

微細ピッチ対応はんだプリコート技術

電子材料事業部 技術グループ

池田 一輝、櫻井 均

1. 概要

フリップチップ実装を目的とした微細ピッチ対応はんだプリコート技術として、2つの工法を検討した。ひとつはドライフィルムレジストを使用した「ソルダーダム法」で、この工法を使用することにより 150 μm ピッチエリアアレイ基板にはんだバンプを形成することが可能であった。もうひとつはペリフェラル基板に対応したものであり、60 μm ピッチ基板にはんだ高さ 15 μm 程度のスズ-銀バンプを形成することが可能であり、優れたファインピッチ追従性を示した。本稿では、はんだプリコートに関する工法と材料設計について紹介する。

2. はじめに

フリップチップ実装には、各種材料、工法の組み合わせによりはんだ-はんだ、金-はんだ、金-金、金-樹脂などの接合方式が主に使用されている。これらの中で信頼性、電極の狭ピッチ及び多ピン化などの観点から、はんだを使用した接合方式が幅広く使用されている。

はんだ-はんだ接合は、エリアアレイ配置の超多ピンタイプで、高信頼性の製品に使用されることが多い。金-はんだ接合は、ペリフェラル配置の狭ピッチタイプで、SiP (System in Package) の普及により幅広く使用されるようになってきた。SiP は、携帯電話やデジタルカメラなどの携帯機器に使用されることが多く、小型化が重要なアピールポイントとなっている。また、複数のチップを一つのパッケージ内に搭載するために、チップを積層するチップスタック技術が使用されている。チップスタックでは、ワイヤーボンディングのみで積層することも可能であるが、ボンディングワイヤーが小型化を妨げるため、小型化を考慮するとフリップチップとの併用が必須となっている。

はんだ-はんだ接合及び金-はんだ接合は、どちらの接合方式においても、半導体パッケージ基板にあらかじめはんだバンプを形成しておき、チップ側のはんだバンプ又は金バンプと接合するものである。どちらの接合方式においても、狭ピッチ化が進んでおり、エリアアレイ配置では 150 μm 、ペリフェラル配置では 40 μm ピッチ程度まで微細化が進んでいる。そのため、微細ピッチに対応したはんだプリコート技術が重要となってきている。また、このような微細化に伴いはんだ高さバラツキへの要望も厳しくなっている。

はんだバンプの形成においては、量産性に優れるはんだペースト印刷法と微細化に対応できる電気めっき方式が広く知られている。しかし、前者は狭ピッチバンプへの適応が難しく、後者は生産性に劣り、高価となる。また、半導体チップへのはんだバンプ形成においては、チップの平坦性、平滑性からある程度狭ピッチでも印刷可能であり、給電用の配

線を引くことも容易なため、電気めっきでのバンプ形成も可能である。しかし、樹脂基板へのはんだバンプ形成においては、基板のそりや凹凸のため狭ピッチ印刷は難しく、微細化に伴い給電用の配線を引くことも困難であることが指摘されている。

上記のバンプ形成法以外にも様々なプリコート技術が提案されている（図1）が、①ペースト印刷法の生産性 ②微細化への追従性 ③従来インフラが使用可能という特徴を持つスーパーソルダーによるプリコートを提案している。

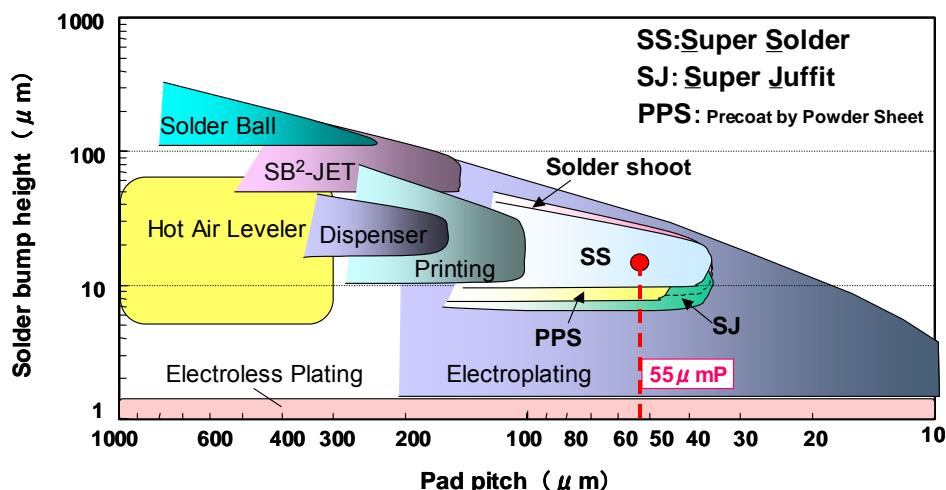


Fig.1 Technical trend of solder precoat process.

(Courtesy of Hitachi / Renesas Technology)

3. スーパーソルダーとは

スーパーソルダー（SS）とは、金属のイオン化傾向の差を利用して化学的にはんだ合金を形成する技術であり、従来はスズ粉末と鉛の化合物を含有したフラックスを混合することにより、スーパーソルダーペーストとしていた。このスーパーソルダーペーストを加熱することにより、鉛よりもイオン化傾向の大きいスズ金属の一部が鉛と置換反応しスズ-鉛はんだが形成される。また、鉛フリー化に伴い、鉛化合物を銀化合物や銅化合物に変化させてスズ-銀及びスズ-銀-銅はんだ材料の設計を行ってきた。

置換反応により合金を形成することにより、金属の溶融温度域を広くすることが可能で、ソルダーレジスト部分を含むパッド全面への印刷ではんだプリコートを行うことが可能である。この全面印刷法は、ファインピッチのペリフェラル基板へのはんだプリコートに特に優れている。

しかし、エリアレイ基板においては、この工法では一回の処理で十分な高さのはんだバンプを形成することは難しい。この問題に関して、要望する高さになるまで複数回繰り返し処理することにより、高さを高くすることが可能であったが、生産性が大幅に劣ってしまう。そのため、この問題を解決するために、エリアレイタイプには「ソルダーダムプリコート法」を提案している。

4. ソルダダムプリコート法

図2にソルダダムプリコート法のフロー図を示す。

- (1) ドライフィルムレジストの貼りつけ
- (2) 露光、現像によるソルダダムの形成
- (3) ペースト印刷
- (4) リフロー
- (5) ドライフィルムの剥離及び洗浄

従来のはんだペースト印刷法の問題点は、メタルマスクからのペースト版抜け不良が主要原因であり、特に微細ピッチ基板では大きな問題となる。それと比較して、ソルダダムプリコート法ではメタルマスクを使用しないためペーストの版抜け不良を考慮する必要がない。

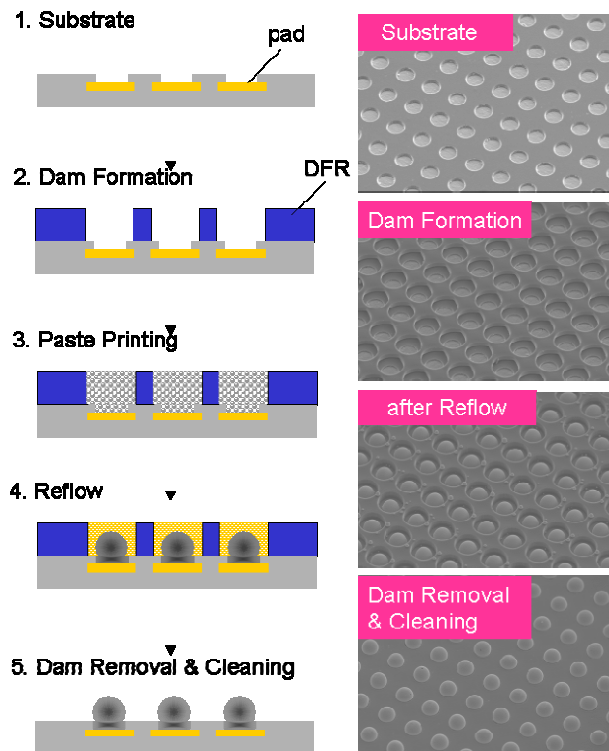


Fig.2 Precoating process chart by Solder-dam precoating method.

150 μm ピッチのエリアレイ基板を用いてはんだプリコートした時のはんだ高さと高さバラツキを図3に示す。本工法は多面付け一括処理が可能であり、20面付けの基板を使用した。高さ測定及び高さバラツキの算出には、100バンプ/ピースの高さ測定を行い、平均値と標準偏差を算出している。10ピース測定した結果、はんだ高さが42~48 μm で標準偏

差 1.2~2.5 μm と高さバラツキの少ないはんだバンプ形成が可能であった。

多面付けに関しては100面付け程度までは実績があり、微細化に関しては110 μm ピッチまで適応できることを確認している。

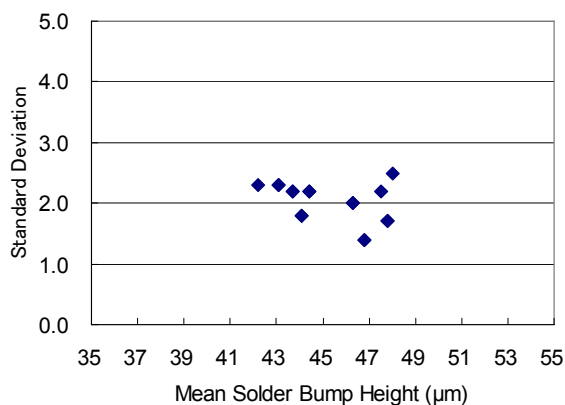


Fig.3 Mean solder bump height and STD.

5. 全面印刷プリコート法

全面印刷プリコート法では、はんだペースト印刷法と同様にメタルマスクを使用したペーストの印刷を行う。しかし、パッド個々への印刷ではなく、全面への印刷（パッドと SR どちらも）のため、印刷性に関して考慮する必要がない。図4にフロー図を示す。また、煩雑な作業がなく、従来と同じ工程のため量産性に優れている。

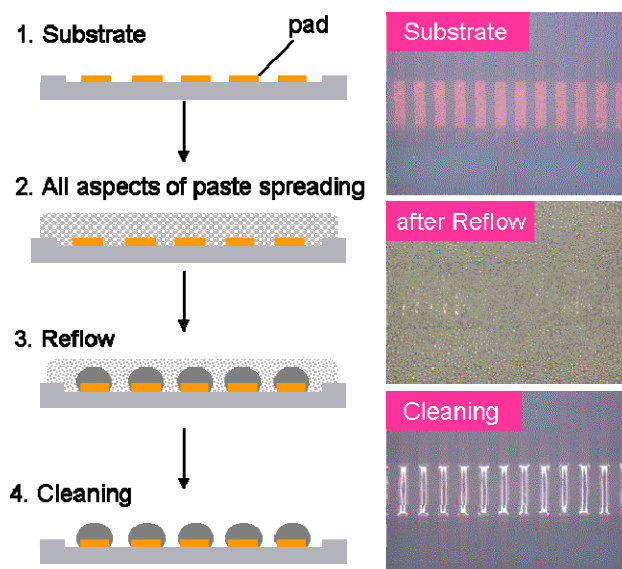


Fig.4 Precoating process chart by Whole Surface Printhing method.

60 μm ピッチのストレートパッド基板を用いて、パッドの長さを変化させてプリコートした結果を表1に示す。パッドの幅を30 μm とした場合、パッドの長さが100 μm までは、はんだが途切れることなくプリコートが可能であったが、パッドの長さが増大するとはんだが途中で途切れる欠落が生じた。この問題ははんだの表面張力によるものと考えられる。これらの結果から、パッドの長さ L とパッド幅 W の関係は $L/W=4$ 以下が望ましいと考えている。

Table 1 Effect of pad length on solder shape

Condition	a	b	c
Pitch	60	60	60
Pad width (W)	30	30	30
Pad length (L)	500	150	100
L / W	16.7	5	3.3
wettability	x	x	○

また、プリコートを安定化させる方法として、電極の構造をHV (High Volume) タイプにする方法がある。HV部分の長さを変化させてプリコートした結果、パッド長さ $L1$ とHV部分長さ $L2$ の関係は $L2/L1=0.5$ 程度が好ましい結果となった。60 μm ピッチ基板の推奨パッド寸法を図5に示す。

60 μm ピッチ基板を使用してはんだプリコートした結果、はんだ高さ15 μm 、標準偏差2 μm 以下のプリコートが可能であった。

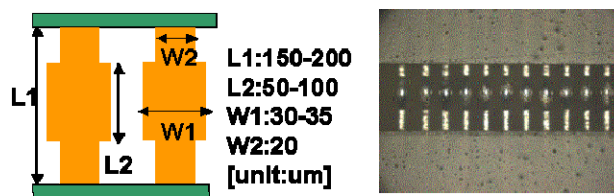


Fig.5 Recommended pad dimensions of high volume pad.

また、現在は40 μm ピッチへの適用を検討している。このような微細ピッチ基板でも良好なプリコートが可能であり、チップとの接合にも問題がないことを確認している(図6)。

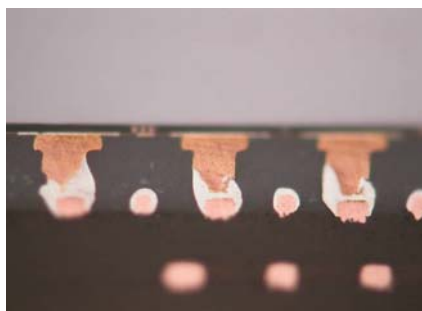


Fig.6 Cross-sectional photo of bonding.

6. まとめ

エリアレイ基板にはソルダーダムプリコート法、ペリフェラル基板には全面印刷法を使用することにより、優れた量産性を有しつつ、高さバラツキの少ないはんだプリコートが可能であった。

今後はさらなる微細化に向けてペースト材料、基板構造などもあわせて検討をしていきたい。