

(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2010-118534

(P2010-118534A)

(43) 公開日 平成22年5月27日(2010.5.27)

(51) Int.Cl.  
H01L 21/60 (2006.01)

F I  
H01L 21/60 311Q

テーマコード (参考)  
5F044

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2008-291197 (P2008-291197)  
(22) 出願日 平成20年11月13日 (2008.11.13)

(71) 出願人 000006013  
三菱電機株式会社  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号  
(74) 代理人 100064746  
弁理士 深見 久郎  
(74) 代理人 100085132  
弁理士 森田 俊雄  
(74) 代理人 100083703  
弁理士 仲村 義平  
(74) 代理人 100096781  
弁理士 堀井 豊  
(74) 代理人 100098316  
弁理士 野田 久登  
(74) 代理人 100109162  
弁理士 酒井 将行

最終頁に続く

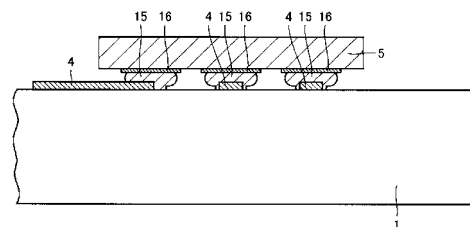
(54) 【発明の名称】 半導体装置およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 キャリア基板と半導体素子との接合強度を向上させることにより、信頼性の高い、また生産性の良い半導体装置およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 半導体装置13は、キャリア基板1と、キャリア基板1に形成されたフリップチップパッド電極4と、フリップチップパッド電極4の上面および側面で接合された金バンプ15と、金バンプ15を介してフリップチップパッド電極4と電氣的に接続された半導体素子5とを備えている。

【選択図】 図3



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

キャリア基板と、  
前記キャリア基板に形成されたパッド電極と、  
前記パッド電極の上面および側面で接合されたバンプと、  
前記バンプを介して前記パッド電極と電氣的に接続された半導体素子とを備えた、半導体装置。

**【請求項 2】**

前記パッド電極の上面と前記バンプとは固相拡散接合されている、請求項 1 に記載の半導体装置。

10

**【請求項 3】**

前記パッド電極の先端部の幅が前記バンプの直径より小さい、請求項 1 または 2 に記載の半導体装置。

**【請求項 4】**

前記パッド電極の側面の側面が下側よりせり出している、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の半導体装置。

**【請求項 5】**

前記パッド電極の先端が平面視において分岐した形状を有している、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の半導体装置。

**【請求項 6】**

前記パッド電極の先端部の上面および側面のそれぞれの全面が前記パッドに接合されている、請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の半導体装置。

20

**【請求項 7】**

前記キャリア基板は、樹脂材料が用いられたプリント基板である、請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の半導体装置。

**【請求項 8】**

パッド電極が形成されたキャリア基板を準備する工程と、  
バンプが前記パッド電極に押し付けられることにより、前記バンプが前記パッド電極の側面を抱え込み、かつ前記バンプと前記パッド電極の上面とが固相拡散接合される工程とを備えた、半導体装置の製造方法。

30

**【請求項 9】**

半導体素子に前記バンプを形成する工程をさらに備え、  
前記半導体素子に前記バンプが形成された後に、前記バンプが前記パッド電極に押し付けられる、請求項 8 に記載の半導体装置の製造方法。

**【請求項 10】**

バンプが前記パッド電極に押し付けられた後に、前記バンプに半導体素子を接合する工程をさらに備えた、請求項 8 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、半導体装置およびその製造方法に関し、特に、互いに接合されたパッド電極とバンプとを有する半導体装置およびその製造方法に関するものである。

40

**【背景技術】****【0002】**

コンピュータやブロードバンド通信分野における高速・大容量の通信手段として、特に光ファイバー等が用いられた有線通信機器やマイクロ波、ミリ波が用いられた無線通信機器の普及が著しい。これら通信機器には、高性能の高周波トランジスタや M M I C ( Mono lithic Microwave Integrated Circuit ) 等の半導体素子が組み込まれている。この種の機器は G H z を越える高周波領域で動作するので、使用される半導体素子の材料としては一般に広く使用されているシリコンでは無く、高周波特性に優れている化合物半導体、と

50

りわけガリウム砒素 (GaAs) 半導体が選ばれることが多い。

【0003】

上記半導体素子が組み合わされて電子回路として完成されるには、半導体素子の表面に形成されている複数のパッド電極が外部の回路と電氣的に接続されるために接続用の配線が設けられる必要がある。一般に半導体素子においては、このような部分の接続には、半導体素子が回路面を上向きにして導電性接着剤などで固定され、パッド電極とそれに対応した外部電極との間に金線やアルミニウム線のような金属ワイヤが超音波ボンディング (ワイヤボンディング) されることによりループ状の配線が行われる。

【0004】

しかし、特に高周波領域で動作する電子回路の場合は、半導体素子のパッド電極と外部電極とがループ状の金属ワイヤで接続されると、ワイヤ自身が原因となって生じる寄生インダクタンスや寄生容量が増加され、接続部においてインピーダンスの不整合が生じる。その結果として、高周波信号の伝送ロスが発生し、伝送効率が悪くなる。この問題を解決する一つの手段として、金属ワイヤを用いない半導体素子の接続法であるフリップチップ実装工法が開発された。

10

【0005】

一方、高周波対応の半導体素子が収納される半導体装置においては、低損失、高信頼性の観点から、気密封止された中空構造のセラミック製や金属製のパッケージが採用されている。このようなパッケージに用いられるキャリア基板は、性能や信頼性が最重視されるが故に重量が重く、かつ価格が高いという欠点を有する。しかしながら電氣的な損失が少ないという利点からセラミック製のキャリア基板が用いられたパッケージが採用されている。半導体装置の性能、信頼性が最優先であった時代にあつては、上記欠点はさほど問題視されなかった。また、システム価格が高価な時代にあつてはこのようなパッケージのコストがシステム全体のコストに占める割合が小さいため、低コスト化はさほど重要では無かった。しかし最近になって高品質・高性能のシステムが低価格で提供される必要がある社会環境にあつては、コストは無視できない重要な要素で、可能な限り削減されねばならない。

20

【0006】

このため、セラミック材に比べて性能はやや劣るものの、コスト的に有利な樹脂を用いたキャリア基板 (プリント基板) に半導体素子がフリップチップ接合されたタイプの半導体装置が提案されている。

30

【0007】

ところで、半導体素子のパッド電極とキャリア基板のパッド電極とをフリップチップで接続する方式として、以下に示すように幾つかの方法が提案されている。いずれの方法においても、スタッドバンプあるいは単にバンプと呼ばれる、突起状の電極が半導体素子のパッド電極あるいはキャリア基板のパッド電極上にあらかじめ設けられる。そしてこのバンプを利用して半導体素子のパッド電極とキャリア基板のパッド電極とが接続される。

【0008】

第1に、はんだを用いる方法がある。この方法では、接続されるパッド電極の一方もしくは両方に設けられたはんだバンプ、あるいはスクリーン印刷法やめっき法によってあらかじめ供給されたすなわちプリコート処理が行われたはんだ層を有するパッド電極同士が互いに位置あわせされ、加熱・加圧されることで接続される。

40

【0009】

この方法では、互いに隣り合うパッド電極間の距離が狭い場合に問題がある。加熱・加圧工程において、溶融状態のはんだが押し広げられてパッド電極からはみだし、それにより互いに隣り合うパッド電極のはんだ同士が接触する。これにより隣り合うパッド電極間で短絡が生じ、正常な接続ができなくなってしまう。

【0010】

互いに隣り合うパッド間の距離の限界値は、はんだバンプの寸法にも依存するが、120  $\mu\text{m}$  付近であると考えられる。

50

## 【 0 0 1 1 】

一般に、高周波対応の半導体素子として知られているGaAsやInP（リン化インジウム）といった化合物半導体では、材料コストが高価なため、可能な限り面積を小さくした素子が製造される。このため素子の電極ピッチも狭くなる傾向にあり、互いに隣り合うパッド間の距離が100 $\mu$ m以下のものも現れている。したがって、はんだを用いる方法では最近の狭ピッチ半導体素子に対処することが困難である。

## 【 0 0 1 2 】

第2に、金などで形成されたスタッドバンプの先端部に銀などが混入された導電性ペーストが付与され、キャリア基板のパッド電極に押し付けられて接着する方法も提案されている。しかし、接着剤の供給方法やバンプとパッド電極とが接触する時のペーストの濡れ広がりなどの問題を考慮すると上記のはんだが用いられる方法と同様の問題があり、狭ピッチ半導体素子への対応は困難である。

10

## 【 0 0 1 3 】

第3に、ACF（異方性導電フィルム）を用いる方法がある。ACFとはAnisotropic Conductive Filmの略で、フィルム状に成型された半硬化状態の絶縁性接着フィルムの中に直径数 $\mu$ m程度の導電性粒子が分散されたものである。この方法では、ACFが、半導体素子のパッド電極上に形成されたバンプとキャリア基板のパッド電極との間に介在した状態で加熱・加圧されることによりフリップチップ接続が行われる。パッド電極間に挟まれた導電粒子を介して接触している上下のパッド電極間には導電性が与えられる。一方、導電粒子を介して接触していない互いに隣り合うパッド電極には絶縁性が与えられる。この方法は、狭ピッチのパッド電極を有する半導体素子にも適用できる。しかし、ACFを形成する絶縁性接着フィルムには通常有機高分子材料が用いられており、一般に高分子材料は誘電損失が大きいいため高周波素子の接続には適していない。

20

## 【 0 0 1 4 】

最後に、金属バンプを用いる方法がある。この方法は、金属のバンプが加熱・加圧されたり、超音波振動が付与されて接合される固相拡散接合と呼ばれる方法である。固相拡散接合とは溶融しない固体の金属（固相状態）が密着されて、真空、還元ガス雰囲気下、不活性ガス雰囲気下などで加熱・加圧されることにより金属間に生じる原子の拡散が利用されて接合される方法である。通常は数100の高温下で実施されることが多い。基本的に酸化層が形成されない金-金接合などにおいては300程度以下の比較的低温領域でも接合が可能である。前述したワイヤボンディングと同じ方法で超音波振動が併用されれば更に低温（200以下）での接合が可能である。この方法がフリップチップ接合に適用される場合、通常100～200程度の加熱環境と超音波接合とを利用する方式が用いられる。この方法は、狭ピッチ半導体素子にも適用可能な唯一の接合方法である。

30

## 【 0 0 1 5 】

フリップチップ実装工法は以上述べたような方法に大別される。樹脂製のキャリア基板に半導体素子がフリップチップ接合される場合には、セラミック製のキャリア基板との物性の違いから次のような問題も生じる。樹脂製のキャリア基板の場合には高温環境下で樹脂材料が軟化する問題があり、このため接合温度を高くすることができない。たとえば広く一般に用いられているFR-4基板の場合には軟化温度の目安となるT<sub>g</sub>（Glass transition temperature、ガラス転移温度）が125前後であるため、軟化を避けて使用できる温度領域は100前後までである。高温に耐えるとされる高T<sub>g</sub>材が用いられた基板であっても、軟化を避けて使用できる温度領域はせいぜい150前後である。すなわち、樹脂製のキャリア基板の場合には、特殊な材料でない限り、フリップチップ接合は100～150程度の環境で実施される必要がある。

40

## 【 0 0 1 6 】

一方で、樹脂製のキャリア基板は半導体素子に比べて大きい線膨張係数を有する。たとえば広く一般に用いられているFR-4基板の平面（水平）方向の線膨張係数はおよそ16ppm/である。これに対しSi（シリコン）半導体素子の線膨張係数はおよそ3ppm/である。またGaAs半導体の線膨張係数はおよそ5ppm/である。このた

50

め、樹脂製のキャリア基板と半導体素子とが高温環境下で接続された場合、室温まで冷却される過程で樹脂製のキャリア基板と半導体素子とのパッド電極間に生じる熱膨張のミスマッチによってフリップチップ接合部に過大な機械的応力が生じ、接続信頼性に問題が生じる可能性がある。

【0017】

一般に樹脂製のキャリア基板への半導体素子のフリップチップ接合は、以上に述べたような理由により、できるだけ低温で実施されることが望ましい。このため、通常は熱と超音波の併用による金-金接合方式が採用される。

【0018】

更に言えば、熱と超音波との併用による金-金接合方式が採用されたとしても、樹脂製のキャリア基板は、セラミック製のキャリア基板に比べて柔軟で低い剛性を有するため、高強度接合を実現するために必要な高い荷重や高い超音波パワーを与えることができない。よって、荷重や超音波パワーを増強することによって高い接合力を得る工法を用いることができない。

【0019】

このためパンプ接続される部分に強度向上のための工夫を設けることによって高強度接合を実現する構造が提案されている。この構造は、接合直後または接合後の環境温度の変化によって生じる熱応力に強い構造である。

【0020】

パンプ接続される部分に強度向上のための工夫を設けることによって高強度接合を実現している半導体装置がたとえば特開2002-222832号公報に開示されている。

【0021】

この公報に開示されている半導体装置では、基板上に形成された実装用パッドと半導体素子に形成されたパンプとが電気的に接合されている。そして上記実装用パッドまたはパンプ上に複数の針状または樹状突起がアンカーとして形成されている。上記針状または樹状突起がパンプまたはパッドに食い込むことにより、実装用パッドとパンプとがアンカー接続されている。またアンカー部の表面に金メッキが形成されている。これにより半導体素子と基板との接合強度が向上する。

【特許文献1】特開2002-222832号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0022】

しかしながら、上記の半導体装置では、アンカー構造について次の課題がある。

まず接合部またはその相当部分にアンカー構造を形成するためには、アンカー構造形成のための専用プロセスが必要である。この専用プロセスは、通常の基板製造プロセス以外の別プロセスである。よってこの専用プロセスに特化された製造装置、薬液などが必要である。これにより製造コストが上昇する。またこのような別プロセスを必要とするキャリア基板が一時期に大量に必要とされる場合には、工程の負荷を吸収することが容易ではない。

【0023】

またアンカー構造の表面には金めっきなどが付与される。しかし、アンカー構造が形成された後にその表面に安定しためっきを施すことは、その複雑な物理形状のために困難である。たとえばめっき工程での脱泡によるめっきの不具合、薬液の流動による薬液の残留などが生じる。このような場合には目的とする接合強度が得られない。むしろ接合不良により大幅に接合強度が低下する危険性がある。

【0024】

本発明は上記課題を鑑みてなされたものであり、その目的は、キャリア基板と半導体素子との接合強度を向上させることにより、信頼性の高い、また生産性の良い半導体装置およびその製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 5 】

本発明の半導体装置は、キャリア基板と、キャリア基板に形成されたパッド電極と、パッド電極の上面および側面で接合されたバンプと、バンプを介してパッド電極と電氣的に接続された半導体素子とを備えている。

## 【 0 0 2 6 】

本発明の半導体装置の製造方法は、以下の工程を有している。

パッド電極が形成されたキャリア基板が準備される。バンプがパッド電極に押し付けられることにより、バンプがパッド電極の側面を抱え込み、かつバンプとパッド電極の上面とが固相拡散接合される。

## 【 発明の効果 】

10

## 【 0 0 2 7 】

本発明の半導体装置によれば、バンプがパッド電極の上面および側面の双方と接続しているため、半導体素子とキャリア基板との接合強度を向上させることができる。したがって、周囲環境の変化や半導体装置自身の発熱により温度変化が発生し、半導体素子とキャリア基板との線膨張係数の差に基づく熱応力が生じたとしても、半導体素子とキャリア基板との間の接続信頼性が保たれる。

## 【 0 0 2 8 】

また、本発明の半導体装置の製造方法によれば、バンプがパッド電極の上面および側面で接合されて接合強度が向上するため、通常の基板製造プロセス以外の専用プロセスは不要である。したがって、本発明の半導体装置の製造方法は、従来のキャリア基板の材料や製造プロセスを大きく変えないので製造コストを上昇させることなく接合強度を向上させることができる。また本発明の半導体装置が一時期に大量に必要とされる場合に工程の負荷の吸収が容易である。これにより生産性を向上させることができる。

20

## 【 0 0 2 9 】

すなわち本発明によれば量産性に優れた安価な半導体装置を提供することができる。

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 3 0 】

以下、本実施の形態について図に基づいて説明する。

(実施の形態 1)

最初に本発明の実施の形態 1 の半導体装置の構成について説明する。

30

## 【 0 0 3 1 】

図 1 は本実施の形態 1 の半導体装置が回路基板に実装された状態を示す概略断面図である。図 2 は、本実施の形態 1 の半導体装置の概略斜視図である。図 3 は、図 1 の P 部を拡大して示す拡大断面図である。

## 【 0 0 3 2 】

図 1 ~ 図 3 を参照して、本実施の形態 1 の半導体装置 1 3 は、キャリア基板 1 と、電子部品 2 と、部品パッド電極 3 と、フリップチップパッド電極 (パッド電極) 4 と、半導体素子 5 と、封止パッド電極 6 と、はんだフィレット 7 と、リッド 8 と、BGA (Ball Grid Array) パッド電極 9 と、はんだボール 1 2 と、金バンプ (バンプ) 1 5 と、半導体素子パッド電極 1 6 とを主に有している。

40

## 【 0 0 3 3 】

キャリア基板 1 にはフリップチップパッド電極 4 が形成されている。半導体素子 5 には半導体素子パッド電極 1 6 が形成されている。半導体素子 5 の半導体素子パッド電極 1 6 は、金バンプ 1 5 を介してフリップチップパッド電極 4 と電氣的に接続されている。

## 【 0 0 3 4 】

金バンプ 1 5 は、フリップチップパッド電極 4 の上面および側面でフリップチップパッド電極 4 と接合されている。フリップチップパッド電極 4 の上面と金バンプ 1 5 とは固相拡散接合されている。フリップチップパッド電極 4 の側面と金バンプ 1 5 とは金バンプ 1 5 がフリップチップパッド電極 4 を抱え込むように接合されている。

## 【 0 0 3 5 】

50

キャリア基板 1 は、たとえば BT 樹脂（ビスマレイミド・トリアジン樹脂）を主体とした市販の銅張積層プリント基板である。外形寸法はたとえば長さ 30 mm × 幅 30 mm × 厚さ 1 mm である。キャリア基板 1 においては、全ての配線と電極の表面に、銅箔の酸化防止と金の固相拡散接合が効率良く実施できるように、たとえば共通の下地となる 18 μm ~ 35 μm 厚の銅箔の表面に 3 ~ 5 μm 厚の Ni めっきが施され、その上に 0.1 ~ 0.3 μm 厚のやや厚膜の Au めっきが施されている。なおキャリア基板 1 の内部には内層導体をはじめ、その接続に用いられるビアホールなど多数の配線があるが、本実施の形態とは直接関係が無いいため省略され図示されていない。

【0036】

フリップチップパッド電極 4 は、キャリア基板 1 上に形成された途切れた配線である。その先端部は先端に向かって尖った形状をしている。半導体素子 5 の金バンプ 15 がその先端部に重なる形で接合されている。その先端部の幅は、金バンプ 15 の直径より小さい。フリップチップパッド電極 4 は、キャリア基板 1 の主面（キャリア基板 1 の樹脂部分の表面）に対して厚さ方向にわずかに突出するように形成されている。本実施の形態 1 では、銅張積層プリント基板がエッチングによりパターンニングされたサブトラクティブ工法により製造されたキャリア基板が用いられており、突き出し量は、たとえばめっき厚さを含めて、高さ 40 μm である。

10

【0037】

金バンプ 15 は、半導体素子 5 の半導体素子パッド電極 16 の数に対応して形成されている。この金バンプ 15 を通じて半導体素子 5 と外部回路との接続が行なわれている。

20

【0038】

半導体素子 5 は、たとえばウエハから切り出された裸の半導体素子である。半導体素子 5 はキャリア基板 1 の表面（上面）にフリップチップ実装されている。半導体素子 5 を形成している材料は、たとえばガリウム砒素（GaAs）である。外形寸法はたとえば、長さ 0.6 mm × 幅 0.4 mm × 厚さ 0.2 mm である。

【0039】

半導体素子パッド電極 16 は、半導体素子 5 上に形成されており、外部回路との接続電極である。この電極を通じて外部回路との信号のやりとりが行なわれる。半導体素子パッド電極 16 はたとえば Au めっきで形成されている。外形寸法はたとえば一辺 0.1 mm の正方形である。

30

【0040】

またキャリア基板 1 上には図 1 に示すように種々のパッド電極が形成されている。すなわちフリップチップパッド電極 4 以外に、部品パッド電極 3、封止パッド電極 6 および BGA パッド電極 9 が形成されている。これらのパッド電極は使用される用途によって名称が異なるにすぎず、構成している材料は銅であり、めっき等の基本構成はすべて同じである。これらのパッド電極は、通常のプリント基板の製造プロセスであるたとえばサブトラクティブ工法、アディティブ工法、セミアディティブ工法のいずれによって製造されたものでも良い。なお銅張積層プリント基板の銅箔をエッチングして製造されるサブトラクティブ工法がコスト的に有利である。

【0041】

キャリア基板 1 の表面（上面）に形成された部品パッド電極 3 にはんだを用いて電子部品 2 が取り付けられている。電子部品 2 は、たとえば抵抗、コンデンサ等である。

40

【0042】

キャリア基板 1 の表面に形成された封止パッド電極 6 にはんだフィレット 7 を介してリッド 8 がはんだ付けされている。リッド 8 は、キャリア基板 1 上の半導体素子 5 および電子部品 2 を覆うように形成されている。リッド 8 は、キャリア基板 1 上の半導体素子 5 および電子部品 2 を保護するためのものであり、電磁シールドを兼ねている。

【0043】

本実施の形態 1 の半導体装置 13 は、たとえば FR-4 などの樹脂製の回路基板 10 にはんだボール 12 を介して実装されている。半導体装置 13 におけるキャリア基板 1 の裏

50

面側にははんだボール 12 を取り付けるための BGA パッド電極 9 が配列して設けられている。この BGA パッド電極 9 が、回路基板 10 側に設けられた回路基板パッド電極 11 にはんだボール 12 を介してはんだ接続されることで半導体装置 13 が回路基板 10 に電氣的に接続されている。なお、回路基板 10 の裏面側には、フリップチップパッド電極 4 と同じ材料からなる信号回路の配線またはアース電極 14 が形成されている。

【0044】

次に、キャリア基板 1 に半導体素子 5 がフリップチップ接合される様子を順を追って説明する。

【0045】

図 4、図 5 および図 6 のそれぞれは、半導体素子がウエハから切り出された後であって、フリップチップ接合される前の半導体素子を説明するための概略斜視図、概略平面図および概略側面図である。図 4 ~ 図 6 を参照して、まず、表面に複数の半導体素子パッド電極 16 が形成された半導体素子 5 が準備される。複数の半導体素子パッド電極 16 の各々の上には、たとえばワイヤボンダまたは類似の装置により金バンプ 15 が形成される。

【0046】

金バンプ 15 は、たとえばスタッドバンプボンダという金バンプを形成するための専用装置を用いて形成される。この装置では、金ワイヤの先端が放電溶融されて作られた金ボールが、キャピラリと呼ばれる中空のノズル状治具を通じて所定の半導体素子パッド電極 16 に超音波接合された後に、キャピラリを引き上げることにより金線が垂直方向に引きちぎられることによって図 4 に示す外観の金バンプ 15 が形成される。一般に金バンプ 15 の接合強度は、加熱温度が高いほど有利であり、加熱されることにより荷重が低くても強固な接合力が得られるため、金バンプ 15 のつぶれを抑えたい場合にこの方法が適用される。この目的で、金バンプ 15 は、半導体素子 5 の温度が 230 付近まで上昇させられ、0.5 N 前後の静荷重が与えられながら同時に 100 ~ 200 mW の超音波振動エネルギーが加えられ形成される。金バンプ 15 にはたとえば直径 25  $\mu\text{m}$  の市販のバンプ形成専用金ワイヤが用いられる。形成された金バンプの直径はたとえば最大径で 100  $\mu\text{m}$ 、金バンプの高さは 100  $\mu\text{m}$  である。

【0047】

図 7 は、フリップチップ接合前の位置あわせ状態を示す概略側面図である。図 8 は、図 7 に示す 1 つの金バンプ近傍が拡大された概略斜視図である。図 7 を参照して、金バンプ 15 を取り付けた半導体素子 5 が上下反転される。そして、金バンプ 15 とフリップチップパッド電極 4 とを対面させて、金バンプ 15 をフリップチップパッド電極 4 との位置あわせが行われる。この位置あわせは、図 8 に示すように金バンプ 15 の先端（図中下側の端部）がフリップチップパッド電極 4 の先端に合致するようにして行われる。

【0048】

図示されていないが、通常このような位置あわせや後述するフリップチップ接合は、フリップチップボンダと呼ばれる専用の装置を用いて行われる。フリップチップボンダでは半導体チップやキャリア基板のハンドリングが行える。またバンプ、パッド電極、配線パターンなどの認識用の光学カメラを用いた画像処理機能とそれに基づく微細な位置あわせ機能とが備えられている。またフリップチップ実装に必要な加熱加圧機構、更には超音波接合用の超音波ホーンなども備えられている。これによりフリップチップボンダは、金 - 金接合を容易に行うことができる。

【0049】

上記の位置あわせ完了後に、金バンプ 15 がフリップチップパッド電極 4 に接合され、半導体素子 5 がキャリア基板 1 にフリップチップ実装される。これにより金バンプ 15 とフリップチップパッド電極 4 の上面の金めっきとが金 - 金接合（固相拡散接合）され、金バンプ 15 がフリップチップパッド電極 4 の側部を抱え込むようにフリップチップパッド電極 4 の側面と物理的に接合される。

【0050】

図 9 は、キャリア基板に半導体素子をフリップチップ接合した後の状態を示す概略平面

10

20

30

40

50



図である。図 9 においては、図を見やすくするために、上面からの透視図としている。また、図 10 は、図 9 からフリップチップパッド電極 4 のパターンレイアウトを抽出して示す概略平面図である。図 9 および図 10 を参照して、フリップチップパッド電極 4 の先端部を取り囲むように金バンプ 15 がフリップチップパッド電極 4 に押し付けられて接合されている。フリップチップパッド電極 4 の先端部は、先端部以外に比べて幅が狭く先端に向かって尖った形状をしている。この状態の I I I - I I I 線に沿う断面図が図 3 である。

【 0 0 5 1 】

次に、フリップチップ接合後の金バンプ 15 の形状を説明する。さらにフリップチップパッド電極 4 の先端部が金バンプ 15 に接合された状態について説明する。

10

【 0 0 5 2 】

図 11 は、キャリア基板のフリップチップパッド電極が金バンプに食い込むことによって形成された圧痕を示す概略平面図である。すなわちこの図はフリップチップ接合した後の半導体素子 5 をキャリア基板 1 から引き剥がした場合の状態を示す平面図である。この図は、半導体素子パッド電極 16 が形成されている面から見た平面図である。

【 0 0 5 3 】

図 12 は、図 11 の一部が拡大された概略斜視図である。すなわち金バンプ 15 が 1 バンプのみ取り出されて拡大された概略斜視図である。

【 0 0 5 4 】

図 11 および図 12 を参照して、フリップチップ接合後の金バンプ 15 では、フリップチップパッド電極 4 が金バンプ 15 に食い込むことによってフリップチップパッド電極 4 の上面および側面と接触する部分に圧痕 17 が形成されている。これによりフリップチップパッド電極 4 の先端部は、金バンプ 15 に抱え込まれるように接合されることになる。

20

【 0 0 5 5 】

次に上記のフリップチップ接合を含む本発明の実施の形態 1 の半導体装置の製造方法について説明する。

【 0 0 5 6 】

図 1 を参照して、まず、上記のキャリア基板 1 が準備される。

次に、キャリア基板 1 の裏面の B G A パッド電極 9 に、フラックスが供給され、はんだボール 12 が取り付けられる。はんだボール 12 の取り付けに必要なフラックスの供給とはんだボール 12 の搭載には一般には専用装置であるボールマウンタが用いられる。キャリア基板 1 の裏面（下側）を上向きにして、B G A パッド電極 9 の表面に転写法（突起状の治具に付着させたフラックスが B G A パッド電極 9 に転写される）又は印刷法（スクリーン印刷法で B G A パッド電極 9 にフラックスが印刷される）にてフラックスが供給される。フラックス供給済みのキャリア基板 1 の B G A パッド電極 9 にはんだボール 12 が仮搭載される。使用されるはんだボール 12 の寸法は、たとえば直径 0.6 mm である。B G A パッド電極 9 の数とピッチに対応したはんだボール 12 が真空吸着治具にて一括吸引され、フラックス供給済みの B G A パッド電極 9 に搭載される。フラックスには粘着力があるため、以後の操作などではんだボール 12 が取れるようなことはない。

30

【 0 0 5 7 】

次に、はんだボール 12 の溶融・固着がリフロー方式にて行われる。フラックスで仮止めされたはんだボール 12 が搭載されたキャリア基板 1 がリフロー炉に通される。これにより、はんだボール 12 のはんだが溶融・固化され、B G A パッド電極 9 にはんだボール 12 が取り付けられる。はんだボール 12 の取り付けが終了した時点で役目を終えたフラックス成分はフラックス残渣となって、はんだボール 12 の表面やキャリア基板 1 に付着している。

40

【 0 0 5 8 】

次に、フラックス残渣の洗浄および除去が行われる。フラックス残渣はゴミや異物の原因となり、回路の接触不良や製品の品質低下の原因となる恐れがある。このため、はんだボール 12 の取り付けが完了したキャリア基板 1 から不要成分であるフラックス残渣が洗

50

浄および除去される。この目的のため、専用溶剤が用いられた洗浄装置にキャリア基板が投入され、フラックス残渣が取り除かれる。

【 0 0 5 9 】

次に、はんだペースト印刷が行われる。すなわち部品搭載およびリッド取り付け用ののはんだプリコートのため、キャリア基板 1 表面（上面）のはんだ接合用パッド電極上にスクリーン印刷法ではんだペーストが供給される。はんだ接合用パッド電極とは、電子部品が搭載されるための部品パッド電極 3 およびリッド 8 がはんだ接合される際に必要なプリコートはんだ層が設けられるための封止パッド電極 6 である。部品パッド電極 3 と封止パッド電極 6 は電極の名前は異なるが、供給されるはんだペーストは同じである。スクリーン印刷法で用いられるスクリーン印刷マスクには、はんだ接合用パッド電極の寸法や位置に  
10  
合わせられた開口部が設けられている。キャリア基板 1 上にセットされたスクリーン印刷マスクの上面をスキージが移動することでキャリア基板 1 へのはんだペーストの印刷が完了する。はんだペースト印刷が終了したら、スクリーン印刷マスクが取り外される。厚さ約 0.2 mm で、はんだ接合用パッド電極とほぼ同じ面積分のはんだペーストが供給される。

【 0 0 6 0 】

次に、電子部品 2 がマウンタ（電子部品搭載機）により、はんだペースト印刷されたキャリア基板 1 の部品パッド電極 3 に搭載される。搭載された電子部品 2 は、はんだペーストの粘着力で部品パッド電極 3 上に仮固定される。電子部品 2 は、次に述べるリフロー処理を経て部品パッド電極 3 上にはんだ接合される。またこの時点ではリッド 8 が搭載されて  
20  
いないので、封止パッド電極 6 ははんだペーストが印刷された状態のままである。

【 0 0 6 1 】

次に、電子部品 2 のはんだ接合と、封止パッド電極 6 上へのプリコートはんだ層の形成とがリフロー方式にて行われる。はんだペーストで仮止めされた電子部品 2 が搭載されたキャリア基板 1 がリフロー炉に通されることではんだが溶融・固化され、部品パッド電極 3 に電子部品 2 がはんだ接合される。同時にはんだペーストのみが供給されている封止パッド電極 6 に、はんだが溶融・固化されることにより、厚さが約 0.2 mm で、短辺側の断面がカマボコ型をしたプリコートはんだ層が形成される。電子部品 2 の取り付けとプリコートはんだ層の形成が終了した時点で役目を終えたはんだペースト中のフラックス成分はフラックス残渣となって、電子部品 2 やキャリア基板 1 の表面に付着している。  
30

【 0 0 6 2 】

次に、フラックス残渣の洗浄および除去が行われる。電子部品 2 の取り付けとプリコートはんだ層の形成が完了したキャリア基板 1 から不要成分であるフラックス残渣が洗浄および除去される。先のはんだボール取り付けプロセスと同様にフラックス除去のための専用溶剤が用いられた洗浄装置にキャリア基板 1 が投入され、残渣成分が除去される。

【 0 0 6 3 】

次に、フリップチップパッド電極 4 に半導体素子 5 がフリップチップ実装される。

上記のとおりキャリア基板 1 のフリップチップパッド電極 4 と、半導体素子パッド電極 16 上に設けられた金バンプ 15 とが、フリップチップボンダの画像処理機能が用いられ  
40  
接合位置あわせされる。一般にはテレビカメラで捕らえられた両者のパターンの画像を合成・演算処理することによって、両者のずれが最小値となるように位置あわせされる。

【 0 0 6 4 】

フリップチップボンダの加熱ステージに真空吸着されたキャリア基板 1 は、フリップチップパッド電極 4 付近の表面温度が 150 で維持される。そして室温で保持された半導体素子 5 の裏面がフリップチップボンダの超音波印加ノズルに真空吸着され、1 バンプあたり 0.6 N の静荷重を与えられながら同時に 200 mW の超音波振動エネルギーが加えられる。これにより、半導体素子 5 の金バンプ 15 がキャリア基板 1 のフリップチップパッド電極 4 のあらかじめ設定された部位に接続される。なお半導体素子 5 に金バンプ 15 形成される場合と比べて、キャリア基板 1 に半導体素子 5 が接合される場合の接合条件が異なるのは、キャリア基板 1 は高温環境で軟化する有機材料であるため、あまり温度を高  
50

くできないため、荷重をやや高めに設定することによって接合強度を得るためである。

【0065】

本実施の形態においては、半導体素子5上に形成した金バンプ15が、キャリア基板1の金めっきされたフリップチップパッド電極4に押し付けられると同時に超音波振動が加えられることにより接合が行われるため、金バンプ15と金めっきされたフリップチップパッド電極4の双方の金が固相拡散を起こし、接合が達成される(固相拡散接合)。これにより良好な電氣的接続及び機械的接続(シヤ強度測定において、50g/バンプ以上の良好な値)が得られる。

【0066】

なおここで述べた超音波を用いずに、加熱圧着による工法を用いた固相拡散接合を適用しても接合は可能であるが、上述したようにこの工法では高温環境が必要となるため、樹脂基板への適用はむずかしい。

【0067】

次に、リッド付けが行われる。キャリア基板1に実装されている半導体素子5や電子部品2を保護するため、また必要に応じて回路の電磁シールドを行うため、封止パッド電極6上に金属製のリッド8がはんだ封止される。リッド8は加熱ツールで吸着されて位置決め装置や治具等によって位置決めされる。そしてキャリア基板1のプリコートはんだ部のかまぼこ形状の頂点部分にリッド8の底面が接触するように位置決めされる。続いて位置決めされたリッド8が加熱ツールで加熱されてはんだの溶融温度まで上昇される。そして溶融されたはんだ中にリッド8が押し込まれる。このときN<sub>2</sub>ガスなどが用いられて、周囲の雰囲気は低酸素環境(およそ100ppm以下)で維持されながら、プリコートはんだが溶融・固化されることで、リッド8とキャリア基板1の封止パッド電極6とがはんだ接合される。

【0068】

この工程は低酸素環境下でプリコートはんだのみを溶融させてリッド8がはんだ接合されるのが特徴である。この方法が採用されることにより、新たなはんだペーストやフラックスの供給は行わなくても良い。このためフラックス残渣がキャリア基板1の表面やリッド8に残ることが無い。したがって残渣成分を洗浄・除去する工程は不要となり、高信頼性のはんだ接合が可能となる。

【0069】

リッド8と封止パッド電極との近傍には、プリコートはんだとリッド8の底面との接触部分から溶融はんだが供給されて濡れ広がるため、図1に示したようなはんだフィレット7が形成される。

【0070】

リッド8の材料は、たとえば樹脂基板に機械的なストレスを与えないよう、たとえば樹脂基板と線膨張係数がほぼ等しい銅材が用いられる。リッド8の外形は、たとえば正方形で20mm×20mm×1.5mmである。リッド8の肉厚は、たとえば約0.5mmである。リッド8は、プレスや切削による機械加工やエッチングによる加工によって作製可能である。

【0071】

リッド8の表面には、酸化防止のためとはんだ接合が容易にできるよう、表面にたとえばNi-Auめっき(約5μm厚さのニッケルめっきと、約0.01μm厚さの金めっきが重ねられる)が施される。

【0072】

以上のような製造方法が採用されることにより、従来のフリップチップ接合工程に、大きな変更が加えられること無く接合部の機械的強度が向上された半導体装置を提供することができる。

【0073】

次に本実施の形態1の半導体装置の作用効果について説明する。

本実施の形態1の半導体装置では、キャリア基板1のフリップチップパッド電極4の先

10

20

30

40

50

端部はフリップチップ接合後の状態において金バンプの直径よりも細くなるような寸法で形成されているので、フリップチップ接合後には金バンプ15がフリップチップパッド電極4の先端部を抱え込むような構造となる。

【0074】

また、キャリア基板のフリップチップパッド電極4の先端部の上面においては、高温下で静荷重と超音波振動を与えることによって、金バンプ15の先端がつぶれ、フリップチップパッド電極4の上面に押し込まれると同時に、超音波振動で金バンプ15の表面に新生面が現れ、金-金の固相拡散接合がなされる。

【0075】

一方、キャリア基板1のフリップチップパッド電極4の先端部の側面部分においては接合時の荷重と超音波振動によって、金バンプ15の一部の金が変形し、フリップチップパッド電極4の先端部の形状に倣った結果、金バンプ15がフリップチップパッド電極4の先端部を抱え込むような形へと変化することによって新たな拘束力が生じる。つまりフリップチップパッド電極4の先端部の側面部に金バンプ15が食い込むことによる物理的拘束力が新たに生じる。

10

【0076】

つまり、半導体素子5をキャリア基板1のフリップチップパッド電極4にフリップチップ接合する場合において、フリップチップパッド電極4の上面は金-金の固相拡散接合すなわち金属結合に基づいた固定がなされ、フリップチップパッド電極4の側面は金バンプ15の食い込みによる物理的拘束すなわち、食い込みによる固定が行われる。これにより、接合強度はより一層向上する。

20

【0077】

本実施の形態によれば、その製造工程においてフリップチップパッド電極4に針状又は樹状突起のような特殊なアンカー構造などを設けずとも、表面が平坦な通常のプリント配線板のフリップチップパッド電極4を用いて接合強度を向上させることが可能となる。

【0078】

(実施の形態2)

図13は、本発明の実施の形態2における半導体装置の一部が拡大された概略断面図である。図13を参照して、本実施の形態の半導体装置13は、実施の形態1の構成と比較して、フリップチップパッド電極4の側面の側上側が下側よりせり出している点で主に異なっている。すなわちフリップチップパッド電極4はオーバーハング状の形状をしている。

30

【0079】

本実施の形態の半導体装置13の製造方法において、実施の形態1と同様に銅張積層プリント基板がエッチングによりパターンニングされたサブトラクティブ工法により製造されたキャリア基板1が用いられており、フリップチップパッド電極4の側面の側上側が下側よりせり出すようにエッチングされることで形成される。

【0080】

なお、本実施の形態のこれ以外の構成および製造方法は、上述した実施の形態1と同様であるため同一の要素については同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0081】

本実施の形態によれば、固相拡散接合がなされるキャリア基板1のフリップチップパッド電極4の上面の形状、面積は共に変化しない。しかしフリップチップパッド電極4の側面がオーバーハング形状であることより、本実施の形態はフリップチップパッド電極4が楔状となるアンカー効果を奏する。これにより食い込み力が増加するため接合強度が上昇する。

40

【0082】

(実施の形態3)

図14(A)~図14(C)は、本発明の実施の形態3における半導体装置のフリップチップパッド電極の平面図である。図14(A)~図14(C)を参照して、本実施の形態の半導体装置13は、実施の形態1の構成と比較して、フリップチップパッド電極4の

50

先端が平面視において分岐した形状を有している点で主に異なっている。すなわちフリップチップパッド電極4の先端が分岐・分割されている。具体的なフリップチップパッド電極4の先端の形状は、2股分岐で両側に広がる形状(図14(A))、2股分岐で幅が同じ形状(図14(B))および3股に分岐している形状(図14(C))である。

【0083】

本実施の形態の半導体装置13の製造方法において、実施の形態1と同様に銅張積層プリント基板がエッチングによりパターンニングされたサブトラクティブ工法により製造されたキャリア基板1が用いられており、フリップチップパッド電極4の先端が平面視において分岐した形状を有するようにエッチングされることで形成される。

【0084】

なお、本実施の形態のこれ以外の構成および製造方法は、上述した実施の形態1と同様であるため同一の要素については同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0085】

本実施の形態によれば、フリップチップ接合に寄与するフリップチップパッド電極4上面の面積を増大させること、またフリップチップパッド電極4の側面の喰い込み部分の長さを増大させ金バンプ15がフリップチップパッド電極4の側面に食い込む部位を増大させることで接合強度を上昇させることができる。

【0086】

なお、図14(A)~図14(C)に示す形状は、あくまで事例であってこれらに限定されるものではない。もちろんこれらの形状に実施の形態2のオーバーハング形状が組み合わせられても良い。

【0087】

(実施の形態4)

図15は、本実施の形態4におけるフリップチップ接合前の位置あわせ状態を示す概略側面図である。図16は、図15の一部が拡大された斜視図である。図17は、本実施の形態4の半導体装置における半導体素子がキャリア基板に接合された状態を示す概略断面図の一部拡大図である。

【0088】

図15~図17を参照して、本実施の形態の半導体装置13では、フリップチップパッド電極4の先端部の上面および側面のそれぞれの全面が金バンプ15に接合されている。

【0089】

本実施の形態の半導体装置13は、実施の形態1の構成と比較して、金バンプ15が上下反対に取り付けられている点で主に異なっている。これは次に記載するこの半導体装置13の製造方法の違いによる。

【0090】

本実施の形態の半導体装置13の製造方法は、実施の形態1の製造方法と比較して、金バンプ15がフリップチップパッド電極4に押し付けられた後に、金バンプ15に半導体素子5を接合する工程をさらに備えている点で主に異なっている。

【0091】

本実施の形態の半導体装置の製造方法では、キャリア基板1のフリップチップパッド電極4上に金バンプ15が形成される。キャリア基板1のフリップチップパッド電極4上に金バンプ15が形成される工程は、まずスタッドバンプボンダの加熱ステージにキャリア基板1が真空吸着される。次に、フリップチップパッド電極4付近の表面温度が150に維持され、1バンプあたり0.6Nの静荷重が与えられながら同時に250mWの超音波振動エネルギーが加えられ、金バンプ15がキャリア基板1のフリップチップパッド電極4のあらかじめ設定された部位に接続される。フリップチップパッド電極4への食いつきを良くするため静荷重は高めに設定されている。

【0092】

なお、本実施の形態のこれ以外の構成および製造方法は、上述した実施の形態1と同様であるため同一の要素については同一の符号を付し、その説明を省略する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 9 3 】

本実施の形態によれば、図 7、図 8 および図 3 と図 1 5、図 1 6 および図 1 7 とが比較されると明らかなようにキャリア基板 1 のフリップチップパッド電極 4 上に金バンプ 1 5 が形成される方が底面積の大きな食いつきの良い金バンプ 1 5 をフリップチップパッド電極 4 上に一個ずつ個々に形成できるため、複数個の金バンプ 1 5 を同時に接合される場合よりも、フリップチップパッド電極 4 上の金バンプ 1 5 の接合強度が増す。

## 【 0 0 9 4 】

さらに半導体素子パッド電極 1 6 上に形成された金バンプ 1 5 が一括接合される場合に比べ、個々のフリップチップパッド電極 4 上に直接金バンプ 1 5 を形成できるため、実装時の位置ずれが生じにくくなり、より確実に接合することが可能となる。つまりこの方法では図 1 6 から明らかなように、多少の位置ずれが生じたとしても、金バンプ 1 5 の先端の尖った部分を半導体素子パッド電極 1 6 のエリア内に納めることができるため、位置ずれが目立たなくなる。

## 【 0 0 9 5 】

なお、金バンプについて記載したが、これに限定されるものではなく、固相拡散接合される材質のバンプに適用できる。

## 【 0 0 9 6 】

今回開示された各実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることを意図される。

## 【 産業上の利用可能性 】

## 【 0 0 9 7 】

本発明は、互いに接合されたパッド電極とバンプとを有する半導体装置およびその製造方法に特に有利に適用されうる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 9 8 】

【 図 1 】本発明の実施の形態 1 における半導体装置が回路基板に実装された状態を示す概略断面図である。

【 図 2 】本発明の実施の形態 1 における半導体装置の概略斜視図である。

【 図 3 】本発明の実施の形態 1 における図 1 の P 部を拡大して示す拡大断面図である。

【 図 4 】本発明の実施の形態 1 におけるフリップチップ接合される前の半導体素子を説明するための概略斜視図である。

【 図 5 】本発明の実施の形態 1 における図 4 の半導体素子の概略平面図である。

【 図 6 】本発明の実施の形態 1 における図 4 の半導体素子の概略側面図である。

【 図 7 】本発明の実施の形態 1 におけるフリップチップ接合前の位置あわせ状態を示す概略側面図である。

【 図 8 】本発明の実施の形態 1 における図 7 に示す 1 つの金バンプ近傍が拡大された概略斜視図である。

【 図 9 】本発明の実施の形態 1 におけるキャリア基板に半導体素子をフリップチップ接合した後の状態を示す概略平面図である。

【 図 1 0 】本発明の実施の形態 1 における図 9 からフリップチップパッド電極のパターンレイアウトを抽出して示す概略平面図である。

【 図 1 1 】本発明の実施の形態 1 におけるキャリア基板のフリップチップパッド電極が金バンプに食い込むことによって形成された圧痕を示す概略平面図である。

【 図 1 2 】本発明の実施の形態 1 における図 1 1 の一部が拡大された概略斜視図である。

【 図 1 3 】本発明の実施の形態 2 における半導体装置の一部が拡大された概略断面図である。

【 図 1 4 】本発明の実施の形態 3 における半導体装置のフリップチップパッド電極の概略平面図である。

10

20

30

40

50

【図15】本実施の形態4におけるフリップチップ接合前の位置あわせ状態を示す概略側面図である。

【図16】本実施の形態4における図15の一部が拡大された概略斜視図である。

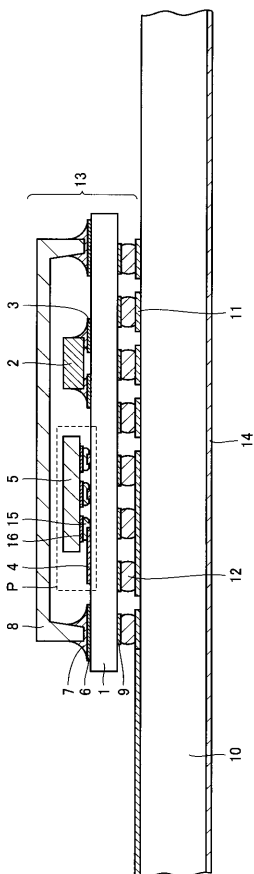
【図17】本実施の形態4の半導体装置における半導体素子がキャリア基板に接合された状態を示す概略断面図の一部拡大図である。

【符号の説明】

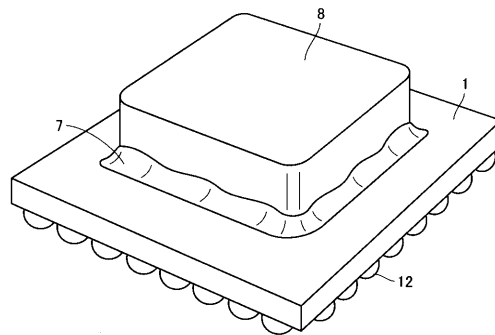
【0099】

- 1 キャリア基板、2 電子部品、3 部品パッド電極、4 フリップチップパッド電極、5 半導体素子、6 封止パッド電極、7 はんだフィレット、8 リッド、9 BGAパッド電極、10 回路基板、11 回路基板パッド電極、12 はんだボール、13 半導体装置、14 銅めっき、15 金バンプ、16 半導体素子パッド電極、17 圧痕。

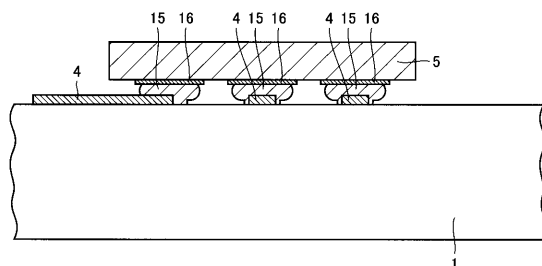
【図1】



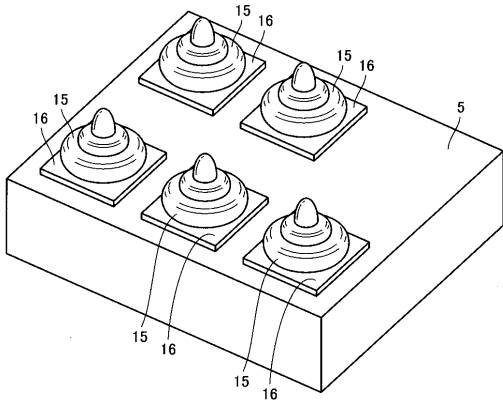
【図2】



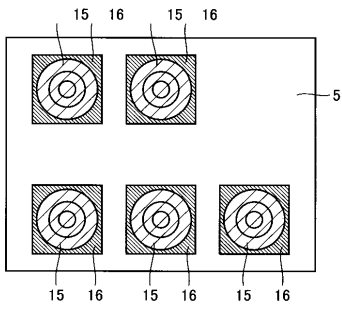
【図3】



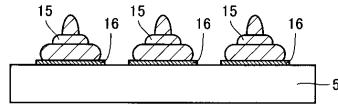
【 図 4 】



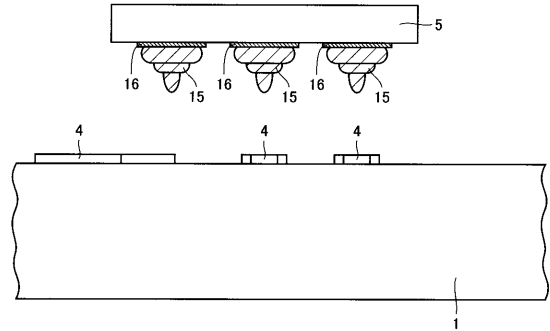
【 図 5 】



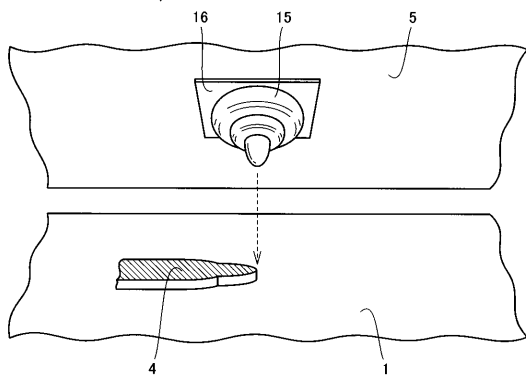
【 図 6 】



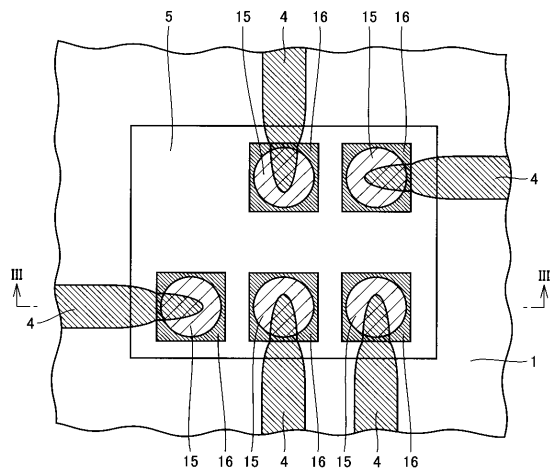
【 図 7 】



【 図 8 】

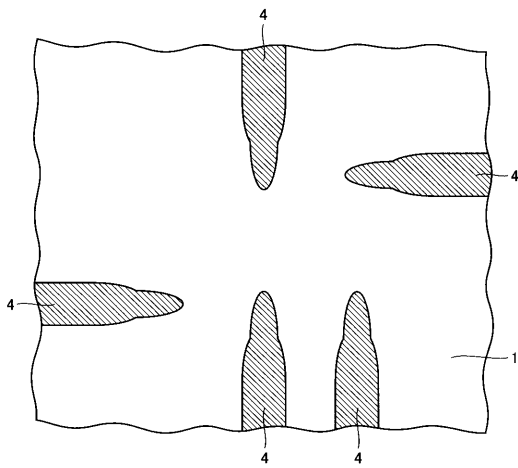


【 図 9 】

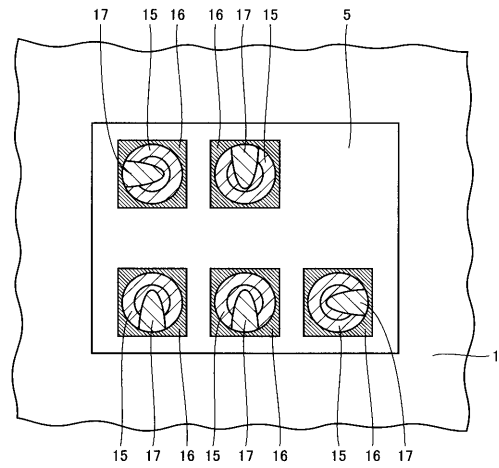




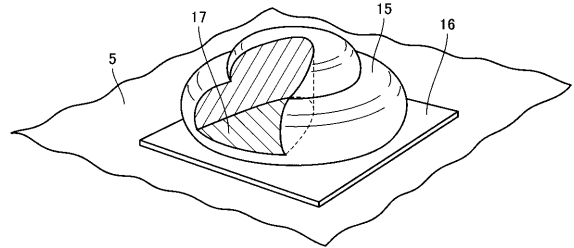
【図 10】



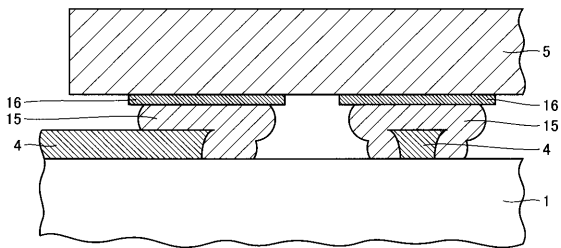
【図 11】



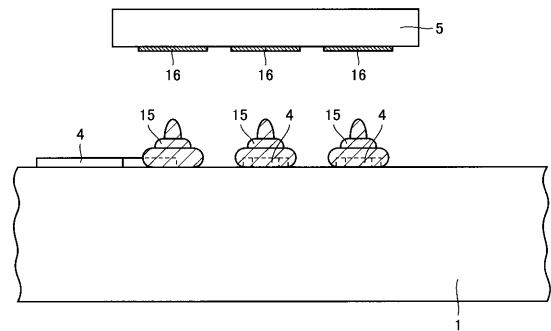
【図 12】



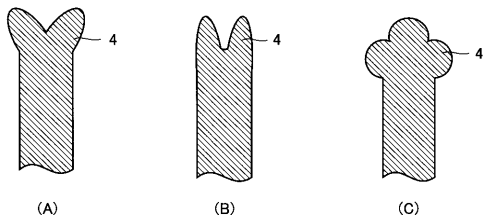
【図 13】



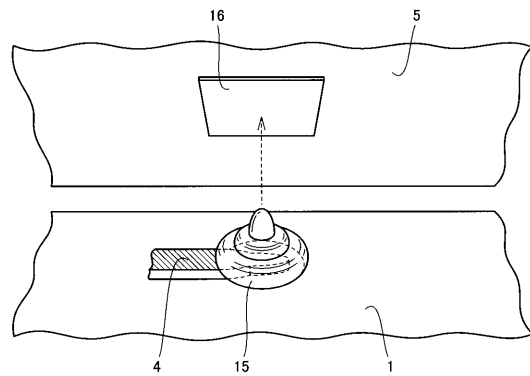
【図 15】



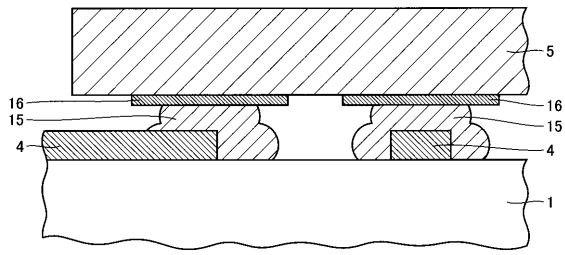
【図 14】



【図 16】



【 図 17 】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100111246

弁理士 荒川 伸夫

(72)発明者 北村 洋一

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 中野 聖之

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 石田 和範

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

Fターム(参考) 5F044 KK02 KK12 LL01 PP17 QQ02 QQ03 QQ04