(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4955786号
(P4955786)

(45)発行日　平成24年6月20日(2012.6.20)　(24)登録日　平成24年3月23日(2012.3.23)

(51)Int.Cl.　F I
H03H 9/02 (2006.01)　H03H 9/02 D
H03H 9/10 (2006.01)　H03H 9/02 L
H03H 9/10

請求項の数 10　(全 25 頁)

(21)出願番号　特願2010-69442(P2010-69442)
(22)出願日　平成22年3月25日(2010.3.25)
(65)公開番号　特開2011-87274(P2011-87274A)
(43)公開日　平成23年4月28日(2011.4.28)
審査請求日　平成23年6月29日(2011.6.29)
(31)優先権主張番号　特願2009-213959(P2009-213959)
(32)優先日　平成21年9月16日(2009.9.16)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(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ＮＡビル
(74)代理人　100106541
弁理士　伊藤　信和
(72)発明者　天野　芳明
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　齊藤　健史
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】表面実装型の圧電デバイス

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
基部とこの基部から伸びる一対の振動腕とを有する音叉型圧電振動片と、
前記音叉型圧電振動片を収納するキャビティを形成する壁部と、前記キャビティ内で前記一対の振動腕の間を通るように配置された柱状体とを有するパッケージと、を備え、
前記柱状体は、前記振動腕が伸びる方向に細長い形状をしており、
前記振動腕の伸びる方向に交差する方向の前記柱状体の幅は、前記振動腕の先端側で細く、前記基部側で太い形状をしている表面実装型の圧電デバイス。
【請求項２】
基部とこの基部から伸びる一対の振動腕とを有する音叉型圧電振動片と、
前記音叉型圧電振動片を収納するキャビティを形成する壁部および前記キャビティ内で前記一対の振動腕の外側を通り前記基部と前記振動腕の先端との間に配置された柱状体を有するパッケージと、を備え、
前記柱状体は、前記振動腕が伸びる方向に細長い形状をしており、
前記振動腕の伸びる方向に交差する方向の前記柱状体の幅は、前記振動腕の先端側で細く、前記基部側で太い形状をしている表面実装型の圧電デバイス。
【請求項３】
前記柱状体は、前記パッケージの壁部から伸びている請求項１又は請求項２に記載の表面実装型の圧電デバイス。
【請求項４】

前記パッケージは、水晶材料により形成される請求項１から請求項３のいずれか一項に記載の表面実装型の圧電デバイス。

【請求項５】

前記パッケージは、前記音叉型圧電振動片を保持するベース部と前記ベース部に接合するリッド部とから形成され、

前記柱状体は、前記ベース部から突き出た第１柱状部と前記リッド部から突き出た第２柱状部とを有する請求項１から請求項４のいずれか一項に記載の表面実装型の圧電デバイス。

【請求項６】

前記第１柱状部と前記第２柱状部との間には空隙が形成されている請求項５に記載の表面実装型の圧電デバイス。

【請求項７】

前記パッケージは、前記音叉型圧電振動片を保持するベース部と前記ベース部に接合するリッド部とから形成され、

前記柱状体は前記ベース部から突き出た第１柱状部からなり、前記リッド部は金属板からなる請求項１から請求項３のいずれか一項に記載の表面実装型の圧電デバイス。

【請求項８】

基部とこの基部から伸びる一対の振動腕とを有する音叉型圧電振動片と、

前記音叉型圧電振動片を収納するキャビティを形成する壁部と、前記キャビティ内で前記一対の振動腕の間を通るように配置された柱状体とを有するパッケージと、を備え、

前記パッケージは、前記音叉型圧電振動片の外周を取り囲むフレームと、前記フレームの一方の片面に接合するベース部と前記フレームの他方の片面に接合するリッド部とから形成され、

前記柱状体は、前記ベース部から突き出た第１柱状部と前記リッド部から突き出た第２柱状部と前記フレームから突き出た第３柱状部とを有する表面実装型の圧電デバイス。

【請求項９】

基部とこの基部から伸びる一対の振動腕とを有する音叉型圧電振動片と、

前記音叉型圧電振動片を収納するキャビティを形成する壁部および前記キャビティ内で前記一対の振動腕の外側を通り前記基部と前記振動腕の先端との間に配置された柱状体を有するパッケージと、を備え、

前記パッケージは、前記音叉型圧電振動片の外周を取り囲むフレームと、前記フレームの一方の片面に接合するベース部と前記フレームの他方の片面に接合するリッド部とから形成され、

前記柱状体は、前記ベース部から突き出た第１柱状部と前記リッド部から突き出た第２柱状部と前記フレームから突き出た第３柱状部とを有する表面実装型の圧電デバイス。

【請求項１０】

前記第１柱状部と前記第３柱状部との間、又は前記第２柱状部と前記第３柱状部との間には空隙が形成されている請求項８又は請求項９に記載の表面実装型の圧電デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、反りまたは撓みを少なくした表面実装型の圧電デバイスに関する。

【背景技術】

【０００２】

従来、移動体通信機器やＯＡ機器等の小型軽量化に伴って、それらに用いられる圧電デバイスも、より一層の小型化への対応が求められている。一般に表面実装型の圧電デバイスは、セラミックなどの絶縁材料で形成されたパッケージに圧電振動片を配置し、セラミックのパッケージの上側をコバールなどの金属板で封入した構造が広く採用されている。

【０００３】

最近、量産性を考慮して、水晶材料又はガラス材料のウエハ基板を使って表面実装型の

圧電デバイスを一度に製造する方法が提案されている。たとえば特許文献１の圧電デバイスはリッドとベースとが水晶材料で形成されている。

【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２００９－１６４７７５号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
しかしながら、水晶材料又はガラス材料は、コバールなどの金属板と比べて弾性変形量が少なく、外部から大きな力が加えられると破損するおそれがある。また、表面実装型の圧電デバイスの小型化に伴い、セラミック、水晶材料又はガラス材料は薄く形成しなければならず、外部から力が加えられると変形したりするおそれがある。つまり、圧電デバイスの小型化に伴うパッケージの内壁の薄肉化による撓みの発生のおそれがある。
【０００６】
本発明は、圧電デバイスの薄肉化による撓みを抑制した、表面実装型の圧電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】
【０００７】
第１観点の表面実装型の圧電デバイスは、基部とこの基部から伸びる一対の振動腕とを有する音叉型圧電振動片と、音叉型圧電振動片を収納するキャビティを形成する壁部と、キャビティ内で一対の振動腕の間を通るように配置された柱状体とを有するパッケージと、を備える。
この圧電デバイスは、キャビティ内に柱状体を備えるため圧電デバイスの薄肉化による撓みを抑制することができる。
【０００８】
第２観点の表面実装型の圧電デバイスは、基部とこの基部から伸びる一対の振動腕とを有する音叉型圧電振動片と、音叉型圧電振動片を収納するキャビティを形成する壁部およびキャビティ内で一対の振動腕の外側を通り基部と振動腕の先端との間に配置された柱状体を有するパッケージと、を備える。
【０００９】
第３観点の圧電デバイスの柱状体は、振動腕が伸びる方向に細長い形状をしている。
第４観点の圧電デバイスの振動腕の伸びる方向に交差する方向の柱状体の幅は、振動腕の先端側で細く、基部側で太い形状をしている。
第５観点の圧電デバイスの柱状体は、パッケージの壁部から伸びている。
【００１０】
第６観点の圧電デバイスのパッケージは、音叉型圧電振動片を保持するベース部とベース部に接合するリッド部とから形成され、柱状体は、ベース部から突き出た第１柱状部とリッド部から突き出た第２柱状部とを有する。
第７観点において、第１柱状部と第２柱状部との間には空隙が形成されている。
【００１１】
第８観点の圧電デバイスのパッケージは、音叉型圧電振動片の外周を取り囲むフレームを有する振動腕フレームと、フレームの一方の片面に接合するベース部とフレームの他方の片面に接合するリッド部とから形成され、柱状体は、ベース部から突き出た第１柱状部とリッド部から突き出た第２柱状部とフレームから突き出た第３柱状部とを有する。
第９観点において、第１柱状部と第３柱状部との間、又は第２柱状部と第３柱状部との間には空隙が形成されている。
【発明の効果】
【００１２】

本発明によれば、パッケージが撓み難くなりパッケージ強度が増加した圧電デバイスを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【００１３】

【図１】（ａ）は、第１リッド１０の内面図である。（ｂ）は、第１音叉型水晶振動片３０を装着した第１ベース４０の上面図である。（ｃ）は、（ａ）と（ｂ）とのＡ－Ａ断面図であり、第１圧電デバイス１００を重ね合わせる前の状態を示した断面図である。

【図２】図１のＢ－Ｂ断面図であり、第１圧電デバイス１００を重ね合わせた状態を示した断面図である。

【図３】（ａ）は、第１リッドウエハ１０Ｗ側から見た第１パッケージウエハ８０Ｗの上面図である。（ｂ）は、（ａ）に示された第１パッケージウエハ８０ＷをＣ－Ｃ断面線で切った拡大断面図である。

【図４】（ａ）は、（ｂ）のＣ－Ｃ断面であり、第１音叉型水晶振動片３０を装着した第２圧電デバイス１１０の断面図である。（ｂ）は、（ａ）のリッド１０Ａを外した上面図である。

【図５】（ａ）は、第３圧電デバイス１２０の第３リッド１０Ｂの内面図である。（ｂ）は、第１音叉型水晶振動片３０を装着した第３ベース４０Ｂの上面図である。（ｃ）は、（ａ）と（ｂ）とのＤ－Ｄ断面図であり、第３圧電デバイス１２０を重ね合わせる前の状態を示した断面図である。

【図６】図５のＥ－Ｅ断面図であり、第３圧電デバイス１２０を重ね合わせた状態を示した断面図である。

【図７】（ａ）は、第４圧電デバイス１３０の第４リッド１０Ｃの内面図である。（ｂ）は、第１音叉型水晶振動片３０を装着した第４ベース４０Ｃの上面図である。（ｃ）は、第４圧電デバイス１３０を接合した状態のＦ－Ｆ断面図である。

【図８】（ａ）は、第５圧電デバイス１４０の第５リッド１０Ｄの内面図である。（ｂ）は、第１音叉型水晶振動片３０を装着した第５ベース４０Ｄの上面図である。（ｃ）は、第５圧電デバイス１４０を接合したＧ－Ｇ断面図である。

【図９】（ａ）は、第６リッド１０Ｅの内面図である。（ｂ）は、第２音叉型水晶振動片２０を装着した水晶フレーム５０の上面図である。（ｃ）は、第６ベース４０Ｅの上面図である。（ｄ）は、第６圧電デバイス１５０を重ね合わせる前のＨ－Ｈ断面図である。

【図１０】（ａ）は、第７圧電デバイス１６０の陽極接合を行う概略断面図である。（ｂ）は、第７リッド１０Ｆの内面図である。（ｃ）は、第２水晶フレーム５０Ａの上面図である。（ｄ）は、第７ベース４０Ｆの上面図である。

【発明を実施するための形態】

【００１４】

＜第１実施形態；第１圧電デバイス１００の構成＞

図１は、第１音叉型水晶振動片３０を備えた表面実装型の第一圧電デバイス１００の概略図を示している。図１（ａ）は、第１リッド１０の内面図であり、（ｂ）は、第１音叉型水晶振動片３０を装着した第１ベース４０の上面図であり、（ｃ）は、（ａ）と（ｂ）とのＡ－Ａ断面図であり、第１圧電デバイス１００を示した断面図である。ただし、第１リッド１０と第１ベース４０とが分離された状態が示されている。

【００１５】

第１圧電デバイス１００は、第１リッド１０および第１ベース４０から構成され、パッケージ８０が形成されている。第１リッド１０および第１ベース４０はガラス又は水晶材料からなる。

【００１６】

図１（ａ）に示されるように、第１リッド１０は、リッド側凹部１７および第２柱状部１８を第１ベース４０側の片面に有している。リッド側凹部１７および第２柱状部１８は

、エッチングまたはサンドブラストなどにより形成される。第２柱状部１８の根元部（＋Ｙ軸側、図１中の右側）の幅ＷＢは、先端部（－Ｙ軸側、図１中の左側）の幅ＷＡよりも細い形状をしている。後述する振動腕２１の励振により、振動腕２１の先端側（＋Ｙ軸側、図１中の右側）が第２柱状部１８に衝突しないようにするためである。別言すると、振動腕２１のＸ軸方向の振動幅は、振動腕２１の先端側（＋Ｙ軸側、図１中の右側）が大きくて振動腕２１の根元側が小さい。第２柱状部１８はこの振動幅に合わせて形成されている。また、第２柱状部１８の先端部は第１リッド１０（又は後述するキャビティ－２２）のほぼ中央まで伸びている。

【００１７】

リッド側凹部１７の深さは例えば６０μｍ程度である。そして、リッド側凹部１７を形成することにより第１リッド１０の壁部１９が形成されている。この壁部１９と第２柱状部１８とは高さ（Ｚ軸方向）が同じである。この壁部１９の第１ベース４０側には、四辺からなる矩形の枠形状の第２接合膜１５が形成されている。第２接合膜１５は、４００Å～２０００Åの金（Ａｕ）層が形成された構成である。

【００１８】

図１（ｂ）に示されるように、第１ベース４０は、ベース側凹部４７、台座５２および第１柱状部４８を第１リッド１０側の片面に有している。ベース側凹部４７、台座５２および第１柱状部４８は、エッチングまたはサンドブラストなどにより形成される。また第１ベース４０には、エッチング等によりベース側凹部４７が深さ８０μｍ程度に形成されると、壁部４９が形成される。この壁部４９から同じ高さ（Ｚ軸方向）で第１柱状部４８が伸びている。第１ベース４０には、エッチング等により第１スルーホール４１と第２スルーホール４３とが形成される。

【００１９】

第１柱状部４８の先端部の幅および根元部の幅は、第２柱状部１８と同じように形成されている。第１柱状部４８の先端部も第１ベース４０のほぼ中央まで伸びている。また、第１柱状部４８は、後述する第１音叉型水晶振動片３０の一対の振動腕２１の間に入るように、形成されている。

【００２０】

壁部４９には、第１接合膜４５が形成されている。第１接合膜４５は、四辺からなる矩形の枠形状である。第１接合膜４５は、４００Å～２０００Åの金（Ａｕ）層が形成された構成である。

【００２１】

ベース４０の表面には、第１接続電極４２および第２接続電極４４が形成される。第１ベース４０の底部には、メタライジングされた第１外部電極５５および第２外部電極５６が形成される。第１ベース４０の表面から裏面へと貫通する第１スルーホール４１は、第１接続電極４２と第１外部電極５５とを導通させる。第２スルーホール４３は、第２接続電極４４と第２外部電極５６とを導通させる。第１スルーホール４１および第２スルーホール４３には金属膜が形成され、封止材７０を用いて封止される。

【００２２】

リッド側凹部１７とベース側凹部４７とによりキャビティ－２２を有するパッケージ８０が形成される。第１圧電デバイス１００は導電性接着剤７１を介してキャビティ－２２内の台座５２に第１音叉型水晶振動片３０を装着する。

【００２３】

第１音叉型水晶振動片３０は一対の振動腕２１と基部２３とからなる。基部２３には第１基部電極３１および第２基部電極３２が形成される。一対の振動腕２１は、表面、裏面および側面に第１励振電極３３および第２励振電極３４が形成されており、第１励振電極３３は第１基部電極３１につながっており、第２励振電極３４は第２基部電極３２につながっている。

【００２４】
第１基部電極３１、第２基部電極３２および第１励振電極３３、第２励振電極３４は、ともに、１５０Å～７００Åのクロム（Ｃｒ）層の上に４００Å～２０００Åの金（Ａｕ）層が形成された構成である。
【００２５】
第１基部電極３１および第２基部電極３２は、導電性接着材７１を介して第１接続電極４２および第２接続電極４４に接続する。第１接続電極４２は、第１スルーホール４１を通じて第１ベース４０の底面に設けた第１外部電極５５に接続する。第２接続電極４４は、第２スルーホール４３を通じて第１ベース４０の底面に設けた第２外部電極５６に接続する。つまり、第１基部電極３１は第１外部電極５５と電気的に接続し、第２基部電極３２は第２外部電極５６と電気的に接続している。

【００２６】
図１（ｃ）に示されるように、第１圧電デバイス１００は、第１リッド１０と第１ベース４０とが重ね合わせて形成される。第１接合膜４５と第２接合膜１５との間に金シリコン（Ａｕ３．１５Ｓｉ）合金又は金ゲルマニューム（Ａｕ１２Ｇｅ）共晶合金などの接合材７５が配置される。そして接合材７５が溶けることによって、矩形の枠形状の第１接合膜４５および第２接合膜１５全体に広がり、この溶けた接合材７５が硬化することで第１リッド１０と第１ベース４０とが接合する。
【００２７】
図２は、図１のＢ－Ｂ断面図であり、第１圧電デバイス１００を示した断面図である。図２は第１リッド１０と第１ベース４０とが接合した状態を示している。
図２では、第１リッド１０と第１ベース４０とが第１接合膜４５および第２接合膜１５で接合すると、第２柱状部１８の下側（ベース側）と第１柱状部４８の上側（リッド側）との間には、第１接合膜４５の厚さと第２接合膜１５の厚さとを合わせた厚さだけ隙間ＣＬが形成される。この隙間ＣＬは８００Å～４０００Å程度(約０．０８μｍから０．４μｍ）である。

【００２８】
第１リッド１０の表面（図２の上側）又は第１ベース４０の底面（図２の下側）から大きな外力が加わると、第１リッド１０が撓んだり第１ベース４０が撓んだりする。しかし、第１リッド１０又は第１ベース４０が約０．１μｍから０．４μｍ撓むと、第１柱状部４８と第２柱状部１８とが当接する。また第１柱状部４８と第２柱状部１８の先端部は、キャビティ２２の中央に位置している。したがって、第１リッド１０又は第１ベース４０は破損するほど大きく撓むことがない。第１圧電デバイス１００の小型化に伴って、第１リッド１０又は第１ベース４０の肉厚が薄くなっても、一定の強度を保つことができる。
【００２９】
特に図示しないが、第１柱状部４８と第２柱状部１８とも、第１接合膜４５および第２接合膜１５が形成されてもよい。この場合には、第１柱状部４８と第２柱状部１８とが接合する。このため、パッケージ８０が強固になり、第１リッド１０又は第１ベース４０の肉厚が薄くなっても、一定の強度を保つことができる。
【００３０】
パッケージ８０内部に柱状体である第１柱状部４８と第２柱状部１８とを設けることでパッケージが撓み難くなりパッケージ強度を増加することができる。また、柱状体が第１音叉型水晶振動片３０の振動を妨げることがない。なお、上記説明では、第１柱状部４８および第２柱状部１８の先端部の幅（Ｘ軸方向）が広くなっていたが、製造又は設計し易いように、第１柱状部４８および第２柱状部１８は先端部から根元部まで同じ幅（Ｘ軸方向）にしてもよい。

【００３１】

図３（ａ）は、第１リッド用ウエハ１０Ｗ側から見た第１パッケージウエハ８０Ｗの上面図であり、（ｂ）は、第１パッケージウエハ８０ＷをＣ－Ｃ断面線で切った拡大断面図である。ただし、理解を容易にするため第１リッド用ウエハ１０Ｗと第１ベース用ウエハ４０Ｗとを重ね合わせる前の状態を示している。説明の都合上、図３（ａ）は第１リッド用ウエハ１０Ｗが透明の状態で、第１ベース４０に載置された第１音叉型水晶振動片３０および第１柱状部４８が理解できるように描かれている。また、第１パッケージウエハ８０Ｗは、１つの第１圧電デバイス１００の外形（ＸＹ平面の大きさ）に相当する領域を仮想線（二点鎖線）で表示している。また、理解を容易にするため、キャビティ―２２が網目で示されている。

【００３２】

図１では１つの第１圧電デバイス１００について説明した。実際の製造においては、量産性が高くなるようにガラスまたは水晶材料のウエハ単位で製造される。すなわち、図３に示されるように、複数の第１ベース４０が形成された第１ベース用ウエハ４０Ｗが用意され、その第１ベース用ウエハ４０Ｗに複数の第１音叉型水晶振動片３０が配置される。そして複数の第１リッド１０が形成された第１リッド用ウエハ１０Ｗが、接合材７５で第１ベース用ウエハ４０Ｗに接合される。そして第１パッケージウエハ８０Ｗが形成される。そして、第１パッケージウエハ８０Ｗがダイシングされ、個々の第１圧電デバイス１００が完成する。

【００３３】

図３（ａ）に示されるように、第１ベース用ウエハ４０Ｗに形成された第１圧電デバイス１００は、ＸＹ平面において複数形成されている。

図３（ｂ）に示されるように、第１パッケージウエハ８０Ｗは、第１ベース用ウエハ４０Ｗに形成された第１接合膜４５に接合材７５を載置し、第１リッド用ウエハ１０Ｗに形成された第２接合膜１５を重ね合わせ、真空リフロー炉内などに保持・加熱され接合される。

【００３４】

第１ベース用ウエハ４０Ｗと第１リッド用ウエハ１０Ｗとは、接合材７５を介して固定されるため、接合材７５が溶ける前は、第１接合膜４５と第２接合膜１５との間に隙間がある。このため、真空リフロー炉内などで第１パッケージウエハ８０Ｗが保持・加熱される際、第１パッケージウエハ８０Ｗから空気が排気される。不活性ガスで満たされたリフロー炉内などで第１パッケージウエハ８０Ｗが保持・加熱される際には、第１パッケージウエハ８０Ｗ内は不活性ガスで満たされる。

【００３５】

小ロット生産であれば、第１ベース４０は、ガラスおよび水晶材料以外にセラミックを使って形成することができる。

【００３６】

＜第２実施形態；第２圧電デバイス１１０の構成＞

図４（ａ）は第２圧電デバイス１１０を示した概略側面図である。図４（ｂ）は第２圧電デバイス１１０の第２リッド１０Ａを外した概略上面図である。

第２圧電デバイス１１０は、絶縁性の第２ベース４０Ａと第２リッド１０Ａとからなる。第２リッド１０Ａは、コバール（登録商標、鉄ＦｅとニッケルＮｉとコバルトＣｏとの合金）製である。

【００３７】

第２ベース４０Ａは、セラミックから成りアルミナを主原料とするセラミック粉末およびバインダ等を含むスラリーを用いたグリーンシートよりプレス抜きされた底面用セラミック層５１、壁部４９、第１柱状部４８ａ及び台座５２から構成される。壁部４９と第１柱状部４８ａとは同じ高さで接続されて、第１柱状部４８ａは、キャビティ２２のほぼ中央まで伸びている。これら複数のセラミック層より構成されたパッケージ８０Ａは、キャビティ２２を形成し、このキャビティ２２内に、第１音叉型水晶振動片３０を実装する。

セラミックベース４０Ａはこれらの複数の基板を積層し、焼結して形成されている。

【００３８】
第１音叉型水晶振動片３０の台座５２への装着は、第１圧電デバイス１００と同一の構成のため、第１圧電デバイス１００と異なる部分について説明する。壁部４９の上端には第１接合膜４５があり、第２リッド１０Ａの接合のために、第１接合膜４５にろう材７７が形成されている。壁部４９と第２リッド１０Ａとは、ろう材７７を介して溶着されている。

【００３９】
第２リッド１０Ａと第２ベース４０Ａとが第１接合膜４５及びろう材７７で接合すると、第２リッド１０Ａと第１柱状部４８ａとの間には、第１接合膜４５の厚さとろう材７７の厚さとを合わせた厚さだけ隙間ＣＬが形成される。第２リッド１０Ａの表面（図４（ａ）の上側）又は第２ベース４０Ａの底面（図４（ａ）の下側）から大きな外力が加わっても、第１柱状部４８ａとからなる柱状体があるため撓み難くなる。

【００４０】
＜第３実施形態；第３圧電デバイス１２０の構成＞
図５（ａ）は、第３リッド１０Ｂの内面図であり、（ｂ）は、第１音叉型水晶振動片３０を装着した第３ベース４０Ｂの上面図であり、（ｃ）は、（ａ）と（ｂ）とのＤ－Ｄ断面図であり、第３圧電デバイス１２０を重ね合わせる前の状態を示した断面図である。

【００４１】
第３圧電デバイス１２０は、特に第１柱状部４８ｂの形状および第２柱状部１８ｂの形状が第１圧電デバイス１００のそれらの形状と異なっている。第３圧電デバイス１２０は、第３リッド１０Ｂと第３ベース４０Ｂとから構成されている。第３リッド１０Ｂおよび第３ベース４０Ｂは水晶材料からなる。以下、第１圧電デバイス１００と異なる部分について説明する。

【００４２】
ここで、工業材料の硬さを表わす指標の一つにヌープ硬度がある。ヌープ硬度は数値が高ければ硬く、低ければ柔らかい。リッド及びベースに使用される代表的なガラスであるホウケイ酸ガラスは、ヌープ硬度が５９０ｋｇ／ｍｍ^{2}である。また、水晶のヌープ硬度は７１０～７９０ｋｇ／ｍｍ^{2}である。そのため第３圧電デバイス１２０では、第３リッド１０Ｂおよび第３ベース４０Ｂにガラスの代わりに水晶を使用する方が圧電デバイスの硬度を高くすることができる。また、圧電デバイスを所定の硬度にする場合には、リッド及びベースに使われるガラスの厚みを厚くする必要があるが、水晶であれば厚みが薄くてもよい。つまり、同じ硬度の圧電デバイスであればリッド及びベースに水晶を使用すると、小型化・低背化が可能となる。

【００４３】
図５（ａ）に示されるように、第３リッド１０Ｂは、第３ベース４０Ｂ側にリッド側凹部１７を備え、ほぼ中央部にＹ軸方向に延びる細長い形状をした第２柱状部１８ｂを備える。壁部１９とこの第２柱状部１８ｂとは高さ（Ｚ軸方向）が同じである。第３リッド１０Ｂのリッド側凹部１７はウェットエッチングによって形成される。第２柱状部１８ｂの一端部（－Ｙ軸側、図５（ａ）中の左側）の幅ＷＣは、他端部の幅ＷＤよりも太い形状をしている。他端部の幅ＷＤを細くすることにより、振動腕２１の励振により、振動腕２１が第２柱状部１８ｂに衝突しないようにするためである。

【００４４】
また第３リッド１０Ｂには、第１リッド１０に形成されていた第２接合膜１５が形成されていない。

【００４５】
図５（ｂ）に示されるように、第３ベース４０Ｂは、第１音叉型水晶振動片３０の一対

の振動腕２１の間を通るほぼ中央部に、振動腕２１が伸びる方向（Ｙ方向）に伸びる細長い形状をした第１柱状部４８ｂを備える。第１柱状部４８ｂの先端部の幅および根元部の幅は、第２柱状部１８ｂと同じように形成されている。第１柱状部４８ｂの高さ（Ｚ軸方向）は壁部４９と同じ高さである。

【００４６】

また第３ベース４０Ｂには、第１ベース４０に形成されていた第１接合膜４５が形成されていない。

【００４７】

図５（ｃ）に示されるように、第３圧電デバイス１２０は、第３リッド１０Ｂと第３ベース４０Ｂとが重ね合わせて形成される。第３リッド１０Ｂと第３ベース４０Ｂとは水晶材料であり、接合面を鏡面仕上げして、プラズマ処理又はイオンビーム処理して接合面を活性化させた状態で重ね合わせ加熱するとシロキサン結合（Ｓｉ－Ｏ－Ｓｉ）する。第１柱状部４８ｂと第２柱状部１８ｂとは一体の柱状体となる。

【００４８】

図６は、図５のＥ－Ｅ断面図であり、第３圧電デバイス１２０を示した断面図である。図６は第３リッド１０Ｂと第３ベース４０Ｂとが接合した状態を示している。

第３リッド１０Ｂと第３ベース４０Ｂとが接合すると、第１柱状部４８ｂと第２柱状部１８ｂとも接合する。第３リッド１０Ｂの表面（図６の上側）又は第３ベース４０Ｂの底面（図６の下側）から大きな外力が加わっても、第１柱状部４８ｂと第２柱状部１８ｂとからなる柱状体があるため撓み難くなる。また第１柱状部４８ｂと第２柱状部１８ｂの先端部は、キャビティ２２の中央に位置しているため、第３リッド１０Ｂ又は第３ベース４０Ｂは破損するほど大きく撓むことがない。第３圧電デバイス１２０の小型化に伴って、第３リッド１０Ｂ又は第３ベース４０Ｂの肉厚が薄くなっても、一定の強度を保つことができる。

【００４９】

なお、上記説明では、第１柱状部４８ｂおよび第２柱状部１８ｂの幅が（Ｘ軸方向）が一端側と他端側とで異なっていたが、第１柱状部４８ｂおよび第２柱状部１８ｂはその一端側から他端側まで同じ幅（Ｘ軸方向）にしてもよい。

【００５０】

＜第４実施形態；第４圧電デバイス１３０の構成＞

図７（ａ）は、第４圧電デバイス１３０の第４リッド１０Ｃの内面図である。（ｂ）は、第１音叉型水晶振動片３０を装着した第４ベース４０Ｃの上面図である。（ｃ）は、第３圧電デバイス１３０を接合したＦ－Ｆ断面図である。

【００５１】

第４圧電デバイス１３０は、第１補助柱状部４８ｃおよび第２補助柱状部１８ｃが第３圧電デバイス１２０の柱状部に加えて配置されている。第４圧電デバイス１３０は、第４リッド１０Ｃと第４ベース４０Ｃとから構成されている。第４リッド１０Ｃおよび第４ベース４０Ｃは水晶材料からなる。以下、第３圧電デバイス１２０と異なる部分について説明する。

【００５２】

図７（ａ）に示されるように、第４リッド１０Ｃには、一対の振動腕２１の外側で且つ基部２３から振動腕２１の先端までの間に配置される、一対の第２補助柱状部１８ｃが形成されている。第２補助柱状部１８ｃの＋Ｙ軸側（図７中の右側）の幅ＷＦは、－Ｙ軸側（図７中の左側）の幅ＷＥよりも細い形状をしている。特に第２補助柱状部１８ｃの幅ＷＦは振動腕２１と衝突しないように、振動腕２１側が細くなっている。振動腕２１の励振によって、振動腕２１の先端側（＋Ｙ軸側、図７中の右側）が第２補助柱状部１８ｃに衝突しないようにするためである。別言すると、振動腕２１のＸ軸方向の振動幅は、振動腕２１の先端側（＋Ｙ軸側、図７中の右側）が大きくて振動腕２１の根元側が小さい。第２補助柱状部１８ｃはこの振動幅に合わせて振動腕２１側が形成されている。

【００５３】

図７（ｂ）に示されるように、第４ベース４０Ｃにも、振動腕２１の伸びる方向と直交する方向（Ｘ軸方向）で且つ一対の振動腕２１の外側に、一対の第１補助柱状部４８ｃが形成されている。第１補助柱状部４８ｃの先端部の幅および根元部の幅は、第１補助柱状部１８ｃと同じように形成されている。第２補助柱状部４８ｃの高さ（Ｚ軸方向）は壁部４９と同じ高さである。

【００５４】

図７（ｃ）に示されるように、第４リッド１０Ｃと第４ベース４０Ｃとが接合すると、第１柱状部４８ｂと第２柱状部１８ｂとが接合し、第１補助柱状部４８ｃと第２補助柱状部１８ｃとも接合する。第４リッド１０Ｃの表面（図７の上側）又は第４ベース４０Ｃの底面（図７の下側）から大きな外力が加わっても、第１柱状部４８ｂと第２柱状部１８ｂとの柱状体および第１補助柱状部４８ｃと第２補助柱状部１８ｃとの柱状体があるためパッケージ８０Ｃは強度が増し撓み難くなる。第４圧電デバイス１３０の小型化に伴って、第４リッド１０Ｃ又は第４ベース４０Ｃの肉厚が薄くなっても、一定の強度を保つことができる。

【００５５】

なお、第１補助柱状部４８ｃと第２補助柱状部１８ｃとからなる柱状体のみが形成され、第１柱状部４８ｂと第２柱状部１８ｂとの柱状体がない圧電デバイスであっても、パッケージは強度が増す。

【００５６】

＜第５実施形態；第５圧電デバイス１４０の構成＞

図８（ａ）は、第５圧電デバイス１４０の第５リッド１０Ｄの内面図である。（ｂ）は、第１音叉型水晶振動片３０を装着した第５ベース４０Ｄの上面図である。（ｃ）は、第５圧電デバイス１４０を接合したＧ－Ｇ断面図である。

【００５７】

第５圧電デバイス１４０は、第１補助柱状部４８ｄおよび第２補助柱状部１８ｄが第１圧電デバイス１００の柱状部に加えて配置されている。第５圧電デバイス１４０は、第５リッド１０Ｄと第５ベース４０Ｄとから構成されている。第５リッド１０Ｄおよび第５ベース４０Ｄは水晶材料からなる。以下、第１圧電デバイス１００と異なる部分について説明する。

【００５８】

図８（ａ）に示されるように、第５リッド１０Ｄには、一対の振動腕２１の外側で且つ基部２３から振動腕２１の先端までの間に配置される、一対の第２補助柱状部１８ｄが形成されている。第２補助柱状部１８ｄの＋Ｙ軸側（図８中の右側）の幅は、－Ｙ軸側（図８中の左側）の幅よりも細い形状をしている。特に第２補助柱状部１８ｄの幅は振動腕２１と衝突しないように、振動腕２１側が細くなっている。このため振動腕２１の励振によって、振動腕２１の先端側（＋Ｙ軸側、図８中の右側）が第２補助柱状部１８ｄに衝突しない。

【００５９】

図８（ｂ）に示されるように、第５ベース４０Ｄにも、振動腕２１の伸びる方向と直交する方向（Ｘ軸方向）で且つ一対の振動腕２１の外側に、一対の第１補助柱状部４８ｄが形成されている。第１補助柱状部４８ｄの先端部の幅および根元部の幅は、第２補助柱状部１８ｄと同じように形成されている。第１補助柱状部４８ｄの高さ（Ｚ軸方向）は壁部４９と同じ高さである。

【００６０】

図８（ｃ）に示されるように、第５リッド１０Ｄと第５ベース４０Ｄとが接合すると、第１柱状部４８と第２柱状部１８との柱状体、および第１補助柱状部４８ｄと第２補助柱状部１８ｄとの柱状体が形成される。第５リッド１０Ｄの表面（図８の上側）又は第５ベース４０Ｄの底面（図８の下側）から大きな外力が加わっても、第１柱状部４８ｄと第２柱状部１８ｃとからなる柱状体、及び第１補助柱状部４８ｄと第２補助柱状部１８ｄとか

らなる柱状体があるためパッケージ８０Ｄは強度が増し撓み難くなる。
【００６１】
なお、第１補助柱状部４８ｄと第２補助柱状部１８ｄとからなる柱状体のみが形成され、第１柱状部４８と第２柱状部１８との柱状体がない圧電デバイスであっても、パッケージは強度が増す。
【００６２】
＜第６実施形態；第６圧電デバイス１５０の構成＞
図９は、第６実施形態にかかる第６圧電デバイス１５０の概略図である。第６圧電デバイス１５０は、第１水晶フレーム５０を用い、第６リッド１０Ｅと第６ベース４０Ｅとで第１水晶フレーム５０の水晶外枠部２９を挟み込んで接合されている。
【００６３】
図９（ａ）は、水晶単結晶ウエハで形成した第６リッド１０Ｅの内面図であり、（ｂ）は第２音叉型水晶振動片２０を有する第１水晶フレーム５０の上面図であり、（ｃ）は、水晶単結晶ウエハで形成した第６ベース４０Ｅの上面図であり、（ｄ）は、Ｈ－Ｈ断面図であり、第６圧電デバイス１５０を重ね合わせる前の状態を示した図である。
【００６４】
第６リッド１０Ｅ又は第６ベース４０Ｅを水晶材料より形成するのには、以下の理由がある。圧電デバイスにおいて、圧電デバイスの作製時、または圧電デバイスのプリント基板への取り付け時には圧電デバイスに熱が加えられる。その時に、第６リッド１０Ｅと第６ベース４０Ｅに水晶材料とは異なる種類の材料を使用する場合、圧電デバイス内には熱膨張係数の差による応力が加わる。熱膨張係数の差が大きいと、この応力も大きくなり、特に図９に示された水晶外枠部２９を備える第１水晶フレーム５０では強度の弱い水晶外枠部２９の角等が破損することがある。そのため、第６リッド１０Ｅ又は第６ベース４０Ｅと第１水晶フレーム５０との熱膨張係数の差を小さくすることが望まれる。第６リッド１０Ｅ又は第６ベース４０Ｅに水晶を使用することは、ガラスを使用した場合に比べて第１水晶フレーム５０との熱膨張係数の差を小さくし、第６圧電デバイス１５０内の応力を小さくすることができるため好ましい。さらに、上記の通り、ガラスを使用した場合に比べて圧電デバイスの小型化・低背化が可能となるため好ましい。
【００６５】
図９（ａ）に示されるように第６リッド１０Ｅは、リッド側凹部１７および第２柱状部１８ｅを第１水晶フレーム５０側の片面に有している。
【００６６】
図９（ｂ）は、第１水晶フレーム５０の全体構成を示した上面図である。第１実施形態で示した第１音叉型水晶振動片３０と大きく異なるところは、第２音叉型水晶振動片２０が水晶外枠部２９で囲まれ、水晶外枠部２９がパッケージ８０Ｅの壁部を構成する点である。
【００６７】
第１水晶フレーム５０は、基部２３および振動腕２１からなる第２音叉型水晶振動片２０と、水晶外枠部２９と、支持腕２５とから構成されている。第２音叉型水晶振動片２０と外側の水晶外枠部２９との間にはキャビティ２２が形成されている。第１水晶フレーム５０は、支持腕２５を介して基部２３から水晶外枠部２９まで伸びる第１基部電極３１および第２基部電極３２を備える。第２音叉型水晶振動片２０は、たとえば３２．７６８ｋＨｚで発振する振動片で、極めて小型の振動片となっている。

【００６８】
また第１水晶フレーム５０は、第３柱状部２８を備えている。第２音叉型水晶振動片２０は基部２３から振動腕２１の外側で伸びる支持腕２５で支えられている。支持腕２５および第３柱状部２８は水晶外枠部２９に接続されている。第３柱状部２８の厚さ（Ｚ軸方向）と水晶外枠部２９の厚さとは同じである。
【００６９】

一対の支持腕２５は、基部２３の一端から振動腕２１が伸びる方向（Ｙ方向）に伸びて水晶外枠部２９に接続している。一対の支持腕２５は、振動腕２１の振動を外部へ振動漏れとして伝え難くさせ、またパッケージ外部の温度変化、または衝撃の影響を受け難くさせる効果を持っている。

【００７０】

図９（ｃ）に示されるように、第６ベース４０Ｅは、ベース側凹部４７および第１柱状部４８ｅを第１水晶フレーム５０側の片面に有している。第６ベース４０Ｅには、エッチングによりベース側凹部４７および第１柱状部４８ｅを設ける際、同時に第１スルーホール４１と第２スルーホール４３とが形成される。第６ベース４０Ｅの表面には、第１接続電極４２と第２接続電極４４が形成される。

【００７１】

図９（ｃ）、（ｄ）に示されるように、第１接続電極４２は、第１スルーホール４１を通じて第６ベース４０Ｅの底面に設けた第１外部電極５５に接続する。第２接続電極４４は、第２スルーホール４３を通じて第６ベース４０Ｅの底面に設けた第２外部電極５６に接続する。したがって、第６リッド１０Ｅと第１水晶フレーム５０と第６ベース４０Ｅとが重ね合わされて接合されると、水晶外枠部２９の裏面に形成された第１基部電極３１と第２基部電極３２とは、それぞれ第６ベース４０Ｅの表面の第１接続電極４２および第２接続電極４４に接続する。つまり、第１基部電極３１は第１外部電極５５と電気的に接続し、第２基部電極３２は第２外部電極５６と電気的に接続している。

【００７２】

図９（ｄ）に示されるように、第６リッド１０Ｅ、第１水晶フレーム５０及び第６ベース４０Ｅは、シロキサン結合により接合する。このためそれぞれの接合面は鏡面状態に加工され、その加工面はプラズマ処理又はイオンビーム処理される。そして接合面が活性化させた状態で３枚が重ね合わされる。

【００７３】

第１柱状部４８ｅ、第２柱状部１８ｅ及び第３柱状部２８のそれぞれの接合面も鏡面状態に加工され、その加工面はプラズマ処理又はイオンビーム処理される。第６リッド１０Ｅ、第１水晶フレーム５０及び第６ベース４０Ｅが接合される際に、第１柱状部４８ｅ、第２柱状部１８ｅ及び第３柱状部２８も接合される。このため、第１柱状部４８ｅ、第２柱状部１８ｅ及び第３柱状部２８からなる柱状体が形成される。第６リッド１０Ｅの表面（図９の上側）又は第６ベース４０Ｅの底面（図９の下側）から大きな外力が加わっても、第１柱状部４８ｅ、第２柱状部１８ｅ及び第３柱状部２８からなる柱状体があるためパッケージ８０Ｅは強度が増し撓み難くなる。また第１柱状部４８ｅ、第２柱状部１８ｅ及び第３柱状部２８の先端部は、キャビティ２２の中央に位置しているため、第６リッド１０Ｅ又は第６ベース４０Ｅは破損するほど大きく撓むことがない。第６圧電デバイス１５０の小型化に伴って、第６リッド１０Ｅ又は第６ベース４０Ｅの肉厚が薄くなっても、一定の強度を保つことができる。

【００７４】

第６圧電デバイス１５０は，シロキサン結合終了後、第１スルーホール４１および第２スルーホール４３の封止を行う。例えば、第１スルーホール４１および第２スルーホール４３に封止材７０の金・ゲルマニューム合金を載置し、真空中もしくは不活性ガス中のリフロー炉に保持し封止材７０を溶かして封止する。これにより、パッケージ８０Ｅ内が真空になった又は不活性ガスで満たされた第６圧電デバイス１５０が形成される。

【００７５】

＜第７実施形態；第７圧電デバイス１６０の構成＞

図１０は、第７実施形態にかかる第７圧電デバイス１６０の概略図である。第７圧電デバイス１６０は、第２水晶フレーム５０Ａを用い、第７リッド１０Ｆと第７ベース４０Ｆとで水晶フレーム５０の水晶外枠部２９を挟み込んで接合されている。

図１０（ａ）は、第７圧電デバイス１６０の陽極接合を行う概略断面図であり、（ｂ）

は、第７リッド１０Ｆの内面図であり、（ｃ）は、第２水晶フレーム５０Ａの正面図であり、（ｄ）は、第７ベース４０Ｆの正面図である。

【００７６】

図１０（ａ）は、第７圧電デバイス１６０のパッケージ接合において、陽極接合が行われる第７リッド１０Ｆ、第７ベース４０Ｆおよび第２水晶フレーム５０ＡのＩ－Ｉ断面図である。第７圧電デバイス１６０は、第２水晶フレーム５０Ａを中心として、第２水晶フレーム５０Ａの下に第７ベース４０Ｆが接合され、第２水晶フレーム５０Ａの上に第７リッド１０Ｆが接合されている。またパッケージ接合に陽極接合を行う説明用配線図が示されている。

【００７７】

図１０（ｂ）及び（ｄ）に示される第７リッド１０Ｆ及び第７ベース４０Ｆは、パイレックス（登録商標）ガラス及びホウ珪酸ガラスなどからなり、ナトリウムイオンなどの金属イオンを含有している。第７リッド１０Ｆは、リッド側凹部１７及び第２柱状部１８ｆを第２水晶フレーム５０Ａ側の片面に有している。第７ベース４０Ｆは、ベース側凹部４７及び第１柱状部４８ｆを第２水晶フレーム５０Ａ側の片面に有している。第２水晶フレーム５０Ａは、水晶エッチングにより形成された第２音叉型水晶振動片２０を有している。

【００７８】

図１０（ｃ）に示されるように、第２水晶フレーム５０Ａは、水晶外枠部２９の表裏面に金属膜５３を有している。金属膜５３は、スパッタリングもしくは真空蒸着などの手法により形成する。金属膜５３は、アルミニュウム（Ａｌ）層より成り、アルミニュウム層の厚みは１０００Å～１５００Å程度である。第２水晶フレーム５０のその他構成は、第１水晶フレーム５０と同一のため、同一符号についての説明を省略する。

【００７９】

図１０(ｄ)に示されるように、第７ベース４０Ｆは、ベース側凹部４７及び第１柱状部４８ｆを第２水晶フレーム５０Ａ側の片面に有している。第７ベース４０Ｆは、エッチングによりベース側凹部４７及び第１柱状部４８ｆを設ける際、同時に第１スルーホール４１と第２スルーホール４３とが形成される。第７ベース４０Ｆの表面には、第１接続電極４２及び第２接続電極４４が形成される。第７ベース４０Ｆの裏面には、第１外部電極５５及び第２外部電極５６を形成されている。

【００８０】

第７圧電デバイス１６０は、第２音叉型水晶振動片２０を備えた第２水晶フレーム５０Ａを中心として、第７リッド１０Ｆ及び第７ベース４０Ｆを重ねる。そして、第２水晶フレーム５０Ａ、第７リッド１０Ｆ及び第７ベース４０Ｆは、大気中で第７リッド１０Ｆの上面をマイナス電位に、水晶外枠部２９の表面及び裏面の金属膜５３をプラス電位にして、直流電源９０を用いて４００Ｖの直流電圧を１０分間印加される。この陽極接合技術によりパッケージ８０Ｆが形成される。

【００８１】

図１０（ａ）に示されるように、第７圧電デバイス１６０が陽極接合されると、第３柱状部２８と第２柱状部１８ｆの下側（水晶フレーム側）との間には、金属膜５３の厚さの隙間ＣＬ１及び第３柱状部２８と第１柱状部４８ｆの上側（水晶フレーム側）との間には、金属膜５３の厚さの隙間ＣＬ２が形成される。この隙間ＣＬ１及び隙間ＣＬ２は金属膜５３の厚さ１０００Å～１５００Åである。第６圧電デバイス１５０は、第７リッド１０Ｆの表面（図１０の上側）又は第７ベース４０Ｆの底面（図１０の下側）から大きな外力が加わっても、第１柱状部４８ｆ、第２柱状部１８ｆ及び第３柱状部２８からなる柱状体があるためパッケージ８０Ｆは強度が増し撓み難くなっている。

【産業上の利用可能性】

【００８２】

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。たとえば、水晶振動子は、水晶以外にニオブ酸リチウム等の様々な圧電単結晶材料を用いることができる。また本発明は、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子にも適用できる。

【００８３】

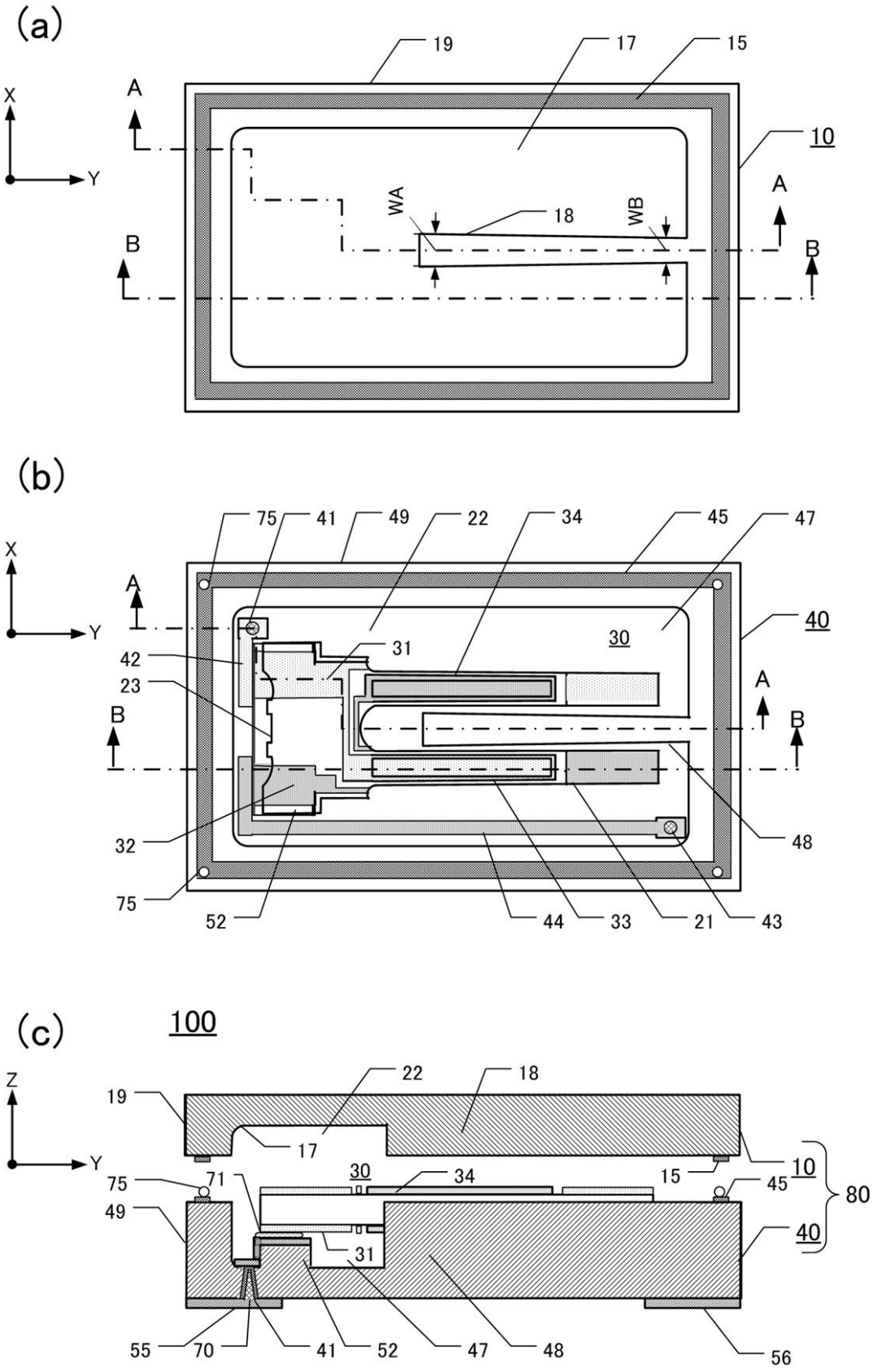
また本実施形態では、柱状体は振動腕が伸びる方向に細長い形状であったが、断面が正方形の柱状体であってもよく、断面が楕円形又は円形の柱状体であってもよい。

【符号の説明】

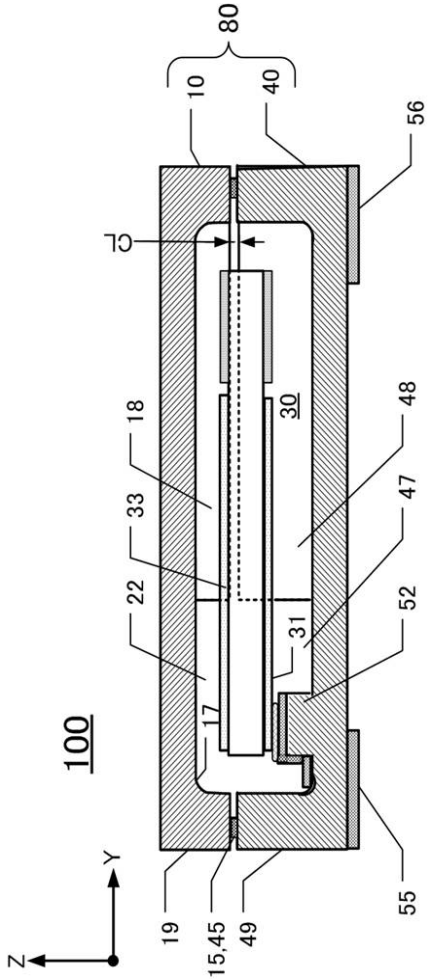
【００８４】

１０、１０Ａ～１０Ｆ … 第１～第７リッド
１０Ｗ … 第１リッド用ウエハ
１５ … 第２接合膜、４５ … 第１接合膜
１７ … リッド側凹部
１８、１８ａ、１８ｅ，１８ｆ … 第２柱状部
１８ｂ，１８ｄ … 第２補助柱状部
１９ … 壁部
２０ … 第２音叉型水晶振動片
２１ … 振動腕、 ２２ …キャビティー、 ２３ … 基部
２９ … 水晶外枠部
３０ … 第１音叉型水晶振動片
３１、３２ … 基部電極、 ３３、３４ … 励振電極
４０、４０Ａ～４０Ｆ … 第１～第７ベース、
４０Ｗ … 第１ベース用ウエハ
４１ … 第１スルーホール、４３ … 第２スルーホール
４２ … 第１接続電極、 ４４ … 第２接続電極
４７ … ベース側凹部
４８，４８ａ、４８ｅ，４８ｆ … 第２柱状部
４８ｂ，４８ｄ … 第１補助柱状部
４９ … 壁部
５０、５０Ａ … 水晶フレーム、
５１ … 底面用セラミック層、５２ … 台座
５３ … 金属膜
５５ … 第１外部電極、 ５６ … 第２外部電極
７０ … 封止材、７１ … 導電性接着剤、７５ … 接合材、７７ … ろう材
８０，８０Ａ～８０Ｅ … 第１～第６パッケージ
８０Ｗ … 第１パッケージウエハ
１００ … 第１圧電デバイス、１１０ … 第２圧電デバイス
１２０ … 第３圧電デバイス、１３０ … 第４圧電デバイス
１４０ … 第５圧電デバイス、１５０ … 第６圧電デバイス
１６０ … 第７圧電デバイス
ＦＤ … 水晶外枠部厚さ、ＰＤ … 柱状部厚さ
ＣＬ … 隙間
ＷＡ、ＷＣ … 先端部の幅， ＷＢ、ＷＤ… 根元部の幅

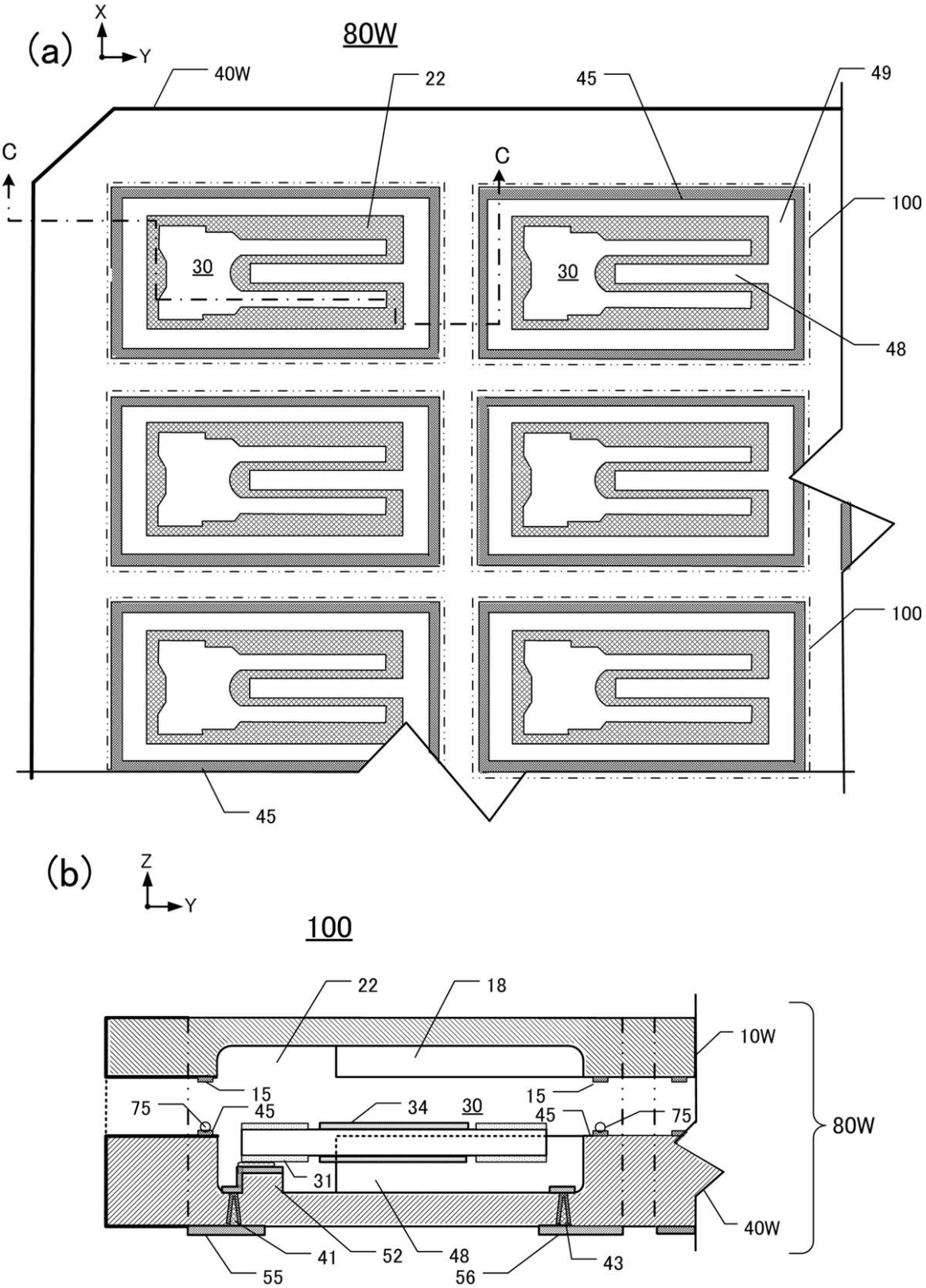
【図１】


(a)
19
17
15
X
Y
A
B
10
WA
18
WB
(b)
75
41
49
22
34
45
47
40
30
31
42
23
32
48
52
44
33
21
43
(c)
100
Z
22
18
19
17
10
15
45
80
71
30
34
75
49
31
40
55
70
41
52
47
48
56

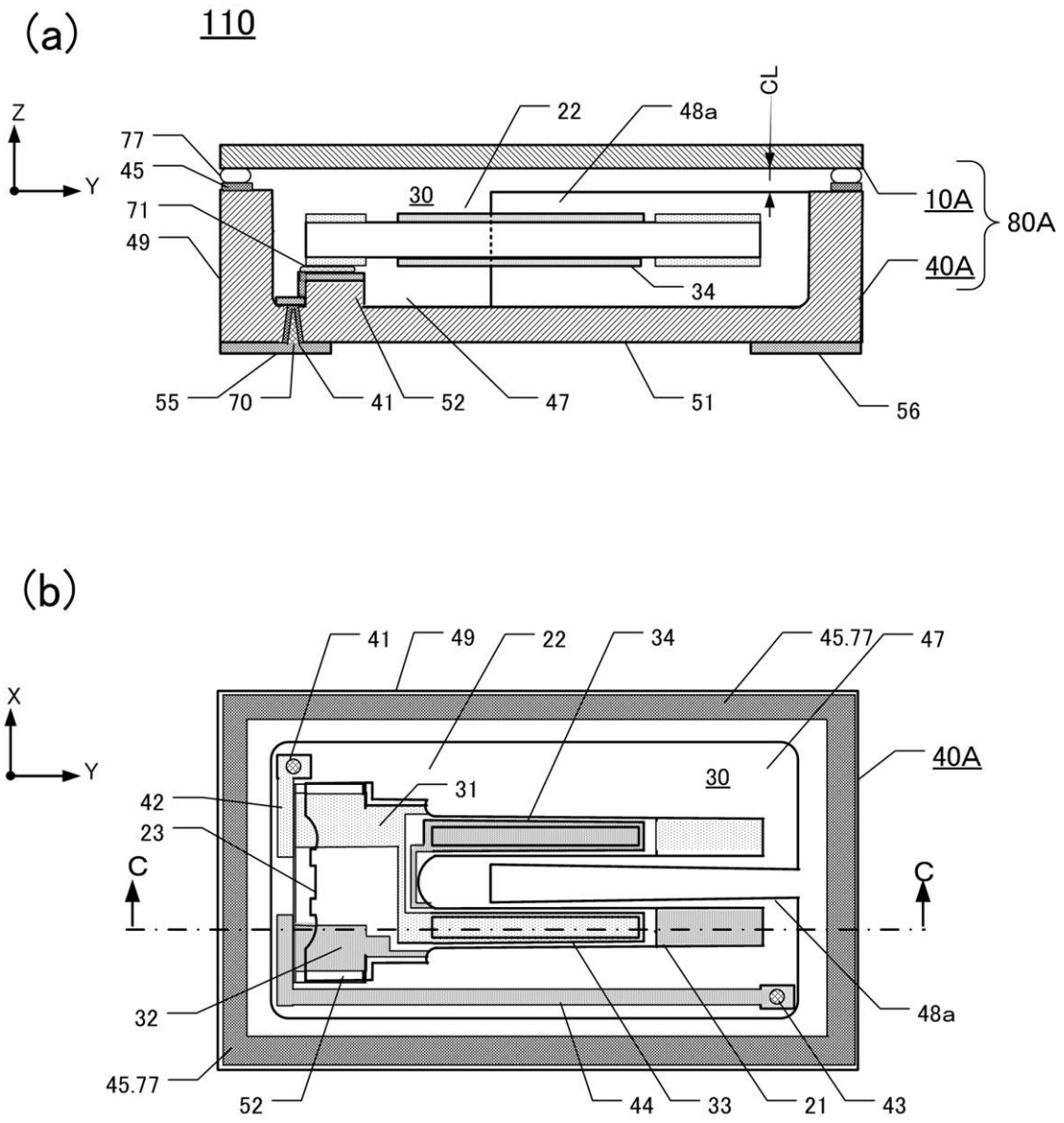
【図２】



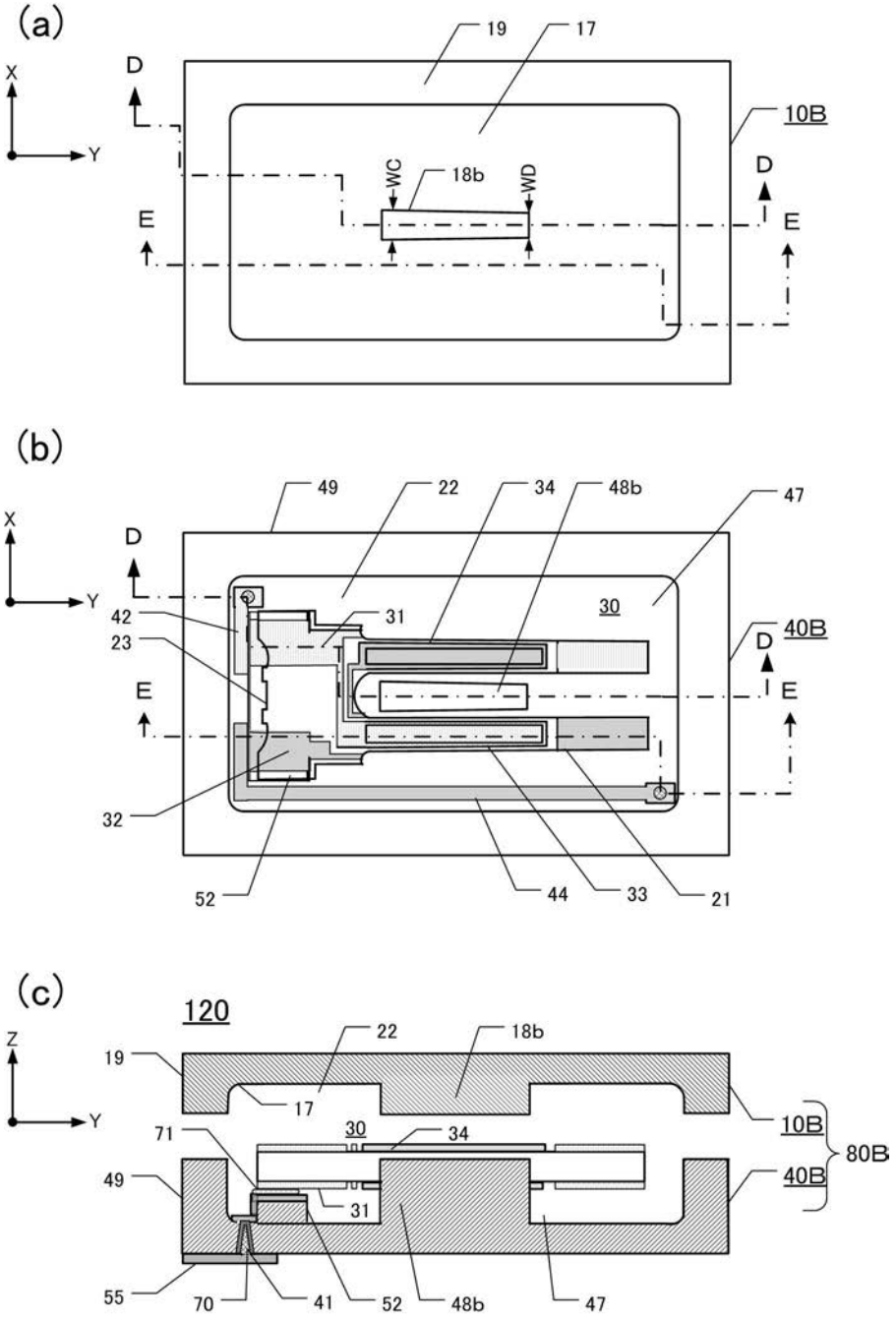
【図３】


(a)
X
Y
80W
40W
22
45
49
C
C
100
30
30
48
100
45
(b)
Z
Y
100
22
18
10W
15
15
75
45
34
30
45
75
80W
31
40W
41
52
48
43
55
56

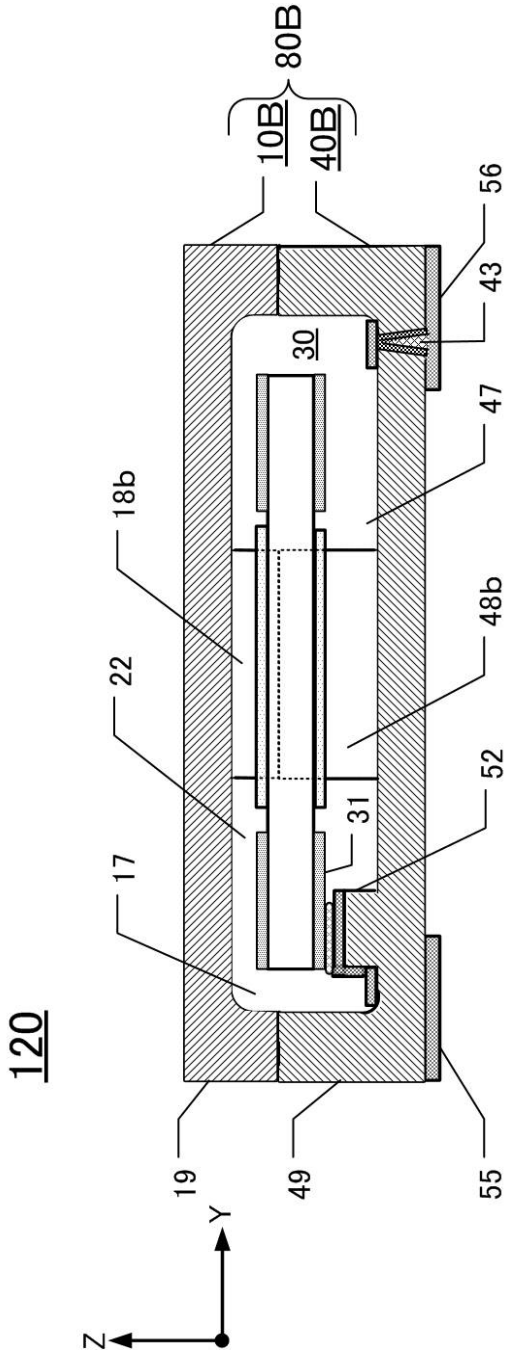
【図４】


(a)
110
Z
Y
77
45
71
49
22
48a
CL
30
10A
80A
40A
34
55
70
41
52
47
51
56
(b)
X
Y
41
49
22
34
45.77
47
40A
42
23
31
30
C
C
32
45.77
52
44
33
21
43
48a

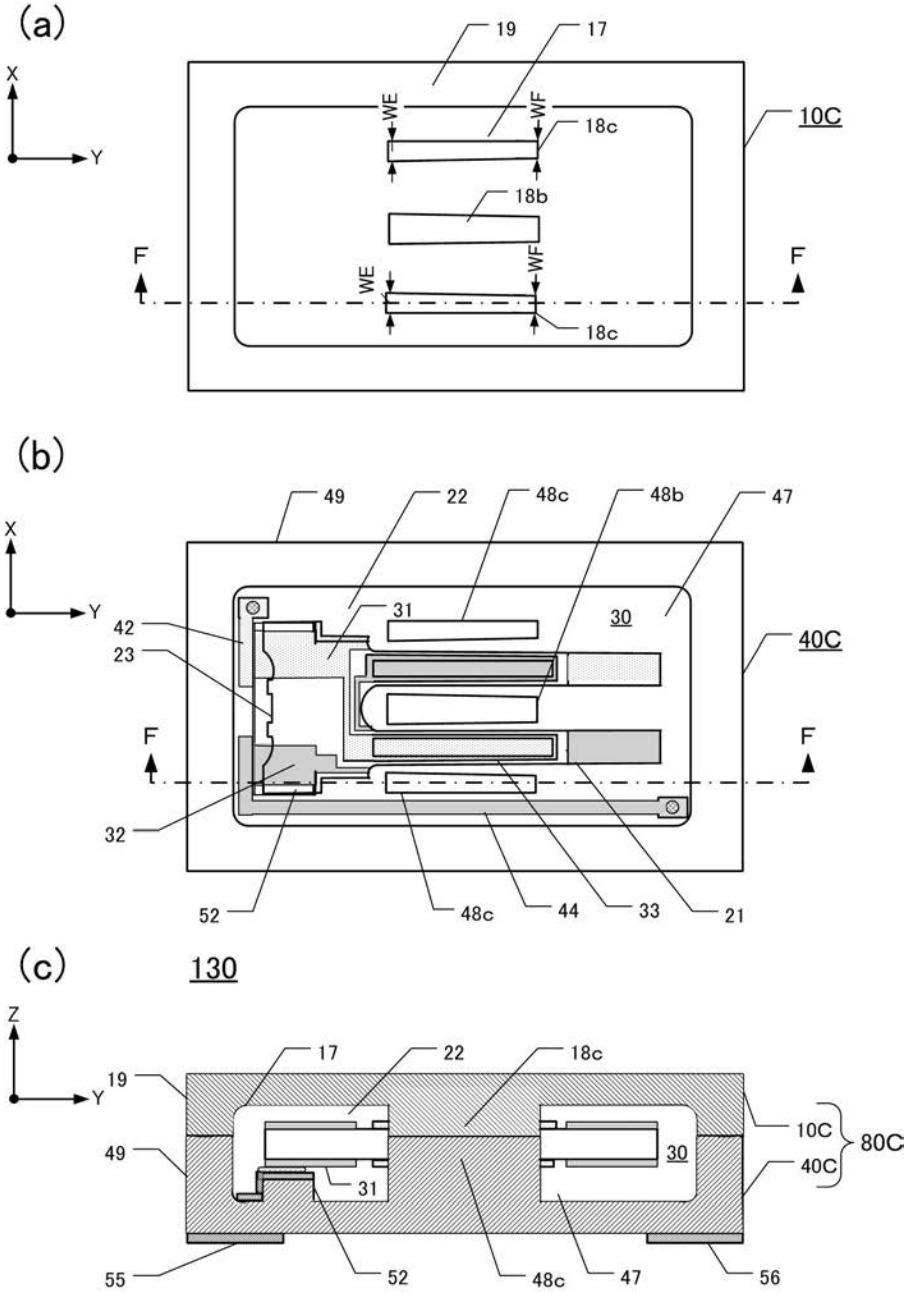
【図５】


(a)
19
17
X
Y
D
10B
WC
18b
WD
E
(b)
49
22
34
48b
47
30
42
31
23
40B
32
52
44
33
21
(c)
120
22
18b
Z
19
17
10B
71
30
34
80B
49
40B
31
55
70
41
52
48b
47

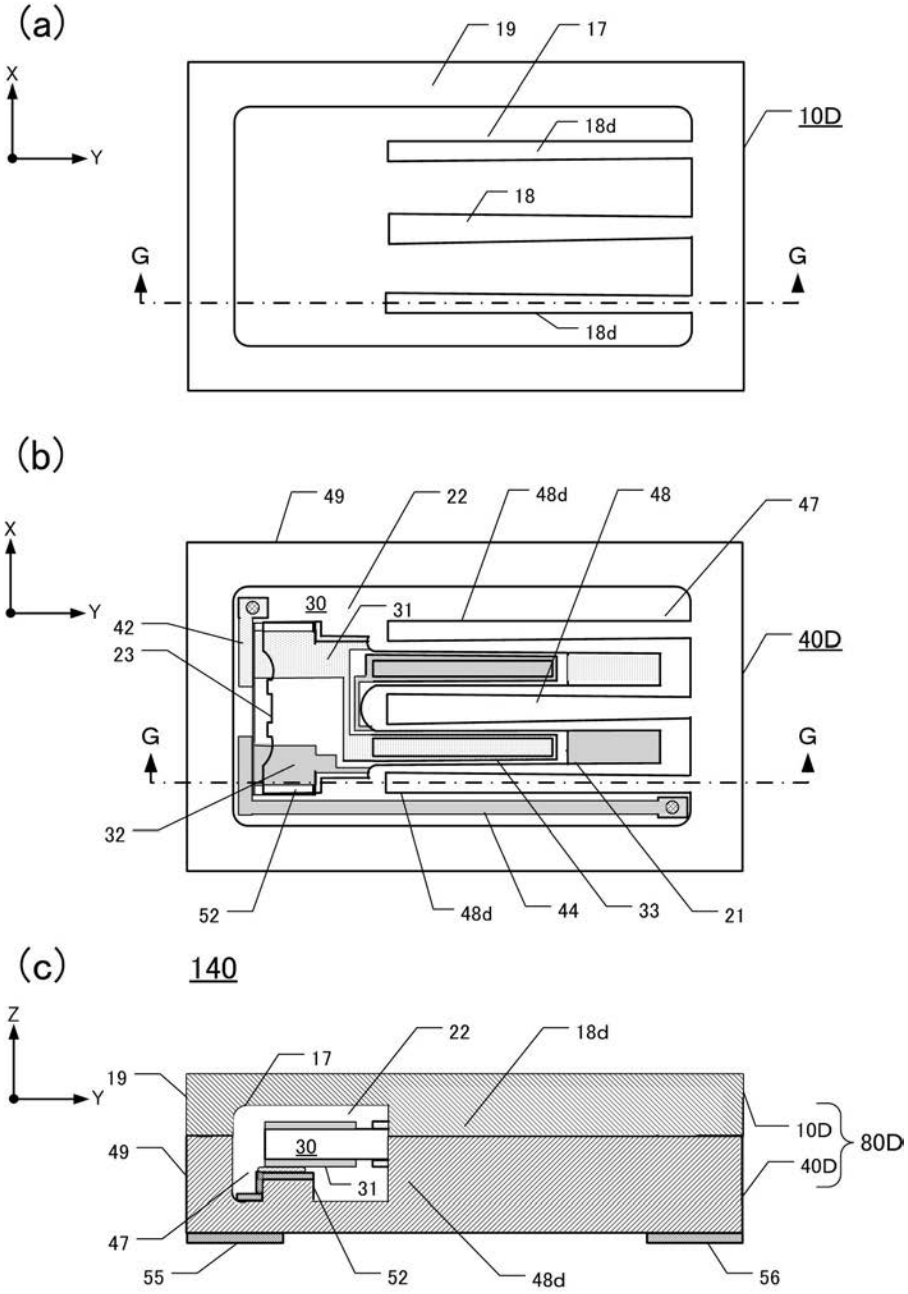
【図６】



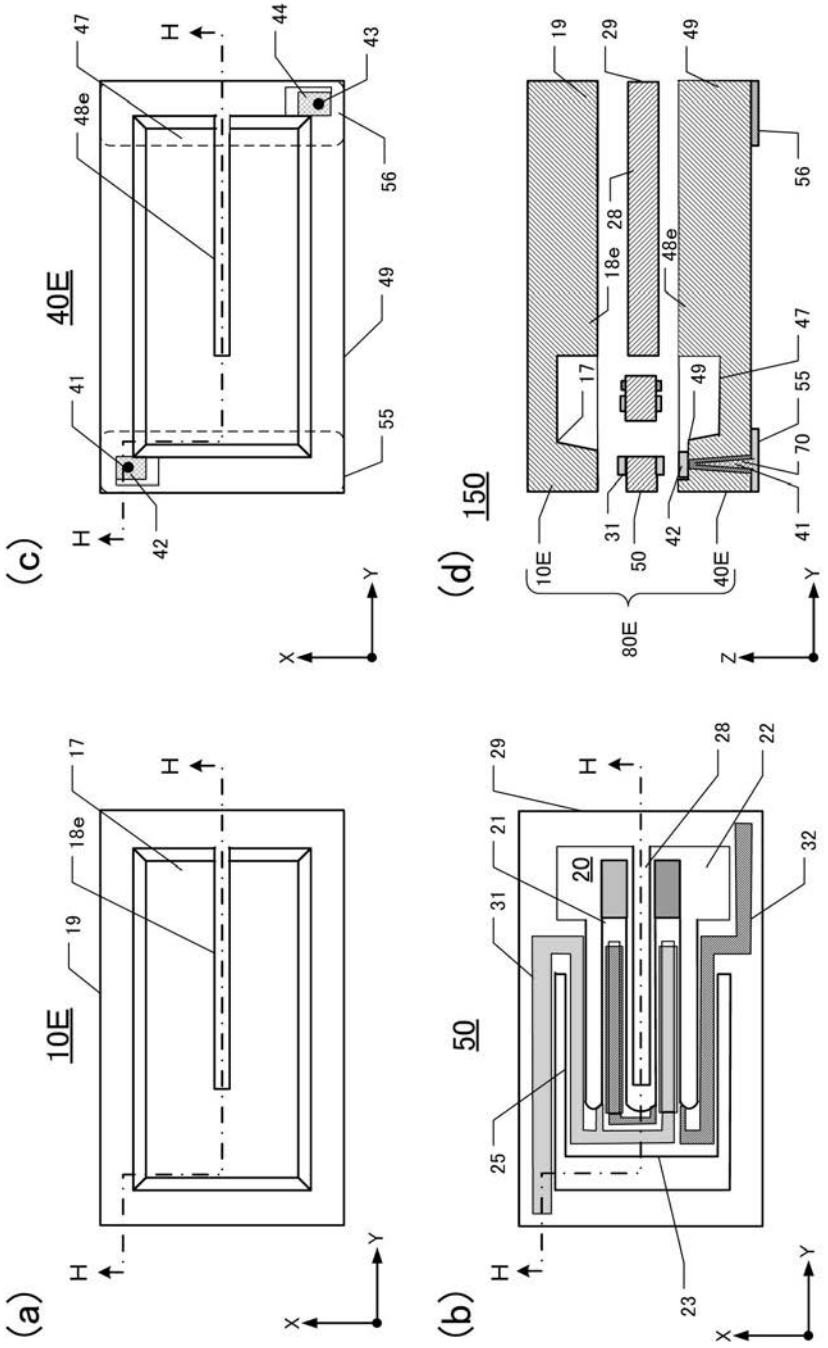
【図７】


(a)
19
17
X
Y
WE
WF
18c
10C
18b
F
F
WE
WF
18c
(b)
49
22
48c
48b
47
X
Y
31
30
42
23
40C
F
F
32
52
48c
44
33
21
(c)
130
Z
17
22
18c
19
Y
10C
80C
49
30
40C
31
55
52
48c
47
56

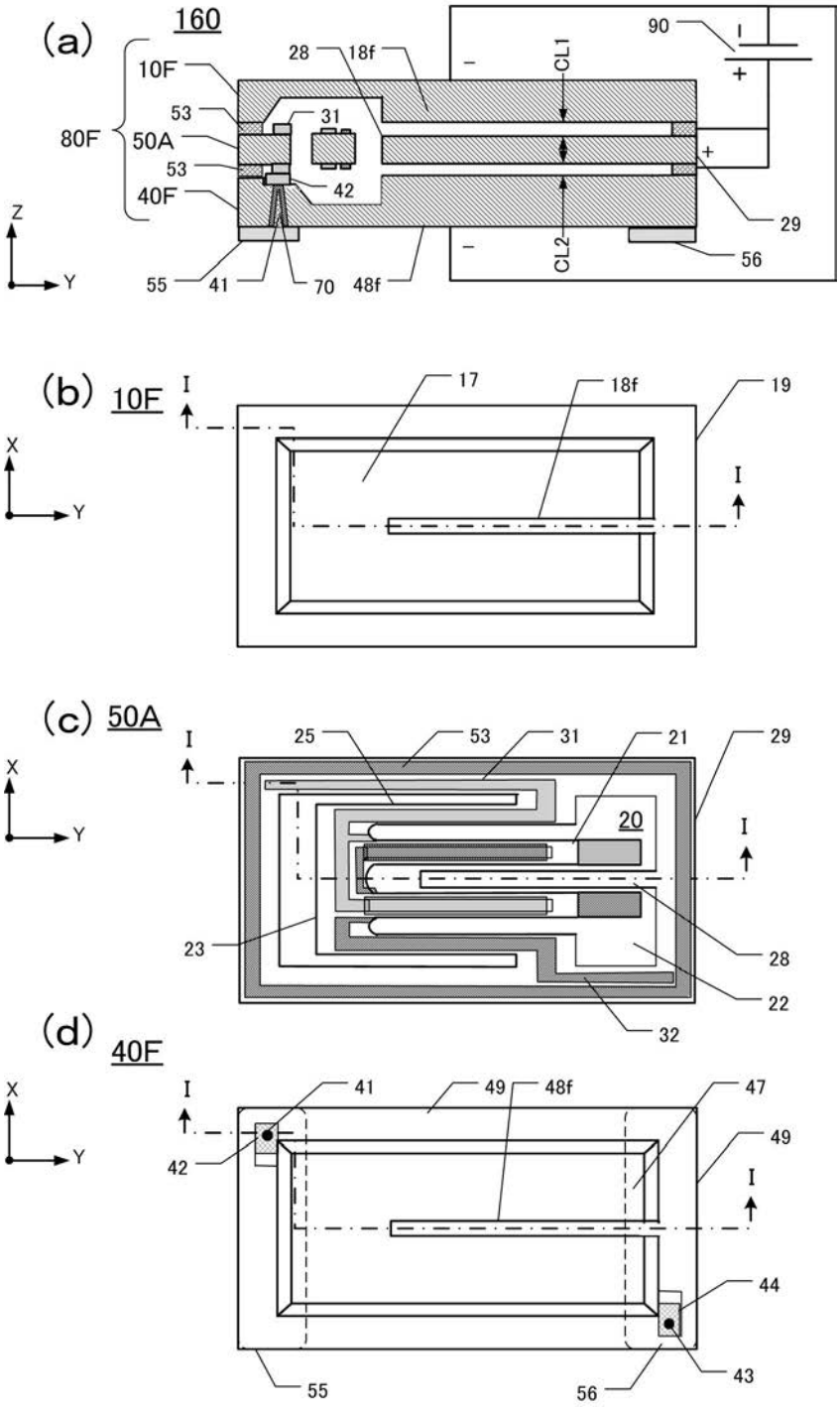
【図８】


(a)
19
17
X
Y
18d
10D
18
G
G
18d
(b)
49
22
48d
48
47
X
Y
30
31
42
23
40D
G
G
32
52
48d
44
33
21
(c)
140
Z
Y
22
18d
17
19
10D
80D
30
49
40D
31
47
55
52
48d
56

【図９】


(a)
10E
17
18e
19
H
X
Y
(b)
50
20
21
22
23
25
28
29
31
32
(c)
40E
41
42
43
44
47
48e
49
55
56
(d)
150
10E
17
18e
19
28
29
31
42
47
48e
49
50
55
56
70
80E
40E
Z

【図１０】


(a)
160
10F
80F
50A
40F
53
53
28
18f
31
42
90
CL1
CL2
29
56
55
41
70
48f
Z
Y
(b)
10F
I
17
18f
19
X
Y
(c)
50A
25
53
31
21
29
20
23
28
22
32
(d)
40F
41
49
48f
47
49
42
44
43
55
56

フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００８－１１８２４１（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－０６７７８８（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－２２３９９５（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－２９８２０５（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－０２８０２４（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－２３６２６４（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－２３５３６０（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－１３３８８３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０３Ｈ　　９／０２
Ｈ０３Ｈ　　９／１０