

フラットパッケージ実装用接着剤

はじめに

ICやLSIなどの半導体製品を使用したエレクトロニクス機器に対し、民生用、産業用を問わず常に小型軽量化、高機能化が要求されています。例えば、パーソナルコンピュータ、ビデオデッキやビデオカメラ、携帯電話、オーディオコンポやラジカセなどの音響機器、自動車用電装機器などの電子機器は、同じ機能ならより小さく軽く、また同じ大きさならより多機能になってきています。

この「軽薄短小」化の流れは、これらエレクトロニクス機器に搭載せれるLSIパッケージに対しても同じように小型化を要求しています。そこでLSIパッケージは、ピン挿入型（DIP、デュアルインラインパッケージ）から基盤面に取り付け可能な表面実装型（フラットパッケージ）へと移行し、さらに端子の狭ピッチ化によって小型化が進められてきました。

本稿では、フラットパッケージの種類と、それらフラットパッケージを基盤に固定あるいは接続するために開発された弊社フラットパッケージ実装用接着剤について紹介します。

目 次

はじめに

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1. フラットパッケージの種類と接続技術 | 2 |
| 2. フラットパッケージ仮固定用瞬間接着剤・硬化促進剤 | 3 |
| 3. BGA、CSP用接着剤 | 6 |
| 4. フリップチップ実装用接着剤 | 7 |

1. フラットパッケージの種類と接続技術^{1,2)}

LSIパッケージは、金属製リードフレームにLSIチップを搭載し、これをエポキシ樹脂やセラミックでモールドしたパッケージで、価格の点で安価なエポキシ樹脂系のプラスチックパッケージが主流となっています。図1-1にフラットパッケージの内部の様子を示します。

パッケージは、ピン挿入型のDIPから表面実装型のSOPやQFP、さらに薄型のTSOPやTQFPといったフラットパッケージへと移行してきました。

更なる多ピン化のために、リードの代わりにバンブと呼ばれるボール状のハンダを使用する接続技術が開発され、BGAやCSPといったフラットパッケージの接続に使用されています。図1-2にこれら

パッケージの動向を、また表1-1に各種パッケージの概要を示します。

また最近では、パッケージ（モールド）されていない裸のICチップ（ベアチップ）をそのまま実装するフリップチップ実装（ベアチップ実装）という接続方法が開発され、今後主流になるとみられています。

このようなフラットパッケージや接続方法の違いと、ICの実装サイズの比較を図1-3に示します。

以下、弊社が開発した各種フラットパッケージ固定用接着剤やフリップチップ実装用接着剤について詳しく紹介します。

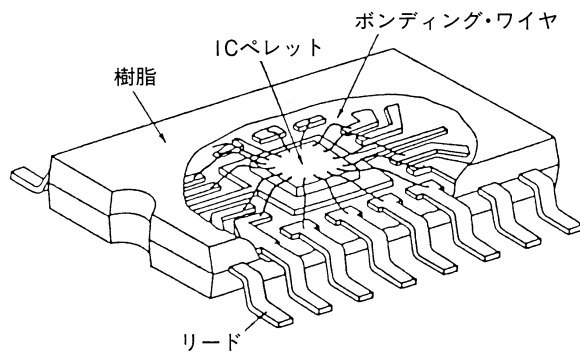


図1-1. フラットパッケージの内部構造

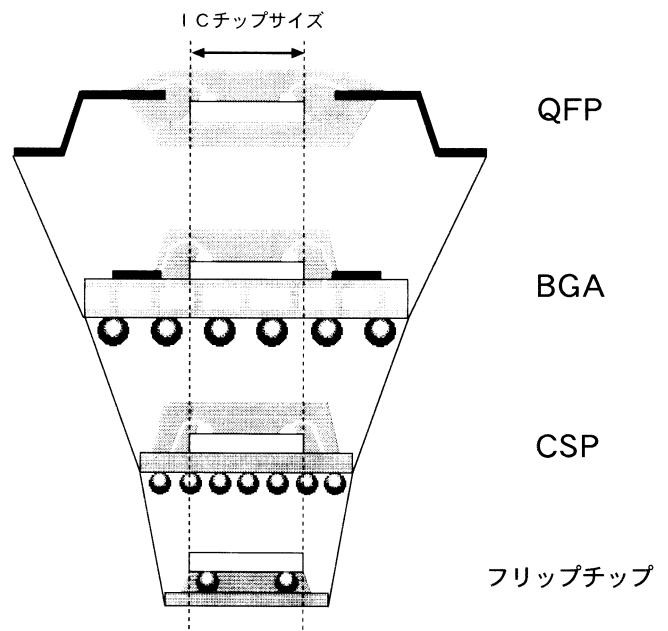


図1-3. ICの実装サイズ比較

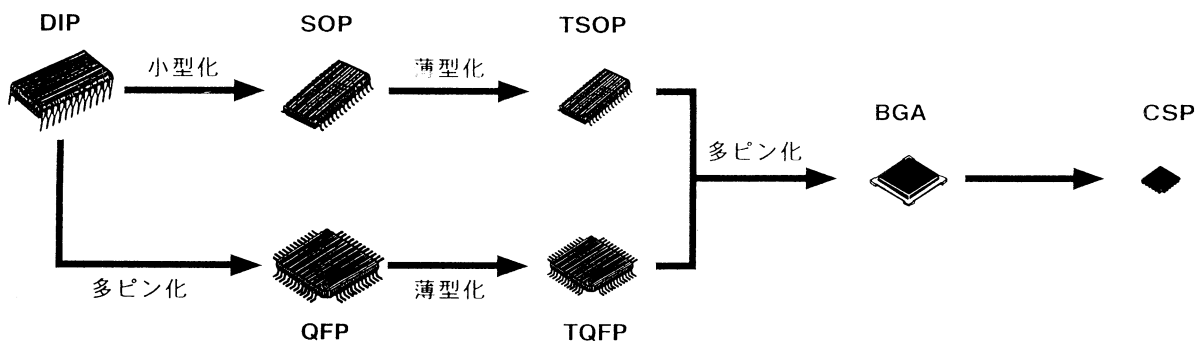
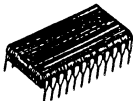


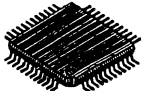




図1-2. パッケージ外形の動向

表1 - 1 . LSIパッケージの外観と特徴

パッケージ	外 観	特 徴
DIP		Dual In-line Package リードがパッケージの2側面から取り出されたパッケージ
SOP		Small Outline Package リードがパッケージの2側面から取り出され、かつガルウイング型（L字型）に成型されたパッケージ
TSOP		Thin Small Outline Package パッケージの厚さが1.0mmのSOP
QFP		Quad Flat Package リードがパッケージの4側面から取り出され、かつガルウイング型（L字型）に成型されたパッケージ
TQFP		Thin Quad Flat Package パッケージの厚さが1.0mmのQFP
BGA		Ball Grid Array bumps（ボール状のハンダ）がパッケージ上面または下面に格子状に存在するパッケージ
CSP		Chip Size Package / Chip Scale Package チップサイズと同等ないしは僅かに大きい、小型化そして狭ピッチ化されたBGA

2 . フラットパッケージ仮固定用

瞬間接着剤・硬化促進剤

SOPやQFPなどのフラットパッケージは、オーディオコンポ、ラジカセ、カーオーディオなどの音響機器、電子レンジ、電磁調理器、電子ジャーなどの調理機器、ビデオデッキなどの両面プリント基板に多用されています。

これらフラットパッケージは、ハンダディップ工程でのハンダ付けの間、脱落や位置ずれをおこさないように基盤にしっかりと固定しておくことが必要です。

ThreeBond1738、1739は、フラットパッケージの仮固定を目的に開発された瞬間接着剤です。

又、ThreeBond1796B、1796E、1796Gは、接着剤の硬化を速めるための硬化促進剤です。

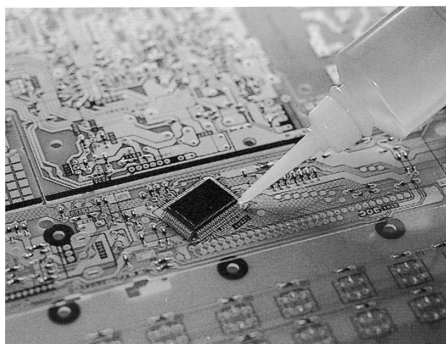
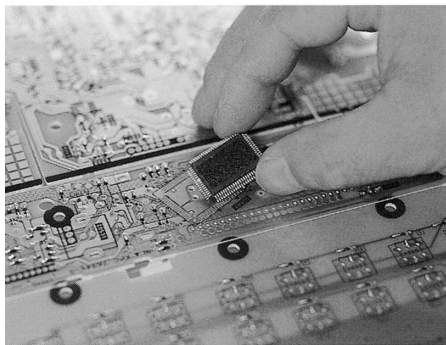
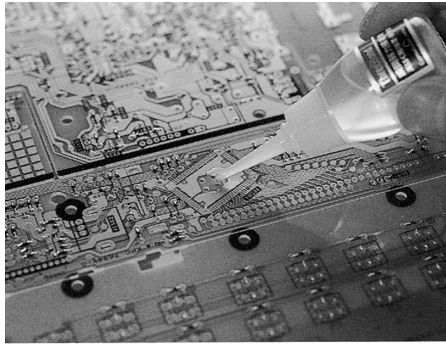
従来は、ゴム系接着剤や両面テープ、エポキシ系接着剤を使用していましたが、ゴム系接着剤は耐熱性が低く、ハンダディップ工程での脱落や位置ずれといった不良が多く発生しました。両面テープは作業性が悪く、また基盤にパッケージを貼り合わせた後の位置の修正が困難でした。エポキシ系接着剤は

硬化に加熱炉を必要とし、さらに加熱中にパッケージが位置ずれを起こしたり、接着剤が流れて端子部に流れ込む不良が発生していました。また、接着剤を使わずにハンダゴテによる手作業でハンダ付けする方法もありますが、作業に熟練を要し、また端子の狭ピッチ化への対応が難しいという問題がありました。

本接着剤と硬化促進剤を使用したフラットパッケージの固定方法は信頼性が高く、数秒の硬化時間でフラットパッケージを確実に接着、固定します。作業には特別な熟練を必要とせず、工程の自動化も可能です。

2 - 1 . 使用方法

- (1) 瞬間接着剤を適量塗布します。塗布量の目安は0.01 g程度です。
- (2) フラットパッケージをセットします。
- (3) 硬化促進剤をフラットパッケージと基盤の間から塗布します。毛細管現象により硬化促進剤がフラットパッケージの接着面全体に広がり、瞬間接着剤を瞬時に硬化させます。



ハンダディップ行程へ

2-2. 性状と一般特性 (表2-1)

接着剤はジェル状で、傾斜のある作業台でも流れ落ちることがありません。また、セットタイムをやや遅め (30~40秒) に設定してありますので、貼り合わせ後の位置決めや修正が容易にできます。

2-3. 硬化速度 (図2-1)

硬化促進剤を使用することにより、フラットパッケージを2~10秒以内に固定することができます。

2-4. 絶縁抵抗耐湿性

楕形電極に塗布したThreeBond1738および1739を、ThreeBond1796Eで硬化させた硬化物の絶縁抵抗を測定した結果を表2-2に示します。

印加電圧の有無に関わらず、高温高湿下に長時間暴露しても絶縁抵抗が低下することはありません。

2-5. 硬化促進剤のフラックスに対する影響

2種類のフラックスにThreeBond1796Eを10重量%添加し、室温で1日および5日放置した後、楕形電極を用いてフラックスのインピーダンスを測定した結果を示します。

フラックスに硬化促進剤が混入すると、フラックスが変色する場合がありますが、フラックスの絶縁性に影響を及ぼすことはありません。

2-6. 使用上の注意

本フラットパッケージ固定方法を使用するにあたって、不良率を低減するため以下の点に注意してください。

まず、フラットパッケージが固定される部分の基盤に穴をあけてください。(2-1. 使用方法の写真参照)。この穴の目的は、フラットパッケージを乗せた時に、余分に塗布された接着剤が広がって端子部分に流れ込まないように基盤の下に逃がすこと、またハンダディップ時に発生するガスを逃がしてフラットパッケージの浮きや位置ずれ、脱落を防止することです。

接着剤を使わないハンダゴテによるハンダ付け方法から本固定方法に変更する場合は、ハンダディップ工程でリード間にハンダブリッジが起こらないように、フラットパッケージや周辺部品の配置の仕方について検討してください。

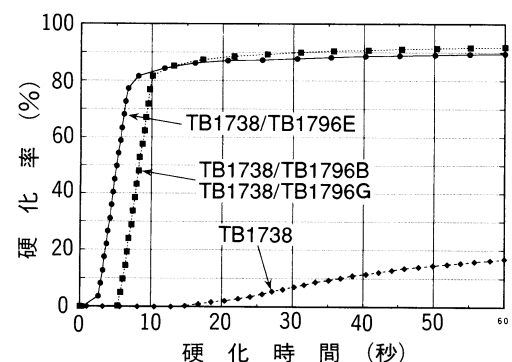


図2-1. ThreeBond1738の硬化速度比較

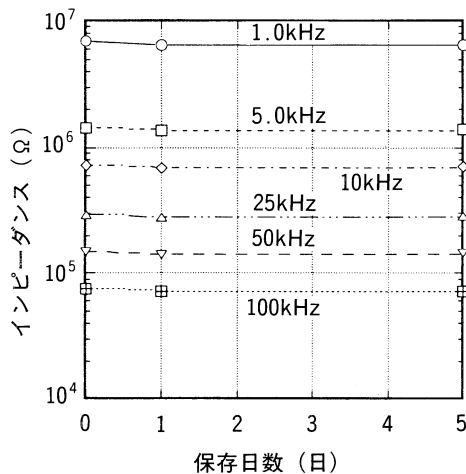
表2 - 1 . フラットパッケージ仮固定用瞬間接着剤・硬化促進剤の性状と特長

	瞬間接着剤		硬化促進剤		
	TB1738	TB1739	TB1796B	TB1796E	TB1796G
主成分	エチル 2-シアノアクリレート		アミン化合物		
外観	淡青色	無色透明	淡黄色透明	淡黄色～淡褐色透明	淡黄色透明
粘度mPa·s{cP}	5000 {5000}	23000 {23000}	0.9 {0.9}	0.9 {0.9}	0.9 {0.9}
チクソ比	5.5	4.5	—	—	—
比重	1.04	1.03	0.82	0.86	0.82
特長	<ul style="list-style-type: none"> ・ジェル状瞬間接着剤 ・垂直面でも垂れない ・作業性（流動性）良好 	<ul style="list-style-type: none"> ・ジェル状瞬間接着剤 ・垂直面でも垂れない 	<ul style="list-style-type: none"> ・速硬化性硬化促進剤 	<ul style="list-style-type: none"> ・超速硬化性硬化促進剤 	<ul style="list-style-type: none"> ・速硬化性硬化促進剤 ・有機溶剤中毒予防規則非該当
商品形態	20gプラスチックボトル	20gアルミチューブ 500gプラスチックボトル	45gプラスチックボトル	500gガラスボトル	500gガラスボトル

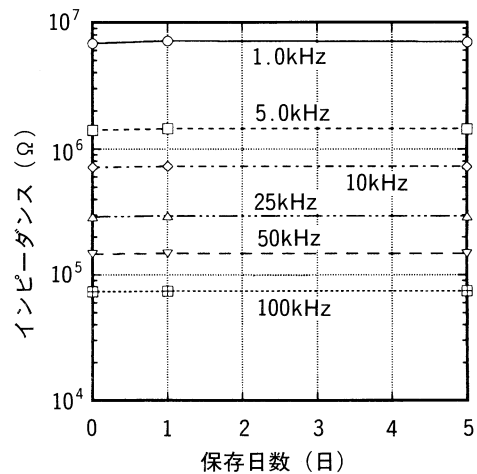
表2 - 2 . 硬化物の絶縁抵抗耐湿性

	60°C, 95%RH条件下での放置時間				印加電圧
	初期	24時間	100時間	500時間	
TB1738/TB1796E	$1.7 \times 10^{12} \Omega$	$1.0 \times 10^{13} \Omega$	$6.2 \times 10^{12} \Omega$	$1.0 \times 10^{12} \Omega$	なし
	$6.4 \times 10^{13} \Omega$	$1.0 \times 10^{13} \Omega$	$7.3 \times 10^{12} \Omega$	$2.3 \times 10^{12} \Omega$	DC 100V
TB1739/TB1796E	$1.0 \times 10^{12} \Omega$	$5.9 \times 10^{12} \Omega$	$8.5 \times 10^{12} \Omega$	$1.2 \times 10^{13} \Omega$	なし
	$1.3 \times 10^{12} \Omega$	$9.1 \times 10^{12} \Omega$	$3.8 \times 10^{12} \Omega$	$7.1 \times 10^{11} \Omega$	DC 100V

* 試験試料：JIS C 6480に規定する2形の楕形電極



* フラックス：CF-100VS（タムラ化研株式会社）
 楕形電極：JIS C 6480に規定する2型の楕形電極
 印加電圧：1.0V
 測定周波数：1.0～100kHz



* フラックス：CF-330VS（タムラ化研株式会社）
 楕形電極：JIS C 6480に規定する2型の楕形電極
 印加電圧：1.0V
 測定周波数：1.0～100kHz

図2 - 2 . ThreeBond1796Eのフラックスに対する影響

3. BGA、CSP用接着剤

今日の携帯パソコンやPHSなどの携帯通信機器の普及に伴い、電子機器は更なる小型軽量化、高機能化、高速化が必要とされてきています。これを実現するためには、電子部品の小型化・高集積化とそれらの部品の高密度実装技術が必要となります。従来から用いられているQFPでは線配列のため多ピン化にも限界があり、同時に内部のチップ面積の数倍から数十倍の基板占有面積が必要となるため、対応が難しくなっているのが現状です。

そこで現在脚光を浴びているのがBGA(Ball Grid Array)、CSP(Chip Size/Scale Package)を用いた実装です。CSPとはBGAの狭ピッチのもので、「チップサイズと同等あるいはわずかに大きいパッケージの総称」であり、FPBGA(Fine Pitch Ball Grid Array)とも呼ばれています。

BGA、CSP実装ではQFPと比べて占有面積が狭くなるだけでなく、ハンダボールが溶融して接続するため、高さのバラツキ許容度が高く、QFPのようなリードの変形の問題もありません。

さらに、ハンダボールの溶融時の表面張力によりセルフアライメント効果があります。この効果によりマウント時のズレを1.5mmピッチの場合で最大0.6mmまで自動補正することができます(図3-1³⁾)。詳しい理論は割愛させていただきますが、今では実装歩留まりもQFPよりも良くなっています。

3-1. BGA、CSP実装用封止樹脂

BGA、CSPはハンダ接続部が0.2~0.5mm程度と小さく、外部からの応力に対する接続信頼性を向上させるため、アンダーフィルと呼ばれる封止材料をパッケージと基板の間に使用します。この樹脂は通

常、エポキシ系樹脂が使用されます。

アンダーフィル剤に求められる特性は

1. 冷熱サイクルにおいても接続の信頼性を保持すること
2. 耐ハンダリフロー性があること
3. リペアが可能であること

などがあげられます。また、生産性の面からは低温硬化や短時間硬化が望まれます。弊社推奨樹脂、低温硬化型1液性エポキシ樹脂ThreeBond2206の性状・特性を表3-1に示します。

これまでの一般的な1液性エポキシ樹脂を硬化させるには80以上の加熱が必要でしたが、ThreeBond2206は60以上の加熱により硬化させることができます。また、低温硬化型の1液性エポキシ樹脂としては接着強さに優れています。また、ガラス転移点は107とあまり高くありませんが、十分な信頼性を有しています。

リペア性と接続信頼性は相反するものであり、どちらがより重要かを慎重に判断する必要があります。ThreeBond2206はパッケージを180以上に加熱することで、スクレーパー等を用いて基板より引き剥がすことができます。

3-2. BGA、CSPのまとめ

BGA、CSPはその占有面積、実装歩留まりの良さから、今後ますます一般的に用いられるようになると思われます。それに伴い、生産性向上・信頼性向上等が求められてくるでしょう。私たち樹脂メーカーも樹脂の改良等を行いBGA、CSP実装の役に立っていきたいと考えています。

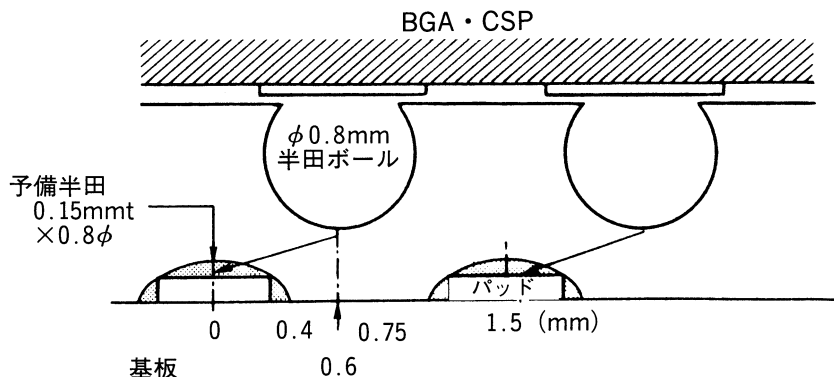


図3-1. セルフアライメント効果(1.5mmピッチ)

表3 - 1 . ThreeBond2206の性状と一般特性

	単 位	ThreeBond2206	試 験 方 法
外 観		黒色液状	3TS-201-02
粘 度	Pa・s {P}	100 {1,000}	3TS-210-05
比 重		1.20	3TS-213-02
標準硬化条件		60°C×180分または 70°C×50分または 80°C×20分	
保存安定性	月	5	冷蔵庫保管
はく離接着強さ	N/m {kgf/25mm}	785 {2.0}	3TS-304-21
ガラス転移点	°C	107	3TS-501-05
絶縁破壊電圧	kV/mm	20	3TS-406-01
吸水率(PCT 1h)	%	+2.9	JIS K 6911に準ずる

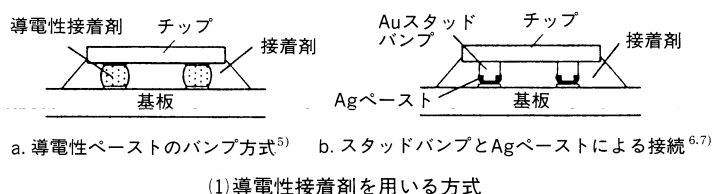
硬化条件 70°C×50min

4 . フリップチップ実装用接着剤

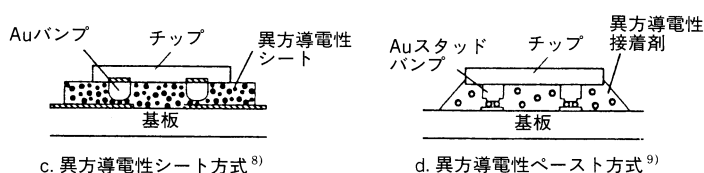
携帯情報機器の薄型、軽量、高性能化の流れを支えるキーテクノロジーの一つとして、半導体の高密度実装が挙げられます。中でも結線のパスの短い分、周波数特性に優れた接着剤を用いたフリップチップ実装技術が注目を集めています。

ベアチップ（パッケージされていないICチップ）を接着剤でフリップチップ接続（半導体回路面をフェイスダウンの状態で接続）する方法には、図4 - 1のa～fに示すようにセットメーカー各社から独自の方法が開発され、報告されています。

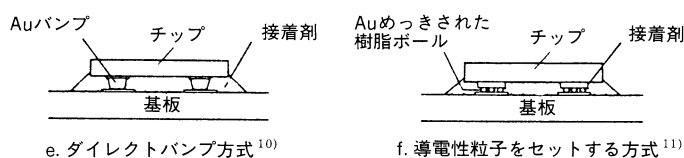
スリーボンドでは、図4 - 1のbまたはeで用いる圧接型のアンダーフィル剤およびdに用いる異方導電性ペーストの開発を行い、その幾つかが商品化に至っています。以下それぞれについて説明します。



(1) 導電性接着剤を用いる方式



(2) 異方導電性接着剤を用いる方式



(3) フィラーを含有しない接着剤のみを用いる方式

図4 - 1 . ベアチップを接着剤でフリップチップ接続する各種方式

4-1. 圧接型アンダーフィル剤

フリップチップ接続において、電氣的接続を得る手法は様々ありますが、BGA / CSP用アンダーフィル剤で述べたように、実装後の信頼性を維持するためには、フリップチップ方式による接続においてもアンダーフィル剤は欠くことができないものとなっています。現在、スリーボンドでは、圧接型アンダーフィル剤として、用途別に、粘度、充填剤も異なったThreeBond2271、2271B、2271Cの三商品が、商

品化されています。これら三商品の特長と一般性状、特性を、表4-1に示します。

特長

- 1) ポットライフが長い
25 で8時間
- 2) 高信頼性
- 40 125 ×1,000サイクル以上
- 3) 低塩素イオン濃度
10ppm以下

表4-1. 圧接型アンダーフィル剤の性状と一般特性

項目	単位	ThreeBond2271	ThreeBond2271B	ThreeBond2271C	試験方法
外観	—	淡黄色液状	淡黄色液状	淡黄色液状	3TS-201-02
フィラーの種類		シリカ	アルミナ	アルミナ	—
粘度	Pa・s {cP}	17 {17000}	12 {12000}	4 {4000}	3TS-210-05
揺変性		1.0	1.0	1.0	
硬化物比重		1.47	1.65	1.47	3TS-213-03
ガラス転移点	°C	120	125	125	3TS-501-05
熱膨張係数 $\alpha 1$ $\alpha 2$	ppm/°C	50 130	52 130	55 150	3TS-501-05
不純物イオン濃度 Cl Na K	ppm	10以下 10以下 10以下	10以下 10以下 10以下	10以下 10以下 10以下	3TS-511-01
せん断接着強さ	MPa{kgf/cm ² }	9.8{100}以上	9.8{100}以上	9.8{100}以上	3TS-301-11
標準硬化条件 ポストキュア	温度 時間		150~180°C 30~120sec 150°C 2時間		

4-2. マイクロカプセル型異方導電性接着剤

ファインピッチ接続、低接続抵抗、実装工程の簡略化を目的としたマイクロカプセル型異方導電性接着剤 (Micro-capsulated Electrically Anisotropic Adhesive) は、導電性Agフィラーをエポキシ系接着剤に分散させて、異方導電性の機能を付与した接着剤です。電氣的接続に用いるAgフィラーを、予め厚さ約1,000 の絶縁樹脂層で被覆することにより、パンプと基板電極で押しつぶされるMC (Micro-

capsule) フィラーについてのみ表面絶縁層が破壊されて金属接続が生まれ、電氣的接続が可能となります。隣接する電極間に存在するMCフィラーには圧力が作用しないために、仮にMCフィラーが連なることがあったとしてもこれら電極間の絶縁は保たれます。加圧後に接着剤が硬化するまで加熱し、接着剤の硬化収縮力により、ICチップを基板の上に固定して、電氣的な接続状態を保持します。

特 長

1) ファインピッチ接続対応

10 μ mギャップの楕形電極を用いた絶縁試験において10¹⁰以上の値に示します。

2) 低抵抗

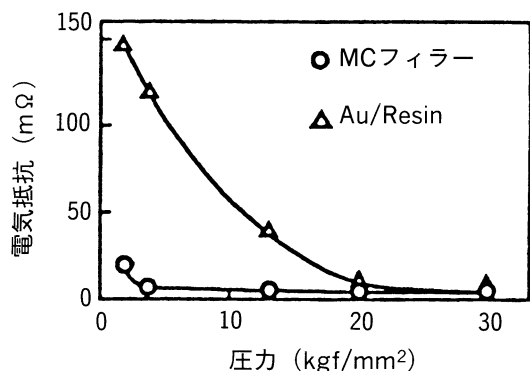
樹脂ボールにAuメッキした導電粒子 (Au/Resin) とMCフィラーとをそれぞれ含む異方導電性接着剤を用いた場合について比較しました (図4-2)。Au/Resinに比べMCフィラーを用いた接着剤は1/10~1/50の2~3mの低い抵抗値を示します。また、接続部での抵抗を変化させずに流せる電流、すなわち臨界電流は4,000mAとAu/Resinの場合の8倍

程度と大きいことがわかります。

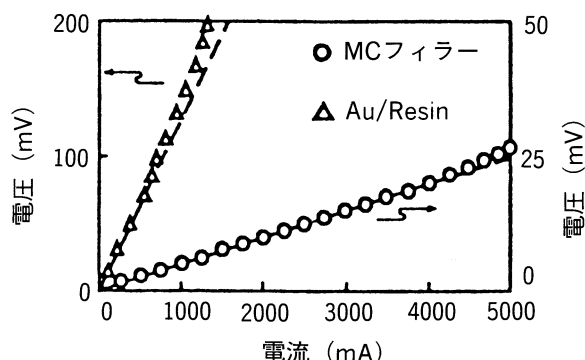
3) 実装工程の簡略化

チップをアライメント後、加圧・加熱することにより、電気的接続と樹脂封止の工程が完了します。

本異方導電性接着剤については、ユーザーにおける様々な条件により、ベースとなる封止用エポキシ樹脂とMCフィラー粒子径および添加量の変更が可能であることから、代表配合として試作品33A-469Bの一般性状、特性を表4-2に示します。



(a) 圧力と導通抵抗の関係



(b) V-I特性

図4-2. 電気特性

表4-2. 33A-496Bの性状と一般特性

項目	33A-496B	試験方法
外 観	灰色液状	3TS-201-02
粘 度	24Pa·s {24000cP}	3TS-210-05
フィラー	シリカ	
導電性フィラー	5~10 μ m Ag 5vol% 熱硬化性樹脂コーティング	
接続抵抗値	10mΩ以下	
絶縁抵抗	10 ¹⁰ 以上	DC 10V
せん断接着強さ	6.9MPa{70kgf/cm ² }以上	3TS-301-11
標準硬化条件	150~180°C	
温度	30~120sec	
時間	150°C 2時間	
ポストキュア		

4-3. 今後の課題

接着剤によるフリップチップ実装は、セットメーカー独自の技術によるところが大きく、対象となるチップ、基板および実装条件とも様々でフルカスタムといえます。また、この技術自体が、発展途中の技術であり、これからも様々な技術的なブレイクスルーが必要であると考えられます。このことから、使用されるアンダーフィル剤、異方導電性接着剤も

様々なユーザーニーズ(他の実装方式も含めて)に応えていく必要があることを実感しています。

当面の大きな課題としては、実装後、不具合を検知した際のリペアーの問題があります。この問題については、接着剤組成および実装条件のコントロールという両面からの開発が必要であると考えています。

株式会社スリーボンド

研究所 開発部 工材公共事業開発課

三国博之
蒔島隆広
久保山健二

参考文献

- 1)最新 精密接合技術集成、(株)総合技術センター
- 2)半導体パッケージに関するロードマップ、(社)日本電子機械工業会 電子デバイス部
- 3)萩本栄二著「CSP技術のすべて」p.26
- 4)佐藤 武彦：“導電性接着剤接続技術”回路実装学会誌 VOL.10 NO.6(1995)。
- 5)R.Estes: “Polymer Flip Chip P_C:A Technology Assessment of Solderless Bump Processes and Reliability”, Proceedings of the Adhesives in Electronics 94, Berlin, November 2-4, 1994.
- 6)松本 優、藤井 明、角井和久、神谷佳久、佐々木康則、吉良秀彦：“ソルダレスマイクロボンディング”、溶接学会、マイクロ接合研究会資料MJ-230-94(1994-9)
- 7)戸村善広、別所芳宏、小野正浩、塚本勝秀、石田徹、面屋和則、小林孝志：“導電性接着剤を用いたフリップチップ実装”、電子材料、No.9(1994),22
- 8)塚越 功、中島敦夫、小林宏治、上野勝幸：“異方導電性フィルムを用いた高密度実装の現状”、MES'95論文集、pp.139-142(1995-4)
- 9)H.Date, Y.Hozumi, H. Tokuhira, M. Usui, E. Horikoshi and T. Sato: “Anisotropic Conductive Adhesive for Fine Pitch Interconnections”, Proc. of ISHM Fall Meeting 1994(1994-11)
- 10)畑田賢造：“バンプダイレクト接続”、回路実装学会、研究会「フラックスレスソルダリング技術とソルダレス接続技術の動向」、pp29-33,1995.3.
- 11)貫井 孝：“低温ソルダレスボンディングの一手法：「ELASTIC」方式”、接合の低温下とソルダレスボンディング - 先端実装研究会報告、プリント回路学会、先進実装研究会、pp68-75,(1993-7)

