

(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2012-15824

(P2012-15824A)

(43) 公開日 平成24年1月19日(2012.1.19)

(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	L
H03H 9/19 (2006.01)	H03H 9/19	A

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2010-150688 (P2010-150688)	(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1日 (2010.7.1)	(74) 代理人	100106541 弁理士 伊藤 信和
		(72) 発明者	菊池 賢一 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 CC04 DD02 EE03 EE07 EE17 GG03 GG08 GG14 MM01 MM11

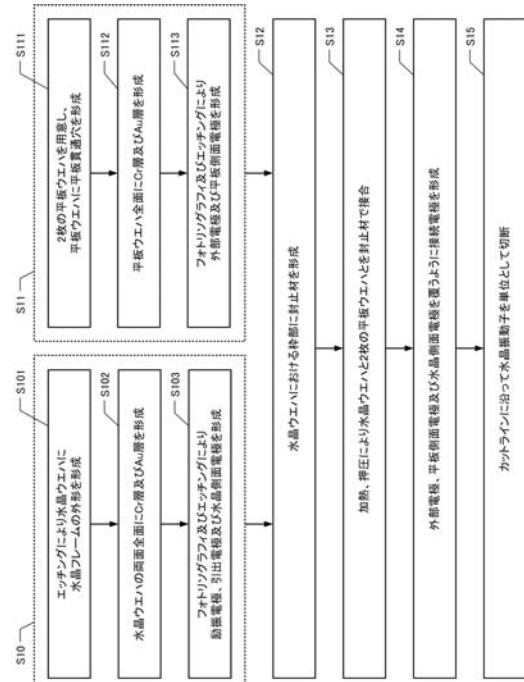
(54) 【発明の名称】圧電振動デバイス及び圧電振動デバイスの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 上側と下側との平板を同一構造にしてコストを低減する圧電振動デバイスの製造方法を提供する。

【解決手段】 圧電振動デバイスの製造方法は圧電振動片と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 (S 101) と、励振電極を形成し引出電極及び第1側面電極を形成する第1電極形成工程 (S 103) と、第1面と第2面とを有する平板を複数含み少なくとも一対の第2貫通孔が形成された平板ウエハを2枚用意する工程 (S 111) と、外部電極及び第2側面電極を形成する第2電極形成工程 (S 113) と、非導電性の封止材を環状に配置する封止材配置工程 (S 12) と、圧電ウエハと2枚の平板ウエハとを封止材で接合する接合工程 (S 13) と、接合工程後に第1面、第1貫通孔及び第2貫通孔に接続電極を形成する第3電極形成工程 (S 14) と、を備える。

【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、

前記一主面と前記他主面とに一対の励振電極を形成し、前記一対の励振電極から前記一対の第1貫通孔までそれぞれ引き出された一対の引出電極及び前記第1貫通孔に形成され前記引出電極に接続された第1側面電極を形成する第1電極形成工程と、

第1面とその第1面と反対側の第2面とを有する平板を複数含み、隣り合う前記平板間に前記第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平板ウエハを2枚用意する工程と、

前記第1面に一対の外部電極を形成し前記第2貫通孔に第2側面電極を形成する第2電極形成工程と、

前記外枠の前記一主面と前記平板ウエハの一方の前記第2面との間に、及び前記外枠の前記他主面と前記平板ウエハの他方の前記第2面との間に、非導電性の封止材を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第1主面と前記第2主面とに2枚の前記平板ウエハをそれぞれ前記封止材で接合する接合工程と、

前記接合工程後に、前記第1側面電極と前記第2側面電極と前記外部電極とを接続するように前記第1面、前記第1貫通孔及び前記第2貫通孔に接続電極を形成する第3電極形成工程と、

を備える圧電振動デバイスの製造方法。

【請求項 2】

一主面及び他主面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、

前記一主面と前記他主面とに一対の励振電極を形成し、前記一対の励振電極から前記一対の第1貫通孔までそれぞれ引き出された一対の引出電極及び前記第1貫通孔に形成され前記引出電極に接続された第1側面電極を形成する第1電極形成工程と、

第1面とその第1面と反対側の第2面とを有する平板を複数含み、隣り合う前記平板間に前記第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平板ウエハを2枚用意する工程と、

前記外枠の前記一主面と前記平板ウエハの一方の前記第2面との間に、及び前記外枠の前記他主面と前記平板ウエハの他方の前記第2面との間に、非導電性の封止材を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第1主面と前記第2主面とに2枚の前記平板ウエハをそれぞれ前記封止材で接合する接合工程と、

前記接合工程後に、前記第1面に一対の外部電極を形成し、前記第2貫通孔に第2側面電極を形成し、前記第1貫通孔に前記第2側面電極同士を接続する接続電極を形成する第4電極形成工程と、

を備える圧電振動デバイスの製造方法。

【請求項 3】

前記封止材はガラス膜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に記載の圧電振動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、前記外枠の外周及び前記平板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振動デバイスの製造方法。

10

20

30

40

50

【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、前記外枠の外周及び前記平板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請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の圧電振動デバイスの製造方法。

【請求項 6】

前記圧電ウエハを用意する工程は、前記圧電振動片と前記2枚の平板とが接合された際に前記圧電振動片と前記2枚の平板との間に所定の隙間を形成するため、前記外枠の前記一主面と前記他主面とに突起を形成する請求項1から請求項5のいずれか一項に記載の圧電振動デバイスの製造方法。

【請求項 7】

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、前記一対の励振電極から引き出され前記外枠の側面まで伸びる一対の引出電極と、前記一主面と前記他主面と結ぶ第1側面に形成された第1側面電極とを有する圧電フレームと、

第1面とその第1面と反対側の第2面とを有し、前記第1面に形成された外部電極及び前記第1面と第2面とを結ぶ第2側面に形成された第2側面電極を有する同一構造の2枚の平板と、

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非導電性の封止材と、を備え、

前記封止材によって前記平板の一方の前記第2面は前記枠体の前記一主面に接合し、前記平板の他方の前記第2面は前記枠体の前記他主面に接合し、

前記2枚の平板における前記第1面には一対の外部電極が形成され、

前記一対の励振電極はそれぞれ前記第1側面電極、前記第2側面電極及び前記外部電極と電気的に接続した圧電振動デバイス。

【請求項 8】

前記封止材はガラス膜又はポリイミド樹脂の接着剤を含む請求項7に記載の圧電振動デバイス。

【請求項 9】

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レーションが形成され、

前記第1及び第2側面電極は前記キャスタレーションに形成される請求項7又は請求項8に記載の圧電振動デバイス。

【請求項 10】

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レーションが形成され、

前記第1及び第2側面電極は前記キャスタレーションに形成される請求項7又は請求項8に記載の圧電振動デバイス。

【請求項 11】

前記圧電振動片と前記2枚の平板とが接合された際に前記圧電振動片と前記2枚の平板との間に所定の隙間を形成するため、前記外枠の前記一主面と前記他主面とに突起が形成される請求項7から請求項10のいずれか一項に記載の圧電振動デバイス。

【請求項 12】

前記封止材の厚さは励振電極又は引出電極の厚さより厚い請求項7から請求項11のいずれか一項に記載の圧電振動デバイス。

【請求項 13】

前記突起の高さは励振電極又は引出電極の厚さより厚い請求項11に記載の圧電振動デバイス。

【請求項 14】

前記引出電極は、前記圧電振動片から互いに異なる方向から引き出される請求項7から請求項13のいずれか一項に記載の圧電振動デバイス。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一对の振動腕を有する音叉型圧電振動片又はA T振動片などを有する圧電振動デバイス及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1は、1つの凹部と1つの貫通孔を有する板状の平板が、振動板の両主面に原子間結合で接合された圧電振動デバイスを開示する。振動板は、一方の端部で保持された舌片状の振動部とその周囲を囲む外枠とを有する。2枚の平板にはそれぞれ一对の外部電極が形成され、貫通孔は一对の外部電極に接続されている。この一对の外部電極は上側の平板にも下側の平板にも形成され、上下どちらでも実装が可能になっている。

【0003】

舌片状の振動部に形成された励振電極からは引出電極が形成され、その引出電極は貫通孔を経由して一对の外部電極と接続している。また、2枚の平板のうちの一方の平板には、一对の外部電極間が短絡しないようにガラス層で覆われた電極パターンが形成されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平7-106905号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1の圧電振動デバイスは、上下どちらでも実装が可能であるにもかかわらず、2枚の平板は同一構造ではない。このためそれぞれの平板を用意しなければならず製造コストが高く付いてしまう。また、一方の平板には絶縁層であるガラス層で覆われた電極パターンを形成しなければならないため、製造コストが高く付いてしまう問題があった。

【0006】

本発明は、上側と下側との平板を同一構造にしてコストを低減するとともに、ウエハ単位で量産できる圧電振動デバイスの製造方法を提供する。また同一構造の2枚の平板を有する圧電振動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観点の圧電振動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对の第1貫通孔が形成された圧電ウエハを用意する工程と、一主面と他主面とに一对の励振電極を形成し、一对の励振電極から一对の第1貫通孔までそれぞれ引き出された一对の引出電極及び第1貫通孔に形成され引出電極に接続された第1側面電極を形成する第1電極形成工程と、第1面とその第1面と反対側の第2面とを有する平板を複数含み、隣り合う平板間に第1面から第2面まで貫通する少なくとも一对の第2貫通孔が形成された平板ウエハを2枚用意する工程と、第1面に一对の外部電極を形成し第2貫通孔に第2側面電極を形成する第2電極形成工程と、外枠の一主面と平板ウエハの一方の第2面との間に、及び外枠の他主面と平板ウエハの他方の第2面との間に、非導電性の封止材を環状に配置する封止材配置工程と、圧電ウエハの第1主面と第2主面とに2枚の平板ウエハをそれぞれ封止材で接合する接合工程と、接合工程後に第1側面電極と第2側面電極と外部電極とを接続するように第1面、第1貫通孔及び第2貫通孔に接続電極を形成する第3電極形成工程と、を備える。

【0008】

第2観点の圧電振動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

10

20

30

40

50

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、一主面と他主面とに一対の励振電極を形成し、一対の励振電極から一対の第1貫通孔までそれぞれ引き出された一対の引出電極及び第1貫通孔に形成され引出電極に接続された第1側面電極を形成する第1電極形成工程と、第1面とその第1面と反対側の第2面とを有する平板を複数含み、隣り合う平板間に第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平板ウエハを2枚用意する工程と、外枠の一主面と平板ウエハの一方の第2面との間に、及び外枠の他主面と平板ウエハの他方の第2面との間に、非導電性の封止材を環状に配置する封止材配置工程と、圧電ウエハの第1主面と第2主面とに2枚の平板ウエハをそれぞれ封止材で接合する接合工程と、接合工程後に、第1面に外部電極を形成し、第2貫通孔に第2側面電極を形成し、第1貫通孔に第2側面電極同士を接続する接続電極を形成する第5電極形成工程と、を備える。

10

【0009】

第3観点の圧電振動デバイスの製造方法において、封止材はガラス膜又はポリイミド樹脂の接着剤を含む。

20

【0010】

第4観点の圧電振動デバイスの製造方法は、一主面から他主面への方向から見ると、外枠の外周及び平板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。

20

【0011】

第5観点の圧電振動デバイスの製造方法は、一主面から他主面への方向から見ると、外枠の外周及び平板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請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の圧電振動デバイスの製造方法。

30

【0012】

第6観点の圧電振動デバイスの製造方法において、圧電ウエハを用意する工程は、圧電振動片と2枚の平板とが接合された際に圧電振動片と2枚の平板との間に所定の隙間を形成するため、外枠の一主面と他主面とに突起を形成する。

【0013】

第7観点の圧電振動デバイスは、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、一対の励振電極から引き出され外枠の側面まで伸びる一対の引出電極と、一主面と他主面と結ぶ第1側面に形成された第1側面電極とを有する圧電フレームと、第1面とその第1面と反対側の第2面とを有し、第1面に形成された外部電極及び第1面と第2面とを結ぶ第2側面に形成された第2側面電極を有する同一構造の2枚の平板と、外枠の一主面及び他主面を周回するように環状に配置される非導電性の封止材と、を備える。また、封止材によって平板の一方の第2面は枠体の一主面に接合し、平板の他方の第2面は枠体の他主面に接合し、2枚の平板における第1面には一対の外部電極が形成され、一対の励振電極はそれぞれ第1側面電極、第2側面電極及び外部電極と電気的に接続する。

30

【0014】

第8観点の圧電振動デバイスにおいて、封止材はガラス膜又はポリイミド樹脂の接着剤を含む。

40

第9観点の圧電振動デバイスは、一主面から他主面への方向から見ると、外枠の外周及び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レーションが形成され、側面電極はキャスタレーションに形成される。

【0015】

第10観点の圧電振動デバイスは、一主面から他主面への方向から見ると、外枠の外周及び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レーションが形成され、側面電極はキャスタレーションに形成される。

【0016】

50

第11観点の圧電振動デバイスは、圧電振動片と2枚の平板とが接合された際に圧電振動片と2枚の平板との間に所定の隙間を形成するため、外枠の一主面と他主面とに突起が形成される。

【0017】

第12観点の圧電振動デバイスにおいて、封止材の厚さは励振電極又は引出電極の厚さより厚い。

第13観点の圧電振動デバイスにおいて、突起の高さは励振電極又は引出電極の厚さより厚い。

【0018】

第14観点の圧電振動デバイスにおいて、引出電極は、圧電振動片から互いに異なる方向から引き出される。

【発明の効果】

【0019】

本発明は、上側と下側との平板を同一構造にしてコストを低減するとともに、ウエハ単位で量産できる圧電振動デバイスの製造方法が得られる。また同一構造の2枚の平板を有する圧電振動デバイスが得られる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】第1水晶振動子100Aの分解斜視図である。

【図2】図1のA-A断面図で、水晶フレーム10と一対の水晶平板11とが接合された後の状態である。

【図3】第1水晶振動子100A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】平板ウエハ11Wの平面図である。

【図6】第2水晶振動子100Bの分解斜視図である。

【図7】第3水晶振動子100Cの分解斜視図である。

【図8】水晶ウエハ30Wの平面図である。

【図9】平板ウエハ31Wの平面図である。

【図10】第4水晶振動子100Dの分解斜視図である。

【図11】第4水晶振動子100Dの側面図である。

【図12】第5水晶振動子100Eにおける図1のA-A断面に対応する断面図である。

【図13】第5水晶振動子100Eの製造を示したフローチャートである。

【図14】第6水晶振動子100Fにおける図1のA-A断面に対応する断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

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(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分傾斜している。このため、以後の各実施形態では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てY'軸方向の高低を、+方向を高く-方向を低いと表現する。

【0022】

(第1実施形態)

<第1水晶振動子100Aの全体構成>

第1水晶振動子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水晶振動子100Aの分解斜視図で、接続電極118a、118b(図2を参照)が省略されている。図2は、図1のA-A断面図で、水晶フレーム10と一対の水晶平板11とが接合された後の状態である。

【0023】

10

20

30

40

50

図1及び図2に示されたように、第1水晶振動子100Aは同じ形状である一对の水晶平板11と、一对の水晶平板11に挟まれた水晶フレーム10とを備える。また、窒素ガス中又は真空中で一对の水晶平板11が水晶フレーム10の両面に接合されると、一对の水晶平板11及び水晶フレーム10により窒素ガス又は真空中で封止されたキャビティCT(図2を参照)が形成される。

【0024】

一对の水晶平板11は、実装面M1及び平板接合面M2を有している。また、水晶平板11の実装面M1には一对の外部電極115a、115bがそれぞれ形成され、水晶平板11の角部には円形貫通孔BH1(図5を参照)を形成した際の二対の平板キャスターイション116a、116bが形成されている。また、一对の平板キャスターイション116aには外部電極115aと接続された平板側面電極117aがそれぞれ形成され、一对の平板キャスターイション116bには外部電極115bと接続された平板側面電極117bがそれぞれ形成されている。

10

【0025】

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M3と-Y'側の水晶接合面M4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字型の間隙部103が形成され、間隙部103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M3と水晶接合面M4とには励振電極104a、104bがそれぞれ形成され、外枠102の両面には励振電極104a、104bと導電された引出電極105a、105bがそれぞれ形成されている。さらに、水晶フレーム10の角部には、円形貫通孔CH1(図4を参照)を形成した際の水晶キャスターイション106a、106bが形成されている。また、一对の水晶キャスターイション106aには水晶側面電極107aがそれぞれ形成され、水晶側面電極107aは引出電極105aと平板側面電極117aとに接続される。同様に、一对の水晶キャスターイション106bには水晶側面電極107bがそれぞれ形成され、水晶側面電極107bは引出電極105b及び平板側面電極117bにそれぞれ接続されている。

20

【0026】

また、図2に示されたように水晶フレーム10の外枠102における水晶接合面M3及びM4と一对の水晶平板11の平板接合面M2とを非導電性の封止材SLにより接合することで、水晶フレーム10と一对の水晶平板11とが接合される。ここで、封止材SLとして低融点ガラス又はポリイミド樹脂が用いられる。なお、封止材SLとなる低融点ガラス又はポリイミド樹脂は、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350~400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ペースト状であり、焼成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圧電体又はガラスなどで形成された水晶平板11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。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ので、セラミックス、ガラス、半導体、金属などの熱膨張係数が異なる様々な材料と接着しやすい。

30

【0027】

なお、水晶振動部101の振動に影響を与えないように封止材SLの厚さWを各電極(例えば励振電極)の厚さDより大きくすることが望ましい。

40

【0028】

さらに、第1水晶振動子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、平板側面電極117a及び水晶側面電極107aを覆う。また接続電極118bは外部電極115bの全部又は一部、平板側面電極117b及び水晶側面電極107bを覆う。これにより、外部電

50

極 115a、115b、平板側面電極 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。

【0029】

例えば点線 B に示されたように、製造不良によって外部電極 115b と平板側面電極 117b とが接続されていない状況が発生しても、それらの外側に接続電極 118b を形成させることで外部電極 115b と平板側面電極 117b とを確実に接続することができる。また、例えば点線 C に示されたように、水晶フレーム 10 と -Y' 側の水晶平板 11 を接合する際に封止材 S L が外側に漏れて水晶側面電極 107b の一部を覆ってしまった場合においても、それらの外側に接続電極 118b を形成させることで平板側面電極 117b と水晶側面電極 107b とを確実に接続することができる。

10

【0030】

また、第 1 水晶振動子 100A の水晶平板 11 の実装面 M 1 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。外部電極 115a、平板側面電極 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、平板側面電極 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。

【0031】

<第 1 水晶振動子 100A の製造方法>

図 3 は、第 1 水晶振動子 100A の製造を示したフローチャートである。図 3 において、水晶フレーム 10 の製造ステップ S 10 と、一対の水晶平板 11 の製造ステップ S 11 とは別々に並行して行うことができる。また、図 4 は水晶ウエハ 10W の平面図で、図 5 は平板ウエハ 11W の平面図である。

20

【0032】

ステップ S 10 では、水晶フレーム 10 が製造される。ステップ S 10 はステップ S 101 ~ S 103 を含んでいる。

ステップ S 101において、均一の水晶ウエハ 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 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 を貫通するように円形貫通孔 C H 1 が形成される。円形貫通孔 C H 1 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。

30

【0033】

ステップ S 102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 の両面及び円形貫通孔 C H 1 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。

【0034】

ステップ S 103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（図示しない）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 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、円形貫通孔 C H 1 に水晶側面電極 107a、107b が形成される。

40

【0035】

ステップ S 11 では、水晶平板 11 が製造される。ステップ S 11 はステップ S 111 ~ S 113 を含んでいる。

ステップ S 111において、まず水晶からなる 2 枚の同じ形状である平板ウエハ 11W を用意する。そして、エッチングにより各平板ウエハ 11W の水晶平板 11 の四隅に対応

50

する箇所に平板ウエハ 11W を貫通するように円形貫通孔 BH1 (図 5 を参照) が形成される。円形貫通孔 BH1 が 4 分割されると 1 つのキャスタークレーショーン 116a 又は 116b (図 1 を参照) になる。

【 0036 】

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平板ウエハ 11W の実装面 M1 及び円形貫通孔 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 0.05 μm ~ 0.1 μm であり、金層の厚さは例えば 0.2 μm ~ 2 μm である。

【 0037 】

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 (図示しない) を用いて、フォトマスクに描かれた外部電極 115a、115b 及び平板側面電極 117a、117b のパターンが平板ウエハ 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チングされる。これにより、図 1 及び図 2 に示されたように平板ウエハ 11W の実装面 M1 に外部電極 115a、115b が形成され、円形貫通孔 BH1 に平板側面電極 117a、117b が形成される。

【 0038 】

ステップ S12 では、水晶ウエハ 10W における外枠 102 の両面に低融点ガラス又はポリイミド樹脂からなる封止材 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 両面に低融点ガラスが形成される。ここで、スクリーンとしてナイロン、テトロン、ステンレスなどの織物が使用される。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 の両面に塗布した後、仮焼成することでポリイミド樹脂が外枠 102 の両面に形成される。このとき、仮焼成温度は 250 (完全焼成温度の約 75%) 程度であればよい。

【 0039 】

ステップ S13 では、水晶ウエハ 10W と、2 枚の平板ウエハ 11W とが重ね合わせされる。図 4 に示されたように水晶ウエハ 10W の周縁部の一部にはオリエンテーションフラット OF が形成され、図 5 に示されたように 2 枚の平板ウエハ 11W の周縁部の一部にはオリエンテーションフラット OF が形成されている。したがって、オリエンテーションフラット OF を基準として、水晶ウエハ 10W と、2 枚の平板ウエハ 11W とが精密な重ね合わせされる。そして封止材 SL が 350 ~ 400 程度に加熱され水晶ウエハ 10W と 2 枚の平板ウエハ 11W とが押圧される。この工程により、水晶ウエハ 10W と、2 枚の平板ウエハ 11W とが接合される。

【 0040 】

ステップ S14 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。

【 0041 】

ステップ S15 において、接合された水晶ウエハ 10W と 2 枚の平板ウエハ 11W とを第 1 水晶振動子 100A を単位として切断する工程が行われる。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 及び図 5 に示された一点鎖線のカットライン CL に沿って第 1 水晶振動子 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 水晶振動子 100A が製造される。

【 0042 】

(第 2 実施形態)

< 第 2 水晶振動子 100B >

第 2 水晶振動子 100B について、図 6 を参照しながら説明する。図 6 は、第 2 水晶振動子 100B の分解斜視図である。なお、図 6 においては接続電極 (図 2 を参照) が省略されている。

第 2 水晶振動子 100B と第 1 水晶振動子 100A とは連結部の形状が異なっている。

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。

10

20

30

40

50

【0043】

図6に示されたように、第2水晶振動子100Bは同じ形状である一対の水晶平板11と、一対の水晶平板11に挟まれた水晶フレーム20とを備える。

【0044】

水晶フレーム20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M3と-Y'側の水晶接合面M4とを有している。水晶フレーム20は水晶振動部101と、水晶振動部101を囲む外枠202とで構成されている。また、水晶振動部101と外枠202との間には、水晶振動部101からZ'軸方向の両側に沿ってそれぞれ伸びるように外枠202と連結した一対の連結部209a、209bを有している。このため、水晶振動部101と外枠202との間に2つの「L」字型の間隙部203が形成される。また、連結部209aの水晶接合面M3には励振電極104aから引き出し水晶キャスター^{106a}の水晶側面電極107aと接続された引出電極205aが形成され、連結部209bの水晶接合面M4には励振電極104bから引き出し水晶キャスター^{106b}の水晶側面電極107bと接続された引出電極205bが形成されている。

10

【0045】

また、第2水晶振動子100Bにおいて励振電極104aに接続された引出電極205a及び励振電極104bに接続された引出電極205bが水晶振動部101からZ'軸方向の両側に沿ってそれぞれ伸びて別々にその近傍の水晶側面電極107a及び107bに接続されている。このため、引出電極205a、205bがより短く形成され、より確実に励振電極と水晶側面電極、平板側面電極とを接続することができる。

20

【0046】

<第2水晶振動子100Bの製造方法>

図6に示された第2水晶振動子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同じである。但し、エッティングにより水晶フレーム20の外形を形成するステップS101では各水晶フレーム20に2つの「L」字型の間隙部203が形成され、フォトリソグラフィ及びエッティングにより引出電極205a、205bを形成するステップS103では図6に示された形状の引出電極205a、205bが形成される。

30

【0047】

(第3実施形態)

<第3水晶振動子100Cの全体構成>

30

第3水晶振動子100Cの全体構成について、図7を参照しながら説明する。

図7は、第3水晶振動子100Cの分解斜視図である。なお、図7においては接続電極(図2を参照)が省略されている。

第3水晶振動子100Cと第2水晶振動子100Bとはキャスター¹⁰⁶の形状が異なっている。また、第2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。

40

【0048】

図7に示されたように、第3水晶振動子100Cは同じ形状である一対の水晶平板31と、一対の水晶平板31に挟まれた水晶フレーム30とを備える。また、窒素ガス中又は真空中で一対の水晶平板31を水晶フレーム30の両面に接合することで、一対の水晶平板31及び水晶フレーム30により窒素ガス又は真空で封止されたキャビティCT(図2を参照)が形成される。

【0049】

一対の水晶平板31において、水晶平板31の実装面M1には一対の外部電極315a、315bがそれぞれ形成され、水晶平板31のZ'軸方向の両辺には角丸長方形貫通孔BH2(図9を参照)を形成した際の一対の平板キャスター³¹⁶a、316bが形成されている。また、平板キャスター³¹⁶aには外部電極315aに接続された平板側面電極317aが形成され、平板キャスター³¹⁶bには外部電極315bと接続された平板側面電極317bが形成されている。

【0050】

水晶フレーム30は水晶振動部101を囲む外枠302を含んでいる。また、外枠30

50

2の両面には励振電極 104a、104bと導電された引出電極 305a、305bがそれぞれ形成されている。さらに、水晶フレーム 30 の Z' 軸方向の両辺には、角丸長方形貫通孔 CH2 (図 8 を参照) を形成した際の水晶キャスター 306a、306b が形成されている。また、一対の水晶キャスター 306a、306b には、引出電極 305a、305b にそれぞれ接続されている同時に、上下の水晶平板 11 に形成された平板側面電極 317a、317b とそれぞれ接続された水晶側面電極 307a、307b が形成されている。

【0051】

<第3水晶振動子 100C の製造方法>

図 7 に示された第3水晶振動子 100C の製造方法は第1実施形態で説明された図 3 のフロー チャートと同じである。但し、水晶フレーム 30 の製造ステップ S10 及び水晶平板 31 の製造ステップ S11 に係る角丸長方形貫通孔 CH2 及び角丸長方形貫通孔 BH2 の形状のみが異なっている。また、図 8 は水晶ウエハ 30W の平面図で、図 9 は平板ウエハ 31W の平面図である。

【0052】

ステップ S10 では、水晶フレーム 30 が製造される。なお、エッチングにより複数の水晶フレーム 30 の外形が形成される際に、各水晶フレーム 30 の Z' 軸方向の両辺に図 8 に示されたように水晶ウエハ 30W を貫通するように角丸長方形又は橜円形の角丸長方形貫通孔 CH2 が形成される。ここで、角丸長方形貫通孔 CH2 の半分が 1 つのキャスター 306a 又は 306b (図 7 を参照) になる。

【0053】

ステップ S11 では、水晶平板 31 が製造される。なお、各水晶平板 31 の Z' 軸方向の両辺に図 9 に示されたように平板ウエハ 31W を貫通するように角丸長方形又は橜円形の角丸長方形貫通孔 BH2 が形成される。ここで、角丸長方形貫通孔 BH2 の半分がそれぞれのキャスター 316a 又は 316b (図 7 を参照) になる。

【0054】

(第4実施形態)

<第4水晶振動子 100D の全体構成>

第4水晶振動子 100D の全体構成について、図 10 を参照しながら説明する。

図 10 は、第4水晶振動子 100D の分解斜視図で、接続電極 118a、118b (図 11 を参照) が省略されている。図 11 は、第4水晶振動子 100D の側面図である。また、第2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。

【0055】

図 10 に示されたように、第4水晶振動子 100D は第2実施形態で説明された第2圧電振動子 100B と比べれば、水晶フレーム 40 両面の例えば四隅の近傍に 8 つの突起 108 が形成されている。第1実施形態から第3実施形態では水晶振動部 101 の振動に影響を与えないように封止材 SL の厚さ W を励振電極の厚さ D より大きくしていた。しかし確実に封止材 SL の厚さ W を励振電極の厚さ D より厚くするために 8 つの突起 108 が形成されている。なお、第4実施形態では円錐台形状の突起 108 が用いられているが、円筒、多面柱又は角錐台の形状となてもよい。

【0056】

水晶フレーム 40 と 2 枚の水晶平板 11 とを接合する際に、水晶平板 11 が水晶フレーム 40 に形成された突起 108 に当たって封止材 SL による接合が十分にできるように、封止材 SL の使用量をより多めにすることが好ましい。例えば、接合前の封止材 SL の厚さを突起 108 の高さ H より大きくする。このとき、封止材 SL が水晶キャスター 106a、106b に形成された水晶側面電極 107a、107b の一部を被覆しても、水晶側面電極 107a、107b の外側に接続電極 118a、118b が形成されているので、水晶側面電極 107a、107b が平板側面電極 117a、117b に確実に接続することができる (図 2 の点線 C の部分を参照)。

【0057】

10

20

30

40

50

第4実施形態では、水晶フレーム40の水晶接合面M3及びM4に突起108が4つずつ形成されているが、水晶接合面M3及びM4に3つずつ形成されてもよいし、5つ以上ずつ形成されてもよい。水晶接合面M3に形成された突起108に対応して水晶接合面M4の同じ位置にも突起108が形成されているが、水晶接合面M3と水晶接合面M4とに形成された突起がその数量又は位置が対応しなくてもよい。例えば、水晶接合面M3に3つの突起が形成され、水晶接合面M4には水晶接合面M3の突起と異なる位置に5つの突起が形成されてもよい。

【0058】

<第4水晶振動子100Dの製造方法>

図10及び図11に示された第4水晶振動子100Dの製造方法は、第2実施形態で説明された第2水晶振動子100Bの製造方法とほぼ同じである。但し、水晶フレーム40の外形を形成する図3のフローチャートのステップS101において、エッチングにより水晶振動部101、接続部209a、209b及び四隅の水晶キャスター106a、106bを形成する同時に、8つの突起108を有する外枠402が形成される。

10

【0059】

(第5実施形態)

<第5水晶振動子100Eの全体構成>

第5水晶振動子100Eの全体構成について、図12を参照しながら説明する。

図12は、第5水晶振動子100Eにおける断面図である。

20

【0060】

図12に示されたように、第5水晶振動子100Eは同じ形状である一対の水晶平板51と、一対の水晶平板51に挟まれた水晶フレーム10とを備える。第5水晶振動子100Eには第1実施形態で説明された第1水晶振動子100Aと比べれば、接続電極118a、118b(図2を参照)が設けられていない。

20

【0061】

また第5実施形態においては、外部電極515a、515bが+Y'側の水晶平板51の実装面M1からその水晶平板51の平板キャスター116a、116b、水晶フレーム10の水晶キャスター106a、106b及び-Y'側の水晶平板51の平板キャスター116a、116bを渡ってその水晶平板51の実装面M1まで一体に形成されている。

30

【0062】

このような構成によれば、例えば点線Cに示されたように水晶フレーム10と-Y'側の水晶平板51とを接合する際に封止材SLが外側に漏れて水晶側面電極107bの一部を覆った場合においても、それらの外側に外部電極515bを形成させることで外部電極515bと水晶側面電極107bとを確実に接続することができる。つまり、外部電極515a、515bが水晶側面電極107a、107bに接続された励振電極104a、104bに確実に接続することができる。

30

【0063】

<第5水晶振動子100Eの製造方法>

図13は、第5水晶振動子100Eの製造を示したフローチャートである。図13において、第1実施形態の図3で説明された第1水晶振動子100Aの製造方法と同じステップは同じ符号を付して説明する。また、図13のフローチャートでは水晶フレーム10の製造ステップS10と、一対の水晶平板51の製造ステップT11とが別々に並行して行うことができる。

40

【0064】

第1実施形態と同様に、ステップS10では水晶フレーム10が製造され、ステップS101~S103を含んでいる。

【0065】

ステップT11では、水晶平板51が製造される。ステップT11は第1実施形態と同じステップS111及びS112を含んでいる。

50

【0066】

ステップS12では、水晶ウエハ10W(図4を参照)における外枠102の両面に低融点ガラス又はポリイミド樹脂からなる封止材SLが均一に形成される。

ステップS13では、封止材SLにより水晶ウエハ10Wと、2枚の平板ウエハ11Wとが接合される。

【0067】

ステップT14では、フォトレジストを使ってエッチングすることで、水晶平板51の実装面M1(図12を参照)の一部及び平板ウエハ11Wの円形貫通孔BH1(図5を参照)と、水晶ウエハ10Wの円形貫通孔CH1(図4を参照)に形成された水晶側面電極107a、107bを覆うように外部電極515a、515bが形成される。

10

【0068】

ステップS15において、第5水晶振動子100Eを単位として切断する工程が行われる。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5水晶振動子100Eが製造される。

【0069】

(第6実施形態)

<第6水晶振動子100Fの全体構成>

第6水晶振動子100Fの全体構成について、図14を参照しながら説明する。

図14は、第6水晶振動子100Fにおける図1のA-A断面に対応する断面図である。

20

【0070】

図14に示されたように、第6水晶振動子100Fは同じ形状である一対の水晶平板11と、一対の水晶平板11に挟まれた水晶フレーム60とを備える。ここで、第6水晶振動子100Fにおいて第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。

【0071】

第1～第5実施形態で説明された水晶振動子において、一対の水晶平板と水晶フレームとが平板状となっているので、水晶振動部101の振動に影響を与えないように封止材SL又は突起108は一定の厚さ又は高さが必要となる。これに対応して、第6実施形態の第6水晶振動子100Fの水晶フレーム60は水晶振動部601が外枠102より薄く構成された逆メサ型となっている。

30

【0072】

一対の水晶平板11と水晶フレーム60の外枠102とが密着されても水晶フレーム60が逆メサ型となっているので、封止材SLの厚さを励振電極の厚さより厚くするする必要がない。封止材SLの厚さが薄くても、平板接合面M2が水晶振動部101に接触しないため、第6水晶振動子100Fは正確な周波数で振動する。

【0073】

<第6水晶振動子100Fの製造方法>

図14に示された第6水晶振動子100F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同じである。但し、図3のフローチャートで説明された水晶フレームの外形を形成するステップS101において、第1実施形態より水晶振動部601をより多めにエッチングして、逆メサ型の水晶フレーム60が形成される。

40

【産業上の利用可能性】

【0074】

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。例えば、本発明は、圧電振動子以外にも、発振回路を組み込んだICなどをベース部上に配置させた圧電発振器にも適用できる。また、本明細書ではATカット型の圧電振動片を一例として説明したが、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。また一対の水晶平板11は、水晶以外の圧電体又はガラスなどで形成されてもよい。

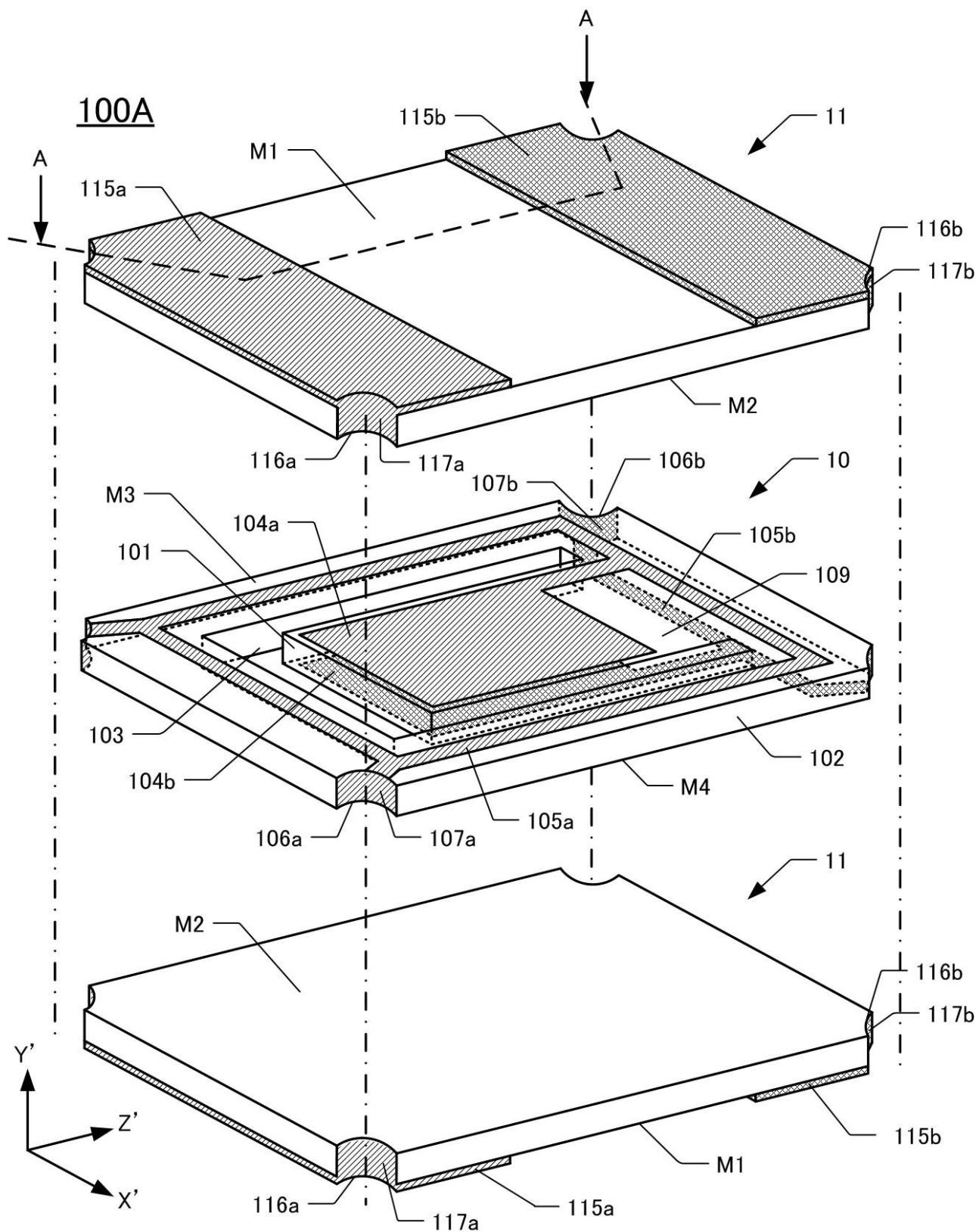
【符号の説明】

50

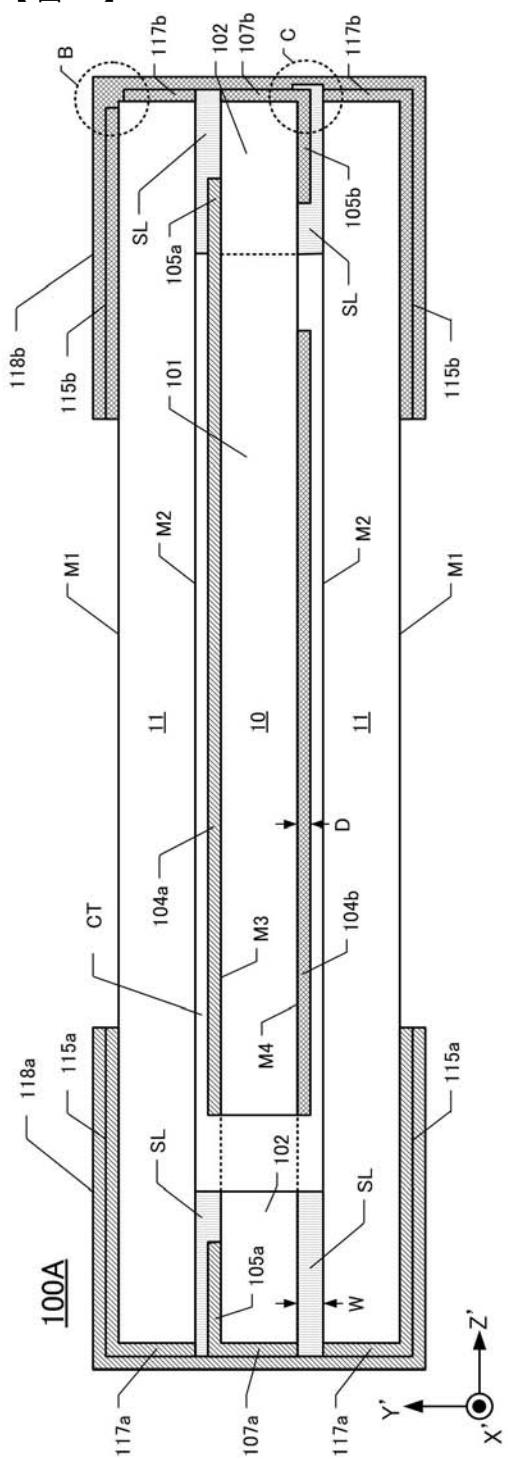
【 0 0 7 5 】

1 0 ~ 4 0 、 6 0	...	水晶フレーム	10					
1 0 W 、 3 0 W	...	水晶ウエハ						
1 1 、 3 1 、 5 1	...	水晶平板						
1 1 W 、 3 1 W	...	平板ウエハ、						
1 0 0 A ~ 1 0 0 F	...	水晶振動子						
1 0 1 、 6 0 1	...	水晶振動部						
1 0 2 、 2 0 2 、 3 0 2 、 4 0 2	...	外枠						
1 0 3 、 2 0 3	...	間隙部						
1 0 4 a 、 1 0 4 b	...	励振電極	10					
1 0 5 a 、 1 0 5 b 、 2 0 5 a 、 2 0 5 b 、 3 0 5 a 、 3 0 5 b 、 6 0 5 a 、 6 0 5 b								
...		引出電極						
1 0 6 a 、 1 0 6 b 、 3 0 6 a 、 3 0 6 b 、 1 1 6 a 、 1 1 6 b 、 3 1 6 a 、 3 1 6 b								
...		キャスター・レ・ション						
1 0 7 a 、 1 0 7 b 、 3 0 7 a 、 3 0 7 b 、 1 1 7 a 、 1 1 7 b 、 3 1 7 a 、 3 1 7 b								
...		側面電極						
1 0 8	...	突起						
1 1 8 a 、 1 1 8 b	...	接続電極						
B H 、 C H	...	貫通孔	20					
C L	...	カットライン						
C T	...	キャビティ						
D	...	電極の厚さ						
H	...	突起の高さ						
M 1	...	実装面、	M 2	...	平板接合面、	M 3 、 M 4	...	水晶接合面
S L	...	封止材						
W	...	封止材の厚さ						

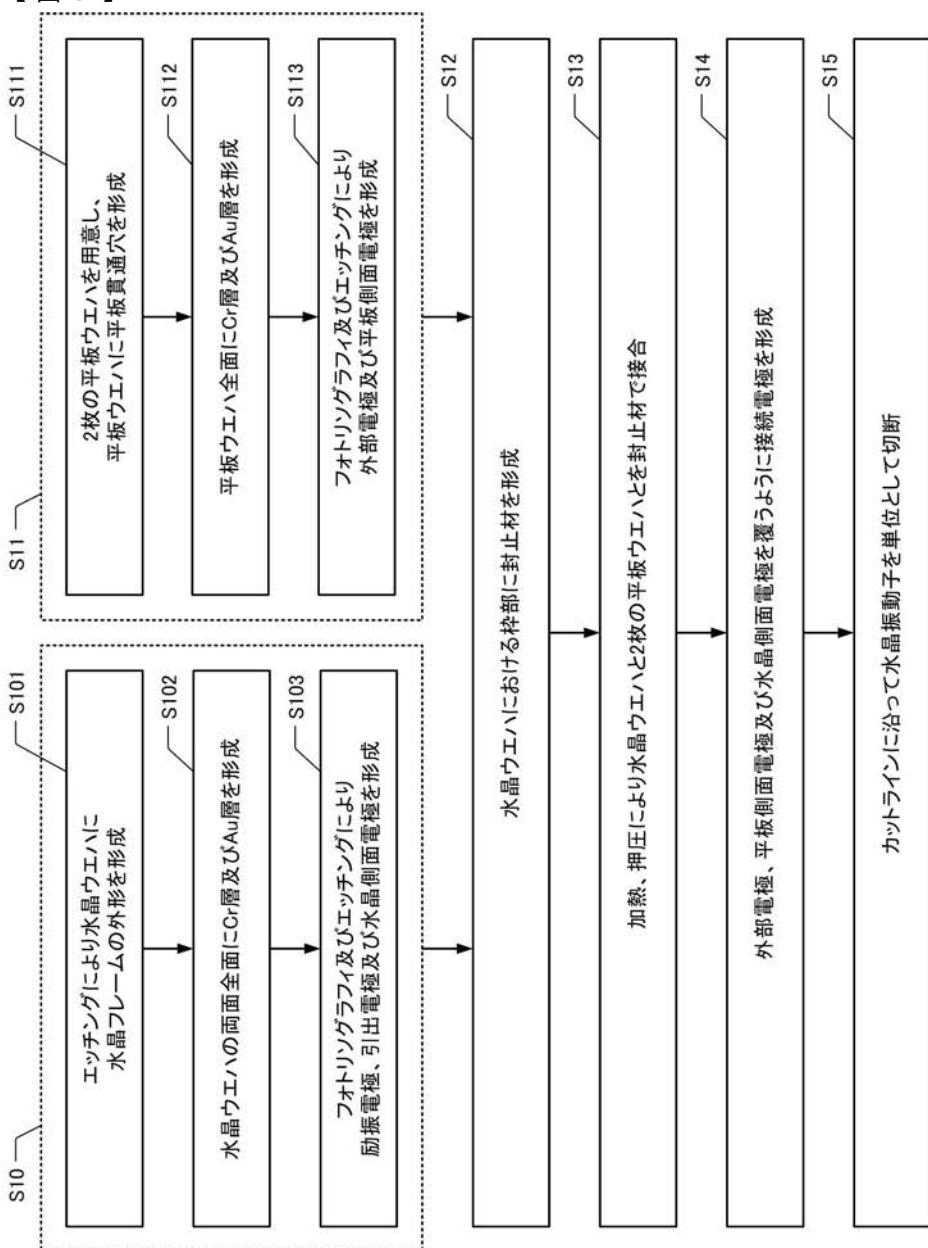
【図1】



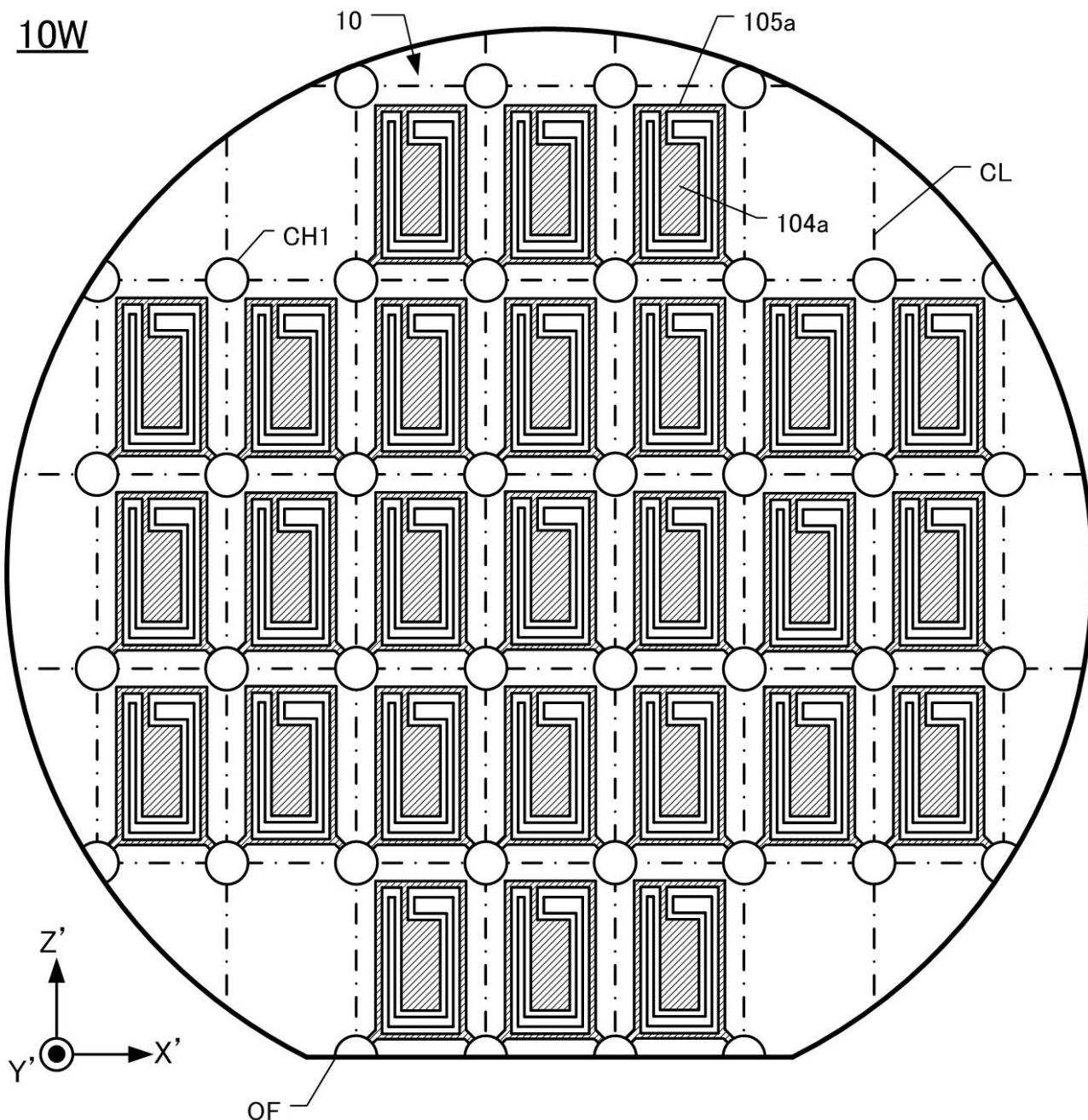
【図2】



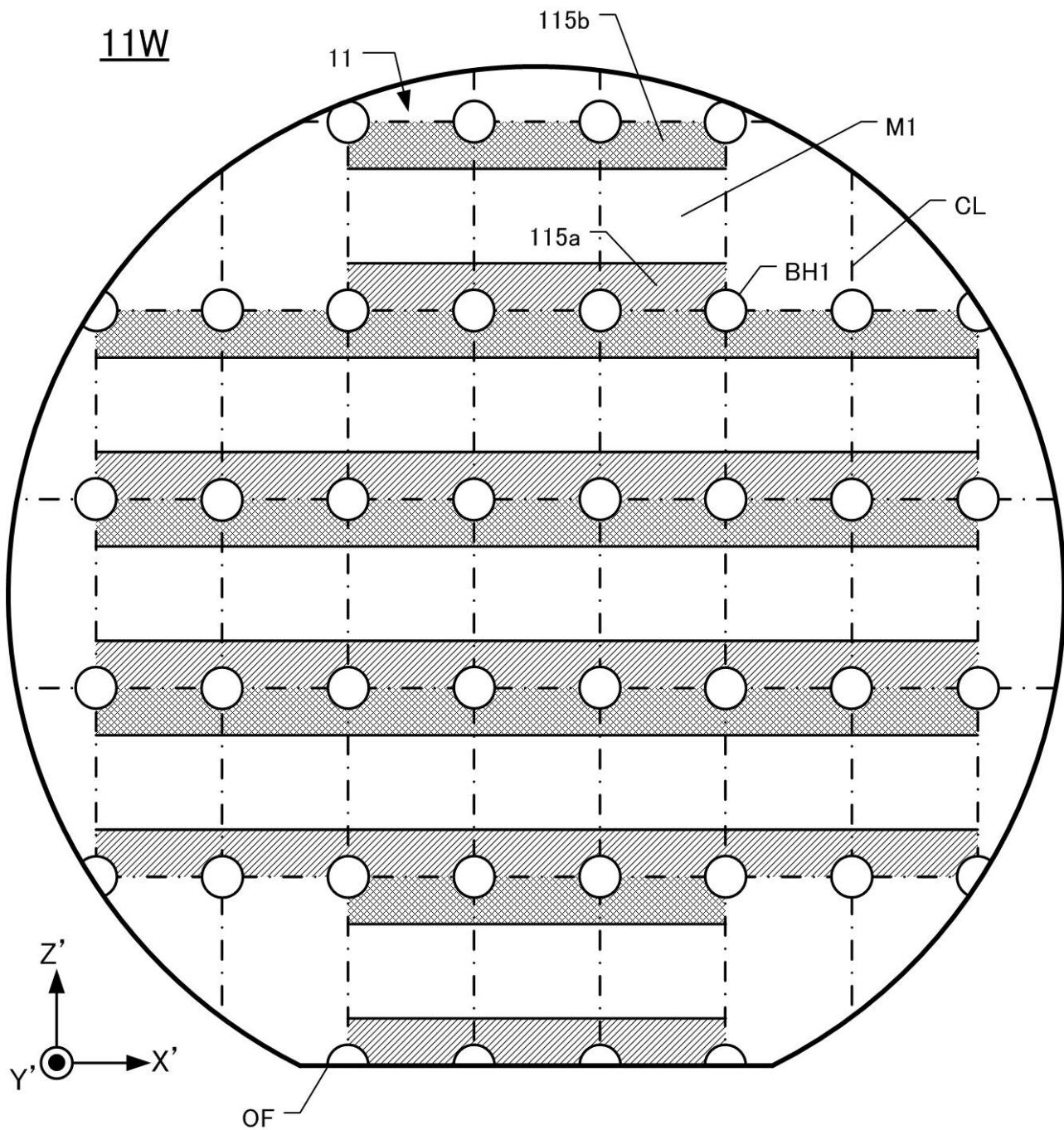
【図3】



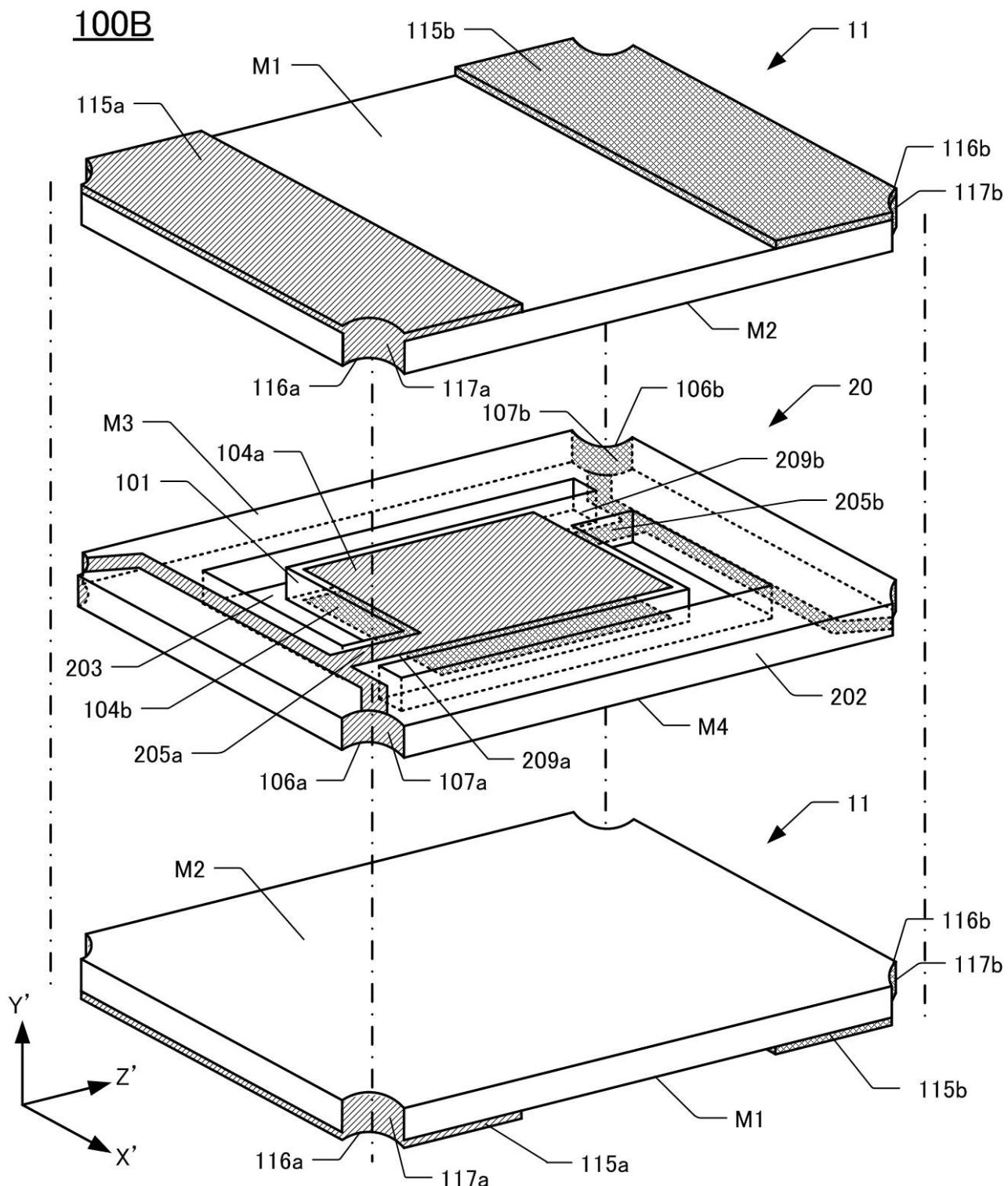
【図4】



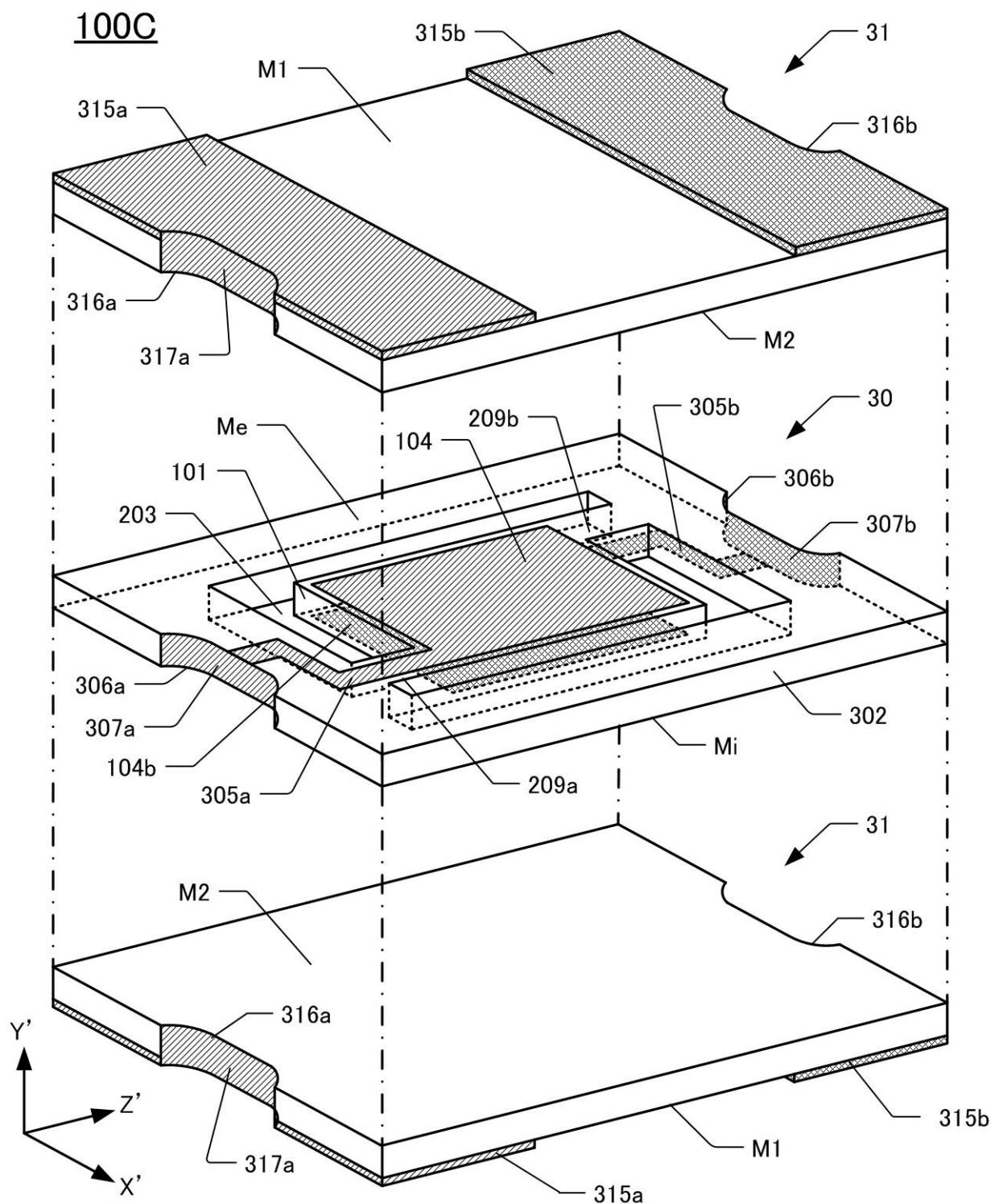
【図5】



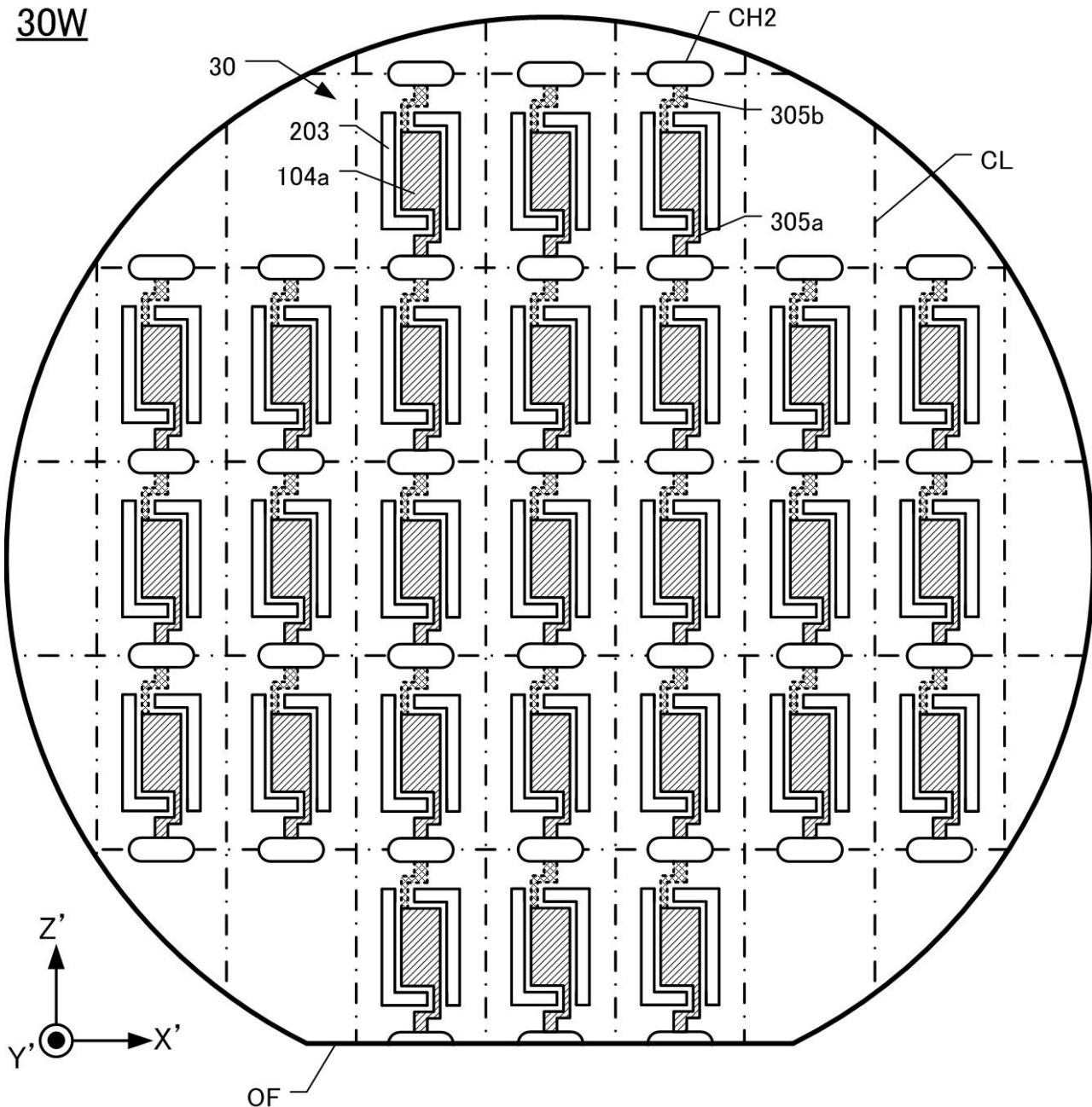
【図6】



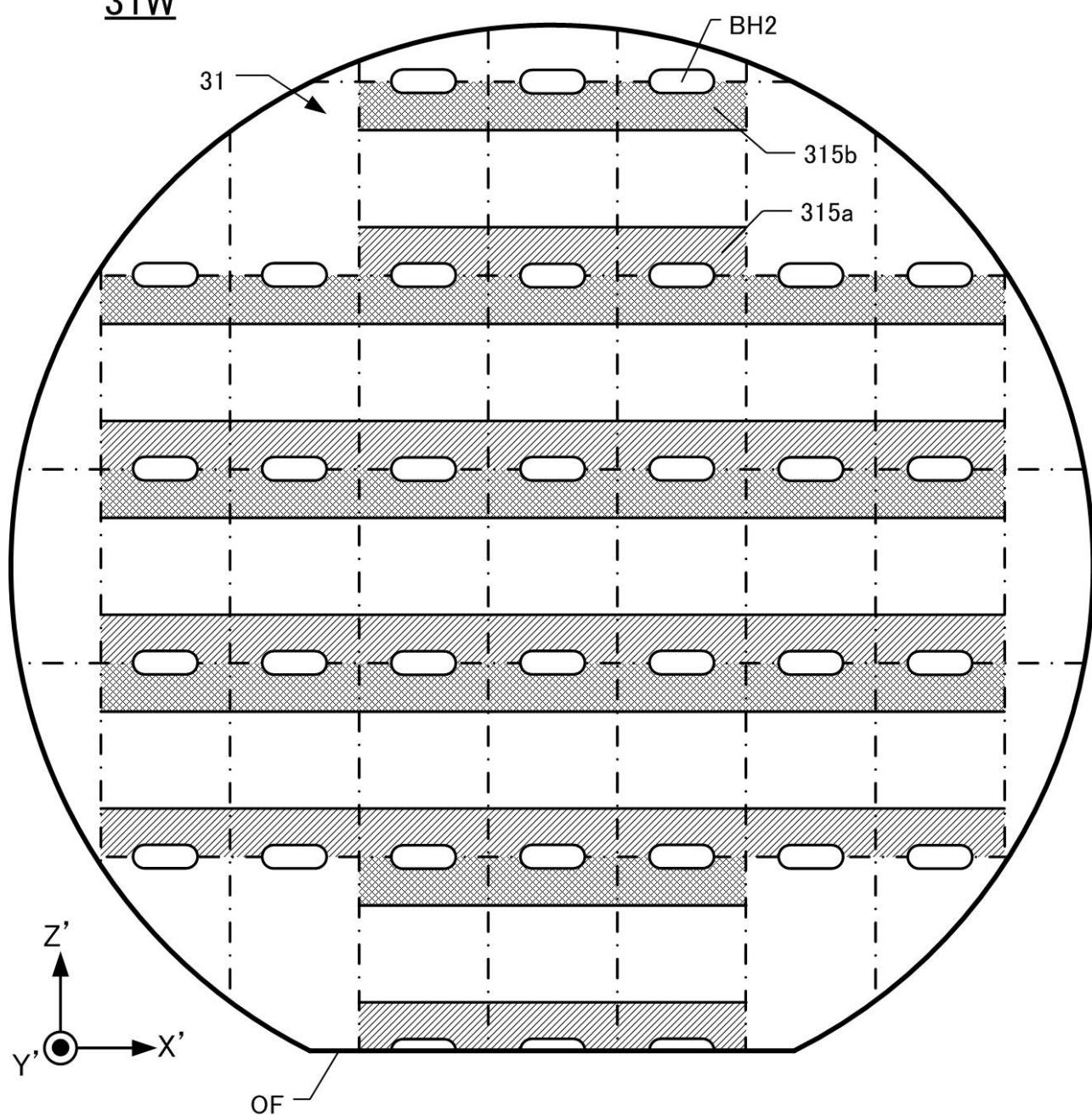
【図7】



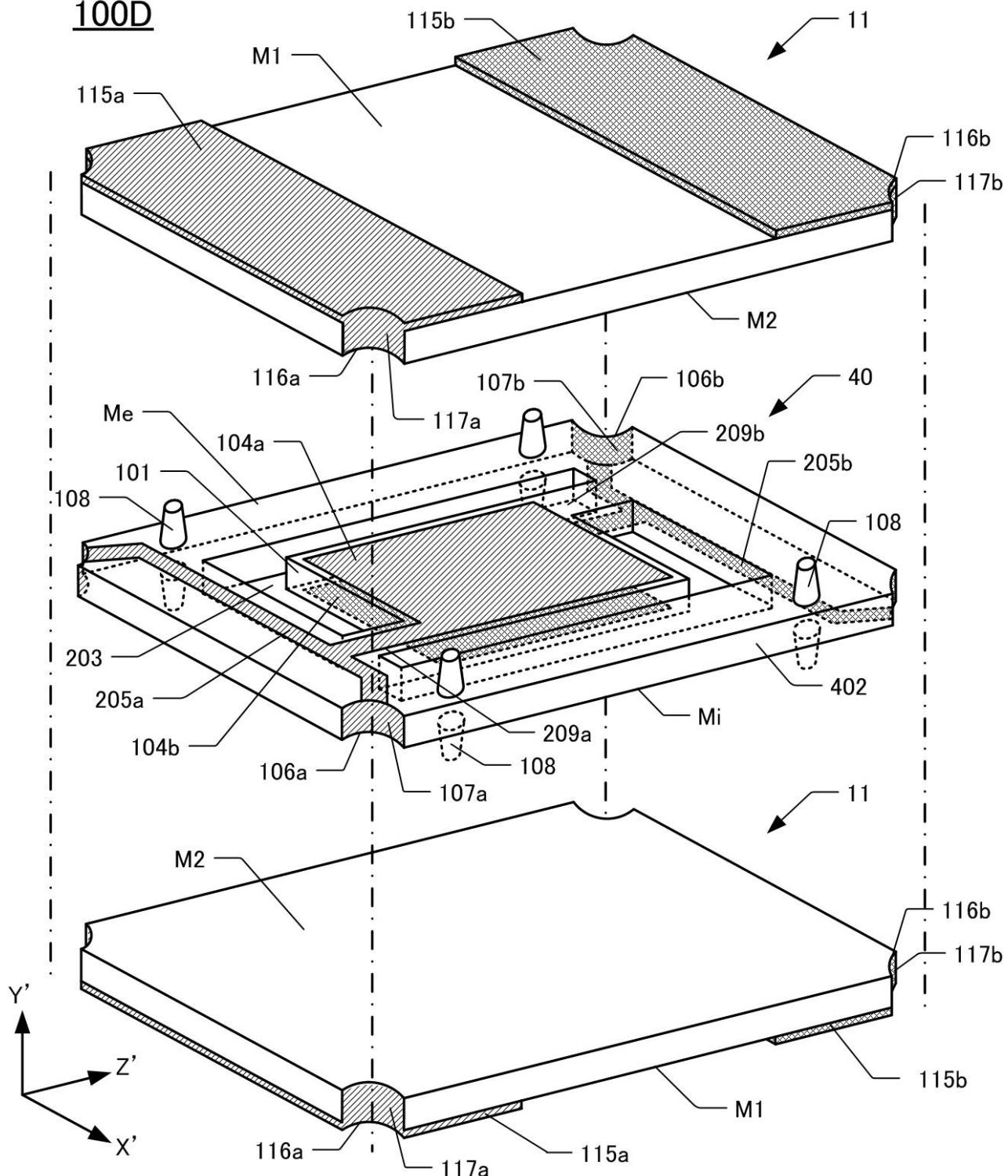
【図 8】

30W

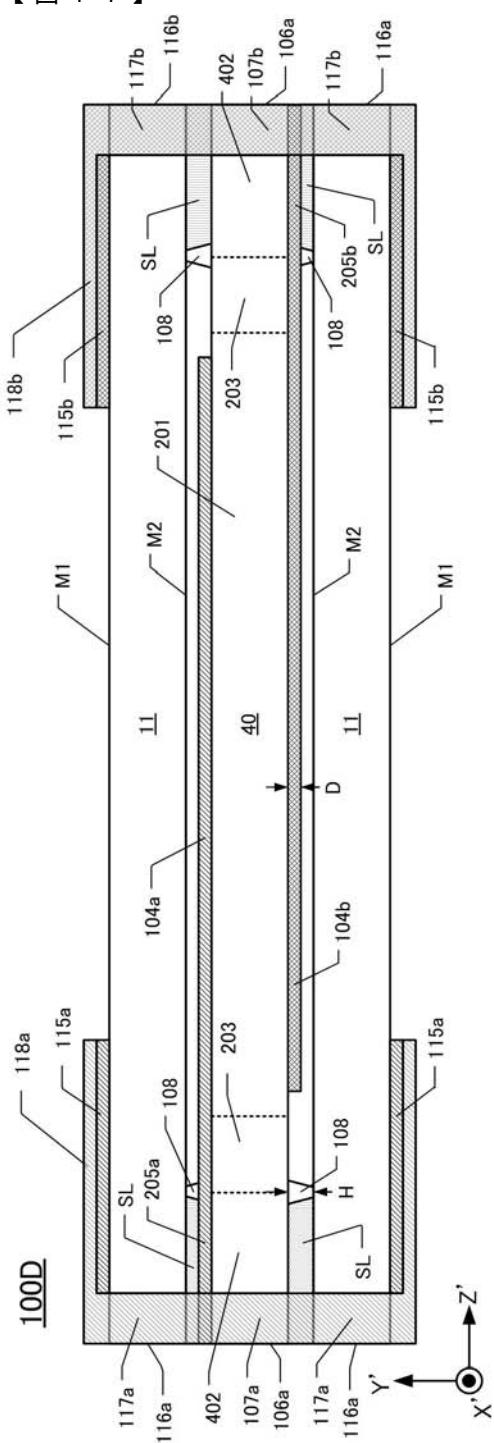
【図9】

31W

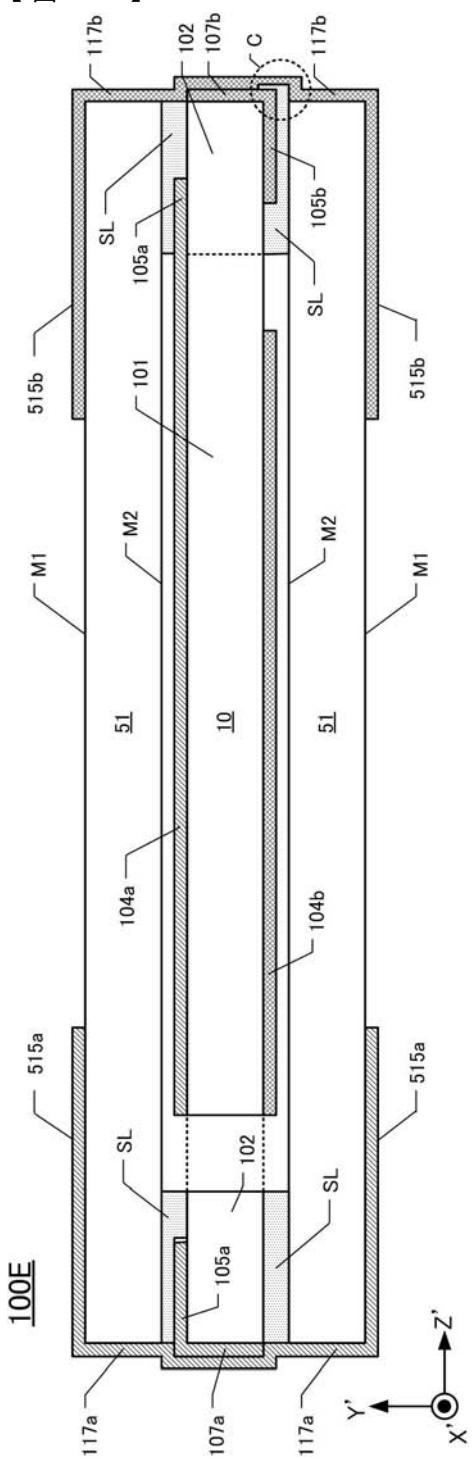
【図 10】

100D

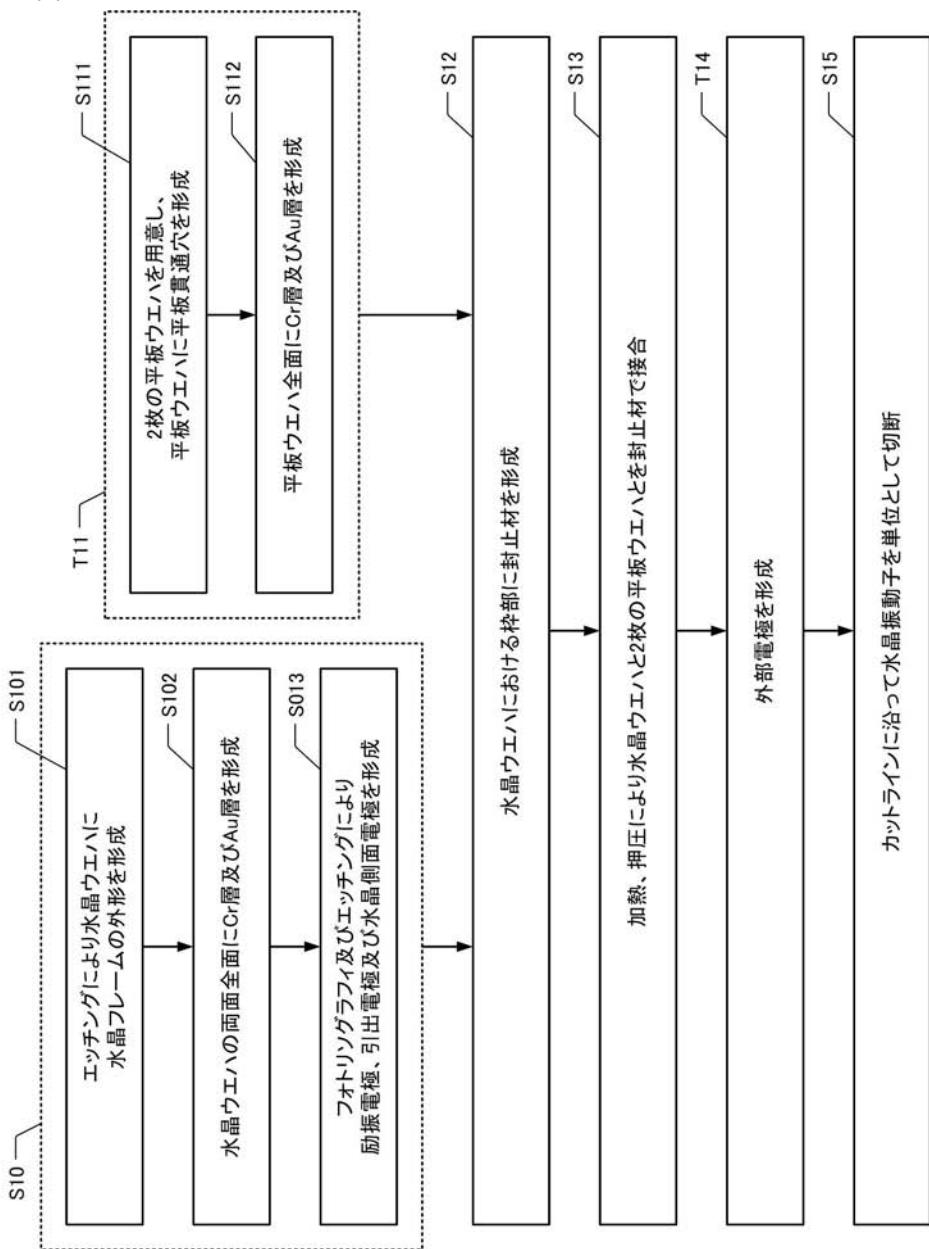
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【図 13】



【図 14】

