

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 4 月 8 日 (08.04.2004)

PCT

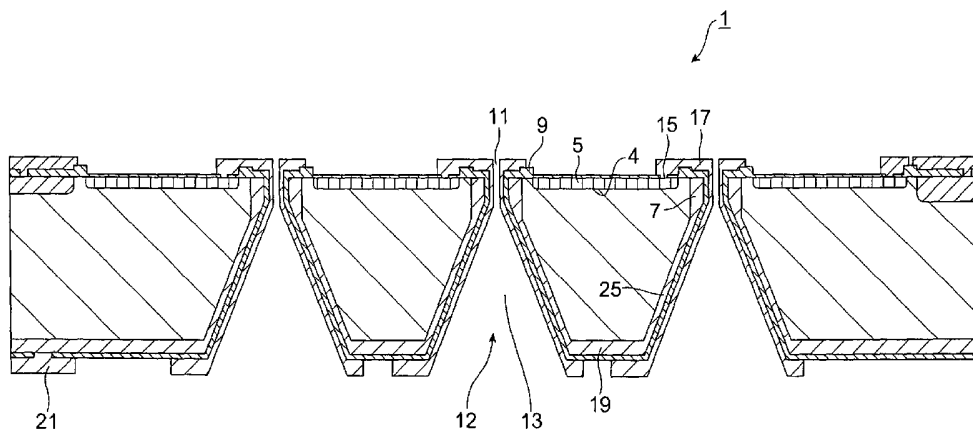
(10) 国際公開番号
WO 2004/030102 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 27/14, 27/146, 31/10 (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA, Yoshiki et al.); 〒104-0061 東京都中央区銀座一丁目10番6号 銀座ファーストビル 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/012163
- (22) 国際出願日: 2003 年 9 月 24 日 (24.09.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-277948 2002 年 9 月 24 日 (24.09.2002) JP
- (71) 出願人: 浜松ホトニクス株式会社 (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) [JP/JP]; 〒435-8558 静岡県浜松市市野町1126番地の1 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者: 柴山 勝己 (SHIBAYAMA, Katsumi); 〒435-8558 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP).
- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

[続葉有]

(54) Title: PHOTODIODE ARRAY AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: フォトダイオードアレイ及びその製造方法



(57) Abstract: A photodiode array is characterized by comprising a semiconductor substrate having a light incidence surface in which an array of plural pn junction photodiodes is formed and the other surface composed of a (100) surface, a through hole so formed in a region between the photodiodes that it penetrates the semiconductor substrate from the light incidence surface to the other surface, and a conductor layer stretching from the light incidence surface to the other surface along the wall of the through hole. The through hole is characterized in that it is formed by connecting a vertical hole portion which is formed in the light incidence surface side as to be generally vertical to the light incidence surface with a quadrangular pyramid-shaped hole portion which is formed in the other surface side within the semiconductor substrate, and in that the wall of the quadrangular pyramid-shaped hole portion is a (111) surface.

(57) 要約: フォトダイオードアレイは、光の入射面側にpn接合型の複数のフォトダイオードがアレイ状に形成され、入射面の反対面が(100)面からなる半導体基板と、フォトダイオード同士に挟まれた領域に形成され、半導体基板の入射面側から反対面側までを貫通した貫通孔と、入射面から貫通孔の壁面を通じて反対面まで連なる導電体層とを備え、貫通孔は入射面側に入射面に対して略垂直に形成された垂直孔部と反対面側に形成された四角錐形状の孔部とが、半導体基板内部で連結されることによって形成されており、四角錐形状の孔部の壁面が(111)面となっていることを特徴とする。



WO 2004/030102 A1



OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される
各 *PCT* ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明細書

フォトダイオードアレイ及びその製造方法

技術分野

【0001】 本発明は、フォトダイオードアレイ及びその製造方法に関する。

5 背景技術

【0002】 CT (computed tomography) 用フォトダイオードアレイは、大面積化が要求されている。フォトダイオードアレイの不感領域をなくすためには、信号処理部を、光の入射面の反対側（裏面側）に配置する三次元実装が必要となる。このためには、貫通配線を用いて入射面側（表面側）に形成した電極を、入射面の反対側（裏面側）に引き廻す必要がある。

【0003】 このような貫通配線を用いた半導体素子は、例えば、下記特許文献1、特許文献2等の開示されている。特許文献1に開示された半導体素子においては、貫通孔を形成するために、アルカリ溶液によるウェットエッチングを用いて基板をエッチングしているため、基板は基板表面に対して54.7°の角度でエッチングされる。

【0004】 特許文献1：特開平5-29483号公報

【0005】 特許文献2：特開平6-177201号公報

発明の開示

【0006】 しかしながら、この技術を用いて、フォトダイオードアレイの各フォトダイオードの電極を貫通配線で接続しようとする、貫通孔は表面側から裏面側に行くに従い、段々孔径が広がることとなる。このため、フォトダイオード同士をあまり近接して形成することはできず、開口率が制限されてしまう。

【0007】 図14は先行技術のフォトダイオードアレイの断面図である。

【0008】 図14に示すように、上述のエッチングのみを用いた場合、基板表面側の面と貫通孔内壁と表面とのなす角 θ が鋭角となる。したがって、この鋭角を規定する角20を貫通配線17で覆った場合、角20の部分で配線のカバレ

ッジ不良による導通不良が起こりやすくなる。

【0009】 一方、ドライエッチングを用いて基板表面と垂直な貫通孔を形成する方法も考えられるが、厚さ250～400 μ mの基板に均等な孔径で貫通孔を形成するのは現実的には不可能である。また、ドライエッチングは、加工のスピードが遅いため、厚さ250～400 μ mの基板を貫通させるとすれば、長い処理時間が必要となってしまう。

【0010】 そこで、本発明は上記課題を解決し、貫通配線の導通不良が起こりにくく、開口率が高いフォトダイオードアレイを提供することを目的とする。

【0011】 上記課題を解決するため、本発明のフォトダイオードアレイは、第1導電型基板の被検出光の入射面側にpn接合型の複数のフォトダイオードがアレイ状に形成され、入射面の反対面が(100)面からなる半導体基板を備え、フォトダイオード同士に挟まれた領域に形成され、半導体基板の入射面側から反対面側までを貫通した貫通孔を有しているフォトダイオードアレイであって、入射面から貫通孔の壁面を通じて反対面まで連なる導電体層を備え、この貫通孔は、入射面側に入射面に対して略垂直に形成された垂直孔部と、反対面側に形成された四角錐形状の錐形孔部とを備え、垂直孔部と錐形孔部とは半導体基板内部で連結されており、錐形孔部の壁面が(111)面となっていることを特徴とする。

【0012】 なお、略垂直とは、85°～90°の角度範囲内の交差状態を意味することとする。

【0013】 上記フォトダイオードアレイによれば、入射面から貫通孔の壁面を通じて反対面まで連なる導電体層が覆う角が、すべて90°以上となるので、導電体層のカバレッジ不良による導通不良が起こりにくくなる。また、フォトダイオード同士を近接させることができるので、開口率を上げることができる。

【0014】 本発明のフォトダイオードアレイは、半導体基板内に前記貫通孔を取り囲んで形成された第1導電型の高不純物濃度層を有することを特徴としてもよい。

【0015】 上記フォトダイオードアレイは、貫通孔の周りに高不純物濃度層を備えているので、貫通孔の機械的ダメージによる不要キャリアが発生しても層内でトラップすることができ、リーク電流、暗電流を抑制することができる。

【0016】 本発明のフォトダイオードアレイの製造方法は、以下の工程を有することを特徴とする。

・第1面が(100)面である半導体基板を準備し、第1面の反対面である第2面の所定の領域にpn接合型の複数のフォトダイオードをアレイ状に形成する第1工程。

・複数のフォトダイオードごとに異方性エッチングにより半導体基板の第1面側から半導体基板の厚さ未満の深さである四角錐形状の錐形凹部を形成する第2工程。

・錐形凹部に対応する位置の第2面側からドライエッチングにより第2面に略垂直の垂直孔を形成し、錐形凹部と垂直孔を連結することによって、半導体基板の第2面から第1面までを貫通する貫通孔を形成する第3工程。

・第2面から貫通孔を通じて第1面まで連なる導電体層を形成する第4工程。

【0017】 上記製造方法によれば、四角錐形状の錐形凹部を形成した後に垂直孔を形成することとしている。形成する錐形凹部の深さは半導体基板の厚さ未満であるため、エッチング溶液が第2面側に漏れることがないため、第2面側のフォトダイオードへ悪影響を与えることがない。

図面の簡単な説明

【0018】 図1は第1実施形態に係るフォトダイオードアレイの平面図である。

【0019】 図2は第1実施形態に係るフォトダイオードアレイの断面図である。

【0020】 図3Aは貫通孔が形成された部分の平面図である。

【0021】 図3Bは貫通孔が形成された部分のIII-III矢印縦断面図

である。

【0022】 図3Cは貫通孔が形成された部分の斜視図である。

【0023】 図4はフォトダイオードアレイの断面図である。

【0024】 図5はフォトダイオードアレイの断面図である。

5 【0025】 図6はフォトダイオードアレイの断面図である。

【0026】 図7はフォトダイオードアレイの製造工程を説明するためのフォトダイオードアレイの断面図である。

【0027】 図8はフォトダイオードアレイの製造工程を説明するためのフォトダイオードアレイの断面図である。

10 【0028】 図9はフォトダイオードアレイの製造工程を説明するためのフォトダイオードアレイの断面図である。

【0029】 図10はフォトダイオードアレイの製造工程を説明するためのフォトダイオードアレイの断面図である。

15 【0030】 図11はフォトダイオードアレイの製造工程を説明するためのフォトダイオードアレイの断面図である。

【0031】 図12はフォトダイオードアレイの断面図である。

【0032】 図13Aはフォトダイオードアレイの貫通孔の部分の断面図である。

20 【0033】 図13Bはフォトダイオードアレイの貫通孔の部分の断面図である。

【0034】 図14は先行技術のフォトダイオードアレイの断面図である。

発明を実施するための最良の形態

【0035】 以下、本発明の実施の形態について説明する。なお、同一要素には同一符号を用い、重複する説明は省略する。

25 【0036】 図1は本発明の第1実施形態に係るフォトダイオードアレイの一部を拡大した平面図であり、図2はその断面図である。

【0037】 以下の説明において、光が入射する面を表面とし、その対向する面を裏面とする。本実施形態のフォトダイオードアレイ1は表面側に複数のpn接合（フォトダイオード）4が縦横に規則正しくアレイ状に配列されており、pn接合の一つ一つがフォトダイオードアレイの一受光画素としての機能を有している。

【0038】 フォトダイオードアレイ1は $270\mu\text{m}$ の厚さ、不純物濃度 $1\times 10^{12}\sim 10^{15}/\text{cm}^3$ のn型シリコン基板3を有し、 $500\mu\text{m}\times 500\mu\text{m}$ の大きさ、深さ $0.5\sim 1\mu\text{m}$ 、 1.5mm 程度のピッチで不純物濃度 $1\times 10^{13}\sim 10^{20}/\text{cm}^3$ の複数のp型不純物拡散層5が配置されている。

【0039】 n型シリコン基板3と複数のp型不純物拡散層5とで形成されるpn接合4により、上記受光画素が構成されている。また、p型不純物拡散層5同士の間には、フォトダイオード間を分離し、不要なキャリアをトラップすることによって暗電流を低減させるための n^+ 型不純物領域（分離層）7が配置されている。また、裏面側には n^+ 側の電極21が配置されている。

【0040】 隣接するpn接合4同士の間には表面側に第1孔部11（垂直孔部）と裏面側に第2孔部13（錐形孔部）が形成されている。

【0041】 図3Aは貫通孔が形成された部分の平面図、図3Bは貫通孔が形成された部分のIII-III矢印縦断面図、図3Cは貫通孔が形成された部分の斜視図である。

【0042】 貫通孔12は、第1孔部11、第2孔部13を連結して成る。第1孔部11は、基板の厚さ方向と略平行に直径 $10\mu\text{m}$ で基板の表面側に空けられている。第1孔部11は基板の厚さ方向と略平行かつ円柱状に形成され、分離層7を貫く位置に形成されている。また、孔の深さは、p型不純物拡散層5の形成された深さ以上に達するように形成されている。このことによって、pn接合4から延びる空乏層を第2孔部13が制限することがなくなり、p型不純物拡散層5を近接して設けることができるようになっている。

【0043】 第2孔部13は、基板裏面側から四角錐形状に形成され、孔径は裏面側ほど大きく、表面側ほど小さくなっている。第2孔部13は裏面側から異方性エッチングにより形成されているため、孔部壁面には(111)面が露出しており、壁面はフォトダイオードアレイの表面に対して、およそ 54.7° の角を成している(図3Bの角度 $\alpha \doteq 54.7^\circ$ である)。第2孔部13が四角錐状に形成されていることによって、孔部内壁に導電体層(貫通配線)を設けやすくなっている。

【0044】 第1孔部11と第2孔部13とは基板内部で連結されて一つの貫通孔12を成している。基板表面及び裏面は貫通孔12の壁面、p型不純物拡散層5の表面側を含めシリコンの熱酸化膜9で覆われている。なお、シリコン酸化膜に限らず必要なフォトダイオードの波長感度に応じてAR(Antireflection)コート形成してもよい。ARコートは SiO_2 、 SiN_x 単層や、これらを含む絶縁体複合膜あるいは積層膜とすればよい。

【0045】 貫通配線17は、アルミニウムで前記熱酸化膜9の上層に形成され、熱酸化膜9に空けられたコンタクトホール15を通じて、p型不純物拡散層5と接触している。さらに貫通孔12の壁面を通じて裏面側に連なって形成されており、p型不純物拡散層5との電気的な接触を裏面側から取ることができるようになっている。このとき第1孔部11が、貫通配線17の金属で埋まり、基板表面側と裏面側が空間的に分断されるような構成にしても、p型不純物拡散層5と裏面側との電気的な接触が失われることはないため、差し支えない(図4参照)。

【0046】 図4はフォトダイオードアレイの断面図である。このフォトダイオードアレイでは、第1孔部11の内部は、貫通配線17で埋まっているが、フォトダイオードアレイの裏面は、p型不純物拡散層5と電気的に接続されている。

【0047】 ここで、貫通配線17の材料はアルミニウムに限られるものではなく、銅、ニッケル、金、タングステン、チタン、ポリシリコンなど、又はそれらを含む合金あるいは積層金属を用いてもよい。尚、前記熱酸化膜9の代わりに、

CVDによる酸化膜を用いてもよい。また、前記熱酸化膜9と貫通配線17の間に、CVDによる酸化膜や窒化膜を介在させてもよい。これにより、シリコン基板と貫通配線17の間で高い絶縁性を確保できる。

【0048】 図5はフォトダイオードアレイの断面図である。このフォトダイオードアレイにおいては、貫通孔12内部に、貫通配線17の上層に樹脂等の充填材料10を充填することによって、貫通孔12を埋めている。こうすることにより、基板表面側と裏面側が空間的に分断されるが、p型不純物拡散層5と裏面側との電氣的な接触は失われることもなく、フォトダイオードアレイ1の機械的強度を向上することができる。

【0049】 このとき、貫通孔12に充填する材料としては、エポキシ、ポリイミド、アクリル、シリコーン、ウレタンなどを含む樹脂系絶縁材料、または、これらの絶縁材料に電気導電性フィラーを含む電気導電性樹脂を用いる。

【0050】 図6はフォトダイオードアレイの断面図である。

【0051】 貫通孔12内部に導電性材料10を充填することによって貫通孔12を埋めてしまってもよい。充填した導電性材料は、フォトダイオードアレイ1の機械的強度を向上させるばかりでなく、図6に示すように、第2孔部13の裏面の縁を越えて盛り上げ、裏面の縁を越えた部分を半球状に形成することによって、そのままバンプ電極として用いることができる。導電性材料10は、半田や電気導電性フィラーを含む電気導電性樹脂などを用いればよい。

【0052】 次に、上記フォトダイオードアレイの製造方法について説明する。

【0053】 以下、貫通孔12の内部にポリイミド樹脂が充填されたフォトダイオードアレイ（図5参照）の製造方法について説明する。

【0054】 図7は、フォトダイオードアレイの製造工程を説明するためのフォトダイオードアレイの断面図である。

【0055】 まず、結晶面（100）のn型半導体基板3を用意する。基板表面に熱酸化膜9を形成し、次工程のn⁺熱拡散のマスクとして利用する。分離層

7となる位置の熱酸化膜をホトエッチングプロセスにより開口させリンを熱拡散し、熱酸化する。このとき、裏面全域にもリンが拡散され、 n^+ 型不純物濃度層19が形成される。

【0056】 図8は、フォトダイオードアレイの製造工程を説明するためのフォトダイオードアレイの断面図である。

【0057】 次に、pn接合4を形成する領域の熱酸化膜を同様に開口させボロンを熱拡散し、熱酸化する。このpn接合4の領域が受光画素に対応する部分となる。裏面にプラズマCVDあるいはLP-CVDによりシリコン窒化膜(SiNx)23を形成し(図8参照)、第2孔部13を形成する部分のシリコン窒化膜23と熱酸化膜9をエッチングにより除去する。第2孔部13を形成する部分は分離層7に対応する裏面側の位置となる。

【0058】 このとき、シリコン窒化膜23の除去部分の形状及びサイズは、第2孔部13の四角錐頂点が後述するアルカリエッチングによって、基板表面側まで達しないようにし、かつ四角錐頂点が表面側の分離層7に対応する位置となるように予め設計する。

【0059】 図9は、フォトダイオードアレイの製造工程を説明するためのフォトダイオードアレイの断面図である。

【0060】 そして、アルカリ(例えば、水酸化カリウム溶液、TMAH、ヒドラジン、EDPなど)エッチングにより裏面側より半導体基板3に異方性エッチングを施し、第2孔部13を形成する。すなわち、基板の結晶面(100)からエッチングを行い、(111)面を露出させる。第2孔部13はエッチングにより四角錐(ピラミッド)状に形成され、四角錐形状の頂点までエッチングされたところで自動的にストップする(図9参照)。

【0061】 または、四角錐形状の頂点に達する前に、エッチングをストップさせてもよい。次に、形成された四角錐の頂点に対応した部分に、表面側からドライエッチングを施し、第1孔部11を形成することによって、第2孔部13の

四角錐頂点と繋がるまでエッチングを行い、第1孔部11と第2孔部13とで形成される貫通孔12を形成する。

【0062】 図10はフォトダイオードアレイの製造工程を説明するためのフォトダイオードアレイの断面図である。

5 【0063】 そして、基板表面からイオン注入もしくは拡散を行い、貫通孔12を取り囲んだ n^+ 層25を形成する。この n^+ 層25は、分離層7及び裏面側の n^+ 型不純物濃度層19と繋がることになる。その後、側壁の絶縁を確保するために、熱酸化により SiO_2 膜27を形成する（図10参照）。側壁の絶縁膜はこの SiO_2 膜27の他に SiN_x との積層膜、CVDによる SiO_2 膜などでも良い。

10

【0064】 次に、 p^+ 層、 n^+ 層にコンタクトホール15を設けた後、貫通配線17を形成するために両面からアルミニウムをスパッタ装置によりデポジションし、レジスト形成してエッチングにより所望のパターンを形成する。貫通配線17の材料は、アルミニウムに限ったものではなく、また、配線の形成方法はスパッタ法に限ったものではない。例えば、CVDによるポリシリコンに電気抵抗を下げる拡散を施しても良い。この場合は、コンタクトホール部のみアルミニウムにして前記ポリシリコンと電氣的に接続すればよい。

15

【0065】 図11はフォトダイオードアレイの製造工程を説明するためのフォトダイオードアレイの断面図である。

20 【0066】 裏面側に感光性ポリイミド層29を形成し、バンプ電極33を配置したい場所のみ開口する。同時に、 n^+ 側電極21の部分も開口し、これにバンプ電極33を設ける。そして、バンプ電極33と電氣的・物理的に接続が優れた金属で形成された Under Bump Metal（以下「UBM」という）37を介してバンプ電極33を形成する。例えば、バンプ電極33を半田バンプとする場合、半田はアルミと濡れないために、濡れ性金属を形成し仲介する必要がある。この場合

25 のUBMは無電解メッキで $Ni-Au$ を形成したり、リフトオフ法で $Ti-Pt$

—AuやCr—Auを形成することで実現できる。

【0067】 ポリイミド層のかわりに、アクリル層やエポキシ層やそれらを含む複合素材の層とすることもできる。半田バンプは、半田ボール搭載法や印刷法で所定のUBM部分に半田を形成しリフロすることによって形成することができる。バンプ電極33は半田バンプに限ったものではなく、金バンプ、ニッケルバンプ、銅バンプ、導電性樹脂バンプなど金属を含む導電性バンプとしても良い。

【0068】 図12はフォトダイオードアレイの断面図である。

【0069】 前記製造方法では、まず、n型半導体基板を準備し熱拡散により、n⁺型不純物濃度層を形成したが、図12に示すように、予め熱拡散またはエピタキシャル成長によって、n⁺型不純物濃度層を設けたn型半導体基板を準備してもよい。こうすることにより、フォトダイオードアレイのn⁺型不純物濃度層の厚さを厚くすることができ、実質p型不純物拡散層5とn⁺型不純物濃度層19の間を狭くすることが可能となり、それにより、抵抗成分が低減でき高速応答性を向上させることができる。

【0070】 また、実質p型不純物拡散層5とn⁺型不純物濃度層19の間を調節することで、仕様に応じた分光感度カーブ特性を得ることが可能となる。

【0071】 以下、前記フォトダイオードアレイ及びその製造方法の作用について説明する。

【0072】 前記フォトダイオードアレイは、先にアルカリエッチングにより裏面側から第2孔部13を形成し、その後、第1孔部11を形成することにより貫通孔12を形成している。よって、アルカリエッチング工程の時点では、まだ、貫通孔が完成していないため、アルカリエッチングによる表面側への侵食が起こらず、特に受光面への悪影響がないため、歩留まり低下を防止することができる。

【0073】 また、アルカリエッチング工程において第2孔部13が四角錐形状の頂点までエッチングされたところでストップするため、別途、エッチングストップ層等を設ける必要がなくなる。さらに、貫通孔12の大部分（第2孔部1

3) は異方性エッチングにより形成しているので、壁面には凹凸が少なく、滑らかな貫通孔壁面を得ることができる。よって、貫通孔壁面のダメージによる不要キャリアの発生も少なくなり、暗電流を低減することができる。

【0074】 図13A及び図13Bは、フォトダイオードアレイの貫通孔の部分の断面図である。

【0075】 第2孔部13の壁面はフォトダイオードアレイの表面に対して、 54.7° の角をなしており、第1孔部11の壁面は上記アレイ方向に対して略垂直である。

【0076】 アルカリエッチングのみを用い、貫通孔が第2孔部13のみで形成されているとした場合には、第2孔部とフォトダイオードアレイ表面が直接繋がり、それらの面同士がなす角度 θ は鋭角となる。

【0077】 一方、図13Aに示したフォトダイオードアレイでは、2つの孔部を連結して貫通孔12が形成されているため、孔部の連結部分のなす角Bは 90° 以上となる。さらに、第2孔部13とフォトダイオードアレイ裏面とのなす角Aも 90° 以上であり、第1孔部11とフォトダイオードアレイ表面のなす角Cは略 90° となる。

【0078】 よって、表面から貫通孔12壁面、裏面へと連なる貫通配線17は鋭角に曲げられている部分がなく、形成時のカバレッジ不良による導通不良の発生を抑制することができる。さらに、第1孔部11作成時のドライエッチングの条件によって図13Bに示すように、第1孔部11をテーパ状に形成し、角Cを 90° 以上にすることもできる。こうすることにより、さらに導通不良を抑制することができる。

【0079】 上記フォトダイオードアレイでは、第2孔部13はアルカリエッチングにより形成しているので、貫通孔12の壁面へのイオン注入が可能となり、イオン注入により、容易に n^+ 層25を形成することができる。形成された n^+ 層25は、各フォトダイオードを分離する分離層としての役割を果たすと共に、不

要キャリアをトラップし暗電流を低減させる役割を果たす。

- 5 【0080】 前記フォトダイオードアレイでは、第1孔部11は分離層7を貫くように形成される。よって第1孔部11形成のドライエッチングの際に、孔部内壁のダメージ等があったとしても、生じる不要キャリアは分離層7にトラップされることとなる。よって、前記フォトダイオードアレイは、貫通配線を形成した場合のダメージに起因するリーク電流等を防止することができる。

【0081】 上述した通り、本発明によれば、貫通配線の導通不良が起こりにくく、開口率が高いフォトダイオードアレイを提供することができる。

産業上の利用可能性

- 10 【0082】 本発明は、フォトダイオードアレイ及びその製造方法に利用することができる。

請求の範囲

1. 第1導電型基板の被検出光の入射面側にp n接合型の複数のフォトダイオードがアレイ状に形成され、前記入射面の反対面が(1 0 0)面からなる半導体基板を備え、前記半導体基板が、前記フォトダイオード同士に挟まれた領域に形成され、前記半導体基板の前記入射面側から前記反対面側までを貫通した貫通孔を有しているフォトダイオードアレイであって、

前記入射面から前記貫通孔の壁面を通じて前記反対面まで連なる導電体層を備え、

前記貫通孔は、

前記入射面側に前記入射面に対して略垂直に形成された垂直孔部と、
前記反対面側に形成された四角錐形状の錐形孔部と、
を備え、

前記垂直孔部と前記錐形孔部とは前記半導体基板内部で連結されており、

前記錐形孔部の壁面が(1 1 1)面となっていることを特徴とするフォトダイオードアレイ。

2. 前記半導体基板内には前記貫通孔を取り囲んで形成された第1導電型の高不純物濃度層を有することを特徴とする請求の範囲第1項記載のフォトダイオードアレイ。

3. 第1面が(1 0 0)面である半導体基板を準備し、前記第1面の反対面である第2面の所定の領域にp n接合型の複数のフォトダイオードをアレイ状に形成する第1工程と、

前記複数のフォトダイオードごとに異方性エッチングにより前記半導体基板の第1面側から前記半導体基板の厚さ未満の深さである四角錐形状の錐形凹部を形成する第2工程と、

前記錐形凹部に対応する位置の第2面側からドライエッチングにより前記第1面に略垂直の垂直孔を形成し、前記錐形凹部と前記垂直孔を連結することによっ

て、前記半導体基板の前記第 2 面から前記第 1 面までを貫通する貫通孔を形成する第 3 工程と、

前記第 2 面から前記貫通孔を通じて前記第 1 面まで連なる導電体層を形成する第 4 工程とを有することを特徴とするフォトダイオードアレイの製造方法。

図 1

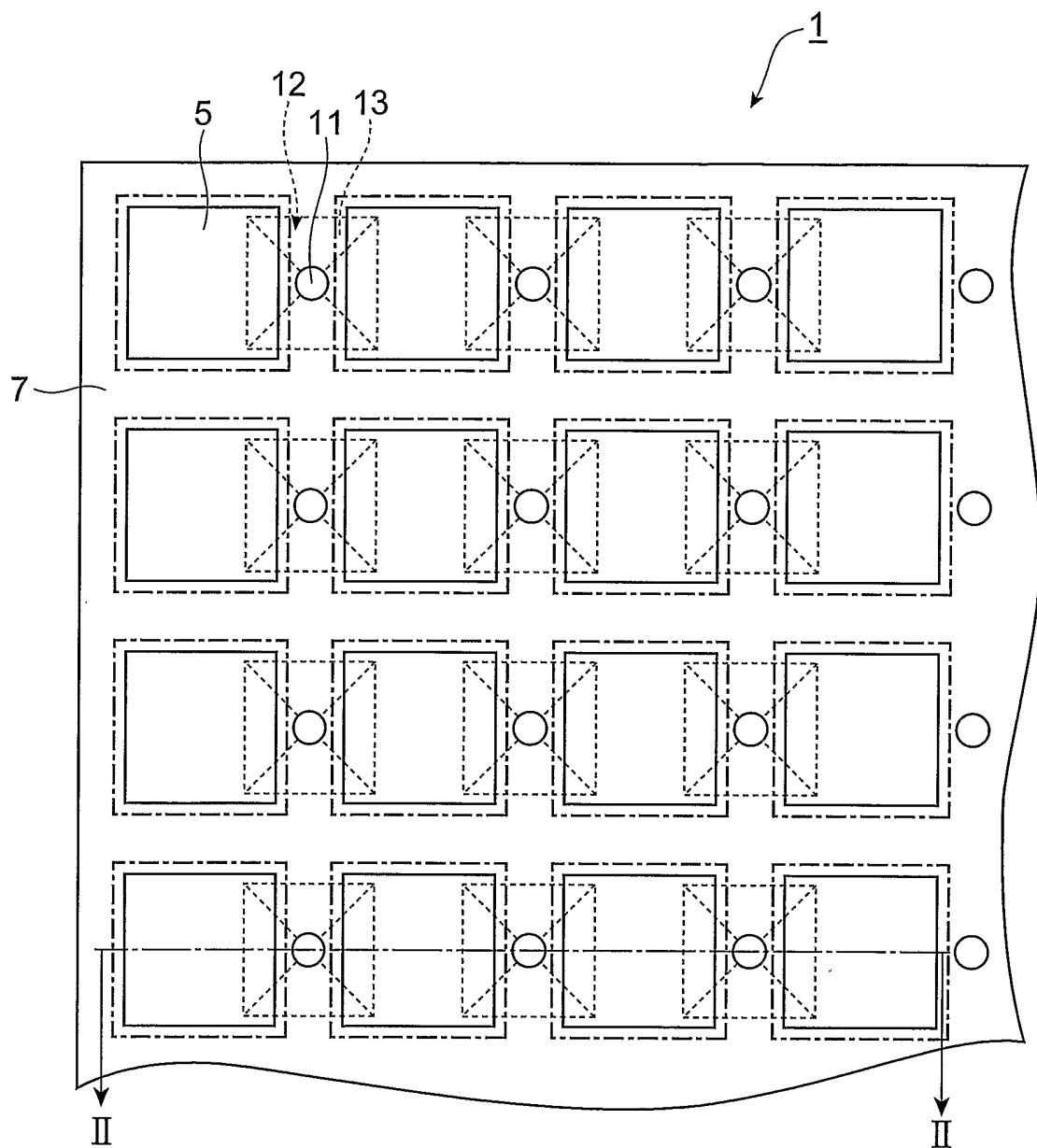


図2

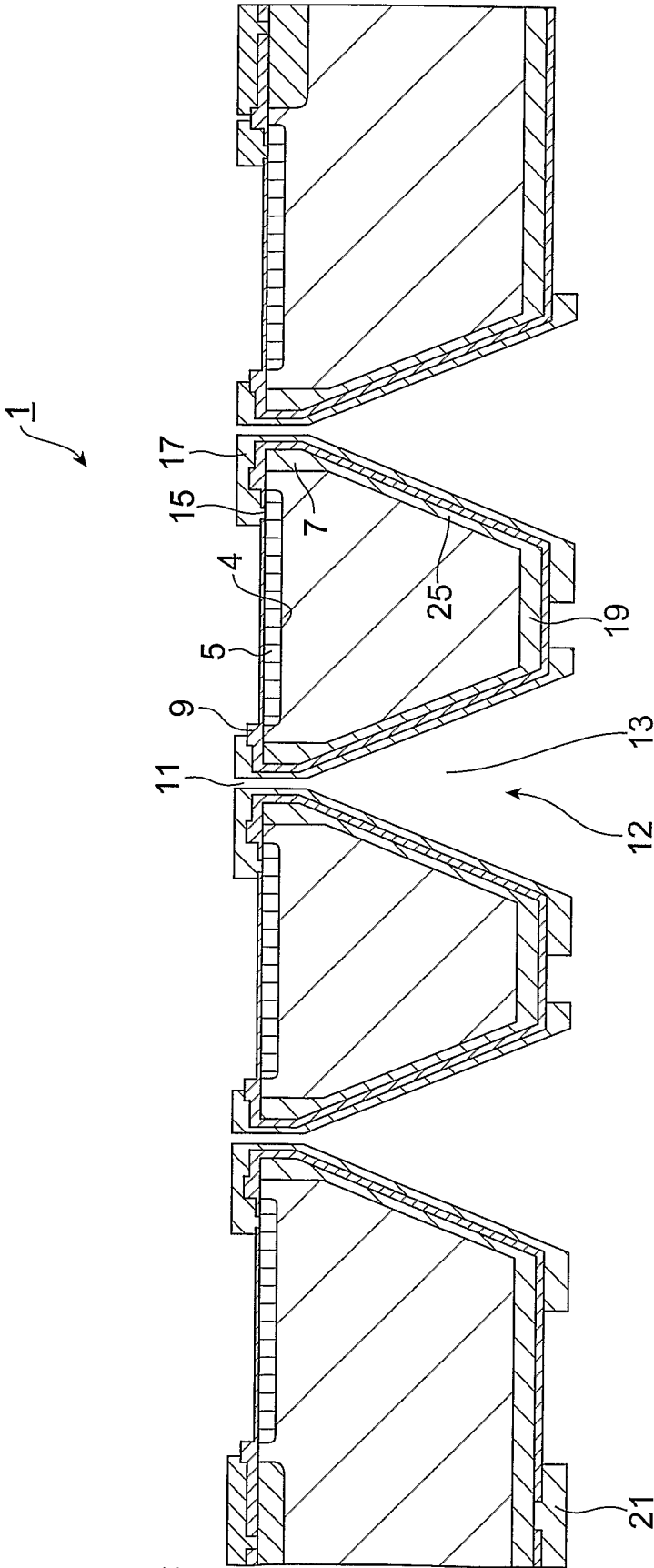


図3A

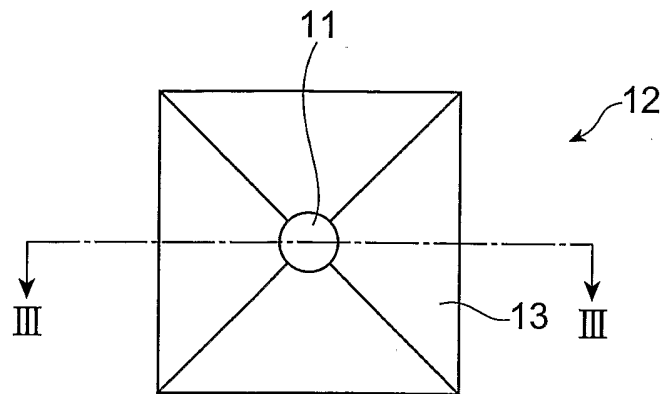


図3B

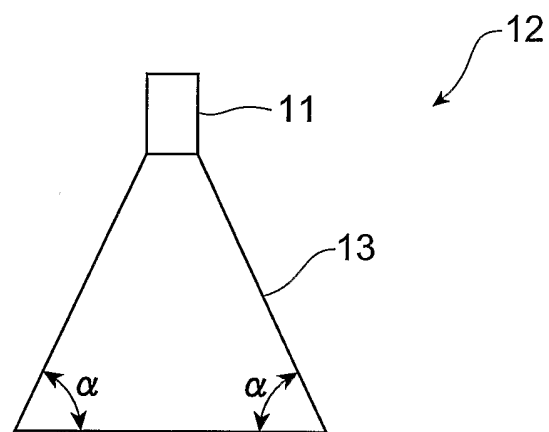


図3C

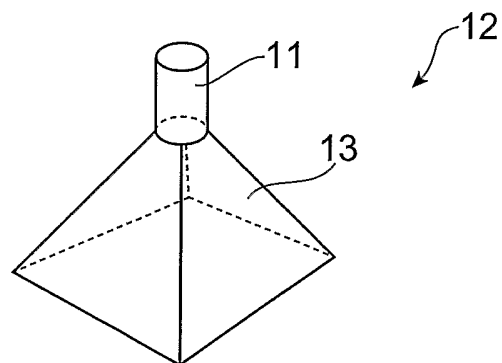


図4

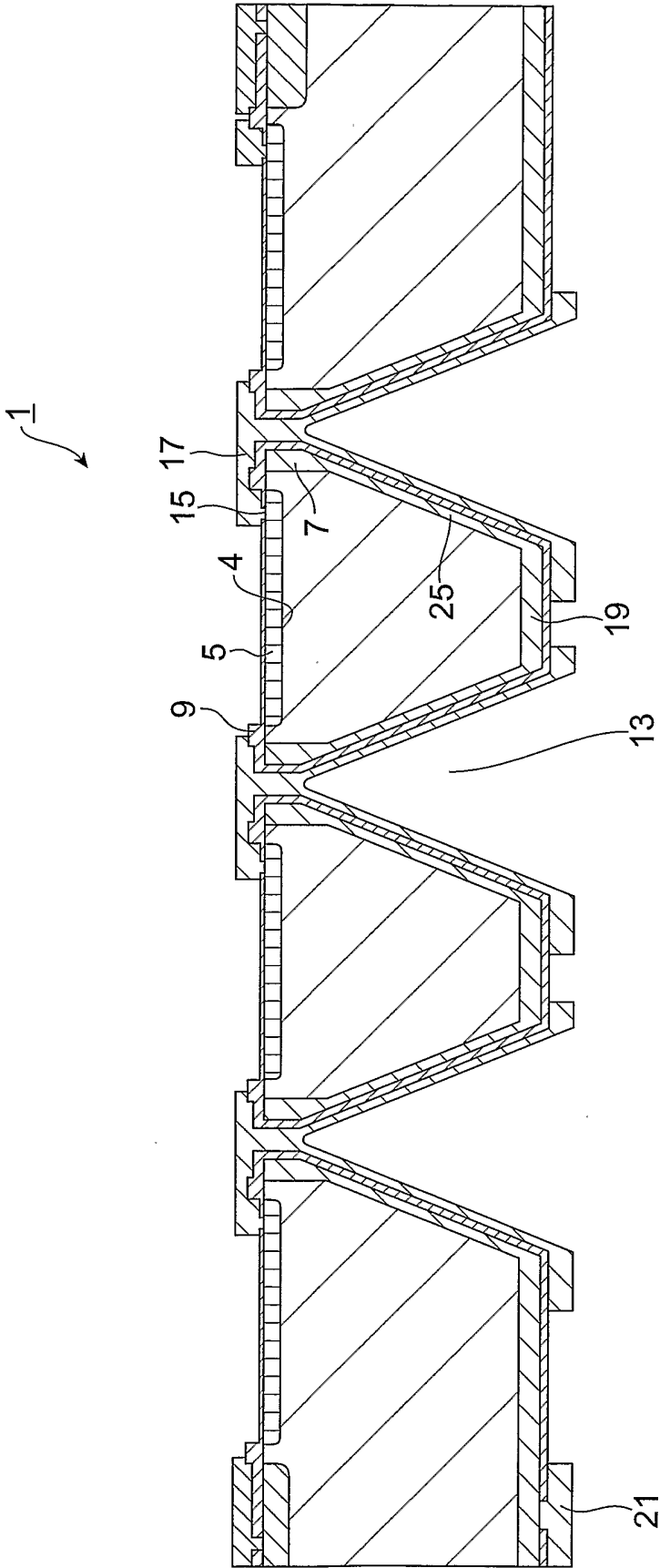


図5

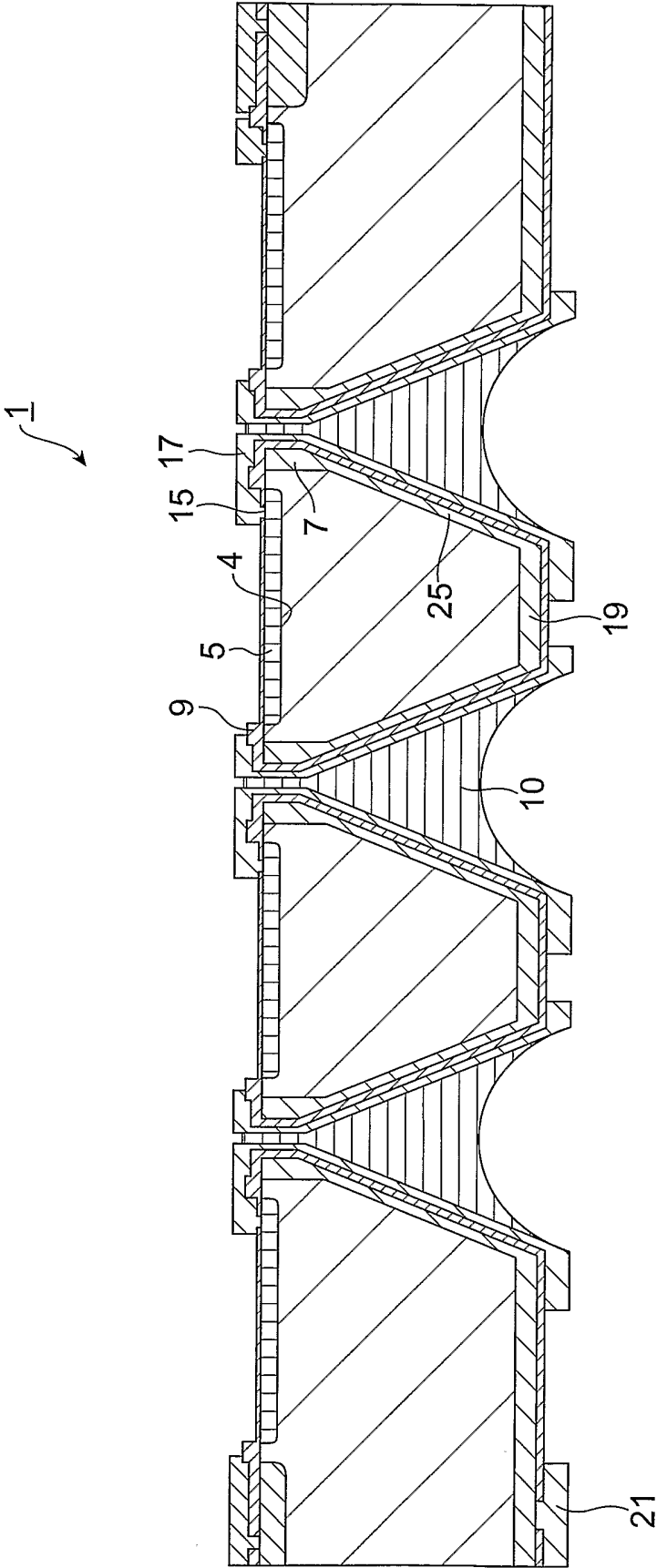


図6

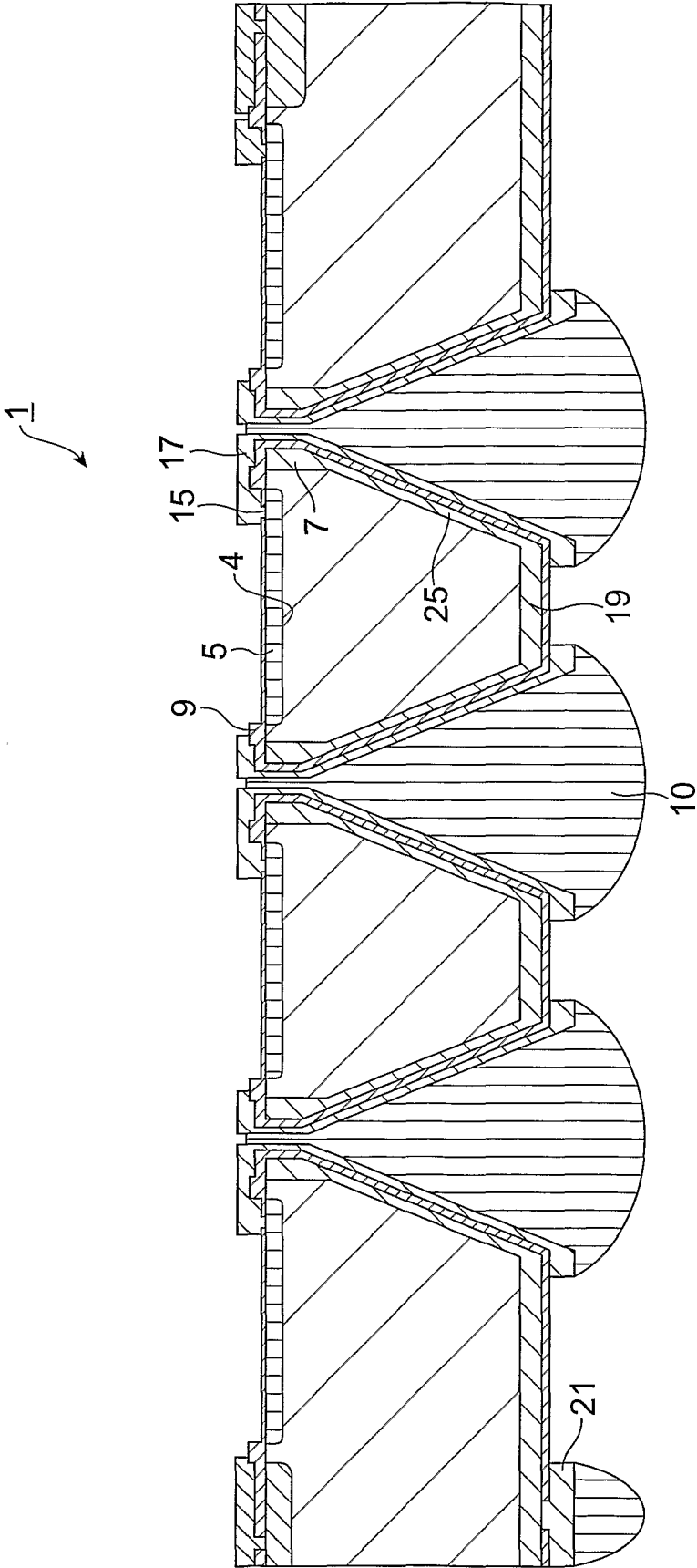


図7

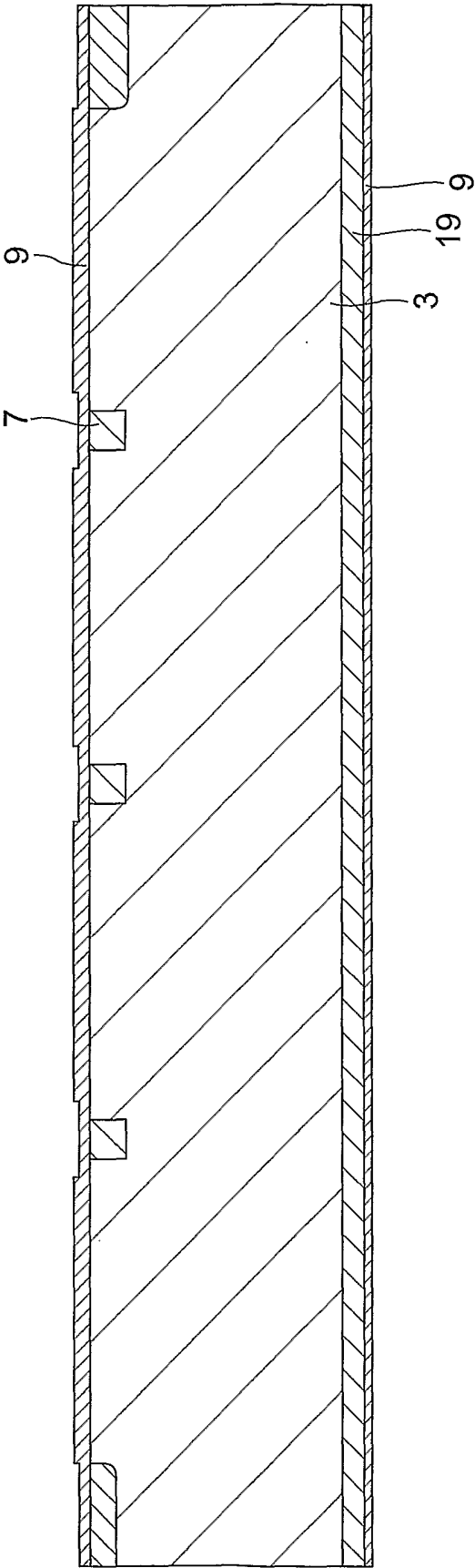


図8

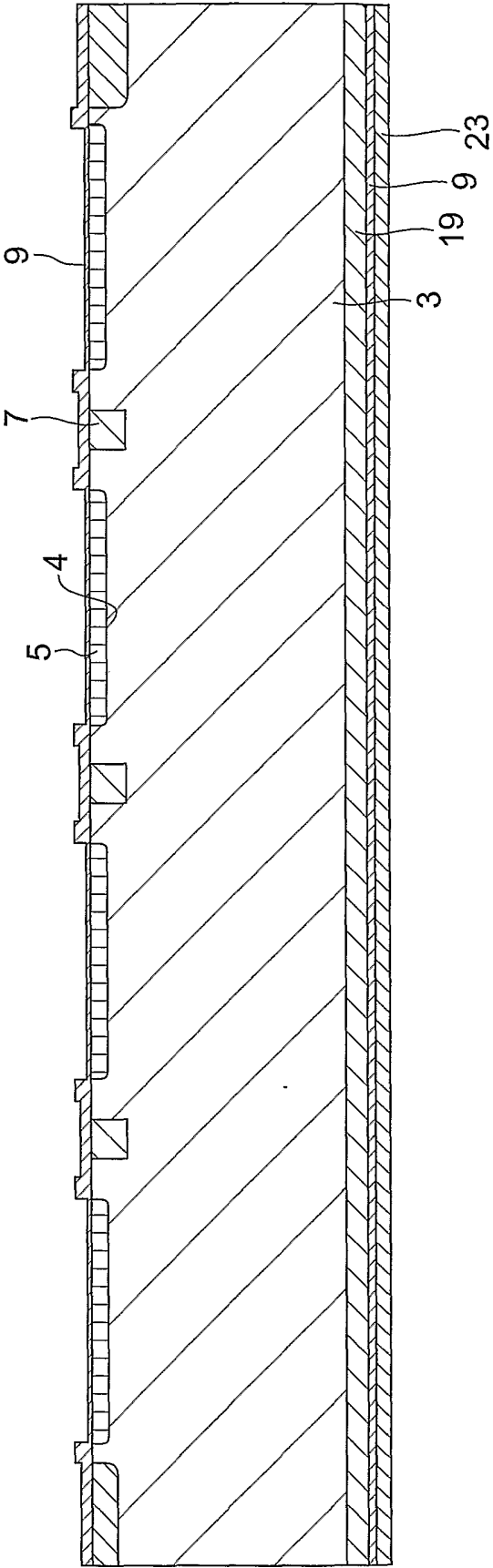


図9

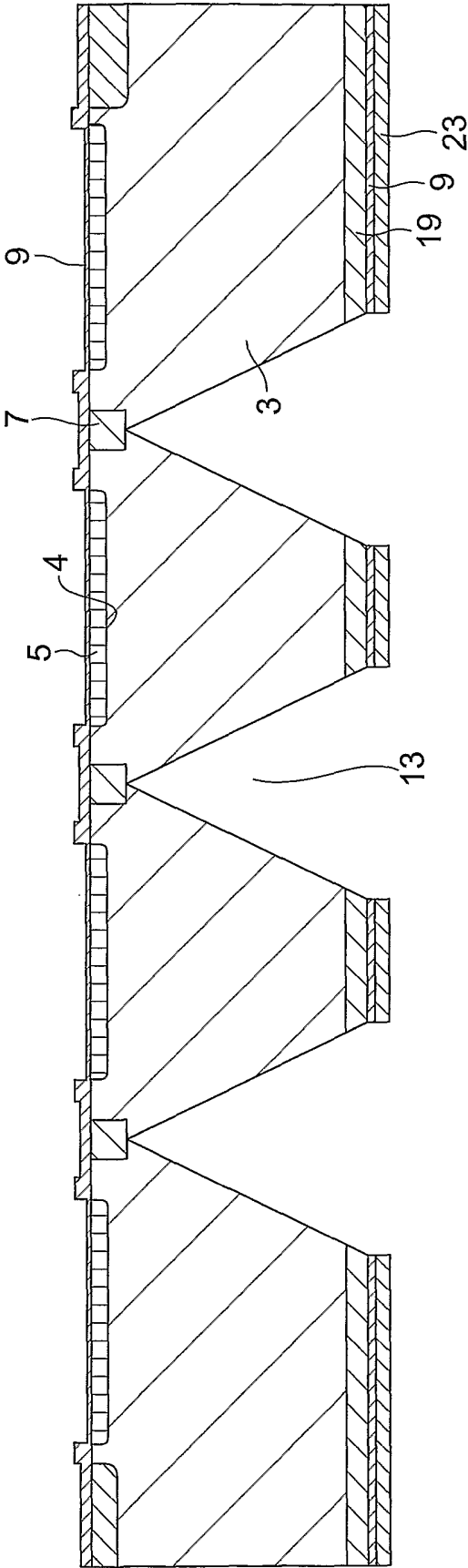


图10

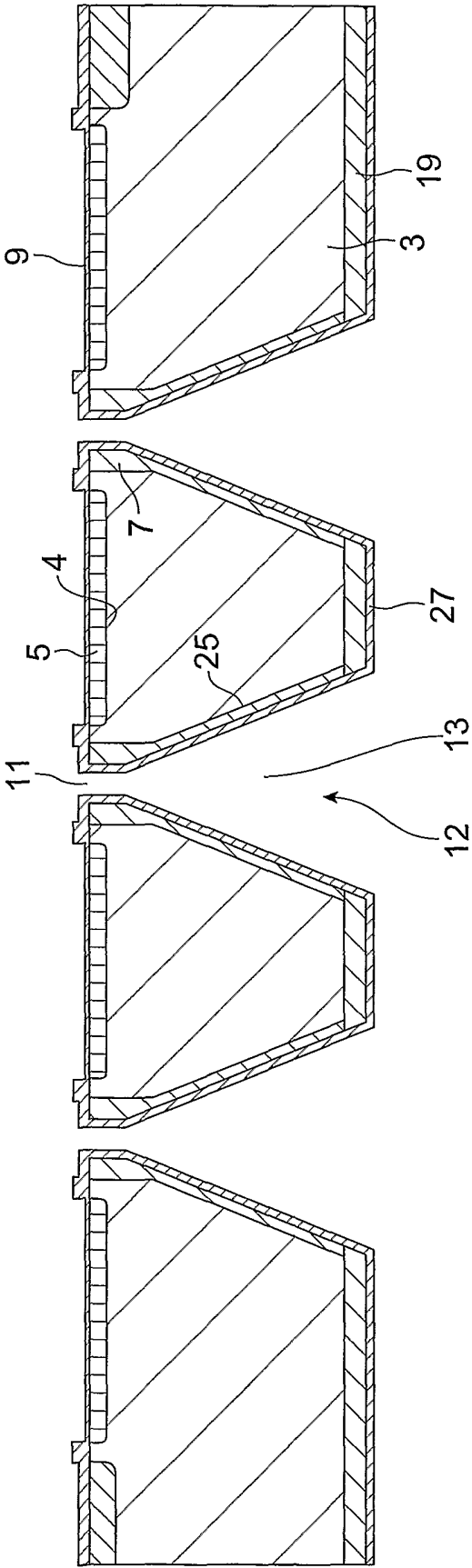
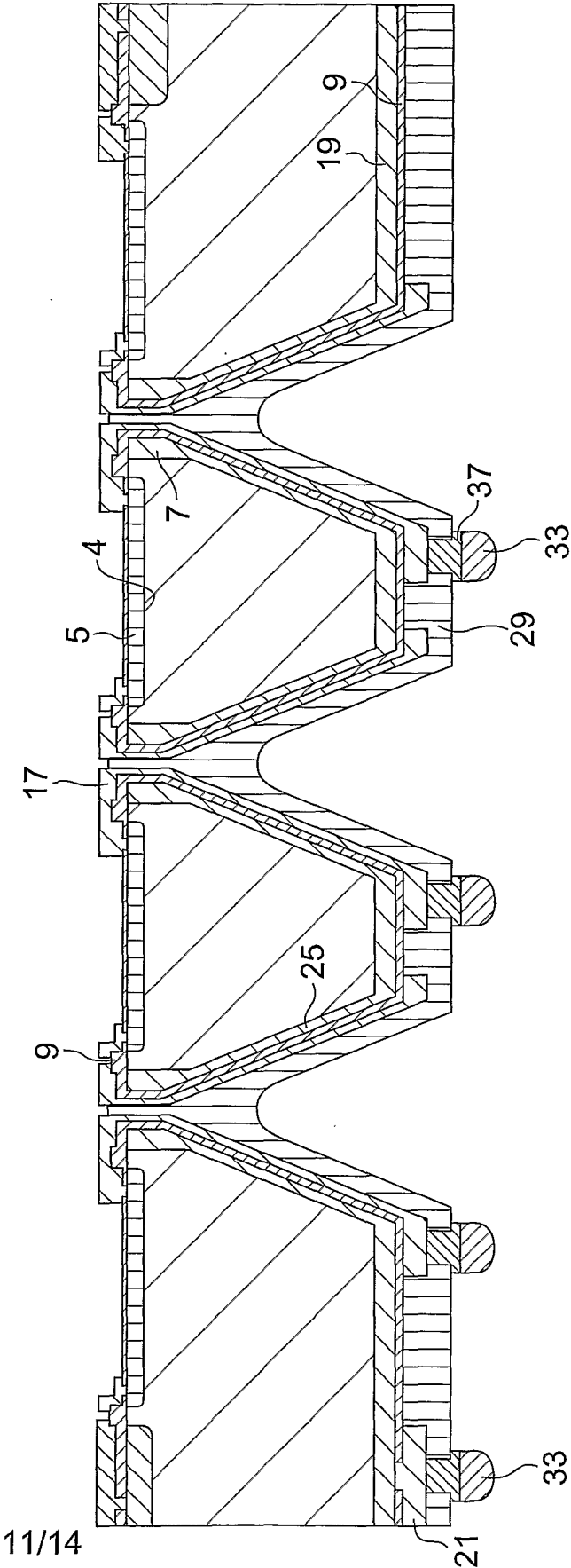
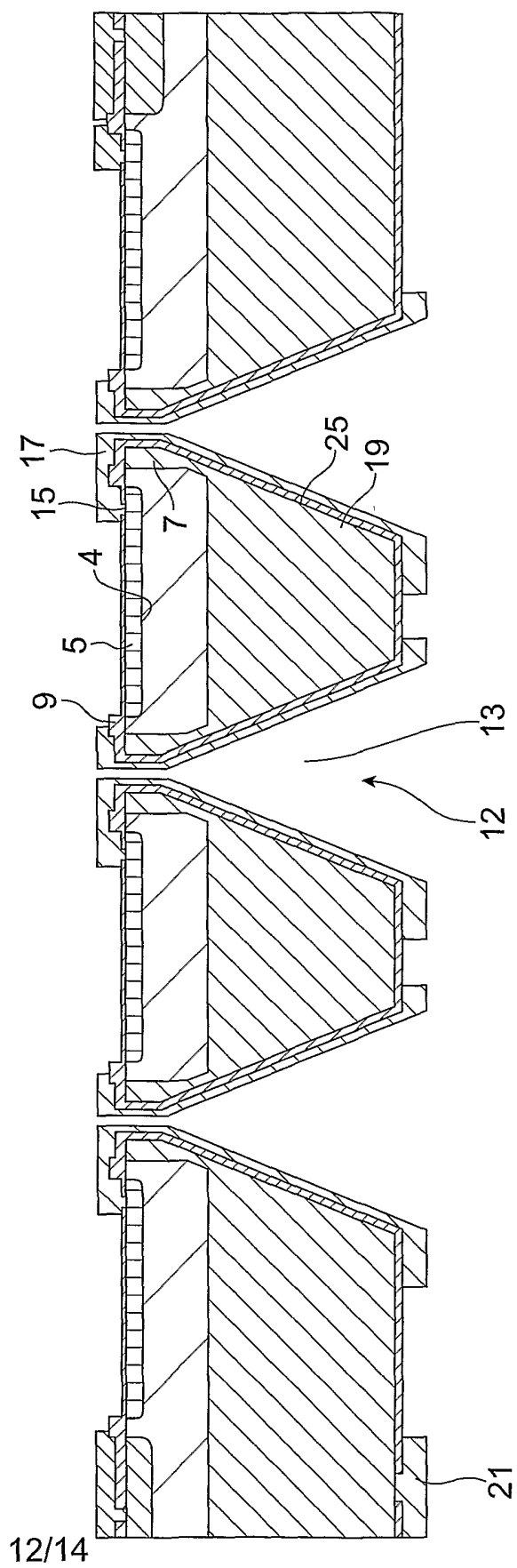


図11





12

図13A

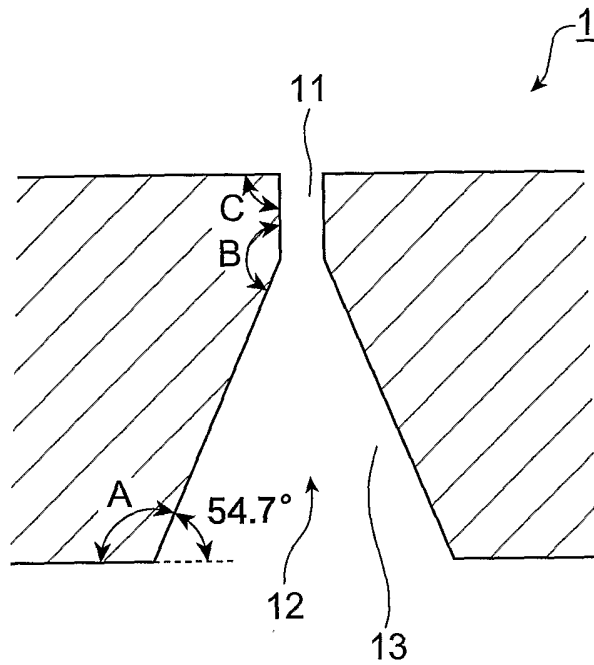


図13B

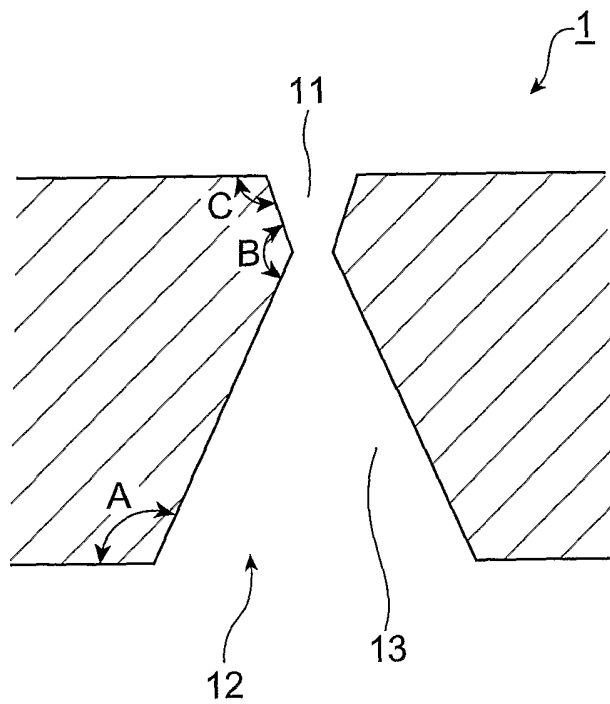
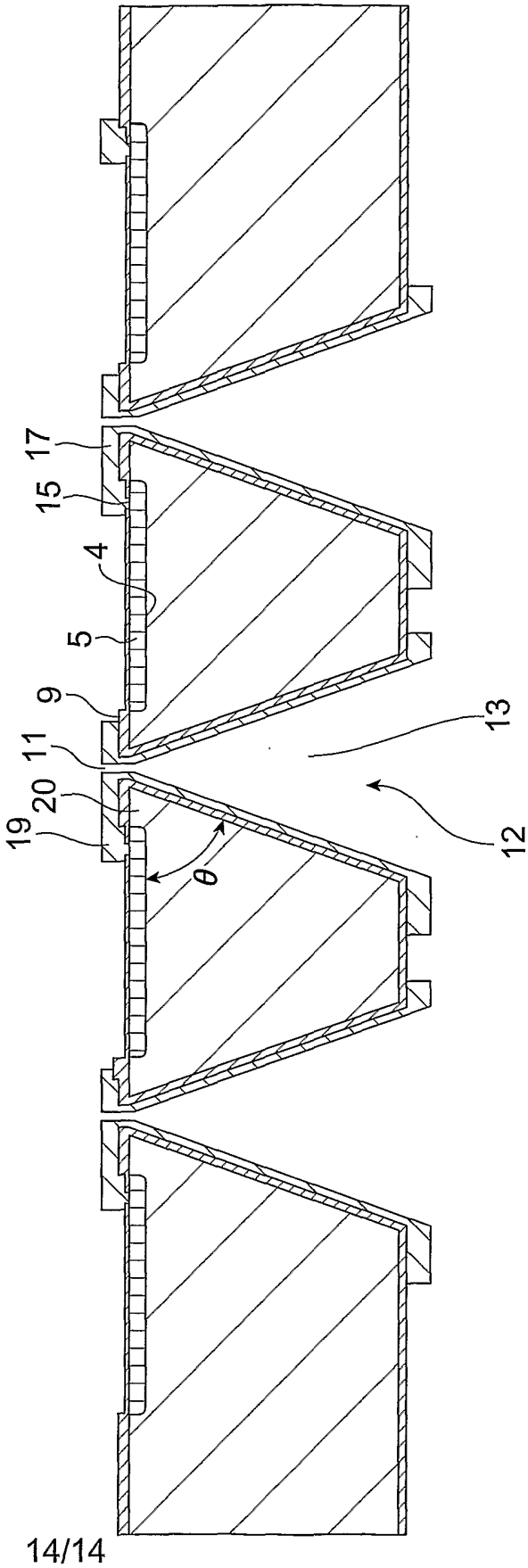


図14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/12163

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L27/14, H01L27/146, H01L31/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L27/14, H01L27/146, H01L31/10, H01L21/768, H01L29/84

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 5-29483 A (Rohm Co., Ltd.), 05 February, 1993 (05.02.93), Full text (Family: none)	1-3
A	JP 6-177201 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 24 June, 1994 (24.06.94), Full text (Family: none)	1-3
A	JP 58-188968 A (Fujitsu Ltd.), 04 November, 1983 (04.11.83), Full text (Family: none)	1-3

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 January, 2004 (06.01.04)Date of mailing of the international search report
20 January, 2004 (20.01.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/12163

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 88698/1989 (Laid-open No. 28759/1991) (Kyocera Corp.), 22 March, 1991 (22.03.91), Full text (Family: none)	1-3
A	JP 4-102066 A (Mitsubishi Electric Corp.), 03 April, 1992 (03.04.92), Full text (Family: none)	1-3

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ H01L27/14, H01L27/146, H01L31/10

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L27/14, H01L27/146, H01L31/10, H01L21/768, H01L29/84

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 5-29483 A(ローム株式会社)1993. 02. 05, 全文(ファミリーなし)	1-3
A	JP 6-177201 A(オリンパス光学工業株式会社)1994. 06. 24, 全文 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 58-188968 A(富士通株式会社)1983. 11. 04, 全文 (ファミリーなし)	1-3
A	日本国実用新案登録出願1-88698号(日本国実用新案出願公開3-2875 9号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフ	1-3

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06. 01. 2004

国際調査報告の発送日

20.01.04

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

栗野 正明

4M

9353

電話番号 03-3581-1101 内線 3462

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	イルム(京セラ株式会社)1991. 03. 22, 全文(ファミリーなし) JP 4-102066 A(三菱電機株式会社)1992. 04. 03, 全文 (ファミリーなし)	1-3