

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5028291号
(P5028291)

(45) 発行日 平成24年9月19日(2012.9.19)

(24) 登録日 平成24年6月29日(2012.6.29)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 23/12 (2006.01)

H O 1 L 23/12 5 O 1 P

H O 1 L 21/60 (2006.01)

H O 1 L 23/12 Q

H O 1 L 21/60 3 1 1 S

請求項の数 6 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2008-22013 (P2008-22013)
 (22) 出願日 平成20年1月31日(2008.1.31)
 (65) 公開番号 特開2009-182274 (P2009-182274A)
 (43) 公開日 平成21年8月13日(2009.8.13)
 審査請求日 平成23年1月25日(2011.1.25)

(73) 特許権者 000001889
 三洋電機株式会社
 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
 (74) 代理人 100105924
 弁理士 森下 賢樹
 (74) 代理人 100123102
 弁理士 宗田 悟志
 (72) 発明者 小林 初
 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
 洋電機株式会社内
 (72) 発明者 柳瀬 康行
 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
 洋電機株式会社内

審査官 山本 雄一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 素子搭載用基板、素子搭載用基板の製造方法、半導体モジュールおよび半導体モジュールの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

絶縁樹脂層と、
 前記絶縁樹脂層の一方の主表面に設けられた配線層と、
 前記配線層と電気的に接続され、前記配線層から前記絶縁樹脂層側に突出している突起電極と、を備え、
 前記突起電極の側面は、突起電極の中心軸を含む断面視で前記中心軸方向に湾曲するとともに、側面の曲率半径が配線層側端部から先端側端部にかけて連続的に変化し、
 前記側面の曲率半径は、前記配線層側端部および前記先端側端部の近傍よりも中央領域で小さく、

前記突起電極の基底部の径に対する頂部の径の比率は、0.36～0.50であることを特徴とする素子搭載用基板。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の素子搭載用基板と、
 前記突起電極に対向する素子電極が設けられた半導体素子と、
 を備え、
 前記突起電極が前記絶縁樹脂層を貫通し、前記突起電極と前記素子電極とが電気的に接続されていることを特徴とする半導体モジュール。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の半導体モジュールを搭載したことを特徴とする携帯機器。

【請求項 4】

金属板の一方の主表面の所定領域にマスクを設けた状態でエッチング液を吹き付けて、前記マスクの中心軸を含む断面視で、側面が前記中心軸方向に湾曲するとともに、前記側面の曲率半径が金属板側端部から先端側端部にかけて連続的に変化し、前記側面の曲率半径が前記金属板側端部および前記先端側端部の近傍よりも中央領域で小さく、基底部の径に対する頂部の径の比率が 0.36 ~ 0.50 である突起電極を形成する工程と、

前記突起電極が形成された側の前記金属板の主表面に絶縁樹脂層を積層する工程と、

前記金属板を選択的に除去して配線層を形成する工程と、

を含むことを特徴とする素子搭載用基板の製造方法。

【請求項 5】

10

金属板の一方の主表面の所定領域にマスクを設けた状態でエッチング液を吹き付けて、前記マスクの中心軸を含む断面視で、側面が前記中心軸方向に湾曲するとともに、前記側面の曲率半径が金属板側端部から先端側端部にかけて連続的に変化し、前記側面の曲率半径が前記金属板側端部および前記先端側端部の近傍よりも中央領域で小さく、基底部の径に対する頂部の径の比率が 0.36 ~ 0.50 である突起電極を形成する工程と、

前記金属板と、前記突起電極に対応する素子電極が設けられた半導体素子とを、絶縁樹脂層を介して圧着し、前記突起電極が前記絶縁樹脂層を貫通することにより、前記突起電極と前記素子電極とを電氣的に接続させる圧着工程と、

前記金属板を選択的に除去して配線層を形成する工程と、

を含むことを特徴とする半導体モジュールの製造方法。

20

【請求項 6】

前記絶縁樹脂層は、加圧によって塑性流動を起こすことを特徴とする請求項 5 に記載の半導体モジュールの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、素子搭載用基板およびその製造方法、半導体モジュールおよびその製造方法、ならびに携帯機器に関する。

【背景技術】

【0002】

30

半導体素子の表面実装方法として、半導体素子の電極にはんだバンプを形成し、はんだバンプとプリント配線基板の電極パッドとを接続するフリップチップ実装方法が知られている。また、フリップチップ実装方法を採用した構造としては、たとえば CSP (Chip Size Package) 構造が知られている。

【0003】

CSP 構造の半導体モジュールでは、プリント配線基板と半導体モジュールとの熱膨張係数の差によって、使用環境下などにおいてプリント配線基板と半導体モジュールとの間に熱応力が生じる。これに対して、半導体チップが熱応力により伸縮する方向と略同一の方向に離間して、複数の凹部を配線に設けた構造が提案されている（特許文献 1 参照）。これは、プリント配線基板と半導体モジュールとの熱膨張係数の差によって、使用環境下などにおいてプリント配線基板と半導体モジュールとの間に生じる熱応力を緩和するためのものである。

40

【0004】

一方、近年の電子機器の小型化、高機能化に伴い、半導体素子のさらなる小型化が求められている。半導体素子の小型化に伴い、プリント配線基板に実装するための電極間の狭ピッチ化が不可欠となっている。ところがフリップチップ実装方法では、はんだバンプ自体の大きさや、はんだ付け時のブリッジ発生などが制約となり、電極の狭ピッチ化に限界があった。このような限界を克服するための構造として、基材に形成した突起構造を電極またはビアとし、基材にエポキシ樹脂などの絶縁樹脂層を介して半導体素子を実装し、突起構造に半導体素子の電極を接続する構造が知られている（特許文献 2 参照）。

50

【特許文献1】特開2004-6486号公報

【特許文献2】特開2004-193297号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、基材に形成した突起構造と半導体素子の電極とを接続する上述の構造では、基材と半導体素子との熱膨張係数の差によって生じる熱応力が、突起構造に集中してしまうおそれがあった。そして、これにより、突起構造にクラック（亀裂）が発生し、半導体素子とプリント配線基板との間の接続信頼性が低下するおそれがあった。

【0006】

本発明はこうした状況に鑑みてなされたものであり、その目的は、突起構造と半導体素子の電極とを接続する構造において、半導体素子とプリント配線基板との間の接続信頼性を向上させる技術の提供にある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するために、本発明のある態様は素子搭載用基板である。この素子搭載用基板は、絶縁樹脂層と、絶縁樹脂層の一方の主表面に設けられた配線層と、配線層と電氣的に接続され、配線層から絶縁樹脂層側に突出している突起電極と、を備え、突起電極の側面は、突起電極の中心軸を含む断面視で中心軸方向に湾曲するとともに、側面の曲率半径が配線層側端部から先端側端部にかけて連続的に変化する。

【0008】

この態様によれば、上記態様の素子搭載用基板に半導体素子が積層された場合に、半導体素子とプリント配線基板との間の接続信頼性が向上する。

【0009】

上記態様において、側面の曲率半径は、配線層側端部および先端側端部の近傍よりも中央領域で小さくてもよい。

【0010】

上記態様において、突起電極の基底部の径に対する頂部の径の比率は、0.25～0.60であってもよい。

【0011】

本発明の他の態様もまた素子搭載用基板である。この素子搭載用基板は、絶縁樹脂層と、絶縁樹脂層の一方の主表面に設けられた配線層と、配線層と電氣的に接続され、配線層から絶縁樹脂層側に突出している突起電極と、を備え、突起電極は、略富士山形状である。

【0012】

本発明のさらに他の態様は、半導体モジュールである。この半導体モジュールは、上述したいずれかの態様の素子搭載用基板と、突起電極に対向する素子電極が設けられた半導体素子と、を備え、突起電極が絶縁樹脂層を貫通し、突起電極と素子電極とが電氣的に接続されている。

【0013】

本発明のさらに他の態様は、携帯機器である。この携帯機器は、上述の態様の半導体モジュールを搭載している。

【0014】

本発明のさらに他の態様は、素子搭載用基板の製造方法である。この素子搭載用基板の製造方法は、金属板の一方の主表面の所定領域にマスクを設けた状態でエッチング液を吹き付けて、マスクの中心軸を含む断面視で、側面が中心軸方向に湾曲するとともに、側面の曲率半径が金属板側端部から先端側端部にかけて連続的に変化する突起電極を形成する工程と、突起電極が形成された側の金属板の主表面に絶縁樹脂層を積層する工程と、金属板を選択的に除去して配線層を形成する工程と、を含む。

【0015】

10

20

30

40

50

本発明のさらに他の態様は、半導体モジュールの製造方法である。この半導体モジュールの製造方法は、金属板の一方の主表面の所定領域にマスクを設けた状態でエッチング液を吹き付けて、マスクの中心軸を含む断面視で、側面が中心軸方向に湾曲するとともに、側面の曲率半径が金属板側端部から先端側端部にかけて連続的に変化する突起電極を形成する工程と、金属板と、突起電極に対応する素子電極が設けられた半導体素子とを、絶縁樹脂層を介して圧着し、突起電極が絶縁樹脂層を貫通することにより、突起電極と素子電極とを電氣的に接続させる圧着工程と、金属板を選択的に除去して配線層を形成する工程と、を含む。

【0016】

上記態様において、絶縁樹脂層は、加圧によって塑性流動を起こすものであってもよい。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、突起構造と半導体素子の電極とを接続する構造において、突起構造への熱応力の集中を緩和することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明を好適な実施の形態をもとに図面を参照しながら説明する。各図面に示される同一または同等の構成要素、部材、処理には、同一の符号を付するものとし、適宜重複した説明は省略する。また、実施の形態は、発明を限定するものではなく例示であって、実施の形態に記述されるすべての特徴やその組み合わせは、必ずしも発明の本質的なものであるとは限らない。

【0019】

(実施形態1)

図1は、実施形態1に係る素子搭載用基板10およびこれを用いた半導体モジュール30の構成を示す概略断面図である。半導体モジュール30は、素子搭載用基板10およびこれに搭載された半導体素子50を備える。

【0020】

素子搭載用基板10は、絶縁樹脂層12と、絶縁樹脂層12の一方の主表面S1に設けられた配線層14と、配線層14と電氣的に接続され、配線層14から絶縁樹脂層12側に突出している突起電極16とを備える。

【0021】

絶縁樹脂層12は、絶縁性の樹脂からなり、たとえば加圧したときに塑性流動を引き起こす材料で形成されている。加圧したときに塑性流動を引き起こす材料としては、エポキシ系熱硬化型樹脂が挙げられる。絶縁樹脂層12に用いられるエポキシ系熱硬化型樹脂は、たとえば、温度160℃、圧力8MPaの条件下で、粘度が1kPa・sの特性を有する材料であればよい。また、このエポキシ系熱硬化型樹脂は、たとえば温度160℃の条件下で、5～15MPaで加圧した場合に、加圧しない場合と比較して、樹脂の粘度が約1/8に低下する。これに対して、熱硬化前のBステージのエポキシ樹脂は、ガラス転移温度T_g以下の条件下では、樹脂を加圧しない場合と同程度に、粘性がなく、加圧しても粘性は生じない。また、このエポキシ系熱硬化型樹脂は、約3～4の誘電率を有する誘電体である。

【0022】

配線層14は、絶縁樹脂層12の一方の主表面S1に設けられており、導電材料、好ましくは圧延金属、さらには圧延銅により形成される。あるいは電解銅などで形成してもよい。配線層14には、絶縁樹脂層12側に突起電極16が突設されている。本実施例においては、配線層14と突起電極16とは一体的に形成されているが、特にこれに限定されない。配線層14の絶縁樹脂層12と反対側の主表面には、配線層14の酸化などを防ぐための保護層18が設けられている。保護層18としては、ソルダーレジスト層などが挙げられる。保護層18の所定の領域には開口部18aが形成されており、開口部18aに

よって配線層 14 の一部が露出している。開口部 18 a 内には外部接続電極としてののはんだパンプ 20 が形成され、はんだパンプ 20 と配線層 14 とが電氣的に接続されている。はんだパンプ 20 を形成する位置、すなわち開口部 18 a の形成領域は、たとえば再配線で引き回した先の端部である。

【0023】

突起電極 16 はその全体的な形状が、先端に近づくにつれて径が細くなっており、その断面形状が曲線状になった略富士山形状となっている。突起電極 16 の平面視形状は、本実施形態では楕円形を含む略丸型であるが、得にこれに限定されず、たとえば四角形などの多角形であってもよい。突起電極 16 の側面は、突起電極 16 の中心軸 16 z を含む断面視で、中心軸 16 z 方向に湾曲するとともに、側面の曲率半径が配線層側端部 16 a から先端側端部 16 b にかけて連続的に変化する形状となっている。ここで、側面の曲率半径は、配線層側端部 16 a および先端側端部 16 b の近傍よりも中央領域で小さくなっている。すなわち、突起電極 16 の側面は、配線層側端部 16 a から先端側端部 16 b に向かって、その曲率半径が大 小 大と変化するような形状となっている。また、突起電極 16 の基底部の径に対する頂部の径の比率は、0.25 ~ 0.60 の範囲であることが好ましい。

10

【0024】

なお、突起電極 16 の側面には約 2 ~ 5 μm 以下の微細な凹凸が形成されている場合があるが、本実施形態の突起電極 16 の側面は、この微細凹凸を無視した状態で、側面の曲率半径が連続的に変化するような形状となっている。また、突起電極 16 の表面には、たとえば電解めっき法あるいは無電解めっき法により形成された、ニッケル (Ni) / 金 (Au) めっき層などの金属層が被覆されていてもよい。

20

【0025】

上述の構成を備えた素子搭載用基板 10 に半導体素子 50 が搭載されて半導体モジュール 30 が形成される。本実施形態の半導体モジュール 30 は、素子搭載用基板 10 の突起電極 16 と、半導体素子 50 の素子電極 52 とが絶縁樹脂層 12 を介して電氣的に接続された構造である。

【0026】

半導体素子 50 は、突起電極 16 のそれぞれに対向する素子電極 52 を有する。また、絶縁樹脂層 12 に接する側の半導体素子 50 の主表面には、素子電極 52 が露出するように開口が設けられた素子保護層 54 が積層されている。素子電極 52 の表面には、Ni / Au めっき層などの金属層が被覆されていてもよい。半導体素子 50 の具体例としては、集積回路 (IC)、大規模集積回路 (LSI) などの半導体チップが挙げられる。素子保護層 54 の具体例としては、ポリイミド層が挙げられる。また、素子電極 52 には、たとえばアルミニウム (Al) が用いられる。

30

【0027】

本実施形態においては、絶縁樹脂層 12 が、素子搭載用基板 10 と半導体素子 50 との間に設けられ、素子搭載用基板 10 が絶縁樹脂層 12 の一方の主表面 S1 に圧着し、半導体素子 50 が他方の主表面に圧着している。そして、突起電極 16 が、絶縁樹脂層 12 を貫通して、半導体素子 50 に設けられた素子電極 52 と電氣的に接続されている。絶縁樹脂層 12 は、加圧により塑性流動を起こす材料からなるため、素子搭載用基板 10、絶縁樹脂層 12 および半導体素子 50 がこの順で一体化された状態において、突起電極 16 と素子電極 52 との間に絶縁樹脂層 12 の残膜が介在することが抑制され、接続信頼性の向上が図られる。また、突起電極 16 および素子電極 52 の表面に Ni / Au めっき層が被覆されている場合には、突起電極 16 と素子電極 52 とは、互いの最表面に配置された金同士が接合 (金 - 金接合) するため、突起電極 16 と素子電極 52 との接続信頼性がさらに向上する。

40

【0028】

(素子搭載用基板および半導体モジュールの製造方法)

図 2 (A) ~ (D) は、突起電極 16 の形成方法を示す工程断面図である。

50

【 0 0 2 9 】

図 2 (A) に示すように、少なくとも、突起電極 1 6 の高さと同配線層 1 4 の厚さとの和より大きい厚さを有する金属板としての銅板 1 3 を用意する。

【 0 0 3 0 】

次に、図 2 (B) に示すように、リソグラフィ法により、突起電極 1 6 のパターンに合わせてレジスト 7 0 を選択的に形成する。具体的には、ラミネーター装置を用いて銅板 1 3 に所定膜厚のレジスト膜を貼り付け、突起電極 1 6 のパターンを有するフォトマスクを用いて露光した後、現像することによって、銅板 1 3 の上にレジスト 7 0 が選択的に形成される。なお、レジストとの密着性向上のために、レジスト膜のラミネート前に、銅板 1 3 の表面に研磨、洗浄等の前処理を必要に応じて施すことが望ましい。

10

【 0 0 3 1 】

次に、図 2 (C) に示すように、レジスト 7 0 をマスクとして、銅板 1 3 に所定のパターンの突起電極 1 6 を形成する。具体的には、コンベアにより搬送される銅板 1 3 のレジスト 7 0 が形成された側の主表面に、塩化第二鉄溶液などのエッチング液を吹き付けるシャワーエッチング処理を施すことで、銅板 1 3 をエッチングして所定のパターンを有する突起電極 1 6 を形成する。シャワーエッチング処理によれば銅板 1 3 の異方性エッチングが可能であり、突起電極 1 6 の側面を、突起電極 1 6 の中心軸 1 6 z (マスクの中心軸) 方向に湾曲するとともに、側面の曲率半径が連続的に変化するような形状とすることができる。また、シャワーエッチング処理によれば、たとえば突起電極 1 6 の側面を、中心軸 1 6 z に垂直な方向における配線層側端部 1 6 a と先端側端部 1 6 b との間の距離 X 1 よりも、中心軸 1 6 z に平行な方向における配線層側端部 1 6 a と先端側端部 1 6 b との間の距離 X 2 の方が大きくなるようにすることもできる。本実施形態における銅板 1 3 の搬送速度、エッチング液の吹き付け圧は、それぞれ 4 ~ 7 m / m i n 、 2 0 0 ~ 5 0 0 k P a である。

20

【 0 0 3 2 】

次に、図 2 (D) に示すように、レジスト 7 0 を剥離剤を用いて剥離する。以上説明した工程により、銅板 1 3 に突起電極 1 6 が形成される。本実施形態の突起電極 1 6 における基底部の径、頂部の径、高さは、たとえばそれぞれ、 1 0 0 ~ 1 4 0 μ m 、 5 0 μ m 、 3 0 μ m である。なお、銅板 1 3 の搬送速度、搬送距離、エッチング液の吹き付け圧、ノズル数、ノズル径などを変更することで、多様な形状の突起電極 1 6 を形成することができる。上述の各条件は実験によって定めてもよい。

30

【 0 0 3 3 】

図 3 (A) ~ (E) は、配線層 1 4 の形成方法、突起電極 1 6 と素子電極 5 2 との接続方法を示す工程断面図である。

【 0 0 3 4 】

図 3 (A) に示すように、突起電極 1 6 が絶縁樹脂層 1 2 側を向くようにして、銅板 1 3 を絶縁樹脂層 1 2 の一方の主表面 S 1 側に配置する。また、突起電極 1 6 に対向する素子電極 5 2 が設けられた半導体素子 5 0 を、絶縁樹脂層 1 2 の他方の主表面に配置する。絶縁樹脂層 1 2 の厚さは突起電極 1 6 の高さ程度であり、約 3 0 μ m である。そして、プレス装置を用いて、銅板 1 3 と半導体素子 5 0 とを、絶縁樹脂層 1 2 を介して圧着する。プレス加工時の圧力および温度は、それぞれ約 5 M p a および 1 8 0 である。

40

【 0 0 3 5 】

プレス加工により、絶縁樹脂層 1 2 が塑性流動を起こし、突起電極 1 6 が絶縁樹脂層 1 2 を貫通する。そして、図 3 (B) に示すように、銅板 1 3 、絶縁樹脂層 1 2 および半導体素子 5 0 が一体化され、突起電極 1 6 と素子電極 5 2 とが圧着して、突起電極 1 6 と素子電極 5 2 とが電氣的に接続される。突起電極 1 6 は、その全体的な形状が先端に近づくにつれて径が細くなるような形状であるため、突起電極 1 6 が絶縁樹脂層 1 2 をスムーズに貫通する。本実施形態では、銅板 1 3 を絶縁樹脂層 1 2 に圧着して、突起電極 1 6 が形成された側の銅板 1 3 の主表面に絶縁樹脂層 1 2 を積層している。

【 0 0 3 6 】

50

次に、図 3 (C) に示すように、リソグラフィ法により、絶縁樹脂層 1 2 と反対側の銅板 1 3 の主表面に、配線層 1 4 のパターンに合わせてレジスト 7 1 を選択的に形成する。

【 0 0 3 7 】

次に、図 3 (D) に示すように、レジスト 7 1 をマスクとして銅板 1 3 の主表面をエッチングして、銅板 1 3 に所定のパターンの配線層 1 4 を形成する。その後レジストを剥離する。本実施形態における配線層 1 4 の厚さは約 2 0 μm である。

【 0 0 3 8 】

次に、図 3 (E) に示すように、リソグラフィ法により、はんだバンプ 2 0 の形成位置に対応する領域に開口部 1 8 a を有する保護層 1 8 を、絶縁樹脂層 1 2 と反対側の配線層 1 4 の主表面に形成する。そして、開口部 1 8 a 内にはんだバンプ 2 0 を形成する。

【 0 0 3 9 】

以上説明した製造工程により、半導体モジュール 3 0 が形成される。また、半導体素子 5 0 を搭載しなかった場合には、素子搭載用基板 1 0 が得られる。

【 0 0 4 0 】

図 4 (A) ~ (D) は、温度を 2 5 から 1 2 5 まで変化させた雰囲気下における、突起電極 1 6 の構造と、突起電極 1 6 あるいは配線層 1 4 の突起電極 1 6 形成領域に生じる最大応力との関係を説明するための模式図である。図 5 (A) ~ (C) は、突起電極 1 6 の側面における曲率半径の変化を示すグラフである。

【 0 0 4 1 】

図 4 (A) に示す突起電極 1 6 の側面は直線状であり、これは従来の突起電極の形状である。一方、図 4 (B) ~ (D) に示す突起電極 1 6 の側面は、配線層側端部 1 6 a、先端側端部 1 6 b、および両者の間にある経路点 1 6 c を通るスプライン曲線で近似しており、これは本発明に係る突起電極の形状に相当する。

図 4 (B) ~ (D) では、突起電極 1 6 の基底部の径 R_3 、経路点 1 6 c の配線層 1 4 からの高さ h_1 がそれぞれ異なっている。突起電極 1 6 の高さ h_2 、頂部の径 R_1 、経路点 1 6 c の高さにおける径 R_2 は固定している。図 4 (A) ~ (D) に示す突起電極の寸法、および基底部の径に対する頂部の径の比率は表 1 の通りである。

【 表 1 】

	$R_1 (\mu\text{m})$	$R_2 (\mu\text{m})$	$R_3 (\mu\text{m})$	$h_1 (\mu\text{m})$	$h_2 (\mu\text{m})$	頂部径/基底部径
(A)	50	—	70	—	30	0.71
(B)	50	60	100	15	30	0.5
(C)	50	60	140	15	30	0.36
(D)	50	60	100	10	30	0.5

この表 1 および図 4 から分かるように、図 4 (C) の突起電極 1 6 は、図 4 (B) および (D) の突起電極 1 6 よりも基底部の径 R_3 が大きく、基底部の径に対する頂部の径の比率が小さくなっている。すなわち、図 4 (C) の突起電極 1 6 は、図 4 (B) および (D) の突起電極 1 6 よりも、配線層側端部 1 6 a と先端側端部 1 6 b との間における X 軸方向の距離が長く、すなわち曲率半径が連続的に変化する領域が広がっている。言い換えれば、図 4 (C) の突起電極 1 6 は、図 4 (B) および (D) の突起電極 1 6 よりも裾野が広く、側面がよりなだらかになっている。一方、図 4 (B) の突起電極 1 6 と図 4 (D) の突起電極とを比較すると、図 4 (B) の突起電極 1 6 の方が経路点 1 6 c の高さが高くなっている。

また、図 5 (A) ~ (C) はそれぞれ、図 4 (B) ~ (D) に示す突起電極 1 6 の側面における、配線層 1 4 の主表面に平行な方向 (X 軸方向) の位置と曲率半径 r との関係を示している。グラフ中、先端側端部 1 6 b が起点 ($X = 0$) となっている。図 5 (A) ~

(C) から分かるように、突起電極 16 の側面は、その曲率半径 r が配線層側端部 16a から先端側端部 16b にかけて連続的に変化していることが分かる。また、先端側端部 16b と配線層側端部 16a との間に曲率半径 r の極小値が見られ、曲率半径 r が配線層側端部 16a および先端側端部 16b の近傍よりも中央領域で小さいことが分かる。

【0042】

温度を 25 から 125 まで変化させた雰囲気下で、図 4 (A) ~ (D) に示す突起電極 16 において生じた最大応力は、それぞれ、291MPa、244MPa、222MPa、248MPa であった。すなわち、側面が曲線状である本実施形態の突起電極 16 の方が、側面が直線状である従来の突起電極よりも、突起電極に生じる最大応力を低減できた。また、本実施形態の突起電極 16 において、配線層側端部 16a と先端側端部 16b との間における X 軸方向の距離が長い方が、より最大応力を低減できた。

【0043】

以上説明したように、本実施形態の素子搭載用基板 10 は、突起電極 16 の側面を、突起電極 16 の中心軸 16z を含む断面視で中心軸 16z 方向に湾曲するとともに、側面の曲率半径が配線層側端部 16a から先端側端部 16b にかけて連続的に変化する形状としている。これにより、半導体モジュール 30 の製造工程や、半導体モジュール 30 のプリント配線基板への実装工程、あるいは使用環境下などにおいて熱応力が発生した場合であっても、突起電極 16 への熱応力の集中を緩和することができる。そのため、熱応力による突起電極 16、あるいは突起電極 16 と配線層 14 との接合部へのクラック（亀裂）の発生あるいは破壊などが抑制され、素子搭載用基板 10 と半導体素子 50 との接続信頼性が向上する。さらには、半導体モジュール 30 をプリント配線基板に実装した場合に、半導体素子 50 とプリント配線基板との間の接続信頼性が向上する。また、突起電極 16 などの破壊を防ぐことができるため、半導体モジュールの製造歩留まりを高くでき、半導体モジュールの製造コストを低減することができる。

【0044】

(実施形態 2)

次に、本発明の半導体モジュールを備えた携帯機器について説明する。なお、携帯機器として携帯電話に搭載する例を示すが、たとえば、個人用携帯情報端末 (PDA)、デジタルビデオカメラ (DVC)、及びデジタルスチルカメラ (DSC) といった電子機器であってもよい。

【0045】

図 6 は本発明の実施形態に係る半導体モジュール 30 を備えた携帯電話の構成を示す図である。携帯電話 111 は、第 1 の筐体 112 と第 2 の筐体 114 が可動部 120 によって連結される構造になっている。第 1 の筐体 112 と第 2 の筐体 114 は可動部 120 を軸として回動可能である。第 1 の筐体 112 には文字や画像等の情報を表示する表示部 118 やスピーカ部 124 が設けられている。第 2 の筐体 114 には操作ボタンなどの操作部 122 やマイク部 126 が設けられている。なお、本発明の各実施形態に係る半導体モジュール 30 はこうした携帯電話 111 の内部に搭載されている。

【0046】

図 7 は図 6 に示した携帯電話の部分断面図（第 1 の筐体 112 の断面図）である。本発明の各実施形態に係る半導体モジュール 30 は、はんだバンプ 20 を介してプリント基板 128 に搭載され、こうしたプリント基板 128 を介して表示部 118 などと電氣的に接続されている。また、半導体モジュール 30 の裏面側（はんだバンプ 20 とは反対側の面）には金属基板などの放熱基板 116 が設けられ、たとえば、半導体モジュール 30 から発生する熱を第 1 の筐体 112 内部に籠もらせることなく、効率的に第 1 の筐体 112 の外部に放熱することができるようになっている。

【0047】

本発明の実施形態に係る素子搭載用基板 10 および半導体モジュール 30 によれば、半導体モジュール 30 のプリント配線基板への実装信頼性が向上する。そのため、こうした半導体モジュール 30 を搭載した本実施形態に係る携帯機器については、その信頼性が向

上する。

【 0 0 4 8 】

本発明は、上述の各実施形態に限定されるものではなく、当業者の知識に基づいて各種の設計変更等の変形を加えることも可能であり、そのような変形が加えられた実施形態も本発明の範囲に含まれうるものである。

【 0 0 4 9 】

たとえば、上述の実施形態では、素子搭載用基板の配線層は単層であったが、これに限定されず、配線層はさらに多層化したものであってもよい。

【 0 0 5 0 】

また、本発明の構成は、ウエハレベル C S P (C h i p S i z e P a c k a g e) プロセスと呼ばれる半導体パッケージの製造プロセスに適用することができる。これによれば、半導体モジュールの薄型化・小型化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 1 】

【図 1】実施形態 1 に係る素子搭載用基板および半導体モジュールの構成を示す概略断面図である。

【図 2】図 2 (A) ~ (D) は、突起電極の形成方法を示す工程断面図である。

【図 3】図 3 (A) ~ (E) は、配線層の形成方法、突起電極と素子電極との接続方法を示す工程断面図である。

【図 4】図 4 (A) ~ (D) は、温度を 2 5 から 1 2 5 まで変化させた雰囲気下における、突起電極の構造と、突起電極あるいは配線層の突起電極形成領域に生じる最大応力との関係を説明するための模式図である。

【図 5】図 5 (A) ~ (C) は、突起電極の側面における曲率半径の変化を示すグラフである。

【図 6】実施形態 2 に係る携帯電話の構成を示す図である。

【図 7】携帯電話の部分断面図である。

【符号の説明】

【 0 0 5 2 】

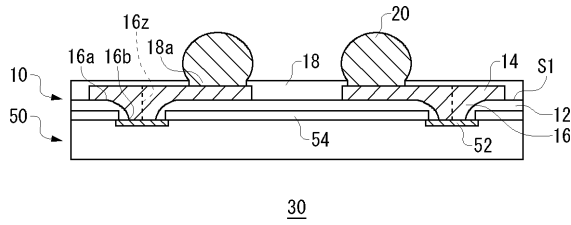
1 0 素子搭載用基板、 1 2 絶縁樹脂層、 1 4 配線層、 1 6 突起電極、
1 6 a 配線層側端部、 1 6 b 先端側端部、 1 6 z 中心軸、 1 8 保護層、
2 0 はんだバンプ、 3 0 半導体モジュール、 5 0 半導体素子、 5 2 素子電
極、 5 4 素子保護層。

10

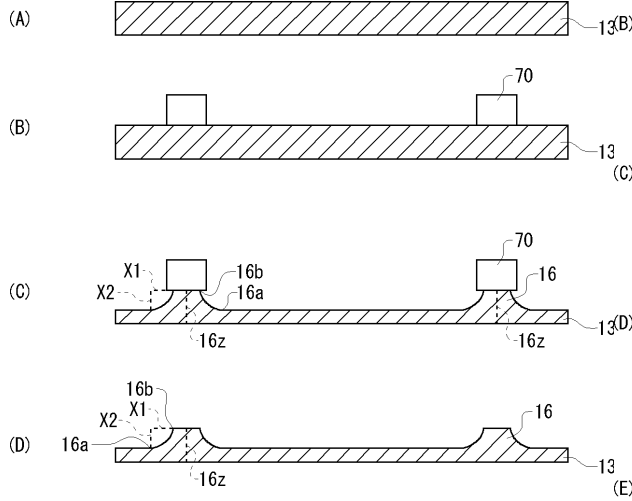
20

30

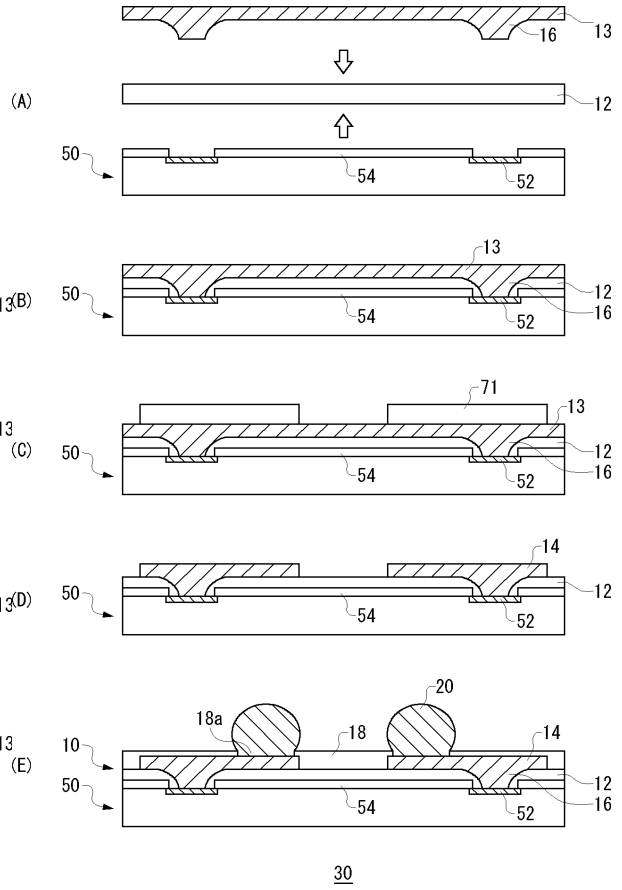
【図 1】



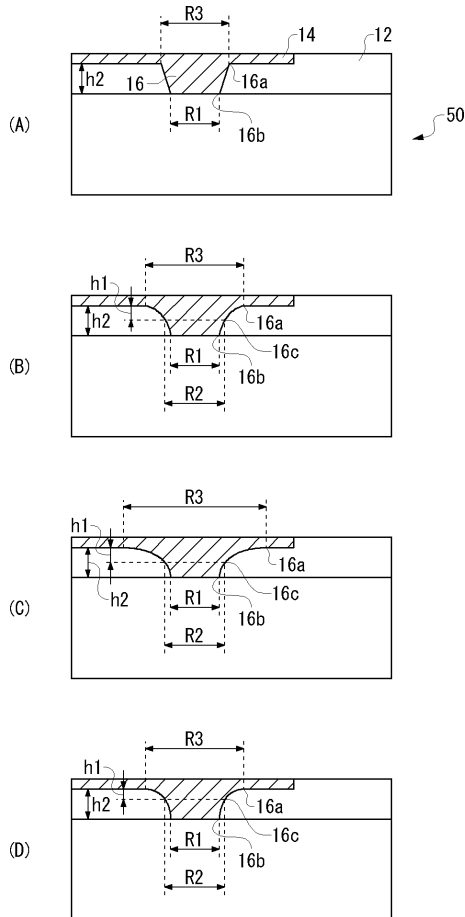
【図 2】



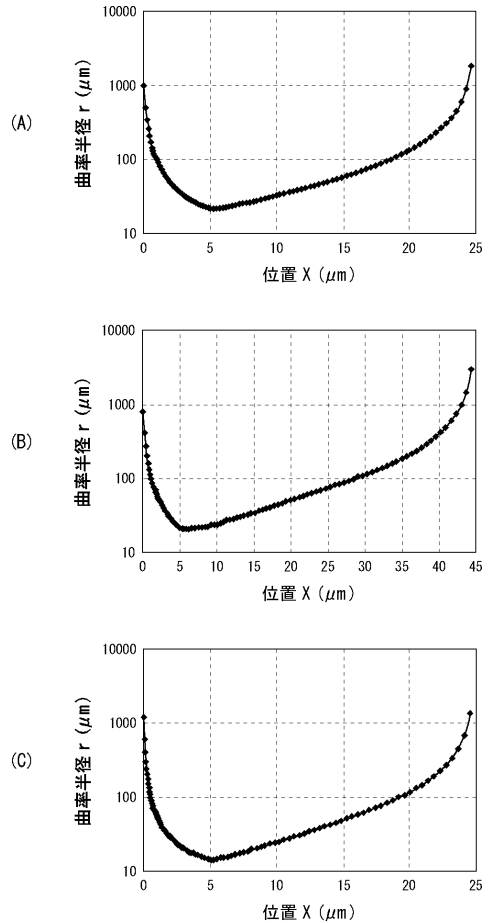
【図 3】



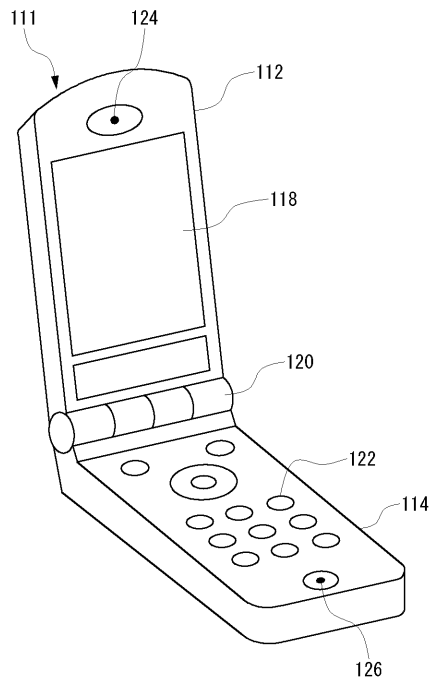
【図 4】



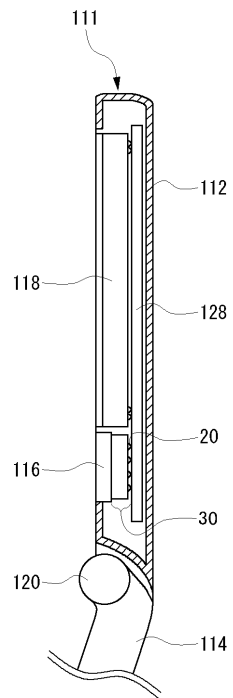
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-141629(JP,A)
国際公開第2007/063954(WO,A1)
特開2006-310530(JP,A)
特開2004-095913(JP,A)
特開昭52-012458(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L	23/12 - 23/15
H01L	21/60
H05K	1/11
H05K	3/40