

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2007 年 1 月 11 日 (11.01.2007)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2007/004657 A1

- (51) 国際特許分類:
H05K 3/34 (2006.01) H05K 3/28 (2006.01)
H01L 21/60 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/313342
- (22) 国際出願日: 2006 年 6 月 28 日 (28.06.2006)
- (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2005-192862 2005 年 6 月 30 日 (30.06.2005) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): イビデン株式会社 (IBIDEN CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5038604 岐阜県大垣市神田町 2 丁目 1 番地 Gifu (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 川村 洋一郎 (KAWAMURA, Yoichiro) [JP/JP]; 〒5010695 岐阜県揖

斐郡揖斐川町北方 1-1 イビデン株式会社内 Gifu (JP). 澤 茂樹 (SAWA, Shigeki) [JP/JP]; 〒5010695 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方 1-1 イビデン株式会社内 Gifu (JP). 丹野 克彦 (TANNO, Katsuhiko) [JP/JP]; 〒5010695 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方 1-1 イビデン株式会社内 Gifu (JP). 田中 宏徳 (TANAKA, Hironori) [JP/JP]; 〒5010695 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方 1-1 イビデン株式会社 Gifu (JP). 藤井 直明 (FUJII, Naoaki) [JP/JP]; 〒5010695 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方 1-1 イビデン株式会社内 Gifu (JP).

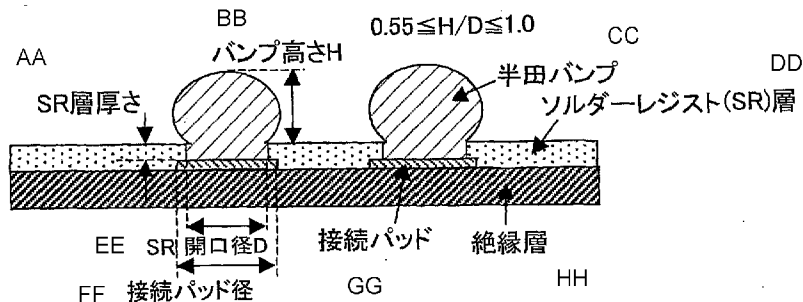
(74) 代理人: 小川 順三, 外 (OGAWA, Junzo et al.); 〒1040061 東京都中央区銀座 2 丁目 8 番 9 号 木挽館銀座ビル Tokyo (JP).

(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,

[続葉有]

(54) Title: PRINTED WIRING BOARD

(54) 発明の名称: プリント配線板



- AA SR LAYER THICKNESS
BB BUMP HEIGHT H
CC SOLDER BUMP
DD SOLDER RESIST (SR) LAYER
EE SR OPENING DIAMETER D
FF CONNECTING PAD DIAMETER
GG CONNECTING PAD
HH INSULATING LAYER

(57) Abstract: A printed wiring board is provided by arranging a solder resist layer on the surface of a wiring board whereupon a conductor circuit is formed, forming as a conductor pad a part of the conductor circuit exposed from an opening section arranged on the solder resist layer, and by forming a solder bump on the conductor pad for mounting an electronic component. The connecting reliability and the insulating reliability are improved by permitting a rate (H/D) of a height (H) of the solder bump from the surface of the solder resist layer to the opening diameter (D) of the opening section to be 0.55-1.0, even in a narrow pitch structure where the pitch of the opening section arranged on the solder resist layer is 200 μm or less.

(57) 要約: 導体回路を形成した配線基板に対し、その表面にソルダーレジスト層を設けると共に、そのソルダーレジスト層に設けた開口部から露出する前記導体回路の一部を導体パッドとして形成し、その導

[続葉有]

WO 2007/004657 A1



DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, 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, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, 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

プリント配線板

技術分野

- 5 本発明は、表層にコンデンサやＩＣなどの電子部品を実装するためのプリント配線板に係り、詳しくは、電子部品を実装するための半田バンプの狭ピッチ化に適合したプリント配線板に関する。

背景技術

- 10 近年、携帯電話や通信端末に代表される電子機器では、高機能化がめざましい。そして、これらの電子機器には、ＩＣチップを実装したプリント配線板が使用されてる。ＩＣチップをプリント配線板に実装する形態として、ＩＣチップを直接、プリント配線板に表面実装するフリップチップ方式が広く採用されている。このようなプリント配線板としては、
15 コア基板と、このコア基板上に形成されたビルドアップ層と、このビルドアップ層の上面には半田バンプを介してＩＣチップが実装される接続パッドとを備えたものが知られている。

- ここで、プリント配線板としては、エポキシ樹脂、ＢＴ（ビスマレイミド・トリアジン）樹脂、フェノール樹脂等をガラス繊維等の強化材と
20 共に成形したものが用いられるが、これらのコア基板の熱膨張係数は約 $12 \sim 20 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ ($30 \sim 200^{\circ}\text{C}$)であり、ＩＣチップのシリコンの熱膨張係数(約 $3.5 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$)と、約４倍以上も大きい。

- したがって、前記フリップチップ方式では、ＩＣチップの発熱に伴う温度変化が繰り返し生じた場合、ＩＣチップとコア基板との熱膨張量および熱収縮量の違いにより、半田バンプが破壊されるおそれがあった。
25 このような問題を解決するために、プリント配線板とＩＣとの間に、両者の間の熱膨張係数を持つインターポーザを介在させる方法が提案されている（特開昭５９－９９６参照）

しかしながら、ＩＣとプリント配線板間にインターポーザを介在させる方法では、プリント配線板とＩＣチップ間にインターポーザを介在させているので、電子部品の小型化という要求に応えられない。また、インターポーザという部品が余分に追加配設されているので、コストが高くなる。

そこで、本発明の目的は、従来技術が抱える上記問題点を解決して、半田バンプを搭載する導体パッド（接続パッド）のピッチが $200\mu\text{m}$ 以下であるような挟ピッチ構造でも、接続信頼性および絶縁信頼性に優れ、小型化および低コスト化が可能なプリント配線板を提案することにある。

発明の開示

本発明者らは、上記目的の実現のために鋭意研究を重ねた結果、ソルダーレジスト層に設けた開口部から露出する接続パッド上に設けた半田バンプの高さと、開口部の直径との比を所定の範囲内にすることによって、半田バンプとＩＣチップ等の電子部品との間の接続信頼性および絶縁信頼性を向上させ、小型化および低コスト化に寄与できることを知見し、そのような知見に基づいて、以下のような内容を要旨構成とする本発明を完成した。

すなわち、本発明は、

(１) 導体回路を形成した配線基板に対し、その表面にソルダーレジスト層を設けると共に、そのソルダーレジスト層に設けた開口部から露出する前記導体回路の一部を、電子部品を実装するための導体パッドとして形成し、その導体パッド上に半田バンプを形成してなるプリント配線板において、

前記導体パッドは、 $200\mu\text{m}$ 以下のピッチで配設されると共に、

前記半田バンプのソルダーレジスト層表面からの高さ H と、前記開口部の開口径 D との比(H/D)が、 $0.55\sim 1.0$ であることを特徴

とするプリント配線板である。

また、本発明は、

(2) 導体回路を形成した配線基板に対し、その表面に溶剤レジスト層を設けると共に、その溶剤レジスト層に設けた開口部から露出する前記導体回路の一部を、電子部品を実装するための導体パッドとして形成し、その導体パッド上に半田バンプを形成し、その半田バンプを介して実装された電子部品と溶剤レジスト層との間をアンダーフィルによって樹脂封止してなるプリント基板において、

前記導体パッドは、 $200\mu\text{m}$ 以下のピッチで配設されると共に、

前記半田バンプの溶剤レジスト層表面からの高さ H と、前記開口部の開口径 DD との比(H/D)が、 $0.55\sim 1.0$ であることを特徴とするプリント配線板である。

本発明において、前記溶剤レジスト層の表面は、少なくとも電子部品実装領域において平坦化処理を施すことができ、その平坦化された表面(第1の凹凸面)の最大表面粗さ(凹凸量)を $0.8\sim 3.0\mu\text{m}$ とすることが望ましい。

本発明においては、前記平坦化処理した溶剤レジスト層の表面を、さらに粗化処理を施すことができ、その粗化処理された溶剤レジスト層の表面(第2の凹凸面)の表面粗さは、前記平坦化された表面の最大表面粗さよりも小さく、かつ算術平均粗さ(Ra)で $0.2\sim 0.5\mu\text{m}$ とすることが望ましい。

さらに、本発明においては、溶剤レジスト層に設けた開口部から露出する導体回路の一部として規定される導体パッドは、めっき導体が最外層に位置する層間樹脂絶縁層に設けた開口内に完全に充填されたフィルドビアの形態に形成され、その層間樹脂絶縁層表面から露出するフィルドビア表面の凹凸量は、層間樹脂絶縁層上に形成される導体回路の厚みに対して $-5\mu\text{m}\sim +5\mu\text{m}$ であることが望ましい。

なお、本発明において、「導体パッド」とは、溶剤レジスト層に

設けた開口部から露出する導体回路の一部として規定されるが、その導体回路は、例えば、導体回路の一部を利用する形態（接続パッド）や、バイアホール（めっき導体が樹脂絶縁層に設けた開口内に完全に充填されたフィルドビアを含む）の形態およびバイアホールと導体回路からなる形態に形成することができるので、広い意味では、接続パッドやバイアホールを含んだ導体回路の一部を指す。

また、本発明において、ソルダーレジスト層に設けた開口の「開口径（D）」とは、開口側壁がテーパ形状をなしていない場合には、開口の「直径」を意味し、開口側壁がテーパ形状をなしている場合には、ソルダーレジスト層表面に表れる開口の直径（開口上部の直径）を意味する。

また、本発明において、「最大表面粗さ」とは、図8に概略的に示すように、電子部品実装領域において、導体パッド上または導体回路上のソルダーレジスト層の高さと、隣接する導体パッド非形成部または導体回路非形成部のソルダーレジスト層の高さとの差 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 、 X_5 ・・・の中の最大値を意味する。

さらに、「算術平均粗さ」とは、JIS B0601で規定された算術平均粗さ（ R_a ）のことを意味する。

本発明によれば、半田バンプのソルダーレジスト層表面からの高さHと、開口部の開口径Dとの比（ H/D ）を0.55以上にすることによって、半田バンプの高さを比較的大きくすることができるので、半田バンプ自体が変形しやすくなると共に、半田の体積（半田量）を大きくすることができる。その結果、半田が吸収できる応力が増加することになるので、接続信頼性が向上する。一方、半田バンプのソルダーレジスト層表面からの高さHと、開口部の開口径Dとの比（ H/D ）を1.0以下にすることによって、隣接する半田バンプ間で溶融した半田の移動が起こりにくくなるので、半田バンプの高さのバラツキを抑制することができると共に、隣接する半田バンプ間の短絡を防止することができる。その結果、接続信頼性および絶縁信頼性が向上する。

また、ソルダーレジスト層の表面の少なくとも電子部品実装領域における平坦化された表面（第１の凹凸面）は、最大表面粗さ（凹凸量）を $0.8 \sim 3.0 \mu\text{m}$ とすることによって、ソルダーレジスト層表面と実装電子部品との間に充填されるアンダーフィル内にボイドが発生することを低減することができる。その結果、接続信頼性が向上する。

さらに、粗化处理されたソルダーレジスト層の表面（第２の凹凸面）の表面粗さを、平坦化された表面の凹凸量よりも小さく、かつ算術平均粗さ R_a で $0.2 \sim 0.5 \mu\text{m}$ 程度とすることによって、ソルダーレジスト層表面とアンダーフィルとの間の密着性を向上させることができると共に、ソルダーレジスト層表面にフラックスや洗浄液等の残留を少なくできる。その結果、接続信頼性および絶縁信頼性が向上する。

さらに、導体パッドをフィルドビアの形態に形成し、最外側の層間樹脂絶縁層表面から露出するフィルドビア表面の凹凸量を、層間樹脂絶縁層上に形成される導体回路の厚みに対して $-5 \mu\text{m} \sim +5 \mu\text{m}$ とすることによって、フィルドビアと半田ボールの接点を多くして、半田バンプを形成する際の濡れ性を向上させることができるので、バンプ内へのボイドの巻き込みや、バンプの未搭載（ミッシングバンプ）を少なくすることができると共に、ファイン化に適合しやすくなる。

さらにまた、インターポーザを必要としないので、その分の薄型化、低コスト化を図ることができる。

図面の簡単な説明

図１は、本発明にかかるプリント配線板の一実施形態を示す断面図である。

図２は、図１に示すプリント配線板にＩＣチップを実装し、ドータボードに載置した状態を示す断面図である。

図３Ａ～３Ｃは、プリント配線板上に半田バンプを形成する工程を説明する図である。

図 4 A ~ 4 B は、半田ボール搭載装置の構成を示す概略図である。

図 5 A は、プリント配線板の位置決めを説明するための概略図、図 5 B は、搭載筒への半田ボールの供給を説明するための概略図である。

図 6 A は、搭載筒による半田ボールの集合を説明するための概略図、

5 図 6 B は、搭載筒による半田ボールの集合、誘導を説明するための概略図である。

図 7 A は、半田ボールの接続パッド上への落下を説明するための概略図、図 7 B は、吸着ボール除去筒による半田ボールの除去を説明するための概略図である。

10 図 8 は、ソルダーレジスト層表面の最大表面粗さを説明するための概略図である。

図 9 は、本発明におけるバンプ高さ (H) とソルダーレジスト層開口径 (D) との関係を説明するための概略図である。

15 図 10 A ~ 10 B は、接続パッドとしてのフィールドビア表面の凹凸を説明するための概略図である。

図 11 A ~ 11 B は、接続パッド領域を説明するための概略図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明のプリント配線板の一実施形態は、図 9 に示すように、配線基板の最外層に形成したソルダーレジスト層 (SR 層) に開口部を設け、
20 その開口部から露出する導体回路の一部を接続パッドとして形成し、その接続パッドが $200\mu\text{m}$ 以下のピッチで配設されると共に、接続パッド上に形成された半田バンプのソルダーレジスト層表面からの高さ H と、開口部の開口径 D との比 (H/D) が、 $0.55 \sim 1.0$ であることを特徴とする。
25

本発明の一実施形態において、ソルダーレジスト層に設けた開口部内に半田バンプを形成するには、従来のようなマスクを用いた印刷法ではなく、後述するような、微細径を有する半田ボールをボール整列用マス

クの開口部を介して接続パッド上に落下させるような新規な方法および装置を用いて行われることが望ましい。

まず、新規な半田ボール搭載方法および装置を用いて製造する本発明にかかるプリント配線板について、その一実施形態の構成を図1および図2を参照して説明する。

図1は、プリント配線板10の断面図を示し、図2は、図1に示すプリント配線板10にICチップ90を取り付け、ドータボード94へ載置した状態を示している。図1に示すようにプリント配線板10では、コア基板30の両面に導体回路34が形成され、それらの導体回路はスルーホール36を介して電氣的に接続されている。

更に、コア基板30の導体回路34の上に層間樹脂絶縁層50を介して導体回路層を形成する導体回路58が形成されている。この導体回路58は、バイアホール60を介して導体回路34に接続されている。導体回路58の上に層間樹脂絶縁層150を介して導体回路158が形成されている。この導体回路158は、層間樹脂絶縁層150に形成されたバイアホール160を介して導体回路58に接続されている。

ソルダーレジスト層70は、導体回路158およびバイアホール160を被覆して形成され、該ソルダーレジスト層70に設けた開口71にニッケルめっき層72および金めっき層74を形成することによって、接続パッド75が形成されている。上面の接続パッド75上には半田バンプ78Uが、下面の接続パッド75上にはBGA（ボールグリッドアレー）78Dが形成されている。

図2に示すように、プリント配線板10の上面側の半田バンプ78Uは、ICチップ90の電極92に接続されて、IC実装プリント配線板を構成し、このIC実装プリント配線板は、その下面側に設けたBGA78Dを介してドータボード94のランド96に接続されている。

本発明の一実施形態において、ソルダーレジスト層の表面は、少なくとも電子部品実装領域において平坦化処理を施すことが望ましい。ソル

ダーレジスト層と半田バンプは、熱膨張係数が異なるので、熱変化により、半田バンプと solder レジスト層との境界近傍では収縮・膨張を繰り返す。solder レジスト層表面に大きな凹凸が存在する、即ち、平坦度が悪い場合には、半田バンプ近傍の solder レジスト層の体積が少ないので、破壊しやすくなるのである。そこで、solder レジスト層表面の平坦度をある程度小さくすることによって、応力が大きくかかる部分の solder レジスト層の体積を増やすことができるので、応力が集中しやすくなるような屈曲部を少なくして、耐ヒートサイクル性を向上させることができるからである。

10 前記 solder レジスト層の平坦化された表面は、最大表面粗さが $0.8 \sim 3.0 \mu\text{m}$ とすることが望ましい。

その理由は、最大表面粗さが $0.8 \sim 3.0 \mu\text{m}$ の範囲内では、導体パッド付近の solder レジストにクラックが生じにくかったり、アンダーフィル内に空気（ボイド）を巻き込んだりしないからである。この結果、絶縁信頼性や接続信頼性が向上する。

また、本発明の一実施形態において、平坦化処理した solder レジスト層の表面を、さらに粗化処理を施すことが望ましい。ある程度平坦化した solder レジスト層表面に粗化処理を施して、平坦化した表面よりも更に小さい凹凸を形成させることによって、アンダーフィルの濡れ性を向上させることができるため、solder レジスト層と半田バンプとの境界近傍の狭い隙間部分にもアンダーフィルを充填でき、接続信頼性が向上するからである。

20 前記粗化処理された solder レジスト層の表面は、平坦化された表面の最大表面粗さよりも小さく、かつ算術平均粗さ（ R_a ）で $0.2 \sim 0.5 \mu\text{m}$ とすることが望ましい。

その理由は、算術平均粗さ R_a を $0.2 \sim 0.5 \mu\text{m}$ の範囲内とすることで、アンダーフィルとの密着性を高めたり、solder レジスト表面にフラックス残渣や洗浄残渣が残りにくいからである。その結果、絶縁

信頼性や接続信頼性が向上する。

また、図1および図2から分かるように、電子部品を実装するための導体パッドとして基板の上面に設けた接続パッド75のうち、中央に位置する2つの接続パッドは、バイアホール160直上のランドの形態に形成され、それらに隣接する2つの接続パッドは、バイアホール160のランドに隣接するパッドの形態に形成され、さらに、左右両端に位置する2つの接続パッドは、導体回路158の配線パターンの一部からなるパッドの形態に形成されている。

また、下面の接続パッド75のうち、左右両端に位置する2つの接続パッドは、バイアホール160直上のランドの形態に形成され、中央に位置する4つの接続パッドは、バイアホール160のランドに隣接するパッドの形態に形成されている。

前記半田バンプ78Uが形成される接続パッドとしてのバイアホール160は、フィールドビアであることが好ましく、層間樹脂絶縁層150表面から露出するフィールドビア表面の凹凸量は、図10A~10Bに示すように、導体回路158の導体厚みに対して、 $-5 \sim +5 \mu\text{m}$ の範囲が望ましい。その理由は、フィールドビア表面の凹み量が $5 \mu\text{m}$ を超える($-5 \mu\text{m}$)と、半田ボールとフィールドビアからなる接続パッドの接点が少なくなるので、半田バンプを形成する際に濡れ性が悪くなり、バンプ内にボイドを巻き込んだり、バンプ未搭載(ミッシングバンプ)になりやすくなるからである。一方、フィールドビア表面の凸量が $5 \mu\text{m}$ を超える($+5 \mu\text{m}$)と、導体回路158の厚みが大きくなるので、ファイン化に適合しなくなるからである。

なお、本発明における「電子部品実装領域」とは、フィールドビアなどの電子部品を実装するための導体パッドが形成された領域(以下、単に「接続パッド領域」という)にほぼ相当する。

例えば、図11Aは、格子状配列された接続パッドのうち、最外周の接続パッドのすべてが、矩形の各辺に沿って配列された状態を示し、図

1 1 Bは、格子状配列された接続パッドのうち、最外周の接続パッドの一部が、矩形の各辺に沿って配列されていない状態を示しているが、いずれの場合にも、接続パッド領域を矩形とした場合には、最外周の接続パッドを含んだ、すべての接続パッドを囲んだ領域の面積が最小となる
5 ように決められた矩形領域のことを「接続パッド領域」という。

図3A～3Cは、プリント配線板10上に本発明にかかる半田バンプを形成する工程を説明する図である。

まず、プリント配線板10の上面側のソルダーレジスト層70に設けた開口71に形成した導体パッド、即ち、接続パッド75を被覆するフラックス層80を印刷法によって形成する（図3A参照）。
10

次に、プリント配線板10の上面側の接続パッド75上に後述する半田ボール搭載装置を用いて微少な半田ボール78s（例えば日立金属社製またはタムラ社製）を搭載する（図3B参照）。このような半田ボールは、直径が40～200 μ m未満であることが望ましい。直径が40
15 μ m未満では、半田ボールが軽すぎるため接続パッド上に落下しない。一方、200 μ m以上になると逆に重すぎるため筒部材内に半田ボールを集合させることができず、半田ボールが載っていない接続パッドが存在するようになるためである。ファイン化対応のためには、直径が80 μ m以下の半田ボールが望ましい。

その後、プリント配線板10の下面側の接続パッド75上に、例えば、特許1975429号に記載されているような吸着ヘッドを用いて、通常径（250 μ m）の半田ボール78Lを吸着して載置する（図3C参照）。
20

次いで、リフロー炉で過熱し、図1に示すようにプリント配線板10の上面側に60～200 μ mピッチで半田バンプ78Uを、例えば50
25 0～30,000個、下面側に2mmピッチでBGA78Dを、例えば250個形成する。

半田バンプのピッチは、即ち、接続パッドのピッチであり、この接続

パッドのピッチが $60\mu\text{m}$ 未満となると、そのピッチに適した半田ボールを製造するのが困難になるからである。一方、接続パッドのピッチが $200\mu\text{m}$ を越えると、挟ピッチ化対応のプリント配線板を得ることができないからである。

- 5 更に、図2に示すように、リフローにより半田バンプ78Uを介してICチップ90を実装することによって、IC実装プリント配線板10を形成し、このIC実装プリント配線板10は、BGA78Dを介してドータボード94に装着される。

次に、上述したプリント配線板の接続パッド上に微少な半田ボール78sを搭載する半田ボール搭載装置について、図4A～4Bを参照して説明する。

図4Aは、半田ボール搭載装置の構成を示す構成図であり、図4Bは、図4Aの半田ボール搭載装置を矢印B側から見た矢視図である。

前記半田ボール搭載装置20は、プリント配線板10を位置決め保持するXY θ 吸引テーブル14と、該XY θ 吸引テーブル14を昇降する上下移動軸12と、プリント配線板の接続パッド75に対応する開口を備えるボール整列用マスク16と、ボール整列用マスク16上を移動する半田ボールを誘導する搭載筒（筒部材）24と、搭載筒24に負圧を与える吸引ボックス26と、余剰の半田ボールを回収するための半田ボール除去筒61と、該半田ボール除去筒61に負圧を与える吸引ボックス66と、回収した半田ボールを保持する吸着ボール除去吸引装置68と、ボール整列用マスク16をクランプするマスククランプ44と、搭載筒24及び半田ボール除去筒61をX方向へ送るX方向移動軸40と、X方向移動軸40を支持する移動軸支持ガイド42と、多層プリント配線板10を撮像するためのアライメントカメラ46と、搭載筒24下にある半田ボールの残量を検出する残量検出センサ18と、残量検出センサ18により検出された残量に基づき半田ボールを搭載筒24側へ供給する半田ボール供給装置22と、を備える。

前記搭載筒 24 及び半田ボール除去筒 61 は、接続パッド領域の大き
さに対応させて Y 方向へ複数並べてある。なお、複数の接続パッド領域
に対応した大きさにしてもよい。ここで、Y 方向は便宜的であり、X 方
向に並べても良い。XY θ 吸引テーブル 14 は、半田ボールの搭載され
るプリント配線板 10 を位置決め、吸着、保持、補正する。アライメン
5 トカメラ 46 は、XY θ 吸引テーブル 14 上のプリント配線板 10 のア
ライメントマークを検出し、検出された位置に基づき、プリント配線板
10 とボール整列用マスク 16 との位置が調整される。残量検出センサ
18 は光学的な手法により半田ボールの残量を検出する。

10 引き続き、半田ボール搭載装置 20 による半田ボールの搭載工程につ
いて図 5 ～図 7 を参照して説明する。

(1) プリント配線板の位置認識および補正

図 5 A に示すように、プリント配線板 10 のアライメントマーク 34
M をアライメントカメラ 46 により認識し、ボール整列用マスク 16 に
15 対してプリント配線板 10 の位置を XY θ 吸引テーブル 14 によって
補正する。即ち、ボール整列用マスク 16 の開口 16a がそれぞれプリ
ント配線板 10 の接続パッド 75 に対応するように位置調整する。なお、
ここでは、図示の便宜上、1 枚分のプリント配線板 10 のみを示してい
るが、実際には、複数枚のプリント配線板を構成するワークシートサイ
20 ズのプリント配線板に対して半田ボールが搭載され、半田バンプの形成
後に個片の多層プリント配線板に切り分けられる。

(2) 半田ボールおよび半田ボールの供給

図 5 B に示すように、半田ボール供給装置 22 から半田ボール 78s
を搭載筒 24 側へ定量供給する。ここで、半田ボールとしては、市販品
25 (例えば、日立金属社製) を使ってもよいし、例えば、特開 2001-
226705 に記載された製造装置および製造方法に従って製造して
もよい。

この半田ボールを製造した後、所望する半田ボール径よりも縦および

横の寸法が $1\text{ }\mu\text{m}$ だけ小さい方形スリット（開口）を有する金属板（例えば、 $25\text{ }\mu\text{m}$ 厚のNi）上に載せ、その上で半田ボールを転動させてスリットから落下させる。これによって、所望とする径より小さな半田ボールが除去される。その後、金属板上に残った半田ボールを、所望する半田ボール径よりも縦および横の寸法が $1\text{ }\mu\text{m}$ だけ大きい方形スリットを有する金属板で分級して、スリットから落下してきた半田ボールを回収することで、所望とする直径とほぼ同等な直径を有する半田ボールが得られる。

（３）半田ボールの搭載

図６Ａに示すように、ボール整列用マスク１６の上方に、該ボール整列用マスクとの所定のクリアランス（例えば、ボール径の $50\% \sim 300\%$ ）を保って搭載筒２４を位置させ、その吸引部２４Ｂから空気を吸引することで、搭載筒とプリント配線板間の隙間の流速を $5\text{ m/sec} \sim 35\text{ m/sec}$ にして、当該搭載筒２４の開口部２４Ａ直下のボール整列用マスク１６上に半田ボール７８ｓを集合させる。

その後、図６Ｂおよび図７Ａに示すように、プリント配線板１０のＹ軸沿って並べられた搭載筒２４を、Ｘ方向移動軸４０を介してＸ軸に沿って水平方向へ送る。これにより、ボール整列用マスク１６の上に集合させた半田ボール７８ｓを搭載筒２４の移動に伴い移動させ、ボール整列用マスク１６の開口１６ａを介して、半田ボール７８ｓをプリント配線板１０の接続パッド７５へ落下、搭載させて行く。これにより、半田ボール７８ｓがプリント配線板１０側の全接続パッド上に順次整列される。

（４）半田ボールの除去

図７Ｂに示すように、搭載筒２４により余剰の半田ボール７８ｓをボール整列用マスク１６上に開口１６ａの無い位置まで誘導した後、半田ボール除去筒６１により吸引除去する。

（５）基板の取り出し

次いで、吸引テーブル 14 からプリント配線板 10 を取り外す。

以上説明したような半田ボール搭載方法および半田ボール搭載装置 20 によれば、ボール整列用マスク 16 の上方に搭載筒 24 を位置させ、該搭載筒 24 の上部にある吸引部 24 B から空気を吸引することによって、半田ボール 78 s を集合させ、搭載筒 24 を水平方向に移動させることによって、集合させた半田ボール 78 s をボール整列用マスク 16 の上を移動させ、ボール整列用マスク 16 の開口 16 a を介して、半田ボール 78 s をプリント配線板 10 の接続パッド 75 へ落下させることができる。

このため、微細な半田ボール 78 s を確実にプリント配線板 10 の全ての接続パッド 75 に搭載させることができる。また、半田ボール 78 s を非接触で移動させるため、従来技術のようなスキージを用いた印刷法とは異なり、半田ボールを傷を付けることなく接続パッド 75 に搭載でき、半田バンプ 78 U の高さを均一にすることができる。

したがって、上述したような方法によれば、IC 等の電子部品の実装性、実装後のヒートサイクル試験、高温・高湿試験等の耐環境試験に優れる。

また、製品の平面度に依存しないので、表面に起伏の多いプリント配線板でも半田ボールを接続パッドに適切に載置させることができる。

また、微少な半田ボールを確実に接続パッド上に載置することができるので、接続パッドのピッチが $60 \sim 200 \mu\text{m}$ であり、しかもソルダーレジストの開口径が $40 \sim 150 \mu\text{m}$ であるような狭ピッチ配列のプリント配線板においても、全てのバンプにおいてそれらの高さがほぼ均一な安定した半田バンプを形成することができる。

さらに、吸引力により半田ボールを誘導するため、半田ボールの凝集、付着を防止することができる。更に、搭載筒 24 の数を調整することで、種々の大きさのワーク（ワークシートサイズが多層プリント配線板）に対応することができるので、多品種、少量生産にも柔軟に適用すること

が可能である。

上述したような半田ボール搭載装置では、図 4 B に示すように搭載筒 24 をワーク（ワークシートサイズのプリント配線板）の幅に対応させて Y 方向へ複数並べてあるため、複数の搭載筒 24 を、列方向に対して
5 垂直方向（X 方向）へ送るだけで、半田ボールを確実にプリント配線板 10 の全ての接続パッド 75 に搭載させることができる。

更に、半田ボール除去筒 61 によりボール整列用マスク 16 上に残った半田ボール 78 s を回収できるので、余剰の半田ボールが残り、故障等の障害の原因となることがない。

10 上述したような半田ボール搭載方法および装置を用いてプリント配線板の接続パッド上に搭載された半田ボールは、リフロー処理によって所定の高さを有する半田バンプとなり、そのような半田バンプを介して IC チップが基板上に実装されて、本発明にかかるプリント配線板が製造される。

15 (実施例 1)

(1) プリント配線板の作製

出発材料として両面銅張積層板（例えば、日立化成工業株式会社製、商品名「MCL-E-67」）を用い、この基板に周知の方法でスルーホール導体及び導体回路を形成する。その後、周知の方法（例えば、2
20 000 年 6 月 20 日 日刊工業新聞社発行の「ビルドアップ多層プリント配線板」（高木清著）に記載）により、層間絶縁層と導体回路層とを交互に積層し、最外層の導体回路層において、厚み：20 μm 、直径（導体パッド径）：150 μm 、ピッチ：200 μm 、個数：50 $\times$ 40（個）（格子状配置）からなる IC チップ実装用接続パッド群を 150 mm^2
25 の接続パッド領域内に形成する。

これらの接続パッドを形成した領域の面積は 150 mm^2 であった。このような接続パッドは、例えば、特開 2000-357762 に記載された方法と同様な方法で形成される。

また、接続パッドの大きさ、ピッチ、数、配置を変更する場合は、めっきレジストのパターン（開口径、ピッチ、配置等）を変更することによって行う。

5 ソルダレジスト層の形成は、市販のソルダレジストを用いて以下のような印刷条件のもとでスクリーン印刷を行って、接続パッドを被覆する15～25 μm 厚（接続パッド上での厚さ）のソルダレジスト層を形成する。

（印刷条件）

ソルダレジストインク：日立工業社製、商品名「RPZ-1」

10 インク粘度：45±15 Pa・s

スクリーン版：ポリエステル繊維製（130～300メッシュ）

スキージ速度：100～200 mm/秒

この実施例では、ソルダレジスト層の厚さを25 μm に形成する。

その後、ソルダレジスト開口部のパターン（マスクパターン）が描
15 画されたフォトマスクをソルダレジスト層に密着させた状態で、100～1000 mJの紫外線で露光し、10 g/Lの炭酸ナトリウム（ Na_2CO_3 ）溶液で現像処理することによって、接続パッド上に直径120 μm の開口を形成する。

（2）半田ボールの搭載

20 前記（1）で作製したプリント配線板の表面（IC実装面）に市販のロジン系フラックスを塗布した後、半田ボール搭載装置の吸着テーブルに搭載し、プリント配線板およびボール整列用マスクのアライメントマークをCCDカメラを用いて認識し、プリント配線板とボール整列用マスクとの位置合わせを行なう。

25 ここで、ボール整列用マスクは、プリント配線板の接続パッドに対応した位置に直径175 μm の開口を有するNi製のメタルマスクを用いる。その他、SUS製やポリイミド製のボール整列用マスクを用いることも可能である。

尚、ボール整列用マスクに形成する開口径は、使用するボール径に対して1.1～1.5倍が好ましく、また、ボール整列用マスクの厚みは使用する半田ボールの直径の $1/2 \sim 3/4$ が好ましい。

次に、接続パッド領域に対応した大きさ（接続パッド領域に対して1.2～3倍）で、高さ200mmの搭載筒を半田ボール径の2倍のクリアランスを保ってメタルマスク（ボール整列用マスク）上に位置させ、その周囲近辺のボール整列用マスク上にSn/Pb半田（Sn/Pb=63：37）からなる直径145 μ mの半田ボール（日立金属社製）を搭載する。

この実施例では、半田ボールにSn/Pb半田を用いたが、Ag、Cu、In、Bi、Zn等の群から選ばれる少なくとも1種類の金属とSnとからなるPbフリー半田であってもよい。そして、搭載筒上部より空気を吸引して、搭載筒とプリント配線板間の隙間の流速を5～35m/secに調整して、搭載筒内に集合させる。

その後、搭載筒を移動速度10～40mm/secで移動して半田ボールを転動させ、ボール整列用マスクの開口部から半田ボールを落下させて接続パッド上に半田ボールを搭載する。

（3）半田バンプの形成

さらに、ボール整列用マスクの余分な半田ボールを除去したのち、半田ボール整列用マスクとプリント配線板を半田ボール搭載装置から別個に取り外し、最後に、前記プリント配線板を230℃に設定してあるリフローに投入して半田バンプを形成する。

半田バンプの形成後、ソルダーレジスト表面から突出している半田バンプの高さをレーザ顕微鏡（商品名「VX-8500」：KEYENCE社製、または商品名「WYKONT-2000」：ビーコ社製）により測定する。

なお、測定点は、接続パッド群における4角の半田バンプとほぼ中央部に位置する半田バンプであり、トータル5個の半田バンプを測定した

結果、半田バンプ高さの最小値は $66\ \mu\text{m}$ 、最大値は $70\ \mu\text{m}$ であった。

(4) ICチップの実装

各半田バンプの高さを測定した後、ICチップを半田バンプを介して実装し、ICチップとソルダーレジスト間に市販のアンダーフィル剤を
5 充填してIC実装プリント配線板を製造する。

(実施例2)

ソルダーレジストの印刷条件（スクリーン版のメッシュおよび印刷スピード）を調整して、ソルダーレジストの膜厚を $20\ \mu\text{m}$ とし、開口径
160 μm のボール整列用マスクを用いて直径140 μm の半田ボール
10 を搭載した以外は、実施例1と同様にしてプリント配線板を製造した。

その結果、半田バンプ高さの最小値は $63\ \mu\text{m}$ 、最大値は $68\ \mu\text{m}$ であった。

(実施例3)

ソルダーレジストの印刷条件（スクリーン版のメッシュおよび印刷スピード）を調整して、ソルダーレジストの膜厚を $15\ \mu\text{m}$ とし、開口径
15 155 μm のボール整列用マスクを用いて直径135 μm の半田ボール
155 を搭載した以外は、実施例1と同様にしてプリント配線板を製造した。

その結果、半田バンプ高さの最小値は $65\ \mu\text{m}$ 、最大値は $70\ \mu\text{m}$ であった。

20 (実施例4)

ソルダーレジストの印刷条件（スクリーン版のメッシュおよび印刷スピード）を調整して、ソルダーレジストの膜厚を $10\ \mu\text{m}$ とし、開口径
150 μm のボール整列用マスクを用いて直径130 μm の半田ボール
25 を搭載した以外は、実施例1と同様にしてプリント配線板を製造した。

その結果、半田バンプ高さの最小値は $66\ \mu\text{m}$ 、最大値は $68\ \mu\text{m}$ であった。

(実施例5)

めっきレジストのパターンを変更して、接続パッド径： $120\ \mu\text{m}$ 、

ピッチ：150 μm に変更し、ソルダーレジスト開口を形成する際のフォトマスクのマスクパターンを変更して、ソルダーレジスト開口径を90 μm に変更し、ソルダーレジストの印刷条件（スクリーン版のメッシュおよび印刷スピード）を調整して、ソルダーレジスト膜厚を10 μm とし、開口径110 μm のボール整列用マスクを用いて直径90 μm の半田ボールを搭載した以外は、実施例1と同様にしてプリント配線板を製造した。

その結果、半田バンプ高さの最小値は46 μm 、最大値は49 μm であった。

10 （実施例6）

ソルダーレジストの印刷条件（スクリーン版のメッシュおよび印刷スピード）を調整して、ソルダーレジストの膜厚を15 μm とし、開口径115 μm のボール整列用マスクを用いて直径95 μm の半田ボールを搭載した以外は、実施例5と同様にしてプリント配線板を製造した。

15 その結果、半田バンプ高さの最小値は45 μm 、最大値は49 μm であった。

（実施例7）

ソルダーレジストの印刷条件（スクリーン版のメッシュおよび印刷スピード）を調整して、ソルダーレジストの膜厚を20 μm とし、開口径120 μm のボール整列用マスクを用いて直径100 μm の半田ボールを搭載した以外は、実施例5と同様にしてプリント配線板を製造した。

その結果、半田バンプ高さの最小値は47 μm 、最大値は49 μm であった。

（実施例8）

25 ソルダーレジストの印刷条件（スクリーン版のメッシュおよび印刷スピード）を調整して、ソルダーレジストの膜厚を25 μm とし、開口径130 μm のボール整列用マスクを用いて直径105 μm の半田ボールを搭載した以外は、実施例5と同様にしてプリント配線板を製造した。

その結果、半田バンプ高さの最小値は $47\ \mu\text{m}$ 、最大値は $48\ \mu\text{m}$ であった。

(実施例 9)

めっきレジストのパターンを変更して、接続パッド径： $80\ \mu\text{m}$ 、ピ
5 ッチ： $100\ \mu\text{m}$ に変更し、ソルダーレジスト開口を形成する際のフォ
トマスクのマスクパターンを変更して、ソルダーレジスト開口径を $60\ \mu\text{m}$
に変更し、ソルダーレジストの印刷条件（スクリーン版のメッシュ
および印刷スピード）を調整して、ソルダーレジストの膜厚を $10\ \mu\text{m}$
とし、開口径 $60\ \mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $50\ \mu\text{m}$ の半
10 田ボールを搭載した以外は、実施例 1 と同様にしてプリント配線板を製
造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $31\ \mu\text{m}$ 、最大値は $34\ \mu\text{m}$
であった。

(実施例 10)

ソルダーレジストの印刷条件（スクリーン版のメッシュおよび印刷ス
15 ピード）を調整して、ソルダーレジストの膜厚を $15\ \mu\text{m}$ とし、開口径
 $70\ \mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $55\ \mu\text{m}$ の半田ボールを
搭載した以外は、実施例 9 と同様にしてプリント配線板を製造した。そ
の結果、半田バンプ高さの最小値は $33\ \mu\text{m}$ 、最大値は $34\ \mu\text{m}$ であっ
た。

20 (実施例 11)

ソルダーレジストの印刷条件（スクリーン版のメッシュおよび印刷ス
ピード）を調整して、ソルダーレジストの膜厚を $20\ \mu\text{m}$ とし、開口径
 $70\ \mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $60\ \mu\text{m}$ の半田ボールを
搭載した以外は、実施例 9 と同様にしてプリント配線板を製造した。そ
25 の結果、半田バンプ高さの最小値は $33\ \mu\text{m}$ 、最大値は $35\ \mu\text{m}$ であっ
た。

(実施例 12)

ソルダーレジストの印刷条件（スクリーン版のメッシュおよび印刷ス

ピード)を調整して、ソルダーレジストの膜厚を $25\mu\text{m}$ とし、開口径 $80\mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $65\mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例9と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $32\mu\text{m}$ 、最大値は $34\mu\text{m}$ であった。

(実施例13)

開口径 $190\mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $160\mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例1と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $84\mu\text{m}$ 、最大値は $87\mu\text{m}$ であった。

(実施例14)

開口径 $180\mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $155\mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例2と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $83\mu\text{m}$ 、最大値は $86\mu\text{m}$ であった。

(実施例15)

開口径 $180\mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $150\mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例3と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $83\mu\text{m}$ 、最大値は $87\mu\text{m}$ であった。

(実施例16)

開口径 $170\mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $145\mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例4と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $84\mu\text{m}$ 、最大値は $86\mu\text{m}$ であった。

(実施例17)

開口径 $120\mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $100\mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例5と同様にしてプリント配線板を

製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $63\mu\text{m}$ 、最大値は $66\mu\text{m}$ であった。

(実施例 18)

5 開口径 $130\mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $105\mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例 6 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $63\mu\text{m}$ 、最大値は $66\mu\text{m}$ であった。

(実施例 19)

10 開口径 $140\mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $110\mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例 7 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $61\mu\text{m}$ 、最大値は $67\mu\text{m}$ であった。

(実施例 20)

15 開口径 $140\mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $115\mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例 8 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $61\mu\text{m}$ 、最大値は $65\mu\text{m}$ であった。

(実施例 21)

20 開口径 $80\mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $60\mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例 9 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $40\mu\text{m}$ 、最大値は $43\mu\text{m}$ であった。

(実施例 22)

25 開口径 $85\mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $65\mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例 10 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $40\mu\text{m}$ 、最大値は $43\mu\text{m}$ であった。

(実施例 23)

開口径 $90\ \mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $70\ \mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例 11 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $41\ \mu\text{m}$ 、最大値は $44\ \mu\text{m}$ であった。

5 (実施例 24)

開口径 $95\ \mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $75\ \mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例 12 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $42\ \mu\text{m}$ 、最大値は $42\ \mu\text{m}$ であった。

10 (実施例 25)

開口径 $230\ \mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $190\ \mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例 1 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $120\ \mu\text{m}$ 、最大値は $120\ \mu\text{m}$ であった。

15 (実施例 26)

開口径 $230\ \mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $185\ \mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例 2 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $121\ \mu\text{m}$ 、最大値は $122\ \mu\text{m}$ であった。

20 (実施例 27)

開口径 $220\ \mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $180\ \mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例 3 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $122\ \mu\text{m}$ 、最大値は $126\ \mu\text{m}$ であった。

25 (実施例 28)

開口径 $200\ \mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $175\ \mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例 4 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $122\ \mu\text{m}$ 、最大値は

1 2 3 μm であった。

(実施例 2 9)

開口径 1 5 0 μm のボール整列用マスクを用いて直径 1 2 5 μm の
半田ボールを搭載した以外は、実施例 5 と同様にしてプリント配線板を
5 製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は 9 2 μm 、最大値は 9
4 μm であった。

(実施例 3 0)

開口径 1 5 0 μm のボール整列用マスクを用いて直径 1 3 0 μm の
半田ボールを搭載した以外は、実施例 6 と同様にしてプリント配線板を
10 製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は 9 0 μm 、最大値は 9
3 μm であった。

(実施例 3 1)

開口径 1 6 0 μm のボール整列用マスクを用いて直径 1 3 5 μm の
半田ボールを搭載した以外は、実施例 7 と同様にしてプリント配線板を
15 製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は 9 1 μm 、最大値は 9
3 μm であった。

(実施例 3 2)

開口径 1 7 0 μm のボール整列用マスクを用いて直径 1 4 0 μm の
半田ボールを搭載した以外は、実施例 8 と同様にしてプリント配線板を
20 製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は 9 0 μm 、最大値は 9
1 μm であった。

(実施例 3 3)

開口径 9 0 μm のボール整列用マスクを用いて直径 7 5 μm の半田
ボールを搭載した以外は、実施例 9 と同様にしてプリント配線板を製造
25 した。その結果、半田バンプ高さの最小値は 6 1 μm 、最大値は 6 3 μm
mであった。

(実施例 3 4)

開口径 1 0 0 μm のボール整列用マスクを用いて直径 8 0 μm の半

田ボールを搭載した以外は、実施例 10 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $60\ \mu\text{m}$ 、最大値は $63\ \mu\text{m}$ であった。

(実施例 35)

- 5 開口径 $110\ \mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $85\ \mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例 11 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $62\ \mu\text{m}$ 、最大値は $63\ \mu\text{m}$ であった。

(実施例 36)

- 10 開口径 $120\ \mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $90\ \mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例 12 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $60\ \mu\text{m}$ 、最大値は $61\ \mu\text{m}$ であった。

(比較例 1)

- 15 開口径 $150\ \mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $125\ \mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例 1 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $48\ \mu\text{m}$ 、最大値は $50\ \mu\text{m}$ であった。

(比較例 2)

- 20 開口径 $150\ \mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $120\ \mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例 2 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $46\ \mu\text{m}$ 、最大値は $50\ \mu\text{m}$ であった。

(比較例 3)

- 25 開口径 $130\ \mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $115\ \mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例 3 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $45\ \mu\text{m}$ 、最大値は $47\ \mu\text{m}$ であった。

(比較例 4)

開口径 $130\ \mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $110\ \mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例 4 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $48\ \mu\text{m}$ 、最大値は $50\ \mu\text{m}$ であった。

(比較例 5)

開口径 $100\ \mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $80\ \mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例 5 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $35\ \mu\text{m}$ 、最大値は $36\ \mu\text{m}$ であった。

(比較例 6)

開口径 $110\ \mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $85\ \mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例 6 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $33\ \mu\text{m}$ 、最大値は $35\ \mu\text{m}$ であった。

(比較例 7)

開口径 $115\ \mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $90\ \mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例 7 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $36\ \mu\text{m}$ 、最大値は $38\ \mu\text{m}$ であった。

(比較例 8)

開口径 $120\ \mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $95\ \mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例 8 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $36\ \mu\text{m}$ 、最大値は $39\ \mu\text{m}$ であった。

(比較例 9)

開口径 $55\ \mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $40\ \mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例 9 と同様にしてプリント配線板を製造

した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $22\ \mu\text{m}$ 、最大値は $24\ \mu\text{m}$ であった。

(比較例 10)

5 開口径 $60\ \mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $45\ \mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例 10と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $21\ \mu\text{m}$ 、最大値は $23\ \mu\text{m}$ であった。

(比較例 11)

10 開口径 $70\ \mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $50\ \mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例 11と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $20\ \mu\text{m}$ 、最大値は $22\ \mu\text{m}$ であった。

(比較例 12)

15 開口径 $80\ \mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $55\ \mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例 12と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $24\ \mu\text{m}$ 、最大値は $26\ \mu\text{m}$ であった。

(比較例 13)

20 開口径 $260\ \mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $220\ \mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例 1と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $155\ \mu\text{m}$ 、最大値は $165\ \mu\text{m}$ であった。

(比較例 14)

25 開口径 $260\ \mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $215\ \mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例 2と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $100\ \mu\text{m}$ 、最大値は $180\ \mu\text{m}$ であった。

(比較例 15)

開口径 $250\ \mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $210\ \mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例 3 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $150\ \mu\text{m}$ 、最大値は $160\ \mu\text{m}$ であった。

5 (比較例 16)

開口径 $240\ \mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $205\ \mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例 4 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $112\ \mu\text{m}$ 、最大値は $158\ \mu\text{m}$ であった。

10 (比較例 17)

開口径 $180\ \mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $155\ \mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例 5 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $88\ \mu\text{m}$ 、最大値は $120\ \mu\text{m}$ であった。

15 (比較例 18)

開口径 $180\ \mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $160\ \mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例 6 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $120\ \mu\text{m}$ 、最大値は $180\ \mu\text{m}$ であった。

20 (比較例 19)

開口径 $190\ \mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $165\ \mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例 7 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $120\ \mu\text{m}$ 、最大値は $128\ \mu\text{m}$ であった。

25 (比較例 20)

開口径 $200\ \mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $170\ \mu\text{m}$ の半田ボールを搭載した以外は、実施例 8 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は $75\ \mu\text{m}$ 、最大値は 1

60 μm であった。

(比較例 2 1)

開口径 140 μm のボール整列用マスクを用いて直径 105 μm の半田ボールを搭載した以外は、実施例 9 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は 80 μm 、最大値は 88 μm であった。

(比較例 2 2)

開口径 140 μm のボール整列用マスクを用いて直径 110 μm の半田ボールを搭載した以外は、実施例 10 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は 40 μm 、最大値は 90 μm であった。

(比較例 2 3)

開口径 140 μm のボール整列用マスクを用いて直径 115 μm の半田ボールを搭載した以外は、実施例 11 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は 80 μm 、最大値は 85 μm であった。

(比較例 2 4)

開口径 150 μm のボール整列用マスクを用いて直径 120 μm の半田ボールを搭載した以外は、実施例 12 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は 75 μm 、最大値は 90 μm であった。

ここで、前記実施例 1 ～ 36 および比較例 1 ～ 24 にしたがって製造された IC 実装プリント配線板について、以下のようにして耐ヒートサイクル性を評価するための試験を行った。

25

(耐ヒートサイクル性)

まず、IC チップを介した特定回路の電気抵抗 (IC 実装プリント配線板の IC チップ搭載面とは反対側の面に露出し、かつ IC チップと導

通している一対の接続パッド間の電気抵抗)を測定し、その値を初期値とした。

その後、それらのICチップ実装プリント配線板に、 $-55^{\circ}\text{C} \times 5$ 分
 $\Rightarrow 125^{\circ}\text{C} \times 5$ 分を1サイクルとするヒートサイクル試験を1000
 5 回繰り返して行った。500サイクル後、1000サイクル後の電気抵抗をそれぞれ測定し、初期値との変化率($100 \times (\text{測定値} - \text{初期値}) / \text{初期値} (\%)$)を求めた。 ± 10 以内の場合を「良好」(○)、それ以外を「不良」(×)と評価した。この試験結果を表1および表2に示す。

(表1)

実施例	接続パッド 径 (μm)	接続パッド ピッチ (μm)	SR 厚み (μm)	SR 開口径 (μm)	半田 ボール (μm)	マスク 開口径 (μm)	パンプ高さ (min) (μm)	パンプ高さ (max) (μm)	パンプ高さ/ SR開口径	ヒートサイクル試験	
										500サイクル	1000サイクル
実施例1	150	200	25	120	145	175	66	70	0.55	○	○
実施例2	150	200	20	120	140	160	63	68	0.53	○	○
実施例3	150	200	15	120	135	155	65	70	0.54	○	○
実施例4	150	200	10	120	130	150	66	68	0.55	○	○
実施例5	120	150	10	90	90	110	46	49	0.51	○	○
実施例6	120	150	15	90	95	115	45	49	0.50	○	○
実施例7	120	150	20	90	100	120	47	49	0.52	○	○
実施例8	120	150	25	90	105	130	47	49	0.52	○	○
実施例9	80	100	10	60	50	60	31	34	0.52	○	○
実施例10	80	100	15	60	55	70	33	34	0.55	○	○
実施例11	80	100	20	60	60	70	33	35	0.55	○	○
実施例12	80	100	25	60	65	80	32	34	0.53	○	○
実施例13	150	200	25	120	160	190	84	87	0.70	○	○
実施例14	150	200	20	120	155	180	83	86	0.69	○	○
実施例15	150	200	15	120	150	180	83	87	0.69	○	○
実施例16	150	200	10	120	145	170	84	86	0.70	○	○
実施例17	120	150	10	90	100	120	63	66	0.70	○	○
実施例18	120	150	15	90	105	130	63	67	0.70	○	○
実施例19	120	150	20	90	110	140	61	67	0.68	○	○
実施例20	120	150	25	90	115	140	61	65	0.68	○	○
実施例21	80	100	10	60	60	80	40	43	0.67	○	○
実施例22	80	100	15	60	65	85	40	43	0.67	○	○
実施例23	80	100	20	60	70	90	41	44	0.68	○	○
実施例24	80	100	25	60	75	95	42	42	0.70	○	○
実施例25	150	200	25	120	190	230	120	120	1.00	○	○
実施例26	150	200	20	120	185	230	121	122	1.01	○	○
実施例27	150	200	15	120	180	220	122	126	1.02	○	○
実施例28	150	200	10	120	175	200	122	123	1.02	○	○
実施例29	120	150	10	90	125	150	92	94	1.02	○	○
実施例30	120	150	15	90	130	150	90	93	1.00	○	○
実施例31	120	150	20	90	135	160	91	93	1.01	○	○
実施例32	120	150	25	90	140	170	90	91	1.00	○	○
実施例33	80	100	10	60	75	90	61	63	1.02	○	○
実施例34	80	100	15	60	80	100	60	63	1.00	○	○
実施例35	80	100	20	60	85	110	62	63	1.03	○	○
実施例36	80	100	25	60	90	120	60	61	1.00	○	○

(表 2)

比較例	接続パッド 径 (μm)	接続パッド ピッチ (μm)	SR 厚み (μm)	SR 開口径 (μm)	半田 ボール (μm)	マスク 開口径 (μm)	パンブ高さ (min) (μm)	パンブ高さ (max) (μm)	パンブ高さ/ SR開口径	ヒートサイクル試験	
										500サイクル	1000サイクル
比較例1	150	200	25	120	125	150	48	50	0.40	○	×
比較例2	150	200	20	120	120	150	46	50	0.38	○	×
比較例3	150	200	15	120	115	130	45	47	0.38	○	×
比較例4	150	200	10	120	110	130	48	50	0.40	○	×
比較例5	120	150	10	90	80	100	35	36	0.39	○	×
比較例6	120	150	15	90	85	110	33	35	0.37	○	×
比較例7	120	150	20	90	90	115	36	38	0.40	○	×
比較例8	120	150	25	90	95	120	36	39	0.40	○	×
比較例9	80	100	10	60	40	55	22	24	0.37	○	×
比較例10	80	100	15	60	45	60	21	23	0.35	○	×
比較例11	80	100	20	60	50	70	20	22	0.33	○	×
比較例12	80	100	25	60	55	80	24	26	0.40	○	×
比較例13	150	200	25	120	220	260	155	165	1.29	×	×
比較例14	150	200	20	120	215	260	100	180	0.83	×	×
比較例15	150	200	15	120	210	250	150	160	1.25	×	×
比較例16	150	200	10	120	205	240	112	158	0.93	×	×
比較例17	120	150	10	90	155	180	88	120	0.98	×	×
比較例18	120	150	15	90	160	180	120	180	1.33	×	×
比較例19	120	150	20	90	165	190	115	120	1.28	×	×
比較例20	120	150	25	90	170	200	76	160	0.84	×	×
比較例21	80	100	10	60	105	140	80	88	1.33	×	×
比較例22	80	100	15	60	110	140	40	90	0.67	×	×
比較例23	80	100	20	60	115	140	80	85	1.33	×	×
比較例24	80	100	25	60	120	150	75	90	1.25	×	×

次に、前記実施例 1～36のうち、実施例 2、7、11、14、19、
5 23、26、31、35について、ソルダーレジスト層形成後に、ソル
ダーレジスト層表面に以下のような平坦化処理を施してなるプリント
配線板を製造し、それらを実施例 37～45とした。

(実施例 37)

ソルダーレジスト層形成後に、ソルダーレジスト層表面に対して以下
10 のような平坦化処理を施した以外は、実施例 2と同様にしてプリント配
線板を製造した。

(平坦化処理)

まず、ソルダーレジスト層表面のうち、ICチップ実装用の接続パッ
ド領域（領域面積：1200mm²、接続パッド数：30000）を、表
15 面粗さ計（例えば、商品名「SURFCOM 480A」：東京精密社
製、または商品名「WYKO N-2500」：ビーコ社製）により測
定して、導体パッドの有無に起因した凹凸量（図8参照）を調べた。そ
の結果、ソルダーレジスト層表面の凹凸量は、7.2～9.8 μm であ

った。

次いで、ソルダーレジスト層の表面にポリエチレンテレフタレート（PET）フィルムを貼付し、以下のような平坦化処理条件で、ポリエチレンテレフタレートフィルムを介してソルダーレジスト層に圧力をかけてソルダーレジスト表面を平坦化した。

（平坦化処理条件）

プレス温度： 60～80℃

プレス圧： 3～5 MPa

プレス時間： 1～3分

10 平坦化処理後のソルダーレジスト層の表面のうち、既に測定した領域と同一の領域を、同一の表面粗さ計により測定して、平坦化処理後のソルダーレジスト層表面の凹凸の程度を調べた。その結果、ソルダーレジスト層の平坦化された表面の凹凸量は、0.8（最小凹凸量）～3.2 μm（最大凹凸量）程度まで小さくなっていた。

15 なお、ここでいう「最大凹凸量」、「最小凹凸量」とは、図8に示すように、電子部品実装領域において、導体パッド上または導体回路上のソルダーレジスト層の高さと、隣接する導体パッド非形成部または導体回路非形成部のソルダーレジスト層の高さとの差 X1、X2、X3、X4、X5・・・の中の最大値、最小値をそれぞれ意味する。

20 （実施例38）

ソルダーレジスト層形成後に、ソルダーレジスト層表面に対して以下のような条件で平坦化処理を施した以外は、実施例7と同様にしてプリント配線板を製造した。

（平坦化処理条件）

25 プレス温度： 60～80℃

プレス圧： 3～5 MPa

プレス時間： 1～3分

この実施例で得られたソルダーレジスト層の平坦化前の表面の凹凸

量は、 $6.6 \sim 10.2 \mu\text{m}$ 程度の比較的に凹凸の大きな面であったが、平坦化された表面は、 $0.7 \sim 3.0 \mu\text{m}$ 程度の凹凸の小さな面となっていた。

(実施例 39)

- 5 ソルダーレジスト層形成後に、ソルダーレジスト層表面に対して以下のような条件で平坦化処理を施した以外は、実施例 11 と同様にしてプリント配線板を製造した。

(平坦化処理条件)

プレス温度： $60 \sim 80^\circ\text{C}$

- 10 プレス圧： $3 \sim 5 \text{ MPa}$

プレス時間： $1 \sim 3$ 分

この実施例で得られたソルダーレジスト層の平坦化前の表面の凹凸量は、 $8.4 \sim 9.3 \mu\text{m}$ 程度の比較的に凹凸の大きな面であったが、平坦化された表面は、 $0.8 \sim 3.1 \mu\text{m}$ 程度の凹凸の小さな面となっていた。

15

(実施例 40)

ソルダーレジスト層形成後に、ソルダーレジスト層表面に対して以下のような条件で平坦化処理を施した以外は、実施例 14 と同様にしてプリント配線板を製造した。

- 20 (平坦化処理条件)

プレス温度： $60 \sim 80^\circ\text{C}$

プレス圧： $3 \sim 5 \text{ MPa}$

プレス時間： $1 \sim 3$ 分

この実施例で得られたソルダーレジスト層の平坦化前の表面の凹凸量は、 $8.2 \sim 9.6 \mu\text{m}$ 程度の比較的に凹凸の大きな面であったが、平坦化された表面は、 $0.7 \sim 3.2 \mu\text{m}$ 程度の凹凸の小さな面となっていた。

25

(実施例 41)

5 ソルダーレジスト層形成後に、ソルダーレジスト層表面に対して以下のような条件で平坦化処理を施した以外は、実施例 19 と同様にしてプリント配線板を製造した。

 (平坦化処理条件)

- 5 プレス温度： 60 ～ 80 °C
 プレス圧： 3 ～ 5 MPa
 プレス時間： 1 ～ 3 分

- 10 この実施例で得られたソルダーレジスト層の平坦化前の表面の凹凸量は、9.9 ～ 10.2 μm 程度の比較的に凹凸の大きな面であったが、
10 平坦化された表面は、0.8 ～ 3.3 μm 程度の凹凸の小さな面となっていた。

 (実施例 42)

- 15 ソルダーレジスト層形成後に、ソルダーレジスト層表面に対して以下のような条件で平坦化処理を施した以外は、実施例 23 と同様にしてプリント配線板を製造した。

 (平坦化処理条件)

- プレス温度： 60 ～ 80 °C
 プレス圧： 3 ～ 5 MPa
 プレス時間： 1 ～ 3 分

- 20 この実施例で得られたソルダーレジスト層の平坦化前の表面の凹凸量は、8.3 ～ 10.3 μm 程度の比較的に凹凸の大きな面であったが、
20 平坦化された表面は、0.7 ～ 3.0 μm 程度の凹凸の小さな面となっていた。

 (実施例 43)

- 25 ソルダーレジスト層形成後に、ソルダーレジスト層表面に対して以下のような条件で平坦化処理を施した以外は、実施例 26 と同様にしてプリント配線板を製造した。

 (平坦化処理条件)

プレス温度： 60～80℃

プレス圧： 3～5 MPa

プレス時間： 1～3分

この実施例で得られたソルダーレジスト層の平坦化前の表面の凹凸
5 量は、9.1～9.8 μm程度の比較的に凹凸の大きな面であったが、
平坦化された表面は、0.5～3.1 μm程度の凹凸の小さな面となっ
ていた。

(実施例44)

ソルダーレジスト層形成後に、ソルダーレジスト層表面に対して以下
10 のような条件で平坦化処理を施した以外は、実施例31と同様にしてプ
リント配線板を製造した。

(平坦化処理条件)

プレス温度： 60～80℃

プレス圧： 3～5 MPa

15 プレス時間： 1～3分

この実施例で得られたソルダーレジスト層の平坦化前の表面の凹凸
量は、8.1～10.2 μm程度の比較的に凹凸の大きな面であったが、
平坦化された表面は、0.8～3.0 μm程度の凹凸の小さな面となっ
ていた。

20 (実施例45)

ソルダーレジスト層形成後に、ソルダーレジスト層表面に対して以下
のような条件で平坦化処理を施した以外は、実施例35と同様にしてプ
リント配線板を製造した。

(平坦化処理条件)

25 プレス温度： 60～80℃

プレス圧： 3～5 MPa

プレス時間： 1～3分

この実施例で得られたソルダーレジスト層の平坦化前の表面の凹凸

量は、 $9.6 \sim 10.3 \mu\text{m}$ 程度の比較的凹凸の大きな面であったが、平坦化された表面は、 $0.7 \sim 3.0 \mu\text{m}$ 程度の凹凸の小さな面となっていた。

前記実施例 37～45にしたがって製造した、平坦化処理が施された IC 実装プリント配線板について、実施例 1～36と同様なヒートサイクル試験を行い、1000サイクル後および1500サイクル後の電気抵抗を測定し、初期値との変化率（ $100 \times (\text{測定値} - \text{初期値}) / \text{初期値} (\%)$ ）を求めた。 ± 10 以内の場合を「良好」(○)、それ以外を「不良」(×)と評価した。この試験結果を表 3 に示す。

なお、平坦化処理が施されていない実施例 2、7、11、14、19、23、26、31、35にしたがって製造した IC 実装プリント配線板についても、同様のヒートサイクル試験を行い、電気抵抗の変化率を求めて評価した。これらの試験結果も、表 3 において、実施例 37～45 の試験結果に併記した。

(表 3)

実施例	SRの平坦化された表面の凹凸量		ヒートサイクル試験	
	最小凹凸量	最大凹凸量	1000サイクル	1500サイクル
実施例37 (2)	0.8	3.2	○ (○)	○ (×)
実施例38 (7)	0.7	3.0	○ (○)	○ (×)
実施例39 (11)	0.8	3.1	○ (○)	○ (×)
実施例40 (14)	0.7	3.2	○ (○)	○ (×)
実施例41 (19)	0.8	3.3	○ (○)	○ (×)
実施例42 (23)	0.7	3.0	○ (○)	○ (×)
実施例43 (26)	0.5	3.1	○ (○)	○ (×)
実施例44 (31)	0.8	3.0	○ (○)	○ (×)
実施例45 (35)	0.7	3.0	○ (○)	○ (×)

次いで、ソルダーレジスト層表面が平坦化されてなる前記実施例 37～45にしたがって製造された IC 実装プリント配線板について、それらの平坦化処理した基板を、さらに以下のような条件で粗化処理を施すことによって、ソルダーレジスト層の平坦化された表面にさらに微細な凹凸面（粗化面）を形成してなる IC 実装プリント配線板を製造し、そ

れらを実施例 46～54とした。

(実施例 46)

5 ソルダレジスト層表面に平坦化処理を施した後、さらに以下のような条件で粗化処理を施した以外は、実施例 37と同様にしてプリント配線板を製造した。

(粗化条件)

粗化液： 過マンガン酸カリウム溶液

濃度： 60～80 g/L

温度： 60～80℃

10 浸漬時間： 1～5分

粗化処理後、ソルダレジスト表面の表面粗さを、表面粗さ計（例えば、商品名「SURFCOM 480A」：東京精密社製、または商品名「WYKO N-2500」：ビーコ社製）により、ランダムな10箇所において測定した。その結果、ソルダレジスト層の粗化処理された表面の表面粗さは、Raで0.1～0.6 μm程度の凹凸の小さな面となっていた。

15 なお、ここでいう「表面粗さ(Ra)」とは、JIS B0601で規定された「算術平均粗さ(Ra)」を意味するが、上記測定結果でRaに範囲があるのは、測定した10点におけるRaのうち、Raが最も小さいものをRa(min)、最も大きいものをRa(max)という形で表記したものである。

25 但し、表面粗さ測定は、導体回路(パッド)形成領域に対応したソルダレジスト層表面および導体回路非形成領域に対応したソルダレジスト層表面のうちのランダムな10点で測定し、導体回路形成領域と導体回路非形成領域との境界付近では測定しなかった。

(実施例 47)

ソルダレジスト層表面に平坦化処理を施した後、さらに以下のような条件で粗化処理を施した以外は、実施例 38と同様にしてプリント配

線板を製造した。

(粗化条件)

粗化液： 過マンガン酸カリウム溶液

濃度： 60～80 g/L

5 温度： 60～80℃

浸漬時間： 1～5分

ソルダーレジスト層の粗化処理された表面の表面粗さは、Raで0.2～0.5 μm (Ra(min)～Ra(max)) 程度の凹凸の小さな粗面となっていた。

10 (実施例48)

ソルダーレジスト層表面に平坦化処理を施した後、さらに以下のような条件で粗化処理を施した以外は、実施例39と同様にしてプリント配線板を製造した。

(粗化条件)

15 粗化液： 過マンガン酸カリウム溶液

濃度： 60～80 g/L

温度： 60～80℃

浸漬時間： 1～5分

ソルダーレジスト層の粗化処理された表面の表面粗さは、Raで0.

20 2～0.5 μm程度の凹凸の小さな粗面となっていた。

(実施例49)

ソルダーレジスト層表面に平坦化処理を施した後、さらに以下のような条件で粗化処理を施した以外は、実施例40と同様にしてプリント配線板を製造した。

25 (粗化条件)

粗化液： 過マンガン酸カリウム溶液

濃度： 60～80 g/L

温度： 60～80℃

浸漬時間： 1 ～ 5 分

ソルダーレジスト層の粗化処理された表面の表面粗さは、Raで0.2 ～ 0.7 μm 程度の凹凸の小さな粗面となっていた。

(実施例 50)

- 5 ソルダーレジスト層表面に平坦化処理を施した後、さらに以下のような条件で粗化処理を施した以外は、実施例 41と同様にしてプリント配線板を製造した。

(粗化条件)

粗化液： 過マンガン酸カリウム溶液

- 10 濃度： 60 ～ 80 g / L

温度： 60 ～ 80 °C

浸漬時間： 1 ～ 5 分

ソルダーレジスト層の粗化処理された表面の表面粗さは、Raで0.1 ～ 0.5 μm 程度の凹凸の小さな粗面となっていた。

- 15 (実施例 51)

ソルダーレジスト層表面に平坦化処理を施した後、さらに以下のような条件で粗化処理を施した以外は、実施例 42と同様にしてプリント配線板を製造した。

(粗化条件)

- 20 粗化液： 過マンガン酸カリウム溶液

濃度： 60 ～ 80 g / L

温度： 60 ～ 80 °C

浸漬時間： 1 ～ 5 分

ソルダーレジスト層の粗化処理された表面の表面粗さは、Raで0.

- 25 1 ～ 0.5 μm 程度の凹凸の小さな粗面となっていた。

(実施例 52)

ソルダーレジスト層表面に平坦化処理を施した後、さらに以下のような条件で粗化処理を施した以外は、実施例 43と同様にしてプリント配

線板を製造した。

(粗化条件)

粗化液： 過マンガン酸カリウム溶液

濃度： 60～80 g/L

5 温度： 60～80℃

浸漬時間： 1～5分

ソルダーレジスト層の粗化処理された表面の表面粗さは、Raで0.2～0.5 μm程度の凹凸の小さな粗面となっていた。

(実施例53)

10 ソルダーレジスト層表面に平坦化処理を施した後、さらに以下のような条件で粗化処理を施した以外は、実施例44と同様にしてプリント配線板を製造した。

(粗化条件)

粗化液： 過マンガン酸カリウム溶液

15 濃度： 60～80 g/L

温度： 60～80℃

浸漬時間： 1～5分

ソルダーレジスト層の粗化処理された表面の表面粗さは、Raで0.2～0.6 μm程度の凹凸の小さな粗面となっていた。

20 (実施例54)

ソルダーレジスト層表面に平坦化処理を施した後、さらに以下のような条件で粗化処理を施した以外は、実施例45と同様にしてプリント配線板を製造した。

(粗化条件)

25 粗化液： 過マンガン酸カリウム溶液

濃度： 60～80 g/L

温度： 60～80℃

浸漬時間： 1～5分

5 ソルダレジスト層の粗化処理された表面の表面粗さは、 R_a で0.1～0.5 μm 程度の凹凸の小さな粗面となっていた。

前記実施例46～54にしたがって製造された粗化処理が施されているIC実装プリント配線板について、実施例1～36と同様なヒート
5 サイクル試験を行い、1500サイクル後および2000サイクル後の電気抵抗を測定し、初期値との変化率（ $100 \times (\text{測定値} - \text{初期値}) / \text{初期値} (\%)$ ）を求めた。±10以内の場合を「良好」(○)、それ以外を「不良」(×)と評価した。この試験結果を表4に示す。

10 なお、粗化処理が施されていない実施例37～45にしたがって製造したIC実装プリント配線板についても、同様のヒートサイクル試験を行い、電気抵抗の変化率を求めて評価した。これらの試験結果も、表4において、実施例46～54の試験結果に併記した。

(表4)

実施例	SRの粗化された表面の粗さ(μm)		ヒートサイクル回数	
	$R_a(\text{min})$	$R_a(\text{max})$	1500	2000
実施例46 (37)	0.1	0.6	○ (○)	○ (×)
実施例47 (38)	0.2	0.5	○ (○)	○ (×)
実施例48 (39)	0.2	0.5	○ (○)	○ (×)
実施例49 (40)	0.2	0.7	○ (○)	○ (×)
実施例50 (41)	0.1	0.5	○ (○)	○ (×)
実施例51 (42)	0.1	0.5	○ (○)	○ (×)
実施例52 (43)	0.2	0.5	○ (○)	○ (×)
実施例53 (44)	0.2	0.6	○ (○)	○ (×)
実施例54 (45)	0.1	0.5	○ (○)	○ (×)

15 以上の試験結果から、半田バンプ高さHとソルダレジスト開口径Dとの比(H/D)が0.55～1.0の範囲であると、接続信頼性が高いことが分かる。さらに、主に、ソルダレジスト層下に位置する接続パッドの有無に起因するソルダレジスト層表面の凹凸が平坦化され、その平坦化された表面の粗さが、最大表面粗さ(凹凸量)で0.8～3
20 μm の場合に、接続信頼性が高くなることがわかる。これは、半田バンプの高さが比較的に大きい場合に、ICチップ下面とソルダレジスト層表面との間の間隔が大きくなるので、ソルダレジスト層に大きな凹凸(段差)があると、アンダーフィル(封止剤)内にボイドが発生しや

すくなるが、平坦化処理により、ICチップ下面と溶剤レジスト層表面との間の間隔のバラツキが小さくなるので、アンダーフィルの充填性が良くなったためと推察される。

さらに、平坦化された溶剤レジスト層表面に、粗化処理によって形成された微細な凹凸が存在し、その粗化された表面の粗さが、算術平均粗さRaで0.2~0.5 μm であると、接続信頼性がさらに高くなることがわかる。これは、アンダーフィルと溶剤レジスト層表面との間の密着性が向上したため、あるいは表面の凹部内にフラックスやフラックスの洗浄液が残り難いからと推察される。

10

(HAST試験)

実施例1~54、比較例1~24にしたがって製造されたプリント配線板について、隣接していて、短絡していない半田バンプ間に3.3Vの電圧をかけながら、温度：85℃、湿度：85%の雰囲気中に50時間放置した。その後、電圧を印加した半田バンプ間の絶縁抵抗を測定した。

15

なお、絶縁抵抗が $10^7\Omega$ 以上であれば、絶縁性が「良好○」であり、絶縁抵抗が $10^7\Omega$ 未満では絶縁性が「不良×」であると評価した。

その結果は、実施例1~54および比較例1~12については絶縁性が良好○であり、比較例13~24については絶縁性が不良×であることが確認された。

20

(バンプ内ボイドの観察)

実施例1~54にしたがって製造されたプリント配線板について、半田バンプ内のボイドを、X線テレビシステム（商品名「SMX-100」：島津製作所製）を用いて観察し、ボイド数を測定した。半田バンプはランダムに100個選んで観察したが、ボイドの存在は確認されなかった。

25

なお、実施例1~54にしたがって製造されたプリント配線板につい

て、接続パッドの数を2000個（接続パッド領域：150mm²）から30000個（接続パッド領域：1200mm²）に変更した以外は、実施例1～54と同様にIC実装プリント配線板を作製し、これらの各実施例について、実施例1～54と同様にヒートサイクル試験、H A
5 S T試験、半田バンプ内ボイドの観察を行ったところ、実施例1～54と同様の結果を得ることができた。

すなわち、接続パッド数が2000～30000個（接続パッド領域面積：150～1200mm²）であるような高密度実装では、ICチップとプリント配線板の熱膨張係数差に起因するせん断応力が大きく
10 なるが、本発明によれば、接続信頼性および絶縁信頼性に優れたプリント配線板を提供することができることが確認された。

産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明のプリント配線板は、半田バンプのピッチが200μm以下であるような挟ピッチ構造でも、半田バンプのソル
15 ダーレジスト層表面からの高さHと、開口部の開口径Dとの比（H/D）を0.55～1.0にすることによって、接続信頼性および絶縁信頼性に優れたプリント配線板を提案する。

請求の範囲

1. 導体回路を形成した配線基板に対し、その表面に溶剤レジスト層を設けると共に、その溶剤レジスト層に設けた開口部から露出する前記導体回路の一部を、電子部品を実装するための導体パッドとして形成し、その導体パッド上に半田バンプを形成してなるプリント配線板において、

前記導体パッドは、 $200\mu\text{m}$ 以下のピッチで配設されると共に、

前記半田バンプの溶剤レジスト層表面からの高さ H と、前記開口部の開口径 D との比(H/D)が、 $0.55\sim 1.0$ であることを特徴とするプリント配線板。

2. 導体回路を形成した配線基板に対し、その表面に溶剤レジスト層を設けると共に、その溶剤レジスト層に設けた開口部から露出する前記導体回路の一部を、電子部品を実装するための導体パッドとして形成し、その導体パッド上に半田バンプを形成し、その半田バンプを介して実装された電子部品と溶剤レジスト層との間をアンダーフィルによって樹脂封止してなるプリント基板において、

前記導体パッドは、 $200\mu\text{m}$ 以下のピッチで配設されると共に、

前記半田バンプの溶剤レジスト層表面からの高さ H と、前記開口部の開口径 D との比(H/D)が、 $0.55\sim 1.0$ であることを特徴とするプリント配線板。

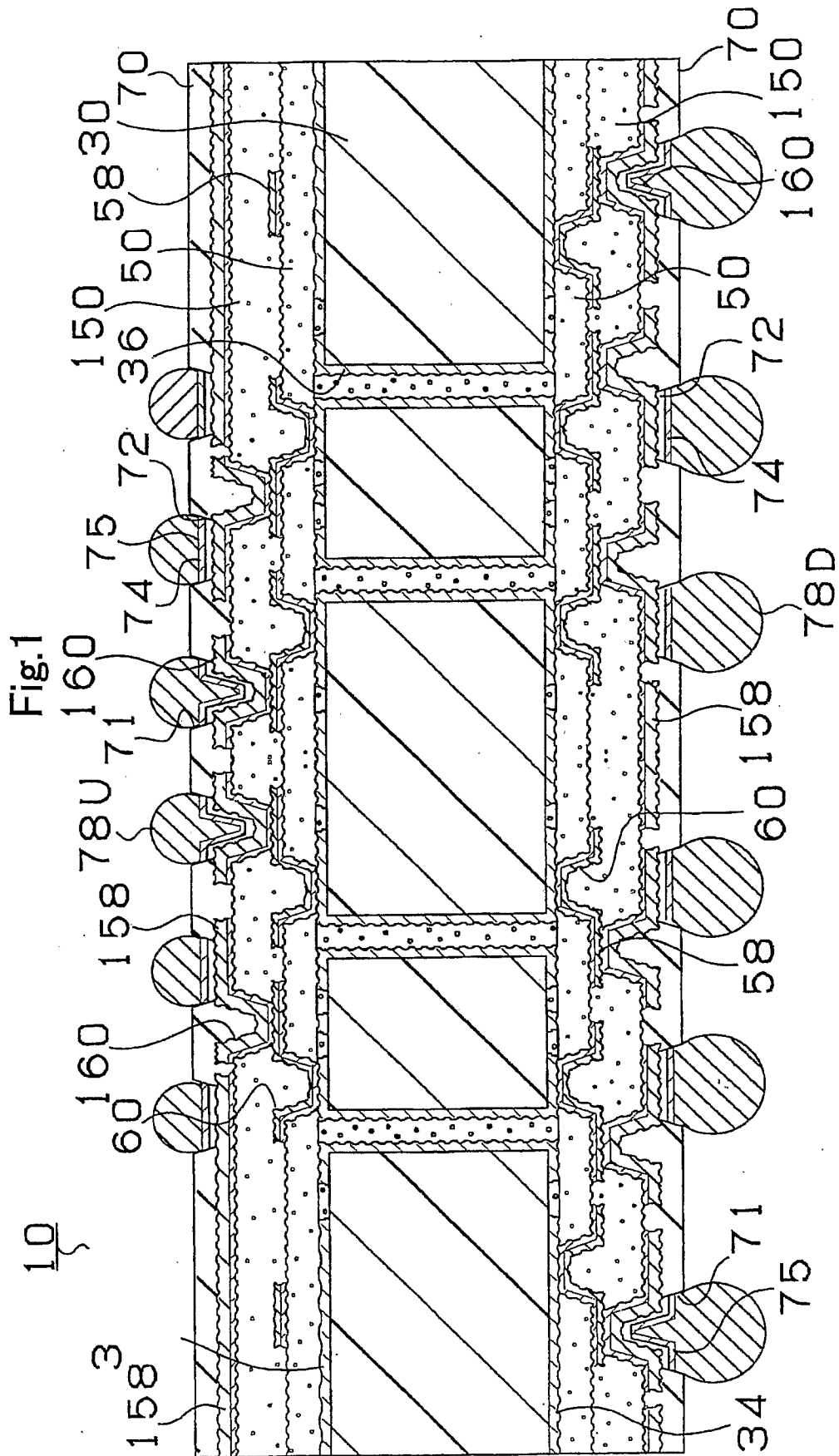
3. 前記溶剤レジスト層の表面は、少なくとも電子部品実装領域において平坦化処理が施されてなることを特徴とする請求項1または2に記載のプリント配線板。

4. 前記溶剤レジスト層の平坦化された表面は、さらに粗化処理が施されてなることを特徴とする請求項3に記載のプリント配線板。

5. 前記ソルダーレジスト層の平坦化された表面は、その最大表面粗さが $0.8 \sim 3.0 \mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項3に記載のプリント配線板。

6. 前記ソルダーレジスト層の粗化された表面は、その表面粗さが前記平坦化された表面の最大表面粗さよりも小さく、かつ算術平均粗さ(Ra)で $0.2 \sim 0.5 \mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項5に記載のプリント配線板。

7. 前記導体パッドは、最外層に位置する層間樹脂絶縁層に設けた開口内にめっき導体を充填してなるフィルドビアの形態に形成され、前記層間樹脂絶縁層表面から露出するフィルドビア表面の凹凸量は、層間樹脂絶縁層上に形成される導体回路の厚みに対して $-5 \mu\text{m} \sim +5 \mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項1または2に記載のプリント配線板。



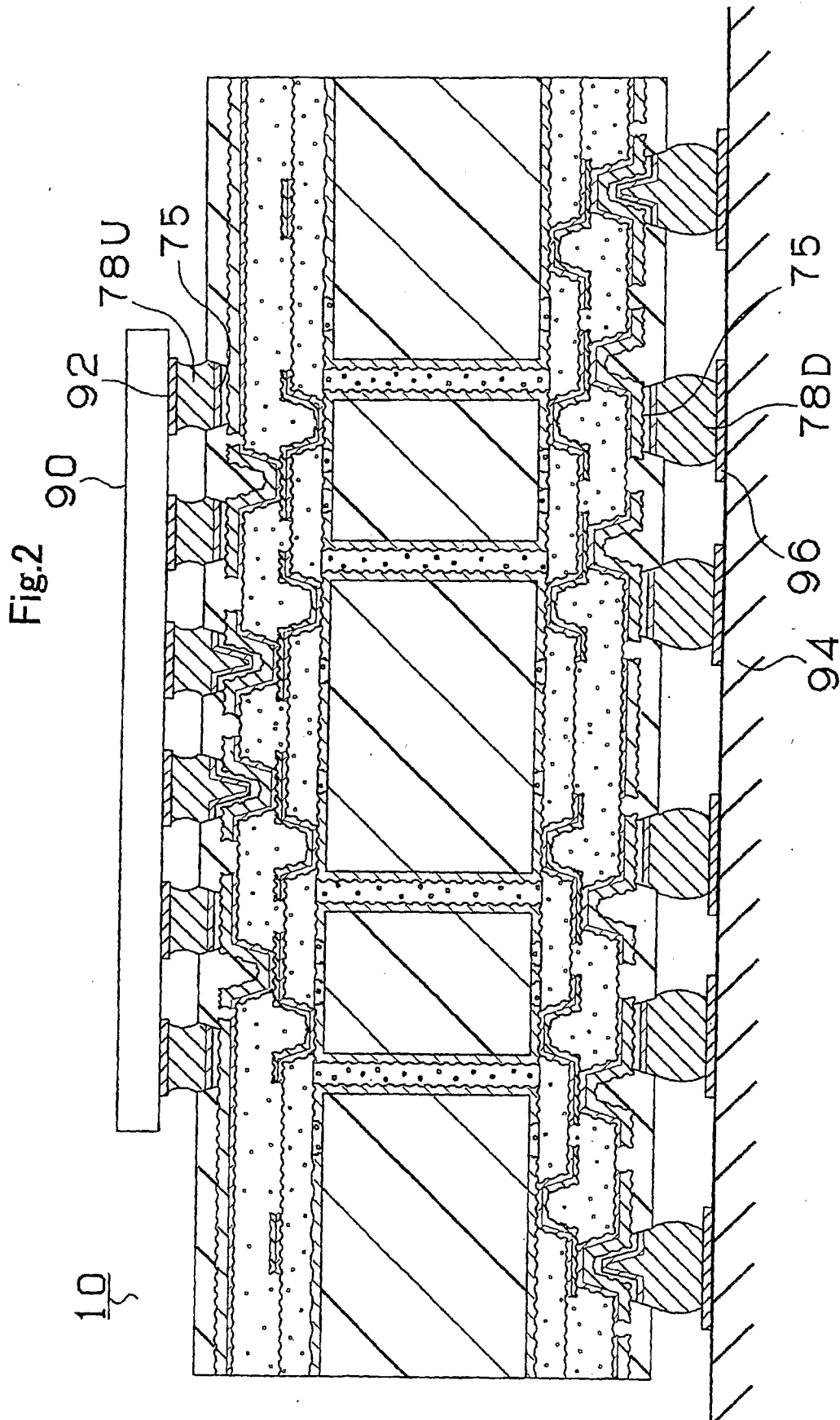


Fig.3A

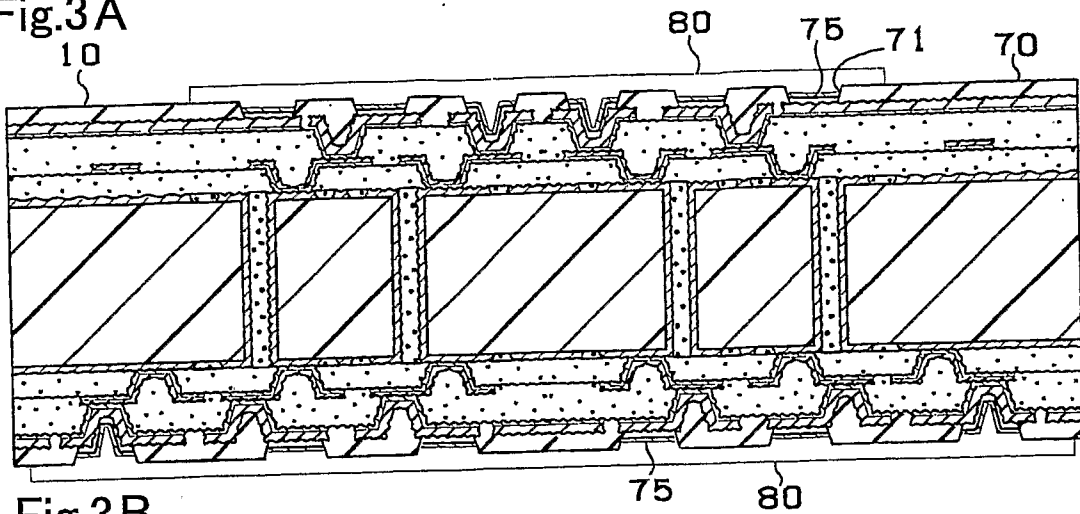


Fig.3B

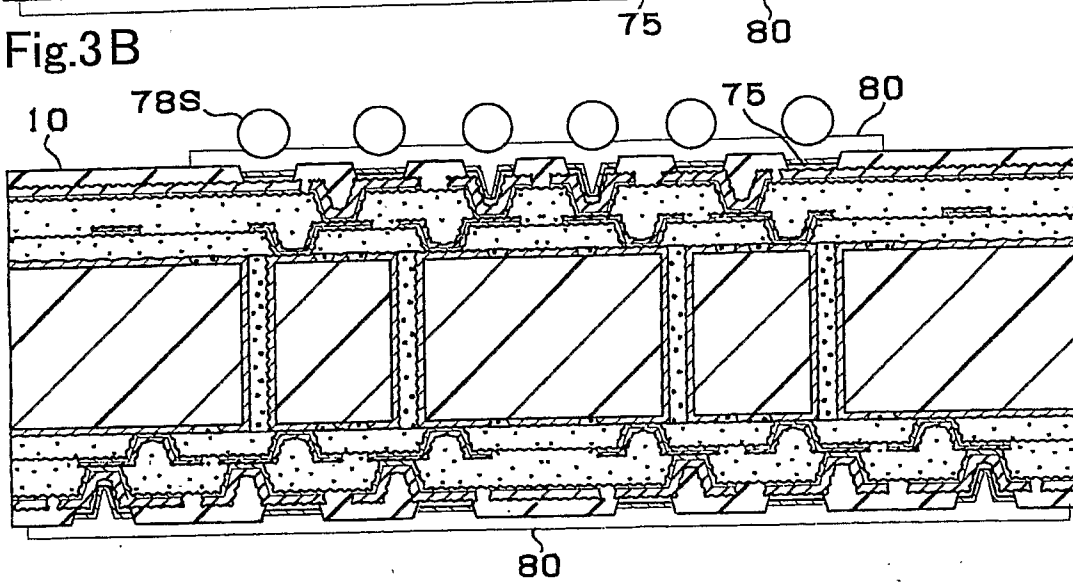


Fig.3C

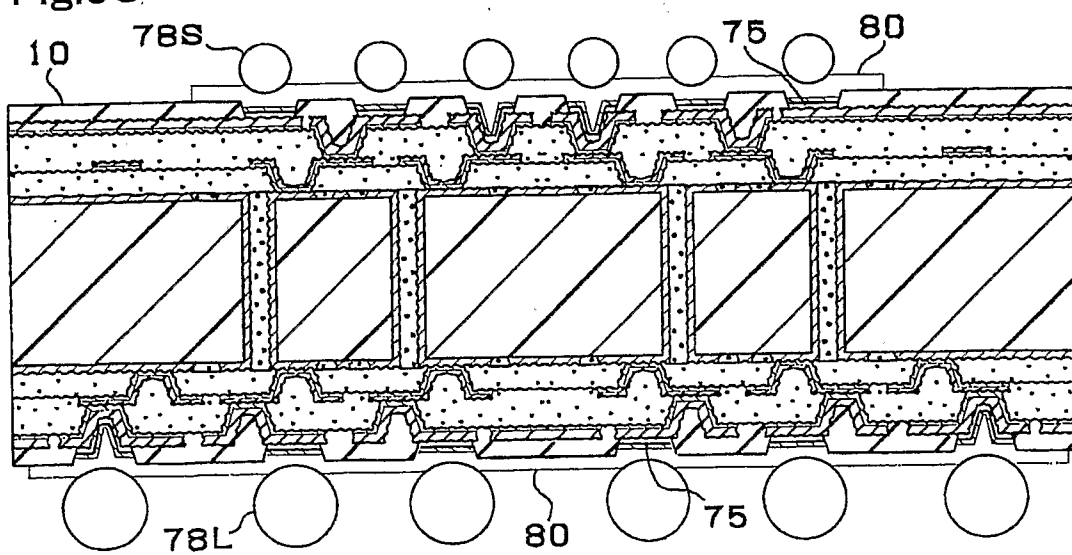


Fig.4A

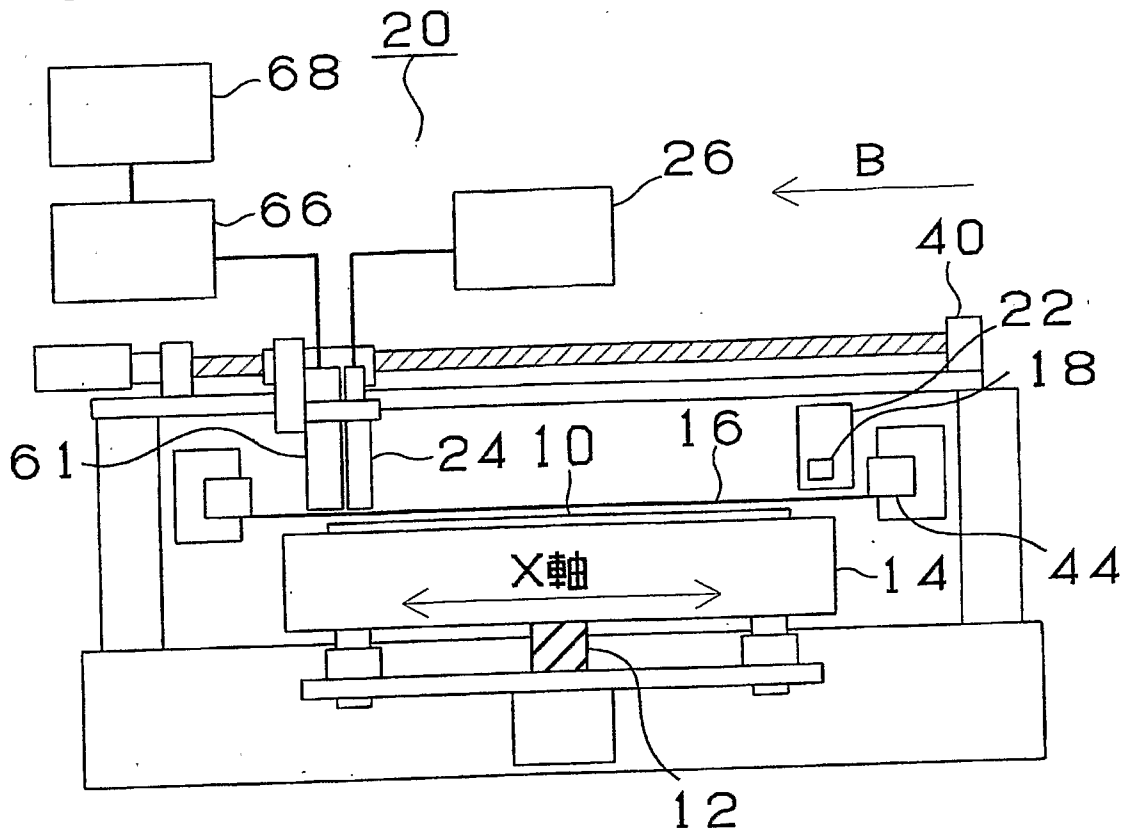


Fig.4B

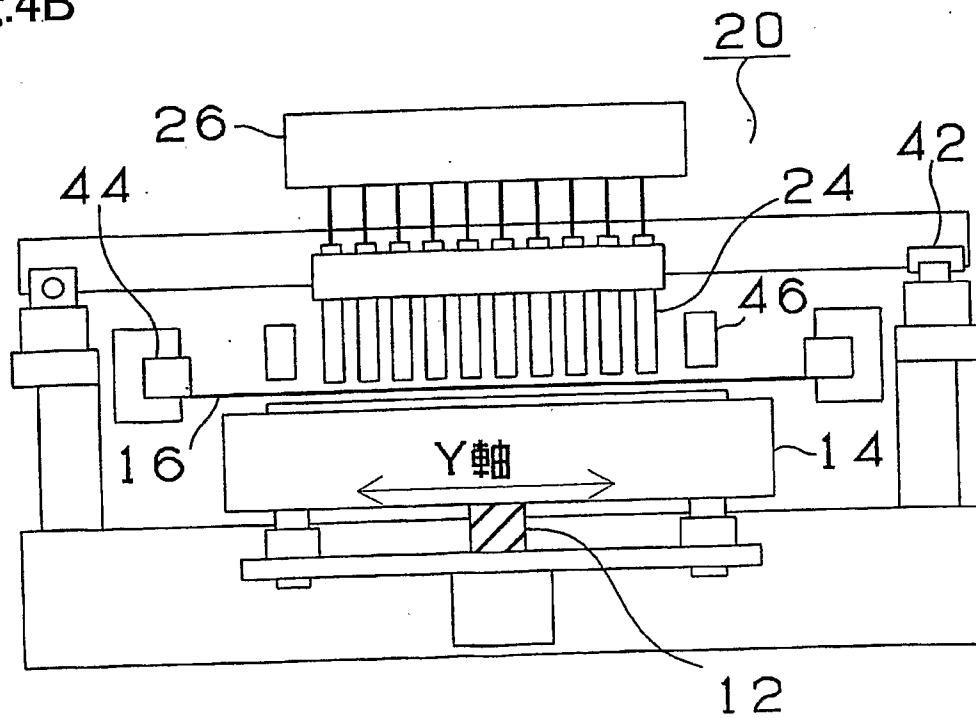


Fig.5A

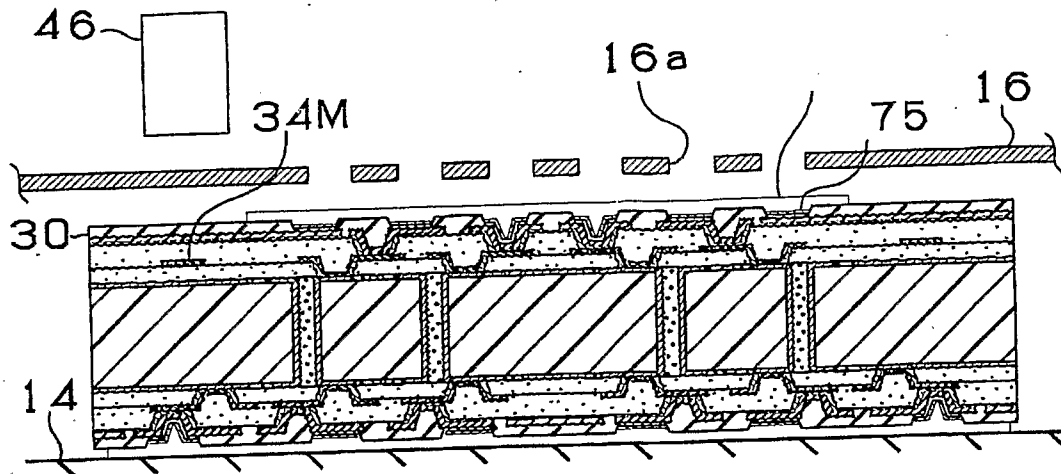


Fig.5B

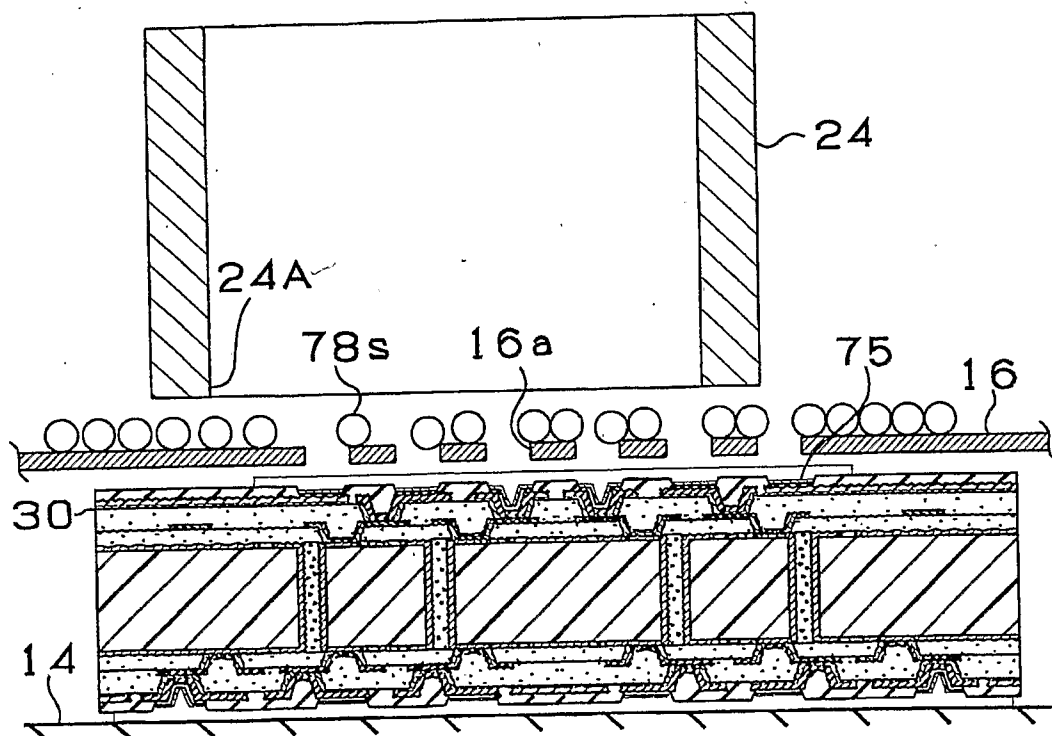


Fig.6A

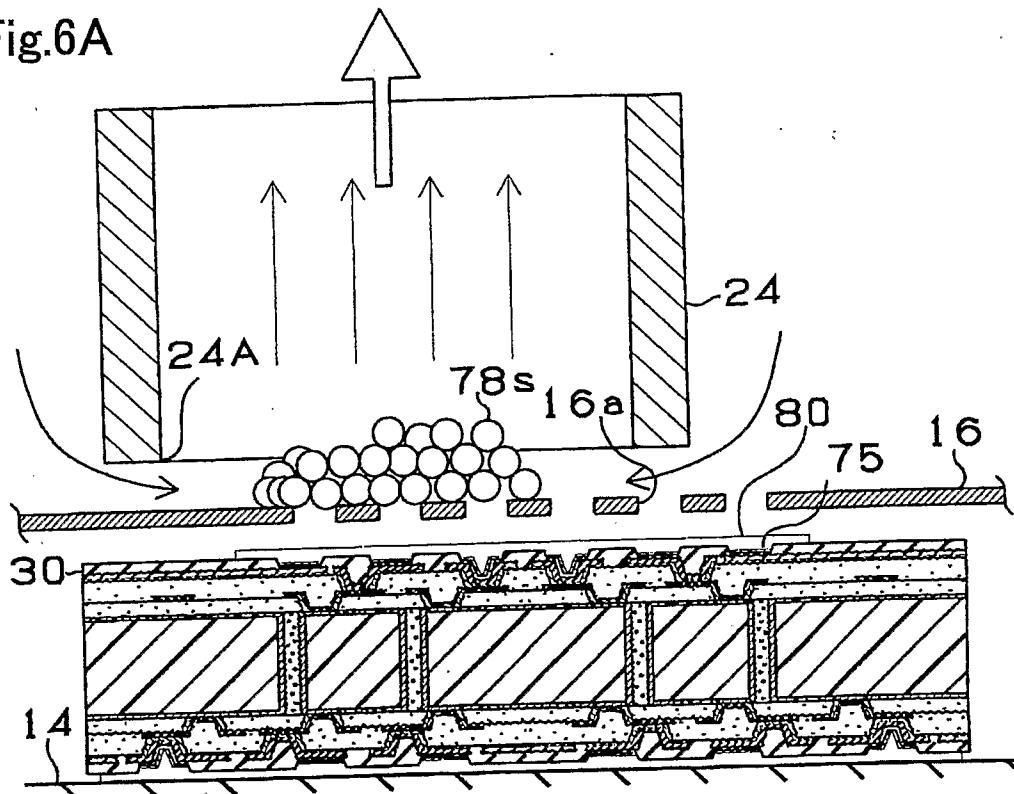


Fig.6B

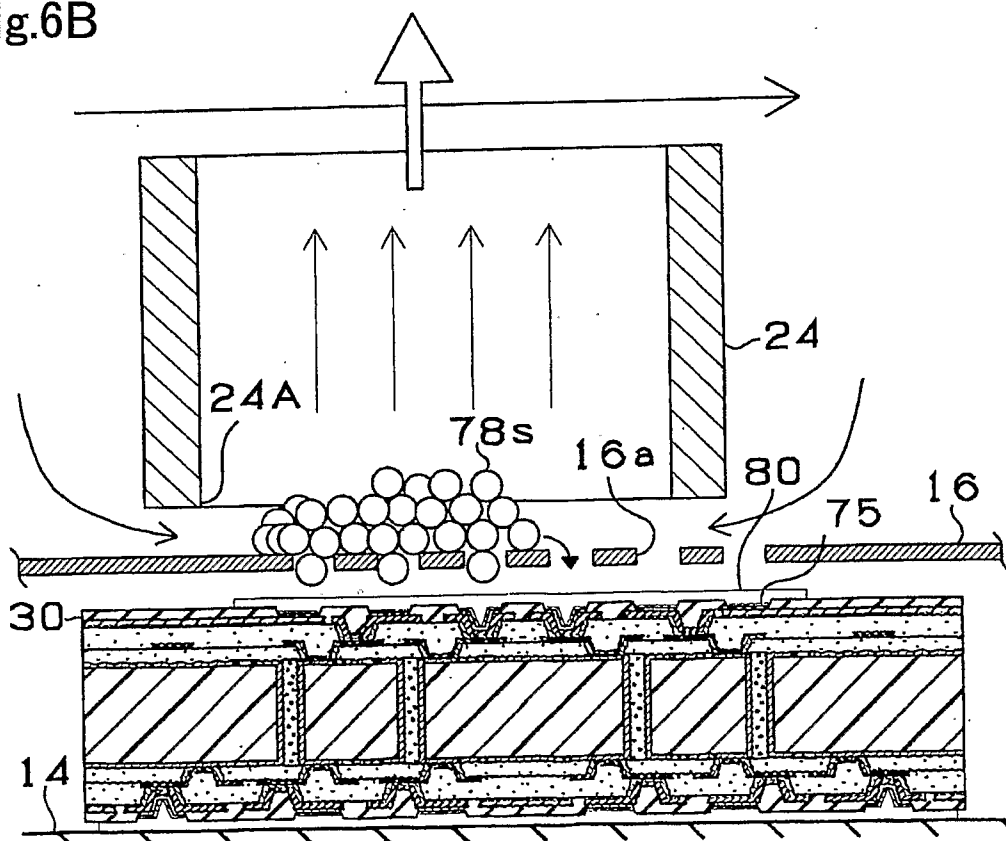


Fig.7A

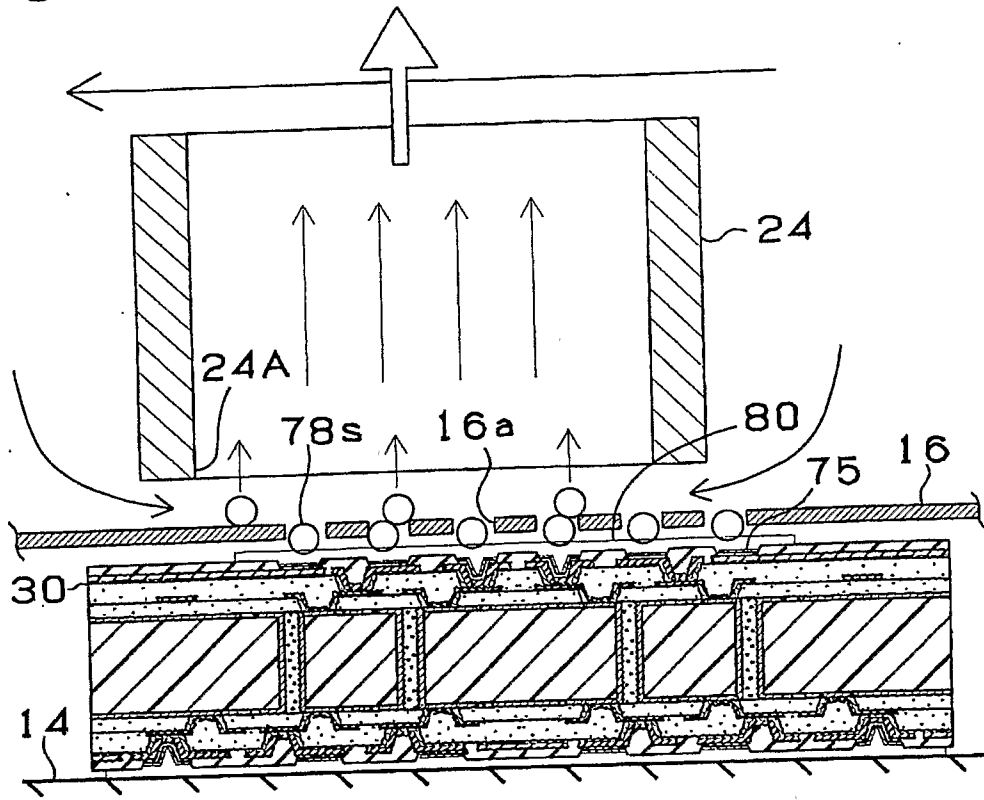


Fig.7B

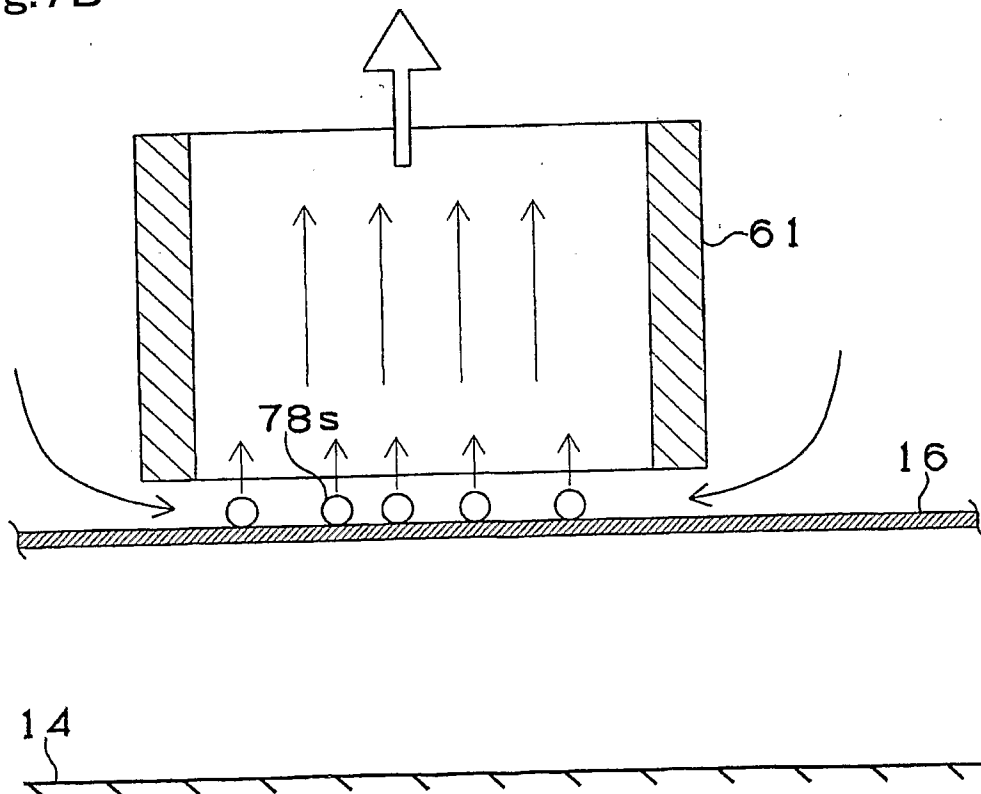


Fig. 8

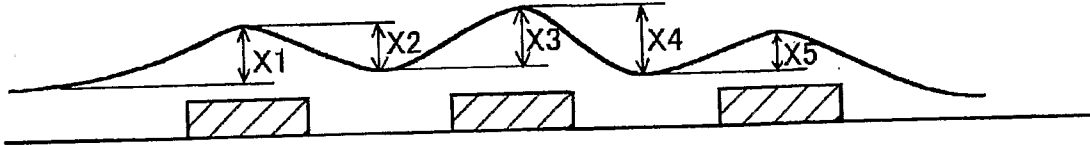


Fig. 9

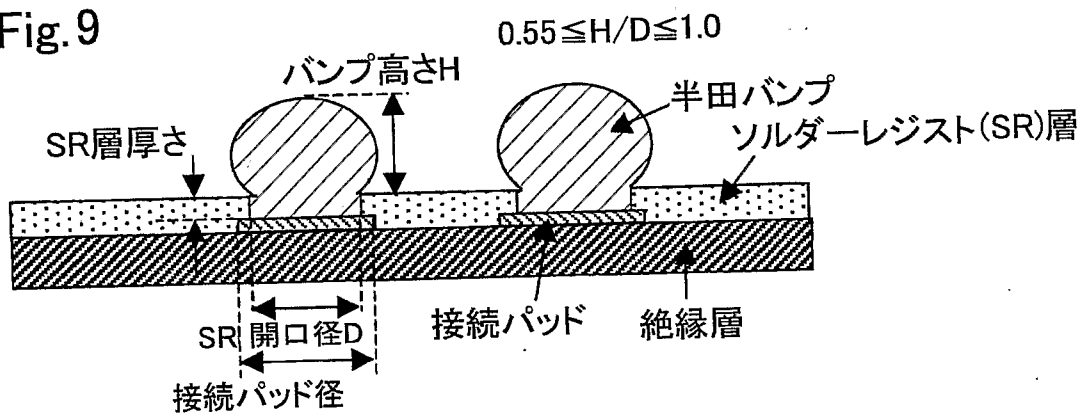


Fig.10A

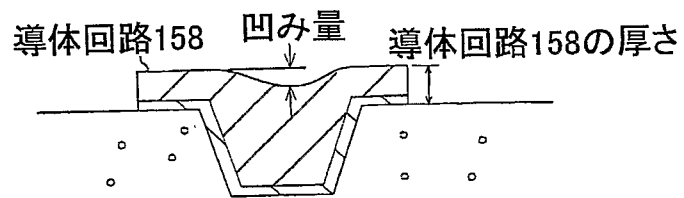


Fig.10B

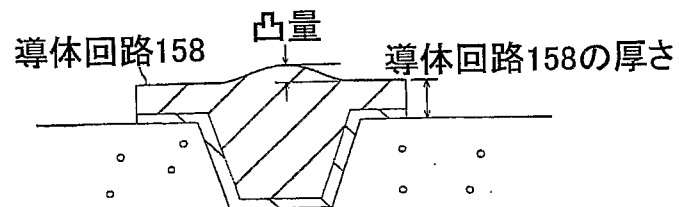


Fig.11A

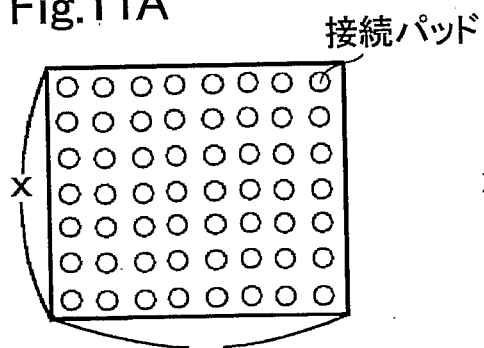
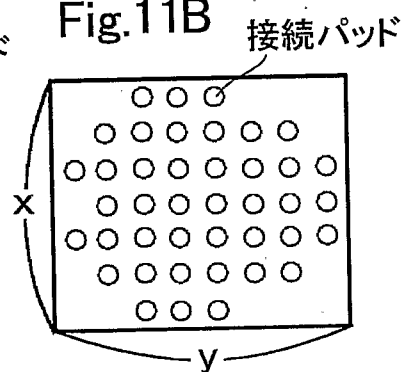


Fig.11B



$x \cdot y$ = 接続パッド領域

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/313342

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05K3/34(2006.01) i, H01L21/60(2006.01) i, H05K3/28(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, H05K3/28

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 1996-2006

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2006 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2006

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	JP 2004-319676 A (Harima Chemicals, Inc.), 11 November, 2004 (11.11.04), Par. Nos. [0040], [0042], [0044] to [0047], [0050]; table 1; Fig. 1 & US 2004/209451 A1	1 2-7
Y	JP 2004-207370 A (CMK Corp.), 22 July, 2004 (22.07.04), Par. Nos. [0020], [0033]; table 1 (Family: none)	2-7
Y	JP 2004-179578 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 24 June, 2004 (24.06.04), Par. Nos. [0030], [0032], [0033], [0054]; Fig. 6 (Family: none)	2-7



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

07 August, 2006 (07.08.06)

Date of mailing of the international search report

15 August, 2006 (15.08.06)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/313342

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 2002-208778 A (Ibiden Co., Ltd.), 26 July, 2002 (26.07.02), Par. Nos. [0114], [0120] (Family: none)	7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H05K3/34(2006.01)i, H01L21/60(2006.01)i, H05K3/28(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（I P C））

Int.Cl. H05K3/34, H01L21/60, H05K3/28

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 6 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	J P 2 0 0 4 - 3 1 9 6 7 6 A（ハリマ化成株式会社） 2 0 0 4 . 1 1 . 1 1 , 段落【0 0 4 0】 , 【0 0 4 2】 , 【0 0 4 4】 - 【0	1
Y	0 4 7】 , 【0 0 5 0】 , 【表 1】 , 【図 1】 & U S 2 0 0 4 / 2 0 9 4 5 1 A 1	2 - 7
Y	J P 2 0 0 4 - 2 0 7 3 7 0 A（日本シイエムケイ株式会社） 2 0 0 4 . 0 7 . 2 2 , 段落【0 0 2 0】 , 【0 0 3 3】 , 【表 1】（ファミリーなし）	2 - 7

☒ 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

0 7 . 0 8 . 2 0 0 6

国際調査報告の発送日

1 5 . 0 8 . 2 0 0 6

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

柳本 陽征

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 9 1

3 S

3 5 1 4

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	J P 2004-179578 A (日本特殊陶業株式会社) 2004.06.24, 段落【0030】, 【0032】, 【0033】, 【0054】, 【図6】 (ファミリーなし)	2-7
Y	J P 2002-208778 A (イビデン株式会社) 2002.07.26, 段落【0114】, 【0120】 (ファミリーなし)	7