

Raspberry Pi Pico を用いた無線マウスの製作①

1. はじめに

「ヒューマンインタフェース」という言葉は人と機械の関りを表すだけでなく、機械を通じて人と人との関りを考えるという理念が込められている。Apple ではガイドライン(図 1)を設け、それに沿って iOS のデザインを決めている。

図1 Apple Developer(2025/4/19)

無線マウスの製作を通して、入力機能の設計について学び、「人と人をつなぐデバイス」とは何か、考えてほしい。

2. 目的

はんだづけのしくみ(合金化による結合)、スイッチ入力やアナログ入力について学び、機械的な信頼性の向上を検討する。

3. 基礎知識

①はんだづけ

電子工業における重要な接合技術であり、高密度実装化のための生産技術にもなっている。はんだづけ(個体と液体)は、接着(個体と個体)、溶接(液体と液体)と異なる接合技術である。錫(Sn)を主成分として鉛(Pb)を多く含む共晶はんだは融点が低く(融点：約 183 度)扱いやすいが、廃棄された電子部品から鉛が溶け出し地下水を汚染するため、鉛などの有害物質の使用規制に乗り出

した。(2005:WEEE/2006:RoHS)

現在は環境に配慮し、鉛フリーはんだ(融点：約 217 度)が利用されている。

異種材(金属)の接合は母材(Cu)およびはんだ(Sn)の原子を最大引力原子間距離 r_m (図 2)まで近づけて原子を相互に接合することである。この金属間化合物は、Sn と Cu が相互に拡散して形成(図 3)されるが、その拡散速度は高温になるほど速くなる。

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jiep1985/8/3/8_3_3/_pdf/-char/ja

図2 相互原子間距離と力の関係

<https://www.nihonsuperior.co.jp/sn100c/>

図3 Sn と Cu 間における合金層の成長

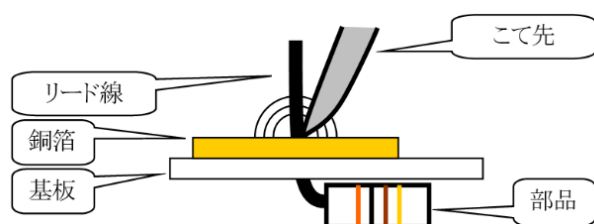
②フラックス

金属表面には酸化被膜があるため、単純にはんだを熱によって溶かしただけでは接合できない。フラックスの成分である主剤(樹脂)、活性剤、溶媒により金属表面の酸化被膜や表面皮膜を除去することではんだづけが可能(ぬれ)となり、金属表面の再酸化を防止し清潔な金属表面を保つことができる。

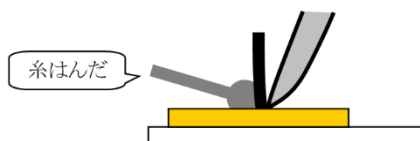
③はんだづけの4要素

- ・適量のはんだ供給
- ・金属を最適温度に加熱
- ・金属表面の清浄化(フラックス)
- ・凝固

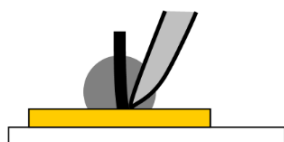
a) リード線の根元と基板の銅箔部分にコテ先をあて、同時に加熱する。



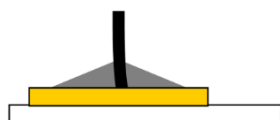
b) リード線の根元と基板の銅箔部分にはんだ線を差し入れ、溶かす。



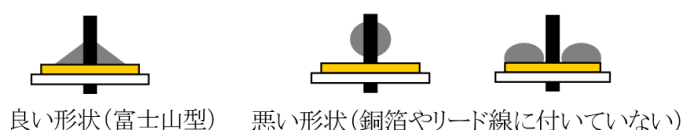
c) はんだ線をはなす。



d) 銅箔面にはんだのぬれが確認できたら、コテ先をリード線から離す。



e) はんだの形状を確認する。



4. 実習内容

①回路基板の製作

こて先を良い状態で使用するには、こて先が常にはんだで覆われ、ぬれている状態（熱が伝わる状態を保つこと）がポイントとなる。(図4)こて先が緩んでいる場合には締め直し、酸化の状態を確認する。クリーナーがスポンジタイプの場合、硬めに絞る程度に濡らす。ワイヤータイプの場合、コテ先は雑に抜き差ししないように心がける。クリーニングのタイミングは、はんだ付けの直前に行く。使用後は余熱により再度はんだでコーティングし、次回使用時まで酸化を防ぐ。

<https://www.hakko.com/japan/support/maintenance>

図4 こて先の良い状態(左)と悪い状態(右)

表1に示す部品の種類と個数を確認し、背の低い抵抗やダイオードなどからはんだづけを行う。部品の金属部分、特に基板の回路面に直接触れないように注意する。

表1 部品一覧

✓	品名	規格	個
	マイコンボード	Raspberry pi Pico w	1
	細ピンヘッダー(20pin)	PHA-1x40SG	2
	マウス回路基板	片面基板 銅箔 18 μ m	1
	汎用整流用ダイオード	1N4007-3485	1
	タクトスイッチ (小)	DTS-63-N-V-WHT	3
	タクトスイッチ (大)	TVGP01-G73BB	2
	アナログジョイスティック	JT8P-3.2T-B10K-1-16Y	1
	スライドスイッチ	SS-12SDP2	1
	電池ボックス	BH-411-4P24	2
	分割ロングピンソケット (20pin)	FHU-1x42SG	2
	分割ロングピンソケット (4pin)	FHU-1x42SG	1
	ミニカードスぺーサー	MPS-04-0	4

a) Raspberry pi Pico へのはんだづけ

- ☐ ピンヘッダ取付

b) 技術適合証明マークの貼り付け

c) 基板へのはんだづけ

- ☐ ダイオード取付(極性に注意)
- ☐ タクトスイッチ (小→大) 取付
- ☐ アナログジョイスティック取付
- ☐ スライドスイッチ取付
- ☐ 電池ボックス取付
- ☐ 分割ロングピンソケット取付

d) ミニカードスペーサーの取付

e) 動作確認

②入力装置の確認

a) タクトスイッチ(RST、Left、Right)
内臓プルアップ指定(Active LOW)

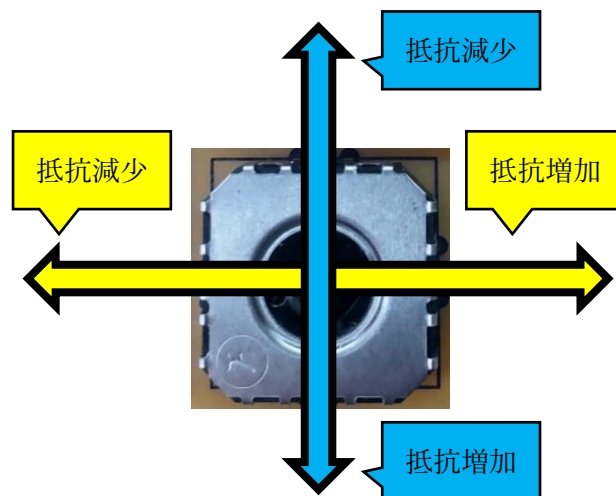
SW	GPIO
OFF	HIGH
ON	LOW

図5 プルアップ抵抗の指定

b) アナログジョイスティック

X 軸と Y 軸の操作に可変抵抗器を使用しており、スティックの角度に応じて抵抗値が変化する。(0Ω~10kΩ)

図6 アナログジョイスティックのしくみ



③KiCad

回路設計、PCB レイアウト、ガーバーファイル作成・確認、ライブラリ編集といった設計プロセスの全てで使える統合開発環境である。

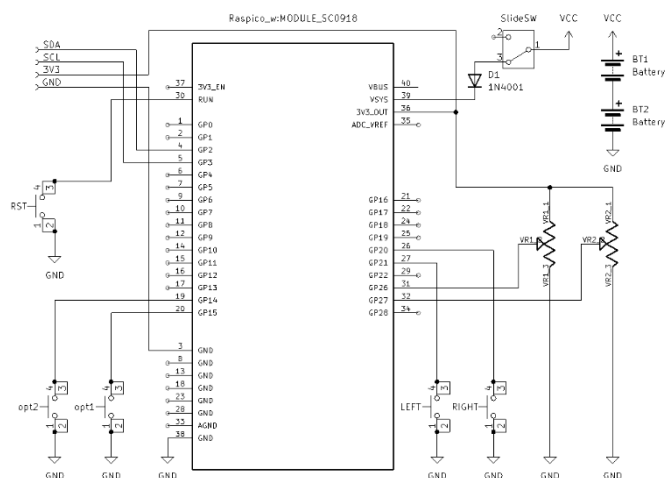


図7 Circuit diagram

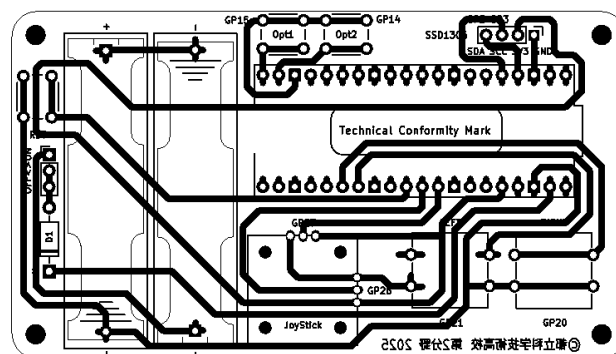
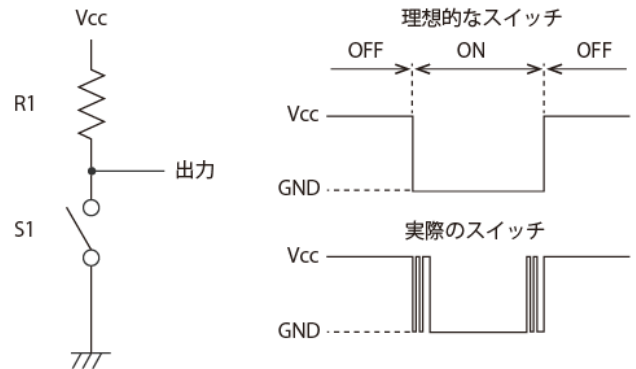


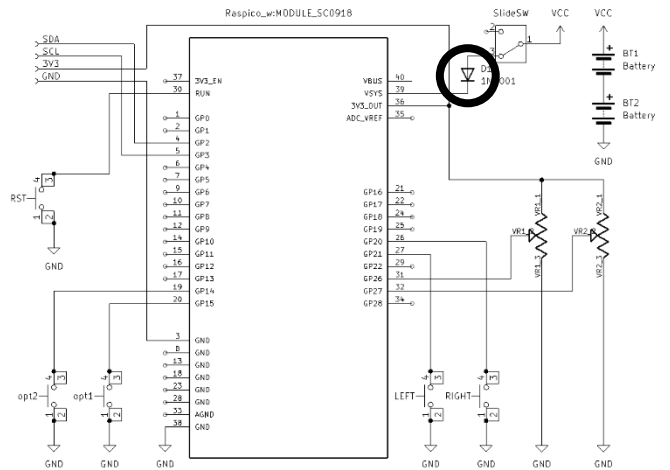
図8 Printed circuit board

検討・考察

一般的なスイッチは、ON⇔OFF の瞬間に複数の遷移(バウンス)を起こす。これを防ぐ方法を調べよう。



Raspberry Pi Pico w の駆動方法はバッテリーの他に USB による給電がある。バッテリーの近く、回路図内○印の位置にダイオードを挿入している理由を考察しよう。



ヒューマンインタフェースとは、人と機械やシステム（コンピュータ）との間の情報のやり取りを円滑にする仕組みや設計のことである。キーボード、マウス、ディスプレイ、センサ、ソフトウェアなど、人が機械とやり取りするために利用する全ての要素を指す。「人と人とをつなぐヒューマンインタフェースデバイス」を自由に考えてみよう。



ヒューマンインタフェース研究動向

2 年 組 番 氏名