

電子回路工作

ーアナログ電子回路編ー

[内容]

1. 電子回路の作製工程
2. 電子回路素子とその扱い方
3. トランジスタの増幅機能を利用した回路の作製

電子回路工作の基本とトランジスタを用いた回路の作り方の基本を紹介します。このもの作り実習のやり方はp.18に記述しているので、それに従って実習をやってください。

徳島大学大学院
ソシオテクノサイエンス研究部
橋爪 正樹



もの作り実習のやり方

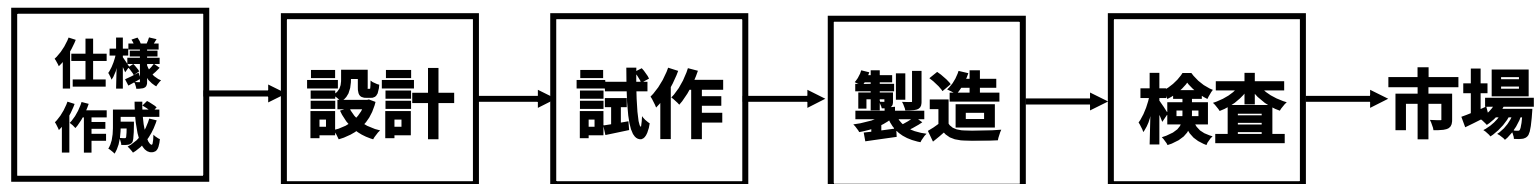
1. p.18まで読んだ後、自宅で部品表に回路部品を置く。
2. 部品表から部品を取り出し、ブレッドボード上に回路を作製し、間違いがないことを確認する。
3. 指定した時間に実験室に行き、**教員, TAに回路に誤りがないか確認**をうける。
4. 回路を確認してもらったら、自宅でp.18の実験を実施し**レポート提出** (電池はマンガン電池を使用すること)
5. ブレッドボード上の素子を抜いて、ブレッドボードとともに全素子を**袋に入れて橋爪まで返却**

電子回路は扱う電圧が10V以下と低いですが、作り方を間違えると危険なので、回路1が間違いなく作れる技能が身に付いたことを確認後、自宅での実習に移ります。



電子回路ができあがるまで

1. 仕様作成:どんな回路を作るかを決定
2. 設計:回路方式, R,L,C等の使用素子を決定
3. 試作:仕様を満たす回路か確認
4. 製造:回路の完成品を作製
5. 検査:回路が正しく作られているかを確認
(=「製造した回路に故障が発生していないか?」)



PL法(H6年制定)により欠陥品を世の中に出せない

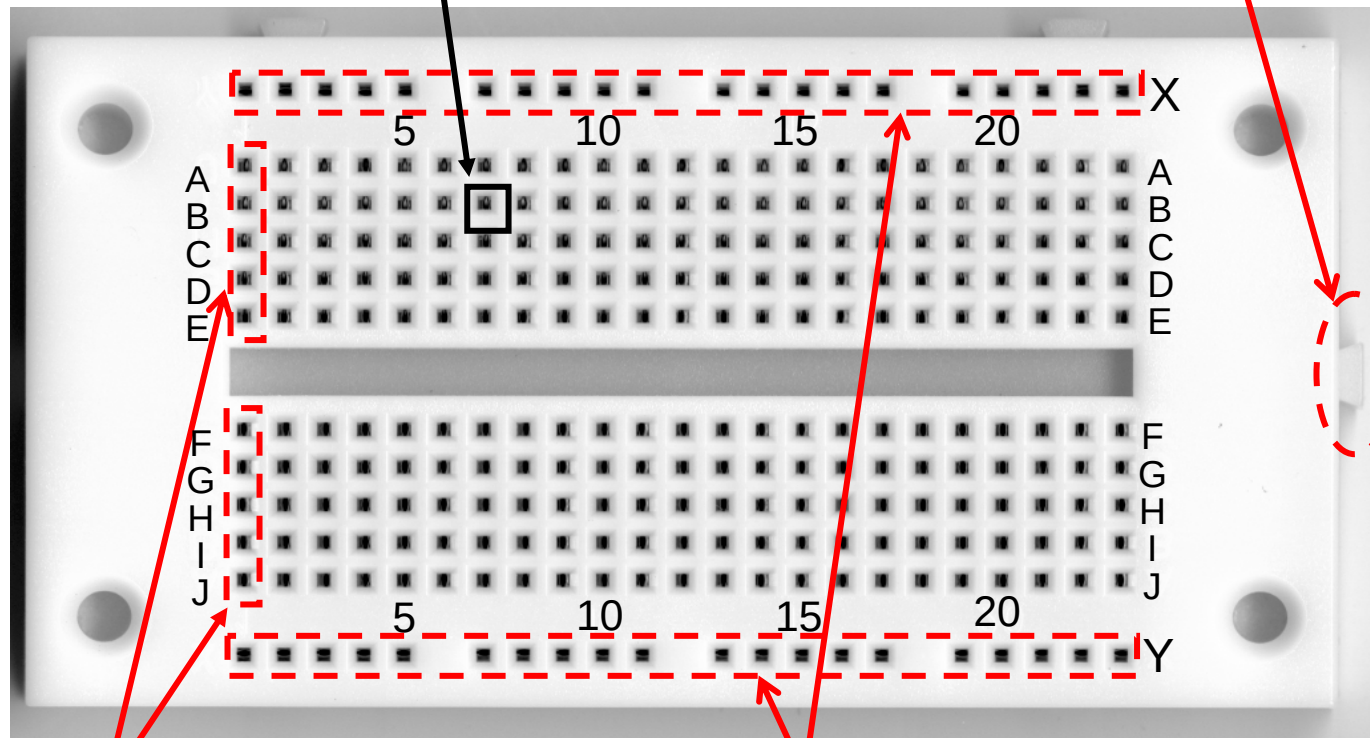
「製造物責任法 (PL法)」

製品の欠陥によって生命, 身体又は財産に損害を被ったことを証明した場合に, 被害者は製造会社などに対して損害賠償を 求めることができる法律。

ブレッドボード

◆用途：回路の試作 (=試しに作り回路が期待通りに動くか調べる)

本資料ではこの穴を「B7」と呼びます 突起物が右側となるように置く



各列の5個の穴は縦方向に
内部で接続されている

X行, Y行は横方向に内部で接
続されている

ここでは回
路試作をす
るのでブレッ
ドボードを使
います。



回路素子とは？

- ◆回路素子は特有の「機能」をもつ
- ◆「電気的特性」が規定されている。
どういう使い方をすればどんな出力がでるか
- ◆「最大定格」が規定されている。
＝素子製造者が規定の動作を保障する範囲

(考え方) その範囲外で使用しても壊れないかもしれないが、規定の動作をすることを保障致しかねる。もしそうして素子が壊れて損害を被っても製造業者は責任を負いかねる。(＝損害を被っても使用者の責任)

正しい使い方をすれば規定通りの機能を回路素子は果たします。



回路素子の一例：抵抗素子

◆機能：抵抗

(=電流を流れにくくする、電流が流れるのに抵抗する)

◆回路記号：

◆最大定格：（例）1/4Wまで

[使用例] 最大定格1/4Wまでの100Ωの抵抗

■10mAの電流は流せる

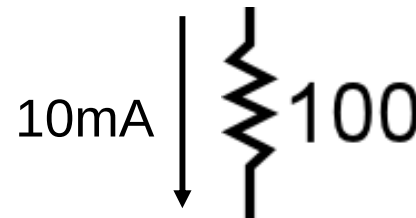
$$\cdots 100 \times 0.01^2 = 0.01[\text{W}] < 0.25[\text{W}]$$

■100mAの電流は流せない

$$\cdots 100 \times 0.1^2 = 1[\text{W}] > 0.25[\text{W}]$$

もしその電流を流すと抵抗素子が
熱くなって燃えるかも？

10mAまでなら抵抗素子としての機能を発揮するが、100mAではその機能の発揮は保障されません。



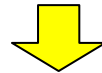
回路素子のまとめ

◆回路素子とは？

回路素子を定格範囲内で使用するなら、回路素子は規定の機能を発揮するもの。

◆使用上の注意：

回路素子はどの場合でもその機能を発揮するとは限らない。
その機能を発揮する使用上の条件（＝定格）がある。



回路素子を使用する場合にはまず定格を調べて、その条件を満たしてその素子を使えるか調べること！

どんな素子でも同じで、使用前に機能と定格を調べる必要があります。



抵抗器

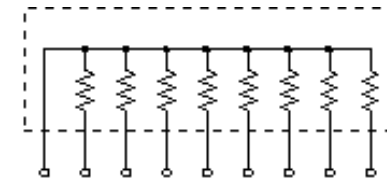
◆炭素皮膜抵抗：大きなノイズ発生



<http://www.hobby-elect.org/>

1/8W、1/4W、1/2W (5%)

◆集合抵抗：同一抵抗素子を集めたもの



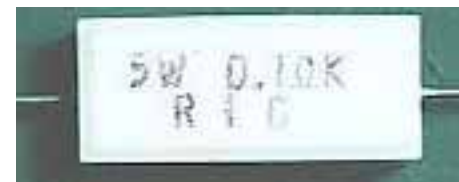
◆金属皮膜抵抗：低ノイズ



<http://www.hobby-elect.org/>

1/8W(1%)、1/4W(1%)、
1W(5%)、2W(5%)

◆セメント抵抗



ここでは炭素
皮膜抵抗を
使って回路を
作ります。



抵抗コードの読み方



「赤, 黒, 赤, 銀」のため
 $20 \times 10^2 \Omega$ で誤差 $\pm 10\%$ の
1/4Wの2k Ω の炭素皮膜抵抗

数値	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
カラーコード	黒	茶	赤	橙	黄	緑	青	紫	灰	白

誤差 (プラスマイナス、%)	1%	2%	5%	10%	20%
カラーコード	茶	赤	金	銀	無色

抵抗器には抵抗値と誤差がカラーコードで示されています。



抵抗を用いた回路の設計例

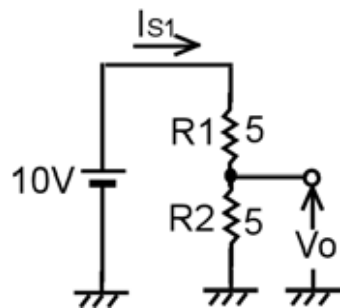
◆抵抗器の定格の例

最大定格電力 ← その抵抗器で許容される最大消費電力

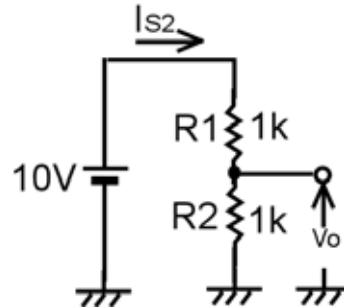


◆回路設計例:

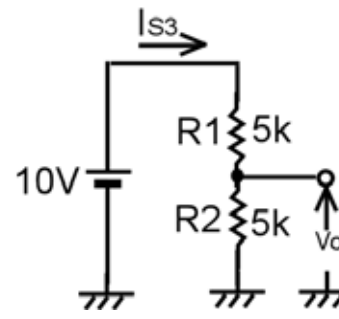
「抵抗ブリーダ回路で10VのDC電源から5VDCを取り出す回路を1/4W抵抗素子で構成したい時、どの回路を使えばよいか？」



(a)回路例1



(b)回路例2



(c)回路例3

最大定格電力以上で抵抗器を使用すると煙を出して燃え始めます。最悪、PL法で設計者は罰せられます。



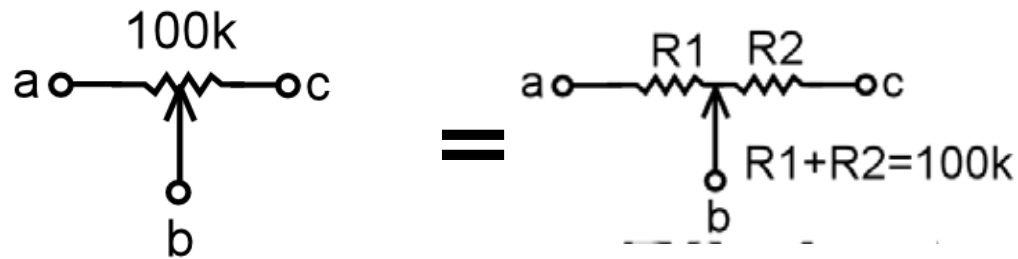
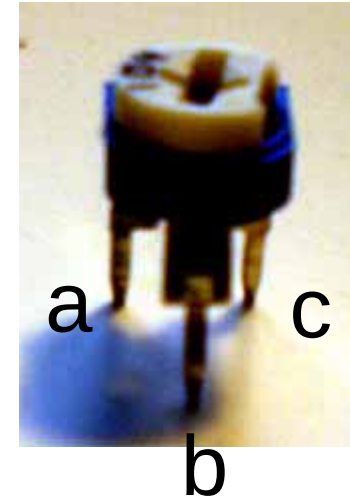
(ヒント) 一般に最大定格電力の50%以下で抵抗器を使用する。
どの回路がよいかはR1,R2の消費電力を求めればわかる。

半固定抵抗

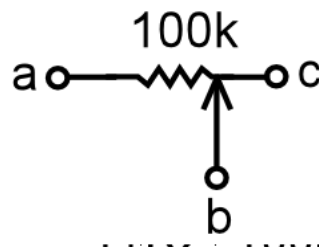
◆機能：抵抗値を可変できる抵抗素子

(「ボリューム」とも呼ばれる)

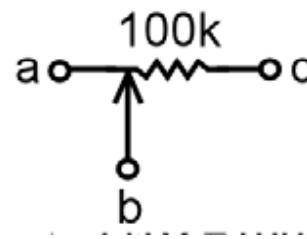
◆例：100k Ω の半固定抵抗



一番左に
回すと



一番右に回すと



半固定抵抗は上のつまみを
回すことでa-b間の抵抗値を
変更できる素子で、回路の
微調整時に使います。



コンデンサの種類

- ◆ **電解コンデンサ**：周波数特性がよくない
(=高周波向きでない)、極性あり(一侧を明記)、
大容量
(使用上の注意) 極性を間違ったり、印加電圧が大きいと
破裂する危険性有り
- ◆ **タンタルコンデンサ**：大容量、電解コンデンサに
比べ温度特性がいい、周波数特性もよい、
高価だが小型、極性有り(+側を+の記号で表記)
- ◆ **セラミックコンデンサ**：周波数特性はよいが、
小容量、アナログ回路で信号系回路で使うと歪を
生じるので使用しない。
- ◆ **積層セラミックコンデンサ**：超小型、周波数
特性、温度特性よし、バイパス用を使用



接合トランジスタ

◆バイポーラトランジスタ, 単に「トランジスタ」とも呼ぶ

◆種類: NPN型, PNP型

◆機能: 増幅, スイッチ



2SAXXX	PNPタイプの高周波用
2SBXXX	PNPタイプの低周波用
2SCXXX	NPNタイプの高周波用
2SDXXX	NPNタイプの低周波用

C1815と記載されてるので
NPN型高周波用接合トランジスタ

端子はラベルを見て
左からECB (「えくぼ」と覚える)

電氣的特性	2SC1815
V_{CEO} (V)	50
I_C (mA)	150
P_C (mW)	400
h_{FE}	70~700
f_T (MHz)	80

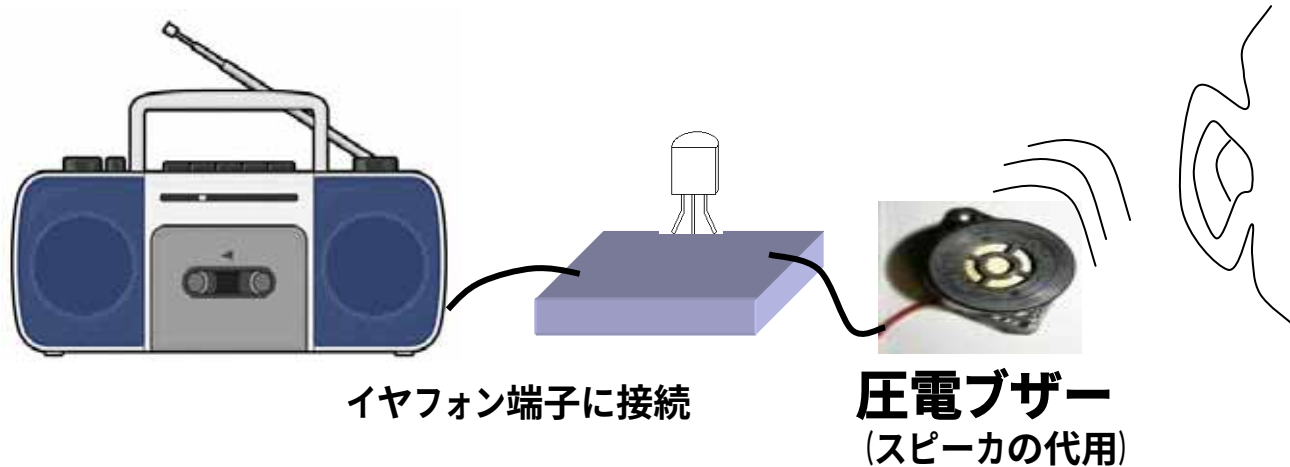
Trは半導体製品なので壊れやすく定格範囲内で使用すること。



作製できるTr応用回路

◆ Trの増幅機能を利用した回路 (3種類)

1. 増幅回路 (回路1) : イヤフォン端子からの出力信号の増幅



2. LED調光回路 (回路2) : LEDの明るさを調節

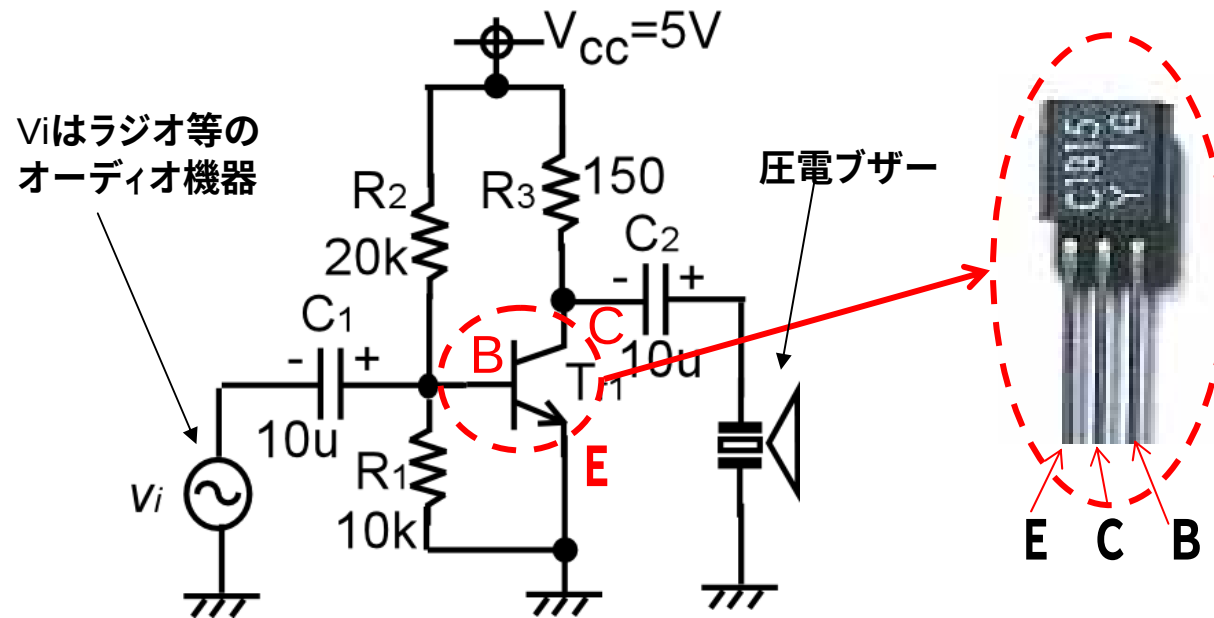
3. 光センサ出力増幅回路 (回路3) : LEDを光センサとして使用し受光する 明るさに反応してLEDを調光する

回路を作り始める前に部品
を「部品表」の上に置いてく
ださい。



Tr応用回路1の作製(1/2)

◆ブレッドボード上に次の手順で回路を作製しなさい



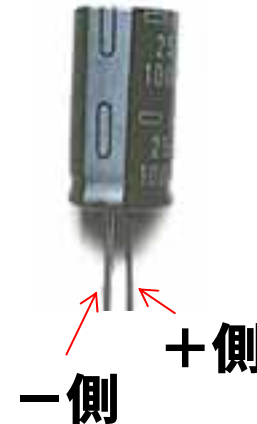
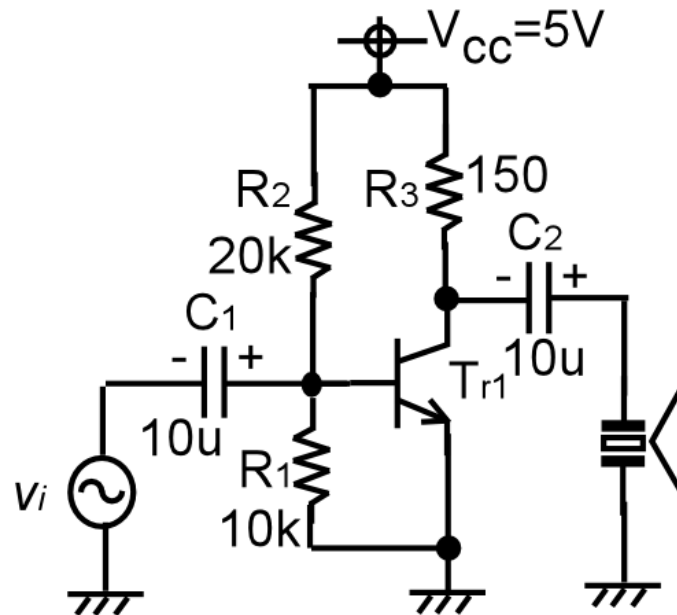
Trはラベル面を見て左側からエミッタ (E), コレクタ (C), ベース (B)。「エクボ」と覚えます。

- ① EはH15, CはH16, BはH17に挿入
- ② 黒色のジャンパ線をI15とY13に挿入
- ③ R1をI17, Y22に挿入
- ④ R2をX17, F17に挿入
- ⑤ R3をX16, F16に挿入



Tr応用回路1の作製 (2 / 2)

◆引き続き次の手順で回路を作製しなさい

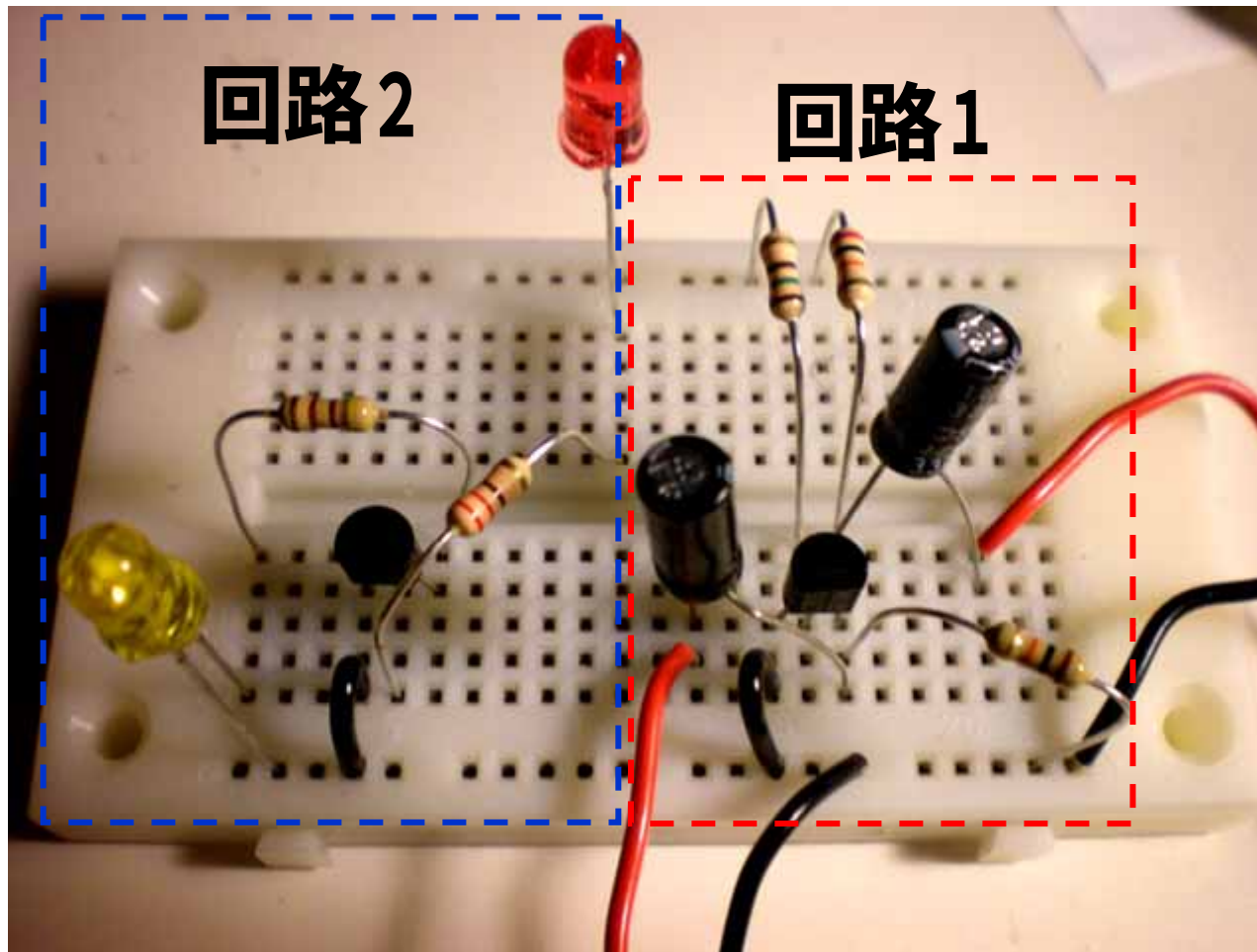


C1,C2の電解コンデンサには極性があります。極性を誤ると最悪の場合、破裂し危険ですので、極性を間違わないように注意すること！

- ⑥ C1の－側をH13，＋側をJ17に挿入
- ⑦ C2の－側をG16，＋側をG21に挿入
- ⑧ 圧電ブザーをY23，F21に挿入
- ⑨ オーディオジャックをJ13，Y21に挿入
- ⑩ 電池の＋側をX1，－側をY1に挿入



完成例



正しく作られてい
れば左の写真のよ
うになっているは
ず。それを確認し
先生, TAに確認し
てもらってください



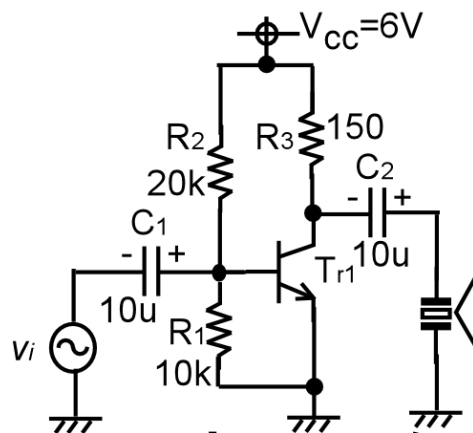
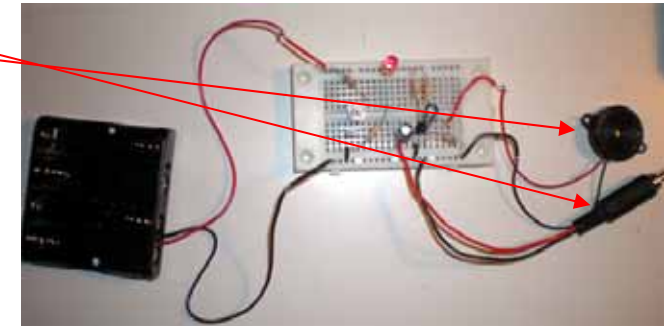
(補足) 圧電ブザーで音楽が聴けます。
圧電ブザーの代わりにスピーカを接続し、
音の違いを味わってください。



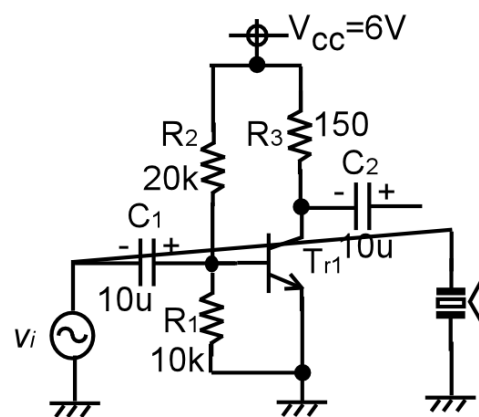
実験内容

(実験) ピンジャックをオーディオ機器のイヤフォン端子に挿入し、圧電ブザーから聞こえる次の3種類の音の大きさの順番を調べ、その順番になる理由を考えなさい。

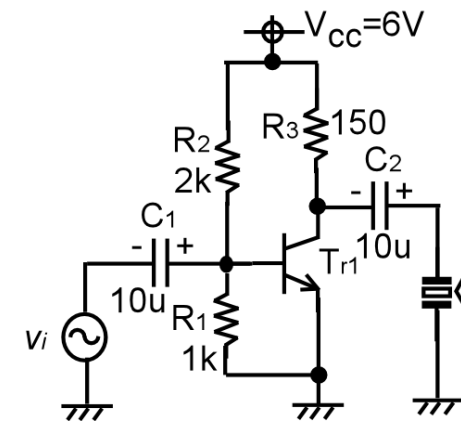
- 音1: 作製した回路のブザーから聞こえる音
- 音2: 圧電ブザーのC2に接続した線を抜いてC1の一侧端子に接続した時のブザーから聞こえる音の大きさ
- 音3: R1,R2をそれぞれ2k、1kに変更した時のブザーから聞こえる音の大きさ



(a) 音1の回路



(b) 音2の回路



(c) 音3の回路

最後に

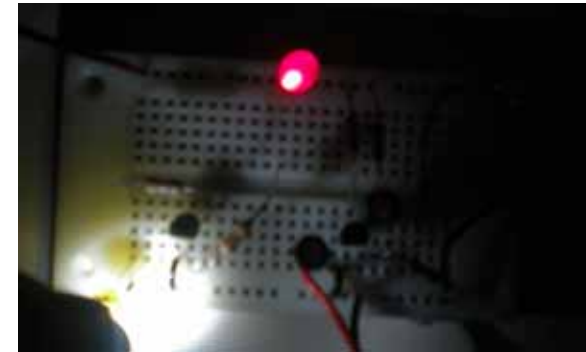
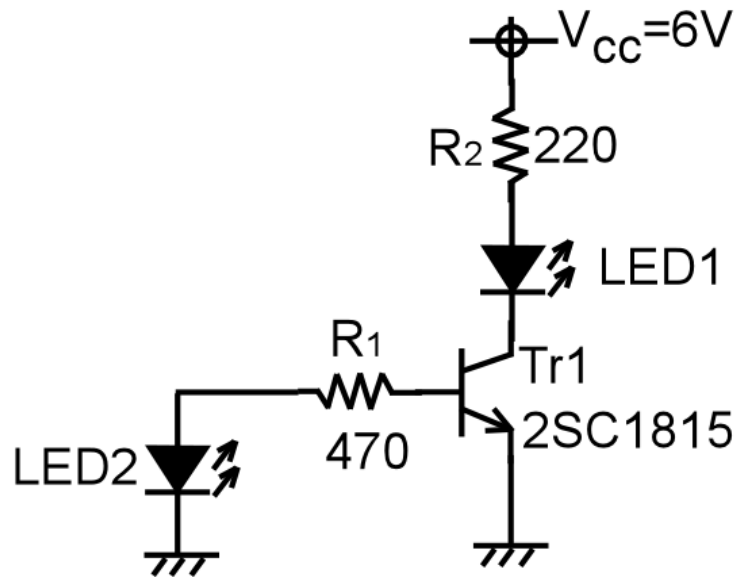
- ◆返却時に**部品がなくなっていないことを確認**してください。なくしていたり、壊していたら実費を徴収します。
- ◆ブレッドボードに水を落とすと使えなくなります。
- ◆余力があれば次ページ以降の回路を作り、実験してみてください。
- ◆返却時にはすべての素子をブレッドボードから抜いて**ブレッドボードも素子も全てビニール袋に入れて返却**してください。
- ◆壊れてなく、部品がすべて揃っていたら返却時に50円返却します。

電池はアルカリ電池，リチウムイオン電池，水素電池を使用せず，必ずマンガン電池を使用してください。



Tr応用回路2の作製

◆機能: LED2による光検出でLED1を点灯



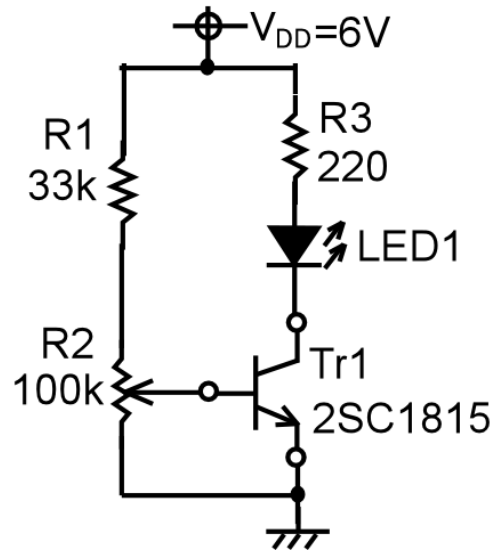
LED2は光センサとして使用し、そのセンサ出力を増幅しLED1を点灯させる回路。このようにTrはセンサ出力信号を増幅するのに使われます。

- ① $Tr1$ のEはG4, CはG5, BはG6に挿入
- ② 黒色のジャンパ線をJ4とY4に挿入
- ③ $R1$ をH1, H6に挿入
- ④ $LED2$ (黄色) のアノードをJ1, カソードY2に挿入
- ⑤ $R2$ をJ5, E11に挿入
- ⑥ $LED1$ (赤色) のアノードをX11, カソードをA11に挿入



Tr応用回路3 (LED調光回路) の作製

◆機能: 半固定抵抗でLEDの明るさを変更できる回路



LED (砲弾型)

長い方がアノード(A)
短い方がカソード(K)

- ① Tr1のEはG4, CはG5, BはG6に挿入
- ② 黒色のジャンパ線をH4とY4に挿入
- ③ 半固定R2をE5,F6,E7に挿入
- ④ 黒色のジャンパ線をD5,Y2に挿入
- ⑤ R1をD7, X2に挿入
- ⑥ R3をJ5, E11に挿入
- ⑥ LED1 (赤色) のアノードをX11, カソードをA11に挿入

半固定抵抗R1でTr1に流すベース電流を制御し、その電流を増幅した電流をLED1に流す回路です。



回路2, 回路3の実習方法

- ◆応用回路2を組み立て, LED2に懐中電灯で光を当てるとLED1が点灯することを自分で確認 (自宅で)
- ◆応用回路3を組み立て, 半固定抵抗を回転させるとLED1の明るさが変わること (調光できること) を自分で確認 (自宅で)

半固定抵抗R1でTr1に流すベース電流を制御し、その電流を増幅した電流をLED1に流す回路です。

