

技術報告

Fan-Out Package用途向け仮接着剤 VPAシリーズ

VPA series, Temporary Adhesive for Fan-Out Package

山田 浩之*
Hiroyuki YAMADA

内田 一幸
Kazuyuki UCHIDA

高野 正臣
Masaomi TAKANO

抄 録

Fan-Out Package の製造工程は、コスト低減を目的とした大面積一括成型方式へシフトしている。その中で、大面積化されたサポート基板に均一に塗布でき、且つ低応力で剥離可能なレーザーリフトオフに適した仮接着剤が求められている。この仮接着剤には、成膜性・レーザー照射時の剥離性のほか、チップを貼り合わせする際の位置精度、その後のモールド工程での加熱、加圧に耐える接着性が求められる。これら要求に対応した Fan-Out Package 用途向け仮接着剤 VPA シリーズを紹介する。

Abstract

Temporary adhesives for the laser lift-off process are beginning to be used in the large sized Fan-Out Package. This adhesive requires laser lift-off properties, positional accuracy when bonding the chip, and adhesion strength that can withstand the heat and pressure applied during the subsequent molding process. We produced the VPA series corresponding to these requirements.

1. 緒 言

近年、スマートフォンやウェアラブルデバイスをはじめとする電子機器は薄く、軽量化されるとともに、データ処理能力や速度、グラフィックス性能などの高性能化への要求が高まっている。Fan-Out Package は、チップに直接配線を行うため小型化、高密度化が可能な半導体パッケージ技術であり、製造コストも抑えて高性能化できることから、モバイルデバイスや高密度 IC のパッケージングに広く採用されている¹⁾。

Fan-Out Package は、仮接着層を介してサポート基板にエポキシモールド層や再配線層 (Redistribution layer : RDL) を形成し、その後サポート基板を剥離した後、個片化して製造される。

FO-WLP (Fan-out wafer level package) は 2008 年頃に 8 インチウエハサイズで製造されていたが、コスト低減を目的に、現在では 12 インチウエハサイズが主流となっている。また、大面積一括成型に沿った更なるコストダウンを目的に大型基板を使用した PLP (Panel level package) の開発が各社で行われている²⁾。

大面積化に伴い、主流である仮接着用粘着シートではサポート基板への均一な成膜が困難となるほか、機械剥離 (メ

カニカル方式) 時の応力による割れのリスクが大きく、適用が難しい。そのため、コーターで均一に塗布可能で、且つ低応力で剥離可能なレーザーリフトオフに適したワニスタタイプの仮接着剤が検討されている。

Fan-Out Package の製造方法は図 1 のように、最初に仮接着剤 (Temporary adhesive) 上へチップを配置した後モールドと RDL 形成を行う Chip-1st 方式と、仮接着剤上に直接 RDL を形成した後にチップを接続する RDL-1st 方式に大別される。例えば Chip-1st の剥離方式に使用される仮接着剤にはレーザー照射時の剥離性はもとより、チップを貼

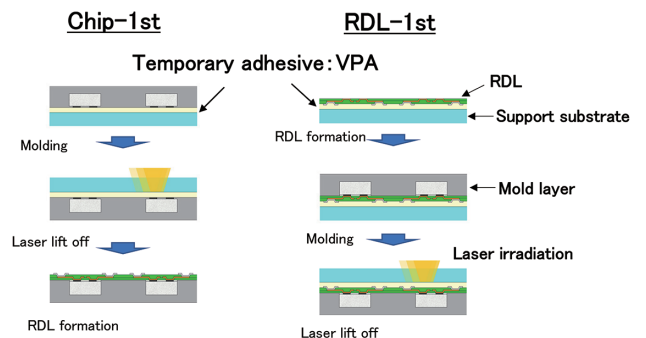


図 1 Fan-Out Package の製造工程
Fan-Out Package process

* 日鉄ケミカル&マテリアル(株) 総合研究所 光学・ディスプレイ材料センター 研究員 千葉県木更津市新港 15-7 〒292-0836

り合わせする際の位置精度、その後のモールド工程での加熱、加圧に耐える接着性が求められる。更に、分離したパネル基板にはレーザー照射で変質した仮接着剤の残渣が存在するため、この除去方法についても最適化する必要がある。

日鉄ケミカル&マテリアル(株)は、このような要求に応えた仮接着剤 VPA シリーズを上市しており、Fan-Out Package 用途向けに展開している。以下にその特徴を述べる。

2. 感光性接着剤 VPA の基本性能

VPA (Varnish Photosensitivity Adhesion) は UV 吸収性の極めて高い独自開発の芳香族ポリマーを適用しており、レーザー光を吸収してアブレーションしやすい(表1)。また、反応性基を持ち、熱硬化反応により架橋するため、サポート基板やパネル基板との高い接着性を示す。そのため、ワニスタップで主流となっている UV 吸収と接着を機能分離させた 2 層タイプと比較して優れたハンドリング性を発揮する。熱硬化膜は PGMEA (プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート) やアセトンなど一般的な溶剤には難溶性である一方、レーザー剥離後は専用の薬液にてパネル基板から容易に溶解除去できる特徴も有する。

3. 実装性

Chip-1st プロセスにおいては、パネルの大型化や、異種デバイスの混載に対応するため、高速且つ、高精度にサポー

トガラスへチップ実装することが要求される。

VPA 付きのサポートガラス上に実装したチップの位置精度の結果を図2に示す。フリップチップボンダーを使用して、2mm □のチップを 100 μ m 間隔で並列に実装した(図2(a))。

何れもチップ間隔は狙い通り 100 μ m 間隔で実装できている(図2(b))。また、サポート基板側からチップ裏面を観察すると、パッド部分にはボイドなどの接着不良はなく、全面が接着していることを確認した(図2(c))。

チップ実装された基板は、封止樹脂によりモールドされるが、この工程では封止樹脂の流動性を高めるため、高温、高圧下で成型される³⁾。特に高密度に複数チップを混載する場合には、チップ間の狭小部分まで封止樹脂を充填させる必要があり、より過酷な条件下で成型されることになる。このため、仮接着剤は高温、高圧化において剥離、ズレ等の不良が発生しない高い接着強度が求められる。

温度と接着強度の関係について、ダイシェア試験機にて評価した。VPA と 2mm □チップを貼り合わせた試験片を作成し、23℃から 210℃まで加熱した時の接着強度を図3に示す。基板の加熱温度はモールド成型時の温度(210℃)を想定した。この結果、VPA は 210℃でも 20MPa 以上の接着強度を維持しており、高温・高圧でのモールド工程に十分な耐性を有していることがわかる。

4. レーザー剥離性

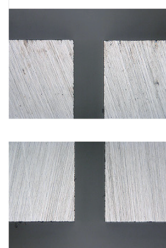
前述の通り、VPA はチップと高い接着性を有するが、同

表1 VPA シリーズの種類
Process wavelength type and designation of VPA series

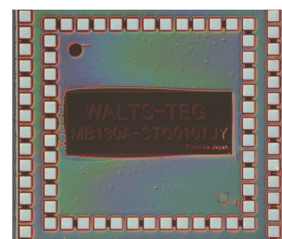
	VPA	
	308 nm Type	355 nm Type
Tensile strength	77 MPa	46 MPa
Elastic modulus	2.9 GPa	3.3 GPa
Elongation	4%	2%
Thermal decomposition temperature (5% weight loss under N ₂)	>340°C	>340°C
Glass transition temperature	200°C	120°C
CTE (TMA)	75 ppm/°C	85 ppm/°C



(a) Chip mounting image
Mounted in parallel at 100 μ m intervals



(b) Chip top and bottom spacing image
Enlarged view



(c) Image of VPA and chip backside installation
Enlarged view from the glass side

図2 VPA 付きサポートガラス上に 2mm □チップを装着した画像
2 mm □ chip mounted on support glass with VPA

時に安定したレーザーアブレーション性能を併せ持つ。

5inchΦのガラスにVPAを成膜し、同面積のシリコンウエハを貼り合わせ、3層構造の試験片を作成した後、レーザーをサポート基板側から照射して剥離性を評価した(図4)。308nmおよび355nmのレーザー波長に対応した材料をラインアップしており、308nmでは200mJ/cm²で、355nmでは320mJ/cm²のエネルギー密度でそれぞれレーザー照射した結果、何れも熱や力を加えることなくガラス基板をスムーズに剥離することができた(表2)。VPAの高感度なアブレーションによって高スループットでの剥離が可能であることが示唆された。

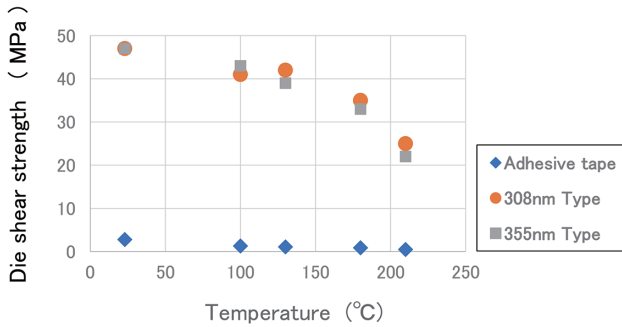


図3 VPA 付きサポートガラス上に装着した2mm□チップのシア強度

Shear strength of 2 mm □ chip mounted on support glass with VPA

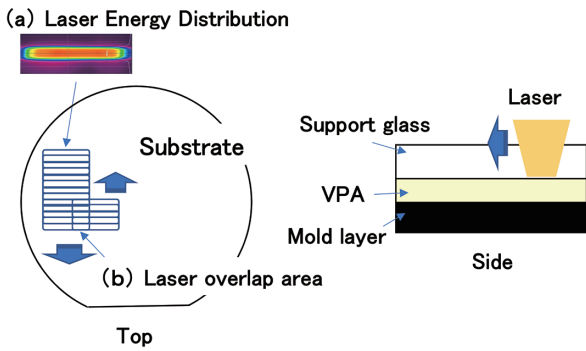


図4 レーザーの照射図
Laser beam irradiation diagram

5. 残渣除去性

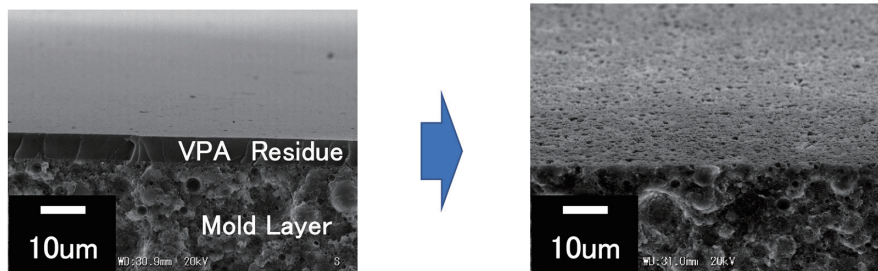
レーザーは照射面積にムラがあるため、外周部のエネルギー密度が低下する。このためガラスからモールド後の基板を確実に剥離するために、照射面積の長軸側、短軸側の端部をそれぞれオーバーラップさせて照射する(図4)。オーバーラップ部分はレーザーが繰り返し照射されることになり、レーザー照射時の熱によりこの部分の残渣は除去することが困難になる傾向にあるが、残渣除去工程では、モールド層へのダメージを抑えるために、オーバーラップ部と非オーバーラップ部を均一に除去することが求められる。

残渣の除去方法としては、薬液によるウエットエッチングやプラズマ処理によるドライエッチングがある。ウエットエッチングに使用する薬液は残渣そのものを溶解して除去するタイプや、残渣に浸透、膨潤させて剥離するタイプなどがあり、残渣の性質によって使い分けている。一方でドライエッチングは、仮接着剤の残渣が最も効率的に除去できるようにガスの種類や混合比、密度を最適化する必要がある。

VPA 残渣を除去するにあたり、レーザー剥離後のパネル基板裏面をマスキングテープで保護した後、専用の薬液に8分浸漬することでオーバーラップ部分を含む残渣を除去することができた(図5)。また5分間真空プラズマ処理し

表2 レーザー剥離結果
Laser lift-off results

Laser wavelength	Irradiation energy	Laser release	Optical micrograph VPA residue on Si wafer
308nm	220mJ/cm ²	OK	
355nm	320mJ/cm ²	OK	



(a) Before removing residue

(b) After removing residue

図5 レーザー剥離後のパネル基板断面画像拡大図
Cross section of panel substrate after laser lift-off process

た後、薬液に1分間浸漬することで、マスキングテープを使用しなくてもモールド樹脂層にダメージを与えることなく、VPA 残渣のみを除去することができた。

6. まとめ

VPA は Fan-Out Package 用途向け仮接着剤として、サポート基板やチップに対して高い接着性を示し、モールド工程の高温高圧下でも十分な耐性を有している。またチップ実装性においても精度良く、高密度に実装可能である。レーザー剥離は 308nm, 355nm それぞれの波長領域に対してラインアップがあり、何れも高スループットで剥離可能である。またレーザー剥離後に発生する残渣は専用の薬液にて除去できる。

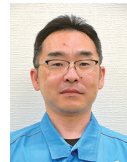
Fan-Out Package 製造プロセスにおいて、大面積一括成型による生産性向上、低コスト化の要求はますます高まることが予想される。今後も開発・改善を続け、顧客のニーズに応じていきたい。

参考文献

- 1) 高橋健司：半導体後工程のこれまでとこれから。大阪，2023-6，産業技術総合研究所
- 2) エレクトロニクス実装学会誌. 23 (6), 501 (2020)
- 3) 小林治文：IoT時代のパッケージ技術（鍵を握る WL-CSP, FO-WLP, TSV 技術）。東京，2018-3，エレクトロニクス実装学会



山田浩之 Hiroyuki YAMADA
日鉄ケミカル&マテリアル(株)
総合研究所 光学・ディスプレイ材料センター
研究員
千葉県木更津市新港15-7 〒292-0836



高野正臣 Masaomi TAKANO
日鉄ケミカル&マテリアル(株)
総合研究所 光学・ディスプレイ材料センター
グループリーダー



内田一幸 Kazuyuki UCHIDA
日鉄ケミカル&マテリアル(株)
総合研究所 光学・ディスプレイ材料センター
研究員 博士(理学)