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

特許第4416574号
(P4416574)

(45)発行日　平成22年2月17日(2010.2.17)　(24)登録日　平成21年12月4日(2009.12.4)

(51)Int.Cl.　F I
H01L 21/60 (2006.01)　H01L 21/92 602G
H01L 21/92 603A
H01L 21/92 604A

請求項の数 5　(全 11 頁)

(21)出願番号　特願2004-169982(P2004-169982)
(22)出願日　平成16年6月8日(2004.6.8)
(65)公開番号　特開2005-353670(P2005-353670A)
(43)公開日　平成17年12月22日(2005.12.22)
審査請求日　平成19年5月31日(2007.5.31)

(73)特許権者　000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
(74)代理人　100090538
弁理士　西山　恵三
(74)代理人　100096965
弁理士　内尾　裕一
(72)発明者　赤池　正剛
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号キヤノン株式会社内
(72)発明者　小野　治人
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号キヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】基板の製造方法及び接合方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
面心立方晶金属からなり、バンプ上部の表面の表面積よりもバンプ側面の表面積が大きく、前記バンプ上部の表面中央部に溝が形成された電極バンプがメッキにより形成された基板を用意する工程と、
前記電極バンプを上部から平板で押圧し、前記電極バンプの上部の表面を半球面化する工程と、を備えたことを特徴とする電極バンプが形成された基板の製造方法。
【請求項２】
前記面心立方晶金属が、Ａｕ、Ａｌ、Ｃｕ、Ｓｎ又はこれらの合金の何れかであることを特徴とする請求項１記載の製造方法。
【請求項３】
前記電極バンプを平板で押圧する工程の後に、前記電極バンプが形成された基板を熱処理することを特徴とする請求項１記載の製造方法。
【請求項４】
前記電極バンプの半球面化する工程は、前記電極バンプの側面から転移線が抜け出ることによって、前記バンプが塑性変形し、該塑性変形は、前記バンプ側面が前記バンプ中央部よりも大きいことを特徴とする請求項１記載の製造方法。
【請求項５】
面心立方晶金属からなり、バンプ上部の表面の表面積よりもバンプ側面の表面積が大きく、前記バンプ上部の表面中央部に溝が形成された電極バンプがメッキにより形成された

基板と、パッドが形成された基板を用意する工程と、
前記電極バンプが形成された基板と前記パッドが形成された基板とを相対向し、前記両基板を押圧することにより、前記電極バンプと前記パッドとを接合する工程とを備え、
前記電極バンプと前記パッドとの接合の前に、前記電極バンプを上部から平板で押圧し、前記電極バンプの上部の表面を半球面化する工程を備えることを特徴とする電極バンプが形成された基板の接合方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は基板に設けた微小な（マイクロ）電極同士、すなわちバンプとパッド間の電極同士の接合を基板間の接合で行う方法及び構造に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
近年、ＭＥＭＳ（Ｍｉｃｒｏ－Ｅｌｅｃｔｒｉｃ－Ｍｉｃｒｏ－Ｓｙｓｔｅｍ）の多機能化と小型軽量化にともなって、素子自体が複雑化しており製作が困難になってきている。このため、電子回路とＭＥＭＳをそれぞれ異なる基板に作製し、この後両基板の配線電極同士を電気的に接合し、同時に両基板を一体化する必要性が高まっている。
【０００３】
しかしながら、基板間の接合において、両基板に形成した微小な多数の電極同士を全て同時に接合することは困難であった。
【０００４】
特許文献１において、面実装型半導体パッケージングとして半田ボールから成るバンプ、及びこのバンプ上面に粒状の高融点金属を散在させたバンプを対向バンプ間で押圧し、粒状金属でバンプ表面の酸化膜を突き破り、加熱によって該バンプ間を接合している。
【０００５】
さらに、特許文献２において錫／鉛共晶はんだを窒素雰囲気リフロー炉内でリフローしてバンプを半球面状に形成し、接合用バンプとして用いている。
【特許文献１】特開平９－１６７７７３号
【特許文献２】特開平１１－１６３０３６号
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
しかしながら、上述した特許文献１に開示している低融点金属のＩｎボールを用いているため、半球状のバンプを形成することは容易であり、かつバンプとパッド間の接合をＩｎ－Ｐｄ－Ａｕの合金化によって確実に接合できるとしているが、Ｉｎを一旦溶融して半球状のバンプを形成しているため微細寸法のバンプを形成することは容易ではなく、さらに加熱下で接合することは接合後室温までの降温過程で被接合体間の線膨張係数差に起因する内部応力による歪を生じ、寸法精度に影響を及ぼすことも考えられる。
【０００７】
さらに、上述した特許文献２に開示している軟質はんだ合金を用いたバンプ形成も半球状のバンプを加熱溶融手段で形成しているので、特許文献１と同様に微細寸法のバンプを形成することは容易ではなく、さらにバンプ／パッド間の接合も加熱下で行うため線膨張係数差に起因する歪を生じ、寸法精度に影響を及ぼすことも考えられる。
【課題を解決するための手段】
【０００８】
そこで、本発明は、面心立方晶金属からなり、バンプ上部の表面の表面積よりもバンプ側面の表面積が大きく、前記バンプ上部の表面中央部に溝が形成された電極バンプがメッキにより形成された基板を用意する工程と、前記電極バンプを上部から平板で押圧し、前記電極バンプの上部の表面を半球面化する工程と、を備えたことを特徴とする電極バンプが形成された基板の製造方法を提供するものである。

【発明を実施するための最良の形態】
【０００９】
本発明は配線基板の回路端子にメッキにより形成したＡｕバンプを押圧板で押圧力を印加する。これによって該バンプ側面から材料固有のすべり系の中で降伏セン断応力より大きなセン断応力の作用するすべり系で転移線を介してすべり変形が生じ、そして該転移線が該バンプ側面及び表面から抜け出る毎に塑性変形が進行する。このため、アスペクト比の大きいバンプの場合、バンプ側面で最も表面積が大きく、転移線は該バンプ側面から抜け出やすく、そしてこのため塑性変形が生じ易くなる。逆にバンプ表面から距離のあるバンプ中央部は、転移線が抜け難いため大きな塑性変形を生じ難く、弾性変形が支配的になる。従って、該バンプに作用していた該押圧力を除去した時、塑性変形はバンプ側面で大きく、逆に該バンプ中央部で小さい。上記から、結果として該バンプは半球面状に形成されることになる。
【００１０】
そして該押圧過程で、バンプ表面の凹凸を及びバンプ中央部に作製上余儀なくされた窪み溝を平坦・平滑化することができる。
【００１１】
上記方法によって、バンプ表面を平滑化し及び半球面化した後、該塑性変形過程で加工硬化したバンプを熱処理により軟化させることから、本接合時に該バンプの塑性変形能を大きくすることができる。
【００１２】
そしてバンプとパッドを接触させ、該バンプと該パッド間に押圧力を印加することによって、加熱することなく室温で常温接合を行うことができる。このためバンプを溶融することなく、かつ線膨張係数差に起因する歪を発生することなく、効果的に接合することができる。
【００１３】
さらに、常温接合過程において、荷重印加時、バッドとバンプ間の接触は該バンプ半球面の凸部で開始し、印加荷重の増加と共に次第に該バンプの半径方向へと進んでいき、この過程で接合が生じる。
【００１４】
このため、バンプ中央部での非接合部を排してバンプ全面での接合を可能にすることから、大きな接合強度を得ることができる。
【００１５】
以下に本発明をより具体的に説明する。
【実施例１】
【００１６】
図１、図２、図３、図４、図５、図６、図７、図８は本発明の特徴を良く表す図面であり、同図において、１は一方のＳｉ基板、２は一方のＳｉ基板１に形成したＳｉ酸化膜からなる絶縁膜、３は絶縁膜２の上に形成したＡｌからなる電気的な配線、４は絶縁膜２及び配線３の一部の上に形成した絶縁体からなるパッシベイション膜、５は配線３と電気的に結合しているＡｕからなるバンプ、６はＡｕバンプ５の上部にＡｕメッキによって発生を余儀なくされた溝、７はバンプ５の上部のバンプ表面、８はバンプ５の上部を押圧するための押圧板、９は押圧板に作用する印加荷重、１０は押圧板８を押しこんだ後、押圧板を除去するための除去荷重、１１は他方のＳｉ基板、１２は他方のＳｉ基板１１上に形成したＡｕからなる電極としてのパッド、１４はバンプ５を押圧板８で印加荷重９で押し込んだ時に転移線を介して結晶面ですべりを伴った塑性変形が生ずるすべり面を示したものである。
【００１７】
次に上記構成において、Ａｕメッキによって形成したバンプ５は、図１に見るように該Ａｕメッキ工程において、パッシベイション膜４の厚さから配線３の厚さを差し引いた厚さに相当する深さの溝６の発生を余儀なくされるので、まずバンプ５上に図２に見るよう

に平板から成る押圧板８を介して印加荷重９を印加する。そして、該印加荷重９をさらに増加していくと、図３に見るようにバンプ５は次第に塑性変形を増す。拘束を受けていないバンプ５の側面表面から、材料内部のすべり面で発生した転移線が抜け易く、該転移線が抜け出る時に塑性変形が生ずる。Ａｕから成るバンプ５は面心立法晶であることから、塑性変形の生ずるすべり系は４つの等価な面｛１１１｝と及び３つの等価なすべり方向＜１１０＞であることからユニットセル当たり１２のすべり系があり、セン断応力によって生じたすべり系を有する結晶面でのすべり面１４（図４）のすべりによって、該バンプ５は印加荷重方向に対して直角な方向、すなわちバンプ５の半径を大きくするように塑性変形し、同時に印加荷重方向に対して平行な方向、すなわちバンプ５の高さを短くする方向に大きく塑性変形する。バンプ５において、材料内部で発生した転移線は表面積の大きい側面から抜け出易いことから、該側面近傍での塑性変形能は大きく、逆に該バンプ５の体表面から距離のある内部に行くに従って、すなわち中心部付近に行くに従って、転移線は抜け出にくくなり、塑性変形が困難に成る。

【００１８】

従って上記理由から、図５に見るように押圧板１０を除去した時、該バンプ５のバンプ表面７は周辺よりも、比較的弾性変形の多い中心部で弾性歪を回復することになり、結果として図６に見るように弾性歪の回復量の比較的多いバンプ５の中心部で塑性変形量が少ない、逆に該バンプ５の周辺部で塑性変形量が大きい形状に形成される。すなわち半球面化したバンプ形状に形成される。

【００１９】

上記過程を経た後、一方の基板１は塑性変形によって加工硬化したバンプ５を歪取り熱処理により軟化させる。そして、図７に見るように他方の基板に形成したＡｕパッド１２と一方の基板のバンプ５の半球面化した表面７を相対向し、印加荷重９を印加することにより、室温においてバンプ５とパッド１２は強固に接合する（図８）。

【００２０】

本実施例において、Ａｕからなる５０μｍ角及び高さ１５μｍのバンプ５を半球面化するためにＳｉ基板８で該バンプ５を印加応力３００Ｍｐａで押圧し、この後２５０℃、１時間歪取り熱処理したところバンプ表面７は曲率半径で約３０μｍの半球面状に形成された。さらに該半球面化したサンプルを熱処理したところビッカース硬度約６０以下にすることができた。この半球面化した該バンプ５とＡｕパッド１２との間を常温接合したところ、室温で良好な接合が得られ、この後引張実験したところ約１４０Ｍｐａの大きな破断応力を有する接合力を得た。

【００２１】

本実施例において、該バンプのアスペクト比は０．３であったが、望ましくはバンプの側面から該転移線が抜け出やすいアスペクト比０．５以上を有するバンプ形状が望ましい。

【００２２】

本実施例においては、バンプ５として塑性変形の大きな材料であれば良く、例えばすべり系の多い面心立方晶金属が望ましく、好ましくは大気中において酸化膜を有しないＡｕであり、この他にも、例えばＡｌ、Ｃｕ、Ｓｎであっても良い。

【実施例２】

【００２３】

図９、図１０、図１１、図１２、図１３、図１４は本発明の特徴を良く表す図面であり、同図において、１は一方のＳｉ基板、２は一方のＳｉ基板１に形成したＳｉ酸化膜からなる絶縁膜、３は絶縁膜２の上に形成したＡｌからなる電気的な配線、４は絶縁膜２及び配線３の一部の上に形成した絶縁体からなるパッシベイション膜、５は配線３と電気的に結合したＡｕからなるバンプ、７は押圧板８で印加荷重９で押圧することによって形成したバンプ５の上部のバンプ表面、８はバンプ５の上部を押圧するための押圧板、９は押圧板に作用する印加荷重、１１は他方のＳｉ基板、１２は他方のＳｉ基板１１上に形成したＡｕからなる電極としてのパッドである。

【００２４】
次に上記構成において、Ａｕメッキによって多数同時に形成されたバンプ５は、実施例１で述べたようにバンプ５の形成時にＡｕメッキ工程で上表面で溝形成を余儀なくされることから、まず押圧板８をバンプ５上に載置し、印加荷重９を加える。この荷重印加過程でバンプ５は実施例１で述べたように半球面状になる。この半球面状化現象はバンプ５の個数に関係なく生じ、単数のバンプ５においても、複数のバンプ５においても全てのバンプで同時に、かつ同様に生ずる。押圧板８を荷重印加する工程でバンプ５は実施例１で述べたのと同様に半球面化し、そして同時に平滑化され、図１１に見るようにバンプ５の高さをほぼ均一化できる。しかしながら、本実施例における我々の行った実験においては、複数のバンプ５を平板からなる押圧板を用いて印加荷重９で押圧した場合、全面に渡って均一な高さではなく、基板１の中心部にあるバンプ５の高さは大きく、基板１の周縁部に進むに従って、すなわち半径方向に進むに従って該バンプ５の高さは次第に小さくなる。しかしながら、該バンプ５のバンプ表面７は半球面状に形成され、かつ同時に最表面層は平滑化された。そして、他方の基板１１にパッド１２を形成し、この後、図１４に見るように基板１１に印加荷重９を加えたところ強固な基板間の電極間接合が生じた。
【００２５】
本実施例において、２０４８個の複数からなるバンプ５を平板状押圧板で荷重印加したところ全てのバンプで半球面状に変形した。この後、この半球面状に変形したバンプ５を有すＳｉ基板１を、２５０℃、１時間歪取りの熱処理を行い、この後Ａｒイオンプラズマエッチングによって両接合表面、すなわちバンプ５及びパッド１２の接合表面を洗浄し、この後図１４に見るように室温で印加荷重９を加えたところ、バンプ５を有するＳｉ基板１及びパッド１２を有するＳｉ基板１１は強固に接合した。
【００２６】
本実施例において、バンプ５は２０４８個であり、寸法においては１９μｍ角の矩形断面、高さ１５μｍであり、半球面化のために印加荷重９を印加したとき、全てのバンプ５のバンプ表面７は約３０μｍの曲率半径を有する半球面状に形成されていた。同時に溝６の残留もなく平滑なバンプ表面７を得ることができた。
【００２７】
尚、本実施例において、バンプの断面形状は矩形であったが、この他にも例えば円形状、多角形状で良い。
【実施例３】
【００２８】
図１５、図１６、図１７、図１８、図１９、図２０、図２１、図２２、図２３は本発明の特徴を良く表す図面であり、同図において、１は一方のＳｉ基板、５は一方の基板１の配線（図示なし）と電気的に結合したＡｕからなるバンプ、８はバンプ５の上部を押圧するための押圧板、９は押圧板に作用する印加荷重、１３は基板１に形成した補助バンプ、１５はバンプ１３の高さを調整するために用いる押圧板である。
【００２９】
次に上記構成において、Ａｕメッキによって多数同時に形成されたバンプ５及び補助バンプ１３は、高さが一定でなく凹凸に富んでいるため、まず始めに図１６に見るように押圧板１５を用いて印加荷重９で押圧して必要とする高さまで押し込む（図１７）。そしてこの後、図１８に見るように、バンプ５の上に押圧板８を載置して印加荷重９で押し込んで行き、予め必要とする高さまで高さ調整した補強バンプ１３の高さに到達した時、該印加荷重９の押し込みを停止する（図１８）。この高さ調整工程によって、図１９に見るようにバンプ５の高さは補助バンプ１３の高さに成形される。さらに、図２０に見るように該補助バンプ１３を該補強バンプ１３の上に押圧板１５を載置し、印加荷重９で押し込んで行き、他方の基板１１のパッド１２と一方の基板１のバンプ５の接合時に塑性変形するバンプ５の高さよりも、予め低くなるまで押し込む（図２１）。そして、実施例１及び実施例２と同様にＡｒイオンプラズマによって各接合表面を清浄し、この後一方の基板１のバンプ５と他方の基板１１のパッド１２が相対向する位置に整合し、そして重畳し、この

後室温においてＳｉ基板１とＳｉ基板１１の両Ｓｉ基板の両側から印加荷重９を印加押することによってパッド１２とバンプ５を接合した。

【００３０】

本実施例において、メッキによって作製したバンプ５と補助バンプ１３の高さは何れも高さ約１５μｍあり、補助バンプを用いて上記のようにバンプ５の高さを約１３μｍに高さ調整し、この後さらに該補助バンプ１３の高さを上記方法で５μｍに調整し、そして予めパッド１２とバンプ５の両表面をＡｒイオンプラズマエッチングにより洗浄し、さらに該両表面を常温接合したところ、強固に接合した。この後、接合強度試験を行ったところ、引張破壊強度１８０Ｍｐａの大きな接合強度を得た。尚、破面観察したところ、バンプ５とパッド１２は全てに渡って接合されていた。そして、Ｓｉ基板１とＳｉ基板１１に形成した引き出し電極（図示なし）を用いて電気的な導通を確認した。

【００３１】

以上説明したように本発明は、一方の基板の配線上にメッキによって形成した複数の電極バンプを平板からなる押圧板で押圧することによって、微少な凹凸及びバンプ上部の表面に形成を余儀なくされた溝を平滑化し、かつ該押圧過程によって生ずる塑性変形はバンプの半径方向に進むに従って増して行き、そして該塑性変形により該バンプ上部の表面を半球面化し、同時に平滑化し、この後歪取り熱処理によって該バンプを軟化させ、該両接合表面をＡｒイオンプラズマエッチングによって清浄化し、この後一方のＳｉ基板のバンプと他方のＳｉ基板のパッド間の常温接合において、該バンプと該パッドの接合時の接触は該バンプの半球面状の中心部でまず開始し、次第に該バンプの半径方向へと進んでいき、この過程で該バンプの塑性変形は進行し、同時に接合が行われるため、該バンプ全面に渡って強固に接合が行われる。本接合は室温で行う常温接合であるため、線膨張係数の異なる基板間の接合も可能になる。

【図面の簡単な説明】

【００３２】

【図１】本発明の実施例１の基板間電極間接合方法及び構造を説明する図である。

【図２】本発明の実施例１の基板間電極間接合方法及び構造を説明する図である。

【図３】本発明の実施例１の基板間電極間接合方法及び構造を説明する図である。

【図４】本発明の実施例１のバンプ電極を平板で押圧する時、図３におけるバンプ電極側面Ａ部の拡大図である。

【図５】本発明の実施例１の基板間電極間接合方法及び構造を説明する図である。

【図６】本発明の実施例１の基板間電極間接合方法及び構造を説明する図である。

【図７】本発明の実施例１の基板間電極間接合方法及び構造を説明する図である。

【図８】本発明の実施例１の基板間電極間接合方法及び構造を説明する図である。

【図９】本発明の実施例２の基板間電極間接合方法及び構造を説明する図である。

【図１０】本発明の実施例２の基板間電極間接合方法及び構造を説明する図である。

【図１１】本発明の実施例２の基板間電極間接合方法及び構造を説明する図である。

【図１２】本発明の実施例２の基板間電極間接合方法及び構造を説明する図である。

【図１３】本発明の実施例２の基板間電極間接合方法及び構造を説明する図である。

【図１４】本発明の実施例２の基板間電極間接合方法及び構造を説明する図である。

【図１５】本発明の実施例３の基板間電極間接合方法及び構造を説明する図である。

【図１６】本発明の実施例３の基板間電極間接合方法及び構造を説明する図である。

【図１７】本発明の実施例３の基板間電極間接合方法及び構造を説明する図である。

【図１８】本発明の実施例３の基板間電極間接合方法及び構造を説明する図である。

【図１９】本発明の実施例３の基板間電極間接合方法及び構造を説明する図である。

【図２０】本発明の実施例３の基板間電極間接合方法及び構造を説明する図である。

【図２１】本発明の実施例３の基板間電極間接合方法及び構造を説明する図である。

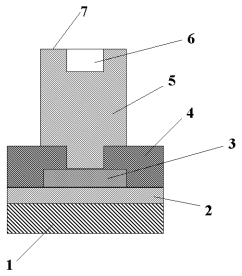
【図２２】本発明の実施例３の基板間電極間接合方法及び構造を説明する図である。

【図２３】本発明の実施例３の基板間電極間接合方法及び構造を説明する図である。

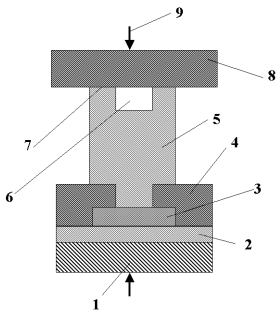
【符号の説明】

【００３３】
１、１１　Ｓｉ基板
２　絶縁体膜
３　配線
４　パッシベイション膜
５　バンプ
６　溝
７　バンプ表面
８、１５　押圧板
９　印加荷重
１０　除去荷重
１２　パッド
１３　補助バンプ
１４　すべり面

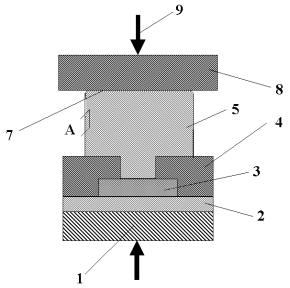
【図１】



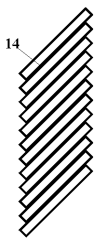
【図２】



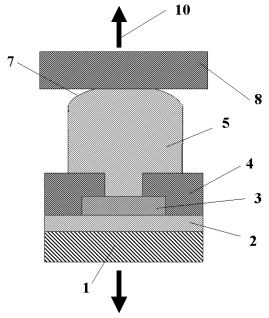
【図３】



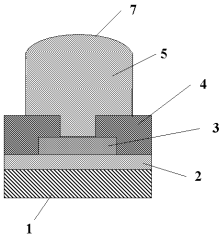
【図４】



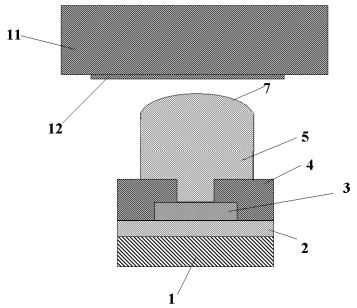
【図５】



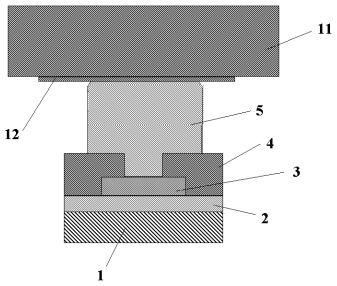
【図６】



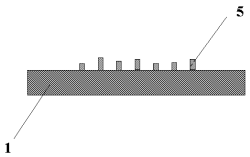
【図７】



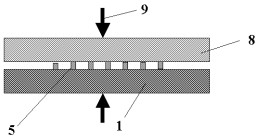
【図８】



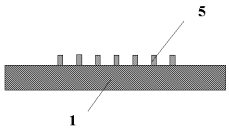
【図９】



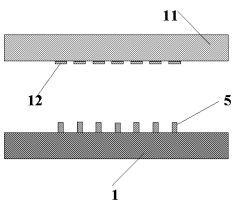
【図１０】



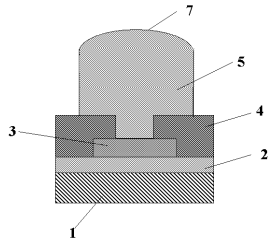
【図１１】



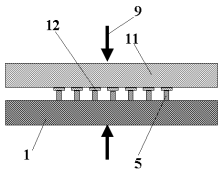
【図１２】



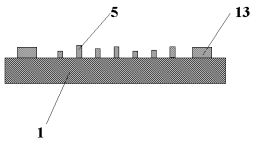
【図１３】



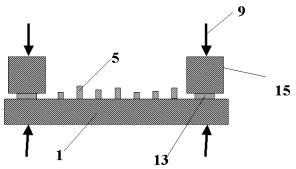
【図１４】



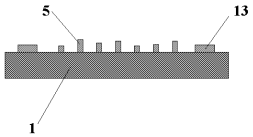
【図１５】



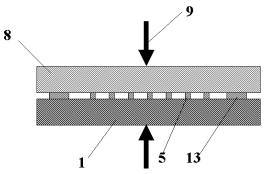
【図１６】



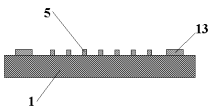
【図１７】



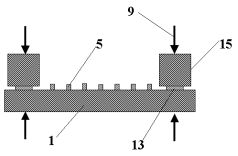
【図１８】



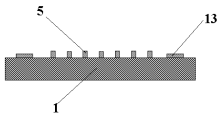
【図１９】



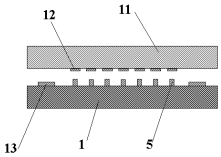
【図２０】



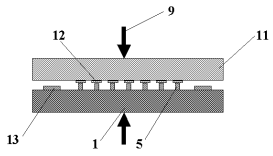
【図２１】



【図２２】



【図２３】



フロントページの続き

(72)発明者　玉森　研爾
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号キヤノン株式会社内

審査官　石野　忠志

(56)参考文献　特開平１１－２９７７６２（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－２７０６３０（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－１６７７７３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｌ　２１／６０