

電気回路工作実習

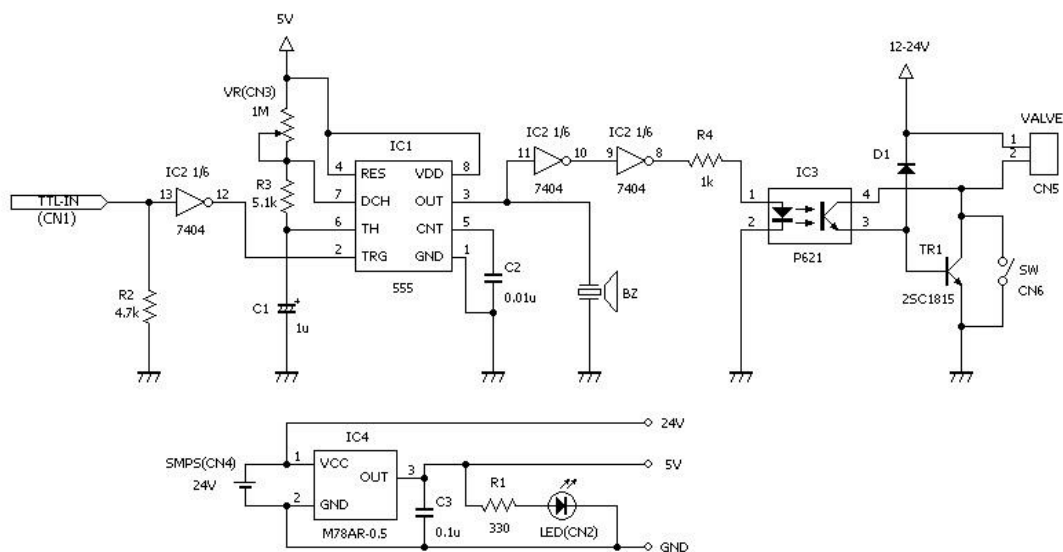
ー 電磁バルブ制御回路製作 ー

トレーニングコーステキスト

認知行動発達機構研究部門

実験で使用する電磁バルブ制御回路の製作を行い、回路工作に必要なハンダ付け、配線技術の習得を行う。

今回、製作する回路を下記に示す。電磁バルブ駆動回路はトランジスタを 1 個利用したシンプルなものとした。また電磁バルブの開閉時間を調節できるようにタイマー発信機を組み込んでいる。電源は、電磁バルブ駆動用に 24V のスイッチング電源を使用し、さらに DC-DC コンバータ IC を用いて回路駆動用電源として 5V に変換している。



部品(記号)	規格(数量)	部品(記号)	規格(数量)
IC1	NE555P (1)	コンデンサ C3	0.1 μ F (1)積層セラミック
IC2	74HC04 (1)	ダイオード D1	1N4148 (1)
IC3	TLP621 (1)	トランジスタ	2SC1815 (1)
IC4	M78AR-0.5 (1)	電子ブザー	UGCM1205XP (1)
IC ソケット 8P	(1)	基板	95x72mm (1)
IC ソケット 14P	(1)	DC ジャック	MJ-14 (1)
コネクタ 2P	(6)	ケース	YM-150 (1)
抵抗 R1	330 Ω (1)	トグルスイッチ	1 回路 2 接点 (2)
抵抗 R2	4.7k Ω (1)	ブラケット LED 赤	SLP-710H (1)
抵抗 R3	5.1k Ω (1)	ツマミ	(1)
抵抗 R4	1k Ω (1)	ターミナル	赤・黒(各 1)
可変抵抗 VR	1M Ω (1)	BNC 端子	(1)
コンデンサ C1	1 μ F (1)電界	スペーサー	(4)
コンデンサ C2	0.01 μ F (1)積層セラミック	AC アダプター	GF12-US2405(1)

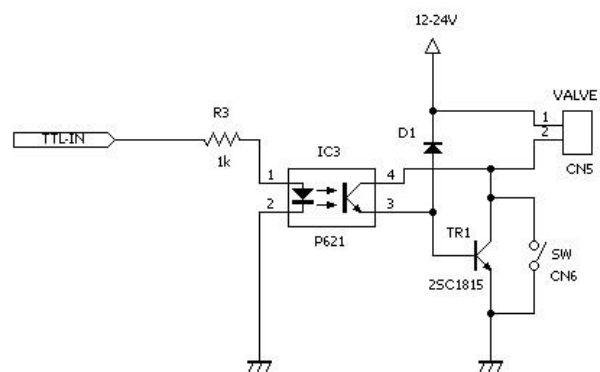
部晶表

3.電磁バルブ駆動回路

下左図が駆動対象の電磁バルブ、下右図に今回使用する駆動回路図を示す。電磁バルブの DC の消費電力は 4W で、24V をかけたら 167mA の電流が流れることになる。I/O ボードの出力では電流不足となるのでトランジスタ (2SC1815) を用いて電流増幅する。制御信号側と駆動回路側は、電源電圧が異なるためフォトカプラ (P621) により分離する。



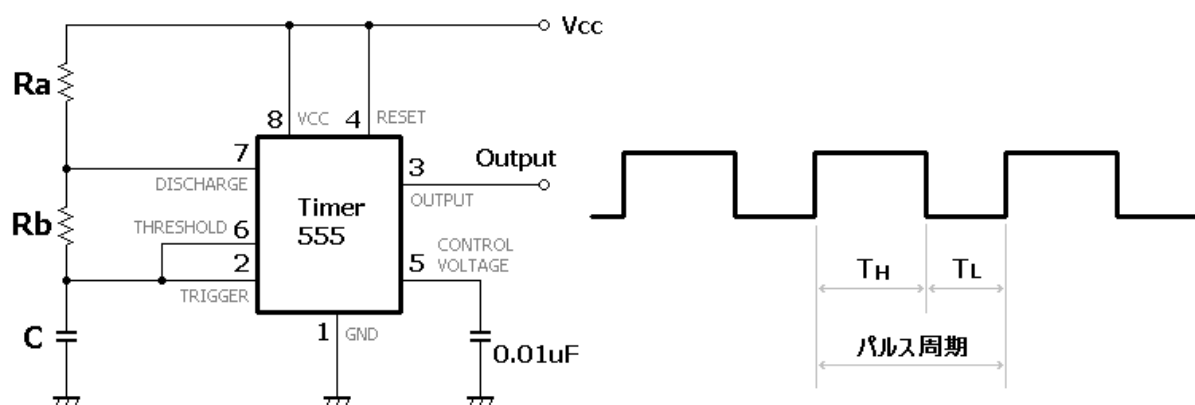
電磁バルブ USB3-6-2(CKD)



駆動回路図

4. タイマーIC、555 発信回路

タイマーIC、555 は息の長い IC の一つで、現在でも多くの半導体メーカーで製造され、入手も容易である。555 の用途は主にタイマー回路と発振回路で、動作電源電圧も 4.5V~15V と範囲が広くて使いやすい。更に出力電流も±200mA とパワフルである。消費電力を抑えた C-MOS 版の 555 もあり、電源電圧は 1.5V から動作保証している。ただし、出力電流は最大 100mA まで (標準: “H” 出力時が 10mA、 “L” 出力時が 50mA) となる。下図は 555 を発振回路として使う場合の標準的な回路である。



上図で 3 ピンの出力が H レベルになっている時間 T_H 、L レベルになっている時間 T_L 、周波数 f 、デューティ比は次式で求められる。デューティ比とは 1 周期のうち H レベルになっている割合のことをいう。 $T_H = T_L$ ならばデューティ比は 50% である。

※ $-\ln(1/2) \approx 0.693$ 、抵抗の単位は Ω 、コンデンサの単位は F

$$T_H = 0.693 \times (R_a + R_b) \times C = 3.5 \text{ ミリ} \sim 0.7 \text{ [秒]}$$

$$T_L = 0.693 \times R_b \times C = 3.5 \text{ ミリ [秒]}$$

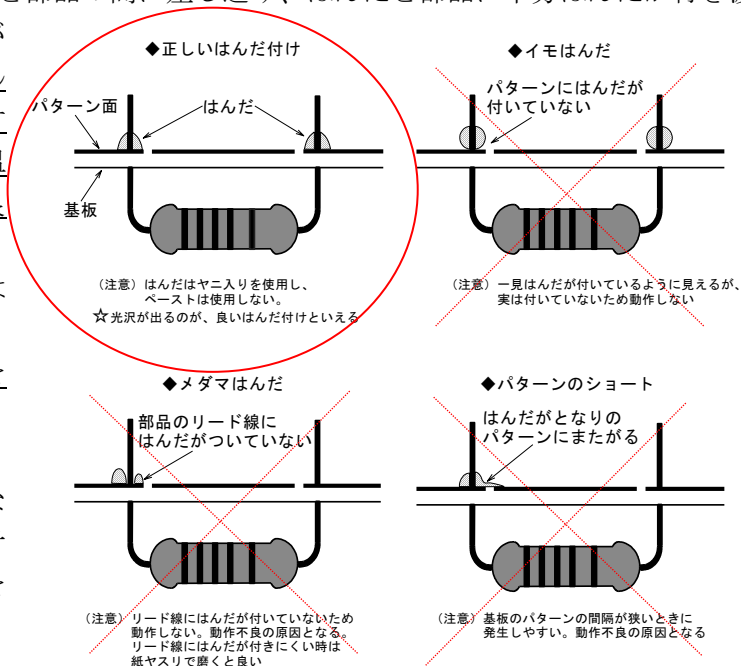
$$\text{周波数 } f = 1.44 / ((R_a + R_b + R_b) \times C) = 1.44 \text{ [Hz]}$$

$$\text{デューティー比} = (T_H / (T_H + T_L)) \times 100 = 50 \sim 100 \text{ [%]}$$

5-1.はんだ付けの基本

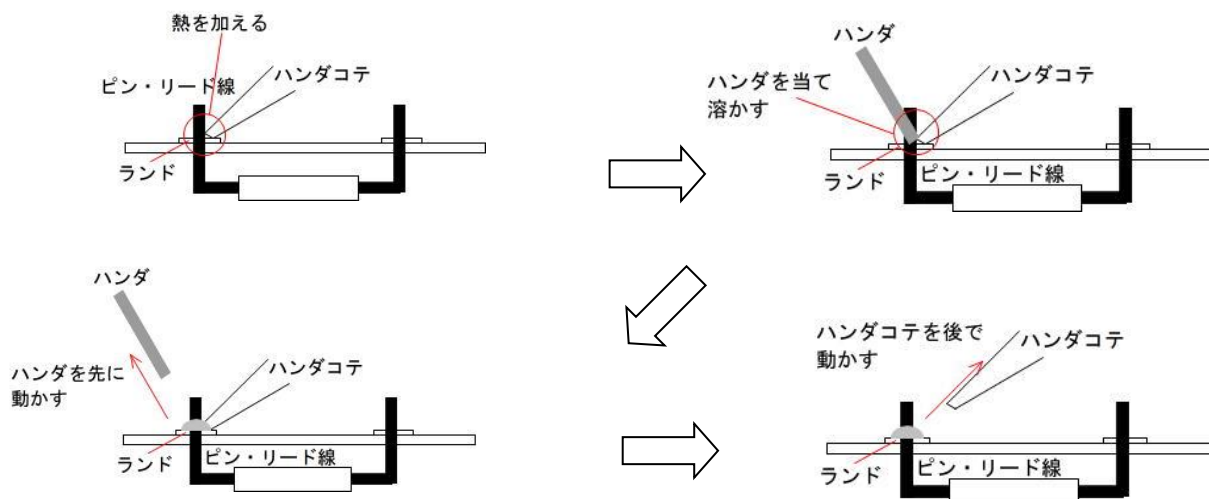
はんだ付けする部品（リード線、電線、パターンなど）に一度コテ先をあててしばらく（数秒）待ったら、速やかにはんだをコテ先と部品の間に差し込み、はんだと部品に十分はんだが行き渡ったら直ちにはんだごてを離すのがコツである。この間数秒以内（はんだごてを部品にあてたり離したりする動作は、取り付け部やはんだの温度が十分に上がらずはんだ付け不良の原因となる）

特に熱に弱いICやトランジスタはできるだけ手早く行うことが重要、はんだ付けをうまく行うには、数をこなすことが一番である。しかし、正しいはんだ付けを知っていないとただ不良はんだを増産することになりかねない。右図に正しいはんだ付けと良くないはんだ付けの模式図を示す。



5-2.はんだ付けの実践

ハンダ面のランドと IC ソケットのピンにハンダコテ先を当てるように注意する。熱が伝わったらハンダコテは動かさずに、ハンダをコテ先に当てハンダを溶かし、ハンダ付けが出来たら、先にハンダを動かしてからハンダコテを動かす。



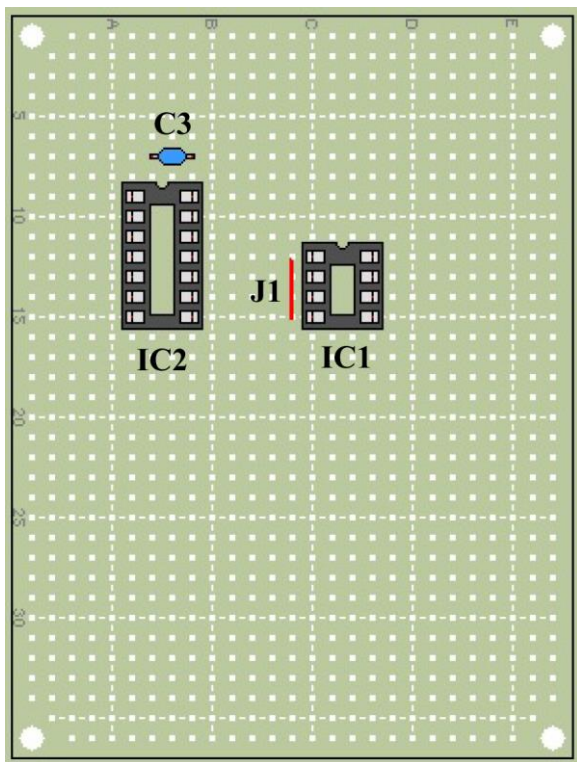
6.回路製作手順

手順 1. ソケットの取り付け-電源ラインの接続

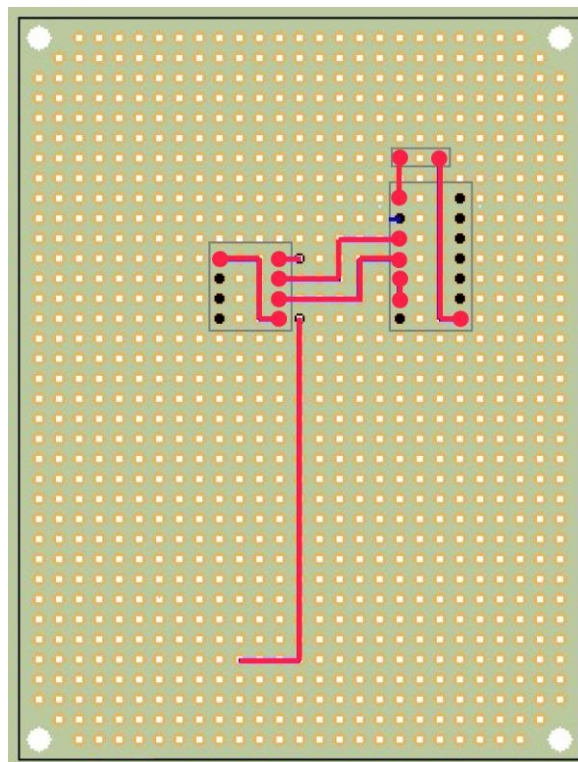
- ① ICソケットを図に示す所定の場所に配置し、対角の2点をハンダ付けする。
 - ・取り付け後、ソケットの浮きがないかチェックする。
- ② スズメッキ線を使い電源ラインを作る。
 - ・スズメッキ線は、ホールに沿わせてできるだけまっすぐに取り付ける。
 - ・ソケットの電源ピンも一緒にハンダ付けする。
- ③ バイパスコンデンサを所定の場所に配置しハンダ付けする。
 - ・コンデンサの足を配線方向に折り曲げ、適当な長さで切りハンダ付けする。

使用する部品

部品名	規格	個数	記号	備考
プリント基板	秋月 AE/B2 CEM-3	1		片面プリント
IC ソケット	2 列－8 ピン端子	1	IC1	方向注意
IC ソケット	2 列－14 ピン端子	1	IC2	方向注意
コンデンサ(積層セラミック)	0.1 μ F	1	C3	104
ジャンパー線		1	J1	
スズメッキ線				



表面



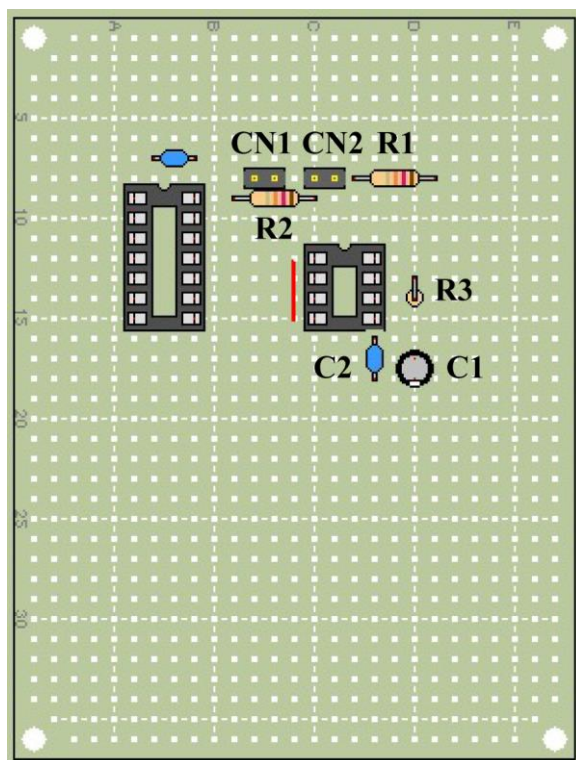
裏面

手順2. タイマーIC周りの部品の取り付け

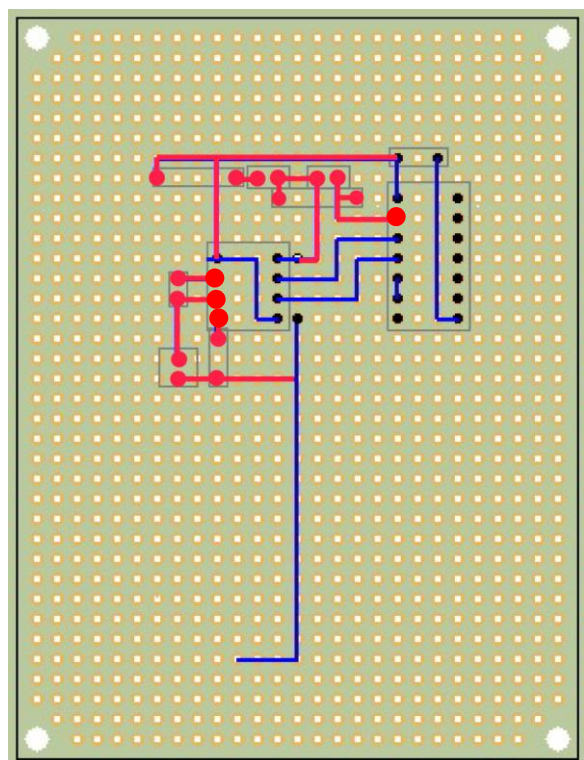
- ① 抵抗R1とR2は横置き、R3は縦置きにして所定の場所に配置しハンダ付けする。
 - ・抵抗の足を配線方向に折り曲げ、適当な長さで切りハンダ付けする。
- ② コンデンサC1、C2を所定の場所に配置しハンダ付けする。
 - ・C1の電解コンデンサは、極性があるので取り付け方向に注意する。
- ③ PINコネクタを所定の場所に配置しハンダ付けする。
 - ・スズメッキ線を使いラインを結ぶ。

使用する部品

部品名	規格	個数	記号	備考
抵抗	330Ω	1	R1	橙橙茶金
抵抗	4.7kΩ	1	R2	黄紫赤金
抵抗	5.1kΩ	1	R3	緑茶赤金
電界コンデンサ	1μF	1	C1	104 方向注意
コンデンサ(積層セラミック)	0.01μF	1	C2	103
コネクタ 2P		2	CN1-2	
スズメッキ線				



表面



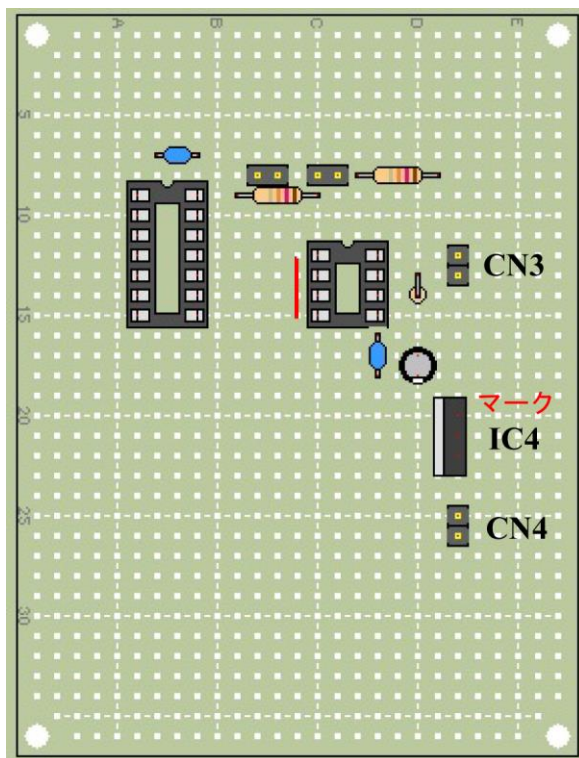
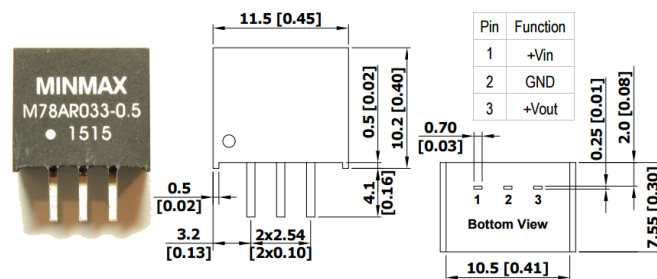
裏面

手順3. DC-DCコンバータの取り付け

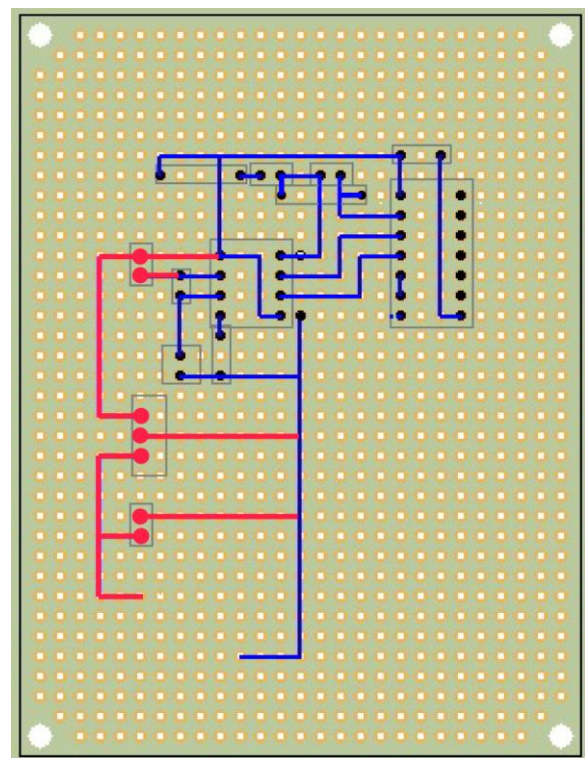
- ① IC4をマークが外方向を向くように所定の場所に配置しハンダ付けする。
 - ・スズメッキ線を使いラインを結ぶ。
- ② PINコネクタを所定の場所に配置しハンダ付けする。
 - ・スズメッキ線を使いラインを結ぶ。

使用する部品

部品名	規格	個数	記号	備考
DC-DC コンバータ	M78AR-0.5	1	IC4	方向注意
コネクタ 2P		2	CN3-4	
スズメッキ線				



表面



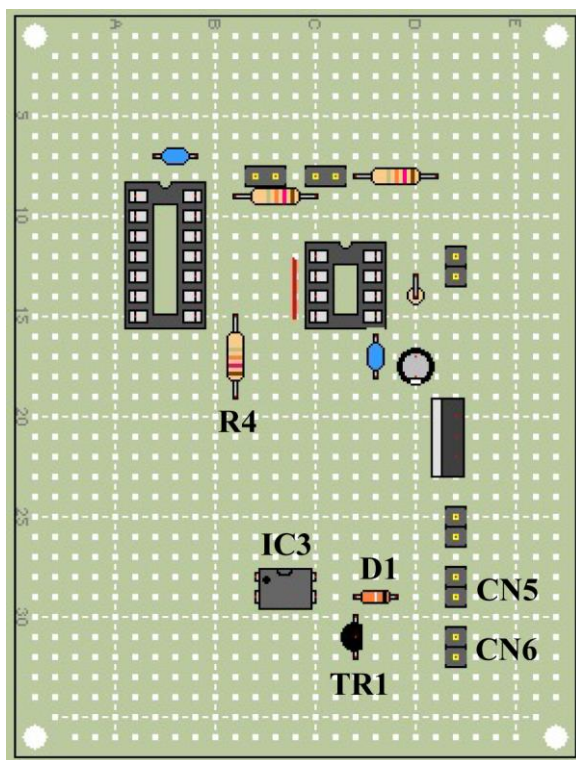
裏面

手順4. バルブ駆動回路部品の取り付け

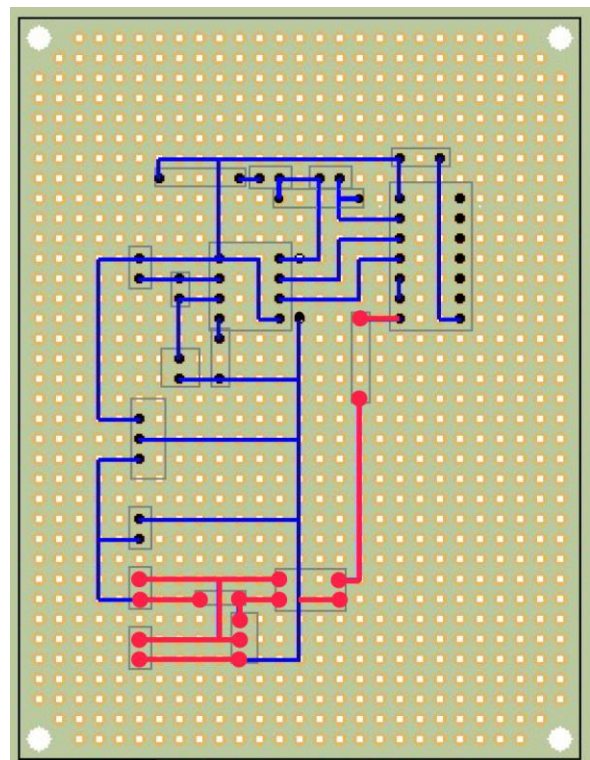
- ① フォトカプラを所定の場所に配置しハンダ付けする。
 - ・取り付け方向に注意してハンダ付けする。
- ② 抵抗R3を所定の場所に配置しハンダ付けする。
 - ・抵抗の足を配線方向に折り曲げ、適当な長さで切りハンダ付けする。
- ③ ダイオードD1は極性があるので向きに注意して所定の場所に配置しハンダ付けする。
- ④ トランジスタTR1は、向きに注意して所定の場所に配置しハンダ付けする。
 - ・能動素子は熱に弱いので熱をかけすぎないように注意する。
- ⑤ PINコネクタを所定の場所に配置しハンダ付けする。
 - ・スズメッキ線を使いラインを結ぶ。

使用する部品

部品名	規格	個数	記号	備考
フォトカプラ	P621	1	IC3	方向注意
トランジスタ	2SC1815	1	TR1	方向注意
抵抗	1k Ω	1	R4	茶黒赤金
ダイオード	1S2076A	1	D1	方向注意
コネクタ 2P		2	CN5-6	
スズメッキ線				



表面



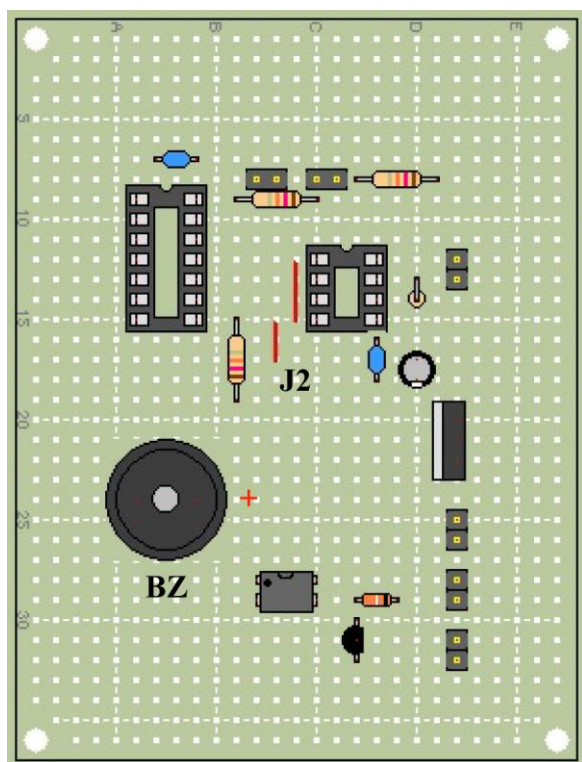
裏面

手順5. 圧電ブザーの取り付け

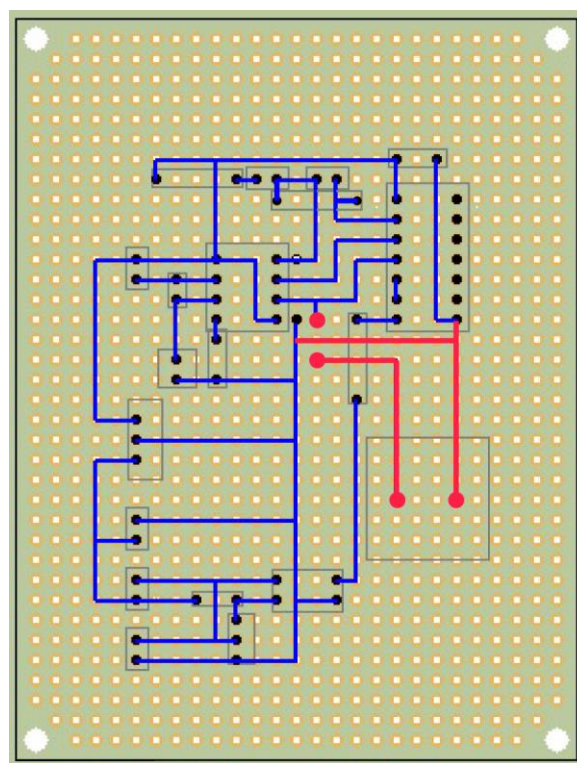
- ① 圧電ブザーは極性があるので+側のマークを内側にして取り付ける。
- ② スズメッキ線でジャンパー線を作りJ2を取り付ける。
- ・ ジャンパー線は、ホールの長さに合わせてあらかじめ曲げておくといよい。

使用する部品

部品名	規格	個数	記号	備考
圧電ブザー		1	BZ	極性あり
ジャンパー線		1	J1	
スズメッキ線				



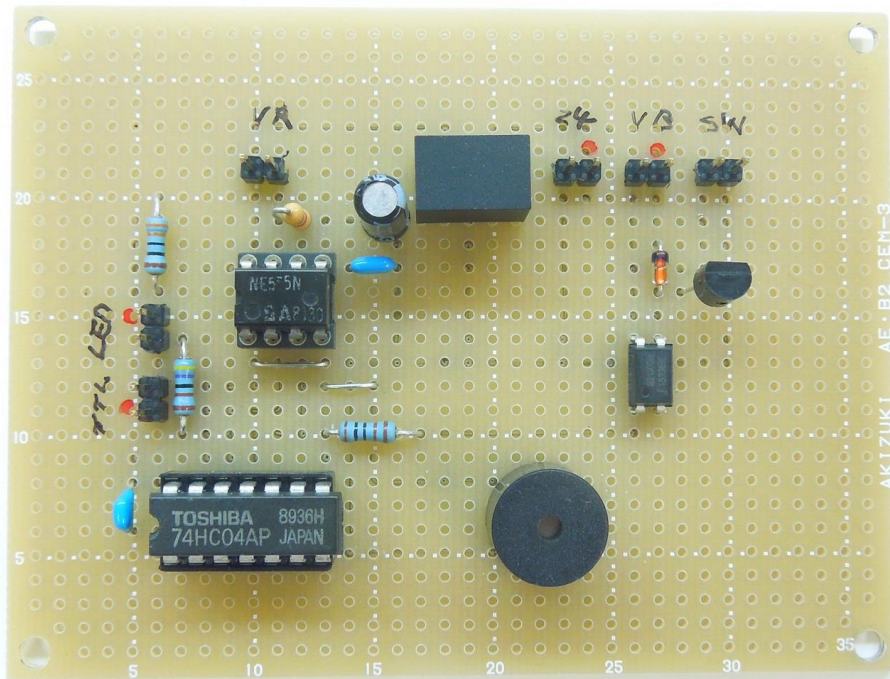
表面



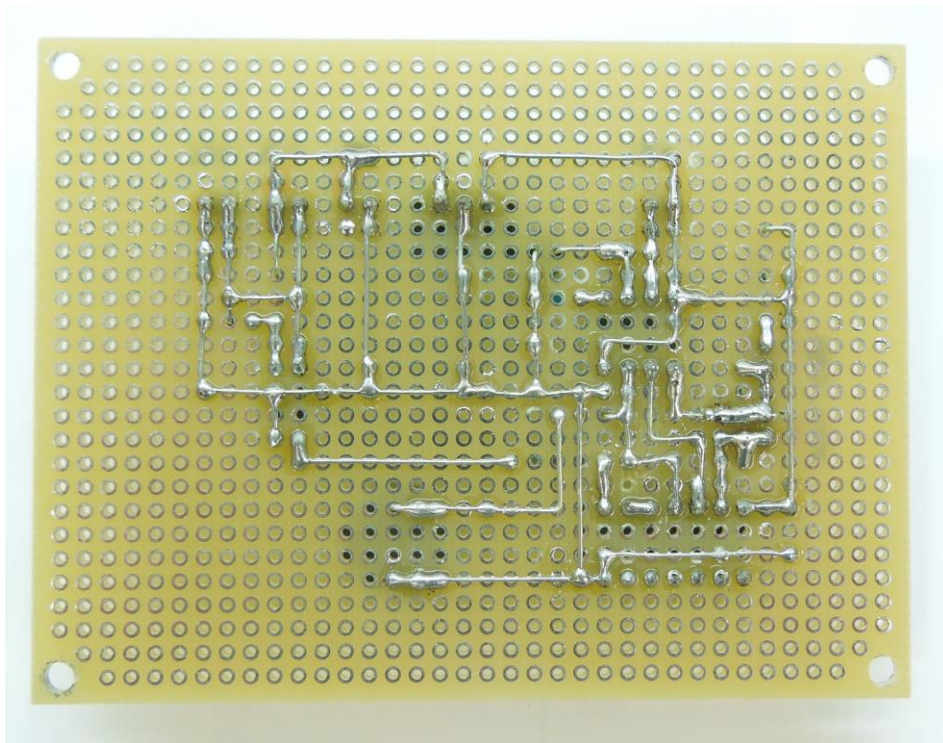
裏面

手順6. 基板確認

製作した回路と図面を参照し間違いがないか確認をする。



部品面



ハンダ面

7. ケース組み込み

- ① 実装部品を順番にケースにしっかり固定する。
- ② メスコネクタの接続ケーブルを製作して取り付ける。

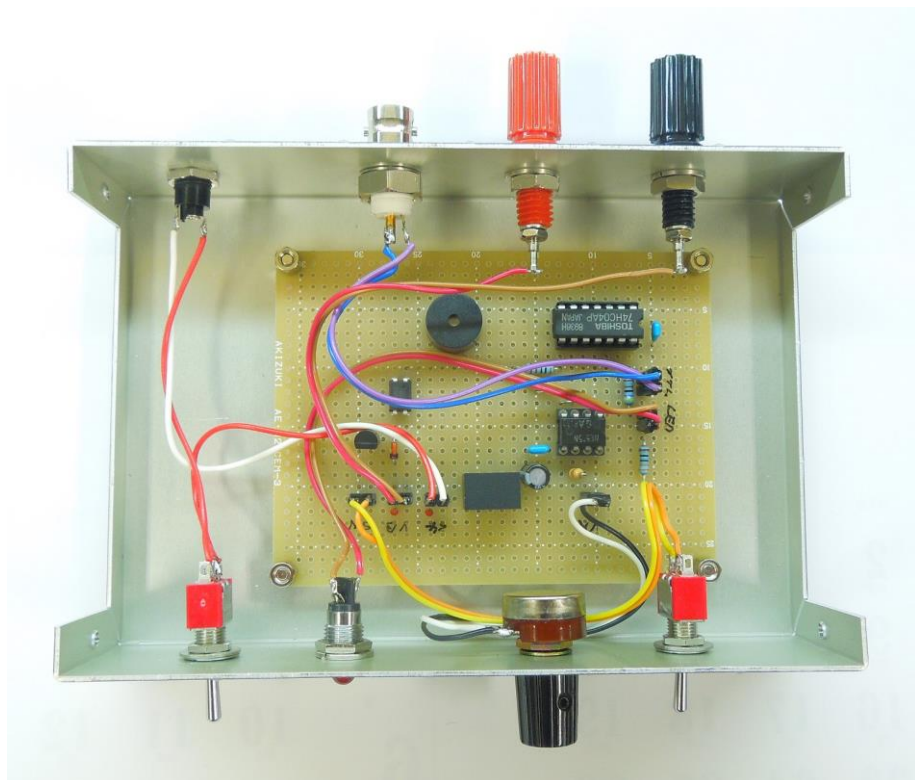
前面



背面

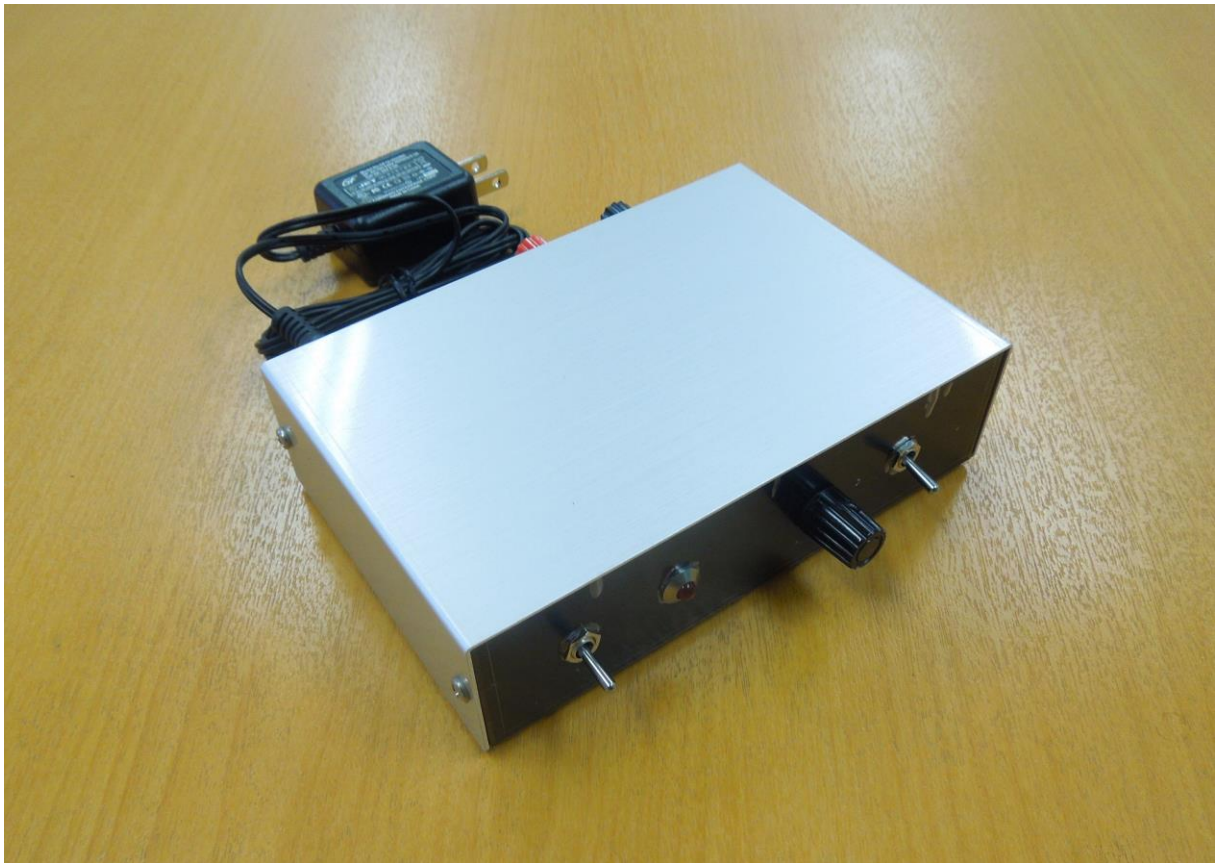


内部



8.動作テスト

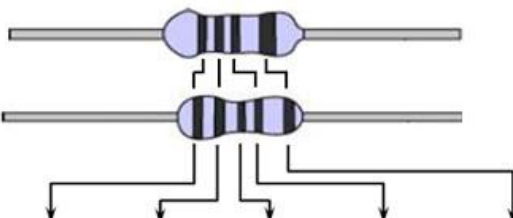
- ① 実装が終わったら電磁バルブをセットして電源を入れて LED の点灯を確認する。
- ② バルブ駆動スイッチでバルブの動作を確認する。
- ③ ファンクションジェネレータでパルスを入力し、バルブの動作およびブザーの動作音を確認する。
- ④ ボリューム抵抗でバルブの動作時間が変化することを確認する。
- ⑤ 全ての項目で問題なければ完成である。



完成図

9.部品表示の読み方

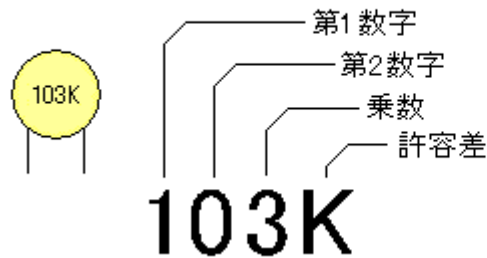
抵抗カラーコード表



色 Color	第1数字 1st figure	第2数字 2nd figure	第3数字 3rd figure	倍率 Multiplier	抵抗値許容差 Tolerance	記号 Symbol
黒 Black	0	0	0	1		
茶 Brown	1	1	1	10 ¹	±1%	F
赤 Red	2	2	2	10 ²	±2%	G
橙 Orange	3	3	3	10 ³		
黄 Yellow	4	4	4	10 ⁴		
緑 Green	5	5	5	10 ⁵	±0.5%	D
青 Blue	6	6	6	10 ⁶	±0.25%	C
紫 Violet	7	7	7	10 ⁷	±0.1%	B
灰 Gray	8	8	8		±0.05%	A
白 White	9	9	9			
金 Gold				10 ⁻¹	±5%	J
銀 Silver				10 ⁻²	±10%	K
無 Plain					±20%	M

黒	0	黒い礼服
茶	1	小林一茶
赤	2	赤いエンジン
橙	3	ミカン
黄	4	四季
緑	5	五月ミドリ
青	6	青の6号
紫	7	紫式部
灰	8	ハイヤー
白	9	釧路

[第1図] コンデンサの表示の読みかた



左記の例では

$$\begin{aligned} 10 \times 10^3 &= 10 \times 1000 \text{ pF} \\ &= 10000 \text{ pF} \\ &= 0.01 \mu\text{F} \end{aligned}$$

許容差 ±10%

[第3図] 許容差の表示

	±1%
G	±2%
H	±3%
J	±5%
K	±10%
M	±20%
N	±30%

P	0 ~ +100%
Q	-10 ~ +30%
S	-20 ~ +50%
T	-10 ~ +50%
Z	-20 ~ +80%

(10pF以下のもの)

B	±0.1 pF
C	±0.25 pF
D	±0.50 pF
E	±2.00 pF
F	±1.00 pF