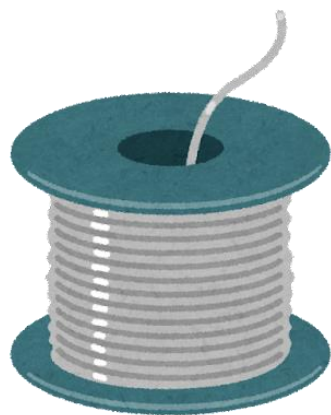
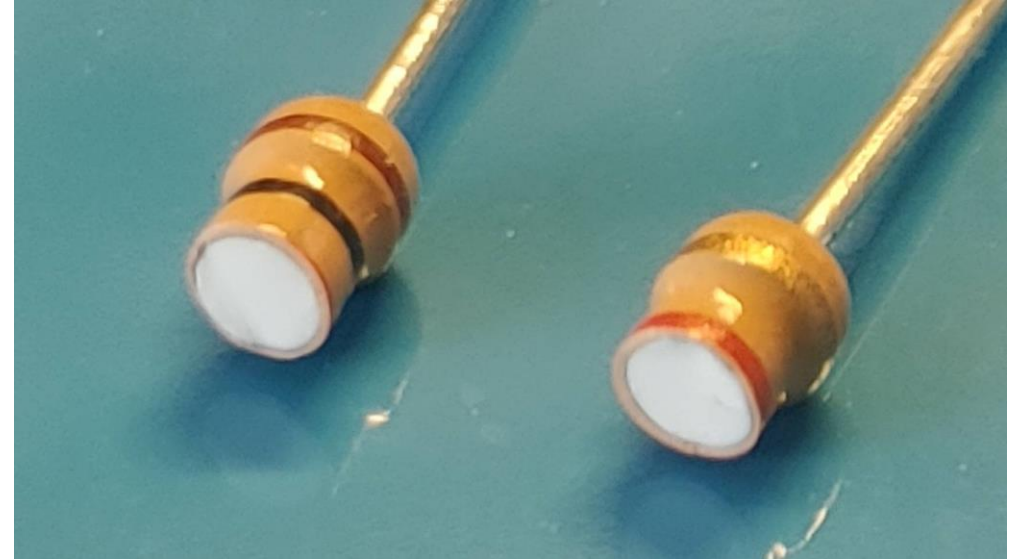


電気工学研究部 部内電子工作講習会

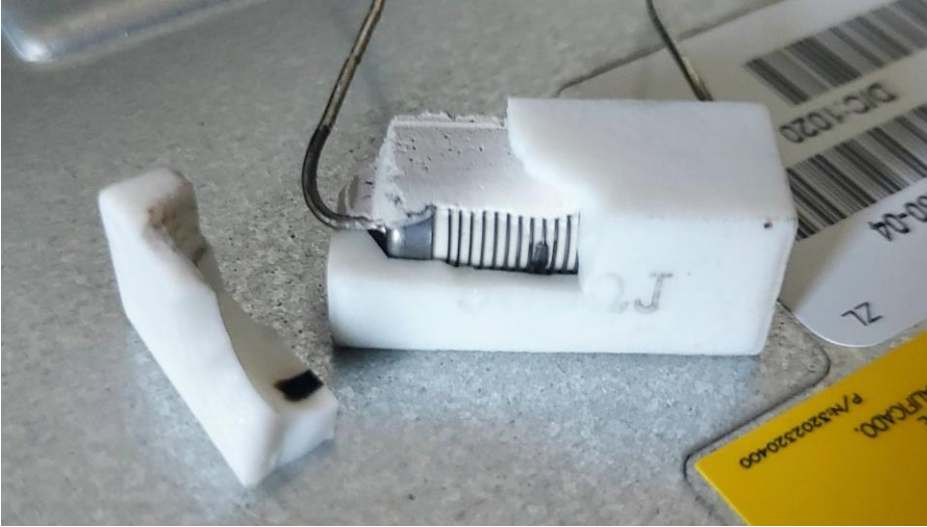
－VFD NTP 時計キットの組み立て－
後編



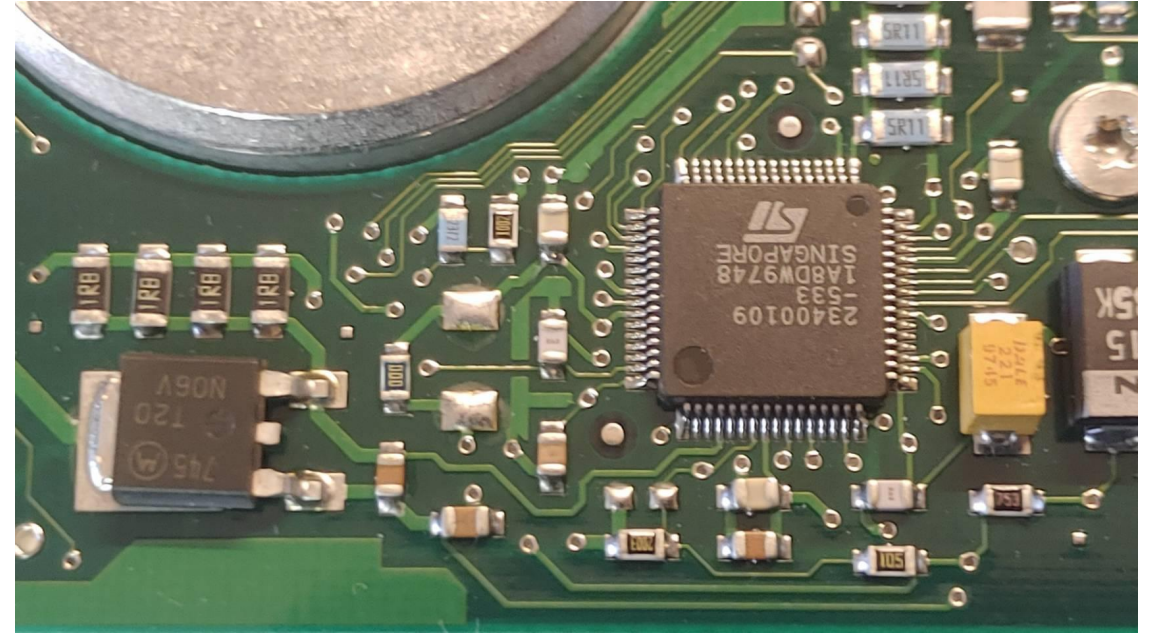
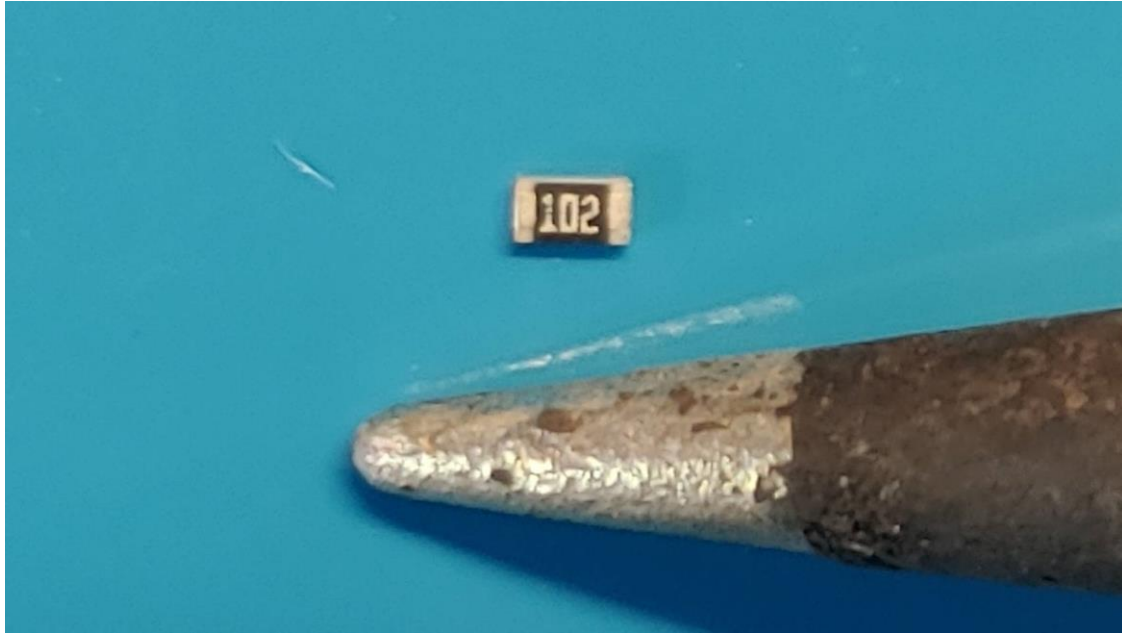


白い部分はセラミックス

セラミックスと外装塗料の間にある、黒い部分が炭素被膜



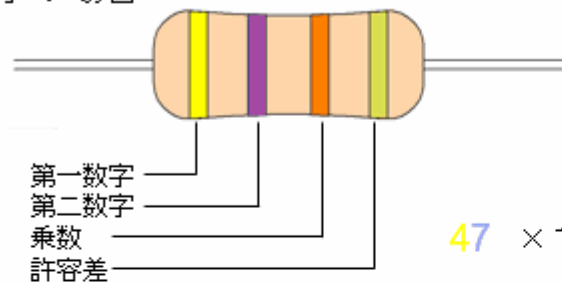
セラミック容器に、巻線抵抗器が入り、
セメントが充填された構造
電力用



ゴマ粒未満～米粒サイズまでである
電子機器の基板には大抵載っている

抵抗器に印刷されたカラーコードは
抵抗値と誤差を示している

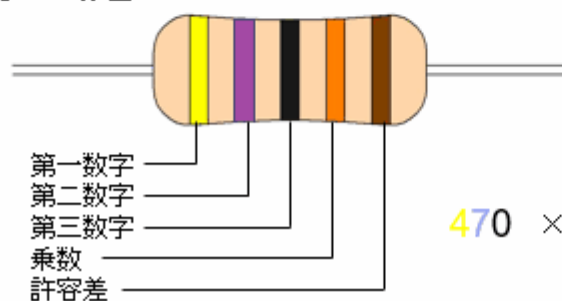
4線表示の場合



$$47 \times 10^3 = 47000 = 47\text{k}\Omega \pm 5\%$$

注) 製品によっては
個別ルールがある
場合もあります。

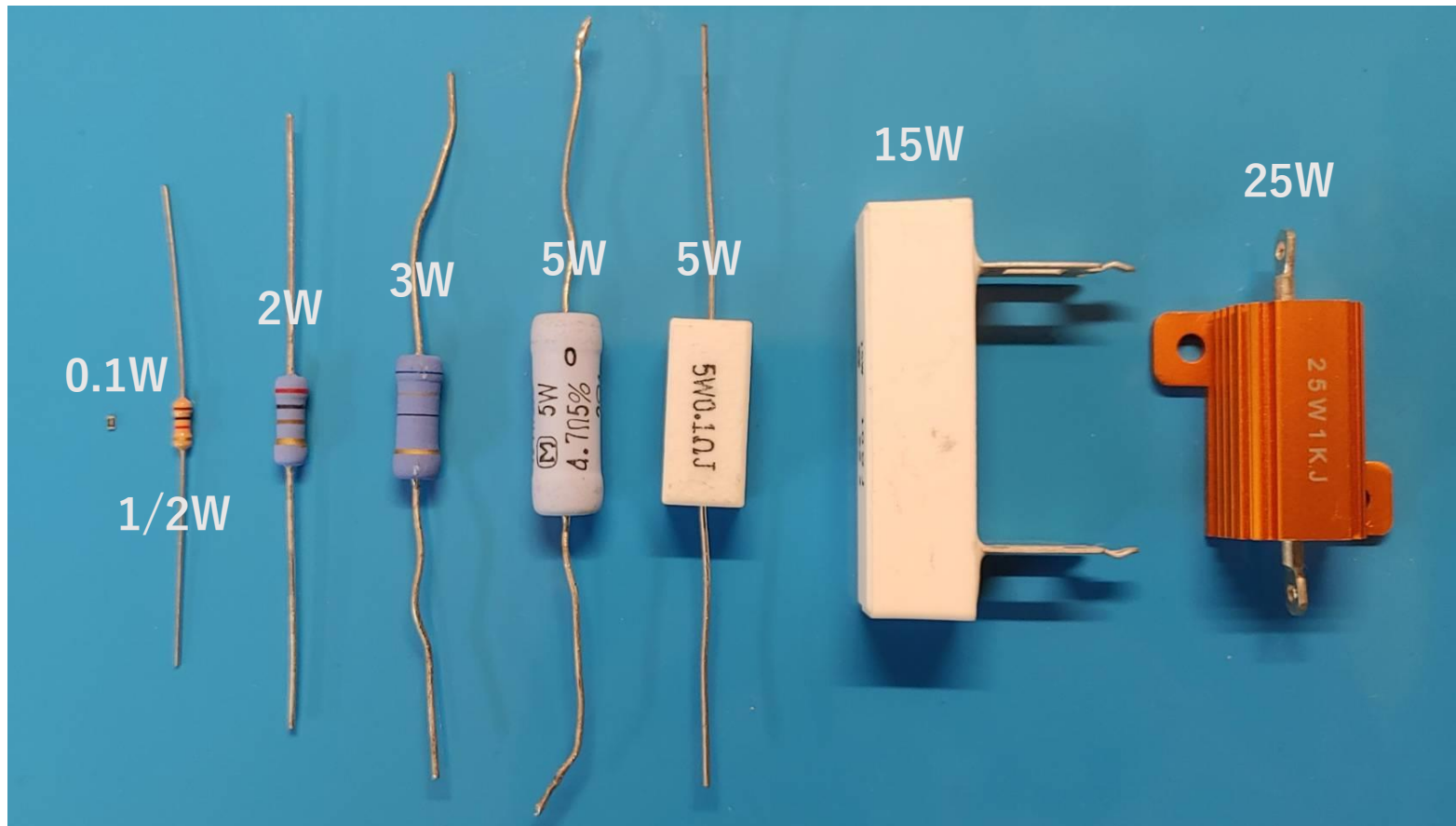
5線表示の場合



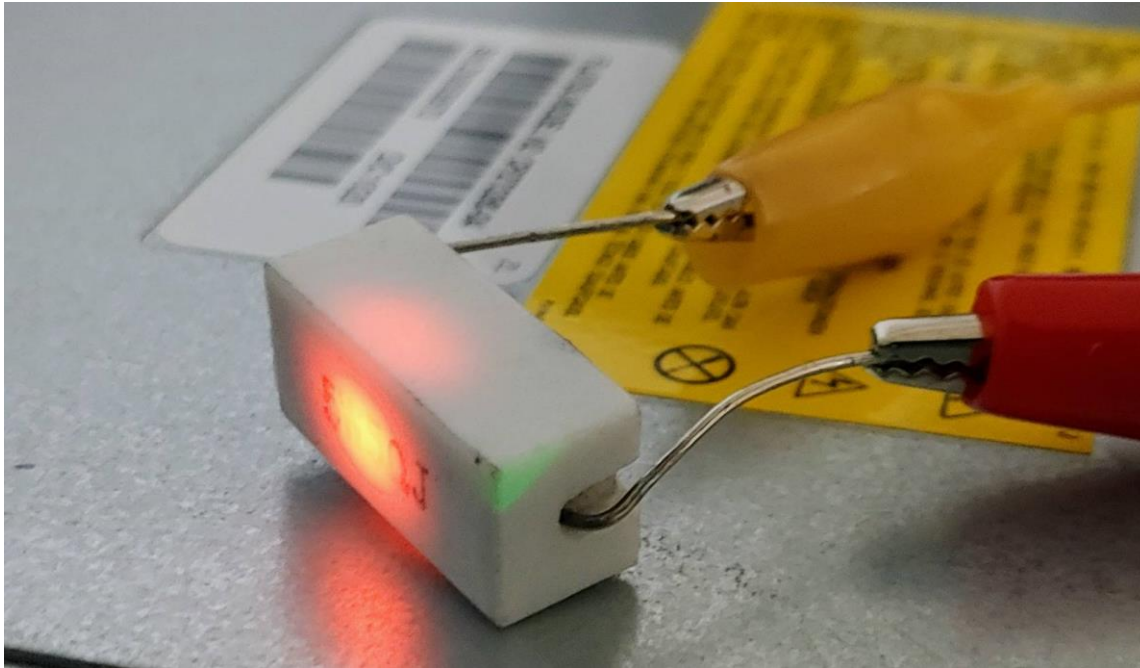
$$470 \times 10^3 = 470000 = 470\text{k}\Omega \pm 1\%$$

色	1 番目数字	2 番目数字	乗数	許容差
黒	0	0	$10^0 = 1$	—
茶	1	1	$10^1 = 10$	$\pm 1\%$
茶	2	2	$10^2 = 100$	$\pm 2\%$
橙	3	3	$10^3 = 1000$	—
黄	4	4	10^4	—
緑	5	5	10^5	—
青	6	6	10^6	—
紫	7	7	10^7	—
灰	8	8	10^8	—
白	9	9	10^9	—
金	—	—	10^{-1}	$\pm 5\%$
銀	—	—	10^{-2}	$\pm 10\%$

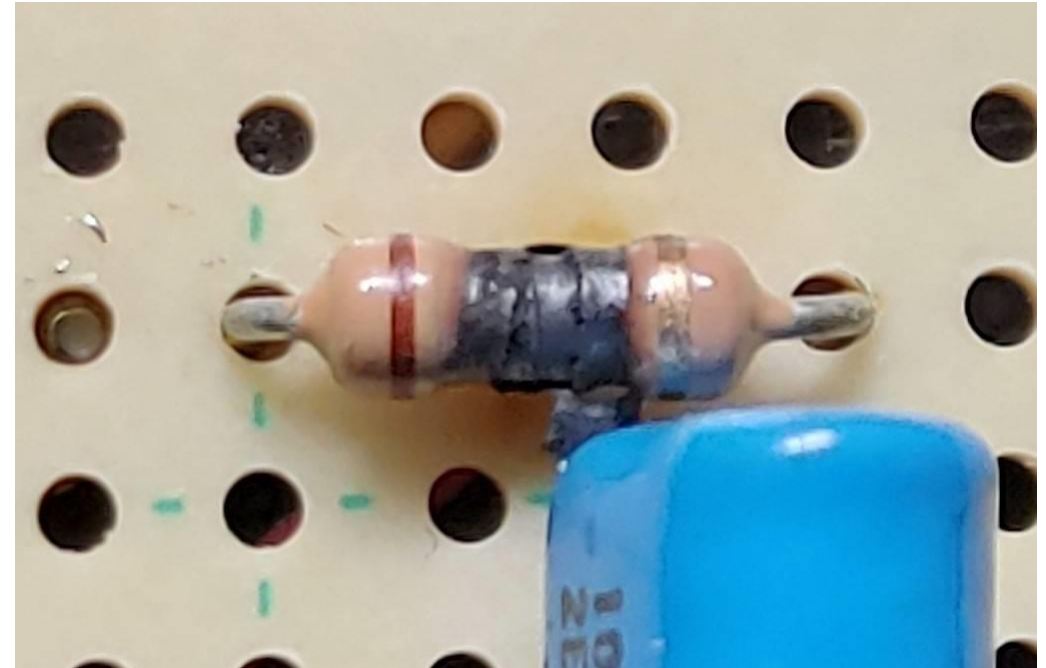
本体に許容電力の表示がある抵抗器とない抵抗器がある
おおよそ物理的な大きさに比例する



十分なマージン（余裕）をとることが大切



発光するセメント抵抗器



焼損した炭素被膜抵抗器

電力

抵抗 R [Ω] に電圧 V [V] がかかり、電流 I [A] が流れているとする。このとき、抵抗は「(電圧) \times (電流)」のエネルギーを毎秒消費することが知られている。この毎秒消費されるエネルギーの割合 P (単位 W : ワット) を消費電力, または電力 (electric power), **パワー** (power) とよぶ。

$$P = \underbrace{V \times I}_{\text{電圧と電流の積}} = V \times \frac{V}{R} = \frac{V^2}{R} = R \times \underbrace{I^2}_{\text{抵抗} \times \text{電流の 2 乗}} \quad (1-23)$$

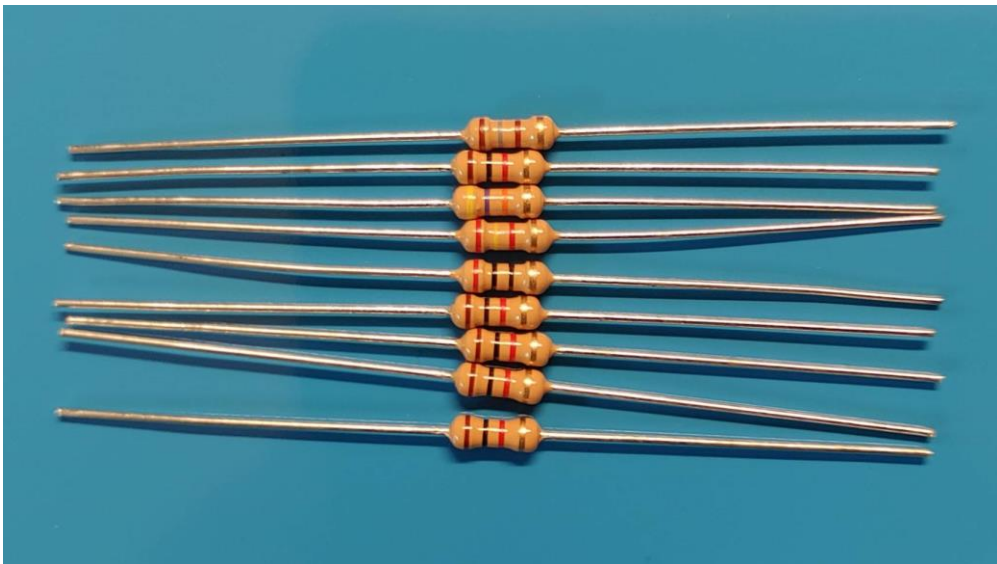
電圧の 2 乗 \div 抵抗

1 W は、抵抗の中で 1 秒間に 1 J (ジュール) のエネルギーを消費することを意味する⁽⁶⁾。1 J/s = 1 W である。

背の低い部品から付けていく

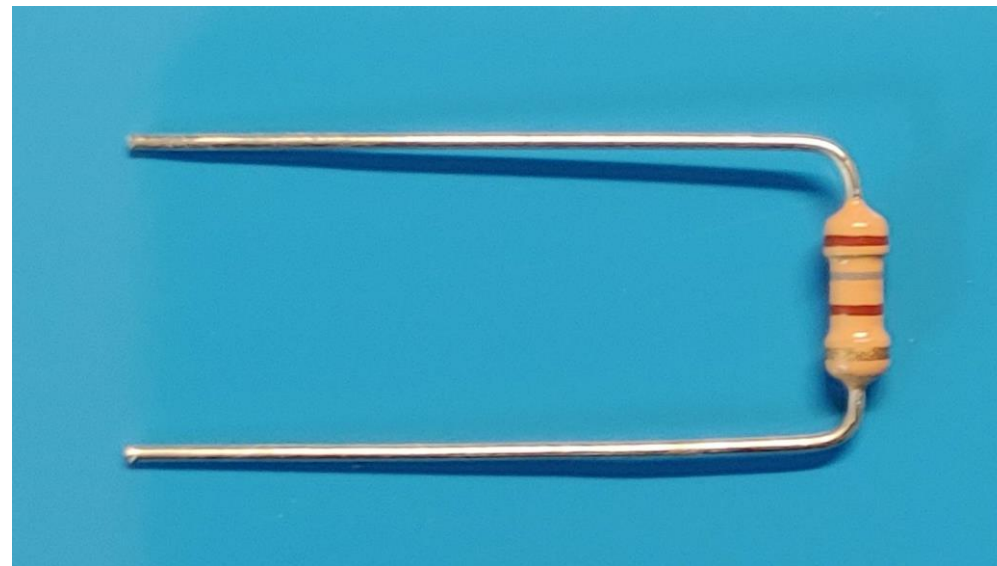
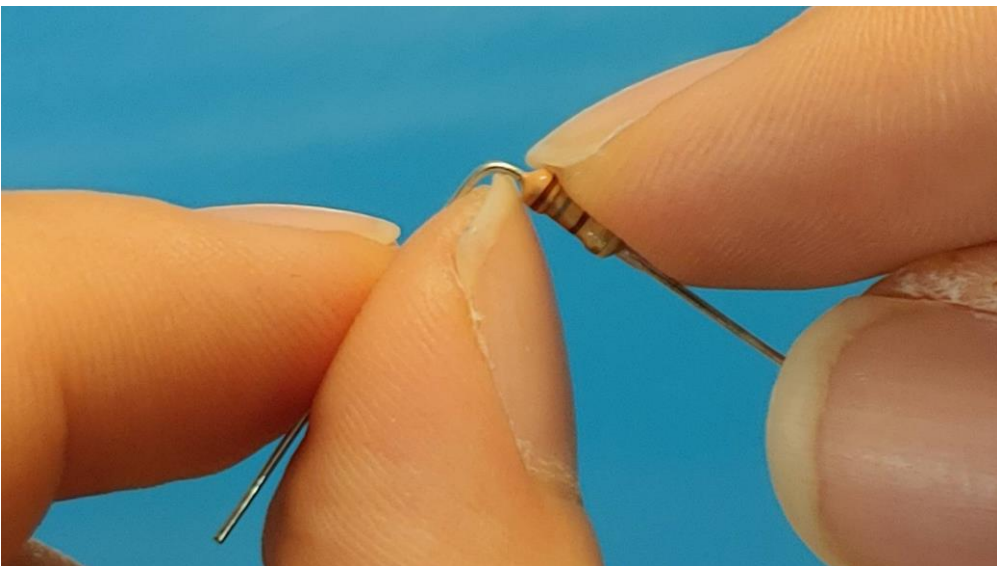
複数の部品をまとめてはんだ付けしようとする、
部品のリードが邪魔してはんだ付けしにくくなる

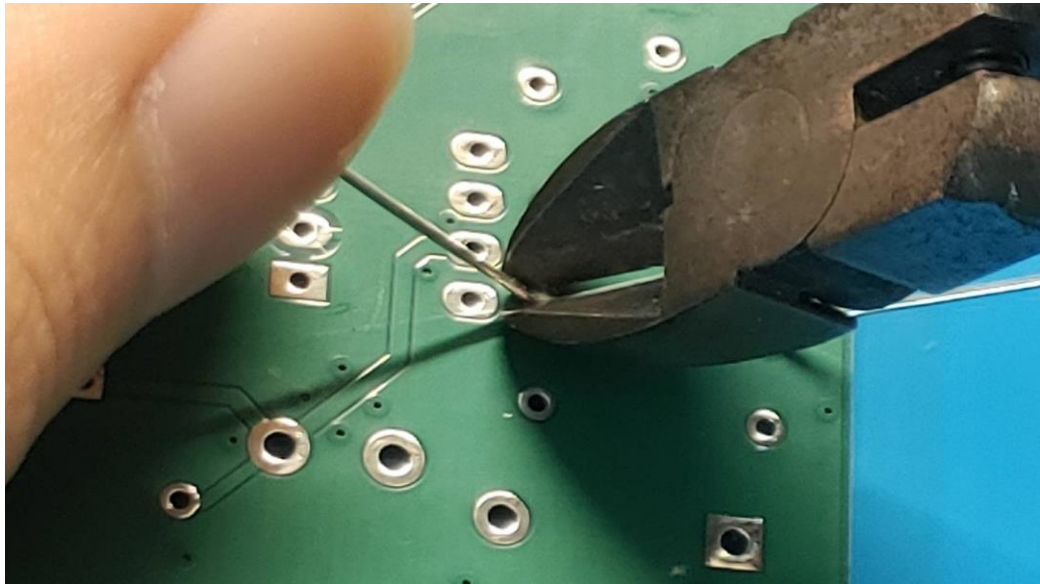
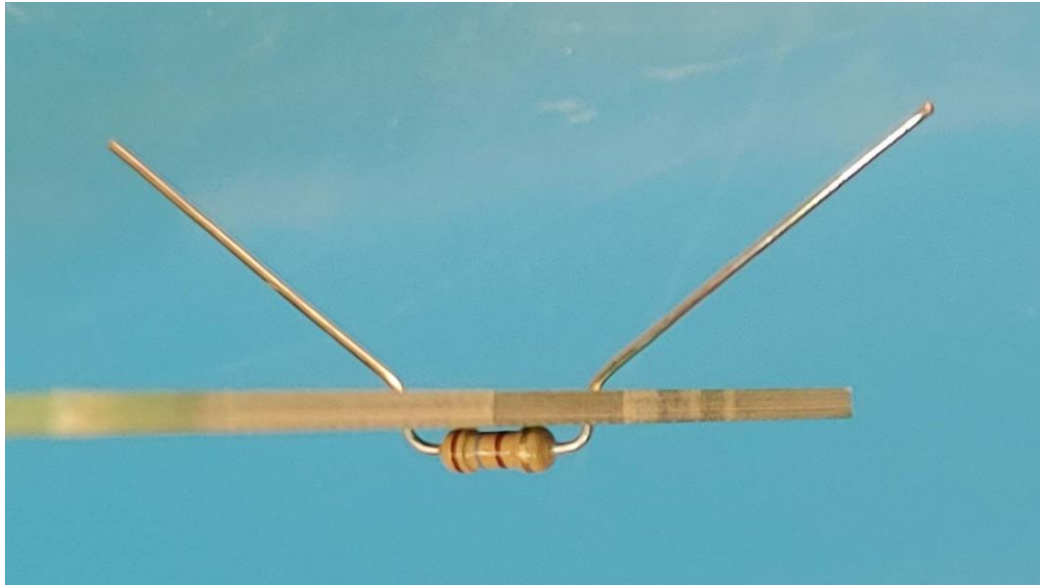
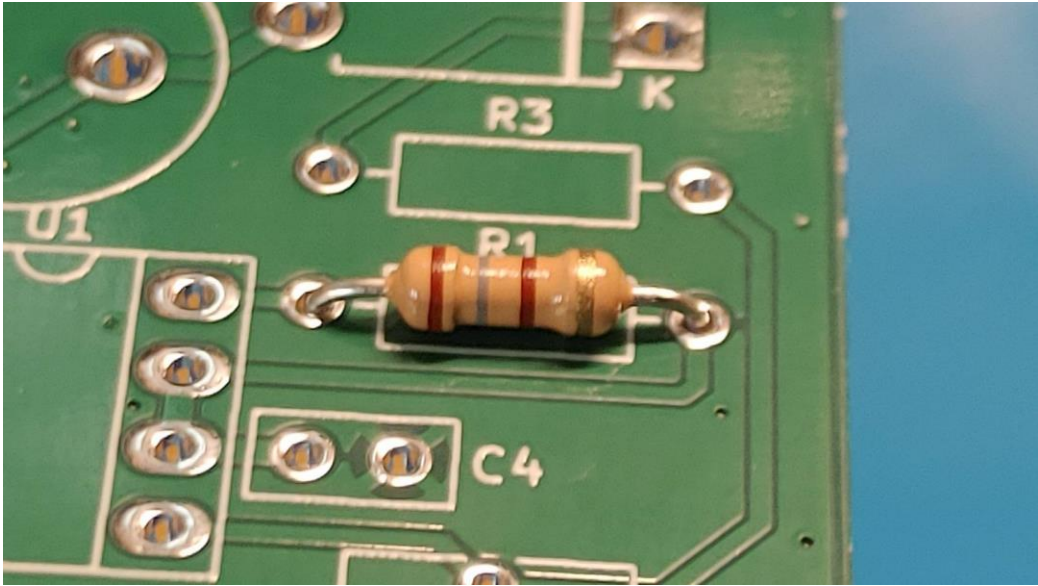




R1	180Ω 1/2W カーボン抵抗器	茶灰茶金
R2	1kΩ 1/2W カーボン抵抗器	茶黒赤金
R3	47kΩ 1/2W カーボン抵抗器	黄紫橙金
R4	2.4kΩ 1/2W カーボン抵抗器	赤黄赤金
R5	20Ω 1/2W カーボン抵抗器	赤黒黒金
R6	1kΩ 1/2W カーボン抵抗器	茶黒赤金
R7	1kΩ 1/2W カーボン抵抗器	茶黒赤金
R8	1kΩ 1/2W カーボン抵抗器	茶黒赤金
R9	1kΩ 1/2W カーボン抵抗器	茶黒赤金

極性なし





確認①抵抗器を取り付けた様子

6

赤黒黒金

茶黒赤金

茶黒赤金

茶黒赤金

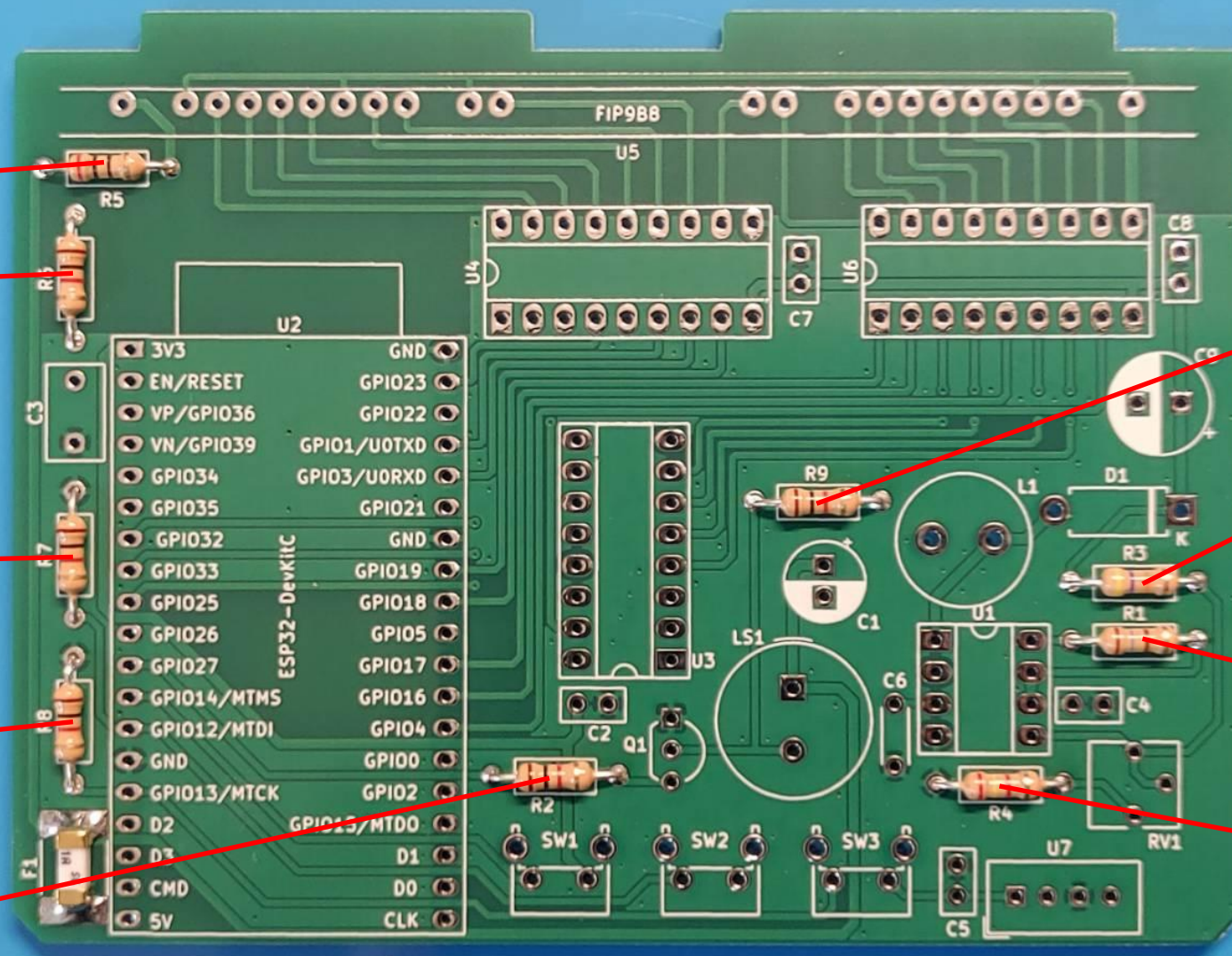
茶黒赤金

茶黒赤金

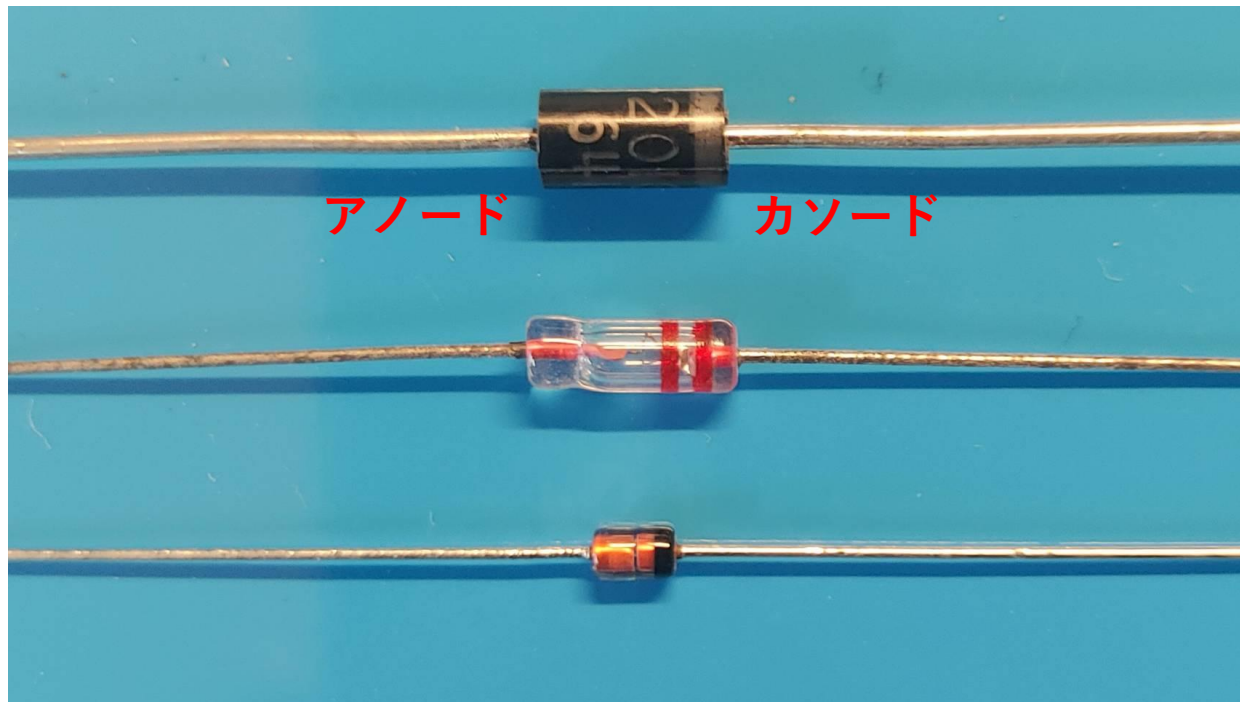
黄紫橙金

茶灰茶金

赤黄赤金



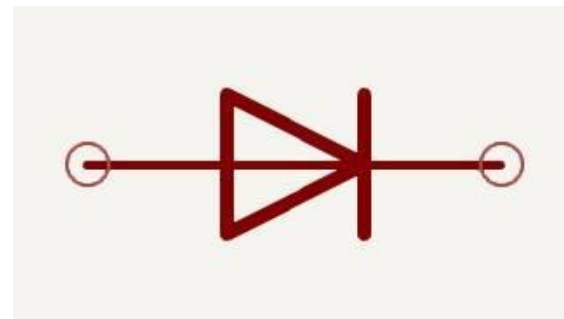
電流を一方向のみに流す性質をもった素子
カソード側に帯がある



さまざまなダイオード
樹脂に入ったものやガラスに入ったものがある

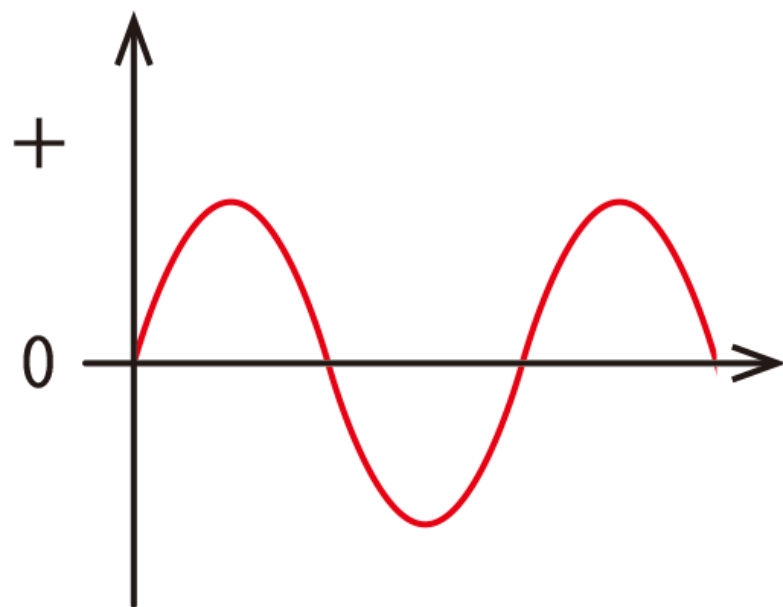
アノード(+)

カソード(-)

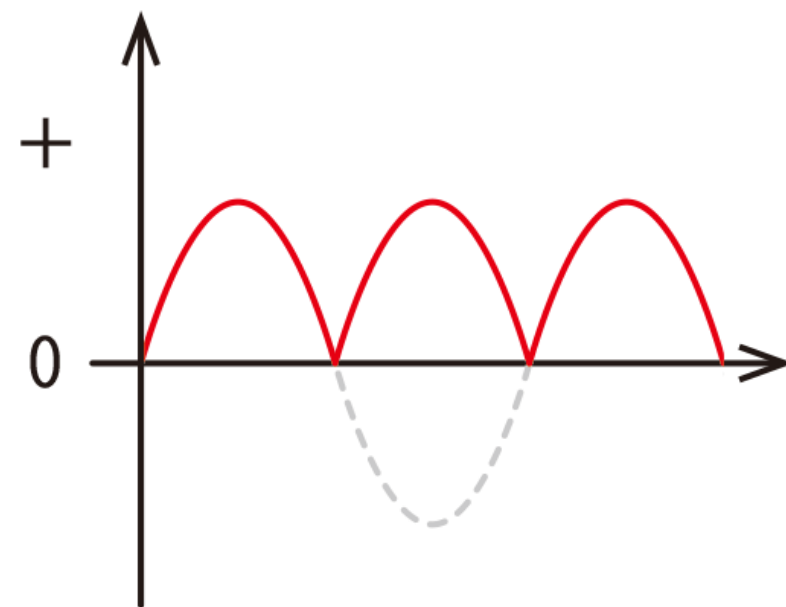


新JIS回路図記号

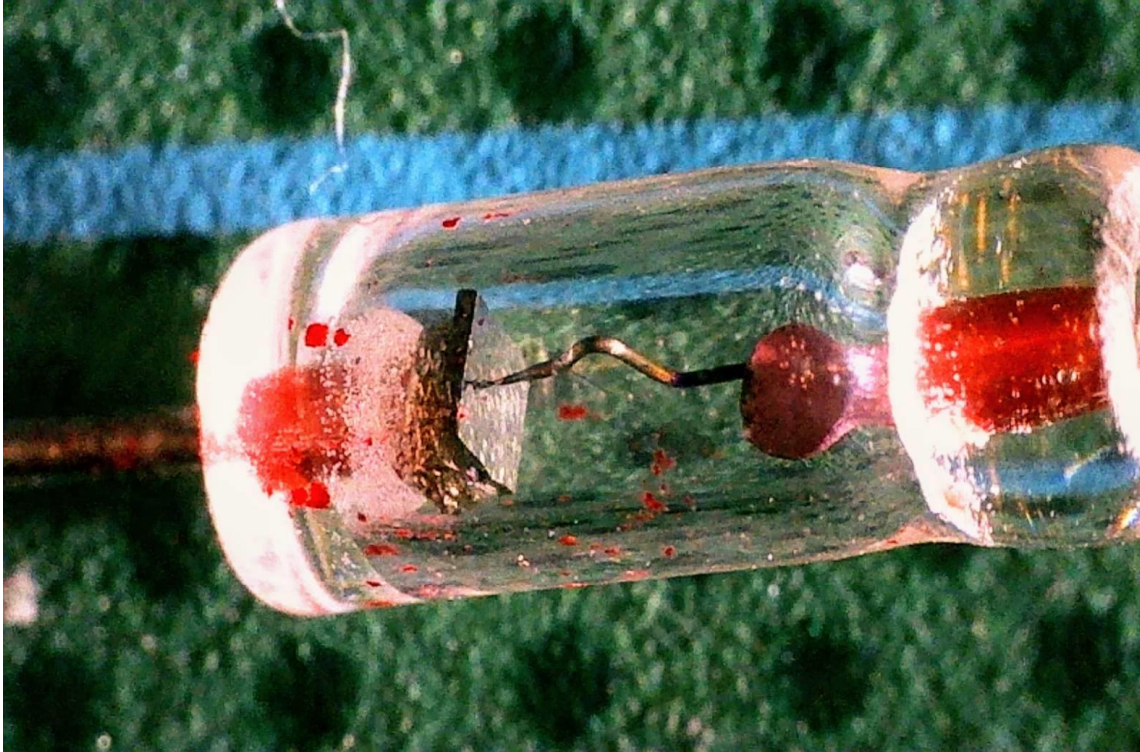
交流



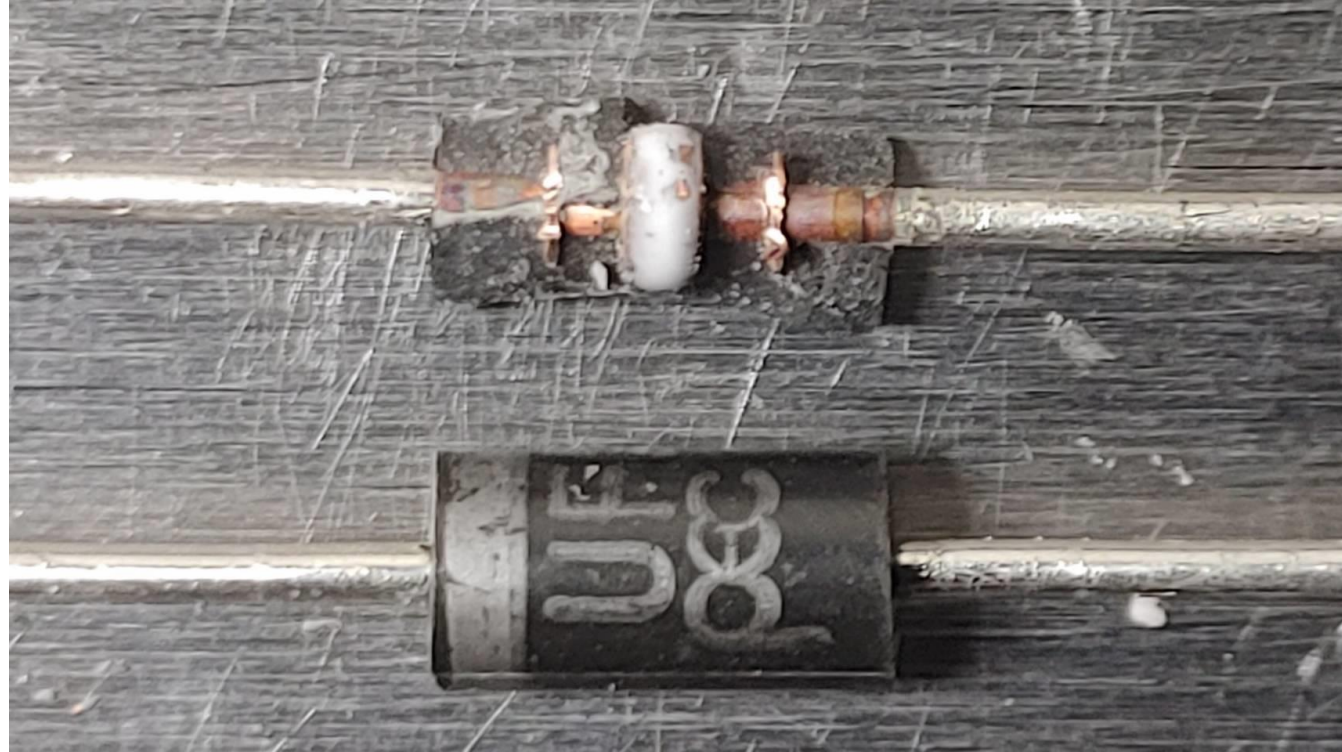
直流



■ 全波整流回路による交流→直流変換



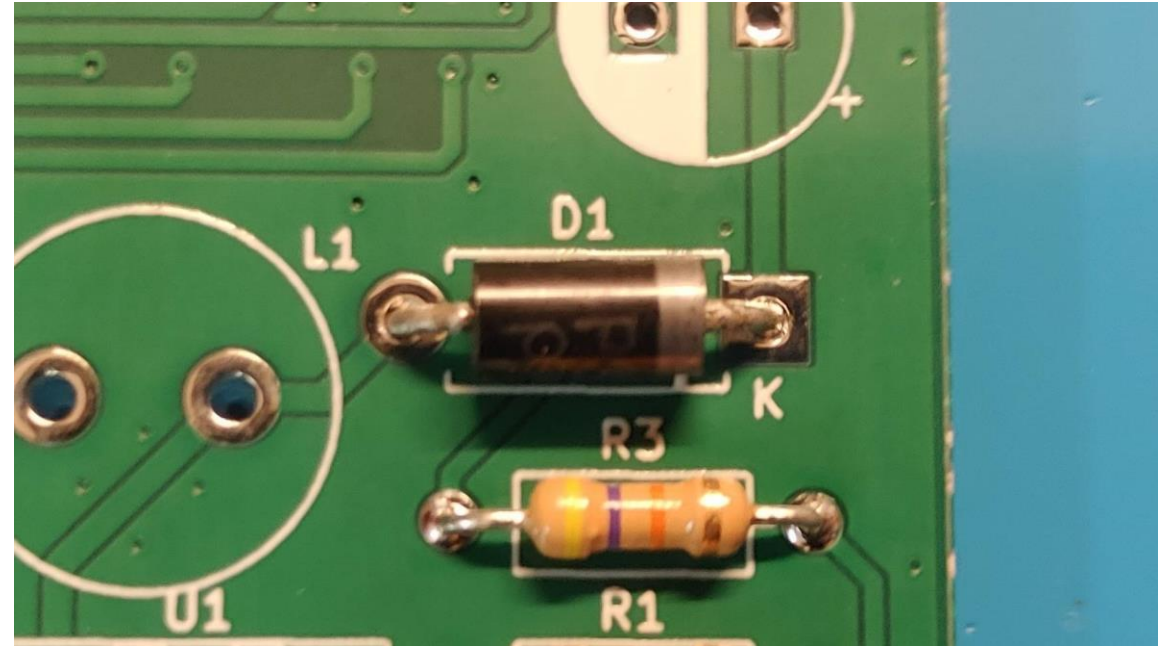
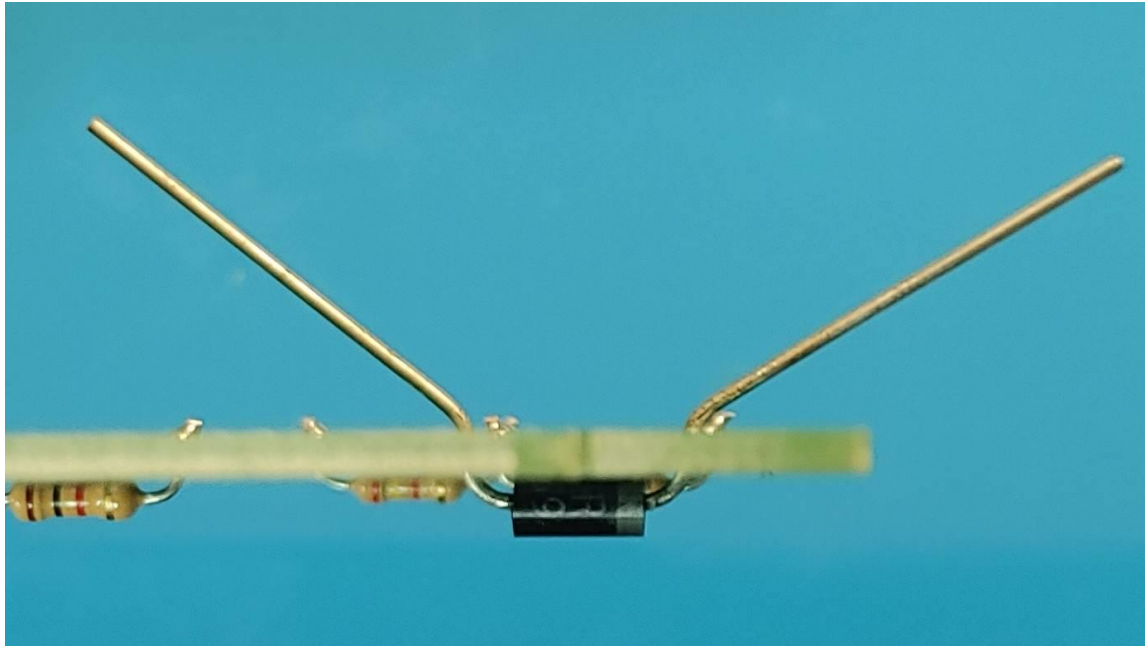
ガラスパッケージに封入された
点接触型ダイオード



樹脂パッケージに封入された
シリコンダイオード
白い部分の内部にシリコンがある

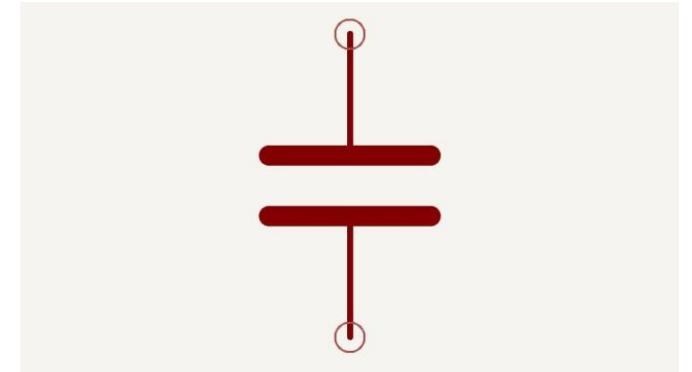
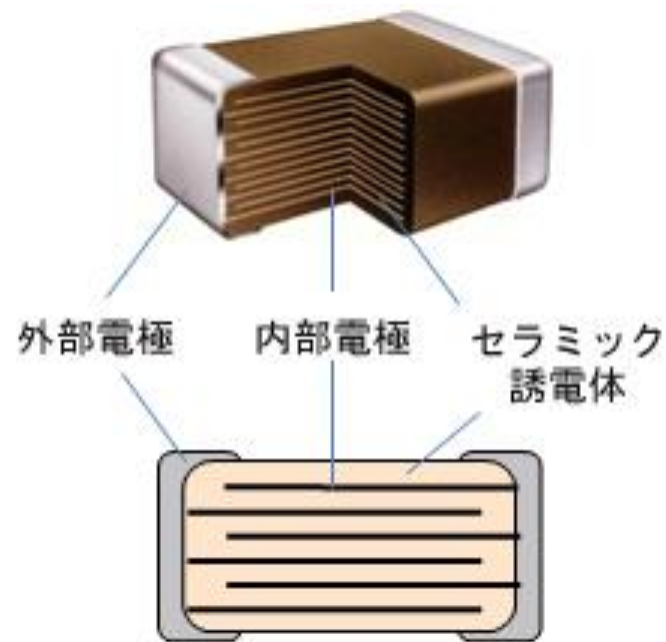
白い帯のカソード（マイナス）側を、
基板上のkと書かれている側に来る
ように取り付ける

極性あり

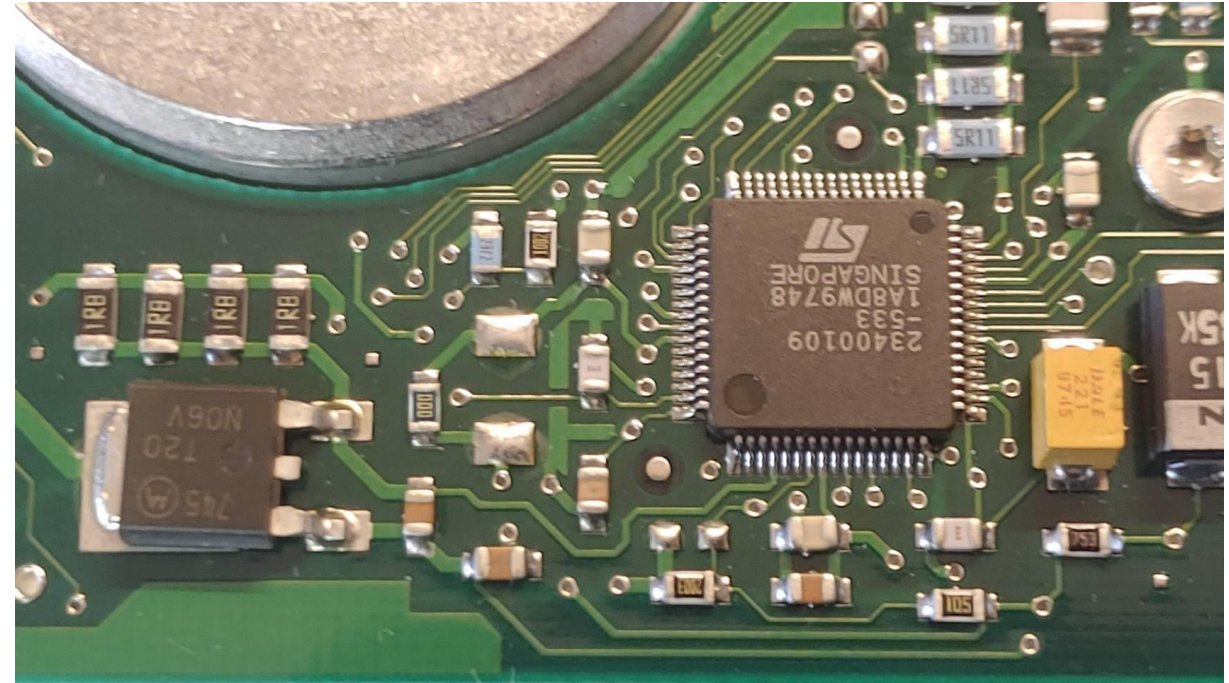
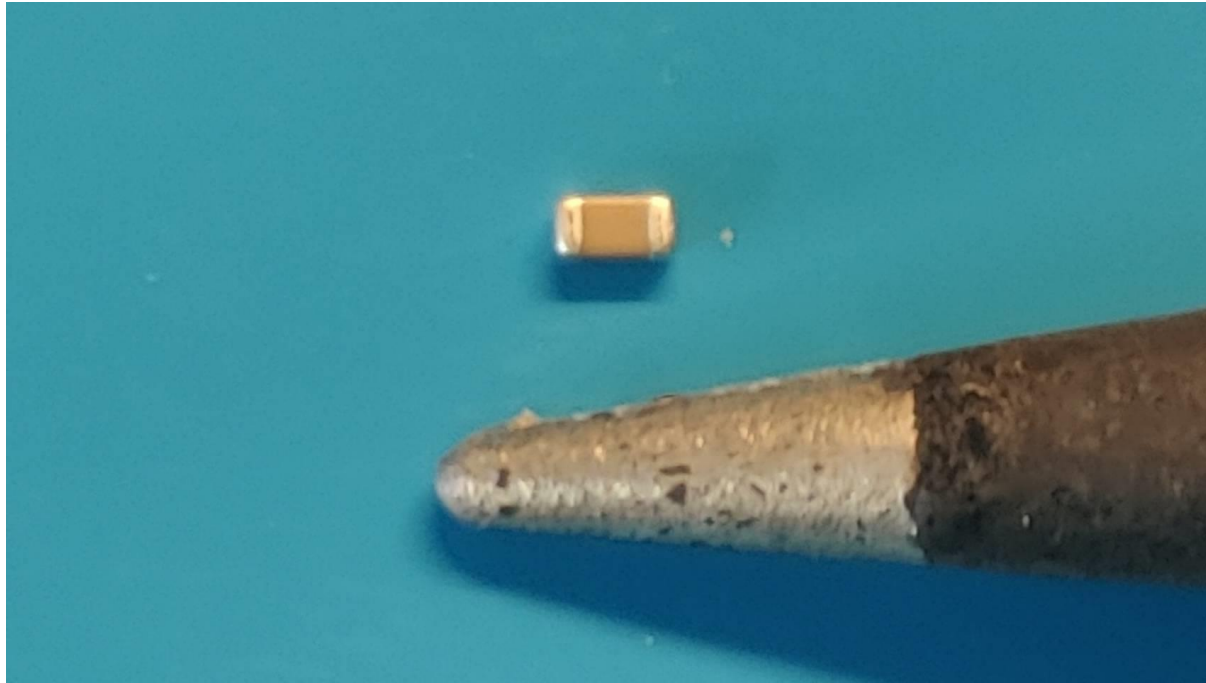




セラミックコンデンサと比較して小型大容量
低価格



新JIS回路図記号



電子機器の基板には大抵載っている
日本の村田製作所は世界的な積層セラミックコンデンサメーカー

【第1図】コンデンサの表示の読みかた



左記の例では

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

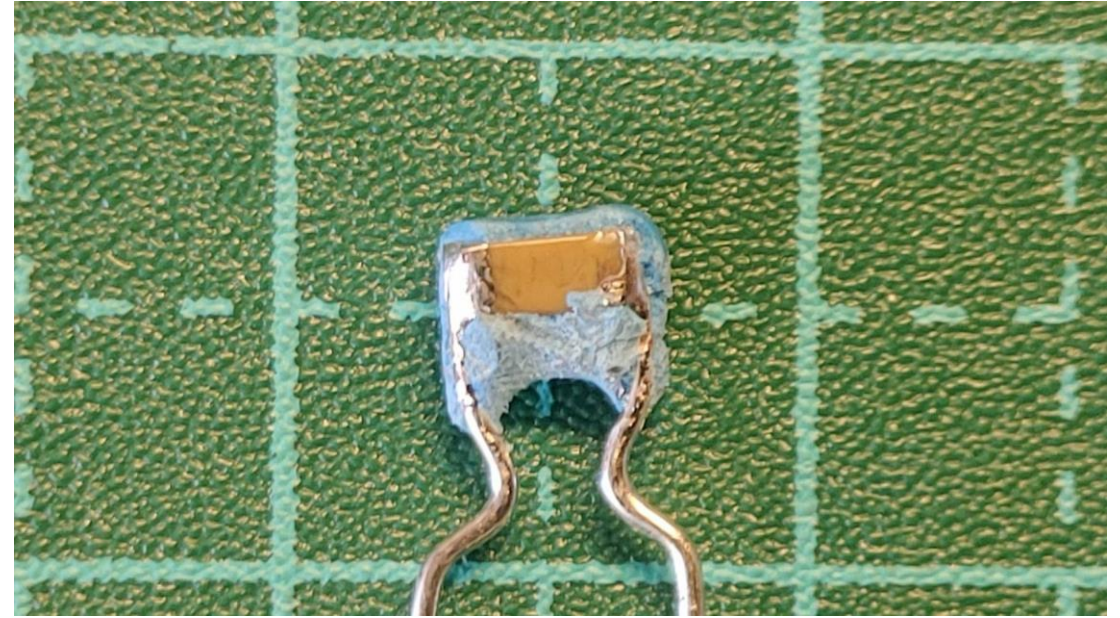
許容差 $\pm 10\%$



10 μ F

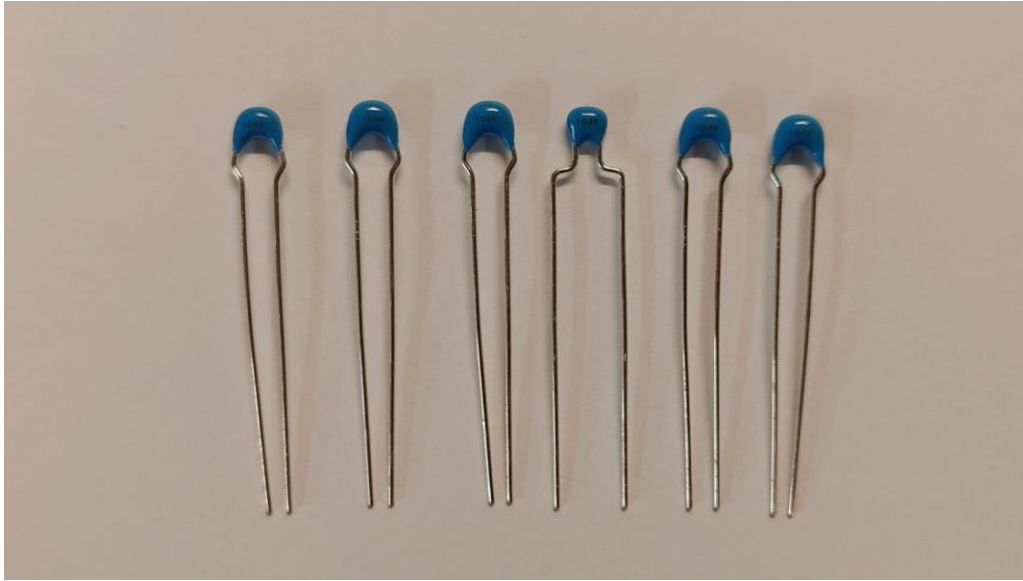


0.1 μ F



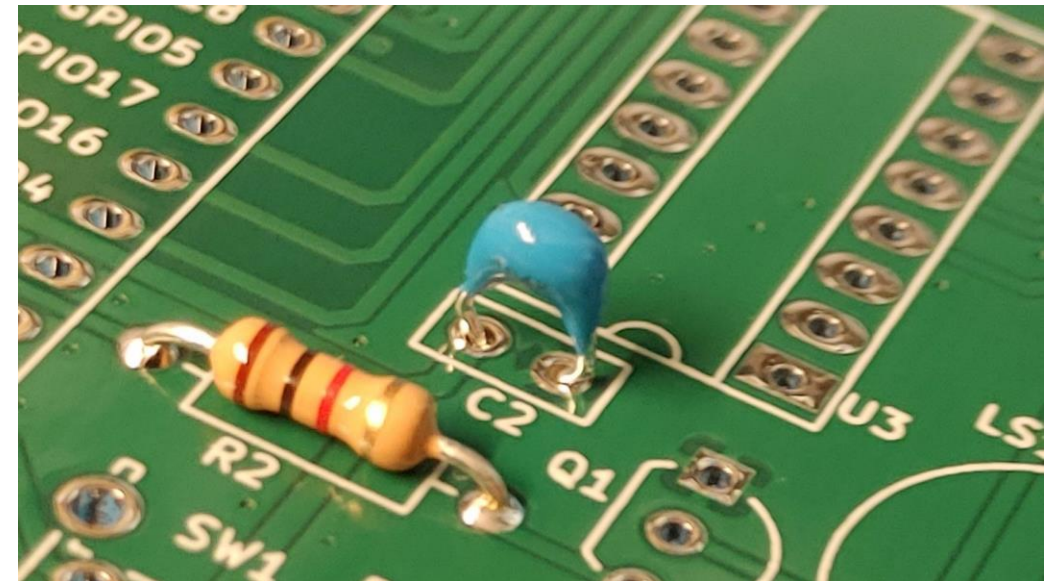
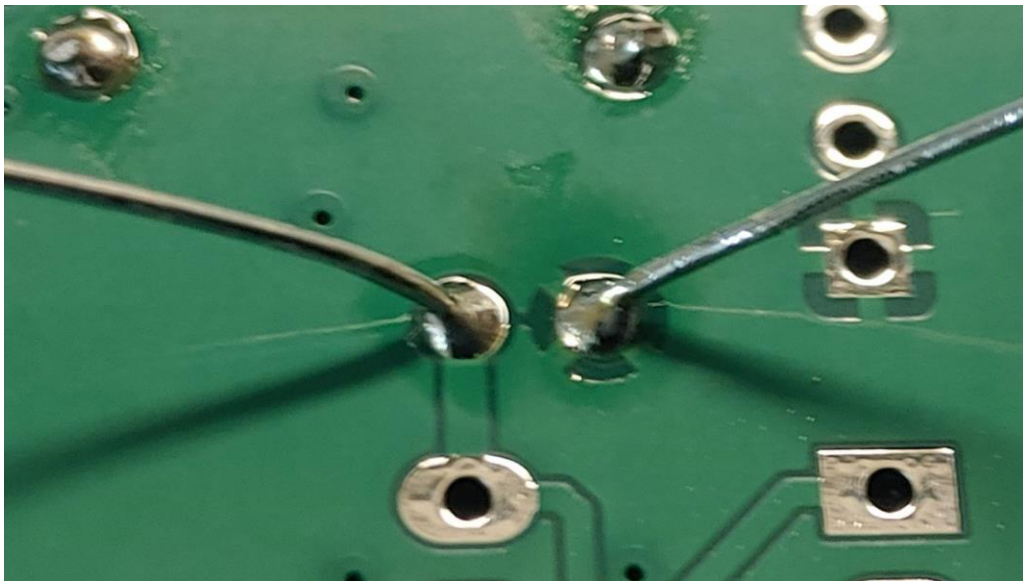
中にはチップ積層セラミックコンデンサが入っている

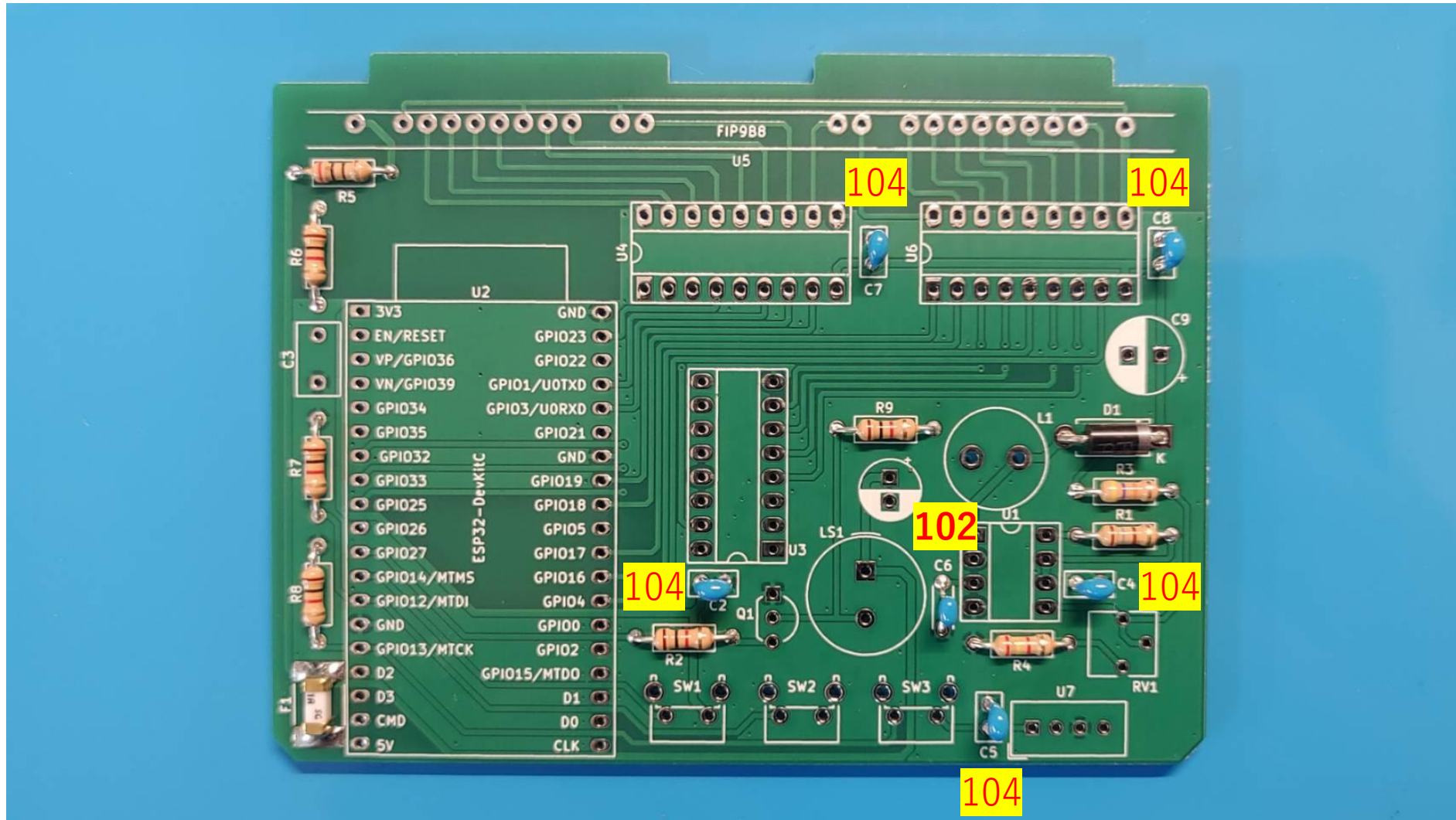




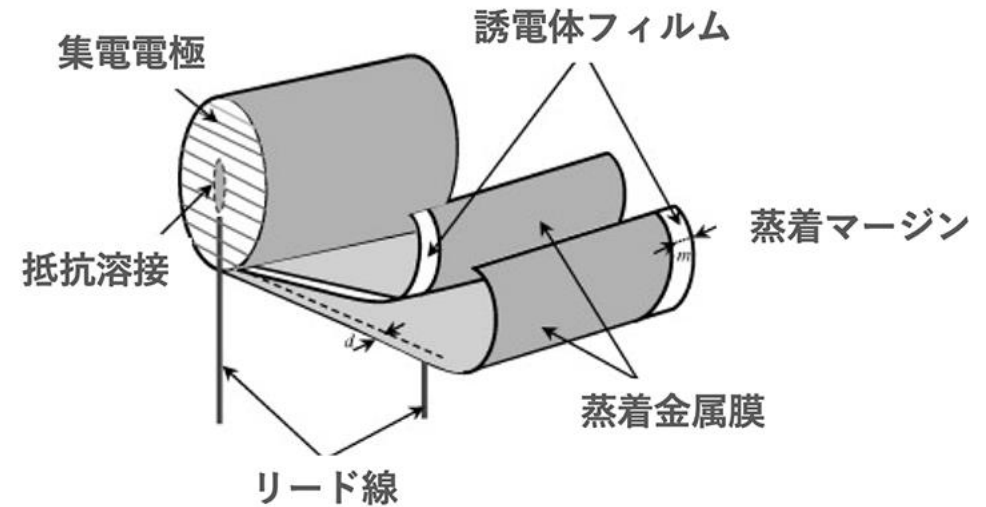
C2	0.1uF 50V 積セラ	104
C4	0.1uF 50V 積セラ	104
C5	0.1uF 50V 積セラ	104
C6	1000pF 50V 積セラ	102 5mmピッチ
C7	0.1uF 50V 積セラ	104
C8	0.1uF 50V 積セラ	104

極性なし

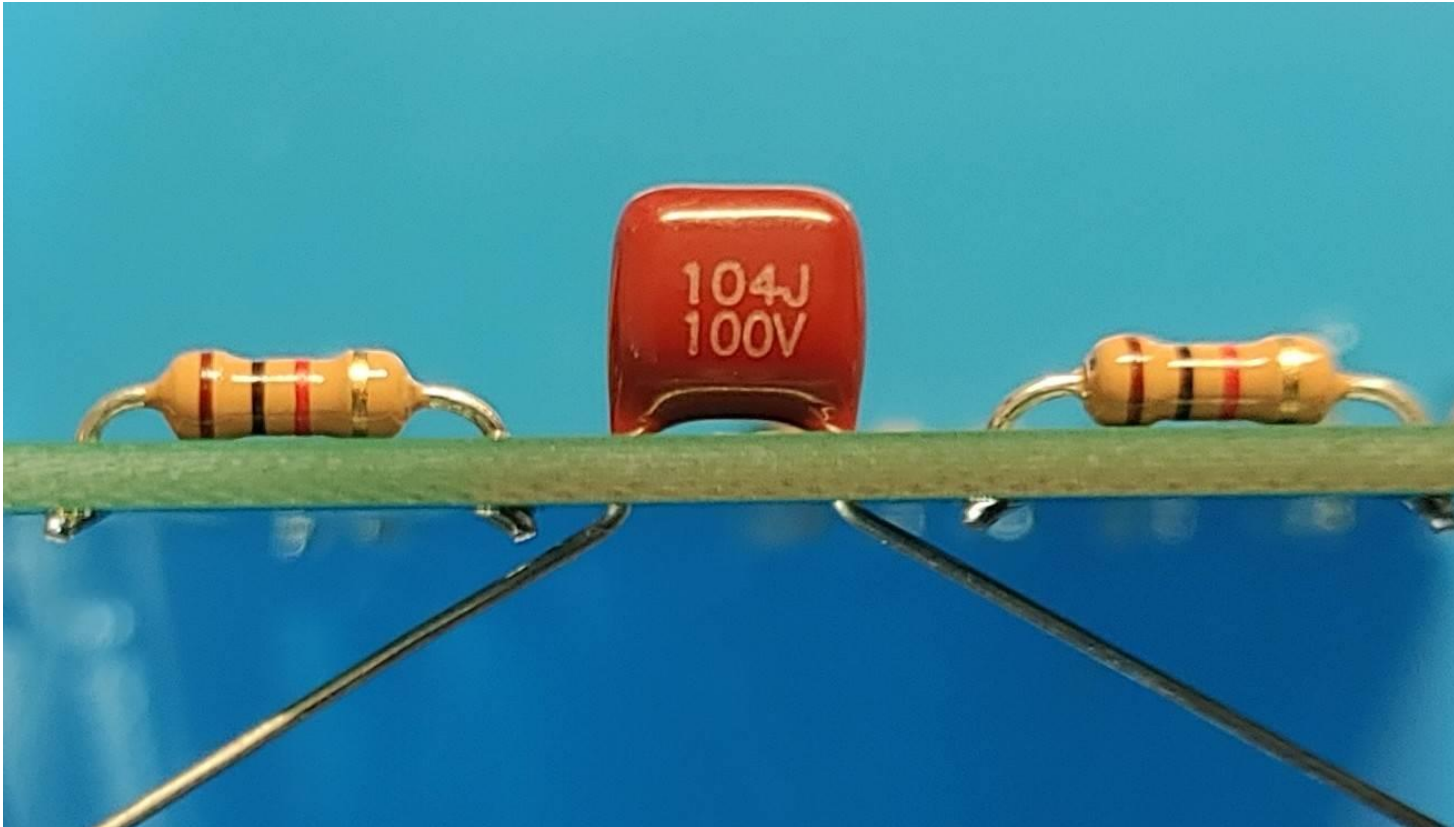


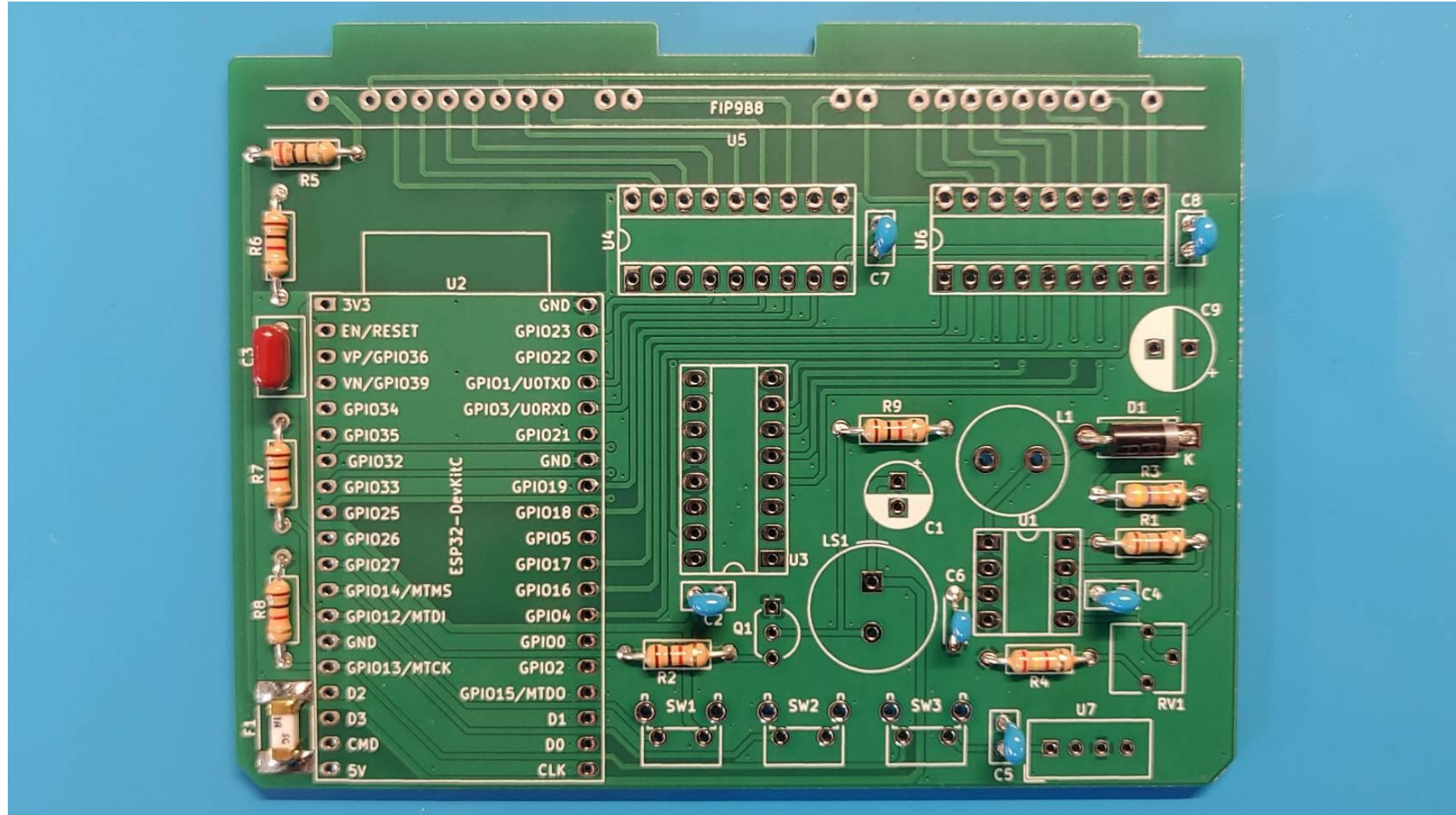


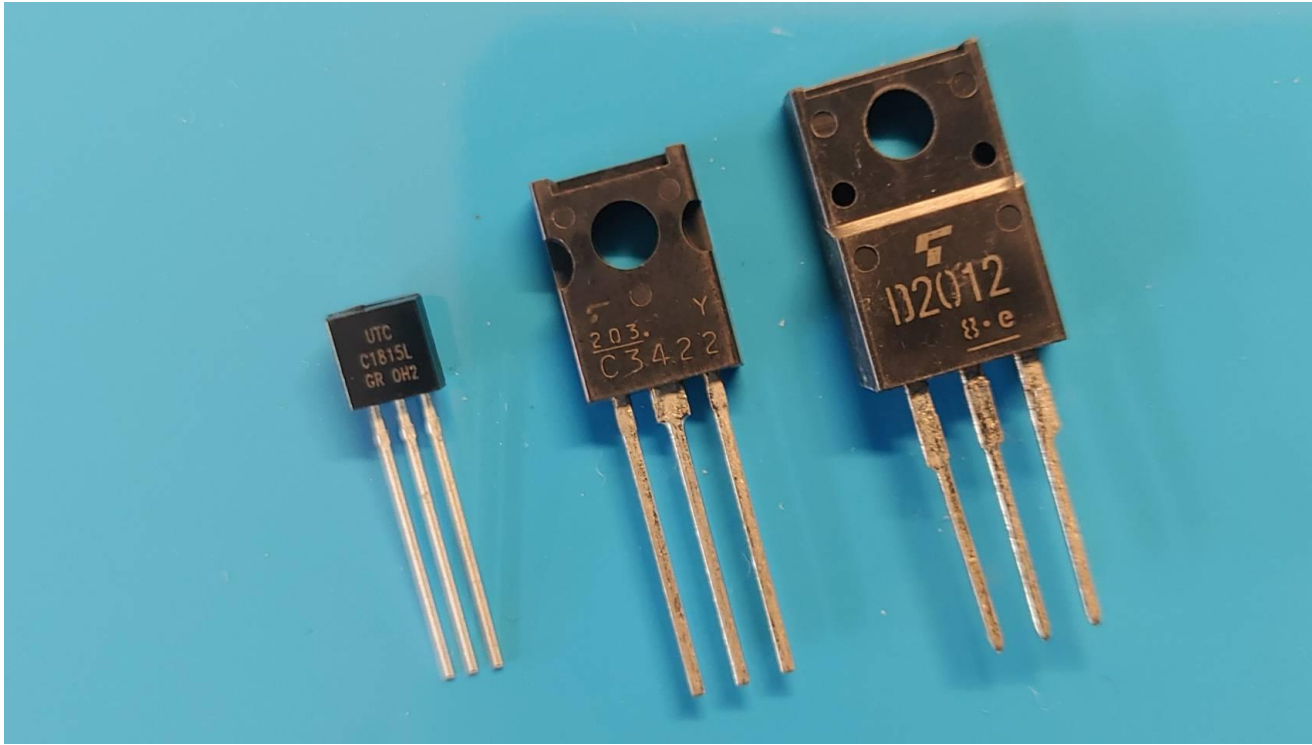
金属を蒸着したプラスチックフィルムを巻いた構造



極性なし







トランジスタは発熱するので、一定以上の大きさのものは放熱板に取り付けるために穴があいている

データシートには、
部品の定格や寸法、特性等
の情報が掲載されている

秋月電子通商の場合、
商品ページにデータシート
のリンクがある↓

・ 2SC1815L-T92-K: [I-06472](#)

・ 2SC1815L-GR-T92-K: [I-06477](#)

※コンプリメンタリもございます(2SA1015): [I-17091](#)

※東芝の2SA1015もございます(2SA1015GR): [I-00882](#)

 [2SC1815 PDFデータシート](#)

 [2SC1815 PDFデータシート\(東芝、ご参考\)](#)

[デュアルトランジスタ一覧](#)

[TO-92製品一覧](#)

[ピンヘッダー一覧](#)

[ピンソケット\(ピンフレーム\)一覧](#)

TOSHIBA

2SC1815

東芝トランジスタ シリコンNPNエビタキシャル形 (PCT方式)

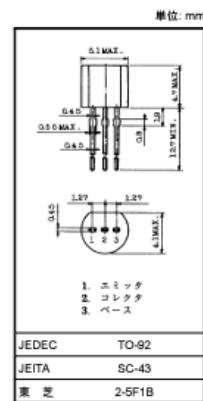
2SC1815

- 低周波電圧増幅用
- 励振段増幅用

- ・ 高耐圧でしかも電流量が大きい。
: $V_{CE0} = 50\text{ V}$ (最小), $I_C = 150\text{ mA}$ (最大)
- ・ 直流電流増幅率の電流依存性が優れています。
: $h_{FE}(\beta) = 100$ (標準) ($V_{CE} = 6\text{ V}$, $I_C = 150\text{ mA}$)
: $h_{FE}(\beta) = 0.1\text{ mA}/h_{FE}(\beta) = 2\text{ mA}$: 0.95 (標準)
- ・ $P_O = 10\text{ W}$ 用アンプのドライブおよび一般スイッチング用に適しています。
- ・ 低雑音です。: $NP = 1\text{ dB}$ (標準) ($f = 1\text{ kHz}$)
- ・ 2SA1015 とコンプリメンタリになります。 (O, Y, GR クラス)

絶対最大定格 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

項目	記号	定格	単位
コレクタ・ベース間電圧	V_{CB0}	50	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CE0}	50	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EB0}	5	V
コレクタ電流	I_C	150	mA
ベース電流	I_B	50	mA
コレクタ損失	P_C	400	mW
接合温度	T_J	125	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ\text{C}$



注: 本製品の使用条件 (使用温度/電流/電圧等) が絶対最大定格以内の使用においても、高負荷 (高温および大電流/高電圧印加、多大な温度変化等) で連続して使用される場合は、信頼性が著しく低下するおそれがあります。弊社半導体信頼性ハンドブック (取り扱い上のご注意とお願いおよびデレーティングの考え方と方法) および個別信頼性情報 (信頼性試験レポート、推定故障率等) をご確認の上、適切な信頼性設計をお願いします。

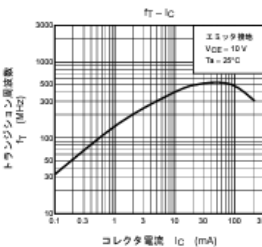
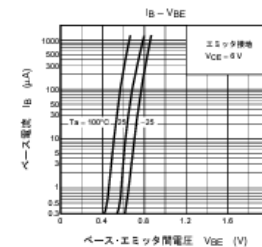
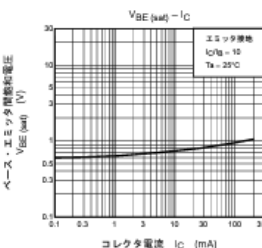
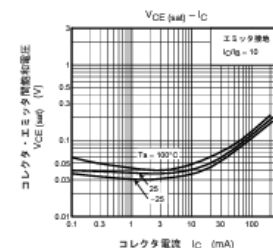
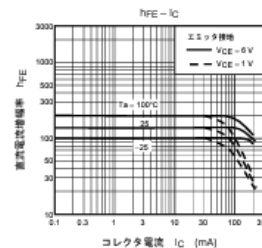
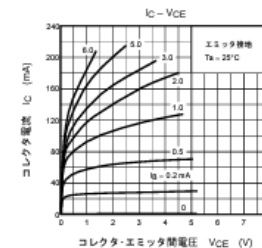
電気的特性 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
コレクタ・ベース間電圧	V_{CB0}	$V_{CB} = 60\text{ V}$, $I_E = 0$	—	—	0.1	μA
エミッタ・ベース間電圧	V_{EB0}	$V_{EB} = 5\text{ V}$, $I_C = 0$	—	—	0.1	μA
直流電流増幅率	$h_{FE}(\beta)$	$V_{CE} = 6\text{ V}$, $I_C = 2\text{ mA}$	70	—	700	—
	$h_{FE}(\beta)$	$V_{CE} = 6\text{ V}$, $I_C = 150\text{ mA}$	25	100	—	—
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = 100\text{ mA}$, $I_B = 10\text{ mA}$	—	0.1	0.25	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C = 100\text{ mA}$, $I_B = 10\text{ mA}$	—	—	1.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = 10\text{ V}$, $I_C = 1\text{ mA}$	80	—	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = 10\text{ V}$, $I_E = 0$, $f = 1\text{ MHz}$	—	2.0	3.5	pF
ベース抵抗	$r_{bb'}$	$V_{CE} = 10\text{ V}$, $I_E = -1\text{ mA}$, $f = 30\text{ MHz}$	—	50	—	Ω
雑音指数	NF	$V_{CE} = 6\text{ V}$, $I_C = 0.1\text{ mA}$, $f = 1\text{ kHz}$, $R_G = 10\text{ k}\Omega$	—	1	10	dB

注: $h_{FE}(\beta)$ 分類 O: 70~140, Y: 120~240, GR: 200~400, BL: 350~700

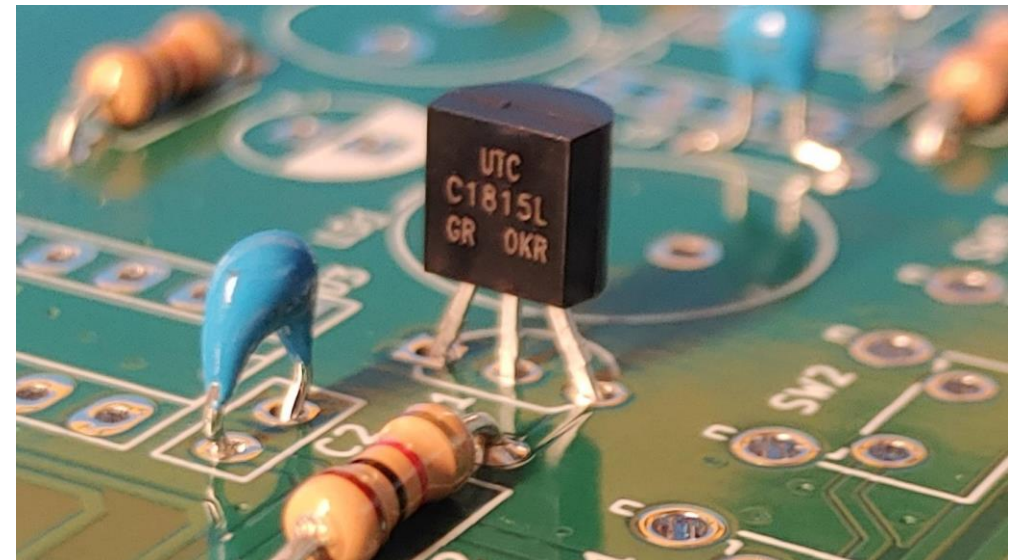
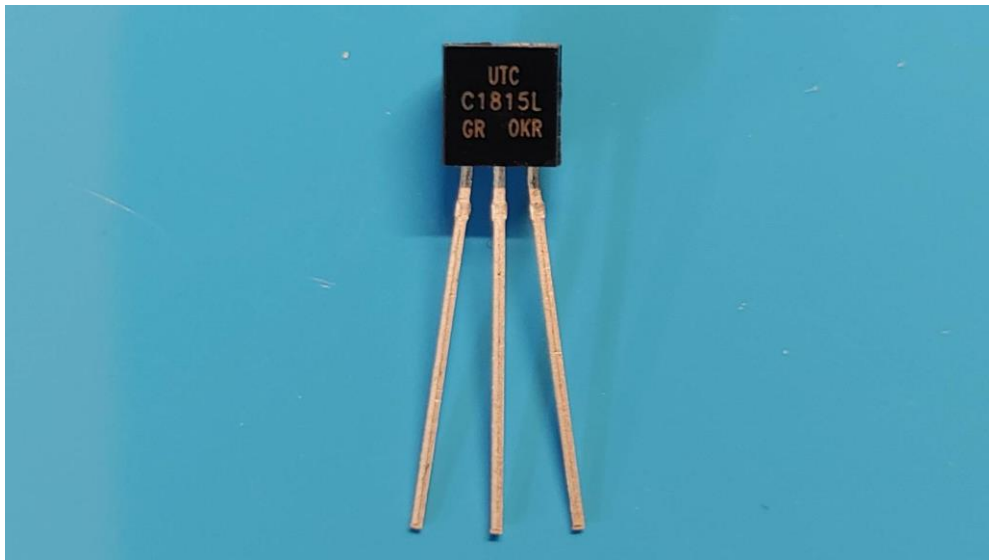
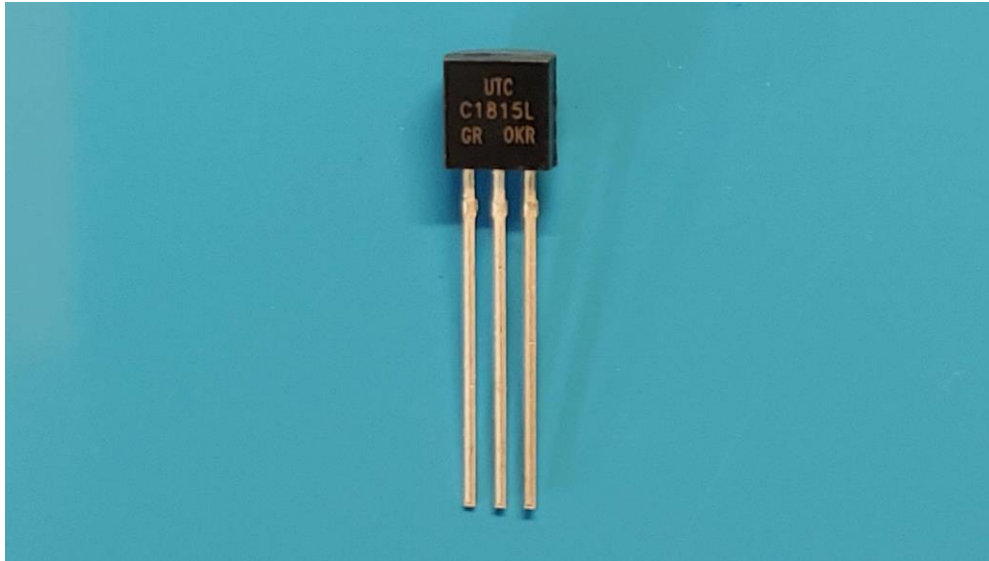
TOSHIBA

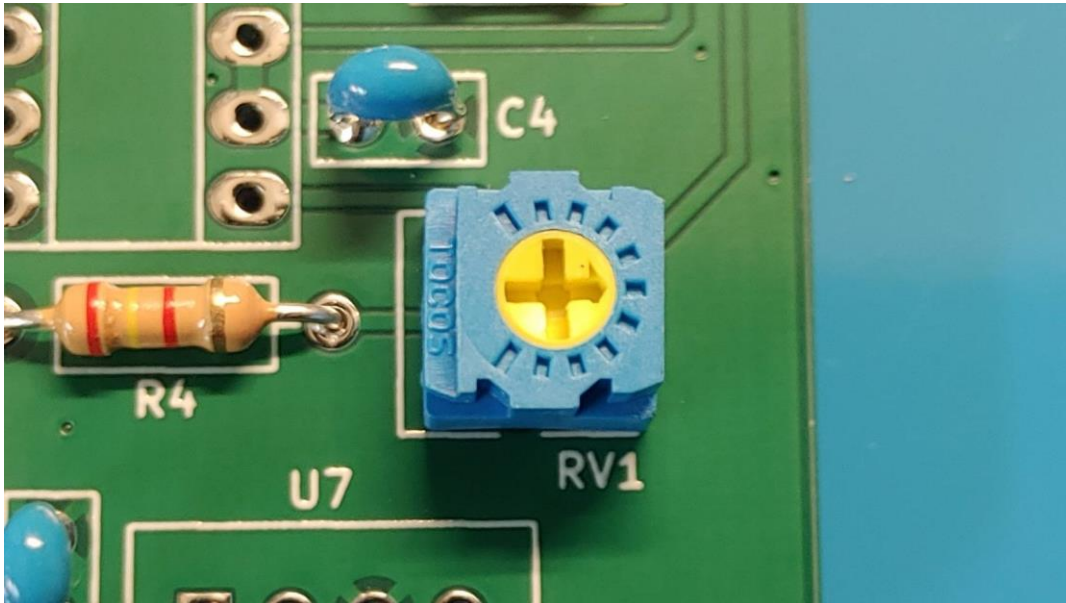
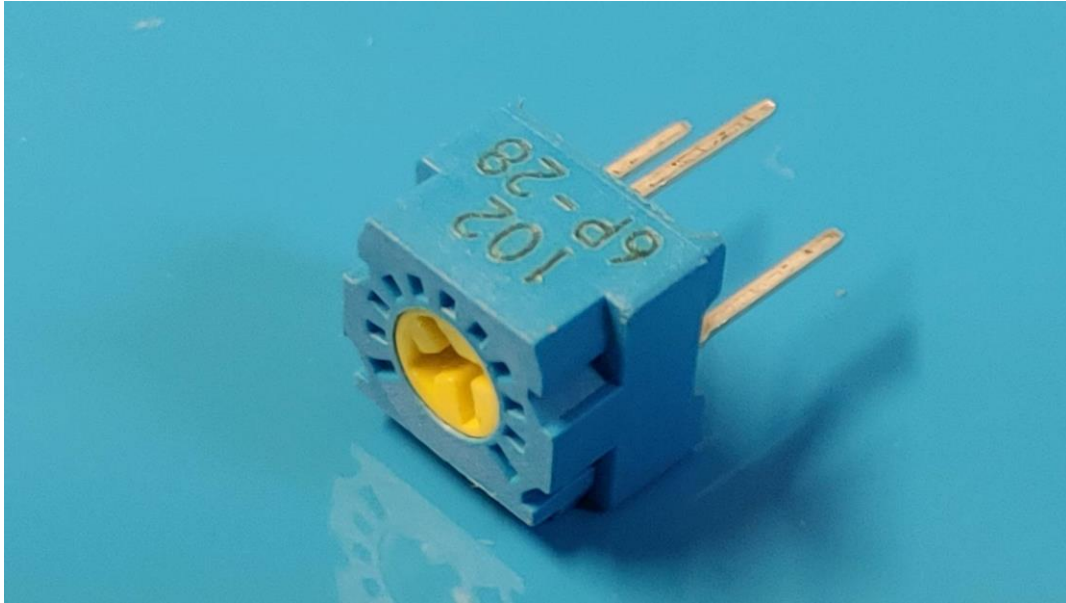
2SC1815



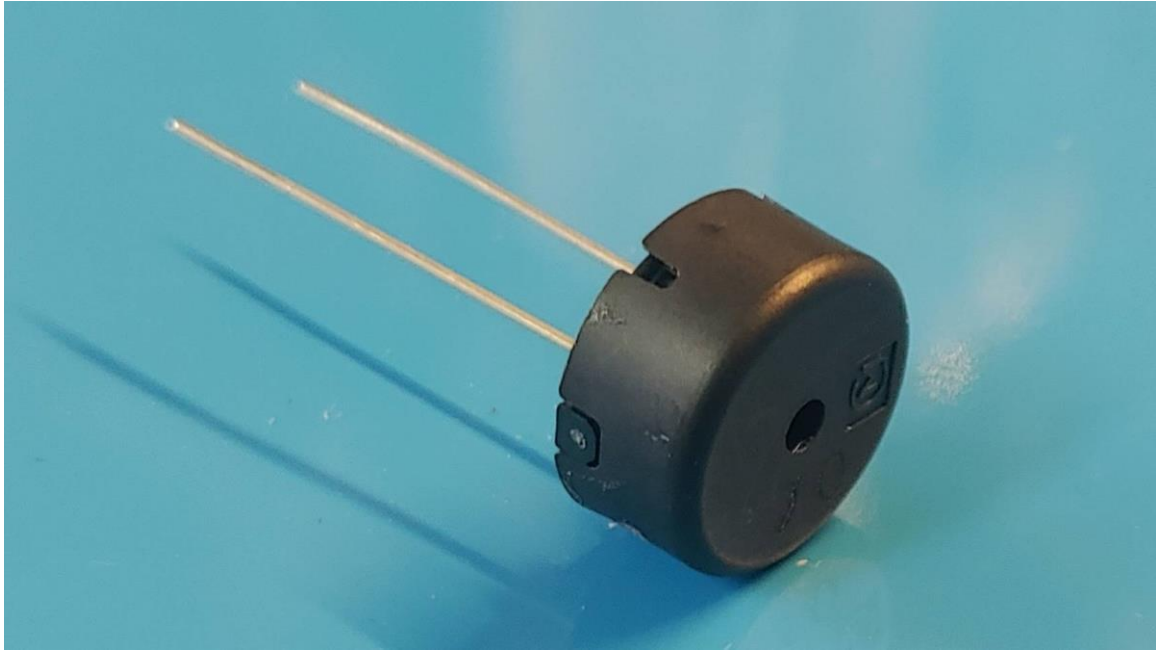
極性あり

基板上のマークに合うように、
5mmほど浮かせて取り付ける

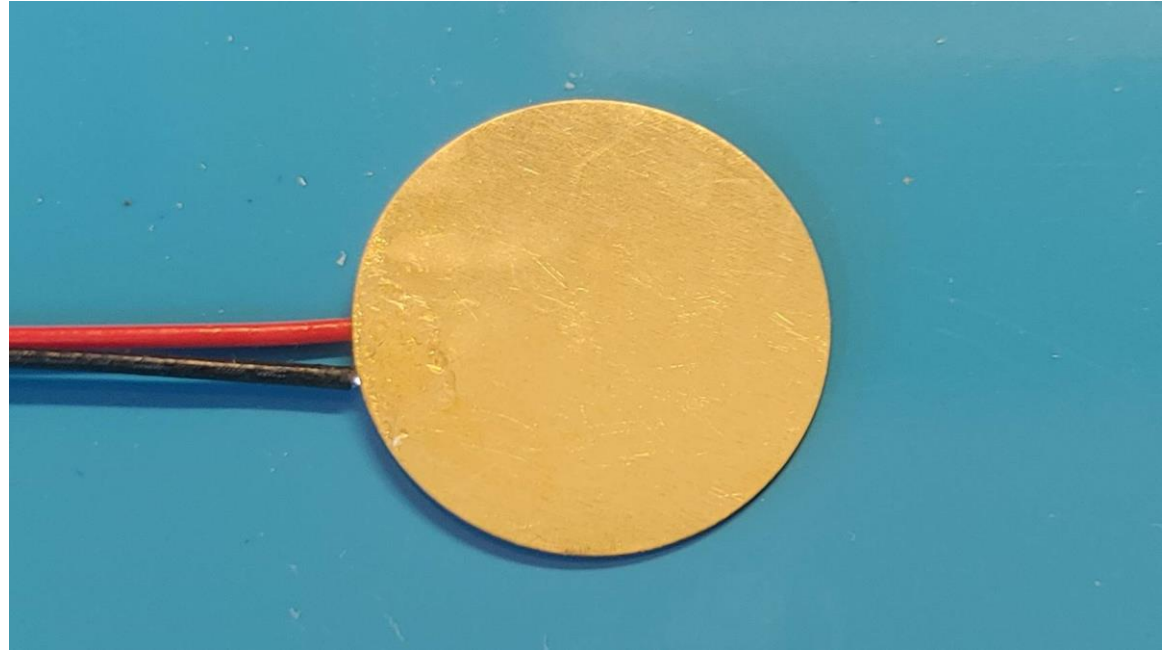




圧電スピーカの内部には、圧電素子が入っている
ケースにより共鳴し、大きな音が出せるようになる

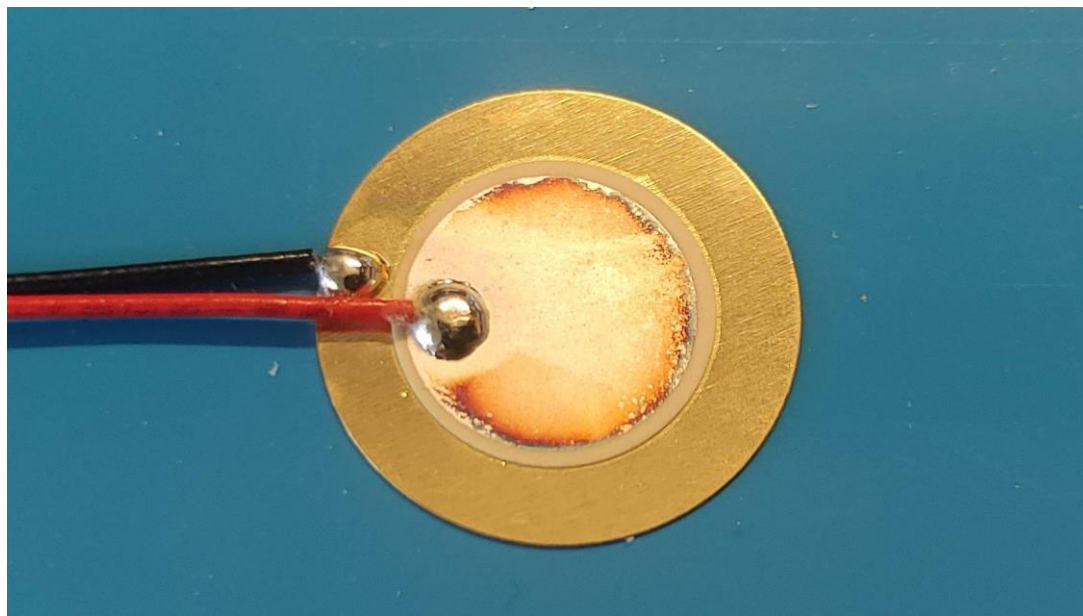


外観

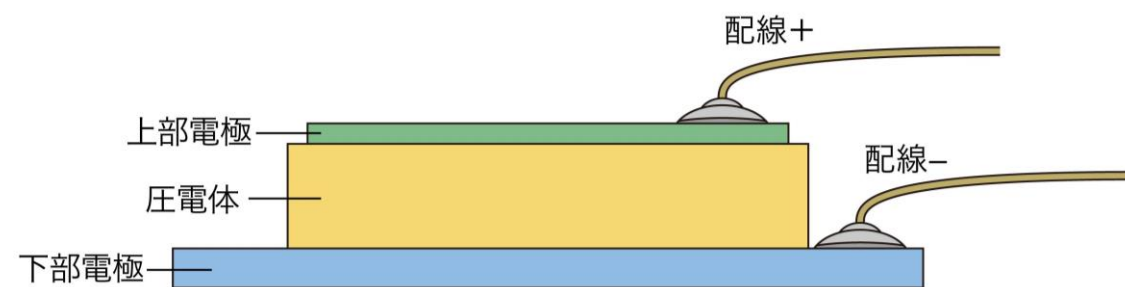


圧電素子

電圧を加えると変形する性質をもった
圧電体を2枚の金属板で挟んだ構造
薄く軽量で低消費電力

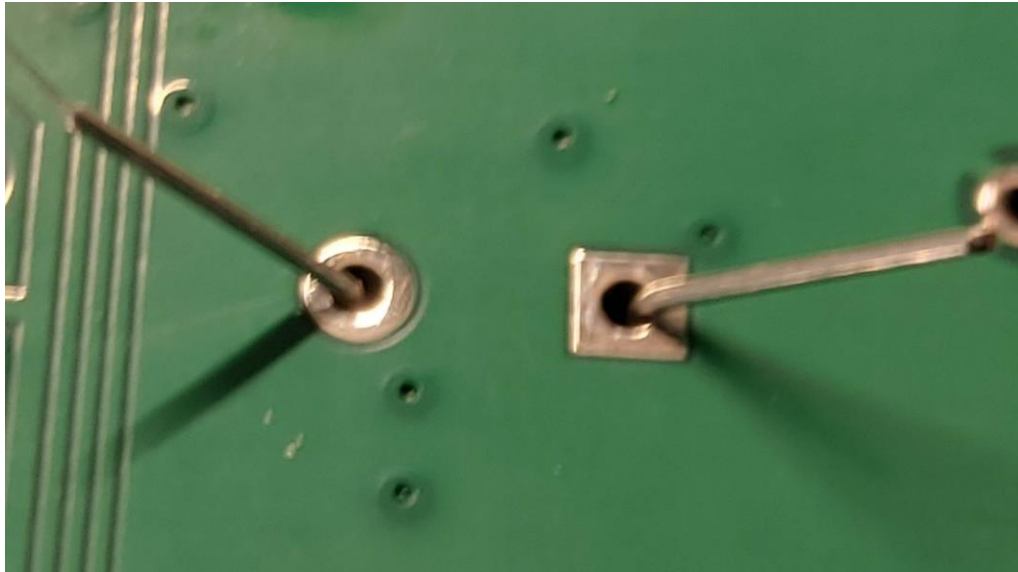


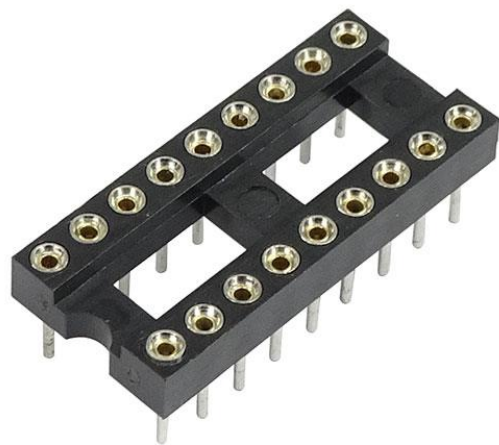
圧電素子の構造



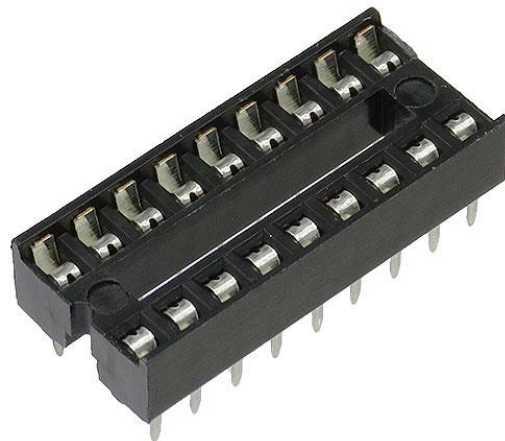


極性なし





丸ピンICソケット
高信頼性



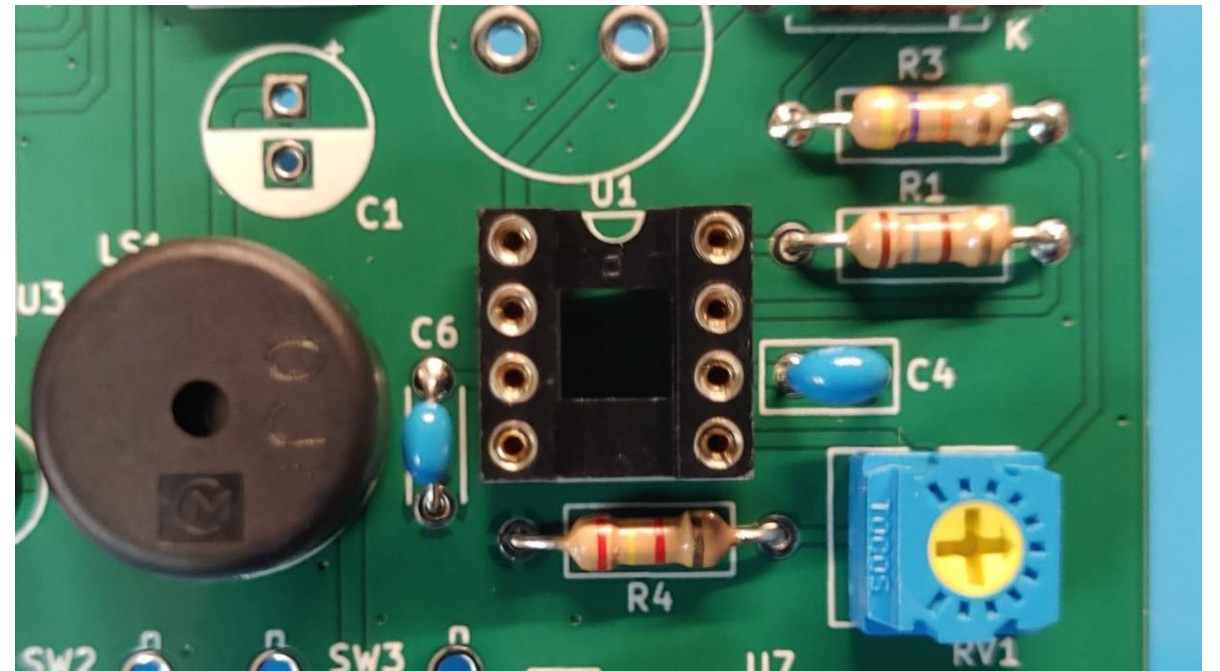
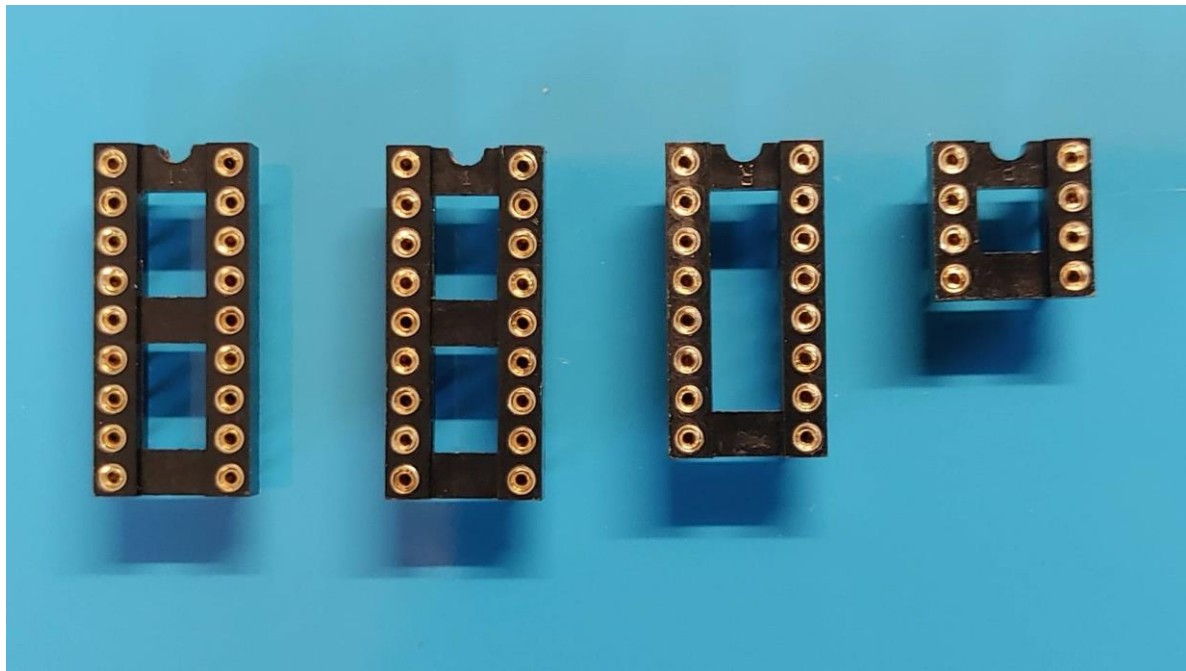
平ピンICソケット
安価



**ゼロプレッシャー
ICソケット**
繰り返し挿抜を想定
マイコンの書き込み
装置等に使用

取り付け方向あり

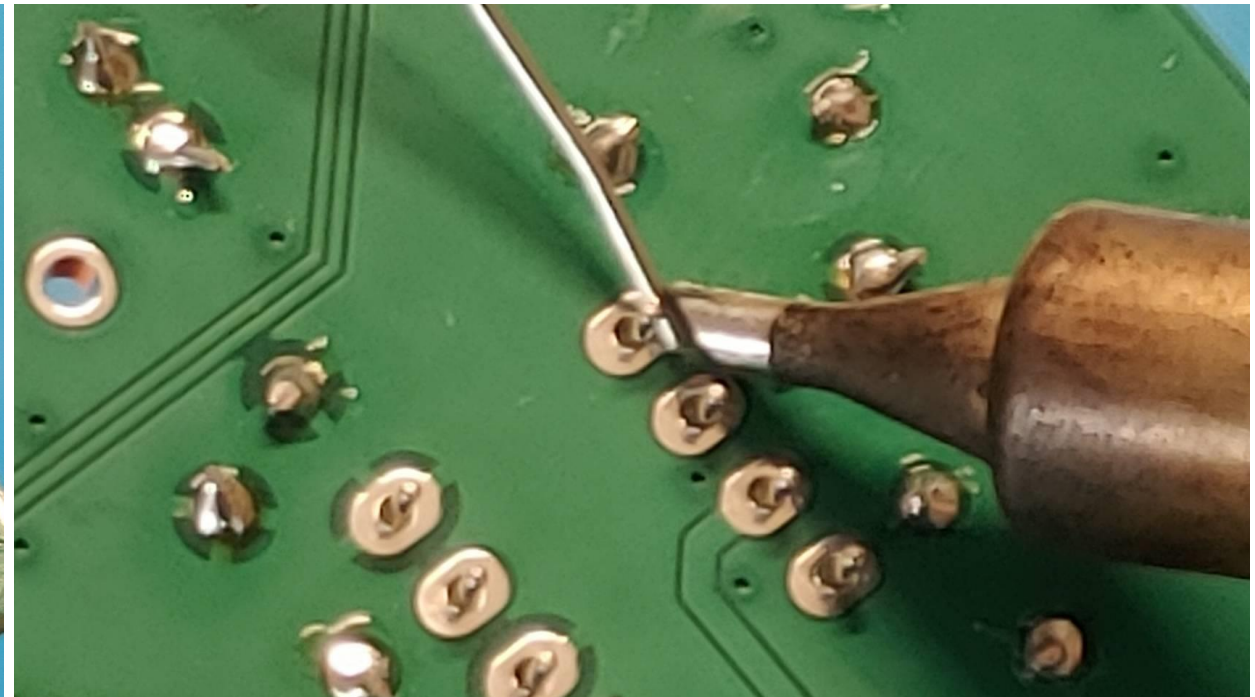
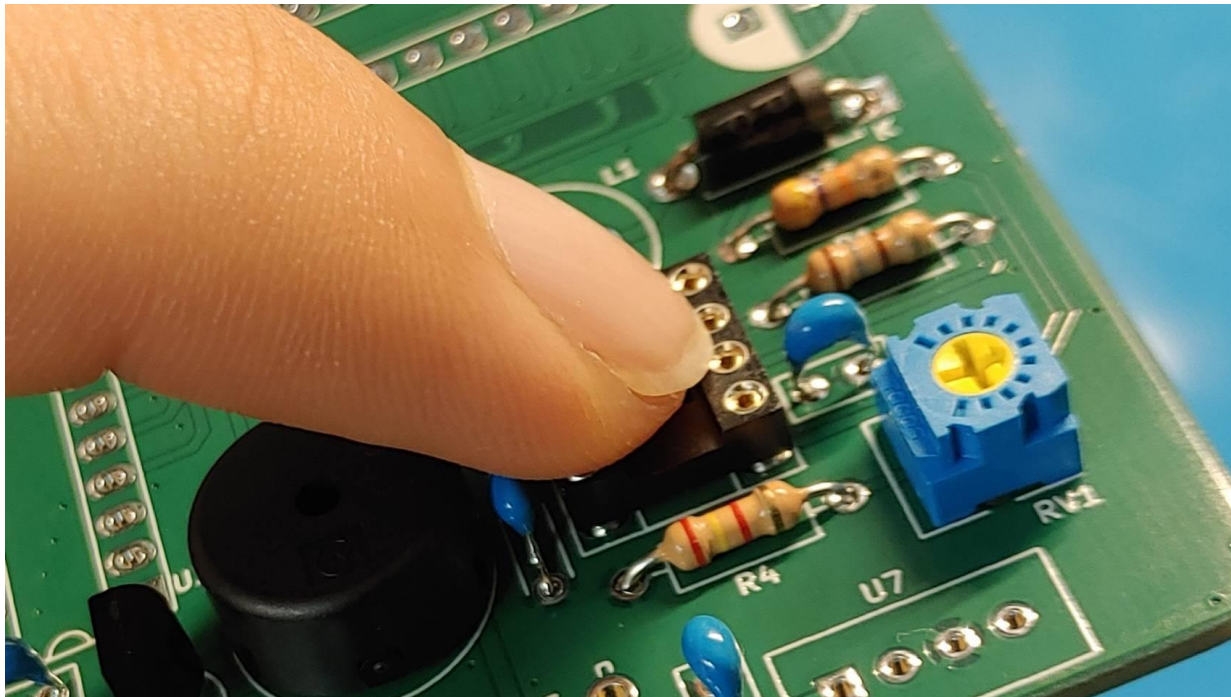
窪みを基板上のマークに合わせる



取り付け方向あり

火傷注意

- ①利き手と逆の手で押さえる
- ②はんだを浮かせた状態で保持する
- ③端の1ピンをはんだ付けし、そのはんだを溶かしながら傾きなどを調整する

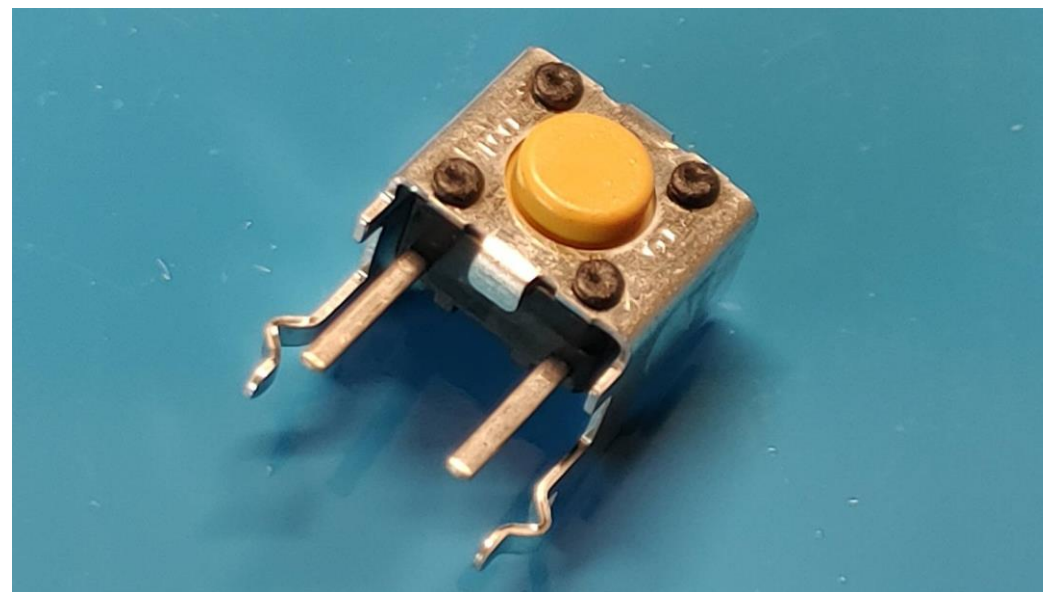


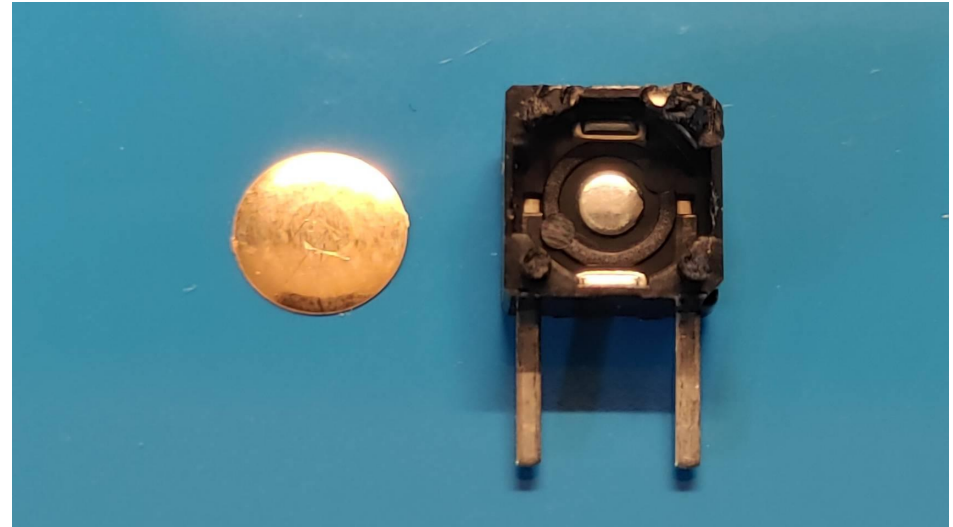
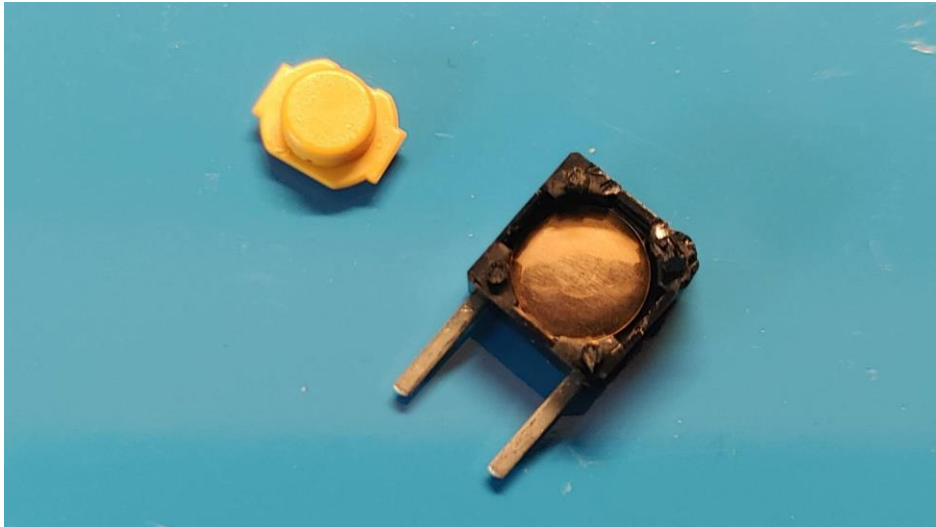
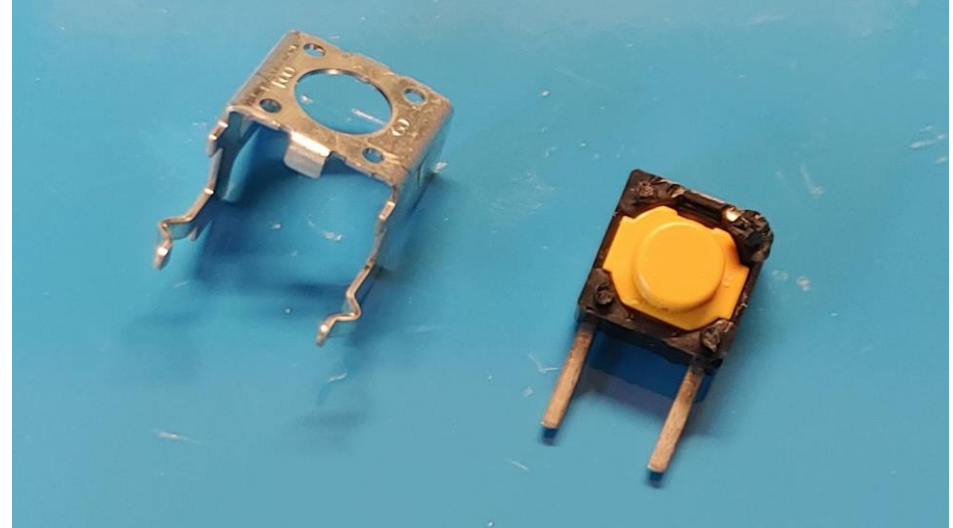
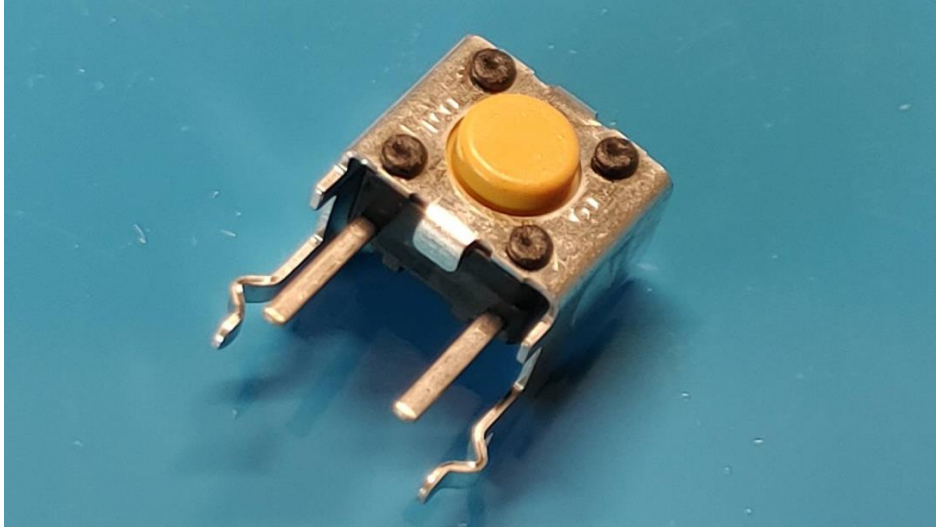
- ・ 安価かつ小型なのでよく使われる
- ・ クリック感がある
- ・ あまり大きな電流を流すことができない
- ・ 押している間だけ導通する（モーメンタリ）

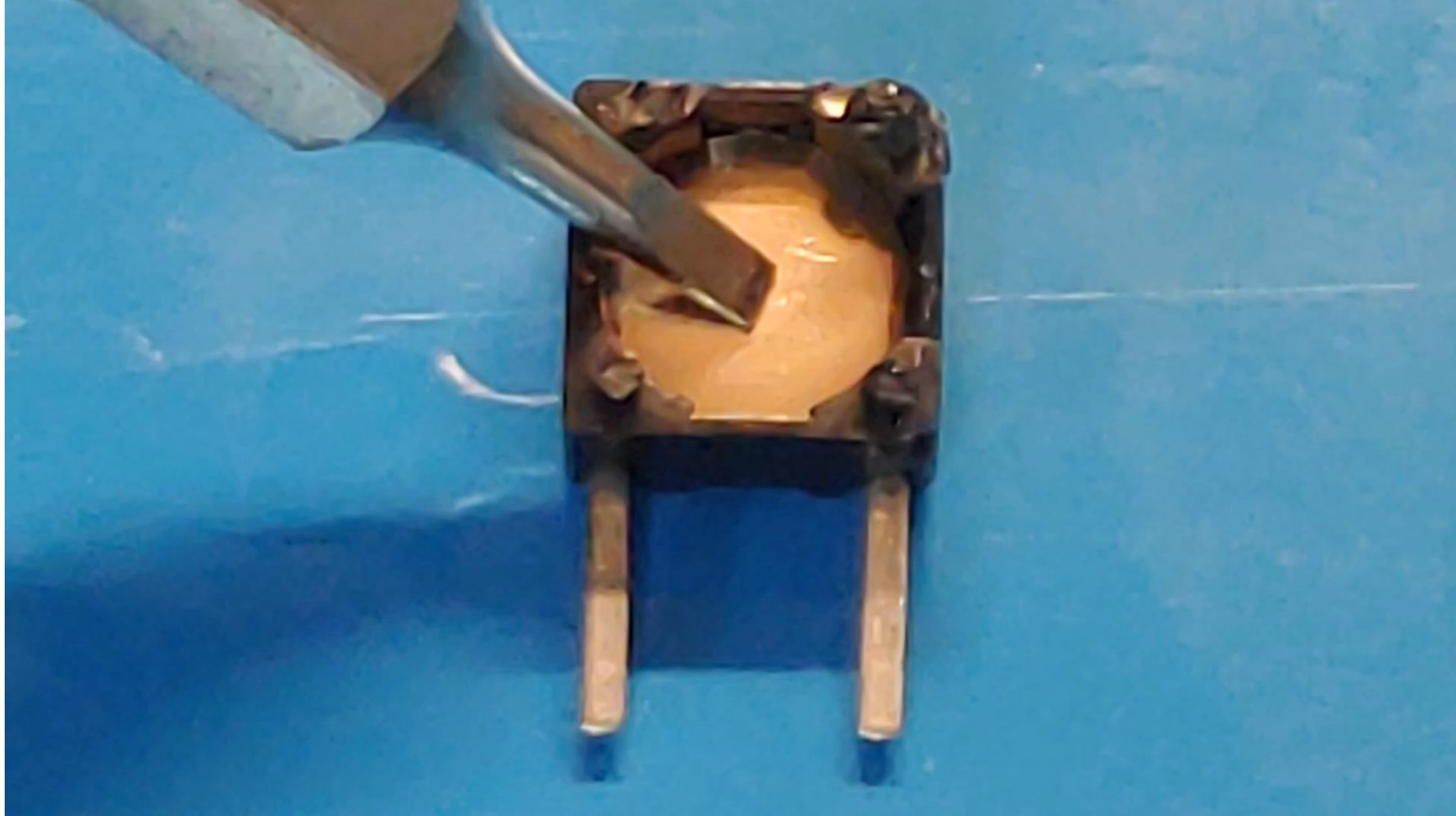
※押した状態を保持する：
オルタネート

使用例

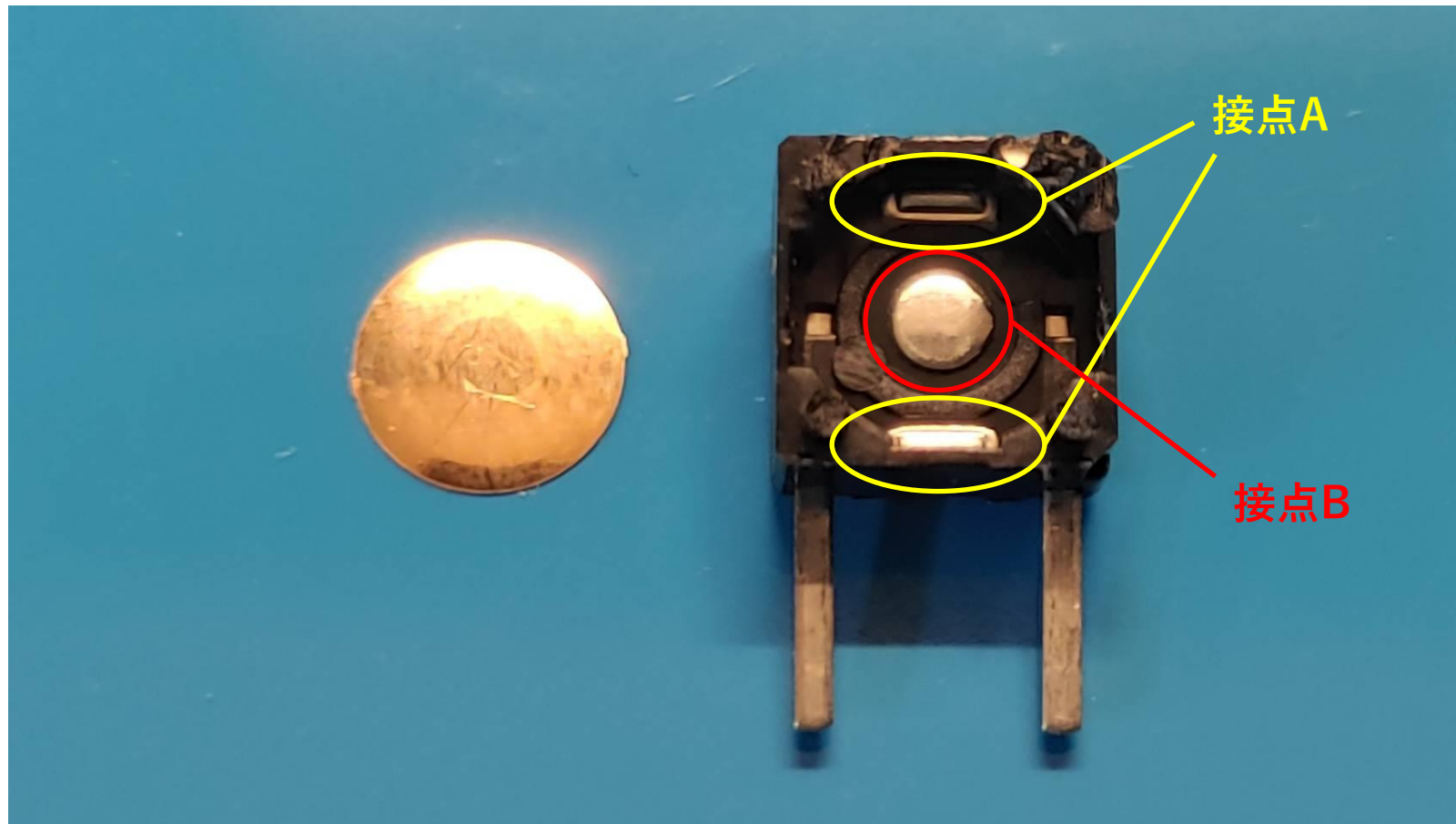
テレビのリモコンのボタン
洗濯機のボタン
炊飯器のボタン
スマホの物理ボタン



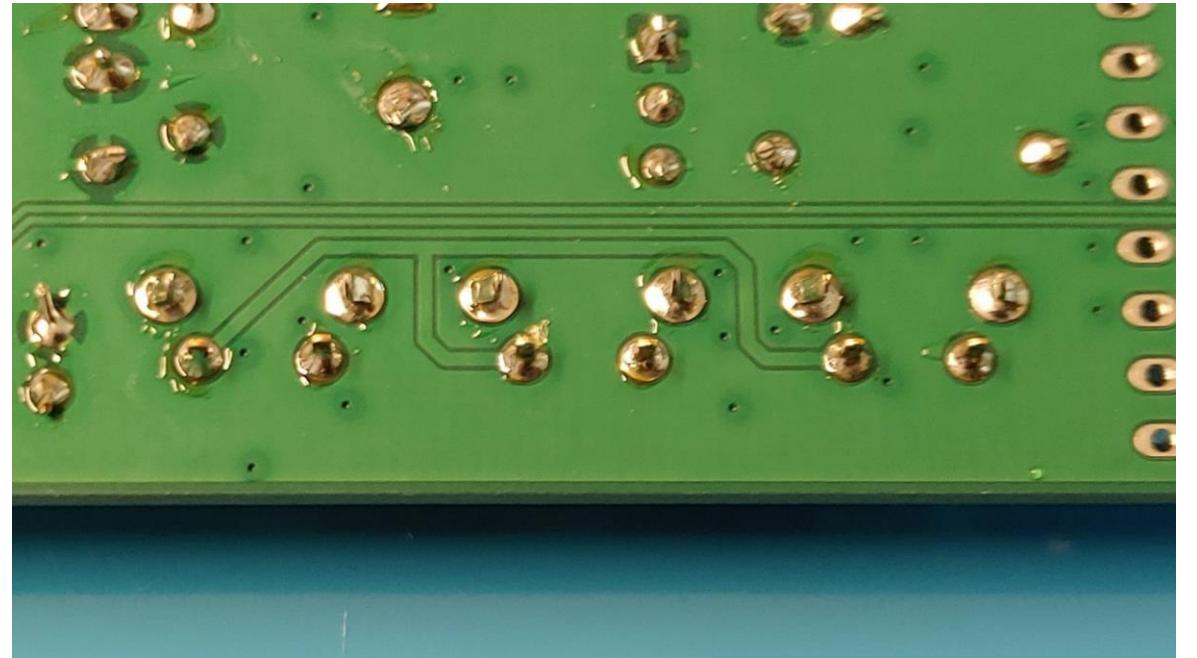
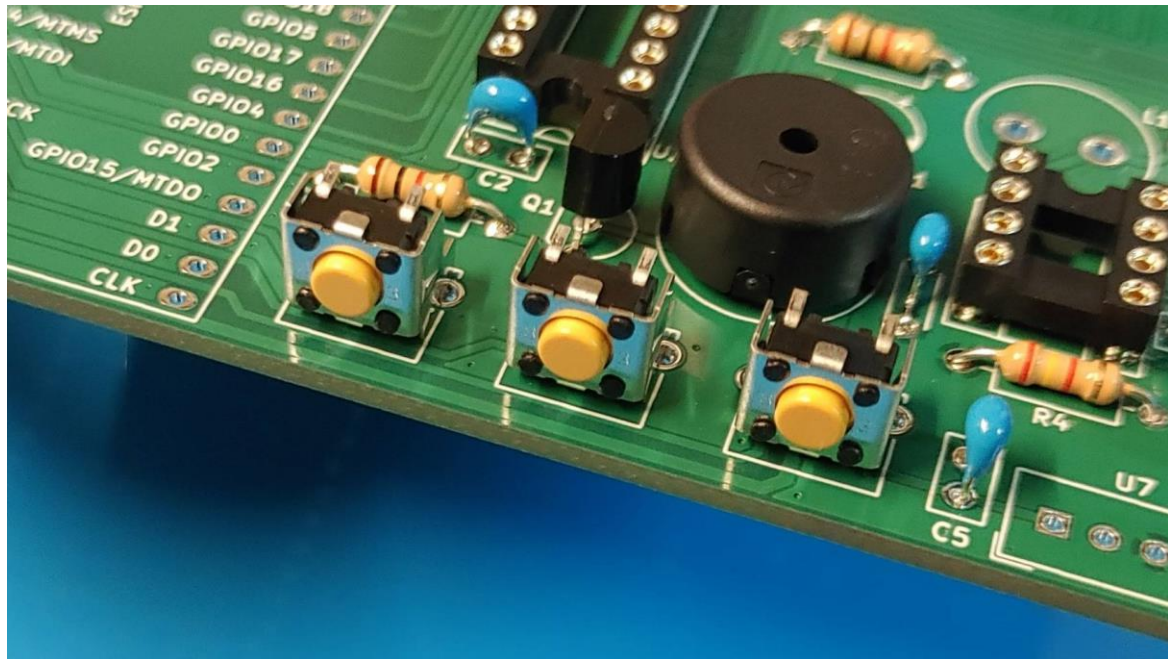


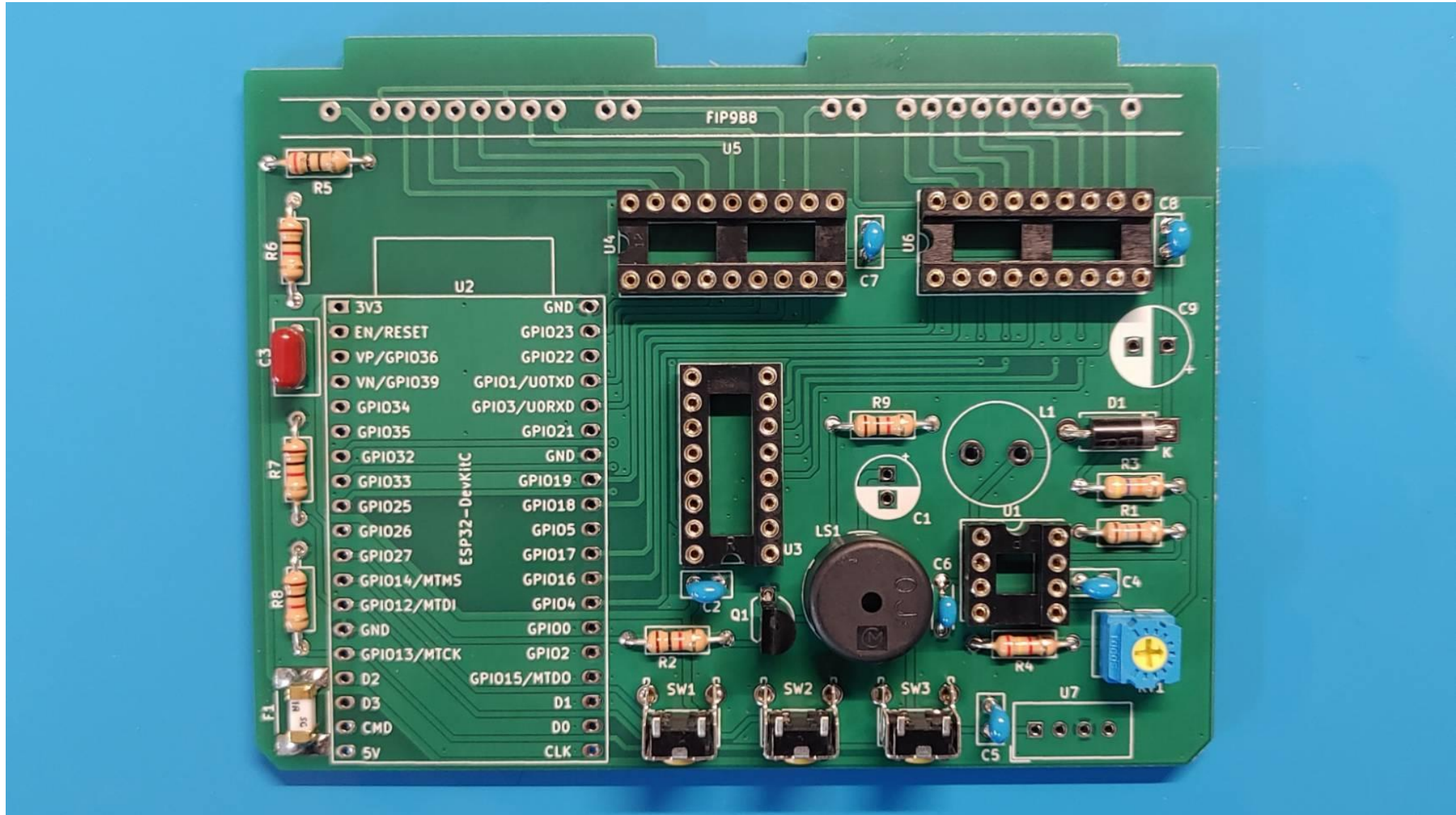


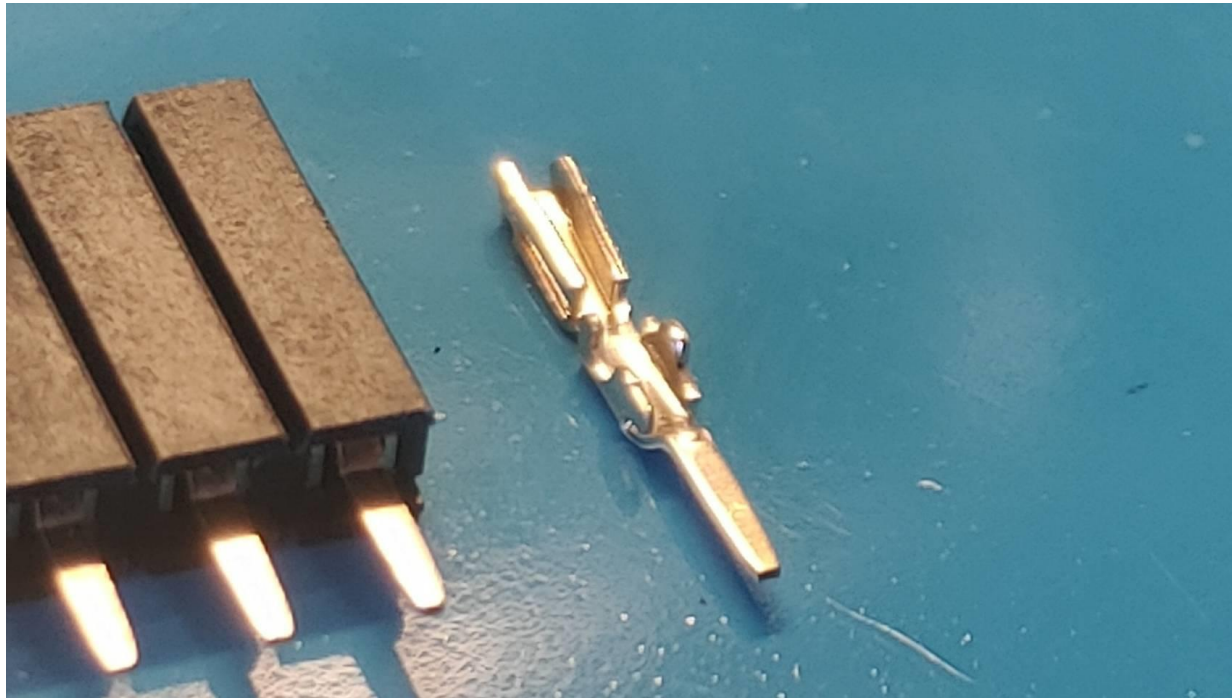
板バネが変形して接点Bに接触、
接点Aと接点Bが導通する



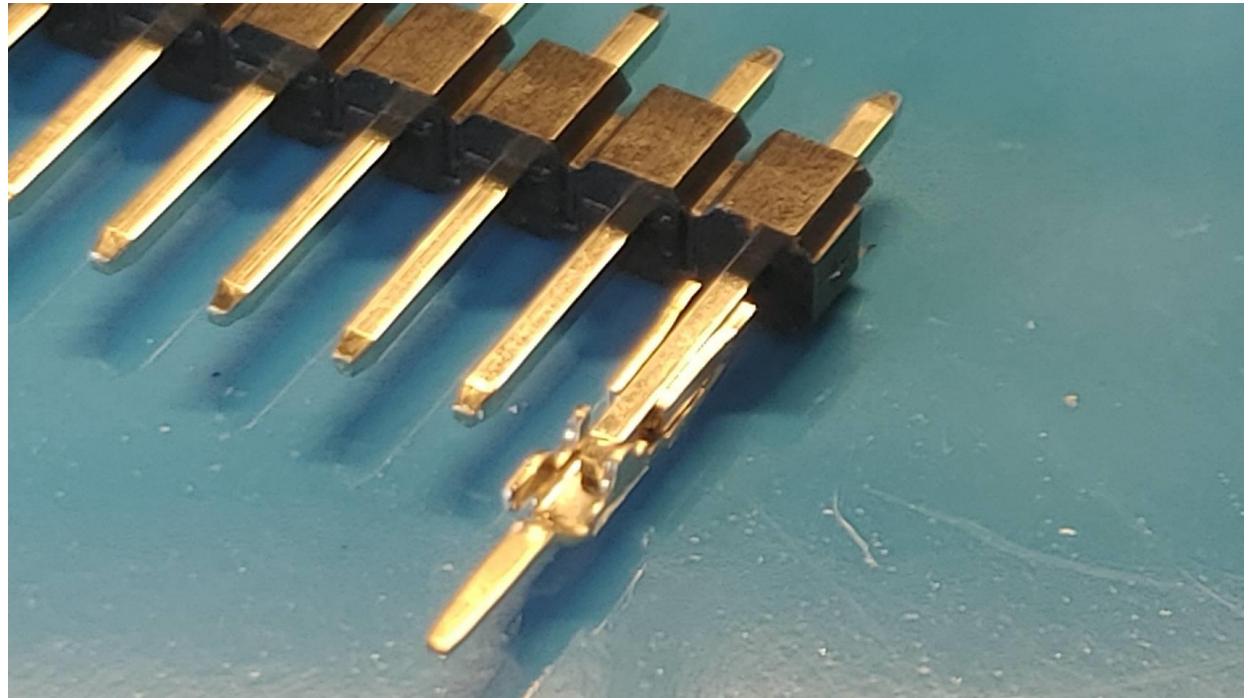
差し込んではんだ付けする



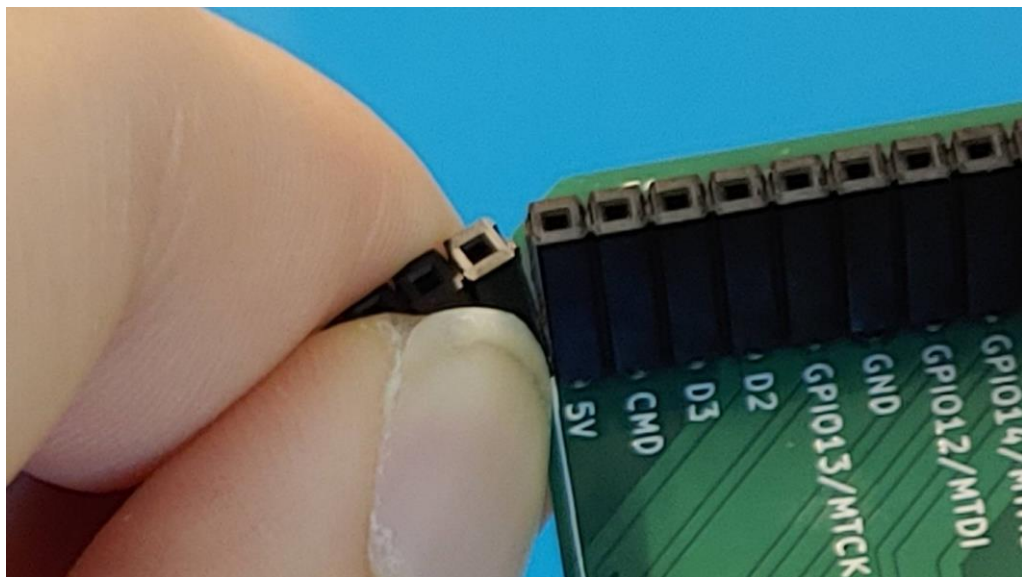




ピンソケット内部のコンタクト

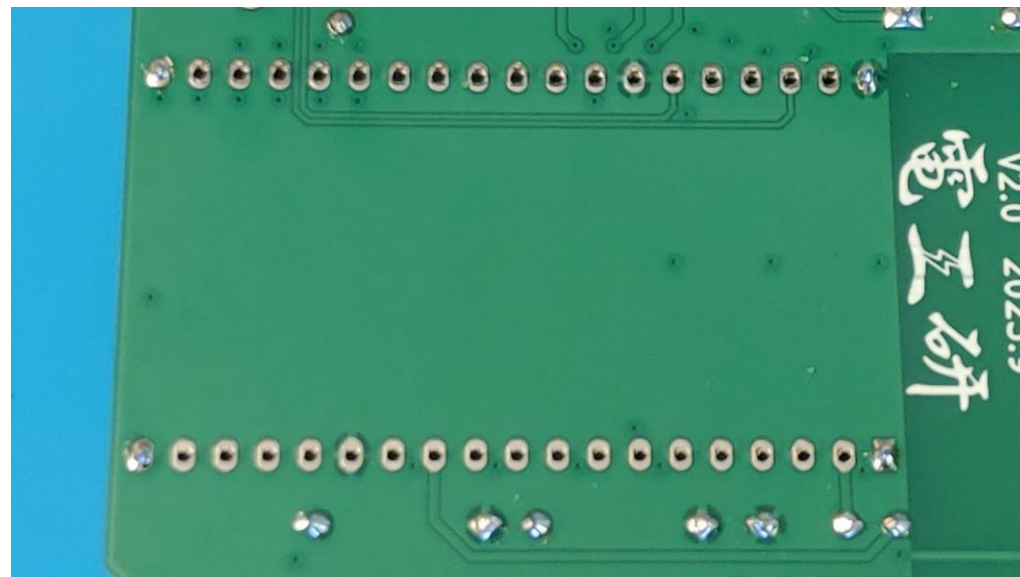
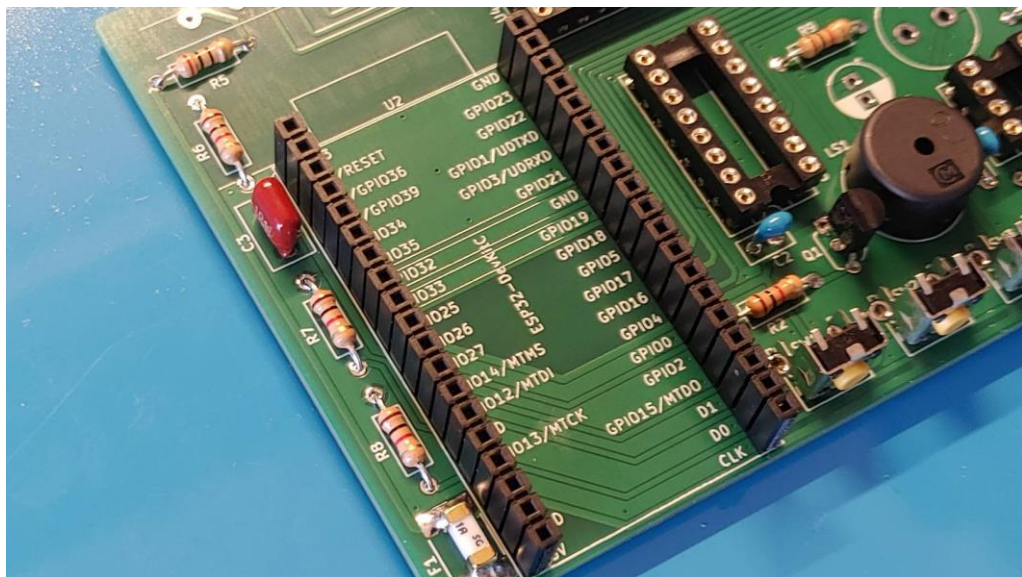


ピンヘッダと勘合している様子

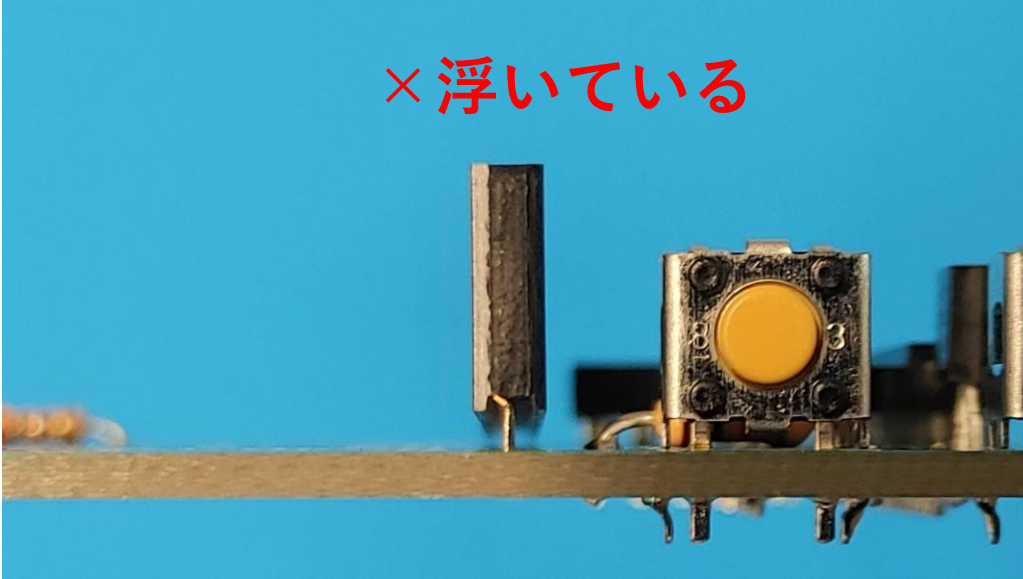


①ピンソケットを基板に刺し、折る

②両端を仮はんだ付けして、垂直かつ奥まで刺さるよう調整する

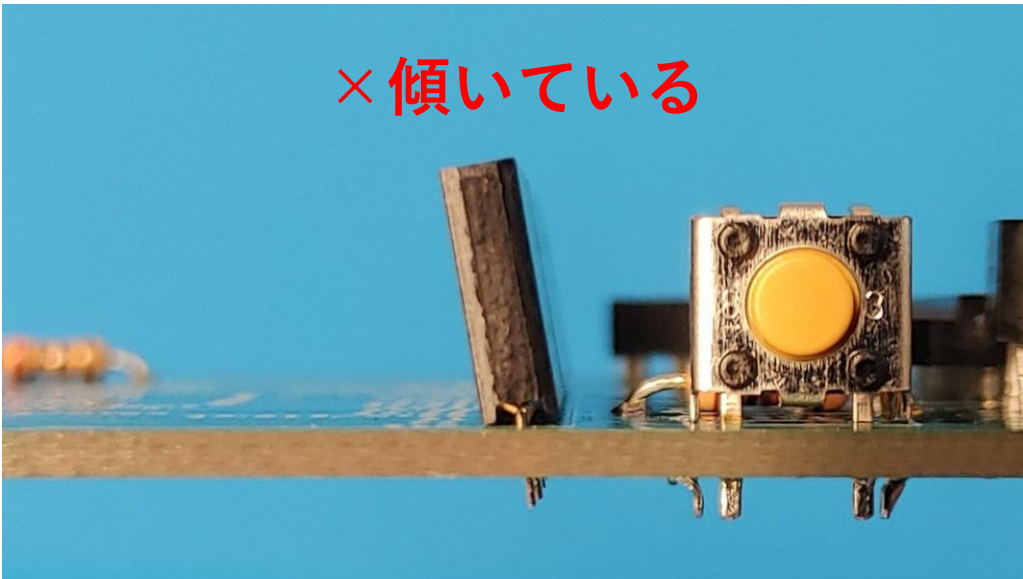


×浮いている

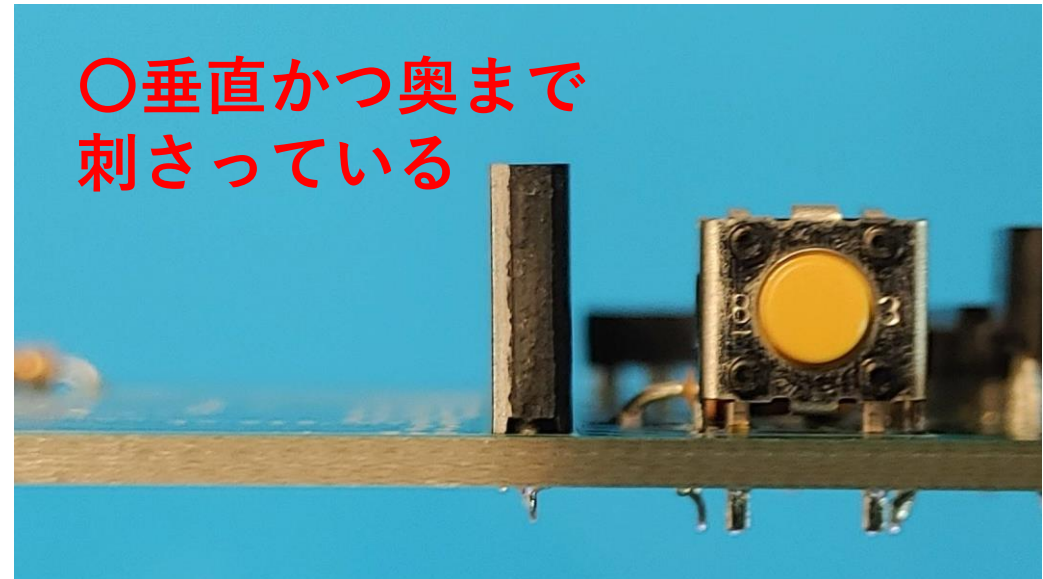


斜めにならないよう注意

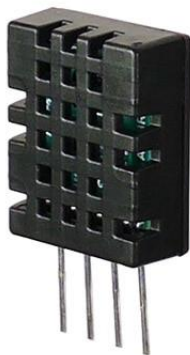
×傾いている



○垂直かつ奥まで
刺さっている



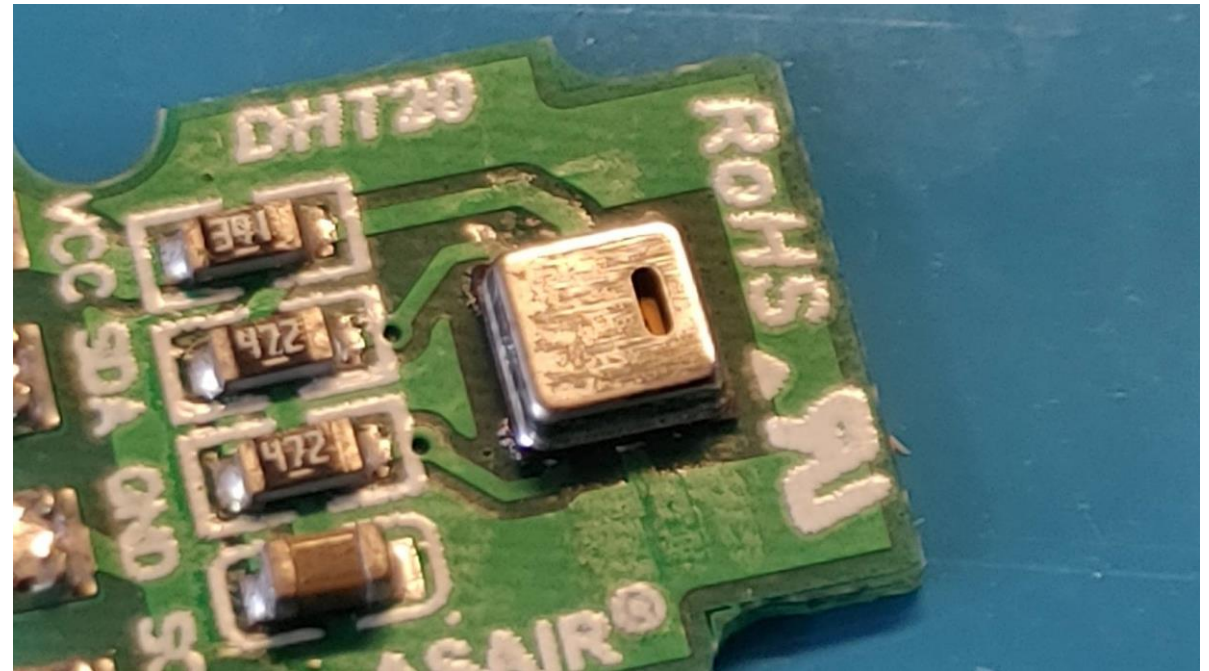
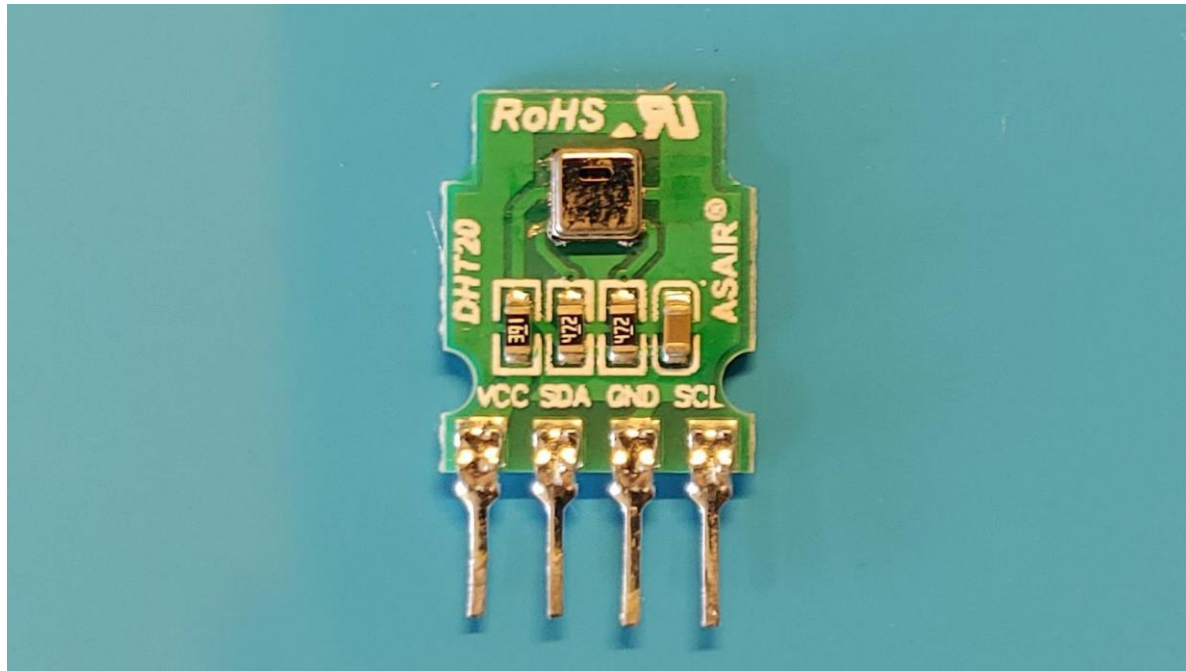
温度センサと湿度センサが内蔵されており、
シリアル通信で値を取得可能



簡単に扱えて精度もいい
ライブラリがある

A-D変換器が内蔵されているので、
低コスト・省スペース

温湿度センサと周辺部品が内蔵されている



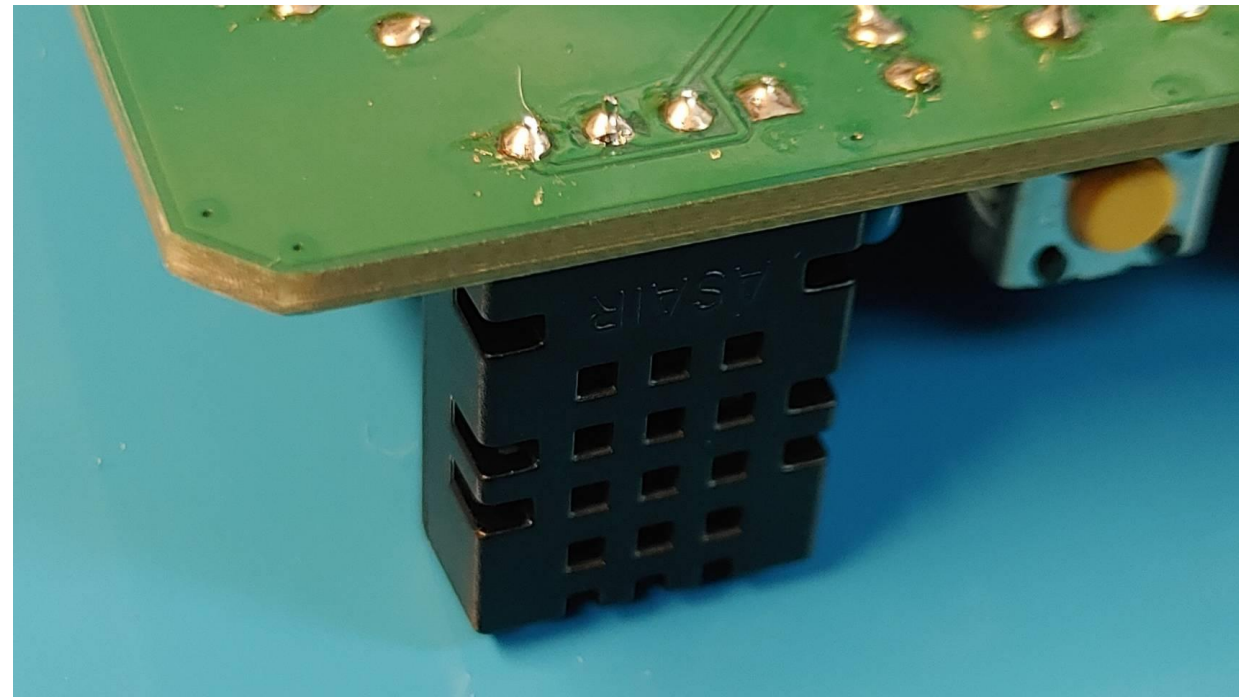
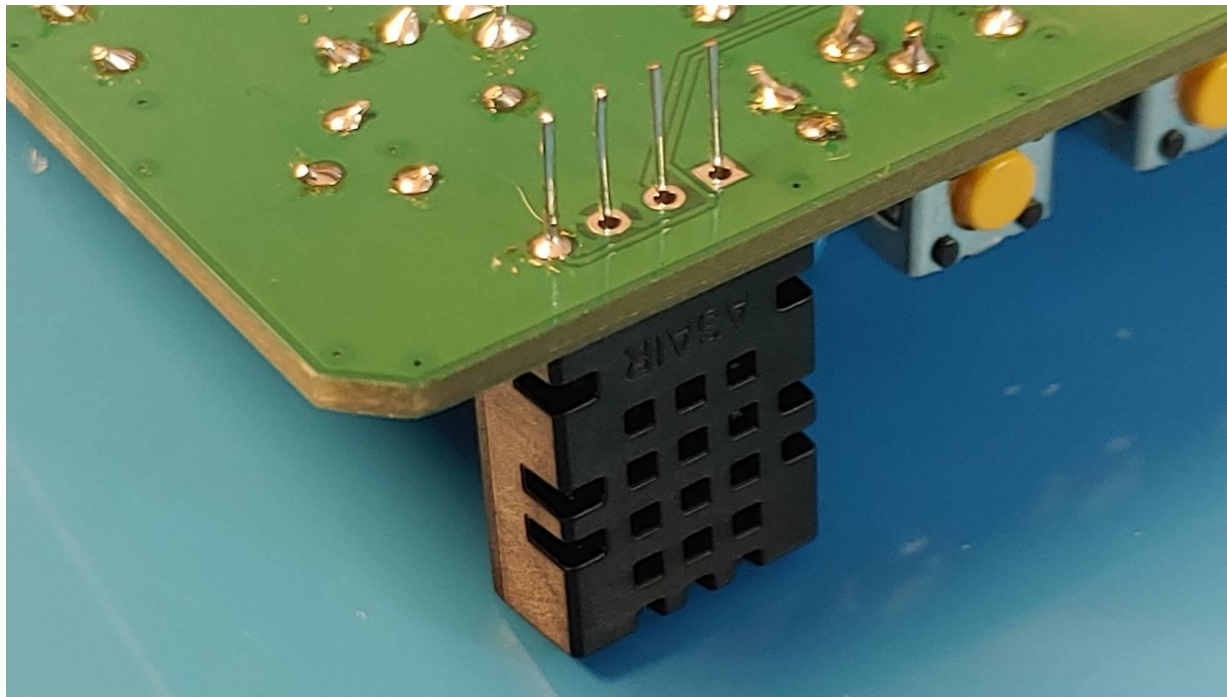
電子部品の中には、静電気で故障するものがある
そういった部品を保管する場合は、袋の摩擦で静電気が発生しないよう、
帯電防止加工が施された袋を使う



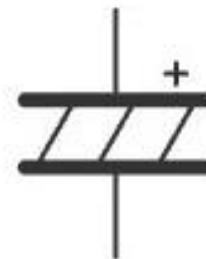
ピンクや青に着色されていることがある

外側のピンを一か所はんだ付けし、
そのはんだを溶かしながら傾きなどを修正する

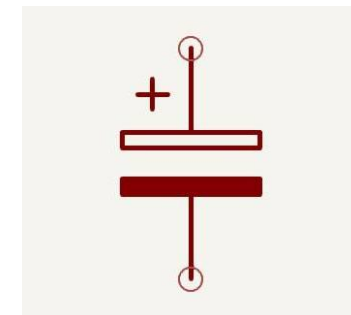
極性あり



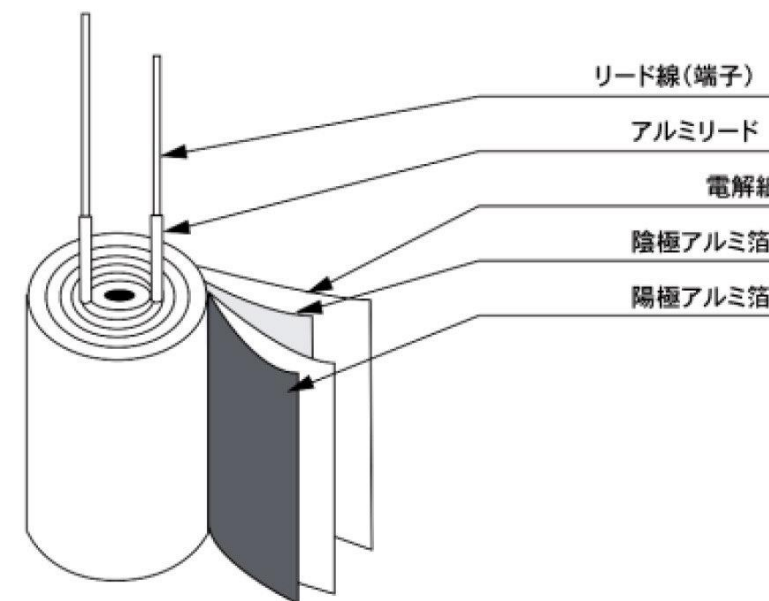
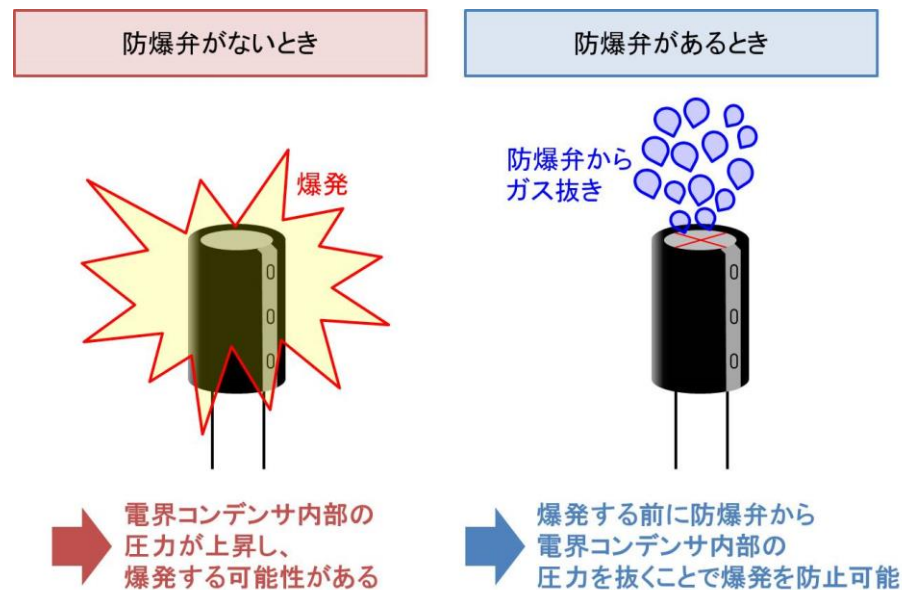
アルミ電極の間に電解液をしみこませた電解紙を挟んでロール状に巻いた構造
過電圧や逆充電により発熱し、内圧が高まることで破裂しないよう、弁が設けられている（防爆弁）

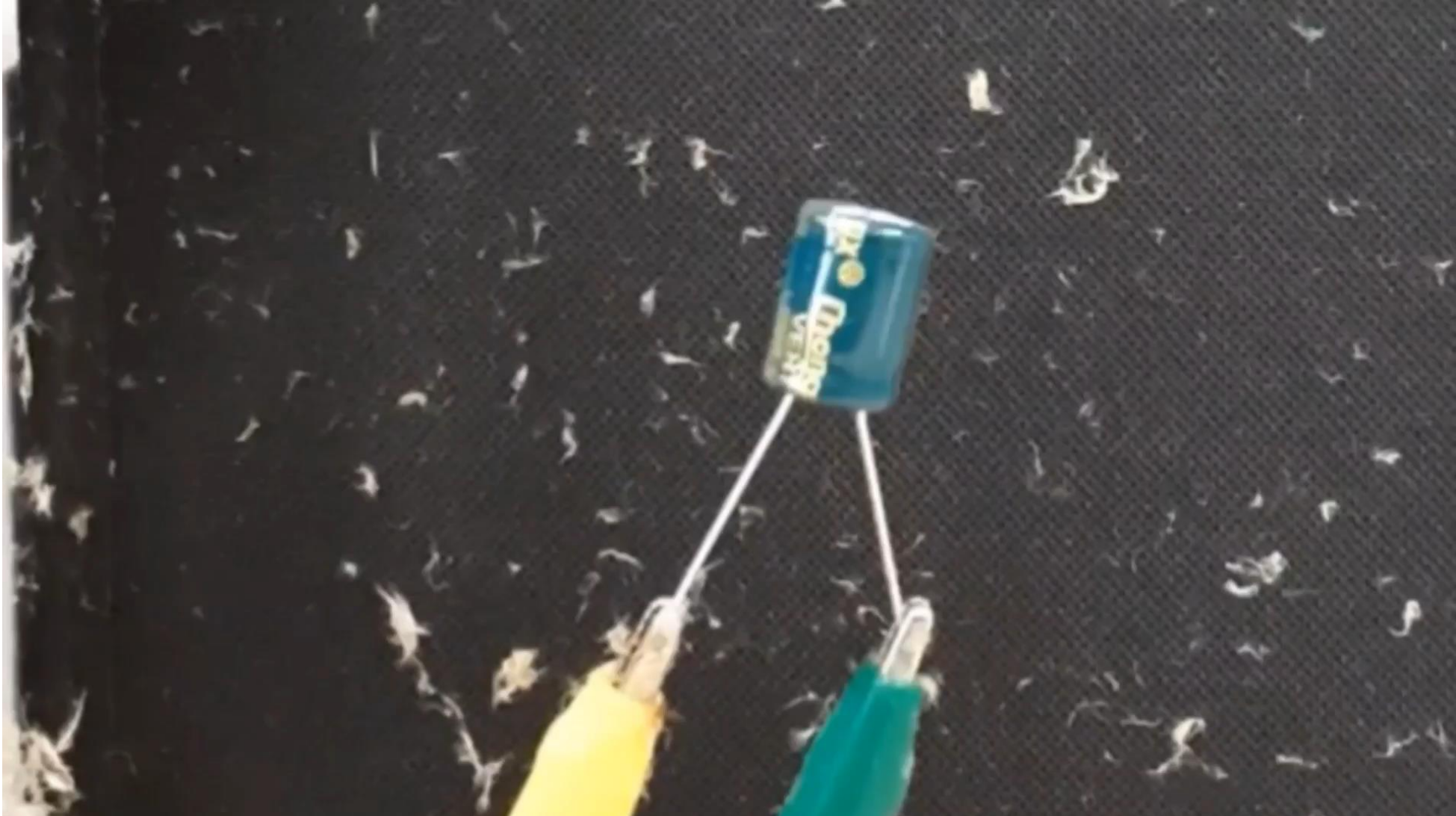


旧JIS回路図記号



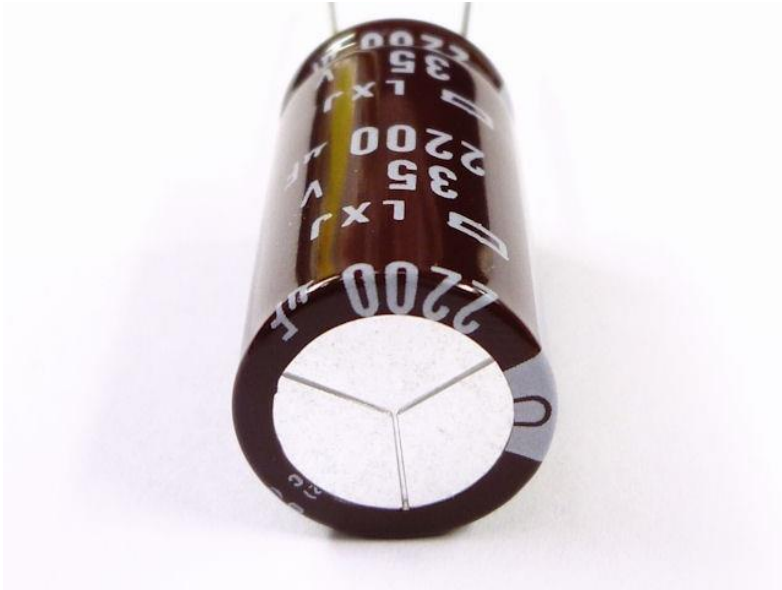
新JIS回路図記号





[YouTube 【学生必見】 中国製vs日本製、合計147個のアルミ電解コンデンサを破裂させてみよう](#)

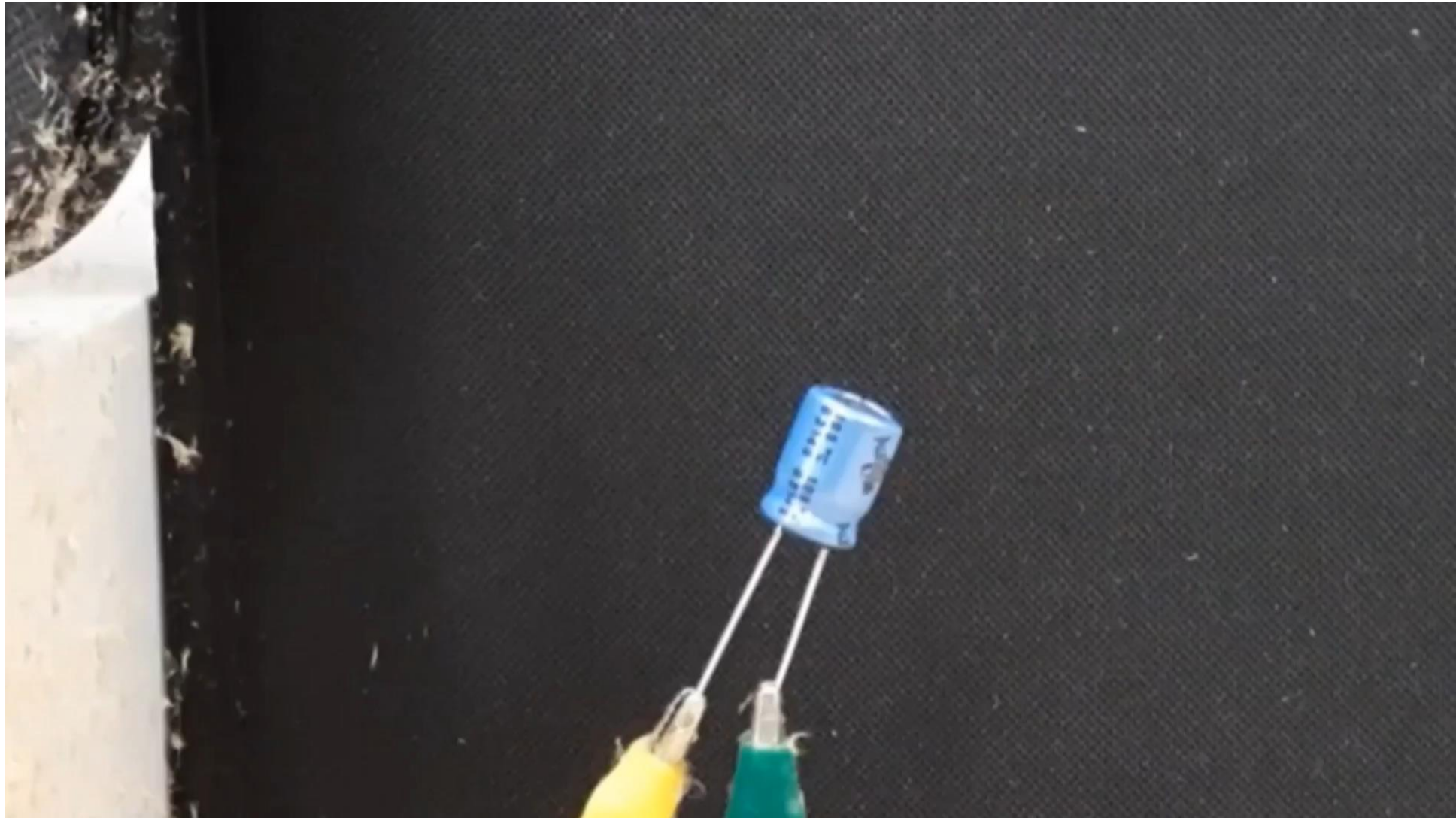
圧力が上がると、切れ目に沿って裂け、電解液のガスを放出する



↑防爆弁



防爆弁が作動した様子
ふくらんで裂けている



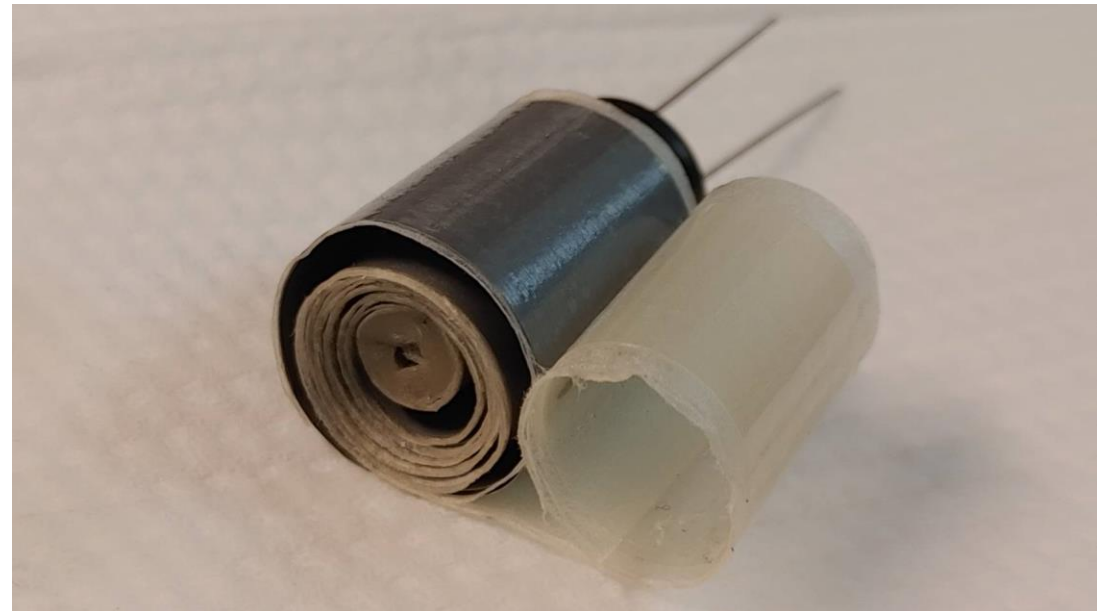
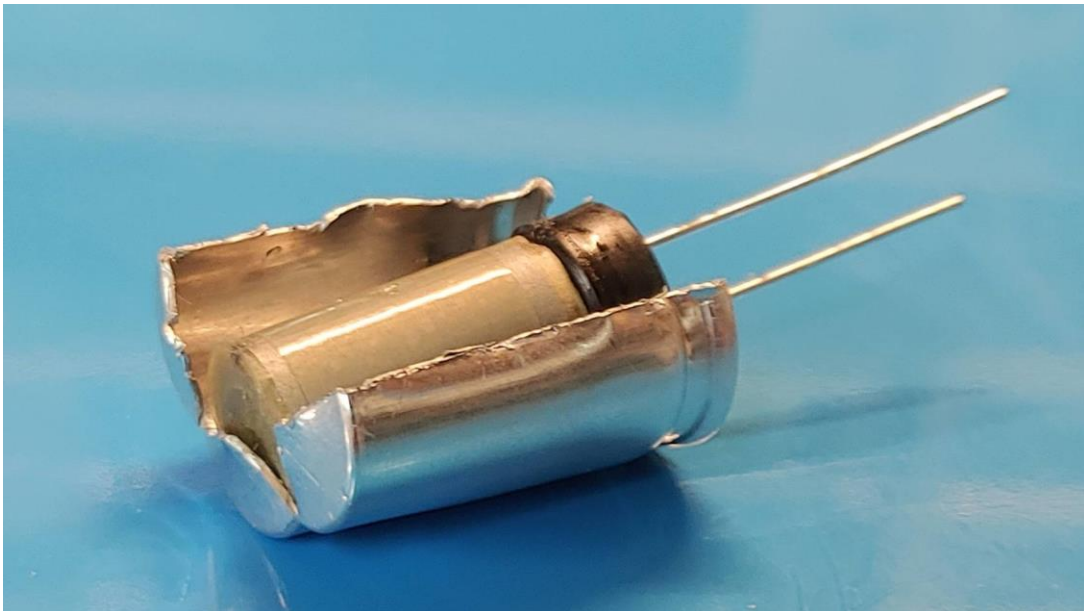
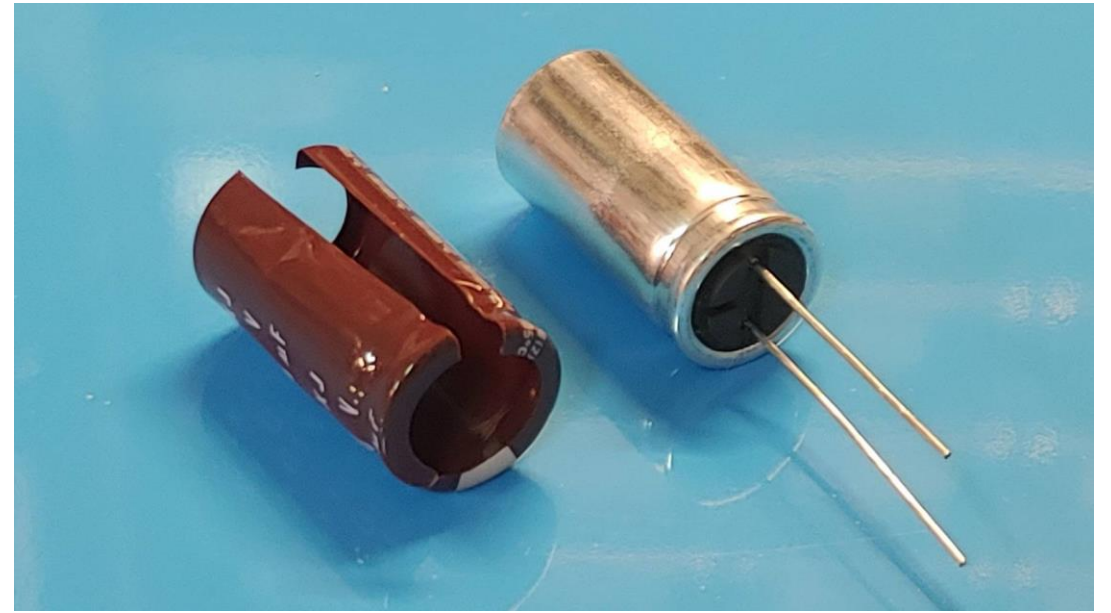
[YouTube 【学生必見】中国製vs日本製、合計147個のアルミ電解コンデンサを破裂させてみよう](#)

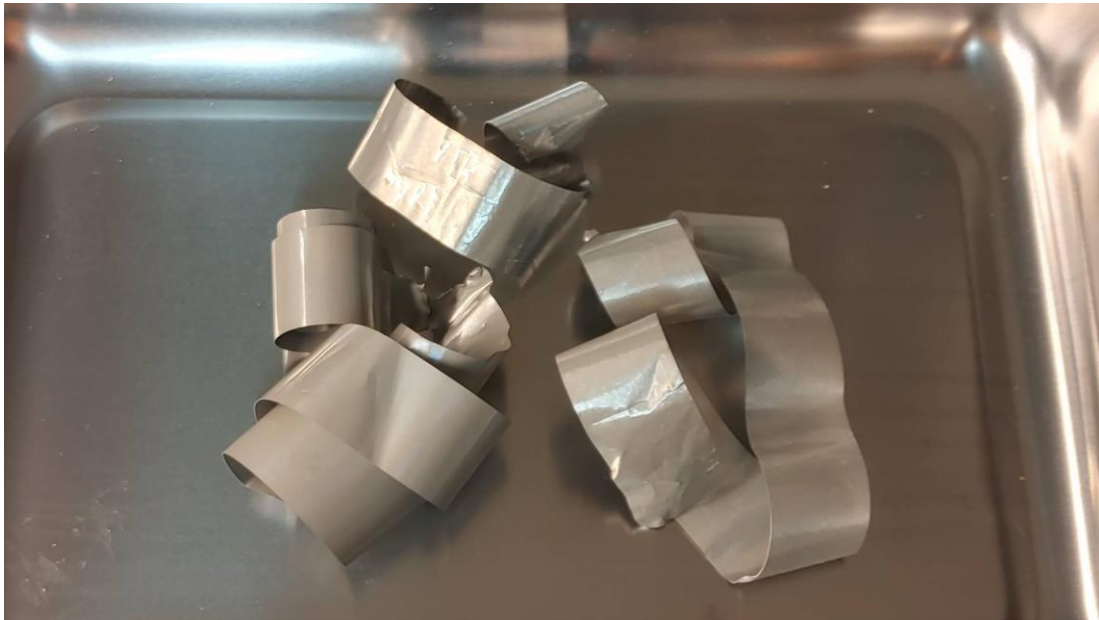
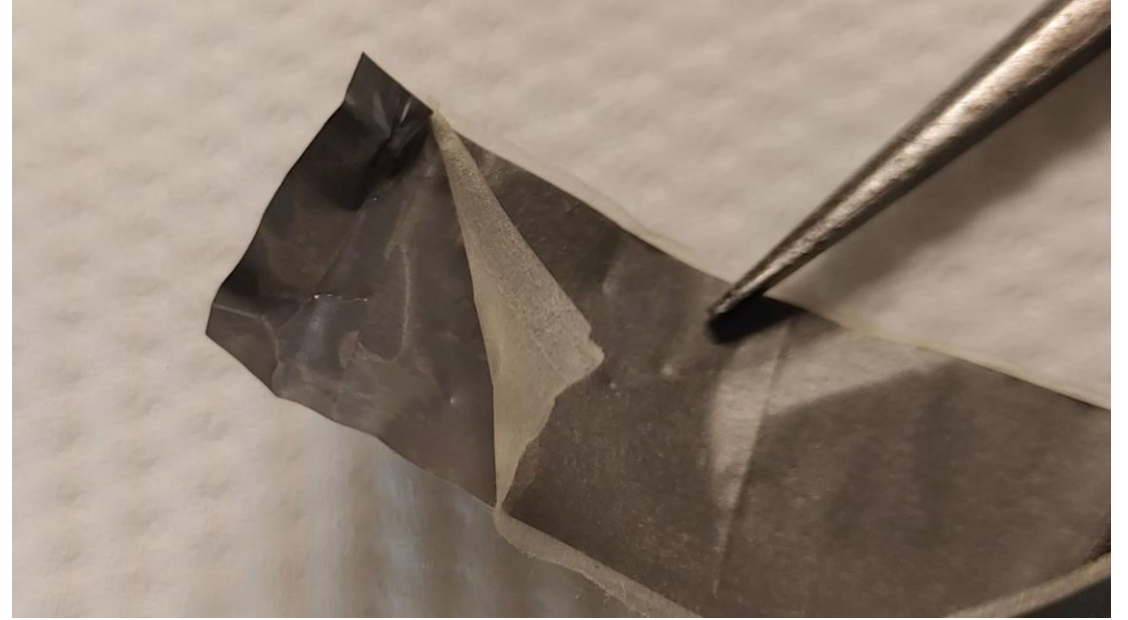
電解液の減少(ドライアップ)

電解液は液体であり、空気中においておくと蒸発していく
電解コンデンサは密閉構造であるが、わずかに漏れ出しており、
10年や20年経つと電解液の量が減少している ÷ 静電容量が減少している
温度が高いほど電解液の減少が加速する

液漏れ

封止ゴムの劣化などにより電解液が漏れ出すことがある
電解液は金属を腐食するため、基板のパターンを切ってしまう
2001年ごろ、台湾で製造された電解コンデンサの電解液に
技術的欠陥があったことで液漏れが多発した

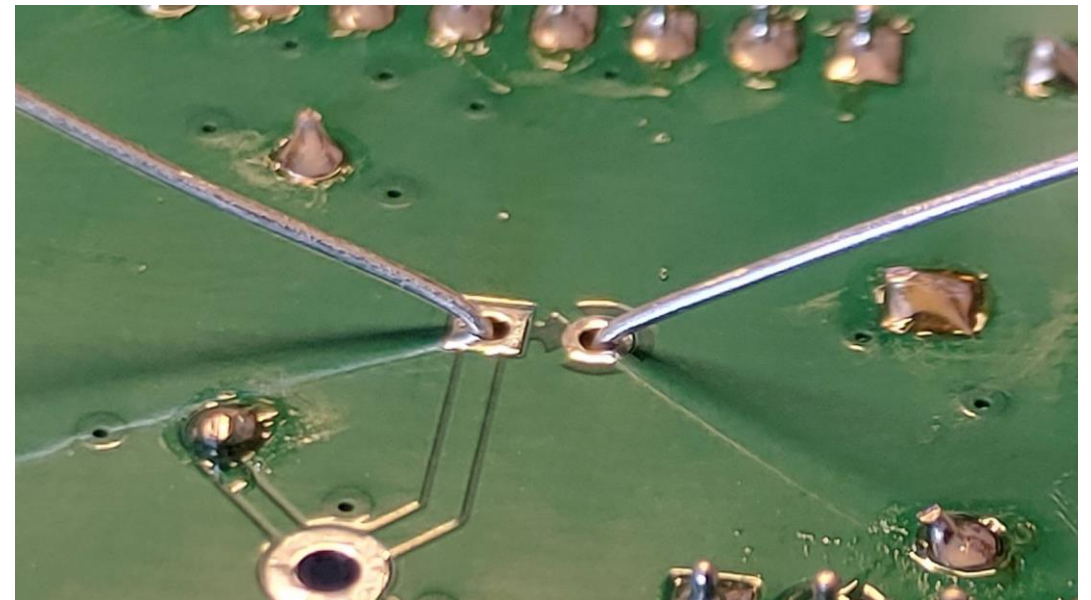
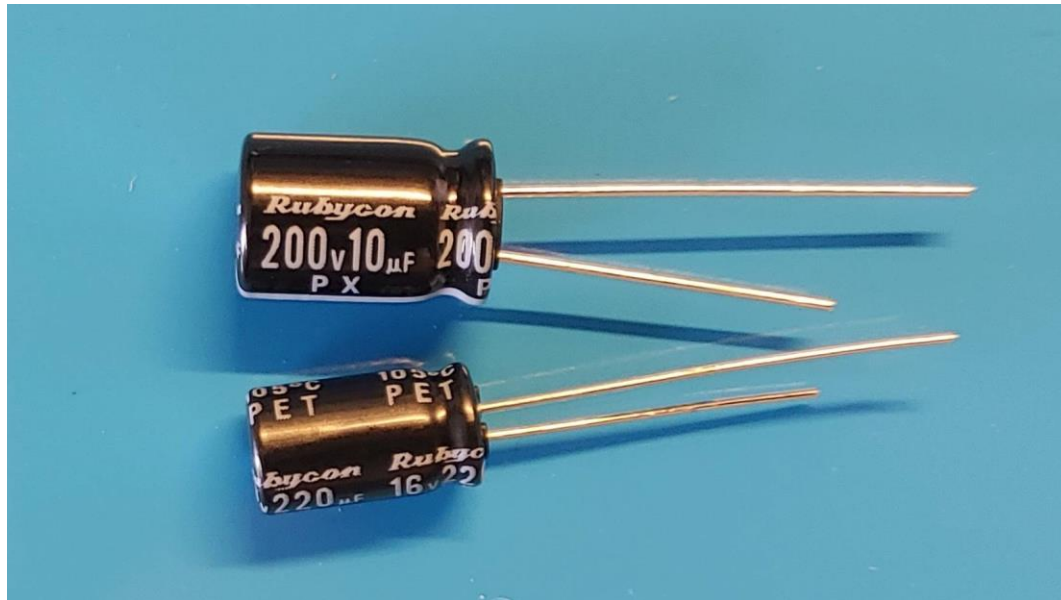


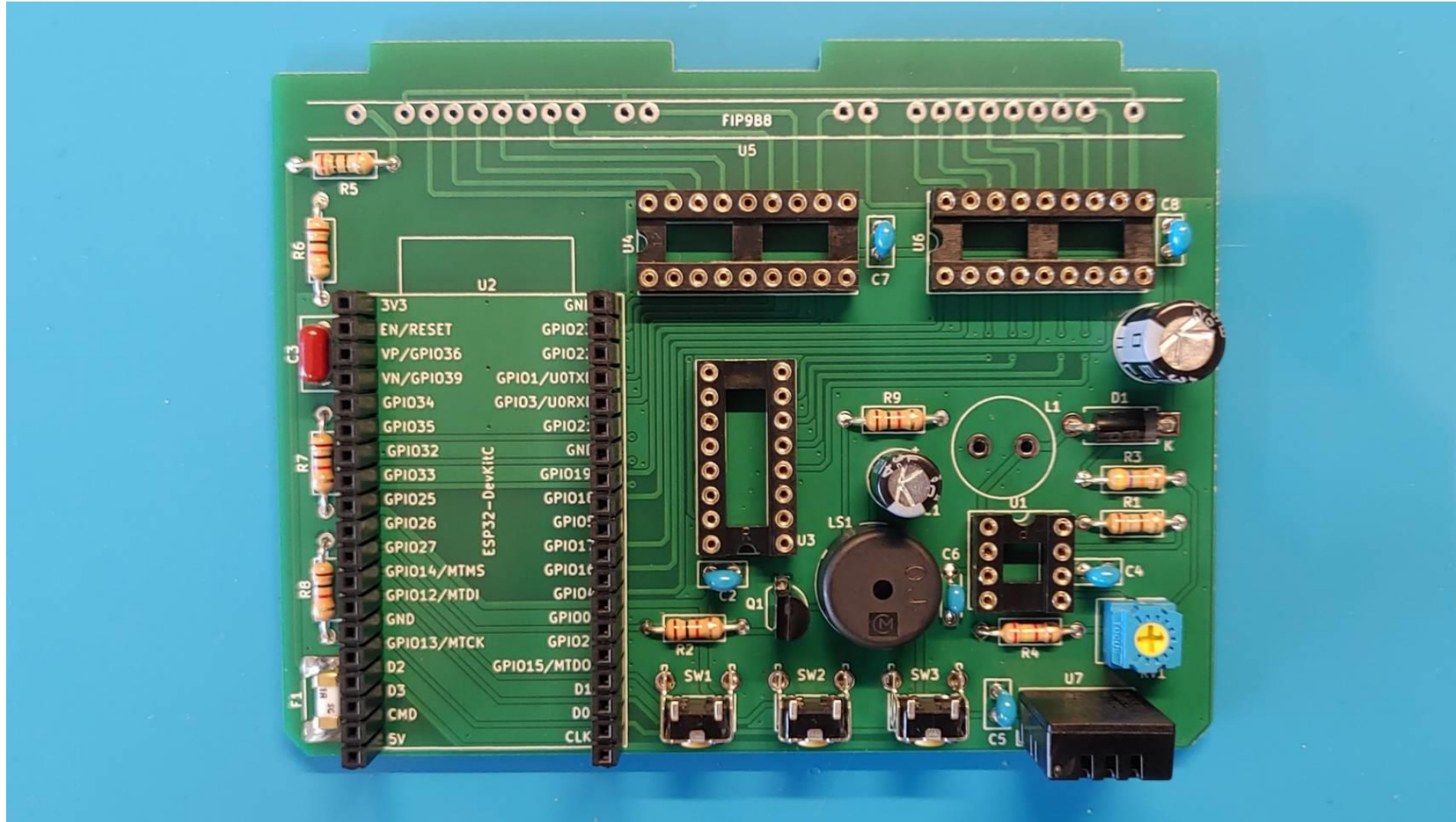


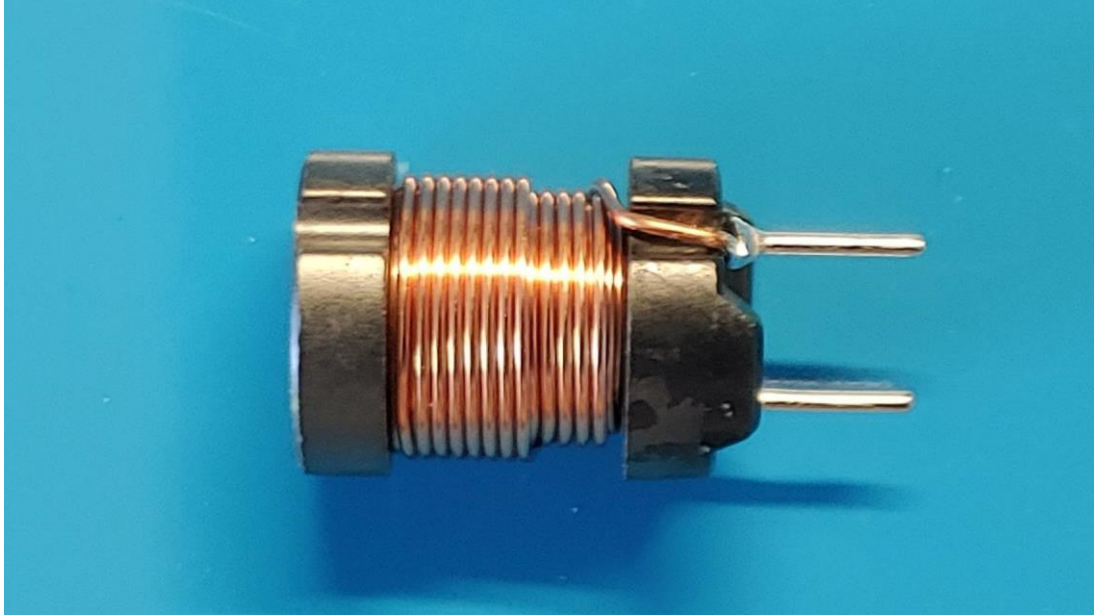
極性あり

足の長い方が+
足の長い方を基板の+側に取り付ける

C1	16V 220 μ F 電解コンデンサ	
C9	100・200V 10 μ F 電解コンデンサ	

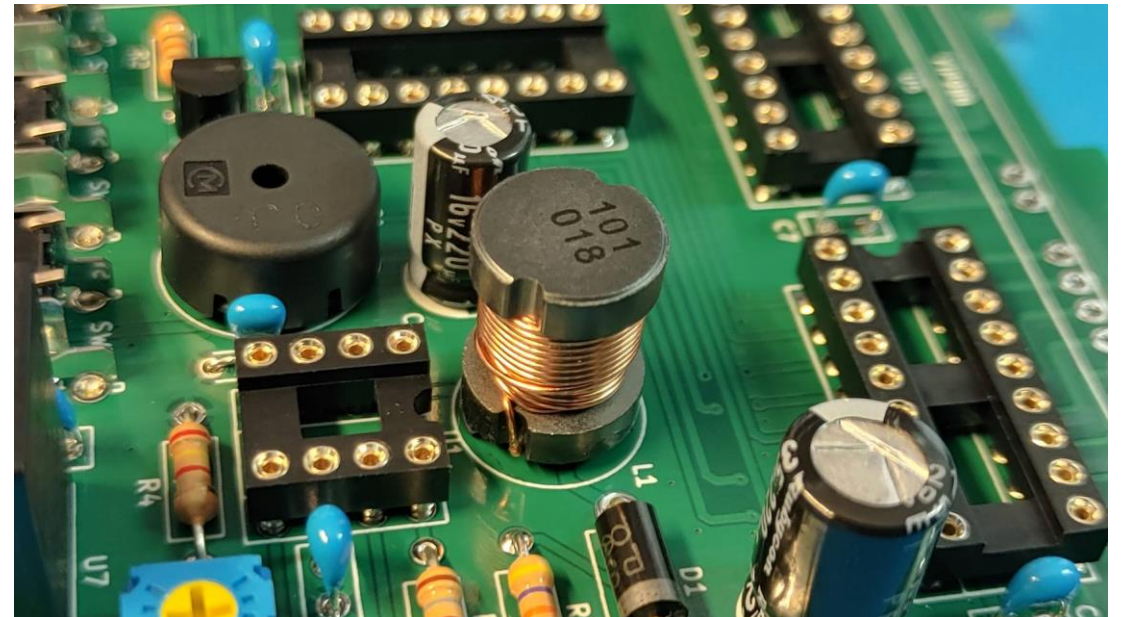
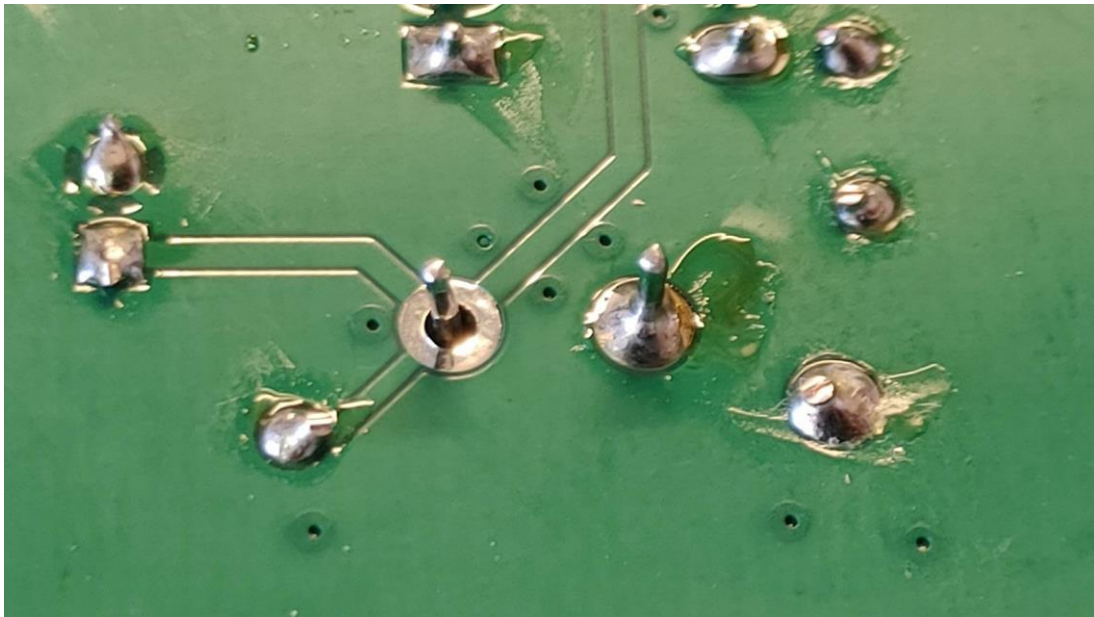


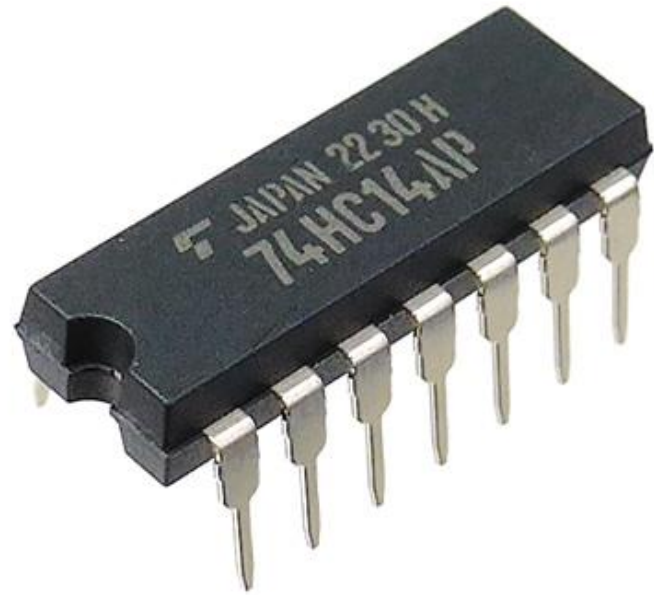




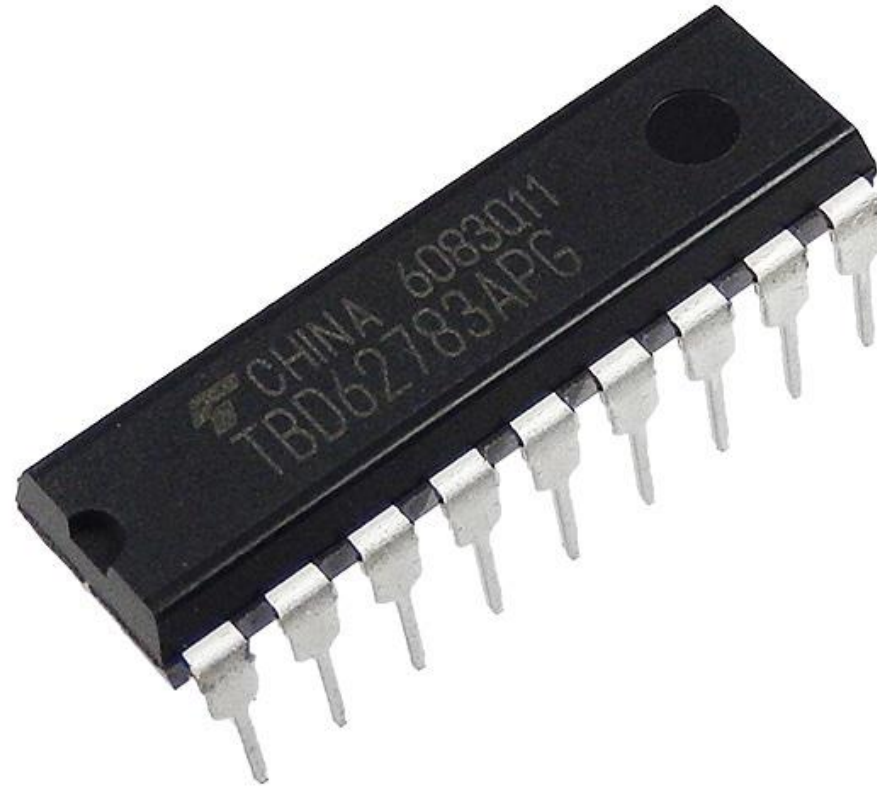
極性なし

片方のピンを先にはんだ付けし、
そのはんだを溶かしながら
傾きなどを調整する



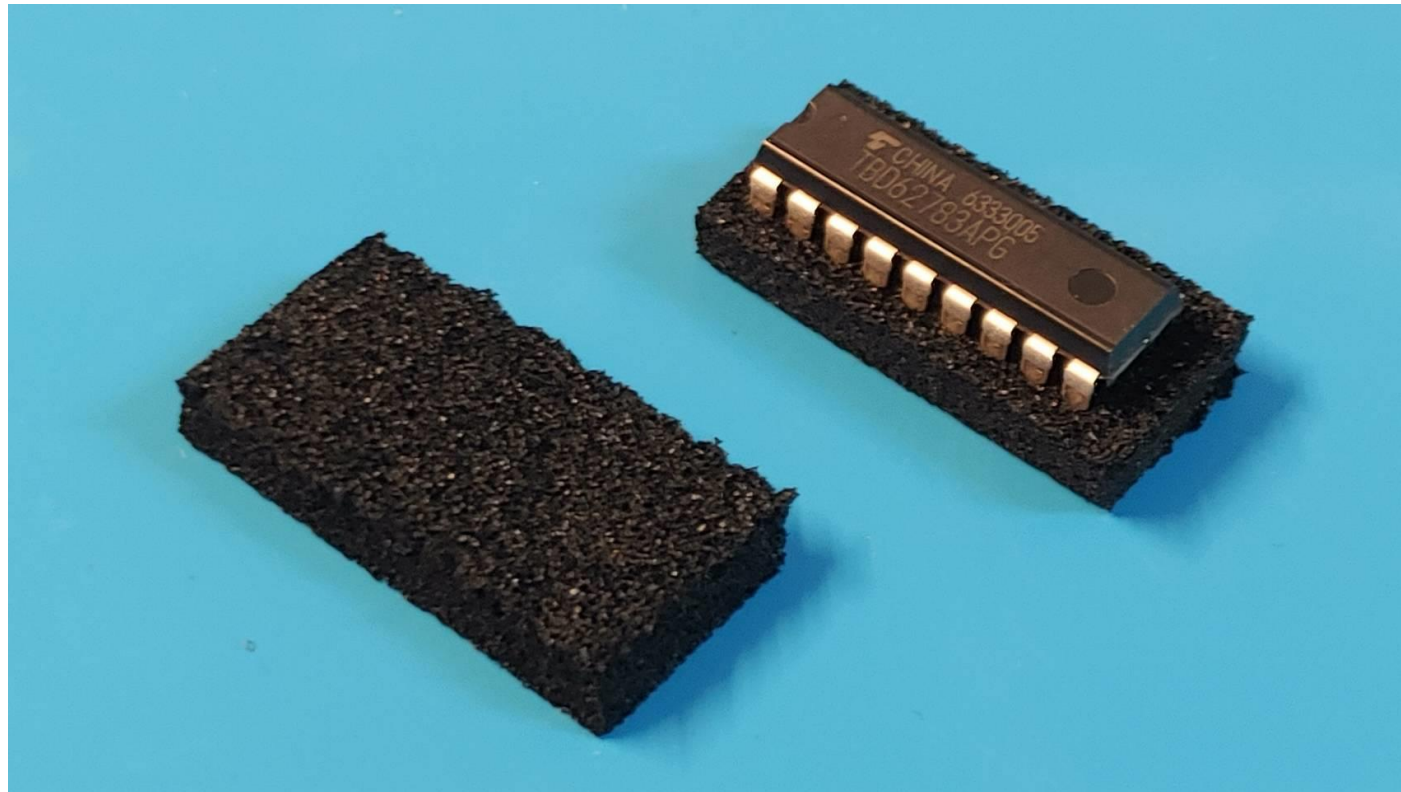


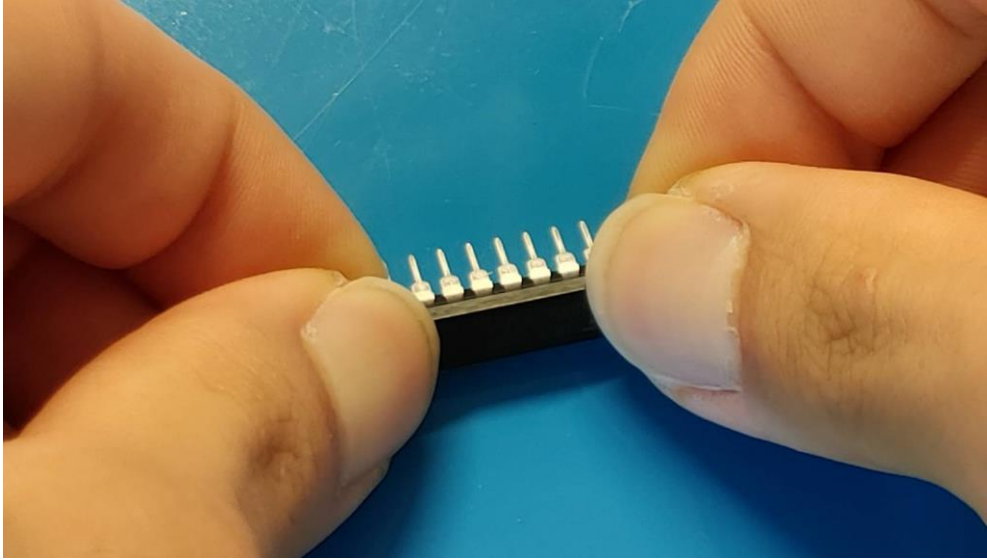
ロジックICの部屋



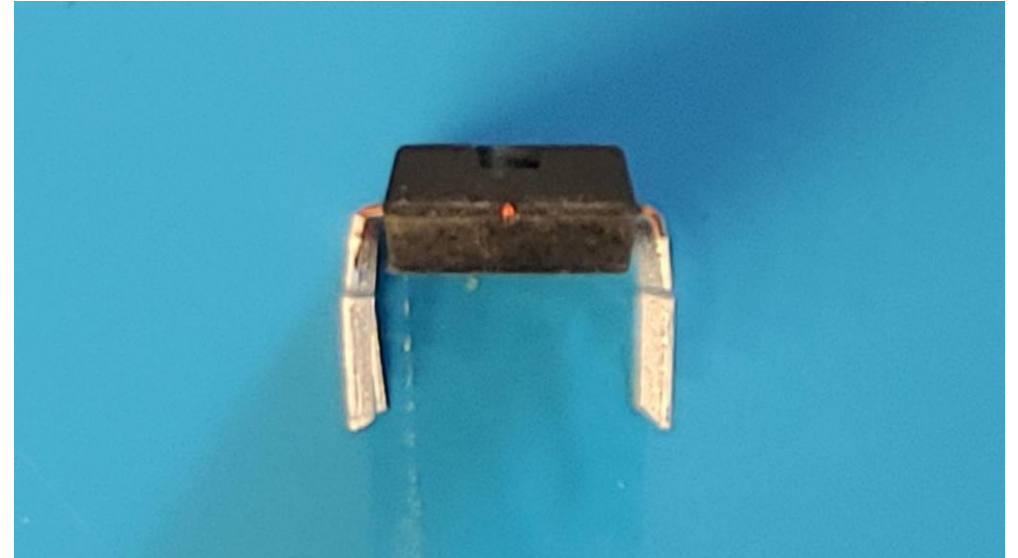
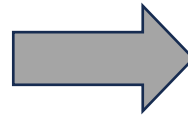
複数のトランジスタが一つのパッケージにまとめられている
⇒省スペース、低コスト

導電性のスポンジ
帯電防止やピン曲がり防止の役割がある

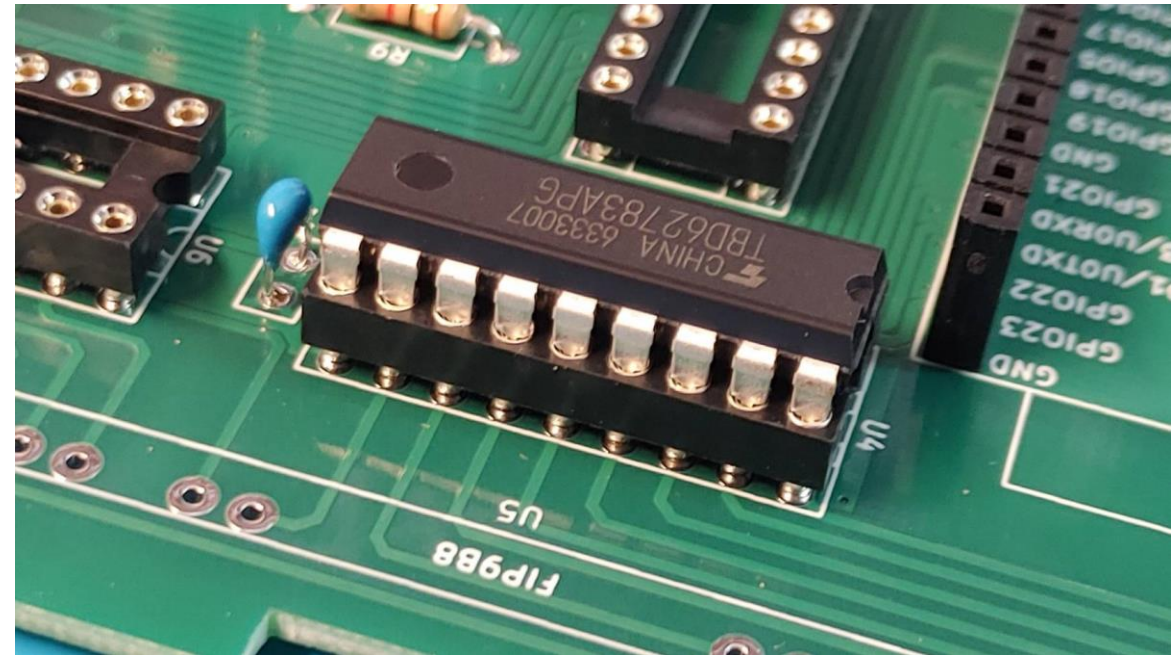
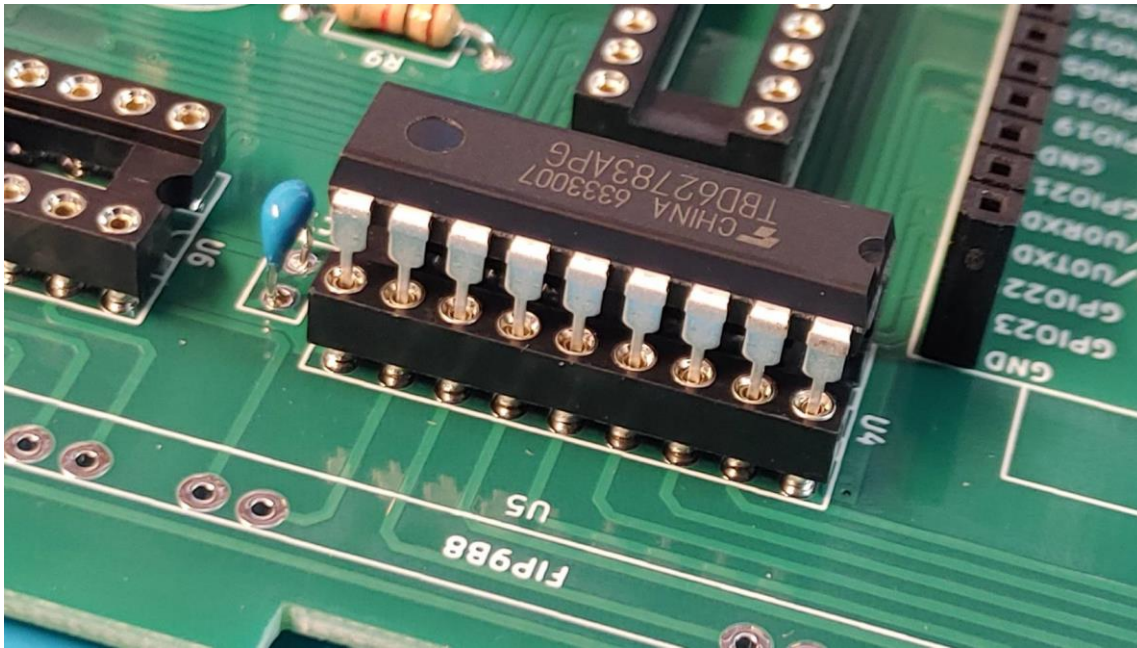




ICは足が開いているので、両端を指で持ち、机に押し当ててまっすぐにする必要がある



窪みを合わせて、全てのピンがソケットに入っていることを確認して押し込む



ESP32



M5シリーズの例：M5stickC

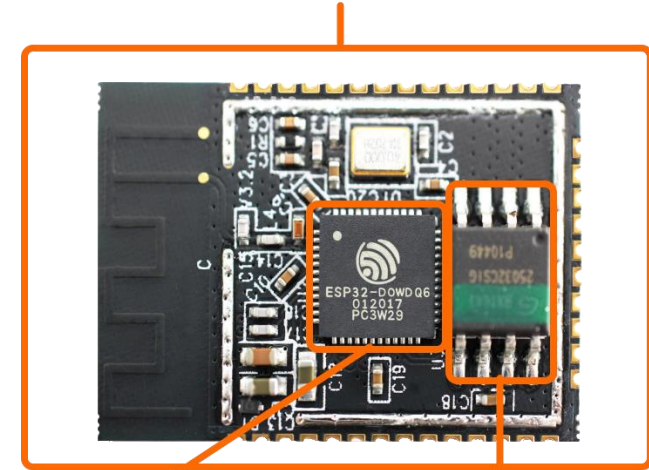


- 2016年にEspressif Systems社から発売されたマイコン
- Arduino IDEで開発可能
- M5シリーズの中に入っている

ESP32



ESP-WROOM-32



ESP32

Flash
Memory
(SPI)

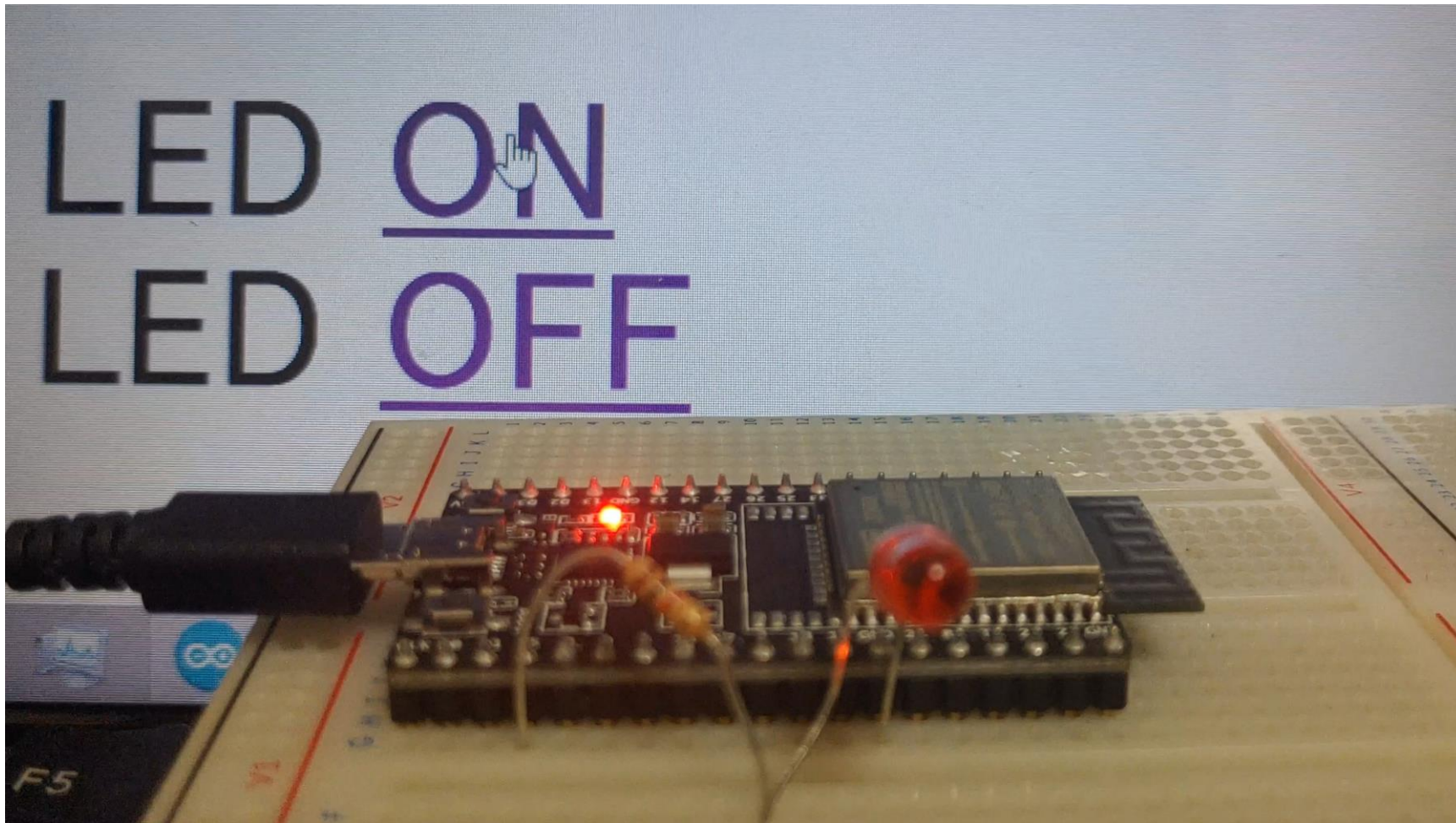
- 2016年にEspressif Systems社から発売
- アンテナ付きで、Wi-FiとBluetoothが使える
- Arduino IDEで開発可能
- アンテナ付きとしては破格の360円で買える（秋月価格）



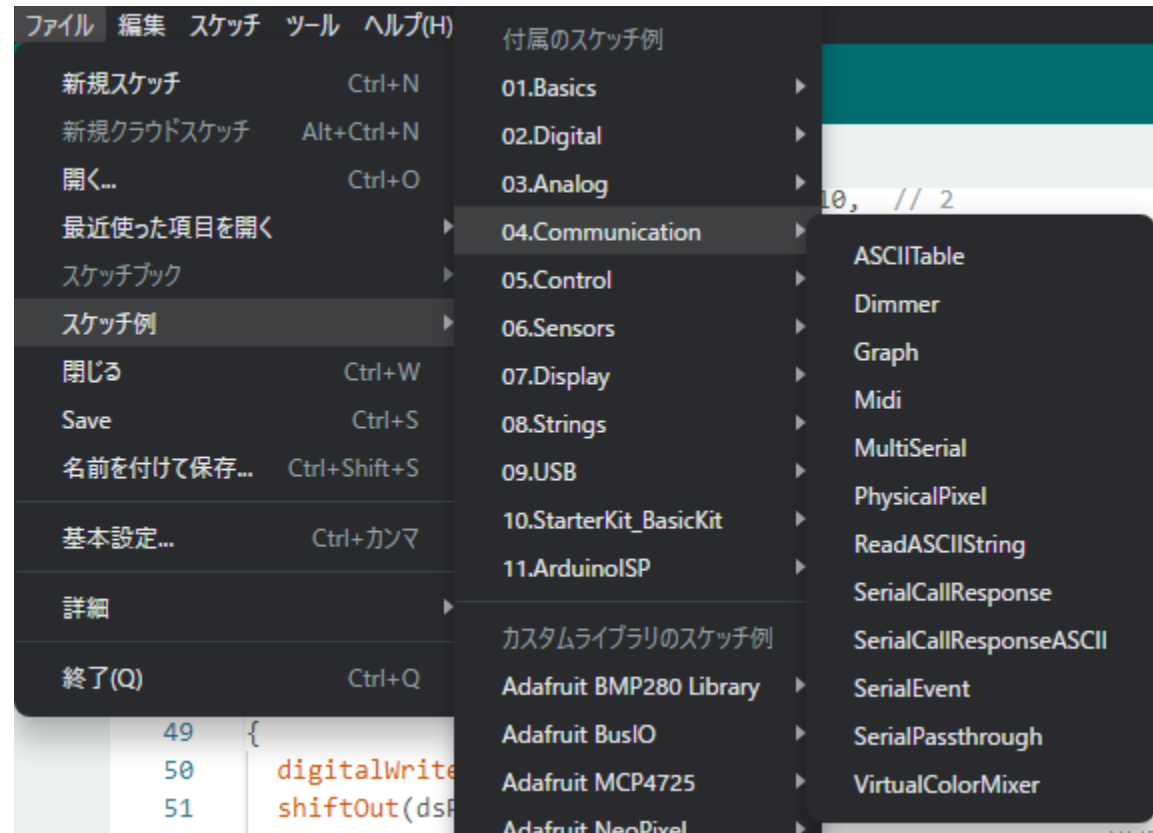
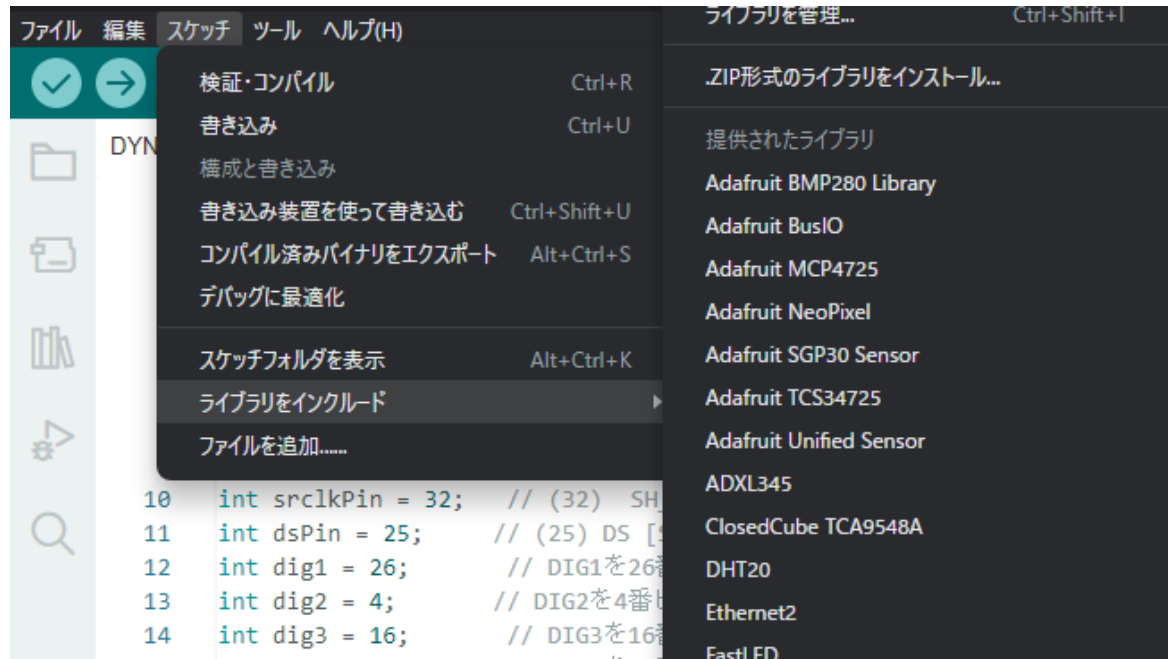
ESP32モジュールを使うには、電源を用意したりUSB端子を設ける必要がある

そこで、電源回路やUSB端子がついている、ESP32開発ボードを使う

WebページからWi-Fi経由でLEDをON/OFFする様子

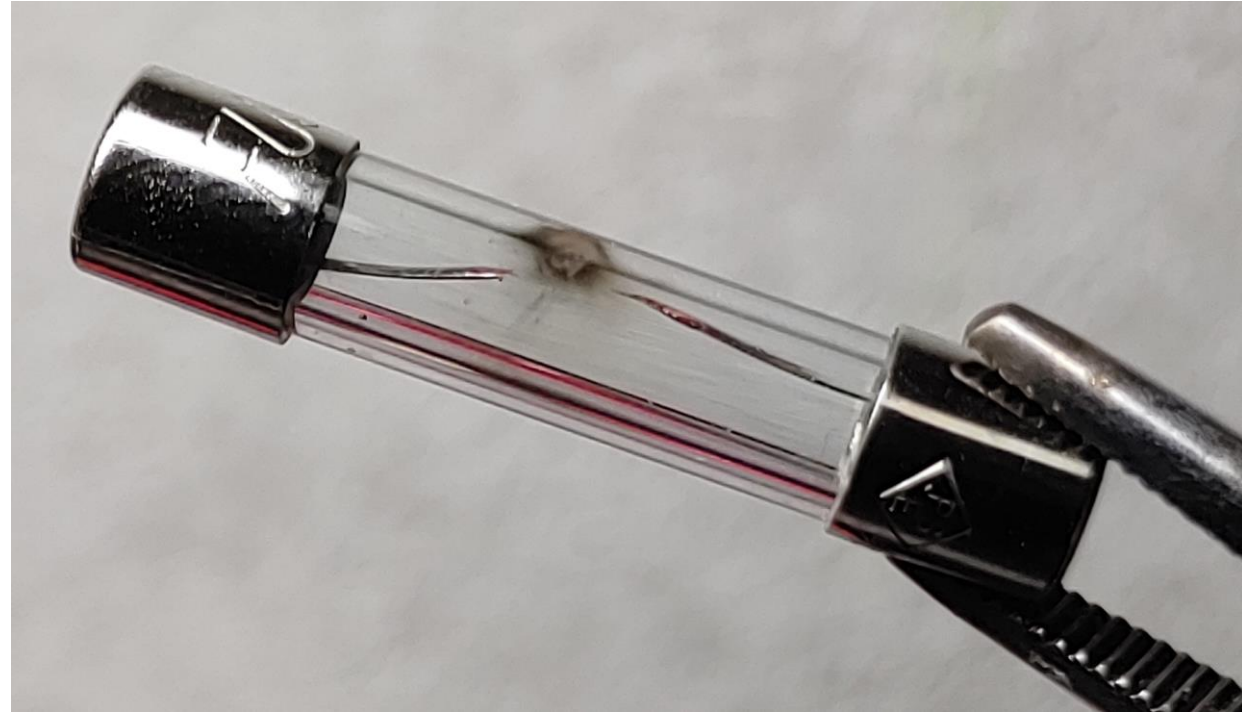
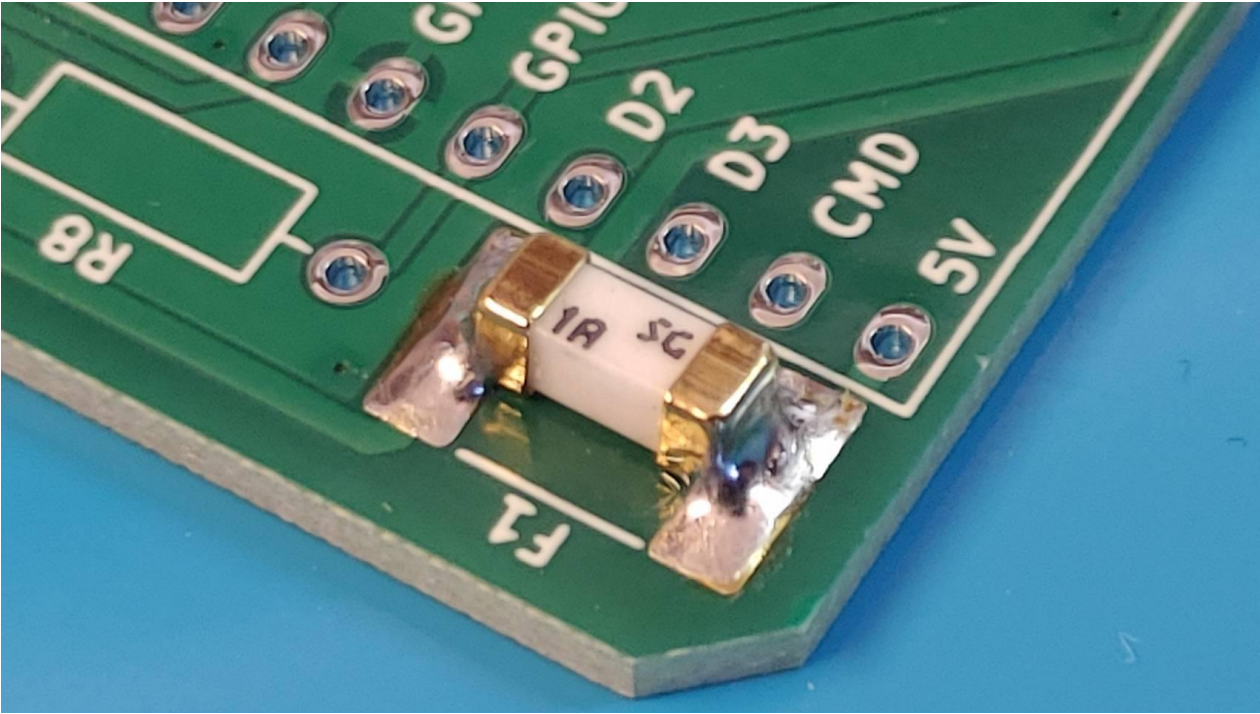


ライブラリ：あるモジュールを使うために必要な処理をしてくれるコード
サンプルスケッチ：コピペすれば動くコード





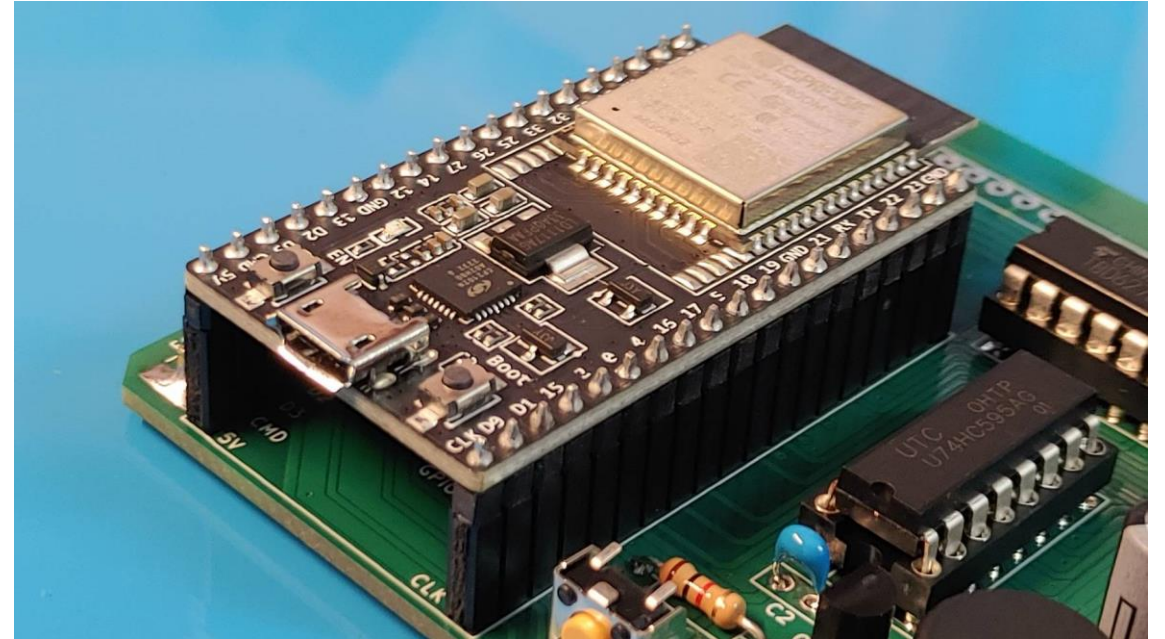
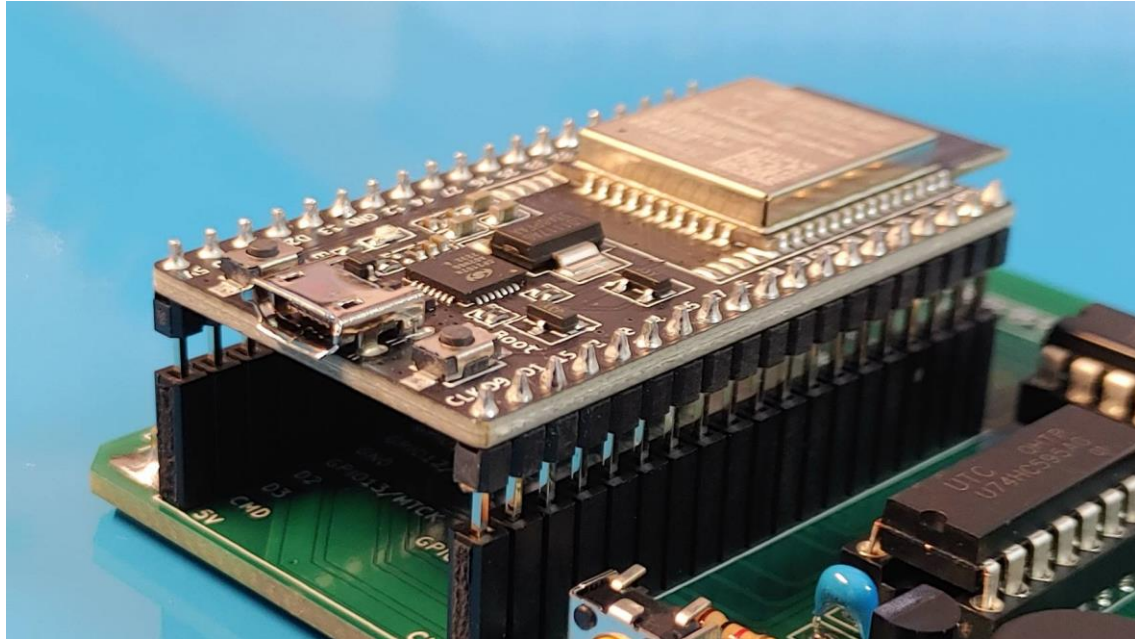
ESP32に関する本を部室本棚に置いています
部室内であれば誰でも読んでいただいて構いません

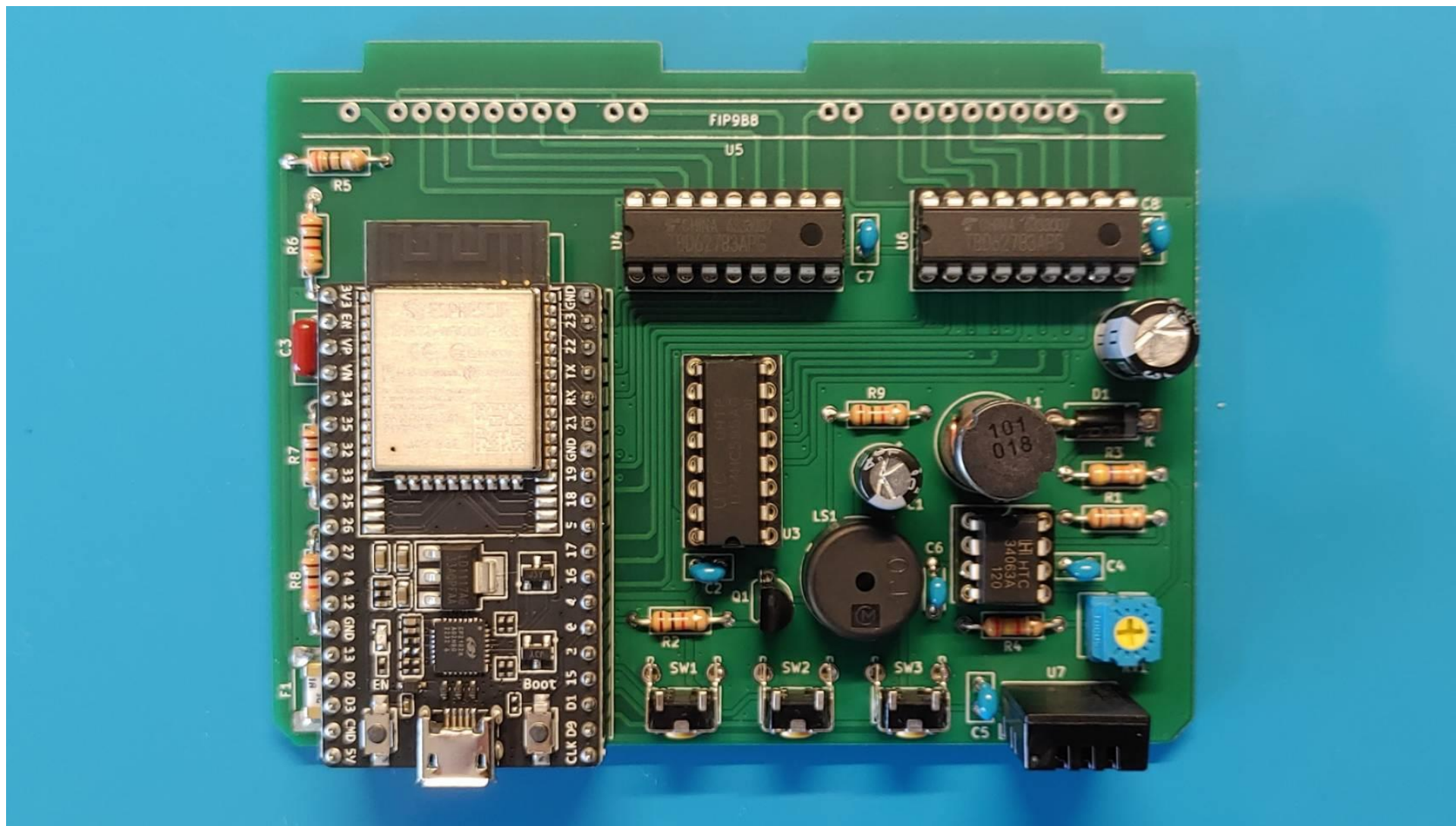


過電流が流れた際、溶けて切れることで電流を遮断する働きがある

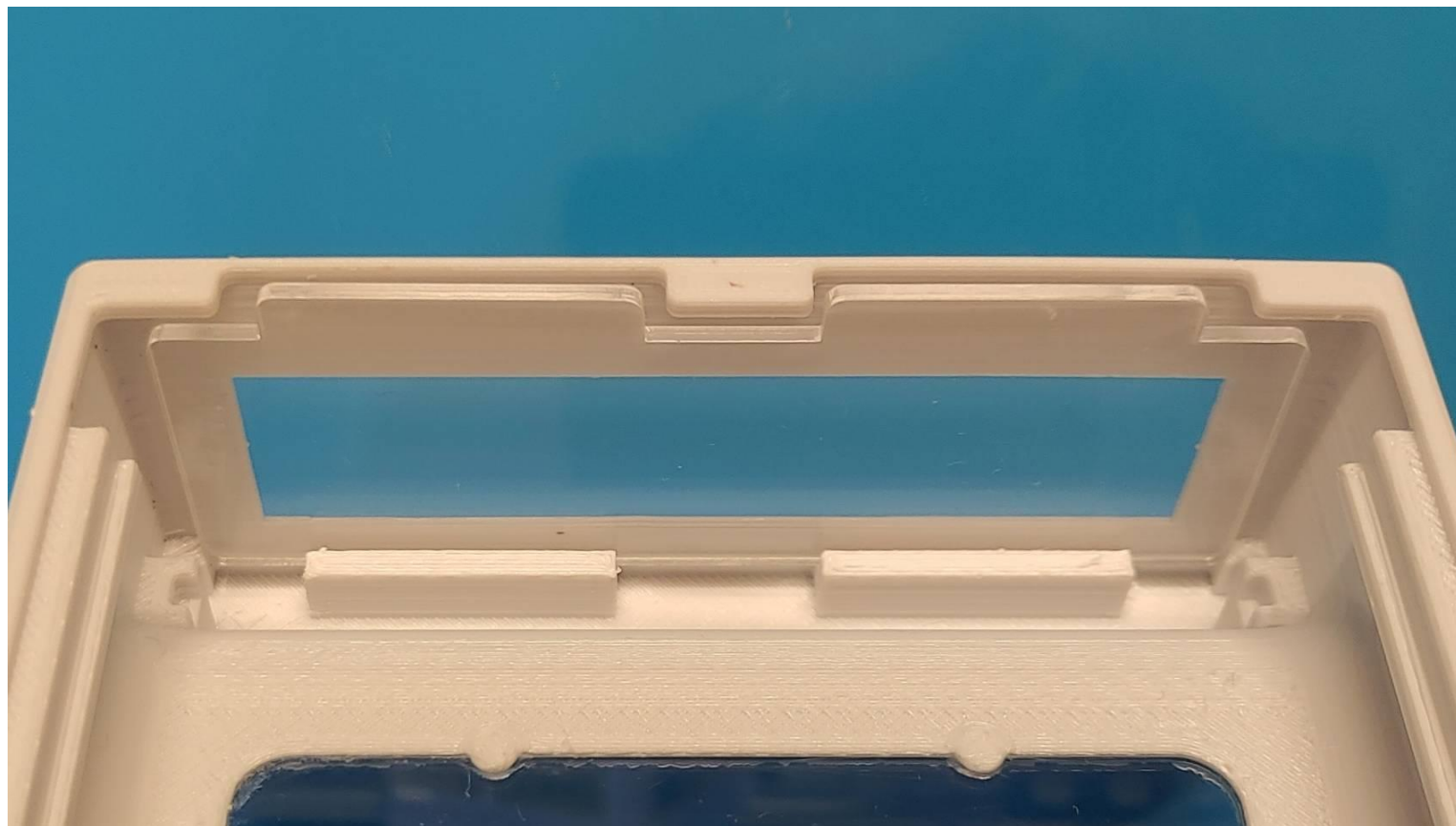
リセットブルヒューズという、冷えたら復活するヒューズがある

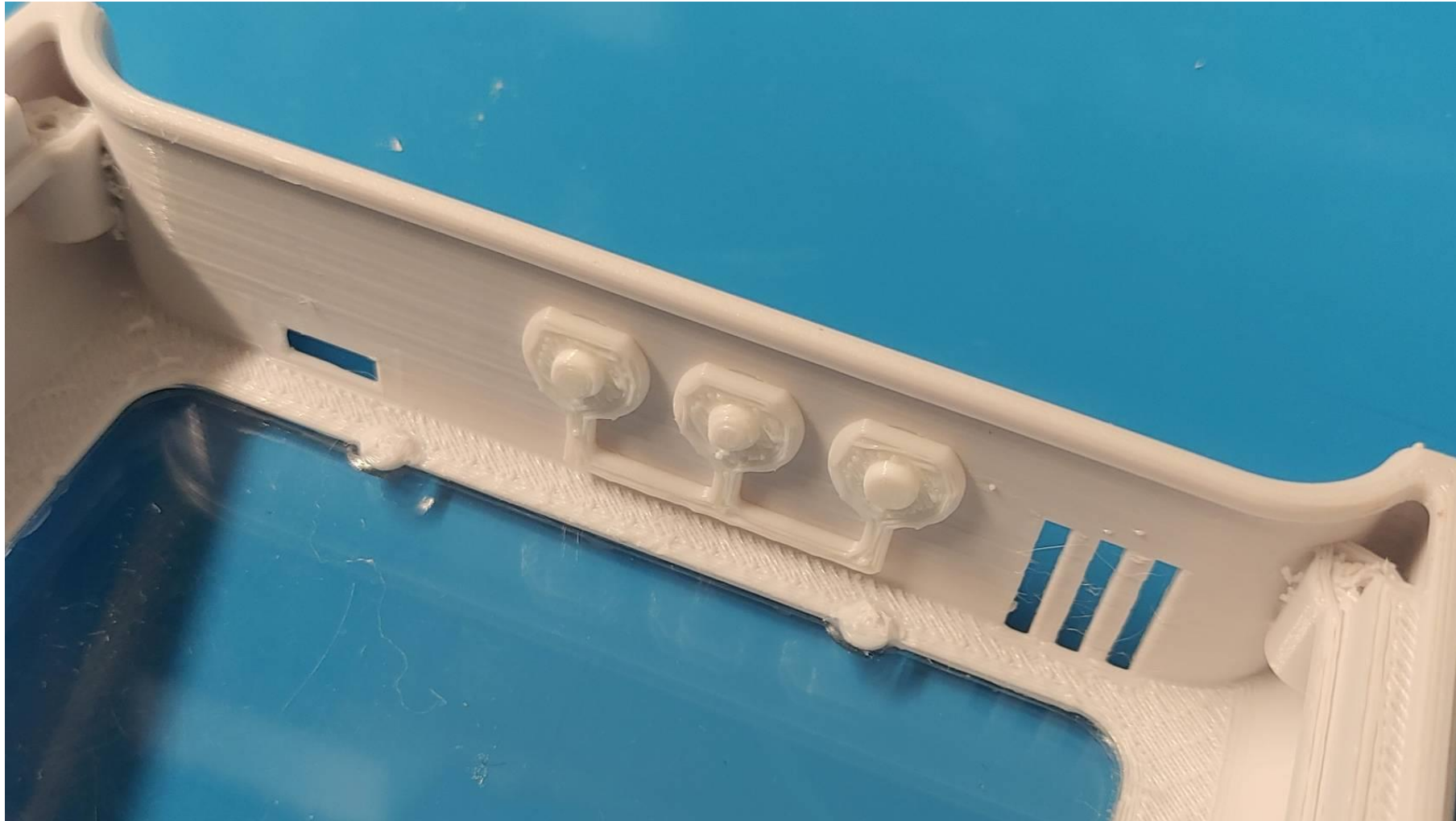
USBコネクタが基板外側を向くようにして、
左右少しずつ押し込む



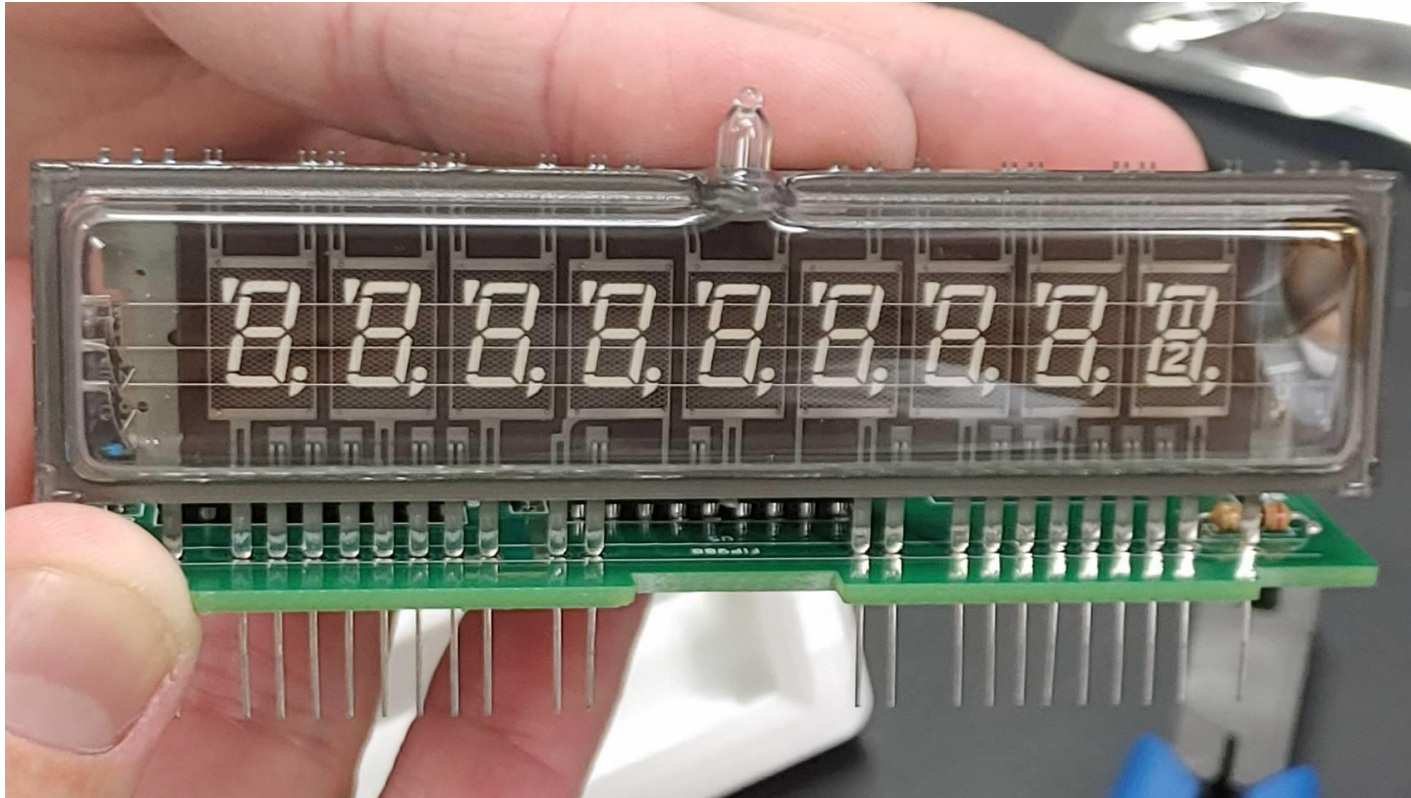


アクリル板の保護シートをはがし、
2枚のアクリル板をそれぞれ
ウェットティッシュとティッシュできれいにする



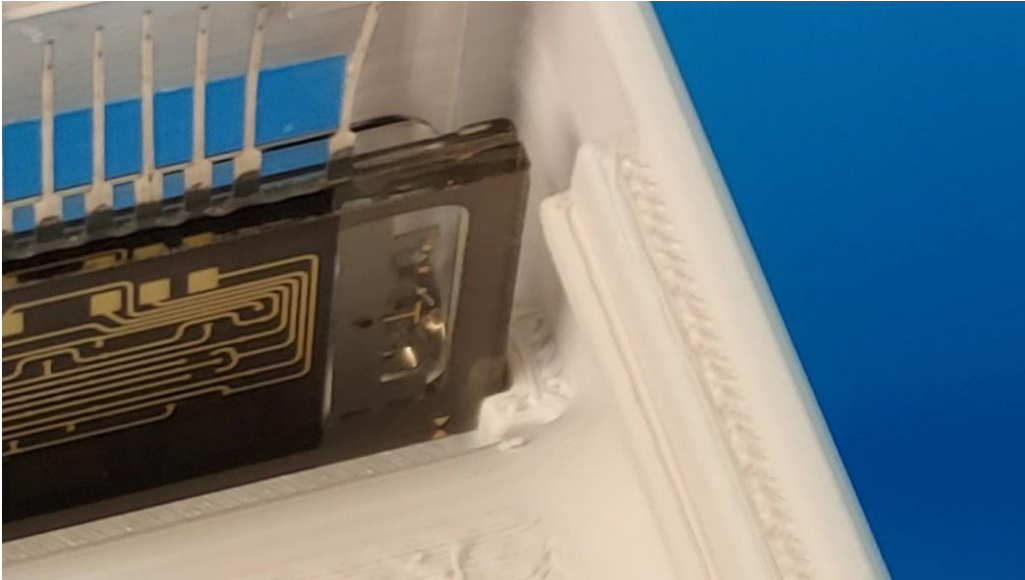


VFDの足を基板に入れる



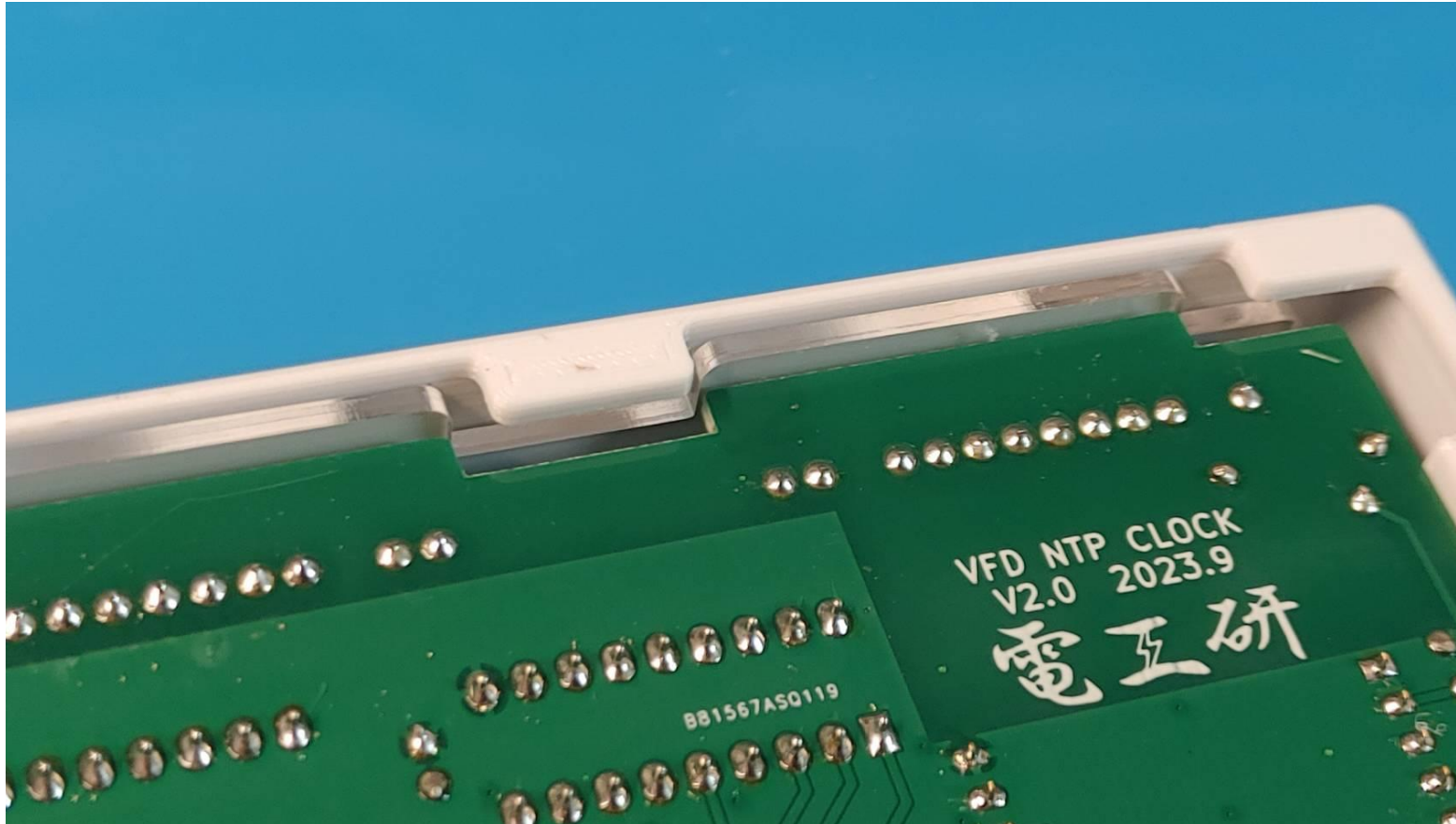
基板に足を刺したまま、VFDの左右の角が筐体の凹にはまるように入れる

VFDが水平に奥まで刺さっているか確認する



はんだごてで筐体を溶かさないよう注意

切ったリードが内部に入らないよう注意





裏ぶたをはめ、二か所のねじを締める

なめやすいので注意

押す力 7 割 回す力 3 割



- ①USBケーブルでパソコンとVFD時計を接続
- ②Arduino IDEを立ち上げ、メインプログラムを開く
- ③シリアルポートとマイコンボードを選択する
- ④書き込む
- ⑤書き込み成功

[カホパーツセンター](#)

福岡にある個人・法人向け電子部品専門店はもうここくらいしかない、地下鉄天神駅から徒歩10分

[秋月電子通商](#)

定番の電子部品専門店
安くて取り扱い商品が多い

[マルツ](#)

秋月電子通商同様

[共立エレショップ](#)

ジャンク品あり 今回使用したVFDはここで購入した

[aitendo](#)

安価な中華キットが多い

[しなぶすのハード製作記](#)

[Quiita](#)(キータ)

[霧積工作室](#)

電子部品の本 電子部品についてイラスト付きでわかりやすく書かれている

電子工作超ガイド

本気で作るアブナイ回路の設計図

エクストリーム工作の教科書

本気の電子工作

特につくりたいものはないけど何かつくってみたい人・

作り方がわからないから真似して作ってみたいという人におすすめ

はんだ付け作業

正統派のはんだ付け

本講習会でも紹介した本

講習会では伝えられてない内容もあるので読む価値あり

CPUの作り方 神。小学生の頃の自分に贈りたい

はじめてのESP32

100円ショップのガジェットを分解する 好奇心の源泉

すべて部室本棚に置いてあります

部室内であれば誰でも読んでいただいて構いません