

電気工作・実験 光通信に挑戦!

信号を光の強弱に置きかえて送信・受信するのが「光通信」です。すばやく、たくさんの情報を送ることができるので、電線や電波に代わるすぐれた通信手段として、すでに広く使われていて、インターネットやケーブルテレビなど、身近なところでお世話になっています。

簡単な電気工作で光送信機「メロディーガン」と光受信機「光スピーカー」を作り、光通信の世界を体験してみましょう。

1. 部品を確かめよう

まず、袋をあけて、以下の部品がそろっているか確かめます。細かい部品があるので、確認したら必ず袋にもどして、なくさないように注意しましょう。

A. 共通部品

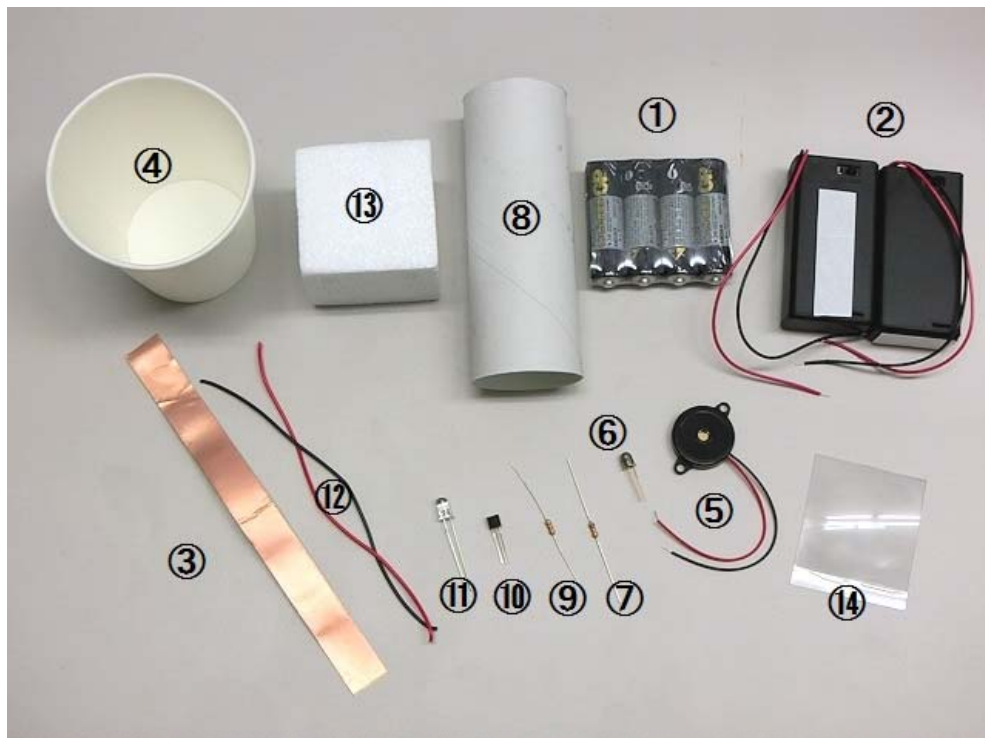
- ①単三乾電池 (4本)
- ②スイッチ付き電池ボックス (2個)
- ③銅はくテープ(幅 1.5cm ×長さ 15cm)

B. 光スピーカー用部品

- ④紙コップ (1個)
- ⑤圧電スピーカー SPT08 (1個)
- ⑥フォトトランジスタ NJL7112B (1個)
- ⑦抵抗 10k Ω (茶黒橙金: 1個)

C. メロディーガン用部品

- ⑧紙筒 (トイレットペーパーの芯: 各自用意)
 - ⑨抵抗 47 Ω (黄紫黒金: 1個)
 - ⑩三端子メロディー IC UM66T-01L (1個)
 - ⑪赤色発光ダイオード OSR7CA5111A (1個)
 - ⑫ビニルコード(12cm・赤黒各1本)
 - ⑬発泡スチロール (1個)
 - ⑭フレネルレンズ (エドフレン凸45) (1個)
- ※電池、紙コップ、発泡スチロールは別に配布します。



2. 光スピーカーを作ろう

光スピーカーは光通信の受信機です。信号をのせた光を受け取って、音に変えて聞こえるようにするのが光スピーカーのはたらきです。

①紙コップに圧電スピーカーをはりつける

紙コップの底の、ふちに近い方に竹ぐしで穴をあけ、さらに鉛筆の先で穴を広げて、圧電スピーカーのコードを2本とも通します。圧電スピーカーの黒いプラスチック容器の裏側に両面テープをはり、紙コップの底にはりつけます。裏側から指で押しつけるようにして、しっかりくっつけます。



②電池ボックスをはりつける

電池ボックスを紙コップの穴から遠い方に両面テープではりつけます。このときスイッチが隠れないように、電池ボックスのコードが出ている側を、コップの底から1cmぐらいずらしてとりつけます。

③銅はくテープをはりつける

銅はくテープをはさみで2cmずつ切り、1.5cm×2cmの長方形を3枚作ります。裏の紙をはがして紙コップの側面に写真のようにはりつけます。

テープとテープの間は1cmずつあけます。はりつけた銅はくテープを上からつめでよくこすって、密着させます。しっかりはりつけておかないと、あとではんだづけしたときはがれてしまいます。

はりつけた3つのテープを図のようにA、B、Cとよぶことにします。油性ペンで記号を書いておきましょう。

④圧電スピーカーのはんだづけ

圧電スピーカーのコードをAとBにそれぞれはんだづけします。2本のコードの区別は特にありません。

まず銅はくテープにはんだをつけ、次にコードの先にはんだをちょっとつけ、最後に両方を重ねるようにしてはんだごてを当てるとうまくつきます。あまり長時間銅はくテープを熱するとはがれてしまいますから、はんだがとけたらすぐにこて先を離します。

⑤抵抗のはんだづけ

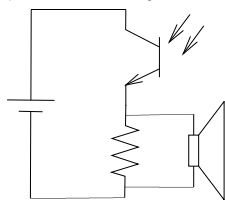
10kΩ（茶黒橙金）の抵抗のリード線をそれぞれ1cmずつ残して切り、AとBに橋渡しするようにはんだづけします。向きの区別はありません。

⑥フォトトランジスタのとりつけ

フォトトランジスタの足を広げてBとCにはんだづけします。フォトトランジスタには向きがあります。横に小さなツメが出ている方の足をBにつけます。

【解説】フォトトランジスタは光が当たると電流が流れ、光の強弱によって電流の強さが変わる性質があります。透明なレンズを光の来る方向に向けて使います。

光スピーカーは右のような回路図で表されます。



⑦電源コードのとりつけ

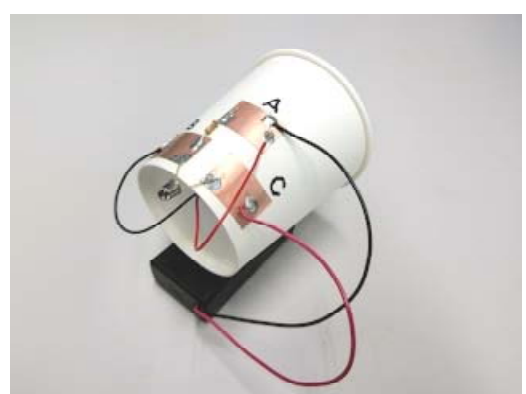
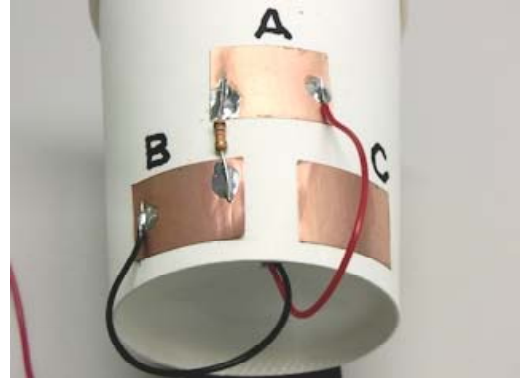
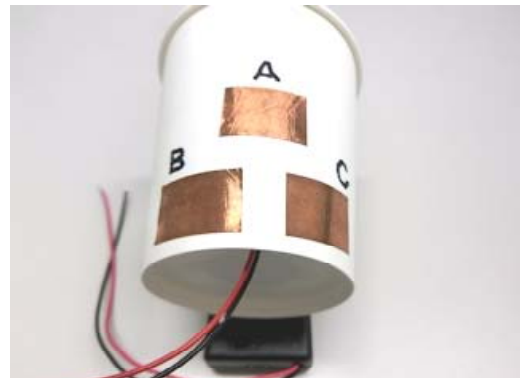
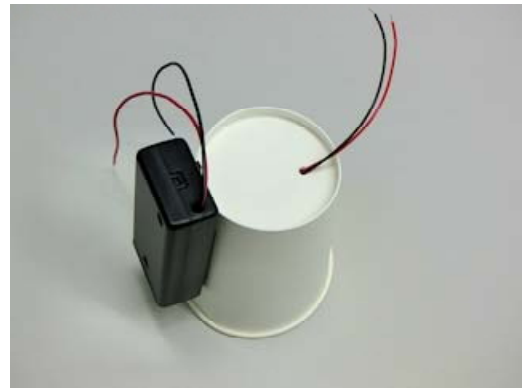
電池ボックスの赤いコードをCに、黒いコードをAにはんだづけします。以上で光スピーカーは完成です。

⑧動作確認

電池ボックスに電池を入れ、スイッチをONにして、紙コップの口に耳に当てて、フォトトランジスタを蛍光灯の方に向けてみましょう。「ブーン」という雑音が聞こえたら正しく動作しています。蛍光灯は1秒間に百回点滅しているため、それが光信号として受信されているのです。

写真のように、テレビなどの赤外線リモコンを、フォトトランジスタに向けてボタンを押してみましょう。光スピーカーは赤外線も受信できるので、リモコンの発する目に見えない信号を音として聞くことができます。

他にも、身の回りで光信号を発しているものがあるかもしれません。光スピーカーを使ってさがしてみよう。使わないときはスイッチをOFFにしておきます。



3. メロディーガンを作ろう

メロディーガンは光通信の送信機です。メロディーICが作る電気信号を発光ダイオード(LED)の赤い光にのせて発射する光線銃です。

①発泡スチロールの円柱を作る

発泡スチロールのブロックをカッターナイフで削りこんで、紙筒(トイレトペーパーの芯)にちょうどはまるサイズの円柱(長さ5cm)を作ります。

写真のように、発泡スチロールの正方形の面に紙筒をのせて、そのりんかくを油性ペンなどでなぞり、円を描きます。裏側にも同じように円を描き、写真のように線に沿ってカッターナイフで削っていきます。

紙筒にさしこんだとき、ややきつくはまるぐらいがちょうどよく、ゆるゆるで動いてしまうのは削りすぎです。削りすぎたら、セロテープなどを巻いて調節します。

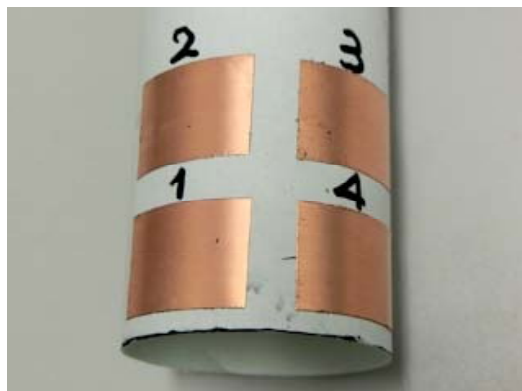


②紙筒に銅はくテープをはる

銅はくテープをはさみで2cmずつ切り、1.5cm×2cmの長方形を4枚作ります。裏紙をはがして、紙筒の側面に写真のようにはりつけます。テープとテープの間は5mmずつあけます。

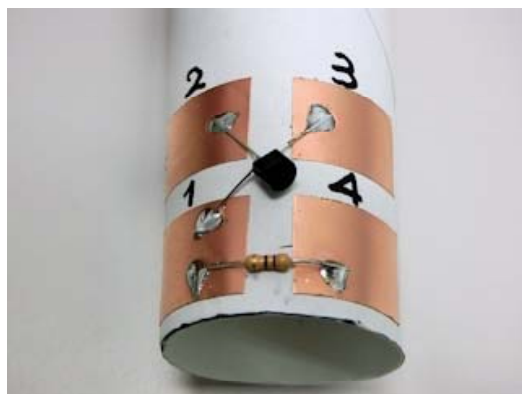
はりつけた銅はくテープを上からつめでよくこすって、密着させます。しっかりはりつけておかないと、あとではんだづけしたときはがれてしまいます。

はりつけた4つのテープを図のように左下から時計回りに1, 2, 3, 4とよぶことにします。油性ペンで記号を書いておきましょう。



③メロディーICのはんだづけ

メロディーICの両側の足をそれぞれ直角に開き、ICの文字の書いてある平らな面が上を向くようにして、三本の足をそれぞれ1, 2, 3の銅はくにはんだづけします。向きをまちがえないように注意します。



④抵抗のはんだづけ

47Ω(黄紫黒金)の抵抗のリード線をそれぞれ1cmずつ残して切り、1, 4の銅はくに橋渡しするようにはんだづけします。向きの区別はありません。

⑤LEDにビニルコードをつける

LEDの足の先に12cmのビニルコード(赤と黒)をはんだづけします。足のやや長い方(プラス)に赤、短い方(マイナス)に黒をつけます。ビニルコードの先を5mmずつむいて銅線を出し、LEDの足と、銅線のそれぞれにはんだをつけてから、二つを重ねてはんだごてでときます。

次に、LEDの足をピンセットまたはラジオペンチを使って写真のように根元と、5mmのところまで直角に折り曲げます。

電池のプラス極に赤、マイナス極に黒のコードをつないでLEDが光れば、正しくはんだづけができています。電池2個直列で光りますが、やや電圧オーバーなので、光ったらすぐやめます。光らないときは赤と黒が逆のおそれがあります。



【解説】ダイオードは一方通行の性質があります。

電流が流れるつなぎ方を順方向、流れないつなぎ方を逆方向といいます。

LEDは順方向に電流を流すと光るダイオードです。赤く光っている小さな四角い部分が半導体のチップです。

★高輝度(すごく明るい)LEDを使っているので、正面から長時間見つめると、目を傷める恐れがあります。横方向から観察しましょう。

⑥発泡スチロールにLEDをさす

①で作った発泡スチロールの円柱のまんなかにはLEDをとりつけます。まず、LEDの足の幅に合わせて、竹ぐしを通して二つの穴をあけます。次に、竹ぐしにビニルコードをセロテープで巻いてつけ、針でぬうようにして発泡スチロールに通します。最後にLEDの足を根元まで深くさしこみます。

LEDのとりつけが終わった発泡スチロールを、LEDの方を先頭にして半分ぐらいまで紙筒にさしこみます。

⑦電池ボックスのとりつけ

紙筒の銅はくテープをはった場所の下側に、電池ボックスを両面テープでとりつけ、ピストルのグリップとします。メロディーを発射する光線銃というわけです。

赤いコードを2、黒いコードを3の銅はくにはんだづけします。なお、電池は入れずに作業してください。

⑧LEDの配線

⑤でLEDの足にはんだづけした、赤いコードを4、黒いコードを3の銅はくにはんだづけします。

完了したら、電池ボックスに単三電池を2本入れてスイッチをONにしてみます。LEDが明るくともれば成功。光スピーカーのフォトトランジスタにこの光を当てるとメロディーが聞こえます。

光らない場合は配線ミスです。ただちに電池をぬいて点検しましょう。使わないときはスイッチをOFFにしておきます。

⑨フレネルレンズのはりつけ

紙筒に合わせてフレネルレンズをはさみで切り抜き、メロディーガンの銃口にセロテープではりつけます。これで光が広がらずに遠くまで届くようになります。以上でメロディーガンは完成です。

4. 光通信で遊ぼう

①光の的当て

光スピーカーを的に見立てて、メロディーガンで的当てをしてみましょう。当たるとメロディーが鳴ります。光スピーカーのフォトトランジスタに真正面から光が入らないと鳴りません。フォトトランジスタの向きが水平になるように調節しましょう。

②どこまでとどくか

光スピーカーの距離をしだいに遠ざけていって、どこまで信号をとどけられるか競争してみましょう。メロディーガンの発泡スチロールを少しずつつめきさして、そのつどピント合わせをし、赤い光が一番小さく四角く集まるようにすると、遠くまでとどきます。

③混ぜたらどうなる？

友達と協力して、二つ以上のメロディーガンで一つの光スピーカーに光を当ててみましょう。どんな音が聞こえますか？

④鏡を使おう

鏡を使った的当てをしてみましょう。メロディーガンの光を鏡で反射して、曲がった道筋で伝えることができます。二つ以上の鏡を使うやり方にもチャレンジしてみましょう。

うまく命中するときは、メロディーガンの後ろからのぞくと、鏡の向こうの光スピーカーの像に赤い光が当たっているのがわかりますね。

