

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5021473号
(P5021473)

(45) 発行日 平成24年9月5日(2012.9.5)

(24) 登録日 平成24年6月22日(2012.6.22)

(51) Int.Cl. F I
H05K 3/34 (2006.01)
H05K 3/34 505A
H05K 3/34 502E

請求項の数 1 (全 29 頁)

| | | | |
|---------------|------------------------------|-----------|-------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2007-524084 (P2007-524084) | (73) 特許権者 | 000000158 |
| (86) (22) 出願日 | 平成18年6月28日 (2006.6.28) | | イビデン株式会社 |
| (86) 国際出願番号 | PCT/JP2006/313343 | | 岐阜県大垣市神田町2丁目1番地 |
| (87) 国際公開番号 | W02007/004658 | (74) 代理人 | 100107227 |
| (87) 国際公開日 | 平成19年1月11日 (2007.1.11) | | 弁理士 藤谷 史朗 |
| 審査請求日 | 平成21年5月19日 (2009.5.19) | (74) 代理人 | 100080687 |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2005-192863 (P2005-192863) | | 弁理士 小川 順三 |
| (32) 優先日 | 平成17年6月30日 (2005.6.30) | (72) 発明者 | 川村 洋一郎 |
| (33) 優先権主張国 | 日本国(JP) | | 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビデ ン株式会社内 |
| 前置審査 | | (72) 発明者 | 澤 茂樹 |
| | | | 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビデ ン株式会社内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プリント配線板の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

導体回路と層間樹脂絶縁層とが交互に積層されてなるとともに、異なる層に位置する導体回路同士がバイアホールを介して電氣的に接続されてなるビルドアップ層を有し、そのビルドアップ層の最も外側に位置する層間樹脂絶縁層と最も外側に位置する導体回路を被覆してソルダーレジスト層が形成され、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を製造する方法において、

前記ソルダーレジスト層の表面を、少なくとも電子部品実装領域において平坦化处理する工程と、

前記導体パッドを200μm以下のピッチで配設する工程と、

前記ソルダーレジスト層に、その上面における開口径D1が底面における開口径D2よりも大きいテーパ形状に開口部を形成する工程と、

前記開口部を介して前記導体パッド上に半田ボールを搭載する工程と、

前記搭載した半田ボールをリフロー処理して前記半田バンプを形成する工程と、
を具え、

前記半田ボールを搭載する工程が、

ボール整列用マスクの上方に、該ボール整列用マスクに対向する開口を備える筒部材を位置させ、その筒部材で空気を吸引することによって筒部材直下のボール整列用マスク上に前記半田ボールを集合させる工程と、

前記筒部材を水平方向に移動させることによって、前記ボール整列用マスクの開口を介して前記導体パッド上に前記半田ボールを落下させる工程と、
を具えており、

前記半田バンプ径 W と、前記ソルダーレジスト層に設けた開口部の、前記上面における開口径 D_1 に等しい開口径 D との比 (W/D) を、 $1.04 \sim 1.26$ の範囲としたことを特徴とするプリント配線板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

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の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ICチップ等の半導体素子をプリント配線板上に実装する場合、先ず、プリント配線板上に形成された半導体素子実装用パッド（以下、単に「導体パッド」という）に対して半田バンプを形成することが行われる。導体パッドの一部はソルダーレジスト層で覆われていて、導体パッドの中心部のみが露出している。このような導体パッドに対して半田バンプを形成するには、先ず、半田ペースト印刷機にプリント配線板をセットし、次いで、プリント配線板にメタルマスクやプラスチックマスク等の半田印刷用マスク（プリント配線板に形成されている導体パッドに対応して印刷用開口部が設けられている）を積層するとともに、プリント配線板に形成されたアライメントマークと印刷用マスクのアライメントマークとの位置合わせを行う。

【0003】

そして、導体パッドに半田ペーストを印刷し、印刷用マスクをプリント配線板上から取り外した後、プリント配線板をリフロー装置にセットしてリフロー処理を行うことによって、導体パッド上に半田バンプが形成される（特開平11-40908号公報参照）。

【0004】

しかしながら、前述した従来技術には、次のような問題点があった。即ち、半田バンプの形状が導体パッド表面を底面とした半円形状であるので、ソルダーレジスト層に設けた開口の側壁と半田バンプとの間に隙間が残ってしまうということである。このような隙間があると、隙間にフラックス残渣や洗浄液残渣が残りがやすいので、導体パッドのピッチが $200\mu\text{m}$ 以下となるプリント配線板では絶縁信頼性が低下しやすい。また、そのような残渣は、密着力低下の原因となるため、ソルダーレジストとアンダーフィルとの剥離が発生しやすくなるので、接続信頼性が低下する。さらに、アンダーフィルの充填が難しくなるため、大きなICチップを搭載しようとする、アンダーフィル材にボイドが入りやすくなり、接続信頼性や絶縁信頼性を低下させてしまう。

【0005】

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、導体パッドのピッチが $200\mu\text{m}$ 以下であるような狭ピッチ構造でも、接続信頼性および絶縁信頼性に優れたプリント配線板の製造方法を提案することにある。

【発明の開示】

【0006】

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導体パッド上に設けた半田バンプの直径（以下、「半田バンプ径」という）と、開口部の開口径との比が所定の範囲内にある場合に、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ることが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。

【0013】

10

20

30

40

50

すなわち、本発明は、

導体回路と層間樹脂絶縁層とが交互に積層されてなるとともに、異なる層に位置する導体回路同士がバイアホールを介して電氣的に接続されてなるビルドアップ層を有し、そのビルドアップ層の最も外側に位置する層間樹脂絶縁層と最も外側に位置する導体回路を被覆して溶剤レジスト層が形成され、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を製造する方法において、

前記溶剤レジスト層の表面を、少なくとも電子部品実装領域において平坦化処理する工程と、

前記導体パッドを $200\text{ }\mu\text{m}$ 以下のピッチで配設する工程と、

前記溶剤レジスト層に、その上面における開口径 D_1 が底面における開口径 D_2 よりも大きいテーパ形状に開口部を形成する工程と、

前記開口部を介して前記導体パッド上に半田ボールを搭載する工程と、

前記搭載した半田ボールをリフロー処理して前記半田バンプを形成する工程と、
を具え、

前記半田バンプ径 W と、前記溶剤レジスト層に設けた開口部の、前記上面における開口径 D_1 に等しい開口径 D との比 (W/D) を、 $1.04 \sim 1.26$ の範囲としたことを特徴とするプリント配線板の製造方法である。

【0014】

本発明においては、

前記半田ボールを搭載する工程は、

ボール整列用マスクの上方に、該ボール整列用マスクに対向する開口を備える筒部材を位置させ、その筒部材で空気を吸引することによって筒部材直下のボール整列用マスク上に前記半田ボールを集合させる工程と、

前記筒部材を水平方向に移動させることによって、前記ボール整列用マスクの開口を介して前記導体パッド上に前記半田ボールを落下させる工程と、
を具えている。

【0015】

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、例えば接続パッドの形態や、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）の形態や、バイアホールとバイアホールに接続する導体回路の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として規定される。

【0016】

また、本発明において「半田バンプ径」とは、溶剤レジスト層表面から突出している半田バンプを水平断面で輪切りにした場合に、表れる円の直径または楕円の長径のうちの最大値のことを意味する。

【0017】

また、本発明において、溶剤レジスト層に設けた、開口側壁がテーパ形状をなしている開口の「開口径 (D) 」とは、溶剤レジスト層表面に表れる開口の直径（溶剤レジスト層上面における開口径 D_1 ）を意味する。

【0018】

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溶剤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溶剤レジスト層の高さとの差 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 、 $X_5 \cdots$ 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。

【0019】

本発明によれば、導体パッドを $200\mu\text{m}$ 以下のピッチで設けると共に、半田バンプ径 W と、ソルダーレジスト層に設けた開口部の開口径 D との比(W/D)を、 $1.04 \sim 1.26$ の範囲とすることによって、半田バンプとソルダーレジスト層の開口部側壁との間に隙間ができにくくなるため、半田バンプとソルダーレジスト層との間にフラックス残渣や洗浄残渣が残りにくくなり、残渣起因による絶縁抵抗の低下防止やアンダーフィルの剝離防止が可能となる。その結果、絶縁信頼性や接続信頼性が向上する。

【0020】

また、ソルダーレジスト層に設けた開口部の側壁をテーパ形状に形成することによって、開口部周縁で半田バンプの形状が極端に変化しないので、応力が集中しにくくなる。その結果、接続信頼性が向上する。

10

【0021】

また、ソルダーレジスト層表面を平坦化处理して、ある程度の平坦性を確保することによって、応力が大きくかかる部分のソルダーレジスト層の体積を増やすことができ、応力が集中しやすくなるような屈曲部がなくなるので、ソルダーレジスト層の耐ヒートサイクル性が向上する。

【0022】

また、ソルダーレジスト層の平坦化した表面をさらに粗化处理して粗化面を形成することによって、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。特に、粗化面を形成することによって、アンダーフィルの濡れ性がよくなり、半田バンプとソルダーレジスト層との境界部分などの袋小路の狭い部分にもアンダーフィルを充填できるので、接続信頼性が向上する。

20

【0023】

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。

【図面の簡単な説明】

【0024】

30

図1は、本発明にかかるプリント配線板の断面図である。

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4A～4Bは、半田ボール搭載装置の構成を示す概略図である。

図5A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5B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6A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、図6B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7A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7B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。

40

図8は、ソルダーレジスト層表面の最大粗さを説明するための概略図である。

図9は、本発明における半田バンプ径(W)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。

図10Aは、ソルダーレジスト層開口が断面矩形である場合の半田バンプとソルダーレジスト層表面との境界付近のバンプ形状を説明するための概略図であり、図10Bは、ソルダーレジスト層開口が断面台形である場合の半田バンプとソルダーレジスト層表面との境界付近のバンプ形状を説明するための概略図である。

図11A～11Bは、接続パッドとしてのフィルドビア表面の凹凸を説明するための概略図である。

50

図 1 2 A ~ 1 2 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】

【 0 0 2 5 】

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、その開口部から露出する導体回路の一部を、電子部品実装のための導体パッドとして形成し、その導体パッドが $200\text{ }\mu\text{m}$ 以下のピッチで配設されると共に、その導体パッド上に形成される半田バンプは、開口部内に完全に充填された形態で配設され、さらに、半田バンプ径 W と開口部の、ソルダーレジスト層上面における開口径 D_1 に等しい開口径 D との比 (W/D) が、 $1.04 \sim 1.26$ であることを特徴とする。

10

【 0 0 2 6 】

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。

【 0 0 2 7 】

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。

【 0 0 2 8 】

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。

20

【 0 0 2 9 】

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、パイアホール 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 に形成されたパイアホール 160 を介して導体回路 58 に接続されている。

【 0 0 3 0 】

30

ソルダーレジスト層 70 は、導体回路 158 およびパイアホール 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 78 U が、下面の接続パッド 75 上には BGA（ボールグリッドアレー）78 D が形成されている。

【 0 0 3 1 】

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 78 U 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 BGA 78 D を介してドータボード 94 のランド 96 に接続されている。

40

【 0 0 3 2 】

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。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、半田バンプとソルダーレジスト層との境界近傍では収縮・膨張を繰り返す。ソルダーレジスト層表面に大きな凹凸が存在する、即ち、平坦度が小さい場合には、半田バンプ近傍のソルダー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、ソルダー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ソルダー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。

50

【 0 0 3 3 】

前記ソルダー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、導体パッド付近のソルダー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。

【 0 0 3 4 】

また、本発明の一実施形態において、平坦化処理したソルダー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ソルダー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、ソルダー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。

【 0 0 3 5 】

前記粗化処理されたソルダー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、ソルダーレジスト表面にフラックス残渣や洗浄残渣が残りにくくなったりするからである。その結果、絶縁信頼性や接続信頼性が向上する。

【 0 0 3 6 】

また、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る開口は、図 10 A ~ 10 B に示すように、断面が矩形であっても、台形であってもよい。特に、断面が台形である場合には、開口端にテーパが付与された形態であるため、開口内に充填された半田バンプの部分と、開口の外側に露出する半田バンプの部分の部分が滑らかに連続することになり、ソルダーレジスト層との境界付近での半田バンプの屈曲部が小さくなる、即ち、半田バンプの形状がソルダーレジスト層との境界部分で極端に変化しないので、応力が集中しにくくなる。その結果、半田バンプが破壊されにくくなり、接続信頼性が向上する。

【 0 0 3 7 】

さらに、上面における開口径を D_1 とし、底面における開口径を D_2 とした時、 $D_1 - D_2$ が $5 \sim 20 \mu\text{m}$ となるような台形であることが望ましい。 $D_1 - D_2$ がそのような範囲内にある場合に、ICチップとプリント配線板の熱膨張係数差による応力が集中しないため、接続信頼性が向上するし、隣接する半田バンプ間の絶縁性を確保できる。また、マイグレーションも発生し難いからである。

【 0 0 3 8 】

また、図 1 および図 2 から分かるように、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、これらの接続パッド上に半田バンプが形成されている。

【 0 0 3 9 】

同様に、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。

【 0 0 4 0 】

前記半田バンプ 78 U が形成される接続パッドとしてのバイアホール 160 は、フィルドピ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ルドピア表面の凹凸量は、図 11 A ~ 11 B 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、フィルドピア表面の凹み量が $5 \mu\text{m}$ を超える（ $-5 \mu\text{m}$ ）と、半田ボールとフィルドピアからなる接続パッドの接点が少なくなるので

10

20

30

40

50

、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、未搭載（ミッシングバンプ）になりやすくなったりするからである。一方、フィルドビア表面の凸量が $5\text{ }\mu\text{m}$ を超える（ $+5\text{ }\mu\text{m}$ ）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。

【0041】

なお、本発明における「電子部品実装領域」とは、接続パッドや、フィ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。

【0042】

例えば、図12A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実施形態を示し、図12B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ような実施形態を示しているが、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。

【0043】

図3A～3Cは、プリント配線板10上に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）。

【0044】

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 $40\sim200\text{ }\mu\text{m}$ 未満であることが望ましい。直径が $40\text{ }\mu\text{m}$ 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、 $200\text{ }\mu\text{m}$ 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 $80\text{ }\mu\text{m}$ 以下の半田ボールが望ましい。

【0045】

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（ $250\text{ }\mu\text{m}$ ）の半田ボール78Lを吸着して載置する（図3C参照）。

【0046】

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 $60\sim200\text{ }\mu\text{m}$ ピッチで半田バンプ78Uを、例えば $500\sim30,000$ 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 $60\text{ }\mu\text{m}$ 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 $200\text{ }\mu\text{m}$ 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。

【0047】

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。

【0048】

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。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 9 】

前記半田ボール搭載装置 2 0 は、プリント配線板 1 0 を位置決め保持する X Y 吸引テーブル 1 4 と、該 X Y 吸引テーブル 1 4 を昇降する上下移動軸 1 2 と、プリント配線板の接続パッド 7 5 に対応する開口を備えるボール整列用マスク 1 6 と、ボール整列用マスク 1 6 上を移動する半田ボールを誘導する搭載筒（筒部材） 2 4 と、搭載筒 2 4 に負圧を与える吸引ボックス 2 6 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 6 1 と、該半田ボール除去筒 6 1 に負圧を与える吸引ボックス 6 6 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 6 8 と、ボール整列用マスク 1 6 をクランプするマスククランプ 4 4 と、搭載筒 2 4 及び半田ボール除去筒 6 1 を X 方向へ送る X 方向移動軸 4 0 と、X 方向移動軸 4 0 を支持する移動軸支持ガイド 4 2 と、多層プリント配線板 1 0 を撮像するためのアライメントカメラ 4 6 と、搭載筒 2 4 下にある半田ボールの残量を検出する残量検出センサ 1 8 と、残量検出センサ 1 8 により検出された残量に基づき半田ボールを搭載筒 2 4 側へ供給する半田ボール供給装置 2 2 と、を備える。

10

【 0 0 5 0 】

前記搭載筒 2 4 及び半田ボール除去筒 6 1 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。X Y 吸引テーブル 1 4 は、半田ボールの搭載されるプリント配線板 1 0 を位置決め、吸着、保持、補正する。アライメントカメラ 4 6 は、X Y 吸引テーブル 1 4 上のプリント配線板 1 0 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 1 0 とボール整列用マスク 1 6 との位置が調整される。残量検出センサ 1 8 は光学的な手法により半田ボールの残量を検出する。

20

【 0 0 5 1 】

引き続き、半田ボール搭載装置 2 0 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 1 0 のアライメントマーク 3 4 M をアライメントカメラ 4 6 により認識し、ボール整列用マスク 1 6 に対してプリント配線板 1 0 の位置を X Y 吸引テーブル 1 4 によって補正する。即ち、ボール整列用マスク 1 6 の開口 1 6 a がそれぞれプリント配線板 1 0 の接続パッド 7 5 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 1 0 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、半田パ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。

30

【 0 0 5 2 】

(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 2 2 から半田ボール 7 8 s を搭載筒 2 4 側へ定量供給する。ここで、半田ボールとしては、市販品（例えば日立金属社製）を使ってもよいし、特開 2 0 0 1 - 2 2 6 7 0 5 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。

【 0 0 5 3 】

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 $1\mu\text{m}$ だけ小さい方形スリット（開口）を有する金属板（例えば、 $25\mu\text{m}$ 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 $1\mu\text{m}$ 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。

40

【 0 0 5 4 】

(3) 半田ボールの搭載

図 6 A に示すように、ボール整列用マスク 1 6 の上方に、該ボール整列用マスクとの所

50

定のクリアランス（例えば、ボール径の50%～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5m/sec～35m/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。

【0055】

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。

10

【0056】

（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。

【0057】

（5）基板の取り出し

XY 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24Bから空気を吸引することによって、半田ボール78s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78s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へ落下させることができる。

20

【0058】

このため、微細な半田ボール78s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78s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78Uの高さを均一にすることができる。

30

【0059】

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。

【0060】

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60～200μmであり、しかもソルダーレジストの開口径が40～150μm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。

40

【0061】

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の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。

【0062】

上述したような半田ボール搭載装置では、図4B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。

50

【 0 0 6 3 】

更に、半田ボール除去筒 6 1 によりボール整列用マスク 1 6 上に残った半田ボール 7 8 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。

【 0 0 6 4 】

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 I C 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。

【実施例】

【 0 0 6 5 】

10

[参考例 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 - 6 7」) 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した。その後、周知の方法 (例えば、2 0 0 0 年 6 月 2 0 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：2 0 μ m、直径 (接続パッド径) : 1 2 0 μ m、ピッチ：1 5 0 μ m、個数：5 0 \times 4 0 (個) (格子状配置) からなる I C チップ実装用接続パッド群を 1 5 0 m m ² の接続パッド領域内に形成した。

【 0 0 6 6 】

20

このような接続パッドは、特開 2 0 0 0 - 3 5 7 7 6 2 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。

【 0 0 6 7 】

ソルダーレジスト層の形成は、市販のソルダー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 1 5 ~ 2 5 μ m 厚 (接続パッド上での厚さ) のソルダーレジスト層を形成する。

(印刷条件)

ソルダーレジストインク：商品名「RPZ - 1」、日立工業社製

30

インク粘度：4 5 \pm 1 5 P a \cdot s

スクリーン版：ポリエステル繊維製 (1 0 0 ~ 1 3 0 メッシュ)

スキージ速度：1 0 0 ~ 2 0 0 m m / 秒

この参考例では、ソルダーレジスト層を厚さ 1 6 μ m に形成した。

【 0 0 6 8 】

その後、ソルダーレジスト開口部のパターン (マスクパターン) が描画されたフォトマスクをソルダーレジスト層に密着させた状態で、1 0 0 ~ 1 0 0 0 m j の紫外線で露光し、以下のような現像条件のもとで水平型現像装置を用いて現像処理することによって、接続パッド上に直径 4 0 ~ 1 5 0 μ m の開口を形成する。

(水平型現像装置)

40

水平型現像装置としては、基板を現像処理ゾーンに搬入し、現像処理ゾーンを搬送するコンベアと、基板の上下に位置し、スプレー噴霧圧力を調整できる複数のスプレーノズルとを備えた水平搬送現像装置を用いる。

【 0 0 6 9 】

(現像条件)

(1) スプレーの種類：スリットノズル (直線状に液を噴霧するノズル) もしくはフルコーンノズル (放射状に液を噴霧するノズル) を用いる。

(2) スプレーの揺動：有・無

(3) 使用するスプレー面：上面もしくは下面 (基板の上方に位置するスプレーで現像する場合は、開口を形成するソルダーレジスト面を上方に向けて水平型現像装置に搬入する

50

。基板の下方に位置するスプレーで現像する場合は、開口を形成するソルダーレジスト面を下方に向けて水平型現像装置に搬入する。)

(4) スプレー噴霧圧力: $0.05 \sim 0.3 \text{ MPa}$

(5) 現像液: $5 \sim 15 \text{ g/L}$ の炭酸ナトリウム (Na_2CO_3) 溶液

(6) 現像時間: $10 \sim 300$ 秒

【0070】

この参考例では、ソルダーレジスト面を下方に向け、下方に位置するスリットノズルを揺動させない状態で、濃度 10 g/L の炭酸ナトリウム (Na_2CO_3) 溶液を用いた現像処理によって、直径が $80 \mu\text{m}$ の開口部 (ソルダーレジスト層表面の開口部の直径 = 接続パッド上の開口部の直径) を形成した。

10

【0071】

(2) 半田ボールの搭載

前記(1)において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、その後、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う。

【0072】

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 $100 \mu\text{m}$ の開口を有するNi製のメタルマスクを用いた。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。

20

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

【0073】

さらに、接続パッド形成領域に対応した大きさ (接続パッド領域に対して $1.2 \sim 3$ 倍) で、高さ 200 mm 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半田ボールを搭載する。

この参考例では、Sn/Pb半田 (Sn/Pb = 63 : 37) からなる直径 $85 \mu\text{m}$ の半田ボール (日立金属社製) を搭載した。

30

【0074】

半田ボールの材料として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 $5 \sim 35 \text{ m/sec}$ に調整して、搭載筒内に集合させた。

その後、搭載筒を移動速度 $10 \sim 40 \text{ mm/sec}$ 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した。

【0075】

(3) 半田バンプの形成

40

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した。

半田バンプの形成後、半田バンプの直径 (半田バンプ径) をピーコ社製の「WYKONT-2000」で測定したところ、 $84 \mu\text{m}$ であった。

【0076】

(4) ICチップの実装

各半田バンプの直径を測定した後、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充填してIC実装プリント配線板を製造した。

50

【 0 0 7 7 】

[参考例 2]

直径 1 0 0 μm の半田ボールを搭載した以外は、参考例 1 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ径は、1 0 0 μm であった。

[参考例 3]

直径 1 2 0 μm の半田ボールを搭載した以外は、参考例 1 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ径は、1 2 0 μm であった。

[参考例 4]

直径 1 4 0 μm の半田ボールを搭載した以外は、参考例 1 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ径は、1 3 5 μm であった。

10

【 0 0 7 8 】

[実施例 1]

フルコーンノズルを揺動させない状態で用いた以外は、参考例 1 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、上部開口径が 8 5 μm で、底部開口径が 8 0 μm であるような台形状の開口部が形成されたが、半田バンプ径は、実施例 1 と同様に、8 4 μm であった。

これは、半田バンプの体積が、図 1 0 B から分かるように、ソルダーレジスト上に突出した部分が大半を占めるため、ソルダーレジスト開口部の形状には影響されないのではないかと推察される。

また、この実施例では、図 1 0 A に示すようなソルダーレジスト層開口が断面矩形の形状である場合と比べて、図 1 0 B に示すようにソルダーレジスト層開口を断面台形とする、即ち、テーパ形状とすることで、半田バンプとソルダーレジスト層表面との境界部分の形状（点線で囲って示す箇所）が異なることがわかる。

20

[実施例 2]

直径が 1 0 0 μm の半田ボールを用いたこと以外は、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、半田バンプ径は 1 0 5 μm であった。

【 0 0 7 9 】

[参考例 5]

直径が 1 2 0 μm の半田ボールを用いたこと以外は、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、半田バンプ径は 1 2 8 μm であった。

30

[参考例 6]

直径が 1 4 0 μm の半田ボールを用いたこと以外は、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、半田バンプ径は 1 4 5 μm であった。

【 0 0 8 0 】

[実施例 3]

フルコーンノズルを揺動させた状態で用い、直径が 2 μm 大きい半田ボールを用いた以外は、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、上部開口径が 9 0 μm で、底部開口径が 8 0 μm であるような台形状の開口部が形成され、半田バンプ径は 9 4 μm であった。

[実施例 4]

40

フルコーンノズルを揺動させた状態で用い、直径が 2 μm 大きい半田ボールを用いた以外は、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、上部開口径が 9 0 μm で、底部開口径が 8 0 μm であるような台形状の開口部が形成され、半田バンプ径は 1 1 3 μm であった。

【 0 0 8 1 】

[参考例 7]

フルコーンノズルを揺動させた状態で用い、直径が 2 μm 大きい半田ボールを用いた以外は、参考例 5 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、上部開口径が 9 0 μm で、底部開口径が 8 0 μm であるような台形状の開口部が形成され、半田バンプ径は 1 3 5 μm であった。

50

[参考例 8]

フルコーンノズルを揺動させた状態で用い、直径が $2\text{ }\mu\text{m}$ 大きい半田ボールを用いた以外は、参考例 6 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、上部開口径が $90\text{ }\mu\text{m}$ で、底部開口径が $80\text{ }\mu\text{m}$ であるような台形形状の開口部が形成され、半田バンプ径は $155\text{ }\mu\text{m}$ であった。

【 0 0 8 2 】

[実施例 5]

ソルダーレジスト面を上方に向け、上方に位置するフルコーンノズルを揺動させ、直径が $2\text{ }\mu\text{m}$ 大きい半田ボールを用いた以外は、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、上部開口径が $100\text{ }\mu\text{m}$ で、底部開口径が $80\text{ }\mu\text{m}$ であるような台形形状の開口部が形成され、半田バンプ径は $105\text{ }\mu\text{m}$ であった。

10

[実施例 6]

ソルダーレジスト面を上方に向け、上方に位置するフルコーンノズルを揺動させ、直径が $2\text{ }\mu\text{m}$ 大きい半田ボールを用いた以外は、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、上部開口径が $100\text{ }\mu\text{m}$ で、底部開口径が $80\text{ }\mu\text{m}$ であるような台形形状の開口部が形成され、半田バンプ径は $125\text{ }\mu\text{m}$ であった。

【 0 0 8 3 】

[参考例 9]

ソルダーレジスト面を上方に向け、上方に位置するフルコーンノズルを揺動させ、直径が $2\text{ }\mu\text{m}$ 大きい半田ボールを用いた以外は、参考例 7 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、上部開口径が $100\text{ }\mu\text{m}$ で、底部開口径が $80\text{ }\mu\text{m}$ であるような台形形状の開口部が形成され、半田バンプ径は $150\text{ }\mu\text{m}$ であった。

20

[参考例 1 0]

ソルダーレジスト面を上方に向け、上方に位置するフルコーンノズルを揺動させ、直径が $2\text{ }\mu\text{m}$ 大きい半田ボールを用いた以外は、参考例 8 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、上部開口径が $100\text{ }\mu\text{m}$ で、底部開口径が $80\text{ }\mu\text{m}$ であるような台形形状の開口部が形成され、半田バンプ径は $170\text{ }\mu\text{m}$ であった。

【 0 0 8 4 】

[参考例 1 1]

接続パッドを形成するためのめっきレジストのパターンを変更し、直径が $70\text{ }\mu\text{m}$ の接続パッドを $100\text{ }\mu\text{m}$ ピッチで形成し、ソルダーレジスト層に開口を形成するためのマスクの直径を変更して、開口径が $60\text{ }\mu\text{m}$ の開口部（上部開口径 = 底部開口径）を形成し、直径が $63\text{ }\mu\text{m}$ の半田ボールを用いた以外は、参考例 1 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ径は $63\text{ }\mu\text{m}$ であった。

30

[参考例 1 2]

直径が $70\text{ }\mu\text{m}$ の半田ボールを用いた以外は、参考例 1 1 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ径は $75\text{ }\mu\text{m}$ であった。

[参考例 1 3]

直径が $80\text{ }\mu\text{m}$ の半田ボールを用いた以外は、参考例 1 1 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ径は $90\text{ }\mu\text{m}$ であった。

40

[参考例 1 4]

直径が $95\text{ }\mu\text{m}$ の半田ボールを用いた以外は、参考例 1 1 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ径は $102\text{ }\mu\text{m}$ であった。

【 0 0 8 5 】

[実施例 7]

参考例 1 1 と同様に接続パッドの大きさを直径が $70\text{ }\mu\text{m}$ 、そのピッチを $100\text{ }\mu\text{m}$ とし、ソルダーレジスト層に開口を形成するためのマスクの直径を変更して、上部開口径が $65\text{ }\mu\text{m}$ 、底部開口径が $60\text{ }\mu\text{m}$ であるような開口部を形成し、直径が $63\text{ }\mu\text{m}$ の半田ボールを用いた以外は、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、半田バンプ径は $68\text{ }\mu\text{m}$ であった。

50

[実施例 8]

参考例 1 1 と同様に接続パッドの大きさを直径が $70\ \mu\text{m}$ 、そのピッチを $100\ \mu\text{m}$ とし、ソルダーレジスト層に開口を形成するためのマスクの直径を変更して、上部開口径が $65\ \mu\text{m}$ 、底部開口径が $60\ \mu\text{m}$ であるような開口部を形成し、直径が $70\ \mu\text{m}$ の半田ボールを用いた以外は、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、半田バンプ径は $80\ \mu\text{m}$ であった。

【 0 0 8 6 】

[参考例 1 5]

参考例 1 1 と同様に接続パッドの大きさを直径が $70\ \mu\text{m}$ 、そのピッチを $100\ \mu\text{m}$ とし、ソルダーレジスト層に開口を形成するためのマスクの直径を変更して、上部開口径が $65\ \mu\text{m}$ 、底部開口径が $60\ \mu\text{m}$ であるような開口部を形成し、直径が $80\ \mu\text{m}$ の半田ボールを用いた以外は、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、半田バンプ径は $96\ \mu\text{m}$ であった。

10

[参考例 1 6]

参考例 1 1 と同様に接続パッドの大きさを直径が $70\ \mu\text{m}$ 、そのピッチを $100\ \mu\text{m}$ とし、ソルダーレジスト層に開口を形成するためのマスクの直径を変更して、上部開口径が $65\ \mu\text{m}$ 、底部開口径が $60\ \mu\text{m}$ であるような開口部を形成し、直径が $95\ \mu\text{m}$ の半田ボールを用いた以外は、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、半田バンプ径は $110\ \mu\text{m}$ であった。

【 0 0 8 7 】

20

[実施例 9]

フルコーンノズルを揺動させた状態で用い、直径が $2\ \mu\text{m}$ 大きい半田ボールを用いた以外は、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、上部開口径が $70\ \mu\text{m}$ で、底部開口径が $60\ \mu\text{m}$ であるような台形形状の開口部が形成され、半田バンプ径は $73\ \mu\text{m}$ であった。

[実施例 1 0]

フルコーンノズルを揺動させた状態で用い、直径が $2\ \mu\text{m}$ 大きい半田ボールを用いた以外は、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、上部開口径が $70\ \mu\text{m}$ で、底部開口径が $60\ \mu\text{m}$ であるような台形形状の開口部が形成され、半田バンプ径は $88\ \mu\text{m}$ であった。

30

【 0 0 8 8 】

[参考例 1 7]

フルコーンノズルを揺動させた状態で用い、直径が $2\ \mu\text{m}$ 大きい半田ボールを用いた以外は、参考例 1 5 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、上部開口径が $70\ \mu\text{m}$ で、底部開口径が $60\ \mu\text{m}$ であるような台形形状の開口部が形成され、半田バンプ径は $105\ \mu\text{m}$ であった。

[参考例 1 8]

フルコーンノズルを揺動させた状態で用い、直径が $2\ \mu\text{m}$ 大きい半田ボールを用いた以外は、参考例 1 6 と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、上部開口径が $70\ \mu\text{m}$ で、底部開口径が $60\ \mu\text{m}$ であるような台形形状の開口部が形成され、半田バンプ径は $120\ \mu\text{m}$ であった。

40

【 0 0 8 9 】

[実施例 1 1]

ソルダーレジスト面を上方に向け、上方に位置するフルコーンノズルを揺動させ、直径が $2\ \mu\text{m}$ 大きい半田ボールを用いた以外は、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、上部開口径が $80\ \mu\text{m}$ で、底部開口径が $60\ \mu\text{m}$ であるような台形形状の開口部が形成され、半田バンプ径は $84\ \mu\text{m}$ であった。

[実施例 1 2]

ソルダーレジスト面を上方に向け、上方に位置するフルコーンノズルを揺動させ、直径が $2\ \mu\text{m}$ 大きい半田ボールを用いた以外は、実施例 1 0 と同様にしてプリント配線板を製

50

造した。その結果、上部開口径が80 μm で、底部開口径が60 μm であるような台形形状の開口部が形成され、半田バンプ径は100 μm であった。

【0090】

[参考例19]

ソルダーレジスト面を上方に向け、上方に位置するフルコーンノズルを揺動させ、直径が2 μm 大きい半田ボールを用いた以外は、参考例17と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、上部開口径が80 μm で、底部開口径が60 μm であるような台形形状の開口部が形成され、半田バンプ径は120 μm であった。

[参考例20]

ソルダーレジスト面を上方に向け、上方に位置するフルコーンノズルを揺動させ、直径が2 μm 大きい半田ボールを用いた以外は、参考例18と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、上部開口径が80 μm で、底部開口径が60 μm であるような台形形状の開口部が形成され、半田バンプ径は135 μm であった。

【0091】

[参考例21]

接続パッドを形成するためのめっきレジストのパターンを変更し、直径が150 μm の接続パッドを190 μm ピッチで形成し、ソルダーレジスト層に開口を形成するためのマスクの直径を変更して、開口径が103 μm の開口部（上部開口径＝底部開口径）を形成し、直径が105 μm の半田ボールを用いた以外は、参考例1と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ径は108 μm であった。

[参考例22]

接続パッドを形成するためのめっきレジストのパターンを変更し、直径が70 μm の接続パッドを100 μm ピッチで形成し、直径が125 μm の半田ボールを用いた以外は、参考例21と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ径は130 μm であった。

[参考例23]

直径が155 μm の半田ボールを用いた以外は、参考例21と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ径は155 μm であった。

[参考例24]

直径が180 μm の半田ボールを用いた以外は、参考例21と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ径は175 μm であった。

【0092】

[実施例13]

参考例21と同様に接続パッドの大きさを直径が150 μm 、そのピッチを190 μm とし、ソルダーレジスト層に開口を形成するためのマスクの直径を変更して、上部開口径が108 μm 、底部開口径が103 μm であるような開口部を形成し、直径が105 μm の半田ボールを用いた以外は、実施例33と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ径は113 μm であった。

[実施例14]

参考例21と同様に接続パッドの大きさを直径が150 μm 、そのピッチを190 μm とし、ソルダーレジスト層に開口を形成するためのマスクの直径を変更して、上部開口径が108 μm 、底部開口径が103 μm であるような開口部を形成し、直径が125 μm の半田ボールを用いた以外は、実施例33と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ径は135 μm であった。

【0093】

[参考例25]

参考例21と同様に接続パッドの大きさを直径が150 μm 、そのピッチを190 μm とし、ソルダーレジスト層に開口を形成するためのマスクの直径を変更して、上部開口径が108 μm 、底部開口径が103 μm であるような開口部を形成し、直径が155 μm の半田ボールを用いた以外は、参考例21と同様にしてプリント配線板を製造した。その

結果、半田バンプ径は162 μmであった。

[参考例26]

参考例21と同様に接続パッドの大きさを直径が150 μm、そのピッチを190 μmとし、ソルダーレジスト層に開口を形成するためのマスクの直径を変更して、上部開口径が108 μm、底部開口径が103 μmであるような開口部を形成し、直径が180 μmの半田ボールを用いた以外は、参考例21と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ径は185 μmであった。

【0094】

[実施例15]

フルコーンノズルを揺動させることによって、上部開口径が113 μm、底部開口径が103 μmであるような開口部を形成し、直径が2 μm大きい半田ボールを用いた以外は、実施例13と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ径は118 μmであった。

[実施例16]

フルコーンノズルを揺動させることによって、上部開口径が113 μm、底部開口径が103 μmであるような開口部を形成し、直径が2 μm大きい半田ボールを用いた以外は、実施例14と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ径は140 μmであった。

【0095】

[参考例27]

フルコーンノズルを揺動させることによって、上部開口径が113 μm、底部開口径が103 μmであるような開口部を形成し、直径が2 μm大きい半田ボールを用いた以外は、参考例25と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ径は170 μmであった。

[参考例28]

フルコーンノズルを揺動させることによって、上部開口径が113 μm、底部開口径が103 μmであるような開口部を形成し、直径が2 μm大きい半田ボールを用いた以外は、参考例26と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ径は192 μmであった。

【0096】

[実施例17]

ソルダーレジスト面を上方に向け、上方に位置するフルコーンノズルを揺動させ、直径が2 μm大きい半田ボールを用いた以外は、実施例15と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、上部開口径が123 μmで、底部開口径が103 μmであるような台形状の開口部が形成され、半田バンプ径は129 μmであった。

[実施例18]

ソルダーレジスト面を上方に向け、上方に位置するフルコーンノズルを揺動させ、直径が2 μm大きい半田ボールを用いた以外は、実施例16と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、上部開口径が123 μmで、底部開口径が103 μmであるような台形状の開口部が形成され、半田バンプ径は129 μmであった。

【0097】

[参考例29]

ソルダーレジスト面を上方に向け、上方に位置するフルコーンノズルを揺動させ、直径が2 μm大きい半田ボールを用いた以外は、参考例27と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、上部開口径が123 μmで、底部開口径が103 μmであるような台形状の開口部が形成され、半田バンプ径は185 μmであった。

[参考例30]

ソルダーレジスト面を上方に向け、上方に位置するフルコーンノズルを揺動させ、直径が2 μm大きい半田ボールを用いた以外は、参考例28と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、上部開口径が123 μmで、底部開口径が103 μmであるような台

10

20

30

40

50

形形状の開口部が形成され、半田バンプ径は $210\text{ }\mu\text{m}$ であった。

【0098】

(参考例31)

直径が $160\text{ }\mu\text{m}$ の半田ボールを使用した以外は、参考例1と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、半田バンプ径は $160\text{ }\mu\text{m}$ であった。

(参考例32～79)

導体パッドの数を30,000(接続パッド領域1, 200mm^2)に変更した以外は、上述した順の参考例1～30および実施例1～18と同様にしてプリント配線板を製造した。

(比較例)

直径が $60\text{ }\mu\text{m}$ の半田ボールを使用した以外は、参考例1と同様にしてプリント配線板を製造した。その結果、ソルダーレジスト開口部に完全に半田を充填できなかった。

【0099】

(ヒートサイクル試験)

実施例1～18、参考例および比較例にしたがって製造したIC実装プリント配線板において、ICチップを介した特定回路の電気抵抗、即ち、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チップに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実装プリント配線板に、温度が 85°C 、湿度が85%の雰囲気中に24時間放置した後、 -55°C × 30分、 125°C × 30分を1サイクルとし、これを2500回繰り返して行うヒートサイクル試験を行った。500サイクル後、750サイクル後、1000サイクル後、1250サイクル後、1500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。この試験結果を表1および表2に示した。

【0100】

なお、変化率が ± 10 以内の場合には「良品」と評価し、○印で示し、それ以外の場合には「不良品」と評価し、×印で示した。

参考例32～79の評価結果は表中に示さなかったが、各参考例と対応する参考例1～30および実施例1～18と同様であった。

【0101】

10

20

30

【表 1】

| | SR 開口部の 上部径 (D) / 底部径 (μm) | 半田バンプ径 (W) (μm) | (W) / (D) | ヒートサイクル 試験 (回数) | | | | |
|--------|--|------------------------------------|--------------|--------------------|-----|------|------|------|
| | | | | 500 | 750 | 1000 | 1250 | 1500 |
| 参考例 1 | 80/80 | 84 | 1.05 | ○ | ○ | × | × | × |
| 参考例 2 | 80/80 | 100 | 1.25 | ○ | ○ | × | × | × |
| 参考例 3 | 80/80 | 120 | 1.50 | ○ | ○ | × | × | × |
| 参考例 4 | 80/80 | 135 | 1.69 | ○ | ○ | × | × | × |
| 実施例 1 | 85/80 | 89 | 1.05 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 実施例 2 | 85/80 | 105 | 1.24 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 参考例 5 | 85/80 | 128 | 1.51 | ○ | ○ | ○ | ○ | × |
| 参考例 6 | 85/80 | 145 | 1.71 | ○ | ○ | ○ | × | × |
| 実施例 3 | 90/80 | 94 | 1.04 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 実施例 4 | 90/80 | 113 | 1.26 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 参考例 7 | 90/80 | 135 | 1.50 | ○ | ○ | ○ | ○ | × |
| 参考例 8 | 90/80 | 155 | 1.72 | ○ | ○ | ○ | × | × |
| 実施例 5 | 100/80 | 105 | 1.05 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 実施例 6 | 100/80 | 125 | 1.25 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 参考例 9 | 100/80 | 150 | 1.50 | ○ | ○ | ○ | ○ | × |
| 参考例 10 | 100/80 | 170 | 1.70 | ○ | ○ | ○ | × | × |
| 参考例 11 | 60/60 | 63 | 1.05 | ○ | ○ | × | × | × |
| 参考例 12 | 60/60 | 75 | 1.25 | ○ | ○ | × | × | × |
| 参考例 13 | 60/60 | 90 | 1.50 | ○ | ○ | × | × | × |
| 参考例 14 | 60/60 | 102 | 1.70 | ○ | ○ | × | × | × |
| 実施例 7 | 65/60 | 68 | 1.05 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 実施例 8 | 65/60 | 80 | 1.23 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 参考例 15 | 65/60 | 96 | 1.48 | ○ | ○ | ○ | ○ | × |
| 参考例 16 | 65/60 | 110 | 1.69 | ○ | ○ | ○ | × | × |

10

20

30

【 0 1 0 2 】

【表 2】

| | SR 開口部の 上部径(D)/ 底部径 (μm) | 半田バンプ径 (W) (μm) | (W)/ (D) | ヒートサイクル 試験 (回数) | | | | |
|--------|--|------------------------------------|-------------|--------------------|-----|------|------|------|
| | | | | 500 | 750 | 1000 | 1250 | 1500 |
| 実施例 9 | 70/60 | 73 | 1.04 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 実施例 10 | 70/60 | 88 | 1.26 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 参考例 17 | 70/60 | 105 | 1.50 | ○ | ○ | ○ | ○ | × |
| 参考例 18 | 70/60 | 120 | 1.71 | ○ | ○ | ○ | × | × |
| 実施例 11 | 80/60 | 84 | 1.05 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 実施例 12 | 80/60 | 100 | 1.25 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 参考例 19 | 80/60 | 120 | 1.50 | ○ | ○ | ○ | ○ | × |
| 参考例 20 | 80/60 | 135 | 1.69 | ○ | ○ | ○ | × | × |
| 参考例 21 | 103/103 | 108 | 1.05 | ○ | ○ | × | × | × |
| 参考例 22 | 103/103 | 130 | 1.26 | ○ | ○ | × | × | × |
| 参考例 23 | 103/103 | 155 | 1.50 | ○ | ○ | × | × | × |
| 参考例 24 | 103/103 | 175 | 1.70 | ○ | ○ | × | × | × |
| 実施例 13 | 108/103 | 113 | 1.05 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 実施例 14 | 108/103 | 135 | 1.25 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 参考例 25 | 108/103 | 162 | 1.50 | ○ | ○ | ○ | ○ | × |
| 参考例 26 | 108/103 | 185 | 1.71 | ○ | ○ | ○ | × | × |
| 実施例 15 | 113/103 | 118 | 1.04 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 実施例 16 | 113/103 | 140 | 1.24 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 参考例 27 | 113/103 | 170 | 1.50 | ○ | ○ | ○ | ○ | × |
| 参考例 28 | 113/103 | 192 | 1.70 | ○ | ○ | ○ | × | × |
| 実施例 17 | 123/103 | 129 | 1.05 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 実施例 18 | 123/103 | 153 | 1.24 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 参考例 29 | 123/103 | 185 | 1.50 | ○ | ○ | ○ | ○ | × |
| 参考例 30 | 123/103 | 210 | 1.71 | ○ | ○ | ○ | × | × |
| 参考例 31 | 80/80 | 160 | 2.0 | ○ | × | × | × | × |
| 比較例 | 80/80 | — | < 1.0 | × | × | × | × | × |

【0103】

このような試験結果から、ソルダーレジストの開口部に半田バンプが完全に充填されている実施例 1 ~ 18 および参考例は、比較例に比べて接続信頼性が向上している。これは、半田バンプの体積が大きいこと、ICチップとプリント配線板間の熱膨張差に起因する応力をより緩和できるためである、あるいはソルダーレジストと半田バンプとの間に隙間がないため、アンダーフィル内にボイドが発生し難い、または、フラックスや洗浄液の残渣がないからと推察される。

【0104】

さらに、(1) 半田バンプ径Wとソルダーレジスト開口径Dとの比(W/D)が、1.04 ~ 1.7の範囲にある場合、(2) ソルダーレジスト開口が、その上部開口径が底部開口径よりも大きいテーパ形状であり、比(W/D)が1.04 ~ 1.5の範囲にある場合、(3) ソルダーレジスト開口が、その上部開口径が底部開口径よりも大きいテーパ形

10

20

30

40

50

状であり、比 (W/D) が $1.04 \sim 1.26$ の範囲にある場合、の順で接続信頼性が向上することが認められた。

【0105】

これは、比 (W/D) が 1 を超えると、半田バンプがソルダーレジスト表面を境にして屈曲しやすく (ソルダーレジスト層表面から外側に露出している半田バンプの部分：図 10A において点線で囲んで示した箇所)、この屈曲部には応力が集中しやすいため、屈曲度合いを小さくしたほうが、接続信頼性が向上すると考えられる。屈曲度合いは、比 (W/D) と相関があり、比 (W/D) が 1.7 以下であると接続信頼性が向上すると推察される。

【0106】

一方、比 (W/D) が 1.04 未満になると、ソルダーレジスト開口部を半田バンプで確実に充填できない場合が発生するものと思われる。そして、ソルダーレジスト層に設けた開口の形状が、台形形状 (ソルダーレジスト開口の上部開口径 $D_1 >$ 底部開口径 D_2) になると、図 10B に示したように、屈曲度合いが小さくなるので、半田バンプが破壊し難くなるものと推察される。

【0107】

上述したようなソルダーレジスト層開口内を完全に充填した半田バンプでは、半田ボリュームが大きいため、バンプ数 (接続パッド数) が $2000 \sim 30000$ の半田バンプのような接続パッド領域が大きい ($150 \sim 1200 \text{ mm}^2$) プリント配線板に適用する意義が大きい。接続パッド領域 (最外周の接続パッドを含んだ矩形領域) が大きいと、IC

【0108】

[実施例 19 ~ 36]

次に、実施例 1 ~ 18 において、ソルダーレジスト層を形成した後、以下のような条件のもとでソルダーレジスト層表面を加熱プレスすることによって、接続パッドの有無に起因したソルダーレジスト層表面の凹凸を小さくする平坦化処理を行った以外は、各実施例と同様にして IC 実装プリント配線板を製造し、実施例 19 ~ 36 とした。

(プレス条件)

プレス温度： 80 度
プレス圧： 5 MPa
プレス時間： 2 分

【0109】

なお、平坦化処理前および平坦化処理後に、同一箇所においてソルダーレジスト表面の凹凸量を表面粗さ計 (例えば、商品名「SURFCOM 480A」：東京精密社製、または商品名「WYKON-2500」：ピーコ社製) にて測定した。

測定箇所 (測定数は 5) は、接続パッドの上方に位置するソルダーレジスト層表面およびそれに隣接する接続パッド非形成部のソルダーレジスト層の表面 (図 8 参照) である。つまり、接続パッドの有無に起因したソルダーレジスト層の凹凸量を測定し、5 点測定した結果の最大値 (max)、最小値 (min) を記載した。これらの測定結果は、表 3 (平坦化処理前) および表 4 (平坦化処理後) に示す。

【0110】

(実施例 37 ~ 54)

さらに、前記実施例 19 ~ 36 において、平坦化処理後、以下のような条件のもとでソルダーレジスト層表面に粗化処理を施して、表面に均一な微細凹凸を形成した以外は、各実施例と同様にして IC 実装プリント配線板を製造し、実施例 37 ~ 54 とした。

(粗化条件)

粗化液： 過マンガン酸カリウム (KMnO_4) 溶液
濃度： 60 g / l
温度： 60
浸漬時間： 60 秒

【0111】

なお、粗化処理後、ソルダー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「WYKON-2500」：ピーコ社製）により、ランダムな10箇所において、基準長5 μ mで測定した。その結果、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0.1～0.6 μ m程度の凹凸の小さな面となっていた。

【0112】

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点におけるそれぞれの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。

10

さらに、10箇所の各測定点において、基準長を5 μ mとして平均線から凹凸方向に測定した最も高い山頂と最も低い谷底の間隔をとした時、10個のの平均値をRmaxと表記した。

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ー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ー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。

【0113】

（ヒートサイクル試験）

前記実施例1～18、実施例19～36、実施例37～54にしたがって製造したIC実装プリント配線板について、温度85℃、湿度85%の雰囲気中24時間放置した後、-55℃×30分、125℃×30分を1サイクルとし、これを2500回繰り返して行うヒートサイクル試験を行った。1750サイクル後、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。変化率が ± 10 以内の場合には「良品」と評価し、○印で示し、それ以外の場合を「不良品」と評価し、×印で示した。これらの試験結果は、それぞれ表3～5に示す。

20

【0114】

【表 3】

| | SR 表面の凹凸量 (μm) | | ヒートサイクル 試験 (回数) | |
|---------------|--------------------------------|----------------|--------------------|------|
| | 最小凹凸量 (min) | 最大凹凸量 (Max) | 1750 | 2000 |
| | | | | |
| 実施例 <u>1</u> | 5 | 6.5 | × | × |
| 実施例 <u>2</u> | 5.3 | 6 | × | × |
| 実施例 <u>3</u> | 5.8 | 6.5 | × | × |
| 実施例 <u>4</u> | 5.3 | 6 | × | × |
| 実施例 <u>5</u> | 4.8 | 6.1 | × | × |
| 実施例 <u>6</u> | 5.2 | 6 | × | × |
| 実施例 <u>7</u> | 5.5 | 6.3 | × | × |
| 実施例 <u>8</u> | 5.4 | 6.1 | × | × |
| 実施例 <u>9</u> | 5.5 | 6.1 | × | × |
| 実施例 <u>10</u> | 5.8 | 6.2 | × | × |
| 実施例 <u>11</u> | 5.1 | 6 | × | × |
| 実施例 <u>12</u> | 5 | 6.2 | × | × |
| 実施例 <u>13</u> | 5.2 | 6.3 | × | × |
| 実施例 <u>14</u> | 5.2 | 6.4 | × | × |
| 実施例 <u>15</u> | 5.8 | 6.1 | × | × |
| 実施例 <u>16</u> | 5.4 | 6.5 | × | × |
| 実施例 <u>17</u> | 5.5 | 6.1 | × | × |
| 実施例 <u>18</u> | 5.4 | 6.1 | × | × |

10

20

30

【 0 1 1 5 】

【表 4】

| | SR の平坦化された 表面の凹凸量 (μm) | | ヒートサイクル 試験 (回数) | |
|---------------|---|----------------|--------------------|------|
| | 最小凹凸量 (min) | 最大凹凸量 (Max) | 1750 | 2000 |
| | | | | |
| 実施例 <u>19</u> | 0.8 | 3.0 | ○ | × |
| 実施例 <u>20</u> | 0.8 | 3.2 | ○ | × |
| 実施例 <u>21</u> | 0.7 | 3.1 | ○ | × |
| 実施例 <u>22</u> | 0.7 | 3.0 | ○ | × |
| 実施例 <u>23</u> | 0.7 | 3.0 | ○ | × |
| 実施例 <u>24</u> | 0.8 | 3.2 | ○ | × |
| 実施例 <u>25</u> | 0.8 | 3.1 | ○ | × |
| 実施例 <u>26</u> | 0.7 | 3.0 | ○ | × |
| 実施例 <u>27</u> | 0.8 | 3.0 | ○ | × |
| 実施例 <u>28</u> | 0.7 | 3.0 | ○ | × |
| 実施例 <u>29</u> | 0.8 | 3.2 | ○ | × |
| 実施例 <u>30</u> | 0.8 | 3.1 | ○ | × |
| 実施例 <u>31</u> | 0.8 | 3.0 | ○ | × |
| 実施例 <u>32</u> | 0.8 | 3.2 | ○ | × |
| 実施例 <u>33</u> | 0.7 | 3.1 | ○ | × |
| 実施例 <u>34</u> | 0.8 | 3.0 | ○ | × |
| 実施例 <u>35</u> | 0.7 | 3.0 | ○ | × |
| 実施例 <u>36</u> | 0.8 | 3.2 | ○ | × |

10

20

30

【 0 1 1 6 】

【表 5】

| | SR の平坦化された 表面の凹凸量 ($\mu\text{ m}$) | | SR の粗化された 表面の粗さ ($\mu\text{ m}$) | | | ヒートサイクル 試験 (回数) | |
|--------|--|----------------|--|-----|---------------|-----------------------|------|
| | 最小凹凸量 (min) | 最大凹凸量 (Max) | Ra | | 最大粗さ (Max) | | |
| | | | min | Max | | | 1750 |
| 実施例 37 | 0.8 | 3.1 | 0.2 | 0.5 | 0.7 | ○ | ○ |
| 実施例 38 | 0.7 | 3.1 | 0.2 | 0.5 | 0.6 | ○ | ○ |
| 実施例 39 | 0.8 | 3.0 | 0.2 | 0.6 | 0.7 | ○ | ○ |
| 実施例 40 | 0.7 | 3.0 | 0.1 | 0.5 | 0.6 | ○ | ○ |
| 実施例 41 | 0.8 | 3.2 | 0.2 | 0.5 | 0.7 | ○ | ○ |
| 実施例 42 | 0.8 | 3.2 | 0.2 | 0.5 | 0.7 | ○ | ○ |
| 実施例 43 | 0.7 | 3.0 | 0.1 | 0.5 | 0.6 | ○ | ○ |
| 実施例 44 | 0.7 | 3.0 | 0.1 | 0.5 | 0.6 | ○ | ○ |
| 実施例 45 | 0.8 | 3.2 | 0.2 | 0.5 | 0.7 | ○ | ○ |
| 実施例 46 | 0.8 | 3.1 | 0.2 | 0.5 | 0.7 | ○ | ○ |
| 実施例 47 | 0.8 | 3.0 | 0.2 | 0.6 | 0.7 | ○ | ○ |
| 実施例 48 | 0.8 | 3.2 | 0.2 | 0.6 | 0.7 | ○ | ○ |
| 実施例 49 | 0.7 | 3.1 | 0.1 | 0.5 | 0.6 | ○ | ○ |
| 実施例 50 | 0.8 | 3.0 | 0.1 | 0.5 | 0.6 | ○ | ○ |
| 実施例 51 | 0.7 | 3.0 | 0.2 | 0.5 | 0.7 | ○ | ○ |
| 実施例 52 | 0.8 | 3.2 | 0.1 | 0.5 | 0.6 | ○ | ○ |
| 実施例 53 | 0.8 | 3.2 | 0.1 | 0.5 | 0.6 | ○ | ○ |
| 実施例 54 | 0.7 | 3.0 | 0.1 | 0.5 | 0.6 | ○ | ○ |

【0117】

この評価試験の結果から、ソルダーレジスト層表面の凹凸量は、 $0.8 \sim 3.0 \mu\text{m}$ であることが好ましく、さらに、ソルダーレジスト表面が算術平均粗さ Ra で $0.2 \sim 0.5 \mu\text{m}$ であると接続信頼性が向上することが分かる。

【0118】

本発明における半田バンプは、そのバンプ径が大きいのので、その分だけバンプ高さも大きくなる。そのため、ソルダーレジスト層表面と IC チップ間の間隔が大きくなるので、アンダーフィルの充填が難しくなると共に、アンダーフィル内にボイドが発生しやすくなる。ここで、アンダーフィルの移動速度は、ソルダーレジスト層表面と IC チップとの間の間隔に依存しやすいため、ソルダーレジスト層表面の凹凸が、 $2 \mu\text{m}$ 以下であることが好ましいと考えられる。一方、ソルダーレジスト層表面の凹凸量や表面粗さ (Ra) が小さいと、ソルダーレジストとアンダーフィルの密着が弱くなるので、 $0.8 \mu\text{m}$ 以上の凹凸量、さらには、 $0.2 \sim 0.5 \mu\text{m}$ の表面粗さが必要になると推察される。また、 $0.2 \sim 0.5 \mu\text{m}$ の表面粗さがあると、アンダーフィルの濡れ性が向上するので、半田バンプが屈曲している部分にも、完全にアンダーフィルを充填できるのではないかと考えられる。

【0119】

(絶縁信頼性試験)

実施例 1 ~ 54 および比較例にしたがって製造した IC 実装プリント配線板について、

独立した半田バンプ間（電氣的に接続していない半田バンプ同士）に 3 . 3 V の電圧をかけながら、温度 8 5 °C、湿度 8 5 % の雰囲気中に 1 0 0 時間放置した。放置後、電圧を印加しておいた半田バンプ間の絶縁抵抗を測定した。その値が 1 0 7 Ω 以上であれば良品、1 0 7 Ω 未満であると不良品として評価した。その結果、実施例 1 ~ 5 4 は良品であり、比較例は不良品であることが認められた。

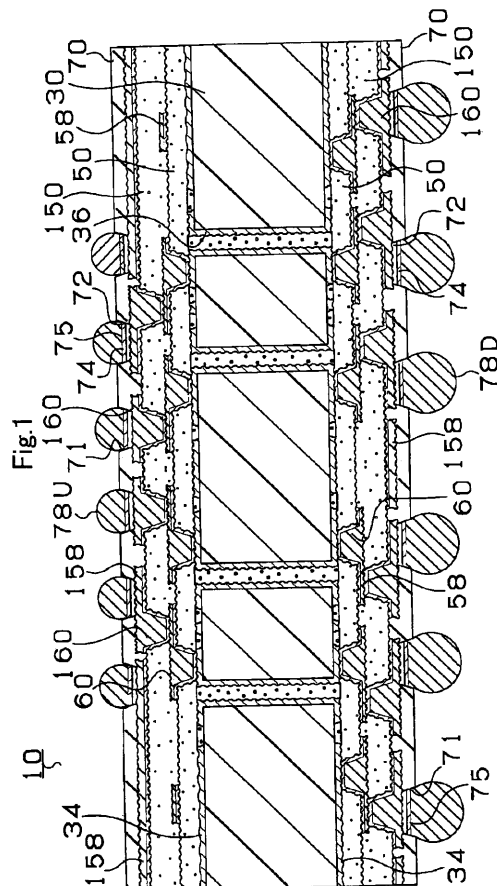
【産業上の利用可能性】

【 0 1 2 0 】

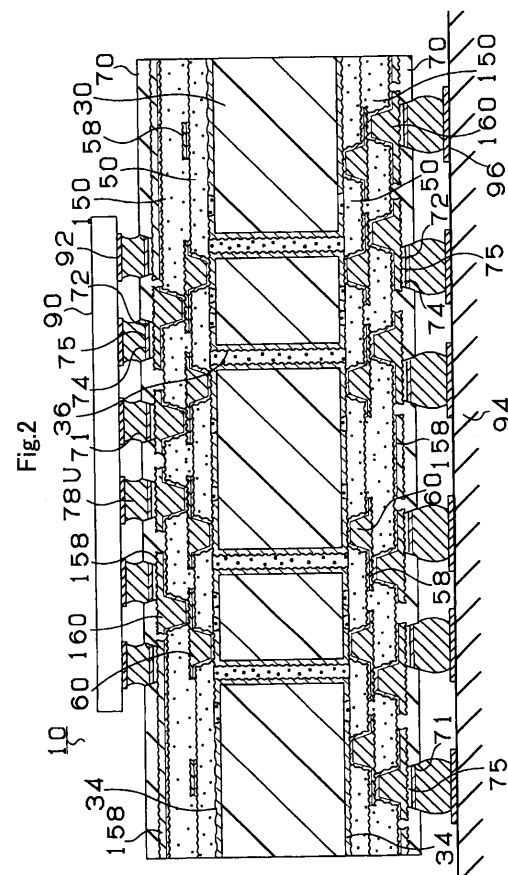
以上説明したように、本発明は、半田バンプのピッチが $200\text{ }\mu\text{m}$ 以下であるような狭ピッチ構造でも、半田バンプ径 W と溶剤レジスト層に設けた開口部の開口径 D との比 (W/D) を $1.04 \sim 1.26$ とするとともに、少なくとも電子部品実装領域において平坦化処理した溶剤レジスト層に設けた半田バンプ用の開口部をテーパ形状にし、その開口部を介して導体パッド上に半田ボールを搭載することによって、接続信頼性および絶縁信頼性に優れたプリント配線板を得ることができるプリント配線板の製造方法を提案する。

10

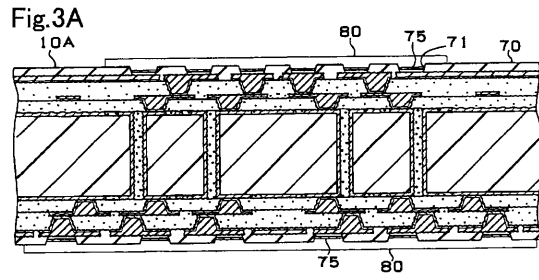
【圖 1】



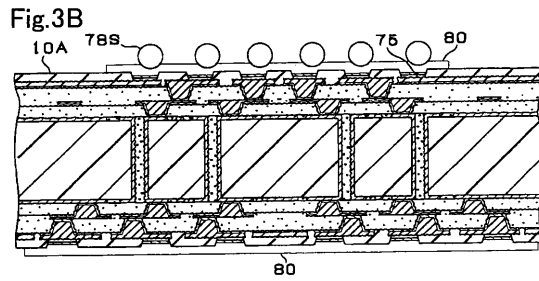
【圖 2】



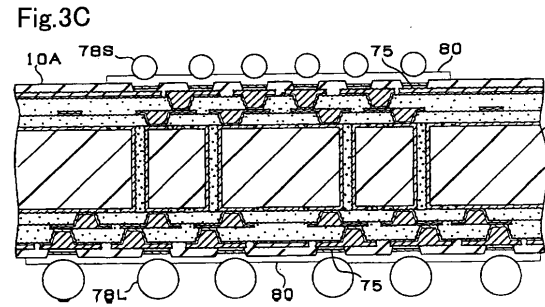
【 図 3 A 】



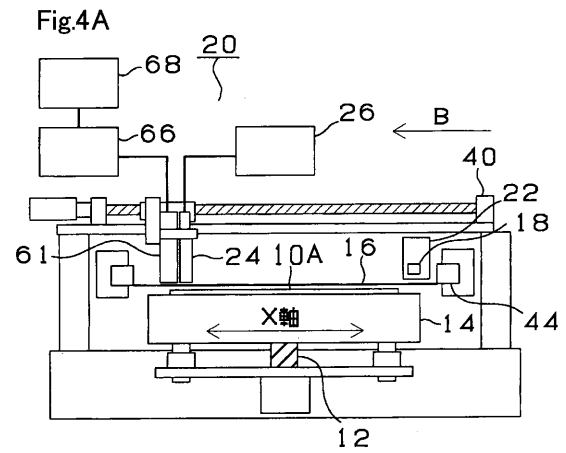
【 ㊦ 3 B 】



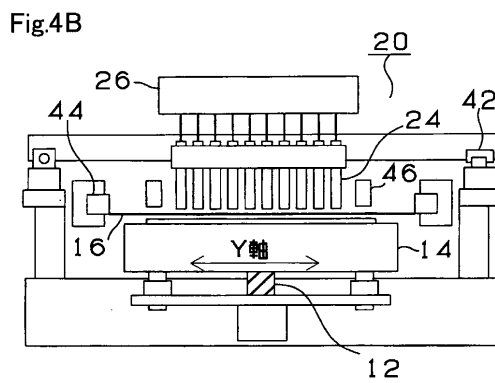
【 図 3 C 】



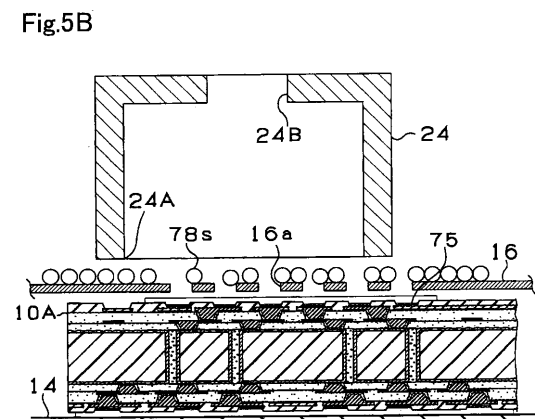
【 図 4 A 】



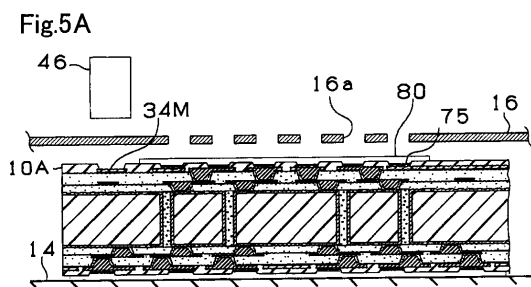
【 図 4 B 】



【 図 5 B 】

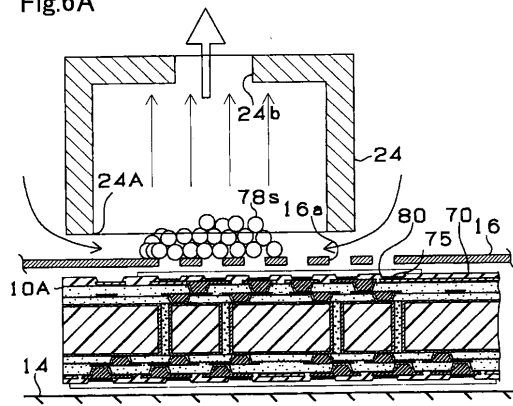


【 図 5 A 】



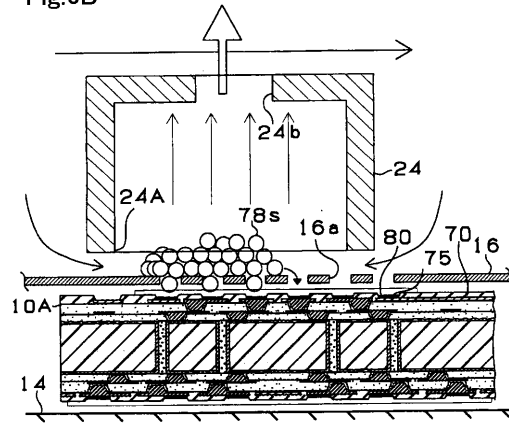
【図 6 A】

Fig.6A



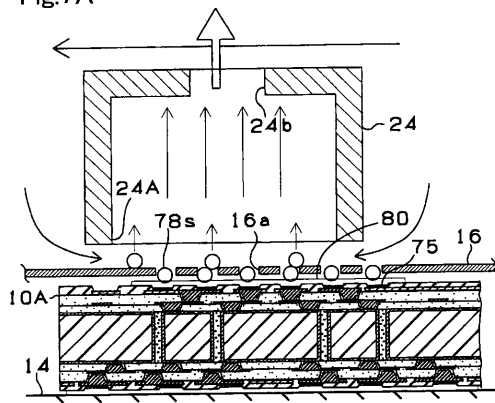
【図 6 B】

Fig.6B



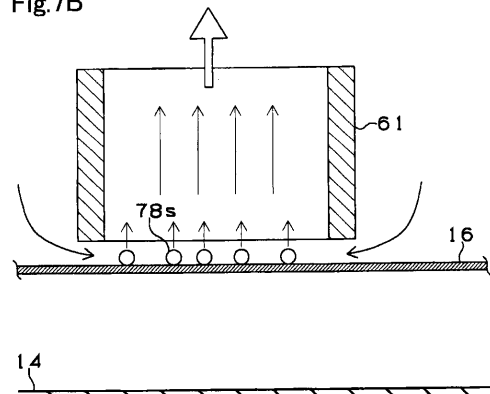
【図 7 A】

Fig.7A



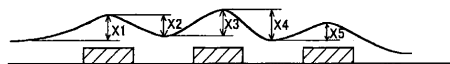
【図 7 B】

Fig.7B

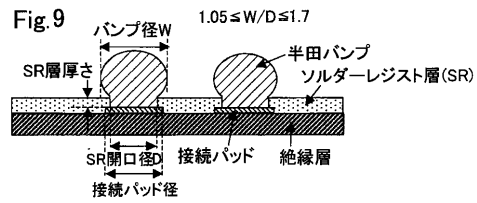


【図 8】

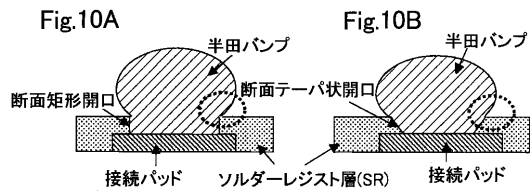
Fig.8



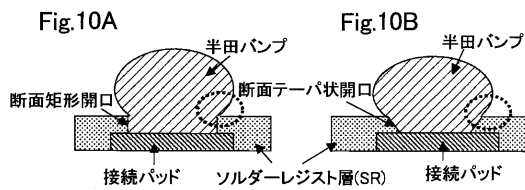
【図 9】



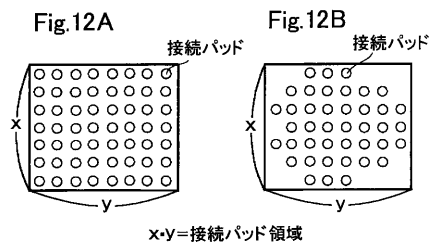
【図 10 A】



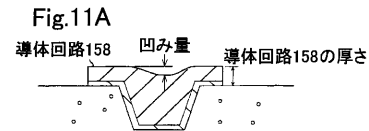
【図 10 B】



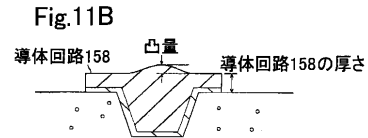
【図 12 B】



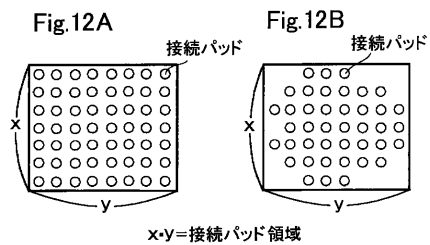
【図 11 A】



【図 11 B】



【図 12 A】



フロントページの続き

- (72)発明者 丹野 克彦
岐阜県揖斐郡揖斐川町北方 1 - 1 イビデン株式会社内
- (72)発明者 田中 宏徳
岐阜県揖斐郡揖斐川町北方 1 - 1 イビデン株式会社内
- (72)発明者 藤井 直明
岐阜県揖斐郡揖斐川町北方 1 - 1 イビデン株式会社内

審査官 中尾 麗

- (56)参考文献 特開平 0 5 - 1 2 1 4 1 1 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 3 1 9 6 7 6 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 2 0 7 3 7 0 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 2 1 7 5 3 1 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 1 7 9 5 7 8 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 3 2 7 5 3 6 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 2 0 8 7 7 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H05K 3/34
H01L 21/60
H01L 23/12