

表面実装でのボイド発生メカニズム
研究と各種ボイド発生原因

概要

はんだ中のボイドは疲労寿命の低下を招くが、ボイドの正確な発生メカニズムは知られていない。我々は、ボイドの主要な発生原因を明らかにするため、仮説を立て、主に断面観察からその検証を行った。本報では、その結果を紹介するとともに、他要因で発生したと考えられるボイドについても付記した。

報告内容

01

ボイド発生メカニズムの検討ーはんだ粉間の隙間の影響

はんだペーストは、はんだ粉とフラックスにより構成されており、ペースト印刷時には、はんだ粉間の隙間はフラックスで充填されている。その隙間が、ボイド発生の一因になるのではないかと推測した。

02

その他ボイド発生事例

はんだぬれ性の影響 印刷時の問題 リフロー溶解性

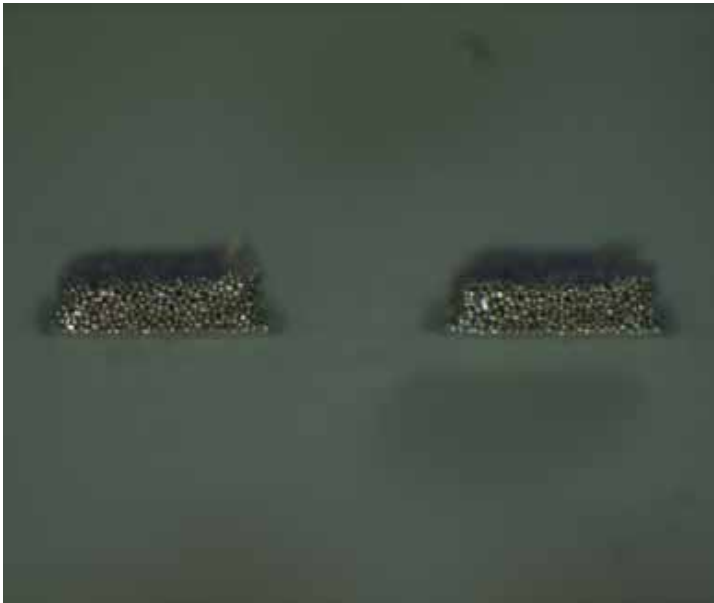
03

まとめ

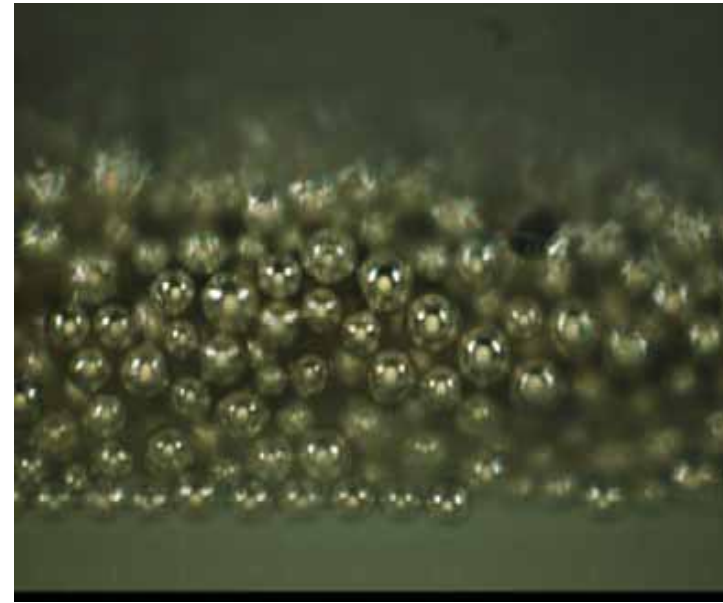
1 . ボイド発生メカニズムの検討
はんだ粉間の隙間の影響

はんだ粉間の隙間

ソルダーペースト印刷状態



チップ部印刷状態



拡大

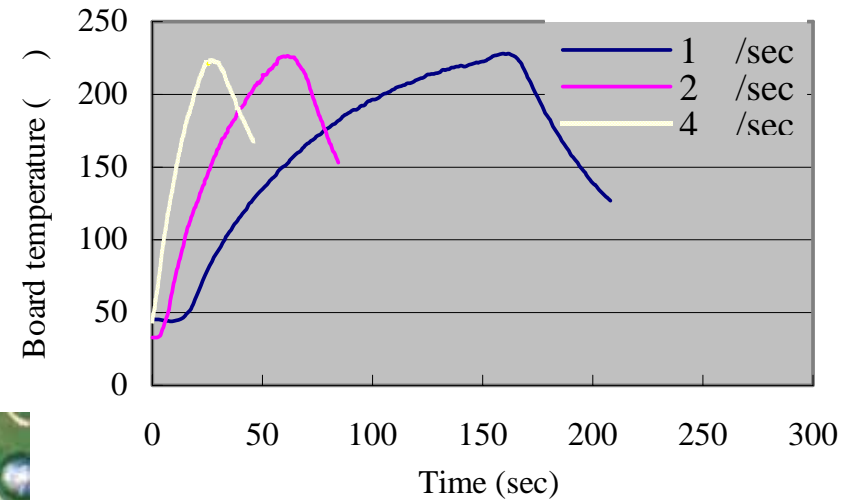
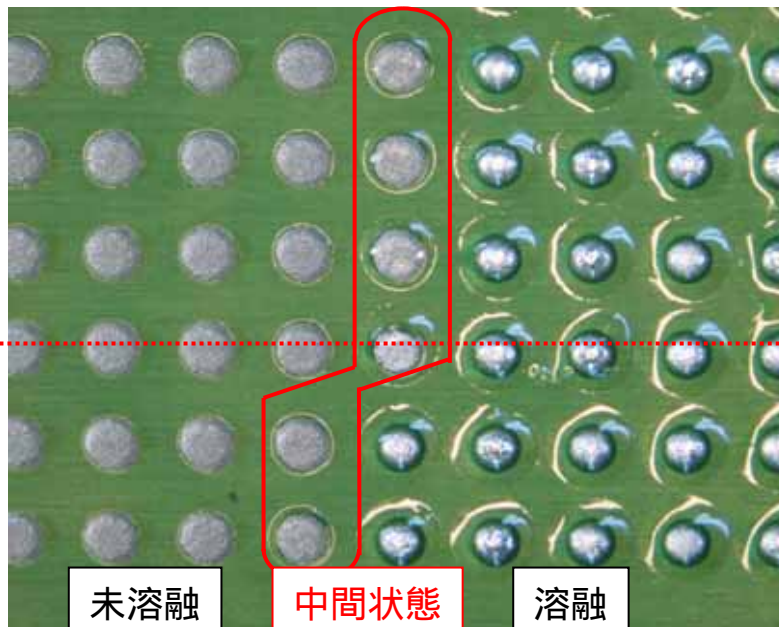
▶ はんだ粉間の隙間がボイドの原因ではないか？

試験方法と外観

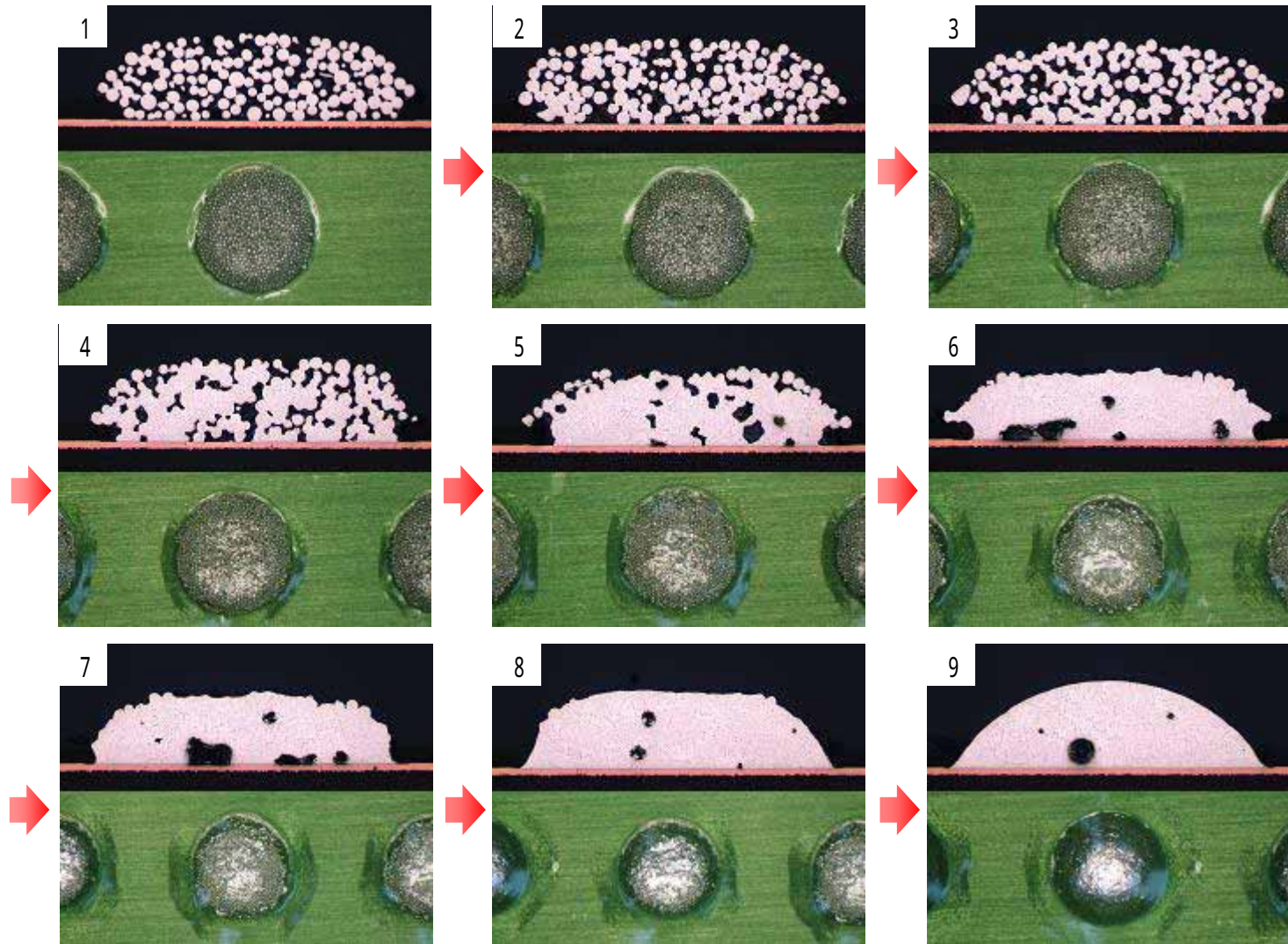
試験方法

- ・基板: ランド径0.8mm、ピッチ1.5 mm
- ・マスク厚150 μ m
- ・はんだペースト: Sn3Ag0.5Cu, フラックス12.2%
- ・リフロー: 170 設定オープンで5分間プリヒート
ホットプレートでリフロー(右図参照)

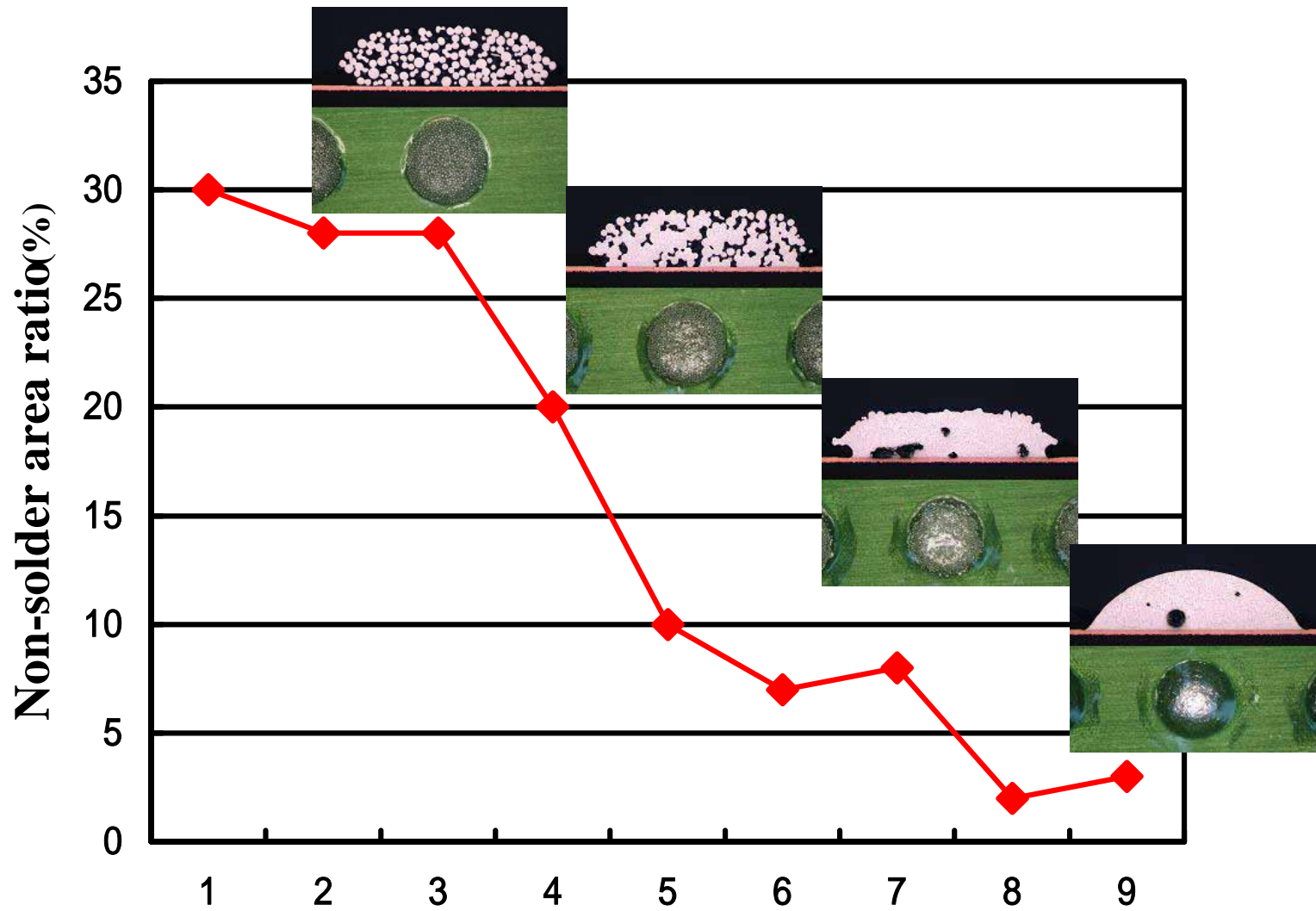
試験片外観



ソルダーペースト溶融時の断面と外観

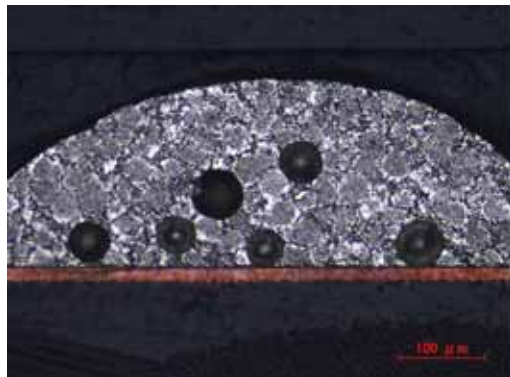


非はんだ面積率の推移

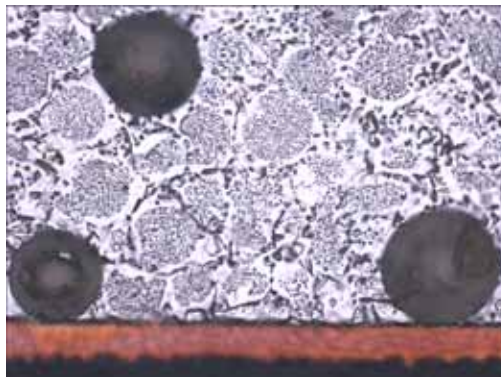


ボイド部の観察1

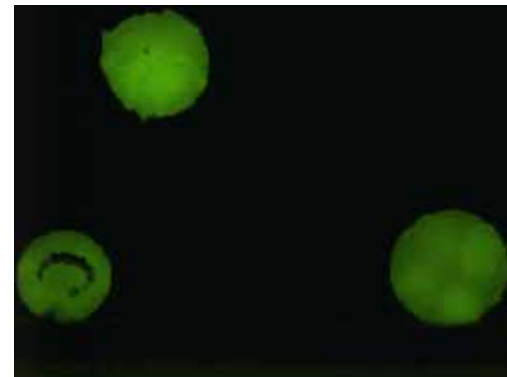
ボイド断面観察



光学顕微鏡写真(全体)

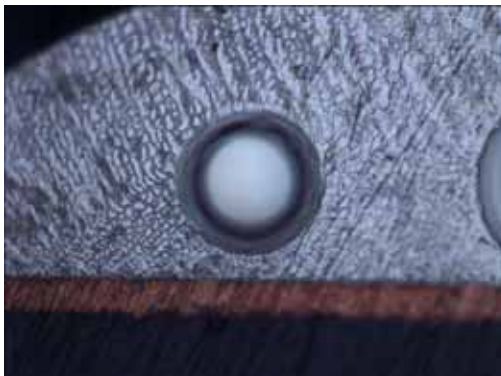


光学顕微鏡写真(拡大)

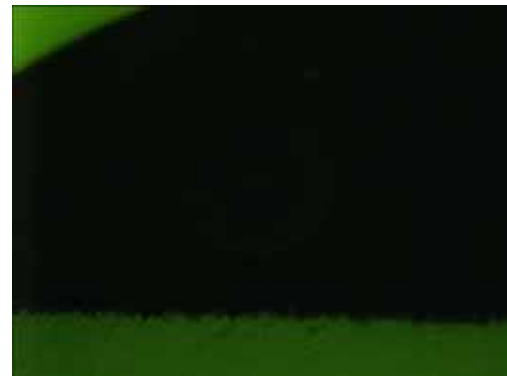


蛍光写真(拡大)

ボイド断面観察(洗浄後)



光学顕微鏡写真(拡大)



蛍光写真(拡大)

ボイド部の観察2

ボイド内の状態

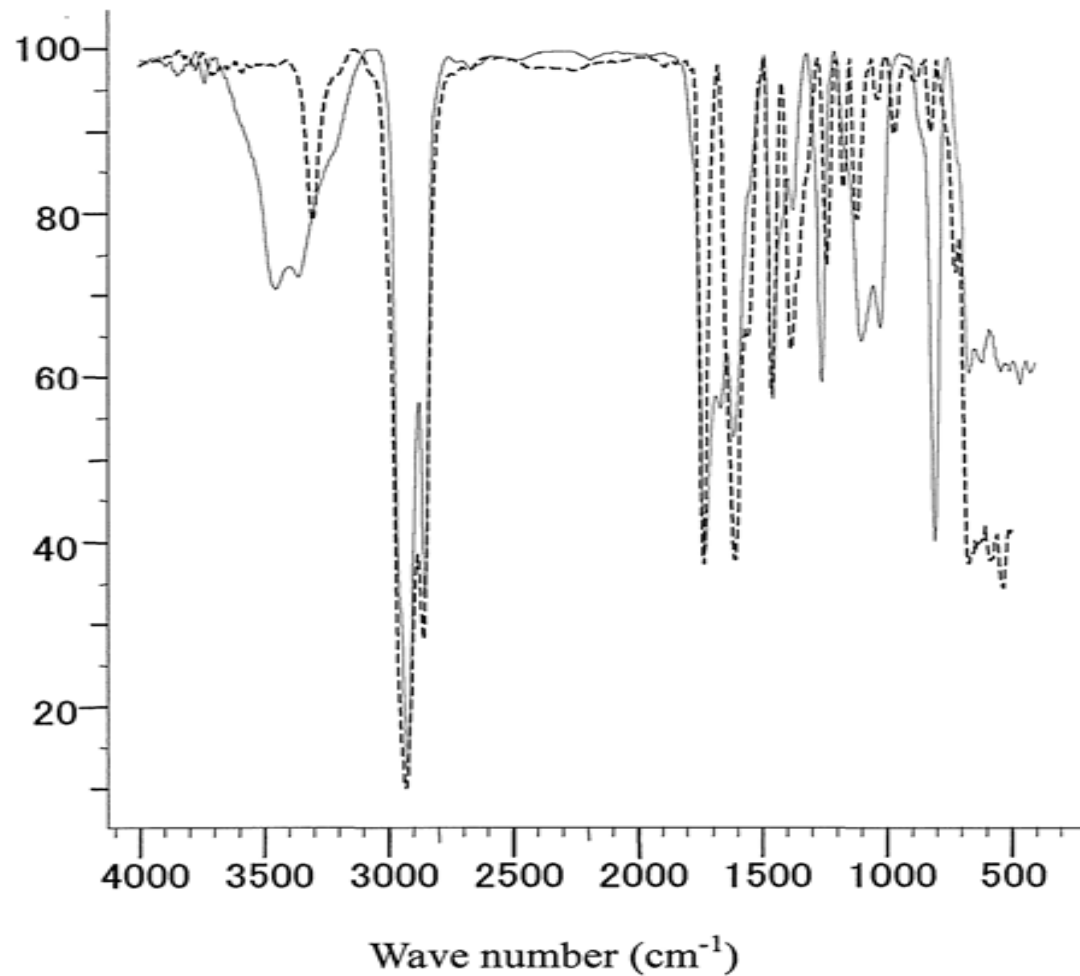
	ボイド内の状態		計
	樹脂状物質が充填	空洞	
ボイド数(個)	57	6	63
発生率(%)	90.5	9.5	100.0

本試験は機械研磨 + イオンミリングでの結果だが、マイクローム, CP(クロスセクションポリッシャー)でも同様の樹脂状物質が観察された。

本試験は昇温速度 1 /secの結果だが、2 /secで7 / 8, 4 /secで8 / 8のボイドに樹脂状物質の充填が確認された

ボイド内物質の同定

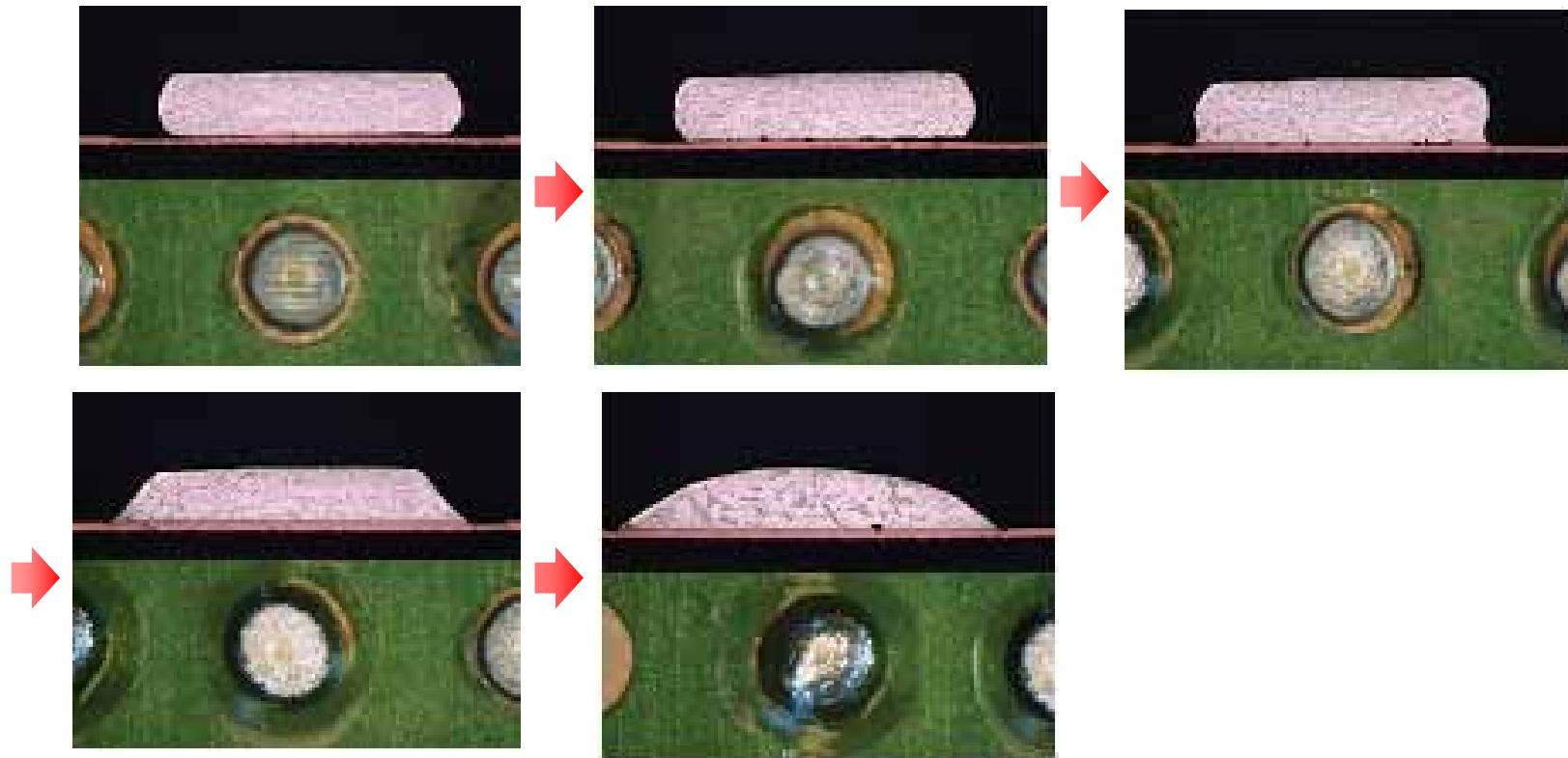
ボイド内物質を溶剤抽出、脱溶剤後FT - IRでフラックスと比較。 スペクトル一致



形成はんだ溶融時の断面と外観

はんだ粉間の隙間が無ければボイドは発生しない？

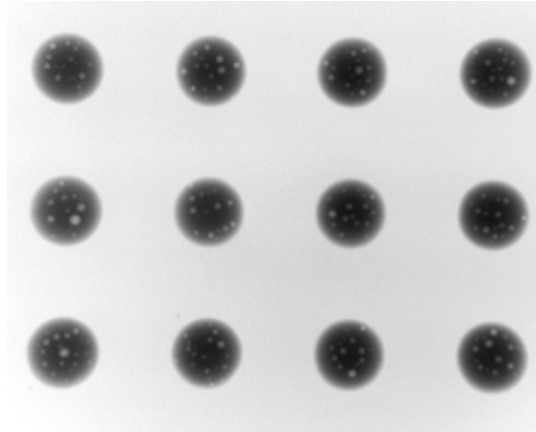
▶ 円柱状に形成したはんだボールで、はんだ溶融時の断面と外観を観察した。



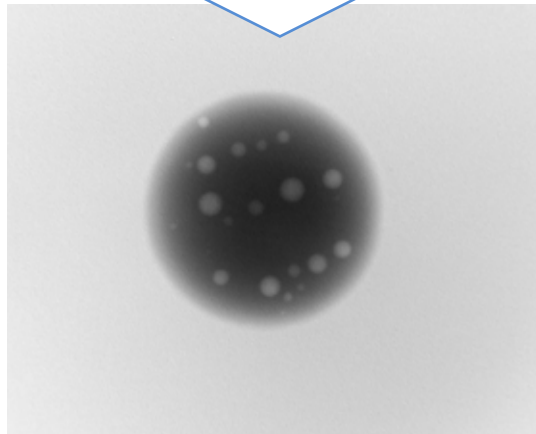
▶ はんだ中にボイドは観察されなかった。

ボイド比較

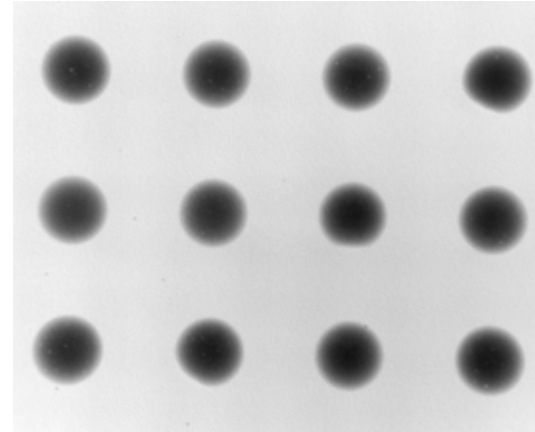
ソルダーペースト



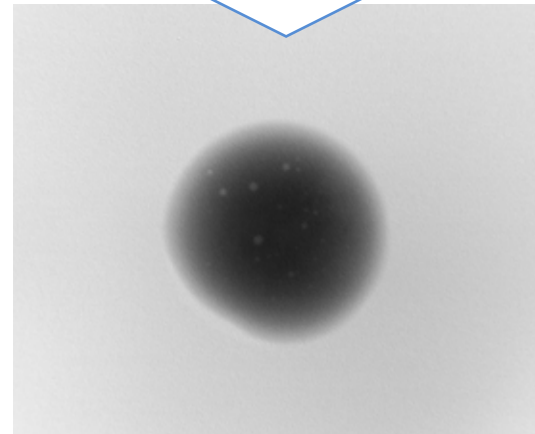
拡大



形成はんだ



拡大



▶ 隙間がない形成はんだではボイドの発生が僅かであった。

2. その他ボイド発生事例

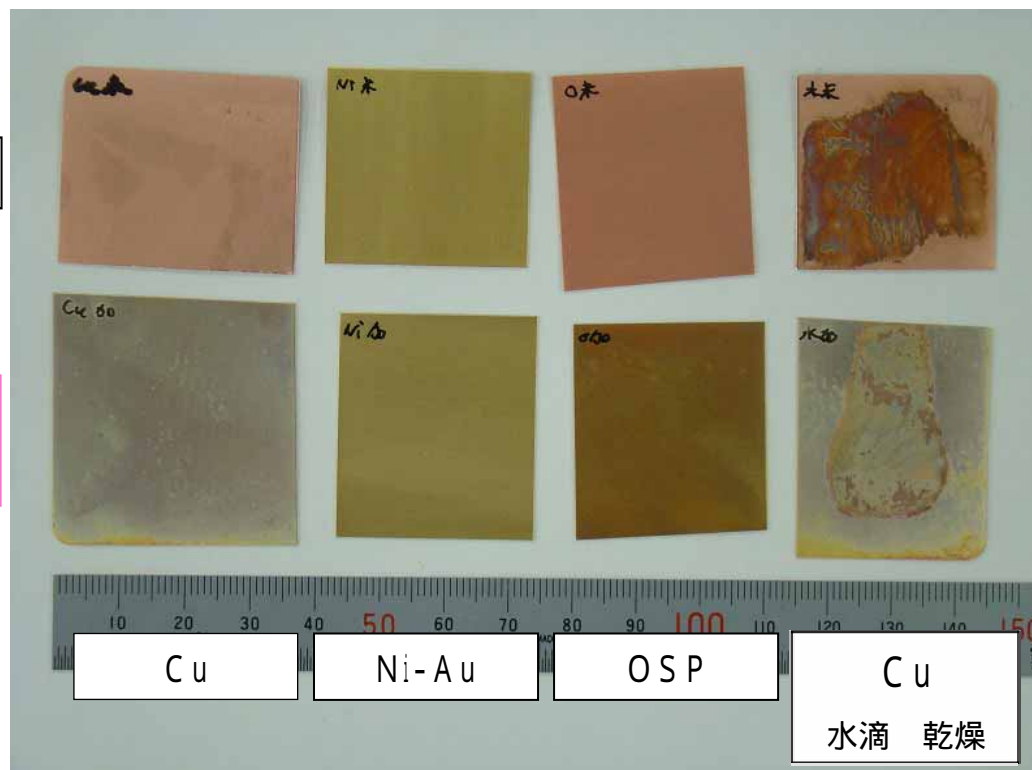
2-1. はんだぬれ性の影響 2-2. 印刷時の問題 2-3. リフロー溶融性

2-1 はんだぬれ影響調査のための試験片

未加熱

加熱

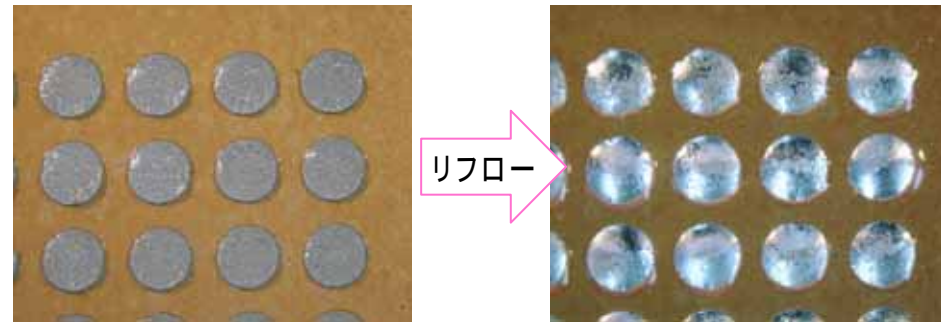
200 × 30分



2-1 試験方法とぬれ性評価

試験方法

BGA箇所にソルダーペーストを150 μ m厚で印刷。リフロー後、はんだの広がり状態でぬれ性を広がり区分に分けた。

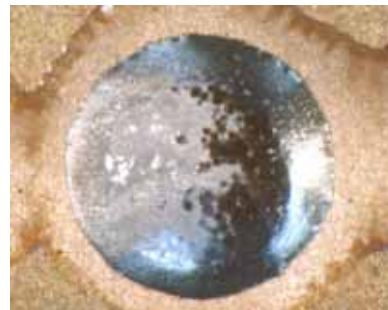


広がり区分

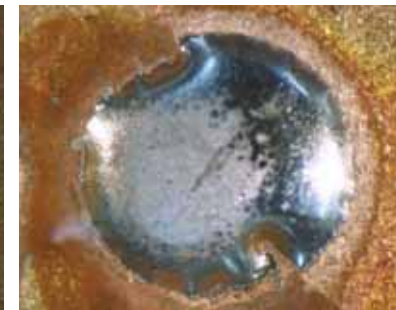
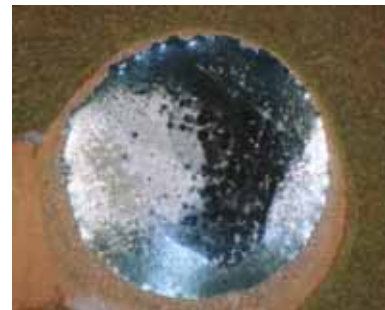
区分1:印刷面積以上に広がる。



区分2:印刷部分は、はんだでぬれている。

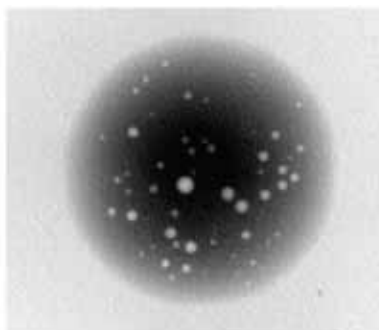


区分3:所々印刷面積より小さい箇所がある。(ディウェッティングも含む。)



2-1 X線でのボイド評価

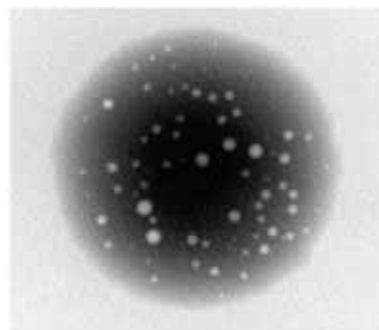
未加熱試験片



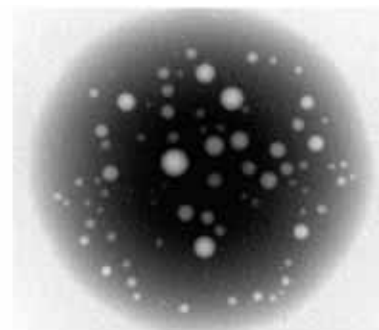
Cu



Ni-Au

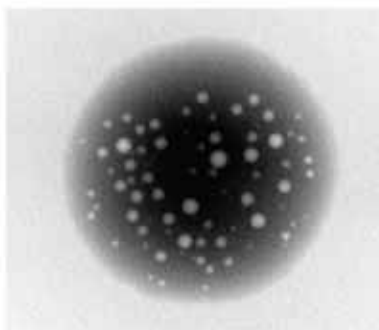


OSP

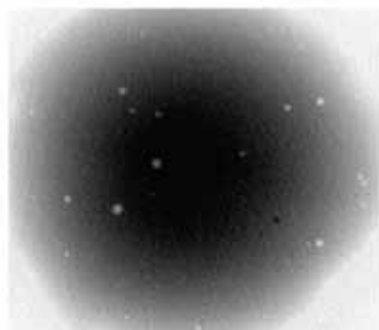


Cu水滴

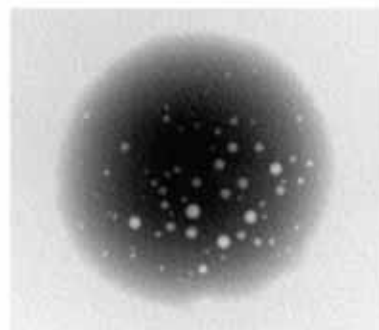
加熱試験片



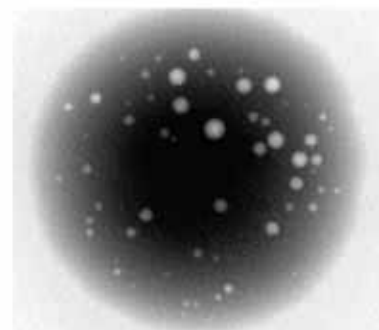
Cu



Ni-Au



OSP



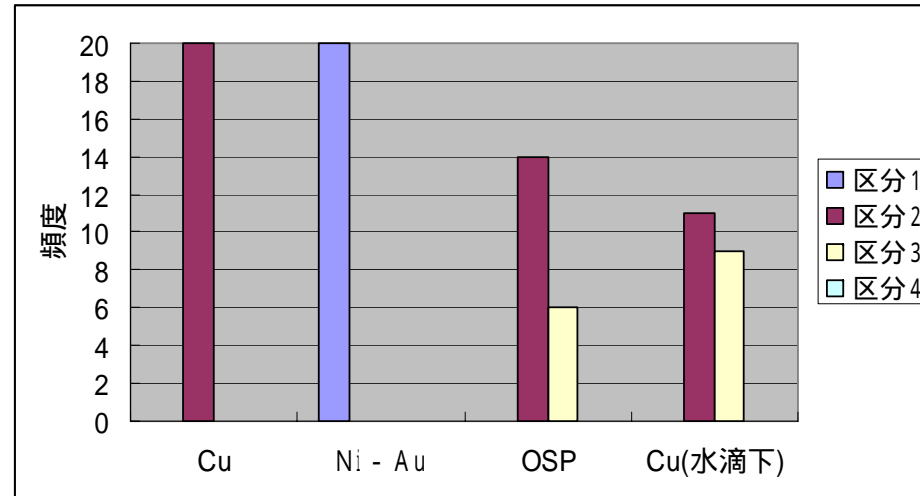
Cu水滴

2-1 めれ性とボイド

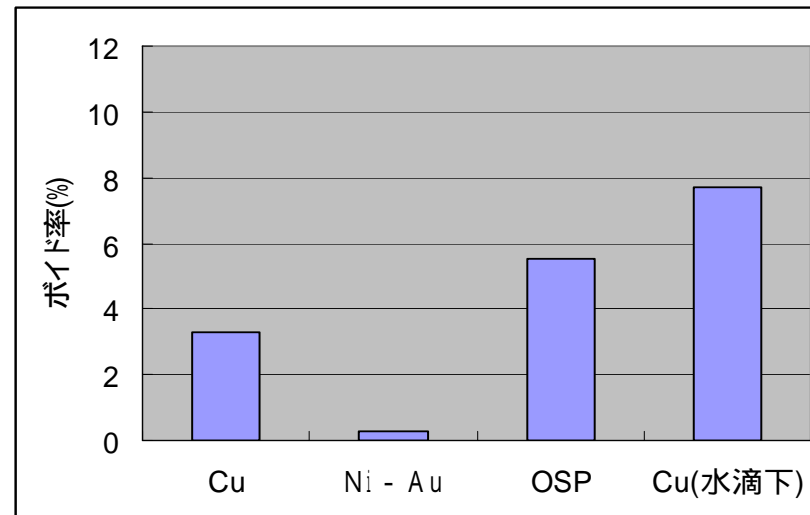
試験片		広がり区分				ボイド率(%)
表面	加熱有無	区分1	区分2	区分3	区分4	
Cu	なし	0	20	0	0	3.3
	あり	0	10	10	0	8.2
Ni - Au	なし	20	0	0	0	0.3
	あり	19	1	0	0	0.5
OSP処理	なし	0	14	6	0	5.5
	あり	0	14	6	0	4.5
Cu 水滴下 乾燥	なし	0	11	9	0	7.7
	あり	0	8	12	0	10.6

2-1 はんだぬれ性とボイド(未加熱試験片)

ぬれ性試験



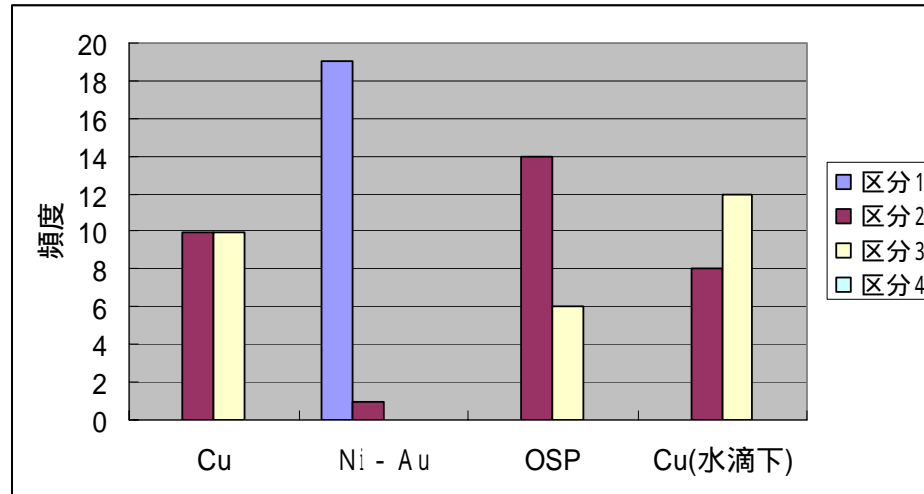
ボイド率



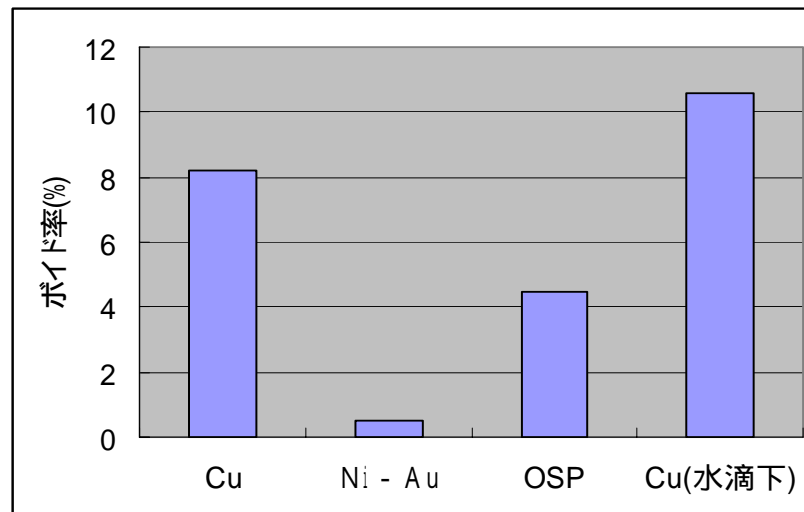
ぬれ性試験で区分1のNi - Auはボイド率が低い。他3条件は、区分2の頻度が多い順に、ボイド率が低い。

2-1 はんだぬれ性とボイド(加熱試験片)

ぬれ性試験

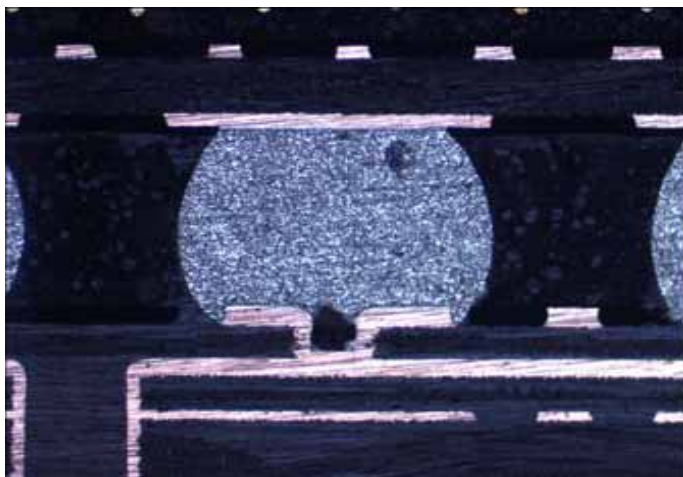


ボイド率

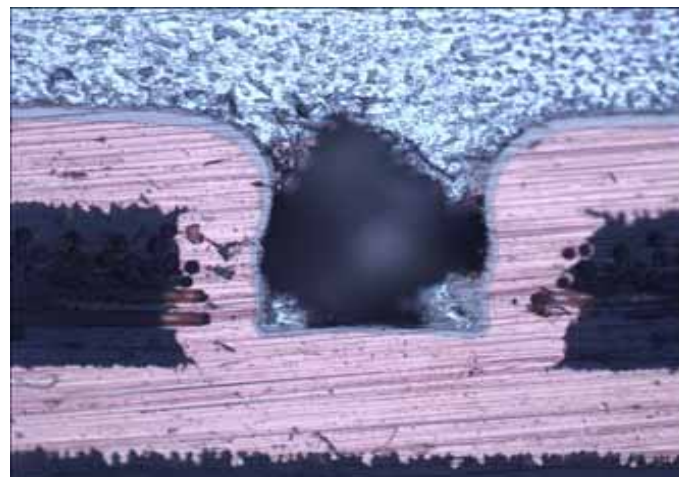


未加熱と同様の傾向だが、各条件でボイド率は増加。(OSP除く)

2-2 コンフォーマルビア上に発生したボイド



BGAボール部

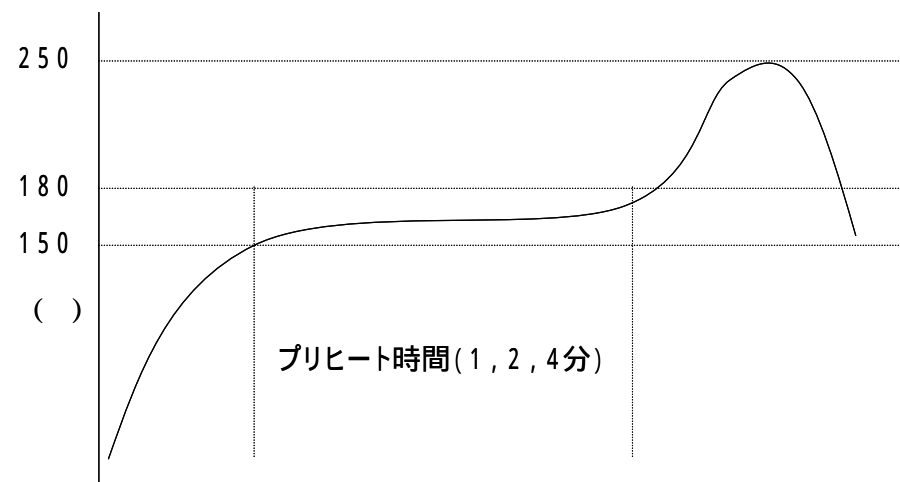


ビア部拡大

- ▶ はんだ中にボイドは観察されなかった solder パステ印刷時に充填されていないことが原因と推測。

2-3 試験温度とリフロー後外観

リフロー
温度プロファイル



0603チップでのはんだ付け外観



プリヒート4min

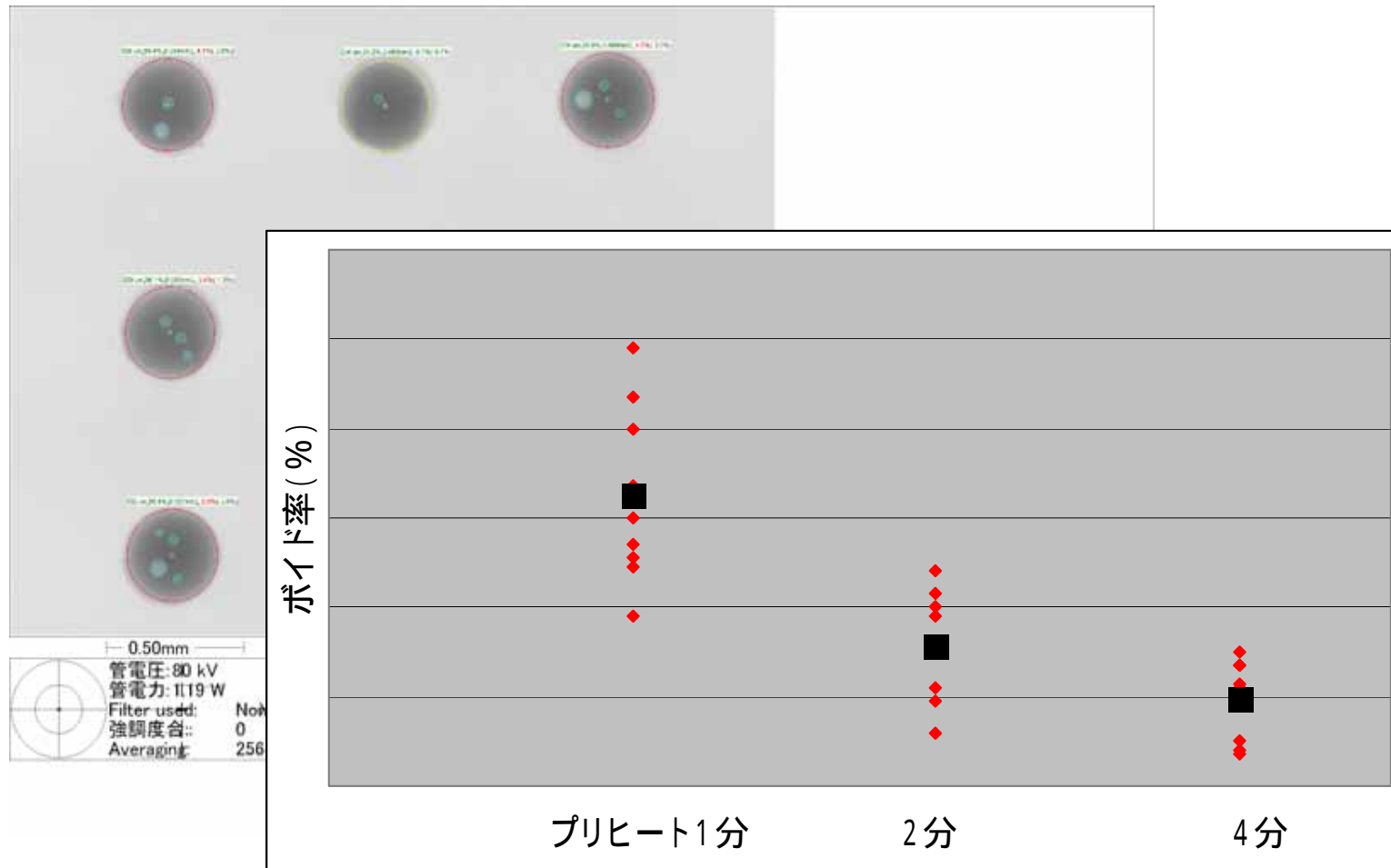


プリヒート2min



プリヒート1min

2-3 温度プロファイルとボイド



▶ はんだ溶融性劣化により細かいボイドに分散したことが原因と推測。

まとめ

ソルダーペースト溶融時の断面観察および隙間のない状態を模擬した形成はんだボールの観察により、はんだ粉間に隙間があるというソルダーペーストの構造がボイドの主原因と考えた。

はんだぬれ性の悪化によりボイドが増加することを確認した。

印刷, リフロー条件によりボイドが発生する可能性がある。

今後の予定

ボイド発生各要因を正確に把握するため実験を進める。

明確になってきたボイド発生メカニズムを元に、材料, 工法開発に取り組みボイド対策を確立する。