

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5250524号  
(P5250524)

(45) 発行日 平成25年7月31日(2013.7.31)

(24) 登録日 平成25年4月19日(2013.4.19)

(51) Int. Cl. F I  
 HO 1 L 21/60 (2006.01) HO 1 L 21/60 3 1 1 S  
 HO 1 L 23/29 (2006.01) HO 1 L 23/30 B  
 HO 1 L 23/31 (2006.01) HO 1 L 21/56 E  
 HO 1 L 21/56 (2006.01)

請求項の数 5 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2009-237128 (P2009-237128)	(73) 特許権者	302062931 ルネサスエレクトロニクス株式会社
(22) 出願日	平成21年10月14日(2009.10.14)		神奈川県川崎市中原区下沼部1753番地
(65) 公開番号	特開2011-86705 (P2011-86705A)	(74) 代理人	100110928 弁理士 速水 進治
(43) 公開日	平成23年4月28日(2011.4.28)		
審査請求日	平成24年7月18日(2012.7.18)	(74) 代理人	100118544 弁理士 野本 可奈
		(74) 代理人	100127236 弁理士 天城 聡
		(72) 発明者	坂田 賢治 神奈川県川崎市中原区下沼部1753番地 NECエレクトロニクス株式会社内
		(72) 発明者	木田 剛 神奈川県川崎市中原区下沼部1753番地 NECエレクトロニクス株式会社内 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体装置であって、

基板と、

複数のバンプを介して前記基板の一方の面に接続され、該一方の面に素子形成面が対向している半導体チップと、

前記半導体チップの前記素子形成面と前記基板の前記一方の面との間に充填されたアンダーフィル樹脂と、

を有し、

前記アンダーフィル樹脂は、

前記複数のバンプのうち最外周に配置されている複数のバンプの配置領域及びその内側に形成された第1のアンダーフィル樹脂と、

前記第1のアンダーフィル樹脂の外側に形成された第2のアンダーフィル樹脂と、

を含み、

前記基板の熱膨張係数が前記第1のアンダーフィル樹脂の熱膨張係数よりも大きく、

前記第2のアンダーフィル樹脂の熱膨張係数が前記第1のアンダーフィル樹脂の熱膨張係数よりも大きく、

当該半導体装置は、

前記半導体チップ及び前記アンダーフィル樹脂を封止する片面封止型の封止樹脂を有し

前記封止樹脂は、熱硬化性であり、且つ、その熱膨張係数が前記基板の熱膨張係数よりも大きいことを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】

前記第 2 のアンダーフィル樹脂が前記第 1 のアンダーフィル樹脂の外側から前記半導体チップの上面に亘って形成され、

前記第 2 のアンダーフィル樹脂の熱膨張係数が前記封止樹脂の熱膨張係数よりも大きいことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 3】

前記半導体チップ上に積層された 1 つ以上の第 2 の半導体チップを有し、

前記封止樹脂は、前記第 2 の半導体チップも封止しており、

前記第 2 のアンダーフィル樹脂が前記第 1 のアンダーフィル樹脂の外側から前記半導体チップの上面に亘って形成され、

前記第 2 のアンダーフィル樹脂の熱膨張係数が前記封止樹脂の熱膨張係数よりも大きいことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の半導体装置。

【請求項 4】

半導体チップの素子形成面が、基板の一方の面に対向するように、複数のバンプを介して前記基板に前記半導体チップを接続する第 1 工程と、

前記半導体チップの前記素子形成面と前記基板の前記一方の面との間にアンダーフィル樹脂を充填する第 2 工程と、

前記半導体チップ及び前記アンダーフィル樹脂を封止する片面封止型の封止樹脂を形成する工程と、

を有し、

前記第 2 工程は、

前記複数のバンプのうち最外周に配置されている複数のバンプの配置領域及びその内側に、前記基板よりも熱膨張係数が小さい第 1 のアンダーフィル樹脂を形成する第 3 工程と、

前記第 1 のアンダーフィル樹脂の外側に、前記第 1 のアンダーフィル樹脂よりも熱膨張係数が大きい第 2 のアンダーフィル樹脂を形成する第 4 工程と、

を含み、

前記封止樹脂は、熱硬化性であり、且つ、その熱膨張係数が前記基板の熱膨張係数よりも大きいことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 5】

前記第 3 工程は、前記第 1 工程の後で、前記素子形成面と前記一方の面との間に前記第 1 のアンダーフィル樹脂を注入する工程であることを特徴とする請求項 4 に記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体装置及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、高密度実装が可能な小面積、薄型のパッケージとして、半導体チップ（以下、チップ）と半導体基板（以下、基板）との電氣的接続にフリップチップ工法を採用した半導体装置（半導体パッケージ（以下、パッケージ））の需要が高まっている。

【0003】

フリップチップ工法は、以下の手順で行うことができる。まず、チップの表面（回路形成面）と基板の配線面（チップとの接続配線を形成する側）とを互いに向かい合わせる。次に、チップの表面に形成されている電極パッドと基板の配線上に形成されている電極パッドとを、はんだ、金、銅等により形成されたバンプ（接続媒体）を介して相互に接続（フリップチップ接続）する。

10

20

30

40

50

## 【0004】

このフリップチップ接続を介するバンプは、予めチップの電極パッド上或いは基板の電極パッド上に形成されており、ある程度の高さ（ $5\ \mu\text{m} \sim 100\ \mu\text{m}$ ）を持つ。このため、チップを基板に接続した後、チップの表面と基板との間には空隙が生じる。

## 【0005】

この空隙には、アンダーフィル樹脂を充填することが一般的である。このアンダーフィル樹脂により、チップの電極パッド、バンプ、及び、基板の電極パッドの相互間の接合部の物理的保護ができる。それとともに、このアンダーフィル樹脂により、パッケージが実装時に曝される高温によってバンプが再溶解し隣り合う接合部間をブリッジしてしまうことにより隣り合う電極どうしがショートすることを防止できる。

10

## 【0006】

このようにアンダーフィル樹脂は接合部の物理的保護も目的とすることから、その材質としては、樹脂の中でも比較的、低膨張かつ高剛性の樹脂が適用される。アンダーフィル樹脂の特性値は、例えば、 $T_g$ （ガラス転移温度）が $135 \sim 145$ 、 $\alpha_1$ （ $T_g$ 未満における線膨張係数）が $30 \sim 40\ \text{ppm}/^\circ\text{C}$ 、 $\alpha_2$ （ $T_g$ 以上における線膨張係数）が $80 \sim 150\ \text{ppm}/^\circ\text{C}$ 、 $E$ （弾性率）が $5 \sim 10\ \text{GPa}$ であることが挙げられる。フリップチップ接合工程以降のパッケージ製造過程やパッケージの実装時での温度変化により、接合部には、チップと基板の熱膨張係数（例えば、線膨張係数）の差に起因する熱応力が加わるが、このようにアンダーフィル樹脂を高剛性とすることにより、その熱応力を緩和できる。

20

## 【0007】

ここで、チップ表面と基板との間の空隙へのアンダーフィル樹脂の形成方法を、空隙へのアンダーフィル樹脂の供給タイミング或いは供給方法で分類すると、主に以下の3種類がある。

## 【0008】

第1の方法は、フリップチップ接続後にチップ - 基板間の空隙に液状のアンダーフィル樹脂を充填する方法である。

## 【0009】

第2の方法は、フリップチップ接続前に、予め基板の上に液状のアンダーフィル樹脂を塗布しておくか又はフィルム状のアンダーフィル樹脂を貼り付けておき、フリップチップ接続を行うことによって、そのアンダーフィル樹脂をチップ - 基板間の空隙に供給（配置）する方法である。

30

## 【0010】

第3の方法は、フリップチップ接続前に、予めチップ表面上にフィルム状のアンダーフィル樹脂を貼り付けておくか又は液状のアンダーフィル樹脂を塗布及び半硬化させておき、フリップチップ接続を行うことによって、そのアンダーフィル樹脂をチップ - 基板間の空隙に供給（配置）する方法である。

## 【0011】

これらのうち、第1の方法について詳述する。まず、チップを基板にフリップチップ接続する。この接続の際はチップ及び基板は一般的に $200 \sim 350$ の温度まで昇温させる。チップと基板がフリップチップ接続により一体となった半製品が常温に戻った際には、チップ（例えば、 $\alpha_1$ ： $3 \sim 5\ \text{ppm}/^\circ\text{C}$ 、 $E$ ： $130\ \text{GPa}$ ）と基板（例えば、 $\alpha_1$ ： $15 \sim 25\ \text{ppm}/^\circ\text{C}$ 、 $\alpha_2$ ： $5 \sim 35\ \text{ppm}/^\circ\text{C}$ 、 $T_g$ ： $120 \sim 150$ 、 $E$ ： $15 \sim 30\ \text{GPa}$ ）との熱膨張係数差に起因して、熱応力による反りがチップ及び基板に生じる。通常はチップよりも基板の熱膨張係数の方が大きいことから、チップを基板の上に配置すると常温では基板の反りは上に凸となる。そして、フリップチップ接続後にアンダーフィル樹脂をチップと基板との間の空隙に充填する際には、半製品の温度を $40 \sim 100$ としてアンダーフィル樹脂を注入する。その注入後にアンダーフィル樹脂を硬化させるには、半製品の温度を $100 \sim 200$ の範囲にすることが一般的である。このように、アンダーフィル樹脂の注入時及び硬化時の温度は、フリップチップ接続時の温度と

40

50

比較すると何れも低温である。このため、アンダーフィル樹脂の注入時及び硬化時における基板は（常温時と比べるとアンダーフィル樹脂の熱収縮により反りが若干は緩和されるものの）、チップが上とすると、上に凸に反ったままとなる。

【0012】

同様に、第2及び第3の方法の場合も、フリップチップチップ接続は、200～350の温度で行い、その後のアンダーフィル樹脂の硬化も100～200の範囲で行うのが一般的である。このため、フリップチップ接続後の半製品及び基板の反りは、チップが上とすると、上に凸となる。

【0013】

例えばデジタルスチールカメラ或いは携帯電話等に使用されるパッケージでは、薄型化が特に要求される。このため、チップをフリップチップ工法により基板に接続し、パッケージを実装基板（図示略）に実装するためのBGA（Ball Grid Array）ボールを基板の裏面に設けたタイプのパッケージが多く使用されるようになってきている。

10

【0014】

パッケージが上に凸に反っていると、実装時にBGAボールと実装基板との接続不良が生じたり、或いは、実装時にBGAボールと実装基板の十分な接続が行われなかったりするため、実装後のデバイスの信頼性が低下するといった問題がある。

【0015】

ここで、パッケージの実装時における不具合についてより詳しく説明する。パッケージを実装基板に実装する実装機は、パッケージを吸着保持する実装ツールとフラックス容器とを有している。フラックス容器には、フラックスが貯留されている。実装の際には、実装ツールによりパッケージを吸着保持し、BGAボールにフラックスを付着させるためにパッケージをフラックス容器に押し込む。パッケージの反りが大きいと、フラックスは、すべてのBGAボールには付着せず、一部のBGAボールにしか付着しない。その状態でパッケージを実装基板に実装すると、フラックスが付着していなかったBGAボールと実装基板との接続状態が不良となってしまう、パッケージと実装基板との電氣的接続を適切に行うことができない。このため、実装後のデバイスの歩留、並びに、実装後のデバイスの品質を向上させるためには、パッケージの反り、つまりパッケージの反りの最大の要因となっているフリップチップ接続時に生じる基板の反りを抑制することが重要な課題となっている。

20

30

【0016】

特に最近ではチップの厚さ、チップの一辺の長さ、基板の厚さがそれぞれ60 $\mu$ m～200 $\mu$ m、5mm～12mm、200 $\mu$ m～400 $\mu$ mとなってきたことから、パッケージの反りも14mm $\times$ 14mmのパッケージで100 $\mu$ m～200 $\mu$ mと大きくなる場合があり、それに伴いBGAボールのコプラナリティも悪くなっている。このため、上述したような実装時の問題が顕在化しつつある。特に、チップ厚150 $\mu$ m以下、チップサイズ8mm以上では、パッケージの実装時に無視できないほどの反りの大きさとなる。

【0017】

特許文献1には、チップ表面（回路面）と基板配線面（チップ接続面）とを向かい合わせてチップを基板にフリップチップ接続したパッケージが記載されている。このパッケージにおいては、最外周のバンプで囲われている領域である第1の領域に第1のアンダーフィル樹脂が配置され、最外周のバンプの外側の領域である第2の領域に第2のアンダーフィル樹脂が配置されている。そして、第1のアンダーフィル樹脂は、第2のアンダーフィル樹脂よりも、含有する無機充填剤の含有量、最大粒径及び平均粒径の少なくとも1つが小さい。

40

【0018】

特許文献1には、この構成により、第1の領域に配置される第1のアンダーフィル樹脂は熱膨張係数が大きくなる一方で弾性率は小さくなるので、温度サイクルにより発生する樹脂端部でのせん断歪みを小さくすることができる旨の記載がある。すなわち、特許文献

50

1の技術では、チップと第1のアンダーフィル樹脂との間の残留応力をできるだけ緩和させるために、第1のアンダーフィル樹脂の弾性率を小さく設定する。一方、チップの端部と接触している第2のアンダーフィル樹脂の熱膨張係数は、熱応力による応力歪みの集中を防ぐ為に小さく設定する。

【0019】

特許文献1には、このような構成により、チップと第1のアンダーフィル樹脂との間の残留応力を小さくすることができるので、その残留応力によるチップの剥離の発生を抑制でき、かつ熱膨張係数の差に起因するチップ端面の応力集中によるクラック等の問題をも防ぐことができる旨の記載がある。

【0020】

特許文献1には、他に、パンプの外側に配置される第2のアンダーフィル樹脂の無機充填剤の含有量を第1のアンダーフィル樹脂よりも大きくすることにより、水分の進入経路を遮断することができ、耐湿性に関する信頼性が向上する点が記載されている。更に、特許文献1には、パンプの内側に配置される第1のアンダーフィル樹脂のみの無機充填剤の粒径を小さくすることにより、水分遮断効果を維持しつつチップの破壊を抑制でき、アンダーフィル樹脂の注入性も向上させることができる旨の記載がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0021】

【特許文献1】特開平08-195414号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0022】

特許文献1の技術では、チップ周辺部を覆うフィレットを構成する第2のアンダーフィル樹脂は、チップ中央付近に配置する第1のアンダーフィル樹脂よりも、樹脂中に含有する無機充填剤の含有量、最大粒径、平均粒径の少なくとも1つを大きくする。このため、フィレットを形成する第2のアンダーフィル樹脂の熱膨張係数はチップ中央部の第1のアンダーフィル樹脂の熱膨張係数よりも小さくなる。

【0023】

一方で、チップ周辺部に形成される第2のアンダーフィル樹脂のフィレットはアンダーフィル樹脂の硬化時の温度では収縮応力は0であるが、硬化後に基板温度が常温に低下した際には、基板の熱膨張係数よりも第2のアンダーフィル樹脂の熱膨張係数が大きい場合にはフィレットに収縮応力が発生するため多少の反り矯正効果がフィレットから基板に働くことになる。

【0024】

しかしながら、特許文献1の技術では、第2のアンダーフィル樹脂の熱膨張係数はチップ中央部の第1のアンダーフィル樹脂の熱膨張係数よりも小さいことから、基板の反り矯正効果は小さくなってしまふ。言い換えると、第2のアンダーフィル樹脂の代わりに最外周のパンプの外側にも第1のアンダーフィル樹脂を使用した時、すなわち、アンダーフィル樹脂中の無機充填剤の含有量、最大粒径、平均粒径を最外周のパンプの内部と外側で同一とした時よりも基板反りの矯正効果が小さくなってしまい、パッケージの実装性や実装後の信頼性は逆に低下することとなる。

【0025】

また、特許文献1の技術では、最外周パンプの内側と外側とで異なるアンダーフィル樹脂を充填するが、熱膨張係数に差がある2種類のアンダーフィル樹脂が同一のパンプ接合部に両側から接していると、接合部へ加わる応力は同一のアンダーフィル樹脂で接合部を覆った時と異なるものとなり、アンダーフィル樹脂の組み合わせによっては接合部の破壊につながる恐れがある。

【0026】

このように、基板の反りを抑制しその平坦性を高めること、及び、第1及び第2のアン

10

20

30

40

50

ダーフィル樹脂の熱膨張係数差に起因してチップと基板との接合部に加わる応力を抑制することは、困難だった。

【課題を解決するための手段】

【0027】

本発明は、基板と、  
複数のバンプを介して前記基板の一方の面に接続され、該一方の面に素子形成面が対向している半導体チップと、  
前記半導体チップの前記素子形成面と前記基板の前記一方の面との間に充填されたアンダーフィル樹脂と、  
を有し、  
前記アンダーフィル樹脂は、  
前記複数のバンプのうち最外周に配置されている複数のバンプの配置領域及びその内側に形成された第1のアンダーフィル樹脂と、  
前記第1のアンダーフィル樹脂の外側に形成された第2のアンダーフィル樹脂と、  
を含み、  
前記基板の熱膨張係数が前記第1のアンダーフィル樹脂の熱膨張係数よりも大きく、  
前記第2のアンダーフィル樹脂の熱膨張係数が前記第1のアンダーフィル樹脂の熱膨張係数よりも大きいことを特徴とする半導体装置を提供する。

10

【0028】

この半導体装置によれば、基板の熱膨張係数が第1のアンダーフィル樹脂の熱膨張係数よりも大きい場合に、外側の第2のアンダーフィル樹脂として、内側の第1のアンダーフィル樹脂よりも熱膨張係数が大きいものを使用する。これにより、第2のアンダーフィル樹脂による基板の反り矯正効果を高めることができるので、基板の平坦性を高めることができる。その結果、半導体装置の実装歩留、及び実装信頼性を向上させることが可能となる。

20

また、第1のアンダーフィル樹脂は複数のバンプのうち最外周に配置されている複数のバンプの配置領域及びその内側に形成されているので、バンプを含むチップと基板との接合部は、同一のアンダーフィル樹脂すなわち第1のアンダーフィル樹脂により覆われることとなる。このことにより、熱膨張係数に差がある2種類のアンダーフィル樹脂が同一のバンプ接合部に両側から接している場合とは異なり、アンダーフィル樹脂の熱膨張係数差

30

【0029】

また、本発明は、半導体チップの素子形成面が、基板の一方の面に対向するように、複数のバンプを介して前記基板に前記半導体チップを接続する第1工程と、

前記半導体チップの前記素子形成面と前記基板の前記一方の面との間にアンダーフィル樹脂を充填する第2工程と、

を有し、

前記第2工程は、

前記複数のバンプのうち最外周に配置されている複数のバンプの配置領域及びその内側に、前記基板よりも熱膨張係数が小さい第1のアンダーフィル樹脂を形成する第3工程と

40

、  
前記第1のアンダーフィル樹脂の外側に、前記第1のアンダーフィル樹脂よりも熱膨張係数が大きい第2のアンダーフィル樹脂を形成する第4工程と、

を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法を提供する。

【発明の効果】

【0030】

本発明によれば、基板の反りを抑制しその平坦性を高めることができるとともに、第1及び第2のアンダーフィル樹脂の熱膨張係数差に起因してチップと基板との接合部に加わる応力を抑制できる。

【図面の簡単な説明】

50

## 【 0 0 3 1 】

【図 1】第 1 の実施形態に係る半導体装置を示す模式図であり、このうち ( a ) は正面断面図、( b ) は平面図である。

【図 2】第 1 の実施形態に係る半導体装置の製造方法を説明するための一連の工程図 ( 断面図 ) である。

【図 3】第 2 の実施形態に係る半導体装置を示す模式図であり、このうち ( a ) は正面断面図、( b ) は平面図である。

【図 4】第 2 の実施形態に係る半導体装置の製造方法を説明するための一連の工程図 ( 断面図 ) である。

【図 5】第 3 の実施形態に係る半導体装置を示す模式図であり、このうち ( a ) は正面断面図、( b ) は平面図である。

10

【図 6】第 4 の実施形態に係る半導体装置を示す模式図であり、このうち ( a ) は正面断面図、( b ) は平面図である。

【図 7】第 5 の実施形態に係る半導体装置を示す模式図であり、このうち ( a ) は正面断面図、( b ) は平面図である。

【図 8】第 6 の実施形態に係る半導体装置を示す模式図であり、このうち ( a ) は正面断面図、( b ) は平面図である。

## 【 発 明 を 実 施 す る た め の 形 態 】

## 【 0 0 3 2 】

以下、本発明の実施形態について、図面を用いて説明する。なお、すべての図面において、同様の構成要素には同一の符号を付し、適宜に説明を省略する。

20

## 【 0 0 3 3 】

## 〔 第 1 の 実 施 形 態 〕

図 1 は第 1 の実施形態に係る半導体装置 1 0 の構成を示す模式図であり、このうち図 1 ( a ) は正面断面図、図 1 ( b ) は平面図である。図 2 は第 1 の実施形態に係る半導体装置の製造方法を説明するための一連の工程図 ( 断面図 ) である。

## 【 0 0 3 4 】

本実施形態に係る半導体装置 1 0 は、基板 1 と、複数のパンプ 3 を介して基板 1 の一方の面に接続され、該一方の面に素子形成面が対向している半導体チップ 2 と、半導体チップ 2 の素子形成面と基板 1 の一方の面との間に充填されたアンダーフィル樹脂 6 と、を有する。アンダーフィル樹脂 6 は、複数のパンプ 3 のうち最外周に配置されている複数のパンプ 3 a の配置領域及びその内側に形成された第 1 のアンダーフィル樹脂 4 と、第 1 のアンダーフィル樹脂 4 の外側に形成された第 2 のアンダーフィル樹脂 5 と、を含む。基板 1 の熱膨張係数は第 1 のアンダーフィル樹脂 4 の熱膨張係数よりも大きい。第 2 のアンダーフィル樹脂 5 の熱膨張係数は第 1 のアンダーフィル樹脂 4 の熱膨張係数よりも大きい。

30

本実施形態に係る半導体装置の製造方法は、半導体チップ 2 の素子形成面が、基板 1 の一方の面に対向するように、複数のパンプ 3 を介して基板 1 に半導体チップ 2 を接続する第 1 工程と、半導体チップ 2 の素子形成面と基板 1 の一方の面との間にアンダーフィル樹脂 6 を充填する第 2 工程と、を有する。第 2 工程は、複数のパンプ 3 のうち最外周に配置されている複数のパンプ 3 a の配置領域及びその内側に、基板 1 よりも熱膨張係数が小さい第 1 のアンダーフィル樹脂 4 を形成する第 3 工程と、第 1 のアンダーフィル樹脂 4 の外側に、第 1 のアンダーフィル樹脂 4 よりも熱膨張係数が大きい第 2 のアンダーフィル樹脂 5 を形成する第 4 工程と、を含む。

40

以下、詳細に説明する。

## 【 0 0 3 5 】

先ず、半導体装置 1 0 の構成を説明する。

## 【 0 0 3 6 】

図 1 に示すように、本実施形態に係る半導体装置 1 0 は、基板 1 と、半導体チップ ( 以下、チップ ) 2 と、アンダーフィル樹脂 6 と、を有している。

## 【 0 0 3 7 】

50

チップ2としては、例えば、シリコン基板上に拡散層及び配線層が形成され、配線上には電極パッド部が形成され、その電極パッド部には基板1との電氣的接続を行うためのバンプ3が予め形成されているものを想定している。チップ2において、拡散層、配線層（配線を含む）、電極パッド部及びバンプ3が形成されている方の面（図1（a）の下面）は、素子形成面を構成している。なお、本実施形態の場合、バンプ3は、チップ2の素子形成面上において、例えば、マトリクス状に、ほぼ満遍なく配置されている。すなわち、本実施形態の場合、バンプ3は、例えばいわゆるエリア配置されている（図1（b）参照）。

【0038】

バンプ3としては、例えば、共晶はんだ、鉛フリーはんだ、Au、Cu、或いはこれらの複合体を用いることができるが、チップ2と基板1との電氣的接続が可能であれば、その他の材質のバンプ3を適用しても良い。

10

【0039】

また、本実施形態では、チップ2に予めバンプ3が形成されている形態を例示するが、チップ2ではなく基板1の電極パッドに予めバンプ3が形成されていても良いし、或いは、チップ2と基板1の電極パッドの両方に予めバンプ3が形成されていても良い。

【0040】

基板1としては、例えば、ガラスエポキシ等の有機基板に配線が形成された配線基板を用いることができるが、ポリイミドテープなどにめっきで配線が形成された配線基板を用いても良い。

20

【0041】

チップ2は、その素子形成面が基板1の一方の面（配線が形成されている面）と対向するように、複数のバンプ3を介して基板1の一方の面に接続（フリップチップ接続）されている。

【0042】

フリップチップ接続されたチップ2と基板1との隙間は、バンプ3の高さにもよるが、一般的には、例えば、5 $\mu$ m～100 $\mu$ m程度となる。

【0043】

チップ2の素子形成面と基板1の一方の面との間、及び、隣り合うバンプ3間すなわち隣り合う接合部間には、アンダーフィル樹脂6が充填されている。

30

【0044】

アンダーフィル樹脂6は、第1のアンダーフィル樹脂4と、第2のアンダーフィル樹脂5と、を含む。

【0045】

第1のアンダーフィル樹脂4の熱膨張係数は、基板1の熱膨張係数よりも小さい。逆に言えば、基板1の熱膨張係数は、第1のアンダーフィル樹脂4の熱膨張係数よりも大きい。

【0046】

第1のアンダーフィル樹脂4は、複数のバンプ3のうち最外周に配置されている複数のバンプ3aの配置領域及びその内側に形成されている。第2のアンダーフィル樹脂5は、第1のアンダーフィル樹脂4の外側（基板1及びチップ2に沿う方向において外側）に形成されている。

40

【0047】

このため、第1のアンダーフィル樹脂4は、複数のバンプ3の各々を覆っている。一方、第2のアンダーフィル樹脂5は、バンプ3に接することなく、第1のアンダーフィル樹脂4の外側を覆っている。なお、第2のアンダーフィル樹脂5は、例えば、チップ2の端部（外周部）も覆っている。

【0048】

ここで、本実施形態の場合、第2のアンダーフィル樹脂5は、例えば、図1に示すように、チップ2と基板1との間に（チップ2の外周端よりも内側に）は入り込んでいないこ

50

とが一例として挙げられる。この場合、第2のアンダーフィル樹脂5に限って言えば、チップ2の素子形成面と基板1の一方の面との間には充填されていない構成となる。

【0049】

なお、本実施形態の場合も、第2のアンダーフィル樹脂5は、チップ2と基板1との間に（チップ2の外周端よりも内側に）入り込んでいても良い。すなわち、第2のアンダーフィル樹脂5も、チップ2の素子形成面と基板1の一方の面との間に充填されていても良い。ただし、第2のアンダーフィル樹脂5をバンプ3すなわち接合部に直接接触させてしまうと、第1のアンダーフィル樹脂4と第2のアンダーフィル樹脂5との熱膨張係数差によって生じる応力を接合部に加えてしまう。このため、第2のアンダーフィル樹脂5は、バンプ3すなわち接合部には接触させないこととする。

10

【0050】

なお、第1のアンダーフィル樹脂4は接合部を保護するために、第1のアンダーフィル樹脂4としては熱膨張係数が小さく高弾性率のものをを用いる。一方、第2のアンダーフィル樹脂5としては、第1のアンダーフィル樹脂4よりも熱膨張係数が大きいものをを用いる。

【0051】

第2のアンダーフィル樹脂5の弾性率については第1のアンダーフィル樹脂4よりも大きい方が反り矯正効果は大きくなる。しかし、熱膨張係数を大きくすると弾性率は若干低下する傾向にある。第2のアンダーフィル樹脂5については、例えば、弾性率を大きくすることよりも、熱膨張係数を大きくすることによって熱収縮応力を大きくさせることを優先させることが好ましい。

20

【0052】

第2のアンダーフィル樹脂5の熱膨張係数は、例えば、 $1 > 40 \text{ ppm} /$ 、 $2 > 150 \text{ ppm} /$  とすることが挙げられる。第2のアンダーフィル樹脂5のこのような特性を得る手法としては、例えば、第2のアンダーフィル樹脂5における無機充填剤の含有比率（重量%）を第1のアンダーフィル樹脂4よりも小さくすること、或いは、第2のアンダーフィル樹脂5が含有する無機充填材の粒径（平均粒径、最大粒径等）を第1のアンダーフィル樹脂4よりも小さくすることが挙げられる。

【0053】

本実施形態においては、第1のアンダーフィル樹脂4と比較して第2のアンダーフィル樹脂5の熱膨張係数が大きくなることにより、第1のアンダーフィル樹脂4と比較して第2のアンダーフィル樹脂5の熱収縮応力が大きくなる。その結果、第2のアンダーフィル樹脂5による基板1の反り矯正効果の特許文献1の場合と比べて高めることができるので、基板1の反りを特許文献1の場合と比べて小さくできる。よって、例えばBGA（Ball Grid Array）ボール7のコプラナリティも小さくでき、実装時の不具合の発生を好適に抑制できる。

30

【0054】

なお、チップ2の周囲に形成されるアンダーフィル樹脂6のはみ出し部（チップ2と基板1の間からはみ出している部分）は、一般に、フィレットと呼ばれる。本実施形態の場合、例えば、第1及び第2のアンダーフィル樹脂4、5の一部分ずつがフィレット6aを構成している。

40

【0055】

次に、本実施形態に係る半導体装置の製造方法を説明する。

【0056】

図2はこの製造方法を説明するための一連の工程図（断面図）である。この製造方法には、例えば、図2（a）に示す実装機を用いる。この実装機は、基板加熱ステージ11と、チップ加熱ツール12と、を有している。基板加熱ステージ11は、該基板加熱ステージ11上に載置された基板1を加熱する。チップ加熱ツール12は、該チップ加熱ツール12の下面側においてチップ2を吸着保持することが可能である。このチップ加熱ツール12は、図示しない昇降機構によって昇降可能とされている。また、このチップ加熱ツ

50

ル 1 2 は、保持したチップ 2 を加熱する。

【 0 0 5 7 】

先ず、図 2 ( a ) に示すように、基板 1 をその配線面を上向きにして基板加熱ステージ 1 1 上に載置する。一方、表面 ( 配線面 ) に予めバンプ 3 が形成されたチップ 2 を、その配線面を下向きにしてチップ加熱ツール 1 2 によって吸着保持する。この状態で、チップ加熱ツール 1 2 を基板 1 に向けて下降させることにより、チップ 2 のバンプ 3 を基板 1 の配線上の電極パッド ( いずれも図示略 ) に加圧接触させる。更に、この状態で、チップ加熱ツール 1 2 によってチップ 2 を、基板加熱ステージ 1 1 によって基板 1 を、それぞれ加熱する。

【 0 0 5 8 】

これにより、図 2 ( b ) に示すように、チップ 2 がバンプ 3 を介して基板 1 に対しフリップ接続される。この状態では、チップ 2 と基板 1 との熱膨張係数の差に起因して、チップ 2 を上とすると、基板 1 は上に凸の反りとなる。すなわち、基板 1 の方がチップ 2 よりも熱膨張係数が大きいいため、基板 1 の熱収縮応力の方がチップ 2 の熱収縮応力よりも大きく、基板 1 は上に凸の反りとなる。

【 0 0 5 9 】

次に、図 2 ( c ) に示すように、第 1 のアンダーフィル樹脂 4 を基板 1 とチップ 2 との間に注入する。この注入は、例えば、ニードル等からなる注入ノズル 1 3 を介して行う。また、この注入動作は、例えば、第 1 の注入ノズル 1 3 をチップ 2 の何れか 1 つの辺、又は、互いに隣り合う 2 つの辺に沿って移動させながら、第 1 の注入ノズル 1 3 から第 1 のアンダーフィル樹脂 4 を吐出することにより行う。なお、注入ノズル 1 3 をチップ 2 の周囲の 1 箇所に固定したままで、第 1 の注入ノズル 1 3 から第 1 のアンダーフィル樹脂 4 を吐出することにより、注入動作を行っても良い。

【 0 0 6 0 】

ここで、バンプ 3 の種類、フリップチップ接合の際のフラックスの使用の有無、またそのフラックスの種類によって、第 1 のアンダーフィル樹脂 4 の注入処理の前処理として、フラックス洗浄、基板乾燥、プラズマ洗浄のいずれかまたは全てを、必要に応じて適宜に実施する。

【 0 0 6 1 】

第 1 のアンダーフィル樹脂 4 の注入は、バンプ 3 の各々を覆うように行う。ただし、チップ 2 の周辺への第 1 のアンダーフィル樹脂 4 のはみ出し量が多いと後で注入する第 2 のアンダーフィル樹脂 5 の量が相対的に減ることになり、第 2 のアンダーフィル樹脂 5 の熱収縮応力による反りの抑制効果が小さくなってしまふ。このため、第 1 のアンダーフィル樹脂 4 のはみ出し量はなるべく小さくすることが好ましい。例えば、チップ 2 の端面からの第 1 のアンダーフィル樹脂 4 のはみ出し幅  $W$  ( 図 1 ( a ) ) の最大値は  $800\ \mu\text{m}$  以下に抑えることが好ましい。

【 0 0 6 2 】

次に、図 2 ( d ) に示すように、第 2 のアンダーフィル樹脂 5 を第 1 のアンダーフィル樹脂 4 の周囲 ( 外側 ) に塗布し形成する。この形成動作も、例えば、ニードル等からなる第 2 の注入ノズル 1 4 を介して行う。この形成動作は、例えば、第 2 の注入ノズル 1 4 をチップ 2 の 4 辺に沿って移動させながら、第 2 の注入ノズル 1 4 から第 2 のアンダーフィル樹脂 5 を吐出することにより行う。

【 0 0 6 3 】

なお、第 2 のアンダーフィル樹脂 5 の形成の前処理として、第 1 のアンダーフィル樹脂 4 の硬化や、該硬化後のプラズマ洗浄を実施しても良い。

【 0 0 6 4 】

次に、第 2 のアンダーフィル樹脂 5 の硬化、又は、第 1 及び第 2 のアンダーフィル樹脂 4、5 の硬化を行う。これにより、図 2 ( e ) に示す構造体が得られる。

【 0 0 6 5 】

ここで、第 1 及び第 2 のアンダーフィル樹脂 4、5 の硬化は、例えば、大気中或いは窒

10

20

30

40

50

素雰囲気での100 ~ 200 程度の熱硬化とすることができる。ただし、第1のアンダーフィル樹脂4については紫外線等で硬化する樹脂を用いても良く、その場合の硬化は紫外線等の照射により行うことができる。

【0066】

図2(e)の段階では既に特許文献1の半導体装置の場合と比べて基板1の反りが小さいものとなっており、その反りは最終的に製造される半導体装置10にも承継される。

【0067】

図2(e)の後で、基板1の裏面にBGAボール7(図1)を取り付けることにより、図1に示す半導体装置10が得られる。

【0068】

次に、このような半導体装置10を実装基板(図示略)上に実装する方法を説明する。

【0069】

半導体装置10を実装するには、実装機の実装ツールにより半導体装置を吸着保持し、BGAボール7にフラックスを付着させるため、半導体装置10を実装機のフラックス容器(図示略)に押し込む。なお、フラックス容器には予めフラックスが貯留されている。

【0070】

本実施形態の場合、基板1、ひいては半導体装置10の反りが十分に抑制されているため、各BGAボール7にフラックスを容易且つ均一に付着させることができる。よって、各BGAボール7と実装基板とが良好な接続状態となるように、半導体装置10を実装基板に実装することができる。

【0071】

よって、実装後のデバイスの歩留、並びに、実装後のデバイスの品質を向上させることができる。

【0072】

以上のような第1の実施形態によれば、基板1の熱膨張係数が第1のアンダーフィル樹脂4の熱膨張係数よりも大きい場合に、第2のアンダーフィル樹脂5の熱収縮応力の大きさを第1のアンダーフィル樹脂4よりも大きくすることにより、特許文献1の技術と比べてフリップチップ接続によって生じた基板1の反りを常温時において矯正する力が強くなる。よって、基板1の平坦度を向上できるので、半導体装置10の実装を好適に実施できるようになる。具体的には、例えば、基板1に形成されたBGAボール7のコプラナリティを小さくできるので、半導体装置10の実装時に各BGAボール7へフラックスを均一に付着させることができ、好適な実装が可能となる。これにより、半導体装置10の実装不良の発生を抑制できるので、半導体装置10の実装信頼性が向上する。

【0073】

また、第1のアンダーフィル樹脂4は複数のバンプ3のうち最外周に配置されている複数のバンプ3aの配置領域及びその内側に形成されているので、バンプ3aを含むチップ2と基板1との接合部は、同一のアンダーフィル樹脂すなわち第1のアンダーフィル樹脂4により覆われることとなる。このことにより、熱膨張係数に差がある2種類のアンダーフィル樹脂が同一のバンプ接合部に両側から接している場合とは異なり、アンダーフィル樹脂の熱膨張係数差に起因して接合部に加わる応力を抑制することができる。

【0074】

このように、本実施形態では、第1及び第2のアンダーフィル樹脂4、5の特性を異ならせることにより、基板1の反りを改善できるとともに、接合部の保護を好適に行うことができる。つまりチップ2と基板1との間の電氣的接続の信頼性と、半導体装置10の実装信頼性とを両立させることが可能となる。

【0075】

〔第2の実施形態〕

図3は第2の実施形態に係る半導体装置20を示す模式図であり、このうち(a)は正面断面図、(b)は平面図である。図4は第2の実施形態に係る半導体装置の製造方法を説明するための一連の工程図(断面図)である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 6 】

本実施形態に係る半導体装置 20 は、その製造方法が第 1 の実施形態と相違する。すなわち、本実施形態の場合、フリップチップ接続前に第 1 のアンダーフィル樹脂 4 を基板 1 上へ供給（配置）しておき、フリップチップ接合後に第 2 のアンダーフィル樹脂 5 を供給する。このため、第 1 のアンダーフィル樹脂 4 としては、上記の第 1 の実施形態で想定している液状の樹脂だけでなく、フィルム状に形成されている樹脂も用いることができる。

## 【 0 0 7 7 】

次に、図 4 を参照して、本実施形態の場合の半導体装置の製造方法をより詳細に説明する。

## 【 0 0 7 8 】

図 4 ( a ) は基板 1 をその配線面を上向きにして基板加熱ステージ 11 上に載置した状態を示す。本実施形態の場合、フリップチップ接続前に、例えばフィルム状の樹脂 8 を基板 1 の配線面上に貼り付ける。なお、樹脂 8 を基板 1 に貼り付けるタイミングは、基板 1 を基板加熱ステージ 11 上に配置する前でも後でも良い。樹脂 8 は、後に第 1 のアンダーフィル樹脂 4 を構成する。

## 【 0 0 7 9 】

次に、図 4 ( b ) に示すように、表面（配線面）に予めバンプ 3 が形成されたチップ 2 を、その配線面を下向きにしてチップ加熱ツール 12 によって吸着保持し、チップ加熱ツール 12 を基板 1 に向けて下降させる。これにより、チップ 2 のバンプ 3 を基板 1 の配線上の電極パッド（いずれも図示略）に加圧接触させる。更に、この状態で、チップ加熱ツール 12 によってチップ 2 を、基板加熱ステージ 11 によって基板 1 を、それぞれ加熱する。

## 【 0 0 8 0 】

これにより、図 4 ( c ) に示すように、チップ 2 がバンプ 3 を介して基板 1 に対しフリップ接続される。また、このようにフリップチップ接続がなされるとともに、樹脂 8 が溶融する結果、第 1 のアンダーフィル樹脂 4 が基板 1 とチップ 2 との間に充填された状態となる。なお、樹脂 8 の量は、バンプ 3 の各々が第 1 のアンダーフィル樹脂 4 によって覆われることとなるように、予め適切に設定しておく。

## 【 0 0 8 1 】

なお、本実施形態の場合、樹脂 8 がフィルム状である例に限らず、樹脂 8 は液状の樹脂を塗布したもの、或いは、液状の樹脂を塗布及び半硬化させたものであっても良い。

## 【 0 0 8 2 】

ここで、図 4 ( c ) では、第 1 のアンダーフィル樹脂 4 がチップ 2 の端面よりも内側に収まっている例を示している。この例では、フィレット 6 a は、第 2 のアンダーフィル樹脂 5 の一部分により構成される（図 4 ( d ) ）。ただし、樹脂 8 の供給量、或いはプロセス条件によっては第 1 のアンダーフィル樹脂 4 がチップ 2 の端面よりも外側にはみ出した形態となることもある。この場合、第 1 の実施形態と同様に、フィレット 6 a は、第 1 及び第 2 のアンダーフィル樹脂 4、5 の一部分ずつにより構成される。ただし、第 1 の実施形態で説明したように、チップ 2 の端面からの第 1 のアンダーフィル樹脂 4 のはみ出し量は小さい方が好ましい。

## 【 0 0 8 3 】

このようにフリップチップ接続が行われた状態では、チップ 2 と基板 1 との熱膨張係数の差に起因して、チップ 2 を上とすると、基板 1 は上に凸の反りとなる。すなわち、基板 1 の方がチップ 2 よりも熱膨張係数が大きいため、基板 1 の熱収縮応力の方がチップ 2 の熱収縮応力よりも大きく、基板 1 は上に凸の反りとなる。

## 【 0 0 8 4 】

次に、図 4 ( d ) に示すように、第 2 のアンダーフィル樹脂 5 を塗布形成する。第 2 のアンダーフィル樹脂 5 の形成の仕方は第 1 の実施形態と同様である。第 2 のアンダーフィル樹脂 5 の形成前に、第 1 のアンダーフィル樹脂 4 の硬化やプラズマ洗浄等の前処理を行っても良い点についても、第 1 の実施形態と同様である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 5 】

次に、第 1 の実施形態と同様に、第 2 のアンダーフィル樹脂 5 の硬化、又は、第 1 及び第 2 のアンダーフィル樹脂 4、5 の硬化を行う。これにより、図 4 ( e ) に示す構造体を得られる。

## 【 0 0 8 6 】

図 4 ( e ) の段階では、第 1 の実施形態と同様に、特許文献 1 の半導体装置の場合と比べて基板 1 の反りが小さいものとなっており、その反りは最終的に製造される半導体装置 2 0 にも承継される。

## 【 0 0 8 7 】

図 4 ( e ) の後で、基板 1 の裏面に B G A ボール 7 ( 図 3 ( a ) ) を取り付けることにより、図 3 に示す半導体装置 2 0 が得られる。

10

## 【 0 0 8 8 】

以上のような第 2 の実施形態によれば、第 1 の実施形態と同様の効果が得られる他に、以下の効果が得られる。

## 【 0 0 8 9 】

すなわち、上記の第 1 の実施形態ではチップ 2 と基板 1 との間の空隙が狭い場合、特にチップ 2 と基板 1 との間の空隙が 2 0  $\mu$ m 未満となるような半導体装置 2 0 においては、第 1 のアンダーフィル樹脂 4 の注入作業の難易度が上がるため、例えばチップ 2 の下面にボイド ( 気泡 ) が発生しやすくなる場合がある。これに対し、第 2 の実施形態では、予め基板 1 に樹脂 8 を供給しておくため、ボイドの発生を好適に抑制しつつ、第 1 のアンダーフィル樹脂 4 をチップ 2 と基板 1 との間に充填することができる。

20

## 【 0 0 9 0 】

同様に、上記の第 1 の実施形態の場合には、接合部のピッチ ( パンプ 3 のピッチ ) が狭い場合には、液状の第 1 のアンダーフィル樹脂 4 を接合部間に十分に行き渡らせることが困難となる場合がある。これに対し、第 2 の実施形態では、予め基板 1 に樹脂 8 を供給しておくため、狭ピッチの接合部間にも第 1 のアンダーフィル樹脂 4 を容易且つ十分に充填することができる。特に、フィルム状の樹脂 8 を予め基板 1 上に供給 ( 貼り付け ) しておく場合は顕著にその効果が得られる。

## 【 0 0 9 1 】

## 〔 第 3 の実施形態 〕

図 5 は第 3 の実施形態に係る半導体装置 3 0 を示す模式図であり、このうち ( a ) は正面断面図、( b ) は平面図である。

30

## 【 0 0 9 2 】

図 5 に示すように、本実施形態の場合、パンプ 3 の配列が第 1 の実施形態とは相違している。第 1 及び第 2 の実施形態では、パンプ 3 がチップ 2 の面内において、いわゆるエリア配置されている例を説明したが、本実施形態では、パンプ 3 は、チップ 2 の周縁部に沿って配置されている ( いわゆる周辺配置されている ) 。

## 【 0 0 9 3 】

本実施形態に係る半導体装置 3 0 は、その他の点は第 1 又は第 2 の実施形態と同様であり、得られる効果も第 1 又は第 2 の実施形態と同様である。

40

## 【 0 0 9 4 】

## 〔 第 4 の実施形態 〕

図 6 は第 4 の実施形態に係る半導体装置 4 0 を示す模式図であり、このうち ( a ) は正面断面図、( b ) は平面図である。なお、図 6 ( b ) では、各構成要素の位置関係が分かりやすくなるように、封止樹脂 4 1 の図示を省略している。

## 【 0 0 9 5 】

図 6 に示すように、本実施形態に係る半導体装置 4 0 は、封止樹脂 4 1 を有している。すなわち、本実施形態の場合、半導体装置 4 0 は、チップ 2 及びアンダーフィル樹脂 6 ( アンダーフィル樹脂 6 においてチップ 2 と基板 1 との間からはみ出している部分 ) を封止する片面封止型の封止樹脂 4 1 を有している。この封止樹脂 4 1 は、チップ 2 及びアンダ

50

ーフィル樹脂 6 (アンダーフィル樹脂 6 においてチップ 2 と基板 1 との間からはみ出している部分) を覆うように、基板 1 上に形成されている。

【0096】

ここで、封止樹脂 4 1 としては、熱硬化性であり、且つ、その熱膨張係数が基板 1 の熱膨張係数よりも大きいものを用いることが好ましい。このようにすることにより、封止樹脂 4 1 の熱硬化後に封止樹脂 4 1 が常温に冷却された際において、基板 1 の反り矯正効果を第 1 の実施形態よりも高めることができる。

【0097】

本実施形態に係る半導体装置 4 0 は、その他の点では、第 1 又は第 2 の実施形態に係る半導体装置 1 0、2 0 (図 1、図 3) と同様に構成されている。

10

【0098】

第 4 の実施形態によれば、第 1 又は第 2 の実施形態と同様の効果が得られる。

【0099】

また、本実施形態の場合、封止樹脂 4 1 として、熱硬化性であり、且つ、その熱膨張係数が基板 1 の熱膨張係数よりも大きいものを用いることにより、基板 1 の反り矯正効果を第 1 及び第 2 の実施形態よりも高めることができ、基板 1 の平坦性を第 1 及び第 2 の実施形態よりも高めることができる。

【0100】

〔第 5 の実施形態〕

図 7 は第 5 の実施形態に係る半導体装置 5 0 を示す模式図であり、このうち (a) は正面断面図、(b) は平面図である。なお、図 7 (b) では、各構成要素の位置関係が分かりやすくなるように、封止樹脂 5 3 の図示を省略している。

20

【0101】

図 7 に示すように、本実施形態に係る半導体装置 5 0 では、チップ 2 の裏面 (素子形成面とは反対側の面) に第 2 のチップ 5 1 を搭載している。第 2 のチップ 5 1 と基板 1 との電氣的接続は Au 或いは Cu 等の金属細線すなわちボンディングワイヤ 5 2 を使用したワイヤボンディングにより行っている。

【0102】

また、ボンディングワイヤ 5 2 及びその接続部、すなわちワイヤボンディング部を外部環境から保護するため、片面封止型の封止樹脂 5 3 により半導体装置 5 0 の上面側を封止している。すなわち、封止樹脂 5 3 は、チップ 2、アンダーフィル樹脂 6 (アンダーフィル樹脂 6 においてチップ 2 と基板 1 との間からはみ出している部分)、第 2 のチップ 5 1、及び、ワイヤボンディング部 (ボンディングワイヤ 5 2 及びその接続部) を覆うように、基板 1 上に形成されている。

30

【0103】

なお、本実施形態の場合も、第 4 の実施形態と同様に、封止樹脂 5 3 としては、熱硬化性であり、且つ、その熱膨張係数が基板 1 の熱膨張係数よりも大きいものを用いることが好ましい。このようにすることにより、封止樹脂 5 3 の熱硬化後に封止樹脂 5 3 が常温に冷却された際において、基板 1 の反り矯正効果を第 1 及び第 2 の実施形態よりも高めることができる。

40

【0104】

本実施形態に係る半導体装置 5 0 は、その他の点では、第 1 又は第 2 の実施形態に係る半導体装置 1 0、2 0 (図 1、図 3) と同様に構成されている。

【0105】

第 5 の実施形態によれば、第 1 又は第 2 の実施形態と同様の効果が得られる。

【0106】

また、本実施形態の場合、封止樹脂 5 3 として、熱硬化性であり、且つ、その熱膨張係数が基板 1 の熱膨張係数よりも大きいものを用いることにより、基板 1 の反り矯正効果を第 1 及び第 2 の実施形態よりも高めることができ、基板 1 の平坦性を第 1 及び第 2 の実施形態よりも高めることができる。

50

## 【 0 1 0 7 】

〔 第 6 の実施形態 〕

図 8 は第 6 の実施形態に係る半導体装置 6 0 を示す模式図であり、このうち ( a ) は正面断面図、( b ) は平面図である。なお、図 8 ( b ) では、各構成要素の位置関係が分かりやすくなるように、封止樹脂 5 3 の図示を省略している。

## 【 0 1 0 8 】

図 8 に示すように、本実施形態の場合、第 2 のアンダーフィル樹脂 5 は、第 1 のアンダーフィル樹脂 4 の外側からチップ 2 の上面に亘って形成されている。そして、第 2 のアンダーフィル樹脂 5 は、例えば、第 2 のチップ 5 1 の近傍まで、又は、第 2 のチップ 5 1 の端面までチップ 2 を覆っている。図 8 では、第 2 のアンダーフィル樹脂 5 が第 2 のチップ 5 1 の端面まで覆っている例を示している。

10

## 【 0 1 0 9 】

本実施形態の場合、例えば、第 2 のアンダーフィル樹脂 5 の熱膨張係数が封止樹脂 5 3 の熱膨張係数よりも大きいことが好ましい。このようにすることにより、封止樹脂 5 3 の熱収縮応力よりも第 2 のアンダーフィル樹脂 5 の熱収縮応力の方が大きくなるため、第 5 の実施形態の場合よりも基板 1 の反り矯正効果を高めることができる。

## 【 0 1 1 0 】

本実施形態に係る半導体装置 6 0 は、その他の点では、第 5 の実施形態に係る半導体装置 5 0 ( 図 7 ) と同様に構成されている。

## 【 0 1 1 1 】

第 6 の実施形態によれば、第 5 の実施形態と同様の効果が得られる。

20

## 【 0 1 1 2 】

また、本実施形態の場合、第 2 のアンダーフィル樹脂 5 の熱膨張係数を封止樹脂 5 3 の熱膨張係数よりも大きくすることにより、基板 1 の反り矯正効果を第 5 の実施形態よりも高めることができ、基板 1 の平坦性を第 5 の実施形態よりも高めることができる。

## 【 0 1 1 3 】

なお、上記の第 2 の実施形態では樹脂 8 を予め基板 1 上へ供給して ( 設けて ) おく例を説明したが、チップ 2 の素子形成面に予め供給して ( 設けて ) おいても良い。チップ 2 の素子形成面に予め設けるには、例えば、フィルム状の樹脂 8 を貼り付けるか、又は、液状の樹脂を塗布及び半硬化させると良い。なお、基板 1 とチップ 2 との双方に予め供給して ( 設けて ) おいても良い。

30

## 【 0 1 1 4 】

また、第 5 及び第 6 の実施形態では、第 2 のチップ 5 1 が 1 つ ( 1 層 ) である例を説明したが、フリップチップ接続されるチップ 2 上に複数の第 2 のチップを積層させても良く、この場合も、第 5 又は第 6 の実施形態と同様の効果が得られる。

## 【 0 1 1 5 】

また、第 4 の実施形態 ( 図 6 ) の場合にも、第 6 の実施形態 ( 図 8 ) と同様に、第 2 のアンダーフィル樹脂 5 を第 1 のアンダーフィル樹脂 4 の外側からチップ 2 の上面に亘って形成しても良い。この場合に、第 6 の実施形態と同様に、第 2 のアンダーフィル樹脂 5 の熱膨張係数を封止樹脂 4 1 の熱膨張係数よりも大きくすることにより、基板 1 の反り矯正効果を上述した第 4 の実施形態の場合よりも高めることができ、基板 1 の平坦性を上述した第 4 の実施形態よりも高めることができる。

40

以下、参考形態の例を付記する。

## ( 1 )

基板と、

複数のバンプを介して前記基板の一方の面に接続され、該一方の面に素子形成面が対向している半導体チップと、

前記半導体チップの前記素子形成面と前記基板の前記一方の面との間に充填されたアンダーフィル樹脂と、

を有し、

50

前記アンダーフィル樹脂は、  
前記複数のバンプのうち最外周に配置されている複数のバンプの配置領域及びその内側に形成された第1のアンダーフィル樹脂と、  
前記第1のアンダーフィル樹脂の外側に形成された第2のアンダーフィル樹脂と、  
を含み、  
前記基板の熱膨張係数が前記第1のアンダーフィル樹脂の熱膨張係数よりも大きく、  
前記第2のアンダーフィル樹脂の熱膨張係数が前記第1のアンダーフィル樹脂の熱膨張係数よりも大きいことを特徴とする半導体装置。

(2)

前記チップ及び前記アンダーフィル樹脂を封止する片面封止型の封止樹脂を有し、  
前記封止樹脂は、熱硬化性であり、且つ、その熱膨張係数が前記基板の熱膨張係数よりも大きいことを特徴とする(1)に記載の半導体装置。

10

(3)

前記第2のアンダーフィル樹脂が前記第1のアンダーフィル樹脂の外側から前記チップの上面に亘って形成され、  
前記第2のアンダーフィル樹脂の熱膨張係数が前記封止樹脂の熱膨張係数よりも大きいことを特徴とする(2)に記載の半導体装置。

(4)

前記チップ上に積層された1つ以上の第2のチップを有し、  
前記封止樹脂は、前記第2のチップも封止しており、  
前記第2のアンダーフィル樹脂が前記第1のアンダーフィル樹脂の外側から前記チップの上面に亘って形成され、  
前記第2のアンダーフィル樹脂の熱膨張係数が前記封止樹脂の熱膨張係数よりも大きいことを特徴とする(2)に記載の半導体装置。

20

(5)

前記第1のアンダーフィル樹脂が前記チップの端面よりも外側にはみだしており、  
前記チップからの前記第1のアンダーフィル樹脂のはみ出し幅の最大値が800 $\mu$ m以下であることを特徴とする(1)乃至(4)の何れか1つに記載の半導体装置。

(6)

前記第1のアンダーフィル樹脂が前記チップの端面よりも内側に収まっていることを特徴とする(1)乃至(4)の何れか1つに記載の半導体装置。

30

(7)

半導体チップの素子形成面が、基板の一方の面に対向するように、複数のバンプを介して前記基板に前記半導体チップを接続する第1工程と、  
前記半導体チップの前記素子形成面と前記基板の前記一方の面との間にアンダーフィル樹脂を充填する第2工程と、  
を有し、

前記第2工程は、

前記複数のバンプのうち最外周に配置されている複数のバンプの配置領域及びその内側に、前記基板よりも熱膨張係数が小さい第1のアンダーフィル樹脂を形成する第3工程と

40

、  
前記第1のアンダーフィル樹脂の外側に、前記第1のアンダーフィル樹脂よりも熱膨張係数が大きい第2のアンダーフィル樹脂を形成する第4工程と、  
を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

(8)

前記第3工程は、前記第1工程の後で、前記素子形成面と前記一方の面との間に前記第1のアンダーフィル樹脂を注入する工程であることを特徴とする(7)に記載の半導体装置の製造方法。

(9)

前記第3工程は、

50

前記第 1 工程の前に、前記素子形成面と前記一方の面とのうちの少なくとも何れか一方に、前記第 1 のアンダーフィル樹脂の構成材料を配置する工程を含むことを特徴とする ( 7 ) に記載の半導体装置の製造方法。

( 1 0 )

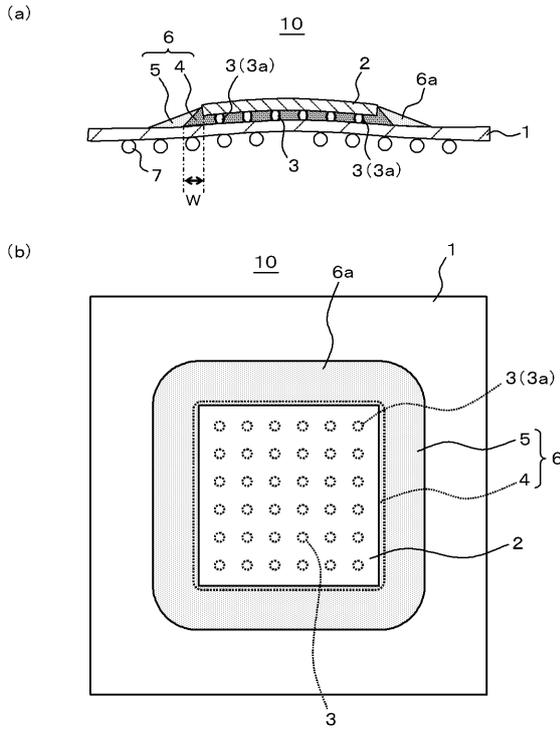
前記第 1 のアンダーフィル樹脂の前記構成材料は、フィルム状の樹脂であることを特徴とする ( 9 ) に記載の半導体装置の製造方法。

【符号の説明】

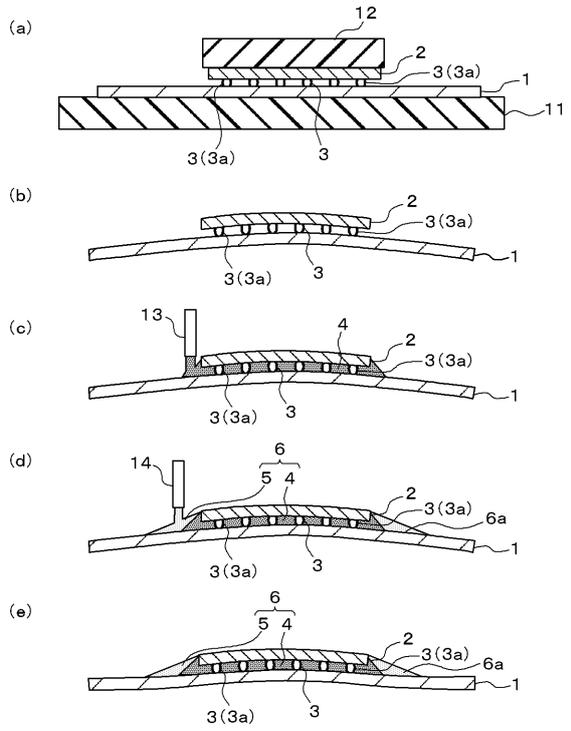
【 0 1 1 6 】

- |     |                        |    |
|-----|------------------------|----|
| 1   | 基板                     |    |
| 2   | 半導体チップ                 | 10 |
| 3   | バンプ                    |    |
| 3 a | バンプ ( 最外周に配置されているバンプ ) |    |
| 4   | 第 1 のアンダーフィル樹脂         |    |
| 5   | 第 2 のアンダーフィル樹脂         |    |
| 6   | アンダーフィル樹脂              |    |
| 7   | B G A ボール              |    |
| 8   | 樹脂                     |    |
| 1 0 | 半導体装置                  |    |
| 1 1 | 基板加熱ステージ               |    |
| 1 2 | チップ加熱ツール               | 20 |
| 1 3 | 第 1 の注入ノズル             |    |
| 1 4 | 第 2 の注入ノズル             |    |
| 2 0 | 半導体装置                  |    |
| 3 0 | 半導体装置                  |    |
| 4 0 | 半導体装置                  |    |
| 4 1 | 封止樹脂                   |    |
| 5 0 | 半導体装置                  |    |
| 5 1 | 第 2 のチップ               |    |
| 5 2 | ボンディングワイヤ              |    |
| 5 3 | 封止樹脂                   | 30 |
| 6 0 | 半導体装置                  |    |
| W   | はみ出し幅                  |    |

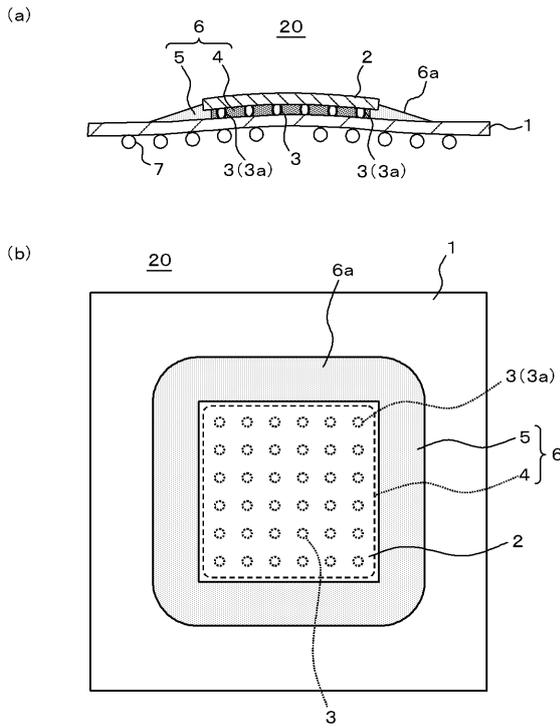
【図 1】



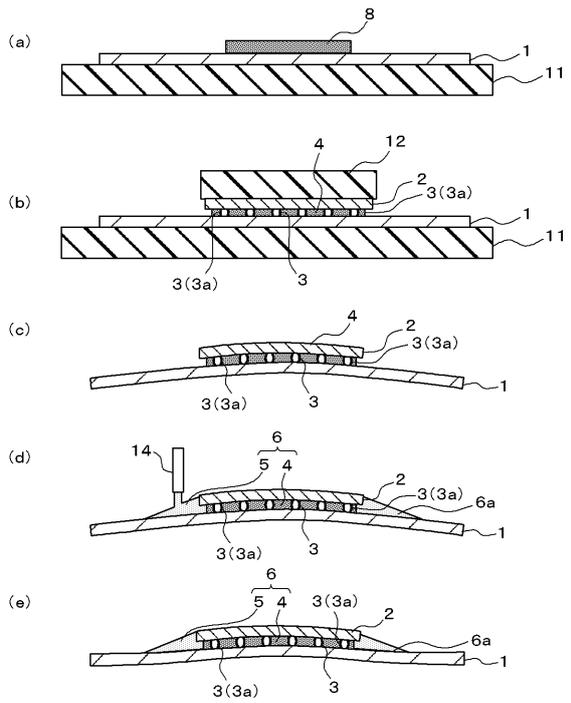
【図 2】



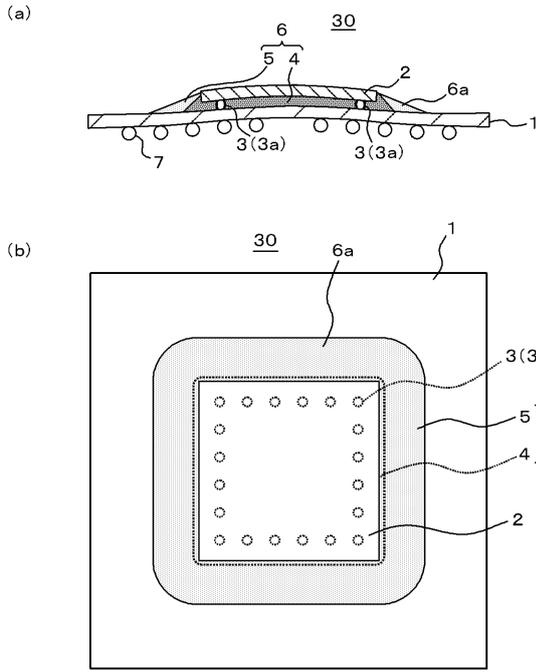
【図 3】



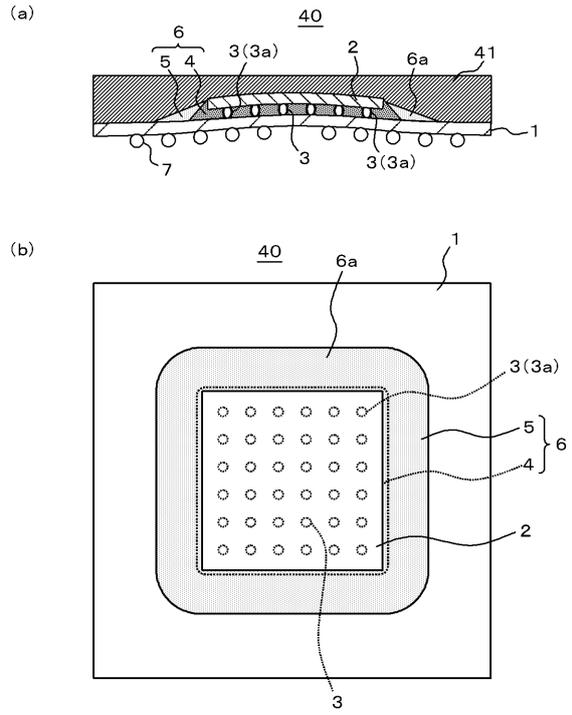
【図 4】



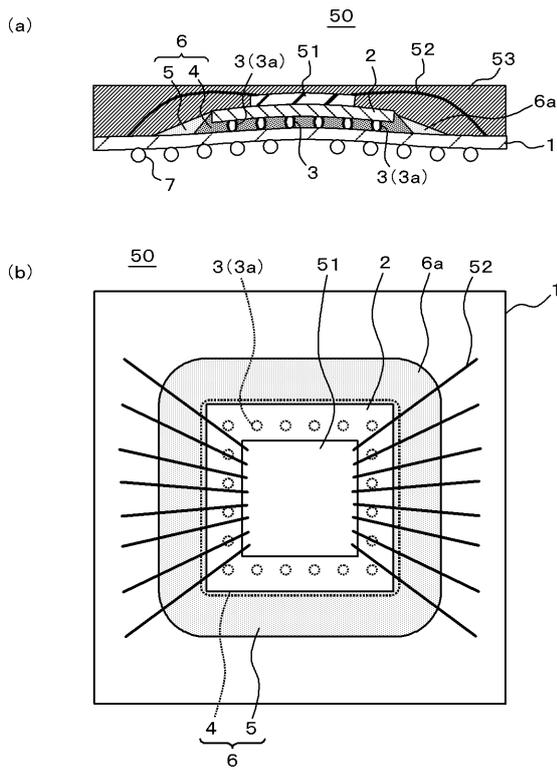
【図5】



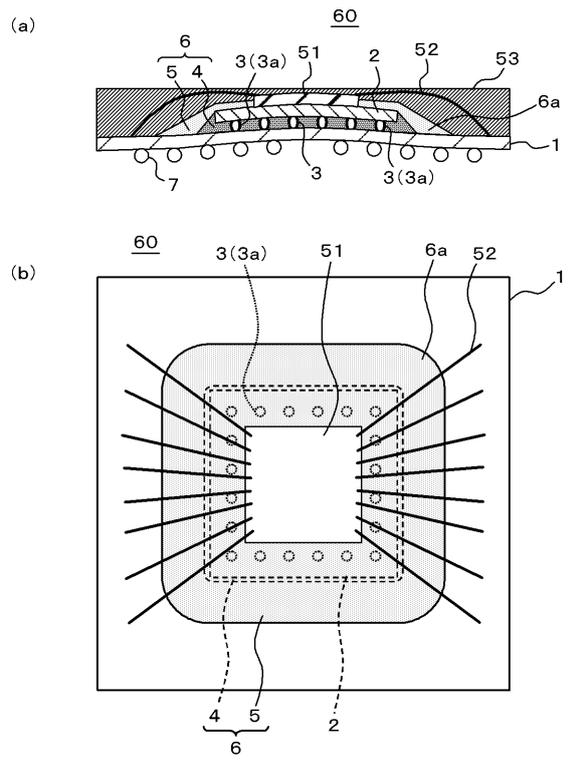
【図6】



【図7】



【図8】



---

フロントページの続き

審査官 関根 崇

- (56)参考文献 特開2000-323624(JP,A)  
特開平11-274375(JP,A)  
特開2007-067047(JP,A)  
特開2008-078382(JP,A)  
特開平07-066326(JP,A)  
特開2006-147930(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |      |       |
|------|-------|
| H01L | 21/60 |
| H01L | 21/56 |
| H01L | 23/29 |
| H01L | 23/31 |