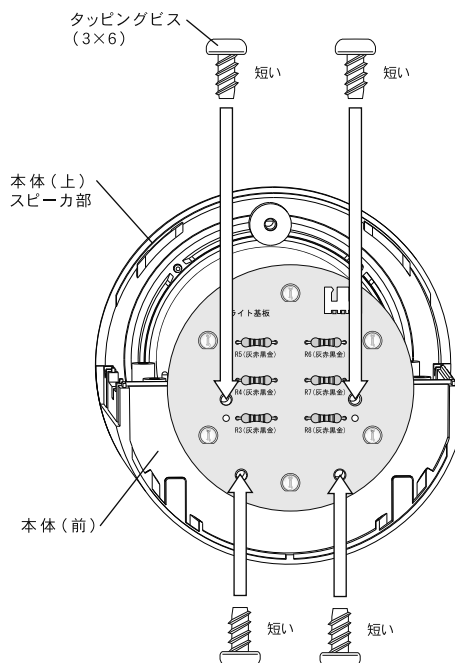
確認

① ライト基板を本体(前)にネジ止めする。

- ☐ ライト基板を本体(前)に位置を合わせて置く。
- ☐ 4本の短いタッピングビス(3X6)で取り付ける。



ネジ袋を使用

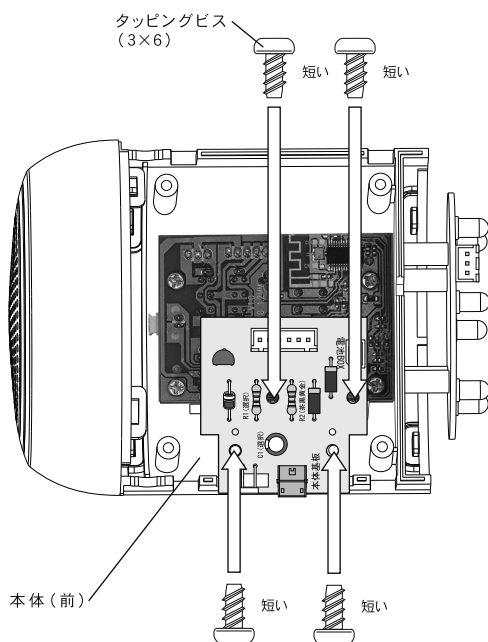


2 本体(前)スイッチ部の組み立て その2

確認

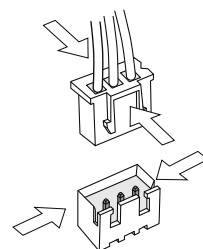
① 本体基板を本体(前)にネジ止めする。

- ☐ 本体基板を本体(前)に位置を合わせて置く。
- ☐ 4本の短いタッピングビス(3X6)で取り付ける。



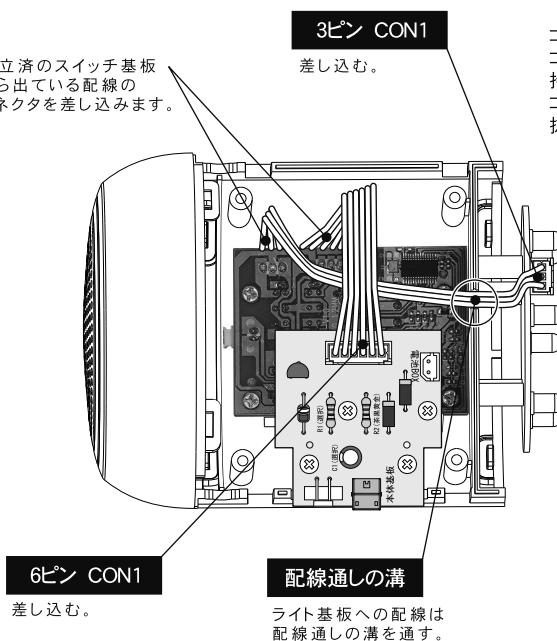
② 基板にコネクタを配線する。

- ☐ ライト基板に3ピンのコネクタを差し込む。
配線を配線通しの溝に通すこと。
- ☐ 本体基板に6ピンのコネクタを差し込む。



コネクタの抜き差しはコネクタをしっかりと持って行う。コードを引っ張って抜かないこと。

組立済のスイッチ基板から出ている配線のコネクタを差し込みます。





確認

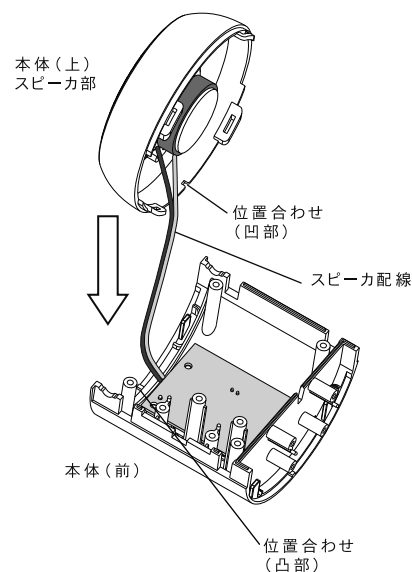
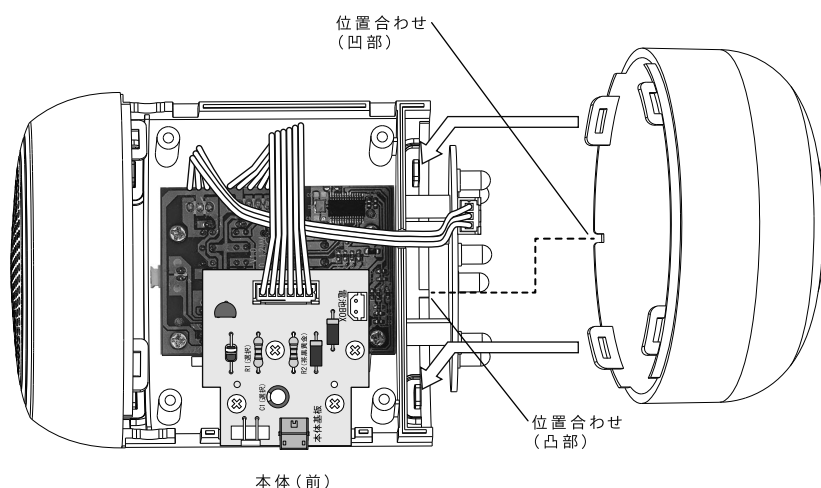
3 本体の組立て

① ライトカバーを取り付ける。

- 本体(前)にライトカバーを差し込む。
位置合わせの凹凸部を合わせる。

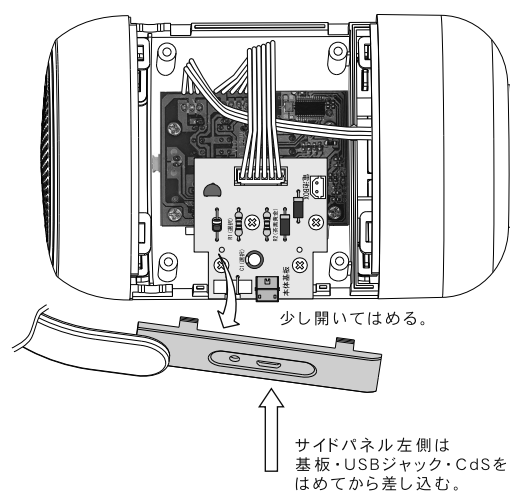
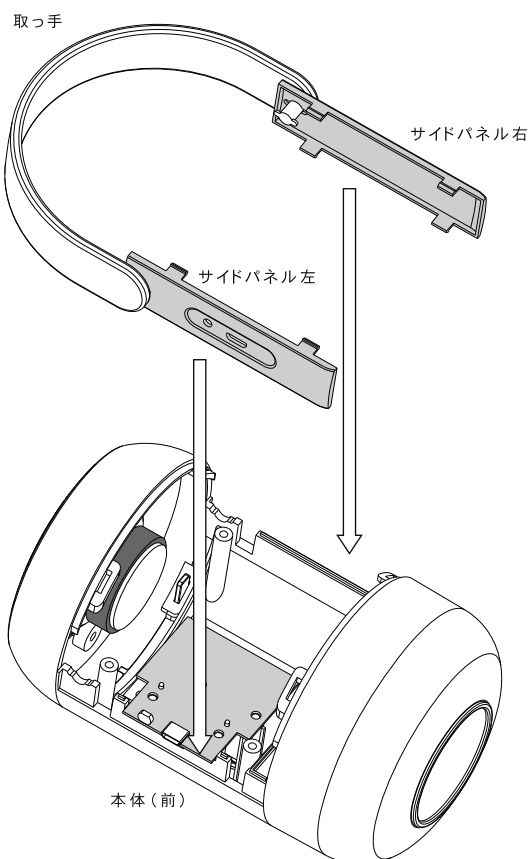
補足説明

- 本体(上)もライトカバーと同様に
位置合わせの凹凸部を合わせます。



② サイドパネルと取っ手を取り付ける。

- 本体(前)にサイドパネルと取っ手を差し込む。
- サイドパネル左側は、本体基板とUSBジャック及びCdSを
パネル開口部に合わせてはめる。





4 電池ボックスのコネクタ接続

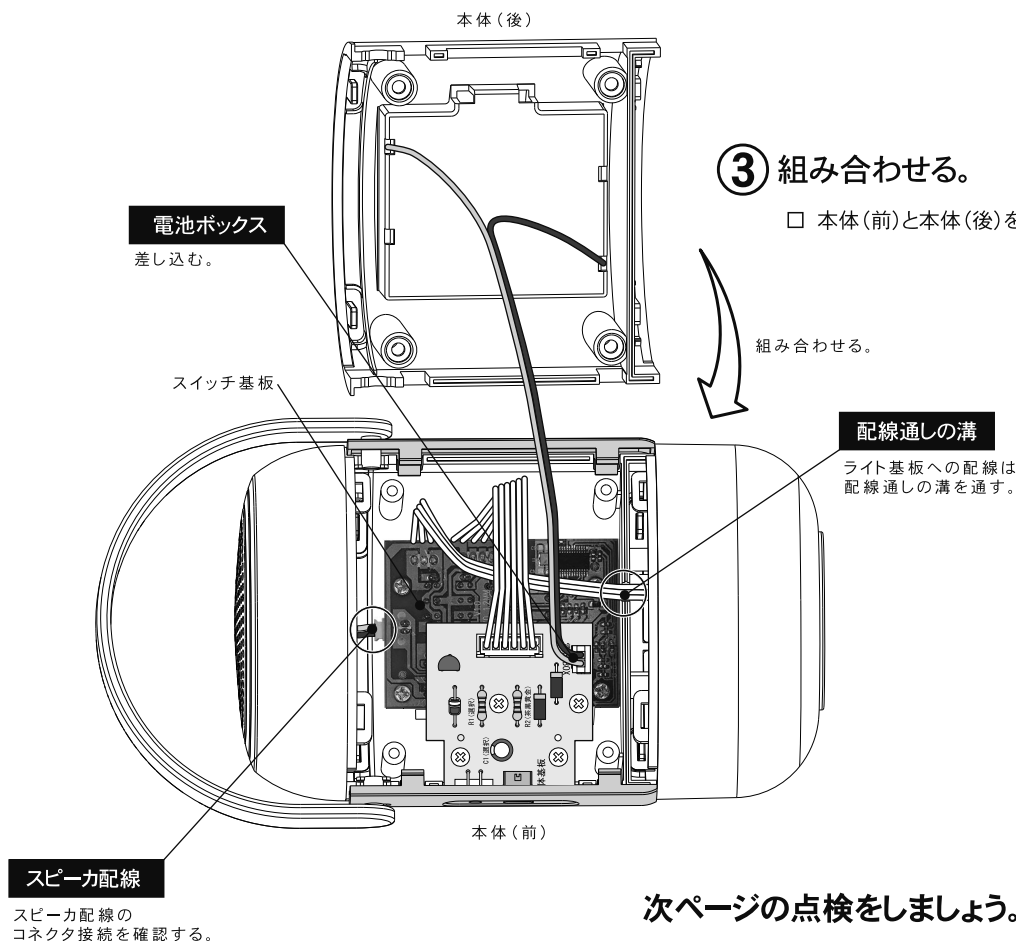
確認

① 本体基板にコネクタを配線する。

- 本体(後)の電池ボックスから出ている配線のコネクタを本体基板に差し込む。

② 配線を確認する。

- スピーカ配線のスイッチ基板へのコネクタ接続を確認する。
- ライト基板の配線が、配線通しの溝に通してあることを確認する。



③ 組み合わせる。

- 本体(前)と本体(後)を組み合わせる。

次ページの点検をしましょう。



5 本体の組み付け

確認



ネジ袋を使用

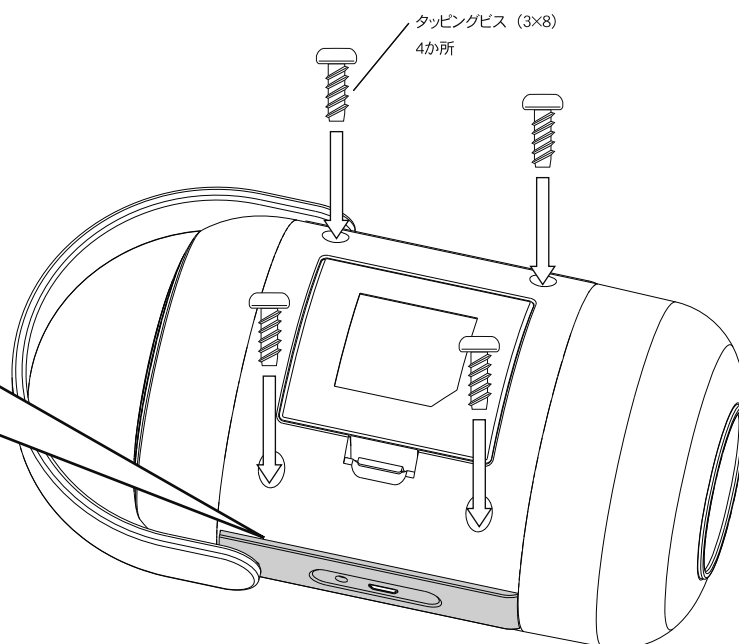
① 本体をネジで組み付ける。

- 4本の長いタッピングビス(3×8)で組み付ける。

●ネジを締める前にチェック

組み合わせ時に
すき間がある場合は
配線を挟んでいます。

もう一度開いて、挟み込みを
修正してください。





確認

1

点検ポイント

組立説明書18ページの本体をネジで組み付ける前に点検をします。

準備：単3形乾電池を3本、電池ボックスに入れます。（電池の+-の方向に注意すること。）

A. LEDライトの検査。（電源切換スイッチを「BATT」にしてください。）

こんな時	対処方法
ライト切換スイッチを「LIGHT」にするとLEDが点灯する。	OK
ライト切換スイッチを「LIGHT」にしてもLEDが点灯しない。	本体基板の整流ダイオードD2の極性やはんだ付けを検査。 ライト基板の各LEDの極性とはんだ付け、各抵抗器82Ωのはんだ付けを検査。 ライト基板のコネクタCON2と本体基板のコネクタCON1、CON3の差し込みを検査。

B. 光量切換スイッチの検査。（ライト切換スイッチを「LIGHT」にしてください。）

こんな時	対処方法
光量切換スイッチを「HIGHT」で、LEDが6灯点灯する。	OK
光量切換スイッチを「LOW」で、LEDが3灯点灯する。	OK
LEDに点灯しないものがある。	ライト基板の各LEDの極性とはんだ付け、各抵抗器82Ωのはんだ付けを検査。 ライト基板のコネクタCON2と本体基板のコネクタCON1、CON3の差し込みを検査。

C. センサライトの検査。（ライト切換スイッチを「SENSOR」にしてください。）

こんな時	対処方法
光センサのCdSを手のひらで覆うと、LEDが点灯する。	OK
光センサのCdSを手のひらで覆っても、LEDが点灯しない。	本体基板のダイオードD1とコンデンサC1の極性やはんだ付けを検査。 本体基板の抵抗器R1とR2、CdSのはんだ付けを検査。 トランジスタQ1の取り付け方向とリードの差し込み穴の位置とはんだ付けを検査。

D. USB電源の検査。（電源切換スイッチを「USB」にして、USB電源につないでください。）

こんな時	対処方法
ライト切換スイッチを「LIGHT」にするとLEDが点灯する。	OK
ライト切換スイッチを「LIGHT」にしてもLEDが点灯しない。	本体基板のダイオードD3の極性やはんだ付けを検査。

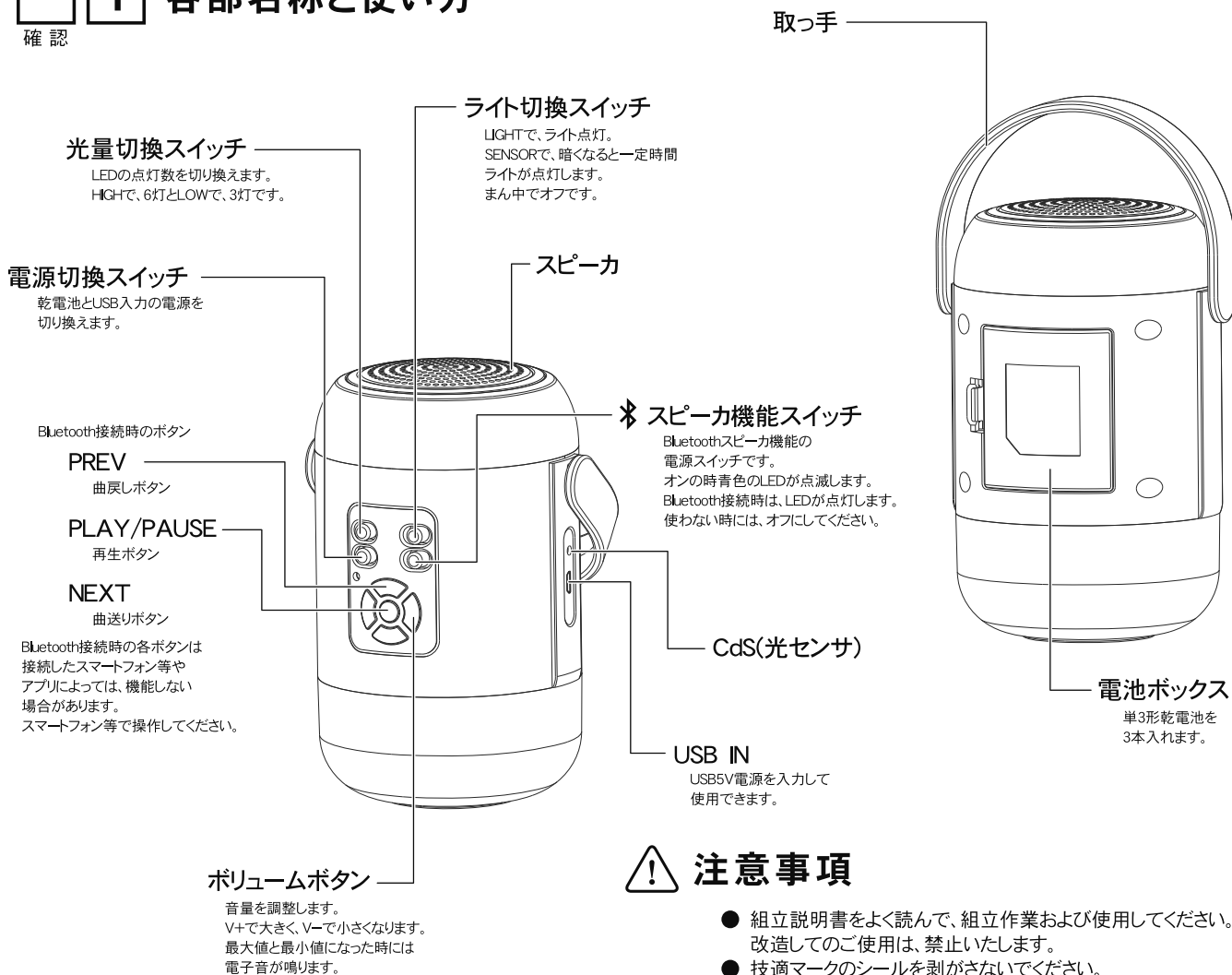
注意：USB電源とケーブルは各自準備してください。

E. スピーカ機能の検査。（Bluetoothスピーカ機能スイッチを「ON」にしてください。）

こんな時	対処方法
「ON」で、青色LEDが点灯（点滅）して、電子音が鳴る。	OK
「ON」で、青色LEDが点灯（点滅）して、電子音が鳴らない。	スピーカのケーブルがスイッチ基板のコネクタに差し込まれているか検査。 本体基板のコネクタCON1の差し込みを検査。



1 各部名称と使い方



⚠ 注意事項

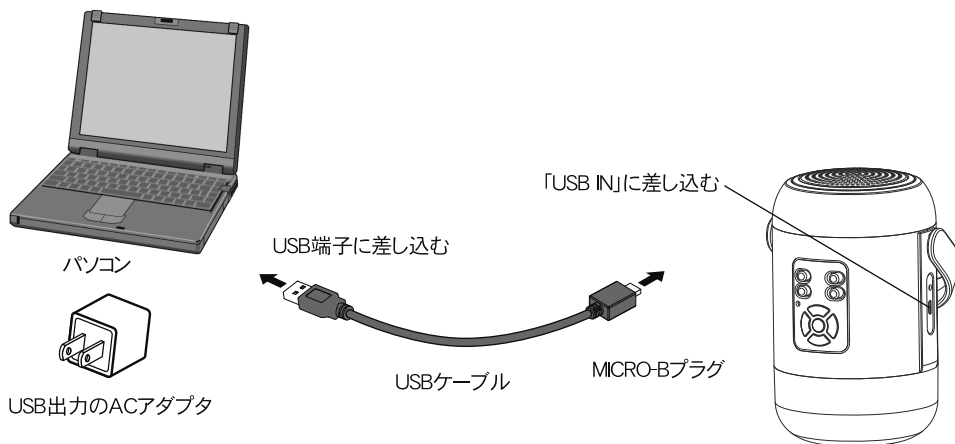
- 組立説明書をよく読んで、組立作業および使用してください。
改造してのご使用は、禁止いたします。
- 技適マークのシールを剥がさないでください。
- 点灯中のLEDを直視しないでください。
- 次のような場所には置かないでください。
★ 温度が非常に高い所 (40℃以上) や低い所 (0℃以下)
★ 風呂場など湿気の多いところ。
★ 窓を閉めきった自動車内 (特に夏季)
- この商品は防滴・防水仕様ではありません。



2 USB電源での利用

● USB入力端子に5V入力

市販のUSBケーブルを使って、パソコンやUSB出力のACアダプタから電源を供給出来ます。





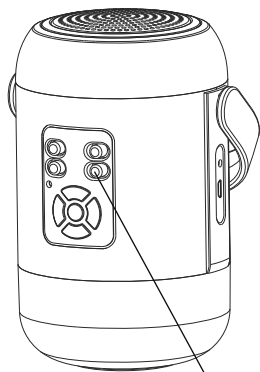
確認

1

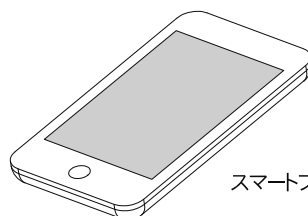
Bluetoothスピーカ機能

注意(1): Bluetoothスピーカ機能を利用するには、スマートフォン等のBluetooth機器が別途必要です。

●ペアリングの手順



① スピーカ機能スイッチを「ON」にする。



スマートフォン等

② スマートフォン等のBluetooth設定で「WL-1/2」を選択してペアリングする。

③ スマートフォン等で音楽を再生するとワイヤレスランタンから音が鳴ります。音量は、スマートフォンとランタンの両方で調整してください。

④ ご利用後は、スピーカ機能スイッチをOFFの位置に戻してください。ONのままですと電池が消耗してしまいます。

注意(2): 別のBluetooth機器とペアリングをする際は、以前ペアリングした機器と接続された状態のままですと新規にペアリング出来ません。接続範囲内ではなかったり、接続されていない状態であれば問題ありません。

●Bluetooth機器の使用上の注意

- ① 本製品の使用周波数は2.4GHz帯です。この周波数では電子レンジ等の産業・科学・医療用機器のほか、他の同種無線局、工場の製造ライン等で使用されている移動体識別用構内無線局(免許を要する無線局)および特定の小電力無線局(免許を要しない無線局)が運用されています。
- ② 本製品を使用する前に、近くで上記の他の無線局が運用されていないことを確認してください。
- ③ 万一、本製品と他の無線局に電波干渉が発生した場合には、速やかに使用場所を変えるか、電波の発射を停止してください。

●Bluetooth通信について

- ① 通信を行う他の機器と見通しの良い場所で通信してください。障害物(人体、壁、金属)を挟むと雑音が入ったり、通信距離が短くなったりします。
- ② 通信は、無線LANその他の無線機器の範囲、電子レンジなどの電磁波を発生させている機器の近くで行わないでください。雑音が入ったり、接続が切れる場合があります。使用場所を変えるか、使用しない機器の電源を切ってください。

バージョン: 5.0
クラス: Class2
通信距離: 最大10m

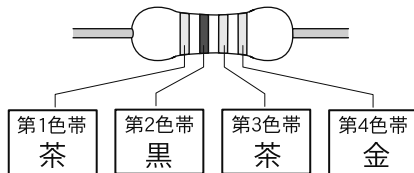
Bluetooth ワードマークおよびロゴは登録商標であり、Bluetooth SIG, Inc. が所有権を有します。本製品は、使用許諾の下でこれらのマークおよびロゴを使用しています。

回路を形成する電子部品の種類と機能 1

【課題 1-1】 固定抵抗器について

回路における抵抗とは、電流の(①)であり、電気回路を流れる(②)を制限したり、(③)を下げる役割をします。電気部品には、流しても良い電流や電圧が決まっているので、(④)を使って電流や電圧を調整します。

⑤色帯が 茶黒茶金 の抵抗器だと何Ωになるでしょうか？



⑥抵抗の図記号を描いてみましょう。

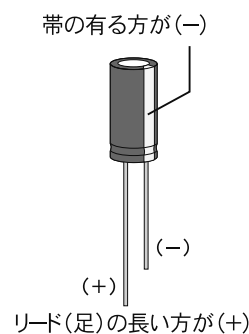
①	
②	
③	
④	
⑤	
⑥	

【課題 1-2】 コンデンサについて

コンデンサは、電気を(①)したり(②)したりする性質を持ちます。

＋、－の(③)を持つものがあり、その場合は取り付け方向に注意する必要があります。コンデンサの電気を蓄える容量を静電容量と言い単位は、(④)です。

⑤無極性コンデンサの図記号を描いてみましょう。



①	
②	
③	
④	
⑤	

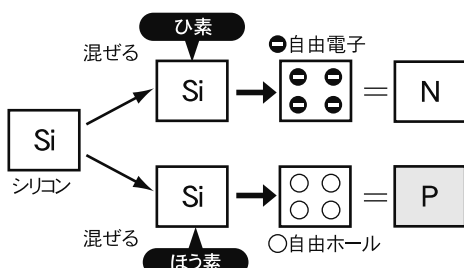
【課題 1-3】 半導体とは？

(①)とは、ある条件で電気を流すように作ったものです。

(②)などに(③)(ひ素やほう素)を入れて作ります。

混ぜる物質によって、できる半導体が決まります。

その異なる半導体の組み合わせによって、いろんな動作をする半導体部品ができます。



★(④)型半導体
自由電子を持つ半導体ができる。

★(⑤)型半導体
自由ホールを持つ半導体ができる。

①	
②	
③	
④	
⑤	

回路を形成する電子部品の種類と機能 2

【課題2-1】 ダイオード(整流器)について

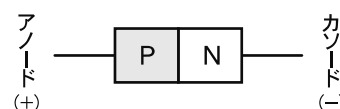
ダイオードは、(①)型半導体・(②)型半導体の2種類の半導体を接合した部品で、アノード(+側)からカソード(-側)の方向にしか(③)を流さない性質があります。

これを整流作用と言います。

ダイオードに電気の流れる方向を「順方向」、電気の流れない方向を「逆方向」と言います。

④ダイオードの図記号を描いてみましょう。

①	
②	
③	
④	(+) (−)



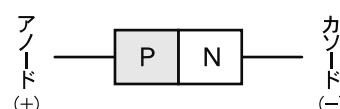
【課題2-2】 LED(光ダイオード)について

「21世紀の照明」と注目されるLEDは、電球に比べ(①)長寿命です。

LEDはダイオードの仲間で、ガリウムひ素を材料にした(②)型半導体とP型半導体に電圧をかけると中央(空乏層)に自由電子と自由ホールが移動し、出会うと合体します。その際自由電子の運動エネルギーが、(③)として放出されます。

④光ダイオードの図記号を描いてみましょう。

①	
②	
③	
④	(+) (−)



【課題2-3】 トランジスタについて

トランジスタの主な働きに(①)があります。

これは、(②)な電気の流れ(電流)を大きな電流に換える働きのことを言います。

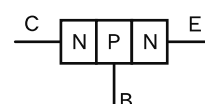
B(ベース)にわずかな電流を流すと、C(コレクタ)、E(エミッタ)間に数百倍の電流が流れます。

この原理を応用して、小さな信号を大きくする拡声器やラジオテレビなどの回路に使用されています。

③NPN型のトランジスタの図記号を描いてみましょう。

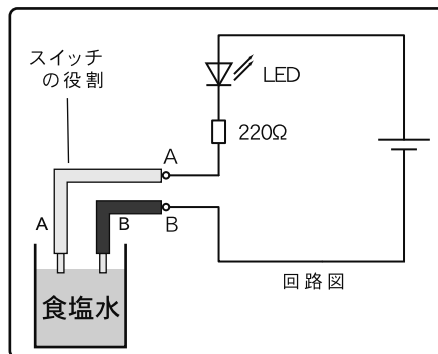
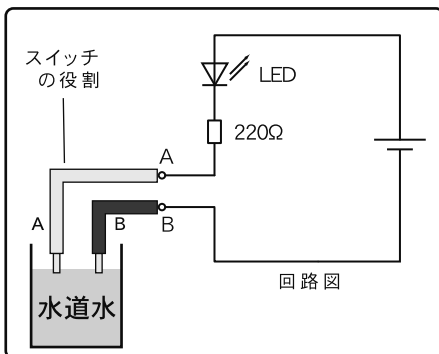
①	
②	
③	C E B

NPNトランジスタ



基本的な回路の電流の流れる仕組み 1

【課題3-1】 LEDの実験(発光ダイオードの点灯)



① 電池でLEDを点灯させる、リード線ABを接触させてLEDを点灯させる回路です。

抵抗器220Ωは、どのような働きをしていますか？

② 水道水を入れたコップにリード線ABの先端をつけてみます。点灯したでしょうか？

またその理由を書きましょう。

③次は食塩水につけてみてください。点灯したでしょうか？

またその理由を書きましょう。

①	
②	
③	

【課題3-2】 一石増幅の実験(トランジスタの働きとは)

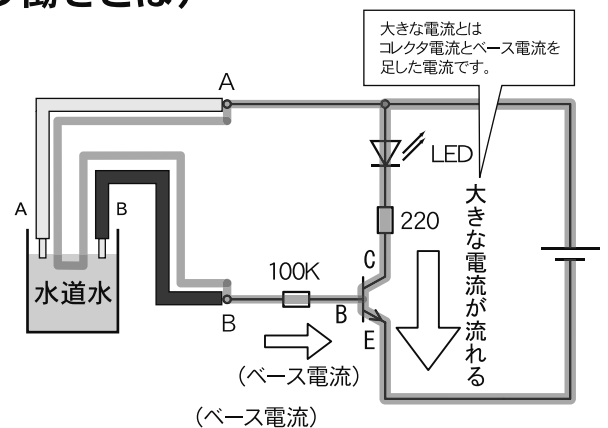
■ 増幅回路の点灯チェック

リード線ABを接触させます。抵抗器100kΩを通ってきた小さな(①)がトランジスタのベースに流れることで、トランジスタのスイッチが入ったようにC-E間に電気が流れます。

■ 一石増幅の実験

水道水をいれたコップにリード線ABの先端をつけてみます。前項目(LEDの実験)では、ほとんど点灯しなかったLEDが(②)するようになります。

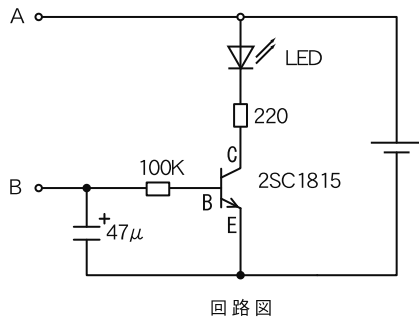
抵抗器100kΩと水を通る抵抗によって、ほんのわずかな値となった電流でも、(③)によって増幅されてLEDが点灯します。これが(③)の(④)作用です。



①	
②	
③	
④	

基本的な回路の電流の流れる仕組み 2

【課題4-1】 タイマの実験



① リード線ABをほんの一瞬接触させて離してもLEDは点灯し続け、やがて暗くなって消える。一石増幅の実験では、リード線を離すと直ぐにLEDが消えたのに、なぜでしょうか？

①	
②	
③	
④	

リード線を接触させると、電池は、LEDを点灯させながらコンデンサを(②)しています。

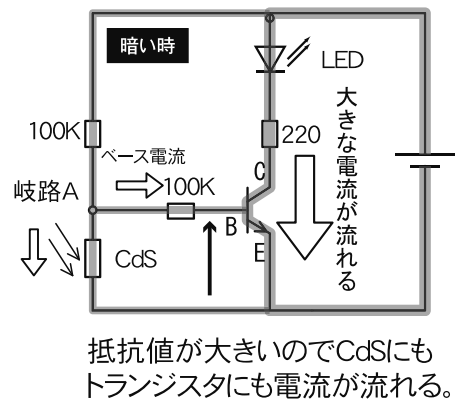
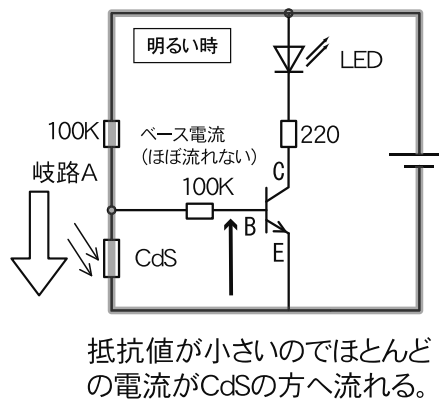
リード線を離すと、コンデンサに充電された電気が(③)されトランジスタにベース電流を流します。

それでトランジスタは、電気を流すようになり、LEDが点灯します。コンデンサが完全に放電するとLEDも(④)します。

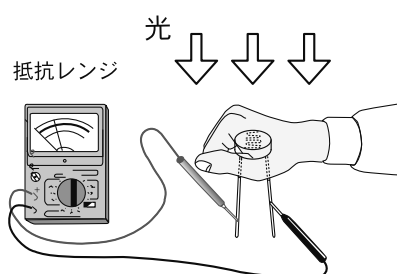
【課題4-2】 光センサの実験(暗くなってLEDが点灯するのは)

CdSは光の強弱により(①)が変化する部品です。

明るいときは抵抗値は(②)岐路Aで電流は、ほとんどがCdSの方へ流れて行きトランジスタに、ほとんどベース電流が流れずLEDが点灯しません。



暗くなると抵抗値は(③)なり岐路Aで電流は、CdSにも、トランジスタのベースにも流れるため、LEDが点灯します。

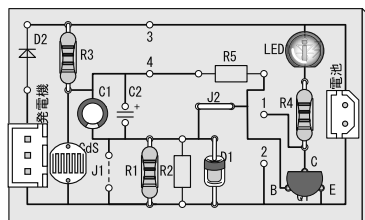


④CdSの図記号を描きましょう。

光を手でさえぎるとCdSの抵抗値が変化します。

①	
②	
③	
④	

回路中にある(①)の充電や放電、(②)の明るさによる抵抗の増減を利用して動作しています。急な停電時や就寝時に便利な(③)の少ないセンサライトです。



①	
②	
③	

コンデンサには電気がたまっていく。

ベース電流

大きな電流が流れる

コンデンサが満充電になり電流が流れない。

また何のためにそのような動作をしているのか、その理由を考えてみよう。

身近にあるセンサで動作するもの	考えられる理由

回路の設計

【課題7】 LEDの点灯時間を検討

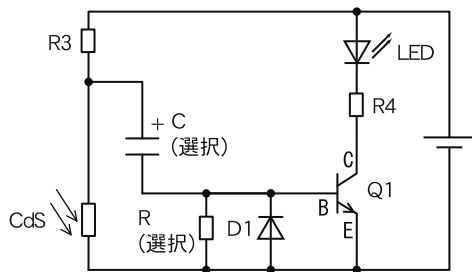
「課題6」のときのセンサライトの回路を利用して、センサライトの点灯時間を設計しましょう。どのような点灯時間が便利で、省エネなどになるか予想する内容を記入しましょう。 また、実際に抵抗やコンデンサを組み込んだ状態を見て予想と実際の消灯パターンを比較してみましょう。

センサライト回路の消灯までの時間について、持ち帰ってどのように使うか構想を書いてみましょう。

センサライト回路の消灯までの時間について、「電池の消耗と、実用的なセンサライトとの効率」についての考えを書いてみましょう。

LEDの点灯時間を決める。

- ☐ 抵抗器Rの値を決める。
☐ コンデンサCの容量を決める。



計算値で検討をして、実験での点灯時間の変化を参考に、部品の数値を選定してください。



実験時の遮光の仕方



自分の選んだ部品の値を記録します。

抵抗値		コンデンサ容量	
R1	Ω	C1	μF

抵抗器

$$\text{k}\Omega = \times 10^3 \Omega$$

$$= \times 1000 \Omega$$

$$\text{M}\Omega = \times 10^6 \Omega$$

$$= \times 1000000 \Omega$$

選んで付ける。
 220kΩ (赤 赤 黄金)
 470kΩ (黄 紫 黄金)
 1MΩ (茶 黒 緑金)

※ 値が大きいほど、点滅タイミングが遅くなります。(LEDの点灯時間が長くなります)

電解コンデンサ

$$\mu\text{F} = \times 10^{-6} \text{F}$$

$$= \times 0.000001 \text{F}$$

※ 値が大きいほど、点滅タイミングが遅くなります。
 (LEDの点灯時間が長くなります)

選んで付ける。
 47μF-16V
 100μF-16V
 220μF-16V

周期T(秒)を求める式

K: 比例定数
 (参考値は、0.5~1)
 R: 抵抗器の値
 C: コンデンサの容量

$$T = K \times R \times C$$

=

実際の消灯まで
 のおよその時間

点灯時間を記録します。

点灯時間(T)
秒

※計算値はあくまでも参考程度です。実際の周期は、周囲の明るさ、部品の許容差、温度などに影響されます。