鉛フリーはんだ付け技術（表面実装編）

関東職業能力開発大学校

平成２７年２月９日

目 次

1 手はんだに共通な事柄 **1**
1.1 接合温度とこて先温度 1
1.2 接合部の熱容量とこて先の熱容量およびこて先温度の関係 1
1.2.1 接合部の熱容量が小さい場合 1
1.2.2 接合部の熱容量が大きい場合 1
1.3 はんだ付け作業の基本 2
1.3.1 こて先のあて方 2
1.3.2 糸はんだの持ち方 2
1.3.3 ヒートブリッジの作り方 3
1.3.4 手はんだの作業手順 3

2 チップ部品のはんだ付け **5**
2.1 タンタルコンデンサのはんだ付け 5
2.1.1 部品の固定 5
2.1.2 電極の片側を仮付けする 5
2.1.3 仮付けしていない電極のはんだ付け 6
2.1.4 フラックスの洗浄 6
2.1.5 仮付けした電極の本付け 7
2.1.6 外観検査 7
2.2 チップ抵抗のはんだ付け 7
2.2.1 部品の固定 7
2.2.2 電極の片側を仮付けする 8
2.2.3 仮付けしていない電極のはんだ付け 8
2.2.4 フラックスの洗浄 9
2.2.5 仮付けした電極の本付け 9
2.2.6 外観検査 9

3 リード部品のはんだ付け **10**
3.1 ミニモールドトランジスタのはんだ付け 10
3.1.1 部品の固定 10
3.1.2 １つのリードを仮付けする 10
3.1.3 仮付けしていないリードのはんだ付け 11
3.1.4 仮付けしたリードの本付け 11
3.1.5 フラックスの洗浄 12
3.1.6 外観検査 12
3.2 SOP IC のはんだ付け 12
3.2.1 部品の固定 12
3.2.2 対角の位置にある２つのリードを仮付けする 12
3.2.3 本付け 13
3.2.4 フラックスの洗浄 14
3.2.5 外観検査 14
3.3 QFP IC のはんだ付け 15

3.3.1 部品の固定 15
3.3.2 ４つのリードを仮付けする 15
3.3.3 本付け 16
3.3.4 フラックスの洗浄 17
3.3.5 外観検査 17

1　手はんだに共通な事柄

1.1　接合温度とこて先温度

はんだ付けにおける接合部の温度は下記の条件を満たすことが必要である。

$$\text{はんだの融点} + １０℃ \leqq \text{最適な接合部の温度} \leqq \text{部品の耐熱温度} \tag{1}$$

しかし、手はんだの場合には、こて先からはんだ付け接合部までの熱伝導を考慮して、こて先温度は最適な接合部の温度より、かなり高くする必要がある。目安として下記のように考えるとよい。

$$\text{こて先温度} \fallingdotseq \text{はんだの融点} + １００℃ \tag{2}$$

1.2　接合部の熱容量とこて先の熱容量およびこて先温度の関係

接合部の熱容量が大きい場合、こて先の設定温度が同じならば、こて先の熱容量が大きいほど短時間で最適な接合温度に達し、熱容量の小さなこて先では、最適な接合温度に達するまでの時間が長くなるか、または、最適な接合温度まで加熱することができない。

同様に接合部の熱容量が大きい場合、こて先の熱容量が同じならば、こて先の温度が高いほど短時間で最適な接合温度に達し、こて先の温度が低いほど、最適な接合温度に達するまでの時間が長くなるか、または、最適な接合温度まで加熱することができない。

即ち、接合部の熱容量に対する、こて先の選定とこて先温度の設定はそれぞれ下記の３とおりが考えられるが、鉛フリーはんだの場合、特に下記１のこて先の熱容量を重視すると良い結果が得られやすい。

1.2.1　接合部の熱容量が小さい場合

1. 熱容量の小さなこて先を選ぶ
2. こて先温度を低くする
3. 上記ａ，ｃを併用する

1.2.2　接合部の熱容量が大きい場合

1. 熱容量の大きなこて先を選ぶ
2. こて先温度を高くする
3. 上記ａ，ｃを併用する

1.3　はんだ付け作業の基本

1.3.1　こて先のあて方

熱を効率よく接合部に伝えるためには、こて先のあて方を考える必要がある。

1. 接合部とこて先の接触面積を意識する
2. こて先の接触角度を意識する

1.3.2　糸はんだの持ち方

糸はんだには連続作業に適した持ち方と、断続作業に適した持ち方がある。

1. 連続作業に適した持ち方

   溶融により、指先の糸はんだが短くなっても、新しい糸はんだを連続的に送り出すことができる持ち方である。

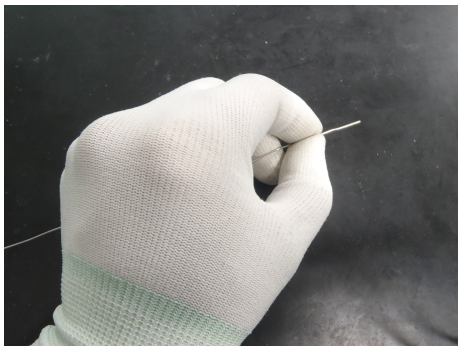

図 1: 連続作業に適した持ち方

2. 断続作業に適した持ち方

   糸はんだ先端を位置決めしやすいが、溶融により指先の糸はんだが短くなると、新しい糸はんだを送り出すことはできない持ち方である。

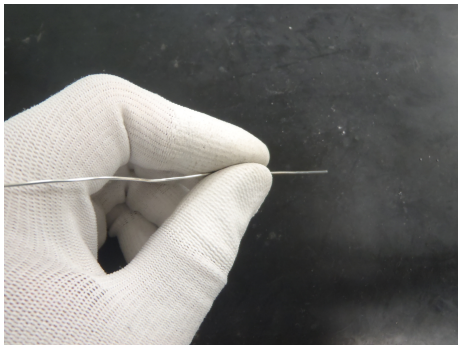

図 2: 断続作業に適した持ち方

1.3.3　ヒートブリッジの作り方

はんだ付け接合部とこて先は共に固体であり、その表面をミクロ的に見れば決して平面ではない。それ故、こて先と接合部の間に、少量の溶融はんだ（これをヒートブリッジという）をつくり、これを介して効率よく熱を伝えることが肝要である。

こて先を部材にあててからごく少量のはんだをこて先に供給する方法

1. こて先を掃除する
2. 接合部にこて先をあてる
3. こて先にごく少量のはんだを供給する

予めごく少量のはんだをこて先に溶融させておく方法

1. こて先を掃除する
2. 接合部にはんだボールが飛ばない位置で、ごく少量のはんだをこて先に溶融させる
3. 溶融したはんだが接合部に接触するようにこて先をあてる

1.3.4　手はんだの作業手順

手はんだの作業手順は以下のとおりである。こて先を接合部にあてた後は、はんだ付け作業が終わるまで、絶対にこて先を放してはならない。ただし、糸はんだは供給量を調整するために、数回に分けて供給してもよい。

1. 接合部をよく観察する

   接合部の（複数の）部品を短時間で同じ温度にするには、どこに、どのような角度でこて先をあてればよいかを考える。

2. こて先を掃除する

   はんだ付けの直前に、こて先を掃除する。（この工程の直後にヒートブリッジをつくる方法もある）

3. こて先を接合部に当てる
4. ヒートブリッジをつくる

   こて先にごく少量の糸はんだを供給し、ヒートブリッジをつくる。ヒートブリッジの働きにより、接合部に効率よく熱が伝えられる。

5. わずかな時間だけ待つ

   こて先から最も遠い箇所がはんだの融点に達するまで待つ

6. 糸はんだを供給する

   こて先から最も遠い（最も温度が低そうな）箇所に糸はんだを供給する。溶融はんだは、最も温度の高いこて先へ向かって流れる性質がある。この性質を利用して、”ぬれ”を促進する。（はんだはお熱いのがお好き）

7. 糸はんだを引く

   溶融はんだの量が適正になったら（数回に分けて供給してもよい）、糸はんだを引く。

8. 一呼吸待つ

   溶融はんだがぬれ広がり、フィレットが形成されるまで待つ。慣れてくると、落ち着いてぬれ広がる様子を観察できる。

9. こてを引く

   チップ部品の場合、こて先を電極と平行に動かしながら手前に引く。SOP、QFP の場合は、こて先をリードと垂直方向に動かしながら、手前に引く。ミニモールドトランジスタの場合は、こて先をリードの先端方向に動かしながら、こてを引く。

2　チップ部品のはんだ付け

2.1　タンタルコンデンサのはんだ付け

2.1.1　部品の固定

1. 部品の大きさに合わせてマスキングテープを細く切る
2. パッドの中央部に部品が配置されるように、マスキングテープで部品を固定する

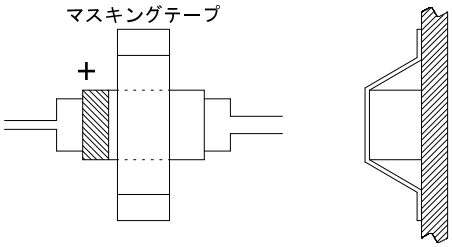

図 3: タンタルコンデンサをマスキングテープで固定する

2.1.2　電極の片側を仮付けする

1. こて先をクリーニングする
2. 部品の電極とパッドが接触する中央付近をこてで加熱する

   このとき、こて先と基板の角度は 45 ℃を基準とするが、パターンと電極の熱容量を想像しながら調整する。
3. 少量の糸はんだを供給し、片側の電極を仮付けする
4. こて先保護のため、こて先に少量のはんだを溶かしてから、こて台に戻す
5. 仮付け後、マスキングテープを取り除く

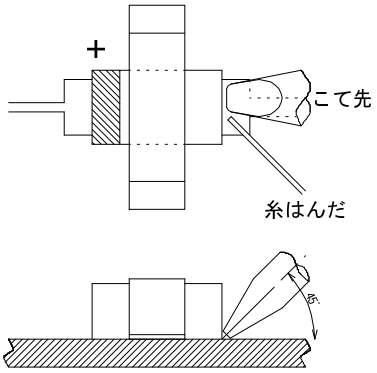

図 4: タンタルコンデンサを仮付けする

2.1.3　仮付けしていない電極のはんだ付け

1. こて先をクリーニングする
2. 仮付けした反対側の電極とパッドが接触する奥の方をこてで加熱する
3. こて先の手前に糸はんだを供給する
4. 溶融はんだの量を見極めながら糸はんだとこてを手前に移動する
5. 適正なはんだ量となったら、糸はんだを引き離す
6. 溶融はんだのぬれ広がりを確認したら、こてを手前に引き離す
7. こて先保護のため、こて先に少量のはんだを溶かしてから、こて台に戻す

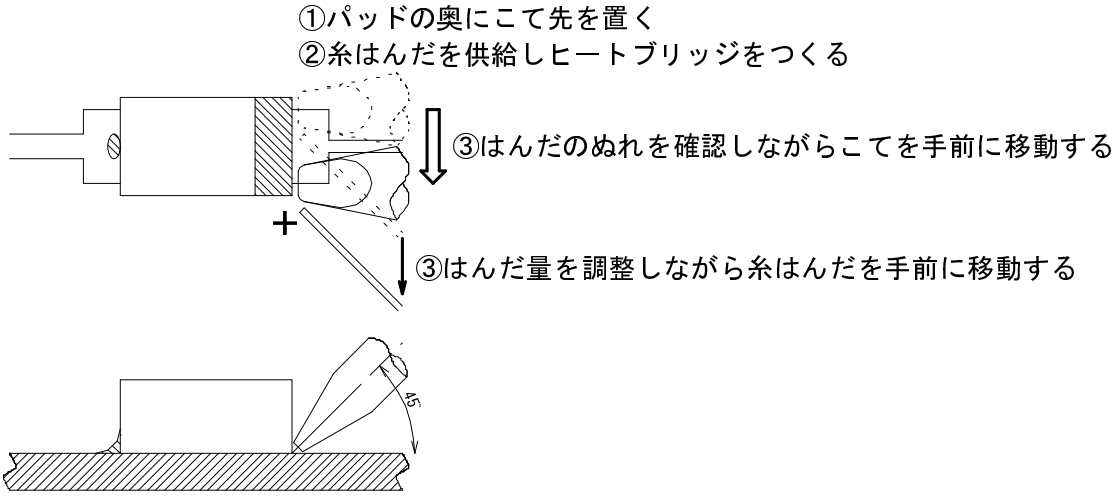

図 5: タンタルコンデンサを本付けする

2.1.4　フラックスの洗浄

顕微鏡による外観検査ではんだ付け部の形状がよく見えるように、フラックスを洗浄する。

1. ブラシにアルコールを含ませる

   毛先が傷まないように横向きにして、アルコールを含ませる。

2. 本付けした箇所をブラシで洗浄する

   フラックスが軟化している間に、アルコールを含ませたブラシでフラックスを洗浄する。ブラシで物理的に掃除するのではなく、アルコールという溶剤でフラックスを溶かす気持ちで作業する。

3. 紙ウェスでアルコールを拭き取る

   エチルアルコールが蒸発する前に、紙ウエスで拭き取る。

図 6: ブラシにアルコールを含ませる

2.1.5　仮付けした電極の本付け

1. 仮付けしたはんだの除去

   仮付けしたはんだを残したまま、本付けのために再加熱すると溶融はんだのフラックスが少なくなり、接合部の信頼性が劣る。可能ならば、はんだ吸取線で仮付けしたはんだを除去するとよい。

2. 残渣を洗浄する

   仮付けしたはんだをはんだ吸取線で除去した場合は、フラックスの残渣をアルコールで洗浄する。

3. 本付け

   仮付けしていない電極と同じ要領ではんだ付けする。

4. フラックスの洗浄

   仮付けしていない電極と同じ要領で、フラックスが軟化している間に洗浄する。

2.1.6　外観検査

ステレオ顕微鏡（１０倍）を使い、いろいろな角度から立体的に観察し、良否判定を行う。

2.2　チップ抵抗のはんだ付け

2.2.1　部品の固定

1. 部品の大きさに合わせてマスキングテープを細く切る

2. パッドの中央部に部品が配置されるように、マスキングテープで部品を固定する

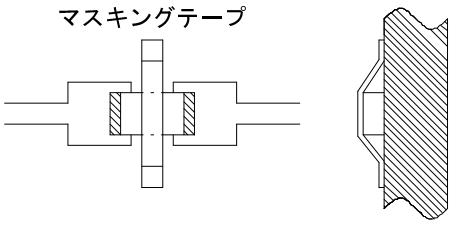

図 7: チップ抵抗をマスキングテープで固定する

2.2.2　電極の片側を仮付けする

1. こて先をクリーニングする
2. 部品の電極とパッドが接触する中央付近をこてで加熱する

   このとき、こて先と基板の角度は 45 ℃を基準とするが、パターンと電極の熱容量を想像しながら調整する。
3. 少量の糸はんだを供給し、片側の電極を仮付けする
4. こて先保護のため、こて先に少量のはんだを溶かしてから、こて台に戻す
5. 仮付け後、マスキングテープを取り除く

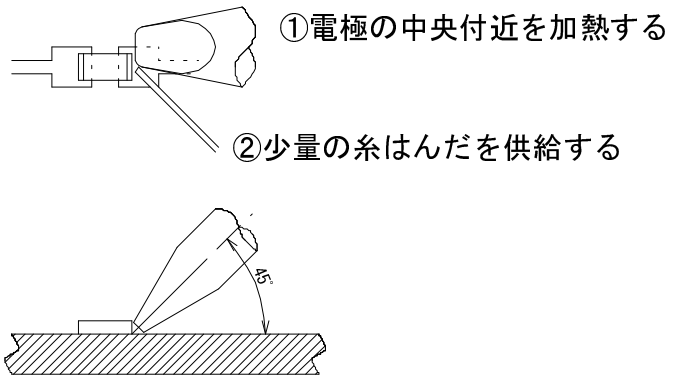

図 8: チップ抵抗を仮付けする

2.2.3　仮付けしていない電極のはんだ付け

1. こて先をクリーニングする
2. 仮付けしていない電極とパッドが接触する奥の方をこてで加熱する
3. こて先の先端に糸はんだを供給し、ヒートブリッジをつくる
4. ヒートブリッジを広げるように、糸はんだを左に移動しながら引き離す
5. こて先の手前に糸はんだを供給する

6. 溶融はんだの量を見極めながら糸はんだを手前、及び左に移動しながら引き離す
7. 溶融はんだのぬれ広がりを確認しながら、こてを手前に引き離す
8. こて先保護のため、こて先に少量のはんだを溶かしてから、こて台に戻す

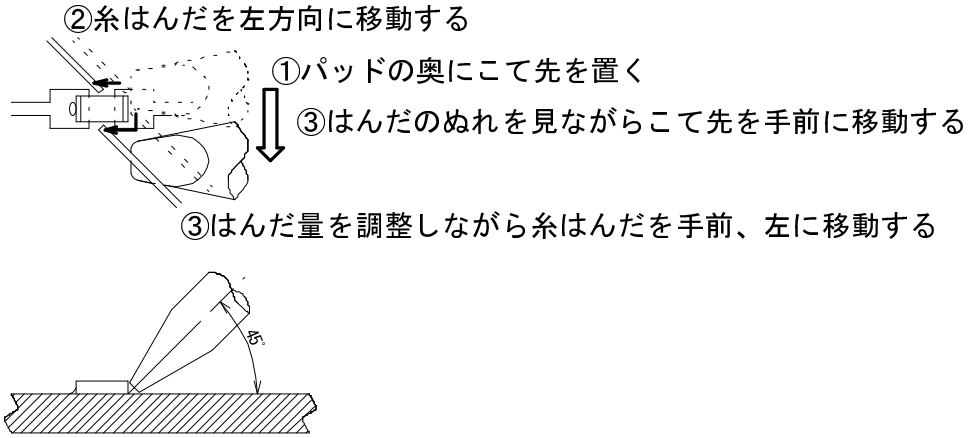

図 9: チップ抵抗を本付けする

2.2.4　フラックスの洗浄

タンタルコンデンサと同様にフラックスを洗浄する。

2.2.5　仮付けした電極の本付け

1. 仮付けしたはんだの除去

   仮付けしたはんだを残したまま、本付けのために再加熱すると溶融はんだのフラックスが少なくなり、接合部の信頼性が劣る。可能ならば、はんだ吸取線で仮付けしたはんだを除去するとよい。

2. 残渣を洗浄する

   仮付けしたはんだをはんだ吸取線で除去した場合は、フラックスの残渣をアルコールで洗浄する。

3. 本付け

   仮付けしていない電極と同じ要領ではんだ付けする。

4. フラックスの洗浄

   仮付けしていない電極と同じ要領で、フラックスが軟化している間に洗浄する。

2.2.6　外観検査

ステレオ顕微鏡（１０倍）を使い、いろいろな角度から立体的に観察し、良否判定を行う。

3　リード部品のはんだ付け

3.1　ミニモールドトランジスタのはんだ付け

3.1.1　部品の固定

1. 部品の大きさに合わせてマスキングテープを細く切る
2. パッドにフラックスを塗る
3. パッドの中央部に部品が配置されるように、マスキングテープで部品を固定する

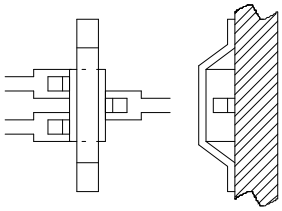

図 10: ミニモールドトランジスタをマスキングテープで固定する

3.1.2　１つのリードを仮付けする

1. 隣接するパターンを保護する

   隣接するパターンにはんだが付着する恐れのある場合は、マスキングテープで保護する

2. こて先をクリーニングする
3. リードとパッドが接触する中央付近をこてで加熱する

   このとき、こて先と基板の角度は 45 ℃を基準とするが、パターンと電極の熱容量を想像しながら調整する。

4. ごく微量の糸はんだを供給し、片側の電極を仮付けする

   こて先に微量の溶融はんだが付着している場合は、糸はんだを供給しない方がよい場合もある。

5. こて先保護のため、こて先に少量のはんだを溶かしてから、こて台に戻す
6. 仮付け後、部品固定用のマスキングテープを取り除く

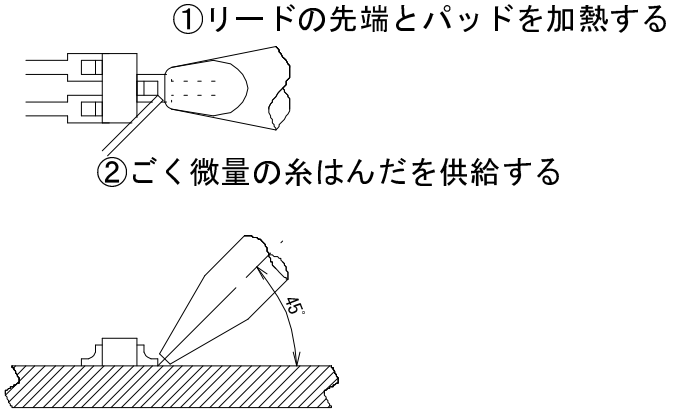

図 11: ミニモールドトランジスタを仮付けする

3.1.3　仮付けしていないリードのはんだ付け

1. こて先をクリーニングする
2. 仮付けしていないリードとパッドが接触部分をこてで加熱する
3. 加熱部にごく微量の糸はんだを供給する
4. こてをリードの延長方向に引き離す
5. こて先保護のため、こて先に少量のはんだを溶かしてから、こて台に戻す

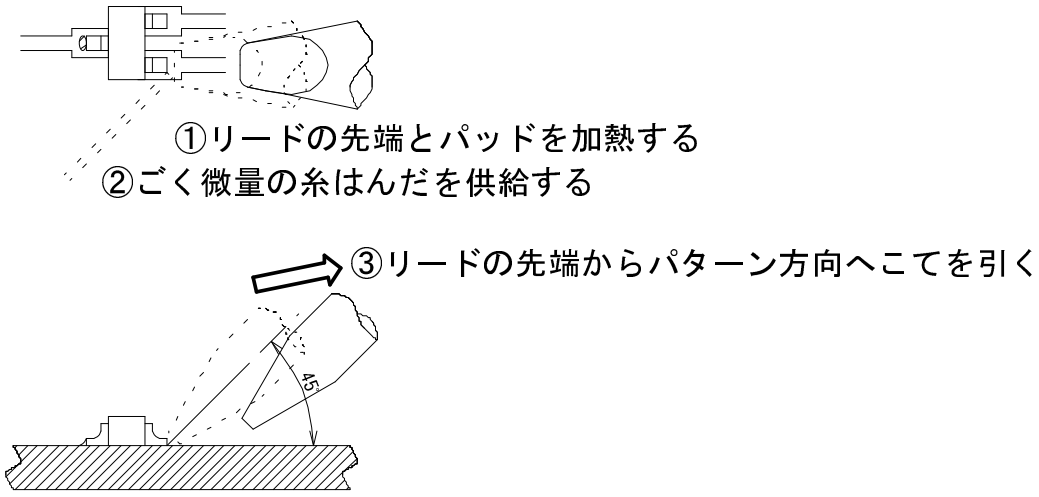

図 12: ミニモールドトランジスタを本付けする

3.1.4　仮付けしたリードの本付け

予めパッドにフラックスを塗布しているため、仮付けのはんだを除去せずに本付けする。仮付けのはんだ量が多すぎる場合は、はんだ除去、及び残渣を洗浄した後、本付けする。

3.1.5　フラックスの洗浄

1. パターン保護用のマスキングテープを取り外す
2. フラックスを洗浄する

3.1.6　外観検査

ステレオ顕微鏡（１０倍）を使い、いろいろな角度から立体的に観察し、良否判定を行う。

3.2　SOP IC のはんだ付け

3.2.1　部品の固定

1. 部品の大きさに合わせてマスキングテープを細く切る
2. パッドにフラックスを塗る
3. パッドの中央部に部品が配置されるように、マスキングテープで部品を固定する

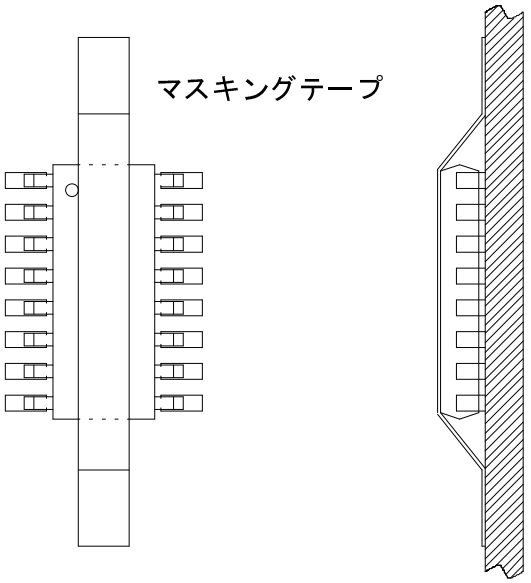

図 13: SOP IC をマスキングテープで固定する

3.2.2　対角の位置にある２つのリードを仮付けする

1. 隣接するパターンを保護する

   隣接するパターンにはんだが付着する恐れのある場合は、マスキングテープで保護する
2. こて先をクリーニングする

3. 右利きの場合、右手前のリードとパッドが接触する中央付近をこてで加熱する
   このとき、こて先と基板の角度は 45 ℃を基準とするが、パターンと電極の熱容量を想像しながら調整する。
4. ごく微量の糸はんだを供給し、片方のリードを仮付けする
5. こて先保護のため、こて先に少量のはんだを溶かしてから、こて台に戻す
6. 基板を 180 ℃回転し、対角位置にあるリードを同様の手順で仮付けする
7. 仮付け後、部品固定用のマスキングテープを取り除く

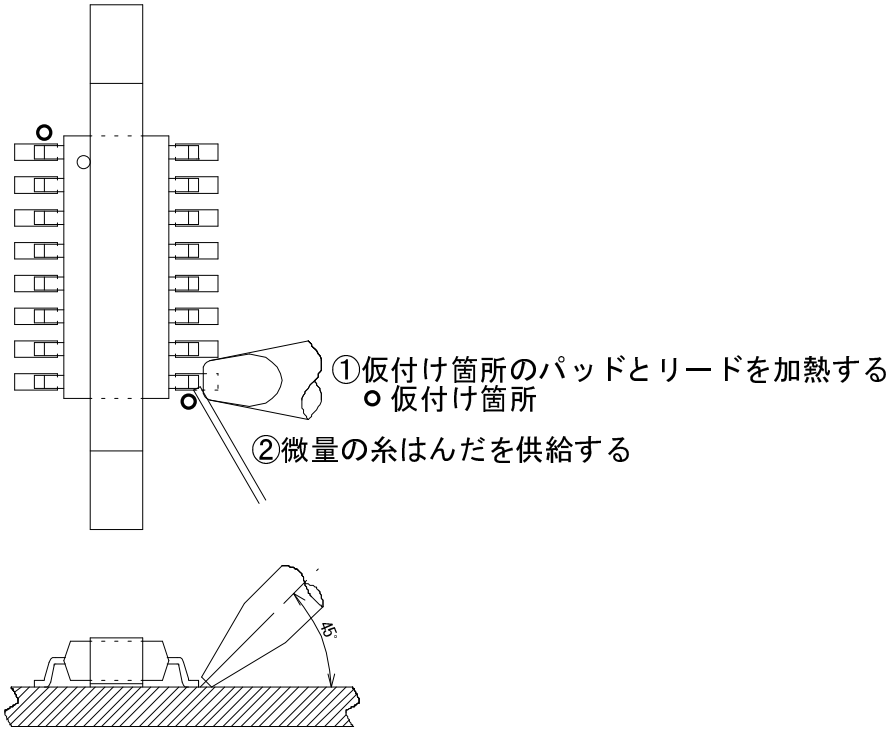

図 14: SOP IC を仮付けする

3.2.3 本付け

1. 仮付けしたリードにフラックスを塗布し、ぬれの改善を行う
2. こて先をクリーニングする
3. 右利きの場合、右側最も奥のリードとパッドが接触する中央付近をこてで加熱する
   このとき、こて先と基板の角度は 45 ℃を基準とするが、パターンと電極の熱容量を想像しながら調整する。
4. 適正な量の糸はんだを供給する
5. こて先を手前のパッドに移動しながら、適正な量の糸はんだを供給する

6. 最も手前のパッドに適正な量の糸はんだを供給したら、こてを手前に引き離す

7. こて先保護のため、こて先に少量のはんだを溶かしてから、こて台に戻す

8. 基板を 180 ℃回転し、同様の手順で反対側のリードを本付けする

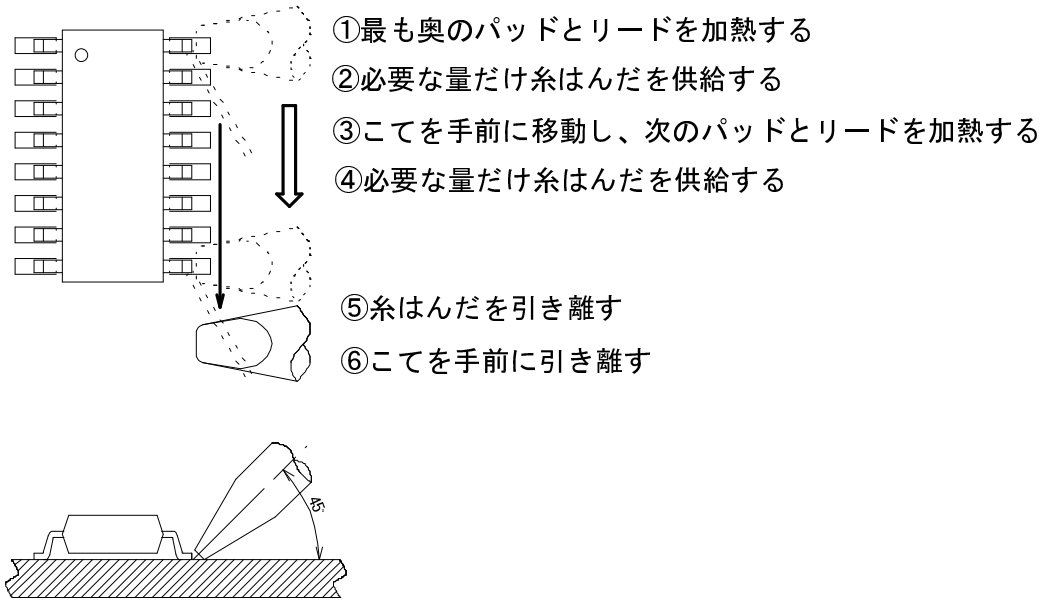

図 15: SOP IC を本付けする

3.2.4　フラックスの洗浄

1. パターン保護用のマスキングテープを取り外す

2. フラックスを洗浄する

3.2.5　外観検査

ステレオ顕微鏡（１０倍）を使い、いろいろな角度から立体的に観察し、良否判定を行う。

3.3 QFP IC のはんだ付け

3.3.1 部品の固定

1. 部品の大きさに合わせてマスキングテープを細く切る
2. パッドにフラックスを塗る
3. パッドの中央部に部品が配置されるように、マスキングテープで部品を固定する

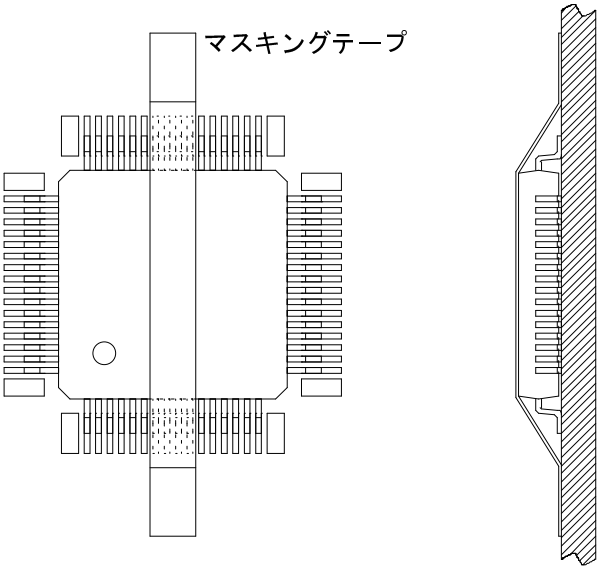

図 16: QFP IC をマスキングテープで固定する

3.3.2 ４つのリードを仮付けする

1. 隣接するパターンを保護する

   隣接するパターンにはんだが付着する恐れのある場合は、マスキングテープで保護する

2. こて先をクリーニングする
3. 最初に仮付けするリードとパッドが接触する中央付近をこてで加熱する

   このとき、こて先と基板の角度は 45 ℃を基準とするが、パターンと電極の熱容量を想像しながら調整する。

4. ごく微量の糸はんだを供給し、目的のリードを仮付けする
5. こて先保護のため、こて先に少量のはんだを溶かしてから、こて台に戻す
6. 基板を回転させながら、残り 3 箇所のリードを同様の手順で仮付けする
7. 仮付け後、部品固定用のマスキングテープを取り除く

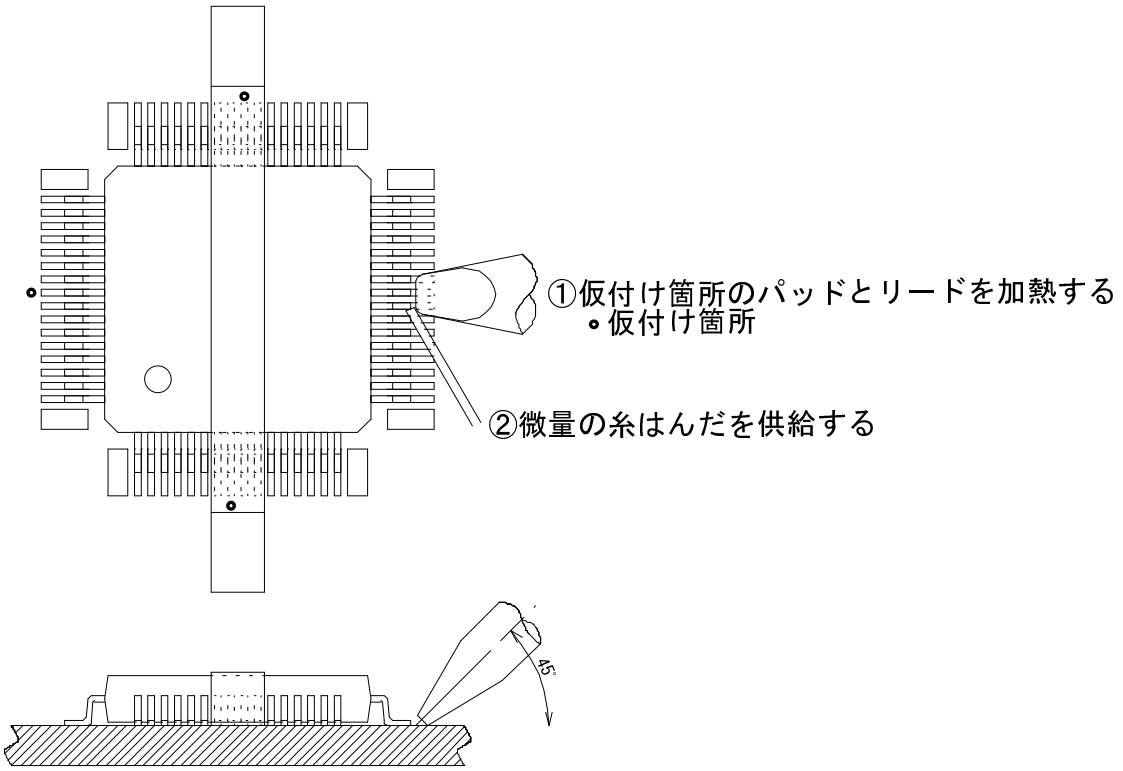

図 17: QFP IC を仮付けする

3.3.3 本付け

1. 仮付けしたリードにフラックスを塗布し、ぬれの改善を行う
2. こて先をクリーニングする
3. 右利きの場合、右側最も奥の捨てパッド中央付近をこてで加熱する

   このとき、こて先と基板の角度は 45 ℃を基準とするが、パターンと電極の熱容量を想像しながら調整する。
4. 少量の糸はんだを供給し、ヒートブリッジをつくる
5. こて先を手前のパッドに移動しながら、適正な量の糸はんだを供給する（こて先に十分な溶融はんだがある場合は、糸はんだを供給しない方がよい）
6. 最も手前のパッドに適正な量の糸はんだを供給したら、こてを手前に引き離す
7. こて先保護のため、こて先に少量のはんだを溶かしてから、こて台に戻す
8. 基板を回転しながら、同様の手順で残りのリードを本付けする

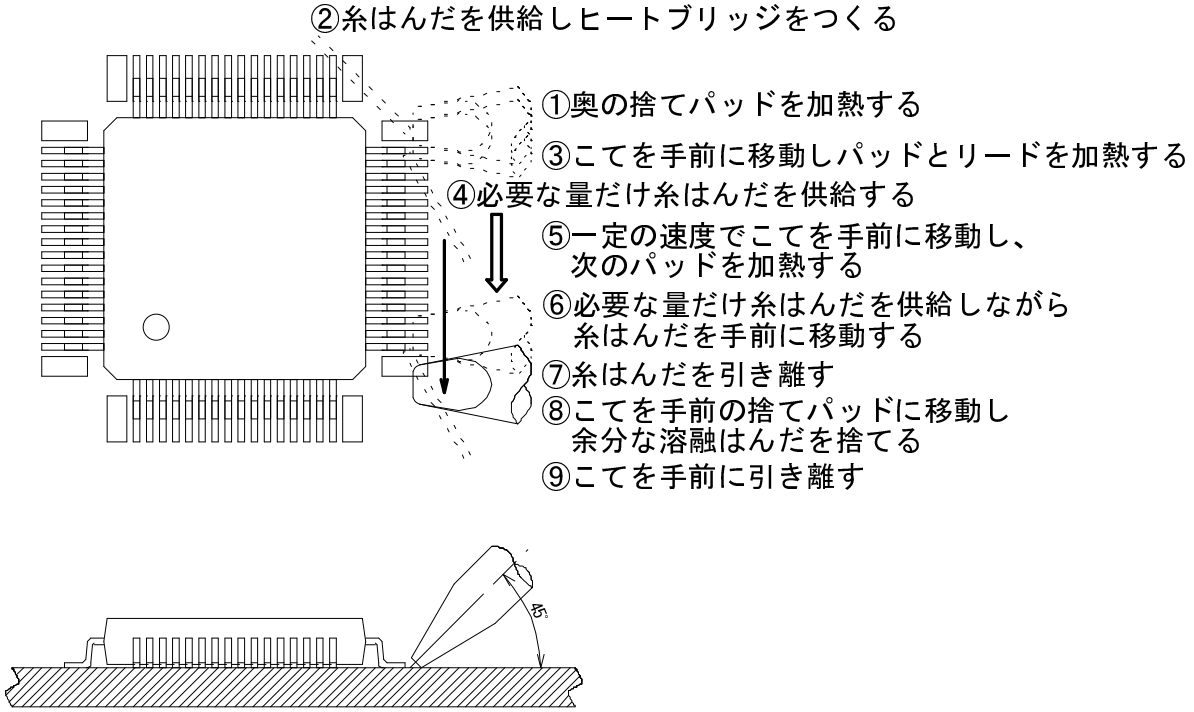

図 18: QFP IC を本付けする

3.3.4　フラックスの洗浄

1. パターン保護用のマスキングテープを取り外す
2. フラックスを洗浄する

3.3.5　外観検査

ステレオ顕微鏡（１０倍）を使い、いろいろな角度から立体的に観察し、良否判定を行う。

参考文献

[1] 社団法人 日本溶接協会 マイクロソルダリング教育委員会:Ｑ＆Ａ方式による マニュアルソルダリングの基礎, 社団法人 日本溶接協会（2007）