

トランジスタ技術 SPECIAL

ガッチリくっついて高性能いつまでも

見ればわかる! 正統派の はんだ付け [動画DVD付き]

エンジニアの
世界常識

DVD-ROM付属

- プロのはんだ付け
テクニック・ビデオ **50**
- 本書記事関連プログラム

ご購入はこちら

<http://shop.cqpub.co.jp/hanbai/books/49/49291.htm>

見本

CQ出版社

I 入門から正統派のはんだ付けへ

● 最も古くて最も新しい接合技術

はんだ付けの歴史は古く、青銅器時代より現在までおよそ5500年の歴史があります。「はんだとはんだ付け」は、「最も古くて最も新しい接合技術」と言われています。

当初この技術は、電気電子業界では主にラジオや白黒テレビなどに使用されました。1970年代に入り、インテルと日本計算機とでノイマン型のマイクロプロ



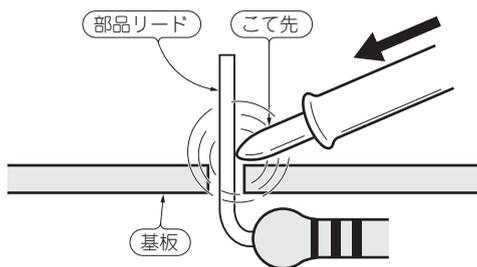
図1
慣れるまで考えながら作業しよう

セッサ i4004/4040 の4bit CPU, その後、8bit/16bit MPUが開発され、本格的なマイクロコンピュータ時代の幕開けとなりました。こうして、基板実装密度の高度化が要求される時代になり、加えて、現在では鉛フリーはんだが標準となっています。

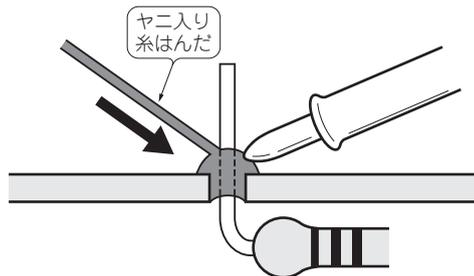
● はんだ付けとは

- (1) 「はんだ」と「はんだ付けされるワーク」の両方を適切な温度まで上昇させる(はんだこて等で)
- (2) はんだに含まれるフラックスがワーク表面にある酸化膜を化学的に溶解除去する(酸化膜が除去できないと合金層ができないため、フラックスの役割は重要)
- (3) はんだから溶け出た錫と基板等の銅との間で、分子同士が混ざった金属化合物ができる(Cu_6Sn_5 と Cu_3Sn)
- (4) はんだ付け完了(参照：第1部 第1章「毎日使う金属用接合剤「はんだ」の基礎知識」)
- (5) 最適と思われる状態を判断するためのポイントは、

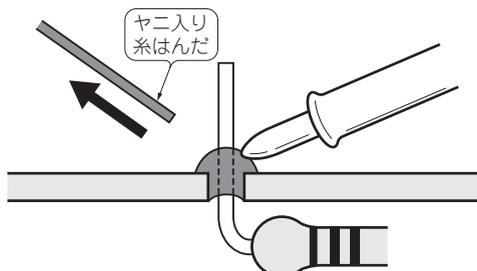
① 接合部を加熱する



② はんだを供給する



③ はんだを引く



④ こてを引く

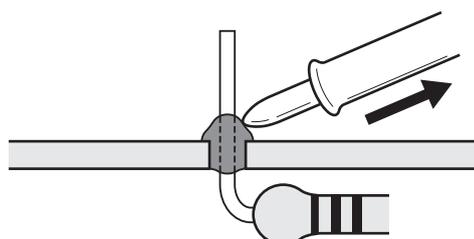


図2
はんだ付けの手順

第1部 基礎編 まず、コモンセンスを身に付けてから始めよう



第1章

知っていると知らないでは大違い！
信頼性に天と地の差が出る

毎日使う金属用接合剤 「はんだ」の基礎知識

東村 陽子 / 柿崎 弘雄

はんだは電子部品の電極と基板の銅パッドとを金属的に結合します。また、化学材料を用いた接着剤と違い、電気や熱をよく伝えるという利点があります。ここでは、よりはんだ付けが上手にできるように、当たり前のように使っているはんだの特性、特徴を見直してみましょう。

はんだの正体は教科書にもあまり書かれていません。はんだとは、金属同士を比較的簡単に接合できる金属です。また、電気や熱をよく伝えることから電子部品の接続に多く使われています。

はんだは家電製品はもちろん、自動車や鉄道、航空、宇宙、海洋、医療、情報分野で使われる機器の製造に欠かせない接合材料です。

基礎知識①

250℃で溶け出す

はんだは、450℃未満の融点を持つろう材です。母材金属を溶かすことのない融点になっています。溶けたはんだは母材金属に濡れ広がり、金属反応により母材同士を接合します。

主に、Sn(錫)という融点232℃の金属元素にさまざまな金属を配合した合金です。ろう接の分野では融点450℃以上のろう材を「硬ろう」と呼ぶのに対し、「軟ろう」とも呼ばれますが、一般には「はんだ」と呼ばれます。

はんだ付けは、通常250℃前後の温度で行われます。エレクトロニクス製品に広く使われるプラスチックやケーブルを、溶かしたり焦がしたりせずに接合できるため、エレクトロニクス製品の部品の接合に広く使わ

れます。しかし硬ろうのように、500℃以上に温度を上げて接合する材料では部品を焦がしてしまい使用できません。

基礎知識②

はんだで接合すると何がいの？

以下に、はんだ付けの利点を整理します。

- 金属的な結合をしているため接合強度が高い
- 化学材料を原料とした接着剤と違って電気や熱をよく伝える
- 溶接と比較して低コスト
- 母材を溶かさずに接合できるため、母材の質や寸法の変化が少ない
- 低い温度での接合が可能であるため、基板や部品に対するダメージが少ない
- 異種母材の組み合わせの接合が可能
- 接合部の補修、再接合が可能
- 軽薄短小の高密度実装が可能
- 機械的接合と電氣的接合、気密性の確保を同時に実現
- こて法、ディップ法およびリフロ法など、多様なはんだ付けが選択可能

基礎知識③

一体化したみたいに強固にくっつく理由

はんだは、どうして金属を溶かさずに金属的に接合させることができるのでしょうか。

写真1は、銅パッドへ鉛フリーはんだではんだ付けした部分の断面写真です。この写真の母材金属の銅とはんだとの界面に、銅とはんだの中間の色の層状のものが形成されています。これは合金層と呼ばれるもので、はんだ中の錫(Sn)と銅(Cu)の化合物です。

図1の模式図で説明しましょう。250℃程度(はんだ付け温度)ではんだは溶けていますが、Cu(融点1083.4℃)は固体のままです。この接触面ではんだ中のSnとCuが拡散し合い、金属間化合物を形成します。そして、はんだとCuの金属的な結合が起こり、はん

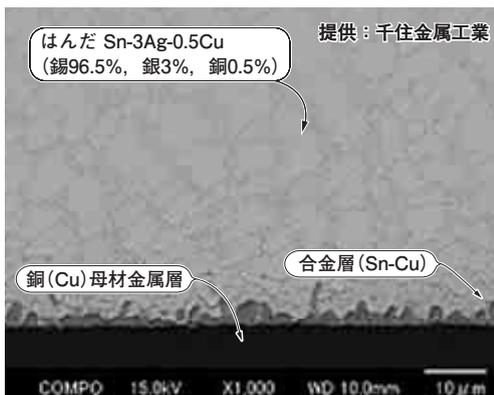


写真1 金属とはんだが溶け合うと合金層ができる
一体化したかのように強固に金属同士が接合され、電氣的につながるようになる。

第2章 はんだ / 電子部品 / 基板 / フラックスと熱との関係

知っておくと役立つ
上達のための豆知識

大西 修

はんだ付けは、教本のセオリ通りでは本当の意味でうまくなりません。さらなるはんだ付け上達のため、知っておくと役立つであろう「実践向けの知識」を紹介します。

はんだの特性を理解しておこう

■ はんだ付けの際になぜ熱が必要か

● 高温になるほど金属間化合物の拡散が速くなる

はんだ付けをすると、^{すず}錫(Sn)と母材の銅(Cu)が、数 μm という薄い金属間化合物(合金)を生成します。

この金属間化合物は、SnとCuが相互に拡散して形成されます。その拡散速度は温度に依存するので、高温になるほど速くなります。そのため、材料や部品の耐熱性に問題がない範囲で、できるだけ高温にした方が、拡散の促進に有利です。

● 溶かして液状にするからしっかりくっつく

なぜ、はんだを溶かして使うのでしょうか。「金属間化合物を作るために高温にした結果、はんだが溶ける温度になった」ことも理由の一つですが、金属同士を拡散させるには、原子レベルで近づける必要があります。だから、溶けて液状になると有利なのです。

加えて、はんだを付ける部分に毛細管現象やすき間現象によってはんだをなじませることで、確実に奇麗な接合になるので、液状にする必要があるのです。

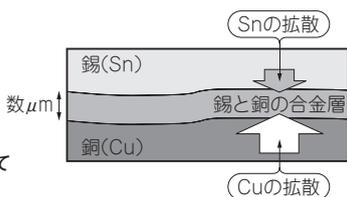


図1
SnとCuの接合によって合金層が形成される

表1 主な金属材料の融点

材料名	融点 [°C]
銅(Cu)	1084
鉄(Fe)	1536
鉛(Pb)	328
錫(Sn)	231

表2 主なはんだ材料の特性

材料名	固相温度 [°C]	液相温度 [°C]
共晶はんだ (Sn ₆₃ Pb)	183	
鉛フリーはんだ (SnAg ₃ Cu _{0.5})	217	220

● はんだは溶けても母材は溶けない温度がよい

一般的に、はんだ付けを含むろう付けは、母材(例えば銅)よりも融点の低い材料を使って接合します。その接合は、ろう材が溶けて、母材が溶けない温度で行われます。はんだと一緒に母材が溶けると、母材の形状を保てずに溶け落ちてしまいます。これは、部品のリードやプリント基板の銅パターンが溶け落ちることを意味します。表1に主な金属材料の融点を、表2に主なはんだ材料の特性を示します。

融点が450°C未満の軟ろうを用いるはんだ付けは、はんだこての温度が高くて350°C程度なので、母材の融点を超えることはありません。

■ はんだこてによる効率の良い熱の伝え方

● 母材全体をはんだの融点まで温めるのは難しい

はんだ付けをするためには、母材もはんだも全てはんだの融点以上にしなければなりません。

図2のようにあらかじめ母材にはんだこてを当てて、はんだの融点以上に温度が上昇してからはんだを供給します。しかし、簡単ではありません。次のようなことが起こりがちです。

- (1) 部品の耐熱性と作業性を気にするあまり、母材の熱容量に対してはんだこてのパワーが小さかったり、こて先が細くなりすぎている。
- (2) こて先が母材と点接触しているだけなので、熱が伝わりにくい。
- (3) こて先が酸化してしまっ、熱が伝わらない。

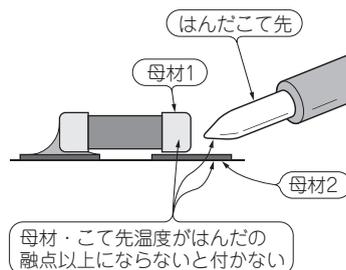


図2 はんだを流し込む前に母材を温める

第2部 実践編 動画を見ながらやってみよう

第3章 1回でバシッと決めよう

部品の取り付けテクニック

山下 俊一 / 柿崎 弘雄 / 浜田 智 / 佐々木 康弘

米粒のような電子部品や平べったいICのはんだ付け方法を写真と動画で紹介します。特に大切なのは電子部品を温めすぎて壊さないことです。はんだこて、基板上的の패드、部品電極の温度を常に意識しながら、こてを動かしましょう。焦ることはありません、数十回、数時間の練習で上達します。

3-1

一番よく使う抵抗やコンデンサなどの2端子部品
これができなきゃ始まらない! 基本テクニックをマスターする

■ バッチリ付けるには…

要点1 データシートを見て、部品に加えてもよい熱の程度を把握しておきましょう。

要点2 フラックスを塗ることで、はんだの濡れがよくなります。

要点3 こて先の形状(図1)や熱容量、温度は部品に合わせて選びましょう。

要点4 1枚の基板の中に複数の部品があるときは、背の低い部品を先に付けましょう

● 手はんだに向くパッドの形状

写真1に、2125サイズ(2×1.25mm)のチップ抵抗の外観を示します。図2に、取り付けるパッドのパターン例を示します。

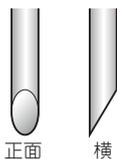


図1 チップ部品のはんだ付けにはこんな形のこて先がお勧め

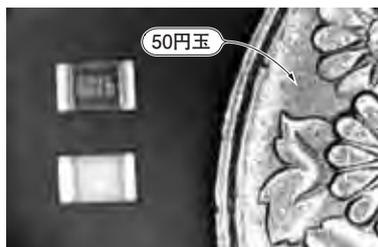


写真1 2125サイズ(2×1.25mm)のチップ抵抗は米粒よりも小さい

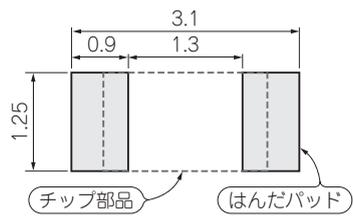
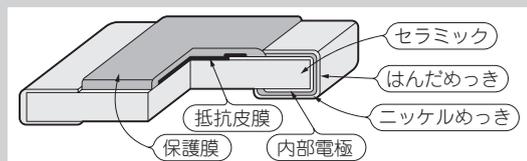


図2⁽¹⁾ 2125サイズのパッド例
[単位: mm]

抵抗は耐熱性が高く通常作業で壊れることはない

抵抗の構造について説明します。チップ品はセラミックに内部電極を形成し、厚膜のメタルグレーズを焼成します(図A)。メタルグレーズとは、金属や金属酸化物をガラスと混合し、セラミックなどへ高温で焼結させたものを指します。電極は、ニッケルの下地めっきを施したあと、はんだめっきされています。

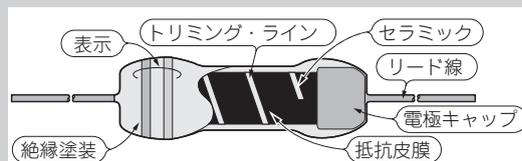


図A チップ抵抗の構造

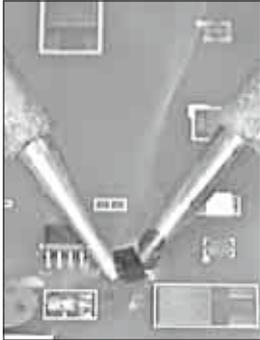
Column

リード品はカーボン皮膜抵抗器が主流で、セラミックの絶縁基板上に樹脂材料と混合されたカーボンを塗布し、加熱硬化したのちトリミングし、抵抗値を決定します(図B)。

これらの抵抗はいずれも耐熱性が高いため、通常の作業では、部品が熱によってダメージを受けることはありません。(柿崎 弘雄)



図B リード抵抗の構造



第4章 温風装置やはんだこて2本を操る

部品の取り外しテクニック

山下 俊一 / 柿崎 弘雄

プリント基板に実装済みの電子部品を外す機会は少なからずあります。それは、たいてい気持ちや時間に余裕がないときに行う作業です。焦ると、プリント基板の配線パターンをはがしたり、部品を壊したりします。コツを知っているだけで、ずいぶんうまく外せます。

4-1

2 mm角以下の小型2端子部品 両端子を同時に温めるこて先を選択する



■ やってみよう!

手順1 フラックスを塗布

取り外す部品の電極にフラックスを塗布します(写真1①)。

手順2 予備はんだ

はんだこてにはんだを盛り、両電極をブリッジさせます(写真1②)。

手順3 取り外し

両電極のはんだが溶けたら、こて先に部品を付着させたまま動かして、部品を取り除きます(写真1③)。

手順4 クリーニング

部品を取り除いたパッドをはんだ吸い取り線でクリーニングします(写真1⑤)。取り除いた部分にキズや周辺のはんだくずがないことを確認します。

* *



①フラックスを塗る

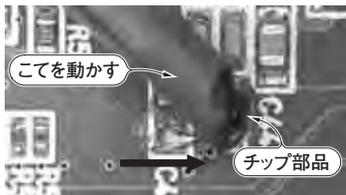
はんだやパッド表面の酸化膜を除去し、はんだの流動性を良くする。



②こて先にはんだを盛り両電極をブリッジ



③両端子のはんだが溶けたら



④こてを矢印の方向に動かす

写真1 2 mm角以下の小型2端子部品を取り外す手順



⑤クリーニング開始



⑥クリーニング後

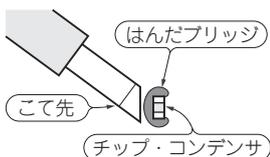


図1 こて先はチップ部品の長手方向よりも長いものを使う

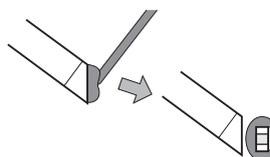


図2 はんだはチップ部品ではなく、こて先に盛る

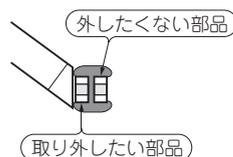


図3 取り外したくない部品には、はんだを盛らない

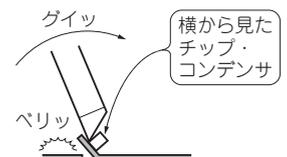


図4 両端子のはんだが溶けていないうちにこてを動かさない



第5章 修正は確実に！綺麗に！ プリント・パターンの 切り貼り術

大西 修 (文) / 山下 孝一 / 山下 俊一 (動画撮影協力)

試作用の基板ができあがってしまってから、配線のミスに気付くことがあります。ここでは電源ラインや信号ラインのプリント配線パターンを切り貼りして、その接続経路を変更するテクニックを紹介します。

5-1

細いプリント・パターンをカットする

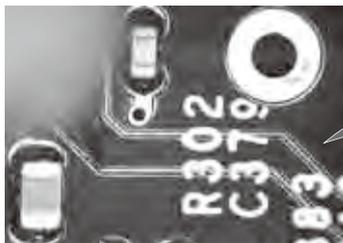
ほかの配線パターンのない場所、ICの端子に近い場所を選ぶ



パターン・カットを行う際には、すぐそばにパターンのない、カットしやすい場所を選びましょう。数十MHz以上の信号を通す配線パターンの場合には、放射ノイズの影響をできるだけ小さくするために、半導体部品の端子に近い位置でカットします。

■ やってみよう！

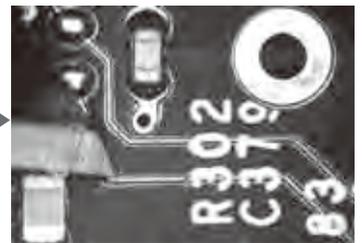
プリント・パターンの2箇所にはいれナイフを入れます。1箇所目をカットしてから(写真1①)、2箇所目をカットします(写真1②)。カットした一方の部分を、ナイフの刃先を使ってパターンをはがすように起こします(写真1③)。起こした配線パターンの端をピンセット



①1箇所目をカット



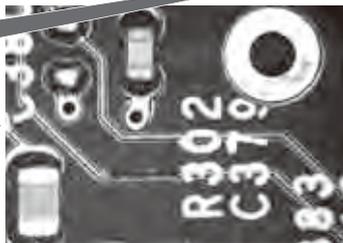
②2箇所目をカット



③先端を使ってパターンを起こす



④ピンセットでつまむ



⑤完了

写真1 カッターナイフで細いプリント・パターンをカットする手順



写真2 その気になれば太いプリント・パターンもカットできる

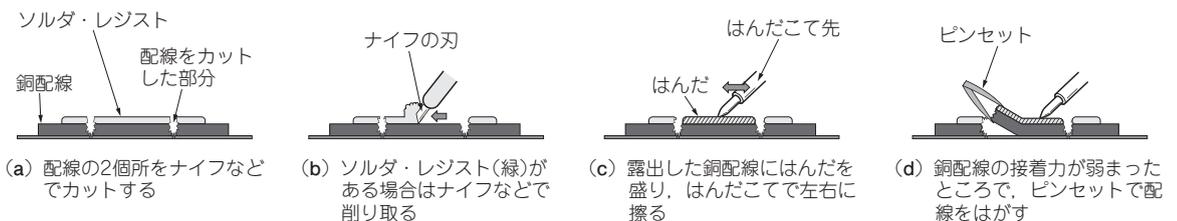


図1 はんだこてでパターンをはがす手順

第3部 ズツ編 道具と使い方をマスタして楽々作業

第6章 こて、フラックス、吸い取り線、ピンセット

今どきのはんだ付けグッズ①
…ないと始まらない小道具

宮崎 充彦 / 上谷 孝司 / 長瀬 隆 / 武田 洋一 / 平井 惇

はんだ付けに必須の道具について、その種類と特徴を紹介します。特にはんだこては、製品(価格)によってこて先の熱回復特性に大きな違いがあり、作業効率もずいぶん変わります。たくさんあるこて先の形状についても紹介するので、用途に合った品を選び、確実にはんだ付けしましょう。

6-1

はんだこて

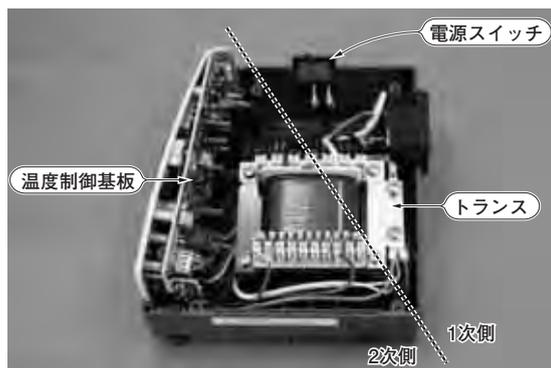
温度管理ができて熱回復に優れるステーション・タイプが主流

1 ステーション・タイプ

はんだこては、熱を発生するためのヒータ部 [写真



(a) 全景



(b) 内部構造

1(a)], 熱をはんだ付け部に供給するこて先部 [写真1(c)], 手で持つためのグリップ部、電気を供給する電源コードから構成されます。

● 温度調整機能を持ち熱回復特性に優れる

ステーション・タイプ(写真1)は、ヒータからの漏れ電圧によって電子部品が破壊されないように、1次側(Aコンセント)と2次側(こて内部回路)の絶縁性がよくなっています(図1)。

具体的には、ACコンセント⇔はんだ付け対象の基板の絶縁をよくするため、ヒータがトランスによって電源から絶縁されています[写真1(b)]。2次側には、



(c) こて部

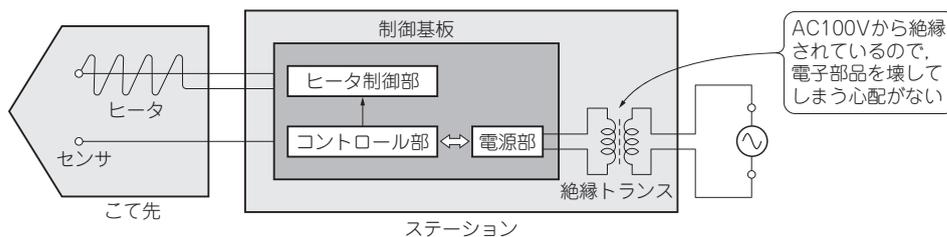


(d) (c)を分解するときのよう

写真1 ステーション・タイプのはんだこて(1)

白光のFX-951。ヒータとこて先が一体になっているタイプ。熱回復特性に優れる。

図1
トランスによってACコンセント側から絶縁されているステーション・タイプ





第7章

こて先クリーナ、有害ガス吸煙器、顕微鏡、手袋、クリーム
はんだキット

今どきのはんだ付けグッズ②

…メーカ・オリジナルのユニーク・ツール

上谷 孝司 / 武田 洋一 / 宮崎 充彦

はんだ付けするときに準備したいツールについて紹介します。①はんだ付け時に発生するフラックスのヒュームを吸煙する吸煙器と作業用の手袋、②ルーペや顕微鏡、③N₂発生装置など予算に合わせて選びましょう。

7-1

こて先クリーナ

酸化してはんだが付かなくなった先端部をよみがらせる



● こて先が酸化するとはんだ付けができない

はんだこてのこて先は、内部のヒータで発生した熱を部品に伝えます。その際に、こて先の表面が黒くなって酸化した状態では、はんだ付けを行うことができません(写真1)。次のような条件下では、こて先が酸化しやすくなります。

- 鉛フリーはんだを使っているとき
- 高温はんだ(融点が270～300℃)など、特殊なはんだを使っているとき
- こて先の設定温度が高いとき
- 活性度の低いフラックスを使っているか、フラックスを使っていないとき
- はんだ吸い取り線ではんだを除去しているとき
- 間欠的な作業をしているとき

活性度の低いフラックスを使っているときにこて先が酸化しやすいのは、フラックスが被はんだ付け部のはんだの酸化皮膜を除去すると同時にこて先の酸化皮

膜も除去しているからです。フラックスを使用しないと、こて先はすぐに酸化してしまいます。

● こて先を酸化させないようにするには

はんだ吸い取り線ではんだを除去しているときにこて先が酸化しやすいのは、こて先を保護している溶融はんだをはんだ吸い取り線が吸い取ってしまい、こて先素地の鉄が露出してしまうからです。はんだ付けをしているとき以外は、こて先が常に溶融したはんだで覆われていることが、こて先の酸化防止の秘訣です。

間欠的な作業をしているときは、こて先が高温で放置される時間が長いので、特にこて先が酸化しやすくなります。面倒でも、こて台に置く前にこて先にはんだを塗ると、こて先はいつも良好なはんだ濡れ性を保ちます。

ステーション・タイプのはんだこてなら、スリーブ機能やオートシャットオフ機能によって自動的に酸化を防いでくれます。

こて先のメンテナンスを十分に行ってもこて先が酸化し、はんだが濡れなくなったときは、次のような方法でクリーニングします。



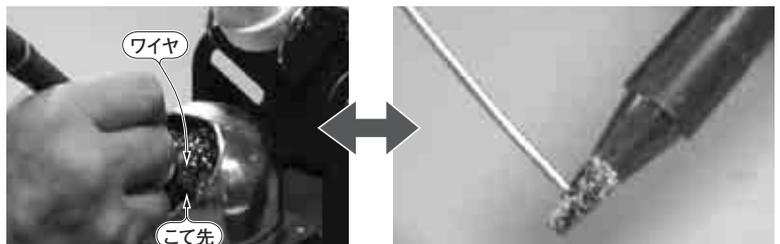
(a) 酸化したこて先



(b) 酸化していないこて先

写真1 酸化したこて先

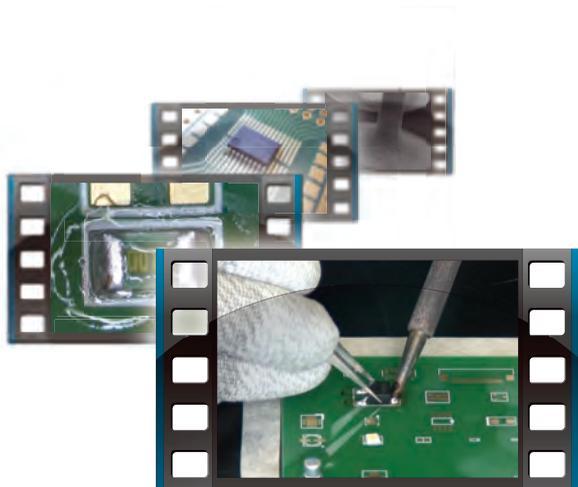
(a)のような状態では、はんだ付けができない。



(a) こて先をクリーニング・ワイヤに差し込む

(b) こて先にはんだを乗せる

写真2 こて先のクリーニング方法1…酸化の程度が軽いとき



ガッチリくっついていつまでも高性能キープ!

**見ればわかる! 正統派の
はんだ付け [動画DVD付き]**