(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
2007 年9 月27 日 (27.09.2007)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2007/108290 A1

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

(21) 国際出願番号: PCT/JP2007/053866

(22) 国際出願日: 2007 年2 月22 日 (22.02.2007)

(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2006-072316 2006 年3 月16 日 (16.03.2006) JP
特願2006-084569 2006 年3 月27 日 (27.03.2006) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真１００６番地 Osaka (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 谷口泰士 (TANIGUCHI, Yasushi). 中谷誠一 (NAKATANI, Seiichi). 辛島靖治 (KARASHIMA, Seiji). 北江孝史 (KITAE, Takashi). 松岡進 (MATSUOKA, Susumu). 小山雅義 (KOYAMA, Masayoshi).

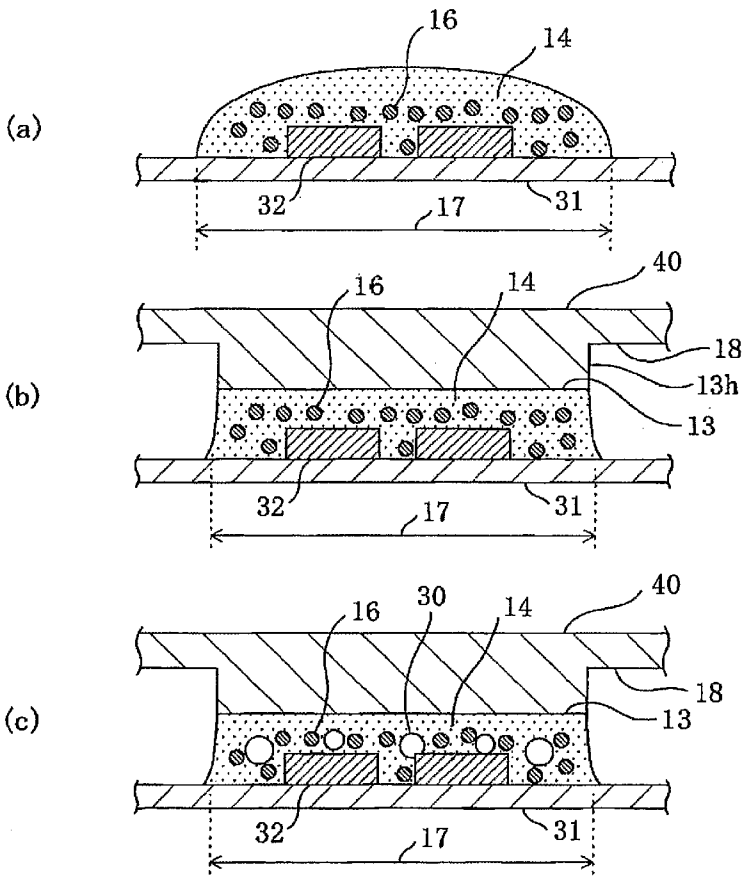
(74) 代理人: 前田弘, 外 (MAEDA, Hiroshi et al.); 〒5410053 大阪府大阪市中央区本町２丁目５番７号大阪丸紅ビル Osaka (JP).

(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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,

/続葉有/

(54) Title: BUMP FORMING METHOD AND BUMP FORMING APPARATUS

(54) 発明の名称: バンプ形成方法およびバンプ形成装置



(57) Abstract: A method is provided for forming a bump (19) on an electrode (32) on a wiring board (31). On a wiring board (31), in a first region (17) including the electrode (32), a fluid (14) containing conductive particles (16) and a bubble generating agent is applied. Then, on a main plane (18) of a board (40) having an area larger than that of the first region (17), a board (40) whereupon a protruding plane (13) having an area equivalent to that of the first region (17) is arranged by having the protruding plane (13) face the first region (17) of the wiring board (31). Then, the fluid (14) is heated, and bubbles (30) are generated from the bubble generating agent contained in the fluid (14).

(57) 要約: 配線基板３１の電極３２上にバンプ１９を形成する方法である。まず、配線基板３１のうち電極３２を含む第１領域１７の上に、導電性粒子１６と気泡発生剤を含有した流動体１４を供給した後、第１領域１７よりも広い面積を有する基板４０の主面１８上に、第１領域１７と同等の面積を有する突起面１３が形成された基板４０を、当該突起面１３が配線基板３１の第１領域１７に対向するように配置する。次いで、流動体１４を加熱して、流動体１４中に含有する気泡発生剤から気泡３０を発生させる。

WO 2007/108290 A1

OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

２文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

バンプ形成方法およびバンプ形成装置

技術分野

[0001] 本発明は、配線基板の電極上にバンプを形成する方法に関する。本発明はまた、バンプ形成装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、電子機器に使用される半導体集積回路(LSI)の高密度、高集積化に伴い、LSIチップの電極端子の多ピン、狭ピッチ化が急速に進んでいる。これらLSIチップの配線基板への実装には、配線遅延を少なくするために、フリップチップ実装が広く用いられている。そして、このフリップチップ実装においては、LSIチップの電極端子上にはんだバンプを形成し、当該はんだバンプを介して、配線基板上に形成された電極に一括接合されるのが一般である。

[0003] 従来、バンプの形成技術としては、メッキ法やスクリーン印刷法などが開発されている。メッキ法は狭ピッチには適するものの、工程が複雑になる点、生産性に問題があり、また、スクリーン印刷法は、生産性には優れているが、マスクを用いる点で、狭ピッチ化には適していない。

[0004] こうした中、最近では、LSIチップや配線基板の電極上に、はんだバンプを選択的に形成する技術がいくつか開発されている。これらの技術は、微細バンプの形成に適しているだけでなく、バンプの一括形成ができるので、生産性にも優れており、次世代LSIの配線基板への実装に適応可能な技術として注目されている。

[0005] その一つに、ソルダーペースト法と呼ばれる技術(例えば、特許文献1)がある。この技術は、はんだ粉とフラックスの混合物によるソルダーペーストを、表面に電極が形成された基板上にベタ塗りし、基板を加熱することによって、はんだ粉を溶融させ、濡れ性の高い電極上に選択的にはんだバンプを形成させるものである。

[0006] また、スーパーソルダー法と呼ばれる技術(例えば、特許文献2)は、有機酸鉛塩と金属錫を主要成分とするペースト状組成物(化学反応析出型はんだ)を、電極が形成された基板上にベタ塗りし、基板を加熱することによって、PbとSnの置換反応を起

こさせ、Pb／Snの合金を基板の電極上に選択的に析出させるものである。

[0007] また、スーパージャフィット法と呼ばれる技術(例えば、特許文献3参照)は、表面に電極が形成された基板を薬剤に浸して、電極の表面のみに粘着性皮膜を形成した後、当該粘着性皮膜にはんだ粉を接触させて電極上にはんだ粉を付着させ、その後、基板を加熱することにより、溶融したはんだを電極上に選択的に形成させるものである。

特許文献1:特開2000－94179号公報

特許文献2:特開平1－157796号公報

特許文献3:特開平7－74459号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0008] 上述したソルダーペースト法は、もともと、基板に形成された電極上にはんだを選択的にプリコートする技術として開発されたもので、フリップチップ実装に必要なバンプ形成に適用するためには、以下のような課題がある。

[0009] ソルダーペースト法は、ともに、ペースト状組成物を基板上に塗布により供給するので、局所的な厚みや濃度のバラツキが生じ、そのため、電極ごとのはんだ析出量が異なり、均一なバンプを得ることが困難である。また、これらの方法は、表面に電極の形成された凹凸のある配線基板上に、ペースト状組成物を塗布により供給するので、凸部となる電極上には、十分なはんだ量を安定して供給すること難しいという問題もある。

[0010] また、スーパーソルダー法で使用される化学反応析出型はんだの材料は、特定な化学反応を利用しているので、はんだ組成の選択の自由度が低く、Pbフリー化への対応にも課題を残している。

[0011] 一方、スーパージャフィット法は、はんだ粉が均一に電極上に付着されるので、均一なはんだバンプを得ることができ、また、はんだ組成の選択の自由度が大きいので、Pbフリー化への対応も容易である点で優れている。しかしながら、スーパージャフィット法では、電極表面に粘着性皮膜を選択的に形成する工程が必須であるが、この工程においては化学反応を利用した特殊な薬剤処理を行なう必要があるので、工程

が複雑になると共に、コストアップにもつながり、量産工程への適用には課題を残している。

[0012] したがって、バンプの形成技術は、メッキ法やスクリーン印刷法のような普及した技術だけでなく、新たに開発された技術も課題を抱えている。本願発明者は、既存のバンプの形成技術にとらわれずに、新規なバンプ形成方法を開発することが、最終的には、ポテンシャルの高い技術に繋がると考え、研究開発を重ねていた。

[0013] 本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、その主な目的は、生産性に優れたバンプ形成方法およびバンプ形成装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0014] 本発明のバンプ形成方法は、配線基板の電極上にバンプを形成する方法であって、配線基板のうち電極を含む第1領域の上に、導電性粒子と気泡発生剤を含有した流動体を供給する工程(a)と、主面上に突起面が形成された基板を、当該突起面が配線基板の第1領域に対向するように配置する工程(b)と、流動体を加熱して、該流動体中に含有する気泡発生剤から気泡を発生させる工程(c)と、流動体を加熱して、該流動体中に含有する導電性粒子を溶融する工程(d)とを含み、工程(c)において、流動体は、気泡発生剤から発生した気泡によって電極上に自己集合し、工程(d)において、電極上に自己集合した流動体中に含有する導電粒子が溶融することによって、電極上にバンプを形成することを特徴とする。

[0015] 本発明の他のバンプ形成方法は、配線基板の電極上にバンプを形成する方法であって、配線基板の一部のうち電極を含む第1領域の上に、導電性粒子と気泡発生剤を含有した流動体を供給する工程(a)と、主面上に凹部が形成され基板を、当該凹部が配線基板の第1領域の周囲を囲むように配置する工程(b)と、流動体を加熱して、該流動体中に含有する気泡発生剤から気泡を発生させる工程(c)と、流動体を加熱して、該流動体中に含有する導電性粒子を溶融する工程(d)とを含み、工程(c)において、流動体は、気泡発生剤から発生した気泡によって電極上に自己集合し、工程(d)において、電極上に自己集合した流動体中に含有する導電粒子が溶融することによって、電極上にバンプを形成することを特徴とする。

[0016] 本発明のバンプ形成装置は、上記バンプ形成方法により配線基板の電極上にバン

プを形成する装置であって、配線基板を載置するステージと、主面上に突起面または凹部が設けられた基板を保持するヘッダーと、ステージまたは保持部を加熱する加熱機構とを備え、ステージに載置された配線基板の電極を含む第1領域の上に、導電性粒子及び気泡発生剤を含有した流動体が供給され、ヘッダーで保持された基板が、突起面が配線基板の第1領域に対向するように、または凹部が配線基板の第1領域の周囲を囲むように配置され、加熱機構により流動体が加熱されて、該流動体中に含有する気泡発生剤から発生した気泡により流動体が電極上に自己集合し、加熱機構により流動体がさらに加熱されて、電極上に自己集合した流動体中に含有する導電粒子が溶融することによって、電極上にバンプが形成されることを特徴とする。

[0017] 本発明の他のバンプ形成装置は、配線基板の電極上にバンプを形成するバンプ形成装置であって、配線基板を載置するステージと、ステージに対向して配置される板状部材を保持するヘッダーと、ステージまたはヘッダーを加熱する加熱機構とを備え、ヘッダーは、ステージに対して上下動可能な機構を有し、ステージに載置された配線基板上に、導電性粒子及び気泡発生剤を含有した流動体が供給され、ヘッダーで保持された板状部材が、配線基板上に供給された流動体に当接して配置され、加熱機構により流動体が加熱されて、該流動体中に含有する気泡発生剤から発生した気泡により流動体が電極上に自己集合し、加熱機構により流動体がさらに加熱されて、電極上に自己集合した流動体中に含有する導電粒子が溶融することによって、電極上にバンプが形成されることを特徴とする。

発明の効果

[0018] 本発明のバンプ形成方法によれば、配線基板のうち電極を含む第1領域の上に、導電性粒子と気泡発生剤を含有した流動体を供給し、その後、突起面が形成された基板を、当該突起面が配線基板の第1領域に対向するように配置し、次いで、流動体を加熱して、気泡発生剤から気泡を発生させるので、第1領域内に選択的にバンプを形成することが可能となる。特に、流動体を加熱して気泡発生剤から気泡を発生させることにより、導電性粒子を電極上に自己集合させることができる。その結果、生産性に優れたバンプ形成方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]図1(a)～(d)は、樹脂の自己集合を利用したバンプ形成方法の基本工程を示した工程断面図である。

[図2]図2(a)～(d)は、樹脂の自己集合を利用したバンプ形成方法の基本工程を示した工程断面図である。

[図3]図3(a)、(b)は、樹脂の自己集合のメカニズムを説明する図である。

[図4]図4は、バンプ形成における樹脂の移動機構を説明するための図である。

[図5]図5は、一部の領域でバンプ形成を実行する例の配線パターンを説明するための顕微鏡写真である。

[図6]図6は、一部の領域でバンプ形成を実行する例の配線パターンを説明するための顕微鏡写真である。

[図7]図7は、樹脂の移動が観察された例を説明するための顕微鏡写真である。

[図8]図8は、樹脂の移動が観察された例を説明するための顕微鏡写真である。

[図9]図9は、樹脂の移動が観察された例を説明するための顕微鏡写真である。

[図10]図10は、バンプ形成における樹脂の移動機構を説明するための図である。

[図11]図11(a)～(c)は、本発明の実施形態に係るバンプ形成方法を示す工程断面図である。

[図12]図12(a)～(d)は、本発明の実施形態に係るバンプ形成方法を示す工程断面図である。

[図13]図13(a)および(b)は、それぞれ、本発明の実施形態に係るバンプ形成方法を示す工程上面図および工程断面図である。

[図14]図14は、電極のペリフェラルな配置を示す平面図である。

[図15]図15は、電極のエリアアレイの配置を示す平面図である。

[図16]図16は、バンプ形成の実験結果を示した顕微鏡写真である。

[図17]図17は、バンプ形成の実験結果を示した顕微鏡写真である。

[図18]図18は、バンプ形成の実験結果を示した顕微鏡写真である。

[図19]図19は、バンプ形成の実験結果を示した顕微鏡写真である。

[図20]図20は、バンプ形成の実験結果を示したSEM写真である。

[図21]図21は、バンプ形成の実験結果を示した顕微鏡写真である。

[図22]図22は、バンプ形成の実験結果を示した顕微鏡写真である。

[図23]図23は、本発明の実施形態の改変例の構成を示す図である。

[図24](a)～(c)は、本発明の実施形態の改変例を示す工程断面図である。

[図25]図25は、本発明の実施形態に係る導電性粒子の材料を示す図である。

[図26]図26は、本発明の実施形態に係る気泡発生剤の材料を示す図である。

[図27]図27は、本発明の実施形態に係る気泡発生剤粉の材料を示す図である。

[図28]図28は、本発明の実施形態に係るバンプ形成装置を模式的に示す断面図である。

[図29](a)～(c)は、本発明の実施形態に係るバンプ形成装置の動作を説明するための工程断面図である。

[図30](a)および(b)は、本発明の実施形態に係るバンプ形成装置の動作を説明するための工程断面図である。

[図31](a)および(b)は、本発明の実施形態に係るバンプ形成装置の動作を説明するための工程断面図である。

[図32](a)および(b)は、本発明の実施形態に係るバンプ形成装置の動作を説明するための工程断面図である。

[図33](a)および(b)は、本発明の実施形態に係るバンプ形成装置の動作を説明するための工程断面図である。

[図34](a)および(b)は、ニードル部材を用いたペーストの供給方法を説明する図である。

[図35]図35は、ペーストの供給方法を説明するための断面図である。

[図36]図36は、ペーストの供給方法を説明するための断面図である。

[図37]図37は、本発明の実施形態に係るバンプ形成装置の改変例を模式的に示す上面図である。

[図38](a)は、配線基板を下側に配置した構成を示す断面図、図38(b)は、配線基板を上側に配置した構成を示す断面図である。

符号の説明

[0020] 13 突起面
14 流動体(樹脂)
16 導電性粒子(はんだ粉)
17 第1領域
18 主面
19 バンプ
20 凹部(溝)
30 気泡
31 配線基板
32 電極
40 基板(板状部材)
41 電極パターン
50 ステージ
52 ヘッダ
53 吸着機構
60 加熱機構(ヒータ)
70 ディスペンサ
72 ニードル部材
74 スキージ
75 ブレード装置
80 洗浄装置
100 バンプ形成装置

発明を実施するための最良の形態

[0021] 本願出願人は、配線基板や半導体チップ等の電極上に、導電性粒子(例えば、はんだ粉)を自己集合させて、バンプを形成する方法、あるいは、配線基板と半導体チップの電極間に導電性粒子を自己集合させて、電極間に接続体を形成し、フリップチップ実装する方法について、種々検討を行ない、従来にない新規なバンプ形成方法、フリップチップ実装方法を提案している(特願2004－257206号、特願2004－

365684号、特願2005－094232号)。なお、これらの特許出願を本願明細書に参考のため援用する。

[0022] 図1(a)～(d)、及び図2(a)～(d)は、本願出願人が上記特許出願明細書で開示したバンプ形成方法の基本工程を示した図である。

[0023] まず、図1(a)に示すように、複数の電極32を有する配線基板31上に、はんだ粉16と気泡発生剤(不図示)を含有した樹脂14を供給する。次に、図1(b)に示すように、樹脂14表面に、基板40を配設する。

[0024] この状態で、樹脂14を加熱すると、図1(c)に示すように、樹脂14中に含有する気泡発生剤から気泡30が発生する。そして、図1(d)に示すように、樹脂14は、発生した気泡30が成長することで、この気泡30は外に押し出される。

[0025] 押し出された樹脂14は、図2(a)に示すように、配線基板31の電極32との界面、及び基板40との界面に柱状に自己集合する。次に、樹脂14をさらに加熱すると、図2(b)に示すように、樹脂14中に含有するはんだ粉16が溶融し、電極32上に自己集合した樹脂14中に含有するはんだ粉16同士が溶融結合する。

[0026] 電極32は、溶融結合したはんだ粉16に対して濡れ性が高いので、図2(c)に示すように、電極32上に溶融はんだ粉よりなるバンプ19を形成する。最後に、図2(d)に示すように、樹脂14と基板40を除去することにより、電極32上にバンプ19が形成された配線基板31が得られる。

[0027] この方法の特徴は、配線基板31と基板40の隙間に供給された樹脂14を加熱することによって、気泡発生剤から気泡30を発生させ、気泡30が成長することで樹脂14を気泡外に押し出すことにより、樹脂14を配線基板31の電極32と基板40との間に自己集合させる点にある。

[0028] 樹脂14が電極32上に自己集合する現象は、図3(a)、(b)に示すようなメカニズムで起きているものと考えられる。

[0029] 図3(a)は、樹脂14が、成長した気泡(不図示)によって、配線基板31の電極32上に押し出された状態を示した図である。電極32に接した樹脂14は、その界面における界面張力(いわゆる樹脂の濡れ広がりに起因する力)Fsが、樹脂の粘度ηから発生する応力Fηよりも大きいので、電極32の全面に亙って広がり、最終的に、電極3

2の端部を境とした柱状樹脂が、電極32と基板40間に形成される。

[0030] なお、電極32上に自己集合して形成された柱状の樹脂14には、図3(b)に示すように、気泡30の成長(または移動)による応力Fbが加わるが、樹脂14の粘度ηによる応力Fηの作用により、その形状を維持することができ、一旦自己集合した樹脂14が消滅することはない。

[0031] ここで、自己集合した樹脂14が一定の形状を維持できるかどうかは、上記界面張力Fsの他に、電極32の面積S及び電極32と基板40との隙間の距離Lや、樹脂14の粘度ηにも依存する。樹脂14を一定形状に維持させる目安をTとすると、定性的には、以下のような関係が成り立つものと考えられる。

$T=K\cdot(S/L)\cdot\eta\cdot Fs$ (Kは定数)

上記の説明のように、この方法は、樹脂14の界面張力による自己集合を利用して、電極32上に樹脂14を自己整合的に形成するものであるが、かかる界面張力による自己集合は、配線基板31表面に形成された電極32が凸状に形成されているが故に、配線基板31と基板40間に形成されたギャップの中で狭くなっている電極32上にて起きる現象を利用したものと言える。

[0032] 本願出願人が提案した上記の方法を用いると、樹脂中に分散したはんだ粉を効率良く電極上に自己集合させることができ、また、均一性に優れ、かつ、生産性の高いバンプ形成が実現できる。また、樹脂中に分散したはんだ粉を、樹脂が供給された基板上の複数の電極上に分け隔てなく自己集合させることができるので、上記の方法は、樹脂が供給された配線基板上の全ての電極上に一括してバンプを形成する際に特に有用である。

[0033] 本願出願人は、上記方法をさらに深く検討している際に、配線基板の一部の領域にバンプを形成する場合に或る現象を観察した。以下、その現象について説明する。

[0034] 配線基板の構造によっては、配線基板のうちの一部の電極上だけにバンプを形成すればよいこともある。例えば、図4に示す配線基板31では、配線の先端部分である電極32上にバンプを形成するケースである。

[0035] 図4に示した配線基板の場合、電極32を含む領域117に、はんだ粉と気泡発生剤

(不図示)を含有した樹脂14を塗布する。その塗布した樹脂14を加熱すると、領域117内の電極32の上に自己集合的にバンプが形成されることになる。しかしながら、この場合において、同図に示すように、領域117以外の領域119にまで、樹脂14およびはんだ粉が移動して、電極32だけでなく配線32eの範囲にもはんだが濡れ広がったり、その配線32eにはんだ粉の集合ができたりする現象が見つかった。また、僅かなバランス差によってはんだ粉が偏移集合する例も見つかった。なお、図4中の寸法aは約1mmであり、寸法bは約1．25mmである。

[0036] さらに、図5に示すような配線パターンの中央の12個の電極(ランド)にバンプを形成しようとした場合について説明する。なお、図5における中央部分を有するような配線パターンの他の例として図6を示す。

[0037] この場合において、本願発明者は、次のような現象を観測した。まず、図7に示すように、はんだバンプがランド部位を越えて伸び広がった例があった。さらには、図8および図9に示すように、はんだ粉がランド部位とは関係ないところで集合した例も発見された。この関係ない箇所ではんだ粉が集合したのは、おそらく、図10に示すように、樹脂14が基板40をつたって、他の部分まで移動し(樹脂14a、14b、矢印50参照)、バンプ形成を想定してない電極33の上に、はんだ粉16が移動してしまったことに基づくと思われる。また、場合によっては、樹脂が配線間をつたって遠方まで流れ出てはんだ粉が移動する現象も観察された。

[0038] 樹脂14の移動を所定領域内にとどめることができるようなバンプ形成条件をその都度実験等により見つけ出して、その条件を厳密に制御したり、あるいは、所定領域以外をマスキングしたりすることも可能であるが、いずれも、本バンプ形成方法の簡便性が損なわれてしまう。

[0039] そこで、本願発明者は、はんだ粉16と気泡発生剤を含有した流動体(流動体)14を、配線基板の全面に付与して用いる場合に限らずに、配線基板の一部の領域に付与してもはんだバンプを簡便に形成することができる手法を鋭意検討して、本発明に至った。

[0040] 以下に、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。以下の図面においては、説明の簡略化のため、実質的に同一の機能を有する構成要素を同

一の参照符号で示す。本発明は以下の実施形態に限定されない。

[0041] 図11(a)～(c)は、本発明の実施形態におけるバンプ形成方法を説明するための工程断面図である。

[0042] まず、図11(a)に示すように、配線基板31のうち電極32を含む第1領域17の上に、導電性粒子16と気泡発生剤(不図示)を含有した流動体14を供給する。本実施形態における流動体14は、樹脂である。なお、導電性粒子16、気泡発生剤の具体例は後述する。

[0043] 第1領域17は、配線基板31の一部の範囲内の領域であることが多いが、配線基板31の全部(又はほぼ全部)の領域であってもよい。なお、第1領域17は、典型的には、バンプが形成される領域と同じ又はそれよりも一回り広い領域となる。第1領域17は、典型的には、バンプが形成される領域に対応し、そこに流動体14が供給されるのであるから、第1領域17は、面積や形状等によって制約されず、配線パターンや電極(ランド)のレイアウトによって決定されるものである。図4に示した領域117が、本実施形態の第1領域17に対応する場合には、第1領域17は、寸法a×寸法bに対応した範囲となり、例えば1mm×1．25mm又はそれと同程度の面積の範囲となる。

[0044] 次に、図11(b)に示すように、流動体14の上に、第1領域17と同等の面積を有する突起面13が主面18上に形成された基板(板状部材)40を配置する。具体的には、基板40の突起面13が、配線基板31の第1領域17に対向するように配置する。基板40の寸法および形状、ならびに、突起面13の寸法・高さ(13h)・形状は、バンプ形成条件に合わせてその都度、具体的に決定することができる。なお、本実施形態の一つの例では、基板40は、1cm×1cmの正方形で、突起面13は4mm×4mmの正方形で400μmの高さ(13h)である。ただし、この例は、あくまで一例であり、この寸法や形状に限定されない。

[0045] 基板(板状部材)40は、例えば、ガラス基板である。また、ガラス基板に限らず、セラミック基板、半導体基板(シリコン基板など)を用いることである。基板40として、透光性基板を用いると、プロセスの進捗状況およびバンプ形成確認が容易となるメリットがある。また、基板40として平担性に優れ、加工が容易な基板(例えば、ガラス基板)を用いることも好ましい。もちろん、基板40が安価であれば、それだけ製造プロセス上

のコストメリットも増える。

[0046] 図11(b)に示した状態で流動体14を加熱すると、図11(c)に示すように、流動体14中に含有する気泡発生剤から気泡30が発生する。本実施形態では、流動体14は、基板40の突起面13で当接させながら加熱される。また、配線基板31上に形成された電極32と基板40の突起面13との間には、一定の隙間が設けられており、当該一定の隙間は、導電性粒子16の粒径よりも広い。また、ここでは、基板40は固定または保持されており、流動体は加熱されている。

[0047] 図11(b)および(c)に示すように、基板40には突起面13が形成されているので、第1領域17に供給された流動体14を、突起面13との間の表面張力によって第1領域17に留めることができる。つまり、流動体14は第1領域17に保持されるので、流動体14が第1領域17を大きく超えて広がることが無く、その結果、局所的なバンプ形成を簡便に実行できる有効なプロセスとなる。

[0048] 次に、図12(a)から(d)も参照して、気泡30発生後の過程について説明を続ける。

[0049] 図12(a)に示すように、流動体14は、発生した気泡30が成長することで、この気泡30によって押し出される。なお、流動体14中の気泡発生剤から発生した気泡30は、基板40と配線基板31との間に設けられた隙間の周辺部から、外部に排出される。

[0050] 押し出された流動体14は、図12(b)に示すように、配線基板31の電極32との界面、及び基板40の突起面13との界面に柱状に集合する。それとともに、流動体14中の導電性粒子16は、電極32上に集合する。

[0051] 次に、流動体14をさらに加熱すると、図12(c)に示すように、流動体14中に含有する導電性粒子16が溶融し、その結果、導電性粒子16の自己集合が完了する。つまり、電極32上に溶融した導電性粒子よりなるバンプ19が形成される。

[0052] さらに、バンプ形成後、適切な量だけ、基板40を上下方向に移動させることにより、形成されたバンプにおける高さのばらつきを押さえることができる。これにより、バンプ形成後に実施される、例えばフリップチップ実装時における金属接合時に、平行度を高めることができ、接続信頼性を高めることができる。

[0053] 最後に、図12(d)に示すように、基板40を外すと、電極32上にバンプ19が形成された配線基板31が得られる。基板40の除去とともに流動体14を除去してもよい。

[0054] なお、基板40を外した後、流動体(樹脂)14を残しておいても構わないが、バンプ形成後、微小な導電性粒子(はんだ粉)が流動体14上に残渣として残る場合もあるので、信頼性の面を考慮して、図12(d)に示すように、残渣と一緒に流動体14を除去することを採用することも好適である。

[0055] 本実施形態のバンプ形成方法では、第1領域17上に供給された流動体14の表面に、第1領域17に対向するように突起面13を配置するので、流動体14を、表面張力によって第1領域17上に留めることができる。したがって、流動体14を加熱して気泡発生剤から気泡30を発生させた際に、流動体14が第1領域17を超えてそれ以外の領域に移動することを抑制することができる。これにより、第1領域17内に選択的にバンプ19を形成したい場合において、第1領域17以外に移動したはんだ粉16を事後的に取り除いたり、予めマスキングを施すといった手間を省き、簡易な方法で確実に、選択的にバンプを形成することが可能となる。また、流動体14は表面張力によって積極的に第1領域17内に留めることができることにより、バンプ19を第1領域17内に選択的に形成するための条件も緩和され、プロセス条件の自由度も大きくなる。

[0056] さらに、本実施形態の方法では、気泡30が成長することで流動体14を気泡外に押し出し、その効果によって流動体14を第1領域17の電極32上に自己集合させることができ、続いて、電極32上に自己集合した流動体14中に含有する導電性粒子16を溶融させることによって、濡れ性の高い電極32上に、溶融した導電性粒子からなるバンプ19を自己整合的に形成することができる。これにより、流動体14中に分散した導電性粒子16を効率よく電極32上に自己集合させることができ、均一性に優れ、かつ、生産性の高いバンプを電極上に形成することができる。

[0057] 図11(b)に示した状態を、図4に示したものと同様の電極32を含む配線基板に適用すると、図13(a)および(b)に示すようになる。図13(a)は、図4と同様な上面図であり、図13(b)は、図11(b)と同様な断面(側面)図である。

[0058] 図13(a)および(b)からもわかるように、本実施形態の構成においては、基板40の突起面13によって流動体14を第1領域17に留めることができるので、図4に示した例の場合と異なり、バンプ19は確実に電極(ランド)32上に自己集合的に形成する。つまり、本実施形態の構成では、突起面13による表面張力で流動体14は第1領域1

7内に保持されるので、配線32eの箇所や、または、第1領域17以外の他の電極パターンの一部に導電性粒子が集合しそれがショートの原因となったりすることを防止することができる。

[0059] なお、上述した実施形態では、配線基板31上に流動体14を供給した後、基板40を配置したが、それに限らず、先に、第1領域17と突起面13とを一定の隙間を設けて互いに対向させて配置し、然る後、導電性粒子16と気泡発生剤を含有した流動体14を、この隙間に供給するようにしてもよい。

[0060] 上述したように、本実施形態の方法では、気泡30が成長することで、導電性粒子16を含有する流動体14を気泡外に押し出し、その作用によって、電極32上に柱状に集合した流動体14中に含有する導電性粒子16を溶融させて、電極32上に溶融した導電性粒子16からなるバンプ19を自己整合的に形成することができる。

[0061] したがって、単に濡れ性だけを利用して電極上に自己集合させようと試みても実現できなかった場合であっても、本実施形態の方法によれば、電極32上に溶融した導電性粒子16からなるバンプ19を自己集合的に形成することができる。また、効率良く導電性粒子16を電極32上に自己集合させることができるので、過剰の導電性粒子16を流動体14中に含有させることなく、適量の導電性粒子16でもって、電極32上に必要とするバンプ19を形成することが可能となる。なお、導電性粒子16の最適な含有量は、例えば、以下のように設定することができる。

[0062] 配線基板31上に供給される流動体(例えば、樹脂)14の体積(VB)中に含有される導電性粒子16の全てが、配線基板31の電極32上のバンプ19の形成に寄与したとすると、バンプ19の総体積(VA)と、流動体14の体積(VB)とは以下のような関係式(1)が成り立つ。

$$VA:VB \fallingdotseq SA:SB \cdots (1)$$

ここで、SAは配線基板31の電極32の総面積、SBは配線基板31の所定領域(具体的には、上述の第1領域17)の面積をそれぞれ表す。これにより、樹脂14中に含まれる導電性粒子16の含有量は、以下のような式(2)で表される。

$$(\text{導電性粒子16の含有量}) = SA / SB \times 100[\text{体積\%}] \cdots (2)$$

よって、樹脂14中に含まれる導電性粒子16の最適な含有量は、概ね、以下のよう

な式(3)に基づいて設定することができる。

(導電性粒子16の含有量)＝SA／SB×100±α[体積%]・・・(3)

なお、上記パラメータ(±α)は、導電性粒子16が配線基板31の電極32上に自己集合する際の過不足分を調整するためのもので、種々の条件により決めることができる。

[0063] 配線基板31の電極32の配置は、様々な形態を取り得るが、図14、図15に示したような典型的な電極32の配置に対して、式(3)により最適な導電性粒子16の含有量を求めると、概ね以下のような値になる。

図14に示した配置(ペリフェラル配置)・・・0．5～5体積%

図15に示した配置(エリアアレイ配置)・・・15～30%体積%

このことから、電極32上に必要とするバンプ19を形成するには、樹脂14中に分散する導電性粒子16は、0．5～30体積%の割合で樹脂14中に含有していれば足りることになる。

[0064] 特に、本実施形態のバンプ形成方法によれば、突起面13が形成された基板40を用いて流動体14を表面張力によって第1領域17上に留めることができ、それゆえ、流動体14が第1領域17を超えてそれ以外の領域に移動することを抑制することができるので、導電性粒子16をさらに効率的な量に抑えることができる。すなわち、第1領域17を超えて移動し損失してしまう分の(つまり、余分な)導電性粒子16を考慮しなくてよかったり、あるいは、それを考慮する割合を少なくすることができる。

[0065] なお、一般に、導電性粒子16と樹脂14との重量比は約7程度なので、上記0．5～30体積%の割合は、概ね4～75重量%の割合に相当する。

[0066] また、流動体を突起面と配線基板の電極間に自己集合させる工程において、突起面と配線基板とのギャップを変動させながら行なってもよい。このようにすることによって、流動体を突起面と電極間に効率よく自己集合させることができる。

[0067] 次に、図16から図22を参照しながら、本実施形態のバンプ形成方法の実験結果例を説明する。

[0068] 図16および図17は、6個×6個のペリフェラルの電極配置の配線基板(FR－4基板)上に、導電性粒子と気泡発生剤を含有した流動体(樹脂ペースト)を塗布して加

熱した例である。

[0069] 図16は、突起面13が形成されていない平坦な基板(平板)を用いて実行した実験例であり、図16からわかるとおり、バンプの形成は完了しているものの、流動体(樹脂)は広範囲にわたって流れ出している。この流れ出した範囲に、他の電極や配線があれば、そこに導電性粒子の集合ができてしまう可能性がある。なお、図16の例で使用した基板は、1cm×1cmの正方形のガラス基板である。

[0070] 一方、図17は、突起面13を形成した基板を用いて実行した実験例である。なお、この実験は、導電性粒子を含有していない流動体(樹脂)について予備的に行ったもので、図17から分かるように、流動体(樹脂)が電極上に自己集合している。図17の例で使用した基板は、1cm×1cmの正方形のガラス基板に対して、突起面13となる凸状加工部分を4mm×4mmの正方形で、400μm高さで形成したものである。

[0071] 図18は、図17の実験例と同じ基板を用いて、導電性粒子を含有した流動体(樹脂)について行ったもので、図18から分かるように、バンプの形成は完了し、かつ、流動体(樹脂)は、突起面の表面張力効果によって所定範囲(具体的には、第1領域)にとどまっている。

[0072] 図19に示した実験例は、図18に示した実験例から樹脂を除去して、自己集合的に形成されたバンプを露出させたものである。図19からも、本実施形態のバンプ形成方法によって均一なバンプがきれいに形成されていることがわかる。なお、図20は、本実験例で形成されたバンプのSEM(走査性電子顕微鏡)写真である。

[0073] 図21は、電極数の多い(30個×30個)配線基板の上にバンプを形成した実験結果例を示している。図21は、突起面13が形成されていない平坦な基板(平板)を用いて実行した例である。図21からわかるとおり、バンプは形成できているものの、一部、導電性粒子の偏移が見られる。また、流動体(樹脂)の流れ出しも観察された。

[0074] 一方、図22は、図21と同じ配線基板にて、突起面13を形成した基板を用いて実行した実験結果例である。図22からわかるとおり、この例でも、バンプの形成は完了し、また、図21で見られた導電性粒子の偏移も見られない。加えて、突起面13の表面張力効果によって流動体は所定範囲(具体的には、第1領域17)の中でとどまっていることもわかる。なお、図21で見られた導電性粒子の偏移も、図21の例で使用した基

板を用いて条件を厳選することにより解消することは可能であるが、図22の例によれば、その条件を緩和でき、プロセスの選択の自由度を上げることができる。

[0075] また、図21及び図22の例でもわかるとおり、本実施形態のバンプ形成方法は、配線基板の一部に流動体を供給する場合だけでなく、配線基板の全部(又はほぼ全部)に流動体を供給する場合にも効果があることが理解できる。

[0076] 上述した本実施形態のバンプ形成方法は、さらに、次のような改変を行うこともできる。上記実施形態では、基板40の突起面13はその表面が平らなものを使用したが、それに限定されない。例えば、図23に示すように、第1領域17上に形成された複数の電極32と対向する位置に、電極32と略同一形状の凸状パターンまたは電極パターン41を形成した突起面13を用いても良い。このように突起面13の所定箇所に凸状パターンや電極パターン41を設けると、はんだ粉の自己集合をより容易にできる場合がある。なお、第1領域17と突起面13との間隔(距離)は、各種の条件(例えば、樹脂の粘度、はんだ粉の粒径、電極の大きさなど)に基づいて決定することができる。なお、凸状パターンまたは電極パターン41の少なくとも表面に、金属を形成しておくのも好適である。金属からなる電極パターン41は、印刷等の方法により簡単に形成することができる。

[0077] 本実施形態のバンプ形成方法と同様の効果は、基板40上に突起面13を形成するだけでなく、基板40のうち第1領域17に対向する領域15の周囲に凹部(または、溝)20を形成することによっても得ることができる。図24(a)～(c)を参照しながら、簡単に説明する。

[0078] まず、図11(a)と同様に、図24(a)に示すように、配線基板31の一部のうち電極32を含む第1領域17の上に、導電性粒子16と気泡発生剤(不図示)を含有した流動体14を供給する。次いで、図24(b)に示すように、配線基板31の第1領域17に対向する領域15の周囲に凹部20が形成されている基板40を、配線基板31の第1領域17に対向するように配置し、基板40と配線基板31とで流動体14を挟む。ここでは、流動体14の周囲は、凹部20の底部20bによって囲い込まれている。この状態で、流動体14を加熱すると、図24(c)に示すように、流動体14中に含有する気泡発生剤から気泡30が発生する。

[0079] 図11(b)および(c)に示した場合と同様に、図24(b)および(c)に示した場合でも、流動体14は、表面張力によって第1領域17上に留められる。以降は、図12(a)から(d)で説明した過程と同様に進行して、電極32上に自己集合的にバンプ19が形成されることになる。

[0080] なお、図24(b)および(c)で用いた基板40においても、図23に示した基板と同様に、基板40の表面(配線基板31に対向する面)に、凸状パターンまたは電極パターン41を形成することも可能である。

[0081] ここで、本実施形態に使用する流動体14、導電性粒子16、及び気泡発生剤は、特に限定されないが、それぞれ、以下のような材料を使用することができる。

[0082] 流動体14としては、室温から導電性粒子16の溶融温度の範囲内において、流動可能な程度の粘度を有するものであればよく、また、加熱することによって流動可能な粘度に低下するものも含む。代表的な例としては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、シリコーン樹脂、ジアリルフタレート樹脂、フラン樹脂、メラミン樹脂等の熱硬化性樹脂、ポリエステルエストラマ、フッ素樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミド樹脂、アラミド樹脂等の熱可塑性樹脂、又は光(紫外線)硬化樹脂等、あるいはそれらを組み合わせた材料を使用することができる。樹脂以外にも、高沸点溶剤、オイル等も使用することができる。

[0083] また、導電性粒子16及び気泡発生剤としては、図25及び図26に示すような材料から適宜組み合わせて使用することができる。なお、導電性粒子16の融点を、気泡発生剤の沸点よりも高い材料を用いれば、流動体14を加熱して気泡発生剤から気泡を発生させて、流動体を自己集合させた後、さらに、流動体14を加熱して、自己集合した流動体中の導電性粒子を溶融させ、導電性粒子同士を金属結合させることができる。

[0084] また、気泡発生剤は、沸点の異なる2種類以上の材料からなるものであってもよい。沸点が異なれば、気泡の発生、及び成長するタイミングに差が生じ、その結果、気泡の成長による流動体14の押し出しが、段階的に行なわれるので、流動体14の自己集合過程が均一化され、これにより、均一性のよい導電パターンを形成することができる。

[0085] なお、気泡発生剤としては、図26に挙げた材料以外に、流動体14が加熱されたときに、気泡発生剤が熱分解することにより気泡を発生する材料も使用することができる。そのような気泡発生剤としては、図27に挙げた材料を使用することができる。例えば、結晶水を含む化合物(水酸化アルミニウム)を使用した場合、流動体14が加熱されたときに熱分解し、水蒸気が気泡となって発生する。

[0086] 次に、本実施形態のバンプ形成方法を実行するための好適なバンプ形成装置について、図28～図37を参照しながら説明する。

[0087] 図28は、本発明の実施形態におけるバンプ形成装置100を模式的に示している。本実施形態のバンプ形成装置100は、配線基板31上にバンプを形成する装置であり、配線基板31を載置するためのステージ50と、ステージ50に対向して配置されるヘッダー52とから構成されている。

[0088] ヘッダー52は、ステージ50の上方に配置される基板(板状部材)40を吸着可能な吸着機構53を備えており、そして、板状部材40を吸着した状態で上下動可能な機構(不図示)を持っている。さらに、ヘッダー52及びステージ50の少なくとも一方には、加熱機構が設けられており、図28に示した例では、ステージ50に加熱機構60が取り付けられてものを示している。本実施形態における加熱機構60は、配線基板31を加熱することができるヒータである。加熱機構は、ステージ50とともに、ヘッダー52にも取り付けて、上下両方から加熱させるようにすることも可能である。

[0089] 本実施形態の構成においては、加熱機構60によって配線基板31を加熱することができ、その加熱の際に、ヘッダー52は、ステージ50を基準に所定間隔(第1の間隔)で板状部材40を保持することができる。

[0090] 続いて、図29(a)から図33(b)を参照しながら、本実施形態のバンプ形成装置100の動作の一例について説明する。

[0091] まず、図29(a)に示すように、ヘッダー52の吸着機構53によって板状部材40を吸着し、その状態でヘッダー52を上方に移動させる(矢印55)。ヘッダー52の移動は、モータのような可動機構を用いればよい。

[0092] 一方、ステージ50の上には、電極32が形成された配線基板31を載置しておく。ステージ50は、配線基板31を吸着して固定可能な機構を備えており、それにより配線

基板31をステージ50上に固定することができる。配線基板31は、樹脂製の配線基板(例えば、FR－4基板)、セラミック基板などを用いることができる。また、リジッド基板に限らず、フレキシブル基板を用いることも可能である。なお、本実施形態における配線基板31は、BGA(ボール・グリッド・アレイ)に用いられるような中間基板(インターポーザ)であってもよい。

[0093] ヘッダー52を移動させると、図29(b)に示すようになる。その後、図29(c)に示すように、ディスペンサ70を用いて、配線基板31上の電極32を含む領域に流動体14を塗布する。ディスペンサ70内には流動体(例えば、樹脂ペースト)14が充填されている。

[0094] 本実施形態の流動体14は、導電性粒子と気泡発生剤を含有している。本実施形態における流動体14は、樹脂である。なお、本実施形態において、流動体14をペーストと称することもある。

[0095] また、本実施形態では、図29(a)に示した状態から説明したが、もちろん、図29(b)に示した状態からプロセスを開始することが可能である。加えて、流動体(樹脂ペースト)14の付与方法は、ディスペンサ70による塗布に限らず、他の方法を用いることも可能である。

[0096] 次に、図30(a)に示すように、ヘッダー52を下降させて(矢印56)、板状部材40をステージ50の方に近づけていく。次いで、図30(b)に示すように、板状部材40と、ステージ50上に配置された配線基板31とによってペースト14を挟み込む。言い換えると、ペースト14を介して配線基板31と板状部材40との間に所定の間隔(第1の間隔)ができるようにヘッダー52を移動させる。この所定の間隔(隙間)は、ペースト中に含まれている導電性粒子の粒径よりも広い。

[0097] 次に、図31(a)に示すように、ヒータ60を用いてステージ50を加熱して(加熱時のステージを「50a」と表す)、配線基板31上に付与されたペースト14を加熱する。すると、図31(b)に示すように、ペースト14に含有する気泡発生剤から気泡30が発生する。

[0098] この加熱時においては、ヘッダー52は、ステージ50を基準に所定の間隔で板状部材40を保持している。板状部材40をヘッダー52によって固定していることにより、気

泡発生剤から気泡30は、板状部材40と配線基板31との間の専ら隙間の広い所(例えば、配線基板31中の電極32が形成されていない箇所)を通り抜けて、板状部材40の外縁から吹き出して排出されていく。

[0099] 加熱プロセスが進むと、図32(a)に示すように、電極32上にバンプ19が形成されていく。つまり、気泡発生剤の気泡30の作用に基づいた樹脂の自己集合およびそれに続くはんだの自己整合的な自己集合を通して、配線基板31の電極32上にバンプ19が形成される。

[0100] なお、ステージ50を基準にしたヘッダー52との所定の間隔(第1の間隔)は、加熱時においてカッチリと固定されるようにヘッダー52を制御してもよいし、樹脂の自己集合及びはんだの自己集合が形成しやすいように、加熱工程のプロファイルにあわせて、間隔を僅かに広げる微上昇動作(矢印56)を行うようにヘッダー52を制御してもよい。また、広げるだけでなく、その間隔を小刻みに変動させるようにヘッダー52を制御してもよい。このような間隔制御は、バンプ高さを高くさせたり、バンプ高さを均一にする効果を得る場合に行われ得る。加熱時に間隔の変動させる場合は、プロセスにも依存するが、例えば、第1の間隔に対して10%以下程度の変動距離をめどにすればよい。

[0101] また、ペースト14の加熱工程は、ステージ50からの加熱のみならず、ヘッダー52から板状部材40を通しての加熱を併用して行うことも可能である。その場合には、板状部材40は、熱伝導率の良いもの(例えば、セラミック材料)を用いるようにすることが好ましい。

[0102] 気泡発生剤の気泡30の作用に基づいた樹脂の自己集合およびそれに続くはんだの自己整合的な自己集合を通して、配線基板31の電極32上にバンプ19が形成された後は、ヒータ60の加熱をストップして、図32(b)に示すように、ヘッダー52を上昇させる(矢印57)。この時、同図に示すように、板状部材40を残してヘッダー52を上昇させてもよいし、板状部材40を吸着したままヘッダー52を上昇させてもよい。なお、バンプ形成を終えた後の板状部材40は、新しいものに交換されるか、あるいは、洗浄した後に再利用される。

[0103] なお、バンプ19の形成後に、適切な量だけ、板状部材40を上下方向に移動させる

ことにより、形成されたバンプ19における高さのばらつきを押さえることができる。これにより、バンプ形成後に実施される、例えばフリップチップ実装時における金属接合時に、平行度を高めることができ、接続信頼性を高めることができる。

[0104] 最後に、図33(a)に示すように、板状部材40を取り外し、さらに、図33(b)に示すように、配線基板31をステージ50から外して取り出せば、電極32上にバンプ19が形成された配線基板31を得ることができる。

[0105] なお、板状部材40を外した後、流動体(樹脂)14を残しておいても構わないが、バンプ形成後、微小な導電性粒子(はんだ粉)が流動体14上に残渣として残る場合もあるので、信頼性の面を考慮して、残渣と一緒に流動体14を除去することを採用することも好適である。

[0106] 加えて、板状部材40として、例えば半導体チップを用いた場合には、本実施形態のバンプ形成方法を利用して、フリップチップ実装を行うこともできる。つまり、板状部材40を除去せずに、そのまま、配線基板31上にフリップチップ実装された半導体実装体(モジュール)を形成することもできる。その場合において、流動体14が硬化樹脂のときには、その流動体14を硬化させてアンダーフィルとして使用することもできる。なお、流動体14を除去して、その後、アンダーフィルを注入してもよい。

[0107] また、ステージ50を移動式にして、図29(a)から図33(b)に示した工程を流れ作業的に行うことも可能である。例えば、図32(a)(あるいは、図32(b))に示した状態から板状部材40を上方に移動させるとともに、バンプ形成後の配線基板31を取り除いて、図29(b)に示す状態にし、図29(b)に示す状態からステージ50を移動させてディスペンサ70の下方に持ってきて、さらに、ペースト付与後にステージ50を移動させて、図30(a)から図31(b)までの工程(あるいは、その後の図32(a)又は(b)までの工程)を実行させることもできる。

[0108] 本発明の実施形態に係るバンプ形成装置100によれば、配線基板31を載置するためのステージ50と、板状部材40を吸着可能で上下動可能な機構を持ったヘッダー52との少なくとも一方に加熱機構(ヒータ)60が設けられ、加熱機構60による加熱の際に、ヘッダー52が板状部材40を保持することができるので、ステージ50の上に配線基板31を介して、導電性粒子と気泡発生剤とを含有した流動体(ペースト)14を

供給した場合に、加熱機構(ヒータ)60の加熱によって気泡発生剤から気泡30を発生させ、その発生した気泡30によって導電性粒子を配線基板31の電極32上に自己集合させることができる。その結果、生産性に優れたバンプ形成を実施することができる。

[0109] 上述の実施形態においては、流動体14となるペーストの供給にディスペンサ70を用いたが、ディスペンサは、エアパルス式、ジェット式、スクリュー式、メカニカル式などの各種のものを適宜使用することができる。また、ペースト14の供給は、ディスペンサを用いたものに限らず、他の手法を用いることができる。例えば、図34(a)および(b)に示すように、ペースト14をディッピング可能なニードル部材72を用いて、ペースト14を配線基板31上に付与することも可能である。

[0110] さらに説明すると、図34(a)に示すように、ニードル部材72を下降させて(矢印76)、ペースト14をストックしている箇所に突き刺して、ニードル部材72の表面張力を利用してペースト14の一部14aを取り出す(矢印77)。

[0111] 次に、図34(b)に示すように、ペースト14の一部14を保持したニードル部材72を配線基板31上に付与して(矢印78)、その後、そのニードル部材72を引き上げる(矢印79)。

[0112] このようにして、ペースト14を配線基板31上に供給することができる。配線基板31上に必要なペースト14が少量な場合(または極少量な場合)、ディスペンサ70による供給では供給量の調整が困難なことがあり得るが、ニードル部材72を用いたペースト14の供給では少量の供給にも容易に対応することができる。また、ディスペンサ70を設置すると、コスト高なバンプ装置となってしまう可能性があるが、ニードル部材72は簡便な器具なので、ニードル部材72を用いればそのような問題を比較的容易に回避することができる。

[0113] また、ニードル部材72を用いたものに限らず、図35に示すように、マスク73とスキージ74を用いてペースト14を印刷により供給してもよいし、図36に示すように、ブレード装置75を用いてブレードによってペースト14を供給してもよい。

[0114] さらに、本実施形態のバンプ形成装置100において、板状部材40を回転させる機構を設けることも可能である。図37は、バンプ形成装置100を上方から見た構成を示

している。図37に示した例では、バンプ形成装置100は、板状部材40を回転可能な機構を有しており、ヘッダー52とは異なる領域に、洗浄装置80が配置されている。図示されたバンプ形成装置100では、ヘッダー52の箇所でバンプ形成を行った後、板状部材40を回転して(矢印82)、洗浄装置80の箇所に持ってきて板状部材40を洗浄し、次いで、板状部材40を再び回転させて(矢印83)、再度、ヘッダー52の箇所でバンプ形成を行うことができる。この回転機構は、ヘッダー52に設けてもよいし、あるいは、ヘッダー52と異なる箇所に設けてもよい。

[0115] 本願発明者が、狭ピッチのアレイタイプ(例えば、電極32ピッチが500μm程度またはそれ以下)のバンプ19を形成する実験をしたところ、配線基板31を板状部材40に対して鉛直上方および下方に配置するかによって違いがでる例が観察されることがわかった。狭ピッチのものでなければ、その差は無視できるものであるが、配線基板31を下方に配置した場合(すなわち、ステージ50側)には、下から加熱しても(ステージ50側からの加熱)、上から加熱しても(板状部材40側からの加熱)、ショート等の問題なくバンプ19を形成することができた。一方、配線基板31を上方に配置した場合(すなわち、ヘッダー52側)には、下から加熱しても(ステージ50側からの加熱)、上から加熱しても(板状部材40側からの加熱)、形成されるバンプ19間にショートが生じたケースが見られた。

[0116] これは、板状部材40の界面張力による流動体(樹脂)14の広がりと重力とが影響していると推測される。さらに説明すると、図38(a)に示すように、配線基板31を下方に配置した場合には、流動体14の広がりをある程度の範囲内に留めることができて、ショートの問題は生じにくいが、図38(b)に示すように、配線基板31を上方に配置した場合には、流動体14が予想以上に広がり、したがって、ショート35の問題が生じやすくなる傾向が強まると思われた。それゆえに、配線基板31は下方に配置することが、特に狭ピッチの場合(例えば、バンプ19が形成される電極となるランドの間隔が500μm以下の場合)に好ましい。

[0117] また、バンプ形成のための加熱時における加熱速度について実験を行ったところ、100℃/秒以上(好ましくは、150℃/秒以上)の昇温加熱を行うと、使用する材料にあわせてプロセス条件を厳密にコントロールせずにある程度緩和しても、バンプ19

を形成できることがわかった。例えば、樹脂製の配線基板31を下側に配置して、310℃／秒、155℃／秒、103℃／秒の昇温速度を持った加熱プロセスを実行した時に（加熱時間は、30秒）、ショート等の問題なくバンプ19を形成することができた。加熱機構60は、例えば、セラミックヒータを用いることができる。

[0118] なお、昇温速度をプロセスの最適化のために特別に上昇させるということは、それだけ高価な加熱装置（ヒータ）60を用いるということになるため、できるだけその条件（昇温速度）を緩和させたい。その場合、配線基板31側と板状部材40側の両方から加熱を実行することが好ましい。例えば、配線基板31側の加熱は、略一定の温度での一定加熱を行い（言い換えると、補助加熱または予備加熱）、板状部材40側の加熱は、温度上昇を伴った昇温加熱を行うことができる。板状部材40側の加熱を行う場合には、ガラス基板よりも熱伝導率の高い基板（例えば、セラミック基板）を用いることが好ましい。また、配線基板31として、セラミック製の配線基板を用いると、下側の加熱（ステージ50側からの加熱）の効率を高めることができる。

[0119] 上述したように、本実施形態の方法では、気泡30が成長することで、導電性粒子16を含有する流動体14を気泡外に押し出し、その作用によって、電極32上に柱状に集合した流動体14中に含有する導電性粒子を溶融させて、電極32上に溶融した導電性粒子16からなるバンプ19を自己整合的に形成することができる。

[0120] したがって、単に濡れ性だけを利用して電極上に自己集合させようと試みても実現できなかった場合であっても、本実施形態の方法によれば、電極32上に溶融した導電性粒子からなるバンプ19を自己集合的に形成することができる。また、効率良く導電性粒子を電極32上に自己集合させることができるので、過剰の導電性粒子を流動体14中に含有させることなく、適量の導電性粒子でもって、電極32上に必要とするバンプ19を形成することが可能となる。

[0121] 以上、本発明を好適な実施形態により説明してきたが、こうした記述は限定事項ではなく、勿論、種々の改変が可能である。

産業上の利用可能性

[0122] 本発明によれば、簡易な方法により選択的にバンプを形成する方法を提供することができる。

請求の範囲

[1] 配線基板の電極上にバンプを形成する方法であって、

配線基板のうち電極を含む第1領域の上に、導電性粒子と気泡発生剤を含有した流動体を供給する工程(a)と、

主面上に突起面が形成された基板を、当該突起面が前記配線基板の第1領域に対向するように配置する工程(b)と、

前記流動体を加熱して、該流動体中に含有する前記気泡発生剤から気泡を発生させる工程(c)と、

前記流動体を加熱して、該流動体中に含有する前記導電性粒子を溶融する工程(d)と

を含み、

前記工程(c)において、前記流動体は、前記気泡発生剤から発生した気泡によって、前記電極上に自己集合し、

前記工程(d)において、前記電極上に自己集合した前記流動体中に含有する導電粒子が溶融することによって、前記電極上にバンプを形成する、バンプ形成方法。

[2] 前記工程(a)において、前記流動体が供給される前記第1領域は、前記配線基板の一部の領域である、請求項1に記載のバンプ形成方法。

[3] 前記基板は、透光性基板である、請求項1に記載のバンプ形成方法。

[4] 前記透光性基板は、ガラス基板である、請求項3に記載のバンプ形成方法。

[5] 前記基板の突起面には、前記電極に対向する位置に凸状パターン又は電極パターンが形成されている、請求項1に記載のバンプ形成方法。

[6] 前記流動体に含有されている前記気泡発生剤は、前記工程(c)において、前記流動体が加熱されたときに沸騰する材料、または、熱分解することにより気体を発生する材料からなる、請求項1に記載のバンプ形成方法。

[7] 前記工程(c)において、前記配線基板上に供給された前記流動体を前記基板の前記突起面で当接させながら、前記流動体を加熱する、請求項1に記載のバンプ形成方法。

[8] 前記工程(c)において、前記配線基板上に形成された前記電極と前記基板の前記

突起面との間に隙間が設けられている、請求項7に記載のバンプ形成方法。

[9] 前記工程(c)において、前記隙間の大きさが変動する、請求項8に記載のバンプ形成方法。

[10] 前記隙間は、前記導電性粒子の粒径よりも広い、請求項8または9に記載のバンプ形成。

[11] 前記工程(c)において、前記気泡発生剤から発生した気泡は、前記基板と前記配線基板との間に設けられた隙間の周辺部から、外部に排出される、請求項1に記載のバンプ形成方法。

[12] 前記工程(d)の後、前記基板を除去する工程をさらに包含する、請求項1に記載のバンプ形成方法。

[13] 前記基板は、前記配線基板の鉛直上方に配置される、請求項1に記載のバンプ形成方法。

[14] 配線基板の電極上にバンプを形成する方法であって、

前記配線基板の一部のうち電極を含む第1領域の上に、導電性粒子と気泡発生剤を含有した流動体を供給する工程(a)と、

主面上に凹部が形成され基板を、当該凹部が前記配線基板の第1領域の周囲を囲むように配置する工程(b)と、

前記流動体を加熱して、該流動体中に含有する前記気泡発生剤から気泡を発生させる工程(c)と、

前記流動体を加熱して、該流動体中に含有する前記導電性粒子を溶融する工程(d)と

を含み、

前記工程(c)において、前記流動体は、前記気泡発生剤から発生した気泡によって、前記電極上に自己集合し、

前記工程(d)において、前記電極上に自己集合した前記流動体中に含有する導電粒子が溶融することによって、前記電極上にバンプを形成する、バンプ形成方法。

[15] 前記工程(a)において、前記流動体が供給される前記第1領域は、前記配線基板の一部の領域である、請求項14に記載のバンプ形成方法。

[16] 請求項1または14に記載のバンプ形成方法により配線基板の電極上にバンプを形成する装置であって、

前記配線基板を載置するステージと、

主面上に突起面または凹部が設けられた基板を保持するヘッダーと、

前記ステージまたは前記保持部を加熱する加熱機構と

を備え、

前記ステージに載置された前記配線基板の電極を含む第1領域の上に、導電性粒子及び気泡発生剤を含有した流動体が供給され、

前記ヘッダーで保持された前記基板が、前記突起面が前記配線基板の第1領域に対向するように、または前記凹部が前記配線基板の第1領域の周囲を囲むように配置され、

前記加熱機構により前記流動体が加熱されて、該流動体中に含有する前記気泡発生剤から発生した気泡により前記流動体が前記電極上に自己集合し、

前記加熱機構により前記流動体がさらに加熱されて、前記電極上に自己集合した前記流動体中に含有する前記導電粒子が溶融することによって、前記電極上にバンプが形成される、バンプ形成装置。

[17] 配線基板の電極上にバンプを形成するバンプ形成装置であって、

前記配線基板を載置するステージと、

前記ステージに対向して配置される板状部材を保持するヘッダーと、

前記ステージまたは前記ヘッダーを加熱する加熱機構と

を備え、

前記ヘッダーは、前記ステージに対して上下動可能な機構を有し、

前記ステージに載置された前記配線基板上に、導電性粒子及び気泡発生剤を含有した流動体が供給され、

前記ヘッダーで保持された前記板状部材が、前記配線基板上に供給された前記流動体に当接して配置され、

前記加熱機構により前記流動体が加熱されて、該流動体中に含有する前記気泡発生剤から発生した気泡により前記流動体が前記電極上に自己集合し、

前記加熱機構により前記流動体がさらに加熱されて、前記電極上に自己集合した前記流動体中に含有する前記導電粒子が溶融することによって、前記電極上にバンプが形成される、バンプ形成装置。

[18] 前記導電性粒子及び気泡発生剤を含有した流動体を付与するディスペンサをさらに備え、

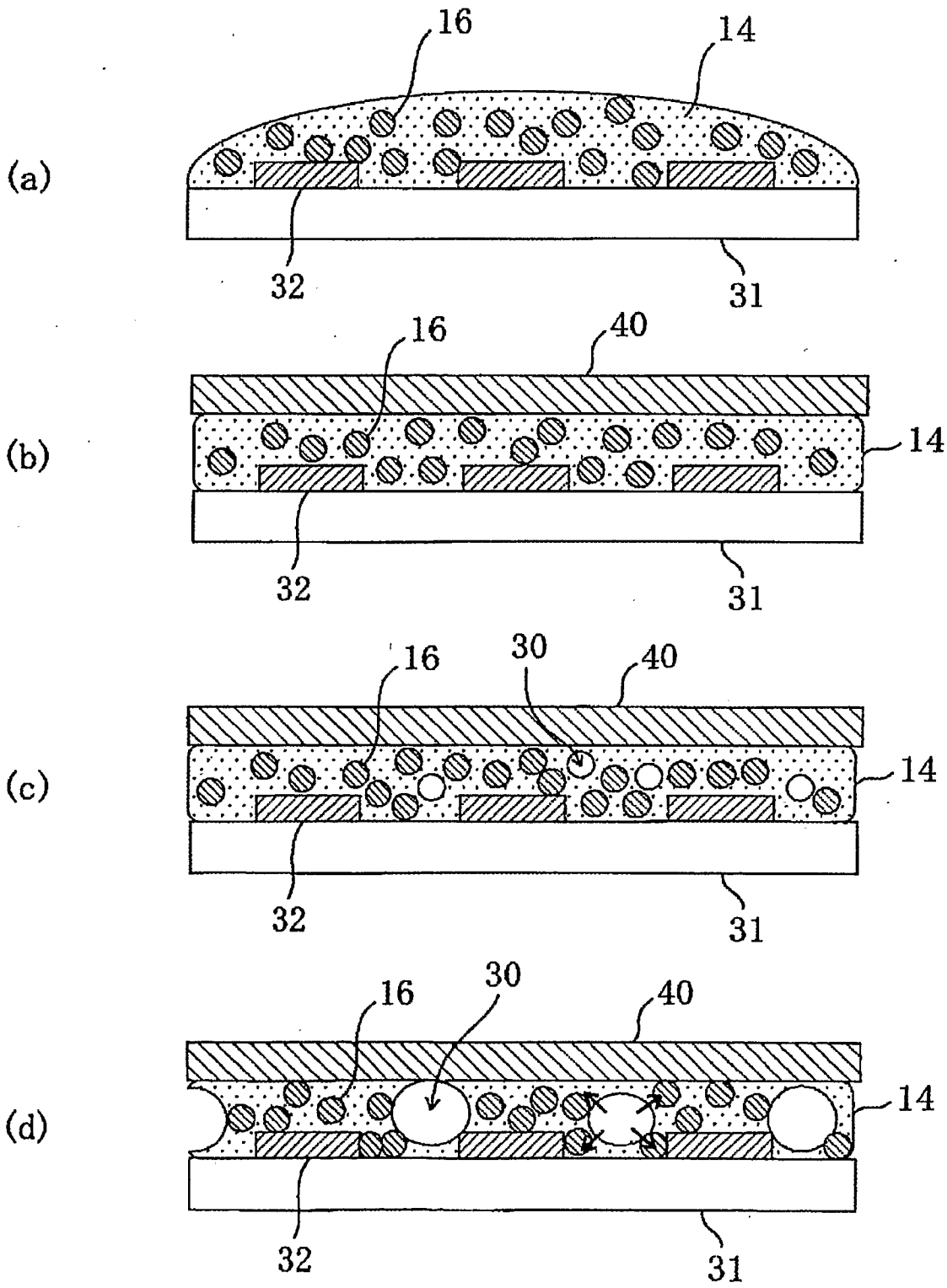
前記流動体は、前記ディスペンサにより前記配線基板上に供給される、請求項17に記載のバンプ形成装置。

[19] 前記加熱機構は、前記ステージ及び前記ヘッダーに設けられており、

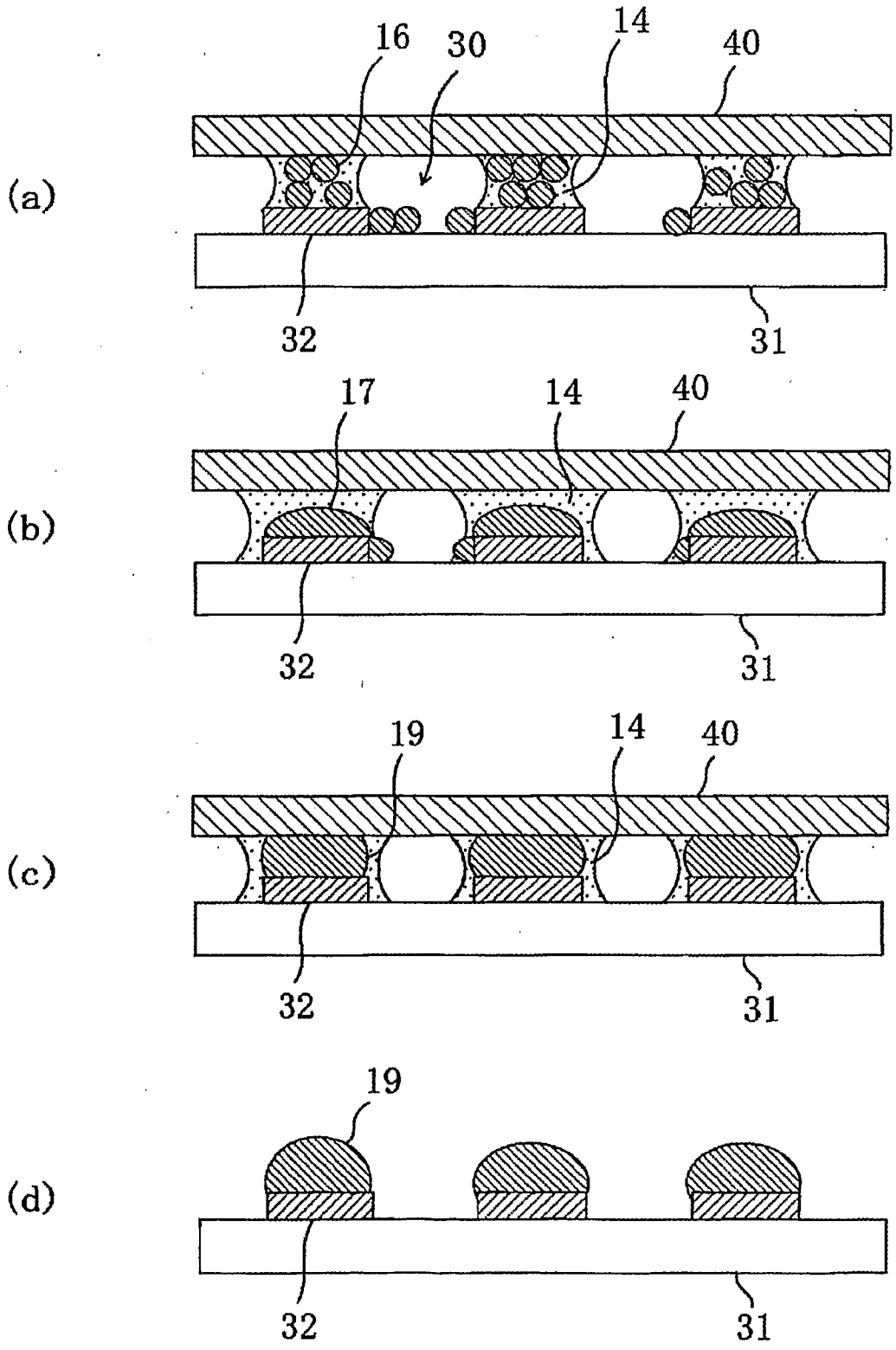
前記加熱機構により前記流動体を加熱する際、前記ステージは一定温度に加熱され、前記ヘッダーは昇温加熱される、請求項17に記載のバンプ形成装置。

[20] 前記ヘッダーは、100℃／秒以上の昇温速度で加熱される、請求項17に記載のバンプ形成装置。

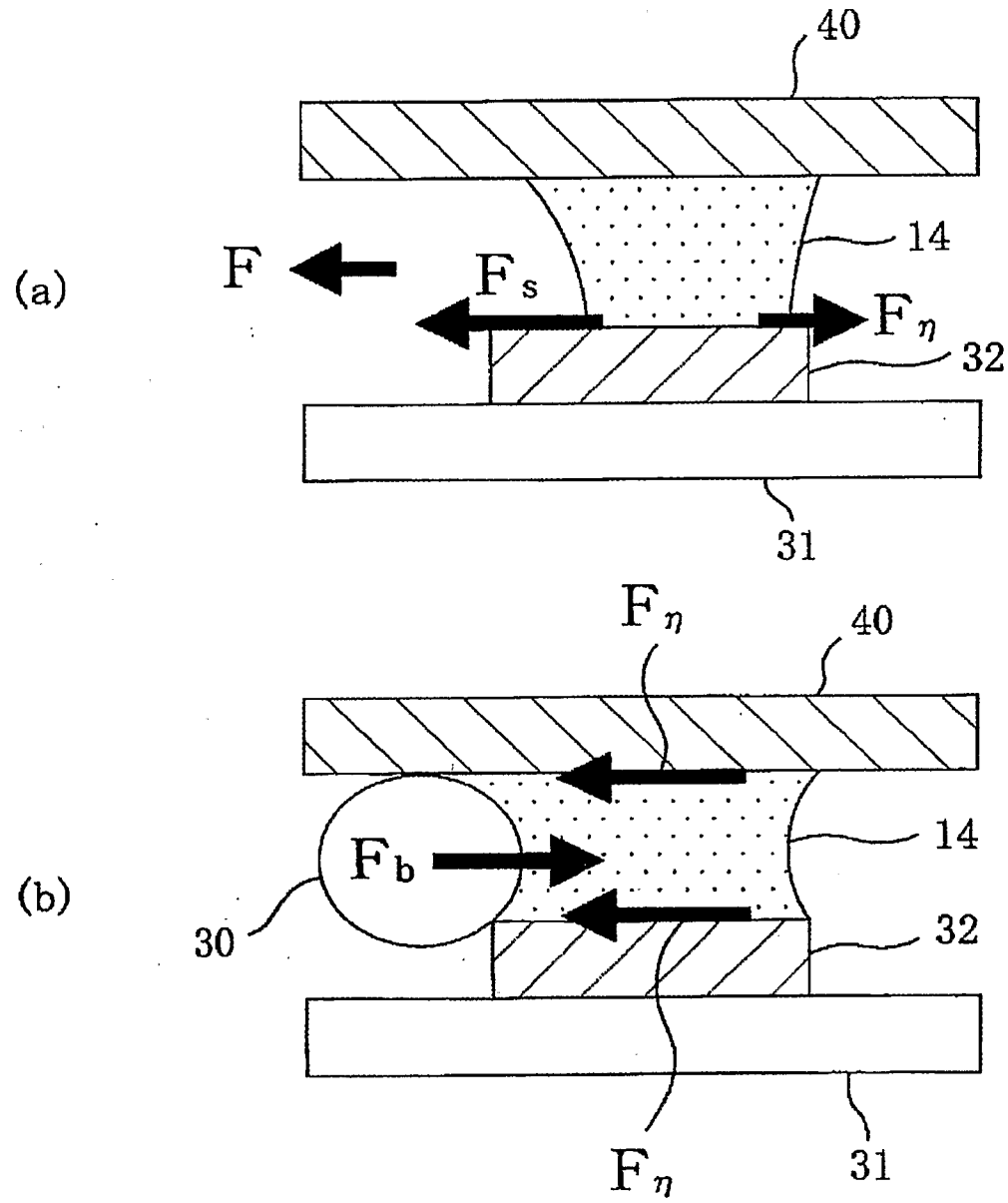
第1図



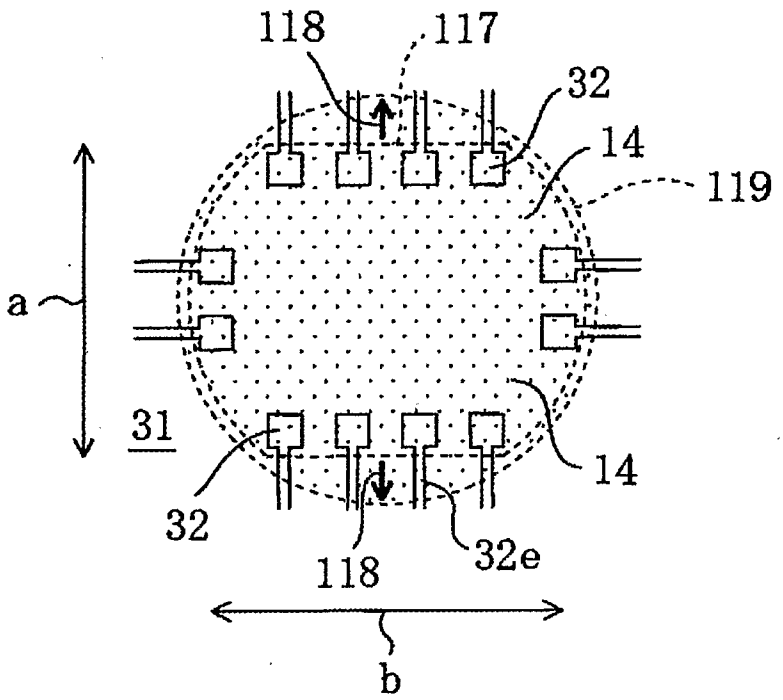
第2図



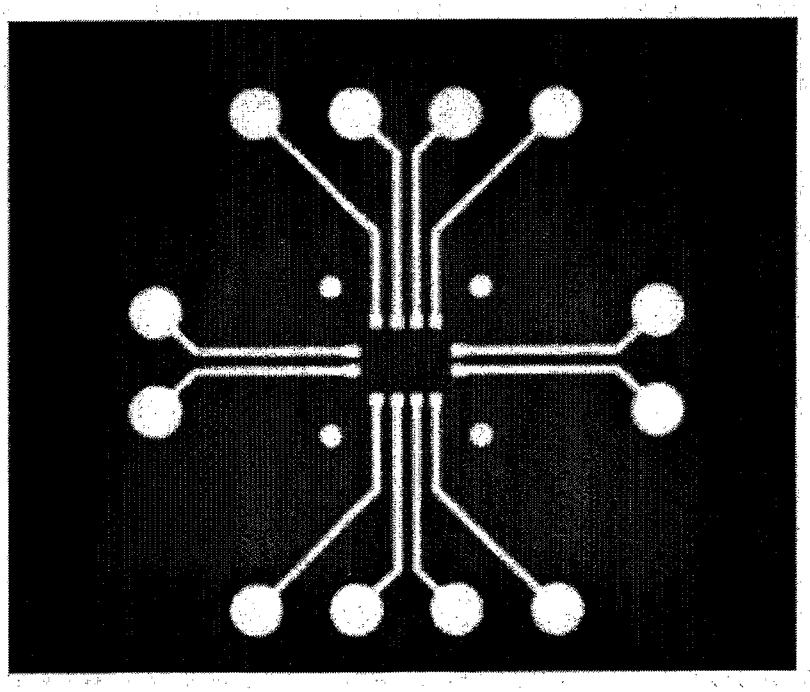
第3図



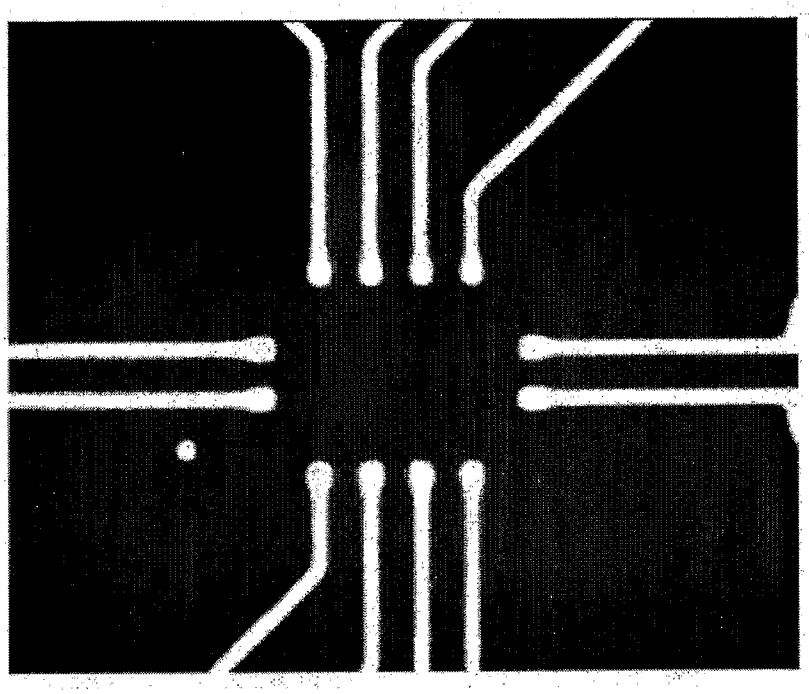
第4図



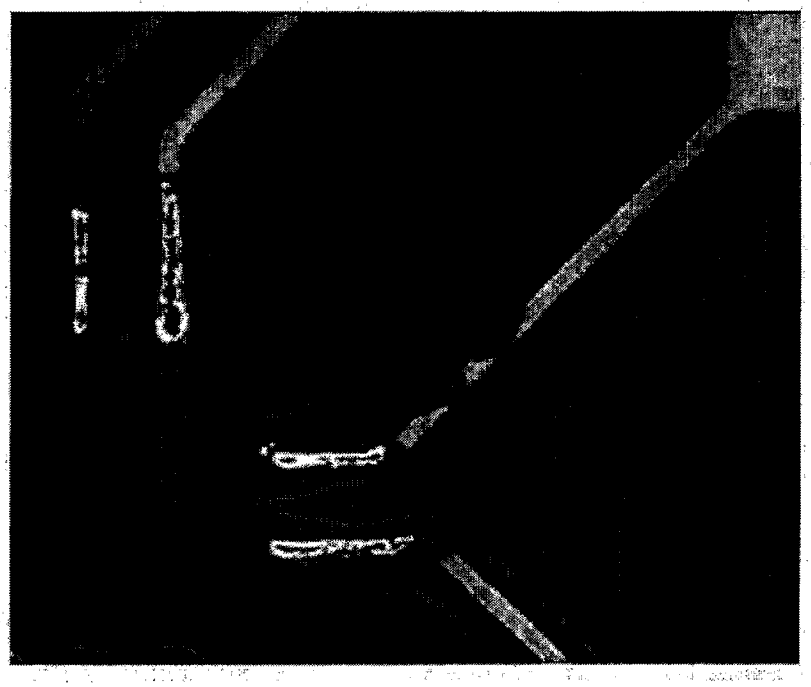
第5図



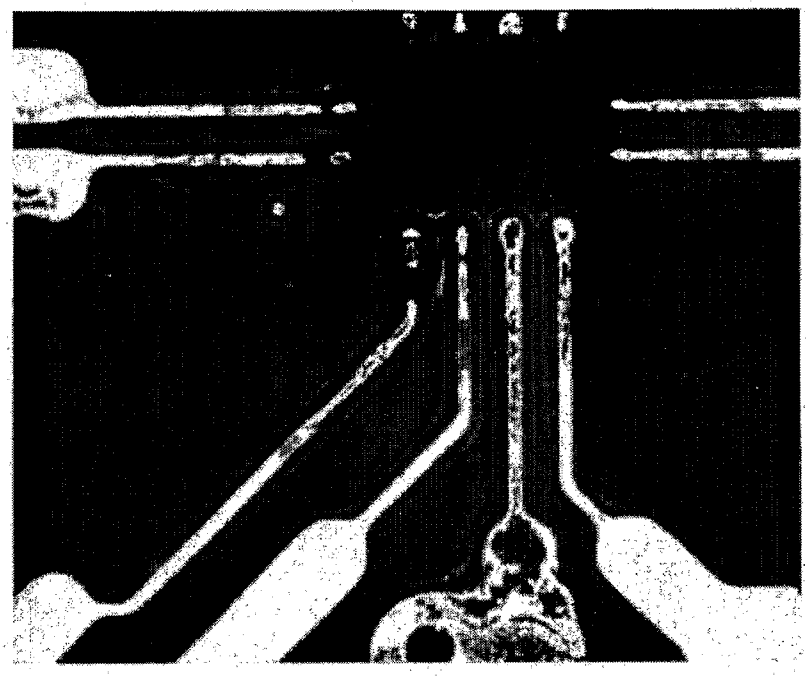
第6図



第7図



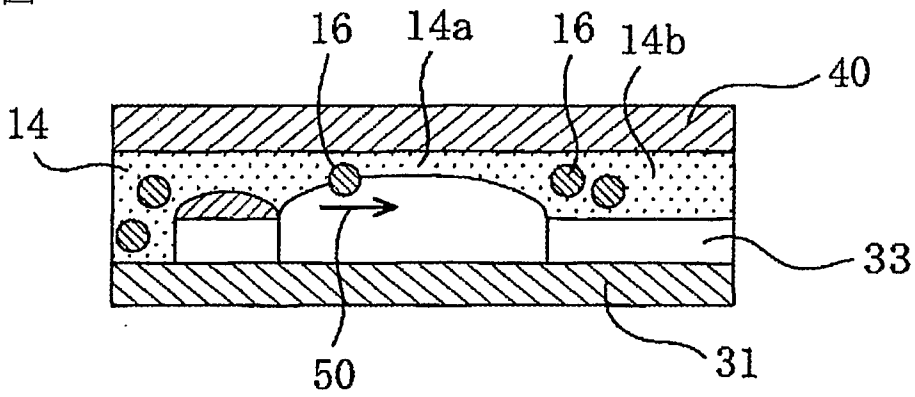
第8図



第9図

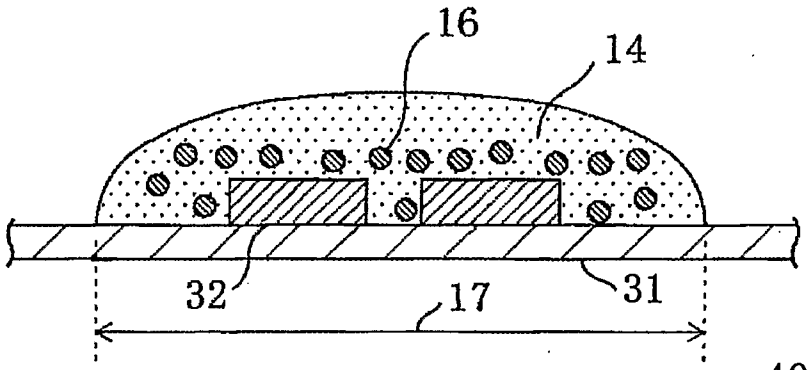


第10図

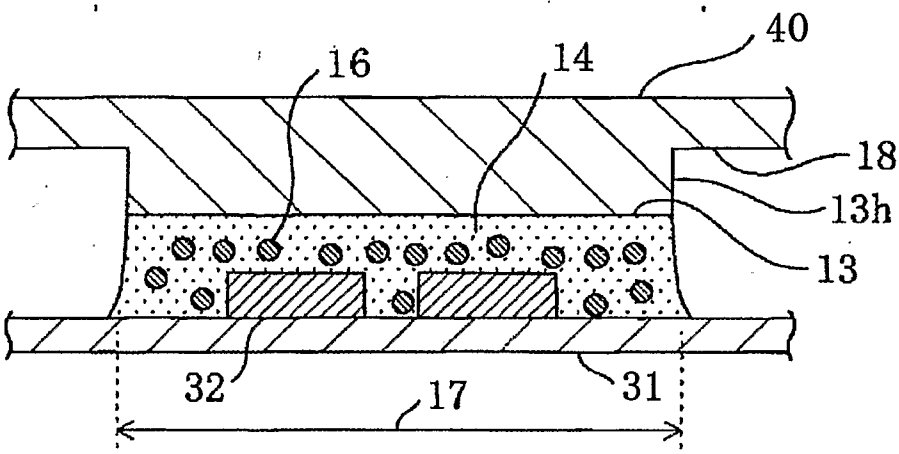


第11図

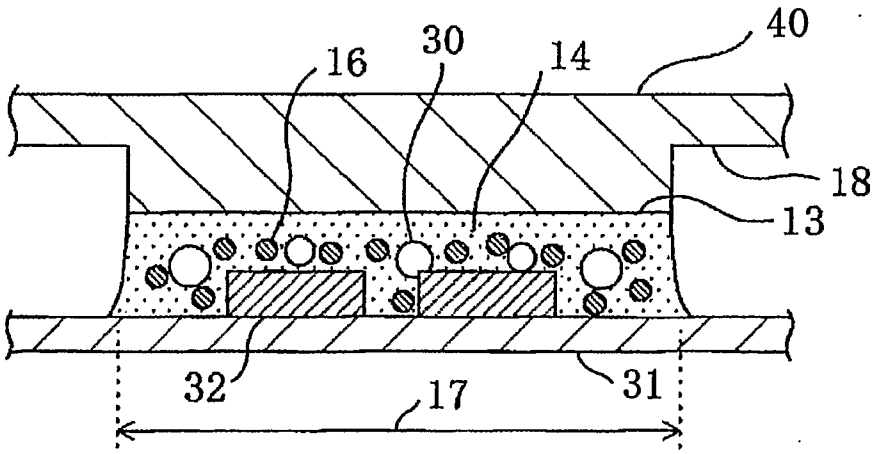
(a)



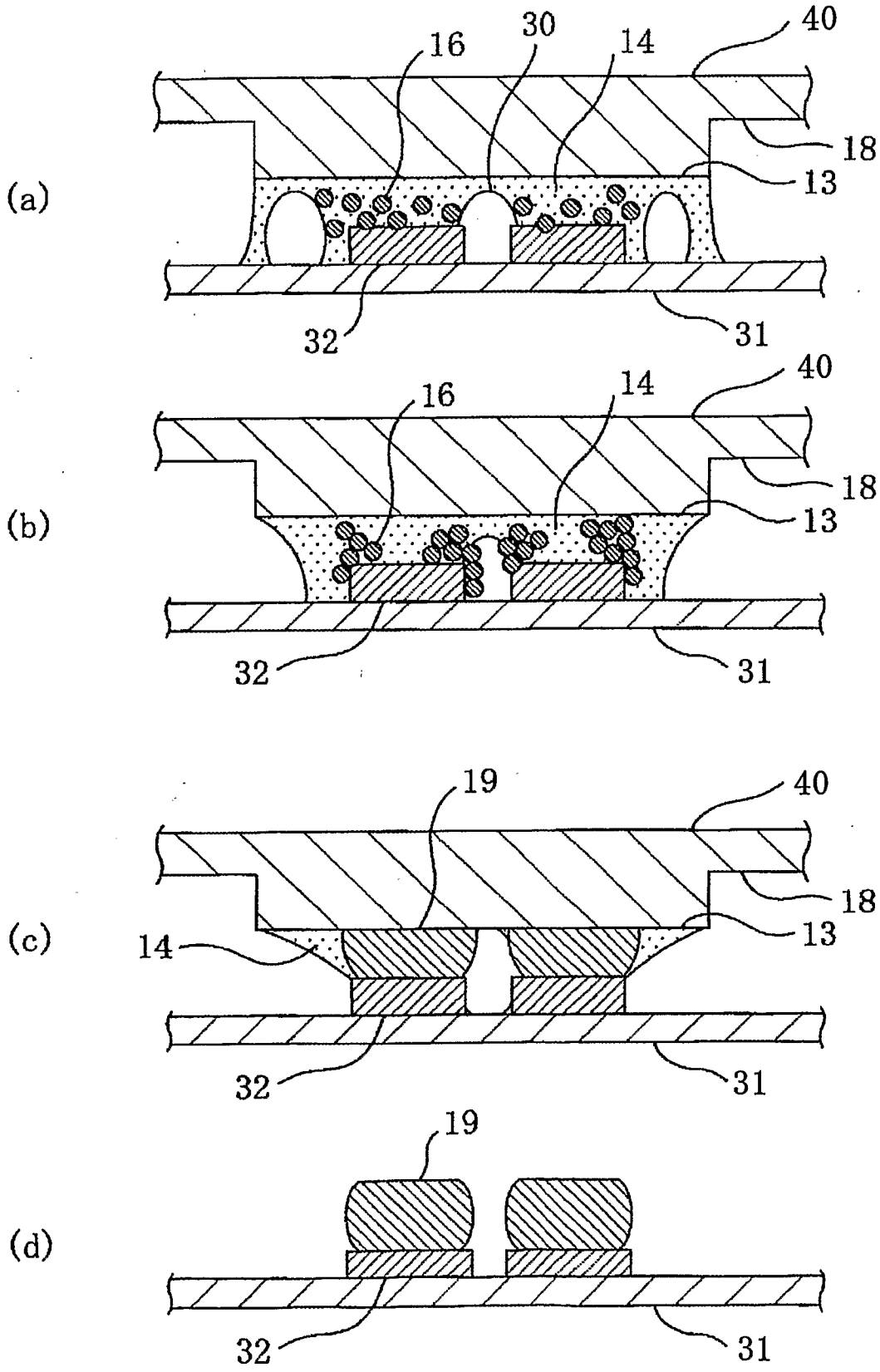
(b)



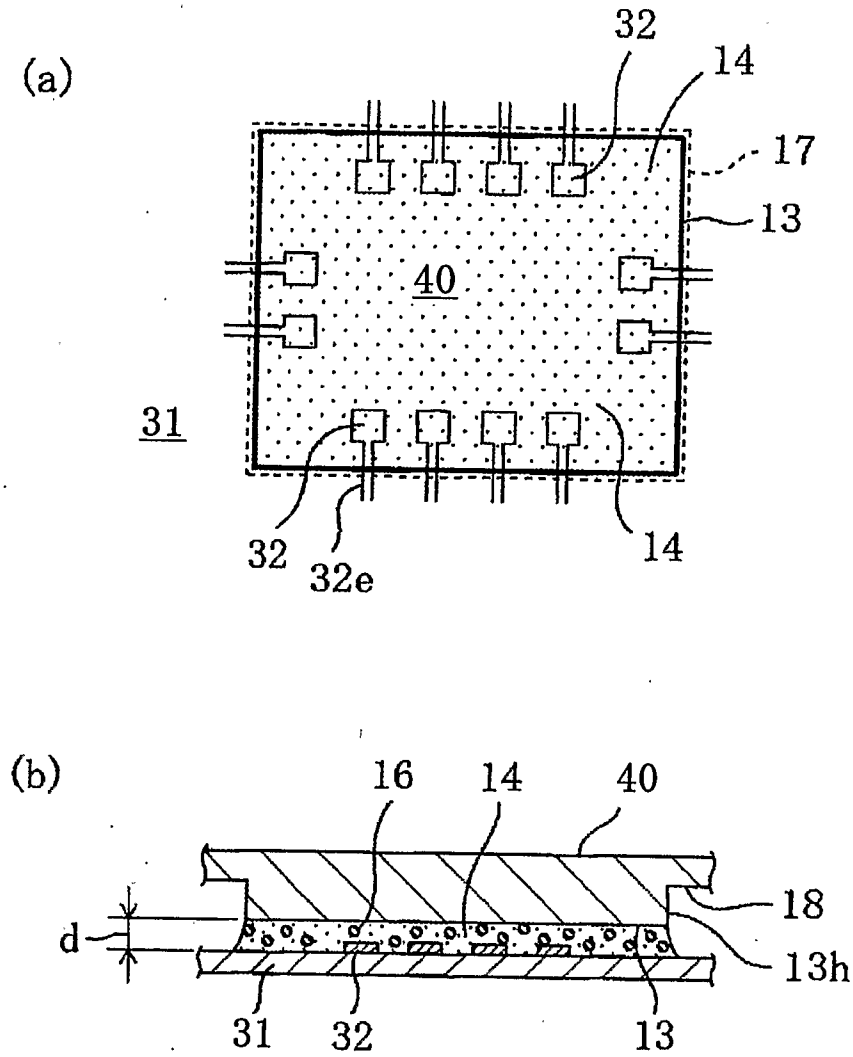
(c)



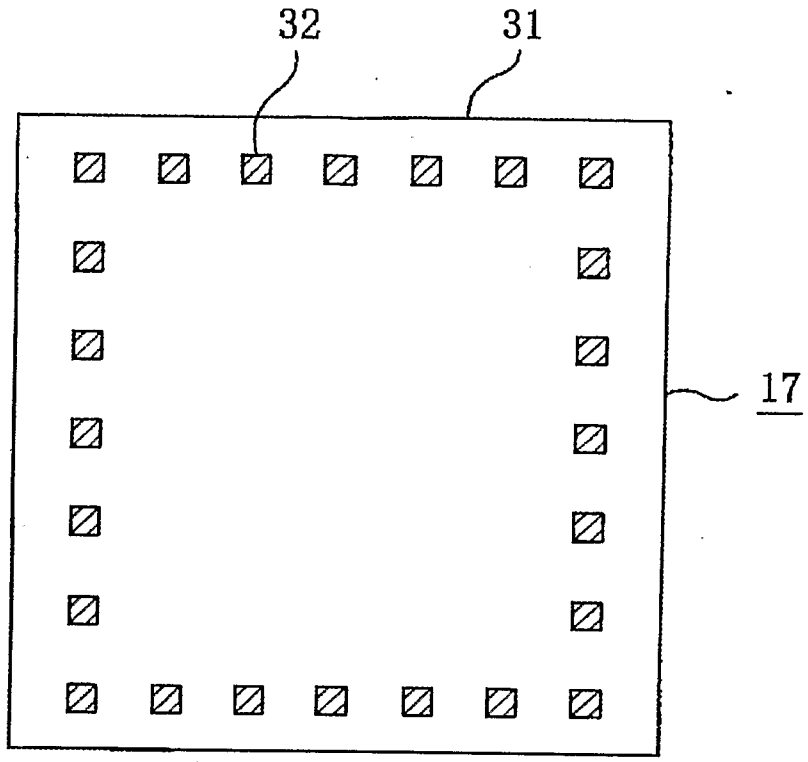
第12図


(a)
16
30
14
40
18
13
32
31
(b)
16
14
40
18
13
32
31
(c)
19
40
18
14
13
32
31
(d)
19
32
31

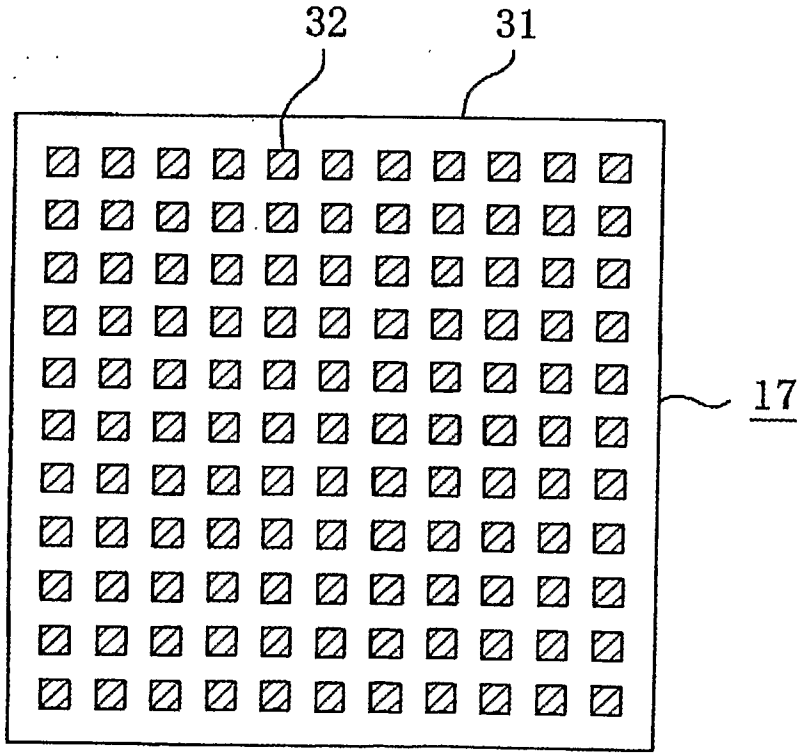
第13図



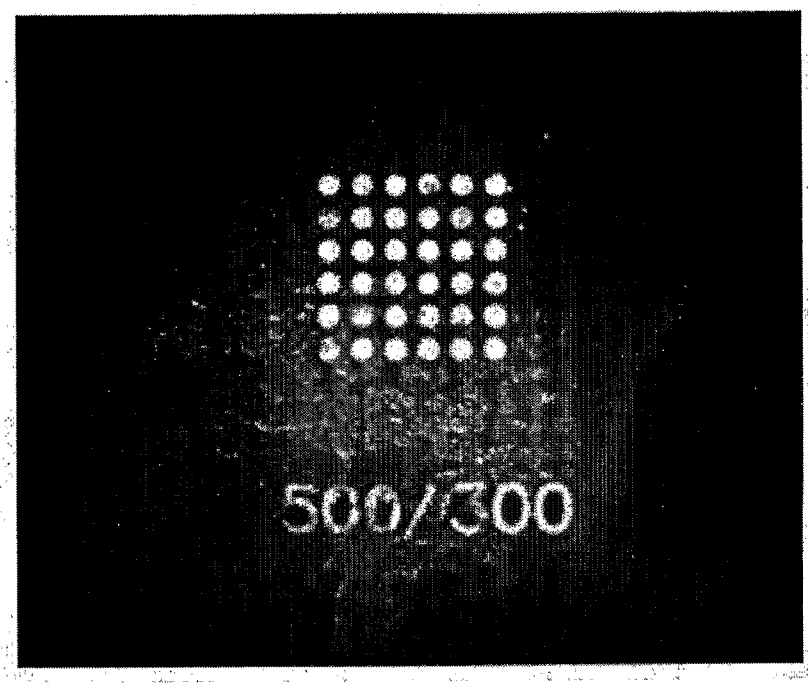
第14図



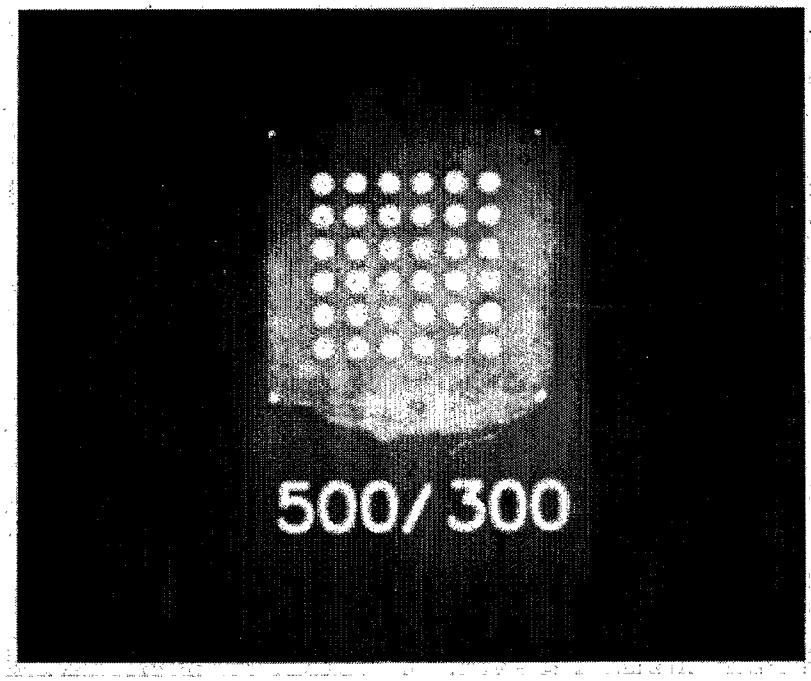
第15図



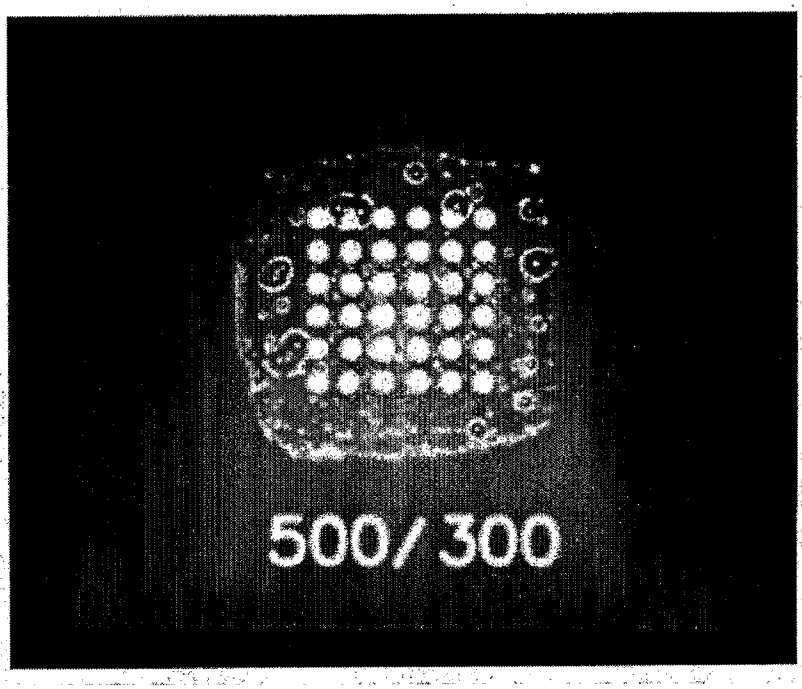
第16図



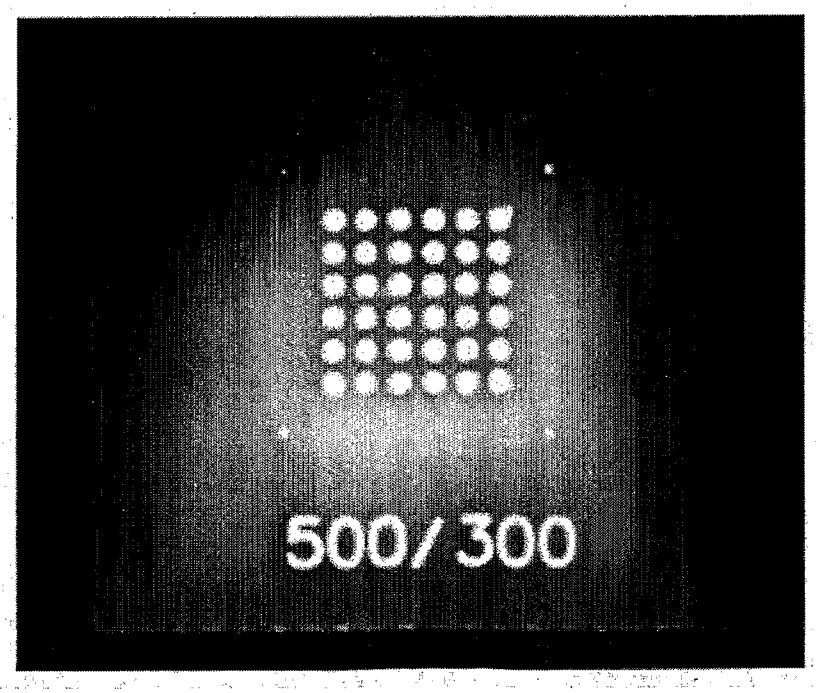
第17図



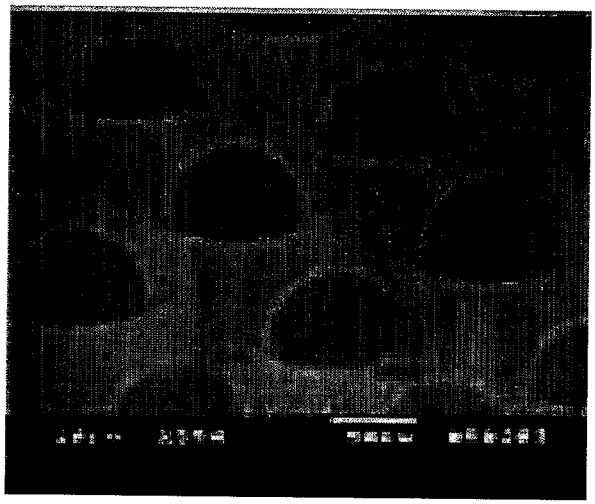
第18図



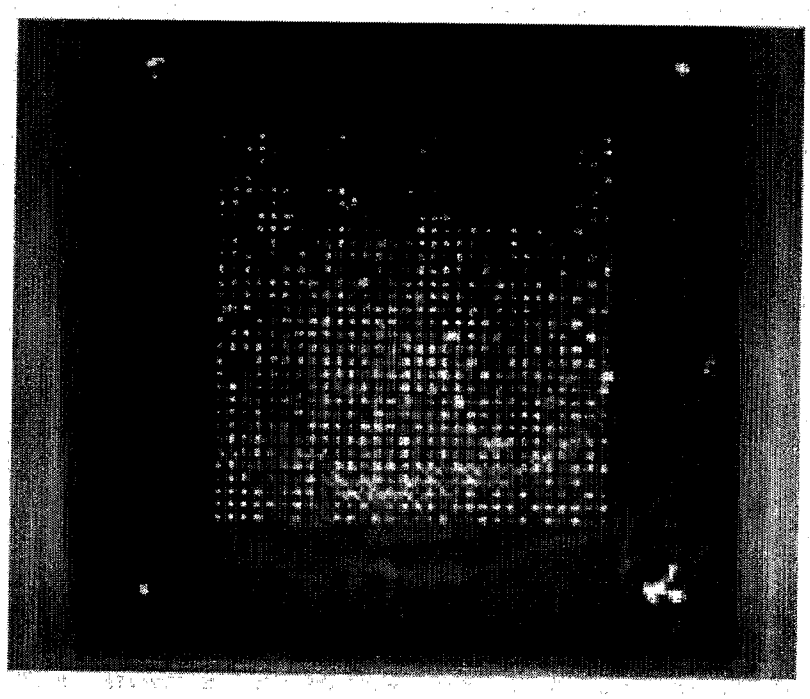
第19図



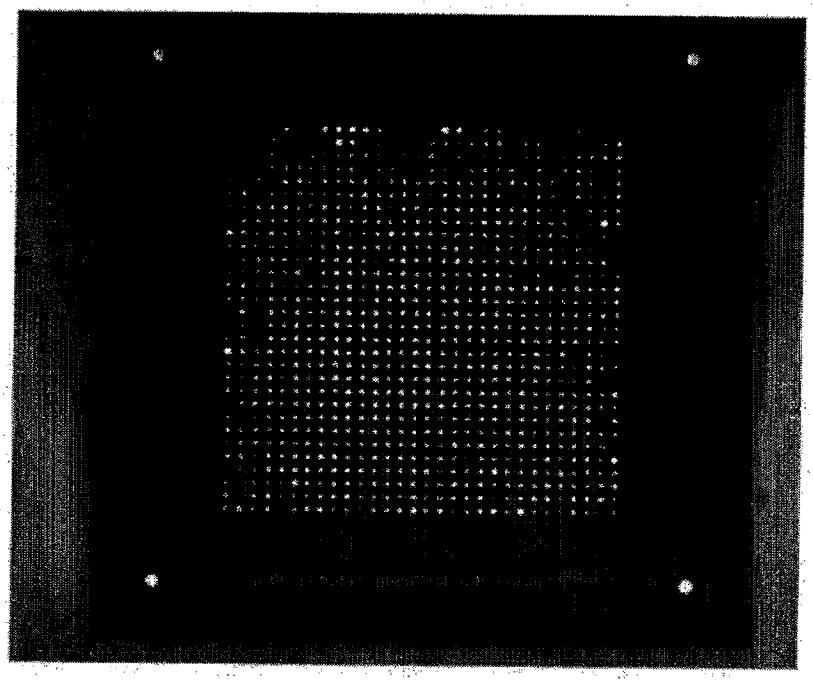
第20図



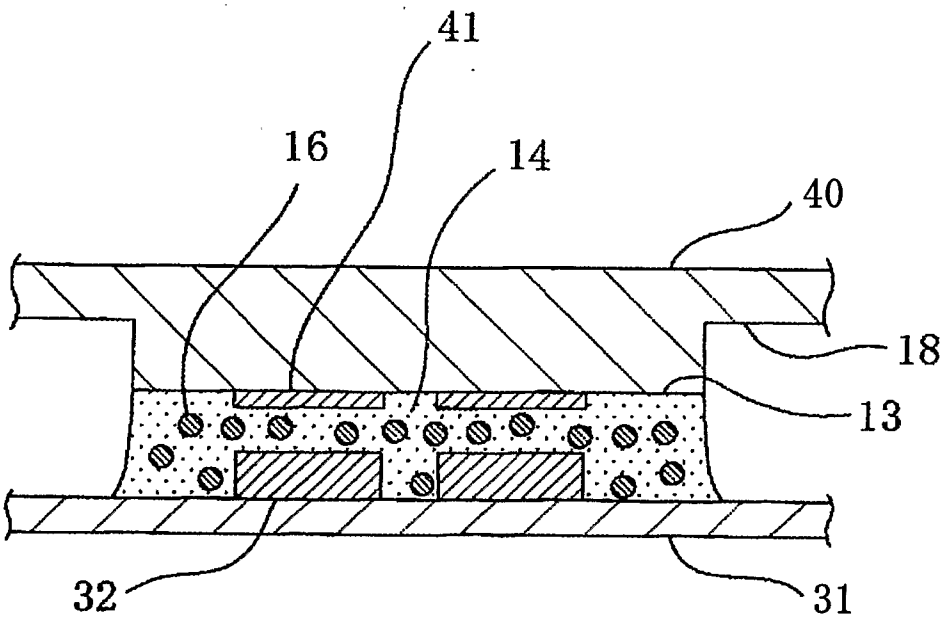
第21図



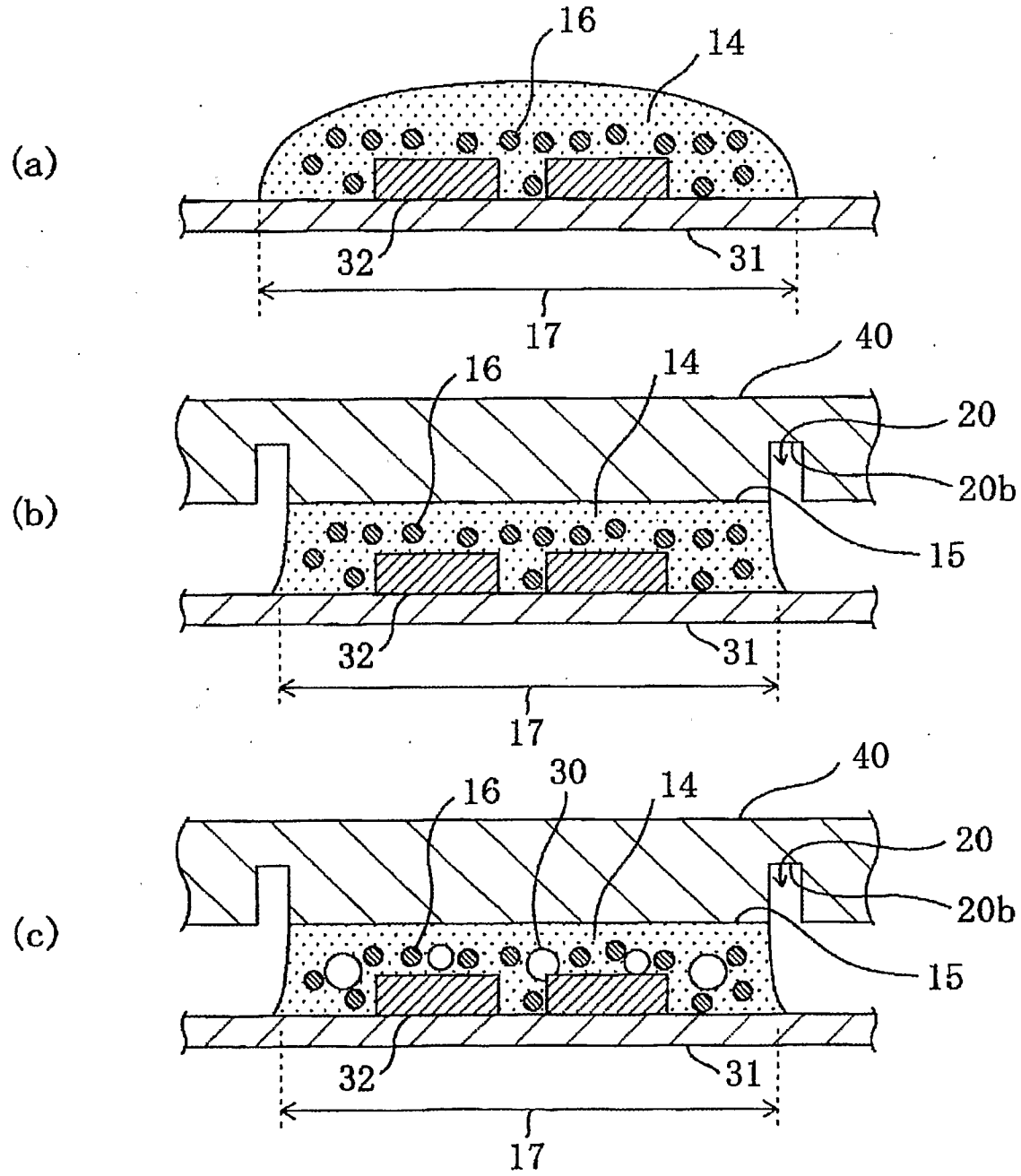
第22図



第23図



第24図


(a)
16
14
32
31
17
(b)
40
16
14
20
20b
15
32
31
17
(c)
40
30
16
14
20
20b
15
32
31
17

第25図

導電性粒子	融点(固相線)(℃)
Sn-58Bi	139
Sn-37Pb	183
Sn-9Zn	199
Sn-3.0Ag-0.5Cu	217
Sn-3.5Ag	221
Sn-0.7Cu	228
12Sn-2.0Ag-10Sb-Pb	240

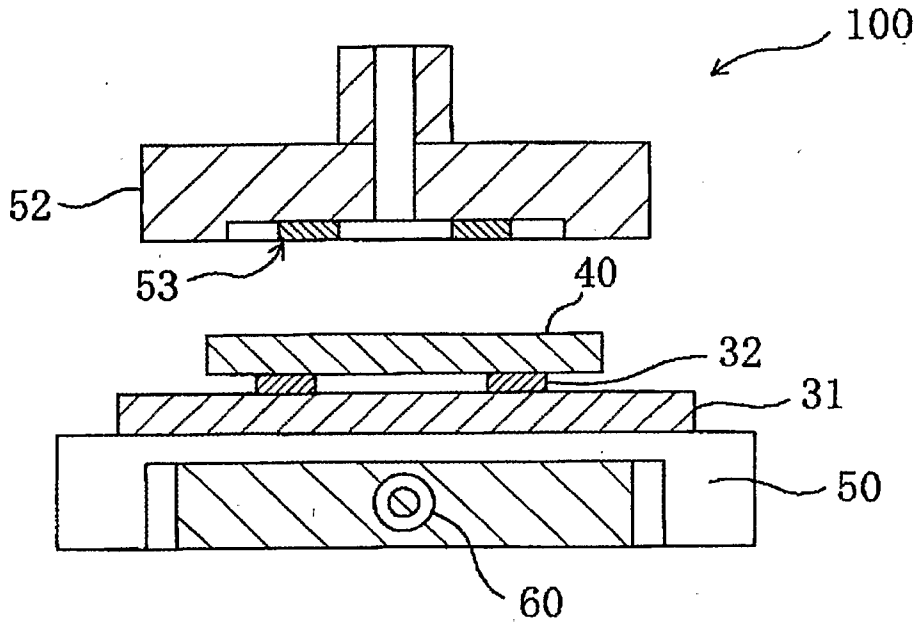
第26図

気泡発生剤	沸点 (℃)	気泡発生剤	沸点 (℃)
ヘキサン	69	ジメチルアミン塩酸塩	171
酢酸ビニル	72	ジメチルスルフォキシド (DMSO)	189
イソプロピル アルコール	83	エチレングリコール	198
水	100	N－メチル－2－ ピロリドン(NMP)	204
1,4-ジオキサン	101	α－テルピネオール	218
酢酸ブチル	126	ブチル カルビトール	231
プロピオン酸	141	ブチルカルビトール アセテート	246

第27図

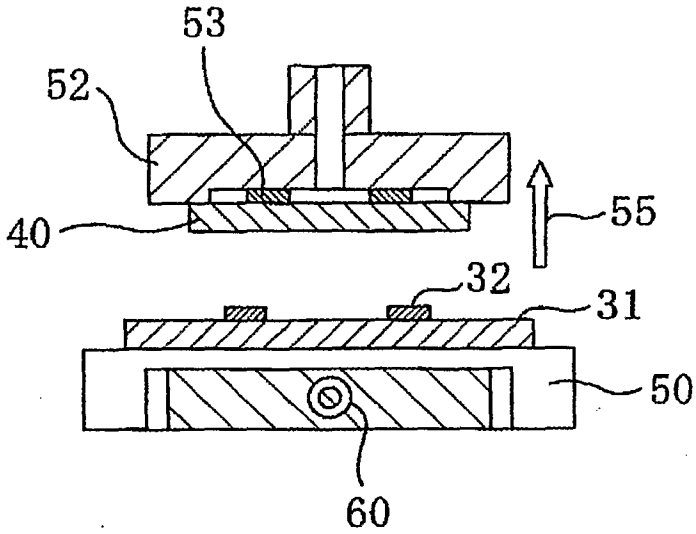
気泡発生剤	分解温度 (℃)
ホウ酸	70～
メタホウ酸アンモニウム	120～
炭酸水素ナトリウム	120-150
4,4'-オキシビス(ベンゼンスルホニルヒドラジド) (OBSH)	155-165
アゾジカルボンアミド (ADCA)	197-210
メタホウ酸バリウム	200～
N,N'-ジニトロソペンタメチレンテトラミン (DPT)	200-250
水酸化アルミニウム	230
アルミン酸カルシウム	230
ドーソナイト	230

第28図

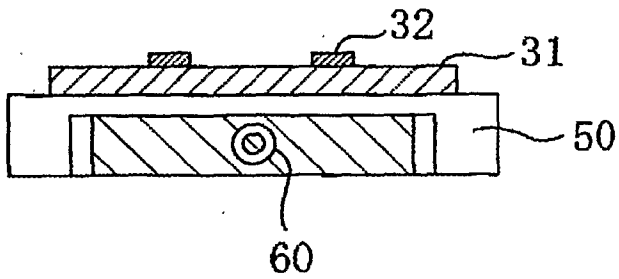


第29図

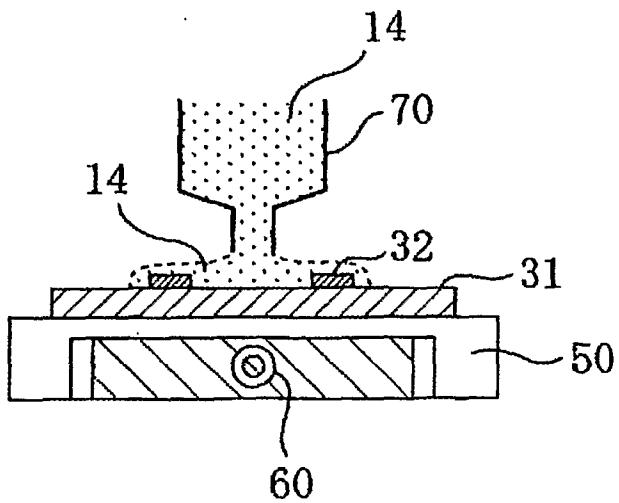
(a)



(b)

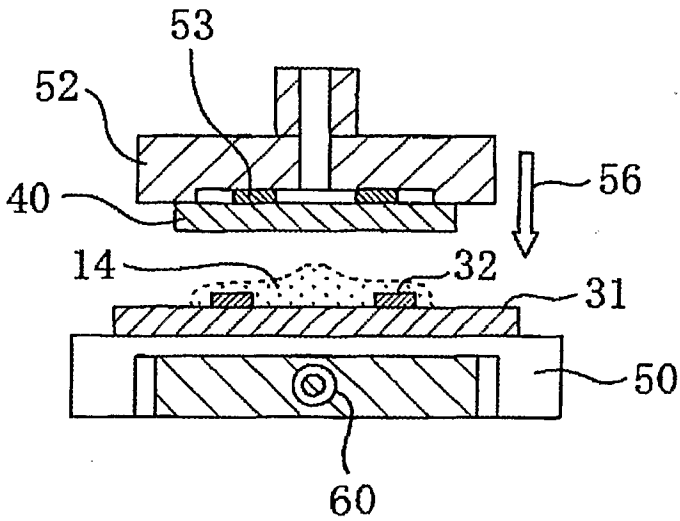


(c)

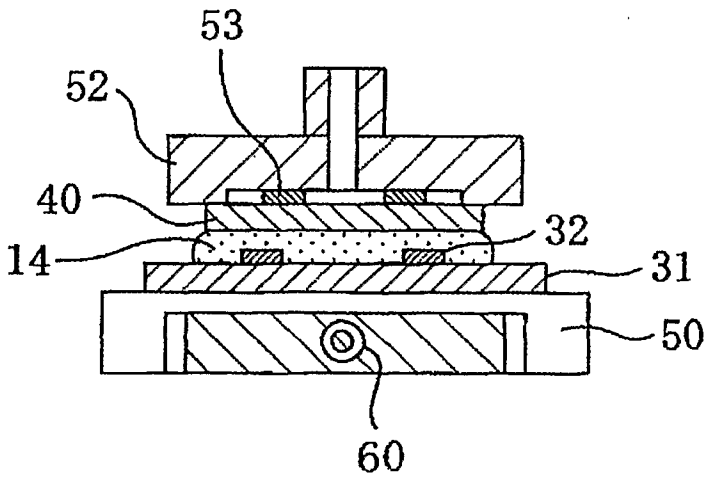


第30図

(a)

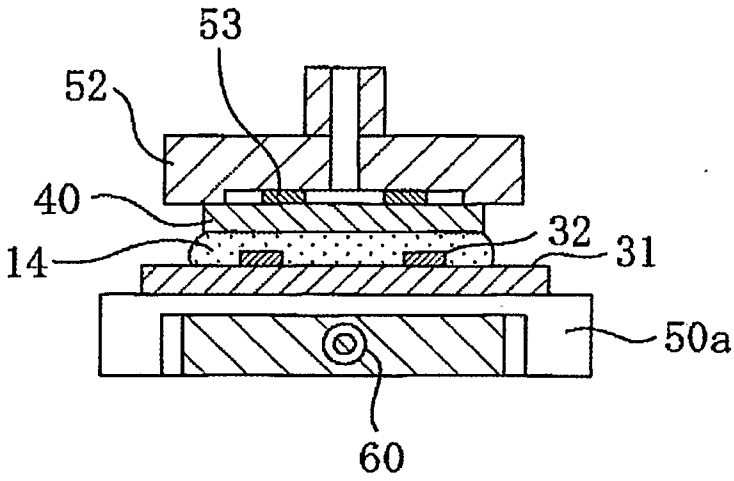


(b)

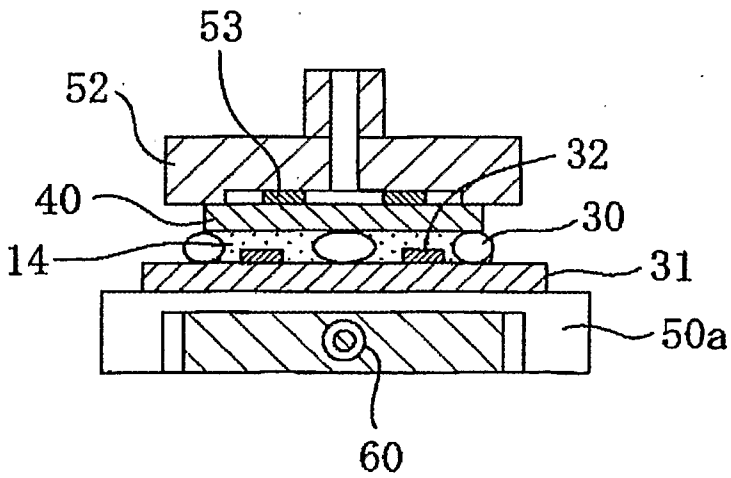


第31図

(a)

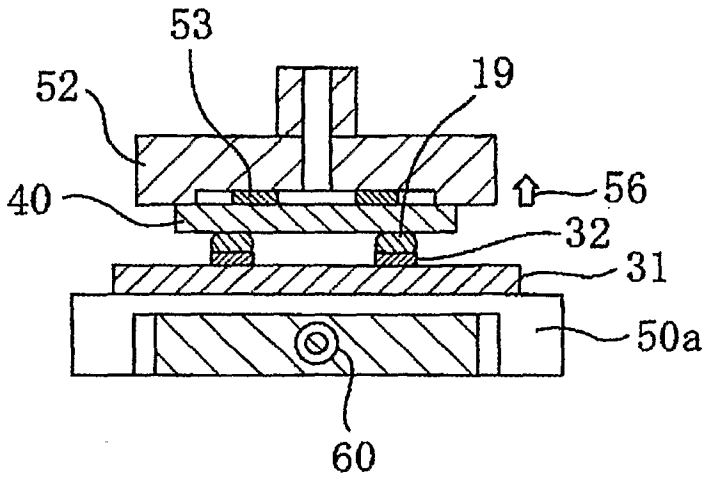


(b)

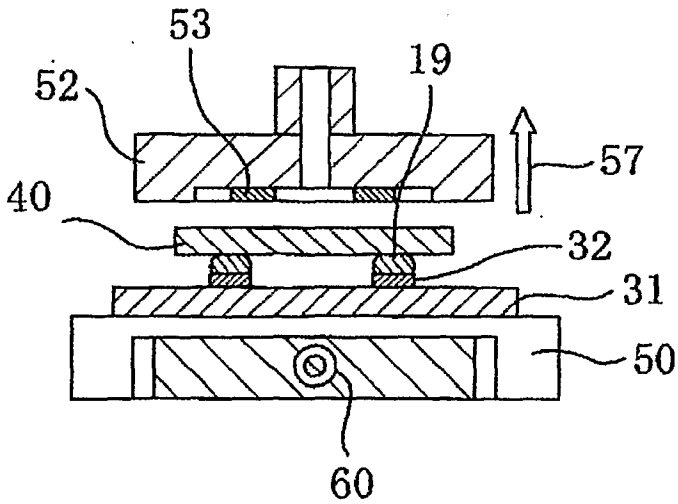


第32図

(a)

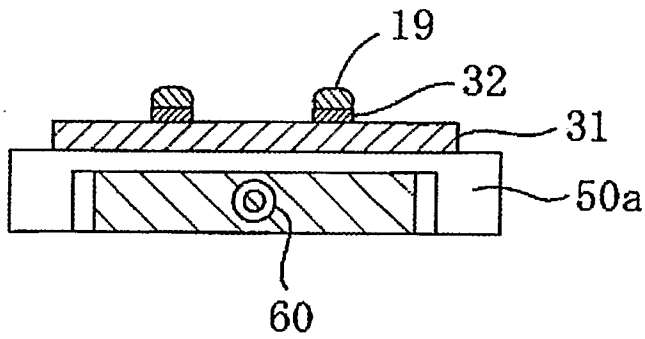


(b)

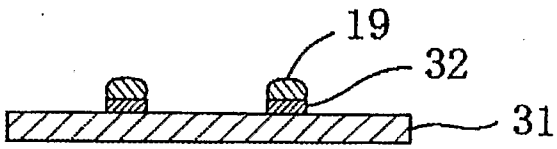


第33図

(a)

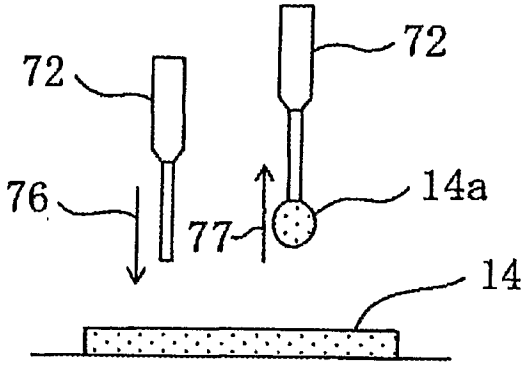


(b)

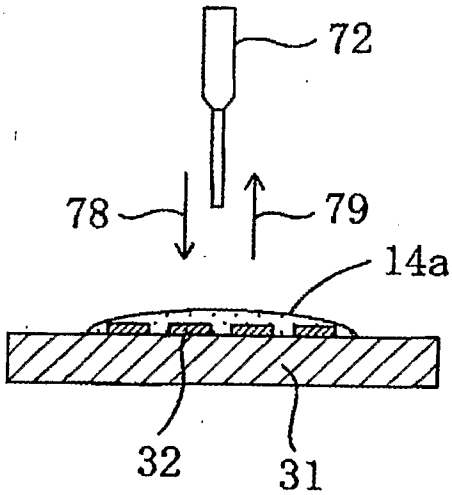


第34図

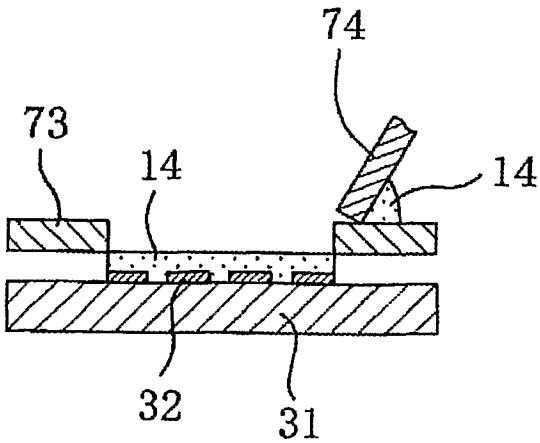
(a)



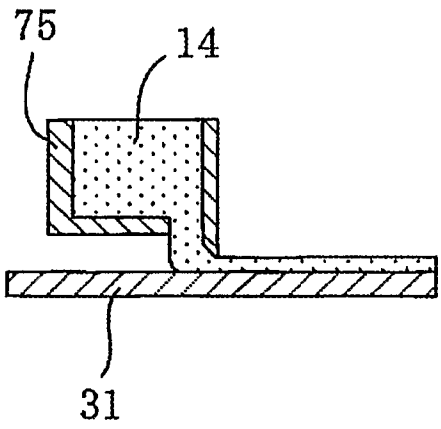
(b)



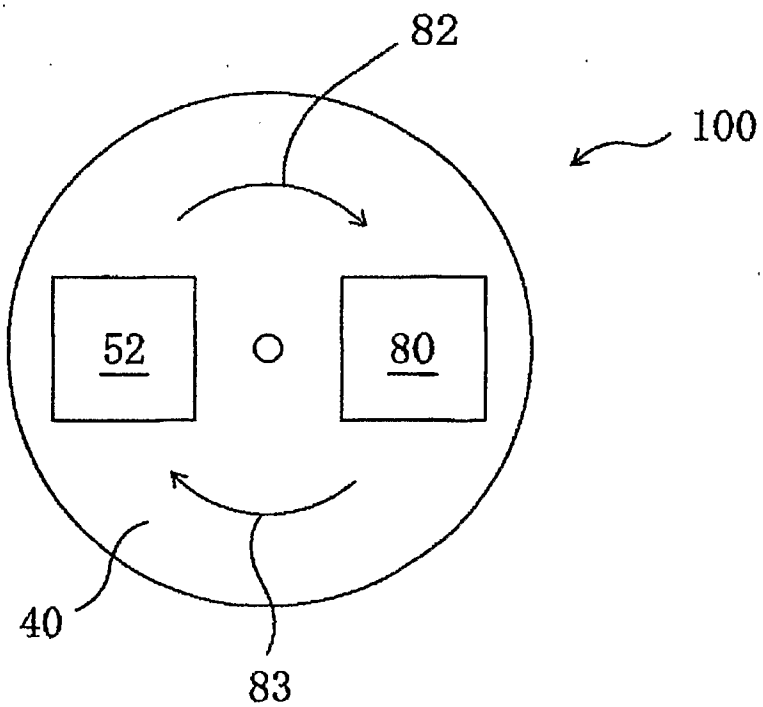
第35図



第36図

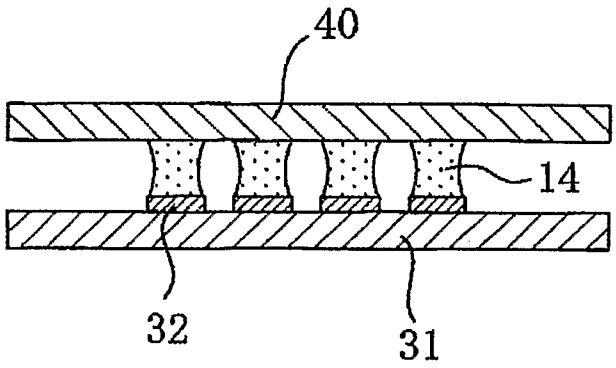


第37図

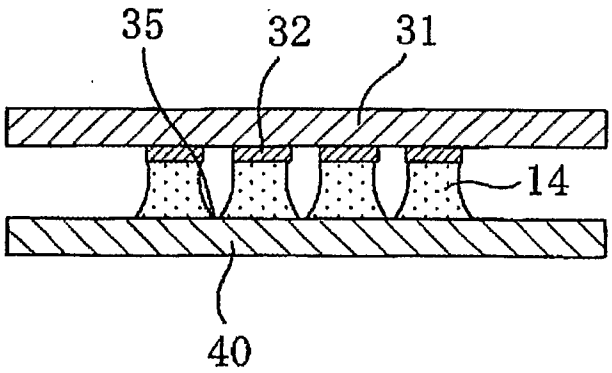


第38図

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2007/053866

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H05K3/34(2006.01)i, *H01L21/60*(2006.01)i

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)
H05K3/34, H01L21/60

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2007 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2007

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.
Y	WO 2006/025387 A1 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 09 March, 2006 (09.03.06), Par. Nos. [0065] to [0087]; Claims 1 to 18; Fig. 1 (Family: none)	14-20
Y	JP 2002-223065 A (Ibiden Co., Ltd.), 09 August, 2002 (09.08.02), Par. No. [0018]; Fig. 2 (Family: none)	14-20
Y	WO 2005/122237 A1 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 22 December, 2005 (22.12.05), Par. Nos. [0045], [0046]; Fig. 1 (Family: none)	17-20

☐ 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
20 March, 2007 (20.03.07)	03 April, 2007 (03.04.07)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００７／０５３８６６

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　Ｈ０５Ｋ３／３４（２００６．０１）ｉ，Ｈ０１Ｌ２１／６０（２００６．０１）ｉ

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））

Int.Cl.　Ｈ０５Ｋ３／３４，Ｈ０１Ｌ２１／６０

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	１９７１－２００７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００７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	関連する請求の範囲の番号
Ｙ	ＷＯ ２００６／０２５３８７ Ａ１（松下電器産業株式会社） ２００６．０３．０９，段落［００６５］－［００８７］，請求の範囲［１］－［１８］，［図１］（ファミリーなし）	１４－２０
Ｙ	ＪＰ ２００２－２２３０６５ Ａ（イビデン株式会社） ２００２．０８．０９，段落【００１８】，【図２】（ファミリーなし）	１４－２０

☑　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矛盾するものではなく、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
２０．０３．２００７	０３．０４．２００７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｓ　３５１４
柳　本　　陽　征
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３９１

Ｃ（続き）．　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	関連する請求の範囲の番号
Ｙ	ＷＯ　２００５／１２２２３７　Ａ１（松下電器産業株式会社）２００５．１２．２２，段落［００４５］，［００４６］，［図１］（ファミリーなし）	１７－２０