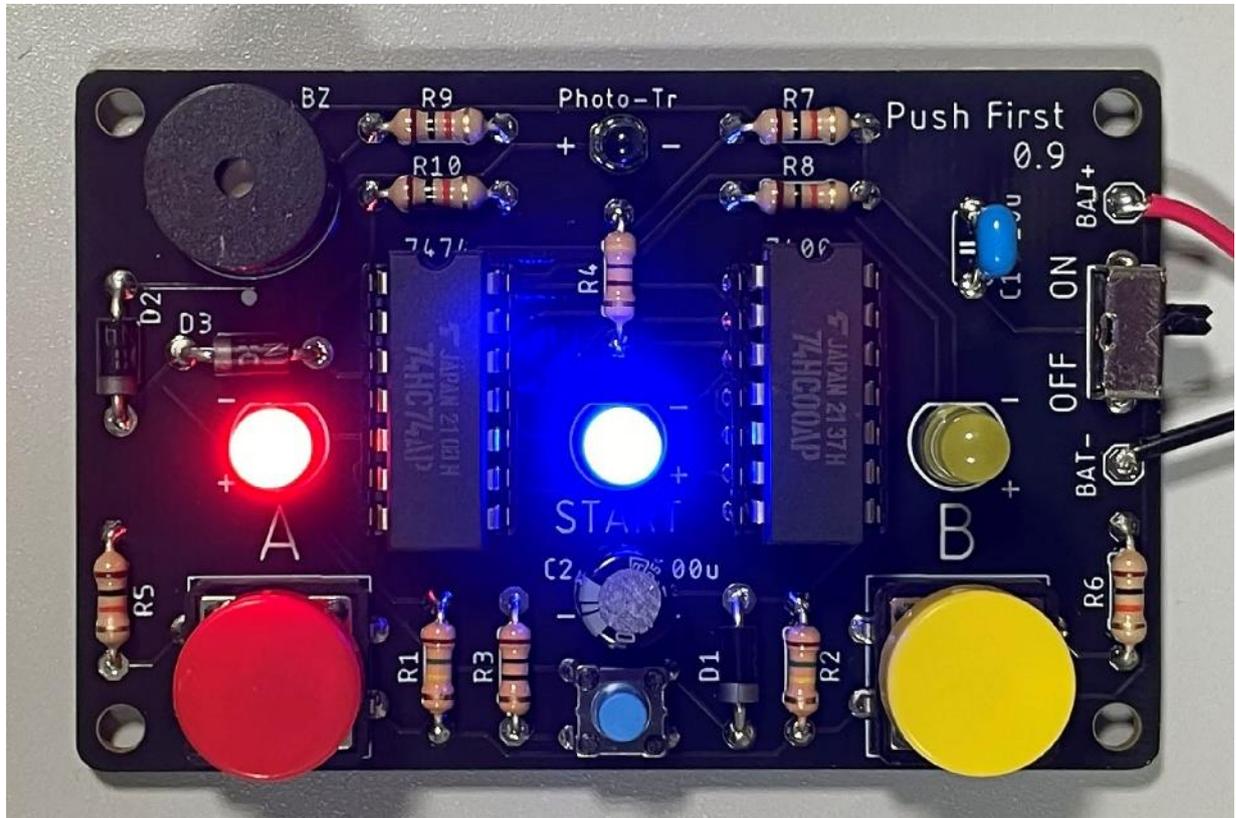


早押し対決ゲームを作ろう

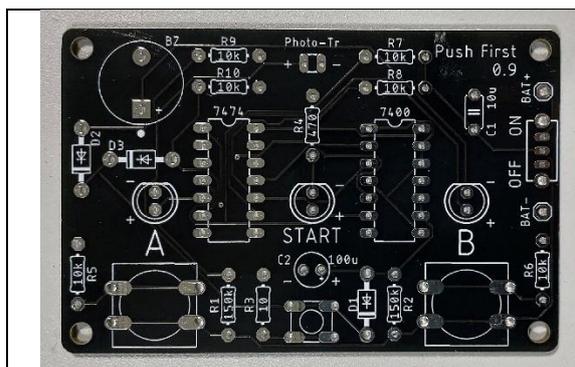
●今回作る物

電子回路で動く早押し対決ゲームをはんだ付けします。



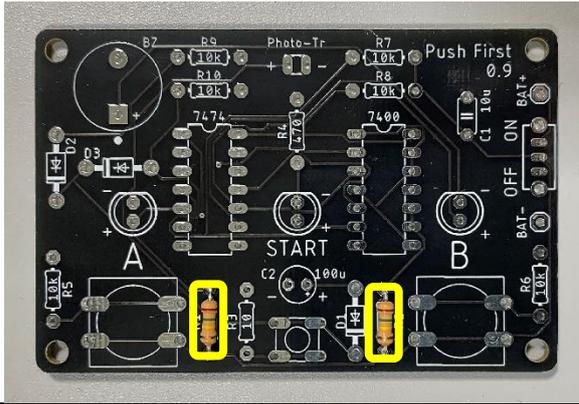
電源を入れて何秒か待つと、中央の青いスタートLEDが光ります。
光ったら2人でAボタンとBボタンを押します。早かった方のLEDが光って勝ちになります。
スタートLEDが光る前にボタンを押してしまうと、フライングの反則で相手の勝ちになります。
中央のスタートボタンを押すと、もう1回遊べます。

●はんだ付けの手順

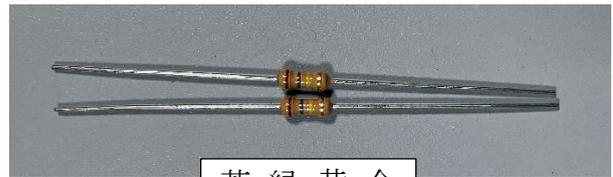


この基板に、部品をはんだ付けしていきます。

1. 抵抗 R1・R2 150kΩ × 2 本

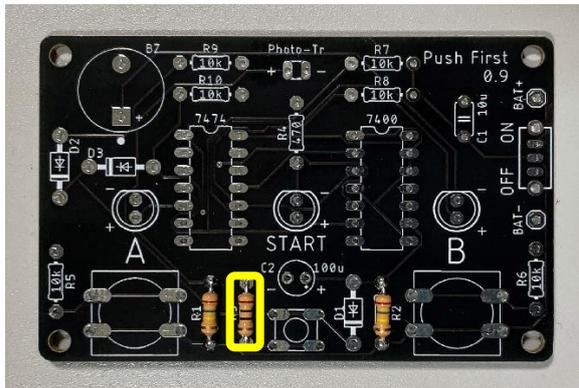


R1~R2 の場所にはんだ付けします。
向きはありません。



茶・緑・黄・金

2. 抵抗 R3 10Ω

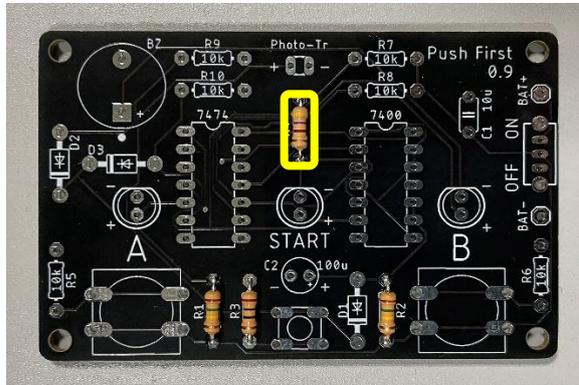


R3 の場所にはんだ付けします。
向きはありません。

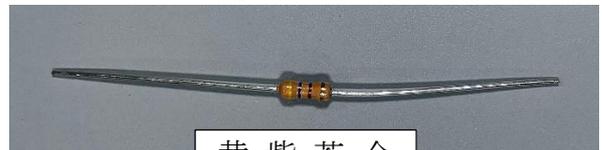


茶・黒・黒・金

3. 抵抗 R4 470Ω

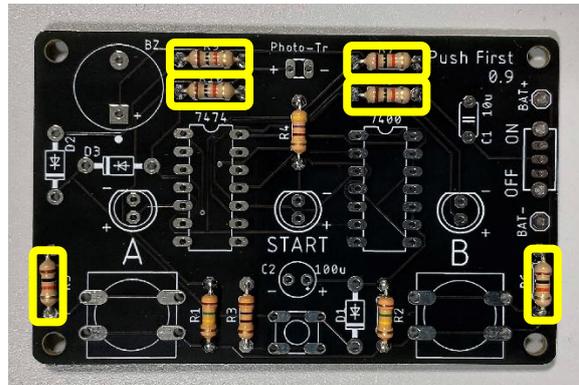


R4 の場所にはんだ付けします。
向きはありません。

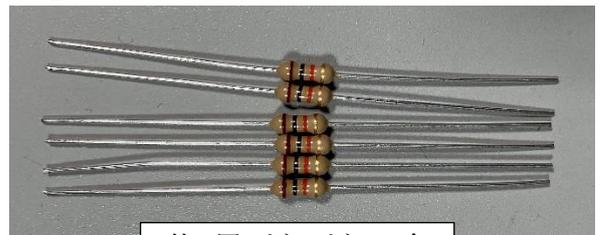


黄・紫・茶・金

4. 抵抗 R5~R10 10kΩ × 6 本

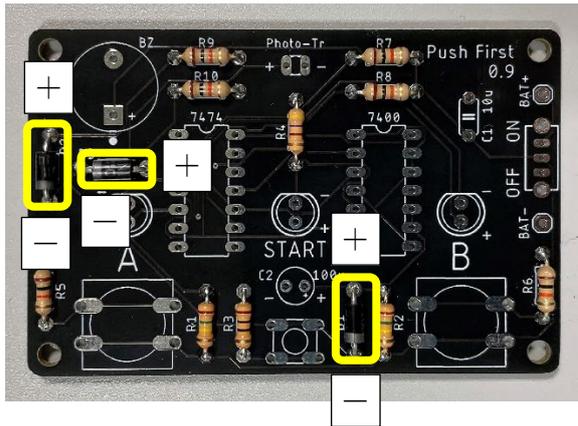


R5~R10 の場所にはんだ付けします。
向きはありません。

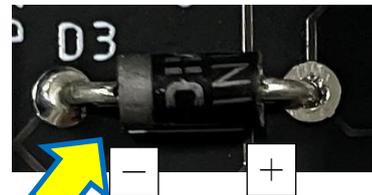
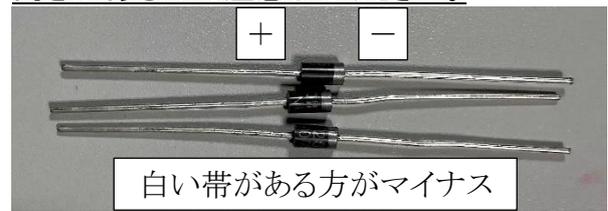


茶・黒・だいたい・金

5. ダイオード 1S4007 × 3 本

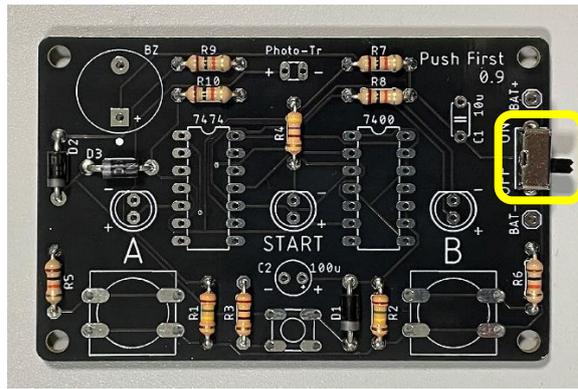


D1～D3 の場所にはんだ付けします。
向きがあるので注意してください。

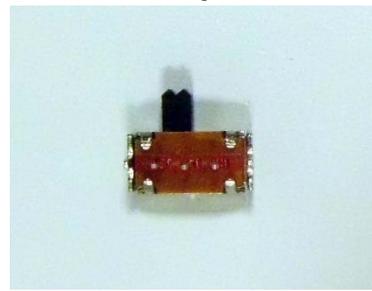


基板とダイオードの
白い帯を合わせる

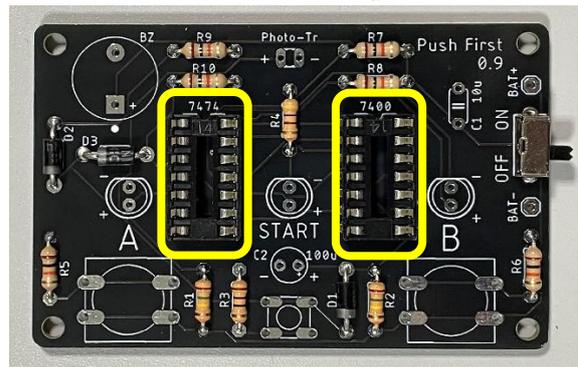
6. スライドスイッチ



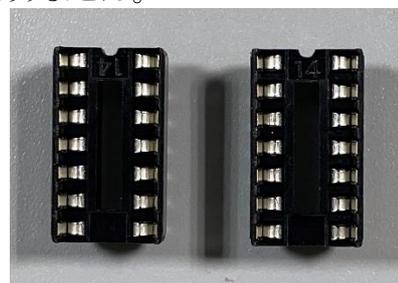
「ON」「OFF」と書かれた場所にはんだ付けし
ます。向きはありません。



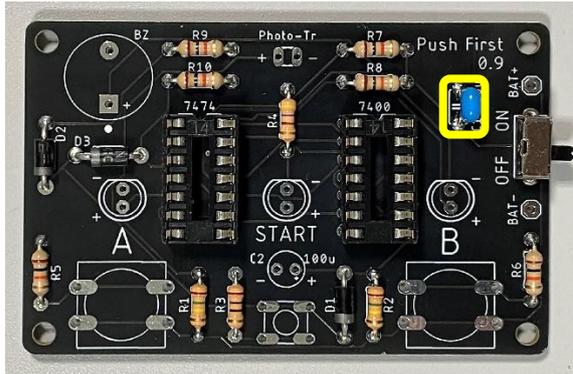
7. IC ソケット 14ピン × 2 個



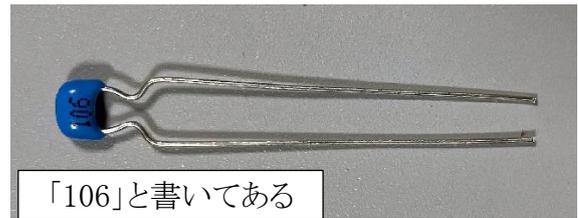
「7474」「7400」と書かれた所にはんだ付けし
ます。
向きはありません。



8. セラミックコンデンサ C1 10 μ F

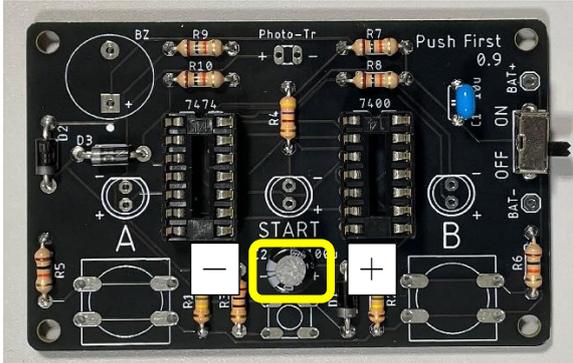


C1 の場所にはんだ付けします。
向きはありません。

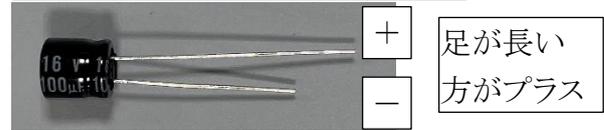


「106」と書いてある

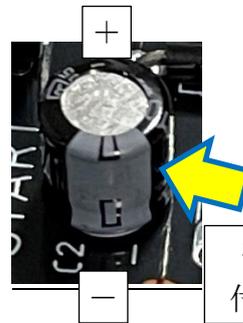
9. 電解コンデンサ C2 100 μ F



C2 の場所にはんだ付けします。
向きがあるので注意してください。



足が長い方がプラス



コンデンサに白い帯が付いている方がマイナス

10. フォトトランジスタ

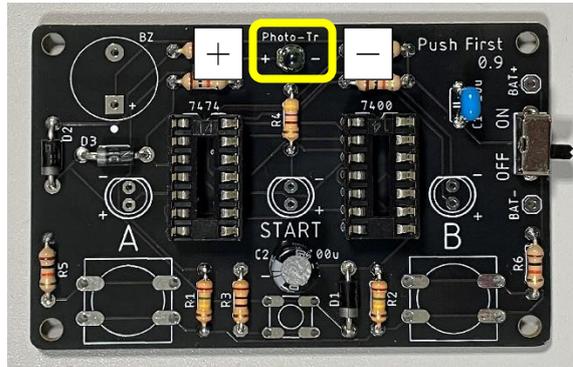
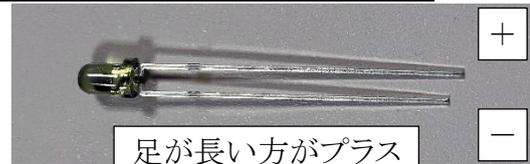
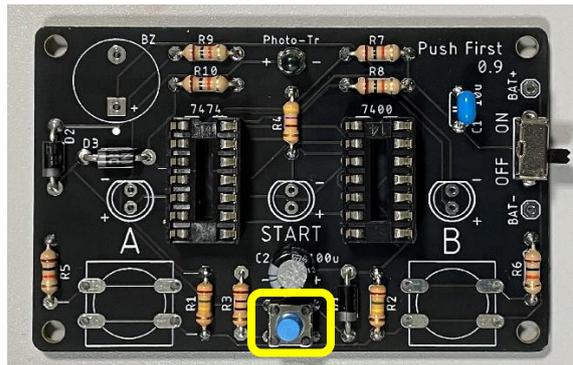


Photo-Tr の場所にはんだ付けします。
向きがあるので注意してください。



足が長い方がプラス

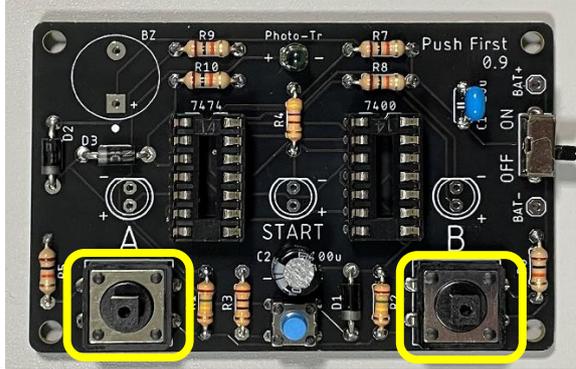
11. タクトスイッチ青(スタートボタン)



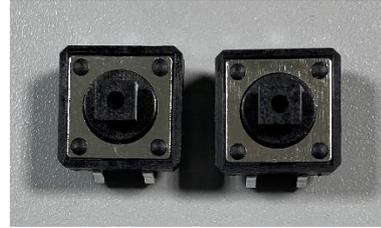
4本の足が入る向きに、はんだ付けしてください。



12. タクトスイッチ大×2個(A・Bボタン)



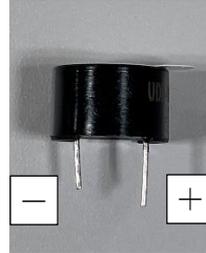
A、Bの場所にはんだ付けします。
4本の足が入る向きに付けてください。



13. ブザー



BZの場所にはんだ付けします。
向きがあるので注意してください。

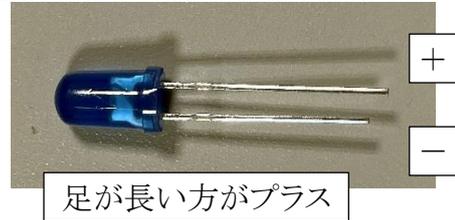


シールの+を
基板の●に合わせる

14. LED 青(スタート LED)

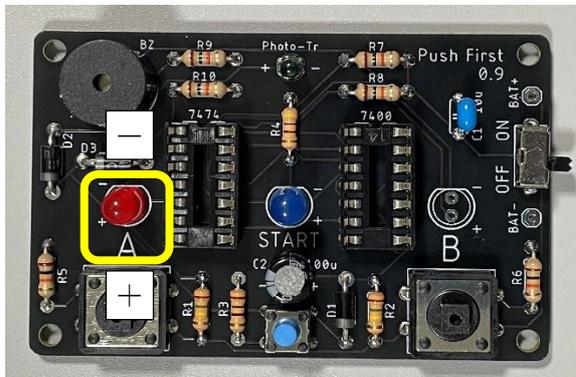


STARTの場所にはんだ付けします。
向きがあるので注意してください。

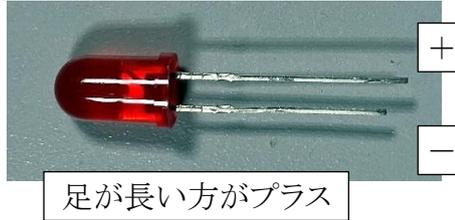


足が長い方がプラス

15. LED 赤(LED A)



Aの場所にはんだ付けします。
向きがあるので注意してください。

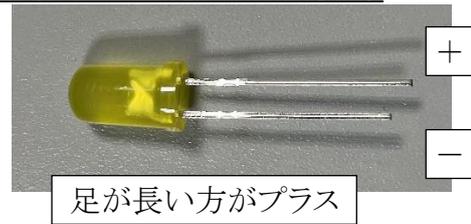


足が長い方がプラス

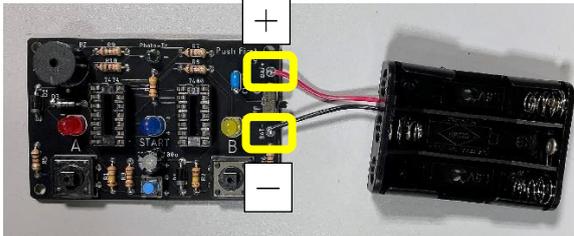
16. LED 黄(LED B)



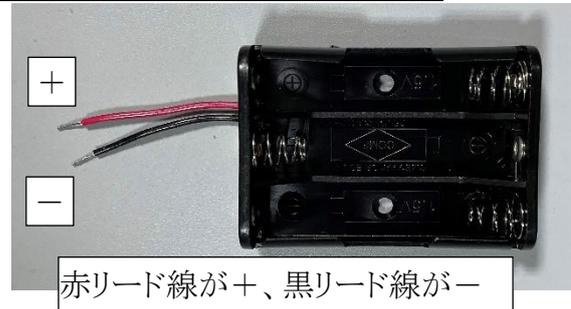
Bの場所にはんだ付けします。
向きがあるので注意してください。



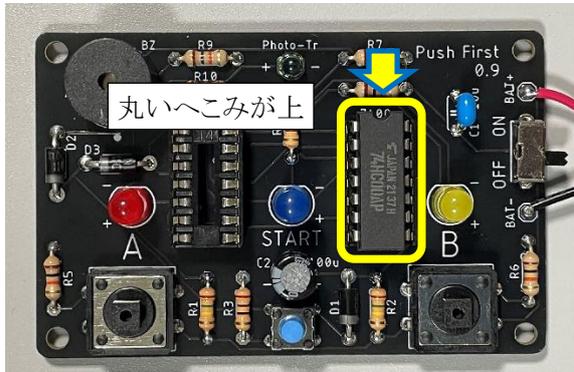
17. 電池ボックス



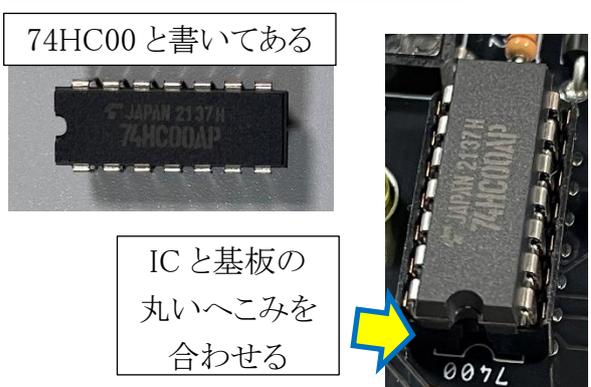
BAT+、BAT-の場所にはんだ付けします。
向きがあるので注意してください。



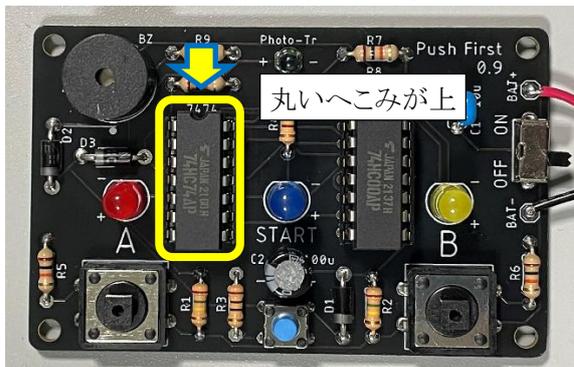
18. IC 74HC00(NAND ゲート)



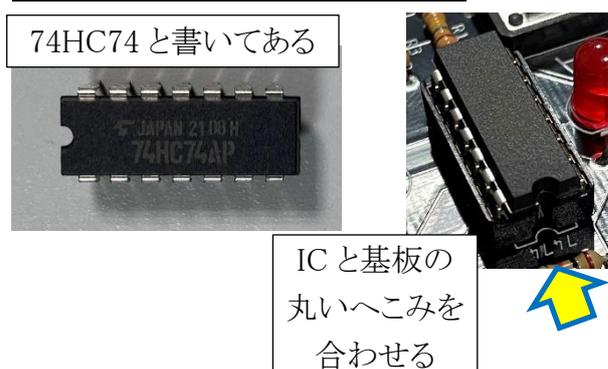
7400 のソケットにはめます。
向きがあるので注意してください。



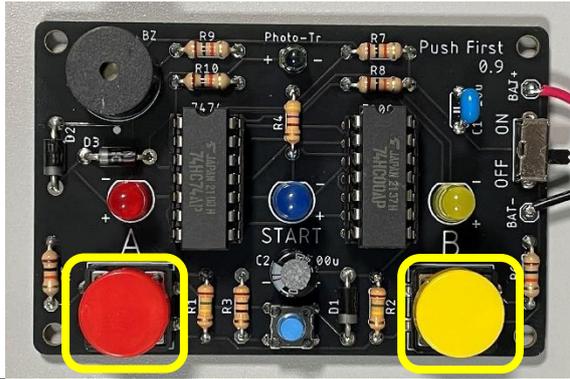
19. IC 74HC74(D フリップフロップ)



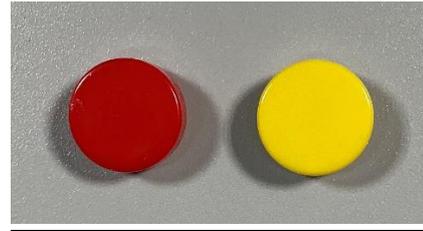
7474 のソケットにはめます。
向きがあるので注意してください。



20. タクトスイッチキャップ



タクトスイッチにはめます。



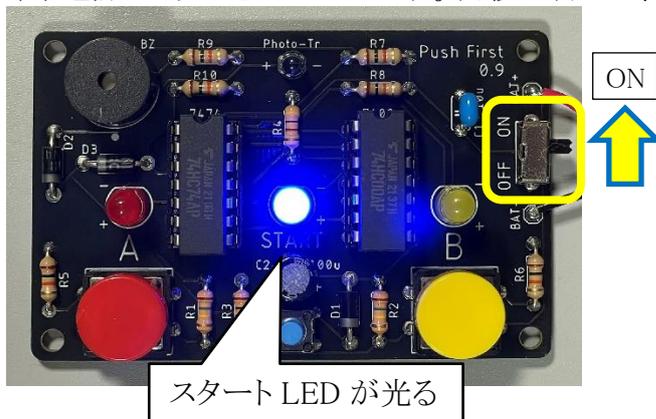
21. 単4電池×3本



電池ボックスに入れます。
向きがあるので注意してください。

●動作を確認します

(1) 電源スイッチを ON にします。何秒か待つと、スタート LED が光ります。



(2) A・B どちらかのボタンを押します。先に押した方が勝ちになって、LED が光ってブザーが鳴ります。後からもう片方のボタンを押しても反応しません。



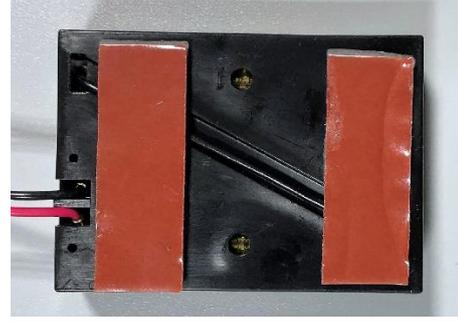
※うまく動かなかったら、電源を OFF にして、各部品のはんだ付けを確認してください。

22. 電池ボックス貼り付け



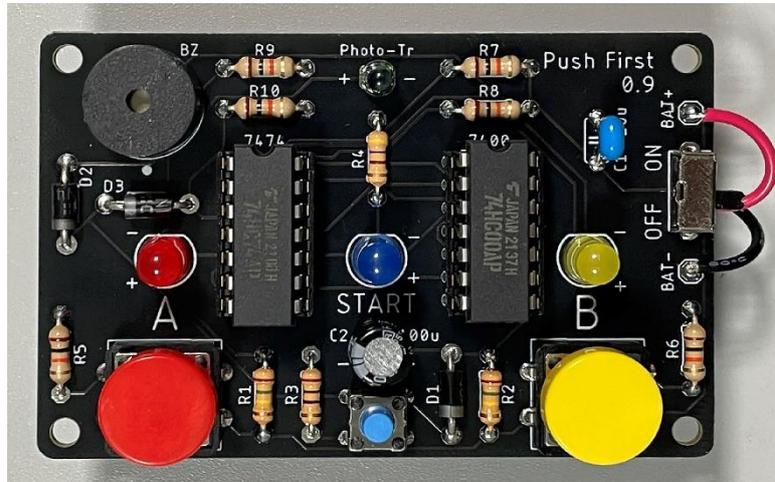
基板のうらにはりつける

電池ボックスのうらに両面テープをはります。



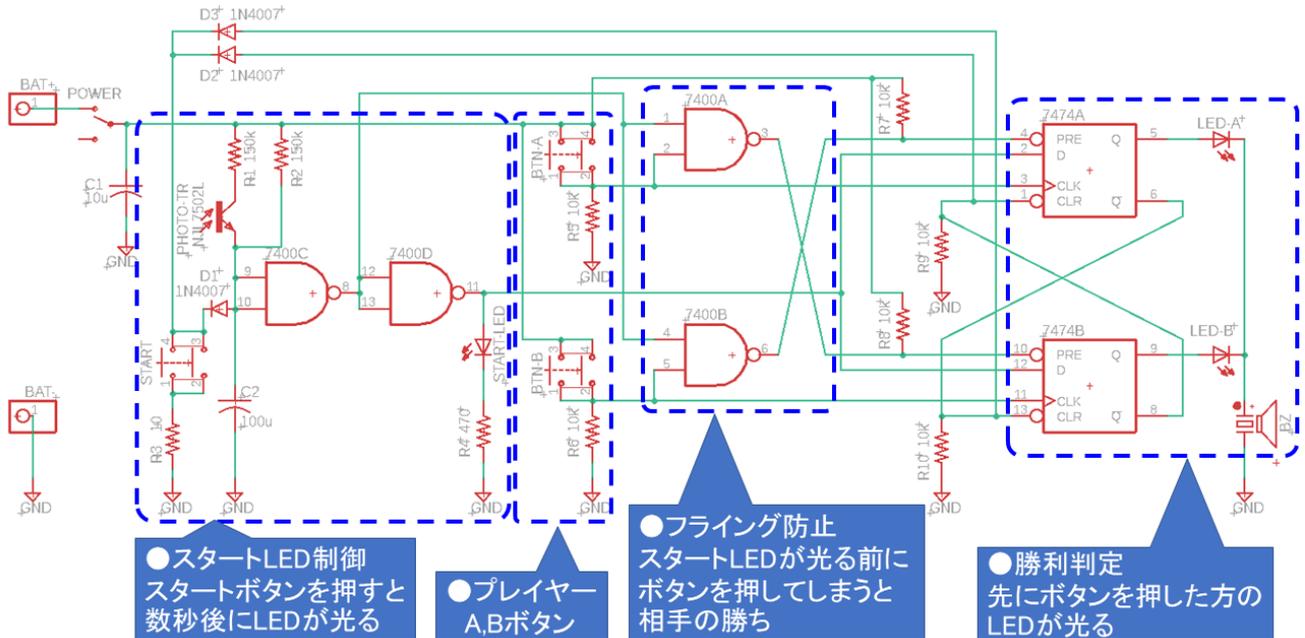
テープの紙をはがして、基板のうらにはりつけます。

これで完成です。



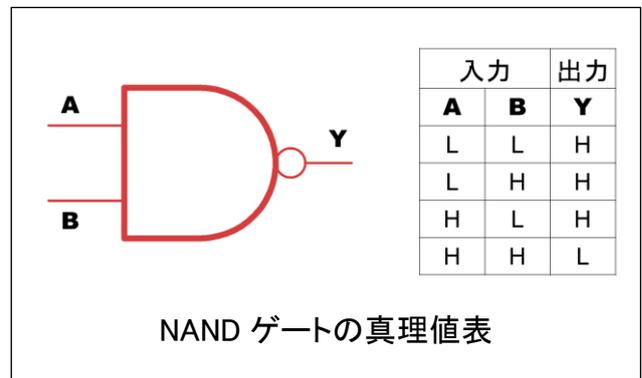
●詳しく知りたい人は

今回の早押し対決ゲームの回路図です。ロジック IC で組んだデジタル回路です。



● スタート LED 制御

➤ コンデンサの充電回路と IC・7400 の NAND ゲート 2 個を使って、スタート LED を制御しています。スタートボタンを押すとコンデンサ C2 が一度放電され、その後 R1・R2・フォトランジスタを通して充電されます。充電が進んで C2 の+側の電圧が上がると、7400C ゲートの入力が L→H に変わり、7400C ゲートの出力=7400D ゲートの入力が H→L に、7400D ゲートの出力が L→H に変わって、スタート LED が点灯します。



- NAND ゲートで L と H を反転して、また反転して…と 2 回反転しているのがムダに見えますが、C2 の+側に LED を直接つなぐと「だんだん明るくなって光る」動きになってしまいます。今回のゲームではパッと瞬間的に点灯させたいので、ゲートで変換してデジタルな出力にしています。また、途中の反転出力をフライング判定(後述)に使っています。
- コンデンサ C2 へ充電する電流の一部はフォトランジスタを通してあるので、周囲の明るさによってスタート LED 点灯までの時間が変わります。明るい場所だと 3~4 秒、暗いと 7~8 秒かかります。ちょっとした光の具合で変化するので、「いつ光るのか?」とハラハラさせてゲームを面白くしています。

● 早押し判定

入力				出力		
CLR	PRE	D	CLK	Q	\bar{Q}	
L	H	X	X	L	H	CLRがLなら強制クリア
H	L	X	X	H	L	PREがLなら強制プリセット
L	L	X	X	H	H	
H	H	L	\uparrow	L	H	D=LならCLK立ち上がりで $Q=L \cdot \bar{Q}=H$
H	H	H	\uparrow	H	L	D=HならCLK立ち上がりで $Q=H \cdot \bar{Q}=L$
H	H	X	\downarrow	Q_n	\bar{Q}_n	CLKが下がっても以前の状態を保持

D フリップフロップ・7474 の真理値表

- ボタンの早押し判定は、D フリップフロップが 2 個入った IC・7474 を使っています。回路図上側のフリップフロップ A を例にとると、最初の出力は「 $Q=L \cdot \bar{Q}=H$ 」の状態から始まり、LED-A は光りません。
- 時間が経ってスタート LED が点灯すると、D 入力が H になります。ここでボタン A が押されると、CLK 入力が L→H に立ち上がり、出力が「 $Q=H \cdot \bar{Q}=L$ 」に切り替わって、LED-A が光ります。同時に \bar{Q} 出力が繋がった先のフリップフロップ B の CLR 端子が L になるので、フリップフロップ B はクリアされて「 $Q=L \cdot \bar{Q}=H$ 」で固定されます。後からボタン B を押しても入力を受け付けません。フリップフロップ B に注目するとこの逆になるので、A・B のどちらか早く押した方の LED が光ることになります。
- リプレイするためにスタートボタンを押すと、2 つのフリップフロップの CLR 端子がダイオード D2・D3 を通じて L に落とされるので、フリップフロップがクリアされて最初の状態に戻ります。

● フライング防止

- このままだとスタート LED が光る前からボタンを連打していれば勝ってしまうので、7400 の NAND ゲート A,B でフライング防止回路を組んでいます。
- スタート信号の反転信号と、ボタン入力信号の 2 本を NAND ゲートへ入力すると、「スタート LED が光る前(H)、かつ、ボタンが押された(H)」時だけ、ゲートの出力が L になります。この L 出力を相手のフリップフロップの PRE 入力へつないでいるので、フリップフロップがプリセットされて「 $Q=H \cdot \bar{Q}=L$ 」で固定され、相手の LED が光ります。一方で自分のフリップフロップは、(相手が勝利した時と同様に) CLR 端子が L になってクリア状態「 $Q=L \cdot \bar{Q}=H$ 」で固定されるので、ボタン入力を受け付けなくなります。これでフライングの反則となって相手の勝ちになります。