(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5753544号
(P5753544)

(45)発行日　平成27年7月22日(2015.7.22)　(24)登録日　平成27年5月29日(2015.5.29)

(51)Int.Cl.　F I

H01L 21/60	***(2006.01)***	H01L	21/92	604Z
H01L 23/12	***(2006.01)***	H01L	23/12	501Z
		H01L	21/60	311Q
		H01L	21/92	602K
		H01L	21/92	604S

請求項の数 8　(全 23 頁)

(21)出願番号　特願2012-552885 (P2012-552885)
(86)(22)出願日　平成23年1月19日 (2011.1.19)
(65)公表番号　特表2013-520011 (P2013-520011A)
(43)公表日　平成25年5月30日 (2013.5.30)
(86)国際出願番号　PCT/US2011/021626
(87)国際公開番号　WO2011/102929
(87)国際公開日　平成23年8月25日 (2011.8.25)
審査請求日　平成25年11月15日 (2013.11.15)
(31)優先権主張番号　12/706,212
(32)優先日　平成22年2月16日 (2010.2.16)
(33)優先権主張国　米国 (US)

早期審査対象出願

前置審査

(73)特許権者　390009531
インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション
ＩＮＴＥＲＮＡＴＩＯＮＡＬ　ＢＵＳＩＮＥＳＳ　ＭＡＣＨＩＮＥＳ　ＣＯＲＰＯＲＡＴＩＯＮ
アメリカ合衆国１０５０４　ニューヨーク州　アーモンク　ニュー　オーチャード　ロード
(74)代理人　100108501
弁理士　上野　剛史
(74)代理人　100112690
弁理士　太佐　種一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】基板上にはんだバンプを形成するためのマスクを用いない直接ＩＭＳ（射出成形はんだ）

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
基板と、
前記基板の表面上に形成された複数の濡れ性パッドと、
前記基板の前記表面上に堆積され、外面を有するはんだレジスト層と、
を含むアセンブリを取得するステップであって、少なくとも前記はんだレジスト層は、前記濡れ性パッドに隣接した容積を定める陥凹領域を有するように形成され、前記陥凹領域が隣接する濡れ性パッドの頂部表面に対して垂直に延びる直線領域と、前記直線領域に対して傾斜した角度で該直線領域から延びる傾斜領域とを含む、取得するステップと、
前記濡れ性パッドに隣接した前記容積内に溶融はんだを直接射出して、前記濡れ性パッドに隣接した前記容積をはんだで充填するステップと、
前記はんだが固化するのを可能にして、前記はんだが前記陥凹領域の底部に隣接した平坦な前記濡れ性パッドに付着され、前記はんだレジスト層には付着されない複数のはんだ構造体を形成するようにするステップと、
前記固化後に前記基板及び前記はんだを再加熱して前記はんだをリフローさせ、前記濡れ性パッド上で、該濡れ性パッドに接触する一方の側が平坦な形状で自由な他の側が球形状である、前記はんだレジスト層の前記外面より上方に延びる球形のボールにするステップと、
を含み、
前記濡れ性パッドに隣接した前記容積は、前記射出するステップにおいて十分なはんだ

を受け取るような構成及び寸法にされ、前記再加熱するステップの結果として、前記球形のボールは前記はんだレジスト層の前記外面より上方に延びる、方法。

【請求項２】

前記再加熱するステップの結果として、前記ボールは、５ミクロン乃至４５ミクロンだけ、前記はんだレジスト層の前記外面より上方に延びる、請求項１に記載の方法。

【請求項３】

前記溶融はんだを直接射出するステップは、射出成形はんだ充填ヘッドを用いて実施され、前記充填ヘッドは、前記はんだレジストのトポグラフィカル・フィーチャに適応するように、前記充填ヘッドと前記はんだレジスト層との間に挿置された順応性材料を含む、請求項１に記載の方法。

【請求項４】

前記アセンブリを取得するステップにおいて、前記基板は有機基板を含む、請求項１に記載の方法。

【請求項５】

前記溶融はんだを直接射出するステップは、射出成形はんだ充填ヘッドを用いて実施され、前記射出するステップの間、（ｉ）前記ヘッドと（ｉｉ）前記基板との間に相対的移動をもたらすステップをさらに含む、請求項１に記載の方法。

【請求項６】

前記アセンブリを取得するステップにおいて、前記基板は、はんだマスク規定型基板を含む、請求項１に記載の方法。

【請求項７】

前記アセンブリを取得するステップにおいて、前記濡れ性パッドに隣接した前記容積は、少なくとも部分的に円錐台状であり、前記パッドに隣接したより小さい直径と、前記パッドと反対側のより大きい直径とを有する、請求項６に記載の方法。

【請求項８】

前記球形のボールにするステップは、フラックスを用いて又はギ酸環境において前記はんだをリフローさせる、請求項１～７のいずれか１項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、一般に、電気・電子技術に関し、より具体的には、射出成形はんだ技術、はんだマスク設計法、及び基板上のはんだ堆積に関する。

【背景技術】

【０００２】

非特許文献１は、ラミネート上にはんだバンプを形成するための現在の大量生産方法を示す。長い間、有機基板上にはんだバンプを形成するのに、はんだペースト・ステンシル印刷法が用いられてきた。図１（Ａ）及び図１（Ｂ）に見られるように、有機基板１００２に、複数のパッド１００６及びはんだレジスト層１００４が設けられている。ステンシル・マスク１００８がそれと位置合わせされる。図１（Ｃ）に示すように、はんだペースト１０１２が、スクイーズ・ナイフ又はブレード１０１０を用いて、マスク１００８内の孔を通して分配される。図２（Ａ）に示すように、マスクを除去して、直立したはんだペースト領域１０１４を残す。図２（Ｂ）は、領域１０１４が、その上にフラックス残留物１０１８を有する丸いバンプ１０１６になるリフローを示す。図２（Ｃ）においては、このフラックス残留物を洗浄して、レジストより上方に突出する、１０２０で示される高さを有するはんだボール１０１６を残す。

【０００３】

このように図１（Ａ）－図２（Ｃ）は、基板上にはんだバンプを形成するための従来技術を示す。はんだペーストが、基板のはんだレジスト（ＳＲ）開口部に位置合わせされたマスクを通してステンシル印刷される。このマスクは、はんだペースト材料の堆積を可能にし、はんだペースト材料は、マスクの除去後、ＳＲの上にたまる。

【０００４】
しかしながら、はんだペースト内のフラックスの高い容積パーセント（約５０容積％）が、はんだを架橋することなく大容積の（high volume）はんだバンプを形成することを妨げるので、はんだペースト・ステンシル印刷法の商業的用途は、１５０ミクロンより大きいか又はこれに等しいピッチを有する基板に限定される。
【０００５】
Inoue他による「Method of forming bumps」と題する特許文献１は、はんだボール及び多数の貫通孔を有するツールが使用され、ツールの貫通孔が半導体デバイスのパッドと位置合わせされる条件の下で、はんだボールが貫通孔内に充填され、押圧されてパッド上に固定され、次いでリフローされてバンプを形成することを開示している。
【０００６】
図３（Ａ）－図５（Ｂ）は、１５０ミクロン・ピッチの下での、ファインピッチ用途のための従来技術による事前成形されたはんだボールの取り付け方法を示す。図１（Ａ）－図２（Ｃ）におけるものと類似した要素には同じ参照符号が付されている。図３（Ａ）に示すように、有機基板１００２には、複数のパッド１００６及びはんだレジスト層１００４が設けられている。フラックス用のマスク２０２０が、これと位置合わせされる。図３（Ｂ）におけるように、粘着性フラックスが塗布され、図３（Ｃ）に示すように、粘着性フラックス２００２を有するマスク２０２０を除去し、パッド１００６上にフラックス部分２００４を残す。図４（Ａ）におけるように、はんだボール分配用のマスク２００６がパッドと位置合わせされ、図４（Ｂ）におけるように、事前成形されたはんだボール２００８が、フラックス部分２００４と接触した状態で、マスク２００６の開口部内に配置され、このフラックス部分２００４は、図４（Ｃ）におけるようにマスク２００６が除去されるときに、はんだボール２００８を保持する。図５（Ａ）及び図５（Ｂ）は、リフロー及びフラックスの洗浄を示し、図２（Ｂ）及び図２（Ｃ）に類似している。
【０００７】
このように、図３（Ａ）－図５（Ｂ）は、基板上にはんだバンプを形成するための別の従来技術、即ち、一方は粘着性フラックスを分配するためのものであり、他方は基板のパッド上に事前成形されたはんだボールを配置するためのものである２つのマスクが用いられる、いわゆるマイクロ・ボール取り付け方法を示す。粘着性フラックスは、ボールをＳＲ開口部の底部に付着させる。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００８】
【特許文献１】米国特許第６，２１３，３８６号。
【特許文献２】米国特許出願公開第２００９－０１４６３１６号
【特許文献３】米国特許出願公開第２００９－０１８４４１９号
【非特許文献】
【０００９】
【非特許文献１】J-WNah他著、「A Study on Coining Processes of Solder Bumps onOrganic Substrates」、IEEE Transactions on electronicspackaging manufacturing、２６巻、２号、ｐ．１６６、２００３年４月
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００１０】
はんだボール２００８は高価であり、フラックスの塗布及びはんだボールの分配は、いささか複雑になり得る。さらに、このタイプの技術は、異なるサイズのパッド上に均一な高さのはんだバンプを形成するための付加的なステップを必要とする。
【課題を解決するための手段】
【００１１】
本発明の原理は、基板上にはんだバンプを形成するための、マスクを用いない直接ＩＭ

Ｓ（射出成形はんだ）用の技術を提供する。例示的な方法は、基板と、基板の表面上に形成された複数の濡れ性パッドと、基板の表面上に堆積され、外面を有するはんだレジスト層とを含むアセンブリを取得するステップを含む。少なくともはんだレジスト層は、濡れ性パッドに隣接した容積を定める陥凹領域を有するように形成される。本方法はまた、濡れ性パッドに隣接した容積内に溶融はんだを直接射出して、濡れ性パッドに隣接した容積をはんだで充填するステップと、はんだが固化するのを可能にして、はんだが濡れ性パッドに付着された複数のはんだ構造体を形成するようにするステップと、固化後、基板及びはんだを再加熱してはんだをリフローさせ、はんだレジスト層の外面より上方に延びるほぼ球形のボールにするステップとを含む。濡れ性パッドに隣接した容積は、射出するステップにおいて十分なはんだを受け取るような構成及び寸法にされ、再加熱ステップの結果として、ほぼ球状のボールは、はんだレジスト層の外面より上方に延びる。

【００１２】

別の態様において、別の例示的な方法は、基板と、基板の表面上に形成された複数の濡れ性パッドと、基板の表面上に堆積され、外面を有するはんだレジスト層とを含むアセンブリを取得するステップを含む。少なくともはんだレジスト層は、濡れ性パッドに隣接した容積を定める陥凹領域を有するように形成される。付加的なステップは、濡れ性パッドに隣接した容積内に溶融はんだを直接射出して、濡れ性パッドに隣接した容積をはんだで充填するようにするステップであって、窒素環境及びフォーミング・ガス環境のうちの１つにおいて実施される、直接射出するステップと、はんだを固化させて、はんだが濡れ性パッドに付着された複数の少なくとも部分的に球形のはんだ構造体を形成するようにするステップであって、窒素環境及びフォーミング・ガス環境のうちの１つにおいて実施される、固化させるステップとを含む。濡れ性パッドに隣接した容積は、射出するステップにおいて十分なはんだを受け取るような構成及び寸法にされ、固化ステップの結果として、ほぼ球状のボールは、はんだレジスト層の外面より上方に延びる。

【００１３】

本発明のこれら及び他の目的、特徴及び利点は、添付図面と共に読まれるべき、その例示的な実施形態の以下の詳細な説明から明らかになるであろう（混乱を避けるために、図６－図９におけるマスク１０２に関するものを除いて、区画ライニングは、全体的に、図面から省略されていることに留意されたい）。

【図面の簡単な説明】

【００１４】

【図１】（Ａ）従来技術のはんだペースト・ステンシル法（基板上にはんだバンプを形成するための大量生産方法）を概略的に示す。（Ｂ）従来技術のはんだペースト・ステンシル法（基板上にはんだバンプを形成するための大量生産方法）を概略的に示す。（Ｃ）従来技術のはんだペースト・ステンシル法（基板上にはんだバンプを形成するための大量生産方法）を概略的に示す。

【図２】（Ａ）従来技術のはんだペースト・ステンシル法（基板上にはんだバンプを形成するための大量生産方法）を概略的に示す。（Ｂ）従来技術のはんだペースト・ステンシル法（基板上にはんだバンプを形成するための大量生産方法）を概略的に示す。（Ｃ）従来技術のはんだペースト・ステンシル法（基板上にはんだバンプを形成するための大量生産方法）を概略的に示す。

【図３】（Ａ）基板上にはんだバンプを形成するための、従来技術のマイクロ・ボール取り付け法を概略的に示す。（Ｂ）基板上にはんだバンプを形成するための、従来技術のマイクロ・ボール取り付け法を概略的に示す。（Ｃ）基板上にはんだバンプを形成するための、従来技術のマイクロ・ボール取り付け法を概略的に示す。

【図４】（Ａ）基板上にはんだバンプを形成するための、従来技術のマイクロ・ボール取り付け法概略的に示す。（Ｂ）基板上にはんだバンプを形成するための、従来技術のマイクロ・ボール取り付け法を概略的に示す。（Ｃ）基板上にはんだバンプを形成するための、従来技術のマイクロ・ボール取り付け法を概略的に示す。

【図５】（Ａ）基板上にはんだバンプを形成するための、従来技術のマイクロ・ボール取

り付け法を概略的に示す。　（Ｂ）基板上にはんだバンプを形成するための、従来技術のマイクロ・ボール取り付け法を概略的に示す。
【図６】米国特許出願第１２／２６９，２４０号のマスク・プロセスを用いる基板ＩＭＳを概略的に示す。
【図７】米国特許出願第１２／２６９，２４０号のマスク・プロセスを用いる基板ＩＭＳを概略的に示す。
【図８】米国特許出願第１２／２６９，２４０号のマスク・プロセスを用いる基板ＩＭＳを概略的に示す。
【図９】米国特許出願第１２／２６９，２４０号のマスク・プロセスを用いる基板ＩＭＳを概略的に示す。
【図１０】米国特許出願第１２／２６９，２４０号のマスク・プロセスを用いる基板ＩＭＳを概略的に示す。
【図１１】米国特許出願第１２／２６９，２４０号のマスク・プロセスを用いる基板ＩＭＳを概略的に示す。
【図１２】（Ａ）本発明の一態様による、マスクを用いない、高レベルにおける、例示的な直接基板ＩＭＳプロセスを概略的に示す。　（Ｂ）本発明の一態様による、マスクを用いない、高レベルにおける、例示的な直接基板ＩＭＳプロセスを概略的に示す。　（Ｃ）本発明の一態様による、マスクを用いない、高レベルにおける、例示的な直接基板ＩＭＳプロセスを概略的に示す。
【図１３】（Ａ）本発明の一態様による、マスクを用いない、高レベルにおける、例示的な直接基板ＩＭＳプロセスを概略的に示す。　（Ｂ）本発明の一態様による、マスクを用いない、高レベルにおける、例示的な直接基板ＩＭＳプロセスを概略的に示す。　（Ｃ）本発明の一態様による、マスクを用いない、高レベルにおける、例示的な直接基板ＩＭＳプロセスを概略的に示す。
【図１４】本発明の別の態様による、広く開いたＳＲを有するＳＭＤ（はんだマスク規定型）基板を用いて実行される、マスクを用いない例示的な直接基板ＩＭＳプロセスを概略的に示す（比較のためのベースラインと共に）。
【図１５】（Ａ）本発明の別の態様による、広く開いたＳＲを有するＳＭＤ（はんだマスク規定型）基板を用いて実行される、マスクを用いない例示的な直接基板ＩＭＳプロセスを概略的に示す（比較のためのベースラインと共に）。　（Ｂ）本発明の別の態様による、広く開いたＳＲを有するＳＭＤ（はんだマスク規定型）基板を用いて実行される、マスクを用いない例示的な直接基板ＩＭＳプロセスを概略的に示す（比較のためのベースラインと共に）。　（Ｃ）本発明の別の態様による、広く開いたＳＲを有するＳＭＤ（はんだマスク規定型）基板を用いて実行される、マスクを用いない例示的な直接基板ＩＭＳプロセスを概略的に示す（比較のためのベースラインと共に）。
【図１６】（Ａ）本発明の別の態様による、広く開いたＳＲを有するＳＭＤ（はんだマスク規定型）基板を用いて実行される、マスクを用いない例示的な直接基板ＩＭＳプロセスを概略的に示す（比較のためのベースラインと共に）。　（Ｂ）本発明の別の態様による、広く開いたＳＲを有するＳＭＤ（はんだマスク規定型）基板を用いて実行される、マスクを用いない例示的な直接基板ＩＭＳプロセスを概略的に示す（比較のためのベースラインと共に）。　（Ｃ）本発明の別の態様による、広く開いたＳＲを有するＳＭＤ（はんだマスク規定型）基板を用いて実行される、マスクを用いない例示的な直接基板ＩＭＳプロセスを概略的に示す（比較のためのベースラインと共に）。
【図１７】（Ａ）本発明の別の態様による、広く開いたＳＲを有するＳＭＤ（はんだマスク規定型）基板を用いて実行される、マスクを用いない例示的な直接基板ＩＭＳプロセスを概略的に示す（比較のためのベースラインと共に）。　（Ｂ）本発明の別の態様による、広く開いたＳＲを有するＳＭＤ（はんだマスク規定型）基板を用いて実行される、マスクを用いない例示的な直接基板ＩＭＳプロセスを概略的に示す（比較のためのベースラインと共に）。　（Ｃ）本発明の別の態様による、広く開いたＳＲを有するＳＭＤ（はんだマスク規定型）基板を用いて実行される、マスクを用いない例示的

な直接基板ＩＭＳプロセスを概略的に示す（比較のためのベースラインと共に）。
【図１８】（Ａ）本発明の別の態様による、広く開いたＳＲを有するＳＭＤ（はんだマスク規定型）基板を用いて実行される、マスクを用いない例示的な直接基板ＩＭＳプロセスを概略的に示す（比較のためのベースラインと共に）。　（Ｂ）本発明の別の態様による、広く開いたＳＲを有するＳＭＤ（はんだマスク規定型）基板を用いて実行される、マスクを用いない例示的な直接基板ＩＭＳプロセスを概略的に示す（比較のためのベースラインと共に）。　（Ｃ）本発明の別の態様による、広く開いたＳＲを有するＳＭＤ（はんだマスク規定型）基板を用いて実行される、マスクを用いない例示的な直接基板ＩＭＳプロセスを概略的に示す（比較のためのベースラインと共に）。
【図１９】本発明のさらに別の態様による、深いＳＲ開口部を有するＮＳＭＤ（非はんだマスク規定型）基板を用いて実行される、マスクを用いない例示的な直接基板ＩＭＳプロセスを概略的に示す（比較のためのベースラインと共に）。
【図２０】（Ａ）本発明のさらに別の態様による、深いＳＲ開口部を有するＮＳＭＤ（非はんだマスク規定型）基板を用いて実行される、マスクを用いない例示的な直接基板ＩＭＳプロセスを概略的に示す（比較のためのベースラインと共に）。　（Ｂ）本発明のさらに別の態様による、深いＳＲ開口部を有するＮＳＭＤ（非はんだマスク規定型）基板を用いて実行される、マスクを用いない例示的な直接基板ＩＭＳプロセスを概略的に示す（比較のためのベースラインと共に）。　（Ｃ）本発明のさらに別の態様による、深いＳＲ開口部を有するＮＳＭＤ（非はんだマスク規定型）基板を用いて実行される、マスクを用いない例示的な直接基板ＩＭＳプロセスを概略的に示す（比較のためのベースラインと共に）。
【図２１】（Ａ）本発明のさらに別の態様による、深いＳＲ開口部を有するＮＳＭＤ（非はんだマスク規定型）基板を用いて実行される、マスクを用いない例示的な直接基板ＩＭＳプロセスを概略的に示す（比較のためのベースラインと共に）。　（Ｂ）本発明のさらに別の態様による、深いＳＲ開口部を有するＮＳＭＤ（非はんだマスク規定型）基板を用いて実行される、マスクを用いない例示的な直接基板ＩＭＳプロセスを概略的に示す（比較のためのベースラインと共に）。　（Ｃ）本発明のさらに別の態様による、深いＳＲ開口部を有するＮＳＭＤ（非はんだマスク規定型）基板を用いて実行される、マスクを用いない例示的な直接基板ＩＭＳプロセスを概略的に示す（比較のためのベースラインと共に）。
【図２２】（Ａ）本発明のさらに別の態様による、（窒素環境中で実行される）マスクを用いない直接基板ＩＭＳプロセスを概略的に示す。　（Ｂ）本発明のさらに別の態様による、（窒素環境中で実行される）マスクを用いない直接基板ＩＭＳプロセスを概略的に示す。　（Ｃ）本発明のさらに別の態様による、（窒素環境中で実行される）マスクを用いない直接基板ＩＭＳプロセスを概略的に示す。
【図２３】業界標準ＳＲ開口部を有するラミネート上の、マスクを用いない直接基板ＩＭＳを概略的に示す。
【図２４】業界標準ＳＲ開口部を有するラミネート上の、マスクを用いない直接基板ＩＭＳを概略的に示す。
【図２５】業界標準ＳＲ開口部を有するラミネート上の、マスクを用いない直接基板ＩＭＳを概略的に示す。
【図２６】業界標準ＳＲ開口部を有するラミネート上の、マスクを用いない直接基板ＩＭＳを概略的に示す。
【図２７】業界標準ＳＲ開口部を有するラミネート上の、マスクを用いない直接基板ＩＭＳを概略的に示す。
【発明を実施するための形態】
【００１５】
最初に、Gruber他による２００８年１１月１２日出願の「Injection Molded Solder Method for Forming Solder Bumps on Substrates」と題する米国特許出願第１２／２６９，２４０号（「’２４０出願」）の完全な開示が、全ての目的のためにその全体を引用に

より本明細書に明白に組み入れる。図６－図１１は、’２４０出願の特定の技術を示す。ここで図６及び図７に注目すべきである。ここに見られるように、マスク１０２は、所望のパターンで配置された複数の貫通孔１０４を含む。マスク１０２が、基板１０６に隣接するように配置される。基板は、例えば、複数の濡れ性パッド１０８（例えば、銅、金、ニッケル等）が凹部内に配置された有機基板とすることができる。マスクは、例えば、ポリイミド膜、又ははんだとは反応しない薄い材料（例えば、モリブデン、ステンレス鋼、アルミニウム等のような非濡れ性金属）とすることができる。図６に示されるように、マスク１０２は、孔１０４がパッド１０８と位置合わせされるように基板１０６に位置合わせされる。孔１０４は、均一な直径のものではなく、図７に見られるように、基板１０６に隣接したより大きな直径を有する円錐台状のものであることが好ましいことに留意されたい。図７のアセンブリは、はんだを受け取る準備ができている。

【００１６】

有機基板の限定されない例として、例えば、ＦＲ－４（flame-retardant type、難燃タイプ４）及びＢＴ樹脂（ビスマレイミドトリアジン樹脂）などのエポキシ中のガラス繊維で作製されたラミネート材料が挙げられる。さらに、’２４０出願の技術は、有機基板に限定されるものではなく、’２４０出願の態様は、シリコン・ウェハ上にはんだバンプを作成するためにも用いられ得るので、要素１０６は、シリコン・ウェハも表すことに留意すべきである。従って、図中に示される濡れ性パッド１０８は濡れ性パッドを表し、シリコン基板の場合、ボール制限メタラジ（ball-limiting metallurgy）も含む。

【００１７】

充填ヘッド１１２が、はんだ１１４を孔１０４及び濡れ性材料のパッド１０８を有する陥凹領域内に分配してはんだ構造体１１０を形成する、はんだ充填プロセスを図８に示す。図８に最も良く見られるように、陥凹領域は、濡れ性材料のパッドの上面が、約５－１５ミクロンの距離Ｘだけ、基板１０６の上面より低く陥凹されるようにすることができる。これにより、はんだ材料の「肩部」がもたらされる。以下に説明される目的のために、充填ヘッド１１２には、順応性材料（compliant material）が与えられる。図９及び図１０に見られるように、はんだの固化後、ピール・ローラ３００４を用いて（ピール・ローラ３００４は、基板１０６からマスク１０２を剥離するのを助けるために提供することができる）、マスク１０２（本明細書では「デカル」又は「デカル層」とも呼ばれる）が、リール１１８の上に剥離除去される。孔１０４は、基板１０６に向かって広い辺を有する円錐台状であるので、これらは再入可能ではなく、デカル１０２は、構造体１１０又は基板１０６上に過度の機械的応力を加えることなく、比較的容易に剥離する。随意的に、図１１に見られるように、はんだ構造体１１０が実質的に半球状のはんだバンプ１２０になるように、リフロー・プロセスが行われる。

【００１８】

順応性材料１１６に関して、例えば、基板１０６は、はんだレジスト（ＳＲ）を有するベース基板から形成できることに留意されたい。濡れ性パッド（例えば、銅）が１０８で示される。はんだレジストの上面は完全に平坦ではなく、トポグラフィカル・フィーチャ（topographical feature）を含む。これらは、デカル・マスク１０２で完全に密封するのを防止し、従って、ＩＭＳプロセス中にはんだの漏れを伴う小さな隙間をもたらす。例えば、ガラス又は金属とすることができる充填ヘッド１１２は、順応性材料１１６で与えられ、これが（ｉ）ヘッド１１２と（ｉｉ）基板１０６上のデカル１０２との間で圧縮力を広げ（均一に又はほぼ均一に分散させ）、マスク１０２と基板１０６との間の良好な接触をもたらし、その結果、望ましくない漏れを引き起こす隙間が減少される又は排除される。マスク１０２は、順応性材料１１６によって分散された圧縮力の影響下で、基板１０６のトポグラフィ（形状）をたどるのに十分に可撓性である。

【００１９】

順応性材料１１６は、例えば、マスク１０２に隣接した薄い低摩擦層を有するバルク圧縮可能層を含むことができる。バルク圧縮可能層のための順応性材料の限定されない例は、シリコーンゴム及びシリコーン独立気泡スポンジ（closed cell sponge）である。低摩

擦層のための材料のための限定されない例として、Ｔｅｆｌｏｎ（登録商標）（米国デラウェア州Ｗｉｌｍｉｎｇｔｏｎ所在のＥ．Ｉ．　Ｄｕ　Ｐｏｎｔ　Ｄｅ　Ｎｅｍｏｕｒｓ　Ａｎｄ　Ｃｏｍｐａｎｙの登録商標）及びＲｕｌｏｎ（登録商標）ＴＦＥ　Ｆｌｕｏｒｏｃａｒｂｏｎ（米国オハイオ州Ａｕｒｏｒａ所在のＳａｉｎｔ－Ｇｏｂａｉｎ　Ｐｅｒｆｏｒｍａｎｃｅ　Ｐｌａｓｔｉｃｓ　Ｃｏｒｐｏｒａｔｉｏｎの登録商標）が挙げられる。低摩擦層は、例えば、単に摩耗に耐えるのに十分な厚さにすることができる。低摩擦層とバルク圧縮性層を加えた合計厚さは、例えば、約１／３２インチから約１／４インチまでとすることができ、好ましい厚さは、約１／１６インチである（約０．７９ｍｍから約６．３６ｍｍまでであり、好ましい厚さは約１．５９ｍｍである）。接触圧は、約１０乃至約６０ポンド毎平方インチ（ＰＳＩ）とすることができ、好ましい値は約１５ＰＳＩである（約６８．９乃至約４１４キロパスカルであり、好ましい値は約１０３キロパスカルである）。

【００２０】

従って、図６－図１１は、マスク・プロセスを用いる溶融はんだの射出を示す。マスクを用いて基板のパッド上に、はんだバンプを形成し、ＳＲ表面より上の十分なはんだ容積を保証する。可撓性マスクを用いた溶融はんだの直接射出は、基板上への８０ミクロン・ピッチのはんだバンプ形成を実証した。有利なことに、このような技術は、８０ミクロン未満のピッチを有する非常に微細なピッチのラミネート上に大容積のはんだバンプを形成するための、可撓性フィルム・マスクを用いた簡単な溶融はんだ射出を提供する。こうした方法の実施形態は、マスクを使用することがあり、このマスクは、業界標準パネル・サイズの基板が用いられるとき、フィルム・マスクとラミネートとの間との位置合わせステップを必要とする。

【００２１】

本発明の１つ又は複数の実施形態は、マスクを用いない基板上への直接ＩＭＳを用いて、有機基板上にはんだバンプを形成するための方法を提供する。はんだレジスト（ＳＲ）内の開口部の操作によって、はんだバンプの容積の変動を可能にすることができる。従って、マスク内の孔と基板上のパッドとの間の位置合わせに関する問題がない。マスクの位置合わせは時間のかかるプロセス・ステップであるので、このステップの排除により、プロセス・コストが低くなり、プロセスがより信頼できるようになる。

【００２２】

別の態様において、濡れ性金属パッドよりも幅の広いＳＲ開口部が製造される。この開口部は、標準的なＳＲパッド開口部よりも大容積の射出はんだ材料を受け入れることができる。後のリフロー・プロセス中、はんだは、非濡れ性の純ＳＲ領域から濡れ性金属領域に移動する。従って、ＳＲ表面より高い高さを有する、より大容積のはんだバンプを得ることができる。

【００２３】

場合によっては、ＩＭＳプロセス中の窒素環境が、射出溶融はんだの固化中にはんだを「球状にする（ball-up)」ように働く。従って、窒素環境の存在は、他の場合には一般的に用いられる後のリフロー・プロセスを無くす可能性がある。このことは、プロセス・ステップの数、従ってコストを低減させる。

【００２４】

特定の従来技術のプロセスのはんだペーストは、ＳＲ開口部をもたらし、はんだペーストは約５０容積パーセントのはんだ粉末及び約５０容積パーセントのフラックスを含むため、このＳＲ開口部は、はんだにより約５０％の容積しか充填されない。このはんだペーストのリフロー後、約５０容積パーセントのはんだペーストだけが残り、はんだパッドの上のＳＲ開口部内にはんだバンプを作製する。はんだ容積を増加させるために、これまでは、充填プロセス・マスクが要件であった。このマスクはＳＲ開口部に容積を付加し、リフロー後にＳＲ表面の上に残っているはんだを隆起させるのに、このマスクを十分に厚くする必要がある。

【００２５】

誤解を避けるために、’２４０出願において、はんだレジスト（ＳＲ）を有するベース基板は基板と呼ばれるが、本出願の残りの部分では、ベース基板を、略して単に基板と呼ぶことに留意されたい。

【００２６】

図１２（Ａ）－図１２（Ｃ）は、本発明の一態様による、マスクを用いない、高レベルにおける、例示的な直接基板ＩＭＳプロセスを概略的に示す。有機基板４００２がパッド４００６及びＳＲ４００４を備えることに留意されたい。はんだバンプを形成するための例示的な方法において、直接ＩＭＳにより、ＳＲ表面の上に十分なはんだ容積が提供される。このことは、ＳＲ開口部４０１９の適切な設計により達成される。「広く開いた」ＳＲは、より大容積の溶融はんだをパッド上に射出することを可能にする。後のはんだリフロー・プロセスは、４０２１に示されるような、良好なフリップ・チップ用アセンブリの歩留まりを保証するように十分にＳＲ表面より上方に突出する球状はんだバンプ４０１６を作製する。

【００２７】

図１２（Ａ）－図１２（Ｃ）に示すプロセスは簡単なものであり、マスク又は位置合わせステップを必要としない。パネル・サイズを含むそれ以下の任意のサイズの基板４００２を用いることができる。図１２（Ａ）に見られるように、ＳＲの上面は、パッド４００６の頂部より上の高さｈだけ突出し得る。パッド４００６に隣接した、底部における「広く開いた」ＳＲの直径はw_2と表され、頂部における「広く開いた」ＳＲの直径はw_1と表される。垂線との角度はαと表される。

【００２８】

ｈの値は、限定ではなく一例として、５ミクロンから２５ミクロンまでの間とすることができる。この値は、基板の用途及び／又はピッチによって決まる。w_2の値は、基板のピッチによって決まる。例えば、２００ミクロン・ピッチの基板は、約１００ミクロンの直径w_2を有し、１５０ミクロン・ピッチの基板は、約８０ミクロンの直径w_2を有する。w_1の値は、はんだリフロー後のＳＲより高いはんだバンプの高さを決定し得る。ピッチがｐとして定められる場合（図１２（Ａ）におけるように）、１つ又は複数の実施形態において、実行可能な範囲は$w_1 < w_2 < p$である。

【００２９】

ＩＭＳプロセスが、図１２（Ｂ）に示される。限定されない例において、順応性材料１１６を有する上述のヘッド１１２を、はんだ１１４を分配するために用いることができる。図１２（Ｃ）において、フラックスを用いて又はギ酸環境において、はんだリフローを行い、はんだボール４０１６をもたらす。

【００３０】

図１３（Ａ）－図１３（Ｃ）は、図１２（Ａ）－図１２（Ｃ）に類似しているが、異なるサイズのパッドが使用され、異なるサイズ及び／又は形状のはんだボール４０１６がもたらされる場合を示す。

【００３１】

図１４は、比較のために、図１（Ａ）に類似したベースラインを示す。例えば、特許文献２を参照されたい。図１５（Ａ）－図１８（Ｃ）は、本発明の態様による、ＳＭＤ（solder mask defined、はんだマスク規定型）基板の場合の、マスクを用いずにパッド上に大容積のＩＭＳはんだバンプを形成するためのＳＲ開口部の種々の例示的な設計を示す。図１５（Ａ）－図１５（Ｃ）は、概ね図１２（Ａ）－図１２（Ｃ）に類似しているが、上面図が図の右側に示されている。ＳＲの開口部５０１９は、上面図において円形である。さらに、開口部５０１９は、側面図において、短い直線領域５０２１を有するじょうご形状である。

【００３２】

図１５（Ａ）－図１５（Ｃ）においては、上述のように、w_1の値は、はんだリフロー後にＳＲより高いはんだバンプの高さを決定することができる。これは一般に、隣り合ったＳＲ開口部の間に重なりがない場合に許容可能である。

【００３３】
図１６（Ａ）－図１６（Ｃ）は、開口部５０２３が、パッド４００６付近の小さい直径の領域５０２５と、大きい直径の領域５０２７とを有する「階段状」である実施形態を除いて、図１５（Ａ）－図１５（Ｃ）に類似している。領域５０２５、５０２７を有する、ＳＲの開口部５０２３は、上面図において円形である。この開口部は、上述のものと類似した原理を用いてサイズ変更することができ、これは一般に、隣り合ったＳＲ開口部の間に重なりがない場合に許容可能である。
【００３４】
図１７（Ａ）－図１７（Ｃ）は、開口部５０２９がオフセットした「リザーバ」５０３１を有する実施形態を除いて、図１５（Ａ）－図１５（Ｃ）に類似している。ＳＲの開口部５０２９の主部分５０３３は、上面図において円形である。リザーバ領域５０３１は、主部分５０３３と流体連通している。この開口部は、上述のものと類似した原理を用いてサイズ変更することができ、これは一般に、隣り合ったＳＲ開口部の間に重なりがない場合に許容可能である。
【００３５】
図１８（Ａ）－図１８（Ｃ）は、開口部５０３５が複数のオフセットした「リザーバ」５０３７を有する実施形態を除いて、図１５（Ａ）－図１５（Ｃ）に類似している。ＳＲの開口部５０３５の主部分５０３９、並びにリザーバ５０３７は、上面図において円形である。リザーバ領域５０３７は、主部分５０３９と流体連通している。この開口部は、上述のものと類似した原理を用いてサイズ変更することができ、これは一般に、隣り合ったＳＲ開口部の間で重なりがない場合に許容可能である。
【００３６】
図１９は、比較のための図１（Ａ）に幾分類似したベースラインの態様を示すが、ここでは、パッド６００６は、ＳＲ６０５１内の大きい開口部６０４９の内部にあるので、基板６００２の表面の部分が、パッド６００６に隣接して見える。例えば、ＮＳＭＤ（non-solder mask defined、非はんだマスク規定型）基板の一例である特許文献３を参照されたい。「非はんだマスク規定型」は、基板の銅パッドがはんだレジストで覆われないことを意味する。「ＳＭＤ（はんだマスク規定型）」は、銅パッドがはんだレジストで覆われることを意味する。
【００３７】
図２０（Ａ）－図２１（Ｃ）は、本発明の態様による、ＮＳＭＤ（非はんだマスク規定型）基板の場合の、マスクを用いずにパッド上に大容積のＩＭＳはんだバンプを形成するための深いＳＲ開口部の種々の例示的な設計を示す。図２０（Ａ）－図２０（Ｃ）において、開口部６０５３は、図１９における開口部６０４９の場合と同様に、パッド６００６よりも大きいが、周囲トレンチ６０５５が、基板自体の内部に形成される。はんだは、銅パッドとの粘着性（濡れ性）を有するが、はんだレジストとの粘着性は有さない。図２０（Ｃ）及び図２１（Ｃ）において、はんだが銅パッドの側壁を覆うことに留意されたい。図２０（Ｂ）におけるように、トレンチは、はんだ１１４で充填され、表面張力のために、リフロー後、図２０（Ｃ）に示される、はんだボール４０１６を有する構造体が得られる。トレンチ６０５５及びパッド６００６は、上面図において円形である。
【００３８】
図２１（Ａ）－図２１（Ｃ）は、トレンチ６０５７がパッド６００６の全周囲の周りには延びないことを除いて、図２０（Ａ）－図２０（Ｃ）に類似している。単に例として、パッド６００６の周囲の半分にわたって延びるトレンチ６０５７が示される。
【００３９】
図２０（Ａ）－図２０（Ｃ）は、受け取ったまま、ＩＭＳ、及びリフローの３つのステップを示し、図２１（Ａ）－図２１（Ｃ）は、異なるＳＲ設計の例を示すことに留意されたい。「ＮＳＭＤ型基板」に関する限り、ＮＭＳＤの場合において、ＳＲは、ＳＭＤ型におけるように銅パッドを覆っていない。
【００４０】

図２１（Ａ）において、上面図においては、基板６００２の上部及び基板６００２内のトレンチ６０５７の底部が、パッドを囲むように見える。図２１（Ｂ）において、トレンチ６０５７を含む開口部６０４９全体が、はんだ１１４で充填される。表面張力のため、リフロー後、図２１（Ｃ）に示される構造体が、はんだボール４０１６を有した状態で得られる。リフロー後、はんだは、銅パッド上で濡れ性であるだけで、ＳＲ上では濡れ性でない。図２１（Ｃ）において、上面図においては、基板６００２の上部及び基板６００２内のトレンチ６０５７の底部が再び見える。

【００４１】

上述したものに類似の技術を用いて、図１９－図２１及び図２２の実施形態についてのはんだ受け取り容積（solder-receiving volume）のサイズも変更できること、及び、隣り合ったＳＲ開口部の間の重なりは回避されるべきであることに留意されたい。同様に、リフロー後、深さは、ＳＲより高いはんだバンプの高さを定めることができる。本明細書での実施形態のいずれについても、本明細書での教示が与えられれば、当業者は、幾何学的計算を行って、終了時にはんだボール又は小塊がはんだレジストの表面より上方に突出するように、はんだ受け取り容積のサイズを変更できるであろう。例えば、はんだボール又は小塊のおおよその形状は、どの表面が濡れ性であり、どの表面が濡れ性でないかの知識と共に、表面張力下で球形状となる傾向に基づいて理解されることになり、はんだ受け取り容積は、窒素環境又はフォーミング・ガス環境におけるリフロー時又は固化時に、内部のはんだの容積が所望のように突出するボール又小塊の形状を形成するように、十分な容積を有するような構成及び寸法にされる。従って、本明細書での教示が与えられれば、当業者は、ＳＲの開口部の容積とＳＲより高いはんだの高さとの間の関係を容易に計算することができる。

【００４２】

図２２（Ａ）－図２２（Ｃ）は、これらが、固化前に溶融はんだが球を形成する（「球状にする」）窒素環境７０６９中でプロセスが実施される場合を示す点を除いて、図１２（Ａ）－図１２（Ｃ）に類似している。基板７００２、ＳＲ７００４、及びパッド７００６付近のＳＲ７００４内のほぼ直線の壁で囲まれた円筒形開口部に留意されたい。上述のように、例えば、はんだ１１４を供給する、可撓性部分１１６を有するはんだヘッド１１２を実装することができる。窒素の代りに、フォーミング・ガス環境を用いることができる。フォーミング・ガスは、一般に９０％のN_2及び１０％のH_2の、窒素（N_2）と水素（H_2）の混合物である。窒素環境は、図２２（Ｃ）の７０７１におけるように、はんだが固化前にほぼ球形になることを可能にする。このことは、付加的なはんだリフロー・プロセスなしに、はんだレジスト表面より高い固化したはんだバンプをもたらす。幅広いＳＲ開口部が、基板のはんだバンプの高さを増大させるのに役立ち得る。

【００４３】

図２３－図２７は、図２２（Ａ）－図２２（Ｃ）に示されるような技術の例示的な成功裏の実験的検証を示す。受け取ったままのＯＳＰ仕上げ基板８０８１は、ＳＲ表面より低いパッド８００６を示す。「ＯＳＰ」は、有機はんだ保護剤（Organic Solderability Preservative）であり、銅パッドの頂部上に塗布される。ＯＳＰは、はんだバンプが銅パッド上に形成される前に、銅パッドの耐酸化性及び耐腐食性を与える。ＩＭＳバンプ型基板８０８３は、ＳＲ表面より高いはんだバンプ８０７１を示す。実験目的のために、１５０ミクロン・ピッチが用いられた。図２６及び図２７は同じ図であるが、図２６は５０倍の拡大図であり、図２７は１００倍の拡大図であることに留意されたい。

【００４４】

本発明の１つ又は複数の実施形態は、湿式エッチング・プロセス中、角度の付いたＳＲ開口部が自然に、しかしながら意図せずに行われ得る技術とは対照的に、意図的に「広く開いた」はんだレジスト開口部を形成することに留意すべきである。

【００４５】

一態様において、基板上に大容積のはんだバンプを形成する方法は、マスクを用いずに射出成形はんだプロセスを実行することと、陥凹領域内に複数の濡れ性金属パッドを有す

る基板を準備することとを含む。この基板は、パッドの上に、金属パッドよりも幅の広いはんだレジスト開口部を有する。

【００４６】

場合によっては、陥凹領域内の複数の濡れ性金属パッドと、容積を定める広く開いたはんだレジストとを有する基板が取得される。溶融はんだが、濡れ性パッド及び広く開いたはんだレジストを有する容積内に直接射出され、濡れ性パッド及び広く開いたはんだレジストを含む容積がはんだで充填される。はんだが固化することが可能になり、それにより、はんだは、濡れ性パッドに付着されるが、広く開いたはんだレジストには付着されない複数のはんだ構造体を形成する。固化したはんだは、フラックスを用いて又はギ酸環境中でリフローされ、濡れ性パッド上で球状にされる。

【００４７】

別の態様において、ラミネートのはんだレジストよりもずっと高い高さを有するはんだバンプを形成するための、窒素（又はフォーミング・ガス）環境中でマスクを用いずにはんだを射出成形する方法が提供される。

【００４８】

場合によっては、容積を定める陥凹領域内に複数の濡れ性パッドを有する基板が取得される。窒素環境中で、溶融はんだが、濡れ性パッドを有した状態で容積内に直接射出され、濡れ性パッドを有する容積がはんだで充填される。窒素環境中ではんだが固化することが可能になり、それにより、はんだは、濡れ性パッドに付着された、丸い頂部の構造体を形成する。固化したはんだの高さは、はんだレジストよりも高い。

【００４９】

１つ又は複数の例において、マスクを用いずに基板上にはんだバンプを形成する方法が提供される。基板は、陥凹領域内の濡れ性パッドと、容積を定める広く開いたはんだレジストとを有する。溶融はんだが容積内に直接射出され、はんだで充填される。はんだは、固化することが可能にされ、濡れ性パッドに付着されるが、広く開いたはんだレジストには付着されない。次のリフロー・プロセスが、濡れ性パッド上に大容積のはんだバンプを形成する。さらに、窒素環境中の溶融はんだ射出プロセス及びはんだの固化は、付加的なリフロー・プロセスなしに、はんだレジストより高い高さを有する「球状にされた」はんだバンプを形成する。

【００５０】

本発明の１つ又は複数の実施形態は、ありとあらゆる種類のはんだを用いることができるが、以下にさらに説明される理由のために、９７Ｐｂ３Ｓｎのような非常に高い融点のはんだは望ましくない。共晶ＳｎＰｂ（３７Ｐｂ６３Ｓｎ）はんだ及び鉛フリー（Pb-free）はんだ（純Ｓｎ、ＳｎＡｇＣｕ、ＳｎＡｇ、ＳｎＣｕ、ＳｎＢｉ、ＳｎＩｎ等）が、適切なはんだの限定されない例である。９７Ｐｂ３Ｓｎの融点は３２０℃であるので、これを用いる場合、溶融はんだ射出の時間が短くても、有機基板が分解される可能性がある。２８５℃未満の融点を有する任意のタイプのはんだが特に有利であると考えられる。はんだが射出されるとき、はんだの温度はその融点よりも高い。陥凹したパッドを有する任意のタイプの基板を用いることができる。窒素環境中の酸素濃度は、１０，０００ｐｐｍ未満であることが好ましい。図２２（Ｂ）及び図２２（Ｃ）に示される基本的な機能を得ることができる限り、窒素は完全に純粋である必要はなく、フォーミング・ガスは他の部分で述べた正確な組成を有する必要はない。

【００５１】

これまでの考察が与えられると、大まかに言えば、本発明の一態様による例示的な方法が、基板４００２、６００２と、基板の表面上に形成された複数の濡れ性パッド４００６、６００６と、基板の表面上に堆積され、外面（図中の最上面）を有するはんだレジスト層４００４、６０５１とを含むアセンブリを取得するステップ（例えば、図１２（Ａ）、図１５（Ａ）、図１６（Ａ）、図１７（Ａ）、図１８（Ａ）、図２０（Ａ）、図２１（Ａ）を参照されたい）を含むことが理解されるであろう。少なくともはんだレジスト層は、濡れ性パッドに隣接した容積を定める陥凹領域４０１９、５０１９、５０２３、５０２９

、５０３５、６０４９を有するように形成される。この方法はまた、濡れ性パッドに隣接した容積内に溶融はんだを直接射出し、濡れ性パッドに隣接した容積がはんだで充填されるようにし、はんだが固化するのを可能にするステップ（例えば、図１２（Ｂ）、図１５（Ｂ）、図１６（Ｂ）、図１７（Ｂ）、図１８（Ｂ）、図２０（Ｂ）、図１９、図２１（Ｂ）を参照されたい）も含む。はんだは、濡れ性パッドに付着された複数のはんだ構造体（はんだが固化した図１２（Ｂ）、図１５（Ｂ）、図１６（Ｂ）、図１７（Ｂ）、図１８（Ｂ）、図２０（Ｂ）、図２１（Ｂ）におけるはんだが充填された容積）を形成する。図１２（Ｃ）、図１５（Ｃ）、図１６（Ｃ）、図１７（Ｃ）、図１８（Ｃ）、図２０（Ｃ）、図２１（Ｃ）を参照すると、さらなるステップが、固化後に基板及びはんだを再加熱して、はんだをリフローし、はんだレジスト層の外面より上方に延びるほぼ球形のボール４０１６にするステップを含む。「ほぼ球形」とは、パッドに隣接した可能な平坦化領域を伴った、表面張力の作用下での球形又は球状を意味し、はんだはその表面張力のために球状であり、濡れ性パッド（銅パッド）に接触する一方の側は平坦な形状であり、自由な他の側は球形状である。

【００５２】

濡れ性パッドに隣接した容積は、射出ステップにおいて十分なはんだを受け取るような構成及び寸法にされるので、再加熱ステップの結果として、ほぼ球形のボールは、はんだレジスト層の外面より上方に延びる。

【００５３】

例えば、４０２１に見られるように、場合によっては、はんだボールは、約１５ミクロン～約４５ミクロンだけ、はんだレジスト層の外面より上方に延びる。この範囲は、１５０ミクロン・ピッチの基板におけるステンシル印刷はんだバンプに適切なものである。基板のピッチが低減する場合、必要とされるＳＲより高いはんだの高さは低くなり得る。従って、別の態様において、はんだボールは、約５ミクロン～約４５ミクロンだけ、はんだレジスト層の外面より上方に延びる。

【００５４】

場合によっては、溶融はんだを直接射出するステップは、射出成形はんだ充填ヘッド１１２を用いて実施され、この充填ヘッドは、はんだレジストのトポグラフィック・フィーチャ（topographical feature)に適応するように、該充填ヘッドとはんだレジスト層との間に挿置された順応性材料１１６を含む。

【００５５】

少なくとも幾つかの場合において、基板は有機基板を含む。

【００５６】

１つ又は複数の実施形態において、溶融はんだを直接射出するステップは、射出成形はんだ充填ヘッド１１２を用いて実施され、付加的なステップは、射出中、（ｉ）ヘッドと（ｉｉ）基板との間に相対的移動をもたらすステップを含む。

【００５７】

場合によっては、アセンブリを取得するステップにおいて、基板は、はんだマスク規定型基板である。

【００５８】

図１２（Ａ）－図１３（Ｃ）及び図１５（Ａ）－図１５（Ｃ）に示されるように、場合によっては、アセンブリを取得するステップにおいて、濡れ性パッド４００６に隣接する容積４０１９、５０１９は、少なくとも部分的に、パッドに隣接したより小さい直径と、パッドと反対側のより大きい直径とを有する、円錐台形状である（例えば、円錐台形状であるか、又は一部が円錐台形状であり、一部分が円筒形状である）。

【００５９】

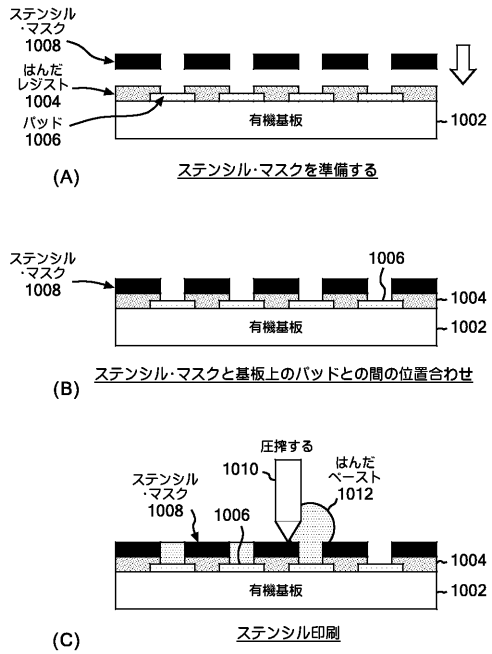
図１６（Ａ）－図１６（Ｃ）に示すように、場合によっては、アセンブリを取得するステップにおいて、濡れ性パッドに隣接した容積５０２３は階段状円筒構成を有し、パッドに隣接したより小さい直径の円筒５０２５と、パッドの反対側のより大きい直径の円筒５０２７とを有する。

【００６０】
図１７（Ａ）－図１８（Ｃ）に示すように、場合によっては、アセンブリを取得するステップにおいて、濡れ性パッドに隣接した容積５０２９、５０３５は、パッドに隣接した中央円筒部分５０３３、５０３９と、中央円筒部分と流体連通している少なくとも１つの周辺リザーバ部分５０３１、５０３７とを有する。
【００６１】
図１８（Ａ）－図１８（Ｃ）に示すように、場合によっては、アセンブリを取得するステップにおいて、濡れ性パッドに隣接した容積は、中央円筒部分５０３９と流体連通している少なくとも４つの周辺リザーバ部分５０３７を有する。
【００６２】
場合によっては、アセンブリを取得するステップにおいて、基板は、非はんだマスク規定型基板である。
【００６３】
図２０（Ａ）－図２１（Ｃ）におけるような幾つかの場合においては、アセンブリを取得するステップにおいて、基板６００２は、陥凹領域６０５５、６０５７を有するようにも形成され、基板の陥凹領域は、はんだレジスト層６０５１の陥凹領域と共に、協働して容積６０４９を定める。
【００６４】
図２０（Ａ）－図２１（Ｃ）の例に示すように、場合によっては、アセンブリを取得するステップにおいて、基板の陥凹領域６０５５、６０５７は、パッドの周りに少なくとも部分的に（図２１（Ａ）－図２１（Ｃ）においては部分的に、図２０（Ａ）－図２０（Ｃ）においては完全に）延びるトレンチを含む。
【００６５】
さらに、これまでの考察が与えられると、大まかに言えば、本発明の別の態様による別の例示的な方法が、基板７００２と、基板の表面上に形成された複数の濡れ性パッド７００６と、基板の表面上に堆積され、外面を有するはんだレジスト層７００４とを含むアセンブリを取得するステップ（図２２（Ａ）を参照されたい）を含むことが理解されるであろう。少なくともはんだレジスト層は、濡れ性パッドに隣接した容積を定める陥凹領域（個々に番号付けされていない、パッド７００６の上のボイド）を有するように形成される。付加的なステップ（図２２（Ｂ）を参照されたい）は、濡れ性パッドに隣接した容積内に溶融はんだ１１４を直接射出して、濡れ性パッドに隣接した容積がはんだで充填されるようにするステップを含む。射出は、７０６９のように、窒素環境及びフォーミング・ガス環境のうちの１つにおいて実施される。付加的なステップは、はんだが固化するのを可能にするステップを含み、これにより、はんだは、濡れ性パッドに付着された少なくとも部分的に球状の複数のはんだ構造体を形成する。図２２（Ｃ）に示すように、固化は、上述の窒素環境又はフォーミング・ガス環境において実施される。練れ性パッドに隣接した容積は、射出ステップにおいて十分なはんだを受け取るような構成及び寸法にされるので、固化ステップの結果として、ほぼ球状のはんだ構造体７０７１は、はんだレジスト層の外面より上方に延びる。
【００６６】
場合によっては、固化ステップの結果として、はんだボール７０７１は、約１５ミクロン～約４５ミクロンだけ、はんだレジスト層の外面より上方に延びる。この範囲は、１５０ミクロン・ピッチの基板におけるステンシル印刷はんだバンプに適切なものである。基板のピッチが低減する場合、必要とされるＳＲより高いはんだの高さは低くなり得る。従って、別の態様において、はんだボールは、約５ミクロン～約４５ミクロンだけ、はんだレジスト層の外面より上方に延びる。
【００６７】
溶融はんだ１１４を直接射出するステップは、射出成形はんだ充填ヘッド１１２を用いて実施することができる。この充填ヘッドは、はんだレジスト７００４のトポグラフィック・フィーチャに適応するように、該充填ヘッドとはんだレジスト層との間に挿置された

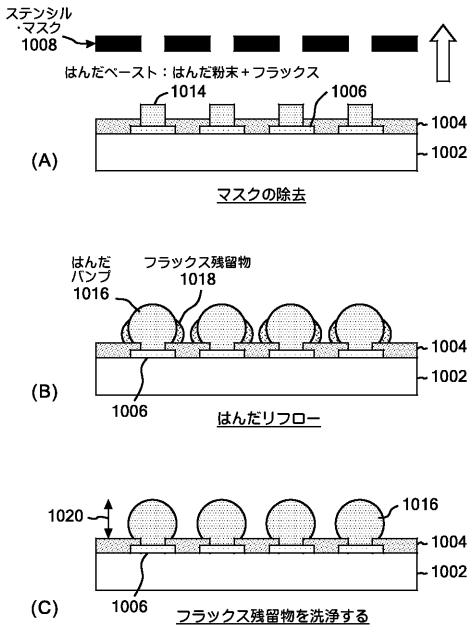
順応性材料１１６を含む。
【００６８】
少なくとも幾つかの場合において、基板は有機基板である。
【００６９】
１つ又は複数の実施形態において、溶融はんだを直接射出するステップは、射出成形はんだ充填ヘッド１１２を用いて実施され、付加的なステップは、射出中、（ｉ）ヘッドと（ｉｉ）基板との間に相対的移動をもたらすステップを含む。
【００７０】
上述した方法は、集積回路チップの製造及びパッケージングに用いることができ、特に、本明細書で述べた技術を用いて、集積回路チップへの取り付けのためにはんだボールのアレイを作製することができる。チップ設計は、例えば、グラフィカル・コンピュータ・プログラミング言語で作成し、コンピュータ記憶媒体（ディスク、テープ、物理的ハード・ドライブ、又はストレージ・アクセス・ネットワークにおけるような仮想ハード・ドライブなど）内に格納することができる。設計者がチップ、又はチップを製造するためのフォトリソグラフィック・マスクを製造しない場合、該設計者は、物理的手段によって（例えば、設計を格納する記憶媒体のコピーを提供することによって）、又は電子的に（例えば、インターネットによって）、結果物としての設計をそうしたエンティティに直接又は間接的に伝送することができる。次に、格納された設計は、例えば、フォトリソグラフィック・マスクの製造のための、グラフィック設計システムＩＩ（ＧＤＳＩＩ）のような適切な形式に変換することができ、これは典型的には、ウェハ上に形成される当該チップ設計の複数のコピーを含む。フォトリソグラフィック・マスクは、エッチングされる又は他の方法で処理されるウェハ（及び／又はその上の層）の領域を定めるために使用することができる。
【００７１】
結果として得られる集積回路チップは、生ウェハの形態で（すなわち、多数のパッケージされていないチップを有する単一のウェハとして）、ベア・ダイとして、又はパッケージされた形態で、製造業者により流通させることができる。後者の場合、チップは、単一のチップ・パッケージ（マザーボード又は他のより高いレベルのキャリアに取り付けられたリード線を有するプラスチック製キャリアのような）、又は、マルチチップ・パッケージ（片面若しくは両面の相互接続部、又は埋め込まれた相互接続部を有するセラミック製キャリアのような）内にマウントされる。いずれにせよ、その後、チップは、（ａ）マザーボードのような中間製品、又は（ｂ）最終製品のいずれかの部品として、他のチップ、別個の回路素子、及び／又は他の信号処理デバイスと統合される。最終製品は、玩具及び他の低価格用途から、ディスプレイ、キーボード又は他の入力デバイスと中央処理装置とを備えた高度なコンピュータ製品にわたる、集積回路チップを含むあらゆる製品とすることができる。本明細書で述べられる技術は、チップをチップ若しくは３Ｄ用途のためのチップ・スタック上に、チップをウェハ上に、チップをパッケージ上に、又はパッケージをパッケージ上に相互接続するのに用いることができる。
【００７２】
上述した本発明の例示的な実施形態は、多数の異なる方法で実施できることが認識され、理解されるべきである。本明細書で提供される本発明の教示が与えられれば、当業者は、本発明の他の実施を企図することができるであろう。
【００７３】
本発明の例証的な実施形態が、添付図面を参照してここに説明されたが、本発明はそれらの正確な実施形態に限定されるものではなく、当業者であれば、本発明の範囲及び趣旨から逸脱することなく、種々の他の変更及び修正をなし得ることを理解すべきである。
【符号の説明】
【００７４】
１０２、１００８、２００６、２０２０：マスク
１０４：貫通孔

１０６、１００２、４００２、６００２、７００２、８０８１、８０８３：基板
１０８、１００６、４００６、５００６、６００６、７００６、８００６：パッド
１１０、７０７１：はんだ構造体
１１２：充填ヘッド
１１４：はんだ
１１６：順応性材料
１００４、４００４、６０５１、７００４：はんだレジスト
２００２：粘着性フラックス
２００４：フラックス部分
２００８、４０１６：はんだボール
３００４：ピール・ローラ
４０１６、８０７１：はんだバンプ（はんだボール）
５０３１、５０３７：リザーバ
５０３３、５０３９：主部分
６０５５、６０５７：トレンチ

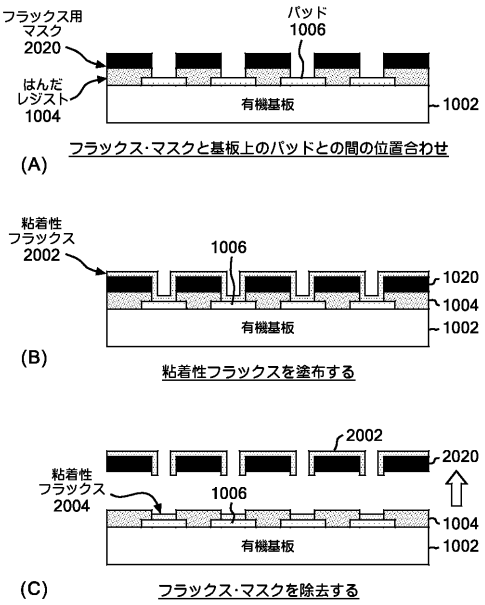
【図１】



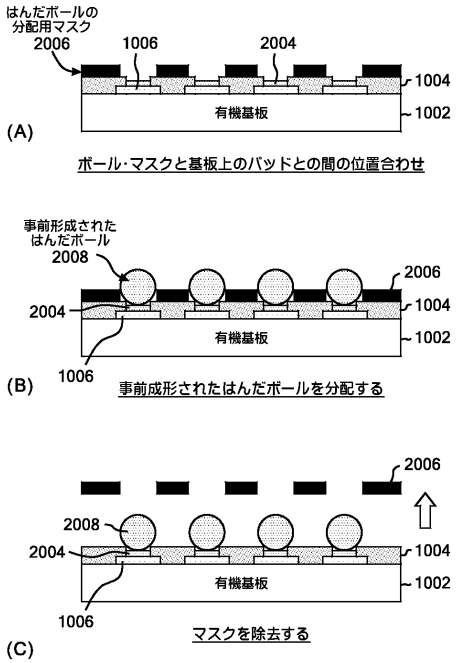
【図２】



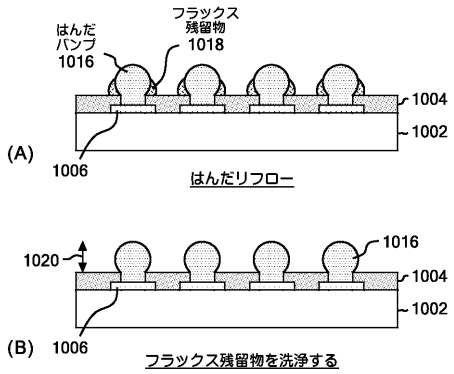
【図３】



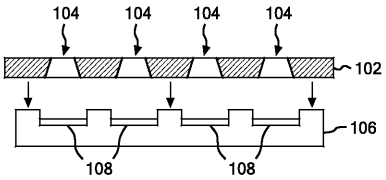
【図４】



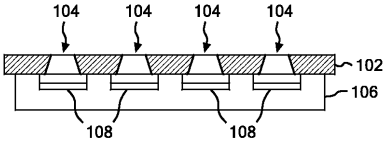
【図５】



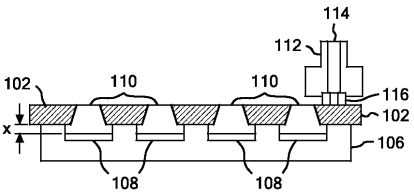
【図６】



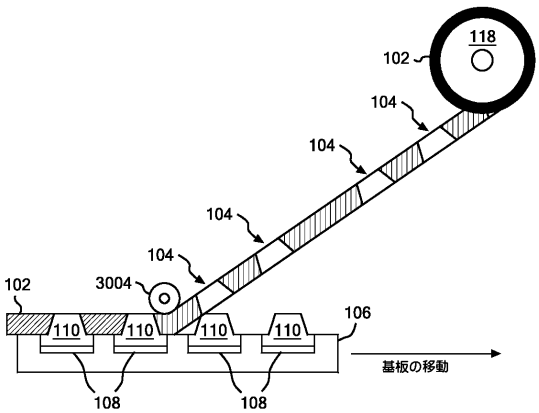
【図７】



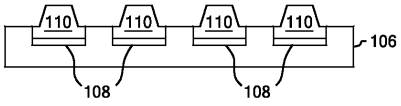
【図８】



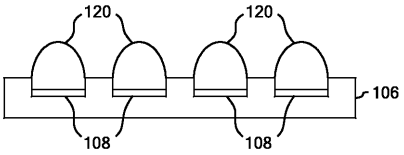
【図９】



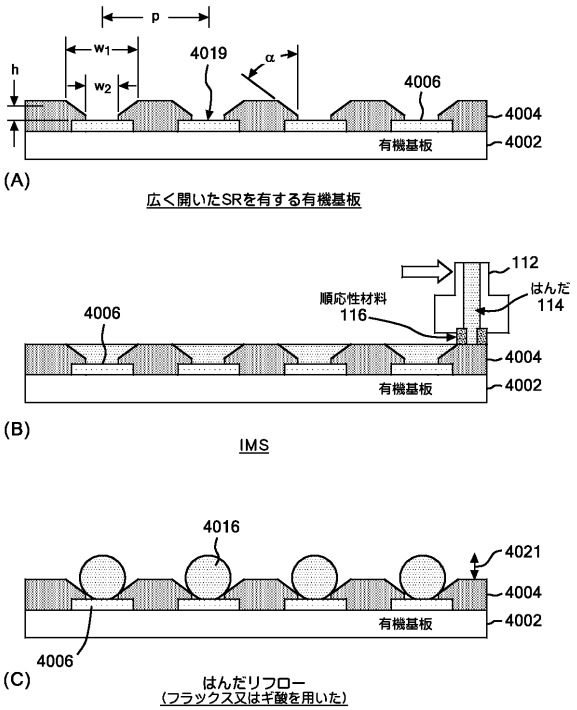
【図１０】



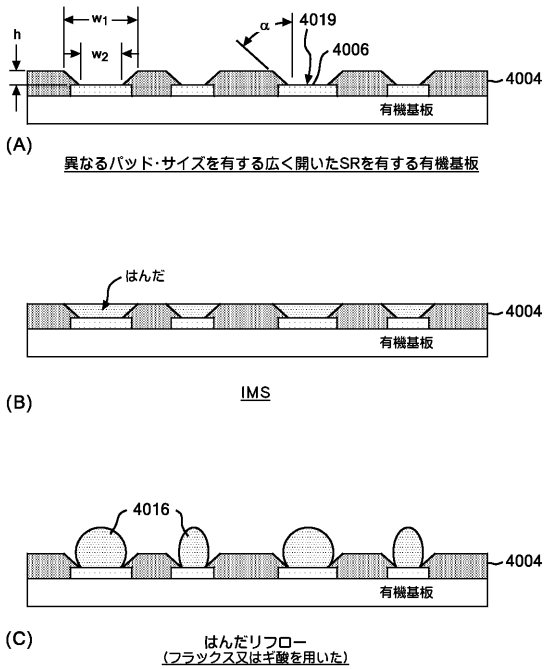
【図１１】



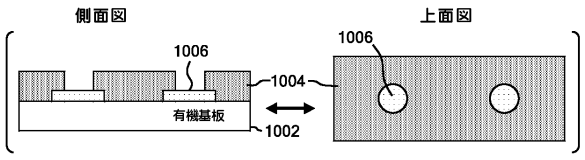
【図１２】



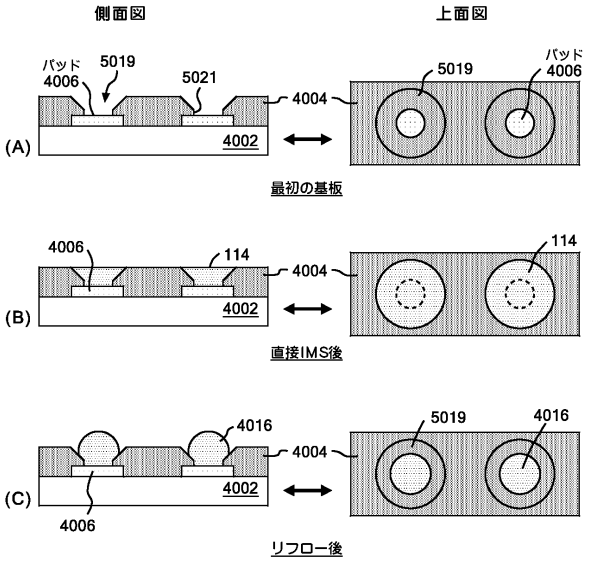
【図１３】



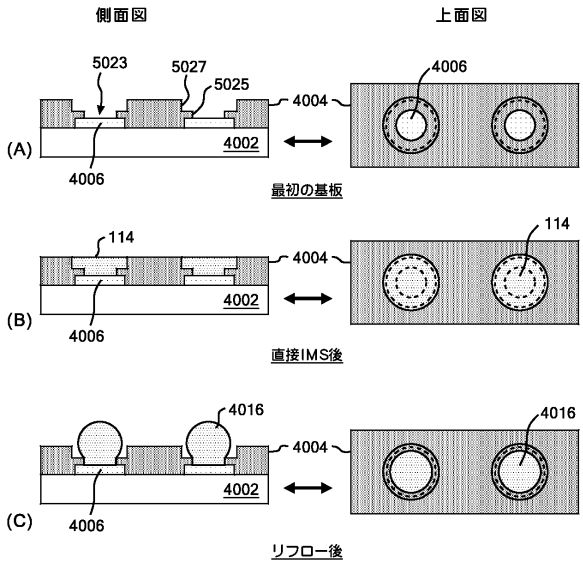
【図１４】



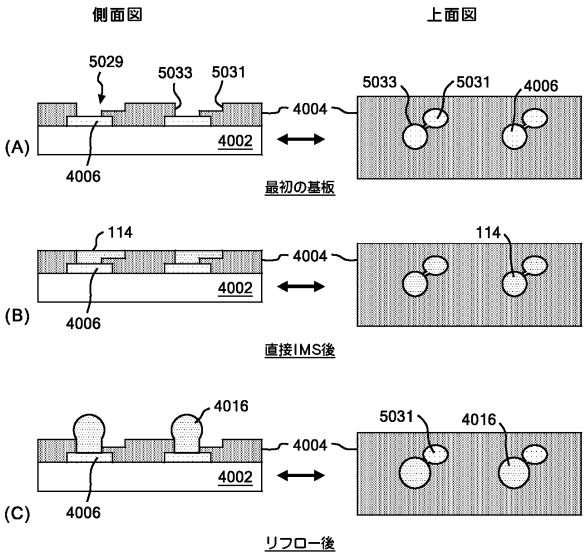
【図１５】



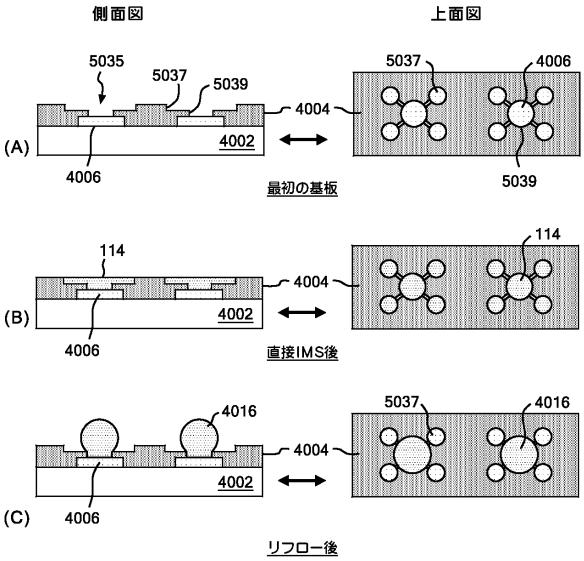
【図１６】



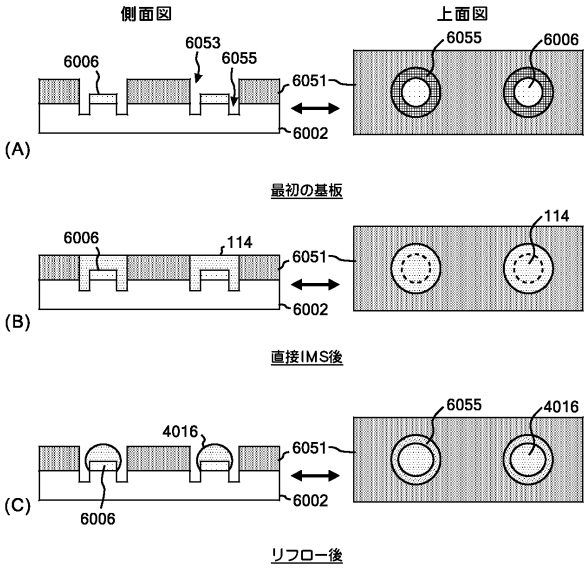
【図１７】



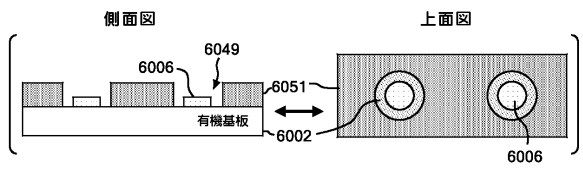
【図１８】



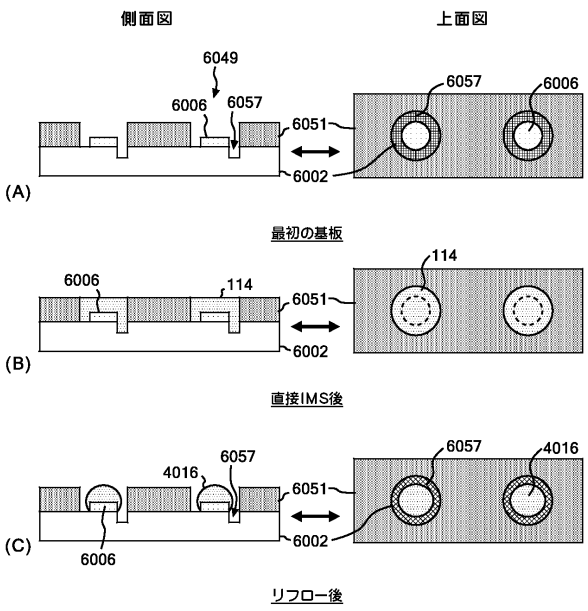
【図２０】



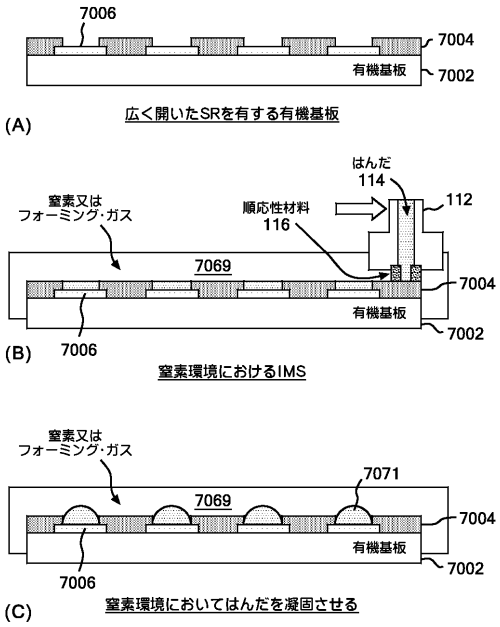
【図１９】



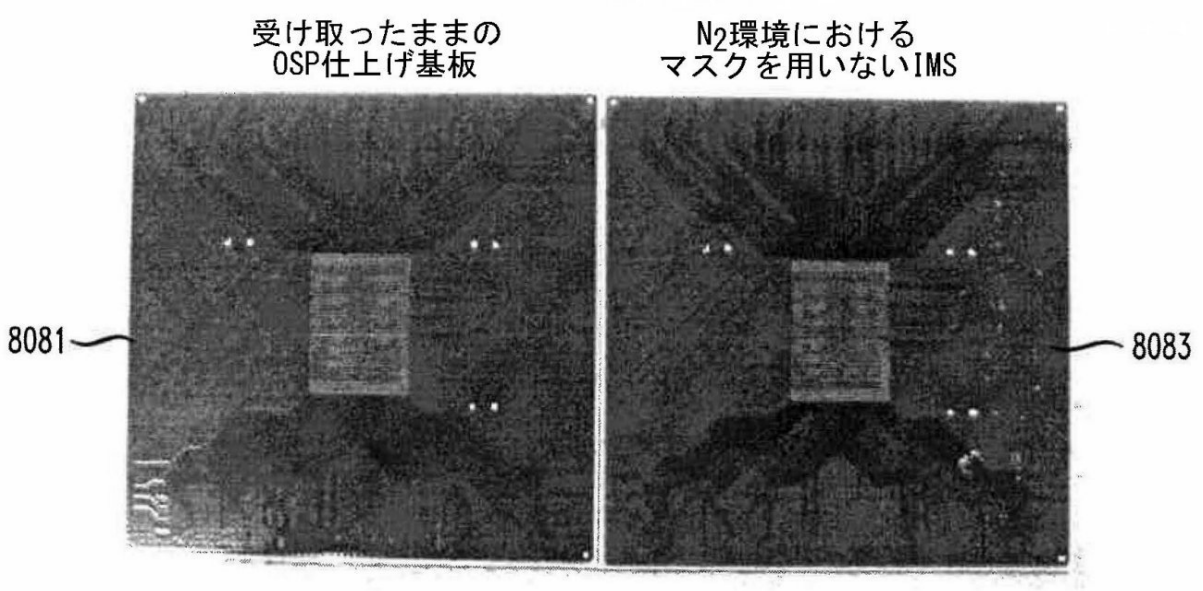
【図２１】


側面図
上面図
6049
6006
6057
6006
6051
6002
(A)
最初の基板
6006
114
6051
6002
(B)
直接IMS後
4016
6057
6057
4016
6051
6002
6006
(C)
リフロー後

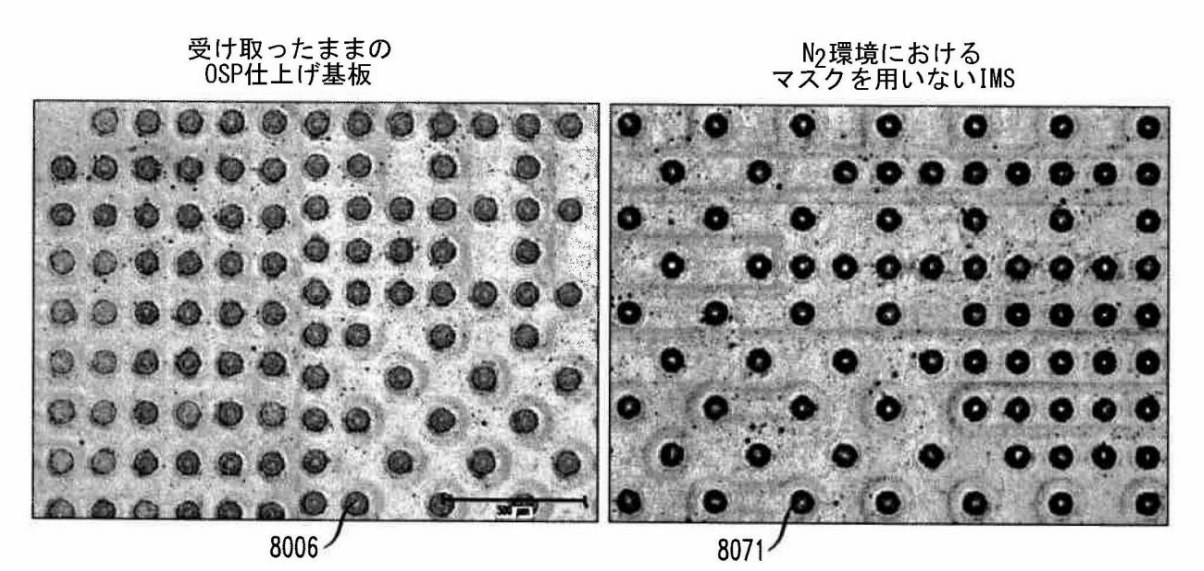
【図２２】


7006
7004
有機基板
7002
(A)
広く開いたSRを有する有機基板
はんだ
114
112
窒素又は
フォーミング・ガス
順応性材料
116
7069
7004
有機基板
7002
7006
(B)
窒素環境におけるIMS
窒素又は
フォーミング・ガス
7071
7069
7004
有機基板
7002
7006
(C)
窒素環境においてはんだを凝固させる

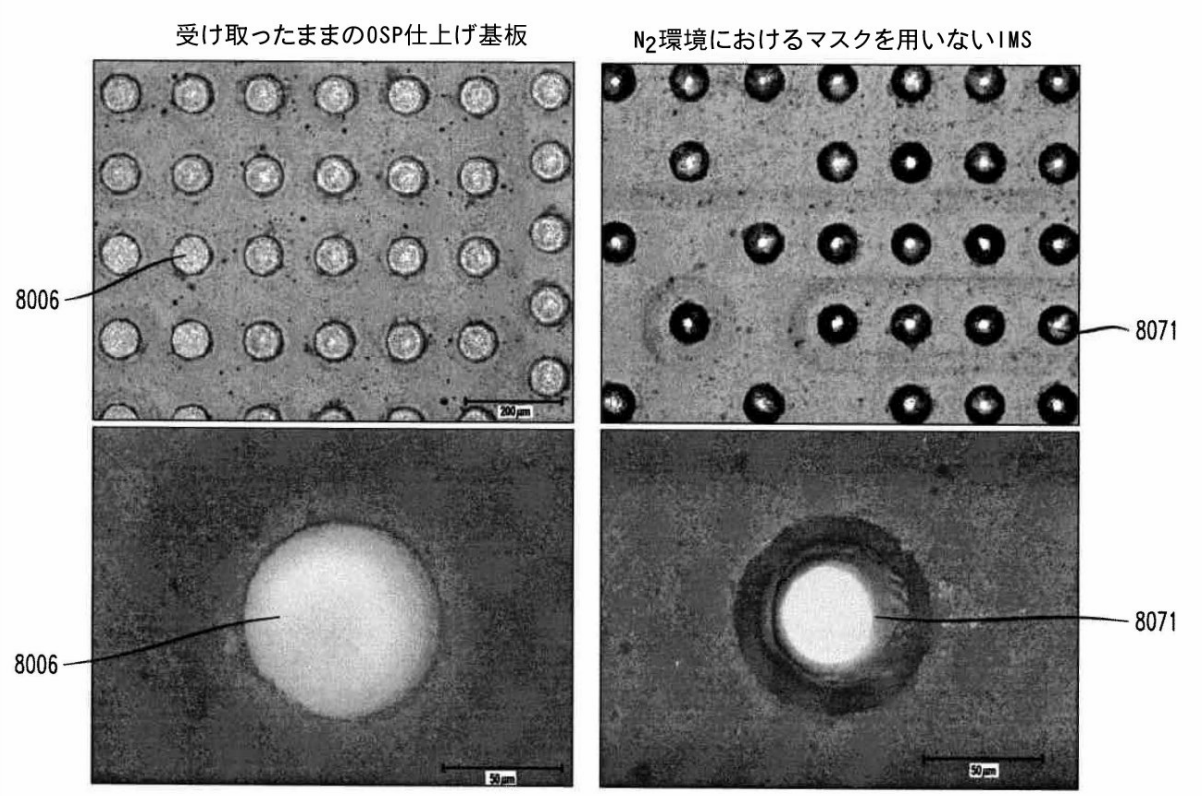
【図２３】


受け取ったままの
OSP仕上げ基板
N2環境における
マスクを用いないIMS
8081
8083

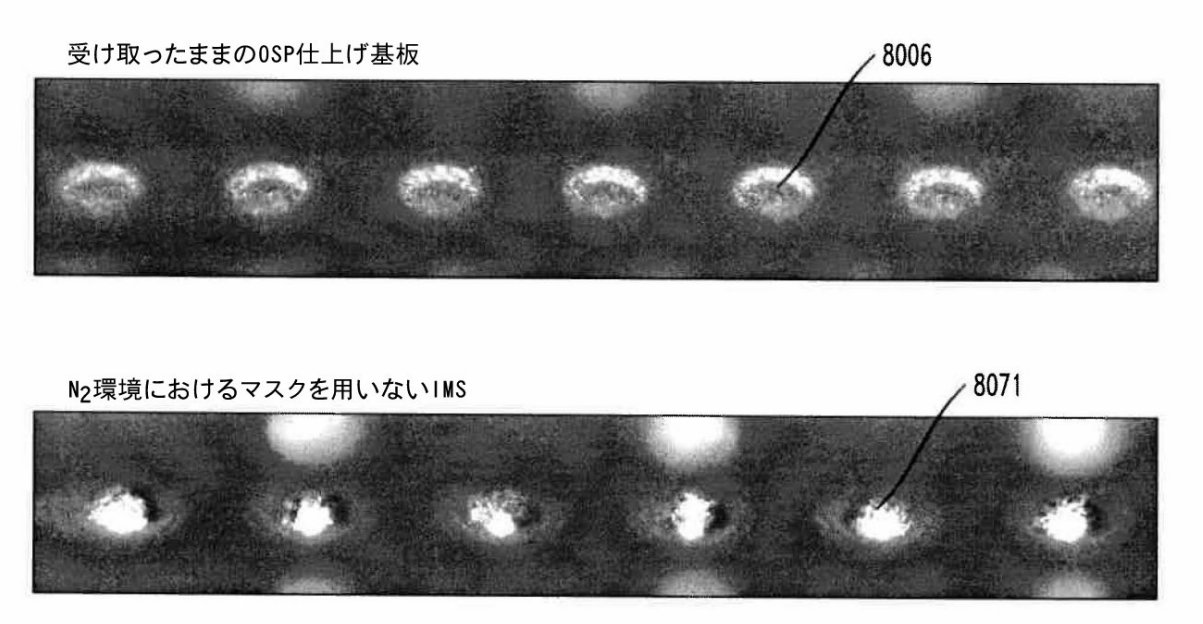
【図２４】


受け取ったままの
OSP仕上げ基板
N2環境における
マスクを用いないIMS
8006
8071

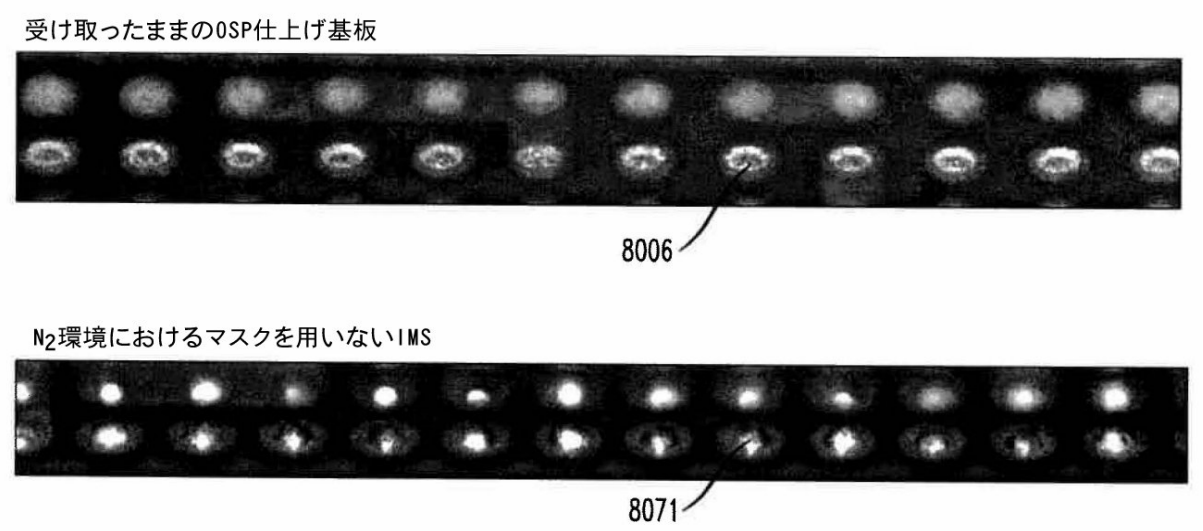
【図２５】


受け取ったままのOSP仕上げ基板
N2環境におけるマスクを用いないIMS
8006
8071
8006
8071

【図２６】


受け取ったままのOSP仕上げ基板
8006
N2環境におけるマスクを用いないIMS
8071

【図２７】


受け取ったままのOSP仕上げ基板
8006
N2環境におけるマスクを用いないIMS
8071

フロントページの続き

(72)発明者 グルーバー、ピーター、エー
アメリカ合衆国 １０５９８ ニューヨーク州 ヨークタウン・ハイツ ルート１３４ キチャワン ロード １１０１ アイ・ビー・エム ティー・ジェイ・ワトソン・リサーチ・センター
(72)発明者 ローロ、ポール、エー
アメリカ合衆国 １０５９８ ニューヨーク州 ヨークタウン・ハイツ ルート１３４ キチャワン ロード １１０１ アイ・ビー・エム ティー・ジェイ・ワトソン・リサーチ・センター
(72)発明者 ナー、ジェイ－ウォング
アメリカ合衆国 １０５９８ ニューヨーク州 ヨークタウン・ハイツ ルート１３４ キチャワン ロード １１０１ アイ・ビー・エム ティー・ジェイ・ワトソン・リサーチ・センター

審査官 小川 将之

(56)参考文献 特開平０１－１６１８５０（ＪＰ，Ａ）
特開２００９－０４４１５０（ＪＰ，Ａ）
特開２００９－１３５２４１（ＪＰ，Ａ）
特開２００９－１８８２６４（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－２４１７５６（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－２９４９５４（ＪＰ，Ａ）
特開２００９－２３９２２４（ＪＰ，Ａ）
特許第２７８８６９４（ＪＰ，Ｂ２）
特開平０６－２６７９６４（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－１４５１７３（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－１０３９２８（ＪＰ，Ａ）
特開２００９－１７０８９２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｌ ２１／６０
Ｈ０１Ｌ ２３／１２