



(43) 国際公開日
2006年3月23日 (23.03.2006)

PCT

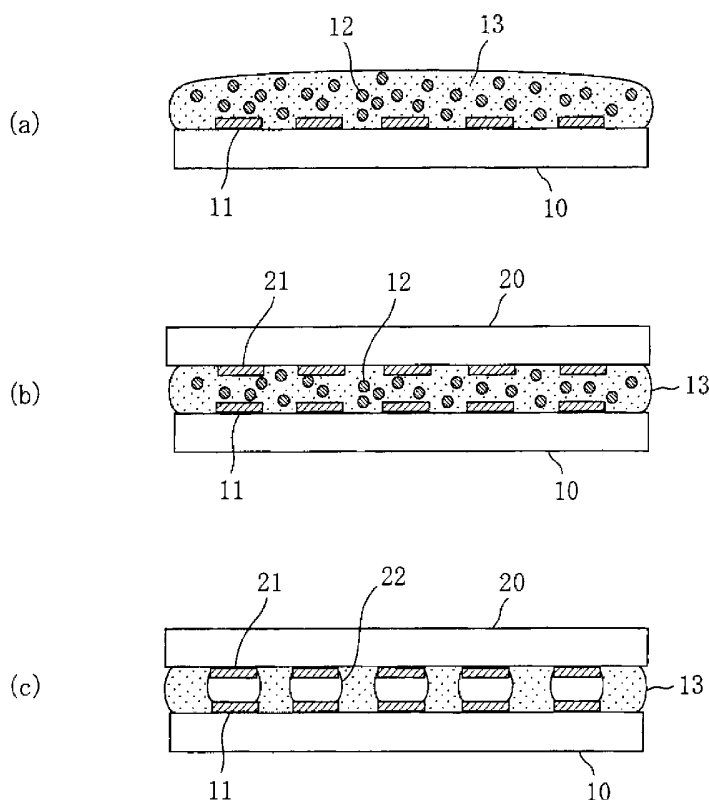
(10) 国際公開番号
WO 2006/030674 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/60 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/016423
- (22) 国際出願日: 2005年9月7日 (07.09.2005)
- (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2004-267919 2004年9月15日 (15.09.2004) JP
特願2005-091347 2005年3月28日 (28.03.2005) 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): 辛島 靖治
- (54) 代理人: 河宮 治, 外 (KAWAMIYA, Osamu et al.); 〒5400001 大阪府大阪市中央区域見 1丁目3番7号 IMPビル 青山特許事務所 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, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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,

[続葉有]

(54) Title: FLIP CHIP MOUNTING METHOD AND FLIP CHIP MOUNTING ELEMENT

(54) 発明の名称: フリップチップ実装方法及びフリップチップ実装体



(57) Abstract: A flip chip mounting method, which is applicable to the flip chip mounting of the next-generation LSI and is high in productivity and reliability, comprising the steps of supplying resin (13) containing solder powder and a convective additive (12) onto a wiring board (10) having a plurality of electrode terminals (11), then bringing a semiconductor chip (20) having a plurality of connection terminals (21) into contact with the surface of resin (13), and heating the wiring board (10) to a solder powder melting temperature under this condition. The heating is conducted at a temperature higher than the boiling temperature of the convective additive (12) to allow the boiled convective additive (12) to flow throughout the resin (13). During this heating process, melted solder powder is self-assembled between the electrode terminal (11) of the wiring board (10) and the connection terminal (21) of the semiconductor chip (20) to thereby electrically connect the electrode terminal (11) with the connection terminal (21). Finally, the resin (13) is cured to fix the semiconductor chip (20) to the wiring board (10).

[続葉有]



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。

(57) 要約: 次世代LSIのフリップチップ実装に適用可能な、生産性及び信頼性の高いフリップチップ実装方法は、複数の電極端子11を有する配線基板10上に、はんだ粉及び対流添加剤12を含有する樹脂13を供給した後、樹脂13の表面に複数の接続端子21を有する半導体チップ20を当接させる。この状態で、配線基板10を、はんだ粉が熔融する温度に加熱する。加熱温度は、対流添加剤12の沸点よりも高い温度で行なわれ、沸騰した対流添加剤12は樹脂13中を対流する。この加熱工程において、熔融したはんだ粉を、配線基板10の電極端子11と半導体チップ20の接続端子21との間に自己集合させることによって、電極端子11と接続端子21とを電氣的に接続する。最後に、樹脂13を硬化させて、半導体チップ20を配線基板10に固定する。

明 細 書

フリップチップ実装方法及びフリップチップ実装体

技術分野

- [0001] 本発明は、半導体チップを配線基板に搭載するフリップチップ実装方法及びフリップチップ実装体に関し、特に、狭ピッチ化された半導体チップにも対応可能な、生産性の高いフリップチップ実装方法及びフリップチップ実装体に関する。

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化、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] しかしながら、電極端子数が5000を超えるような次世代LSIを配線基板に実装するためには、100 μ m以下の狭ピッチに対応したバンプを配線基板上に形成する必要があるが、現在のはんだバンプ形成技術では、それに適応することが難しい。また、電極端子数に応じた多数のバンプを形成する必要があるので、低コスト化を図るためには、チップ当たりの搭載タクトの短縮による高い生産性も要求される。
- [0004] 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。
- [0005] 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。
- [0006] その一つに、はんだ粉とフラックスの混合物による溶剤ペーストを、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、隣接電極間で短絡をおこさず、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技術がある(例えば特開2000-94179号公報(以下「特許文献1」ともいう)参照)。

[0007] また、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(いわゆる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技術がある(例えば特開平1-157796号公報(以下「特許文献2」)およびエレクトロニクス実装技術, 2000年9月号, pp. 38-45(以下「非特許文献1」ともいう)参照)。

[0008] 特許文献1におけるバンプ形成技術は、はんだ粉の表面酸化を制御することにより、金属に対する濡れ性をもちつつ、隣接端子間で短絡を起こしにくくすることを目的としている。しかしながら、酸化量、酸化方法を制御することによって、本来相反する濡れ性と短絡を起こしにくいことの双方を満足するのは難しい。また、特許文献2で使用される化学反応析出型はんだの材料は、特定の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。

[0009] ところで、従来のバンプ形成技術を用いたフリップチップ実装は、バンプが形成された配線基板に半導体チップを搭載した後、半導体チップを配線基板に固定するために、アンダーフィルと呼ばれる樹脂を、半導体チップと配線基板の間に注入する工程を更に必要とする。

[0010] そこで、半導体チップと配線基板の対向する電極端子間の電氣的接続と、半導体チップの配線基板への固定とを同時に行なう方法として、異方性導電材料を用いたフリップチップ実装技術(例えば、特開2000-332055号公報(以下「特許文献3」ともいう)参照)が開発されている。これは、配線基板と半導体チップとの間に、導電粒子を含有させた熱硬化性樹脂を供給し、半導体チップを加圧すると同時に、熱硬化性樹脂を加熱することによって、半導体チップと配線基板の電極端子間の電氣的接続と、半導体チップの配線基板への固定とを同時に実現するものである。

[0011] ところで、低融点金属フィラー(導電性粒子)を含有させた樹脂を用いて、基板上に

半導体チップを実装する技術が提案されている(例えば特開2004-260131号公報(以下「特許文献4」ともいう)、非特許文献1および信学技法EMD96-15(以下「非特許文献2」ともいう)参照)。

[0012] これは、樹脂中の金属フィラー(導電性粒子)を溶融させて、基板及び半導体チップの電極間に金属接合を自己整合的に形成するものである。しかしながら、10th Symposium on "Microjoining and Assembly Technology in Electronics" February 5- 6, 2004, pp.183-188(以下「非特許文献3」ともいう)および9th Symposium on "Microjoining and Assembly Technology in Electronics" February 6- 7, 2003, pp.115-120(以下「非特許文献4」ともいう)では、もっぱら金属接合の自己整合的形成のメカニズムが探求されているに過ぎない。

[0013] 尚、上記非特許文献1、2、及び特許文献4には、樹脂として還元性樹脂を用いることが開示されているが、これは、いわゆるノーフロータイプのアンダーフィル材と呼ばれるもので(例えば、特開2001-329048号公報(以下「特許文献5」ともいう)参照)、樹脂に酸無水物の硬化剤を添加し、この酸無水物を加水分解して生ずるカルボン酸によりフラックス活性を生じさせるものである。

[0014] 上記特許文献4では、電性粒子の分散性と濡れ性のみの特性によって、導電性粒子を電極上に凝集させようとしており、その結果、樹脂中に含有される導電性粒子の体積比は、下限値が20体積%以上であることが好ましく、30体積%以上であることがより好ましいと記載されている。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0015] しかしながら、上述した異方性導電材料を用いたフリップチップ実装では、導電粒子を介した機械的接触により電極間の電氣的導通を得ているが、この方式では安定した導通状態を得ることが難しい。また、対向電極に挟まれた導電粒子は、樹脂の熱硬化による凝集力によって保持されているので、熱硬化性樹脂の弾性率や熱膨張率などの特性や、導電粒子の粒径分布などの特性を揃える必要があり、実装プロセスの制御が難しいという課題がある。すなわち、異方性導電材料を用いたフリップチップ実装は、接続端子数が5,000を超えるような次世代LSIチップに適用するために

は、生産性及び信頼性の面で、解決すべき課題を多く残している。

- [0016] 本発明は、かかる点に鑑みてなされたもので、次世代LSIのフリップチップ実装に適用可能な、生産性及び信頼性の高いフリップチップ実装方法及びフリップチップ実装体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

- [0017] 本発明は、複数の電極端子を有する配線基板と対向させて、複数の接続端子を有する半導体チップを配設し、前記配線基板の前記電極端子と、前記半導体チップの前記接続端子とを電氣的に接続するフリップチップ実装方法を提供し、この方法は、
- (1) 前記配線基板上に、はんだ粉及び対流添加剤を含有する樹脂を供給する工程、

- (2) 前記樹脂表面に、前記半導体チップを当接させる工程、

- (3) 前記配線基板を、前記はんだ粉が溶融する温度に加熱する工程、および

- (4) 前記加熱工程後、前記樹脂を硬化させる工程

を含んで成る。

- [0018] 前記配線基板の加熱工程(3)において、前記溶融したはんだ粉を、前記配線基板の前記電極端子と前記半導体チップの前記接続端子との間に自己集合させることによって、接続体を形成し、前記樹脂の硬化工程において、前記半導体チップを前記配線基板に固定する。尚、配線基板に供給する樹脂は、はんだ粉及び対流添加剤を含んで成る樹脂組成物であり、樹脂組成物を基板上に塗布して樹脂組成物を薄膜の形態で配線基板上に供給するのが好ましい。

- [0019] 本発明の方法において、はんだ粉が溶融する程度に基板を加熱する場合、はんだ粉は樹脂組成物中を容易に移動することができ、その結果、はんだ粉が電極上に容易に自己集合できる。従って、前記基板の加熱工程は、前記樹脂の粘度が低下する温度で行うのが好ましい。

- [0020] 本発明の1つの実施形態では、前記基板の加熱工程は、前記対流添加剤の沸点よりも高い温度で行なわれることが好ましく、また、別の実施形態では、前記沸騰した対流添加剤は、前記樹脂中を対流することが好ましく、更に別の実施形態では、前記基板の加熱工程において、前記はんだ粉は、前記樹脂中を対流するのが好まし

い。これらの実施形態の特徴は、単独で用いてもよく、あるいはこれらの特徴をいずれかの組み合わせで用いてもよく、または全ての特徴を一緒に用いてもよい。

[0021] 上述の場合、加熱により沸騰した対流添加剤が、樹脂中を対流することによって、および／または樹脂中をはんだ粉が対流することによって、はんだ粉の移動が促進されるので、溶融はんだ粉の結合を均一にすることができる。その結果、均一に成長したはんだ粉が電極上に自己集合することによって、均一性のより高い微細な接続体を一括して形成することが可能となる。従って、前記対流添加剤が沸騰した時に、はんだ粉が溶融していないのはそれほど好ましくはないので、前記対流添加剤の沸点は、前記はんだ粉の融点よりも低いことが好ましい。しかしながら、はんだ粉が溶融すると同時にあるいはその直後で、対流添加剤が沸騰してもよく、この場合も、対流添加剤の上述の効果が現れる。要するに、はんだの溶融と対流添加剤の沸騰の現象いずれが先に生じたとしても、双方の現象が生じた状態において本発明の効果を利用することができる。

[0022] ある好適な実施形態において、前記対流添加剤は、溶剤、グリセリン、ワックス(例えばエレクトロンワックスのようなワックス)、イソプロピルアルコール、酢酸ブチル、ブチルカルビトールおよびエチレングリコールよりなる群から選ばれる少なくとも1種の材料から成る。尚、本発明において、溶剤とは、フラックスを構成する液体成分(室温において液体である成分)である。尚、フラックスとは、はんだ付けに際して常套的に用いられるいわゆる「フラックス」である。例えば、イソプロピルアルコール等のアルコール、ブチルカルビトールアセテート等の有機溶剤等を溶剤として例示できる。

また、上記溶剤はフラックス中に含まれていても対流添加剤としての効果が得られる。還元性材料および溶剤を含むフラックス等を使用する場合は、溶剤からだけではなく、導体パターン、導電粒子等の金属の酸化物の還元反応によって酸素の気泡が発生することがある。この場合、その気泡も対流添加剤の効果を発揮できるのでより好ましい。また、配線基板に含まれている水分も対流添加剤として作用し得る。

尚、フラックスを用いる場合には、その中に一般的に含まれている樹脂、活性剤、艶消し剤等を、本発明の方法に用いる樹脂は含んでよい。従って、本発明において、樹脂は、溶剤およびフラックスに含まれている溶剤以外の他の成分を含んでよい、

即ち、樹脂はフラックスを含んでよい。

- [0023] 別の実施形態において、前記対流添加剤として、加熱工程において沸騰できる成分を遊離または生成する材料であってもよい。即ち、加熱工程における熱環境下でそのような成分を新たにもたらす対流化合物を添加剤として使用できる。具体的には、そのような化合物として、加熱によって分解し、その結果、対流添加剤と同等の機能を有する成分をもたらすもの、例えば水和物、特に結晶水を含む化合物（例えば水酸化アルミニウム、ドーソナイト、メタホウ酸アンモニウム、メタホウ酸バリウム、アゾジカルボンアミド、炭酸水素ナトリウム）等を例示できる。
- [0024] ある好適な実施形態において、配線基板に供給する樹脂、即ち、上記接続体を形成するために用いる樹脂組成物を構成する樹脂は、熱硬化性樹脂（例えばエポキシ樹脂）、熱可塑性樹脂（例えばポリカーボネート樹脂）、または光硬化性樹脂（例えば光硬化性エポキシ樹脂）のいずれか1種であり、本発明に悪影響を与えない限り、いずれか1種を主成分とし、他の樹脂（例えばフェノール樹脂）を含んでよいもよい。本明細書の内容から容易に理解できるように、硬化性樹脂の場合、加熱工程にて硬化反応が完了してはならず、好ましくは硬化反応が始まるとしてもそれほど進行しないのが好ましく、実質的に硬化反応が始まらないのが好ましい。接続体が形成された後は、硬化反応が進行しても、あるいは完了してもよく、そのために、基板を更に加熱してよい。
- [0025] ある好適な実施形態において、前記配線基板の加熱工程(3)において、前記配線基板上に供給された前記樹脂の表面に半導体チップを当接させながら、前記配線基板を加熱する。この場合、前記配線基板上に形成された電極に対して（従って、配線基板に対して）、前記半導体チップとの間を一定距離で保持し、それによって一定の隙間が設けられていることが好ましい。即ち、加熱工程の間、配線基板と半導体チップとの間の距離が変動しないように実施するのが好ましい。
- [0026] ある好適な実施形態において、前記配線基板の加熱工程(3)において、前記半導体チップに一定の圧力を加えることによって、供給された前記樹脂を押圧しながら、前記配線基板を加熱してもよい。尚、上述のように、加熱工程に際して、配線基板と半導体チップとの間の距離が変動しないように実施する結果、加熱工程の少なくとも

一部分の間にわたって、樹脂を押圧することになってもよい。

- [0027] 前記はんだ粉は、その粒径分布がシャープであるものが好ましく、略同一の粒径の粒子から成ることが特に好ましい。ある好適な実施形態において、前記基板の加熱工程において、前記配線基板上に形成された電極と前記半導体チップとの間に設けられた一定の隙間の幅(または厚さ)は、前記はんだ粉の粒径よりも広いのが好ましく、相当広いのが好ましい。例えば、はんだ粉の最大粒径は、隙間の100%以下であるのが好ましく、より好ましくは90%以下である。
- [0028] ある好適な実施形態において、前記配線基板の加熱工程において、前記沸騰した対流添加剤は、前記配線基板と前記半導体チップとの間に存在する隙間の周辺部から、外部に排出される。
- [0029] 本発明の方法において、半導体チップは、配線基板と接続すべき、いずれの適当なものであってもよく、例えばLSIチップ、メモリ、光素子、RF素子等を例示できる。ある好適な実施形態において、前記半導体チップは、前記配線基板に対向する平面上に、前記配線基板に形成された複数の電極と対向する位置に、前記電極と略同一形状の金属パターンが形成されている。尚、半導体チップと接続すべき前記配線基板は、半導体チップ、例えばLSIチップ等であってよい。
- [0030] 本発明の方法において、樹脂を硬化させる工程(4)は、使用する樹脂に応じて、いずれの適当な方法で実施してもよい。例えば熱硬化性樹脂を用いる場合は、加熱工程(3)の後に、加熱を継続することによって、好ましい態様では、より高い温度で加熱を継続することによって樹脂を硬化させる。光硬化性(例えば紫外線硬化性)樹脂を用いる場合は、加熱工程(3)の後に、光を照射することによって硬化させる。この場合、加熱工程の後、配線基板および半導体チップを冷却した後、照射しても、あるいは、冷却することなく照射してもよい。また、熱可塑性樹脂を使用する場合には、加熱工程の後、冷却することによって、樹脂を硬化を硬化させる。
- [0031] ある好適な実施形態において、前記配線基板に供給された前記樹脂表面に、複数の半導体チップを当接することにより、該複数の半導体チップを前記配線基板にフリップチップ実装する。
- [0032] 本発明の方法のある好適な実施形態において、前記はんだ粉は、0.5～30体積

％、より好ましくは0.5～20体積％の割合で、前記樹脂中に含有されている。尚、この割合は、樹脂、はんだ粉および対流添加剤、ならびに必要に応じて含まれる他の成分から構成される樹脂組成物全体の量を基準とする(室温(25℃)における体積を基準とする)ものである。例えば、樹脂は、必要に応じて、例えば上述のフラックスに含まれている成分等を必要量含んでよい。

- [0033] 本発明はもう1つのフリップチップ実装方法を提供し、その方法は、
- (a)複数の電極端子を有する配線基板を用意する工程、
 - (b)前記配線基板上に、はんだ粉及び対流添加剤を含有する樹脂を供給する工程、
 - (c)前記配線基板を、前記はんだ粉が溶融する温度に加熱してバンプを形成する工程、
 - (d)複数の接続端子を有する半導体チップを、前記接続端子と前記バンプとが対向するように、前記配線基板上に搭載する工程、ならびに
 - (e)前記配線基板を、前記バンプが溶融する温度に加熱する工程
- を含んで成り、前記配線基板の前記電極端子と前記半導体チップの前記接続端子とを電氣的に接続する接続体を形成することを特徴とする。
- [0034] 前記電極端子上にバンプを形成する工程(c)において、前記溶融したはんだ粉を、前記配線基板の前記電極端子上に自己集合させることによって、前記電極端子上にバンプを形成する。この工程において、前記配線基板を加熱する温度は、前記対流添加剤の沸点よりも高いのが好ましい。この工程(c)において、供給した樹脂を覆うような平板を樹脂上に載置して加熱するのが好ましく、また、前記沸騰した対流添加剤は、前記樹脂中を対流することが好ましい。尚、平板は、電極端子および接続端子を構成する材料と比較して、溶融したはんだ粉に対する濡れ性がより小さいのが好ましく、例えばガラスプレートを使用できる。
- [0035] ある好適な実施形態において、前記バンプを形成する工程(c)の後、前記樹脂を前記配線基板から除去する工程を含んでもよい。樹脂の除去は、いずれの適当な方法で実施してよく、例えば、有機溶剤にて超音波洗浄することによって除去してよい。尚、接続体を形成する加熱工程(e)において、バンプを溶融させて前記接続端子

と前記バンプとの接触部分を合金化することによって接続体を形成するのが好ましい。

尚、上述のもう1つのフリップチップ実装方法において、先に説明したフリップチップ実装方法に関するはんだ粉、樹脂、対流添加剤の特徴がそのまま当て嵌まる。

- [0036] 本発明は、上述のような種々の実施形態のフリップチップ実装方法において使用する樹脂、即ち、はんだ粉および対流添加剤を含んで成る樹脂組成物をも提供する。樹脂組成物は、配線基板上に半導体チップをフリップチップ実装する際に、前記配線基板または半導体チップの電極上へのバンプ形成に好適に利用できる。

発明の効果

- [0037] 本発明に係るフリップチップ実装方法では、加熱工程において溶融したはんだ粉が樹脂中を移動し、特に好適な実施形態では、樹脂中に含有される対流添加剤が加熱により沸騰し、沸騰した対流添加剤が樹脂中を対流することにより、はんだ粉の樹脂中の移動が促進され、溶融はんだ粉同士の結合が樹脂中で均一に進行する。その結果、均一に成長した溶融はんだ粉が、濡れ性の高い配線基板の電極端子と半導体チップの接続端子との間に自己集合することによって、電極端子と接続端子との間で均一性の高い接続体を形成できる。また、配線基板と半導体チップとの間にある樹脂を硬化させることによって、半導体チップを配線基板に固定することができる。特に、樹脂として熱硬化性樹脂を用いる場合、一連の工程で、半導体チップと配線基板の電極端子との間の電氣的接続と、半導体チップの配線基板への固定とを同時に行なうことができ、生産性の高いフリップチップ実装体を実現できる。
- [0038] また、配線基板上に供給された樹脂表面に半導体チップを当接させることによって、沸騰した対流添加剤が樹脂表面から外部に蒸発するのを防ぐことができるので、配線基板と半導体チップとの間に挟まれた樹脂中を対流する有効な添加剤を維持することができ、溶融したはんだ粉を、対向する端子間により均一に自己集合させることができる。これにより、電極端子と接続端子との電氣的接続をより均一にすることができ、信頼性の高いフリップチップ実装体を実現することができる。
- [0039] さらに、沸騰した対流添加剤の対流による運動エネルギーを、樹脂中に分散されたはんだ粉に与えることによって、効率よくはんだ粉を端子間に自己集合をさせること

ができるので、電極端子と接続端子との間に接続体を形成した後は、接続体以外の樹脂中に残留するはんだ粉の量を少なくすることができる。特に、はんだ粉の樹脂中に含有する割合を、接続体形成に必要な最適に予め設定しておくことによって、接続体形成後のはんだ粉の残留量を実質的になくすることができる。その結果、接続体間における絶縁耐性を向上させることができ、半導体チップのファインピッチ化にも十分対応可能となる。

図面の簡単な説明

[0040] [図1]図1(a)～(d)は、本発明に関連する微細バンプの形成方法を示す工程断面図である。

[図2]図2(a)～(c)は、本発明に係るフリップチップ実装方法を示す工程断面図である。

[図3]図3は、本発明のフリップチップ実装方法における、配線基板の加熱工程の温度プロファイルを示すグラフである。

[図4]図4は、本発明のフリップチップ実装方法における、配線基板の接続端子のペリフェラル配置を示す平面図である。

[図5]図5は、本発明のフリップチップ実装方法における、配線基板の接続端子のエリアレイ配置を示す平面図である。

[図6]図6(a)は、複数の半導体チップがフリップチップ実装された配線基板の平面図であり、図6(b)は、その断面図である。

[図7]図7(a)～(e)は、本発明の他のフリップチップ実装方法を示す工程断面図である。

[図8]図8は、周辺に電極端子を有する配線基板に樹脂が供給された状態を示す配線基板の平面図である。

[図9]図9(a)～(c)は、ペリフェラルな半導体チップを配線基板にフリップチップ実装する方法を示す工程断面図である。

[図10]図10は、はんだ粉を含有する樹脂を円形電極上に塗布し加熱した後の様子を示す写真である。

[図11]図11は、はんだ粉および対流添加剤を含有する樹脂を円形電極上に塗布し

加熱した後の様子を示す写真である。

符号の説明

[0041] 10…配線基板、11…電極端子、12…対流添加剤、13…樹脂、14…平板、15…はんだ球、16…バンプ、20 (20a, 20b, 20c, 20d)…半導体チップ、21…接続端子、22…接続体、23…アンダーフィル材、30…中央領域。

発明を実施するための形態

[0042] 以下に、本発明の実装方法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。なお、本発明は以下の実施形態に限定されるものではない。

[0043] (実施形態1)

図1 (a)～(d)を参照して、上述のもう1つのフリップチップ実装方法においてははんだバンプを形成する方法を説明する。図1 (a)に示すように、複数の電極11が形成された配線基板10上に、はんだ粉(図示せず)及び対流添加剤12を含有する樹脂13を供給する。次に、図1 (b)に示すように、配線基板10上に供給された樹脂13の表面に平板14を当接させながら、配線基板10をはんだ粉が溶融する温度に加熱する。この加熱工程において、溶融したはんだ粉は自己集合し、図1 (c)に示すように、成長したはんだ球15が、複数の電極11上に選択的に形成される。そして、図1 (d)に示すように、平板14を樹脂13の表面から離間させ、樹脂13を除去すれば、複数の電極11上にバンプ16が形成された配線基板10が得られる。

[0044] このバンプ形成方法の特徴は、はんだ粉を含有した樹脂に、はんだ粉が溶融する温度で好ましくは沸騰する対流添加剤をさらに含有させた点にある。従って、好ましい実施形態では、はんだ粉が溶融した温度において、樹脂中に含有させた添加剤(以下、対流添加剤という)が沸騰し、当該沸騰した対流添加剤が気体となって樹脂中を対流することによって、樹脂中を浮遊している溶融したはんだ粉の移動が促進され、溶融はんだ粉の均一な結合が進行する。これによって、均一な微細バンプを形成することができる。

[0045] ここで、平板14を樹脂13の表面に当接させるのは、沸騰した対流添加剤12が樹

脂13の表面から外部に蒸発するのを少しでも抑えるためである。こうすることによって、樹脂中を対流する添加剤12を有効に維持することができるので、より均一な微細バンプを形成することができる。

[0046] 尚、図1(a)～(d)を参照して説明した上述のバンプ形成プロセスは、あくまでも発明者らの推測であり、本発明はこの考えに何ら拘束されるものではない。

[0047] 上述の対流添加剤の説明から容易に理解できるように、本明細書において、対流添加剤に関して使用する「対流」とは、厳密な意味の対流のみを意味するものではなく、運動の形態としての添加剤の種々の移動を意味する。そのような移動の1つの形態として対流も含まれ得るので、便宜的に「対流」なる用語を使用している。従って、本発明において、樹脂13中を沸騰した対流添加剤が移動することによって、樹脂13中に分散するはんだ粉に運動エネルギーを与え、はんだ粉の移動を促進させる作用を与えるものである限り、そのような移動は、どのような形態であっても、本明細書において便宜上使用する「対流」に含まれる。

[0048] 尚、はんだ粉に関して「対流」なる用語を使用する場合も、先と同様に、厳密な意味の対流のみを維持するものではなく、運動の形態としての種々の移動を意味する。そのような移動の1つの形態として対流も含まれ得るので、便宜的に「対流」なる用語を使用している。

[0049] 尚、本願発明者は、はんだ粉だけを含有させた樹脂と、はんだ粉に更に添加剤(例えばはんだ粉が溶融する温度またはそれより低い温度で沸騰する成分)を含有させた樹脂を用いて、バンプ形成の比較実験を行なった。円形電極がアレイ状に配置されたプリント基板上に、はんだ粉のみを含有した樹脂と、はんだ粉と添加剤を含有した樹脂を塗布した後、その上に平板を当接させながら加熱した。

[0050] その結果、はんだ粉だけを含有させた樹脂を用いた場合には、図10に示すようにはんだ層が良好に形成されず、電極と電極との間の領域においてははんだ粉が分散した状態のままであったことに対し、はんだ粉と添加剤を含有させた樹脂を用いた場合は、図11に示すように全ての電極上にはんだバンプが良好に形成され、かつ電極以外(即ち、電極と電極との間の領域)にはんだ粉が残存しておらず、明らかに、添加剤を含有させない場合との違いが確認できた。

[0051] 尚、上述の比較実験に際して次の材料および条件を使用した：

図10の場合

樹脂：エポキシ樹脂

はんだ粉：SnAgCu (融点：220℃)

樹脂とはんだ粉の割合：50重量%：50重量%

プリント基板：松下電子部品(株)製ALIVH

(電極の直径およびピッチ：直径300 μ m、ピッチ500 μ m)

基板の加熱温度：250℃

図11の場合

対流添加剤：フラックスとして添加 (沸点：170℃)

樹脂とはんだ粉とフラックスの割合：45重量%：50重量%：5重量%

他の条件は、図10の場合と同じ。

[0052] 図11の場合では、はんだ粉が溶融した温度において、樹脂中に含有させた添加剤(以下、対流添加剤ともいう)が沸騰しており、沸騰した対流添加剤が樹脂中を対流するにつれて、電極上にバンプが良好に形成されていくことが観察されたことから、対流添加剤の対流が、溶融したはんだ粉の移動を促進する効果を有し、これによって、溶融はんだ粉の均一な結合が促進されるものと推測される。図10の場合では、対流添加剤が存在しないので、その効果を期待できないからであると考えられる。

[0053] 本発明の方法において使用する樹脂は、はんだ粉が溶融する温度において、樹脂の粘性が下がることを利用して、溶融したはんだ粉が自由に浮遊、移動する「海」の役目をもつもので、上記方法においては、バンプ形成後、必要に応じて当該樹脂を除去してよい。

[0054] このようにはんだバンプが形成された後は、常套のフリップチップ実装方法と同様に、バンプの上に半導体チップを載置し、配線基板の電極端子と半導体チップの接続端子とを所望のように対向させ、これらを加熱してその間に接続体(即ち、これらを電氣的に接続する部分)を形成する。バンプと半導体チップの接続電極との間の接続体は、合金化状態となるのが好ましい。

[0055] 尚、ここで用いられる樹脂が、例えば、熱硬化性樹脂のようなものである場合、バンプ形成後、樹脂を除去せずにそのまま残しておき、基板を所定の温度に加熱して、樹脂を熱硬化させれば、そのまま平板14を、樹脂によって基板10に固定させることができる。

[0056] 本発明の最初に説明したフリップチップ実装方法は、かかる点に着目してなされたもので、平板14の代わりに、半導体チップを樹脂に当接させ、上記のバンプ形成方法を利用して、半導体チップを配線基板にフリップチップ実装させるものである。

[0057] (実施形態2)

図2(a)～(c)は、本発明の実施形態2におけるフリップチップ実装方法の基本的な工程を示した図である。

[0058] まず、図2(a)に示すように、複数の電極端子11を有する配線基板10上に、はんだ粉(図示せず)及び対流添加剤12を含有する樹脂13を供給する。次に、図2(b)に示すように、配線基板10上に供給された樹脂13の表面に半導体チップ20を当接させる。このとき、複数の接続端子21を有する半導体チップ20は、複数の電極端子11を有する配線基板10と対向させて配設される。そして、この状態で、配線基板10を、はんだ粉が溶融する温度またはそれより高い温度に加熱する。ここで、配線基板10の加熱温度は、対流添加剤12の沸点またはそれより高い温度で行なわれ、沸騰した対流添加剤12は、樹脂13中を対流する。

[0059] この加熱工程において、溶融したはんだ粉を、配線基板10の電極端子11と半導体チップ20の接続端子21との間に自己集合させることによって、電極端子11と接続端子21とを電氣的に接続する接続体22を形成する。

[0060] 最後に、図2(c)に示すように、樹脂13を硬化させて、半導体チップ20を配線基板10に固定させる。

[0061] 本発明の方法によれば、樹脂13中に含有する対流添加剤12が加熱により沸騰し、沸騰した対流添加剤12が樹脂13中を対流することによって、はんだ粉の樹脂13中の移動が促進され、溶融はんだ粉同士の結合が樹脂13中で均一に進行する。その結果、均一に成長した溶融はんだ粉が、濡れ性の高い配線基板10の電極端子11と半導体チップ20の接続端子21との間に自己集合することによって、電極端子11

と接続端子21との間に、均一性の高い接続体22を得ることができる。それと同時に、配線基板10と半導体チップ20との間にある樹脂13を硬化させることによって、半導体チップ20を配線基板10に固定することができる。従って、一連の工程で、半導体チップ20と配線基板10の電極端子間の電氣的接続と、半導体チップ20の配線基板10への固定とを同時に行なうことができ、生産性の高いフリップチップ実装体を実現できる。

[0062] また、配線基板10上に供給された樹脂13表面を半導体チップ20で当接させることによって、沸騰した対流添加剤12が樹脂13表面(上側表面)から外部に蒸発するのを防ぐことができるので、樹脂13中を対流する有効な対流添加剤12を維持することができ、熔融したはんだ粉を、対向する端子間により均一に自己集合させることができる。これにより、電極端子11と接続端子21との電氣的接続をより均一にすることができ、信頼性の高いフリップチップ実装体を実現することができる。

[0063] さらに、沸騰した対流添加剤の対流による運動エネルギーを、樹脂中に分散されたはんだ粉に与えることによって、効率よくはんだ粉を端子間に自己集合をさせることができるので、電極端子と接続端子との間に接続体を形成した後は、接続体以外の樹脂中に残留するはんだ粉の量を少なくすることができる。特に、はんだ粉の樹脂中に含有する割合を、接続体形成に必要な最適に予め設定しておくことによって、接続体形成後のはんだ粉の残留量を実質的になくすることができる。その結果、接続体間における絶縁耐性を向上させることができ、半導体チップのファインピッチ化にも十分対応可能となる。

[0064] 以下、再度、図2(a)～(c)を参照しながら、本発明の実施形態をより詳しく説明する。

[0065] 図2(a)に示すように、表面に電極11が形成された配線基板10を用意し、配線基板10の表面をアセトン等で十分に洗浄した後、配線基板10の表面に、はんだ粉(図示せず)と対流添加剤12を含有させた樹脂13を塗布する。ここでは、はんだ粉としては、例えばSn-Ag系はんだ粉(Cu等を添加したものも含む)を用いることができるが、他のはんだ粉でも構わない。例えば、他のはんだ粉として、熔融後、Sn-Zn系、Sn-Bi系合金となるPbフリーはんだ、Pb-Snはんだ、あるいは、熔融後、Cu-Ag

系合金となる低融点はんた材料の粉末を使用できる。また、はんた粉は、100～300℃の範囲に融点をもつのが好ましく、130～280℃の範囲に融点をもつのがより好ましい。

[0066] また、対流添加剤12としては、配線基板10を加熱してはんた粉を溶解させる温度、例えば100～300℃またはそれより低い温度にて沸騰する材料であるのが好ましい。例えば、有機酸を活性成分とする樹脂系フラックスに使用する溶剤を対流添加剤として使用できる。これ以外に、例えば、ワックス(より具体的にはエレクトロニックワックス等)、グリセリン、イソプロピルアルコール、酢酸ブチル、ブチルカルビトール、エチレングリコール等を用いてもよい。尚、対流添加剤は、はんた粉の融点より少し低い温度、好ましくは10～100℃低い温度、より好ましくは10～60℃低い温度で沸騰しても、あるいは対流添加剤の沸点とはんた粉の融点とが実質的に同じであっても、あるいははんた粉の融点より少し高い温度、好ましくは10～100℃高い温度、より好ましくは10～20℃高い温度で沸騰してもよい。

[0067] この沸点が融点より低い場合には、対流添加剤が先に沸騰して、その後に溶融するはんたの移動が促進される。この沸点が融点より高い場合には、はんたが先に溶融して対流添加剤がその後沸騰して、溶融したはんたの移動が促進される。この場合、加熱工程における加熱温度は、はんたの融点より高い温度であるが、この場合でも、はんたが溶融する温度に加熱していることに違いない。

[0068] 本発明において、樹脂としては、例えばエポキシ樹脂を使用できるが、例えば、他の熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、紫外線硬化型などの光硬化樹脂などであってもよい。本発明の加熱工程において固体または溶融はんた粉の移動が容易になるように、加熱温度にて粘度が低いものが好ましい。

[0069] 次に、図2(b)に示すように、配線基板10表面に塗布された樹脂13の表面に、接続端子21を有する半導体チップ20を当接させる。このとき、配線基板10の電極端子11と、半導体チップ20の接続端子21とは、互いに対向する位置に配設されている。ここで、半導体チップ20の接続端子21は、エリアアレイになっており、端子間ピッチに制限はないが、本発明においては、100 μm以下が好適である。

[0070] この状態で、配線基板10をはんた粉が溶融する温度に加熱する。このとき、樹脂1

3の粘性は減少するので、熔融したはんだ粉は樹脂13中を浮遊した状態になる。ここで、配線基板10の加熱温度は、対流添加剤12の沸点よりも高い温度で行なわれ、この加熱工程において、樹脂13に含有された対流添加剤12は沸騰し、樹脂中を対流する。そして、熔融したはんだ粉は、この対流する添加剤12によって移動が促進され、熔融したはんだ粉同士の結合が均一に進み、図2(c)に示すように、成長した熔融はんだからなる接続体22が、濡れ性の大きな電極端子11と接続端子21との間に自己集合する。

- [0071] ここで、配線基板10上に供給された樹脂13表面には、半導体チップ20が当接されているので、沸騰した対流添加剤12が樹脂13表面から外部に蒸発するのを防ぐことができ、その結果、樹脂13中を対流する有効な対流添加剤12を保持することができるので、熔融したはんだ粉を、対向する端子間により均一に自己集合させることができる。
- [0072] 最後に、配線基板10を加熱することによって、樹脂13を熱硬化させ、半導体チップ20を配線基板10に固定させれば、電極端子11と接続端子21とが電氣的に接続されたフリップチップ実装体が完成する。
- [0073] 樹脂として熱硬化性樹脂を使用する場合、加熱工程においてはんだ粉を移動させるに際して、硬化が始まってもよいが、対流添加剤の上述の効果が阻害されるほどに硬化が進行してはならず、硬化が実質的に進行しないのが好ましい。しかしながら、はんだ粉の移動が終了した後では、硬化が進行してもよい。特に好ましい実施形態では、はんだ粉を熔融させて移動させた後、より高い温度にて硬化が進行して実質的に完了するのが好ましい。尚、はんだ粉の熔融に際して用いる加熱温度によって、はんだ粉の集合の後に硬化が進行する場合は、そのまま加熱を継続して樹脂を硬化させてもよい。
- [0074] 図3は、上記のフリップチップ実装方法において、配線基板10の加熱工程における温度プロファイルの一例を示したグラフである。横軸は配線基板10の加熱時間を表し、縦軸は配線基板10の加熱温度を表す。
- [0075] 図3に示すように、まず、配線基板10を、室温(T_0)から、はんだ粉が熔融する温度(T_1)に加熱する。この温度(T_1)が対流添加剤12の沸点よりも高い温度となるように

はんだ粉の材料および対流添加剤を選択する。はんだ粉として、例えばSn-Ag-Cu系はんだを用い、対流添加剤12として、常套的に使用されている有機酸を活性成分とする樹脂系フラックスの溶剤を用いた場合、 T_1 として150～220℃に設定してよい。

[0076] この温度(T_1)を一定時間(t_2)保持し、この間に、沸騰した対流添加剤12が樹脂13中を対流することによって、はんだ粉の樹脂13中の移動が促進されて、熔融はんだ粉同士の結合が樹脂13中で均一に進行する。沸騰した対流添加剤の対流速度、及び熔融はんだ粉同士の結合速度が速いので、温度(T_1)の保持時間(t_2)としては、例えば10～20秒で十分である。

[0077] 次に、配線基板10を温度(T_2)に上げて、一定時間(t_4)保持し、この間に、樹脂13を熱硬化させ、半導体チップ20を配線基板10に固定させる。熱硬化性樹脂として、エポキシ樹脂を用いた場合、例えば T_2 を235～260℃、保持時間(t_4)を10～240秒に設定してよい。

[0078] このように、本発明のフリップチップ実装方法は、配線基板10の一連の加熱工程によって、半導体チップと配線基板の電極端子間の電氣的接続と、半導体チップの配線基板への固定とを同時に行なうことができるので、生産性の高いフリップチップ実装が実現できる。

[0079] なお、対流添加剤12を用いるに際してフラックスを用いた場合、沸騰するフラックスの対流によって、熔融はんだ粉の移動を促進させるという効果の他に、はんだ粉表面に不可避免的に形成された酸化膜を除去させるという効果も期待できる。

[0080] また、樹脂13としては、エポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂を用い、基板を更に加熱することによって、樹脂13を硬化させることができるが、他の手段で硬化する材料、例えば、光を照射することによって硬化する、光重合性オリゴマー等の光硬化性樹脂を用いることもできる。光硬化性樹脂を用いた場合、図3に示したような、配線基板10の一連の加熱工程によってフリップチップ実装を行なうことはできないが、光の一括照射により、樹脂を硬化させることができるので、生産性に優れた点においては、熱硬化性樹脂を用いた場合とあまり変わりはない。

[0081] さらに、配線基板10の加熱工程において、電極端子11上と接続端子21との間に

形成される成長はんだ(接続体)22に形状歪を生じさせないために、半導体チップ20がずれないように、半導体チップ20に一定の圧力を加えることによって、樹脂13を押圧しながら配線基板10を加熱すると、形状歪のない均一な成長はんだ(接続体)22を形成することができる。

[0082] ところで、本発明の方法を用いてフリップチップ実装体を形成した場合、樹脂13中に分散しているはんだ粉が、配線基板10と半導体チップ20の端子11、21間に自己集合して接続体22を形成し、端子間以外の樹脂13中にはんだ粉を残存させない対策を講じることが好ましい。特に、半導体チップ20の電極端子21がファインピッチになると、端子間に成長したはんだ粉が残存した場合、端子間の絶縁耐圧の劣化やショートの原因となり、信頼性や歩留まりの低下を防ぐ上で、かかる対策は重要である。より具体的には、配線基板および／または半導体チップの端子以外の露出表面にはんだに対する濡れ性が劣る材料を配置してよい。例えばそのような露出表面にソルダーレジストを塗布してよい。

[0083] 本発明における樹脂13中に含有する対流添加剤12は、樹脂13中に分散しているはんだ粉を強制的に移動させる作用を及ぼすことから、単に濡れ性だけを利用して端子間に自己集合させるのに比べて、より効率よくはんだ粉を端子間に自己集合させることができる。それ故、過剰のはんだ粉を樹脂13中に含有させることなく、適量のはんだ粉でもって、端子間に必用とする接続体22を形成することが可能となる。これにより、接続体22を形成した後において、端子間以外の樹脂中に残留するはんだ粉の量を減少させることができ、端子間の絶縁耐圧の劣化やショートといった問題を防ぐことが可能となる。

[0084] 本発明の樹脂13に含まれるはんだ粉の最適な含有量は、概ね、以下のような指針に基づいて設定することができる。尚、はんだ粉の最適な含有量は、例えば、以下に説明するように設定することができる。

[0085] 配線基板10と半導体チップ20との間に供給される樹脂組成物13(即ち、はんだ粉および対流添加剤を含む)の体積(V_B)中に含有されるはんだ粉の全てが、配線基板10の電極端子11と半導体チップ20の接続端子21との間の接続体22の形成に参与すると考えると、接続体22の総体積(V_A)と、樹脂13の体積(V_B)とは以下のような

関係式(1)が成り立つと考えられる:

$$V_A : V_B \doteq S_A : S_B \cdots (1)$$

式(1)中、 S_A は配線基板10の電極端子11(または、半導体チップ20の接続端子21)の総面積、 S_B は配線基板10(または半導体チップ20)の面積をそれぞれ表す。

[0086] これにより、樹脂組成物13中に含まれるはんだ粉の含有量は、以下のような式(2)で表される:

$$(\text{はんだ粉の含有量、体積}\%) = V_A / V_B = S_A / S_B \times 100 \cdots (2)$$

実際には、全てのはんだ粉が端子間に自己集合するとは限らず、樹脂13中にいくらか残留することもある。また、端子間に形成される接続体22は、最終的には端子間を一定の条件を満たす電氣的接続がなされていればよく、かかる条件を満たす範囲内であれば、必ずしも端子間を全て接続体22で満たす必要はない。

[0087] よって、樹脂13中に含まれるはんだ粉の最適な含有量は、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。

$$(\text{はんだ粉の含有量、体積}\%) = (S_A / S_B \times 100) + \alpha \cdots (3)$$

式(3)中、パラメータ(α)は、はんだ粉が端子間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。例えば、使用する樹脂13の流動性が低い(粘度が高い)場合には、はんだ粉の樹脂13中での自由な移動が損なわれるので、はんだ粉の自己集合率(はんだ粉が電極間に自己集合する割合)が低下する。従って、この場合には、その不足分を補う量(α は正の値)を含めたはんだ粉を樹脂13中に含有させておくことが好ましい。なお、はんだ粉の自己集合率に影響を与えるものとしては、他に、対流添加剤12による対流効果や、電極端子の濡れ性等が考えられる。容易に理解できるように、バンプ形成条件を決定した後に、例えば試行錯誤法によって α の値を実験的に求めることができる。

[0088] このように、はんだ粉が端子間に自己集合する際の過不足分を調整するパラメータ(α)は、種々の条件により決められるが、本来の絶縁耐圧の劣化等を防ぐ目的に沿うためには、 α は、 ± 10 体積%の範囲、より好ましくは ± 5 体積%の範囲に設定することが好ましい。

[0089] 配線基板10の電極端子11(または半導体チップ20の接続端子21)の配置は、様

々な形態を取り得るが、例えば図4および図5に示したような典型的な電極端子11（または接続端子21）の配置に対して、式(3)により最適なはんだ粉の含有量を求めると、概ね以下のような値になる。

図4に示した配置（ペリフェラル配置）・・・0.5～5体積%

図5に示した配置（エリアアレイ配置）・・・15～30%体積%

[0090] このことから、電極11上に必要とするバンプを形成するには、樹脂13中に分散するはんだ粉は、通常0.5～30体積%、好ましくは0.5～20体積%の割合で組成物としての樹脂（即ち、はんだ粉および対流添加剤を含む樹脂組成物）13中に含有していれば足りることになる。

このように、はんだ粉の含有量を少ない量に押さえることができるのは、樹脂13中に分散する対流添加剤の樹脂13中での対流によって奏される作用効果によるものに他ならない。なお、一般に、はんだ粉と樹脂または対流添加剤との重量比は約7程度なので、上記0.5～30体積%の割合は、概ね3～75重量%の割合に相当する。

[0091] （実施形態3）

以下に、上述した実施形態2に対する種々の改変例に係る実施形態3について、図面を参照しながら説明する。

[0092] 図6(a)、(b)は、配線基板10に、複数の半導体チップ(20a、20b、20c、20d)をフリップチップ実装した場合の構成を示した図で、図6(a)はその平面図、図6(b)は、図6(a)のB-B'線に沿った断面図を表す。

[0093] 複数の半導体チップ(20a、20b、20c、20d)の配線基板10へのフリップチップ実装は、以下の方法で行なわれる。

[0094] まず、配線基板10上の各半導体チップ(20a、20b、20c、20d)が搭載される領域に、予め、はんだ粉と対流添加剤を含有した樹脂を塗布しておく。そして、各半導体チップの接続端子が、配線基板10上のそれぞれの電極端子と対向するように、各半導体チップを樹脂表面に当接させる。その後、配線基板10を加熱して、樹脂中に含有するはんだ粉を熔融させ、はんだ粉同士が結合して成長したはんだを、各半導体チップの接続端子と配線基板の電極端子間に自己集合させる。最後に、樹脂を硬化させて、各半導体チップを配線基板に固定させ、フリップチップ実装が完了する。

[0095] 本発明のフリップチップ実装によれば、樹脂として熱硬化性樹脂を用いる場合、各半導体チップと配線基板の電極端子との間の電氣的接続と、各半導体チップの配線基板への固定とを、一連の工程で一括して行なうことができ、生産性の高いフリップチップ実装を実現できる。尚、上記の例では、樹脂を、配線基板10上の各半導体チップが搭載される領域に塗布するようにしたが、配線基板10の全面に樹脂を塗布しても構わない。

[0096] (実施形態4)

次に、半導体チップの他のフリップチップ実装方法について、図7(a)～(e)を参照しながら説明をする。

[0097] まず、図7(a)に示すように、複数の電極端子11を有する配線基板10上に、はんだ粉(図示せず)及び対流添加剤12を含有する樹脂13を供給する。次に、図7(b)に示すように、配線基板10上に供給された樹脂13の表面に平板14を当接させる。そして、この状態で、配線基板10を、はんだ粉が溶融する温度に加熱する。ここで、配線基板10の加熱温度は、対流添加剤12の沸点よりも高い温度で行なわれ、沸騰した対流添加剤12は、樹脂13中を対流するのが好ましい。この加熱工程において、溶融したはんだ粉を、配線基板10の電極端子11上に自己集合させることによって、電極端子11上にハンダ球16を形成させる。

[0098] ここで、平板14を樹脂13表面に当接させるのは、沸騰した対流添加剤12が樹脂13の表面から外部に蒸発するのを少しでも抑えるためである。こうすることによって、樹脂中を対流する添加剤12を有効に維持することができるので、溶融したはんだ粉をより広範囲に移動促進を図ることができる。

[0099] 次に、図7(c)に示すように、平板14を取り外した後、樹脂13を配線基板10の表面から除去することによって、配線基板10の電極端子11上に、はんだバンプ16が形成される。ここで、平板14を外した後、樹脂13を残しておいても構わないが、バンプ形成後、微小なはんだ粉が樹脂13上に残渣として残る場合もあるので、信頼性の面を考慮すると、はんだ粉の残渣と一緒に樹脂13を除去することが好ましい。

[0100] 次に、図7(d)に示すように、複数の接続端子21を有する半導体チップ20を、接続端子21とバンプ16とが対応するように、配線基板10上に搭載する。そして、半導体

チップ20をバンプ16に押圧しながら、配線基板10を、バンプ16が溶融する温度に加熱し、接続端子21とバンプ16との接触面を合金化することによって、配線基板10の電極端子11と、半導体チップ20の接続端子21とを電氣的に接続する。

[0101] 最後に、図7(e)に示すように、配線基板10と半導体チップ20間に、アンダーフィル材23を注入した後、配線基板10を加熱することにより、アンダーフィル材23を熱硬化さ、フリップチップ実装を完成させる。

[0102] 本実施形態のフリップチップ実装方法では、実施形態3で説明したように、半導体チップと配線基板の電極端子と間の電氣的接続と、半導体チップの配線基板への固定とを、一連の加熱工程で同時に行なうことはできないが、配線基板の電極端子上へのバンプ形成が確実にできているかどうか目視により確認することができるので、予め、バンプ形成不良を取り除くことができ、その後の半導体チップのフリップチップ実装における歩留まりを向上させることができる。

[0103] さて、半導体チップの多ピン化に伴い、半導体チップの接続端子は、エリアアレイ構造が主流になってきているが、複数の半導体チップを配線基板に実装する際には、ペリフェラルな接続端子を有する半導体チップが含まれることもある。

本発明におけるフリップチップ実装方法は、はんだ粉の自己集合機能を利用して、均一な自己集合を行なわせるためには、電極の配置は均一である方が望ましく、その意味で、エリアアレイの半導体チップは、本発明のフリップチップ実装方法を適用するのに適していると言える。

[0104] しかしながら、ペリフェラルな接続端子を有する半導体チップについても、図8及び図9に示すような方法を用いれば、エリアアレイの半導体チップと何ら変わりなく、均一性良くフリップチップ実装することができる。

図8は、配線基板10の平面図で、図9(a)～(c)は、フリップチップ実装の工程断面図を示す。

[0105] 図8に示すように、配線基板10の周辺には、ペリフェラルな半導体チップの接続端子に対応する位置に、電極端子11が形成されている。そして、はんだ粉と対流添加剤とを含有した樹脂13を、電極端子11が形成されていない配線基板10の中央領域30を除いて、配線基板10上に形成された電極端子11を覆うように供給する(図9(a))

)。

[0106] そして、図9(b)に示すように、半導体チップ20を、樹脂13に当接させ、配線基板10を加熱することによって、図9(c)に示すように、半導体チップ20の接続端子21と、配線基板10の電極端子11が、接続体22を介して電氣的に接続されたフリップチップ実装体を得られる。

[0107] 図8に示すように、電極端子11と接続端子21は、樹脂13に対して均一に配置された格好になっているので、熔融したはんだ粉は、端子間に均一に自己集合することができ、エリアアレイと同様に、均一性良くフリップチップ実装を行なうことができる。

[0108] なお、図9(c)に示すように、フリップチップ実装体は、半導体チップ20と配線基板10との間の中央領域30には、樹脂13が存在しないが、接着強度その他の信頼性の面から、別途、中央領域30を他の樹脂等で埋めておいてもよい。

[0109] また、樹脂13を配線基板10全面に供給しても、はんだ粉が対流により端子に自己集合していくことにより本発明の効果が喪失されることはなく、その場合には、中央領域30を改めて他の樹脂で埋める必要はない。

[0110] 以上、本発明を好適な実施形態により説明してきたが、これらの実施形態において、種々の改変が可能である。例えば、はんだ粉と対流添加剤とを含有する樹脂として、熱硬化性樹脂、光硬化性樹脂等を例示したが、これらの併用型樹脂、あるいは2液混合型の樹脂を用いても構わない。また、半導体チップは、シリコン半導体に限らず、化合物半導体の半導体チップにも、当然適用することができる。

[0111] 上述のような本発明は、次の態様を包含する：

第1の態様： 複数の電極端子を有する配線基板と対向させて、複数の接続端子を有する半導体チップを配設し、前記配線基板の前記電極端子と、前記半導体チップの前記接続端子とを電氣的に接続するフリップチップ実装方法において、

(1) 前記配線基板の前記電極端子を有する表面上に、はんだ粉及び対流添加剤を含有する樹脂を供給すること、

(2) 前記樹脂表面に、前記半導体チップを当接させること、

(3) 前記配線基板を、前記はんだ粉が熔融する温度に加熱すること、ならびに

(4) 前記加熱工程後、前記樹脂を硬化させること

を含んで成り、前記配線基板を加熱する際(3)、前記電極端子と前記接続端子とを電氣的に接続する接続体を形成し、また、前記樹脂を硬化させる際(4)、前記半導体チップを前記配線基板に固定することを特徴とするフリップチップ実装方法。

第2の態様： 上記第1の態様において、前記基板を加熱すること(3)は、前記対流添加剤の沸点よりも高い温度で行なわれることを特徴とするフリップチップ実装方法。

第3の態様： 上記第2の態様において、前記基板が加熱される際(3)に、前記沸騰した対流添加剤は、前記樹脂中を対流することを特徴とするフリップチップ実装方法。

第4の態様： 上記第1～3の態様のいずれかにおいて、前記基板が加熱される際(3)に、前記はんだ粉は、熔融状態で前記樹脂中を対流することを特徴とするフリップチップ実装方法。

第5の態様： 上記第1～4の態様のいずれかにおいて、前記対流添加剤は、溶剤、グリセリン、ワックス、イソプロピルアルコール、酢酸ブチル、ブチルカルビトールおよびエチレングリコールよりなる群から選択される1種もしくは2種以上の材料から成ることを特徴とするフリップチップ実装方法。

第6の態様： 上記第1～5の態様のいずれかにおいて、前記基板の加熱(3)は、前記樹脂の粘度が低下する温度で行われることを特徴とするフリップチップ実装方法。

第7の態様： 上記第1～6の態様のいずれかにおいて、前記基板が加熱する際(3)に、前記半導体チップに一定の圧力を加えることによって、前記樹脂を押圧しながら、前記基板を加熱することを特徴とするフリップチップ実装方法。

第8の態様： 上記第1～7の態様のいずれかにおいて、前記樹脂は、熱硬化性樹脂からなることを特徴とするフリップチップ実装方法。

第9の態様： 上記第8の態様において、前記樹脂の硬化(4)は、前記配線基板の加熱工程よりも高い温度に基板を加熱することにより行なわれることを特徴とするフリップチップ実装方法。

第10の態様： 上記第1～7の態様のいずれかにおいて、前記樹脂は、光硬化性樹脂からなり、前記樹脂の硬化工程(4)は、前記樹脂に光を照射することによって行な

われることを特徴とするフリップチップ実装方法。

第11の態様： 上記第1～10の態様のいずれかにおいて、前記樹脂表面に、複数の半導体チップを当接することにより、該複数の半導体チップを前記配線基板にフリップチップ実装することを特徴とするフリップチップ実装方法。

第12の態様： 上記第1～11の態様のいずれかにおいて、前記はんだ粉は、0.5～30体積%の割合で、前記樹脂中に含有されていることを特徴とするフリップチップ実装方法。

第13の態様： (a) 複数の電極端子を有する配線基板を用意すること、
(b) 前記配線基板上に、はんだ粉及び対流添加剤を含有する樹脂を供給すること、
(c) 前記配線基板を、前記はんだ粉が溶融する温度に加熱し、前記電極端子上にバンプを形成すること、
(d) 複数の接続端子を有する半導体チップを、前記接続端子と前記バンプとが対応するように、前記配線基板上に搭載すること、ならびに
(e) 前記配線基板を、前記バンプが溶融する温度に加熱すること
を含んで成り、前記配線基板の加熱(e)によって、前記配線基板の前記電極端子と、前記半導体チップの前記接続端子とを電氣的に接続する接続体を形成することを特徴とするフリップチップ実装方法。

第14の態様： 上記第13の態様において、前記電極端子上にバンプが形成される際(c)に、前記配線基板を加熱する温度は、前記対流添加剤の沸点よりも高いことを特徴とするフリップチップ実装方法。

第15の態様： 上記第13または14の態様において、前記電極端子上にバンプが形成される際(c)に、前記沸騰した対流添加剤は、前記樹脂中を対流することを特徴とするフリップチップ実装方法。

第16の態様： 上記第13～15の態様のいずれかにおいて、前記電極端子上にバンプを形成する際(c)、バンプを形成した後、前記樹脂を前記配線基板から除去することを特徴とするフリップチップ実装方法。

第17の態様： 上記第1～16の態様のいずれかにおいて、前記配線基板の前記

電極端子と、前記半導体チップの前記接続端子とが電氣的に接続されたフリップチップ実装体。

産業上の利用可能性

- [0112] 本発明によれば、次世代LSIのフリップチップ実装に適用可能な、生産性及び信頼性の高いフリップチップ実装方法及びフリップチップ実装体を提供することができる。

関連出願の相互参照

- [0113] 本出願は、日本国特許出願第2004-267919号(出願日:2004年9月15日、発明の名称:「フリップチップ実装方法及びフリップチップ実装体」)および日本国特許出願第2005-091347号(出願日:2005年3月28日、発明の名称:「フリップチップ実装方法及びフリップチップ実装体」)に基づくパリ条約上の優先権を主張する。当該出願に開示された内容は全て、この引用により、本明細書に含まれるものとする。

請求の範囲

- [1] 複数の電極端子を有する配線基板と対向させて、複数の接続端子を有する半導体チップを配設し、前記配線基板の前記電極端子と、前記半導体チップの前記接続端子とを電氣的に接続するフリップチップ実装方法において、
- (1) 前記配線基板の前記電極端子を有する表面上に、はんだ粉及び対流添加剤を含有する樹脂を供給する工程、
 - (2) 前記樹脂表面に、前記半導体チップを当接させる工程、
 - (3) 前記配線基板を、前記はんだ粉が溶融する温度に加熱する工程、ならびに
 - (4) 前記加熱工程後、前記樹脂を硬化させる工程
- を含んで成り、前記配線基板の加熱工程(3)において、前記電極端子と前記接続端子とを電氣的に接続する接続体を形成し、また、前記樹脂の硬化工程(4)において、前記半導体チップを前記配線基板に固定することを特徴とするフリップチップ実装方法。
- [2] 前記基板を加熱する工程(3)は、前記対流添加剤の沸点よりも高い温度で行なわれることを特徴とする、請求項1に記載のフリップチップ実装方法。
- [3] 前記基板を加熱する工程(3)において、前記沸騰した対流添加剤は、前記樹脂中を対流することを特徴とする、請求項2に記載のフリップチップ実装方法。
- [4] 前記基板を加熱する工程(3)において、前記はんだ粉は、溶融状態で前記樹脂中を対流することを特徴とする、請求項1に記載のフリップチップ実装方法。
- [5] 前記対流添加剤は、溶剤、グリセリン、ワックス、イソプロピルアルコール、酢酸ブチル、ブチルカルビトールおよびエチレングリコールよりなる群から選択される1種もしくは2種以上の材料から成ることを特徴とする、請求項1に記載のフリップチップ実装方法。
- [6] 前記基板を加熱する工程(3)は、前記樹脂の粘度が低下する温度で行われることを特徴とする、請求項1に記載のフリップチップ実装方法。
- [7] 前記基板を加熱する工程(3)において、前記半導体チップに一定の圧力を加えることによって、前記樹脂を押圧しながら、前記基板を加熱することを特徴とする、請求項1に記載のフリップチップ実装方法。

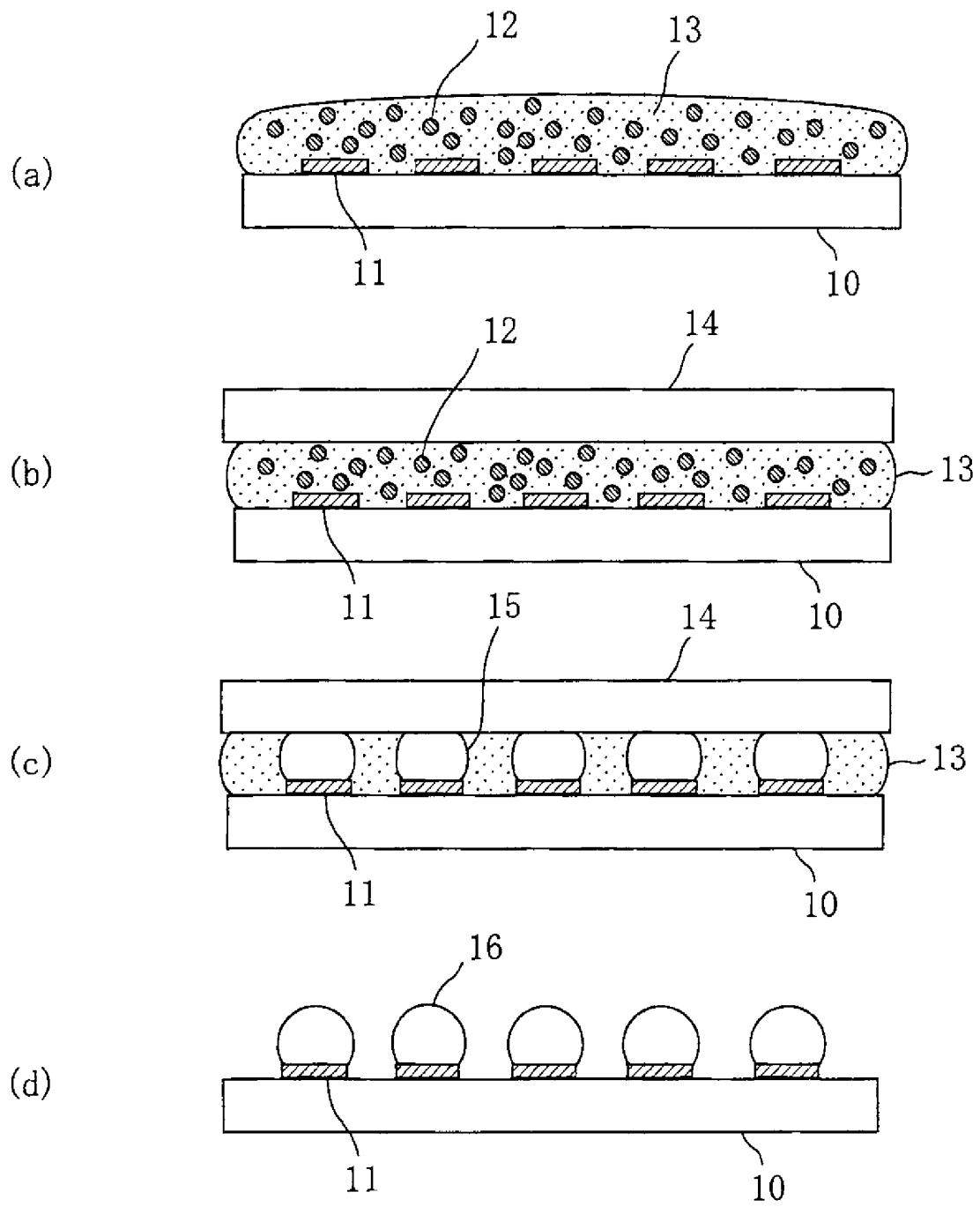
- [8] 前記樹脂は、熱硬化性樹脂からなることを特徴とする、請求項1に記載のフリップチップ実装方法。
- [9] 前記樹脂の硬化工程(4)は、前記配線基板の加熱工程よりも高い温度に基板を加熱することにより行なわれることを特徴とする、請求項8に記載のフリップチップ実装方法。
- [10] 前記樹脂は、光硬化性樹脂からなり、前記樹脂の硬化工程(4)は、前記樹脂に光を照射することによって行なわれることを特徴とする、請求項1に記載のフリップチップ実装方法。
- [11] 前記樹脂表面に、複数の半導体チップを当接することにより、該複数の半導体チップを前記配線基板にフリップチップ実装することを特徴とする、請求項1に記載のフリップチップ実装方法。
- [12] 前記はんだ粉は、0.5～30体積%の割合で、前記樹脂中に含有されていることを特徴とする、請求項1に記載のフリップチップ実装方法。
- [13] (a)複数の電極端子を有する配線基板を用意する工程、
(b)前記配線基板上に、はんだ粉及び対流添加剤を含有する樹脂を供給する工程、
(c)前記配線基板を、前記はんだ粉が溶融する温度に加熱し、前記電極端子上にバンプを形成する工程、
(d)複数の接続端子を有する半導体チップを、前記接続端子と前記バンプとが対応するように、前記配線基板上に搭載する工程、ならびに
(e)前記配線基板を、前記バンプが溶融する温度に加熱する工程
を含んで成り、前記配線基板の加熱工程(e)によって、前記配線基板の前記電極端子と、前記半導体チップの前記接続端子とを電気的に接続する接続体を形成することを特徴とするフリップチップ実装方法。
- [14] 前記電極端子上にバンプを形成する工程(c)において、前記配線基板を加熱する温度は、前記対流添加剤の沸点よりも高いことを特徴とする、請求項13に記載のフリップチップ実装方法。
- [15] 前記電極端子上にバンプを形成する工程(c)において、前記沸騰した対流添加剤

は、前記樹脂中を対流することを特徴とする請求項13に記載のフリップチップ実装方法。

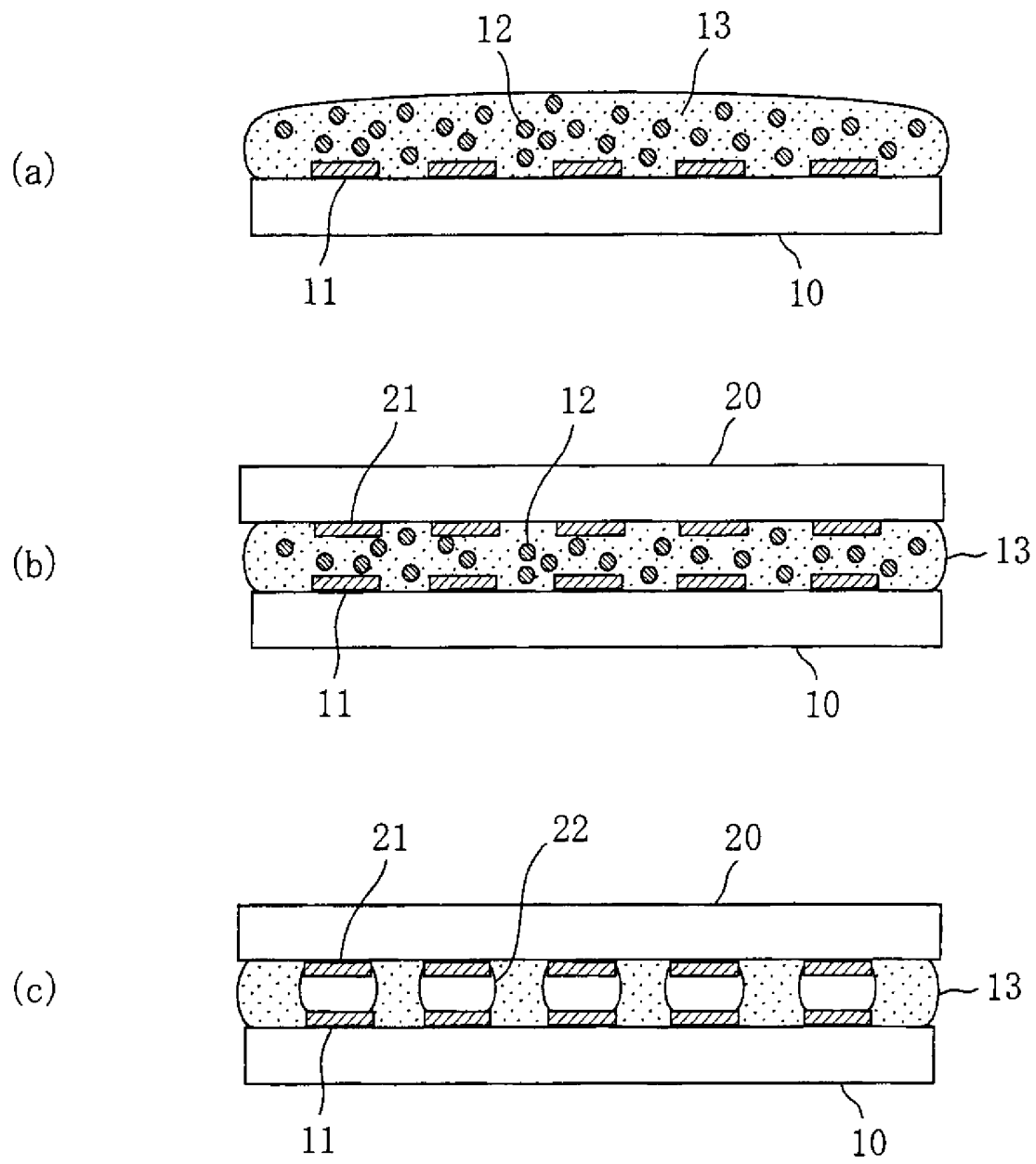
[16] 前記電極端子上にバンプを形成する工程(c)において、バンプを形成した後、前記樹脂を前記配線基板から除去することを特徴とする、請求項13に記載のフリップチップ実装方法。

[17] 請求項1に記載の実装方法によって、前記配線基板の前記電極端子と、前記半導体チップの前記接続端子とが電氣的に接続されたフリップチップ実装体。

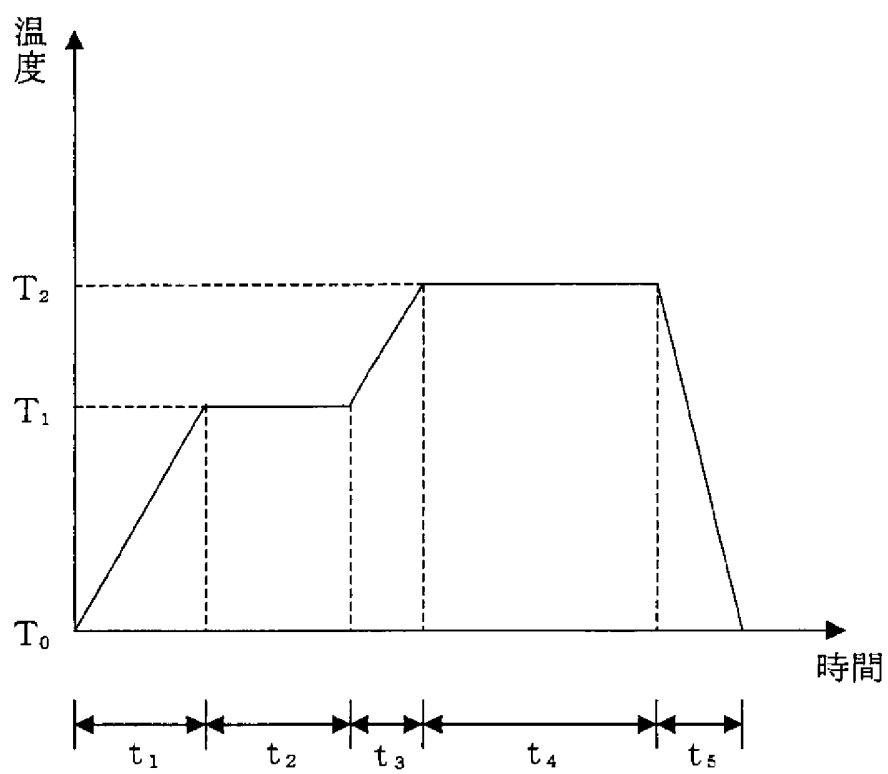
[図1]



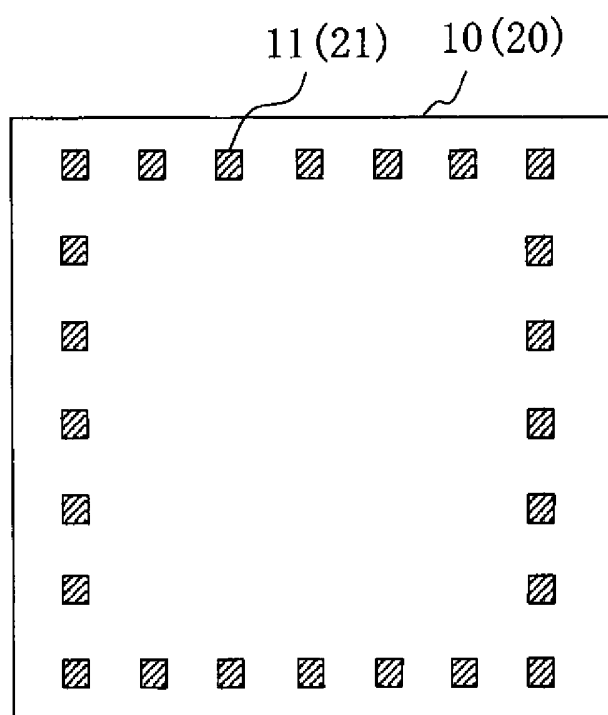
[図2]



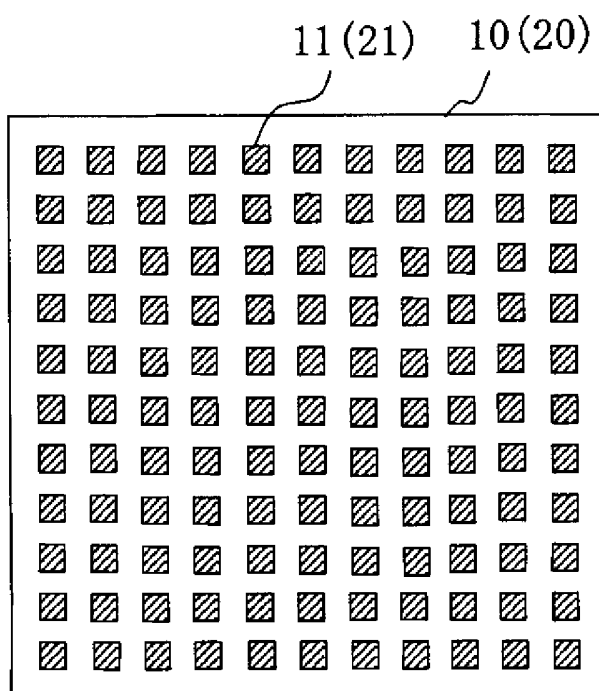
[図3]



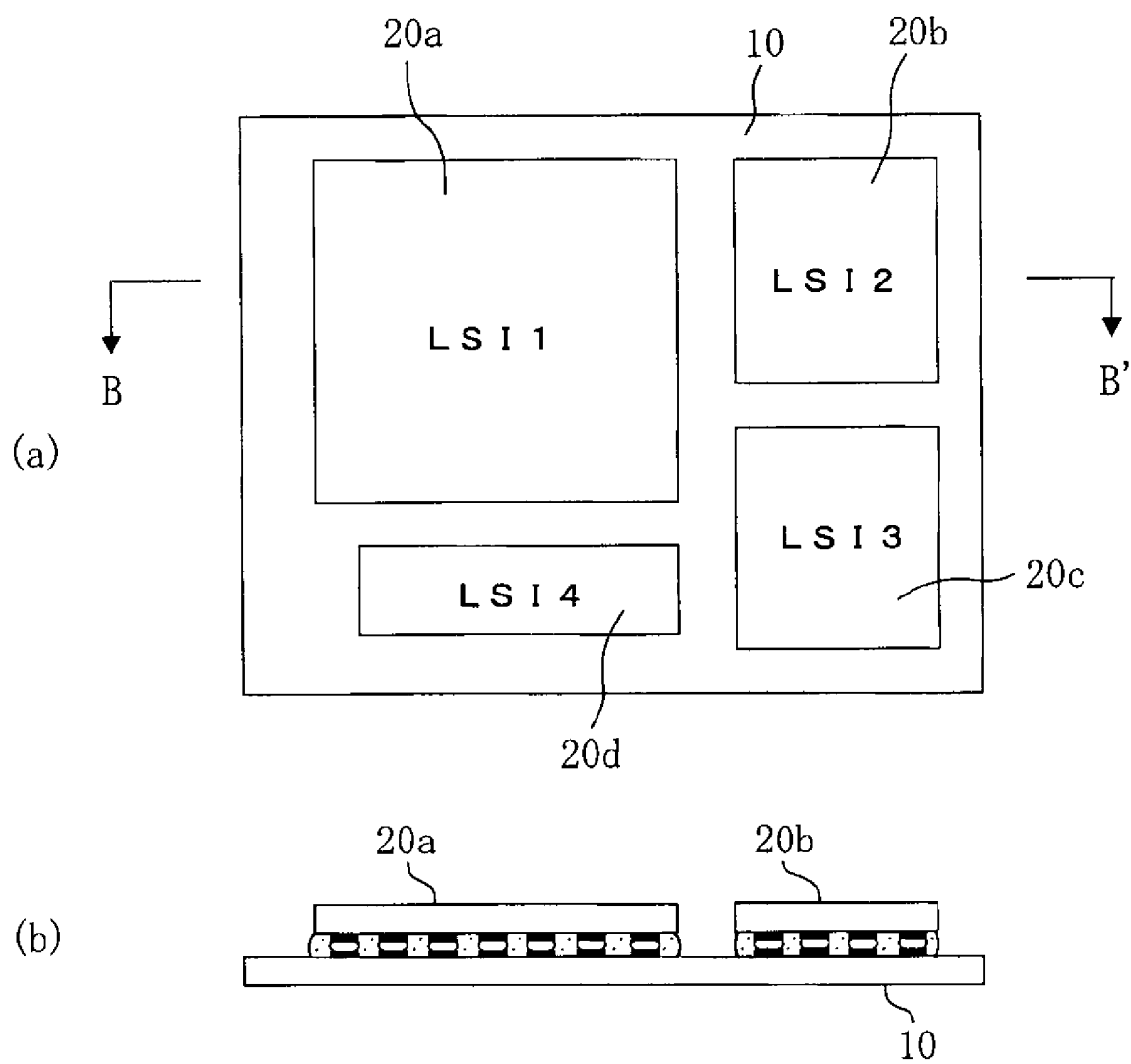
[図4]



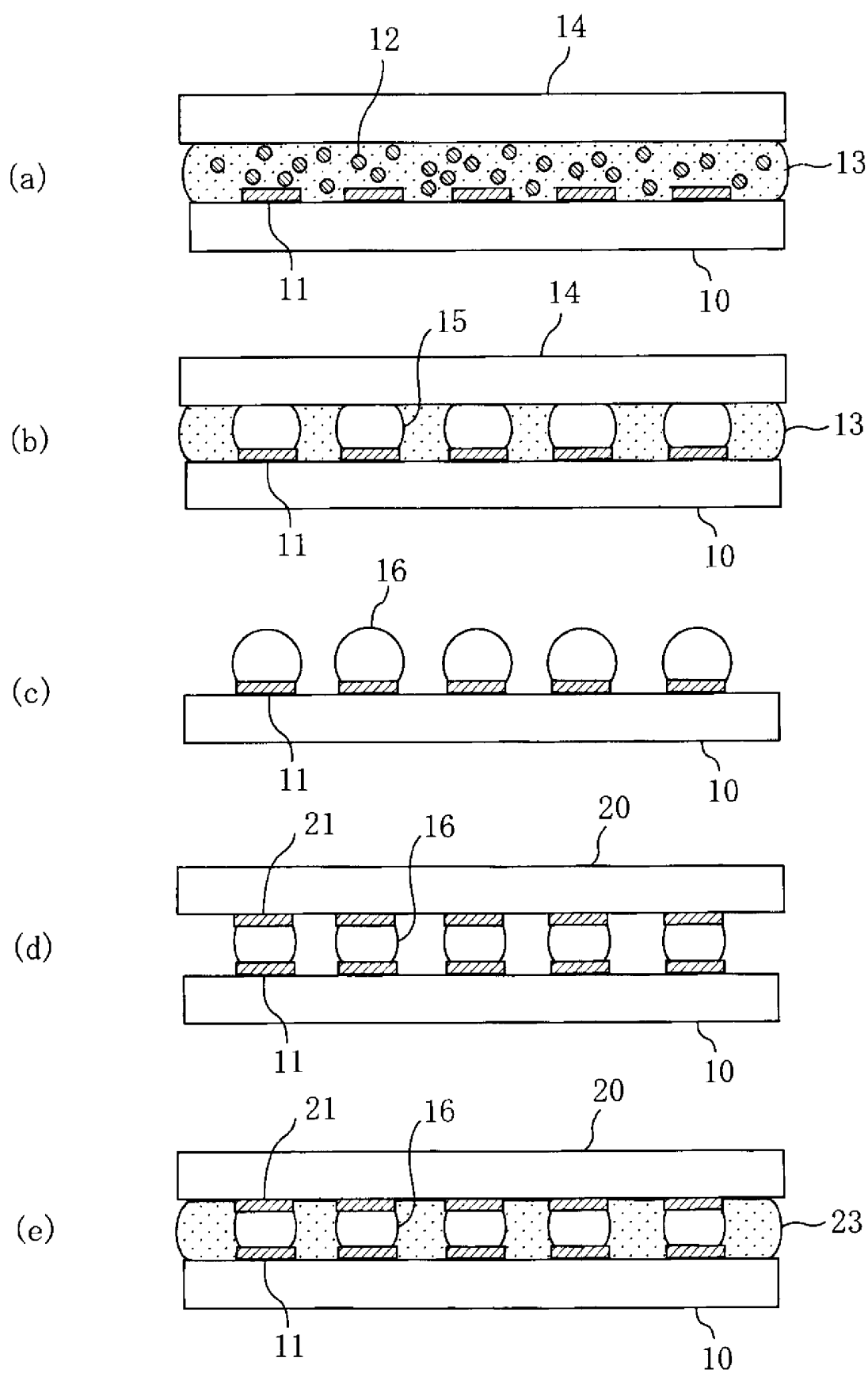
[図5]



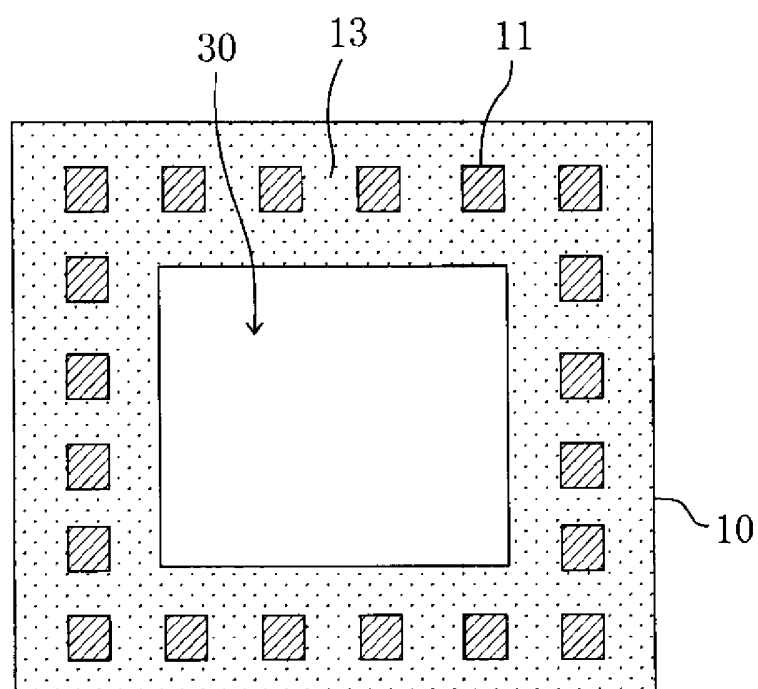
[図6]



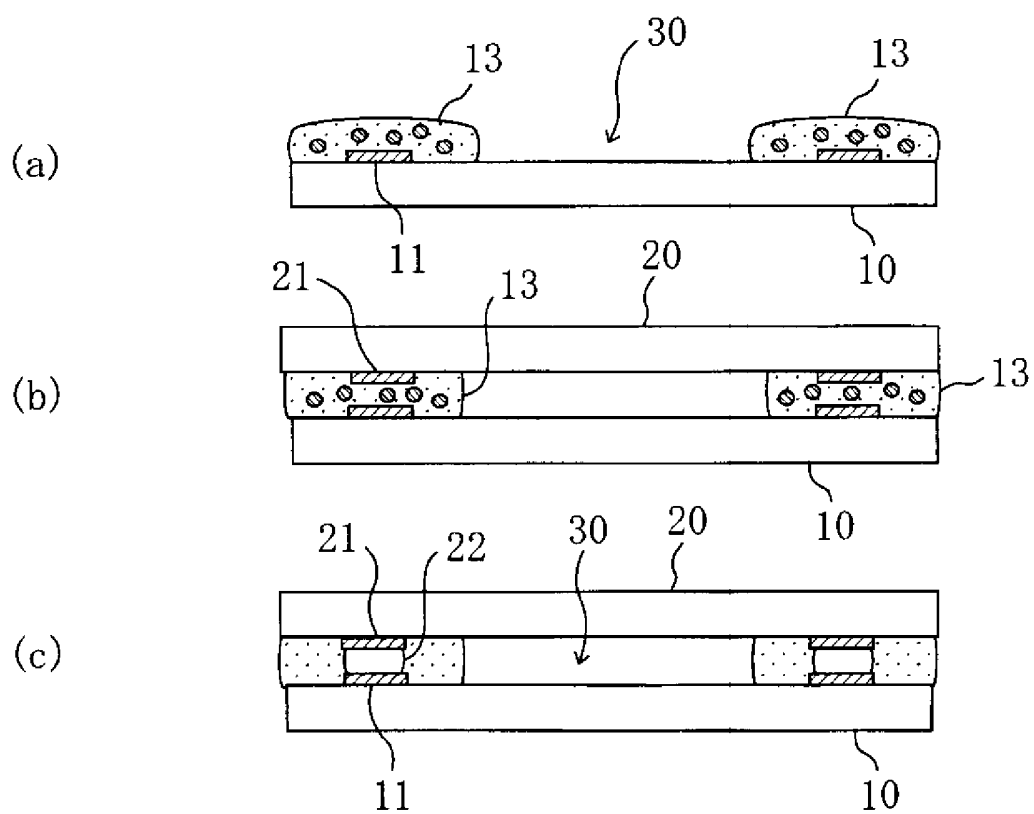
[図7]



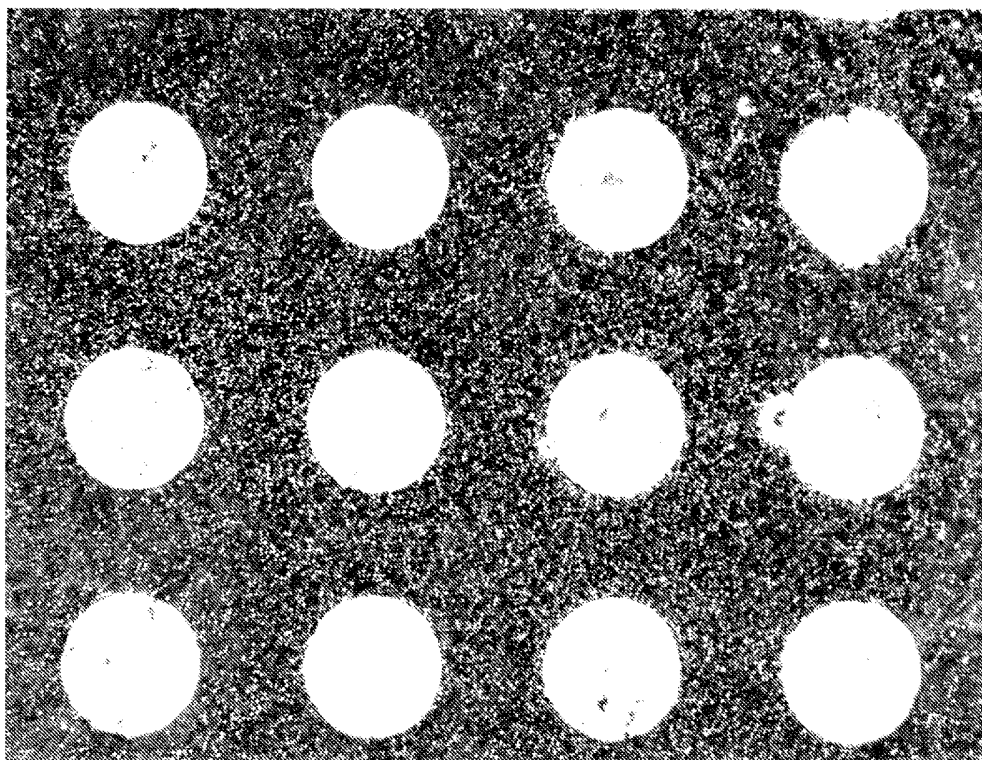
[図8]



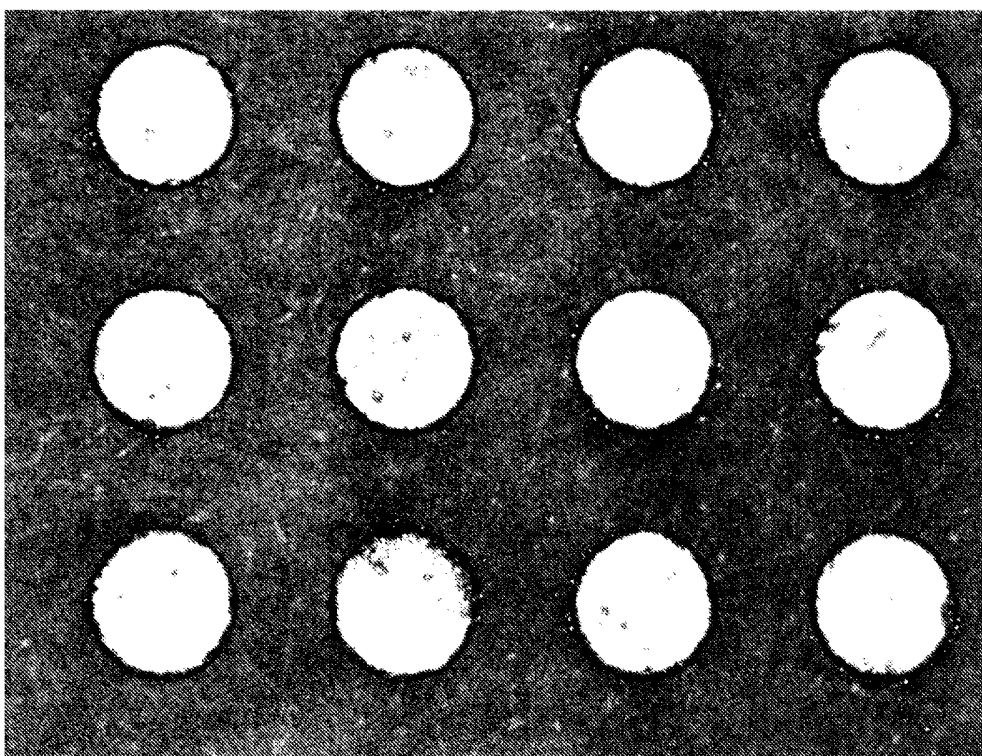
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/016423

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/60 (2006.01)

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 (2006.01)

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	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

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 Y A	JP 11-186334 A (Toshiba Corp.), 09 July, 1999 (09.07.99), Full text (Family: none)	1-9, 11-12, 17 10 13-16
X Y A	JP 2002-26070 A (Toshiba Corp.), 25 January, 2002 (25.01.02), Full text (Family: none)	1-9, 11-12, 17 10 13-16
X A	JP 6-125169 A (Fujitsu Ltd.), 06 May, 1994 (06.05.94), Full text (Family: none)	13-16 1-12, 17

☒ 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
30 November, 2005 (30.11.05)Date of mailing of the international search report
13 December, 2005 (13.12.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/016423

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 9-27516 A (Denso Corp.), 28 January, 1997 (28.01.97), Par. Nos. [0019] to [0021] (Family: none)	10 1-9, 11-17
A	JP 2-251145 A (Citizen Watch Co., Ltd.), 08 October, 1990 (08.10.90), Full text (Family: none)	1-17

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int.Cl. **H01L21/60** (2006.01)

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. **H01L21/60** (2006.01)

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	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005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
X Y A	JP 11-186334 A (株式会社東芝) 1999. 07. 09, 全文 (ファミリーなし)	1-9, 11-12, 17 10 13-16
X Y A	JP 2002-26070 A (株式会社東芝) 2002. 01. 25, 全文 (ファミリーなし)	1-9, 11-12, 17 10 13-16

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。

☐ 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
30. 11. 2005

国際調査報告の発送日
13. 12. 2005

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/J P)
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)	4 R	3547
坂本 薫昭		
電話番号 03-3581-1101 内線 3471		

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
X A	JP 6-125169 A (富士通株式会社) 1994. 05. 06, 全文 (ファミリーなし)	13-16 1-12, 17
Y A	JP 9-27516 A (株式会社デンソー) 1997. 01. 28, 段落 0019-0021 (ファミリーなし)	10 1-9, 11-17
A	JP 2-251145 A (シチズン時計株式会社) 1990. 10. 08, 全文 (ファミリーなし)	1-17