

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5021472号
(P5021472)

(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.

H05K 3/34 (2006.01)

F 1

H05K 3/34 505A
H05K 3/34 502E

請求項の数 1 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2007-524083 (P2007-524083)
 (86) (22) 出願日 平成18年6月28日 (2006.6.28)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2006/313342
 (87) 国際公開番号 WO2007/004657
 (87) 国際公開日 平成19年1月11日 (2007.1.11)
 審査請求日 平成21年5月19日 (2009.5.19)
 (31) 優先権主張番号 特願2005-192862 (P2005-192862)
 (32) 優先日 平成17年6月30日 (2005.6.30)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

前置審査

(73) 特許権者 000000158
 イビデン株式会社
 岐阜県大垣市神田町2丁目1番地
 (74) 代理人 100107227
 弁理士 藤谷 史朗
 (74) 代理人 100080687
 弁理士 小川 順三
 (72) 発明者 川村 洋一郎
 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 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気的に接続されてなるビルトアップ層を有し、そのビルト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の製造方法において、

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処理する工程と、

前記導体パッドを、200 μ m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設けた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、

前記形成する半田バンプの前記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)を、0.50~1.03とする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10
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】

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いる。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、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。

20

【0003】

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纖維等の強化材と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12~20ppm/(30~200)であり、ICチップのシリコンの熱膨張係数(約3.5ppm/)と比較して、約4倍以上も大きい。

【0004】

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。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ラを介在させる方法が提案されている(特開昭59-996参照)

30

【0005】

しかしながら、ICとプリント配線板間にインターポーラ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ラ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、インターポーラ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。

【0006】

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200μm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、小型化および低コスト化が可能なプリント配線板の製造方法を提案することにある。

40

【発明の開示】

【0007】

本発明者らは、上記目的の実現のために銳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。

50

【0013】

すなわち、本発明のプリント配線板の製造方法は、

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気的に接続されてなるビルトアップ層を有し、そのビルト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の製造方法において、

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、

前記ソルダーレジスト層に設けた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、

前記形成する半田バンプの前記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)を、 $0.50 \sim 1.03$ とすることを特徴とするものである。

【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、ソルダー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。

【0016】

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、開口側壁がテープ形状をなしていない場合には、開口の「直径」を意味し、開口側壁がテープ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。

【0017】

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 、 $X_5 \dots$ 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。

【0018】

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 0.50 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 1.03 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。

【0019】

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。 10

【0020】

さらに、粗化処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てできる。その結果、接続信頼性および絶縁信頼性が向上する。

【0021】

さらに、導体パッドをフィルドピアの形態に形成し、最外側の層間樹脂絶縁層表面から露出するフィルドピア表面の凹凸量を、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、フィルドピ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。 20

さらにまた、インターポーラ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】

【0022】

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、データボードに載置した状態を示す断面図である。 30

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。

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。 40

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

図11A～11B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】

【0023】

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 50

、開口部の開口径 D との比 (H / D) が、0.50 ~ 1.03 であることを特徴とする。

【0024】

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。

【0025】

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、データボード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を介して電気的に接続されている。

【0026】

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。

【0027】

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。

【0028】

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を介してデータボード94のランド96に接続されている。

【0029】

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、平坦度が悪い場合には、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ことからである。

【0030】

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0.8~3.0μmとすることが望ましい。

その理由は、最大表面粗さが0.8~3.0μm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。

【0031】

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することによって、アン

10

20

30

40

50

ダーフィルの濡れ性を向上させることができるために、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。

【0032】

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 $0.2 \sim 0.5 \mu m$ とすることが望ましい。

その理由は、算術平均粗さ R_a を $0.2 \sim 0.5 \mu m$ 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。

【0033】

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。

【0034】

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、 $-5 \sim +5 \mu m$ の範囲が望ましい。その理由は、フィルドビア表面の凹み量が $5 \mu m$ を超える($-5 \mu m$)と、半田ボールとフィ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(ミッキングバンプ)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 $5 \mu m$ を超える($+5 \mu m$)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。

【0035】

なお、本発明における「電子部品実装領域」とは、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。

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11B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。

【0036】

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)。

【0037】

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 $40 \sim 200 \mu m$ 未満であることが望ましい。直径が $40 \mu m$ 未満では、半田ボールが軽すぎると接続パッド上に落下しない。

10

20

30

40

50

一方、 $200\text{ }\mu\text{m}$ 以上になると逆に重すぎるために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。

【0038】

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)。

【0039】

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 2 m ピッチでBGA78Dを、例えば 250 個形成する。
10

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、狭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。

【0040】

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を介してデータボード94に装着される。

【0041】

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。

【0042】

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吸引テーブル14と、該XY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。
30

【0043】

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。アライメントカメラ46は、XY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。

【0044】

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

20

30

40

50

図5Aに示すように、プリント配線板10のアライメントマーク34M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に対してプリント配線板10の位置をXY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。

【0045】

(2) 半田ボールおよび半田ボールの供給

図5B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(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。

【0046】

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1μmだけ小さい方形スリット(開口)を有する金属板(例えば、25μm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1μm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。

【0047】

(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%~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。

【0048】

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。

【0049】

(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。

【0050】

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。

【0051】

10

20

30

40

50

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。

【0052】

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。

【0053】

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 ~ 200 μm であり、しかもソルダーレジストの開口径が 40 ~ 150 μm であるような挿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。

【0054】

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。

【0055】

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。

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 78s 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。

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。

【実施例】

【0056】

【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、2000 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 × 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 mm² の接続パッド領域内に形成する。

【0057】

これらの接続パッドを形成した領域の面積は 150 mm² 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。

【0058】

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

10

20

30

40

50

までの厚さ)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：日立工業社製、商品名「R P Z - 1」

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、ソルダーレジスト層の厚さを25 μmに形成する。

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、100 ~ 1000 mJの紫外線で露光し、10 g/Lの炭酸ナトリウム(Na₂CO₃)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。

【0059】

(2) 半田ボールの搭載

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。

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 ~ 3/4が好ましい。

【0060】

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Sn/Pb半田(Sn/Pb = 63:37)からなる直径145 μm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 ~ 35 m/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 ~ 40 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する。

【0061】

(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「WYKON T-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 μm、最大値は70 μmであった。

【0062】

(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

10

20

30

40

50

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 I C 実装プリント配線板を製造する。

【 0 0 6 3 】

[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 $20 \mu m$ とし、開口径 $160 \mu m$ のボール整列用マスクを用いて直径 $140 \mu m$ 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 $63 \mu m$ 、最大値は $68 \mu m$ であった。

【 0 0 6 4 】

10

[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 $15 \mu m$ とし、開口径 $155 \mu m$ のボール整列用マスクを用いて直径 $135 \mu m$ 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 $65 \mu m$ 、最大値は $70 \mu m$ であった。

【 0 0 6 5 】

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 $10 \mu m$ とし、開口径 $150 \mu m$ のボール整列用マスクを用いて直径 $130 \mu m$ 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 $66 \mu m$ 、最大値は $68 \mu m$ であった。

【 0 0 6 6 】

30

[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： $120 \mu m$ 、ピッチ： $150 \mu m$ 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 $90 \mu m$ 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、ソルダーレジスト膜厚を $10 \mu m$ とし、開口径 $110 \mu m$ のボール整列用マスクを用いて直径 $90 \mu m$ 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 $46 \mu m$ 、最大値は $49 \mu m$ であった。

【 0 0 6 7 】

40

[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 $15 \mu m$ とし、開口径 $115 \mu m$ のボール整列用マスクを用いて直径 $95 \mu m$ 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 $45 \mu m$ 、最大値は $49 \mu m$ であった。

【 0 0 6 8 】

40

[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 $20 \mu m$ とし、開口径 $120 \mu m$ のボール整列用マスクを用いて直径 $100 \mu m$ 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 $47 \mu m$ 、最大値は $49 \mu m$ であった。

【 0 0 6 9 】

50

[実施例 8]

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 $25 \mu m$ とし、開口径 $130 \mu m$ 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 μm 、最大値は 48 μm であった。

【0070】

[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 μm 、ピッチ：100 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 60 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、ソルダーレジストの膜厚を 10 μm とし、開口径 60 μm のボール整列用マスクを用いて直径 50 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 31 μm 、最大値は 34 μm であった。

【0071】

[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 70 μm のボール整列用マスクを用いて直径 55 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 33 μm 、最大値は 34 μm であった。

【0072】

[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 μm とし、開口径 70 μm のボール整列用マスクを用いて直径 60 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 33 μm 、最大値は 35 μm であった。

【0073】

[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 μm とし、開口径 80 μm のボール整列用マスクを用いて直径 65 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 32 μm 、最大値は 34 μm であった。

【0074】

[実施例 13]

開口径 190 μm のボール整列用マスクを用いて直径 160 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 84 μm 、最大値は 87 μm であった。

[実施例 14]

開口径 180 μm のボール整列用マスクを用いて直径 155 μm 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 μm 、最大値は 86 μm であった。

【0075】

[実施例 15]

開口径 180 μm のボール整列用マスクを用いて直径 150 μm 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 μm 、最大値は 87 μm であった。

[実施例 16]

開口径 170 μm のボール整列用マスクを用いて直径 145 μm 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

10

20

30

40

50

の最小値は 8 4 μm 、最大値は 8 6 μm であった。

【0076】

【実施例 17】

開口径 1 2 0 μm のボール整列用マスクを用いて直径 1 0 0 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 6 3 μm 、最大値は 6 6 μm であった。

【実施例 18】

開口径 1 3 0 μm のボール整列用マスクを用いて直径 1 0 5 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製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は 6 3 μm 、最大値は 6 6 μm であった。

10

【0077】

【実施例 19】

開口径 1 4 0 μm のボール整列用マスクを用いて直径 1 1 0 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製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は 6 1 μm 、最大値は 6 7 μm であった。

【実施例 20】

開口径 1 4 0 μm のボール整列用マスクを用いて直径 1 1 5 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製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は 6 1 μm 、最大値は 6 5 μm であった。

20

【0078】

【実施例 21】

開口径 8 0 μm のボール整列用マスクを用いて直径 6 0 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 4 0 μm 、最大値は 4 3 μm であった。

【実施例 22】

開口径 8 5 μm のボール整列用マスクを用いて直径 6 5 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 4 0 μm 、最大値は 4 3 μm であった。

【0079】

【実施例 23】

30

開口径 9 0 μm のボール整列用マスクを用いて直径 7 0 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 4 1 μm 、最大値は 4 4 μm であった。

【実施例 24】

開口径 9 5 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 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 4 2 μm 、最大値は 4 2 μm であった。

【0080】

【実施例 25】

開口径 2 3 0 μm のボール整列用マスクを用いて直径 1 9 0 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 1 2 0 μm 、最大値は 1 2 0 μm であった。

40

【実施例 26】

開口径 2 3 0 μm のボール整列用マスクを用いて直径 1 8 5 μm 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 1 2 1 μm 、最大値は 1 2 2 μm であった。

【0081】

【実施例 27】

開口径 2 2 0 μm のボール整列用マスクを用いて直径 1 8 0 μm 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

50

の最小値は 122 μm 、最大値は 126 μm であった。

【実施例 28】

開口径 200 μm のボール整列用マスクを用いて直径 175 μm 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 μm 、最大値は 123 μm であった。

【0082】

【実施例 29】

開口径 150 μm のボール整列用マスクを用いて直径 125 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 92 μm 、最大値は 94 μm であった。

10

【実施例 30】

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 90 μm 、最大値は 93 μm であった。

【0083】

【実施例 31】

開口径 160 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 91 μm 、最大値は 93 μm であった。

20

【実施例 32】

開口径 170 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 90 μm 、最大値は 91 μm であった。

【0084】

【実施例 33】

開口径 90 μm のボール整列用マスクを用いて直径 75 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 61 μm 、最大値は 63 μm であった。

【実施例 34】

開口径 100 μm のボール整列用マスクを用いて直径 80 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 μm 、最大値は 63 μm であった。

30

【0085】

【実施例 35】

開口径 110 μm のボール整列用マスクを用いて直径 85 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 62 μm 、最大値は 63 μm であった。

【実施例 36】

開口径 120 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 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 μm 、最大値は 61 μm であった。

40

【0086】

(比較例 1)

開口径 150 μm のボール整列用マスクを用いて直径 125 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 48 μm 、最大値は 50 μm であった。

(比較例 2)

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 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 μm 、最大値は 50 μm であった。

50

【0087】

(比較例3)

開口径 $130\text{ }\mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $115\text{ }\mu\text{m}$ 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 $45\text{ }\mu\text{m}$ 、最大値は $47\text{ }\mu\text{m}$ であった。

(比較例4)

開口径 $130\text{ }\mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $110\text{ }\mu\text{m}$ 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 $48\text{ }\mu\text{m}$ 、最大値は $50\text{ }\mu\text{m}$ であった。

【0088】

10

(比較例5)

開口径 $100\text{ }\mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $80\text{ }\mu\text{m}$ 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 $35\text{ }\mu\text{m}$ 、最大値は $36\text{ }\mu\text{m}$ であった。

(比較例6)

開口径 $110\text{ }\mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $85\text{ }\mu\text{m}$ 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 $33\text{ }\mu\text{m}$ 、最大値は $35\text{ }\mu\text{m}$ であった。

【0089】

20

(比較例7)

開口径 $115\text{ }\mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $90\text{ }\mu\text{m}$ 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 $36\text{ }\mu\text{m}$ 、最大値は $38\text{ }\mu\text{m}$ であった。

(比較例8)

開口径 $120\text{ }\mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $95\text{ }\mu\text{m}$ 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 $36\text{ }\mu\text{m}$ 、最大値は $39\text{ }\mu\text{m}$ であった。

【0090】

30

(比較例9)

開口径 $55\text{ }\mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $40\text{ }\mu\text{m}$ 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 $22\text{ }\mu\text{m}$ 、最大値は $24\text{ }\mu\text{m}$ であった。

(比較例10)

開口径 $60\text{ }\mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $45\text{ }\mu\text{m}$ 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 $21\text{ }\mu\text{m}$ 、最大値は $23\text{ }\mu\text{m}$ であった。

【0091】

40

(比較例11)

開口径 $70\text{ }\mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $50\text{ }\mu\text{m}$ 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 $20\text{ }\mu\text{m}$ 、最大値は $22\text{ }\mu\text{m}$ であった。

(比較例12)

開口径 $80\text{ }\mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $55\text{ }\mu\text{m}$ 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 $24\text{ }\mu\text{m}$ 、最大値は $26\text{ }\mu\text{m}$ であった。

【0092】

50

(比較例13)

開口径 $260\text{ }\mu\text{m}$ のボール整列用マスクを用いて直径 $220\text{ }\mu\text{m}$ 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 $155\text{ }\mu\text{m}$ 、最大値は $165\text{ }\mu\text{m}$ であった。

(比較例 14)

開口径 260 μm のボール整列用マスクを用いて直径 215 μm 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 μm 、最大値は 180 μm であった。

【0093】

(比較例 15)

開口径 250 μm のボール整列用マスクを用いて直径 210 μm 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 μm 、最大値は 160 μm であった。

(比較例 16)

開口径 240 μm のボール整列用マスクを用いて直径 205 μm 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 μm 、最大値は 158 μm であった。

【0094】

(比較例 17)

開口径 180 μm のボール整列用マスクを用いて直径 155 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 88 μm 、最大値は 120 μm であった。

(比較例 18)

開口径 180 μm のボール整列用マスクを用いて直径 160 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製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は 120 μm 、最大値は 180 μm であった。

【0095】

(比較例 19)

開口径 190 μm のボール整列用マスクを用いて直径 165 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製造した。その結果、半田バンプ高さの最小値は 120 μm 、最大値は 128 μm であった。

(比較例 20)

開口径 200 μm のボール整列用マスクを用いて直径 170 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 160 μm であった。

【0096】

(比較例 21)

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 22)

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。

【0097】

(比較例 23)

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 24)

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。

【0098】

10

20

30

40

50

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。

(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 × 5分 125 × 5分を1サイクルとするヒートサイクル試験を1000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 ×（測定値 - 初期値）/ 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。

【0099】

【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) | バンプ高さ (min) (μm) | バンプ高さ (max) (μm) | バンプ高さ/ 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 | ○ | ○ |

【0100】

10

20

30

40

【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) | バンプ高さ (min) (μm) | バンプ高さ (max) (μm) | バンプ高さ/ SR開口径 | ヒートサイクル試験 | |
|-------|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------|-----------|----------|
| | | | | | | | | | | 500サイクル | 1000サイクル |
| 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 | × | × |

【0101】

10

次に、前記実施例1～36のうち、実施例2、7、11、14、19、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。

【0102】

20

[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、表面粗さ計（例えば、商品名「SURFCOM

30

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、7.2～9.8μmであった。

【0103】

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

40

プレス圧：3～5MPa

プレス時間：1～3分

【0104】

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）～3.2μm（最大凹凸量）程度まで小さくなっていた。

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

50

、X2、X3、X4、X5……の中の最大値、最小値をそれぞれ意味する。

【0105】

[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)

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、6.6～10.2 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、0.7～3.0 μm 程度の凹凸の小さな面となっていた。

【0106】

[実施例39]

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：60～80

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、8.4～9.3 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、0.8～3.1 μm 程度の凹凸の小さな面となっていた。

【0107】

[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。

(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量は、8.2～9.6 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、0.7～3.2 μm 程度の凹凸の小さな面となっていた。

【0108】

[実施例41]

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)

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、9.9～10.2 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、0.8～3.3 μm 程度の凹凸の小さな面となっていた。

【0109】

[実施例42]

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)

10

20

30

40

50

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、8.3～10.3 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、0.7～3.0 μm 程度の凹凸の小さな面となっていた。

【0110】

[実施例43]

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。

10

(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。

【0111】

[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。

20

(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。

【0112】

[実施例45]

30

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)

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、9.6～10.3 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、0.7～3.0 μm 程度の凹凸の小さな面となっていた。

【0113】

40

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 × (測定値 - 初期値) / 初期値 (%))を求める。±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。

【0114】

50

【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 | ○(○) | ○(×) |

10

【0115】

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いくつかの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。

【0116】

20

[実施例46]

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いくつかの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：60～80g/L

温度：60～80

浸漬時間 1～5分

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「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0.1～0.6μm程度の凹凸の小さな面となっていた。

30

【0117】

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。

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。

40

【0118】

[実施例47]

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いくつかの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：60～80g/L

温度：60～80

50

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0.2～0.5μm(Ra(min)～Ra(max))程度の凹凸の小さな粗面となっていた。

【0119】

[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)

粗化液：過マンガン酸カリウム溶液

濃度：60～80g/L

10

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0.2～0.5μm程度の凹凸の小さな粗面となっていた。

【0120】

[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。

(粗化条件)

粗化液：過マンガン酸カリウム溶液

20

濃度：60～80g/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0.2～0.7μm程度の凹凸の小さな粗面となっていた。

【0121】

[実施例50]

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)

30

粗化液：過マンガン酸カリウム溶液

濃度：60～80g/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0.1～0.5μm程度の凹凸の小さな粗面となっていた。

【0122】

[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。

40

(粗化条件)

粗化液：過マンガン酸カリウム溶液

濃度：60～80g/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0.1～0.5μm程度の凹凸の小さな粗面となっていた。

【0123】

[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

50

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：60～80g/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0.2～0.5μm程度の凹凸の小さな粗面となっていた。

【0124】

[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

濃度：60～80g/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0.2～0.6μm程度の凹凸の小さな粗面となっていた。

【0125】

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)

粗化液：過マンガン酸カリウム溶液

濃度：60～80g/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0.1～0.5μm程度の凹凸の小さな粗面となっていた。

30

【0126】

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×(測定値-初期値)/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。

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。

【0127】

40

【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 | |
|-----------|-------------------|---------|-----------|------|
| | Ra(min) | Ra(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 | ○(○) | ○(×) |

10

【0128】

以上の試験結果から、半田バンプ高さHとソルダーレジスト開口径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、ソルダー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ー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0.8~3μm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ーレジスト層表面との間の間隔が大きくなるので、ソルダー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チップ下面とソルダー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つたためと推察される。

20

【0129】

さらに、平坦化されたソルダーレジスト層表面に、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0.2~0.5μm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、アンダーフィルとソルダー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。

30

【0130】

(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。

なお、絶縁抵抗が 10^7 以上であれば、絶縁性が「良好」であり、絶縁抵抗が 10^7 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。

40

【0131】

(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。

【0132】

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、HAST試験を行った結果、接続パッドの数を30000個に変更した場合、接続信頼性が向上した。

50

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 ~ 3000 個（接続パッド領域面積：150 ~ 1200 mm²）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事が確認された。

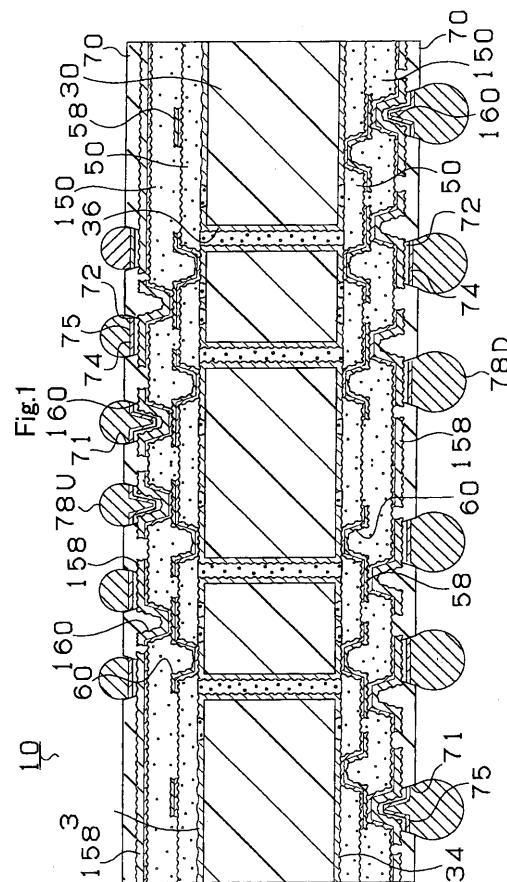
【産業上の利用可能性】

【 0 1 3 3 】

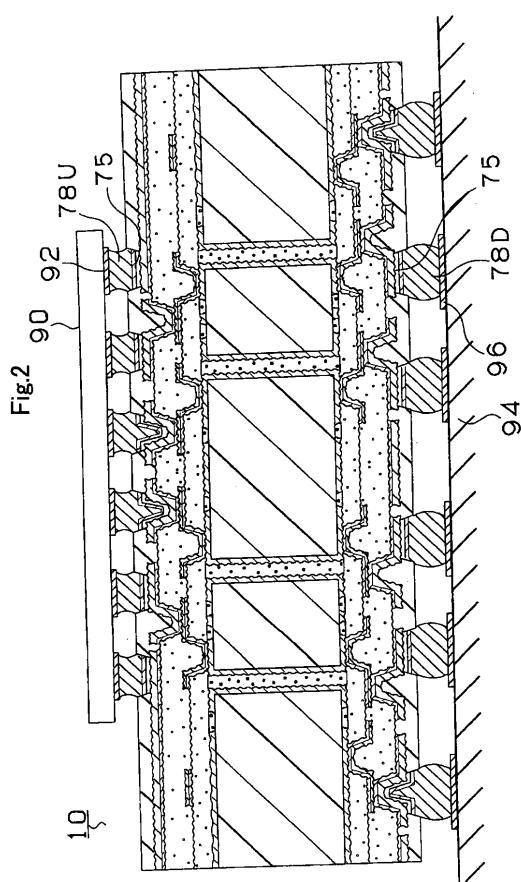
以上説明したように、本発明は、半田バンプのピッチが200μm以下であるような挿ピッチ構造でも、半田バンプのソルダーレジスト層表面からの高さHと、開口部の開口径Dとの比(H/D)を0.55~1.0にするとともに、少なくとも電子部品実装領域において平坦化処理したソルダーレジスト層に設けた半田バンプ用の開口部を介して導体パッド上に半田ボールを搭載することによって、接続信頼性および絶縁信頼性に優れたプリント配線板を得ることができるプリント配線板の製造方法を提案する。

10

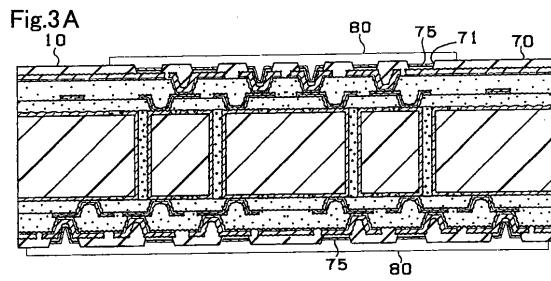
〔 1 〕



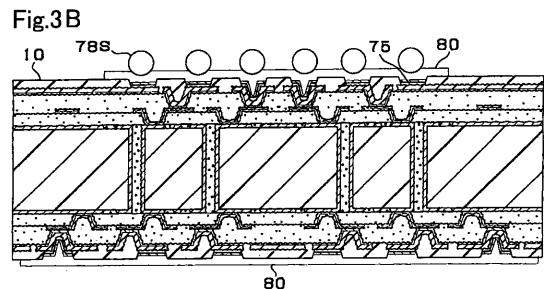
〔 2 〕



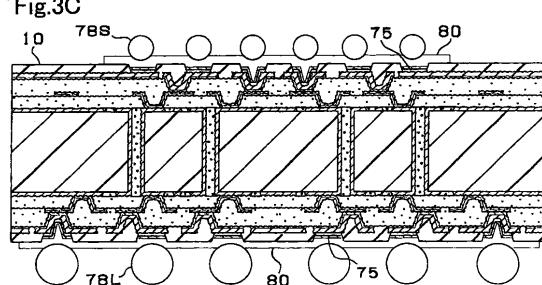
【図3A】



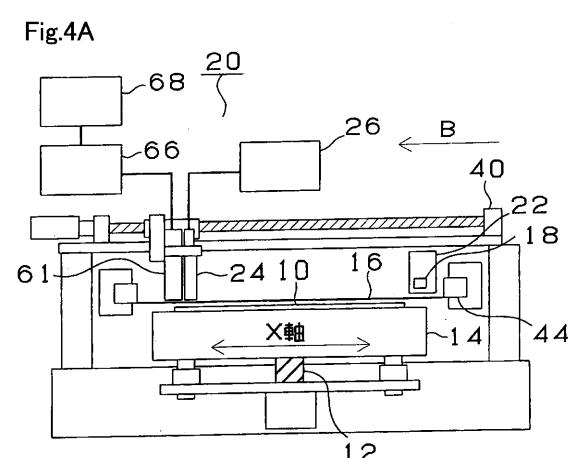
【図3B】



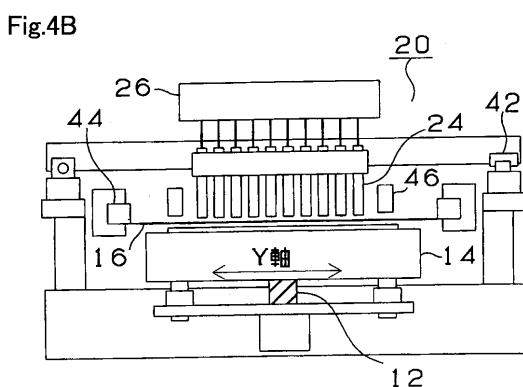
【図3C】



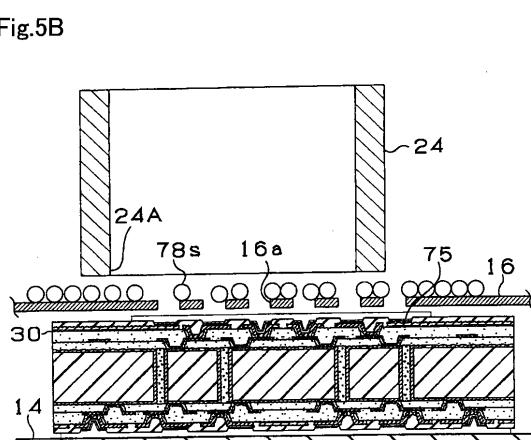
【図4A】



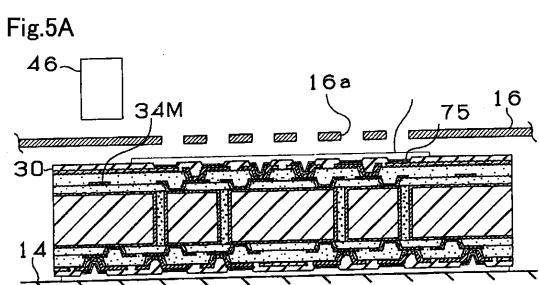
【図4B】



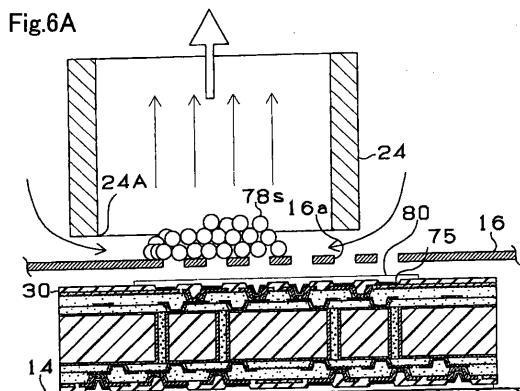
【図5B】



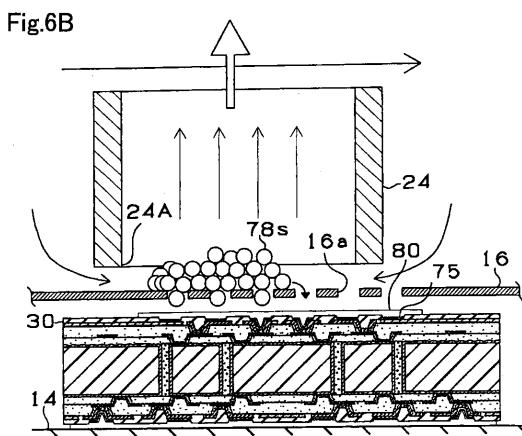
【図5A】



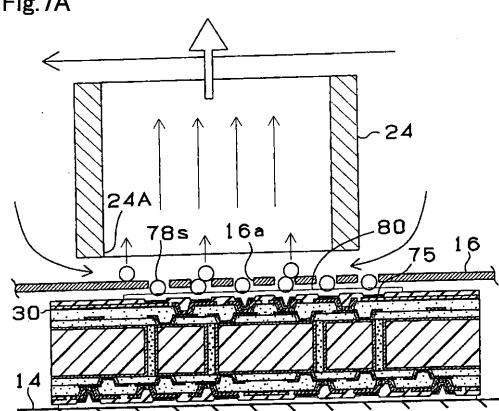
【図 6 A】



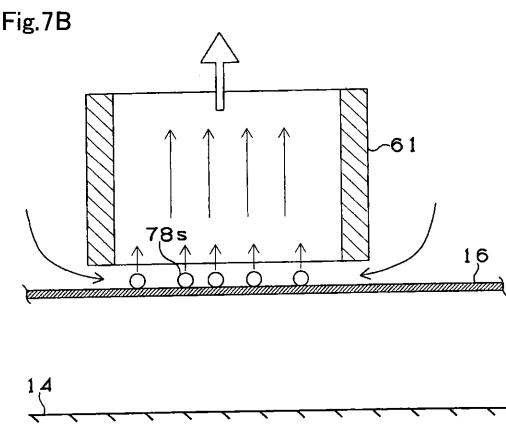
【図 6 B】



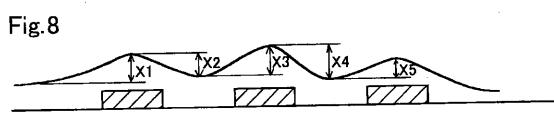
【図 7 A】



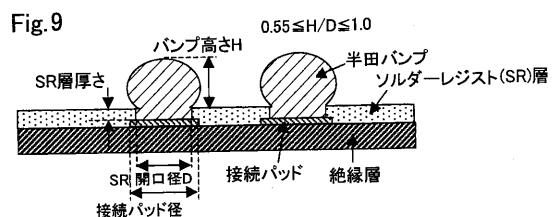
【図 7 B】



【図 8】



【図 9】



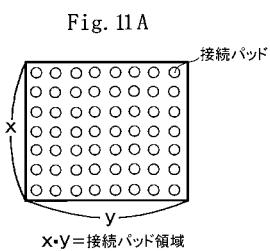
【図 10 A】



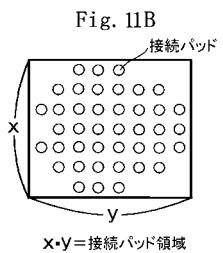
【図 10 B】



【図 1 1 A】



【図 1 1 B】



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2004-319676 (JP, A)
特開2004-207370 (JP, A)
特開2004-179578 (JP, A)
特開2004-327536 (JP, A)
特開2002-208778 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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