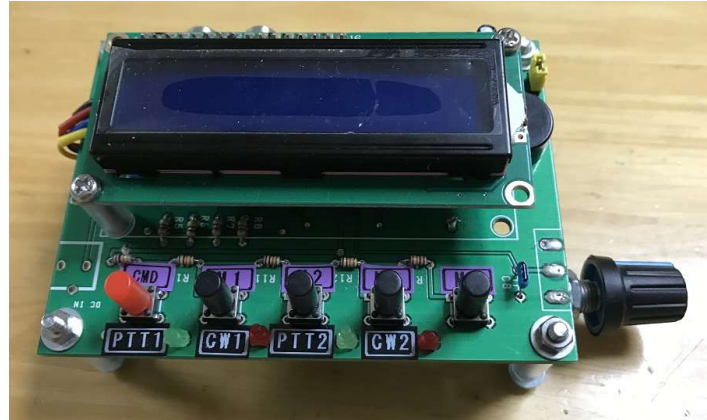


「k3ng_cw_keyer by JA8NNT」キット参考書

第2部：製作編 0.2版 2024.01



本書はオープンソースである k3ng_cw_keyer を JA8NNT さんがキットにしたものを製作する際の参考資料です。参考書は3部作としました（ファイル規模は大きくなったので）。

第1部：準備確認編、 第2部：製作編、 第3部：ファーム編

本書は「第2部：製作編」です。

【キット製作に際して】

相応の電子製作と Arduino のファームの知識が必要です。

電子製作は電子部品の知識とハンダ付け技術が必要です。電子部品は本書にて初期知識程度ですが随時説明します。ハンダ付けは文書では説明ができませんので、初心の方は、簡単な電子工作で経験を増やしてください。

若干のPCに関する知識も必要です。

Arduino のファームの知識は初期知識程度ですが本書にて随時説明します。簡単でよいのでプログラミングの知識は必要です。プログラミングの知識がなくても、本書のみで動作するように記載してみます。

【別途準備するもの】（工具は別項で説明します）

- ・電源用としてスマホ等で使われる USB-5V アダプタを準備しましょう。
- ・色違いのリード線4本（長さ10cm位）、無ければ同色でも可。
- ・ビニルテープ。

【一般的注意】

電気を扱いますので感電等に注意してください。

高温を扱いますので火傷等に注意してください。

切削工具を扱いますのでケガ等に注意してください。

【部品取り扱い】

部品は静電気に非常に弱い（内部破壊）、取り扱い・取付・接続等に先立ち、または取り扱い中・取付中・接続中は体に帯電している静電気を逃がしておいてください。近くのスチール机・スチール棚等の大きな金属物の金属が出ている部分をさわってください。特に冬季は乾燥しているため、静電気による内部破壊の可能性が非常に高いです。

【本書の文書】

誤字・脱字・文体相違はご容赦ください。

【免責事項は以下の通りです】

- ・製作や使用は、個人の責任でお願いいたします。
- ・個人の技術力や製作・開発環境により、本書内容に対して齟齬や相違があり得ます。また、正確性を保つよう努めますが、誤情報の入り込みの可能性があります。従いまして、本書はキットの完成をや動作を保証するものではありません。
- ・本書の引用・転載は自由ですが、引用・転載により生じた損害・損失は転載者の責任でお願いします。
- ・製作には電気や高温を扱います。技術力も必要です。安全にご配慮ください。本書では製作に関しての安全性を担保できません。
- ・本製作書の掲載内容により生じた損害・損失は直性・間接を含め如何なるものでも補償・責任を負うものではありません。
- ・キットの使用により生じた損害・損失は直性・間接を含め如何なるものでも補償・責任を負うものではありません。

2023.01.16 更新

【履歴】

- 2023.01 0.1版 本書策定開始 作成者：JH7DWU
- 2023.04 0.1版 公開
- 2024.01 0.2版 サウンダ取付変更

5. 製作

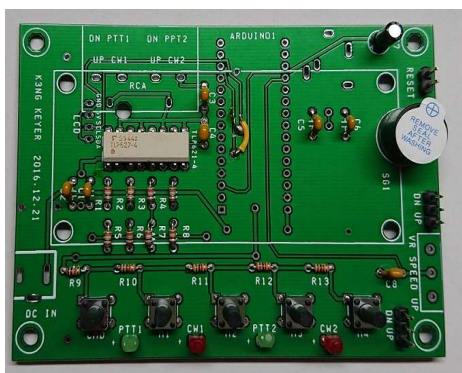
ハンダ付けのために、厚手の木を準備しましょう。また、焦げたり、傷がついても良い机なら、それでも可
 です。ただし、ハンダ付けは高温になるので、火傷や出火にも十分に注意しましょう。（ネットで「ハン
 ダ付け」で検索して情報を見ておきましょう）

本項が終わるまで、キットとPCの接続は止めましょう。不具合等がある状態でPCと接続するとPC側が故障
 する可能性があります。

基板には背の低い部品からハンダ付けしていきます。私の場合は、抵抗⇒コンデンサ⇒LED⇒ソケットヘッダ
 ⇒SWの順番でハンダ付けします。順番は決まったものではありません、個人的なやりやすさでいいでしょう。
 VR、RCA2X2、ジャック等の大きい部品は最後にハンダ付けします。

途中、LCDやArduinoNanoの取付を行います。

基板の表側から始めます。次の写真が表側部品の全様です。完成品は、更に基板の上にLDCが乗ります。



※0.2版：写真ではサウンドの取付が表面になって
 います。この状態ではLCD取付に干渉する（ぶつ
 かる）場合がありますので、サウンド取付を裏面
 に変更しました。

5-1. 抵抗、コンデンサの取付

抵抗は袋③に入っている白い紙の中に抵抗がテープ止めされています。

抵抗は回路図上で「Rと番号、例：R1」と記載されているものです。

- ・ R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8 は値が 390Ω (オーム) で 8 個。抵抗に印刷されているカラーは橙-白-茶-金のも
 のです。
- ・ R9 は値が $10k\Omega$ 、1 個。抵抗に印刷されているカラーは茶-黒-橙-金のもので
- ・ R10, R11, R12, R13 は値が $1k\Omega$ で 4 個。抵抗に印刷されているカラーは茶-黒-赤-金のもので

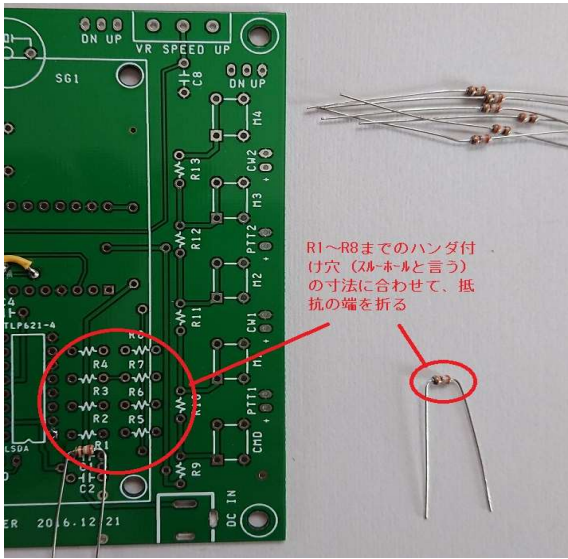
コンデンサは袋③に入っています。

コンデンサは回路図上は「Cと番号、例：C1」と記載されているものです。

- ・ C1, C2, C3, C4, C5, C6, のコンデンサ種類はセラミックコンデンサ、値は $10n$ (=nF、ナノファラッド) で 6 個。
 コンデンサに「103」と印刷されています。
- ・ C7 の種類は電解コンデンサ、値は $10\mu F$ (マイクロファラッド) で 1 個。電源の+とGNDの接続方向があります
 (=極性あり)。コンデンサに「25v10 μF 」と印刷されています。
- ・ C8 の種類はセラミックコンデンサ、値は $4.7n$ (=nF(ナノファラッド)=4700PF(ピコファラッド)) で 1 個。
 コンデンサに「472」と印刷されています。

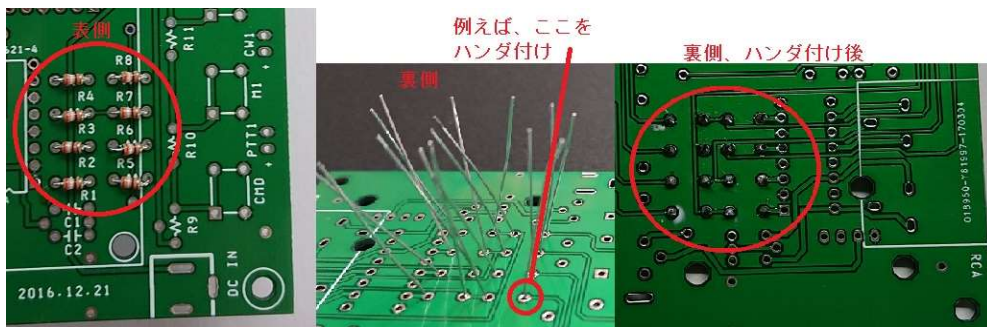
これらを袋④に入っている基板にハンダ付けします。板面に部品番号や記号が記載されています（シルクと
 言う）。基板の金属部分にはさわらにようにします。基板の扱いは基板の端を持つようにします。

5-1-1. R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8 : 390Ω (橙-白-茶-金)、8個のハンダ付け



基板にシルクでR1. . . R8と印刷されていますので、そこにハンダ付けします。
抵抗は基板のハンダ付け用穴(スルーホールと言う)の寸法に合わせて抵抗足を抵抗両端で折ります。抵抗両端部は折れやすいので、ゆっくりと折ります。ハンダ付けさえ、しっかりついていれば、斜めについたり、足が長くて、大丈夫です。ただし、周りの部品にあたることのないように。

抵抗をスルーホールに取り付けます。裏側の足が出た所をハンダ付けします。ハンダ付け後に足をニッパーで切ります。



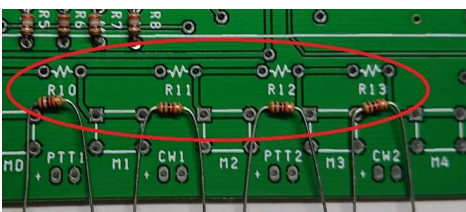
以降、ハンダ付け方法は同じです。

5-1-2 R9 : 10kΩ (茶-黒-橙-金)、1個のハンダ付け



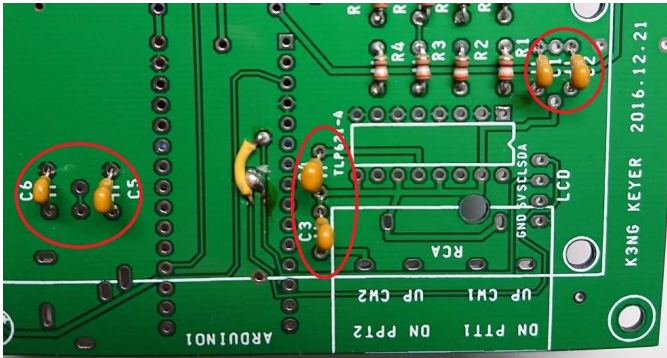
基板にシルクでR9と印刷されていますので、そこに前記と同様にハンダ付けします。

5-1-3 R10, R11, R12, R13 : 1kΩ (茶-黒-赤-金)、4個のハンダ付け



基板にシルクでR10. . . R13と印刷されていますので、そこにハンダ付けします。

5-1-4 C1, C2, C3, C4, C5, C6 : セラミックコンデンサ : 10n (103) 、 6個のハンダ付け

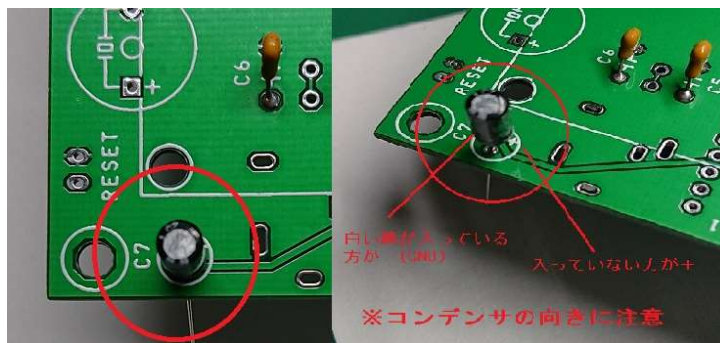


基板にC1. . . C6と印刷されていますので、そこにハンダ付けします。セラミックコンデンサコンデンサの足が折れない程度に基板面に対して短く取付ます。ハンダ付け後は少し斜めに曲げておきます。

※一通り完成後、セラミックコンデンサとLCDがぶつかることが判明。コンデンサのハンダ付けを修正（高さを低く）しました。以降の記載写真は修正前（コンデンサの高さが高い）です。

5-1-5 C7 : 電解コンデンサ : 10 μ F (25v10 μ F) 、 1個のハンダ付け

電解コンデンサは電源の+とGNDの接続方向がありますので注意してハンダ付けします。基板にC7と+の印刷があります。電解コンデンサに白い帯で-が印刷されている方がGNDで、何も印刷されていない方が+です。基板上に+のシルクがある方に、白い帯が無い方を入れます。



5-1-6 C8 : セラミックコンデンサ : 4.7n (472) 、 1個のハンダ付け

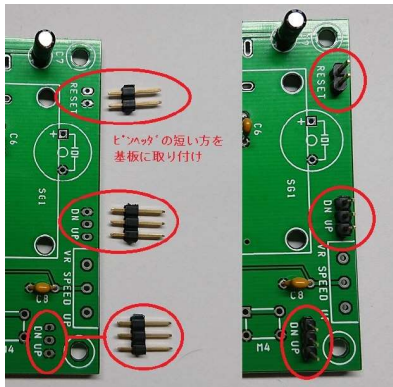


基板にC8と印刷されていますので、そこにハンダ付けします。

5-2. ジャンパー、SW、サウンド、の取付

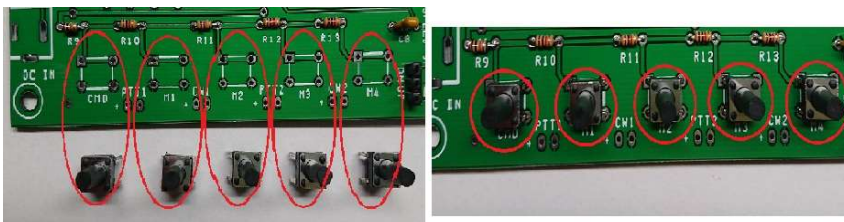
ピンヘッダ（3ピンはJUMPER、2ピンはRESET）とSWは袋⑥に入っています。同梱されているジャンパーピンは外しておきます。ジャンパーピンは小さいので、無くさないように袋にいれたままにします。SWのトップカバーも袋にいれたままにします。

5-2-1. ピンヘッダのハンダ付け



ピンヘッダの短い方を基板に取り付けて、ハンダ付けします。

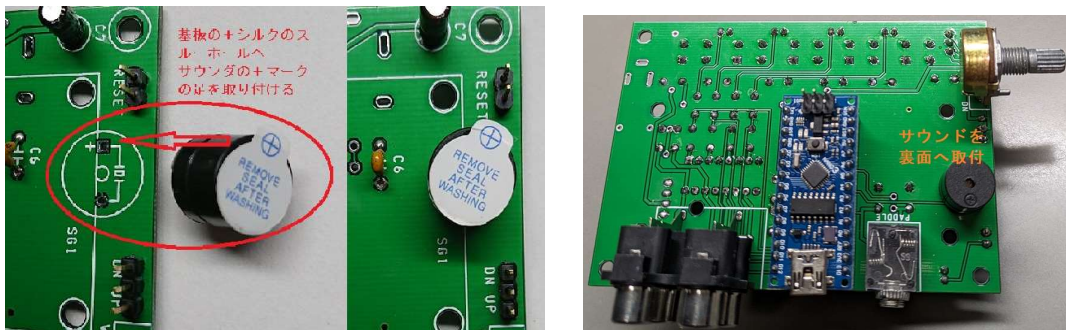
5-2-2. SW のハンダ付け



SWに取付方向がありますが、スルーホールにきっちり入る方向に入れてハンダ付けします。SW底面と基板面はピッタリ合うようにします。

5-2-3. サウンドのハンダ付け

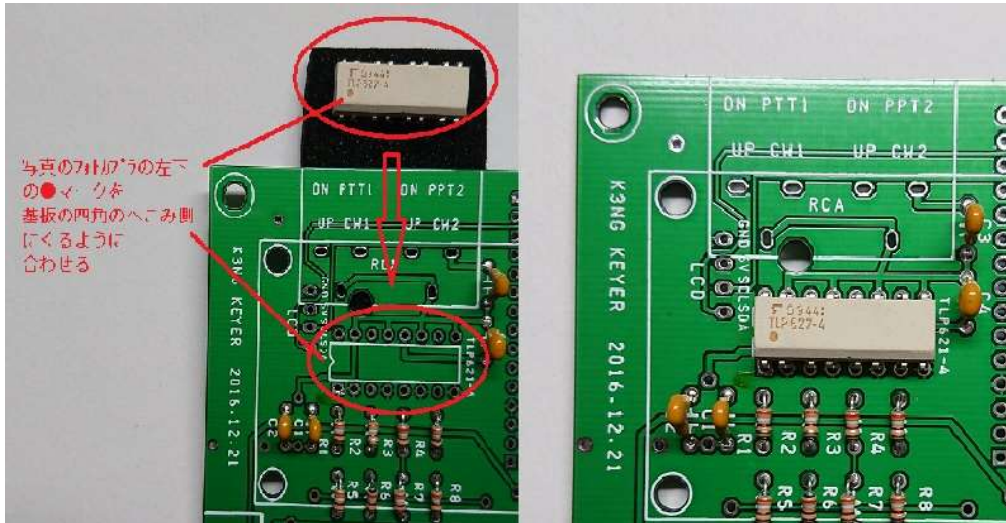
サウンドは袋⑤に入っています。このサウンドは取付方向があります。サウンドに貼られているシールに+マークがあります。このマークと基板の+シルクを合わせてとりつけます。シールは完成後ののががします。



※0.2版：サウンドを表面へ取り付けると、組み立て・ケース組み込みでLCDに干渉する（ぶつかる）場合があります。最初の組み立て時点で裏面につける方がよさそうです。表面の+シルクを確認しながら、裏面に取り付けます。上右写真がサウンドを裏面に取り付けたものです。

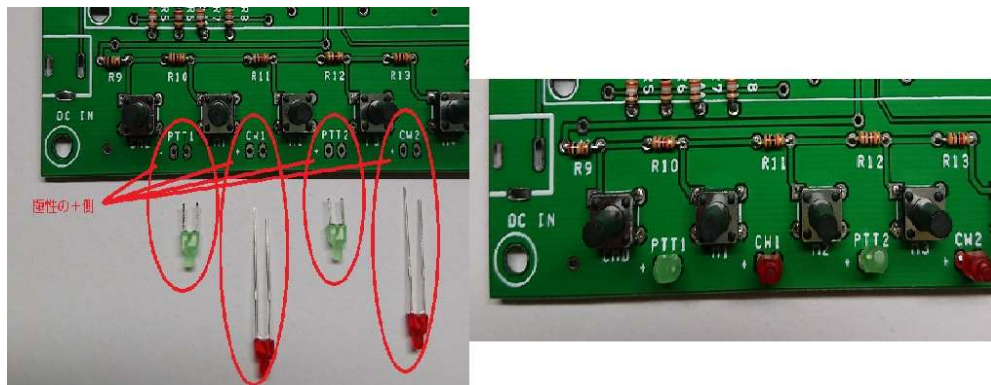
5-2-4. フォトカプラのハンダ付け

フォトカプラは袋⑤にはっています。これは、そのまま基板にハンダ付けします。下写真のようにフォトカプラの左下に「●」マークがあります。「●」マークと基板の「四角のへこみ」側にくるように合わせて取り付けます。

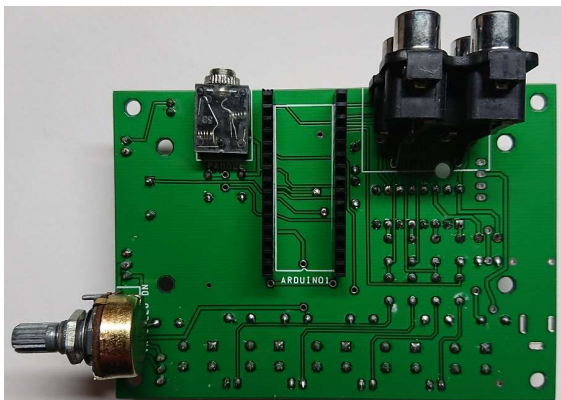


5-2-5. LEDのハンダ付け

LEDは袋③に入っています。極性に注意してハンダ付けします。赤LEDは足の長い方が+ですので基板の+シルクに合わせます。緑LEDは下写真の内部構造を参考に基板の+シルクに合わせます。

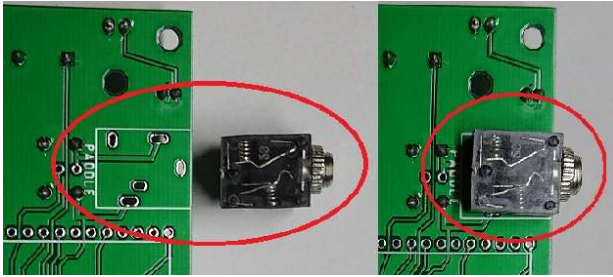


5-3. ジャック、VR、RCA2X2、ArduinoNano用ソケットの取付



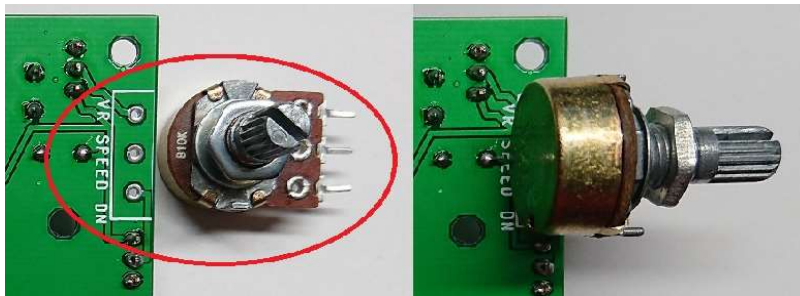
ここからは、基板裏側に部品を付け、基板表側でハンダ付けします。だんだん、部品が多く付いてきますので、ハンダ付けの際は、周りの部品にハンダこてが付かないように注意します。左写真が表側部品の全様です。部品数は少ないです。

5-3-1. ジャックのハンダ付け



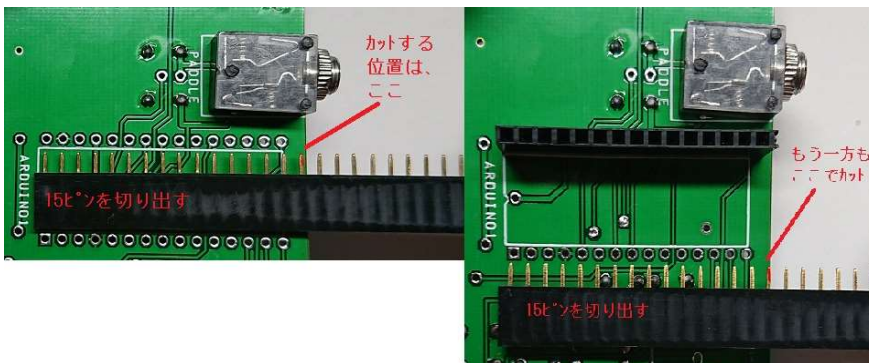
ジャックは袋⑤にはっています。裏側の「PADOLE」のシルクの「四角」内のスルーホールに合わせて取り付けます。

5-3-2. VRのハンダ付け

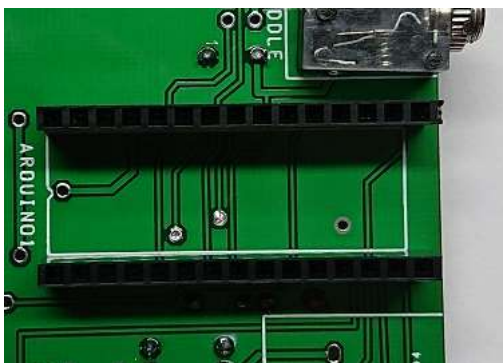


VRは袋⑤にはっています。「VR SPEED ON」のシルクの「四角」内のスルーホールに合わせて取り付けます。

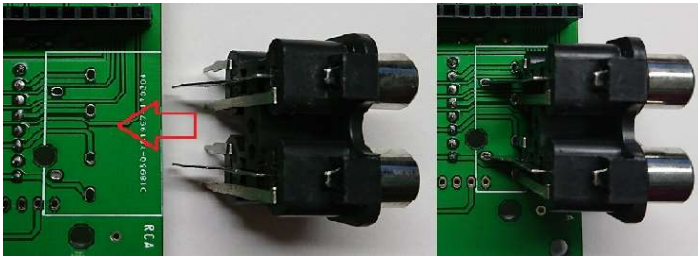
5-3-3. ArduinoNano 用ソケットのハンダ付け



袋⑤に入っているソケットヘッダをArduinoNanoのピン数に合わせてきります。下写真のようにカットする位置を決めて、そのピン位置をニッパーで切ります。切り口はカッター等で、きれいにしておきます。※残ったソケットヘッダは、とっておきましょう。



5-3-4. RCA2X2 のハンダ付け



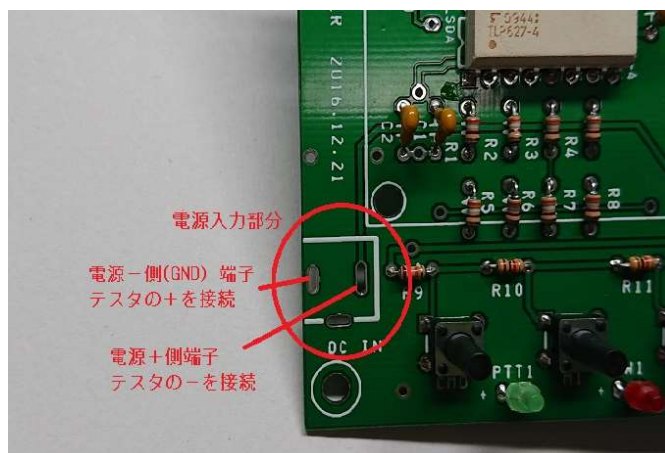
RCA2x2 は袋⑤に入っています。「RCA」のシルクの「四角」内のスルーホールに合わせて取り付けます。

これで基板への部品のハンダ付けは終了です。残りのハンダ付けはArduinoNanoとLCDです。

5-3-5. 完成基板チェック（目視、電源-GNDの抵抗測定）

目視で基板の表側・裏側のハンダ付け状態を確認します。ハンダ箇所がきれいな山になっていればよいでしょう。ハンダ箇所が隣や周りのハンダ箇所とつながっていないことも見ます。ハンダは多少、山盛りでもよいでしょう。

現時点での基板全体の抵抗値を測定します。基板の表側に「DC IN」とシルクがある部分が電源入力部分があります（部品の取付は無いです）。下写真のように、電源一側(GND)端子へテストの+を接続します。電源+側端子へテストの-を接続します。テストで測定した抵抗値が無ければ（テスト針がふれない）OKです。何らかの抵抗値があれば、どこかに間違いがあります。



5-3-6. 基板足の取付

基板が完成したので、ネジの足をつけます。

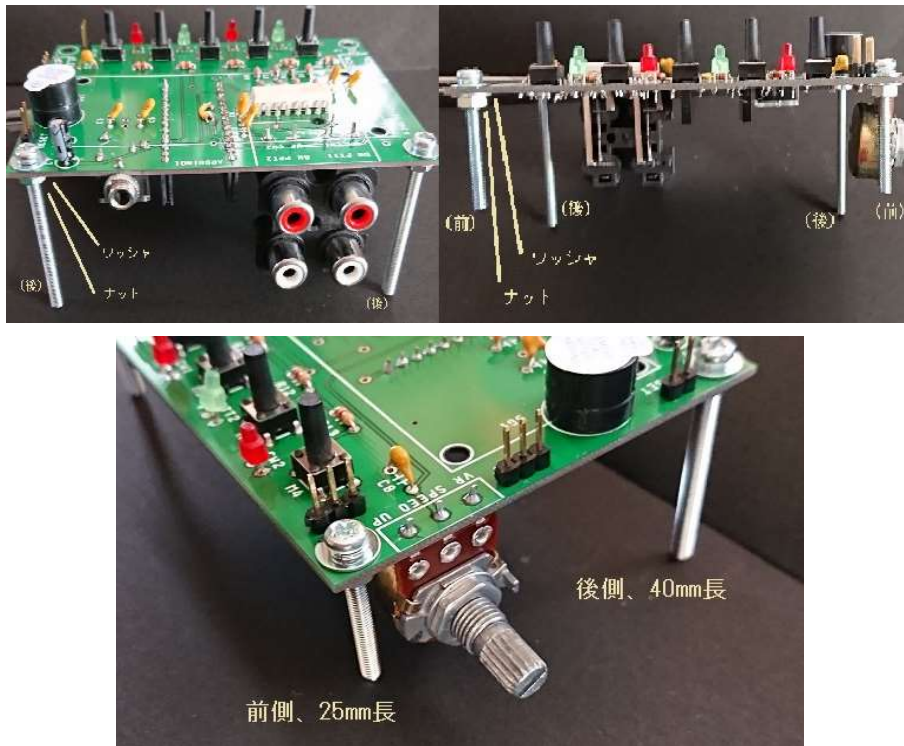


取付足用長ネジは袋②に入っています。

Φ3mmの40mm長のネジ（平ワッシャ、パネワッシャ付）2本は後側足用、ナット2個とワッシャ2個を使います。

Φ3mmの20mm長のネジ（平ワッシャ、パネワッシャ付）2本は前側足用、ナット2個とワッシャ2個を使います。

ネジは基板の表側から通して、裏側にワッシャを入れて、ナットをいれて、ナットを締めます。後側と前側の計4本を取り付けます。



ネジの方向（ナットが入る側）は適宜好き好き・やり易さで決めてください。

5-4. LCD と LCD インタフェースの組立と接続

LCD と LCD インタフェースを組み立てます。組立後に、基板とリード線で接続します。

5-4-1. LCD と LCD インタフェースの組立

LCD と LCD インタフェースは袋⑥に入っています。

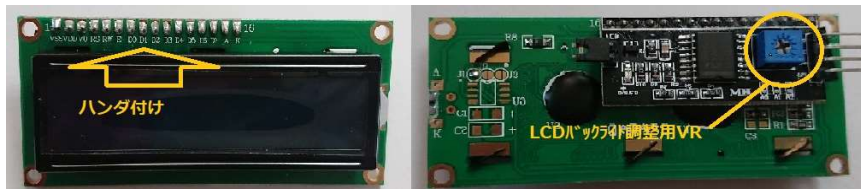


LCD に LCD インタフェースをハンダ付けしますが、その前に、LCD インタフェースをちょっと細工をします。
※LCD に LCD インタフェースを取り付けると、LCD 止め金具と LCD インタフェースの一部が接触するので、接触防止をします。左写真のように LCD インタフェースの裏側のピンヘッダのハンダ付け部分 4 箇所のハンダ付け先端をニッパーで切れるだけ切り取ります。

次写真は LCD 裏側ですが、写真のように LCD 止め金具の部分にビニールテープを貼ります。



LCD インタフェースのヘッダピンを LCD の裏側から取り付けて、LCD 表側でハンダ付けします。

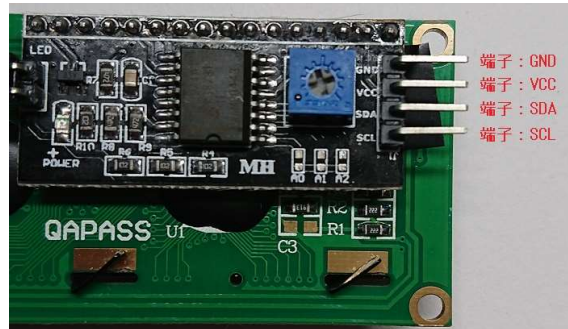


完成後、表示が見えにくいようなら調整しますが、ここで、LCD バックライト調整用 VR を調整しておきます。上写真で VR を時計回りにいっぱい回し、そこから、VR 目盛り(ぎざぎざのような目盛り)で 2.5 目盛りほど、半時計回りに回しておきます。

LCD 完成後、目視でハンダ付け状態を確認します。

5-4-2. 基板と接続

LCD インタフェースから4ピンの端子（GND:電源-, VCC:電源+, SDA:シリアルデータ, SCL:シリアルクロック）が出ています。



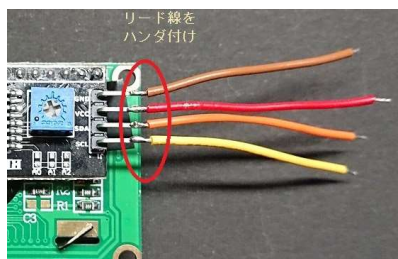
4ピン端子を基板に直接付けることができますが、直接付けると後々の補修・改修に支障をきたすので、4本のリード線を使って接続します。色違いの4本があれば、接続間違いが少なくなります。



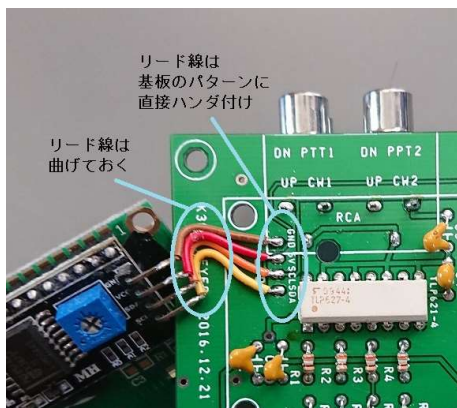
私の場合、以下のようにしました。

茶色 = GND:電源-, 赤色 = VCC:電源+,
橙色 = SDA:シリアルデータ, 黄色 = SCL:シリアルクロック
リード線は先端部分を含めて約1.8cm程を準備し、
リード線両端を約2mmをハンダ付けしておきます。

LCD インタフェースの4ピン端子に前記で加工したリード線をハンダ付けする。



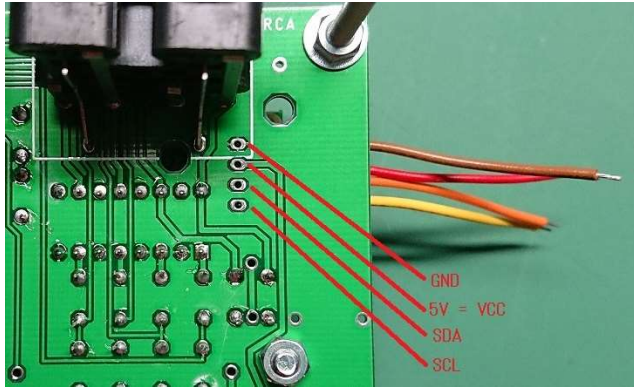
LCD インタフェースの4ピン端子にハンダ付けしたリード線を基板にハンダ付けします。



LCDにハンダ付けしたリード線は、左写真のように、曲げておきます。リード線は基板の表側のスルーホール（パターン）に直接ハンダ付けします。

基板表側のシルク（文字印刷）に間違いがあります。以下、訂正します。

SCL（誤）⇒ SDA（正）、SDA（誤）⇒ SCL（正）



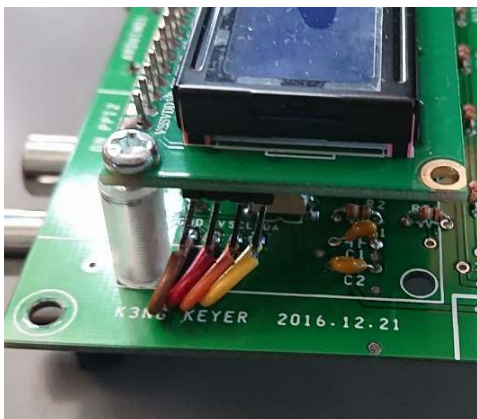
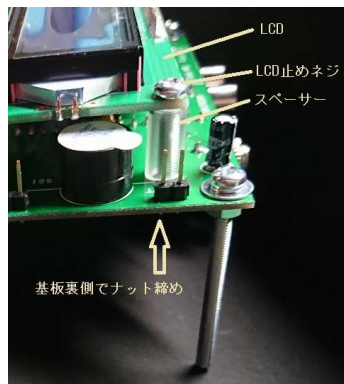
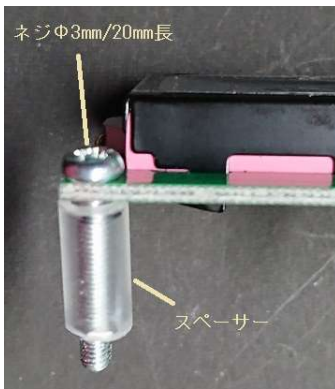
左写真は基板の裏側からみたもので説明していません。

LCD を基板にネジを利用して取り付けます。



袋②に入っている Φ3mm/25mm 長のネジとスペーサー（透明なパイプ）とナットを使います。

ネジをLCDを通して、スペーサーをいれます。このまま、基板に取り付けて、基板裏側でナットをいれて締めます。



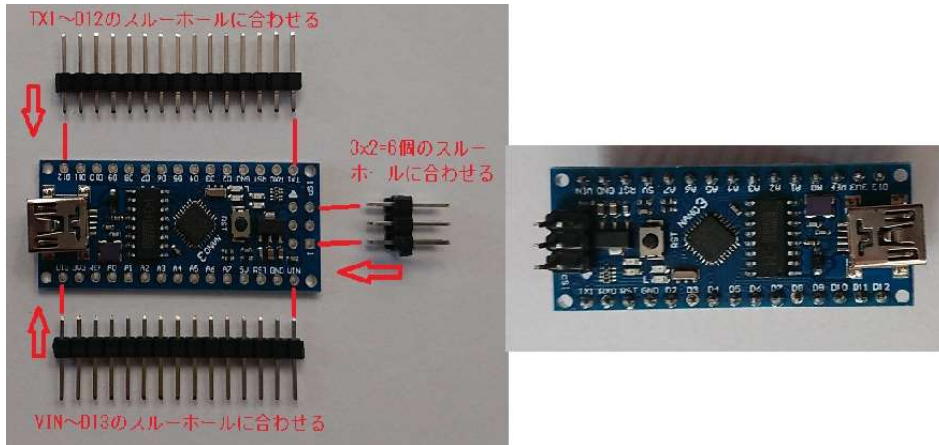
左写真は接続・取付後のものです。

ここで、前項で行った基板チェックを行います（目視、電源-GNDの抵抗測定）。
目視でLCDとLCDインタフェース接続部とリード線接続部のハンダ付け状態を確認します。ハンダ箇所がきれいな山になっていればよいでしょう。ハンダ箇所が隣や周りのハンダ箇所とつながっていないことも見ます。

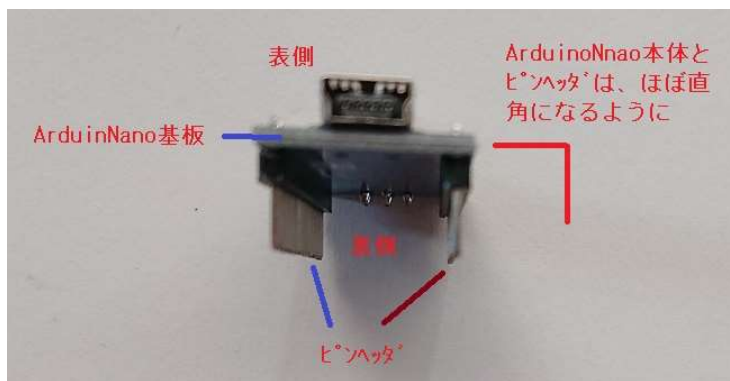
現時点での基板全体の抵抗値を測定します。基板の表側に「DC IN」とシルクがある部分が電源入力部分があります（部品の取付は無いです）。電源-側(GND)端子へテストの+を接続します。電源+側端子へテストの-を接続します。テストで測定した抵抗値が無ければ（テスト針がふれない）OKです。何らかの抵抗値があれば、どこかに間違いがあります。

5-6. ArduinoNano の組立と取付

ArduinoNano に同梱されているピンヘッダ（15ピン）を ArduinoNano 本体に取り付けます。ピンヘッダ（15ピン）の一本は TX1～D12 のするホールに合わせます。もう一本のピンヘッダ（15ピン）は VIN～D13 のするホールに合わせます。TX1～D12/VIN～D13 以外のスルーホールは使いません。ピンヘッダの足の短い方を ArduinoNano 本体裏側から表側へ取り付けてハンダ付けします。3x2 のピンヘッダは6つのスルーホールに合わせて、ピンヘッダの足の短い方を ArduinoNano 本体の裏側から裏側へ取り付けてハンダ付けします。

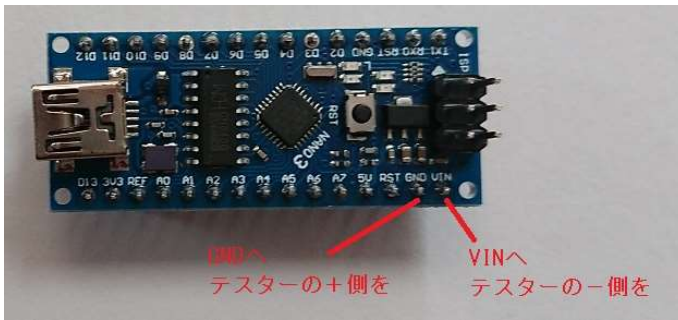


ピンヘッダと ArduinoNano 本体のハンダ付けは、ピンヘッダが ArduinoNano 本体と（ほぼ）直角になるように。あまり斜めに取り付けられると、keyer 基板に付けてある ArduinoNano 用ソケットに取付が難しくなります。



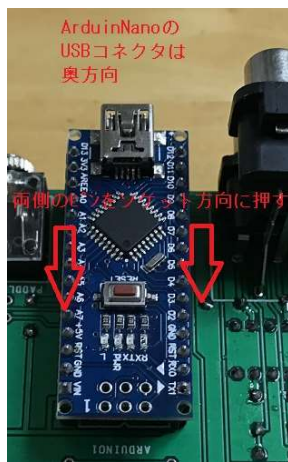
ここで、前項で行った基板チェックと同様にチェックを行います（目視、電源-GNDの抵抗測定）。目視で ArduinoNano とピンヘッダの接続部のハンダ付け状態を確認します。ハンダ箇所がきれいな山になっていればよいでしょう。ハンダ箇所が隣や周りのハンダ箇所とつながっていないことも見ます。

ArduinNano 本体の抵抗値を測定します。



ArduinNano 本体の「GND」とシルクがあるピンヘテスタの+側を、「VIN」とシルクがあるピンヘテスタの-を接続します。私の物はテストで測定した抵抗値が30kΩでした。これくらいならOKです。抵抗値はArduinNanoの製品により多少の違いがあるかもしれません。抵抗値が10kΩ以下なら、どこかに間違いがあり得ます。

ArduinNano のチェックが終わったら、基板裏側のソケットに差し込みます。



右写真のようにArduinNanoの向きを合わせて（ArduinNanoのUSBコネクタがある方が奥方向）、ArduinNanoピンと基板側ソケットの位置を合わせて、ArduinNanoの両側のピンを均等に（上から）ソケット側に押し込みます。ArduinNano上の部品やUSBコネクタを押さないように。基板側ソケットの裏側も押さえておきます。

5-7. チェック（目視、電源-GNDの抵抗測定）

最終チェックです。

前項で行った基板チェックと同様にチェックを行います（目視、電源-GNDの抵抗測定）。

目視でArduinNanoピンヘッダと基板側ソケットの接続部が、きちり、入っているかです。

基板の抵抗値を測定します。基板チェックやLCDチェックで、抵抗測定が振れませんでしたので、ArduinNanoの測定値30kΩだけのはずです。

基板の表側に「DC IN」とシルクがある部分が電源入力部分があります（部品の取付は無いです）。電源一側（GND）端子ヘテスタの+を接続します。電源+側端子ヘテスタの-を接続します。テストで測定した抵抗値が30kΩ（ArduinNanoを測定した抵抗値）であればOKです。経験値ですが、抵抗値が10kΩ以下、特に数kΩなら、どこかに間違いがあります。数百Ω以下なら、どこかが接触しています。不具合箇所を直して抵抗値が改善するまで、USBケーブルでのPC接続や電源5V接続は禁止です。

5-8. 電源接続

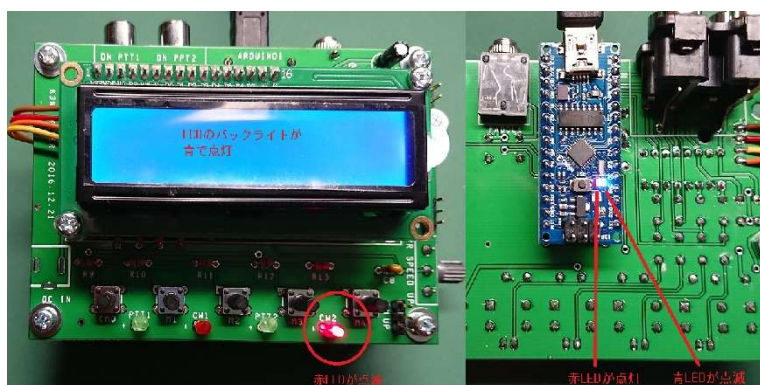
keyer 前記の最終チェックが終了したら、keyer が工具やテスターに不用意にさわらないように整理・整頓しておきましょう。

keyer の下には木やゴム等の絶縁物を敷きます。



電源用としてスマホ等で使われる USB-5V アダプタを準備しましょう（5V 出力、USB TypeA ならどんなものでも可）。USB-5V アダプタと keyer を付属の USB ケーブルで接続しましょう。

電源 SW は、ありませんので、USB-5V アダプタ接続すると、直ぐに動作します。



「第1部：準備確認編」の最終章で Arduino の確認をした状態（LED チカチカのファームを書き込んだ状態）ですので、Arduino 本体の青 LED が素早く点滅（0.2 秒間隔）しているはずですが、また、青 LED が接続されている回路がキット基板上の「CH2」シルクの赤 LED につながっています。したがって、「CH2」赤 LED も Arduino 本体青 LED と同様に点滅しているはずですが。

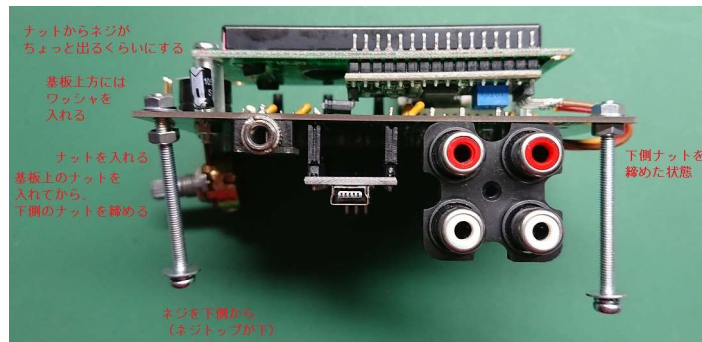
もし点滅がなければ、どこかに間違いがあります。LED チカチカのファームが入っていない場合は「第1部：準備確認編」の最終章で Arduino の確認にしたがって、Arduino に Arduino IDE を使って、LED チカチカのファームを書き込みましょう。

および LCD のバックライトが青く点灯します（製品によっては白かもしれません）。

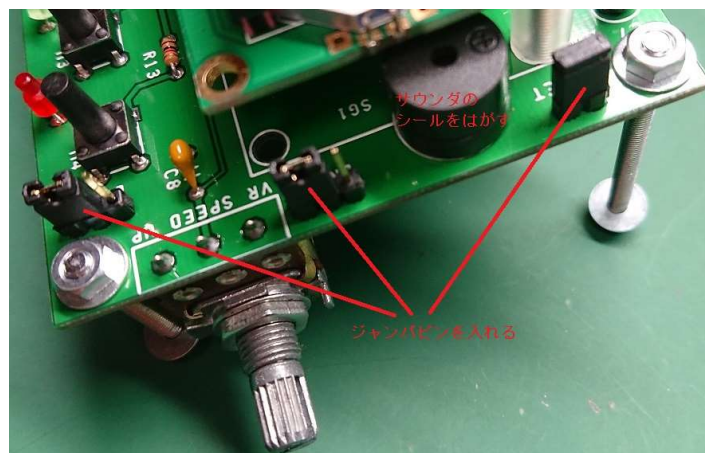
確認できたら、USB ケーブルを外しましょう。

5-9. 基板足の付け替え、ジャンパピン取付、サウンドシール外し

基板足のネジ先端が下向きですので、keyer 下の物がネジ先端により傷つきます。私の場合、ネジ先に手持ちのキャップを付けていますが、次写真のようにネジの頭を下にしても良いでしょう。



ジャンパピンを3箇所に取り付けます。サウンドのシールをはがします。



袋⑥に入っている SW 用トップカバーは、別途のケースに組み込む場合に使います。

袋⑤に入っている VR 用ツマミは、とりあえず付けなくても良いでしょう。

※VRの取付は3つのハンダ付けだけですので、取付が弱いですが（押すとグラグラします）。VRを回すときは、ツマミだけ、やさしく、回しましょう。

これで、製作は終了です。長らく、お疲れさまでした。工具やテスターを片づけましょう。

次の「第3部：ファーム編」でファームの書き込みをします。

第2部：製作編 終了