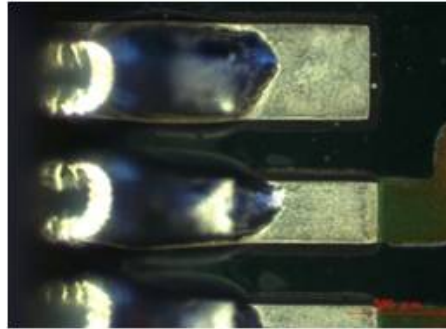


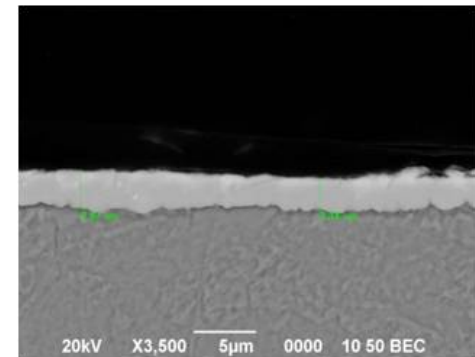
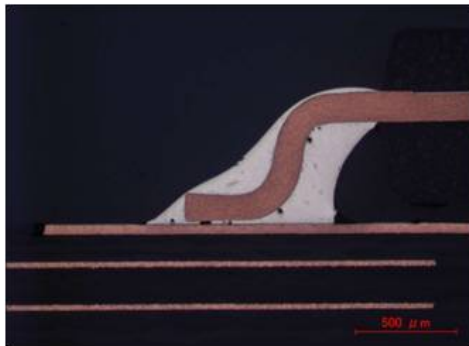
# はんだレベラー(HASL)基板の合金層露出によるはんだぬれ性低下再現実験

\*HASL: Hot Air Solder Leveling

## 背景



はんだレベラー基板にはんだペーストを印刷し、リフローを行った際に上記のようなはんだのぬれ不良が発生した。



不良部の観察でレベラー膜厚が薄く(約 $2.5\mu\text{m}$ )、合金層の露出が確認された。



レベラー処理の膜厚が薄く、合金層が表面に露出したためにぬれ性が低下し、はんだペーストのぬれ不良が発生したと推察される。

## 目的

一般的にはんだレベラー処理膜厚が薄く、表面に合金層\*)が露出するとその上にはんだペーストを印刷し、リフロー処理を行っても、はんだのぬれ性が低下し、充分にはんだがぬれ広がらないといわれている。<sup>1)</sup>

弊社の過去の分析事例からもレベラー上のはんだ濡れ不良の分析では、レベラー膜厚が薄く、合金層が露出することが確認できている。

そこで今回以下の事項の解明を目的とし、実験を行った。

- ① はんだレベラー膜厚が薄くなる要因調査。
- ② 膜厚が薄く合金層が露出していると実際に濡れ性は低下するのかの確認。

1) 高尾、他、“CuおよびCu-Sn系化合物のSn-Pbはんだ濡れ性解析”、豊田中央研究所R&Dレビュー、No.4、1996.12

\*) 合金層 : 金属間化合物層, IMC (Inter-Metallic Compound)

## 要因

レベラーの膜厚が薄く、合金層が露出する要因としては、以下のことが考えられる。

- ① レベラー槽への浸漬処理回数  
レベラー**処理回数**が増えることで合金層が厚くなり、合金層が表面に露出すると考えられる。
- ② エアードロー処理条件(圧力・温度)  
**圧力**を高くするとレベラーが薄くなり合金層が露出すると考えられる。
- ③ 処理時間(浸漬時間・引き上げ時間)  
**処理時間**を長くすると合金層が厚くなり合金層の露出すると考えられる。

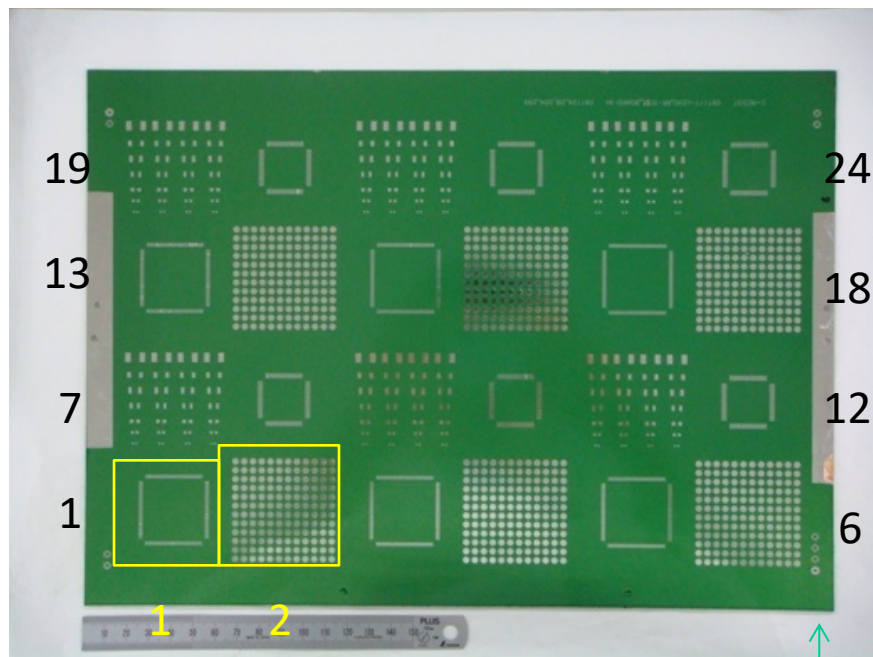


以上のことを確認するため、はんだレベラー処理条件を以下のように設定し、はんだレベラー処理後の膜厚と合金層膜厚の測定を行った。

- 1) レベラー処理回数 1回・2回・3回
- 2) エアードロー処理条件 温度 標準・低温・高温  
圧力 標準・低圧・高圧
- 3) 処理時間(浸漬時間・引き上げ時間)  
浸漬時間 標準・長時間 引き上げ時間 標準・長時間

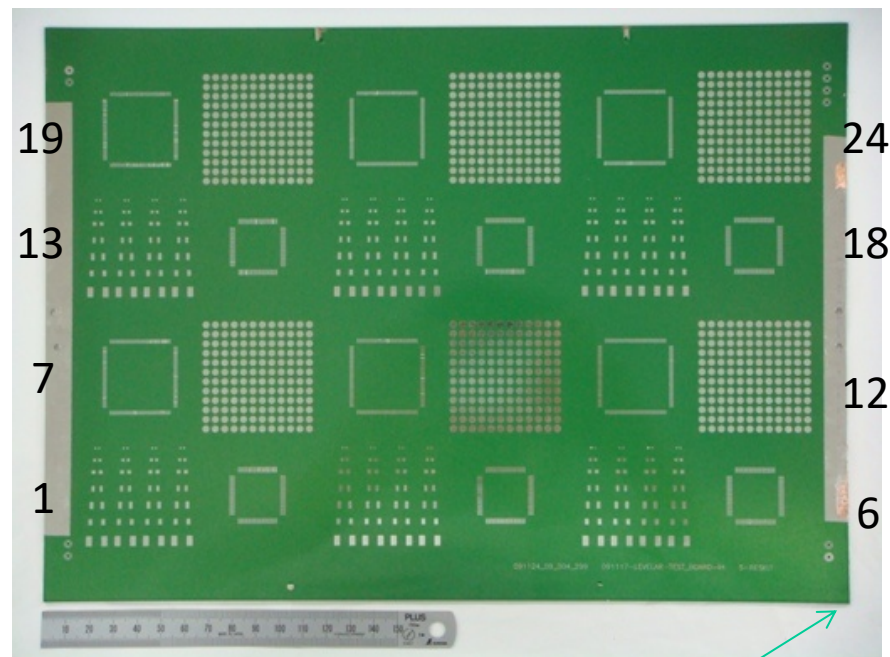
## 実験方法

表面



レベラー処理時 上側

裏面



レベラー処理時 上側

レベラー処理は、上記写真のように行い、処理後の基板については、各エリアごとに任意の一箇所のレベラー膜厚を、蛍光X線を用いて測定した。また、エリア7の任意のパッドの断面観察を行い、合金層の厚みとレベラー膜厚の測定を行った。

# 1) レベラー処理回数の違いによる膜厚の変化

## 表面蛍光X線膜厚測定結果

丸パッド

角パッド

条件	表						裏					
	2	4	6	14	16	18	8	10	12	20	22	24
1回	4.2	4.5	3.8	3.8	3.4	3.4	3.4	3.9	4.6	5.1	6.4	4.3
2回	7.0	6.0	5.7	6.6	5.0	5.2	6.5	6.4	5.0	7.1	7.1	6.2
3回	6.8	7.8	7.3	7.1	6.5	8.3	6.0	6.6	5.7	7.1	7.1	6.8

条件	表						裏					
	7	9	11	19	21	23	1	3	5	13	15	17
1回	7.8	6.5	4.6	5.2	5.1	5.1	5.8	5.6	4.1	4.9	5.6	6.4
2回	7.8	7.2	5.7	8.0	6.9	6.1	5.1	5.5	6.9	8.6	8.7	6.0
3回	5.8	6.9	10.3	7.2	7.4	7.1	8.2	6.0	6.6	9.1	8.2	8.1

条件	表											
	1	3	5	8	10	12	13	15	17	20	22	24
1回	9.0	10.3	10.3	10.6	11.2	12.5	12.7	11.2	5.6	10.1	11.5	5.1
2回	17.2	13.8	14.8	12.6	9.8	10.4	8.4	7.6	4.8	7.0	13.3	11.6
3回	18.8	18.0	18.5	11.9	12.9	13.8	14.2	13.5	15.6	11.7	13.7	15.6

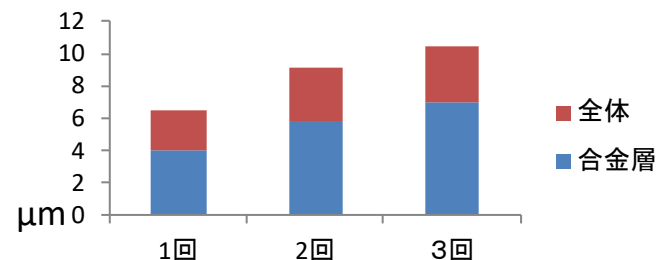
  

条件	裏											
	2	4	6	7	9	11	14	16	18	19	21	23
1回	12.1	10.6	12.1	15.2	14.5	17.5	10.9	11.5	5.6	13.5	10.1	10.9
2回	11.9	12.7	13.5	16.4	17.5	15.0	6.5	7.1	13.6	7.7	11.7	13.6
3回	12.4	7.5	9.2	12.9	14.5	15.7	6.8	7.4	6.9	9.4	9.3	5.3



## 断面による合金層厚み測定結果

条件	ポイント①		ポイント②	
	合金層	全体	合金層	全体
1回	4.0	6.4	4.9	7.1
2回	5.8	9.1	4.2	8.0
3回	6.9	10.4	5.6	9.8



レベラー処理回数が増えることにより、合金層の膜厚は厚くなったが、はんだレベラー膜厚自体も厚くなり、合金層の露出は発生しなかった。

## 2) エアブロー処理条件の違いによる膜厚の変化(表面蛍光X線膜厚測定結果)

丸パッド

ブロー条件 温度・圧力	表						表					
	2	4	6	14	16	18	8	10	12	20	22	24
標準・標準	1.9	1.3	1.2	1.1	0.8	0.9	1.0	0.9	0.7	0.6	0.6	1.0
標準・高	0.7	1.2	0.8	1.0	1.2	0.6	0.7	0.6	0.7	0.9	1.0	1.3
高・標準	1.0	1.4	1.7	1.3	0.8	1.5	0.7	0.8	0.8	0.6	2.0	0.8
高・高	0.6	0.6	0.8	1.0	0.7	0.8	0.8	0.8	0.5	1.0	1.4	0.7
標準・低	8.4	8.7	7.2	2.9	4.0	2.0	1.6	1.2	1.7	1.2	1.6	0.9
低・高	1.0	0.7	1.8	0.8	0.8	0.7	0.5	0.7	0.7	0.6	0.7	0.6
低・低	9.9	12.0	7.8	2.2	7.5	2.4	1.8	1.5	1.5	2.1	1.4	1.1

角パッド

表					表						
7	9	11	19	21	23	1	3	5	13	15	17
0.5	1.5	0.7	0.7	1.3	0.9	1.3	0.8	0.9	0.6	0.9	0.8
0.6	0.5	0.7	0.6	0.5	0.7	0.6	0.6	0.7	0.3	0.7	0.7
1.2	1.0	0.9	0.9	1.2	0.8	0.8	0.8	1.1	1.0	0.6	0.7
0.6	0.7	0.9	0.5	0.6	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.5	0.8
1.8	6.8	4.3	0.8	1.9	2.7	1.5	1.1	1.5	1.3	1.0	1.2
0.6	0.6	0.6	0.5	0.9	0.7	0.7	0.7	0.9	0.5	0.6	0.7
9.1	0.9	8.8	1.8	2.0	8.7	1.1	1.4	0.9	0.8	1.2	2.3

小パッド

ブロー条件 温度・圧力	表											
	1	3	5	8	10	12	13	15	17	20	22	24
標準・標準	10.1	5.0	5.3	6.9	3.7	10.7	7.9	4.2	5.0	8.5	4.1	4.7
標準・高	7.6	7.7	2.9	4.3	0.9	7.3	2.5	1.7	2.5	5.2	1.1	4.6
高・標準	8.0	13.9	13.2	6.1	3.1	0.6	8.0	3.7	3.6	6.9	7.2	8.8
高・高	3.9	3.0	0.6	0.4	0.8	4.2	4.1	1.9	1.2	0.8	0.8	0.5
標準・低	17.8	14.9	18.4	6.7	8.5	7.6	3.1	12.1	6.4	10.9	13.5	6.0
低・高	3.4	3.1	3.9	4.1	0.6	4.3	0.7	1.0	1.8	2.2	2.0	0.7
低・低	15.3	10.2	10.9	7.0	14.7	6.8	12.2	7.5	16.2	15.2	13.7	15.4

裏											
2	4	6	7	9	11	14	16	18	19	21	23
0.9	1.1	1.2	6.5	2.8	2.3	5.5	0.8	1.2	8.4	6.8	6.6
4.6	0.5	0.6	4.7	1.0	1.1	0.7	3.6	3.3	2.8	4.0	1.3
6.2	0.8	0.6	7.5	6.6	7.8	1.2	1.5	5.9	6.9	6.5	7.5
4.6	0.6	0.6	0.6	5.0	0.7	0.4	0.5	3.5	1.1	4.7	0.5
6.4	4.5	3.1	4.3	6.8	6.8	1.5	10.2	1.3	4.0	5.9	4.3
0.7	0.7	0.5	6.6	2.0	0.8	0.6	0.5	1.1	2.3	0.9	0.9
5.3	5.0	3.3	12.2	12.9	5.7	11.7	4.1	1.8	14.5	7.9	6.0



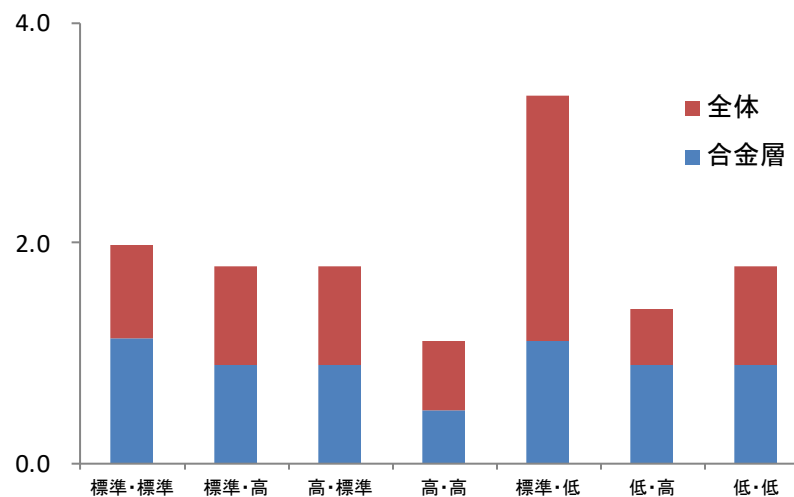
(μm)

- ・エアブローの圧力、温度共に高くなるに従って、レベラーの厚みが薄くなった。

## 2) エアブロー処理条件による膜厚の変化(断面による合金層厚み)

ブロー条件 温度・圧力	ポイント①		ポイント②	
	合金層	全体	合金層	全体
標準・標準	1.1	2.0	1.1	2.2
標準・高	0.9	1.8	0.7	0.7
高・標準	0.9	1.8	0.9	2.2
高・高	0.5	1.1	0.7	0.7
標準・低	1.1	3.3	1.1	14.2
低・高	0.9	1.4	0.7	0.7
低・低	0.9	1.8	0.9	7.4

( $\mu\text{m}$ )



一部合金層の露出が見られた。

合金層は、エアブローの温度、圧力に影響はなく、ほぼ同一の厚みであったが、エアブローの圧力を強くしたものでは、はんだレベラーの厚みが薄くなっており、合金層が露出している箇所が確認された。



### 3) はんだ処理時間の違いによる膜厚の変化

#### 丸パッド 表面蛍光X線膜厚測定結果

#### 角パッド

条件	表						裏					
	2	4	6	14	16	18	8	10	12	20	22	24
標準	4.2	4.5	3.8	3.8	3.4	3.4	3.4	3.9	4.6	5.1	6.4	4.3
引上長	4.2	4.3	4.4	4.1	4.0	4.2	4.9	4.7	5.1	3.3	4.2	4.1
浸漬長	4.6	4.4	3.9	3.7	4.6	5.0	4.3	4.2	4.6	4.0	4.4	4.4

条件	表						裏					
	7	9	11	19	21	23	1	3	5	13	15	17
標準	7.8	6.5	4.6	5.2	5.1	5.1	5.8	5.6	4.1	4.9	5.6	6.4
引上長	3.8	3.8	3.2	3.8	6.8	5.6	3.9	4.6	3.9	3.0	4.3	3.3
浸漬長	2.9	3.7	4.0	3.4	4.2	4.2	3.8	4.0	3.6	3.1	3.5	4.7

小パッド

条件	表											
	1	3	5	8	10	12	13	15	17	20	22	24
標準	9.0	10.3	10.3	10.6	11.2	12.5	12.7	11.2	5.6	10.1	11.5	5.1
引上長	7.4	4.7	6.9	5.0	7.1	5.6	5.5	5.2	6.7	5.5	6.8	5.8
浸漬長	6.2	6.4	6.1	3.4	6.0	4.6	5.6	6.1	6.5	4.7	7.2	4.6

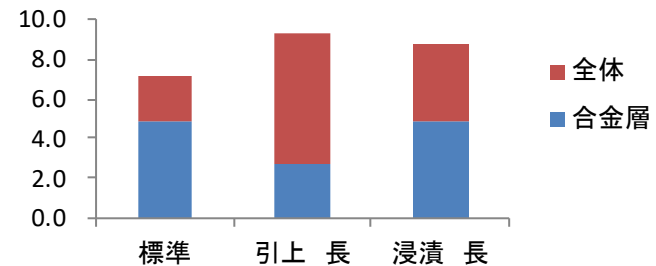
条件	裏											
	2	4	6	7	9	11	14	16	18	19	21	23
標準	12.1	10.6	12.1	15.2	14.5	17.5	10.9	11.5	5.6	13.5	10.1	10.9
引上長	8.9	5.7	6.0	6.6	6.2	6.0	8.4	5.5	4.5	6.1	5.3	7.1
浸漬長	5.5	4.8	5.6	6.7	6.3	6.8	4.6	4.5	4.4	7.5	8.7	12.1

(μm)



#### 断面による合金層厚み測定結果

条件	ポイント①		ポイント②	
	合金層	全体	合金層	全体
標準	4.9	7.1	4.0	6.4
引上長	2.7	9.3	3.1	16.2
浸漬長	4.9	8.7	3.6	7.6



浸漬時間による合金層膜厚、レベラー全体の膜厚とも違いは見られなかった。  
また、引き上げ時間(ブロー時間)を長くしても、大きな変化は見られなかった。

## ここまでのまとめ

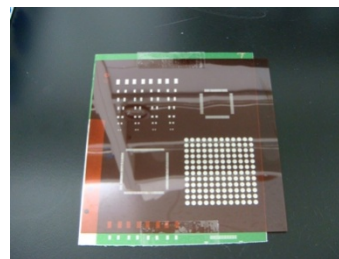
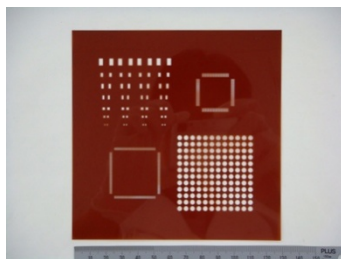
- ・レベラー全体の膜厚は、**エアブローの強さ**による影響が大きく、他の条件を変化させても、膜厚には大きな影響を与えなかった。(ただし、レベラー回数を増やした場合のみ膜厚は厚くなった。)
- ・合金層の厚みは、レベラー回数を増やした場合のみ厚みが厚くなったが、それ以外の条件では大きな違いは見られなかった。



今回の実験から、エアブローの圧力を高くすることではんだレベラー膜厚が薄くなり、合金層の表面への露出の再現ができた。

## はんだ付け方法(リフロー)

マスクはポリイミド樹脂をUV-YAGレーザーにより加工を行い作製した。(マスク厚 125 $\mu$ m)

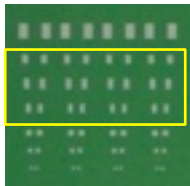


はんだペースト: Sn-3.0Ag-0.5Cu  
(M705-GRN360-K(N)-2 千住金属)

リフロー条件: プリヒート 150-170 $^{\circ}$ C 60s  
                  プリヒート 一本加熱間  
                                  昇温速度 1.5 $^{\circ}$ C/s  
                  本加熱 260-255 $^{\circ}$ C 10s

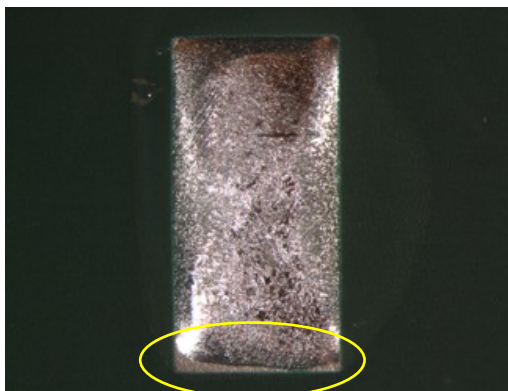
## ぬれ性評価

### ぬれ性観察位置

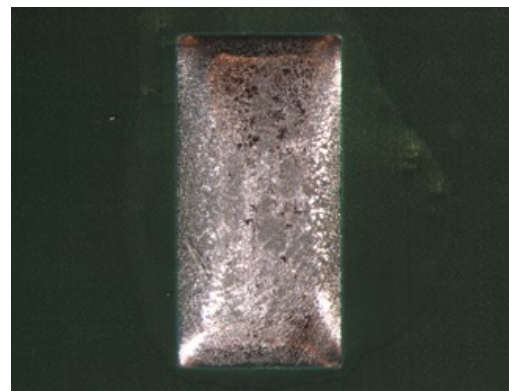


- ・A パッドの半分以上がぬれていない
- ・B パッドの端が一部ぬれていない
- ・C パッド全体がぬれている

写真例B



写真例C



今回の実験では  
Aのようなぬれ不良は  
発生しなかった

## ぬれ性評価

### 1) レベラー回数

- ・A パッドの半分以上がぬれていない
- ・B パッドの端が一部ぬれていない
- ・C パッド全体がぬれている（良好）

レベラー回数	A	B	C
1回	0	0	24
2回	0	0	24
3回	0	0	24

レベラー処理回数を変えたものでは  
ぬれ不良は発生しなかった

## ぬれ性評価

### 2) HASLのエアブロー条件

- ・A パッドの半分以上がぬれていない
- ・B パッドの端が一部ぬれていない
- ・C パッド全体がぬれている（良好）

条件	A	B	C
温度・圧力 標準・標準	0	0	24
標準・高	0	10	14
高・標準	0	0	24
高・高	0	24	0
標準・低	0	5	19
低・高	0	23	1
低・低	0	0	24

エアブローの圧力を上げたものでBの（パッドの一部が不ぬれ）  
ぬれ不良が発生した

### 3) レベラー処理時間

- ・A パッドの半分以上がぬれていない
- ・B パッドの端が一部ぬれていない
- ・C パッド全体がぬれている（良好）

条件	A	B	C
標準	0	0	24
引上 長	0	0	24
浸漬 長	0	0	24

引上げ時間や浸漬時間を変えたものでは  
ぬれ不良は発生しなかった

## まとめ

- ・今回の実験の結果、**エアブローの圧力を高く**することで、レベラー膜厚が薄く、**合金層の露出した箇所**が発生することが確認できた。
- ・はんだペースト印刷によるぬれ性試験では、**エアブローの圧力を高く**したもので不ぬれが発生した。レベラーの厚みが薄くなり合金層が露出することで、はんだぬれ性が低下することがを認できた。

以上より、はんだレベラー処理では、エアブローの圧力の管理が重要であり、圧力が一定以上よりも高くなるとレベラーの膜厚が薄くなり、実装時にぬれ不良を発生する危険性が高くなることがわかった。

クオルテック  
「受託研究」ページ

クオルテック  
「お問い合わせ」