

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7367494号  
(P7367494)

(45)発行日 令和5年10月24日(2023.10.24)

(24)登録日 令和5年10月16日(2023.10.16)

(51)国際特許分類 F I  
G 1 0 K 9/122(2006.01) G 1 0 K 9/122 1 5 0  
H 0 4 R 17/00 (2006.01) H 0 4 R 17/00

請求項の数 2 (全20頁)

(21)出願番号	特願2019-215653(P2019-215653)	(73)特許権者	000003067 T D K株式会社 東京都中央区日本橋二丁目5番1号
(22)出願日	令和1年11月28日(2019.11.28)	(74)代理人	100088155 弁理士 長谷川 芳樹
(65)公開番号	特開2021-87135(P2021-87135A)	(74)代理人	100113435 弁理士 黒木 義樹
(43)公開日	令和3年6月3日(2021.6.3)	(74)代理人	100124062 弁理士 三上 敬史
審査請求日	令和4年7月4日(2022.7.4)	(72)発明者	安部 瑠之輔 東京都中央区日本橋二丁目5番1号 T D K株式会社内
		(72)発明者	任 ヨンミン 東京都中央区日本橋二丁目5番1号 T D K株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 固定具及び振動デバイス

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第一主面を有する圧電素体と、前記第一主面上に配置された一对の外部電極と、を有する圧電素子と、

前記第一主面上で前記一对の外部電極に接続された帯状の第一配線部材と、互いに対向している第二主面及び第三主面を有し、前記第一配線部材に接続された板状の第二配線部材と、

前記第二配線部材が配置されたケースと、を備え、

前記第二配線部材には、前記第二配線部材を前記第二主面及び前記第三主面の対向方向に貫通している複数の貫通孔が設けられており、

前記ケースは、

前記第三主面と対向している第四主面を有し、前記第二配線部材が配置された配置部と、

前記配置部と一体的に構成され、前記第二配線部材を前記配置部に固定している複数の固定部と、を有し、

複数の前記固定部のそれぞれは、

前記第四主面から一方向に沿って突出し、前記貫通孔に挿通された軸部と、

前記軸部の前記一方向の一端部に設けられ、前記第二主面に係止された頭部と、を有し、

前記頭部は、

前記軸部の前記一端部に接続されている第一頭部と、

前記第一頭部と接続されていると共に前記第一頭部から前記一方向において前記軸部の他端部側に延在しており、前記軸部の外周面と所定の間隔をあけて対向して配置されている第二頭部と、を有する、振動デバイス。

【請求項 2】

複数の前記固定部のそれぞれは、前記頭部の前記第二頭部の形状が異なっている、請求項 1 に記載の振動デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、固定具及び振動デバイスに関する。

【背景技術】

【0002】

圧電素体及び一对の外部電極を有する圧電素子を備える振動デバイスが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。このような振動デバイスにおいて、圧電素体の一方の主面上に一对の外部電極を配置し、一方の主面上で一对の外部電極と配線部とを接続する構成が考えられる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2006 - 33774 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記の構成の振動デバイスでは、配線部がケースに固定される場合がある。配線部とケースとは、ケースに設けられている固定部（固定具）によって固定される。固定部は、ケースから突出している軸部と、軸部に接続されていると共に配線部に係止された頭部と、を有している。固定部は、配線部の貫通孔に軸部が挿通され、貫通孔よりも外形の大きい頭部によって配線部をケースに対して固定している。振動デバイスでは、圧電素子の振動によって、配線部が頭部を押し上げたりすることがある。これにより、軸部と頭部との接続部分（軸部と頭部とが成す隅部）を起点としてクラックが発生するおそれがある。クラックが発生によって頭部が破損すると、配線部を固定できなくなり得る。これにより、振動デバイスの信頼性が低下し得る。

【0005】

本発明の一側面は、信頼性の向上が図れる固定具及び振動デバイスを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一側面に係る固定具は、一方向に沿って延在する軸部と、軸部の一方向の一端部に設けられている頭部と、を有し、一方向から見て、頭部の外形は、軸部の外形よりも大きく、頭部は、軸部の一端部に接続されている第一頭部と、第一頭部と接続されていると共に第一頭部から一方向において軸部の他端部側に延在しており、軸部の外周面と所定の間隔をあけて対向して配置されている第二頭部と、を有する。

【0007】

本発明の一側面に係る固定具では、頭部は、第一頭部及び第二頭部を有している。第二頭部は、第一頭部と接続されていると共に第一頭部から軸部の一方向の他端部側に延在しており、軸部の外周面と所定の間隔をあけて対向して配置されている。すなわち、第二頭部は、軸部から離間して設けられている。これにより、固定具では、第二頭部が配線部等によって押し上げられた場合であっても、第二頭部において外部からの応力を分散させることができる。そのため、固定具では、軸部と頭部との接続部分を起点としてクラックが発生することを抑制できる。したがって、固定具では、頭部が破損することを抑制できる

10

20

30

40

50

。その結果、固定具では、信頼性の向上が図れる。

【0008】

一実施形態においては、第二頭部は、軸部の外周面の全周を囲うように配置されていてよい。この構成では、第二頭部において、外部からの応力をより効果的に分散させることができる。

【0009】

一実施形態においては、第二頭部の先端部は、湾曲部分を有していてもよい。この構成では、配線部等に接触（当接）する第二頭部の先端部が角部を有していないため、第二頭部が接触し得る配線部等が損傷することを抑制できる。

【0010】

本発明の一側面に係る振動デバイスは、第一主面を有する圧電素体と、第一主面上に配置された一对の外部電極と、を有する圧電素子と、第一主面上で一对の外部電極に接続された帯状の第一配線部材と、互いに対向している第二主面及び第三主面を有し、第一配線部材に接続された板状の第二配線部材と、第二配線部材が配置されたケースと、を備え、第二配線部材には、第二配線部材を第二主面及び第三主面の対向方向に貫通している複数の貫通孔が設けられており、ケースは、第三主面と対向している第四主面を有し、第二配線部材が配置された配置部と、配置部と一体的に構成され、第二配線部材を配置部に固定している複数の固定部と、を有し、複数の固定部のそれぞれは、第四主面から一方向に沿って突出し、貫通孔に挿通された軸部と、軸部の一方向の一端部に設けられ、第三主面に係止された頭部と、を有し、頭部は、軸部の一端部に接続されている第一頭部と、第一頭部と接続されていると共に第一頭部から一方向において軸部の他端部側に延在しており、軸部の外周面と所定の間隔をあけて対向して配置されている第二頭部と、を有する。

【0011】

本発明の一側面に係る振動デバイスでは、ケースが複数の固定部を有している。固定部は、軸部及び頭部を有している。頭部は、第一頭部及び第二頭部を有している。第二頭部は、第一頭部と接続されていると共に第一頭部から軸部の一方向の他端部側に延在しており、軸部の外周面と所定の間隔をあけて対向して配置されている。すなわち、第二頭部は、軸部から離間して設けられている。これにより、振動デバイスでは、第二頭部が第二配線部材によって押し上げられた場合であっても、第二頭部において外部からの応力を分散させることができる。そのため、振動デバイスでは、軸部と頭部との接続部分を起点としてクラックが発生することを抑制できる。したがって、振動デバイスでは、頭部が破損することを抑制できる。その結果、振動デバイスでは、信頼性の向上が図れる。

【0012】

一実施形態においては、複数の固定部のそれぞれは、頭部の第二頭部の形状が異なってもよい。この構成では、各固定部の第二頭部と第二配線部材との接触の頻度が異なり得る。これにより、振動デバイスでは、各固定部の耐久性（寿命）が異なり得る。そのため、全ての固定部が同時に破損することを回避できる。

【発明の効果】

【0013】

本発明の一側面によれば、信頼性の向上が図れる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】図1は、一実施形態に係る振動デバイスの断面図である。

【図2】図2は、図1の一部拡大図である。

【図3】図3は、振動部の斜視図である。

【図4】図4は、振動部の分解斜視図である。

【図5】図5は、振動部の上面図である。

【図6】図6は、圧電素子の分解斜視図である。

【図7】図7は、配線部材の下面図である。

【図8】図8は、図5のVIII-VIII線に沿っての断面図である。

10

20

30

40

50

【図 9】図 9 は、図 5 の IX-IX 線に沿っての断面図である。

【図 10】図 10 は、図 9 の一部拡大図である。

【図 11】図 11 ( a )、図 11 ( b )、図 11 ( c ) 及び図 11 ( d ) は、固定部の断面図である。

【図 12】図 12 ( a ) 及び図 12 ( b ) は、第二配線部材を底板に固定する方法について説明するための断面図である。

【図 13】図 13 は、従来の固定部の断面図である。

【図 14】図 14 ( a ) 及び図 14 ( b ) は、変形例に係る固定部の断面図である。

【図 15】図 15 は、変形例に係る固定部の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、添付図面を参照して、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、図面の説明において同一又は相当要素には同一符号を付し、重複する説明は省略する。

【0016】

図 1 ~ 図 5 に示される振動デバイス 100 は、例えば、スピーカー、又はブザーとして用いられる音響デバイスである。振動デバイス 100 は、振動部 1 と、振動部 1 に接続された配線部 2 と、振動部 1 が配置される音響空間を形成するケース 3 と、接合部材 70 と、接合部材 71 とを備えている。振動デバイス 100 は、図 1 に示されるように、被取付部材 200 の被取付面 200 a に取り付けられる。被取付部材 200 は、例えば、テレビ、スマートフォン等の電子機器である。

【0017】

振動部 1 は、圧電素子 10 と、振動部材 12 と、を有している。振動部材 12 は、例えば、Ni - Fe 合金、Ni、黄銅、又はステンレス鋼等金属からなる。振動部材 12 は、板状部材である。振動部材 12 は、圧電素子 10 が設けられた主面 12 a と、主面 12 a と厚さ方向で対向している主面 12 b と、を有している。主面 12 a、12 b は、長方形形状を呈している。つまり、厚さ方向から見て、振動部材 12 は、長方形形状を呈している。ここで、長方形形状には、例えば、各角が面取りされている形状、及び、各角が丸められている形状が含まれる。長方形形状には、正方形形状も含まれる。本実施形態では、主面 12 a、12 b は、例えば、一辺の長さが 21 mm 以上 29 mm 以下の正方形形状を呈している。振動部材 12 の厚さは、例えば、0.06 mm 以上 0.15 mm 以下である。

【0018】

図 6 は、圧電素子の分解斜視図である。図 6 に示されるように、圧電素子 10 は、圧電素体 11 と、互いに極性が異なる一对の外部電極 13、15 と、を有している。圧電素体 11 は、直方体形状を呈している。直方体形状には、例えば、角部及び稜線部が面取りされている直方体の形状、及び、角部及び稜線部が丸められている直方体の形状が含まれる。圧電素体 11 は、互いに対向している主面（第一主面）11 a 及び主面 11 b を有している。主面 11 a には、一对の外部電極 13、15 が設けられている。主面 11 b は、主面 12 a（図 2 参照）と対向し、接合部材 71 によって主面 12 a の中央部に接合（接着）されている。

【0019】

主面 11 a、11 b は、長方形形状を呈している。以下では、主面 11 a、11 b の長辺方向を X 方向、主面 11 a、11 b の短辺方向を Y 方向、主面 11 a、11 b の対向方向を Z 方向とする。主面 11 a、11 b の長辺方向、短辺方向及び対向方向は、それぞれ主面 12 a、12 b の長辺方向、短辺方向及び対向方向と一致している。圧電素子 10 の X 方向での長さは、例えば、20 mm である。圧電素子 10 の Y 方向での長さは、例えば、10 mm である。圧電素子 10 の Z 方向での長さは、例えば、0.45 mm である。

【0020】

圧電素体 11 は、複数の圧電体層 17 a、17 b、17 c、17 d が積層されて構成されている。すなわち、圧電素体 11 は、積層されている複数の圧電体層 17 a、17 b、17 c、17 d を有している。本実施形態では、圧電素体 11 は、四つの圧電体層 17 a

10

20

30

40

50

、17b、17c、17dを有している。圧電素体11では、複数の圧電体層17a、17b、17c、17dが積層されている方向がZ方向と一致している。圧電体層17aは、主面11aを有している。圧電体層17dは、主面11bを有している。圧電体層17b、17cは、圧電体層17aと圧電体層17dとの間に位置している。

#### 【0021】

各圧電体層17a、17b、17c、17dは、圧電材料からなる。本実施形態では、各圧電体層17a、17b、17c、17dは、圧電セラミック材料からなる。圧電セラミック材料には、例えば、PZT[Pb(Zr、Ti)O<sub>3</sub>]、PT(PbTiO<sub>3</sub>)、PLZT[(Pb、La)(Zr、Ti)O<sub>3</sub>]、又はチタン酸バリウム(BaTiO<sub>3</sub>)が用いられる。各圧電体層17a、17b、17c、17dは、例えば、上述した圧電セラミック材料を含むセラミックグリーンシートの焼結体から構成される。実際の圧電素体11では、各圧電体層17a、17b、17c、17dは、各圧電体層17a、17b、17c、17dの間の境界が認識できない程度に一体化されている。

10

#### 【0022】

圧電素子10は、圧電素体11内に配置されている複数の内部電極19、21、23を備えている。本実施形態では、圧電素子10は、三つの内部電極19、21、23を備えている。各内部電極19、21、23は、導電性材料からなる。導電性材料には、例えば、Ag、Pd、又はAg-Pd合金が用いられる。各内部電極19、21、23は、例えば、上記導電性材料を含む導電性ペーストの焼結体として構成されている。本実施形態では、各内部電極19、21、23の外形形状は、長方形形状である。

20

#### 【0023】

各内部電極19、21、23は、Z方向において異なる位置(層)に配置されている。内部電極19と内部電極21とは、Z方向に間隔を有して対向している。内部電極21と内部電極23とは、Z方向に間隔を有して対向している。内部電極19は、圧電体層17aと圧電体層17bとの間に位置している。内部電極21は、圧電体層17bと圧電体層17cとの間に位置している。内部電極23は、圧電体層17cと圧電体層17dとの間に位置している。各内部電極19、21、23は、圧電素体11の表面には露出していない。すなわち、各内部電極19、21、23は、各側面には露出していない。各内部電極19、21、23は、Z方向から見て、主面11a、11bの全ての縁(四辺)から離間している。

30

#### 【0024】

一对の外部電極13、15は、主面11a上に配置されている。外部電極13と外部電極15とは、X方向に並んでいる。外部電極13と外部電極15とは、X方向で隣り合っている。一对の外部電極13、15は、主面11aの中央部に配置されている。一对の外部電極13、15は、Z方向から見て、主面11aの全ての縁(四辺)から離間している。各外部電極13、15は、Z方向から見て、長方形形状を呈している。各外部電極13、15は、導電性材料からなる。導電性材料には、例えば、Ag、Pd、又はAg-Pd合金が用いられる。各外部電極13、15は、例えば、上記導電性材料を含む導電性ペーストの焼結体として構成されている。

#### 【0025】

外部電極13は、ビア導体31を通して接続導体25と電氣的に接続されている。接続導体25は、内部電極19と同じ層に位置している。接続導体25は、内部電極19の内側に位置している。内部電極19には、Z方向から見て、外部電極13に対応する位置に、開口が形成されている。接続導体25は、内部電極19に形成されている開口内に位置している。Z方向から見て、接続導体25の全縁が、内部電極19で囲まれている。

40

#### 【0026】

接続導体25は、圧電体層17aと圧電体層17bとの間に位置している。内部電極19と接続導体25とは、離間している。接続導体25は、Z方向で、外部電極13と対向している。ビア導体31は、外部電極13と接続されていると共に、接続導体25と接続されている。接続導体25は、ビア導体33を通して内部電極21と電氣的に接続されて

50

いる。接続導体 25 は、Z 方向で、内部電極 21 と対向している。ビア導体 33 は、接続導体 25 と接続されていると共に、内部電極 21 と接続されている。

【0027】

内部電極 21 は、ビア導体 35 を通して接続導体 27 と電氣的に接続されている。接続導体 27 は、内部電極 23 と同じ層に位置している。接続導体 27 は、内部電極 23 の内側に位置している。内部電極 23 には、Z 方向から見て、外部電極 13 (接続導体 25) に対応する位置に、開口が形成されている。接続導体 27 は、内部電極 23 に形成されている開口内に位置している。Z 方向から見て、接続導体 27 の全縁が、内部電極 23 で囲まれている。

【0028】

外部電極 15 は、ビア導体 37 を通して内部電極 19 と電氣的に接続されている。内部電極 19 は、Z 方向で、外部電極 15 と対向している。ビア導体 37 は、外部電極 15 と接続されていると共に、内部電極 19 と接続されている。

【0029】

内部電極 19 は、ビア導体 39 を通して接続導体 29 と電氣的に接続されている。接続導体 29 は、内部電極 21 と同じ層に位置している。接続導体 29 は、内部電極 21 の内側に位置している。内部電極 21 には、Z 方向から見て、外部電極 15 に対応する位置に、開口が形成されている。接続導体 29 は、内部電極 21 に形成されている開口内に位置している。Z 方向から見て、接続導体 29 の全縁が、内部電極 21 で囲まれている。

【0030】

接続導体 29 は、圧電体層 17b と圧電体層 17c との間に位置している。内部電極 21 と接続導体 29 とは、離間している。接続導体 29 は、Z 方向で、内部電極 19 と対向している。ビア導体 39 は、内部電極 19 と接続されていると共に、接続導体 29 と接続されている。接続導体 29 は、ビア導体 41 を通して内部電極 23 と電氣的に接続されている。接続導体 29 は、Z 方向で、内部電極 23 と対向している。ビア導体 41 は、接続導体 29 と接続されていると共に、内部電極 23 と接続されている。

【0031】

外部電極 13 は、ビア導体 31、接続導体 25、及び、ビア導体 33 を通して、内部電極 21 と電氣的に接続されている。外部電極 15 は、ビア導体 37 を通して、内部電極 19 と電氣的に接続されている。外部電極 15 は、ビア導体 37、内部電極 19、ビア導体 39、接続導体 29、及び、ビア導体 41 を通して、内部電極 23 と電氣的に接続されている。

【0032】

接続導体 25、27、29 及びビア導体 31、33、35、37、39、41 は、導電性材料からなる。ビア導体 31、33、35、37、39、41 のそれぞれは、複数のビア導体からなるビア導体群であるが、単体のビア導体であってもよい。Z 方向で互いに隣り合う圧電体層 17a、17b に配置されたビア導体 31、33 は、Z 方向から見て互いに離間し、重ならないように配置されている。圧電体層 17a、17b に配置されたビア導体 37、39 は、Z 方向から見て互いに離間し、重ならないように配置されている。Z 方向で互いに隣り合う圧電体層 17b、17c に配置されたビア導体 33、35 は、Z 方向から見て互いに離間し、重ならないように配置されている。圧電体層 17b、17c に配置されたビア導体 39、41 は、Z 方向から見て互いに離間し、重ならないように配置されている。

【0033】

導電性材料には、例えば、Ag、Pd、又は Ag - Pd 合金が用いられる。接続導体 25、27、29 及びビア導体 31、33、35、37、39、41 は、例えば、上記導電性材料を含む導電性ペーストの焼結体として構成されている。接続導体 25、27、29 は、長形状を呈している。ビア導体 31、33、35、37、39、41 は、対応する圧電体層 17a、17b、17c を形成するためのセラミックグリーンシートに形成された貫通孔に充填された導電性ペーストが焼結することにより形成される。

10

20

30

40

50

## 【0034】

圧電素体11の主面11bには、内部電極19, 23と電氣的に接続されている導体と、内部電極21と電氣的に接続されている導体とは配置されていない。本実施形態では、主面11bをZ方向から見たとき、主面11bの全体が露出している。主面11a, 11bは、自然面である。自然面とは、焼成により成長した結晶粒の表面により構成される面である。

## 【0035】

圧電素体11の各側面にも、内部電極19, 23と電氣的に接続されている導体と、内部電極21と電氣的に接続されている導体とは配置されていない。本実施形態では、圧電素体11の各側面をX方向及びY方向から見たとき、各側面の全体が露出している。本実施形態では、これらの各側面も、自然面である。

10

## 【0036】

圧電体層17bにおける内部電極19と内部電極21とで挟まれた領域と、圧電体層17cにおける内部電極21と内部電極23とで挟まれた領域とは、圧電的に活性な領域を構成する。本実施形態では、圧電的に活性な領域は、Z方向から見て、一对の外部電極13, 15を囲むように位置している。Z方向から見て、圧電素体11は、外部電極13と外部電極15との間に位置している領域に、圧電的に活性な領域を含んでいる。Z方向から見て、圧電素体11は、外部電極13と外部電極15とが位置している領域の外側にも、圧電的に活性な領域を含んでいる。

## 【0037】

図1～図5に示されるように、配線部2は、主面11a上で一对の外部電極13, 15に接続された帯状の第一配線部材50と、第一配線部材50に接続された板状の第二配線部材60と、接合部材72と、を有している。

20

## 【0038】

第一配線部材50は、主面11aに直交する直交方向(Z方向)から見て、主面11aの長辺に沿って延在して、主面11aの短辺と直交している。第一配線部材50は、X方向に延在し、Y方向と直交している。第一配線部材50は、第二配線部材60と電氣的かつ物理的に接続される一端部50aと、圧電素子10と電氣的かつ物理的に接続されている他端部50bと、を有している。第一配線部材50は、一端部50aと他端部50bとの間に幅(Y方向の長さ)が狭くされた幅狭部50cを有している。幅狭部50cは、一端部50aと隣り合って設けられている。第一配線部材50は、幅狭部50c以外の部分において一定の幅を有している。幅狭部50cの幅は、例えば、幅狭部50c以外の部分の幅の56%以上83%以下である。

30

## 【0039】

第一配線部材50の他端部50bは、接合部材70によって一对の外部電極13, 15に接合されている。接合部材70は、一对の外部電極13, 15と他端部50bとの間に配置され、一对の外部電極13, 15と他端部50bとを接合している。接合部材70は、複数の導電性粒子(不図示)を含む樹脂層である。導電性粒子は、例えば、金属粒子、金めっき粒子である。接合部材70は、例えば熱硬化性エラストマーを含んでいる。接合部材70は、例えば、異方性導電ペースト又は異方性導電性膜が硬化することにより形成される。接合部材70は、一对の外部電極13, 15と他端部50bとを電氣的に接続している。Z方向から見て、接合部材70は、一对の外部電極13, 15を一体的に覆っている。Z方向から見て、接合部材70は、他端部50bに設けられた後述の一对の端部53b, 55b(図7参照)を一体的に覆っている。

40

## 【0040】

第一配線部材50は、接合部材71によって主面11a及び主面12aに接合されている。接合部材71は、導電性粒子を含んでおらず、電気絶縁性を有する樹脂層である。接合部材71は、例えば、反応型フェノール樹脂とニトリルゴムを主成分にしたホットメルト樹脂である。接合部材71は、接合部材70に含まれる樹脂材料と同じ樹脂材料を含んでいてもよい。接合部材71は、主面11aの一方の短辺に沿って配置されている。接合

50

部材 7 1 は、第一配線部材 5 0 の幅方向 ( Y 方向 ) の全体を主面 1 1 a 及び主面 1 2 a に接合している。接合部材 7 1 は、接合部材 7 0 から X 方向において離間している。

【 0 0 4 1 】

第一配線部材 5 0 の一端部 5 0 a は、接合部材 7 2 によって第二配線部材 6 0 に接合されている。接合部材 7 2 は、後述の一对の導体層 6 3 , 6 5 ( 図 4 参照 ) と一端部 5 0 a との間に配置され、一对の導体層 6 3 , 6 5 と一端部 5 0 a とを接合している。接合部材 7 2 は、複数の導電性粒子 ( 不図示 ) を含む樹脂層である。導電性粒子は、例えば、金属粒子、金めっき粒子である。接合部材 7 2 は、例えば熱硬化性エラストマーを含んでいる。接合部材 7 2 は、例えば、異方性導電ペースト又は異方性導電性膜が硬化することにより形成される。接合部材 7 2 は、例えば、接合部材 7 0 と同じ材料で構成されている。接合部材 7 2 は、一对の導体層 6 3 , 6 5 と一端部 5 0 a とを電氣的に接続している。Z 方向から見て、接合部材 7 0 は、一对の導体層 6 3 , 6 5 を一体的に覆っている。Z 方向から見て、接合部材 7 0 は、他端部 5 0 b に設けられた後述の一对の端部 5 3 a , 5 5 a を一体的に覆っている。

10

【 0 0 4 2 】

接合部材 7 0 , 7 1 , 7 2 は、厚さ方向 ( Z 方向 ) からみて、いずれも長形状を呈している。接合部材 7 0 の長手方向は、後述の一对の端部 5 3 b , 5 5 b ( 図 7 参照 ) の並ぶ方向 ( X 方向 ) と一致している。接合部材 7 1 の長手方向は、主面 1 1 a の短辺方向 ( Y 方向 ) と一致している。接合部材 7 2 の長手方向は、後述の一对の導体層 6 3 , 6 5 ( 図 4 参照 ) の並ぶ方向 ( Y 方向 ) と一致している。接合部材 7 0 の長手方向と、接合部材 7 1 , 7 2 の長手方向とは互いに交差 ( 直交 ) している。

20

【 0 0 4 3 】

図 1 及び図 7 に示されるように、第一配線部材 5 0 は、ベース 5 1、一对の導体層 5 3 , 5 5、カバー 5 7、及び補強部 5 9 を有している。第一配線部材 5 0 は、可撓性を有し、例えば、フレキシブルプリント基板 ( F P C ) 又はフレキシブルフラットケーブル ( F F C ) である。

【 0 0 4 4 】

ベース 5 1 は、帯状を呈し、互いに対向している一对の主面 5 1 a , 5 1 b を有している。ベース 5 1 は、電気絶縁性を有している。ベース 5 1 は、例えば、ポリイミド樹脂等の樹脂からなる樹脂層である。ベース 5 1 の厚さは、例えば 1 0 0 μ m である。

30

【 0 0 4 5 】

各導体層 5 3 , 5 5 は、ベース 5 1 の主面 5 1 a 上に配置されている。各導体層 5 3 , 5 5 は、接着層 ( 不図示 ) によって、主面 5 1 a に接合 ( 接着 ) されている。各導体層 5 3 , 5 5 は、例えば、Cu からなる。各導体層 5 3 , 5 5 は、例えば、Cu 層上に Ni メッキ層及び Au メッキ層がこの順に設けられた構成であってもよい。導体層 5 3 と導体層 5 5 とは、互いに離間して配置されている。各導体層 5 3 , 5 5 の厚さは、例えば 2 0 μ m である。

【 0 0 4 6 】

導体層 5 3 は、第二配線部材 6 0 に接続された端部 5 3 a と、外部電極 1 3 に接続された端部 5 3 b と、端部 5 3 a と端部 5 3 b とを接続している接続部 5 3 c と、を含んでいる。接続部 5 3 c は、第一配線部材 5 0 が延在している方向 ( X 方向 ) に延在している。端部 5 3 a は、接続部 5 3 c の一端部と、第一配線部材 5 0 が延在している方向において隣り合っている。端部 5 3 b は、接続部 5 3 c の他端部と、第一配線部材 5 0 の幅方向 ( Y 方向 ) において隣り合っている。

40

【 0 0 4 7 】

導体層 5 5 は、第二配線部材 6 0 に接続された端部 5 5 a と、外部電極 1 5 に接続された端部 5 5 b と、端部 5 5 a と端部 5 5 b とを接続している接続部 5 5 c と、を含んでいる。接続部 5 5 c は、第一配線部材 5 0 が延在している方向 ( X 方向 ) に延在している。端部 5 5 a は、接続部 5 5 c の一端部と、第一配線部材 5 0 が延在している方向において隣り合っている。端部 5 5 b は、接続部 5 5 c の他端部と、第一配線部材 5 0 の幅方向 (

50

Y方向)において隣り合っている。

#### 【0048】

端部53aと端部55aとは、第一配線部材50の幅方向において互いに離間して配置されている。端部53bと端部55bとは、第一配線部材50の延在している方向において互いに離間して配置されている。接続部53cと接続部55cとは、互いに平行、かつ、第一配線部材50の幅方向において互いに離間して配置されている。

#### 【0049】

端部53bと外部電極13との間には、接合部材70が存在している。端部53bと外部電極13とは、接合部材70に含まれる導電性粒子を通じて電氣的に接続されている。端部55bと外部電極15との間には、接合部材70が存在している。端部55bと外部電極15とは、接合部材70に含まれる導電性粒子を通じて電氣的に接続されている。

10

#### 【0050】

カバー57は、主面51a上に配置されている。カバー57は、各導体層53, 55と、主面51aとを覆っている。カバー57は、各導体層53, 55と、主面51aのうち、各導体層53, 55から露出している領域とに接着層(不図示)によって接合(接着)されている。カバー57は、例えば、ポリイミド樹脂等の樹脂からなる樹脂層である。カバー57の厚さは、例えば25 $\mu$ mである。導体層53の端部53a, 53bと、導体層55の端部55a, 55bと、主面51aにおける各端部53a, 53b, 55a, 55bの近傍領域とは、カバー57から露出している。

#### 【0051】

補強部59は、ベース51の主面51b上に配置されている。補強部59は、接着層(不図示)によって、主面51bに接合(接着)されている。補強部59は、少なくとも幅狭部50cに設けられている。補強部59は、Z方向から見て、第一配線部材50のうち、第二配線部材60と重なる部分、及び、第二配線部材60と重ならない部分の両方にまたがって設けられている。補強部59は、例えば、ポリイミドからなる樹脂層である。補強部59の厚さは、例えば200 $\mu$ mである。

20

#### 【0052】

図4及び図8に示されるように、第二配線部材60は、基板61と、一对の導体層63, 65と、一对のレジスト層67, 69と、を有している。第二配線部材60は、矩形板状を呈し、厚さ方向(Z方向)で互いに対向している主面60a(第二主面)及び主面60b(第三主面)を有している。主面60aは、後述の主面61aと、一对の導体層63, 65の表面と、レジスト層67の表面と、を含んでいる。主面60bは、レジスト層69の表面を含んでいる。

30

#### 【0053】

第二配線部材60には、第二配線部材60を主面60a及び主面60bの対向方向(Z方向)に貫通している複数の貫通孔60cが設けられている。貫通孔60cは、断面円形状を呈している。第二配線部材60は、第一配線部材50よりも硬く、可撓性を有していない。第二配線部材60は、例えば、プリント基板(PCB: Print Circuit Board)である。第二配線部材60は、ケース3よりも硬い。

#### 【0054】

基板61は、矩形板状を呈している。基板61は、例えば、ガラスからなり、電気絶縁性を有している。基板61は、互いに対向している矩形形状の一对の主面61a, 61bを有している。一对の主面61a, 61bの長辺方向(X方向)の長さは、例えば17mmである。一对の主面61a, 61bの短辺方向(Y方向)の長さは、例えば10.9mmである。基板61の厚さ(基板61のZ方向の長さ)は、例えば0.8mmである。

40

#### 【0055】

各導体層63, 65は、主面61a上に設けられている。各導体層63, 65は、例えば、Cuからなる。各導体層63, 65は、例えば、Cu層上にNiメッキ層及びAuメッキ層がこの順に設けられた構成であってもよい。導体層63と導体層65とは、互いに離間して配置されている。各導体層63, 65の厚さは、例えば20 $\mu$ mである。レジス

50

ト層 67 は、基板 61 の主面 61a 及び各導体層 63, 65 を覆っている。レジスト層 67 の厚さは、例えば 1  $\mu\text{m}$  である。レジスト層 69 は、基板 61 の主面 61b を覆っている。レジスト層 69 の厚さは、例えば 1  $\mu\text{m}$  である。

【0056】

導体層 63 は、レジスト層 67 から露出した端部 63a を有している。端部 63a と端部 53a との間には接合部材 72 が存在している。端部 63a は、端部 53a と接合部材 72 により接合されている。導体層 63 は、接合部材 72 に含まれる導電性粒子を通じて端部 53a と電氣的に接続されている。導体層 65 は、レジスト層 67 から露出した端部 65a を有している。端部 65a と端部 55a との間には接合部材 72 が存在している。端部 65a は、端部 55a と接合部材 72 により接合されている。導体層 65 は、接合部材 72 に含まれる導電性粒子を通じて端部 55a と電氣的に接続されている。図示を省略するが、第二配線部材 60 は、基板 61 の下面に設けられ、各導体層 63, 65 とスルーホール導体で接続された一対の導体層を更に有している。

10

【0057】

図 1 ~ 図 5 に示されるケース 3 は、例えば、アクリル系樹脂、塩化ビニル系樹脂、成型樹脂等の樹脂材料からなる。ケース 3 は、振動部 1 が収容される第一収容部 3a、及び配線部 2 が収容される第二収容部 3b を有している。ケース 3 には、振動部 1 及び配線部 2 が配置される。

【0058】

第一収容部 3a は、例えば、上面（被取付部材 200 側の面）が開放された直方体形状の箱部材である。第一収容部 3a は、底板 4 と、一対の側板 5 と、一対の側板 6 と、支持部 7 と、を有している。

20

【0059】

底板 4 は、振動部材 12 の主面 12b と対向している主面 4a（第三主面）を有している。主面 4a は、例えば、一対の長辺と一対の短辺とを有する長形状を呈している。ここで、長形状には、例えば、各角が面取りされている形状、及び、各角が丸められている形状が含まれる。長形状には、正方形形状も含まれる。主面 4a の長辺方向は X 方向、主面 4a の短辺方向は Y 方向、底板 4 の厚さ方向は Z 方向とそれぞれ一致している。主面 4a は、主面 12a, 12b よりも大きく、Z 方向から見て、主面 4a の外縁は、主面 12a, 12b から離間して主面 12a, 12b の外側に位置している。底板 4 の厚さ（Z 方向での長さ）は、例えば、1.2 mm 以上 1.4 mm 以下である。

30

【0060】

本実施形態では、主面 4a は、例えば、主面 12a, 12b の形状と相似形状であり、一辺の長さが 30 mm 以上 33 mm 以下の正方形形状を呈している。なお、主面 4a は、各角が面取りされている形状、又は、各角が丸められている形状であるか否かの点で主面 12a, 12b と異なるが、相似形状は、このような場合も含むとする。つまり、各角が面取りされている形状、又は、各角が丸められている形状であることを考慮せず、主面 4a の概形と、主面 12a, 12b の概形とが相似形状であれば、主面 4a は、主面 12a, 12b の形状と相似形状であるとする。

【0061】

一対の側板 5 は、底板 4 の X 方向の両端に配置され、X 方向で互いに対向している。側板 5 は、厚さ方向（X 方向）から見て、長形状を呈している。一方の側板 5 には、一対の貫通孔 5a が Y 方向に並んで設けられている。貫通孔 5a は、長形状を呈し、一方の側板 5 を X 方向に貫通している。一対の貫通孔 5a は、互いに同形状を呈している。振動デバイス 100 で発生した音は、主に貫通孔 5a を通じてケース 3 の外部に伝わる。他方の側板 5 は、第二収容部 3b に接続されている。他方の側板 5 の上端（底板 4 と反対側の端）には、切り欠き状の凹部 5b が形成されている。

40

【0062】

一対の側板 6 は、底板 4 の Y 方向の両端に配置され、Y 方向で互いに対向している。側板 6 は、一対の側板 5 を互いに接続している。側板 6 は、厚さ方向（Y 方向）から見て、

50

長方形形状を呈している。一对の側板 6 は、互いに同形状を呈している。

【 0 0 6 3 】

支持部 7 は、底板 4 の主面 4 a から突出し、振動部材 1 2 の主面 1 2 b の周縁部 1 2 c を支持している。支持部 7 の上面は、主面 1 2 b の周縁部 1 2 c と接合されている。支持部 7 は、矩形棒状を呈する凸部（突条部）である。支持部 7 の幅は、例えば、3 mm である。支持部 7 は、四つの辺部 7 a を有し、主面 1 2 b の四辺を支持している。四つの辺部 7 a のうち、Y 方向で互いに対向する一对の辺部 7 a の上面には、それぞれ長さ方向（X 方向）の中央に連通部 7 b が設けられている。連通部 7 b は、辺部 7 a を幅方向（Y 方向）に横切る切り欠き状の凹部である。連通部 7 b は、辺部 7 a の幅全体に設けられている。辺部 7 a の長さ方向における連通部 7 b の長さは、例えば、辺部 7 a の長さよりも短く、2.5 mm 以上 3.5 mm 以下である。

10

【 0 0 6 4 】

主面 1 2 b 及び主面 4 a の対向方向（Z 方向）から見て、支持部 7 は、圧電素子 1 0 から離間している。Z 方向から見て、圧電素子 1 0 は、支持部 7 の内側の領域の X 方向及び Y 方向の中央に配置されている。つまり、X 方向における圧電素子 1 0 の一端と支持部 7 の一端との間の距離は、X 方向における圧電素子 1 0 の他端と支持部 7 の他端との間の距離と等しい。Y 方向における圧電素子 1 0 の一端と支持部 7 の一端との間の距離は、Y 方向における圧電素子 1 0 の他端と支持部 7 の他端との間の距離と等しい。このような圧電素子 1 0 の配置によれば、圧電素子 1 0 をバランスよく振動させることができる。

【 0 0 6 5 】

第二收容部 3 b は、他方の側板 5 に取り付けられている。第二收容部 3 b は、断面 U 字状の溝形状を有している。第二收容部 3 b の内部空間は、凹部 5 b を介して第一收容部 3 a の内部空間と連通している。第二收容部 3 b は、配線部 2 が配置された底板 8（配置部）と、一对の側板 9 と、を有している。

20

【 0 0 6 6 】

図 4、図 5 及び図 9 に示されるように、底板 8 は、第二配線部材 6 0 の主面 6 0 b と Z 方向で対向している主面 8 a（第四主面）を有している。主面 6 0 b と主面 8 a との間には、隙間 G が形成されている。主面 8 a には、第二配線部材 6 0 の厚さに相当する段差が設けられている。これにより、第一配線部材 5 0 のうち、第二配線部材 6 0 上に配置された部分と、それ以外の部分との間には段差がない。よって、第一配線部材 5 0 は湾曲せず直線状に配置されている。底板 8 は、厚さ方向（Z 方向）から見て、長方形形状を呈している。一对の側板 9 は、底板 8 の Y 方向の両端に配置され、Y 方向で互いに対向している。一对の側板 9 は、厚さ方向（Y 方向）から見て、長方形形状を呈している。

30

【 0 0 6 7 】

第二收容部 3 b は、底板 8 と一体的に構成され、第二配線部材 6 0 を底板 8 に固定している複数（ここでは四つ）の固定部（固定具）8 b, 8 c, 8 d, 8 e を有している。固定部 8 b, 8 c, 8 d, 8 e のそれぞれは、軸部 8 0 と、頭部 8 1 と、を有している。軸部 8 0 及び頭部 8 1 は、一体に形成されている。

【 0 0 6 8 】

図 1 0 に示されるように、軸部 8 0 は、一方向に沿って延在している。軸部 8 0 は、主面 8 a から突出し（主面 8 a に立設され）ている。軸部 8 0 は、延在方向の他端部が主面 8 a に接続されている。軸部 8 0 は、円柱状であり、断面円形を呈している。軸部 8 0 は、対応する貫通孔 6 0 c に挿通されている。貫通孔 6 0 c の内径 d 1 は、軸部 8 0 の外径 d 2 と同等であり、例えば、1.55 mm 以上 1.65 mm 以下である。軸部 8 0 の外周面 8 0 a と貫通孔 6 0 c の内周面とは、互いに面接触している。ここでは、軸部 8 0 の外周面 8 0 a の全体と貫通孔 6 0 c の内周面の全体とは、互いに面接触している。

40

【 0 0 6 9 】

頭部 8 1 は、軸部 8 0 と接続され、第二配線部材 6 0 の主面 6 0 a に係止されている。頭部 8 1 は、円板形状を呈している。頭部 8 1 の外径 d 3 は、貫通孔 6 0 c の内径 d 1 よりも大きい。頭部 8 1 は、第一頭部 8 1 a と、第二頭部 8 1 b と、を有している。第一頭

50

部 8 1 a 及び第二頭部 8 1 b は、一体に形成されている。第一頭部 8 1 a は、軸部 8 0 の一端部に接続されている。第一頭部 8 1 a は、円板形状を呈している。第一頭部 8 1 a の上面は、例えば、平坦面である。

【 0 0 7 0 】

第二頭部 8 1 b は、第一頭部 8 1 a と接続されている。第二頭部 8 1 b は、第一頭部 8 1 a において、軸部 8 0 よりも径方向に張り出した部分の下面に接続されている。第二頭部 8 1 b は、第一頭部 8 1 a から一方向において軸部 8 0 の他端部側に延在している。すなわち、第二頭部 8 1 b は、第一頭部 8 1 a から第二配線部材 6 0 (主面 8 a) 側に向かって延在している。第二頭部 8 1 b は、軸部 8 0 の外周面 8 0 a と所定の間隔をあけて対向して配置されている。すなわち、第二頭部 8 1 b の内面 8 1 b s は、軸部 8 0 の外周面 8 0 a と対向して配置されている。第二頭部 8 1 b と軸部 8 0 との間には、空隙 (間隙) が形成されている。

10

【 0 0 7 1 】

第二頭部 8 1 b は、軸部 8 0 の外周面 8 0 a の全周を囲うように配置されている。すなわち、第二頭部 8 1 b は、円環状を呈している。第二頭部 8 1 b の先端部 (第一頭部 8 1 a に接続されている端部とは反対側の端部) は、湾曲部分を有している。すなわち、第二頭部 8 1 b では、第二配線部材 6 0 の主面 6 0 b と接触し得る端部に角部が形成されていない。

【 0 0 7 2 】

本実施形態では、複数の固定部 8 b , 8 c , 8 d , 8 e のそれぞれは、頭部 8 1 の第二頭部 8 1 b の形状が異なっている。図 1 1 ( a ) に示されるように、固定部 8 c では、頭部 8 1 の第二頭部 8 1 b は、第二配線部材 6 0 の主面 6 0 a と当接していない。図 1 1 ( b ) に示されるように、固定部 8 b では、頭部 8 1 の第二頭部 8 1 b は、第二配線部材 6 0 の主面 6 0 a と当接している。図 1 1 ( c ) に示されるように、固定部 8 e では、頭部 8 1 の第二頭部 8 1 b の一部は、第二配線部材 6 0 の主面 6 0 a と当接し、第二頭部 8 1 b の一部は、第二配線部材 6 0 の主面 6 0 a と当接していない。図 1 1 ( d ) に示されるように、固定部 8 d では、頭部 8 1 の第二頭部 8 1 b の一部は、第二配線部材 6 0 の主面 6 0 a と当接し、第二頭部 8 1 b の一部は、第二配線部材 6 0 の主面 6 0 a と当接していない。

20

【 0 0 7 3 】

続いて、配線部 2 を底板 8 に固定する方法について説明する。図 1 2 ( a ) に示されるように、配線部 2 が固定される前の固定部 8 b 0 は、配線部 2 が固定された後の固定部 8 b と異なる形状を有している。配線部 2 が固定される前の軸部 8 0 0 は、例えば、貫通孔 6 0 c の内径 d 1 よりも大きい。配線部 2 が固定される前の頭部 8 1 0 は、軸部 8 0 0 から遠ざかるにしたがって先窄まりとなるテーパ状に形成されている。頭部 8 1 0 の先端部の外径は、貫通孔 6 0 c の内径 d 1 よりも小さい。

30

【 0 0 7 4 】

配線部 2 を底板 8 に固定する際、まず、第二配線部材 6 0 の貫通孔 6 0 c が対応する固定部 8 b 0 上に配置されるよう、配線部 2 を底板 8 に対して位置合わせして、軸部 8 0 0 に貫通孔 6 0 c を挿通させる。続いて、図 1 2 ( b ) に示されるように、固定部 8 b 0 をプレス板 P により主面 8 a に向かって押圧する。プレス板 P は、加熱されている。これにより、樹脂から成る頭部 8 1 0 は、プレス板 P により溶融されて潰され、頭部 8 1 となる。

40

【 0 0 7 5 】

ケース 3 は、図 2 に示されるように、被取付部材 2 0 0 の被取付面 2 0 0 a に取り付けられ、被取付面 2 0 0 a のとの間に振動部 1 が配置される音響空間 S を形成する。音響空間 S は、連通部 7 b を通じて互いに連通する第一空間 S 1 及び第二空間 S 2 を有する。第一空間 S 1 は、被取付面 2 0 0 a と主面 1 2 a との間に形成される。第二空間 S 2 は、ケース 3 と主面 1 2 b との間に形成される。第一空間 S 1 は、例えば、第二空間 S 2 よりも広い。

【 0 0 7 6 】

50

圧電素子 10、振動部材 12、及び音響空間 S は、可聴域（例えば、2 kHz 以上 20 kHz 以下の範囲）において互いに異なる共振周波数（共振点）をそれぞれ有するように構成されている。例えば、圧電素子 10 及び振動部材 12 の共振周波数は、圧電素子 10 及び振動部材 12 の外形を小さくすると高くなり、圧電素子 10 及び振動部材 12 の外形を大きくすると低くなる。圧電素子 10 及び振動部材 12 の共振周波数は、例えば、圧電素子 10 及び振動部材 12 を構成する材料、又は、圧電素子 10 及び振動部材 12 の形状等によっても調整される。音響空間 S の共振周波数は、例えば、音響空間 S の大きさや形状等を調整することにより調整される。音響空間 S の共振周波数は、音響空間 S を画定するケース 3 や被取付部材 200 等の部材を構成する材料によっても調整される。なお、共振周波数は、音圧が共振によって最大となる周波数である。

10

## 【0077】

圧電素子 10 は、例えば、2000 Hz 以上 3000 Hz 以下の範囲に共振周波数を有するように構成されている。音響空間 S は、例えば、3000 Hz 以上 6000 Hz 以下の範囲に共振周波数を有するように構成されている。振動部材 12 は、例えば、13000 Hz 以上 17000 Hz 以下の範囲に共振周波数を有するように構成されている。圧電素子 10、振動部材 12、及び音響空間 S は、可聴域において互いに異なる範囲（互いに重ならない範囲）に共振周波数を有する。圧電素子 10、振動部材 12、及び音響空間 S の共振周波数は、少なくとも互いに 500 Hz 以上の差を有して分散するように調整されている。圧電素子 10 の共振周波数と振動部材 12 の共振周波数との差は、例えば、10000 Hz 以上である。振動部材 12 の共振周波数と音響空間 S の共振周波数との差は、例えば、7000 Hz 以上である。

20

## 【0078】

図 13 に示されるように、従来の固定部 8P は、軸部 80P と、頭部 81P と、を有している。頭部 81P は、平板形状を呈している。固定部 8P では、圧電素子の振動によって、第二配線部材 60 が頭部 81P を押し上げたりすることがある。これにより、軸部 80P と頭部 81P との接続部分（軸部 80 の外周面 80Pa と頭部 81P の下面とが成す隅部）を起点としてクラックが発生するおそれがある。クラックが発生によって頭部 81P が破損すると、第二配線部材 60 を固定できなくなり得る。これにより、振動デバイスの信頼性が低下し得る。

## 【0079】

本実施形態に係る振動デバイス 100 では、ケース 3 が複数の固定部 8b, 8c, 8d, 8e を有している。固定部 8b, 8c, 8d, 8e のそれぞれは、軸部 80 及び頭部 81 を有している。頭部 81 は、第一頭部 81a 及び第二頭部 81b を有している。第二頭部 81b は、第一頭部 81a と接続されていると共に第一頭部 81a から軸部 80 の一方の他端部側に延在しており、軸部 80 の外周面 80a と所定の間隔をあけて対向して配置されている。すなわち、第二頭部 81b は、軸部 80 から離間して設けられている。これにより、振動デバイス 100 では、第二頭部 81b が第二配線部材 60 によって押し上げられた場合であっても、第二頭部 81b において外部からの応力を分散させることができる。そのため、振動デバイス 100 では、軸部 80 と頭部 81 との接続部分を起点としてクラックが発生することを抑制できる。したがって、振動デバイス 100 では、頭部 81 が破損することを抑制できる。その結果、振動デバイス 100 では、信頼性の向上が図れる。

30

## 【0080】

本実施形態では、固定部 8b, 8c, 8d, 8e は、アクリル系樹脂、塩化ビニル系樹脂、成型樹脂等の樹脂材料からなる。そのため、第二頭部 81b は、柔軟性を有しているため、外力が加えられると撓んだりする。これにより、振動デバイス 100 では、第二頭部 81b が第二配線部材 60 によって押し上げられた場合、第二頭部 81b において外部からの応力を効果的に分散させることができる。

40

## 【0081】

本実施形態に係る振動デバイス 100 では、第二頭部 81b は、軸部 80 の外周面 80

50

aの全周を囲うように配置されている。この構成では、第二頭部81bにおいて、外部からの応力をより効果的に分散させることができる。

【0082】

本実施形態に係る振動デバイス100では、第二頭部81bの先端部は、湾曲部分を有している。この構成では、第二配線部材60に接触(当接)する第二頭部81bの先端部が角部を有していないため、第二頭部81bが接触し得る第二配線部材60(主面60a)が損傷することを抑制できる。

【0083】

本実施形態に係る振動デバイス100では、複数の固定部8b, 8c, 8d, 8eのそれぞれは、頭部81の第二頭部81bの形状が異なっている。この構成では、固定部8b, 8c, 8d, 8eのそれぞれの第二頭部81bと第二配線部材60との接触の頻度が異なり得る。これにより、振動デバイス100では、固定部8b, 8c, 8d, 8eの耐久性(寿命)が異なり得る。そのため、全ての固定部8b, 8c, 8d, 8eが同時に破損することを回避できる。

10

【0084】

以上、本発明の実施形態について説明してきたが、本発明は必ずしも上述した実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で様々な変更が可能である。

【0085】

上記実施形態では、固定部8b, 8c, 8d, 8eの頭部81の第二頭部81bの上面が平坦面である形態を一例に説明した。頭部81の形状はこれに限定されない。図14(a)に示されるように、固定部8Abは、軸部80と、頭部81Aと、を有している。頭部81Aは、第一頭部81Aaと、第二頭部81Abと、を有している。第一頭部81Aaの上面は、例えば、湾曲面である。第一頭部81Aaは、半球形状を呈している。第一頭部81Aaは、いわゆるシングルマウント形状を呈している。第二頭部81Abは、軸部80の外周面80aと所定の間隔をあけて対向して配置されている。すなわち、第二頭部81Abの内面81Absは、軸部80の外周面80aと対向して配置されている。

20

【0086】

図14(b)に示されるように、固定部8Bbは、軸部80と、頭部81BCと、を有している。頭部81Bは、第一頭部81Baと、第二頭部81Bbと、を有している。第一頭部81Baの上面は、例えば、湾曲面である。第一頭部81Baは、中央部が窪んだ半球形状を呈している。第一頭部81Baは、いわゆるダブルマウント形状を呈している。第二頭部81Bbは、軸部80の外周面80aと所定の間隔をあけて対向して配置されている。すなわち、第二頭部81Bbの内面81Bbsは、軸部80の外周面80aと対向して配置されている。

30

【0087】

上記実施形態では、固定部8b, 8c, 8d, 8eの軸部80と頭部81とが一体に形成されている形態を一例に説明した。しかし、図15に示されるように、固定部8Cbは、軸部80と頭部81Cとは、別体で設けられていてもよい。頭部81Cは、第一頭部81Aaと、第二頭部81Abと、を有している。頭部81Cは、ボルト82によって、軸部80に固定されている。これにより、第二頭部81Cbは、軸部80の外周面80aと所定の間隔をあけて対向して配置されている。すなわち、第二頭部81Cbの内面81Cbsは、軸部80の外周面80aと対向して配置されている。

40

【0088】

上記実施形態では、頭部81の第二頭部81bが、軸部80の外周面80aの全周を囲うように配置されている形態を一例に説明した。しかし、第二頭部81bは、軸部80の外周面80aの一部を囲うように配置されていてもよい。

【0089】

上記実施形態では、図10に示されるように、軸部80の外周面80aと第二頭部81bとが所定の間隔をあけて対向して配置されている形態を一例に説明した。すなわち、軸部80と第二頭部81bとの間に空間が形成されている形態を一例に説明した。しかし、

50

所定の間隔を開けて対向して配置されているとは、軸部と頭部（第二頭部）との間に少なくとも間隙が存在していればよい。ここで言う間隙は、軸部と第二頭部との間に存在して軸部と第二頭部とを区画するものであればよい。そのため、間隙は、例えば、ウェルドラインのように線状であってもよい。固定具（固定部）では、このような間隙を設けることにより、万が一軸部と頭部との接続部分を起点としてクラックが発生したとしても、そのクラックの延伸を抑制することができる。また、固定具では、上記間隙を設けることにより、頭部が完全に破損する前に当該構造が顕著になり、完全に破損することを抑制できる。

【 0 0 9 0 】

上記実施形態では、複数の固定部 8 b , 8 c , 8 d , 8 e のそれぞれが、頭部 8 1 の第二頭部 8 1 b の形状が異なっている形態を一例に説明した。しかし、複数の固定部 8 b , 8 c , 8 d , 8 e のそれぞれの頭部 8 1 の第二頭部 8 1 b の形状が同じであってもよい。また、複数の固定部 8 b , 8 c , 8 d , 8 e のうち、2つの固定部において、頭部 8 1 の第二頭部 8 1 b の形状が異なってもよい。

10

【 0 0 9 1 】

上記実施形態では、軸部 8 0 が円柱状であり、頭部 8 1 が円板形状である形態を一例に説明した。しかし、軸部は、角柱状であってもよい。また、頭部は、矩形板状を呈していてもよい。

【 0 0 9 2 】

上記実施形態では、固定具（固定部 8 b , 8 c , 8 d , 8 e ）が振動デバイス 1 0 0 に適用されている形態を一例に説明した。しかし、固定具は、他の装置（構造）に適用されてもよい。また、固定具は、単体で用いられてもよい。

20

【 0 0 9 3 】

上記実施形態では、図 1 0 において、頭部 8 1 の第二頭部 8 1 b の厚みを均等に示している。しかし、第二頭部 8 1 b は、厚みが均等でなくてもよい。すなわち、第二頭部 8 1 b は、肉厚な部分及び肉薄な部分を有していてもよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 4 】

3 ... ケース、8 ... 底板（配置部）、8 a ... 主面（第四主面）、8 b ... 固定部（固定具）、1 0 ... 圧電素子、1 1 ... 圧電素体、1 1 a ... 主面、1 3 , 1 5 ... 外部電極、5 0 ... 第一配線部材、5 0 c ... 幅狭部、5 9 ... 補強部、6 0 ... 第二配線部材、6 0 a ... 主面（第二主面）、6 0 b ... 主面（第三主面）、6 0 c ... 貫通孔、8 0 ... 軸部、8 0 a ... 外周面、8 1 ... 頭部、8 1 a ... 第一頭部、8 1 b ... 第二頭部、1 0 0 ... 振動デバイス。

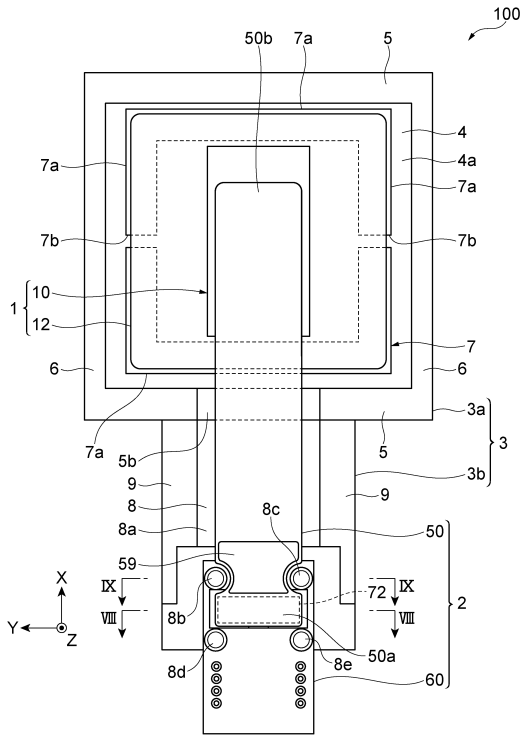
30

40

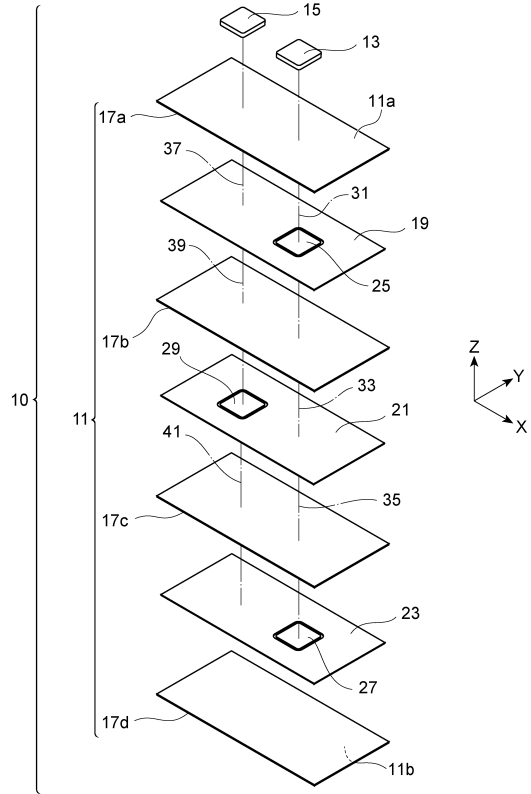
50



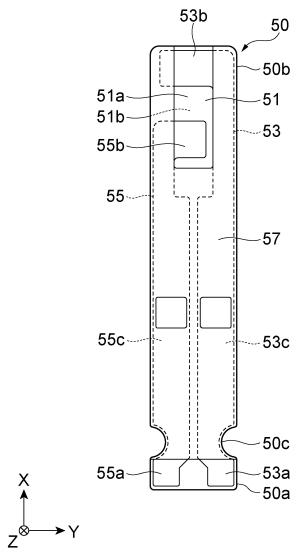
【 図 5 】



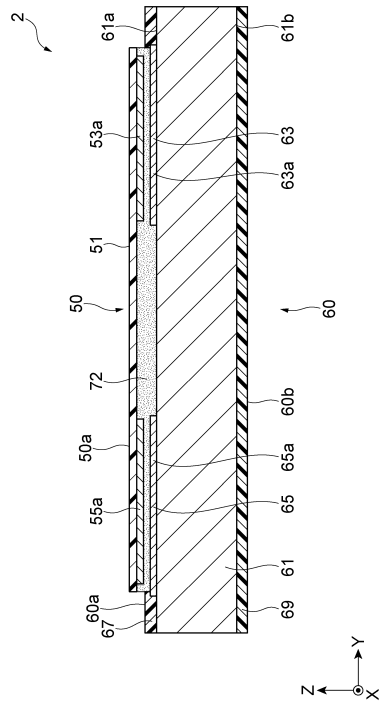
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



10

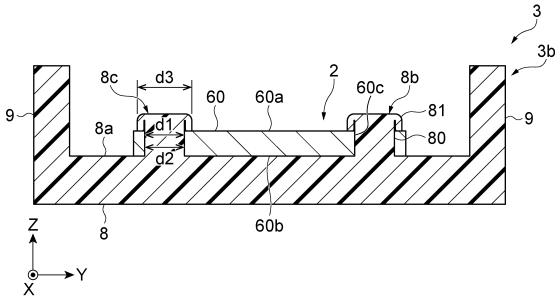
20

30

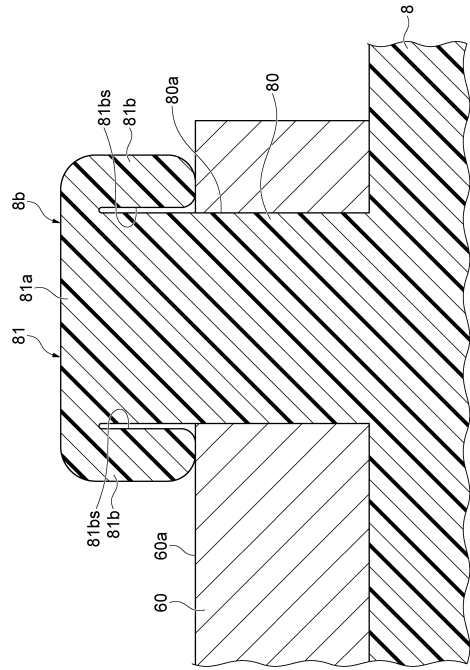
40

50

【図 9】



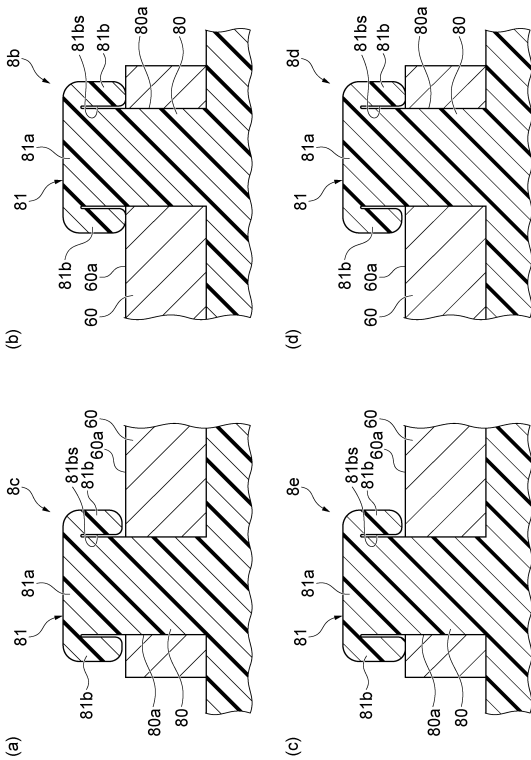
【図 10】



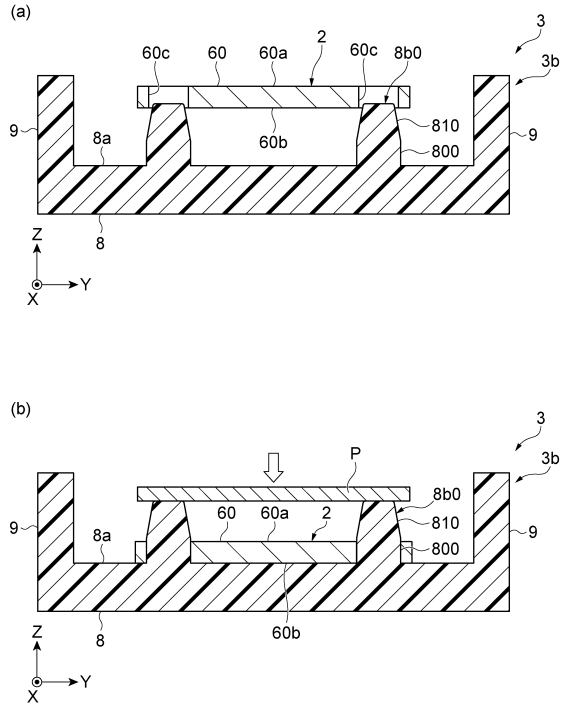
10

20

【図 11】



【図 12】

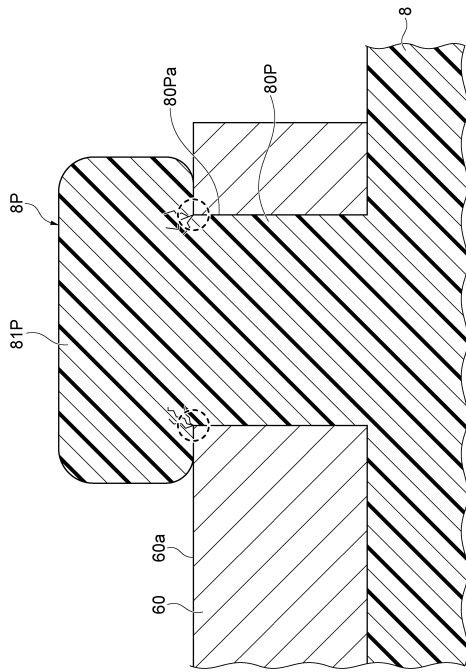


30

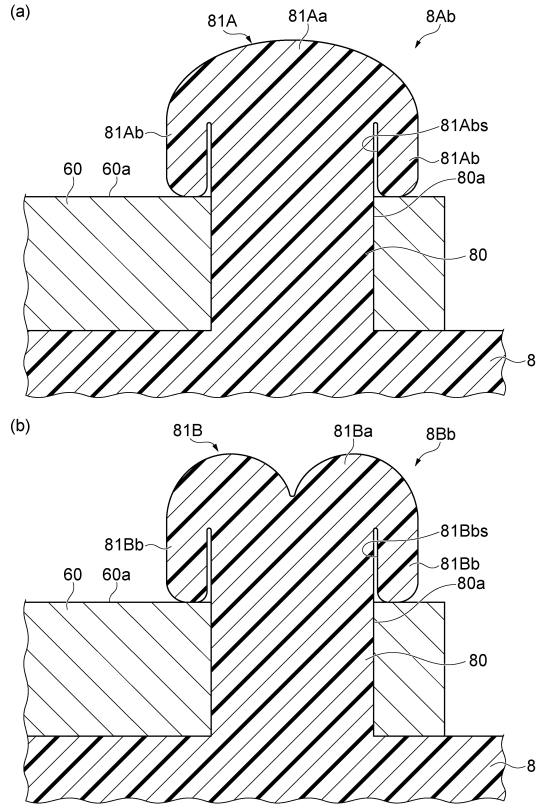
40

50

【 図 1 3 】



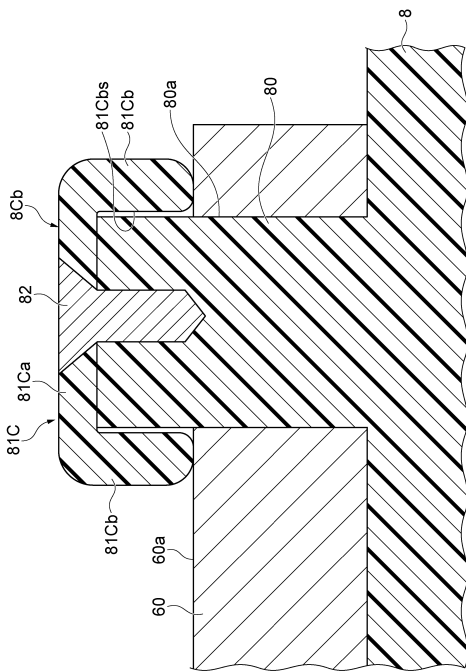
【 図 1 4 】



10

20

【 図 1 5 】



30

40

50

## フロントページの続き

- (72)発明者 成田 薫  
東京都中央区日本橋二丁目5番1号 TDK株式会社内
- (72)発明者 安藤 兼一郎  
東京都中央区日本橋二丁目5番1号 TDK株式会社内
- (72)発明者 太田 佳生  
東京都中央区日本橋二丁目5番1号 TDK株式会社内
- (72)発明者 武田 明丈  
東京都中央区日本橋二丁目5番1号 TDK株式会社内
- (72)発明者 齋藤 久光  
秋田県由利本荘市万願寺1-8 TDK秋田株式会社内
- 審査官 中村 天真
- (56)参考文献 特表平05-502285(JP,A)  
特開2005-086136(JP,A)  
国際公開第2015/125370(WO,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
G10K 9/122-9/125  
H04R 17/00-17/10  
H05K 7/12-7/14