

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基部と、
前記基部から延長して形成され、屈曲振動する屈曲振動部とを備え、
前記屈曲振動部は、それぞれ対向して配置され屈曲振動により互い違いに伸張するおよび圧縮する第 1 面および第 2 面と、
前記第 1 面と前記第 2 面との間を貫通する貫通孔とを備え、
前記貫通孔は、前記屈曲振動部から前記基部に跨って形成されていることを特徴とする屈曲振動片。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の屈曲振動片であって、
前記貫通孔の端部のうち、前記屈曲振動部に設けられた全ての端部が、前記屈曲振動部の延長方向の長さの半分の位置から前記基部側に配置されていることを特徴とする屈曲振動片。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の屈曲振動片を用いた屈曲振動子であって、
前記屈曲振動片と、
前記屈曲振動片とを収納するパッケージとを備え、
前記パッケージ内に前記屈曲振動片が気密に封止されたことを特徴とする屈曲振動子。

【請求項 4】

請求項 1 または 2 に記載の屈曲振動片を用いた圧電デバイスであって、
前記屈曲振動片と、
前記屈曲振動子を駆動させる IC チップと、
前記屈曲振動片および前記 IC チップを収納するパッケージとを備え、
前記パッケージ内に前記屈曲振動片および前記 IC チップが気密に封止された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】**

本発明は、屈曲振動片、屈曲振動子、および圧電デバイスに関する。

【背景技術】**【0002】**

従来から、屈曲振動片を小型化すると Q 値が小さくなり、屈曲振動を阻害することが知られている。これは、熱の移動により温度平衡させるまでの緩和時間に反比例する緩和振動と、屈曲振動片の振動周波数とが、近づいて起こる熱弾性効果によるものである。つまり、屈曲振動片が屈曲振動することにより弾性変形が生じ、圧縮される面の温度は上昇し、伸張される面の温度は下降するため、屈曲振動片の内部に温度差が発生する。この温度差を熱伝導により温度平衡させるまでの緩和時間に反比例する緩和振動により、屈曲振動を阻害し、Q 値を低下させる。

このため、屈曲振動片の屈曲振動部に溝または貫通孔を形成し、振動子の圧縮される面から伸張される面に発生する熱の移動を阻止して、熱弾性効果に起因する Q 値変動の抑制を図っている（たとえば、特許文献 1 参照）。

【0003】

【特許文献 1】 実開平 2 - 3 2 2 2 9 号公報（4 頁～5 頁、図 1～図 3）

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかしながら、上述の従来技術を用いても、熱弾性効果に起因する Q 値劣化は十分に改善されない。本願発明者らは、屈曲振動により生じた熱の一部が、屈曲振動部に設けた溝または貫通孔を迂回して移動してしまうという現象の存在を新たに見出すと共に、熱の移

10

20

30

40

50

動は屈曲振動部に設けた溝または貫通孔の基部側（自由端側ではなく基部側）で特に顕著になることも新たに見出した。即ち、上述の従来技術においては、屈曲振動片の固定される一端側にまでは、貫通溝または貫通孔が形成されていないため一端側において熱の移動が発生するため、屈曲振動によって屈曲振動片の伸張される面と圧縮される面との間で、熱の移動を阻止できない。このため、熱弾性効果に起因するQ値の変動を抑制することは困難という課題がある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、熱弾性効果に起因するQ値劣化が、屈曲振動を行う屈曲振動部だけでなく、屈曲振動部に接続された基部においても生じるという新たな発見に基づくものであり、上記課題の少なくとも一部を解決するためになされたものである。以下の形態または適用例により実現することが可能である。

10

【0006】

〔適用例1〕本適用例にかかる屈曲振動片は、基部と、前記基部から延長して形成され、屈曲振動する屈曲振動部とを備え、前記屈曲振動部は、それぞれ対向して配置され屈曲振動により互い違いに伸張するおよび圧縮する第1面および第2面と、前記第1面と前記第2面との間を貫通する貫通孔とを備え、前記貫通孔は、前記屈曲振動部から前記基部に跨って形成されていることを要旨とする。

【0007】

これによれば、屈曲振動により互い違いに伸張するおよび圧縮する第1面および第2面の間に、貫通孔を形成し、貫通孔は屈曲振動部から基部に跨って形成されているので、第1面と第2面との間での熱移動経路を確保することができず、貫通孔により遮ることができる。このようにして、第1面と第2面との間での熱移動経路を、屈曲振動部だけでなく基部においても貫通孔により遮断するので、熱移動（熱伝導）により温度平衡させるまでの緩衝時間に反比例する緩和振動を無くし、屈曲振動数を阻害することを抑制することができる。これにより、熱弾性効果に起因するQ値の変動を抑制し、屈曲振動片の小型化を実現することができる。

20

【0008】

〔適用例2〕上記適用例にかかる屈曲振動片において、前記貫通孔の端部のうち、前記屈曲振動部に設けられた全ての端部が、前記屈曲振動部の延長方向の長さの半分の位置から前記基部側に配置されていることが好ましい。

30

【0009】

これによれば、屈曲振動による熱の移動の比較的多い部分である基部から屈曲振動部の延長方向の長さの半分の位置から前記基部側にかけて、貫通孔が配置されているので、上述の効果を奏することができる。そして、屈曲振動による熱の移動の比較的小さい部分である屈曲振動部の延長方向の長さの半分以上を超えた部分（自由端側）の機械的強度を確保することができる。

【0010】

〔適用例3〕本適用例にかかる屈曲振動子は、上記記載の前記屈曲振動片と、前記屈曲振動片とを収納するパッケージとを備え、前記パッケージ内に前記屈曲振動片が気密に封止されたことを要旨とする。

40

【0011】

これによれば、屈曲振動子は、上述と同様の効果を奏することができる。

【0012】

〔適用例4〕本適用例にかかる圧電デバイスは、上記記載の前記屈曲振動片と、前記屈曲振動子を駆動させるICチップと、前記屈曲振動片および前記ICチップを収納するパッケージとを備え、前記パッケージ内に前記屈曲振動片および前記ICチップが気密に封止されたことを要旨とする。

【0013】

これによれば、圧電デバイスは、上述と同様の効果を奏することができる。

50

【発明を実施するための最良の形態】**【0014】**

以下の実施形態では、屈曲振動片として圧電体の一種である水晶からなる水晶振動片を一例に挙げて説明する。そして、この水晶振動片を用いた圧電振動子および圧電デバイスとして、水晶振動子および水晶発振器を例に挙げて説明する。

【0015】

(第1実施形態)

以下、第1実施形態について、図1および図2を参照して説明する。

図1は、第1実施形態の水晶振動片10を示す概略図である。図2は、図1の概略断面図である。

10

【0016】

図1(a)は、水晶振動片10の正面概略図である。図1(b)は、図1(a)の側面概略図である。

図1に示すように、水晶振動片10は、屈曲振動部1と、基部2と、貫通孔7と、固定電極5, 6を備えている。

【0017】

屈曲振動部1は、基部2から延長して形成されている。屈曲振動部1は、それぞれ対向して配置された第1面11および第2面12、ならびにそれぞれ対向して配置された第3面13および第4面14を備えている。

【0018】

20

貫通孔7は、第3面13と第4面14との間を貫通して形成されている。そして、貫通孔7は、第1面11と第2面12との間に、配置されている。また、貫通孔7は、屈曲振動部1から基部2に跨って形成されている。そして、貫通孔7は、基部2から屈曲振動部1が延長する方向の長さの半分の位置から基部2側まで、形成されている。

【0019】

固定電極5, 6は、基部2に配置されている。固定電極5, 6の間には、交流電流が流れるように配線されている。

【0020】

屈曲振動部1、基部2、および貫通孔7は、水晶の原石から切り出した後、ウェットエッチングなどにより、形成される。固定電極5, 6は、クロム(Cr)またはニッケル(Ni)などの下地層と、この下地層の上に金(Au)または銀(Ag)などからなる電極層とを備えている。これら下地層および電極層は、蒸着またはスパッタリングなどにより形成される。

30

【0021】

屈曲振動部1が実線矢印および2点鎖線矢印で示す面外振動にて屈曲振動するに伴い、第1面11および第2面12には、互い違いに圧縮および伸張が生じる。なお、面外振動とは、屈曲振動部1の延長方向および屈曲振動部1の幅方向のいずれにも略垂直である変位を伴う振動のことをいう。

第1面11に圧縮が生じるとき、第2面12に伸張が生じる。そして逆に、第1面11に伸張が生じるとき、第2面12に圧縮が生じる。このようにして、それぞれ対向して配置された第1面11および第2面12は、屈曲振動部1の屈曲振動により互い違いに伸張する、および圧縮する。

40

【0022】

図2(a)は、図1(b)のA-A概略断面図である。図2(b)は、図1(b)のB-B概略断面図である。

図2(a)に示すように、屈曲振動部1の第1面11および第2面12に、励振電極3が形成されている。そして、屈曲振動部1の第3面13および第4面14に、励振電極4が形成されている。

図2(b)に示すように、貫通孔7に、励振電極4が形成されている。励振電極3は、図2(a)と同様に、第1面11および第2面12に形成されている。

50

このようにして、励振電極 3 , 4 の間には、交流電流が流れるように配線されている。

【 0 0 2 3 】

励振電極 3 , 4 は、クロム (C r) またはニッケル (N i) などの下地層と、この下地層の上に金 (A u) または銀 (A g) などからなる電極層とを備えている。これら下地層および電極層は、蒸着またはスパッタリングなどにより形成される。

【 0 0 2 4 】

励振電極 3 は固定電極 5 に接続され、励振電極 4 は固定電極 6 に接続されている (図示省略) 。固定電極 5 , 6 の間に交流電流を流すことにより、励振電極 3 , 4 の間に交流電流が流れる。これにより、励振電極 3 , 4 により挟まれた屈曲振動部 1 に電界が発生する。そして、励振電極 3 , 4 に、正電荷および負電荷が互い違いに帯電するため、電界の方向が変化する。この電界の発生方向に応じて、第 1 面 1 1 および第 2 面 1 2 に、圧電効果による伸張および圧縮が生じる。このようにして、屈曲振動部 1 は、図 1 (b) に実線矢印および 2 点鎖線矢印で示す屈曲振動をする。

【 0 0 2 5 】

また、固定電極 5 および固定電極 6 は、水晶振動片 1 0 を収納するパッケージ (図示省略) など固定するためにも用いられる。

【 0 0 2 6 】

したがって、本実施形態によれば、屈曲振動により互い違いに伸張するおよび圧縮する第 1 面 1 1 および第 2 面 1 2 の間に、貫通孔 7 を形成し、貫通孔 7 は屈曲振動部 1 から基部 2 に跨って形成されているので、第 1 面 1 1 と第 2 面 1 2 との間での熱移動経路を確保することができず、貫通孔 7 により遮ることができる。このようにして、第 1 面 1 1 と第 2 面 1 2 との間での熱移動経路を、屈曲振動部 1 だけでなく基部 2 においても貫通孔 7 により遮断するので、熱移動 (熱伝導) により温度平衡させるまでの緩衝時間に反比例する緩和振動を無くし、屈曲振動数を阻害することを抑制することができる。これにより、熱弾性効果に起因する Q 値の変動を抑制し、水晶振動片 1 0 の小型化を実現することができる。

【 0 0 2 7 】

これによれば、屈曲振動による熱の移動の比較的多い部分である基部 2 から屈曲振動部 1 の延長方向の長さの半分の位置から基部 2 側にかけて、貫通孔 7 が配置されているので、上述の効果を奏することができる。そして、屈曲振動による熱の移動の比較的小さい部分である屈曲振動部 1 の延長方向の長さの半分以上を超えた部分 (自由端側) の機械的強度を確保することができる。

【 0 0 2 8 】

(第 2 実施形態)

以下、第 2 実施形態について、図 3 および図 4 を参照して説明する。

図 3 は、第 2 実施形態の水晶振動片 2 0 を示す概略図である。図 4 は、図 3 の概略断面図である。

【 0 0 2 9 】

第 2 実施形態の水晶振動片 2 0 は、図 1 および図 2 に示した第 1 実施形態の屈曲振動部 1 を 2 個備えたことが相違する点である。このため、同一の符号を付与し、構成の説明を省略する。

【 0 0 3 0 】

図 3 (a) は、水晶振動片 2 0 の正面概略図である。図 3 (b) は、図 3 (a) の側面概略図である。

図 3 に示すように、水晶振動片 2 0 は、2 個の屈曲振動部 1 (1 A , 1 B) と、基部 2 と、2 個の貫通孔 7 と、固定電極 5 , 6 を備えている。

【 0 0 3 1 】

2 個の屈曲振動部 1 (1 A , 1 B) は、基部 2 からそれぞれ延長して形成されている。2 個の屈曲振動部 1 には、それぞれ貫通孔 7 が形成されている。

【 0 0 3 2 】

10

20

30

40

50

屈曲振動部 1 (1 A , 1 B) が実線矢印および 2 点鎖線矢印で示す面外振動にて屈曲振動するに伴い、第 1 面 1 1 および第 2 面 1 2 には、互い違いに圧縮および伸張が生じる。なお、面外振動とは、第 1 実施形態でも説明したとおり、屈曲振動部 1 の延長方向および屈曲振動部 1 の幅方向のいずれにも略垂直である変位を伴う振動のことである。特に本実施形態の場合は、面外振動を、屈曲振動部 1 (1 A , 1 B) の延長方向および屈曲振動部 1 (1 A , 1 B) の配列方向のいずれにも略垂直である変位を伴う振動と説明することもできる。

第 1 面 1 1 に圧縮が生じるとき、第 2 面 1 2 に伸張が生じる。そして逆に、第 1 面 1 1 に伸張が生じるとき、第 2 面 1 2 に圧縮が生じる。このようにして、それぞれ対向して配置された第 1 面 1 1 および第 2 面 1 2 は、屈曲振動部 1 (1 A , 1 B) の屈曲振動により互い違いに伸張する、および圧縮する。

10

【 0 0 3 3 】

図 4 (a) は、図 3 (b) の A - A 概略断面図である。図 4 (b) は、図 3 (b) の B - B 概略断面図である。

図 4 (a) に示すように、屈曲振動部 1 A には、励振電極 3 , 4 が図 2 (a) と同様に形成されている。それに対して、屈曲振動部 1 B には、励振電極 3 , 4 が図 2 (a) とは相違して形成されている。つまり、屈曲振動部 1 B の第 1 面 1 1 および第 2 面 1 2 に、励振電極 4 が形成され、第 3 面 1 3 および第 4 面 1 4 に、励振電極 3 が形成されている。

図 4 (b) に示すように、屈曲振動部 1 A には、図 2 (b) と同様に、第 1 面 1 1 および第 2 面 1 2 に、励振電極 3 が形成されている。それに対して、屈曲振動部 1 B には、励振電極 3 , 4 が図 2 (b) とは相違して形成されている。つまり、屈曲振動部 1 B の第 1 面 1 1 および第 2 面 1 2 に、励振電極 4 が形成されている。そして、屈曲振動部 1 B の貫通孔 7 に、励振電極 3 が形成されている。

20

このようにして、励振電極 3 , 4 の間には、交流電流が流れるように配線されている。

【 0 0 3 4 】

このように、励振電極 3 , 4 の間に交流電流を流すことにより、屈曲振動部 1 A が実線矢印で示す屈曲振動するとき、屈曲振動部 1 B は 2 点鎖線矢印で示す屈曲振動する。そして逆に、屈曲振動部 1 A が 2 点鎖線矢印で示す屈曲振動するとき、屈曲振動部 1 B は実線矢印で示す屈曲振動する。

【 0 0 3 5 】

したがって、本実施形態によれば、上述の実施形態と同様の効果を奏することができる。

30

【 0 0 3 6 】

(第 3 実施形態)

以下、第 3 実施形態について、図 5 および図 6 を参照して説明する。

図 5 は、第 3 実施形態の水晶振動片 3 0 を示す概略図である。図 6 は、図 5 の概略断面図である。

【 0 0 3 7 】

第 3 実施形態の水晶振動片 3 0、図 3 および図 4 に示した第 2 実施形態の水晶振動片 2 0 と相違する点は、屈曲振動部 1 (1 A , 1 B) の屈曲振動方向である。このため、同一の符号を付与し、構成の説明を省略する。

40

【 0 0 3 8 】

図 5 (a) は、水晶振動片 3 0 の正面概略図である。図 5 (b) は、図 5 (a) の側面概略図である。

図 5 に示すように、水晶振動片 3 0 は、2 個の屈曲振動部 1 (1 A , 1 B) と、基部 2 と、2 個の貫通孔 7 と、固定電極 5 , 6 を備えている。

【 0 0 3 9 】

図 5 に示す水晶振動片 3 0 は、図 3 に示した 2 個の屈曲振動部 1 (1 A , 1 B)、および 2 個の貫通孔 7 をそれぞれ、屈曲振動部の延長方向を軸に 9 0 ° 回転させた配置である。

50

【 0 0 4 0 】

屈曲振動部 1 (1 A , 1 B) が実線矢印および 2 点鎖線矢印で示す面内振動にて屈曲振動するに伴い、第 1 面 1 1 および第 2 面 1 2 には、互い違いに圧縮および伸張が生じる。

第 1 面 1 1 に圧縮が生じるとき、第 2 面 1 2 に伸張が生じる。そして逆に、第 1 面 1 1 に伸張が生じるとき、第 2 面 1 2 に圧縮が生じる。このようにして、それぞれ対向して配置された第 1 面 1 1 および第 2 面 1 2 は、屈曲振動部 1 (1 A , 1 B) の屈曲振動により互い違いに伸張する、および圧縮する。

【 0 0 4 1 】

図 6 (a) は、図 5 (a) の A - A 概略断面図である。図 6 (b) は、図 5 (a) の B - B 概略断面図である。

10

図 6 (a) および図 6 (b) に示すように、屈曲振動部 1 A , 1 B には、励振電極 3 , 4 が図 4 (a) および図 4 (b) と同様に形成されている。

このようにして、励振電極 3 , 4 の間には、交流電流が流れるように配線されている。

【 0 0 4 2 】

このように、励振電極 3 , 4 の間に交流電流を流すことにより、屈曲振動部 1 A が実線矢印で示す屈曲振動するとき、屈曲振動部 1 B は同じく実線矢印で示す屈曲振動する。そして逆に、屈曲振動部 1 A が 2 点鎖線矢印で示す屈曲振動するとき、屈曲振動部 1 B は同じく 2 点鎖線矢印で示す屈曲振動する。

【 0 0 4 3 】

したがって、本実施形態によれば、上述の実施形態と同様の効果を奏することができる。

20

【 0 0 4 4 】

(第 4 実施形態)

以下、第 4 実施形態について、図 7 および図 8 を参照して説明する。

図 7 は、第 4 実施形態の水晶振動片 4 0 を示す概略図である。図 8 は、図 7 の概略断面図である。

【 0 0 4 5 】

第 4 実施形態の水晶振動片 4 0 、図 5 および図 6 に示した第 3 実施形態の水晶振動片 3 0 と相違する点は、屈曲振動部 1 (1 A , 1 B) にそれぞれスリット部 1 6 を備えた点である。このため、同一の符号を付与し、構成の説明を省略する。

30

【 0 0 4 6 】

図 7 (a) は、水晶振動片 4 0 の正面概略図である。図 7 (b) は、図 7 (a) の側面概略図である。

図 7 に示すように、水晶振動片 4 0 は、2 個の屈曲振動部 1 (1 A , 1 B) と、基部 2 と、2 個の貫通孔 7 と、4 個のスリット部 1 6 と、固定電極 5 , 6 を備えている。

【 0 0 4 7 】

図 7 に示す水晶振動片 4 0 は、屈曲振動部 1 (1 A , 1 B) の第 3 面 1 3 および第 4 面 1 4 に、それぞれスリット部 1 6 を備えている。

【 0 0 4 8 】

屈曲振動部 1 (1 A , 1 B) が実線矢印および 2 点鎖線矢印で示す面内振動にて屈曲振動するに伴い、第 1 面 1 1 および第 2 面 1 2 には、互い違いに圧縮および伸張が生じる。

40

第 1 面 1 1 に圧縮が生じるとき、第 2 面 1 2 に伸張が生じる。そして逆に、第 1 面 1 1 に伸張が生じるとき、第 2 面 1 2 に圧縮が生じる。このようにして、それぞれ対向して配置された第 1 面 1 1 および第 2 面 1 2 は、屈曲振動部 1 (1 A , 1 B) の屈曲振動により互い違いに伸張する、および圧縮する。

【 0 0 4 9 】

図 8 (a) は、図 7 (a) の A - A 概略断面図である。図 8 (b) は、図 7 (a) の B - B 概略断面図である。

図 8 (a) に示すように、屈曲振動部 1 A のスリット部 1 6 には、励振電極 4 が形成されている。屈曲振動部 1 B のスリット部 1 6 には、励振電極 3 が形成されている。

50

図 8 (b) に示すように、屈曲振動部 1 A , 1 B には、励振電極 3 , 4 が図 6 (b) と同様に形成されている。

このようにして、励振電極 3 , 4 の間には、交流電流が流れるように配線されている。

【 0 0 5 0 】

このように、励振電極 3 , 4 の間に交流電流を流すことにより、屈曲振動部 1 A が実線矢印で示す屈曲振動するとき、屈曲振動部 1 B は同じく実線矢印で示す屈曲振動する。そして逆に、屈曲振動部 1 A が 2 点鎖線矢印で示す屈曲振動するとき、屈曲振動部 1 B は同じく 2 点鎖線矢印で示す屈曲振動する。

【 0 0 5 1 】

したがって、本実施形態によれば、上述の実施形態と同様の効果を奏することができる。

10

【 0 0 5 2 】

(第 5 実施形態)

以下、第 5 実施形態の圧電振動子として水晶振動子を一例に挙げ、図 9 および図 1 0 を参照して説明する。

【 0 0 5 3 】

第 5 実施形態の水晶振動子は、第 1 から第 4 実施形態の水晶振動片を用いた水晶振動子である。このため、第 5 実施形態の水晶振動子に用いる水晶振動片は、第 1 から第 4 実施形態の水晶振動片と同様の構成であるため、同一の符号を付与し、構成の説明を省略する。以下では、第 3 実施形態の水晶振動片 3 0 を用いて説明する。

20

【 0 0 5 4 】

図 9 は、蓋体を除いて内部構造を露出した水晶振動子の概略平面図である。図 1 0 は、図 9 の X - X 概略断面図であり、蓋体を配置して示すものである。

図 9 および図 1 0 に示すように、水晶振動子 8 0 は、パッケージ 3 1 内に水晶振動片 3 0 を収納している。具体的には、水晶振動子 8 0 は、図 1 0 に示すように、第 1 基板 3 4 と、この第 1 基板 3 4 に積層された第 2 基板 3 5 と第 3 基板 3 6 とを含むパッケージ 3 1 内に水晶振動片 3 0 を収納している。

【 0 0 5 5 】

パッケージ 3 1 は、絶縁基体である第 1 基板 3 4 と第 2 基板 3 5 と第 3 基板 3 6 とを構成している。第 2 基板 3 5 がパッケージ 3 1 内に延長した延長部 3 5 a を備えている。延長部 3 5 a に電極部 3 2 が 2 個形成されている。電極部 3 2 に、導電ペーストなどを用いて水晶振動片 3 0 の固定電極 5 および固定電極 6 を、固定して、導通させる。ここで、導電性接着剤 4 3 としては、所定の合成樹脂でなるバインダ成分に、銀粒子などの導電粒子を添加したものを使用することができる。

30

【 0 0 5 6 】

第 1 基板 3 4 と第 2 基板 3 5 と第 3 基板 3 6 とは絶縁材料で形成され、セラミックが適している。特に、好ましい材料としては水晶振動片 3 0 や蓋体 3 7 の熱膨張係数と一致もしくは、きわめて近い熱膨張係数を備えたものが選択され、本実施形態では、例えば、セラミックのグリーンシートが利用されている。グリーンシートは、例えば、所定の溶液中にセラミックパウダを分散させ、バインダを添加して生成される混練物をシート状の長いテープ形状に成形し、これを所定の長さにカットして得られるものである。

40

【 0 0 5 7 】

第 1 基板 3 4 と第 2 基板 3 5 と第 3 基板 3 6 とは、図示する形状に成形したグリーンシートを積層し、焼結して形成することができる。この場合、第 1 基板 3 4 は、パッケージ 3 1 の底部を構成する基板で、これに重ねられる第 2 基板 3 5 と第 3 基板 3 6 とは、上述したグリーンシートを板状として、内部の材料を除去して、枠状として、図 1 0 の内部空間 S を形成したもので、この内部空間 S を利用して、水晶振動片 3 0 を収納するようにしている。このパッケージ 3 1 には、セラミックやガラスあるいはコパールなどの金属で形成された蓋体 3 7 がコパールリングなどの接合材もしくは封止材 4 7 などを通して接合されている。これにより、パッケージ 3 1 は気密に封止されている。

50

【 0 0 5 8 】

第 1 基板 3 4 上には、例えば、銀・パラジウムなどの導電ペーストもしくはタングステンメタライズなどの導電ペーストなどを用いて、必要とされる導電パターンを形成後に、第 1 基板 3 4 と第 2 基板 3 5 と第 3 基板 3 6 との焼結をした後で、ニッケルおよび金もしくは銀などを順次メッキして、上述した電極部 3 2 が形成されている。

図 1 0 に示すように、電極部 3 2 は、パッケージ 3 1 の底面に露出した少なくとも 2 個の実装端子 4 1 と図示しない導電パターンにより接続されている。この電極部 3 2 と実装端子 4 1 とを接続するための導電パターンは、パッケージ 3 1 の形成時に利用されるキャスタレーション（図示せず）の表面に形成して、パッケージ 3 1 の外面を引き回してもよいし、あるいは第 1 基板 3 4 と第 2 基板 3 5 とを貫通する導電スルーホールなどにより接続してもよい。

10

【 0 0 5 9 】

2 個の実装端子 4 1 の間に交流電圧を印加することにより、固定電極 5 と固定電極 6 との間に、交流電流が流れる（図 4 参照）。これにより、水晶振動片 3 0 は、上述の実施形態で実線矢印および 2 点鎖線矢印で示した屈曲振動をする。

【 0 0 6 0 】

したがって、第 5 実施形態によれば、上述の実施形態と同様の効果を奏する水晶振動子を得ることができる。

【 0 0 6 1 】

（第 6 実施形態）

20

以下、第 6 実施形態の圧電デバイスとして水晶発振器を一例に挙げて説明する。

【 0 0 6 2 】

第 6 実施形態の水晶発振器は、第 1 から第 4 実施形態の水晶振動片を用いた水晶発振器である。このため、第 6 実施形態の水晶発振器に用いる水晶振動片は、第 1 から第 4 実施形態の水晶振動片と同様の構成であるため、同一の符号を付与し、構成の説明を省略する。以下では、第 3 実施形態の水晶振動片 3 0 を用いて説明する。また、第 5 実施形態と第 6 実施形態の相違する点は、第 6 実施形態の水晶発振器は、第 5 実施形態で示した水晶振動子に、水晶振動子を駆動させる駆動回路を含む IC チップを備えた点である。

【 0 0 6 3 】

図 1 1 に示すように、パッケージ 3 1 を形成する第 1 基板 3 4 上面には、金（Au）などから成る内部接続端子 8 9 が形成されている。IC チップ 8 7 は、パッケージ 3 1 を形成する第 1 基板 3 4 上面に接着剤などを用いて固定されている。そして、IC チップ 8 7 の上面には、Au などから成る IC 接続パッド 8 2 が形成されている。IC 接続パッド 8 2 は、金属ワイヤー 8 8 により内部接続端子 8 9 に接続されている。また、内部接続端子 8 9 は内部配線を経由して、パッケージ 3 1 外部の第 1 基板 3 4 下面に形成された実装端子 4 1 に接続されている。なお、IC チップ 8 7 と内部接続端子 8 9 との接続方法は、金属ワイヤー 8 8 による方法だけでなく、フリップチップ実装による接続方法を用いてもよい。

30

【 0 0 6 4 】

したがって、第 6 実施形態によれば、上述の実施形態と同様の効果を奏する水晶発振器を得ることができる。

40

【 0 0 6 5 】

また、第 6 実施形態で、圧電デバイスとして、水晶発振器を一例に挙げて説明したが、これに限るものではなく、IC チップ 8 7 に検出回路を備えたジャイロセンサなどであっても良い。

【 0 0 6 6 】

なお、上記課題の少なくとも一部を解決できる範囲での変形、改良などは前述の実施形態に含まれるものである。

【 0 0 6 7 】

たとえば、上述の説明において、励振電極 3 は固定電極 5 に接続され、励振電極 4 は固

50

定電極 6 に接続されているとしたが、これに限るものではなく、励振電極 4 は固定電極 5 に接続され、励振電極 3 は固定電極 6 に接続されているとしてもよい。

【 0 0 6 8 】

屈曲振動片の材料としては、水晶だけに限らず、タンタル酸リチウム (LiTaO_3)、四ホウ酸リチウム ($\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$)、ニオブ酸リチウム (LiNbO_3)、チタン酸ジルコン酸鉛 (PZT)、酸化亜鉛 (ZnO)、窒化アルミニウム (AlN) などの圧電体、または、シリコンなどの半導体であってもよい。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 9 】

【 図 1 】 第 1 実施形態の水晶振動片を示す概略図。

10

【 図 2 】 図 1 の概略断面図。

【 図 3 】 第 2 実施形態の水晶振動片を示す概略図。

【 図 4 】 図 3 の概略断面図。

【 図 5 】 第 3 実施形態の水晶振動片を示す概略図。

【 図 6 】 図 5 の概略断面図。

【 図 7 】 第 4 実施形態の水晶振動片を示す概略図。

【 図 8 】 図 7 の概略断面図。

【 図 9 】 第 5 実施形態の蓋体を除いて内部構造を露出した水晶振動子の概略平面図。

【 図 10 】 図 9 の X - X 概略断面図。

【 図 11 】 第 6 実施形態の水晶発振器を示す概略断面図。

20

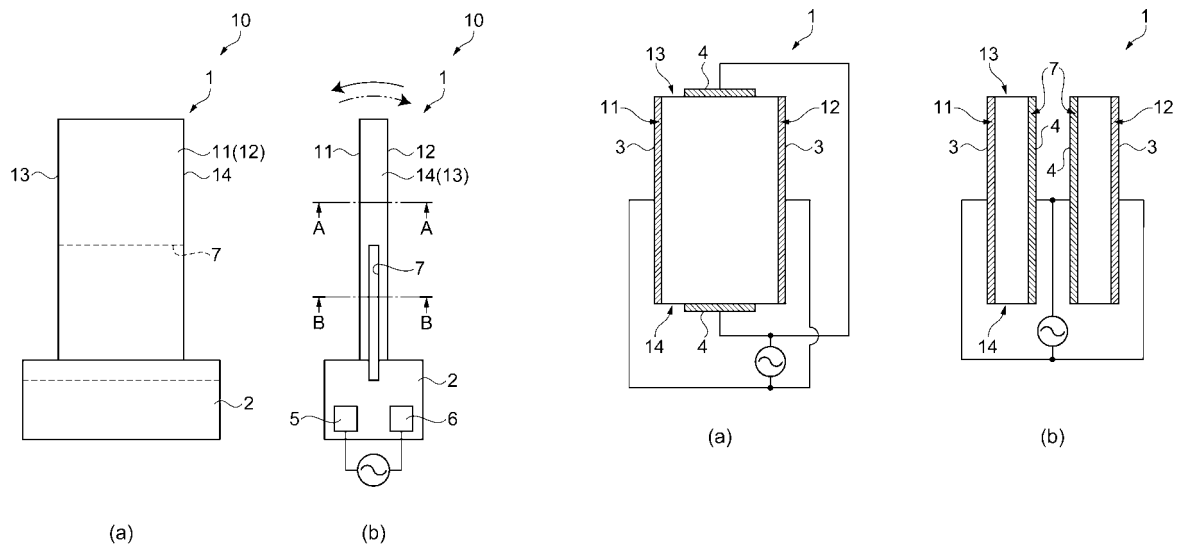
【 符号の説明 】

【 0 0 7 0 】

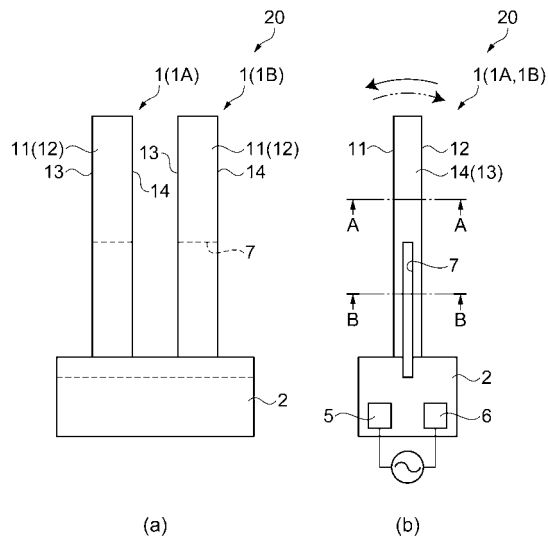
1 ... 屈曲振動部、2 ... 基部、3, 4 ... 励振電極、5, 6 ... 固定電極、10 ... 水晶振動片、11 ... 第 1 面、12 ... 第 2 面、13 ... 第 3 面、14 ... 第 4 面、16 ... スリット部、20 ... 水晶振動片、30 ... 水晶振動片、40 ... 水晶振動片。

【 図 1 】

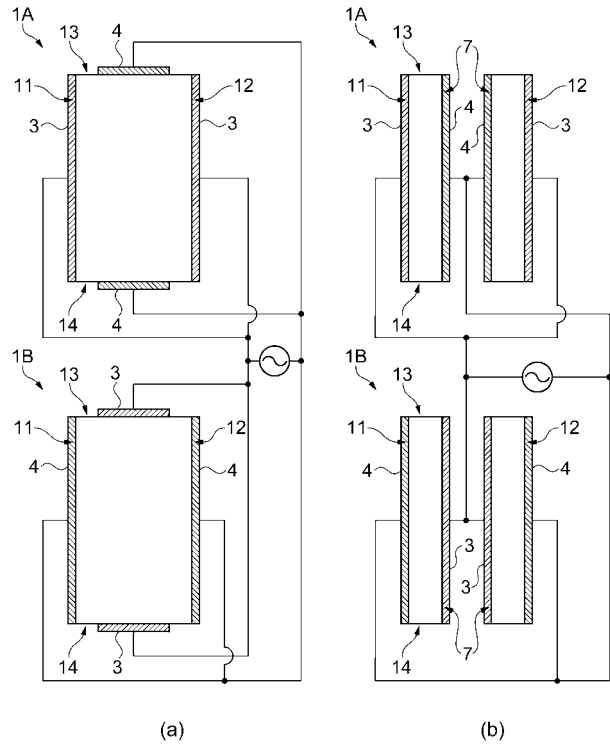
【 図 2 】



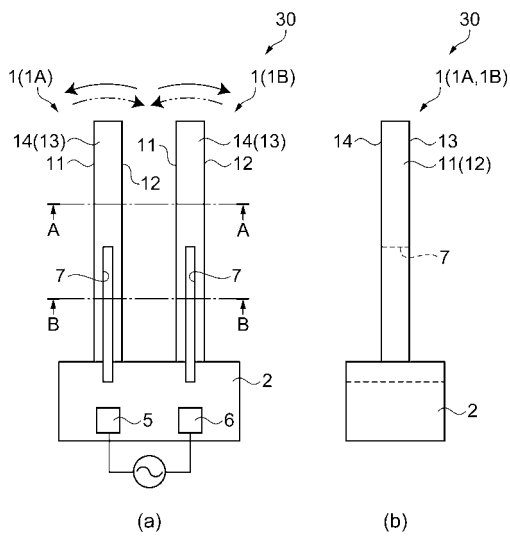
【図 3】



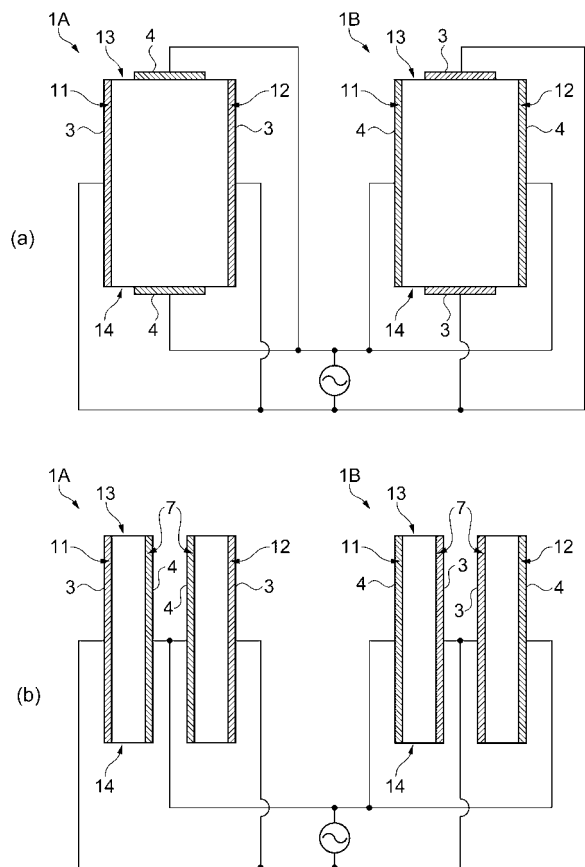
【図 4】



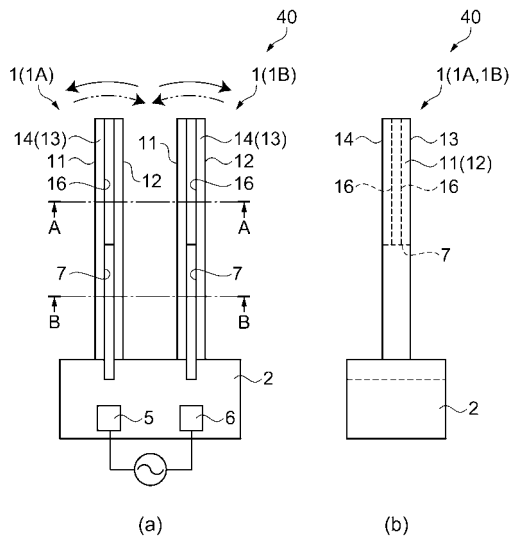
【図 5】



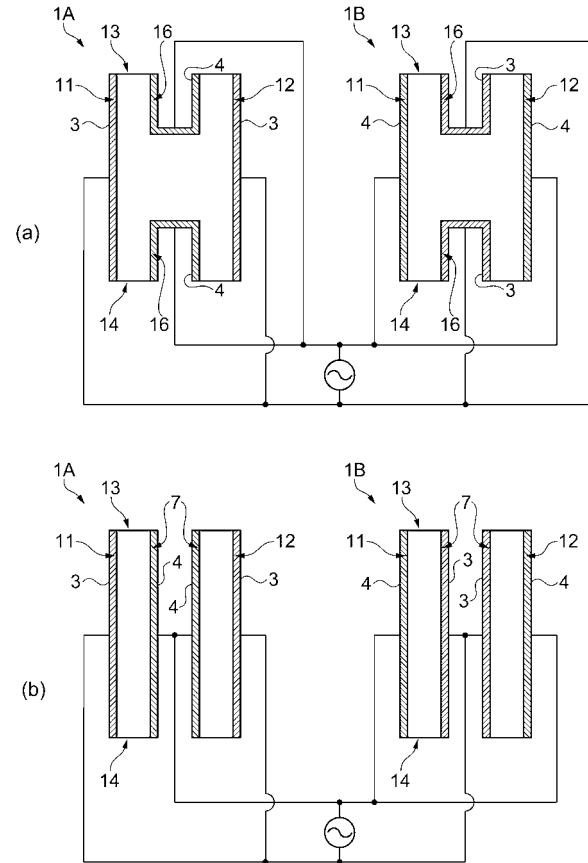
【図 6】



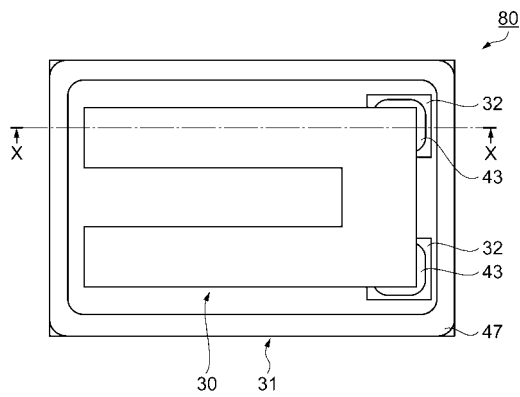
【図 7】



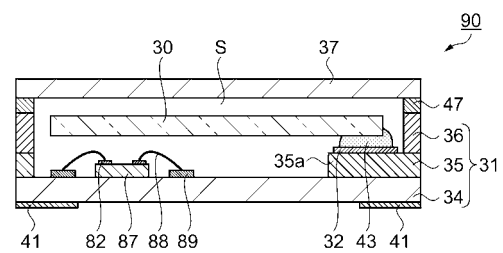
【図 8】



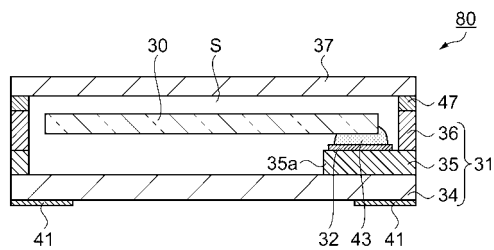
【図 9】



【図 11】



【図 10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
<i>H 0 1 L 41/22 (2006.01)</i>	H 0 1 L 41/18 1 0 1 A	
<i>H 0 1 L 41/187 (2006.01)</i>	H 0 1 L 41/22 Z	
<i>H 0 3 H 9/02 (2006.01)</i>	H 0 1 L 41/08 K	
	H 0 1 L 41/18 1 0 1 D	
	H 0 1 L 41/18 1 0 1 B	
	H 0 3 H 9/19 B	
	H 0 3 H 9/02 K	

(72)発明者 浜 山 裕史

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

Fターム(参考) 5J079 AA04 BA43 FA01 HA03 HA07 HA22

5J108 BB02 CC10 CC12 DD05 EE03 EE18 GG03 GG15 GG16