

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5151584号
(P5151584)

(45) 発行日 平成25年2月27日(2013.2.27)

(24) 登録日 平成24年12月14日(2012.12.14)

(51) Int.Cl. F I
HO 1 L 21/60 (2006.01)
 HO 1 L 21/60 3 1 1 Q
 HO 1 L 21/92 6 0 2 A
 HO 1 L 21/92 6 0 4 Z

請求項の数 5 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2008-68470 (P2008-68470)	(73) 特許権者	000005223 富士通株式会社
(22) 出願日	平成20年3月17日(2008.3.17)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(65) 公開番号	特開2009-224615 (P2009-224615A)	(74) 代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(43) 公開日	平成21年10月1日(2009.10.1)	(72) 発明者	西沢 元亨 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
審査請求日	平成22年10月18日(2010.10.18)	(72) 発明者	ナワラゲ フローレンズ クーレイ 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
		審査官	粟野 正明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置及び半導体装置の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

表面に端子を備えた半導体素子と、
 前記半導体素子がフリップチップ実装され、表面に基板電極を備えた配線基板と、
 前記基板電極と前記端子との間に形成された突起電極と、
 前記突起電極の外周面のうち、前記端子側に形成された疎水性樹脂と、
 前記突起電極の外周面のうち、前記基板電極側に形成され、焼結した金属ナノ粒子を含むとともに親水性を有する接合部と、
 を有することを特徴とする半導体装置。

【請求項2】

半導体素子が表面に基板電極を備えた配線基板にフリップチップ実装されてなる半導体装置の製造方法であって、
 前記半導体素子の端子上に突起電極を形成する工程と、
 前記突起電極の外周面のうち、前記端子側に疎水性樹脂を被覆形成する工程と、
 前記突起電極の外周面のうち、前記基板電極側に、金属ナノ粒子を含み親水性を有する接合剤を転写する工程と、
 前記接合剤が転写された前記突起電極を前記配線基板の前記基板電極に当接させて、加熱により前記突起電極を前記基板電極に接合する工程と、を有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項3】

請求項 2 記載の半導体装置の製造方法であって、
前記疎水性樹脂は、エポキシ樹脂であることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 4】

請求項 2 又は 3 記載の半導体装置の製造方法であって、
前記接合剤は、親水性を有する有機溶媒が含まれた樹脂中に、ナノ粒径を有する金属粒子が分散されてなることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 5】

請求項 2 乃至 4 いずれか一項記載の半導体装置の製造方法であって、
前記接合剤は、前記突起電極の外周面のうち、前記基板電極側であって、且つ、前記疎水性樹脂上に転写されることを特徴とする半導体装置の製造方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体装置及び半導体装置の製造方法に関し、より具体的には、半導体素子が配線基板にフリップチップ実装されてなる半導体装置及び当該半導体装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年のコンピュータシステム等における配線基板は、高速化且つ大集積化への対応が要求されるため、その高密度化及び微細配線化が求められている。そのため、従来の半導体パッケージを配線基板に実装するのではなく、各半導体素子を配線基板に直接実装する所謂ベアチップ実装が行われている。そして、半導体素子と配線基板との接続手法として、半導体素子の端子と回路基板の電極とのフリップチップ接合が提案されている。

20

【0003】

具体的には、ガラスエポキシ樹脂等の絶縁性樹脂を基材とし、一方の主面に銅(Cu)等からなる導電層が選択的に配設された配線基板を用い、前記導電層に、半導体集積回路素子(以下、半導体素子と称する)の主面に配設されたバンプとも称される凸状(突起状)電極が接続され、一方、前記配線基板の他方の主面に選択的に形成された電極の表面には球状電極端子等の外部接続端子が配設されてなる半導体装置が提案されている。

【0004】

30

即ち、当該半導体装置において、前記半導体素子は、所謂フリップチップ(フェイスダウン)状態をもって、配線基板に搭載されている。このようなフリップチップ接合は、半導体素子と配線基板との接合箇所が、配線基板上に位置する半導体素子の占有面積内に位置しているため、フェイスアップ実装、即ち、半導体素子の回路形成面が上を向いた状態での実装に比し、配線基板上に半導体素子を高密度に実装することができる。

【0005】

図 1 に、半導体素子が配線基板にフリップチップ実装されてなる半導体装置の一例を示す。図 1 では、半導体素子と配線基板との接合箇所を拡大して示している。

【0006】

図 1 に示す半導体装置 10 においては、配線基板 1 の主面に配設された基板電極 2 に、例えば金(Au)からなる凸状(突起状)電極(スタッドバンプ)3 を介して半導体素子 4 がフリップチップ実装されている。

40

【0007】

基板電極 2 は、例えば、銅/ニッケル/金(Cu/Ni/Au)の 3 層構造を有する。凸状電極 3 は、半導体素子 4 の主面にあって、外部接続用端子パッド 5 上に圧接固着・接続されており、台座部 3a 及び当該台座部 3a 上に突出する突出部 3b からなる。

【0008】

凸状電極 3 の突出部 3b の外周面には、焼結した金属ナノ粒子を有する接合部 6 が設けられている。例えば銀(Ag)ナノ粒子又は錫(Sn)ナノ粒子からなる金属粒子をエポキシ樹脂中に分散させてなり、親水性を有する接合剤が凸状電極 3 の突出部 3b に転写さ

50

れ、半導体素子 4 と配線基板 1 とを、当該接合剤と基板電極 2 とが対向するように位置決めして、加熱しながら所定の荷重で接合させることにより、金属粒子はセラミックのように焼結し、粒子同士が結合して低温焼結による金属間結合が得られる。このようにして、接合部 6 は形成される（例えば、特許文献 1 参照）。

【 0 0 0 9 】

即ち、ナノ粒径の金属粒子の焼結により、凸状電極 3 と配線基板 1 の基板電極 2 との間に金属結合を介在させて両者の電氣的接続を得ている（図 1 において符号 7 で示す部分が、当該金属結合による接合部分を示している）。よって、例えば、金属フィラー、樹脂バインダ、及び有機溶媒等からなる含む導電性接着剤を用いた凸状電極 3 と配線基板 1 の基板電極 2 との接合よりも高い接合強度を得ることができ、低荷重下にあっても良好な接合状態を実現することができる。

10

【 0 0 1 0 】

なお、半導体素子 4 の回路形成面と配線基板 1 との間隙には、エポキシ系樹脂を主体とするアンダーフィル材 8 が充填されており、これによって、半導体素子 4 と配線基板 1 との接続が補強されている。

【 0 0 1 1 】

そのほか、半導体基板上に形成された第 1 導電性膜と、前記第 1 導電性膜の第 1 領域を露出する絶縁膜と、前記絶縁膜上に形成された第 2 導電性膜と、前記第 2 導電性膜の第 2 領域上に形成された第 3 導電性膜よりなるパンプ電極と、前記第 2 導電性膜の表面および側面であって、前記第 2 領域以外の第 3 領域上に形成された前記第 2 導電性膜の変質層と

20

、を有する半導体装置が提案されている（特許文献 2 参照）。

【特許文献 1】特開 2 0 0 7 - 2 0 8 0 8 2 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 4 - 2 1 4 3 4 5 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 2 】

しかしながら、図 1 に示す半導体装置 1 0 では、その製造過程において以下の問題が発生するおそれがある。これについて、図 2 を参照して説明する。

【 0 0 1 3 】

図 1 に示す半導体装置 1 0 を形成するにあたり、先ず、図 2 (a) に示すように、所謂ボールボンディング法によって、半導体素子 4 の主面に形成された外部接続用端子パッド 5 上に凸状電極 3 を圧接固着・接続する。

30

【 0 0 1 4 】

次いで、図 2 (b) に示すように、例えば銀 (A g) ナノ粒子又は錫 (S n) ナノ粒子からなる金属粒子をエポキシ樹脂中に分散させてなり、親水性を有する接合剤 1 1 をフリップチップボンダの転写ステージ 1 2 上に形成し、当該転写ステージ 1 2 上に半導体素子 4 を押し付ける。具体的には、転写ステージ 1 2 上に設けられた接合剤 1 1 内に、半導体素子 4 の主面に形成された外部接続用端子パッド 5 上に設けられた凸状電極 3 の突出部 3 b を浸漬し、当該突出部 3 b に接合剤 1 1 を転写する。

【 0 0 1 5 】

40

すると、図 2 (c) に示すように、突出部 3 b に転写された接合剤 1 1 が、それぞれの凸状電極 3 の台座部 3 a にせり上がり、隣接する凸状電極 3 間において、接合剤 1 1 が繋がってしまい、短絡 (ショート) が発生するおそれがある。

【 0 0 1 6 】

一方、半導体素子 4 上に配設される凸状電極 3 は狭小化が進んでおり、凸状電極 3 の配設ピッチが、例えば 5 0 μ m ピッチの半導体素子が実用化されている。このような狭ピッチに配設された凸状電極に、上述の接合部材 1 1 をそれぞれ独立に転写する場合に、上記問題はより発生し易いと考えられる。

【 0 0 1 7 】

そこで、本発明は、上記の点に鑑みてなされたものであって、半導体装置の製造過程に

50

において、所定の間隔を有して配設された複数の突起電極にそれぞれ設けられた接合剤が、互いに繋がって短絡（ショート）してしまうことを防止することができる半導体装置の製造方法及び当該半導体装置を提供することを本発明の目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0018】

本発明の実施の形態の一観点によれば、表面に端子を備えた半導体素子と、前記半導体素子がフリップチップ実装され、表面に基板電極を備えた配線基板と、前記基板電極と前記端子との間に形成された突起電極と、前記突起電極の外周面のうち、前記端子側に形成された疎水性樹脂と、前記突起電極の外周面のうち、前記基板電極側に形成され、焼結した金属ナノ粒子を含むとともに親水性を有する接合部と、を有することを特徴とする半導体装置が提供される。

10

【0019】

本発明の実施の形態の別の観点によれば、半導体素子が配線基板にフリップチップ実装されてなる半導体装置の製造方法であって、前記半導体素子の端子上に突起電極を形成する工程と、前記突起電極の外周面のうち、前記端子側に疎水性樹脂を被覆形成する工程と、前記突起電極の外周面のうち、前記基板電極側に、金属ナノ粒子を含み親水性を有する接合剤を転写する工程と、前記接合剤が転写された前記突起電極を前記配線基板の前記基板電極に当接させて、加熱により前記突起電極を前記基板電極に接合する工程と、を有することを特徴とする半導体装置の製造方法が提供される。

【発明の効果】

20

【0020】

本発明によれば、半導体装置の製造過程において、所定の間隔を有して配設された複数の突起電極にそれぞれ設けられた接合剤が、互いに繋がって短絡（ショート）してしまうことを防止することができる半導体装置の製造方法及び当該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】

【0021】

以下、本発明の実施の形態について説明する。

【0022】

[第1の実施の形態]

30

1. 第1の実施の形態に係る半導体装置

図3に、半導体素子が配線基板にフリップチップ実装されてなる本発明の第1の実施の形態に係る半導体装置を示す。図3では、半導体素子と配線基板との接合箇所を拡大して示している。

【0023】

図3に示す半導体装置30においては、配線基板31の主面に配設された基板電極32に、例えば金（Au）からなる凸状（突起状）電極（スタッドバンプ）33を介して半導体素子34がフリップチップ実装されている。

【0024】

配線基板31はガラスエポキシ樹脂などの絶縁性樹脂を基材とし、その表面に銅（Cu）などからなる配線層が選択的に配設された基板が複数積層されて形成された支持基板である。配線基板11は、インターポーザーと称される場合もある。

40

【0025】

配線基板31の主面に配設された基板電極32は、例えば、電解めっき法、又は無電解めっき法等により、下層から順に、ニッケル（Ni）/金（Au）の二層めっき、又は銅（Cu）/ニッケル（Ni）/金（Au）の三層めっきにより被覆されていてもよい。

【0026】

半導体素子34は、シリコン（Si）半導体基板を用い、周知の半導体製造プロセスをもって形成された半導体集積回路素子である。勿論、半導体基板として、ガリウム砒素（GaAs）等の化合物半導体を適用した半導体集積回路素子を具備する半導体装置に対し

50

ても本発明を適用することができる。

【0027】

半導体素子34の一方の主面に、選択的に（例えば、当該主面の四辺近傍において当該四辺に沿って、又は対向する二辺近傍において当該二辺に沿って）、複数個の外部接続用端子パッド35が配設されている。外部接続用端子パッド35は、例えば、アルミニウム（Al）、銅（Cu）、及びこれらの合金等をもって形成されている。

【0028】

凸状電極33は、所謂ボールボンディング法によって金線など軟質の金属線を用いて形成され、半導体素子34の外部接続用端子パッド35上に圧接固着・接続されている。凸状電極33は、台座部33a及び当該台座部33a上に突出する突出部33bからなる。

10

【0029】

凸状電極33の台座部33aの外周面を囲むように、表面にOH基を備えない、疎水性を有する感光性樹脂（感光性レジスト）40が被覆形成されている。感光性樹脂40を構成する材料として、例えばポリイミドを用いることができる。

【0030】

凸状電極33の突出部33bの外周面には、焼結した金属ナノ粒子を有する接合部36が設けられている。

【0031】

ナノ粒子からなる金属粒子を、親水性を有する有機溶媒が含まれたエポキシ樹脂中に分散させてなる接合剤（導電性ペースト）が凸状電極33の突出部33bに転写され、当該接合剤と基板電極32とが対向するように半導体素子34と配線基板31とを位置決めして、加熱しながら所定の荷重で当接して接合させることにより、金属粒子はセラミックのように焼結し、粒子同士が結合して低温焼結による金属間結合が得られる。このようにして、接合部36は形成される。

20

【0032】

上記接合剤（導電性ペースト）を構成する親水性の有機溶媒として、n-プロパノール、n-ブタノール、イソブタノール、n-デカノール、テルピネオール、エチレングリコール、ジエチレングリコール、プロピレングリコール、グリセリン等のアルコール系を用いることができる。但し、上記接合剤（導電性ペースト）を構成する有機溶媒は、これらに限定されるものではなく、親水性を有する限り他の物質を用いてもよい。

30

【0033】

上記接合剤（導電性ペースト）の金属フィラー、即ち、ナノ粒子からなる金属粒子の材料としては、金（Au）、銀（Ag）、錫（Sn）、白金（Pt）、若しくは銅（Cu）及びこれらの合金、又は、Snを主成分とし、副成分として鉛（Pb）、インジウム（In）、ビスマス（Bi）、銅（Cu）、ニッケル（Ni）、若しくは銀（Ag）等を含む低融点合金を用いることができる。但し、接合剤（導電性ペースト）の金属フィラーは、これらに限定されるものではなく、導電性を有する金属材料である限り、他の材料を用いてもよい。

【0034】

上述のナノ粒径を有する金属粒子の焼結により、凸状電極33と配線基板31の基板電極32とが金属結合を介在させて電氣的に接続される（図3において符号37で示す部分が、当該金属結合による接合部分を示している）。

40

【0035】

なお、半導体素子34の回路形成面と配線基板31との間隙には、エポキシ系樹脂、ポリイミド系樹脂、又はアクリル系樹脂等からなる熱硬化性接着剤等のアンダーフィル材38が充填されており、これによって、半導体素子34と配線基板31との接続が補強されている。

【0036】

このように、凸状電極33の台座部33aの外周面を囲むように被覆形成された感光性樹脂40は疎水性を有し、凸状電極33の突出部33bの外周面に形成された接合部36

50

は、親水性を有する接合剤（導電性ペースト）を加熱して成る。

【0037】

従って、感光性樹脂40と接合部36の構成材料である接合剤（導電性ペースト）の濡れ性は悪く、半導体装置30の製造過程において、凸状電極33の突出部33bに転写された上記接合剤（導電性ペースト）が、凸状電極33の台座部33aにせり上がることを防止することができ、隣接する凸状電極33間において、上記接合剤（導電性ペースト）が繋がって、短絡（ショート）が発生することを防止することができる。

【0038】

よって、凸状電極33を狭ピッチで配設しても、凸状電極33の台座部33aの外周面に被覆形成された感光性樹脂40により、隣接する凸状電極33間で短絡（ショート）が発生することを防止できると共に、配線基板31の基板電極32と半導体素子34の外部接続用端子パッド35との間に金属結合を介在させて両者の電氣的接続を得ているため、高密度で信頼性の高い接合形態を実現することができる。

10

【0039】

なお、上述の例では、凸状電極33の台座部33aの外周面を囲むように被覆形成された感光性樹脂40は疎水性を有し、凸状電極33の突出部33bの外周面に形成された接合部36は、親水性を有する接合剤（導電性ペースト）を加熱して成るが、感光性樹脂40に親水性を持たせ、接合部36に疎水性を持たせてもよい。

【0040】

親水性を有する感光性樹脂として、例えば、水溶性ポリマーに感光基を直接結合させた東洋合成工業株式会社のBIOSURFINE（登録商標）-AWP等を用いることができる。或いは、疎水性を有する樹脂の表面を酸素プラズマ処理により親水化させて、親水性を有する感光性樹脂を形成してもよい。

20

【0041】

また、疎水性を有する接合剤（導電性ペースト）にあつては、含有される有機溶媒として、n-オクタン、n-デカン、シクロヘキサン、ベンゼン、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、テレピン油等と用いることができる。但し、当該有機溶媒は、これらに限定されるものではなく、疎水性を有する限り、他の材料を用いてもよい。

【0042】

この場合であっても、感光性樹脂40と接合部36の構成材料である接合剤（導電性ペースト）との濡れ性は悪いため、半導体装置30の製造過程において、凸状電極33の突出部33bに転写された上記接合剤（導電性ペースト）が、凸状電極33の台座部33aにせり上がることを防止することができ、隣接する凸状電極33間において、上記接合剤（導電性ペースト）が繋がって、短絡（ショート）が発生することを防止することができる。

30

【0043】

2. 第1の実施の形態に係る半導体装置の製造方法

図3に示す半導体装置30を形成するにあたり、先ず、周知の半導体製造プロセスをもって形成され、主面に例えば、アルミニウム（Al）、銅（Cu）、及びこれらの合金等をもって形成された外部接続用端子パッド35が設けられた半導体素子34を用意する。そして、図4（a）に示すように、所謂ボールボンディング法によって、スタッドバンポウダーを用いて、半導体素子34の主面に形成された外部接続用端子パッド35上に、凸状電極33を圧接固着・接続する。凸状電極33は、台座部33a及び当該台座部33a上に突出する突出部3bからなる。

40

【0044】

次に、図4（b）に示すように、凸状電極33が圧接固着・接続された半導体素子34の主面上に、表面にOH基を備えない、疎水性を有する感光性樹脂（感光性レジスト）40を滴下する。そして、図示を省略するスピコートを用いて、当該感光性樹脂40を、例えば回転数が1500rpm、時間30秒の条件で複数の凸状電極33の台座部33aの外周面を一括して囲むようにスピコートし、更に、プリバークする。感光性樹脂40

50

を構成する材料として、例えばポリイミドを用いることができる。

【0045】

なお、凸状電極33の外周面における感光性樹脂40の被覆形成高さに特に制限はない。しかしながら、凸状電極33の突出部33bの端部に至るまで感光性樹脂40の被覆形成してしまうと、後述する工程で設けられる接合剤(導電性ペースト)47(図5(e)参照)の形成量が少なくなってしまうため、当該接合剤47の形成量を適切に確保することができるように、凸状電極33の外周面における感光性樹脂40を被覆形成する。

【0046】

次に、図4(c)に示すように、投影露光装置45を用いて、半導体素子34の上方に設けたフォトマスク46を介して光を照射して投影露光する。

10

【0047】

次いで、図5(d)に示すように、図示を省略する現像液を用いて現像をする。そうすると、各凸状電極33の台座部33aの外周面に、疎水性を有する感光性樹脂(感光性レジスト)40が被覆形成されてなるパターンが形成される。しかる後、例えば窒素(N₂)雰囲気中でポストバークを行い、感光性樹脂(感光性レジスト)40を硬化させる。

【0048】

次に、図5(e)に示すように、ナノ粒子からなる金属粒子を、親水性を有する有機溶媒が含まれたエポキシ樹脂中に分散させてなる接合剤(導電性ペースト)47を、厚さが約10μmになるようにフリップチップボンダの転写ステージ48上に広げて形成し、当該転写ステージ48上に半導体素子34を所定の荷重で押し付ける。

20

【0049】

具体的には、転写ステージ48上に設けられた接合剤47内に、半導体素子34の主に形成された外部接続用端子パッド35上に設けられた凸状電極33の突出部33bを浸漬し、これにより、図5(f)に示すように、当該突出部33bに接合剤47が転写される。

【0050】

接合剤47を構成する親水性の有機溶媒として、n-プロパノール、n-ブタノール、イソブタノール、n-デカノール、テルピネオール、エチレングリコール、ジエチレングリコール、プロピレングリコール、グリセリン等のアルコール系を用いることができる。但し、上記接合剤(導電性ペースト)を構成する有機溶媒は、これらに限定されるものではなく、親水性を有する限り他の物質を用いてもよい。

30

【0051】

接合剤47の金属フィラー、即ち、ナノ粒子からなる金属粒子の材料としては、金(Au)、銀(Ag)、錫(Sn)、白金(Pt)、若しくは銅(Cu)及びこれらの合金、又は、Snを主成分とし、副成分として鉛(Pb)、インジウム(In)、ビスマス(Bi)、銅(Cu)、ニッケル(Ni)、若しくは銀(Ag)等を含む低融点合金を用いることができる。但し、接合剤(導電性ペースト)の金属フィラーは、これらに限定されるものではなく、導電性を有する金属材料である限り、他の材料を用いてもよい。

【0052】

ここで、図7を参照する。図7は、図5(f)に示す、感光性樹脂40及び接合剤47が形成された複数の凸状電極33のうちの任意の凸状電極33の拡大図である。

40

【0053】

図7に示すように、疎水性を有する感光性樹脂40が、凸状電極33の台座部33aの外周面を囲むように形成され、親水性を有する接合剤47が、凸状電極33の突出部33bの外周面であって、感光性樹脂40上に設けられている。感光性樹脂40と接合部36の構成材料である接合剤(導電性ペースト)の濡れ性は悪く、感光性樹脂40上における接合剤47の接触角Xが約75度であり、接合剤47は略半球状の形状を有する。

【0054】

よって、凸状電極33の突出部33bに転写された接合剤47が、凸状電極33の台座部33aにせり上がることを防止することができ、隣接する凸状電極33間において、上

50

記接合剤（導電性ペースト）が繋がって、短絡（ショート）が発生することを防止することができる。

【0055】

しかる後、ガラスエポキシ樹脂などの絶縁性樹脂を基材とし、その表面に銅（Cu）などからなる配線層が選択的に配設された基板が複数積層されて形成された支持基板であって、主面に基板電極32が配設された配線基板31を用意する。基板電極32は、例えば、電解めっき法、又は無電解めっき法等により、下層から順に、ニッケル（Ni）/金（Au）の二層めっき、又は銅（Cu）/ニッケル（Ni）/金（Au）の三層めっきにより被覆されていてもよい。

【0056】

そして、接合剤47が凸状電極33の突出部33bに転写された半導体素子34と配線基板31とを、接合剤47と基板電極32とが対向するように位置決めして、例えば温度約240℃で約12秒間加熱しながら約2.8gの荷重で当接させて接合させることにより、接合剤47は、略半球状から末広がり状に変形する、そして、接合剤47中の金属粒子はセラミックのように焼結し、粒子同士が結合して低温焼結による金属間結合が得られる。このようにして、凸状電極33と基板電極32とを当接させて接合する接合部36が凸状電極33の突出部33bの外周面に形成される（図6（g）参照）。

【0057】

しかる後、半導体素子34の回路形成面と配線基板31との間隙に、エポキシ系樹脂、ポリイミド系樹脂、又はアクリル系樹脂等からなる熱硬化性接着剤等のアンダーフィル材38が充填し、温度約170℃、時間30秒の条件で大気中でアンダーフィル材38を加熱し、硬化させる（図6（h）参照）。これによって、半導体素子34と配線基板31との接続が補強される。

【0058】

このように、凸状電極33の台座部33aの外周面を囲むように被覆形成された感光性樹脂40は疎水性を有し、凸状電極33の突出部33bの外周面に形成された接合部36は、親水性を有する接合剤47を加熱して成る。

【0059】

従って、感光性樹脂40と接合部36の構成材料である接合剤47の濡れ性は悪く、半導体装置30の製造過程において、凸状電極33の突出部33bに転写された上記接合剤（導電性ペースト）が、凸状電極33の台座部33aにせり上がることを防止することができ、隣接する凸状電極33間において、上記接合剤（導電性ペースト）が繋がって、短絡（ショート）が発生することを防止することができる。

【0060】

よって、凸状電極33を狭ピッチで配設しても、凸状電極33の台座部33aの外周面に被覆形成された感光性樹脂40により、隣接する凸状電極33間で短絡（ショート）が発生することを防止できると共に、配線基板31の基板電極32と半導体素子34の外部接続用端子パッド35との間に金属結合を介在させて両者の電気的接続を得ているため、高密度で信頼性の高い接合形態を実現することができる。

【0061】

なお、本例では、凸状電極33の台座部33aの外周面を囲むように被覆形成された感光性樹脂40は疎水性を有し、凸状電極33の突出部33bの外周面に形成された接合部36は、親水性を有する接合剤（導電性ペースト）を加熱して成るが、上述したように、感光性樹脂40に親水性を持たせ、接合部36に疎水性を持たせてもよい。

【0062】

[第2の実施の形態]

上述の本発明の第1の実施の形態では、基板電極32が配設された配線基板31の主面に、例えば金（Au）からなる凸状（突起状）電極（スタッドバンプ）33を介して、半導体素子34がフリップチップ実装されている。

【0063】

10

20

30

40

50

しかしながら、本発明はかかる例に限定されず、配線基板 3 1 と半導体素子 3 4 とのフリップチップ接続に用いられる突起電極として、めっきバンプを用いてもよい。これを本発明の第 2 の実施の形態として、以下説明する。なお、図 8 乃至図 1 1 において、図 2 乃至図 7 に示す箇所と同じ箇所には同じ符号を付して、その詳細な説明を省略する。

【 0 0 6 4 】

1 . 第 2 の実施の形態に係る半導体装置

図 8 に、半導体素子が配線基板にフリップチップ実装されてなる本発明の第 2 の実施の形態に係る半導体装置を示す。図 8 では、半導体素子と配線基板との接合箇所を拡大して示している。

【 0 0 6 5 】

図 8 に示す半導体装置 8 0 においては、配線基板 3 1 の主面に配設された基板電極 3 2 に、例えば金 (A u) から成るめっきバンプ (突起電極) 8 3 を介して半導体素子 3 4 がフリップチップ実装されている。

【 0 0 6 6 】

めっきバンプ 8 3 は、例えば、電気めっきにより形成され、柱状形状を有する。但し、めっきバンプ 8 3 の構成材料は必ずしも金 (A u) に限られず、半田を用いてもよい。

【 0 0 6 7 】

めっきバンプ 8 3 の先端側の部分の外周面には、焼結した金属ナノ粒子を有する接合部 3 6 が設けられており、それ以外のめっきバンプ 8 3 の外周面には、表面に O H 基を備えない、疎水性を有する感光性樹脂 (感光性レジスト) 4 0 が被覆形成されている。感光性樹脂 4 0 を構成する材料として、例えばポリイミドを用いることができる。

【 0 0 6 8 】

ナノ粒子からなる金属粒子を、親水性を有する有機溶媒が含まれたエポキシ樹脂中に分散させてなる接合剤 (導電性ペースト) がめっきバンプ 8 3 の先端側の部分の外周面に転写され、当該接合剤と基板電極 3 2 とが対向するように、半導体素子 3 4 と配線基板 3 1 とを位置決めして、加熱しながら所定の荷重で当接させて接合させることにより、金属粒子はセラミックのように焼結し、粒子同士が結合して低温焼結による金属間結合が得られる。このようにして、接合部 3 6 は形成される。

【 0 0 6 9 】

上記接合剤 (導電性ペースト) を構成する親水性の有機溶媒及び上記接合剤 (導電性ペースト) の金属フィラー、即ち、ナノ粒子からなる金属粒子の材料にあっては、本発明の第 1 の実施の形態において説明した材料と同じものを用いることができる。

【 0 0 7 0 】

上述のナノ粒径を有する金属粒子の焼結により、めっきバンプ 8 3 と配線基板 3 1 の基板電極 3 2 とが、金属結合を介在させて電氣的に接続される (図 8 において符号 3 7 で示す部分が、当該金属結合による接合部分を示している) 。

【 0 0 7 1 】

このように、めっきバンプ 8 3 の、外部接続用端子パッド 3 5 側の箇所の外周面を囲むように被覆形成された感光性樹脂 4 0 は疎水性を有し、めっきバンプ 8 3 の先端側の外周面に形成された接合部 3 6 は、親水性を有する接合剤 (導電性ペースト) を加熱して成る。

【 0 0 7 2 】

従って、感光性樹脂 4 0 と接合部 3 6 の構成材料である接合剤 (導電性ペースト) の濡れ性は悪く、半導体装置 8 0 の製造過程において、めっきバンプ 8 3 の先端側の箇所に転写された上記接合剤 (導電性ペースト) が、めっきバンプ 8 3 の外部接続用端子パッド 3 5 側の箇所にせり上がることを防止することができ、隣接するめっきバンプ 8 3 間において、上記接合剤 (導電性ペースト) が繋がって、短絡 (ショート) が発生することを防止することができる。

【 0 0 7 3 】

よって、めっきバンプ 8 3 を狭ピッチで配設しても、めっきバンプ 8 3 の外部接続用端

10

20

30

40

50

子パッド35側の箇所の外周面に被覆形成された感光性樹脂40により、隣接するめっきバンプ83間で短絡(ショート)が発生することを防止することができると共に、配線基板31の基板電極32と半導体素子34の外部接続用端子パッド35との間に金属結合を介在させて両者の電氣的接続を得ているため、高密度で信頼性の高い接合形態を実現することができる。

【0074】

なお、上述の例では、めっきバンプ83の外部接続用端子パッド35側の箇所の外周面を囲むように被覆形成された感光性樹脂40は疎水性を有し、めっきバンプ83の先端側の箇所の外周面に形成された接合部36は、親水性を有する接合剤(導電性ペースト)を加熱して成るが、感光性樹脂40に親水性を持たせ、接合部36に疎水性を持たせてもよい。親水性を有する感光性樹脂及び疎水性を有する接合剤(導電性ペースト)にあっては、本発明の第1の実施の形態において説明した材料と同じものを用いることができる。この場合であっても、感光性樹脂40と接合部36の構成材料である接合剤(導電性ペースト)の濡れ性は悪くなるため、半導体装置80の製造過程において、めっきバンプ83の先端側の部分転写された上記接合剤(導電性ペースト)が、めっきバンプ83の他の箇所にせり上がることを防止することができ、隣接するめっきバンプ83間において、上記接合剤(導電性ペースト)が繋がって、短絡(ショート)が発生することを防止することができる。

10

【0075】

2. 第1の実施の形態に係る半導体装置の製造方法

図8に示す半導体装置80を形成するにあたり、先ず、周知の半導体製造プロセスをもって形成され、主面に外部接続用端子パッド35が設けられた半導体素子34を用意する。そして、図9(a)に示すように、例えば電気めっき法等によって、半導体素子34の主面に形成された外部接続用端子パッド35上に、例えば金(Au)から成る柱状のめっきバンプ83を形成する。

20

【0076】

次に、図9(b)に示すように、めっきバンプ83が圧接固着・接続された半導体素子34の主面上に、表面にOH基を備えない、疎水性を有する感光性樹脂(感光性レジスト)40を滴下する。そして、図示を省略するスピンコートを用いて、当該感光性樹脂40を、複数のめっきバンプ83の、外部接続用端子パッド35側の箇所の外周面を一括して囲むようにスピンコートし、更に、プリベークする。

30

【0077】

次に、図9(c)に示すように、投影露光装置45を用いて、半導体素子34の上方に設けたフォトマスク46を介して光を照射して投影露光し、次いで、図10(d)に示すように、図示を省略する現像液を用いて現像をする。そうすると、各めっきバンプ83の、外部接続用端子パッド35側の箇所の外周面に、疎水性を有する感光性樹脂(感光性レジスト)40が被覆形成されてなるパターンが形成される。しかる後、例えば窒素(N₂)雰囲気中でポストベークを行い、感光性樹脂(感光性レジスト)40を硬化させる。

【0078】

次に、図10(e)に示すように、ナノ粒子からなる金属粒子を、親水性を有する有機溶媒が含まれたエポキシ樹脂中に分散させてなる接合剤(導電性ペースト)47を、リップチップボンダの転写ステージ48上に広げて形成し、当該転写ステージ48上に半導体素子34を所定の荷重で押し付ける。

40

【0079】

具体的には、転写ステージ48上に設けられた接合剤47内に、半導体素子34の主面に形成された外部接続用端子パッド35上に設けられためっきバンプ83の先端側の箇所を浸漬し、これにより、図10(f)に示すように、当該突出部33bに接合剤47が転写される。即ち、疎水性を有する感光性樹脂40が、めっきバンプ83の外部接続用端子パッド35側の箇所の外周面を囲むように形成され、親水性を有する接合剤47が、めっきバンプ83の先端側の箇所の外周面であって、感光性樹脂40上に設けられている。感

50

光性樹脂 40 と接合部 36 の構成材料である接合剤（導電性ペースト）の濡れ性は悪く、接合剤 47 は略半球状の形状を有する。

【0080】

よって、めっきバンプ 83 の先端側の箇所に転写された接合剤 47 が、めっきバンプ 83 の外部接続用端子パッド 35 側の箇所にせり上がることを防止することができ、隣接するめっきバンプ 83 間において、上記接合剤（導電性ペースト）が繋がって、短絡（ショート）が発生することを防止することができる。

【0081】

しかる後、主面に基板電極 32 が配設された配線基板 31 を用意する。そして、接合剤 47 がめっきバンプ 83 の先端側の箇所に転写された半導体素子 34 と配線基板 31 とを、接合剤 47 と基板電極 32 とが対向するように位置決めして、所定の温度で加熱しながら所定の荷重で当接させて接合させることにより、接合剤 47 は、略半球状から末広がり状に変形する。そして、接合剤 47 中の金属粒子はセラミックのように焼結し、粒子同士が結合して低温焼結による金属間結合が得られる。このようにして、めっきバンプ 83 と基板電極 32 とを接合する接合部 36 がめっきバンプ 83 の先端側の箇所の外周面に形成される（図 11（g）参照）。

10

【0082】

しかる後、半導体素子 34 の回路形成面と配線基板 31 との間隙に、アンダーフィル材 38 を充填し、加熱し、硬化させる（図 11（h）参照）。これによって、半導体素子 34 と配線基板 31 との接続が補強される。

20

【0083】

このように、めっきバンプ 83 の外部接続用端子パッド 35 側の箇所の外周面を囲むように被覆形成された感光性樹脂 40 は疎水性を有し、めっきバンプ 83 の先端側の箇所の外周面に形成された接合部 36 は、親水性を有する接合剤 47 を加熱して成る。

【0084】

従って、感光性樹脂 40 と接合部 36 の構成材料である接合剤 47 の濡れ性は悪く、半導体装置 80 の製造過程において、めっきバンプ 83 の先端側の箇所に転写された上記接合剤（導電性ペースト）47 が、めっきバンプ 83 の外部接続用端子パッド 35 側の箇所にせり上がることを防止することができ、隣接するめっきバンプ 83 間において、上記接合剤（導電性ペースト）が繋がって、短絡（ショート）が発生することを防止することができる。

30

【0085】

よって、めっきバンプ 83 を狭ピッチで配設しても、めっきバンプ 83 の外部接続用端子パッド 35 側の箇所の外周面に被覆形成された感光性樹脂 40 により、隣接するめっきバンプ 83 間で短絡（ショート）が発生することを防止できると共に、配線基板 31 の基板電極 32 と半導体素子 34 の外部接続用端子パッド 35 との間に金属結合を介在させて両者の電氣的接続を得ているため、高密度で信頼性の高い接合形態を実現することができる。

【0086】

なお、本例では、めっきバンプ 83 の外部接続用端子パッド 35 側の箇所の外周面を囲むように被覆形成された感光性樹脂 40 は疎水性を有し、めっきバンプ 83 の先端側の箇所の外周面に形成された接合部 36 は、親水性を有する接合剤 47 を加熱して成るが、上述したように、感光性樹脂 40 に親水性を持たせ、接合部 36 に疎水性を持たせてもよい。

40

【0087】

以上、本発明の実施の形態について詳述したが、本発明は特定の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形及び変更が可能である。

【0088】

以上の説明に関し、更に以下の項を開示する。

50

(付記 1)

表面に端子を備えた半導体素子と、
 前記半導体素子がフリップチップ実装され、表面に基板電極を備えた配線基板と、
 前記基板電極と前記端子との間に形成された突起電極と、
 前記突起電極の外周面のうち、前記端子側に形成された疎水性樹脂と、
 前記突起電極の外周面のうち、前記基板電極側に形成され、焼結した金属ナノ粒子を含むとともに親水性を有する接合部と、
 を有することを特徴とする半導体装置。

(付記 2)

付記 2 記載の半導体装置であって、
 前記疎水性樹脂は、エポキシ樹脂であることを特徴とする半導体装置。

10

(付記 3)

前記半導体素子がフリップチップ実装され、表面に基板電極を備えた配線基板と、
 前記基板電極と前記端子との間に形成された突起電極と、
 前記突起電極の外周面のうち、前記端子側に形成された親水性樹脂と、
 前記突起電極の外周面のうち、前記基板電極側に形成され、焼結した金属ナノ粒子を含むとともに疎水性を有する接合部と、
 を有することを特徴とする半導体装置。

(付記 4)

半導体素子が配線基板にフリップチップ実装されてなる半導体装置の製造方法であって
 、
 前記半導体素子の端子上に突起電極を形成する工程と、
 前記突起電極の外周面のうち、前記端子側に疎水性樹脂を被覆形成する工程と、
 前記突起電極の外周面のうち、前記基板電極側に、金属ナノ粒子を含み親水性を有する接合剤を転写する工程と、
 前記接合剤が転写された前記突起電極を前記配線基板の前記基板電極に当接させて、加熱により前記突起電極を前記基板電極に接合する工程と、を有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

20

(付記 5)

付記 4 記載の半導体装置の製造方法であって、
 前記疎水性樹脂は、エポキシ樹脂であることを特徴とする半導体装置の製造方法。

30

(付記 6)

付記 4 又は 5 記載の半導体装置の製造方法であって、
 前記接合剤は、親水性を有する有機溶媒が含まれた樹脂中に、ナノ粒径を有する金属粒子が分散されてなることを特徴とする半導体装置の製造方法。

(付記 7)

付記 4 乃至 6 いずれか一項記載の半導体装置の製造方法であって、
 前記接合剤は、前記突起電極の外周面のうち、前記基板電極側の箇所であって、且つ、前記疎水性樹脂上に転写されることを特徴とする半導体装置の製造方法。

(付記 8)

半導体素子が配線基板にフリップチップ実装されてなる半導体装置の製造方法であって
 、
 前記半導体素子の端子上に突起電極を形成する工程と、
 前記突起電極の外周面のうち、前記端子側に親水性樹脂を被覆形成する工程と、
 前記突起電極の外周面のうち、前記基板電極側に、金属ナノ粒子を備え疎水性を有する接合剤を転写する工程と、
 前記接合剤が転写された前記突起電極を前記配線基板の前記基板電極に当接させて、加熱により前記突起電極を前記基板電極に接合する工程と、を有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

40

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 8 9 】

【図 1】従来の半導体素子が配線基板にフリップチップ実装されてなる半導体装置の一例を示す図である。

【図 2】図 1 に示す半導体装置の製造過程において発生するおそれのある問題点を説明するための図である。

【図 3】半導体素子が配線基板にフリップチップ実装されてなる本発明の第 1 の実施の形態に係る半導体装置を示す図である。

【図 4】図 3 に示す半導体装置の製造方法を説明するための図（その 1）である。

【図 5】図 3 に示す半導体装置の製造方法を説明するための図（その 2）である。

【図 6】図 3 に示す半導体装置の製造方法を説明するための図（その 3）である。

【図 7】図 5（f）に示す、感光性樹脂及び接合剤が形成された複数の凸状電極のうちの任意の凸状電極の拡大図である。

【図 8】半導体素子が配線基板にフリップチップ実装されてなる本発明の第 2 の実施の形態に係る半導体装置を示す図である。

【図 9】図 8 に示す半導体装置の製造方法を説明するための図（その 1）である。

【図 10】図 8 に示す半導体装置の製造方法を説明するための図（その 2）である。

【図 11】図 8 に示す半導体装置の製造方法を説明するための図（その 3）である。

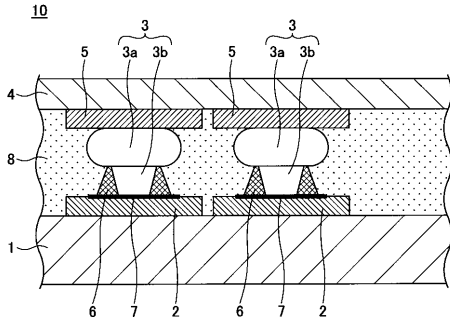
【符号の説明】

【 0 0 9 0 】

3 0、8 0	半導体装置	20
3 1	配線基板	
3 2	基板電極	
3 3	凸状電極	
3 3 a	台座部	
3 3 b	突出部	
3 4	半導体素子	
3 5	外部接続用端子パッド	
3 6	接合部	
4 0	感光性樹脂	
4 7	接合剤	30
8 3	めっきバンプ	

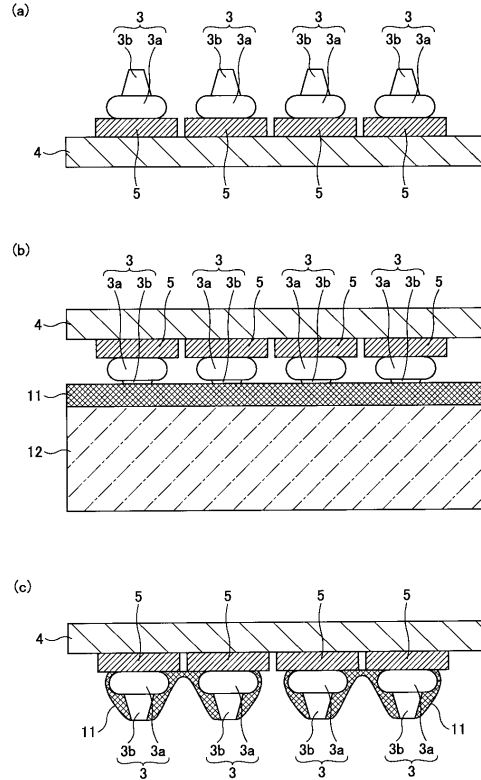
【 図 1 】

従来の半導体素子が配線基板上に
フリップチップ実装されてなる半導体装置の一例を示す図



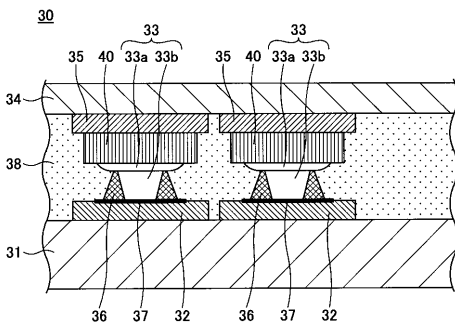
【 図 2 】

図1に示す半導体装置の製造過程において
発生するおそれのある問題点を説明するための図



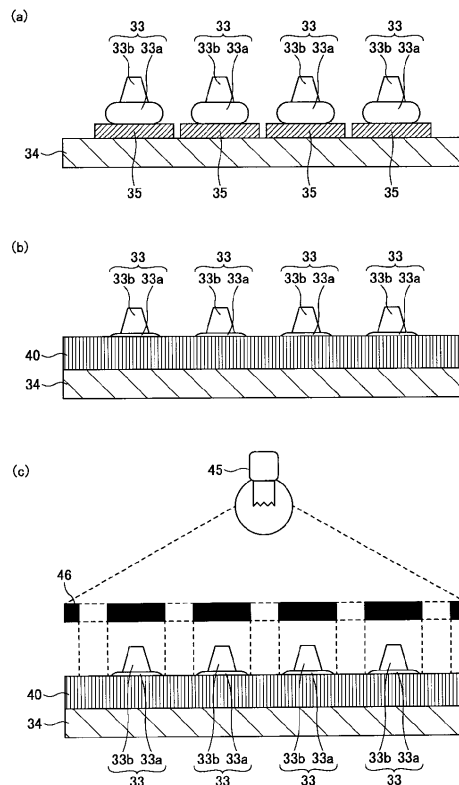
【 図 3 】

半導体素子が配線基板上にフリップチップ実装されてなる
本発明の第1の実施の形態に係る半導体装置を示す図



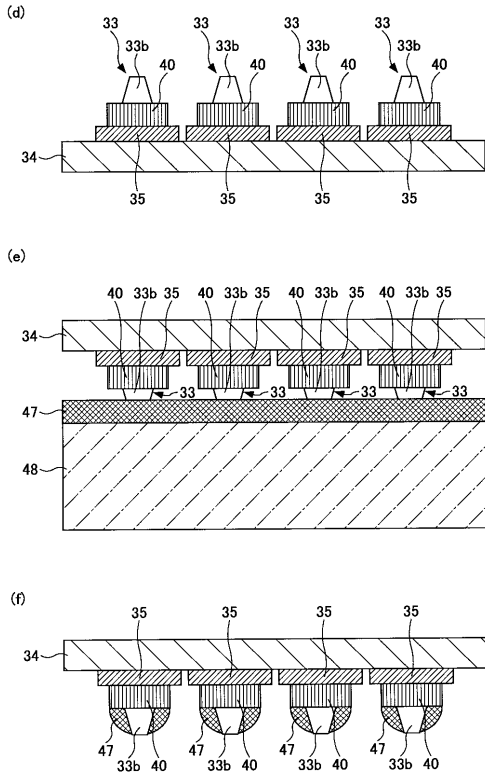
【 図 4 】

図3に示す半導体装置の製造方法を説明するための図(その1)



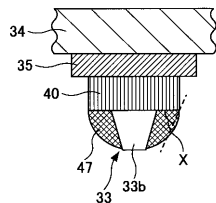
【 図 5 】

図3に示す半導体装置の製造方法を説明するための図(その2)



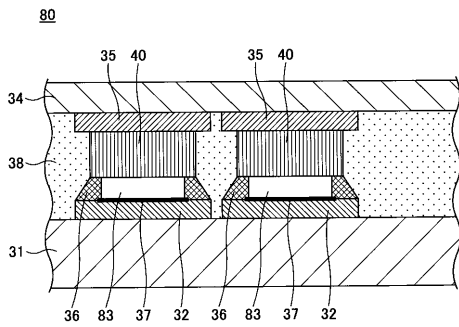
【 図 7 】

図5(f)に示す、感光性樹脂及び接合剤が形成された複数の凸状外部接続端子のうちの任意の拡大図



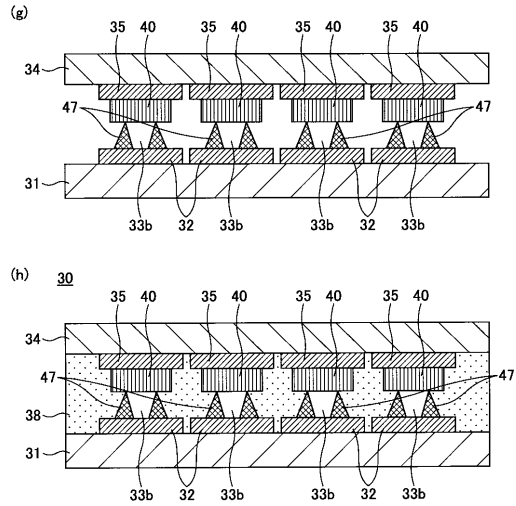
【 図 8 】

半導体素子が配線基板にフリップチップ実装されてなる本発明の第2の実施の形態に係る半導体装置を示す図



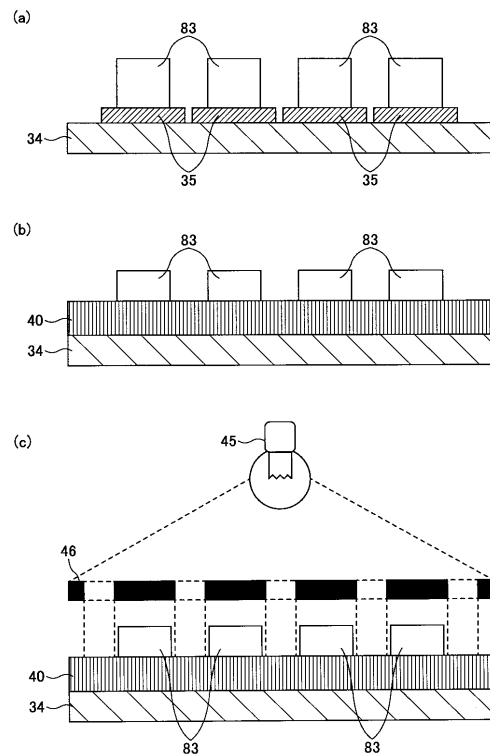
【 図 6 】

図3に示す半導体装置の製造方法を説明するための図(その3)



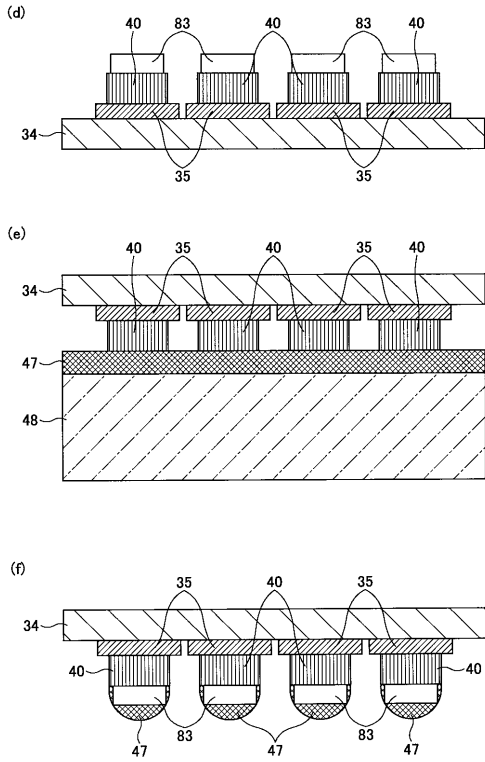
【 図 9 】

図8に示す半導体装置の製造方法を説明するための図(その1)



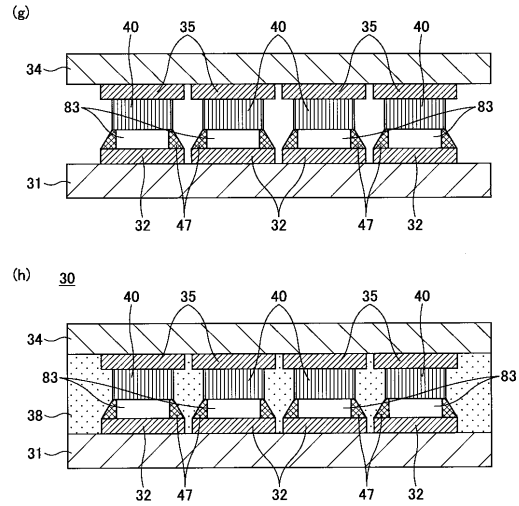
【図10】

図8に示す半導体装置の製造方法を説明するための図(その2)



【図11】

図8に示す半導体装置の製造方法を説明するための図(その3)



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2005-277275(JP,A)
特開2005-203468(JP,A)
特開2007-208082(JP,A)
特開2004-214345(JP,A)
特開2001-176908(JP,A)
特開2007-059480(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/60