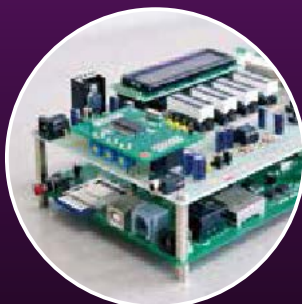




3級技能検定の 実技試験課題を用いた 人材育成マニュアル

Human Resource Development Manual

電子機器組立て(電子機器組立て作業)編



厚生労働省

Ministry of Health, Labour and Welfare

はじめに

厚生労働省においては、若年技能者の人材確保・育成のための事業を進めており、その一環として、熟練技能者を「ものづくりマイスター」として中小企業や工業高校等に派遣し、若年者に対する実技指導等を行っています。

ものづくりマイスターによる実技指導を効果的なものにするため、現場での指導に活用するための人材育成マニュアルを作成しています。平成25年度以降、中級向けのマニュアルを34職種分作成し、公表しました。

最近は、ものづくりに関心をもつ初心者からも要望や質問が多いことから、平成28年度は、初級レベルに着目し、基本技能の実技指導のためのマニュアルを作成しました。過去に実施し、既に公表されている3級技能検定の実技試験問題を題材として取り上げ、当該職種（作業）の問題に含まれている技能等を解説しています。必ずしも、3級技能検定の実技試験に合格するための解説とはなっていませんが、初級レベルの技能を習得するための早道になることと思います。

今後、ものづくりマイスターはもとより、工業高校、職業訓練施設等の教員・指導員の関係者など、技能検定委員でない多くの有識者に活用いただき、若年者の技能向上に貢献してくれることを期待します。

平成29年3月

厚生労働省職業能力開発局
能力評価課

● 3級技能検定の実技試験課題を用いた人材育成マニュアル作成委員会

神長 恒治（ものづくりマイスター）

北原 護（ものづくりマイスター）

小林 照雄（ものづくりマイスター）

新谷 俊三（ものづくりマイスター）

山本 光石（ものづくりマイスター）

（敬称略、順不同）

● 実演協力

株式会社 日立ハイテクマニファクチャ&サービス

目 次

1	このマニュアルの使い方	1
2	電子機器組立て作業に求められる技能	2
	(1) 作業の段取り	
	(2) 電子機器の組立て	
	(3) 電子回路の点検	
3	実技課題の概要	4
	(1) 課題	
	(2) 課題条件	
4	実技課題に含まれる技能の内容	7
	(1) 作業の段取り	
	(2) 電子機器の組立て	
	(3) 電子回路の動作確認	
5	課題の実施方法（作業手順）	8
	(1) 作業準備	
	(2) 予備はんだ及びプリント板のはとめラグ端子かしめ部へのはんだ付け	
	(3) 配線の準備	
	(4) プリント板B面への表面実装部品の取付け	
	(5) プリント板A面取付部品のリード線フォーミング処理	
	(6) プリント板A面への挿入実装部品の取付け	
	(7) プリント板挿入実装部品リード線のはんだ付け	
	(8) プリント板への電線の接続	
	(9) シャーシの組立て	
	(10) 電線のつなぎ込み	
	(11) 動作確認	
	(12) 仕上げ（整形・清掃）	

1 このマニュアルの使い方

このマニュアルには、過去の技能検定3級実技試験で出題された課題を一つの事例として取り上げ、その実技課題に含まれる技能の内容、具体的な実施方法（作業手順）を記載している。特に、「課題の実施方法（作業手順）」については、作業手順を写真や解説で紹介し、現場でスムーズな実技指導が行えるよう配慮している。

本マニュアルの利用にあたっては、訓練時間・訓練期間等を考慮の上、受講者の技能レベルに合わせて利用されることをお勧めする。

なお、本マニュアルは、技能検定3級実技試験の実技試験に合格する観点から解説したものではないが、過去の実技試験の課題を使用した解説となっているため、現職の技能検定委員など関係者は、講師として受検者を指導してはならないことに留意すること。

次ページ以降の各項目の記載内容の概要は以下のとおり。

項 目	概 要
2 電子機器組立て作業に求められる技能	技能検定に限らず、電子機器組立て作業に求められている技能について、一般論を記載。
3 実技課題の概要	本マニュアルで取り上げた実技課題について、その概要を掲載。
4 実技課題に含まれる技能の内容	実技課題を行うにあたって必要な技能のポイントを記載。
5 課題の実施方法（作業手順）	作業手順の一例を紹介するとともに、実技課題を行うのに必要となる特徴的技能やその内容について掲載。

2 電子機器組立て作業に求められる技能

パソコン、スマートフォンなどの携帯電話、各種電化製品、そして安全運転のために高度に電子化が進む自動車など、小型・軽量化や高機能・高性能化が進むこれらの工業製品には、各種の電子機器が組み込まれている。

電子機器は、抵抗器、コンデンサ、集積回路、マイクロプロセッサなど、種々の電子部品をプリント配線板に実装した電子回路を中心に構成されている。電子機器組立て作業では、これらの組立て及びこれに伴う修理に必要な技能・知識が求められる。

電子機器組立て作業に求められる基本技能要素は、次のとおり。

(1) 作業の段取り（作業計画の立案）

電子機器組立てを行う作業者は、与えられた組立図・回路図などの製品の仕様から組立て後の形状を推測するとともに、作業上の注意箇所がどこかを読み解くなどして、どのような作業手順（段取り）ならば仕様どおりの品質を獲得し、安全に組み立てられるかをイメージする技能がなくてはならない。

また、作業に要する時間を可能な限り正確に推測し、効率的に短時間に作業を完了させる技能も必要である。

このためには、使用されている部品の種類や性質、電子回路の構成や動作特性など電子部品、電子回路、器具などに関する知識を幅広く習得することが必要である。また、多くの作業経験を積み、組立図と回路図等を見ただけで、作業の段取りを鮮明にイメージできるようにしておくことが重要である。

(2) 電子機器の組立て

[1] 安全衛生

電子機器組立て作業における主な安全衛生として、次のことを遵守して作業ができなくてはならない。

- ① はんだこてのこて先は高温になるため火傷をしないように注意すること。
- ② はんだ付け時は、はんだの金属やフラックスが飛散することがあるため、保護メガネを着用すること。
- ③ はんだこてやニッパ、ピンセットなどの工具で怪我をしないように注意すること、また周囲の人にも気をつけること。
- ④ 作業終了後には手を洗うこと。

[2] 作業準備

簡単な電子機器であっても、部品点数が多く、作業工数もかなり多くなることから、計画した作業の段取りを基に使用する部品と工具を、如何に整理して順番に準備できるかが、作業の効率性、正確性、安全性などに影響する。

したがって、日頃の作業を通じて、的確な作業準備ができる能力を養っていくことが必要である。

[3] 接続技能

電子部品や配線を接続する方法には、はんだ接続法、ワイヤラッピング接続法、圧着端

子接続法、コネクタ接続法があるが、一般的な電子機器組立て作業において、はんだ付けは、最も基本的で、作業量も多い重要な接続法である。

具体的なはんだ作業としては、端子部や配線への予備はんだ、挿入実装部品のリード線のはんだ付け作業、ICやチップ抵抗器などの表面実装部品のはんだ付け作業などがあるが、いずれの作業においても作業のポイントは、①はんだで接合しようとする金属表面が酸化していないこと（手の油が付着していると酸化する）、②はんだごてを適正温度に保つこと、③はんだの量が適量であることの3点である。はんだ作業は、最も練習の成果が反映される作業であるので、何度も練習を重ねて短時間にできるようにしておく必要がある。

[4] フォーミング（プリント板に挿入実装する部品のリードを曲げる加工）技能

抵抗、ダイオード、軟銅線等をプリント板に取り付ける前のリード線のフォーミング作業は、フォーミング用の専用工具が市販されており、簡単にできるようになっているが、フォーミング作業の基本は、あくまでもリードペンチやラジオペンチなどの工具を使い、手作業で行うことである。

この基本的なフォーミングが適切にできないと、フォーミング専用工具が無い場合に、製品の仕様どおりに取り付けることができないばかりか、部品本体を損傷させたり、部品のリード線を折ってしまうような事態になりかねない。

フォーミングする位置は、リードペンチなどで掴んだ時の幅で決まるので、何度も練習を重ねて、プリント板の挿入箇所を見ただけで、短時間に適切にフォーミングできるような技能を身につけておく必要がある。

[5] ねじ締め技能

電子機器組立て作業において、はんだ作業や配線に次いで多いのがねじ締め作業である。

ねじは、取り付け位置に指先またはドライバーで無理のないように挿入し、部品が動かない程度に仮締付けを行った後に、仕上げの締付けをするが、この仕上げの締付けトルクは、ねじと相手の材質によって加減しなければならない。

締付けトルクは強くても弱くても電子機器の品質に影響を与えるので、日頃からトルクドライバなどで適正なトルクの感覚を身に付けておく練習が必要である。

(3) 電子回路の点検

組み立てた電子回路は、作業の途中や作業終了後に製品仕様が要求するとおりに正常動作しなければ、次工程に進む、または作業完了とすることができない。

このため、作業者は、回路図や仕様書等から点検箇所と点検要領を理解した上で、電圧、電流、周波数、波形などを計測器を使用して正確に測定できなければならない。

また、電子部品の取付状態、配線のカット量を確認するために隙間ゲージやノギスなどの測定器が必要な場合もあるため、これらの使用方法についても精通しておく必要がある。

なお、この電子回路を計測する技能は、故障原因を究明する能力にも繋がる重要な技能なので、短時間で正確に計測できるように訓練をすることが必要である。

以上が電子機器組立て作業に求められる基本技能要素であるが、これらの技能を向上させることにより企業にとって重要なQCD（Quality：品質、Cost：費用、Delivery：納期）をより良い状態にすることができることを認識する必要がある。

さらに知識の幅を広げ、経験を積み重ねて、電子回路に不良箇所が見つかった場合に適切な方法で対処できる修理能力についても習得していく必要がある。

3 実技課題の概要

(1) 課題

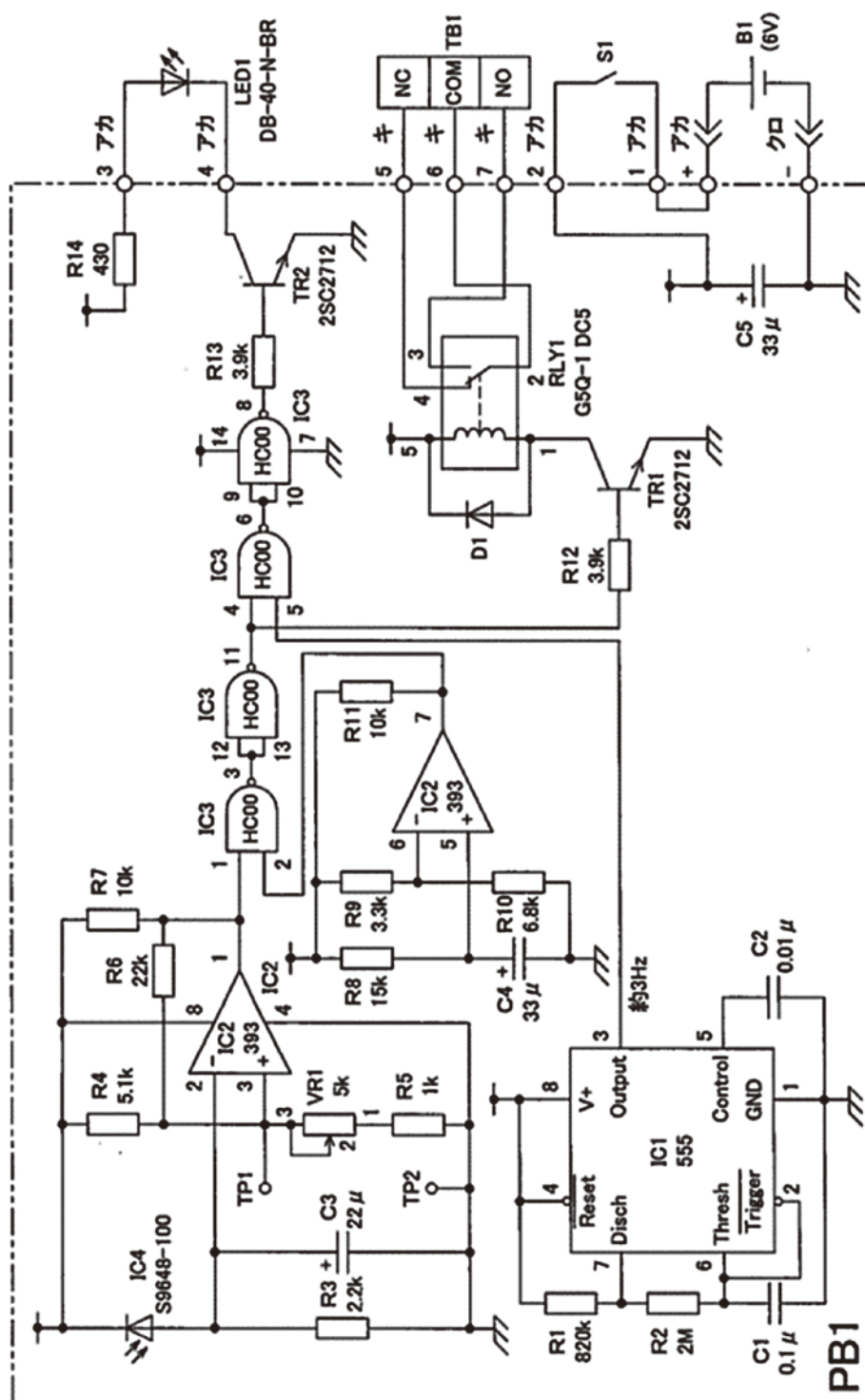
シャーシ、専用プリント配線板、IC、トランジスタ等の部品を用いて、光検出器の組立てを行う。

(2) 課題条件

[1] 作業時間：1時間30分

[2] 光検出器の回路図は、次の「図1 光検出器回路図」のとおりとする。

図 1 光検出器回路図

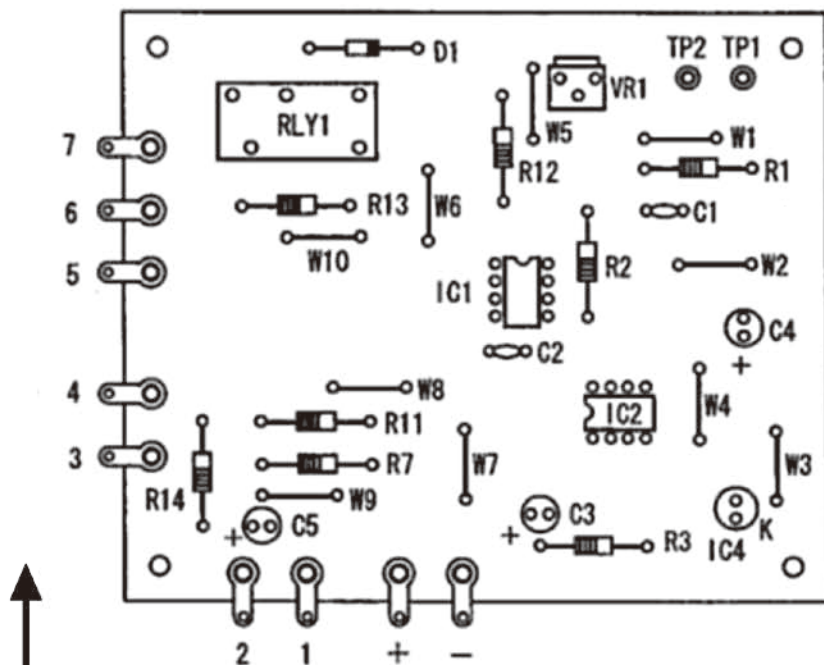


禁轉載複製

[3] プリント配線板（以下「プリント板」という）への各部品の取り付け組立ては、次の「図2 PB1プリント板組立て図」のとおりとする。

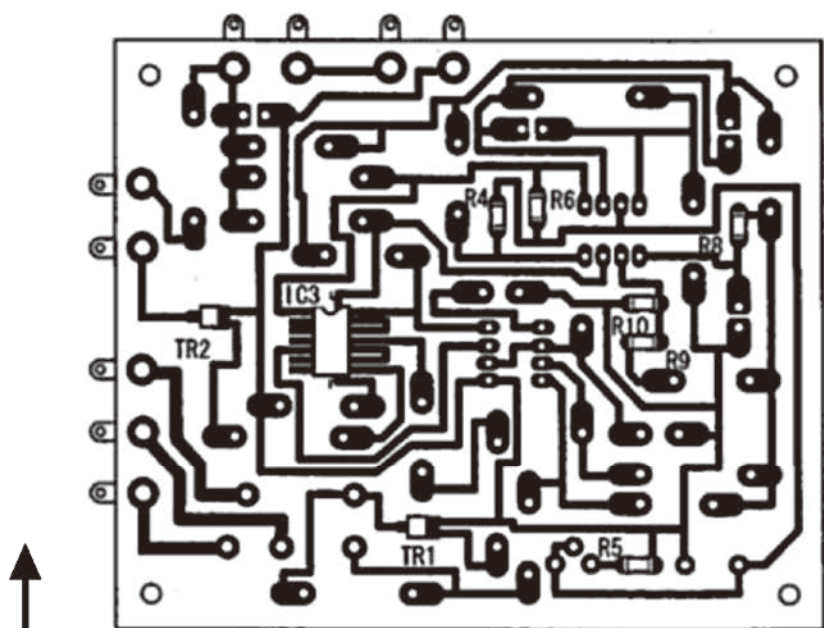
図2 PB1 プリント板組立て図

A面



部品の取付け方向又は型番・定格の表示方向（IC及び極性があるものはこの限りではない）

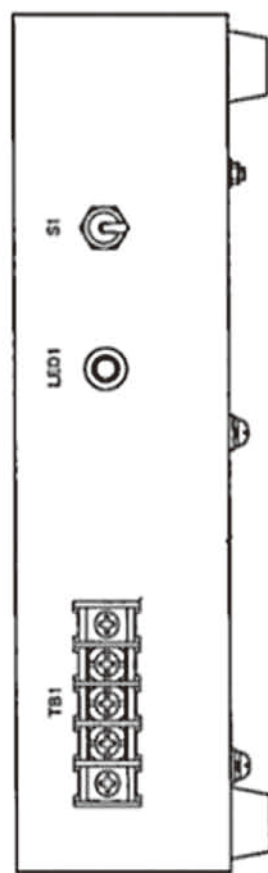
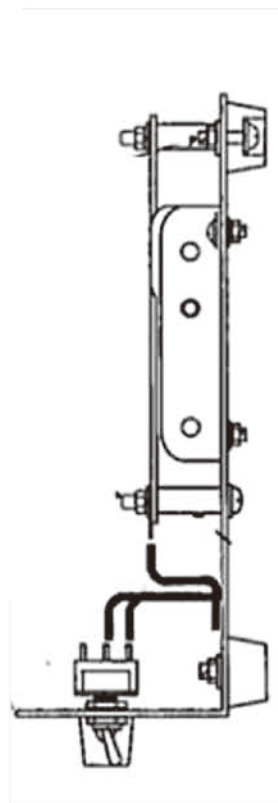
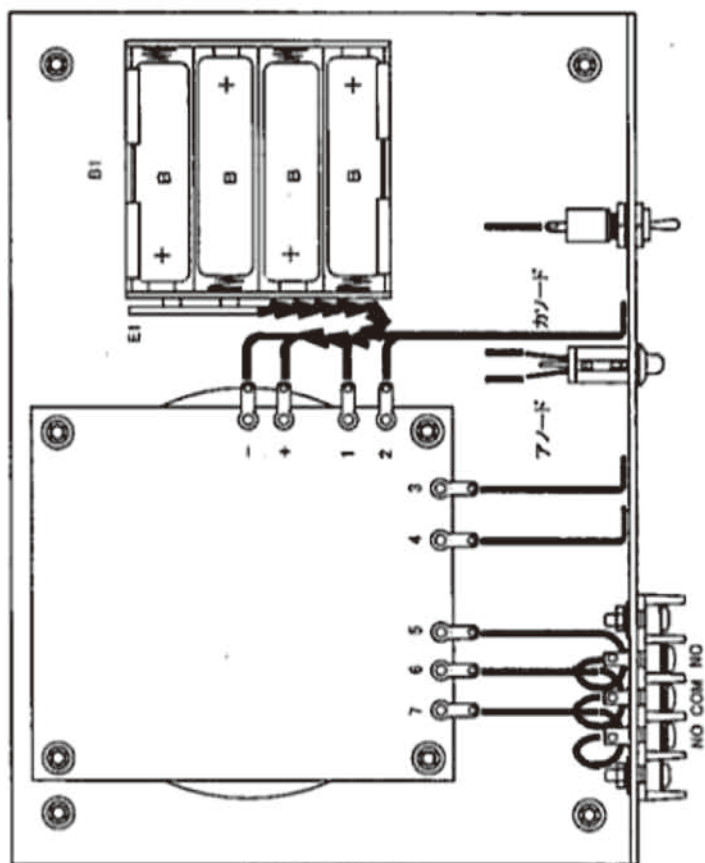
B面



部品の取付け方向又は型番・定格の表示方向（IC及び極性があるものはこの限りではない）

[4] シャーシの組立ては、次の「図3 シャーシ組立図」のとおりとする。

図3 シャーシ組立図



禁転載複製

4 実技課題に含まれる技能の内容

(1) 作業の段取り（作業工程の立案）

色々な製品に組み込まれている電子機器を組立てる際の作業要素は、①作業準備、②プリント板の組立て、③シャーシへの部品取付け、④部品相互の配線接続、⑤組立て後の動作点検、⑥製品の清掃、⑦配線の整形の7つである。

実技課題の作業の段取りも基本的な作業要素である①作業準備、②プリント板の組立て、③シャーシへの部品取付け、④部品相互の配線接続、⑤組立て後の動作点検、⑥課題の清掃、⑦配線の整形の順で進めて行く。

実技課題を行うにあたっては、予備はんだ、抵抗器や軟銅線のフォーミング、配線準備の実施手順について、自由度があるので、定められた時間内に効率的に作業ができるように立案していくことが求められる。

(2) 電子機器の組立て

[1] 作業準備

立案した作業の段取りを基に、定められた工具や部品を作業台上に使いやすく並べ、小さなねじなどは分かりやすいように配置するなど作業準備が短時間で正確に行えるようにしておく必要がある。

[2] 接続技能

実技課題の作業での接続法は、はんだ接続法である。作業のポイントは、「2 電子機器組立て作業に求められる技能」で述べたように、①はんだ接合部の酸化防止、②はんだごとの適正温度保持、③はんだの適量である。

プリント板のランドや配線端末への予備はんだ、チップ部品やICなどの電子部品のはんだ付け、挿入実装部品のリードのはんだ付けについて、訓練教材等を使用した練習を重ねて、技量の向上を図っていく必要がある。

[3] フォーミング技能

実技課題においてフォーミングすべき部品は、抵抗器8本、ダイオード1本、軟銅線10本である。実技課題で使用ができる工具は、基本的にリードペンチ（ラジオペンチ、プライヤーなどでも可となっている。）であるので、部品に無理な力をかけずにリードを処理できるよう、本工具の使い方に精通しておく必要がある。

[4] ねじ締め技能

実技課題においてねじ締めが必要な部品等は、端子台やトグルスイッチなど数点である。

ねじ締めする際にドライバーやスパナでシャーシ等を傷つけてしまうことがあるので、細心の注意を払いつつ、適正な作業ができるようにしておく必要がある。

(3) 電子回路の動作確認

実技課題において求められている動作確認は、組立て完了後のフォトダイオードの感度調整と通常動作確認である。デジタルテスタの使用方法に精通し、仕様に示された要領等で短時間で調整・確認ができるようにしておく必要がある。

表 1：使用部品表

部品記号	品 名	型番・定格	数量	備 考
IC1	タイマ(CMOS)	LMC555、DIP	1	LMC555CN 相当品
IC2	デュアル差動コンパレータ	LM393、DIP	1	LM393N 相当品
IC3	IC(SOP)	74HC00、SOP	1	TC74HC00AF 相当品
IC4	フォトIC	S9648-100	1	S9648-100 相当品
TR1,2	トランジスタ	NPN、VCEO:50 [V]、IC:150 [mA]、hFE:120~400、SC-59	2	2SC2712相当品、(hFE分類:Y or GR)
LED1	発光ダイオード	赤色表示灯、VF:1.85 [V] (IF:10 [mA])	1	DB-40-N-BR 相当品
D1	ダイオード	IO:1 [A]、VRPM:400 [V]	1	10EDB40 相当品
C1	積層セラミックコンデンサ	100,000 [pF] ± 10 [%]、50 [V]、リード間隔:5.0 [mm]	1	RPER11H104K2K1A01B相当品
C2	積層セラミックコンデンサ	10,000 [pF] ± 10 [%]、50 [V]、リード間隔:5.0 [mm]	1	RPER11H103K2K1A01B相当品
C3	電解コンデンサ	22 [μF] ± 20 [%]、16 [V]、リード間隔:2.0 [mm]	1	ECA1CM220 相当品
C4,5	電解コンデンサ	33 [μF] ± 20 [%]、16 [V]、リード間隔:2.0 [mm]	2	ECA1CM330 相当品
R1	抵抗器	820 [kΩ] ± 5 [%]、1/4 [W]	1	CF1/4C824J 相当品
R2	抵抗器	2 [MΩ] ± 5 [%]、1/4 [W]	1	CF1/4C205J 相当品
R3	抵抗器	2.2 [kΩ] ± 5 [%]、1/4 [W]	1	CF1/4C222J 相当品
R4	角型チップ抵抗器	5.1 [kΩ] ± 5 [%]、0.25 [W]、チップサイズ:3.2 [mm] × 1.6 [mm]	1	ERJ8GEYJ512 相当品
R5	角型チップ抵抗器	1 [kΩ] ± 5 [%]、0.25 [W]、チップサイズ:3.2 [mm] × 1.6 [mm]	1	ERJ8GEYJ102 相当品
R6	角型チップ抵抗器	22 [kΩ] ± 5 [%]、0.25 [W]、チップサイズ:3.2 [mm] × 1.6 [mm]	1	ERJ8GEYJ222 相当品
R7,11	抵抗器	10 [kΩ] ± 5 [%]、1/4 [W]	2	CF1/4C103J 相当品
R8	角型チップ抵抗器	15 [kΩ] ± 5 [%]、0.25 [W]、チップサイズ:3.2 [mm] × 1.6 [mm]	1	ERJ8GEYJ153 相当品
R9	角型チップ抵抗器	3.3 [kΩ] ± 5 [%]、0.25 [W]、チップサイズ:3.2 [mm] × 1.6 [mm]	1	ERJ8GEYJ332 相当品
R10	角型チップ抵抗器	6.8 [kΩ] ± 5 [%]、0.25 [W]、チップサイズ:3.2 [mm] × 1.6 [mm]	1	ERJ8GEYJ682 相当品
R12、 13	抵抗器	3.9 [kΩ] ± 5 [%]、1/4 [W]	2	CF1/4C392J 相当品
R14	抵抗器	430 [Ω] ± 5 [%]、1/4 [W]	1	CF1/4C431J 相当品
VR1	半固定抵抗器	5 [kΩ] ± 5 [%]、0.5 [W]、側面調整	1	CT-6ES5kΩ (502) 相当品
RLY1	パワーリレー	負荷:AC125 [V] 5 [A]、1c接点、コイル電圧:DC5 [V]、コイル抵抗:125 [Ω]	1	G5Q-1 DC5 相当品
TP1	チェック端子	黄色	1	LC-22-S-黄 相当品
TP2	チェック端子	黒色	1	LC-22-S-黒 相当品
PB1	プリント板	3級専用	1	PB1-3
TB1	端子台	3極、端子間ピッチ:7.62 [mm]	1	ML-40-S1AXF-3P 相当品
S1	トグルスイッチ	AC125 [V] 6 [A]、単極双投(ON/ON)	1	M-2012 相当品
E1	電池スナップ	006P用	1	MP-1SN 相当品
B1	電池ボックス	UM-3、4本用	1	A-311型 相当品
B	乾電池	UM-3	4	UM-3
W1~10	軟銅線	φ0.4 [mm]	30cm	すずめつきされたものでも可
	ビニル電線	KV 0.3 [mm ²] (12/0.18)、赤色	80cm	AWG22(7/0.254 or 17/0.16)でも可
	ビニル電線	KV 0.3 [mm ²] (12/0.18)、黄色	50cm	AWG22(7/0.254 or 17/0.16)でも可
	絶縁チューブ	内径φ1.0 [mm]、肉厚0.3 [mm]、黄色、耐熱用	5cm	インラックスチューブA、1×0.3、黄 相当品
	はんだ	Sn-3.0Ag-0.5Cu φ0.4 [mm]	30cm	フラックス含有量 3~6 [%]
		Sn-3.0Ag-0.5Cu φ0.8 [mm]	150cm	フラックス含有量 3~6 [%]

(2) 予備はんだ及びプリント板のはとめラグ端子かしめ部へのはんだ付け



① 左の写真のようにはんだこて等を準備し、下に記載した部品の端子に配線を接続する際にはんだ付けをしやすくするため、予備はんだを行う。

- 1) 発光ダイオード
- 2) 端子台
- 3) トグルスイッチ
- 4) プリント板

注意点

はんだ作業をしている間は安全のため「保護めがね」を着用する。



発光ダイオード端子への予備はんだ



端子台端子への予備はんだ



トグルスイッチ端子への予備はんだ



プリント板端子への予備はんだ

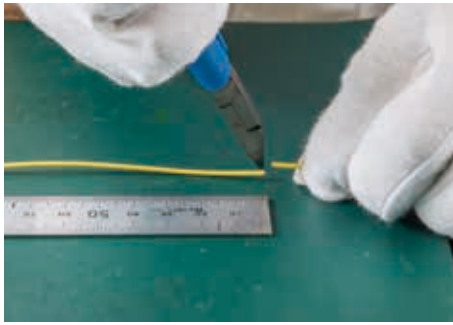
! POINT

- 1 使用するはんだこてのこて先はφ 3 程度（この場合、温度は 350℃ 程度）を使用するのが望ましい。
- 2 予備はんだした際は、はんだ吸取り用具等を使用して、端子の穴あき状態を確保する。



② プリント板のはとめラグ端子かしめ部へもはんだ付けを行う。

(3) 配線の準備

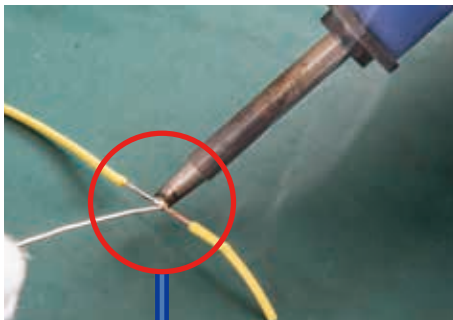


① ビニル電線（黄色）の準備

- 1) 端子台とプリント板の5～7番端子を接続するため、ビニル電線を適切な長さにカットする。



- 2) 各電線の両端末の被覆をワイヤーストリッパで剥がし、芯線をより合わせる。



- 3) 芯線に予備はんだする。





- 4) 芯線をひっかけからげができる形状寸法に加工する。

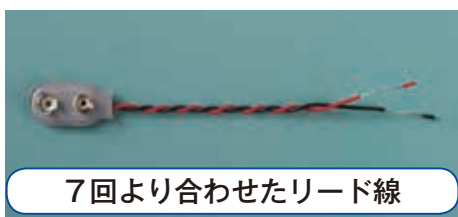
② ビニル電線（赤色）の準備

ビニル電線（黄色）と同じ手順により準備する。

- 1) トグルスイッチとプリント板の1～2番端子、及び発光ダイオードとプリント板の3～4番端子を接続するため、ビニル電線を適切な長さにカットする。
- 2) 各電線の両端末の被覆をワイヤーストリップで剥がし、芯線をより合わせる。
- 3) 芯線に予備はんだする。
- 4) 芯線をひっかけからげができる形状寸法に加工する。

③ 電池スナップリード線の準備

- 1) 電池ボックスとプリント板の+-端子を接続するため、電池スナップリード線を適切な長さにカットする。
- 2) リード線端末の被覆をワイヤーストリップで適切な長さに剥がす。
- 3) 芯線に予備はんだする。
- 4) 芯線をひっかけからげができる形状寸法に加工する。
- 5) 電池スナップリード線2本を5～15回より合わせる。



7回より合わせたリード線

! POINT

ワイヤーストリップで電線被覆を剥がす際には、電線（芯線）太さに適合した刃部（電線太さに応じた丸穴など）を選び、芯線に傷等が付かないように剥がす。

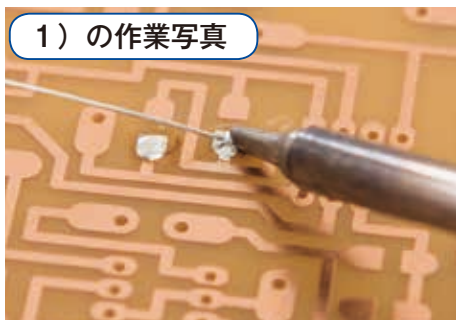
(4) プリント板B面への表面実装部品の取付け

プリント板B面に表面実装部品を次のとおりはんだ付けして取り付ける。

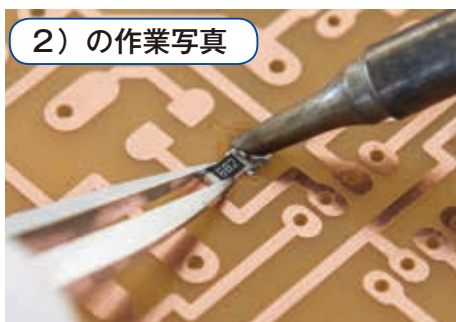
① 角型チップ抵抗器の取付け

- 1) ランドの片側に予備はんだを行う。
- 2) 角型チップ抵抗器の方向に注意してピンセットでチップをつかみ、位置合わせを行い、かつ浮きがないようにして予備はんだした側のランドに仮付けする。
- 3) 反対側のランドにはんだ付けする。
- 4) 仮付けした部位にも確実にはんだ付けする。

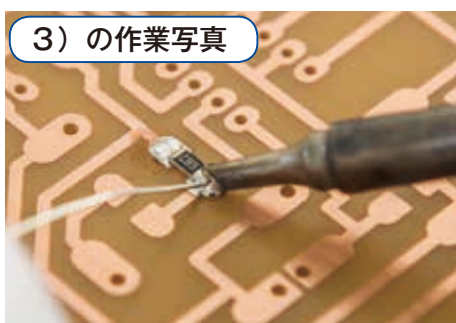
1) の作業写真



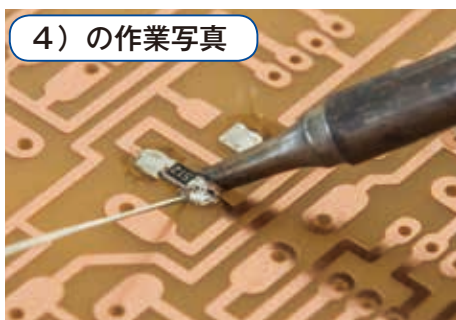
2) の作業写真



3) の作業写真



4) の作業写真



角型チップ抵抗器
の取付け完成例



上：平行ずれの失敗例
下：斜めずれの失敗例



角型チップ抵抗器は計6個あるので、上記作業を繰り返して全てをはんだ付けする。



② トランジスタの取付け

1) トランジスタのコレクタ端子を取り付ける箇所のランドに予備はんだする。

2) トランジスタが位置ずれしないようにピンセットでつかみ、コレクタ部を仮付けする。

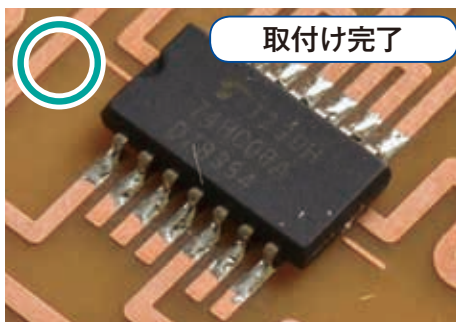
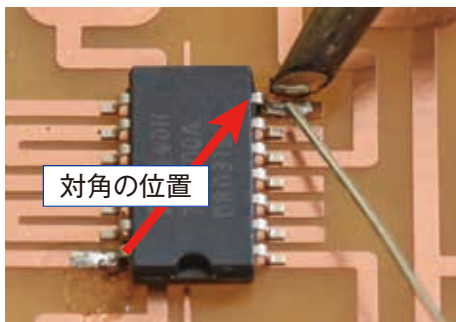
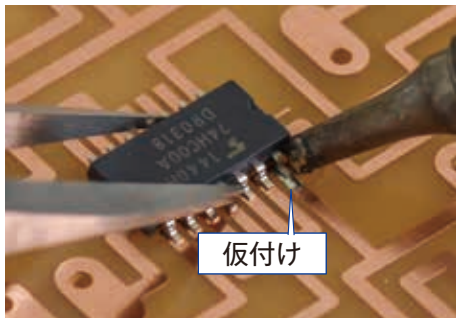
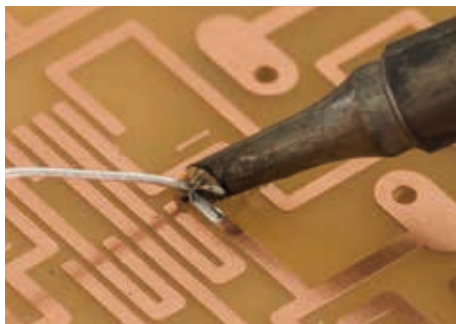
3) コレクタ部が正しい位置に仮付けできたら、ベース端子とエミッタ端子をはんだ付けする。

4) 仮付けしたコレクタ部を確実にはんだ付けする。

トランジスタは計2個あるので、上記作業をもう一度繰り返してはんだ付けする。



トランジスタの取付け完成例



③ IC (SOP) の取付け

1) IC (SOP) を取り付ける方向に注意して、いずれかの端子が付くランドに予備はんだする。

2) 位置合わせしてから予備はんだした箇所の端子を仮付けする。

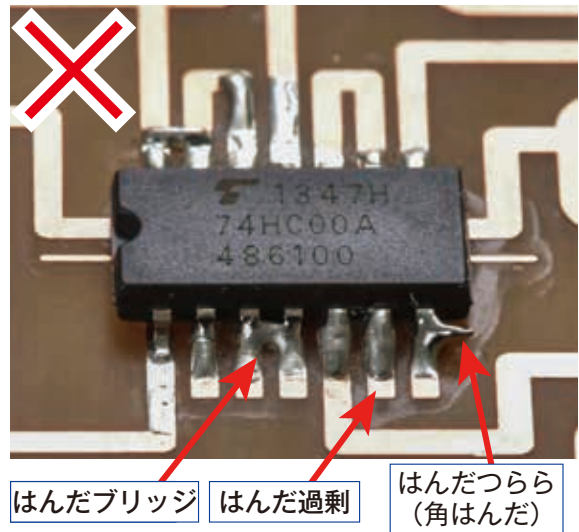
3) 正しい位置に仮付けできたら他の端子を全てはんだ付けする。

! POINT

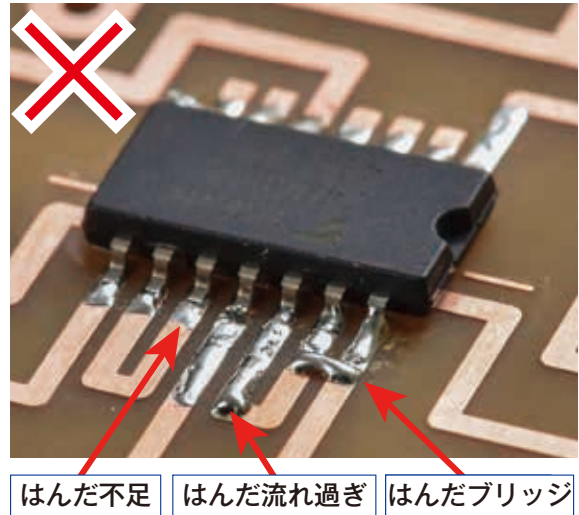
端子の位置を確認しながら、最初に仮付けした端子に対して、対角の位置にある端子からはんだ付けしていくと良い。

4) 最初に仮付けした端子を確実にはんだ付けする。

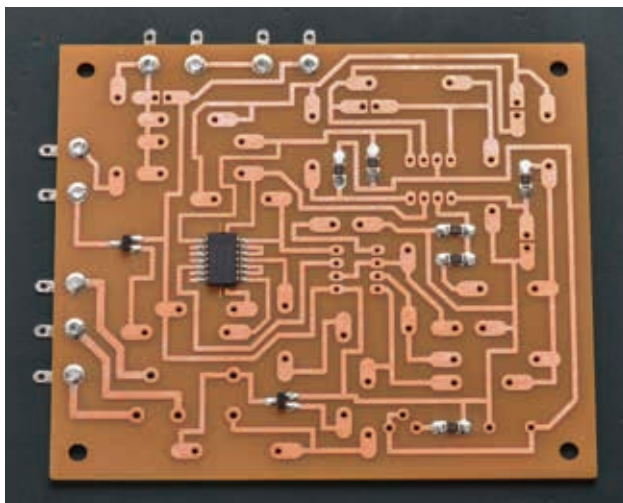
【はんだ付け失敗例】



【はんだ付け失敗例】



プリント板 B面への表面実装部品の
取付け完了写真



(5) プリント板A面取付部品のリード線フォーミング処理

次のとおり抵抗器、ダイオード、軟銅線のフォーミングを行う。



- ① リードペンチを使用して抵抗器（8個）及びダイオード（1個）のリード線のフォーミングをセンターから均衡の寸法位置で行う。



- ② 軟銅線（30cm）をラジオペンチ等で真直ぐに引き延ばす。

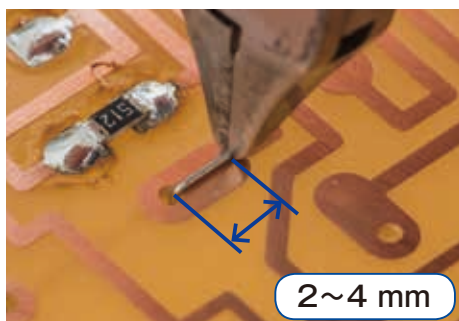


- ③ 真直ぐに引き延ばした軟銅線を10本（部品記号：W1～10用）にカットする。



- ④ カットした軟銅線をラジオペンチ等の角を利用して、フォーミングを行う。

(6) プリント板A面への挿入実装部品の取付け



抵抗器の良い取付け例

プリント板A面に挿入実装部品を次のとおり取り付ける。

① 抵抗器、軟銅線、ダイオードの取付け

- 1) フォーミングが終了している抵抗器（8個）及び軟銅線（10本）とダイオード（1個）のリード線を、それぞれの指定箇所へ挿入する。

! POINT

各部品は、プリント板に密着して取り付ける。
また、抵抗器とダイオードのリード線には無理な力を加えることなく、バランスよく取り付ける。

- 2) リード線を折り曲げてから、2～4 mm の長さにニッパでカットする。

<抵抗器の悪い取付け例>



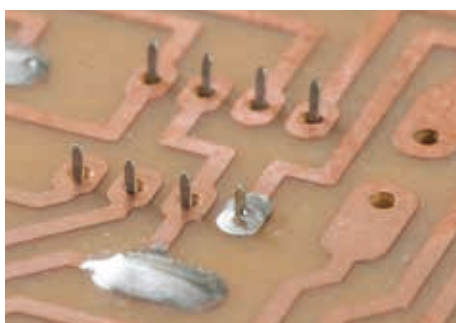
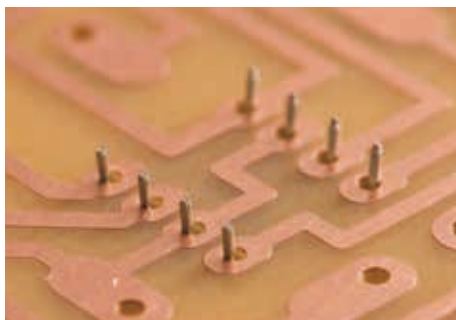
リードの片下がりの取付け例



リードの両上がりの取付け例



リードの両下がりの取付け例

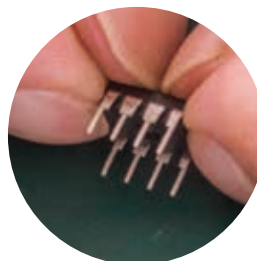


ICの良い取付け例

② IC1 と IC2 の取付け

1) IC を IC 挿入工具を使用してプリント板に挿入する。

なお、IC 挿入工具を使用しない場合は、IC のリードを挿入ピッチ巾に狭める。



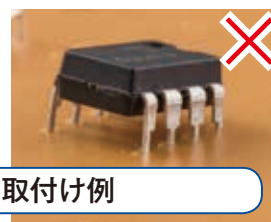
2) IC のリードは、折り曲げずに、適切な長さに処理する。

3) 最初に1本だけ仮止めする。

4) すべてのリードをはんだ付けする。

! POINT

IC がプリント板に極力密着するように取り付ける。



ICの悪い取付け例



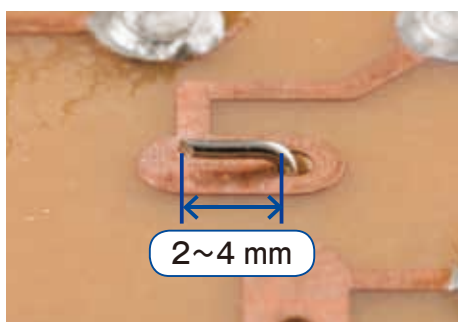
フォトIC



電解コンデンサ



積層セラミックコンデンサ



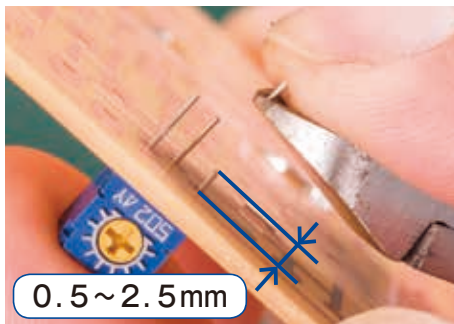
2~4 mm

③ フォト IC、積層セラミックコンデンサ、電解コンデンサの取付け

- 1) フォト IC、積層セラミックコンデンサ（2 個）、電解コンデンサ（3 個）の足をそれぞれの指定箇所に入挿する。

なお、フォト IC のリード線には、絶縁チューブ（5 ～ 8mm にカット）を挿入する。

- 2) リード線を折り曲げて 2 ～ 4mm の長さにカットする。



半固定抵抗器



チェック端子

④ 半固定抵抗器、パワーリレー、チェック端子の取付け

- 1) 各部品のリード線をプリント板のそれぞれの指定されているところに挿入し、リード線を曲げないで、突出し寸法 0.5 ~ 2.5 mm の長さにカットする。

! POINT

各部品がプリント板から浮かないようにバランスよく注意して取り付ける。

- 2) 半固定抵抗器、パワーリレーは、リードの 1 個所を仮止めし、その後、他のリードにはんだ付けする。最後に仮止めした箇所にも確実ににはんだ付けする。



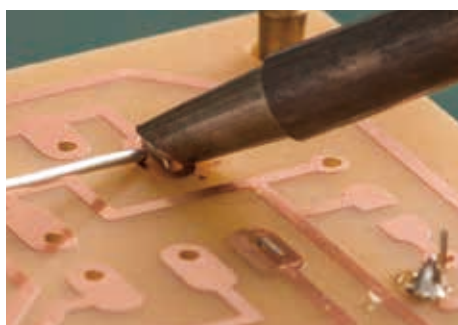
パワーリレー

- 3) チェック端子は、電圧測定時にテストのプロープ（テスト棒）が接触しやすい方向に取り付ける。

! POINT

チェック端子は、A面側から指で直接押し付けた状態でB面にはんだ付けすると指を火傷する恐れがあるため、耐熱性のマットか布を利用してはんだ付けする。

(7) プリント板挿入実装部品リード線のはんだ付け



プリント板に取り付けた挿入実装部品（抵抗器、軟銅線、ダイオード、フォト IC、積層セラミックコンデンサ、電解コンデンサ）のリード線をプリント板のランドに各々はんだ付けする。

はんだ付けのポイント

- 1) はんだの量が多過ぎたり、少な過ぎたりしないようリード線の線形が分かる程度にはんだ付けする。
また、ランド周囲は全面はんだで覆う。
- 2) はんだボールは、ピンセットなどで基板にキズを付けないように取り除く。

○ 良いはんだ付けの例

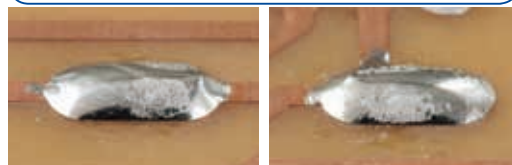


悪いはんだ付けの例

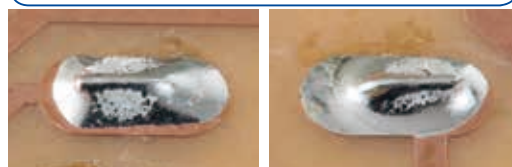
はんだ量が少ない例



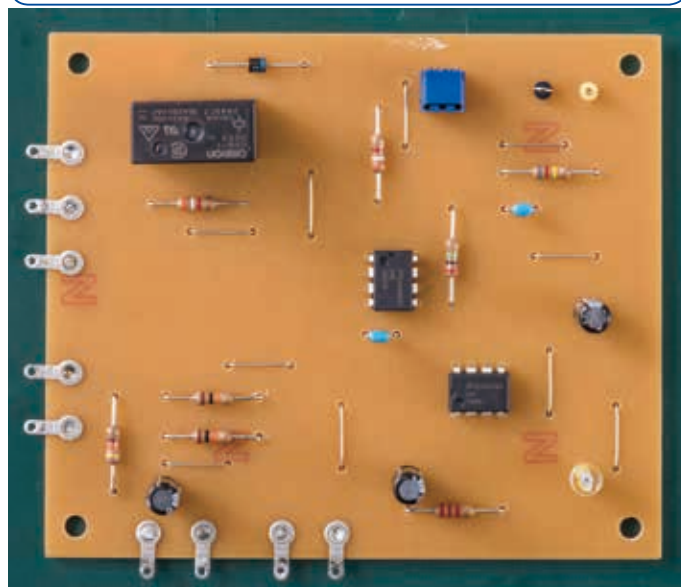
はんだ付け量の多過ぎの例



はんだがランドを覆っていない例



挿入実装部品の取付け完成写真



(8) プリント板への電線の接続



11 ページの (3) 配線の準備で製作した電線を次の手順でつなぎ込む

① ビニル電線のつなぎ込み

1) ビニル電線（黄色）とビニル電線（赤色）をプリント板の端子番号に合わせて、各端子にひっかけからげで取り付け、電線が端子に対して、概ね直線になるようにリードペンチで各端子に密着させる。

2) 折り曲げた芯線の先端部を適切な長さにカットして、はんだ付けする。

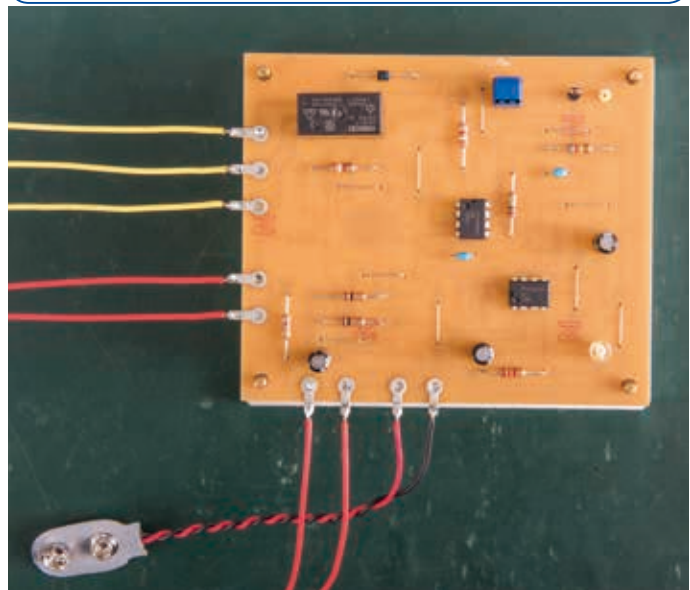
! POINT

電線のビニル被覆を焦がさないように注意する。

② 電池スナップのつなぎ込み

電池スナップをプリント板の+端子と-端子に上記①と同じ要領でそれぞれ接続する。

プリント板への配線の接続完了



(9) シャーシの組立て



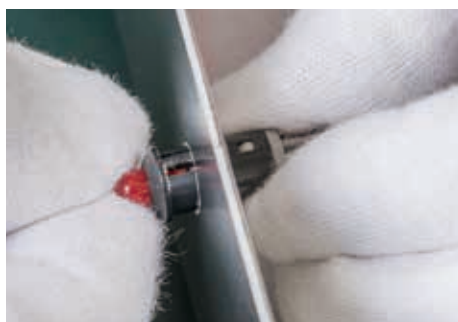
① ゴム足の取付け

ねじの締め付けの目安はゴム足を指先でつまみ、力をかけても簡単に回らない程度とし、締め過ぎに注意してゴム足を取り付ける。



② 端子台の取付け

ばね座金と平座金の組み込み順番に注意して端子台を取り付ける。



③ LED（発光ダイオード）の取付け

極性の向きに注意してモールド部を破損しないように取り付ける。



④ トグルスイッチの取付け

菊座金の組み込み箇所注意到意し、正面へのねじ部出っ張り量（0.5～1.5mm）を確保してトグルスイッチを取り付ける。



⑤ 電池ボックスの取付け

ねじの挿入方向を間違えないようにするとともに、ばね座金と平座金を適正に組み込み、電池ボックスを取り付ける。

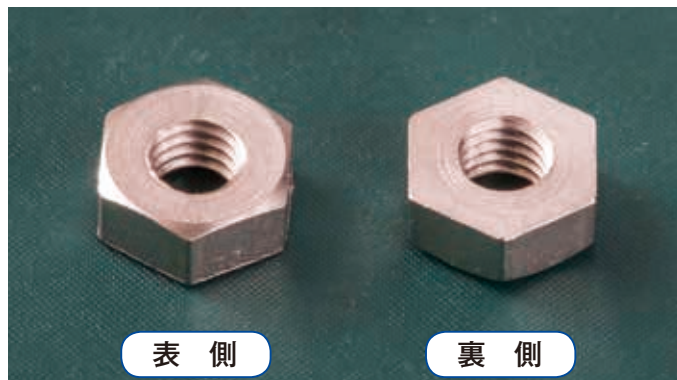
ねじの締付けトルクを目安は、電池ボックスを手で動かして簡単に動かない程度とし、ポリエチレン材のため、締め過ぎに注意する。

⑥ プリント板の取付け

ねじの挿入方向を間違えないようにするとともに、ばね座金と平座金を適正に組み込みプリント板を取り付ける。

シャーシ組立て全体の作業のポイント

シャーシ組立てに使用するナットには、裏表の方向があるので、注意して取り付ける。



(10) 電線のつなぎ込み



端子台のはんだ付け



LEDのはんだ付け

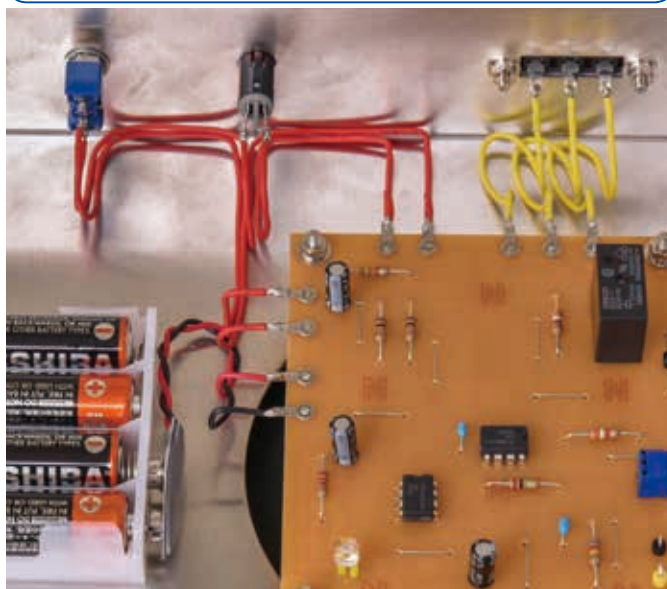
- ① プリント板に接続したビニル電線（黄色 3 本、赤色 4 本）をシャーシに取り付けた端子台、LED（発光ダイオード）及びトグルスイッチの各端子にひっ掛けからげで取り付け、電線が端子に対して、概ね直線になるようにリードペンチで各端子に密着させた後に、先端部を適切な長さにカットして、はんだ付けする。

! POINT

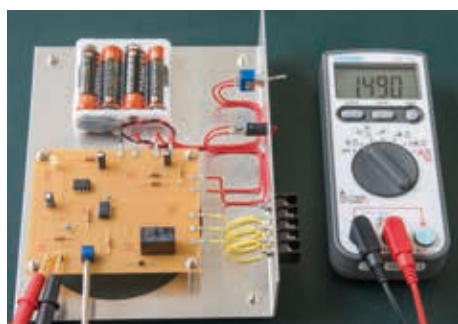
- 1) LED のモールド部を溶かさないように注意する。
- 2) 電線のビニル被覆を焦がさないように注意する。

- ② 電池スナップを電池ボックスに確実に接続する。

電線の接続完了



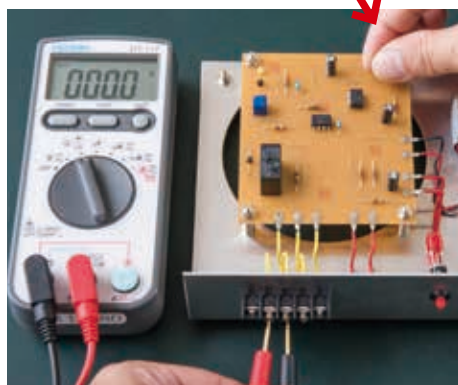
(11) 動作確認



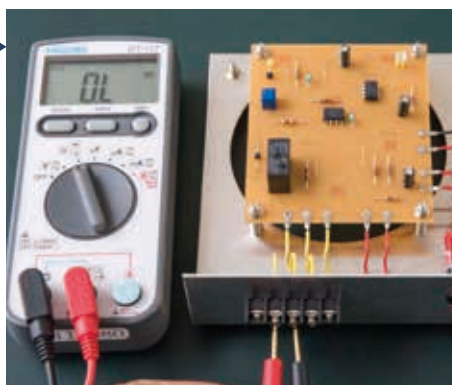
- ① フォト IC ダイオードの感度調整を次の手順で行う。
 - 1) S1 を OFF にし、VR1 を左に回しきる。
 - 2) 電池ボックスに乾電池を極性に注意して入れる。
 - 3) デジタルテスタを電圧レンジにし、TP1 (+) と TP2 (-) にテスタのプロープ (テスタ棒) を接触させる。
 - 4) S1 を ON にする。
 - 5) IC 4 頭部に光が当たる状態で VR1 を少しずつ右に回し、電圧が 1.5 ± 0.05 [V] になるようにする。

- ② 通常動作確認を次のとおり行う。
 - 1) IC4 頭部への光を遮り、RLY1 が ON すると同時に LED1 が点滅することを確認する。
 - 2) IC4 頭部に光が当たる状態とさえぎった状態を繰り返して、端子台の NC-COM 間と NO-COM 間の導通をテスタで確認し、切り替わっていることを確認する。

指でIC4頭部への光を遮る



切り替わる



(12) 仕上げ（整形・清掃）

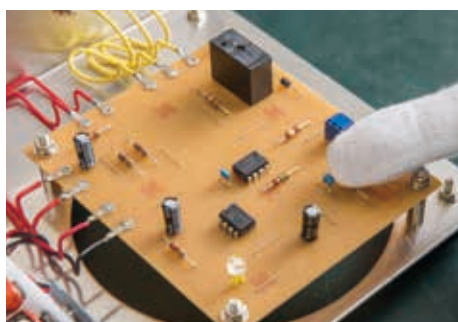


次のとおり仕上げ作業を行う。

- ① S1 を OFF 側にする。
- ② 左の写真のようにシャーシを作業台に軽く叩くように振動を与え、シャーシ内の線屑、異物等を落として取り除く。
作業後に電池が外れていないことを確認する。

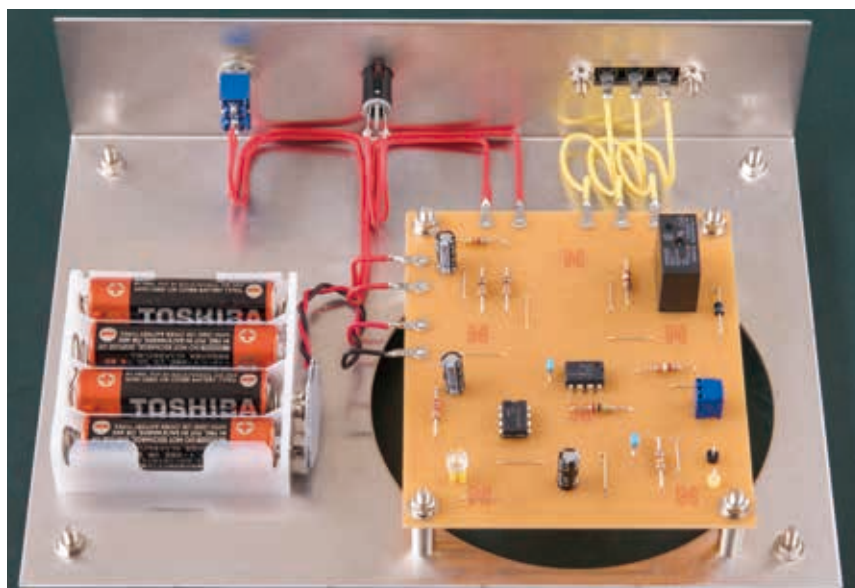
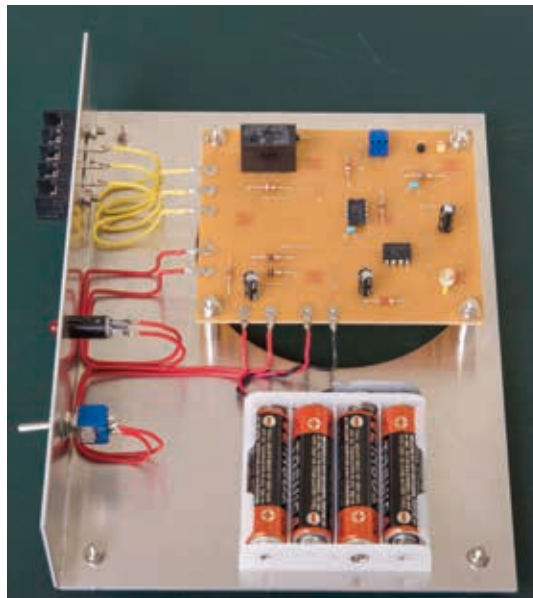
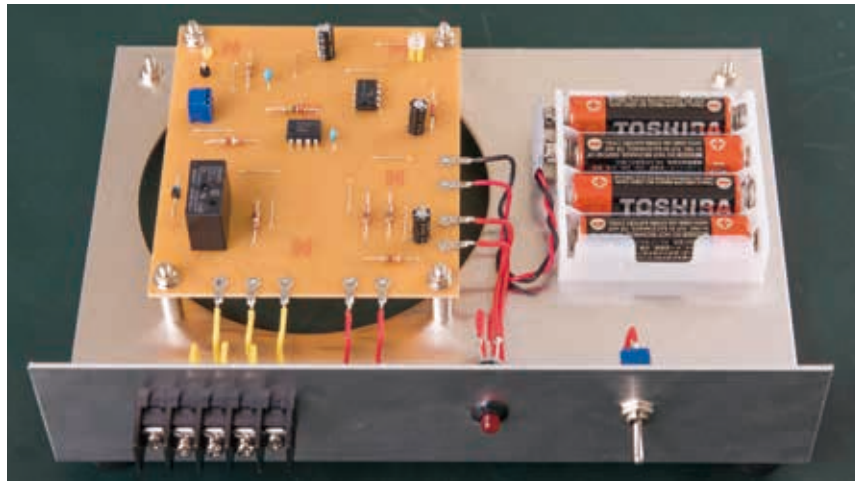


- ③ ビニル電線のスタイルを整える。



- ④ プリント板の部品曲がりの修正を行う。

電子部品組立て完了



3 級技能検定の実技試験課題を用いた人材育成マニュアル

平成29年 3 月発行

厚生労働省委託「若年技能者人材育成支援等事業」

中央職業能力開発協会

(中央技能振興センター)

