

(11)特許出願公開番号

特開2012-257158

(P2012-257158A)

(43) 公開日 平成24年12月27日(2012. 12. 27)

(51) Int.Cl.

F 1

テーマコード (参考)

НОЗН 9/02 (2006.01)

H03H 9/02

A

5 J 108

НОЗН 3/02 (2006.01)

H03H 3/02

C

НОЗН 9/19 (2006.01)

H03H 9/19

D

HO 1 L 23/02 (2006.01)

HO 1 L 23/02

D

H O 1 L 23/08 (2006.01)

HO 1 L 23/08

B

審査請求 未請求 請求項の数 7 O.L. (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2011-130175 (P2011-130175)

(22) 出願日 平成23年6月10日 (2011. 6. 10)

(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
NAビル

(74) 代理人 100106541

弁理士 伊藤 信和

(72) 發明者 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

(72) 發明者 市川 了一

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

F ターム (参考)	5J108	BB02	BB03	CC04	DD02	EE03
		EE04	EE07	EE13	EE18	FF03
		FF05	FF11	GG03	GG07	GG17
		KK04	MM02	NA02		

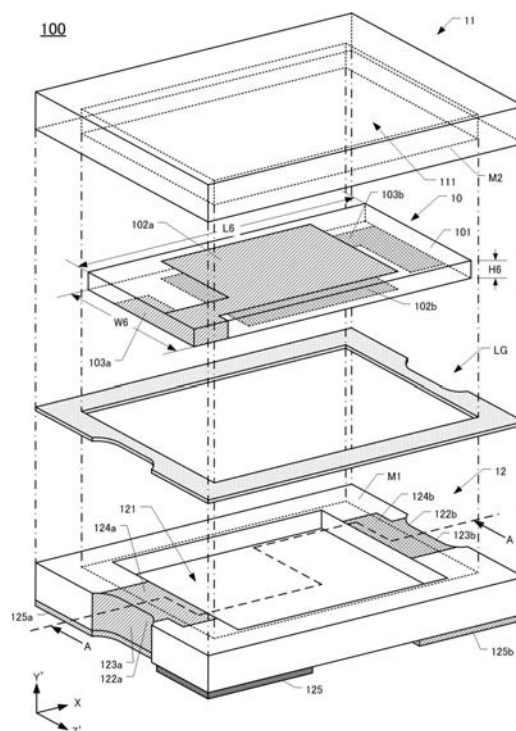
(54) 【発明の名称】 圧電デバイスの製造方法及び圧電デバイス

(57) 【要約】

【課題】スルーホールを有しないベースで且つウエハ単位で製造できる圧電デバイス及びその製造方法を提供する。

【解決手段】圧電デバイス（１００）は、一対の外部電極（１２５）が形成される第１面とその第１面の反対側で第１凹み部（１２１）及びその第１凹み部の周囲の第１接合面（Ｍ１）が形成される第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（１２４）とを有する矩形状のベース（１２）と、接続電極と接続する一対の励振電極を有しベースに保持される圧電振動片（１０）と、圧電振動片を覆う第２凹み部及びその第２凹み部（１１１）の周囲の第２接合面（Ｍ２）が形成されたリッド（１１）と、第１接合面と第２接合面との間に環状に配置されベースとリッドとを封止する環状の封止材（ＬＧ）と、を備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一対の外部電極が形成される第 1 面と、その第 1 面の反対側で第 1 凹み部及びその第 1 凹み部の周囲の第 1 接合面が形成される第 2 面と、前記第 1 接合面に前記外部電極と接続する一対の接続電極と、を有する長方形のベースと、

一対の励振電極と前記一対の励振電極から引き出される引出電極とを有し、前記引出電極が接続電極に導電性接着剤によって固定される長方形の圧電振動片と、

前記圧電振動片を覆い、第 2 凹み部及びその第 2 凹み部の周囲の第 2 接合面が形成されたリッドと、

前記第 1 接合面と前記第 2 接合面との間に環状に配置され、前記ベースと前記リッドとを封止する環状の封止材と、

を備える圧電デバイス。

10

【請求項 2】

前記第 1 凹み部を前記第 2 面の法線方向から見た場合に、前記第 1 凹み部は長方形であり、

前記第 2 凹み部を前記第 2 面の法線方向から見た場合に、前記第 2 凹み部は長方形である請求項 1 に記載の圧電デバイス。

【請求項 3】

前記第 1 凹み部の長方形の少なくとも 2 つの角部は前記第 1 接合面と同じ高さで前記第 1 凹み部の中央側に突き出ており、前記角部に前記一対の接続電極が形成される請求項 2 に記載の圧電デバイス。

20

【請求項 4】

前記 2 つの角部は前記第 1 凹み部の同じ短辺側に形成され、前記引出電極は前記圧電振動片の同じ短辺に引き出されている請求項 3 に記載の圧電デバイス。

【請求項 5】

前記 2 つの角部は前記第 1 凹み部の向かい合う短辺にそれぞれ形成され、前記引出電極は前記圧電振動片の向かい合う短辺にそれぞれ引き出されている請求項 3 に記載の圧電デバイス。

【請求項 6】

前記外部電極と前記接続電極とは、前記第 1 面と前記第 2 面とを結ぶ側面に形成されたキャストレーションを介して電氣的に接続されている請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の圧電デバイス。

30

【請求項 7】

前記圧電振動片は、周辺部よりも中央部が厚みを有するメサ型又はコンベックス型を含む請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項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、リッドウエハ又はベースウエハで形成されたパッケージに圧電振動片が個々に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。

40

【背景技術】

【0002】

表面実装用の圧電デバイスは、特許文献 1 に示されるように、一般にアルミナセラミックの絶縁性ベースとそのセラミックベースの開口部にガラス又はコパール合金のリッドが固着されている。セラミックベースとリッドとがキャビティを形成し、そのキャビティ内に圧電振動片が収納されている。

【0003】

また、特許文献 2 に示されるように、ベースがセラミックではなくコスト低減のためガラスを使用している表面実装用の圧電デバイスもある。そしてガラスベースとリッドとが

50

低融点ガラスで固着されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2005-333037号公報

【特許文献2】特開2005-057520号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1に開示された圧電デバイスは、セラミックベースであり個々に製造する必要があるためコスト低減の観点からは好ましくない。特許文献2に開示された圧電デバイスは、ガラスベースを使用しているが個々に製造する必要があり量産に適していない。また、特許文献2に開示された圧電デバイスは、ガラスベースにスルーホールを形成する必要があった。さらに特許文献2に開示された圧電デバイスは、圧電振動片とガラスベースとが接触しないように、ガラスベースの主面に接続電極を30 μ m以上に厚く形成する必要があった。このため特許文献2の圧電デバイスはガラスベースを使用しても製造コストが高くなっていた。

【0006】

そこで、本発明は、スルーホールを有しないベースで且つウエハ単位で製造できる圧電デバイス及びその製造方法を提供する。また、接続電極はスパッタ又は真空蒸着で形成される厚さ（数百nm）の圧電デバイス及びその製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

第1観点の圧電デバイスは、一对の外部電極が形成される第1面とその第1面の反対側で第1凹み部及びその第1凹み部の周囲の第1接合面が形成される第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对の接続電極とを有する矩形形状のベースと、接続電極と接続する一对の励振電極を有しベースに保持される圧電振動片と、圧電振動片を覆う第2凹み部及びその第2凹み部の周囲の第2接合面が形成されたリッドと、第1接合面と第2接合面との間に環状に配置されベースとリッドとを封止する環状の封止材と、を備える。

【0008】

第2観点の圧電デバイスは、ベースからリッドへ方向から見ると、ベースの外周は矩形形状であり、リッドの外周は矩形形状である。また、圧電デバイスは、長方形の第1凹み部の少なくとも2つの角部は第1接合面と同じ高さで第1凹み部の中央側に突き出ており、角部に一对の接続電極が形成されている。さらに圧電デバイスは、第1凹み部の2つの角部は第1凹み部の同じ短辺側に形成され、引出電極が圧電振動片の同じ短辺に引き出されている。

【0009】

第3観点の圧電デバイスは、2つの角部は第1凹み部の向かい合う短辺にそれぞれ形成され、引出電極が圧電振動片の向かい合う短辺にそれぞれ引き出されている。また、圧電デバイスは、外部電極と接続電極とが、第1面と第2面とを結ぶ側面に形成されたキャストレーションを介して電氣的に接続されている。圧電デバイスは、音叉型圧電振動片及び周辺部よりも中央部が厚みを有するメサ型又はコンベックス型を含む振動片にも適用できる。

【発明の効果】

【0010】

本発明の製造方法によれば、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る。また、圧電デバイス内に有害ガスや水分が含まれなく、大量生産が可能である。また本発明の圧電デバイスは有害ガスや水分が含まれないため安定して振動又は発振する。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【0011】

【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】第1水晶振動片10を第1ベース12に載置した後、且つリッド部11を第1ベース12に接合する前の第1実施形態の第1水晶振動子100の斜視図である。

【図3】(a)は、図1のA-A断面図である。(b)は、第1水晶振動子100の底面図である。

【図4】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5】水晶ウエハ10Wの平面図である。

【図6】リッドウエハ11Wの平面図である。

【図7】ベースウエハ12Wの平面図である。

10

【図8】第2実施形態の第2水晶振動子110の分解斜視図である。

【図9】(a)は、第2水晶振動子110のB-B断面図である。(b)は、第2水晶振動子110の第2ベース板22の平面図である。

【図10】ベースウエハ22Wの平面図である。

【図11】第3実施形態の第3水晶振動子120の分解斜視図である。

【図12】ベースウエハ32Wの平面図である。

【図13】第4実施形態の第4水晶振動子130の分解斜視図である。

【図14】ベースウエハ42Wの平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

20

(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～図3を参照しながら説明する。

図1は、第1水晶振動子100の分解斜視図である。図2は、第1水晶振動片10を第1ベース12に載置した後、且つリッド板11を第1ベース12に接合する前の第1実施形態の第1水晶振動子100の斜視図である。図3(a)は第1水晶振動子100のA-A断面図で、(b)は第1水晶振動子100の底面図である。

【0013】

圧電振動片としてATカットの第1水晶振動片10が使われている。つまり、ATカットの水晶振動片は、主面(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、第1実施形態では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実施形態において第1水晶振動子100の長手方向をX軸方向、第1水晶振動子100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。以下、第2実施形態から第4実施形態においても同様である。

30

【0014】

図1に示されたように、第1水晶振動子100はリッド凹部111を有するリッド板11と、ベース凹部121を有する第1ベース12と、第1ベース12に載置される第1水晶振動片10とを備える。

【0015】

40

第1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对の励振電極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。引出電極103a、103bは後述する接続電極124a、124bに合わせて、接続領域がZ'軸方向に長く形成されている。

【0016】

第1水晶振動片10はX軸方向の長さL6が2400μm程度で、Z'軸方向の幅W6が1500μm程度で、Y'軸方向の高さH6は励振周波数によって決まってくる。また

50

、励振電極 102 及び引出電極 103 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。なお、クロム層の厚さは例えば $0.05\ \mu\text{m} \sim 0.1\ \mu\text{m}$ で、金層の厚さは例えば $0.2\ \mu\text{m} \sim 2\ \mu\text{m}$ である。

【0017】

第 1 ベース 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 1 端面 M1 を有している。また、第 1 ベース 12 は X 軸方向の両側にベース貫通孔 BH1 (図 7 を参照) を二分したベースキャストレーション 122a、122b が形成されている。ベース側面電極 123a、123b (図 3 (a) を参照) がベースキャストレーション 122a、122b にそれぞれ形成されている。また、ベース側面電極 123a と電氣的に接続された接続電極 124a が第 1 ベース 12 の第 1 端面 M1 の -X 側に形成されている。同様に、ベース側面電極 123b と電氣的に接続された接続電極 124b が第 1 ベース 12 の第 1 端面 M1 の +X 側に形成されている。さらに、第 1 ベース 12 は実装面 (水晶振動子の実装面) にベース側面電極 123a、123b とそれぞれ電氣的に接続された一対の実装端子 125a、125b を有している (図 3 (b) を参照)。

【0018】

図 2 に示されたように、第 1 ベース 12 は X 軸方向の長さ L1 が $3200\ \mu\text{m}$ 程度で、Z' 軸方向の幅 W1 が $2500\ \mu\text{m}$ 程度で、Y' 軸方向の高さ H3 は $300\ \mu\text{m}$ 程度である。ベースキャストレーション 122a、122b の Z' 方向の長さ W2 は第 1 ベース 12 の幅 W1 の $1/3 \sim 1/2$ 程度、すなわち約 $800 \sim 1300\ \mu\text{m}$ である。接続電極 124a、124b の Z' 方向の長さ W3 はベースキャストレーション 122a、122b の長さ W2 と同程度から $1/2$ 程度、すなわち約 $700 \sim 1300\ \mu\text{m}$ である。

【0019】

図 3 に示されたように、ベース凹部 121 の X 軸方向の長さ L5 は第 1 水晶振動片 10 の X 軸方向の長さ L6 より短く形成され、 $2210\ \mu\text{m}$ 程度である。ベース凹部 121 の深さは、 $40\ \mu\text{m}$ 程度である。さらに、ベース側面電極、接続電極及び実装端子は励振電極及び引出電極と同じ構成である。

【0020】

つまり、第 1 水晶振動子 100 において第 1 水晶振動片 10 の長さ L6 ($2400\ \mu\text{m}$) がベース凹部 121 の長さ L5 ($2210\ \mu\text{m}$) より大きい。このため、第 1 水晶振動片 10 を導電性接着剤 13 で第 1 ベース 12 に載置すると、第 1 水晶振動片 10 の X 軸方向の両端が第 1 ベース 12 の第 1 端面 M1 に載置される。このとき、図 3 (a) に示されたように第 1 水晶振動片 10 の引出電極 103a、103b が第 1 ベース 12 の接続電極 124a、124b にそれぞれ電氣的に接続される。これにより、実装端子 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 にそれぞれ電氣的に接続される。つまり、実装端子 125a、125b に交番電圧 (正負を交番する電位) を印加したときに、第 1 水晶振動片 10 は厚みすべり振動する。

【0021】

また、第 1 ベース 12 の接続電極 124a、124b がより幅広く ($W3: 700\ \mu\text{m}$ 以上) 形成されているので、第 1 水晶振動片 10 を第 1 ベース 12 に接着したとき引出電極 103a、103b と接続電極 124a、124b とがより広い領域で接続できる。このため、引出電極 103a、103b と接続電極 124a、124b とがより確実に電氣的に接続され配線抵抗も小さい。

【0022】

さらに、図 3 (b) に示されたように第 1 ベース 12 の実装面の四隅には 4 つの実装端子 125 がそれぞれ形成されている。その中、実装端子 125a、125b はベース側面電極 123a、123b にそれぞれ電氣的に接続され、別の 2 つの実装端子 125 はアースに使われる。

【0023】

図 1 ~ 図 3 に示されたように、第 1 水晶振動子 100 はリッド板 11 のリッド凹部 11

10

20

30

40

50

1と第1ベース12のベース凹部121によって第1水晶振動片10を収納するキャビティCTを形成する。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。

【0024】

リッド板11はその-Y'側にリッド凹部111の周囲に形成された第2端面M2を有している。また、リッド板11の第2端面M2は例えば非導電性である低融点ガラスLGにより第1ベース12の第1端面M1に接続される。

【0025】

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。バナジウム系ガラスの融点は水晶材又はガラスなどで形成されたリッド板11及び第1ベース12の融点より低く、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。バナジウム系ガラスは空気中の水分がキャビティCT内に進入したりキャビティCT内の真空度を低下させたりすることを防止する。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。

【0026】

リッド板11は、第1ベース部12と同様にX軸方向の長さL1が3200μm程度で、Z'軸方向の幅W1が2500μm程度であるが、そのY'軸方向の高さH2は450μm程度である。また、リッド凹部111のX軸方向の長さL4は第1水晶振動片10のX軸方向の長さL6より長く形成され、2600μm程度である。リッド凹部111の深さは、250μm程度である。

【0027】

つまり、リッド凹部111の長さL4(2600μm)が第1水晶振動片10の長さL6(2400μm)及びベース凹部121の長さL5(2210μm)より大きい。このため、低融点ガラスLGは図1及び図3(a)に示されたように、第1ベース12の第1端面M1の外側(幅は300μm程度)でリッド板11と第1ベース12とを接合する。

【0028】

<第1水晶振動子100の製造方法>

図4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4において、第1水晶振動片10の製造ステップS10と、リッド板11の製造ステップS11と、第1ベース12の製造ステップS12とは別々に並行して行うことができる。また、図5は水晶ウエハ10Wの平面図で、図6はリッドウエハ11Wの平面図で、図7はベースウエハ12Wの平面図である。

【0029】

ステップS10では、第1水晶振動片10が製造される。ステップS10はステップS101～S103を含んでいる。

ステップS101において、図5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第1水晶振動片10の外形が形成される。ここで、各第1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。

【0030】

ステップS102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リ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、フォトリジスト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、フォトリ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5に示されたように水晶ウエハ10W両面には励振電極102a、102b及び引出電極103a、103bが形成される(図1を参照)。

【0031】

ステップS103において、第1水晶振動片10が個々に切断される。切断工程では、

10

20

30

40

50

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に示された一点鎖線のカットラインCLに沿って切断する。

【0032】

ステップS11では、リッド板11が製造される。ステップS11はステップS111及びS112を含んでいる。

ステップS111において、図6に示されたように、均一厚さの水晶平板のリッドウエハ11Wにリッド凹部111が数百から数千個形成される。リッドウエハ11Wには、ウェットエッチング又は機械加工によりリッド凹部111が形成され、リッド凹部111の周囲には第2端面M2が形成される。

【0033】

ステップS112において、図6に示されたように、スクリーン印刷でリッドウエハ11Wの第2端面M2に低融点ガラスLGが印刷される。その後、低融点ガラスLGを仮硬化することで、低融点ガラス膜がリッドウエハ11Wの第2端面M2に形成される。

【0034】

ステップS12では、第1ベース12が製造される。ステップS12はステップS121及びS122を含んでいる。

ステップS121において、図7に示されたように、均一厚さの水晶平板のベースウエハ12Wにベース凹部121が数百から数千個形成される。ベースウエハ12Wには、エッチング又は機械加工によりベース凹部121が形成され、ベース凹部121の周囲には第1端面M1が形成される。同時に、各第1ベース12のX軸方向の両辺にはベースウエハ12Wを貫通するように角丸長方形のベース貫通孔BH1が形成される。ベース貫通孔BH1が半分に分割されると1つのベースキャストレーション122a、122b（図1を参照）になる。

【0035】

ステップS122では、ステップS102で説明されたスパッタ及びエッチング方法と同様な方法で図7に示されたように第1ベース12の実装面（水晶振動子の実装面）の四隅に実装端子125が形成される。同時に、ベース貫通孔BH1にはベース側面電極123a、123bが形成され、第1端面M1には接続電極124a、124bが形成される（図1を参照）。

【0036】

ステップS13では、ステップS10で製造された個々の第1水晶振動片10が導電性接着剤13で第1ベース12の第1端面M1に載置される。このとき、第1水晶振動片10の引出電極103a、103bと第1ベース12の第1端面M1に形成された接続電極124a、124bとの位置が合うように第1水晶振動片10が第1ベース12の第1端面M1に載置される。このとき、引出電極103a、103bと接続電極124a、124bとの接続面積が大きいのでより確実に電氣的に接続することができる（図2を参照）。

【0037】

ステップS14では、1つ1つの第1水晶振動片10の振動周波数が測定される。

ステップS15では、第1水晶振動片10の励振電極102aの厚みを調整する。励振電極102aに金属をスパッタリングして質量を増加させて周波数を下げたり、逆スパッタリングして励振電極102aから金属を昇華させて質量を低減させて周波数を上げたりする。振動周波数の測定結果が所定範囲内であれば必ずしも振動周波数を調整する必要はない。

【0038】

ベースウエハ12Wには数百から数千個の第1水晶振動片10が載置されている。ステップS14で1つの第1水晶振動片10の振動周波数を測定した後、ステップS15で1つの第1水晶振動片10の振動周波数を調整してもよい。このステップの繰り返しをベースウエハ12W上のすべての第1水晶振動片10に対して行う。また、ステップS14でベースウエハ12W上のすべての第1水晶振動片10の振動周波数を測定した後、ステッ

10

20

30

40

50

プ S 1 5 で 1 つずつ第 1 水晶振動片 1 0 の振動周波数を調整してもよい。

【 0 0 3 9 】

ステップ S 1 6 では、低融点ガラス L G を加熱させリッドウエハ 1 1 W とベースウエハ 1 2 W とが加圧される。そして低融点ガラス L G が室温まで冷却される。これによりリッドウエハ 1 1 W とベースウエハ 1 2 W とが低融点ガラス L G により接合される。

【 0 0 4 0 】

ステップ S 1 7 では、接合されたリッドウエハ 1 1 W とベースウエハ 1 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 6 及び図 7 に示された一点鎖線のスクライプライン S L に沿って第 1 水晶振動子 1 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 1 水晶振動子 1 0 0 が製造される。

10

【 0 0 4 1 】

(第 2 実施形態)

< 第 2 水晶振動子 1 1 0 の全体構成 >

第 2 水晶振動子 1 1 0 の全体構成について、図 8 ～図 1 0 を参照しながら説明する。

図 8 は、第 2 実施形態の第 2 水晶振動子 1 1 0 の分解斜視図であり、図 9 (a) は、第 2 水晶振動子 1 1 0 の B - B 断面図であり、(b) は、第 2 水晶振動子 1 1 0 の第 2 ベース板 2 2 の平面図であり、図 1 0 は、ベースウエハ 2 2 W の平面図である。第 2 水晶振動子 1 1 0 と第 1 水晶振動子 1 0 0 との違いは、第 1 水晶振動片 1 0 に代わり、引出電極の形状が異なる第 2 水晶振動片 2 0 を装着している点である。また、第 1 ベース 1 2 に代わり第 2 ベース板 2 2 を備えている。第 1 実施形態と同じ構成要件には同じ符号を付し説明を省略し相違点について説明する。

20

【 0 0 4 2 】

図 8 に示されたように、第 2 水晶振動子 1 1 0 は、リッド凹部 1 1 1 を有するリッド板 1 1 と、ベース凹部 2 2 1 を有する第 2 ベース板 2 2 と、第 2 ベース板 2 2 に載置され A T カットの第 2 水晶振動片 2 0 とを備える。

【 0 0 4 3 】

第 2 水晶振動片 2 0 は、A T カットされた水晶片 2 0 1 により構成され、その水晶片 2 0 1 の中央付近の両主面に一对の励振電極 2 0 2 a 、 2 0 2 b が対向して配置されている。また、励振電極 2 0 2 a には水晶片 2 0 1 の底面 (- Y ' 側) の - X 側まで伸びた引出電極 2 0 3 a が接続され、励振電極 2 0 2 b には水晶片 2 0 1 の底面 (- Y ' 側) の + X 側まで伸びた引出電極 2 0 3 b が接続されている。引出電極 2 0 3 a 、 2 0 3 b は後述する接続電極 2 2 4 a 、 2 2 4 b に合わせて、その接続領域がほぼ正方形に形成されている。また、後述する台座 2 2 6 a 、 2 2 6 c が形成されているため、第 2 水晶振動片 2 0 は第 1 水晶振動片 1 0 よりも X 軸方向に短くできる。例えば、第 2 水晶振動片 2 0 の X 軸方向の長さ L 6 はベース凹部 2 2 1 の X 軸方向の長さ L 5 と同等でよい。

30

【 0 0 4 4 】

第 2 ベース板 2 2 は、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 1 端面 M 1 を有している。ベース凹部 2 2 1 は、2 つの角部に台座 2 2 6 a 、 2 2 6 c を備える。台座 2 2 6 a 、 2 2 6 c は第 1 端面 M 1 と同じ高さでベース凹部 2 2 1 の中央側に突き出ている。台座 2 2 6 a 、 2 2 6 c は Y ' 軸方向から見てほぼ正方形である。その台座 2 2 6 a 、 2 2 6 c の大きさは、Y ' 軸方向から第 2 水晶振動片 2 0 の励振電極 2 0 2 と重なり合わない程度の大きさである。そして、台座 2 2 6 a 、 2 2 6 c の表面 (+ Y ' 軸側) に一对の接続電極 2 2 4 がほぼ正方形に形成されている。

40

【 0 0 4 5 】

第 2 ベース板 2 2 は四隅に円形のベース貫通孔 B H 2 (図 1 0 を参照) を形成した後、その円形のベース貫通孔 B H 2 が 4 分割されたベースキャストレーション 2 2 2 a 、 2 2 2 b 、 2 2 2 c 、 2 2 2 d が形成されている。ベース側面電極 2 2 3 a 、 2 2 3 b (図 8 、 図 9 (b) を参照) がベースキャストレーション 2 2 2 a 、 2 2 2 c にそれぞれ形成されている。また、ベース側面電極 2 2 3 a と電氣的に接続された接続電極 2 2 4 a が第 2

50

ベース板 2 2 の第 1 端面 M 1 の - X 側の台座 2 2 6 a に形成されている。同様に、ベース側面電極 2 2 3 b と電氣的に接続された接続電極 2 2 4 b が第 2 ベース板 2 2 の第 1 端面 M 1 の + X 側の台座 2 2 6 c に形成されている。さらに、第 2 ベース板 2 2 は水晶振動子の実装面にベース側面電極 2 2 3 a、2 2 3 b とそれぞれ電氣的に接続された一対の実装端子 2 2 5 a、2 2 5 b (図 9 を参照) を有している。

【0046】

図 9 (a) に示されたように第 2 水晶振動片 2 0 の引出電極 2 0 3 a、2 0 3 b が第 2 ベース 2 2 の接続電極 2 2 4 a、2 2 4 b に導電性接着剤 1 3 を介してそれぞれ電氣的に接続される。台座 2 2 6 a、2 2 6 c が形成されているために、第 2 水晶振動片 2 0 の引出電極 2 0 3 a、2 0 3 b と接続電極 2 2 4 a、2 2 4 b とが接する面積は、第 1 実施形態の第 1 水晶振動片 1 0 よりも小さくなる。このため、第 2 水晶振動片 2 0 は平板状の A T カットだけでなく、中央が曲線状に厚くなったコンベックス型であってもよく、中央が階段状に厚くなったメサ型であっても配置しやすくなる。

【0047】

また、誤って導電性接着剤 1 3 が多く塗布された場合でも、余分な導電性接着剤 1 3 は台座 2 2 6 a、2 2 6 c からベース凹部 2 2 1 に流れ込み、第 2 水晶振動片 2 0 の励振電極 2 0 2 b に接することがない。

【0048】

< 第 2 水晶振動子 1 1 0 の製造方法 >

第 2 水晶振動子 1 1 0 の製造方法は、第 1 実施形態で説明されたフローチャートと実質的に同じである。第 2 水晶振動子 1 1 0 の第 2 水晶振動片 2 0 と第 2 ベース板 2 2 とを図 4 に示したフローチャートを用い追加説明する。

【0049】

ステップ S 1 0 では、第 2 水晶振動片 2 0 が製造される。まず、水晶ウエハ (図示せず) にエッチングにより複数の第 2 水晶振動片 2 0 の外形が形成される。図 8 に示されたように水晶ウエハ両面には励振電極 2 0 2 a、2 0 2 b 及び引出電極 2 0 3 a、2 0 3 b が形成される。その後、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第 2 水晶振動片 2 0 が個々に切断される。

【0050】

ステップ S 1 2 では、第 2 ベース板 2 2 が製造される。まず、図 1 0 に示されたように均一厚さの水晶平板のベースウエハ 2 2 W にベース凹部 2 2 1 が数百から数千個形成される。同時に、第 2 ベース板 2 2 は、ベース凹部 2 2 1 の周囲に第 1 端面 M 1 形成されベース凹部 2 2 1 の 2 つの角部に台座 2 2 6 a、2 2 6 c が形成される。各第 2 ベース板 2 2 の四隅にはベースウエハ 2 2 W を貫通するように丸形のベース貫通孔 B H 2 (図 1 0 を参照) が形成される。ベース貫通孔 B H 2 が四分割されると 1 つのベースキャストレーション 2 2 2 a、2 2 2 b、2 2 2 c、2 2 2 d (図 8 を参照) になる。その後、図 4 のステップ S 1 0 2 で説明されたスパッタ及びエッチング方法によってベース貫通孔 B H 2 にベース側面電極 2 2 3 a、2 2 3 b が形成され、第 1 端面 M 1 の台座 2 2 6 a、2 2 6 c に接続電極 2 2 4 a、2 2 4 b が形成される (図 8 を参照)。第 2 ベース板 2 2 は、図 9 (a) 及び (b) に示されたように第 2 ベース板 2 2 の実装面 (水晶振動子の実装面) の四隅に実装端子 2 2 5 が形成される。

【0051】

ステップ S 1 3 では、ステップ S 1 0 で製造された第 2 水晶振動片 2 0 が導電性接着剤 1 3 で第 2 ベース板 2 2 の台座 2 2 6 a、2 2 6 c に載置される。以後の工程は第 1 実施形態で説明されたフローチャート (図 4 を参照) と実質的に同じである。

【0052】

(第 3 実施形態)

< 第 3 水晶振動子 1 2 0 の全体構成 >

第 3 水晶振動子 1 2 0 の全体構成について、図 1 1 及び図 1 2 を参照しながら説明する。

10

20

30

40

50

図 1 1 は、第 3 実施形態の第 3 水晶振動子 1 2 0 の分解斜視図であり、図 1 2 は、ベースウエハ 3 2 W の平面図である。第 3 水晶振動子 1 2 0 と第 2 水晶振動子 1 1 0 との違いは、第 2 水晶振動子 1 1 0 の第 2 ベース板 2 2 に代わり第 3 ベース板 3 2 を備えている。第 2 実施形態と同じ構成要件には同じ符号を付し説明を省略し相違点について説明する。

【0053】

第 3 ベース板 3 2 は、表面（+Y' 側の面）にベース凹部 3 2 1 の周囲に形成された第 1 端面 M 1 を有している。ベース凹部 3 2 1 は、4 つの角部に台座 2 2 6 a、2 2 6 b、2 2 6 c、2 2 6 d を備える。台座 2 2 6 a、2 2 6 b、2 2 6 c、2 2 6 d は第 1 接合面と同じ高さで第 1 端面 M 1 の中央側に突き出ており、台座 2 2 6 a、2 2 6 c に一对の接続電極 2 2 4 が形成されている。台座 2 2 6 b、2 2 6 d には接続電極が形成されてい

10

【0054】

また、第 3 ベース板 3 2 は四隅にベース貫通孔 B H 2（図 1 2 を参照）を形成した際のベースキャストレーション 2 2 2 a、2 2 2 b、2 2 2 c、2 2 2 d が形成されている。ベース側面電極 2 2 3 a、2 2 3 b（図 1 1、図 1 2 を参照）がベースキャストレーション 2 2 2 a、2 2 2 c にそれぞれ形成されている。また、ベース側面電極 2 2 3 a と電氣的に接続された接続電極 2 2 4 a が第 3 ベース板 3 2 の第 1 端面 M 1 の -X 側の台座 2 2 6 a に形成されている。同様に、ベース側面電極 2 2 3 b と電氣的に接続された接続電極 2 2 4 b が第 3 ベース板 3 2 の第 1 端面 M 1 の +X 側の台座 2 2 6 c に形成されている。さらに、第 3 ベース板 3 2 は水晶振動子の実装面にベース側面電極 2 2 3 a、2 2 3 b とそれぞれ電氣的に接続された一对の実装端子 2 2 5 a（図 1 1 を参照）、2 2 5 b（未図示）を有している。

20

【0055】

台座 2 2 6 a、2 2 6 b、2 2 6 c、2 2 6 d は Y' 軸方向から見てほぼ正方形である。その台座 2 2 6 a、2 2 6 c の大きさは、Y' 軸方向から第 2 水晶振動片 2 0 の励振電極 2 0 2 と重なり合わない程度の大きさである。仮に台座 2 2 6 a ~ 2 2 6 d が形成されていないと、ベースキャストレーション 2 2 2 a ~ 2 2 2 d からベース凹部 3 2 1 の角部までの距離が短くなり、第 1 端面 M 1 の幅（X 軸方向又は Z' 軸方向）が狭くなる。しかし、

台座 2 2 6 a ~ 2 2 6 d が形成されているため、第 1 端面 M 1 の幅を広くすることができ、第 3 ベース板 3 2 の強度が増す。また低融点ガラス L G の幅も広く形成することができ、第 3 水晶振動子 1 2 0 はより気密に形成される。

30

【0056】

第 2 水晶振動片 2 0 は平板状の A T カットだけでなく、中央が曲線状に厚くなったコンベックス型であってもよく、中央が階段状に厚くなったメサ型であっても配置しやすくなる。また第 2 水晶振動片 2 0 の X 軸方向の長さ L 6 はベース凹部 3 2 1 の X 軸方向の長さ L 5 と同等でよい。

【0057】

<第 3 水晶振動子 1 2 0 の製造方法>

第 3 水晶振動子 1 2 0 の製造方法は、第 1 実施形態で説明されたフローチャート（図 4 を参照）と実質的に同じである。図 1 2 は第 3 ベース板 3 2 が数百から数千個形成に示されたベースウエハ 3 2 W である。第 3 ベース板 3 2 は、ベース凹部 3 2 1 の周囲に第 1 端面 M 1 形成されベース凹部 3 2 1 の 4 つの角部に台座 2 2 6 a、2 2 6 b、2 2 6 c、2 2 6 d が形成されている。ベース側面電極 2 2 3 a（図 1 1 参照）と電氣的に接続された接続電極 2 2 4 a が第 3 ベース板 3 2 の第 1 端面 M 1 の -X 側の台座 2 2 6 a に形成される。同様に、ベース側面電極 2 2 3 b と電氣的に接続された接続電極 2 2 4 b が第 3 ベース板 3 2 の第 1 端面 M 1 の +X 側の台座 2 2 6 c に形成される。

40

【0058】

（第 4 実施形態）

<第 4 水晶振動子 1 3 0 の全体構成>

50

第4水晶振動子130の全体構成について、図13及び図14を参照しながら説明する。

図13は、第4実施形態の第4水晶振動子130の分解斜視図であり、図14は、ベースウエハ42Wの平面図である。第4水晶振動子130と第2水晶振動子110との違いは、第2水晶振動片20に代えて片持ちタイプの第3水晶振動片30を装着している。また、第2ベース板22に代わり第4ベース板42を備えている。第2実施形態と同じ構成要件には同じ符号を付し説明を省略し相違点について説明する。

【0059】

第3水晶振動片30は、ATカットの水晶片301により構成され、その水晶片301の中央付近の両主面に、一对の励振電極302a、302bが対向して配置されている。また、励振電極302aにはATカットの水晶片301底面の-Y'側の一端まで伸びた引出電極303aが接続され、励振電極301bにはATカットの水晶片301底面の同一方向の-Y'側の他隅まで伸びた引出電極303bが接続されている。引出電極303a、303bはX軸方向の一端に形成されている。第3水晶振動片30の引出電極303a、303bは、導電性接着剤13(未図示)により第4ベース板42の接続電極224a及び接続電極224bに接着される。

【0060】

第4ベース板42は、表面(+Y'側の面)にベース凹部421の周囲に形成された第1端面M1を有している。ベース凹部421は、2つの角部に台座226a、226bを備える。台座226a、226bは第1接合面と同じ高さで第1端面M1の中央側に突き出ており、台座226a、226bに一对の接続電極が形成されている。

【0061】

第4ベース板42の四隅にはベース貫通孔BH2(図14を参照)を形成した際のベースキャスタレーション222a、222b、222c、222dが形成されている。ベース側面電極223a、223b(図13を参照)がベースキャスタレーション222a、222cにそれぞれ形成されている。また、ベース側面電極223aと電氣的に接続された接続電極224aが第2ベース板22の第1端面M1の-X側の台座226aに形成されている。同様に、第1端面M1の-X側の台座226bに接続電極424を介しベース側面電極223bと電氣的に接続された接続電極224bが形成されている。さらに、第4ベース板42は水晶振動子の実装面にベース側面電極223a、223bとそれぞれ電氣的に接続された一对の実装端子225a、225b(未図示)を有している。

【0062】

第3水晶振動片30は平板状のATカットだけでなく、中央が曲線状に厚くなったコンベックス型であってもよく、中央が階段状に厚くなったメサ型であっても配置しやすくなる。また第3水晶振動片30のX軸方向の長さL6はベース凹部421のX軸方向の長さL5と同等でよい。

【0063】

<第4水晶振動子130の製造方法>

第4水晶振動子130の製造方法は、第1実施形態で説明されたフローチャート(図4を参照)と実質的に同じである。図14に示されたようにベースウエハ42Wに第4ベース板42が数百から数千個形成される。第4ベース板42は、ベース凹部421の周囲に第1端面M1形成されベース凹部421の2つの角部に台座226a、226bが形成される。ベース側面電極223a(図13参照)と電氣的に接続された接続電極224aが第4ベース板42の第1端面M1の-X側の台座226aに形成される。同様に、第1端面M1の-X側の台座226bに接続電極224b及びベース側面電極223bと電氣的に接続された接続電極424が形成される。

【産業上の利用可能性】

【0064】

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

10

20

30

40

50

できる。

【0065】

第1実施形態から第4実施形態において、リッド部とベース部とは非導電性接着剤である低融点ガラスLGにより接合されているが、低融点ガラスLG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。また、実装端子はベース部の底面の四隅に形成されているが、X軸方向の両側に形成された一対の実装端子でもよい。このとき、アース用の実装端子が形成されていない。

【0066】

また、各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IC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。各実施形態では平板のATカットの水晶振動片が一対の振動腕を有する音叉型水晶振動片を使用してもよい。さらに、本発明では1枚のウエハに複数の水晶振動片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。

【符号の説明】

【0067】

10、20、30 … 第1水晶振動片10W … 水晶ウエハ
 11 … リッド板11W … リッドウエハ
 12、22、32、42 … ベース
 12W、22W、32W、42W … ベースウエハ
 13 … 導電性接着剤
 100、110、120、130 … 水晶振動子
 101、201、301 … 水晶片
 102a、102b、202a、202b、302a、302b … 励振電極
 103a、103b、203a、203b、303a、303b … 引出電極
 104 … 連結部
 111 … リッド凹部
 121、221、321、421 … ベース凹部
 122a、122b、222(a, b, c, d) … キャスタレーション
 123a、123b、223a、223b … 側面電極
 124a、124b、224a、224b、424 … 接続電極
 125、125a、125b、225、225a、225b … 実装端子
 226a、226b、226c、226d … 台座
 BH1、BH2 … 貫通孔
 CT … キャビティ
 LG … 低融点ガラス
 SL … スクライブライン

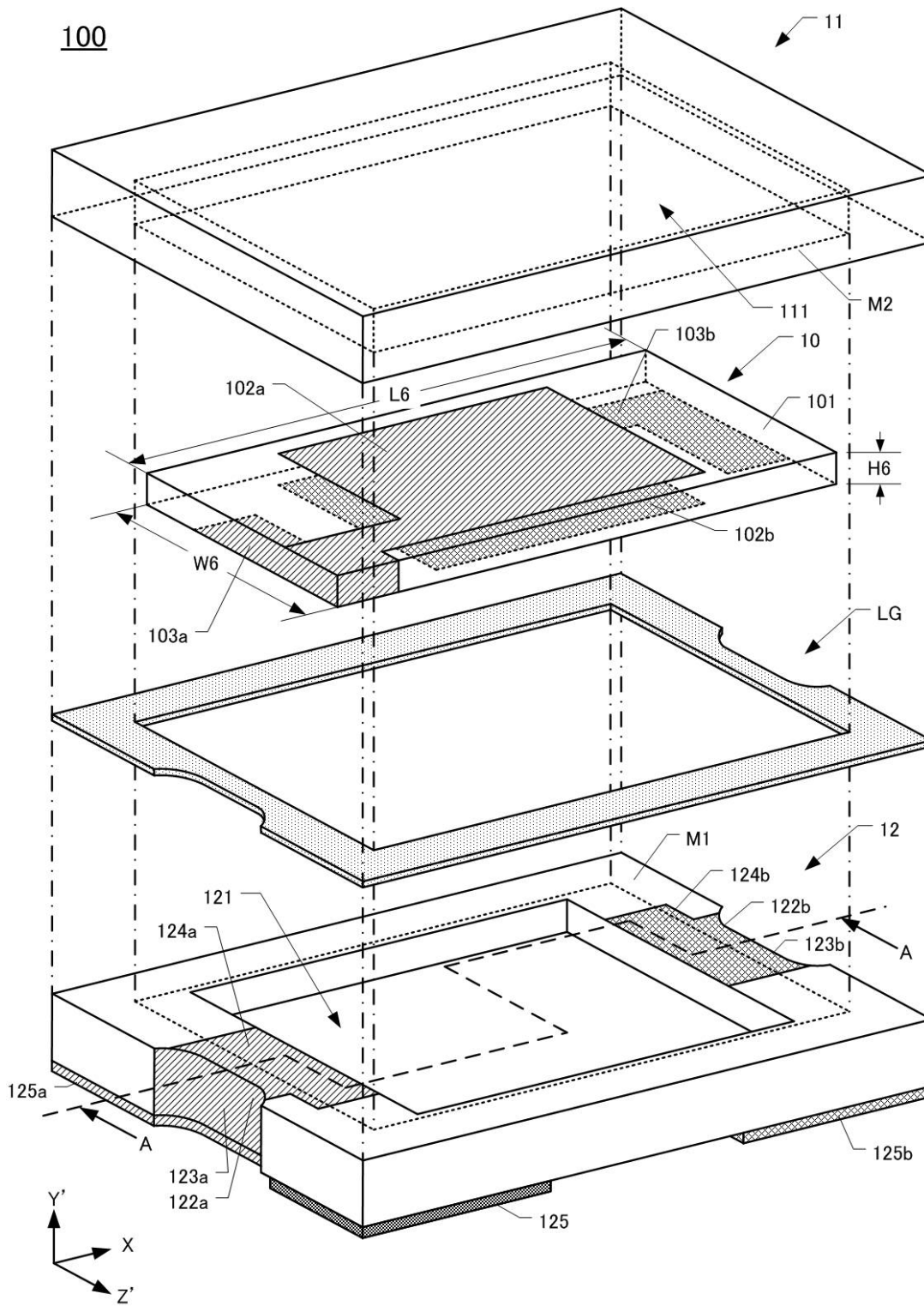
10

20

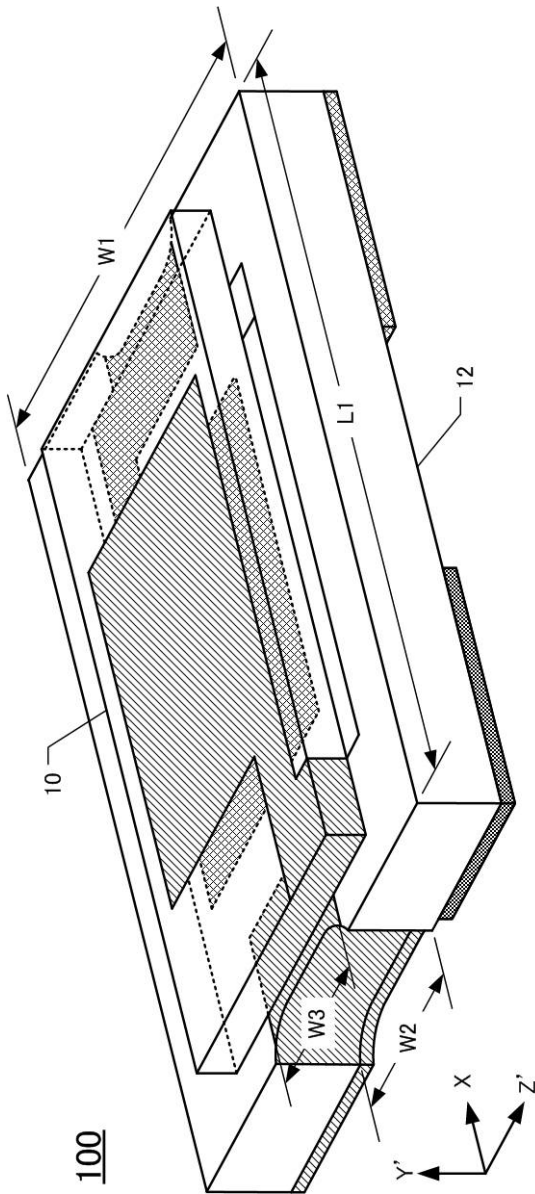
30

【図 1】

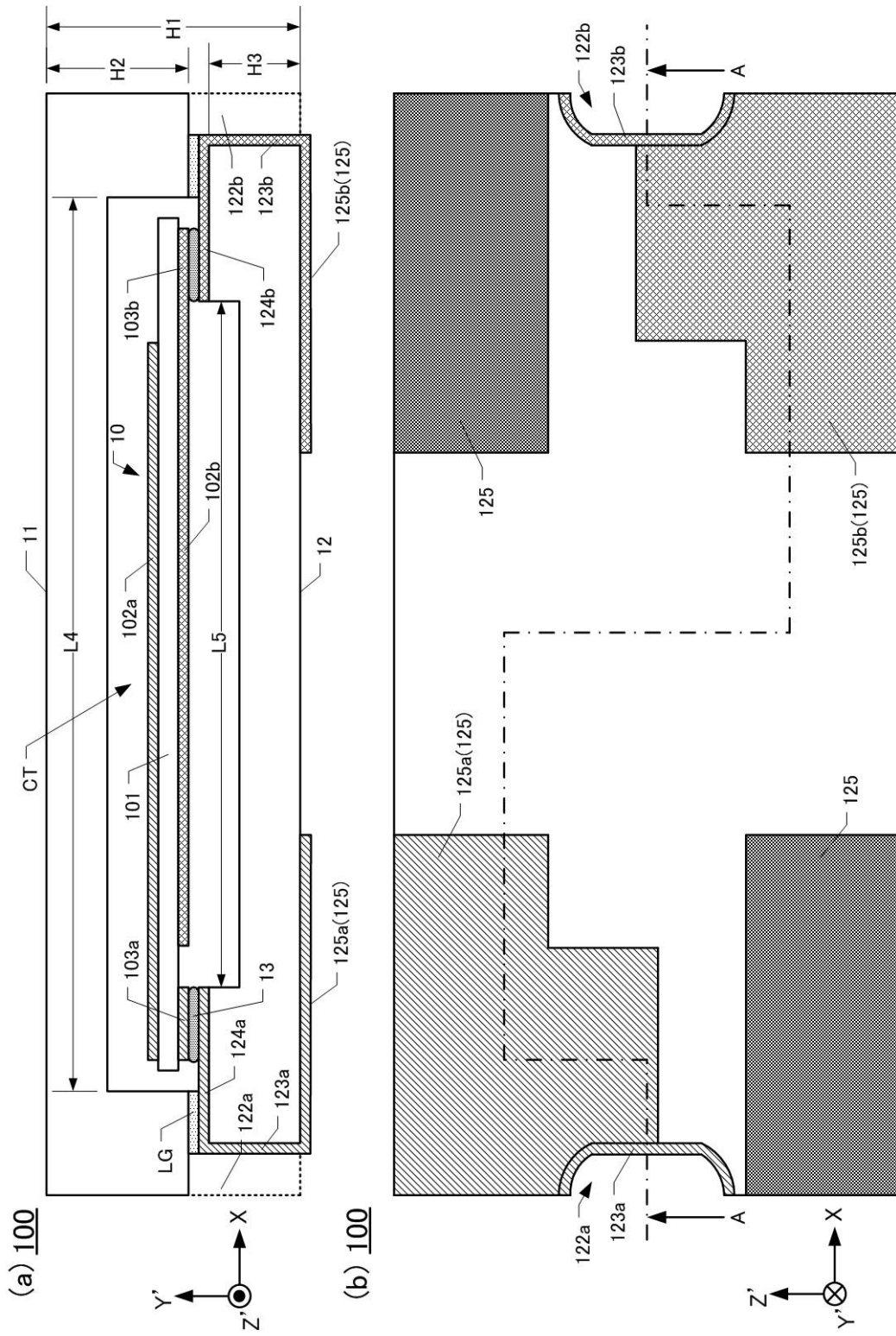
100



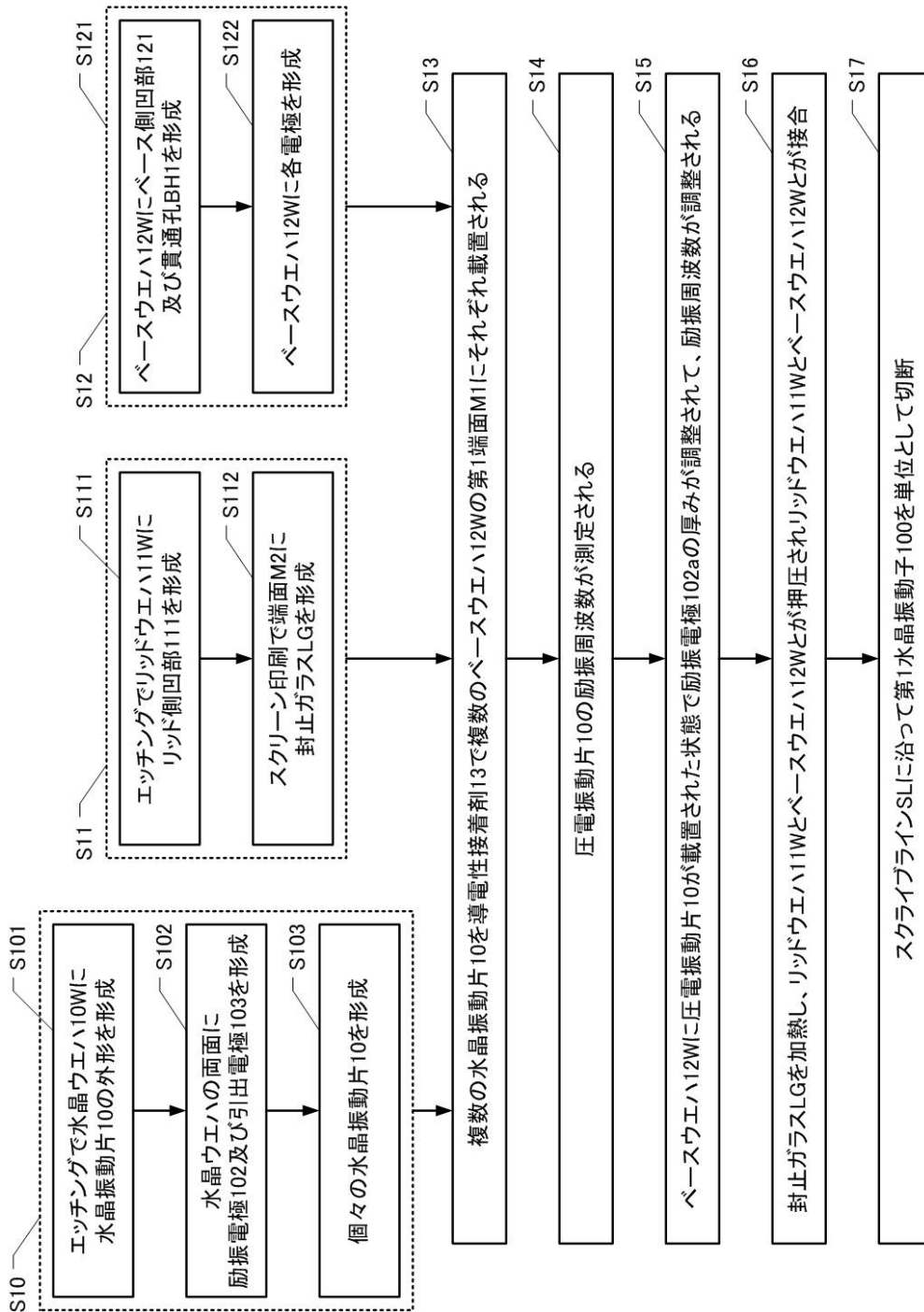
【図 2】



【図 3】

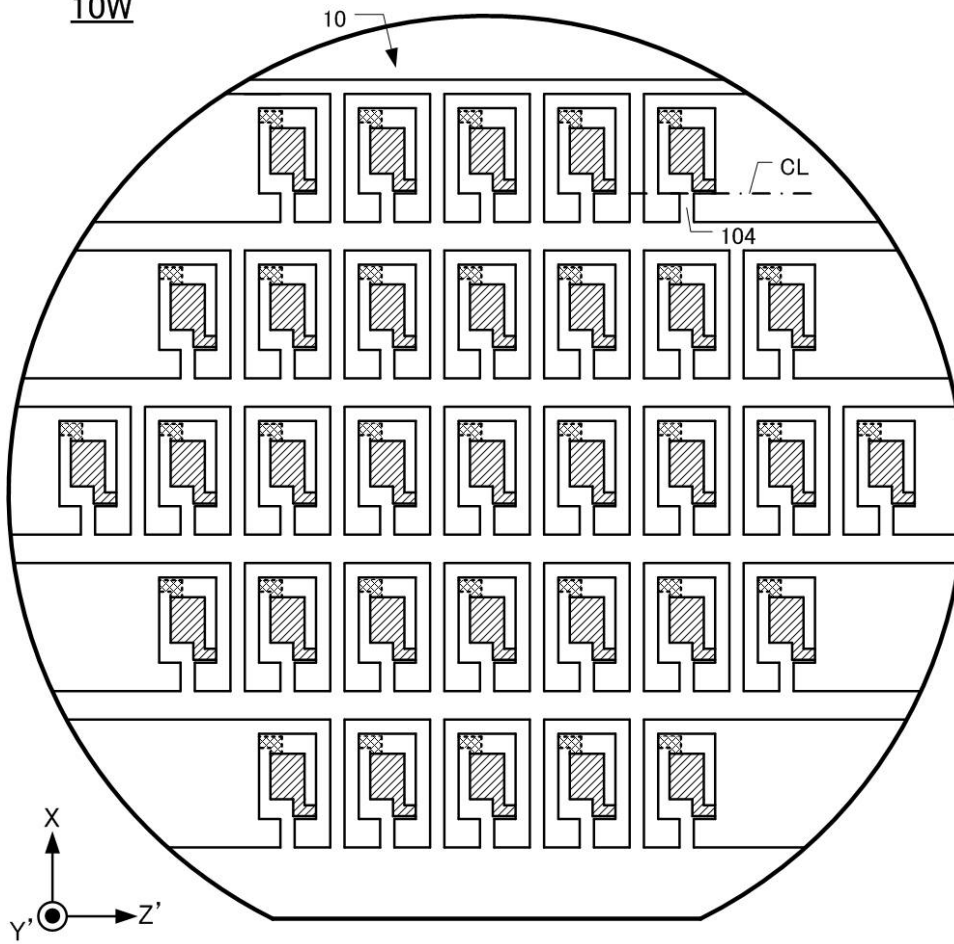


【図 4】

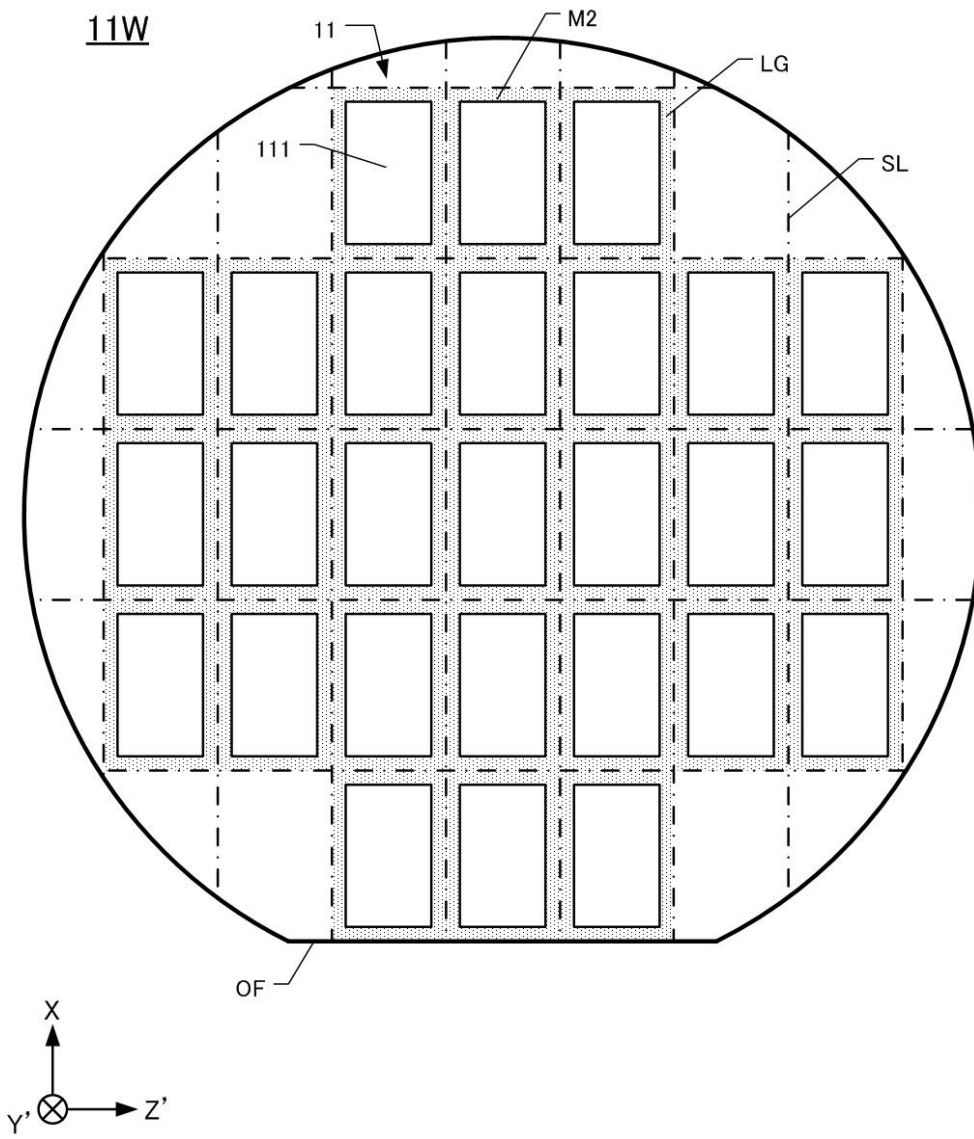


【図 5】

10W

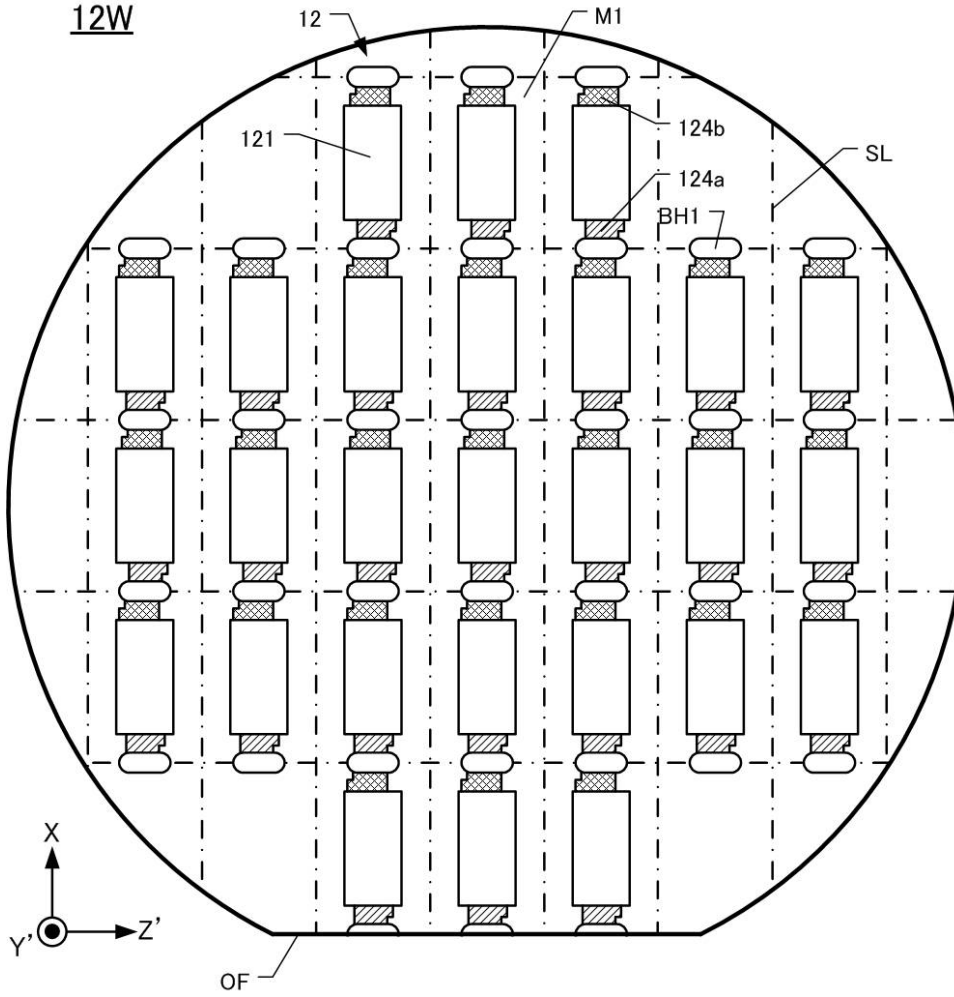


【図 6】

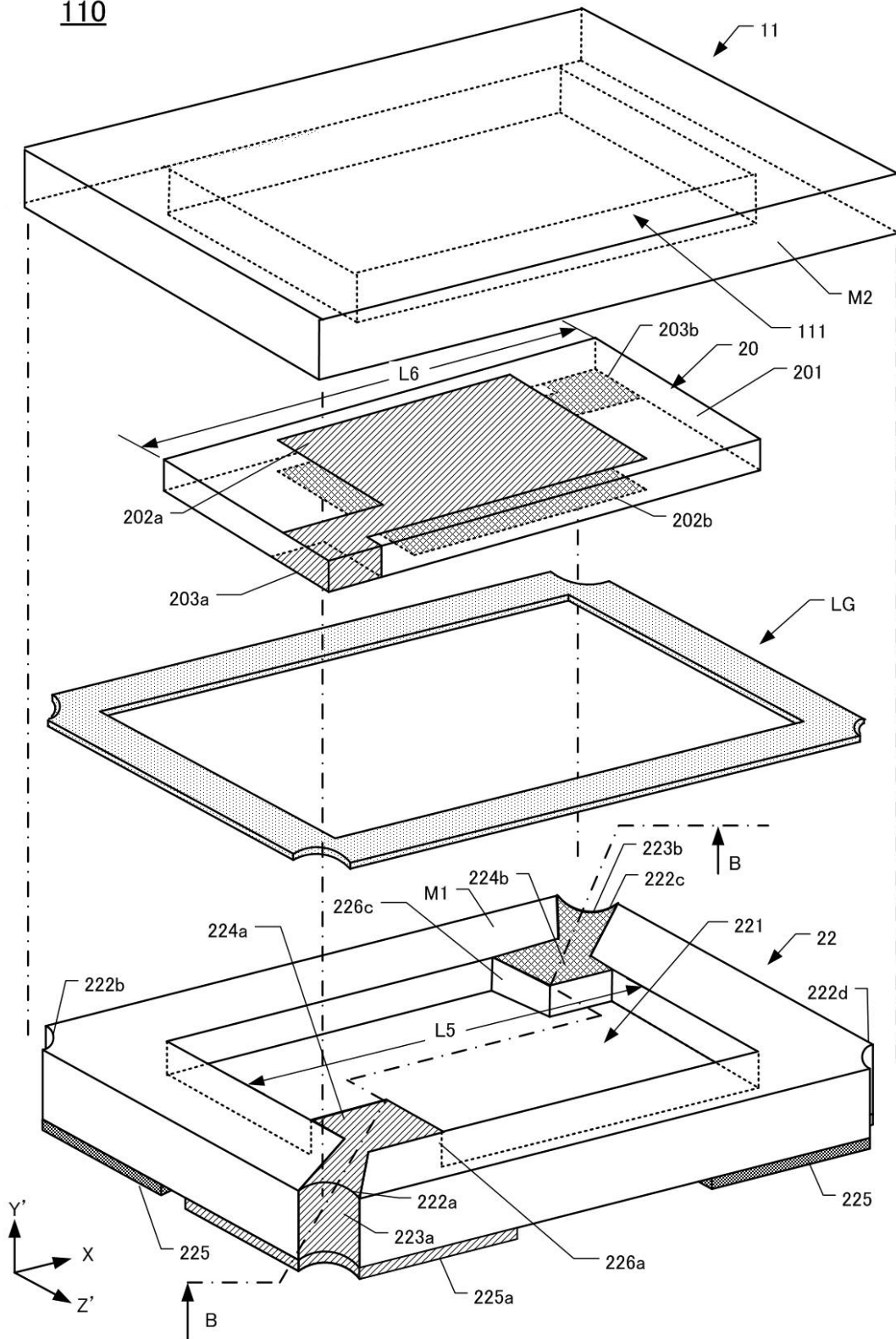
11W

【图 7】

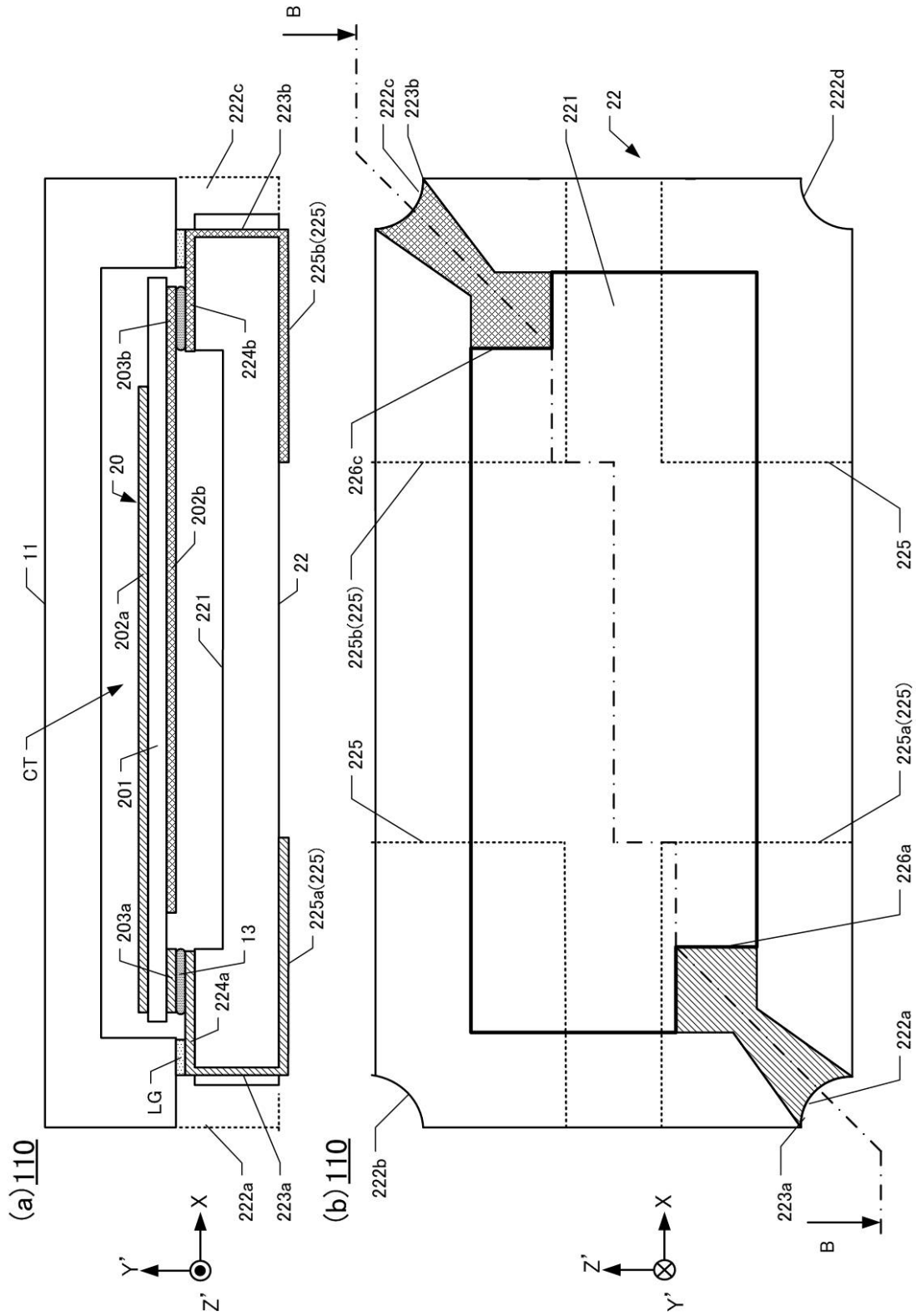
12W



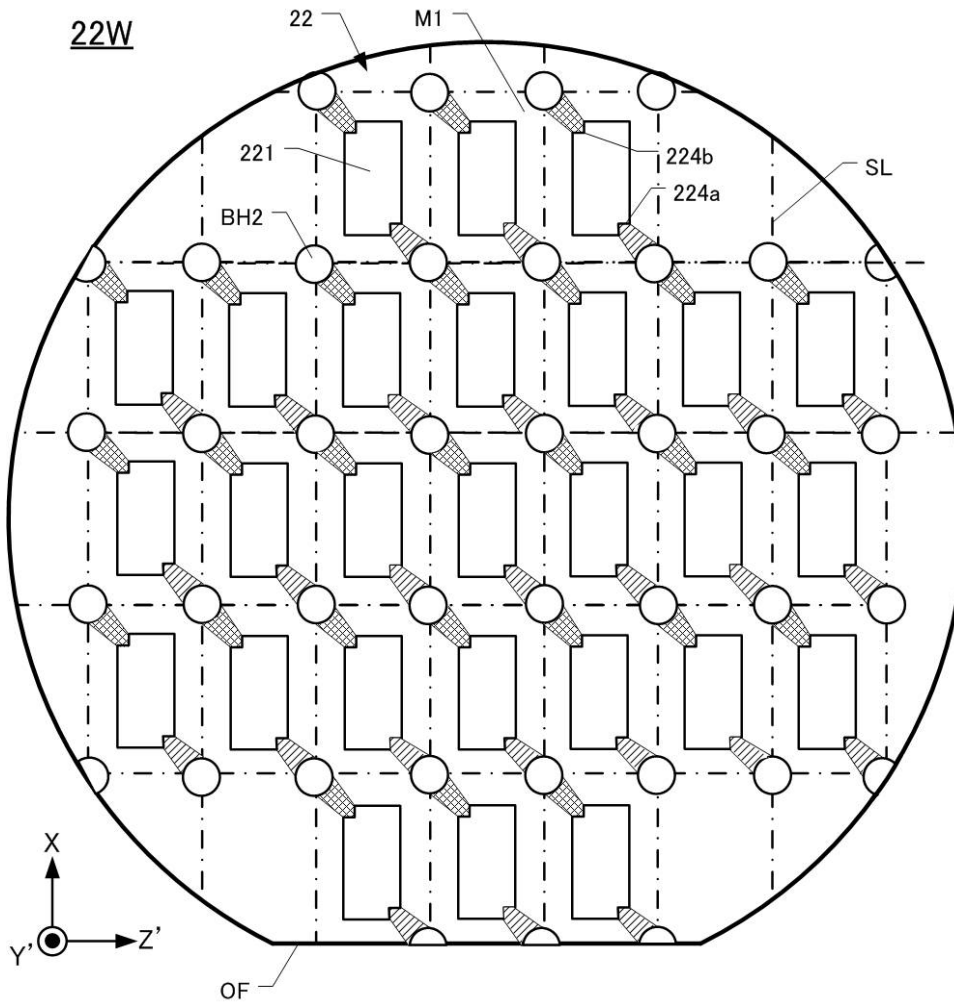
110



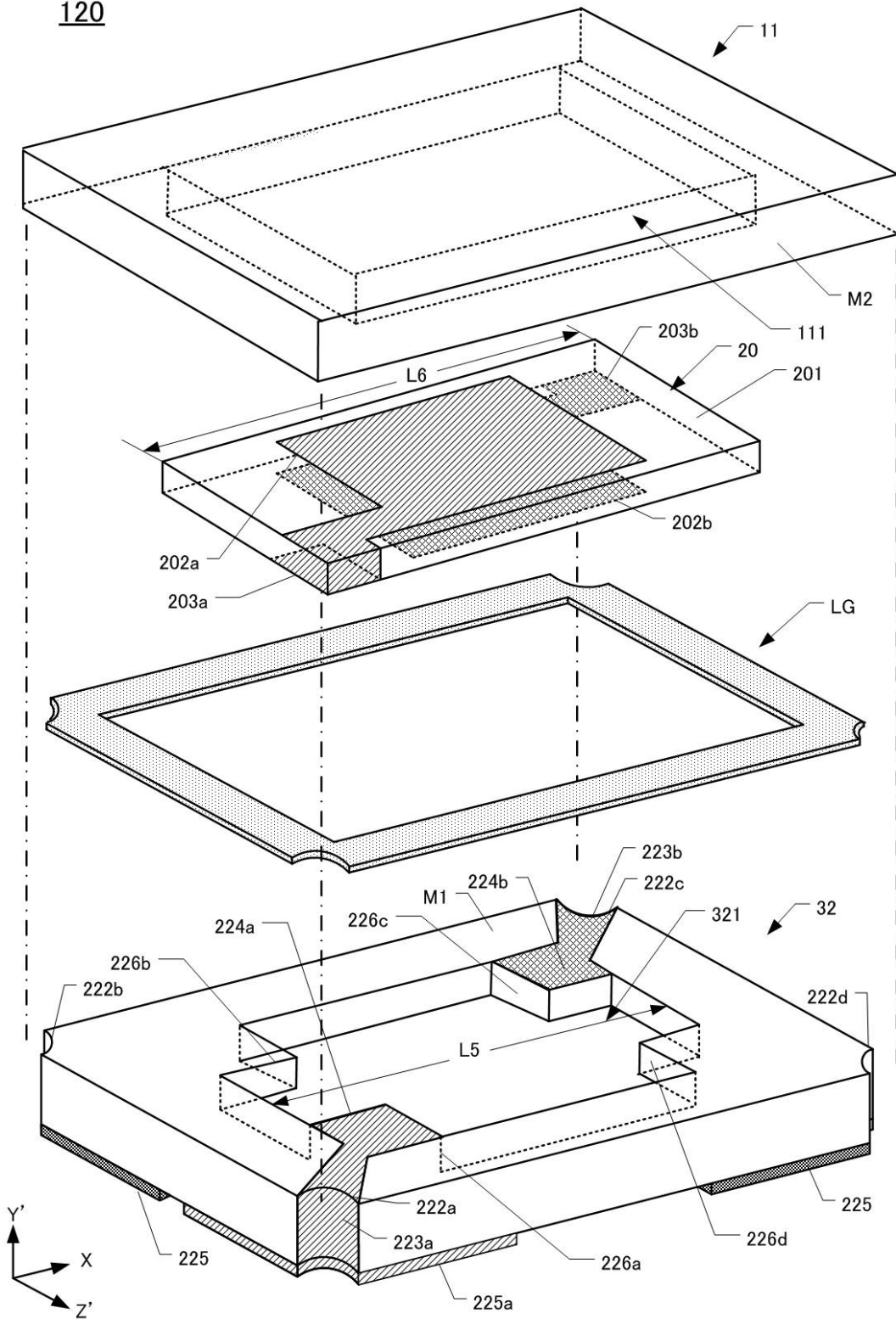
【図 9】



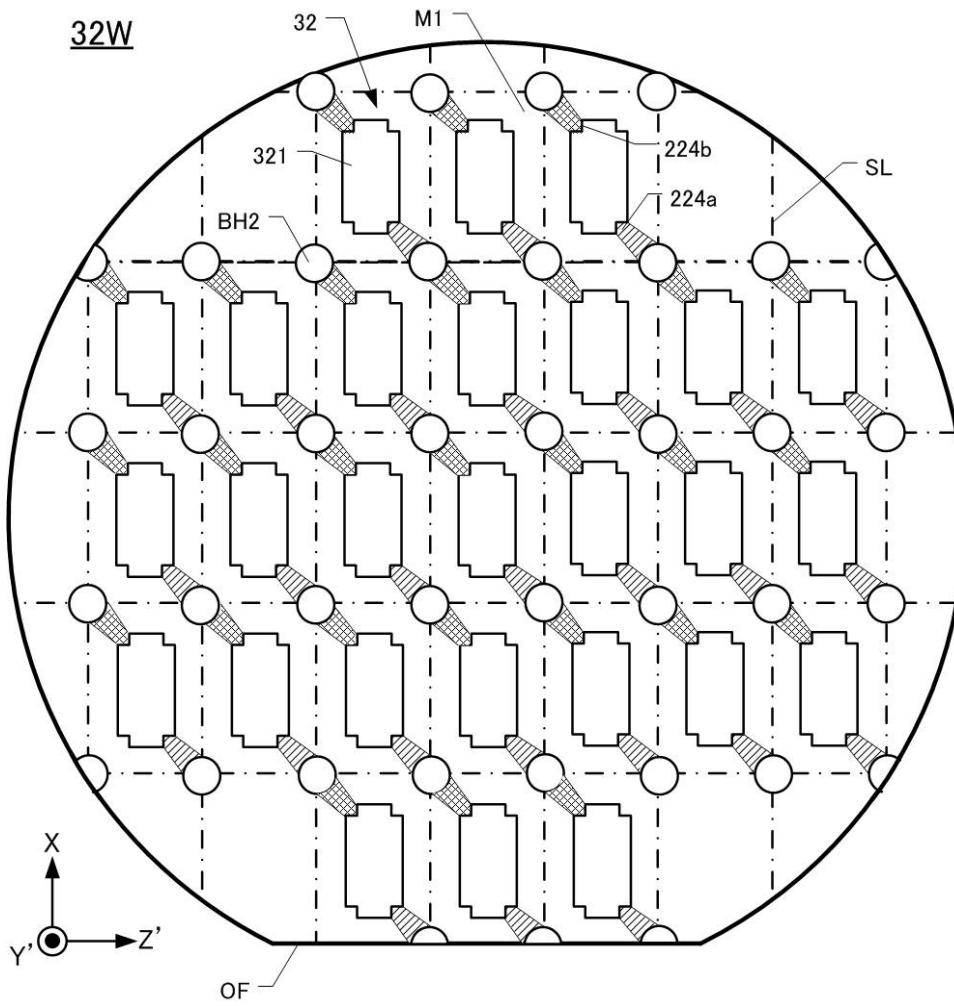
【図 10】

22W

120

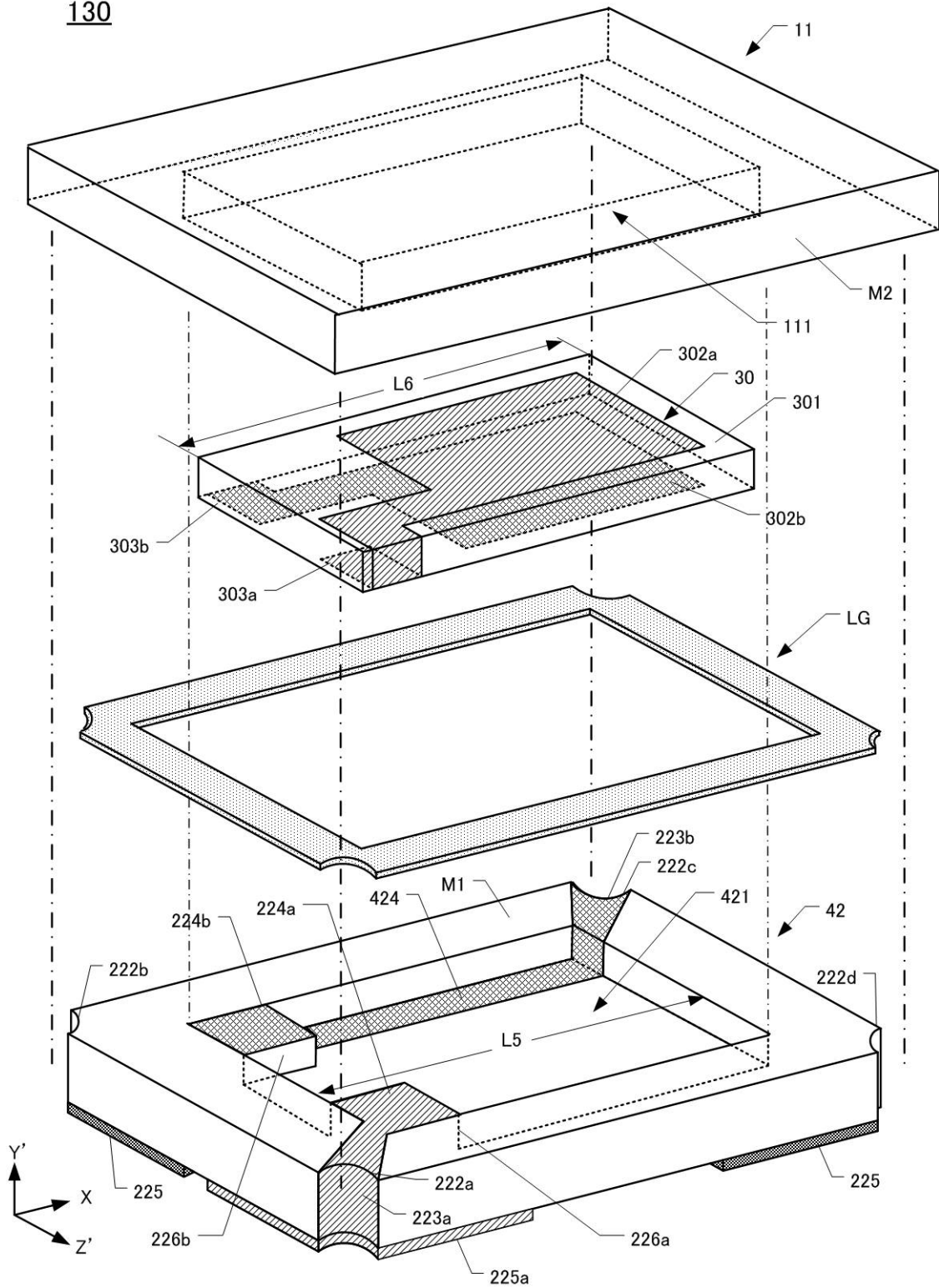


【図 12】

32W

【図 13】

130



【 図 1 4 】

42W

