

半田ハンブ用厚膜レジスト

Thick Layer Resist for Solder Bumping

実装材料部 / 精密電子研究所 プロセス材料開発室

Packaging and Assembly Materials Dept. / Fine Electronic Research Laboratories, Micro Fabrication Process Materials Lab.

1 はじめに

近年の携帯電話に代表される電子機器の小型化、高性能化に伴い、パッケージの小型化、高密度化が進んでおり、これらを実現させる実装技術としてCSP(Chip Size Package)技術が実用化されている。CSP技術ではワイヤーボンディングに替わって、チップ上に数10 μ m程度の微小な金属突起(ハンブ)を形成し、これを介してプリント基板と接続するフリップチップ実装方式が採用されている。金属としては金、銅、半田等が用いられており、この中でも特に半田が広く使用されている。

半田ハンブの形成方法には、半田ペーストを用いた印刷法、半田ボールの直接搭載法などが従来用いられてい

るが、小型化に伴い200 μ m以下の狭ピッチのハンブが必要となり、これらの方法では製造できなくなってきた。これに変わる方法としてあらかじめレジストを用いてホールを形成し、このホールの中に電解メッキによりハンブを形成する方法が主流となってきている。JSRではこのメッキ法に適した高解像度のアクリルネガ型の厚膜レジストを開発し、市場で高い評価を得ている。また最近ではメッキ法以外にも、半田ペーストの直接刷り込み法、半田ボールの振り込み法等に対応したレジストの開発も行っている。図1にそれぞれの代表的なプロセスを示した。

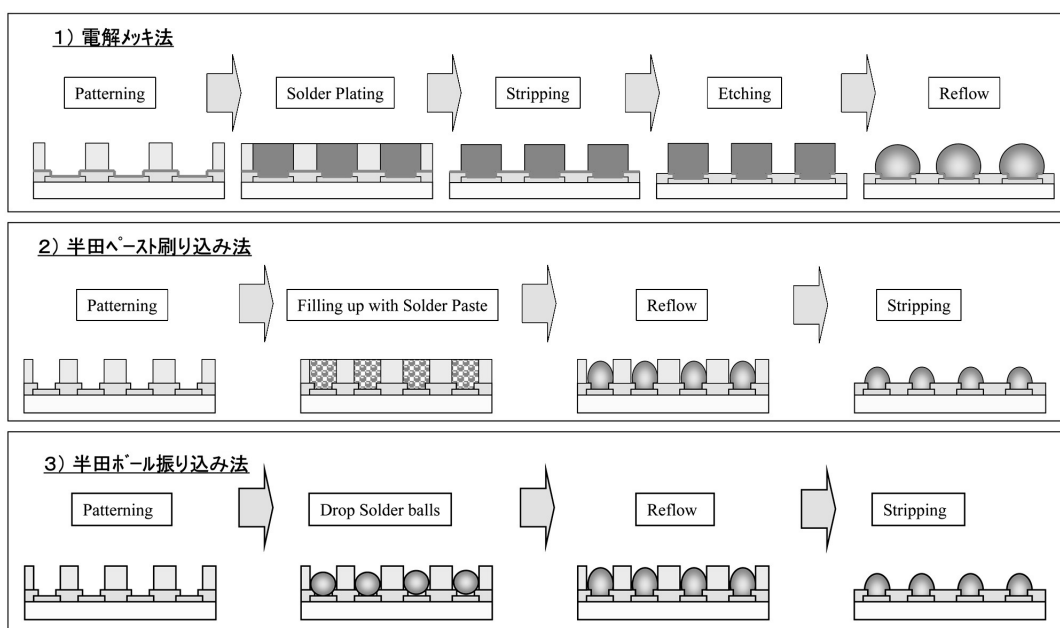


図1 厚膜レジストを用いた半田ハンブ形成方法

2 電解メッキ用レジスト

現在実用化されている半田メッキ用レジストは、NQD系ポジ型レジストとアクリル系のネガ型レジストの2種に大別される。従来は40～50 μ m程度のNQDポジ型レジストを用い、メッキをオーバーフローさせるマッシュルームバンプが主流であった。しかしながら、マッシュルームバンプでは狭ピッチ化が困難なことから、現在では70 μ m以上の高膜厚のレジストを用いるストレートバンプが主流となってきている。NQDポジ型レジストは透明性が悪く、高膜厚になると解像性、感度が著しく低くなり、更にその感光機構から、露光部でN₂ガスを発生し発泡する問題が生じるため厚膜化には限界がある。これに対してアクリルネガ型レジストは、非常に透明な設計が可能なることから、70 μ m以上の高膜厚でも、矩形にパターンニングすることが可能であり、かつ高感度化が可能である。また露光部が3次元架橋構造をとるために耐薬品性、密着性が高いためにメッキ液耐性に優れ、メッキ液の選択範囲が広い特徴を有する。

表1にポジ型とネガ型の性能比較を行った。感度、解像度、メッキ液耐性とほぼ全ての項目でネガ型の方が優れているのが分かる。ネガ型の唯一の欠点は剥離工程である。一般のネガ型レジストは、レジストが膨潤して基板より乖離し、剥離片が剥離液中に分散する“分散剥離”であり、膜厚が厚い場合やピッチが狭くなると、バンプ間に剥離残りが出易い。それに対してTHBシリーズは特殊なポリマー設計技術と専用剥離液(THB Sシリーズ)を使用することでレジストが剥離液に完全に溶解するいわゆる“溶解剥離”が可能であり、微細なパターンであっても残渣無く剥離することが出来る。この剥離残りの問題が無い点もユーザーの高い評価を得ている大きな要因である。

図2に半田バンプ用の代表グレードであるTHB 151Nの半田バンプの形成例を示した。ほぼ垂直なバンプが、全く剥離残り無く形成可能であることが分かる。図3にTHB 151Nの解像性能を示した。ほぼアスペクト比3の矩形のパターンが形成可能である。この性能を利用してハイアスペクトの銅ポスト形成にも応用されている。

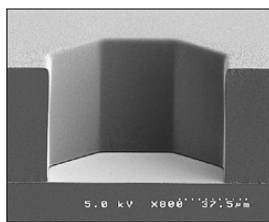
3 半田ペースト刷り込み法、ボール振り込み法

電解メッキ法は微細なバンプを確実に形成できる方法であるが、半田の場合2元ないし3元の合金であるため、メッキ液の管理が煩雑、メッキに時間を要し生産性が悪い等のコスト面の問題もある。この点を改善するために図1に示した半田ペースト刷り込み法、ボール振り込み法の2つの方法も提案されている。これらの方法は半田の種類を自由にかえられるメリットもある(メッキの場合メッキ液の交換になり非常に煩雑、もしくはメッキ液ごとにメッキ槽が必要)どちらもレジストを隔壁として、半田をリフローさせる方法である。この隔壁がないと狭ピッチパターンにおいて、隣接する半田バンプ同士がリフロー時に繋がってしまう問題が発生する。

ペースト刷り込み法は、径10 μ m程度の微小な半田微粒子をフラックスに練り込んだペーストを、レジストの開口部に刷り込み、その後リフロー工程と呼ばれる250～260℃の高温炉を通して、半田を溶融・融着させ半田ボールを形成する方法である。このため、ペーストの刷り込みに耐えるレジスト膜の強度、高温時に溶融しない耐熱性が必要である。さらに最大の課題が最後のレジストの剥離工程である。高温下に曝されるためレジストが熱架橋反応を起こし、剥離が非常に困難となる。実際、このプロセスは市

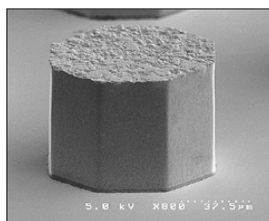
表1 厚膜レジスト ポジ型ネガ型の性能比較

Process		NEGA-Type THB-151N	POSI-Type THB-611P	Remarks Column
Film Thickness		>100 μ m	< 60 μ m	NEGA > POSI
Soft Baking		110~130C, 5~10min	120C, 10~15 min	NEGA > POSI
Exposure	Hold Time	Unnecessary	More Than 15min	NEGA > POSI
	Energy	1000 mJ/cm ²	3000~4000 mJ/cm ²	NEGA > POSI
	Dose Margin	Wide	Narrow	NEGA > POSI
Development	Time	2~3 min	8~10 min	NEGA > POSI
	Developer	Wide Used One (2.38%TMAHaq)	Wide Used One (2.38%TMAHaq)	Both are good
Plating		Excellent	Good	NEGA > POSI
Stripping		Special grade and process	General solvent and process	POSI > NEGA

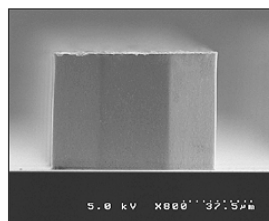


(x800)

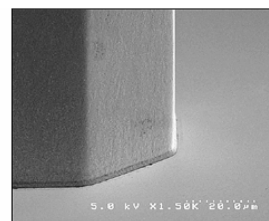
<Patterning Condition>
 Coating thickness / Substrate:70 μ m / Cu sputtered wafer
 Pattern size:100 μ m octagonal pattern
 Exposure:1000mJ/cm², SPECTRUM 3 (g,h,i Line; ULTRATECH)



(x800)



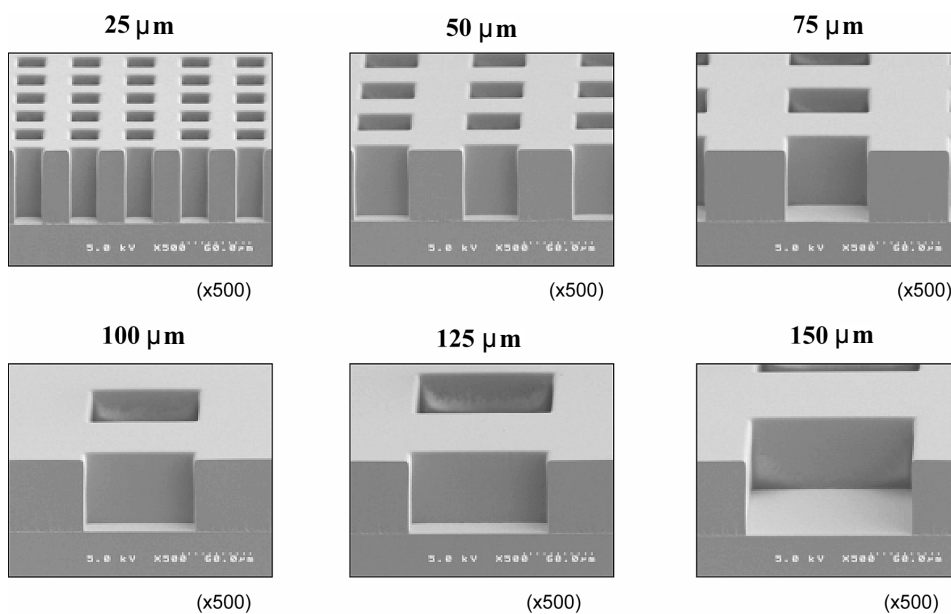
(x800)



(x1500)

<Plating Condition>
 Pre-treatment:Surfactant aq. Dipping, r.t. 5min
 Plating solution:ISHIHARA CHEMICAL, Tin Bright AS
 Current density:7.0mA, Plating time:70min

図2 THB 151Nを用いた半田ハンブの形成



Coating thickness / Substrate:70 μ m/ sputtered Cu wafer, Exposure:1,000mJ/cm², SPECTRUM 3 (g,h,i Line;ULTRATECH) Development :PD523

図3 THB 151Nの解像性能

販のドライフィルムで検討されていたが、結局剥離ができずに実用化に至らなかった。剥離性良好なTHBシリーズを使用することで、初めてこのプロセスの実用化が可能になった。図4に150 μ mピッチの半田ハンブをこの方法で形成した例を示した。90 μ m以上の高さの半田ハンブが欠落無く形成されている。またレジストの剥離も問題なく、全く剥離残渣が見られない。図5にレジストの開口径、膜厚を変えた場合の半田ハンブの高さの結果を示した。ハンブ

の高さは、開口部の容積に相関しており、ハンブの高さ制御が可能であることがわかる。

半田ボール振り込み法はペーストの代わりに一定の大きさのボールを直接、1ホールに1個ずつ振り込む方法である。この方法は粒子径の揃ったボールを使用するため、出来上がりの半田ハンブの高さ均一性が高いことが特徴である。プロセスを図1に示したが、ペースト法と同様にリフロー後のレジスト剥離が最大の課題である。本方法も、

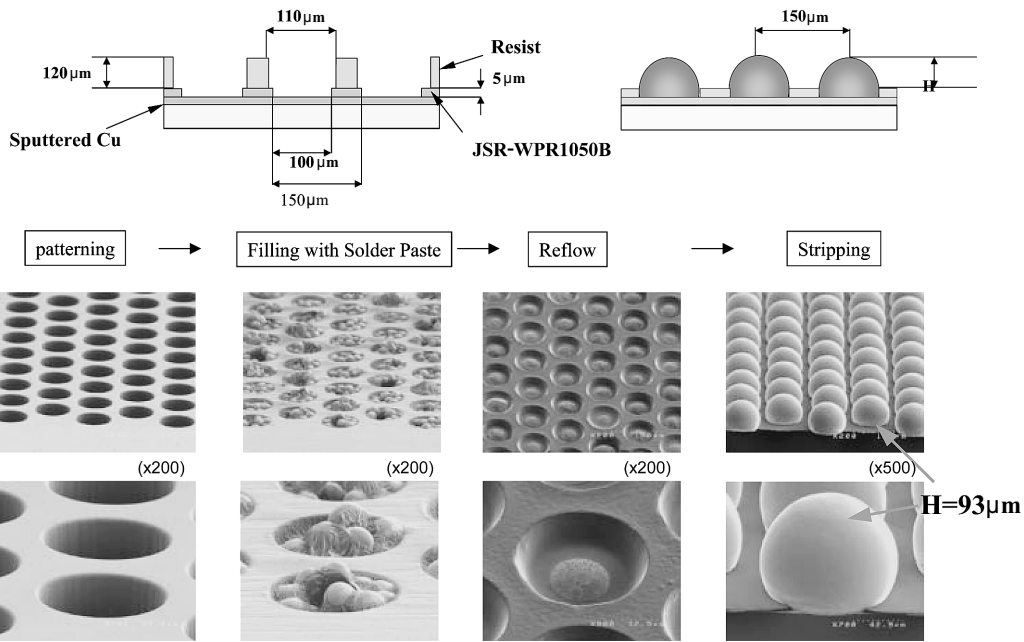


図4 半田ペースト刷込み法

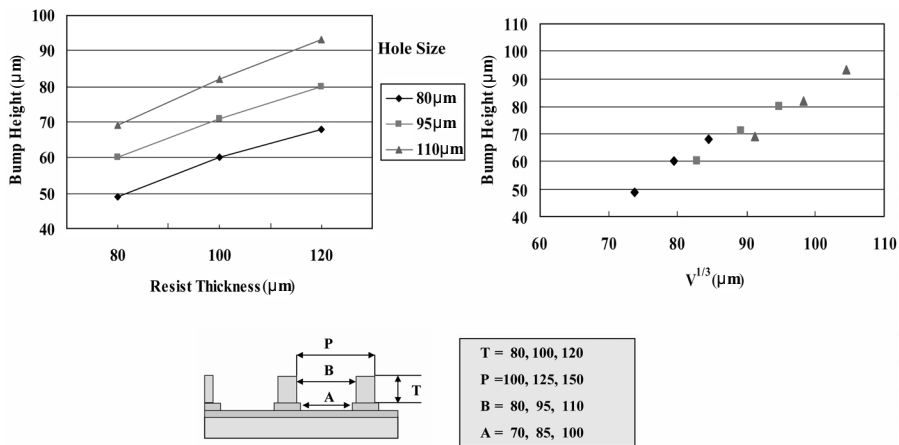


図5 半田ペースト刷込み法 -レジスト膜厚とハンパ高さの関係-

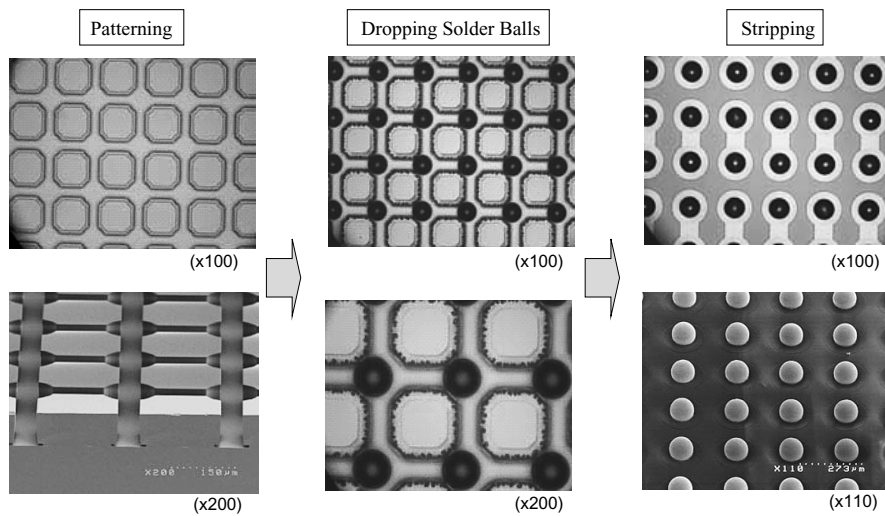


図6 半田ボール振り込み法

剥離性に優れたTHBシリーズを使用することで、初めて実用化が可能になった。図6に各工程の写真を示した。レジストの開口部に1個ずつ半田ボールが入っているのが観察できる。出来上がりはペーストの刷り込み法と同等のバンプが形成できている。

おわりに

今後ますます、半田バンプの需要は増すものと予想されており、目的に応じて電解メッキ法、ペースト刷り込み法、ボール振り込み法のいずれの方法にも対応できるTHBシリーズは今後のパッケージの小型化、高集積化に貢献できるものと期待される。

(文責：精密電子研究所 プロセス材料開発室
岩永伸一郎)