

技術と環境を考えよう!

型番 TL-1

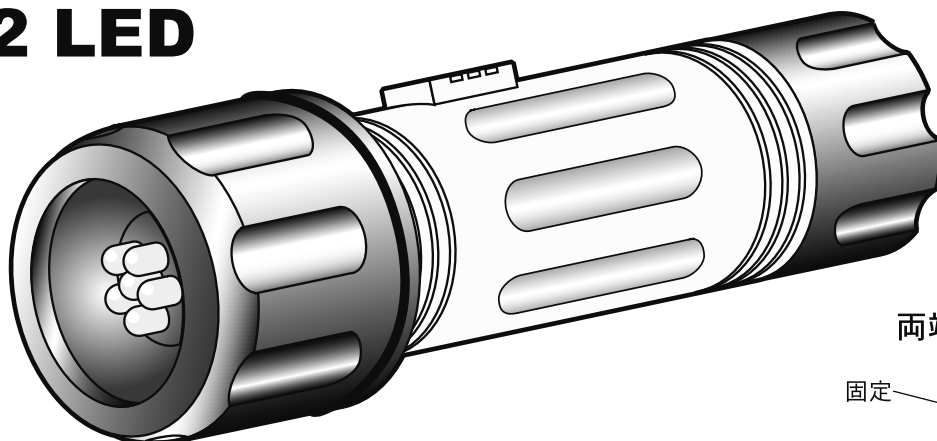


チューブライト

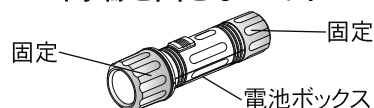
ワーク付

組立説明書

6+2 LED



両端を回さないで!

前後の銀色部は固定式です。
電池ボックスは下にあります。

3ステップ実習

ライトの組み立てには、実験セットとは別部品を使用するので、失敗を恐れずに
思いっきり練習出来ます。

STEP 1 2~3時間

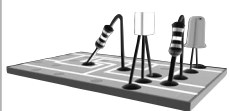
回路の実験

5種類の回路を学習

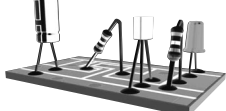
1. LEDの実験



2. 増幅の実験



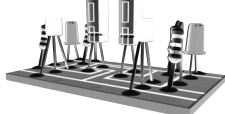
3. タイマの実験



4. 光センサの実験

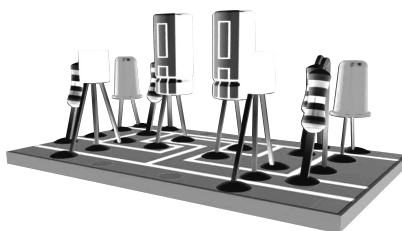


5. LED交互点滅の実験



STEP 2 1~2時間

回路の設計

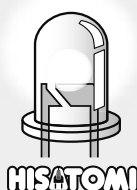
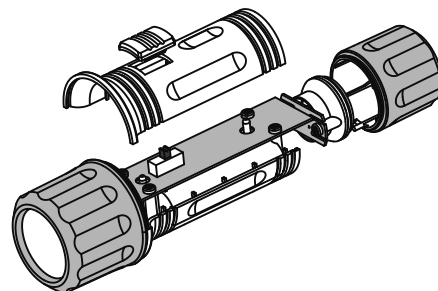
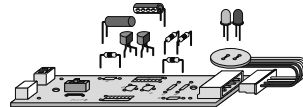
LEDの交互点滅回路を
抵抗値とコンデンサにて設定36パターンの点滅回路と
4パターンのLED色の
組合せ!!

STEP 3 2~4時間

組立の実習

組立技能の習得

設計結果をチューブライトに反映



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

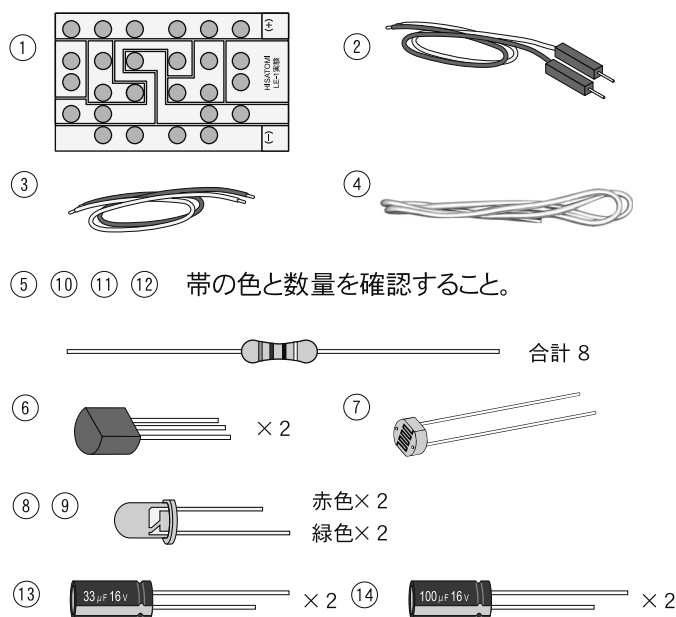
氏
名

1

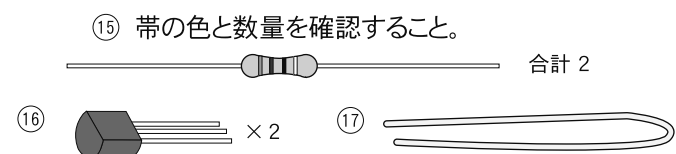
部品表

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。

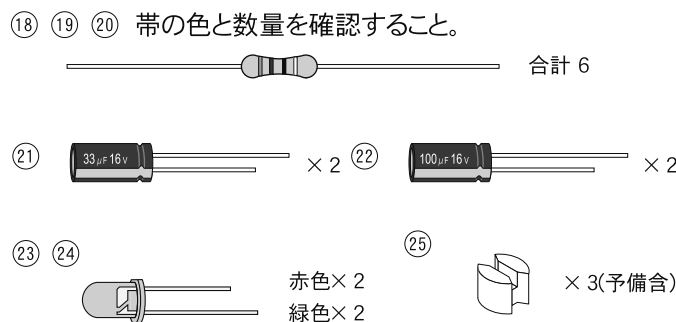
ポリ袋	写真番号	品名及び部品番号	規格・材料	数量	チェック
実験セクション	1	実験基板	ベークライト	1	
	2	コネクタ付きリード線	赤・黒	各1	
	3	リード線	赤・黒 10cm	各1	
	4	はんだ	すず60%・鉛40%	1	
	5	固定抵抗器 100Ω	(茶黒茶金)	2	
	6	トランジスタ	2SC1815	2	
	7	CdS	Φ5	1	
	8	赤色LED	Φ5	2	
	9	緑色LED	Φ5	2	
	10	固定抵抗器 10kΩ	(茶黒橙金)	2	
	11	固定抵抗器 33kΩ	(橙橙橙金)	2	
	12	固定抵抗器 100kΩ	(茶黒黄金)	2	
	13	電解コンデンサ	33μF-16V	2	
	14	電解コンデンサ	100μF-16V	2	



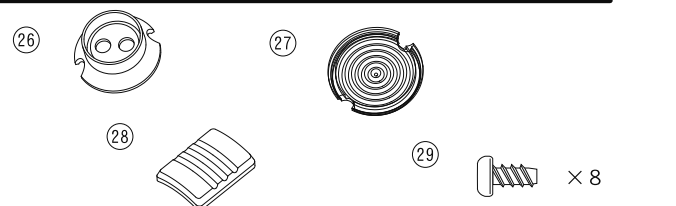
A	15	固定抵抗器 100Ω	R3・R4 (茶黒茶金)	2	
	16	Q1・Q2 トランジスタ	2SC1815	2	
	17	はんだ	すず60%・鉛40%	1	



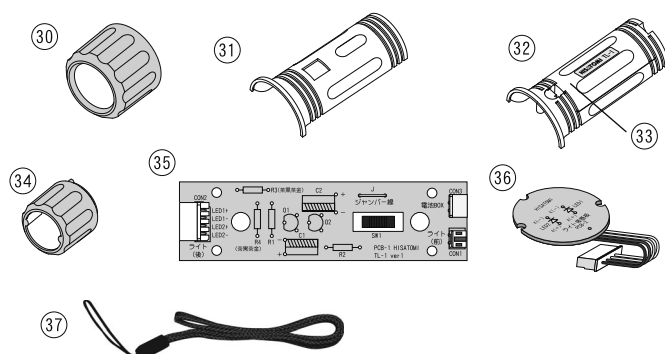
B	18	固定抵抗器 10kΩ	(茶黒橙金)	2	
	19	固定抵抗器 33kΩ	(橙橙橙金)	2	
	20	固定抵抗器 100kΩ	(茶黒黄金)	2	
	21	電解コンデンサ	33μF-16V	2	
	22	電解コンデンサ	100μF-16V	2	
	23	赤色LED	Φ5	2	
	24	緑色LED	Φ5	2	
	25	スペーサ	アクリル	3	



C	26	反射鏡	メッキ	1	
	27	レンズ	アクリル	1	
	28	スイッチノブ	ABS	1	
	29	タッピングビス	3×8	8	



*	30	前側ライトユニット	メッキ	1	
	31	本体(上)	ABS	1	
	32	本体(下)	ABS	1	
	33	電池カバー	ABS	1	
	34	後側ライトカバー	メッキ	1	
	35	本体基板 PCB-1	CEM-1	1	
	36	ライト後基板 PCB-2	CEM-1	1	
	37	ストラップ		1	



2

使用する工具

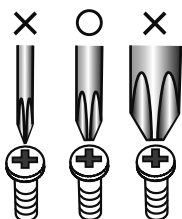
取り扱う工具は、適切なものを使用して、ケガの無いよう注意してください。

■ドライバ 2号プラス(+)

K-10、K-5など

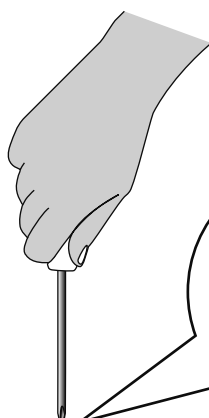


タッピングビスやねじの
取り付け、取り外しに使います。



大きさ確認

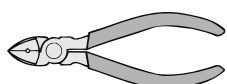
ネジの十字みぞの大きさに合った
ドライバを使用してください。
大きいと入りませんし、小さいと十字みぞを
痛めてしまいます。



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。

回す力より
押しつける力を意識

■ニッパ



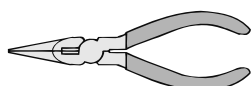
リード線を切断したり被覆をむくのに使
用します。刃が痛むので、ピアノ線などの
硬い金属には使用しない。

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



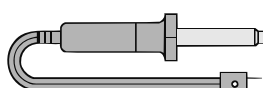
■ラジオペンチ



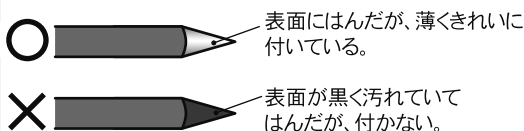
部品のリード線を曲げたり、ナット
締めなどに使用します。

■はんだこて

OP-30、M-30シリーズなど



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。

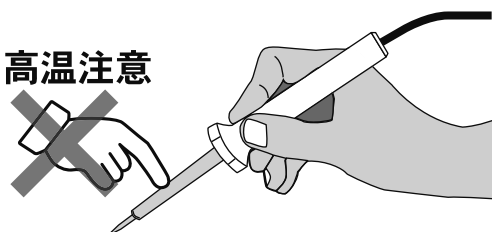
表面が黒く汚れていて
はんだが、付かない。

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。

マイカはんだこては30W以下、セラミックはん
だこては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



はんだこてのこて先は300℃以上にも
なります。はんだこてを使用するとき
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

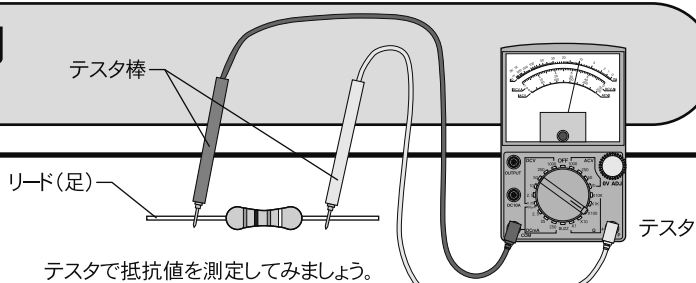
電気の学習

よく読んだら、チェックしよう。

確認

1

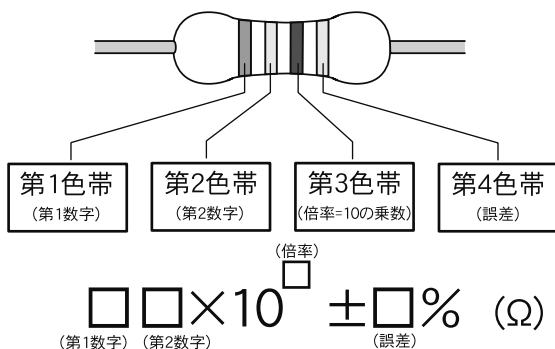
固定抵抗器について



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	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		0	$\times 10^0$		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(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	$\times 10^9$		ホワイトク(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。

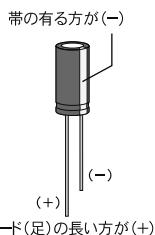
● 抵抗器の色帯を読んで、テスタでの測定値と比較してみましょう。

確認

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。

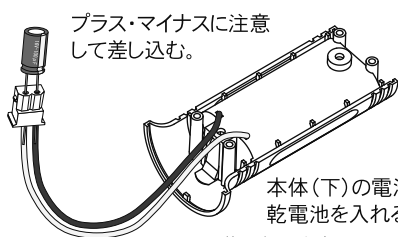


プラスとマイナスを間違えたり、長時間充電したりLEDを直接コネクタに差し込んだりしないでください。部品が壊れる恐れがあります。

電気を貯める

充電

コンデンサ(100 μ F-16V)に乾電池を3秒ほど接続して充電する。

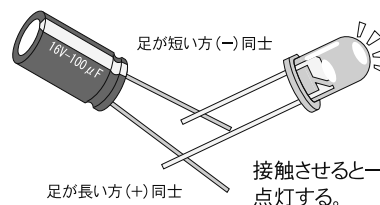


※乾電池の入れ方は、15ページを参照のこと。

電気を使う

放電

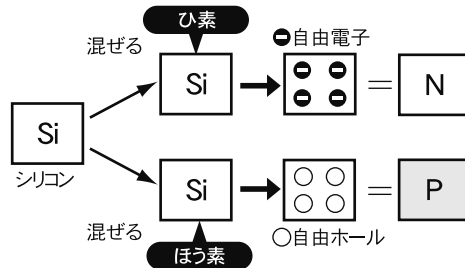
コンデンサと赤色LEDの足を接触させてLEDを光らせる。



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。

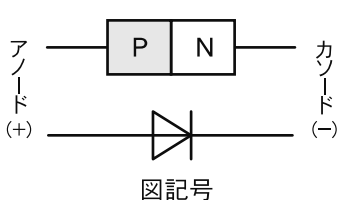
★P型半導体

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。

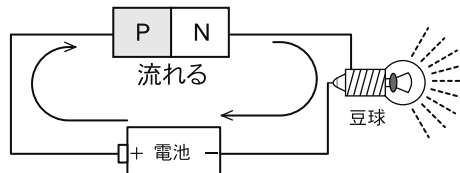
ダイオード(整流器)の仕組み

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。

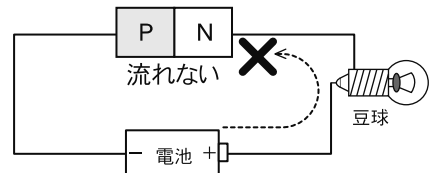
ダイオードに電気の流れる方向を「順方向」、その逆の電気の流れない方向を逆方向と言います。



【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。



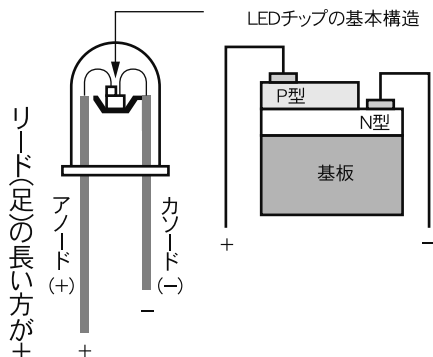
【3】NからPには電気を流さないため豆球は点灯しない。

4 発光ダイオード(LED)について

確認

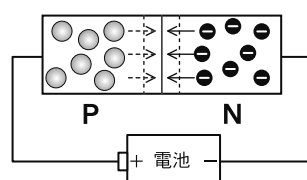
「21世紀の照明」と注目されるLEDは、電球に比べ省電力、長寿命という特長があります。白色のものは懐中電灯など、青、赤、緑の組み合わせは、フルカラーの大画面LEDディスプレイなどに利用されています。また自動車のストップランプや方向指示器のランプにLEDが使用されているものがあります。

●LEDの外観

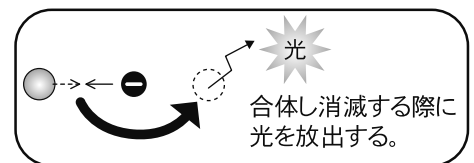


●なぜ光るの？

- 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。

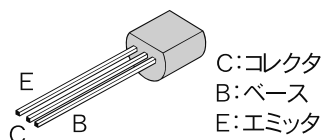


② 自由電子と自由ホールが出会うと合体する。その際自由電子の運動エネルギーが、光として放出される。

5 トランジスタについて

確認

●トランジスタの外観



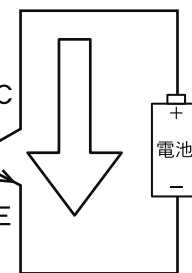
●トランジスタの働き

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

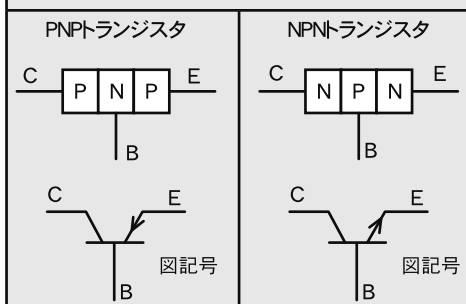
② スイッチが入ったように大きな電流が流れる。



大きく流す



●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

実験の準備

5種類の実験をする下準備をしましょう。

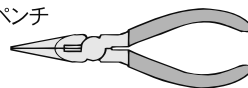


よく読んだら、チェックしよう。

確認

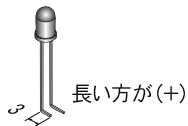
1 部品の加工

ラジオペンチ



ラジオペンチを使って、各電子部品のリードの先端をつまんで曲げます。
部品によっては、極性(電気の流れる方向)があるので、ここでしっかり確認してください。

■LEDのリード加工



長い方が(+)

ラジオペンチを使ってLEDのリードを90°曲げる。
極性がある。

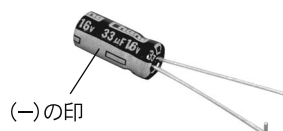
■抵抗のリード加工

① ⇒ ② ⇒ ③



- ①抵抗の片方のリードをゆるやかに折り曲げる。
- ②長い方のリードをニッパで切る。
- ③ラジオペンチで先端を3mmほど90°曲げる。

■電解コンデンサのリード加工



電解コンデンサのリードの長さをそろえて先端を3mmほど90°曲げる。
極性がある。

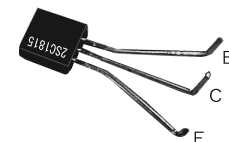
(-)の印

■CdSのリード加工



ラジオペンチを使ってCdSのリードを3mmほど90°曲げる。

■トランジスタのリード加工



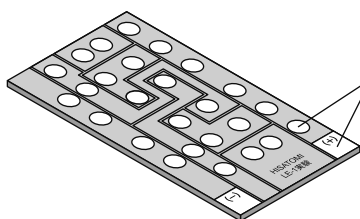
3本のリードをかるく広げて先端を3mmほど90°曲げる。
極性がある。

B(ベース)
C(コレクタ)
E(エミッタ)

2 ランドへの予備はんだ

確認

はんだ付け練習をかねて、全てのランドに予備はんだをする。(全部で28箇所)



実験基板

①

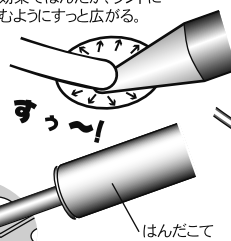
はんだこてをランドに当て加熱。
次にはんだをこて先に当る
ように適量押し込む。

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。

押し付けていく

はんだ

ランド



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こて
を離す。

はんだにツヤがありランドに密着していること。



約1mm

①
はんだを先に離す。

②
後からはんだこてを離す。

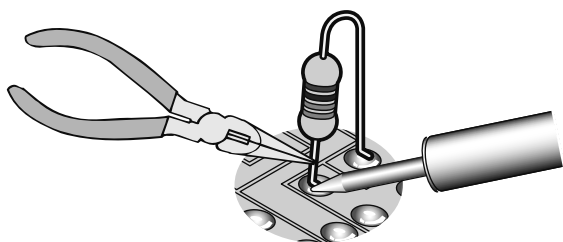
3 部品のはんだ付け作業例

確認

各部品を実験基板にはんだ付けして、電気回路を作成して学習します。
抵抗器を例に、基板に部品をはんだ付けするやり方を説明します。

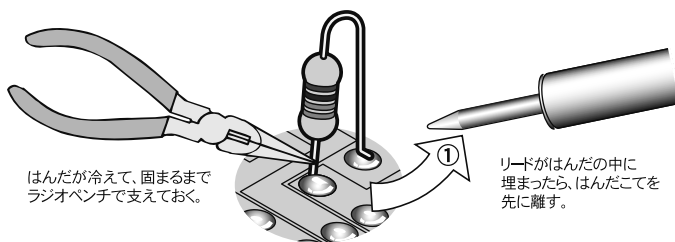
①

ラジオペンチを使って部品のリードを
ランドに当て、はんだこてでランドとリードを
加熱する。



②

はんだが溶けて、リードがはんだの中に
埋まったら、はんだこてを離して、はんだが
冷えて固まったらラジオペンチを離す。



①
はんだが冷えて、固まるまで
ラジオペンチで支えておく。

②
リードがはんだの中に
埋まったら、はんだこてを
先に離す。

反対側のリードも同様にはんだ付けする。

5

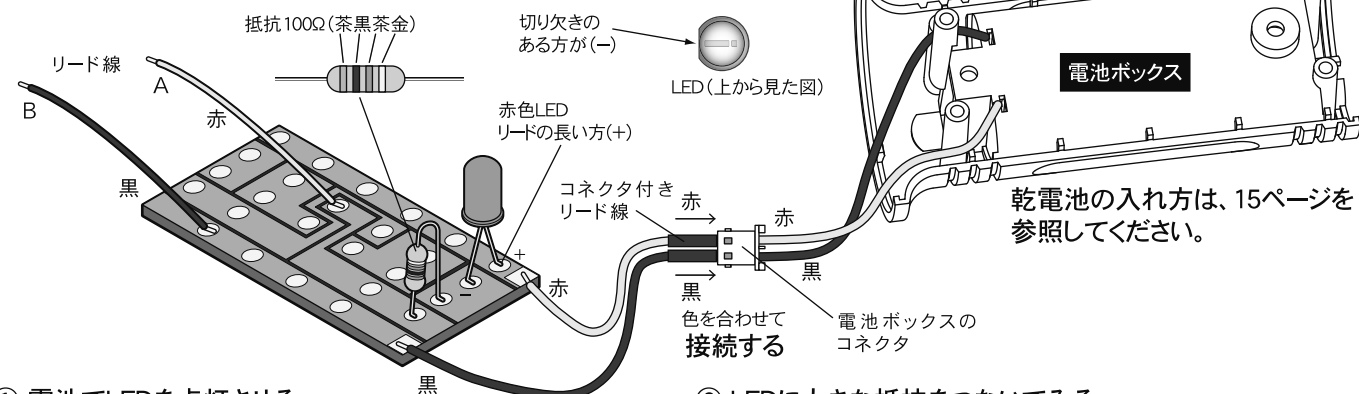
回路の実験

よく読んだら、チェックしよう。

確認

1 LEDの実験(発光ダイオードの点灯)

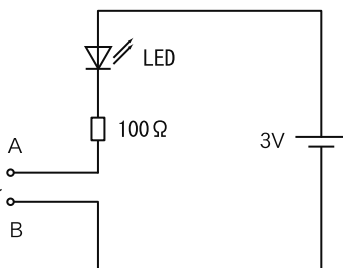
□ イラストのように各部品を基板にはんだ付けする。



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の取り付けを逆にすると点灯しません。抵抗器100Ωは、LEDに電流が流れすぎないようにするための抵抗です。

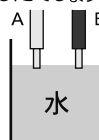
スイッチの役割



回路図

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少しは点灯します。

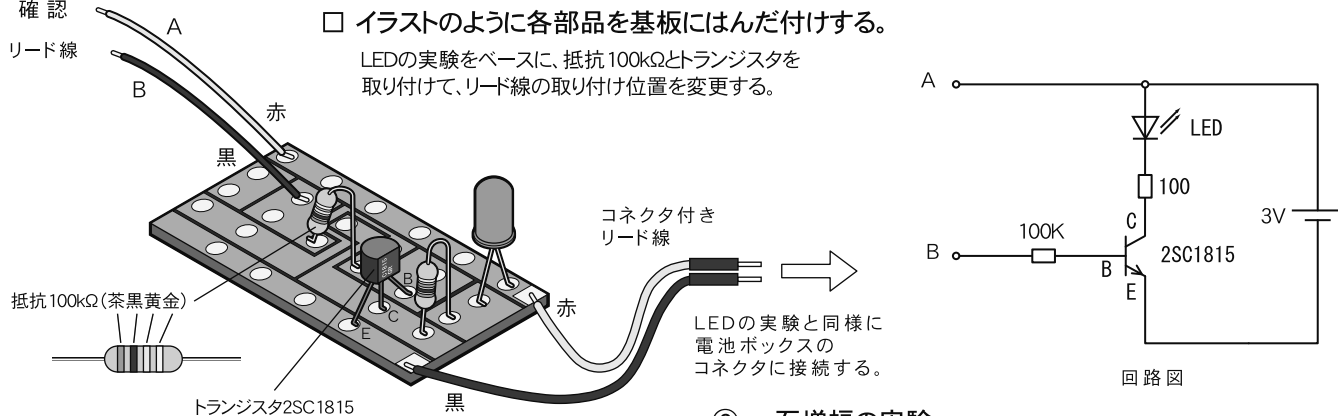
2

一石増幅の実験(トランジスタの働きとは)

確認

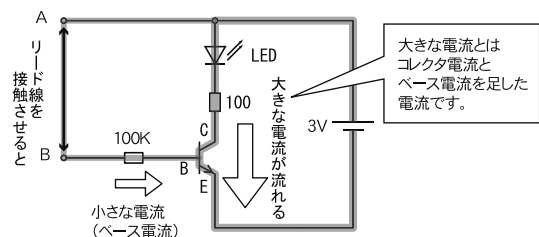
□ イラストのように各部品を基板にはんだ付けする。

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。



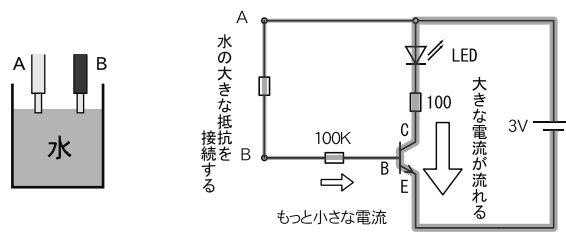
① 増幅回路の点灯チェック

リード線ABを接触させてLEDの点灯を確認する。抵抗器100kΩを通過してきた小さな電流(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。



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、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。ベース電流に対するコレクタ電流の大きさの比率を増幅率(hFE)と言います。



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

リード線

A

B

赤

黒

帯のある方(-)

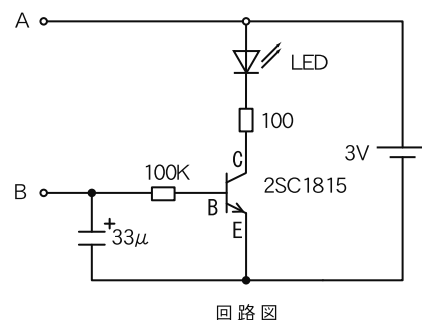
電解コンデンサ33 μ F

□ 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33 μ Fを取り付ける。

コネクタ付き
リード線

LEDの実験と同様に
電池ボックスの
コネクタに接続する。



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？

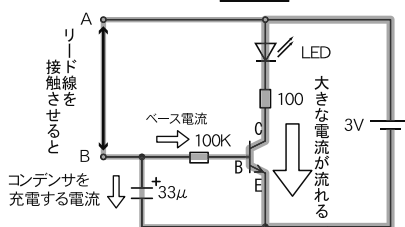
② コンデンサの働き

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。

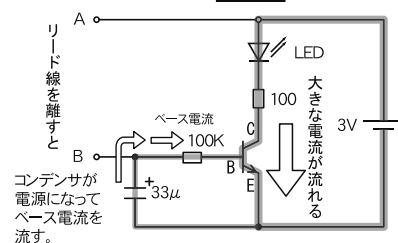
接触させるのは、ほんの一瞬でも、LEDは結構長く点灯します。ベース電流が本当に小さいのでコンデンサの電気が長持ちしているのです。3ページの充放電の実験との違いが分かりますか？



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

抵抗100k Ω (茶黒黄金)

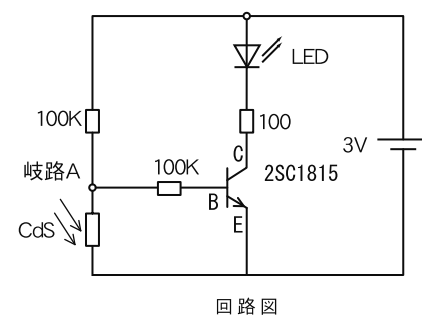
CdS

□ イラストのように各部品を基板にはんだ付けする。

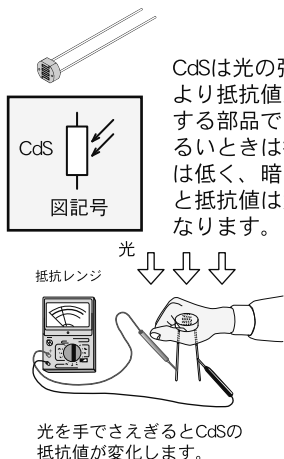
タイマの実験をベースに、リード線ABと電解コンデンサ33 μ Fを外して、CdSと抵抗100k Ω (茶黒黄金)を取り付ける。

コネクタ付き
リード線

LEDの実験と同様に
電池ボックスの
コネクタに接続する。



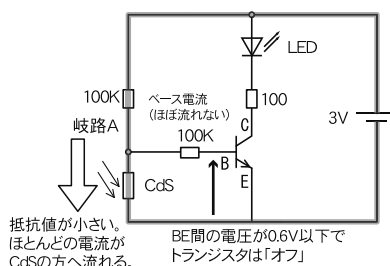
① 光センサ(CdS)とは



② 光センサ回路の働き

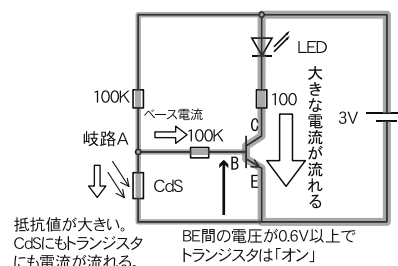
明るい時

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。



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。



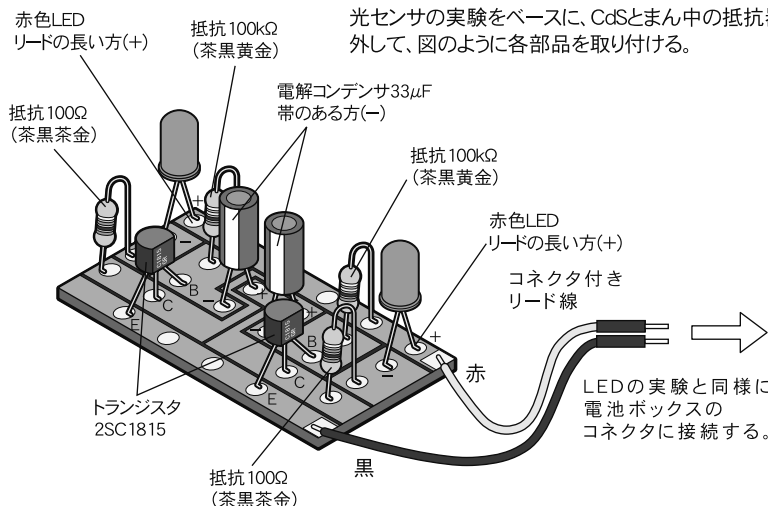


5 LED交互点滅の実験(踏切の信号機のように交互点滅)

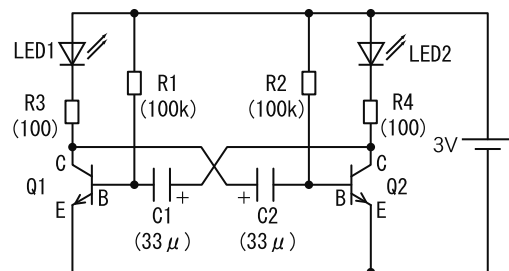
確認

□ 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、CdSとまん中の抵抗器100kΩを外して、図のように各部品を取り付ける。



LEDの実験と同様に電池ボックスのコネクタに接続する。



左右のLEDが約1秒ごとに交互点滅する回路です。一般的には非安定マルチバイブレータという一種の発振回路です。簡単に言うと出力信号がオン・オフを繰り返している状態です。

① 電源を入れてみる。

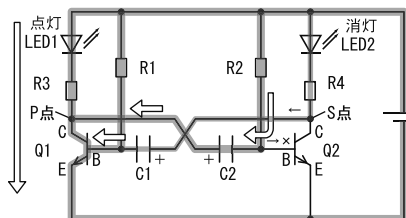
コネクタを電池ボックスに接続して、回路に電気を流してみましょう。左右のLEDが約1秒ごとに交互点滅したでしょうか？ スイッチ操作もしていないのに、交互に点滅するのは、不思議ですね。回路の動きを見てみましょう。

② 回路の動き

点滅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。

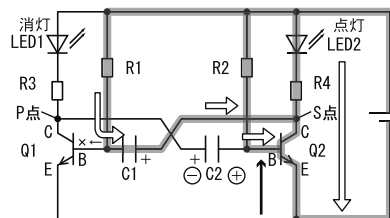
動作①

どちらのLEDから点灯するか色々な条件がありますがここではLED1から点灯すると説明します。



Q1のトランジスタがオンでLED1が点灯しています。この時C2は、R2で決まった電流値で放電しており、放電し終わると逆電圧方向に充電されていきます。LED2を通る微弱な電流がC1を充電します。わずかな電流なのでLED2は点灯しません。

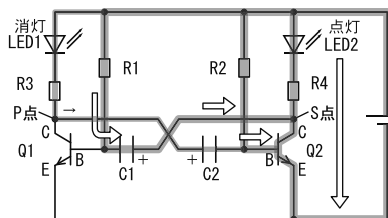
動作②



C2が逆電圧方向に充電されQ2のBE間の電圧が0.6V以上になりQ2のトランジスタがオンになって、LED2が点灯する。その時S点がほぼ0Vになることで、Q1のベースに電流が流れなくなり、Q1はオフになりLED1が消灯します。

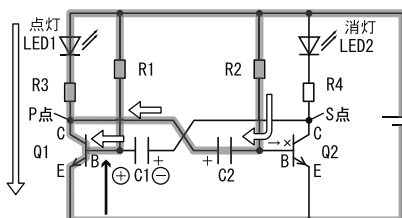
BE間の電圧が0.6V以上でQ2がオンになる。

動作③



LED2が点灯中に今度はC1が、R1で決まった電流値で放電しており、放電し終わると逆電圧方向に充電されていきます。LED1を通る微弱な電流がC2を充電します。わずかな電流なのでLED1は点灯しません。

動作④



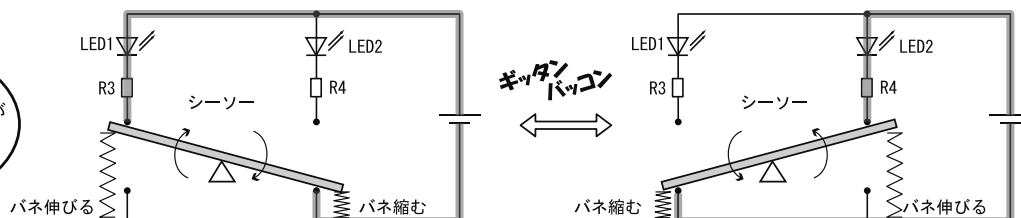
C1が逆電圧方向に充電されQ1のBE間の電圧が0.6V以上になりQ1のトランジスタがオンになって、LED1が点灯する。その時P点がほぼ0Vになることで、Q2のベースに電流が流れなくなり、Q2はオフになりLED2が消灯します。動作1へ戻り繰り返します。

BE間の電圧が0.6V以上でQ1がオンになる。

回路のイメージ



コンデンサが「バネ」抵抗器とトランジスタが「シーソー」のイメージですね。



6

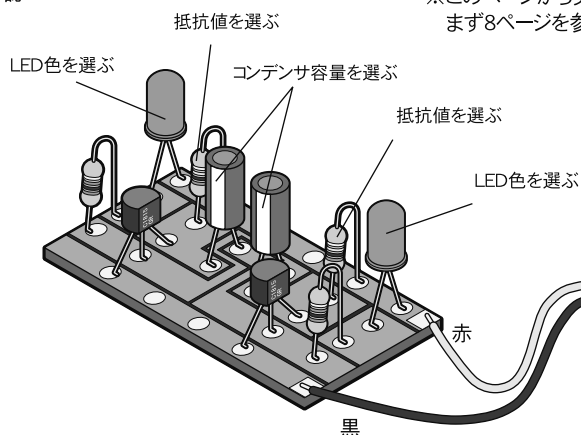
回路の設計

よく読んだら、チェックしよう。

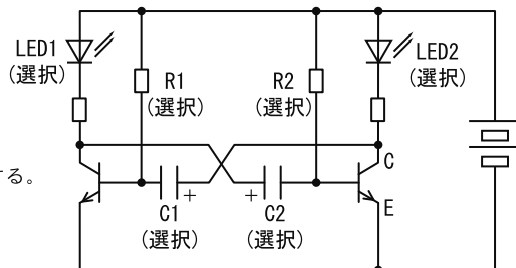
確認

1 LED交互点滅のタイミングを検討

※このページから実習に入った場合は
まず8ページを参考に部品を付けてください。



電池ボックスの
コネクタに接続する。



計算値で検討をして、実際に基板の
部品を付け替えて、比較しましょう。
色々付け替えてみると、面白いですよ。

□ 部品を交換して点滅タイミング(周期)を設計します。

抵抗値とコンデンサの容量を変更することで、点滅の周期が変わります。

抵抗値の値が大きいほど点滅タイミングが遅くなります。コンデンサの容量が大きいほど点滅タイミングが遅くなります。

また、LEDの色を赤、緑で好きな組合せにしましょう。

周期T(秒)を求める式 $T = K \times R \times C$

K: 比例定数(参考値は、0.2)

R: 抵抗器の値

C: コンデンサの容量

※本教材では、比例定数(K)を0.2で設定してください。

計算値はあくまでも参考程度です。

実際の周期は、部品の許容差、温度などに影響されます。

接頭辞: $k\Omega = \times 10^3 \Omega$, $\mu F = \times 10^{-6} F$

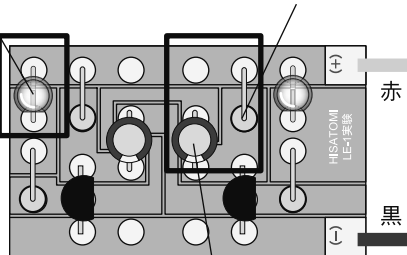
設計

① LED1の点灯時間を決める。

□ LED1の色を決める。

□ R2抵抗器の値を決める。C2コンデンサの容量を決める。

LED1「左」(色) R2抵抗器($k\Omega$)



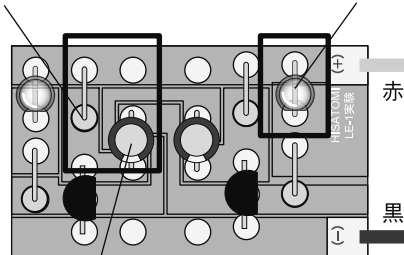
C2コンデンサ(μF)

② LED2の点灯時間を決める。

□ LED2の色を決める。

□ R1抵抗器の値を決める。C1コンデンサの容量を決める。

R1抵抗器($k\Omega$) LED2「右」(色)



C1コンデンサ(μF)

選択肢

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

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

抵抗器

選んで付ける。 10k Ω (茶 黒 橙 金)
33k Ω (橙 橙 金)
100k Ω (茶 黒 黄 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

選んで付ける。 33 μF -16V
100 μF -16V

※ 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。)

記録

自分の選んだ部品の値を記録します。

	色	抵抗値	コンデンサ容量
LED1		R2 Ω	C2 F
LED2		R1 Ω	C1 F

点滅周期を計算して記録します。

	周期T
LED1	秒
LED2	秒

先生の検印



電気回路の製作において重要な作業は、はんだ付けです。
リードを基板の穴に差し込む場合のはんだ付けのコツを説明します。

よく読んだら、チェックしよう。1個ずつ、ていねいにすること。

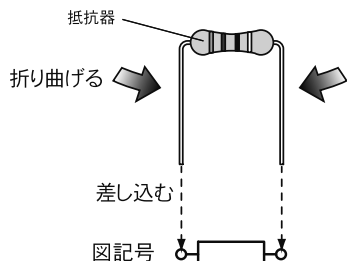


1 電子部品の差し込み

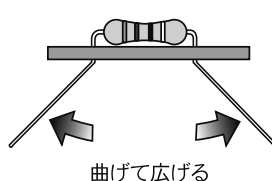
確認

抵抗器を例に手順を説明します。

- ① 抵抗器を穴の間隔に合わせて、折り曲げてから差し込みます。



- ② 抵抗が抜け落ちないようにリードを曲げます。



極性がある部品では、図記号をよく見て、方向を合わせる。

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。
作業台や小箱などで支えるとさらに作業しやすい。
支えにしやすいものを工夫するのも良い。
ただし、熱で溶けるものは不可。

びたっ!

作業台



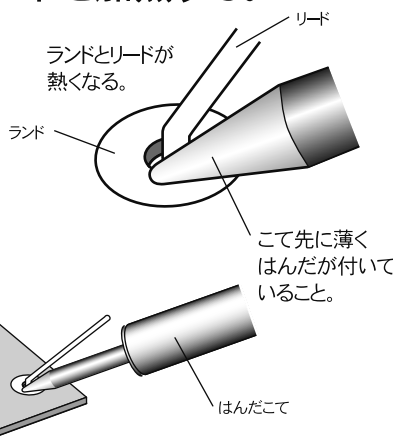
2 はんだ付け

確認

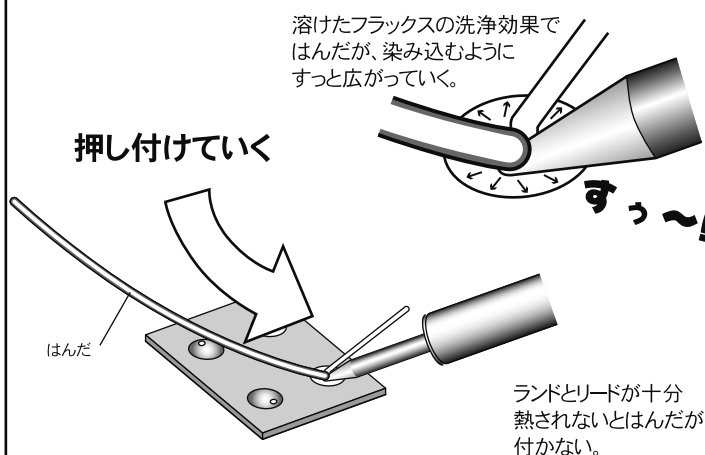
注意: こて先を保護するために、使いはじめは、加熱後すぐ、こて先に、はんだをのせてください。
片づける時も、はんだをのせた状態にしてください。

- ① ランドとリードを加熱する。

1秒

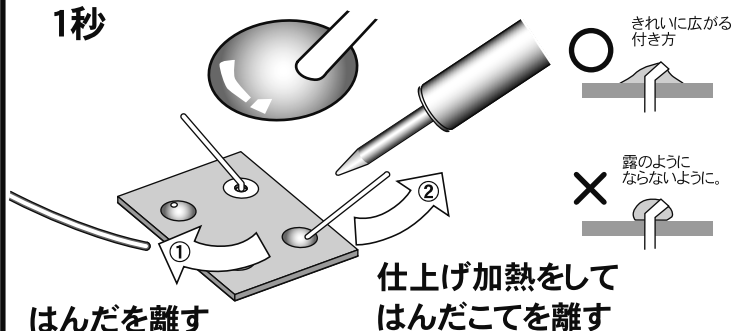


- ② はんだをこて先とリードに当てる。
溶けたはんだが、広がるように
1~2秒 はんだをつぎ足す。

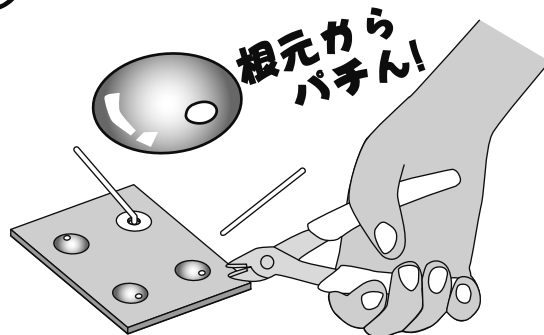


- ③ きれいに広がったら、はんだを離してから、はんだこてを離す。

1秒



- ④ 余ったリードをニッパで切る。



よく読んだら、チェックしよう。

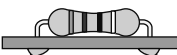
確認

1 本体基板に部品のはんだ付け

【A袋の100Ω】

① 抵抗器をはんだ付けする。A袋

□ R3とR4に、100Ω(茶 黒 茶 金)を付ける。

基板
(横から見た図)

奥までしっかり差し込む。

② 抵抗器をはんだ付けする。B袋

□ R1とR2に、下記の3種類の中から1個ずつ
選択した抵抗器を付ける。 $k\Omega = \times 10^3 \Omega$

選んで付ける。 10kΩ(茶 黒 橙 金)
33kΩ(橙 橙 橙 金)
100kΩ(茶 黒 黄 金)

※ 値が大きいくほど、点滅タイミングが遅くなります。

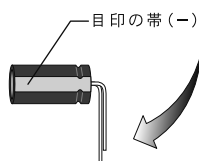
③ 電解コンデンサをはんだ付けする。B袋

□ C1とC2に、下記の2種類の中から1個ずつ
選択する。□ コンデンサのリードをやさしく曲げる。
極性(取り付け方向)に注意して付ける。 $\mu F = \times 10^{-6} F$

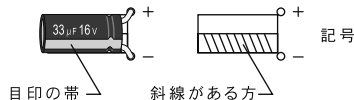
選んで付ける。 33μF-16V
100μF-16V

※ 値が大きいくほど、点滅タイミングが遅くなります。

横から見た図

ゆるやかに
曲げる

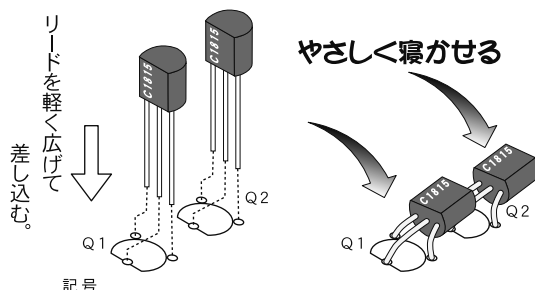
上から見た図



④ トランジスタをはんだ付けする。A袋

□ Q2にトランジスタを付けてから、Q1に付ける。
基板の絵と形を合わせて差し込む。

□ トランジスタをやさしく寝かせてから、はんだ付けする。



寝かせてから、はんだ付け

注意: はんだ付けした後に寝かせると、リードが折れる
恐れがあります。

③ C2 電解コンデンサ

極性に注意



LED1を制御

選んで付ける。 33μF-16V
100μF-16V

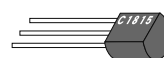
※ 値が大きいくほど、点滅タイミングが遅くなります。

④ Q1 トランジスタ

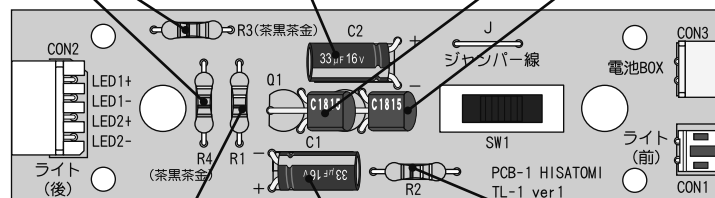
④ Q2 トランジスタ

Q2を先に差し込むとやりやすい。

極性に注意

① R3, R4 抵抗器 100Ω
(茶 黒 茶 金)

本体基板 PCB-1



② R1 抵抗器

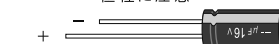
LED2を制御

選んで付ける。 10kΩ(茶 黒 橙 金)
33kΩ(橙 橙 橙 金)
100kΩ(茶 黒 黄 金)

※ 値が大きいくほど、点滅タイミングが遅くなります。

③ C1 電解コンデンサ

極性に注意



LED2を制御

選んで付ける。 33μF-16V
100μF-16V

※ 値が大きいくほど、点滅タイミングが遅くなります。

② R2 抵抗器

LED1を制御

選んで付ける。 10kΩ(茶 黒 橙 金)
33kΩ(橙 橙 橙 金)
100kΩ(茶 黒 黄 金)

※ 値が大きいくほど、点滅タイミングが遅くなります。



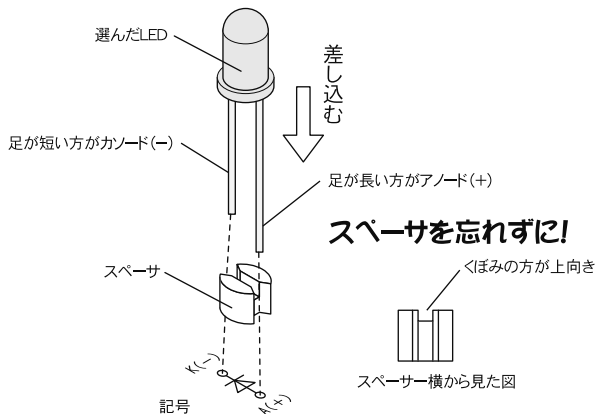
2 ライト後基板への部品のはんだ付け

確認

① LEDにスペーサを付ける。B袋

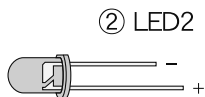
- LED1とLED2に取り付けるLEDの色を選択する。
- 選んだLEDにスペーサを付けて、基板に差し込む。
極性(取り付け方向)に注意する。

極性に注意して、奥まで差し込む。



LED極性チェック

LEDを上から見て
切り欠きのある方が(-)



赤色か緑色を選択して付ける。

① スペーサ

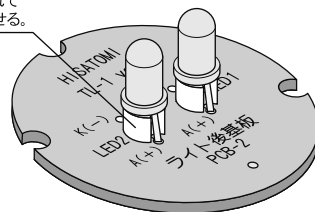


ライト後基板 PCB-2

② リード線をよけて、LEDをはんだ付けする。C袋

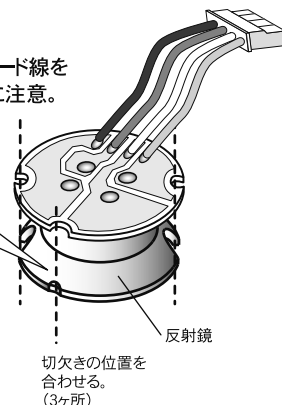
- リード線をパターン付近から離す。
- 基板を反射鏡にのせて、基板と反射鏡の切欠き位置を合わせて LEDをはんだ付けする。

スペーサを入れて
基板に密着させる。

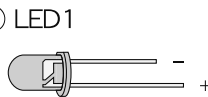


はんだこてで、リード線を
溶かさないように注意。

基板を反射鏡にのせて、切欠き位置を
チェックして、ズれているなら修正する。
位置を合わせてはんだ付けします。



切欠きの位置を
合わせる。
(3ヶ所)



赤色か緑色を選択して付ける。

① スペーサ



3 はんだ付けの点検

確認

はんだ付けの後は、点検をしましょう。

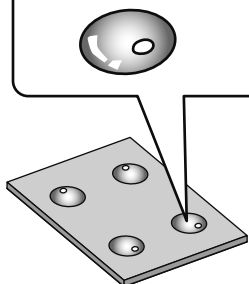
「本体基板」と「ライト後基板」の両方ともチェックしてください。



チェックをしよう。

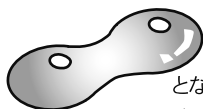
良い例

はんだにツヤがあり
ランド全体に広がっている。



悪い例

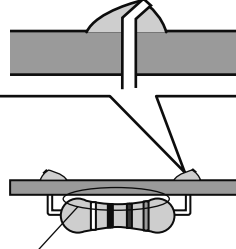
はんだがランド全体に
広がっていない。
リードとはんだにすき間
がある。
はんだを追加し再加熱。



となりのはんだと
くっついている。
再加熱して、余分な
はんだをぬぐい取る。

良い例

はんだが、ランドとリードに
密着して山形になっている。



部品と基板がくっついている。

悪い例

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

はんだとリードに
すき間がある。
再加熱すること。
加熱不足

はんだの量が
多すぎる。
再加熱してぬぐい
取る。

余分なリードを
切っていない。
回路がショートする
恐れがある。

悪いはんだ付けを見つけたら、修正しましょう。

よく読んだら、チェックしよう。

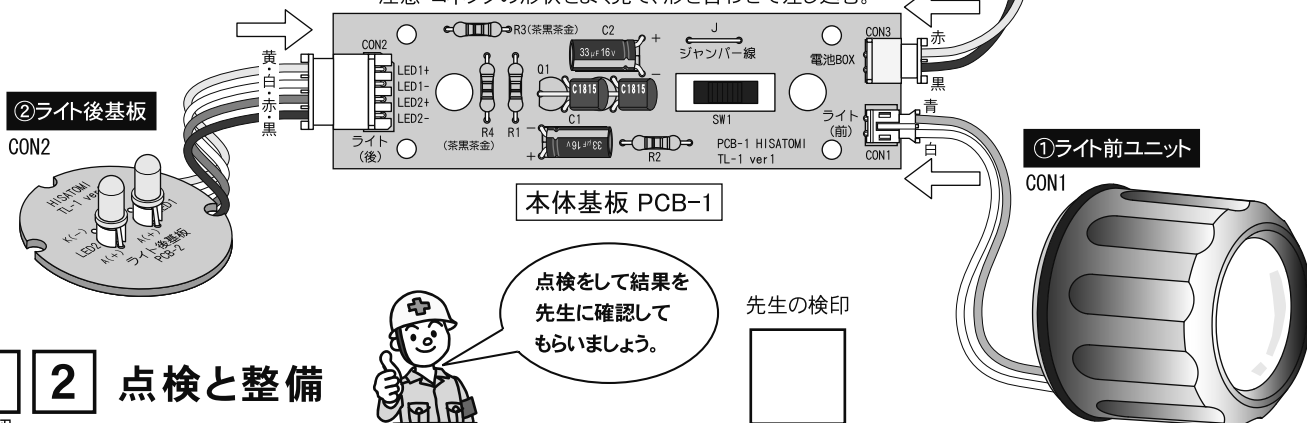


1 コネクタ配線の接続

□ コネクタの形を合わせて接続する。

- ① ライト前ユニットのコネクタを差し込む。
- ② ライト後基板のコネクタを差し込む。
- ③ 電池ボックスのコネクタを差し込む。

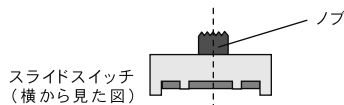
注意: コネクタの形状をよく見て、形を合わせて差し込む。



2 点検と整備

□ 電池ボックスに乾電池を入れて、スイッチを入れて動作チェックします。

※乾電池の入れ方は、15ページを参照のこと。

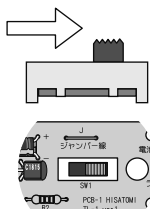
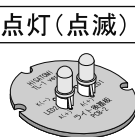


スライドスイッチのノブがまん中の位置で、前後のライトが消灯します。(電源オフ)

□ 正常な動作①

ライト前ユニットの方へ入ると

点灯(点滅)



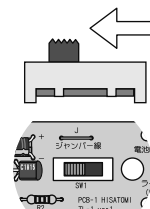
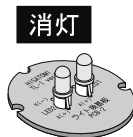
点灯



□ 正常な動作②

ライト後の方へ入ると

消灯



点灯



正常な動作をしない時は、以下の表を参考に修理をしましょう。

こんな時	チェック	対処方法
ライトが前後ともまったく点灯しない。		乾電池の入れ方と残量確認。各コネクタの差し込み具合を検査。
ライト前が点灯しない。		乾電池の入れ方とCON1とCON3のコネクタの差し込み具合を検査。
ライト後が点灯しない。		各部品のはんだ付けと取り付け方向の検査。
		ライト後基板のLEDの取り付け方向を確認。切り欠き位置で確認。(12ページ参照)
		CON2とCON3のコネクタの差し込み具合を検査。
ライト後の点滅のタイミングがおかしい。		R1、R2抵抗器とコンデンサの値を検査。
ライト後のLEDが暗い。		R3、R4抵抗器100Ω(茶黒茶金)の値を検査。
ライト後の片方のLEDが点灯したままである。		LEDの極性やはんだ付け、点滅回路の各部品の取り付け方向とはんだ付けを検査。

★CHECK POINT

動作しない時は、部品の取り付け方向やはんだ付けを確認してください。コネクター配線の差し込み具合も確認しましょう。

よく読んだら、チェックしよう。

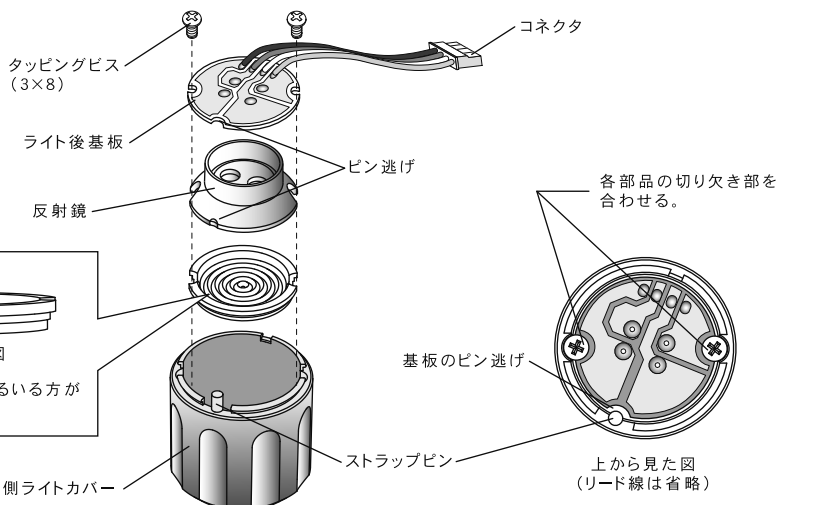
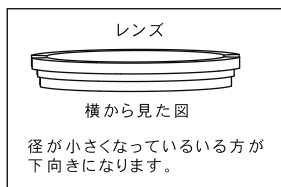


1 後側ライトの組み立て

確認

□ 部品を挿入して、ネジ止める。

- 後側ライトカバーに各部品を順番に入れる。
切り欠き部を合わせて入れてください。
- 基板は、ストラップピンとピン逃げの位置も合わせてください。
- 2本のネジで取り付けます。

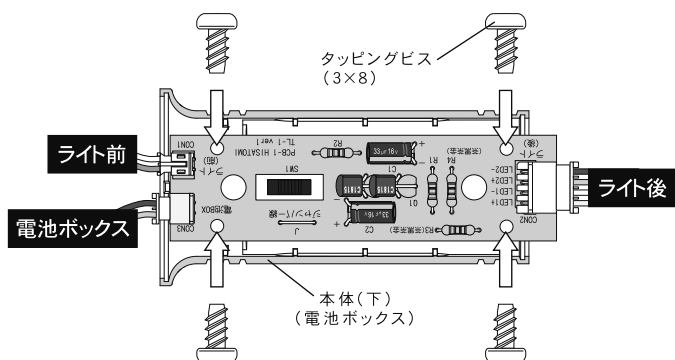


2 本体の組み立て

確認

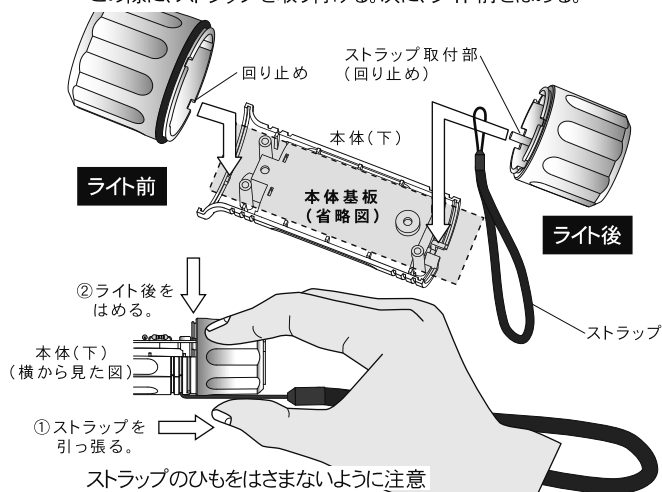
① 基板を本体(下)にネジ止める。

- 本体基板の方向に注意して4本のネジで取り付ける。
リード線を挟まないように注意してください。



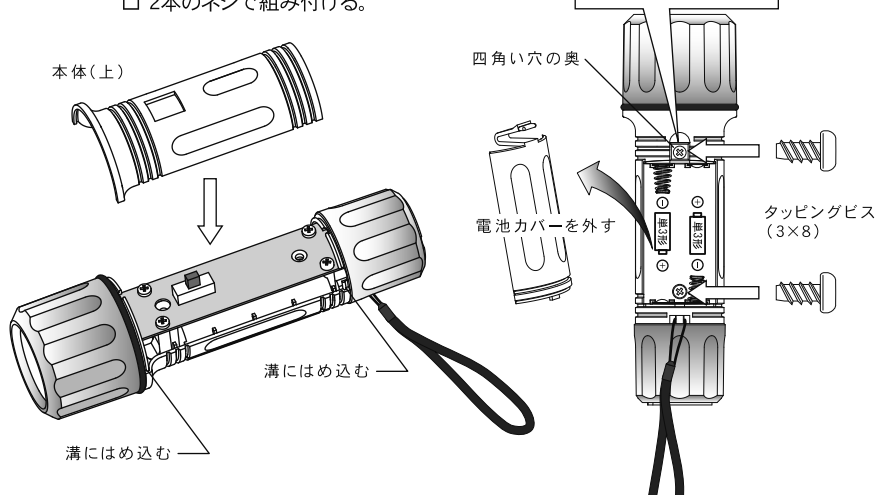
② 前後のライト部を本体(下)にはめる。

- 回り止めの位置を合わせて、ライト後から先に本体(下)にはめる。
この際に、ストラップを取り付ける。次に、ライト前をはめる。



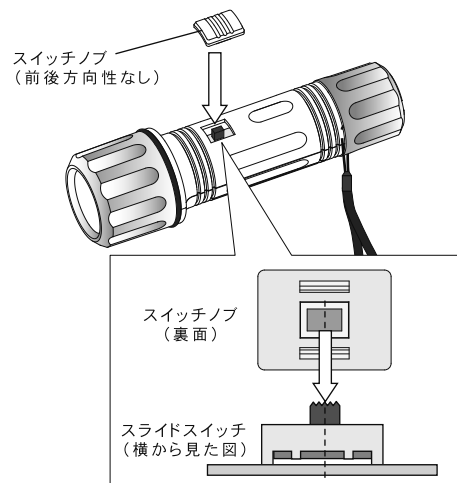
③ 本体の上下をネジで組み付ける。

- 本体(上)を組み合わせる。
配線を挟んでいないか確認すること。
- 2本のネジで組み付ける。



④ スイッチノブを付ける。

- スイッチの位置をまん中のOFFにする。
- スイッチノブを差し込んで取り付ける。

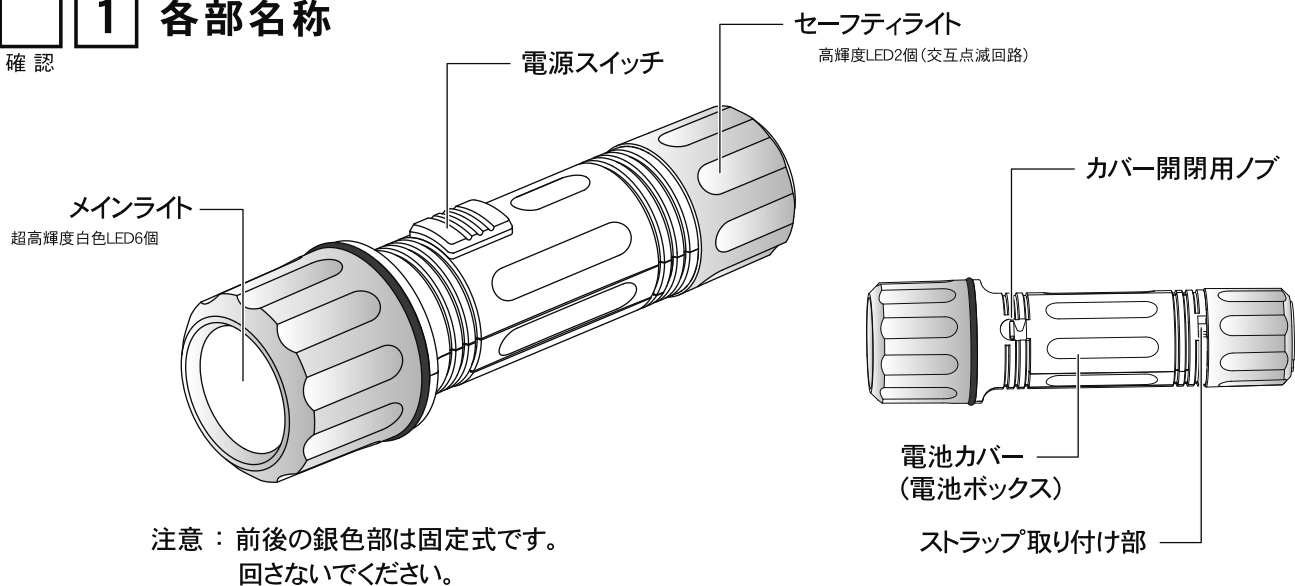


よく読んだら、チェックしよう。

確認

1

各部名称



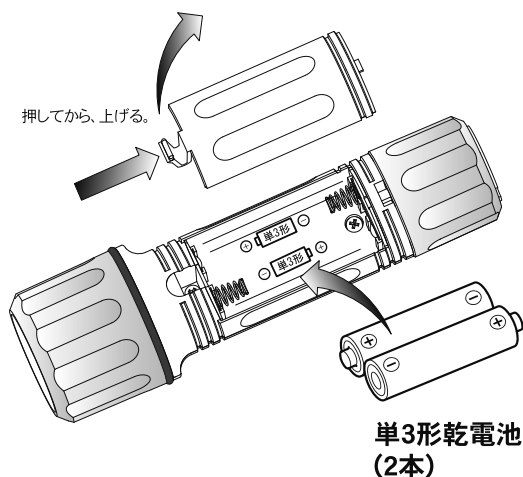
確認

2

使い方と注意事項

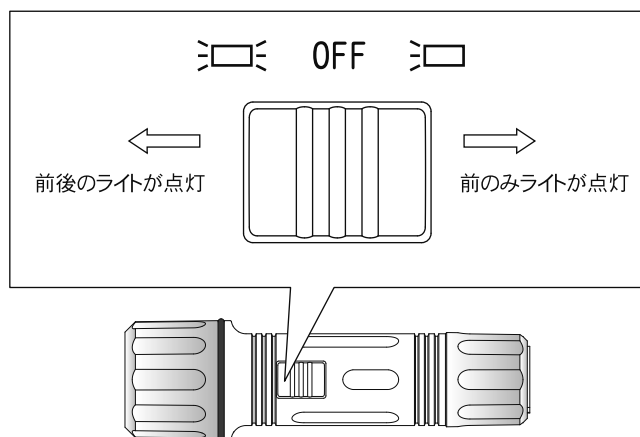
■ 乾電池の入れ方

- ① 底面の電池カバーを開ける。
- ② 単3形乾電池を電池ボックスの表示に合わせて
プラス(+)とマイナス(-)を間違えないように入れる。
- ③ 電池カバーをはめる。



■ ライトを点ける

- ① 電源スイッチを前側に入れると、前後のライトが点灯。
- ② 電源スイッチを後ろ側に入れると、前のみライトが点灯。
- ③ 電源スイッチをまん中の位置で、電源OFF。



注意：使用後は必ず電源をOFFにしてください。

! 使用上のご注意

- 点灯中のLEDは直視しないでください。目を痛める恐れがあります。
- 落としたり、強いショックを与えたりしないでください。故障の原因になります。
- 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)。
 - ★直射日光のあたる場所や暖房器具の近く。
 - ★風呂場など湿気の多い所。ほこりの多い所。
- 汚れた時は、柔らかい布でからぶきしてください。シンナーやベンジンは、表面を傷めますので使わないでください。
- 乾電池は、電池の使用上のご注意をよく読んで正しくお使いください。

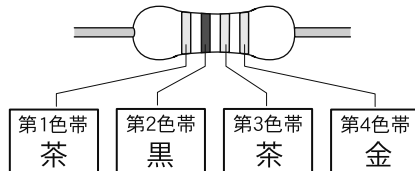


回路を形成する電子部品の種類と機能 1

【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	

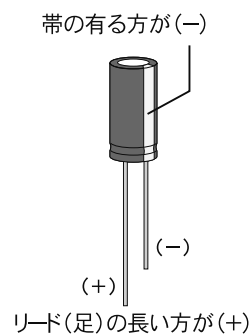
【課題 1-2】 コンデンサについて

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	

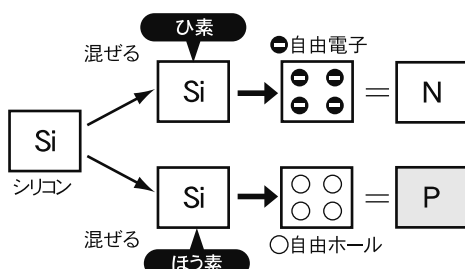
【課題 1-3】 半導体とは？

(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

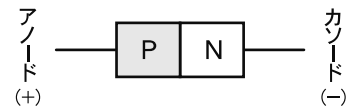
ダイオードは、(①) 型半導体・(②) 型半導体の2種類の半導体を接合した部品で、アノード(+側)からカソード(−側)の方向にしか(③)を流さない性質があります。

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	(+) (−)



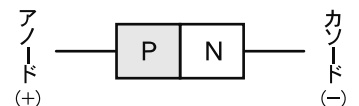
【課題2-2】 LED(光ダイオード)について

「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。

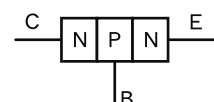
B(ベース)にわずかな電流を流すと、C(コレクタ)、E(エミッタ)間に数百倍の電流が流れます。

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



力の伝達（歯車の増速比）

【課題3-1】 歯車の増速比について ※本キットに、発電機はありませんが、学習にご利用ください。

異なる(①)の歯車を噛み合わせて回転させると、回転数(回転速度)を変えることができます。回転数(回転速度)が増える比率を(②)といい、回転数(回転速度)が減る比率を(③)といいます。ここでは手回しで効率良く発電するための歯車の仕組みについて学びます。

使用する歯車

注意：キットによって歯数が異なります。

ギヤA

ギヤA(上部) 歯数 10(RGE-8)
ギヤA(上部) 歯数 8(SLD-1)

ギヤA(下部) 歯数 45
(RGE-8/SLD-1 共通)

(ギヤの上下が一体)

ギヤB

ギヤB 歯数 45 (RGE-8)
ギヤB 歯数 47 (SLD-1)

ギヤC

ギヤC 歯数 10
(RGE-8/SLD-1 共通)

ギヤAとギヤBの動きを見てみると、ギヤBが回転するとき、ギヤA(上部)に力が伝達される。

ギヤB

ギヤA

ギヤAの増速比は

回すギヤの歯数

回されるギヤの歯数

$$= \frac{④}{⑤} = ⑥$$

ギヤAとギヤCの動きを見てみるとギヤA(下部)が回転するとき、ギヤCに力が伝達される。

ギヤA

ギヤC

ギヤCの増速比は

回すギヤの歯数

回されるギヤの歯数

$$= \frac{⑦}{⑧} = ⑨$$

ギヤBを1回転するとき、ギヤCの増速比は(⑩)。手回し発電機のギヤは手回し1回で、発電機を⑩回転回すことができます。

ギヤB

ギヤA

ギヤC

$$= \frac{\text{ギヤB}}{\text{ギヤA(上部)}} \times \frac{\text{ギヤA(下部)}}{\text{ギヤC}}$$
$$= \frac{④}{⑤} \times \frac{⑦}{⑧} = ⑥ \times ⑨ = ⑩$$

この発電機の増速比は

$$⑩$$

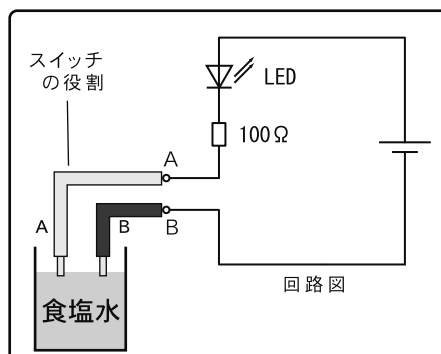
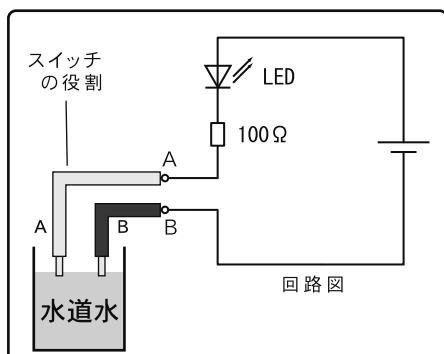
【課題3-2】 発電機の歯車のしくみを考えよう。
発電機に使われているギヤがどのような動作をしているのか、またなぜそのしくみが使われているか理由を考えてみよう。

【課題3-3】 身の回りの歯車を利用した機器等について考えよう。
身近にある歯車で動作するものを考えて記入してみよう。
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。

- 18 -

基本的な回路の電流の流れる仕組み 1

【課題4-1】 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 100Ω 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4-2】 一石増幅の実験(トランジスタの働きとは)

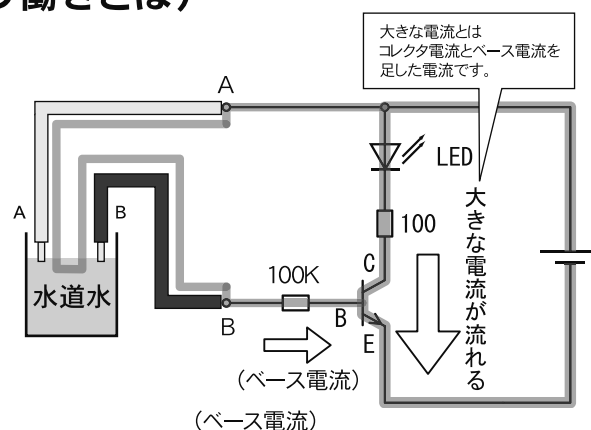
■ 増幅回路の点灯チェック

リード線ABを接触させます。抵抗器 $100k\Omega$ 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。

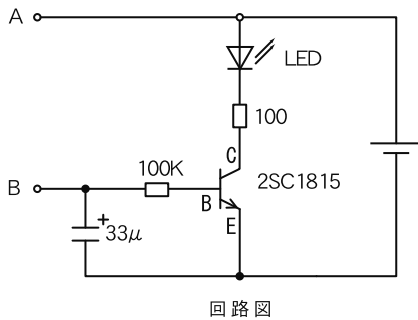
抵抗器 $100k\Omega$ と水を通る抵抗によって、ほんのわずかな値となった電流でも、(③)によって増幅されてLEDが点灯します。これが(③)の(④)作用です。



①	
②	
③	
④	

基本的な回路の電流の流れる仕組み 2

【課題5-1】 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。

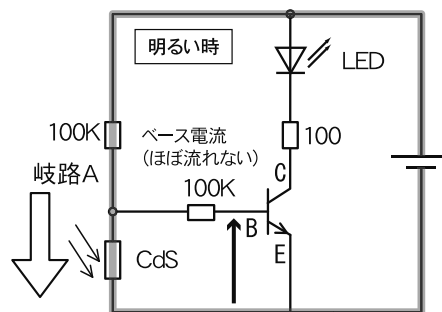
リード線を離すと、コンデンサに充電された電気が(③)されトランジスタにベース電流を流します。

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。

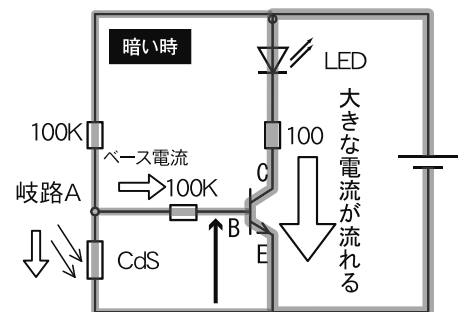
【課題5-2】 光センサの実験(暗くなってLEDが点灯するのは)

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。

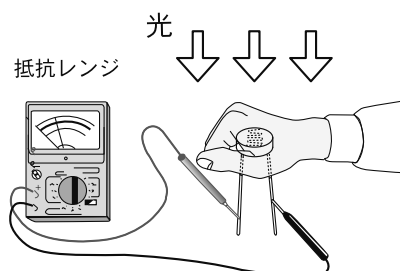


抵抗値が小さいのでほとんどの電流がCdSの方へ流れる。



抵抗値が大きいのでCdSにもトランジスタにも電流が流れる。

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。



光を手でさえぎるとCdSの抵抗値が変化します。

④CdSの図記号を描きましょう。

①	
②	
③	
④	

LED 交互点滅の実験

【課題6B-1】LEDを交互点滅させる実験（踏切の信号機のように交互点滅）

左右のLEDが約1秒ごとに(①)する回路です。 一般的には(②)といい一種の(③)回路です。簡単に言うと出力信号がオン・オフを繰り返している状態です。

イラストのように各部品を基板にはんだ付けする。

赤色LED
リードの長い方(+)

抵抗100kΩ
(茶黒黄金)

抵抗100Ω
(茶黒茶金)

電解コンデンサ33μF
帯のある方(-)

抵抗100kΩ
(茶黒黄金)

抵抗100Ω
(茶黒茶金)

トランジスタ
2SC1815

赤色LED
リードの長い方(+)

コネクタ付き
リード線

赤

黒

LEDの実験と同様に
電池ボックスの
コネクタに接続する。

①	
②	
③	

回路のイメージ

LED1

LED2

R3

R4

シーソー

バネ伸びる

バネ縮む

ギタッパコン

【課題6B-2】

身近にある交互点滅や、点滅を繰り返すものを考えて記入してみよう。
また何のためにそのような点滅をしているのか、その理由を考えてみよう。

身近にある交互点滅するもの	考えられる理由

回路の設計

【課題7B】 LED交互点滅のタイミングを検討

「課題6B」のときのLED交互点滅回路を利用して、警告灯を設計しましょう。 どのような点滅パターンが目立つよう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点滅パターンを比較してみましょう。

製作する警告灯の点灯の予想パターン	実際の点滅パターンについて

① LED1の点灯時間を決める。

☐ LED1の色を決める。

☐ R2抵抗器の値を決める。C2コンデンサの容量を決める。

LED1「左」(色) R2抵抗器(kΩ)

赤 黒

C2コンデンサ (μF)

② LED2の点灯時間を決める。

☐ LED2の色を決める。

☐ R1抵抗器の値を決める。C1コンデンサの容量を決める。

R1抵抗器(kΩ) LED2「右」(色)

赤 黒

C1コンデンサ (μF)

自分の選んだ部品の値を記録します。

	色	抵抗値	コンデンサ容量
LED1		R2 Ω	C2 F
LED2		R1 Ω	C1 F

抵抗器

$k\Omega = \times 10^3 \Omega$
 $= \times 1000 \Omega$

※ 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。
10kΩ (茶 黒 橙 金)
33kΩ (橙 橙 橙 金)
100kΩ (茶 黒 黄 金)

電解コンデンサ

$\mu F = \times 10^{-6} F$
 $= \times 0.000001 F$

※ 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。
33μF-16V
100μF-16V

周期T(秒)を求める式

T=K×R×C

K: 比例定数(参考値は、0.2)
R: 抵抗器の値
C: コンデンサの容量

$T = K \times R \times C$
 $= 0.2 \times \boxed{} \times 10^3 \times \boxed{} \times 10^{-6}$
 $= 0.2 \times \times 1000 \times \times 0.000001$
 $=$

点滅周期を計算して記録します。

	周期T
LED1	秒
LED2	秒

※本教材では、比例定数(K)を0.2で設定してください。
計算値はあくまでも参考程度です。
実際の周期は、部品の許容差、温度などに影響されます。

エネルギー変換学習の自己評価

エネルギー変換学習を自己評価してみましょう。

	一人でできた (できる)と思う	友達に手伝って もらってできた (できる)と思う	先生に手伝って もらってできた (できる)と思う	あまり できなかった (できない)かも しれない
A. キットに使われている電子パーツの働きを説明することができましたか。	4	3	2	1
B. 電子パーツの図記号を描くことができましたか。	4	3	2	1
C. キットに使われている電子回路の働きを説明することができましたか。	4	3	2	1
D. 回路設計の時、機能や構造を踏まえて考えましたか。	4	3	2	1
E. 回路設計の時、エネルギーの損失や効率を踏まえて考えましたか。	4	3	2	1
F. 選択した電子パーツを使って希望する回路ができましたか。	4	3	2	1
G. 自分の設計を回路に生かせるよう調整できましたか。	4	3	2	1
H. 回路に不具合が生じたとき、原因を追究し解決できましたか。	4	3	2	1
I. 使用する工具を使いこなし、安全に製作できましたか。	4	3	2	1
J. 火傷や感電などに気をつけて製作することができましたか。	4	3	2	1
K. 学習前より回路や電子パーツを知ることができましたか。	4	3	2	1
L. 電気製品の仕組みについて以前より知ることができましたか。	4	3	2	1
M. 電気や電気製品について以前より興味を持てましたか。	4	3	2	1

エネルギー変換学習の感想や、製作したキットを持って帰ってどのように使うか書いてみましょう。

①エネルギー変換について学習したことをまとめて記入してみましょう。

②回路を設計してみて、難しかった点や色々工夫した点を記入してみましょう。

③この授業を通して、身近な電気製品の中で興味を持ったものとその理由を書いてみましょう。

④製作したキットを持ち帰ったあと、どのように使いたいを書いてみましょう。
