

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6647001号
(P6647001)

(45) 発行日 令和2年2月14日(2020.2.14)

(24) 登録日 令和2年1月16日(2020.1.16)

(51) Int.Cl.

H03H 9/19 (2006.01)

F I

H03H 9/19

E

請求項の数 7 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2015-203588 (P2015-203588)
 (22) 出願日 平成27年10月15日(2015.10.15)
 (65) 公開番号 特開2017-76886 (P2017-76886A)
 (43) 公開日 平成29年4月20日(2017.4.20)
 審査請求日 平成30年10月11日(2018.10.11)

(73) 特許権者 000237444
 リバーエレクトック株式会社
 山梨県韮崎市富士見ヶ丘2丁目1番11号
 (74) 代理人 100097043
 弁理士 浅川 哲
 (72) 発明者 齊藤 勉
 山梨県韮崎市富士見ヶ丘2丁目1番11号
 リバーエレクトック株式会社内
 (72) 発明者 河田 耕太郎
 山梨県韮崎市富士見ヶ丘2丁目1番11号
 リバーエレクトック株式会社内

審査官 橋本 和志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電振動片及び圧電振動子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

両面にそれぞれ形成された厚肉状の励振部と、この励振部の外縁に沿って一体に形成された薄肉状のベース部と、前記励振部に形成された励振電極とを有し、

前記励振部が平面視で矩形状に形成され、この励振部の外縁の四辺が外側に向けて張り出した曲面形状に形成され、各辺の両端が振動の節に設定されていることを特徴とする圧電振動片。

【請求項 2】

前記励振部に形成された励振電極は、その外縁形状が前記励振部の外縁に沿って設けられている請求項 1 に記載の圧電振動片。

【請求項 3】

前記ベース部は、前記励振部と同一の厚みで一体に形成されたリード部を有し、このリード部に前記励振電極から引き出されたリード電極が前記励振電極と同一高さに形成されている請求項 1 に記載の圧電振動片。

【請求項 4】

前記励振部を挟んで前記リード部が延びる方向とは反対側に励振部から延びる T 字形状の突出部を有し、この突出部が前記励振部と同一の厚みで形成されている請求項 3 に記載の圧電振動片。

【請求項 5】

前記ベース部が平面視で矩形状に形成され、四隅が面取りされている請求項 1 又は 3 に

記載の圧電振動片。

【請求項 6】

両面にそれぞれ形成された厚肉状の励振部と、この励振部の外縁に沿って一体に形成された薄肉状のベース部と、前記励振部に形成された励振電極とを有し、

前記励振部が外側に向けて張り出した曲面形状の外縁部を含み、

前記ベース部は、前記励振部と同一の厚みで一体に形成されたリード部を有し、前記励振部を挟んで前記リード部が延びる方向とは反対側に励振部から延びる T 字形状の突出部を有し、この突出部が前記励振部と同一の厚みで形成されていることを特徴とする圧電振動片。

【請求項 7】

前記リード部に前記励振電極から引き出されたリード電極が前記励振電極と同一高さに形成されている請求項 6 に記載の圧電振動片。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、メサ型構造の圧電振動片及び圧電振動子に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、メサ型構造の圧電振動片は、板状の圧電材料をエッチング等することによって、薄肉状のベース部と、このベース部上に隆起する厚肉状の励振部とを有して形成されている。前記励振部の表面には、略全面に励振電極が形成され、この励振電極の一端から引き出された電極が前記ベース部の一端に設けられている端子部に電氣的に接続される（特許文献 1）。

【0003】

上記構造の圧電振動片にあっては、前記励振部に設けられる励振電極によって、目的とする周波数を得るための主振動を励振するようにしているが、この主振動以外に前記目的とする周波数とは異なった周波数を発振する不要振動も励振する場合もある。この不要振動は、前記圧電振動片の外形サイズ、特に、前記励振電極が形成される励振部の幅サイズが要因となっており、この幅サイズがベース部の外周部に近接するほど影響が多くなることが知られている。このため、前記励振部をベース部の外周部から所定距離内側に形成する必要があった。これに関して、特許文献 2、3 では、前記励振部の外周形状の一部を屈曲させたり、角部を面取形成したりするなどしてベース部の外周部から距離を置いた内側に形成する例が開示されている。

【0004】

前記厚肉状に形成されている部分は主に励振部であり、この励振部に形成されている励振電極から端子部に向けて引き出される電極は前記ベース部上に直接パターン形成されている。

【0005】

近年、圧電振動子や圧電端発振器にあっては、基本となる圧電振動片における振動効率の向上及び等価直列抵抗の低減化を図りつつ、いかに小型化するかが課題となっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2014 - 123990 号公報

【特許文献 2】特許第 5413486 号

【特許文献 3】特開 2007 - 208771 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

図 10 は従来一般的なメサ型の圧電振動片 2 とこの圧電振動片 2 を搭載した圧電振動

10

20

30

40

50

子 1 の平面構造を示したものである。前記圧電振動片 2 は、矩形状の薄肉部（ベース部）3 の表裏面に矩形状の厚肉部（励振部）4 が形成され、この励振部 4 の略全面に励振電極 5 が設けられている。また、前記ベース部 3 上の端部には、一对の端子電極 7 が形成され、この端子電極 7 と対応する前記励振電極 5 の一端とをリード電極 6 を介して電氣的に接続されている。

【0008】

前記圧電振動片 2 にあっては、励振電極 5 を矩形状の励振部 4 の外形形状に合わせて形成した場合、前記励振電極 5 の外縁部 5 a が励振部 4 の外縁部 4 a と平面形状に並行する形となり、圧電振動片 2 の外側からの電氣的影響を受けやすくなるといった問題があった。このため、前記励振部 4 の外縁部 4 a の位置を圧電振動片 2 の外縁部 2 a から所定間隔

10

【0009】

また、前記圧電振動片 2 の形状及びサイズに関しては、圧電振動子 1 の外形を形成するパッケージ 1 a によって制限されており、このパッケージ 1 a が R 面又は C 面からなるコーナ部 1 b を有して形成されている場合、前記圧電振動片 2 を搭載するスペースがさらに制限されるものとなっていた。

【0010】

図 10 に従来の圧電振動子 1 の設計例を示す。この例による圧電振動子 1 は、パッケージ 1 a の外形サイズ（ $L11 \times W11$ ）が 1.2×1.0 mm、圧電振動片 2 が収容可能な内部スペース（ $L12 \times W12$ ）が 0.95×0.75 mm となっている。ただし、前記パッケージ 1 a が R 面又は C 面からなるコーナ部 1 b を有しているため、前記圧電振動片 2 の幅（ $W21$ ）を 0.60 mm 以上にとると接触するおそれがある。このため、実際には 0.55 mm 程度までに制限する必要がある。

20

【0011】

また、前記励振部 4 については、前述したように、圧電振動片 2 の外縁部 2 a から所定の距離を置いて形成する必要がある、長さ（ $L21$ ）が 0.8 mm、幅（ $W21$ ）が 0.6 mm の圧電振動片 2 の場合、特に幅（ $W21$ ）に対しては、励振部 4 の外縁部 4 a と圧電振動片 2 の外縁部 2 a との距離（ $W23$ ）を 0.03 mm 以上に確保する必要がある。これによって、励振電極 5 の形成領域はさらに狭まり、励振部 4 の外縁部 4 a よりさらに 0.02 mm 程度内側寄りに形成する必要がある。その結果、励振電極 5 の幅は 0.5 mm が上限となり、圧電振動片 2 の幅（ $W21$ ）に対して 83% 程度を活用しているに過ぎないものとなっていた。

30

【0012】

一方、端子電極 7 及びリード電極 6 に関しては、前記励振部 4 からベース部 3 に至る段差に沿って形成されているので、この段差が水晶結晶のエッチング方向性から見てエッジとなる。このため、前記励振電極 5 の厚みを当初から厚くして形成しておかないと、前記エッジに当たる部分の励振電極 5 が薄くなってしまうといった問題があった。さらに、前記励振電極 5 の厚みによって周波数微調整を行う際、前記エッジ部分にイオンビームが集中することでエッジが優先的に減少していき、その結果、電極抵抗及び等価直列抵抗の上昇を引き起こす一因となっていた。なお、特許文献 1 に開示されているように、エッジが生じないように前記励振部 4 及び端子電極 7 を形成することも可能であるが、この形成方法では励振部 4 における励振電極 5 の形成面が狭まるため、これによって等価直列抵抗が上昇するといった問題があった。

40

【0013】

そこで、本発明の目的は、励振部の外周部が曲面形状の外縁部を有して圧電振動片の外縁部近辺まで拡張させることで、励振電極の有効面積を増加させ、振動効率の向上及び等価直列抵抗の低減を図ることができる圧電振動片を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

50

【 0 0 1 4 】

上記課題を解決するために、本発明の圧電振動片は、両面にそれぞれ形成された厚肉状の励振部と、この励振部の外縁に沿って一体に形成された薄肉状のベース部と、前記励振部に形成された励振電極とを有し、前記励振部が平面視で矩形状に形成され、この励振部の外縁の四辺が外側に向けて張り出した曲面形状に形成され、各辺の両端が振動の節に設定されていることを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 5 】

本発明の圧電振動片によれば、励振部の外縁部の一部が圧電振動片の外縁部に近づくように曲面形成されているため、圧電振動片の外部からの電氣的影響を最小限に抑えつつ前記励振部上に形成される励振電極の有効面積を増加させることができる。これによって、前記圧電振動片を小型化した場合であっても、前記励振部における振動効率の向上及び等価直列抵抗の低減を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 6 】

【図 1】本発明の圧電振動片の斜視図である。

【図 2】上記圧電振動片の平面図である。

【図 3】上記圧電振動片の断面図である。

【図 4】上記圧電振動片の各部のサイズを示す平面図である。

【図 5】圧電振動片及び励振部のそれぞれの外縁部の離間距離と等価直列抵抗値との関係を示すグラフである。

【図 6】励振電極の形成面積と等価直列抵抗値との関係を示すグラフである。

【図 7】リード部の幅と等価直列抵抗値との関係を示すグラフである。

【図 8】上記圧電振動片を搭載してなる圧電振動子の斜視図（a）及び断面図（b）である。

【図 9】上記圧電振動子の平面図である。

【図 10】従来の圧電振動片及びこの圧電振動片を搭載してなる圧電振動子の平面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 7 】

以下、本発明の圧電振動片及び圧電振動子の実施形態を添付図面に基づいて詳細に説明する。図 1 乃至図 3 に示すように、本発明の圧電振動片 11 は、AT カットの水晶板によって矩形状に形成されている。この圧電振動片 11 は、所定のカット角によって薄板状に切り出された水晶原板からエッチング等によって、厚肉状のメサ部 13 と、このメサ部 13 の周辺に広がる薄肉状のベース部 12 が設けられている。前記メサ部 13 は、励振部 14、リード部 16、端子部 18 及び突出部 23 からなっている。

【 0 0 1 8 】

図 2 は前記圧電振動片 11 の表面側の平面構成を示したものである。前記圧電振動片 11 は、図 8 及び図 9 に示すように、セラミックやプラスチック等のパッケージ内に収容可能な平面サイズによって形成され、前記パッケージの R 面又は C 面からなるコーナ部の面取形状に合わせて、ベース部 12 の四隅も R 面又は C 面による面取部 21 が設けられる。なお、前記圧電振動片 11 の裏面側の構成については、前記表面側の構成とミラー対称となっているので、説明は省略する。

【 0 0 1 9 】

このような面取部 21 をベース部 12 の四隅に形成することで、前記パッケージの R 面又は C 面からなるコーナ部を避けるようにして前記圧電振動片 11 を搭載することができる。これによって、前記圧電振動片 11 の縦横サイズをパッケージ内の有効な収容スペースに合わせて広く形成することができ、励振部 14 の形成領域をより拡張させることが可能となる。その結果、前記励振部 14 に形成される励振電極 15 の形成エリアを拡大する

10

20

30

40

50

ことができるため、前記圧電振動片 11 の等価直列抵抗を大幅に低減させることが可能となった。

【0020】

例えば、図 9 に示したように、圧電振動片 11 の收容スペース ($L_{11} \times W_{11}$) が 0.95×0.75 mm であるパッケージ 32 の場合、面取部が設けられていない圧電振動片を搭載しようとする、幅が 0.55 mm 程度までのものにしか対応できない。しかしながら、C 面 ($C_{0.05}$ mm) からなる前記面取部 21 を設けることで、圧電振動片 11 の幅 (W_{21}) に関しては 0.05 mm 程度拡張することができる。これによって、前記励振部 14 及び励振電極 15 の面積が 7 % 程度拡大し、等価直列抵抗の低減効果が得られることになる。

10

【0021】

図 1 乃至図 3 に示したように、前記メサ部 13 は、ベース部 12 の表面から所定厚みの段差を有して形成されており、このベース部 12 の上辺及び左右側辺に近接するように広がる励振部 14 と、ベース部 12 の一端に設けられる端子部 18 と、この端子部 18 と前記励振部 14 の一端とを結ぶリード部 16 と、前記励振部 14 の前記リード部 16 が延びる方向と反対側に T 字状に延びる突出部 23 とを有して形成されている。

【0022】

図 4 に示すように、前記励振部 14 は、圧電振動片 11 の外縁部 11a の上辺及び左右側辺からの距離 (W_{23}) が 0.03 mm の位置に設定された 4 か所の頂点を基点として、4 方向に対して曲面形状に突出する外縁部 14a を有して形成されている。この励振部 14 の外縁部 14a と前記圧電振動片 11 の外縁部 11a とが最も近接する距離 (W_{24}) は 0.02 mm とすることができる。このようにして形成された前記励振部 14 の表面積は、前記 4 か所の頂点を直線状に結ぶ平面形状の外縁部 (仮想線 B) で形成される表面積に比べて約 5 % 拡張されたものとなっている。なお、前記励振部 14 の外縁部 14a と圧電振動片 11 の外縁部 11a との最短距離 (W_{24}) は、図 5 に示すように等価直列抵抗値 (CI) が最低値となる 0.02 mm 程度であればよい。

20

【0023】

前記励振電極 15 は、その外縁部 15a が前記励振部 14 の外縁部 14a に沿うようにして略全面に形成される。ただし、前記励振電極 15 の外縁部 15a が前記励振部 14 の外縁部 14a からみ出さないように、僅かに内側に沿って形成される。

30

【0024】

このように、前記圧電振動片 11 の外縁部 11a と対向する前記励振部 14 の外縁部 14a を曲面形状とすることで、圧電振動片 11 の外部との振動境界部分の反射がランダムになり、スプリアスの抑制効果が得られる。また、前記励振部 14 の平面領域が図 10 に示した従来の矩形状の励振部 4 に対して 4 方向の外縁部 14a が外側に向けて張り出した形となるので、その分励振電極 15 の形成面積が増加し、振動強度の向上効果が図られることとなる。

【0025】

図 5 は前記励振部 14 の外縁部 14a と圧電振動片 11 の外縁部 11a との離間距離 (W_{23} , W_{24}) と、等価直列抵抗値 (CI) との関係をシミュレーションによって得たものである。ここでは、図 10 に示したように、励振部 4 の外縁部 4a が平面形状の従来の圧電振動片 2 と、励振部 4 の外縁部 4a が曲面形状の本発明の励振部 14 を有する圧電振動片 11 とを比較して示す。

40

【0026】

図 5 に示されるように、破線で示す従来の平面形状の外縁部 4a にあっては、 W_{23} が 0.03 mm 以上であれば CI が 30 と低くなっているが、 W_{23} が 0.03 mm 以下になると CI が急激に上昇することが分かる。これに比べて、実線で示す本発明の曲面形状の外縁部 14a にあっては、 W_{24} が 0.02 mm までの間は、 CI が 30 と低い値で安定していることが分かる。

【0027】

50

図6は励振部14に形成される励振電極15の面積と、等価直列抵抗値(CI)との関係をシミュレーションによって得たものである。ここでは、励振部14の1方向、2方向、3方向及び4方向の外縁部14aを曲面形状にした場合について、それぞれ計算したものである。これによると、曲面形状にする外縁部14aの数が多くなるほど励振電極15の面積が増加するので、それに比例してCI値が低下することが分かる。

【0028】

図5に示したように、従来の励振部4のように、平面形状の外縁部4aによって矩形形状に形成された場合は、前述したように圧電振動片2の外縁部2aとの振動境界部分の反射の影響が大きく、励振部4の外縁部4aを圧電振動片2の外縁部2aから約0.03mm以上離間させなければならなかったが、本発明では、曲面形状の外縁部14aの頂上部と圧電振動片11の外縁部11aとの離間距離0.02mmまでであれば、CI値が大きく上昇することがない。それと共に、図6に示したように、励振電極15の形成面積が従来に比べて0.280~0.295mm²、平均で5%程度拡大させることが可能となった。これによって、CI値のさらなる改善効果が得られることとなる。

【0029】

また、前記励振部14の外縁部14aの曲率を大きくしようとすると、振動の節となる位置が内側にずれ込むこととなるが、本実施形態の励振部14は、四隅の節22を規定した矩形領域を設定し、この矩形領域の各外縁部を曲面形状にして突出させた形状となっている。このため、設計上の制約が多い小型の圧電振動片にあっても、安定且つ精度の高い振動モードを得ることができると共に、振動強度も高めることが可能となった。

【0030】

次に、前記励振部14に形成される励振電極15との電氣的接続を図るリード部16及び端子部18の構成について説明する。前記リード部16及び端子部18にそれぞれ形成されるリード電極17及び端子電極19については、励振部14のように直接励振に寄与するものではない。このため、図10に示したように、端子電極7及びリード電極6は、励振部4が形成されるメサ部ではなく、薄肉状のベース部3上に沿って形成されるのが一般的であった。このように、前記励振部4からリード部6及び端子電極7に至る間に段差が生じると、それによって電極膜の厚みに差が生じる場合があり、電気抵抗が変化したり、断線等による導通不良が発生したりするなどの問題が生じるおそれがあった。

【0031】

本発明では、前記励振部14、リード部16及び端子部18が同一厚みのメサ部13として形成されているため、ここに形成される励振電極15、リード電極17及び端子電極19も同一高さに形成することができる。これによって、圧電振動片11を形成する際に、エッチング速度差によるエッジを有した段差が生じることがなく、励振部14からリード部16及び端子部18に至る電氣的な安定を図ることができる。

【0032】

さらに、イオンビーム照射によって周波数調整を行う際に、前記リード部16及び端子部18が励振部14と同じ厚みを有しているので、前記励振電極15、リード電極17及び端子電極19の厚みを均等に調整することができる。これによって、周波数調整を精度よく行うことができると共に、導電性の劣化を有効に防止することができる。

【0033】

図7は前記リード部16の幅と等価直列抵抗値(CI)との関係をシミュレーションによって得たものである。このシミュレーション結果によると、リード部16の幅が0.1mm以上では、励振部14から振動漏れが生じる場合があり、CI値が上昇するが、リード部16の幅(W1)が0.06mm以下であれば、CI値が30~40と低く抑えられることが分かる。これによって、リード部16における前記振動漏れによる影響を最小限に抑えることが可能となる。なお、前記0.06mm以下に規定されるリード部16の最小幅は、励振部に近い方が望ましく、振動漏れの影響を最も小さくする効果がある。

【0034】

上記実施形態の励振部14は、4方向の外周部を曲面形状の外縁部14aとすることで

10

20

30

40

50

、励振電極 1 5 の有効面積を最大限拡張することができ、従来設計と比較した場合、3 7 . 4 M H z の周波数帯で等価直列抵抗の平均値が 3 4 ~ 2 7 まで低減されることが確認できた。このように、励振部 1 4 の全ての辺を曲面形状の外縁部 1 4 a にしなくとも、いずれか一辺以上を曲面形状の外縁部 1 4 a にしてもよい。この場合、前記一辺の両端が振動の節に設定される。これによって、振動の節を確保しつつ、少しでも励振部 1 4 及び励振電極 1 5 の面積を広げることができる。

【 0 0 3 5 】

本実施形態の圧電振動片 1 1 にあっては、図 2 及び図 4 に示したように、端子部 1 8 が設けられている側のスペースに余裕があるので、少なくとも前記端子部 1 8 に対向する励振部 1 4 の外縁部 1 4 a を曲面形状にすることは容易である。これによって、励振部 1 4 の全ての辺が平面形状の外縁部とした場合に比べて励振電極の形成面積が増すので、等価直列抵抗の低減効果が得られる。

10

【 0 0 3 6 】

図 8 及び図 9 は、前記圧電振動片 1 1 を搭載した圧電振動子 3 1 の一例を示したものである。この圧電振動子 3 1 は、前記圧電振動片 1 1 が収容可能な凹部 3 5 を有したセラミック又はプラスチックのパッケージ 3 2 と、搭載した圧電振動片 1 1 を封止するリッド 3 3 とによって形成されている。前記凹部 3 5 内には、前記圧電振動片 1 1 の端子部 1 8 を支持する台座部 3 4 が設けられ、この台座部 3 4 上に載置した端子部 1 8 が導電性接着剤によって電気的に接合される。そして、減圧環境下で前記パッケージ 3 2 をリッド 3 3 によって封止することによって、圧電振動子 3 1 が形成される。

20

【 0 0 3 7 】

また、前記励振部 1 4 を挟んで対向する側に前記リード部 1 6 及び突出部 2 3 がそれぞれ同じ厚みを有して延びているため、図 8 (b) に示したように、圧電振動片 1 1 をパッケージ 3 2 に収容した際、台座部 3 4 に対して水平に保持することができると共に、励振電極 1 5 の接触を防止することができる。これによって、前記圧電振動片 1 1 をパッケージ 3 2 に搭載する際の前記励振部 1 4 及び励振電極 1 5 の損傷等を防止することができ、安定した振動を得ることができる。本実施形態では、励振部 1 4 から延びる部分を細くして安定性を持たせるために T 字状にしたが、このような形状に限定するものではない。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 8 】

30

- 1 圧電振動子
- 1 a パッケージ
- 1 b コーナ部
- 2 圧電振動片
- 2 a 外縁部
- 3 ベース部
- 4 励振部
- 4 a 外縁部
- 5 励振電極
- 5 a 外縁部
- 6 リード電極
- 7 端子電極
- 1 1 圧電振動片
- 1 1 a 外縁部
- 1 2 ベース部
- 1 3 メサ部
- 1 4 励振部
- 1 4 a 外縁部
- 1 5 励振電極
- 1 5 a 外縁部

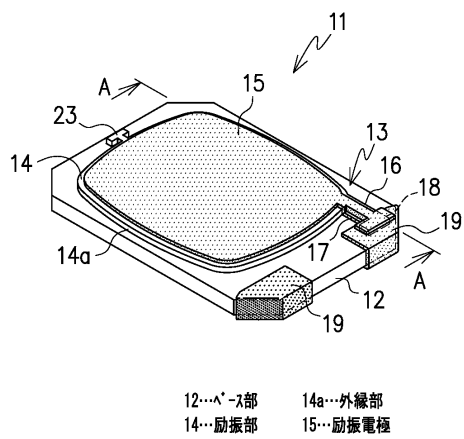
40

50

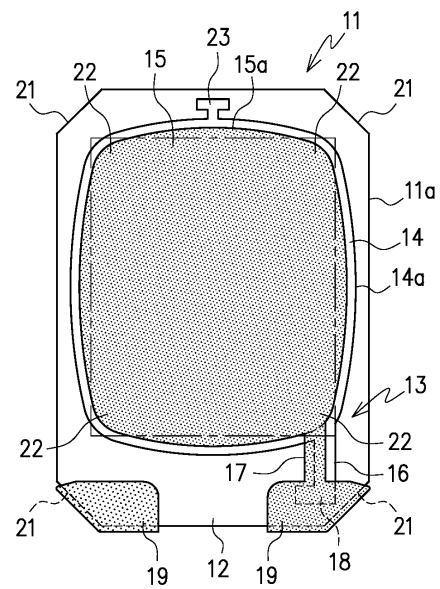
- 1 6 リード部
- 1 7 リード電極
- 1 8 端子部
- 1 9 端子電極
- 2 1 面取部
- 2 2 節
- 2 3 突出部
- 3 1 圧電振動子
- 3 2 パッケージ
- 3 3 リッド
- 3 4 台座部
- 3 5 凹部

10

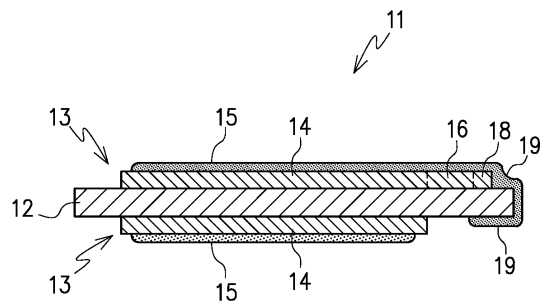
【図 1】



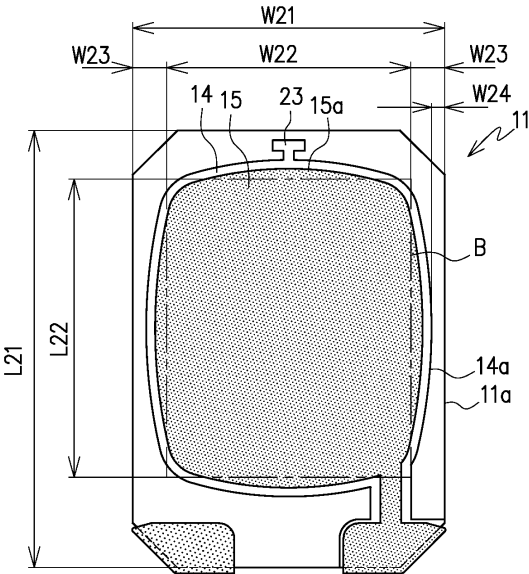
【図 2】



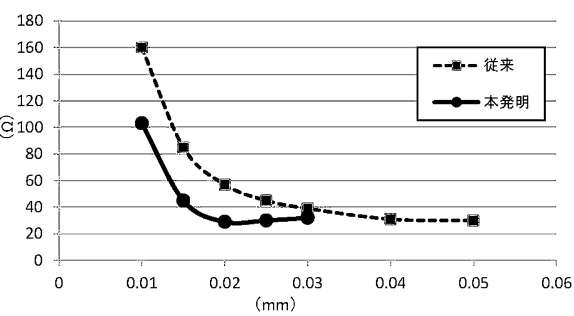
【図 3】



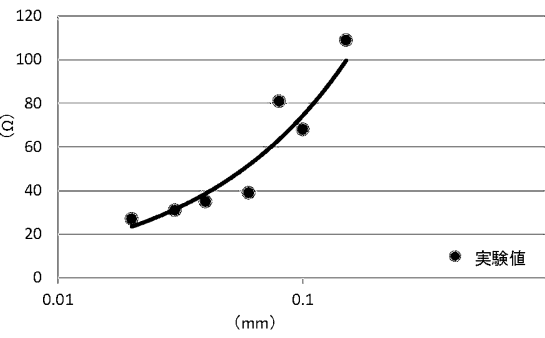
【図 4】



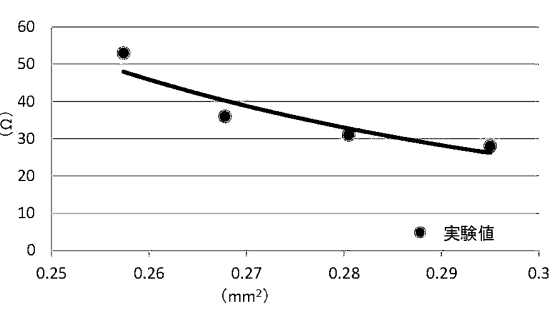
【図 5】



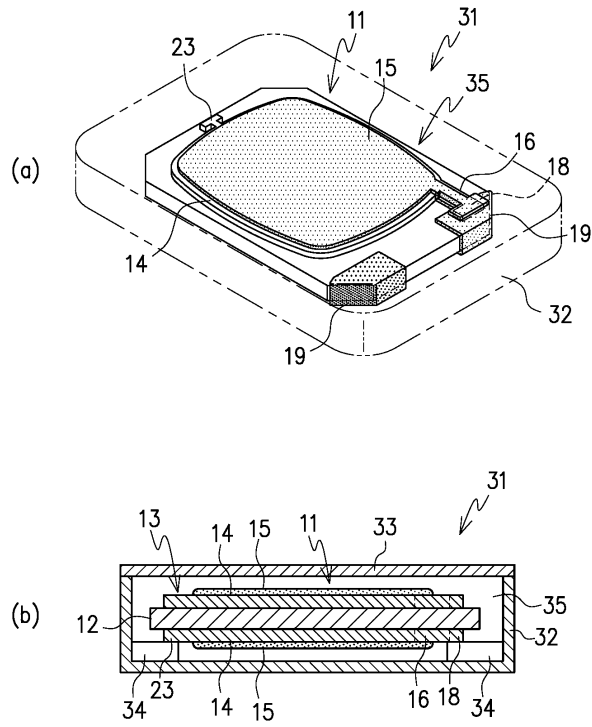
【図 7】



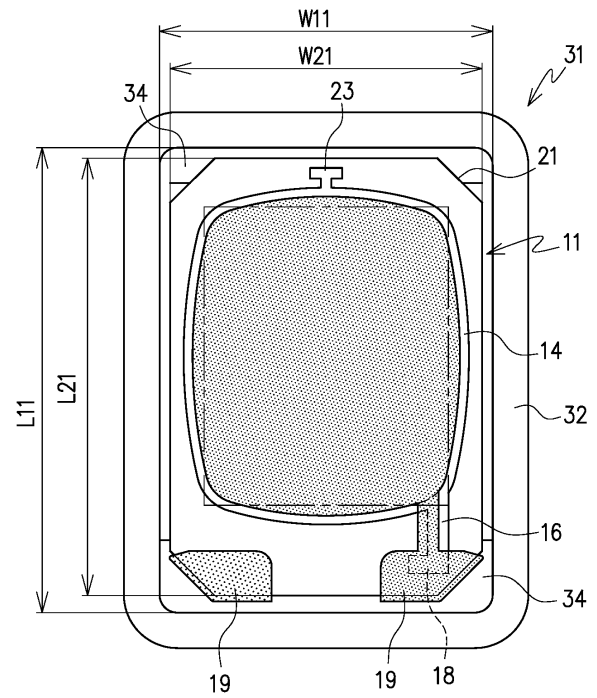
【図 6】



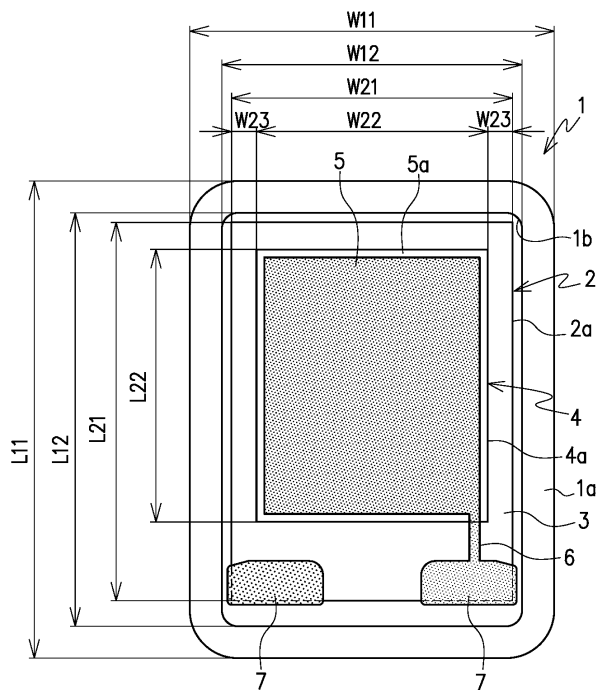
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-267888(JP,A)
特開2012-165467(JP,A)
特開2013-197832(JP,A)
特開2010-114620(JP,A)
特開2004-200777(JP,A)
特開2014-135534(JP,A)
特開2015-122624(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H03H 9/19