

(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2009-164261

(P2009-164261A)

(43) 公開日 平成21年7月23日(2009.7.23)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 23/12 (2006.01)	HO 1 L 23/12 5 O 1 W	5 F O 4 4
HO 1 L 21/60 (2006.01)	HO 1 L 21/60 3 1 1 S	

審査請求 未請求 請求項の数 30 O L (全 36 頁)

(21) 出願番号	特願2007-340498 (P2007-340498)	(71) 出願人	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(22) 出願日	平成19年12月28日(2007.12.28)	(74) 代理人	100091292 弁理士 増田 達哉
		(74) 代理人	100091627 弁理士 朝比 一夫
		(72) 発明者	伊藤 佳史 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		Fターム(参考)	5F044 LL13 QQ01

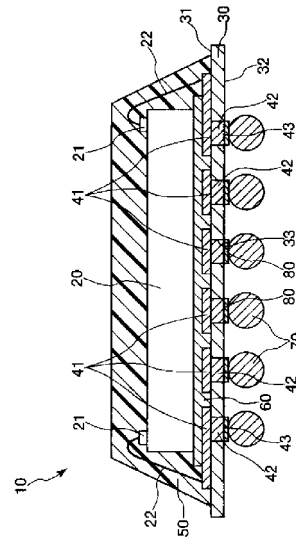
(54) 【発明の名称】 半導体装置および電子機器

(57) 【要約】

【課題】基板が備えるビア内に設けられた導体ポストに、金属性のバンプを高い寸法精度でかつ確実に接合することができ、高い信頼性が得られる半導体装置、かかる半導体装置を備える信頼性に優れた電子機器を提供すること。

【解決手段】本発明の半導体装置10は、ビア33内に設けられた導体ポスト42と配線パターン41とを有するインターポーザー30と、導体ポスト42に接合されたバンプ70と、導体ポスト42とバンプ70とを仮接合する接合膜80とを有している。この接合膜80は、その少なくとも一部の領域にエネルギーを付与することにより、表面85付近に存在する脱離基が脱離し、これにより接合膜80の表面85に発現した接着性によって、導体ポスト42とバンプ70とを仮接合しているものである。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

貫通孔を有し、半導体素子を支持・固定する基板と、
該基板の一方の面側に設けられた配線パターンと、
前記基板の貫通孔内に設けられ、前記配線パターンの一部と電氣的に接続された導体ポストと、

前記導体ポストに仮接合され、前記基板の他方の面から突出する金属性のバンプと、
導電性を備え、前記導体ポストと前記バンプとを仮接合する接合膜とを有し、
前記接合膜は、金属原子と、該金属原子と結合する酸素原子と、前記金属原子および前記酸素原子の少なくとも一方に結合する脱離基とを含み、

前記接合膜は、その少なくとも一部の領域にエネルギーを付与したことにより、前記接合膜の表面付近に存在する前記脱離基が、前記金属原子および前記酸素原子の少なくとも一方から脱離することにより、前記接合膜の表面の前記領域に発現した接着性によって、前記導体ポストと前記バンプとを仮接合していることを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】

前記脱離基は、前記接合膜の表面付近に偏在している請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 3】

前記金属原子は、インジウム、スズ、亜鉛、チタン、およびアンチモンのうちの少なくとも 1 種である請求項 1 または 2 に記載の半導体装置。

【請求項 4】

前記脱離基は、水素原子、炭素原子、窒素原子、リン原子、硫黄原子およびハロゲン原子、またはこれらの各原子で構成される原子団のうちの少なくとも 1 種である請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項 5】

前記接合膜は、インジウム錫酸化物 (ITO)、インジウム亜鉛酸化物 (IZO)、アンチモン錫酸化物 (ATO)、フッ素含有インジウム錫酸化物 (FTO)、酸化亜鉛 (ZnO) または二酸化チタン (TiO₂) に、脱離基として水素原子が導入されたものである請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項 6】

前記接合膜中の金属原子と酸素原子の存在比は、3 : 7 ~ 7 : 3 である請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項 7】

貫通孔を有し、半導体素子を支持・固定する基板と、
該基板の一方の面側に設けられた配線パターンと、
前記基板の貫通孔内に設けられ、前記配線パターンの一部と電氣的に接続された導体ポストと、

前記導体ポストに仮接合され、前記基板の他方の面から突出する金属性のバンプと、
導電性を備え、前記導体ポストと前記バンプとを仮接合する金属性の接合膜とを有し、
前記接合膜は、金属原子と、有機成分で構成される脱離基とを含み、

前記接合膜は、その少なくとも一部の領域にエネルギーを付与したことにより、前記接合膜の表面付近に存在する前記脱離基が当該接合膜から脱離することにより、前記接合膜の表面の前記領域に発現した接着性によって、前記導体ポストと前記バンプとを仮接合していることを特徴とする半導体装置。

【請求項 8】

前記接合膜は、有機金属材料を原材料として、有機金属化学気相成長法を用いて成膜されたものである請求項 7 に記載の半導体装置。

【請求項 9】

前記接合膜は、低還元性雰囲気下で成膜されたものである請求項 8 に記載の半導体装置。

【請求項 10】

前記接合膜は、低還元性雰囲気下で成膜されたものである請求項 8 に記載の半導体装置。

10

20

30

40

50

前記脱離基は、前記有機金属材料に含まれる有機物の一部が残存したものである請求項 8 または 9 に記載の半導体装置。

【請求項 1 1】

前記脱離基は、炭素原子を必須成分とし、水素原子、窒素原子、リン原子、硫黄原子およびハロゲン原子のうち少なくとも 1 種を含む原子団で構成される請求項 8 ないし 1 0 のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項 1 2】

前記脱離基は、アルキル基である請求項 1 1 に記載の半導体装置。

【請求項 1 3】

前記有機金属材料は、金属錯体である請求項 8 ないし 1 2 のいずれかに記載の半導体装置。 10

【請求項 1 4】

前記金属原子は、銅、アルミニウム、亜鉛および鉄のうち少なくとも 1 種である請求項 7 ないし 1 3 のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項 1 5】

前記接合膜中の金属原子と炭素原子との存在比は、3 : 7 ~ 7 : 3 である請求項 7 ないし 1 4 のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項 1 6】

前記接合膜は、その少なくとも表面付近に存在する前記脱離基が、当該接合膜から脱離した後に、活性手が生じる請求項 1 ないし 1 5 のいずれかに記載の半導体装置。 20

【請求項 1 7】

前記活性手は、未結合手または水酸基である請求項 1 6 に記載の半導体装置。

【請求項 1 8】

前記接合膜の平均厚さは、1 ~ 1 0 0 0 nm である請求項 1 ないし 1 7 のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項 1 9】

前記接合膜は、流動性を有さない固体状をなしている請求項 1 ないし 1 8 のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項 2 0】

前記導体ポストの前記接合膜と接している面には、予め、前記接合膜との密着性を高める表面処理が施されている請求項 1 ないし 1 9 のいずれかに記載の半導体装置。 30

【請求項 2 1】

前記パンプには、予め、前記接合膜との密着性を高める表面処理が施されている請求項 1 ないし 2 0 のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項 2 2】

前記表面処理は、プラズマ処理である請求項 2 0 または 2 1 に記載の半導体装置。

【請求項 2 3】

前記エネルギーの付与は、前記接合膜にエネルギー線を照射する方法、前記接合膜を加熱する方法、および前記接合膜に圧縮力を付与する方法のうち少なくとも 1 つの方法により行われる請求項 1 ないし 2 2 のいずれかに記載の半導体装置。 40

【請求項 2 4】

前記エネルギー線は、波長 1 2 6 ~ 3 0 0 nm の紫外線である請求項 2 3 に記載の半導体装置。

【請求項 2 5】

前記加熱の温度は、2 5 ~ 1 0 0 である請求項 2 3 または 2 4 に記載の半導体装置。

【請求項 2 6】

前記圧縮力は、0 . 2 ~ 1 0 M P a である請求項 2 3 ないし 2 5 のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項 2 7】

前記エネルギーの付与は、大気雰囲気中で行われる請求項 2 3 ないし 2 6 のいずれかに 50

記載の半導体装置。

【請求項 28】

前記バンプは、ろう材を主材料として構成されている請求項 1 ないし 27 のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項 29】

前記ろう材は、半田または鉛フリー半田である請求項 28 に記載の半導体装置。

【請求項 30】

請求項 1 ないし 29 のいずれかに記載の半導体装置と、該半導体装置を搭載する回路基板とを有し、溶融・固化した前記バンプが、前記回路基板が備える端子に本接合していることを特徴とする電子機器。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体装置および電子機器に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年のパーソナルコンピュータや携帯型通信機器の小型化、高性能化の要求に伴い、それらに実装される CPU (中央処理装置)、半導体メモリ、その他の半導体装置の小型化、高集積化の要求が高まっている。

半導体装置の高集積化に伴い、リードフレームを用いた半導体パッケージから、BGA (Ball Grid Array) 型や CSP (Chip Size Package) 型の半導体パッケージへの移行が急速に進展している。

これらの半導体パッケージは、接続端子を増やすことが容易であり、また、内部配線の引き回し経路も短くなるので高速化の面でも優れたものである。

20

【0003】

図 16 は、半導体パッケージの構成の一例を示す図 (拡大縦断面図) である。

図 16 に示すように、この半導体パッケージ 900 は、貫通孔 (ビア) 901 が形成されたインターポザ 902 と、インターポザ 902 の一方の面 (図 16 中、上面) に設けられた配線パターン 903 と、インターポザ 902 のビア 901 内に設けられ、配線パターン 903 の一部と電氣的に接続された導体ポスト 904 と、インターポザ 902 の他方の面 (図 16 中、下面) に臨む導体ポスト 904 の端面 (以下、「接合面 904a」と言う。) に接合され、この面から突出するバンプ 905 とを有している。

30

【0004】

また、半導体パッケージ 900 は、インターポザ 902 の上側に、配線パターン 903 と電氣的に接続された半導体チップ 906 が設置されている。

ところで、このような半導体パッケージ 900 のバンプ 905 としては、ろう材によって構成されたボール状の端子 (半田ボール) が主流である。この半田ボール (バンプ 905) の導体ポスト 904 に対する接合は、一般に、これら同士の間には粘性を有するフラックスを介在させることにより行われる (例えば、特許文献 1、2 参照。)

【0005】

このフラックスを用いた接合では、フラックスの粘性を用いて接合しているため、導体ポスト 904 と半田ボールの組み合わせによっては、十分な接合強度が得られず、半田ボールが位置ズレたり脱落してしまうという問題がある。

また、これとは逆に、接合強度を優先して導体ポスト 904 と半田ボールの材料を選択すると、この場合では、高い導電性を得るのが困難になる。

40

【0006】

【特許文献 1】特開平 8 - 330473 号公報

【特許文献 2】特開 2006 - 54494 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 0 7 】

本発明の目的は、基板が備えるビア内に設けられた導体ポストに、金属性のバンプを高い寸法精度でかつ確実に接合することができ、高い信頼性が得られる半導体装置、かかる半導体装置を備える信頼性に優れた電子機器を提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

このような目的は、下記の本発明により達成される。

本発明の半導体装置は、貫通孔を有し、半導体素子を支持・固定する基板と、該基板の一方の面側に設けられた配線パターンと、

前記基板の貫通孔内に設けられ、前記配線パターンの一部と電気的に接続された導体ポストと、

前記導体ポストに仮接合され、前記基板の他方の面から突出する金属性のバンプと、導電性を備え、前記導体ポストと前記バンプとを仮接合する接合膜とを有し、

前記接合膜は、金属原子と、該金属原子と結合する酸素原子と、前記金属原子および前記酸素原子の少なくとも一方に結合する脱離基とを含み、

前記接合膜は、その少なくとも一部の領域にエネルギーを付与したことにより、前記接合膜の表面付近に存在する前記脱離基が、前記金属原子および前記酸素原子の少なくとも一方から脱離することにより、前記接合膜の表面の前記領域に発現した接着性によって、前記導体ポストと前記バンプとを仮接合していることを特徴とする。

これにより、基板のビア内に設けられた導体ポストに金属性のバンプを、高い寸法精度でかつ確実に接合することができ、信頼性に優れた半導体装置が得られる。

【 0 0 0 9 】

本発明の半導体装置は、前記脱離基は、前記接合膜の表面付近に偏在していることが好ましい。

これにより、接合膜に金属酸化物膜としての機能を好適に発揮させることができる。すなわち、接合膜に、接合膜としての機能の他に、導電性等の特性に優れた金属酸化物膜としての機能を好適に付与することができる。

本発明の半導体装置では、前記金属原子は、インジウム、スズ、亜鉛、チタン、およびアンチモンのうちの少なくとも1種であることが好ましい。

接合膜を、これらの金属原子を含むものとすることにより、接合膜は、優れた導電性を発揮するものとなる。

【 0 0 1 0 】

本発明の半導体装置では、前記脱離基は、水素原子、炭素原子、窒素原子、リン原子、硫黄原子およびハロゲン原子、またはこれらの各原子で構成される原子団のうちの少なくとも1種であることが好ましい。

これらの脱離基は、エネルギーの付与による結合/脱離の選択性に比較的優れている。このため、エネルギーを付与することによって比較的簡単に、かつ均一に脱離する脱離基が得られることとなり、接合膜の接着性をより高度化することができる。

【 0 0 1 1 】

本発明の半導体装置では、前記接合膜は、インジウム錫酸化物 (ITO)、インジウム亜鉛酸化物 (IZO)、アンチモン錫酸化物 (ATO)、フッ素含有インジウム錫酸化物 (FTO)、酸化亜鉛 (ZnO) または二酸化チタン (TiO₂) に、脱離基として水素原子が導入されたものであることが好ましい。

かかる構成の接合膜は、それ自体が優れた機械的特性を有している。また、多くの材料に対して特に優れた接着性を示すものである。したがって、このような接合膜は、導体ポストに対して特に強固に接合するとともに、バンプに対しても特に強い被着力を示し、その結果として、導体ポストにバンプを確実に仮接合することができる。

本発明の半導体装置では、前記接合膜中の金属原子と酸素原子の存在比は、3 : 7 ~ 7 : 3 であることが好ましい。

これにより、接合膜の安定性が高くなり、導体ポストにバンプをより確実に仮接合する

10

20

30

40

50

ことができる。

【0012】

本発明の半導体装置は、貫通孔を有し、半導体素子を支持・固定する基板と、該基板の一方の面側に設けられた配線パターンと、前記基板の貫通孔内に設けられ、前記配線パターンの一部と電氣的に接続された導体ポストと、

前記導体ポストに仮接合され、前記基板の他方の面から突出する金属性のバンプと、導電性を備え、前記導体ポストと前記バンプとを仮接合する金属性の接合膜とを有し、前記接合膜は、金属原子と、有機成分で構成される脱離基とを含み、前記接合膜は、その少なくとも一部の領域にエネルギーを付与したことにより、前記接合膜の表面付近に存在する前記脱離基が当該接合膜から脱離することにより、前記接合膜の表面の前記領域に発現した接着性によって、前記導体ポストと前記バンプとを仮接合していることを特徴とする。

これにより、基板のビア内に設けられた導体ポストに金属性のバンプを、高い寸法精度でかつ確実に接合することができ、信頼性に優れた半導体装置が得られる。

【0013】

本発明の半導体装置では、前記接合膜は、有機金属材料を原材料として、有機金属化学気相成長法を用いて成膜されたものであることが好ましい。

かかる方法によれば、比較的簡単な工程で、かつ、均一な膜厚の接合膜を成膜することができる。

本発明の半導体装置では、前記接合膜は、低還元性雰囲気下で成膜されたものであることが好ましい。

これにより、基板上に純粋な金属膜が形成されることなく、有機金属材料中に含まれる有機物の一部を残存させた状態で成膜することができる。すなわち、接合膜および金属膜としての双方の特性に優れた接合膜を形成することができる。

【0014】

本発明の半導体装置では、前記脱離基は、前記有機金属材料に含まれる有機物の一部が残存したものであることが好ましい。

このように成膜した際に膜中に残存する残存物を脱離基として用いる構成とすることにより、形成された金属膜中に脱離基を導入する必要がなく、比較的簡単な工程で接合膜を成膜することができる。

【0015】

本発明の半導体装置では、前記脱離基は、炭素原子を必須成分とし、水素原子、窒素原子、リン原子、硫黄原子およびハロゲン原子のうちの少なくとも1種を含む原子団で構成されることが好ましい。

これらの脱離基は、エネルギーの付与による結合/脱離の選択性に比較的優れている。このため、エネルギーを付与することによって比較的簡単に、かつ均一に脱離する脱離基が得られることとなり、接合膜の接着性をより高度化することができる。

【0016】

本発明の半導体装置では、前記脱離基は、アルキル基であることが好ましい。

アルキル基で構成される脱離基は、化学的な安定性が高いため、脱離基としてアルキル基を備える接合膜は、耐候性および耐薬品性に優れたものとなる。

本発明の半導体装置では、前記有機金属材料は、金属錯体であることが好ましい。

金属錯体を用いて接合膜を成膜することにより、金属錯体中に含まれる有機物の一部を残存した状態で、確実に接合膜を形成することができる。

【0017】

本発明の半導体装置では、前記金属原子は、銅、アルミニウム、亜鉛および鉄のうちの少なくとも1種であることが好ましい。

接合膜を、これらの金属原子を含むものとすることにより、接合膜は、優れた導電性を発揮するものとなる。

10

20

30

40

50

本発明の半導体装置では、前記接合膜中の金属原子と炭素原子との存在比は、3 : 7 ~ 7 : 3であることが好ましい。

金属原子と炭素原子の存在比を前記範囲内になるよう設定することにより、接合膜の安定性が高くなり、導体ポストとパンプとをより確実に仮接合することができる。また、接合膜を優れた導電性を発揮するものとすることができる。

【0018】

本発明の半導体装置では、前記接合膜は、その少なくとも表面付近に存在する前記脱離基が、当該接合膜から脱離した後に、活性手が生じることが好ましい。

これにより、導体ポストとパンプに対して、化学的結合に基づいて確実に仮接合可能なものとなる。

本発明の半導体装置では、前記活性手は、未結合手または水酸基であることが好ましい。

これにより、接合膜に対して、パンプをより確実に仮接合することが可能となる。

【0019】

本発明の半導体装置では、前記接合膜の平均厚さは、1 ~ 1000 nmであることが好ましい。

これにより、パンプの位置精度が著しく低下するのを防止しつつ、パンプと導体ポストとをより確実に仮接合することができる。

本発明の半導体装置では、前記接合膜は、流動性を有さない固体状をなしていることが好ましい。

これにより、接合膜自体が寸法精度の高いものとなり、接合膜にパンプを仮接合して得られる半導体装置においても、パンプの位置ずれや高さのばらつきが生じ難く、寸法精度が高いものとなる。

【0020】

本発明の半導体装置では、前記導体ポストの前記接合膜と接している面には、予め、前記接合膜との密着性を高める表面処理が施されていることが好ましい。

これにより、導体ポストの表面を清浄化および活性化し、接合膜と導体ポストとの接合を確実に行うことができる。

本発明の半導体装置では、前記パンプには、予め、前記接合膜との密着性を高める表面処理が施されていることが好ましい。

これにより、パンプの表面を清浄化および活性化し、接合膜とパンプとの接合を確実に行うことができる。

【0021】

本発明の半導体装置では、前記表面処理は、プラズマ処理であることが好ましい。

これにより、導体ポストやパンプの表面を特に最適化することができる。

本発明の半導体装置では、前記エネルギーの付与は、前記接合膜にエネルギー線を照射する方法、前記接合膜を加熱する方法、および前記接合膜に圧縮力を付与する方法のうちの少なくとも1つの方法により行われることが好ましい。

これにより、接合膜に対して比較的簡単に効率よくエネルギーを付与することができる。

【0022】

本発明の半導体装置では、前記エネルギー線は、波長126 ~ 300 nmの紫外線であることが好ましい。

これにより、接合膜に付与されるエネルギー量が最適化されるので、接合膜中の脱離基を確実に脱離させることができる。その結果、接合膜の特性（機械的特性、化学的特性等）が低下するのを防止しつつ、接合膜に接着性を発現させることができる。

【0023】

本発明の半導体装置では、前記加熱の温度は、25 ~ 100 °Cであることが好ましい。

これにより、接合体が熱によって変質・劣化するのを確実に防止しつつ、接合膜に対するパンプの接合がより確実なものとなる。

10

20

30

40

50

本発明の半導体装置では、前記圧縮力は、 $0.2 \sim 10 \text{ MPa}$ であることが好ましい。
これにより、圧力が高すぎて導体ポストやバンプに損傷等が生じるのを防止しつつ、接合膜に、バンプとの十分な接着性が発現する。

【0024】

本発明の半導体装置では、前記エネルギーの付与は、大気雰囲気中で行われることが好ましい。

これにより、雰囲気を制御することに手間やコストをかける必要がなくなり、エネルギーの付与をより簡単に行うことができる。

本発明の半導体装置では、前記バンプは、ろう材を主材料として構成されていることが好ましい。

これにより、バンプを、回路基板の端子に、容易かつ確実に接合することができる。

【0025】

本発明の半導体装置では、前記ろう材は、半田または鉛フリー半田であることが好ましい。

半田は、導電性に優れかつ比較的低温で溶融するため、半田によって構成されたバンプは、回路基板の端子に、より容易に接合することができる。

本発明の電子機器は、本発明の半導体装置と、該半導体装置を搭載する回路基板とを有し、溶融・固化した前記バンプが、前記回路基板が備える端子に本接合していることを特徴とする。

これにより、信頼性の高い電子機器が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

以下、本発明の半導体装置および電子機器を、添付図面に示す好適実施形態に基づいて詳細に説明する。

<半導体装置>

まず、本発明の半導体装置について説明する。

図1は、本発明の半導体装置を示す縦断面図、図2は、図1に示す半導体装置が備える、Iの構成の接合膜のエネルギー付与前の状態を示す部分拡大図、図3は、図1に示す半導体装置が備える、Iの構成の接合膜のエネルギー付与後の状態を示す部分拡大図、図4は、Iの構成の接合膜を成膜する際に用いられる成膜装置を模式的に示す縦断面図、図5は、図4に示す成膜装置が備えるイオン源の構成を示す模式図、図6は、IIの構成の接合膜のエネルギー付与前の状態を示す部分拡大図、図7は、IIの構成の接合膜のエネルギー付与後の状態を示す部分拡大図、図8は、IIの構成の接合膜を成膜する際に用いられる成膜装置を模式的に示す縦断面図である。なお、以下では、説明の都合上、図1～図7中の上側を「上」または「上方」、下側を「下」または「下方」と言う。

【0027】

図1に示す半導体装置（半導体パッケージ）10は、BGA（Ball Grid Array）型の半導体パッケージであり、半導体チップ20と、インターポザー（基板）30と、配線パターン41と、複数の導体ポスト42と、導体ポスト42に対応して複数設けられた接合膜80およびバンプ（端子）70とを有している。

インターポザー（支持台）30は、絶縁基板であり、例えばポリイミド等の各種樹脂材料で構成されている。このインターポザー30の平面視形状は、通常、正方形、長方形等の四角形とされる。

【0028】

インターポザー30の上面（一方の面）31側には、例えば銅等の導電性金属材料で構成される配線パターン41が、所定形状で設けられている。

また、インターポザー30には、その厚さ方向に貫通して、複数のピア（スルーホール：貫通孔）33が形成されている。このピア内には、導電性材料で構成される導体ポスト（導電層）42が設けられている。

【0029】

10

20

30

40

50

導体ポスト42は、その一端（インターポザー30の上面に臨む端面）が、配線パターン41の一部に電氣的に接続されている。また、導体ポスト42の他端（インターポザー30の下面に臨む端面：以下、「接合面43」と言う。）には、導電性を有する接合膜80を介して、金属性のパンプ70が仮接合されている。これにより、金属性のパンプ70は、導体ポスト42および接合膜80を介して、配線パターン41の一部に電氣的に接続されている。

【0030】

導体ポスト42の構成材料（導電性材料）としては、それぞれ、例えば、Au、Ag、Cu、または、これらを含む合金のような金属系材料、インジウム錫酸化物（ITO）、インジウム亜鉛酸化物（IZO）、アンチモン錫酸化物（ATO）、フッ素含有インジウム錫酸化物（FTO）、酸化亜鉛（ZnO）、二酸化チタン（TiO₂）のような金属酸化物系材料等が挙げられ、これらのうちの1種または2種以上を組み合わせ用いることができる。さらには、ポリチオフェン、ポリアセチレンのような導電性高分子材料も用いることができる。

10

【0031】

接合膜80の構成については、後に詳述する。

なお、本明細書中では、「仮接合」とは、後述するように「接合膜80に発現した接着性によって、導体ポスト42とパンプ70とを接着（接合）」することを言う。この仮接合された導体ポスト42とパンプ70とは、パンプ70の溶融温度以上に加熱され、その後、冷却されると、溶融したパンプ70が固化して接合膜80に融着する。本明細書中では、このように「導体ポスト42に仮接合されたパンプ70が、溶融および固化を経て接合膜80に融着」することを、「本接合」と言う。

20

【0032】

各パンプ70は、インターポザー30の下面（他方の面）32から突出している。

パンプ70のインターポザー30から突出する部分は、ほぼ球形状（Ball状）をなしている。

この金属性のパンプ70は、導電性を有していればよいが、フラックスを含有する、ろう材を主材料として構成されているのが好ましい。かかる構成とすれば、パンプ70を溶融・固化させることにより、パンプ70と後述する回路基板600の端子602とを、より容易かつ確実に接合することができる。

30

【0033】

ろう材の具体例としては、例えば、半田、銀ろう、銅ろう、燐銅ろう、黄銅ろう、アルミろう、ニッケルろう等が挙げられ、これらのうちの1種または2種以上を組み合わせ用いることができる。

これらの中でも、パンプ70を構成するろう材としては、半田が好適に用いられる。半田は、導電性に優れかつ比較的低温で溶融する。また、半田は、取り扱いが容易である。

【0034】

また、インターポザー30上には、配線パターン41の一部（本実施形態では、辺縁部を除いた領域）を覆うように、例えばエポキシ系樹脂等の各種樹脂材料で構成される接合層60が設けられ、この接合層60を介して半導体チップ20がインターポザー30上に、支持・固定（設置）されている。

40

この半導体チップ20は、これが有する電極パッド21と配線パターン41のうち接合層60で覆われていない部分が、導電性ワイヤー22で電氣的に接続されている。これにより、半導体チップ20と各パンプ70とが電氣的に接続されている。

そして、インターポザー30の上面31側に設けられた各部材は、例えばエポキシ系樹脂等の各種樹脂材料で構成されるモールド部50により封止されている。

【0035】

次に、接合膜80について説明する。

本発明では、この接合膜80の構成に特徴を有し、優れた導電性および接着性を発揮するものであり、具体的には、接合膜80としては、次のようなIまたはIIの構成のものが

50

用いられる。

以下、IおよびIIの構成の接合膜80について、それぞれ、詳述する。

I: まず、Iの構成の接合膜80は、導体ポスト42の接合面43に設けられ、金属原子と、この金属原子と結合する酸素原子と、これら金属原子および酸素原子の少なくとも一方に結合する脱離基803を含むものである(図2参照。)。換言すれば、接合膜80は、金属酸化物で構成される金属酸化物膜に脱離基803を導入したものであることができる。

【0036】

このような接合膜80は、エネルギーが付与されると、脱離基803が接合膜80(金属原子および酸素原子の少なくとも一方)から脱離し、図3に示すように、接合膜80の少なくとも表面85の付近に、活性手804が生じるものである。そして、これにより、接合膜80表面に接着性が発現する。かかる接着性が発現すると、接合膜80を備えた導体ポスト42は、パンプ70に対して、強固に効率よく仮接合可能なものとなる。その結果、フラックスの粘性を用いてパンプ70を接合する場合のように、パンプ70が位置ズレたり脱落したりすることなく、確実に仮接合することができる。

10

【0037】

また、接合膜80は、金属原子と、この金属原子と結合する酸素原子とで構成されるもの、すなわち金属酸化物に脱離基803が結合したものであることから、変形し難い強固な膜となる。さらに、接合膜80は、流動性を有さない固体状をなすものである。これらのため、接合膜80自体が寸法精度の高いものとなり、接合膜80にパンプ70を仮接合して得られる半導体装置10においても、パンプ70の位置ずれや高さのばらつきが生じ難く、寸法精度が高いものが得られる。すなわち、パンプ70の位置精度が高い半導体装置10となることから、後述する実装方法において、半導体装置10を回路基板600に実装する際に、パンプ70と回路基板が備える端子602との接合を確実に行うことができる。

20

【0038】

また、Iの構成の接合膜80は、優れた導電性を有している。これにより、導体ポスト42とパンプ70とを接合膜80を介して電氣的に接続することができる。

なお、脱離基803は、少なくとも接合膜80の表面85付近に存在していればよく、接合膜80のほぼ全体に存在していてもよいし、接合膜80の表面85付近に偏在していてもよい。なお、脱離基803が表面85付近に偏在する構成とすることにより、接合膜80に金属酸化物膜としての機能を好適に発揮させることができる。すなわち、接合膜80に、接合膜としての機能の他に、導電性特性に優れた金属酸化物膜としての機能を好適に付与することができるという利点も得られる。

30

以上のような接合膜80としての機能が好適に発揮されるように、金属原子が選択される。

【0039】

具体的には、金属原子としては、特に限定されないが、例えば、Li、Be、B、Na、Mg、Al、K、Ca、Sc、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Ga、Rb、Sr、Y、Zr、Nb、Mo、Cd、In、Sn、Sb、Cs、Ba、La、Hf、Ta、W、TiおよびPb等が挙げられる。中でも、In(インジウム)、Sn(スズ)、Zn(亜鉛)、Ti(チタン)およびSb(アンチモン)のうちの1種または2種以上を組み合わせるのが好ましい。接合膜80を、これらの金属原子を含むもの、すなわちこれらの金属原子を含む金属酸化物に脱離基803を導入したものとすることにより、接合膜80は、優れた導電性を発揮するものとなる。なお、かかる接合膜80は、高い伝熱性および透明性も有する。

40

【0040】

より具体的には、金属酸化物としては、例えば、インジウム錫酸化物(ITO)、インジウム亜鉛酸化物(IZO)、アンチモン錫酸化物(ATO)、フッ素含有インジウム錫酸化物(FTO)、酸化亜鉛(ZnO)および二酸化チタン(TiO₂)等が挙げられる

50

。

なお、金属酸化物としてインジウム錫酸化物（ITO）を用いる場合には、インジウムとスズとの原子比（インジウム/スズ比）は、99/1～80/20であるのが好ましく、97/3～85/15であるのがより好ましい。これにより、前述したような効果をより顕著に発揮させることができる。

【0041】

また、接合膜80中の金属原子と酸素原子の存在比は、3:7～7:3程度であるのが好ましく、4:6～6:4程度であるのがより好ましい。金属原子と酸素原子の存在比を前記範囲内になるよう設定することにより、接合膜80の安定性が高くなり、導体ポスト42にパンプ70をより確実に仮接合することができる。また、接合膜80を優れた導電性を発揮するものとする事ができる。

10

【0042】

また、脱離基803は、前述したように、金属原子および酸素原子の少なくとも一方から脱離することにより、接合膜80に活性手を生じさせるよう振る舞うものである。したがって、脱離基803には、エネルギーを付与されることによって、比較的簡単に、かつ均一に脱離するものの、エネルギーが付与されないときには、脱離しないよう接合膜80に確実に結合しているものが好適に選択される。

【0043】

かかる観点から、脱離基803には、水素原子、炭素原子、窒素原子、リン原子、硫黄原子およびハロゲン原子、またはこれらの各原子で構成される原子団のうちの少なくとも1種が好適に用いられる。かかる脱離基803は、エネルギーの付与による結合/脱離の選択性に比較的優れている。このため、このような脱離基803は、上記のような必要性を十分に満足し得るものとなり、接合膜80の接着性をより高度なものとする事ができる。

20

【0044】

なお、上記の各原子で構成される原子団（基）としては、例えば、メチル基、エチル基のようなアルキル基、メトキシ基、エトキシ基のようなアルコキシ基、カルボキシル基、アミノ基およびスルホン酸基等が挙げられる。

以上のような各原子および原子団の中でも、Iの構成の接合膜80では、脱離基803は、特に、水素原子であるのが好ましい。水素原子で構成される脱離基803は、化学的な安定性が高いため、脱離基803として水素原子を備える接合膜80は、耐候性および耐薬品性に優れたものとなる。

30

以上のことを考慮すると、接合膜80としては、インジウム錫酸化物（ITO）、インジウム亜鉛酸化物（IZO）、アンチモン錫酸化物（ATO）、フッ素含有インジウム錫酸化物（FTO）、酸化亜鉛（ZnO）または二酸化チタン（TiO₂）の金属酸化物に、脱離基803として水素原子が導入されたものが好適に選択される。

【0045】

かかる構成の接合膜80は、それ自体が優れた機械的特性を有している。また、多くの材料に対して特に優れた接着性を示すものである。したがって、このような接合膜80は、導体ポスト42に対して特に強固に接着するとともに、パンプ70に対しても特に強い被着力を示し、その結果として、導体ポスト42とパンプ70とを強固に仮接合することができる。そのため、導体ポスト42とパンプ70とをフラックスの粘性を用いて接合した場合と比較して、優れた接着性を発現することから、半導体装置10を回路基板600に実装（マウント）する前に、パンプ70が位置ズレしたり脱落したりするのを確実に防止することができる。

40

【0046】

また、接合膜80の平均厚さは、1～1000nm程度であるのが好ましく、2～800nm程度であるのがより好ましい。接合膜80の平均厚さを前記範囲内とすることにより、パンプ70の位置精度が著しく低下するのを防止しつつ、これらをより確実に仮接合することができる。

50

すなわち、接合膜 80 の平均厚さが前記下限値を下回った場合は、十分な接合強度が得られず、パンプ 70 が位置ズレしたり脱落したりするおそれがある。一方、接合膜 80 の平均厚さが前記上限値を上回った場合は、パンプ 70 の位置精度が著しく低下するおそれがある。

【0047】

さらに、接合膜 80 の平均厚さが前記範囲内であれば、接合膜 80 にある程度の形状追従性が確保される。このため、例えば、導体ポスト 42 の接合面 43 (接合膜 80 に隣接する面) に凹凸が存在している場合でも、その凹凸の高さにもよるが、凹凸の形状に追従するように接合膜 80 を被着させることができる。その結果、接合膜 80 は、凹凸を吸収して、その表面に生じる凹凸の高さを緩和することができる。そして、導体ポスト 42 にパンプ 70 を仮接合した際に、接合膜 80 のパンプ 70 に対する密着性を高めることができる。

10

なお、上記のような形状追従性の程度は、接合膜 80 の厚さが厚いほど顕著になる。したがって、形状追従性を十分に確保するためには、前記範囲内で、接合膜 80 の厚さをできるだけ厚くすればよい。

【0048】

以上説明したような接合膜 80 は、接合膜 80 のほぼ全体に脱離基 803 を存在させる場合には、例えば、I - A : 脱離基 803 を構成する原子成分を含む雰囲気下で、物理的気相成膜法により、金属原子と酸素原子とを含む金属酸化物材料を成膜することにより形成することができる。また、接合膜 80 の表面 85 付近に偏在させる場合には、例えば、I - B : 金属原子と前記酸素原子とを含む金属酸化物膜を成膜した後、この金属酸化物膜の表面付近に含まれる金属原子および酸素原子の少なくとも一方に脱離基 803 を導入することにより形成することができる。

20

【0049】

以下、I - A および I - B の方法を用いて、接合膜 80 を成膜する場合について、詳述する。

I - A : I - A の方法では、接合膜 80 は、上記のように、脱離基 803 を構成する原子成分を含む雰囲気下で、物理的気相成膜法 (PVD 法) により、金属原子と酸素原子とを含む金属酸化物材料を成膜することにより形成される。このように PVD 法を用いる構成とすれば、金属酸化物材料を導体ポスト 42 に向かって飛来させる際に、比較的容易に金属原子および酸素原子の少なくとも一方に脱離基 803 を導入することができるため、接合膜 80 のほぼ全体に亘って脱離基 803 を導入することができる。

30

【0050】

さらに、PVD 法によれば、緻密で均質な接合膜 80 を効率よく成膜することができる。これにより、PVD 法で成膜された接合膜 80 は、パンプ 70 に対して特に強固に仮接合し得るものとなる。また、PVD 法で成膜された接合膜 80 は、導体ポスト 42 に対しても高い密着性を示す。このため、導体ポスト 42 とパンプ 70 との間に高い接合強度が得られる。さらに、PVD 法で成膜された接合膜 80 は、エネルギーが付与されて活性化された状態が比較的長時間にわたって維持される。このため、半導体装置 10 の製造工程の簡素化、効率化を図ることができる。

40

【0051】

また、PVD 法としては、真空蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法、レーザーアブレーション法等が挙げられるが、中でも、スパッタリング法を用いるのが好ましい。スパッタリング法によれば、金属原子と酸素原子との結合が切断することなく、脱離基 803 を構成する原子成分を含む雰囲気中に、金属酸化物の粒子を叩き出すことができる。そして、金属酸化物の粒子が叩き出された状態で、脱離基 803 を構成する原子成分を含むガスと接触させることができるため、金属酸化物 (金属原子または酸素原子) への脱離基 803 の導入をより円滑に行うことができる。

【0052】

以下、PVD 法により接合膜 80 を成膜する方法として、スパッタリング法 (イオンビ

50

ームスパッタリング法)により、接合膜80を成膜する場合を代表に説明する。

まず、接合膜80の成膜方法を説明するのに先立って、導体ポスト42の接合面43にイオンビームスパッタリング法により接合膜80を成膜する際に用いられる成膜装置200について説明する。

【0053】

図4に示す成膜装置200は、イオンビームスパッタリング法による接合膜80の形成がチャンパー(装置)内で行えるように構成されている。

具体的には、成膜装置200は、チャンパー(真空チャンパー)211と、このチャンパー211内に設置され、インターポザ(成膜対象物)を保持する基板ホルダー(成膜対象物保持部)212と、チャンパー211内に設置され、チャンパー211内に向かってイオンビームBを照射するイオン源(イオン供給部)215と、イオンビームBの照射により、金属原子と酸素原子とを含む金属酸化物(例えば、ITO)を発生させるターゲット(金属酸化物材料)216を保持するターゲットホルダー(ターゲット保持部)217とを有している。

【0054】

また、チャンパー211には、チャンパー211内に、脱離基803を構成する原子成分を含むガス(例えば、水素ガス)を供給するガス供給手段260と、チャンパー211内の排気をして圧力を制御する排気手段230とを有している。

なお、本実施形態では、基板ホルダー212は、チャンパー211の天井部に取り付けられている。この基板ホルダー212は、回動可能となっている。これにより、導体ポスト42上に接合膜80を均質かつ均一な厚さで成膜することができる。

【0055】

イオン源(イオン銃)215は、図5に示すように、開口(照射口)250が形成されたイオン発生室256と、イオン発生室256内に設けられたフィラメント257と、グリッド253、254と、イオン発生室256の外側に設置された磁石255とを有している。

また、イオン発生室256には、図4に示すように、その内部にガス(スパッタリング用ガス)を供給するガス供給源219が接続されている。

【0056】

このイオン源215では、イオン発生室256内に、ガス供給源219からガスを供給した状態で、フィラメント257を通电加熱すると、フィラメント257から電子が放出され、放出された電子が磁石255の磁場によって運動し、イオン発生室256内に供給されたガス分子と衝突する。これにより、ガス分子がイオン化する。このガスのイオン I^+ は、グリッド253とグリッド254との間の電圧勾配により、イオン発生室256内から引き出されるとともに加速され、開口250を介してイオンビームBとしてイオン源215から放出(照射)される。

【0057】

イオン源215から照射されたイオンビームBは、ターゲット216の表面に衝突し、ターゲット216からは粒子(スパッタ粒子)が叩き出される。このターゲット216は、前述したような金属酸化物材料で構成されている。

この成膜装置200では、イオン源215は、その開口250がチャンパー211内に位置するように、チャンパー211の側壁に固定(設置)されている。なお、イオン源215は、チャンパー211から離間した位置に配置し、接続部を介してチャンパー211に接続した構成とすることもできるが、本実施形態のような構成とすることにより、成膜装置200の小型化を図ることができる。

【0058】

また、イオン源215は、その開口250が、基板ホルダー212と異なる方向、本実施形態では、チャンパー211の底部側を向くように設置されている。

なお、イオン源215の設置個数は、1つに限定されるものではなく、複数とすることもできる、イオン源215を複数設置することにより、接合膜80の成膜速度をより速く

10

20

30

40

50

することができる。

【0059】

また、ターゲットホルダー217および基板ホルダー212の近傍には、それぞれ、これらを覆うことができる第1のシャッター220および第2のシャッター221が配設されている。

これらシャッター220、221は、それぞれ、ターゲット216、インターポザー30、導体ポスト42および接合膜80が、不用な雰囲気等に曝されるのを防ぐためのものである。

【0060】

また、排気手段230は、ポンプ232と、ポンプ232とチャンバー211とを連通する排気ライン231と、排気ライン231の途中に設けられたバルブ233とで構成されており、チャンバー211内を所望の圧力に減圧し得るようになっている。

さらに、ガス供給手段260は、脱離基803を構成する原子成分を含むガス（例えば、水素ガス）を貯留するガスボンベ264と、ガスボンベ264からこのガスをチャンバー211に導くガス供給ライン261と、ガス供給ライン261の途中に設けられたポンプ262およびバルブ263とで構成されており、脱離基803を構成する原子成分を含むガスをチャンバー211内に供給し得るようになっている。

【0061】

以上のような構成の成膜装置200を用いて、以下のようにして導体ポスト42上に接合膜80が形成される。

まず、インターポザー30の他方の面32に、接合面43を除いてマスクを形成する。そして、このインターポザー30を成膜装置200のチャンバー211内に搬入し、基板ホルダー212に装着（セット）する。

【0062】

次に、排気手段230を動作させ、すなわちポンプ232を作動させた状態でバルブ233を開くことにより、チャンバー211内を減圧状態にする。この減圧の程度（真空度）は、特に限定されないが、 $1 \times 10^{-7} \sim 1 \times 10^{-4}$ Torr程度であるのが好ましく、 $1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-5}$ Torr程度であるのがより好ましい。

さらに、ガス供給手段260を動作させ、すなわちポンプ262を作動させた状態でバルブ263を開くことにより、チャンバー211内に脱離基803を構成する原子成分を含むガスを供給する。これにより、チャンバー内をかかるガスを含む雰囲気下（水素ガス雰囲気下）とすることができる。

【0063】

脱離基803を構成する原子成分を含むガスの流量は、 $1 \sim 100$ ccm程度であるのが好ましく、 $10 \sim 60$ ccm程度であるのがより好ましい。これにより、金属原子および酸素原子の少なくとも一方に確実に脱離基803を導入することができる。

また、チャンバー211内の温度は、 25 以上であればよいが、 $25 \sim 100$ 程度であるのが好ましい。かかる範囲内に設定することにより、金属原子または酸素原子と、前記原子成分を含むガスとの反応が効率良く行われ、金属原子および酸素原子に確実に、前記原子成分を含むガスを導入することができる。

【0064】

次に、第2のシャッター221を開き、さらに第1のシャッター220を開いた状態にする。

この状態で、イオン源215のイオン発生室256内にガスを導入するとともに、フィラメント257に通電して加熱する。これにより、フィラメント257から電子が放出され、この放出された電子とガス分子が衝突することにより、ガス分子がイオン化する。

【0065】

このガスのイオン I^+ は、グリッド253とグリッド254とにより加速されて、イオン源215から放出され、陰極材料で構成されるターゲット216に衝突する。これにより、ターゲット216から金属酸化物（例えば、ITO）の粒子が叩き出される。このと

10

20

30

40

50

き、チャンパー 2 1 1 内が脱離基 8 0 3 を構成する原子成分を含むガスを含む雰囲気下（例えば、水素ガス雰囲気下）であることから、チャンパー 2 1 1 内に叩き出された粒子に含まれる金属原子および酸素原子に脱離基 8 0 3 が導入される。そして、この脱離基 8 0 3 が導入された金属酸化物が導体ポスト 4 2 の接合面 4 3 上に被着することにより、接合膜 8 0 が形成される。その後、各種エッチング法を用いて、接合面 4 3 を除いて形成したマスクを除去する。

【 0 0 6 6 】

なお、本実施形態で説明したイオンビームスパッタリング法では、イオン源 2 1 5 のイオン発生室 2 5 6 内で、放電が行われ、電子 e^- が発生するが、この電子 e^- は、グリッド 2 5 3 により遮蔽され、チャンパー 2 1 1 内への放出が防止される。

さらに、イオンビーム B の照射方向（イオン源 2 1 5 の開口 2 5 0 ）がターゲット 2 1 6 （チャンパー 2 1 1 の底部側と異なる方向）に向いているので、イオン発生室 2 5 6 内で発生した紫外線が、成膜された接合膜 8 0 に照射されるのがより確実に防止されて、接合膜 8 0 の成膜中に導入された脱離基 8 0 3 が脱離するのを確実に防止することができる。

以上のようにして、厚さ方向のほぼ全体に亘って脱離基 8 0 3 が存在する接合膜 8 0 を成膜することができる。

【 0 0 6 7 】

I - B : また、I - B の方法では、接合膜 8 0 は、金属原子と酸素原子とを含む金属酸化物膜を成膜した後、この金属酸化物膜の表面付近に含まれる金属原子および酸素原子の少なくとも一方に脱離基 8 0 3 を導入することにより形成される。かかる方法によれば、比較的簡単な工程で、金属酸化物膜の表面付近に脱離基 8 0 3 を偏在させた状態で導入することができ、接合膜および金属酸化物膜としての双方の特性に優れた接合膜 8 0 を形成することができる。

【 0 0 6 8 】

ここで、金属酸化物膜は、いかなる方法で成膜されたものでもよく、例えば、PVD法（物理的気相成膜法）、CVD法（化学的気相成膜法）、プラズマ重合法のような各種気相成膜法や、各種液相成膜法等により成膜することができるが、中でも、特に、PVD法により成膜するのが好ましい。PVD法によれば、緻密で均質な金属酸化物膜を効率よく成膜することができる。

【 0 0 6 9 】

また、PVD法としては、真空蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法およびレーザーアブレーション法等が挙げられるが、中でも、スパッタリング法を用いるのが好ましい。スパッタリング法によれば、金属原子と酸素原子との結合が切断することなく、雰囲気中に金属酸化物の粒子を叩き出して、導体ポスト 4 2 上に供給することができるため、特性に優れた金属酸化物膜を成膜することができる。

【 0 0 7 0 】

さらに、金属酸化物膜の表面付近に脱離基 8 0 3 を導入する方法としては、各種方法が用いられ、例えば、I - B 1 : 脱離基 8 0 3 を構成する原子成分を含む雰囲気下で金属酸化物膜を熱処理（アニール）する方法、I - B 2 : イオンインプラレーション法等が挙げられるが、中でも、特に、I - B 1 の方法を用いるのが好ましい。I - B 1 の方法によれば、比較的容易に、脱離基 8 0 3 を金属酸化物膜の表面付近に選択的に導入することができる。また、熱処理を施す際の、雰囲気温度や処理時間等の処理条件を適宜設定することにより、導入する脱離基 8 0 3 の量、さらには脱離基 8 0 3 が導入される金属酸化物膜の厚さの制御を的確に行うことができる。

【 0 0 7 1 】

以下、金属酸化物膜をスパッタリング法（イオンビームスパッタリング法）により成膜し、次に、得られた金属酸化物膜を、脱離基 8 0 3 を構成する原子成分を含む雰囲気下で熱処理することにより、接合膜 8 0 を得る場合を代表に説明する。

なお、I - B の方法を用いて接合膜 8 0 の成膜する場合も、I - A の方法を用いて接合

10

20

30

40

50

膜 80 を成膜する際に用いられる成膜装置 200 と同様の成膜装置が用いられるため、成膜装置に関する説明は省略する。

【0072】

まず、インターポザー 30 の他方の面 32 に、接合面 43 を除いてマスクを形成する。そして、このインターポザー 30 を成膜装置 200 のチャンバー 211 内に搬入し、基板ホルダー 212 に装着（セット）する。

次に、排気手段 230 を動作させ、すなわちポンプ 232 を作動させた状態でバルブ 233 を開くことにより、チャンバー 211 内を減圧状態にする。この減圧の程度（真空度）は、特に限定されないが、 $1 \times 10^{-7} \sim 1 \times 10^{-4}$ Torr 程度であるのが好ましく、 $1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-5}$ Torr 程度であるのがより好ましい。

10

【0073】

また、このとき、加熱手段を動作させ、チャンバー 211 内を加熱する。チャンバー 211 内の温度は、25 以上であればよいが、25 ~ 100 程度であるのが好ましい。かかる範囲内に設定することにより、膜密度の高い金属酸化物膜を成膜することができる。

次に、第 2 のシャッター 221 を開き、さらに第 1 のシャッター 220 を開いた状態にする。

この状態で、イオン源 215 のイオン発生室 256 内にガスを導入するとともに、フィラメント 257 に通電して加熱する。これにより、フィラメント 257 から電子が放出され、この放出された電子とガス分子が衝突することにより、ガス分子がイオン化する。

20

【0074】

このガスのイオン I^+ は、グリッド 253 とグリッド 254 とにより加速されて、イオン源 215 から放出され、陰極材料で構成されるターゲット 216 に衝突する。これにより、ターゲット 216 から金属酸化物（例えば、ITO）の粒子が叩き出され、導体ポスト 42 上に被着して、金属原子と、この金属原子に結合する酸素原子とを含む金属酸化物膜が形成される。

【0075】

なお、本実施形態で説明したイオンビームスパッタリング法では、イオン源 215 のイオン発生室 256 内で、放電が行われ、電子 e^- が発生するが、この電子 e^- は、グリッド 253 により遮蔽され、チャンバー 211 内への放出が防止される。

30

さらに、イオンビーム B の照射方向（イオン源 215 の開口 250）がターゲット 216（チャンバー 211 の底部側と異なる方向）に向いているので、イオン発生室 256 内で発生した紫外線が、成膜された接合膜 80 に照射されるのがより確実に防止されて、接合膜 80 の成膜中に導入された脱離基 803 が脱離するのを確実に防止することができる。

【0076】

次に、第 2 のシャッター 221 を開いた状態で、第 1 のシャッター 220 を閉じる。

この状態で、加熱手段を動作させ、チャンバー 211 内をさらに加熱する。チャンバー 211 内の温度は、金属酸化物膜の表面に効率良く脱離基 803 が導入される温度に設定され、100 ~ 600 程度であるのが好ましく、150 ~ 300 程度であるのがより好ましい。かかる範囲内に設定することにより、次工程において、インターポザー 30、導体ポスト 42 および金属酸化物膜を変質・劣化させることなく、金属酸化物膜の表面に効率良く脱離基 803 を導入することができる。

40

【0077】

次に、ガス供給手段 260 を動作させ、すなわちポンプ 262 を作動させた状態でバルブ 263 を開くことにより、チャンバー 211 内に脱離基 803 を構成する原子成分を含むガスを供給する。これにより、チャンバー 211 内をかかるガスを含む雰囲気下（水素ガス雰囲気下）とすることができる。

このように、前工程でチャンバー 211 内が加熱された状態で、チャンバー 211 内を、脱離基 803 を構成する原子成分を含むガスを含む雰囲気下（例えば、水素ガス雰囲気

50

下)とすると、金属酸化物膜の表面付近に存在する金属原子および酸素原子の少なくとも一方に脱離基 803 が導入されて、接合膜 80 が形成される。

【0078】

脱離基 803 を構成する原子成分を含むガスの流量は、1 ~ 100 c c m 程度であるのが好ましく、10 ~ 60 c c m 程度であるのがより好ましい。これにより、金属原子および酸素原子の少なくとも一方に確実に脱離基 803 を導入することができる。

なお、チャンパー 211 内は、前記工程において、排気手段 230 を動作させることにより調整された減圧状態を維持しているのが好ましい。これにより、金属酸化物膜の表面付近に対する脱離基 803 の導入をより円滑に行うことができる。また、前記工程の減圧状態を維持したまま、本工程においてチャンパー 211 内を減圧する構成とすることにより、再度減圧する手間が省けることから、成膜時間および成膜コスト等の削減を図ることができるという利点も得られる。

【0079】

この減圧の程度(真空度)は、特に限定されないが、 $1 \times 10^{-7} \sim 1 \times 10^{-4}$ Torr 程度であるのが好ましく、 $1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-5}$ Torr 程度であるのがより好ましい。

また、熱処理を施す時間は、15 ~ 120 分程度であるのが好ましく、30 ~ 60 分程度であるのがより好ましい。

【0080】

導入する脱離基 803 の種類等によっても異なるが、熱処理を施す際の条件(チャンパー 211 内の温度、真空度、ガス流量、処理時間)を上記範囲内に設定することにより、金属酸化物膜の表面付近に脱離基 803 を選択的に導入することができる。

以上のようにして、表面 85 付近に脱離基 803 が偏在する接合膜 80 を成膜することができる。

【0081】

II: 次に、IIの構成の接合膜 80 は、導体ポスト 42 の接合面 43 に設けられ、金属原子と、有機成分で構成される脱離基 803 を含むものである(図 6 参照。)

このような接合膜 80 は、エネルギーが付与されると、脱離基 803 が接合膜 80 の少なくとも表面 85 付近から脱離し、図 7 に示すように、接合膜 80 の少なくとも表面 85 付近に、活性手 804 が生じるものである。そして、これにより、接合膜 80 の表面に接着性が発現する。かかる接着性が発現すると、接合膜 80 を備えた導体ポスト 42 は、パンプ 70 に対して、強固に効率よく仮接合可能なものとなる。その結果、フラックスの粘性を用いてパンプ 70 を接合する場合のように、パンプ 70 が位置ズレたり脱落したりすることなく、確実に仮接合することができる。

【0082】

また、接合膜 80 は、金属原子と、有機成分で構成される脱離基 803 とを含むもの、すなわち有機金属膜であることから、変形し難い強固な膜となる。さらに、接合膜 80 は、流動性を有さない固体状をなすものである。これらのため、接合膜 80 自体が寸法精度の高いものとなり、接合膜 80 にパンプ 70 を仮接合して得られる半導体装置 10 においても、パンプ 70 の位置ずれや高さのばらつきが生じ難く、寸法精度が高い半導体装置 10 が得られる。すなわち、パンプ 70 の位置精度が高い半導体装置 10 となることから、後述する実装方法において、半導体装置 10 を回路基板 600 に実装する際に、パンプ 70 と回路基板が備える端子 602 との接合を確実に行うことができる。

また、IIの構成の接合膜 80 は、優れた導電性を有している。これにより、導体ポスト 42 とパンプ 70 とを接合膜 80 を介して電氣的に接続することができる。

以上のような接合膜 80 としての機能が好適に発揮されるように、金属原子および脱離基 803 が選択される。

【0083】

具体的には、金属原子としては、例えば、Sc、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Y、Zr、Nb、Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、Ag、Hf、Ta、W、

10

20

30

40

50

Re、Os、Ir、Pt、Au、各種ランタノイド元素、各種アクチノイド元素のような遷移金属元素、Li、Be、Na、Mg、Al、K、Ca、Zn、Ga、Rb、Sr、Cd、In、Sn、Sb、Cs、Ba、Tl、Pd、Bi、Poのような典型金属元素等が挙げられる。

【0084】

ここで、遷移金属元素は、各遷移金属元素間で、最外殻電子の数が異なることのみ之差異であるため、物性が類似している。そして、遷移金属は、一般に、硬度や融点が高く、電気伝導性および熱伝導性が高い。このため、金属原子として遷移金属元素を用いた場合、接合膜80に発現する接着性をより高めることができる。また、それとともに、接合膜80の導電性をより高めることができる。

10

【0085】

また、金属原子として、Cu、Al、ZnおよびFeのうちの1種または2種以上を組み合わせ用いた場合、接合膜80は、優れた導電性を発揮するものとなる。また、接合膜80を後述する有機金属化学気相成長法を用いて成膜する場合には、これらの金属を含む金属錯体等を原材料として用いて、比較的容易かつ均一な膜厚の接合膜80を成膜することができる。

【0086】

また、脱離基803は、前述したように、接合膜80から脱離することにより、接合膜80に活性手を生じさせるよう振る舞うものである。したがって、脱離基803には、エネルギーを付与されることによって、比較的簡単に、かつ均一に脱離するものの、エネルギーが付与されないときには、脱離しないよう接合膜80に確実に結合しているものが好適に選択される。

20

【0087】

具体的には、IIの構成の接合膜80では、脱離基803としては、炭素原子を必須成分とし、水素原子、窒素原子、リン原子、硫黄原子およびハロゲン原子のうちの少なくとも1種を含む原子団が好適に選択される。かかる脱離基803は、エネルギーの付与による結合/脱離の選択性に比較的優れている。このため、このような脱離基803は、上記のような必要性を十分に満足し得るものとなり、接合膜80の接着性をより高度なものとするることができる。

【0088】

より具体的には、原子団(基)としては、例えば、メチル基、エチル基のようなアルキル基、メトキシ基、エトキシ基のようなアルコキシ基、カルボキシル基の他、前記アルキル基の末端がイソシアネート基、アミノ基およびスルホン酸基等で終端しているもの等が挙げられる。

30

以上のような原子団の中でも、脱離基803は、特に、アルキル基であるのが好ましい。アルキル基で構成される脱離基803は、化学的な安定性が高いため、脱離基803としてアルキル基を備える接合膜80は、耐候性および耐薬品性に優れたものとなる。

【0089】

また、かかる構成の接合膜80において、金属原子と酸素原子の存在比は、3:7~7:3程度であるのが好ましく、4:6~6:4程度であるのがより好ましい。金属原子と炭素原子の存在比を前記範囲内になるよう設定することにより、接合膜80の安定性が高くなり、導体ポスト42にパンプ70をより確実に仮接合することができる。また、接合膜80を優れた導電性を発揮するものとするることができる。

40

【0090】

また、接合膜80の平均厚さは、1~1000nm程度であるのが好ましく、50~800nm程度であるのがより好ましい。接合膜80の平均厚さを前記範囲内とすることにより、パンプ70の位置精度が著しく低下するのを防止しつつ、これらをより確実に仮接合することができる。

すなわち、接合膜80の平均厚さが前記下限値を下回った場合は、十分な接合強度が得られず、パンプ70が位置ズレしたり脱落したりするおそれがある。一方、接合膜80の

50

平均厚さが前記上限値を上回った場合は、パンプ 70 の位置精度が著しく低下するおそれがある。

【0091】

さらに、接合膜 80 の平均厚さが前記範囲内であれば、接合膜 80 にある程度の形状追従性が確保される。このため、例えば、導体ポスト 42 の接合面 43 (接合膜 80 に隣接する面) に凹凸が存在している場合でも、その凹凸の高さにもよるが、凹凸の形状に追従するように接合膜 80 を被着させることができる。その結果、接合膜 80 は、凹凸を吸収して、その表面に生じる凹凸の高さを緩和することができる。そして、導体ポスト 42 にパンプ 70 を仮接合した際に、接合膜 80 のパンプ 70 に対する密着性を高めることができる。

10

なお、上記のような形状追従性の程度は、接合膜 80 の厚さが厚いほど顕著になる。したがって、形状追従性を十分に確保するためには、前記範囲内で、接合膜 80 の厚さをできるだけ厚くすればよい。

【0092】

以上説明したような接合膜 80 は、いかなる方法で成膜してもよいが、例えば、II - A : 金属原子で構成される金属膜に、脱離基 (有機成分) 303 を含む有機物を、金属膜のほぼ全体に付与して接合膜 80 を形成する方法、II - B : 金属原子で構成される金属膜に、脱離基 (有機成分) 303 を含む有機物を、金属膜の表面付近に選択的に付与 (化学修飾) して接合膜 80 を形成する方法、II - C : 金属原子と、脱離基 (有機成分) 303 を含む有機物とを有する有機金属材料を原材料として有機金属化学気相成長法を用いて接合膜 80 を形成する方法等が挙げられる。これらの中でも、II - C の方法により接合膜 80 を成膜するのが好ましい。かかる方法によれば、比較的簡単な工程で、かつ、均一な膜厚の接合膜 80 を形成することができる。

20

【0093】

以下、II - C の方法、すなわち金属原子と、脱離基 (有機成分) 303 を含む有機物とを有する有機金属材料を原材料として有機金属化学気相成長法を用いて接合膜 80 を形成する方法により、接合膜 80 を得る場合を代表に説明する。

まず、接合膜 80 の成膜方法を説明するのに先立って、接合膜 80 を成膜する際に用いられる成膜装置 500 について説明する。

【0094】

図 8 に示す成膜装置 500 は、有機金属化学気相成長法 (以下、「MOCVD 法」と省略することもある。) による接合膜 80 の形成をチャンパー 511 内で行えるように構成されている。

30

具体的には、成膜装置 500 は、チャンパー (真空チャンパー) 511 と、このチャンパー 511 内に設置され、インターポザ 30 (成膜対象物) を保持する基板ホルダー (成膜対象物保持部) 512 と、チャンパー 511 内に、気化または霧化した有機金属材料を供給する有機金属材料供給手段 560 と、チャンパー 511 内を低還元性雰囲気下とするためのガスを供給するガス供給手段 570 と、チャンパー 511 内の排気をして圧力を制御する排気手段 530 と、基板ホルダー 512 を加熱する加熱手段 (図示せず) とを有している。

40

【0095】

基板ホルダー 512 は、本実施形態では、チャンパー 511 の底部に取り付けられている。この基板ホルダー 512 は、モータの作動により回動可能となっている。これにより、導体ポスト 42 上に接合膜を均質かつ均一な厚さで成膜することができる。

また、基板ホルダー 512 の近傍には、それぞれ、これらを覆うことができるシャッター 521 が配設されている。このシャッター 521 は、インターポザ 30、導体ポスト 42 および接合膜 80 が不要な雰囲気等に曝されるのを防ぐためのものである。

【0096】

有機金属材料供給手段 560 は、チャンパー 511 に接続されている。この有機金属材料供給手段 560 は、固形状の有機金属材料を貯留する貯留槽 562 と、気化または霧化

50

した有機金属材料をチャンバー511内に送気するキャリアガスを貯留するガスポンベ565と、キャリアガスと気化または霧化した有機金属材料をチャンバー511内に導くガス供給ライン561と、ガス供給ライン561の途中に設けられたポンプ564およびバルブ563とで構成されている。かかる構成の有機金属材料供給手段560では、貯留槽562は、加熱手段を有しており、この加熱手段の作動により固形状の有機金属材料を加熱して気化し得るようになっている。そのため、バルブ563を開放した状態で、ポンプ564を作動させて、キャリアガスをガスポンベ565から貯留槽562に供給すると、このキャリアガスとともに気化または霧化した有機金属材料が、供給ライン561内を通過してチャンバー511内に供給されるようになっている。

【0097】

なお、キャリアガスとしては、特に限定されず、例えば、窒素ガス、アルゴンガスおよびヘリウムガス等が好適に用いられる。

また、本実施形態では、ガス供給手段570がチャンバー511に接続されている。ガス供給手段570は、チャンバー511内を低還元性雰囲気下とするためのガスを貯留するガスポンベ575と、前記低還元性雰囲気下とするためのガスをチャンバー511内に導くガス供給ライン571と、ガス供給ライン571の途中に設けられたポンプ574およびバルブ573とで構成されている。かかる構成のガス供給手段570では、バルブ573を開放した状態で、ポンプ574を作動させると、前記低還元性雰囲気下とするためのガスが、ガスポンベ575から、供給ライン571を介して、チャンバー511内に供給されるようになっている。ガス供給手段570をかかる構成とすることにより、チャン

【0098】

チャンバー511内を低還元性雰囲気下とするためのガスとしては、特に限定されないが、例えば、窒素ガスおよびヘリウム、アルゴン、キセノンのような希ガス等が挙げられ、これらのうちの1種または2種以上を組み合わせ用いることができる。

なお、有機金属材料として、後述する2,4-ペンタジオネート-銅(II)や[Cu(hfac)(VTMS)]等のように分子構造中に酸素原子を含有するものを用いる場合には、低還元性雰囲気下とするためのガスに、水素ガスを添加するのが好ましい。これにより、酸素原子に対する還元性を向上させることができ、接合膜80に過度の酸素原子が残存することなく、接合膜80を成膜することができる。その結果、この接合膜80は、膜中における金属酸化物の存在率が低いものとなり、優れた導電性を発揮することとなる。

【0099】

また、キャリアガスとして前述した窒素ガス、アルゴンガスおよびヘリウムガスのうちの少なくとも1種を用いる場合には、このキャリアガスに低還元性雰囲気下とするためのガスとしての機能をも発揮させることができる。

また、排気手段530は、ポンプ532と、ポンプ532とチャンバー511とを連通する排気ライン531と、排気ライン531の途中に設けられたバルブ533とで構成されており、チャンバー511内を所望の圧力に減圧し得るようになっている。

【0100】

以上のような構成の成膜装置500を用いてMOCVD法により、以下のようにして導体ポスト42上に接合膜80が形成される。

まず、インターポザ30の他方の面32に、接合面43を除いてマスクを形成する。そして、このインターポザ30を成膜装置500のチャンバー511内に搬入し、基板ホルダー512に装着(セット)する。

【0101】

次に、排気手段530を動作させ、すなわちポンプ532を作動させた状態でバルブ5

10

20

30

40

50

33を開くことにより、チャンパー511内を減圧状態にする。この減圧の程度（真空度）は、特に限定されないが、 $1 \times 10^{-7} \sim 1 \times 10^{-4}$ Torr程度であるのが好ましく、 $1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-5}$ Torr程度であるのがより好ましい。

また、ガス供給手段570を動作させ、すなわちポンプ574を作動させた状態でバルブ573を開くことにより、チャンパー511内に、低還元性雰囲気下とするためのガスを供給して、チャンパー511内を低還元性雰囲気下とする。ガス供給手段570による前記ガスの流量は、特に限定されないが、 $0.1 \sim 10$ sccm程度であるのが好ましく、 $0.5 \sim 5$ sccm程度であるのがより好ましい。

【0102】

さらに、このとき、加熱手段を動作させ、基板ホルダー512を加熱する。基板ホルダー512の温度は、形成する接合膜80の種類、すなわち、接合膜80を形成する際に用いる原材料の種類によっても若干異なるが、 $80 \sim 300$ 程度で有るのが好ましく、 $100 \sim 275$ 程度であるのがより好ましい。かかる範囲内に設定することにより、後述する有機金属材料を用いて、優れた接着性を有する接合膜80を成膜することができる。

【0103】

次に、シャッター521を開いた状態にする。

そして、固形状の有機金属材料を貯留された貯留槽562が備える加熱手段を動作させることにより、有機金属材料を気化させた状態で、ポンプ564を動作させるとともに、バルブ563を開くことにより、気化または霧化した有機金属材料をキャリアガスとともにチャンパー内に導入する。

【0104】

このように、前記工程で基板ホルダー512が加熱された状態で、チャンパー511内に、気化または霧化した有機金属材料を供給すると、インターポザ30上で有機金属材料が加熱されることにより、有機金属材料中に含まれる有機物の一部が残存した状態で、導体ポスト42の接合面43上に接合膜80を形成することができる。その後、各種エッチング法を用いて、接合面43を除いて形成したマスクを除去する。

すなわち、MOCVD法によれば、有機金属材料に含まれる有機物の一部が残存するように金属原子を含む膜を形成すれば、この有機物の一部が脱離基803としての機能を発揮する接合膜80を導体ポスト42上に形成することができる。

【0105】

このようなMOCVD法に用いられる、有機金属材料としては、特に限定されないが、例えば、2,4-ペンタジオネート-銅(II)、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(Alq_3)、トリス(4-メチル-8キノリノレート)アルミニウム(III)($Almq_3$)、(8-ヒドロキシキノリン)亜鉛(Znq_2)、銅フタロシアニン、Cu(ヘキサフルオロアセチルアセトネート)(ビニルトリメチルシラン)[Cu(hfac)(VTMS)]、Cu(ヘキサフルオロアセチルアセトネート)(2-メチル-1-ヘキセン-3-エン)[Cu(hfac)(MHY)]、Cu(パーフルオロアセチルアセトネート)(ビニルトリメチルシラン)[Cu(pfac)(VTMS)]、Cu(パーフルオロアセチルアセトネート)(2-メチル-1-ヘキセン-3-エン)[Cu(pfac)(MHY)]のような金属錯体、トリメチルガリウム、トリメチルアルミニウム、ジエチル亜鉛のようなアルキル金属や、その誘導体等が挙げられる。これらの中でも、有機金属材料としては、金属錯体であるのが好ましい。金属錯体を用いることにより、金属錯体中に含まれる有機物の一部を残存した状態で、接合膜80を確実に形成することができる。

【0106】

また、本実施形態では、ガス供給手段570を動作させることにより、チャンパー511内を低還元性雰囲気下となっているが、このような雰囲気下とすることにより、インターポザ30上に純粋な金属膜が形成されることなく、有機金属材料中に含まれる有機物の一部を残存させた状態で成膜することができる。すなわち、接合膜および金属膜としての双方の特性に優れた接合膜80を形成することができる。

【0107】

気化または霧化した有機金属材料の流量は、0.1～100ccm程度であるのが好ましく、0.5～60ccm程度であるのがより好ましい。これにより、均一な膜厚で、かつ、有機金属材料中に含まれる有機物の一部を残存させた状態で、接合膜80を成膜することができる。

以上のように、接合膜80を成膜した際に膜中に残存する残存物を脱離基803として用いる構成とすることにより、形成した金属膜等に脱離基を導入する必要がなく、比較的簡単な工程で接合膜80を成膜することができる。

【0108】

なお、有機金属材料を用いて形成された接合膜80に残存する前記有機物の一部は、その全てが脱離基803として機能するものであってもよいし、その一部が脱離基803として機能するものであってもよい。

以上のようにして、導体ポスト42上に接合膜80を成膜することができる。

なお、導体ポスト42の接合面43には、上記の方法により接合膜80を形成するのに先立って、導体ポスト42の構成材料に応じて、あらかじめ、導体ポスト42と接合膜80との密着性を高める表面処理を施すのが好ましい。

【0109】

かかる表面処理としては、例えば、スパッタリング処理、プラスト処理のような物理的表面処理、酸素プラズマ、窒素プラズマ等を用いたプラズマ処理、コロナ放電処理、エッチング処理、電子線照射処理、紫外線照射処理、オゾン暴露処理のような化学的表面処理、または、これらを組み合わせた処理等が挙げられる。このような処理を施すことにより、導体ポスト42の接合面43を清浄化するとともに、該領域を活性化させることができる。これにより、接合膜80と導体ポスト42との接合を確実に行うことができる。

【0110】

また、これらの各表面処理の中でもプラズマ処理を用いることにより、接合膜80を形成するために、インターポーザー30の表面を特に最適化することができる。

なお、表面処理を施す接合面43が、導電性高分子材料で構成されている場合には、特に、コロナ放電処理、窒素プラズマ処理等が好適に用いられる。

また、導体ポスト42の構成材料によっては、上記のような表面処理を施さなくても、接合膜80の接合強度が十分に高くなるものがある。このような効果が得られる導体ポスト42の構成材料としては、例えば、前述したような各種金属酸化物系材料等を主材料とするものが挙げられる。

【0111】

このような材料で構成された導体ポスト42は、接合面43が酸化膜で覆われており、この酸化膜の表面には、比較的活性の高い水酸基が結合している。したがって、このような材料で構成された導体ポスト42を用いると、上記のような表面処理を施さなくても、導体ポスト42とパンプ70とを強固に仮接合することができる。

なお、この場合、導体ポスト42の全体が上記のような材料で構成されていなくてもよく、少なくとも接合面43の表面付近が上記のような材料で構成されていればよい。

以上のようにして、導体ポスト42の接合面43に接合膜80を設けることができる。

【0112】

なお、上記では、接合膜80を導体ポスト42の接合面43に設ける構成について説明したが、接合膜80は、パンプ70に設けるようにしてもよい。この場合、パンプ70の表面に、予め、前述したような表面処理を設けるようにすれば、前述したような効果が同様に得られる。

さらに、接合膜80は、導体ポスト42とパンプ70の双方に設けるようにしてもよい。なお、この場合、表面処理は、導体ポスト42とパンプ70の双方に行ってもよく、いずれか一方に選択的に行うようにしてもよい。

【0113】

<< 第1製造方法 >>

10

20

30

40

50

次に、上述した半導体装置の第 1 製造方法（接合膜 80 を介した導体ポスト 42 とバンブ 70 との接合方法）について説明する。

図 9 ~ 図 11 は、それぞれ、図 1 に示す半導体装置の第 1 製造方法（製造工程）を説明するための図である。なお、以下では説明の都合上、図 9 ~ 図 11 中の上側を「上」または「上方」、下側を「下」または「下方」と言う。

【0114】

[1] まず、インターポザー 30 となる基板を用意し、ビア 33 を形成することにより、インターポザー 30 を得る（図 9（a）参照）。

ビア 33 は、基板の上面に、ビア 33 に対応する領域に窓部を有するレジストマスクを形成し、このレジストマスクを介して、基板をエッチングすることにより形成することができる。

10

エッチング方法としては、例えば、プラズマエッチング、リアクティブイオンエッチング、ビームエッチング、光アシストエッチング等のうちの 1 種または 2 種以上を組み合わせ用いることができる。

【0115】

[2] 次に、工程 [1] で得られたインターポザー 30 のビア 33 内に導体ポスト 42 を形成し、次いで、インターポザー 30 の一方の面に、配線パターン 41 を形成する（図 9（b）参照）。

導体ポスト 42 は、例えば、導電性材料を含有する液状導電材料（ペースト）を、ビア 33 内に供給した後、乾燥さらには必要に応じて焼成することにより形成することができる。

20

【0116】

なお、前記液状導電材料としては、例えば、銀ペースト、ITO 粒子のような金属酸化物粒子の分散液等を用いることができる。

また、前記液状導電材料をビア 33 内に供給する方法としては、例えば、液滴吐出法（インクジェット法）、スピンコート法、マイクロコンタクトプリンティング法のような各種塗布法等が挙げられるが、特に、インクジェット法を用いるのが好ましい。インクジェット法によれば、液状導電材料を容易かつ確実にビア 33 内に供給することができる。

【0117】

なお、導体ポスト 42 は、かかる形成方法の他、気相成膜法を用いて形成することも可能である。

30

また、配線パターン 41 は、インターポザー 30 の上面全体に、導電膜を形成した後、この導電膜上に配線パターン 41 に対応するマスクを形成し、このマスクを介して、導電膜の不要部分を除去することによって形成することができる。

【0118】

導電膜を形成する方法としては、例えば、プラズマ CVD、熱 CVD、レーザー CVD のような化学蒸着法（CVD）、真空蒸着、スパッタリング（低温スパッタリング）、イオンプレーティング等の乾式メッキ法、電解メッキ、浸漬メッキ、無電解メッキ等の湿式メッキ法、溶射法、ゾル・ゲル法、MOD 法、金属箔の接合等が挙げられ、これらの 1 種または 2 種以上を組み合わせ用いることができる。

40

また、導電膜の除去には、例えば、プラズマエッチング、リアクティブイオンエッチング、ビームエッチング、光アシストエッチング等の物理的エッチング法、ウェットエッチング等の化学的エッチング法等のうちの 1 種または 2 種以上を組み合わせ用いることができる。

【0119】

[3] 次に、導体ポスト 42 の接合面 43 に、前述したような方法を用いて、接合膜 80 を形成する（図 9（c）参照）。

[4] 次に、接合膜 80 の表面 85 に対して（インターポザー 30 の他方の面 32 全体にわたって）、エネルギーを付与する。

ここで、接合膜 80 にエネルギーを付与すると、接合膜 80 では、脱離基 803 の結合

50

手が切れて接合膜 80 の表面 85 付近から脱離し、脱離基 803 が脱離した後は、活性手が接合膜 80 の表面 85 付近に生じる。これにより、接合膜 80 の表面 85 に、パンプ 70 との接着性が発現する。

【0120】

このような状態の接合膜 80 は、パンプ 70 と、化学的結合に基づいて接合して、フラックスの粘性を用いて接合した場合と比較して、強固に仮接合されたものとなる。

ここで、接合膜 80 に付与するエネルギーは、いかなる方法を用いて付与されるものであってもよいが、例えば、接合膜 80 にエネルギー線を照射する方法、接合膜 80 を加熱する方法、接合膜 80 に圧縮力（物理的エネルギー）を付与する方法、接合膜 80 をプラズマに曝す（プラズマエネルギーを付与する）方法、接合膜 80 をオゾンガスに曝す（化学的エネルギーを付与する）方法等が挙げられる。中でも、本実施形態では、接合膜 80 にエネルギーを付与する方法として、特に、接合膜 80 にエネルギー線を照射する方法を用いるのが好ましい。かかる方法は、接合膜 80 に対して比較的簡単に効率よくエネルギーを付与することができるので、エネルギーを付与する方法として好適に用いられる。

【0121】

このうち、エネルギー線としては、例えば、紫外線、レーザー光のような光、X線、電子線、イオンビームのような粒子線等や、またはこれらのエネルギー線を2種以上組み合わせたものが挙げられる。

これらのエネルギー線の中でも、特に、波長 126 ~ 300 nm 程度の紫外線を用いるのが好ましい（図 10 (d) 参照）。かかる範囲内の紫外線によれば、付与されるエネルギー量が最適化されるので、接合膜 80 中の脱離基 803 を確実に脱離させることができる。これにより、接合膜 80 の特性（機械的特性、化学的特性等）が低下するのを防止しつつ、接合膜 80 に接着性を確実に発現させることができる。

【0122】

また、紫外線によれば、広い範囲をムラなく短時間に処理することができるので、脱離基 803 の脱離を効率よく行わせることができる。さらに、紫外線には、例えば、UVランプ等の簡単な設備で発生させることができるという利点もある。

なお、紫外線の波長は、より好ましくは、126 ~ 200 nm 程度とされる。

また、UVランプを用いる場合、その出力は、接合膜 80 の面積に応じて異なるが、1 mW/cm² ~ 1 W/cm² 程度であるのが好ましく、5 mW/cm² ~ 50 mW/cm² 程度であるのがより好ましい。なお、この場合、UVランプと接合膜 80 との離間距離は、3 ~ 3000 mm 程度とするのが好ましく、10 ~ 1000 mm 程度とするのがより好ましい。

【0123】

また、紫外線を照射する時間は、接合膜 80 の表面 85 付近の脱離基 803 を脱離し得る程度の時間、すなわち、接合膜 80 に必要以上に紫外線が照射されない程度の時間とするのが好ましい。これにより、接合膜 80 が変質・劣化するのを効果的に防止することができる。具体的には、紫外線の光量、接合膜 80 の構成材料等に応じて若干異なるものの、0.5 ~ 30 分程度であるのが好ましく、1 ~ 10 分程度であるのがより好ましい。

また、紫外線は、時間的に連続して照射されてもよいが、間欠的（パルス状）に照射されてもよい。

【0124】

一方、レーザー光としては、例えば、エキシマレーザーのようなパルス発振レーザー（パルスレーザー）、炭酸ガスレーザー、半導体レーザーのような連続発振レーザー等が挙げられる。中でも、パルスレーザーが好ましく用いられる。パルスレーザーでは、接合膜 80 のレーザー光が照射された部分に経時的に熱が蓄積され難いので、蓄積された熱による接合膜 80 の変質・劣化を確実に防止することができる。すなわち、パルスレーザーによれば、接合膜 80 の内部にまで蓄積された熱の影響がおよぶのを、防止することができる。

【0125】

また、パルスレーザーのパルス幅は、熱の影響を考慮した場合、できるだけ短い方が好ま

10

20

30

40

50

しい。具体的には、パルス幅が1 ps (ピコ秒) 以下であるのが好ましく、500 fs (フェムト秒) 以下であるのがより好ましい。パルス幅を前記範囲にすれば、レーザ照射に伴って接合膜80に生じる熱の影響を、的確に抑制することができる。なお、パルス幅が前記範囲内程度に小さいパルスレーザは、「フェムト秒レーザ」と呼ばれる。

【0126】

また、レーザ光の波長は、特に限定されないが、例えば、200~1200 nm程度であるのが好ましく、400~1000 nm程度であるのがより好ましい。

また、レーザ光のピーク出力は、パルスレーザの場合、パルス幅によって異なるが、0.1~10 W程度であるのが好ましく、1~5 W程度であるのがより好ましい。

さらに、パルスレーザの繰り返し周波数は、0.1~100 kHz程度であるのが好ましく、1~10 kHz程度であるのがより好ましい。パルスレーザの周波数を前記範囲内に設定することにより、レーザ光を照射した部分の温度が著しく上昇して、脱離基803を接合膜80の表面85付近から確実に切断することができる。

【0127】

なお、このようなレーザ光の各種条件は、レーザ光を照射された部分の温度が、好ましくは常温(室温)~600 程度、より好ましくは200~600 程度、さらに好ましくは300~400 程度になるように適宜調整されるのが好ましい。これにより、レーザ光を照射した部分の温度が著しく上昇して、脱離基803を接合膜80から確実に切断することができる。

【0128】

また、接合膜80に照射するレーザ光は、その焦点を、接合膜80の表面85に合わせた状態で、この表面85に沿って走査されるようにするのが好ましい。これにより、レーザ光の照射によって発生した熱が、表面85付近に局所的に蓄積されることとなる。その結果、接合膜80の表面85に存在する脱離基803を選択的に脱離させることができる。

【0129】

また、接合膜80に対するエネルギー線の照射は、いかなる雰囲気中で行うようにしてもよく、具体的には、大気、酸素のような酸化性ガス雰囲気、水素のような還元性ガス雰囲気、窒素、アルゴンのような不活性ガス雰囲気、またはこれらの雰囲気を減圧した減圧(真空)雰囲気等が挙げられるが、中でも、特に、大気雰囲気中で行うのが好ましい。これにより、雰囲気を制御することに手間やコストをかける必要がなくなり、エネルギー線の照射をより簡単に行うことができる。

このように、エネルギー線を照射する方法によれば、接合膜80の表面85付近に対して選択的にエネルギーを付与することが容易に行えるため、例えば、エネルギーの付与によるインターポザー30および接合膜80の変質・劣化、すなわち得られる半導体装置10の変質・劣化を防止することができる。

【0130】

また、エネルギー線を照射する方法によれば、付与するエネルギーの大きさを、精度よく簡単に調整することができる。このため、接合膜80から脱離する脱離基803の脱離量を調整することが可能となる。このように脱離基803の脱離量を調整することにより、接合膜80とパンプ70との間の接合強度を容易に制御することができる。

すなわち、脱離基803の脱離量を多くすることにより、接合膜80の表面85付近に、より多くの活性手が生じるため、接合膜80に発現する接着性をより高めることができる。一方、脱離基803の脱離量を少なくすることにより、接合膜80の表面85付近に生じる活性手を少なくし、接合膜80に発現する接着性を抑えることができる。

【0131】

なお、付与するエネルギーの大きさを調整するためには、例えば、エネルギー線の種類、エネルギー線の出力、エネルギー線の照射時間等の条件を調整すればよい。

さらに、エネルギー線を照射する方法によれば、短時間で大きなエネルギーを付与することができるので、エネルギーの付与をより効率よく行うことができる。

10

20

30

40

50

ここで、エネルギーが付与される前の接合膜 80 は、図 2 および図 6 に示すように、その表面 85 付近に脱離基 803 を有している。かかる接合膜 80 にエネルギーを付与すると、脱離基 803 (図 2 では、水素原子、図 6 では、メチル基) が接合膜 80 から脱離する。これにより、図 3 および図 7 に示すように、接合膜 80 の表面 85 に活性手 804 が生じ、活性化される。その結果、接合膜 80 の表面に接着性が発現する。

【0132】

ここで、本明細書中において、接合膜 80 が「活性化された」状態とは、上述のように接合膜 80 の表面 85 および内部の脱離基 803 が脱離して、接合膜 80 の構成原子において末端化されていない結合手(以下、「未結合手」または「ダングリングボンド」とも言う。)が生じた状態の他、この未結合手が水酸基(OH基)によって末端化された状態、さらに、これらの状態が混在した状態を含めて、接合膜 80 が「活性化された」状態とすることとする。

10

【0133】

したがって、活性手 804 とは、図 3 および図 7 に示すように、未結合手(ダングリングボンド)、または未結合手が水酸基によって末端化されたものを言う。このような活性手 804 が存在するようにすれば、接合膜 80 に対して、パンプ 70 をより確実に仮接合することが可能となる。

なお、後者の状態(未結合手が水酸基によって末端化された状態)は、例えば、接合膜 80 に対して大気雰囲気中でエネルギー線を照射することにより、大気中の水分が未結合手を末端化することによって、容易に生成されることとなる。

20

【0134】

また、本実施形態では、接合膜 80 とパンプ 70 とを接着する(仮接合する)前に、予め、接合膜 80 に対してエネルギーを付与する場合について説明しているが、かかるエネルギーの付与は、接合膜 80 とパンプ 70 とを仮接合する(接合膜 80 上にパンプ 70 を搭載する)際、または貼り合わせた(接合膜 80 上にパンプ 70 を搭載する)後に行うようにしてもよい。なお、このような場合については、後述する第 2 製造方法において説明する。

【0135】

[5]次に、金属性のパンプ 70 を用意し、図 10(e)に示すように、活性化させた接合膜 80 とパンプ 70 の表面とが密着するようにして、接合膜 80 をパンプ 70 に接触させる。これにより、前記工程[4]において、接合膜 80 がパンプ(被着体)70 に対する接着性が発現していることから、接合膜 80 とパンプ 70 とが化学的に結合することとなり、接合膜 80 がパンプ 70 に接着する。

30

【0136】

ここで、接合膜 80 をパンプ 70 に接触させる方法としては、特に限定されないが、例えば、複数のパンプ 70 が収納されているケース内に、活性化された接合膜 80 を備えるインターポザ 30 を搬入する方法が挙げられる。かかる方法によっても、インターポザ 30 の下面 32 において、接合膜 80 に接着性が選択的に発現していることから、パンプ 70 を、下面 32 の接合膜 80 が形成されていない領域に接合させることなく、接合膜 80 に対して位置選択的に接合させることができる。

40

なお、前記ケース内にインターポザ 30 を搬入する際には、パンプ 70 に振動等を付与するのが好ましい。これにより、接合膜 80 に対してパンプ 70 をより確実に接触させることができる。

以上のようにして、パンプ 70 が接合面 43 に搭載されたパンプ搭載基板が得られる。

【0137】

パンプ 70 の形状は、本実施形態では、図示のように、球状をなしている。球状のパンプは、形状に異方性がないため、接合膜 80 と接合する面が制約されないので、接合膜 80 上に容易に搭載することができる。また、この他、パンプ 70 は、角柱状、円柱状のような柱状、角錐状、円錐状のような錐状等の形状をなすものであってもよい。

このようにして得られたパンプ搭載基板では、フラックスのように、その粘着性を利用

50

した物理的結合に基づく接着ではなく、共有結合のような短時間で生じる強固な化学的結合に基づいて、接合膜 80 とパンプ 70 とが仮接合されている。このため、パンプ搭載基板は短時間で形成することができ、かつ、パンプ 70 が極めて脱落し難く、接合ムラ等も生じ難いものとなる。

【 0 1 3 8 】

また、接合膜 80 自体が、優れた導電性を有し、電導体（配線）としての機能も発揮するものであることから、絶縁性の接着剤を用いて接合した場合は異なり、後述する実装方法において、回路基板 600 が備える端子 602 に接続した際に、導体ポスト 42 および端子 602 間での導通を確実に得ることができる。

また、接合膜 80 を介して導体ポスト 42 とパンプ 70 とを仮接合しているため、導体ポスト 42 やパンプ 70 の構成材料に制約がないという利点もある。

【 0 1 3 9 】

以上のことから、導体ポスト 42 およびパンプ 70 の各構成材料の選択の幅をそれぞれ広げることができる。

以上説明したようなパンプ 70 には、導体ポスト 42 と同様に、パンプ 70 の構成材料に応じて、接合を行う前に、あらかじめ、パンプ 70 と接合膜 80 との密着性を高める表面処理を施すのが好ましい。これにより、接合膜 80 とパンプ 70 との接合強度をより高めることができる。

なお、表面処理としては、導体ポスト 42 に対して施す前述したような表面処理と同様の処理を適用することができる。

【 0 1 4 0 】

ここで、本工程において、接合膜 80 とパンプ 70 とを仮接合するメカニズムについて説明する。

例えば、パンプ 70 の接合膜 80 との接合に供される領域に、水酸基が露出していると、本工程において、接合膜 80 とパンプ 70 とが接触するように、接合膜 80 上にパンプ 70 を搭載したとき、接合膜 80 の表面 85 に存在する水酸基と、パンプ 70 に存在する水酸基とが、水素結合によって互いに引き合い、水酸基同士の間には引力が発生する。この引力によって、接合膜 80 とパンプ 70 とが仮接合されると推察される。

また、この水素結合によって互いに引き合う水酸基同士は、温度条件等によって、脱水縮合を伴って表面から切断される。その結果、接合膜 80 とパンプ 70 との接触界面では、水酸基が結合していた結合手同士が結合する。これにより、接合膜 80 とパンプ 70 とが接合されると推察される。

【 0 1 4 1 】

なお、前記工程 [4] で活性化された接合膜 80 の表面は、その活性状態が経時的に緩和してしまう。このため、前記工程 [4] の終了後、できるだけ早く本工程 [5] を行うようにするのが好ましい。具体的には、前記工程 [4] の終了後、60分以内に本工程 [5] を行うようにするのが好ましく、5分以内に行うのがより好ましい。かかる時間内であれば、接合膜 80 の表面が十分な活性状態を維持しているので、本工程で接合膜 80 上にパンプ 70 を搭載したとき、これらの間に十分な接合強度を得ることができる。

【 0 1 4 2 】

換言すれば、活性化させる前の接合膜 80 は、脱離基 803 を備えた状態で化学的に比較的安定な膜であり、耐候性に優れている。このため、活性化させる前の接合膜 80 は、長期にわたる保存に適したものとなる。したがって、そのような接合膜 80 が形成されたインターポーザーを多量に製造または購入して保存しておき、本工程の貼り合わせを行う直前に、必要な個数のみに前記工程 [4] に記載したエネルギーの付与を行うようにすれば、半導体装置 10 の製造効率の観点から有効である。

なお、パンプ 70 を仮接合する際、または、パンプ 70 を仮接合した後に、必要に応じ、以下の 2 つの工程（ [6 A] および [6 B] ）のうちの少なくとも一方の工程（導体ポスト 42 とパンプ 70 との接合をより確実にするための工程）を行うようにしてもよい。これにより、導体ポスト 42 とパンプ 70 との接合がより確実なものなる。

【 0 1 4 3 】

[6 A] 本工程では、得られたパンプ搭載基板を、導体ポスト 4 2 とパンプ 7 0 とが互いに近づく方向に加圧する。

これにより、導体ポスト 4 2 の表面およびパンプ 7 0 の表面に、それぞれ接合膜 8 0 の表面がより近接し、パンプ搭載基板におけるパンプ 7 0 の接合をより確実なものとすることができる。

【 0 1 4 4 】

また、パンプ搭載基板を加圧することにより、パンプ搭載基板中の接合界面に残存していた隙間を押し潰して、接合面積をさらに広げることができる。これにより、パンプ搭載基板におけるパンプ 7 0 の接合をより確実なものとすることができる。

このとき、パンプ搭載基板を加圧する際の圧力は、パンプ搭載基板が損傷を受けない程度の圧力で、できるだけ高い方が好ましい。これにより、この圧力に比例してパンプ搭載基板におけるパンプ 7 0 の接合がより確実なものとなる。

【 0 1 4 5 】

なお、この圧力は、導体ポスト 4 2 およびパンプ 7 0 の各構成材料、接合装置等の条件に応じて、適宜調整すればよい。具体的には、導体ポスト 4 2 およびパンプ 7 0 の各構成材料等に応じて若干異なるものの、0.2 ~ 10 MPa 程度であるのが好ましく、1 ~ 5 MPa 程度であるのがより好ましい。これにより、パンプ搭載基板のパンプ 7 0 の接合がより確実なものとなる。なお、この圧力が前記上限値を上回っても構わないが、導体ポスト 4 2 およびパンプ 7 0 の各構成材料によっては、導体ポスト 4 2 およびパンプ 7 0 等に損傷等が生じるおそれがある。

また、加圧する時間は、特に限定されないが、10 秒 ~ 30 分程度であるのが好ましい。なお、加圧する時間は、加圧する際の圧力に応じて適宜変更すればよい。具体的には、パンプ搭載基板を加圧する際の圧力が高いほど、加圧する時間を短くしても、接合強度の向上を図ることができる。

【 0 1 4 6 】

[6 B] 本工程では、得られたパンプ搭載基板を加熱する。

これにより、パンプ搭載基板におけるパンプ 7 0 の接合をより確実なものとすることができる。

このとき、パンプ搭載基板を加熱する際の温度は、室温より高く、パンプ搭載基板の耐熱温度未満であれば、特に限定されないが、好ましくは 25 ~ 100 程度とされ、より好ましくは 50 ~ 100 程度とされる。かかる範囲の温度で加熱すれば、パンプ搭載基板が熱によって変質・劣化するのを確実に防止しつつ、パンプ搭載基板におけるパンプ 7 0 の接合がより確実なものとなる。

【 0 1 4 7 】

また、加熱時間は、特に限定されないが、1 ~ 30 分程度であるのが好ましい。

また、前記工程 [6 A]、[6 B] の双方を行う場合、これらを同時に行うのが好ましい。すなわち、パンプ搭載基板を加圧しつつ、加熱するのが好ましい。これにより、加圧による効果と、加熱による効果とが相乗的に発揮され、パンプ搭載基板におけるパンプ 7 0 の接合をさらに確実なものとするすることができる。

以上のような工程を行うことにより、パンプ搭載基板における接合強度のさらなる向上を容易に図ることができる。

【 0 1 4 8 】

[7] 次に、インターポージャー 3 0 の配線パターン 4 1 を形成した上面 3 1 に、その辺縁部を除いて接合層 6 0 を形成する (図 1 0 (f) 参照) 。

接合層 6 0 は、インターポージャー 3 0 の上面に、辺縁部を覆うようにマスクを形成し、そして、このマスクを介して、例えば樹脂接着剤を供給することによって形成した後、マスクを除去することにより得ることができる。

樹脂接着剤の供給方法としては、例えば、前述の液状導電材料の供給方法と同様の方法を挙げることができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 4 9 】

[8] 次に、接合層 6 0 に、半導体チップ 2 0 を固着し、半導体チップ 2 0 に設けられた電極パッド 2 1 と、配線パターン 4 1 とを電氣的に接続する（図 1 1 (g) 参照）。

半導体チップ 2 0 の固着は、例えば、接合層 6 0 の上に、半導体チップ 2 0 を載置し、接合層 6 0 を硬化することにより行われる。

また、電極パッド 2 1 と配線パターン 4 1 との電氣的な接続は、半導体チップ 2 0 の電極パッド 2 1 と、接合層 6 0 から露出する配線パターン 4 1 とを導電性ワイヤー 2 2 で接続（ワイヤボンディング）することにより行われる。

【 0 1 5 0 】

[9] 次に、インターポザー 3 3 上に、上面 3 1 側に設けられた各部材を覆うようにモールド部 5 0 を形成する（図 1 1 (h) 参照）。

モールド部 5 0 は、例えば、インターポザー 3 0 が搬入された成型金型内に、熔融状態の樹脂を充填し、仮硬化した後、成型金型からインターポザー 3 0 を取り出し、樹脂を完全に硬化させることによって形成することができる。

以上のようにして、半導体装置 1 0 を得ることができる。

【 0 1 5 1 】

< < 第 2 製造方法 > >

次に、本発明の半導体装置の第 2 製造方法について説明する。

図 1 2 は、図 1 に示す半導体装置の第 2 製造方法（製造工程）を説明するための図である。なお、以下では、説明の都合上、図 1 2 中の上側を「上」または「上方」、下側を「下」または「下方」と言う。

【 0 1 5 2 】

以下、第 2 製造方法について説明するが、前記第 1 製造方法との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

第 2 製造方法では、接合膜 8 0 が形成された導体ポスト 4 2 に、バンプを搭載した後に、接合膜 8 0 にエネルギーを付与して、バンプ 7 0 を導体ポスト 4 2 に接合するようにした以外は、前記第 1 製造方法と同様である。

すなわち、本製造方法では、導体ポスト 4 2 が備える接合膜 8 0 の表面とバンプ 7 0 の表面とが密着するように、接合膜 8 0 上にバンプ 7 0 を搭載した後、接合膜 8 0 に対してエネルギーを付与して、接合膜 8 0 を活性化させ、これにより、接合膜 8 0 を介して導体ポスト 4 2 とバンプ 7 0 とを接合してなる半導体装置 1 0 を得る。

【 0 1 5 3 】

以下、半導体装置 1 0 の第 2 製造方法について説明する。

[1 '] まず、前記第 1 製造方法の工程 [1] および [2] と同様にして、導体ポスト 4 2 および配線パターン 4 1 を設けたインターポザー 3 0 を用意する（図 9 参照）。

[2 '] 次に、図 9 (c) に示すように、導体ポスト 4 2 の接合面 4 3 に、前述したような方法により、接合膜 8 0 を形成する。

【 0 1 5 4 】

[3 '] 次に、図 1 2 (a) に示すように、接合膜 8 0 の表面 8 5 とバンプ 7 0 の表面とが密着（接触）するように、接合膜 8 0 上にバンプ 7 0 を搭載する。なお、この状態では、導体ポスト 4 2 とバンプ 7 0 との間は仮接合されていないので、バンプ 7 0 の接合面 4 3 に対する相対位置を調整することができる。これにより、バンプ 7 0 を接合膜 8 0 上に搭載した後、これらの位置を容易に微調整することができる。その結果、接合膜 8 0 の表面 8 5 方向における位置精度を高めることができる。

【 0 1 5 5 】

[4 '] 次に、図 1 2 (b) に示すように、接合膜 8 0 に対してエネルギーを付与する。接合膜 8 0 にエネルギーが付与されると、接合膜 8 0 に、バンプ 7 0 との接着性が発現する。これにより、導体ポスト 4 2 とバンプ 7 0 とが仮接合される。

ここで、接合膜 8 0 に付与するエネルギーは、いかなる方法で付与されてもよいが、例えば、前記第 1 製造方法で挙げたような方法で付与される。

10

20

30

40

50

【 0 1 5 6 】

また、本製造方法では、接合膜 8 0 にエネルギーを付与する方法としては、特に、接合膜 8 0 を加熱する方法、および接合膜 8 0 に圧縮力（物理的エネルギー）を付与する方法のうちの少なくとも一方を用いるのが好ましい。これらの方法は、接合膜 8 0 に対して比較的簡単に効率よくエネルギーを付与することができるので、エネルギー付与方法として好適である。

【 0 1 5 7 】

一方、接合膜 8 0 を加熱することにより、接合膜 8 0 に対してエネルギーを付与する場合には、加熱温度を 2 5 ~ 1 0 0 程度に設定するのが好ましく、5 0 ~ 1 0 0 程度に設定するのがより好ましい。かかる範囲の温度で加熱すれば、インターポーザーが熱によって変質・劣化するのを確実に防止しつつ、接合膜 8 0 を確実に活性化させることができる。

10

【 0 1 5 8 】

また、加熱時間は、接合膜 8 0 の脱離基 8 0 3 を脱離し得る程度の時間とすればよく、具体的には、加熱温度が前記範囲内であれば、1 ~ 3 0 分程度であるのが好ましい。

また、接合膜 8 0 は、いかなる方法で加熱されてもよいが、例えば、ヒータを用いる方法、赤外線を照射する方法、火炎に接触させる方法等の各種方法で加熱することができる。

【 0 1 5 9 】

なお、赤外線を照射する方法を用いる場合には、導体ポスト 4 2 またはパンプ 7 0 は、光吸収性を有する材料で構成されているのが好ましい。これにより、赤外線を照射された導体ポスト 4 2 またはパンプ 7 0 は、効率よく発熱する。その結果、接合膜 8 0 を効率よく加熱することができる。

20

また、ヒータを用いる方法または火炎に接触させる方法を用いる場合には、導体ポスト 4 2 またはパンプ 7 0 のうちヒータまたは火炎を接触させる側の部材は、熱伝導性に優れた材料で構成されているのが好ましい。これにより、導体ポスト 4 2 またはパンプ 7 0 を介して、接合膜 8 0 に対して効率よく熱を伝えることができ、接合膜 8 0 を効率よく加熱することができる。

【 0 1 6 0 】

また、接合膜 8 0 に圧縮力を付与することにより、接合膜 8 0 に対してエネルギーを付与する場合には、導体ポスト 4 2 とパンプ 7 0 とが互いに近づく方向に、0 . 2 ~ 1 0 M P a 程度の圧力で圧縮するのが好ましく、1 ~ 5 M P a 程度の圧力で圧縮するのがより好ましい。これにより、単に圧縮するのみで、接合膜 8 0 に対して適度なエネルギーを簡単に付与することができ、接合膜 8 0 に、パンプ 7 0 との十分な接着性が発現する。なお、この圧力が前記上限値を上回っても構わないが、導体ポスト 4 2 とパンプ 7 0 の各構成材料によっては、導体ポスト 4 2 およびパンプ 7 0 に損傷等が生じるおそれがある。

30

また、圧縮力を付与する時間は、特に限定されないが、1 0 秒 ~ 3 0 分程度であるのが好ましい。なお、圧縮力を付与する時間は、圧縮力の大きさに応じて適宜変更すればよい。具体的には、圧縮力の大きさが大きいほど、圧縮力を付与する時間を短くすることができる。

40

【 0 1 6 1 】

[5 '] 次に、前記第 1 製造方法の工程 [7] ~ 工程 [9] と同様にして、半導体装置 1 0 を形成する。

すなわち、インターポーザー 3 0 の上面 3 1 に接合層 6 0 を介して半導体チップ 2 0 を搭載する。そして、半導体チップ 2 0 の電極パッド 2 1 と配線パターン 4 1 とを導電性ワイヤー 2 2 を介して接続する。さらに、インターポーザー 3 0 の一方の面 3 1 側に設けられた各部材を覆うようにモールド部 5 を形成する（図 1 1 参照）。

以上のようにして、半導体装置 1 0 を得ることができる。

【 0 1 6 2 】

< < 実装方法 > >

50

次に、本発明の半導体装置を回路基板に実装する方法について説明する。

図13および図14は、図1に示す半導体装置の実装方法を説明するための図（縦断面図）である。なお、以下では、説明の都合上、図13および図14中の上側を「上」または「上方」、下側を「下」または「下方」と言う。

【0163】

[S1] 回路基板600上への半導体装置10の搭載

まず、図13(a)に示すような回路基板600を用意する。

本実施形態の回路基板600は、配線パターン（図示せず）が形成された平板状の基体601と、配線パターンに接続された複数の端子602とを有している。

そして、図13(b)に示すように、半導体装置10の bumps 70を、これに対応する回路基板600の端子602上に載せ、位置決めする。これにより、回路基板600上に半導体装置10が搭載される。

このとき、本発明の半導体装置10は、各 bumps 70が、接合面43に高い寸法精度で接合され、均一な高さを有していることにより、各 bumps 70を、これに対応する端子602上に正確に位置決めすることができる。

【0164】

[S2] 半導体装置10と回路基板600との接合

次に、回路基板600に搭載された半導体装置10をパレットに装着し、このパレットを、加熱炉内に移送する。そして、加熱炉により、前述したろう材が溶融する程度の温度で、半導体装置10および回路基板600を加熱する。

これにより、図14(c)から図14(d)に示すように、 bumps 70は徐々に溶融し、溶融部701が形成される。

この加熱条件は、例えば、210～250 × 20秒～1分程度とされる。

このとき、溶融部701は、半導体装置10の導体ポスト42に仮接合されていることにより、接合面43の周囲に濡れ広がるのが抑えられ、隣接する bumps (接合部) 70同士が短絡するのが防止される。

【0165】

次いで、半導体装置10および回路基板600の温度を徐々に低下させる。これにより、溶融部701が固化して bumps 70に復元するが、このとき、半導体装置10の各導体ポスト42、および、回路基板600の各端子602の双方に bumps 70が融着する。すなわち、各 bumps 70と導体ポスト42とが接合膜80を介して本接合されるとともに、各 bumps 70と各端子602とが接合される。

【0166】

ここで、本発明では、導体ポスト42と bumps 70とを接合する接合膜として用いた接合膜80が、半導体装置10を回路基板600上に搭載した後も、半導体装置10中に残存することとなるが、この接合膜80は、前述したように優れた導電性を有していることから、導電体としても優れた機能を発揮するものである。そのため、接合膜80が、上記のように半導体装置10中に残存したとしても、より詳しくは、 bumps 70と導体ポスト42との間に介在したとしても、これら同士の導通を確実に得ることができる。

【0167】

<電子機器>

次に、上述した半導体装置10を備える本発明の電子機器について説明する。

なお、以下では、本発明の電子機器の一例として、携帯電話を代表に説明する。

図15は、携帯電話の実施形態を示す斜視図である。

図15に示す携帯電話は、表示部1001を備える携帯電話本体1000を有している。携帯電話本体1000には、例えば、上述した半導体装置10が、表示部1001が備える回路基板600に搭載された状態で内蔵されており、これは、表示部1001における画像の表示を制御する制御手段等として用いられる。

【0168】

なお、半導体装置10は、図15で説明した携帯電話の他に、種々の電子機器に対して

10

20

30

40

50

適用できる。

例えば、テレビや、ビデオカメラ、ビューファインダ型、モニタ直視型のビデオテープレコーダ、ラップトップ型パーソナルコンピュータ、カーナビゲーション装置、ページャ、電子手帳（通信機能付も含む）、電子辞書、電卓、電子ゲーム機器、ワードプロセッサ、ワークステーション、テレビ電話、防犯用テレビモニタ、電子双眼鏡、POS端末、タッチパネルを備えた機器（例えば金融機関のキャッシュディスプレイ、自動券売機）、医療機器（例えば電子体温計、血圧計、血糖計、心電表示装置、超音波診断装置、内視鏡用表示装置）、魚群探知機、各種測定機器、計器類（例えば、車両、航空機、船舶の計器類）、フライトシュミレータ、その他各種モニタ類、プロジェクター等の投射型表示装置等にも適用できる。

10

【0169】

以上、本発明の半導体装置および電子機器を、図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、半導体装置を構成する各部は、同様の機能を発揮し得る任意の構成のものとして置換することができる。

例えば、前記実施形態では、半導体チップの配線パターンとがワイヤボンディングによって接続されているが、本発明の半導体装置は、半導体チップと配線パターンとがTAB（テープオートメテッドボンディング）によって接合されたものであってもよく、半導体チップと配線パターンとが bumps によって接合（フリップチップボンディング）されたものであってもよい。

20

【図面の簡単な説明】

【0170】

【図1】本発明の半導体装置を説明するための図（縦断面図）である。

【図2】本発明の半導体装置が備える、Iの構成の接合膜のエネルギー付与前の状態を示す部分拡大図である。

【図3】本発明の半導体装置が備える、Iの構成の接合膜のエネルギー付与後の状態を示す部分拡大図である。

【図4】Iの構成の接合膜を成膜する際に用いられる成膜装置を模式的に示す縦断面図である。

【図5】図4に示す成膜装置が備えるイオン源の構成を示す模式図である。

【図6】本発明の半導体装置が備える、IIの構成の接合膜のエネルギー付与前の状態を示す部分拡大図である。

30

【図7】本発明の半導体装置が備える、IIの構成の接合膜のエネルギー付与後の状態を示す部分拡大図である。

【図8】IIの構成の接合膜を成膜する際に用いられる成膜装置を模式的に示す縦断面図である。

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

【図10】図1に示す半導体装置の第1製造方法を説明するための図（縦断面図）である。

【図11】図1に示す半導体装置の第1製造方法を説明するための図（縦断面図）である。

40

【図12】図1に示す半導体装置の第2製造方法を説明するための図（縦断面図）である。

【図13】図1に示す半導体装置の実装方法を説明するための図（縦断面図）である。

【図14】図1に示す半導体装置の実装方法を説明するための図（縦断面図）である。

【図15】本発明の電気機器を適用した携帯電話の実施形態を示す斜視図である。

【図16】従来の半導体装置の一例を示す縦断面図である。

【符号の説明】

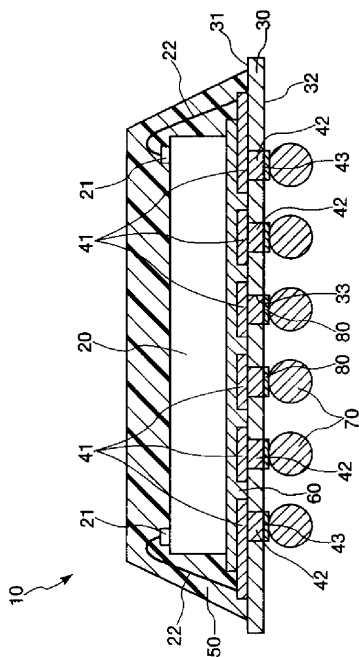
【0171】

10 ... 半導体装置 20 ... 半導体チップ 21 ... 電極パッド 22 ... 導電性ワイヤ
30 ... インターポーザー 31 ... 上面（一方の面） 32 ... 下面（他方の

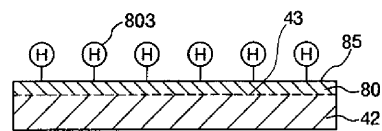
50

面) 33ピア 41配線パターン 42導体ポスト 43接合面 5
 0モールド部 60接合層 70ポンプ 80接合膜 803脱離
 基 804活性手 85表面 200成膜装置 211チャンバー 2
 12基板ホルダー 215イオン源 216ターゲット 217ターゲ
 ットホルダー 219ガス供給源 220第1のシャッター 221第2の
 シャッター 230排気手段 231排気ライン 232ポンプ 233 ...
 ...バルブ 250開口 253グリッド 254グリッド 255磁石
 256イオン発生室 257フィラメント 260ガス供給手段 261
ガス供給ライン 262ポンプ 263バルブ 264ガスポンベ 5
 00成膜装置 511チャンバー 512基板ホルダー 521シャツ 10
 ター 530排気手段 531排気ライン 532ポンプ 533バル
 ブ 560有機金属材料供給手段 561ガス供給ライン 562貯留槽
 563バルブ 564ポンプ 565ガスポンベ 570ガス供給手段
 571ガス供給ライン 573バルブ 574ポンプ 575ガスポ
 ンベ 600回路基板 601基体 602端子 603導電性ペー
 スト 701溶融部 900半導体パッケージ 901貫通孔(ピア) 90
 2インターポザー 903配線パターン 904導体ポスト 904 a ...
 ...接合面 905ポンプ 906半導体チップ 1000携帯電話本体 1
 001表示部

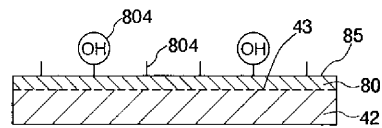
【図1】



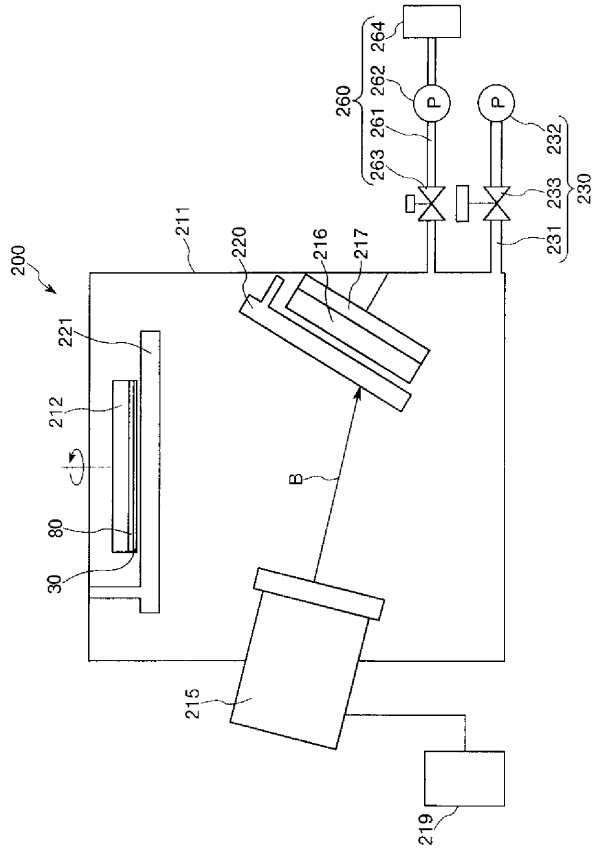
【図2】



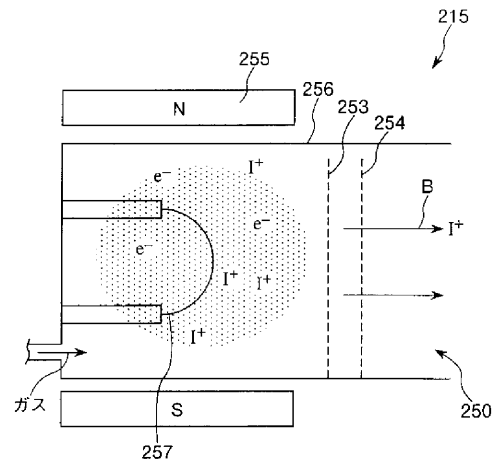
【図3】



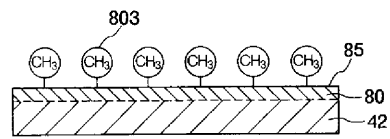
【 図 4 】



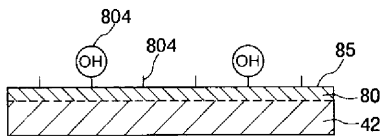
【 図 5 】



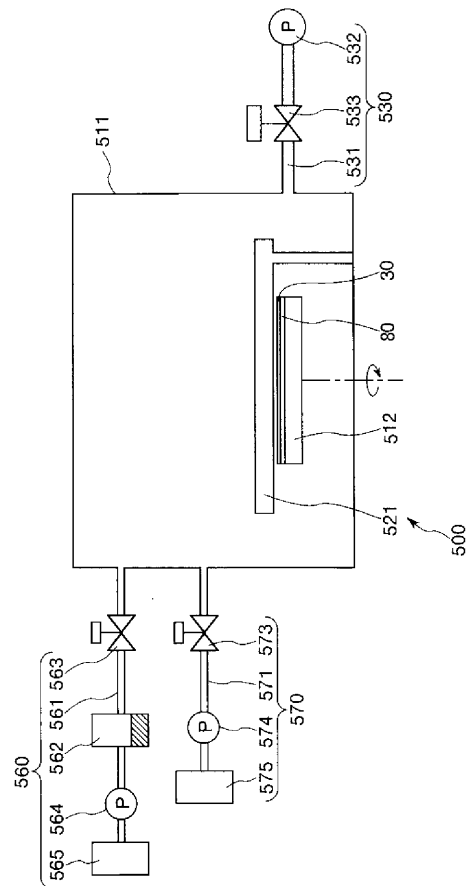
【 図 6 】



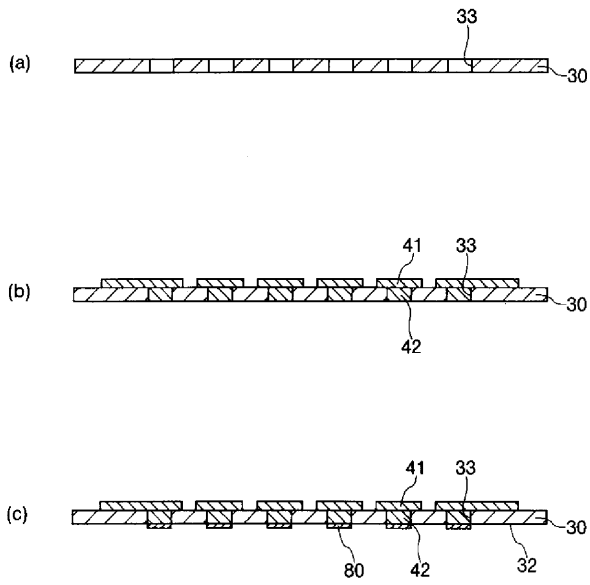
【 図 7 】



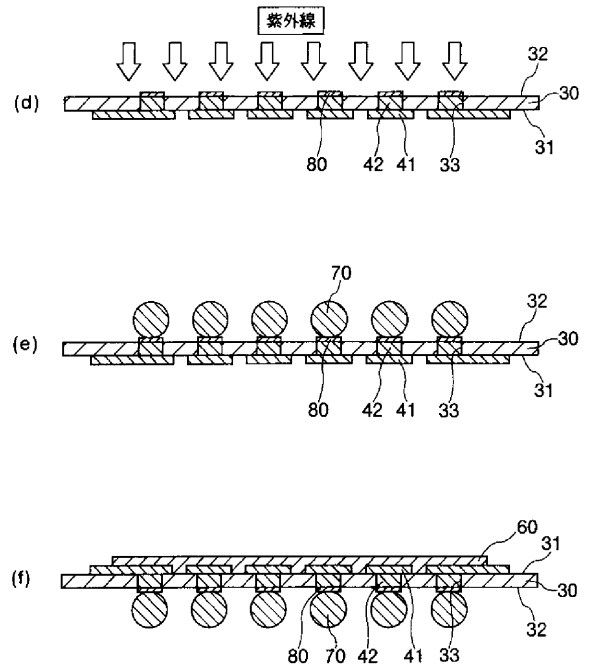
【 図 8 】



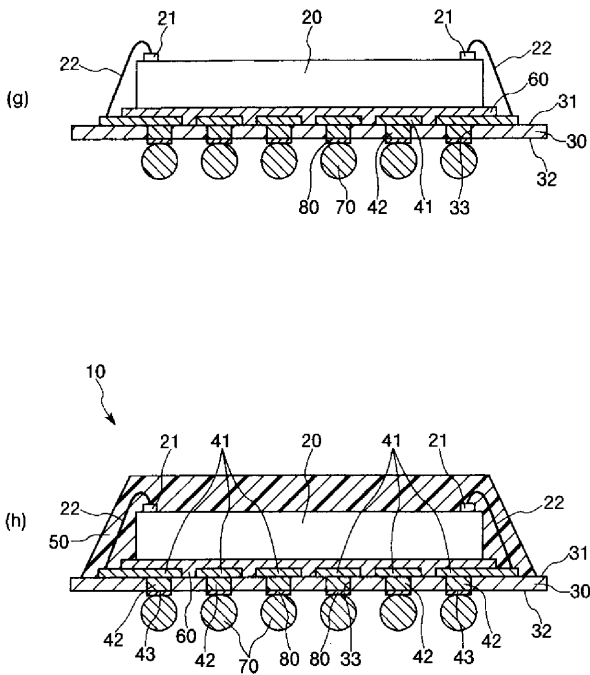
【 図 9 】



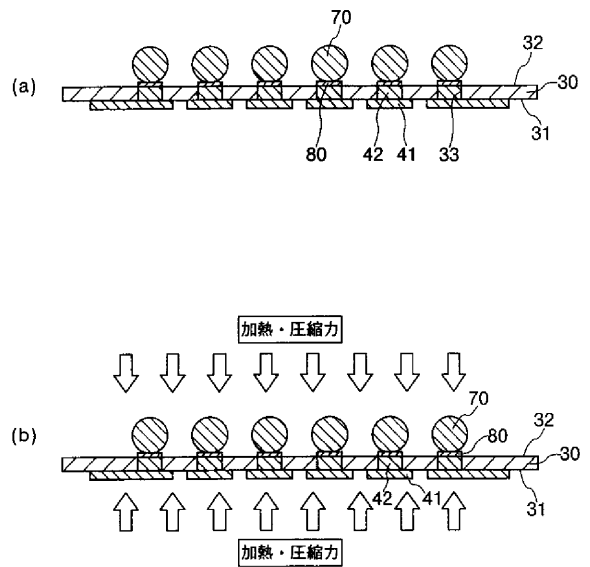
【 図 1 0 】



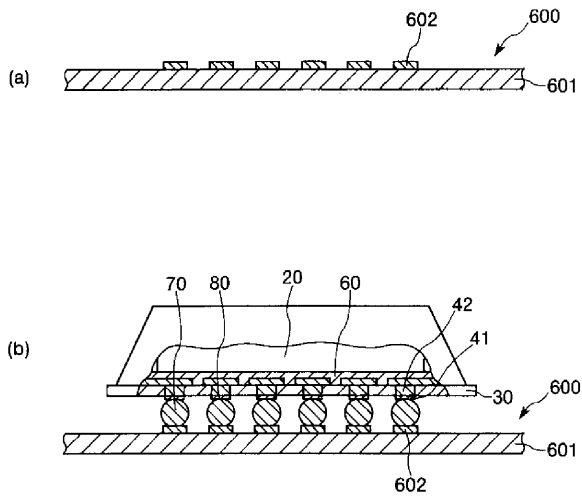
【 図 1 1 】



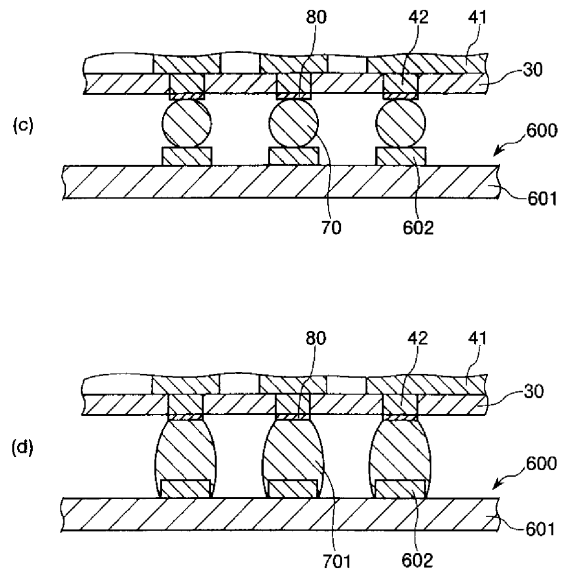
【 図 1 2 】



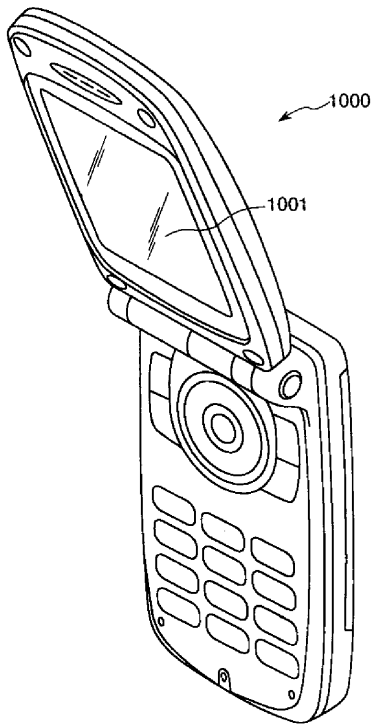
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】

