

インクジェット印刷方式による2色めっき技術

真名子隆弘*・丸尾 聡*・海部昌治**・石川 伸**・山田貴義**・横岡道夫**

*長府製造所・銅板研究室 **リードミック機

Selective Silver and Solder Plating using an Ink Jet Printing System

Takahiro Manako・Satoshi Maruo・Masaharu Kaifu・Shin Ishikawa・Takayoshi Yamada・Michio Yokooka

Selective silver and solder plating is an important pre-plating method for semiconductor leadframes. An ink jet printing system was successfully used to resist mask the leadframe for selective plating. A BTA aqueous solution was developed (as a new peeling solvent) to replace the conventionally used organochloride solvent which is highly toxic.

まえがき = 半導体用リードフレームの多くは、半導体素子を搭載するパッド部分にAgめっき、はんだ付けする外部リード部分にはんだめっきを施している¹⁾。これらのめっきは、通常次の工程で施されている。

素材 スタンピング Ag スポットめっき アッセンブリ (半導体素子接合, ワイヤボンディング, モールドイング) 外装はんだめっき カットフォーミング
素材 スタンピング Ag スポットめっき 部分はんだめっき アッセンブリ カットフォーミング

後者のめっき方法は、アッセンブリ前にAgとはんだの色調の異なる2種類のめっきがおこなわれていることから2色めっきと呼ばれ、アッセンブリメーカーの工程管理が簡略で、モールド内へのめっき液の浸透などの問題がない信頼性の高い方法であり、今後増加が予測される方式である。

2色めっき工程の中で、部分はんだめっきはAgめっき部をマスキングしてめっきをおこなう。マスキング技術は重要な要素技術の一つであり、以下の方法が実用化されている。

- (i) マスクゴムなどで機械的にマスキングする方法：
部分はんだめっきの一般的な方法であるが、大がかりなめっき装置が必要である。
- (ii) レジストによるマスキング方法：
所定のエリアにスクリーン印刷方式にてレジストを塗布する方法であるが、塗布スピードがきわめて遅く生産性が低い。また、塩素系有機溶剤をレジスト剥離に使用せざるをえない欠点がある。

これらの従来の問題点を解決する方法として、インクジェット印刷方式を応用し、いかなるマスク板ももちいることなくコンピュータ制御により直接Agめっき部にレジストを高速で塗布する技術、および、有機溶剤をもちいないレジスト剥離技術の特徴とする2色めっき方法を開発・実用化した。

1. インクジェット方式によるレジスト塗布技術の開発²⁾

1.1 インクジェット印刷方式の原理³⁾⁴⁾

本技術でもちいたインクジェット印刷の原理を第1

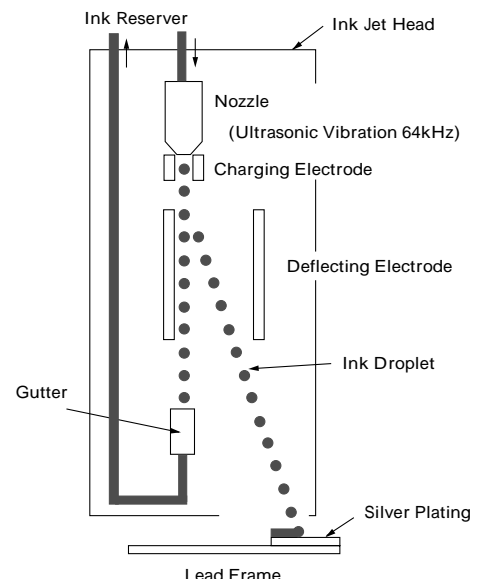
図に示す。インクリザーバからのインクは、ノズル部分で超音波振動によりインク粒となり、帯電電極で塗布する位置に対応した電荷が与えられ、偏向電極で噴出方向へ偏向される。このときの角度は帯電量と偏向電極の電圧で制御され、所定の位置(幅方向)にインク粒を塗布する。塗布されないインク粒は帯電されず、ガータに入り、リザーバへ戻し再使用される。

また、第2図にインクジェット印刷方式によるレジスト塗布の模式図を示す。レジスト塗布の進行方向(長手方向)の位置制御は、フレームのキャリアホールを検出する光センサと、フープの進行距離を計測するエンコーダでおこなう。

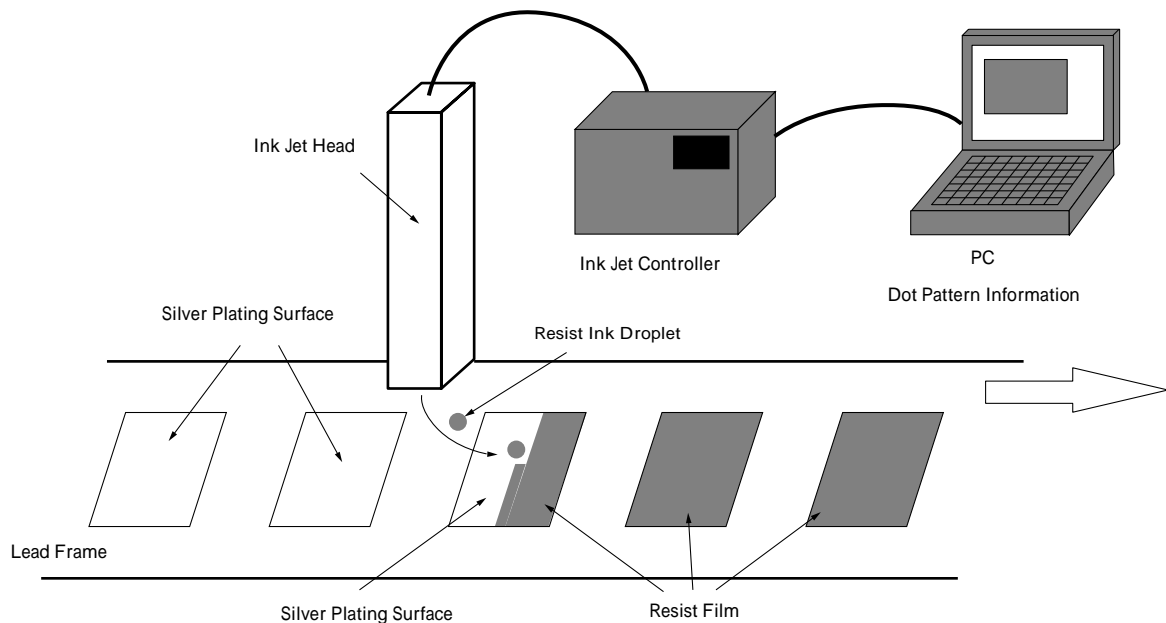
塗布パターンは、品種ごとにパソコン上で作成し、インクジェット制御装置へデータを転送するので簡単にマスク形状を変更することが可能であり、品種を変更する際の段取替え作業を大幅に短縮することができる。

1.2 レジストインクの選定

インクジェットプリンタで通常もちいられるインクはケトン類を溶剤とする速乾性インクであるが、耐薬品性



第1図 インクジェット印刷の原理
Fig. 1 Schematic figure of ink jet print head



第2図 インクジェット印刷によるレジスト塗布の模式図
Fig. 2 Schematic model of resist coating by ink jet printer

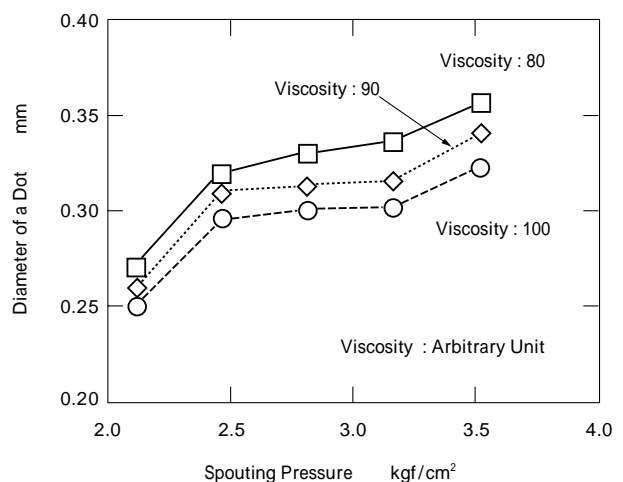
第1表 UV硬化インクの特徴比較
Table 1 Characteristics of UV inks

UV Ink	Cure Rate	Chemical Resistance	Viscosity
Acrylic System			
Epoxy Acrylate System			×
Urethane Acrylate System			×

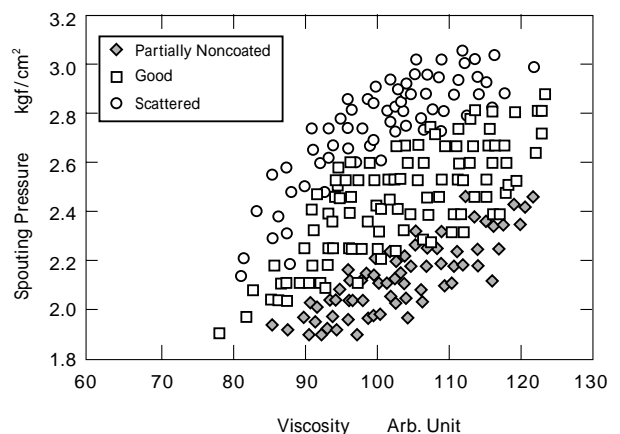
に劣り、隠蔽力も非常に弱い。UV硬化型レジストは耐薬品性に優れていることから、UV硬化インクの適用を検討した。インクジェット方式では、微小なインク粒を形成する必要があるためインクは粘性が低い必要がある。また、ライン速度を速くするために、硬化速度も速くしなければならない。これらの条件を満たすUVインクとしては、第1表に示すようにアクリル系高速硬化型UVインクが適している。

1.3 エリア精度の確保

マスキングは、Agめっき部分にのみ塗布することが必要であり、Ag面以外への塗布、インク飛散、およびAg面の未塗布部があってはならない。塗布条件として、インクの粘度、インク噴出圧力、ドット間隔の三要素を最適に組み合わせることが必要となる。インク噴出圧力とドット径の関係を第3図に示す。また、インク粘度、噴出圧力と塗布状態の関係を第4図に示す。インク粘度が低く、噴出圧力が高い場合、ドット径が大きくなり、ドットの重なりが多くなることで、インクが飛散し、Ag面以外へ塗布される。ドット径が小さく重なりが少ないと、レジスト皮膜の未塗布部が発生する。インク粘度、インク噴出圧力、ドット間隔を制御することで、Ag面以外への付着がなく、インク飛散、インク未塗布部も生じないレジスト塗布技術を確立した。



第3図 インク噴出圧力とドット径の関係
Fig. 3 Relation between spouting pressure and diameter of a dot



第4図 塗布条件(粘度、圧力)と皮膜状態の関係
Fig. 4 Relation between application conditions (viscosity and spouting pressure) and the quality of film

1.4 めっきプロセスの確立

部分めっきの工程は、レジスト塗布リードフレーム脱脂 酸活性 めっき レジスト剥離 検査であり、インクジェット装置に使用できる低粘度、高速硬化UVインクはアルカリ性に弱く、アルカリ脱脂処理で問題が発

生した。前処理液の種類・条件と皮膜への浸透力を調査・検討した結果、ある種の酸性脱脂液を使用することで、部分めっきが可能となった。

2. レジスト剥離技術の開発

2.1 レジスト剥離の技術要件および剥離剤の検討

従来のレジスト皮膜は、ジクロロメタンなどの塩素系有機溶剤をもちいて剥離しているが⁽⁶⁾⁻⁷⁾、近年の環境規制の強化により、フロンや、塩素系有機溶剤の削減あるいは撤廃が求められ、非有機溶剤系剥離液の開発が不可欠である。

レジスト剥離の技術要件として、以下に示す条件を開発目標とした。

- (1) 地球環境保全に適應する非有機溶剤であること。
- (2) 特殊な廃水処理を必要としないこと。
- (3) 化学的に安定であり、浴寿命の長いこと。

レジスト剥離方法としては、
 レジストを溶解除去する、
 レジストを膨潤(皮膜中に分子を取込み膨張する)させて剥離する、
 機械的に剥離する、
 などが考えられた。

まず、のレジストを溶解させる方法では、剥離液中に溶出した皮膜成分によるフープの汚染、表面特性の維持が困難など問題がある。

の超音波などによる機械的剥離では均一に剥離することは困難であり、キャピテーションによる表面損傷も問題になる。

そこで、剥離液の汚染が少なく剥離されたレジスト皮膜が容易に系外へ除去できるの膨潤剥離が最適と判断し、検討をおこなった。

膨潤剥離法は、レジスト皮膜を膨潤させ、皮膜に内部応力を発生させることにより密着性が低下することによって剥離する。レジスト皮膜中に効果的に浸透し、かつ

水溶性の物質として考えられるものは、樹脂に浸透できる疎水基と水溶性を持たせるための親水基を持ち、分子の大きさが重合した樹脂の格子間を通る程度である物質が候補となる。フェノール、安息香酸ナトリウム、ベンゾトリアゾール(BTA)、ラウリル硫酸ナトリウムなどを検討した。膨潤能力、毒性、コストなどを比較・検討した結果、膨潤能力が高く、工業的に実績があり、低コストのBTAを選択した。

2.2 BTA水溶液のレジスト剥離実用化への問題点および解決手段

BTAを剥離液として連続使用すると、Ag面のはんだ濡れ性の低下が生じた。劣化液で剥離した後のAg面のAES分析結果を第5図に示す。表面からN, C, S, Agが検出された。BTA(N, C)と剥離液中に溶出したレジスト成分(S, C)の化合物が表面に吸着されることでAg面のはんだ濡れ性が低下することが明らかとなった。剥離液中へのレジスト成分の溶出を抑止する、もしくは、剥離液中に溶出した成分を表面に吸着しにくい状態にすることで、はんだ濡れ性の確保が可能と考え、種々の添加剤について検討をおこなった。

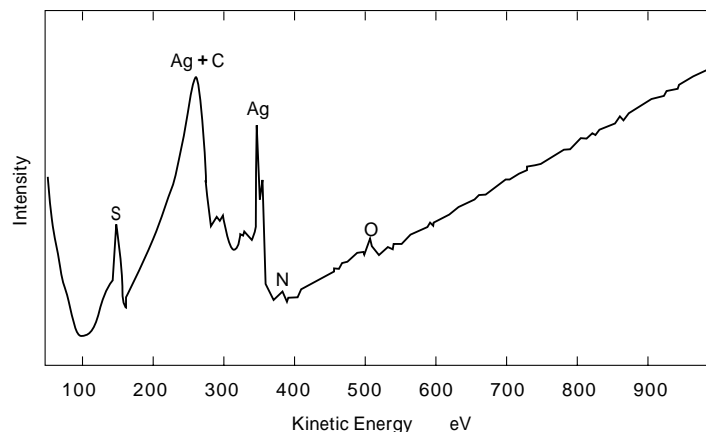
その結果、リン酸塩の添加により、剥離液中へのレジスト成分の溶出が抑制されることがわかった。第6図に剥離液中に溶出した成分のFT-IRスペクトルを示す。ただし、スペクトルは、レジストを溶出させた液のスペクトルからレジストを溶出させる前の液のスペクトルの差をとったものである。

BTA溶液の場合、レジストの主成分であるアクリル酸エステル中の炭素酸素の二重結合に起因すると考えられるピークが観察されるが、りん酸塩を添加するとそのピークは観察されず、りん酸塩に起因すると考えられるピークが見られた。

また、第2表にそれぞれのレジスト剥離液について、処理量とはんだ濡れ性の関係を示す。BTAにりん酸塩を添加することではんだ濡れ性の低下が防止でき、液寿

第2表 はんだ濡れ性試験結果
 Table 2 Result of solderability tests

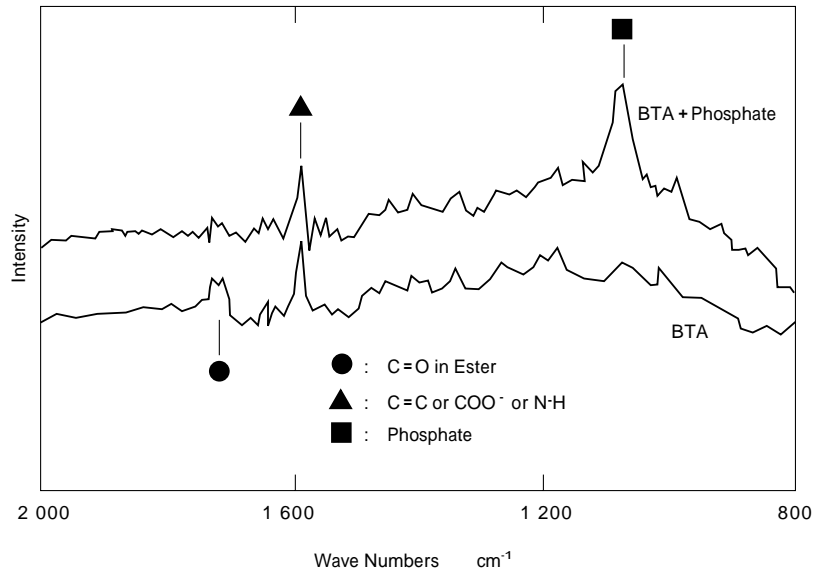
Processed Quantity	F/L	BTA			BTA + Phosphate		
		0	1 000	3 000	0	1 000	3 000
Wetted Area	%	99	95	75	99	99	99
Zero Cross Time	s	0.5	0.7	1.5	0.5	0.5	0.5



第5図 劣化液で処理したAg面のAES分析結果
 Fig. 5 AES spectrum of silver plating surface treated in deteriorated solution

第6図 剥離液中に溶出した成分のFT-IRスペクトル

Fig. 6 FT-IR spectra of dissolved matter into peel off agents



第3表 スクリーン印刷方式とインクジェット印刷方式の比較

Table 3 Comparison of ink jet printing system with screen printing system

	Screen Printing System	Ink Jet Printing System
Line Speed	2~4 m/min	10~15 m/min
Arrangement Time	30 min	1 min
Flatness Requirement	Only Flat Surface Allowed	Not Required
Peeling Agent	Organic Solvent	BTA Solution

命を飛躍的に延長することができた。

3. 工業上の成果

インクジェット方式による塗布技術の開発により、マスク板が不要、生産性向上、平面形状以外の製品（例えば、ダウンセットリードフレーム）にも対応、非溶剤系の水溶液によるレジスト剥離液をもちいることが可能となった。インクジェット方式と従来のスクリーン印刷方式の比較を第3表に示す。インクジェット方式とすることで2色めっき処理トータルでの生産性を約80%向上することができた。

むすび=本技術のインクジェット印刷方式による半導体リードフレーム用2色めっき技術は、いかなるマスク板

も使用することなしに高速で任意の形状のマスクングをすることが可能となった。また、レジスト剥離に非有機溶剤系の水溶液をもちいることにより、環境への負荷を小さくすることができた。これらのことから、半導体製品の生産性、信頼性向上につながる2色めっきリードフレームの拡大に大きく寄与できると考える。

参考文献

- 1) 副田益光：R&D 神戸製鋼技報，Vol.43，No.3（1993），p.63.
- 2) 公開特許：平9-87887
- 3) M. Heys et al.：JOCCA，Vol.70（1987），p.15.
- 4) R. J. Sweet：US Patent 3596275
- 5) 特許登録：1710169
- 6) 公開特許：平3-142821
- 7) 特許登録：1638924