

# 長寿命ソルダペースト開発

初澤 健次 宮崎 誠  
渡辺 潤 尾形 繁行

長野OKIでは、プリント回路基板（以下：基板）のEMS事業を行っている。製造している基板は、産業機器、医療機器など様々なものがあり（写真1）、生産量はロット1枚から日産5000枚と、多品種変量生産となっている。また、電子機器の小型高機能化を実現するために電子部品の小型化・特殊形状化が進んでおり、これに伴って電子部品実装技術（以下：実装技術）の難易度は継続的に上がっている。

このような環境の中でお客様のご要望に応えるためには、材料からプロセスまで幅広い実装技術が必要となる。長野OKIでは、実装技術の中核である表面実装技術における実装材料“ソルダペースト”について、はんだ付け品質の向上と材料コストの低減を狙った長寿命ソルダペーストの開発を行った。本稿では、開発内容と導入効果について記述する。



写真1 Ivy Bridge CPU ボード (長野 OKI 設計、製造)

## ソルダペースト開発の必要性

表面実装プロセスは、①基板にソルダペーストを印刷する、②電子部品をソルダペースト上に搭載する、③リフロー炉にてソルダペーストを加熱溶融して電子部品と基板をはんだ接合する、という手順になる。

ソルダペーストは、自動スキージングにてスクリーン印刷されるが、スキージングによる長時間のローリング（版とスキージの間での回転）によって特性が変化する。この特性変化は、はんだ付け品質を劣化させる（図1）。

そこで、長時間ローリングによる劣化を抑えた、長寿命ソルダペーストの開発を行った。

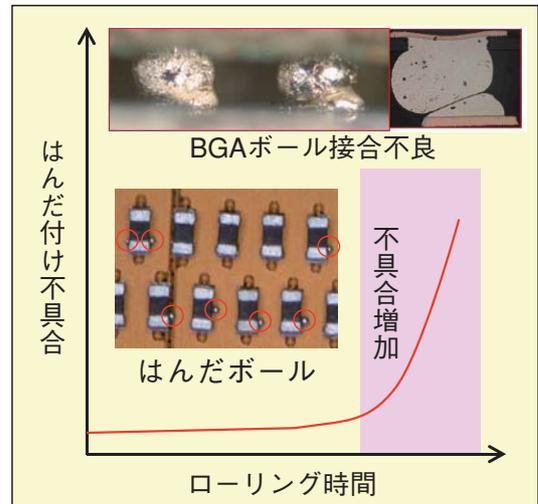


図1 長時間ローリングによるソルダペーストの劣化

## ソルダペースト開発

ソルダペーストメーカーの標準製品から、長野OKI基本要件を満たし、かつ長寿命化のポテンシャルを有する基本材料を選定し、長寿命化改良を行う。

### (1) 基本材料の選定

#### 【基本要件】

- ①材料信頼性  
絶縁特性、腐食特性、長期接合信頼性など
- ②はんだ付け特性  
はんだぬれ性、はんだボール、はんだボイドなど
- ③印刷性  
微細印刷性、連続印刷性、断続印刷性など

表 1 に、評価した材料と評価結果を示す。材料 A は、はんだ付け特性が良好で (図 2)、かつ連続印刷性においては他材料と比較して変化が非常に小さい。本結果から、材料 A を基本材料に選定した。

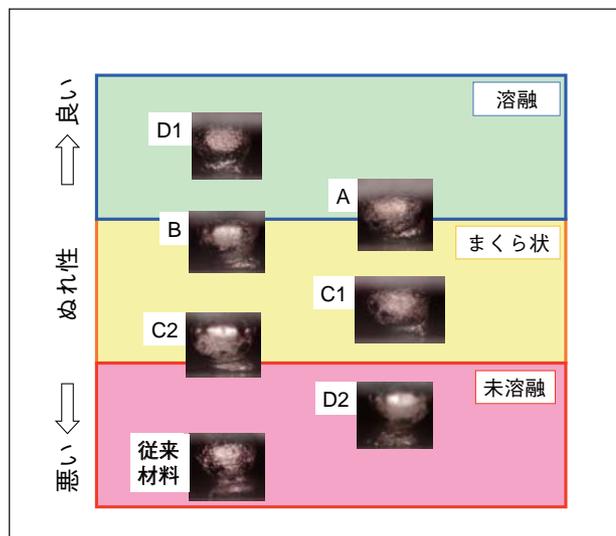


図 2 BGA はんだぬれ性評価結果

## (2) 長寿命化改良

ソルダペーストは、はんだ粉末とフラックスを混合させたものである。フラックスの基本構成は、ロジン、チキソ剤、溶剤、活性剤からなる。

印刷時のローリングによるソルダペーストの劣化は、溶剤の揮発、ロジンや活性剤の変質が主な原因である。ロジンや活性剤は、はんだと反応して金属塩を生成する。これらの変化を抑えてソルダペーストを長寿命化するために、表 2 に示すような材料改良を行った。

表 2 材料 A の改良内容

構成材	種類	改良前	改良後
ロジン	a	標準	→
	b	標準	→
チキソ剤	c	標準	→
	d	標準	→
溶剤	e	標準	→
	f	標準	→
活性剤	g	標準	→
	h	標準	→
	i	標準	→
補助活性剤	j	標準	-
	k	-	+
	l	標準	→
	m	標準	→
	n	標準	-

→ ... 使用量増減、- ... 使用無し、+ ... 追加使用

## 寿命(特性劣化)評価

### (1) 評価方法

所定条件にて連続印刷 (ローリング) 後、①粘度変化、②特性 (酸価値、水分量) 変化、③はんだ付け特性変化を評価した。

#### 【連続印刷条件】

- 印刷機 : NEW LONG製スクリーン印刷機
- スキージ : ウレタン硬度 90°
- 印刷速度 : 25 mm/sec
- 総ローリング時間 : 168 h (約2万ショット)
- 印刷環境 : 温度 25±3 °C、湿度 30~60 %

表 1 基本材料評価結果

◎ : 加点付き合格、○ : 合格、△ : 条件付き合格、× : 不合格

メーカー	材料	信頼性	ぬれ性	はんだボール	はんだボイド	微細印刷性	連続印刷性	断続印刷性	総合評価
A社	A	○	◎	◎	○	○	◎	○	1位
B社	B	○	○	○	◎	○	○	◎	2位
C社	C1	○	○	○	○	○	△	○	3位
	C2	○	△	○	×	-	-	-	不合格
D社	D1	○	◎	△	△	-	-	-	不合格
	D2	○	×	×	△	-	-	-	不合格

## (2) 粘度変化

図3に、従来材料、材料A、および、材料Aを改良した材料A改の粘度変化を示す。粘度が300 Pa・s (パスカル秒) を超えると、流動性が落ちて印刷状態が悪くなる。材料Aは、連続ローリング96hで300 Pa・sを超えるが、材料A改は連続ローリング168hまで300 Pa・sを超えず、粘度変化が大きく改善されている。

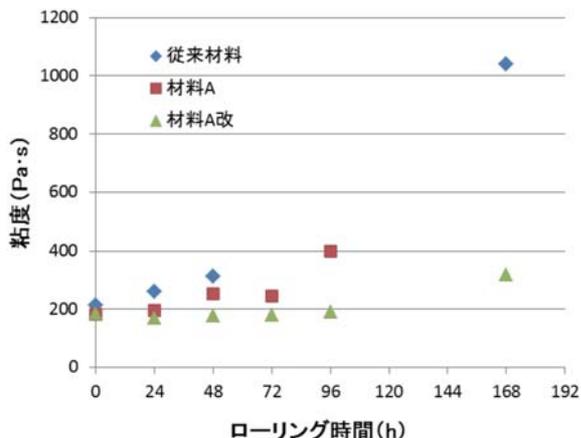


図3 連続ローリングによる粘度変化

## (3) 酸価値、および水分量変化

図4に、従来材料と材料A改の酸価値、および水分量変化を示す。酸価値測定には、水酸化カリウム溶液による滴定法を用いた。水分量は、カールフィッシャー水分計にて測定した。酸価値の低下は、有機酸のSn塩生成による減少を示している。酸価値の低下と水分量の増加によって、はんだ付け特性が劣化する。材料A改は、従来材料と比較して、連続ローリングによる酸価値の低下と水分量の増加が小さい。従って、はんだ付け特性の劣化も小さいと言える。

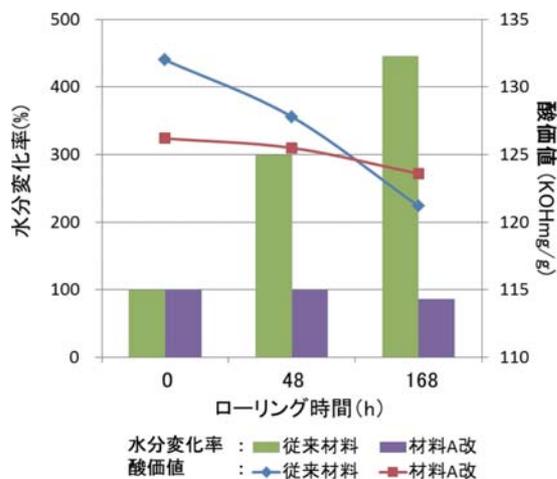


図4 連続ローリングによる酸価値、水分量の変化

\*1) Frontier は PerkinElmer 社の登録商標です。

## (4) はんだボール特性

写真2に、従来材料と材料A改の連続ローリング後のはんだボール試験の結果を示す。従来材料はローリング前後ではんだボールが大きく増加したが、材料A改は変化が見られなかった。

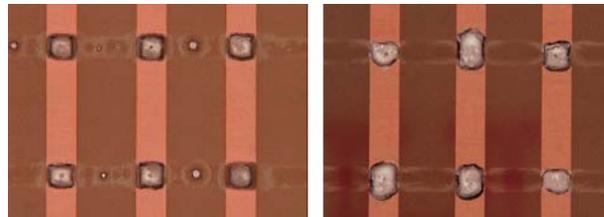


写真2 連続ローリングによるはんだボール増加 (左: 従来材料、右: 材料A改)

## (5) 連続ローリングによる材料成分変化

ソルダペーストの連続ローリングによる材料成分変化を調べるため、FT-IR分析を実施した。分析サンプルは、初期(ローリングなし)と、連続ローリングを48h、168h実施したものをを用いた。分析装置には、PerkinElmer社製Frontier™ FTIRシステムを用い、ダイヤモンドATRにて分析した。

図5に、FT-IR分析結果を示す。従来材料は、連続ローリング時間が長くなるのに伴い、1500~1650 cm<sup>-1</sup>のブロードな吸収が増加していることがわかる。これにより、金属酸化物が増加傾向にあることが予想され、この変化によってソルダペーストの粘度上昇やはんだボール増加が引き起こされた可能性がある。材料A改ではこの変化は見られない。

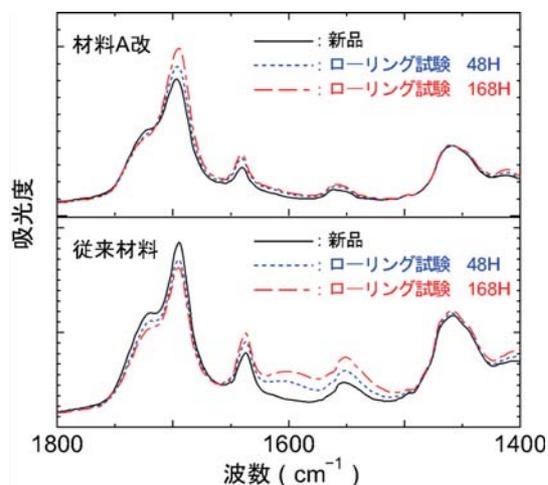


図5 連続ローリングによる材料成分変化

## 導入効果

材料A改を量産工程に導入した効果として、品質改善効果とコスト低減効果を以下に示す。

### (1) 品質改善効果

図6に材料A改の品質改善効果を示す。2012年～2013年は、従来材料と混在使用となっていたため、その前後で比較した。また、高温多湿の影響を比較的受け易い時期(9月)と受け難い時期(12月)をサンプルとし、従来材料の9月に発生したはんだ付け不良を基準(100%)とした。

材料A改は従来材料に対し、大きく品質改善されている。この期間においてその他の品質対策も行われているが、ソルダペースト更新の効果が支配的である。また、9月のはんだ付け品質が、従来材料に対して材料A改は大きく改善されている。これは、材料A改が高温多湿の影響を受け難い材料であることを示している。



図6 材料A改導入による品質改善効果

### (2) コスト低減効果

図7に、従来材料の購入費、および廃棄量を100%とした時の材料A改導入による低減効果を示す。

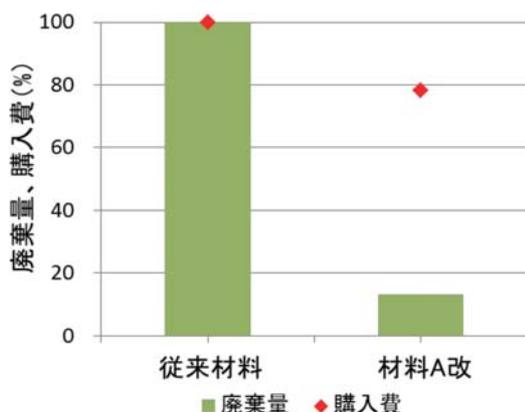


図7 材料A改導入によるコスト低減効果

ソルダペーストは、スクリーン印刷機へ継ぎ足し供給して使用する。常に新しいソルダペーストが供給されることになるが、連続ローリングによって材料特性が劣化

し、従来材料では3～4日程でスクリーン上のはんだを全て廃棄する必要があった。材料A改では1ヵ月以上継ぎ足し使用することができるため、廃棄量を大きく低減することができ、購入費を20%以上減らすことができた。

### (3) その他の効果

- はんだのぬれ性が向上したため、はんだフィレット形状が安定し、自動外観検査装置の判定品質が向上した。
- プリヒート時の形状安定性が高いため、Pin in Paste Processへの適用が可能となった。

### 今後の計画

今回、はんだ付け品質の向上と材料コストの低減を狙って長寿命ソルダペーストを開発し、導入を完了した。今後は、特殊用途のソルダペーストの選定を行う。主な計画を以下に示す。

#### (1) 高信頼ソルダペースト

車載機器や半導体設備など、一般産業機器より高い信頼性が要求される材料。

#### (2) 低コストソルダペースト

材料単価の高いAgの使用量が少ない材料。

#### (3) 低融点ソルダペースト

はんだが溶ける温度が低い材料。低温接合により、トータル実装コストの低減が可能となる。◆◆

### ● 筆者紹介

初澤健次：Kenji Hatsuzawa. 長野沖電気株式会社 製造技術部

宮崎誠：Makoto Miyazaki. 長野沖電気株式会社 製造技術部

渡辺潤：Jun Watanabe. 長野沖電気株式会社 製造技術部

尾形繁行：Shigeyuki Ogata. 長野沖電気株式会社 製造技術部

### TIPS 【基本用語解説】

#### FT-IR

フーリエ変換赤外分光分析装置

#### ATR

Attenuated Total Reflection (全反射測定法)

#### Pin in Paste Process

ディスクリート部品を表面実装技術を用いてはんだ付けする工法