

(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2012-34086
(P2012-34086A)

(43) 公開日 平成24年2月16日(2012.2.16)

(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 O 8
H03H 9/02 (2006.01)	H03H 9/02	A
H01L 23/02 (2006.01)	H01L 23/02	B
H01L 23/08 (2006.01)	H01L 23/08	B
	H01L 23/08	C

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 26 頁)

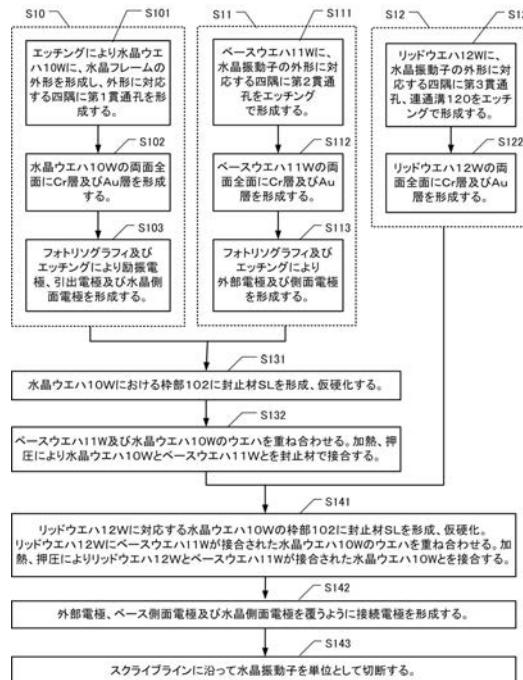
(21) 出願番号	特願2010-170446 (P2010-170446)	(71) 出願人	000232483 日本電波工業株式会社 東京都渋谷区笹塚一丁目50番1号 笹塚 N Aビル
(22) 出願日	平成22年7月29日 (2010.7.29)	(74) 代理人	100106541 弁理士 伊藤 信和
		(72) 発明者	森田 邦夫 埼玉県狭山市大字上広瀬1275番地の2 日本電波工業株式会社狭山事業所内
		F ターム (参考)	5J108 BB02 CC04 CC11 DD02 EE03 EE07 EE13 GG03 GG08 GG14 GG17 KK04 MM02

(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】 圧電デバイス内に不要ガスや水分が含まれず、且つ大量生産が可能な圧電デバイスの製造方法を提供する。

【解決手段】 圧電デバイスの製造方法は、圧電フレームを複数含み一対の第1貫通孔が形成された圧電ウエハを用意する工程(S10)と、第1面とその第1面の反対側の第2面とを有するベースを複数含み一対の第2貫通孔が形成されたベースウエハを用意する工程(S11)と、リッドを複数含むリッドウエハを用意する工程(S12)と、外枠の一主面とベースウエハの第2面との間に及び外枠の他主面とリッドウエハとの間に封止材(SL)を配置する封止材配置工程(S131)と、圧電ウエハとベースウエハとリッドウエハとを接合する接合工程(S141)と、を備える。そして、接合工程の際に、第1貫通孔もしくは第2貫通孔と連通する連通溝(120)から通気し、その後連通溝が封止材(SL)で封止される。



【選択図】 図3

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

一主面と他主面とを有する圧電振動片と前記圧電振動片の周囲を囲み且つ前記圧電振動片を支持する外枠とを有する圧電フレームを複数含み、隣り合う前記外枠間に前記一主面から前記他主面まで貫通する少なくとも一対の第1貫通孔が形成された圧電ウエハを用意する工程と、

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面とを有するベースを複数含み、隣り合う前記ベース間に前記第1面から前記第2面まで貫通する少なくとも一対の第2貫通孔が形成されたベースウエハを用意する工程と、

リッドを複数含むリッドウエハを用意する工程と、

前記外枠の前記一主面と前記ベースウエハの前記第2面との間に、及び前記外枠の前記他主面と前記リッドウエハとの間に、封止材を前記外枠に対応するように環状に配置する封止材配置工程と、

前記圧電ウエハの前記一主面と前記ベースウエハの前記第2面とを接合し、前記外枠の前記他主面と前記リッドウエハとを接合する接合工程と、を備え、

前記接合工程の際に、前記圧電ウエハの前記一主面と前記ベースウエハの前記第2面との間に前記第1貫通孔もしくは第2貫通孔と連通する連通溝から通気し、又は前記圧電ウエハの前記他主面と前記リッドウエハとの間に前記第1貫通孔と連通する連通溝から通気し、その後前記連通溝が前記封止材で封止される圧電デバイスの製造方法。

【請求項 2】

前記第1貫通孔及び前記第2貫通孔に金属膜を形成する工程を備え、

前記金属膜は前記圧電振動片に形成される励振電極と前記外部電極とを接続する請求項1に記載の圧電デバイスの製造方法。

【請求項 3】

前記封止材はガラス、エポキシ樹脂又はポリイミド樹脂の接着剤を含む請求項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】

前記一主面から前記他主面への方向から見ると、前記外枠の外周、前記ベースの外周及び前記リッドの外周は四角形であり、前記第1貫通孔及び前記第2貫通孔は前記四角形の角部に形成される請求項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】

前記一主面から前記他主面への方向から見ると、前記外枠の外周、前記ベースの外周及び前記リッドの外周は四角形であり、前記第1貫通孔及び前記第2貫通孔は前記四角形の辺に形成される請求項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】

一主面と他主面とにそれぞれ形成された一対の励振電極を有する圧電振動片と、前記圧電振動片の周囲を囲む外枠と、を有する圧電フレームと、

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面とを有し、前記一主面と接合するベースと、

前記他主面と接合するリッドと、

前記外枠の前記一主面及び前記他主面を周回するように環状に配置される封止材と、を備え、

前記圧電フレーム、前記ベース及び前記リッドが前記封止材によって封止された際に、前記圧電振動片を覆うキャビティが形成され、前記キャビティと連通する連通溝が前記外枠の前記一主面もしくは前記他主面、前記ベースの第2面、又は前記リッドに形成されており、前記連通溝は前記封止材で封止されている圧電デバイス。

【請求項 7】

前記一主面から前記他主面への方向から見ると、前記外枠の外周及び前記平板の外周は四角形でありこの四角形の角部に窪んだキャスター・レ・ーションが形成され、

10

20

30

40

50

前記キャスターに、前記外枠の一主面と前記他主面と結ぶ第1側面に前記励振電極と接続するように形成された第1側面電極と前記ベースの前記第1面と第2面とを結ぶ第2側面に前記外部電極と接続する第2側面電極とが形成される請求項6に記載の圧電デバイス。

【請求項8】

前記一主面から前記他主面への方向から見ると、前記外枠の外周及び前記平板の外周は四角形でありこの四角形の辺に窪んだキャスターが形成され、

前記キャスターに、前記外枠の一主面と前記他主面と結ぶ第1側面に前記励振電極と接続するように形成された第1側面電極と前記ベースの前記第1面と第2面とを結ぶ第2側面に前記外部電極と接続する第2側面電極とが形成される請求項6に記載の圧電デバイス。

10

【請求項9】

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面とこの第2面に形成されたキャビティとを有するベースと、

前記キャビティ内配置され、一主面と他主面とにそれぞれ形成された一対の励振電極を有する圧電振動片と、

前記ベースに接合されるリッドと、

前記ベースの周囲と前記リッドの周囲との間に環状に配置される封止材と、を備え、

前記キャビティと連通する連通溝が前記ベースの第2面又は前記リッドに形成されており、前記連通溝は前記封止材で封止されている圧電デバイス。

20

【請求項10】

前記封止材はガラス、エポキシ樹脂又はポリイミド樹脂の接着剤を含む請求項6から請求項9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、パッケージ内に不要な不要ガスが残らないようにした圧電デバイスの製造方法及び圧電デバイスに関する。

30

【背景技術】

【0002】

表面実装用の圧電デバイスは、圧電振動片がアルミナセラミック等の絶縁性ベースに収納され、その絶縁性ベースの開口部にリッドを固着封止してある。圧電デバイスを製造する場合には、絶縁性ベース又はリッドのいずれか一方の封正面に、予め樹脂、低融点ガラス等の封止材層を形成しておき、絶縁性ベースおよびリッドを重ね合わせて封止している。封止材層を樹脂で形成した場合は、封止材層から放出される不要ガスに起因する圧電振動片の特性変動が生じるという問題があった。封止材層が低融点ガラスで形成した場合であっても、低融点ガラス粒子間の気泡から多少の不要ガスが放出され、圧電振動片の特性変動が生じることがある。

40

【0003】

特許文献1では、パッケージ内の不要ガス抜きを行うために、絶縁性ベースの端面全体に、第1の低融点ガラスを塗布しその第1の低融点ガラスを仮硬化させ、硬化した低融点ガラスの上部に、第2の低融点ガラスを塗布しその第2の低融点ガラスを仮硬化させている。その第2の低融点ガラスは、一部がパッケージ内と連通するように塗布されない領域を形成して塗布されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2005-26974号公報

【発明の概要】

50

【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の製造方法では、少なくとも2度の低融点ガラスの塗布と2度の仮硬化が必要であった。また第2の低融点ガラスが低粘性であると仮硬化までの時間内に、第2の低融点ガラスが塗布されない領域まで広がってしまい実質的に塗布されない領域が形成されることが多い。また第2の低融点ガラスが高粘性であると第2の低融点ガラスの塗布作業が困難となっていた。また特許文献1に開示された圧電デバイスの製造方法では、個々の圧電デバイスに低融点ガラスを塗布しなければならないため、大量生産には不向きであった。

【0006】

そこで、本発明は、圧電デバイス内に不要ガスや水分が含まれない圧電デバイスの製造方法を提供することを目的とする。本発明はまた、不要ガスや水分が含まれない圧電デバイス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の製造方法は、一主面と他主面とを有する圧電振動片と圧電振動片の周囲を囲み且つ圧電振動片を支持する外枠とを有する圧電フレームを複数含み、隣り合う外枠間に一主面から他主面まで貫通する少なくとも一対の第1貫通孔が形成された圧電ウエハを用意する工程と、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面とを有するベースを複数含み、隣り合うベース間に第1面から第2面まで貫通する少なくとも一対の第2貫通孔が形成されたベースウエハを用意する工程と、リッドを複数含むリッドウエハを用意する工程と、外枠の一主面とベースウエハの第2面との間に、及び外枠の他主面とリッドウエハとの間に、封止材を外枠に対応するように環状に配置する封止材配置工程と、圧電ウエハの一主面とベースウエハの第2面とを接合し、外枠の他主面とリッドウエハとを接合する接合工程と、を備える。そして、接合工程の際に、圧電ウエハの一主面とベースウエハの第2面との間に第1貫通孔もしくは第2貫通孔と連通する連通溝から通気し、又は圧電ウエハの他主面とリッドウエハとの間に第1貫通孔と連通する連通溝から通気し、その後連通溝が封止材で封止される。

【0008】

第2観点の圧電デバイスの製造方法は、第1貫通孔及び第2貫通孔に金属膜を形成する工程を備える。金属膜は圧電振動片に形成される励振電極と外部電極とを接続する。

【0009】

第3観点の圧電デバイスの製造方法において、一主面から他主面への方向から見ると、外枠の外周、ベースの外周及びリッドの外周は四角形であり、第1貫通孔及び第2貫通孔は四角形の角部に形成される。

第4観点の圧電デバイスの製造方法において、一主面から他主面への方向から見ると、外枠の外周、ベースの外周及びリッドの外周は四角形であり、第1貫通孔及び第2貫通孔は四角形の辺に形成される。

【0010】

第5観点の圧電デバイスは、一主面と他主面とにそれぞれ形成された一対の励振電極を有する圧電振動片と圧電振動片の周囲を囲む外枠とを有する圧電フレームと、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面とを有し、一主面と接合するベースと、他主面と接合するリッドと、外枠の一主面及び他主面を周回するよう環状に配置される封止材と、を備える。そして、圧電フレーム、ベース及びリッドが封止材によって封止された際に、圧電振動片を覆うキャビティが形成され、キャビティと連通する連通溝が外枠の一主面もしくは他主面、ベースの第2面、又はリッドに形成されており、連通溝は封止材で封止されている。

【0011】

第6観点の圧電デバイスは、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面とこの第2面に形成されたキャビティとを有するベースと、キャビティ内配置され、一

主面と他主面とにそれぞれ形成された一対の励振電極を有する圧電振動片と、ベースに接合されるリッドと、ベースの周囲とリッドの周囲との間に環状に配置される封止材と、を備える。そして、キャビティと連通する連通溝がベースの第2面又はリッドに形成されており、連通溝は封止材で封止されている。

【発明の効果】

【0012】

本発明の製造方法によれば、圧電デバイス内に不要ガスや水分が含まれず、且つ大量生産が可能である。また本発明の圧電デバイスは不要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】

【0013】

【図1】第1圧電デバイス100Aの分解斜視図である。

【図2】(a)は水晶フレーム10とベース11とリッド12とが接合された後の断面図であり、図1のA-A'断面図である。(b)は水晶フレーム10とベース11とリッド12とが接合された後の断面図であり、図1のB-B'断面図である。

【図3】第1圧電デバイス100Aの製造方法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】ベースウエハ11Wの平面図である。

【図6】リッドウエハ12Wの平面図である。

【図7】第2圧電デバイス100Bの分解斜視図である。

【図8】図7のC-C'断面図で、水晶フレーム20とベース21とリッド22とが接合された後の状態である。

【図9】水晶ウエハ20Wの平面図である。

【図10】ベースウエハ21Wの平面図である。

【図11】リッドウエハ22Wの平面図である。

【図12】(a)は第3圧電デバイス110のリッド50を取り外したセラミックパッケージ40の平面図である。(b)は第3圧電デバイス110のE-E'断面図である。

【図13】第3圧電デバイス110の製造を示したフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明の各実施形態について図面を参照しながら説明する。

以下の各実施形態において、圧電振動片として厚みすべり振動モードを有するATカットの水晶振動片が使われている。ここで、ATカットの水晶振動片は、主面(XZ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分傾斜している。このため、以降の各実施形態では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X'軸、Y'軸及びZ'軸として用いる。また本明細書の説明としY'軸方向の高低を、+方向を高く-方向を低いと表現する。

【0015】

(第1実施形態)

<第1圧電デバイス100Aの全体構成>

第1圧電デバイス100A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圧電デバイス100Aのベース11側から見た分割した状態の斜視図で、接続電極118a、118b(図2(a)を参照)が省略されている。図2は水晶フレーム10とベース11とリッド12とが接合された後の状態を示した断面図である。図2(a)は図1のA-A'断面図で、図2(b)は図1のB-B'断面図である。

【0016】

図1及び図2で示されたように、第1圧電デバイス100Aは水晶フレーム10と、ベース11とリッド12とから構成される。ベース11とリッド12とはガラス材料又は水晶材料からなる。また水晶フレーム10とベース11とは封止材SLで接合され、水晶フ

10

20

30

40

50

レーム 10 とリッド 12 とは封止材 S L で接合される。水晶フレーム 10 にベース 11 とリッド 12 とが接合されキャビティ CT (図 2 (a) を参照) が形成され、キャビティ CT 内は真空状態か又は不活性ガスで満たされた状態となる。

【0017】

水晶フレーム 10 は AT カットされた水晶材料で形成され、+Y' 側の水晶接合面 M 3 と -Y' 側の水晶接合面 M 4 とを有している。水晶フレーム 10 は水晶振動部 101 と水晶振動部 101 を囲む外枠 102 とで構成されている。また、水晶振動部 101 と外枠 102との間には、上下を貫通する U 字型の隙部 103 と隙部 103a とが形成され、隙部 103 と隙部 103a とが形成されていない部分が水晶振動部 101 と外枠 102 との連結部 109 となっている。水晶振動部 101 の水晶接合面 M 3 と水晶接合面 M 4 とには励振電極 104a、104b (図 2 (a) を参照) がそれぞれ形成されている。外枠 102 の両面には励振電極 104a、104b (図 2 (a) を参照) と導電された引出電極 105a、105b (図 2 (a) を参照) がそれぞれ形成されている。10

【0018】

さらに、水晶フレーム 10 の角部には、水晶キャスタレーション 106a、106b が形成されている。また、一対の水晶キャスタレーション 106a には水晶側面電極 107a がそれぞれ形成される。水晶側面電極 107a は引出電極 105a と側面電極 117a とに接続される。同様に、一対の水晶キャスタレーション 106b には水晶側面電極 107b がそれぞれ形成される。水晶側面電極 107b は引出電極 105b 及び側面電極 117b にそれぞれ接続されている。水晶キャスタレーション 106a、106b は第 1 円形貫通孔 CH 1 (図 4 を参照) をダイシングされた際に形成される。20

【0019】

ベース 11 は、実装面 M 1 及び接合面 M 2 を有している。ベース 11 の実装面 M 1 には二対の外部電極 115a、115b がそれぞれ形成され、四端子の外部電極が形成されている。また、ベース 11 の角部には二対の側面キャスタレーション 116a、116b が形成されている。また、一対の側面キャスタレーション 116a には外部電極 115a と接続された側面電極 117a がそれぞれ形成され、一対の側面キャスタレーション 116b には外部電極 115b と接続された側面電極 117b がそれぞれ形成されている。一対の側面キャスタレーション 116a の片方には側面電極 117a が形成されずアースの外部端子とすることができる。また、一対の側面キャスタレーション 116b においても同様に 116b の片方に側面電極 117b が形成されずアースの外部端子とできることできる。なお側面キャスタレーション 116a、116b は第 2 円形貫通孔 BH 1 (図 5 を参照) をダイシングされた際に形成される。30

【0020】

リッド 12 は接合面 M 5 を有している。リッド 12 の角部には、側面キャスタレーション 126a、126b が形成されている。リッド 12 の接合面 M 5 には、一対の側面キャスタレーション 126a、126b に連通する連通溝 120 が形成されている。側面キャスタレーション 116a、116b は第 3 円形貫通孔 DH 1 (図 6 を参照) をダイシングされた際に形成される。

【0021】

封止材 S L は、バナジウムなどを有する低融点ガラス、ポリイミド樹脂又はエポキシ樹脂である。封止材 S L は、便宜上シート状に形成された状態で描かれているが (図 1 を参照)、本実施形態では後述のように、水晶接合面 M 3 にスクリーン印刷することで形成してもよい。また、封止材 S L はシート状に形成してもよい。40

【0022】

封止材 S L となる低融点ガラス、ポリイミド樹脂又はエポキシ樹脂では、耐水性・耐湿性に優れるので、空気中の水分がキャビティ内に進入したりキャビティ内の真空度を悪化させたりすることが防止できる。また、低融点ガラスは 350 から 400 で溶融する鉛フリーのバナジウム系ガラスである。バナジウム系ガラスはバインダーと溶剤とが加えられたペースト状であり、焼成され冷却されることで他の部材と接着する。また、このバ50

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。

【0023】

図2(b)に示されるように、ベース11の接合面M2と水晶フレーム10の外枠102の水晶接合面M3との間に塗布された封止材SLは、水晶フレーム10とベース11とを接合する。リッド12の接合面M5と水晶フレーム10の水晶接合面M4との間に塗布された封止材SLは、水晶フレーム10とリッド12とを接合する。このようにして水晶フレーム10とベース11とリッド12とが接合される。

【0024】

図2(a), (b)に示されるように、リッド12の接合面M5に形成された連通溝120は水晶フレーム10との接合によって封止材SLが流れ込んでいる。このため、水晶フレーム10とベース11とリッド12とで形成されるキャビティCTは外部と通気性がない。

【0025】

図2(a)に示されるように、第1圧電デバイス100Aは、最も外側に接続電極118aおよび接続電極118bを有する。接続電極118aは外部電極115aの全部又は一部と側面電極117a及び水晶側面電極107aとを覆う。また接続電極118bは外部電極115bの全部又は一部と側面電極117b及び水晶側面電極107bとを覆う。これにより、外部電極115a、115b、側面電極117a、117b及び水晶側面電極107a、107bが確実に電気的に接続される。

【0026】

また、水晶振動部101は、第1圧電デバイス100Aのベース11の実装面M1に形成された一対の外部電極115a、115b及び接続電極118a、118bに交番電圧(正負を交番する電位)が印加されると、外部電極115a、側面電極117a、接続電極118a、水晶側面電極107a、引出電極105a及び励振電極104aが同じ極性となり、外部電極115b、側面電極117b、接続電極118b、水晶側面電極107b、引出電極105b及び励振電極104bが同じ極性となる。

【0027】

<第1圧電デバイス100Aの製造方法>

図3は、第1圧電デバイス100Aの製造方法を示したフローチャートである。また、図4は水晶ウエハ10Wの平面図で、図5はベースウエハ11Wの平面図で、図6はリッドウエハ12Wの平面図である。

【0028】

ステップS10では、水晶フレーム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、水晶ウエハ10W(図4を参照)に、エッチングにより複数の水晶フレーム10の外形が形成される。すなわち、水晶振動部101と、外枠102と、間隙部103, 103aとが形成され、各水晶フレーム10の四隅に図4に示されたように水晶ウエハ10Wを貫通するように第1円形貫通孔CH1が形成される。第1円形貫通孔CH1が4分割されると1つのキャスターーション106a又は106b(図1を参照)になる。

【0029】

ステップS102において、スパッタリングまたは真空蒸着によって水晶ウエハ10Wの両面及び第1円形貫通孔CH1にクロム層及び金層が順に形成される。ここで、下地としてのクロム層の厚さは例えば0.05μm~0.1μmであり、金層の厚さは例えば0.2μm~2μmである。

【0030】

ステップS103において、金属層の全面にフォトレジストが均一に塗布される。そして露光装置(不図示)を用いて、フォトマスクに描かれた励振電極104a、104b、引出電極105a、105b及び水晶側面電極107a、107bのパターンが水晶ウエ

10

20

30

40

50

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ティングされる。これにより、図1及び図2に示されたように水晶ウエハ10W両面に励振電極104a、104b及び引出電極105a、105bが形成され、第1円形貫通孔CH1に水晶側面電極107a、107bが形成される。

【0031】

ステップS11では、ベース11が製造される。ステップS11はステップS111～S113を含んでいる。

ステップS111において、水晶ウエハ11Wを用意する。そして、エッティングによりベース11の四隅に対応する箇所にベースウエハ11Wを貫通するように第2円形貫通孔BH1(図5を参照)が形成される。第2円形貫通孔BH1が4分割されると1つのキャスター116a又は116b(図1を参照)になる。10

【0032】

ステップS112において、スパッタリングまたは真空蒸着によってベースウエハ11Wの実装面M1及び第2円形貫通孔BH1にクロム層及び金層が順に形成される。ここで、下地としてのクロム層の厚さは例えば0.05μm～0.1μmであり、金層の厚さは例えば0.2μm～2μmである。

【0033】

ステップS113において、金属層にフォトレジストが均一に塗布される。そして露光装置(不図示)を用いて、フォトマスクに描かれた外部電極115a、115b及び側面電極117a、117bのパターンがベースウエハ11W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ティングされる。これにより、図1及び図2に示されたようにベースウエハ11Wの実装面M1に外部電極115a、115bが形成され、第2円形貫通孔BH1に側面電極117a、117bが形成される。20

【0034】

ステップS12では、リッド12が製造される。ステップS12はステップS121～S122を含んでいる。

ステップS121において、水晶ウエハ12Wを用意する。そして、エッティングによりリッドウエハ12Wの四隅に対応する箇所にリッドウエハ12Wを貫通するように第3円形貫通孔DH1(図6を参照)が形成される。またリッドウエハ12Wの接合面M5に第3円形貫通孔DH1と連通する連通溝120が形成される。連通溝120は第3円形貫通孔DH1から45度方向、135度方向、225度方向及び315度方向に伸びている。連通溝120の溝幅は例えば0.1μm～10μmであり、溝深さは例えば0.1μm～10μmである。第3円形貫通孔DH1が4分割されると1つのキャスター126a又は126b(図1を参照)になり、連通溝120は各キャスター126につながっている。30

【0035】

ステップS122において、スパッタリングまたは真空蒸着によってリッドウエハ12Wの両面にクロム層及び金層が順に形成される。ここで、下地としてのクロム層の厚さは例えば0.05μm～0.1μmであり、金層の厚さは例えば0.2μm～2μmである。40

【0036】

図3において、水晶フレーム10の製造ステップS10と、ベース11の製造ステップS11とリッド12との製造ステップS12とは別々に並行して行うことができる。

【0037】

ステップS131では、水晶ウエハ10Wの外枠102のM3面(図1を参照)に封止材SLが均一に形成される。例えば封止材SLが低融点ガラスである場合、スクリーン印刷で水晶ウエハ10Wの外枠102のM3面に低融点ガラスが形成され仮焼成される。また、封止材SLがポリイミド樹脂である場合、ポリイミド樹脂を外枠102のM3面に塗布した後、仮硬化されることでポリイミド樹脂が外枠102のM3面に形成される。封止材SLは、ベースウエハ11WのM2面(図1を参照)に形成してもよい。50

【0038】

ステップS132では、水晶ウエハ10Wとベースウエハ11Wとが精密に重ね合わせされる。接合時の位置合わせは、水晶ウエハ10Wに形成された水晶フレームの外形及び四隅の第1円形貫通孔CH1(図4を参照)とベースウエハ11Wに形成された第2円形貫通孔BH1(図5を参照)とを顕微鏡を使って重ね合わせされる。そして封止材SLが350から400程度に加熱され水晶ウエハ10Wとベースウエハ11Wとが押圧される。この工程により、水晶ウエハ10Wと、ベースウエハ11Wとが接合される。

【0039】

ステップS141では、水晶ウエハ10Wにおける外枠102のM4面(図1を参照)に封止材SLが均一に形成される。封止材SLが仮硬化された後、水晶ウエハ10Wとリッドウエハ12Wとが精密に重ね合わせされる。

10

【0040】

水晶ウエハ10Wとリッドウエハ12Wとが重ね合わされた状態では、連通溝120には封止材SLが流れ込んでいない。このため連通溝120及び第3円形貫通孔DH1を通して、キャビティCT内と外側とが連通している。このため、不活性ガスで満たされたチャンバー(不図示)又は真空のチャンバー(不図示)に配置され重ね合わされたウエハは、キャビティCT内も不活性ガスで満たされ又は真空状態となる。

【0041】

そして封止材SLが350から400程度に加熱され水晶ウエハ10Wとリッドウエハ12Wとが押圧される。その加熱途中に、封止材SLから発生した不要ガスは、キャビティCTに残らずリッドウエハ12Wに設けられた連通溝120及び第3円形貫通孔DH1を通して排出される。徐々に封止材SLの温度が上がり封止材SLが溶融し始めた状態で水晶ウエハ10Wとリッドウエハ12Wとが押圧されると、封止材SLが連通溝120に流れ込む。これにより連通溝120も封止材SLで封止される。その後封止材SLが室温まで冷却されると、水晶ウエハ10Wとリッドウエハ12Wとが接合される。

20

【0042】

ステップS142では、最も外側に接続電極118aおよび接続電極118bが形成される。

【0043】

ステップS143において、接合された水晶ウエハ10Wとベースウエハ11Wとリッドウエハ12Wとを第1圧電デバイス100Aを単位として切断される。切断工程は、レーザーを用いたダイシング装置、またはブレードを用いたダイシング装置などを用いて図4、図5及び図6に示された一点鎖線のスクライブラインCLに沿って第1圧電デバイス100Aを単位として個片化する。これにより、数百から数千の正確な周波数に調整された第1圧電デバイス100Aが製造される。

30

【0044】

(第2実施形態)

<第2圧電デバイス100Bの全体構成>

第2圧電デバイス100Bの全体構成について、図7及び図8を参照しながら説明する。

40

図7は、第2圧電デバイス100Bのベース21側から見た分割した状態の斜視図である。図8は、図7のC-C'断面図で、水晶フレーム20とベース21とリッド22とが接合された後の断面図である。なお、図7、図8においては接続電極(図2を参照)が省略されている。

【0045】

第2圧電デバイス100Bと第1圧電デバイス100Aとはキャスターレーションの形状及びリッド22に形成された連通溝120の位置が異なっている。また、水晶フレーム20の水晶振動部201の形状が異なり、水晶振動部201の厚さと外枠202の厚さは同じ厚さであり、ベース21及びリッド22に凹部が設けられキャビティCTが形成されている点が異なっている。第1実施形態と同じ構成要件には同じ符号を付して説明する。

50

【0046】

第2圧電デバイス100Bは水晶フレーム20と、ベース21とリッド22とから構成される。ベース21とリッド22とはガラス材料又は水晶材料からなる。また水晶フレーム20とベース21とは封止材SLで接合され、水晶フレーム20とリッド22とは封止材SLで接合される。キャビティCT(図8を参照)内は真空状態か又は不活性ガスで満たされた状態となる。

【0047】

水晶フレーム20は水晶接合面M3と水晶接合面M4とを有している。水晶フレーム20は水晶振動部201を囲む外枠202を有している。また、外枠202の両面には励振電極104a、104bと導電された引出電極205a、205bがそれぞれ形成されている。さらに、水晶フレーム20のZ'軸方向の両辺には、水晶キャスタークション206a、206bが形成されている。また、一対の水晶キャスタークション206a、206bには、引出電極205a、205bにそれぞれ接続され、同時にベース21に形成された側面電極217a、217bとそれぞれ接続された水晶側面電極207a、207bが形成されている。水晶キャスタークション206は第1角丸長方形貫通孔CH2(図9を参照)をダイシングされた際に形成される。

10

【0048】

ベース21は、実装面M1及び接合面M2を有している。また、ベース21の実装面M1には一対の外部電極215a、215bがそれぞれ形成され、ベース21のZ'軸方向の両辺には一対のキャスタークション216a、216bが形成されている。また、キャスタークション216aには外部電極215aに接続された側面電極217aが形成され、キャスタークション216bには外部電極215bと接続された側面電極217bが形成されている。ベース21の接合面M2には凹部219(図8、図10を参照)が形成される。キャスタークション216は第2角丸長方形貫通孔BH2(図10を参照)をダイシングされた際に形成される。

20

【0049】

リッド12は接合面M5を有している。リッド22のZ'軸方向の両辺には一対のキャスタークション216a、216bが形成されている。リッド22の接合面M5には凹部229(図8、図11を参照)が形成される。またリッド12の接合面M5には、一対のキャスタークション216a、216bと凹部229とを連結する連通溝120が形成されている。第3角丸長方形貫通孔DH2(図11を参照)をダイシングされた際に形成される。

30

【0050】

<第2圧電デバイス100Bの製造方法>

図7に示された第2圧電デバイス100Bの製造方法は第1実施形態で説明された図3のフローチャートと実質的に同じである。図9は水晶ウエハ20Wの平面図であり、図10はベースウエハ21Wの平面図であり、図11はリッドウエハ22Wの平面図である。

【0051】

図3のフローチャートのステップを使って第2圧電デバイス100Bの製造方法を説明する。水晶フレーム20の製造ステップS101、ベース21の製造ステップS111及びリッド22の製造ステップS121では、第1角丸長方形貫通孔CH2及び第2角丸長方形貫通孔BH2並びに第3角丸長方形貫通孔DH2を形成する。また、ベース21には接合面に凹部219が設けられ、リッド22には接合面に凹部229が設けられている。

40

【0052】

ステップS101では、エッティングにより複数の水晶フレーム20の外形が形成される際に、各水晶フレーム20のZ'軸方向の両辺に図9に示されたように水晶ウエハ20Wを貫通するように第1角丸長方形貫通孔CH2が形成される。ここで、第1角丸長方形貫通孔CH2の半分が1つのキャスタークション206a又は206b(図7を参照)になる。

【0053】

50

ステップS111では、ベース21のZ'軸方向の両辺に図10に示されたようにベースウェハ21Wを貫通するように第2角丸長方形貫通孔BH2が形成される。ここで、第1角丸長方形貫通孔BH2の半分がそれぞれのキャスタークション216a又は216b(図7を参照)になる。また、ベース21の接合面M2に凹部219が形成される。

【0054】

ステップS121では、リッド22のZ'軸方向の両辺に図11に示されたようにリッドウェハ22Wを貫通するように楕円形の第3角丸長方形貫通孔DH2が形成される。ここで、第3角丸長方形貫通孔DH2の半分がそれぞれのキャスタークション226a又は226b(図7を参照)になる。また、リッド22に凹部229が形成される。さらに、一対のキャスタークション226a、226bと凹部229とを連結する連通溝120が形成される。

10

【0055】

第1実施形態及び第2実施形態では、リッド(12、22)の接合面M5に貫通溝120が形成されたが、水晶ウェハの水晶接合面M4に貫通溝120が形成されてもよい。また、図3のフローチャートでは、ベースウェハと水晶ウェハとを接合した後に、リッドウェハを水晶ウェハに接合したが、リッドウェハと水晶ウェハとを接合した後に、ベースウェハを水晶ウェハに接合してもよい。このような工程では、ベース(11、21)の接合面M2に貫通溝120が形成されてもよく、水晶ウェハの水晶接合面M3に貫通溝120が形成されてもよい。

20

【0056】

図3のフローチャートとは異なり、ベースウェハと水晶ウェハとリッドウェハとを同時に接合してもよい。このような工程では、ベース(11、21)の接合面M2、リッド(12、22)の接合面M5、又は水晶ウェハの水晶接合面M3のいずれかに貫通溝120が形成されればよい。

【0057】

(第3実施形態)

<第3圧電デバイス110の構成>

図12(a)は、リッド50を取り外された第3圧電デバイス110の平面図であり、(b)は、(a)に示した第3圧電デバイス110のE-E'断面図である。表面実装型の第3圧電振動デバイス110は、絶縁性のセラミックパッケージ40と第3圧電デバイス110のパッケージを覆うリッド50とからなる。リッド50は、コバルト(鉄FeとニッケルNiとコバルトCoとの合金)製又はガラス製である。

30

【0058】

セラミックパッケージ40は、アルミナを主原料とするセラミック粉末およびバインダー等を含むグリーンシートよりプレス抜きされた底面用セラミック層41a、壁用セラミック層41bおよび台座底面用セラミック層42からなる。これら複数のセラミック層41a、41b及び42より構成されたセラミックパッケージ40は、キャビティCTを形成し、このキャビティCT内にATカット水晶振動片30を実装する。壁用セラミック層41bの上面41cにキャビティCTと連通する連通溝120が形成されている。セラミックパッケージ40はこれらの複数のセラミック層を積層し、焼結して形成されている。セラミックパッケージ40は、外側底面BTに表面実装型の外部電極115a、115bを有する。

40

【0059】

ATカット水晶振動片30は、第1面及び第2面に励振電極32a、32b及び接続電極33を備える。ATカット水晶振動片30は、キャビティCTに形成された台座42に導電性接着剤31を介して接続電極43及び44と接合している。

【0060】

<第3圧電デバイス110の製造方法>

図13は、第3圧電デバイス110の製造を示したフローチャートである。図13において、ATカット水晶振動片30の製造ステップS30と、セラミックパッケージ40の

50

製造ステップ S 4 0 とリッド 5 0 との製造ステップ S 5 0 とは別々に並行して行うことができる。

【0 0 6 1】

ステップ S 3 0 では、ATカット水晶振動片 3 0 が製造される。ステップ S 3 0 はステップ S 3 0 1 ~ S 1 0 3 を含んでいる。

ステップ S 3 0 1において、水晶ウエハ 3 0 W (不図示) に、エッティングにより複数の ATカット水晶振動片 3 0 の外形が形成される。

【0 0 6 2】

ステップ S 3 0 2において、スパッタリングまたは真空蒸着によって水晶ウエハ 3 0 W の両面にクロム層及び金層が順に形成される。ここで、下地としてのクロム層の厚さは例えば 0.05 μm ~ 0.1 μm であり、金層の厚さは例えば 0.2 μm ~ 2 μm である。

10

【0 0 6 3】

ステップ S 3 0 3において、金属層の全面にフォトレジストが均一に塗布される。そして露光装置 (不図示) を用いて、フォトマスクに描かれた励振電極 3 2 a、3 2 b 及び接続電極 3 3 のパターンが水晶ウエハ 3 0 W 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ティングされる。これにより、図 12 (a), (b) に示されたように水晶ウエハ 3 0 W 両面に励振電極 3 2 a、3 2 b 及び接続電極 3 3 が形成される。ATカット水晶振動片 3 0 は、水晶ウエハ 3 0 W から切り取られる。

【0 0 6 4】

ステップ S 4 0 では、セラミックパッケージ 4 0 が製造される。ステップ S 4 0 はステップ S 4 0 1 ~ S 4 0 3 を含んでいる。

20

ステップ S 4 0 1において、セラミックグリーンシートよりなる底面セラミック層 4 1 a、壁部セラミック層 4 1 b 及び台座セラミック層 4 2 (図 12 を参照) を用意する。壁部セラミック層 4 1 b の上面 4 1 c にキャビティ CT と連通する連通溝 1 2 0 が形成される。台座 4 2 を備えた底面セラミック層 4 1 a のセラミックグリーンシートは、外部電極 1 1 5 a、1 1 5 b、引出電極 4 3, 4 4 を形成するためのタンゲステンメタライズ印刷処理が行われる。

30

【0 0 6 5】

ステップ S 4 0 2において、セラミックパッケージ 4 0 は、底面セラミック層 4 1 a に壁部セラミック層 4 1 b を積層し 1300 °C 以上で焼結させて形成される。次いで、セラミックパッケージ 4 0 は、所定の寸法に切断される。

30

【0 0 6 6】

ステップ S 4 0 3において、セラミックパッケージ 4 0 は、タンゲステンメタライズした上にニッケルメッキ及び金メッキが施され、セラミックパッケージ 4 0 の底部 BT 及び台座 4 2 に引出電極 4 3, 4 4 が形成される。また、セラミックパッケージ 4 0 の外側に外部電極 1 1 5 a、1 1 5 b が形成される。引出電極 4 3, 4 4 は、外部電極 1 1 5 a、1 1 5 b に接続する。

【0 0 6 7】

ステップ S 5 0 では、リッド 5 0 が製造される。ステップ S 5 0 はステップ S 5 0 1 ~ S 5 0 2 を含んでいる。

40

ステップ S 5 0 1において、ガラス製又はコバール等の金属のリッド 5 0 が形成される。

ステップ S 5 0 2において、リッド 5 0 の外周に封止材 SL が均一に形成される。例えば封止材 SL が低融点ガラスである場合、スクリーン印刷でリッド 5 0 の外周に低融点ガラスが形成され仮焼成される。また、封止材 SL がポリイミド樹脂である場合、ポリイミド樹脂をリッド 5 0 の外周に塗布した後、仮硬化されることでポリイミド樹脂がリッド 5 0 の外周に形成される。

【0 0 6 8】

ステップ S 1 5 1において、ATカット水晶振動片 3 0 は、セラミックパッケージ 4 0 の台座 4 2 の引出電極 4 3 に搭載され、導電性接着剤 3 1 を介して接合される。

50

【0069】

ステップS152において、ATカット水晶振動片30を収容したセラミックパッケージ40にリッド50を搭載し、不活性ガスで満たされたチャンバー(不図示)又は真空のチャンバー(不図示)に配置される。セラミックパッケージ40とリッド50とは、真空中又は不活性ガス中で350°Cから400°Cに加熱、押圧して接合される。

【0070】

セラミックパッケージ40とリッド50とが重ね合わされた状態では、連通溝120には封止材SLが流れ込んでいない。このため連通溝120を介して、キャビティCT内と外側とが連通している。このため、不活性ガスで満たされたチャンバー(不図示)又は真空のチャンバー(不図示)に配置された重ね合わされたウエハは、キャビティCT内も不活性ガスで満たされ又は真空状態となる。10

【0071】

そして封止材SLが350°Cから400°C程度に加熱されセラミックパッケージ40とリッド50とが押圧される。その加熱途中に、封止材SLから発生した不要ガスは、キャビティCTに残らずセラミックパッケージ40に設けられた連通溝120を通して排出される。徐々に封止材SLの温度が上がり封止材SLが溶融し始めた状態でセラミックパッケージ40とリッド50とが押圧されると、封止材SLが連通溝120に流れ込む。これにより連通溝120も封止材SLで封止される。その後封止材SLが室温まで冷却されると、セラミックパッケージ40とリッド50とが接合される。

【産業上の利用可能性】

【0072】

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。たとえば、本実施形態ではAT振動片を用いているが、一対の振動片を有する音叉型の振動片にも適用できる。また、実施形態ではAT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。20

【符号の説明】

【0073】

10、20 ...	水晶フレーム	30
10W、20W ...	水晶ウエハ	
11、21 ...	ベース	
11W、21W ...	ベースウエハ	
12, 22, 50 ...	リッド	
12W、22W ...	ベースウエハ	
30 ...	ATカット水晶振動片、31 ...	導電性接着剤
32a、32b ...	励振電極、33 ...	接続電極
40 ...	セラミックパッケージ	
41a ...	底面セラミック層、41b ...	壁部セラミック層
41c ...	壁部上面	
42 ...	台座	
43, 44 ...	引出電極	
100A、100B、100C、110 ...	圧電デバイス	
101、201 ...	水晶振動部	
102、202 ...	外枠	
103、103a、203 ...	間隙部	
104a、104b ...	励振電極	
105a、105b、205a、205b ...	引出電極	
106a、106b、116a、116b、206a、206b、216a、216b		

10

20

30

40

50

... キャスタークション

107a、107b、117a、117b、207a、207b、217a、217b

... 側面電極

109, 209a、209b ... 連結部

118a、118b ... 接続電極

120 ... 連通溝

B H、C H、D H ... 貫通孔

B T ... 外側底面

C L ... スクライブライン

C T ... キャビティ、M 1 ... 実装面、M 2 ... ベース接合面、M 3、M 4 10

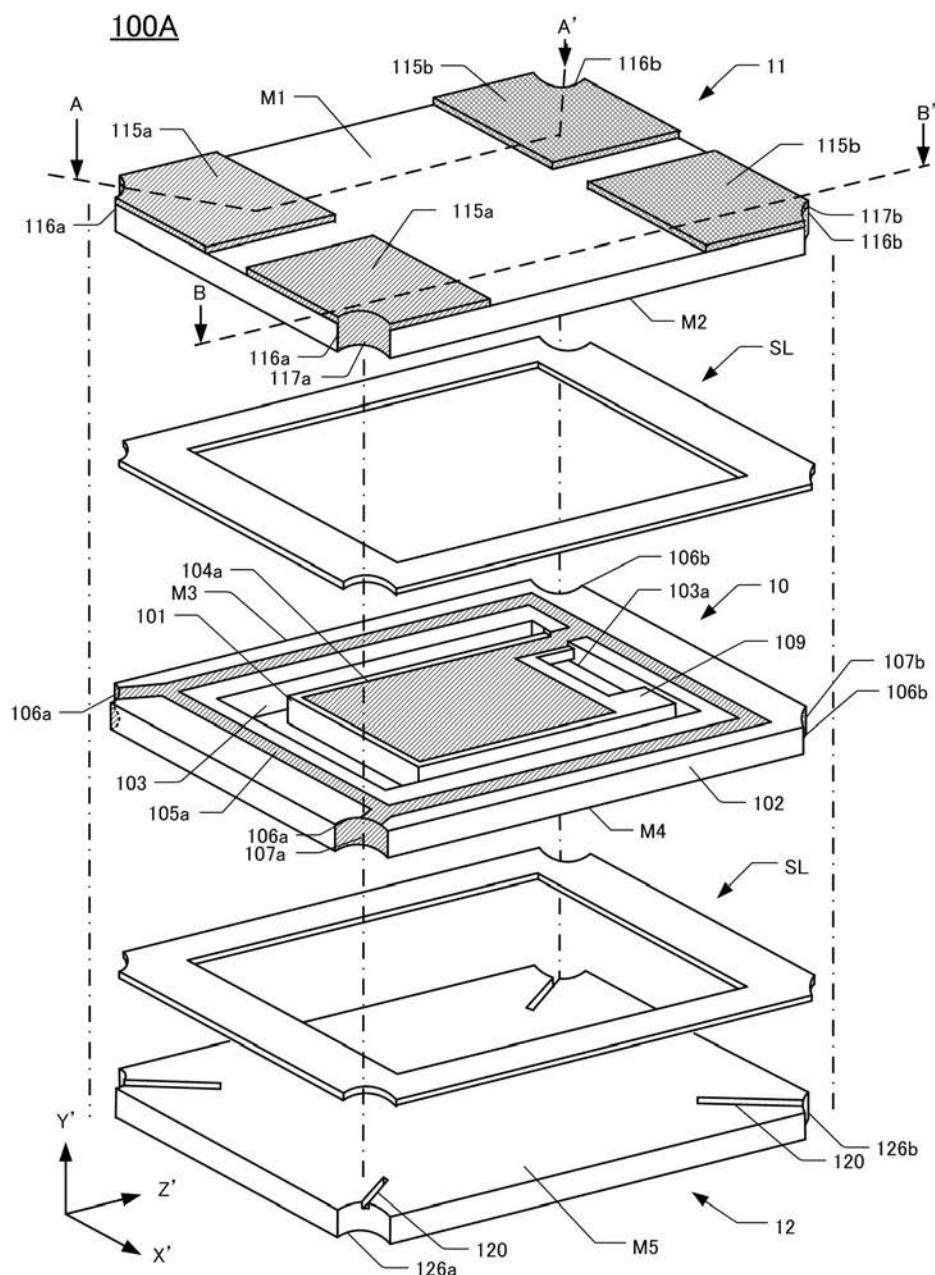
... 水晶接合面

M 5 ... リッド接合面

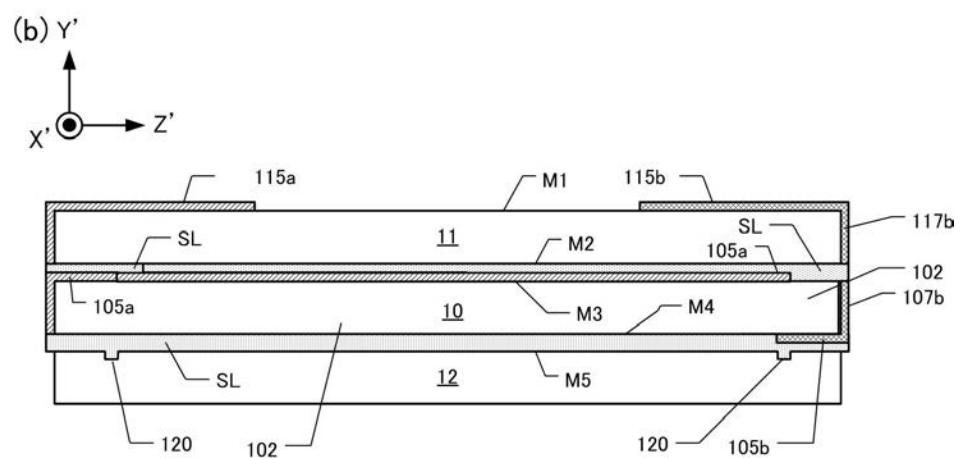
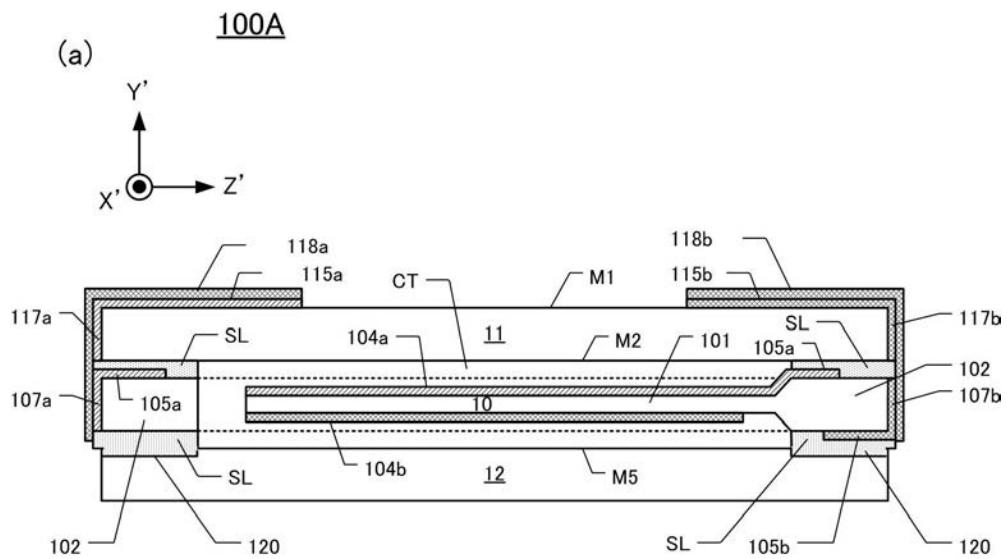
S L ... 封止材

O F ... オリエンテーションフラット

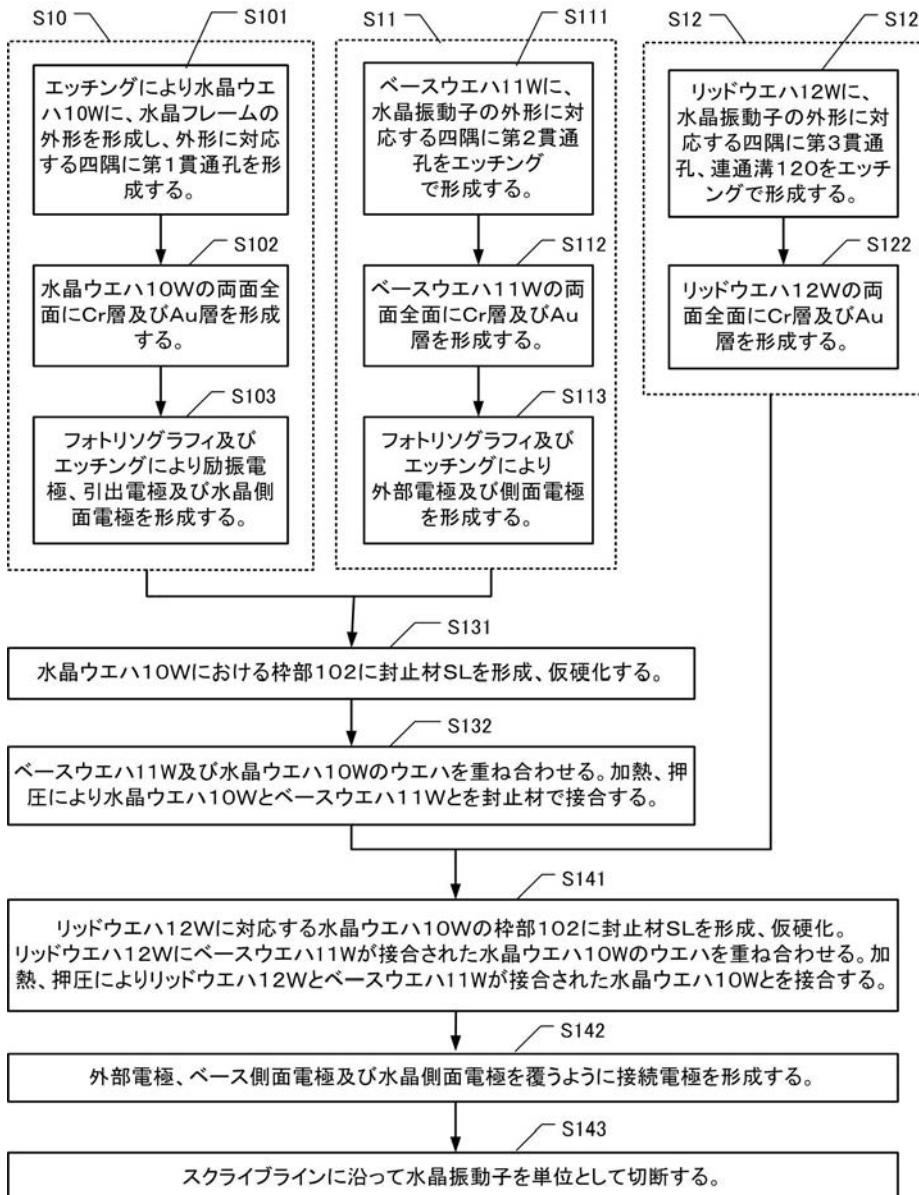
【図1】



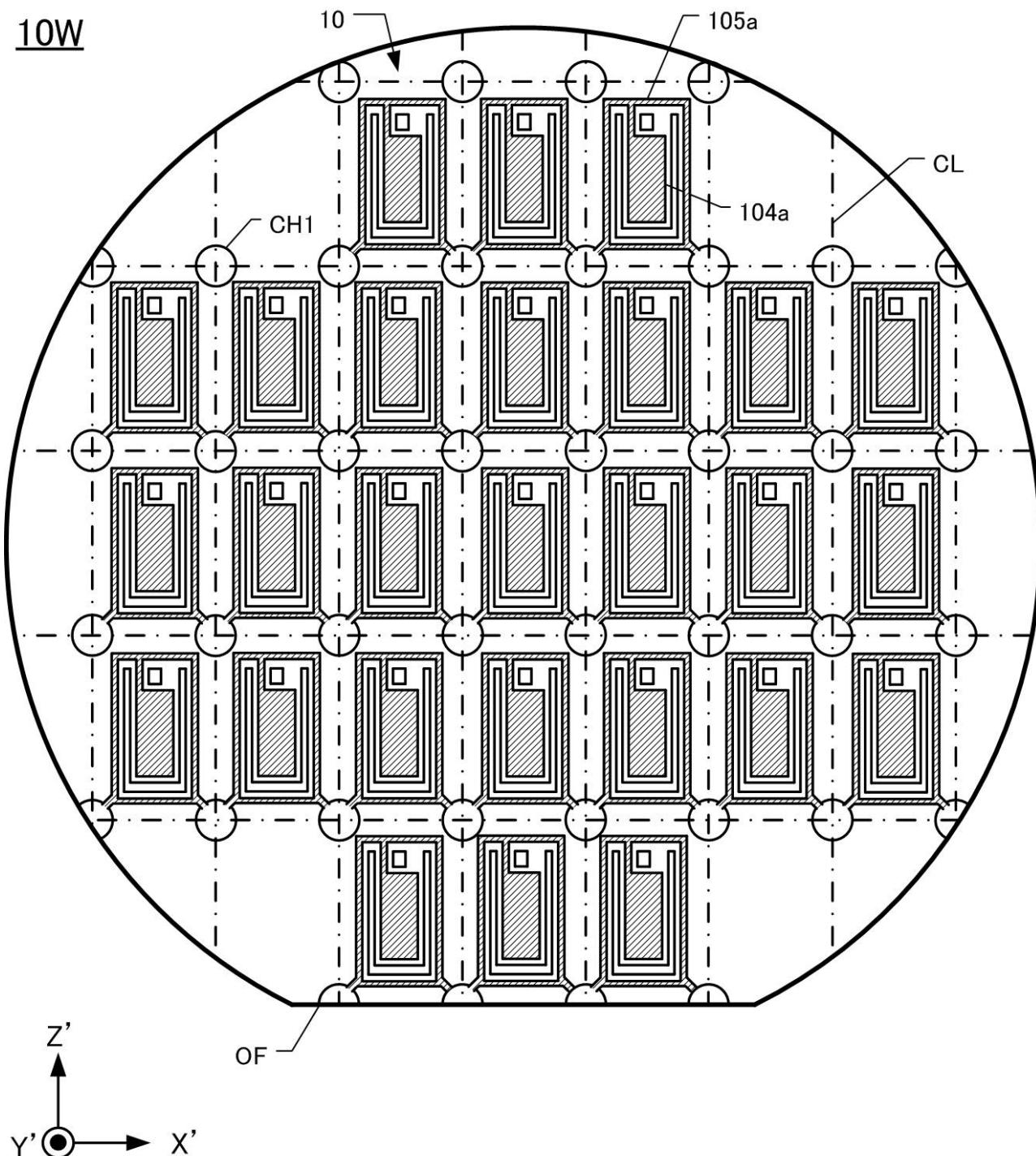
【図2】



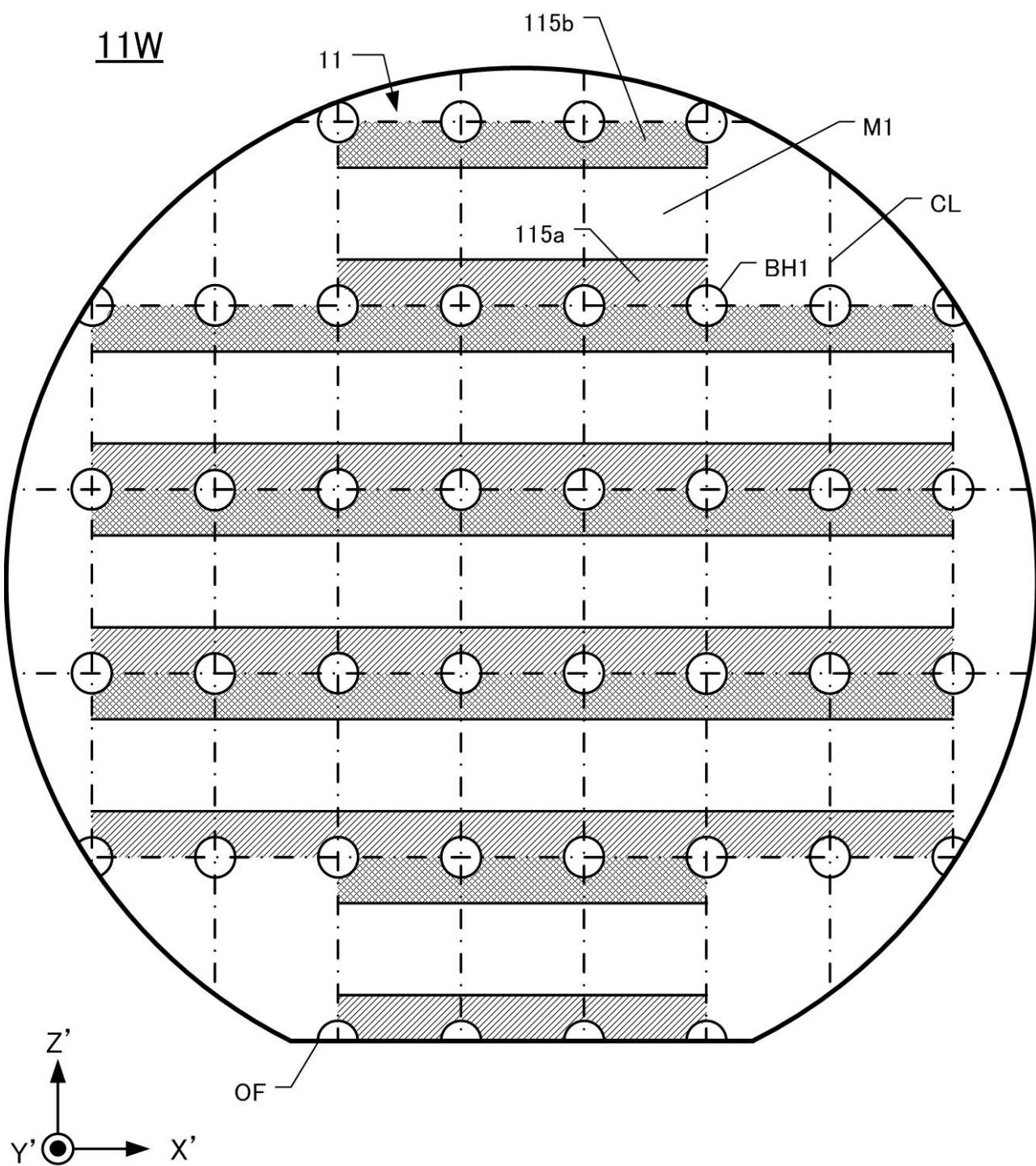
【図3】



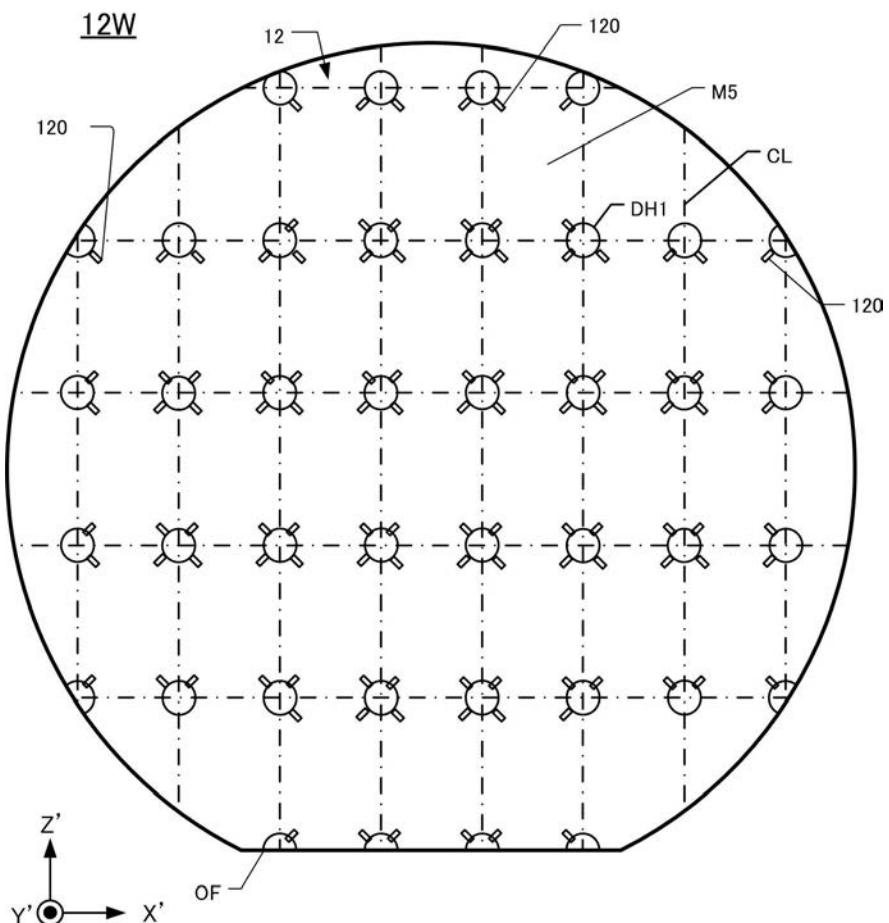
【図4】



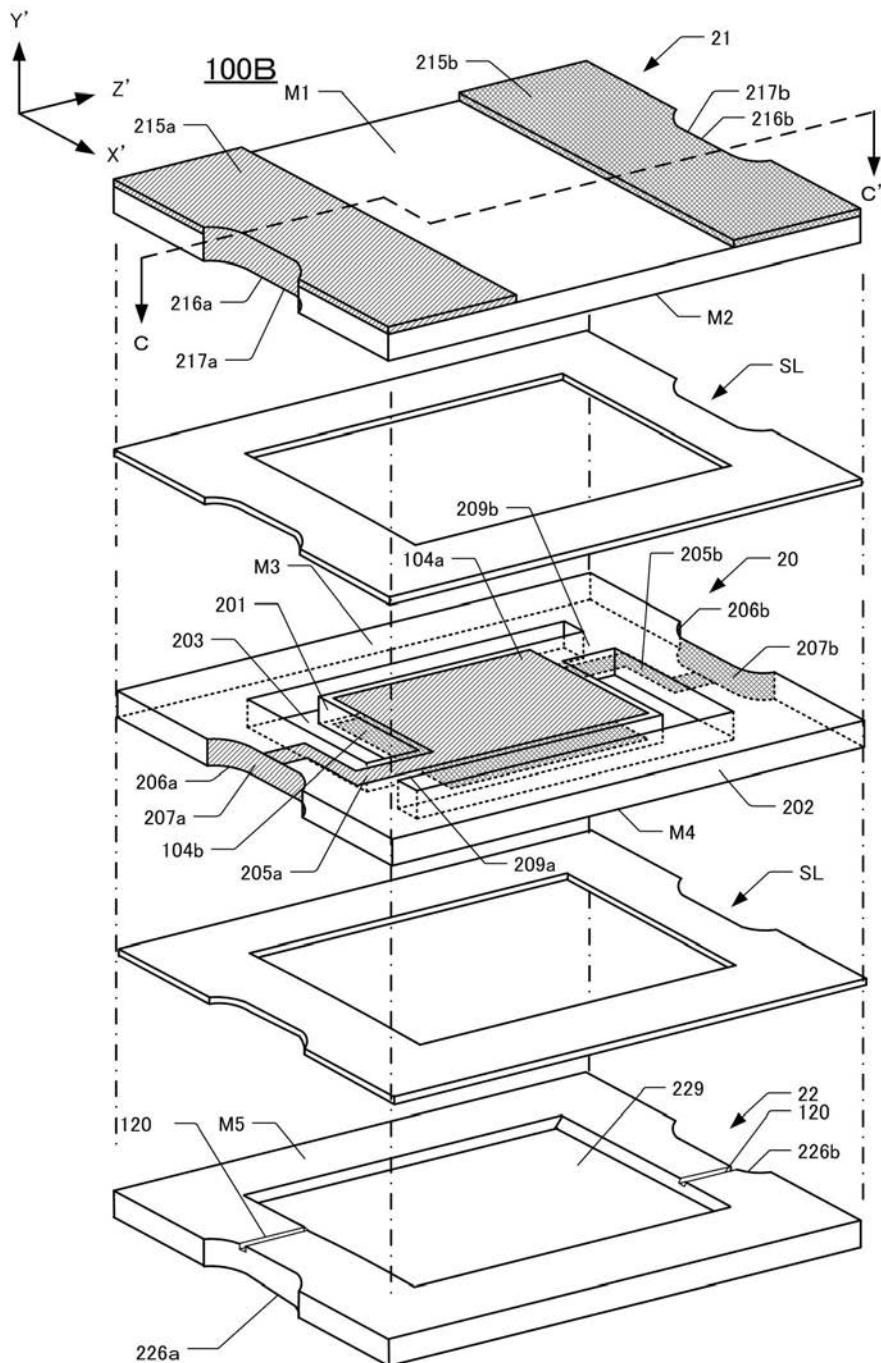
【図5】



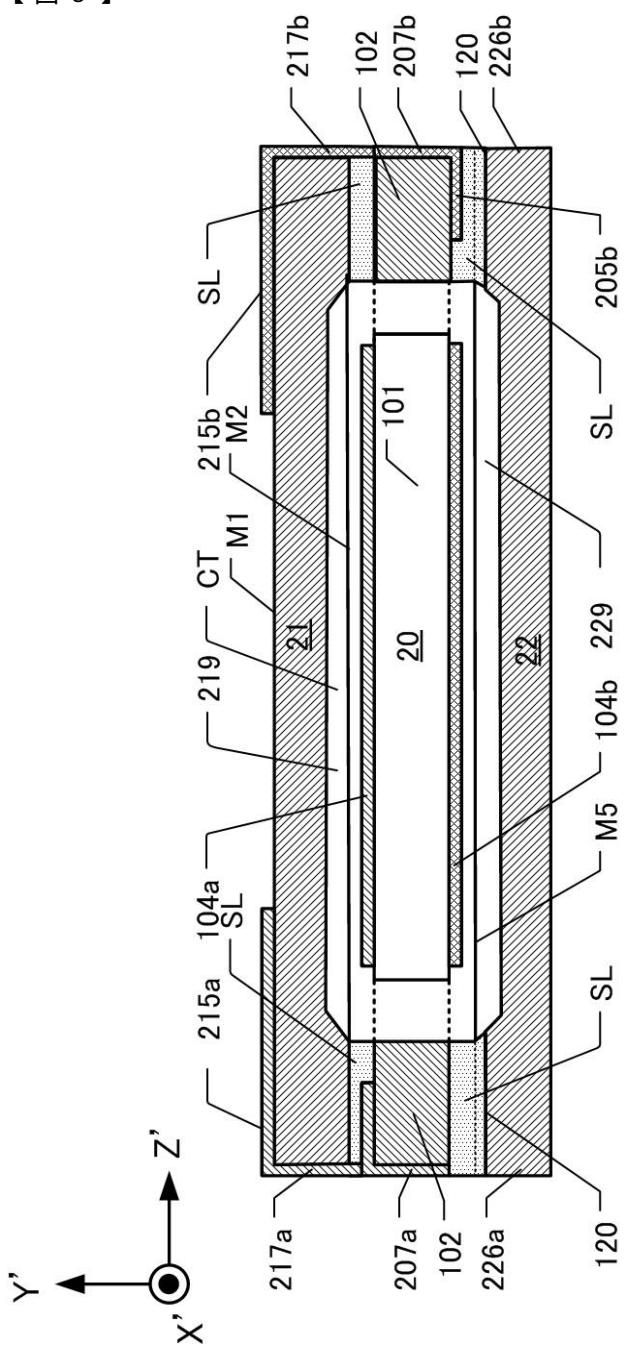
【図6】



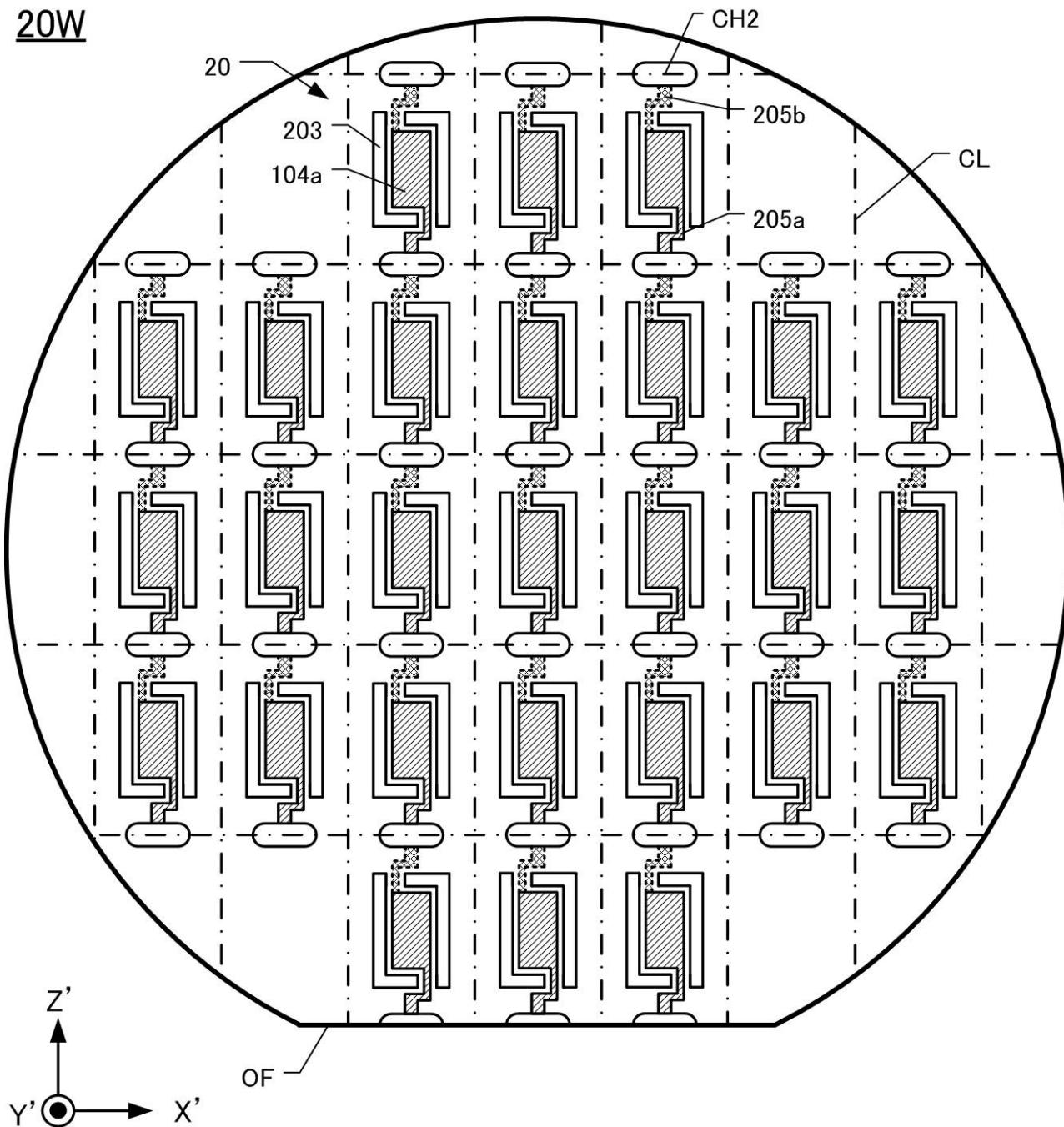
【図7】



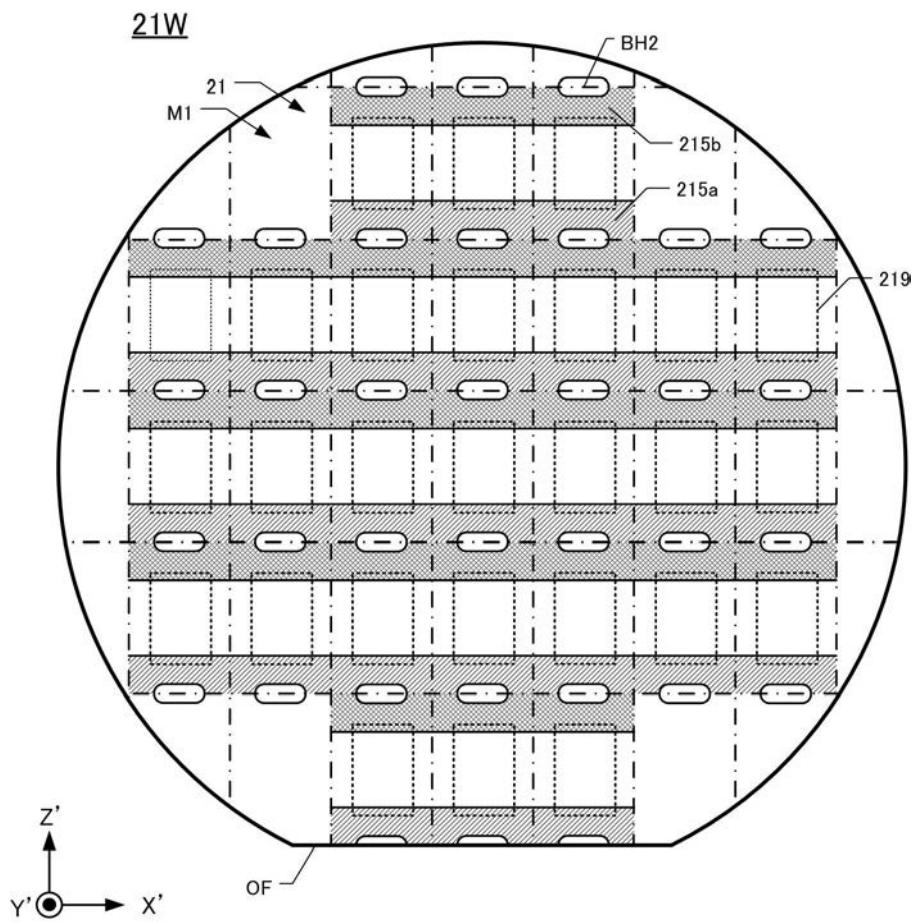
【図 8】



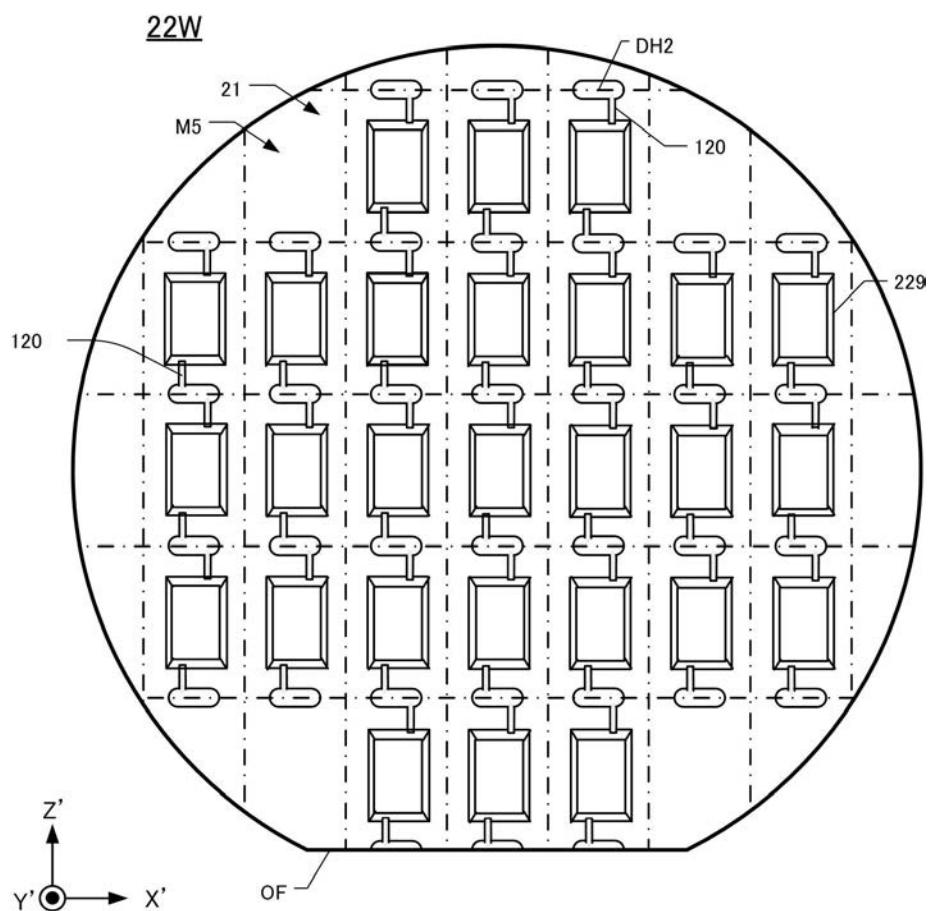
【図9】

20W

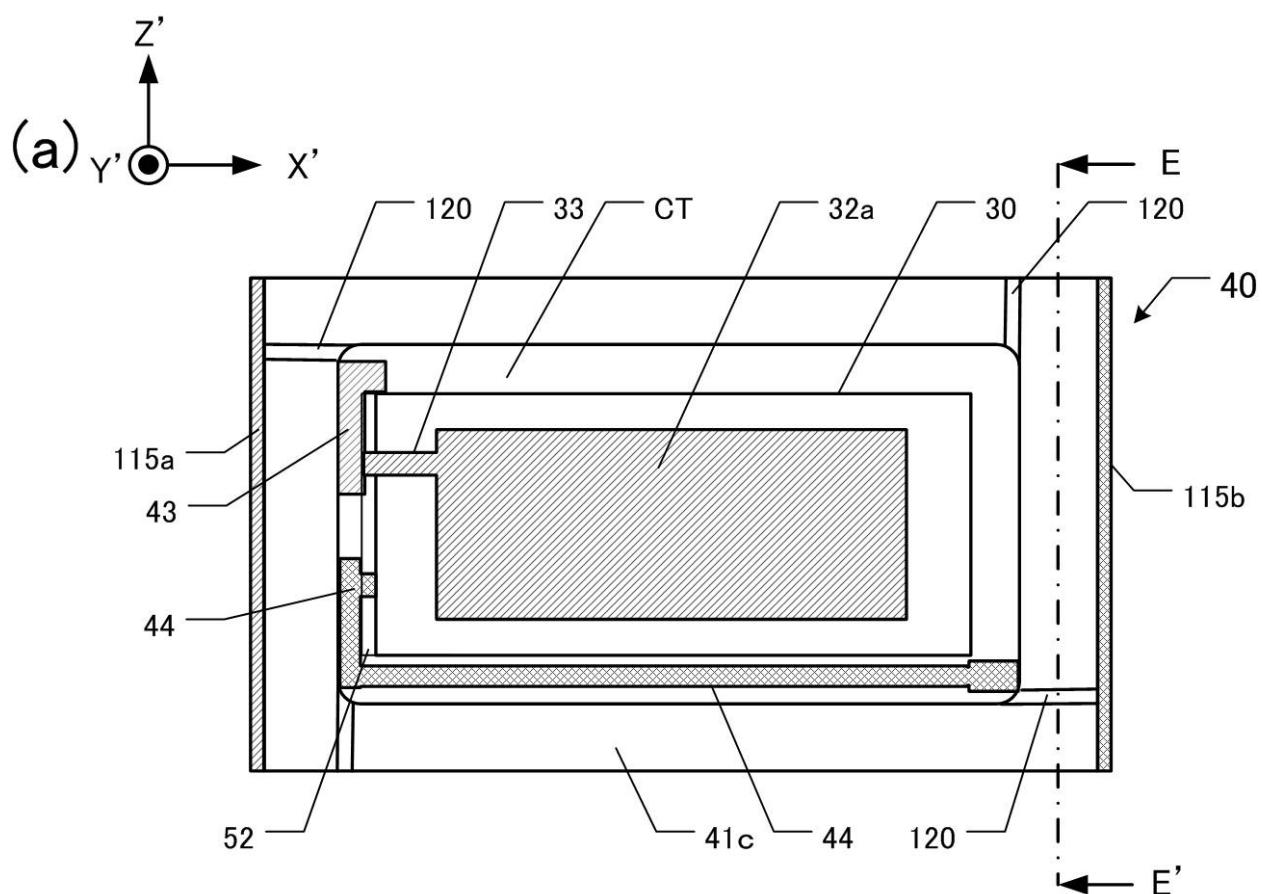
【図10】



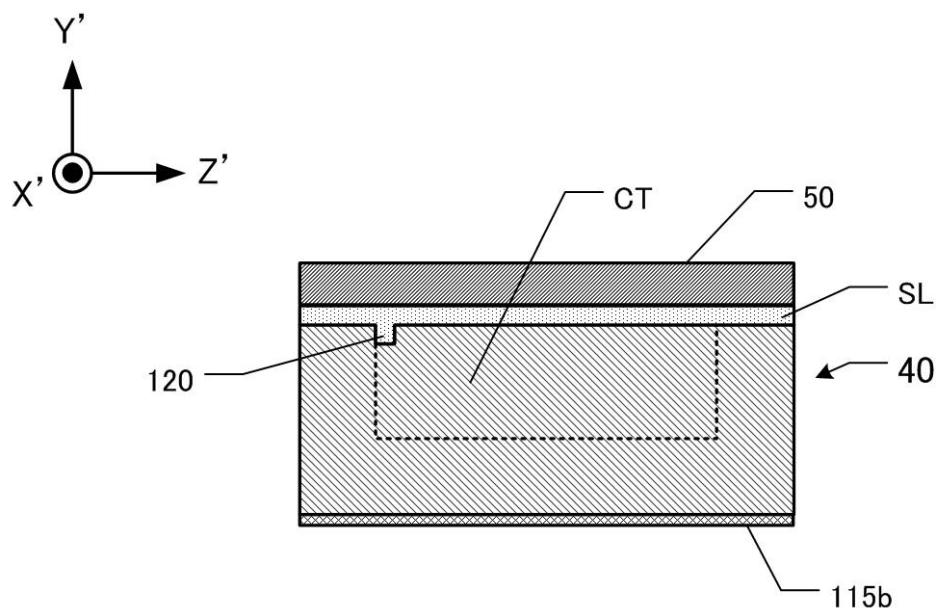
【図11】



【図 1 2】

110

(b)



【図13】

