

(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2009-99589

(P2009-99589A)

(43) 公開日 平成21年5月7日(2009.5.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 25/065 (2006.01)	HO 1 L 25/08 B	
HO 1 L 25/07 (2006.01)	HO 1 L 27/00 3 O 1 C	
HO 1 L 25/18 (2006.01)		
HO 1 L 27/00 (2006.01)		

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2007-266716 (P2007-266716)
 (22) 出願日 平成19年10月12日 (2007.10.12)

(71) 出願人 500174247
 エルピーダメモリ株式会社
 東京都中央区八重洲2-2-1
 (71) 出願人 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 (74) 代理人 100083552
 弁理士 秋田 収喜
 (74) 代理人 100103746
 弁理士 近野 恵一
 (72) 発明者 天明 浩之
 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地
 株式会社日立製作所生産技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ウエハまたは回路基板およびその接続構造体

(57) 【要約】

【課題】 ウエハや回路基板同士を接着剤を介して接続する3次元実装において、ウエハや回路基板の層間を一定の間隔に保つことが出来る技術を提供する。

【解決手段】 3次元実装を行うためのウエハ（回路基板でもよい）は、ウエハ61、62が接続された時にウエハ同士を電氣的に接続する低融点金属15の内部に設けられる突起20であって、低融点金属15の溶融時に変形せずウエハ61、62間の高さを規定するための突起20を有する。少なくとも一方に前記の突起を有するウエハを用いてウエハの接続構造体を作成する。作成されたウエハの接続構造体は、ウエハ同士の電氣的接続が低融点金属15でなされると共に、低融点金属15の溶融時に変形せずウエハ61、62間の高さを規定するための突起が低融点金属15の内部に設けられている。

【選択図】 図12

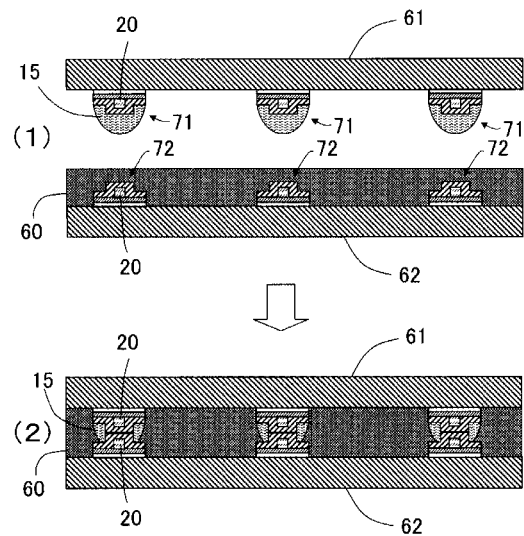


図12 ウエハの接続構造体(A)の製造方法

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

半導体素子と電氣的に接続された400以下で溶融する低融点金属が少なくとも一方に形成されたウエ八または回路基板同士を接着剤を介して接続することで3次元実装を行うためのウエ八または回路基板において、

前記ウエ八または回路基板同士が接続された時に前記ウエ八または回路基板同士を電氣的に接続する前記低融点金属の内部に設けられる突起であって、前記低融点金属の溶融時に変形せず前記ウエ八または回路基板間の高さを規定するための突起を有することを特徴とするウエ八または回路基板。

【請求項 2】

前記高さを規定するための突起の材質が、金、銀、銅、ニッケルであることを特徴とする請求項 1 に記載のウエ八または回路基板。

【請求項 3】

前記高さを規定するための突起を覆うように前記低融点金属のバリアとなる金属が形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載のウエ八または回路基板。

【請求項 4】

前記高さを規定するための突起を覆うように前記低融点金属のバリアとなる金属が形成され、前記バリアとなる金属を覆うように前記低融点金属が形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載のウエ八または回路基板。

【請求項 5】

半導体素子と電氣的に接続された400以下で溶融する低融点金属が少なくとも一方に形成されたウエ八または回路基板同士を接着剤を介して接続することで3次元実装されたウエ八または回路基板の接続構造体において、

前記ウエ八または回路基板同士の電氣的接続が前記低融点金属でなされると共に、前記低融点金属の溶融時に変形せず前記ウエ八または回路基板間の高さを規定するための突起が前記低融点金属の内部に設けられていることを特徴とするウエ八または回路基板の接続構造体。

【請求項 6】

前記高さを規定するための突起の材質が、金、銀、銅、ニッケルであることを特徴とする請求項 5 に記載のウエ八または回路基板の接続構造体。

【請求項 7】

前記高さを規定するための突起を覆うように前記低融点金属のバリアとなる金属が形成されていることを特徴とする請求項 5 に記載のウエ八または回路基板の接続構造体。

【請求項 8】

接続されるウエ八または回路基板の両方に前記高さを規定するための突起が設けられていることを特徴とする請求項 5 に記載のウエ八または回路基板の接続構造体。

【請求項 9】

接続されるウエ八または回路基板の一方のみに前記高さを規定するための突起が設けられていることを特徴とする請求項 5 に記載のウエ八または回路基板の接続構造体。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、ウエ八または回路基板同士を接着剤を介して接続することで3次元実装を行うためのウエ八または回路基板およびその接続構造体に関する。

【背景技術】**【0002】**

電子機器の薄形、小形化は、それに搭載される部品の小形化によって成されてきた。従来、小型化に対し、LSIの微細加工技術によるところが大きかった。しかし、LSIの加工に更なる微細加工技術を導入することは、膨大な設備投資が必要であり、製品の低コスト化に対するニーズを満たすことが出来ない。この技術課題を解決するため、ウエ八（

10

20

30

40

50

シリコンや化合物半導体)の面に対して垂直方向へ貫通電極を形成し、そのウエハの表裏面に電極を形成し、その電極同士を接続し、ウエハを積層し、従来は平面方向(2次元実装)へ展開していた実装を3次元方向へ展開する開発が進められている(3次元実装)。

【0003】

特許文献1には、積層方法として、バンプを形成した後、接着剤を塗布し、貼り合わせる工程が提案されている。金属表面に接着剤を塗布し、接着剤を押しつけることで金属間接続を行う方法が開示されている。この文献は、錫めっき端子の上に接着剤を塗布し、加圧しながら接着することで、接着材が接合金属部を押し退けることにより導通を得るものである。しかし、加圧時に、大きな加重を必要とし、本発明で対象としているような微小バンプへは不向きである。

10

【0004】

特許文献2には、半田突起と配線基板上の接続電極とをフラックスを用いずに接続する方法として、第1の突起と第2の突起から成る構造体が示されている。この文献では、第1の突起と第2の突起とからなる2段構造の半田突起を、第1の突起の溶融温度が第2の突起の溶融温度より高く、かつ第1の突起の表面積が第2の突起の表面積の2倍以上として形成して、配線基板上の接続用電極と突起を対向させ、電子部品に加圧力を加えながら、第1の突起の溶融温度以下かつ第2の突起の溶融温度以上の温度に加熱する。半田付け温度では第2の突起のみ溶融していることから、僅かな加圧力で、第2の突起は第1の突起と配線基板上の接続電極に挟まれる形で押し広げられ、第2の突起の半田表面酸化膜が破れて内部から真性層が露出して良好な接合が得られる旨記載されている。

20

【0005】

特許文献3には、第1のLSIチップ16の第1の突起電極15は、錫(Sn)が96.5[%]、銀(Ag)が3.5[%]のSn-3.5Agはんだバンプであり、第2の突起電極19はニッケル(Ni)バンプであるため、第1のLSIチップ16のバンプ15に対して、小径かつ硬度が高い第2のLSIチップ20のバンプ19が食い込んで、第1のLSIチップ16のバンプ15表面に形成された酸化膜を第2のLSIチップ20のバンプ19が突き破って接合されることにより、より強固な接合構造を実現し、高温下での経時的安定性に優れた半導体実装体を実現できる、また融点を低く抑えられるため、各バンプ接合における加工温度を低く設定できるという利点がある旨記載されている。しかし、この突起の役割は、上記のとおりであり、スペーサの役割を果たすものではない。

30

【0006】

特許文献4には、生産性に優れ、製品の一段の薄型化・小型化・高機能化が可能な半導体パッケージの構造と半導体パッケージの製造方法として、突起形状のバンプを用いる方法が示されている。しかし、この突起の目的は、樹脂層を突き破ることにあり、スペーサとしての役割を担っているものではない。また、この突起に低融点金属が形成されるものではない。また、この文献には上記の突起とは別に、接合粒子について次のことが開示されている。回路導体の表面上の所定位置に接合粒子を接地し接合する。この接合方法は、超音波溶着、溶接、はんだ付け、導電性樹脂塗布等である。その後、接合粒子を設置した面側と導体金属付樹脂層とを対面させて配置する。導体金属付樹脂層を加熱加圧機を用いて、所定の温度で加熱して軟化させた後、加圧することにより、接合粒子が軟化した樹脂層に埋設され、加圧がさらに進んで接合粒子と別の導体層となる導体金属とが接して接合される。

40

【0007】

【特許文献1】特開平11-204939号公報

【特許文献2】特開平10-308415号公報

【特許文献3】特開2002-198485号公報

【特許文献4】特開2006-59957号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

50

従来は平面方向（２次元実装）へ展開していた実装を３次元方向へ展開（３次元実装）した場合、従来提案されている（１）接続用電極の形成、（２）積層・接続、（３）層間に接着剤を充填、をこの順番に行う方法では層間に接着剤を充填することが困難である。特に、３次元実装の理想型とされるウエハ同士を接合した場合、８インチ以上のウエハの層間に均一的に流し込むことは困難が生じる。

【０００９】

一方、金属表面に接着剤を塗布し、接着剤を押し退けることで金属間接続を行う方法、すなわち（１）接続用電極の形成、（２）接着剤を塗布、（３）積層・接続をこの順番で行う方法では加熱、加圧条件を制御することは困難である。つまり、ウエハ層間に接着剤を予め塗布し、加圧・加熱接合すると、接合部分の変形が観られ、場合によっては、接合

10

【００１０】

本発明の目的は、ウエハや回路基板同士を接着剤を介して接続する３次元実装において、ウエハや回路基板の層間を一定の間隔に保つことが出来る技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【００１１】

本発明は、ウエハまたは回路基板同士を接着剤を介して接続することで３次元実装を行うためのウエハまたは回路基板において、ウエハまたは回路基板同士が接続された時にウエハまたは回路基板同士を電気的に接続する低融点金属の内部に設けられる突起であって、低融点金属の溶融時に変形せずウエハまたは回路基板間の高さを規定するための突起を有するウエハまたは回路基板である。

20

【００１２】

また、本発明は、ウエハまたは回路基板同士を接着剤を介して接続することで３次元実装されたウエハまたは回路基板の接続構造体において、ウエハまたは回路基板同士の電気的接続が低融点金属でなされると共に、低融点金属の溶融時に変形せずウエハまたは回路基板間の高さを規定するための突起が低融点金属の内部に設けられていることを特徴とするウエハまたは回路基板の接続構造体である。

【発明の効果】

【００１３】

本発明によれば、低融点金属の溶融時に変形せずウエハまたは回路基板間の高さを規定するための突起が低融点金属の内部に設けられるので、その突起がスペーサの役割を果たし、ウエハまたは回路基板の層間を一定の間隔に保つことが出来るという効果を奏する。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【００１４】

以下、本発明の一実施例について図を併用しつつ説明する。なお、全ての図において、同一符号は同一部位を示しているため、重複する説明を省いている場合があり、また説明を容易にするため各部の寸法比を実際とは変えてある。

【００１５】

ここでは、本発明の有効な適用先である、３次元実装を例に取り、発明を実施するための最良の形態を説明する。以下、ウエハの３次元実装の実施例について説明するが、ウエハの代わりに電子回路基板を用いても同様である。

40

【００１６】

図１～図４に、３次元実装工程の概略を示す。

【００１７】

[図１（１）]

シリコンまたは化合物半導体からなるウエハ１に、ドライエッチングプロセスを用いて孔を形成し、その側壁を絶縁し（本工程については、図示せず）、ポリシリコンまたは金属を用いて導体２を充填する。ここでの寸法は、半導体の前工程プロセス、および製造しようとする半導体素子により異なるが、ＤＲＡＭ（Dynamic Random Access Memory）を想定した場合、導体２は、直径が３～５０ミクロン、深さが２０～１００ミクロン、ピッチ

50

が 20 ~ 100 ミクロン程度である。導体 2 上にアルミを用いて封止することが好ましい (図示せず)。

【0018】

[図1(2)]

導体 2 を埋め込んだウエハ 1 表面の導体 2 端子部以外の表面に絶縁膜 4 を形成する。その上に、半導体前工程を用いて、配線層 3 を形成する。導体 2 の端子は半導体素子に繋がる配線 4 1 に接続されている。配線層 3 表面にも絶縁膜 4 を形成する。

【0019】

[図2(3)]

接合金属 5 1 を形成する。本工程については、図 5 および図 7 に詳細を記す。接合金属 5 1 は、半導体素子に繋がる配線 4 1 から半導体工程で形成されたパッド 4 2 と接続されている。半導体工程で形成されたパッド 4 2 周辺部は、拡大図その 1 または、拡大図その 2 に示すように、絶縁膜 4 が形成されている。

10

【0020】

[図3(4)]

接合金属 5 1 の上 (図では、インタポーザ 8 に搭載した状態を示し、上下が逆になっている) に、接着剤 6 を塗布する。インタポーザ 8 上には接合金属 5 2 が形成されている。ここでは、インタポーザ 8 上に形成しているが、別の素子が形成されたウエハ上でも同様な工程となる。また、ここでの工程は、インタポーザ 8 上から形成しているが、別ウエハ上 (つまり、インタポーザなしで、素子が形成されたウエハのみで構成する) から形成開始することも可能である。

20

【0021】

位置合わせを行った後、接触・加熱接合し、接合金属 5 1 の融点以上で加熱する。この時、接合金属 5 1 および接合金属 5 2 上の接着剤 6 は押し退けられ、接合金属 5 1 と接合金属 5 2 が接続する。また、この時、熱硬化型接着剤を用いた場合、接着剤も同時に硬化する事ができる。

【0022】

[図3(5)]

半導体素子が形成されたウエハ 1 の配線層 3 の反対面を研磨し、導体 2 の端子を露出させる。その後、図 1 (3) と同様な工程で接合金属 5 2 ' を形成する。

30

【0023】

[図3(6)]

もう一つのウエハ 1 ' を図 1 (1) ~ 図 2 (3) の工程で作成し、ウエハ 1 ' の接合金属 5 1 ' の上 (図では上下が逆になっている) に、接着剤 6 ' を塗布する。位置合わせを行った後、接触・加熱接合し、接合金属 5 1 ' の融点以上で加熱する。この時、接合金属 5 1 ' および接合金属 5 2 ' 上の接着剤 6 ' は押し退けられ、接合金属 5 1 ' と接合金属 5 2 ' が接続する。また、この時、熱硬化型接着剤を用いた場合、接着剤も同時に硬化する事ができる。

【0024】

[図4(7)]

配線層 3 ' が形成されたウエハ 1 ' の配線層 3 ' の反対面を研磨し、導体の端子を露出させる。その後、図 1 (3) と同様な工程で接合金属 5 2 '' を形成する。

40

【0025】

以上の工程を繰り返し、任意の枚数のウエハを積層したウエハの接続構造体を製造する。

【0026】

[図4(8)]

本実施例による積層された半導体装置の全体図を示す。インタポーザ 8 上に、積層した半導体素子 9 を搭載し、これらをコントロールするチップ 10 が搭載されている。ここでは、コントロールチップ 10 の位置は、積層した半導体素子 9 上に搭載しているが、イン

50

タポーザ 8 上やインタポーザ 8 下に搭載する方法など、その場所は何れの場所でも良い。そして、インタポーザ 8 下に外部回路との接続に用いられる接続用パンプ 1 1 が形成されている。

【 0 0 2 7 】

図 5 および図 7 に、本発明の実施例の接合用金属端子の形成方法を図示する。また、図 5 および図 7 で形成された本実施例の接合用金属端子と接続する接合用金属端子の製造方法を図 6 および図 8 に示す。

【 0 0 2 8 】

図 5 に、本発明の実施例 1 の接合用金属端子 (1) の形成方法を示す。本実施例の接合用金属端子には、スペーサとしての役割を果たす突起が形成される。

10

【 0 0 2 9 】

[図 5 (1)]

ウエハ 1 上にチタン 1 3 (5 0 ナノメートル) / 銅 1 4 (0 . 5 マイクロメートル) の多層膜からなる電気めっき用の給電膜 1 2 を形成した。ここでのチタンの機能は、その上下に位置する銅と基板 (図では、ウエハ 1 となっているが、実際の半導体素子では、ウエハの表面に形成された SiO_2 、 SiN 、ポリイミドである) との接着を確保することであり、その膜厚はそれらの接着を維持する最低限でかまわない。所要膜厚は、スパッタエッチングおよびスパッタの条件、チタンの膜質などによっても変動する。なお、本実施例で使用したチタン膜に代えてクロム膜でも代替できる。

20

【 0 0 3 0 】

一方、銅の膜厚は、後の工程で行う電気めっきを行ったときに、膜厚分布が生じない最小限度の膜厚が好ましく、めっき前処理として行う酸洗などでの膜減り量も考慮に入れたうえで膜厚分布を誘発しない膜厚を決定する。銅の膜厚を必要以上に厚くした場合、例えば 1 マイクロメートルを越える銅厚の場合には、スパッタ時間が長くなって生産効率が低下するという問題に加えて、後の工程で実施する給電膜 1 2 のエッチング除去の際に長時間エッチングが避けられず、その結果としてニッケル下の銅 1 4 のサイドエッチングが大きくなる。

【 0 0 3 1 】

[図 5 (2)]

レジスト 7 を用いて、接合用金属端子に形成する突起のパターンを形成した。

30

【 0 0 3 2 】

[図 5 (3)]

電気めっきを用いて、突起 2 0 を形成した。電気めっきの材料として、金、銀、銅、ニッケルなどを用いることが可能であるが、次の工程でその表面にめっきを形成することが容易である銅を用いた。

【 0 0 3 3 】

[図 5 (4)]

図 5 (2) で形成したレジストを一旦剥離し、再度レジストを塗布し、パターンニングし、接合用金属端子のパターンを形成した。ここで用いる剥離液は、レジストが溶解し、かつ、形成した部材が著しく溶解することがなければ制約はない。

40

【 0 0 3 4 】

[図 5 (5)]

電気ニッケルめっきを用いて、図 5 (4) で形成したパターンにニッケル 2 1 を析出させた。ここでは、純ニッケルを用いたが、ニッケルの中に、低融点材料との濡れ性を良好にするため、銀や銅を微量混合させためっきを用いても良い。また、接合用金属端子材料として、銅を用いることも可能であるが、信頼性を確保するためには、ニッケルを用いることが望ましい。

【 0 0 3 5 】

[図 5 (6)]

図 5 (4) で形成したレジストを剥離した。ここで用いる剥離液は、レジストが溶解し

50

、かつ、形成した部材が著しく溶解することがなければ制約はない。続いて、図5(1)で形成した給電膜12をエッチングを用いて除去した。銅14のエッチングには、塩化鉄、アルカリ系エッチング液等の種類があるが、本実施例ではアンモニアを含有するアルカリ系エッチング液を用いた。ここでのエッチングでは、10秒以上のエッチング時間がないと制御が困難となって実用的観点では不利であるが、余りに長い時間エッチングを行うと、例えば5分を越えてエッチングするような場合には、サイドエッチングが大きくなり、タクトが長くなるという問題も生じる。そのため、エッチング液およびエッチング条件は、適宜実験により求めるのがよい。引き続き実施する給電膜のチタン13部分のエッチングには、過酸化水素を主成分とするエッチング液を用いた。何れのエッチングにおいても形成した部材が著しく溶解することがなければ制約はない。また、給電膜12にクロムを用いた場合は、過マンガン酸カリウムとメタケイ酸ナトリウムの混合液を用いた。

10

【0036】

図6に、本発明の実施例の接合用金属端子と接続する接合用金属端子(2)の形成方法を示す。

【0037】

[図6(1)]

ウエハ1上にチタン13(50ナノメートル)/銅14(0.5マイクロメートル)の多層膜からなる電気めっき用の給電膜12を形成した。ここでのチタンの機能は、その上下に位置する銅と基板(図では、ウエハ1となっているが、実際の半導体素子では、ウエハの表面に形成されたSiO₂、SiN、ポリイミドである)との接着を確保することにより、その膜厚はそれらの接着を維持する最低限でかまわない。所要膜厚は、スパッタエッチングおよびスパッタの条件、チタンの膜質などによっても変動する。なお、本実施例で使用したチタン膜に代えてクロム膜でも代替できる。

20

【0038】

一方、銅の膜厚は、後の工程で行う電気めっきを行ったときに、膜厚分布が生じない最小限度の膜厚が好ましく、めっき前処理として行う酸洗などでの膜減り量も考慮に入れたうえで膜厚分布を誘発しない膜厚を決定する。銅の膜厚を必要以上に厚くした場合、例えば1マイクロメートルを越える銅厚の場合には、スパッタ時間が長くなって生産効率が低下するという問題に加えて、後の工程で実施する給電膜12のエッチング除去の際に長時間エッチングが避けられず、その結果としてニッケル下の銅14のサイドエッチングが大きくなる。

30

【0039】

[図6(2)]

レジスト7を用いて、接合金属のパターンを形成し、電気めっきを用いて接合金属を形成した。ここでは、銅を用いることも可能であるが、信頼性を確保するためには、ニッケル21を用いることが望ましい。また、ニッケルの中に、接合用低融点材料との濡れ性を良好にするため、銀や銅を微量混合させためっきを用いても良い。

【0040】

[図6(3)]

図6(2)で形成したレジストを剥離した。ここで用いる剥離液は、レジストが溶解し、かつ、形成した部材が著しく溶解することがなければ制約はない。続いて、図6(1)で形成した給電膜12をエッチングを用いて除去した。銅14のエッチングには、塩化鉄、アルカリ系エッチング液等の種類があるが、本実施例ではアンモニアを含有するアルカリ系エッチング液を用いた。ここでのエッチングでは、10秒以上のエッチング時間がないと制御が困難となって実用的観点では不利であるが、余りに長い時間エッチングを行うと、例えば5分を越えてエッチングするような場合には、サイドエッチングが大きくなり、タクトが長くなるという問題も生じる。そのため、エッチング液およびエッチング条件は、適宜実験により求めるのがよい。引き続き実施する給電膜のチタン13部分のエッチングには、過酸化水素を主成分とするエッチング液を用いた。何れのエッチングにおいても形成した部材が著しく溶解することがなければ制約はない。また、給電膜12にクロ

40

50

ムを用いた場合は、過マンガン酸カリウムとメタケイ酸ナトリウムの混合液を用いた。

【0041】

図7に、本発明の実施例2の接合用金属端子(3)の形成方法を示す。本実施例では、スペーサとしての役割を果たす突起と、ウエハ同士を電氣的に接続するための低融点金属(実施例では錫)が形成される。

【0042】

[図7(1)]

ウエハ1上にチタン13(50ナノメートル)/銅14(0.5マイクロメートル)の多層膜からなる電気めっき用の給電膜12を形成した。ここでのチタンの機能は、その上下に位置する銅と基板(図では、ウエハ1となっているが、実際の半導体素子では、ウエハの表面に形成されたSiO₂、SiN、ポリイミドである)との接着を確保することであり、その膜厚はそれらの接着を維持する最低限でかまわない。所要膜厚は、スパッタエッチングおよびスパッタの条件、チタンの膜質などによっても変動する。なお、本実施例で使用したチタン膜に代えてクロム膜でも代替できる。

【0043】

一方、銅の膜厚は、後の工程で行う電気めっきを行ったときに、膜厚分布が生じない最小限度の膜厚が好ましく、めっき前処理として行う酸洗などでの膜減り量も考慮に入れたうえで膜厚分布を誘発しない膜厚を決定する。銅の膜厚を必要以上に厚くした場合、例えば1マイクロメートルを越える銅厚の場合には、スパッタ時間が長くなって生産効率が低下するという問題に加えて、後の工程で実施する給電膜12のエッチング除去の際に長時間エッチングが避けられず、その結果としてニッケル下の銅14のサイドエッチングが大きくなる。

【0044】

[図7(2)]

レジスト7を用いて、接合用金属端子に形成する突起のパターンを形成した。

【0045】

[図7(3)]

電気めっきを用いて、突起20を形成した。電気めっきの材料として、金、銀、銅、ニッケルなどを用いることが可能であるが、次の工程でその表面にめっきを形成することが容易である銅を用いた。

【0046】

[図7(4)]

図7(2)で形成したレジストを一旦剥離し、再度レジストを塗布し、パターンニングし、接合用金属端子のパターンを形成した。ここで用いる剥離液は、レジストが溶解し、かつ、形成した部材が著しく溶解することがなければ制約はない。

【0047】

[図7(5)]

電気ニッケルめっきを用いて、図7(4)で形成したパターンにニッケル21を析出させた。ここでは、純ニッケルを用いたが、ニッケルの中に、低融点材料との濡れ性を良好にするため、銀や銅を微量混合させためっきを用いても良い。また、接合用金属端子材料として、銅を用いることも可能であるが、信頼性を確保するためには、ニッケル21を用いることが望ましい。その上に、電気めっきを用いて錫15を形成した。ここでは、純錫を用いたが、錫銀めっき、錫銀銅めっきなど、錫を主体とした材料であれば、制約を設けるものではない。

【0048】

[図7(6)]

図7(4)で形成したレジストを剥離した。ここで用いる剥離液は、レジストが溶解し、かつ、形成した部材が著しく溶解することがなければ制約はない。続いて、図7(1)で形成した給電膜12をエッチングを用いて除去した。銅14のエッチングには、塩化鉄、アルカリ系エッチング液等の種類があるが、本実施例ではアンモニアを含有するアルカ

10

20

30

40

50

リ系エッチング液を用いた。ここでのエッチングでは、10秒以上のエッチング時間がないと制御が困難となって実用的観点では不利であるが、余りに長い時間エッチングを行うと、例えば5分を越えてエッチングするような場合には、サイドエッチングが大きくなり、タクトが長くなるという問題も生じる。そのため、エッチング液およびエッチング条件は、適宜実験により求めるのがよい。引き続き実施する給電膜のチタン13部分のエッチングには、過酸化水素を主成分とするエッチング液を用いた。何れのエッチングにおいても形成した部材が著しく溶解することがなければ制約はない。また、給電膜12にクロムを用いた場合は、過マンガン酸カリウムとメタケイ酸ナトリウムの混合液を用いた。

【0049】

[図7(7)]

錫を融点以上に加熱・溶融させ球形にした。

【0050】

図6に、本発明の実施例の接合用金属端子と接続する接合用金属端子(4)の形成方法を示す。

【0051】

[図8(1)]

ウエハ1上にチタン13(50ナノメートル)/銅14(0.5マイクロメートル)の多層膜からなる電気めっき用の給電膜12を形成した。ここでのチタンの機能は、その上下に位置する銅と基板(図では、ウエハ1となっているが、実際の半導体導体素子では、SiO₂、SiN、ポリイミドである)との接着を確保することであり、その膜厚はそれらの接着を維持する最低限でかまわない。所要膜厚は、スパッタエッチングおよびスパッタの条件、チタンの膜質などによっても変動する。なお、本実施例で使用したチタン膜に代えてクロム膜でも代替できる。

【0052】

一方、銅の膜厚は、後の工程で行う電気めっきを行ったときに、膜厚分布が生じない最小限度の膜厚が好ましく、めっき前処理として行う酸洗などでの膜減り量も考慮に入れたうえで膜厚分布を誘発しない膜厚を決定する。銅の膜厚を必要以上に厚くした場合、例えば1マイクロメートルを越える銅厚の場合には、スパッタ時間が長くなって生産効率が低下するという問題に加えて、後の工程で実施する給電膜12のエッチング除去の際に長時間エッチングが避けられず、その結果としてニッケル下の銅14のサイドエッチングが大きくなる。

【0053】

[図8(2)]

レジスト7を用いて、接合金属のパターンを形成し、電気めっきを用いて接合金属を形成した。ここでは、純ニッケルを用いたが、ニッケルの中に、低融点材料との濡れ性を良好にするため、銀や銅を微量混合させためっきを用いても良い。また、接合用金属端子材料として、銅を用いることも可能であるが、信頼性を確保するためには、ニッケル21を用いることが望ましい。

【0054】

[図8(3)]

その上に、電気めっきを用いて錫15を形成した。ここでは、純錫を用いたが、錫銀めっき、錫銀銅めっきなど、錫を主体とした材料であれば、制約を設けるものではない。

【0055】

[図8(4)]

図8(2)で形成したレジストを剥離した。ここで用いる剥離液は、レジストが溶解し、かつ、形成した部材が著しく溶解することがなければ制約はない。続いて、図8(1)で形成した給電膜12をエッチングを用いて除去した。銅14のエッチングには、塩化鉄、アルカリ系エッチング液等の種類があるが、本実施例ではアンモニアを含有するアルカリ系エッチング液を用いた。ここでのエッチングでは、10秒以上のエッチング時間がないと制御が困難となって実用的観点では不利であるが、余りに長い時間エッチングを行う

10

20

30

40

50

と、例えば5分を越えてエッチングするような場合には、サイドエッチングが大きくなり、タクトが長くなるという問題も生じる。そのため、エッチング液およびエッチング条件は、適宜実験により求めるのがよい。引き続いて実施する給電膜のチタン13部分のエッチングには、過酸化水素を主成分とするエッチング液を用いた。何れのエッチングにおいても形成した部材が著しく溶解することがなければ制約はない。また、給電膜12にクロムを用いた場合は、過マンガン酸カリウムとメタケイ酸ナトリウムの混合液を用いた。

【0056】

[図8(5)]

錫を融点以上に加熱・溶融させ球形にした。

【0057】

図5～図8で形成した接合用金属端子の形状を図9に示す。接合用金属端子(1)が本発明の実施例1の接合用金属端子であり、接合用金属端子(3)が本発明の実施例2の接合用金属端子である。接合用金属端子(2)(4)は、接合用金属端子(1)(3)と接合する接合用金属端子である。

10

【0058】

図9において、1はウエハである。13はチタンであり、14は銅である。チタン13と銅14は電気めっき用の給電膜である。20はウエハ同士を接合した時にウエハ同士を電氣的に接続する低融点金属(実施例では錫)の内部に設けられことになる突起であり、低融点金属の溶融時に変形せずウエハ間の高さを規定するための突起である。本発明の実施例では突起20の材料として銅を使用しているが、金、銀、ニッケル等の金属でもよい。21は低融点金属のバリアとなる金属であり、本発明の実施例ではニッケルを使用している。ニッケルの代わりに、低融点金属との濡れ性を良好にするために、銅や銀を微量混合したニッケルを90%以上含有する合金を用いてもよい。ニッケル21により低融点金属の拡散が防止できる。15はウエハ同士を電氣的に接合するための400以下で溶融する低融点金属である。本発明の実施例では錫を使用している。純錫だけでなく、錫銀、錫銀銅など、錫を90%以上含有する合金でもよい。

20

【0059】

図9に示す接合用金属端子(1)～(4)のサイズは、径が3～250 μm 、高さが3～250 μm 、好適には径が3～50 μm 、高さが3～50 μm である。

【0060】

これらの接合用金属端子を用いて接合した場合の組合せを図10に示す。ここで、「x」とある組合せは、低融点金属(錫または錫合金)が少なくとも一方に形成されていないため、加熱では接合できない組合せを記す。「-」とある組合せは、重複を示す。「従来」とある組合せは、金属同士の接合形態として、一般的に用いられている方法を示す。本発明の実施例の特徴である、少なくとも一方に突起が形成された接合金属の組合せに、「x」と記す。また、()内の添字は、図11に示す接合形態を示した図と対応している。

30

【0061】

図11に接合形態を示す。銅、錫およびニッケル部分のみを示し、ウエハ内の導体など細部については記述していない。また、アンダーフィル材(接着剤)も図示していないが、ウエハ層間に充填されている。

40

【0062】

図11の(ア)は、突起を有する接合用金属端子(1)と突起と低融点金属を有する接合用金属端子(3)が接合したものである。接合用金属端子(3)の低融点金属によってウエハ同士が電氣的に接続される。ウエハ間の高さは接合用金属端子(1)の突起と接合用金属端子(3)の突起により規定される。

【0063】

図11の(イ)は、接合用金属端子(2)と突起と低融点金属を有する接合用金属端子(3)が接合したものである。接合用金属端子(3)の低融点金属によってウエハ同士が電氣的に接続される。ウエハ間の高さは接合用金属端子(3)の突起により規定される。

50

【0064】

図11の(ウ)は、突起と低融点金属を有する接合用金属端子(3)同士が接合したものである。両方の接合用金属端子(3)の低融点金属によってウエ八同士が電氣的に接続される。ウエ八間の高さは両方の接合用金属端子(3)の突起により規定される。

【0065】

図11の(エ)は、突起を有する接合用金属端子(1)と低融点金属を有する接合用金属端子(4)が接合したものである。接合用金属端子(4)の低融点金属によってウエ八同士が電氣的に接続される。ウエ八間の高さは接合用金属端子(1)の突起により規定される。

【0066】

図11の(オ)は、突起と低融点金属を有する接合用金属端子(3)と低融点金属を有する接合用金属端子(4)が接合したものである。接合用金属端子(3)と接合用金属端子(4)の低融点金属によってウエ八同士が電氣的に接続される。ウエ八間の高さは接合用金属端子(3)の突起によって規定される。

【0067】

図12に、図11(ア)に示す接合用金属端子の組合せを用いた場合のウエ八の接続構造体(ア)の製造方法を示す。(1)に接合する直前の状態を示し、(2)に接合した後のウエ八の接続構造体(ア)を示す。61、62は接合する2枚のウエ八である。71は本発明の実施例2の接合用金属端子(3)であり、72は本発明の実施例1の接合用金属端子(1)である。60は接着剤である。

【0068】

図12(1)に示すように、ウエ八61には接合用金属端子(3)71が形成されており、ウエ八62には接合用金属端子(1)72が形成されている。ウエ八61に形成された接合用金属端子(3)71は突起20と低融点金属15を有する。ウエ八62に形成された接合用金属端子(1)72は突起20を有する。すなわち、図12は両方のウエ八の接合用金属端子が突起を有する場合である。ウエ八62のウエ八61と対向する面には接着剤60が塗布されている。なお、接着剤60はウエ八61の側に塗布してもよい。

【0069】

図12(2)に示すように、位置合わせを行った後、接触・加熱接合して、接合用金属端子(3)71の低融点金属15(実施例では錫)の融点以上で加熱する。このとき、接合用金属端子(3)71と接合用金属端子(1)72の間の接着剤60は押し退けられ、接合用金属端子(3)71と接合用金属端子(1)72は低融点金属15によって電氣的に接続する(本実施例では突起20は銅であるから、突起20も電氣的導通に貢献する)。このとき、熱硬化型接着剤を用いた場合、接着剤60も同時に硬化する。このようにして、低融点金属15の内部に突起20が設けられたウエ八の接続構造体を作成される。

【0070】

ウエ八間の高さは接合用金属端子(3)71の突起20と接合用金属端子(1)72の突起20により規定される。突起20があるために、接合用金属端子上に塗布した接着剤60を接合界面間に挟み込むことなく、ウエ八同士を接着しながら、電極部分では、電氣的導通を得ることが出来る。このとき、突起20は変形することがなく、またウエ八の間隔を一定にすることが可能となる。

【0071】

従来技術の突起のない接合用金属端子の場合は、加熱接合するときに、低融点金属が変形しウエ八間の高さが適切な高さに保たれなかったり、接合用金属端子間に接着剤を挟み込み電氣的導通が得られなかったりすることがあった。特に接合用金属端子のサイズが小さい場合に、このようなことが問題となった。

【0072】

これに対して、本発明の実施例の接合用金属端子は突起20を有するため、この突起20によりウエ八間の高さが規定され、また、低融点金属15が溶融してもその内部の突起20は変形しないため接着剤60を接合界面間に挟み込むことなく、電氣的導通を得るこ

10

20

30

40

50

とができる。変形しない突起 20 を有するために、接合時に強い力で押しつけることもでき、手加減をする必要もない。また、突起 20 の部分に力が集中するので、接着剤 60 を効果的に押し退けることができる。

【0073】

なお、図 12 は 2 枚のウエ八間の接合界面の部分を強調して拡大して示しており、ウエ八内部の構造やウエ八の反対側の面については省略している。また、図 12 では、各ウエ八に 3 個の接続用金属素子が設けられているが、実際には各ウエ八に多数の接続用金属素子が設けられる。図 12 の接合用金属端子 (3) 71 と接合用金属端子 (1) 72 は、図 3 (6) の接合金属 51' と接合金属 52' に対応する。

【0074】

図 13 に、図 11 (イ) に示す接合用金属端子の組合せを用いた場合のウエ八の接続構造体 (イ) の製造方法を示す。(1) は接合する直前の状態を示しており、(2) は接合した後の状態を示す。61、62 は接合する 2 枚のウエ八である。71 は本発明の実施例 2 の接合用金属端子 (3) であり、73 は接合用金属端子 (2) である。60 は接着剤である。

【0075】

図 13 は、図 12 の接合用金属端子 (1) 72 の代わりに、接合用金属端子 (2) 73 がウエ八 62 に設けられていることだけが相違する。すなわち、図 13 では、接合する 2 枚のウエ八のうち一方のウエ八 61 の接合用金属端子のみに突起 20 を有する。したがって、図 13 についての説明は、ウエ八間の高さが接合用金属端子 (3) 71 の突起 20 のみによって規定されていることを除き、図 12 についての説明と同様である。

【0076】

また、図 11 (ウ) ~ (オ) に示す接合用金属端子の組合せを用いた場合のウエ八の接続構造体の製造方法も、図 12、図 13 およびその説明と同様である。

【0077】

以上説明したウエ八は、円形のウエ八だけでなく、円形のウエ八から任意の形状 (例えば四角形) に切り出したウエ八であってもよい。

【0078】

以上、ウエ八とウエ八の接続構造体について説明してきたが、回路基板と回路基板の接続構造体であっても同様である。

【0079】

以上、本発明者によってなされた発明を、前記実施例に基づき具体的に説明したが、本発明は、前記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能であることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【0080】

【図 1】3次元実装工程 (その 1)

【図 2】3次元実装工程 (その 2)

【図 3】3次元実装工程 (その 3)

【図 4】3次元実装工程 (その 4)

【図 5】接合用金属端子 (1) の形成方法

【図 6】接合用金属端子 (2) の形成方法

【図 7】接合用金属端子 (3) の形成方法

【図 8】接合用金属端子 (4) の形成方法

【図 9】接合用金属端子

【図 10】接合用金属端子の組合せ (表)

【図 11】接合用金属端子の組合せ (接合形態)

【図 12】ウエ八の接続構造体 (ア) の製造方法

【図 13】ウエ八の接続構造体 (イ) の製造方法

【符号の説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 8 1 】

1 ... ウエハ、 2 ... 導体、 3 ... 配線層、 4 ... 絶縁膜、 4 1 ... 半導体素子に繋がる配線、 4 2 ... 半導体工程で形成されたパッド、 5 1 ... 接合金属、 5 2 ... 接合金属、 6 ... 接着剤、 7 ... レジスト、 8 ... インタポーザ、 9 ... 積層した半導体素子、 1 0 ... コントロールチップ、 1 1 ... 接続用バンプ、 1 2 ... 給電膜、 1 3 ... チタン、 1 4 ... 銅、 1 5 ... 錫、 2 0 ... 突起、 2 1 ... ニッケル、 6 0 ... 接着剤、 6 1、 6 2 ... ウエハ、 7 1 ... 接合用金属端子（ 3 ）、 7 2 ... 接合用金属端子（ 1 ）、 7 3 ... 接合用金属端子（ 2 ）

【 図 1 】

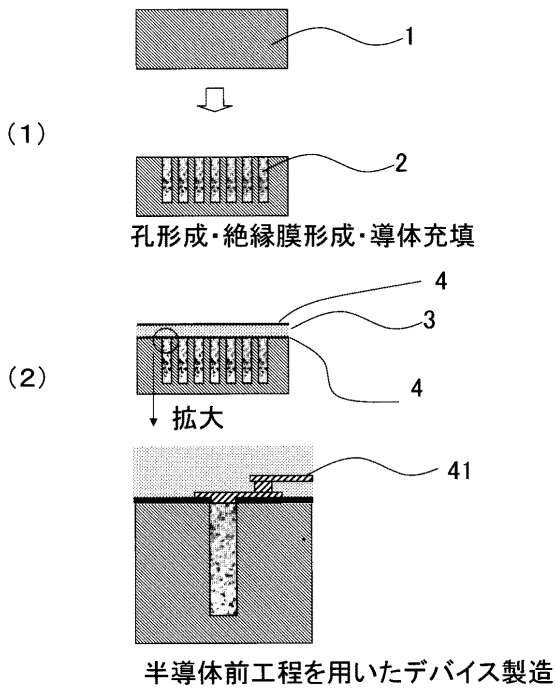


図1 3次元実装工程(その1)

【 図 2 】

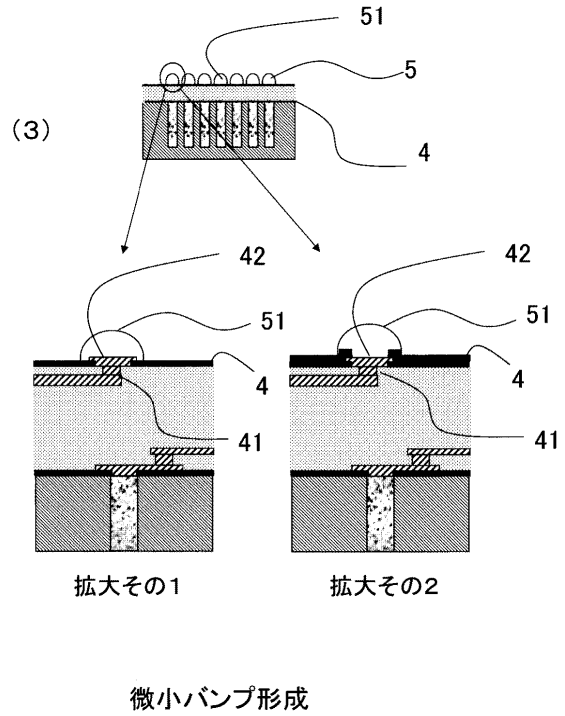


図2 3次元実装工程(その2)

【 図 3 】

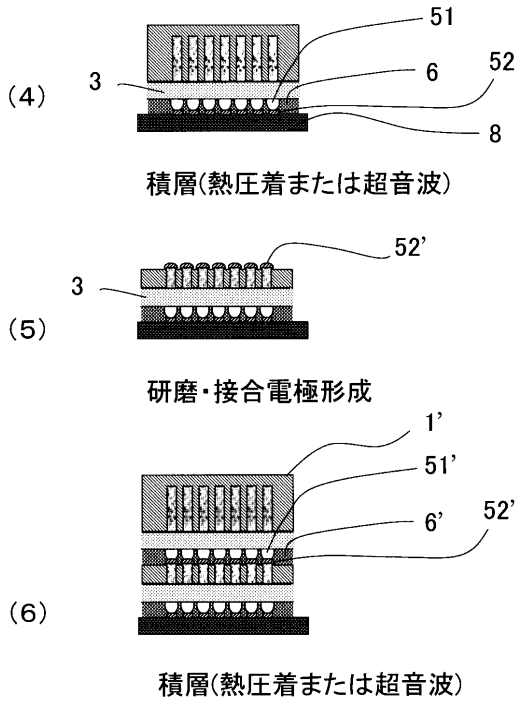
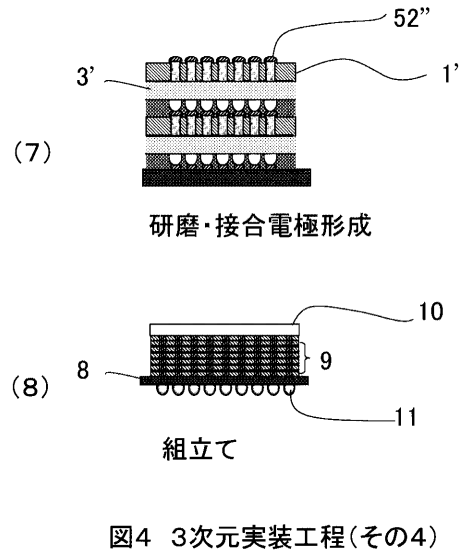


図3 3次元実装工程(その3)

【 図 4 】



【 図 5 】

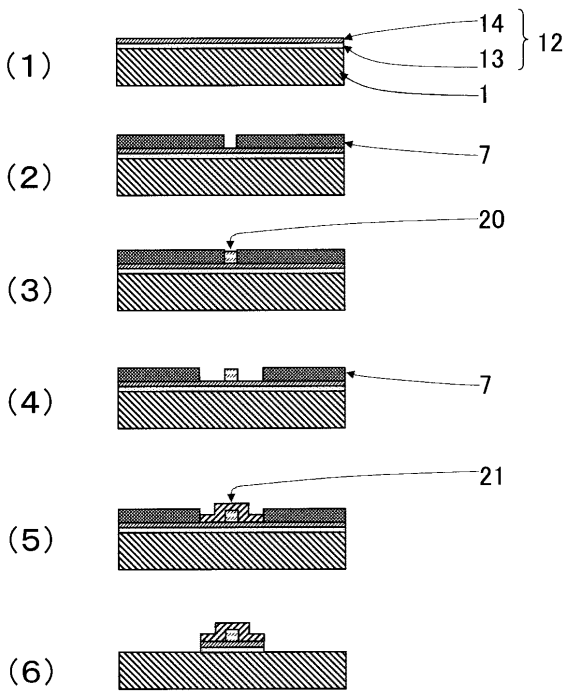


図5 接合用金属端子(1)の形成方法

【 図 6 】

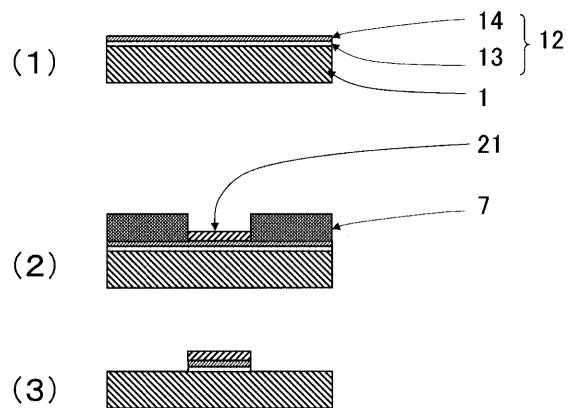


図6 接合用金属端子(2)の形成方法

【 図 7 】

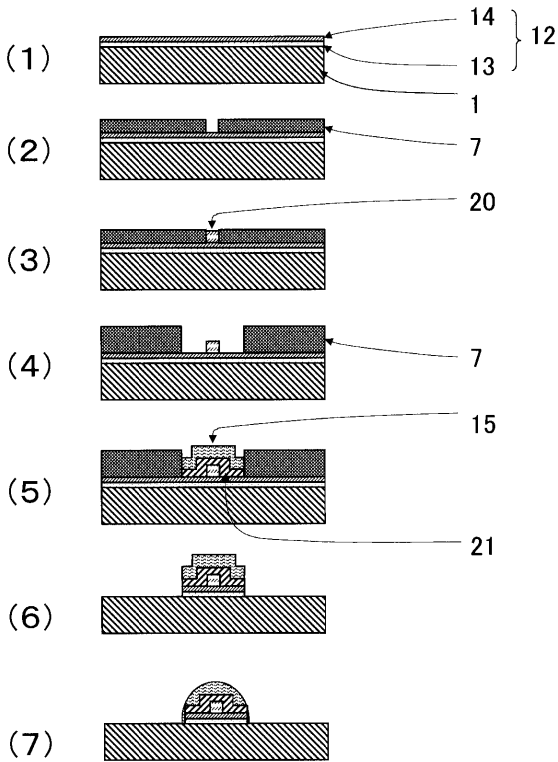


図7 接合用金属端子(3)の形成方法

【 図 8 】

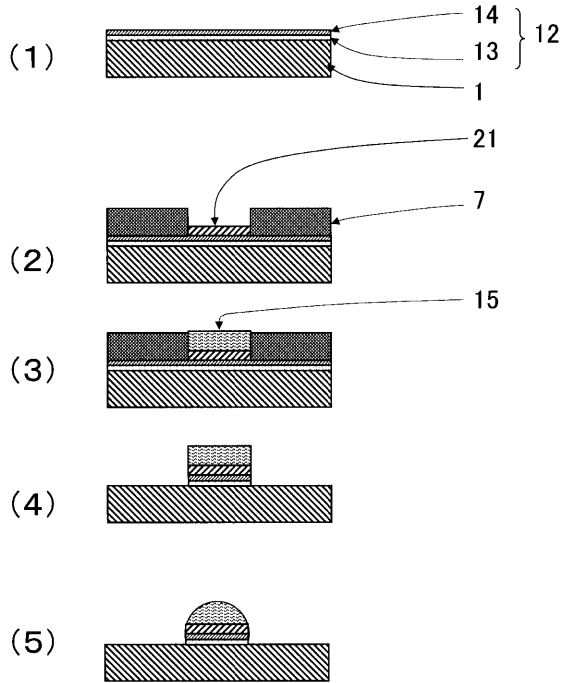


図8 接合用金属端子(4)の形成方法

【 図 9 】

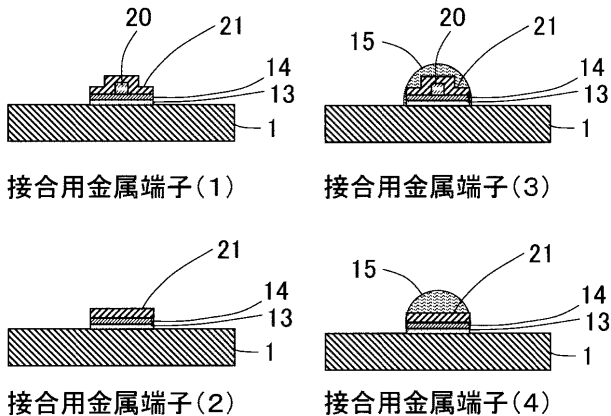


図9 接合用金属端子

【 図 10 】

	接合用金属端子(1)	接合用金属端子(2)	接合用金属端子(3)	接合用金属端子(4)
接合用金属端子(1)	×	×	○(ア)	○(エ)
接合用金属端子(2)	—	×	○(イ)	従来
接合用金属端子(3)	—	—	○(ウ)	○(オ)
接合用金属端子(4)	—	—	—	従来

○:本発明 ()内添字は図11に示す図と対応
 ×:接合不可 従来:従来から行われている接合構造
 —:重複

図10 接合用端子の組合せ(表)

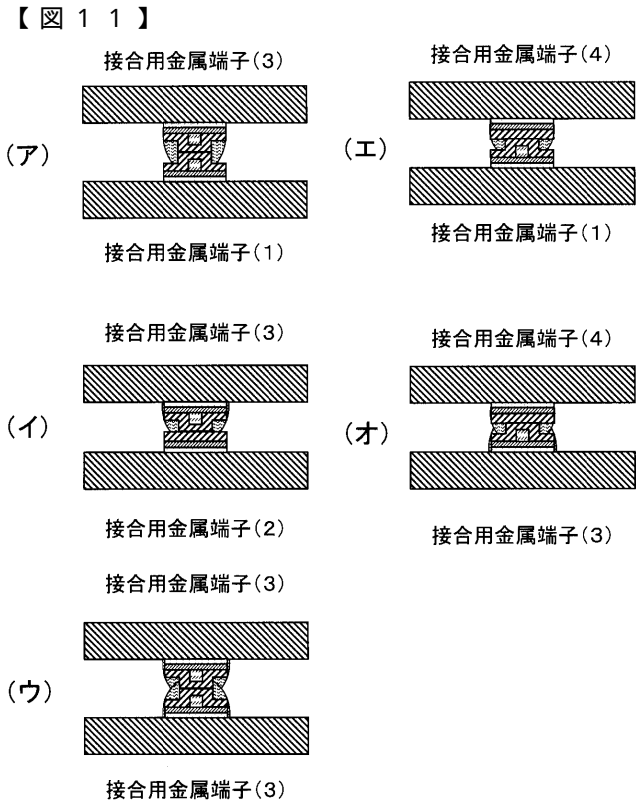


図11 接合用端子の組合せ(接合形態)

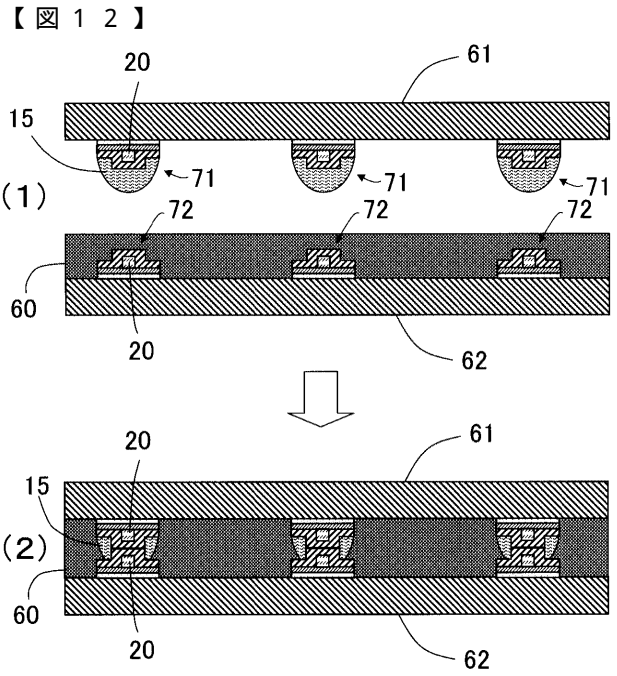


図12 ウエハの接続構造体(ア)の製造方法

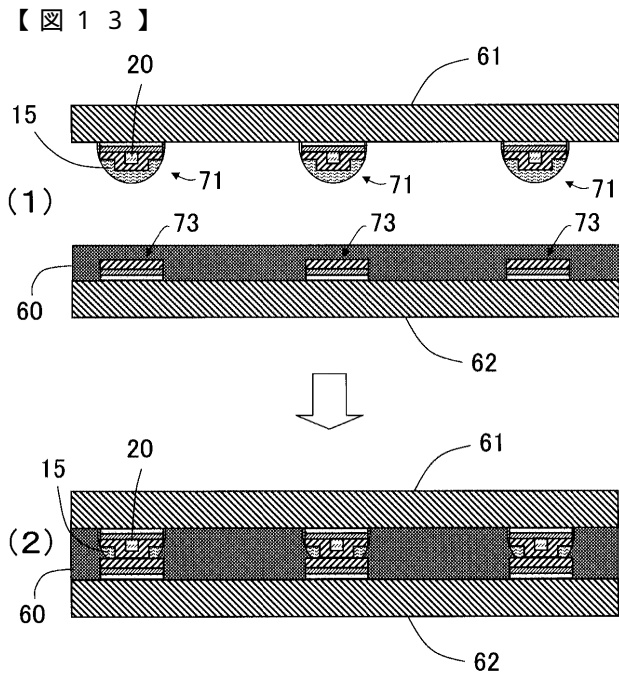


図13 ウエハの接続構造体(イ)の製造方法

フロントページの続き

- (72)発明者 西 邦彦
東京都千代田区外神田一丁目18番13号 株式会社日立製作所モノづくり技術事業部内
- (72)発明者 中 康弘
茨城県ひたちなか市堀口832番地2 株式会社日立製作所機械研究所内
- (72)発明者 久野 奈柄
茨城県ひたちなか市堀口832番地2 株式会社日立製作所機械研究所内
- (72)発明者 池田 博明
東京都中央区八重洲二丁目2番1号 エルピーダメモリ株式会社内
- (72)発明者 石野 正和
東京都中央区八重洲二丁目2番1号 エルピーダメモリ株式会社内
- (72)発明者 三宅 秀治
東京都中央区八重洲二丁目2番1号 エルピーダメモリ株式会社内
- (72)発明者 内山 士郎
東京都中央区八重洲二丁目2番1号 エルピーダメモリ株式会社内