

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-90252
(P2012-90252A)

(43) 公開日 平成24年5月10日(2012.5.10)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
H03H 3/02 (2006.01)	H03H 3/02	C 5 J 1 0 8
H03H 9/02 (2006.01)	H03H 9/02	A
H03H 9/10 (2006.01)	H03H 9/10	
H01L 23/08 (2006.01)	H01L 23/08	Z

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2011-53848 (P2011-53848)	(71) 出願人	000232483 日本電波工業株式会社 東京都渋谷区笹塚一丁目50番1号 笹塚 N Aビル
(22) 出願日	平成23年3月11日 (2011.3.11)	(74) 代理人	100106541 弁理士 伊藤 信和 市川 了一
(31) 優先権主張番号	特願2010-212089 (P2010-212089)	(72) 発明者	埼玉県狭山市大字上広瀬1275番地の2 日本電波工業株式会社狭山事業所内
(32) 優先日	平成22年9月22日 (2010.9.22)	(72) 発明者	天野 芳明 埼玉県狭山市大字上広瀬1275番地の2 日本電波工業株式会社狭山事業所内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	亀澤 健二 埼玉県狭山市大字上広瀬1275番地の2 日本電波工業株式会社狭山事業所内
			最終頁に続く

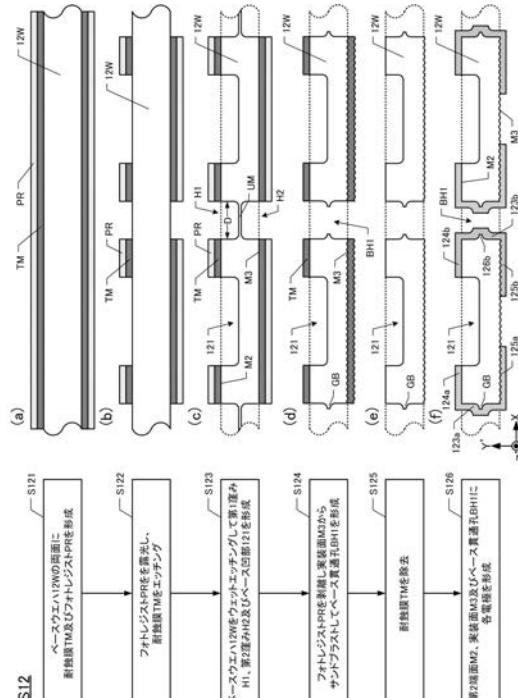
(54) 【発明の名称】圧電デバイスの製造方法及び圧電デバイス

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、貫通孔が適正に形成されるベースウエハを使って圧電デバイスの製造方法を提供する。

【解決手段】 圧電デバイスを製造する製造方法は、ベースウエハはガラス又は圧電材からなりベースウエハの第1面とその第1面の反対側の第2面とに耐蝕膜を形成する耐蝕膜形成工程 (S121) と、耐蝕膜上にフォトレジストを形成し露光した後に貫通孔に対応する耐蝕膜を金属エッチングする金属エッチング工程と (S121、S122)、金属エッチング工程後にガラス又は圧電材をエッティング液につけてベースウエハの第1面と第2面とからウェットエッティングしガラス又は圧電材が貫通する手前までエッティングするウェットエッティング工程 (S123) と、第2面に耐蝕膜が形成された状態で第2面側から研磨材を吹き付けるサンドblast工程 (S124) と、を備える。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ベース部とそのベース部の周囲に複数の貫通孔が形成されたベースウエハを使って、圧電振動片と前記ベース部とを有する圧電デバイスを製造する製造方法において、

前記ベースウエハはガラス又は圧電材からなり、前記ベースウエハの第1面とその第1面の反対側の第2面とに耐蝕膜を形成する耐蝕膜形成工程と、

前記耐蝕膜上にフォトレジストを形成し露光した後、前記貫通孔に対応する前記耐蝕膜を金属エッチングする金属エッチング工程と、

前記金属エッチング工程後に、前記ガラス又は圧電材をエッチング液について前記ベースウエハの前記第1面と前記第2面とからウェットエッチングし、前記ガラス又は圧電材が貫通する手前までエッチングするウェットエッチング工程と、

前記第2面に耐蝕膜が形成された状態で、前記第2面側から研磨材を吹き付けるサンドblast工程と、

を備える圧電デバイスを製造する製造方法。

【請求項 2】

前記サンドblast工程では、前記第1面に耐蝕膜が形成された状態で、前記第1面側から研磨剤を吹き付ける請求項1に記載の圧電デバイスの製造方法。

【請求項 3】

前記サンドblast工程後、前記耐蝕膜を除去する除去工程と、

前記除去工程後に、前記第2面に実装用の外部電極と前記貫通孔に側面電極とを形成する工程と、

を備える請求項1又は請求項2に記載の圧電デバイスの製造方法。

【請求項 4】

前記ベース部は前記第2面側からみて4辺を有する矩形形状であり、前記貫通孔は前記ベース部の向かい合う角に形成される丸孔である請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の圧電デバイスの製造方法。

【請求項 5】

前記ベース部は前記第2面側からみて4辺を有する矩形形状であり、前記貫通孔は前記ベース部の向かい合う辺に形成される辺に沿った長孔である請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の圧電デバイスの製造方法。

【請求項 6】

リッド部とベース部とで形成されるキャビティ内に配置された圧電振動片を有する圧電デバイスであって、

前記ベース部は、一対の外部電極が形成される第1面とその第1面の反対側の第2面と、前記第1接合面から前記第1面と第2面とを結ぶ側面を介して前記外部電極と接続する一対の接続電極と、を備え、

前記第1面と前記第2面とを結ぶ側面の断面は、前記第1面から中央までの第1領域と前記第2面から前記中央への第2領域と前記中央で前記第1領域及び第2領域から外側に突き出ている突出領域とからなる圧電デバイス。

【請求項 7】

前記第2面がサンドblastにより粗面化される請求項6に記載の圧電デバイス。

【請求項 8】

前記第1面がサンドblastにより粗面化される請求項7に記載の圧電デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ベースウエハに形成されたベース部に圧電振動片が載置される圧電デバイスの製造方法及び圧電デバイスに関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

表面実装用の圧電デバイスは一度に大量に製造できることが好ましい。このため特許文献1に示されるように、リッドウェハ又はベースウェハ単位で圧電デバイスを製造する方法が提案されている。特許文献1に開示された製造方法では、リッドウェハ又はベースウェハには貫通孔が形成され、その貫通孔には金属薄膜パターンすなわち電極が形成される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2001-267875号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1の圧電デバイスの製造方法は、レーザー、ウェットエッティング又はサンドブラスト等によって貫通孔を形成するとしか開示しておらず、どのように形成すれば効果的である等は開示していない。圧電デバイスの小型化が進むにつれ、貫通孔の正確な大きさとその貫通孔に形成される電極形成により高い要求が求められるようになっている。

【0005】

そこで、本発明は、貫通孔が適正に形成されるベースウェハを使って圧電デバイスの製造方法を提供する。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

第1観点の圧電デバイスの製造方法は、ベース部とそのベース部の周囲に複数の貫通孔が形成されたベースウェハを使って、圧電振動片とベース部とを有する圧電デバイスを製造する製造方法である。圧電デバイスの製造方法は、ベースウェハはガラス又は圧電材からなりベースウェハの第1面とその第1面の反対側の第2面とに耐蝕膜を形成する耐蝕膜形成工程と、耐蝕膜上にフォトレジストを形成し露光した後貫通孔に対応する耐蝕膜を金属エッティングする金属エッティング工程と、金属エッティング工程後にガラス又は圧電材をエッティング液につけてベースウェハの第1面と第2面とからウェットエッティングしガラス又は圧電材が貫通する手前までエッティングするウェットエッティング工程と、第2面に耐蝕膜が形成された状態で第2面側から研磨材を吹き付けるサンドブラスト工程と、を備える。

30

【0007】

第2観点の圧電デバイスの製造方法において、サンドブラスト工程では第1面に耐蝕膜が形成された状態で、第1面側から研磨剤を吹き付ける。

【0008】

第3観点の圧電デバイスの製造方法は、サンドブラスト工程後、耐蝕膜を除去する除去工程と、除去工程後に第2面に実装用の外部電極と貫通孔に側面電極とを形成する工程と、を備える。

【0009】

第4観点の圧電デバイスの製造方法において、ベース部は第2面側からみて4辺を有する矩形形状であり、貫通孔はベース部の向かい合う角に形成される丸孔である。

40

【0010】

第5観点の圧電デバイスの製造方法において、ベース部は第2面側からみて4辺を有する矩形形状であり、貫通孔はベース部の向かい合う辺に形成される辺に沿った長孔である。

【0011】

第6観点の圧電デバイスは、リッド部とベース部とで形成されるキャビティ内に配置された圧電振動片を有する。ベース部は一対の外部電極が形成される第1面とその第1面の反対側の第2面と、第1接合面から第1面と第2面とを結ぶ側面を介して外部電極と接続する一対の接続電極と、を備える。また、第1面と第2面とを結ぶ側面の断面は、第1面

50

から中央までの第1領域と第2面から中央への第2領域と中央で第1領域及び第2領域から外側に突き出ている突出領域とからなる。

【0012】

第7観点の圧電デバイスは、第2面がサンドブラストにより粗面化される。

第8観点の圧電デバイスは、第1面がサンドブラストにより粗面化される。

【発明の効果】

【0013】

本発明の製造方法によれば、ベースウエハ単位でコストを低減させて圧電デバイスを製造でき、また耐久性に優れた圧電デバイスを製造することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】第1実施形態の第1水晶振動子100の分解斜視図である。

【図2】図1のA-A断面図である。

【図3】第1実施形態の第1水晶振動子100の製造を示したフローチャートである。

【図4】水晶ウエハ10Wの平面図である。

【図5】リッドウエハ11Wの平面図である。

20

【図6】ベース部12の製造ステップS12の詳細を示した説明図である。なお、右側が左側のフローチャートの各ステップに対応する図1のA-A断面におけるベースウエハ12Wの部分断面図である。

【図7】ベースウエハ12Wの平面図である。

【図8】第1実施形態の変形例で、図1のA-A断面に対応する第1水晶振動子100'の断面図である。

【図9】ベース部12'の製造ステップS12'の詳細を示した部分説明図である。なお、右側が左側のフローチャートの各ステップに対応する図1のA-A断面におけるベースウエハ12Wの部分断面図である。

【図10】第2実施形態の第2水晶振動子200の分解斜視図で、低融点ガラスLGが省略されて描いてある。

【図11】図10のB-B断面図である。

【図12】水晶フレーム20の製造ステップT20を示した説明図である。なお、右側が左側のステップに対応する図10のB-B断面における水晶ウエハ20Wの部分断面図である。

30

【図13】水晶ウエハ20Wの平面図である。

【図14】ベースウエハ22Wの平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

第1実施形態及び第2実施形態では、圧電振動片としてATカットの水晶振動片が使われている。つまり、ATカットの水晶振動片は、正面(YZ面)が結晶軸(XYZ)のY軸に対して、X軸を中心としてZ軸からY軸方向に35度15分傾斜されている。このため、ATカットの水晶振動片の軸方向を基準とし、傾斜された新たな軸をY'軸及びZ'軸として用いる。すなわち、第1実施形態及び第2実施形態において水晶振動子の長手方向をX軸方向、水晶振動子の高さ方向をY'軸方向、X及びY'軸方向に垂直な方向をZ'として説明する。

40

【0016】

(第1実施形態)

<第1水晶振動子100の全体構成>

第1水晶振動子100の全体構成について、図1及び図2を参照しながら説明する。図1は第1水晶振動子100の分解斜視図で、図2は図1のA-A断面図である。なお、図1では接続電極124a、124b全体が見えるように、封止材である低融点ガラスLGが透明に描かれている。

【0017】

50

図1及び図2に示されたように、第1水晶振動子100はリッド凹部111を有するリッド部11と、ベース凹部121を有するベース部12と、ベース部12に載置される平板状の水晶振動片10とを備える。

【0018】

水晶振動片10は、ATカットされた水晶片101により構成され、その水晶片101の中央付近の両主面に一対の励振電極102a、102bが対向して配置されている。また、励振電極102aには水晶片101の底面(-Y'側)の-X側まで伸びた引出電極103aが接続され、励振電極102bには水晶片101の底面(-Y'側)の+X側まで伸びた引出電極103bが接続されている。水晶振動片10はメサ型又は逆メサ型であってもよい。水晶振動片10の励振電極102a、102bの周囲に図10に示されるような一対の「L」字型の間隙部が形成されていてもよい。

10

【0019】

ここで、励振電極102a、102b及び引出電極103a、103bは例えば下地としてのクロム層が用いられ、クロム層の上面に金層が用いられる。また、クロム層の厚さは例えば0.05μm～0.1μmで、金層の厚さは例えば0.2μm～2μmである。

【0020】

ベース部12は、表面(+Y'側の面)にベース凹部121の周囲に形成された第2端面M2を有している。また、ベース部12はX軸方向の両側にベース貫通孔BH1(図7を参照)を形成した際のZ'軸方向に伸びたベースキャスター122a、122bが形成されている。

20

【0021】

ベースキャスター122a、122bはY'軸方向のほぼ中央位置に外側に突起した突起部126a、126bがそれぞれ形成されている。つまり、ベースキャスター122a、122bは突起部126a、126bから第2端面M2までの曲面からなる第1領域127Aと、突起部126a、126bから実装面M3までの曲面からなる第2領域127Bとを含んでいる。突起部126a、126bはベース加工の際に形成される凸部GB(図6を参照)である。なお、実装面M3は水晶振動子の実装面であり、微小な凸凹が形成されている。

【0022】

また、ベースキャスター122a、122bにはベース側面電極123a、123bがそれぞれ形成されている。また、ベース側面電極123aと電気的に接続された接続電極124aがベース部12の第2端面M2の-X側に形成されている。同様に、ベース側面電極123bと電気的に接続された接続電極124bがベース部12の第2端面M2の+X側に形成されている。さらに、ベース部12は実装面M3にベース側面電極123a、123bとそれぞれ電気的に接続された一対の外部電極125a、125bを有している。なお、ベース側面電極、接続電極及び外部電極は水晶振動片10の励振電極及び引出電極と同じ構成である。

30

【0023】

第1水晶振動子100において、水晶振動片10のX軸方向の長さがベース凹部121のX軸方向の長さより大きい。このため、水晶振動片10を導電性接着剤13でベース部12に載置すると、図2に示されたように水晶振動片10のX軸方向の両端がベース部12の第2端面M2に載置される。このとき、水晶振動片10の引出電極103a、103bがベース部12の接続電極124a、124bにそれぞれ電気的に接続される。これにより、外部電極125a、125bがベース側面電極123a、123b、接続電極124a、124b、導電性接着剤13及び引出電極103a、103bを介して励振電極102a、102bにそれぞれ電気的に接続される。つまり、外部電極125a、125bに交番電圧(正負を交番する電位)を印加したときに、水晶振動片10は厚みすべり振動する。

40

【0024】

リッド部11は、ベース部12のベース凹部121よりXZ'平面で面積が大きいリッ

50

ド凹部 111 と、その周囲に形成された第 1 端面 M1 とを有している。なお、リッド部 11 の第 1 端面 M1 とベース部 12 の第 2 端面 M2 とが接合されてリッド凹部 111 及びベース凹部 121 により水晶振動片 10 を収納するキャビティ CT が形成される。また、キャビティ CT は不活性ガスで満たされたり又は真空状態に気密されたりする。

【0025】

ここで、リッド部 11 の第 1 端面 M1 とベース部 12 の第 2 端面 M2 とは例えば封止材（非導電性接着剤）である低融点ガラス LG によって接合される。低融点ガラス LG は、350 ~ 400 で溶融する鉛フリーのバナジウム系ガラスを含む。バナジウム系ガラスはバインダーと溶剤とが加えられペースト状であり、溶融された後固化されることで他の部材と接着する。また、このバナジウム系ガラスは接着時の気密性と耐水性・耐湿性などの信頼性が高い。さらに、バナジウム系ガラスはガラス構造を制御することにより熱膨張係数も柔軟に制御できる。

10

【0026】

リッド部 11 において、リッド凹部 111 の X 軸方向の長さが水晶振動片 10 の X 軸方向の長さ及びベース凹部 121 の X 軸方向の長さより大きい。また、低融点ガラス LG は図 1 及び図 2 に示されたように、ベース部 12 の第 2 端面 M2 の外側（幅は 300 μm 程度）でリッド部 11 とベース部 12 とを接合する。

【0027】

また、第 1 実施形態では水晶振動片 10 がベース部 12 の第 2 断面 M2 に載置されているが、ベース凹部 121 の内部に収納されてもよい。このとき、接続電極がベースキャスタークレーション 122a、122b から第 2 端面 M2 を介してベース凹部 121 の底面まで伸びて形成される必要がある。また、この場合にリッド部はリッド凹部が形成されていない平板状となってもよい。

20

【0028】

さらに、第 1 実施形態では接続電極と電気的に接続される引出電極が水晶振動片 10 の底面（-Y' 側の面）の X 軸方向の両側に形成されているが、X 軸方向において同側に形成されてもよい。このとき、一方（例えば +X 側）の接続電極が第 2 端面 M2 又はベース凹部 121 を介して他方（例えば -X 側）まで伸びて形成される必要がある。

【0029】

30

< 第 1 水晶振動子 100 の製造方法 >

図 3 は、第 1 水晶振動子 100 の製造を示したフローチャートである。図 3 において、水晶振動片 10 の製造ステップ S10 と、リッド部 11 の製造ステップ S11 と、ベース部 12 の製造ステップ S12 とは並行して製造することができる。また、図 4 は水晶ウエハ 10W の平面図で、図 5 はリッドウエハ 11W の平面図である。図 6 はベース部 12 の製造ステップ S12 を示した説明図で、図 7 はベースウエハ 12W の平面図である。図 6 において、右側は左側のフローチャートの各ステップに対応する図 1 の A-A 断面におけるベースウエハ 12W の部分断面図である。

【0030】

ステップ S10 では、水晶振動片 10 が製造される。ステップ S10 はステップ S10 1 ~ S10 3 を含んでいる。

40

ステップ S10 1 において、図 4 に示されたように、均一の水晶ウエハ 10W にエッチングにより複数の水晶振動片 10 の外形が形成される。ここで、各水晶振動片 10 は連結部 104 により水晶ウエハ 10W に接続されている。

【0031】

ステップ S10 2 において、まずスパッタリングまたは真空蒸着によって水晶ウエハ 10W の両面及び側面にクロム層及び金層が順に形成される。そして、金属層の全面にフォトレジストが均一に塗布される。その後、露光装置（図示しない）を用いて、フォトマスクに描かれた励振電極、引出電極のパターンが水晶ウエハ 10W に露光される。次に、フォトレジストから露出した金属層がエッチングされる。これにより、図 4 に示されたように水晶ウエハ 10W 両面及び側面には励振電極 102a、102b 及び引出電極 103a

50

、 1 0 3 b が形成される（図 1 を参照）。

【 0 0 3 2 】

ステップ S 1 0 3 において、水晶振動片 1 0 が個々に切断される。切断工程では、レーザーを用いたダイシング装置、または切断用ブレードを用いたダイシング装置などを用いて図 4 に示された一点鎖線のカットライン C L に沿って切断する。

【 0 0 3 3 】

ステップ S 1 0 では、1 枚の水晶ウエハ 1 0 W に複数の水晶振動片 1 0 が同時に形成されているが、個々の水晶片に対して研磨、エッチング及び電極形成が行われてもよい。

【 0 0 3 4 】

ステップ S 1 1 では、リッド部 1 1 が製造される。ステップ S 1 1 はステップ S 1 1 1 及び S 1 1 2 を含んでいる。

ステップ S 1 1 1 において、図 5 に示されたように、均一厚さの水晶平板のリッドウエハ 1 1 W にリッド凹部 1 1 1 が数百から数千個形成される。リッドウエハ 1 1 W には、エッチング又は機械加工によりリッド凹部 1 1 1 が形成され、リッド凹部 1 1 1 の周囲には第 1 端面 M 1 が形成される。

【 0 0 3 5 】

ステップ S 1 1 2 において、スクリーン印刷でリッドウエハ 1 1 W の第 1 端面 M 1 に低融点ガラス L G が印刷される。その後、低融点ガラス L G を仮硬化することで、低融点ガラス L G 膜がリッドウエハ 1 1 W の第 1 端面 M 1 に形成される。本実施形態では、低融点ガラス L G がリッド部 1 1 に形成されているが、ベース部 1 2 に形成されてもよい。

【 0 0 3 6 】

ステップ S 1 2 では、ベース部 1 2 が製造される。ベースウエハ 1 2 W の厚さは 3 0 0 μm ~ 7 0 0 μm 程度である。図 6 に示されたように、ステップ S 1 2 はステップ S 1 2 1 ~ S 1 2 6 を含んでいる。

【 0 0 3 7 】

ステップ S 1 2 1 において、図 6 (a) に示されたように均一厚さの水晶平板のベースウエハ 1 2 W の両面に耐蝕膜 T M とフォトレジスト P R とを順に形成する。スパッタリングもしくは蒸着などの手法により耐蝕膜 T M としての金属膜を形成する。例えば単結晶のベースウエハ 1 2 W に、下地としてニッケル (N i) 、クロム (C r) 、チタン (T i) 又はニッケル・タンクステン (N i W) 等を使用し、下地の上に金 (A u) や銀 (A g) 等を成膜する。第 1 実施形態では、耐蝕膜 T M としてクロム層の上に金層を重ねた金属膜を使用する。たとえば、クロム層の厚みは 1 0 0 オングストローム、金層の厚みも 1 0 0 0 オングストローム程度とする。次に、耐蝕膜 T M の上にフォトレジスト P R をスピンドルなどの手法で均一に塗布する。

【 0 0 3 8 】

ステップ S 1 2 2 において、図 6 (b) に示されたように、まず露光装置（図示しない）を用いて、フォトマスク（図示しない）に描かれたベース部 1 2 の外形パターンをフォトレジスト P R が塗布されたベースウエハ 1 2 W の両面に露光する。また、露光されたフォトレジスト P R は、現像することで除去される。次に、フォトレジスト P R から露出した耐蝕膜 T M の金層を、たとえばヨウ素とヨウ化カリウムの水溶液を用いてエッチングする。そして、金層が除去されて露出したクロム層を、たとえば硝酸第二セリウムアンモニウムと酢酸との水溶液でエッチングする。これらの処理によりフォトレジスト P R から露出した耐蝕膜 T M を除去することができる。

【 0 0 3 9 】

ステップ S 1 2 3 において、図 6 (c) に示されたように耐蝕膜 T M 及びフォトレジスト P R が除去されて露出したベースウエハ 1 2 W の両面をフッ化水素酸などの水溶液でウエットエッチングする。これにより、深さ 1 0 0 μm ~ 3 0 0 μm 程度の数百から数千個のベース凹部 1 2 1 が形成される。また、ベース凹部 1 2 1 の周囲には第 2 端面 M 2 が形成される。同時に、各ベース凹部 1 2 1 の X 軸方向の両側には第 2 端面 M 2 及び実装面 M 3 からベースウエハ 1 2 W の厚さの 1 0 0 μm ~ 3 0 0 μm 程度に窪んだ底部 U M を有す

10

20

30

40

50

る第1窪みH1及び第2窪みH2が形成される。ベース凹部121と第1窪みH1とは同時に形成されるので、その深さは同じである。第1窪みH1及び第2窪みH2のX軸方向の幅Dは200μm~400μm程度である。

【0040】

第1窪みH1及び第2窪みH2の深さ及び幅Dは、ウェットエッティング時間、およびフッ化水素酸などの水溶液の濃度、温度を調整して余分な箇所が侵食されないようにする。第1窪みH1と第2窪みH2とが貫通して底部UMの一部に小さな穴が形成されてもよい。しかし底部UMがまったくなくなるほどウェットエッティングしてしまうと、幅Dが大きくなってしまい第2端面M2の幅が狭くなってしまう。このため、底部UMが完全に残っているか、又は底部UMの一部に小さな穴ができる程度までウェットエッティングする。

10

【0041】

ガラスを底部がなくなるまでウェットエッティングすると、ガラスは等方的なエッティングをされるために、シールパス幅が取れない。そこで、ウェットエッティングをサンドブラスト加工が可能な必要最低限の加工で留めておく。その状態からサンドブラスト加工をすることで、シールパスを確保し貫通孔の形状を整えることが両立でき、そこに形成された電極の導通を確実なものとする。

【0042】

ステップS124において、図6(d)に示されたようにフォトレジストPRを剥離した状態で実装面M3全面に研磨材を吹き付けるサンドブラスト工程が行われる。これにより、第1窪みH1及び第2窪みH2の底部UMがサンドブラストされベースウエハ12Wの第2端面M2から実装面M3まで貫通された角丸長方形のベース貫通孔B1H1が形成される(図7を参照)。ウェットエッティングした後にサンドブラストをすることで、ベース貫通孔B1H1が適正な大きさで且つ加工時間を短縮することができる。ベース貫通孔B1H1が半分割されると1つのベースキャスター122a、122b(図1及び図2を参照)になる。また、ベースウエハ12Wの厚さ方向のほぼ中央位置にはベース貫通孔B1H1の内側に向かって突起した凸部GBが形成されている(図7を参照)。この凸部GBが半分に割されると、1つの突起部126a、126b(図1及び図2を参照)になる。

20

【0043】

さらに、耐蝕膜TMが形成されている状態で実装面M3全面がサンドブラストされると、耐蝕膜TM及びベースウエハ12Wの表面に微小な凸凹が生じ、ベースウエハ12Wの実装面M3が粗面となる。サンドブラスト工程でベースウエハ12Wの表面に研磨材が直接吹き付けられると、ベースウエハ12Wの表面には微小な凸凹が生じるが、その微小な凸凹は鋭利な凹凸で且つマイクロクラックも生じやすい。マイクロクラックはベース部12の強度を弱めてしまう。一方、耐蝕膜TMが形成されている状態で研磨材が吹き付けられると、ベースウエハ12Wの表面にはなめらかな凸凹が生じ、マイクロクラックは生じない。

30

【0044】

ステップS125において、図6(e)に示されたように耐蝕膜TMがエッティングなどで除去される。

40

【0045】

ステップS126において、図6(f)に示されたようにステップS102で説明されたスパッタ及びエッティング方法によってベース部12の実装面M3のX軸方向の両側に外部電極125a、125bが形成される。ここで、ベースウエハ12Wの表面が微小な凸凹の粗面となっているので、外部電極125a、125bを形成する際、ベースウエハ12Wに対するクロムの密着性を向上することができる。同時に、ベース貫通孔B1H1にはベース側面電極123a、123bが形成され、第2端面M2には接続電極124a、124bが形成される(図1、図2及び図7を参照)。

【0046】

ステップS13では、ステップS10で製造された水晶振動片10が導電性接着剤13

50

でベース部 12 の第 2 端面 M2 に載置される。このとき、水晶振動片 10 の引出電極 103a、103b とベース部 12 の第 2 端面 M2 に形成された接続電極 124a、124b との位置が合うように水晶振動片 10 がベース部 12 の第 2 端面 M2 に載置される（図 2 を参照）。

【0047】

ステップ S14 では、低融点ガラス LG が加熱され、リッドウェハ 11W とベースウェハ 12W とが加圧される。これによりリッドウェハ 11W とベースウェハ 12W とが低融点ガラス LG により接合される。

【0048】

ステップ S15 では、接合されたリッドウェハ 11W とベースウェハ 12W とが個々に切断される。切断工程では、レーザーを用いたダイシング装置、または切断用ブレードを用いたダイシング装置などを用いて図 5 及び図 7 に示された一点鎖線のスクライブライン SL に沿って第 1 水晶振動子 100 を単位として個片化される。これにより、数百から数千の第 1 水晶振動子 100 が製造される。

10

【0049】

（第 1 実施形態の変形例）

＜第 1 水晶振動子 100' の全体構成＞

第 1 水晶振動子 100' の全体構成について、図 8 を参照しながら説明する。図 8 は、図 1 の A-A 断面に対応する第 1 水晶振動子 100' の断面図である。

20

【0050】

図 8 に示されたように、第 1 水晶振動子 100' は、水晶振動片 10、リッド部 11 及びベース部 12' で構成される。ここで、ベース部 12' は第 2 端面 M2、実装面 M3 及びベース凹部 121 の底面に微小な凸凹が形成されている。

【0051】

このような構成によれば、ベース部 12 に外部電極 125a、125b 及び接続電極 124a'、124b' を形成する際にベース部 12 に対するクロムの密着性を向上することができる。さらに、リッド部 11 とベース部 12' とが低融点ガラス LG により接合される際に低融点ガラス LG とベース部 12' との密着力を向上することができる。

【0052】

＜第 1 水晶振動子 100' の製造方法＞

第 1 水晶振動子 100' の製造方法は、第 1 実施形態の図 3 及び図 6 で説明された製造方法とほぼ同じであるので、図 6 における異なるステップのみについて詳しく説明する。図 9 は、ベース部 12' の製造ステップ S12' の詳細を示した部分説明図である。すなわち、図 9 はステップ S121 ~ S123 までは図 6 同じであるので、ステップ S124' ~ S126' について詳しく説明する。

30

【0053】

ステップ S124' において、図 9 (a) に示されたようにフォトレジスト PR を剥離した状態で第 2 端面 M2 及び実装面 M3 全面に研磨材を吹き付けるサンドブラスト工程が行われる。これにより、ベースウェハ 12W が第 2 端面 M2 から実装面 M3 まで貫通されて角丸長方形のベース貫通孔 BH1 が形成される（図 7 を参照）。

40

【0054】

さらに、耐蝕膜 TM が形成されている状態で第 2 端面 M2 及び実装面 M3 全面がサンドブラストされると、耐蝕膜 TM 及びベースウェハ 12W の表面に微小な凸凹が生じ、ベースウェハ 12W の第 2 端面 M2 及び実装面 M3 が粗面となる。

【0055】

ステップ S125' において、図 9 (b) に示されたように耐蝕膜 TM がエッチングなどで除去される。

【0056】

ステップ S126' において、図 9 (c) に示されたようにスパッタ及びエッチング方法によってベース部 12' の実装面 M3 に外部電極 125a、125b が形成され、第 2

50

端面M 2 に接続電極1 2 4 a'、1 2 4 b'が形成される。ここで、ベースウェハ1 2 Wの表面が微小な凸凹の粗面となっているので、外部電極1 2 5 a、1 2 5 b及び接続電極1 2 4 a'、1 2 4 b'を形成する際、ベースウェハ1 2 Wに対するクロムの密着性向上することができる。同時に、ベース貫通孔B H 1にはベース側面電極1 2 3 a、1 2 3 bが形成される。

【0 0 5 7】

また、図示しないが、ベースウェハ1 2 Wの第2端面M 2が粗面化されているので、図3のステップS 1 4でリッドウェハ1 1 Wとベースウェハ1 2 Wとが低融点ガラスL Gにより接合される際に低融点ガラスL Gとベースウェハ1 2 Wとの密着力を向上することができる。

10

【0 0 5 8】

(第2実施形態)

<第2水晶振動子2 0 0の全体構成>

第2水晶振動子2 0 0の全体構成について、図1 0及び図1 1を参照しながら説明する。図1 0は第2実施形態の第2水晶振動子2 0 0の分解斜視図で、図1 1は図1 0のB-B断面図である。図1 0では、リッド部2 1と水晶フレーム2 0との間、及び水晶フレーム2 0とベース部2 2との間に形成された低融点ガラスL Gが省略されて描かれている。

【0 0 5 9】

図1 0及び図1 1に示されたように、第2水晶振動子2 0 0はリッド凹部2 1 1を有するリッド部2 1と、ベース凹部2 2 1を有するベース部2 2と、リッド部2 1とベース部2 2とに挟まれる水晶フレーム2 0とを備える。

20

【0 0 6 0】

ベース部2 2はガラス又は水晶材料で形成され、その表面(+Y'側の面)にベース凹部2 2 1の周囲に形成された第2端面M 2を有している。ベース部2 2の四隅には、ベース貫通孔B H 2(図1 4を参照)を形成した際のX Z'平面で1/4円弧に窪んだベースキャスタークション2 2 2 a~2 2 2 dが形成されている。

【0 0 6 1】

ベースキャスタークション2 2 2 a~2 2 2 dはY'軸方向のほぼ中央位置に凸部G B(図1 4を参照)を形成した際の外側に突起した突起部2 2 6がそれぞれ形成される。つまり、ベースキャスタークション2 2 2 a~2 2 2 dは突起部2 2 6から第2端面M 2までの曲面からなる第1領域2 2 7 Aと、突起部2 2 6から実装面までの曲面からなる第2領域2 2 7 Bとをそれぞれ含んでいる。

30

【0 0 6 2】

ベース部2 2において、ベースキャスタークション2 2 2 a~2 2 2 dにはベース側面電極2 2 3 a~2 2 3 dがそれぞれ形成されている。実装面のX軸方向の両側には一対の外部電極2 2 5 a、2 2 5 bがそれぞれ形成されている。ベース側面電極2 2 3 a、2 2 3 dの一端は外部電極2 2 5 aに接続され、ベース側面電極2 2 3 b、2 2 3 cの一端は外部電極2 2 5 bに接続される。また、ベース側面電極2 2 3 a~2 2 3 dの他端はベース部2 2の第2端面M 2にまで伸びて接続パッド2 2 3 Mが形成されることが好ましい。接続パッド2 2 3 Mは、後述する水晶側面電極2 0 5 a~2 0 5 dの接続パッド2 0 5 Mにそれぞれ確実に電気的に接続される。

40

【0 0 6 3】

水晶フレーム2 0はATカットされた水晶材料で形成され、ベース部2 2の第2端面M 2に接合され、+Y'側の表面M eと-Y'側の裏面M iとを有している。水晶フレーム2 0は水晶振動部2 0 1と水晶振動部2 0 1を囲む外枠2 0 8とで構成されている。また、水晶振動部2 0 1と外枠2 0 8との間には、表面M eから裏面M iまで貫通した一対の「L」字型の間隙部2 0 7が形成される。間隙部2 0 7が形成されていない部分が水晶振動部2 0 1と外枠2 0 8との連結部2 0 9 a、2 0 9 bとなっている。水晶振動部2 0 1の表面M e及び裏面M iには励振電極2 0 2 a、2 0 2 bがそれぞれ形成され、連結部2 0 9 a、2 0 9 b及び外枠2 0 8の両面には励振電極2 0 2 a、2 0 2 bとそれぞれ導電

50

された引出電極 203a、203b が形成されている。さらに、水晶フレーム 20 の四隅には、水晶貫通孔 CH (図 13 を参照) を形成した際の水晶キャスタレーション 204a ~ 204d がそれぞれ形成されている。

【0064】

水晶キャスタレーション 204a ~ 204d は Y' 軸方向のほぼ中央位置に凸部 GB (図 13 を参照) を形成した際の外側に突起した突起部 206 がそれぞれ形成される。つまり、水晶キャスタレーション 204a ~ 204d は突起部 206 から表面 Me までの曲面からなる第 3 領域 207A と、突起部 206 から裏面 Mi までの曲面からなる第 4 領域 207B とを含んでいる。

【0065】

水晶フレーム 20 の裏面 Mi に形成された引出電極 203b はベース側面電極 223b に電気的に接続されている。また、水晶キャスタレーション 204a、204d には水晶側面電極 205a、205d が形成され、水晶側面電極 205a、205d は引出電極 203a とベース側面電極 223a、223d とに電気的に接続されている。ここで、水晶側面電極 205a、205d は水晶フレーム 20 の裏面 Mi まで伸びて接続パッド 205M が形成されることが好ましい。接続パッド 205M は、ベース側面電極 223a、223d の接続パッド 223M と確実に電気的に接続される。

10

【0066】

第 2 水晶振動子 200 は、水晶フレーム 20 の表面 Me に接合されるガラス又は水晶材料である水晶からなるリッド部 21 をさらに備えている。リッド部 21 はリッド凹部 211 の周囲に形成された第 1 端面 M1 を有している。図 11 に示されたように、リッド部 21、水晶フレーム 20 の外枠 208 及びベース部 22 により水晶振動部 201 を収納するキャビティ CT が形成される。キャビティ CT は窒素ガスで満たされたり又は真空状態にされたりする。また、リッド部 21 と、水晶フレーム 20 と、ベース部 22 とは例えば低融点ガラス LG などの封止材により接合される。

20

【0067】

第 2 水晶振動子 200 の一対の外部電極 225a、225b に交番電圧 (正負を交番する電位) が印加される。このとき、外部電極 225a、ベース側面電極 223a、水晶側面電極 205a、引出電極 203a 及び励振電極 202a が同じ極性となり、外部電極 225b、ベース側面電極 223b、引出電極 203b 及び励振電極 202b が同じ極性となる。したがって、水晶振動部 201 は厚みすべり振動する。

30

【0068】

第 2 実施形態において、第 2 水晶振動子 200 は、ベースキャスタレーション 222a ~ 222d 及び水晶キャスタレーション 204a ~ 204d の外側に連結電極 (図示しない) が形成されてもよい。これにより、ベース側面電極 223a ~ 223d と水晶側面電極 205a ~ 205d とが確実に電気的に接続される。

【0069】

また、第 2 実施形態において水晶フレームが逆メサ型となってもよいし、この場合にリッド部及びベース部は凹部が形成されていない平板状となってもよい。

40

【0070】

<第 2 水晶振動子 200 の製造方法>

まず、水晶フレーム 20 の製造ステップ T20 について、図 12 及び図 13 を参照しながら説明する。図 12 は水晶フレーム 20 の製造ステップ T20 を示した説明図で、図 13 は水晶ウエハ 20W の平面図である。なお、図 12 において右側が左側のステップに対応する図 10 の B - B 断面における水晶ウエハ 20W の部分断面図である。

【0071】

図 12 に示されたように、水晶フレーム 20 の製造ステップ T20 はステップ T201 ~ T206 を含んでいる。

【0072】

ステップ T201 において、図 12 (a) に示されたように均一厚さの水晶平板の水晶

50

ウエハ 20W の両面に耐蝕膜 TM とフォトレジスト PR とを順に形成する。まず、スパッタリングもしくは蒸着などの手法により耐蝕膜 TM として金属膜を形成する。第 2 実施形態では、耐蝕膜 TM としてクロム層の上に金層を重ねた金属膜を使用する。次に、耐蝕膜 TM の上にフォトレジスト PR をスピンドルコートなどの手法で均一に塗布する。

【0073】

ステップ T202において、図 12 (b) に示されたように、まず露光装置（図示しない）を用いて、フォトマスク（図示しない）に描かれた水晶フレーム 20 の外形パターンをフォトレジスト PR が塗布された水晶ウエハ 20W の両面に露光する。ここで、水晶フレーム 20 の外形パターンとは、隙間部 207 及び水晶キャスター 204a ~ 204d の形状パターンを示している。また、露光されたフォトレジスト PR は、現像することで除去される。次に、フォトレジスト PR から露出した耐蝕膜 TM がエッチングして除去される。

10

【0074】

ステップ T203において、図 12 (c) に示されたように耐蝕膜 TM 及びフォトレジスト PR が除去されて露出した水晶ウエハ 20W の両面をウェットエッチングする。これにより、各水晶フレーム 20 の四隅には表面 Me 及び裏面 Mi から水晶ウエハ 20W の厚さの半分程度に窪んだ底部 UM を有する第 3 窪み H3 及び第 4 窪み H4 が形成される。また、図示しないが、水晶フレーム 20 の隙間部 207 に対応する部分にも表面 Me 及び裏面 Mi から窪んだ窪みが形成される。

20

【0075】

ステップ T204において、図 12 (d) に示されたようにフォトレジスト PR を剥離した状態で表面 Me 又は裏面 Mi から砂などの研磨材を吹き付けるサンドブラスト工程が行われる。これにより、第 3 窪み H3 及び第 4 窪み H4 の底部 UM がサンドブラストされ水晶ウエハ 20W の表面 Me から裏面 Mi まで貫通された円形の水晶貫通孔 CH が形成される（図 13 を参照）。このとき、水晶ウエハ 20W の両面のバランスが崩れないように、マスクを用いてサンドブラストすることが好ましい。水晶貫通孔 CH が 1/4 に分割されると 1 つの水晶キャスター 204a ~ 204d（図 10 及び図 11 を参照）になる。また、水晶ウエハ 20W の厚さ方向のほぼ中央位置には水晶貫通孔 CH の内側に向かって突起した凸部 GB が形成されている（図 13 を参照）。この凸部 GB が 1/4 に分割されると、1 つの突起部 206a ~ 206d（図 10 及び図 11 を参照）になる。また、図示しないが、水晶貫通孔 CH と同時に水晶フレーム 20 の隙間部 207 も形成される。

30

【0076】

ステップ T205において、図 12 (e) に示されたように耐蝕膜 TM が除去される。なお、耐蝕膜 TM がエッチングなどで除去されればよい。

【0077】

ステップ T206において、図 12 (f) に示されたように第 1 実施形態の図 3 のステップ S102 で説明されたスパッタ及びエッチング方法によって水晶ウエハ 20W の水晶貫通孔 CH、表面 Me 及び裏面 Mi に各電極が形成される。すなわち、水晶貫通孔 CH に水晶側面電極 205a ~ 205d が形成される。同時に、水晶ウエハ 20W の表面 Me 及び裏面 Mi に励振電極 202a、202b、引出電極 203a、203b 及び接続パッド 205M が形成される（図 10、図 11 及び図 13 を参照）。

40

【0078】

次に、第 2 水晶振動子 200 のリッド部 21 は、第 1 実施形態の図 3 で説明された製造ステップ S11 と同じ方法で製造される。

【0079】

その後、第 2 水晶振動子 200 のベース部 22 は、第 1 実施形態の図 3 で説明された製造ステップ S12 と同じ方法で製造される。ここで、図 14 はベースウエハ 22W の平面図である。但し、図 14 に示されたベースウエハ 22W にはベース部 22 の四隅に円形のベース貫通孔 BH2 が形成される。このベース貫通孔 BH2 が 1/4 に分割されると 1 つ

50

のベースキャスター¹ション² 2 2 2 a ~ 2 2 2 d (図 1 0 及び図 1 1 を参照) になる。また、ベースウエハ 2 2 W の第 2 端面 M 2 には封止材として低融点ガラス L G が形成されている。

【 0 0 8 0 】

第 2 実施形態では、水晶フレーム 2 0 の製造、リッド部 2 1 の製造及びベース部 2 2 の製造は別々に並行して行うことができる。また、別々に製造されたリッドウエハ 2 1 W 、水晶ウエハ 2 0 W 及びベースウエハ 2 2 W は、低融点ガラス L G によって接合される。

【 0 0 8 1 】

最後、接合されたリッドウエハ 2 1 W と、水晶ウエハ 2 0 W と、ベースウエハ 2 2 W とが個々に切断される。切断工程では、レーザーを用いたダイシング装置、または切断用ブレードを用いたダイシング装置などを用いて図 1 3 及び図 1 4 に示された一点鎖線のスクライブライン S L に沿って第 2 水晶振動子 2 0 0 を単位として個片化する。これにより、数百から数千の第 2 水晶振動子 2 0 0 が製造される。

【 0 0 8 2 】

第 2 水晶振動子 2 0 0 の製造方法では、接合する前に低融点ガラス L G がリッドウエハ (図 5 を参照) 及びベースウエハ 2 2 W に形成されているが、水晶ウエハ 2 0 W の表面 M e 及び裏面 M i に形成されてもよい。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 8 3 】

以上、本発明の最適な実施形態について詳細に説明したが、当業者に明らかなように、本発明はその技術的範囲内において実施形態に様々な変更・変形を加えて実施することができる。

【 0 0 8 4 】

例えば、第 1 実施形態がベース部の四隅にキャスター¹ションを形成した構成となつてもよいし、第 2 実施形態がベース部及び水晶フレームの X 軸方向の両側にキャスター¹ションを形成した構成となつてもよい。

また、第 1 実施形態及び第 2 実施形態において低融点ガラス L G によりベースウエハとリッドウエハとが接合されているが、低融点ガラス L G の代わりにポリイミド樹脂を用いられてもよい。ポリイミド樹脂が用いられる場合においては、スクリーン印刷でもよいし、感光性のポリイミド樹脂を全面に塗布した後に露光することもできる。

【 0 0 8 5 】

また、第 1 実施形態及び第 2 実施形態において外部電極はベース部の底面の X 軸方向の両側に形成されているが、四隅に形成された外部電極でもよい。このとき、余分の外部電極はアースに用いられる。

さらに、第 1 実施形態及び第 2 実施形態では A T カット型の圧電振動片を一例として説明したが、基部の一端から伸びた一対の振動腕を有する音叉型の圧電振動片にも適用できる。

また、第 1 実施形態及び第 2 実施形態では水晶振動片が使用されたが、水晶以外にタンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウムなどの圧電材料を利用することができる。さらに圧電デバイスとして、発振回路を組み込んだ I C などをパッケージ内に配置させた圧電発振器にも本発明は適用できる。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 6 】

1 0 、 2 0 ... 水晶振動片

1 1 、 2 1 ... リッド部、 1 1 W ... リッドウエハ

1 2 、 1 2 ' 、 2 2 ... ベース部、 1 2 W 、 2 2 W ... ベースウエハ

1 3 ... 導電性接着剤

1 0 0 、 1 0 0 ' 、 2 0 0 水晶振動子

1 0 1 ... 水晶片、 2 0 1 ... 水晶振動部

1 0 2 a 、 1 0 2 b 、 2 0 2 a 、 2 0 2 b ... 励振電極

10

20

30

40

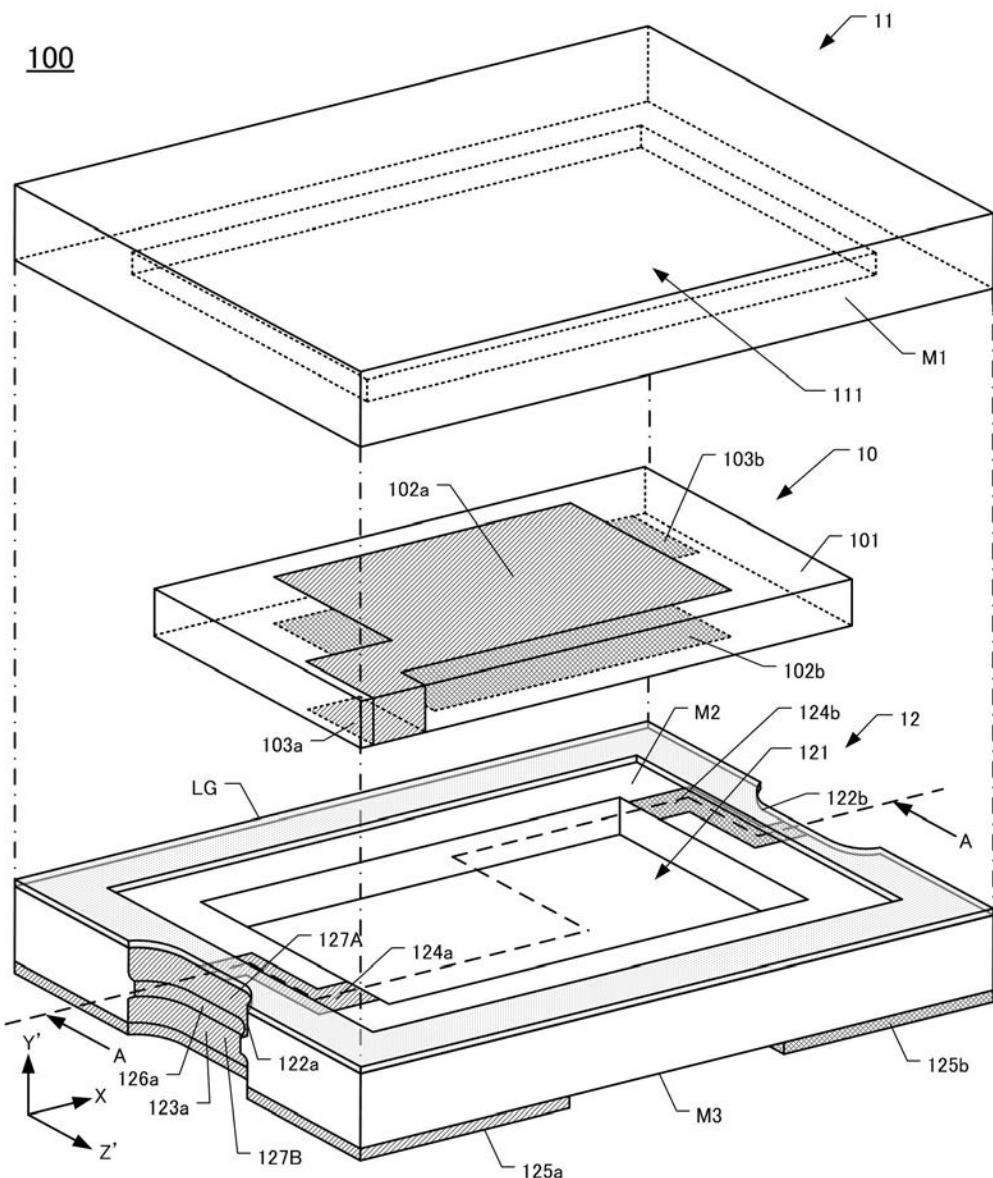
50

1 0 3 a、 1 0 3 b、 2 0 3 a、 2 0 3 b	… 引出電極
2 0 9	… 連結部
1 1 1、 2 1 1	… リッド凹部
1 2 1、 2 2 1	… ベース凹部
1 2 2 a、 1 2 2 b、 2 2 2 a ~ 2 2 2 d、 2 0 4 a ~ 2 0 4 d	… キャスターイ ョン
1 2 3 a、 1 2 3 b、 2 2 3 a ~ 2 2 3 d、 2 0 5 a ~ 2 0 5 d	… 側面電極
2 2 3 M、 2 0 5 M	… 接続パッド
1 2 4 a、 1 2 4 b、 1 2 4 a'、 1 2 4 b'	… 接続電極
1 2 5 a、 1 2 5 b、 2 2 5 a、 2 2 5 b	… 外部電極
1 2 6 a、 1 2 6 b、 2 2 6、 2 0 6	… 突起部
1 2 7 A、 2 2 7 A	… 第1領域
1 2 7 B、 2 2 7 B	… 第2領域
2 0 7 A	… 第3領域
2 0 7 B	… 第4領域
B H 1、 B H 2、 C H	… 貫通孔
C T	… キャビティ
G B	… 凸部
L G	… 低融点ガラス
P R	… フォトレジスト
T M	… 耐蝕膜

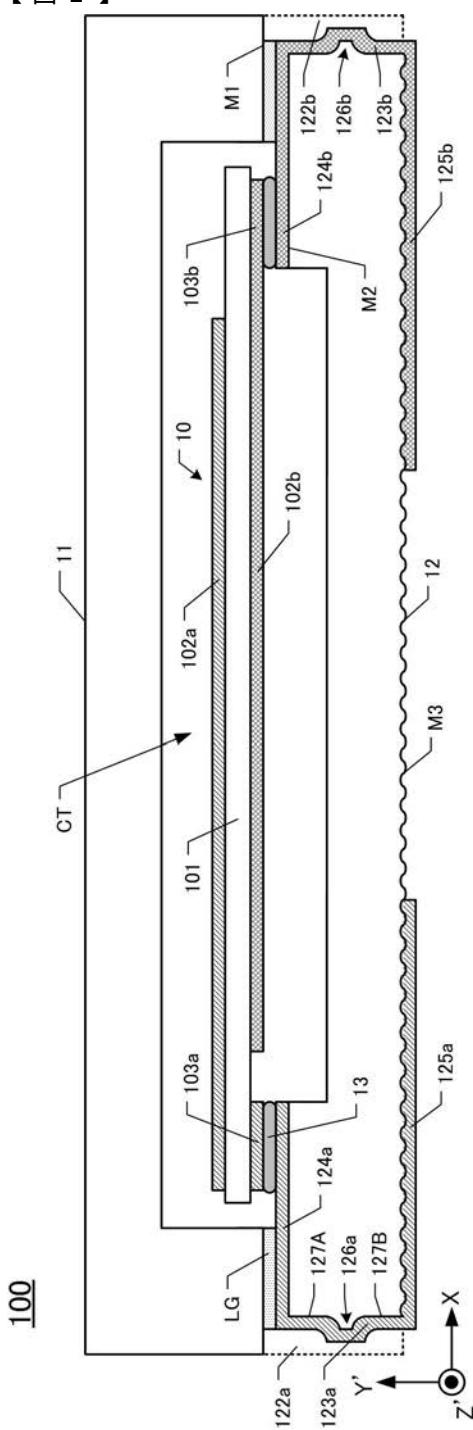
10

20

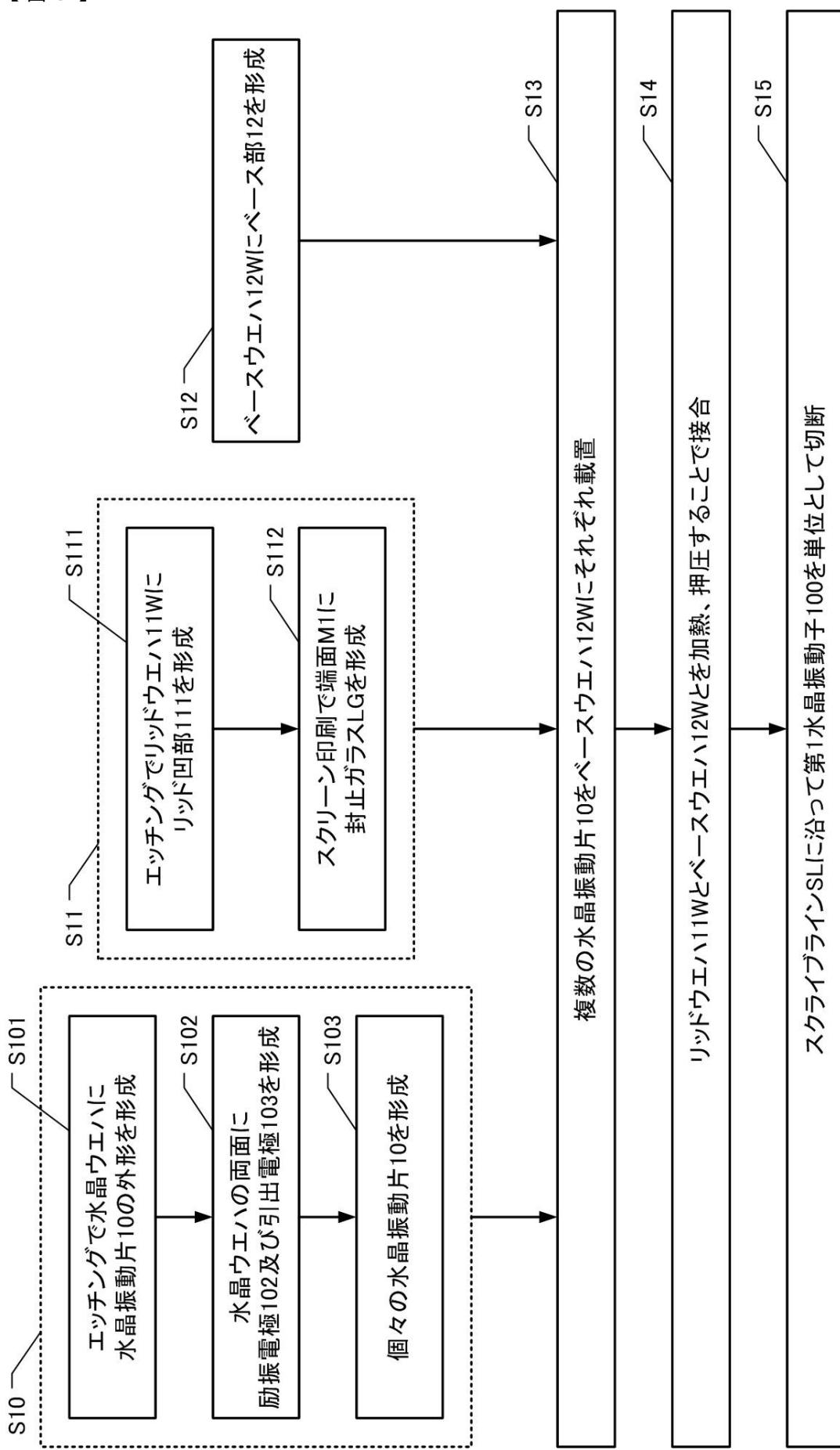
【 四 1 】



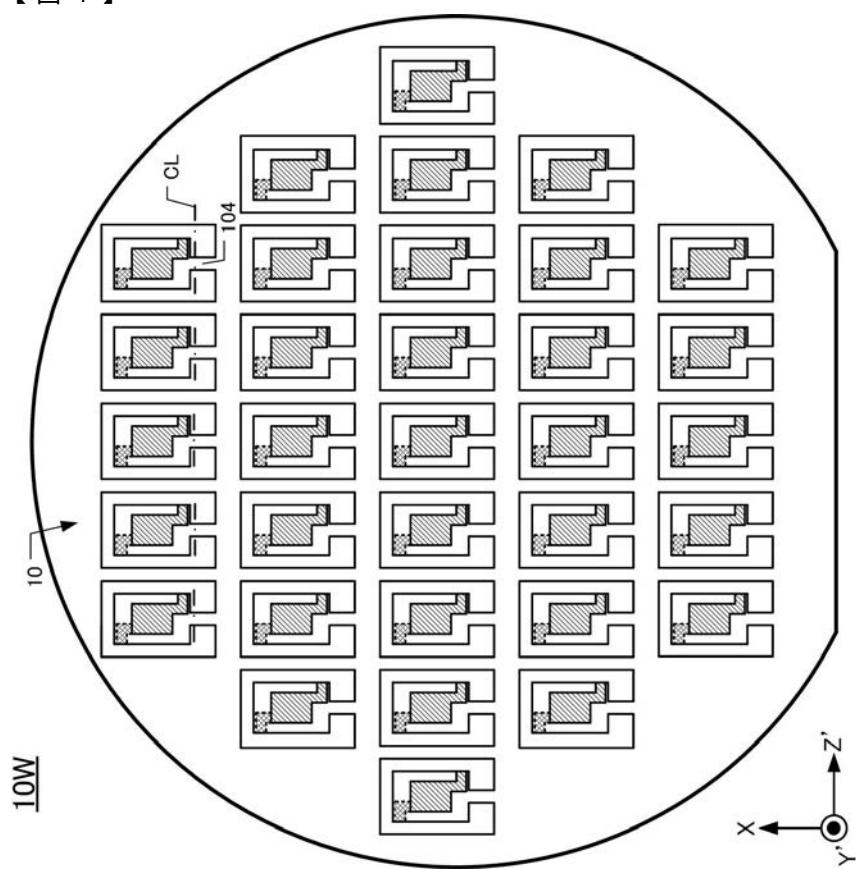
【図2】



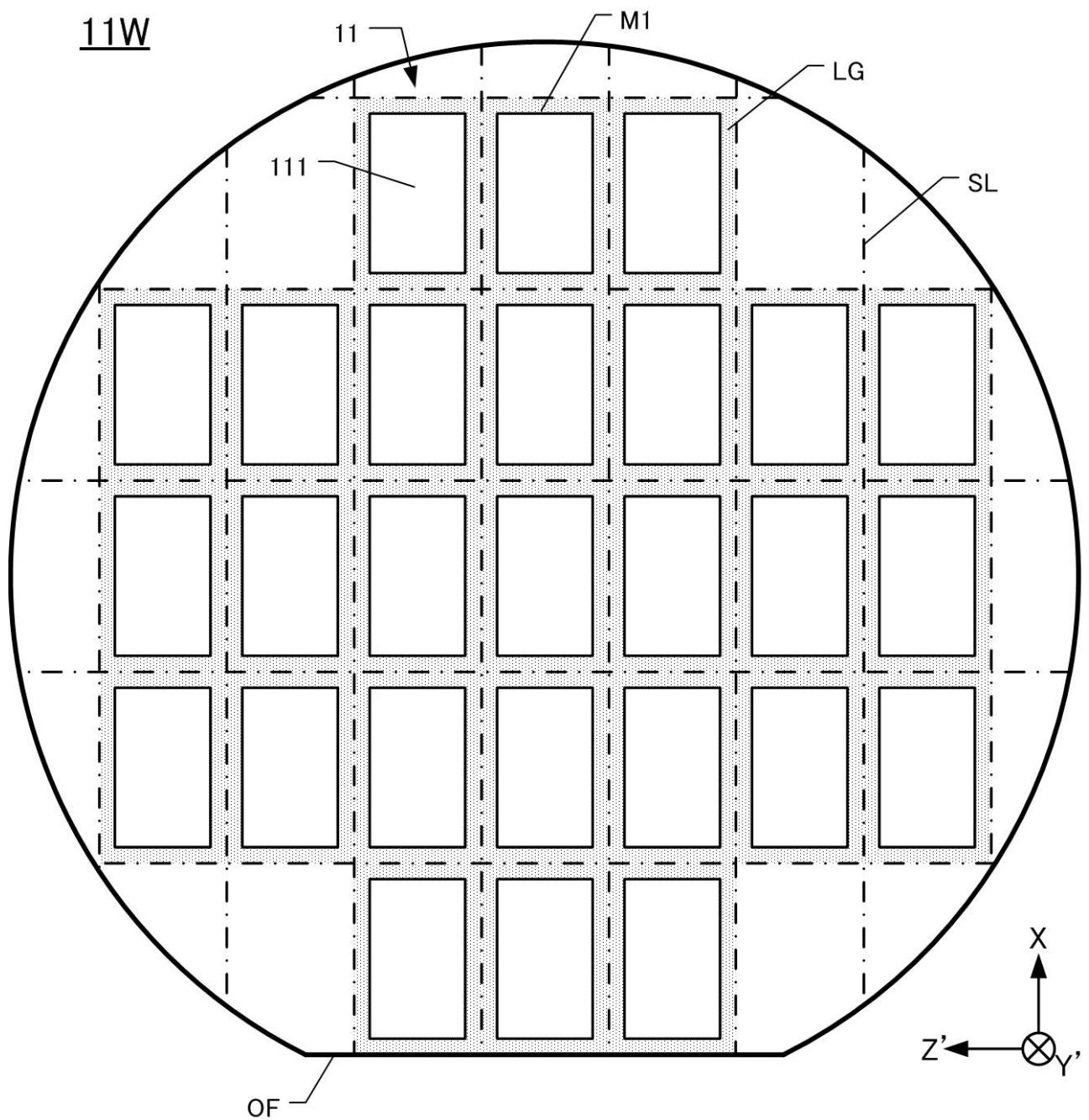
【図3】



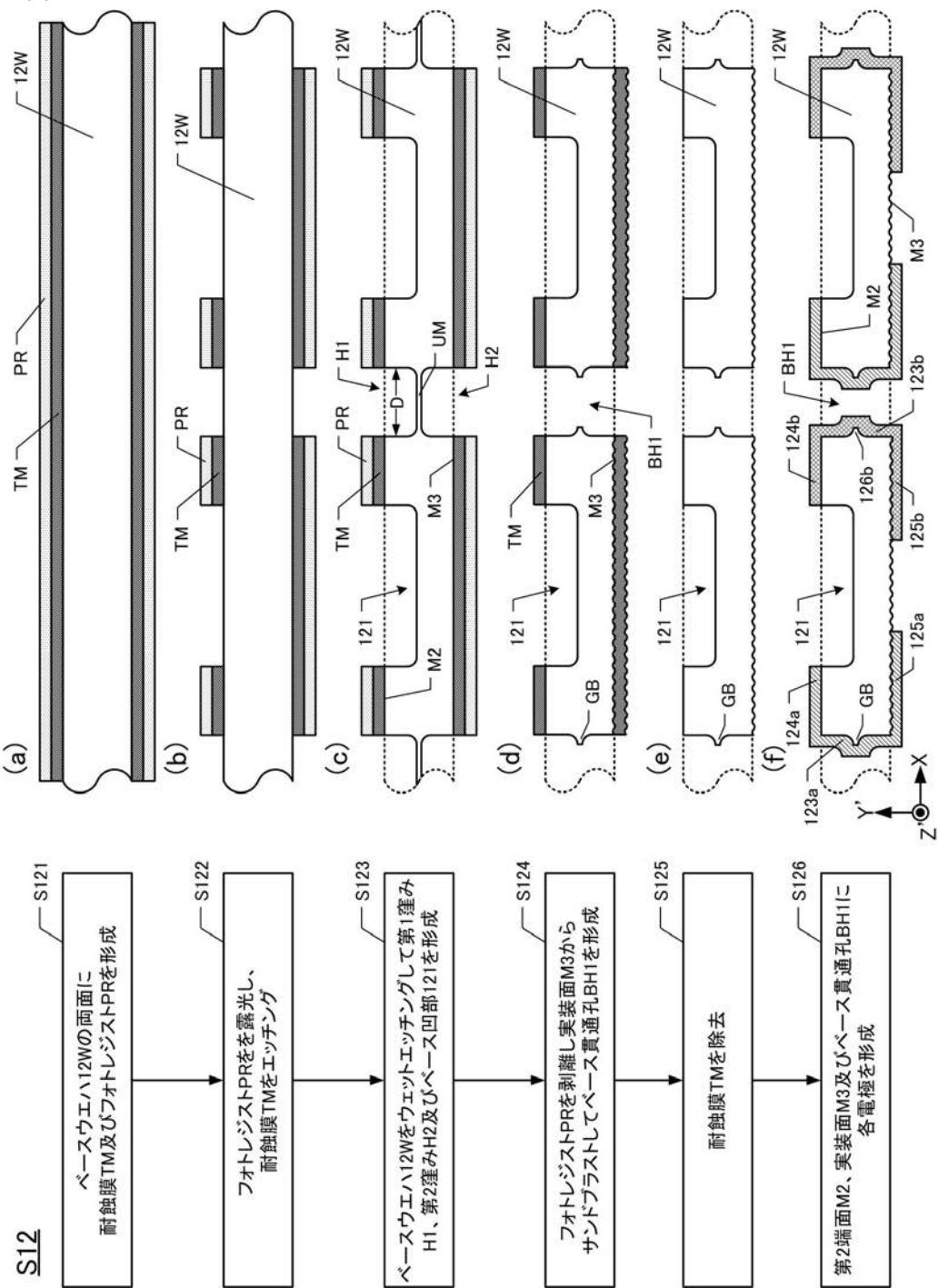
【図4】



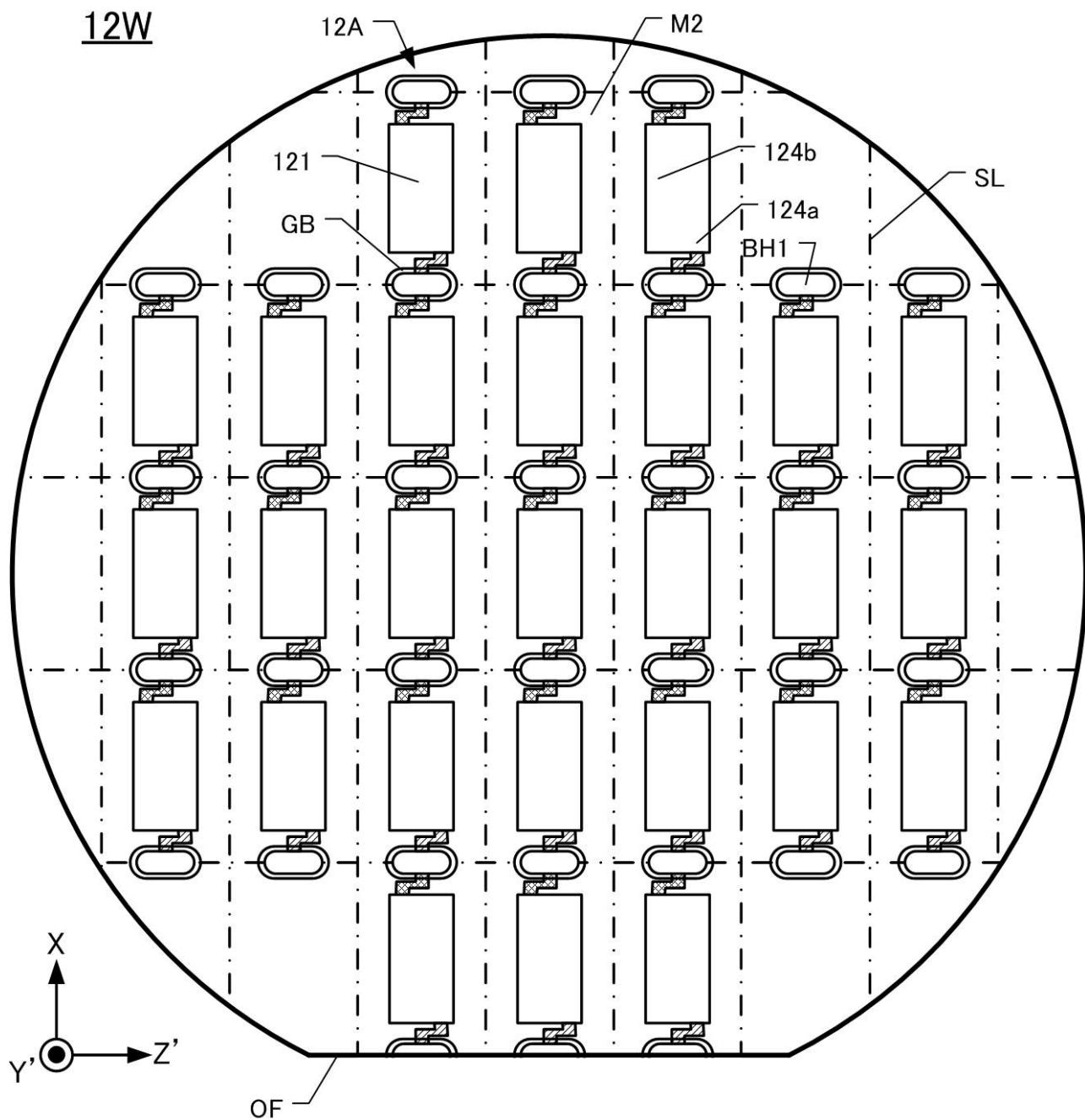
【図5】



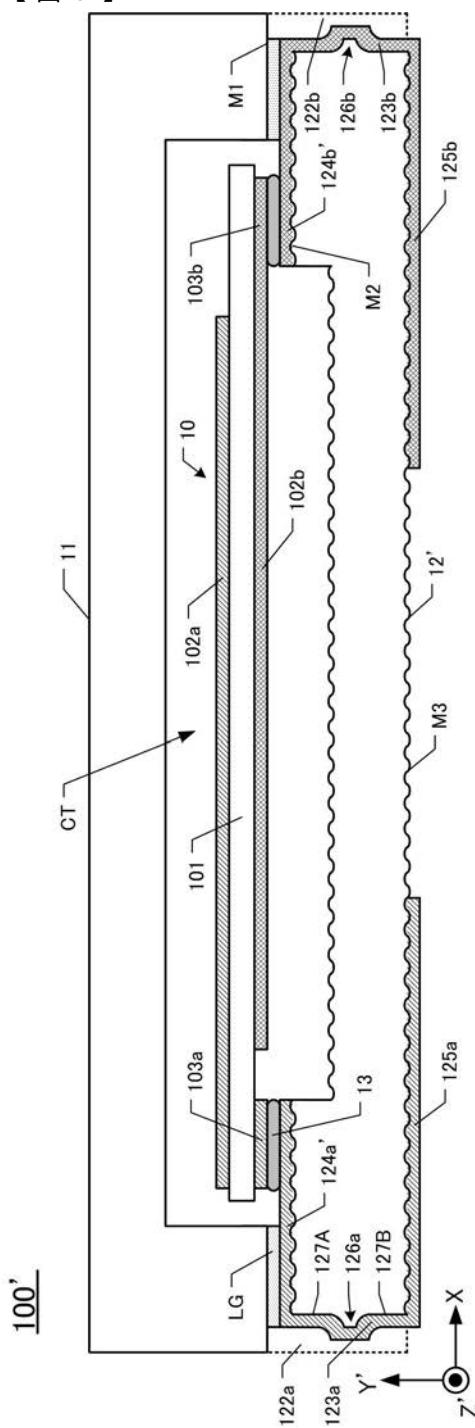
【図 6】



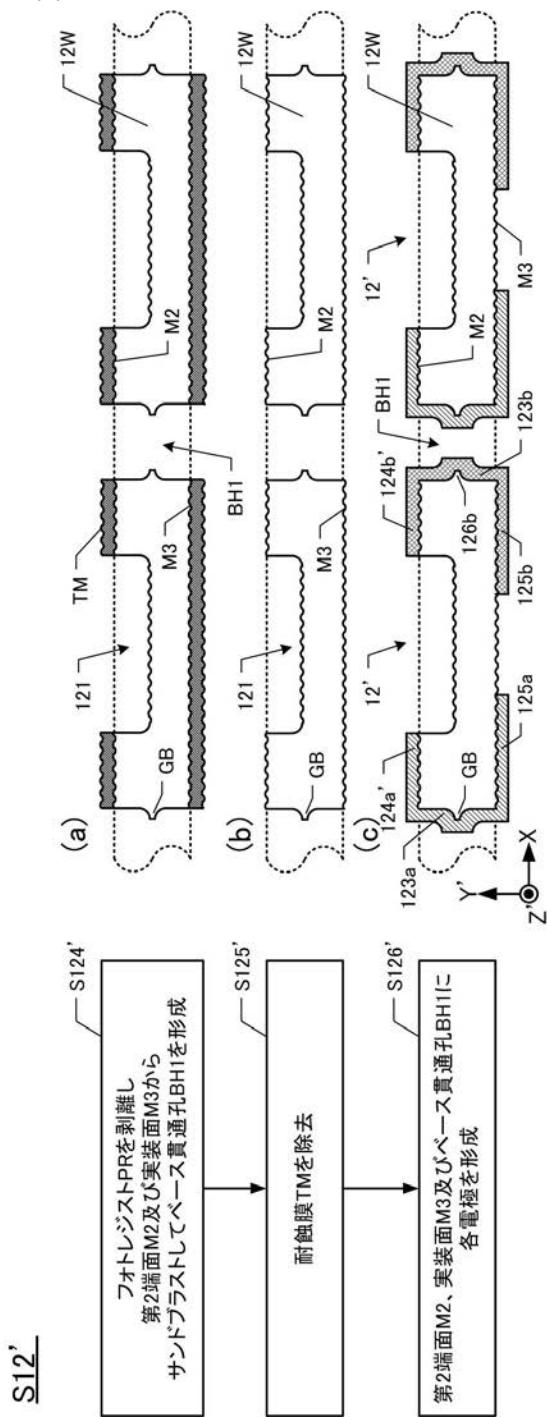
【図 7】



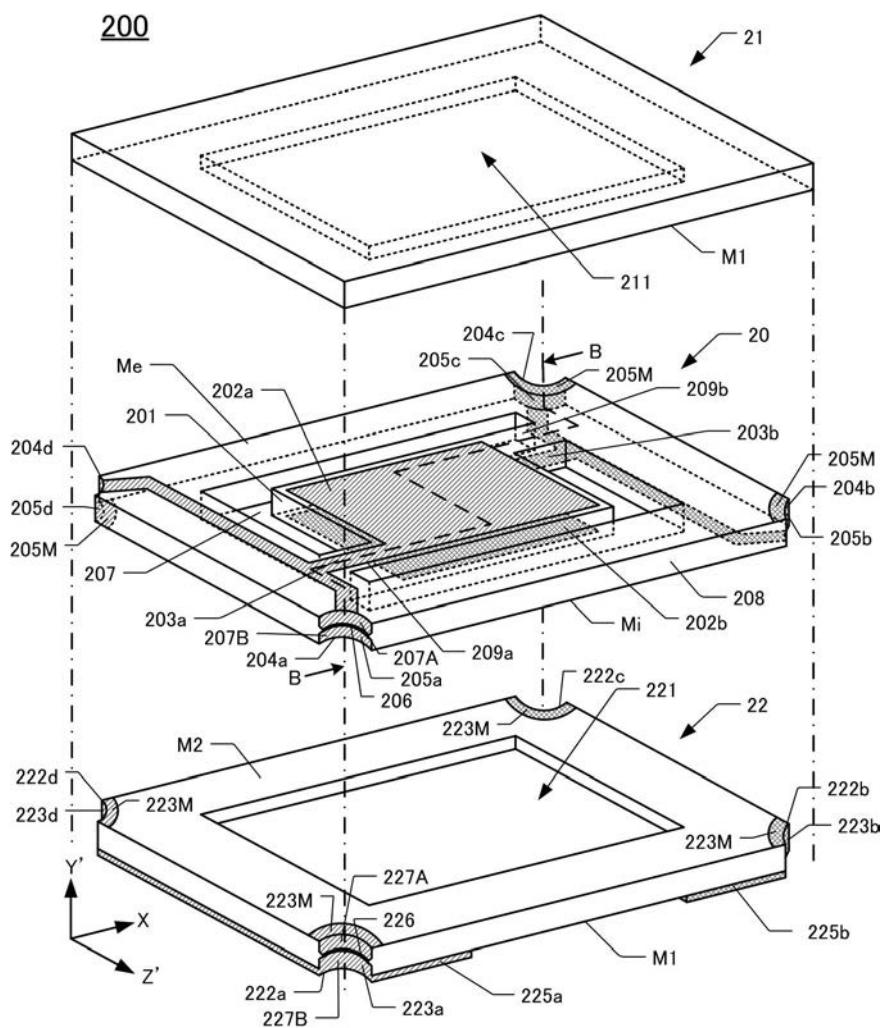
【図 8】



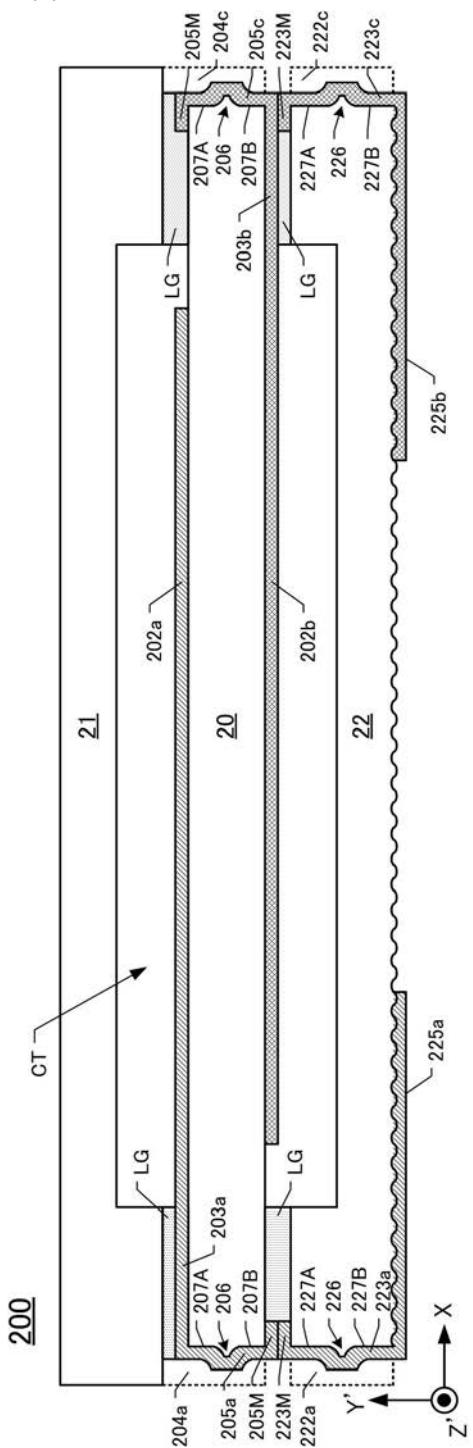
【図9】



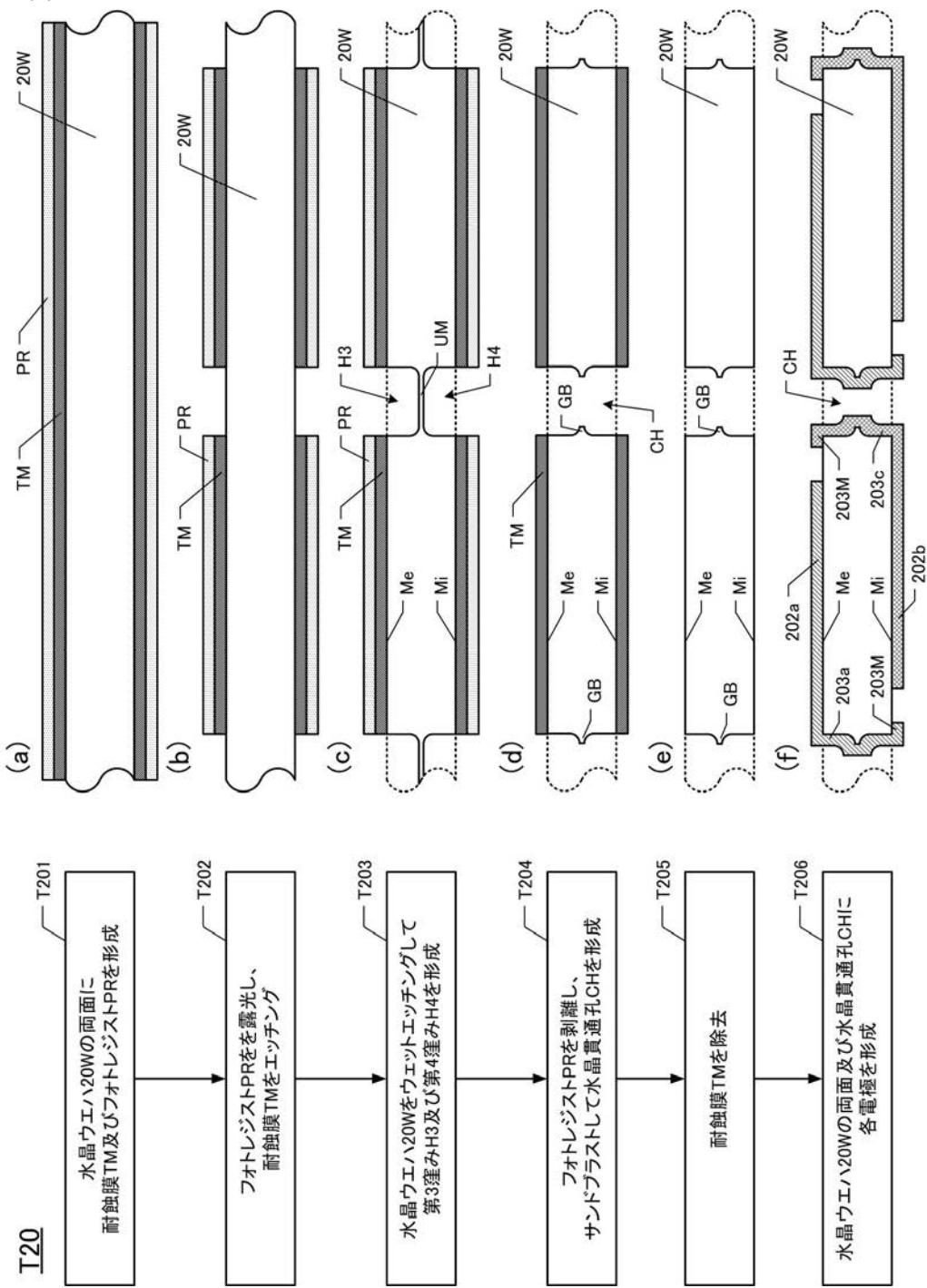
【 図 1 0 】



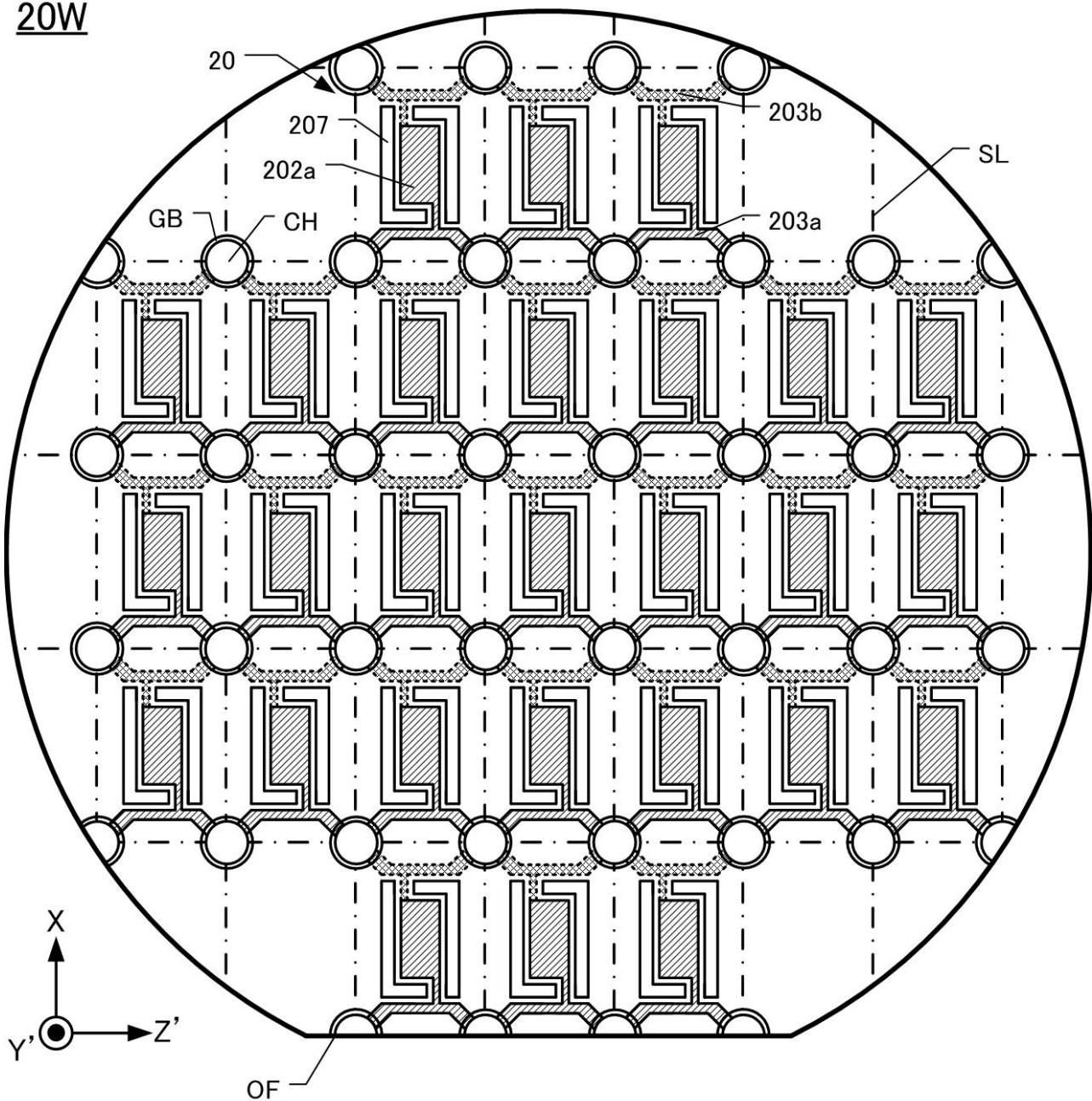
【 図 1 1 】



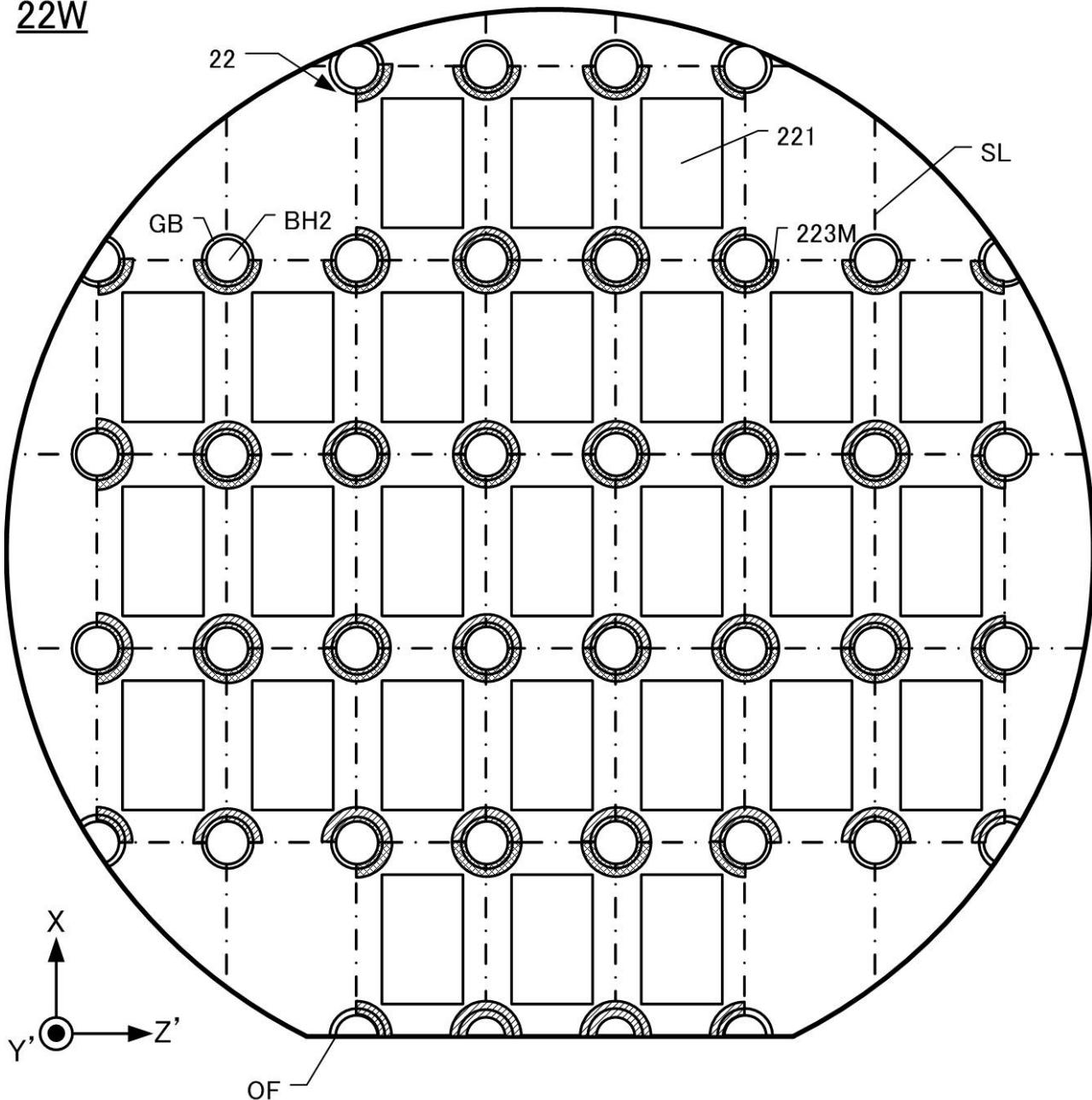
【図 12】



【図13】

20W

【図14】

22W

フロントページの続き

F ターム(参考) 5J108 BB02 CC04 DD02 EE03 EE07 EE18 FF11 GG03 GG14 GG17
KK04 MM01