

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5657400号  
(P5657400)

(45) 発行日 平成27年1月21日 (2015. 1. 21)

(24) 登録日 平成26年12月5日 (2014. 12. 5)

(51) Int. Cl.		F I	
<b>H03H</b>	<b>9/19</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H03H</b> 9/19 D
<b>H03H</b>	<b>9/02</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H03H</b> 9/02 A

請求項の数 4 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2011-3801 (P2011-3801)	(73) 特許権者	000232483
(22) 出願日	平成23年1月12日 (2011. 1. 12)		日本電波工業株式会社
(65) 公開番号	特開2012-147228 (P2012-147228A)		東京都渋谷区笹塚一丁目50番1号 笹塚 N Aビル
(43) 公開日	平成24年8月2日 (2012. 8. 2)	(74) 代理人	100106541
審査請求日	平成25年12月3日 (2013. 12. 3)		弁理士 伊藤 信和
		(72) 発明者	水沢 周一
			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
		(72) 発明者	高橋 岳寛
			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
		審査官	畑中 博幸
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水晶デバイス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

両主面に形成された一对の励振電極により振動する水晶振動部と、前記水晶振動部を囲む4辺からなり長辺及び短辺を有する矩形状の枠部と、前記水晶振動部と前記枠部のうちの前記短辺である第1辺又は該第1辺の端部の近傍とを連結する連結部とを有するATカットの水晶フレームと、

前記枠部の一方の主面に封止材を介して接合され、前記励振電極に電圧を印加する一对の外部電極を前記第1辺の側と該第1辺に対向する第2辺の側とに有するベース部と、

前記枠部の他方の主面に前記封止材を介して接合されるリッド部と、を備え、

前記長辺であり前記枠部の前記第1辺に交差する第3辺には、前記水晶振動部の両主面に平行であり全面が前記リッド部に接合される第1平面と、前記第1平面の反対側の平面であり全面が前記ベース部に接合される第2平面と、前記第1平面に接続された第1斜面又は前記第2平面に接続された第2斜面と、前記第1斜面又は前記第2斜面を含み前記水晶振動部側に突き出した凸部とが形成され、

前記ATカットの水晶フレームは、前記水晶振動部と前記枠部との間に形成され前記ATカットの水晶フレームを貫通した貫通部を含み、

前記水晶フレームの前記枠部には、前記ベース部の側に形成される前記励振電極から前記連結部を介して前記ベース部の前記第1辺の側に形成された前記外部電極に接続される第1引出電極と、前記リッド部の側に形成される前記励振電極から前記連結部及び前記第3辺を介して前記ベース部の前記第2辺の側に形成された前記外部電極に接続される第2

10

20

引出電極と、を備え、

前記第 2 引出電極は、前記第 3 辺の前記第 1 辺の側から前記第 3 辺の前記第 1 平面及び前記凸部の前記第 1 斜面のみを介して前記第 3 辺の前記第 2 辺の側の端部に伸び、又は前記第 3 辺の前記第 1 辺の側から前記第 3 辺の前記第 2 平面及び前記凸部の前記第 2 斜面のみを介して前記第 3 辺の前記第 2 辺の側に伸びる水晶デバイス。

【請求項 2】

前記第 2 引出電極は、前記貫通部の一部を通り前記第 1 平面から前記第 2 平面、又は前記第 2 平面から前記第 1 平面に引き出されている請求項 1 に記載の水晶デバイス。

【請求項 3】

前記貫通部は、前記連結部、前記枠部の前記第 1 辺、前記第 2 辺及び前記第 3 辺の中のいずれか 2 つにより直角以下の角度に形成される角部を有し、

前記第 2 引出電極が通る前記貫通部の一部は、前記角部を含む請求項 2 に記載の水晶デバイス。

【請求項 4】

前記 A T カットの水晶フレームは、長辺方向を X 軸、厚さ方向を Y' 軸、短辺方向を Z' 軸として規定され、

前記枠部はウエットエッチングにより形成され、前記枠部の前記第 1 辺及び前記第 2 辺は前記 Z' 軸方向に、前記第 3 辺は X 軸方向に伸びている請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の水晶デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、貫通部が形成された A T カットの水晶フレームを有する水晶デバイスに関する。

【背景技術】

【0002】

電圧が印加されることにより振動する振動部と振動部を囲む枠部とが形成された水晶フレームを有する水晶デバイスが知られている。このような水晶デバイスは、複数の水晶フレームがウエハ上に形成されることにより一度に大量に製造される。

【0003】

水晶フレームは、ウエハを貫通する貫通部が形成されることにより振動部と枠部とが形成される。また振動部には振動部を振動させる励振電極が形成され、枠部には励振電極に接続された引出電極が形成される。これらの電極はスパッタ等の方法により形成されるが、スパッタ時のマスクのずれ等により貫通部を介して金属粒子が拡散し意図しない場所に電極が形成されてしまう場合がある。このようなマスクのずれに対応するために、貫通部に金属粒子の拡散を防ぐための遮蔽部が設けられることが好ましい。遮蔽部としては、例えば特許文献 1 に開示されているような枠部の貫通部側の側面に形成された凸部が考えられる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2010 - 147627 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし特許文献 1 に開示された水晶振動片は、枠部に形成される凸部のみに引出電極が形成されるため、引出電極の表面積が小さくなる。そのため引出電極の電気抵抗値が高くなり、振動部の振動特性が悪化することが想定される。

【0006】

そこで本発明は、枠部の貫通部側の側面に凸部を形成して不必要な部分に電極が形成さ

10

20

30

40

50

れないようにし、枠部の表面に引出電極を形成して電気抵抗値が低くされた水晶デバイスを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

第1観点の水晶デバイスは、両主面に形成された一対の励振電極により振動する水晶振動部と、水晶振動部を囲む4辺からなる矩形状の枠部と、水晶振動部と枠部のうちの第1辺又は第1辺の端部の近傍とを連結する連結部とを有するATカットの水晶フレームと、枠部に接合され、励振電極に電圧を印加する一対の外部電極を第1辺の側と第1辺に対向する第2辺の側とに有するベース部と、を備え、枠部の第1辺に交差する第3辺には、水晶振動部の両主面に平行な第1平面と、第1平面の反対側の第2平面と、第1平面に接続された第1斜面又は第2平面に接続された第2斜面と、第1斜面又は第2斜面を含み水晶振動部側に突き出した凸部とが形成され、水晶フレームの枠部には、一対の励振電極の一方から連結部を介してベース部の第1辺の側に形成された外部電極に接続される第1引出電極と、一対の励振電極の他方から連結部と枠部の第3辺の第1平面及び凸部の第1斜面、又は枠部の第3辺の第2平面及び凸部の第2斜面とを介してベース部の第2辺の側に形成された外部電極に接続される第2引出電極と、を備える。

10

【0008】

第2観点の水晶デバイスは、第1観点において、ATカットの水晶フレームが水晶振動部と枠部との間に形成されATカットの水晶フレームを貫通した貫通部を含み、第2引出電極が貫通部の一部を通り第1平面から第2平面、又は第2平面から第1平面に引き出されている。

20

【0009】

第3観点の水晶デバイスは、第2観点において、貫通部が、連結部、枠部の第1辺、第2辺及び第3辺の中のいずれか2つにより直角以下の角度に形成される角部を有し、第2引出電極が通る貫通部の一部は、角部を含む。

【0010】

第4観点の水晶デバイスは、第1観点から第3観点において、ATカットの水晶フレームが、長辺方向をX軸、厚さ方向をY'軸、短辺方向をZ'軸として規定され、枠部はウエットエッチングにより形成され、枠部の第1辺及び第2辺はZ'軸方向に、第3辺はX軸方向に伸びている。

30

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、枠部の貫通部側の側面に凸部を形成して不必要な部分に電極が形成されないようにし、引出電極の電気抵抗値が低くされた水晶デバイスを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】水晶デバイス100の分解斜視図である。

【図2】図1のA-A断面図である。

【図3】(a)は、水晶フレーム110の平面図である。(b)は、図3(a)のB-B断面図である。(c)は、図3(a)のC-C断面図である。

40

【図4】水晶デバイス100の製造方法が示されたフローチャートである。

【図5】水晶ウエハW110の平面図である。

【図6】水晶ウエハW110の製造方法を示すフローチャートである。

【図7】水晶ウエハW110の製造方法を示すフローチャートである。

【図8】水晶ウエハW110の製造方法を示すフローチャートである。

【図9】リッドウエハW120の平面図である。

【図10】ベースウエハW130の平面図である。

【図11】水晶デバイス200の概略分解斜視図である。

【図12】(a)は、水晶フレーム210の平面図である。(b)は、図12(a)の

50

D - D断面図である。(c)は、図12(a)のE - E断面図である。

【図13】(a)は、水晶フレーム310の平面図である。(b)は、水晶フレーム410の平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、本発明の範囲は以下の説明において特に本発明を限定する旨の記載がない限り、これらの形態に限られるものではない。

【0014】

(第1実施形態)

<水晶デバイス100の構成>

図1は、水晶デバイス100の概略分解斜視図である。水晶デバイス100は、表面実装型の水晶デバイスであり、プリント基板等へ実装されて使用される。水晶デバイス100は主に、水晶フレーム110と、リッド部120と、ベース部130とにより構成されている。水晶フレーム110にはATカットの水晶材が用いられる。ATカットの水晶材は、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。以下の説明では、ATカットの水晶材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、水晶デバイス100においては水晶デバイス100の長辺方向をX軸方向、水晶デバイス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'軸方向として説明する。

【0015】

水晶フレーム110は、電圧の印加により振動する水晶振動部111と、水晶振動部111を囲むように形成される枠部112と、水晶振動部111と枠部112とを連結する一対の連結部117とを備えている。また、水晶振動部111と枠部112との間には水晶フレーム110をY'軸方向に貫通する貫通部113が形成されている。以下、枠部112の-X軸側の辺を第1辺112a、+X軸側の辺を第2辺112b、+Z'軸側の辺を第3辺112c、-Z'軸側の辺を第4辺112dとして説明する。なお、水晶振動部111は一対の連結部117を介して枠部112の第1辺112aに連結されている。水晶振動部111の+Y'軸側の面と-Y'軸側の面とは一対の励振電極114が形成されている。また、水晶フレーム110は-Y'軸側の励振電極114に接続され一方の連結部117を通り枠部112の第1辺112aの-Z'軸側の隅まで形成された第1引出電極115aを有している。さらに水晶フレーム110は、+Y'軸側の励振電極114に接続され他方の連結部117を通り貫通部113を介して水晶フレーム110の+Y'軸側の面から-Y'軸側の面に引き出された第2引出電極115bを有している。また、第2引出電極115bは水晶フレーム110の-Y'軸側の面において枠部112の第1辺112a及び第3辺112cを通り第2辺112bの+Z'軸側の隅まで形成される。

【0016】

リッド部120は、+Y'軸側の面及び-Y'軸側の面が凹凸のない平板状に形成されており、水晶フレーム110の+Y'軸側に配置される。リッド部120の-Y'軸側の面には、水晶フレーム110の枠部112と接合される接合面121が形成されている。

【0017】

ベース部130は水晶フレーム110の-Y'軸側に配置される。ベース部130の+Y'軸側の面には凹部131及び接合面132が形成されている。またベース部130の+Y'軸側の面の四隅には電極パッド135が形成されている。ベース部130の-Y'軸側の面の+X軸側及び-X軸側には一対の外部電極133が形成されている。また、ベース部130の四隅にはキャスタレーション134が形成されており、キャスタレーション134にはキャスタレーション電極136が形成されている。各キャスタレーション電極136は、+Y'軸側の面に形成されている電極パッド135と-Y'軸側の面に形成されている外部電極133とをそれぞれ電氣的に接続している。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 8 】

図 2 は、図 1 の A - A 断面図である。水晶デバイス 1 0 0 は、水晶フレーム 1 1 0 の + Y ' 軸側にリッド部 1 2 0 が配置され、- Y ' 軸側にベース部 1 3 0 が配置される。リッド部 1 2 0 の接合面 1 2 1 及びベース部 1 3 0 の接合面 1 3 2 は、水晶フレーム 1 1 0 の枠部 1 1 2 と封止材 1 4 0 を介して接合される。また、水晶フレーム 1 1 0 に形成されている第 1 引出電極 1 1 5 a 及び第 2 引出電極 1 1 5 b は、ベース部 1 3 0 の + Y ' 軸側の面に形成されている電極パッド 1 3 5 と接続される。そのため水晶フレーム 1 1 0 に形成されている励振電極 1 1 4 は、第 1 引出電極 1 1 5 a 又は第 2 引出電極 1 1 5 b、電極パッド 1 3 5 及びキャストレーション電極 1 3 6 を介してベース部 1 3 0 に形成されている外部電極 1 3 3 と電氣的に接続される。

10

## 【 0 0 1 9 】

図 2 に示されたように、水晶フレーム 1 1 0 において水晶振動部 1 1 1 の + Y ' 軸側の面が枠部 1 1 2 の + Y ' 軸側の面よりも - Y ' 軸側に凹んで形成されているので、枠部 1 1 2 は水晶振動部 1 1 1 より Y ' 軸方向に厚く形成されている。また水晶振動部 1 1 1 は、中心が外周より Y ' 軸方向に厚いメサ型形状に形成されている。励振電極 1 1 4 は、この水晶振動部 1 1 1 の厚さが厚くなっているメサ部 1 1 6 に形成されている。

## 【 0 0 2 0 】

図 3 ( a ) は、水晶フレーム 1 1 0 の平面図である。水晶フレーム 1 1 0 は水晶振動部 1 1 1 と、枠部 1 1 2 と、水晶振動部 1 1 1 と枠部 1 1 2 の第 1 辺 1 1 2 a とを連結する連結部 1 1 7 とを備えている。また、水晶振動部 1 1 1 と枠部 1 1 2 との間には貫通部 1 1 3 が形成されている。水晶振動部 1 1 1 はメサ型に形成されており、外周より厚く形成されたメサ部 1 1 6 の + Y ' 軸側の面と - Y ' 軸側の面とはそれぞれ励振電極 1 1 4 が形成されている。また、各励振電極 1 1 4 には第 1 引出電極 1 1 5 a と第 2 引出電極 1 1 5 b とが接続されている。枠部 1 1 2 の水晶振動部 1 1 1 側には水晶振動部 1 1 1 に向かって突き出した凸部 1 1 8 が形成されている。枠部 1 1 2 の第 3 辺 1 1 2 c に形成された第 2 引出電極 1 1 5 b は凸部 1 1 8 の一部にも形成されている。また、第 2 引出電極 1 1 5 b は、点線 1 9 1 で囲まれた貫通部 1 1 3 の - X 軸側端部を介して + Y ' 軸側の面から - Y ' 軸側の面に引き出される。点線 1 9 1 で囲まれた部分に示されたように、第 1 辺 1 1 2 a と第 2 辺 1 1 2 b とが交わって形成された第 1 角部 1 1 3 a、及び連結部 1 1 7 と第 1 辺 1 1 2 a とが交わって形成された第 2 角部 1 1 3 b は直角以下の角度で形成され、特に凸部が大きく突き出して形成される。そのため、第 1 角部 1 1 3 a 及び第 2 角部 1 1 3 B では貫通部 1 1 3 の側面に電極となる金属膜を形成し易く、電極を + Y ' 軸側の面から - Y ' 軸側の面に引き出す場合には貫通部 1 1 3 の角部を介することが好ましい。

20

30

## 【 0 0 2 1 】

図 3 ( b ) は、図 3 ( a ) の B - B 断面図である。枠部 1 1 2 の + Y ' 軸側の面を第 1 平面 1 1 9 a、- Y ' 軸側の面を第 2 平面 1 1 9 b とする。また第 2 平面 1 1 9 b に接続される凸部 1 1 8 の斜面を第 2 斜面 1 1 8 b とする。第 2 引出電極 1 1 5 b は、第 2 平面 1 1 9 b に形成され、また第 2 斜面 1 1 8 b の一部に形成されている。

## 【 0 0 2 2 】

図 3 ( c ) は、図 3 ( a ) の C - C 断面図である。第 2 引出電極 1 1 5 b は、貫通部 1 1 3 の第 1 角部 1 1 3 a 及び第 2 角部 1 1 3 b を介して + Y ' 軸側の面から - Y ' 軸側の面に引き出される。これは、貫通部 1 1 3 の第 1 角部 1 1 3 a 及び第 2 角部 1 1 3 b において凸部 1 1 8 が大きく突き出して形成されており、貫通部 1 1 3 の側面に電極となる金属膜を形成し易いためである。

40

## 【 0 0 2 3 】

< 水晶デバイス 1 0 0 の製造方法 >

図 4 は、水晶デバイス 1 0 0 の製造方法が示されたフローチャートである。

まずステップ S 1 0 1 で、水晶ウエハ W 1 1 0 が用意される。水晶ウエハ W 1 1 0 は、A T カットされた水晶材により形成されており、水晶ウエハ W 1 1 0 には複数の水晶フレ

50

ーム 1 1 0 が形成されている。図 5 を参照して水晶ウエハ W 1 1 0 について説明し、さらに図 6 から図 8 を参照して水晶ウエハ W 1 1 0 の製造方法について説明する。

【 0 0 2 4 】

図 5 は、水晶ウエハ W 1 1 0 の平面図である。水晶ウエハ W 1 1 0 には複数の水晶フレーム 1 1 0 が形成されている。図 5 では、隣接する水晶フレーム 1 1 0 の境界線が二点鎖線で示されている。この二点鎖線は、後述される図 4 のステップ S 1 0 5 でウエハが切断される線であるスクライプライン 1 7 0 である。各水晶フレーム 1 1 0 には水晶振動部 1 1 1、枠部 1 1 2、貫通部 1 1 3 及び連結部 1 1 7 が形成されている。また水晶振動部 1 1 1 の + Y ' 軸側の面と - Y ' 軸側の面とには励振電極 1 1 4 が形成されており、各励振電極 1 1 4 はそれぞれ第 1 引出電極 1 1 5 a 又は第 2 引出電極 1 1 5 b に接続されている。

10

【 0 0 2 5 】

図 6 から図 8 は、水晶ウエハ W 1 1 0 の製造方法を示すフローチャートである。図 6 から図 8 を参照して水晶ウエハ W 1 1 0 の製造方法、特に水晶振動部 1 1 1 及び貫通部 1 1 3 の形成方法について説明する。図 6 から図 8 では、フローチャートの右横に各ステップを説明するための図面が示されている。また、図 6 から図 8 は図 5 の F - F 断面に相当する位置の断面図である。

【 0 0 2 6 】

まず図 6 のステップ S 2 0 1 で、A T カットされた水晶ウエハ W 1 1 0 が用意される。図 6 ( a ) は、ステップ S 2 0 1 で用意された A T カットされた水晶ウエハ W 1 1 0 の断面図である。水晶ウエハ W 1 1 0 は + Y ' 軸側の面及び - Y ' 軸側の面に主面を有しており、両主面は凹凸のない平面に形成されている。

20

【 0 0 2 7 】

ステップ S 2 0 2 で、水晶ウエハ W 1 1 0 の両面に金属膜 1 8 0 及びレジスト膜 1 8 1 が順に形成される。図 6 ( b ) は、金属膜 1 8 0 及びレジスト膜 1 8 1 が形成された水晶ウエハ W 1 1 0 の断面図である。金属膜 1 8 0 は、水晶ウエハ W 1 1 0 の + Y ' 軸側の面と - Y ' 軸側の面とにクロム ( C r ) 層 ( 不図示 ) が形成され、クロム層の表面に金 ( A u ) 層 ( 不図示 ) が形成される。また、金属膜 1 8 0 の表面にはレジスト膜 1 8 1 が形成される。レジスト膜 1 8 1 は、例えば露光されると現像液に対する溶解性が高くなるポジ型のレジスト膜が用いられる。

30

【 0 0 2 8 】

ステップ S 2 0 3 で、レジスト膜 1 8 1 の露光及び現像が行われ、金属膜 1 8 0 の除去が行われる。ステップ S 2 0 3 では、枠部 1 1 2 以外 ( 図 3 ( a ) の水晶振動部 1 1 1 及び貫通部 1 1 3 に対応 ) の + Y ' 軸側の面に形成されている金属膜 1 8 0 及びレジスト膜 1 8 1 が除去される。図 6 ( c ) は、レジスト膜 1 8 1 の露光及び現像が行われ、金属膜 1 8 0 が除去された水晶ウエハ W 1 1 0 の断面図である。ステップ S 2 0 3 では、まず第 1 マスク 1 6 1 が水晶ウエハ W 1 1 0 の + Y ' 軸側の面に配置される。第 1 マスク 1 6 1 は、枠部 1 1 2 が形成される位置の + Y ' 軸側に重なるように形成されている。第 1 マスク 1 6 1 を配置した後に水晶ウエハ W 1 1 0 の + Y ' 軸側の面に紫外線を含む光 1 9 0 を照射してレジスト膜 1 8 1 を露光する。さらに、レジスト膜 1 8 1 を現像液 ( 不図示 ) に浸して現像し、露出された金属膜 1 8 0 をエッチングして除去する。

40

【 0 0 2 9 】

ステップ S 2 0 4 で、水晶振動部 1 1 1 ( 図 3 ( a ) 参照 ) の厚さを薄くするために水晶ウエハ W 1 1 0 がウエットエッチングされる。図 6 ( d ) は、一部が薄くエッチングされた水晶ウエハ W 1 1 0 の断面図である。ステップ S 2 0 4 では、水晶ウエハ W 1 1 0 の枠部 1 1 2 以外の + Y ' 軸側の面がウエットエッチングされて枠部 1 1 2 よりも薄く形成される。水晶材は結晶軸の X 軸、Y 軸及び Z 軸でエッチングの速度が異なる。そのため A T カットされた水晶材に於いても X 軸、Y ' 軸及び Z ' 軸でエッチングの速度が異なり、水晶ウエハ W 1 1 0 は異方的にエッチングされる。図 6 ( d ) の点線で囲まれた領域 1 7 1 a 及び 1 7 1 b に示されるように、水晶ウエハ W 1 1 0 は主面に対して斜めにエッチン

50

グされる。

【 0 0 3 0 】

次に、図 7 のステップ S 2 0 5 では、水晶ウエハ W 1 1 0 の両面に金属膜 1 8 0 及びレジスト膜 1 8 1 が順に形成される。ステップ S 2 0 5 では、ステップ S 2 0 4 の後に残っている金属膜 1 8 0 及びレジスト膜 1 8 1 を除去し、新たに水晶振動部 1 1 1 のメサ部 1 1 6 ( 図 2 参照 ) を形成するための金属膜 1 8 0 及びレジスト膜 1 8 1 が形成される。図 7 ( a ) は、ステップ S 2 0 5 で金属膜 1 8 0 及びレジスト膜 1 8 1 が形成された水晶ウエハ W 1 1 0 の断面図である。金属膜 1 8 0 及びレジスト膜 1 8 1 は、水晶ウエハ W 1 1 0 の + Y ' 軸側の面及び - Y ' 軸側の面の全てに形成される。

【 0 0 3 1 】

ステップ S 2 0 6 では、レジスト膜 1 8 1 の露光及び現像が行われ、金属膜 1 8 0 の除去が行われる。ステップ S 2 0 6 では、枠部 1 1 2 及び水晶振動部 1 1 1 のメサ部 1 1 6 ( 図 2 参照 ) が形成される領域以外の金属膜 1 8 0 及びレジスト膜 1 8 1 が除去される。図 7 ( b ) は、ステップ S 2 0 6 でレジスト膜 1 8 1 の露光及び現像が行われ金属膜 1 8 0 が除去された水晶ウエハ W 1 1 0 の断面図である。図 7 ( b ) では、水晶振動部 1 1 1 の外周及び貫通部 1 1 3 ( 図 3 ( a ) 参照 ) の + Y ' 軸側及び - Y ' 軸側の面に形成されている金属膜 1 8 0 及びレジスト膜 1 8 1 が除去されている。ステップ S 2 0 6 では、まず第 2 マスク 1 6 2 が水晶ウエハ W 1 1 0 の + Y ' 軸側及び - Y ' 軸側の面に配置される。第 2 マスク 1 6 2 は、枠部 1 1 2 及びメサ部 1 1 6 ( 図 2 参照 ) が形成される位置に重なるように形成されている。第 2 マスク 1 6 2 を配置した後に水晶ウエハ W 1 1 0 の + Y ' 軸側及び - Y ' 軸側の面に紫外線を含む光 1 9 0 を照射してレジスト膜 1 8 1 を露光する。さらに、レジスト膜 1 8 1 を現像液 ( 不図示 ) に浸して現像し、露出された金属膜 1 8 0 をエッチングして除去する。

【 0 0 3 2 】

ステップ S 2 0 7 では、水晶振動部 1 1 1 がメサ型に形成される。ステップ S 2 0 7 では、水晶ウエハ W 1 1 0 の水晶振動部 1 1 1 の外周の厚さが薄くなるようにウエットエッチングされる。図 7 ( c ) は、ステップ S 2 0 7 で水晶振動部 1 1 1 の外周の厚さが薄くされた水晶ウエハ W 1 1 0 の断面図である。ステップ S 2 0 7 では、水晶ウエハ W 1 1 0 の貫通部 1 1 3 ( 図 3 ( a ) 参照 ) 及び水晶振動部 1 1 1 の外周の + Y ' 軸側及び - Y ' 軸側の面がウエットエッチングされて水晶振動部 1 1 1 にメサ部 1 1 6 が形成される。

【 0 0 3 3 】

ステップ S 2 0 8 では、水晶ウエハ W 1 1 0 の両面に金属膜 1 8 0 及びレジスト膜 1 8 1 が順に形成される。ステップ S 2 0 8 では、ステップ S 2 0 7 の後に残っている金属膜 1 8 0 及びレジスト膜 1 8 1 を除去し、新たに貫通部 1 1 3 ( 図 3 ( a ) 参照 ) を形成するための金属膜 1 8 0 及びレジスト膜 1 8 1 が形成される。図 7 ( d ) は、ステップ S 2 0 8 で金属膜 1 8 0 及びレジスト膜 1 8 1 が形成された水晶ウエハ W 1 1 0 の断面図である。金属膜 1 8 0 及びレジスト膜 1 8 1 は、水晶ウエハ W 1 1 0 の + Y ' 軸側の面及び - Y ' 軸側の面の全てに形成される。

【 0 0 3 4 】

次に、図 8 のステップ S 2 0 9 では、レジスト膜 1 8 1 の露光及び現像が行われ、金属膜 1 8 0 の除去が行われる。ステップ S 2 0 9 では、貫通部 1 1 3 ( 図 3 ( a ) 参照 ) の + Y ' 軸側及び - Y ' 軸側の金属膜 1 8 0 及びレジスト膜 1 8 1 が除去される。図 8 ( a ) は、ステップ S 2 0 9 でレジスト膜 1 8 1 の露光及び現像が行われ、金属膜 1 8 0 が除去された水晶ウエハ W 1 1 0 の断面図である。図 8 ( a ) では、貫通部 1 1 3 ( 図 3 ( a ) 参照 ) の + Y ' 軸側及び - Y ' 軸側の面に形成されている金属膜 1 8 0 及びレジスト膜 1 8 1 が除去されている。ステップ S 2 0 9 では、まず第 3 マスク 1 6 3 が水晶ウエハ W 1 1 0 の + Y ' 軸側及び - Y ' 軸側の面に配置される。第 3 マスク 1 6 3 は、貫通部 1 1 3 ( 図 3 ( a ) 参照 ) 以外の領域を覆うマスクである。第 3 マスク 1 6 3 を配置した後に水晶ウエハ W 1 1 0 の + Y ' 軸側及び - Y ' 軸側の面に紫外線を含む光 1 9 0 を照射してレジスト膜 1 8 1 を露光する。さらに、レジスト膜 1 8 1 を現像液 ( 不図示 ) に浸して現

10

20

30

40

50

像し、露出された金属膜 180 をエッチングして除去する。

#### 【0035】

ステップ S 210 では、水晶ウエハ W 110 がウエットエッチングされることにより貫通部 113 が形成される。図 8 (b) は、ステップ S 210 で貫通部 113 が形成された水晶ウエハ W 110 の断面図である。水晶ウエハ W 110 は A T カットの水晶材の異方性により主面に対して斜めにエッチングされるため、貫通部 113 の側面には凸部 118 が形成される。

#### 【0036】

ステップ S 211 では、水晶ウエハ W 110 に励振電極 114、第 1 引出電極 115 a (図 3 (a) 参照) 及び第 2 引出電極 115 b が形成される。ステップ S 211 では、まずステップ S 210 の後に残っている金属膜 180 及びレジスト膜 181 が除去される。そして、第 4 マスク 164 a 及び第 4 マスク 164 b を介して、励振電極 114、第 1 引出電極 115 a (図 3 (a) 参照) 及び第 2 引出電極 115 b が形成される。図 8 (c) は、ステップ S 211 により励振電極 114、第 1 引出電極 115 a (図 3 (a) 参照) 及び第 2 引出電極 115 b が形成された水晶ウエハ W 110 の断面図である。第 4 マスク 164 a は、水晶フレーム 110 の + Y' 軸側の面に形成される電極の形状に開口を有し、水晶ウエハ W 110 の + Y' 軸側の面に配置されることにより用いられる。第 4 マスク 164 b は、水晶フレーム 110 の - Y' 軸側の面に形成される電極の形状に開口を有し、水晶ウエハ W 110 の - Y' 軸側の面に配置されることにより用いられる。励振電極 114、第 1 引出電極 115 a (図 3 (a) 参照) 及び第 2 引出電極 115 b は、ステップ S 202 で説明された金属膜 180 と同様にクロム層及び金層が第 4 マスク 164 a 及び第 4 マスク 164 b を介して水晶ウエハ W 110 に形成される。

#### 【0037】

図 4 に戻って、ステップ S 102 では、リッドウエハ W 120 が用意される。リッドウエハ W 120 には、複数のリッド部 120 が形成されている。リッドウエハ W 120 は、水晶材又はガラス材等により形成される。図 9 を参照してリッドウエハ W 120 について説明する。

#### 【0038】

図 9 は、リッドウエハ W 120 の平面図である。リッドウエハ W 120 には複数のリッド部 120 が形成されている。図 9 では、隣接するリッド部 120 の境界にスクライプライン 170 である二点鎖線が示されている。各リッド部 120 は、- Y' 軸側の面に形成されている接合面 121 において水晶フレーム 110 の枠部 112 と接合される。

#### 【0039】

ステップ S 103 では、ベースウエハ W 130 が用意される。ベースウエハ W 130 には、複数のベース部 130 が形成されている。ベースウエハ W 130 は、例えば水晶材又はガラス等により形成される。図 10 を参照してベースウエハ W 130 について説明する。

#### 【0040】

図 10 は、ベースウエハ W 130 の平面図である。ベースウエハ W 130 には複数のベース部 130 が形成されている。図 10 では、隣接するベース部 130 の境界にスクライプライン 170 である二点鎖線が示されている。各ベース部 130 の - Y' 軸側の面には外部電極 133 が形成されており、+ Y' 軸側の面には電極パッド 135 が形成されている。また、X 軸方向に伸びるスクライプライン 170 と Z' 軸方向に伸びるスクライプライン 170 が交差する場所にはベースウエハ W 130 を Y' 軸方向に貫通する貫通孔 134 a が形成されている。貫通孔 134 a は後述するステップ S 105 でウエハが切断されてキャストレーション 134 (図 1 参照) となる。貫通孔 134 a の内壁にはキャストレーション電極 136 (図 1 参照) が形成され、外部電極 133 と電極パッド 135 とが電氣的に接続される。また各ベース部 130 の + Y' 軸側の面には凹部 131 が形成されており、凹部 131 を囲むように接合面 132 が形成されている。



## 【 0 0 4 1 】

ステップ S 1 0 4 では、水晶ウエハ W 1 1 0、リッドウエハ W 1 2 0 及びベースウエハ W 1 3 0 が互いに接合される。各ウエハの接合では水晶ウエハ W 1 1 0 の枠部 1 1 2 とリッドウエハ W 1 2 0 の接合面 1 2 1 及びベースウエハ W 1 3 0 の接合面 1 3 2 とが Y' 軸方向に重なるように位置合わせされる。その後、接合材 1 4 0 ( 図 2 参照 ) を介して各ウエハ同士が接合される。

## 【 0 0 4 2 】

ステップ S 1 0 5 では、水晶ウエハ W 1 1 0、リッドウエハ W 1 2 0 及びベースウエハ W 1 3 0 が切断される。切断は、図 5、図 9 及び図 1 0 に示されたスクライプライン 1 7 0 に沿って行われる。これにより、水晶デバイス 1 0 0 が図 1 に示されたように単体となる。

10

## 【 0 0 4 3 】

水晶デバイス 1 0 0 では、枠部 1 1 2 に凸部 1 1 8 が形成されることにより、第 2 引出電極 1 1 5 b が意図しない場所に形成されることを防ぐことができる。例えば図 8 ( c ) において、第 4 マスク 1 6 4 b が - Z' 軸方向に僅かにずれた場合でも、凸部 1 1 8 が形成されていることにより第 2 引出電極 1 1 5 b は、枠部 1 1 2 の第 3 辺 1 1 2 c の側面の全面に形成されることが防がれている。また、凸部 1 1 8 は A T カットの水晶材のエッチングの異方性を利用して形成されているため、凸部 1 1 8 を形成するための特別な工程を用意することなく形成することができる。また、第 2 引出電極 1 1 5 b が枠部 1 1 2 の第 3 辺 1 1 2 c の第 2 平面 1 1 9 b に形成されているので、電気抵抗値を低くすることができる。

20

## 【 0 0 4 4 】

( 第 2 実施形態 )

水晶デバイス 1 0 0 では、第 2 引出電極 1 1 5 b が枠部 1 1 2 の第 3 辺 1 1 2 c の第 2 平面 1 1 9 b を介して第 1 辺 1 1 2 a から第 2 辺 1 1 2 b に引き出されていたが、第 1 平面 1 1 9 a を介して第 1 辺 1 1 2 a から第 2 辺 1 1 2 b に引き出されてもよい。以下、第 2 引出電極が第 1 平面 1 1 9 a を介して第 1 辺 1 1 2 a から第 2 辺 1 1 2 b に引き出されている水晶デバイス 2 0 0 について説明する。また以下の説明では水晶デバイス 1 0 0 とその構成が同じ部分には同じ番号を付してその説明を省略する。

## 【 0 0 4 5 】

< 水晶デバイス 2 0 0 の構成 >

図 1 1 は、水晶デバイス 2 0 0 の概略分解斜視図である。水晶デバイス 2 0 0 は、表面実装型の水晶デバイスであり、プリント基板等を実装されて使用される。水晶デバイス 2 0 0 は主に、水晶フレーム 2 1 0 と、リッド部 1 2 0 と、ベース部 1 3 0 とにより構成されている。

30

## 【 0 0 4 6 】

水晶フレーム 2 1 0 は、水晶振動部 1 1 1 と、枠部 1 1 2 と、連結部 1 1 7 とを備え、水晶フレーム 2 1 0 を Y' 軸方向に貫通する貫通部 1 1 3 が形成されている。さらに、水晶振動部 1 1 1 には一対の励振電極 1 1 4 が形成されている。また一対の励振電極 1 1 4 は、一対の連結部 1 1 7 を通り枠部 1 1 2 の角まで形成される第 1 引出電極 2 1 5 a 及び第 2 引出電極 2 1 5 b を有している。第 1 引出電極 2 1 5 a は、- Y' 軸側の励振電極 1 1 4 から一方の連結部 1 1 7 を通り枠部 1 1 2 の第 1 辺 1 1 2 a の - Y' 軸側の面の + Z' 軸側の隅まで形成されている。また、第 2 引出電極 2 1 5 b は、+ Y' 軸側の励振電極 1 1 4 から他方の連結部 1 1 7 及び枠部 1 1 2 の第 4 辺 1 1 2 d を通り、第 2 辺 1 1 2 b と第 4 辺 1 1 2 d とが交差した貫通部 1 1 3 の第 3 角部 1 1 3 c で + Y' 軸側の面から - Y' 軸側の面に引き出され、枠部 1 1 2 の第 2 辺 1 1 2 b の - Y' 軸側の面の - Z' 軸側の隅まで形成されている。

40

## 【 0 0 4 7 】

水晶デバイス 2 0 0 は、水晶フレーム 2 1 0 がリッド部 1 2 0 及びベース部 1 3 0 に挟

50

まれて接合されることにより形成されている。また、水晶フレーム 210 とリッド部 120 とが互いに接合されることによりベース部 130 の外部電極 133 と第 1 引出電極 215a 及び第 2 引出電極 215b とが接続され、外部電極 133 と励振電極 114 とが電氣的に接続される。

#### 【0048】

図 12(a) は、水晶フレーム 210 の平面図である。水晶フレーム 210 は水晶振動部 111 と、枠部 112 と、連結部 117 とを備え、水晶振動部 111 と枠部 112 との間に貫通部 113 が形成されている。水晶振動部 111 のメサ部 116 の +Y' 軸側の面と -Y' 軸側の面とにはそれぞれ励振電極 114 が形成されている。水晶振動部 111 の -Y' 軸側の面に形成されている励振電極 114 (不図示) から引き出されている第 1 引出電極 215a は、-Y' 軸側の面に形成されている励振電極 114 から一方の連結部 117 を介して枠部 112 の第 1 辺 112a に引き出され、第 1 辺 112a の +Z' 軸側の隅まで形成されている。また、水晶振動部 111 の +Y' 軸側の面に形成されている励振電極 114 から引き出されている第 2 引出電極 215b は、+Y' 軸側の面に形成されている励振電極 114 から他方の連結部 117 を介して枠部 112 の第 1 辺 112a に引き出され、第 4 辺 112d を通り、第 2 辺 112b と第 4 辺 112d とが交わる貫通部 113 の第 3 角部 113c (点線 192) で +Y' 軸側から -Y' 軸側に引き出され、第 4 辺 112d の +X 軸側の隅まで形成されている。

10

#### 【0049】

図 12(b) は、図 12(a) の D-D 断面図である。枠部 112 の +Y' 軸側の面である第 1 平面 119a と、第 1 平面 119a に接続され凸部 118 の斜面である第 1 斜面 118a の一部とには、第 2 引出電極 215b が形成されている。

20

#### 【0050】

図 12(c) は、図 12(a) の E-E 断面図である。第 2 引出電極 215b は、第 2 辺 112b と第 4 辺 112d とが交わる貫通部 113 の角部で +Y' 軸側から -Y' 軸側に引き出される。またこの角部では、凸部 118 が大きく突き出して形成され、枠部 112 の側面に金属膜を形成し易くなっている。また、第 2 引出電極 215b が枠部 112 の第 4 辺 112d の第 1 平面 119a に形成されているので、電気抵抗値を低くすることができる。

#### 【0051】

(第 3 実施形態)

30

水晶フレームの一对の連結部は、枠部 112 の第 1 辺 112a と第 3 辺 112c とが交わる貫通部 113 の角部、及び第 1 辺 112a と第 4 辺 112d とが交わる貫通部 113 の角部に形成されていてもよい。また、枠部 112 の第 3 辺 112c と第 4 辺 112d とに接続されて形成されていてもよい。以下に、枠部 112 の第 1 辺 112a と第 3 辺 112c とが交わる貫通部 113 の角部、及び第 1 辺 112a と第 4 辺 112d とが交わる貫通部 113 の角部に連結部が形成されている水晶フレーム 310 と、枠部 112 の第 3 辺 112c と第 4 辺 112d とに連結部が形成されている水晶フレーム 410 について説明する。また以下の説明では水晶フレーム 110 とその構成が同じ部分には同じ番号を付してその説明を省略する。

40

#### 【0052】

<水晶フレーム 310 の構成>

図 13(a) は、水晶フレーム 310 の平面図である。水晶フレーム 310 は水晶振動部 111 と、枠部 112 と、水晶振動部 111 と枠部 112 とを連結する一对の連結部 317 とを備え、水晶振動部 111 と枠部 112 との間には貫通部 313 が形成されている。一对の連結部 317 の一方は、枠部 112 の第 1 辺 112a 及び第 4 辺 112d が交わる貫通部 313 の角部と水晶振動部 111 の -X 軸方向の -Z' 軸側の端部とを連結している。一对の連結部 317 の他方は、枠部 112 の第 1 辺 112a 及び第 3 辺 112c が交わる貫通部 313 の角部と水晶振動部 111 の -X 軸方向の +Z' 軸側の端部とを連結している。水晶振動部 111 のメサ部 116 の +Y' 軸側の面と -Y' 軸側の面とにはそ

50

れぞれ励振電極 1 1 4 が形成されている。水晶振動部 1 1 1 の - Y ' 軸側の面に形成されている励振電極 1 1 4 (不図示) から引き出されている第 1 引出電極 3 1 5 a は、- Y ' 軸側の面に形成されている励振電極 1 1 4 から一方の連結部 3 1 7 を介して枠部 1 1 2 の第 1 辺 1 1 2 a の - Z ' 軸側の隅まで形成されている。また、水晶振動部 1 1 1 の + Y ' 軸側の面に形成されている励振電極 1 1 4 から引き出されている第 2 引出電極 3 1 5 b は、+ Y ' 軸側の面に形成されている励振電極 1 1 4 から他方の連結部 3 1 7 と第 3 辺 1 1 2 c とが交わる貫通部 3 1 3 の角部 (点線 1 9 3) で + Y ' 軸側の面から - Y ' 軸側の面に引き出され、枠部 1 1 2 の第 3 辺 1 1 2 c を通り第 2 辺 1 1 2 b の + Z ' 軸側の隅まで形成されている。

#### 【 0 0 5 3 】

10

水晶フレーム 3 1 0 は、連結部 3 1 7 と枠部 1 1 2 の第 3 辺 1 1 2 c 又は第 4 辺 1 1 2 d とが直角以下の角度で接続されており、連結部 3 1 7 と枠部 1 1 2 との間に形成される凸部 1 1 8 は、枠部 1 1 2 の各辺に形成された凸部 1 1 8 よりも大きく突き出して形成される。そのため、連結部 3 1 7 と枠部 1 1 2 との間に形成される凸部 1 1 8 では枠部の側面に電極を形成し易くなっている。また、第 2 引出電極 3 1 5 b が枠部 1 1 2 の第 3 辺 1 1 2 c の第 2 平面 1 1 9 b に形成されているので、電気抵抗値を低くすることができる。

#### 【 0 0 5 4 】

##### < 水晶フレーム 4 1 0 の構成 >

図 1 3 ( b ) は、水晶フレーム 4 1 0 の平面図である。水晶フレーム 4 1 0 は水晶振動部 1 1 1 と、枠部 1 1 2 と、水晶振動部 1 1 1 と枠部 1 1 2 とを連結する一对の連結部 4 1 7 とを備え、水晶振動部 1 1 1 と枠部 1 1 2 との間には貫通部 4 1 3 が形成されている。一对の連結部 4 1 7 は、水晶振動部 1 1 1 と枠部 1 1 2 の第 3 辺 1 1 2 c とを連結し、水晶振動部 1 1 1 と枠部 1 1 2 の第 4 辺 1 1 2 d とを連結している。水晶振動部 1 1 1 のメサ部 1 1 6 の + Y ' 軸側の面と - Y ' 軸側の面とはそれぞれ励振電極 1 1 4 が形成されている。水晶振動部 1 1 1 の - Y ' 軸側の面に形成されている励振電極 1 1 4 (不図示) から引き出されている第 1 引出電極 4 1 5 a は、- Y ' 軸側の面に形成されている励振電極 1 1 4 から一方の連結部 4 1 7 を介して枠部 1 1 2 の第 3 辺 1 1 2 c に引き出され、第 1 辺 1 1 2 a の + Z ' 軸側の隅まで形成されている。また、水晶振動部 1 1 1 の + Y ' 軸側の面に形成されている励振電極 1 1 4 から引き出されている第 2 引出電極 4 1 5 b は、+ Y ' 軸側の面に形成されている励振電極 1 1 4 から他方の連結部 4 1 7 を介して枠部 1 1 2 の第 4 辺 1 1 2 d に引き出され、第 2 辺 1 1 2 b と第 4 辺 1 1 2 d とが交わる貫通部 4 1 3 の角部 (点線 1 9 4) で + Y ' 軸側の面から - Y ' 軸側の面に引き出され、第 2 辺 1 1 2 b の - Z ' 軸側の隅まで形成されている。

20

30

#### 【 0 0 5 5 】

水晶フレーム 4 1 0 は、連結部 4 1 7 と枠部 1 1 2 の第 3 辺 1 1 2 c 又は第 4 辺 1 1 2 d とが直角で接続されており、連結部 4 1 7 と枠部 1 1 2 との間に形成される凸部 1 1 8 は、枠部 1 1 2 の各辺に形成された凸部 1 1 8 よりも大きく突き出して形成される。そのため、連結部 4 1 7 と枠部 1 1 2 との間に形成される凸部 1 1 8 では枠部の側面に電極を形成し易くなっている。また、第 2 引出電極 4 1 5 b が枠部 1 1 2 の第 4 辺 1 1 2 d の第 1 平面 1 1 9 a に形成されているので、電気抵抗値を低くすることができる。

40

#### 【 0 0 5 6 】

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

#### 【 0 0 5 7 】

例えば、上記の実施例における水晶振動部の製造方法では、ポジ型のレジスト膜を形成して水晶振動部及び貫通部が形成されたが、ネガ型のレジスト膜が使用されてもよい。ネガ型のレジスト膜は露光されると現像液に対する溶解性が低下する性質を有しているため、使用される露光用マスクは、エッチングを行いたい場所がマスクに覆われる。

#### 【 符号の説明 】

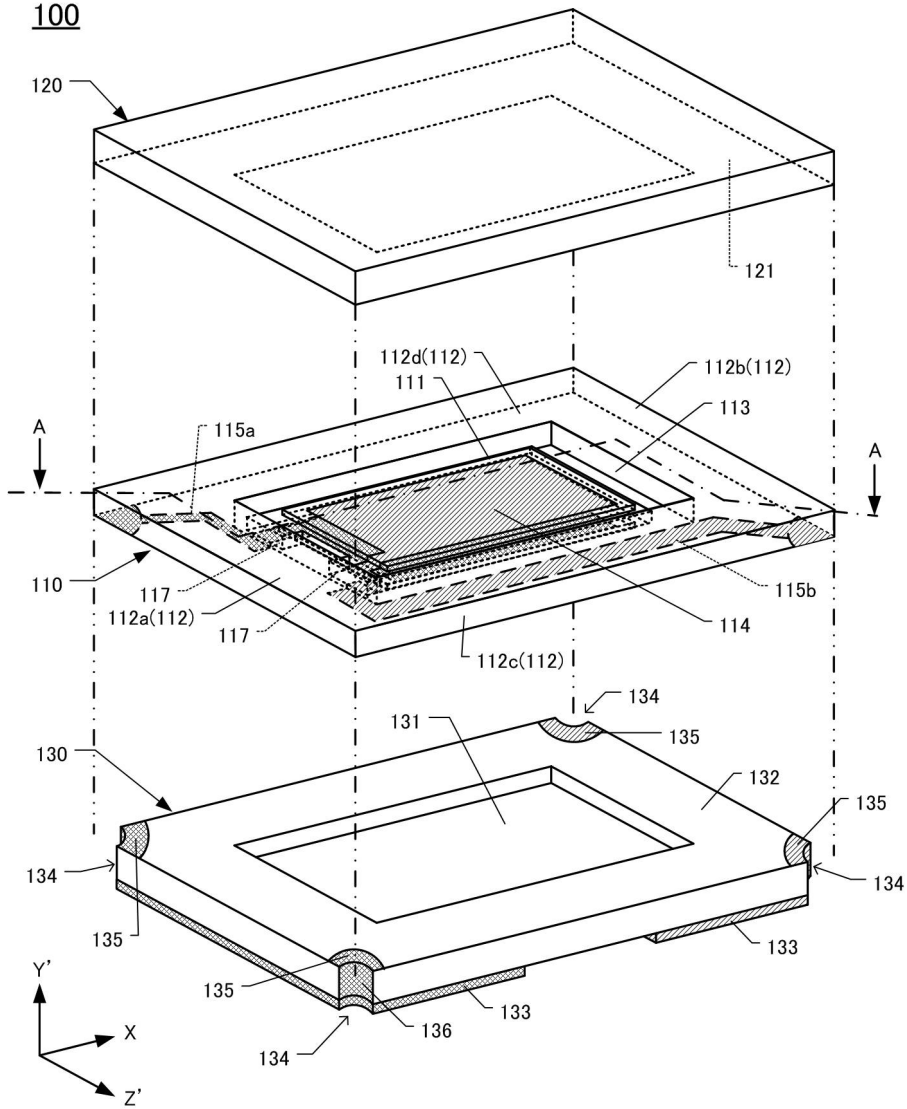
50

## 【 0 0 5 8 】

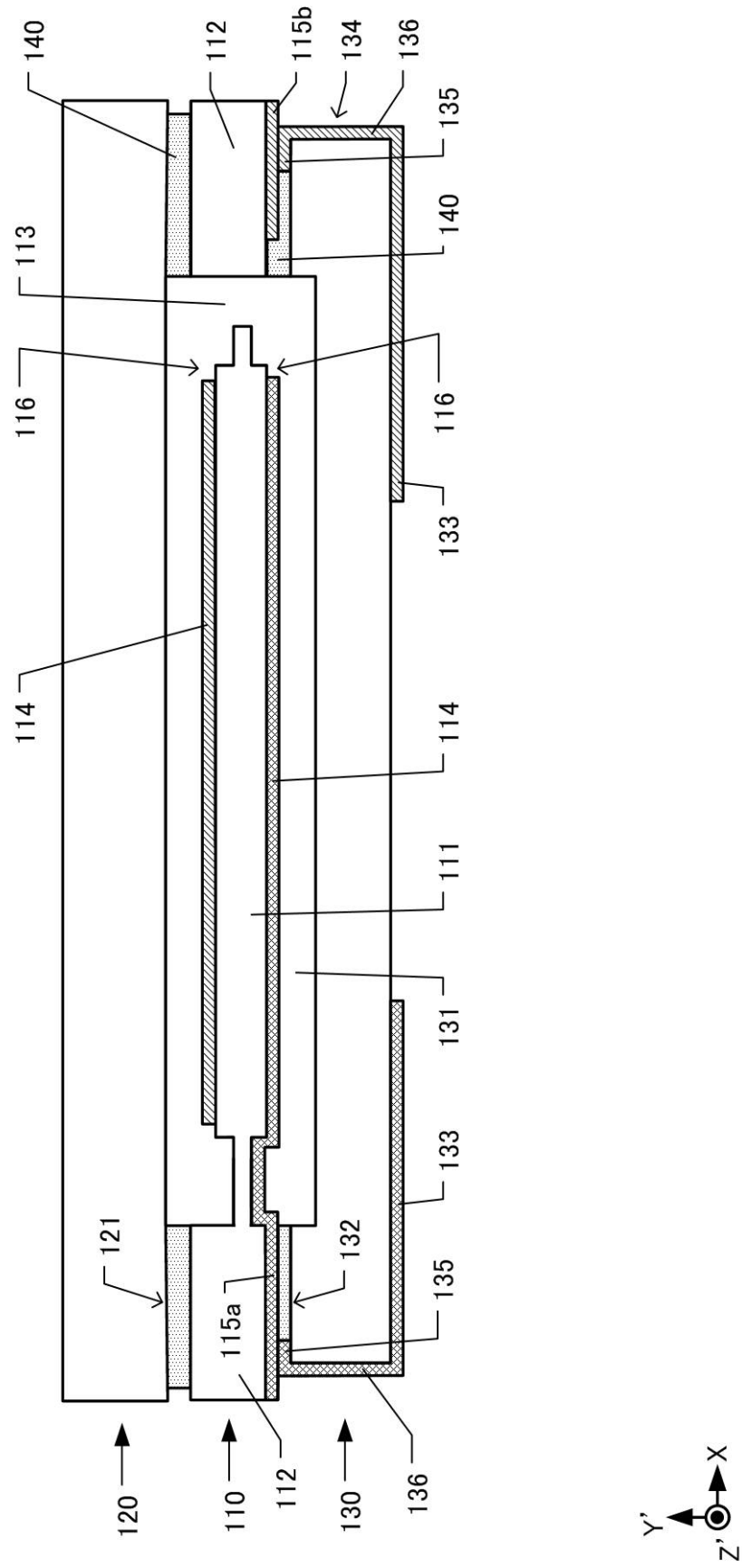
1 0 0	...	水晶デバイス	
1 1 0、2 1 0、3 1 0、4 1 0	...	水晶フレーム	
1 1 1	...	水晶振動部	
1 1 2	...	枠部	
1 1 2 a ~ 1 1 2 d	...	第 1 辺 ~ 第 4 辺	
1 1 3	...	貫通部	
1 1 4	...	励振電極	
1 1 5 a、2 1 5 a、3 1 5 a、4 1 5 a	...	第 1 引出電極	
1 1 5 b、2 1 5 b、3 1 5 b、4 1 5 b	...	第 2 引出電極	10
1 1 6	...	メサ部	
1 1 7、3 1 7、4 1 7	...	連結部	
1 1 8	...	凸部	
1 1 8 a	...	第 1 斜面、	1 1 8 b ... 第 2 斜面
1 1 9 a	...	第 1 平面、	1 1 9 b ... 第 2 平面
1 2 0	...	リッド部	
1 2 1、1 3 2	...	接合面	
1 3 0	...	ベース部	
1 3 1	...	凹部	
1 3 3	...	外部電極	20
1 3 4	...	キャスタレーション	
1 3 5	...	電極パッド	
1 3 6	...	キャスタレーション電極	
1 6 1	...	第 1 マスク、	1 6 2 ... 第 2 マスク、 1 6 3 ... 第 3 マスク
1 6 4 a、1 6 4 b	...	第 4 マスク	
1 8 0	...	金属膜	
1 8 1	...	レジスト膜	
1 9 0	...	紫外線を含む光	
W 1 1 0	...	水晶ウエハ	
W 1 2 0	...	リッドウエハ	30
W 1 3 0	...	ベースウエハ	

【図 1】

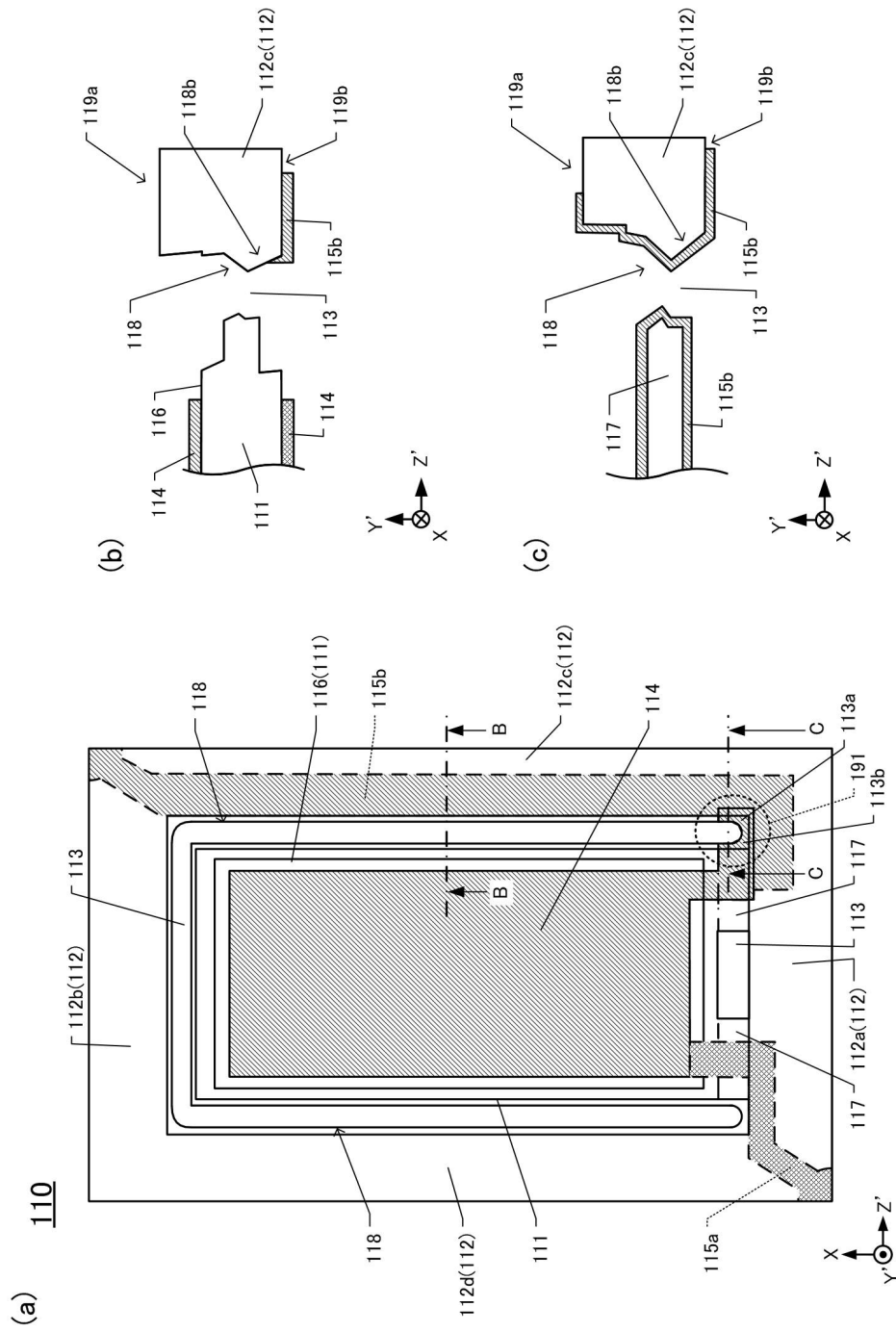
100



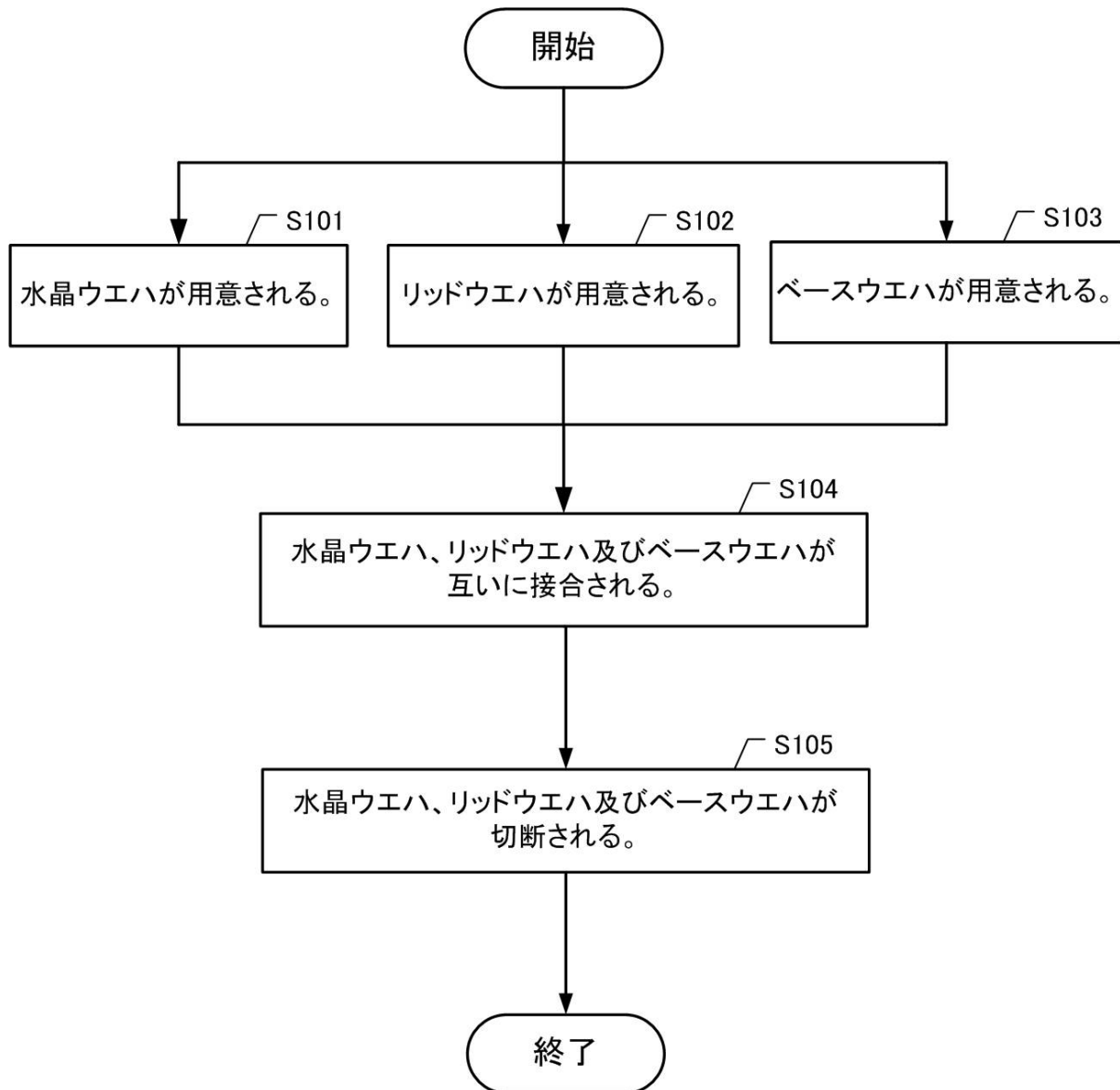
【 図 2 】



【図 3】



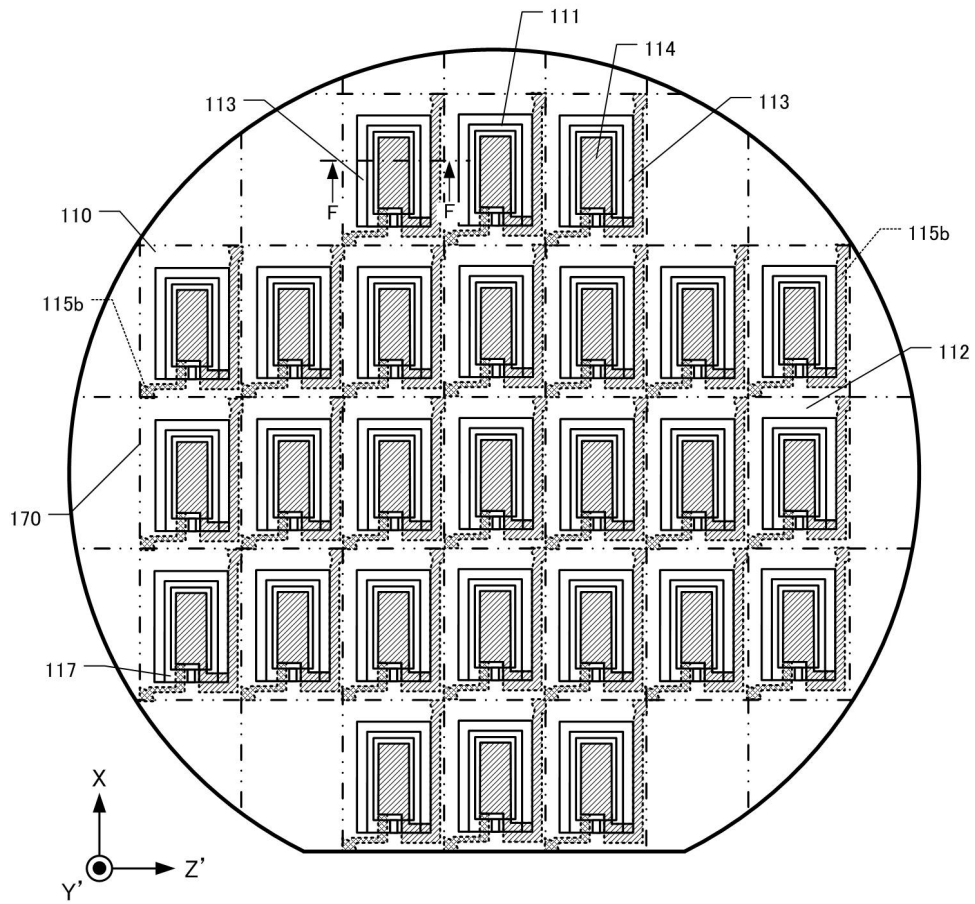
【図 4】





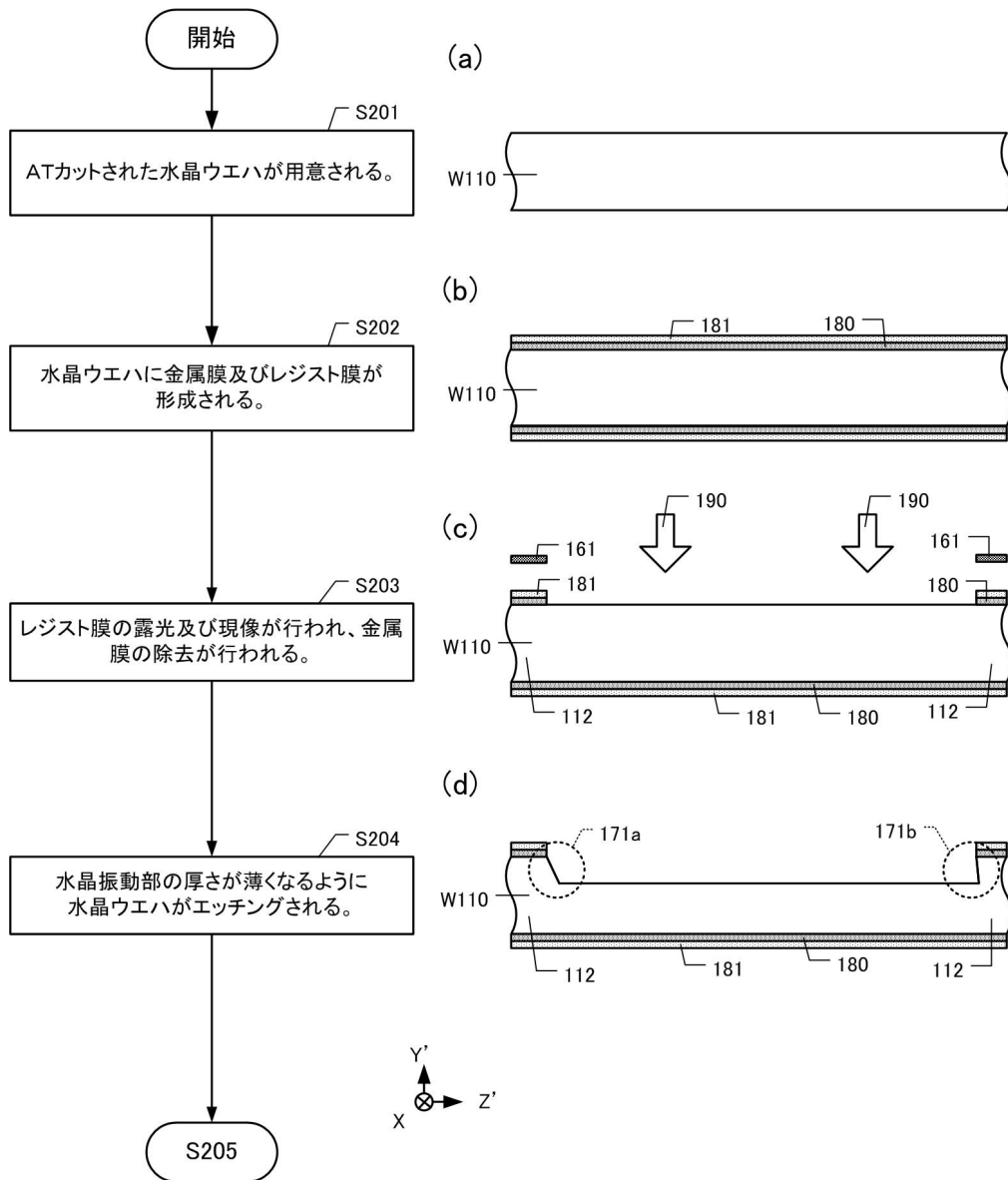
【図 5】

W110

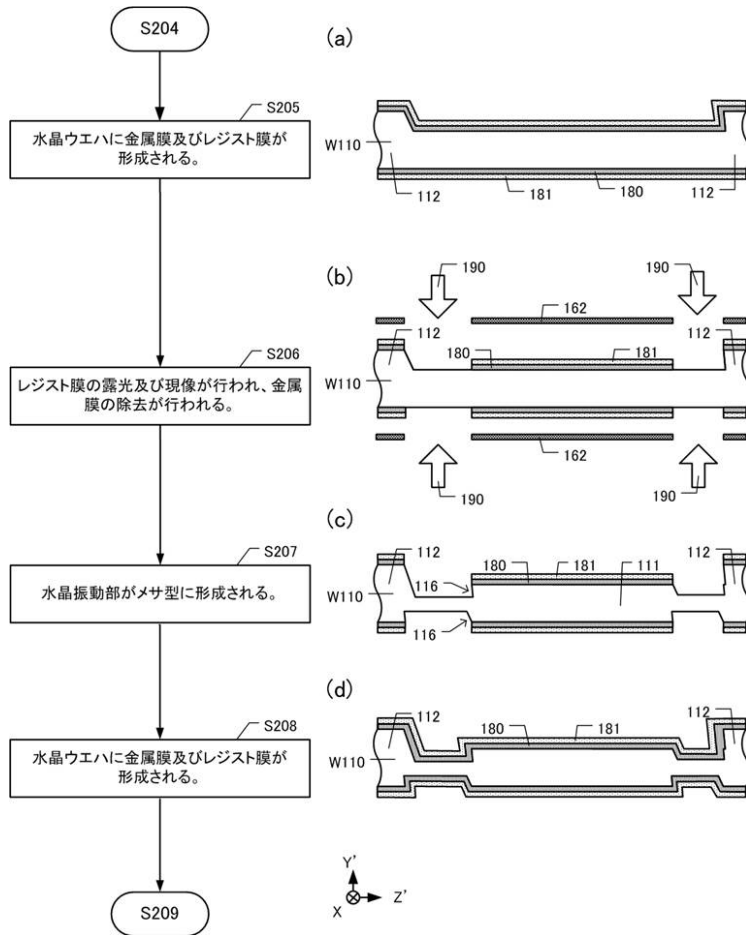


## 【図 6】

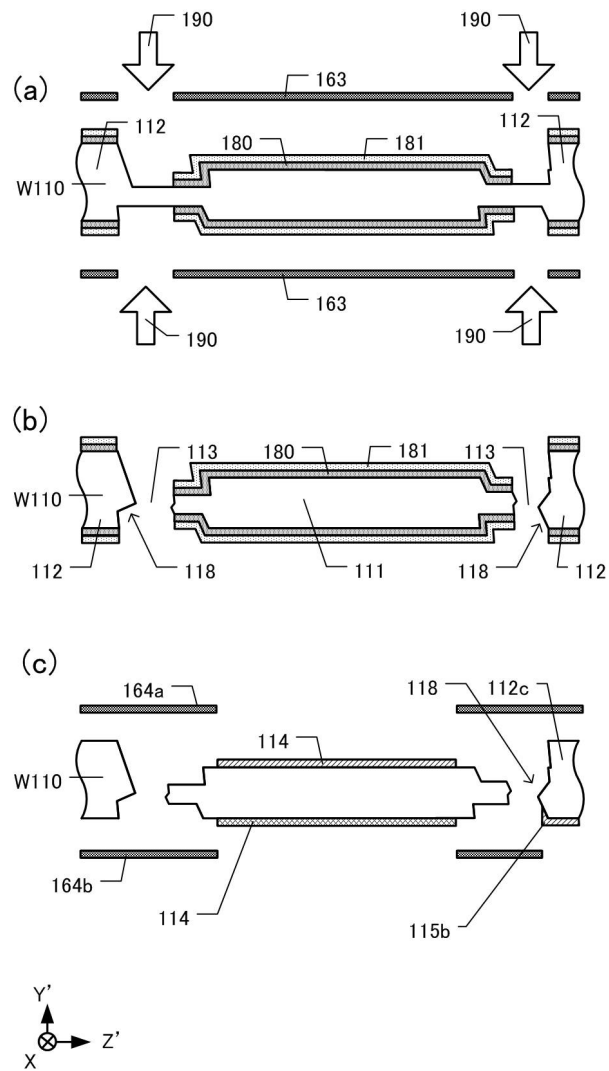
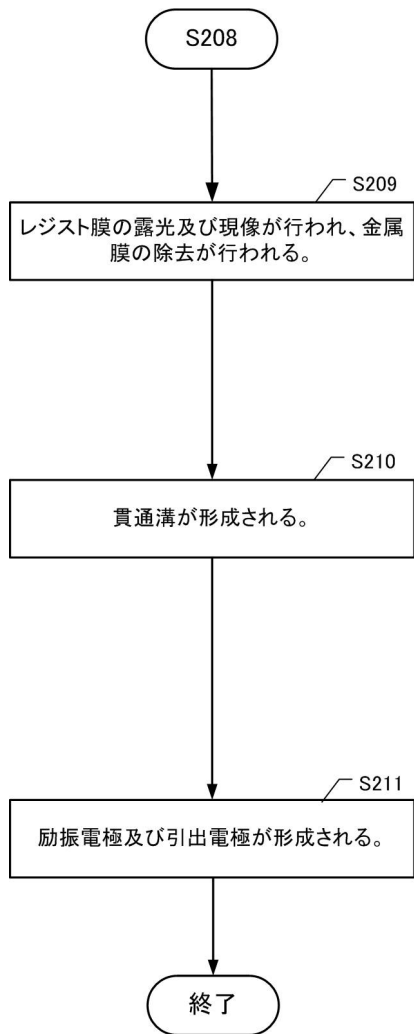
## S101



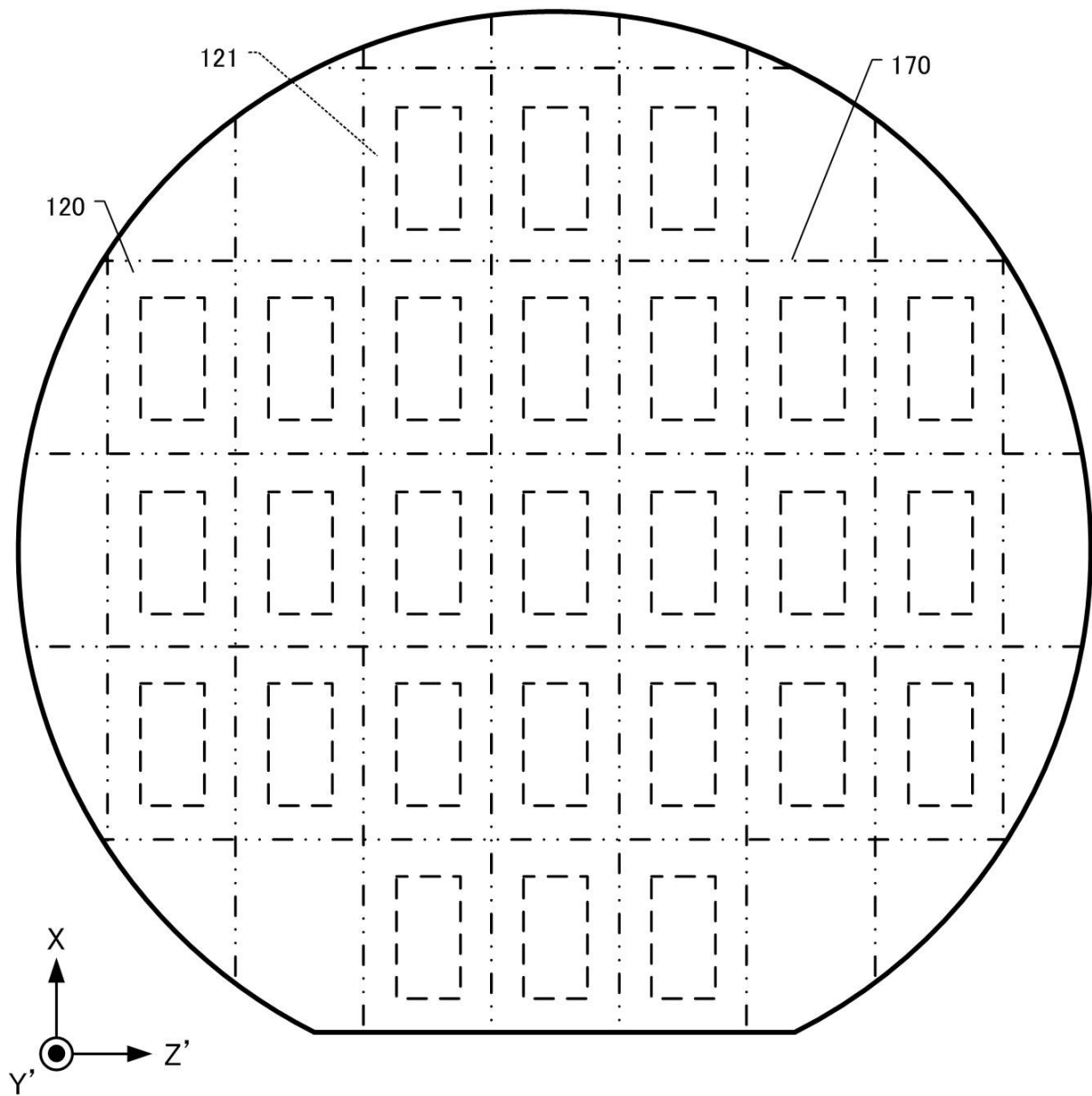
【図 7】



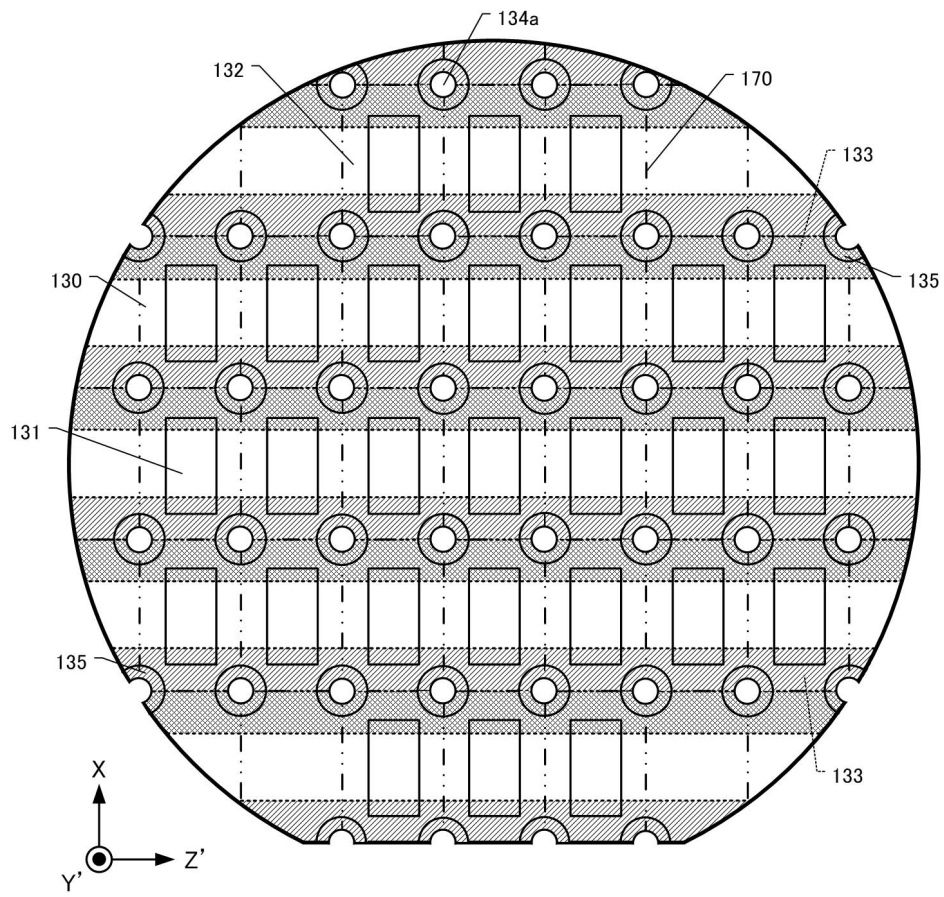
【図 8】



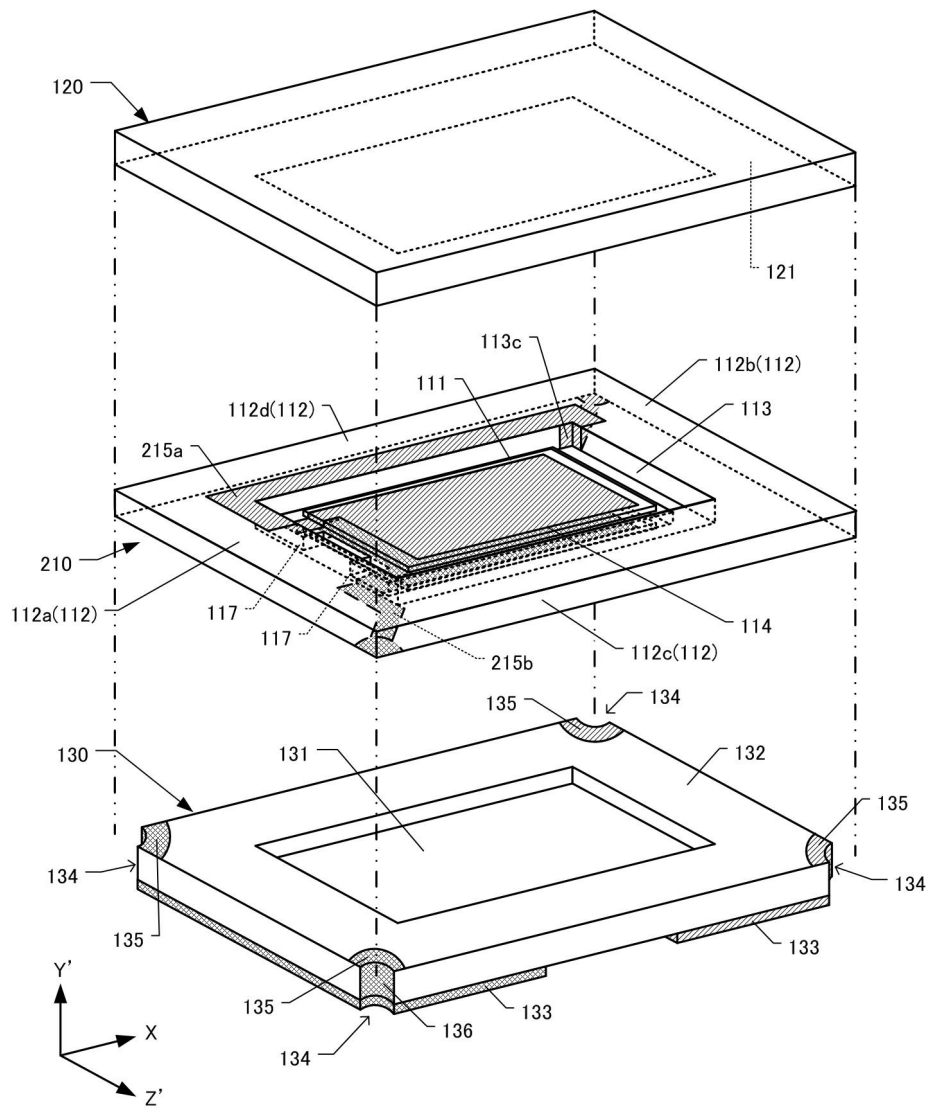
【図 9】

W120

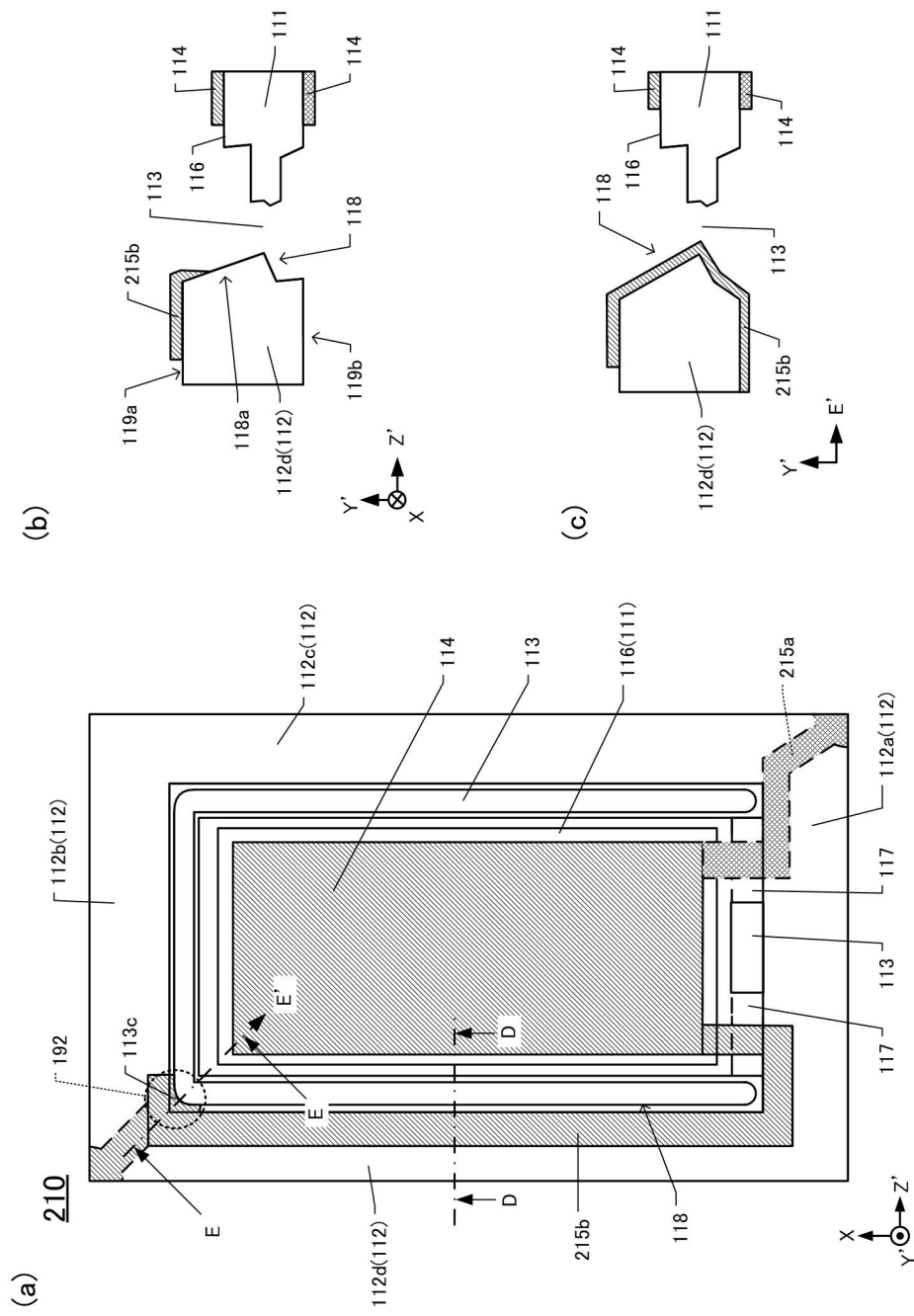
【図 10】  
W130



【図 11】

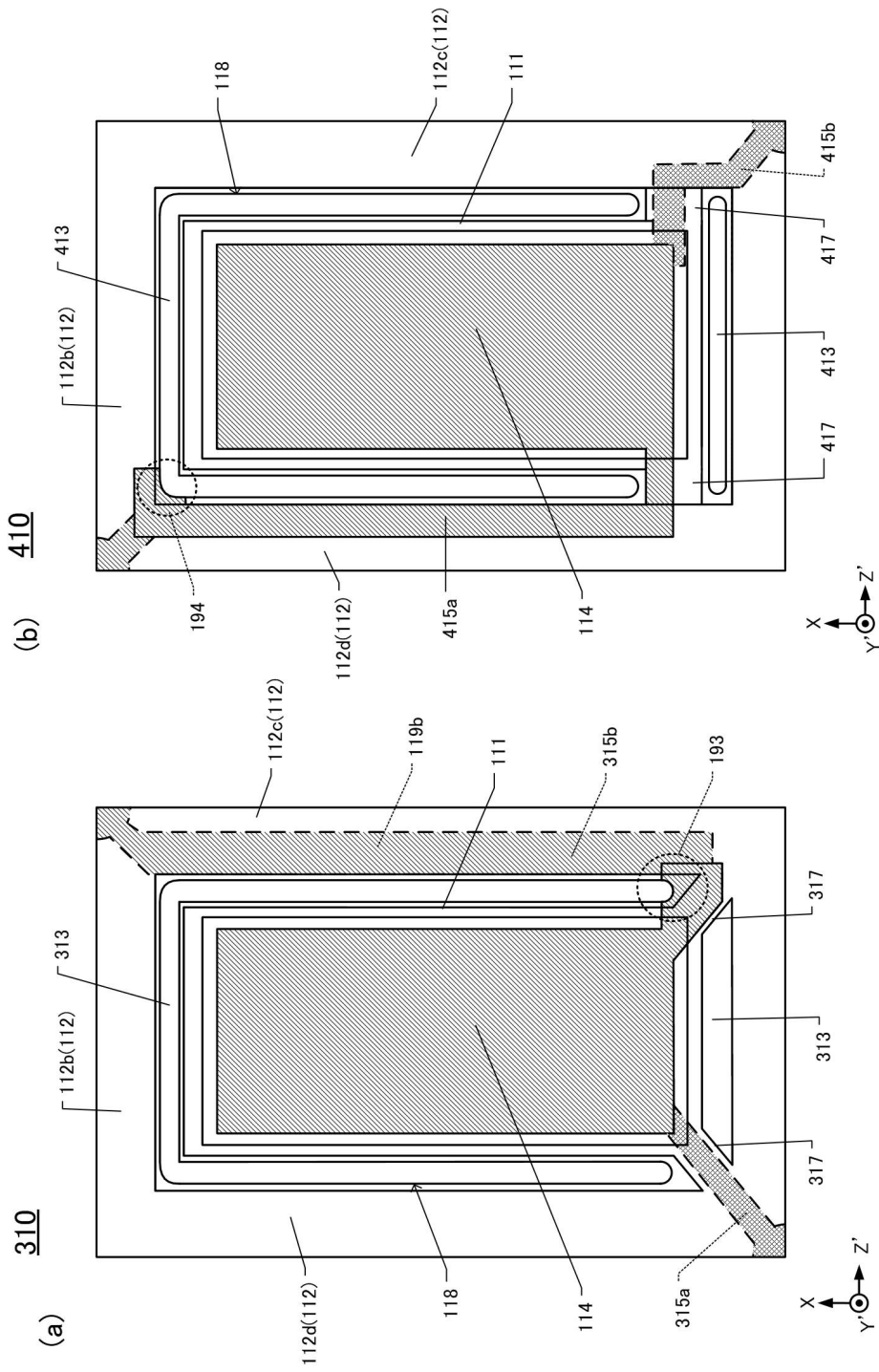
200

【図 12】





【図 13】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-118223(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03H 9/19

H03H 9/02