

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5642473号
(P5642473)

(45) 発行日 平成26年12月17日(2014.12.17)

(24) 登録日 平成26年11月7日(2014.11.7)

(51) Int.Cl.

H01L 23/12 (2006.01)
H01L 21/56 (2006.01)

F 1

H01L 23/12 501W
H01L 23/12 501Z
H01L 21/56 R

請求項の数 9 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2010-212555 (P2010-212555)
(22) 出願日	平成22年9月22日 (2010.9.22)
(65) 公開番号	特開2012-69690 (P2012-69690A)
(43) 公開日	平成24年4月5日 (2012.4.5)
審査請求日	平成25年7月11日 (2013.7.11)

(73) 特許権者	000002325 セイコーインスツル株式会社 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地
(74) 代理人	100154863 弁理士 久原 健太郎
(74) 代理人	100142837 弁理士 内野 則彰
(74) 代理人	100123685 弁理士 木村 信行
(72) 発明者	木村 紀幸 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインスツル株式会社内

審査官 木下 直哉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 BGA半導体パッケージおよびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体素子と、

前記半導体素子を搭載する基板と、

前記半導体素子を前記基板に接着する接着剤と、

前記基板に設けられた、円柱形であって半導体素子搭載面側にテープを有するスルーホールの前記半導体素子搭載面側に、その一部が圧接嵌合された導電性のマイクロボールと、

前記半導体素子と前記マイクロボールとを電気的に接続するポンディングワイヤと、

前記半導体素子、前記接着剤、前記マイクロボールのうち前記スルーホールにはめ込まれていない部分、および前記ポンディングワイヤを、前記基板の前記半導体素子搭載面側のみにおいて封止樹脂で封止する封止体と、

を備え、

前記マイクロボールの底面の少なくとも一部が、前記封止体の底面となる前記基板に設けられたスルーホールを通して外部接続用端子として露出する露出部を有することを特徴とするBGA半導体パッケージ。

【請求項2】

前記基板の厚さが、前記マイクロボールの直径よりも小さいことを特徴とする請求項1に記載のBGA半導体パッケージ。

【請求項3】

10

20

前記マイクロボールが挿入される前記基板に設けられたスルーホールが、前記半導体素子の両側に配置されるか、もしくは前記半導体素子を取り囲む4辺に配置されることを特徴とする請求項1または2に記載のBGA半導体パッケージ。

【請求項4】

前記マイクロボールの材質が、はんだ、金、銀、銅、アルミ、鋼もしくは、ニッケルから選ばれた単一金属材料あるいは、はんだ、金、銀、銅、アルミ、鋼および、ニッケルから選ばれた複数の金属を用いた多層金属材料からなることを特徴とする請求項1乃至請求項3の何れか1項に記載のBGA半導体パッケージ。

【請求項5】

前記マイクロボールの中心部(コア)が弾力性のある樹脂材で構成され、前記弾力性のある樹脂材の外周部をはんだ、金、銀、銅、アルミ、鋼もしくは、ニッケルから選ばれた単一金属材料で被覆された複合マイクロボールであること、あるいは前記弾力性のある樹脂材の外周部をはんだ、金、銀、銅、アルミ、鋼および、ニッケルから選ばれた複数の金属を用いた多層金属材料で被覆された複合マイクロボールであることを特徴とする請求項1乃至請求項3の何れか1項に記載のBGA半導体パッケージ。

【請求項6】

前記マイクロボールの上面高さは、前記ダイパッドに固定された前記半導体素子の上面より高いことを特徴とする請求項1乃至請求項5の何れか1項に記載のBGA半導体パッケージ。

【請求項7】

前記マイクロボールの上面高さは、前記ダイパッドに固定された前記半導体素子の上面より低いことを特徴とする請求項1乃至請求項6の何れか1項に記載のBGA半導体パッケージ。

【請求項8】

基板に円柱形であって半導体素子搭載面側にテープを有する複数のスルーホールを形成する工程と、

複数の前記スルーホールが形成された前記基板にマイクロボールを圧接嵌合により搭載し、前記マイクロボールの底面の少なくとも一部が、前記封止体の底面となる前記基板に設けられたスルーホールを通して外部接続用端子として露出する工程と、

前記スルーホールを除く前記マイクロボール搭載側の領域に設けたダイパッド部上に半導体素子をボンディングする工程と、

前記半導体素子と前記マイクロボールとをボンディングワイヤにより電気接続する工程と、

前記半導体素子、前記ダイパッド、前記ボンディングワイヤ、および前記マイクロボールの一部のそれを一体に封止樹脂で封止し、封止体を形成する工程と、

前記封止体を個々のBGA半導体パッケージに個片化する工程と、
を有するBGA半導体パッケージの製造方法。

【請求項9】

前記基板に複数のスルーホールを形成する工程は、ドリル加工、レーザー加工、パターンエッチング加工、もしくは、金型を用いたプレス加工のいずれかによって行うこと特徴とする請求項8に記載のBGA半導体パッケージの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、BGA半導体パッケージの構造およびその製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

電子機器の小型軽量化及び高機能化のニーズにともない、電子機器に搭載する半導体部品を高密度に実装することが要求され、近年、より小型かつ薄型、高集積化できる半導体

10

20

30

40

50

パッケージが求められている。

【0003】

このようなトレンドを背景に、半導体パッケージは、ガルウイング、ノンリード、BGA、ウエハレベルパッケージなど種々のアプリケーションに対応して様々な形態のものが提案されている。更に、商品の低価格化が求められる昨今の環境化において、これら半導体パッケージは、小型、高集積化の機能とあわせ、より一層、廉価で提供できるものが求められている。

【0004】

本発明に関わるBGA (Ball Grid Array) タイプに属する半導体パッケージは、図7に示すように、半導体素子1と基板2に設けられたダイパッド23上へ半導体素子1を搭載する接着剤と、半導体素子1と、基板2上に設けられた複数の配線20を接続するポンディングワイヤ6と、半導体素子1、接着剤、ポンディングワイヤ6および複数の配線20を封止する封止樹脂10で構成され、もう一方の基板2の面には外部接続部21上に半田ボール22が外部端子として形成される構造を有している。基板2は、BTレジン(ビスマレイミド樹脂)を代表とする耐熱基板が用いられ、片面に半導体素子1を搭載するダイパッド23と複数の配線20が形成され、もう一方の面には、外部接続部21が形成されており、基板2に設けられた導電層が被覆されたスルーホール4を介して各々の面が接続する構成になる。外部接続部21には、半導体封止体と実装基板を電気的、物理的に接続させる半田ボール22が格子状あるいは千鳥状に配列搭載される。(例えば、特許文献1参照)

10

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平7-193162号公報

【特許文献2】米国特許第5241133号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

このように従来型のBGA半導体パッケージは、金属のリードフレームを用いる半導体パッケージと異なり、耐熱樹脂の基材を用いた両面基板あるいは多層配線基板が使用されるため、基板製造工程が複雑になる。例えば、基板を作製する際には、半導体素子を搭載する搭載面側の配線と、もう一方側の外部接続端子を形成するための回路形成用のマスク作製が必要になる。加えて基板製造時にはレジストコーティング、露光・現像、レジストパターニング、配線および外部接続端子間を導通させるための貫通孔形成およびメッキ形成、レジスト剥離処理、基板の貼り合わせが必要になる。そのため、一枚当たりの基板単価が金属リードフレームよりも高くなってしまい、トータルのパッケージコストが高くなってしまう課題があった。

30

【0007】

また、従来のBGA半導体パッケージは、実装基板間を接続するための外部接続端子として半田ボールを基板に搭載形成する。その形成方法は、基板の外部接続エリアに微量の半田ペースト、または、フラックスを塗布し、半田ボールを粘着接続する方式をとる。前記方式においては、半田ペーストまたはフラックスの塗布量にバラツキが生じると、半田ボールと外部接続エリアとの接触面積にバラツキが生じ、接触面積が小さくなるケースでは、半田ボールの接続強度が低下し、外的な振動や衝撃によって半田ボールの位置ズレ、形成不良、脱落などの不良が発生する問題があった。

40

【0008】

また、上述のとおり、従来のBGA半導体パッケージは、外部接続端子に半田ボールを搭載形成するので、半導体パッケージの全体の厚さが、半田ボールの高さ分だけ厚くなり、薄型化を阻害してしまう欠点があった。

【0009】

50

本発明は、以上3点の課題を解決することを目的にするもので、第一に、従来のBGA半導体パッケージで用いられる両面もしくは多層基板を使用しない簡略基板を用いるので、安価なパッケージを生産することができる。第二に、本発明のBGA半導体パッケージは、外部接続用の端子の一部を封止体内に埋め込む構造をとるため、封止体と外部接続用の端子が強固に接続され、外部接続端子の接続強度を高くすることができます。第三に、外部接続用の端子の一部をパッケージの封止体内に埋め込まれた分だけ、パッケージを薄型化することができる。

【0010】

以上のように、本発明は従来のBGA半導体パッケージが有する上述の課題を解決するための半導体パッケージおよびその製造方法を提供するものである。 10

【課題を解決するための手段】

【0011】

上述の課題を解決するための手段は以下の通りである。

本発明のBGA半導体パッケージは、半導体素子と、前記半導体素子を搭載する基板と前記半導体素子と前記基板を接着する接着剤と前記基板に設けられたスルーホールにはめ込まれた導電性のマイクロボールと、前記半導体素子と前記マイクロボールとを電気的に接続するボンディングワイヤと、前記半導体素子、前記接着剤、前記マイクロボールの一部、および前記ボンディングワイヤを前記基板の半導体素子の搭載面側のみを封止樹脂で封止する封止体とを備えたBGA半導体パッケージにおいて、前記マイクロボールの底面の少なくとも一部が前記封止体の底面から前記基板に設けられたスルーホールを通して外部接続用端子として露出する露出部を有することを特徴とする。 20

【0012】

前記基板は、樹脂、ガラスエポキシ、セラミックもしくはガラスからなる絶縁体からなり、前記基板には円柱上のスルーホールを形成することを特徴とする。

【0013】

前記基板に設けられたスルーホールの直径は、前記マイクロボールの直径よりも小さくなることを特徴とし、前記基板の厚さは、前記マイクロボールの直径よりも小さくなることを特徴とする。

【0014】

前記マイクロボールが挿入される前記基板に設けられたスルーホールは、前記封止体の底面にペリフェラル配置、もしくはアレイ（エリア）配置で形成することを特徴とする。 30

【0015】

前記基板に設けられたスルーホールの端面が面取りもしくはテーパ加工されていることを特徴とする。

【0016】

前記マイクロボールの材質が、はんだ、金、銀、銅、アルミ、パラジウムもしくは、ニッケルの单一金属材料あるいは、はんだ、金、銀、銅、アルミ、パラジウムもしくは、ニッケルの各々何れかの多層金属材料からなることを特徴とする。

【0017】

前記マイクロボールの中心部（コア）が弾力性のある樹脂材で構成され、前記弾力性のある樹脂材の外周部をはんだ、金、銀、銅、アルミ、パラジウムもしくは、ニッケルなどの单一金属材料で被覆された複合マイクロボールであること、あるいは前記弾力性のある樹脂材の外周部をはんだ、金、銀、銅、アルミ、パラジウムもしくは、ニッケルなどの各々何れかの多層金属材料で被覆された複合マイクロボールであることを特徴とする。 40

【0018】

前記マイクロボールの上面高さは、前記ダイパッドに固定された前記半導体素子の上面より高いことを特徴とする。

前記マイクロボールの上面高さは、前記ダイパッドに固定された前記半導体素子の上面より低いことを特徴とする。 50

【0019】

前記ボンディングワイヤが、金線、銅線、アルミ線などの金属線から成ることを特徴とする。

前記マイクロボールの直径が、 $5 \mu\text{m}$ から $500 \mu\text{m}$ であることを特徴とする。

【0020】

前記基板に複数のスルーホールを形成する工程と、複数の前記スルーホールが形成された前記基板に前記マイクロボールを搭載する工程と、前記スルーホールを除く前記マイクロボール搭載側の領域に設けた前記ダイパッド部上に半導体素子をボンディングする工程と、前記半導体素子と前記マイクロボールとを前記ボンディングワイヤにより電気接続する工程と、前記半導体素子、前記ダイパッド、前記ボンディングワイヤ、および前記マイクロボールの一部を封止樹脂で封止する工程と、前記封止体を個々のBGA半導体パッケージに個片化する工程を有することを特徴とする。10

【0021】

前記基板に設けられた前記スルーホールの穴あけが、ドリル加工、レーザー加工、パターンエッチング加工、もしくは、金型を用いたプレス加工によって形成することを特徴とする。

【0022】

前記マイクロボールが前記基板のスルーホールに搭載される工程において、前記マイクロボールがマウンティング法、吸引法、もしくは基板振動法により搭載することを特徴とする。20

【0023】

前記半導体素子と前記マイクロボールとを前記ボンディングワイヤを用いて電気的に接続する工程において前記マイクロボールが前記基板のスルーホールに吸引固定、押付け固定、接着材による固定、金属の溶融接続、超音波接続、もしくは超音波、熱圧着接続により固定された状態で、ワイヤボンディング法を用いて電気接続することを特徴とする。

【0024】

前記ワイヤボンディング後の構造体の基板上面側のみを樹脂封止する工程において、トランスマーモールド法もしくはポッティング法を用いることを特徴とする。

【0025】

前記樹脂封止後の樹脂封止体を個片化する工程において、ダイシング法を用いることを特徴とする。30

【発明の効果】**【0026】**

以上記述した手段により、従来のBGA半導体パッケージで使用される両面基板もしくは多層基板を用いなくて済むので、基板製造工程が簡略化され、基板一枚当たりの単価が低減され、安価なパッケージを生産することができる。

【0027】

更に本発明のBGA半導体パッケージは、封止体内に外部接続用のボールの一部が埋め込まれることを特徴とするもので、パッケージの封止体が外部接続用のマイクロボールの主要体積部分を保持するので、封止体と外部接続用の、マイクロボールの接続が強固になる。40

【0028】

更に封止体内に外部接続用のボールの一部を埋め込むことで、埋め込んだ分だけの厚みが薄くなり、パッケージ全体の薄型化を実現することができる。

【図面の簡単な説明】**【0029】**

【図1】本発明の第一実施例のBGA半導体パッケージの構造を説明する図である。

【図2】本発明の第一実施例のBGA半導体パッケージの製造方法を説明する図である。

【図3】図2につづく、本発明の第一実施例のBGA半導体パッケージの製造方法を説明する図である。50

【図4】図3につづく、本発明の第一実施例のBGA半導体パッケージの製造方法を説明する図である。

【図5】図4につづく、本発明の第一実施例のBGA半導体パッケージの製造方法を説明する図である。

【図6】本発明の第一実施例のBGA半導体パッケージの断面構造図である。

【図7】従来のBGA半導体パッケージを説明する断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、本実施例のBGA半導体パッケージを説明する。

図1は、本発明の実施例であるBGA半導体パッケージの一例を示す図で、(A)は封止体を封止樹脂側から透視した概略構成を示した斜視図であり、(B)は側面図、(C)は上面図である。(D)は封止体を外部端子側から透視した斜視図である。

【0031】

図1に示すように、本実施例で示すBGA半導体パッケージは、6個の外部接続用端子を有する6ピンタイプの半導体パッケージである。図1(A)～(D)に示すように、半導体素子1と、半導体素子1を搭載する基板2と、半導体素子1を基板2に接着する接着剤(図示せず)と、基板2に設けたスルーホール4に、はめ込まれた導電性のマイクロボール5と、半導体素子1とマイクロボール5を電気的に接続するボンディングワイヤ6と、半導体素子1、接着剤3、マイクロボール5の一部、およびボンディングワイヤ6を基板2の半導体素子1側のみを封止樹脂7で封止する封止体とを備えている。マイクロボール5の底面の少なくとも一部は、図1(B)に示すように、封止体の底面から基板2に設けたスルーホール4を通して外部接続用端子として露出する露出部を有している。

【0032】

図1(A)、図1(B)に示すように、本実施例のBGA半導体パッケージにおいては、マイクロボール5が、封止体内の半導体素子1との内部接続用配線の役割と、実装基板との接続に用いる外部接続用端子としての役割を兼ね備えている。

【0033】

次に、本実施例に示したBGA半導体パッケージを具体的な寸法の例を用いて説明する。例えば、厚さ $150\mu m$ の半導体素子を、厚さ $0.2mm$ のガラス基板2上に形成した6個の外部接続用端子の中心位置に設けたダイパッドエリアに絶縁性の接着材を用いて固定する。ここで、外部接続用端子の搭載ピッチLを $0.5mm$ 、スルーホール径を $0.22mm$ 、マイクロボール5の直径を $0.25mm$ にする。ここでは、半導体素子1とマイクロボール5を電気的に接続するボンディングワイヤ6を $20\mu m$ 径の金線とする。

【0034】

本実施例で用いるマイクロボール5は、プラスチック粒子表面にニッケル次いで金メッキを施したボールである(参考 積水化学:ミクロパール)。本実施例では、半導体素子1の上面部の高さが、マイクロボール5の上面部よりも高くなる構成にして、打ち下げのワイヤリングを行っている。ただし、要求される半導体装置内のディメンション、ボンディングワイヤのループ高さの制約条件によっては、半導体素子1の上面部の高さを、マイクロボール5の上面部よりも低い構造として、半導体素子1からマイクロボール5へ打ち上げのワイヤリング形態としても良い。打ち上げのワイヤリング形態にする際には、マイクロボール5の直径の長さと基板2に設けたスルーホール4の直径の長さとの相互のディメンション関係を調整、すなわち、マイクロボール5の直径 $>>$ スルーホール4の直径とすることで対応できる。また、マイクロボール5の直径と基板2に設けたスルーホール4の直径の相互のディメンションは変えずに、半導体素子1の厚みを薄くして対応しても良い。マイクロボール5に接続するセカンドボンディングの接続点を、マイクロボール5の上面部の頂点にすると、ボンディングの押し付け力が安定し、より一層、接続信頼性を確保することができる。

【0035】

次に、本発明の実施例であるBGA半導体パッケージの製造方法を、工程ごとに示した

10

20

30

40

50

図を用いて説明する。図2(A)および図5(D)は、上面図、図2(B)～図5(C)および図6は、X1-X1断面図である。図2(A)および(B)は、それぞれ基板2の上面図、断面図である。基板2には、スルーホール4が形成されている。例えば本実施例の場合、縦70mm、横200mm、厚さ0.2mm厚のガラスエポキシ基板にドリル加工を用いて0.22mmの円柱形のスルーホールを0.5mmピッチで複数個形成する。スルーホールは半導体素子の両側に並ぶように配置される。スルーホール4の上面部には、スルーホール4へのマイクロボール5の搭載を容易にするためにテープ3が施してある。基板2は、セラミック、ガラスを用いても良い。

【0036】

次いで、図2(C)に示すとおり、基板2に形成したスルーホール4内にマイクロボール2をボールマウント法により搭載する。ここで、基板2を振動させてマイクロボール5をスルーホール4内に搭載する振動法を使用してもよい。本実施例で使用するマイクロボール5は、ボールの中心部(コア)が弾力性のある樹脂材で構成され、樹脂材の外周部をはんだ、金、銀、銅、アルミ、パラジウムなどから選ばれた単一金属もしくはこれらの金属からなる多層金属で被覆されている。例えば、樹脂材の粒子表面にニッケル次いで金メッキを施したマイクロボール5(参考：積水化学、ミクロパール)を使用する。ここでは、直径0.25mmのマイクロボール5を用いる。なお、マイクロボール5のコアに樹脂材を用いないで金、銀、銅、アルミ、パラジウムなどの単一金属で構成されるマイクロボール5もしくはいくつかの金属を多層形成した多層金属で構成されるマイクロボール5を用いても良い。

10

【0037】

次に、各々のマイクロボール5を基板2に設けられたスルーホール4への固定方法を3通り説明する。

【0038】

まず、図3(A)に示すとおり、マイクロボール5を基板2に搭載した後、マイクロボール5の上面をプレス板24で押し付けて、スルーホール4内にマイクロボール5の弾性変形もしくは塑性変形を利用して固定する。

20

【0039】

また、図3(B)に示すとおり、マイクロボール5を基板2に搭載した後、基板2の下面側にマイクロボール5を吸引する吸引ジグ7を取り付け、吸引孔8から吸引ジグ7内の空気を吸引して、吸引ジグ7内を陰圧に保ちマイクロボール5をスルーホール4に固定してもよい。吸引ジグ7を用いた製造方法においては、吸引ジグ7は、後に続く、ダイボンド工程、ワイヤボンディング工程および樹脂封止工程が終了するまで吸引ジグ7を基板2に取り付けた状態で流動する。

30

【0040】

また、図3(C)に示すとおり、マイクロボール5を基板2に搭載する前に、あらかじめ基板2の下面側にUVテープを接着しておき、マイクロボール5をスルーホール4にテープの接着材によって固定してもよい。

【0041】

次に、図4に示すとおりに、半導体素子1をマイクロボール5が固定された基板2の上に絶縁性の接着材12を用いて固定する。

40

【0042】

次に図5(A)に示すとおりに、半導体素子1とマイクロボール5を電気的に接続する。接続は金線、銅線もしくはアルミ線を用いたワイヤボンディング法によって行なう。ここでは20μmの金線を用い、超音波熱圧着法によって半導体素子1とマイクロボール5を電気的に接続する。

【0043】

次に図5(B)に示すとおりに、封止金型9内にワイヤボンディングが完了した基板2を設置して、基板2の上面側のみを封止樹脂10で封止する。ここでは、トランスマーケット法により行う。樹脂を封止する際は、ポッティング法を用いても良い。図3-(

50

8)は、樹脂封止後の封止体を示した図である。また、封止樹脂の代わりに、セラミックス、ガラス材の中空ボディーをハメあわせしても良い。

【0044】

次いで、必要に応じて樹脂のキュア処理を行ない、図5(C)に示す樹脂封止体上面図のY2-Y2部をダイシング法で各々のBGA半導体パッケージに個片化する。半導体素子1の電気特性検査は、個片化後もしくは封止体の状態で実施する。以上の製造方法により、本発明のBGA半導体パッケージが完成する。図6が完成したBGA半導体パッケージの断面構造図である。

【0045】

なお、本実施例においては、外部接続端子となるマイクロボールは半導体素子の両側のみに配置したが、半導体素子を取り囲んで4辺に配置することもできることは明らかであり、本発明の範囲に入ることは言うまでもない。

10

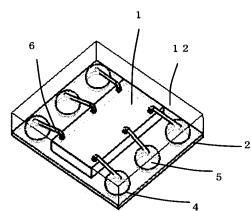
【符号の説明】

【0046】

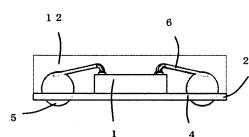
- | | | |
|----|-----------|----|
| 1 | 半導体素子 | |
| 2 | 基板 | |
| 3 | テープ | |
| 4 | スルーホール | |
| 5 | マイクロボール | |
| 6 | ボンディングワイヤ | 20 |
| 7 | 吸引ジグ | |
| 8 | 吸引孔 | |
| 9 | テープ | |
| 10 | 封止金型 | |
| 11 | 封止樹脂 | |
| 12 | 接着剤 | |
| 20 | 配線 | |
| 21 | 外部接続部 | |
| 22 | 半田ボール | |
| 23 | ダイパッド | 30 |
| 24 | プレス板 | |

【図1】

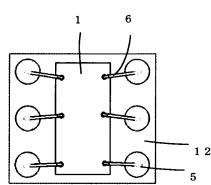
(A)



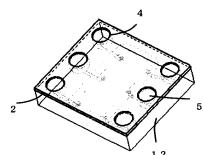
(B)



(C)

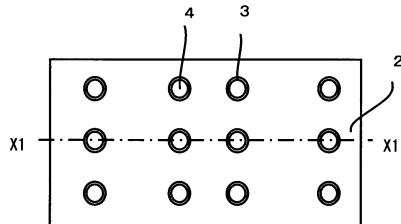


(D)

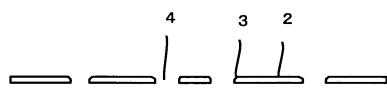


【図2】

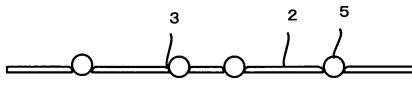
(A)



(B)



(C)

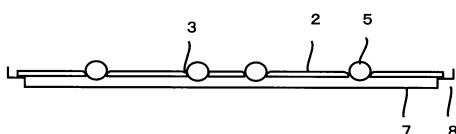


【図3】

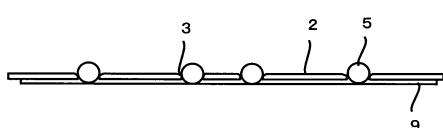
(A)



(B)

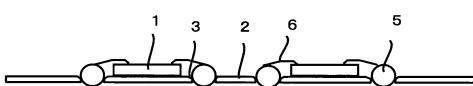


(C)

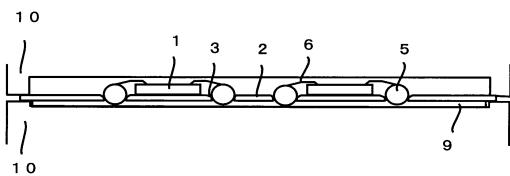


【図5】

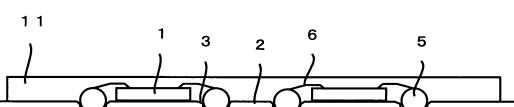
(A)



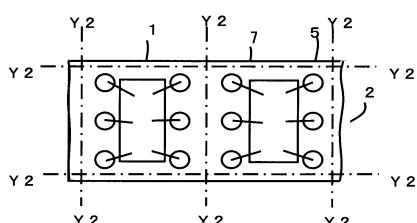
(B)



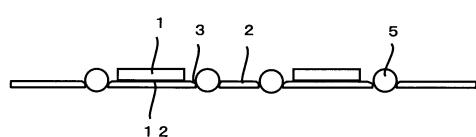
(C)



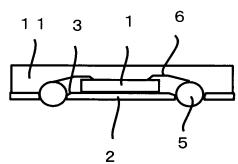
(D)



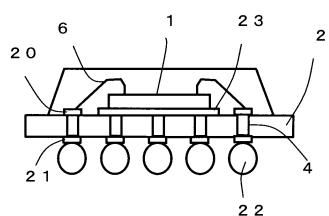
【図4】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2001-024033(JP,A)
特開2010-206162(JP,A)
特開平10-012760(JP,A)
特開平08-316359(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 23/12 - 23/15
H01L 23/28 - 23/31
H01L 21/56