

(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 I	テーマコード (参考)
H03H 3/02 (2006.01)	H03H 3/02 C	5J108
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
(22) 出願日	平成22年7月1日(2010.7.1)		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) 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

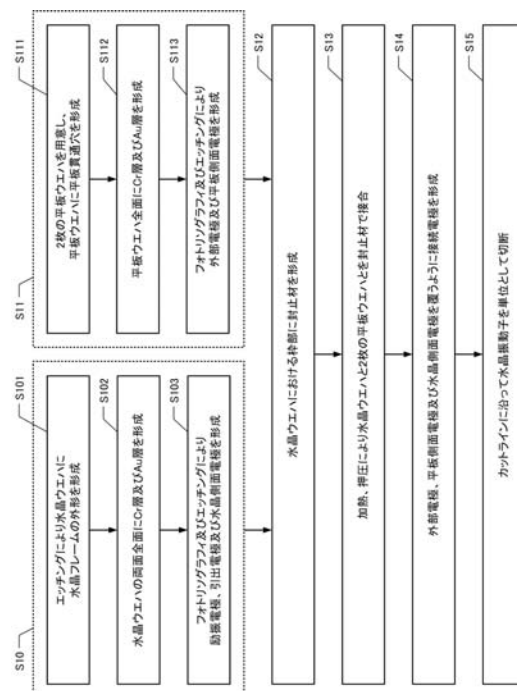
(54) 【発明の名称】 圧電振動デバイス及び圧電振動デバイスの製造方法

(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(S101)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(S103)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(S111)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(S113)と、非導電性の封止材を環状に配置する封止材配置工程(S12)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(S13)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(S14)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、

前記一主面と前記他主面とに一对の励振電極を形成し、前記一对の励振電極から前記一对の第 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、

前記第 1 面に一对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、

前記一主面と前記他主面とに一对の励振電極を形成し、前記一对の励振電極から前記一对の第 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、

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 面に一对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对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、前記一对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对の引出電極と、前記一主面と前記他主面とを結ぶ第 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 面には一对の外部電極が形成され、

前記一对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氣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ト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ト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ト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ト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、一対の振動腕を有する音叉型圧電振動片又はＡＴ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対の外部電極が形成され、貫通孔は一対の外部電極に接続されている。この一対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。

10

## 【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対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、一対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】

20

【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。

30

## 【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、第１面に一対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。

40

## 【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

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、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。

**【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。

**【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对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、一对の励振電極から引き出され外枠の側面まで伸びる一对の引出電極と、一主面と他主面とを結ぶ第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面には一对の外部電極が形成され、一对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氣的に接続する。

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トレーションが形成され、側面電極はキャスト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トレーションが形成され、側面電極はキャストレーションに形成される。

**【0016】**

50

第 1 1 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。

【 0 0 1 7 】

第 1 2 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 1 3 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。

【 0 0 1 8 】

第 1 4 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。

10

【発明の効果】

【 0 0 1 9 】

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】

【 0 0 2 0 】

【図 1】第 1 水晶振動子 1 0 0 A 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 1 0 と一對の水晶平板 1 1 とが接合された後の状態である。

20

【図 3】第 1 水晶振動子 1 0 0 A の製造を示したフローチャートである。

【図 4】水晶ウエハ 1 0 W の平面図である。

【図 5】平板ウエハ 1 1 W の平面図である。

【図 6】第 2 水晶振動子 1 0 0 B の分解斜視図である。

【図 7】第 3 水晶振動子 1 0 0 C の分解斜視図である。

【図 8】水晶ウエハ 3 0 W の平面図である。

【図 9】平板ウエハ 3 1 W の平面図である。

【図 1 0】第 4 水晶振動子 1 0 0 D の分解斜視図である。

【図 1 1】第 4 水晶振動子 1 0 0 D の側面図である。

30

【図 1 2】第 5 水晶振動子 1 0 0 E における図 1 の A - A 断面に対応する断面図である。

【図 1 3】第 5 水晶振動子 1 0 0 E の製造を示したフローチャートである。

【図 1 4】第 6 水晶振動子 1 0 0 F 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】

【 0 0 2 1 】

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 A T カットの水晶振動片が使われている。ここで、A T カットの水晶振動片は、主面 ( Y Z 面 ) が結晶軸 ( X Y Z ) の Y 軸に対して、X 軸を中心として Z 軸から Y 軸方向に 3 5 度 1 5 分傾斜している。このため、以降の各実施形態では A T 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。

40

【 0 0 2 2 】

( 第 1 実施形態 )

< 第 1 水晶振動子 1 0 0 A の全体構成 >

第 1 水晶振動子 1 0 0 A 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 1 0 0 A の分解斜視図で、接続電極 1 1 8 a、1 1 8 b ( 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 1 0 と一對の水晶平板 1 1 とが接合された後の状態である。

【 0 0 2 3 】

50

図 1 及び図 2 に示されたように、第 1 水晶振動子 100 A 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 10 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 11 が水晶フレーム 10 の両面に接合されると、一対の水晶平板 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 C T (図 2 を参照) が形成される。

#### 【0024】

一対の水晶平板 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 には一対の外部電極 115 a、115 b がそれぞれ形成され、水晶平板 11 の角部には円形貫通孔 B H 1 (図 5 を参照) を形成した際の二対の平板キャストレーション 116 a、116 b が形成されている。また、一対の平板キャストレーション 116 a には外部電極 115 a と接続された平板側面電極 117 a がそれぞれ形成され、一対の平板キャストレーション 116 b には外部電極 115 b と接続された平板側面電極 117 b がそれぞれ形成されている。

10

#### 【0025】

水晶フレーム 10 は A T 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 104 a、104 b がそれぞれ形成され、外枠 102 の両面には励振電極 104 a、104 b と導電された引出電極 105 a、105 b 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 C H 1 (図 4 を参照) を形成した際の水晶キャストレーション 106 a、106 b が形成されている。また、一対の水晶キャストレーション 106 a には水晶側面電極 107 a がそれぞれ形成され、水晶側面電極 107 a は引出電極 105 a と平板側面電極 117 a とに接続される。同様に、一対の水晶キャストレーション 106 b には水晶側面電極 107 b がそれぞれ形成され、水晶側面電極 107 b は引出電極 105 b 及び平板側面電極 117 b 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 と一対の水晶平板 11 の平板接合面 M2 とを非導電性の封止材 S L により接合することで、水晶フレーム 10 と一対の水晶平板 11 とが接合される。ここで、封止材 S L 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 S L 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パナジウム系ガラスである。パ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。パ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、このパ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、パ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

40

#### 【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 S L 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。

#### 【0028】

さらに、第 1 水晶振動子 100 A は、最も外側に接続電極 118 a および接続電極 118 b を有する。接続電極 118 a は外部電極 115 a の全部又は一部、平板側面電極 117 a 及び水晶側面電極 107 a を覆う。また接続電極 118 b は外部電極 115 b の全部又は一部、平板側面電極 117 b 及び水晶側面電極 107 b を覆う。これにより、外部電

50

極 1 1 5 a、1 1 5 b、平板側面電極 1 1 7 a、1 1 7 b 及び水晶側面電極 1 0 7 a、1 0 7 b が確実に電氣的に接続される。

【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 1 1 5 b と平板側面電極 1 1 7 b 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 1 1 8 b を形成させることで外部電極 1 1 5 b と平板側面電極 1 1 7 b 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 1 0 と - Y ' 側の水晶平板 1 1 と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 1 0 7 b 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 1 1 8 b を形成させることで平板側面電極 1 1 7 b と水晶側面電極 1 0 7 b 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 1 0 0 A の水晶平板 1 1 の実装面 M 1 に形成された一对の外部電極 1 1 5 a、1 1 5 b 及び接続電極 1 1 8 a、1 1 8 b に交番電圧（正負を交番する電位）が印加される。外部電極 1 1 5 a、平板側面電極 1 1 7 a、接続電極 1 1 8 a、水晶側面電極 1 0 7 a、引出電極 1 0 5 a 及び励振電極 1 0 4 a が同じ極性となり、外部電極 1 1 5 b、平板側面電極 1 1 7 b、接続電極 1 1 8 b、水晶側面電極 1 0 7 b、引出電極 1 0 5 b 及び励振電極 1 0 4 b が同じ極性となる。

【0031】

< 第 1 水晶振動子 1 0 0 A の製造方法 >

図 3 は、第 1 水晶振動子 1 0 0 A 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 1 0 の製造ステップ S 1 0 と、一对の水晶平板 1 1 の製造ステップ S 1 1 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 1 0 W の平面図で、図 5 は平板ウエハ 1 1 W の平面図である。

20

【0032】

ステップ S 1 0 では、水晶フレーム 1 0 が製造される。ステップ S 1 0 はステップ S 1 0 1 ~ S 1 0 3 を含んでいる。

ステップ S 1 0 1 において、均一の水晶ウエハ 1 0 W（図 4 を参照）に、エッチングにより複数の水晶フレーム 1 0 の外形が形成される。すなわち、水晶振動部 1 0 1 と、外枠 1 0 2 と、間隙部 1 0 3 とが形成され、各水晶フレーム 1 0 の四隅に図 4 に示されたように水晶ウエハ 1 0 W 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 つのキャストレーション 1 0 6 a 又は 1 0 6 b（図 1 を参照）になる。

30

【0033】

ステップ S 1 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 1 0 W 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 . 0 5  $\mu$  m ~ 0 . 1  $\mu$  m であり、金層の厚さは例えば 0 . 2  $\mu$  m ~ 2  $\mu$  m である。

【0034】

ステップ S 1 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（図示しない）を用いて、フォトマスクに描かれた励振電極 1 0 4 a、1 0 4 b、引出電極 1 0 5 a、1 0 5 b 及び水晶側面電極 1 0 7 a、1 0 7 b のパターンが水晶ウエハ 1 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 1 0 W 両面に励振電極 1 0 4 a、1 0 4 b 及び引出電極 1 0 5 a、1 0 5 b が形成され、円形貫通孔 C H 1 に水晶側面電極 1 0 7 a、1 0 7 b が形成される。

40

【0035】

ステップ S 1 1 では、水晶平板 1 1 が製造される。ステップ S 1 1 はステップ S 1 1 1 ~ S 1 1 3 を含んでいる。

ステップ S 1 1 1 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 1 1 W を用意する。そして、エッチングにより各平板ウエハ 1 1 W の水晶平板 1 1 の四隅に対応

50



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

【0036】

ステップ S 112 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 M 1 及び円形貫通孔 B 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  $0.05 \mu\text{m} \sim 0.1 \mu\text{m}$  であり、金層の厚さは例えば  $0.2 \mu\text{m} \sim 2 \mu\text{m}$  である。

【0037】

ステップ S 113 において、金属層にフォトリソ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 115 a、115 b 及び平板側面電極 117 a、117 b のパターンが平板ウエハ 11W に露光される。次に、フォトリソ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 M 1 に外部電極 115 a、115 b が形成され、円形貫通孔 B H 1 に平板側面電極 117 a、117 b が形成される。

【0038】

ステップ S 12 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 S L が均一に形成される。例えば封止材 S L 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 S L 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 S 13 では、水晶ウエハ 10W と、2 枚の平板ウエハ 11W とが重ね合わせられる。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 S L が  $350 \sim 400$  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 S 14 では、最も外側に接続電極 118 a および接続電極 118 b が形成される。

【0041】

ステップ S 15 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 100 A 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 C L に沿って第 1 水晶振動子 100 A 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 100 A が製造される。

【0042】

(第 2 実施形態)

< 第 2 水晶振動子 100 B >

第 2 水晶振動子 100 B 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 100 B 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 100 B と第 1 水晶振動子 100 A 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

## 【 0 0 4 3 】

図 6 に示されたように、第 2 水晶振動子 1 0 0 B は同じ形状である一対の水晶平板 1 1 と、一対の水晶平板 1 1 に挟まれた水晶フレーム 2 0 とを備える。

## 【 0 0 4 4 】

水晶フレーム 2 0 は A T 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 2 0 は水晶振動部 1 0 1 と、水晶振動部 1 0 1 を囲む外枠 2 0 2 とで構成されている。また、水晶振動部 1 0 1 と外枠 2 0 2 との間には、水晶振動部 1 0 1 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 2 0 2 と連結した一対の連結部 2 0 9 a、2 0 9 b を有している。このため、水晶振動部 1 0 1 と外枠 2 0 2 との間に 2 つの「L」字型の間隙部 2 0 3 が形成される。また、連結部 2 0 9 a の水晶接合面 M 3 には励振電極 1 0 4 a から引き出し水晶キャスタレーション 1 0 6 a の水晶側面電極 1 0 7 a と接続された引出電極 2 0 5 a が形成され、連結部 2 0 9 b の水晶接合面 M 4 には励振電極 1 0 4 b から引き出し水晶キャスタレーション 1 0 6 b の水晶側面電極 1 0 7 b と接続された引出電極 2 0 5 b が形成されている。

## 【 0 0 4 5 】

また、第 2 水晶振動子 1 0 0 B において励振電極 1 0 4 a に接続された引出電極 2 0 5 a 及び励振電極 1 0 4 b に接続された引出電極 2 0 5 b が水晶振動部 1 0 1 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 1 0 7 a 及び 1 0 7 b に接続されている。このため、引出電極 2 0 5 a、2 0 5 b 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。

## 【 0 0 4 6 】

< 第 2 水晶振動子 1 0 0 B の製造方法 >

図 6 に示された第 2 水晶振動子 1 0 0 B 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、エッチングにより水晶フレーム 2 0 の外形を形成するステップ S 1 0 1 では各水晶フレーム 2 0 に 2 つの「L」字型の間隙部 2 0 3 が形成され、フォトリソグラフィ及びエッチングにより引出電極 2 0 5 a、2 0 5 b を形成するステップ S 1 0 3 では図 6 に示された形状の引出電極 2 0 5 a、2 0 5 b が形成される。

## 【 0 0 4 7 】

( 第 3 実施形態 )

< 第 3 水晶振動子 1 0 0 C の全体構成 >

第 3 水晶振動子 1 0 0 C 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 1 0 0 C 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 1 0 0 C と第 2 水晶振動子 1 0 0 B とはキャスタレーション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。

## 【 0 0 4 8 】

図 7 に示されたように、第 3 水晶振動子 1 0 0 C は同じ形状である一対の水晶平板 3 1 と、一対の水晶平板 3 1 に挟まれた水晶フレーム 3 0 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 3 1 を水晶フレーム 3 0 の両面に接合することで、一対の水晶平板 3 1 及び水晶フレーム 3 0 により窒素ガス又は真空中で封止されたキャビティ C T ( 図 2 を参照 ) が形成される。

## 【 0 0 4 9 】

一対の水晶平板 3 1 において、水晶平板 3 1 の実装面 M 1 には一対の外部電極 3 1 5 a、3 1 5 b がそれぞれ形成され、水晶平板 3 1 の Z ' 軸方向の両辺には角丸長方形貫通孔 B H 2 ( 図 9 を参照 ) を形成した際の二対の平板キャスタレーション 3 1 6 a、3 1 6 b が形成されている。また、平板キャスタレーション 3 1 6 a には外部電極 3 1 5 a に接続された平板側面電極 3 1 7 a が形成され、平板キャスタレーション 3 1 6 b には外部電極 3 1 5 b と接続された平板側面電極 3 1 7 b が形成されている。

## 【 0 0 5 0 】

水晶フレーム 3 0 は水晶振動部 1 0 1 を囲む外枠 3 0 2 を含んでいる。また、外枠 3 0

10

20

30

40

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トレーション306a、306bが形成されている。また、一对の水晶キャストレーション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楕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つのキャストレーション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楕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トレーション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ってもよい。

#### 【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が水晶キャストレーション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 4 0 の水晶接合面 M 3 及び M 4 に突起 1 0 8 が 4 つずつ形成されているが、水晶接合面 M 3 及び M 4 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 M 3 に形成された突起 1 0 8 に対応して水晶接合面 M 4 の同じ位置にも突起 1 0 8 が形成されているが、水晶接合面 M 3 と水晶接合面 M 4 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 M 3 に 3 つの突起が形成され、水晶接合面 M 4 には水晶接合面 M 3 の突起と異なる位置に 5 つの突起が形成されてもよい。

#### 【 0 0 5 8 】

< 第 4 水晶振動子 1 0 0 D の製造方法 >

図 1 0 及び図 1 1 に示された第 4 水晶振動子 1 0 0 D 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 1 0 0 B の製造方法とほぼ同じである。但し、水晶フレーム 4 0 の外形を形成する図 3 のフローチャートのステップ S 1 0 1 において、エッチングにより水晶振動部 1 0 1、接続部 2 0 9 a、2 0 9 b 及び四隅の水晶キャストレーション 1 0 6 a、1 0 6 b を形成する同時に、8 つの突起 1 0 8 を有する外枠 4 0 2 が形成される。

10

#### 【 0 0 5 9 】

( 第 5 実施形態 )

< 第 5 水晶振動子 1 0 0 E の全体構成 >

第 5 水晶振動子 1 0 0 E の全体構成について、図 1 2 を参照しながら説明する。

図 1 2 は、第 5 水晶振動子 1 0 0 E における断面図である。

20

#### 【 0 0 6 0 】

図 1 2 に示されたように、第 5 水晶振動子 1 0 0 E は同じ形状である一対の水晶平板 5 1 と、一対の水晶平板 5 1 に挟まれた水晶フレーム 1 0 とを備える。第 5 水晶振動子 1 0 0 E には第 1 実施形態で説明された第 1 水晶振動子 1 0 0 A と比べれば、接続電極 1 1 8 a、1 1 8 b ( 図 2 を参照 ) が設けられていない。

#### 【 0 0 6 1 】

また第 5 実施形態においては、外部電極 5 1 5 a、5 1 5 b が + Y ' 側の水晶平板 5 1 の実装面 M 1 からその水晶平板 5 1 の平板キャストレーション 1 1 6 a、1 1 6 b、水晶フレーム 1 0 の水晶キャストレーション 1 0 6 a、1 0 6 b 及び - Y ' 側の水晶平板 5 1 の平板キャストレーション 1 1 6 a、1 1 6 b を渡ってその水晶平板 5 1 の実装面 M 1 まですべて一体に形成されている。

30

#### 【 0 0 6 2 】

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 1 0 と - Y ' 側の水晶平板 5 1 と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 1 0 7 b 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 5 1 5 b を形成させることで外部電極 5 1 5 b と水晶側面電極 1 0 7 b とを確実に接続することができる。つまり、外部電極 5 1 5 a、5 1 5 b が水晶側面電極 1 0 7 a、1 0 7 b に接続された励振電極 1 0 4 a、1 0 4 b に確実に接続することができる。

#### 【 0 0 6 3 】

< 第 5 水晶振動子 1 0 0 E の製造方法 >

図 1 3 は、第 5 水晶振動子 1 0 0 E の製造を示したフローチャートである。図 1 3 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 1 0 0 A 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 1 3 のフローチャートでは水晶フレーム 1 0 の製造ステップ S 1 0 と、一対の水晶平板 5 1 の製造ステップ T 1 1 とが別々に並行して行うことができる。

40

#### 【 0 0 6 4 】

第 1 実施形態と同様に、ステップ S 1 0 では水晶フレーム 1 0 が製造され、ステップ S 1 0 1 ~ S 1 0 3 を含んでいる。

#### 【 0 0 6 5 】

ステップ T 1 1 では、水晶平板 5 1 が製造される。ステップ T 1 1 は第 1 実施形態と同じステップ S 1 1 1 及び S 1 1 2 を含んでいる。

50

## 【 0 0 6 6 】

ステップ S 1 2 では、水晶ウエハ 1 0 W ( 図 4 を参照 ) における外枠 1 0 2 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 S L が均一に形成される。

ステップ S 1 3 では、封止材 S L により水晶ウエハ 1 0 W と、 2 枚の平板ウエハ 1 1 W とが接合される。

## 【 0 0 6 7 】

ステップ T 1 4 では、フォトリソを使ってエッチングすることで、水晶平板 5 1 の実装面 M 1 ( 図 1 2 を参照 ) の一部及び平板ウエハ 1 1 W の円形貫通孔 B H 1 ( 図 5 を参照 ) と、水晶ウエハ 1 0 W の円形貫通孔 C H 1 ( 図 4 を参照 ) に形成された水晶側面電極 1 0 7 a、 1 0 7 b を覆うように外部電極 5 1 5 a、 5 1 5 b が形成される。

10

## 【 0 0 6 8 】

ステップ S 1 5 において、第 5 水晶振動子 1 0 0 E 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 1 0 0 E が製造される。

## 【 0 0 6 9 】

( 第 6 実施形態 )

< 第 6 水晶振動子 1 0 0 F の全体構成 >

第 6 水晶振動子 1 0 0 F の全体構成について、図 1 4 を参照しながら説明する。

図 1 4 は、第 6 水晶振動子 1 0 0 F における図 1 の A - A 断面に対応する断面図である。

20

## 【 0 0 7 0 】

図 1 4 に示されたように、第 6 水晶振動子 1 0 0 F は同じ形状である一对の水晶平板 1 1 と、一对の水晶平板 1 1 に挟まれた水晶フレーム 6 0 とを備える。ここで、第 6 水晶振動子 1 0 0 F 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。

## 【 0 0 7 1 】

第 1 ~ 第 5 実施形態で説明された水晶振動子において、一对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 1 0 1 の振動に影響を与えないように封止材 S L 又は突起 1 0 8 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 1 0 0 F の水晶フレーム 6 0 は水晶振動部 6 0 1 が外枠 1 0 2 より薄く構成された逆メサ型となっている。

30

## 【 0 0 7 2 】

一对の水晶平板 1 1 と水晶フレーム 6 0 の外枠 1 0 2 とが密着されても水晶フレーム 6 0 が逆メサ型となっているので、封止材 S L の厚さを励振電極の厚さより厚くする必要がない。封止材 S L の厚さが薄くても、平板接合面 M 2 が水晶振動部 1 0 1 に接触しないため、第 6 水晶振動子 1 0 0 F は正確な周波数で振動する。

## 【 0 0 7 3 】

< 第 6 水晶振動子 1 0 0 F の製造方法 >

図 1 4 に示された第 6 水晶振動子 1 0 0 F 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 S 1 0 1 において、第 1 実施形態より水晶振動部 6 0 1 をより多めにエッチングして、逆メサ型の水晶フレーム 6 0 が形成される。

40

## 【 産業上の利用可能性 】

## 【 0 0 7 4 】

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 A T カット型の圧電振動片を一例として説明したが、一对の振動腕を有する音叉型の圧電振動片にも適用できる。また一对の水晶平板 1 1 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

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

... キャスタレーション

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

C L ... カットライン

20

C T ... キャビティ

D ... 電極の厚さ

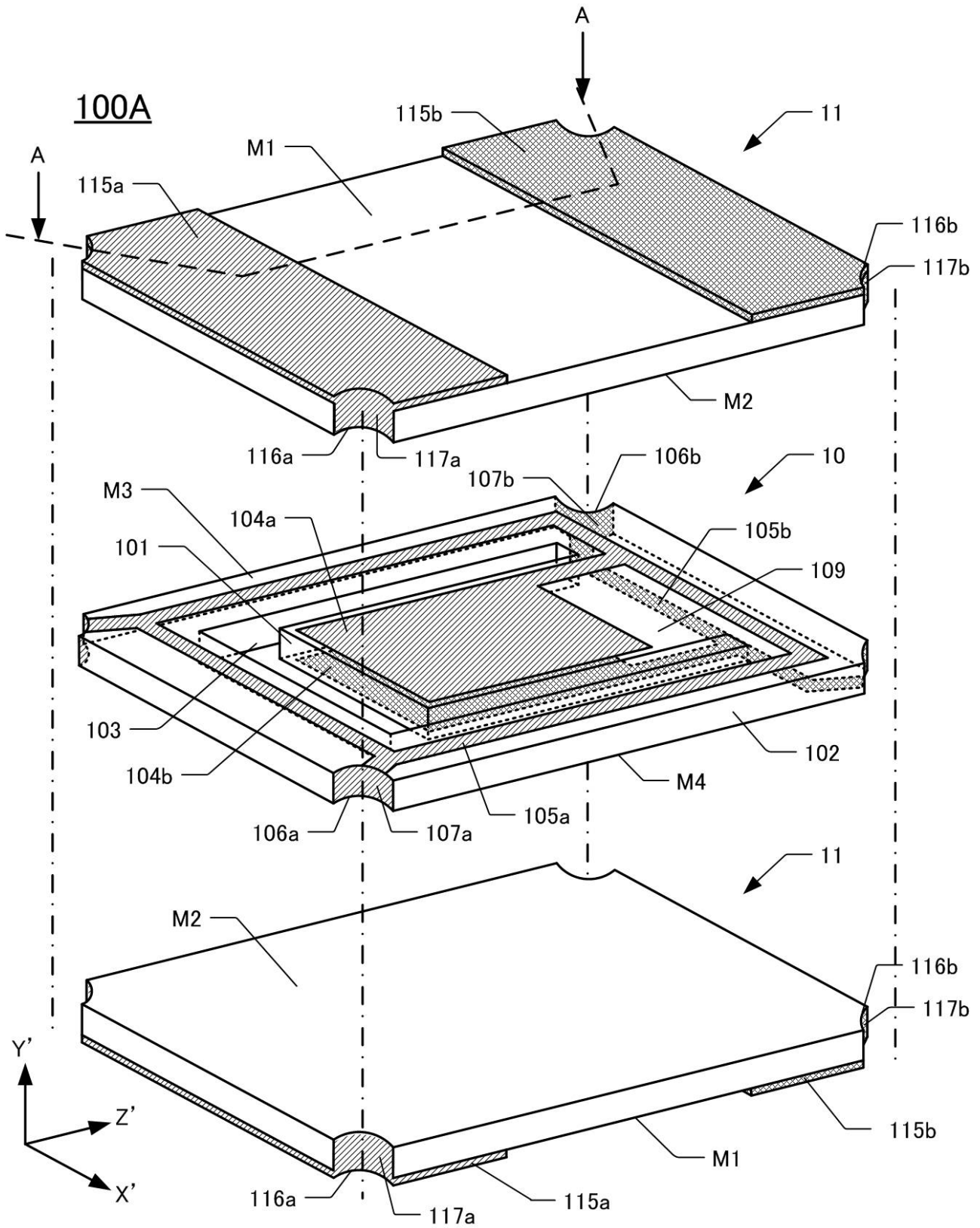
H ... 突起の高さ

M 1 ... 実装面、 M 2 ... 平板接合面、 M 3、M 4 ... 水晶接合面

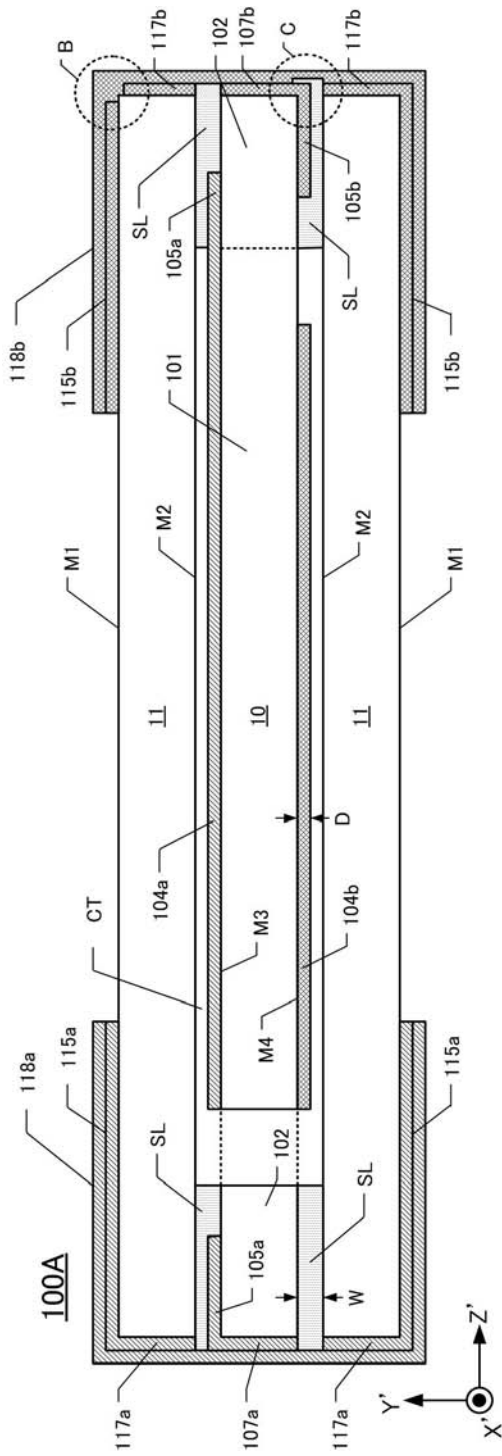
S L ... 封止材

W ... 封止材の厚さ

【図 1】

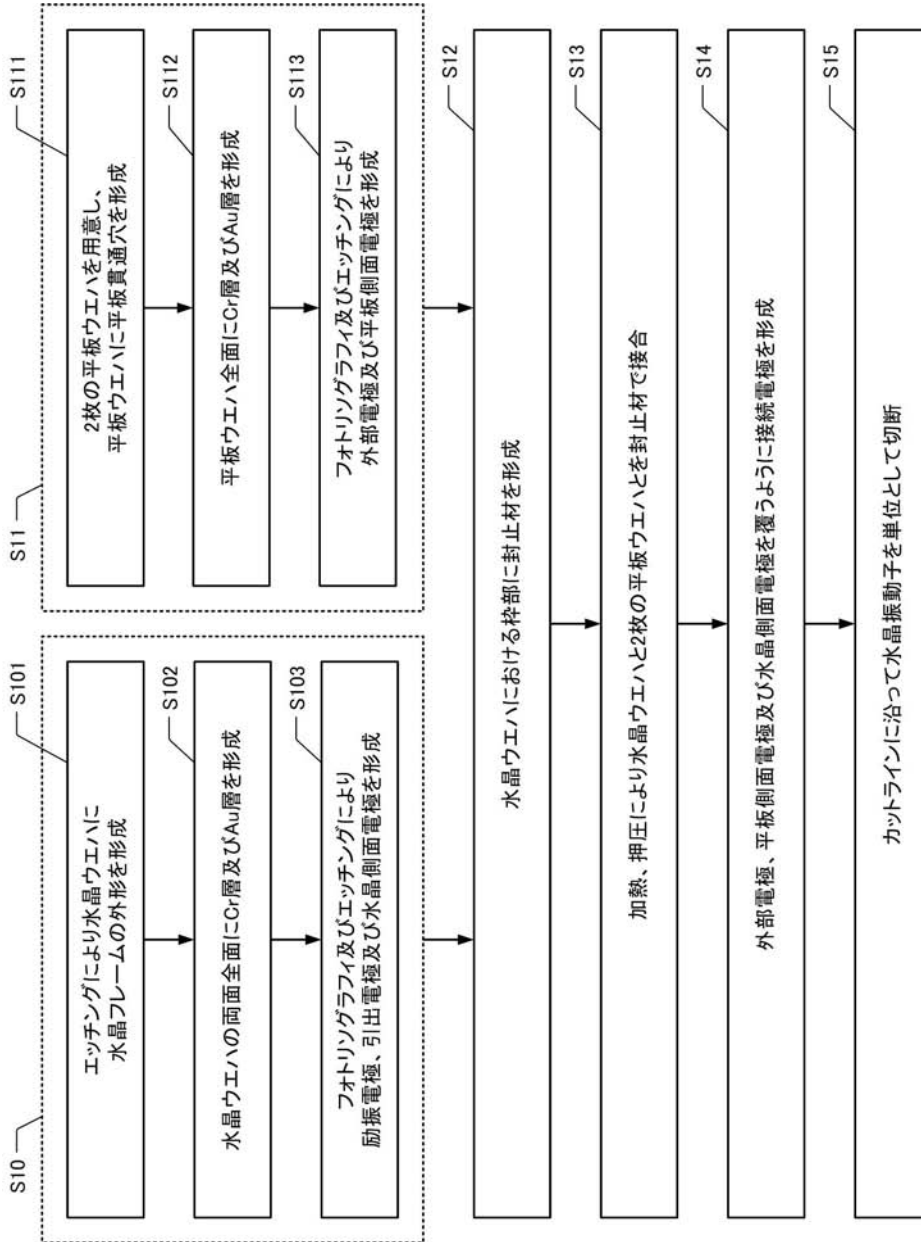


【図 2】

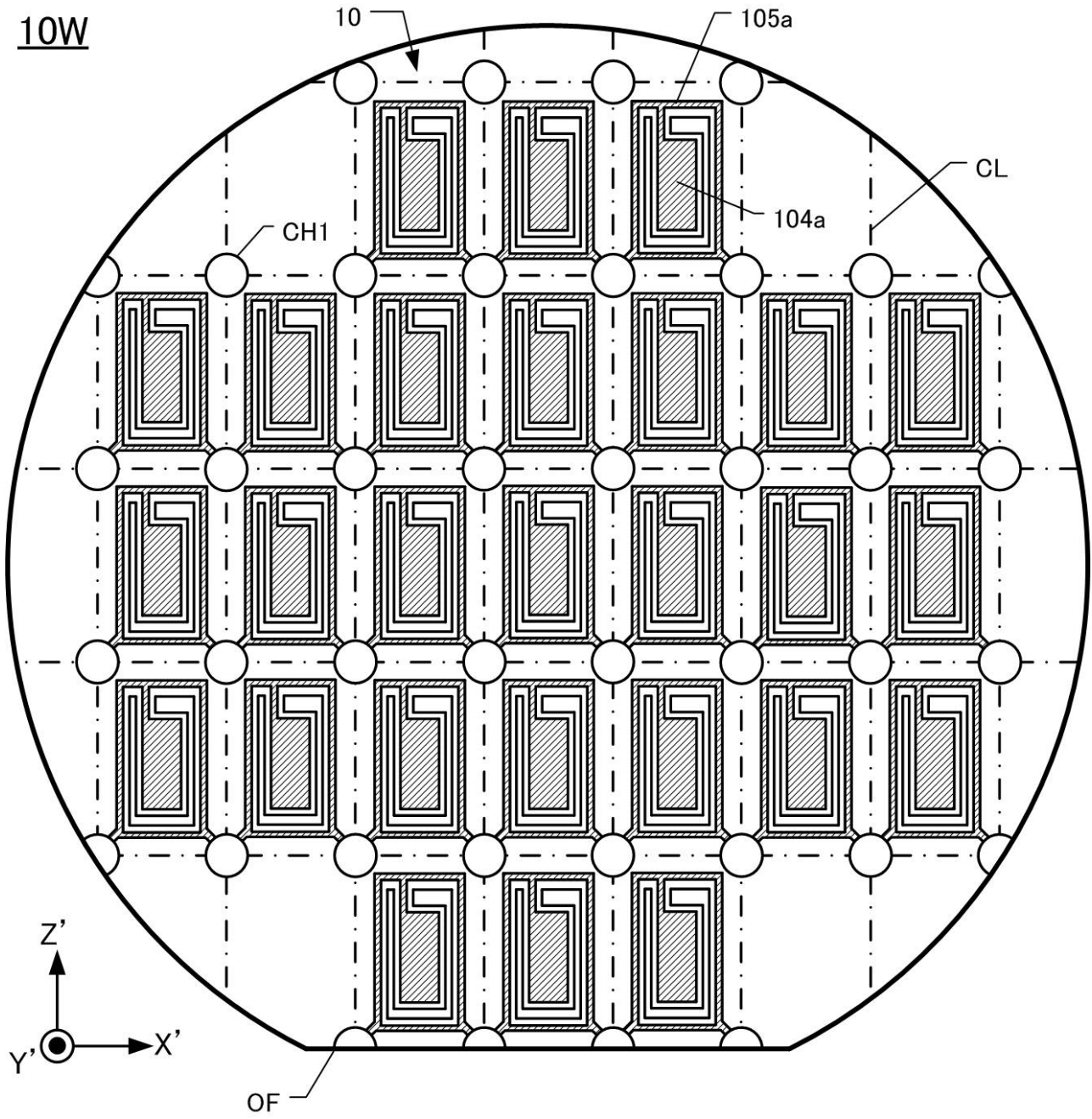




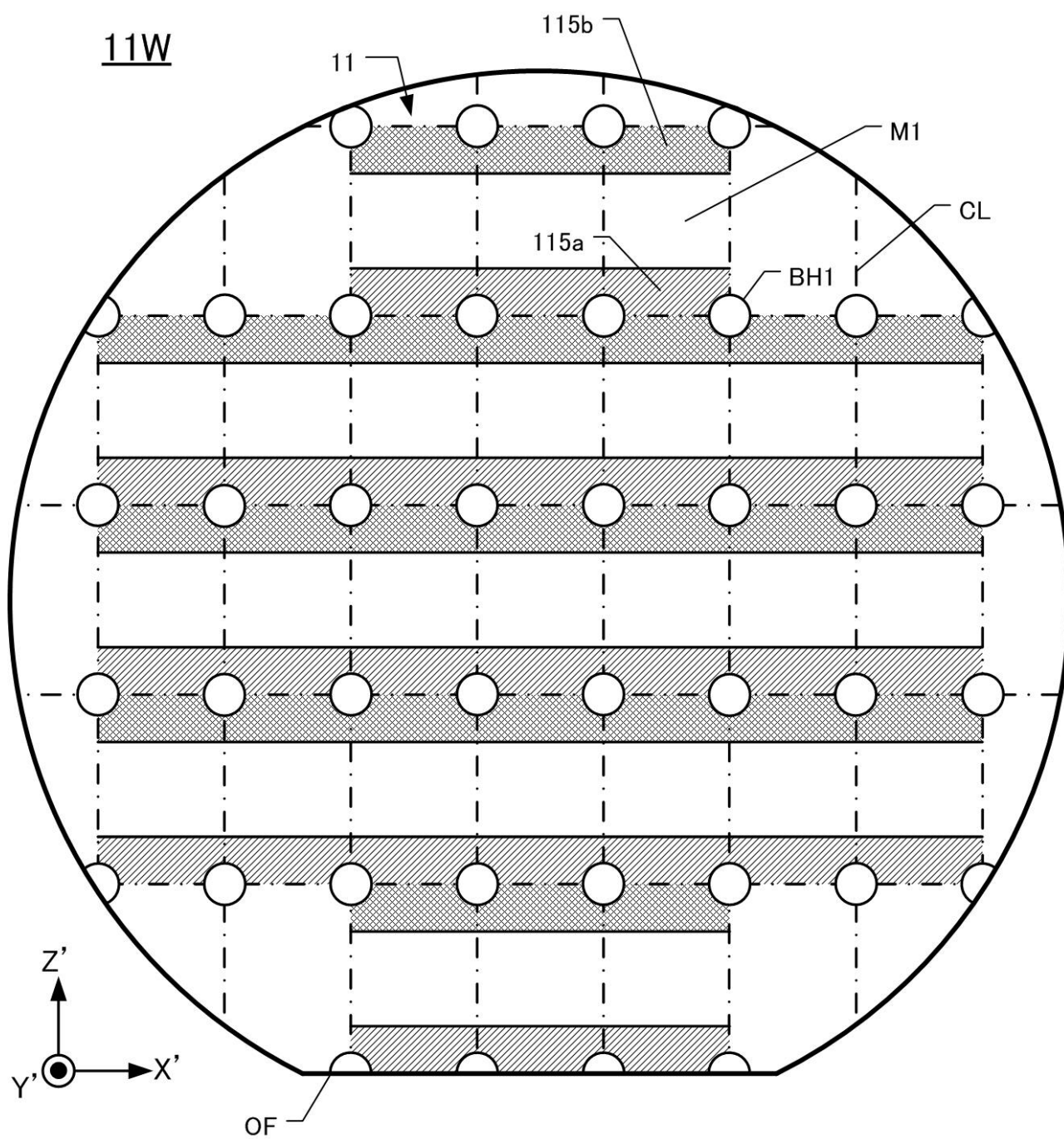
【図 3】



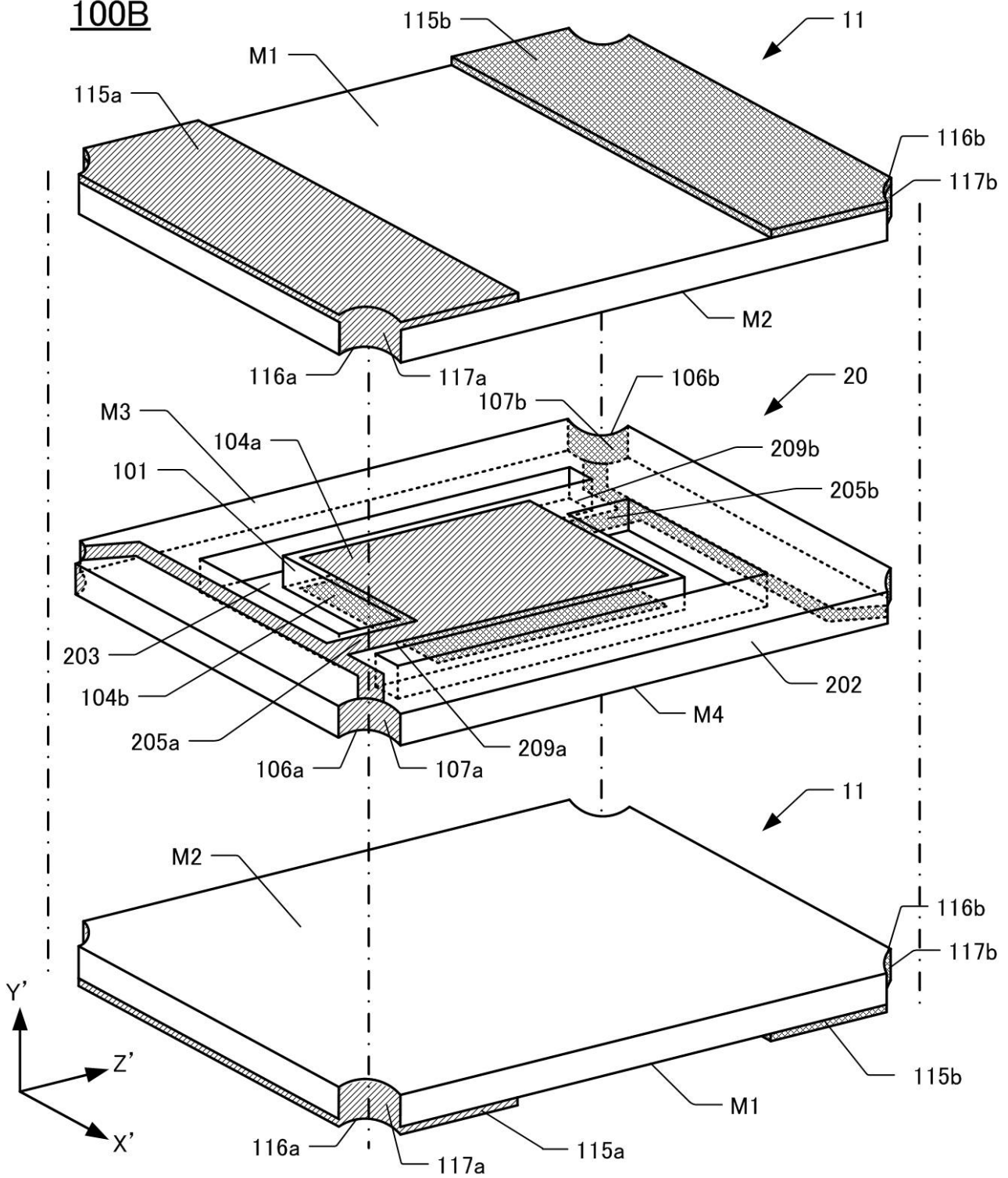
【 図 4 】

10W

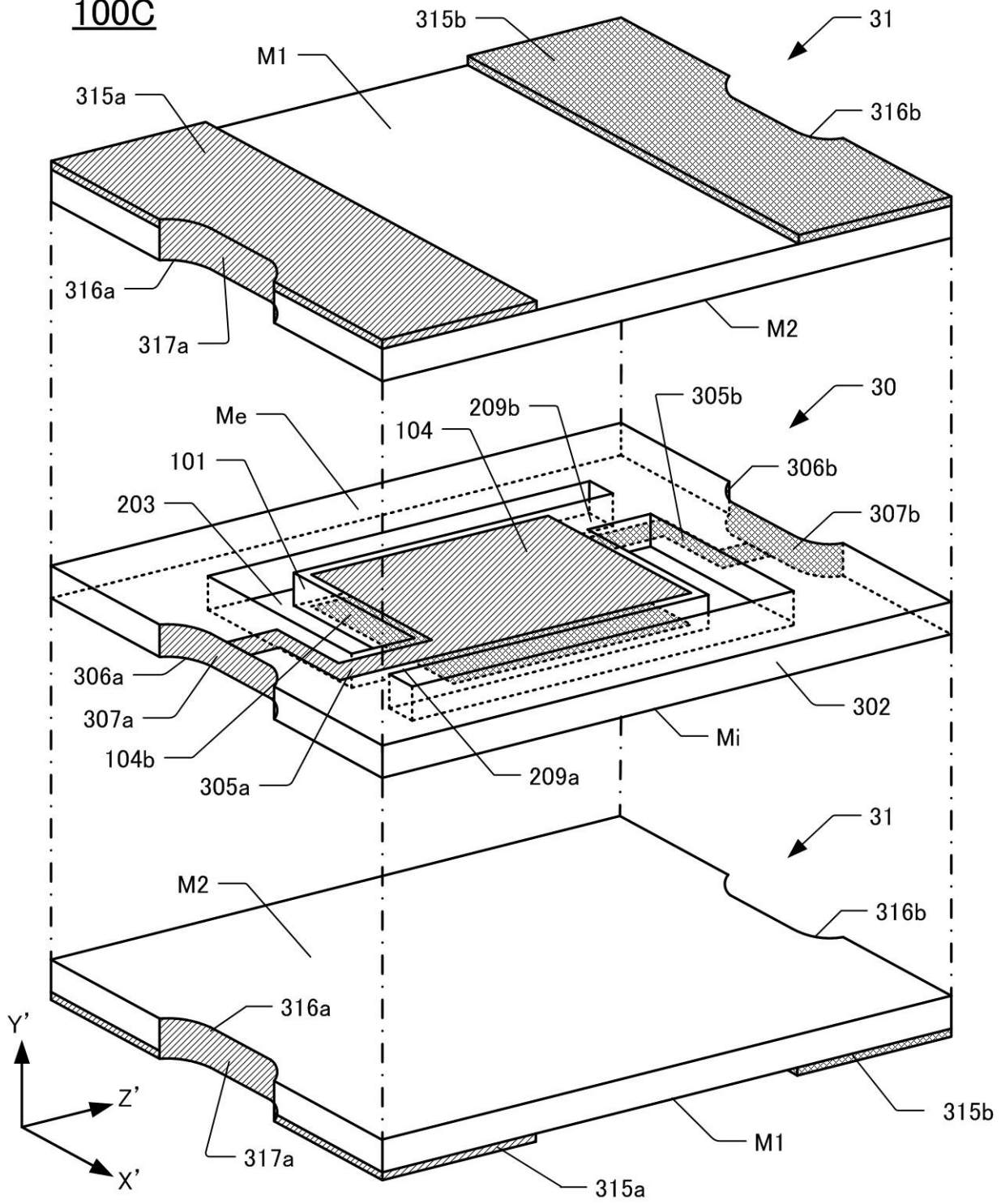
【図 5】



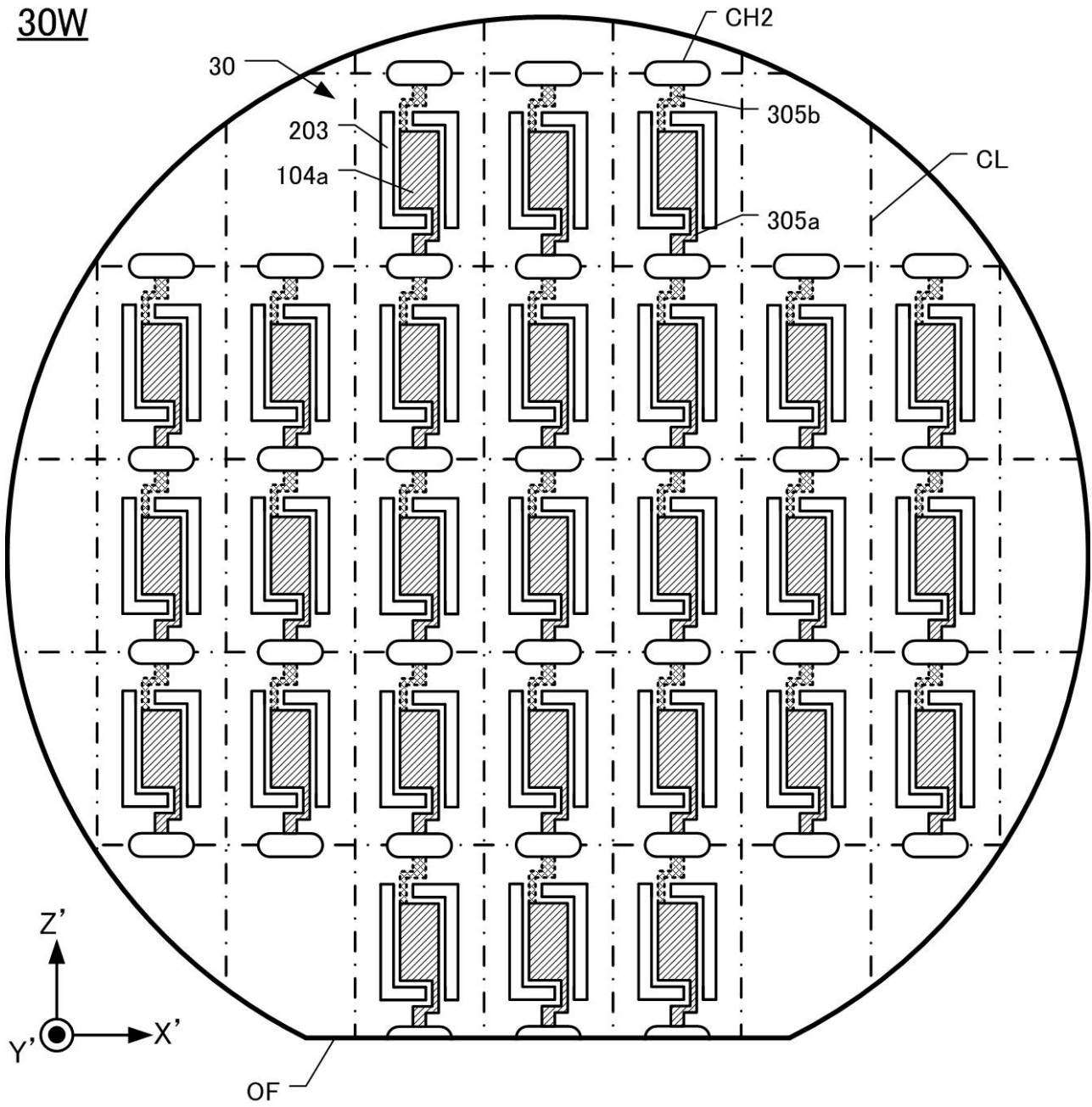
【図 6】

**100B**

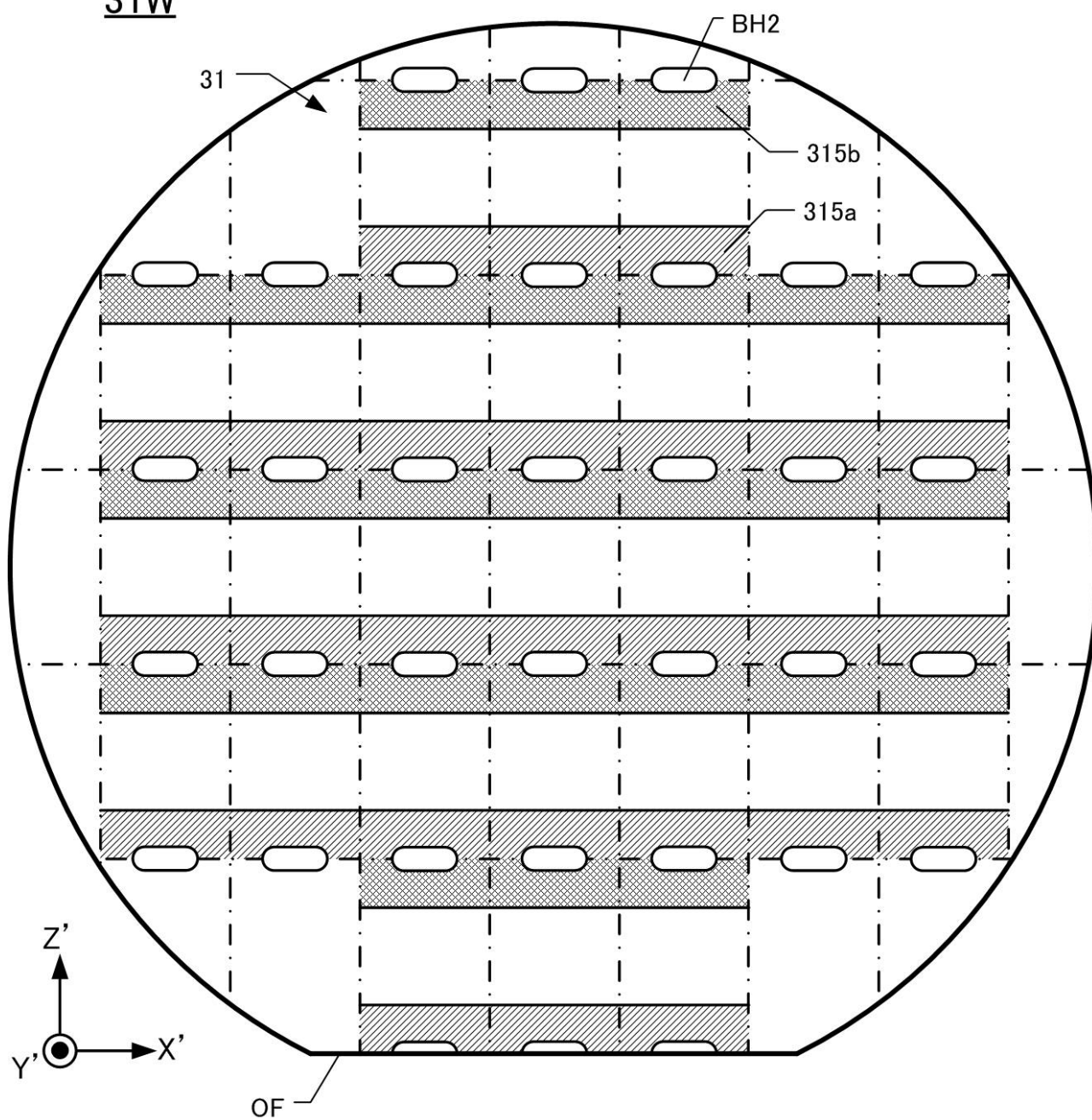
【図 7】

**100C**

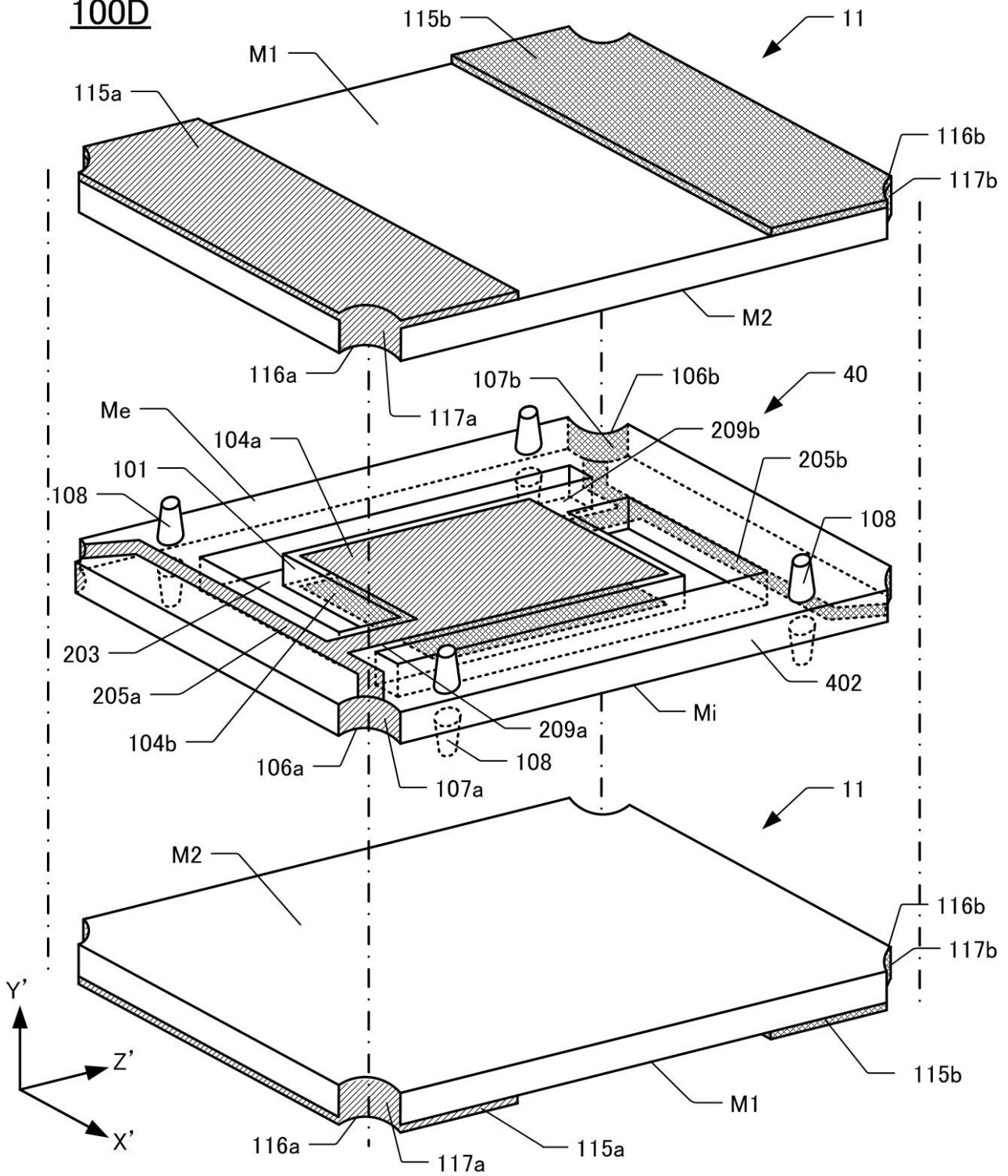
【 図 8 】

30W

【 図 9 】

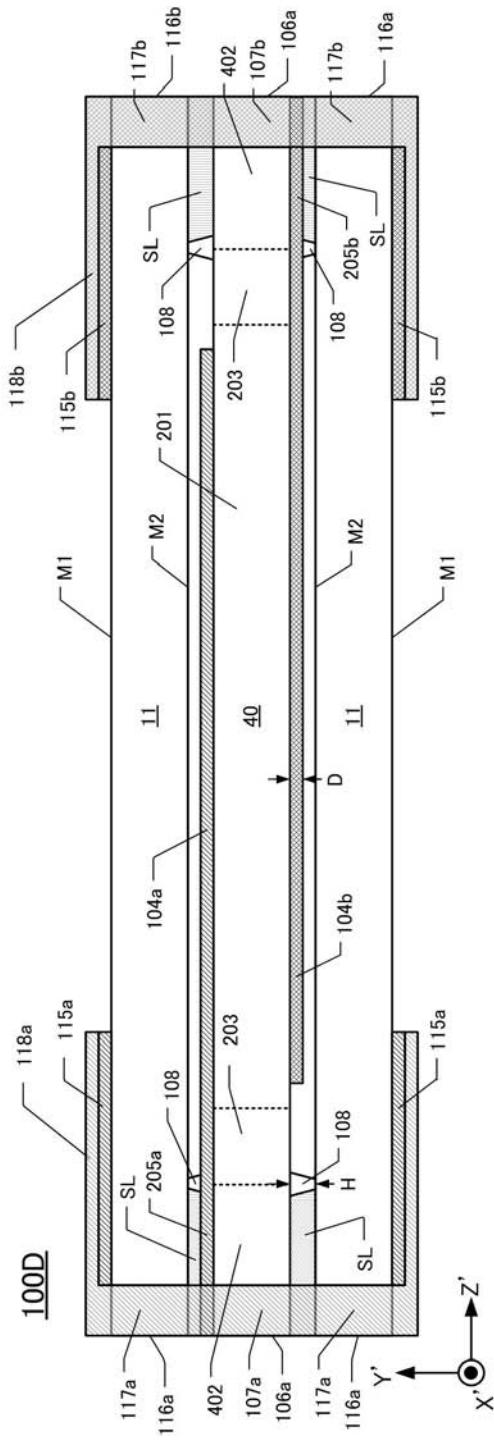
31W

【図 10】

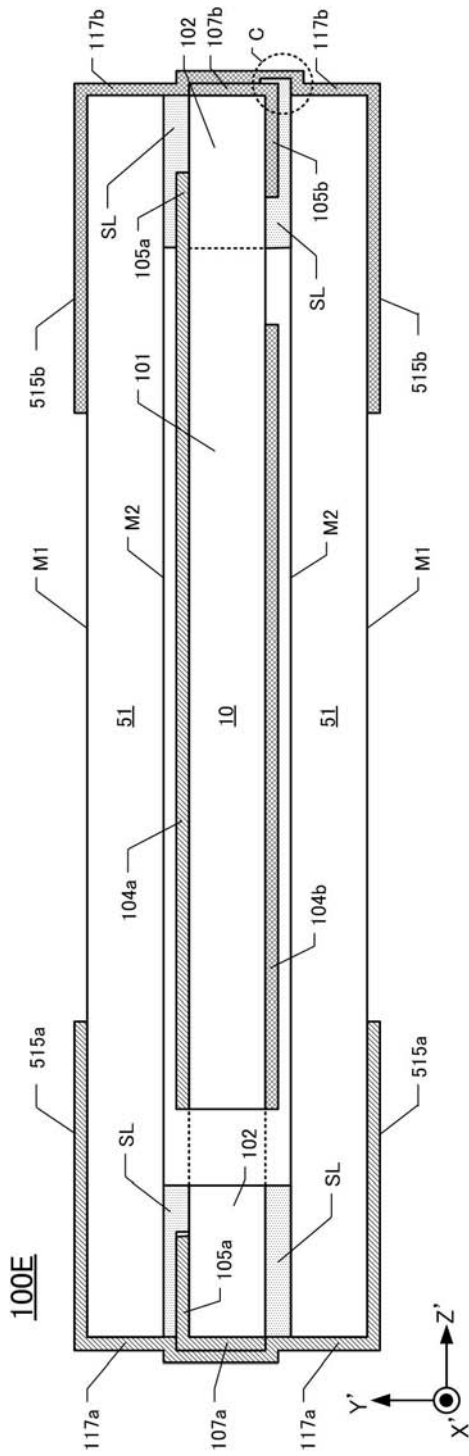
**100D**



【図 11】



【 図 1 2 】



【図 13】

