

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4084835号
(P4084835)

(45) 発行日 平成20年4月30日(2008.4.30)

(24) 登録日 平成20年2月22日(2008.2.22)

(51) Int.Cl. F I
H O 1 L 21/60 (2006.01) H O 1 L 21/60 3 1 1 S

請求項の数 17 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2007-510387 (P2007-510387)	(73) 特許権者	000005821
(86) (22) 出願日	平成18年3月16日(2006.3.16)		松下電器産業株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2006/305274		大阪府門真市大字門真1006番地
(87) 国際公開番号	W02006/103949	(74) 代理人	100077931
(87) 国際公開日	平成18年10月5日(2006.10.5)		弁理士 前田 弘
審査請求日	平成19年12月6日(2007.12.6)	(74) 代理人	100110939
(31) 優先権主張番号	特願2005-94233 (P2005-94233)		弁理士 竹内 宏
(32) 優先日	平成17年3月29日(2005.3.29)	(74) 代理人	100110940
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 嶋田 高久
早期審査対象出願		(74) 代理人	100113262
			弁理士 竹内 祐二
		(74) 代理人	100115059
			弁理士 今江 克実
		(74) 代理人	100115691
			弁理士 藤田 篤史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フリップチップ実装方法および基板間接続方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の接続端子を有する回路基板に対向させて、複数の電極端子を有する半導体チップを配置し、前記回路基板の接続端子と前記半導体チップの電極端子とを電気的に接続するフリップチップ実装方法において、

前記回路基板と前記半導体チップとの隙間に、導電性粒子と気泡発生剤を含有した樹脂を供給する第1の工程と、

前記樹脂を加熱して、前記樹脂中に含有する前記気泡発生剤から気泡を発生させる第2の工程と、

前記半導体チップを、前記回路基板に押圧する第3の工程と、

前記樹脂を硬化する第4の工程と

を含み、

前記第2の工程において、前記樹脂は、前記気泡発生剤から発生した気泡が成長することで該気泡外に押し出されることによって、前記回路基板の接続端子と前記半導体チップの電極端子間に自己集合し、

前記第3の工程において、前記端子間に自己集合した前記樹脂中に含有する導電性粒子同士が互いに接触することによって、前記端子間を電気的に接続し、

前記第4の工程において、前記端子間の前記樹脂を硬化することによって、前記半導体チップを前記回路基板に固定することを特徴とするフリップチップ実装方法。

【請求項2】

前記気泡発生剤は、前記樹脂が加熱されたときに沸騰する材料からなることを特徴とする、請求項 1 に記載のフリップチップ実装方法。

【請求項 3】

前記気泡発生剤は、沸点の異なる 2 種類以上の材料からなることを特徴とする、請求項 1 に記載のフリップチップ実装方法。

【請求項 4】

前記気泡発生剤は、前記樹脂が加熱されたときに、前記気泡発生剤が熱分解することにより気体を発生する材料からなることを特徴とする、請求項 1 に記載のフリップチップ実装方法。

【請求項 5】

前記気泡発生剤は、結晶水を含む化合物からなり、前記樹脂が加熱されたとき分解されて水蒸気を発生することを特徴とする、請求項 4 に記載のフリップチップ実装方法。

【請求項 6】

前記第 2 の工程は、前記回路基板と前記半導体チップとの隙間の間隔を変動させながら実行されることを特徴とする、請求項 1 に記載のフリップチップ実装方法。

【請求項 7】

前記第 1 の工程は、前記回路基板上に、前記導電性粒子と気泡発生剤を含有した樹脂を供給した後、該樹脂表面に前記半導体チップを配設することにより実行されることを特徴とする、請求項 1 に記載のフリップチップ実装方法。

【請求項 8】

前記第 4 の工程は、前記樹脂を加熱して、該樹脂を熱硬化させることにより行なわれることを特徴とする、請求項 1 に記載のフリップチップ実装方法。

【請求項 9】

前記第 4 の工程の後、前記回路基板と前記半導体チップとの隙間にアンダーフィル材を供給し、然る後、該アンダーフィル材を硬化させること工程をさらに含むことを特徴とする、請求項 1 に記載のフリップチップ実装方法。

【請求項 10】

前記複数の電極端子を有する半導体チップは、半導体ベアチップが前記複数の電極端子を有するインターポーザに搭載された構成になっていることを特徴とする、請求項 1 に記載のフリップチップ実装方法。

【請求項 11】

複数の電極を有する第 1 の基板に対向させて、複数の電極を有する第 2 の基板を配置し、前記第 1 の基板の電極と前記第 2 の基板の電極とを電気的に接続する基板間接続方法において、

前記第 1 の基板と前記第 2 の基板との隙間に、導電性粒子と気泡発生剤を含有した樹脂を供給する第 1 の工程と、

前記樹脂を加熱して、前記樹脂中に含有する前記気泡発生剤から気泡を発生させる第 2 の工程と、

前記第 2 の基板を、前記第 1 の基板に押圧する第 3 の工程と、

前記樹脂を硬化する第 4 の工程と

を含み、

前記第 2 の工程において、前記樹脂は、前記気泡発生剤から発生した気泡が成長することで該気泡外に押し出されることによって、前記第 1 の基板の電極と前記第 2 の基板の電極間に自己集合し、

前記第 3 の工程において、前記電極間に自己集合した前記樹脂中に含有する導電性粒子同士が互いに接触することによって、前記電極間を電気的に接続し、

前記第 4 の工程において、前記電極間に自己集合した前記樹脂を硬化することによって、前記第 1 の基板を前記第 2 の基板に固定することを特徴とする基板間接続方法。

【請求項 12】

前記気泡発生剤は、前記樹脂が加熱されたときに沸騰する材料からなることを特徴とす

10

20

30

40

50

る、請求項 1 1 に記載の基板間接続方法。

【請求項 1 3】

前記第 2 の工程は、前記第 1 の基板と前記第 2 の基板との隙間の間隔を変動させながら実行されることを特徴とする、請求項 1 1 に記載の基板間接続方法。

【請求項 1 4】

前記第 1 の工程は、前記第 1 の基板上に、前記導電性粒子と気泡発生剤を含有した樹脂を供給した後、該樹脂表面に前記第 2 の基板を配設することにより実行されることを特徴とする、請求項 1 1 に記載の基板間接続方法。

【請求項 1 5】

前記第 4 の工程の後、前記第 1 の基板と前記第 2 の基板との隙間にアンダーフィル材を供給し、然る後、該アンダーフィル材を硬化させる工程をさらに含むことを特徴とする、請求項 1 1 に記載の基板間接続方法。

【請求項 1 6】

複数の接続端子を有する回路基板に対向させて、複数の電極端子を有する半導体チップが配置され、前記回路基板の接続端子と前記半導体チップの電極端子とが電気的に接続されたフリップチップ実装体において、

前記接続端子と前記電極端子は、前記回路基板と前記半導体チップとの隙間に供給された導電性粒子と気泡発生剤を含有する樹脂が、前記接続端子と前記電極端子間に自己集合し、該自己集合した前記樹脂中の導電性粒子同士が接触することによって、電気的に接続されていることを特徴とするフリップチップ実装体。

【請求項 1 7】

前記フリップチップ実装体は、前記回路基板と前記半導体チップとの隙間に供給されたアンダーフィル材で固定されていることを特徴とする、請求項 1 6 に記載のフリップチップ実装体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体チップを回路基板に実装するフリップチップ実装方法、及び複数の電極が形成された基板間を接続する基板間接続方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、電子機器に使用される半導体集積回路(LSI)の高密度、高集積化に伴い、LSIチップの電極端子の多ピン、狭ピッチ化が急速に進んでいる。これらLSIチップの回路基板への実装には、配線遅延を少なくするために、フリップチップ実装が広く用いられている。そして、このフリップチップ実装においては、LSIチップの電極端子上にはんだバンプを形成し、当該はんだバンプを介して、回路基板上に形成された接続端子に一括接合されるのが一般である。

【0003】

しかしながら、電極端子数が5,000を超えるような次世代LSIを回路基板に実装するためには、100 μ m以下の狭ピッチに対応したバンプを形成する必要があるが、現在のはんだバンプ形成技術では、それに適応することが難しい。また、電極端子数に応じた多数のバンプを形成する必要があるため、低コスト化を図るためには、チップ当たりの搭載タクトの短縮による高い生産性も要求される。

【0004】

同様に、半導体集積回路は、電極端子の増大でペリフェラル電極端子からエリア配置の電極端子に変化している。また、高密度化、高集積化の要求で半導体プロセスが90nmから65nm、45nmへと進展していくことが予想される。その結果、配線の微細化が更に進み、配線間の容量が増大することにより、高速化、消費電力ロスの問題が深刻になり、配線層間の絶縁膜の低誘電率化(Low-K)の要求が更に高まっている。このような絶縁膜のLow-K化の実現は、絶縁層材料の多孔質化(ポーラス化)によって得られ

10

20

30

40

50

るため、機械的強度が弱く、半導体の薄型化の障害になっている。また、上述のように、エリア配置の電極端子を構成する場合、Low-K化による多孔質膜上の強度に問題があるため、エリア配置電極上にバンプを形成すること、およびフリップチップ実装そのものが困難となっている。従って、今後の半導体プロセスの進展に対応した薄型・高密度半導体に適した低荷重フリップチップ実装法が要求されている。

【0005】

従来、バンプの形成技術としては、メッキ法やスクリーン印刷法などが開発されている。メッキ法は狭ピッチには適するものの、工程が複雑になる点、生産性に問題があり、また、スクリーン印刷法は、生産性には優れているが、マスクを用いる点で、狭ピッチ化には適していない。

10

【0006】

こうした中、最近では、LSIチップや回路基板の電極上に、はんだバンプを選択的に形成する技術がいくつか開発されている。これらの技術は、微細バンプの形成に適しているだけでなく、バンプの一括形成ができるので、生産性にも優れており、次世代LSIの回路基板への実装に適応可能な技術として注目されている。

【0007】

例えば、特許文献1又は特許文献2等が開示された技術は、導電性粒子とフラックスの混合物によるソルダーペーストを、表面に電極が形成された基板の上にベタ塗りし、基板を加熱することによって、導電性粒子を溶融させ、濡れ性の高い電極上に選択的にはんだバンプを形成させるものである。

20

【0008】

また、特許文献3が開示された技術は、有機酸鉛塩と金属錫を主要成分とするペースト状組成物(化学反応析出型はんだ)を、電極が形成された基板の上にベタ塗りし、基板を加熱することによって、PbとSnの置換反応を起こさせ、Pb/Snの合金を基板の電極上に選択的に析出させるものである。

【0009】

しかしながら、上記特許文献1乃至3が開示された技術は、いずれも、ペースト状組成物を基板の上に塗布により供給するので、局所的な厚みや濃度のバラツキが生じ、そのため、電極ごとののはんだ析出量が異なり、均一な高さのバンプが得られない。また、これらの方法は、表面に電極の形成された凹凸のある回路基板の上に、ペースト状組成物を塗布により供給するので、凸部となる電極上には、十分なはんだ量が供給できず、フリップチップ実装において必要とされる所望のバンプ高さを得ることが難しい。

30

【0010】

ところで、従来のバンプ形成技術を用いたフリップチップ実装は、バンプが形成された回路基板に半導体チップを搭載した後、半導体チップを回路基板に固定するために、アンダーフィルと呼ばれる樹脂を、半導体チップと回路基板の間に注入する工程をさらに必要とする。

【0011】

そこで、半導体チップと回路基板の対向する電極端子間の電氣的接続と、半導体チップの回路基板への固定を同時に行なう方法として、異方性導電材料を用いたフリップチップ実装技術(例えば、特許文献4参照)が開発されている。これは、回路基板と半導体チップの間に、導電粒子を含有させた熱硬化性樹脂を供給し、半導体チップを押圧すると同時に、熱硬化性樹脂を加熱することによって、半導体チップと回路基板の電極端子間の電氣的接続と、半導体チップの回路基板への固定を同時に実現するものである。

40

【特許文献1】特開2000-94179号公報

【特許文献2】特開平6-125169号公報

【特許文献3】特開平1-157796号公報

【特許文献4】特開2000-332055号公報

【特許文献5】特開2002-26070号公報

【特許文献6】特開平11-186334号公報

50

【特許文献7】特開2004-260131号公報

【非特許文献1】安田真大他，「低融点金属フィラー含有樹脂による自己組織化接合プロセス」，第10回「エレクトロニクスにおけるマイクロ接合・実装技術」シンポジウム（10th Symposium on "Microjoining and Assembly Technology in Electronics"），183 - 188頁，2004年

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

異方性導電材料を用いたフリップチップ実装は、半導体チップと回路基板の電極端子間の電氣的接続と、半導体チップの回路基板への固定を同時に実現するものとして生産性に優れていると言えるが、以下のような課題がある。

10

【0013】

上記異方性導電材料は、樹脂中に導電粒子が均一に分散されているが、半導体チップを回路基板に押圧することによって、分散された導電粒子が、半導体チップと回路基板の電極端子に物理的に接触し、これにより、対向する電極端子間の電氣的な接続を可能にする一方、異方性導電材料の樹脂によって、隣接する電極端子間の絶縁性を確保している。

【0014】

しかしながら、導電粒子は樹脂中に均一に分散されているため、対向する電極端子間の導通に寄与している導電粒子は、その一部に過ぎず、安定した導通状態を得ることが難しく、電氣的接続に十分な信頼性が得られないという課題がある。また、たとえ隣接する電極端子間は樹脂で絶縁されているとしても、対向する電極端子間の導通に寄与していない導電粒子が樹脂中に分散されているので、十分な絶縁性が確保できない可能性もある。

20

【0015】

すなわち、異方性導電材料を用いたフリップチップ実装は、接続端子数が5,000を超えるような次世代LSIチップに適用するためには、信頼性の面で解決すべき課題を残している。

【0016】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたもので、次世代LSIのフリップチップ実装に適用可能な、生産性及び信頼性の高いフリップチップ実装方法、及び当該方法と基本工程を一にする基板間接続方法を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明のフリップチップ実装方法は、複数の接続端子を有する回路基板に対向させて、複数の電極端子を有する半導体チップを配置し、回路基板の接続端子と半導体チップの電極端子とを電氣的に接続するフリップチップ実装方法において、回路基板と半導体チップとの隙間に、導電性粒子と気泡発生剤を含有した樹脂を供給する第1の工程と、樹脂を加熱して、樹脂中に含有する気泡発生剤から気泡を発生させる第2の工程と、半導体チップを、回路基板に押圧する第3の工程と、樹脂を硬化する第4の工程とを含み、第2の工程において、樹脂は、気泡発生剤から発生した気泡が成長することで該気泡外に押し出されることによって、回路基板の接続端子と半導体チップの電極端子との間に自己集合し、第3の工程において、端子間に自己集合した樹脂中に含有する導電性粒子同士が互いに接触することによって、端子間を電氣的に接続し、第4の工程において、端子間の樹脂を硬化することによって、半導体チップを回路基板に固定することを特徴とする。

40

【0018】

ここで、上記気泡発生剤は、樹脂が加熱されたときに沸騰する材料からなることが好ましい。また、気泡発生剤は、沸点の異なる2種類以上の材料からなるものであってもよい。さらに、気泡発生剤は、樹脂が加熱されたときに、気泡発生剤が熱分解することにより気体を発生する材料からなるものであってもよい。例えば、気泡発生剤は、結晶水を含む化合物からなり、樹脂が加熱されたとき分解されて水蒸気を発生する。

【0019】

50

ある好適な実施形態において、上記第2の工程は、回路基板と半導体チップとの隙間の間隔を変動させながら実行される。

【0020】

ある好適な実施形態において、上記第1の工程は、回路基板上に、導電性粒子と気泡発生剤を含有した樹脂を供給した後、該樹脂表面に前記半導体チップを配設することにより実行される。

【0021】

ある好適な実施形態において、上記第4の工程は、樹脂を加熱して、該樹脂を熱硬化させることにより行なわれる。また、第4の工程の後、回路基板と半導体チップとの隙間にアンダーフィル材を供給し、然る後、該アンダーフィル材を硬化させる工程をさらに含むものであってもよい。

10

【0022】

ある好適な実施形態において、上記複数の電極端子を有する半導体チップは、半導体ベアチップが複数の電極端子を有するインターポーザに搭載された構成になっている。

【0023】

本発明の基板間接続方法は、複数の電極を有する第1の基板に対向させて、複数の電極を有する第2の基板を配置し、第1の基板の電極と第2の基板の電極とを電気的に接続する基板間接続方法において、第1の基板と第2の基板との隙間に、導電性粒子と気泡発生剤を含有した樹脂を供給する第1の工程と、樹脂を加熱して、樹脂中に含有する気泡発生剤から気泡を発生させる第2の工程と、第2の基板を、第1の基板に押圧する第3の工程と、樹脂を硬化する第4の工程とを含み、第2の工程において、樹脂は、気泡発生剤から発生した気泡が成長することで該気泡外に押し出されることによって、第1の基板の電極と第2の基板の電極間に自己集合し、第3の工程において、電極間に自己集合した樹脂中に含有する導電性粒子同士が互いに接触することによって、電極間を電気的に接続し、第4の工程において、電極間に自己集合した樹脂を硬化することによって、第1の基板を第2の基板に固定することを特徴とする。

20

【0024】

ここで、上記気泡発生剤は、樹脂が加熱されたときに沸騰する材料からなることが好ましい。

【0025】

ある好適な実施形態において、上記第2の工程は、第1の基板と第2の基板との隙間の間隔を変動させながら実行される。

30

【0026】

ある好適な実施形態において、上記第1の工程は、第1の基板上に、導電性粒子と気泡発生剤を含有した樹脂を供給した後、該樹脂表面に前記第2の基板を配設することにより実行される。

【0027】

ある好適な実施形態において、上記第4の工程の後、第1の基板と第2の基板との隙間にアンダーフィル材を供給し、然る後、該アンダーフィル材を硬化させること工程をさらに含む。

40

【0028】

本発明のフリップチップ実装体は、複数の接続端子を有する回路基板に対向させて、複数の電極端子を有する半導体チップを配置され、回路基板の接続端子と半導体チップの電極端子とが電気的に接続されたフリップチップ実装体において、接続端子と電極端子は、回路基板と半導体チップとの隙間に供給された導電性粒子と気泡発生剤を含有する樹脂が、接続端子と電極端子間に自己集合し、該自己集合した樹脂中の導電性粒子同士が接触することによって、電気的に接続されていることを特徴とする。

【0029】

ある好適な実施形態において、上記フリップチップ実装体は、回路基板と半導体チップとの隙間に供給されたアンダーフィル材で固定されている。

50

【 0 0 3 0 】

本発明のフリップチップ実装装置は、半導体チップを回路基板にフリップチップ実装するフリップチップ実装装置であって、半導体チップ及び回路基板を、一定の隙間をもって互いに対向させて保持する保持手段と、半導体チップと回路基板との隙間に、導電性粒子と気泡発生剤を含有した樹脂を供給する供給手段と、樹脂を加熱する加熱手段と、半導体チップを回路基板に押圧する押圧手段とを備え、加熱手段は、樹脂中に含有する気泡発生剤から気泡を発生させる温度に制御する第1の加熱手段と、樹脂を熱硬化させる温度に制御する第2の加熱手段を有していることを特徴とする。

【 0 0 3 1 】

ある好適な実施形態において、上記第1の加熱手段で加熱された樹脂は、気泡発生剤から発生した気泡が成長することで該気泡外に押し出されることによって、回路基板の接続端子と半導体チップの電極端子との間に自己集合し、押圧手段により半導体チップを回路基板に押圧することによって、端子間に自己集合した樹脂中に含有する導電性粒子同士が互いに接触し、端子間に電氣的な接続がなされ、第2の加熱手段により樹脂を加熱することによって、樹脂中に含有する導電性粒子同士が互いに接触した状態で、半導体チップを前記回路基板に固定される。

【発明の効果】

【 0 0 3 2 】

本発明に係るフリップチップ実装方法は、回路基板と半導体チップの隙間に供給された導電性粒子と気泡発生剤を含有した樹脂を加熱することによって、気泡発生剤から気泡を発生させ、当該気泡が成長することで樹脂を気泡外に押し出すことにより、当該樹脂を回路基板の接続端子と半導体チップの電極端子との間に自己集合させることができる。そして、半導体チップを回路基板に押圧することによって、対向する端子間に自己集合した樹脂中に含有する導電性粒子同士を互いに接触させて、端子間を電氣的に接続することができる。これにより、樹脂中に分散した導電性粒子を効率よく端子間に自己集合させ、端子間の導電に寄与させることができるので、安定した導通状態が得られ、信頼性の高い電氣的接続が達成できる。

【 0 0 3 3 】

また、同様に、本発明に係る基板間接続法においても、対向する基板間に供給された導電性粒子と気泡発生剤を含有した樹脂を加熱することによって、気泡発生剤から気泡を発生させ、当該気泡が成長することで樹脂を気泡外に押し出すことにより、当該樹脂を対向する基板の電極間に自己集合させることができる。そして、基板同士を押圧することによって、電極間に自己集合した樹脂中に含有する導電性粒子同士を互いに接触させて、電極間を電氣的に接続することができる。これにより、樹脂中に分散した導電性粒子を効率よく電極間に自己集合させ、電極間の導電に寄与させることができるので、安定した導通状態が得られ、信頼性の高い基板間接続が達成できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 3 4 】

以下に、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。以下の図面においては、説明の簡略化のため、実質的に同一の機能を有する構成要素を同一の参照符号で示す。本発明は以下の実施形態に限定されない。

【 0 0 3 5 】

図1(a)～(d)、及び図2(a)～(c)は、本発明の実施形態におけるフリップチップ実装方法の基本的な工程を示した工程断面図である。

【 0 0 3 6 】

まず、図1(a)に示すように、複数の接続端子11を有する回路基板10上に、導電性粒子(例えば、Cu等)12と気泡発生剤(例えば、イソプロピルアルコール等)を含有した樹脂(例えば、エポキシ樹脂等)13を供給する。次に、図1(b)に示すように、樹脂13表面に、複数の電極端子21を有する半導体チップ20を、回路基板10に対向させて配設する。このとき、半導体チップ20の電極端子21は、回路基板10の接続

10

20

30

40

50

端子 11 に位置合わせされている。

【0037】

なお、ここに示した工程は、先に、回路基板 10 と半導体チップ 20 を一定の隙間（例えば、 $10 \sim 80 \mu\text{m}$ ）を設けて互いに対向させて配置し、然る後、導電性粒子 12 と気泡発生剤を含有した樹脂 13 を、この隙間に供給してもよい。

【0038】

この状態で、樹脂 13 を所定の温度（例えば、 $100 \sim 150$ ）に加熱すると、図 1（c）に示すように、樹脂 13 中に含有する気泡発生剤から気泡 30 が発生する。発生した気泡 30 は、図 1（d）に示すように、徐々に成長し、成長した気泡 30 によって、樹脂 13 は、この気泡 30 外に押し出される。

10

【0039】

押し出された樹脂 13 は、図 2（a）に示すように、回路基板 10 の接続端子 11 と半導体チップ 20 の電極端子 21 間に柱状（例えば、略円柱状）に自己集合する。このとき、端子間に自己集合しなかった樹脂 13 のほとんどは、成長した気泡 30 の圧力によって、回路基板 10 と半導体チップ 20 の隙間から外部に押し出される。

【0040】

次に、この状態で、図 2（b）に示すように、半導体チップ 20 を回路基板 10 に矢印の方向に押圧する。ここで、押圧の大きさは、例えば、 $20 \text{ k} \sim 200 \text{ k Pa}$ 程度に設定される。この押圧により、対向する端子間に自己集合した樹脂 13 中に含有する導電性粒子 12 同士が互いに接触することによって、端子間を電氣的に接続する。このとき、端子間には、少なくとも一つ以上の導電性粒子 12 が介在した状態で、端子間の電氣的接続を図っている。なお、押圧の際、樹脂 13 中に含有する導電性粒子 12 は、樹脂 13 の粘性による応力が働くので、樹脂 13 外に流出することはない。

20

【0041】

この状態で、図 2（c）に示すように、対向する端子間に自己集合した樹脂 13 を硬化させることによって、半導体チップ 20 を回路基板 10 に固定させる。樹脂 13 は、端子面全体に拡がっているため、半導体チップ 20 を回路基板 10 に固定するには十分であるが、必要に応じて、半導体チップ 20 と回路基板 10 の隙間にアンダーフィル材 14 を注入し、然る後、アンダーフィル材 14 を硬化させて、半導体チップ 20 の回路基板 10 への固定をさらに強化してもよい。なお、アンダーフィル材 14 の供給は、半導体チップ 20 を回路基板 10 に押圧する前に行なってもよい。

30

【0042】

本発明によれば、回路基板 10 と半導体チップ 20 の隙間に供給された導電性粒子 12 と気泡発生剤を含有した樹脂 13 を加熱することによって、気泡発生剤から気泡を発生させ、当該気泡が成長することで樹脂 13 を気泡外に押し出すことにより、樹脂 13 を回路基板 10 の接続端子 11 と半導体チップ 20 の電極端子 21 との間に自己集合させることができる。そして、半導体チップ 20 を回路基板 10 に押圧することによって、対向する端子間に自己集合した樹脂 13 中に含有する導電性粒子 12 同士を互いに接触させて、端子間を電氣的に接続することができる。これにより、樹脂 13 中に分散した導電性粒子 12 を効率よく端子間に自己集合させ、端子間の導電に寄与させることができるので、安定した導通状態が得られ、信頼性の高い電氣的接続が達成できる。

40

【0043】

ここで、図 1（a）～（d）、及び図 2（a）～（c）に示した各構成の大きさや相対的な位置関係（例えば、導電性粒子 12 の大きさや、回路基板 10 と半導体チップ 20 との隙間の間隔等）は、説明を容易にするために便宜的に現されたもので、実際の大きさ等を示したものではない。

【0044】

図 3（a）及び（b）は、上記のフリップチップ実装方法において、樹脂 13 の加熱工程における温度プロファイル、及び押圧工程における圧力プロファイルの一例をそれぞれ示したグラフである。

50

【 0 0 4 5 】

図 3 (a) に示すように、まず、樹脂 1 3 を、樹脂 1 3 中に含有する気泡発生剤から気泡 3 0 が発生する温度 T_1 に加熱する。この温度 T_1 を一定時間 t_1 保持し、この間、発生した気泡 3 0 が成長することによって、樹脂 1 3 が気泡 3 0 外に押し出され、対向する端子間に柱状に自己集合する。ここで、温度 T_1 は、例えば、100 ~ 180、一定時間 t_1 は、例えば、5 ~ 10 秒程度に設定される。

【 0 0 4 6 】

次に、この状態で、図 3 (b) に示すように、半導体チップ 2 0 を回路基板 1 0 に矢印の方向に圧力 P_1 で、一定時間 t_2 押圧する。この押圧により、対向する端子間に自己集合した樹脂 1 3 中に含有する導電性粒子 1 2 同士が互いに接触することによって、端子間を電氣的に接続する。なお、このときの樹脂 1 3 は、一定の加熱温度 T_1 に維持される。ここで、圧力 P_1 は、例えば、70 ~ 200 kPa、一定時間 t_2 は、例えば、0 ~ 5 秒程度に設定される。

10

【 0 0 4 7 】

そして、最後に、図 3 (a) に示すように、樹脂 1 3 を、樹脂 1 3 が硬化する温度 T_3 に加熱する。この温度 T_3 を一定時間 t_3 保持し、対向する端子間に残存する樹脂 1 3 を硬化させることによって、半導体チップ 2 0 を回路基板 1 0 に固定させる。ここで、温度 T_3 は、例えば、150 ~ 250、一定時間 t_3 は、例えば、10 ~ 20 秒程度に設定される。

【 0 0 4 8 】

なお、図 3 (a) に示した温度プロファイルは、気泡発生剤から気泡 3 0 を発生させる加熱温度を、時間 t_1 (または $t_1 + t_2$ の時間)の間、一定温度 T_1 に保つようにしているが、この間、徐々に温度を上昇させていってもよい。

20

【 0 0 4 9 】

ここで、本発明のフリップチップ実装方法において、そのポイントとなる樹脂 1 3 の端子間への自己集合について、図 4 (a)、(b) を参照しながら、そのメカニズムを簡単に説明する。

【 0 0 5 0 】

図 4 (a) は、樹脂 1 3 が、成長した気泡 (不図示) によって、回路基板 1 0 の接続端子 1 1 と半導体チップ 2 0 の電極端子 2 1 との間に押し出された状態を示した図である。接続端子 1 1 及び電極端子 2 1 に接した樹脂 1 3 は、その界面における界面張力 (いわゆる樹脂の濡れ広がり起因する力) F_s が、樹脂の粘度 から発生する応力 F よりも大きいので、接続端子 1 1 及び電極端子 2 1 の全面に互って広がり、最終的に、端子 1 1、1 2 の端部を境とした柱状樹脂が形成される。そのため、接続端子 1 1 と電極端子 2 1 の対向する位置が多少ずれていても、確実に樹脂 1 3 を端子間に界面張力で自己集合させることができる。

30

【 0 0 5 1 】

なお、端子間に自己成長して形成された柱状の樹脂 1 3 には、図 4 (b) に示すように、気泡 3 0 の成長 (または移動) による応力 F_b が加わるが、樹脂 1 3 の粘度 による逆方向の応力 F の作用により、その形状を維持することができ、一旦自己集合した樹脂 1 3 が消滅することはない。また、樹脂 1 3 と気体 (例えば気泡 3 0) との境界には、表面張力 (又は、気 - 液の界面張力) が働いており、この表面張力も柱状の樹脂 1 3 の形状維持に作用し得る。

40

【 0 0 5 2 】

上述のように、本発明のフリップチップ実装方法においては、気泡発生剤から発生する気泡の成長が、樹脂を端子間に自己集合させる作用を担うものであるが、さらに、その作用効果を高めるために、樹脂の加熱工程中において、回路基板 1 0 と半導体チップ 2 0 との隙間の間隔 (ギャップ) を変動させることが有効である。

【 0 0 5 3 】

図 5 (a) ~ (c) は、樹脂 1 3 の加熱工程の中で、樹脂 1 3 中に含有する気泡発生剤

50

から気泡を発生させ、当該気泡が成長することで樹脂13を端子間に自己集合させる工程において、回路基板10と半導体チップ20とのギャップを変動させる例を示した図である。

【0054】

図5(a)は、回路基板10と半導体チップ20との隙間に、導電性粒子12と気泡発生剤(不図示)を含有する樹脂13を供給した状態を示したものであるが、このときの回路基板10と半導体チップ20のギャップ L_1 は狭くなっている。

【0055】

この状態から、図5(b)に示すように、回路基板10と半導体チップ20のギャップ L_2 を広げながら、樹脂13を加熱する。この加熱工程において、気泡発生剤から発生した気泡30は、徐々に成長していくが、その過程で、回路基板10と半導体チップ20のギャップ L_2 も広がっていくので、当初、回路基板10と半導体チップ20との隙間に供給された一定の量の樹脂13を、効率よく接続端子11と電極端子21間に自己集合させることができる。

10

【0056】

図5(c)は、回路基板10と半導体チップ20のギャップが L_3 の時点で、対向する端子間に自己集合した樹脂13の状態を示したもので、隣接する端子間には、樹脂13はほとんど残存しない。これは、端子間に自己集合しなかった樹脂13のほとんどが、成長した気泡30の圧力によって、回路基板10と半導体チップ20の隙間から外部に押し出されたことによる。

20

【0057】

なお、図5(a)~(c)では、加熱工程において、回路基板10と半導体チップ20のギャップを広げる例を説明したが、ギャップを周期的に変動させながら行なっても、同様の作用効果を得ることができる。

【0058】

本発明のフリップチップ実装方法の特徴の一つは、樹脂13中に含有する気泡発生剤から気泡を発生させ、当該気泡が成長することによって、樹脂13を対向する端子間に自己集合させる点にある。図1(a)~(c)、及び図2(a)~(c)に示した例では、気泡発生剤として、1種類のみを示したが、例えば、沸点の異なる2種類以上の材料からなるものであってもよい。

30

【0059】

図6は、沸点の異なる2種類の気泡発生剤が樹脂13中に含有された例を示した図で、樹脂13を加熱し、気泡発生剤から気泡が発生した状態を示している。沸点の低い方の気泡発生剤から発生した気泡30aは、沸点の高い方の気泡発生剤から発生した気泡30bに比べて、気泡の成長が時間的に進んでいる分、大きくなっている。

【0060】

成長した気泡30bは、その成長する圧力によって、樹脂13を気泡外に押し出し、その一部を、回路基板10の接続端子11と半導体チップ20の電極端子21との間に運ぶことができるが、後に取り残された樹脂13もある。そこで、この取り残された樹脂13を、遅れて成長する気泡30bによって、再び、気泡外に押し出す動作を繰り返すことによって、効率よく樹脂13を端子間に運ぶようにすることができる。これにより、樹脂13を端子間に均一性よく自己集合させることができる。

40

【0061】

ここで、本発明のフリップチップ実装方法に使用する樹脂13、導電性粒子12、及び気泡発生剤は、特に限定されないが、それぞれ、以下のような材料を使用することができる。

【0062】

樹脂13としては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、シリコン樹脂等の熱硬化性樹脂、あるいは、熱可塑性樹脂等を使用することができるが、少なくとも、樹脂13の加熱工程において、流動可能な程度の粘度を有していることが好ましい。

50

【0063】

また、導電性粒子12としては、Cu、Ag、AgCu等を使用することができる。なお、本発明においては、導電性粒子同士の接触によって端子間の電氣的接続を図ることから、導電性粒子の表面には、できるだけ酸化膜が成長しないようにしておくことが好ましい。また、互いに接触する導電性粒子同士の表面だけ溶融して、互いの界面で金属結合をなすような状態であってもよい。なお、導電性粒子12の樹脂13中の含有率は、例えば、0.5～30体積%程度が好ましい。また、気泡発生剤の樹脂13中の含有率は、例えば、0.1～20重量%程度が好ましい。

【0064】

気泡発生剤としては、図7に示した材料を使用することができる。なお、気泡発生剤から気泡(H₂O、CO₂、N₂等の気体)を発生させる加熱工程において、導電性粒子12が溶融しないように、気泡発生時の沸点が、導電性粒子12の融点よりも低い材料を選択する必要がある。

10

【0065】

なお、気泡発生剤として、樹脂が加熱されたときに、気泡発生剤が熱分解することにより気泡を発生する材料も使用することができる。そのような気泡発生剤としては、図8に挙げた材料を使用することができる。例えば、結晶水を含む化合物(水酸化アルミニウム)を使用した場合、樹脂が加熱されたときに熱分解し、水蒸気が気泡となって発生する。

【0066】

以上説明したフリップチップ実装方法において、半導体チップ20は、半導体ペアチップが複数の電極端子(ランド)を有するインターポーザに搭載された構成(例えば、CSP、BGA等)であってもよい。また、本発明は、フリップチップ実装だけでなく、それぞれ複数の電極を有する基板同士の電極間を電氣的に接続する基板間接続にも適用することができる。基板間接続は、以下の方法で行うことができる。

20

【0067】

まず、複数の電極を有する第1の基板と第2の基板との隙間に、導電性粒子と気泡発生剤を含有した樹脂を供給し、然る後、当該樹脂を加熱して、樹脂中に含有する気泡発生剤から気泡を発生させる。この加熱工程で、樹脂は、気泡発生剤から発生した気泡が成長することで、当該気泡外に押し出されることによって、第1の基板の電極と第2の基板の電極間に自己集合する。

30

【0068】

次に、第2の基板を、第1の基板に押圧して、対向する電極間に自己集合した樹脂中に含有する導電性粒子同士を互いに接触させる。これにより、対向する電極間を電氣的に接続させることができる。

【0069】

最後に、電極間に自己集合した樹脂を硬化することによって、第1の基板と第2の基板を固定し、基板間接続を完成させる。

【0070】

ここで、第1の基板又は第2の基板としては、回路基板、半導体ウエハ、半導体チップ(ペアチップ、実装チップを含む)等を使用することができる。

40

【0071】

なお、この基板間接続方法においても、上記のフリップチップ実装方法で説明した種々の条件又は方法を適用することができる。例えば、樹脂13の加熱工程における温度プロファイルは、図3(a)に示したプロファイルを、また、基板間のギャップの変動については、図5に示した方法を、それぞれ適用することができる。

【0072】

また、使用する樹脂13、導電性粒子12、気泡発生剤についても、フリップチップ実装方法で説明した材料を適宜選んで使用することができる。

【0073】

以上、本発明に係るフリップチップ実装方法、及び基板間接続方法について説明してき

50

たが、例えば、フリップチップ実装方法を実行して、フリップチップ実装体を製造する装置は、図9に示すようなフリップチップ実装装置40で実現することができる。

【0074】

図9のブロック図に示すように、フリップチップ実装装置40は、半導体チップ20と回路基板10を、一定の隙間をもって互いに対向させて保持する保持手段41、半導体チップ20と回路基板10との隙間に、導電性粒子12と気泡発生剤を含有した樹脂13を供給する供給手段42、樹脂13を加熱する加熱手段43、及び半導体チップ20を回路基板10に押圧する押圧手段46とで構成されている。また、加熱手段43は、樹脂13中に含有する気泡発生剤から気泡を発生させる温度に加熱制御する第1の加熱手段44と、樹脂13を熱硬化する温度に加熱制御する第2の加熱手段45を有している。

10

【0075】

ここで、保持手段41には、半導体チップ20の電極端子と、回路基板10の接続端子との位置を合わせるアライメント機構が付いている。また、供給手段42は、樹脂がペースト状であれば、ディスペンサ等を用いることができ、加熱手段43は、加熱ステージ(ホットプレート)や、熱風や赤外線によって加熱される加熱ボックス(オープン)等が使用できる。

【0076】

このフリップチップ実装装置40において、第1の加熱手段44で加熱された樹脂13は、気泡発生剤から発生した気泡が成長することで、当該気泡外に押し出されることによって、回路基板10の接続端子11と半導体チップ20の電極端子21との間に自己集合する。そして、押圧手段46により、半導体チップ20を回路基板10に押圧することによって、対向する電極間に自己集合した樹脂13中に含有する導電性粒子12同士を互いに接触させ、フリップチップ実装体を完成させる。

20

【0077】

ところで、はんだ粉(導電性粒子)を含有させた樹脂を用いて、半導体チップと回路基板との対向する端子間の電氣的接続と、半導体チップの回路基板への固定を同時に行なう方法が、特許文献5(特開2002-26070号公報)、及び特許文献6(特開平11-186334号公報)に記載されている。ここに記載された方法は、樹脂中に含有させたはんだ粉を溶融することによって、半導体チップ及び回路基板の対向する端子が当接する部位を半田付けするとともに、その後、樹脂を硬化することによって、半導体チップを回路基板に封止、固定するもので、一見、本発明と類似した技術のようにも見える。しかしながら、ここに記載された方法は、いわゆるリフロー処理によって端子間をはんだ付けするもので、従って、樹脂封止後においても、樹脂中にはんだ粉は分散されており、本発明のように、導電性粒子を含有する樹脂を対向する端子間に自己集合させた後、樹脂中に含有する導電性粒子同士を互いに接触させて端子間の電氣的接続を図るものではなく、本発明とは本質的に異なる技術である。

30

【0078】

また、導電性粒子(低融点金属フィラー)を含有させた樹脂を用いて、半導体チップと回路基板の対向する端子間の電氣的接続と、半導体チップの回路基板への固定を同時に行なう方法が、特許文献7(特開2004-260131号公報)、及び非特許文献1(安田真大他、「低融点金属フィラー含有樹脂による自己組織化接合プロセス」,第10回「エレクトロニクスにおけるマイクロ接合・実装技術」シンポジウム(10th Symposium on "Microjoining and Assembly Technology in Electronics"),183-188頁,2004年)に記載されている。ここには、酸化還元能力を有する樹脂を用いて、樹脂中に含有する溶融した金属フィラーの凝集や濡れに基づいて、選択的に端子間に導電性粒子が自己組織化した接続体を形成する技術が開示されている。

40

【0079】

しかしながら、特許文献7及び非特許文献1は、対向する端子間を選択的(自己集合的)に接合を行うプロセスの可能性を示唆するに止まり、もっぱら、溶融した導電性粒子の濡れ性のみによって端子間に凝集(自己集合)させているので、端子間に形成される接続

50

体を均一に形成することは難しい。

【0080】

本発明は、導電性粒子を含有する樹脂が、溶融した導電性粒子が自由に移動できるほどの“海”の役目を果たすものではないために、導電性粒子の結合過程が均一に進行せず、その結果、端子間に均一な接合体を形成することができないという認識のもとになされたもので、本発明による方法を適用することによって、多数の電極端子を有する半導体チップを歩留まりよくフリップチップ実装することができ、量産工程に適用可能な有用な方法を提供するものである。

【0081】

以上、本発明を好適な実施形態により説明してきたが、こうした記述は限定事項ではなく、勿論、種々の改変が可能である。

【産業上の利用可能性】

【0082】

本発明によれば、次世代LSIのフリップチップ実装に適用可能な、生産性及び信頼性の高いフリップチップ実装方法、及び基板間接続方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0083】

【図1】図1(a)～(d)は、本発明の実施形態におけるフリップチップ実装方法を示す工程断面図である。

【図2】図2(a)～(c)は、本発明の実施形態におけるフリップチップ実装方法を示す工程断面図である。

【図3】図3(a)は、本発明における樹脂の加熱温度プロファイルを示す図、図3(b)は半導体チップを回路基板に押し付けたときの圧力プロファイルを示す図である。

【図4】図4(a)、(b)は、本発明における樹脂の自己集合のメカニズムを説明するための図である。

【図5】図5(a)～(c)は、本発明における回路基板と半導体チップのギャップを変動させながら加熱する工程を説明する工程断面図である。

【図6】図6は、本発明における2種類以上の気泡発生剤を含む樹脂の自己集合を説明するための図である。

【図7】図7は、本発明における気泡発生剤の材料を示す図である。

【図8】図8は、本発明における加熱分解する気泡発生剤粉の材料を示す図である。

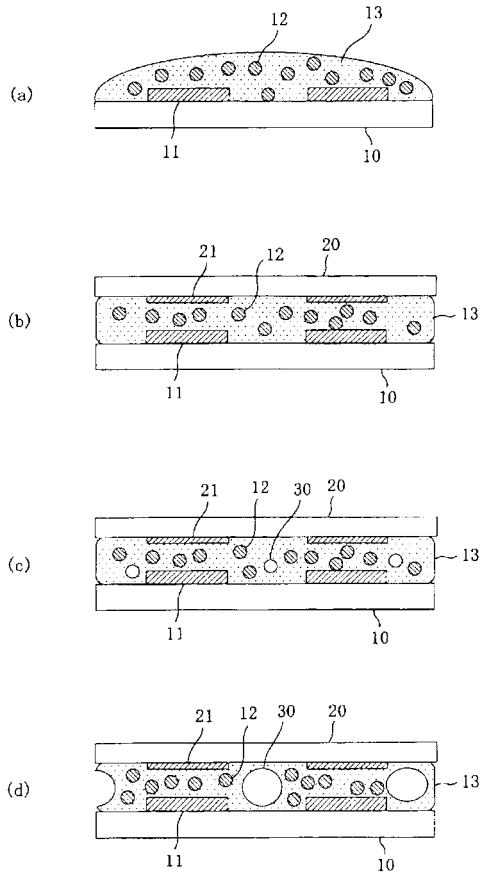
【図9】図9は、本発明におけるフリップチップ実装装置の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

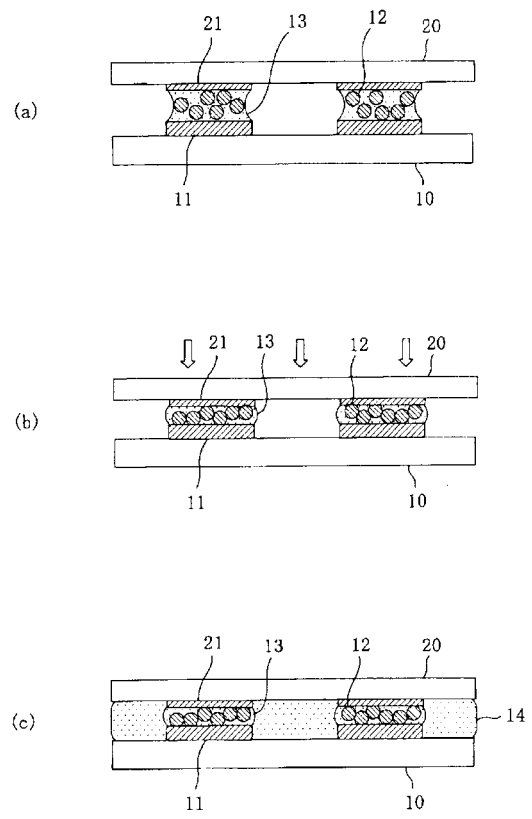
【0084】

- | | | |
|--------------|-------------|----|
| 10 | 回路基板 | |
| 11 | 接続端子 | |
| 12 | 導電性粒子 | |
| 13 | 樹脂 | |
| 14 | アンダーフィル材 | 40 |
| 20 | 半導体チップ | |
| 21 | 電極端子 | |
| 30, 30a, 30b | 気泡 | |
| 40 | フリップチップ実装装置 | |
| 41 | 保持手段 | |
| 42 | 供給手段 | |
| 43 | 加熱手段 | |
| 44 | 第1の加熱手段 | |
| 45 | 第2の加熱手段 | |
| 46 | 押圧手段 | 50 |

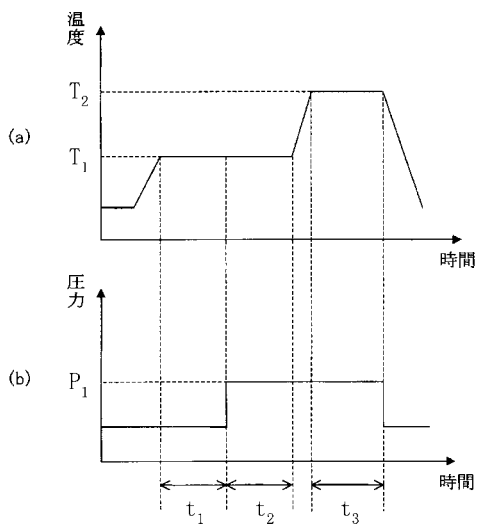
【 図 1 】



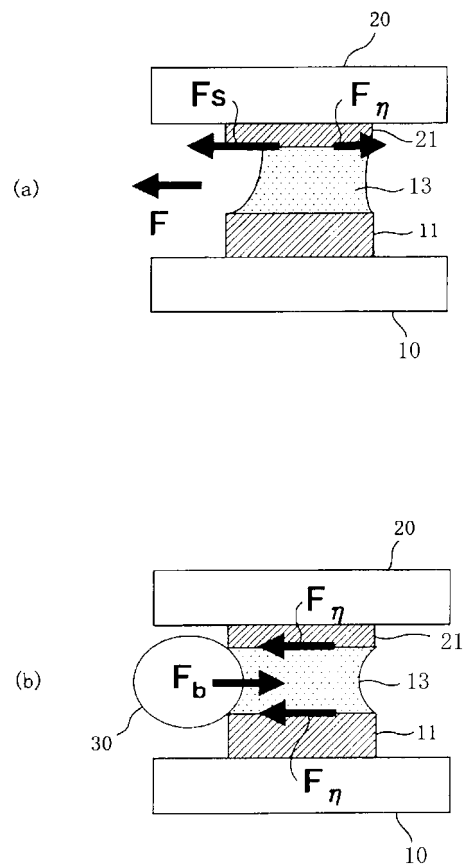
【 図 2 】



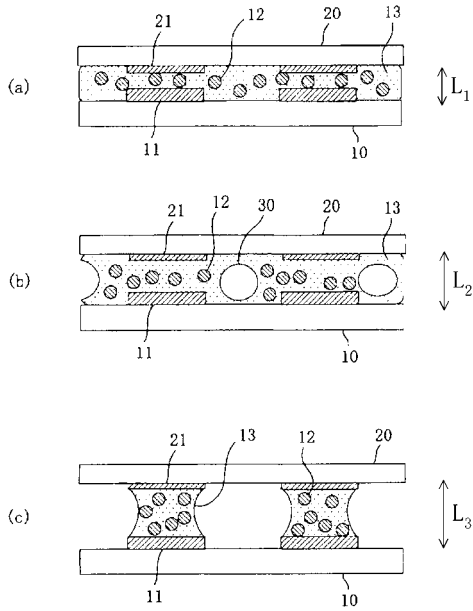
【 図 3 】



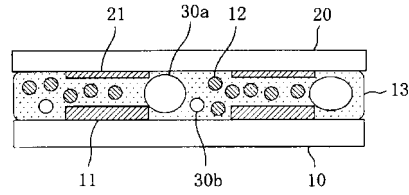
【 図 4 】



【図5】



【図6】



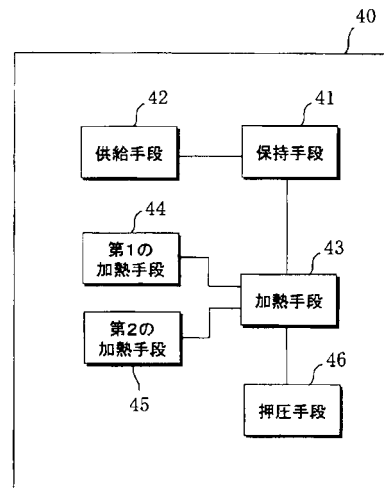
【図7】

気泡発生剤	沸点 (°C)	気泡発生剤	沸点 (°C)
ヘキサン	69	ジメチルアミン塩酸塩	171
酢酸ビニル	72	ジメチルスルフォキシド (DMSO)	189
イソプロピルアルコール	83	エチレングリコール	198
水	100	N-メチル-2-ピロリドン (NMP)	204
1,4-ジオキサン	101	α-テルピネオール	218
酢酸ブチル	126	ブチルカルビトール	231
プロピオン酸	141	ブチルカルビトールアセテート	246

【図8】

気泡発生剤	分解温度 (°C)
ホウ酸	70~
メタホウ酸アンモニウム	120~
炭酸水素ナトリウム	120-150
4,4'-オキシビス(ベンゼンスルホニルヒドラジド) (OBSh)	155-165
アゾジカルボンアミド (ADCA)	197-210
メタホウ酸バリウム	200~
N,N'-ジニトロソベンタメチレンテトラミン (DPT)	200-250
水酸化アルミニウム	230
アルミン酸カルシウム	230
ドーソナイト	230

【図9】



フロントページの続き

- (74)代理人 100117581
弁理士 二宮 克也
- (74)代理人 100117710
弁理士 原田 智雄
- (74)代理人 100121728
弁理士 井関 勝守
- (74)代理人 100124671
弁理士 関 啓
- (74)代理人 100131060
弁理士 杉浦 靖也
- (72)発明者 辛島 靖治
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
- (72)発明者 北江 孝史
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
- (72)発明者 中谷 誠一
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

審査官 市川 篤

- (56)参考文献 特開2002-329745(JP,A)
特開2004-260131(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/60