

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7661891号
(P7661891)

(45)発行日 令和7年4月15日(2025.4.15)

(24)登録日 令和7年4月7日(2025.4.7)

(51)国際特許分類 F I
H 0 1 L 21/60 (2006.01) H 0 1 L 21/92 6 0 4 F

請求項の数 18 (全49頁)

(21)出願番号	特願2021-567299(P2021-567299)	(73)特許権者	000004455 株式会社レゾナック 東京都港区東新橋一丁目9番1号
(86)(22)出願日	令和2年12月15日(2020.12.15)	(74)代理人	100088155 弁理士 長谷川 芳樹
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/046731	(74)代理人	100128381 弁理士 清水 義憲
(87)国際公開番号	WO2021/131897	(74)代理人	100169454 弁理士 平野 裕之
(87)国際公開日	令和3年7月1日(2021.7.1)	(72)発明者	欠畑 純一 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 昭和電工マテリアルズ株式会社内
審査請求日	令和5年10月17日(2023.10.17)	(72)発明者	赤井 邦彦 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 昭和電工マテリアルズ株式会社内
(31)優先権主張番号	特願2019-238428(P2019-238428)		最終頁に続く
(32)優先日	令和1年12月27日(2019.12.27)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

(54)【発明の名称】 はんだバンプ形成用部材、はんだバンプ形成用部材の製造方法、及びはんだバンプ付き電極基板の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の凹部を有する基体と、前記凹部内にはんだ粒子及び流動化剤と、を備え、前記はんだ粒子の平均粒子径が1～35 μmであり、C.V.値が20%以下である、はんだバンプ形成用部材。

【請求項2】

前記流動化剤が、コハク酸、グルタル酸、アジピン酸、ピメリン酸、スペリン酸、安息香酸、及びリンゴ酸からなる群より選択される少なくとも一種を含む、請求項1に記載のはんだバンプ形成用部材。

【請求項3】

前記はんだ粒子の表面の一部に平面部が形成されている、請求項1又は2に記載のはんだバンプ形成用部材。

【請求項4】

隣接する前記凹部間の距離が、前記はんだ粒子の平均粒子径の0.1倍以上である、請求項1～3のいずれか一項に記載のはんだバンプ形成用部材。

【請求項5】

複数の凹部を有する基体、並びにはんだ粒子及び流動化剤を準備する前工程と、前記凹部に、前記はんだ粒子及び前記流動化剤を配置する配置工程と、を備え、

前記はんだ粒子の平均粒子径が1～35 μmであり、C.V.値が20%以下である、は

んだバンプ形成用部材の製造方法。

【請求項 6】

前記流動化剤が、コハク酸、グルタル酸、アジピン酸、ピメリン酸、スベリン酸、安息香酸、及びリンゴ酸からなる群より選択される少なくとも一種を含む、請求項 5 に記載の製造方法。

【請求項 7】

複数の凹部を有する基体及びはんだ微粒子を準備する準備工程と、
前記はんだ微粒子の少なくとも一部を、前記凹部に収容する収容工程と、
前記凹部に収容された前記はんだ微粒子を融合させて、前記凹部内にはんだ粒子を形成する融合工程と、
前記はんだ粒子が形成された前記凹部に流動化剤を配置する注入工程と、
を備える、はんだバンプ形成用部材の製造方法。

10

【請求項 8】

前記はんだ粒子の平均粒子径が $1 \sim 35 \mu\text{m}$ であり、 $C.V.$ 値が 20% 以下である、請求項 7 に記載の製造方法。

【請求項 9】

前記はんだ微粒子の $C.V.$ 値が 20% を超える、請求項 7 又は 8 に記載の製造方法。

【請求項 10】

前記融合工程の前に、前記凹部に収容された前記はんだ微粒子を還元雰囲気中に晒す還元工程を更に備える、請求項 7 ~ 9 のいずれか一項に記載の製造方法。

20

【請求項 11】

前記融合工程において、前記はんだ微粒子を還元雰囲気下で融合させる、請求項 7 ~ 10 のいずれか一項に記載の製造方法。

【請求項 12】

請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のはんだバンプ形成用部材、及び複数の電極を有する基板、を準備する準備工程と、
前記はんだバンプ形成用部材の前記凹部を有する面及び前記基板の前記電極を有する面を対向させて接触させる配置工程と、
前記はんだ粒子をはんだ粒子の融点以上の温度に加熱する加熱工程と、
を備える、はんだバンプ付き電極基板の製造方法。

30

【請求項 13】

前記加熱工程において、前記はんだバンプ形成用部材及び前記基板を加圧状態で接触させながら、前記はんだ粒子をはんだ粒子の融点以上の温度に加熱する、請求項 12 に記載の製造方法。

【請求項 14】

前記配置工程の前に、前記はんだ粒子を還元雰囲気中に晒す還元工程を更に備える、請求項 12 又は 13 に記載の製造方法。

【請求項 15】

前記配置工程の後であって前記加熱工程の前に、前記はんだ粒子を還元雰囲気中に晒す還元工程を更に備える、請求項 12 ~ 14 のいずれか一項に記載の製造方法。

40

【請求項 16】

前記加熱工程において、還元雰囲気下で前記はんだ粒子をはんだ粒子の融点以上の温度に加熱する、請求項 12 ~ 15 のいずれか一項に記載の製造方法。

【請求項 17】

前記加熱工程の後に、前記はんだバンプ形成用部材を前記基板から除去する除去工程を更に備える、請求項 12 ~ 16 のいずれか一項に記載の製造方法。

【請求項 18】

前記除去工程の後に、前記電極に結合していない前記はんだ粒子を除去する洗浄工程を更に備える、請求項 17 に記載の製造方法。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、はんだバンプ形成用部材、はんだバンプ形成用部材製造方法、及びはんだバンプ付き電極基板の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

所定パターンで設けられた複数のはんだボール挿入孔を備えたマスクと、該挿入孔に收容されたはんだボールと、該挿入孔の中にはんだボールを保持する固着剤から構成されていることを特徴とするはんだボール配置シートが知られている（例えば、特許文献1参照）。

10

【0003】

下記工程を含む、所定位置にはんだボール又ははんだ粉末を保持した、はんだバンプ形成用シートの製造方法が知られている（例えば、特許文献2参照）。

A．片面に、底面が粘着剤から構成された多数の窪みを所定位置に有するシートを準備し；B．シートの各窪みにはんだ粉末を充填して、窪み底面の粘着剤によりはんだ粉末を付着保持し；C．粘着剤で保持されていないはんだ粉末をシートから除去し、そしてD．シートの窪み内のはんだ粉末を被覆する。

【0004】

凹溝内に配置したはんだボールを粘着ロール面に転写し、さらにこのはんだボールを電極上の粘着剤に移すことで、電極上にはんだバンプを形成する方法が知られている（例えば、特許文献3参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2004-080024号公報

【文献】国際公開第2006/043377号

【文献】特開2017-157626号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1及び2に示される転写シート及び製造方法では、はんだ粒子を保持するための粘着層が必要となっている。そのため、はんだ融点以上に加熱してはんだを溶解・合一化し、さらに電極上に転写する際の加熱により、粘着層成分が軟化・溶融・分解して夾雑物となり得る。夾雑物がはんだと電極の間に介在することで、はんだバンプの安定した形成が妨げられる虞がある。電極上にはんだバンプを転写した後、これらの夾雑物を除去する場合、電極が形成された基板及び半導体パッケージを洗浄液にさらすことになり、工程の増加、基体・半導体パッケージの不具合、洗浄不良による不具合などが発生する虞がある。

30

【0007】

特許文献3では、粘着剤を介してはんだボール（粒子）を電極上に配置していくため、粘着剤成分がはんだボール表面に残り、接合に不具合を与える虞がある。また、粘着剤の厚み及び粘着剤表面の凹凸の制御は、はんだボールの大きさが100 μ m程度では一応可能であるが、大きさが50 μ m、30 μ mと小さくなるに従い困難となる。そのため、30 μ mを下回るはんだボール（粒子）を粘着剤を介して転写・移動させると、転写率を上げることが困難となる。

40

【0008】

その他、はんだボール（粒子）同士が接触しながら基材表面に粘着剤を介して一様に配置されている転写シートが知られている。この転写シートのはんだボール面を、電極が形成された基板に押し当て加熱することで、電極上にはんだボールを転写し、その後のリフローによりバンプが形成できるとされている。しかしながら、発明者らが検討したところ

50

、電極間隔が狭くなってくると電極間をはんだがブリッジしてしまい、ショート（短絡）不良が発生した。隣接するはんだボール同士が接触しているため、どうしても電極への転写時の熱により、はんだが溶解・合一化してしまい、隣接電極間をまったく部分が発生するものと推察される。このようにはんだ粒子同士が接触しながら一様に並べられたはんだ転写シートでは、数ミクロンレベルの電極間隔である場合に、短絡なくはんだバンプを形成することは難しいのが現状である。

【 0 0 0 9 】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、電氣的に互いに接続すべき回路部材の接続箇所が微小であっても、絶縁信頼性及び導通信頼性の両方が優れる接続構造体を製造するのに有用なはんだバンプ形成用部材及びその製造方法を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

本発明の一側面は、複数の凹部を有する基体と、凹部内にはんだ粒子及び流動化剤と、を備え、はんだ粒子の平均粒子径が $1 \sim 35 \mu\text{m}$ であり、 $C \cdot V$ 値が 20% 以下である、はんだバンプ形成用部材に関する。

【 0 0 1 1 】

上記はんだバンプ形成用部材は、電氣的に互いに接続すべき回路部材の接続箇所が微小であっても、絶縁信頼性及び導通信頼性の両方が優れる接続構造体を製造するのに有用である。

20

【 0 0 1 2 】

はんだバンプ形成用部材の一態様において、流動化剤は、コハク酸、グルタル酸、アジピン酸、ピメリン酸、スベリン酸、安息香酸、及びリンゴ酸からなる群より選択される少なくとも一種を含んでよい。

【 0 0 1 3 】

はんだバンプ形成用部材の一態様において、はんだ粒子の表面の一部に平面部が形成されていてよい。

【 0 0 1 4 】

はんだバンプ形成用部材の一態様において、隣接する凹部間の距離が、はんだ粒子の平均粒子径の 0.1 倍以上であってよい。

30

【 0 0 1 5 】

本発明の一側面は、複数の凹部を有する基体、並びにはんだ粒子及び流動化剤を準備する前工程と、凹部に、はんだ粒子及び流動化剤を配置する配置工程と、を備える、はんだバンプ形成用部材の製造方法に関する。

【 0 0 1 6 】

本発明の一側面は、複数の凹部を有する基体及びはんだ微粒子を準備する準備工程と、はんだ微粒子の少なくとも一部を、凹部に収容する収容工程と、凹部に収容されたはんだ微粒子を融合させて、凹部内にはんだ粒子を形成する融合工程と、はんだ粒子が形成された凹部に流動化剤を配置する注入工程と、を備える、はんだバンプ形成用部材の製造方法に関する。

40

【 0 0 1 7 】

はんだバンプ形成用部材の製造方法の一態様において、はんだ粒子の平均粒子径が $1 \sim 35 \mu\text{m}$ であり、 $C \cdot V$ 値が 20% 以下であってよい。

【 0 0 1 8 】

はんだバンプ形成用部材の製造方法の一態様において、はんだ微粒子の $C \cdot V$ 値が 20% を超えてよい。

【 0 0 1 9 】

はんだバンプ形成用部材の製造方法の一態様は、融合工程の前に、凹部に収容されたはんだ微粒子を還元雰囲気中に晒す還元工程を更に備えてよい。

50

【 0 0 2 0 】

はんだバンプ形成用部材の製造方法の一態様において、融合工程において、はんだ微粒子を還元雰囲気下で融合させてよい。

【 0 0 2 1 】

本発明の一側面は、上記はんだバンプ形成用部材、及び複数の電極を有する基板、を準備する準備工程と、はんだバンプ形成用部材の凹部を有する面及び基板の電極を有する面を対向させて接触させる配置工程と、はんだ粒子をはんだ粒子の融点以上の温度に加熱する加熱工程と、を備える、はんだバンプ付き電極基板の製造方法に関する。

【 0 0 2 2 】

はんだバンプ付き電極基板の製造方法の一態様における加熱工程において、はんだバンプ形成用部材及び基板を加圧状態で接触させながら、はんだ粒子をはんだ粒子の融点以上の温度に加熱してよい。

10

【 0 0 2 3 】

はんだバンプ付き電極基板の製造方法の一態様は、配置工程の前に、はんだ粒子を還元雰囲気に晒す還元工程を更に備えてよい。

【 0 0 2 4 】

はんだバンプ付き電極基板の製造方法の一態様は、配置工程の後であって加熱工程の前に、はんだ粒子を還元雰囲気に晒す還元工程を更に備えてよい。

【 0 0 2 5 】

はんだバンプ付き電極基板の製造方法の一態様における加熱工程において、還元雰囲気下ではんだ粒子をはんだ粒子の融点以上の温度に加熱してよい。

20

【 0 0 2 6 】

はんだバンプ付き電極基板の製造方法の一態様は、加熱工程の後に、はんだバンプ形成用部材を基板から除去する除去工程を更に備えてよい。

【 0 0 2 7 】

はんだバンプ付き電極基板の製造方法の一態様は、除去工程の後に、電極に結合していないはんだ粒子を除去する洗浄工程を更に備えてよい。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 8 】

本発明によれば、電氣的に互いに接続すべき回路部材の接続箇所が微小であっても、絶縁信頼性及び導通信頼性の両方が優れる接続構造体を製造するのに有用なはんだバンプ形成用部材及びその製造方法を提供することができる。また、本発明によれば、当該部材を用いたはんだバンプ付き電極基板の製造方法を提供することができる。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 9 】

【 図 1 】 図 1 は、一実施形態に係るはんだバンプ形成用部材を模式的に示す断面図である。

【 図 2 】 図 2 (a) は、図 1 における凹部の開口部と反対側からはんだ粒子を見た図であり、図 2 (b) ははんだ粒子の投影像に外接する四角形を二対の平行線により作成した場合における、対向する辺間の距離 X 及び Y (但し $Y < X$) を示す図である。

【 図 3 】 図 3 (a) は、基体の一例を模式的に示す平面図であり、図 3 (b) は、図 3 (a) の $I b - I b$ 線における断面図である。

40

【 図 4 】 図 4 (a) ~ (h) は、基体が有する凹部の断面形状の例を模式的に示す断面図である。

【 図 5 】 図 5 は、基体の凹部にはんだ微粒子が収容された状態を模式的に示す断面図である。

【 図 6 】 図 6 (a) 及び図 6 (b) は、はんだバンプ付き電極基板の製造過程の一例を模式的に示す断面図である。

【 図 7 】 図 7 (a) 及び図 7 (b) は、接続構造体の製造過程の一例を模式的に示す断面図である。

【 図 8 】 図 8 は、基体の一例を模式的に示す断面図である。

50

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、本発明の実施形態について説明する。本発明は以下の実施形態に限定されるものではない。なお、以下で例示する材料は、特に断らない限り、一種単独で用いてもよく、二種以上を組み合わせて用いてもよい。組成物中の各成分の含有量は、組成物中に各成分に該当する物質が複数存在する場合、特に断らない限り、組成物中に存在する当該複数の物質の合計量を意味する。「～」を用いて示された数値範囲は、「～」の前後に記載される数値をそれぞれ最小値及び最大値として含む範囲を示す。本明細書中に段階的に記載されている数値範囲において、ある段階の数値範囲の上限値又は下限値は、他の段階の数値範囲の上限値又は下限値に置き換えてもよい。本明細書中に記載されている数値範囲において、その数値範囲の上限値又は下限値は、実施例に示されている値に置き換えてもよい。

10

【0031】

<はんだバンプ形成用部材>

一態様において、はんだバンプ形成用部材は、複数の凹部を有する基体と、凹部内にはんだ粒子及び流動化剤と、を備え、はんだ粒子の平均粒子径が1～35 μm であり、C.V.値が20%以下である。

【0032】

図1は、一実施形態に係るはんだバンプ形成用部材を模式的に示す断面図である。はんだバンプ形成用部材10は、複数の凹部62を有する基体60と、凹部62内にはんだ粒子1及び流動化剤Fと、を備えている。はんだバンプ形成用部材10の所定の縦断面において、一個のはんだ粒子1は隣接する一個のはんだ粒子1と離隔した状態で横方向（図1における左右方向）に並ぶように配置されている。はんだ粒子1は、凹部62内において、その側面及びノ又は底面と接していてもよい。流動化剤Fは、はんだ粒子1と凹部62の底面との間に存在していてもよい。はんだバンプ形成用部材は、フィルム状（はんだバンプ形成用フィルム）、シート状（はんだバンプ形成用シート）等であってよい。

20

【0033】

（はんだ粒子）

はんだ粒子1の平均粒子径は、例えば35 μm 以下であり、好ましくは30 μm 以下、25 μm 以下、20 μm 以下、又は15 μm 以下である。また、はんだ粒子1の平均粒子径は、例えば1 μm 以上であり、好ましくは2 μm 以上、より好ましくは3 μm 以上、さらに好ましくは5 μm 以上である。

30

【0034】

はんだ粒子1の平均粒子径は、サイズに合わせた各種方法を用いて測定することができる。例えば、動的光散乱法、レーザー回折法、遠心沈降法、電気的検知帯法、共振式質量測定法等の方法を利用できる。さらに、光学顕微鏡、電子顕微鏡等によって得られる画像から、粒子サイズを測定する方法を利用できる。具体的な装置としては、フロー式粒子像分析装置、マイクロトラック、コールターカウンター等が挙げられる。はんだ粒子1の平均粒子径は、はんだバンプ形成用部材10の主面に対して垂直方向からはんだ粒子1を観察した時の、投影面積円相当径（粒子の投影面積と等しい面積をもつ円の直径）とすることができる。

40

【0035】

はんだ粒子1のC.V.値は、より優れた導電信頼性及び絶縁信頼性を実現できる観点から、好ましくは20%以下、より好ましくは10%以下、更に好ましくは7%以下である。また、はんだ粒子1のC.V.値の下限は特に限定されない。例えば、はんだ粒子1のC.V.値は1%以上であってよく、2%以上であってよい。

【0036】

はんだ粒子1のC.V.値は、前述の方法によって測定された粒子径の標準偏差を平均粒子径で割った値に100を掛けることで算出される。

【0037】

はんだ粒子の表面の一部に平面部が形成されていてよい。図2(a)は、図1における

50

凹部 6 2 の開口と反対側からはんだ粒子 1 を見た図である。はんだ粒子 1 は、直径 B を有する球の表面の一部に直径 A の平面部 1 1 が形成された形状を有している。なお、図 1 及び図 2 (a) に示すはんだ粒子 1 は、凹部 6 2 の底部が平面であるため平面部 1 1 を有するが、凹部 6 2 の底部が平面以外の形状である場合は、底部の形状に対応した異なる形状の面を有するものとなる。

【 0 0 3 8 】

図 2 (a) に示すように、はんだ粒子 1 は、表面の一部に平面部 1 1 が形成されてよく、このとき当該平面部 1 1 以外の表面は、球冠状であることが好ましい。すなわち、はんだ粒子 1 は、平面部 1 1 と、球冠状の曲面部と、を有するものであってよい。はんだ粒子 1 の直径 B に対する平面部 1 1 の直径 A の比 (A / B) は、例えば 0 . 0 1 超 1 . 0 未満 ($0 . 0 1 < A / B < 1 . 0$) であってよく、0 . 1 ~ 0 . 9 であってよい。平面部 1 1 と凹部 6 2 の底面とは接触してよい。図 1 に示すように、はんだ粒子 1 が平面部 1 1 を有しており、なおかつ当該平面部と凹部の底面が接触していることで、はんだバンプ形成用部材 1 0 からの脱離が生じ難くなる。なお、平面部は、凹部 6 2 の内壁部とはんだ粒子 1 とが接する部分にも発生することがある。ただし、はんだバンプ形成用部材を製造する際、後述のとおりはんだ粒子 1 を基体 6 0 から一旦取り出し、再度基体の凹部にはんだ粒子 1 と流動化剤 F を再配置する場合などは、平面部 1 1 と凹部 6 2 の底面とは必ずしも接触していなくてよい。

【 0 0 3 9 】

はんだ粒子 1 の投影像に外接する四角形を二対の平行線により作成した場合において、対向する辺間の距離を X 及び Y (但し $Y < X$) としたときに、X に対する Y の比 (Y / X) は、0 . 8 超 1 . 0 未満 ($0 . 8 < Y / X < 1 . 0$) であってよく、0 . 9 以上 1 . 0 未満であってよい。このようなはんだ粒子 1 はより真球に近い粒子とすることができる。はんだ粒子 1 が真球に近いことで、はんだ粒子 1 と電極間接触にムラが生じ難く、安定した接続が得られる傾向がある。

【 0 0 4 0 】

図 2 (b) は、はんだ粒子の投影像に外接する四角形を二対の平行線により作成した場合における、対向する辺間の距離 X 及び Y (但し $Y < X$) を示す図である。例えば、任意の粒子を走査型電子顕微鏡により観察して投影像を得る。得られた投影像に対し二対の平行線を描画し、一对の平行線は平行線の距離が最小となる位置に、もう一对の平行線は平行線の距離が最大となる位置に配し、その粒子の Y / X を求める。この作業を 3 0 0 個のはんだ粒子に対して行って平均値を算出し、はんだ粒子の Y / X とする。

【 0 0 4 1 】

はんだ粒子 1 は、スズ又はスズ合金を含むものであってよい。スズ合金としては、例えば、In - Sn 合金、In - Sn - Ag 合金、Sn - Au 合金、Sn - Bi 合金、Sn - Bi - Ag 合金、Sn - Ag - Cu 合金、Sn - Cu 合金等を用いることができる。これらのスズ合金の具体例としては、下記の例が挙げられる。

- ・ In - Sn (In 5 2 質量%、Bi 4 8 質量% 融点 1 1 8)
- ・ In - Sn - Ag (In 2 0 質量%、Sn 7 7 . 2 質量%、Ag 2 . 8 質量% 融点 1 7 5)
- ・ Sn - Bi (Sn 4 3 質量%、Bi 5 7 質量% 融点 1 3 8)
- ・ Sn - Bi - Ag (Sn 4 2 質量%、Bi 5 7 質量%、Ag 1 質量% 融点 1 3 9)
- ・ Sn - Ag - Cu (Sn 9 6 . 5 質量%、Ag 3 質量%、Cu 0 . 5 質量% 融点 2 1 7)
- ・ Sn - Cu (Sn 9 9 . 3 質量%、Cu 0 . 7 質量% 融点 2 2 7)
- ・ Sn - Au (Sn 2 1 . 0 質量%、Au 7 9 . 0 質量% 融点 2 7 8)

【 0 0 4 2 】

はんだ粒子は、インジウム又はインジウム合金を含むものであってよい。インジウム合金としては、例えば、In - Bi 合金、In - Ag 合金等を用いることができる。これらのインジウム合金の具体例としては、下記の例が挙げられる。

10

20

30

40

50

- ・ In - Bi (In 66 . 3 質量%、 Bi 33 . 7 質量% 融点 72)
- ・ In - Bi (In 33 . 0 質量%、 Bi 67 . 0 質量% 融点 109)
- ・ In - Ag (In 97 . 0 質量%、 Ag 3 . 0 質量% 融点 145)

【 0043 】

はんだ粒子1の用途(接続時の温度)等に応じて、上記スズ合金又はインジウム合金を選択することができる。例えば、低温での融着にはんだ粒子1を用いる場合、In - Sn合金、Sn - Bi合金を採用すればよく、この場合、150以下で融着させることができる。Sn - Ag - Cu合金、Sn - Cu合金等の融点の高い材料を採用した場合、高温放置後においても高い信頼性を維持することができる。

【 0044 】

はんだ粒子1は、Ag、Cu、Ni、Bi、Zn、Pd、Pb、Au、P及びBから選ばれる一種以上を含んでもよい。これらの元素のうち、以下の観点からAg又はCuを含んでもよい。すなわち、はんだ粒子1がAg又はCuを含むことで、はんだ粒子1の融点を220程度まで低下させることができ、且つ、電極との接合強度がより向上するため、より良好な導通信頼性が得られ易くなる。

【 0045 】

はんだ粒子1のCu含有率は例えば0.05~10質量%であり、0.1~5質量%又は0.2~3質量%であってもよい。Cu含有率が0.05質量%以上であると、より良好なはんだ接続信頼性を達成し易くなる。また、Cu含有率が10質量%以下であると、融点が低く、濡れ性に優れたはんだ粒子1となり易く、結果としてはんだ粒子1による接合部の接続信頼性が良好となり易い。

【 0046 】

はんだ粒子1のAg含有率は例えば0.05~10質量%であり、0.1~5質量%又は0.2~3質量%であってもよい。Ag含有率が0.05質量%以上であると、より良好なはんだ接続信頼性を達成し易くなる。また、Ag含有率が10質量%以下であると、融点が低く、濡れ性に優れたはんだ粒子1となり易く、結果としてはんだ粒子1による接合部の接続信頼性が良好となり易い。

【 0047 】

(流動化剤)

流動化剤Fは、流動相としてリフロー時に流動して凹部62から電極側にはんだ粒子1を押し出す作用を有する。また、流動化剤Fはフラックス、有機溶剤等であってもよい。フラックスは、はんだ粒子表面及び電極表面の酸化物を溶解して、電極へのはんだの濡れ性を向上させる作用を有する。

【 0048 】

流動化剤Fとしては、各種有機溶剤が利用できる。流動化剤Fの沸点は、はんだの融点よりも高くてもよい。電極と凹部を対峙させ、加熱した際に流動化剤Fの沸点がはんだの融点より高いことで、凹部内で流動化剤Fが流動し、流動化剤Fの流動に伴い、はんだ粒子も流動する。流動化剤F及びはんだ粒子が流動することで、電極表面とはんだ粒子が接触しやすくなり、結果としてはんだバンプの形成が促進される。従って、はんだバンプ形成時に、はんだ粒子の融点よりも高く、流動化剤Fの軟化点又は融点よりも高く、流動化剤Fの沸点よりも低い加熱温度を少なくとも経ると、はんだバンプが電極上に形成されやすくなる。はんだバンプ形成が十分に行われた後に、加熱温度を流動化剤Fの沸点以上に上げると、基体表面及び電極表面における流動化剤F由来の残渣を少なくできる。

【 0049 】

流動化剤Fに利用できる各種有機溶剤としては、シクロヘキサン(沸点:80)、シクロヘプタン(沸点:118)、シクロオクタン(沸点:149)、ヘプタン(沸点:98)、オクタン(沸点:126)、ノナン(沸点:150)、デカン(沸点:174)、ウンデカン(沸点:196)、ドデカン(沸点:215)、トリデカン(沸点:234)、テトラデカン(沸点:254)、ペンタデカン(沸点:269)、ヘキサデカン(沸点:287)、ヘプタデカン(沸点:302)、オクタデカン(

10

20

30

40

50

沸点：317）、ノナデカン（沸点：330）等の脂肪族炭化水素が利用できる。これらの脂肪族炭化水素は、無極性であり、はんだ及びAu、Cu等の電極に利用される金属の還元機能は無いが、はんだの融点以上の沸点を有する溶剤として、適宜選択でき、加熱によってはんだ粒子を流動して、はんだ粒子を電極表面に接触させる機能を有する。

【0050】

流動化剤Fに利用できる各種有機溶剤としては、例えば、ペンタノール、ヘキサノール、ヘプタノール、オクタノール、デカノール、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、ブチレングリコール、 α -テルピネオール、イソボルニルシクロヘキサノール（MTPH）等の一価及び多価アルコール類；エチレングリコールブチルエーテル、エチレングリコールフェニルエーテル、ジエチレングリコールメチルエーテル、ジエチレングリコールエチルエーテル、ジエチレングリコールブチルエーテル、ジエチレングリコールイソブチルエーテル、ジエチレングリコールヘキシルエーテル、トリエチレングリコールメチルエーテル、ジエチレングリコールジメチルエーテル、ジエチレングリコールジエチルエーテル、ジエチレングリコールジブチルエーテル、ジエチレングリコールブチルメチルエーテル、ジエチレングリコールイソプロピルメチルエーテル、トリエチレングリコールジメチルエーテル、トリエチレングリコールブチルメチルエーテル、プロピレングリコールプロピルエーテル、ジプロピレングリコールメチルエーテル、ジプロピレングリコールエチルエーテル、ジプロピレングリコールプロピルエーテル、ジプロピレングリコールブチルエーテル、ジプロピレングリコールジメチルエーテル、トリプロピレングリコールメチルエーテル、トリプロピレングリコールジメチルエーテル等のエーテル類；エチレングリコールエチルエーテルアセテート、エチレングリコールブチルエーテルアセテート、ジエチレングリコールエチルエーテルアセテート、ジエチレングリコールブチルエーテルアセテート、ジプロピレングリコールメチルエーテルアセテート（DPMA）、乳酸エチル、乳酸ブチル、 γ -ブチロラクトン、炭酸プロピレン等のエステル類；N-メチル-2-ピロリドン、N,N-ジメチルアセトアミド、N,N-ジメチルホルムアミド等の酸アミド；シクロヘキサン、オクタン、ノナン、デカン、ウンデカン等の脂肪族炭化水素；ベンゼン、トルエン、キシレン等の芳香族炭化水素；炭素数1~18のアルキル基を有するメルカプタン類；炭素数5~7のシクロアルキル基を有するメルカプタン類が挙げられる。炭素数1~18のアルキル基を有するメルカプタン類としては、例えば、エチルメルカプタン、n-プロピルメルカプタン、i-プロピルメルカプタン、n-ブチルメルカプタン、i-ブチルメルカプタン、t-ブチルメルカプタン、ペンチルメルカプタン、ヘキシルメルカプタン及びドデシルメルカプタンが挙げられる。炭素数5~7のシクロアルキル基を有するメルカプタン類としては、例えば、シクロペンチルメルカプタン、シクロヘキシルメルカプタン及びシクロヘプチルメルカプタンが挙げられる。他にも、有機溶剤として、モノアルキルアミン、ジアルキルアミン、トリアルキルアミン、アルカノールアミン、シクロヘキシルアミン、ジシクロヘキシルアミン等の脂環式アミン、ジフェニルアミン、トリフェニルアミン等の芳香族アミンなどが挙げられる。例えば、有機溶剤として、エチレンジエタノールアミン、n-ブチルジエタノールアミン、ジエタノールアミン、N,N-ビス(2-ヒドロキシエチル)イソプロパノールアミン等が挙げられる。

【0051】

流動化剤Fとして利用できる有機溶剤として、グリコールエーテル系の溶剤も利用できる。例えば、沸点が200以下の溶剤としては、ジプロピレングリコールモノメチルエーテル、プロピレングリコールモノブチルエーテル、ジエチレングリコールジメチルエーテル、エチレングリコールモノアリルエーテル、エチレングリコールモノイソプロピルエーテルが挙げられる。沸点が200を超える溶剤としては、エチレングリコールモノヘキシルエーテル、ジエチレングリコールモノヘキシルエーテル、トリエチレングリコールモノメチルエーテル、エチレングリコールモノ-2-エチルヘキシルエーテル、ジエチレングリコールモノ-2-エチルヘキシルエーテル、ジエチレングリコールジブチルエーテル、トリエチレングリコールブチルメチルエーテル、テトラエチレングリコールジメチル

10

20

30

40

50

エーテル等が挙げられる。

【 0 0 5 2 】

流動化剤 F として利用できるフラックスとしては、はんだ接合等に一般的に用いられているものを使用できる。フラックスは、はんだ粒子の組成、融点、表面状態、転写時の加熱・雰囲気条件等に合わせて適宜選択することができる。例えば、塩化亜鉛、塩化亜鉛と無機ハロゲン化物との混合物、塩化亜鉛と無機酸との混合物、溶融塩、リン酸、リン酸の誘導体、有機ハロゲン化物、ヒドラジン、有機酸、松脂等が挙げられる。これらは一種を単独で用いてもよく、二種以上を併用してもよい。

【 0 0 5 3 】

溶融塩としては、塩化アンモニウム等が挙げられる。有機酸としては、乳酸、クエン酸、ステアリン酸、グルタミン酸、グルタル酸等が挙げられる。また、フラックスに利用できる有機酸として、例えば、炭素数 8 ~ 16 の有機酸が挙げられる。炭素数 8 ~ 16 の有機酸としては、例えば、カプリル酸、メチルヘプタン酸、エチルヘキサン酸、プロピルペンタン酸、ペラルゴン酸、メチルオクタン酸、エチルヘプタン酸、プロピルヘキサン酸、カプリン酸、メチルノナン酸、エチルオクタン酸、プロピルヘプタン酸、ブチルヘキサン酸、ウンデカン酸、メチルデカン酸、エチルノナン酸、プロピルオクタン酸、ブチルヘプタン酸、ラウリン酸、メチルウンデカン酸、エチルデカン酸、プロピルノナン酸、ブチルオクタン酸、ペンチルヘプタン酸、トリデカン酸、メチルドデカン酸、エチルウンデカン酸、プロピルデカン酸、ブチルノナン酸、ペンチルオクタン酸、ミリスチン酸、メチルトリデカン酸、エチルドデカン酸、プロピルウンデカン酸、ブチルデカン酸、ペンチルノナン酸、ヘキシルオクタン酸、ペンタデカン酸、メチルトetraデカン酸、エチルトリデカン酸、プロピルドデカン酸、ブチルウンデカン酸、ペンチルデカン酸、ヘキシルノナン酸、パルミチン酸、メチルペンタデカン酸、エチルテトラデカン酸、プロピルトリデカン酸、ブチルドデカン酸、ペンチルウンデカン酸、ヘキシルデカン酸、ヘプチルノナン酸、メチルシクロヘキサンカルボン酸、エチルシクロヘキサンカルボン酸、プロピルシクロヘキサンカルボン酸、ブチルシクロヘキサンカルボン酸、ペンチルシクロヘキサンカルボン酸、ヘキシルシクロヘキサンカルボン酸、ヘプチルシクロヘキサンカルボン酸、オクチルシクロヘキサンカルボン酸、ノニルシクロヘキサンカルボン酸等の飽和脂肪酸；オクテン酸、ノネン酸、メチルノネン酸、デセン酸、ウンデセン酸、ドデセン酸、トリデセン酸、テトラデセン酸、ミリストレイン酸、ペンタデセン酸、ヘキサデセン酸、パルミトレイン酸、サピエン酸等の不飽和脂肪酸；テレフタル酸、ピロメリット酸、o-フェノキシ安息香酸、メチル安息香酸、エチル安息香酸、プロピル安息香酸、ブチル安息香酸、ペンチル安息香酸、ヘキシル安息香酸、ヘプチル安息香酸、オクチル安息香酸、ノニル安息香酸等の芳香族カルボン酸が挙げられる。有機酸は、1種を単独で使用してもよく、2種以上を組み合わせ使用してもよい。松脂としては、活性化松脂、非活性化松脂等が挙げられる。松脂はアピエチン酸を主成分とするロジン類である。フラックスとして、カルボキシル基を二個以上有する有機酸又は松脂を使用することにより、電極間の導通信頼性がより一層高くなるという効果が奏される。

【 0 0 5 4 】

フラックスの融点は、50 以上であってよく、70 以上であってよく、80 以上であってよい。フラックスの融点は、200 以下であってよく、160 以下であってよく、150 以下であってよく、140 以下であってよい。上記フラックスの融点が上記下限以上及び上記上限以下であると、フラックス効果がより一層効果的に発揮され、はんだ粒子が電極上により一層効率的に配置される。フラックスの融点の範囲は、80 ~ 190 であってよく、80 ~ 140 以下であってよい。

【 0 0 5 5 】

融点が 80 ~ 190 の範囲にあるフラックスとしては、コハク酸（融点 186 ）、グルタル酸（融点 96 ）、アジピン酸（融点 152 ）、ピメリン酸（融点 104 ）、スベリン酸（融点 142 ）等のジカルボン酸、安息香酸（融点 122 ）、リンゴ酸（融点 130 ）等が挙げられる。流動化剤は、コハク酸、グルタル酸、アジピン酸、ピ

10

20

30

40

50

メリン酸、スベリン酸、安息香酸、及びリンゴ酸からなる群より選択される少なくとも一種を含んでよい。

【0056】

凹部62内に存在する流動化剤Fの量は特に制限されないが、適度な流動作用、フラックス効果等を得易い観点から、100質量部のはんだ粒子1に対して1~50質量部であってよく、1~20質量部であってよく、20~50質量部であってよい。流動化剤Fは、溶剤又は樹脂材料との混合物であってよい。溶剤としては、前述の各種有機溶剤が利用できる。混合物であれば、流動化剤Fの濃度をはんだ粒子1に合わせて適宜調整できる。リフロー時に混合物がはんだ粒子1を電極上に押し出すためには、混合物の流動性が加熱により高まるよう、軟化点又は融点を調整するとよい。軟化点又は融点が室温より高めれば、室温でははんだ粒子1が凹部62から脱落しづらく、はんだバンプ形成工程の前の取り扱いが容易になる。混合物を構成する溶剤としては、高沸点溶剤等が挙げられる。高沸点溶剤は、はんだ粒子1を電極上に流動させた後は、再加熱で揮発するため、電極上に残存し難い。溶剤としては、アルコール系溶剤等を用いることができる。アルコール系溶剤であれば、還元性を発現することができる。

10

【0057】

(基体)

基体60を構成する材料としては、例えば、シリコン、各種セラミックス、ガラス、ステンレススチール等の金属等の無機材料、並びに、各種樹脂等の有機材料を使用することができる。これらのうち、基体60は、はんだ微粒子の熔融温度で変質しない耐熱性を有する材質であってよい。また、基体60は、はんだ微粒子を熔融させる温度においても、変形しない耐熱性を有する材質であってよい。また、基体60は、はんだ微粒子を構成する材質と合金化したり、反応して変化しない材質であってよい。また、基体60の凹部62は、切削法、フォトリソグラフ法、インプリント法等の公知の方法によって形成することができる。特に、インプリント法を用いると短い工程で、正確な大きさの凹部62を形成できる。

20

【0058】

基体60の表面は、被覆層を有してもよい。基体60に使用できる材料の選択性が広がる観点から、被覆層は、はんだ微粒子を構成する材質と合金化しにくい又はしない材質であってよい。被覆層としては、無機物又は有機物が利用できる。被覆層としては、アルミ、クロムなどの表面に強固な酸化層を有する無機物、酸化チタンなどの酸化物、窒化ホウ素などの窒化物、ダイヤモンドライクカーボン、ダイヤモンド、黒鉛などの炭素系材料、フッ素樹脂、ポリイミドなどの高耐熱樹脂などが利用できる。更に、被覆層は、はんだとの濡れ性を調整する役割があってもよい。基体60の表面に被覆層を設けることで、使用目的に合わせて、はんだとの濡れ性を適宜調整できる。

30

【0059】

被覆層を形成する方法としては、ラミネート、溶液ディップ、塗工、塗装、含浸、スパッタ、めっきなどが利用できる。

【0060】

転写工程の条件を設定し易くする観点から、基体60の材質は、はんだ粒子を転写する電極及び電極が形成された基板と物性が近い又は同じ材質であってよい。例えば、熱膨張係数(CTE)が近い又は同じ材料であると、はんだ粒子の転写時に位置ずれが起きづらい。

40

【0061】

基体60には、アライメントマークが設けられていてもよい。このアライメントマークは、カメラで読み取れるとよい。電極を有する基板側にもアライメントマークがあってもよい。基体60及び電極を有する基板のアライメントマークが設けられることで、はんだ粒子を電極上に転写する際、位置合わせ可能な装置に搭載されたカメラにより基体60上のアライメントマークと、電極を有する基板のアライメントマークを読み取り、はんだ粒子を有する凹部62の位置と、はんだ粒子を転写する電極の位置とを正確に把握すること

50

が可能となる。また、基体 6 0 及び電極を有する基板のアライメントマークが設けられることで、位置精度よくはんだ粒子を電極上に転写することができる。

【 0 0 6 2 】

アライメントマークは基体 6 0 上に 1 か所以上あればよい。アライメントマークが 2 か所以上あれば位置精度が高くなる。

【 0 0 6 3 】

具体的な基体 6 0 の構成について以下に述べる。

【 0 0 6 4 】

(有機材料 単層)

基体 6 0 は有機材料で構成されていてもよい。有機材料としては、高分子材料であってよく、熱可塑性、熱硬化性、光硬化性材料などが利用できる。有機材料を用いることで、物性の選択の幅が広がるため、目的に合わせた基体 6 0 を形成しやすい。例えば、有機材料であれば、基体 6 0 (凹部 6 2 を含む) を曲げたり、伸ばしたりし易い。有機材料であれば、凹部 6 2 の形成にも各種手法が利用できる。凹部 6 2 の形成方法としては、インプリント、フォトリソグラフィ、切削加工、レーザー加工などが利用できる。特にインプリント法によれば、所望の形状を有する型(モールド)を有機材料からなる基体 6 0 に押し付けて、表面に任意の形状を形成することができる。型(モールド)に凸型のパターンを形成して、有機材料からなる基体 6 0 に押し付けることにより、所望のパターンを有する凹部 6 2 を形成することができる。また、凹部 6 2 の形成に光硬化性樹脂を用いることもでき、型(モールド)に光硬化性樹脂を塗布し、露光した後、型(モールド)を剥離すると、凹部 6 2 を有する基体 6 0 を形成できる。また、切削加工の場合は、ドリルなどで凹部 6 2 を形成することができる。

【 0 0 6 5 】

(有機材料 複層)

基体は複数の有機材料から構成されていてもよい。また、基体は、複数の層を有していてもよく、複数の層は、それぞれ別の有機材料で構成されていてもよい。有機材料としては、高分子材料であってよく、熱可塑性、熱硬化性、光硬化性材料などが利用できる。基体は、有機材料から構成される 2 層を有し、片面側の有機材料層に凹部を形成していてもよい。複層化することで、はんだと触れる凹部の材料ははんだとの濡れ性が適当な材料を選定するなど、機能を分けてそれぞれの材料を選定することができる。例えば、図 8 は、基体の一例を模式的に示す断面図である。基体 6 0 0 はベース層 6 0 1 と、凹部層 6 0 2 を備えている。ベース層 6 0 1 は凹部層 6 0 2 を支持する層であり、凹部層 6 0 2 は加工により凹部 6 2 が形成される層である。ベース層 6 0 1 には耐熱性及び寸法安定性に優れた樹脂材料を用い、凹部層 6 0 2 には凹部 6 2 の加工性に優れた材料を選定することができる。例えば、ベース層 6 0 1 にポリエチレンテレフタレート、ポリイミドなどの熱可塑性樹脂を用い、凹部層 6 0 2 にインプリントモールドで凹部 6 2 を形成可能な熱硬化性樹脂を用いることができる。例えば、ポリエチレンテレフタレートとインプリントモールドで熱硬化性樹脂を挟んで、加熱加圧することで、平坦性に優れた基体 6 0 0 (凹部 6 2 含む) が得られる。また、凹部 6 2 を光硬化性材料を用いて形成する場合は、ベース層 6 0 1 に光透過性の高い材料を用いてもよい。光透過性の高い材料としては、例えば、ポリエチレンテレフタレート、透明(無色タイプ)のポリイミド、ポリアミド等であってよい。凹部 6 2 を光硬化性材料を用いて形成する場合は、例えば、インプリントモールドの表面に光硬化性材料を適量塗布し、その上にポリエチレンテレフタレートのフィルムを置いて、ポリエチレンテレフタレート側からローラーで加圧しながら紫外光を照射する。そして、光硬化性材料を硬化させた後、インプリントモールドを剥がすことで、ポリエチレンテレフタレートの層と光硬化性材料の層を有し、凹部 6 2 が光硬化性材料で形成された基体 6 0 0 を得ることができる。凹部 6 2 の内壁と底部の材料構成は変更することができる。例えば、凹部 6 2 の内壁と底部は同じ樹脂材料の構成とすることができる。また、凹部 6 2 の内壁と底部は異なる樹脂材料(例えば、熱硬化性材料と熱可塑性材料)の構成とすることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 6 】

また、有機材料として感光性材料を用いてもよい。感光性材料としては、ポジ型感光性材料、ネガ型感光性材料であってもよい。例えば、熱可塑性のポリエチレンテレフタレートフィルム表面に感光性材料を均一厚みに形成し、露光と現像を行うことで、容易に凹部 6 2 を形成することができる。露光と現像（フォトリソグラフィ法）を用いる方法は、半導体、配線板等の製造で広く利用されており、汎用性が高い方法である。また、露光方法としてはマスクを用いた露光の他に、ダイレクトレーザー露光のような直接描画方法を用いることも可能である。

【 0 0 6 7 】

凹部層 6 0 2 を形成する材料の厚みよりも、ベース層 6 0 1 の材料を厚くすることで、
基体 6 0 0 全体の物性をベース層 6 0 1 の材料の特性で支配的にすることができる。これにより、例えば凹部層 6 0 2 を形成する材料の特性に弱点があっても、ベース層 6 0 1 の材料によりそれを補うことができる。例えば、凹部層 6 0 2 を形成する材料が熱収縮しやすい材料であっても、ベース層 6 0 1 の材料に熱収縮し難い材料を選定し、ベース層 6 0 1 の厚みを凹部層 6 0 2 を形成する材料厚みよりも厚くすることで、加熱時の変形を抑制することができる。

10

【 0 0 6 8 】

また、耐熱性又は寸法安定性に優れた樹脂材料と、はんだ微粒子の溶融温度での成分溶出が少ない材料との組み合わせ、耐熱性又は寸法安定性に優れた樹脂材料と、はんだとの濡れ性が適当な材料との組み合わせなど、目的に合わせて有機材料を適宜選定することができる。

20

【 0 0 6 9 】

以上のように、基体はベース層 6 0 1 と凹部層 6 0 2 から構成される基体 6 0 0 であってもよい。例えば、凹部層 6 0 2 を感光性材料とすることで、フォトリソグラフィにより凹部 6 2 が作製できる。凹部層 6 0 2 に光又は熱硬化性材料、熱可塑性材料などを用いることで、インプリント法により、容易に凹部 6 2 を作製できる。また、ベース層 6 0 1 の厚さを変えることで基体全体の特性を調整することも可能なため、所望の特性を併せ持つ基体を作製できる利点がある。

【 0 0 7 0 】

（無機材料 単層（不透明））

基体 6 0 は無機材料で構成されていてもよい。成分の溶出及び異物の発生を低く制御することが容易である観点から、例えば、無機材料として、シリコン（シリコンウエハ）、ステンレス、アルミなどが利用できる。これらの材料は、半導体の実装プロセスなどで利用する場合に、コンタミ対策が容易であり、高い歩留まりと安定した生産に寄与できる。また、例えば、シリコンウエハ上の電極に、凹部 6 2 内に形成されたはんだ粒子を転写する場合、基体 6 0 がシリコンウエハから作製されていれば、CTE が近い又は同じ材料が用いられることになる。これにより、位置ずれ、反り等が起きづらく、正確な位置への転写が可能となる。凹部 6 2 の形成方法としては、レーザー、切削等による加工、ドライエッチング又はウエットエッチング法、電子線描画（例えば F I B 加工）等が利用できる。ドライエッチングは、半導体、MEMS 等の作製で広く利用されており、ミクロンオーダーからナノオーダーの高い精度で無機材料を加工できる。

30

40

【 0 0 7 1 】

（無機材料 単層（透明））

基体 6 0 として、ガラス、石英、サファイア等を用いることができる。これらの材料は透明性があるため、電極が形成された別の基板に、凹部 6 2 内のはんだ粒子を転写する際に、容易に位置合わせができる。凹部 6 2 の形成方法としては、レーザー、切削等による加工、ドライエッチング又はウエットエッチング法、電子線描画（例えば F I B 加工）等が利用できる。

【 0 0 7 2 】

無機材料を用いる利点は、有機材料と比較して寸法安定性に優れることである。凹部 6

50

2内のはんだ粒子を電極上に転写する際に、高い位置精度で転写することができる。例えば、マイクロメートルオーダーのサイズかつピッチの複数電極にはんだ粒子を転写する場合、寸法安定性に優れる無機材料を用いると、いずれの電極上にも同じ位置にはんだ粒子を転写することができる。

【0073】

(有機無機複合材料)

基体は複数の材料から構成されていてもよい。また、基体は、複数の層を有していてもよく、複数の層は、それぞれ別の材料で構成されていてもよい。有機無機複合材料としては、例えば、無機材料と無機材料の組み合わせ、無機材料と有機材料の組み合わせが利用できる。無機材料と有機材料の組み合わせは、寸法安定性と凹部62の加工性の両立が図れる。無機材料と有機材料の組み合わせを有する基体としては、例えば、無機材料であるシリコン、各種セラミックス、ガラス、ステンレススチール等の金属からなるベース層601と、有機材料からなる凹部層602とを備える基体が挙げられる。そのような基体は、例えば、シリコンウエハの表面に感光性材料を成膜し、露光と現像により凹部を形成する方法により得ることができる。凹部62の内壁と底部が感光性材料で構成されていてもよく、凹部62の内壁が感光性材料で底部がシリコンウエハで構成されていてもよい。凹部62の構成は、凹部62内のはんだ粒子との濡れ性、電極への転写のしやすさなどの目的に合わせ適宜選択できる。凹部62の内壁と底部が感光性材料で構成される場合、シリコンウエハ表面に感光性材料を成膜して硬化させることで、シリコンウエハ表面に感光性材料層を一層設け、当該層の表面に再度感光性材料を成膜し、露光・現像を行うことで凹部62を設ける方法を用いることができる。この場合、シリコンウエハ表面側の感光性材料と、更に最表層に設けた感光性材料が異なる組成であってもよい。感光性材料は、はんだ粒子の濡れ性、汚染性を考慮し、適宜選択できる。特に、凹部62内に形成したはんだ粒子を、電極上へ転写する際は、最表層の感光性材料層の表面が電極上または電極を有する基板の表面と接する可能性がある。そのため、電極及び基板にダメージを与えない、または電極及び基板を汚染しない感光性材料を適宜選択することができる。感光性材料は、未硬化成分の溶出、ハロゲン系材料、シリコン系材料等による汚染を防ぐ材料であってよい。また、感光性材料は、はんだ粒子を電極に転写する時の還元雰囲気、フラックス等に対する耐性が高い材料であってよい。例えば、感光性材料は、ギ酸、水素、水素ラジカルなどの還元雰囲気に対しての耐性がある材料であってよい。更に、感光性材料は、はんだ粒子を電極に転写する時の温度に対して耐性が高い材料であってよい。具体的には、感光性材料は、100 以上300 以下の温度に対して耐性がある材料であってよい。はんだ粒子の融点はその構成材料により異なるため、感光性材料の耐熱温度も利用するはんだ材料に合わせて選択することができる。電子機器で広く利用されている鉛フリーはんだである錫 銀 銅系はんだ(例: SAC305(融点219))を用いる場合、220 以上の耐熱性、特にリフロプロセスで用いられる260 以上の耐熱性がある材料を用いることができる。錫 ビスマス系はんだ(例: SnBi58(融点139))を用いる場合、140 以上の耐熱性がある材料を用いることができ、160 以上の耐熱性がある材料であれば、産業上の利用尤度が広がる。インジウムはんだ(融点159)を用いる場合、170 以上の耐熱性がある材料を用いることができる。インジウム - 錫はんだ(例: 融点120)を用いる場合、130 以上の耐熱性がある材料を用いることができる。

【0074】

他の基体としては、ステンレススチール板上に熱硬化性または熱可塑性樹脂で形成された凹部62を有する基体が挙げられる。当該基体は、ステンレススチール板とインプリントモールドで熱硬化性材料(樹脂)を挟み、加圧加熱した後、インプリントモールドを剥がす方法により得ることができる。他の基体としては、ガラス板上に光硬化性材料で形成された凹部62を有する基体が挙げられる。当該基体は、ガラス板上に光硬化性材料を塗布し、インプリントモールドを押し付けながら露光して光硬化性材料を硬化させ、インプリントモールドを剥がす方法により得ることができる。インプリントモールドを用いて凹

10

20

30

40

50

部 6 2 を形成する場合、加圧条件により凹部 6 2 の内壁と底部の材料構成を変更することができる。例えば、加圧条件を緩くした場合、凹部 6 2 の内壁と底部は同じ樹脂材料の構成とすることができる。一方で、加圧条件を強くした場合、凹部 6 2 の内壁は樹脂材料、底部は無機材料の構成とすることができる。

【 0 0 7 5 】

ベース層 6 0 1 の材料として、ガラス繊維、フィラー等と、樹脂成分とを含む複合材を利用することもできる。複合材としては、配線板用銅張積層板等が挙げられる。銅張積層板の表面に感光性材料、熱硬化性樹脂、光硬化性樹脂等を塗布して、前述のように凹部 6 2 を形成することができる。銅張積層板は主に樹脂材料分が多く含まれるが、ガラス繊維、各種フィラー等との組み合わせにより低 C T E にすることができるため、前述の寸法安定性を確保することができる。また、銅張積層板上に電極を形成した場合、凹部 6 2 も同じ銅張積層板上に形成することで、両者の C T E が同じ又は近い値になり、凹部 6 2 内のはんだ粒子の転写時に位置合わせが容易で、位置ずれが起きにくい利点がある。

10

【 0 0 7 6 】

凹部層 6 0 2 の材料として、パッケージ用封止材を利用することもできる。封止材としては固形、液状及びフィルム状のいずれも利用できる。封止材をガラス、シリコンウエハ等の上に薄層で積層し、インプリントモールドで加圧加熱することで、凹部 6 2 を形成することができる。

【 0 0 7 7 】

< はんだバンプ形成用部材の製造方法 >

20

はんだバンプ形成用部材 1 0 の製造方法は、複数の凹部を有する基体及びはんだ微粒子を準備する準備工程と、はんだ微粒子の少なくとも一部を、凹部に収容する収容工程と、凹部に収容されたはんだ微粒子を融合させて、凹部内にはんだ粒子を形成する融合工程と、はんだ粒子が形成された凹部内に流動化剤（流動相）を配置（注入）する注入工程と、を備える。

【 0 0 7 8 】

図 3 ~ 5 を参照しながら、第一実施形態に係るはんだバンプ形成用部材 1 0 の製造方法について説明する。

【 0 0 7 9 】

まず、はんだ微粒子と、はんだ微粒子を収容するための基体 6 0 を準備する。図 3 (a) は、基体 6 0 の一例を模式的に示す平面図であり、図 3 (b) は、図 3 (a) の I b - I b 線における断面図である。図 3 (a) に示す基体 6 0 は、複数の凹部 6 2 を有している。複数の凹部 6 2 は所定のパターンで規則的に配置されておりよい。接続すべき電極の形状、サイズ及びパターン等に応じ、複数の凹部 6 2 の位置及び個数等を設定すればよい。

30

【 0 0 8 0 】

隣接する凹部間の距離 L に特に制限はないが、収容されるはんだ粒子の平均粒子径の 0 . 1 倍以上とすることができ、1 倍以上であってよい。距離 L は、はんだバンプを形成する電極の配置によって適宜調整することができる。凹部間の距離とは凹部の中心間距離ではなく、凹部開口の縁から縁への距離である。

【 0 0 8 1 】

40

基体 6 0 の凹部 6 2 は、凹部 6 2 の底部 6 2 a 側から基体 6 0 の表面 6 0 a 側に向けて開口面積が拡大するテーパ状に形成されていることが好ましい。すなわち、図 3 (a) 及び図 3 (b) に示すように、凹部 6 2 の底部 6 2 a の幅（図 3 (a) 及び図 3 (b) における幅 a ）は、凹部 6 2 の表面 6 0 a における開口の幅（図 3 (a) 及び図 3 (b) における幅 b ）よりも狭いことが好ましい。そして、凹部 6 2 のサイズ（幅 a、幅 b、容積、テーパ角度及び深さ等）は、目的とするはんだ粒子のサイズに応じて設定すればよい。

【 0 0 8 2 】

なお、凹部 6 2 の形状は図 3 (a) 及び図 3 (b) に示す形状以外の形状であってもよい。例えば、凹部 6 2 の表面 6 0 a における開口の形状は、図 3 (a) に示すような円形以外に、楕円形、三角形、四角形、多角形等であってよい。

50

【 0 0 8 3 】

また、表面 6 0 a に対して垂直な断面における凹部 6 2 の形状は、例えば、図 4 に示すような形状であってよい。図 4 (a) ~ (h) は、基体が有する凹部の断面形状の例を模式的に示す断面図である。図 4 (a) ~ (h) に示すいずれの断面形状も、凹部 6 2 の表面 6 0 a における開口の幅 (幅 b) が、断面形状における最大幅となっている。これにより、凹部 6 2 内に形成されたはんだ粒子が取り出し易くなり、作業性が向上する。また、上記開口の幅 (幅 b) が、断面形状における最大幅となっていることから、はんだ粒子 1 を電極上に転写する場合に、はんだ粒子 1 が凹部 6 2 から抜け出し易く、転写率の向上が期待できる。また、上記開口の幅 (幅 b) を適切に調整することで、はんだ粒子 1 を電極上に転写する時の位置ずれが起き難くなり、正確な位置にはんだバンプを形成し易くなる。

10

【 0 0 8 4 】

準備工程で準備されるはんだ微粒子は、凹部 6 2 の表面 6 0 a における開口の幅 (幅 b) より小さい粒子径の微粒子を含むものであればよく、幅 b より小さい粒子径の微粒子をより多く含むことが好ましい。例えば、はんだ微粒子は、粒度分布の D 1 0 粒子径が幅 b より小さいことが好ましく、粒度分布の D 3 0 粒子径が幅 b より小さいことがより好ましく、粒度分布の D 5 0 粒子径が幅 b より小さいことが更に好ましい。

【 0 0 8 5 】

はんだ微粒子の粒度分布は、サイズに合わせた各種方法を用いて測定することができる。例えば、動的光散乱法、レーザー回折法、遠心沈降法、電気的検知帯法、共振式質量測定法等の方法を利用できる。さらに、光学顕微鏡、電子顕微鏡等によって得られる画像から、粒子サイズを測定する方法を利用できる。具体的な装置としては、フロー式粒子像分析装置、マイクロトラック、コールターカウンター等が挙げられる。

20

【 0 0 8 6 】

準備工程で準備されるはんだ微粒子の C . V . 値は特に限定されないが、大小の微粒子の組み合わせによる凹部 6 2 への充填性が向上する観点から、C . V . 値は高いことが好ましい。例えば、はんだ微粒子の C . V . 値は、2 0 % を超えていてよく、好ましくは 2 5 % 以上、より好ましくは 3 0 % 以上である。

【 0 0 8 7 】

はんだ微粒子の C . V . 値は、前述の方法によって測定された粒子径の標準偏差を平均粒子径 (D 5 0 粒子径) で割った値に 1 0 0 を掛けることで算出される。

30

【 0 0 8 8 】

はんだ微粒子は、スズ又はスズ合金を含むものであってよい。スズ合金としては、例えば、In - Sn 合金、In - Sn - Ag 合金、Sn - Au 合金、Sn - Bi 合金、Sn - Bi - Ag 合金、Sn - Ag - Cu 合金、Sn - Cu 合金等を用いることができる。これらのスズ合金の具体例としては、下記の例が挙げられる。

- ・ In - Sn (In 5 2 質量 % , Bi 4 8 質量 % 融点 1 1 8)
- ・ In - Sn - Ag (In 2 0 質量 % , Sn 7 7 . 2 質量 % , Ag 2 . 8 質量 % 融点 1 7 5)
- ・ Sn - Bi (Sn 4 3 質量 % , Bi 5 7 質量 % 融点 1 3 8)
- ・ Sn - Bi - Ag (Sn 4 2 質量 % , Bi 5 7 質量 % , Ag 1 質量 % 融点 1 3 9)
- ・ Sn - Ag - Cu (Sn 9 6 . 5 質量 % , Ag 3 質量 % , Cu 0 . 5 質量 % 融点 2 1 7)
- ・ Sn - Cu (Sn 9 9 . 3 質量 % , Cu 0 . 7 質量 % 融点 2 2 7)
- ・ Sn - Au (Sn 2 1 . 0 質量 % , Au 7 9 . 0 質量 % 融点 2 7 8)

40

【 0 0 8 9 】

はんだ微粒子は、インジウム又はインジウム合金を含むものであってよい。インジウム合金としては、例えば、In - Bi 合金、In - Ag 合金等を用いることができる。これらのインジウム合金の具体例としては、下記の例が挙げられる。

- ・ In - Bi (In 6 6 . 3 質量 % , Bi 3 3 . 7 質量 % 融点 7 2)
- ・ In - Bi (In 3 3 . 0 質量 % , Bi 6 7 . 0 質量 % 融点 1 0 9)

50

・ I n - A g (I n 9 7 . 0 質 量 %、 A g 3 . 0 質 量 % 融 点 1 4 5)

【 0 0 9 0 】

はんだ粒子の用途（使用時の温度）等に応じて、上記スズ合金又はインジウム合金を選択することができる。例えば、低温での融着に用いるはんだ粒子を得たい場合、I n - S n合金、S n - B i合金を採用すればよく、この場合、150以下で融着可能なはんだ粒子が得られる。S n - A g - C u合金、S n - C u合金等の融点の高い材料を採用した場合、高温放置後においても高い信頼性を維持可能なはんだ粒子を得ることができる。

【 0 0 9 1 】

はんだ微粒子は、A g、C u、N i、B i、Z n、P d、P b、A u、P及びBから選ばれる一種以上を含んでもよい。これらの元素のうち、以下の観点からA g又はC uを含んでもよい。すなわち、はんだ微粒子がA g又はC uを含むことで、得られるはんだ粒子の融点を220程度まで低下させることができる、電極との接合強度に優れたはんだ粒子が得られることによってより良好な導通信頼性を得られる、という効果が奏される。

10

【 0 0 9 2 】

はんだ微粒子のC u含有率は例えば0.05～10質量%であり、0.1～5質量%又は0.2～3質量%であってもよい。C u含有率が0.05質量%以上であると、良好なはんだ接続信頼性を達成可能なはんだ粒子が得られ易くなる。また、C u含有率が10質量%以下であると、融点が低く、濡れ性に優れたはんだ粒子が得られ易くなり、結果としてはんだパンプ付き電極の接続信頼性がより良好となり易い。

【 0 0 9 3 】

はんだ微粒子のA g含有率は例えば0.05～10質量%であり、0.1～5質量%又は0.2～3質量%であってもよい。A g含有率が0.05質量%以上であれば、良好なはんだ接続信頼性を達成可能なはんだ粒子が得られ易くなる。また、A g含油率が10質量%以下であると、融点が低く、濡れ性に優れたはんだ粒子が得られ易くなり、結果としてはんだパンプ付き電極の接続信頼性がより良好となり易い。

20

【 0 0 9 4 】

收容工程では、基体60の凹部62のそれぞれに、準備工程で準備したはんだ微粒子を收容する。收容工程では、準備工程で準備したはんだ微粒子の全部を凹部62に收容する工程であってよく、準備工程で準備したはんだ微粒子の一部（例えば、はんだ微粒子のうち、凹部62の開口の幅bより小さいもの）を凹部62に收容する工程であってよい。

30

【 0 0 9 5 】

図5は、基体60の凹部62にはんだ微粒子111が收容された状態を模式的に示す断面図である。図5に示すように、複数の凹部62のそれぞれに、複数のはんだ微粒子111が收容される。

【 0 0 9 6 】

凹部62に收容されたはんだ微粒子111の量は、例えば、凹部62の容積に対して20%以上であることが好ましく、30%以上であることがより好ましく、50%以上であることが更に好ましく、60%以上であることが最も好ましい。これにより、收容量のばらつきが抑えられ、粒度分布のより小さいはんだ粒子が得られ易くなる。

【 0 0 9 7 】

はんだ微粒子を凹部62に收容する方法は特に限定されない。收容方法は、乾式、湿式のいずれであってもよい。例えば、準備工程で準備したはんだ微粒子を基体60上に配置し、スキージを用いて基体60の表面60aを擦ることで、余分なはんだ微粒子を除去しつつ、凹部62内に十分なはんだ微粒子を收容することができる。凹部62の開口の幅bが凹部62の深さより大きい場合、凹部62の開口からはんだ微粒子が飛び出す場合がある。スキージを用いると、凹部62の開口から飛び出ているはんだ微粒子は除去される。余分なはんだ微粒子を除去する方法として、圧縮空気を吹き付ける、不織布又は繊維の束で基体60の表面60aを擦る、等の方法も挙げられる。これらの方法は、スキージと比べて物理的な力が弱いいため、変形し易いはんだ微粒子を扱う上で好ましい。また、これらの方法では、凹部62の開口から飛び出ているはんだ微粒子を凹部内に残すこともできる。

40

50

【 0 0 9 8 】

融合工程は、凹部 6 2 に收容されたはんだ微粒子 1 1 1 を（例えば 1 3 0 ~ 2 6 0 に加熱することによって）融合させて、凹部 6 2 の内部にはんだ粒子 1 を形成する工程である。凹部 6 2 に收容されたはんだ微粒子 1 1 1 は、溶融することで合一化し、表面張力によって球状化する。このとき、凹部 6 2 の底部 6 2 a との接触部では、溶融したはんだが底部 6 2 a に追従して平面部 1 1 を形成する。これにより、形成されるはんだ粒子 1 は、表面の一部に平面部 1 1 を有する形状となる。このようにして、図 1 に示すはんだパンプ形成用部材 1 0 が得られる。

【 0 0 9 9 】

凹部 6 2 に收容されたはんだ微粒子 1 1 1 を溶融させる方法としては、はんだ微粒子 1 1 1 をはんだの融点以上に加熱する方法が挙げられる。はんだ微粒子 1 1 1 は、酸化被膜の影響で融点以上の温度で加熱しても溶融しなかったり、濡れ拡がらなかったりして、合一化しない場合がある。このため、はんだ微粒子 1 1 1 を還元雰囲気下に晒し、はんだ微粒子 1 1 1 の表面酸化被膜を除去した後に、はんだ微粒子 1 1 1 の融点以上の温度に加熱することで、はんだ微粒子 1 1 1 を溶融させ、濡れ拡がり、合一化させることができる。また、はんだ微粒子 1 1 1 の溶融は、還元雰囲気下で行うことが好ましい。はんだ微粒子 1 1 1 をはんだ微粒子 1 1 1 の融点以上に加熱し、かつ還元雰囲気とすることで、はんだ微粒子 1 1 1 の表面の酸化被膜が還元され、はんだ微粒子 1 1 1 の溶融、濡れ拡がり、合一化が効率的に進行し易くなる。すなわち、はんだパンプ形成用部材の製造方法は、融合工程の前に、凹部に收容されたはんだ微粒子を還元雰囲気に晒す還元工程を更に備えてよい。また、はんだパンプ形成用部材の製造方法の融合工程において、はんだ微粒子を還元雰囲気下で融合させてよい。

【 0 1 0 0 】

還元雰囲気にする方法は、上述の効果が得られる方法であれば特に限定されず、例えば水素ガス、水素ラジカル、ギ酸ガス等を用いる方法がある。例えば、水素還元炉、水素ラジカル還元炉、ギ酸還元炉、又はこれらのコンベアー炉若しくは連続炉を用いることで、還元雰囲気下にはんだ微粒子 1 1 1 を溶融させることができる。これらの装置は、炉内に、加熱装置、不活性ガス（窒素、アルゴン等）を充填するチャンパー、チャンパー内を真空にする機構等を備えていてよく、これにより還元ガスの制御がより容易となる。また、チャンパー内を真空にできると、はんだ微粒子 1 1 1 の溶融及び合一化の後に、減圧によってボイドの除去を行うことができ、接続安定性に一層優れるはんだ粒子 1 を得ることができる。

【 0 1 0 1 】

はんだ微粒子 1 1 1 の還元、溶解条件、温度、炉内雰囲気調整などのプロファイルは、はんだ微粒子 1 1 1 の融点、粒度、凹部サイズ、基体 6 0 の材質などを勘案して適宜設定されてよい。例えば、はんだ微粒子 1 1 1 が凹部に充填された基体 6 0 を、炉内に挿入し、真空引きを行った後に、還元ガスを導入して、炉内を還元ガスで満たし、はんだ微粒子 1 1 1 の表面酸化被膜を除去した後、真空引きにて還元ガスを除去し、その後、はんだ微粒子 1 1 1 の融点以上に加熱して、はんだ微粒子を溶解及び合一化させて、凹部 6 2 内にはんだ粒子を形成した後、窒素ガスを充填してから炉内温度を室温に戻し、はんだ粒子 1 を得ることができる。また、例えば、はんだ微粒子 1 1 1 が凹部に充填された基体 6 0 を、炉内に挿入し、真空引きを行った後に、還元ガスを導入して、炉内を還元ガスで満たし、炉内加熱ヒーターによりはんだ微粒子 1 1 1 を加熱して、はんだ微粒子 1 1 1 の表面酸化被膜を除去した後、真空引きにて還元ガスを除去し、その後、はんだ微粒子 1 1 1 の融点以上に加熱して、はんだ微粒子を溶解及び合一化させて、凹部 6 2 内にはんだ粒子を形成した後、窒素ガスを充填してから炉内温度を室温に戻し、はんだ粒子 1 を得ることができる。還元雰囲気下で、はんだ微粒子を加熱することで、還元力が増し、はんだ微粒子の表面酸化被膜の除去が容易になる利点がある。

【 0 1 0 2 】

さらに、例えば、はんだ微粒子 1 1 1 が凹部に充填された基体 6 0 を、炉内に挿入し、

真空引きを行った後に、還元ガスを導入して、炉内を還元ガスで満たし、炉内加熱ヒーターによりはんだ微粒子111の融点以上に加熱して、はんだ微粒子111の表面酸化被膜を還元により除去すると同時にはんだ微粒子を溶解及び合一化させて、凹部62内にはんだ粒子を形成し、真空引きにて還元ガスを除去し、さらにはんだ粒子内のポイドを減らした後、窒素ガスを充填してから炉内温度を室温に戻し、はんだ粒子1を得ることができる。この場合は、炉内温度の上昇、下降の調節がそれぞれ一回でよいため、短時間で処理できる利点がある。

【0103】

上述の凹部62内にはんだ粒子を形成した後に、もう一度炉内を還元雰囲気にして、除去し切れなかった表面酸化被膜を除去する工程を加えてもよい。これにより、融合されずに残っていたはんだ微粒子、融合されずに残っていた酸化被膜の一部などの残渣を減らすことができる。

10

【0104】

大気圧のコンペアー炉を用いる場合は、はんだ微粒子111が凹部に充填された基体60を搬送用コンペアーに載せ、複数のゾーンを連続して通過させてはんだ粒子1を得ることができる。例えば、はんだ微粒子111が凹部に充填された基体60を、一定の速度に設定したコンペアーに載せ、はんだ微粒子111の融点より低い温度の窒素又はアルゴンなどの不活性ガスが充填したゾーンを通過させ、続いてはんだ微粒子111の融点より低い温度のギ酸ガスなどの還元ガスが存在するゾーンを通過させて、はんだ微粒子111の表面酸化被膜を除去し、続いてはんだ微粒子111の融点以上の温度の窒素又はアルゴンなどの不活性ガスが充填したゾーンを通過させてはんだ微粒子111を溶解、合一化させ、続いて窒素又はアルゴンなどの不活性ガスが充填した冷却ゾーンを通過させて、はんだ粒子1を得ることができる。例えば、はんだ微粒子111が凹部に充填された基体60を、一定の速度に設定したコンペアーに載せ、はんだ微粒子111の融点以上の温度の窒素又はアルゴンなどの不活性ガスが充填したゾーンを通過させ、続いてはんだ微粒子111の融点以上の温度のギ酸ガスなどの還元ガスが存在するゾーンを通過させて、はんだ微粒子111の表面酸化被膜を除去し、溶解、合一化させ、続いて窒素又はアルゴンなどの不活性ガスが充填した冷却ゾーンを通過させて、はんだ粒子1を得ることができる。前記のコンペアー炉は、大気圧での処理が可能であることから、フィルム状の材料をロールトゥロールで連続的に処理することもできる。例えば、はんだ微粒子111が凹部に充填された基体60の連続ロール品を作製し、コンペアー炉の入り口側にロール巻きだし機、コンペアー炉の出口側にロール巻き取り機を設置して、一定の速度で基体60を搬送し、コンペアー炉内の各ゾーンを通過させることで、凹部に充填されたはんだ微粒子111を融合させることができる。

20

30

【0105】

準備工程～融合工程によれば、はんだ微粒子111の材質及び形状によらず、均一なサイズのはんだ粒子1を形成することができる。例えば、インジウム系はんだは、めっきによる析出が可能であるが、粒子状に析出させることは難しく、柔らかくて扱いが難しい。しかし、上記方法では、インジウム系はんだ微粒子を原料として用いることで、均一な粒子径を有するインジウム系はんだ粒子を容易に製造することができる。また、形成されたはんだ粒子1は、基体60の凹部62に収容された状態で取り扱うことができるため、はんだ粒子1を変形させることなく運搬・保管等することができる。さらに、形成されたはんだ粒子1は、基体60の凹部62に収容された状態であるため、はんだ粒子を変形させることなく電極と接触させることができる。得られるはんだ粒子の平均粒子径は1～35μmであってよく、C.V.値は20%以下であってよい。

40

【0106】

また、はんだ微粒子111は、粒度分布にばらつきが大きくても、形状がいびつであってもよく、凹部62内に収容することができれば原料として好適に用いることができる。

【0107】

また、上記方法において、基体60は、リソグラフィー、機械加工、インプリント等に

50

よって凹部 6 2 の形状を自在に設計できる。はんだ粒子 1 のサイズは凹部 6 2 に収容されるはんだ微粒子 1 1 1 の量に依存するため、凹部 6 2 の設計によりはんだ粒子 1 のサイズを自在に設計できる。

【 0 1 0 8 】

次に、流動化剤を配置する工程は、はんだ粒子 1 が形成された凹部 6 2 内に流動化剤を配置する。流動化剤の配置方法としては特に限定されないが、例えば、液状の流動化剤溶液中に基体 6 0 を浸漬して引き上げる方法、液状流動化剤を基体 6 0 上に（特に凹部 6 2 上に）に塗布、滴下する等の方法が挙げられる。さらに、固形の流動化剤の場合は、凹部 6 2 の直径より小さい直径を有する流動化剤を、基体 6 0 の表面に配置し、スキージにより凹部 6 2 内に充填する等の方法が挙げられる。または、CVD、蒸着、スパッタ法等によって、流動化剤を配置する方法が挙げられる。凹部 6 2 より溢れた余分な流動化剤は除去してよい。除去の方法としては、例えば、減圧による揮発、スキージ、ふき取り、かきとり、レーザーエッチング、ブラスト等の方法が挙げられる。

10

【 0 1 0 9 】

例えば、液状流動化剤を基体 6 0 上（凹部 6 2 上）に適量滴下し、スキージにより液状流動化剤を広げながら凹部 6 2 内に充填した後、再度スキージにより凹部 6 2 内に充填されなかった余剰な液状流動化剤を除去することができる。スキージで除去しきれない流動化剤は、例えば、無塵クリーンクロス等でふき取ることができる。

【 0 1 1 0 】

はんだパンプ形成用部材 1 0 の製造方法は、複数の凹部を有する基体、並びにはんだ粒子及び流動化剤を準備する前工程と、凹部に、はんだ粒子及び流動化剤を配置する配置工程と、を備えてもよい。このように、はんだ粒子 1 を基体 6 0 から一旦取り出し、再度基体の凹部にはんだ粒子 1 と流動化剤 F を再配置して、はんだパンプ形成用部材を作製することができる。この方法であれば、溶融工程ではんだ粒子 1 にならなかったはんだ微粒子 1 1 1、凹部 6 2 外に存在するはんだ微粒子 1 1 1 及びその他の残渣、異物等と、はんだ粒子 1 とを分離することができる。具体的には、溶融工程を経て、凹部 6 2 内にはんだ粒子 1 を有する基体 6 0 を、溶剤内に浸漬し、はんだ粒子 1 を凹部 6 2 から取り出す。はんだ粒子 1 が取り出された基体 6 0 を溶剤から引きあげた後、フィルター、メッシュ等に溶剤を通すことで、溶剤から異物を除去する。その後、はんだ粒子 1 を溶剤中で一旦分散させて静置し、沈降分離を行う。沈降分離を行うことで、はんだ粒子 1 と残渣（例えば、はんだ微粒子 1 1 1 及び異物）とを分離して、はんだ粒子 1 と溶剤の混合物を得る。沈降分離を複数回行い、さらに残渣を除去した後、はんだ粒子 1 と溶剤の混合物を真空乾燥して、純度の高いはんだ粒子 1 を得る。配置工程では、このはんだ粒子 1 を再び、基体 6 0 表面の凹部 6 2 内に再配置する。その後、流動化剤を凹部 6 2 内に配置することができる。または、流動化剤を凹部 6 2 内へ予め配置した後、はんだ粒子 1 を凹部 6 2 内へ配置してもよい。または、流動化剤とはんだ粒子 1 を予め混合し、その混合物を凹部 6 2 内へ配置してもよい。はんだ粒子を再配置する基体は、はんだ粒子を作製する際に用いた基体であってもよく、それとは別の基体であってもよい。

20

30

【 0 1 1 1 】

なお、はんだ粒子 1 としては、上述の方法で得られたもの以外にも、アトマイズ法、水アトマイズ法、細線を切断して溶解する方法、精密吐出ヘッドを用いて微小はんだ液滴を作製する方法等の公知の方法で作製したものが利用できる。

40

【 0 1 1 2 】

< はんだパンプ付き電極基板の製造方法 >

はんだパンプ付き電極基板の製造方法は、上記はんだパンプ形成用部材、及び複数の電極を有する基板、を準備する準備工程と、はんだパンプ形成用部材の凹部を有する面及び基板の電極を有する面を対向させて接触させる配置工程と、はんだ粒子をはんだ粒子の融点以上の温度に加熱する加熱工程と、を備える。

【 0 1 1 3 】

複数の電極を表面に有する基板（回路部材）の具体例として、ICチップ（半導体チッ

50

ブ)、抵抗体チップ、コンデンサチップ、ドライバーIC等のチップ部品；リジット型のパッケージ基板が挙げられる。これらの回路部材は、回路電極を備えており、多数の回路電極を備えているものが一般的である。複数の電極を表面に有する基板のその他の例として、金属配線を有するフレキシブルテープ基板、フレキシブルプリント配線板、インジウム錫酸化物（ITO）が蒸着されたガラス基板等の配線基板が挙げられる。

【0114】

電極の具体例としては、銅、銅/ニッケル、銅/ニッケル/金、銅/ニッケル/パラジウム、銅/ニッケル/パラジウム/金、銅/ニッケル/金、銅/パラジウム、銅/パラジウム/金、銅/スズ、銅/銀、インジウム錫酸化物等の電極が挙げられる。電極は、無電解めっき又は電解めっき又はスパッタ又は金属箔のエッチングで形成することができる。

10

【0115】

図6(a)及び図6(b)は、はんだパンプ付き電極基板の製造過程の一例を模式的に示す断面図である。図6(a)に示す基体60は、凹部62のそれぞれに一個のはんだ粒子1及び流動化剤Fが収容された状態である。一方、基板2は、複数の電極3を表面に有している。この基体60の凹部62の開口側の面に、基板2の電極3側の面を対向させて接触させる。個々の電極3に接触するはんだ粒子1の数は特に制限はなく、1電極に対し1粒子であってよく、1電極に対し複数粒子であってよい。なお、はんだ粒子1と凹部62間に働く力（例えば、van der Waals力のような分子間力）が、はんだ粒子1に加わる重力に比べ大きいと、基体60の主面を下に向けたとしても、はんだ粒子1は脱落せずに凹部62内に留まっている。また、はんだ粒子1の少なくとも一部が、凹部62の底部及び/又は内壁部と接しており、平坦部を有する場合は、はんだ粒子1は凹部62と密に接しており、脱落しづらい。

20

【0116】

はんだ粒子と電極が接触している状態で、電極基板及び基体60の全体をはんだ粒子1の融点よりも高い温度（例えば130～260）に少なくとも加熱することによって、加熱された流動化剤Fにより流動し易くなったはんだ粒子1が電極3に接すると共に溶融し、電極3上にはんだパンプが形成される。はんだ粒子1と電極3との接合をより好適に行う観点から、加熱工程において、はんだパンプ形成用部材10及び基板2を加圧状態で接触させながら、はんだ粒子1をはんだ粒子の融点以上の温度に加熱してよい。加圧状態とは、はんだパンプ形成用部材10と基板2同士を、図6(a)における矢印A、B方向に30～600Pa程度の力で押し付けた状態である。はんだ粒子1は、凹部62に収容されており、なおかつ電極に対して押し付けられている。そのため、流動化剤Fの作用によって流動しても、隣接する凹部62内のはんだ粒子1同士が混ざりあい難く、所望の電極上のみ同じサイズのはんだパンプを形成できる。また、隣接する電極をはんだブリッジしにくく、ショート不良を抑制できる。

30

【0117】

はんだ粒子1は、大気下では加熱によって急激に酸化が進み、電極3上への濡れ広がりが起こりにくくなるため、加熱時の雰囲気は脱酸素雰囲気が好ましい。例えば、窒素、アルゴンなどの不活性ガス雰囲気、真空雰囲気等であってよい。炉としては、はんだの接合工程に一般に使われるリフロー炉（窒素雰囲気下）、真空リフロー炉が利用でき、窒素雰囲気下のコンペアー型リフロー炉、バッチ式（チャンバー式）リフロー炉等が利用できる。これらのリフロー炉を利用する時に、はんだが溶融した後に真空にする工程が加えられると、はんだ内の気泡（ポイド）が除去できる。さらに、生産性向上の観点から、ラミネータを利用することもできる。ローラー式のラミネータであれば、加圧と加熱を同時加えることができる。さらに、真空加圧式ラミネータを利用することもできる。真空加圧式ラミネータは、チャンバー内を真空下にでき、加圧及び加熱が同時にできるため、電極3上にはんだパンプを転写しやすく好ましい。また、キャリアフィルムによる連続的な搬送が可能のため、生産性が高くできる利点もある。

40

【0118】

はんだ粒子1は、酸化被膜の影響で融点以上の温度で加熱しても溶融しなかったり、濡

50

れ拡がらなかったりする場合がある。このため、はんだ粒子1を還元雰囲気下に晒し、はんだ粒子1の表面酸化被膜を除去した後に、はんだ粒子1の融点以上の温度に加熱することで、はんだ粒子1を溶融させることができる。また、はんだ粒子1の溶融は、還元雰囲気下で行うことが好ましい。はんだ粒子1をはんだ粒子1の融点以上に加熱し、かつ還元雰囲気とすることで、はんだ粒子1の表面の酸化被膜が還元され、さらに電極表面の酸化被膜が還元され、はんだ粒子1の溶融、濡れ拡がり効率的に進行し易くなる。すなわち、はんだポンプ付き電極基板の製造方法は、配置工程の前に、あるいは配置工程の後であって加熱工程の前に、はんだ粒子（及び/又は電極）を還元雰囲気に晒す還元工程を更に備えてよい。また、はんだポンプ付き電極基板の製造方法の加熱工程において、還元雰囲気下ではんだ粒子をはんだ粒子の融点以上の温度に加熱してよい。電極上にはんだポンプを形成する加熱工程では、電極とはんだポンプ形成用部材の開口部面を（必要に応じ加圧状態で）密着させることで、電極上にのみはんだポンプが形成され、隣接電極間のはんだによるブリッジが抑制され易い。

10

【0119】

還元雰囲気の詳細については、はんだポンプ形成用部材の製造方法の記載を適宜参照することができる。

【0120】

加熱工程後、全体を冷却することで、電極3上と、はんだ粒子1が溶融して形成されたはんだポンプ1A同士が固着され、両者が電氣的に接続される。はんだポンプ付き電極基板の製造方法は、加熱工程の後に、はんだポンプ形成用部材を基板から除去する除去工程を更に備えてよい。電極3上にはんだポンプ1Aが形成された後は、はんだポンプ形成用部材10を基板2から除去することで（除去工程）、はんだポンプ付き電極基板20を得ることができる。図6（b）は、このようにして得られるはんだポンプ付き電極基板20の模式図である。

20

【0121】

得られたはんだポンプ付き電極基板20上には、凹部62から脱離したものの電極3との接合に供されないはんだ粒子1が存在し得る。そのため、はんだポンプ付き電極基板の製造方法は、除去工程の後に、電極に結合していないはんだ粒子1を除去する洗浄工程を更に備えてよい。洗浄方法としては圧縮空気を吹き付ける、不織布又は繊維の束で基板表面を擦る、等の方法が挙げられる。なお、はんだポンプ付き電極基板20上に残渣として流動化剤Fが存在する場合、洗浄工程により当該流動化剤も除去することができる。洗浄工程では、流動化剤Fが溶解し易い溶液を利用することができる。

30

【0122】

はんだポンプ付き電極基板の製造方法によれば、基板2、電極3及びはんだポンプ1Aをこの順に備える、はんだポンプ付き電極基板20を得ることができる。

【0123】

<接続構造体の製造方法>

図7（a）及び図7（b）は、接続構造体の製造過程の一例を模式的に示す断面図である。図7（a）及び図7（b）を参照しながら、接続構造体の製造方法について説明する。まず、図6（b）に示すはんだポンプ付き電極基板20を予め準備する。また、複数の他の電極5を表面に有する他の基板4を準備する。そして、両者を、はんだポンプ1Aと他の電極5とが対向するように配置する。その後、これらの部材の積層体の厚さ方向（図7（a）に示す矢印A及び矢印Bの方向）に加圧する。加圧する際に全体をはんだポンプ1Aの融点よりも高い温度（例えば130～260）に少なくとも加熱することによって、電極3及び他の電極5の間においてはんだポンプ1Aが溶融する。その後、全体を冷却することで、電極3及び他の電極5の間においてはんだ層1Bが形成され、電極間が電氣的に接続される。はんだポンプ1A及び電極5の酸化を抑制するため、酸素を遮断した雰囲気下で加熱することが好ましい。例えば、窒素などの不活性ガス雰囲気下での加熱が好ましい。具体的には、真空リフロー炉、窒素リフロー炉等が利用できる。

40

【0124】

50

さらに、加熱によってはんだバンプ1 Aを溶解して、対向する電極3と電極5をより好適に接合するために、還元雰囲気下で加熱することが好ましい。還元雰囲気とするためには、水素ガス、水素ラジカル、ギ酸などが利用できる。具体的には、水素還元炉、水素リフロー炉、水素ラジカル炉、ギ酸炉、これらの真空炉、連続炉、コンベアー炉が利用できる。還元雰囲気にするすることで、はんだバンプ1 A表面の酸化被膜及び電極5表面の酸化被膜を還元、除去することができるため、はんだバンプ1 Aが電極5に濡れ広がり易くなり、はんだ層1 Bを介して電極3及び電極5間でより安定した接合が達成される。

【0125】

さらに、安定した接続を実現するために、圧力を加えてもよい。図6(b)に示すはんだバンプ付き電極基板20を予め準備する。また、複数の他の電極5を表面に有する他の基板4を準備する。そして、両者を、はんだバンプ1 Aと他の電極5とが対向するように配置する。その後、これらの部材の積層体の厚さ方向(図7(a)に示す矢印A及び矢印Bの方向)に加圧する。加圧する際に全体をはんだバンプ1 Aの融点よりも高い温度(例えば130~260)に少なくとも加熱することによって、電極3及び他の電極5の間においてはんだバンプ1 Aが熔融する。その後、全体を冷却することで、電極3及び他の電極5の間においてはんだ層1 Bが形成され、電極間が電氣的に接続される。この場合も、はんだバンプ1 A、電極5及び電極3表面の酸化を抑制するため、真空下、窒素など不活性ガス雰囲気下、還元雰囲気下で上記工程を行うことが好ましい。還元雰囲気にする方法としては、前述の水素ガス、水素ラジカル、ギ酸などが挙げられる。具体的には、水素還元炉、水素リフロー炉、水素ラジカル炉、ギ酸炉、これらの真空炉、連続炉、コンベアー炉などが利用できる。

【0126】

還元雰囲気にする方法としては、還元作用がある材料を利用することができる。例えば、フラックス材料又はフラックス成分を含有する材料を、はんだバンプ1 A、電極5及び電極3近傍に配置することができる。フラックス材料及びフラックス成分を含有する材料を含有するペースト、フィルム等を用いることができる。まず、図6(b)に示すはんだバンプ付き電極基板20を予め準備する。電極基板20のはんだバンプ1 Aが形成された面全体、又ははんだバンプ1 A及びはんだバンプ1 Aを含む電極3近傍に、フラックス材料又はフラックス成分を含有するペーストを配置する。また、複数の他の電極5を表面に有する他の基板4を準備する。そして、両者を、はんだバンプ1 Aと他の電極5とが対向するように配置する。その後、はんだバンプ1 Aと他の電極5とを、例えばフラックス材料又はフラックス成分を含有するペーストを介して接触させたまま、はんだバンプ1 Aの融点よりも高い温度(例えば、130~260)に少なくとも加熱することによって、電極3及び他の電極5の間においてはんだバンプ1 Aが熔融する。その後、全体を冷却することで、電極3及び他の電極5の間においてはんだ層1 Bが形成され、電極間が電氣的に接続される。その後、フラックス成分を洗浄除去すると、フラックス残渣による、はんだ層1 B、電極3及び電極5の腐食が抑制できる。

【0127】

他の方法としては、図6(b)に示すはんだバンプ付き電極基板20を予め準備する。また、複数の他の電極5を表面に有する他の基板4を準備し、基板4の電極5を有する面全体、又は電極5の表面近傍にフラックス材料又はフラックス成分を含有するペーストを配置する。そして、両者を、はんだバンプ1 Aと他の電極5とが対向するように配置する。その後、はんだバンプ1 Aと他の電極5とを、例えばフラックス材料及びフラックス成分を含有するペーストを介して接触させたまま、はんだバンプ1 Aの融点よりも高い温度(例えば、130~260)に少なくとも加熱することによって、電極3及び他の電極5の間においてはんだバンプ1 Aが熔融する。その後、全体を冷却することで、電極3及び他の電極5の間においてはんだ層1 Bが形成され、電極間が電氣的に接続される。

【0128】

また、フラックス成分を含有するフィルムを用いることもできる。図6(b)に示すはんだバンプ付き電極基板20を予め準備する。電極基板20のはんだバンプ1 Aが形成さ

10

20

30

40

50

れた面側にフラックス成分を含有するフィルムを配置する。また、複数の他の電極 5 を表面に有する他の基板 4 を準備する。そして、両者を、はんだバンプ 1 A と他の電極 5 とが対向するように配置する。その後、はんだバンプ 1 A と他の電極 5 とを、フラックス成分を含有するフィルムを介して接触させたまま、または、対向する電極 3 及び電極 5 間に圧力を加え、当該間からフラックス成分を含有するフィルムを押しのけるようにして、はんだバンプ 1 A と電極 5 を接触させた状態で、はんだバンプ 1 A の融点よりも高い温度（例えば、130 ～ 260 ）に少なくとも加熱することによって、電極 3 及び他の電極 5 の間においてはんだバンプ 1 A が溶融する。その後、全体を冷却することで、電極 3 及び他の電極 5 の間においてはんだ層 1 B が形成され、電極間が電氣的に接続される。

【0129】

フラックス成分を含有するペースト及びフィルムは、熱硬化性材料を含有していてもよい。これにより、はんだバンプ 1 A の溶解と同時に、熱硬化性成分が硬化して、電極基板 20 と基板 4 を固定することができる。熱硬化性材料の硬化は、はんだバンプ 1 A の溶解加熱とは別に、後工程で再度加熱することで実施してもよい。また、フラックス成分を含有するフィルムを、予め基板 4 の電極 5 が形成された面側に配置して置いてもよい。フラックス成分を含有するフィルムをはんだバンプ 1 A 側に配置するか、電極 5 を有する基板 4 側に配置するかの配置位置の選択は、電極の形状、はんだバンプ 1 A の形状及びサイズ、接合工程上の都合等に合わせ、適宜選択できる。

【0130】

はんだバンプ 1 A を溶解するための加熱方法としては、真空下では、例えばリフロー炉内の加熱板を加熱して、加熱板に接した基板 2 及び基板 4 を介してはんだバンプ 1 A に伝える方法、赤外線などの放射を用いる方法がある。また、前述の加熱板及び赤外線を用いる加熱方法に加えて、又は併用して、加熱された気体及びガスを介してはんだバンプ 1 A を加熱する方法が利用できる。具体的には、不活性ガス及び窒素、水素、水素ラジカル、ギ酸を加熱することで、はんだバンプ 1 A を加熱することができる。フラックス材料及びフラックス成分は、コハク酸、グルタル酸、アジピン酸、ピメリン酸、スペリン酸、安息香酸、及びリンゴ酸からなる群より選択される少なくとも一種を含んでよい。

【0131】

他の方法としては、マイクロ波等の電磁波を利用する方法が挙げられる。例えば、電極 3、電極 5 及びはんだバンプ 1 A の成分が加熱される特定の電磁波を外部から印加することができる。例えば、基板 4 及び基板 2 が樹脂基板である場合、基板 4 及び基板 2 の外側から特定の電磁波を照射すると、基板 4 及び基板 2 を電磁波が透過し、電極 3 及びはんだバンプ 1 A 又は電極 5 が電磁波により加熱される。この方法の場合、接合したい部分を選択的に加熱することができるため、余計な熱履歴が残らない利点がある。例えば、基板 2 及び基板 4 が耐熱性の低い材料であっても、はんだバンプ 1 A を溶解して電極 3 と電極 5 を確実に接合することができる。また、接合する系全体に熱履歴が残りにくいため、接合後の反り及び分解を抑制し易い利点がある。また、マイクロ波を利用する場合、前述のように加熱板、赤外線、加熱ガス等を利用するより、短時間ではんだバンプ 1 A を溶解することができるため、接合したい系全体への熱履歴を少なくできる利点があり、前述の効果が得られ易い。更に、マイクロ波を用いると、接合したい又は溶解させたい電極 3、はんだバンプ 1 A 及び電極 5 の部分のみ、局所的に加熱することができる。従って、系全体を加熱する必要が無く、耐熱性の低い材料、他の電子部品など熱を加えたくないものが電極 3 及び電極 5 の近傍にあっても、はんだバンプ 1 A を溶解して接合することができる。

【0132】

他の方法としては、超音波を利用する方法が挙げられる。例えば、超音波振動子を基板 2 の電極 3 と反対側に配置し、超音波を印加すると、超音波の振動エネルギーによりはんだバンプ 1 A が溶解する。これにより、電極 3 と、予め電極 3 の対向位置に配置してあった電極 5 とが、はんだ層 1 B を介して接合される。超音波による接合は、短時間ではんだバンプ 1 A を溶解することができるため、基板 2 及び基板 4 全体へ熱を掛ける必要が無く、基板 2 及び基板 4 が耐熱性の低い材料でも、確実に電極 3 と電極 5 を接合することがで

10

20

30

40

50

きる。

【0133】

図7(b)は、このようにして得られる接続構造体30の模式図である。すなわち、図7(b)は、基板2が有する電極3と、他の基板4が有する他の電極5が、融着して形成されたはんだ層1Bを介して接続された状態を模式的に示したものである。本明細書において「融着」とは、電極の少なくとも一部が熱によって融解したはんだ(はんだバンプ1A)によって接合され、その後、これが固化する工程を経ることによって電極の表面にはんだが接合された状態を意味する。接続構造体30は、基板及びその表面に複数の電極を備える第一の回路部材と、他の基板及びその表面に複数の他の電極を備える第二の回路部材と、複数の電極及び複数の他の電極間にはんだ層と、を備えるものであるということが

10

【0134】

接続構造体の適用対象としては、半導体メモリー、半導体ロジックチップなどの接続部、半導体パッケージの一次実装及び二次実装の接続部、CMOS画像素子、レーザー素子、LED発光素子などの接合体、それらを用いたカメラ、センサー、液晶ディスプレイ、パーソナルコンピュータ、携帯電話、スマートフォン、タブレット等のデバイスが挙げられる。

【0135】

以上、本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。

20

【実施例】

【0136】

以下、実施例によって本発明を更に詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0137】

<はんだバンプ形成用フィルムの作製>

(作製例1)

工程a1：はんだ微粒子の分級

Sn-Biはんだ微粒子(5N Plus社製、融点139、Type8)100gを、蒸留水に浸漬し、超音波分散させた後、静置し、上澄みに浮遊するはんだ微粒子を回収した。この操作を繰り返して、10gのはんだ微粒子を回収した。得られたはんだ微粒子の平均粒子径は1.0μm、C.V.値は42%であった。

30

工程b1：基体への配置

表1に示す、開口径2.3μm、底部径2.0μm、深さ2.0μm(底部径2.0μmは、開口を上面からみると、開口径2.3μmの中央に位置する)の凹部を複数有する基体(ポリイミドフィルム、厚さ100μm)を準備した。複数の凹部は、1.0μmの間隔で規則的に配列させた。工程aで得られたはんだ微粒子(平均粒子径1.0μm、C.V.値42%)を基体の凹部に配置した。なお、基体の凹部が形成された面側を微粘着ローラーでこすることで余分なはんだ微粒子を取り除き、凹部内のみにはんだ微粒子が配置された基体を得た。

40

工程c1：はんだ粒子の形成

工程b1で凹部にはんだ微粒子が配置された基体を、水素還元炉(神港精機株式会社製、真空半田付装置)に入れ、真空引き後、水素ガスを炉内に導入して炉内を水素で満たした。その後、炉内を280で20分保った後、再び真空に引き、窒素を導入して大気圧に戻してから炉内の温度を室温まで下げることにより、凹部の内部にはんだ粒子を形成した。

【0138】

<はんだ粒子の評価>

工程c1を経て得た基体の一部を、SEM観察用台座表面に固定し、表面に白金スパッ

50

タを施した。SEMにて、はんだ粒子の直径を300個測定し、平均粒子径及びC.V.値を算出した。結果を表2に示す。また、工程c1を経て得た基体の一部の表面形状を、レーザー顕微鏡（オリンパス株式会社製、LEXTOLS5000SAF）を用いて測定し、基体表面からはんだ粒子の高さを測定し、300個の平均値を算出した。結果を表2に示す。

【0139】

工程d1：フラックスの配置

ジヒドロターピネオール90質量部にフラックス成分としてアジピン酸20質量部を入れ、混合し、流動相とした。この流動相を工程c1で得られたはんだ粒子が配置された凹部内に配置した。その後、基体の凹部が形成された面側をゴム製スキージで擦って、凹部に充填されなかった余分な流動相（フラックス成分）を取り除いた。その後、さらに無塵クリーンクロスで基材表面を拭きあげて、はんだバンプ形成用フィルムを作製した。

10

【0140】

（作製例2～6）

凹部サイズ等を表1に記載のとおり変更したこと以外は、作製例1と同様にしてはんだバンプ形成用フィルムを作製し、評価した。結果を表2に示す。

【0141】

（作製例7）

工程c1に代えて、以下の工程c2を行ったこと以外は、作製例1と同様にしてはんだバンプ形成用フィルムを作製し、評価した。結果を表2に示す。

20

工程c2：はんだ粒子の形成

工程b1で凹部にはんだ微粒子が配置された基体を、水素ラジカル還元炉（神港精機株式会社製、プラズマリフロー装置）に投入し、真空引き後、水素ガスを炉内に導入して、炉内を水素ガスで満たした。その後、炉内を120に調整し、5分間水素ラジカルを照射した。その後、真空引きにて炉内の水素ガスを除去し、170まで加熱した後、窒素を炉内に導入して大気圧に戻してから炉内の温度を室温まで下げることにより、はんだ粒子を形成した。

【0142】

（作製例8～12）

凹部サイズ等を表1に記載のとおり変更したこと以外は、作製例7と同様にしてはんだバンプ形成用フィルムを作製し、評価した。結果を表2に示す。

30

【0143】

（作製例13）

工程c1に代えて、以下の工程c3を行ったこと以外は、作製例1と同様にしてはんだバンプ形成用フィルムを作製し、評価した。結果を表2に示す。

工程c3：はんだ粒子の形成

工程b1で凹部にはんだ微粒子が配置された基体を、ギ酸還元炉に投入し、真空引き後、ギ酸ガスを炉内に導入して、炉内をギ酸ガスで満たした。その後、炉内を130に調整し、5分間温度を保持した。その後、真空引きにて炉内のギ酸ガスを除去し、180まで加熱した後、窒素を炉内に導入して大気圧に戻してから炉内の温度を室温まで下げることにより、はんだ粒子を形成した。

40

【0144】

（作製例14～18）

凹部サイズ等を表1に記載のとおり変更したこと以外は、作製例13と同様にしてはんだバンプ形成用フィルムを作製し、評価した。結果を表2に示す。

【0145】

（作製例19）

工程c1に代えて、以下の工程c4を行ったこと以外は、作製例1と同様にしてはんだバンプ形成用フィルムを作製し、評価した。結果を表2に示す。

工程c4：はんだ粒子の形成

50

工程 b 1 で凹部にはんだ微粒子が配置された基体を、ギ酸コンペアーリフロー炉 (Heller Industries, Inc. 製、1913MK) に投入し、コンペアーにて搬送しながら、190 に調整された窒素ゾーン、窒素及びギ酸ガス混合ゾーン、窒素ゾーンを連続して通過させた。窒素及びギ酸ガス混合ゾーンを20分間で通過させ、凹部内にはんだ粒子を形成した。

【0146】

(作製例20~24)

凹部サイズ等を表1に記載のとおり変更したこと以外は、作製例19と同様にしてはんだバンプ形成用フィルムを作製し、評価した。結果を表2に示す。

【0147】

【表1】

		作製例1	作製例2	作製例3	作製例4	作製例5	作製例6
開口径	μm	2.3	4.3	6.3	18	24	30
底部径	μm	2	4	6	16	22	28
深さ	μm	2	4	6	16	22	28
間隔	μm	1	2.3	4.6	8.6	11.5	17

		作製例7	作製例8	作製例9	作製例10	作製例11	作製例12
開口径	μm	2.3	4.3	6.3	18	24	30
底部径	μm	2	4	6	16	22	28
深さ	μm	2	4	6	16	22	28
間隔	μm	1	2.3	4.6	8.6	11.5	17

		作製例13	作製例14	作製例15	作製例16	作製例17	作製例18
開口径	μm	2.3	4.3	6.3	18	24	30
底部径	μm	2	4	6	16	22	28
深さ	μm	2	4	6	16	22	28
間隔	μm	1	2.3	4.6	8.6	11.5	17

		作製例19	作製例20	作製例21	作製例22	作製例23	作製例24
開口径	μm	2.3	4.3	6.3	18	24	30
底部径	μm	2	4	6	16	22	28
深さ	μm	2	4	6	16	22	28
間隔	μm	1	2.3	4.6	8.6	11.5	17

【0148】

10

20

30

40

50

【表 2】

		作製例1	作製例2	作製例3	作製例4	作製例5	作製例6
平均粒子径	μm	2.0	4.0	6.1	17.5	22.8	30.0
C. V. 値	%	18.9	7.5	6.6	4.3	3.9	3.3
高さ	μm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

		作製例7	作製例8	作製例9	作製例10	作製例11	作製例12
平均粒子径	μm	2.2	4.1	6.0	16.3	23.1	29.9
C. V. 値	%	18.8	7.6	6.5	4.1	3.7	3.1
高さ	μm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

		作製例13	作製例14	作製例15	作製例16	作製例17	作製例18
平均粒子径	μm	2.3	4.3	6.1	17.1	23.4	30.0
C. V. 値	%	19.2	7.5	6.6	4.3	3.9	3.3
高さ	μm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

		作製例19	作製例20	作製例21	作製例22	作製例23	作製例24
平均粒子径	μm	2.0	4.2	5.9	17.5	23.0	33.7
C. V. 値	%	19.5	7.8	6.5	4.5	3.9	3.0
高さ	μm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

10

【0149】

< はんだバンプ付き評価チップの作製 >

20

工程 e 1 : 評価チップの準備

下記に示す、7種類の金バンプ付きチップ(3.0×3.0mm、厚さ:0.5mm)を準備した。

チップC1...面積100 μm ×100 μm 、スペース40 μm 、高さ:10 μm 、バンプ数362

チップC2...面積75 μm ×75 μm 、スペース20 μm 、高さ:10 μm 、バンプ数362

チップC3...面積40 μm ×40 μm 、スペース16 μm 、高さ:7 μm 、バンプ数362

チップC4...面積20 μm ×20 μm 、スペース7 μm 、高さ:5 μm 、バンプ数362

チップC5...面積10 μm ×10 μm 、スペース6 μm 、高さ:3 μm 、バンプ数362

30

チップC6...面積10 μm ×10 μm 、スペース4 μm 、高さ:3 μm 、バンプ数362

チップC7...面積5 μm ×10 μm 、スペース3 μm 、高さ:2 μm 、バンプ数362

【0150】

工程 f 1 : はんだバンプ形成(ギ酸ガス不使用)

以下に示す i) ~ i i i) の手順に従い、工程 c 2 で作製したはんだバンプ形成用フィルム(作製例7)を用いて、金バンプ付きチップ(3.0×3.0mm、厚さ:0.5mm)にはんだバンプを形成した。

i) ホットプレート上に、厚さ0.3mmのガラス板を置き、ガラス板上に金バンプを上にして評価チップを置いた。

i i) はんだバンプ形成用フィルムの凹部の開口面側を下に向け、評価チップの金バンプ面とはんだバンプ形成用フィルムが接触するように配置した。さらに、はんだバンプ形成用フィルムの上に厚さ0.3mmのガラス板をのせ、ガラス板上にステンレス製の錘をのせてはんだバンプ形成用フィルムを金バンプに密着させた。

40

i i i) 窒素ガスが内部に吹き込める釣鐘型のガラスカバーを用意した。このガラスカバーで、i i) で準備した評価チップ上にはんだバンプ形成用フィルムが積層したサンプルを覆った。次に、ガラスカバー内に窒素ガスを導入して、サンプル全体を窒素雰囲気下に置いた。ホットプレートの熱板を160に昇温し、5分加熱した。その後、ホットプレートを室温にまで戻した後、窒素ガスを止めて、大気開放した。最上部の錘、ガラス板、はんだバンプ形成用フィルムの順に取り除いた。続いて、メタノール溶液中に評価チップを浸漬し、流動相を洗浄除去して、真空乾燥(40で60分)して、はんだバンプ付き

50

評価チップを得た。

【 0 1 5 1 】

< はんだバンプの評価：ギ酸ガス不使用 >

工程 f 1 を経て得た評価チップを、SEM 観察用台座表面に固定し、表面に白金スパッタを施した。SEM にて、30 個の金バンプについて、金バンプ上に載った、はんだバンプ数を数え、一つの金バンプ上に載ったはんだバンプの平均個数を算出した。結果を表 3 に示す。また、レーザー顕微鏡（オリンパス株式会社製、LEXTELS5000 SAF）を用いて金バンプからのはんだバンプの高さを測定し、100 個の平均値を算出した。結果を表 3 に示す。

【 0 1 5 2 】

作製例 7 のはんだバンプ形成用フィルムに代えて、作製例 8 ~ 12 のはんだバンプ形成用フィルムを用いたこと以外は、上記と同じ方法ではんだバンプ形成及びその評価を行った。

評価結果を表 3 に示す。

【 0 1 5 3 】

（比較作製例 1）

工程 d 1（フラックスの配置）を行わなかったこと以外は、作製例 8 と同様にして凹部内にはんだ粒子を有する比較用はんだバンプ形成用フィルムを作製した。この比較用はんだバンプ形成用フィルムを用いたこと以外は、工程 f 1 と同じ方法ではんだバンプ形成及びその評価を行った。結果を表 3 に示す。

【 0 1 5 4 】

10

20

30

40

50

【表 3】

C1	はんだバンプ形成フィルム		作製例7	作製例8	作製例9	作製例10	作製例11	作製例12	比較作製例1
	電極上のバンプ数	高さ平均	個	μm	個	μm	個	μm	
C2	電極上のバンプ数	高さ平均	1285.0	330.6	99.5	20.3	10.7	4.8	-
	電極上のバンプ数	高さ平均	1.9	3.8	5.5	15.0	20.2	28.3	-
C3	電極上のバンプ数	高さ平均	735.5	229.7	57.4	11.8	-	-	-
	電極上のバンプ数	高さ平均	1.9	3.8	5.5	15.0	-	-	-
C4	電極上のバンプ数	高さ平均	201.3	54.2	16.9	-	-	-	-
	電極上のバンプ数	高さ平均	1.9	3.8	5.5	-	-	-	-
C5	電極上のバンプ数	高さ平均	49.3	12.7	3.9	-	-	-	-
	電極上のバンプ数	高さ平均	1.9	3.8	5.5	-	-	-	-
C6	電極上のバンプ数	高さ平均	12.8	3.9	-	-	-	-	-
	電極上のバンプ数	高さ平均	1.9	3.8	-	-	-	-	-
C7	電極上のバンプ数	高さ平均	1.9	-	-	-	-	-	-
	電極上のバンプ数	高さ平均	2.9	-	-	-	-	-	-
	電極上のバンプ数	高さ平均	1.9	-	-	-	-	-	-

10

20

30

40

【0155】

作製例7～12では、評価チップの金バンプ上にはんだバンプが形成できたが、比較作製例1ではいずれの評価チップにおいても金バンプ上にはんだバンプは観察されなかった。

【0156】

比較作製例1の凹部内には、フラックスを含む流動相が無かったことで、はんだ粒子の表面酸化被膜が還元されず、金バンプへのはんだ粒子の濡れ広がりも起こらなかった。

【0157】

フラックス成分を含有する流動相が、はんだ粒子とともに凹部の中に收容されていることから、加熱によりフラックス成分がはんだ粒子表面の酸化被膜を除去するとともに、金バンプ(電極)表面の洗浄も行う。そして、はんだ粒子が溶解しながら流動相により金バ

50

ンプ表面へ運ばれ、金バンプ上にはんだバンプを形成することができる。図 1 に示されるように、流動相が凹部内に存在しているため、流動相によって、金バンプ（電極）と対向するはんだ粒子表面近傍の酸化被膜が除去され、はんだ粒子と金バンプとの接触が活性化される。凹部の開口面が金バンプ面に接している状態で加熱するため、はんだ粒子は、金バンプ表面に接することができる。この時、凹部の壁面があるため、はんだ粒子及びフラックスのはんだバンプ形成用部材の面方向への流動が抑制されて、金バンプ上にはんだバンプを形成することができる。また、同じ理由で、隣接する凹部のはんだ粒子同士が接合しづらく、良好なはんだバンプが形成できる。バンプ形成時の加熱温度及び時間により、金バンプ表面との濡れ広がり量を制御する必要があるが、はんだ粒子とフラックスが凹部に収納された状態で、金バンプ面に押し付けられているため、上記理由で隣接間のはんだ粒子同士の結合がしづらく、加熱温度と時間における尤度が大きい。従って、産業利用上安定したはんだバンプ形成が達成される。なお、金バンプが無い部分に、フラックス成分及びはんだ粒子が少量見られたが、評価チップをメタノール中で洗浄することで、それらを取り除くことができた。金バンプ以外の評価チップ表面にも、凹部開口面が面しているが、金バンプが他の面より高いため、凹部開口面が触れにくく、はんだ粒子は評価チップ側に移動しづらい。また、部分的に凹部開口面が評価チップ側に接していても、はんだが濡れ広がる金属（電極）が無いため、その後の洗浄で簡単に取り除くことができる。また、前述で示したとおり、凹部内にはんだ粒子とフラックスがあるため、はんだバンプ形成用部材の面方向にはんだ粒子の流動が抑制されて、金バンプのショート不良等を起こしづらい。

10

20

【 0 1 5 8 】

比較作製例 1 のように、流動相が無い場合、加熱してもはんだ粒子の表面酸化被膜を十分に還元できず、さらにはんだ粒子を金バンプ（電極）まで流動させることは難しく、安定してはんだバンプを形成することが困難である。

【 0 1 5 9 】

工程 f 2 : はんだバンプ形成（ギ酸ガス使用）

以下に示す i) ~ i i i) の手順に従い、工程 c 2 で作製したはんだバンプ形成用フィルム（作製例 7）を用いて、金バンプ付きチップ（3 . 0 × 3 . 0 mm、厚さ：0 . 5 mm）にはんだバンプを形成した。

i) 厚さ 5 mm のステンレス板上に、厚さ 0 . 3 mm のガラス板を置き、ガラス板上に金バンプを上にして評価チップを置いた。

30

i i) はんだバンプ形成用フィルムの凹部の開口面側を下に向け、評価チップの金バンプ面とはんだバンプ形成用フィルムが接触するように配置した。さらに、はんだバンプ形成用フィルムの上に厚さ 0 . 3 mm のガラス板をのせ、ガラス板上にステンレス製の錘をのせてはんだバンプ形成用フィルムを金バンプに密着させた。

i i i) ギ酸リフローコンベア炉（H e l l e r I n d u s t r i e s I n c . 1 9 3 6 M K V）のベルトコンベア上に、i i) で用意したステンレス板を載せ、4 0 m m / s の速度で流した。コンベア炉内では、サンプルはまず窒素ガスゾーンを通過した。この際、サンプル周辺の酸素が取り除かれた。続いて 1 5 0 に加熱された窒素ガスのゾーンを通過し、さらに 1 8 0 のギ酸ガス（4 %）のゾーンを通過し、その後、1 6 0 に設定された真空チャンバー内に導入された。真空チャンバーが閉まった後、チャンバー内を真空に 1 分保ち、窒素ガスを導入して大気圧に戻した後、サンプルは真空チャンバーを出て、窒素ガス雰囲気冷却ゾーンを通過して室温に戻された。最上部の錘、ガラス板、はんだバンプ形成用フィルムの順に取り除いた。続いて、メタノール溶液中に評価チップを浸漬し、流動相を洗浄除去して、真空乾燥（4 0 で 6 0 分）して、はんだバンプ付き評価チップを得た。

40

【 0 1 6 0 】

< はんだバンプの評価：ギ酸ガス使用 >

工程 f 2 を経て得た評価チップを、SEM 観察用台座表面に固定し、表面に白金スパッタを施した。SEM にて、3 0 個の金バンプについて、金バンプ上に載った、はんだバンプ

50

ブ数を数え、一つの金バンプ上に載ったはんだバンプの平均個数を算出した。結果を表 3 に示す。また、レーザー顕微鏡（オリンパス株式会社製、LEXTEL S5000 SAF）を用いて金バンプからのはんだバンプの高さを測定し、100個の平均値を算出した。結果を表 4 に示す。

【0161】

作製例 7 のはんだバンプ形成用フィルムに代えて、作製例 8 ~ 12 のはんだバンプ形成用フィルムを用いたこと以外は、工程 f 2 と同じ方法ではんだバンプ形成及びその評価を行った。評価結果を表 4 に示す。

【0162】

比較作製例 1 で得た比較用はんだバンプ形成用フィルムを用いたこと以外は、工程 f 2 と同じ方法ではんだバンプ形成及びその評価を行った。結果を表 4 に示す。

【0163】

10

20

30

40

50

【表 4】

C1	はんだバンプ形成フィルム		作製例7	作製例8	作製例9	作製例10	作製例11	作製例12	比較作製例1
	電極上のバンプ数	高さ平均							
C1	個	1291.0	338.0	99.5	24.1	10.7	4.8	3.1	
	μm	2.0	3.8	5.5	15.0	20.2	28.3	3.8	
C2	電極上のバンプ数	755.8	237.2	57.3	14.0	-	-	2.1	
	高さ平均	1.9	3.8	5.5	14.9	-	-	3.8	
C3	電極上のバンプ数	208.4	58.2	16.6	-	-	-	5.0	
	高さ平均	1.9	3.8	5.5	-	-	-	3.8	
C4	電極上のバンプ数	51.4	16.6	3.8	-	-	-	7.4	
	高さ平均	1.9	3.7	5.5	-	-	-	3.8	
C5	電極上のバンプ数	14.2	5.8	-	-	-	-	8.3	
	高さ平均	1.9	3.8	-	-	-	-	3.8	
C6	電極上のバンプ数	13.1	-	-	-	-	-	-	
	高さ平均	1.9	-	-	-	-	-	-	
C7	電極上のバンプ数	3.2	-	-	-	-	-	-	
	高さ平均	1.9	-	-	-	-	-	-	

【0164】

作製例7～12では、金バンプ上にはんだバンプが形成できた。特に、ギ酸ガス雰囲気としなかった場合(表3)と比較して、はんだバンプ数が増える傾向にある。これは、凹部内のはんだ粒子の表面酸化被膜が、流動相に含まれるフラックス成分と、ギ酸ガスにより十分に還元されたことと、金パッド表面の有機物もギ酸ガスで除去されたため、金バンプ上にはんだバンプが形成され易かったと考えられる。ギ酸ガス雰囲気を用いて得られたはんだバンプを顕微鏡及び電子顕微鏡で観察すると、ギ酸ガス雰囲気を用いずに得られたはんだバンプより、球形のゆがみが少なかった。これは、加熱後に真空チャンバー内で真空状態になることで、はんだバンプ内の気泡が除去され、また流動相の低分子成分も十分に蒸発するため、はんだバンプがゆがみの少ない球形になったと考えられる。

10

20

30

40

50

【 0 1 6 5 】

比較作製例 1 では、金バンプ上にはんだバンプの形成が確認されたが、作製例 7 ~ 1 2 と比較して、バンプ数が少ない傾向にあった。同じ比較作製例 1 を用いた場合であっても、ギ酸ガス雰囲気としなかったときは、はんだバンプの形成は見られなかったが、ギ酸ガス雰囲気としたときは、一部の凹部内のはんだ粒子はギ酸ガスにより表面酸化膜が除去され、金バンプ上に一定量載った。ただし、凹部の側を金バンプに押し付けているため、ギ酸ガスが凹部内のはんだ粒子の表面酸化膜を十分に除去するには至らなかったと考えられる。

【 0 1 6 6 】

< 接続構造体の作製 >

工程 g 1 : 評価基板の準備

下記に示す、7 種類の金バンプ付き基板 (7 0 × 2 5 mm、厚さ : 0 . 5 mm) を準備した。なお、これらの金バンプには抵抗測定用の引き出し配線も形成されている。

基板 D 1 ... 面積 1 0 0 μ m × 1 0 0 μ m、スペース 4 0 μ m、高さ : 4 μ m、バンプ数 3 6 2

基板 D 2 ... 面積 7 5 μ m × 7 5 μ m、スペース 2 0 μ m、高さ : 4 μ m、バンプ数 3 6 2

基板 D 3 ... 面積 4 0 μ m × 4 0 μ m、スペース 1 6 μ m、高さ : 4 μ m、バンプ数 3 6 2

基板 D 4 ... 面積 2 0 μ m × 2 0 μ m、スペース 7 μ m、高さ : 4 μ m、バンプ数 3 6 2

基板 D 5 ... 面積 1 0 μ m × 1 0 μ m、スペース 6 μ m、高さ : 3 μ m、バンプ数 3 6 2

基板 D 6 ... 面積 1 0 μ m × 1 0 μ m、スペース 4 μ m、高さ : 3 μ m、バンプ数 3 6 2

基板 D 7 ... 面積 5 μ m × 1 0 μ m、スペース 3 μ m、高さ : 3 μ m、バンプ数 3 6 2

【 0 1 6 7 】

工程 h 1 : 電極の接合

以下に示す i) ~ i i i) の手順に従い、工程 f 1 で作製したはんだバンプ付き評価チップを用いて、金バンプ付き評価基板とはんだバンプを介して接続した。

i) ギ酸リフロー炉 (神港精機株式会社製、パッチ式真空半田付装置) の下部熱板に、金バンプを上にして評価基板を置いた。

i i) はんだバンプが形成された評価チップのはんだバンプ面を下に向け、評価基板の金バンプ面とはんだバンプが接触するように配置し、動かないように固定した。

i i i) ギ酸真空リフロー炉を作動させ、真空引きの後、ギ酸ガスを充填し、下部熱板を 1 8 0 ° に昇温し、5 分加熱した。その後、真空引きにてギ酸ガスを排出後、窒素置換を行い、下部熱板を室温まで戻し、炉内を大気に開放した。評価チップと評価基板の間に粘度を調整したアンダーフィル材 (日立化成株式会社製、C E L シリーズ) を適量入れ、真空引きにて充填後、1 6 5 ° で 2 時間硬化させ、評価チップと評価基板の接続構造体を作製した。接続構造体における各材料の組合せは以下のとおりである。

(1) チップ C 1 / はんだバンプ形成用フィルム / 基板 D 1

(2) チップ C 2 / はんだバンプ形成用フィルム / 基板 D 2

(3) チップ C 3 / はんだバンプ形成用フィルム / 基板 D 3

(4) チップ C 4 / はんだバンプ形成用フィルム / 基板 D 4

(5) チップ C 5 / はんだバンプ形成用フィルム / 基板 D 5

(6) チップ C 6 / はんだバンプ形成用フィルム / 基板 D 6

(7) チップ C 7 / はんだバンプ形成用フィルム / 基板 D 7

【 0 1 6 8 】

< 接続構造体の評価 >

得られた接続構造体の一部について、導通抵抗試験及び絶縁抵抗試験を以下のように行った。

【 0 1 6 9 】

(導通抵抗試験 - 吸湿耐熱試験)

金バンプ付きチップ (バンプ) / 金バンプ付き基板 (バンプ) 間の導通抵抗に関して、導通抵抗の初期値と吸湿耐熱試験 (温度 8 5 ° C、湿度 8 5 % の条件で 1 0 0、5 0 0、1

10

20

30

40

50

000時間放置)後の値を、20サンプルについて測定し、それらの平均値を算出した。得られた平均値から下記基準に従って導通抵抗を評価した。結果を表5に示す。なお、吸湿耐熱試験1000時間後に、下記A又はBの基準を満たす場合は導通抵抗が良好といえる。

- A：導通抵抗の平均値が2 未満
- B：導通抵抗の平均値が2 以上5 未満
- C：導通抵抗の平均値が5 以上10 未満
- D：導通抵抗の平均値が10 以上20 未満
- E：導通抵抗の平均値が20 以上

【0170】

(導通抵抗試験 - 高温放置試験)

金パンプ付きチップ(パンプ)/金パンプ付き基板(パンプ)間の導通抵抗に関して、導通抵抗の初期値と高温放置試験(温度100 の条件で100、500、1000時間放置)後の値を、20サンプルについて測定した。なお、高温放置後は、落下衝撃を加え、落下衝撃後のサンプルの導通抵抗を測定した。落下衝撃は、接続構造体を、金属板にネジ止め固定し、高さ50cmから落下させることで生じさせた。落下後、最も衝撃の大きいチップコーナーのはんだ接合部(4箇所)において直流抵抗値を測定し、測定値が初期抵抗から5倍以上増加したときに破断が生じたときとみなして、評価を行った。なお、各サンプルにつき4箇所、合計80箇所の測定を行った。結果を表6に示す。落下回数20回後に下記A又はBの基準を満たす場合はんだ接続信頼性が良好であると評価した。

- A：初期抵抗から5倍以上増加したはんだ接続部が、0箇所であった。
- B：初期抵抗から5倍以上増加したはんだ接続部が、1箇所以上5箇所以下であった。
- C：初期抵抗から5倍以上増加したはんだ接続部が、6箇所以上20箇所以下であった。
- D：初期抵抗から5倍以上増加したはんだ接続部が、21箇所以上であった。

【0171】

(絶縁抵抗試験)

チップ電極間の絶縁抵抗に関し、絶縁抵抗の初期値とマイグレーション試験(温度60、湿度90%、20V印加の条件で100、500、1000時間放置)後の値を、20サンプルについて測定し、全20サンプル中、絶縁抵抗値が 10^9 以上となるサンプルの割合を算出した。得られた割合から下記基準に従って絶縁抵抗を評価した。結果を表7に示す。なお、マイグレーション試験1000時間後に、下記A又はBの基準を満たした場合は絶縁抵抗が良好といえる。

- A：絶縁抵抗値 10^9 以上の割合が100%
- B：絶縁抵抗値 10^9 以上の割合が90%以上100%未満
- C：絶縁抵抗値 10^9 以上の割合が80%以上90%未満
- D：絶縁抵抗値 10^9 以上の割合が50%以上80%未満
- E：絶縁抵抗値 10^9 以上の割合が50%未満

【0172】

10

20

30

40

50

【表5】

		接続構造体	はんだバンプ形成フィルム	作製例7	作製例8	作製例9	作製例10	作製例11	作製例12
導通抵抗	吸湿耐熱試験	(1)	初期	A	A	A	A	A	A
			100時間後	A	A	A	A	A	A
			500時間後	A	A	A	A	A	A
			1000時間後	B	B	B	B	B	A
		(2)	初期	A	A	A	A		
			100時間後	A	A	A	A		
			500時間後	B	B	A	B		
			1000時間後	B	B	B	B		
		(3)	初期	A	A	A			
			100時間後	B	A	A			
			500時間後	B	B	B			
			1000時間後	B	B	B			
		(4)	初期	A	A				
			100時間後	B	A				
			500時間後	B	B				
			1000時間後	B	B				
		(5)	初期	A	A				
			100時間後	B	A				
			500時間後	B	B				
			1000時間後	B	B				
		(6)	初期	A					
			100時間後	B					
			500時間後	B					
			1000時間後	B					
		(7)	初期	A					
			100時間後	B					
			500時間後	B					
			1000時間後	B					

10

20

【0173】

【表6】

		接続構造体	はんだバンプ形成フィルム	作製例7	作製例8	作製例9	作製例10	作製例11	作製例12
導通抵抗	高温放置試験	(1)	初期	A	A	A	A	A	A
			100時間後	A	A	A	A	A	A
			500時間後	A	A	A	A	A	A
			1000時間後	B	B	B	B	B	A
		(3)	初期	A	A	A			
			100時間後	A	A	A			
			500時間後	B	B	B			
			1000時間後	B	B	B			
		(6)	初期	A					
			100時間後	A					
			500時間後	B					
			1000時間後	B					

30

【0174】

40

50

【表 7】

		接続構造体	はんだバンプ形成フィルム	作製例7	作製例8	作製例9	作製例10	作製例11	作製例12
絶縁抵抗	吸湿耐熱試験	(1)	初期	A	A	A	A	A	A
			100時間後	A	A	A	A	A	A
			500時間後	A	A	A	A	A	A
			1000時間後	A	A	A	A	B	B
		(2)	初期	A	A	A	A		
			100時間後	A	A	A	A		
			500時間後	A	A	A	A		
			1000時間後	A	A	A	B		
		(3)	初期	A	A	A			
			100時間後	A	A	A			
			500時間後	A	A	A			
			1000時間後	A	A	B			
		(4)	初期	A	A				
			100時間後	A	A				
			500時間後	A	A				
			1000時間後	A	A				
		(5)	初期	A	A				
			100時間後	A	A				
			500時間後	A	B				
			1000時間後	A	B				
		(6)	初期	A					
			100時間後	A					
			500時間後	A					
			1000時間後	A					
		(7)	初期	A					
			100時間後	A					
			500時間後	A					
			1000時間後	B					

10

20

【0175】

< はんだバンプ形成用フィルムの作製 >

工程 i 1 : 評価用基体の作製

6インチのシリコンウエハ上に、液状感光性レジスト（日立化成株式会社製、AHシリーズ）をスピコート法にて2.3 μmの厚みに塗布した。このシリコンウエハ上の感光性レジストを露光・現像して、開口径3.1 μm、底部径2.0 μm、深さ2.3 μm（底部径2.0 μmは、開口を上面からみると、開口径3.1 μmの中央に位置する）の凹部を有する評価パターンを形成した。なお、この評価パターンは、一つが20 mm × 20 mmのサイズであり、その中心の10 mm × 10 mmのエリアに前述の凹部が配置されている。凹部の位置は、後述する評価チップC8の電極配置パターンに相対した位置（X方向ピッチ、Y方向ピッチ）に配置されており、3箇所のアライメントマークも配置した。これをダイサーにより20 mm × 20 mmのサイズに切り出し評価用基体1を得た。評価用基体の概要を表8に示す。

30

【0176】

【表 8】

		評価用基体1	評価用基体2	評価用基体3	評価用基体4	評価用基体5	評価用基体6
開口径	μm	3.1	6.3	8.4	21	29	43
底部径	μm	2	4	6	16	22	33
深さ	μm	2.3	4.4	6.6	17	24	34
X方向ピッチ	μm	16	32	48	144	192	280
Y方向ピッチ	μm	8	16	24	72	96	140

40

【0177】

感光性レジストの厚み、開口径及びピッチを表8に示す値として、評価用基体2～6を作製した。

【0178】

< はんだ粒子の準備 >

50

工程 j 1 : はんだ粒子の準備

工程 a 1、b 1、c 1 を経て、表 2 の作製例 7 ~ 作製例 1 2 に示す、はんだ粒子を凹部に有するはんだバンプ形成用フィルムを得た。ステンレス製バットにイソプロピルアルコールを満たし、得られたはんだバンプ形成用フィルムを浸漬し、28kHz、600Wの超音波を5分印加した。はんだ粒子は、凹部から脱離し、イソプロピルアルコール溶剤中に分散した。このはんだ粒子が分散した溶剤を静置して、上澄みを廃棄した。その後、イソプロピルアルコールで再び満たし、はんだ粒子をよく分散させたのち、静置した。この沈降分離の操作を3回行い、粒子径の揃ったはんだ粒子1~6を得た。はんだ粒子1~6の概要を表9に示す。

【0179】

【表9】

		はんだ粒子1	はんだ粒子2	はんだ粒子3	はんだ粒子4	はんだ粒子5	はんだ粒子6
平均粒子径	μm	2.2	4.1	6.0	16.3	23.1	29.9
C. V. 値	%	16.3	6.5	6.2	4.0	3.4	3.1

【0180】

(作製例25)

工程 k 1 : 流動化剤とはんだ粒子の配置

蓋つきガラス瓶にドデカンとはんだ粒子1を入れ、超音波で分散した。ガラス板上に固定した20mm×20mmの評価用基体1表面に、分散液を垂らし、ウレタン製スキージで評価用基体1表面を擦り、はんだ粒子1とドデカンを凹部に充填した。評価用基体1表面の余剰なはんだ粒子1及びドデカンをクリーンクロスで拭きとり、評価用基体1の凹部内にはんだ粒子1とドデカンが配置されたはんだバンプ形成用フィルムを得た。

【0181】

【表10】

	作製例25	作製例26	作製例27	作製例28	作製例29	作製例30
	評価用はんだバンプ形成フィルム25	評価用はんだバンプ形成フィルム26	評価用はんだバンプ形成フィルム27	評価用はんだバンプ形成フィルム28	評価用はんだバンプ形成フィルム29	評価用はんだバンプ形成フィルム30
はんだ粒子直径(μm)	2.2	4.1	6.0	16.3	23.1	29.9
評価用基体	評価用基体1	評価用基体2	評価用基体3	評価用基体4	評価用基体5	評価用基体6
流動化剤	ドデカン	ドデカン	ドデカン	ドデカン	ドデカン	ドデカン
	作製例31	作製例32	作製例33	作製例34	作製例35	作製例36
	評価用はんだバンプ形成フィルム31	評価用はんだバンプ形成フィルム32	評価用はんだバンプ形成フィルム33	評価用はんだバンプ形成フィルム34	評価用はんだバンプ形成フィルム35	評価用はんだバンプ形成フィルム36
はんだ粒子直径(μm)	2.2	4.1	6.0	16.3	23.1	29.9
評価用基体	評価用基体1	評価用基体2	評価用基体3	評価用基体4	評価用基体5	評価用基体6
流動化剤	エチレングリコールモノブチルエーテル	エチレングリコールモノブチルエーテル	エチレングリコールモノブチルエーテル	エチレングリコールモノブチルエーテル	エチレングリコールモノブチルエーテル	エチレングリコールモノブチルエーテル
	作製例37	作製例38	作製例39	作製例40	作製例41	作製例42
	評価用はんだバンプ形成フィルム37	評価用はんだバンプ形成フィルム38	評価用はんだバンプ形成フィルム39	評価用はんだバンプ形成フィルム40	評価用はんだバンプ形成フィルム41	評価用はんだバンプ形成フィルム42
はんだ粒子直径(μm)	2.2	4.1	6.0	16.3	23.1	29.9
評価用基体	評価用基体1	評価用基体2	評価用基体3	評価用基体4	評価用基体5	評価用基体6
流動化剤	アジピン酸	アジピン酸	アジピン酸	アジピン酸	アジピン酸	アジピン酸

【0182】

(作製例26~42)

流動化剤の種類、はんだ粒子、及び評価用基体を表10に示す組み合わせにしたこと以外は、工程k1と同様にして、はんだ粒子と流動化剤を凹部に配置した、評価用はんだバンプ形成用フィルム26~42を得た。なお、アジピン酸は、ジヒドロターピネオール90質量部に対しアジピン酸20質量部を入れ、よく混ぜて、流動相とした。

【0183】

<はんだバンプ付き評価チップの作製>

工程 e 2 : 評価チップの準備

下記に示す、6種類の金バンプ付きチップ(10mm×10mm、厚さ:0.5mm)を準備した。

チップC8...サイズ8×4μm、X方向ピッチ16μm、Y方向ピッチ8μm、高さ:3μm、バンプ数382000

10

20

30

40

50

チップC 9...サイズ16 μm \times 8 μm 、X方向ピッチ32 μm 、Y方向ピッチ16 μm 、高さ：5 μm 、バンプ数95700

チップC 10...サイズ24 μm \times 12 μm 、X方向ピッチ48 μm 、Y方向ピッチ24 μm 、高さ：8 μm 、バンプ数42500

チップC 11...サイズ72 μm \times 36 μm 、X方向ピッチ144 μm 、Y方向ピッチ72 μm 、高さ：10 μm 、バンプ数4700

チップC 12...サイズ96 μm \times 48 μm 、X方向ピッチ192 μm 、Y方向ピッチ96 μm 、高さ：13 μm 、バンプ数2600

チップC 13...サイズ140 μm \times 70 μm 、X方向ピッチ280 μm 、Y方向ピッチ140 μm 、高さ：18 μm 、バンプ数1200

なお、それぞれに3箇所のアライメントマークが配置されている。

【0184】

<はんだバンプ形成>

工程f 3：はんだバンプ形成：窒素雰囲気

以下に示すi) ~ iii) の手順に従い、工程k 1で作製した評価用はんだバンプ形成用フィルム25を用いて、金バンプ付きチップ(10 mm \times 10 mm、厚さ：0.5 mm)にはんだバンプを形成した。

i) 30 mm \times 30 mm (厚み0.5 mm) のガラス板上に、金バンプを上にしてチップC 8を固定した。これをフリップチップボンダー(FC 3000：東レ製)のステージに吸着固定した。

ii) 加熱加圧用ヘッドにて20 mm \times 20 mmの評価用基体1をピックアップし、カメラによりアライメントマークを読み取り、チップC 8の電極位置と評価用基体1の凹部を対向させ、仮置きした。

iii) 窒素ガスが内部に吹き込める釣鐘型のガラスカバーを用意した。このガラスカバーで、ホットプレート全体を覆い、ホットプレートの熱板を150 に昇温した。ii) で準備したサンプルをホットプレート上に載せ、最上段の評価用基体1の上に、ステンレス製の錘を載せ、窒素雰囲気下で3分加熱した。その後、最上部の錘、評価用基体1の順に取り除いた。続いて、メタノール溶液中にチップC 8を浸漬し、流動相を洗浄除去して、真空乾燥(40 で60分)して、はんだバンプ付き評価用チップ25を得た。

【0185】

<はんだバンプの評価：ギ酸ガス不使用>

工程f 1を経て得た評価用チップ25を、SEM観察用台座表面に固定し、表面に白金スパッタを施した。SEMにて、300個の金バンプについて、金バンプ上にはんだバンプが形成された数を数え、はんだバンプ形成率を算出し、以下の評価基準で評価した。結果を表11に示す。なお、はんだバンプ形成率の評価がA又はBの基準を満たす場合に良好といえる。

A：はんだバンプ形成率が9割以上

B：はんだバンプ形成率が8割以上9割未満

C：はんだバンプ形成率が7割以上8割未満

D：はんだバンプ形成率が6割以上7割未満

E：はんだバンプ形成率が6割未満

【0186】

さらに、レーザー顕微鏡(オリンパス株式会社製、LEXTOLS5000 SAF)を用いて金バンプからはんだバンプの高さを測定し、100個の平均値を算出した。結果を表11に示す。

【0187】

次に、作製例25の評価用はんだバンプ形成用フィルム25に代えて、作製例26~42の評価用はんだバンプ形成用フィルム26~42を用いたこと、それぞれの金バンプ(電極)と凹部の位置に対応したチップC 8~13を用いたこと以外は、上記と同じ方法ではんだバンプ形成及びその評価を行った。評価結果を表11に示す。

10

20

30

40

50

【表 1 1】

		評価用チップ25	評価用チップ26	評価用チップ27	評価用チップ28	評価用チップ29	評価用チップ30
評価用はんだバンプ形成フィルム		作製例25	作製例26	作製例27	作製例28	作製例29	作製例30
評価チップ		C8	C9	C10	C11	C12	C13
はんだバンプ形成率	%	B	B	B	B	B	B
高さ平均	μm	1.8	3.6	5.1	14.8	21.5	26.6
		評価用チップ31	評価用チップ32	評価用チップ33	評価用チップ34	評価用チップ35	評価用チップ36
評価用はんだバンプ形成フィルム		作製例31	作製例32	作製例33	作製例34	作製例35	作製例36
評価チップ		C8	C9	C10	C11	C12	C13
はんだバンプ形成率	%	B	B	B	B	B	B
高さ平均	μm	1.9	3.2	5.6	14.3	21.5	26.7
		評価用チップ37	評価用チップ38	評価用チップ39	評価用チップ40	評価用チップ41	評価用チップ42
評価用はんだバンプ形成フィルム		作製例37	作製例38	作製例39	作製例40	作製例41	作製例42
評価チップ		C8	C9	C10	C11	C12	C13
はんだバンプ形成率	%	B	A	A	A	A	A
高さ平均	μm	1.6	3.1	4.8	12.4	20.1	25.6

10

【 0 1 8 8 】

評価用チップ 2 5 ~ 4 2 は、いずれも金バンプ上にはんだバンプが十分に形成された。はんだバンプは、電極上にはのみ形成され、電極間にはんだ粒子は存在しなかった。電極表面にはんだバンプ形成用フィルムの凹部の開口部面を押し付けているため、流動相があっても、溶解したはんだが電極表面から漏れる可能性が低く、安定してはんだバンプが形成できる。

【 0 1 8 9 】

< はんだバンプ形成 >

20

工程 f 4 : はんだバンプ形成 : ギ酸雰囲気

工程 f 3 の i i i) を以下の方法に代えたこと以外は、工程 f 3 と同じ方法を用いてはんだバンプを形成し、評価した。評価結果を表 1 2 に示す。

i i i) チップ C 8 上に評価用基体 1 が載ったガラス板を、ギ酸炉 (神港精機株式会社製) の熱板上に配置固定し、評価用基体 1 の上にステンレス製の錘を載せた。炉内を真空脱気した後、ギ酸雰囲気下で 1 5 0 3 分処理し、大気圧に戻した。その後、最上部の錘、評価用基体 1 の順に取り除いた。続いて、メタノール溶液中にチップ C 8 を浸漬し、流動相を洗浄除去して、真空乾燥 (4 0 で 6 0 分) して、はんだバンプ付きの評価用チップ 4 3 を得た。

【 0 1 9 0 】

30

【表 1 2】

		評価用チップ43	評価用チップ44	評価用チップ45	評価用チップ46	評価用チップ47	評価用チップ48
評価用はんだバンプ形成フィルム		作製例25	作製例26	作製例27	作製例28	作製例29	作製例30
評価チップ		C8	C9	C10	C11	C12	C13
はんだバンプ形成率	%	B	B	B	A	A	A
高さ平均	μm	1.9	3.7	5.1	14.7	20.8	26.4
		評価用チップ49	評価用チップ50	評価用チップ51	評価用チップ52	評価用チップ53	評価用チップ54
評価用はんだバンプ形成フィルム		作製例31	作製例32	作製例33	作製例34	作製例35	作製例36
評価チップ		C8	C9	C10	C11	C12	C13
はんだバンプ形成率	%	B	A	A	A	A	A
高さ平均	μm	1.9	3.1	5.3	14.1	21.1	26.5
		評価用チップ55	評価用チップ56	評価用チップ57	評価用チップ58	評価用チップ59	評価用チップ60
評価用はんだバンプ形成フィルム		作製例37	作製例38	作製例39	作製例40	作製例41	作製例42
評価チップ		C8	C9	C10	C11	C12	C13
はんだバンプ形成率	%	B	A	A	A	A	A
高さ平均	μm	1.6	3	4.7	12.5	20.4	25.4

40

【 0 1 9 1 】

工程 f 4 の方法を用い、表 1 2 に示す組み合わせではんだバンプの形成を行い、評価用チップ 4 4 ~ 6 0 を得た。上記と同様に行った評価結果を表 1 2 に示す。

【 0 1 9 2 】

評価用チップ 4 3 ~ 6 0 では、いずれも良好なはんだバンプが形成できた。ギ酸により還元雰囲気としたため良好な結果となった。

【 0 1 9 3 】

< はんだバンプ形成 >

50

工程 f 5 : はんだバンプ形成 : 真空加圧

工程 f 3 の i i i) を以下の方法に代えたこと以外は、工程 f 3 と同じ方法ではんだバンプを形成し、評価した。評価結果を表 1 3 に示す。

i i i) チップ C 8 上に評価用基体 1 が載ったガラス板を、真空加圧式ラミネータ (M V L - 5 0 0 : 株式会社日本製鋼所製) のキャリアフィルム上に配置した。上下加熱板温度を 1 4 5 に設定し、圧力 0 . 5 M P a 、加圧時間 3 s で処理した。その後、評価用基体 1 を取り除いた。続いて、メタノール溶液中にチップ C 8 を浸漬し、流動相を洗浄除去して、真空乾燥 (4 0 で 6 0 分) して、はんだバンプ付きの評価用チップ 6 1 を得た。結果を表 1 3 に示す。

【 0 1 9 4 】

【表 1 3】

		評価用チップ61	評価用チップ62	評価用チップ63	評価用チップ64	評価用チップ65	評価用チップ66
評価用はんだバンプ形成フィルム		作製例25	作製例26	作製例27	作製例28	作製例29	作製例30
評価チップ		C8	C9	C10	C11	C12	C13
はんだバンプ形成率	%	B	B	A	A	A	A
高さ平均	μm	1.9	3.8	5.5	15.1	22.1	27.4
		評価用チップ67	評価用チップ68	評価用チップ69	評価用チップ70	評価用チップ71	評価用チップ72
評価用はんだバンプ形成フィルム		作製例31	作製例32	作製例33	作製例34	作製例35	作製例36
評価チップ		C8	C9	C10	C11	C12	C13
はんだバンプ形成率	%	A	A	A	A	A	A
高さ平均	μm	1.9	3.7	5.7	14.6	21.8	26.9
		評価用チップ73	評価用チップ74	評価用チップ75	評価用チップ76	評価用チップ77	評価用チップ78
評価用はんだバンプ形成フィルム		作製例37	作製例38	作製例39	作製例40	作製例41	作製例42
評価チップ		C8	C9	C10	C11	C12	C13
はんだバンプ形成率	%	A	A	A	A	A	A
高さ平均	μm	1.6	3.1	4.9	12.9	20.8	25.5

【 0 1 9 5 】

工程 f 5 の方法を用い、表 1 3 に示す組み合わせではんだバンプの形成を行い、評価用チップ 6 2 ~ 7 8 を得た。上記と同様に行った評価結果を表 1 3 に示す。

【 0 1 9 6 】

評価用チップ 6 1 ~ 7 8 では、いずれも良好なはんだバンプが形成できた。真空加圧により、圧力が面内に均一に掛かるため良好な結果となった。

【 0 1 9 7 】

< はんだバンプ付き評価チップの作製 >

工程 e 3 : 評価チップの準備

下記に示す、6種類銅バンプ付きチップ (1 0 m m x 1 0 m m 、厚さ : 0 . 5 m m) を準備した。

チップ C 1 4 ... サイズ 8 x 4 μ m 、 X 方向ピッチ 1 6 μ m 、 Y 方向ピッチ 8 μ m 、高さ : 3 μ m 、バンプ数 3 8 2 0 0 0

チップ C 1 5 ... サイズ 1 6 μ m x 8 μ m 、 X 方向ピッチ 3 2 μ m 、 Y 方向ピッチ 1 6 μ m 、高さ : 5 μ m 、バンプ数 9 5 7 0 0

チップ C 1 6 ... サイズ 2 4 μ m x 1 2 μ m 、 X 方向ピッチ 4 8 μ m 、 Y 方向ピッチ 2 4 μ m 、高さ : 8 μ m 、バンプ数 4 2 5 0 0

チップ C 1 7 ... サイズ 7 2 μ m x 3 6 μ m 、 X 方向ピッチ 1 4 4 μ m 、 Y 方向ピッチ 7 2 μ m 、高さ : 1 0 μ m 、バンプ数 4 7 0 0

チップ C 1 8 ... サイズ 9 6 μ m x 4 8 μ m 、 X 方向ピッチ 1 9 2 μ m 、 Y 方向ピッチ 9 6 μ m 、高さ : 1 3 μ m 、バンプ数 2 6 0 0

チップ C 1 9 ... サイズ 1 4 0 μ m x 7 0 μ m 、 X 方向ピッチ 2 8 0 μ m 、 Y 方向ピッチ 1 4 0 μ m 、高さ : 1 8 μ m 、バンプ数 1 2 0 0

なお、それぞれに 3 箇所のアライメントマークが配置されている。

【 0 1 9 8 】

< はんだバンプ形成 >

工程 f 6 : はんだバンプ形成 : 真空加圧

工程 f 3 の i i i) を以下の方法に代えたこと以外は、工程 f 3 と同じ方法ではんだバ

10

20

30

40

50

ンプを形成し、評価した。評価結果を表 1 4 に示す。

i i i) チップ C 1 4 上に評価用基体 1 が載ったガラス板を、真空加圧式ラミネータ (M V L - 5 0 0 : 株式会社日本製鋼所製) のキャリアフィルム上に配置した。上下加熱板温度を 1 5 0 に設定し、圧力 0 . 5 M P a、加圧時間 1 0 s で処理した。その後、評価用基体 1 を取り除いた。続いて、メタノール溶液中にチップ C 1 4 を浸漬し、流動相を洗浄除去して、真空乾燥 (4 0 で 6 0 分) して、はんだバンプ付きの評価用チップ 7 9 を得た。

【 0 1 9 9 】

【表 1 4】

		評価用チップ79	評価用チップ80	評価用チップ81	評価用チップ82	評価用チップ83	評価用チップ84
評価用はんだバンプ形成フィルム		作製例25	作製例26	作製例27	作製例28	作製例29	作製例30
評価チップ		C14	C15	C16	C17	C18	C19
はんだバンプ形成率	%	B	B	A	A	A	A
高さ平均	μm	1.9	3.6	5.6	15.3	22.0	27.2
		評価用チップ85	評価用チップ86	評価用チップ87	評価用チップ88	評価用チップ89	評価用チップ90
評価用はんだバンプ形成フィルム		作製例31	作製例32	作製例33	作製例34	作製例35	作製例36
評価チップ		C14	C15	C16	C17	C18	C19
はんだバンプ形成率	%	B	B	A	A	A	A
高さ平均	μm	1.9	3.5	5.7	14.7	21.8	27.0
		評価用チップ91	評価用チップ92	評価用チップ93	評価用チップ94	評価用チップ95	評価用チップ96
評価用はんだバンプ形成フィルム		作製例37	作製例38	作製例39	作製例40	作製例41	作製例42
評価チップ		C14	C15	C16	C17	C18	C19
はんだバンプ形成率	%	A	A	A	A	A	A
高さ平均	μm	1.9	3.3	5.1	14.2	21.1	27.8

10

【 0 2 0 0 】

工程 f 6 の方法を用い、表 1 4 に示す組み合わせではんだバンプの形成を行い、評価用チップ 8 0 ~ 9 6 を得た。上記と同様に行った評価結果を表 1 4 に示す。

【 0 2 0 1 】

C u バンプ (電極) を有する評価用チップ 7 9 ~ 9 6 でも、良好なはんだバンプ形成ができた。

【 0 2 0 2 】

< 接続構造体の作製 >

工程 g 2 : 評価基板の準備

下記に示す、6 種類の金バンプ付き基板 (4 0 x 4 0 m m、厚さ : 0 . 5 m m) を準備した。この A u バンプの配置は、それぞれがチップ C 8 ~ C 1 3 の A u バンプに相対した位置となっており、位置合わせができるように、3 箇所のアライメントマークがある。なお、これらの金バンプには抵抗測定用の引き出し配線も形成されている。

30

基板 D 8 ... 対応するチップ : チップ C 8 / サイズ 8 x 4 μ m、X 方向ピッチ 1 6 μ m、Y 方向ピッチ 8 μ m、高さ : 3 μ m、バンプ数 3 8 2 0 0 0

基板 D 9 ... 対応するチップ : チップ C 9 / サイズ 1 6 μ m x 8 μ m、X 方向ピッチ 3 2 μ m、Y 方向ピッチ 1 6 μ m、高さ : 5 μ m、バンプ数 9 5 7 0 0

基板 D 1 0 ... 対応するチップ : チップ C 1 0 / サイズ 2 4 μ m x 1 2 μ m、X 方向ピッチ 4 8 μ m、Y 方向ピッチ 2 4 μ m、高さ : 8 μ m、バンプ数 4 2 5 0 0

基板 D 1 1 ... 対応するチップ : チップ C 1 1 / サイズ 7 2 μ m x 3 6 μ m、X 方向ピッチ 1 4 4 μ m、Y 方向ピッチ 7 2 μ m、高さ : 1 0 μ m、バンプ数 4 7 0 0

40

基板 D 1 2 ... 対応するチップ : チップ C 1 2 / サイズ 9 6 μ m x 4 8 μ m、X 方向ピッチ 1 9 2 μ m、Y 方向ピッチ 9 6 μ m、高さ : 1 3 μ m、バンプ数 2 6 0 0

基板 D 1 3 ... 対応するチップ : チップ C 1 3 / サイズ 1 4 0 μ m x 7 0 μ m、X 方向ピッチ 2 8 0 μ m、Y 方向ピッチ 1 4 0 μ m、高さ : 1 8 μ m、バンプ数 1 2 0 0

【 0 2 0 3 】

工程 h 2 : 電極の接合

以下に示す i) ~ i i i) の手順に従い、工程 f 5 で作製したはんだバンプ付きの評価用チップを用いて、金バンプ付き評価基板とはんだバンプを介して接続した。

i) 金バンプが形成された基板をフリップチップボンダー (F C 3 0 0 0 : 東レ株式会社

50

製)のステージに固定した。加熱加圧用ヘッドではんだバンプが形成された評価用チップをピックアップし、アライメントマークから互いの金バンプが対向する位置に配置した。
 i i) 評価用チップが載った基板を、ギ酸リフロー炉(神港精機株式会社製、バッチ式真空半田付装置)の下部熱板上に置き、評価用チップ上部にステンレス製の錘を置いた。
 i i i) ギ酸真空リフロー炉を作動させ、真空引きの後、ギ酸ガスを充填し、下部熱板を150 に昇温し、5分加熱した。その後、真空引きにてギ酸ガスを排出後、窒素置換を行い、下部熱板を室温まで戻し、炉内を大気に開放した。評価チップと評価基板の間に粘度を調整したアンダーフィル材(日立化成株式会社製、CELシリーズ)を適量入れ、真空引きにて充填後、125 で4時間硬化させ、評価チップと評価基板の接続構造体を作製した。

10

【0204】

<接続構造体の評価>

得られた接続構造体の一部について、工程:h1と同様に導通抵抗試験及び絶縁抵抗試験を行った。結果を表15、16、17に示す。

【0205】

【表15】

評価用チップ		評価用チップ61	評価用チップ62	評価用チップ63	評価用チップ64	評価用チップ65	評価用チップ66
基板		D8	D9	D10	D11	D12	D13
導通抵抗	吸湿耐熱試験						
	初期	A	A	A	A	A	A
	100時間後	B	A	A	A	A	A
	500時間後	B	B	B	A	A	A
	1000時間後	B	B	B	B	B	B
評価用チップ		評価用チップ67	評価用チップ68	評価用チップ69	評価用チップ70	評価用チップ71	評価用チップ72
基板		D8	D9	D10	D11	D12	D13
導通抵抗	吸湿耐熱試験						
	初期	A	A	A	A	A	A
	100時間後	A	A	A	A	A	A
	500時間後	B	B	B	A	A	A
	1000時間後	B	B	B	B	A	A
評価用チップ		評価用チップ73	評価用チップ74	評価用チップ75	評価用チップ76	評価用チップ77	評価用チップ78
基板		D8	D9	D10	D11	D12	D13
導通抵抗	吸湿耐熱試験						
	初期	A	A	A	A	A	A
	100時間後	A	A	A	A	A	A
	500時間後	B	B	A	A	A	A
	1000時間後	B	A	A	A	A	A

20

30

【0206】

【表16】

評価用チップ		評価用チップ61	評価用チップ63	評価用チップ65
基板		D8	D10	D12
導通抵抗	高温放置試験			
	初期	A	A	A
	100時間後	A	A	A
	500時間後	A	A	A
	1000時間後	B	B	A
評価用チップ		評価用チップ67	評価用チップ69	評価用チップ71
基板		D8	D10	D12
導通抵抗	高温放置試験			
	初期	A	A	A
	100時間後	A	A	A
	500時間後	B	A	A
	1000時間後	B	A	A
評価用チップ		評価用チップ73	評価用チップ75	評価用チップ77
基板		D8	D10	D12
導通抵抗	高温放置試験			
	初期	A	A	A
	100時間後	A	A	A
	500時間後	A	A	A
	1000時間後	B	A	A

40

50

【 0 2 0 7 】

【表 1 7】

		評価用チップ	評価用チップ61	評価用チップ62	評価用チップ63	評価用チップ64	評価用チップ65	評価用チップ66
		基板	D8	D9	D10	D11	D12	D13
絶縁抵抗	吸湿耐熱試験	初期	A	A	A	A	A	A
		100時間後	A	A	A	A	A	A
		500時間後	B	B	A	A	A	A
		1000時間後	B	B	B	A	A	A
		評価用チップ	評価用チップ67	評価用チップ68	評価用チップ69	評価用チップ70	評価用チップ71	評価用チップ72
		基板	D8	D9	D10	D11	D12	D13
絶縁抵抗	吸湿耐熱試験	初期	A	A	A	A	A	A
		100時間後	A	A	A	A	A	A
		500時間後	B	A	A	A	A	A
		1000時間後	B	B	A	A	A	A
		評価用チップ	評価用チップ73	評価用チップ74	評価用チップ75	評価用チップ76	評価用チップ77	評価用チップ78
		基板	D8	D9	D10	D11	D12	D13
絶縁抵抗	吸湿耐熱試験	初期	A	A	A	A	A	A
		100時間後	A	A	A	A	A	A
		500時間後	B	B	A	A	A	A
		1000時間後	B	A	A	A	A	A

10

【 0 2 0 8 】

< 接続構造体の作製 >

工程 g 3 : 評価基板の準備

20

下記に示す、6種類の銅バンプ付き基板(40×40mm、厚さ:0.5mm)を準備した。このCuバンプの配置は、それぞれがチップC14~C19のCuバンプに相對した位置となっており、位置合わせができるように、3箇所のアライメントマークがある。なお、これらのCuバンプには抵抗測定用の引き出し配線も形成されている。

基板D14...対応するチップ:チップC14/サイズ8×4μm、X方向ピッチ16μm、Y方向ピッチ8μm、高さ:3μm、バンプ数382000

基板D15...対応するチップ:チップC15/サイズ16μm×8μm、X方向ピッチ32μm、Y方向ピッチ16μm、高さ:5μm、バンプ数95700

基板D16...対応するチップ:チップC16/サイズ24μm×12μm、X方向ピッチ48μm、Y方向ピッチ24μm、高さ:8μm、バンプ数42500

30

基板D17...対応するチップ:チップC17/サイズ72μm×36μm、X方向ピッチ144μm、Y方向ピッチ72μm、高さ:10μm、バンプ数4700

基板D18...対応するチップ:チップC18/サイズ96μm×48μm、X方向ピッチ192μm、Y方向ピッチ96μm、高さ:13μm、バンプ数2600

基板D19...対応するチップ:チップC19/サイズ140μm×70μm、X方向ピッチ280μm、Y方向ピッチ140μm、高さ:18μm、バンプ数1200

【 0 2 0 9 】

工程 h 3 : 電極の接合

以下に示すi)~iii)の手順に従い、工程f6で作製したはんだバンプ付きの評価用チップを用いて、銅バンプ付き評価基板とはんだバンプを介して接続した。

40

i) 評価基板をスピコーター(SC-308S 有限会社押鐘製)にセットし、Cuバンプが形成された表面にフラックス(WHS-003C:荒川化学工業製)を0.5ml垂らした。回転数500rpmで10s、その後1000rpmで3s処理して、薄膜のフラックス層を形成した。

ii) 評価基板をフリップチップボンダー(FC3000:株式会社東レ製)のステージに固定した。加熱加圧用ヘッドではんだバンプが形成された評価用チップをピックアップし、アライメントマークから互いのバンプが対向する位置に配置した。評価用チップが載った基板を、ギ酸リフロー炉(神港精機株式会社製、バッチ式真空半田付装置)の下部熱板上に置き、評価用チップ上部にステンレス製の錘を置いた。

iii) ギ酸真空リフロー炉を作動させ、真空引きの後、ギ酸ガスを充填し、下部熱板を

50

160 に昇温し、3分加熱した。その後、真空引きにてギ酸ガスを排出後、窒素置換を行い、下部熱板を室温まで戻し、炉内を大気に開放した。評価チップと評価基板の間に粘度を調整したアンダーフィル材（日立化成株式会社製、CELシリーズ）を適量入れ、真空引きにて充填後、125 で4時間硬化させ、評価チップと評価基板の接続構造体を作製した。

【0210】

< 接続構造体の評価 >

得られた接続構造体の一部について、工程：h1と同様に導通抵抗試験及び絶縁抵抗試験を行った。結果を表18、19、20に示す。

【0211】

【表18】

		評価用チップ	評価用チップ79	評価用チップ80	評価用チップ81	評価用チップ82	評価用チップ83	評価用チップ84
		基板	D14	D15	D16	D17	D18	D19
導通抵抗	吸湿耐熱試験	初期	A	A	A	A	A	A
		100時間後	A	A	A	A	A	A
		500時間後	B	B	B	A	A	A
		1000時間後	B	B	B	B	B	A
		評価用チップ	評価用チップ85	評価用チップ86	評価用チップ87	評価用チップ88	評価用チップ89	評価用チップ90
		基板	D14	D15	D16	D17	D18	D19
導通抵抗	吸湿耐熱試験	初期	A	A	A	A	A	A
		100時間後	A	A	A	A	A	A
		500時間後	B	B	A	A	A	A
		1000時間後	B	B	B	A	A	A
		評価用チップ	評価用チップ91	評価用チップ92	評価用チップ93	評価用チップ94	評価用チップ95	評価用チップ96
		基板	D14	D15	D16	D17	D18	D19
導通抵抗	吸湿耐熱試験	初期	A	A	A	A	A	A
		100時間後	A	A	A	A	A	A
		500時間後	B	B	A	A	A	A
		1000時間後	B	A	A	A	A	A

10

20

【0212】

【表19】

		評価用チップ	評価用チップ79	評価用チップ81	評価用チップ83
		基板	D14	D16	D18
導通抵抗	高温放置試験	初期	A	A	A
		100時間後	A	A	A
		500時間後	B	A	A
		1000時間後	B	B	A
		評価用チップ	評価用チップ85	評価用チップ87	評価用チップ89
		基板	D14	D16	D18
導通抵抗	高温放置試験	初期	A	A	A
		100時間後	A	A	A
		500時間後	B	A	A
		1000時間後	B	B	A
		評価用チップ	評価用チップ91	評価用チップ93	評価用チップ95
		基板	D14	D16	D18
導通抵抗	高温放置試験	初期	A	A	A
		100時間後	A	A	A
		500時間後	A	A	A
		1000時間後	B	A	A

30

40

【0213】

50

【表 2 0】

		評価用チップ	評価用チップ79	評価用チップ80	評価用チップ81	評価用チップ82	評価用チップ83	評価用チップ84
		基板	D14	D15	D16	D17	D18	D19
絶縁抵抗	吸湿耐熱試験	初期	A	A	A	A	A	A
		100時間後	A	A	A	A	A	A
		500時間後	B	A	A	A	A	A
		1000時間後	B	B	B	A	A	A
		評価用チップ	評価用チップ85	評価用チップ86	評価用チップ87	評価用チップ88	評価用チップ89	評価用チップ90
		基板	D14	D15	D16	D17	D18	D19
絶縁抵抗	吸湿耐熱試験	初期	A	A	A	A	A	A
		100時間後	A	A	A	A	A	A
		500時間後	B	A	A	A	A	A
		1000時間後	B	B	A	A	A	A
		評価用チップ	評価用チップ91	評価用チップ92	評価用チップ93	評価用チップ94	評価用チップ95	評価用チップ96
		基板	D14	D15	D16	D17	D18	D19
絶縁抵抗	吸湿耐熱試験	初期	A	A	A	A	A	A
		100時間後	A	A	A	A	A	A
		500時間後	B	A	A	A	A	A
		1000時間後	B	A	A	A	A	A

10

【 0 2 1 4】

Cu電極へ形成したはんだバンプを介してCu電極同士を接合した場合も、安定した接続特性を示した。

【符号の説明】

20

【 0 2 1 5】

1...はんだ粒子、1A...はんだバンプ、1B...はんだ層、2...基板、3...電極、4...他の基板、5...他の電極、10...はんだバンプ形成用部材、20...はんだバンプ付き電極基板、30...接続構造体、60...基体、62...凹部、111...はんだ微粒子、F...流動化剤、600...基体、601...ベース層、602...凹部層。

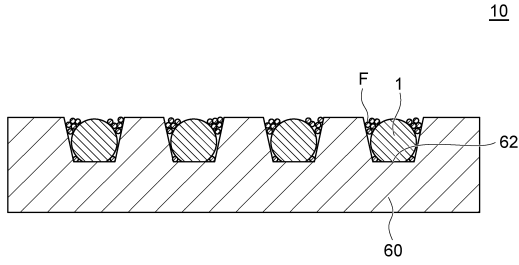
30

40

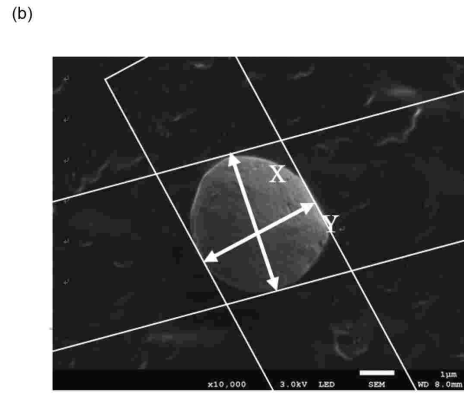
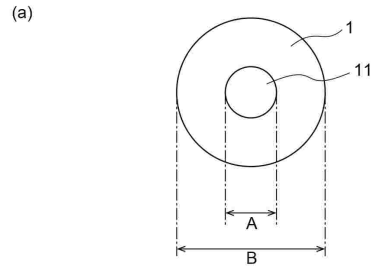
50

【 図面 】

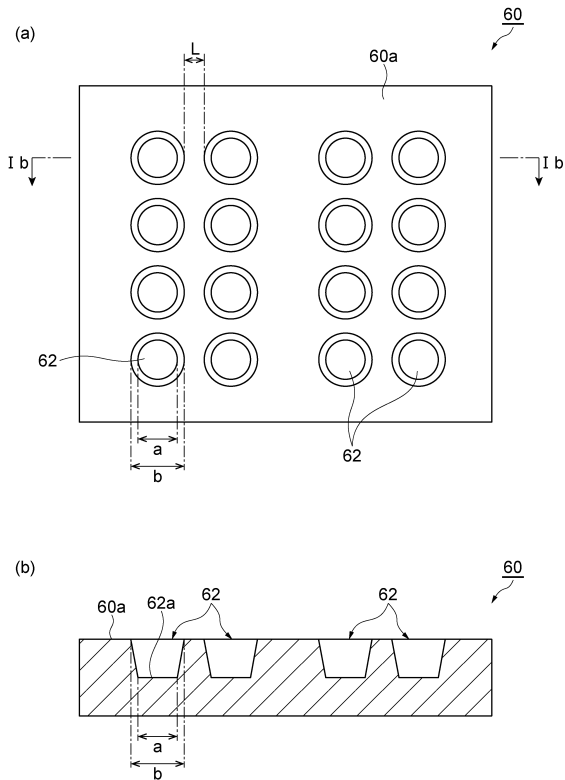
【 図 1 】



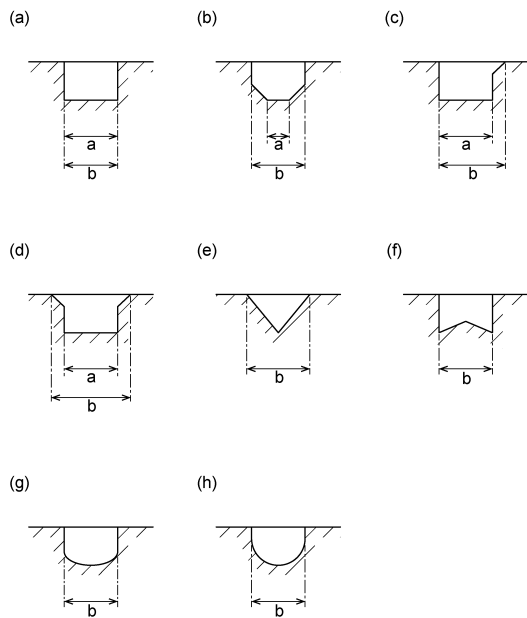
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



10

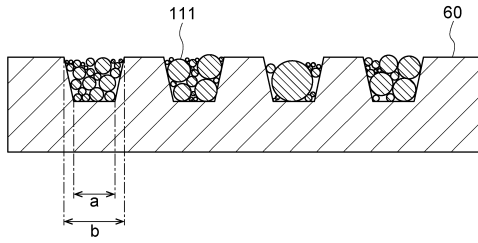
20

30

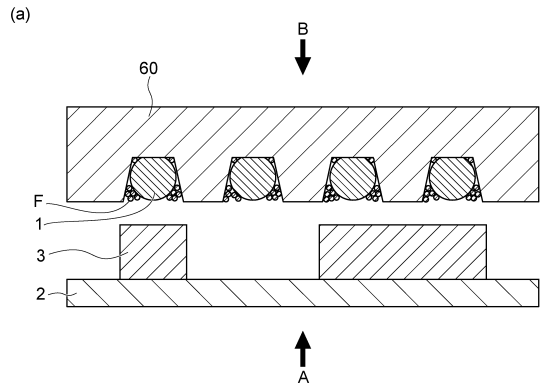
40

50

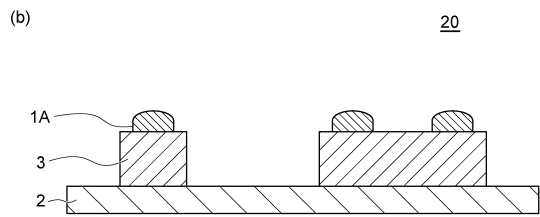
【 図 5 】



【 図 6 】

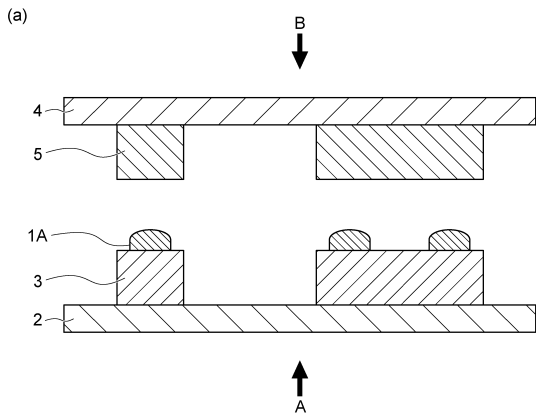


10

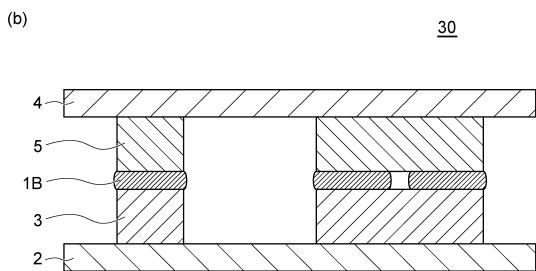


20

【 図 7 】

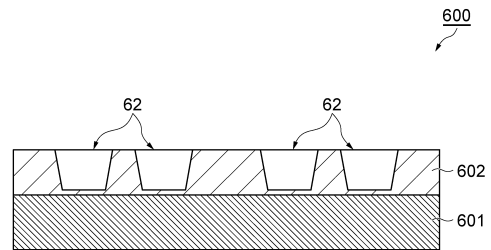


30



30

【 図 8 】



40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 宮地 勝将
東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 昭和電工マテリアルズ株式会社内
- (72)発明者 江尻 芳則
東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 昭和電工マテリアルズ株式会社内
- 審査官 平野 崇
- (56)参考文献 特開平05-023887(JP,A)
国際公開第2006/043377(WO,A1)
国際公開第2010/125753(WO,A1)
特開2010-036234(JP,A)
特開平07-249631(JP,A)
特開平05-235061(JP,A)
特開平10-079404(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H01L 21/60
H05K 3/34