

はんだ付け作業

【目的】

はんだの化学的な特性を理解し、安全に配慮しながら適切な作業の方法を身に付ける。

1.はんだ付けの定義

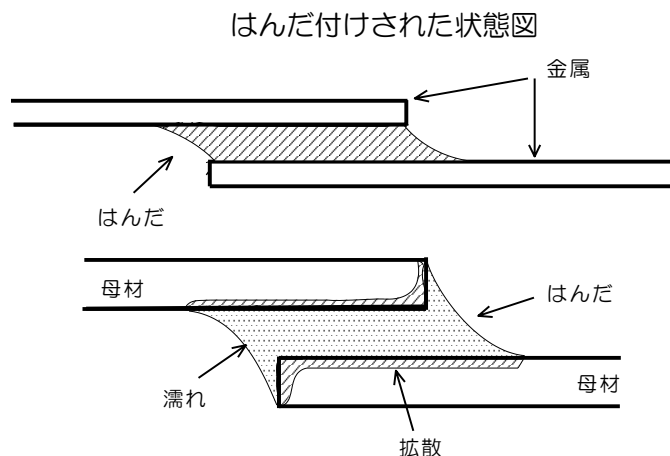
金属面間にそれより融点の低い非鉄金属を、毛細管現象によって行きわたらせることにより接合を得る方法を「ろう付」といいます。その非鉄金属が「ろう」であり、融点 450℃ 以上を「硬ろう」、以下を「軟ろう」という。

またこの「軟ろう」を「はんだ」と呼んでいる。したがって「はんだ付け」とは、融点 450℃ 以下の軟ろうを金属面間に行きわたらせて接合を得ることである。

はんだとしては錫-鉛系、カドミウム-亜鉛系、錫-アンチモン系等の各種合金があり、錫-鉛系合金が多く用いられていましたが、人体・環境への有毒性が再認識されるようになり鉛フリーはんだが使用されるようになってきています。

注 1 融点：溶融点(物質が溶融する温度)

注 2 毛細管現象：はんだ付の場合は溶けたはんだが接合しようとする金属の間のわずかな隙間に流れこむ現象。



濡れ

ゆきわたったはんだの終端が滑らかに裾を引いた状態。

金属表面が酸化しておらず清浄なことが必要。
この“濡れ”によって接合部分を毛細管現象によりまんべんなくはんだを吸い込ませ強固な接合ができる。

拡散

はんだが金属内にしみ込み、合金を作った状態

金属の接合は濡れ現象と共に拡散を伴い金属間化合物ができる。
母材に充分熱を加えること
濡れ、拡散がないと、はんだ付け不良になり易い。

2.はんだ付けの目的

はんだ付けは二つの材料を接合することが比較的簡単な作業で出来るので、次の目的に使用されます。

(1)電氣的接続

二つの金属を接合して電氣的導通を得る。

(2)機械的接続

二つの金属を接合して両者の位置関係を固定する。

(3)密閉効果

はんだ付けし、その部分から水、空気、油等の濡れを防ぐ。

(4)その他

はんだで金属の表面をメッキすることにより防錆処理ができる。また後の工程のはんだ付のための前工程とすることもある。

3.はんだ付けの材料

3-1.鉛フリーはんだの特徴

電子機器の基板には、多くの電子部品がはんだを用いて接合されています。使用済み電子機器の基板の大半は回収されずに埋め立てられるなどの方法で処理されてきました。

はんだの中に含まれている鉛は、酸性雨により有害な鉛化合物になって地下に流れ出し飲料水になって人体に入ったり、地中に溶け込んで野菜・家畜をとおして人体に入ります。多量の鉛が人体に吸収されると、貧血や腹痛などの鉛中毒の症状があらわれます。

(1)鉛フリーはんだの良い点

- ・人にやさしい
- ・環境にやさしい

(2)鉛フリーはんだの悪い点

- ・はんだ付け性が悪い
- ・鉛入りはんだと比較して、溶ける温度が高い
- ・はんだ付けで大切な「ぬれ」が悪い
- ・材料コストが高い

3-2.フラックス

フラックスは使用する目的によって次の3種に分類されます。

(1)プリフラックス

金属面の長期的保護に用いられる。

(2)ポストフラックス

一般にはんだ付けの時使用するフラックスです。

(3)絶縁フラックス

絶縁性を与えるために用いられる。

はんだ付けの際にはポストフラックスが使用されます。その作用は数秒以内の短い加熱時間中に起こっており、以下に示す作用があります。.

(1)清浄化作用

金属の表面は一般に薄い酸化物、水酸化物等で覆われています。そのままでは溶けたはんだを接触させても、はんだと金属の結合は起こりません。

フラックスはこれ等金属表面の酸化物、水酸化物を溶解除去します。

(2)はんだの表面張力を低下させる作用

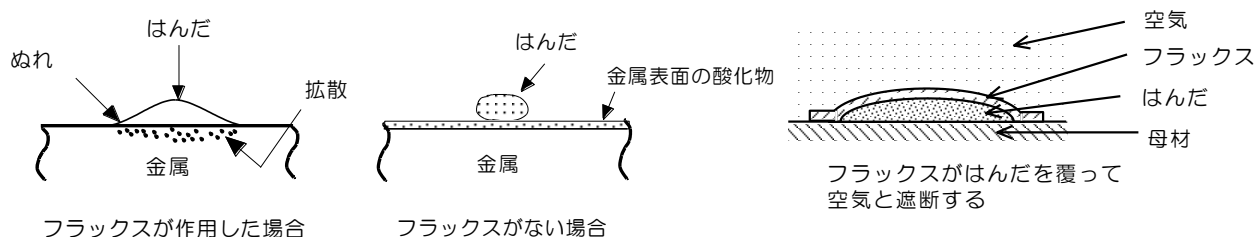
熔融はんだは大きい表面張力を持っています。はんだ付けではこの表面張力を低下させて、はんだを金属面に押し拡げてやらなければなりません。

(3)酸化防止作用

加熱された金属面及び溶解状態のはんだは、常温に比べてはるかに酸化し易くなります。フラックスは自らが清浄にした金属の表面を速やかに覆い、酸化を防止します。(図参照)

●フラックスの働きをうまく利用する→良いはんだ付け

●はんだはコテでなく母材に供給する→フラックスが蒸発しない



●フラックスの種類

フラックスは、表に示すようにたくさんの種類があります。電気部品のフラックスとして使用されるものは、

無機系・・・水素ガス及び塩化亜鉛、塩化アンモンなどの塩類

有機系・・・活性化ロジン

があります。

分 類		フ ラ ッ ク ス	腐 食 性
無機系	酸	塩酸、フッ酸、正リン酸	あり
	塩	塩化亜鉛、塩化アンモン、塩化第一スズ	あり
	気体	水素(フォーミングガスとして)、乾性塩化水素	なし
有機系	酸	乳酸、オレイン酸、ステアリン酸、グルタミン酸、フタル酸	あり
	ハロゲン	塩酸アニリン、塩酸グルタミン、塩酸ヒドラジン	あり
	アミン	尿素、エチレンジアミン	なし
	ナミド		
	ロジン	活性剤を含んだロジン	ほとんどなし
		非活性天然ロジン	なし

4.はんだごて

一般に電気こてが使われていますが、熱容量の大きい品物のはんだ付けや、電源設備のないところの作業には焼こてが使われています。

(1)電気こての種類と形状

主に使用される電気こてには、定格消費電力が 10、15、20、25、30、40、60、80、100、150、200、300W 等のものがあります。

普通プリント配線板には 15～40W、細線の配線には 30～60W、2mm² 以上の配線には 40～100W が使用されています。

(2)電気こての選定

電気こては定められたこて先を使用しなければならない。その選定のポイントはつぎのとおりである。

- こて先が急速に加熱され、しかも十分な熱量を発生すること。
- 熱効率が良いこと。
- 電氣的絶縁が完全なこと。
- こて先温度が定格温度に達した後、温度変化の少ないこと。
- 加熱部から発生する熱で、握り部が作業上困るほど熱くならないこと。
- 全休の重量が軽く、バランスの良いこと。
- 握り部とヒータカバーとの間、およびこて先がガタガタ動かないこと。
- 傍熱形はこて先の交換が容易に確実にできること。

(3)こて先

こて先の形状はさまざまな種類がありますが、作業に適したこて先を選ばなければなりません。

こて先の選定基準

こて先の材料は、はんだ付けの目的とフラックスの種類によって選定する必要があります。こて先の材料の選定基準としてつぎのような点があげられます。

- 熱伝導性が良いこと
- はんだののりが良いこと
- 加工性が良いこと
- 硬度が大きいこと
- 安価であること

(4)こて先温度

はんだ付けする際、温度が高い程はんだの流れが良く、フラックスの作用や、はんだと母材との結合力が強いので効果的である。逆にフラックスやはんだの酸化などが生じる欠点があります。そこではんだ付けのこて先温度が重要となってきます。適当なこて先温度は、はんだの組成、母材、熱源、作業スピード、空気の流れ、気温などによっても差があるので一概に言えませんが、目安としては下のようになります。

(A)現象

温度が高すぎるとき	温度が低すぎるとき
(1) はんだの中に入っているフラックスが勢いよく飛び散る。 (2) 煙が多く立ちのぼる。 (3) こて先にのせたはんだが光沢のある銀色から紫色に変わる。 (4) 作業中に爪、衣服にフラックスが付く。	(1) フラックスの煙が少ない (2) はんだが溶けにくい。 (3) こて先にのせたはんだの光沢が変わらない。

(B)結果

温度が高すぎるとき	温度が低すぎるとき
(1) フラックスの清浄作用がなくなる。 (2) 部品の特性が劣化し後の故障の原因となる。 (3) はんだの使用量が多くなる。 (4) 製品の仕上がりが悪くなる。 (5) プリント配線板はパターンが浮いたり剥がれたりする。	(1) 作業能率が大きく低下する。 (2) はんだ付け不良が発生する。 (3) 仕上がり不完全で故障の原因が増加する。 (4) 製品の仕上がりが悪くなる。

(C)容量とこて先温度

作 業 区 分	容量 (W)	標準こて先温度
プリント基板のはんだ付け	15～40	290～340℃
端子はんだ付けその他一般的なもの	30～60	320～380℃
特に大きいもの	40～100	350～400℃

(5)はんだごての取扱いと管理方法

はんだごては、はんだ付けをおこなうのに重要な工具である。はんだごてを常に良好な状態で使うためには、次のような使用上と管理上の注意が必要である。

(a)使用上の注意点(過熱と衝撃をきらう電気はんだごて)

- ・必要以上に過熱させない

通電したまま長時間ほったらかしにすると、ヒータの断線、こて先消耗の原因となる。はんだ付け作業を中断するときは、必ず電源を切ること。

- 強い衝撃を与えない
こて先に付いたはんだを取るため、こて台にこて先を打ち付けたり、こて先をハンマで打つことは、ヒータ断線の最大の原因である。
- こて先を常にきれいにしておく
ブラシやぬれたスポンジなどでフラックスやはんだの残りを常に取りながら使う。
特にはんだ付け終了時には、こて先をきれいにしておくこと。

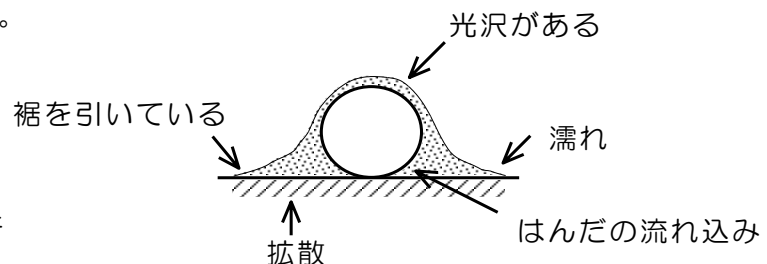
(b) 管理上の注意点

- こて先の温度管理
月に一回は正確にこて先温度を測定し、保全に努めよう。こて先温度は、専用の表面温度計を使って測定することが必要です。
- 電気はんだごての日常管理
電源コード、プラグ、グリップなどの焼損、破損状況、こて先の止めねじ具合は作業開始時に必ず点検します。また、こてふきは常に手入れをしなければなりません。

5. 良好なはんだ付けを行うために

理想的なはんだ付けは、母材がはんだでよく濡れている状態になります。

二つの母材の接合面に、はんだが薄く均等に流れ込み、はんだの終端が裾を引き、はんだの表面に光沢のある状態です。



5-1. はんだ付けに必要な条件

① 材料の表面が汚れていないこと

金属表面の酸化物、油脂、汚れ等を除去します。さらにはんだ付時は高温になるので、表面が酸化しないよう保護しなければいけません。この目的のためにフラックスが使用されます。

② 適切な温度まで加熱すること

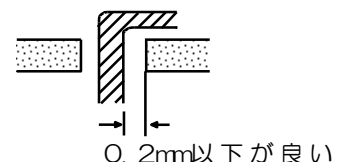
はんだ接合を作るには、はんだを液状にして母材の表面に流れていくようにする

また母材と接触した瞬間、はんだが固まらないように母材の表面も必要な温度にまで上げる必要がある。

③ 毛細管現象の利用

はんだの拡がりをよくするためには毛細管現象を利用し、はんだを薄く拡げることが必要である。そのためには、

- 母材と母材を密着させること。
- ランド穴とリード線の太さの関係にも注意が必要である。



5-2.はんだ付けの順序と要点(一般用)

一般のはんだ付け作業は、大略つぎのとおりである。

順 序	
1	パターン面を清掃する。
2	リード線を適切な長さに切断する。 電線は被覆を剥ぎよじる。
3	接合個所を予備はんだする。
4	接合部同士を固定する。
5	はんだごてをあてる ・はんだ付けする両方の母材（基板と部品）こて先を当てる。 ・はんだごては、母材に熱を供給するものではんだを溶かすものではない。
6	はんだを供給する ・はんだを直接こて先につけるのではなく、こて先から少し離れた場所につける。
7	はんだがきれいに広がるのを待つ。 ・はんだが液状になり、母材表面に広がるまでこてとはんだを離さない。
8	冷却する。 ・はんだが固まるまで、接合部が動かないようにする。
9	検査

6.目視検査

つぎの項目についてはんだ付け個所を全点調べる。

- (1)付け忘れはないか。
- (2)部品、電線の被覆、コンパウンド、モールドなど絶縁物の損傷はないか。
- (3)やに付、いも付はないか。
- (4)電線の被覆が、はんだの中に入ったりしていないか。
- (5)リード線を折り曲げた場合、その方向は回路に沿っているか。
- (6)はんだが飛散して残っていないか。
- (7)電線の端末処理はよいか。
- (8)となりの端子との間が接近しすぎではないか。
- (9)フラックスのたれ下りはないか。
- (10)はんだの拡がり、多い少ない、光沢、濡れ具合はどうか。
- (11)はんだのたれ下がり、突起が残っていないか。
- (12)部品リードの長さ、形はよいか。

6-2.指触確認検査

目視検査のとき疑わしいはんだ付け部について、指で線を引っ張ったり、動かしたりして検査する。ピンセットなどを補助具として使用する。

- (1)線が抜けないか。
- (2)線が折れたりしていないか。
- (3)はんだが剥がれないか。
- (4)線、はんだが動かないか。

6-3.マーキング

検査の見落としを防ぐため、検査して合格となったはんだ付け個所に、一点一点インクでマーキングして行く方法である。この際インクは腐食性、導電性のないものを使用する。また、不良の個所は色別をすると便利である。

6-4.その他の検査

多数のはんだ付け個所よりできている電氣的回路の検査や、製品全体の性能を検査して品質を確認するためにつぎのような検査が行われます。

(1)温湿度サイクル試験、雰囲気試験

はんだ付けした機器全体を恒温、恒湿槽に入れ、溜度、湿度の変化を繰返し、或いは特殊の雰囲気中に所定時間保ち、製品の電氣的性能を調べる。

(2)冷熱サイクル試験

はんだ付けした機器全体に、低温と高温を繰返し製品の電氣的性能を調べます。

(3)振動試験

振動試験機にかけて、はんだのいも付、断線などを電氣的、機械的に発見する。

(4)たたき試験

製品に電流を流しながら、はんだ付け個所、製品の各所を軽くたたき、メータの振れ・ブラウン管の像の異常な歪などにより不良個所を発見します。

(5)輪送試験

輪送は製品の故障に影響する一つの要素であり、実際に製品をトラックなどに乗せて走った後、電氣的、機械的な性能を調べます。

(6)落下試験

製品をある高さより落下させて、衝撃によりはんだ付け部に異常が生じないかを調べます。

6-5.信頼性

検査で異常のなかったものが、数ヶ月、数年後に事故を起こすことがよくあります。また、事故を起こさなくても時間がたつとともに性能は徐々に低下していきます。

はんだ付けに要求される信頼性は、使用される環境などによって変わってきます。しかし、どのような環境でも安心して使うことができるよう品質を向上する必要があります。それにはつぎのような項目があげられます。

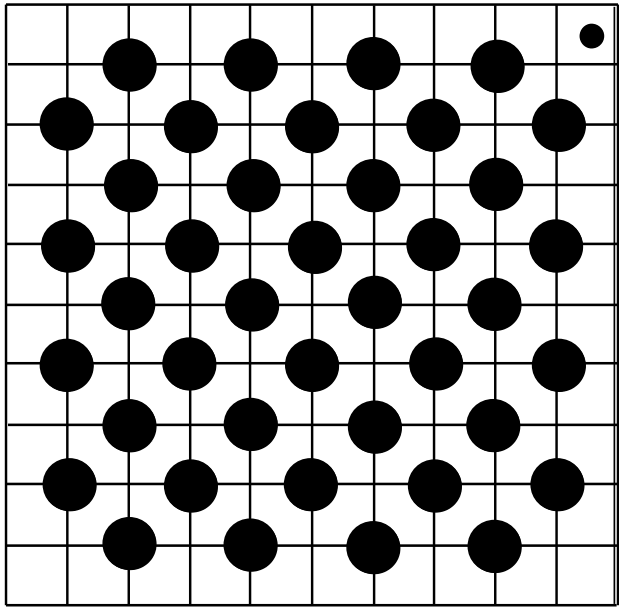
- (1)はんだ付け部の状態
- (2)フラックスの絶縁性、腐食性
- (3)使用環境(温度、湿度、その他)
- (4)貯蔵環境
- (5)時間
- (6)運搬、輸送
- (7)その他



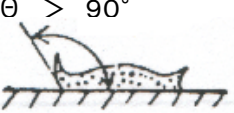

はんだ付けの信頼性(品質など)を高めるために一番大切なことは、適切な材料と工具を使用し、正しい作業によって誤りのないはんだ付けを行うことである。

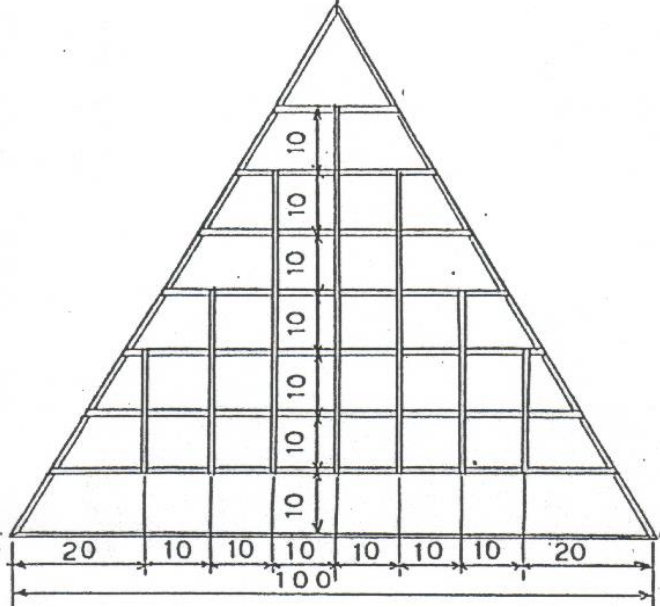
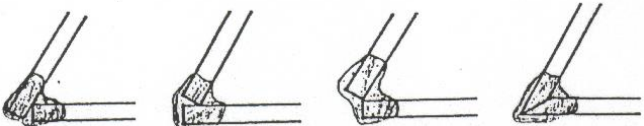
●安全上の注意

安全には作業する場所の整理整頓が第一ですが、下記の事項には特に注意しなければなりません。


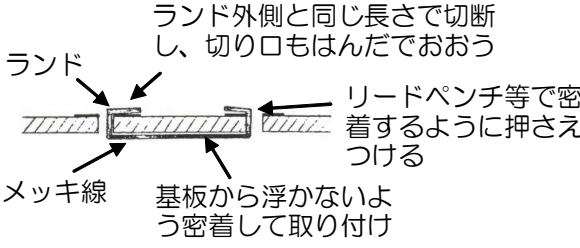
- (1)引火物をこてのそばに置かない。
- (2)必ずこて台を使用する。
- (3)フラックスやはんだを飛散させない。
- (4)フラックスの煙、溶剤の蒸気について換気をはかる。
- (5)火傷や感電をしないよう気をつける。
- (6)綿または絹の手袋を着用することが望ましい。
- (7)安全眼鏡を着用する。

練習課題名			
はんだ付け基本練習(1)			
<div></div> <p>※右上にはんだで印をつける。</p>	実習主眼点	はんだ付けの原理(はんだゴテの当て方、はんだの流れかた、フラックスの作用等)を理解する	
	工具・材料等	はんだごて 鉛フリーはんだ コテ台 こて先クリーナー プリント基板 (10×10cm) けがきはり コンパス 定規 テンプレート ウエス 洗浄液	
	作業時間	30 ～ 40 分	
NO	作 業 順 序	説 明	注 意 事 項
1	けがき線を入れる	定規、コンパスまたはテンプレートを用いて、上図のようにけがき線を入れ、直径7mmの円を描きます。	基板、テンプレートに余分な傷をつけないように注意する
2	基板表面を清掃する	洗浄液等を用いる	洗浄液の取り扱い注意
3	はんだごての用意	こて先が痛んでいれば、ヤスリで直し、はんだメッキする	充分こて先が温まるまで待つ

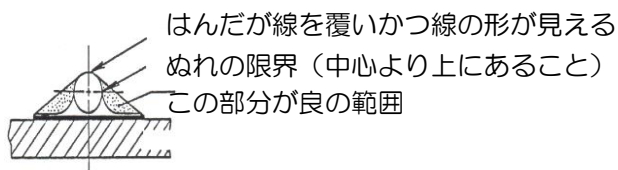
NO	作 業 順 序	説 明	注 意 事 項
4	はんだ付け手順に従って、はんだが○印の大きくなるようはんだ付けをおこなう	濡れ角とはんだ付けの状態 $\theta < 90^\circ$ (良)  $\theta > 90^\circ$ (不良)  $\theta > 90^\circ$ (不良)  【フラックスの状態】  はんだ表面にフラックスが残っていないと光沢がなくザラザラになる	基板表面が十分清掃されていなかったり、母材が十分温まっていなかった場合、図のような不都合が生じる はんだごてを長く当てすぎないように注意。 はんだは、はんだごてではなく母材に供給する。
	【はんだ付け手順】 ①加熱 こて先は母材に当てる。こてははんだを溶かすのが目的ではなく、接合部を加熱するのが目的である。熱伝導をよくするために最初に少量のはんだをこて先に与えるのがよい。 ②はんだを供給する こて先ではなく接合部に供給する。はんだが溶けると共にフラックスは活性化し、母材表面を清浄化し、はんだの流れを助ける。 ③はんだの拡がりを見守る 一呼吸か二呼吸の間にはんだは自然に流れる。 確実に流れたのをみて手早くこてを離す。		
5	目視検査	検査表にしたがって検査をおこなう	

練習課題名 はんだ付け基本練習(2)			
		実習主眼点	はんだ付けの原理(はんだゴテの当て方、はんだの流れかた、フラックスの作用等)を理解する
		工具・材料等	はんだごて 鉛フリーはんだ コテ台 こて先クリーナー ウエス 洗浄液
		作業時間	30 ~ 40 分
NO	作業順序	説明	注意事項
1	線の曲がりを直す	長い線材をペンチ等で引張って直し、必要な長さに切断する。	線に傷をつけない
2	基板表面を清掃する	洗浄液等を用いる	
3	枠組みをし三ヶ所の角をはんだ付けする。	<p>下図のうちどの方法でもかまわない。</p>  <p>テープ・重し等を利用し動かないよう固定してからはんだ付けする。</p>	

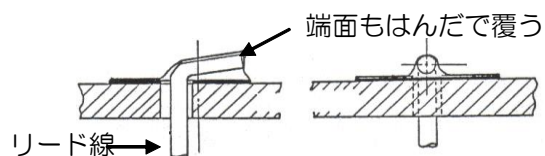
NO	作 業 順 序	説 明	注 意 事 項
4	横方向の線をはんだ付けする。	<p>適当な重しを利用する。</p> <p>切り口もはんだで覆う</p> <p>ニッパーの使い方に注意</p>	線を等間隔に(10mm)
5	縦方向の線をはんだ付けする。	同 上	線材が浮かないように注意する
6	格子点を順次はんだ付けする。	<p>はんだ</p> <p>こて先</p> <p>母材</p> <p>はんだは、こてに近い点から遠い方へ移動しながら供給する。 こては動かさない。</p>	こての当て方、はんだの供給のしかたに注意、浮きに注意
7	作品の清掃	洗浄液等を用いる	
8	目 視 検 査	検査表にしたがって検査する。	
9	<p>はんだ量について</p> <p>少なすぎ 良 多すぎ</p> <p>線材の上部もはんだで覆うこと</p> <p>上部は、線材の外形がわかる程度に</p> <p>角度θが小さいほど、濡れがあってよ</p> <p>L1、L2：はんだ流れの上限</p>		

4	番号6～7は、0.7φのメッキ線 番号8～10は、0.5φのメッキ線 を直線的にはんだ付けする	線材の上をはんだが覆い外形がわかる。  適正なはんだづけ	はんだゴテの熱が、メッキ線を伝わって逃げるのでNo3よりはこて先の温度を上げる必要あり。
5	NO2で加工した線材を取り付け、はんだ付けする		
6	作品を清掃する	洗浄液等を用いる。	
7	目視検査	検査表にしたがって検査する。	

・はんだ付け量の基準

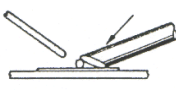
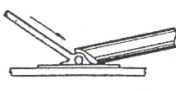
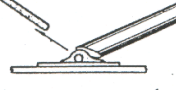
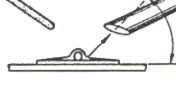
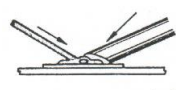
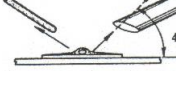


・ランドのはんだ付け標準



よいはんだ付け（融着）状態とは、はんだが完全にリード線を覆い（ぬれている）。そして、はんだの線形が見える程度のはんだの量であり、はんだ表面は美しく安定した光沢であること。

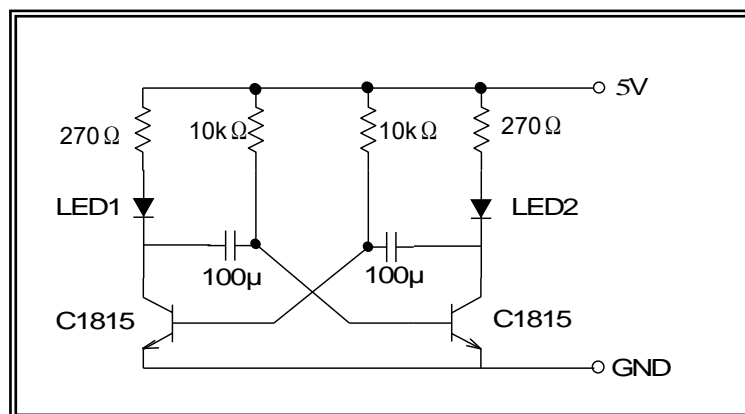
母材の熱容量が大きい場合と小さい場合のはんだ付け手順

母材の熱容量が大きい	作業手順	作業内容	要 点
	1. こて先をあてる		こて先をリード線とランドの相方に同時に当てて加熱します。
	2. はんだを溶かす		はんだをリード線とランドの接合点に当てて適量を溶かします。
	3. はんだを離す		適量のはんだを溶かした瞬間、素早く離します。
	4. こて先を離す		フラックスが拡散・浸透し、はんだが完全に融着した瞬間、45° の方向に離します。
母材の熱容量が小さい	作業手順	作業内容	要 点
	1. こて先とはんだを同時に当てる		リード線とランドの接合点に、こて先とはんだを同時に当てて、はんだを適量とかけます。
	2. こて先とはんだを同時に離す		完全にはんだが融着した瞬間、こて先とはんだを同時に離します。(はんだをやや早めに離します)

LED 点灯回路の組み立て

今まで行ってきたはんだ付けの復習を兼ねて、2 種類の LED 点灯回路を作成します。

1 回路図



2 部品配置図

