(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2021年7月1日(01.07.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/131905 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/60 (2006.01) *H05K 3/34* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/046763

(22) 国際出願日： 2020年12月15日(15.12.2020)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2019-238418 2019年12月27日(27.12.2019) JP

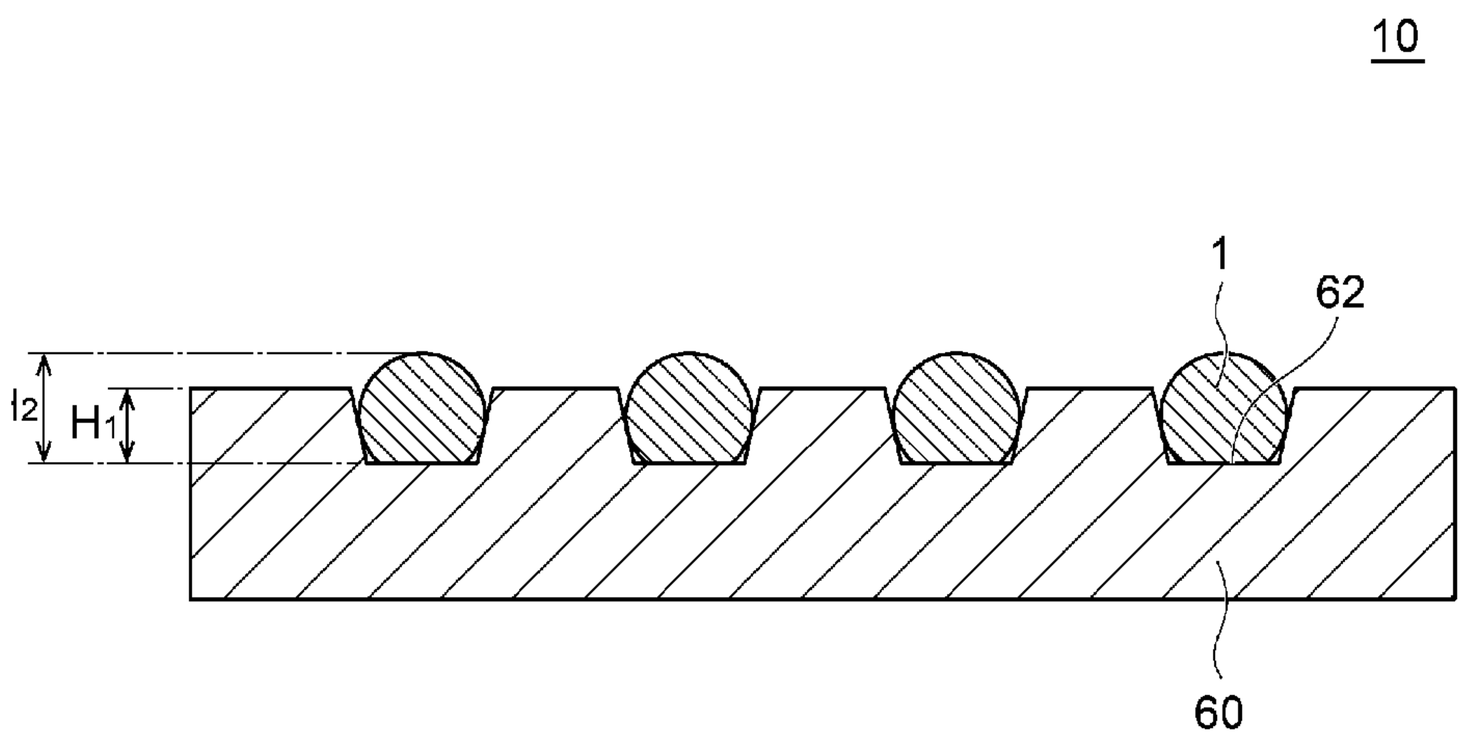
(71) 出願人: 昭和電工マテリアルズ株式会社 (**SHOWA DENKO MATERIALS CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒1006606 東京都千代田区丸の内一丁目９番２号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 赤井 邦彦(**AKAI Kunihiko**); 〒1006606 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 Tokyo (JP). 畠 純一(**HATA Junichi**); 〒1006606 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 Tokyo (JP). 江尻 芳則(**EJIRI Yoshinori**); 〒1006606 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 Tokyo (JP). 宮地 勝将(**MIYAJI Masayuki**); 〒1006606 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 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(**HASEGAWA Yoshiki et al.**); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目１番１号丸の内 ＭＹ ＰＬＡＺＡ（明治安田生命ビル） ９階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

(54) **Title:** SOLDER BUMP FORMING MEMBER, METHOD FOR MANUFACTURING SOLDER BUMP FORMING MEMBER, AND METHOD FOR MANUFACTURING ELECTRODE SUBSTRATE PROVIDED WITH SOLDER BUMP

(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) **Abstract:** A solder bump forming member comprising a base having a plurality of recesses, and solder particles within the recesses, the solder bump forming member being such that: the average particle diameter of the solder particles is 1-35 μm; the C.V. value is 20% or less; and some of the solder particles project from the recesses, or, in a cross-sectional view, $H_1<H_2$, where H_1 is the depth of the recesses, and H_2 is the height of the solder particles.

［続葉有］

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約: 複数の凹部を有する基体と、凹部内にはんだ粒子と、を備え、はんだ粒子の平均粒子径が１～３５μｍであり、Ｃ．Ｖ．値が２０％以下であり、はんだ粒子の一部が、該凹部から突出している、又は、断面視において、凹部の深さをH_1とし、はんだ粒子の高さをH_2としたとき、$H_1 < H_2$である、はんだバンプ形成用部材。

明　細　書

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

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、該挿入孔に収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）。

[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）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２００４－０８００２４号公報

特許文献2：国際公開第２００６／０４３３７７号

特許文献3：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。

[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１００μｍ程度では一応可能であるが、大きさが５０μｍ、３０μｍと小さくなるに従い困難となる。そのため、３０μｍ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。

[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、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、隣接電極間をまたぐ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。

[0009] 本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、電気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。また、本発明は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を目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 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と、を備え、はんだ粒子の平均粒子径が１～３５μｍであり、Ｃ．Ｖ．値が２０％以下であり、はんだ粒子の一部が、該凹部から突出している、はんだバンプ形成用部材に関する。

[0011] 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と、を備え、はんだ粒子の平均粒子径が１～３５μｍであり、Ｃ．Ｖ．値が２０％以下であり、断面視において、凹部の深さをH_1とし、はんだ粒子の高さをH_2としたとき、$H_1 < H_2$である、はんだバンプ形成用部材に関する。

[0012] 上記はんだバンプ形成用部材は、電気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。

[0013] 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。

[0014] 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。

[0015] 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であり、はんだ粒子の一部が、凹部から突出している工程と、

を備える、はんだバンプ形成用部材の製造方法に関する。

[0016] 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１～３５μｍであり、Ｃ．Ｖ．値が２０％以下であってよい。

[0017] 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．Ｖ．値が２０％を超えてよい。

[0018] 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に晒す還元工程を更に備えてよい。

[0019] はんだバンプ形成用部材の製造方法の一態様における融合工程において、はんだ微粒子を還元雰囲気下で融合させてよい。

[0020] 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、はんだ粒子及び電極を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。

[0021] 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、はんだ粒子及び電極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。

[0022] 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。

[0023] 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。

[0024] はんだバンプ付き電極基板の製造方法の一態様において、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。

[0025] 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。

[0026] 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

[0027] 本発明によれば、電気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。

図面の簡単な説明

[0028] [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Ｉｂ－Ｉｂ線における断面図である。

[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（ａ）は、チップＣ４の金バンプの一部を撮像したＳＥＭ画像であり、図８（ｂ）は、作製例８のはんだバンプ形成用部材を用いて、チップＣ４の金バンプ上にはんだバンプを形成した後のＳＥＭ画像である。

[図9]図９は、基体の一例を模式的に示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0029] 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。

[0030] ＜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と、を備え、はんだ粒子の平均粒子径が１～３５μｍであり、Ｃ．Ｖ．値が２０％以下であり、はんだ粒子の一部が、凹部から突出している。また、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と、を備え、はんだ粒子の平均粒子径が１～３５μｍであり、Ｃ．Ｖ．値が２０％以下であり、断面視において、凹部の深さをH_1とし、はんだ粒子の高さをH_2としたとき、$H_1 < H_2$である。

[0031] 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／又は底面と接していてよい。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。

[0032] はんだバンプ形成用部材１０において、はんだ粒子１の一部は、該凹部から突出している。はんだ粒子１の少なくとも頂部が、はんだバンプ形成用部材１０の凹部６２から突出している（基体６０の主面から飛び出している）ということができる。具体的には、はんだバンプ形成用部材１０の主面に垂直な断面視において、凹部６２の深さをH_1とし、はんだ粒子１の高さをH_2としたとき、$H_1 < H_2$である。はんだ粒子１の高さH_2とは、断面視における凹部６２の底面からはんだ粒子１の頂部までの長さのことを言う。はんだ粒子１の突出の程度は特に制限されないが、電極との接合がより好適に行われる観点から、H_1に対するH_2の比（H_2/H_1）を１．０２以上とすることができ、１．０７以上であってよい。当該比の上限は、はんだ粒子１の脱落抑制の観点から３．００であってよい。

[0033] （はんだ粒子）

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

[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。

[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％以上であってもよい。

[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における凹部６２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１１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６２の底部が平面であるため平面部１１を有するが、凹部６２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。

[0038] 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１１が形成されていてよく、このとき当該平面部１１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１１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１１の直径Ａの比（Ａ／Ｂ）は、例えば０．０１超１．０未満（０．０１＜Ａ／Ｂ＜１．０）であってよく、０．１～０．９であってもよい。平面部１１と凹部６２の底面とは接触していてよい。図１に示すように、はんだ粒子１が平面部１１を有しており、なおかつ当該平面部と凹部６２の底面が接触していることで、はんだバンプ形成用部材１０からのはんだ粒子１の脱離が生じ難くなる。なお、後述のように、平面部は、凹部６２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。

[0039] 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未満であってもよい。このようなは

んだ粒子１はより真球に近い粒子ということができる。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。また、はんだ粒子１の体積にばらつきが少ないと、電極への接合が安定し易い。

[0040] 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、一対の平行線は平行線の距離が最小となる位置に、もう一対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３００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。

[0041] 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（Ｉｎ５２質量％、Ｂｉ４８質量％　融点１１８℃）

・Ｉｎ－Ｓｎ－Ａｇ（Ｉｎ２０質量％、Ｓｎ７７．２質量％、Ａｇ２．８質量％　融点１７５℃）

・Ｓｎ－Ｂｉ（Ｓｎ４３質量％、Ｂｉ５７質量％　融点１３８℃）

・Ｓｎ－Ｂｉ－Ａｇ（Ｓｎ４２質量％、Ｂｉ５７質量％、Ａｇ１質量％　融点１３９℃）

・Ｓｎ－Ａｇ－Ｃｕ（Ｓｎ９６．５質量％、Ａｇ３質量％、Ｃｕ０．５質量％　融点２１７℃）

・Ｓｎ－Ｃｕ（Ｓｎ９９．３質量％、Ｃｕ０．７質量％　融点２２７℃）

・Ｓｎ－Ａｕ（Ｓｎ２１．０質量％、Ａｕ７９．０質量％　融点２７８℃）

[0042] 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。

・Ｉｎ－Ｂｉ（Ｉｎ６６．３質量％、Ｂｉ３３．７質量％　融点７２℃）

・Ｉｎ－Ｂｉ（Ｉｎ３３．０質量％、Ｂｉ６７．０質量％　融点１０９℃）

・Ｉｎ－Ａｇ（Ｉｎ９７．０質量％、Ａｇ３．０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] （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、はんだ微粒子の溶融温度で変質しない耐熱性を有する材質であってもよい。また、基体６０は、はんだ微粒子を溶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もよい。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もよい。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。

[0048] 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もよい。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。

[0049] 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。

[0050] 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もよい。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。

[0051] 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が可能となる。また、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、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。

[0052] アライメントマークは基体６０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。

[0053] 具体的な基体６０の構成について以下に述べる。

[0054] （有機材料　単層）

基体６０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６０を形成しやすい。例えば、有機材料であれば、基体６０（凹部６２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６２の形成にも各種手法が利用できる。凹部６２の形成方法としては、インプリント、フォトリソグラフィー、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６０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６０に押し付けることにより、所望のパターンを有する凹部６２を形成することができる。また、凹部６２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６２を有する基体６０を形成できる。また、切削加工の場合は、ドリルなどで凹部６２を形成することができる。

[0055]（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９は、基体の一例を模式的に示す断面図である。基体６００はベース層６０１と、凹部層６０２を備えている。ベース層６０１は凹部層６０２を支持する層であり、凹部層６０２は加工により凹部６２が形成される層である。ベース層６０１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６０２には凹部６２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６０１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６０２にインプリントモールドで凹部６２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６００（凹部６２含む）が得られる。また、凹部６２を光硬化性材料を用いて形成する場合は、ベース層６０１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６２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６２が光硬化性材料で形成された基体６００を得ることができる。凹部６２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６２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６２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。

[0056] 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６２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ー法）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。

[0057] 凹部層６０２を形成する材料の厚みよりも、ベース層６０１の材料を厚くすることで、基体６００全体の物性をベース層６０１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６０２を形成する材料の特性に弱点があっても、ベース層６０１の材料によりそれを補うことができる。例えば、凹部層６０２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６０１の材料に熱収縮し難い材料を選定し、ベース層６０１の厚みを凹部層６０２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。

[0058] 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。

[0059] 以上のように、基体はベース層６０１と凹部層６０２から構成される基体６００であってよい。例えば、凹部層６０２を感光性材料とすることで、フォトリソグラフィーにより凹部６２が作製できる。凹部層６０２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６２を作製できる。また、ベース層６０１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。

[0060] （無機材料　単層（不透明））

基体６０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６２内に形成されたはんだ粒子を転写する場合、基体６０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６２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ＦＩＢ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。

[0061] （無機材料　単層（透明））

基体６０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６２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６２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ＦＩＢ加工）等が利用できる。

[0062] 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６２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。

[0063] （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、汚染性などを考慮し、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、シリコー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、特にリフロー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くなる。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。

[0064] 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部６２を形成する場合、加圧条件により凹部６２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６２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６２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。

[0065] ベース層６０１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６２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ＣＴＥ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６２も同じ銅張積層板上に形成することで、両者のＣＴＥが同じ又は近い値になり、凹部６２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。

[0066] 凹部層６０２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６２を形成することができる。

[0067] ＜はんだバンプ形成用部材の製造方法＞

はんだバンプ形成用部材１０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であり、はんだ粒子の一部が、凹部から突出している工程と、を備える。

[0068] 図３～６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１０の製造方法について説明する。

[0069] 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６０を準備する。図３（ａ）は、基体６０の一例を模式的に示す平面図であり、図３（ｂ）は、図３（ａ）のＩｂ－Ｉｂ線における断面図である。図３（ａ）に示す基体６０は、複数の凹部６２を有している。複数の凹部６２は所定のパターンで規則的に配置されていてよい。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６２の位置及び個数等を設定すればよい。

[0070] 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、０．２倍以上であってよい。当該値の上限は、例えば０．３倍とすることができる。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。

[0071] 基体６０の凹部６２は、凹部６２の底部６２ａ側から基体６０の表面６０ａ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６２の底部６２ａの幅（図３（ａ）及び図３（ｂ）における幅ａ）は、凹部６２の表面６０ａ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６２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。

[0072] なお、凹部６２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６２の表面６０ａ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。

[0073] また、表面６０ａに対して垂直な断面における凹部６２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６２の表面６０ａ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６２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６２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。

[0074] 準備工程で準備されるはんだ微粒子は、凹部６２の表面６０ａ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Ｄ１０粒子径が幅ｂより小さいことが好ましく、粒度分布のＤ３０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Ｄ５０粒子径が幅ｂより小さいことが更に好ましい。

[0075] 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。

[0076] 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６２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、２０％を超えていてよく、好ましくは２５％以上、より好ましくは３０％以上である。

[0077] 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（Ｄ５０粒子径）で割った値に１００を掛けることで算出される。

[0078] 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（Ｉｎ５２質量%、Ｂｉ４８質量%　融点１１８℃）

・Ｉｎ－Ｓｎ－Ａｇ（Ｉｎ２０質量%、Ｓｎ７７．２質量%、Ａｇ２．８質量%　融点１７５℃）

・Ｓｎ－Ｂｉ（Ｓｎ４３質量%、Ｂｉ５７質量%　融点１３８℃）

・Ｓｎ－Ｂｉ－Ａｇ（Ｓｎ４２質量%、Ｂｉ５７質量%、Ａｇ１質量%　融点１３９℃）

・Ｓｎ－Ａｇ－Ｃｕ（Ｓｎ９６．５質量%、Ａｇ３質量%、Ｃｕ０．５質量%　融点２１７℃）

・Ｓｎ－Ｃｕ（Ｓｎ９９．３質量%、Ｃｕ０．７質量%　融点２２７℃）

・Ｓｎ－Ａｕ（Ｓｎ２１．０質量%、Ａｕ７９．０質量%　融点２７８℃）

[0079] 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（Ｉｎ６６．３質量%、Ｂｉ３３．７質量%　融点７２℃）

・Ｉｎ－Ｂｉ（Ｉｎ３３．０質量%、Ｂｉ６７．０質量%　融点１０９℃）

・Ｉｎ－Ａｇ（Ｉｎ９７．０質量%、Ａｇ３．０質量%　融点１４５℃）

[0080] 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、Ｉｎ－Ｓｎ合金、Ｓｎ－Ｂｉ合金を採用すればよく、この場合、１５０℃以下で融着可能なはんだ粒子が得られる。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可能なはんだ粒子を得ることができる。

[0081] はんだ微粒子は、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、はんだ微粒子がＡｇ又はＣｕ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。

[0082] はんだ微粒子の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、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、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が得られ易くなり、結果としてはんだバンプ付き電極の接続信頼性がより良好となり易い。

[0083] はんだ微粒子の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、Ａｇ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、結果としてはんだバンプ付き電極の接続信頼性がより良好となり易い。

[0084] 収容工程では、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収容する。収容工程では、準備工程で準備したはんだ微粒子の全部を凹部６２に収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に収容する工程であってよい。

[0085] 図５は、基体６０の凹部６２にはんだ微粒子１１１が収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が収容される。

[0086] 凹部６２に収容されたはんだ微粒子１１１の量を調整することで、はんだ粒子１の突出の程度を調整することができる。凹部６２に収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、凹部６２からはんだ粒子の一部を突出させることができる。また、収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。

[0087] 一般的にはんだ材料は、融点以上の環境下で溶解状態となると、自身の表面張力により球状にまとまる性質がある。

[0088] 凹部６２に収容されたはんだ微粒子１１１は、後述する融合工程によりまとまり、はんだ粒子１となる。得られたはんだ粒子１の高さが、凹部６２の

深さより高くなり、はんだ粒子１が凹部６２より突出する。従って、はんだ粒子１の直径が凹部６２の深さより大きくなれば、はんだ粒子１は凹部６２より突出する。凹部６２の形状と、凹部６２に収容するはんだ微粒子１１１の量によって、はんだ粒子１の直径が調整できるため、それにより凹部６２からの突出の程度を調整できる。

[0089] また、はんだ微粒子１１１が後述する融合工程で溶解した時、凹部６２の底部及び内壁部の材質によっては、底部及び内壁部において濡れ広がりが発生し、はんだ粒子１の少なくとも一部に、凹部６２の底部及び／又は内壁部と接した部分が発生する。これにより、はんだ粒子１の少なくとも一部に、平面部が発生することがある。この平面部の大きさは、凹部６２の底部及び内壁部の表面材質と、はんだ微粒子１１１を構成するはんだ組成の組み合わせにより異なる。従って、はんだ粒子１の形態は、真球の形態、楕円体、扁平した球体、一部に平面部を有する形態等になる。基体６０としては、ガラス、シリコン等の無機物、あるいはプラスチック、樹脂等の有機物が利用でき、そのような材質の底部及び内壁部は、一般にはんだとの濡れ性が低い傾向があり、はんだ粒子１は概ね真球に近い球形になり易い。従って、はんだ粒子１が真球に近い球体と仮定し、はんだ粒子１の高さをはんだ粒子１の直径と近似することもできる。凹部６２に充填したはんだ微粒子１１１の合計体積から、はんだ粒子１の直径を計算することができるため、凹部６２からはんだ粒子１が突出するために必要なはんだ微粒子１１１の量が算出できる。

[0090] 凹部６２に充填したはんだ微粒子１１１がすべて溶解、合一化してはんだ粒子１となり、はんだ粒子１が球体であると仮定して、はんだ粒子１が凹部６２から突出するために必要なはんだ微粒子１１１の量を示すことができる。

[0091] 凹部６２の上部直径（開口幅ｂ）をＬ、凹部６２の深さをＤとした時、凹部のアスペクト比は、Ｌ／Ｄで表す。この時、はんだ微粒子１１１の凹部６２への充填率は、アスペクト比が１の場合に６６体積％以上、アスペクト比

０．７５の場合に３８体積％以上、アスペクト比０．５の場合に１７体積％以上、アスペクト比０．２５の場合に５体積％以上が好ましい。

[0092] 収容量のばらつきを抑えるため、凹部６２の大きさ、直径と深さの比率（アスペクト比）に合わせて、はんだ微粒子１１１の平均粒子径、粒度等を選択するとよい。例えば、凹部６２の直径が４μｍで深さが４μｍ（アスペクト比が１）である場合は、平均粒子径が１～２μｍ以下のはんだ微粒子１１１を利用することで、凹部６２の充填量のばらつきが抑制でき、得られたはんだ粒子１の直径のばらつきも抑制され、凹部６２からの突出量（高さ）のばらつきも抑え易くなる。凹部６２からの突出量（高さ）のばらつき抑制されると、はんだ粒子１を電極に押し付けた時、はんだ粒子１と電極との接触が安定し、はんだバンプの形成ばらつきが抑制され易い。

[0093] 凹部６２に収容されたはんだ微粒子１１１が、溶解して合一化する時に、一つにまとまり易くするためには、凹部６２に底部形状を調整するとよい。例えば、図４（ｂ）、（ｅ）、（ｇ）、（ｈ）のように、中心に向かって勾配がある底部形状を選択すると好ましい。特に、凹部６２のアスペクト比が大きい場合、言い換えれば凹部６２の開口幅が広く、浅い形状を有する場合は、はんだ微粒子１１１が溶解した際に、合一化されずに残存するはんだ微粒子１１１が生じ易いため、凹部６２の底部の形状を図４（ｂ）、（ｅ）、（ｇ）、（ｈ）のように調整することが好ましい。

[0094] はんだ微粒子を凹部６２に収容する方法は特に限定されない。収容方法は、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収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。

[0095] 融合工程は、凹部６２に収容されたはんだ微粒子１１１を（例えば１３０～２６０℃に加熱することによって）融合させて、凹部６２内に、一部が凹部６２から突出するはんだ粒子１を形成する工程である。凹部６２に収容されたはんだ微粒子１１１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６２の底部６２ａとの接触部では、溶融したはんだが底部６２ａに追従して平面部１１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１１を有する形状となる。このようにして、図１に示すはんだバンプ形成用部材１０が得られる。

[0096] 凹部６２に収容されたはんだ微粒子１１１を溶融させる方法としては、はんだ微粒子１１１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１１１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１１１を還元雰囲気下に晒し、はんだ微粒子１１１の表面酸化被膜を除去した後に、はんだ微粒子１１１の融点以上の温度に加熱することで、はんだ微粒子１１１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１１１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１１１をはんだ微粒子１１１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１１１の表面の酸化被膜が還元され、はんだ微粒子１１１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、はんだバンプ形成用部材の製造方法は、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に晒す還元工程を更に備えてよい。また、はんだバ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。

[0097] 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１１１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）を充填するチャンバー、チャンバ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、チャンバー内を真空にできると、はんだ微粒子１１１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。

[0098] はんだ微粒子１１１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１１１の融点、粒度、凹部サイズ、基体６０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１１１が凹部に充填された基体６０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１１１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１１１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６２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１１１が凹部に充填された基体６０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を加熱して、はんだ微粒子１１１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１１１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６２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。

[0099] さらに、例えば、はんだ微粒子１１１が凹部に充填された基体６０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ボイドを減らした後、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。

[0100] 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。

[0101] 大気圧のコンベ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を搬送用コンベアーに載せ、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ベアーに載せ、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満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満したゾーンを通過させてはんだ微粒子１１１を溶融、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満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ベアーに載せ、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満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、溶融、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満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。前記のコンベアー炉は、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、コンベアー炉の入り口側にロール巻きだし機、コンベ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、コンベ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。

[0102] 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。

[0103] 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。

[0104] 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、インプリント技術等によって凹部６２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６２に収容されるはんだ微粒子１１１の量に依存するため、凹部６２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。

[0105] ＜はんだバンプ付き電極基板の製造方法＞

はんだバンプ付き電極基板の製造方法は、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、はんだ粒子及び電極を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。

[0106] 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（半導体チップ）、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。

[0107] 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。

[0108] 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、基体６０の凹部６２に収容されていたはんだ粒子１と電極３とが接触するまで、基体６０と基板２とを近づける（図６（ａ）における矢印Ａ，Ｂ）。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ため、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、平面部を有する場合は、はんだ粒子１は凹部６２と密に接しており、脱落しづらい。

[0109] この状態で、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、はんだ粒子１が溶融し、電極３上にはんだバンプが形成される。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、はんだ粒子１及び電極３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、はんだバンプ形成用部材１０と基板２同士を、図６（ａ）における矢印Ａ，Ｂ方向に２０～６００ＭＰａ程度の力で押し付けた状態である。

[0110] 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、濡れ拡がりが効率的に進行し易くなる。すなわち、はんだバ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、はんだバ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。電極上にはんだバンプを形成する加熱工程では、電極とはんだバ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バンプが形成され、隣接電極間のはんだによるブリッジが抑制され易い。

[0111] 還元雰囲気の詳細については、はんだバ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。

[0112] 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バンプ１Ａ同士が固着され、両者が電気的に接続される。はんだバンプ付き電極基板の製造方法は、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。電極３上にはんだバンプ１Ａが形成された後は、はんだバンプ形成用部材１０を基板２から除去することで（除去工程）、はんだバンプ付き電極基板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バンプ付き電極基板２０の模式図である。はんだバンプ形成用部材と基体の表面にアライメントマークがあると、位置合わせをしやすく好ましい。例えば、はんだバンプ形成用部材の凹部と基体表面の電極面側を対向させた時に、はんだバンプ形成用部材の凹部の位置と、基体表面の電極の位置が相対する位置に予め配置しておく。はんだバンプ形成用部材の凹部内にはんだ粒子を配置し、はんだバンプ形成用部材の凹部の開口面側と基材の電極表面側を対向させ、アライメントマークを用いてはんだバンプを形成させたい電極と、はんだバンプ形成用部材の凹部との位置を調整した後、前述の各種方法で電極上にはんだバンプを形成することができる。この方法により、特定の電極の上にのみはんだバンプを形成することができる。例えば、基材の表面に複数ある電極に対して、特定の電極の位置と相対した位置に、はんだバンプ形成用部材の凹部を予め設けることで、基材表面の特定の電極にのみはんだバンプを形成することができる。更に、一つの電極の上に、一つのはんだバンプを形成することができる。

[0113] 得られたはんだバンプ付き電極基板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、はんだバ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。

[0114] はんだバ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

だバンプ１Ａをこの順に備える、はんだバンプ付き電極基板２０を得ることができる。

[0115] ＜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１Ａ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１Ａと他の電極５とを接触させたまま、はんだバンプ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バンプ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、電極間が電気的に接続される。はんだバンプ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。

[0116] さらに、加熱によってはんだバンプ１Ａ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、コンベア炉が利用できる。還元雰囲気にすることで、はんだバンプ１Ａ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１Ａが電極５に濡れ広がり易くなり、はんだ層１Ｂ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。

[0117] 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バンプ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バンプ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、電極間が電気的に接続される。この場合も、はんだバンプ１Ａ、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、コンベア炉などが利用できる。

[0118] 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１Ａ又は電極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１Ａが形成された面全体、又ははんだバンプ１Ａ及びはんだバンプ１Ａ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１Ａ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１Ａ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バンプ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、電極間が電気的に接続される。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って、はんだ層１Ｂ及び電極３及び電極５の腐食が抑制できる。

[0119] 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１Ａ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１Ａ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バンプ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、電極間が電気的に接続される。

[0120] 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１Ａが形成さ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１Ａ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１Ａ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１Ａと電極５を接触させた状態で、はんだバンプ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バンプ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、電極間が電気的に接続される。

[0121] 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１Ａ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１Ａ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１Ａ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１Ａ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。

[0122] 接続構造体の製造方法としては、はんだ接合と同時に樹脂による電極間封止を行う方法も可能である。フラックス成分を含有するフィルムに代えて、絶縁性樹脂層（樹脂フィルム）を用いること以外は、フラックス成分を含有するフィルムを用いる場合と同様にして、接続構造体を得ることができる。これにより、電極３と他の電極５とが、はんだバンプ１Ａを介して接続され、かつ基板２と基板４との間が絶縁性樹脂層で満たされる。この時、絶縁性樹脂層が熱硬化性を有する材料であると、基板２と基板４が強固に固定されると共に、電極３、はんだ層１Ｂ及び他の電極５が封止され、水分、酸素などによる電極及びはんだの腐食、酸化が抑制できるため好ましい。

[0123] はんだバンプ１Ａ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１Ａに伝える方法、赤外線などの放射を用いる方法等がある。また、前述の加熱板又は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１Ａ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１Ａ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。

[0124] 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１Ａ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１Ａ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１Ａ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１Ａ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１Ａ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、耐熱性の低い材料及び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１Ａを溶解して接合することができる。

[0125] 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１Ａ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１Ｂ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１Ａ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きる。

[0126] 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できる。なお、第一の回路部材と第二の回路部材との間の空間には、例えばエポキシ樹脂を主剤とするアンダーフィル材を充填することができる。

[0127] 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。

[0128] 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。

実施例

[0129] 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。

[0130] ＜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。

工程ｂ１：基体への配置

表１に示す、開口径２．３μｍφ、底部径２．０μｍφ、深さ１．５μｍ（底部径２．０μｍφは、開口を上面からみると、開口径２．３μｍφ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。

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、はんだ粒子を形成した。凹部内にはんだ粒子を有したはんだバンプ形成用フィルムを得た。

[0131] ＜はんだバンプ形成用フィルムの評価＞

工程ｃ１を経て得たはんだバンプ形成用フィルムの一部を、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、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を経て得たはんだバンプ形成用フィルム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、ＬＥＸＴ　ＯＬＳ５０００－ＳＡＦ）を用いて測定し、基体表面からの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。

[0132] （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。

[0133] （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。

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。凹部内にはんだ粒子を有したはんだバンプ形成用フィルムを得た。

[0134] （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。

[0135] （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。凹部内にはんだ粒子を有したはんだバンプ形成用フィルムを得た。

[0136] （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。

[0137] （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

工程ｂ１で凹部にはんだ微粒子が配置された基体を、ギ酸コンベアリフロー炉（Ｈｅｌｌｅｒ　Ｉｎｄｕｓｔｒｉｅｓ，　Ｉｎｃ．製、１９１３ＭＫ）に投入し、コンベ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、はんだバンプ形成用フィルムを形成した。

[0138] （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。

[0139]

[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	35
底部径	μm	2	4	6	16	22	33
深さ	μm	1.5	3	4.5	12	16.5	25
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	35
底部径	μm	2	4	6	16	22	33
深さ	μm	1.5	3	4.5	12	16.5	25
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	35
底部径	μm	2	4	6	16	22	33
深さ	μm	1.5	3	4.5	12	16.5	25
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	35
底部径	μm	2	4	6	16	22	33
深さ	μm	1.5	3	4.5	12	16.5	25
間隔	μm	1	2.3	4.6	8.6	11.5	17

[0140] [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	2.3	4.2	6.1	17.5	23.4	34.3
C. V. 値	%	19.0	7.5	6.6	4.3	3.9	3.3
高さ	μm	0.8	1.2	1.6	5.5	6.9	9.3

		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	33.3
C. V. 値	%	18.8	7.6	6.5	4.1	3.7	3.1
高さ	μm	0.7	1.1	1.5	4.3	6.6	8.3

		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	34.3
C. V. 値	%	19.2	7.5	6.6	4.3	3.9	3.3
高さ	μm	0.8	1.2	1.6	5.1	6.9	9.3

		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	2.2	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	0.7	1.2	1.4	5.5	6.9	8.7

[0141] ＜はんだバンプ付き評価チップの作製＞

工程ｄ１：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１００μｍ×１００μｍ、スペース４０μｍ、高さ：１０μｍ、バンプ数３６２

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

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

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

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

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

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

[0142] 工程ｅ１：はんだバンプ形成

以下に示すｉ）～ｉｉｉ）の手順に従い、工程ｃ２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）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。

ｉｉ）はんだバンプ形成用フィルムのはんだ粒子が露出した面を下に向け、評価チップの金バンプ面とはんだ粒子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、はんだ粒子を金バンプに密着させた。

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。最上部のガラス板、はんだバンプ形成用フィルムの順に取り除いて、はんだバンプ付き評価チップを得た。

[0143] ＜はんだバンプの評価＞

工程ｅ１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、ＬＥＸＴ　ＯＬＳ５０００－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。

[0144] 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を行った。評価結果を表３に示す。

[0145] 図８（ａ）は、チップＣ４の金バンプの一部を撮像したＳＥＭ画像である。図８（ｂ）は、作製例８のはんだバンプ形成用フィルムを用いて、チップＣ４の金バンプ上にはんだバンプを形成した後のＳＥＭ画像である。はんだバンプは、金バンプ上にのみ形成されており、金バンプ間には、はんだ粒子及びはんだバンプに由来するはんだ材料は見られない。

[0146] [表3]

チップ	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
C1	電極上のバンプ数	個	1285.0	330.6	99.5	20.3	10.7	4.8
	高さ平均	μm	1.9	3.8	5.5	15.0	20.2	30.7
C2	電極上のバンプ数	個	735.5	229.7	57.4	11.8	－	－
	高さ平均	μm	1.9	3.8	5.5	15.0	－	－
C3	電極上のバンプ数	個	201.3	54.2	16.9	－	－	－
	高さ平均	μm	1.9	3.8	5.5	－	－	－
C4	電極上のバンプ数	個	49.3	12.7	3.9	－	－	－
	高さ平均	μm	1.9	3.8	5.5	－	－	－
C5	電極上のバンプ数	個	12.8	3.9	－	－	－	－
	高さ平均	μm	1.9	3.8	－	－	－	－
C6	電極上のバンプ数	個	12.8	－	－	－	－	－
	高さ平均	μm	1.9	－	－	－	－	－
C7	電極上のバンプ数	個	2.9	－	－	－	－	－
	高さ平均	μm	1.9	－	－	－	－	－

[0147] ＜接続構造体の作製＞

工程ｆ１：評価基板の準備

下記に示す、７種類の金バンプ付き基板（７０×２５ｍｍ、厚さ：０．５ｍｍ）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Ｄ１…面積１００μｍ×１００μｍ、スペース４０μｍ、高さ：４μｍ、バンプ数３６２

基板Ｄ２…面積７５μｍ×７５μｍ、スペース２０μｍ、高さ：４μｍ、バンプ数３６２

基板Ｄ３…面積４０μｍ×４０μｍ、スペース１６μｍ、高さ：４μｍ、バンプ数３６２

基板Ｄ４…面積２０μｍ×２０μｍ、スペース７μｍ、高さ：４μｍ、バンプ数３６２

基板Ｄ５…面積１０μｍ×１０μｍ、スペース６μｍ、高さ：３μｍ、バンプ数３６２

基板Ｄ６…面積１０μｍ×１０μｍ、スペース４μｍ、高さ：３μｍ、バンプ数３６２

基板Ｄ７…面積５μｍ×１０μｍ、スペース３μｍ、高さ：３μｍ、バンプ数３６２

[0148] 工程ｇ１：電極の接合

以下に示すｉ）～ｉｉｉ）の手順に従い、工程ｅ１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、バ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。

ｉｉ）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。

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１８０℃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３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Ｃ１／はんだバンプ形成用フィルム／基板Ｄ１

（２）チップＣ２／はんだバンプ形成用フィルム／基板Ｄ２

（３）チップＣ３／はんだバンプ形成用フィルム／基板Ｄ３

（４）チップＣ４／はんだバンプ形成用フィルム／基板Ｄ４

（５）チップＣ５／はんだバンプ形成用フィルム／基板Ｄ５

（６）チップＣ６／はんだバンプ形成用フィルム／基板Ｄ６

（７）チップＣ７／はんだバンプ形成用フィルム／基板Ｄ７

[0149] ＜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。

[0150] （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８５℃、湿度８５％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、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４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２Ω未満

Ｂ：導通抵抗の平均値が２Ω以上５Ω未満

Ｃ：導通抵抗の平均値が５Ω以上１０Ω未満

Ｄ：導通抵抗の平均値が１０Ω以上２０Ω未満

Ｅ：導通抵抗の平均値が２００Ω以上

[0151] （導通抵抗試験－高温放置試験）

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みなして、評価を行った。なお、各サンプルにつき４箇所で、合計８０箇所の測定を行った。結果を表５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を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。

[0152] （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}Ω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６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}Ω以上の割合が１００％

Ｂ：絶縁抵抗値１０^{9}Ω以上の割合が９０％以上１００％未満

Ｃ：絶縁抵抗値１０^{9}Ω以上の割合が８０％以上９０％未満

Ｄ：絶縁抵抗値１０^{9}Ω以上の割合が５０％以上８０％未満

Ｅ：絶縁抵抗値１０^{9}Ω以上の割合が５０％未満

[0153] [表4]

		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	A	A
		（2）	初期	A	A	A	A		
			100時間後	A	A	A	A		
			500時間後	B	B	A	A		
			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					

[0154] [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	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	A	A
		（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			
		（6）	初期	A					
			100時間後	A					
			500時間後	B					
			1000時間後	B					

[0155] [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
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	A	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	A				
			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					

[0156] ＜はんだバンプ形成用フィルムの作製＞

（作製例２５）

工程ｈ１：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）をスピンコート法にて１．５μｍ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３．１μｍφ、底部径２．０μｍφ、深さ１．５μｍ（底部径２．０μｍφは、開口を上面からみると、開口径２．３μｍφの中央に位置する）の凹部を有する基体２５を得た。なお、これらの凹部は、評価用基板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）に配置した。また、基体２５の表面には、凹部形成と同時に３箇所のアライメントマークを配置した。基体２５の概要を表７に示す。

[0157]

[表7]

		作製例25	作製例26	作製例27	作製例28	作製例29	作製例30
		基体25	基体26	基体27	基体28	基体29	基体30
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	1.5	3	4.5	12	16.5	25
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

[0158] 工程ａ１と同様にはんだ微粒子を得て、基体２５を用いたこと以外は工程ｂ１と同様に凹部内にはんだ微粒子を配置し、工程ｃ３により凹部内にはんだ粒子を有したはんだバンプ形成用フィルム２５を得た。

[0159] ＜はんだバンプ形成用フィルムの評価＞

はんだバンプ形成用フィルム２５の一部を、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、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８に示す。また、はんだバンプ形成用フィルム２５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、ＬＥＸＴ　ＯＬＳ５０００－ＳＡＦ）を用いて測定し、基体表面からの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８に示す。

[0160] [表8]

		作製例25	作製例26	作製例27	作製例28	作製例29	作製例30
平均粒子径	μm	2.1	4.0	6.1	15.9	21.0	32.0
C.V.値	%	18.0	7.5	6.9	4.7	4.0	3.4
高さ	μm	0.6	1.0	1.6	3.9	4.5	7.0

[0161] （作製例２６～３０）

感光性レジストの厚みを表７に示す深さの値に変更し、また凹部サイズも表７に記載のとおり変更し、凹部の配置位置を表７記載の評価用基板の電極配置パターンに相対した位置としたこと以外は、作製例２５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８に示す。

[0162] ＜はんだバンプ付き評価チップの作製＞

工程ｄ２：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（５×５ｍｍ、厚さ：０．５ｍｍ）を準備した。

チップＣ８…電極サイズ：８μｍ×４μｍ、ピッチ：Ｘ方向１６μｍ、Ｙ方向８μｍ、バンプ数：１８万個

チップＣ９…電極サイズ：１６μｍ×８μｍ、ピッチ：Ｘ方向３２μｍ、Ｙ方向１６μｍ、バンプ数：４．６万個

チップＣ１０…電極サイズ：２４μｍ×１２μｍ、ピッチ：Ｘ方向４８μｍ、Ｙ方向２４μｍ、バンプ数：１．５万個

チップＣ１１…電極サイズ：７２μｍ×３６μｍ、ピッチ：Ｘ方向１４４μｍ、Ｙ方向７２μｍ、バンプ数：３４００個

チップＣ１２…電極サイズ：９６μｍ×４８μｍ、ピッチ：Ｘ方向１９２μｍ、Ｙ方向９６μｍ、バンプ数：８５０個

チップＣ１３…電極サイズ：１４０μｍ×７０μｍ、ピッチ：Ｘ方向２８０μｍ、Ｙ方向１４０μｍ、バンプ数：４２０個

[0163] 工程ｅ２：はんだバンプ形成

ＦＣ３０００Ｗ（東レエンジニアリング株式会社製）のステージにはんだバンプ形成用フィルム２５を置き、評価チップＣ８をヘッドに装着したでピックアップし、双方のアライメントマークを利用して、はんだバンプ形成用フィルム２５の凹部内に配置したはんだ粒子と評価チップＣ８の電極位置合わせを行い、はんだバンプ形成用フィルム２５の上に評価チップＣ８を仮置きした。その後、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、真空引きの後、ギ酸ガスを充填し、下部熱板を１４５℃に昇温し、１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、炉内を大気開放し、評価チップＣ８の電極上にはんだ粒子を転写し、はんだバンプを形成した。

[0164] ＜はんだバンプの評価＞

工程ｅ２を経て得た評価チップについて、３００個の電極に対してはんだ粒子が転写できた数（はんだバンプ数）を数え、転写率を算出した。また、はんだバンプの高さをレーザー顕微鏡（オリンパス株式会社製、ＬＥＸＴＯＬＳ５０００－ＳＡＦ）を用いて測定し、３００個の平均値を算出した。

結果を表９に示す。

[0165] [表9]

			作製例25	作製例26	作製例27	作製例28	作製例29	作製例30
C8	転写率	%	99.98	-	-	-	-	-
	高さ平均	μm	1.5	-	-	-	-	-
C9	転写率	%	-	99.99	-	-	-	-
	高さ平均	μm	-	2.9	-	-	-	-
C10	転写率	%	-	-	99.99	-	-	-
	高さ平均	μm	-	-	4.5	-	-	-
C11	転写率	%	-	-	-	100.00	-	-
	高さ平均	μm	-	-	-	11.8	-	-
C12	転写率	%	-	-	-	-	100.00	-
	高さ平均	μm	-	-	-	-	16.5	-
C13	転写率	%	-	-	-	-	-	100.00
	高さ平均	μm	-	-	-	-	-	25.0

[0166] はんだバンプ形成用フィルム２６～３０と、評価チップＣ９～Ｃ１３を用いたこと以外は、工程ｅ２と同様にして、はんだバンプ形成を行った。更に、各評価チップについて、上記と同様にして転写率と高さ平均値を算出した。結果を表９に示す。

[0167] ＜接続構造体の作製＞

下記に示す、６種類の金バンプ付き評価基板（７０×２５ｍｍ、厚さ：０．５ｍｍ）を準備した。この金バンプは、前述の評価チップＣ８～Ｃ１３の金電極に対向した位置に配置されており、基板にはアライメントマークが配置されている。また、金バンプの一部には抵抗測定用の引き出し配線も形成されている。

基板Ｄ８…面積８μｍ×４μｍ、ピッチ：Ｘ方向１６μｍ、Ｙ方向８μｍ、高さ：２μｍ、バンプ数：１８万個

基板Ｄ９…面積１６μｍ×８μｍ、ピッチ：Ｘ方向３２μｍ、Ｙ方向１６μｍ、高さ：３μｍ、バンプ数：４．６万個

基板Ｄ１０…面積２４μｍ×１２μｍ、ピッチ：Ｘ方向４８μｍ、Ｙ方向２４μｍ、高さ：３μｍ、バンプ数：１．５万個

基板Ｄ１１…面積７２μｍ×３６μｍ、ピッチ：Ｘ方向１４４μｍ、Ｙ方向７２μｍ、高さ：３μｍ、バンプ数：３４００個

基板Ｄ１２…面積９６μｍ×４８μｍ、ピッチ：Ｘ方向１９２μｍ、Ｙ方向

９６μｍ、高さ：３μｍ、バンプ数：８５０個

基板Ｄ１３…面積１４０μｍ×７０μｍ、ピッチ：Ｘ方向２８０μｍ、Ｙ方向１４０μｍ、高さ：３μｍ、バンプ数：４２０個

[0168] 工程ｇ２：電極の接合

以下に示すｉ）～ｉｉｉ）の手順に従い、工程ｅ２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）ＦＣ３０００Ｗ（東レエンジニアリング株式会社製）のステージに金バンプ付き評価基板Ｄ８を置き、はんだバンプ付き評価チップＣ８をヘッドでピックアップし、双方のアライメントマークを利用して金電極同士を対向させ、はんだバンプ付き評価チップＣ８を金バンプ付き評価基板Ｄ８上に配置し、接合前サンプル８を得た。

ｉｉ）ｉ）で得た接合前サンプル８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１６０℃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３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。

（８）チップＣ８／はんだバンプ形成用フィルム２５／基板Ｄ８

（９）チップＣ９／はんだバンプ形成用フィルム２６／基板Ｄ９

（１０）チップＣ１０／はんだバンプ形成用フィルム２７／基板Ｄ１０

（１１）チップＣ１１／はんだバンプ形成用フィルム２８／基板Ｄ１１

（１２）チップＣ１２／はんだバンプ形成用フィルム２９／基板Ｄ１２

（１３）チップＣ１３／はんだバンプ形成用フィルム３０／基板Ｄ１３

[0169] ＜接続構造体の評価＞

得られた接続構造体の一部について、上記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１０～１２に示す。

[0170] [表10]

		接続構造体	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
導通抵抗	吸湿耐熱試験	(8)	初期	A					
			100時間後	A					
			500時間後	A					
			1000時間後	B					
		(9)	初期		A				
			100時間後		A				
			500時間後		B				
			1000時間後		B				
		(10)	初期			A			
			100時間後			A			
			500時間後			A			
			1000時間後			B			
		(11)	初期				A		
			100時間後				A		
			500時間後				A		
			1000時間後				B		
		(12)	初期					A	
			100時間後					A	
			500時間後					A	
			1000時間後					B	
		(13)	初期						A
			100時間後						A
			500時間後						A
			1000時間後						B

[0171] [表11]

		接続構造体	はんだバンプ形成フィルム	作製例25	作製例27	作製例30
導通抵抗	高温放置試験	(8)	初期	A		
			100時間後	A		
			500時間後	A		
			1000時間後	B		
		(10)	初期		A	
			100時間後		A	
			500時間後		A	
			1000時間後		B	
		(13)	初期			A
			100時間後			A
			500時間後			A
			1000時間後			B

[0172]

[表12]

		接続構造体	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
絶縁抵抗	吸湿耐熱試験	(8)	初期	A					
			100時間後	A					
			500時間後	A					
			1000時間後	B					
		(9)	初期		A				
			100時間後		A				
			500時間後		A				
			1000時間後		B				
		(10)	初期			A			
			100時間後			A			
			500時間後			A			
			1000時間後			A			
		(11)	初期				A		
			100時間後				A		
			500時間後				A		
			1000時間後				A		
		(12)	初期					A	
			100時間後					A	
			500時間後					A	
			1000時間後					A	
		(13)	初期						A
			100時間後						A
			500時間後						A
			1000時間後						A

[0173] （作製例３１～３６）

工程ｈ１の基体の作製及び工程ｄ２の評価チップの準備、更に、工程ｅ２のはんだバンプ形成を得て、表９に示すはんだバンプ形成済みの評価チップＣ８～Ｃ１３を得た。

[0174] ＜接続構造体の作製＞

下記に示す、６種類の金バンプ付き評価基板（７０×２５ｍｍ、厚さ：０．５ｍｍ）を準備した。この金バンプは、前述の評価チップＣ８～Ｃ１３の金電極に対向した位置に配置されており、基板にはアライメントマークが配置されている。また、金バンプの一部には抵抗測定用の引き出し配線も形成されている。

基板Ｄ８…面積８μｍ×４μｍ、ピッチ：Ｘ方向１６μｍ、Ｙ方向８μｍ、高さ：２μｍ、バンプ数：１８万個

基板Ｄ９…面積１６μｍ×８μｍ、ピッチ：Ｘ方向３２μｍ、Ｙ方向１６μｍ、高さ：３μｍ、バンプ数：４．６万個

基板Ｄ１０…面積２４μｍ×１２μｍ、ピッチ：Ｘ方向４８μｍ、Ｙ方向２

４μｍ、高さ：３μｍ、バンプ数：１．５万個

基板Ｄ１１…面積７２μｍ×３６μｍ、ピッチ：Ｘ方向１４４μｍ、Ｙ方向７２μｍ、高さ：３μｍ、バンプ数：３４００個

基板Ｄ１２…面積９６μｍ×４８μｍ、ピッチ：Ｘ方向１９２μｍ、Ｙ方向９６μｍ、高さ：３μｍ、バンプ数：８５０個

基板Ｄ１３…面積１４０μｍ×７０μｍ、ピッチ：Ｘ方向２８０μｍ、Ｙ方向１４０μｍ、高さ：３μｍ、バンプ数：４２０個

[0175] 工程ｇ３：電極の接合

以下に示すｉ）～ｖｉ）の手順に従い、工程ｅ２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）金バンプ付き評価基板をスピンコータにセットし、液状フラックス（ＮＳ－３３４、荒川化学製）を金バンプ面側にコートした。

ｉｉ）ｉ）で得た金バンプ付き評価基板をＦＣ３０００Ｗ（東レエンジニアリング株式会社製）のステージに置き、はんだバンプ付き評価チップをヘッドでピックアップし、双方のアライメントマークを利用して金電極同士を対向させ、はんだバンプ付き評価チップを金バンプ付き評価基板上に配置し、接合前サンプル１４～１９を得た。

ｉｉｉ）接合前サンプルを、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）の下部熱板上に置いた。

ｉｖ）ギ酸真空リフロー炉を作動させ、真空引きの後、窒素ガスを充填し、下部熱板を１６０℃に昇温し、３分加熱した。その後、真空引きした後、窒素置換を行い、下部熱板を室温まで戻し、炉内を大気開放した。

ｖ）接合サンプルをイソプロピルアルコール液内に浸してフラックス残渣を洗い流した。

ｖｉ）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３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。

（１４）チップＣ８／はんだバンプ形成用フィルム２５／基板Ｄ８

（１５）チップＣ９／はんだバンプ形成用フィルム２６／基板Ｄ９

（１６）チップＣ１０／はんだバンプ形成用フィルム２７／基板Ｄ１０

（１７）チップＣ１１／はんだバンプ形成用フィルム２８／基板Ｄ１１

（１８）チップＣ１２／はんだバンプ形成用フィルム２９／基板Ｄ１２

（１９）チップＣ１３／はんだバンプ形成用フィルム３０／基板Ｄ１３

[0176] ＜接続構造体の評価＞

得られた接続構造体の一部について、上記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１３～１５に示す。

[0177] [表13]

		接続構造体	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
導通抵抗	吸湿耐熱試験	(14)	初期	A					
			100時間後	A					
			500時間後	A					
			1000時間後	B					
		(15)	初期		A				
			100時間後		A				
			500時間後		B				
			1000時間後		B				
		(16)	初期			A			
			100時間後			A			
			500時間後			A			
			1000時間後			B			
		(17)	初期				A		
			100時間後				A		
			500時間後				A		
			1000時間後				B		
		(18)	初期					A	
			100時間後					A	
			500時間後					A	
			1000時間後					B	
		(19)	初期						A
			100時間後						A
			500時間後						A
			1000時間後						B

[0178]

[表14]

		接続構造体	はんだバンプ形成フィルム	作製例31	作製例33	作製例36
導通抵抗	高温放置試験	(14)	初期	A		
			100時間後	A		
			500時間後	A		
			1000時間後	B		
		(16)	初期		A	
			100時間後		A	
			500時間後		A	
			1000時間後		B	
		(19)	初期			A
			100時間後			A
			500時間後			A
			1000時間後			B

[0179] [表15]

		接続構造体	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
絶縁抵抗	吸湿耐熱試験	(14)	初期	A					
			100時間後	A					
			500時間後	A					
			1000時間後	B					
		(15)	初期		A				
			100時間後		A				
			500時間後		A				
			1000時間後		B				
		(16)	初期			A			
			100時間後			A			
			500時間後			A			
			1000時間後			A			
		(17)	初期				A		
			100時間後				A		
			500時間後				A		
			1000時間後				A		
		(18)	初期					A	
			100時間後					A	
			500時間後					A	
			1000時間後					A	
		(19)	初期						A
			100時間後						A
			500時間後						A
			1000時間後						A

符号の説明

[0180] 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、６００…基体、６０１…ベース層、６０２…凹部

層。

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と、を備え、

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

前記はんだ粒子の一部が、該凹部から突出している、はんだバンプ形成用部材。

[請求項2] 複数の凹部を有する基体と、前記凹部内にはんだ粒子と、を備え、

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

断面視において、前記凹部の深さをH_1とし、前記はんだ粒子の高さをH_2としたとき、$H_1 < H_2$である、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であり、前記はんだ粒子の一部が、前記凹部から突出している工程と、

を備える、はんだバンプ形成用部材の製造方法。

[請求項6] 前記はんだ粒子の平均粒子径が１～３５μｍであり、Ｃ．Ｖ．値が２０％以下である、請求項５に記載の製造方法。

[請求項7] 前記はんだ微粒子のＣ．Ｖ．値が２０％を超える、請求項５又は６に記載の製造方法。

[請求項8] 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

元雰囲気に晒す還元工程を更に備える、請求項５～７のいずれか一項に記載の製造方法。

[請求項9] 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５～８のいずれか一項に記載の製造方法。

[請求項10] 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、前記はんだ粒子及び前記電極を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。

[請求項11] 前記加熱工程において、前記はんだ粒子及び前記電極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１０に記載の製造方法。

[請求項12] 前記配置工程の前に、前記はんだ粒子を還元雰囲気に晒す還元工程を更に備える、請求項１０又は１１に記載の製造方法。

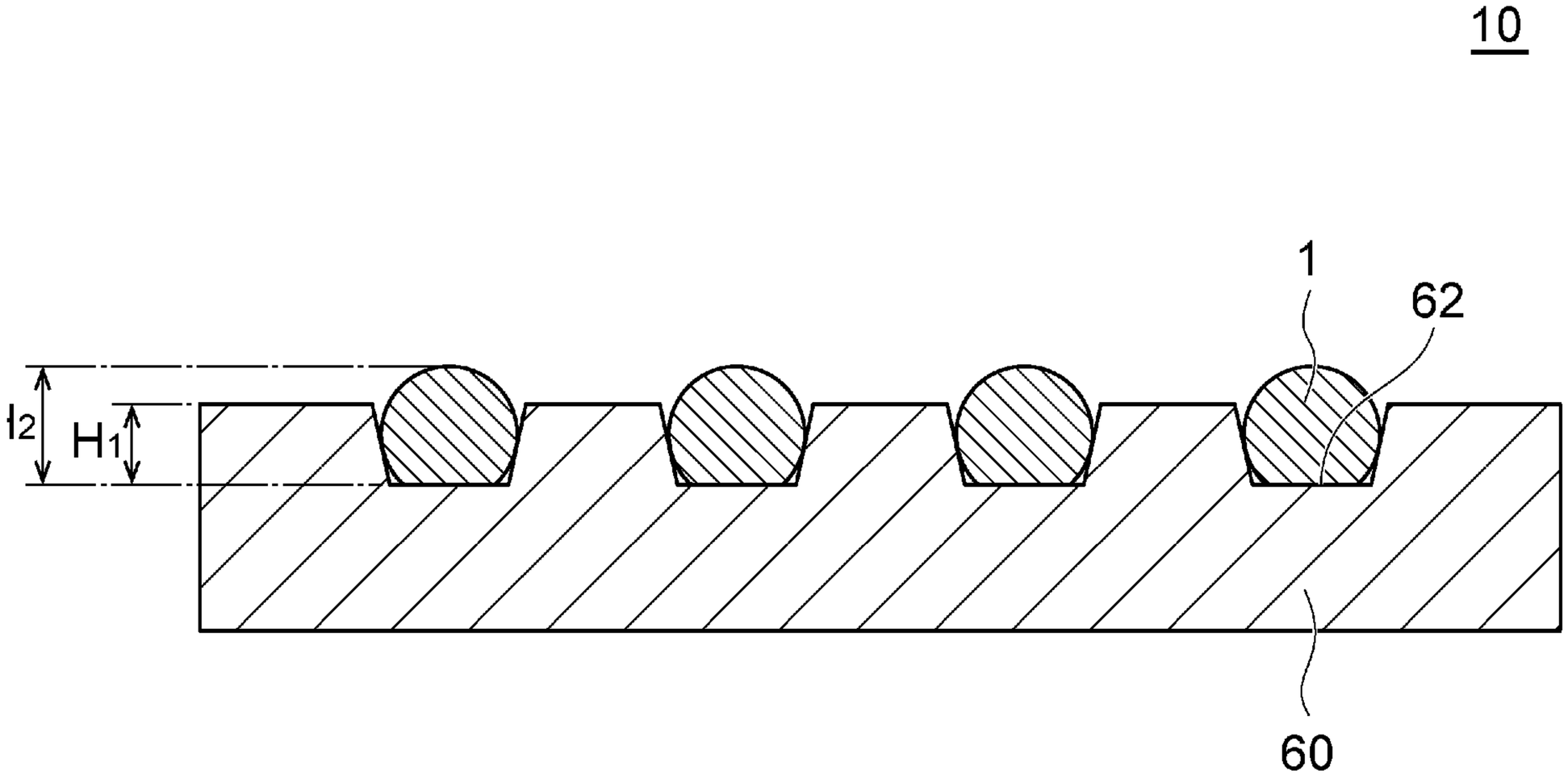
[請求項13] 前記配置工程の後であって前記加熱工程の前に、前記はんだ粒子を還元雰囲気に晒す還元工程を更に備える、請求項１０～１２のいずれか一項に記載の製造方法。

[請求項14] 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１０～１３のいずれか一項に記載の製造方法。

[請求項15] 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１０～１４のいずれか一項に記載の製造方法。

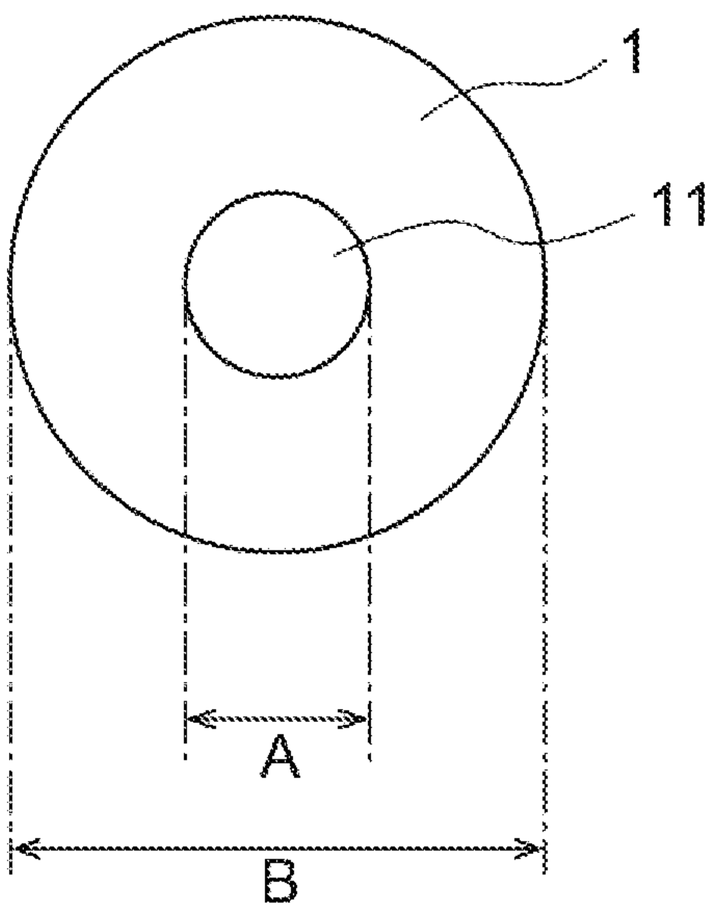
[請求項16] 前記除去工程の後に、前記電極に結合していない前記はんだ粒子を除去する洗浄工程を更に備える、請求項１５に記載の製造方法。

[図1]

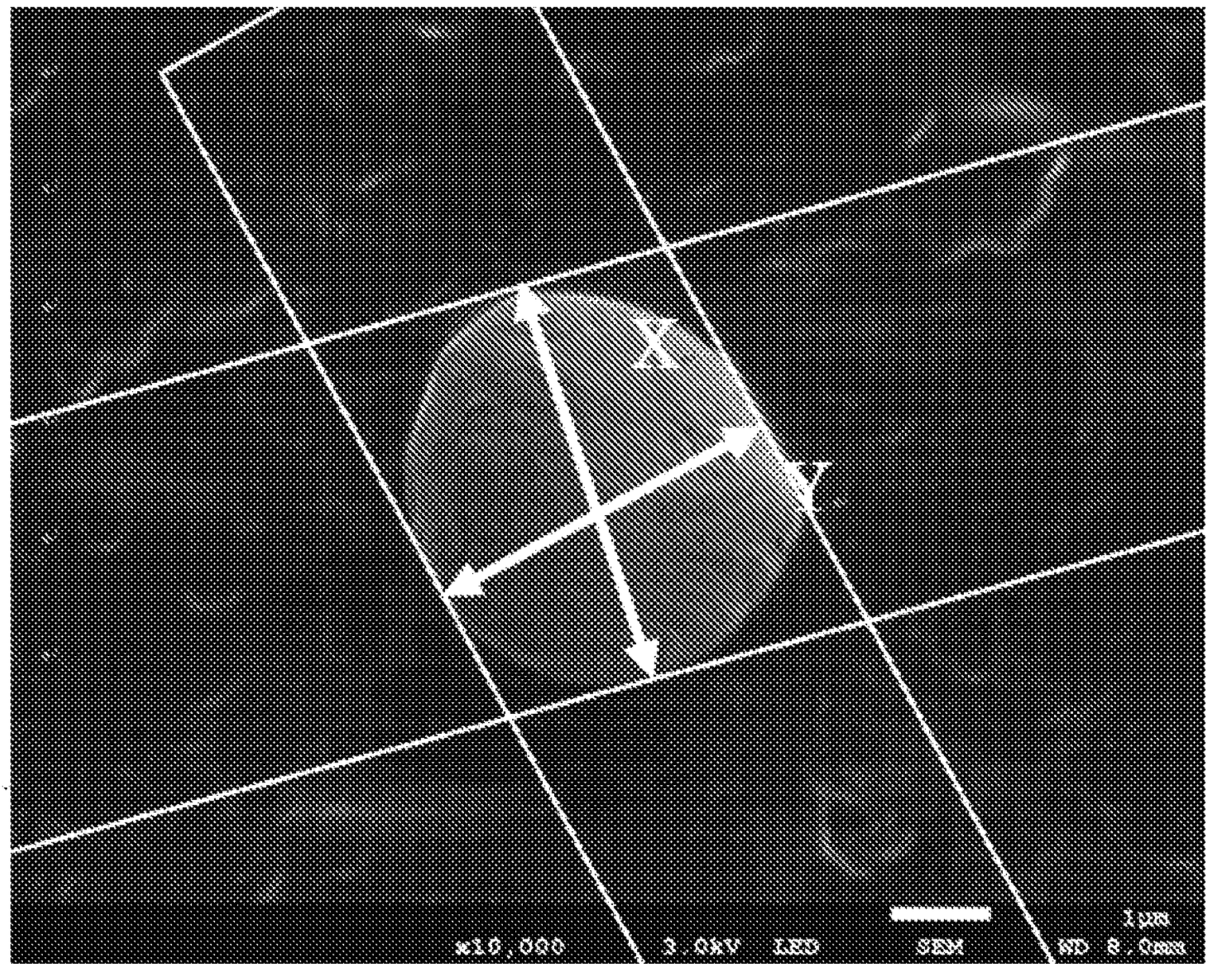


[図2]

(a)

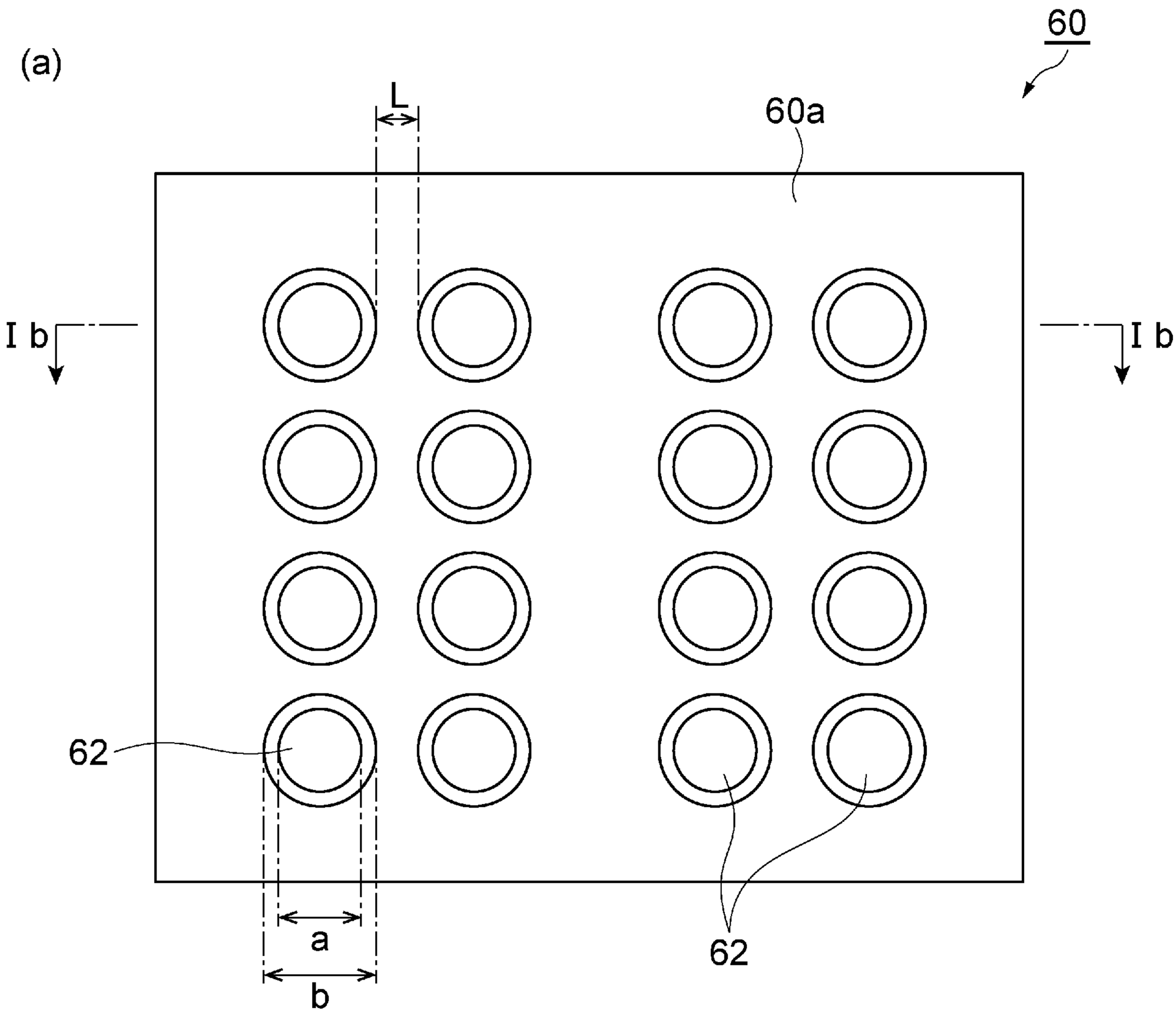


(b)

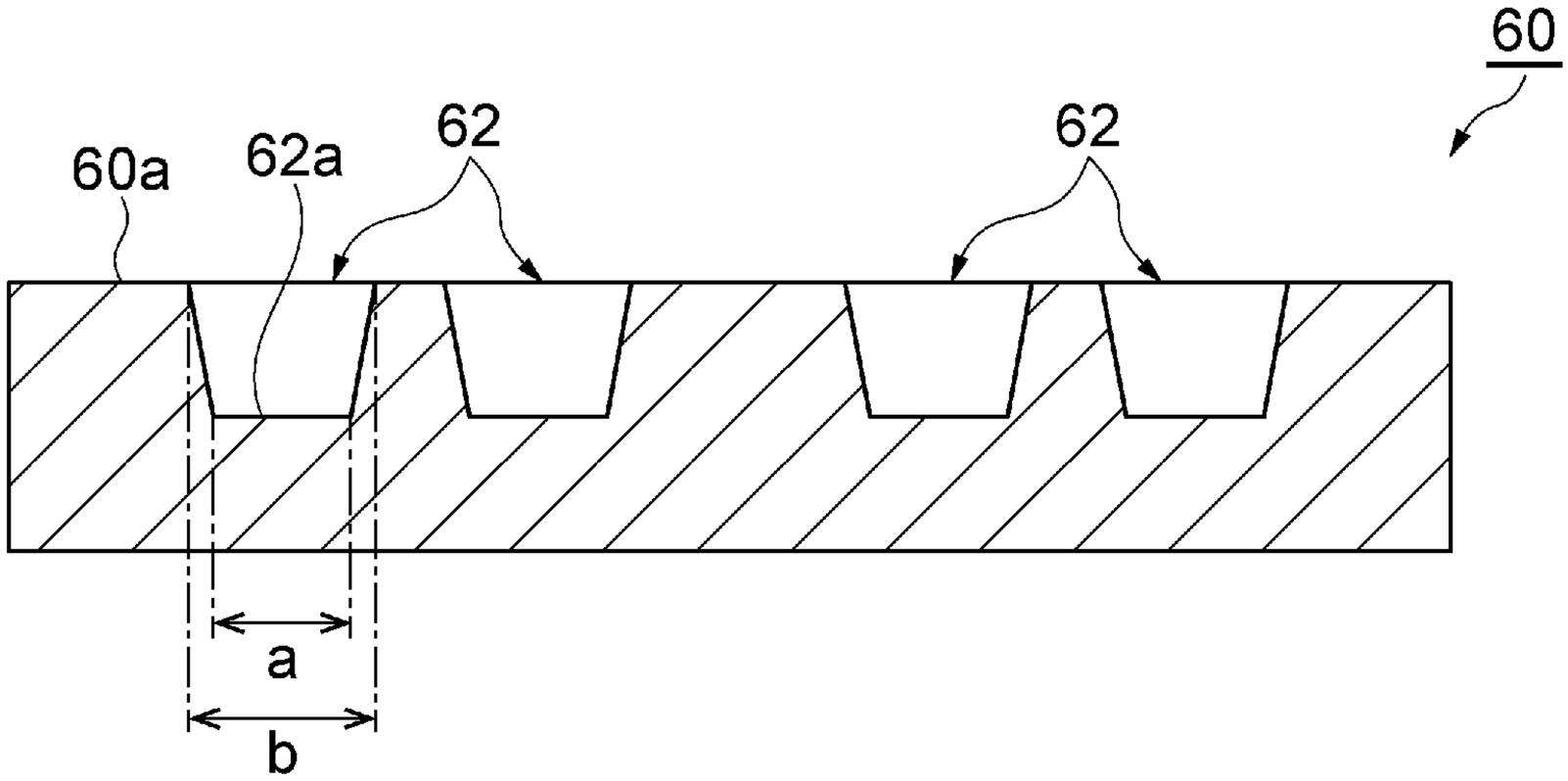


[図3]

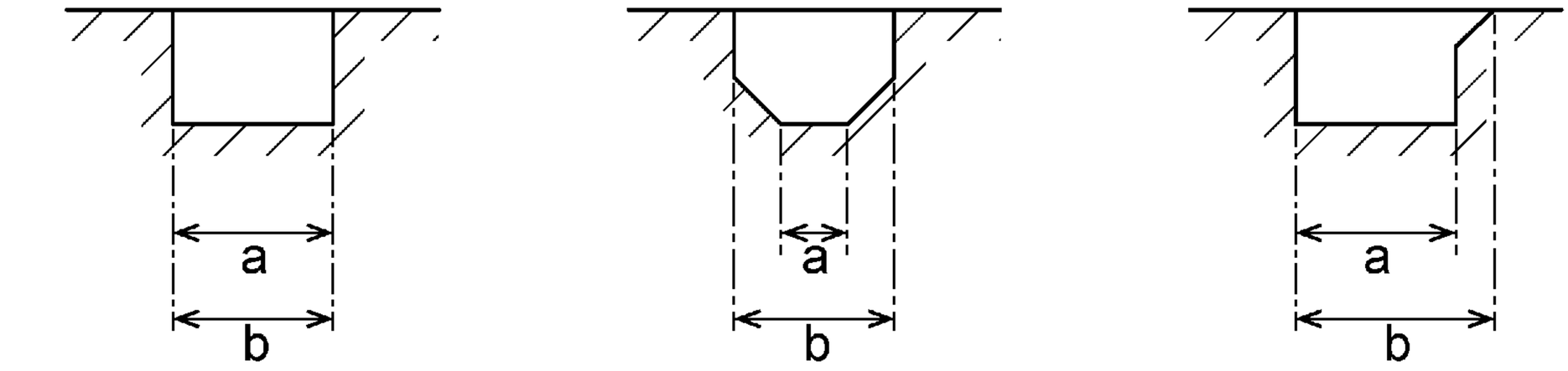
(a)



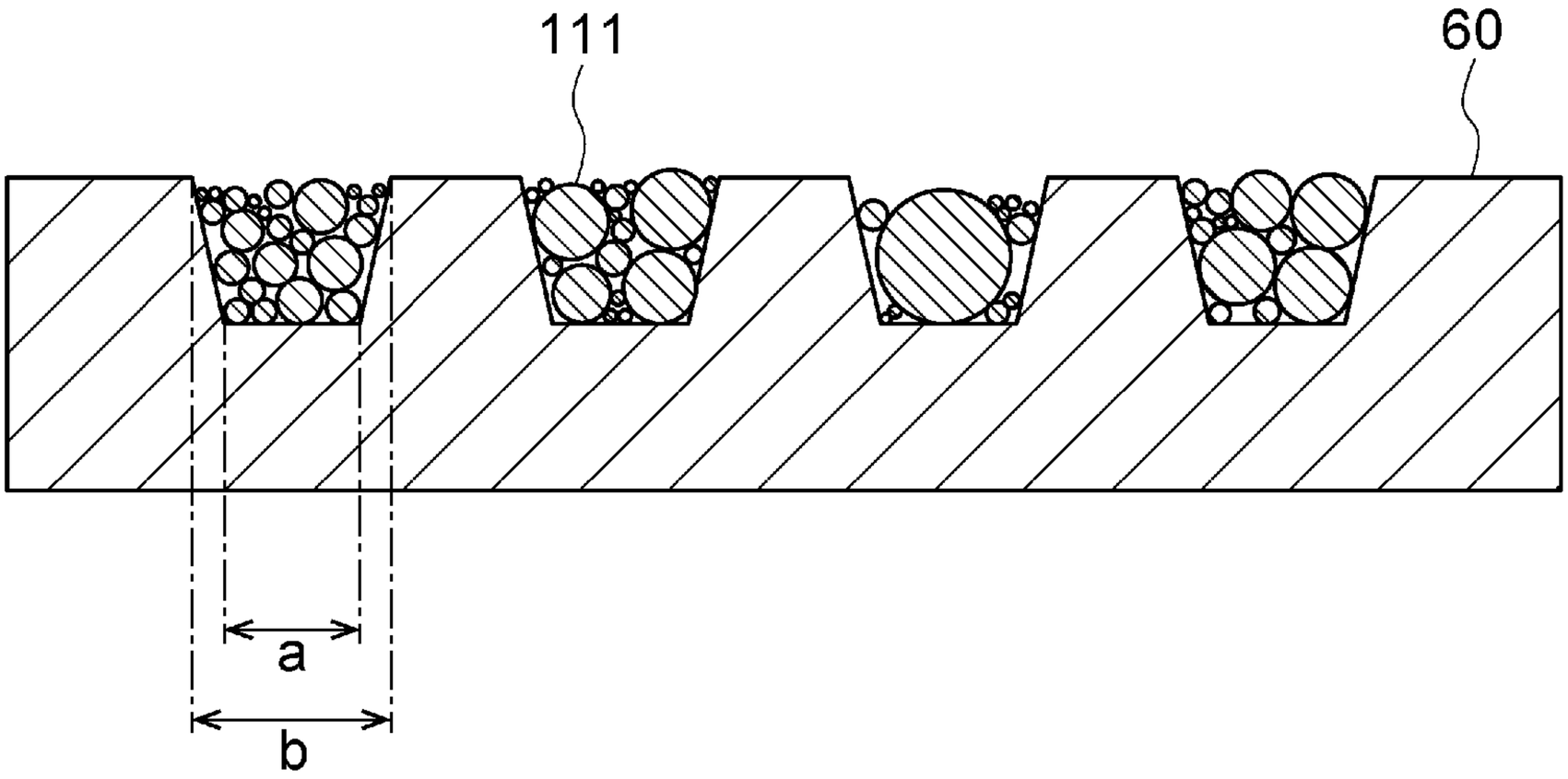
(b)



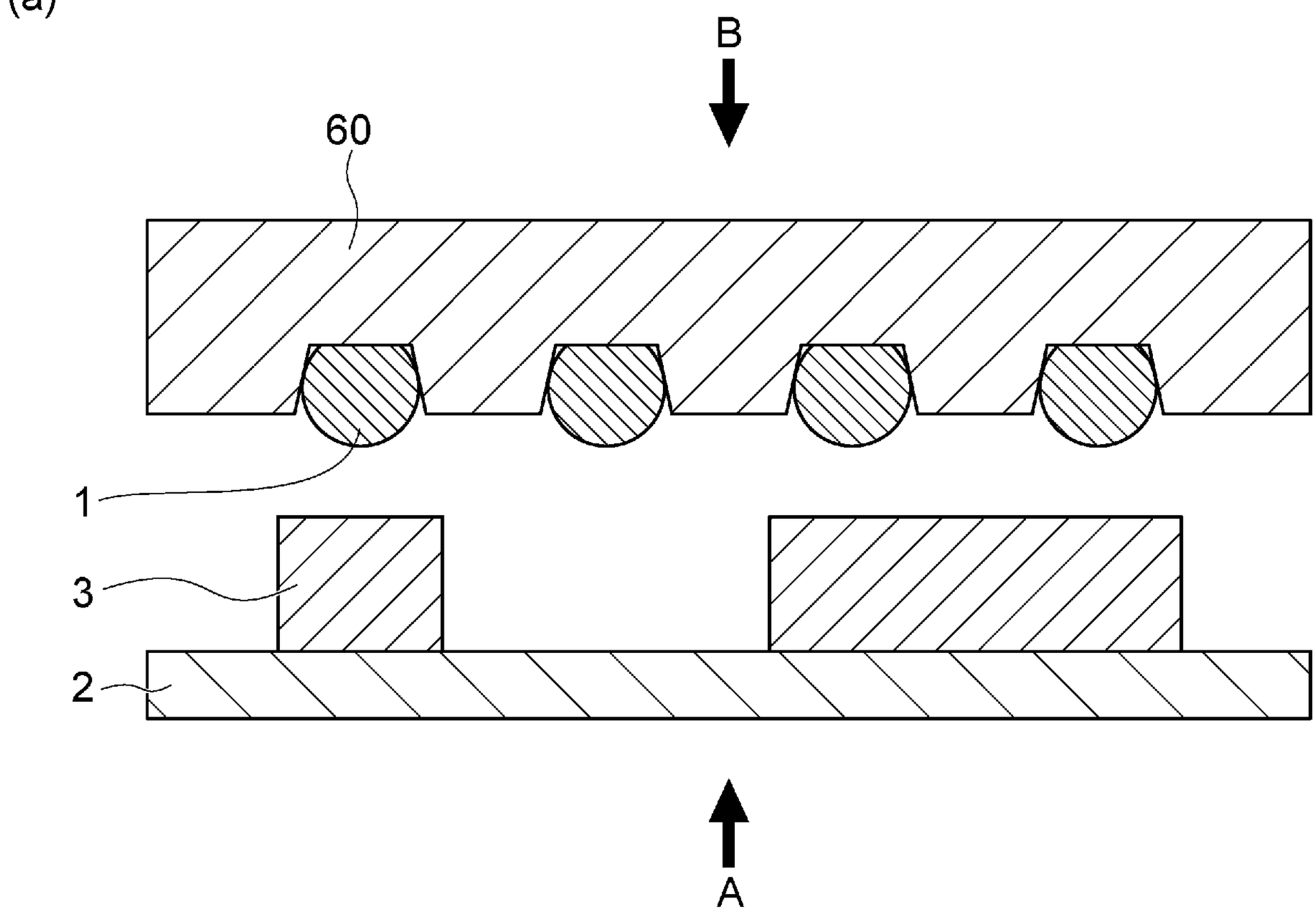
[図4]



[図5]

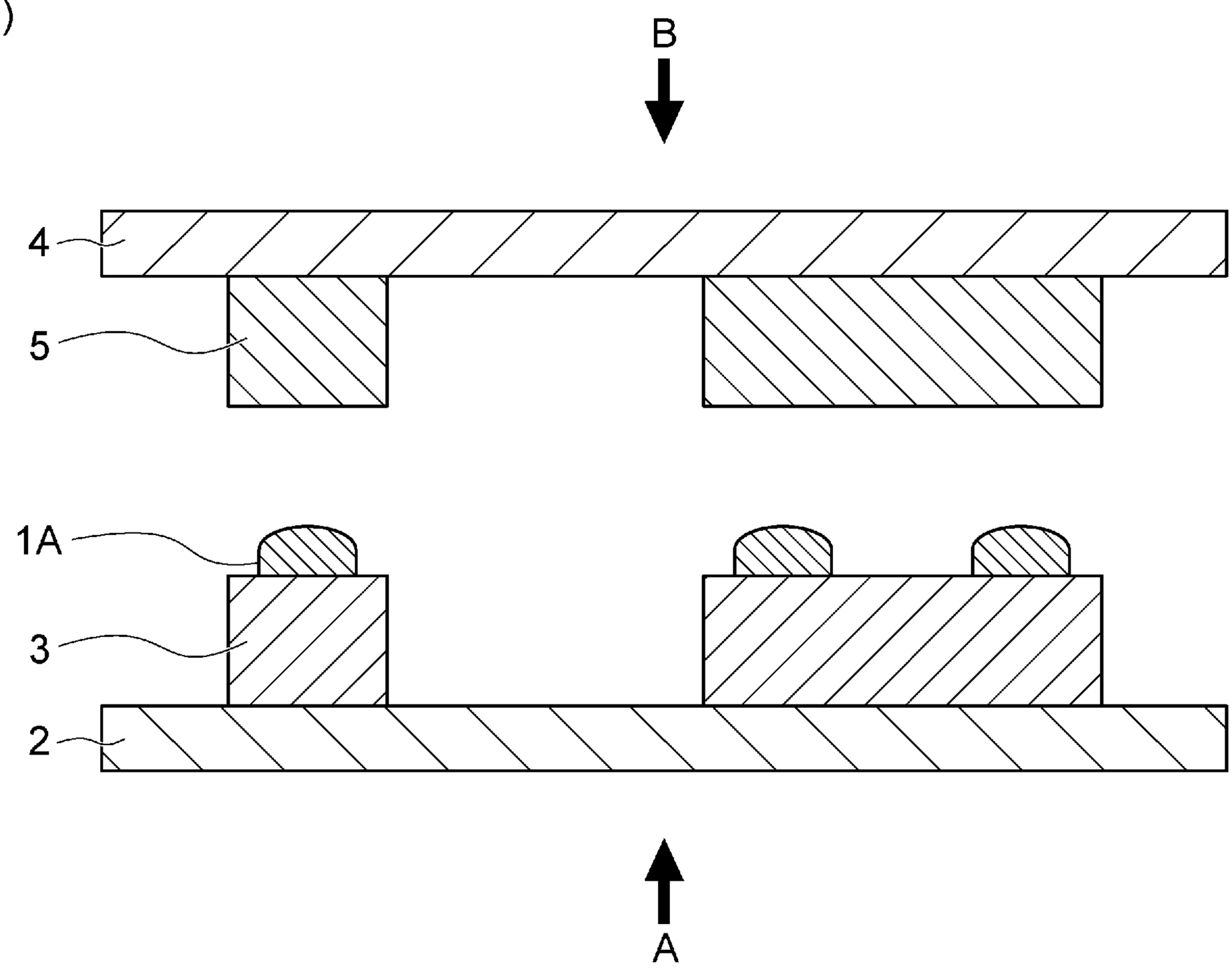


[図6]

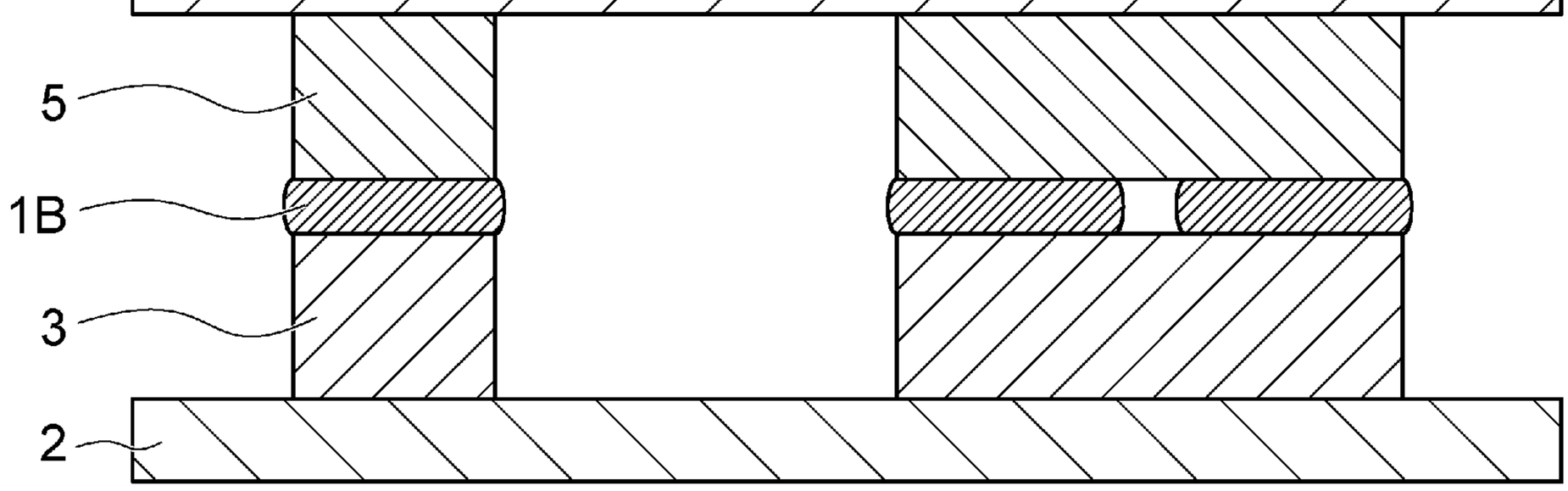


[図7]

(a)

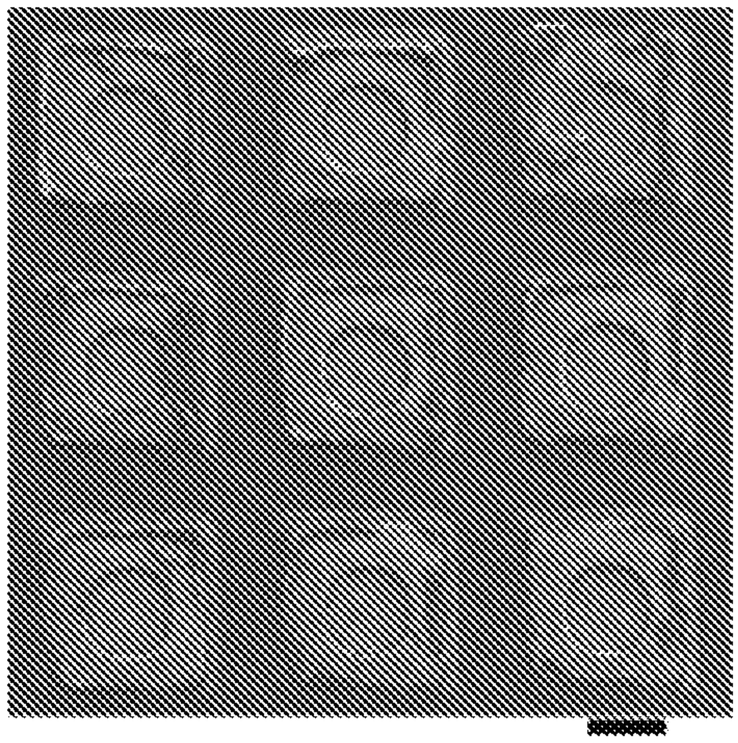


(b)

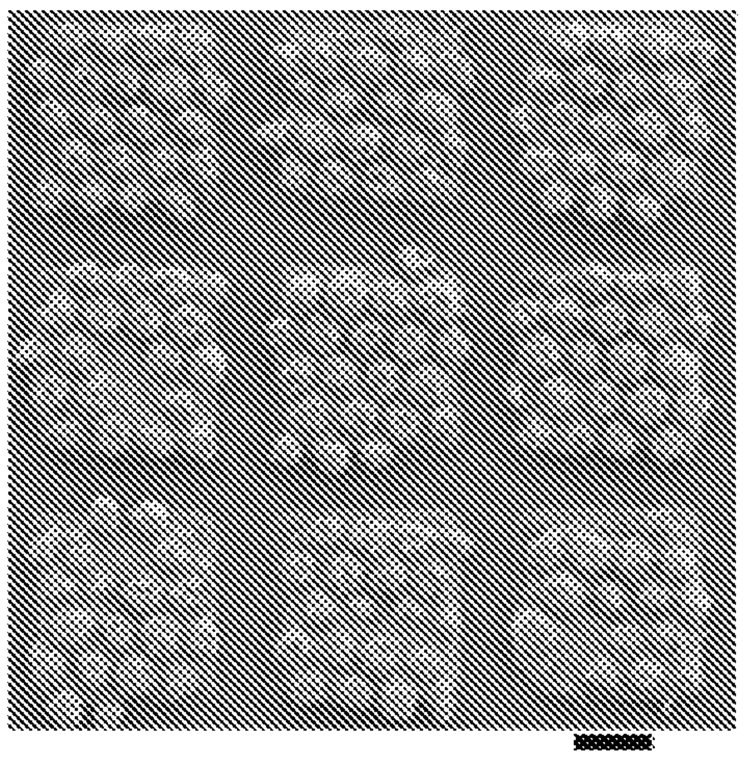


[図8]

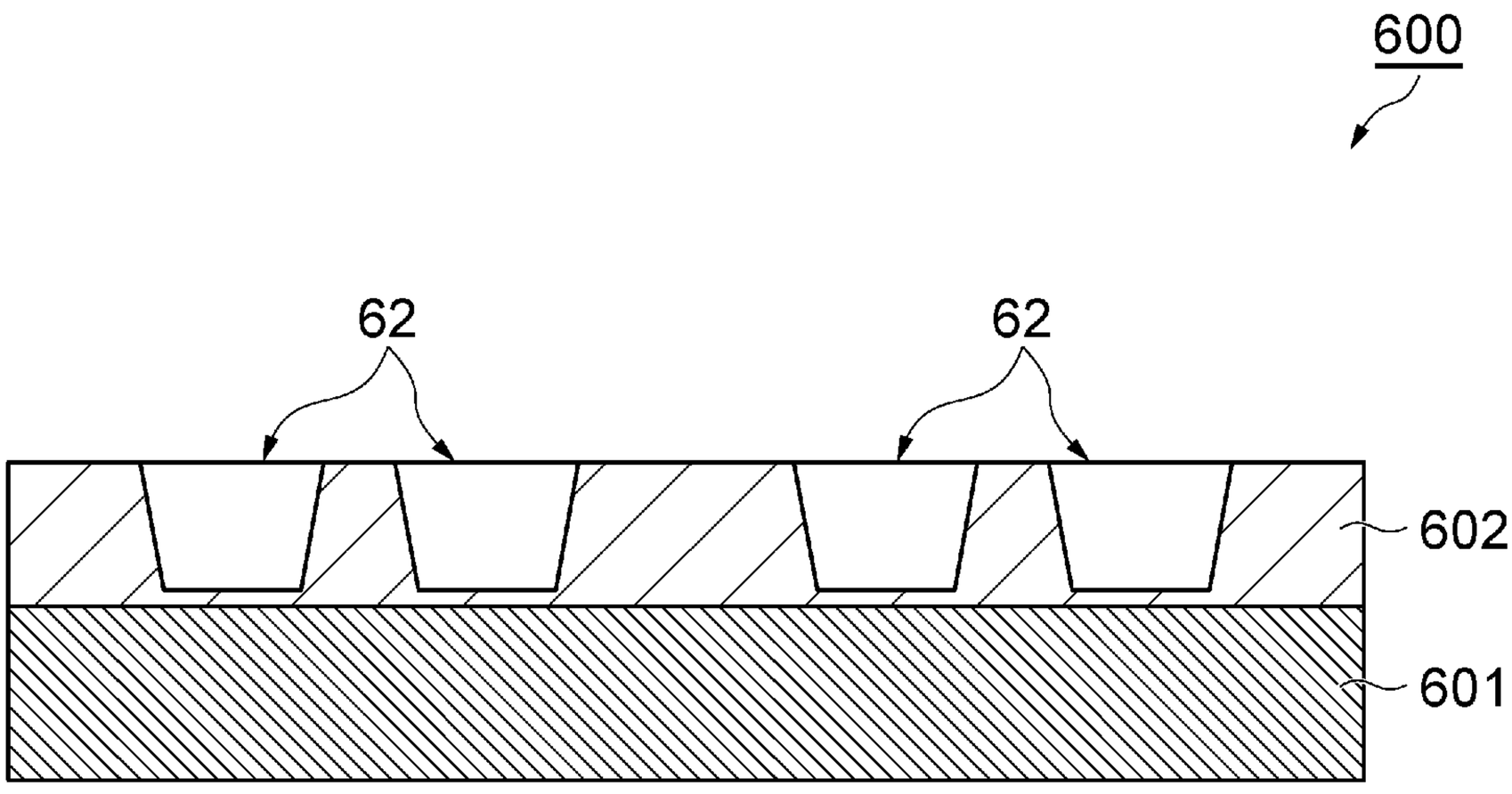
(a)



(b)



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/046763

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L21/60(2006.01)i; H05K3/34(2006.01)i
FI: H01L21/92 604F; H05K3/34 505Z; H05K3/34 501D; H05K3/34 501E

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L21/60; H05K3/34

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2016-131242 A (DEXERIALS CORPORATION) 21 July 2016 (2016-07-21) paragraphs [0019]-[0021], [0031]-[0034], [0062], fig. 3	1-4
X	JP 05-023887 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 02 February 1993 (1993-02-02) paragraphs [0009]-[0015], fig. 1	1-2, 4-6
Y	paragraphs [0009]-[0015], fig. 1	3, 7-16
Y	JP 2010-036234 A (MITSUI MINING & SMELTING CO., LTD.) 18 February 2010 (2010-02-18) paragraph [0020], fig. 1	3
Y	JP 07-249631 A (FUJITSU LTD.) 26 September 1995 (1995-09-26) paragraphs [0024]-[0041]	7, 10-16
Y	JP 2005-175336 A (TORAY ENGINEERING CO.) 30 June 2005 (2005-06-30) paragraphs [0008], [0020], [0026]	8-9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
26 February 2021 (26.02.2021)	09 March 2021 (09.03.2021)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/046763

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 05-235061 A (HITACHI, LTD.) 10 September 1993 (1993-09-10) paragraphs [0015], [0023], [0050]	12-16
Y	JP 10-079404 A (NGK SPARK PLUG CO., LTD.) 24 March 1998 (1998-03-24) paragraph [0010]	15-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/046763

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2016-131242 A	21 Jul. 2016	US 2018/0218990 A1 paragraphs [0040]-[0042], [0052]-[0055], [0083], fig. 3 WO 2016/114293 A1 CN 107112253 A KR 10-2017-0093170 A	
JP 05-023887 A	02 Feb. 1993	(Family: none)	
JP 2010-036234 A	18 Feb. 2010	(Family: none)	
JP 07-249631 A	26 Sep. 1995	US 6025258 A column 6, line 23 to column 8, line 57	
JP 2005-175336 A	30 Jun. 2005	(Family: none)	
JP 05-235061 A	10 Sep. 1993	US 5878943 A column 3, lines 44-56, column 9, lines 58-62, column 18, lines 3-11	
JP 10-079404 A	24 Mar. 1998	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2020/046763

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01L 21/60(2006.01)i; H05K 3/34(2006.01)i
FI: H01L21/92 604F; H05K3/34 505Z; H05K3/34 501D; H05K3/34 501E

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01L21/60; H05K3/34

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2016-131242 A (デクセリアルズ株式会社) 21.07.2016 (2016-07-21) 段落[0019]-[0021], [0031]-[0034], [0062], 図3	1-4
X	JP 05-023887 A (松下電器産業株式会社) 02.02.1993 (1993-02-02) 段落[0009]-[0015], 図1	1-2, 4-6
Y	段落[0009]-[0015], 図1	3, 7-16
Y	JP 2010-036234 A (三井金属鉱業株式会社) 18.02.2010 (2010-02-18) 段落[0020], 図1	3
Y	JP 07-249631 A (富士通株式会社) 26.09.1995 (1995-09-26) 段落[0024]-[0041]	7, 10-16
Y	JP 2005-175336 A (東レエンジニアリング株式会社) 30.06.2005 (2005-06-30) 段落[0008], [0020], [0026]	8-9
Y	JP 05-235061 A (株式会社日立製作所) 10.09.1993 (1993-09-10) 段落[0015], [0023], [0050]	12-16
Y	JP 10-079404 A (日本特殊陶業株式会社) 24.03.1998 (1998-03-24) 段落[0010]	15-16

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
26.02.2021	09.03.2021

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
平野　崇 5F 3657
電話番号 03-3581-1101 内線 3516

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/046763

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2016-131242 A	21.07.2016	US 2018/0218990 A1 段落[0040]-[0042], [0052]-[0055], [0083], 図3 WO 2016/114293 A1 CN 107112253 A KR 10-2017-0093170 A	
JP 05-023887 A	02.02.1993	（ファミリーなし）	
JP 2010-036234 A	18.02.2010	（ファミリーなし）	
JP 07-249631 A	26.09.1995	US 6025258 A 第6欄第23行-第8欄第57行	
JP 2005-175336 A	30.06.2005	（ファミリーなし）	
JP 05-235061 A	10.09.1993	US 5878943 A 第3欄第44-56行，第9欄第58-62行，第18欄第3-11行	
JP 10-079404 A	24.03.1998	（ファミリーなし）	