

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-117767

(P2009-117767A)

(43) 公開日 平成21年5月28日(2009.5.28)

(51) Int.Cl.

H01L 23/12 (2006.01)

F I

H01L 23/12 501B

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2007-292142 (P2007-292142)
 (22) 出願日 平成19年11月9日 (2007.11.9)

(71) 出願人 000190688
 新光電気工業株式会社
 長野県長野市小島田町80番地
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100077517
 弁理士 石田 敬
 (74) 代理人 100087413
 弁理士 古賀 哲次
 (74) 代理人 100111903
 弁理士 永坂 友康
 (72) 発明者 大井 淳
 長野県長野市小島田町80番地 新光電気
 工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法及びそれにより製造した半導体装置

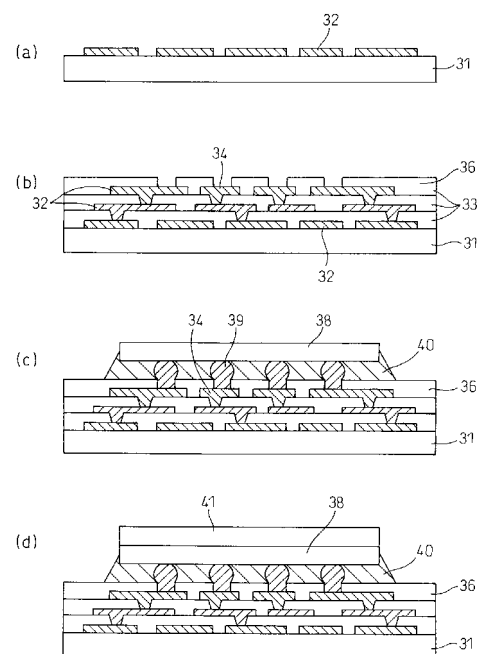
(57) 【要約】

【課題】 100 μm以下の狭いピッチで半導体チップと配線基板とをハンダで接続した半導体装置を提供することができる半導体装置の製造方法を提供すること。

【解決手段】 本発明の方法では、半導体チップ38の熱膨張率との差が $2 \times 10^{-6}/$ 以内の材料の仮基板31の上に、所定数の配線層32を形成し、最上層の絶縁層36の開口部に最上層の配線層の一部をパッド34として露出させて、配線基板を作製し、半導体チップ38のハンダ接合部材を配線基板のパッド34と接触させてリフローさせ、半導体チップ38を配線基板36に取り付ける。その後、取り付けた半導体チップ38の外周部を、その上面を露出して封止し、仮基板31を除去し、そして配線基板上に外部接続用端子を形成する。半導体チップ38の露出面には、ヒートスプレッド41を取り付けてもよい。

【選択図】 図1

図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

半導体チップと外部接続用端子を備えた配線基板とをハンダで接続した半導体装置であり、半導体チップと配線基板との接続のピッチが $100\mu\text{m}$ 以下で、且つ、半導体チップの上面を露出してその外周部を封止材で封止してなる半導体装置を製造する方法であって、

(a) 半導体チップの熱膨張率との差が $2 \times 10^{-6}/$ 以内の材料の仮基板の上に、配線層を形成する工程、

(b) 前記配線層の上に所定の数の配線層を形成し、最上層の絶縁層の開口部に最上層の配線層の一部をパッドとして露出させて、配線基板を作製する工程、

(c) 半導体チップのハンダ接合部材を前記配線基板の前記パッドと接触させてリフローさせ、半導体チップを配線基板に取り付ける工程、

(d) 取り付けた半導体チップの外周部を、当該半導体チップの上面を露出して封止する工程、

(e) 前記仮基板を除去する工程、

(f) 前記配線基板の前記仮基板の除去により露出した配線層の上にパターン化した絶縁層を形成して、その開口部に露出した配線層の部分に、外部接続用端子を形成する工程を含む半導体装置の製造方法。

10

20

【請求項 2】

前記半導体チップがシリコンチップであり、前記仮基板の熱膨張率が $5 \times 10^{-6}/$ 以下である、請求項 1 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 3】

前記仮基板が、シリコン、ガラス又は金属製である、請求項 1 又は 2 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 4】

工程 (d) の前に、前記半導体チップの露出面に接続するヒートスプレッドを取り付ける、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 つに記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 5】

前記ヒートスプレッドとして、取り付けた前記半導体チップの側面まで覆う金属カバーを使用し、その端部を前記配線基板のグランド配線層に接続する、請求項 4 記載の半導体装置の製造方法。

30

【請求項 6】

半導体チップと、外部接続用端子を備えた配線基板とを、ハンダで接続した半導体装置であって、半導体チップと配線基板との接続のピッチが $100\mu\text{m}$ 以下であり、且つ、半導体チップを覆う金属カバーを有し、この金属カバーの端部が配線基板のグランド配線層に接続していることを特徴とする半導体装置。

【請求項 7】

前記金属カバーの外周部が封止材で覆われている、請求項 6 記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】**【0001】**

本発明は、半導体装置の製造方法に関し、より詳しく言えば、半導体チップと配線基板とをハンダを用いて $100\mu\text{m}$ 以下のピッチで接続していながら、チップと配線基板との接続不良のない半導体装置を提供可能な製造方法に関する。本発明は、その製造方法で製造した半導体装置にも関する。

【背景技術】**【0002】**

ここで言う「半導体装置」は、一般に、有機コア基板にビルドアップ法により多層配線を形成した配線基板に、半導体チップをハンダで接続したものであり、半導体チップを配

50

線基板を介して外部電気回路、例えばマザーボード基板などの電気回路、に接続するのに使用される。

【0003】

従来の半導体装置の作製の例を、図13(a)～13(c)を参照して説明する。一般的に、半導体装置は、半導体チップ101と配線基板102を接続して作製される。半導体チップ101は、図13(a)に示したように、ハンダバンプ111を有し、これを配線基板102のパッド112と接した状態でリフローさせて、配線基板102に接合される。図13(b)に示したように、半導体チップ101と配線基板の間にアンダーフィル材103を充填して、半導体装置を完成する。場合により、半導体チップ101で発生する熱の放散のために、配線基板102に取り付けたチップ101の上にヒートスプレッド104(図13(c))が配置されることもある。ヒートスプレッド104には、その後、放熱用のヒートシンク(図示せず)が接合される。

10

【0004】

半導体装置の作製においては、半導体チップと配線基板とをハンダのリフローにより接続することから、リフロー時の加熱により、チップと配線基板はともに熱膨張し、チップのハンダバンプと配線基板のパッドの位置は、加熱前の位置からともに移動する。チップ(一般にシリコンを基礎材料とする)の熱膨張率($3 \times 10^{-6}/$ 程度)に比べ、配線基板(樹脂を基礎材料とする)の熱膨張率は10倍程度大きいため、加熱時のチップのハンダバンプと配線基板のパッドの位置にずれが生じることになる。チップのハンダバンプと配線基板のパッドのピッチが大きい場合は、熱膨張による両者の位置ずれは無視できるが、ピッチが100 μm 以下のように小さくなると、無視できなくなり、チップと配線基板との接続がうまくできなくなってしまう。

20

【0005】

また、樹脂を基礎材料とする配線基板の剛性を得るために、配線基板においてはガラスクロスに樹脂を含浸したコア材が用いられている。そのため、これまでの半導体装置では、デザインルールを小さくしたり、薄型化を図ることが困難になっている。

【0006】

回路基板の製造に当たり、コア材を利用する配線基板を使用せずに、金属板上にビルドアップ法で配線層を形成し、その後金属板を除去する方法が、特許文献1に記載されている。しかし、特許文献1に記載された回路基板におけるパッドのピッチは1000 μm であり、回路基板と半導体チップとの熱膨張率差を考慮する必要のないレベルである。また、特許文献1では、ハンダリフロー時の熱膨張により回路基板とチップとの接続に問題が生じることは認識されていない。

30

【0007】

特許文献2には、金属からなる高剛性の支持体上の多層配線基板に半導体チップをハンダリフローにより接合して搭載し、チップの側面、チップと配線基板との接合部、及び配線基板の露出領域を絶縁性樹脂で被覆して、半導体装置を製造する方法が記載されている。高剛性の支持体を使用する方法では、配線基板とチップとの熱膨張率差から接合時の加熱により生じる応力に起因する配線基板の反りを防止できる。しかし、特許文献2においても、ハンダリフロー時の熱膨張により回路基板とチップとの接続に問題が生じることは認識されていない。

40

【0008】

【特許文献1】特開2006-186321号公報

【特許文献2】特開2001-177010号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明は、100 μm 以下の狭いピッチで半導体チップと配線基板とを、相互の位置ずれ起こすことなく、ハンダで接続した半導体装置を提供することができる、半導体装置の製造方法を提供することを目的とする。

50

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の半導体装置の製造方法は、

(a) 半導体チップの熱膨張率との差が $2 \times 10^{-6}/$ 以内の材料の仮基板の上に、配線層を形成する工程、

(b) 前記配線層の上に所定の数の配線層を形成し、最上層の絶縁層の開口部に最上層の配線層の一部をパッドとして露出させて、配線基板を作製する工程、

(c) 半導体チップのハンダ接合部材を前記配線基板の前記パッドと接触させてリフローさせ、半導体チップを配線基板に取り付ける工程、

(d) 取り付けた半導体チップの外周部を、当該半導体チップの上面を露出して封止する工程、

(e) 前記仮基板を除去する工程、

(f) 前記配線基板の前記仮基板の除去により露出した配線層の上にパターン化した絶縁層を形成して、その開口部に露出した配線層の部分に、外部接続用端子を形成する工程、を含む。

【0011】

仮基板としては、例えば、シリコン、ガラス又は金属製のものを使用することができる。

【0012】

工程(d)の前に、半導体チップの露出面に接続するヒートスプレッドを取り付けてもよい。ヒートスプレッドとして、取り付けた半導体チップの側面まで覆う金属カバーを使用し、その端部を配線基板のグランド配線層に接続することにより、ヒートスプレッドを半導体チップの電磁波シールド材として利用してもよい。

【0013】

本発明による半導体装置は、半導体チップと、外部接続用端子を備えた配線基板とを、ハンダで接続した半導体装置であって、半導体チップと配線基板との接続のピッチが $100 \mu\text{m}$ 以下であり、且つ、半導体チップを覆う金属カバーを有し、この金属カバーの端部が配線基板のグランド配線層に接続していることを特徴とする。

【0014】

本発明の半導体装置においては、金属カバーの外周部を封止材で覆うようにしてもよい。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、半導体チップと配線基板とをハンダを用いて $100 \mu\text{m}$ 以下のピッチで接続していながら、チップと配線基板との接続不良のない半導体装置の利用が可能になる。

【0016】

また、本発明によれば、半導体装置における配線基板を、樹脂を含浸したガラスクロスなどのコア材を使用することなく製作できることから、本発明の半導体装置は、デザインルールを小さくすることや、薄型化を図ることが可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

図1(a)～1(d)と図2(a)～2(c)を参照して、本発明の半導体装置の製造方法を説明する。

図1(a)に示したように、シリコンの半導体チップの熱膨張率 ($3 \times 10^{-6}/$ 程度) に近い $5 \times 10^{-6}/$ 以下の熱膨張率の仮基板31を用意し、その片面に配線層32を形成する。この条件を満たす仮基板31として、例えば、シリコン、ガラスなどで製作した基板を使用することができる。あるいは、上記の条件を満たす低熱膨張率の金属板(一例として、コバル合金やFe-42Ni合金の板)などを使用することも可能である。配

10

20

30

40

50

線層 3 2 は、例えばパターン化した銅メッキ層で形成することができる。仮基板 3 1 の厚さは、半導体装置の製造過程における取り扱いと、後に仮基板を除去することを考慮に入れて、適宜決定すればよい。一例として、シリコンの仮基板の場合、700 ~ 800 μm 程度の厚さを採用することができる。

【0018】

図 1 (b) に示したように、仮基板 3 1 の配線層 3 2 の上に、ビルドアップ法により所定の数の絶縁層 3 3 と配線層 3 2 を形成し、最上層の配線層の一部をパッド 3 4 として露出させて、仮基板 3 1 上に半導体装置の配線基板 3 6 を作製する。パッド 3 4 のピッチは 100 μm 以下、例えば 80 μm とすることができる。絶縁層 3 3 は、例えばエポキシ又はポリイミド樹脂で形成し、パッド 3 4 を露出する最上層の絶縁層はソルダレジストで形成する。

10

【0019】

図 1 (c) に示したように、配線基板 3 6 のパッド 3 4 のピッチと同じ 80 μm のピッチでハンダ接合部材としてのハンダバンプ (図示せず) を形成した半導体チップ 3 8 を、ハンダバンプのリフローにより形成したハンダ接続部 3 9 を介して、配線基板 3 6 に取り付け、そして基板 3 6 とチップ 3 8 の間にアンダーフィル材 4 0 を充填する。ハンダバンプリフロー時の加熱により、仮基板 3 1 と半導体チップ 3 8 の双方が熱膨張するが、それらの熱膨張率がほぼ同じ (シリコンの仮基板の場合) かあるいは極めて接近している (ガラス又はコバル合金などの仮基板の場合) ので、チップ 3 8 のハンダバンプと配線基板 3 6 のパッド 3 4 との接合は支障なく行われる。

20

【0020】

取り付けた半導体チップ 3 8 の上面に、図 1 (d) に示したように、ヒートスプレッド 4 1 を取り付ける。この取り付けは、接着剤 (図示せず) を用いて行うことができる。ヒートスプレッド 4 1 は、省くことが可能であり、必要に応じて取り付ければよい。以下では、ヒートスプレッドなしの場合の半導体装置の製造例を説明することにする。

【0021】

図 2 (a) に示したように、半導体チップ 3 8 の外周部を封止材 4 2 で封止する。封止は、通常の半導体装置で封止目的に使用されている材料を用いて、通常の方法を使って行うことができる。例えば、エポキシ樹脂系封止材を使用し、トランスファモールディングあるいはポッティングなどの周知の成形技術により行うことができる。

30

【0022】

続いて、図 2 (b) に示したように、仮基板 3 1 (図 2 (a)) を除去して、配線基板 3 6 の片面を露出させる。仮基板 3 1 の除去は、シリコン又はガラスの仮基板の場合、研磨とドライエッチングで行うことができ、コバル合金などの金属の仮基板の場合、ウェットエッチングで行うことができる。ウェットエッチングにより除去する仮基板の場合は、仮基板の配線基板を形成する側に、エッチングの停止のためのストッパー層を前もって設けておくのが好ましい。

【0023】

図 2 (c) に示したように、配線基板 3 6 の仮基板を除去して露出した面に、パターン化したソルダレジスト層 4 4 を形成し、外部接続用端子としてハンダバンプ 4 5 を形成して、ボールグリッドアレイ (BGA) 接続用の半導体装置を完成する。ハンダバンプ 4 5 に代えて、ピングリッドアレイ (PGA) 接続用のピン、あるいはランドグリッドアレイ (LGA) 接続用のランドを形成してもよい。

40

【0024】

特許文献 2 では、金属からなる高剛性の支持体上の多層配線基板に半導体チップをハンダリフローにより接合している。この場合は、ハンダリフロー後の反りの発生を抑制することを目的として、支持体には高剛性の金属材料が使われている。しかし、図 3 に模式的に示したように、半導体チップ 5 1 と、配線基板 5 2 を載せた支持体 5 3 との熱膨張率の差が大きいため、リフロー時に両者の熱膨張の差 (図 3 では、チップ 5 1 と支持体 5 3 の熱膨張の大きさを白抜き矢印の大きさで表している) によって、チップのバンプと基板の

50

パッドとの位置ずれが発生する。そのため、高精度の実装が困難である。また、室温に戻ったときに、支持体に剛性があるので反りは生じないが、応力は高い状態にある。

【0025】

それに対し、本発明によれば、図4に模式的に示したように、半導体チップ51と、配線基板52を載せた仮基板55との熱膨張率の差が小さいため、リフロー時に両者の熱膨張の差(図4でも、チップ51と仮基板55の熱膨張の大きさを白抜き矢印の大きさで表している)によるチップのバンプと基板のパッドとの位置ずれは生じないか、生じたとしても無視できる程度である。そのため、高精度の実装が可能であるとともに、室温に戻ったときに応力が発生しない。

【0026】

ここで、本発明において半導体チップの熱膨張率との差が $2 \times 10^{-6}/$ 以下の仮基板を使用することの効果を具体的に説明する。およそ $3 \times 10^{-6}/$ であるシリコンチップの熱膨張率との差が $13 \times 10^{-6}/$ の場合(例として、仮基板が銅(Cu)材料の場合)に、30 から 260 のリフロー温度まで230 の温度差の加熱をしたとすると、 $20 \times 20 \text{ mm}$ の実装エリア内におけるチップのバンプと基板のパッドとの位置ずれは、 $230 \times 0.000013 \times 20 = 0.0598 \text{ mm}$ (約60 μm)となる。

【0027】

それに対し、本発明によりシリコンチップの熱膨張率との差が $2 \times 10^{-6}/$ の仮基板を使用した場合には、同じ温度差230 の加熱条件で、 $20 \times 20 \text{ mm}$ の実装エリア内におけるチップのバンプと基板のパッドとの位置ずれは、 $230 \times 0.000002 \times 20 = 0.0092 \text{ mm}$ (約10 μm)となる。本発明によれば、このように位置ずれが10 μm 以内に抑えられることで、100 μm 以下のピッチでの接続に適應できる。

【0028】

図5に、本発明の製造方法により得られる半導体装置の例を示す。この図の半導体装置では、半導体チップ1と配線基板2が、ピッチ100 μm 以下の、ハンダによる接続部3で接続されていて、半導体チップ1が、その片面(ハンダにより配線基板2に接合した面の反対側の面)を露出し、外周部を封止材4で封止されている。図5には、3つの配線層6を有する配線基板2が示されているが、配線基板2は1以上の任意の数の配線層を有することができる。また、図5には半導体チップを1つ取り付けた半導体装置が示されているが、本発明の半導体装置における半導体チップの数は2以上であることもできる。配線基板2の半導体チップ1を取り付けた面と反対の面には、半導体装置を外部電気回路、例えばマザーボード基板などの電気回路等に接続するための外部接続用端子7(例えば図示のようなハンダバンプ)が設けられている。

【0029】

本発明による半導体装置の配線基板2では、剛性を得るためガラスクロスに樹脂を含浸したコア材は使用されていない。本発明による半導体装置の剛性は、半導体チップの外周部の封止材4によって保たれる。

【0030】

図5の半導体装置において、半導体チップ1と配線基板2の間には、アンダーフィル材8が充填されている。場合によっては、アンダーフィル材8に代えて、図6に示したように、封止材4をチップ1と配線基板2の間に充填してもよい。これにより、半導体装置の製造工数を減らすことができる。

【0031】

本発明による半導体装置において、外部接続用端子7は、図5に例示したようなハンダバンプに代えて、図7に示したように、配線基板2の配線層の一部を突起させることで形成される突起状の端子9とすることもできる。突起状端子9を有する配線基板は、図1(a)を参照して説明した工程において、突起状端子に対応するくぼみ(図示せず)を予め形成した、例えばシリコンの、仮基板を用いて、最初の配線層32を形成することにより、容易に作製することができる。このように、突起状端子9は配線層の形成と同じ工程で形成できるので、半導体装置の製造工数を減らすことができる。配線材料で形成した突起

10

20

30

40

50

状端子 9 の表面には、外部回路との接続を容易にするためのメッキ層（例えば金メッキ層）（図示せず）を形成することができる。

【 0 0 3 2 】

図 8 に示したように、本発明による半導体装置の半導体チップ 1 の、モールド材 4 から露出された面には、ヒートスプレッド（熱放散板）12 を取り付け、半導体チップから発生する熱を効率よく放散するようにしてもよい。このヒートスプレッドには、更にヒートシンク（図示せず）などを取り付けてもよい。

【 0 0 3 3 】

ヒートスプレッドを取り付けた場合は、それを半導体チップの電磁波シールド材として利用することもできる。この場合は、図 9（a）と 9（b）に示したように、ヒートスプレッドを兼ねる金属カバー 12' で半導体チップの周囲を覆うようにし、そしてその端部を配線基板 2 のグランド配線層に、例えばハンダ 13 で（図 9（a））、あるいはワイヤ 14 で（図 9（b））接続する。本発明による半導体装置においては、半導体チップ 1 と、半導体装置の製造過程で用いる仮基板との熱膨張率が同じであるか非常に近いことから、リフロー加熱時にチップのバンプと配線基板のバンプとの位置ずれが低減され、金属カバー 12' をより高精度で搭載することが可能になる。

【 0 0 3 4 】

電磁波シールド材として半導体の周囲を覆うとともに、ヒートスプレッドを兼ねる金属カバー 12' を有する半導体装置においては、図 9（a）と 9（b）に示したように、金属カバー 12' の外周部を封止材 14 で覆うことが可能である。場合により、封止材 4 を省いた構造も可能である。

【 0 0 3 5 】

図 10 に示したように、本発明による半導体装置は、必要に応じ、受動部品（例えば、チップコンデンサ、チップ抵抗などのチップ部品）や、センサ（例えば温度センサなど）（図示せず）その他の部品 16 を搭載してもよい。

【 0 0 3 6 】

2 以上の半導体チップ 1 を取り付け、本発明による半導体装置においてヒートスプレッド 12 を使用する場合、図 11 に示したように、ヒートスプレッド 12 は 2 以上の半導体チップ 1 に共通のものであることができる。図示のように 2 以上の半導体チップ 1 間に高さの違いがある場合にも、金属板のプレス加工により成形可能なヒートスプレッド 12 は、その高さの違いを容易に吸収することができる。なお、図 11 では、簡潔にするため、配線基板 2 の配線層や絶縁層を省いて簡略化している。

【 0 0 3 7 】

本発明では、上に例示した半導体装置の態様を組み合わせたものを製造することも可能である。例えば、図 8 で説明したヒートスプレッド、又は図 9（a）、9（b）で説明したヒートスプレッドと電磁波シールド材を兼ねる金属カバーを備え、且つ、図 10 で説明したような受動部品あるいはセンサなどを搭載した半導体装置を製造することが可能である。

【 0 0 3 8 】

本発明により製造した半導体装置は、その外部接続用端子を介して、例えばマザーボードなどの実装基板に搭載することができる。図 12 に、本発明による半導体装置 21 をマザーボード 22 に搭載した実装品の例を示す。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 9 】

【 図 1 】 本発明の半導体装置の製造方法を模式的に説明する第 1 の図である。

【 図 2 】 本発明の半導体装置の製造方法を模式的に説明する第 2 の図である。

【 図 3 】 特許文献 1 に記載された方法による半導体チップと配線基板とのハンダリフローによる接合を模式的に説明する図である。

【 図 4 】 本発明の方法による半導体チップと配線基板とのハンダリフローによる接合を模式的に説明する図である。

10

20

30

40

50

- 【図 5】本発明による半導体装置を示す模式図である。
 【図 6】本発明による半導体装置を示す模式図である。
 【図 7】本発明による半導体装置を示す模式図である。
 【図 8】本発明による半導体装置を示す模式図である。
 【図 9】本発明による半導体装置を示す模式図である。
 【図 10】本発明による半導体装置を示す模式図である。
 【図 11】本発明による半導体装置を示す模式図である。
 【図 12】本発明による半導体装置を実装基板に搭載した実装品を説明する模式図である。

【図 13】従来の半導体装置とその作製を説明する模式図である。

10

【符号の説明】

【0040】

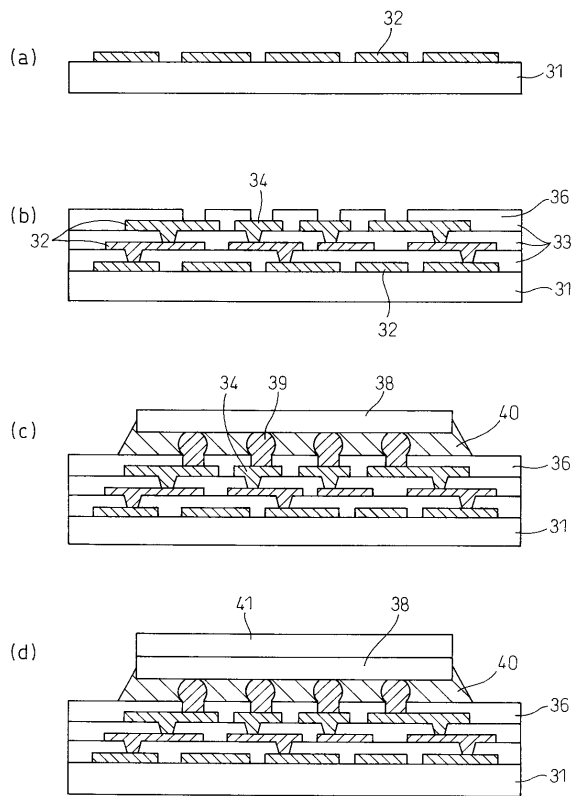
- 1 半導体チップ
- 2 配線基板
- 3 ハンダ接続部
- 4 封止材
- 7 外部接続用端子
- 12 ヒートスプレッダ
- 12' 金属カバー
- 16 搭載部品
- 21 半導体装置
- 31 仮基板
- 32 配線層
- 33 絶縁層
- 34 パッド
- 36 配線基板
- 38 半導体チップ
- 39 ハンダ接続部
- 41 ヒートスプレッダ
- 42 封止材
- 45 ハンダバンブ

20

30

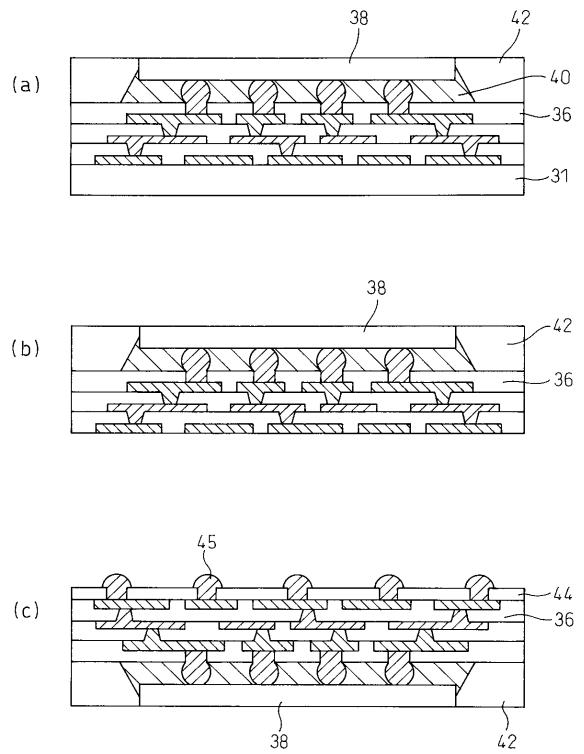
【図 1】

図 1



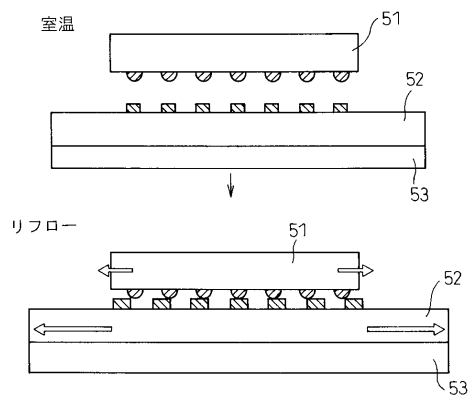
【図 2】

図 2



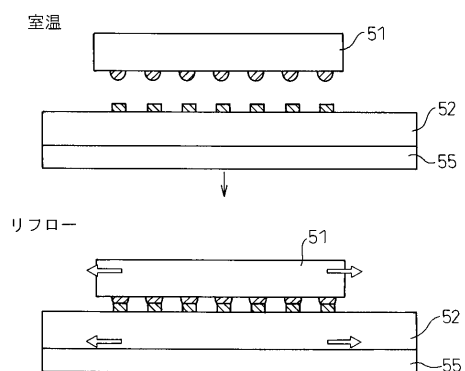
【図 3】

図 3



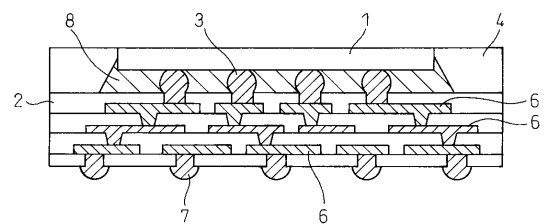
【図 4】

図 4



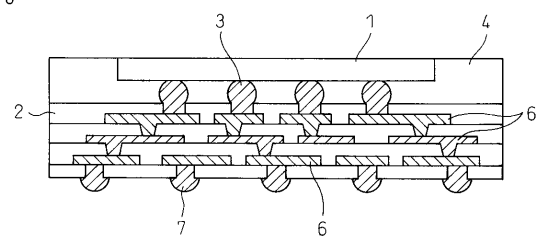
【図 5】

図 5



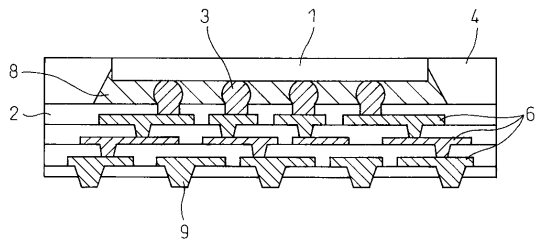
【図 6】

図 6



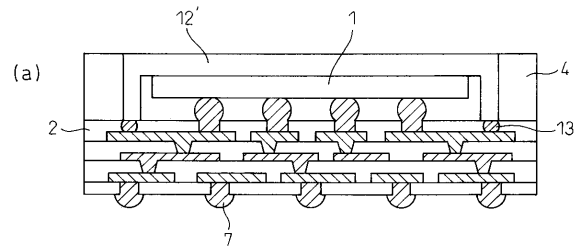
【図 7】

図 7



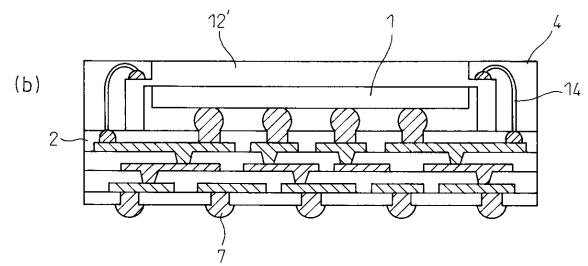
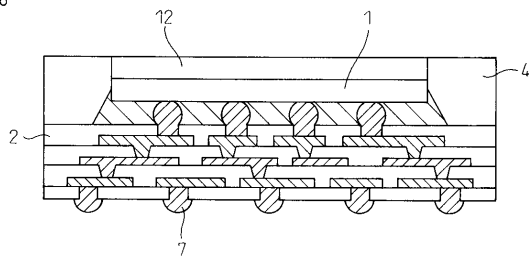
【図 9】

図 9



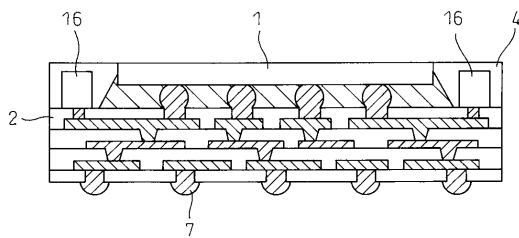
【図 8】

図 8



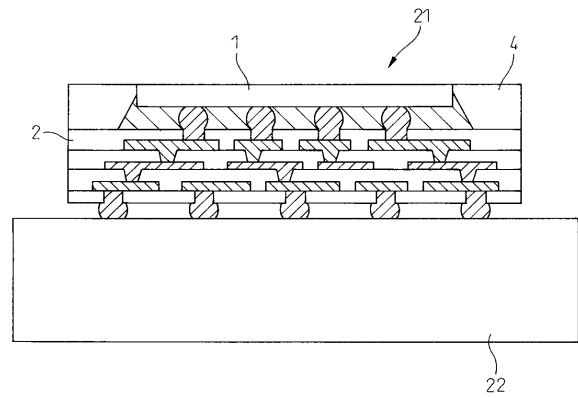
【図 10】

図 10



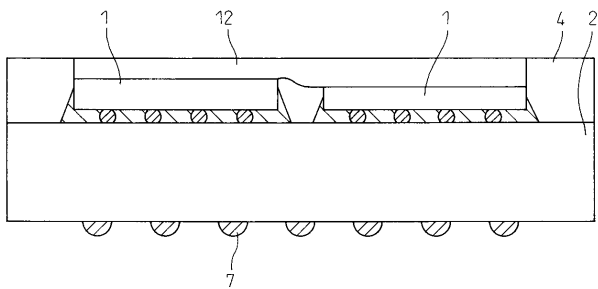
【図 12】

図 12



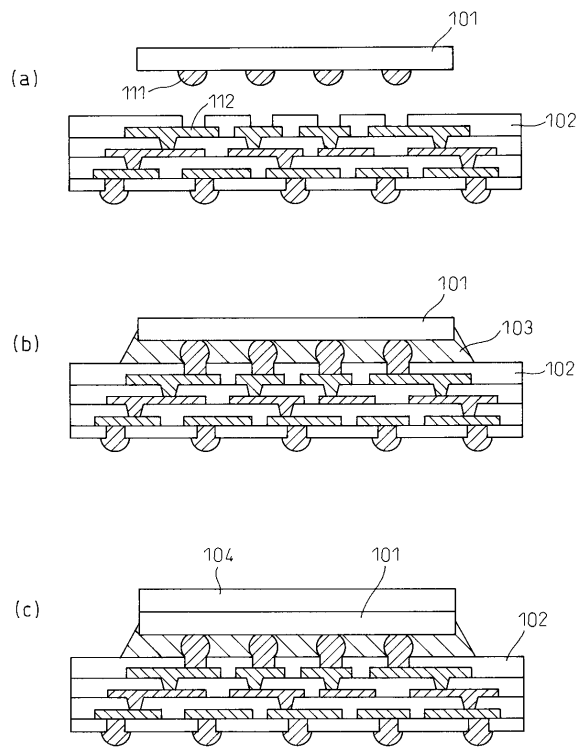
【図 11】

図 11



【図 13】

図 13



フロントページの続き

- (72)発明者 春原 昌宏
長野県長野市小島田町 8 0 番地 新光電気工業株式会社内
- (72)発明者 藤井 朋治
長野県長野市小島田町 8 0 番地 新光電気工業株式会社内