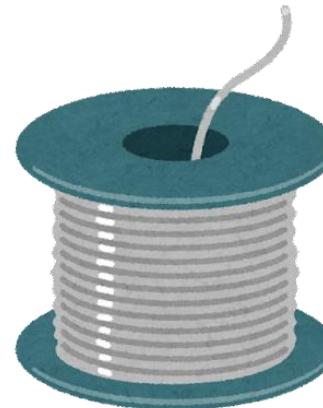


電気工学研究部 部内電子工作講習会

—VFD NTP 時計キットの組み立て—

前編



以下のページから、本講習会で使用した資料・VFD時計の設計データをダウンロードすることができます。



※閲覧には学内ネットワークへの接続が必要です

※予告なくページを削除する可能性があります

ガラス注意・ピン曲げ注意



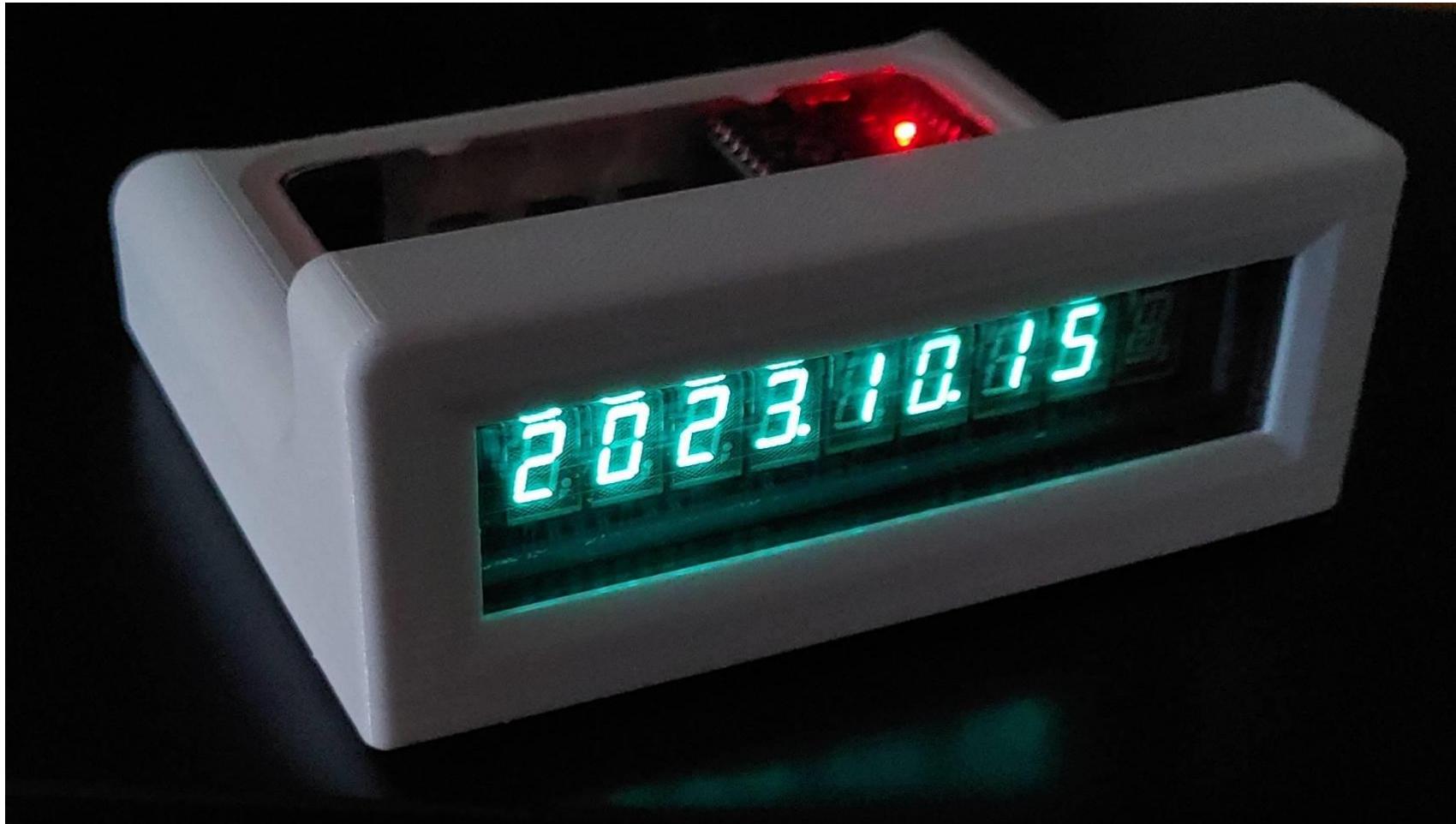
スポンジの準備

1

水で濡らし、絞る



VFD NTP 時計

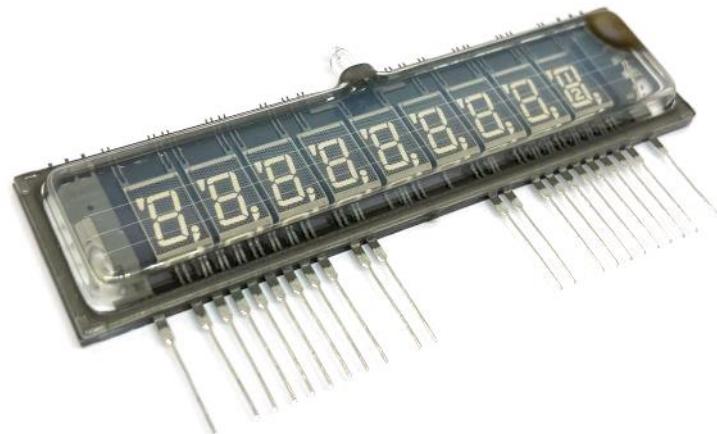


VFDとは？

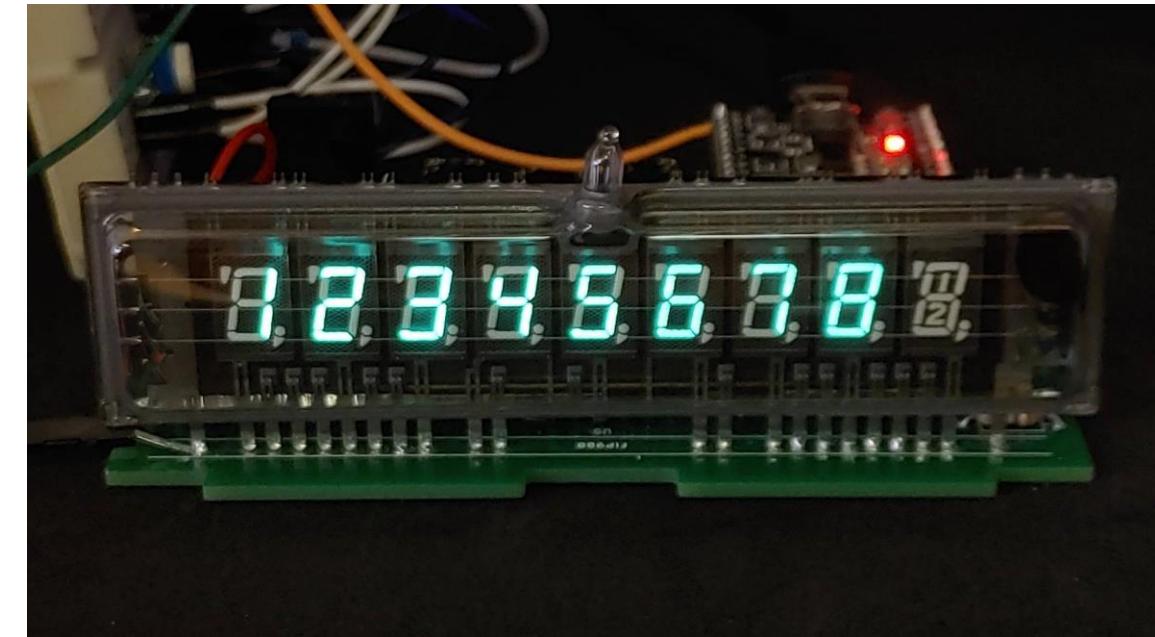
VFD : Vacuum Fluorescent Display

「蛍光表示管」

日本の伊勢電子工業（現ノリタケ伊勢電子）が1966年に開発
ビデオデッキやレジスターの表示装置として普及

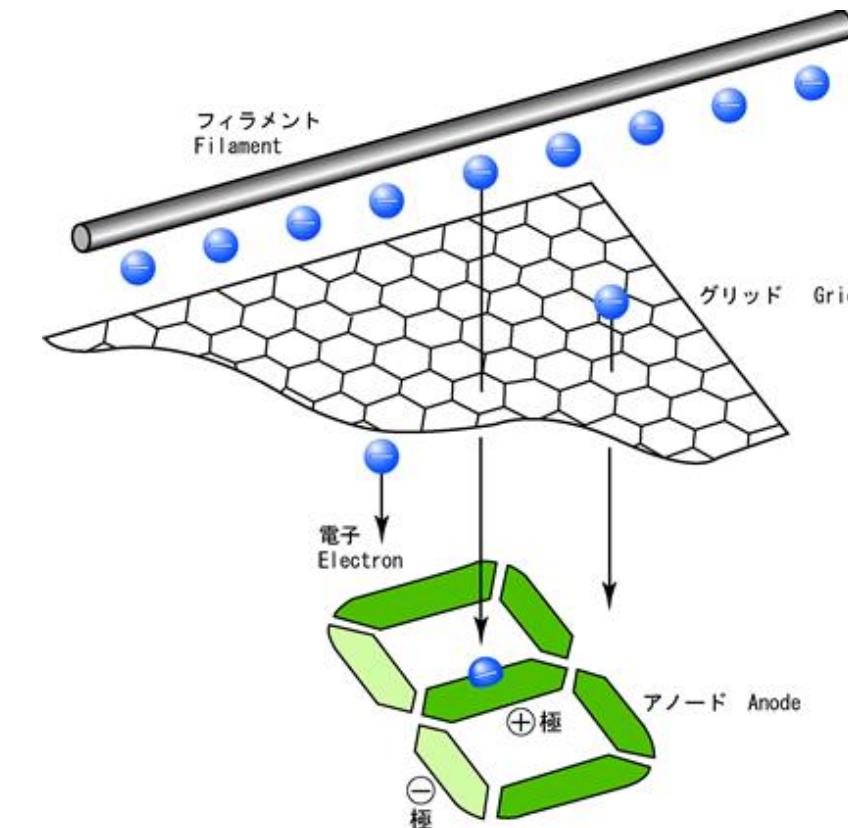
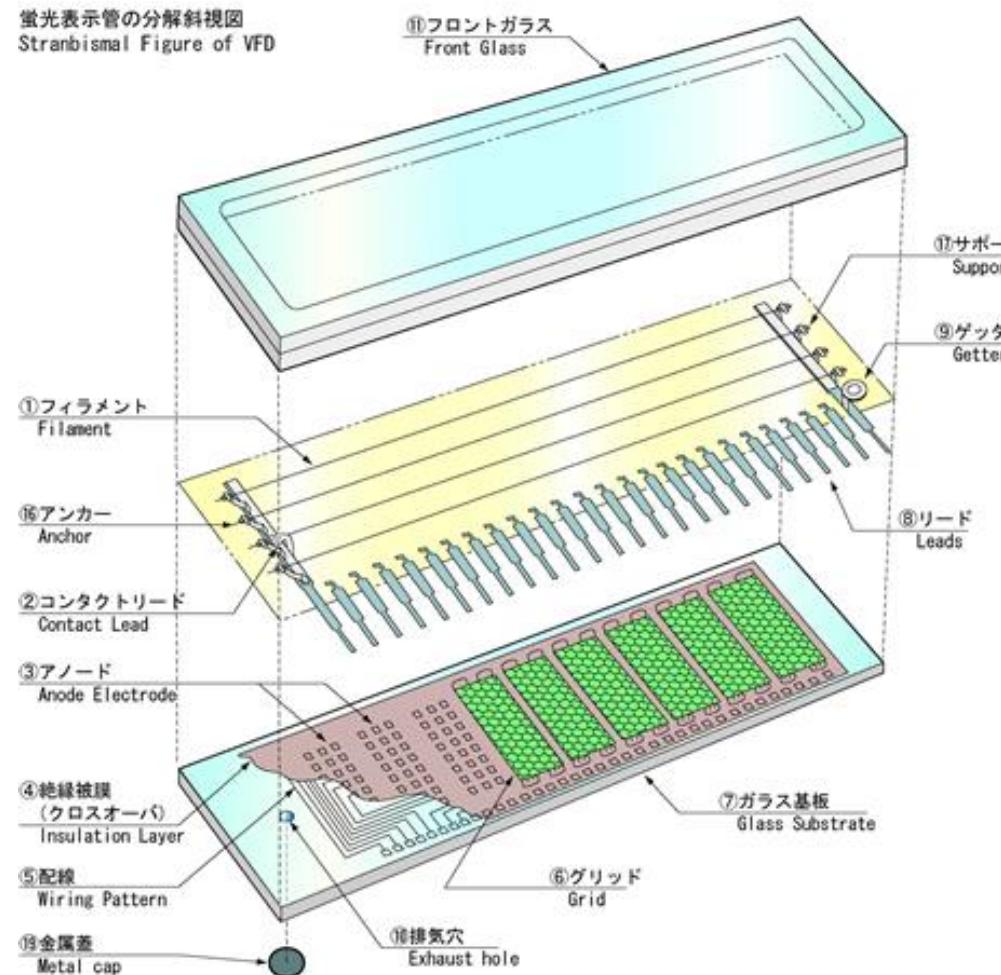


eleshop.jp



VFDの発光原理

高温のフィラメントから放出された熱電子を加速し、蛍光体に当てる発光させる



NTP : Network Time Protocol

プロトコル（通信の約束事、通信規則）の一種
正確な時刻を配信し、ネットワーク機器の安定動作を支える。
NTPを用いて時刻を配信するサーバをNTPサーバといい、
最上位のNTPサーバは原子時計が時刻源なので、非常に正確。
インターネットに接続し、NTPサーバに要求するだけで時刻が
得られる（スマートフォンの時計はこれで補正されている）

- ・はんだごて
- ・はんだごて台一式
- ・はんだ
- ・作業マット
- ・ニッパー
- ・ドライバー
- ・ピンセット
- ・ウェットティッシュ
- ・ティッシュ
- ・コピー用紙
- ・KIND Wi-Fiに接続し、Arduino IDEをインストールしたWindowsまたはMacパソコン

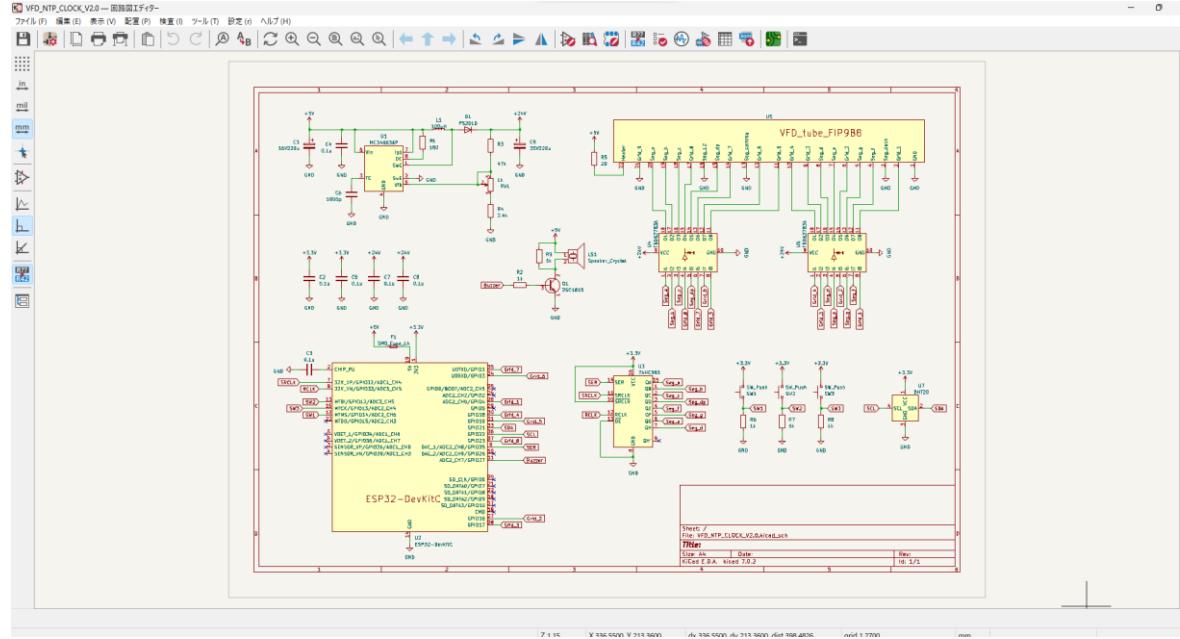
パーツリスト

番号	名称	備考
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
C1	16V 220uF 電解コンデンサ	
C2	0.1uF 50V 積セラ	104
C3	0.1uF 50V MPFコンデンサ	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
C9	10uF電解コンデンサ	耐圧100V,200V混在
D1	PS2010 ダイオード	
RV1	1kΩ 半固定抵抗器	102
L1	100uH 1.7A インダクタ	101
Q1	トランジスタ 2SC1815	GRランク

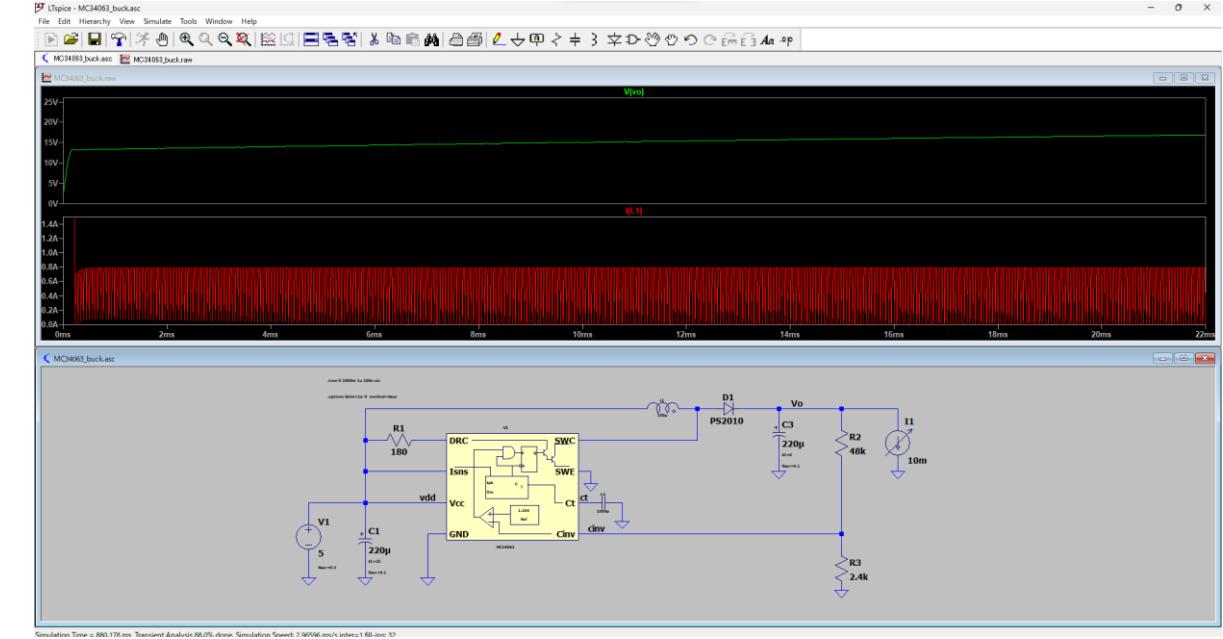
番号	名称	備考
U1	MC34063AN	DC-DCコンバータ用IC
U1	8P ICソケット	MC34063AN取り付け用
U2	ESP-32-DevKit-C	マイコンボード
U2	ピンソケット 42P	ESP32取り付け用
U3	74HC595	シフトレジスタ
U3	16P ICソケット	74HC595取り付け用
U4	TBD62783APG	トランジスタアレイ
U4	18P ICソケット	TBD62783APG取り付け用
U5	FIP9B8	VFD表示器
U6	TBD62783APG	トランジスタアレイ
U6	18P ICソケット	TBD62783APG取り付け用
U7	DHT20	温湿度センサ
SW1	横向きタクトスイッチ	
SW2	横向きタクトスイッチ	
SW3	横向きタクトスイッチ	
LS1	圧電スピーカ	
	プリント基板	VFD NTP CLOCK V2.0
	筐体セット	ネジ、ボタン付き
	USB ACアダプター	
	USBケーブル	
	アクリル板	表示窓
	練習用基板セット	銅張基板とユニバーサル基板

キット開発過程

9



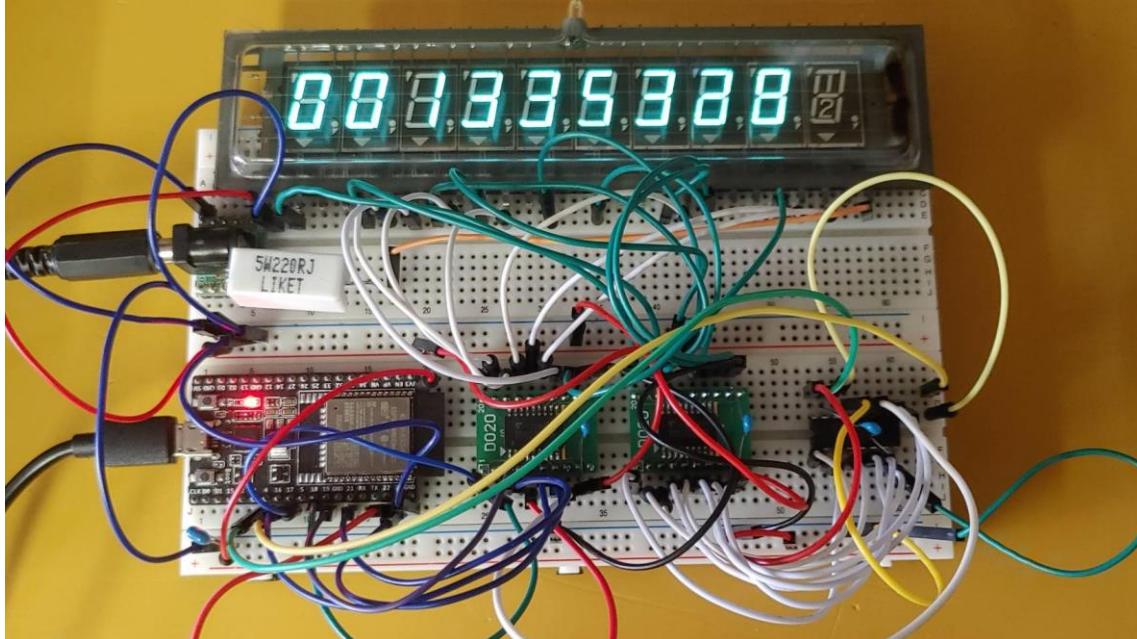
回路図を作成



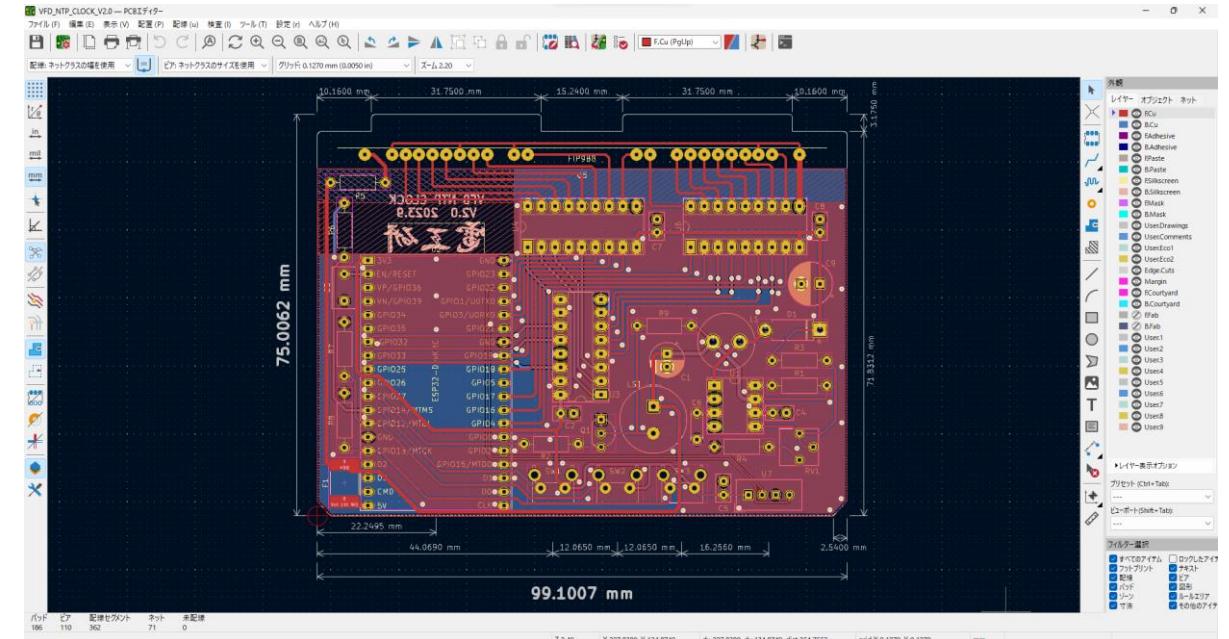
回路シミュレータでシミュレーション
部品の定数を決定

キット開発過程

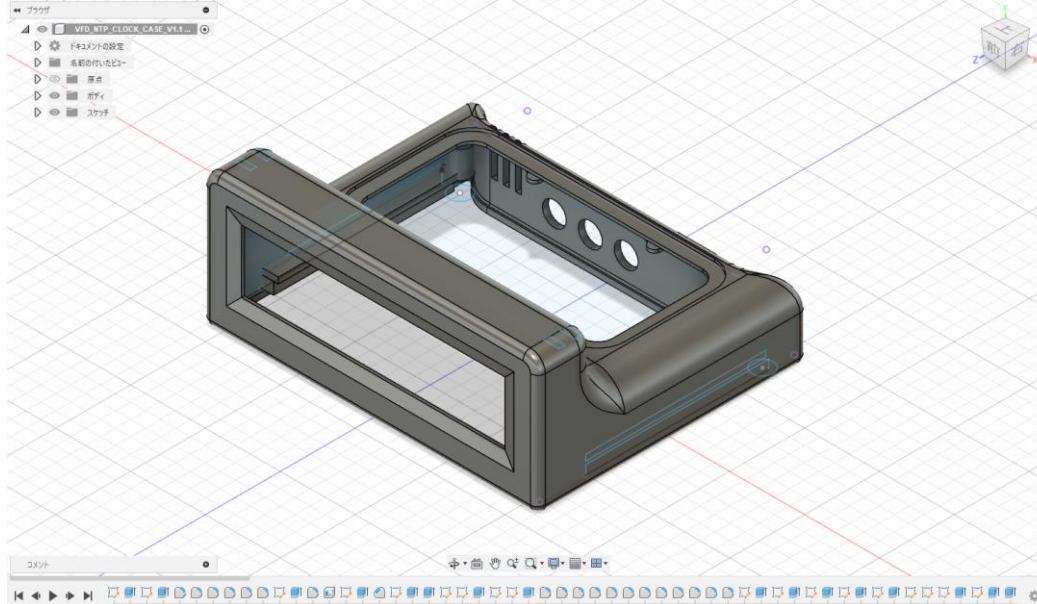
9



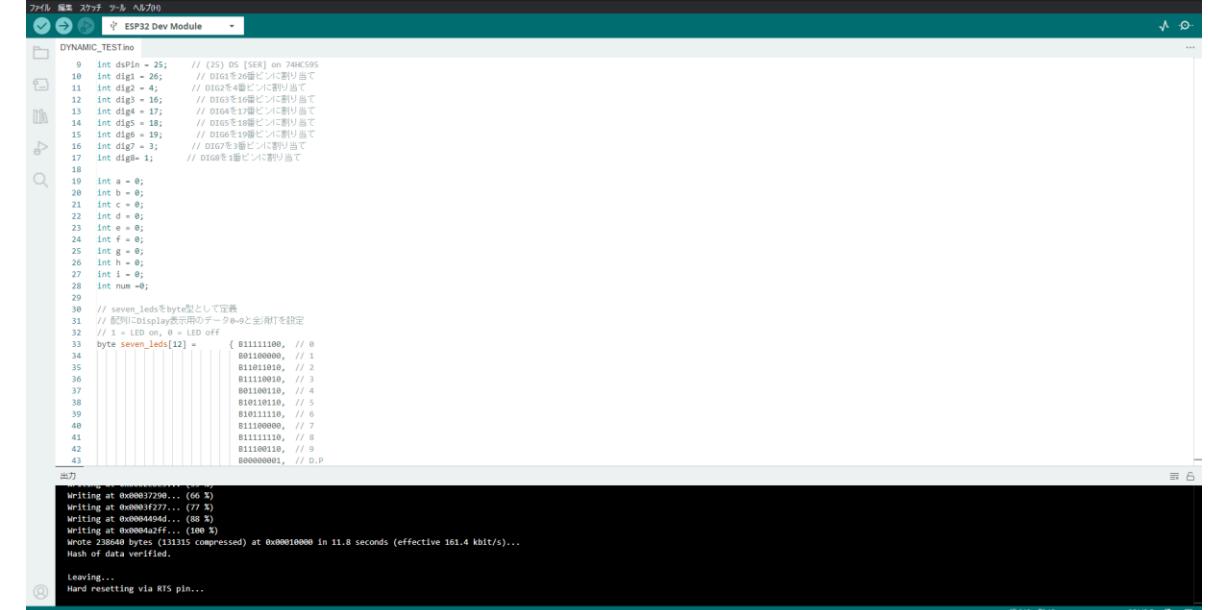
ブレッドボード上で動作確認



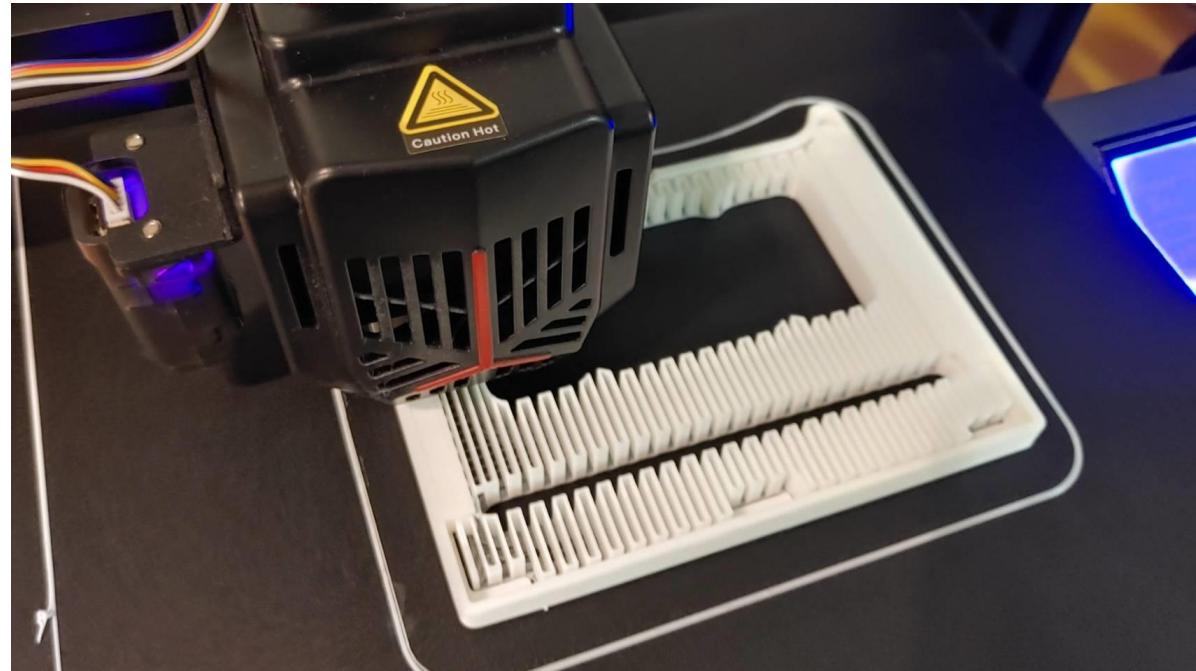
基板設計



Fusion360で筐体設計



プログラム作成



3Dプリンターで筐体を印刷



レーザー加工機でアクリル切り出し



UVレジンを硬化

抵抗器のカラーコード、許容電力

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

第一数字 第二数字 第三数字 総数 許容差

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

5線表示の場合

第一数字 第二数字 第三数字 第四数字 総数 許容差

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

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	—
绿	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}	$\pm 10\%$

組み立て解説・取説作成

キット量産過程



部品見積

部品調達

- ・正しいはんだ付けの方法を学ぶ
- ・基本的な電子部品の名称や機能を学ぶ

1. 電気的・熱的接続

⇒ はんだを介して熱を逃がす部品もある

2. 機械的接続

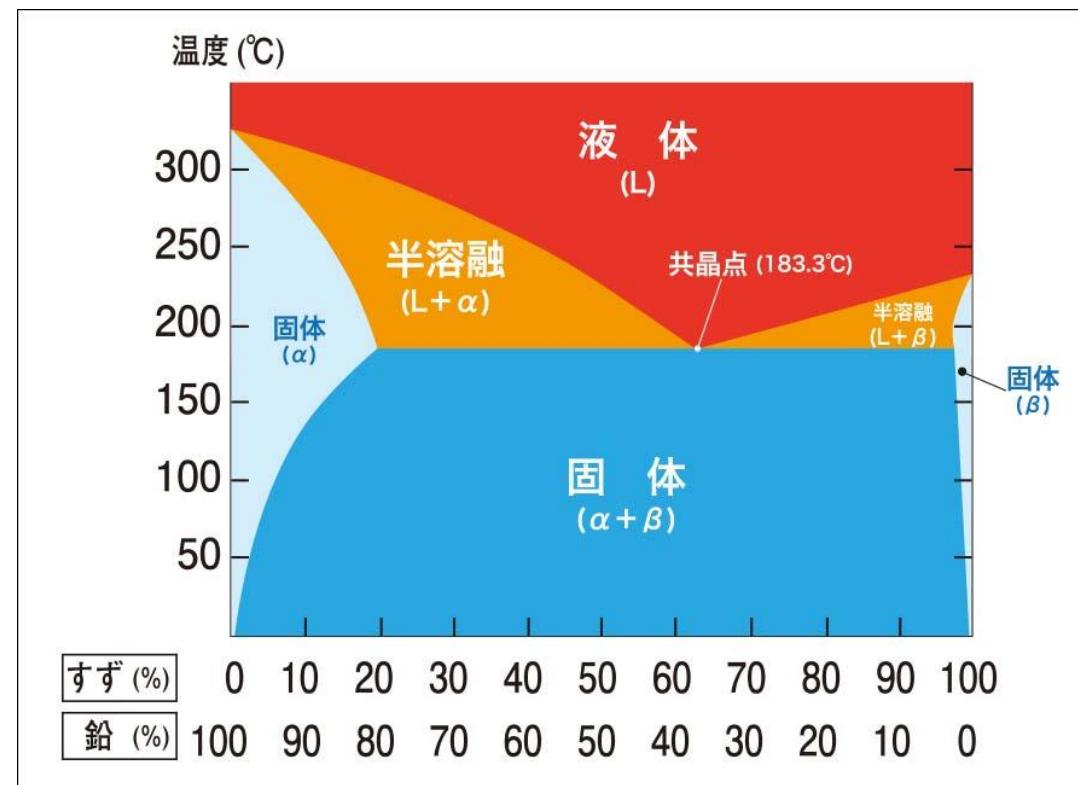
⇒ 電子部品を基板に固定する

3. 密閉

⇒ はんだで覆うことで、酸化防止・水分の侵入防止等の効果がある

はんだ：スズと鉛の合金

合金にすることで、それぞれの融点より低い融点になる特性がある



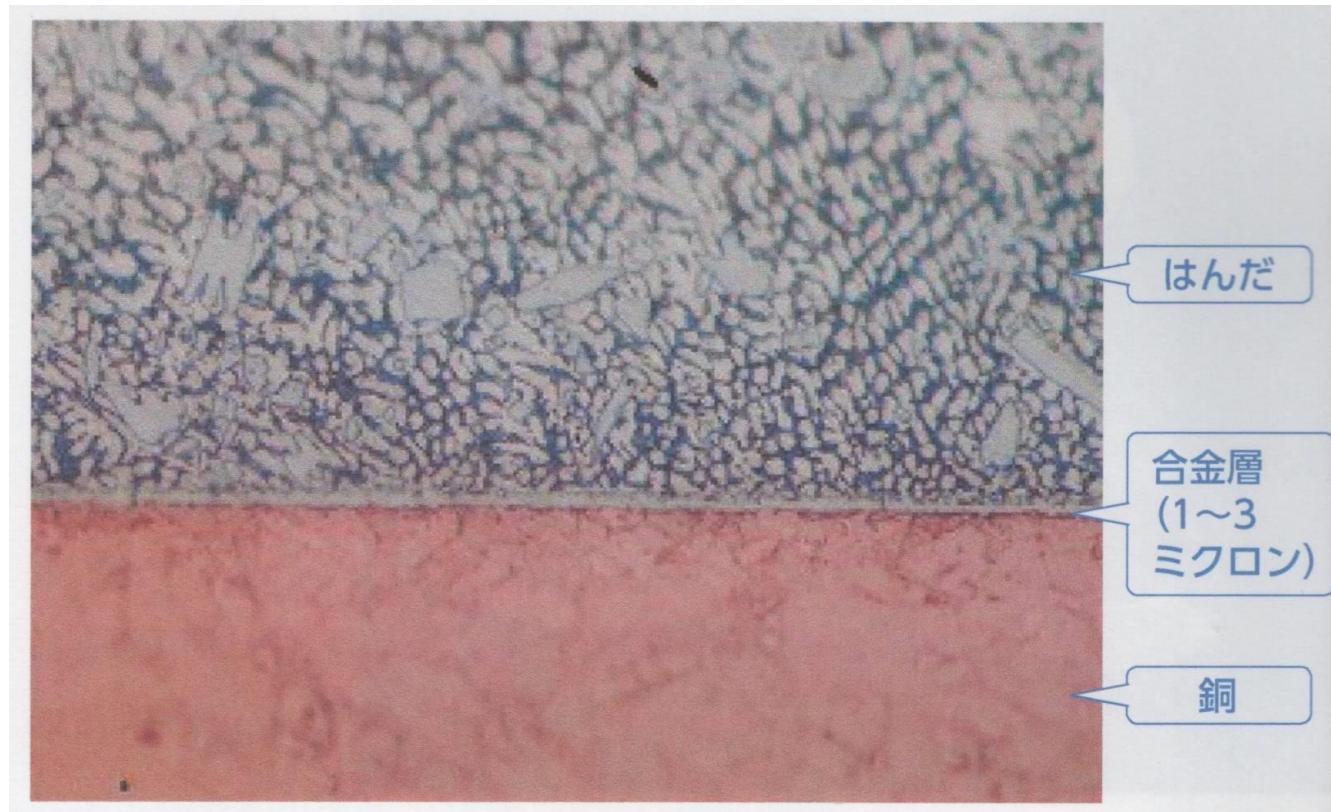
スズの融点：232°C

鉛の融点：327°C

共晶はんだの融点：183°C

スズ60%、鉛40%の組み合わせで
最も融点が低くなり、
これを共晶はんだという

はんだと銅を接触させると、混ざり合い、合金ができる
常温でも合金になるが、非常に長い時間がかかるので、
熱を加えることにより数秒に短縮する



有鉛はんだと鉛フリーはんだ①

5



有鉛はんだ
スズと鉛の合金



鉛フリーはんだ (無鉛はんだ)
スズ、銅、銀などの合金

RoHS (ローズ) 指令

カドミウム、鉛、水銀、六価クロム、PCB（ポリ臭化ビフェニル）、PBDE（ポリ臭化ジフェニルエーテル）等有害物質の使用を制限する環境基準

廃棄された電子機器類からはんだの鉛が溶け出し、
地下水に混入、環境破壊の原因となる

製品として世の中に出す場合は鉛フリーを
求められることがある

鉛フリーはんだは融点が高い→はんだ付けが難しい



有鉛はんだ：183°C
左の鉛フリーはんだ：217～220°C

チップ部品などの表面実装部品をはんだ付けする場合は、
0.65mmなどの細いはんだを使う



上から1.6mm、1.0mm、0.65mm

加熱方式による分類

- ・ニクロム線ヒーター
- ・セラミックヒーター
- ・IHヒーター
- ・ガス式

温度制御の有無

- ・温調はんだごて
- ・非温調はんだごて

形状

- ・グリップ一体型
- ・ステーション型



ステーション型はんだごて

https://www.goot.jp/products/detail/rx_711as

250°Cで3秒



母材とはんだが250°Cの状態を3秒維持する

母材とはんだの間に数ミクロンの合金層を
形成するのに必要な条件

基板や空気中に熱が逃げるため、
はんだごてを当てている部分の温度は
こて先温度より低くなる

こて先温度を高くしすぎるとこて先の酸化や
フラックスの枯渇につながる

こて先温度320~340°Cで、はんだが広がってから3秒

ほとんどのはんだごてがこて先を交換可能
はんだごてメーカーからさまざまな種類の
替えこて先が販売されている



用途に応じて数十種類のこて先がある
使用頻度が高いものは次の2種類



B型
スタンダードなこて先

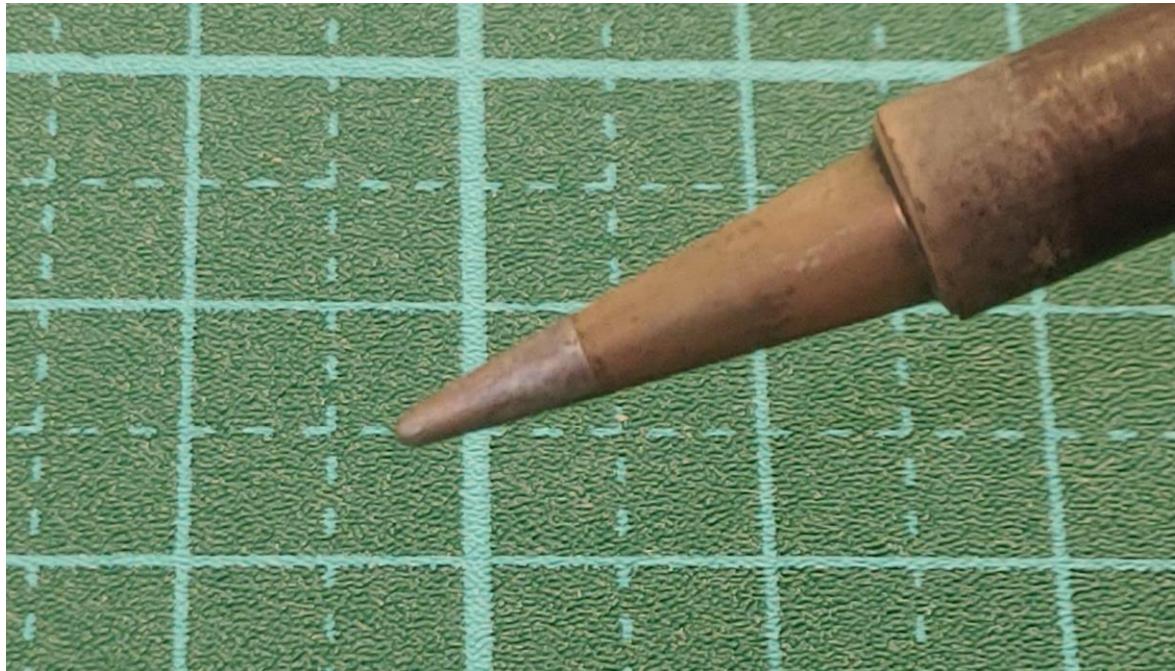


C型
接触面積が大きく、
熱を伝えやすいため使いやすい

こて先を酸化させてしまったときに使う
薬品によりこて先を洗浄、スズがこて先をメッキしてくれる







Before



After

①界面の洗浄

⇒ はんだ付けする箇所の酸化膜などを取り除く

②はんだの表面張力低下

⇒ 表面張力が大きいと、はんだが狭いところに入っていかない

③母材の再酸化防止

⇒ はんだ付け中に溶けたフラックスが母材を覆うことで空気を遮断し、酸化を防止する



はんだ付けに時間をかけすぎると、
合金層が成長しすぎて脆くなるだけでなく、
フラックスが蒸発してなくなり、
はんだ付けが困難になる



対処

- ① フラックスを追加する
- ② 古いはんだを除去し、
再度はんだ付けする



液体フラックス



ジェルフラックス



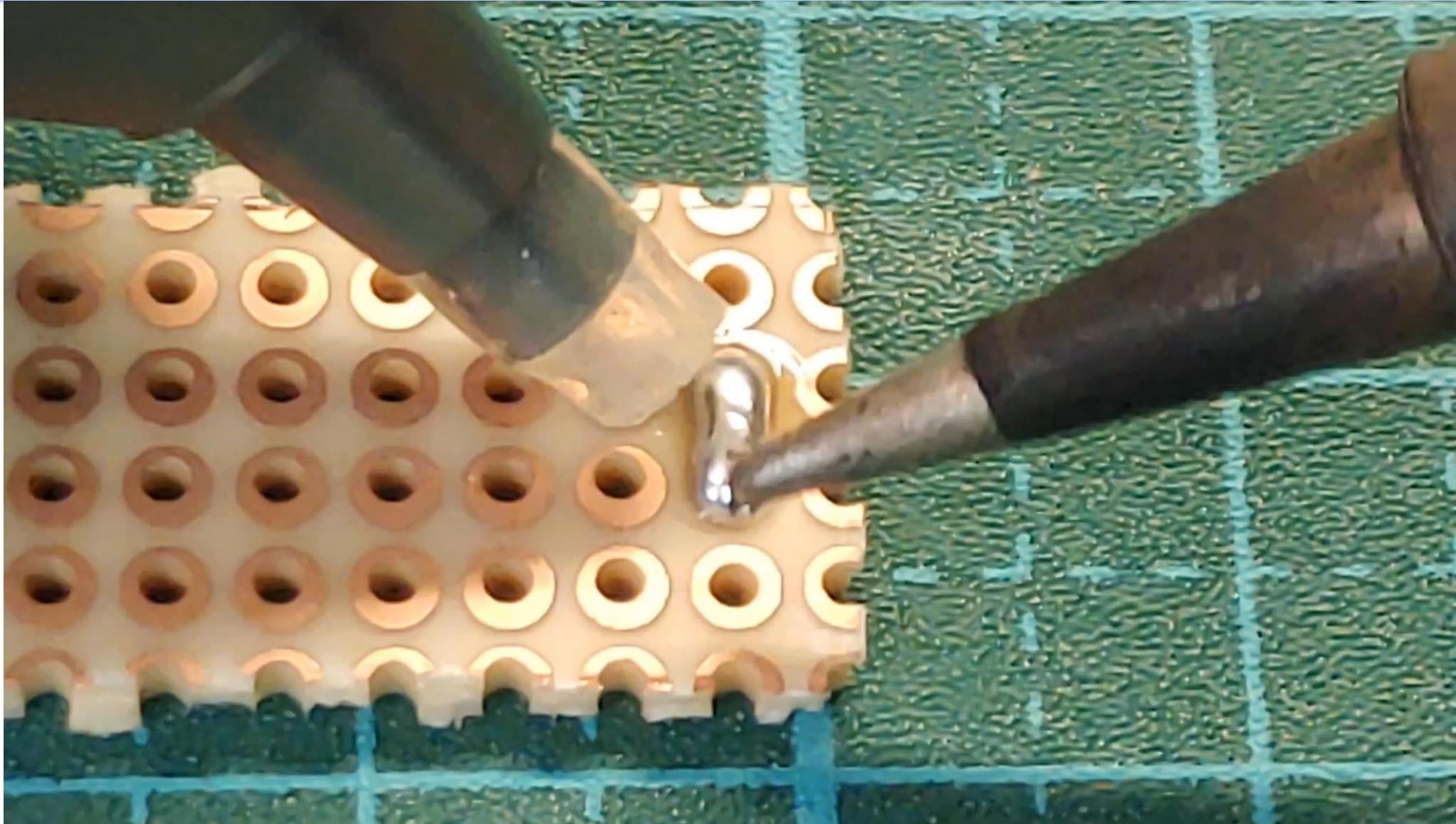
はんだ吸い取り線

余分なはんだの吸い取りや
部品を取り外すために使用する

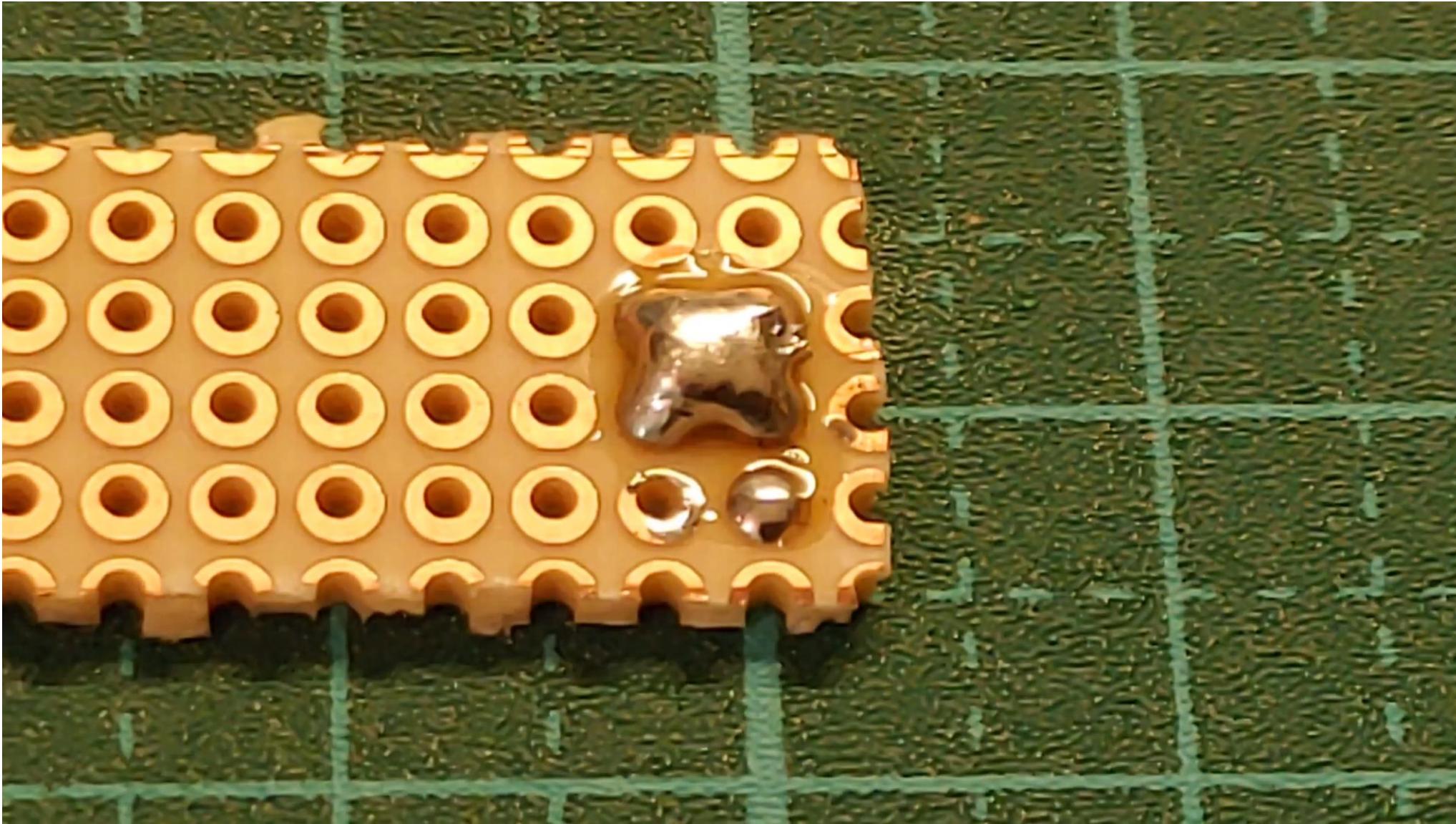
はんだ吸い取り器

部品を取り外すために使用する
スルーホールに効果大

はんだ吸い取り器の効果



はんだ吸い取り線の効果



こて先の汚れを取り除くため、
はんだ付け直前にスポンジでこて先を拭う



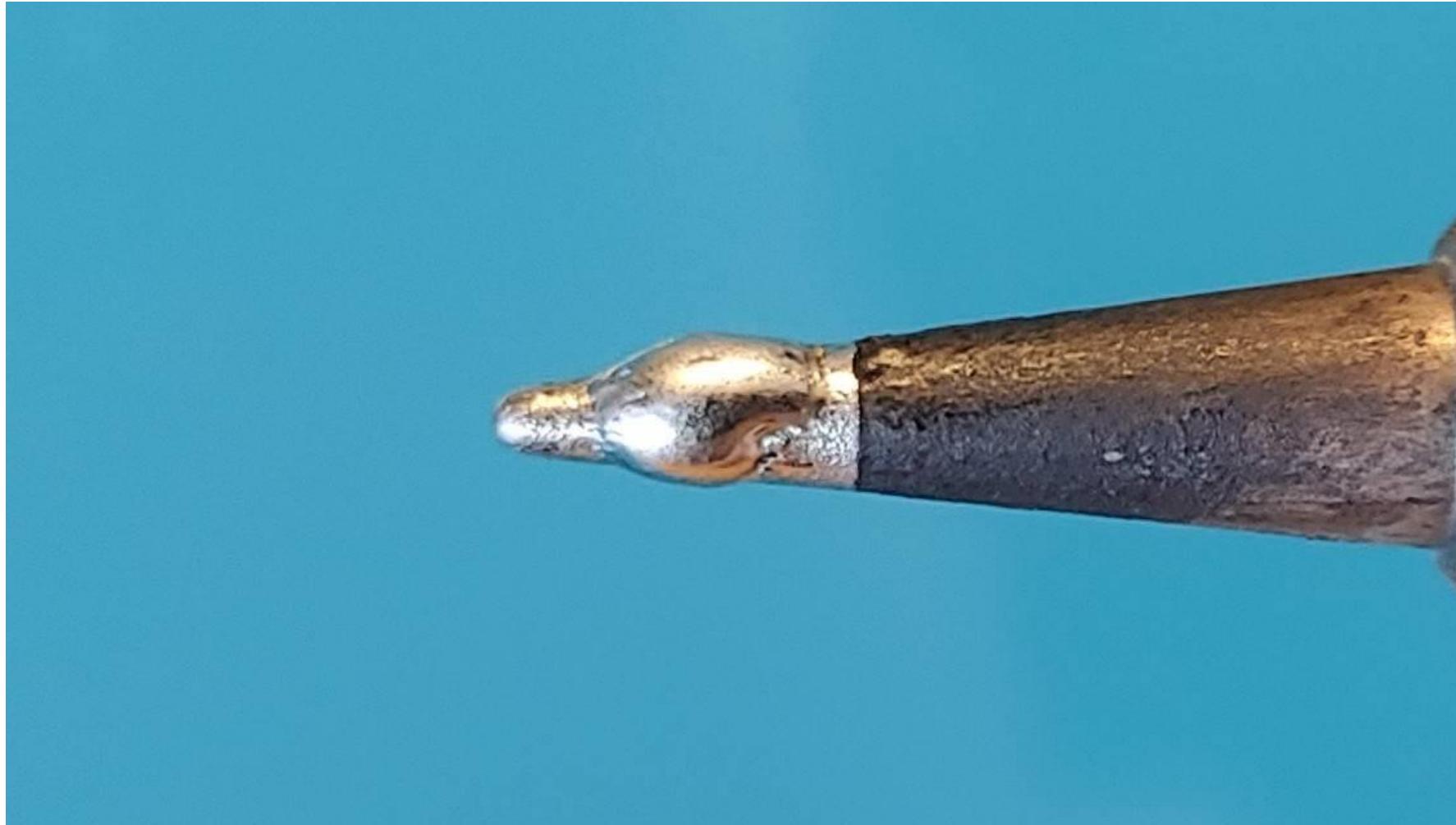


スponジタイプ



ワイヤータイプ

使用後にこて先にはんだを盛っておくと、酸化から守られる



ヤニ：フラックスのこと

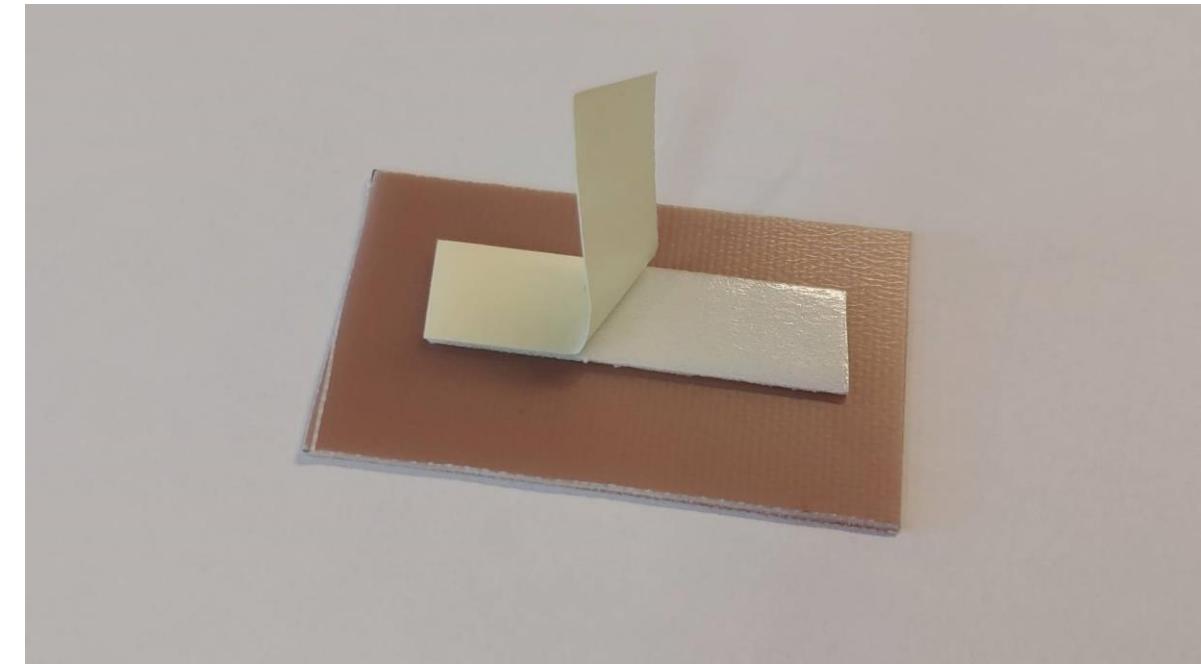


ヤニ入りはんだ



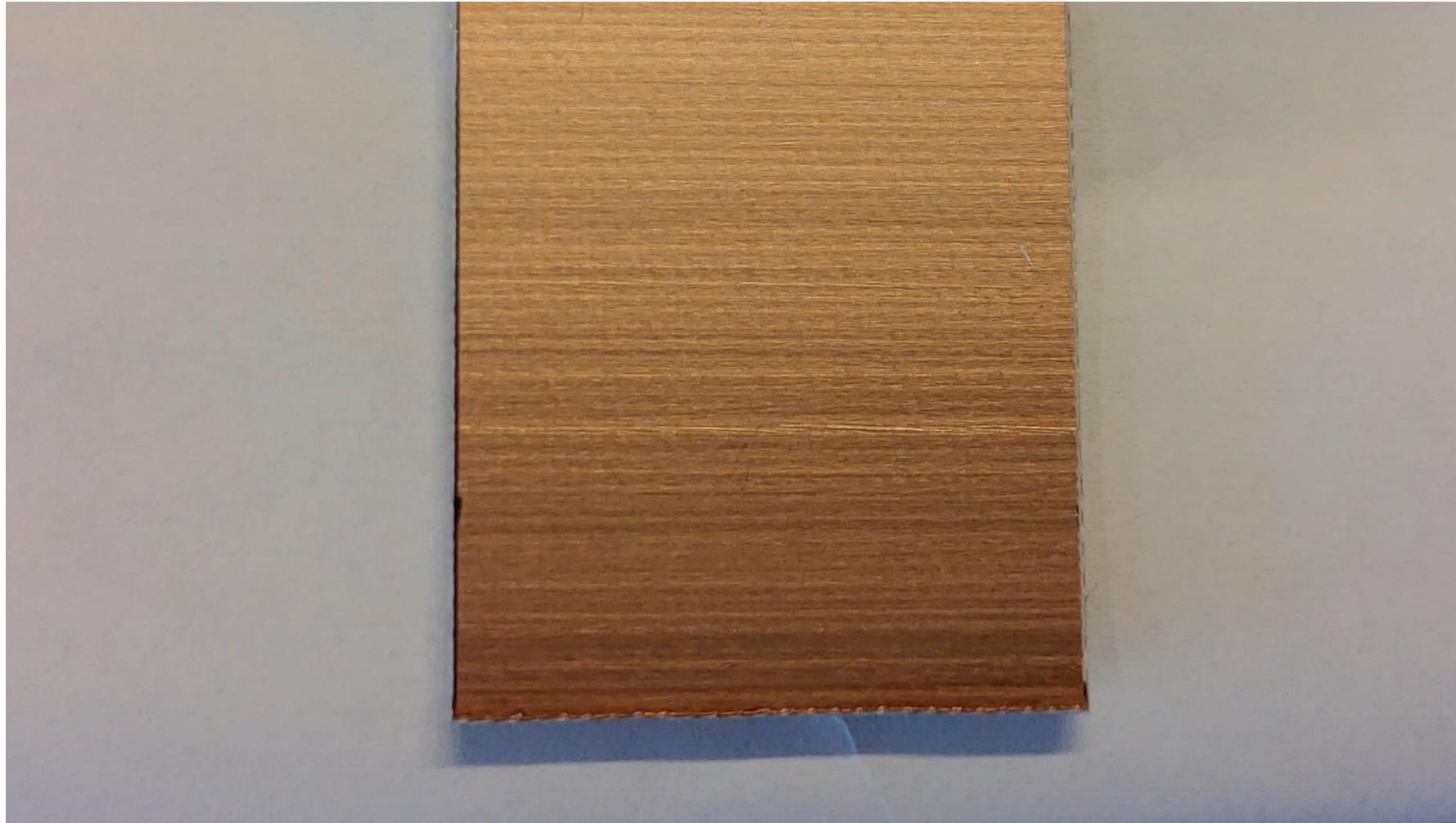
ヤニなしひはんだ

銅張基板をコピー用紙の中央部に張り付ける



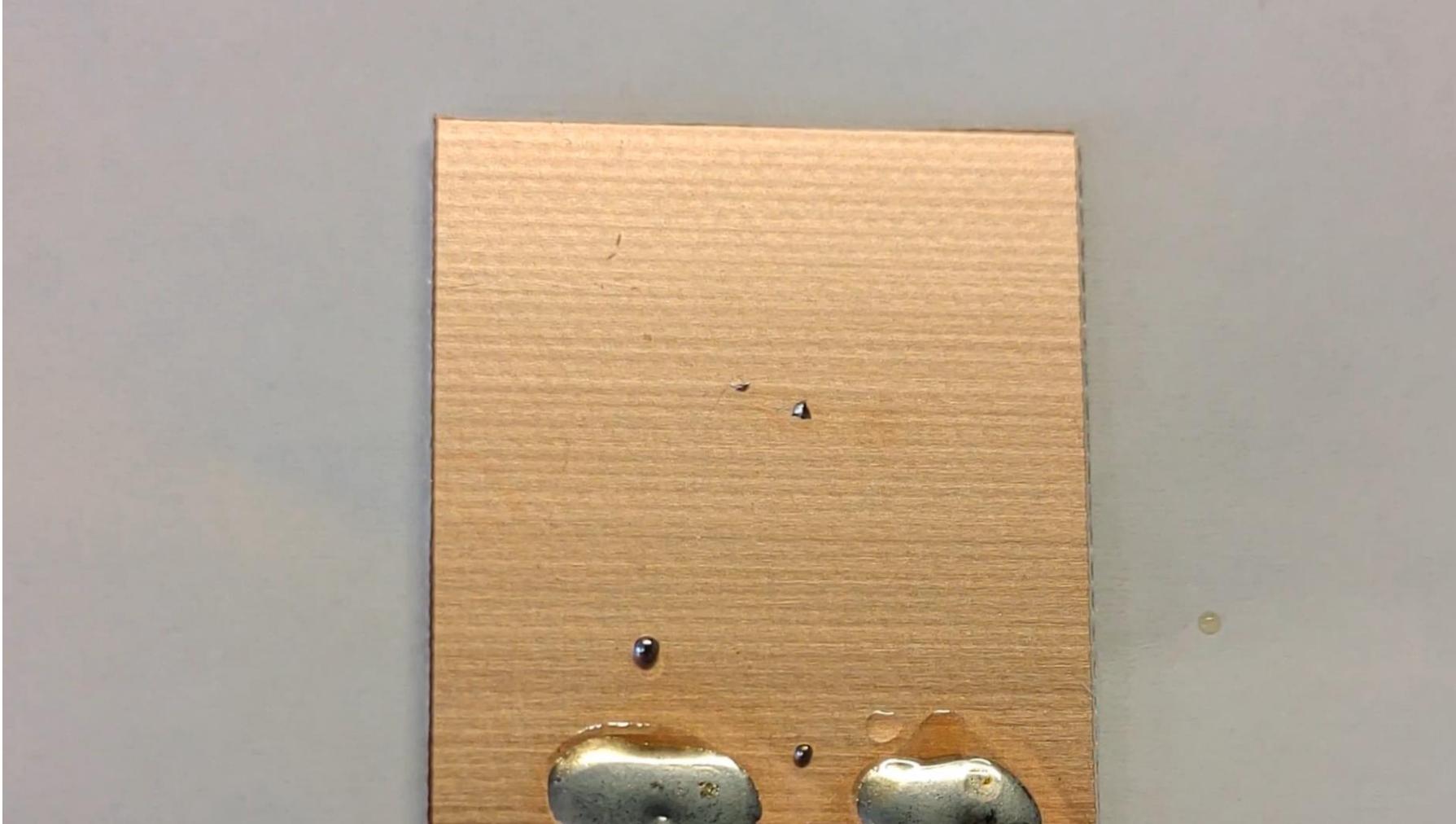
フラックスの効果を体験①ヤニ入りはんだ

フラックスのおかげではんだが流れていく



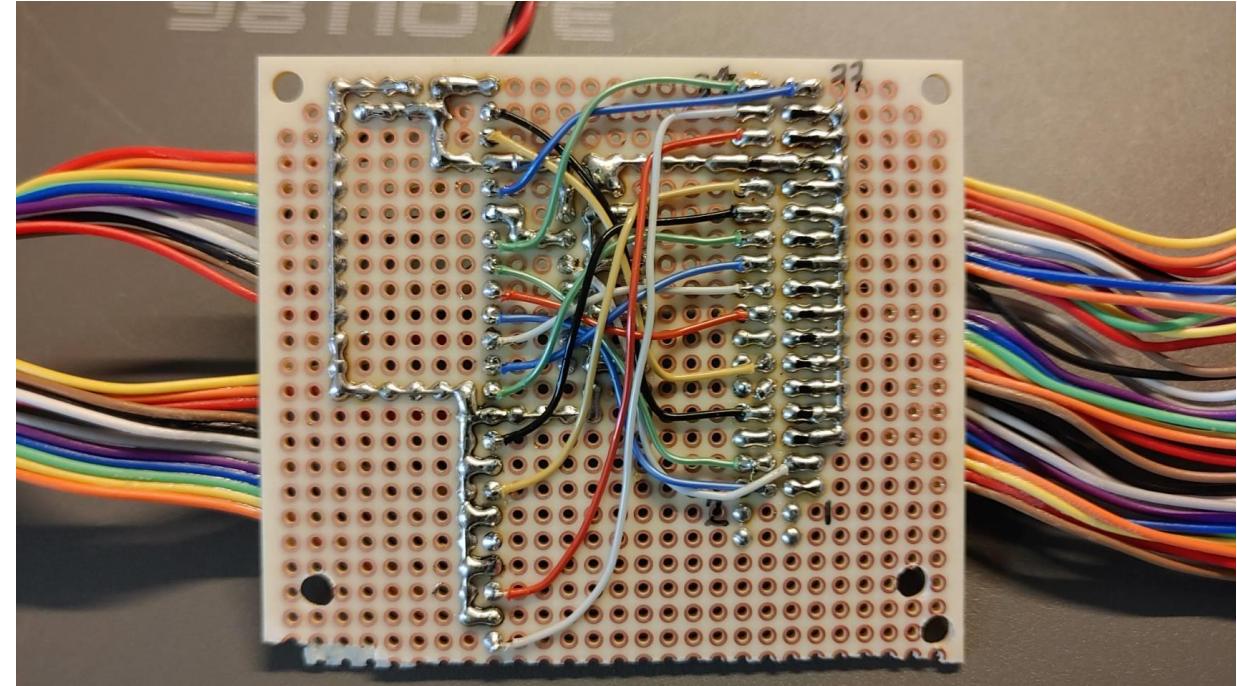
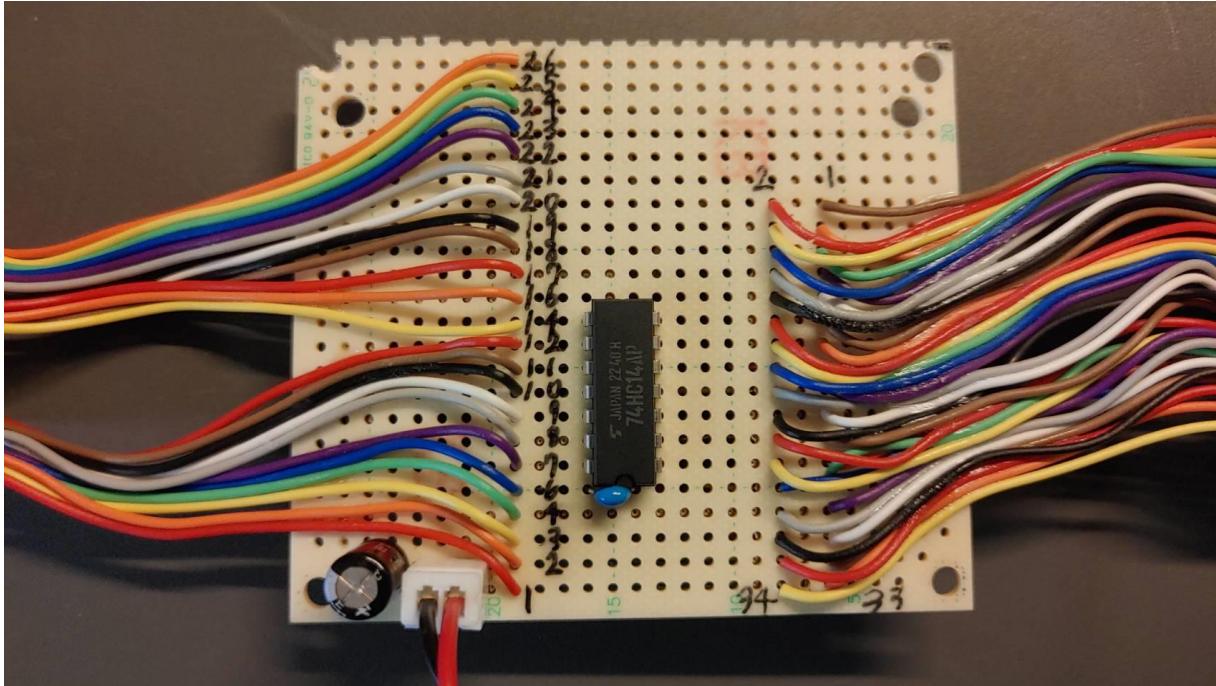
フラックスの効果を体験②ヤニなしあんだ

フラックスがないのでドロドロしていくてはんだが広がらない



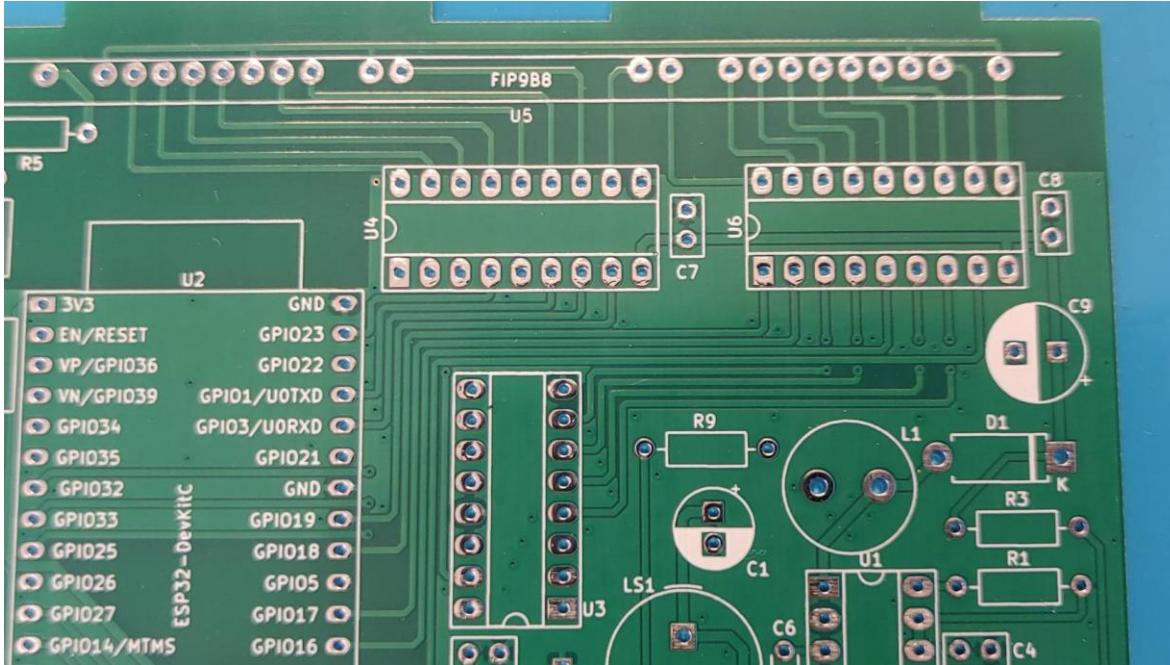


温度調整機能・スリープ機能・シャットダウン機能を
グリップに内蔵した高機能はんだごて
C型こて先標準装備
部室に1本導入していただいた



ユニバーサル基板

部品をはんだ付けして、
回路も手作業で作る必要がある
試作・少量製作向け

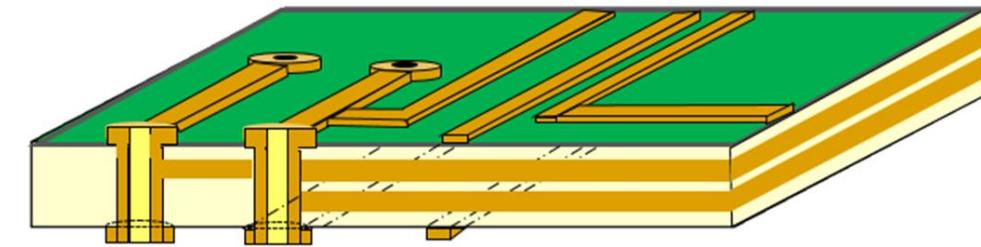


2019.9.2

► 多層基板

部品の実装密度が上がり、回路結線が複雑になると両面では回路配線を収容しきれないため、層を増やして基板を製造する。

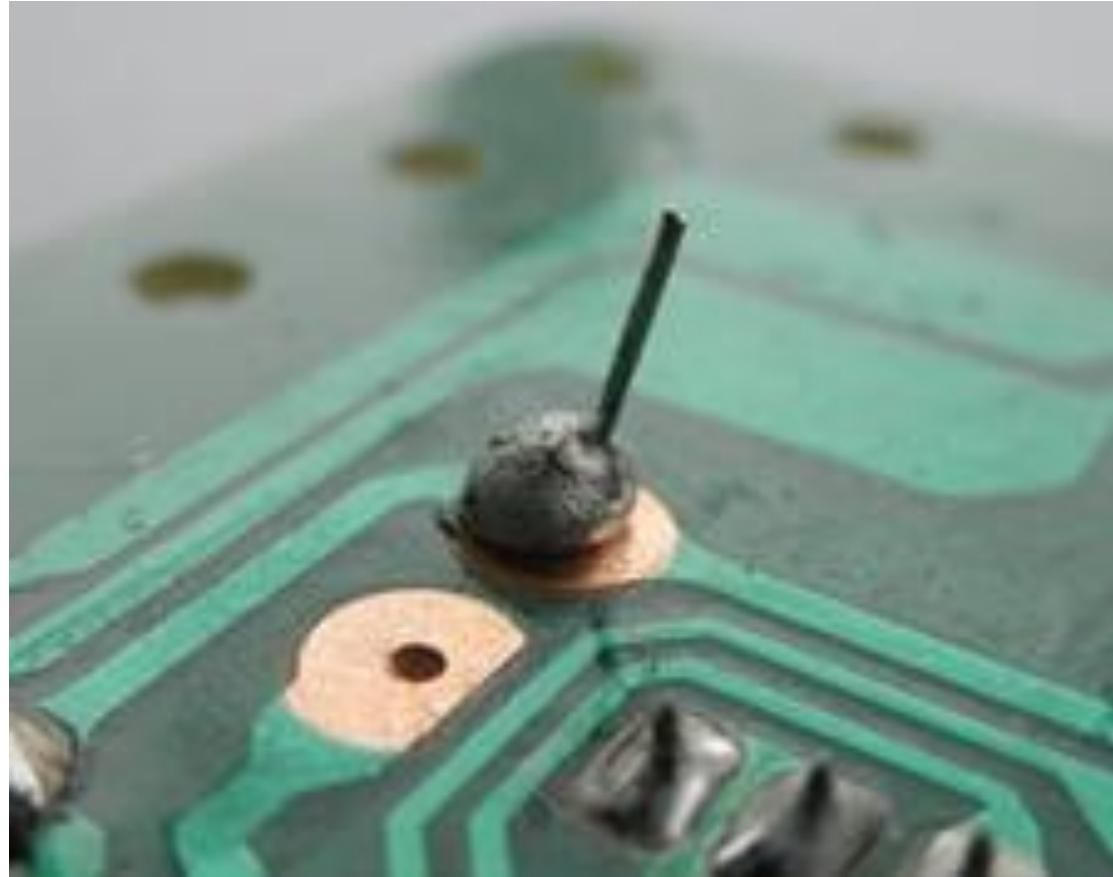
#製造方法: 内層の製造を先行し、最後は積層プレスを行い、複数のレイアを圧縮して、一つにする



プリント基板

配線や部品の取り付け位置が決められているので、
部品をはんだ付けするだけで回路が完成する
複数の層を一枚の基板にまとめることができる ⇒ 高密度化が可能

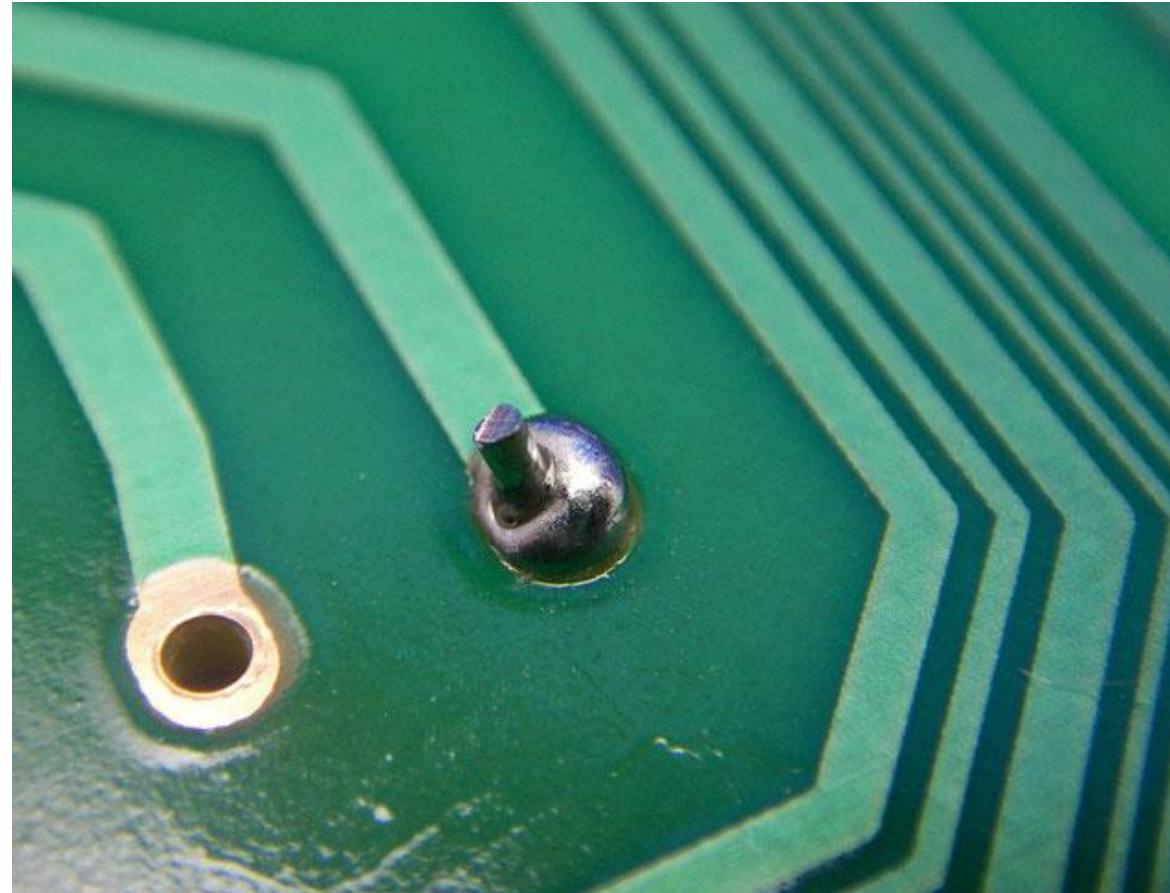
はんだの量が多すぎる



フラックスの不足によりはんだの流動性が低下している
過熱時間が長い・こて先温度が高すぎる



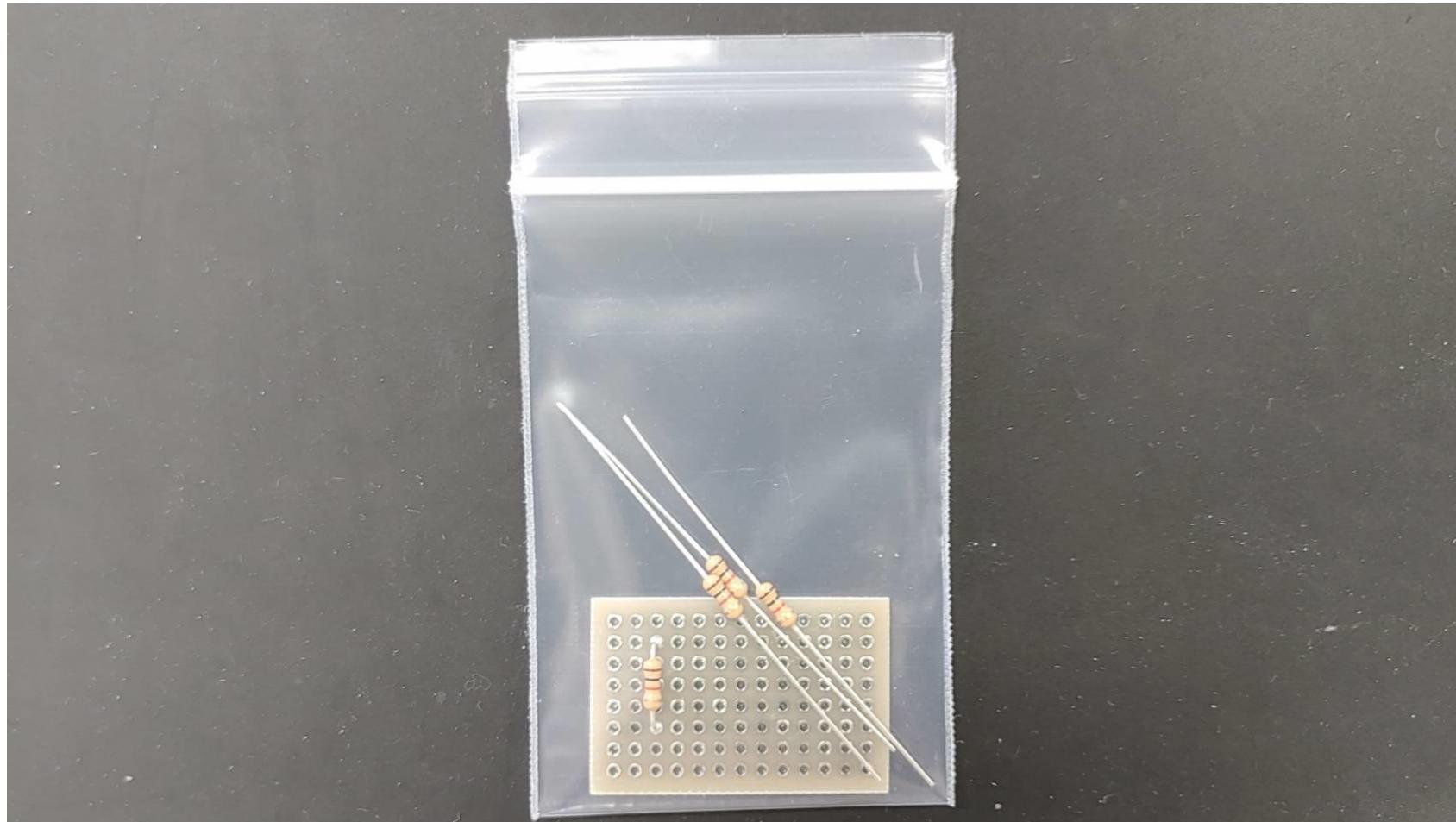
部品のリードにはんだがついていない
過熱不十分・リードの酸化が原因



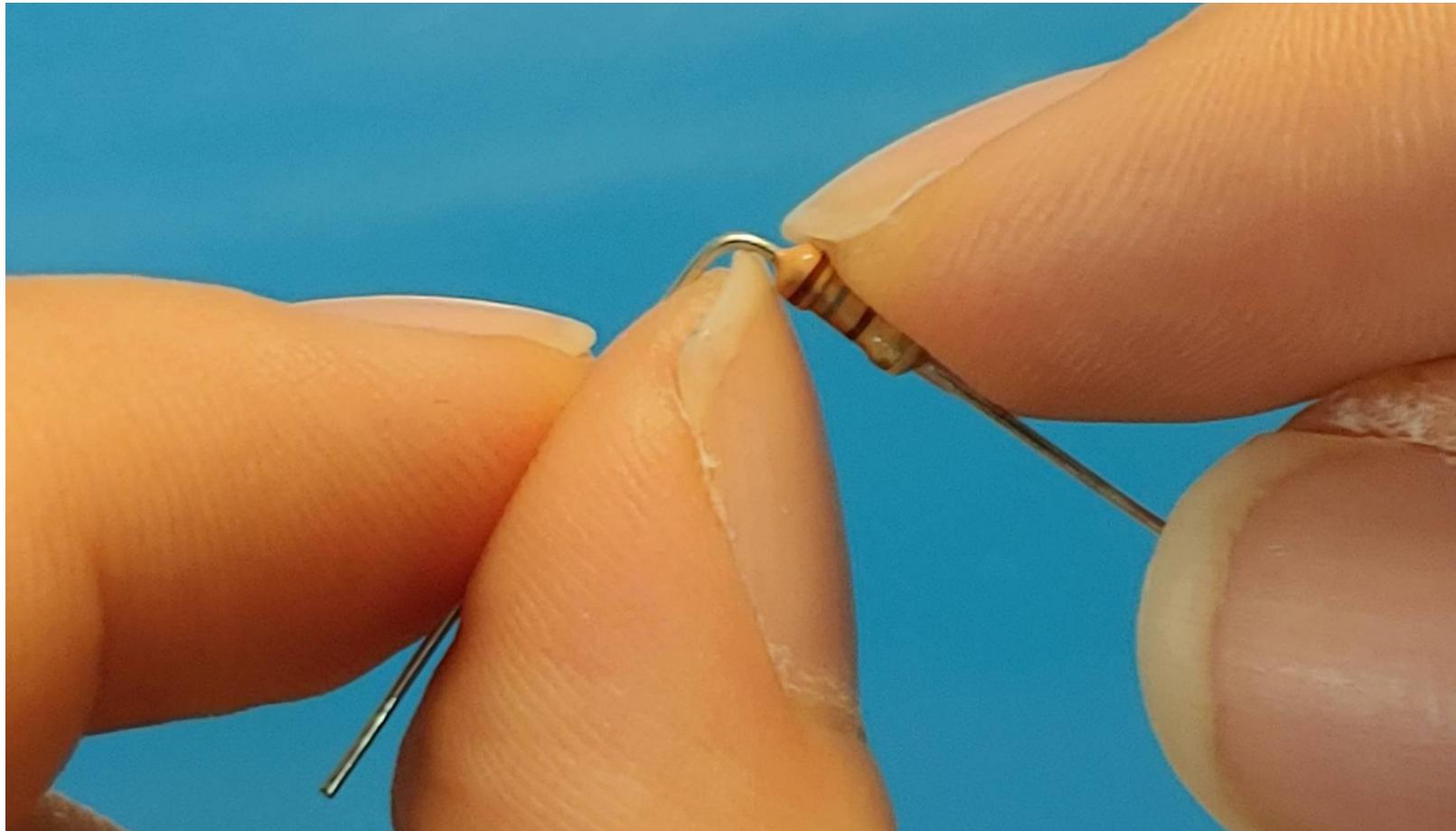
富士山型になっている



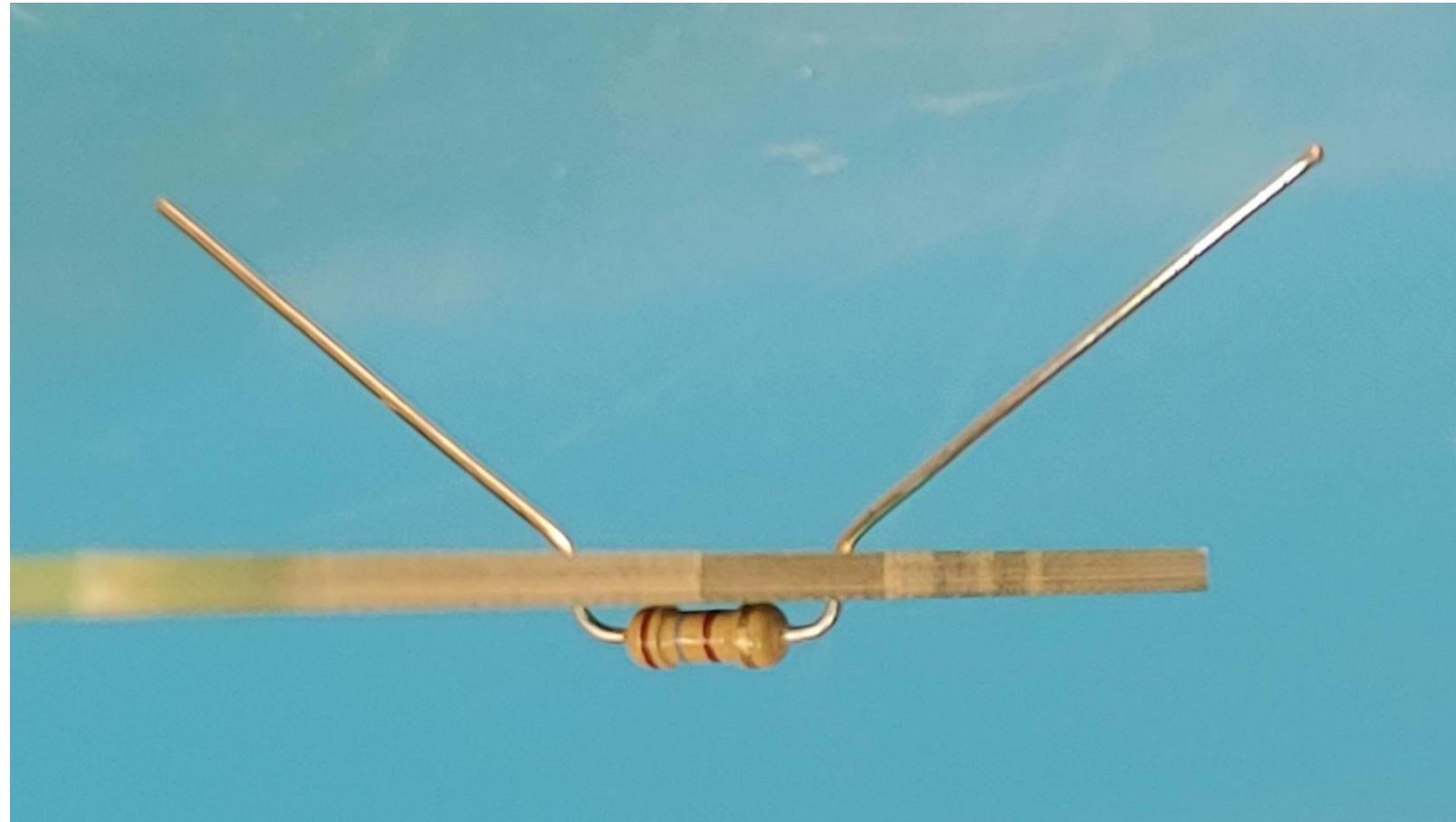
キットを組み立てる前に、はんだ付けの練習を行う



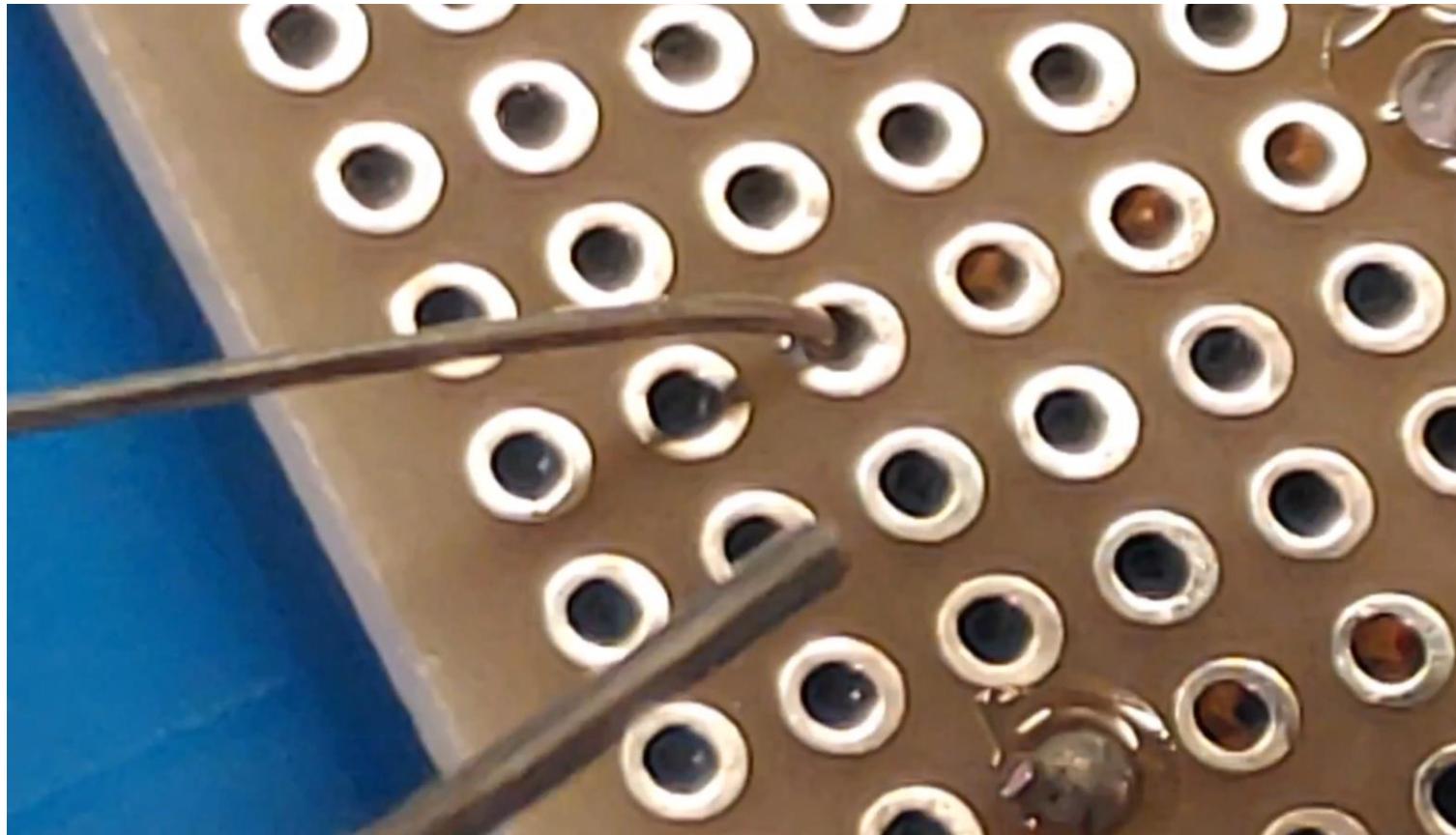
部品の足を曲げる



足を広げて部品が抜け落ちないようにする

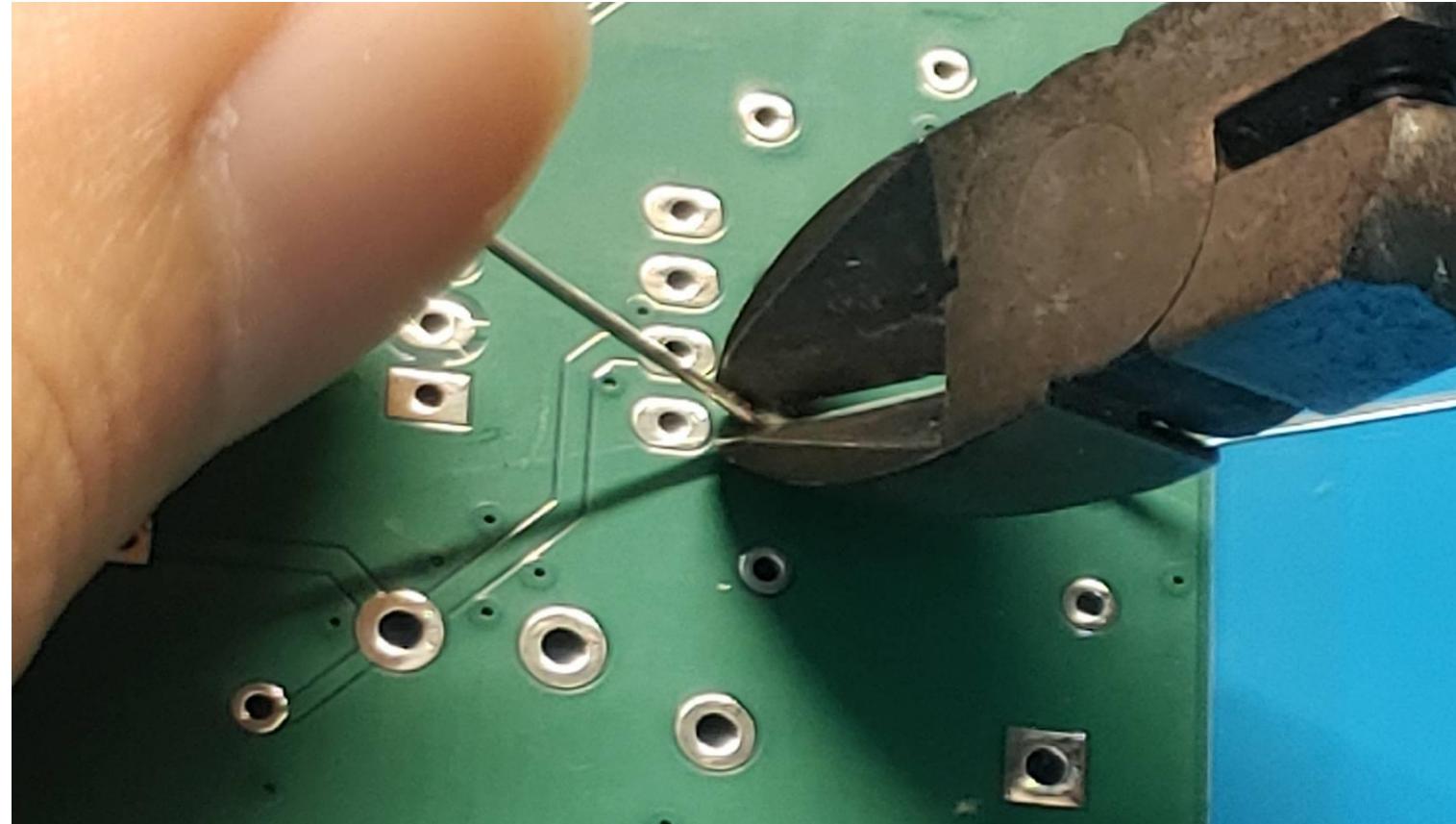


- ①こて先を当てる（基板とリードの予熱）
- ②はんだを当てる
- ③はんだが広がってから3秒待つ(250°C 3秒)



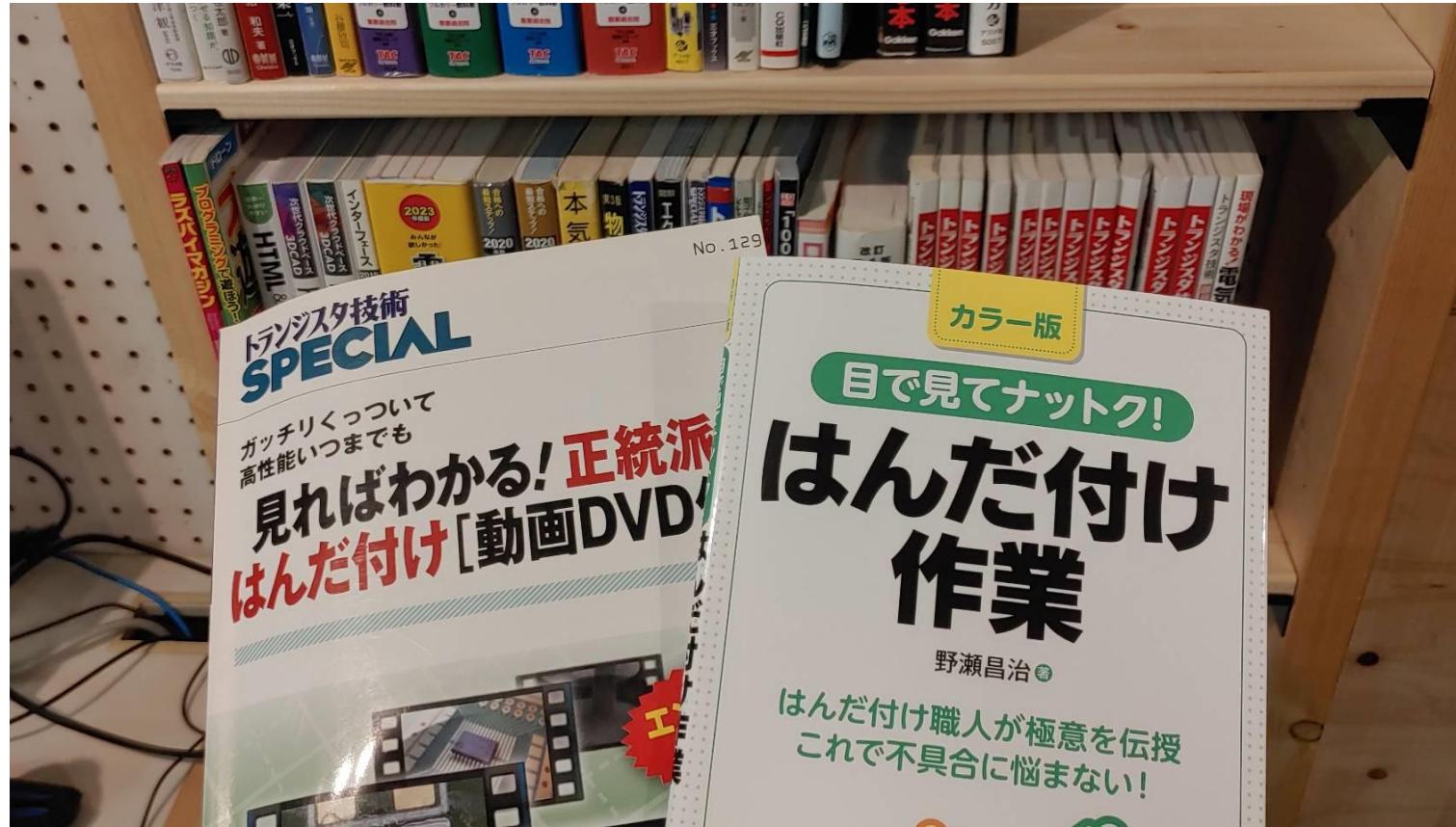
リードを切る

切れ端が飛んでいかないように注意



富士山型で良いはんだ付け





部室の本棚にはんだ付けに関する本を置いています
部室内であれば誰でも自由に読んでいただいて構いません

休憩・質問タイム