

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5584500号  
(P5584500)

(45) 発行日 平成26年9月3日 (2014.9.3)

(24) 登録日 平成26年7月25日 (2014.7.25)

|                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| (51) Int.Cl.         | F I                |
| HO3H 9/19 (2006.01)  | HO3H 9/19 J        |
| HO3H 9/215 (2006.01) | HO3H 9/215         |
| HO1L 41/18 (2006.01) | HO1L 41/18 I O I A |
| HO1L 41/09 (2006.01) | HO1L 41/08 J       |

請求項の数 5 (全 20 頁)

|              |                               |           |                     |
|--------------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号    | 特願2010-69438 (P2010-69438)    | (73) 特許権者 | 000232483           |
| (22) 出願日     | 平成22年3月25日 (2010.3.25)        |           | 日本電波工業株式会社          |
| (65) 公開番号    | 特開2010-283804 (P2010-283804A) |           | 東京都渋谷区笹塚一丁目50番1号 笹塚 |
| (43) 公開日     | 平成22年12月16日 (2010.12.16)      |           | NAビル                |
| 審査請求日        | 平成25年3月4日 (2013.3.4)          | (74) 代理人  | 100106541           |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2009-112105 (P2009-112105)  |           | 弁理士 伊藤 信和           |
| (32) 優先日     | 平成21年5月1日 (2009.5.1)          | (72) 発明者  | 岩井 宏樹               |
| (33) 優先権主張国  | 日本国 (JP)                      |           | 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 橋本 和志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電フレーム及び圧電デバイス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基部の一端側から所定方向に伸びる一对の振動腕を有する圧電振動片と、  
前記圧電振動片を囲む圧電外枠と、  
前記振動腕の両外側において前記基部から前記所定方向に伸びる一对の支持腕と、  
前記支持腕と前記圧電外枠とを接続する接続腕と、を同じ平面内に備え、  
前記接続腕と前記圧電外枠とが接続する領域の上方又は下方の少なくとも一方に、前記  
圧電外枠の一部を切り欠いた切り欠け部が形成されており、  
前記切り欠け部は、丸形構造、円形の構造、又は曲線形の構造であり、前記接続腕の上  
下両方に形成され、前記接続腕の近くでは曲率半径が小さく、前記接続腕から離れるに従  
って曲率半径が大きくなることを特徴とする圧電フレーム。

【請求項2】

基部の一端側から所定方向に伸びる一对の振動腕を有する圧電振動片と、  
前記圧電振動片を囲む圧電外枠と、  
前記振動腕の両外側において前記基部から前記所定方向に伸びる一对の支持腕と、  
前記支持腕と前記圧電外枠とを接続する接続腕と、を同じ平面内に備え、  
前記接続腕と前記圧電外枠とが接続する領域の上方又は下方の少なくとも一方に、前記  
圧電外枠の一部を切り欠いた切り欠け部が形成されており、  
前記切り欠け部は、丸形構造、円形の構造、又は曲線形の構造であり、前記接続腕の上  
下両方に形成され、前記上方に形成される前記切り欠け部と前記下方に形成される前記切

り欠け部とは形状が異なることを特徴とする圧電フレーム。

【請求項 3】

基部の一端側から所定方向に伸びる一对の振動腕を有する圧電振動片と、  
前記圧電振動片を囲む圧電外枠と、  
前記振動腕の両外側において前記基部から前記所定方向に伸びる一对の支持腕と、  
前記支持腕と前記圧電外枠とを接続する接続腕と、を同じ平面内に備え、  
前記接続腕と前記圧電外枠とが接続する領域の上方又は下方の少なくとも一方に、前記  
圧電外枠の一部を切り欠いた切り欠け部が形成されており、  
前記切り欠け部は、丸形構造、円形の構造、又は曲線形の構造であり、  
前記圧電外枠は、前記振動腕の前記所定方向における一方の幅より、前記所定方向と直  
交する方向における他方の幅が大きいことを特徴とする圧電フレーム。

10

【請求項 4】

基部の一端側から所定方向に伸びる一对の振動腕を有する圧電振動片と、  
前記圧電振動片を囲む圧電外枠と、  
前記振動腕の両外側において前記基部から前記所定方向に伸びる一对の支持腕と、  
前記支持腕と前記圧電外枠とを接続する接続腕と、を同じ平面内に備え、  
前記接続腕と前記圧電外枠とが接続する領域の上方又は下方の少なくとも一方に、前記  
圧電外枠の一部を切り欠いた切り欠け部が形成されており、  
前記切り欠け部は、丸形構造、円形の構造、又は曲線形の構造であり、  
前記支持腕の前記所定方向における幅は、前記振動腕の前記所定方向の幅より大きいこ  
とを特徴とする圧電フレーム。

20

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の圧電フレームと、  
この圧電フレームを覆う蓋部と、  
前記圧電フレームを支えるベースと、  
を備えることを特徴とする圧電デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は、例えば水晶等の圧電材料からなる、落下に対する破損を防止できる特性が優  
れ、且つ振動漏れも防止することができる圧電フレーム及び圧電デバイスに関する。

【背景技術】

【0002】

HDD（ハード・ディスク・ドライブ）、モバイルコンピュータ、或いは IC カード等  
の小型の情報機器や、携帯電話、自動車電話等の移動体通信機器などにおいて、圧電振動  
子や圧電発振器等の圧電デバイスが広く使用されている。

【0003】

近年、小型電子機器に対応するために、圧電振動子を構成する圧電振動片及び圧電フレ  
ームの小型化が望まれている。しかしながら、圧電振動片の小型化に従って、振動漏れや  
、C I 値の悪化や、圧電振動片の接着面積の縮小などの問題がある。

40

【0004】

従来、音叉型圧電振動片 91 と枠部 93 とを一体に形成する技術は、特許文献 1 に示す  
水晶フレーム 90 が提案されていた。特許文献 1 によれば、音叉型圧電振動片 91 の基部  
92 が音叉型圧電振動片の長さ方向（Y 方向）に延びた接続部 94 と、基部の幅方向（X  
方向）に延びた接続部 95 とを一体に形成した水晶フレーム 90 を提供していた。水晶フ  
レーム 90 は上ケースと下ケースで封止されて表面実装型の圧電デバイスとして使用され  
る。

【0005】

しかしながら、圧電デバイスが小型化するにつれ、3 箇所の接続部が更に短くなり、音

50

又型圧電振動片 91 から外部への振動漏れが大きくなる。従って、特許文献 2 において、この接続部の代わりに、振動腕の両方の外側において基部から振動腕の伸びた方向に伸びる一対の支持腕を設ける構造が揭示されている。この支持腕により、音叉型圧電振動片から外部への振動漏れを抑えることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2004-208237

【特許文献 2】特開 2008-118501

【発明の開示】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、落下などにより水晶振動片に衝撃力が印加された場合、重い部分である基部が揺れてしまう。これにより、特許文献 2 のような接続腕の略中央部の隣で応力が集中し易くなり、支持腕が断裂する場合がある。これにより、圧電振動片の破損又は変形などが起こり、C I 値、発振周波数等の変動等が生じる。

【0008】

本発明は、小型化されても落下による破損又は変形を十分に且つ確実に防止することができ、且つ振動漏れも防止することができる圧電フレーム及び圧電デバイスを提供することにその目的がある。

20

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の第一観点に係る圧電フレームは、基部の一端側から所定方向に伸びる一対の振動腕を有する圧電振動片と、圧電振動片を囲む圧電外枠と、振動腕の両外側において基部から所定方向に伸びる一対の支持腕と、支持腕と圧電外枠とを接続する接続腕とを同じ平面内に備え、接続腕が平面内で曲がり易い構造を有している。

【0010】

本発明の第一観点によれば、接続腕が平面内で曲がり易い構造を有することにより、外部の衝撃力に対抗する能力が一番弱い部分に応力が集中することを有効に防止することができる。即ち、接続腕が曲がり易くなったので、支持腕と、接続腕と外枠とに印加された応力が分散され、衝撃力に対抗する能力が一番弱い部分を確実に保護することができる。

30

【0011】

本発明の第二観点に係る圧電フレームは、接続腕と圧電外枠とが接続する領域の上方又は下方に、圧電外枠の一部を切り欠いた切り欠け部が形成されている。この切り欠け部により、圧電振動片の振動漏れを抑えることができ、且つ、落下衝突する時に接続腕に印加された応力を低減することができる。

【0012】

本発明の第三観点に係る圧電フレームは、接続腕と圧電外枠とが接続する領域の上下両方で切り欠け部が形成されている。上下両方で切り欠け部を形成することにより、圧電振動片の振動漏れをより一層抑えることができ、且つ、落下衝突する時に接続腕に印加された応力をより一層低減することができる。

40

【0013】

本発明の第四観点に係る圧電フレームは、切り欠け部が丸形構造を有する。この丸形構造により圧電振動片の振動漏れを抑えることができ、且つ、落下衝突する時に接続腕に印加された応力を低減することができる。

【0014】

本発明の第五観点によれば、この切り欠け部が円形又は曲線の構造であることが好ましい。この円形又は曲線構造は、曲率半径が大きいので、より曲がり易くなり、衝撃力をより一層分散して、接続腕に印加された応力を低減することができる。

50

## 【0015】

本発明の第六観点に係る圧電フレームは、圧電外枠は、振動腕の所定方向における一方の幅より、所定方向と直交する方向における他方の幅が大きい。これにより、この圧電フレームを蓋部とベースとに固定する時、しっかりと固定されることができ、圧電フレームからの振動漏れを確実に防止することができる。

## 【0016】

本発明の第七観点に係る圧電フレームは、接続腕の所定方向における幅は、振動腕の所定方向の幅より大きい。これにより、接続腕の強度が向上され、落下衝突に確実に對抗できる。

## 【0017】

本発明の第八観点に係る圧電デバイスは、第一観点から第六観点のいずれか一つの圧電フレームと、この圧電フレームを覆う蓋部と、圧電フレームを支えるベースと、を備える。これにより、小型化されても落下による破損又は変形を十分に且つ確実に防止することができる。

## 【発明の効果】

## 【0018】

本発明に係る圧電フレームと圧電デバイスは、小型化されても落下衝突等による破損又は変形を十分に且つ確実に防止することができ、且つ振動漏れも防止することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0019】

【図1】第一圧電フレーム100の構造を示す平面図である。

【図2】第二圧電フレーム120の構造を示す平面図である。

【図3】接続腕40と圧電外枠30とが接続する領域の形状と、落下衝突により支持腕24に加える応力との関係を示す図面である。

【図4】第三圧電フレーム140の構造を示す平面図である。

【図5】圧電フレームの変更例に係る第四圧電フレームを示す平面図である。

【図6】上記圧電フレームの変更例に係る第五圧電フレームを示す斜視図である。

【図7】図7(a)は、圧電デバイス200を構成する蓋部210の内面図であり、図7(b)は圧電振動片20を有する変形例2に係る第五圧電フレーム220の上面図であり、図7(c)はベース230の上面図であり、図7(d)は(a)から(c)のE-E断面で圧電デバイス200を示した断面構成図である。

【図8】特許文献1に係る水晶フレーム90を示す図面である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0020】

以下、図面に基づいて本発明に係る圧電フレーム及び圧電デバイスの具体的な実施形態を説明する。しかしながら、これらの具体的な実施形態は、本発明の技術思想の具現化であり、これに限定されるわけではない。

## 【0021】

<実施例1：第一圧電フレーム100>

図1は、第一圧電フレーム100の構造を示す平面図である。図1に示したように、第一圧電フレーム100には、その中央に圧電振動片20が形成され、且つ、当該圧電振動片20を囲むように圧電外枠30が形成されている。

## 【0022】

本実施例において、当該圧電振動片20は、たとえば32.768kHzで信号を発信し、X方向の長さは0.7mmから2mmで設計され、Y軸方向の長さは1.5mmから4mmで設計される極めて小型の振動片となっている。圧電振動片は、水晶振動片又は水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。

## 【0023】

圧電振動片20は、基部22と、基部22から所定方向に伸びた二つの振動腕23と、振動腕23の外側に形成された二つの支持腕24とを有する。それに、二つの振動腕23

10

20

30

40

50

の表面、裏面には、エッチングにより溝部 27 が形成されている。つまり、一对の振動腕 23 には表裏面で 2箇所 の溝部 27 が形成されている。この溝部 27 の断面は、略 H 型に形成され音圧電振動片 20 の C I 値を低下させる効果がある。なお、二つの振動腕 23 の表面、裏面及び側面には、夫々に蒸着法又はスパッタリング法により励振電極が形成されている。

#### 【0024】

なお、振動腕 23 の先端付近では幅広に形成されており、ハンマー型の形状をしている。また、振動腕 23 のハンマー型の部分では金属膜も形成して錘の役目をさせている。錘は振動腕 23 に電圧をかけた際に振動しやすくさせ、また安定した振動をするために形成されている。

10

#### 【0025】

基部 22 と支持腕 24 に渡って、夫々に、蒸着法又はスパッタリング法により基部電極が形成されており、夫々に励振電極と接続されている。図 1 において、このような励振電極と基部電極とを省略した。

#### 【0026】

基部電極及び励振電極は、150 オングストローム～700 オングストロームのクロム (Cr) 層の上に 400 オングストローム～2000 オングストロームの金 (Au) 層が形成された構成である。クロム (Cr) 層の代わりに、チタン (Ti) 層を使用してもよく、また金 (Au) 層の代わりに、銀 (Ag) 層を使用してもよい。このような二層構造の代わりに、良好な密着性、耐食性、電気伝導性、耐熱性等を得るように、銅を主成分としてアルミニウム等との合金を使用して電極を形成しても良い。

20

#### 【0027】

一对の支持腕 24 は、基部 22 の一端から振動腕 23 の先端を超えない長さで振動腕 23 が伸びる方向 (Y 方向) に従って伸びている。この一对の支持腕 24 は、X 方向に従って伸びた接続腕 40 を介して圧電外枠 30 に接続されている。

#### 【0028】

一对の支持腕 24 は、振動腕 23 の振動を外部へ振動漏れとして伝えづらくさせ、また外部の温度変化、または衝撃の影響を受けづらくさせる効果を持つ。これらの圧電振動片 20 と、圧電外枠 30 と、接続腕 40 とは、第一圧電フレーム 100 の外形をエッチングする時、一体に形成する。

30

#### 【0029】

接続腕 40 と圧電外枠 30 とが接続する領域の下方に、圧電外枠 30 の一部を切り欠いた円形の切り欠け部 50 が形成されている。この円形の切り欠け部 50 は、接続腕 40 と圧電外枠 30 とが接続する領域の上方に形成されてもよく、上下両方に形成されてもよい。

#### 【0030】

ここで下方とは、接続腕 40 を基準として、基部 22 側の方向 (－Y 方向) を示し、上方とは、接続腕 40 を基準として、振動腕 23 の先端側の方向 (Y 方向) を示す。当該切り欠け部 50 も、第一圧電フレーム 100 の外形をエッチングする時、一体に形成することができる。

40

#### 【0031】

図 1 において、衝撃力を受けて基部 22 が X 方向において揺れる状態を点線で示している。ここで、揺れた場合の基部 22 と支持腕 24 との輪郭だけを簡単に示した。図 1 の点線から分かるように、このような切り欠け部 50 により、支持腕 24 が曲がり易くなる。

#### 【0032】

従来、基部 22 が X 方向において揺れる場合、支持腕 24 の略中央部の隣の付近に応力が貯まりやすくなる。この応力により支持腕 24 の略中央部が断裂し易くなる。即ち、図 1 で一点鎖線のリングで示した部分が、支持腕 24 の断裂し易い部分 241 である。

#### 【0033】

本実施例の切り欠け部 50 は、基部 22 の X 方向における揺れにより断裂し易い部分 2

50

４１に加わる応力を軽減することができる。これにより、断裂し易い部分２４１の破損を防止することができる。それに、この円形の切り欠け部５０により、振動漏れを抑えることもできる。

#### 【００３４】

なお、本実施例において、支持腕２４のＹ方向の幅Ｗ１と、接続腕４０のＸ方向の幅Ｗ２と、圧電外枠３０のＹ方向の幅Ｗ３とは、略同じである。なお、基部２２と圧電外枠３０との間のＸ方向の幅Ｗ４、及び支持腕２４と圧電外枠３０との間のＹ方向の幅Ｗ５は、支持腕２４のＹ方向の幅Ｗ１より狭くすることが、周波数変動率を下げるという点で好ましい。

#### 【００３５】

＜実施例２：第二圧電フレーム１２０＞

図２は、第二圧電フレーム１２０の構造を示す平面図である。第一圧電フレーム１００と異なる部分だけを説明し、同じ部分については、その説明を省略する。第二圧電フレーム１２０は、切り欠け部５２を除いて、第一圧電フレーム１００の構造及び寸法と同じである。

#### 【００３６】

第二圧電フレーム１２０において、図２に示したように、接続腕４０と圧電外枠３０とが接続する領域の上下両方に、圧電外枠３０の一部を切り欠いた切り欠け部５２が形成されている。即ち、一对の接続腕４０の上下両方の位置において、夫々に二つの切り欠け部５２が形成されている。これらの切り欠け部５２も、第二圧電フレーム１２０の外形をエッチングする時、一体に形成することができる。

#### 【００３７】

なお、図２に示したように、本実施例に係る切り欠け部５２は、四角形状にエッチングされたものであって、その角部５２１に応力が集中しないように、各角部５２１を円滑な曲線に加工したものである。この曲線の加工は、エッチングすることにより簡単に行うことができる。

#### 【００３８】

このような切り欠け部５２を通じて、基部２２のＸ方向における揺れにより支持腕２４の断裂し易い部分２４１に加わる応力を軽減することができる。これにより、断裂し易い部分２４１の破損を防止することができる。特に、上下両方で切り欠け部５２が形成されたので、第一圧電フレーム１００より、支持腕２４の断裂し易い部分２４１に加わる応力を更に軽減することができる。それに、これらの切り欠け部５２により、振動漏れも抑えることができる。

#### 【００３９】

なお、実施例２においても、支持腕２４のＹ方向の幅Ｗ１と、接続腕４０のＸ方向の幅Ｗ２と、圧電外枠３０のＹ方向の幅Ｗ３とは、略同じである。なお、基部２２と圧電外枠３０との間のＸ方向の幅Ｗ４、及び支持腕２４と圧電外枠３０との間のＹ方向の幅Ｗ５は、支持腕２４のＹ方向の幅Ｗ１より狭くすることが、周波数変動率を下げるという点で好ましい。

#### 【００４０】

なお、実施例２において、四角形状の角部を円滑な曲線に加工した切り欠け部５２を形成したが、実施例１と同じように、円形状の切り欠け部を形成してもよい。なお、本発明において、「丸形」とは、円部の一部である実施例１のような円形状と、実施例２のような角部を円滑な曲線に加工した四角形状と、円滑な曲線の形状などを含む意味を示す。

#### 【００４１】

図３は、接続腕４０と圧電外枠３０とが接続する領域の形状と、落下衝突により支持腕２４に加える応力との関係を示す図面である。図３に示したように、従来の形状に比べて、実施例１の切り欠け部５０により、落下衝突により支持腕２４に加える応力が略３５％ぐらい軽減される。

#### 【００４２】

これは、図 1 に示したように、基部 2 2 が X 方向において揺れることにより、支持腕 2 4 が点線で示しように接続腕 4 0 を支点として曲がる時、この切り欠け部 5 0 により曲がり易くなったためである。

#### 【0043】

なお、図 3 に示したように、従来の形状に比べて、実施例 2 のような切り欠け部 5 2 により、落下衝突により支持腕 2 4 に加える応力が略 4 3 % ぐらい軽減された。これは、図 2 に示したように、基部 2 2 が X 方向において揺れることにより、支持腕 2 4 が点線で示しように接続腕 4 0 を支点として曲がる時、上下両方の切り欠け部 5 0 により更に曲がり易くなったためである。

#### 【0044】

＜実施例 3：第三圧電フレーム 1 4 0＞

図 4 は、第三圧電フレーム 1 4 0 の構造を示す平面図である。第二圧電フレーム 1 2 0 と異なる部分だけを説明し、同じ部分については、その説明を省略する。第三圧電フレーム 1 4 0 は、切り欠け部 5 4 と、各部の寸法関係を除いて、第二圧電フレーム 1 2 0 の構造と同じである。

#### 【0045】

第三圧電フレーム 1 4 0 において、図 4 に示したように、接続腕 4 0 と圧電外枠 3 0 とが接続する領域の上下両方に、圧電外枠 3 0 の一部を切り欠いた曲線状の切り欠け部 5 4 が形成されている。即ち、一对の接続腕 4 0 の上下両方の位置において、夫々に二つの切り欠け部 5 4 が形成されている。これらの切り欠け部 5 4 も、第三圧電フレーム 1 4 0 の外形をエッチングする時、一体に形成することができる。

#### 【0046】

このような切り欠け部 5 4 により、基部 2 2 の X 方向における揺れにより支持腕 2 4 の断裂し易い部分 2 4 1 に加わる応力を軽減することができる。これにより、断裂し易い部分 2 4 1 の破損を防止することができる。特に、上下両方で切り欠け部 5 4 が形成されたので、第二圧電フレーム 1 2 0 と同じ程度に支持腕 2 4 の断裂し易い部分 2 4 1 に加わる応力を軽減することができる。それに、これらの切り欠け部 5 4 により、振動漏れも抑えることができる。

#### 【0047】

なお、実施例 3 の切り欠け部 5 4 の形状は曲線形状で、実施例 2 の切り欠け部 5 2 の四角形状に比べて曲率半径が大きい。従って、実施例 2 の切り欠け部 5 2 に比べて、実施例 3 の切り欠け部 5 4 により、支持腕 2 4 がより曲がり易くなる。これにより、支持腕 2 4 の破損の可能性をより一層低減することができる。

#### 【0048】

なお、図 4 に示したように、支持腕 2 4 の Y 方向の幅 W 1 は、振動腕 2 3 の Y 方向の幅 W 6 の 1. 4 倍以下にする。これにより、圧電振動片 2 0 の周波数変動率が小さくなり、安定的な圧電振動片、更に圧電フレームを提供することができる。

#### 【0049】

圧電外枠 3 0 の X 方向の幅 W 7 は、Y 方向の幅 W 3 の 1. 1 倍以上になるように設定されている。これにより、当該第三圧電フレーム 1 4 0 を、蓋部とベースとの間に封止して圧電デバイスを形成する場合、圧電振動片の振動漏れがベースに伝いにくくなる。これにより、より安定した圧電デバイスを提供することができる。

#### 【0050】

なお、基部 2 2 と圧電外枠 3 0 との間の X 方向の幅 W 4、及び支持腕 2 4 と圧電外枠 3 0 との間の Y 方向の幅 W 5 は、支持腕 2 4 の Y 方向の幅 W 1 より狭くすることが、周波数変動率を下げるという点で好ましい。なお、実施例 3 だけにおいて、このような寸法関係を設定したが、実施例 1 と実施例 2 とにもこのような寸法を設定することにより、より一層の性能特性を得ることができる。

#### 【0051】

## &lt;変形例 1&gt;

図 5 は、上記圧電フレームの変更例である第四圧電フレーム 160 を示す平面図である。第三圧電フレーム 140 と異なる部分だけを説明し、同じ部分については、その説明を省略する。本変形例に係る第四圧電フレーム 160 は、切り欠け部 56、及び接続腕 40 の接続領域の構造を除いて、第三圧電フレーム 140 の構造及び寸法と同じである。

## 【0052】

図 5 に示したように、接続腕 40 と圧電外枠 30 とが接続する領域の上下両方に、圧電外枠 30 の一部を切り欠いた曲線状の切り欠け部 56 が形成されている。即ち、一对の接続腕 40 の上下両方の位置において、夫々に二つの切り欠け部 56 が形成されている。これらの切り欠け部 56 も、第三圧電フレーム 140 の外形をエッチングする時、一体に形成することができる。

10

## 【0053】

なお、図 5 に示したように、支持腕 24 と接続される接続腕 40 の各角部 41 は、円滑な曲線に加工され、圧電外枠 30 と接続される接続腕 40 の各角部 41 も、同じように円滑な曲線に加工されている。これらの角部を円滑な曲線に加工することは、圧電フレームの外形を形成する時、一緒にエッチングすることにより行うことができる。

## 【0054】

これは、角になると、応力がこの角部等に集中し易いので、これらの角部 41 を円滑にすることにより、応力がこれらの角部 41 に集中することなく、支持腕 24 と、接続腕 40 と、圧電外枠 30 とに渡って円滑に分散される。従って、本変形例によれば、実施例 1 から実施例 3 に説明した優れた効果の他に、角部 41 等における応力の集中による破損を防止することができる。即ち、更に安定する圧電フレームを実現することができる。

20

## 【0055】

以下、図 4 に示した第三圧電フレーム 140 との相違点について簡単に説明する。第三圧電フレーム 140 の切り欠け部 54 を構成する曲線は、その曲率半径が一定であるわけではなく、切り欠け部 54 に沿ってその曲率半径が変化する。なお、接続腕 40 の上下両方に形成された切り欠け部 54 は、形状及び寸法が同じである。なお、支持腕 24 と接続する接続腕 40 の角部は、直角になっている。

## 【0056】

しかしながら、図 5 に示した第四圧電フレーム 160 において、切り欠け部 56 を構成する曲線は、その曲率半径が一定であり、切り欠け部 56 に沿ってその曲率半径が変化しない。なお、接続腕 40 の上下両方に形成された切り欠け部 56 は、その形状及び寸法が相同しない。なお、支持腕 24 と接続する接続腕 40 の角部 41 は、直角ではなく、円滑な曲線に形成されている。

30

## 【0057】

## &lt;変形例 2&gt;

図 6 は、上記圧電フレームの変更例に係る第五圧電フレーム 220 を示す斜視図である。第三圧電フレーム 140 と異なる部分だけを説明し、同じ部分については、その説明を省略する。本変形例に係る第五圧電フレーム 220 は、切り欠け部 58、59、及び接続腕 40 の接続領域の構造を除いて、第三圧電フレーム 140 の構造及び寸法と同じである。

40

## 【0058】

図 6 に示したように、第五圧電フレーム 220 は、接続腕 40 の上下両方で、形状が若干違う二つの切り欠け部 58、59 が夫々に形成されている。切り欠け部 58 は、円形の形状を取る。なお、接続腕 40 の支持腕 24 と接続される角部 41 は、変形例 1 と同じように円滑な曲線に加工されている。なお、接続腕 40 の圧電外枠 30 と接続される角部 41 も円滑な曲線に加工されている。なお、切り欠け部 59 は、切り欠け部 58 より曲率半径が大きい円形に形成されている。

50

## 【0059】

なお、今までの切り欠け部は、接続腕40からX方向の圧電外枠30までの一部に渡って形成されている。しかし、図6に示したように、切り欠け部59は、接続腕40からX方向の圧電外枠30までの全般に渡って形成されている。これにより、切り欠け部59の曲率半径をより大きくすることができ、更に応力を低減することができる。

## 【0060】

なお、本変形例においても、圧電外枠30のX方向の幅W7は、Y方向の幅W3の1.1倍以上になるように設定されている。これにより、当該第三圧電フレーム140を、蓋部とベースとの間に封止して圧電デバイスを形成する場合、圧電振動片の振動漏れがベースに伝いにくくなる。これにより、より安定した圧電デバイスを提供することができる。

## 【0061】

以上の圧電フレームの実施例及び変形例において、切り欠け部及び他の構造、寸法について、詳しく説明したが、これに限定されるわけではない。本発明の技術思想の範囲内で様々な変更を行うことができる。たとえば、変形例2において、切り欠け部58、59は曲率半径だけが不相同である円形であるが、夫々に実施例1と実施例2との形状にすることができる。もちろん、変形例1のような全ての角部を円滑に加工することもできる。

## 【0062】

## &lt;圧電デバイス200&gt;

以下、図7に基づいて、圧電デバイス200について詳しく説明する。

図7(a)は、圧電デバイス200を構成する蓋部210の内面図であり、図7(b)は圧電振動片20を有する変形例2に係る第五圧電フレーム220の上面図であり、図7(c)はベース230の上面図であり、図7(d)は(a)から(c)のE-E断面で圧電デバイス200を示した断面構成図である。図7に示される蓋部210及びベース230は、圧電フレームと同じ水晶からなる。また、蓋部210及びベース230は、ナトリウムイオンなどの金属イオンを含有しているパイレックス（登録商標）ガラス及びホウ珪酸ガラスなどでもよい。

## 【0063】

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。蓋部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 $590\text{ kg/mm}^2$ である。また、水晶のヌープ硬度は $710\sim 790\text{ kg/mm}^2$ である。そのため圧電デバイス200では、蓋部210及びベース230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、蓋部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蓋部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。

## 【0064】

また、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、蓋部210及びベース230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、特に圧電外枠30を備える圧電フレーム220では強度の弱い圧電外枠30の角等が破損することがある。そのため、蓋部210及びベース230と圧電フレーム220との熱膨張係数の差を小さくすることが望まれる。蓋部210及びベース230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圧電フレーム220との熱膨張係数の差を小さくし、圧電デバイス200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7(a)に示されるように、蓋部210は、圧電フレーム220側の片面に、エッチングにより形成された蓋部用凹部201を有している。

【0066】

図7(b)に示したように、圧電フレーム220は、本発明に係る変形例の第五圧電フレームの構造及び寸法と同じである。即ち、その中央に圧電振動片20が形成され、且つ、当該圧電振動片20を囲むように圧電外枠30が形成されている

【0067】

圧電振動片20は、基部22と、基部22から所定方向に伸びた二つの振動腕23と、振動腕23の外側に形成された二つの支持腕24とを有する。それに、二つの振動腕23の表面、裏面及び側面には、夫々に蒸着法又はスパッタリング法により励振電極231が形成されている。基部22と支持腕24にわたって、夫々に、蒸着法又はスパッタリング法により基部電極241が形成されており、基部電極241は励振電極231に接続されている。

【0068】

なお、接続腕40の隣接する両方に、切り欠け部58、59が夫々に形成されている。図7(b)によりその形状の差が明確になる。なお、圧電外枠30のX方向の幅W7は、Y方向の幅W3の1.1倍以上になるように設定されている。

【0069】

図7(c)に示されるように、ベース230は、圧電フレーム220側の面に、エッチングにより形成されたベース用凹部203を有している。それと同時に、ベース230の角部において、圧電振動片20の基部電極241と対応する位置にへこみ部206が形成されて、当該へこみ部206に接続電極207が形成されている。

【0070】

なお、ベース230の角部において、接続電極207と対応する位置にエッチングによりスルーホール204が形成されている。なお、実装基板と接続されるベース230の実装面には、半田と接続するための外部電極205が形成されている。

【0071】

スルーホール204は、その内面に金属膜が形成され、その内面の金属膜は、接続電極207と同時にフォトリソグラフィ工程で作成される。内面の金属膜はクロム(Cr)層又はニッケル(Ni)層の上に金(Au)層又は銀(Ag)層が形成される。接続電極207は、スルーホール204通じてベース230の片面に設けた外部電極205に接続される。

【0072】

図7(d)の概略断面構成図で示されるように、蓋部用凹部201が圧電フレーム220に向け、ベース用凹部203が圧電フレーム220を向けた状態で、基部電極、接続電極、スルーホール、及び外部電極が電氣的に接続する位置で、蓋部210と圧電フレーム220とベース230とを接合する。蓋部210及びベース230が水晶材料であれば、水晶である圧電フレーム220はシロキサン結合により蓋部210及びベース230で挟み込まれて接合される。なお接合に際しては、蓋部用凹部201とベース用凹部203とに挟まれた空間を真空状態又は不活性ガスの雰囲気にして、圧電デバイス200が形成される。蓋部210及びベース230がガラスであれば、圧電フレーム220は陽極接合により蓋部210及びベース230で挟み込まれて接合される。

【0073】

本実施例に係る圧電フレーム220において、圧電外枠30のX方向の幅W7は、Y方向の幅W3の1.1倍以上になるように設定されている。これにより、図7(d)に示したように、圧電フレーム220が蓋部210とベース230とに挟まれて封止されて圧電デバイス200になった場合、X方向において、蓋部210とベース230とより圧電外枠30が突出されている。

10

20

30

40

50

## 【0074】

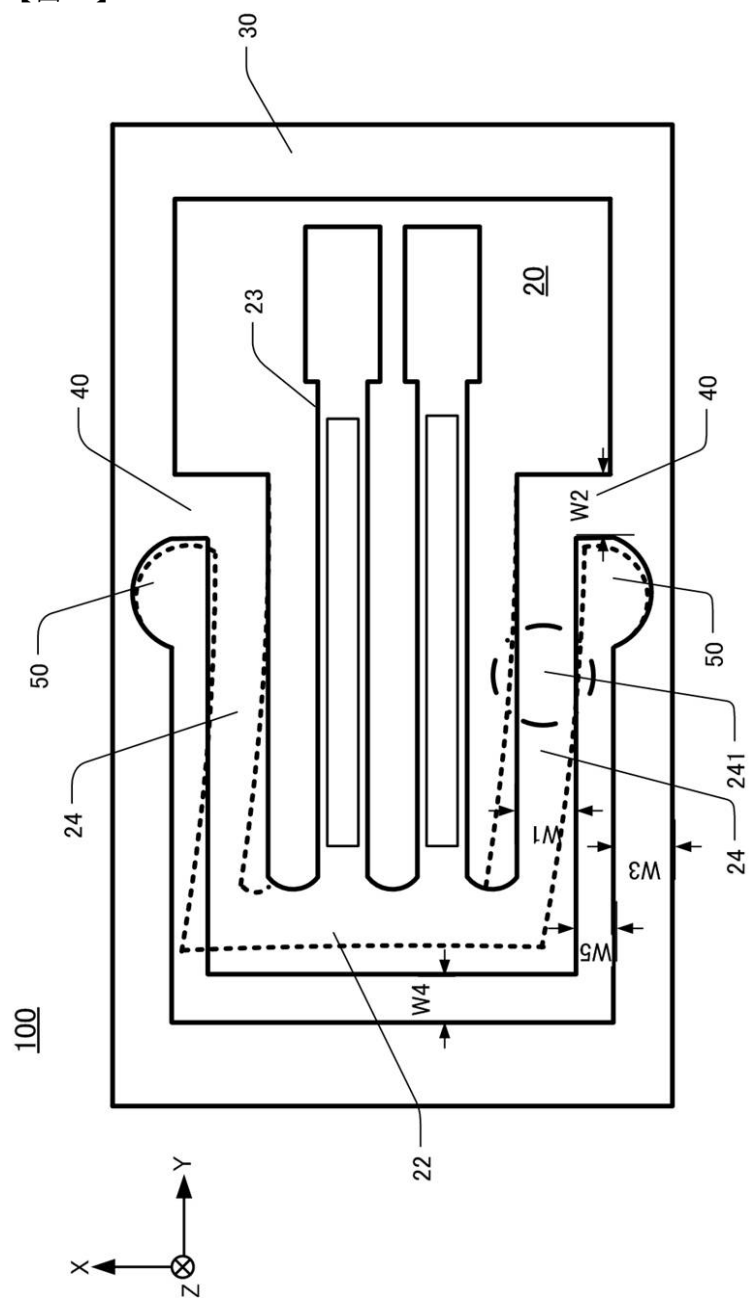
X方向における圧電フレーム220の突出により、圧電振動片20の振動漏れがベースに伝わりにくくなる。これにより、より安定した圧電デバイスを提供することができる。なお、本実施例において、圧電フレームとして変形例に係る圧電フレーム220を一例として示したが、本発明の技術思想の範囲内で、実施例1から変形例1の何れかの圧電フレームを選択することもできる。

## 【符号の説明】

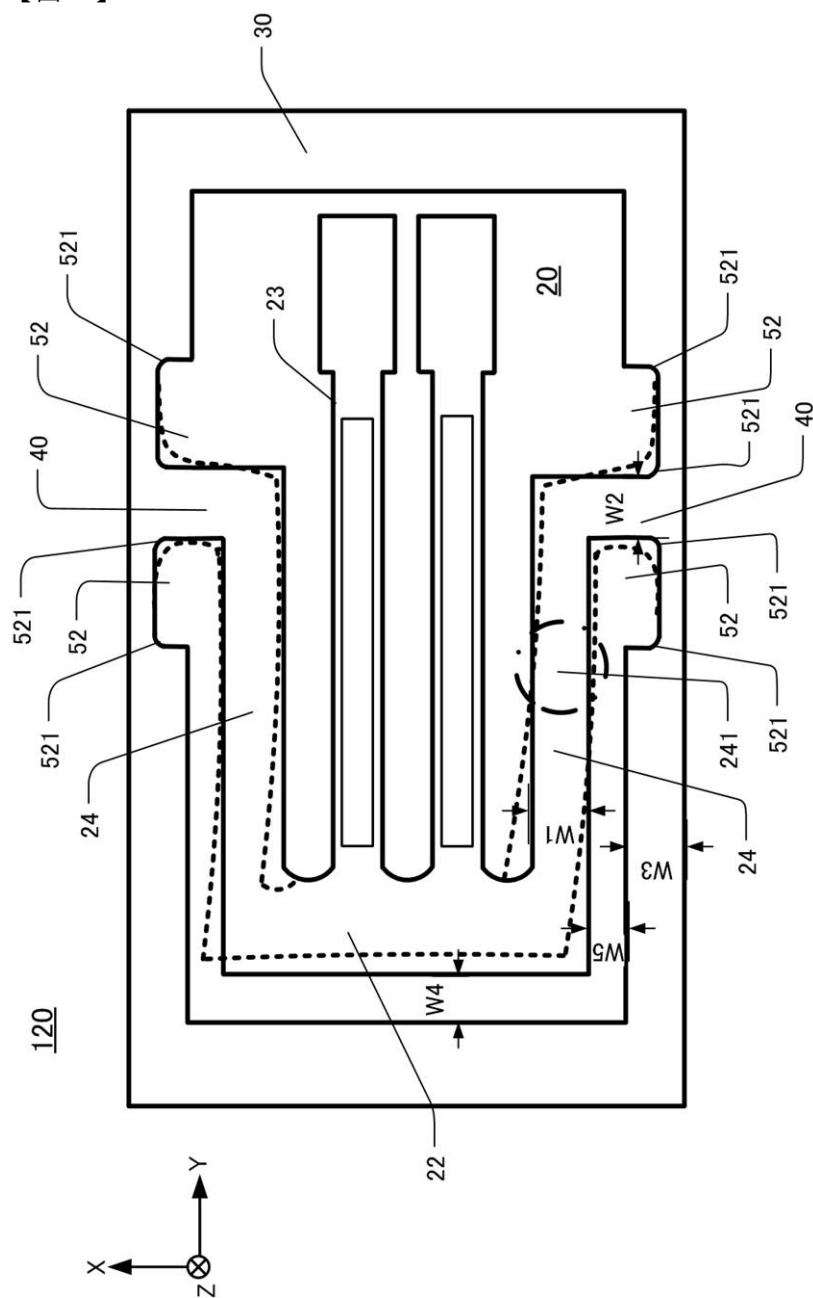
## 【0075】

|     |   |          |    |
|-----|---|----------|----|
| 20  | … | 圧電振動片    |    |
| 22  | … | 基部       | 10 |
| 23  | … | 振動腕      |    |
| 24  | … | 支持腕      |    |
| 241 | … | 断裂し易い部分  |    |
| 27  | … | 溝部       |    |
| 30  | … | 圧電外枠     |    |
| 40  | … | 接続腕      |    |
| 50  | … | 円形の切り欠け部 |    |
| 52  | … | 丸形の切り欠け部 |    |
| 100 | … | 第一圧電フレーム |    |
| 120 | … | 第二圧電フレーム | 20 |
| 140 | … | 第三圧電フレーム |    |
| 160 | … | 第四圧電フレーム |    |
| 220 | … | 第五圧電フレーム |    |
| 200 | … | 圧電デバイス   |    |
| 210 | … | 蓋部       |    |
| 230 | … | ベース      |    |
| 90  | … | 水晶フレーム   |    |
| 91  | … | 音叉型圧電振動片 |    |
| 92  | … | 基部       |    |
| 93  | … | 外枠       | 30 |
| 94  | … | 接続部      |    |
| 95  | … | 接続部      |    |

【図 1】

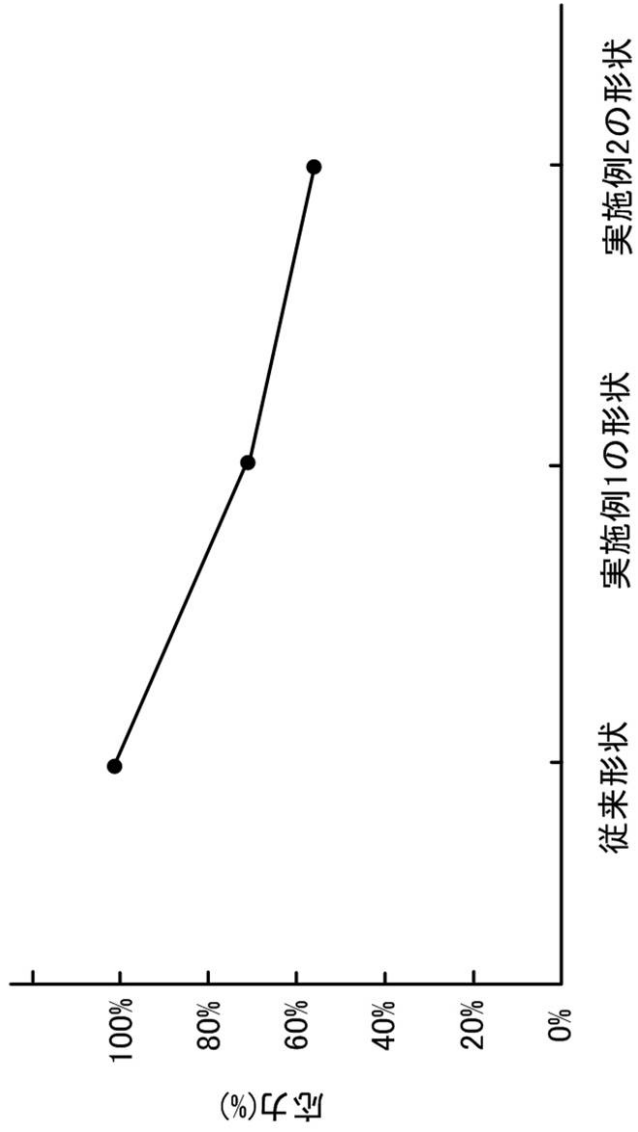


【図 2】

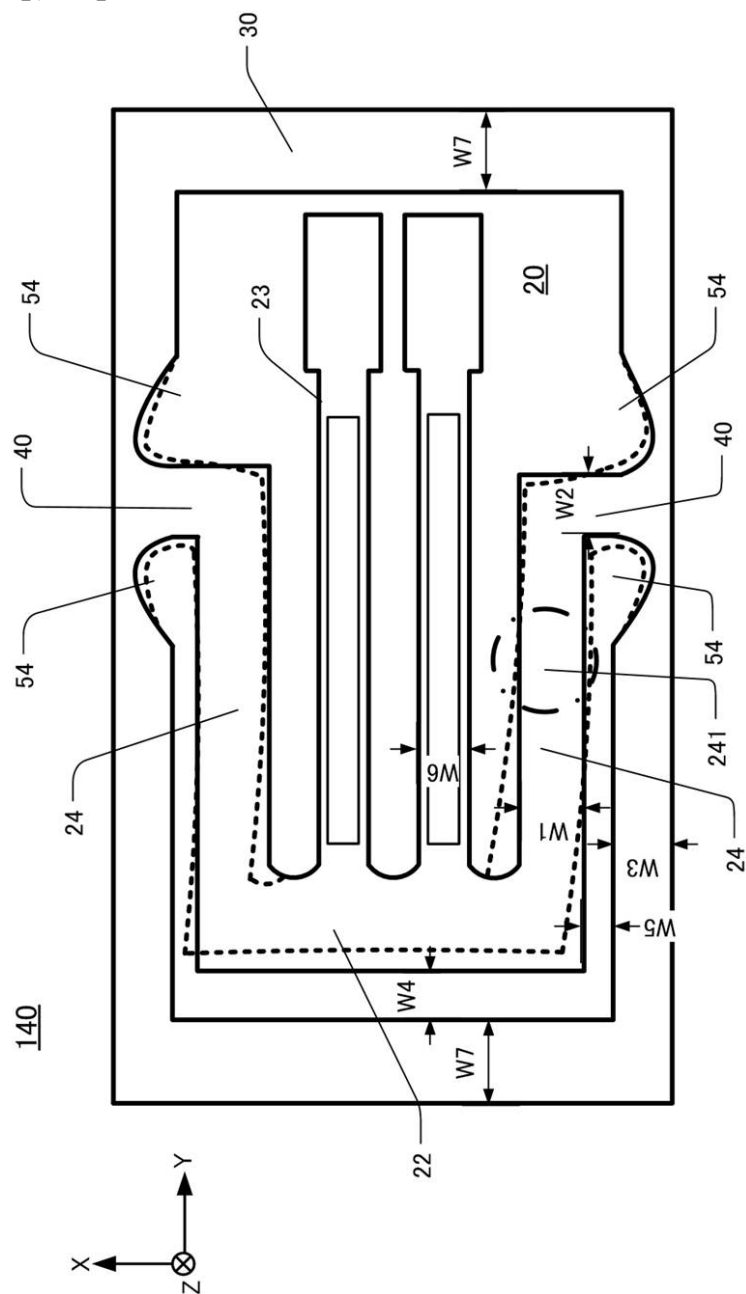


【図 3】

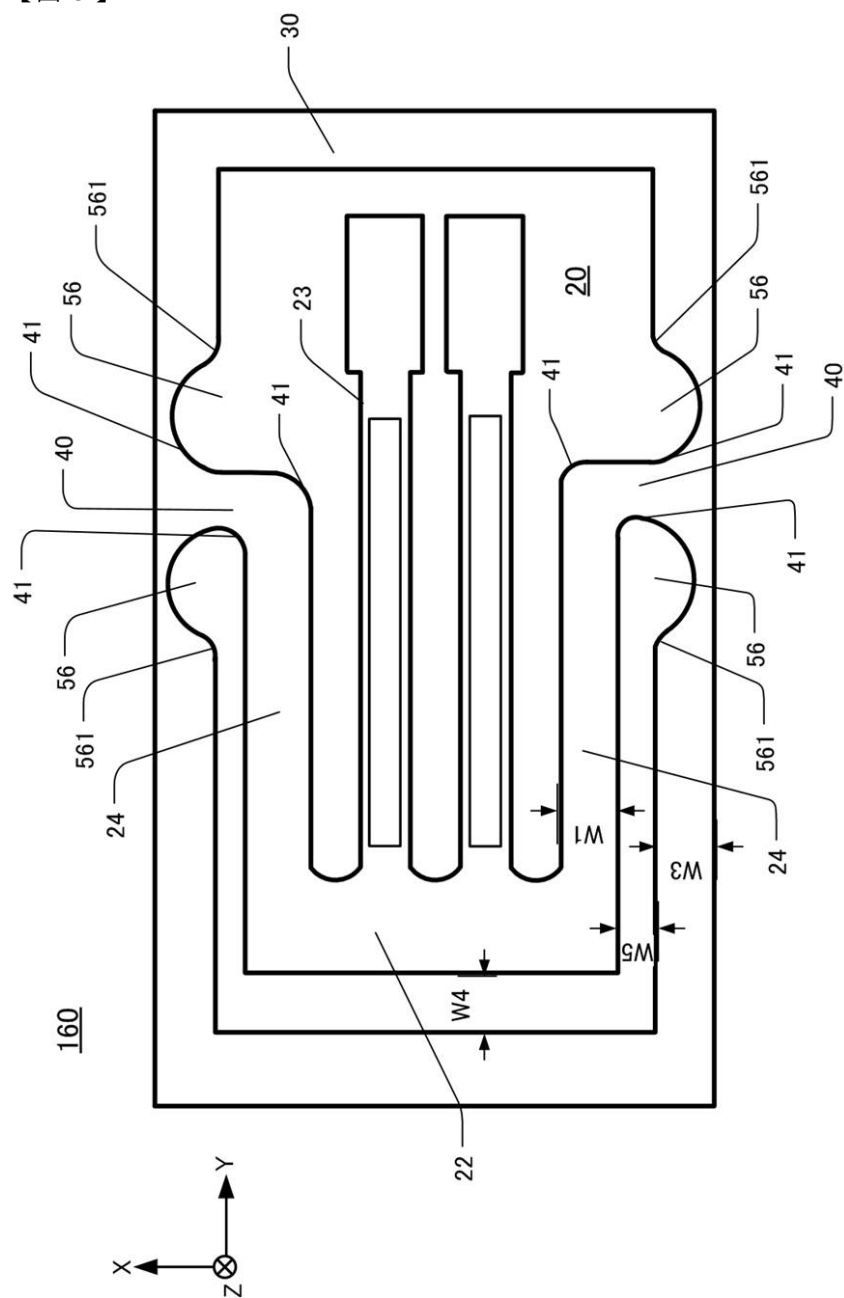
接続腕と圧電外枠とが接続する領域の形状と落下  
衝突による応力の関係



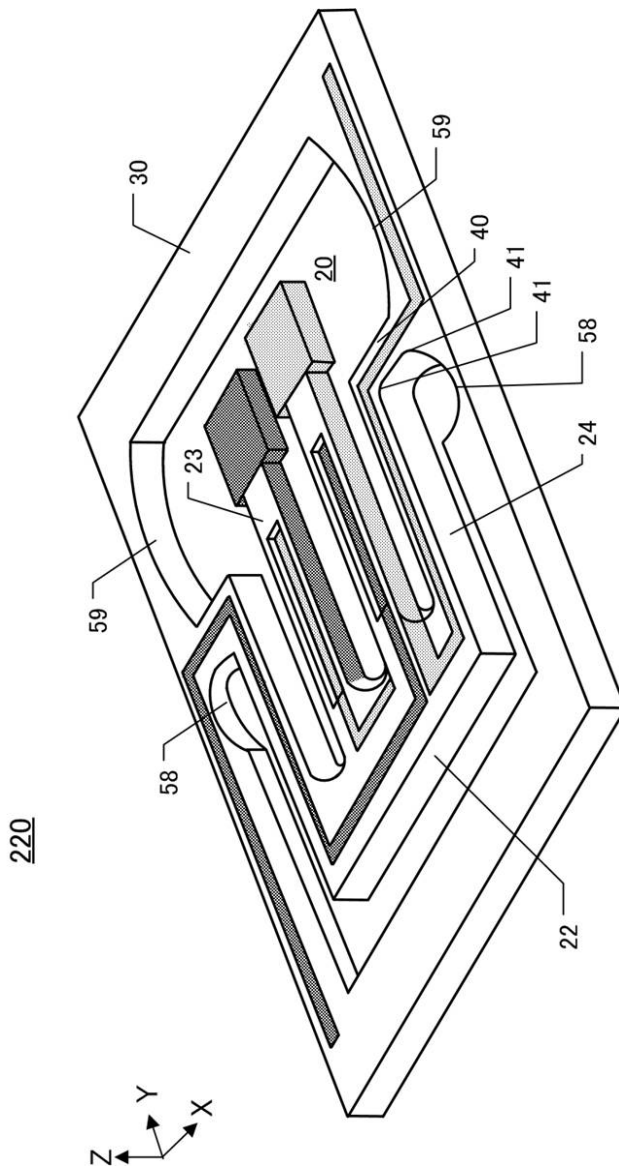
【図 4】



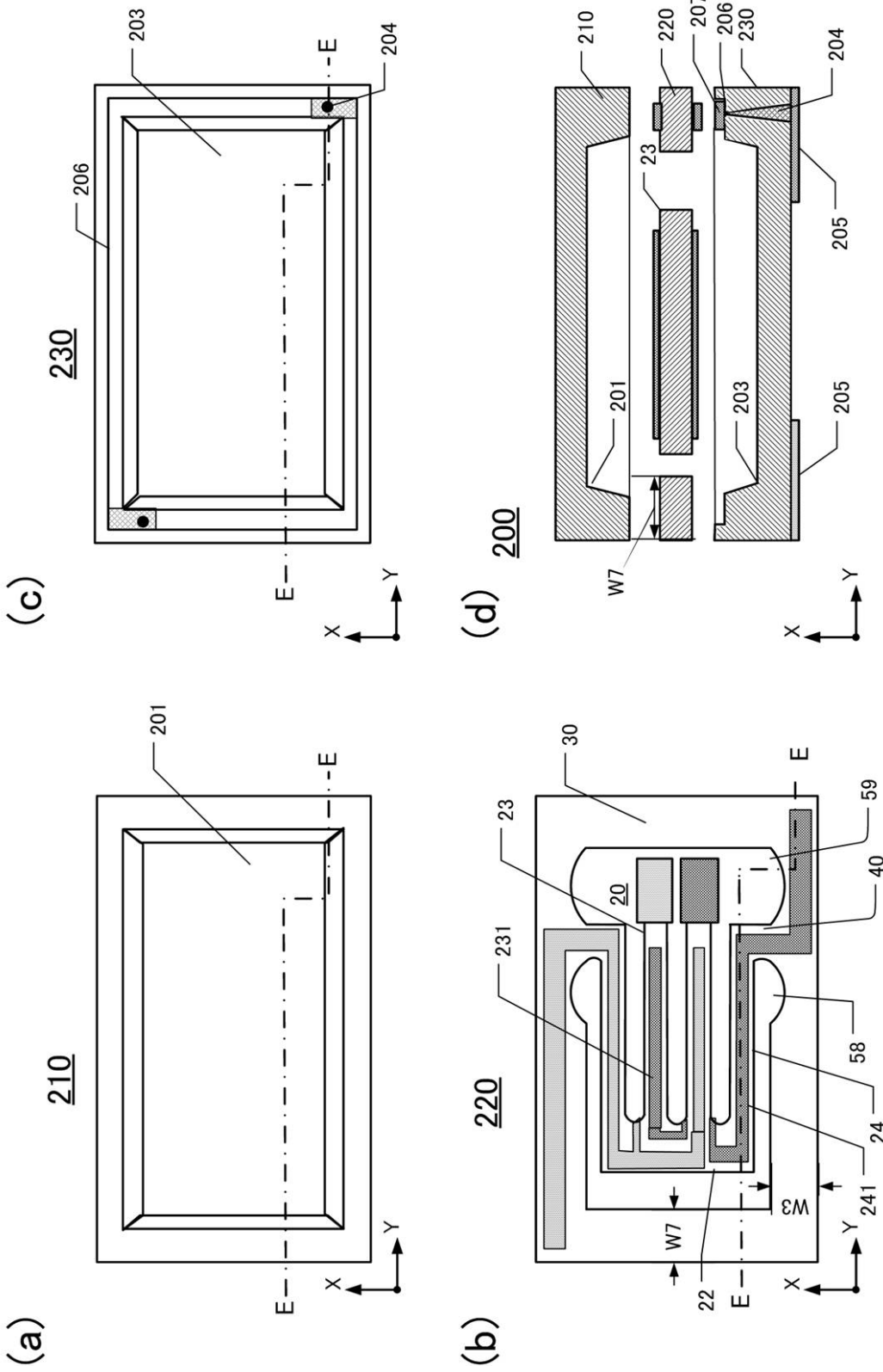
【図 5】



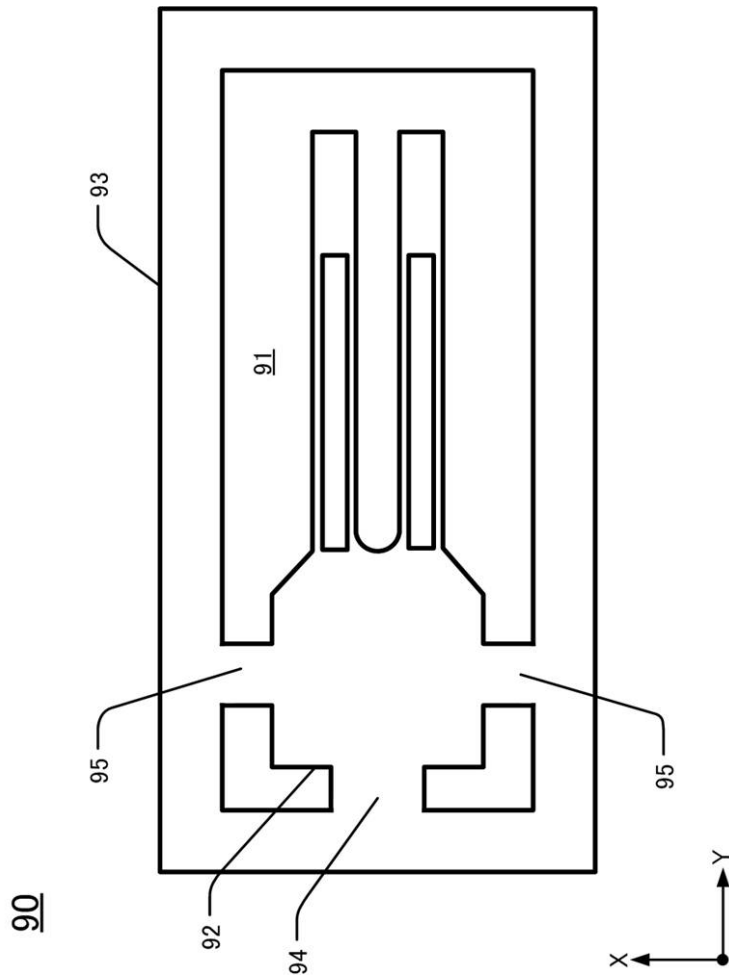
【図 6】



【図 7】



【図 8】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭54-058395 (JP, A)  
実開昭60-112121 (JP, U)  
特開平08-316770 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H03H9/00-9/76  
H01L41/09  
H01L41/18