

(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2013-62578

(P2013-62578A)

(43) 公開日 平成25年4月4日(2013.4.4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H03H 9/19 (2006.01)	H03H 9/19 D	5 J 1 0 8
H01L 41/09 (2006.01)	H01L 41/08 C	
H01L 41/18 (2006.01)	H01L 41/08 L	
H01L 41/22 (2013.01)	H01L 41/18 1 O 1 A	
	H01L 41/22 Z	
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 19 頁)		

(21) 出願番号 特願2011-198094 (P2011-198094)
 (22) 出願日 平成23年9月12日 (2011.9.12)

(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
 NA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
 Fターム(参考) 5J108 AA01 BB02 BB03 CC04 CC08
 CC12 DD02 EE03 EE04 EE07
 EE13 EE18 FF02 FF03 FF05
 FF11 GG03 GG14 GG17 KK01

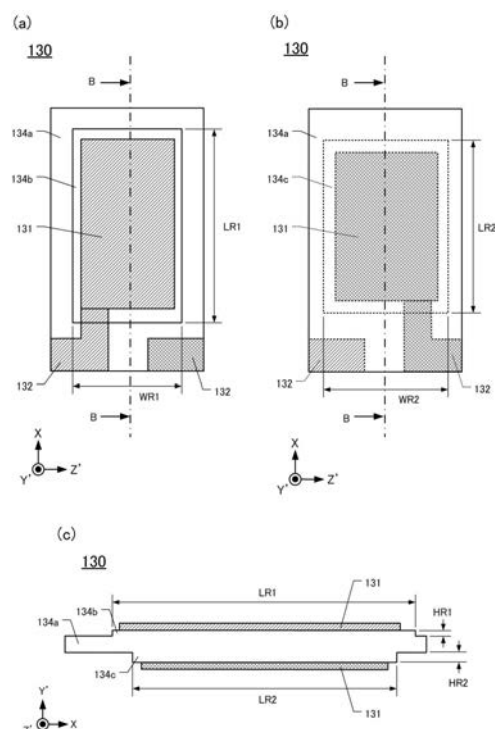
(54) 【発明の名称】 水晶振動片及び水晶デバイス

(57) 【要約】

【課題】本発明は、基本波以外の周波数の発生が抑えられた水晶振動片及び水晶デバイスを提供する。

【解決手段】メサ型的水晶振動片(130)が、薄い厚さの周辺部(134a)と、周辺部より中央側で、一主面に周辺部よりも第1高さ(HR1)だけ高く形成され第1平面形状を有する平面上の第1凸部(134b)と、周辺部より中央側で、一主面に対向する他主面に周辺部よりも第2高さ(HR2)だけ高く形成され第2平面形状を有する平面上の第2凸部(134c)と、を備え、第1凸部の第1平面形状が第2凸部の第2平面形状と面積又は平面形状の少なくとも一方が異なる、もしくは第1凸部の第1高さが第2凸部の第2高さとは異なる。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

薄い厚さの周辺部と、

前記周辺部より中央側で、一主面に前記周辺部よりも第 1 高さだけ高く形成され第 1 平面形状を有する平面上の第 1 凸部と、

前記周辺部より中央側で、前記一主面に対向する他主面に前記周辺部よりも第 2 高さだけ高く形成され第 2 平面形状を有する平面上の第 2 凸部と、を備え、

前記第 1 凸部の前記第 1 平面形状が前記第 2 凸部の前記第 2 平面形状と面積又は平面形状の少なくとも一方が異なる、もしくは前記第 1 凸部の前記第 1 高さが前記第 2 凸部の前記第 2 高さとは異なるメサ型の水晶振動片。

10

【請求項 2】

前記一主面の法線方向から見た際に前記第 1 凸部は円形又は楕円であり、

前記一主面の法線方向から見た際に前記第 2 凸部は円形又は楕円であり、

前記第 1 凸部の円形の半径又は楕円の長径もしくは短径と、前記第 2 凸部の円形の半径又は楕円の長径もしくは短径とが異なる請求項 1 に記載のメサ型の水晶振動片。

【請求項 3】

前記一主面の法線方向から見た際に前記第 1 凸部は円形又は楕円形であり、

前記一主面の法線方向から見た際に前記第 2 凸部は長方形である請求項 1 に記載のメサ型の水晶振動片。

【請求項 4】

20

前記一主面の法線方向から見た際に前記第 1 凸部は長方形であり、

前記一主面の法線方向から見た際に前記第 2 凸部は長方形であり、

前記第 1 凸部の長方形の長辺方向と前記第 2 凸部の長方形の長辺方向の長さとは異なる又は、前記第 1 凸部の長方形の短辺方向と前記第 2 凸部の長方形の短辺方向の長さとは異なる請求項 1 に記載のメサ型の水晶振動片。

【請求項 5】

前記周辺部の外周で空間を隔てて前記周辺部、前記第 1 凸部及び前記第 2 凸部を囲む枠部と、

前記周辺部と前記枠部とを連結する連結部と、

を備える請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載のメサ型の水晶振動片。

30

【請求項 6】

前記一主面の法線方向から見た際に前記周辺部は長方形であり、前記連結部は前記周辺部の長方形の第 1 短辺に形成され、前記第 1 短辺に対向する第 2 短辺と 2 つの長辺とがなす角部が面取りされている請求項 5 に記載のメサ型の水晶振動片。

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 4 のいずれかの水晶振動片であって、前記第 1 凸部及び前記第 2 凸部に形成された励振電極と、前記励振電極から前記周辺部に引き出された引出電極とを有する水晶振動片と、

前記引出電極と接続する接続端子を有し、前記水晶振動片を載置するベース板と、

前記ベース板と接合し、前記水晶振動片を封止するリッド板と、を備える水晶デバイス。

40

【請求項 8】

請求項 5 又は請求項 6 の水晶振動片であって、前記第 1 凸部及び前記第 2 凸部に形成された励振電極と、前記励振電極から前記連結部を介して前記枠部に引き出された引出電極とを有する水晶振動片と、

前記引出電極と接続する接続端子を有し、前記枠部と接合するベース板と、

前記枠部と接合し、前記水晶振動片を封止するリッド板と、を備える水晶デバイス。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、基本波以外の周波数の発生が抑えられた水晶振動片及び水晶デバイスに関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

電圧をかけることにより所定の周波数で振動する水晶振動片が知られている。水晶振動片は、パッケージ等に封入されて水晶デバイスとして用いられる。このような水晶振動片は、例えば基本波で発振させられて用いられるが、このような基本波を用いる場合であっても3倍波等の基本波以外の周波数が発生する場合がある。このような基本波以外の周波数は、水晶デバイスを回路に実装した後に回路に干渉することによって回路に誤作動を起こさせるおそれがある。

10

【 0 0 0 3 】

このような誤作動を防ぐために、例えば特許文献1では、水晶振動片に表面波フィルタを形成することにより所定の周波数のみを検出する旨の開示がある。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 特許文献1 】 特開平6 - 0 0 6 1 6 6 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

20

【 0 0 0 5 】

しかし、近年の水晶振動片は小型化されていること、及びクリスタルインピーダンス(CI)値低減のために水晶振動片の両主面に凸部が形成されること等のために、特許文献1のように表面波フィルタを形成するスペースを水晶振動片に確保することが困難である。

【 0 0 0 6 】

本発明は、基本波を発振する水晶振動片の両主面に形成される凸部の平面形状、面積、又は高さの少なくとも1つが異なることにより、基本波以外の周波数の発生が抑えられた水晶振動片及び水晶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 】

30

【 0 0 0 7 】

第1観点のメサ型の水晶振動片は、薄い厚さの周辺部と、周辺部より中央側で、一主面に周辺部よりも第1高さだけ高く形成され第1平面形状を有する平面上の第1凸部と、周辺部より中央側で、一主面に対向する他主面に周辺部よりも第2高さだけ高く形成され第2平面形状を有する平面上の第2凸部と、を備え、第1凸部の第1平面形状が第2凸部の第2平面形状と面積又は平面形状の少なくとも一方が異なる、もしくは第1凸部の第1高さが第2凸部の第2高さとは異なる。

【 0 0 0 8 】

第2観点の水晶振動片は、第1観点において、一主面の法線方向から見た際に第1凸部は円形又は楕円であり、一主面の法線方向から見た際に第2凸部は円形又は楕円であり、第1凸部の円形の半径又は楕円の長径もしくは短径と、第2凸部の円形の半径又は楕円の長径もしくは短径とは異なる。

40

【 0 0 0 9 】

第3観点の水晶振動片は、第1観点において、一主面の法線方向から見た際に第1凸部が円形又は楕円形であり、一主面の法線方向から見た際に第2凸部が長方形である。

【 0 0 1 0 】

第4観点の水晶振動片は、第1観点において、一主面の法線方向から見た際に第1凸部が長方形であり、一主面の法線方向から見た際に第2凸部が長方形であり、第1凸部の長方形の長辺方向と第2凸部の長方形の長辺方向の長さとは異なる又は、第1凸部の長方形の短辺方向と第2凸部の長方形の短辺方向の長さとは異なる。

50

【 0 0 1 1 】

第 5 観点のメサ型の水晶振動片は、第 1 観点から第 4 観点において、周辺部の外周で空間を隔てて周辺部、第 1 凸部及び第 2 凸部を囲む枠部と、周辺部と枠部とを連結する連結部と、を備える。

【 0 0 1 2 】

第 6 観点のメサ型の水晶振動片は、一主面の法線方向から見た際に周辺部が長方形であり、連結部が周辺部の長方形の第 1 短辺に形成され、第 1 短辺に対向する第 2 短辺と 2 つの長辺とがなす角部が面取りされている。

【 0 0 1 3 】

第 7 観点の水晶デバイスは、第 1 観点から第 4 観点の水晶振動片であって、第 1 凸部及び第 2 凸部に形成された励振電極と、励振電極から周辺部に引き出された引出電極とを有する水晶振動片と、引出電極と接続する接続電極を有し、水晶振動片を載置するベース板と、ベース板と接合し、水晶振動片を封止するリッド板と、を備える。

10

【 0 0 1 4 】

第 8 観点の水晶デバイスは、第 5 観点及び第 6 観点の水晶振動片であって、第 1 凸部及び第 2 凸部に形成された励振電極と、励振電極から連結部を介して枠部に引き出された引出電極とを有する水晶振動片と、引出電極と接続する接続電極を有し枠部と接合するベース板と、枠部と接合し、水晶振動片を封止するリッド板と、を備える。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 5 】

本発明の水晶振動片及び水晶デバイスによれば、基本波以外の周波数の発生を抑えることができる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 6 】

【 図 1 】 水晶デバイス 1 0 0 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、水晶振動片 1 3 0 の + Y ' 軸側の面の平面図である。 (b) は、+ Y ' 軸側から - Y ' 軸側の面を見た水晶振動片 1 3 0 の平面図である。 (c) は、水晶振動片 1 3 0 の断面図である。

【 図 4 】 (a) は、水晶振動片 2 3 0 の - Y ' 軸側の面の平面図である。 (b) は、水晶振動片 3 3 0 の + Y ' 軸側の面の平面図である。

30

【 図 5 】 水晶デバイス 2 0 0 の分解斜視図である。

【 図 6 】 図 5 の C - C 断面図である。

【 図 7 】 (a) は、水晶振動片 4 3 0 の + Y ' 軸側の平面図である。 (b) は、+ Y ' 軸側から - Y ' 軸側の面を見た水晶振動片 4 3 0 の平面図である。

【 図 8 】 (a) は、水晶振動片 5 3 0 の平面図である。 (b) は、図 8 (a) の点線 5 3 8 の拡大斜視図である。 (c) は、図 8 (a) の D - D 断面図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 7 】

以下、本発明の好適な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。

40

【 0 0 1 8 】

(第 1 実施形態)

< 水晶デバイス 1 0 0 の構成 >

図 1 は、水晶デバイス 1 0 0 の分解斜視図である。水晶デバイス 1 0 0 は、水晶振動片 1 3 0 と、リッド板 1 1 0 と、パッケージ 1 2 0 とにより形成されている。水晶振動片 1 3 0 には例えば A T カットの水晶振動片が用いられる。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 分傾斜されている。以下の説明では、A T カットの水晶振動片の軸方向を基準と

50

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。

【0019】

水晶デバイス 100 は、パッケージ 120 の + Y' 軸側に形成された凹部 121 に水晶振動片 130 が載置される。さらに水晶振動片 130 が載置された凹部 121 を密封するようにリッド板 110 がパッケージ 120 の + Y' 軸側の面に接合されて水晶デバイス 100 が形成される。

【0020】

水晶振動片 130 は、水晶振動片 130 の周囲に形成される周辺部 134 a と、水晶振動片 130 の + Y' 軸側の面の周辺部 134 a よりも中央側に形成される第 1 凸部 134 b と、水晶振動片 130 の - Y' 軸側の面の周辺部 134 a よりも中央側に形成される第 2 凸部 134 c と、を有しているメサ型の水晶振動片である。第 1 凸部 134 b 及び第 2 凸部 134 c の表面にはそれぞれ励振電極 131 が形成されており、各励振電極 131 からは引出電極 132 が - X 軸側の周辺部 134 a に引き出されている。水晶振動片 130 に形成される励振電極 131 及び引出電極 132 等の電極は、例えば水晶振動片 130 にクロム (Cr) 層が形成され、クロム層の上に金 (Au) 層が形成されることにより形成される。

【0021】

水晶デバイス 100 は表面実装型の水晶デバイスであり、実装端子 125 とプリント基板等とがハンダを介して固定され、電氣的に接続されることにより実装される。パッケージ 120 の - Y' 軸側の面は水晶デバイス 100 が実装される実装面であり、実装面には一対の実装端子 125 (図 2 参照) が形成される。また、パッケージ 120 は矩形形状に形成されており、パッケージ 120 の外壁の四隅にはキャストレーション 127 a が形成され、短辺側の中央にはキャストレーション 127 b が形成されている。キャストレーション 127 b には、実装端子 125 の一部が形成されている。パッケージ 120 の + Y' 軸側の面には凹部 121 が形成されている。凹部 121 に形成され、実装面の反対側の面である底面には、水晶振動片 130 が載置される載置部 123 が形成されており、載置部 123 の + Y' 軸側の面には接続端子 124 が形成されている。接続端子 124 と実装端子 125 とは互いに電氣的に接続されている。また、パッケージ 120 の凹部 121 の周囲にはリッド板 110 と接合される接合面 122 が形成されている。パッケージ 120 は、例えばセラミックスにより形成されており、パッケージ 120 は 3 つの層により形成されている。第 1 層 120 a は平面状に形成されパッケージ 120 の - Y' 軸側に配置されている。また、第 1 層 120 a の - Y' 軸側の面は実装面であり、実装端子 125 が形成されている。第 1 層 120 a の + Y' 軸側には第 2 層 120 b が配置される。第 2 層 120 b の中央には、凹部 121 の一部を形成する貫通孔が形成されている。また第 2 層 120 b は凹部 121 に載置部 123 を形成し、載置部 123 の + Y' 軸側の面には接続端子 124 が形成される。第 2 層 120 b の + Y' 軸側の面には第 3 層 120 c が配置される。第 3 層 120 c の中央には凹部 121 の一部を形成する貫通孔が形成されている。また、第 3 層 120 c の + Y' 軸側の面には接合面 122 が形成されている。パッケージ 120 に形成される接続端子 124 及び実装端子 125 等の電極は、例えばセラミックス上にタングステンの層が形成され、その上に下地めっきとしてニッケル層が形成され、さらにその上に仕上げメッキとして金層が形成されることにより形成される。

【0022】

リッド板 110 は、平面状の板として形成されている。リッド板 110 はパッケージ 120 の + Y' 軸側の面に形成されている接合面 122 に封止材 142 (図 1 (b) 参照) を介して接合されることによりパッケージ 120 の凹部 121 を密封する。

【0023】

図 2 は、図 1 の A - A 断面図である。パッケージ 120 の凹部 121 の - X 軸側の + Z' 軸側及び - Z' 軸側にはそれぞれ載置部 123 が形成されており、各載置部 123 の +

Y' 軸側の面には接続端子 124 が形成されている。水晶振動片 130 は載置部 123 に載置され、引出電極 132 と接続端子 124 とが導電性接着剤 141 を介して電氣的に接続されている。パッケージ 120 の + Y' 軸側に接合されるリッド板 110 は、パッケージ 120 の接合面 122 に封止材 142 を介して接合されることによりパッケージ 120 の凹部 121 を密封している。また、パッケージ 120 の - Y' 軸側の面及びキャストレーション 127b の一部には、一対の実装端子 125 が形成されている。接続端子 124 は、パッケージ 120 の底面に形成される接続電極 124a を介してキャストレーション 127b に形成されている実装端子 125 に電氣的に接続されている。

【0024】

図 3 (a) は、水晶振動片 130 の + Y' 軸側の面の平面図である。水晶振動片 130 の + Y' 軸側の面には第 1 凸部 134b が形成され、また、第 1 凸部 134b の周りには周辺部 134a が形成されている。第 1 凸部 134b の + Y' 軸側の面には励振電極 131 が形成されており、励振電極 131 からは周辺部 134a の - X 軸側の - Z' 軸側に引出電極 132 が引き出されている。この引出電極 132 は周辺部 134a の - Z' 軸側の側面を介して - Y' 軸側の面にまで引き出されている (図 3 (b) 参照)。一方、周辺部 134a の - X 軸側の + Z' 軸側には水晶振動片 130 の - Y' 軸側の面から引き出された引出電極 132 が形成されている。また、第 1 凸部 134b の X 軸方向の長さは長さ L R 1 に形成され、Z' 軸方向の長さは長さ W R 1 に形成されている。

【0025】

図 3 (b) は、+ Y' 軸側から - Y' 軸側の面を見た水晶振動片 130 の平面図である。図 3 (b) には、水晶振動片 130 の + Y' 軸側から水晶振動片 130 を透過して水晶振動片 130 の - Y' 軸側の面を見たときの平面図が示されている。水晶振動片 130 の - Y' 軸側の面には第 2 凸部 134c が形成されており、第 2 凸部 134c の周りは周辺部 134a が形成されている。第 2 凸部 134c の - Y' 軸側の面には励振電極 131 が形成されており、励振電極 131 からは周辺部 134a の - X 軸側の + Z' 軸側に引出電極 132 が引き出されている。この引出電極 132 は、さらに周辺部 134a の + Z' 軸側の側面を介して周辺部 134a の + Y' 軸側の面に引き出されている (図 3 (a) 参照)。一方、周辺部 134a の - X 軸側の - Z' 軸側には水晶振動片 130 の + Y' 軸側の面から引き出された引出電極 132 が形成されている。また、第 2 凸部 134c の + X 軸方向の長さは長さ L R 2 に形成され、+ Z' 軸方向の長さは長さ W R 2 に形成されている。

【0026】

図 3 (c) は、水晶振動片 130 の断面図である。図 3 (c) は、図 3 (a) 及び図 3 (b) の B - B 断面図である。水晶振動片 130 では、第 1 凸部 134b が周辺部 134a からの高さが第 1 高さ H R 1 に形成され、第 2 凸部 134c が周辺部 134a からの高さが第 2 高さ H R 2 に形成されている。

【0027】

基本波が用いられる水晶振動片では、基本波の 3 倍の周波数と 3 倍波との周波数の差が大きくなるように設計されることが望ましい。基本波の 3 倍の周波数と 3 倍波との周波数の差が大きくなるとき、3 倍波は水晶振動片で発生しにくくなる。水晶振動片の基本波は励振電極が形成されている第 1 凸部及び第 2 凸部において形成される。すなわち、第 1 凸部及び第 2 凸部の形状等が変わるとき水晶振動片の振動変位分布が変わり、基本波の 3 倍の周波数と 3 倍波との周波数の差も変化する。

【0028】

水晶振動片 130 では、第 1 凸部 134b と第 2 凸部 134c との X 軸方向の長さ、Z' 軸方向の長さ、及び Y' 軸方向の高さが調整され、水晶振動片 130 では基本波の 3 倍の周波数と 3 倍波との周波数の差が大きくなるように形成されている。このとき水晶振動片 130 では、第 1 凸部 134b と第 2 凸部 134c との X 軸方向の長さ、Z' 軸方向の長さ、又は Y' 軸方向の高さの少なくとも 1 つが互いに異なっている。すなわち、第 1 凸部 134b の X - Z' 平面の形状を第 1 平面形状、第 2 凸部 134c の X - Z' 平面の形

10

20

30

40

50

状を第 2 平面形状とすると、水晶振動片 1 3 0 では、第 1 平面形状が第 2 平面形状と面積又は平面形状の少なくとも一方が異なる、もしくは第 1 凸部 1 3 4 b の第 1 高さ H R 1 が第 2 凸部 1 3 4 c の第 2 高さ H R 2 と異なっている。

【 0 0 2 9 】

また水晶振動片 1 3 0 では、水晶振動片 1 3 0 がパッケージ 1 2 0 の凹部 1 2 1 に載置された後に水晶振動片 1 3 0 の + Y ' 軸側の面の励振電極 1 3 1 の厚さを薄くするなどして周波数が調整される。そのため水晶振動片 1 3 0 では、+ Y ' 軸側の励振電極 1 3 1 の面積が大きくなるように形成されると周波数の調整が行いやすいため好ましい。

【 0 0 3 0 】

(第 2 実施形態)

水晶振動片は、第 1 実施形態において示されたように、第 1 凸部の第 1 平面形状と第 2 凸部の第 2 平面形状とが Y ' 軸方向に互いに一致して重なりあわないことにより周波数の 3 倍波の発生が抑えられる。そのため、第 1 凸部の第 1 平面形状及び第 2 凸部の第 2 平面形状が互いに異なる様々な組み合わせが考えられる。以下に、水晶振動片の変形例を説明する。また、以下の説明において、水晶振動片 1 3 0 と同様の部分に関しては、水晶振動片 1 3 0 と同様の記号を付してその説明を省略する。

【 0 0 3 1 】

< 水晶振動片 2 3 0 の構成 >

水晶振動片 2 3 0 は、+ Y ' 軸側の面に第 1 凸部 1 3 4 b (図 4 (a) 参照) が形成され、- Y ' 軸側の面に第 2 凸部 2 3 4 c が形成されている。水晶振動片 2 3 0 は、第 2 凸部 2 3 4 c 及び第 2 凸部 2 3 4 c に形成される励振電極 2 3 1 以外の構成は、水晶振動片 1 3 0 と同様である。

【 0 0 3 2 】

図 4 (a) は、水晶振動片 2 3 0 の - Y ' 軸側の面の平面図である。図 4 (a) では、水晶振動片 2 3 0 を + Y ' 軸側から見て、水晶振動片 2 3 0 を透過した水晶振動片 2 3 0 の - Y ' 軸側の面の平面図が示されている。水晶振動片 2 3 0 の - Y ' 軸側に形成されている第 2 凸部 2 3 4 c は、楕円の平面を有している。第 2 凸部 2 3 4 c の - Y ' 軸側の面には励振電極 2 3 1 が形成されており、励振電極 2 3 1 からは引出電極 1 3 2 が引き出されている。第 2 凸部 2 3 4 c の X 軸方向の長さは長径 L R 3 であり、Z ' 軸方向の長さは短径 W R 3 である。第 2 凸部 2 3 4 c の平面形状は楕円であり、長方形の形状に形成されている第 1 凸部 1 3 4 b とは異なった形状に形成されている。

【 0 0 3 3 】

< 水晶振動片 3 3 0 の構成 >

水晶振動片 3 3 0 は、+ Y ' 軸側の面に第 1 凸部 3 3 4 b が形成され、- Y ' 軸側の面に第 2 凸部 2 3 4 c (図 4 (a) 参照) が形成されている。

【 0 0 3 4 】

図 4 (b) は、水晶振動片 3 3 0 の + Y ' 軸側の面の平面図である。水晶振動片 3 3 0 の + Y ' 軸側に形成されている第 1 凸部 3 3 4 b は、楕円の平面形状を有している。第 1 凸部 3 3 4 b の + Y ' 軸側の面には励振電極 3 3 1 が形成されており、励振電極 3 3 1 からは引出電極 1 3 2 が引き出されている。第 1 凸部 3 3 4 b の X 軸方向の長さは長径 L R 4 であり、Z ' 軸方向の長さは短径 W R 4 である。水晶振動片 3 3 0 では、短径 W R 3 及び短径 W R 4 と、長径 L R 3 及び長径 L R 4 と、第 1 凸部 3 3 4 b の第 1 高さ及び第 2 凸部 2 3 4 c の第 2 高さ、の少なくとも 1 つが互いに異なっている。

【 0 0 3 5 】

水晶振動片 2 3 0 及び水晶振動片 3 3 0 では、第 1 凸部と第 2 凸部との平面形状が異なることにより、水晶振動片に生じる 3 倍波の発生が防がれている。また、第 1 凸部 3 3 4 b 及び第 2 凸部 2 3 4 c の平面形状は円形でもよい。

【 0 0 3 6 】

(第 3 実施形態)

水晶振動片は、周辺部の周りに枠部が形成され、周辺部と枠部とが連結部により連結さ

10

20

30

40

50

れていてもよい。以下に、枠部が形成されている水晶振動片が用いられた水晶デバイス 200 について説明する。

【0037】

< 水晶デバイス 200 の構成 >

図 5 は、水晶デバイス 200 の分解斜視図である。水晶デバイス 200 は、リッド板 110 と、ベース板 220 と、水晶振動片 430 と、により構成されている。水晶振動片 430 には例えば AT カットの水晶振動片が用いられ、ベース板 220 には例えばガラス及び水晶等が基材として用いられる。

【0038】

水晶振動片 430 は、所定の周波数で振動する励振部 431 と、励振部 431 を囲む枠部 432 と、励振部 431 と枠部 432 とを連結する連結部 433 と、により構成されている。連結部 433 は励振部 431 の - X 軸側の辺の + Z' 軸側及び - Z' 軸側の端にそれぞれ連結されており、励振部 431 と枠部 432 との間の連結部 433 以外の領域は、水晶振動片 430 を Y' 軸方向に貫通する貫通溝 436 となっている。励振部 431 の + Y' 軸側の面と - Y' 軸側の面とには励振電極 434 が形成されており、各励振電極 434 からは連結部 433 を通り枠部 432 にまで引出電極 435 が引き出されている。

10

【0039】

ベース板 220 は、水晶振動片 430 の - Y' 軸側に配置される。ベース板 220 は X 軸方向に長辺、Z' 軸方向に短辺を有する矩形形状に形成されている。ベース板 220 の - Y' 軸側の面には一対の実装端子 223 が形成されている。この実装端子 223 がハンダを介してプリント基板等に固定され電氣的に接続されることにより、水晶デバイス 200 がプリント基板等を実装される。また、ベース板 220 の四隅の側面にはキャストレーション 224 が形成されており、キャストレーション 224 には側面電極 226 が形成されている。ベース板 220 の + Y' 軸側の面には凹部 221 が形成されており、凹部 221 の周りには接合面 222 が形成されている。また、接合面 222 の四隅でありキャストレーション 224 の周りには接続端子 225 が形成されている。この接続端子 225 は、キャストレーション 224 に形成される側面電極 226 を介して実装端子 223 に電氣的に接続されている。ベース板 220 は、接合面 222 において封止材 142 (図 6 参照) を介して水晶振動片 430 の枠部 432 の - Y' 軸側の面に接合される。また、接続端子 225 と水晶振動片 430 の引出電極 435 とが電氣的に接続される。

20

30

【0040】

図 6 は、図 5 の C - C 断面図である。水晶デバイス 200 は、水晶振動片 430 の枠部 432 の + Y' 軸側の面にリッド板 110 が封止材 142 を介して接合され、枠部 432 の - Y' 軸側の面にベース板 220 の接合面 222 が封止材 142 を介して接合されている。水晶振動片 430 の枠部 432 とベース板 220 の接合面 222 とが接合される際には、枠部 432 の - Y' 軸側の面に形成されている引出電極 435 とベース板 220 の接合面 222 に形成されている接続端子 225 とが電氣的に接続される。これにより、励振電極 434 は、引出電極 435、接続端子 225、及び側面電極 226 を介して実装端子 223 に電氣的に接続される。また水晶振動片 430 は、励振部 431 の周囲に形成される周辺部 431a と、励振部 431 の + Y' 軸側の面の周辺部 431a よりも中央側に形成される第 1 凸部 431b と、励振部 431 の - Y' 軸側の面の周辺部 431a よりも中央側に形成される第 2 凸部 431c と、を有しているメサ型的水晶振動片である。

40

【0041】

図 7 (a) は、水晶振動片 430 の + Y' 軸側の平面図である。水晶振動片 430 の + Y' 軸側の面には第 1 凸部 431b 及び第 1 凸部 431b の周りに形成されている周辺部 431a が形成されている。第 1 凸部 431b には励振電極 434 が形成されており、励振電極 434 からは、- Z' 軸側の連結部 433 の + Y' 軸側の面及び - Z' 軸側の連結部 433 の - Z' 軸側の側面 433a を介して連結部 433 の - Y' 軸側の面に引出電極 435 が引き出されている。また、第 1 凸部 431b の X 軸方向の長さは長さ L R 5 に形成され、Z' 軸方向の長さは長さ W R 5 に形成されている。

50

【 0 0 4 2 】

図 7 (b) は、 + Y ' 軸側から - Y ' 軸側の面を見た水晶振動片 4 3 0 の平面図である。図 7 (b) では、水晶振動片 4 3 0 の + Y ' 軸側から水晶振動片 4 3 0 を透過して水晶振動片 4 3 0 の - Y ' 軸側の面を見た場合の平面図である。水晶振動片 4 3 0 の - Y ' 軸側の面には第 2 凸部 4 3 1 c が形成されており、第 2 凸部 4 3 1 c の周りは周辺部 4 3 1 a が配置されている。第 2 凸部 4 3 1 c の - Y ' 軸側の面には励振電極 4 3 4 が形成されており、この励振電極 4 3 4 からは、 + Z ' 軸側の連結部 4 3 3 を通り、枠部 4 3 2 の + X 軸側の + Z ' 軸側の角部にまで引出電極 4 3 5 が引き出されている。また、 - Z ' 軸側の連結部 4 3 3 では + Y ' 軸側に形成される励振電極 4 3 4 から引き出されている引出電極 4 3 5 が連結部 4 3 3 の側面 4 3 3 a を介して連結部 4 3 3 の - Y ' 軸側の面に引き出されており、引出電極 4 3 5 はさらに - X 軸側の - Z ' 軸側の角部にまで形成されている。また、第 2 凸部 4 3 4 c の X 軸方向の長さは長さ L R 6 に形成され、 Z ' 軸方向の長さは長さ W R 6 に形成されている。

10

【 0 0 4 3 】

水晶振動片 4 3 0 では、長さ L R 5 及び長さ L R 6 と、長さ W R 5 及び長さ W R 6 と、第 1 凸部 4 3 1 b の周辺部 4 3 1 a からの高さである第 1 高さ及び第 2 凸部 4 3 1 c の周辺部 4 3 1 a からの高さである第 2 高さ、の中の少なくとも 1 つの組み合わせで寸法が異なっている。すなわち、第 1 凸部 4 3 1 b の X - Z ' 平面の形状を第 1 平面形状、第 2 凸部 4 3 1 c の X - Z ' 平面の形状を第 2 平面形状とすると、水晶振動片 4 3 0 では、第 1 平面形状が第 2 平面形状と面積又は平面形状の少なくとも一方が異なる、もしくは第 1 凸部 4 3 1 b の第 1 高さが第 2 凸部 4 3 1 c の第 2 高さとは異なっている。

20

【 0 0 4 4 】

< 水晶振動片 5 3 0 の構成 >

水晶振動片では、周辺部の角部が面取りされていてもよい。以下に、周辺部の角部が面取りされている水晶振動片 5 3 0 について説明する。

【 0 0 4 5 】

図 8 (a) は、水晶振動片 5 3 0 の平面図である。水晶振動片 5 3 0 は、励振部 5 3 1 と、枠部 5 3 2 と、連結部 5 3 3 と、により構成されている。連結部 5 3 3 は、励振部 5 3 1 の + X 軸側の辺の両端にそれぞれ連結されている。励振部 5 3 1 と枠部 5 3 2 との間の連結部 5 3 3 以外の領域には水晶振動片 5 3 0 を Y ' 軸方向に貫通する貫通溝 5 3 6 が形成されている。励振部 5 3 1 の周りには周辺部 5 3 1 a が形成され、水晶振動片 5 3 0 の + Y ' 軸側の面の周辺部 5 3 1 a の中央側には第 1 凸部 5 3 1 b が形成され、水晶振動片 5 3 0 の - Y ' 軸側の面の周辺部 5 3 1 a の中央側には第 2 凸部 5 3 1 c (図 8 (d) 参照) が形成されている。すなわち、励振部 5 3 1 は、周辺部 5 3 1 a 、第 1 凸部 5 3 1 b 、及び第 2 凸部 5 3 1 c を含んで構成される。第 1 凸部 5 3 1 a 及び第 2 凸部 5 3 1 c の表面には励振電極 5 3 4 がそれぞれ形成されている。各励振電極 5 3 4 からはそれぞれ引出電極 5 3 5 が引き出されており、引出電極 5 3 5 は枠部 5 3 2 の - Y ' 軸側の面の + X 軸側の + Z ' 軸側、及び - X 軸側の - Z ' 軸側の角部にまで形成されている。また、水晶振動片 5 3 0 は、周辺部 5 3 1 a の - X 軸側の角部が面取りされている。

30

【 0 0 4 6 】

図 8 (b) は、図 8 (a) の点線 5 3 8 の拡大斜視図である。水晶振動片 5 3 0 では、周辺部 5 3 1 a の - X 軸側の - Z ' 軸側及び - X 軸側の + Z ' 軸側の角部が面取りされている。 - Z ' 軸側の角部では、 - Y ' 軸側の面に接する角部が面取りされ、 + Z ' 軸側の角部では、 + Y ' 軸側の面に接する角部が面取りされている。図 8 (b) では、面取りされている面を面 5 3 7 として示している。

40

【 0 0 4 7 】

図 8 (c) は、図 8 (a) の D - D 断面図である。水晶振動片 5 3 0 では、周辺部 5 3 1 a の + Z ' 軸側及び - Z ' 軸側の側面も + Y ' 軸方向から - Z ' 軸方向に傾いて形成されている。このような側面の傾きは、水晶振動片の各軸方向に対するエッチング速度の違いに起因して形成される。 A T カットの水晶は、 + Y ' 軸方向と - Z ' 軸方向との間、及

50

び - Y' 軸方向と + Z' 軸方向との間にエッチング速度が速いためこのような側面が形成される。また、面取りされた面 537 も、このような各軸方向のエッチング速度の違いを利用して形成される。

【0048】

図8(d)は、図8(a)のE-E断面図である。励振部531には、+Y'軸側の面に第1凸部531bが形成され、-Y'軸側の面に第2凸部531cが形成されている。水晶振動片530では、第1凸部531bのX-Z'平面の形状を第1平面形状、第2凸部531cのX-Z'平面の形状を第2平面形状とすると、第1平面形状が第2平面形状と面積又は平面形状の少なくとも一方が異なる、もしくは第1凸部531bの高さが第2凸部531cの高さと異なっている。

10

【0049】

水晶振動片では、従来、ベベル加工という励振部を円弧状に研磨する加工が行われてきた。この加工により、水晶振動片の不要振動の発生が抑えられ、クリスタルインピーダンス(CI)値を低下させることができる。水晶振動片530では、周辺部531aの角部が面取りされることにより、水晶振動片530がベベル加工された形状に近い形状にすることができ、水晶振動片のCI値を低減させることができる。またATカット水晶振動片は主振動が厚さ方向(Y'軸方向)に発生するため、Z'軸方向に発生する振動は不要振動になる。そのため、面取りされる部分が曲面状に形成されるとZ'軸方向の振動の境界条件が形成されなくなり、Z'軸方向の振動の発生を抑えやすくなるため好ましい。

20

【0050】

さらに、水晶振動片530では、励振部531の-X軸側の角部が面取りされている。水晶では+X軸方向のエッチング速度が速く、+X軸側の角部を面取りする場合には、励振部531がエッチングされすぎて励振部531の面積が狭くなってしまう場合がある。水晶振動片530では、励振部531の+X軸側に連結部533を形成し、-X軸側の辺の角部をエッチングすることにより、エッチングの速度を抑え、励振部531の面積が狭くなりすぎることが抑えられている。

【0051】

以上、本発明の最適な実施例について詳細に説明したが、これらの実施形態は互いに組み合わせられて用いられることができる。また、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例に様々な変更・変形を加えて実施することができる。

30

【符号の説明】

【0052】

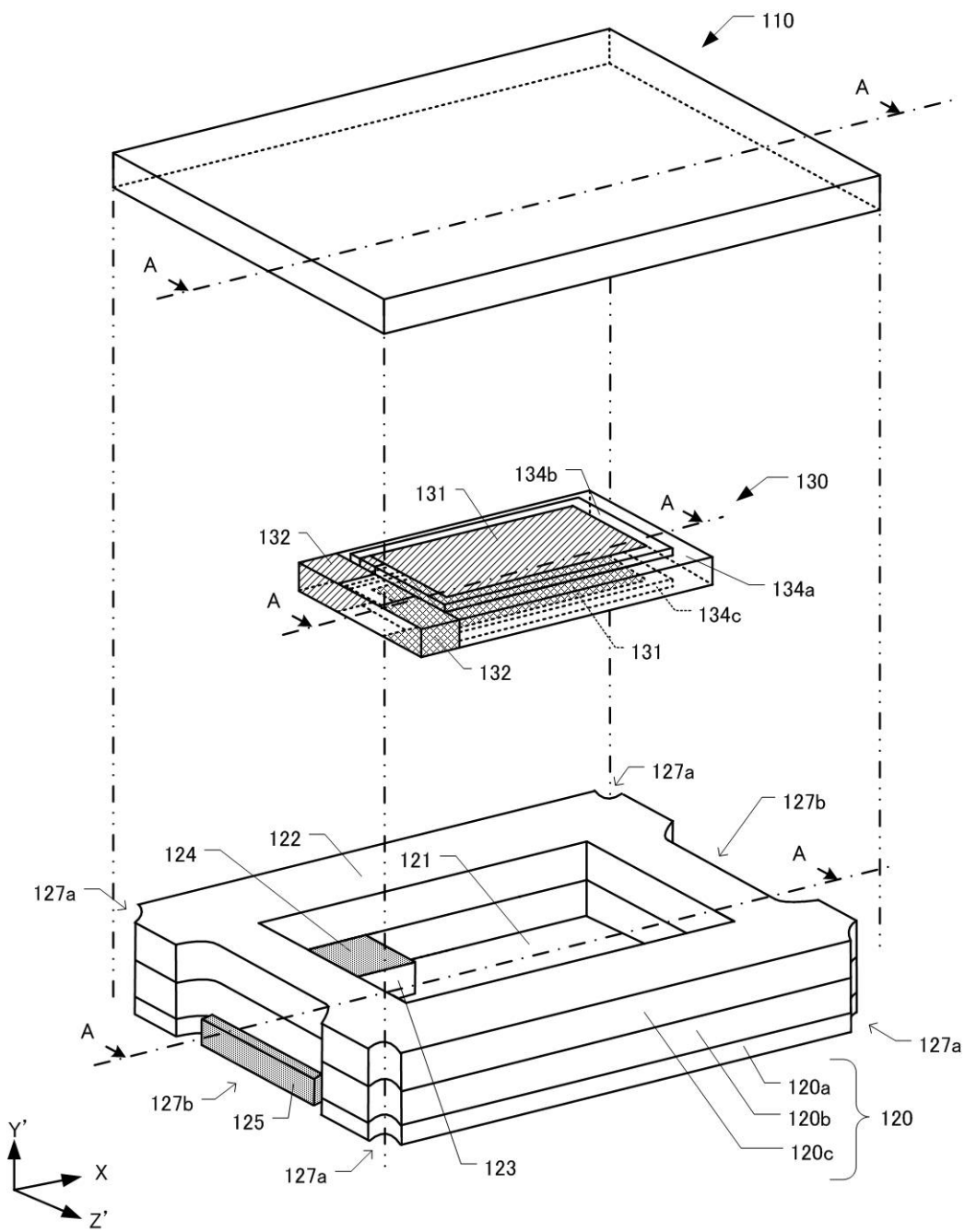
100、200 ... 水晶デバイス
 110 ... リッド板
 120 ... パッケージ
 120a ... 第1層
 120b ... 第2層
 120c ... 第3層
 121、221 ... 凹部
 122、222 ... 接合面
 123 ... 載置部
 124、225 ... 接続端子
 124a ... 接続電極
 125、223 ... 実装端子
 127a、127b、224 ... キャスタレーション
 130、230、330、430、530 ... 水晶振動片
 131、231、331、434、534 ... 励振電極
 132、435、535 ... 引出電極
 134a、531a ... 周辺部
 134b、334b、431b、531b ... 第1凸部

40

50

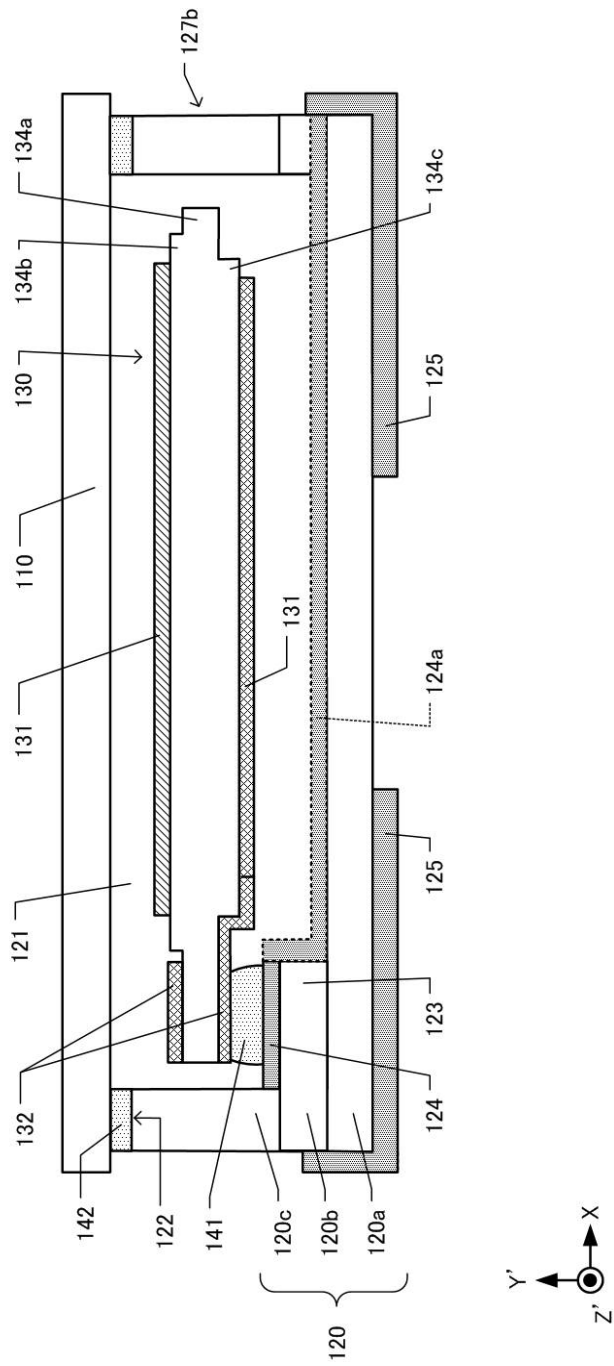
1 3 4 c、2 3 4 c、4 3 1 c、5 3 1 c ... 第 2 凸部
1 4 1 ... 導電性接着剤
1 4 2 ... 封止材
2 2 0 ... ベース板
2 2 6 ... 側面電極
4 3 1、5 3 1 ... 励振部
4 3 2、5 3 2 ... 枠部
4 3 3、5 3 3 ... 連結部
4 3 6、5 3 6 ... 貫通溝

【図 1】

100

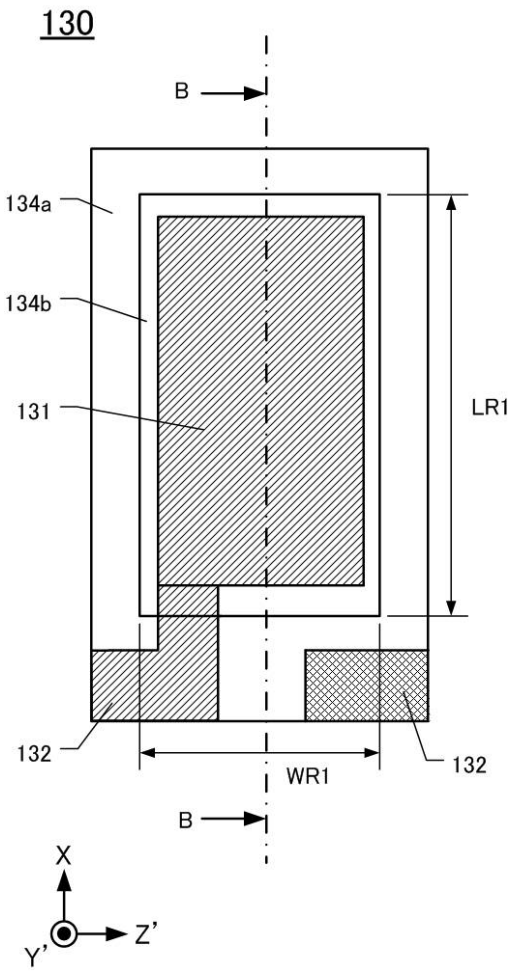
100

【図 2】

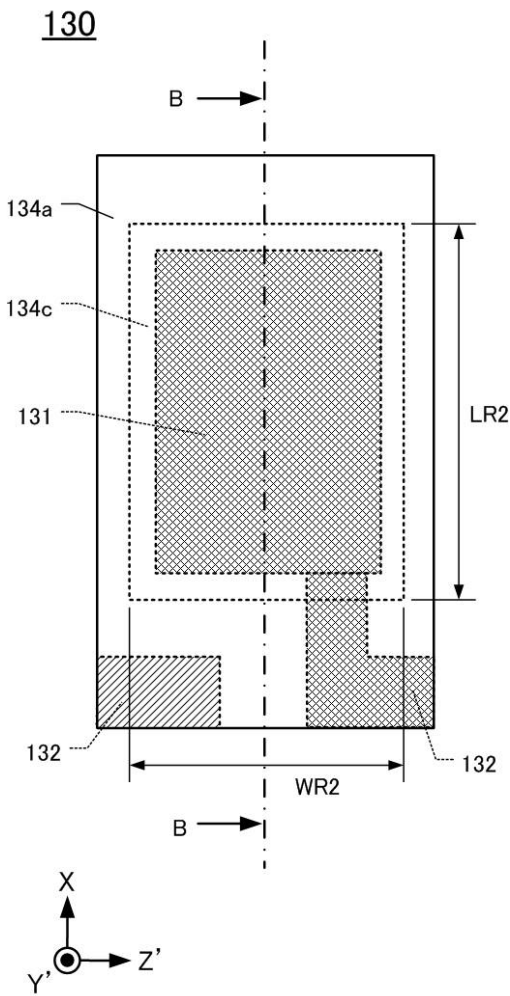


【図 3】

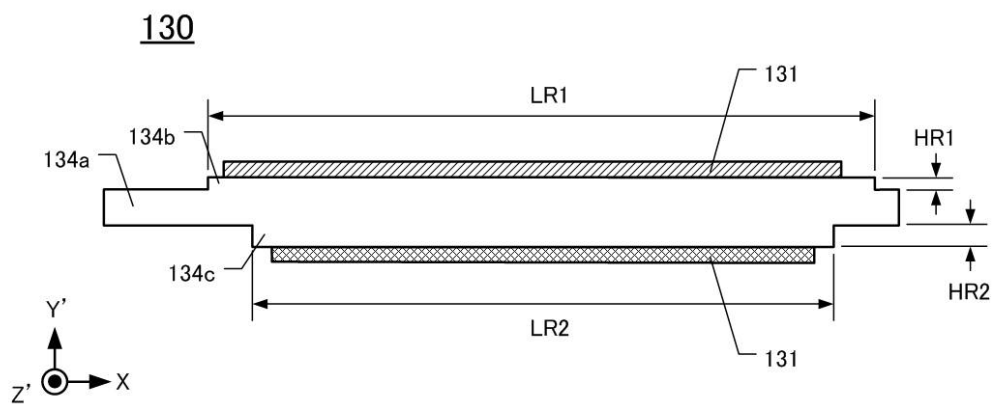
(a)



(b)

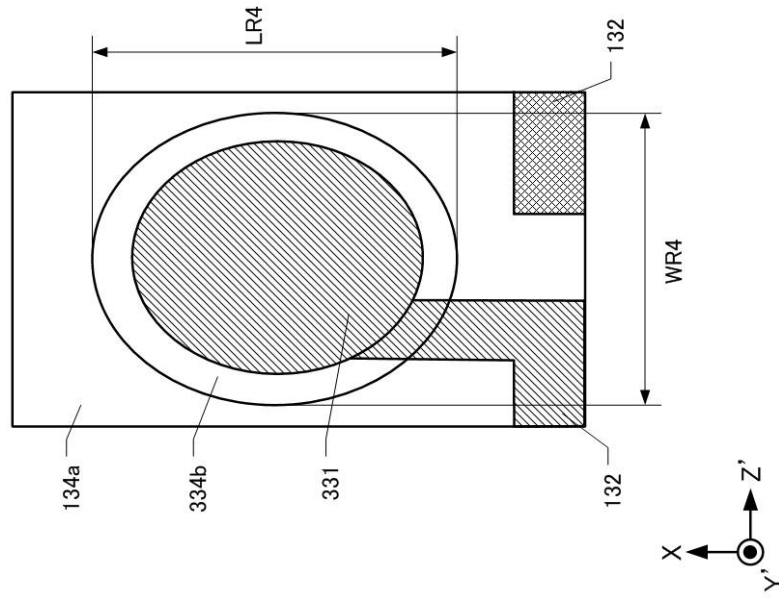


(c)

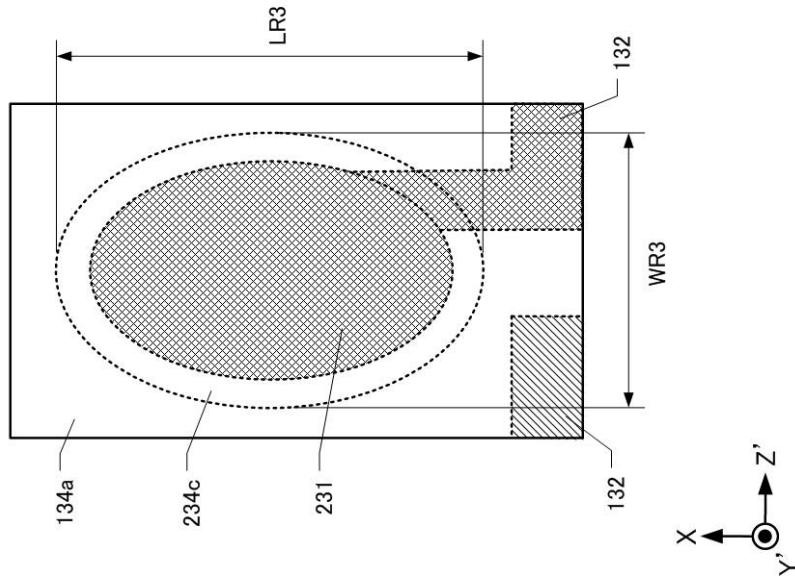


【図 4】

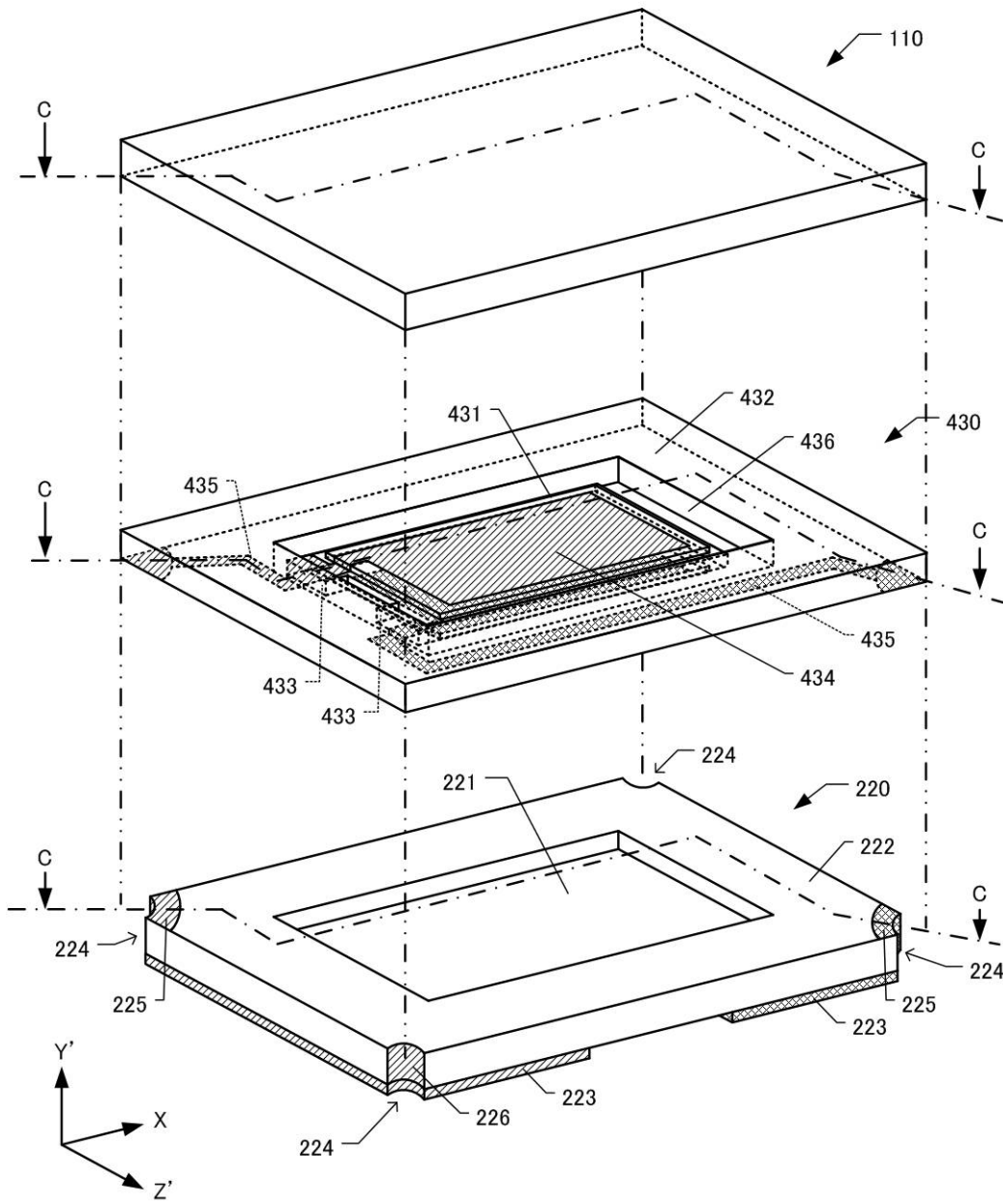
(b)

330

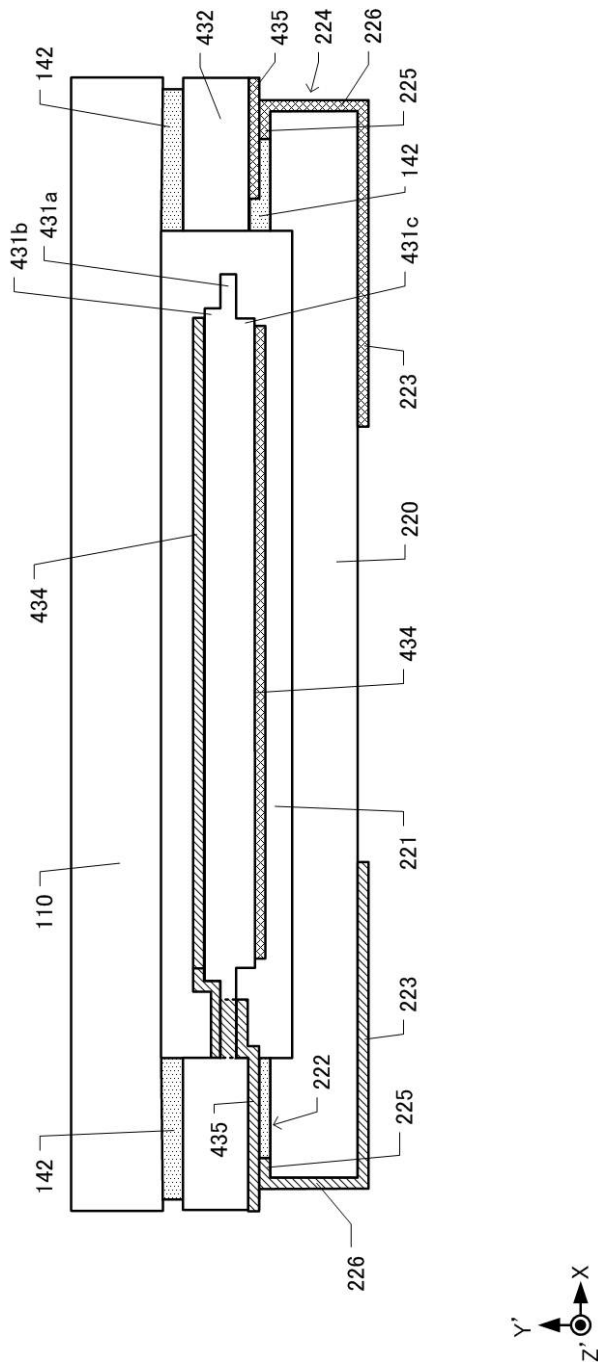
(a)

230

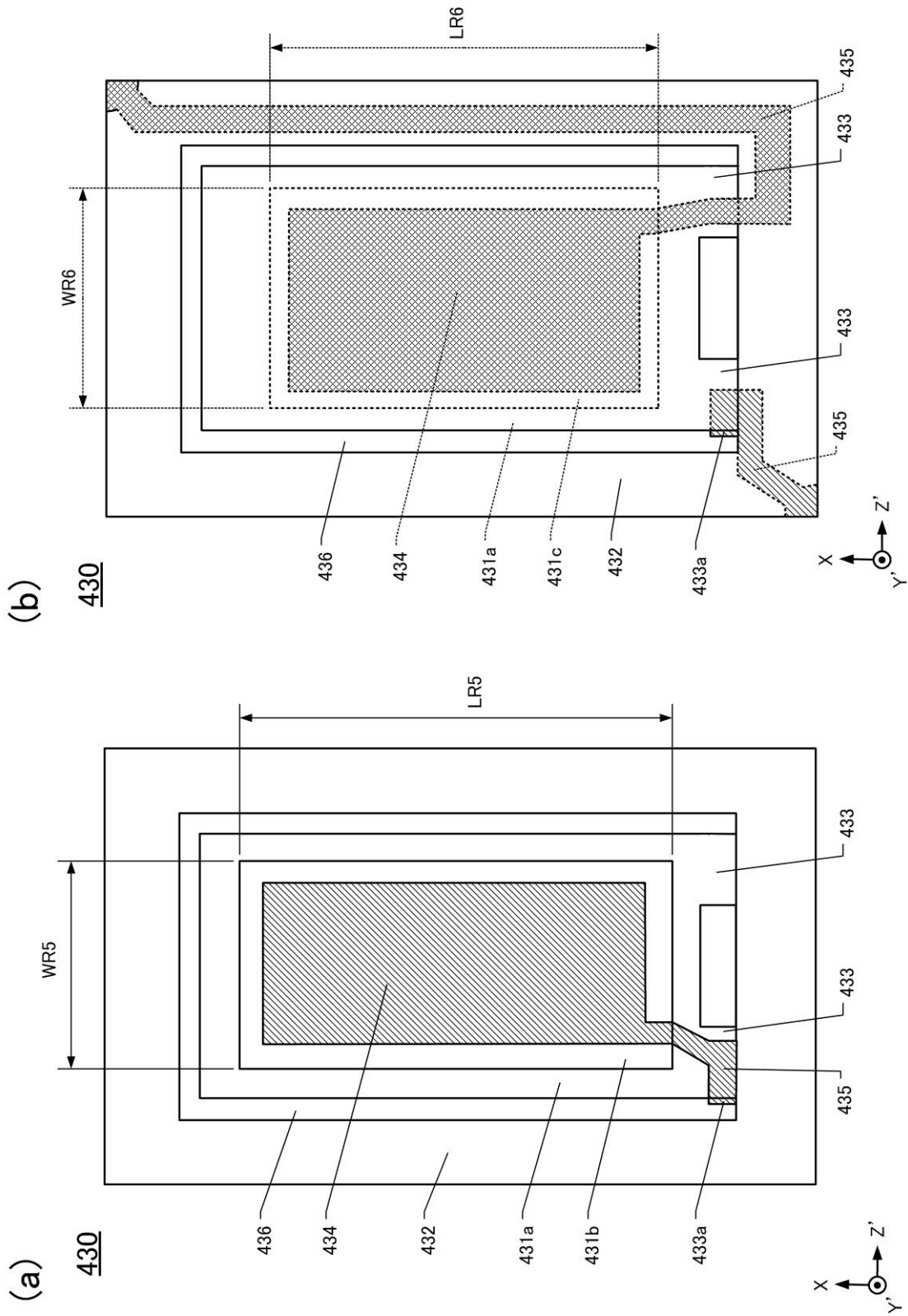
200



【図 6】



【図 7】



【図 8】

