

(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2012-39226

(P2012-39226A)

(43) 公開日 平成24年2月23日 (2012. 2. 23)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H03H 9/19 (2006.01)	H03H 9/19 K	5 J 1 0 8
H03H 9/215 (2006.01)	H03H 9/19 J	
H01L 41/09 (2006.01)	H03H 9/215	
H01L 41/18 (2006.01)	H01L 41/08 C	
	H01L 41/08 L	
審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 23 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2010-175320 (P2010-175320)	(71) 出願人	000232483
(22) 出願日	平成22年8月4日 (2010. 8. 4)		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	川西 信吾
			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	岩井 宏樹
			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	上野 隼輔
			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
			最終頁に続く

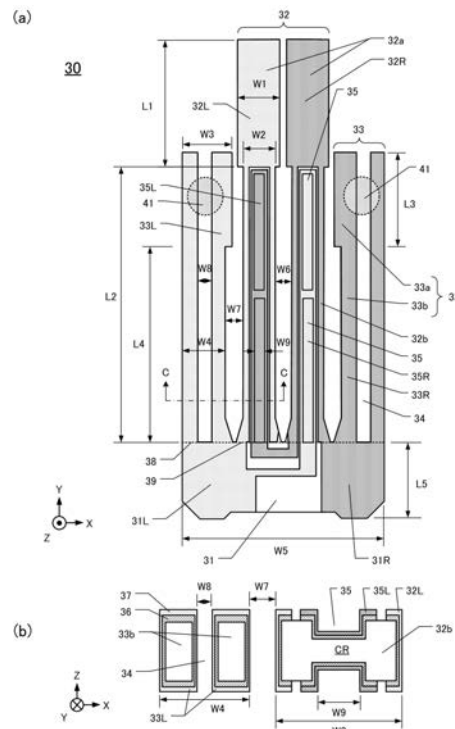
(54) 【発明の名称】 音叉型の圧電振動片および圧電デバイス

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、音叉型の圧電振動片を使った圧電デバイスが高温試験された後も周波数変動が小さい音叉型の圧電振動片および圧電デバイスを提供する

【解決手段】 音叉型の圧電振動片 (30) は、圧電材料により形成された基部 (31) と、基部の一端側から所定方向に伸びる一対の振動腕 (32) と、底面を有する溝部又は貫通する貫通孔 (34) を有し、振動腕の外側で基部より所定方向に伸びる一対の支持腕 (33) と、を備え、溝部又は貫通孔は、支持腕と振動腕との間で基部に形成される支持腕付け根位置 (38) から伸びている。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

圧電材料により形成された基部と、
前記基部の一端側から所定方向に伸びる一对の振動腕と、
底面を有する溝部又は貫通する貫通孔を有し、前記振動腕の外側で前記基部より前記所定方向に伸びる一对の支持腕と、を備え、
前記溝部又は貫通孔は、前記支持腕と前記振動腕との間で前記基部に形成される支持腕付け根位置から伸びている音叉型の圧電振動片。

【請求項 2】

前記一对の振動腕の間で前記基部に形成される振動腕付け根位置は、前記所定方向において前記支持腕付け根位置と同じである請求項 1 に記載の音叉型の圧電振動片。

10

【請求項 3】

前記一对の振動腕の間で前記基部に形成される振動腕付け根位置は、前記所定方向に前記支持腕付け根位置より前記先端側である請求項 1 に記載の音叉型の圧電振動片。

【請求項 4】

前記一对の支持腕は前記所定方向の途中の中間位置から先端位置に掛けて幅広く形成された一对の幅広領域を有し、

前記溝部又は前記貫通孔は前記先端位置まで形成されている請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに 1 項に記載の音叉型の圧電振動片。

【請求項 5】

前記一对の支持腕は前記所定方向の途中の中間位置から先端位置に掛けて幅広く形成された一对の幅広領域を有し、

前記溝部又は前記貫通孔は前記中間位置まで形成されている請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに 1 項に記載の音叉型の圧電振動片。

20

【請求項 6】

前記基部及び前記振動腕を囲むように形成された外枠を備え、

前記支持腕と前記外枠とが接続され、前記溝部又は前記貫通孔は前記支持腕と前記外枠との接続領域まで形成されている請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに 1 項に記載の音叉型の圧電振動片。

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の音叉型の圧電振動片を収容した圧電デバイスであって、

前記圧電振動片は、前記一对の支持腕の先端側に塗布された接着剤で支持される圧電デバイス。

30

【請求項 8】

請求項 4 又は請求項 5 に記載の音叉型の圧電振動片を収容した圧電デバイスであって、

前記圧電振動片は、前記一对の幅広領域に塗布された接着剤で支持される圧電デバイス。

。

【請求項 9】

請求項 6 に記載の音叉型の圧電振動片を収容した圧電デバイスであって、

前記外枠を中心にして 2 枚の平面板で挟み込んで前記圧電振動片が支持される圧電デバイス。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、音叉型の圧電振動片および圧電デバイスに関する。特に基部から支持腕が伸びている圧電振動片および圧電デバイスに関する。

【背景技術】**【0002】**

50

特許文献 1 に示される音叉型の圧電振動片は基部から伸びる振動腕が設けられ、その振動腕の両外側に基部から伸びる支持腕が設けられている。この支持腕に導電性接着剤が塗布されパッケージに固定されると、音叉型の圧電振動片は、パッケージの外部の温度変化又は落下などの衝撃からの影響を減少させる。また、支持腕で音叉型の圧電振動片が支持されると、パッケージの内部で振動する振動腕の振動漏れによる周波数の変動が小さくなる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2006 - 148857 号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、音叉型の圧電振動片を使った圧電デバイスは、周波数調整後であってもリフロー炉での加熱等で周波数が変化してしまう現象が生じている。圧電デバイスは高温であっても周波数が規格内に入っているように、高温試験（高温恒温試験）後、圧電デバイスを出荷している。特に圧電デバイスが小型化されるに従い、高温試験後の周波数変動を小さくさせることが難しくなっている。

【0005】

本発明は、音叉型の圧電振動片を使った圧電デバイスが高温試験された後も周波数変動が小さい音叉型の圧電振動片および圧電デバイスを提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

第 1 観点の音叉型の圧電振動片は、圧電材料により形成された基部と、基部の一端側から所定方向に伸びる一对の振動腕と、底面を有する溝部又は貫通する貫通孔を有し、振動腕の外側で基部より所定方向に伸びる一对の支持腕と、を備え、溝部又は貫通孔は、支持腕と振動腕との間で基部に形成される支持腕付け根位置から伸びている。

【0007】

第 2 観点の音叉型の圧電振動片は、第 1 観点において、一对の振動腕の間で基部に形成される振動腕付け根位置は、所定方向において支持腕付け根位置と同じである。

30

【0008】

第 3 観点の音叉型の圧電振動片は、第 1 観点において、一对の振動腕の間で基部に形成される振動腕付け根位置は、所定方向に支持腕付け根位置より先端側である。

【0009】

第 4 観点の音叉型の圧電振動片は、第 1 観点から第 3 観点において、一对の支持腕は所定方向の途中の中間位置から先端位置に掛けて幅広く形成された一对の幅広領域を有し、溝部又は貫通孔は先端位置まで形成されている。

【0010】

第 5 観点の音叉型の圧電振動片は、第 1 観点から第 3 観点において、一对の支持腕は所定方向の途中の中間位置から先端位置に掛けて幅広く形成された一对の幅広領域を有し、溝部又は貫通孔は中間位置まで形成されている。

40

【0011】

第 6 観点の音叉型の圧電振動片は、第 1 観点から第 3 観点において、基部及び振動腕を囲むように形成された外枠を備え、支持腕と外枠とが接続され、溝部又は貫通孔は支持腕と外枠との接続領域まで形成されている。

【0012】

第 7 観点の音叉型の圧電デバイスは、第 1 観点から第 3 観点到に記載の音叉型の圧電振動片を収容した圧電デバイスであって、圧電振動片は、一对の支持腕の先端側に塗布された接着剤で支持される。

【0013】

50

第 8 観点の音叉型の圧電デバイスは、第 4 観点又は第 5 観点に記載の音叉型の圧電振動片を収容した圧電デバイスであって、圧電振動片は、前記一対の幅広領域に塗布された接着剤で支持される。

【 0 0 1 4 】

第 9 観点の音叉型の圧電デバイスは、第 6 観点に記載の音叉型の圧電振動片を収容した圧電デバイスであって、外枠を中心にして 2 枚の平面板で挟み込んで前記圧電振動片が支持される。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 5 】

本発明によれば、音叉型の圧電振動片を使った圧電デバイスが高温試験された後も周波数変動が小さい音叉型の圧電振動片および圧電デバイスを提供できる。このため、圧電デバイスの不良率が減少する。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 6 】

【 図 1 】 (a) は、圧電デバイス 1 0 0 の斜視図である。 (b) は、圧電デバイス 1 0 0 の断面図である。 (c) は、音叉型圧電振動片 3 0 が載置されたパッケージ 2 0 の上面図である。

【 図 2 】 (a) は、音叉型圧電振動片 3 0 の平面図である。 (b) は図 2 (a) の C - C 概略断面図である。

【 図 3 】 音叉型圧電振動片 1 3 0 の平面図である。

【 図 4 】 (a) は、音叉型圧電振動片 2 3 0 の平面図である。 (b) は、図 4 (a) の概略 D - D 断面図である。

【 図 5 】 音叉型圧電振動片 3 3 0 の平面図である。

【 図 6 】 (a) は、音叉型圧電振動片 P A の高温試験の前後での周波数変化を示すグラフである。 (b) は、2 7 個の音叉型圧電振動片 3 3 0 の高温試験の前後での周波数変化を示すグラフである。 (c) は、5 0 個の音叉型圧電振動片 3 3 0 の高温試験の前後での周波数変化を示すグラフである。

【 図 7 】 音叉型圧電振動片 4 3 0 の平面図である。

【 図 8 】 音叉型圧電振動片 5 3 0 の平面図である。

【 図 9 】 (a) は、圧電デバイス 6 0 0 の斜視図である。 (b) は、図 9 (a) の E - E 分解断面図である。

【 図 1 0 】 音叉型圧電振動片 6 3 0 の平面図である。

【 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。

【 0 0 1 8 】

(第 1 実施例)

< 圧電デバイス 1 0 0 >

図 1 (a) は、圧電デバイス 1 0 0 の斜視図である。圧電デバイス 1 0 0 は、リッド 1 0、パッケージ 2 0、及びパッケージ 2 0 内に載置されている音叉型圧電振動片 3 0 (図 1 (b) 参照) により構成されている。以下、パッケージ 2 0 の長辺方向であり音叉型圧電振動片 3 0 の振動腕 3 2 (図 1 (c) 参照) が伸びている方向を Y 軸方向、パッケージ 2 0 の短辺方向であり一対の振動腕 3 2 が並んでいる方向を X 軸方向、X 軸方向と Y 軸方向とに垂直な方向を Z 軸方向として説明する。

【 0 0 1 9 】

パッケージ 2 0 は、内側にキャビティ 2 4 (図 1 (b) 参照) が形成されており、キャビティ 2 4 に音叉型圧電振動片 3 0 が載置されている。また、パッケージ 2 0 の - Z 軸側の面には外部電極 2 1 が形成されている。リッド 1 0 は、キャビティ 2 4 を密封するよう

10

20

30

40

50

にパッケージ 20 の + Z 軸側に配置されている。

【0020】

図 1 (b) は、圧電デバイス 100 の断面図である。図 1 (b) は、図 1 (a) の A - A における断面図になっている。パッケージ 20 の内側にはキャビティ 24 が形成されており、キャビティ 24 内には接続電極 22 が形成されている。接続電極 22 は導電部 (不図示) を通して外部電極 21 に電氣的に接続されている。また、キャビティ 24 には音叉型圧電振動片 30 が載置されている。音叉型圧電振動片 30 は、接続電極 22 と導電性接着剤 41 を通して電氣的に接続されている。さらに、キャビティ 24 は、リッド 10 とパッケージ 20 とが封止材 40 により接着されることによって密閉されている。

【0021】

図 1 (c) は、音叉型圧電振動片 30 が載置されたパッケージ 20 の上面図である。また、図 1 (c) は、図 1 (b) の B - B 断面図である。音叉型圧電振動片 30 は、基部 31 と基部 31 より伸びる一对の振動腕 32 と一对の振動腕 32 の外側に伸びる一对の支持腕 33 とを有している。また、パッケージ 20 内には 2 カ所に接続電極 22 が形成されている。音叉型圧電振動片 30 は、支持腕 33 で接続電極 22 と接続されている。

【0022】

圧電デバイス 100 では、音叉型圧電振動片 32 がキャビティ 24 の中に載置され、導電性接着剤 41 により接続電極 22 と接着され固定される。そして、パッケージ 20 とリッド 10 とが封止材 40 により接着され、キャビティ 24 が封止される。このようにして圧電デバイス 100 は完成するが、圧電デバイス 100 は一般に 280 前後のリフロー炉でプリント基板にはんだ付けされる。以下、圧電デバイス 100 が 200 以上で一定時間加熱されることを高温試験工程という。そして、圧電デバイス 100 は高温試験工程の後でもできるだけ周波数が変動しないことが求められる。

【0023】

本願発明者は、圧電デバイス 100 は高温試験工程の後に周波数が変動する原因を探求していた。そして高温試験工程では、導電性接着剤 41 の残留応力が支持腕を伝わって振動腕に影響を及ぼし、音叉型圧電振動片の周波数を変動させてしまうことを突き止めた。

【0024】

< 音叉型圧電振動片 30 >

図 2 (a) は、音叉型圧電振動片 30 の平面図である。また、図 2 (b) は図 2 (a) の C - C 概略断面図である。以下、図 2 (a) 及び図 2 (b) を参照して音叉型圧電振動片 30 について説明する。

【0025】

音叉型圧電振動片 30 は、基部 31 と基部 31 から互いに平行に伸びている一对の振動腕 32 と一对の振動腕 32 の外側に + Y 軸方向に伸びる一对の支持腕 33 とを備えている。振動腕 32 及び支持腕 33 と基部 31 とはそれぞれ振動腕付け根位置 39 及び支持腕付け根位置 38 において繋がっている。振動腕付け根位置 39 及び支持腕付け根位置 38 は Y 軸方向に対して同じ位置になるように形成されている。また、音叉型圧電振動片 30 は圧電材料 CR を基材としている。圧電材料 CR の表面には電極が形成される。電極として用いられる金 (Au) 又は銀 (Ag) は圧電材料 CR に直接形成することが困難であるため、圧電材料 CR の表面に電極と同じ形状に第 1 層 36 を形成し、第 1 層 36 の表面上に第 2 層 37 を形成している。圧電材料 CR には、水晶、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム等が用いられる。また、第 1 層 36 の材料には、Cr、Ni 等が用いられ第 2 層 37 の材料には金 (Au)、銀 (Ag) 等が用いられる。

【0026】

各振動腕 32 は、振動腕 32 の + Y 軸側に形成される錘部 32 a と錘部 32 a 及び基部 31 の間に形成される振動部 32 b とを有している。各振動部 32 b の表側 (+ Z 軸側) の主面にはそれぞれ 2 つの溝部 35 が形成され、裏側の主面にも同様に 2 つの溝部 35 が形成される。各支持腕 33 には、支持腕 33 を Z 軸方向に貫通する貫通孔 34 が形成されている。貫通孔 34 は、支持腕付け根位置 38 から支持腕 33 の + Y 軸側の先端まで形成

10

20

30

40

50

されている。また、各支持腕 3 3 の + Y 軸側には導電性接着剤 4 1 を塗布するための接着部 3 3 a が形成されており、接着部 3 3 a と基部 3 1 との間には接着部 3 3 a よりも幅の細い支持部 3 3 b が形成されている。

【0027】

また、音叉型圧電振動片 3 0 には、互いに電氣的に接続されておらず、異なる電圧が印加される 2 つの電極が形成されている。一方の電極は、基部 3 1 の + X 軸側に形成されている電極 3 1 R と、+ X 軸側の振動腕 3 2 の溝部 3 5 以外の領域に形成されている電極 3 2 R と、- X 軸側の振動腕 3 2 の溝部 3 5 に形成されている電極 3 5 L と、+ X 軸側の支持腕 3 3 に形成されている電極 3 3 R と、により形成されている。他方の電極は、基部 3 1 の - X 軸側に形成されている電極 3 1 L と、- X 軸側の振動腕 3 2 の溝部 3 5 以外の領域に形成されている電極 3 2 L と、+ X 軸側の振動腕 3 2 の溝部 3 5 に形成されている電極 3 5 R と、- X 軸側の支持腕 3 3 に形成されている電極 3 3 L と、により形成されている。図 2 (a) では、同じ電位の電極に対して、同じ模様のハッチングを描いている。

【0028】

音叉型圧電振動片 3 0 の各部の幅の寸法は、例えば以下になる。振動腕 3 2 の錘部 3 2 a の幅 W_1 は $100\text{ }\mu\text{m}$ 、振動腕 3 2 の振動部 3 2 b の幅 W_2 は $75\text{ }\mu\text{m}$ である。また、支持腕 3 3 の接着部 3 3 a の幅 W_3 は $80\text{ }\mu\text{m}$ 、支持腕 3 3 の支持部 3 3 b の幅 W_4 は $60\text{ }\mu\text{m}$ である。また基部 3 1 の幅 W_5 は $500\text{ }\mu\text{m}$ 、一对の振動腕 3 2 の振動部 3 2 b 間の幅 W_6 は $64\text{ }\mu\text{m}$ 、振動腕 3 2 の振動部 3 2 b と支持腕 3 3 の支持部 3 3 b との間の幅 W_7 は $89\text{ }\mu\text{m}$ 、貫通部 3 4 の幅 W_8 は $35\text{ }\mu\text{m}$ である。また、振動腕 3 2 の溝部の幅 W_9 は、振動部 3 2 b の幅 W_2 の $50\% \sim 80\%$ に当たる $37.5\text{ }\mu\text{m} \sim 60\text{ }\mu\text{m}$ の範囲で形成される。

【0029】

また、音叉型圧電振動片 3 0 の各部の長さの寸法は、例えば以下になる。振動腕 3 2 の錘部 3 2 a の長さ L_1 は $400\text{ }\mu\text{m}$ 、振動腕 3 2 の振動部 3 2 b の長さ L_2 は $900\text{ }\mu\text{m}$ 、支持腕 3 3 の接着部 3 3 a の長さ L_3 は $540\text{ }\mu\text{m}$ 、支持腕 3 3 の支持部 3 3 b の長さ L_4 は $500\text{ }\mu\text{m}$ 、基部 3 1 の長さ L_5 は $150\text{ }\mu\text{m}$ である。

【0030】

音叉型圧電振動片 3 0 では支持腕 3 3 に貫通孔 3 4 が形成されているため、導電性接着剤 4 1 の応力に対して支持腕 3 3 が柔軟に変形し応力を緩和する。そして、振動腕 3 2 へ導電性接着剤 4 1 の応力の影響が伝わらないようにし、キャビティ封止後の音叉型圧電振動片の周波数変動が小さくなる。

【0031】

< 音叉型圧電振動片 1 3 0 >

音叉型圧電振動片 3 0 は、振動腕付け根位置 3 9 と支持腕付け根位置 3 8 とが Y 軸方向に対して同一の位置に形成されていた。しかし、Y 軸方向に対して、支持腕付け根位置 3 8 は振動腕付け根位置 3 9 の - Y 軸側に形成されていても良い。以下に、Y 軸方向に対して、支持腕付け根位置 3 8 が振動腕付け根位置 3 9 の - Y 軸側に形成されている音叉型圧電振動片 1 3 0 について説明する。

【0032】

図 3 は、音叉型圧電振動片 1 3 0 の平面図である。音叉型圧電振動片 1 3 0 は、基部 1 3 1 と基部 1 3 1 から互いに平行に伸びている一对の振動腕 1 3 2 と一对の振動腕 1 3 2 の外側に + Y 軸方向に伸びる一对の支持腕 1 3 3 とを備えている。振動腕 1 3 2 及び支持腕 1 3 3 と基部 1 3 1 とはそれぞれ振動腕付け根位置 1 3 9 及び支持腕付け根位置 1 3 8 において繋がっている。支持腕付け根位置 1 3 8 は振動腕付け根位置 1 3 9 に対して - Y 軸側に形成されている。また、振動腕 1 3 2 と支持腕 1 3 3 との間の基部 1 3 1 の Y 軸方向の長さ L_6 は、音叉型圧電振動片 3 0 よりも短くなっている。さらに、各支持腕 1 3 3 には、支持腕 1 3 3 を Z 軸方向に貫通する貫通孔 1 3 4 が形成されている。貫通孔 1 3 4 は、支持腕付け根位置 1 3 8 から支持腕 1 3 3 の + Y 軸側の先端まで形成されている。その他の構成は音叉型圧電振動片 3 0 と同様であるので説明を省略する。

【 0 0 3 3 】

音叉型圧電振動片 1 3 0 では、振動腕 1 3 2 と支持腕 1 3 3 との間の基部 1 3 1 の Y 軸方向の長さ L 6 が音叉型圧電振動片 3 0 よりも短くなっているため、支持腕 1 3 3 にかかる応力が振動腕 1 3 2 へ伝わりにくくなり、音叉型圧電振動片 1 3 0 の周波数変動を小さくすることができる。

【 0 0 3 4 】

< 音叉型圧電振動片 2 3 0 >

音叉型圧電振動片 3 0 では、基部 3 1 の幅 W 5 をさらに広くしても良い。また、支持腕 3 3 の接着部 3 3 a と支持部 3 3 b との間に接着サポート部 3 3 c を設けても良い。また、支持腕 3 3 に形成されている貫通孔 3 4 は溝部であっても良い。以下に音叉型圧電振動片 2 3 0 について説明する。

10

【 0 0 3 5 】

図 4 (a) は、音叉型圧電振動片 2 3 0 の平面図である。音叉型圧電振動片 2 3 0 は、基部 2 3 1 と基部 2 3 1 から互いに平行に伸びている一对の振動腕 2 3 2 と一对の振動腕 2 3 2 の外側に + Y 軸方向に伸びる一对の支持腕 2 3 3 とを備えている。振動腕 2 3 2 及び支持腕 2 3 3 と基部 2 3 1 とはそれぞれ振動腕付け根位置 2 3 9 及び支持腕付け根位置 2 3 8 において繋がっている。支持腕付け根位置 2 3 8 は振動腕付け根位置 2 3 9 に対して - Y 軸方向に形成されている。基部 2 3 1 の幅 W 2 5 は、音叉型圧電振動片 3 0 の基部 3 1 の幅 W 5 よりも広く形成されている。また、それによって音叉型圧電振動片 3 0 の振動腕 3 2 と支持腕 3 3 との間の幅 W 7 は、幅 W 7 よりも広い幅 W 2 7 となっている。

20

【 0 0 3 6 】

さらに、各支持腕 2 3 3 の + Y 軸側には導電性接着剤 4 1 を塗布するための接着部 2 3 3 a が形成されており、基部 2 3 1 側には支持部 2 3 3 b が形成されている。また、接着部 2 3 3 a と支持部 2 3 3 b との間には接着サポート部 2 3 3 c が形成されている。接着サポート部 2 3 3 c の幅 W 1 0 は、導電性接着剤 4 1 を塗布しやすくするために支持部 2 3 3 b よりも広く、接続部 2 3 3 a で発生する応力を振動腕 2 3 2 に伝えにくくするために接続部 2 3 3 a よりも狭く形成されている。接着部 2 3 3 a 及び接着サポート部 2 3 3 c は支持部 2 3 3 b に対して幅広領域となっている。音叉型圧電振動片 2 3 0 では接着部 2 3 3 a 及び接着サポート部 2 3 3 c の全面に導電性接着剤 4 1 が塗布されても良いし、図 4 (a) に示されるように、各支持腕に 2 カ所又は複数の導電性接着剤 4 1 が塗布されても良い。

30

【 0 0 3 7 】

図 4 (b) は、図 4 (a) の概略 D - D 断面図である。音叉型圧電振動片 2 3 0 の各支持腕 2 3 3 には、支持腕 2 3 3 の表裏面である ± Z 軸面に溝部 2 3 4 が形成されている。溝部 2 3 4 は、Y 軸方向には支持腕付け根位置 3 8 から支持腕 3 3 の + Y 軸側の先端まで形成されている。溝部 2 3 4 は底面 2 3 4 a を有しており貫通していない。溝部 2 3 4 は振動腕の溝部 2 3 5 と同時にエッチングで形成される。

【 0 0 3 8 】

音叉型圧電振動片 2 3 0 では、基部 2 3 1 の幅 W 2 5 が広く形成され、支持部 2 3 3 b と振動腕 2 3 2 との間の幅 W 2 7 を広く取ったことにより支持腕 2 3 3 と振動腕 2 3 2 との距離が遠くなる。そのため、支持腕 2 3 3 で発生した応力が振動腕 2 3 2 に伝わりにくくなっている。

40

【 0 0 3 9 】

< 音叉型圧電振動片 3 3 0 >

音叉型圧電振動片 3 0 は、支持腕 3 3 に形成されている貫通孔 3 4 が、支持腕 3 3 の + Y 軸側の先端まで形成されていなくても良い。以下に、支持腕に形成されている貫通孔が、支持腕の + Y 軸側の先端まで形成されていない音叉型振動片 3 3 0 について説明する。

【 0 0 4 0 】

図 5 は、音叉型圧電振動片 3 3 0 の平面図である。音叉型圧電振動片 3 3 0 は、基部 3 1 と基部 3 3 1 から互いに平行に伸びている一对の振動腕 3 3 2 と一对の振動腕 3 3 2

50

の外側に + Y 軸方向に伸びる一対の支持腕 333 とを備えている。振動腕 332 及び支持腕 333 と基部 331 とはそれぞれ振動腕付け根位置 339 及び支持腕付け根位置 338 において繋がっている。支持腕付け根位置 338 と振動腕付け根位置 339 とは Y 軸方向に同じ位置に形成されている。支持腕 333 は、接着部 333a 及び接着部 333a と基部 331 との間には支持部 333b が形成されている。また、各支持部 333b には、支持部 333b を Z 軸方向に貫通する貫通孔 334 が形成されている。貫通孔 334 は、支持腕付け根位置 338 から支持部 333b の + Y 軸側の中間位置 338a まで形成されている。貫通孔 334 の Y 軸方向の長さ L7 は、例えば 500 μ m である。その他の構成は音叉型圧電振動片 30 と同様であるので説明を省略する。

【0041】

10

音叉型圧電振動片 330 は、支持部 333b に貫通孔 334 が形成されていることにより支持腕 333 が柔軟に動くようになり、導電性接着剤 41 からの応力を逃すことができる。また、接続部 333a にも貫通孔が形成されている場合は、支持腕が Z 軸方向へ変位したり Y 軸に対して回転したりする等の応力を発生させてしまう場合あったが、接続部 333a に貫通孔を形成しないことにより、これらの応力の発生を防ぐことができる。

【0042】

< 実験 1 >

貫通孔 334 の周波数変動に対する効果を調べるため、貫通孔 334 が形成されていない点で異なる従来の音叉型圧電振動片 330 (以下、音叉型圧電振動片 PA とする。) を作製した。そして、音叉型圧電振動片 330 を使った圧電デバイスと音叉型圧電振動片 PA を使った圧電デバイスとの高温試験の前後での周波数変化の確認実験を行った。

20

【0043】

周波数の測定は、音叉型圧電振動片がパッケージ 20 内に配置された圧電デバイスの状態で行われた。また周波数は 3 つの条件で測定した。

T1 : リッド 10 によるキャビティ 24 の封止後

T2 : キャビティ 24 の封止後に行われた第 1 高温試験後

T3 : 第 1 高温試験後にいったん室温に戻し、第 2 高温試験後

第 1 高温試験及び第 2 高温試験は、280 ~ 300 で 3 ~ 5 分間加熱することにより行われた。

【0044】

30

図 6 (a) は、音叉型圧電振動片 PA の圧電デバイスの高温試験の前後での周波数変化を示すグラフである。封止後 T1 の圧電デバイスの周波数を f とし、T2 及び T3 における周波数 f_2 及び f_3 との差 ($f_2 - f$) および ($f_3 - f$) を f とする。このとき、グラフでは縦軸を f と f との比 f/f 、横軸を T1、T2 および T3 として示している。また、封止後 T1 の周波数 f を初期値とした。図 6 (a) は、24 個の音叉型圧電振動片 PA の結果が示されている。T2 での f/f は、最小値が 0 ppm、最大値が 4.3 ppm である。また、T3 での f/f は、最小値が -2.9 ppm、最大値が 3.8 ppm である。

【0045】

40

図 6 (b) は、27 個の音叉型圧電振動片 330 の高温試験の前後での周波数変化を示すグラフである。図 6 (b) は、27 個の音叉型圧電振動片 330 の結果が示されている。封止後 T1 の周波数 f は初期値として示している。T2 での f/f は、最小値が 0.1 ppm、最大値が 2.5 ppm である。また、T3 での f/f は、最小値が 0.2 ppm、最大値が 2.1 ppm である。

【0046】

図 6 (c) は、50 個の音叉型圧電振動片 330 の高温試験の前後での周波数変化を示すグラフである。図 6 (c) は、図 6 (b) と同様の試験を、サンプル数を増やして行っている。図 6 (c) は、50 個の音叉型圧電振動片 330 の結果が示されている。封止後 T1 の周波数 f は初期値として示している。T2 での f/f は、最小値が -0.8 ppm、最大値が 1.2 ppm である。また、T3 での f/f は、最小値が -0.7 ppm

50

、最大値が 1 . 4 p p m である。

【 0 0 4 7 】

表 1 は、図 6 (a)、図 6 (b) 及び図 6 (c) の f / f の最大値 (m a x)、最小値 (m i n) 及び最大値と最小値との差 (m a x - m i n) の結果をまとめたものである。

【 表 1 】

		封止後 (T1) [ppm]	第1熱処理後 (T2) [ppm]	第2熱処理後 (T3) [ppm]
音叉型圧電振動片 PA (N=24)	max	0	4.3	3.8
	min	0	0.0	-2.9
	max-min	0	4.3	6.7
音叉型圧電振動片 330 (N=27)	max	0	2.5	2.1
	min	0	0.1	0.2
	max-min	0	2.4	1.9
音叉型圧電振動片 330 (N=50)	max	0	1.2	1.4
	min	0	-0.8	-0.7
	max-min	0	2.0	2.1

10

20

【 0 0 4 8 】

音叉型圧電振動片 P A の結果 (図 6 (a) 参照) では、第 1 高温試験後 (T 2) の最大値と最小値との差は 4 . 3 p p m、第 2 高温試験後 (T 3) の最大値と最小値との差は 6 . 7 p p m である。高温試験の回数が増えるに従い最大値と最小値との差が増加している。

30

【 0 0 4 9 】

また、27 個の音叉型圧電振動片 330 の結果 (図 6 (b) 参照) では、第 1 高温試験後 (T 2) の最大値と最小値との差は 2 . 4 p p m、第 2 高温試験後 (T 3) の最大値と最小値との差は 1 . 9 p p m である。この結果では、高温試験の回数が増えても最大値と最小値との差は大きく変化しておらず、高温試験の回数が増えても周波数変動は大きくならないことが予想される。また、音叉型圧電振動片 330 は音叉型圧電振動片 P A よりも T 2 において約 1 / 2、T 3 において約 1 / 3 であり、音叉型圧電振動片 330 は音叉型圧電振動片 P A よりも周波数変動が小さいことが予想される。

40

【 0 0 5 0 】

さらに、50 個の音叉型圧電振動片 330 の結果 (図 6 (c) 参照) では、第 1 高温試験後 (T 2) の最大値と最小値との差は 2 . 0 p p m、第 2 高温試験後 (T 3) の最大値と最小値との差は 2 . 1 p p m である。この結果は、27 個の音叉型圧電振動片 330 の結果 (図 6 (b) 参照) と近く、27 個の音叉型圧電振動片 330 の結果 (図 6 (b) 参照) は信頼度が高いことが予想される。

【 0 0 5 1 】

以上より、音叉型圧電振動片では、支持部に貫通孔を形成することにより高温試験に対して周波数の変動を小さくすることができると示された。

【 0 0 5 2 】

50

< 音叉型圧電振動片 4 3 0 >

音叉型圧電振動片 3 3 0 は、振動腕付け根位置 3 3 9 と支持腕付け根位置 3 3 8 とが Y 軸方向に対して同一の位置に形成されていた。しかし、振動腕付け根位置 3 3 9 と支持腕付け根位置 3 3 8 とは Y 軸方向に対して異なる位置に形成されていても良い。以下に、振動腕付け根位置 3 3 9 と支持腕付け根位置 3 3 8 とは Y 軸方向に対して異なる位置に形成されている音叉型圧電振動片 4 3 0 について説明する。

【 0 0 5 3 】

図 7 は、音叉型圧電振動片 4 3 0 の平面図である。音叉型圧電振動片 4 3 0 は、基部 4 3 1 と基部 4 3 1 から互いに平行に伸びている一对の振動腕 4 3 2 と一对の振動腕 4 3 2 の外側に + Y 軸方向に伸びる一对の支持腕 4 3 3 とを備えている。振動腕 4 3 2 及び支持腕 4 3 3 と基部 4 3 1 とはそれぞれ振動腕付け根位置 4 3 9 及び支持腕付け根位置 4 3 8 において繋がっている。支持腕付け根位置 4 3 8 は振動腕付け根位置 4 3 9 よりも - Y 軸側に形成されている。また、振動腕 4 3 2 と支持腕 4 3 3 との間の基部 4 3 1 の Y 軸方向の長さ L 4 6 は、音叉型圧電振動片 3 3 0 よりも短くなっている。支持腕 4 3 3 は、接着部 4 3 3 a 及び接着部 4 3 3 a と基部 4 3 1 との間に形成される支持部 4 3 3 b を有している。また、各支持腕 4 3 3 には、支持腕 4 3 3 を Z 軸方向に貫通する貫通孔 4 3 4 が形成されている。貫通孔 4 3 4 は、支持腕付け根位置 4 3 8 から支持部 4 3 3 b の + Y 軸側の中間位置 4 3 8 a まで形成されている。その他の構成は音叉型圧電振動片 3 3 0 と同様であるので説明を省略する。

10

【 0 0 5 4 】

音叉型圧電振動片 4 3 0 では、振動腕 4 3 2 と支持腕 4 3 3 との間の基部 4 3 1 の Y 軸方向の長さ L 4 6 が音叉型圧電振動片 3 3 0 よりも短くなっているため、支持腕 4 3 3 にかかる応力が振動腕 4 3 2 へ伝わりにくくなり、音叉型圧電振動片 4 3 0 の周波数変動を小さくすることができる。また、接続部 4 3 3 a に貫通孔が形成されていないことにより、支持腕 4 3 3 の Z 軸方向の変位及び支持腕 4 3 3 が Y 軸に対して回転する等の応力の発生を防ぐことができる。

20

【 0 0 5 5 】

< 音叉型圧電振動片 5 3 0 >

音叉型圧電振動片 4 3 0 では、基部 4 3 1 の幅をさらに広くしても良い。また、支持腕 4 3 3 の接着部 4 3 3 a と支持部 4 3 3 b との間に接着サポート部 5 3 3 c を設けても良い。また、支持腕 4 3 3 に形成されている貫通孔 4 3 4 は溝部であっても良い。以下にこれらの条件を満たした音叉型圧電振動片 5 3 0 について説明する。

30

【 0 0 5 6 】

図 8 は、音叉型圧電振動片 5 3 0 の平面図である。音叉型圧電振動片 5 3 0 は、基部 5 3 1 と基部 5 3 1 から互いに平行に伸びている一对の振動腕 5 3 2 と一对の振動腕 5 3 2 の外側に + Y 軸方向に伸びる一对の支持腕 5 3 3 とを備えている。さらに、各支持腕 5 3 3 の + Y 軸側には導電性接着剤 4 1 を塗布するための接着部 5 3 3 a が形成されており、基部 5 3 1 側には支持部 5 3 3 b が形成されている。また、接着部 5 3 3 a と支持部 5 3 3 b との間には接着サポート部 5 3 3 c が形成されている。音叉型圧電振動片 5 3 0 では、接着部 5 3 3 a 及び接着サポート部 5 3 3 c の全面に導電性接着剤 4 1 が塗布されても良いし、図 4 (a) に示されるように、各支持腕の複数の場所に導電性接着剤 4 1 が塗布されても良い。

40

【 0 0 5 7 】

また、音叉型圧電振動片 5 3 0 の支持部 5 3 3 b には、図 4 (b) の音叉型圧電振動片 2 3 0 の支持部 2 3 3 b の断面図に示されるのと同じように、貫通孔の代わりに溝部 5 3 4 が形成されていても良い。溝部 5 3 4 は、Y 軸方向には支持腕付け根位置 5 3 8 から支持部 5 3 3 b の + Y 軸側の中間位置 5 3 8 b まで形成されている。溝部 5 3 4 は底面 (不図示) を有しており、貫通していない。溝部 5 3 4 は振動腕 5 3 2 の溝部 5 3 5 と同時に形成される。

50

【 0 0 5 8 】

(第 2 実 施 例)

第 1 実施例では、支持腕に貫通孔または溝部が形成されている音叉型圧電振動片及びその音叉型圧電振動片が用いられた圧電デバイスの例について説明した。しかし、音叉型圧電振動片にはさらに外枠が形成されていても良い。以下に外枠付きの音叉型圧電振動片及びその音叉型圧電振動片が用いられた圧電デバイスについて説明する。

【 0 0 5 9 】

< 圧電デバイス 6 0 0 >

図 9 (a) は、圧電デバイス 6 0 0 の斜視図である。圧電デバイス 6 0 0 は、リッド 6 1 0、ベース 6 2 0、及び枠付き音叉型圧電振動片 6 3 0 により構成されている。

10

【 0 0 6 0 】

圧電デバイス 6 0 0 は、音叉型圧電振動片 6 3 0 が 2 枚の平面板であるリッド 6 1 0 とベース 6 2 0 とに挟まれることにより形成されている。音叉型圧電振動片 6 3 0 の + Z 軸側の面にはリッド 6 1 0 が配置され、- Z 軸側の面にはベース 6 2 0 が配置されている。ベース 6 2 0 の - Z 軸側の面には外部電極 6 2 1 が形成されている。

【 0 0 6 1 】

図 9 (b) は、図 9 (a) の E - E 分解断面図である。音叉型圧電振動片 6 3 0 は、基部 6 3 1 と、振動腕 6 3 2 と、支持腕 6 3 3 (図 1 0 参照) と、接続腕 6 3 8 (図 1 0 参照) と、これらを囲むようにして形成されている外枠 6 3 7 とにより構成されている。音叉型圧電振動片 6 3 0 は、リッド 6 1 0 及びベース 6 2 0 により外枠 6 3 7 が挟みこまれて支えられるようにして配置され、低融点ガラス、直接接合、共晶合金等の接合部材により接合されている。リッド 6 1 0 及びベース 6 2 0 の音叉型圧電振動片 6 3 0 に向かいあう面には凹部が形成されており、この凹部は圧電デバイス 6 0 0 が形成された時にキャビティ 6 2 4 を形成する。音叉型圧電振動片 6 3 0 の外枠 6 3 7 以外の部分は、このキャビティ 6 2 4 に配置される。また、ベース 6 2 0 の + Z 軸側の面には接続電極 6 2 2 が形成されている。接続電極 6 2 2 は、外部電極 6 2 1 とベース 6 2 0 の内部を貫通する導通部 (不図示) により電氣的に接続されている。また、接続電極 6 2 2 は、音叉型圧電振動片 6 3 0 の外枠 6 3 7 に形成されている電極接合部 6 4 2 において電氣的に接続される。

20

【 0 0 6 2 】

< 音叉型圧電振動片 6 3 0 >

30

図 1 0 は、音叉型圧電振動片 6 3 0 の平面図である。音叉型圧電振動片 6 3 0 は、基部 6 3 1 と、基部 6 3 1 から互いに平行に伸びている一対の振動腕 6 3 2 と、振動腕 6 3 2 の外側に振動腕 6 3 2 と平行に伸びている一対の支持腕 6 3 3 とを有している。さらに音叉型圧電振動片 6 3 0 は、基部 6 3 1、振動腕 6 3 2 及び支持腕 6 3 3 を囲むように形成されている外枠 6 3 7 と、支持腕 6 3 3 及び外枠 6 3 7 を接続している接続領域 6 4 3 とを有している。振動腕 6 3 2 及び基部 6 3 1 に関しては第 1 実施例で示した音叉型圧電振動片と同様であるので説明を省略する。また、音叉型圧電振動部 6 3 0 には、互いに電氣的に接続されておらず、異なる電圧が印加される 2 つの電極が形成されている。電極の形成のされ方は音叉型圧電振動片 3 3 0 と同様であり、音叉型圧電振動片 6 3 0 では支持腕に形成された電極が更に外枠 6 3 7 の角にまで伸びている。外枠 6 3 7 の角には電極接合部 6 4 2 が形成されており、電極接合部 6 4 2 はベース 6 2 0 の接続電極 6 2 2 と電氣的に接続される。図 1 0 では、同じ電位の電極に対して、同じ模様のハッチングを描いている。

40

【 0 0 6 3 】

音叉型圧電振動片 6 3 0 の支持腕 6 3 3 には貫通孔 6 3 4 が形成されている。貫通孔 6 3 4 は、支持腕付け根位置 6 3 8 から支持腕 6 3 3 と外枠 6 3 7 との接続領域 6 4 3 まで形成されている。貫通孔 6 3 4 が形成されていることにより低融点ガラス、直接接合、共晶合金等の接合部材、及び外枠 6 3 7 の膨張収縮による応力の振動腕 6 3 2 への影響を緩和して安定した周波数を提供することができる。

【 0 0 6 4 】

50

音叉型圧電振動片 6 3 0 には、第 1 実施例で説明した音叉型圧電振動片 1 3 0 のように、支持腕付け根位置 6 3 9 が振動腕付け根位置 6 3 8 よりも - Y 軸側に形成されていても良い。また、基部 6 3 1 の幅を広くして、振動腕 6 3 2 と支持腕 6 3 3 との間の距離を広く取っても良い。

【 0 0 6 5 】

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。例えば音叉型圧電振動片 6 3 0 の貫通孔 6 3 4 が底部を有する溝部にしても良い。

【 符号の説明 】

10

【 0 0 6 6 】

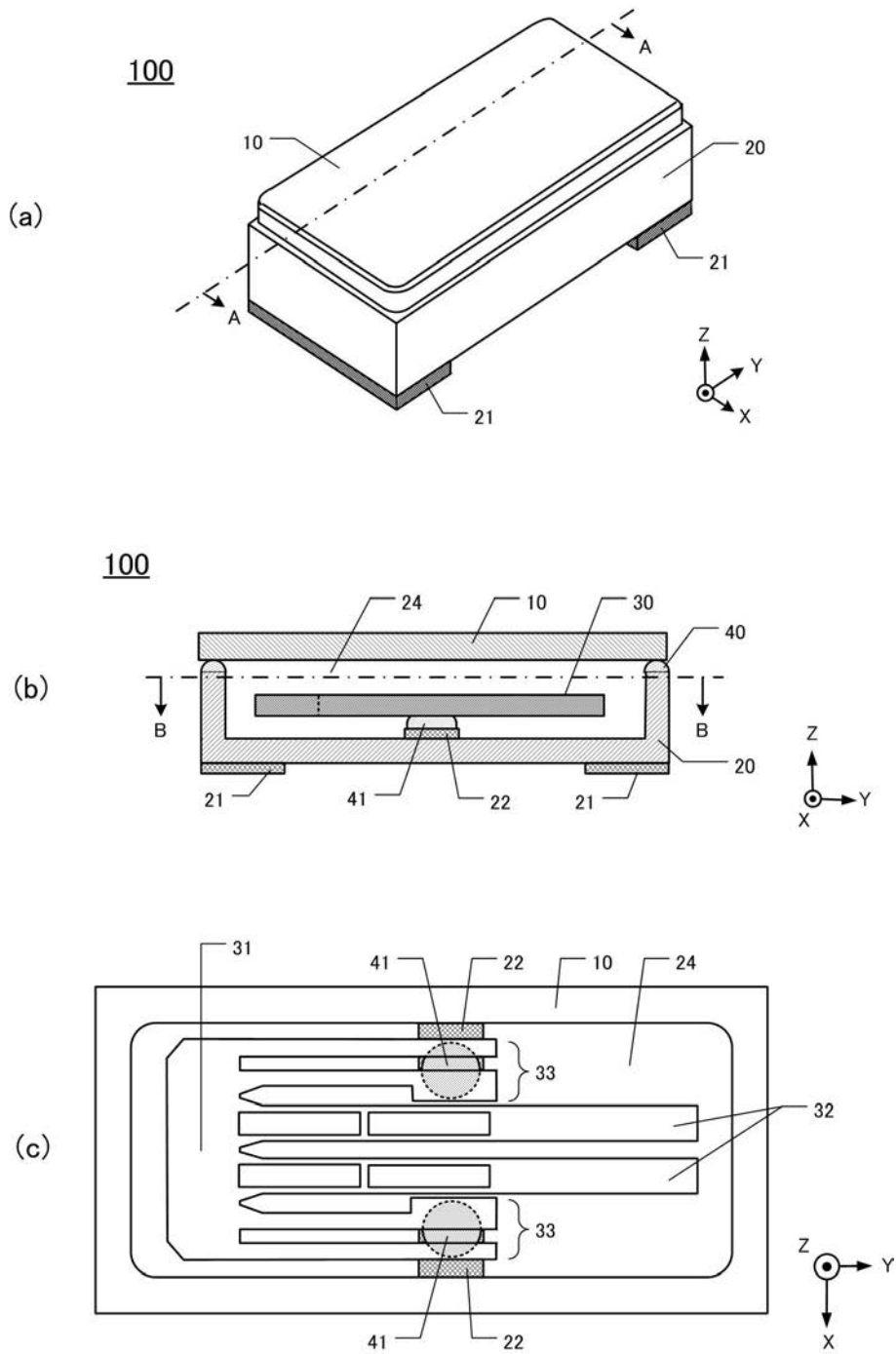
1 0、6 1 0 リッド
 2 0 パッケージ
 2 1、6 2 1 外部電極
 2 2、6 2 2 接続電極
 2 4、6 2 4 キャピティ
 3 0、1 3 0、2 3 0、3 3 0、4 3 0、5 3 0、6 3 0 音叉型圧電振動片
 3 1、1 3 1、2 3 1、3 3 1、4 3 1、5 3 1、6 3 1 基部
 3 2、1 3 2、2 3 2、3 3 2、4 3 2、5 3 2、6 3 2 振動腕
 3 2 a 錘部
 3 2 b、5 3 2 b 振動部
 3 3、1 3 3、2 3 3、3 3 3、4 3 3、5 3 3、6 3 3 支持腕
 3 3 a、2 3 3 a、3 3 3 a、4 3 3 a、5 3 3 a 接着部
 3 3 b、2 3 3 b、3 3 3 b 支持部
 3 4、1 3 4、3 3 4、4 3 4 貫通孔
 3 5 溝部
 3 6 第 1 層
 3 7 第 2 層
 3 8、1 3 8、2 3 8、3 3 8、4 3 8、6 3 8 支持腕付け根位置
 3 9、1 3 9、2 3 9、3 3 9、4 3 9、6 3 9 振動腕付け根位置
 4 0 封止材
 4 1 導電性接着剤 4 1
 1 0 0、6 0 0 圧電デバイス
 1 3 3 c、2 3 3 c 接着サポート部
 6 2 0 リッド
 6 3 7 外枠
 6 4 2 電極接合部
 6 4 3 接続領域
 C R 圧電材料

20

30

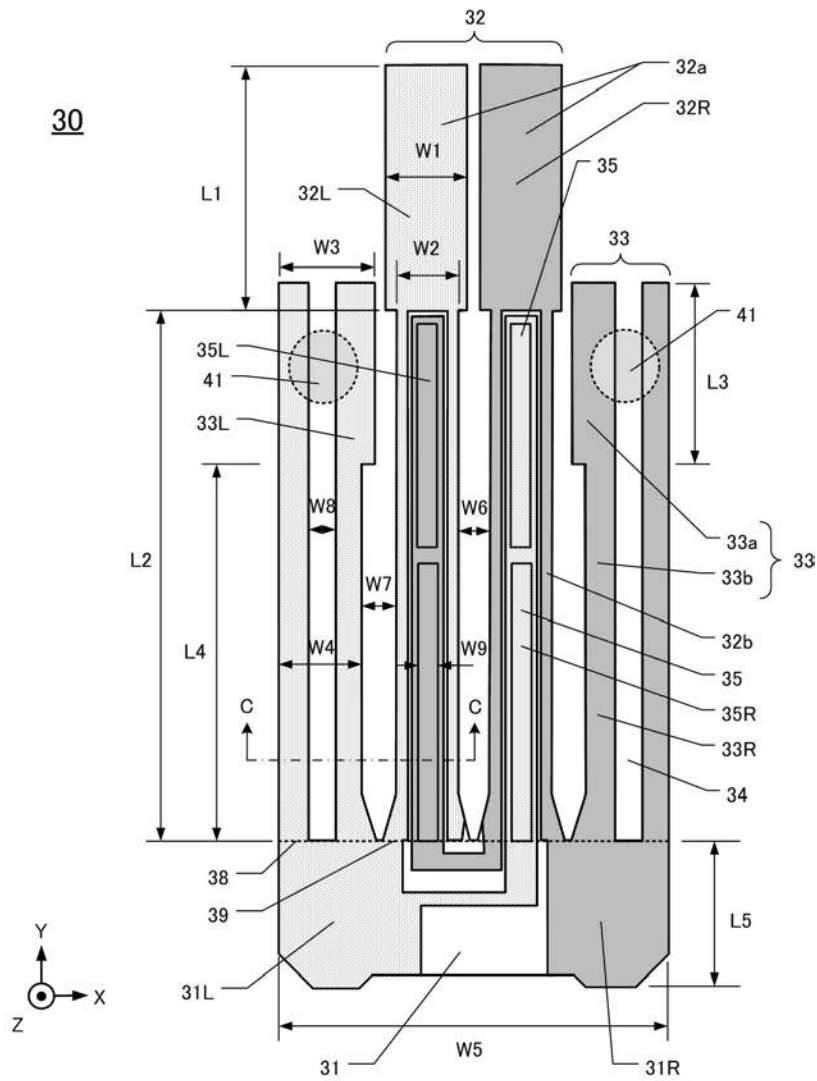
40

【 図 1 】

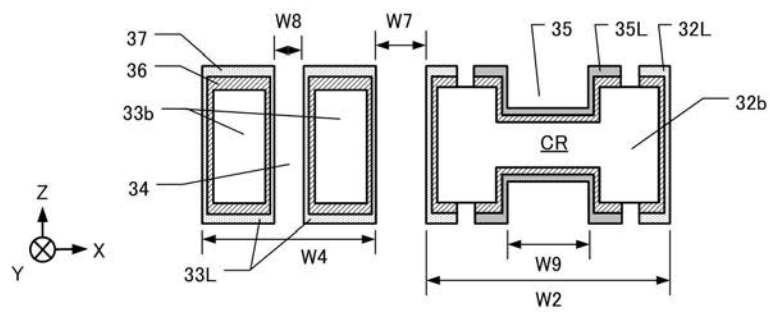


【 図 2 】

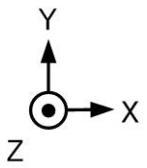
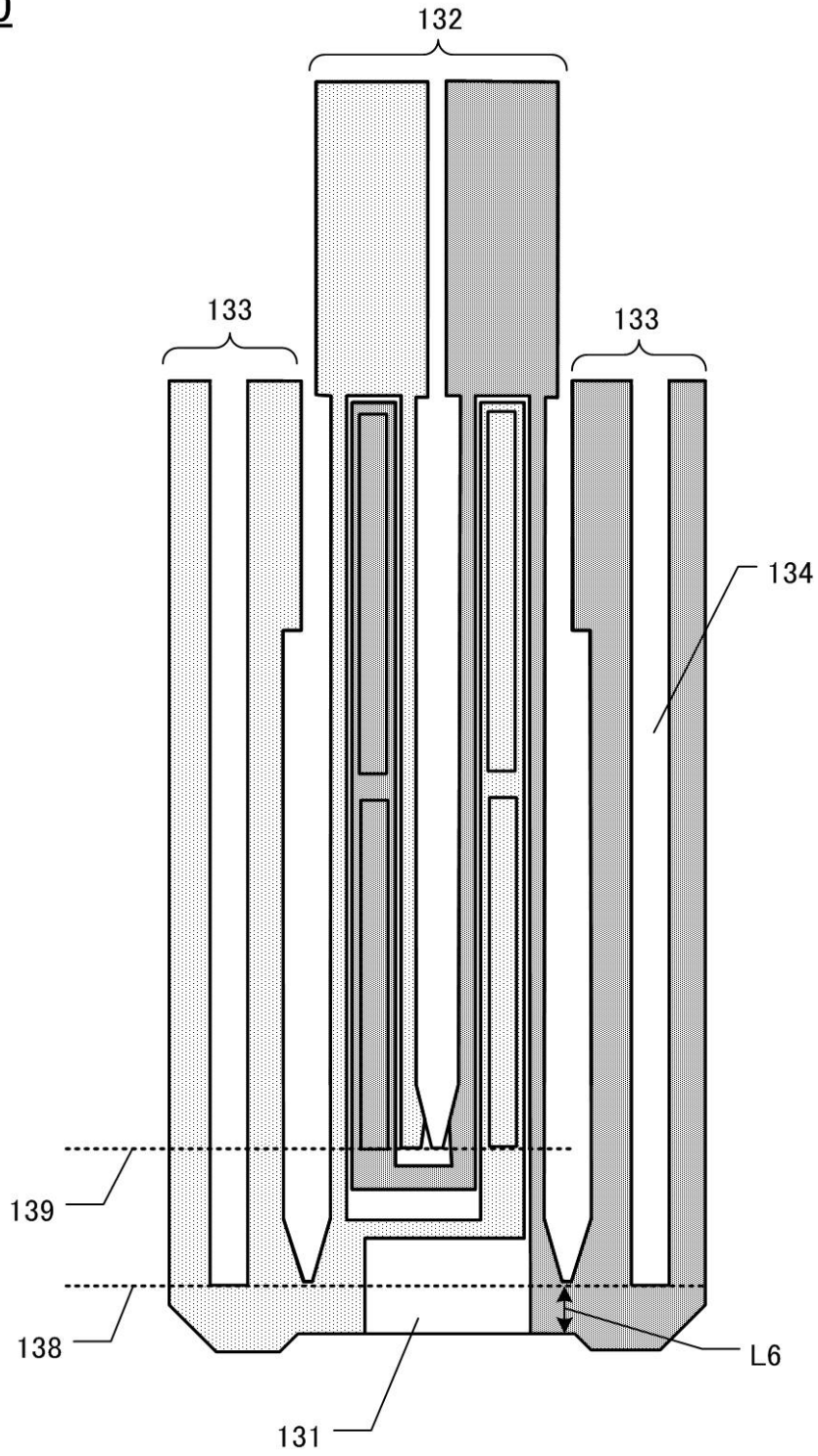
(a)



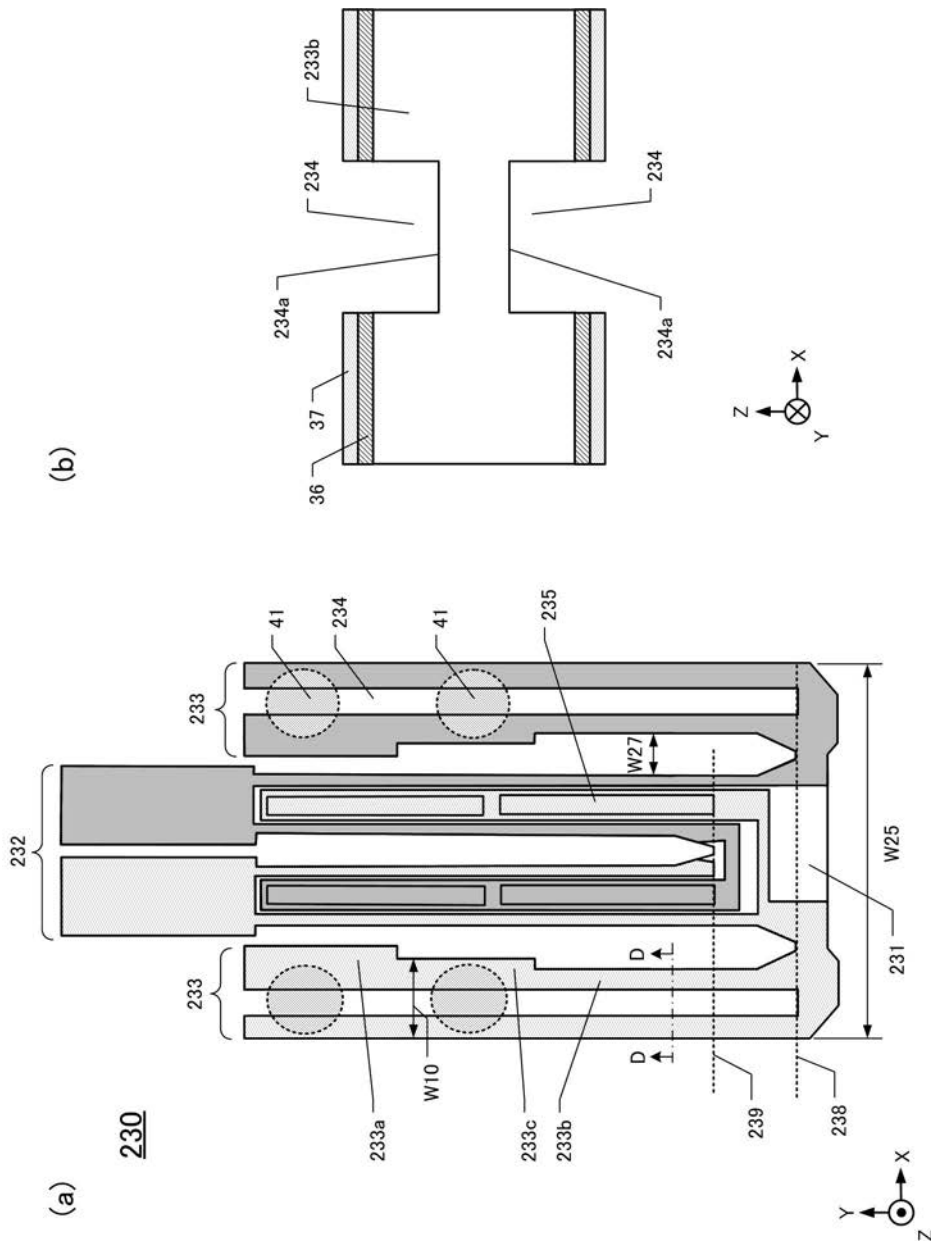
(b)



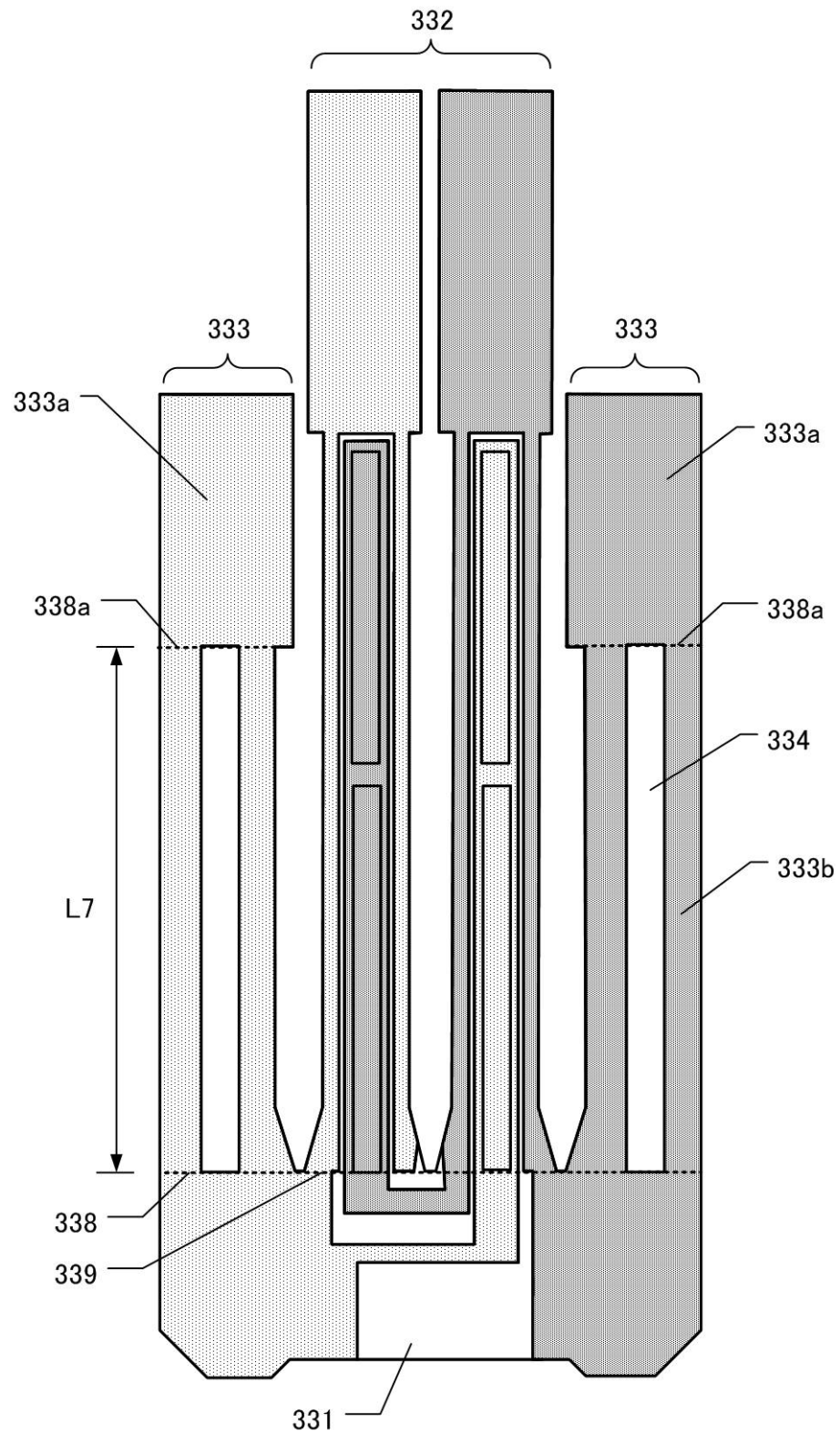
【 図 3 】

130

【 図 4 】

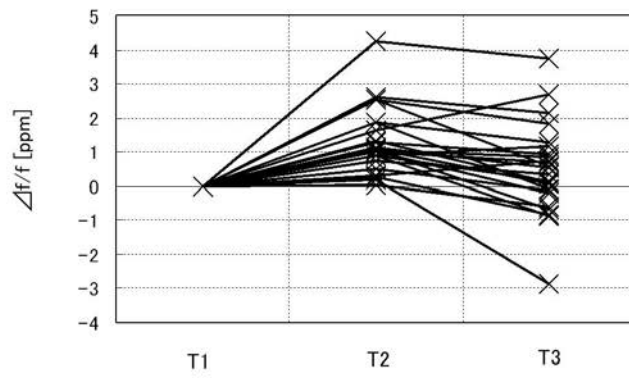


【 図 5 】

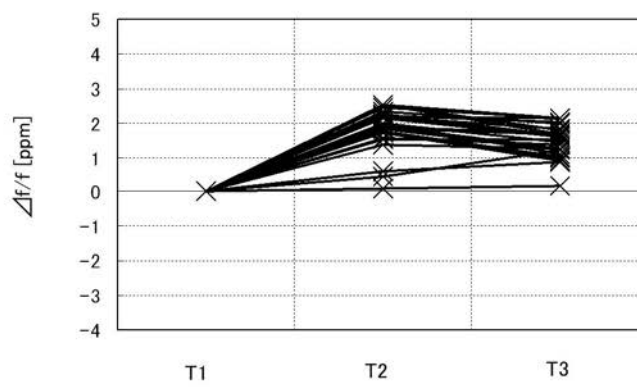
330

【図 6】

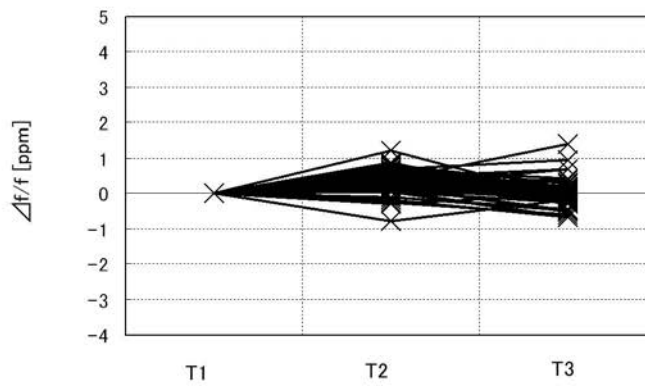
(a)



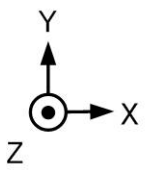
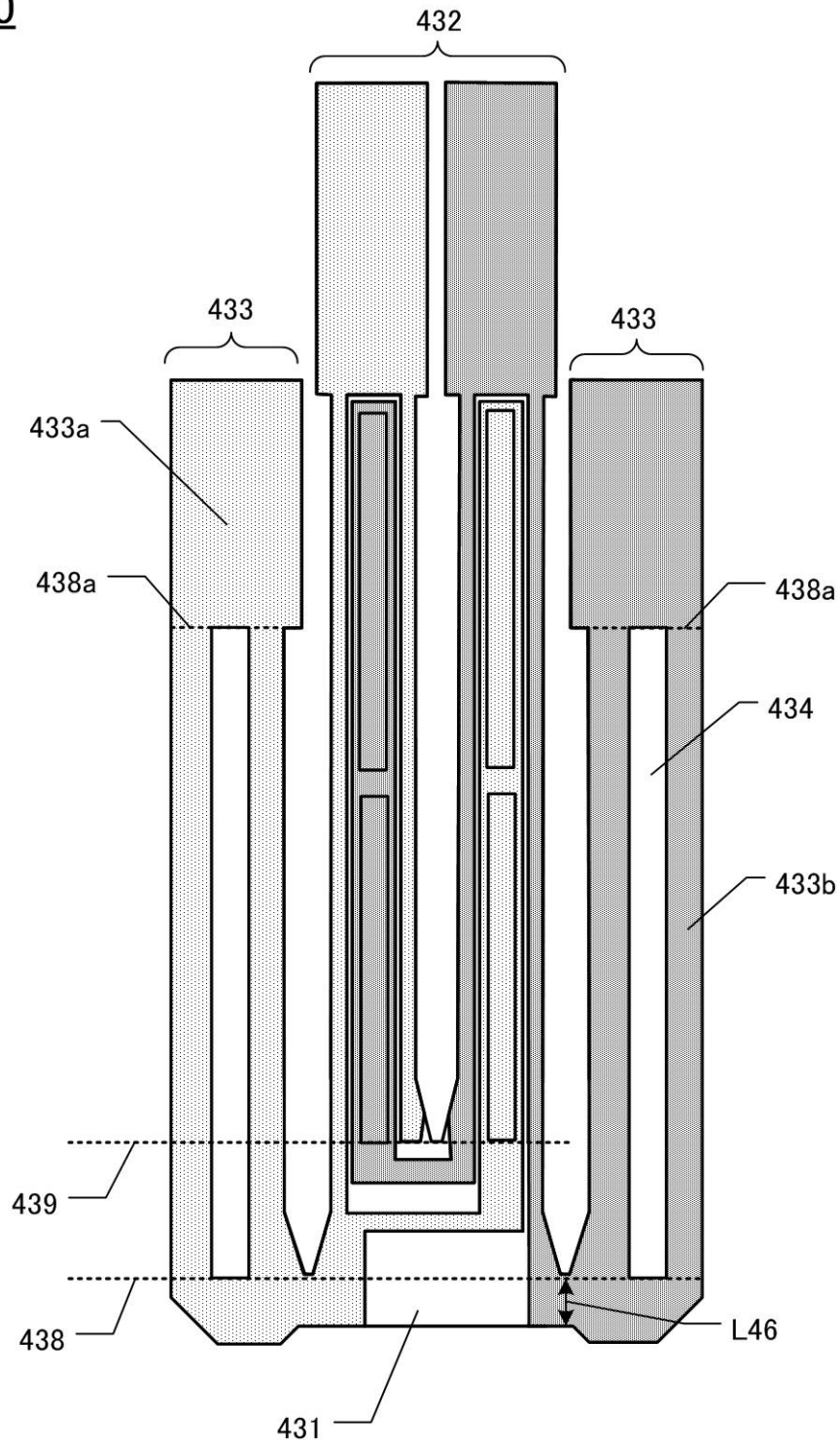
(b)



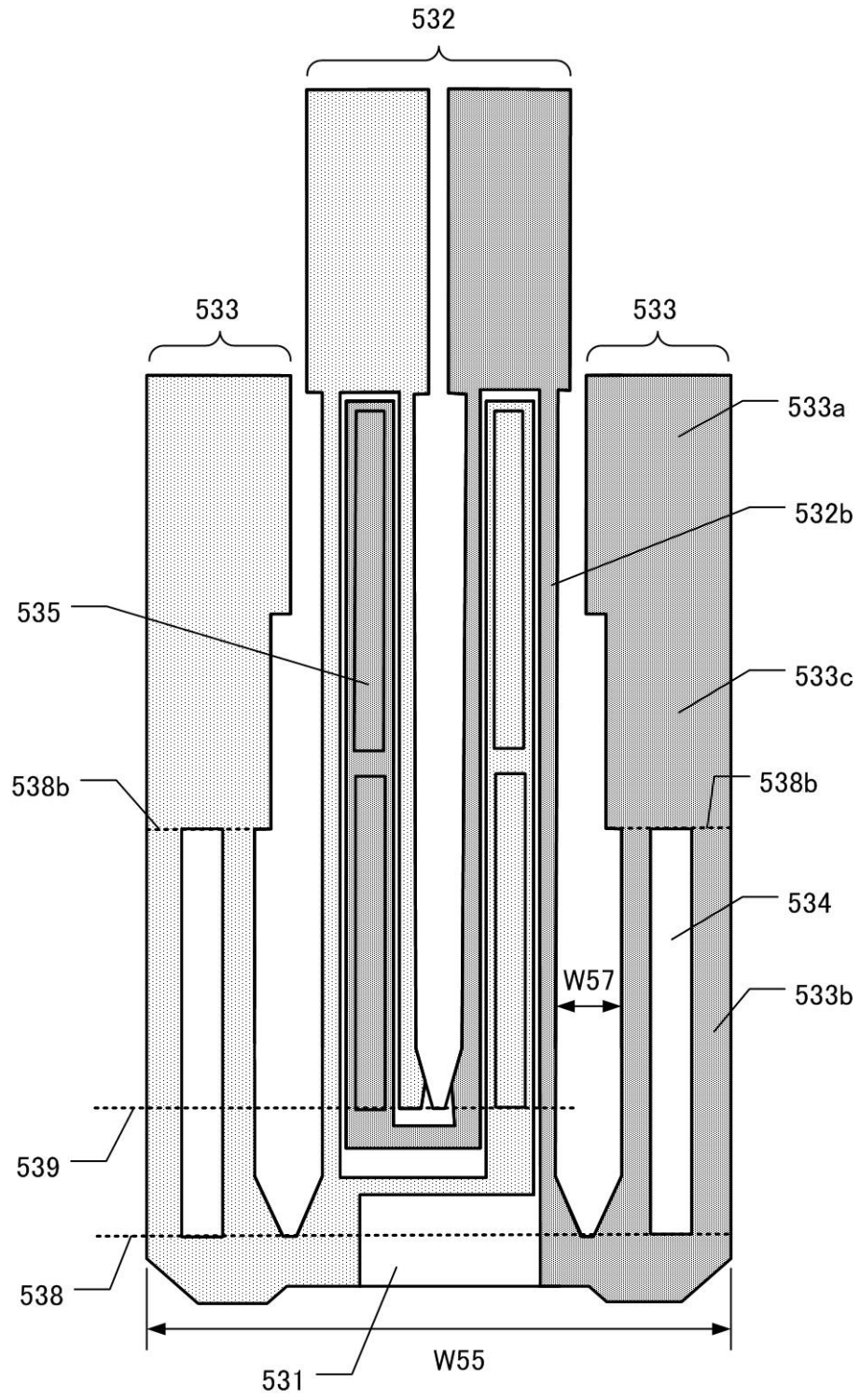
(c)



【図 7】

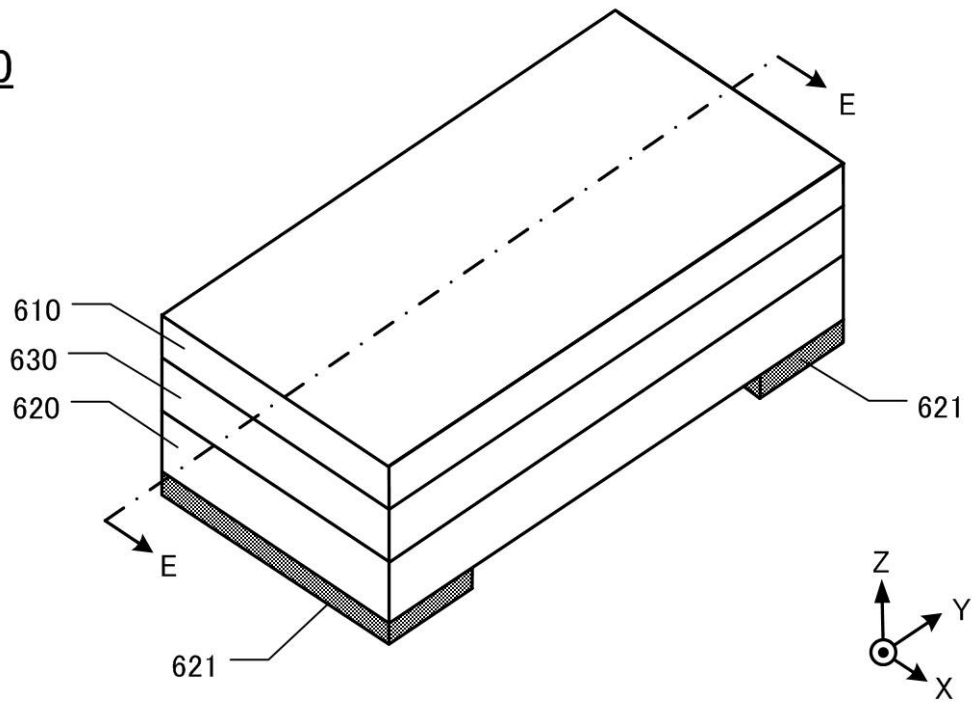
430

【 図 8 】

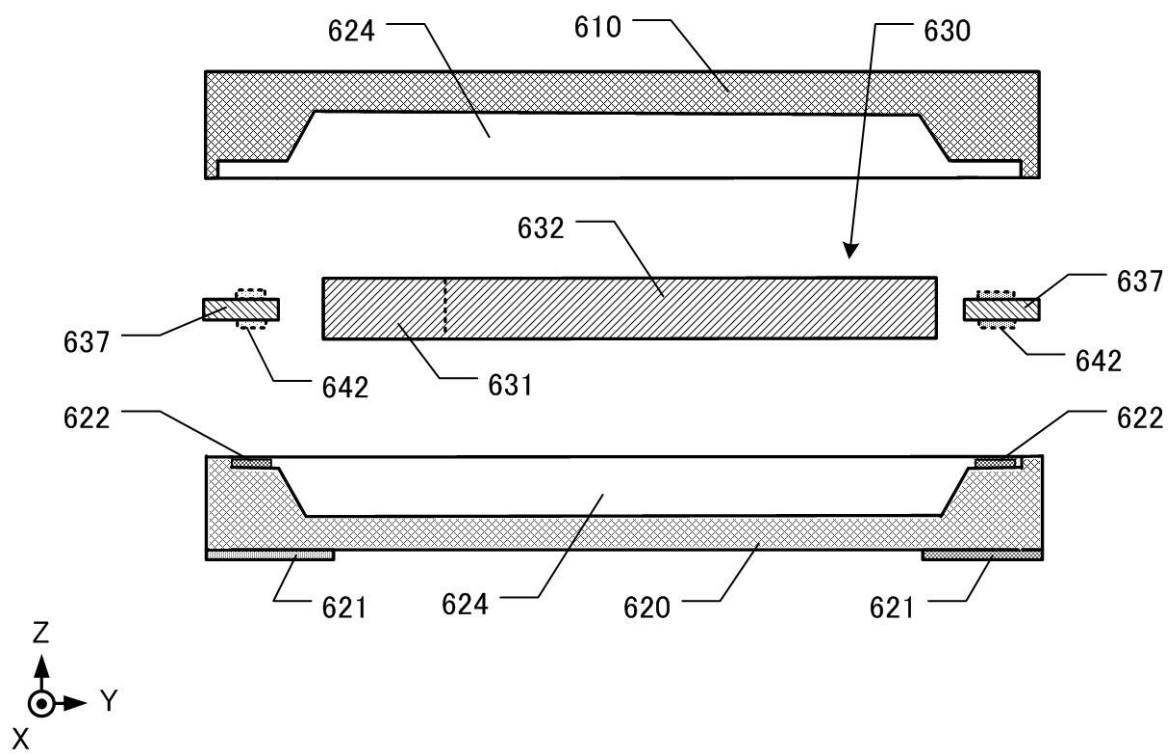
530

【図 9】

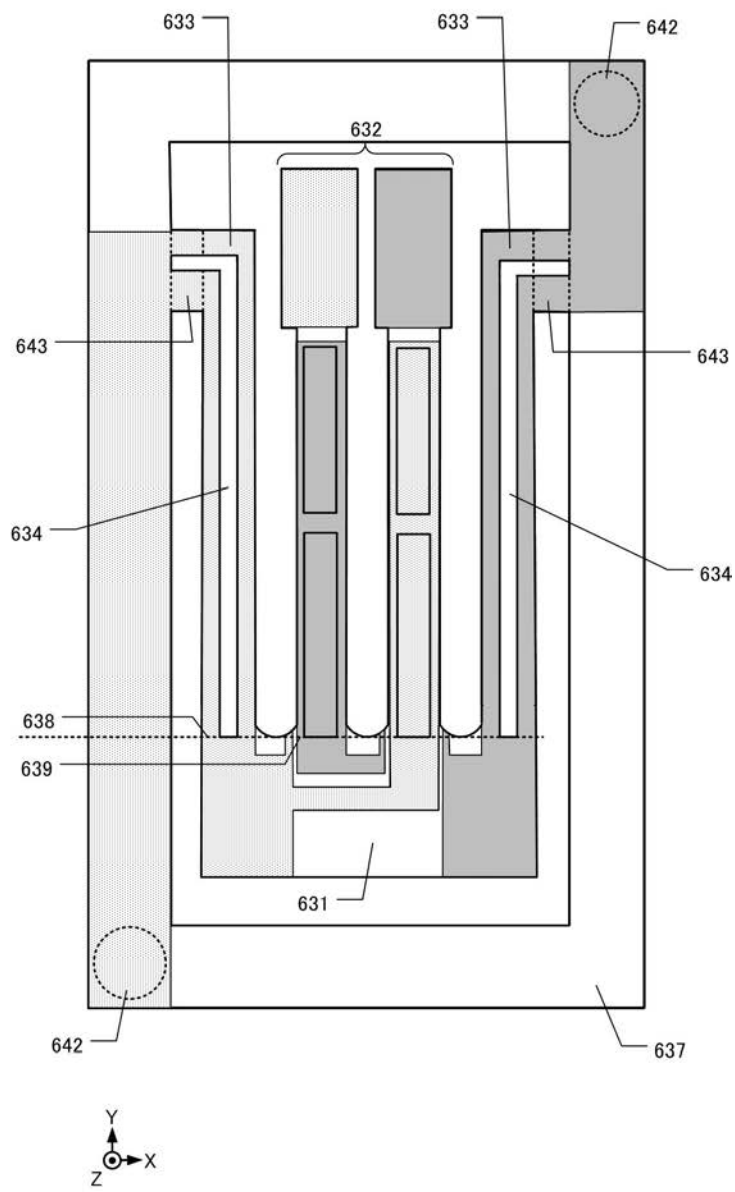
(a)

600

(b)

600

【図 10】

630

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 L 41/18 1 0 1 A

Fターム(参考) 5J108 BB02 CC06 CC08 CC09 CC10 CC11 EE03 EE07 EE13 EE18
GG03