

(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 1

HO3H 9/19 (2006.01)
HO3H 9/02 (2006.01)HO3H 9/19
HO3H 9/02D
A

請求項の数 4 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2011-3801 (P2011-3801)
(22) 出願日	平成23年1月12日 (2011.1.12)
(65) 公開番号	特開2012-147228 (P2012-147228A)
(43) 公開日	平成24年8月2日 (2012.8.2)
審査請求日	平成25年12月3日 (2013.12.3)

(73) 特許権者	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
(74) 代理人	100106541 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	畠中 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対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対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つにより直角以下角度に形成される角部を有し、

10

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AT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ティ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】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、貫通部が形成されたAT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】

30

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】

40

【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

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ティ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的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)

10

<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、プリント基板等に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、正面 (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。

20

【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 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' 軸側の面とには一対の励振電極 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。

30

【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。

40

【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 とをそれぞれ電気的に接続している。

50

【0018】

図2は、図1のA-A断面図である。水晶デバイス100は、水晶フレーム110の+Y'軸側にリッド部120が配置され、-Y'軸側にベース部130が配置される。リッド部120の接合面121及びベース部130の接合面132は、水晶フレーム110の枠部112と封止材140を介して接合される。また、水晶フレーム110に形成されている第1引出電極115a及び第2引出電極115bは、ベース部130の+Y'軸側の面に形成されている電極パッド135と接続される。そのため水晶フレーム110に形成されている励振電極114は、第1引出電極115a又は第2引出電極115b、電極パッド135及びキャスターレーション電極136を介してベース部130に形成されている外部電極133と電気的に接続される。10

【0019】

図2に示されたように、水晶フレーム110において水晶振動部111の+Y'軸側の面が枠部112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112は水晶振動部111よりY'軸方向に厚く形成されている。また水晶振動部111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114は、この水晶振動部111の厚さが厚くなっているメサ部116に形成されている。

【0020】

図3(a)は、水晶フレーム110の平面図である。水晶フレーム110は水晶振動部111と、枠部112と、水晶振動部111と枠部112の第1辺112aとを連結する連結部117とを備えている。また、水晶振動部111と枠部112との間には貫通部113が形成されている。水晶振動部111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。また、各励振電極114には第1引出電極115aと第2引出電極115bとが接続されている。枠部112の水晶振動部111側には水晶振動部111に向かって突き出した凸部118が形成されている。枠部112の第3辺112cに形成された第2引出電極115bは凸部118の一部にも形成されている。また、第2引出電極115bは、点線191で囲まれた貫通部113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191で囲まれた部分に示されたように、第1辺112aと第2辺112bとが交わって形成された第1角部113a、及び連結部117と第1辺112aとが交わって形成された第2角部113b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113a及び第2角部113bでは貫通部113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113の角部を介することが好ましい。2030

【0021】

図3(b)は、図3(a)のB-B断面図である。枠部112の+Y'軸側の面を第1平面119a、-Y'軸側の面を第2平面119bとする。また第2平面119bに接続される凸部118の斜面を第2斜面118bとする。第2引出電極115bは、第2平面119bに形成され、また第2斜面118bの一部に形成されている。40

【0022】

図3(c)は、図3(a)のC-C断面図である。第2引出電極115bは、貫通部113の第1角部113a及び第2角部113b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113の第1角部113a及び第2角部113bにおいて凸部118が大きく突き出して形成されており、貫通部113の側面に電極となる金属膜を形成し易いためである。

【0023】

<水晶デバイス100の製造方法>

図4は、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。

まずステップS101で、水晶ウエハW110が用意される。水晶ウエハW110は、ATカットされた水晶材により形成されており、水晶ウエハW110には複数の水晶フレ50

ーム 110 が形成されている。図 5 を参照して水晶ウエハ W110 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 W110 の製造方法について説明する。

【0024】

図 5 は、水晶ウエハ W110 の平面図である。水晶ウエハ W110 には複数の水晶フレーム 110 が形成されている。図 5 では、隣接する水晶フレーム 110 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 S105 でウエハが切断される線であるスクライブライン 170 である。各水晶フレーム 110 には水晶振動部 111、枠部 112、貫通部 113 及び連結部 117 が形成されている。また水晶振動部 111 の +Y' 軸側の面と -Y' 軸側の面とには励振電極 114 が形成されており、各励振電極 114 はそれぞれ第 1 引出電極 115a 又は第 2 引出電極 115b に接続されている。

10

【0025】

図 6 から図 8 は、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 6 から図 8 を参照して水晶ウエハ W110 の製造方法、特に水晶振動部 111 及び貫通部 113 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。

【0026】

まず図 6 のステップ S201 で、AT カットされた水晶ウエハ W110 が用意される。図 6 (a) は、ステップ S201 で用意された AT カットされた水晶ウエハ W110 の断面図である。水晶ウエハ W110 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

【0027】

ステップ S202 で、水晶ウエハ W110 の両面に金属膜 180 及びレジスト膜 181 が順に形成される。図 6 (b) は、金属膜 180 及びレジスト膜 181 が形成された水晶ウエハ W110 の断面図である。金属膜 180 は、水晶ウエハ W110 の +Y' 軸側の面と -Y' 軸側の面とにクロム (Cr) 層 (不図示) が形成され、クロム層の表面に金 (Au) 層 (不図示) が形成される。また、金属膜 180 の表面にはレジスト膜 181 が形成される。レジスト膜 181 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

【0028】

ステップ S203 で、レジスト膜 181 の露光及び現像が行われ、金属膜 180 の除去が行われる。ステップ S203 では、枠部 112 以外 (図 3 (a) の水晶振動部 111 及び貫通部 113 に対応) の +Y' 軸側の面に形成されている金属膜 180 及びレジスト膜 181 が除去される。図 6 (c) は、レジスト膜 181 の露光及び現像が行われ、金属膜 180 が除去された水晶ウエハ W110 の断面図である。ステップ S203 では、まず第 1 マスク 161 が水晶ウエハ W110 の +Y' 軸側の面に配置される。第 1 マスク 161 は、枠部 112 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 161 を配置した後に水晶ウエハ W110 の +Y' 軸側の面に紫外線を含む光 190 を照射してレジスト膜 181 を露光する。さらに、レジスト膜 181 を現像液 (不図示) に浸して現像し、露出された金属膜 180 をエッティングして除去する。

40

【0029】

ステップ S204 で、水晶振動部 111 (図 3 (a) 参照) の厚さを薄くするために水晶ウエハ W110 がウエットエッティングされる。図 6 (d) は、一部が薄くエッティングされた水晶ウエハ W110 の断面図である。ステップ S204 では、水晶ウエハ W110 の枠部 112 以外の +Y' 軸側の面がウエットエッティングされて枠部 112 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 軸でエッティングの速度が異なる。そのため AT カットされた水晶材に於いても X 軸、Y' 軸及び Z' 軸でエッティングの速度が異なり、水晶ウエハ W110 は異方的にエッティングされる。図 6 (d) の点線で囲まれた領域 171a 及び 171b に示されるように、水晶ウエハ W110 は主面に対して斜めにエッキン

50

グされる。

【0030】

次に、図7のステップS205では、水晶ウエハW110の両面に金属膜180及びレジスト膜181が順に形成される。ステップS205では、ステップS204の後に残っている金属膜180及びレジスト膜181を除去し、新たに水晶振動部111のメサ部116(図2参照)を形成するための金属膜180及びレジスト膜181が形成される。図7(a)は、ステップS205で金属膜180及びレジスト膜181が形成された水晶ウエハW110の断面図である。金属膜180及びレジスト膜181は、水晶ウエハW110の+Y'軸側の面及び-Y'軸側の面の全てに形成される。

【0031】

ステップS206では、レジスト膜181の露光及び現像が行われ、金属膜180の除去が行われる。ステップS206では、枠部112及び水晶振動部111のメサ部116(図2参照)が形成される領域以外の金属膜180及びレジスト膜181が除去される。図7(b)は、ステップS206でレジスト膜181の露光及び現像が行われ金属膜180が除去された水晶ウエハW110の断面図である。図7(b)では、水晶振動部111の外周及び貫通部113(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180及びレジスト膜181が除去されている。ステップS206では、まず第2マスク162が水晶ウエハW110の+Y'軸側及び-Y'軸側の面に配置される。第2マスク162は、枠部112及びメサ部116(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162を配置した後に水晶ウエハW110の+Y'軸側及び-Y'軸側の面に紫外線を含む光190を照射してレジスト膜181を露光する。さらに、レジスト膜181を現像液(不図示)に浸して現像し、露出された金属膜180をエッチングして除去する。

10

【0032】

ステップS207では、水晶振動部111がメサ型に形成される。ステップS207では、水晶ウエハW110の水晶振動部111の外周の厚さが薄くなるようにウエットエッティングされる。図7(c)は、ステップS207で水晶振動部111の外周の厚さが薄くされた水晶ウエハW110の断面図である。ステップS207では、水晶ウエハW110の貫通部113(図3(a)参照)及び水晶振動部111の外周の+Y'軸側及び-Y'軸側の面がウエットエッティングされて水晶振動部111にメサ部116が形成される。

20

【0033】

ステップS208では、水晶ウエハW110の両面に金属膜180及びレジスト膜181が順に形成される。ステップS208では、ステップS207の後に残っている金属膜180及びレジスト膜181を除去し、新たに貫通部113(図3(a)参照)を形成するための金属膜180及びレジスト膜181が形成される。図7(d)は、ステップS208で金属膜180及びレジスト膜181が形成された水晶ウエハW110の断面図である。金属膜180及びレジスト膜181は、水晶ウエハW110の+Y'軸側の面及び-Y'軸側の面の全てに形成される。

30

【0034】

次に、図8のステップS209では、レジスト膜181の露光及び現像が行われ、金属膜180の除去が行われる。ステップS209では、貫通部113(図3(a)参照)の+Y'軸側及び-Y'軸側の金属膜180及びレジスト膜181が除去される。図8(a)は、ステップS209でレジスト膜181の露光及び現像が行われ、金属膜180が除去された水晶ウエハW110の断面図である。図8(a)では、貫通部113(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180及びレジスト膜181が除去されている。ステップS209では、まず第3マスク163が水晶ウエハW110の+Y'軸側及び-Y'軸側の面に配置される。第3マスク163は、貫通部113(図3(a)参照)以外の領域を覆うマスクである。第3マスク163を配置した後に水晶ウエハW110の+Y'軸側及び-Y'軸側の面に紫外線を含む光190を照射してレジスト膜181を露光する。さらに、レジスト膜181を現像液(不図示)に浸して現

40

50

像し、露出された金属膜180をエッティングして除去する。

【0035】

ステップS210では、水晶ウエハW110がウエットエッティ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S210で貫通部113が形成された水晶ウエハW110の断面図である。水晶ウエハW110はATカットの水晶材の異方性により正面に対して斜めにエッティングされるため、貫通部113の側面には凸部118が形成される。

【0036】

ステップS211では、水晶ウエハW110に励振電極114、第1引出電極115a(図3(a)参照)及び第2引出電極115bが形成される。ステップS211では、まずステップS210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164a及び第4マスク164bを介して、励振電極114、第1引出電極115a(図3(a)参照)及び第2引出電極115bが形成される。図8(c)は、ステップS211により励振電極114、第1引出電極115a(図3(a)参照)及び第2引出電極115bが形成された水晶ウエハW110の断面図である。第4マスク164a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W110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164b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W110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115a(図3(a)参照)及び第2引出電極115bは、ステップS202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164a及び第4マスク164bを介して水晶ウエハW110に形成される。

【0037】

図4に戻って、ステップS102では、リッドウエハW120が用意される。リッドウエハW120には、複数のリッド部120が形成されている。リッドウエハW120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W120について説明する。

【0038】

図9は、リッドウエハW120の平面図である。リッドウエハW120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の境界にスクライブライン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S103では、ベースウエハW130が用意される。ベースウエハW130には、複数のベース部130が形成されている。ベースウエハW130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W130について説明する。

【0040】

図10は、ベースウエハW130の平面図である。ベースウエハW130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の境界にスクライブライン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ブライン170とZ'軸方向に伸びるスクライブライン170が交差する場所にはベースウエハW130をY'軸方向に貫通する貫通孔134aが形成されている。貫通孔134aは後述するステップS105でウエハが切断されてキャスターーション134(図1参照)となる。貫通孔134aの内壁にはキャスターーション電極136(図1参照)が形成され、外部電極133と電極パッド135とが電気的に接続される。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。

10

20

30

40

50

【0041】

ステップS104では、水晶ウエハW110、リッドウエハW120及びベースウエハW130が互いに接合される。各ウエハの接合では水晶ウエハW110の枠部112とリッドウエハW120の接合面121及びベースウエハW130の接合面132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140(図2参照)を介して各ウエハ同士が接合される。

【0042】

ステップS105では、水晶ウエハW110、リッドウエハW120及びベースウエハW130が切断される。切断は、図5、図9及び図10に示されたスクライブライン170に沿って行われる。これにより、水晶デバイス100が図1に示されたように単体となる。

10

【0043】

水晶デバイス100では、枠部112に凸部118が形成されることにより、第2引出電極115b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164bが-Z'軸方向に僅かにずれた場合でも、凸部118が形成されていることにより第2引出電極115bは、枠部112の第3辺112c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118はATカットの水晶材のエッティングの異方性を利用して形成されているため、凸部118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115bが枠部112の第3辺112cの第2平面119b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

【0044】**(第2実施形態)**

水晶デバイス100では、第2引出電極115bが枠部112の第3辺112cの第2平面119bを介して第1辺112aから第2辺112bに引き出されていたが、第1平面119aを介して第1辺112aから第2辺112bに引き出されてもよい。以下、第2引出電極が第1平面119aを介して第1辺112aから第2辺112bに引き出されている水晶デバイス200について説明する。また以下の説明では水晶デバイス100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。

【0045】

30

<水晶デバイス200の構成>

図11は、水晶デバイス200の概略分解斜視図である。水晶デバイス200は、表面実装型の水晶デバイスであり、プリント基板等に実装されて使用される。水晶デバイス200は主に、水晶フレーム210と、リッド部120と、ベース部130とにより構成されている。

【0046】

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、水晶フレーム210をY'軸方向に貫通する貫通部113が形成されている。さらに、水晶振動部111には一対の励振電極114が形成されている。また一対の励振電極114は、一対の連結部117を通り枠部112の角まで形成される第1引出電極215a及び第2引出電極215bを有している。第1引出電極215aは、-Y'軸側の励振電極114から一方の連結部117を通り枠部112の第1辺112a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215bは、+Y'軸側の励振電極114から他方の連結部117及び枠部112の第4辺112dを通り、第2辺112bと第4辺112dとが交差した貫通部113の第3角部113cで+Y'軸側の面から-Y'軸側の面に引き出され、枠部112の第2辺112bの-Y'軸側の面の-Z'軸側の隅まで形成されている。

40

【0047】

水晶デバイス200は、水晶フレーム210がリッド部120及びベース部130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 とが電気的に接続される。

【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 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 边 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 边 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)

水晶フレームの一対の連結部は、枠部 112 の第 1 边 112a と第 3 边 112c とが交わる貫通部 113 の角部、及び第 1 边 112a と第 4 边 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 边 112c と第 4 边 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 边 112a と第 3 边 112c とが交わる貫通部 113 の角部、及び第 1 边 112a と第 4 边 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 边 112c と第 4 边 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けてその説明を省略する。
30

【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 とを連結する一対の連結部 317 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。一対の連結部 317 の一方は、枠部 112 の第 1 边 112a 及び第 4 边 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。一対の連結部 317 の他方は、枠部 112 の第 1 边 112a 及び第 3 边 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
40

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 315a 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 317 を介して枠部 112 の第 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 315b 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 317 と第 3 辺 112c とが交わる貫通部 313 の角部 (点線 193) で +Y' 軸側の面から -Y' 軸側の面に引き出され、枠部 112 の第 3 辺 112c を通り第 2 辺 112b の +Z' 軸側の隅まで形成されている。

【0053】

10

水晶フレーム 310 は、連結部 317 と枠部 112 の第 3 辺 112c 又は第 4 辺 112d とが直角以下の角度で接続されており、連結部 317 と枠部 112 との間に形成される凸部 118 は、枠部 112 の各辺に形成された凸部 118 よりも大きく突き出して形成される。そのため、連結部 317 と枠部 112 との間に形成される凸部 118 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 315b が枠部 112 の第 3 辺 112c の第 2 平面 119b 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。

【0054】

<水晶フレーム 410 の構成>

図 13 (b) は、水晶フレーム 410 の平面図である。水晶フレーム 410 は水晶振動部 111 と、枠部 112 と、水晶振動部 111 と枠部 112 とを連結する一対の連結部 417 を備え、水晶振動部 111 と枠部 112 との間には貫通部 413 が形成されている。一対の連結部 417 は、水晶振動部 111 と枠部 112 の第 3 辺 112c とを連結し、水晶振動部 111 と枠部 112 の第 4 辺 112d 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 415a 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 417 を介して枠部 112 の第 3 辺 112c 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 415b 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 417 を介して枠部 112 の第 4 辺 112d に引き出され、第 2 辺 112b と第 4 边 112d とが交わる貫通部 413 の角部 (点線 194) で +Y' 軸側の面から -Y' 軸側の面に引き出され、第 2 辺 112b の -Z' 軸側の隅まで形成されている。

20

【0055】

30

水晶フレーム 410 は、連結部 417 と枠部 112 の第 3 辺 112c 又は第 4 辺 112d とが直角で接続されており、連結部 417 と枠部 112 との間に形成される凸部 118 は、枠部 112 の各辺に形成された凸部 118 よりも大きく突き出して形成される。そのため、連結部 417 と枠部 112 との間に形成される凸部 118 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 415b が枠部 112 の第 4 边 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。

40

【0056】

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。

【0057】

例えば、上記の実施例における水晶振動片の製造方法では、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。

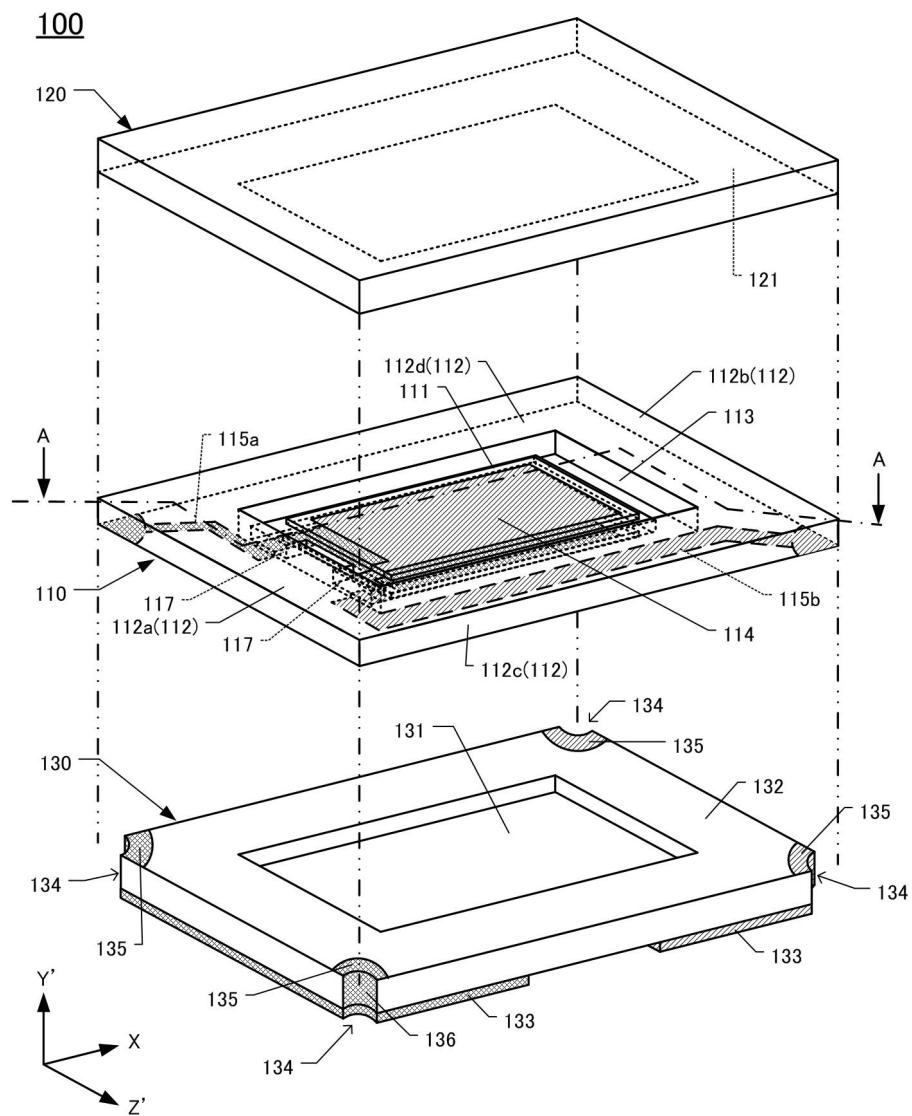
【符号の説明】

50

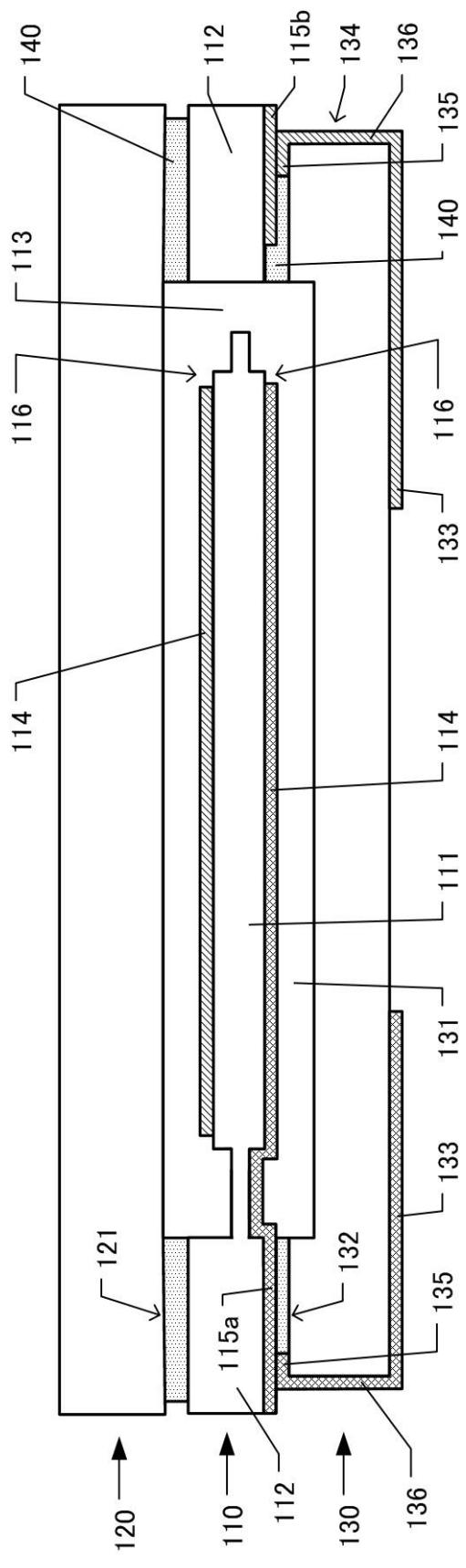
【0058】

100	... 水晶デバイス		
110、210、310、410	... 水晶フレーム		
111	... 水晶振動部		
112	... 枠部		
112a ~ 112d	... 第1辺 ~ 第4辺		
113	... 貫通部		
114	... 励振電極		
115a、215a、315a、415a	... 第1引出電極		
115b、215b、315b、415b	... 第2引出電極	10	
116	... メサ部		
117、317、417	... 連結部		
118	... 凸部		
118a	... 第1斜面、118b	... 第2斜面	
119a	... 第1平面、119b	... 第2平面	
120	... リッド部		
121、132	... 接合面		
130	... ベース部		
131	... 凹部		
133	... 外部電極	20	
134	... キャスターーション		
135	... 電極パッド		
136	... キャスターーション電極		
161	... 第1マスク、162	... 第2マスク、163	... 第3マスク
164a、164b	... 第4マスク		
180	... 金属膜		
181	... レジスト膜		
190	... 紫外線を含む光		
W110	... 水晶ウエハ		
W120	... リッドウエハ	30	
W130	... ベースウエハ		

【図1】

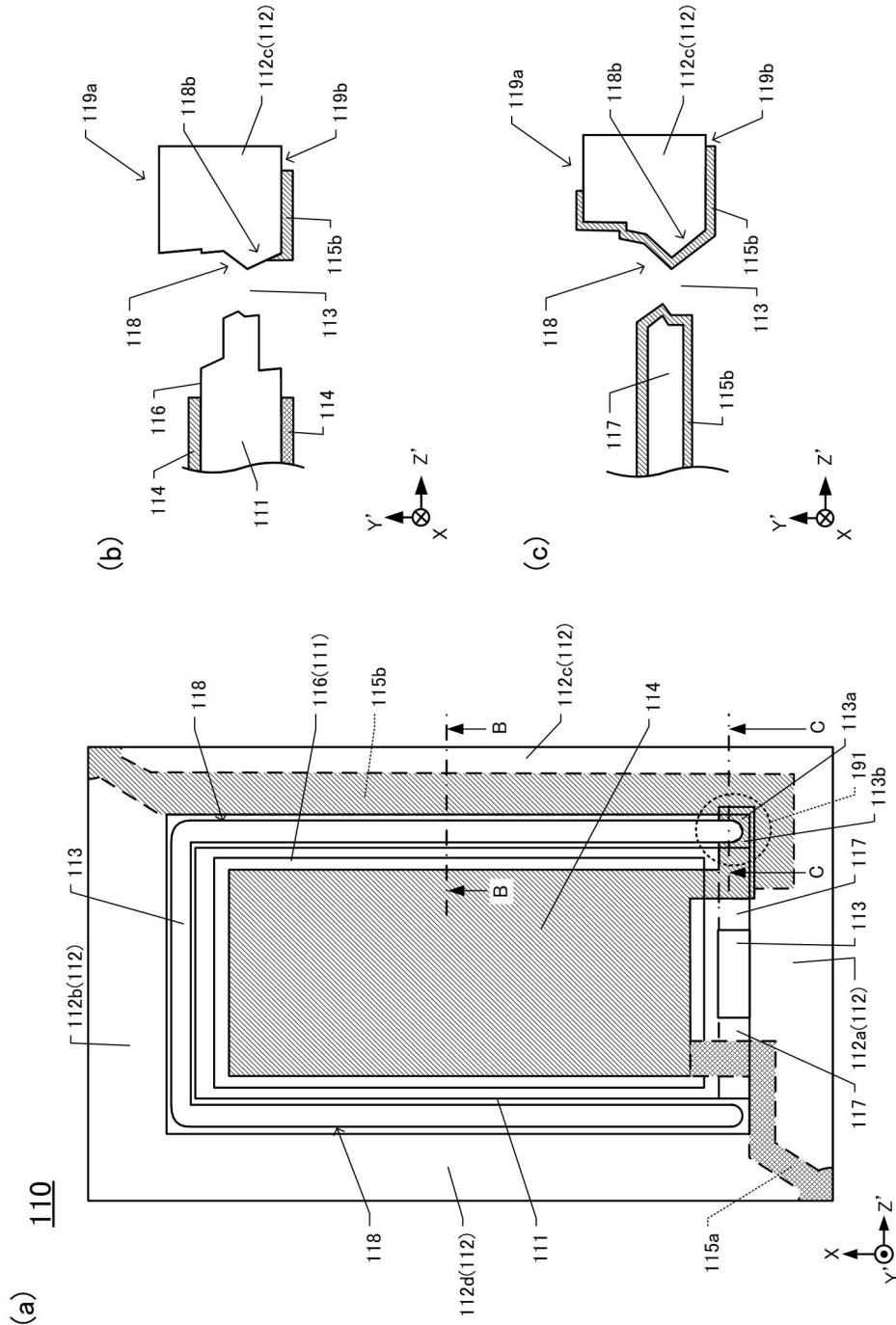


【図2】

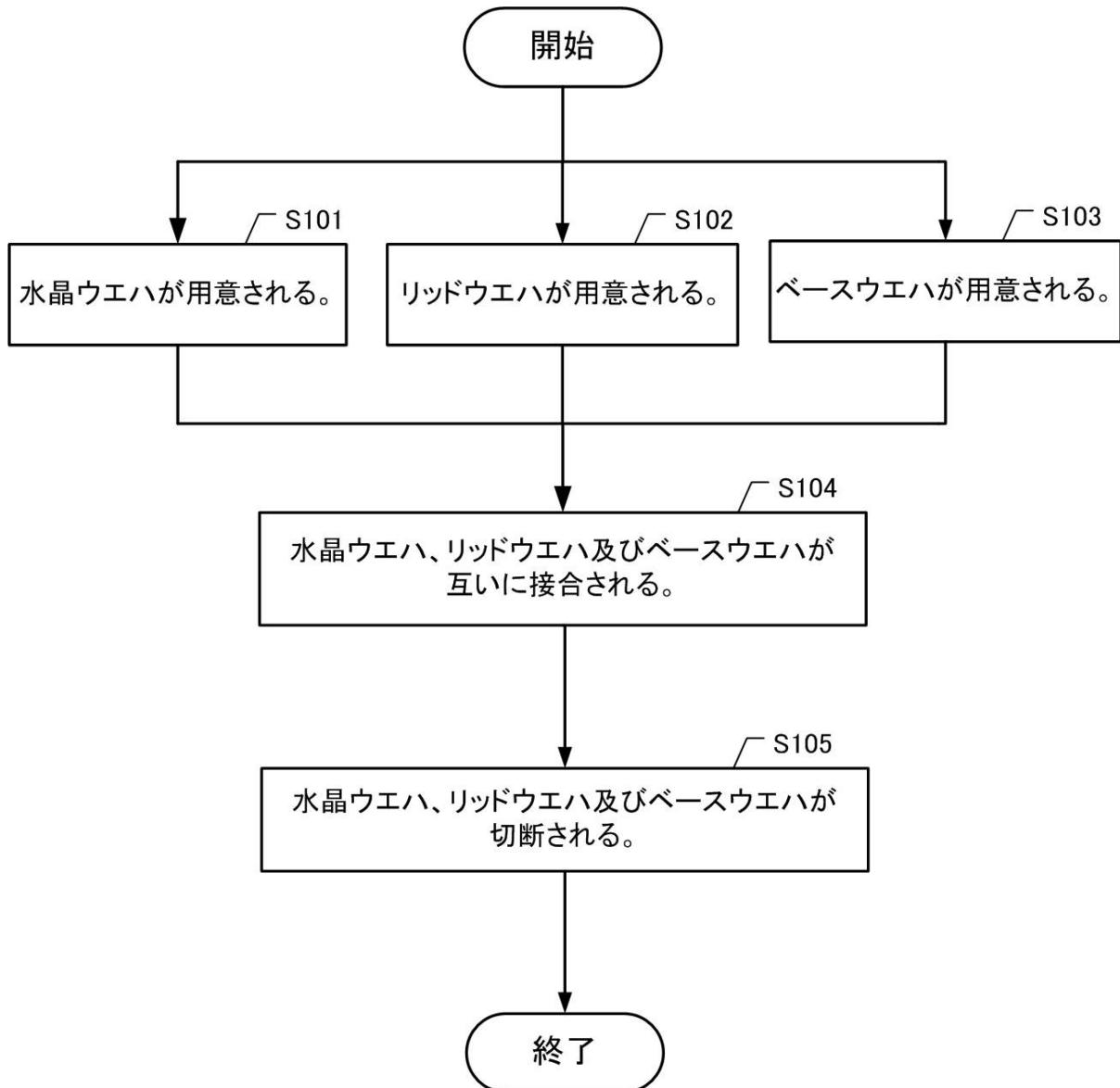
100

$\begin{matrix} Y' \\ Z' \end{matrix}$

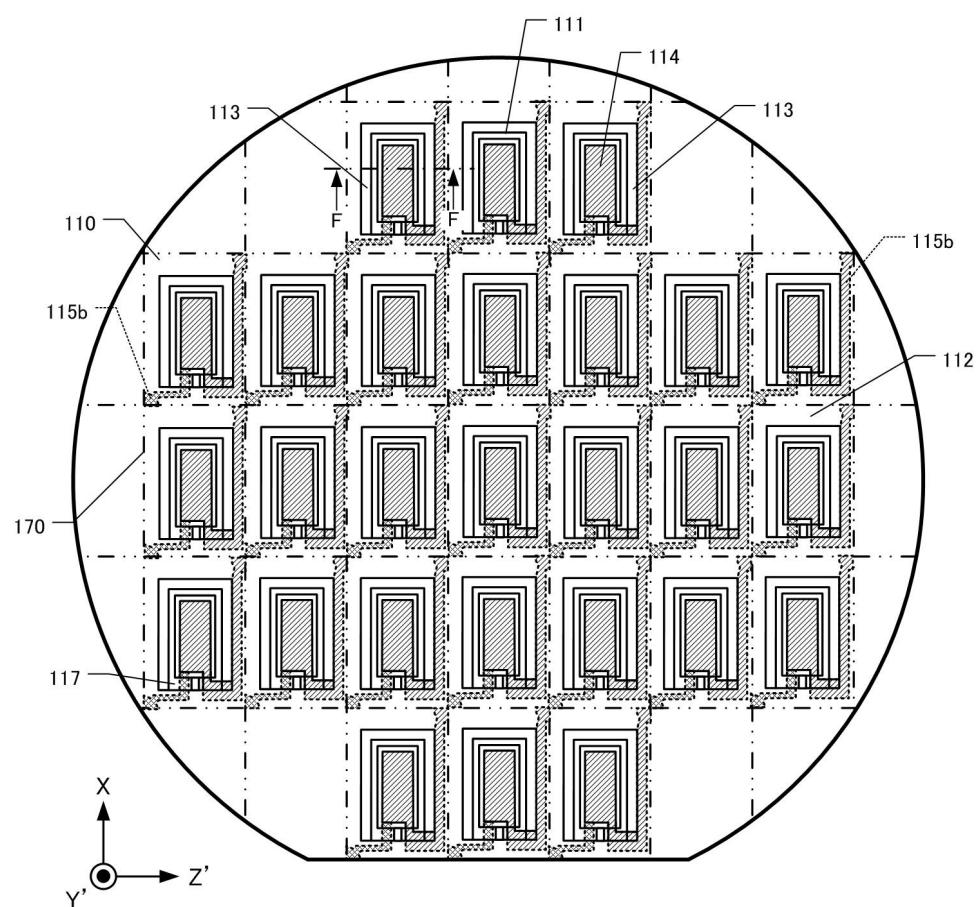
【図3】



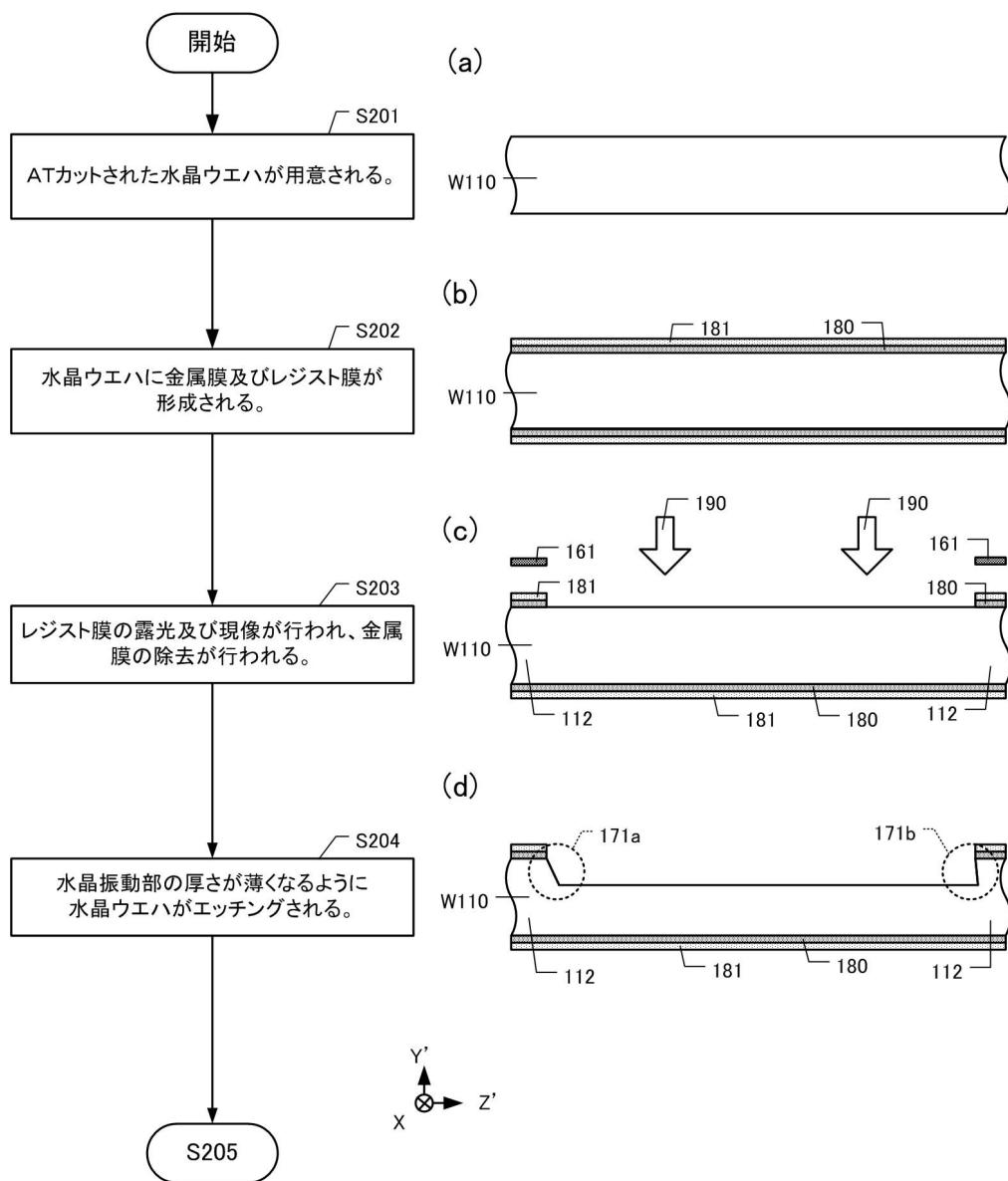
【図4】



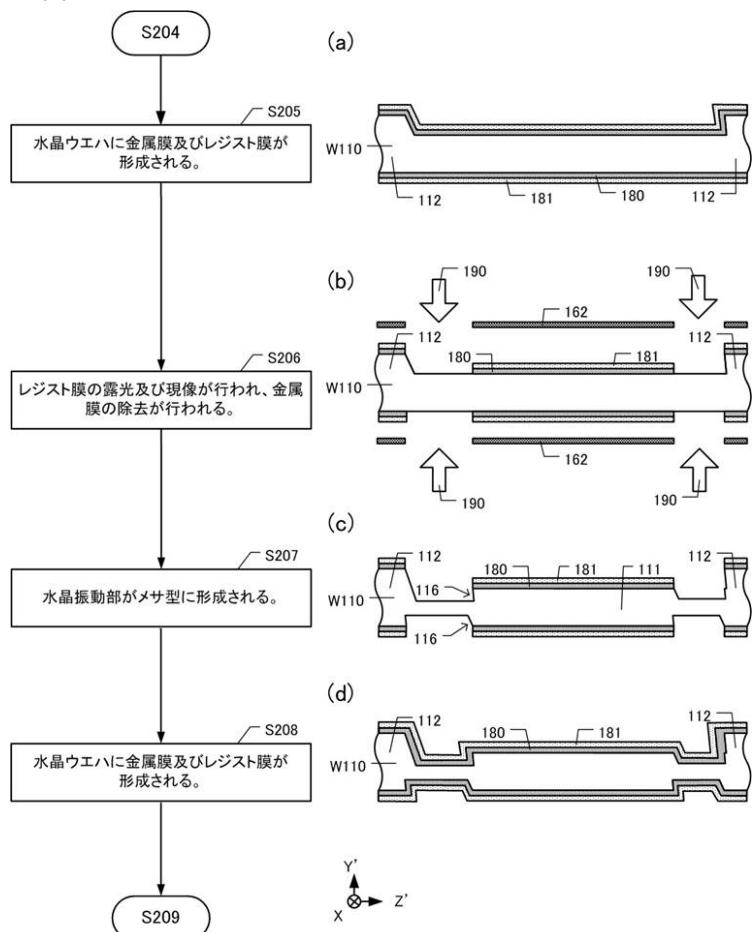
【図5】

W110

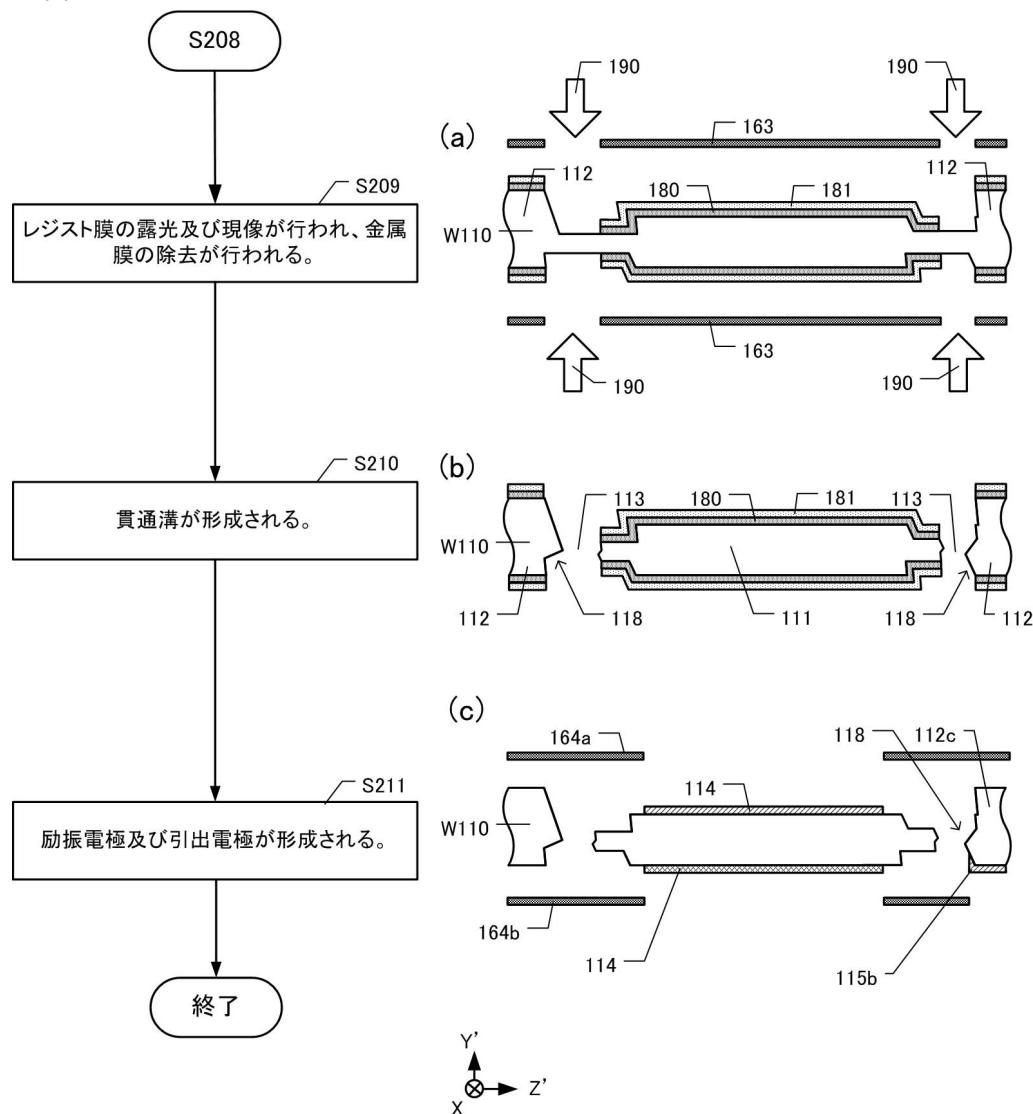
【図6】

S101

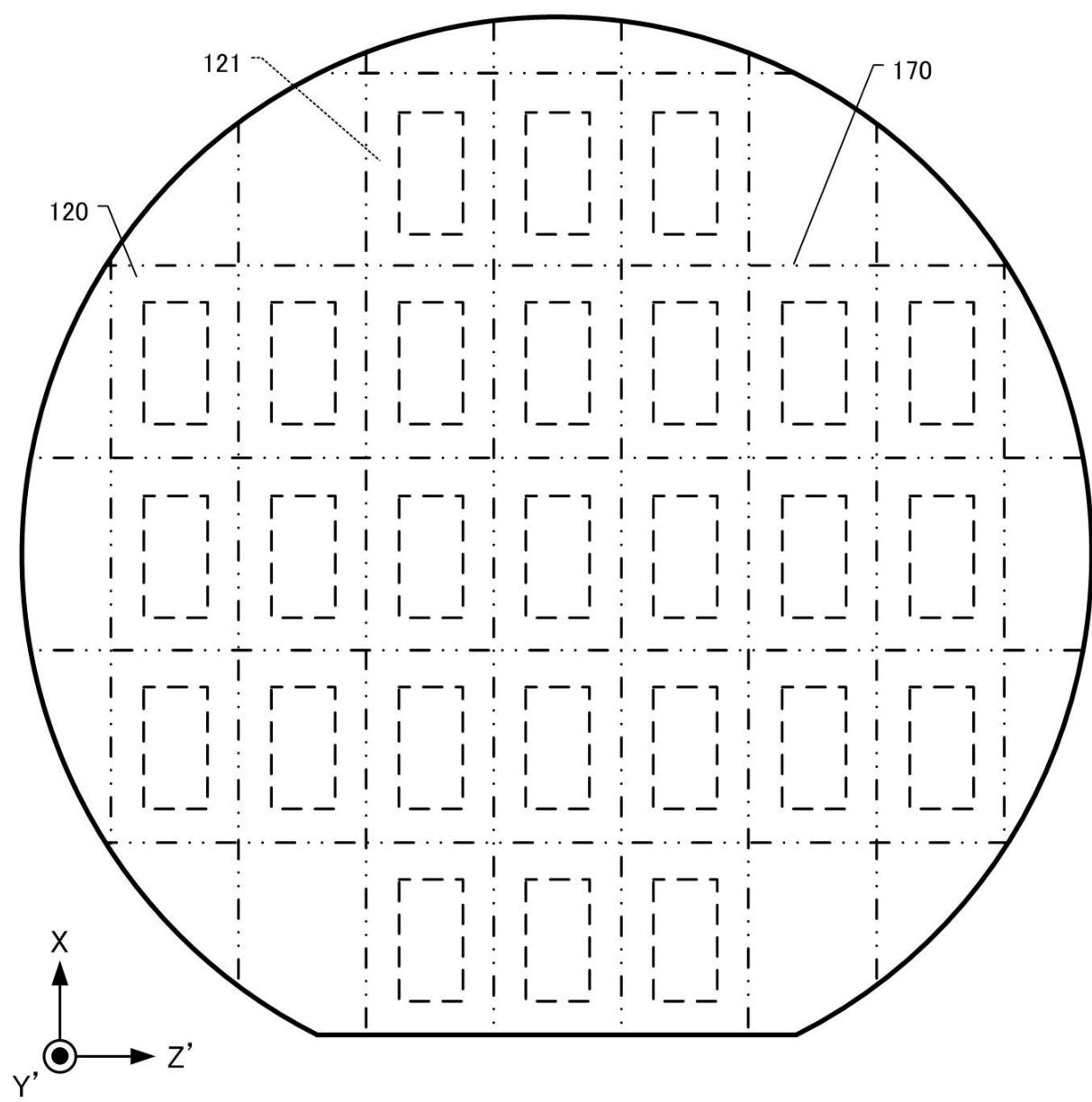
【図7】



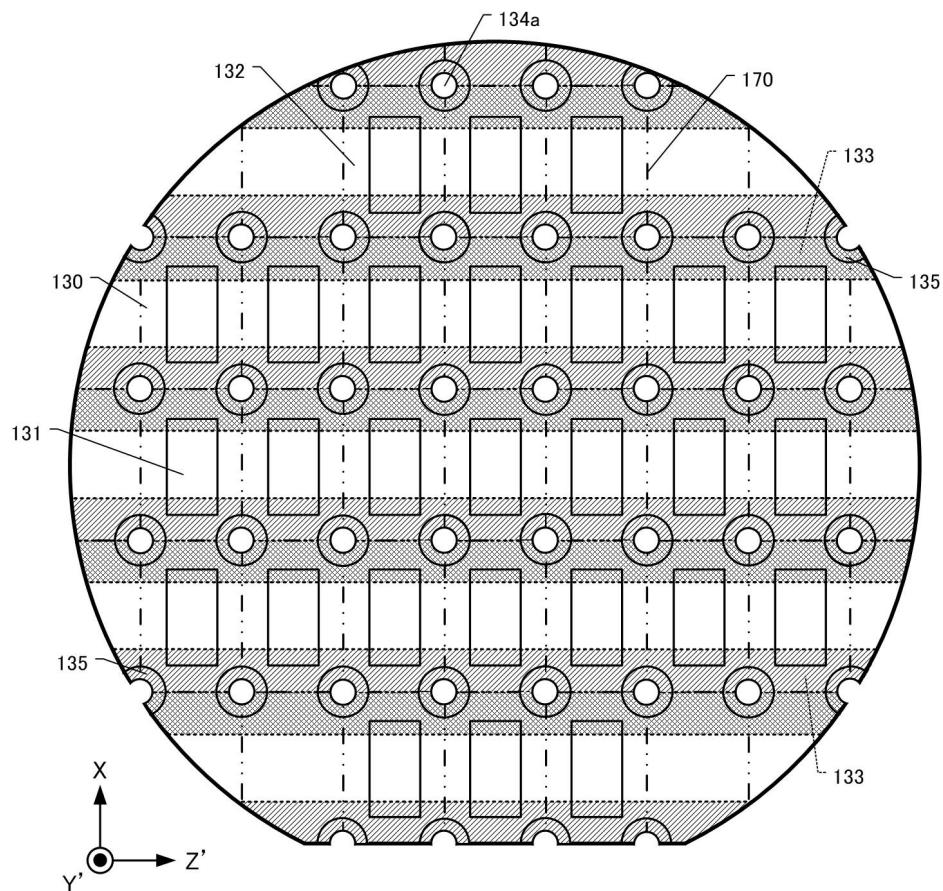
【図8】



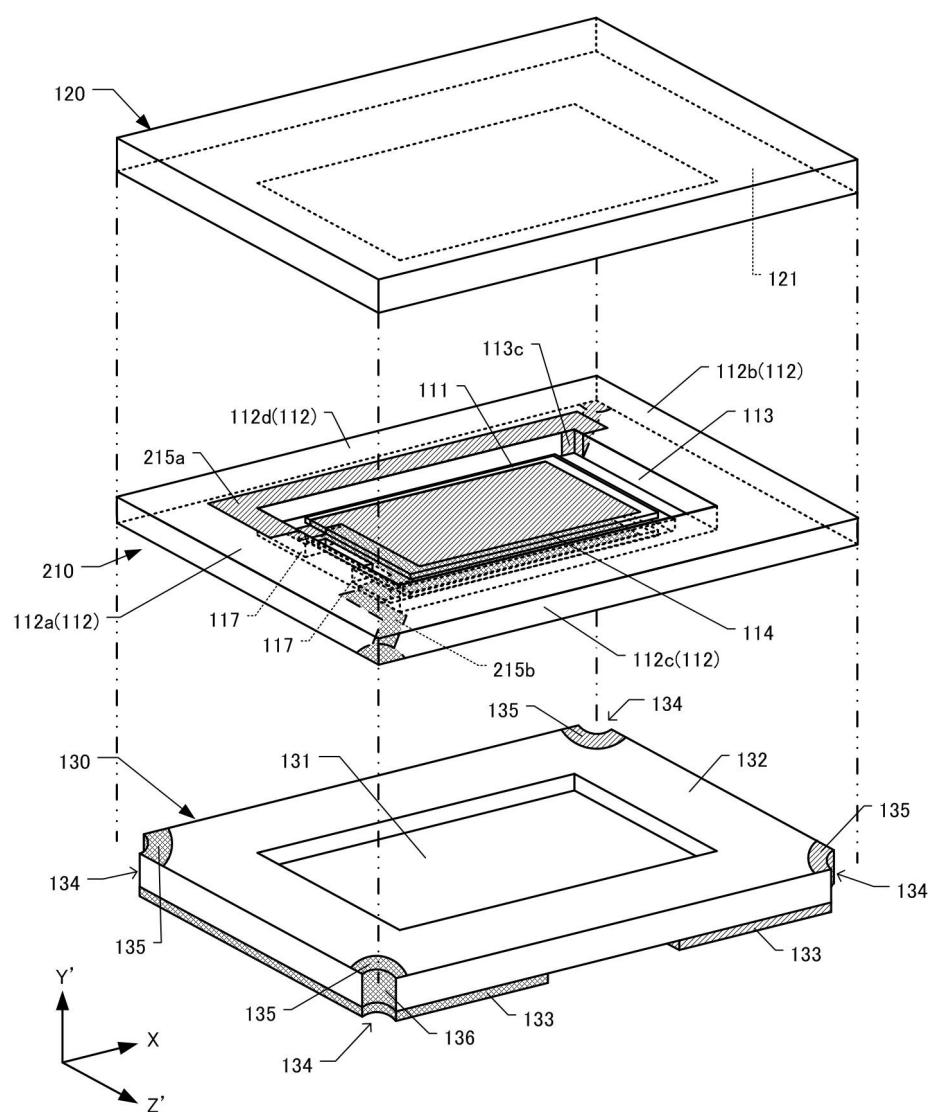
【図9】

W120

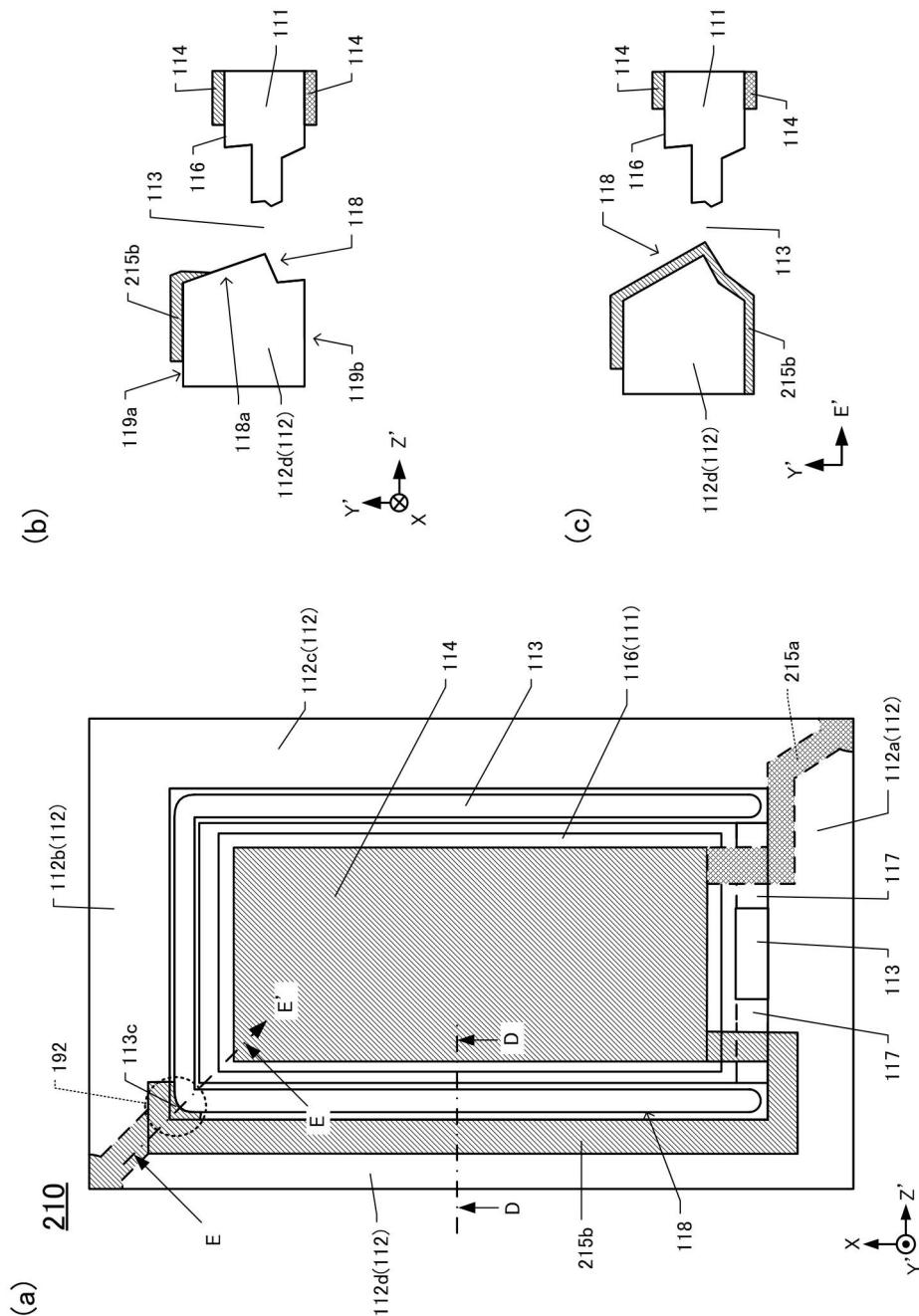
【図10】

W130

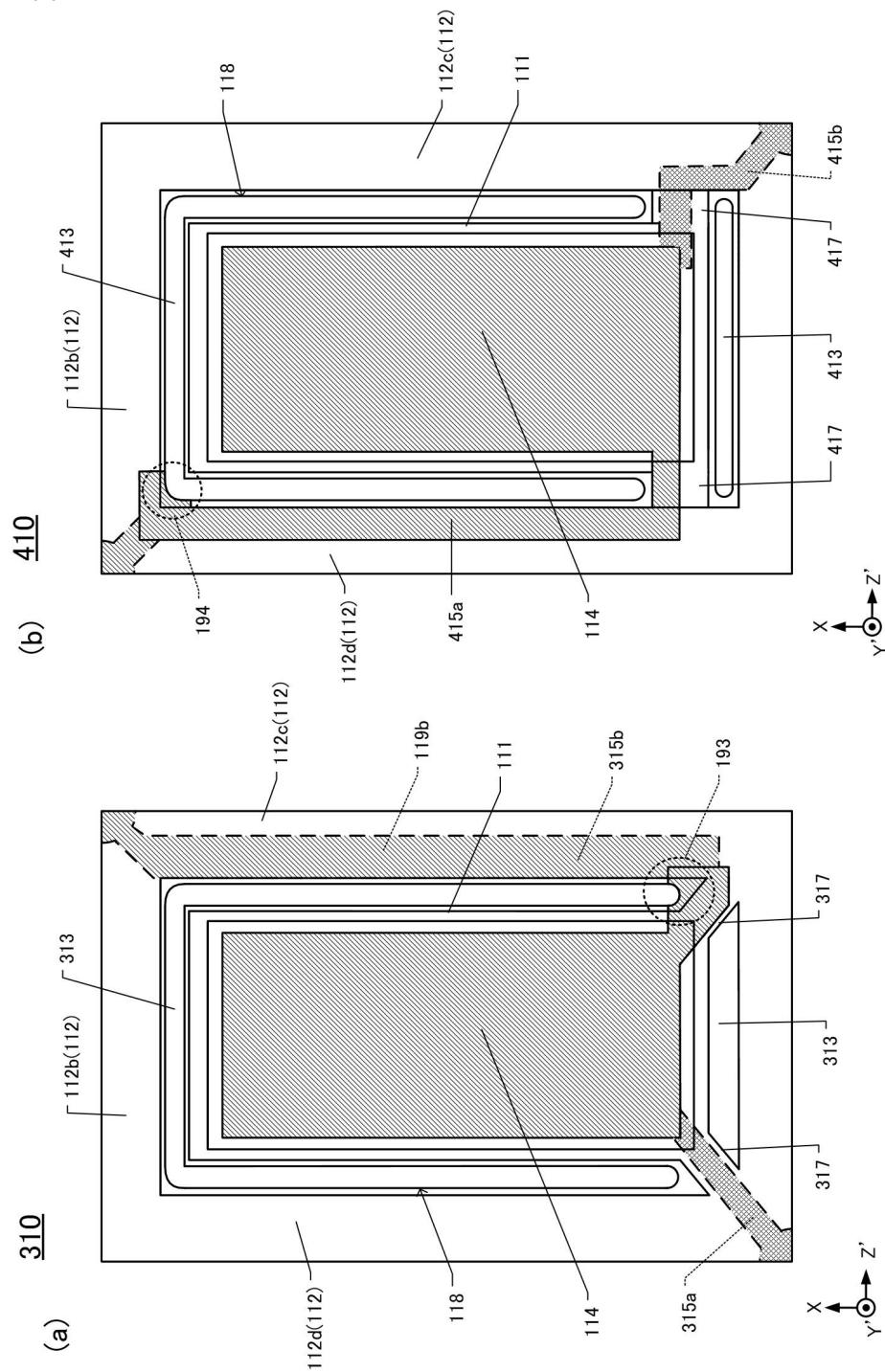
【図11】

200

【図12】



【図 1 3】



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