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

特許第5939037号
(P5939037)

(45)発行日　平成28年6月22日(2016.6.22)　(24)登録日　平成28年5月27日(2016.5.27)

(51)Int.Cl.　F I
G01L 9/00 (2006.01)　G01L 9/00 C
G01L 9/08 (2006.01)　G01L 9/08

請求項の数 8　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願2012-122790(P2012-122790)
(22)出願日　平成24年5月30日(2012.5.30)
(65)公開番号　特開2013-250063(P2013-250063A)
(43)公開日　平成25年12月12日(2013.12.12)
審査請求日　平成27年5月27日(2015.5.27)

(73)特許権者　000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区新宿四丁目１番６号
(74)代理人　100095728
弁理士　上柳　雅誉
(74)代理人　100107261
弁理士　須澤　修
(72)発明者　渡辺　潤
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

審査官　森　雅之

最終頁に続く

(54)【発明の名称】圧力センサー素子および電子機器

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
基台と、
厚肉部と、前記厚肉部よりも厚さの小さい薄肉部と、を含む受圧部を有し、前記受圧部の厚み方向からの平面視において少なくとも一部が前記基台と重なるように前記基台に固定されているダイヤフラムと、
前記厚肉部と前記基台との間の位置であって、且つ前記平面視において前記厚肉部の外縁に囲まれた位置に配置されている感圧素子と、
を備え、
前記薄肉部の厚さは、前記厚肉部の厚さの３０％以上７０％以下であることを特徴とする圧力センサー素子。
【請求項２】
前記感圧素子は、
圧電素子であることを特徴する請求項１に記載の圧力センサー素子。
【請求項３】
前記感圧素子は、
前記厚肉部に固定されている一対のベース部と、
前記一対のベース部の一方から他方まで、互いに離間して延出している一対の振動梁部と、
を備えていることを特徴する請求項１または２に記載の圧力センサー素子。

【請求項４】
前記感圧素子の前記一対のベース部は、
前記厚肉部の前記基台に対向している面に突出する形状で設けられている一対の載置部に固定されていることを特徴する請求項３に記載の圧力センサー素子。
【請求項５】
基台と、
厚肉部と、前記厚肉部よりも厚さの小さい薄肉部と、を含む受圧部を有し、前記受圧部の厚み方向からの平面視において少なくとも一部が前記基台と重なるように前記基台に固定されているダイヤフラムと、
前記厚肉部に固定されている一対のベース部と、前記一対のベース部の一方から他方まで、互いに離間して延出している一対の振動梁部と、を備え、前記厚肉部と前記基台との間の位置であって、且つ前記平面視において前記厚肉部の外縁に囲まれた位置に配置されている感圧素子と、
を備え、
前記一対の振動梁部は、前記一対の振動梁部に挟まれている軸に沿って延びており、
前記薄肉部の前記軸上の長さは、前記受圧部の前記軸上の長さの２０％以上６０％以下であることを特徴とする圧力センサー素子。
【請求項６】
前記薄肉部の厚さは、前記厚肉部の厚さの３０％以上７０％以下であることを特徴とする請求項５に記載の圧力センサー素子。
【請求項７】
前記感圧素子の材質、前記ダイヤフラムの材質および前記基台の材質は、水晶であることを特徴とする請求項１ないし６のいずれか１項に記載の圧力センサー素子。
【請求項８】
請求項１ないし７のいずれか１項に記載の圧力センサー素子を含むことを特徴する電子機器。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、圧力センサー素子および電子機器に関する。
【背景技術】
【０００２】
圧力センサー素子には、ダイヤフラムを含んで構成されているものがある。このダイヤフラム式の圧力センサー素子は、ダイヤフラムの受圧部に加わる圧力によって受圧部が撓むので、この撓みを感圧素子（例えば双音叉型振動子）で検知することにより圧力を測定している。
【０００３】
例えば特許文献１には、ダイヤフラムに双音叉型振動子が固定された圧力センサー素子が開示されている。特許文献１に開示された圧力センサー素子では、圧力を受けてダイヤフラムが変形すると、双音叉型振動子も同時に変形し、引っ張り応力が双音叉型振動片に生じる。これにより、双音叉型振動子の発振周波数は、変化する。圧力センサー素子は、この発振周波数の変化から圧力を測定している。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２００３－８３８２９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、上記のような双音叉型振動子では、引っ張り応力が生じる場合に比べて

圧縮応力が生じる場合の方が、破壊荷重が大きい。すなわち、双音叉型振動子に引っ張り応力または圧縮応力が生じた場合、破壊限界点は、圧縮応力の方が引っ張り応力のときよりも大きくなる。

【０００６】

圧力センサー素子では、双音叉型振動子が破壊されない範囲で圧力測定を行うため、破壊限界点が小さいと、圧力センサー素子が圧力測定を行える範囲が狭くなってしまう。

【０００７】

本発明のいくつかの態様に係る目的の１つは、広い測定範囲で、圧力測定を行うことができる圧力センサー素子を提供することにある。また、本発明のいくつかの態様に係る目的の１つは、上記圧力センサー素子を有する電子機器を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

本発明は前述の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り、以下の態様または適用例として実現することができる。

【０００９】

［適用例１］

本適用例に係る圧力センサー素子は、

基台と、

前記基台と平面視で重なっていて前記基台に固定されており、厚肉部と、前記厚肉部よりも厚さの小さい薄肉部とを含んでいて圧力を受けて変形する受圧部を有するダイヤフラムと、

前記厚肉部の前記基台側の面側で、平面視において前記厚肉部の外縁に囲まれた位置に配置されている感圧素子と、

を備えている。

【００１０】

このような圧力センサー素子よれば、外部から受圧部に圧力が加わると、薄肉部は、厚肉部よりも撓みやすく、感圧素子には圧縮応力が生じる。これにより、広い測定範囲で、圧力測定を行うことができる。

【００１１】

［適用例２］

本適用例に係る圧力センサー素子によれば、

前記感圧素子は、

前記厚肉部に固定されている一対のベース部と、

前記一対のベース部の一方から他方まで、互いに離間して延出している一対の振動梁部と、

を備えていてもよい。

【００１２】

このような圧力センサー素子よれば、広い測定範囲で、圧力測定を行うことができる。

【００１３】

［適用例３］

本適用例に係る圧力センサー素子によれば、

前記一対の振動梁部は、前記一対の振動梁部に挟まれている軸に沿って延びており、

前記薄肉部の前記軸上の長さは、前記受圧部の前記軸上の長さの２０％以上６０％以下であってもよい。

【００１４】

このような圧力センサー素子によれば、平面視において厚肉部の外縁の内側に感圧素子を配置させつつ、外部からの圧力によって薄肉部を厚肉部よりも撓みやすくさせることができる。例えば、薄肉部の軸上の長さが受圧部の軸上の長さの２０％よりも小さいと、外部からの圧力によって薄肉部を厚肉部よりも撓みやすくさせることが困難な場合がある。また、薄肉部の軸上の長さが受圧部の軸上の長さの６０％よりも大きいと、厚肉部の面積

が小さくなり、平面視において厚肉部の外縁の内側に感圧素子を配置することが困難な場合がある。

【００１５】

［適用例４］

本適用例に係る圧力センサー素子によれば、

前記薄肉部の前記軸上の長さは、前記受圧部の前記軸上の長さの３０％以上５０％以下であってもよい。

【００１６】

このような圧力センサー素子によれば、より確実に、平面視において厚肉部の外縁の内側に感圧素子を配置させつつ、外部からの圧力によって薄肉部を厚肉部よりも撓みやすくさせることができる。

【００１７】

［適用例５］

本適用例に係る圧力センサー素子によれば、

前記薄肉部の厚さは、前記厚肉部の厚さの３０％以上７０％以下であってもよい。

【００１８】

このような圧力センサー素子によれば、外部からの圧力によって厚肉部も撓ませつつ、薄肉部を厚肉部よりも撓みやすくさせることができる。例えば、薄肉部の厚さが厚肉部の厚さの３０％よりも小さいと、外部からの圧力によって薄肉部のみが撓み、厚肉部に固定されている感圧素子の発振周波数が変化しない場合がある。また、薄肉部の厚さが厚肉部の厚さの７０％よりも大きいと、外部からの圧力によって薄肉部を厚肉部よりも撓みやすくさせることが困難な場合がある。

【００１９】

［適用例６］

本適用例に係る圧力センサー素子によれば、

前記薄肉部の厚さは、前記厚肉部の厚さの４０％以上６０％以下であってもよい。

【００２０】

このような圧力センサー素子によれば、より確実に、外部からの圧力によって厚肉部も撓ませつつ、薄肉部を厚肉部よりも撓みやすくさせることができる。

【００２１】

［適用例７］

本適用例に係る圧力センサー素子によれば、

前記感圧素子の材質は、水晶であってもよい。

【００２２】

このような圧力センサー素子によれば、感圧素子には圧縮応力が生じるので、水晶によって構成されている双音叉型振動子を感圧素子として用いた場合でも、感圧素子が破壊することを抑制できる。

【００２３】

［適用例８］

本適用例に係る電子機器は、

本適用例に係る圧力センサー素子を含む。

【００２４】

このような電子機器によれば、広い測定範囲で、圧力測定を行うことができる圧力センサー素子を含むことができる。

【図面の簡単な説明】

【００２５】

【図１】本実施形態に係る圧力センサー素子を模式的に示す断面図。

【図２】本実施形態に係る圧力センサー素子を模式的に示す平面図。

【図３】本実施形態に係る圧力センサー素子の動作を説明するための断面図。

【図４】本実施形態に係る圧力センサー素子の製造工程を模式的に示す断面図。

【図５】本実施形態に係る圧力センサー素子の製造工程を模式的に示す断面図。
【図６】本実施形態に係る圧力センサー素子の製造工程を模式的に示す断面図。
【図７】本実施形態に係る電子機器を模式的に示す斜視図。
【発明を実施するための形態】
【００２６】
以下、本発明の好適な実施形態について、図面を用いて詳細に説明する。なお、以下に説明する実施形態は、特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではない。また、以下で説明される構成の全てが本発明の必須構成要件であるとは限らない。
【００２７】
１．　圧力センサー素子
まず、本実施形態に係る圧力センサー素子について、図面を参照しながら説明する。図１は、本実施形態に係る圧力センサー素子１００を模式的に示す断面図である。図２は、本実施形態に係る圧力センサー素子１００を模式的に示す平面図である。なお、図１は、図２のＩ－Ｉ線断面図である。また、図１および図２では、互いに直交する３つの軸として、Ｘ軸、Ｙ軸、Ｚ軸を図示している。
【００２８】
圧力センサー素子１００は、図１および図２に示すように、ダイヤフラム１０と、基台２０と、感圧素子３０と、を含む。圧力センサー素子１００は、絶対圧力計である。
【００２９】
ダイヤフラム１０は、基台２０に固定されている。ダイヤフラム１０は、平面視において（Ｚ軸方向から見て）、基台２０と重なっている。ダイヤフラム１０の平面形状（Ｚ軸方向から見た形状）は、例えば、矩形である。ダイヤフラム１０の長辺の長さ（Ｘ軸方向の大きさ）は、例えば、５ｍｍ程度であり、ダイヤフラム１０の短辺の長さ（Ｙ軸方向の大きさ）は、例えば、４ｍｍ程度である。ダイヤフラム１０は、受圧部１６と、枠部１７と、載置部１８，１９と、を有している。受圧部１６、枠部１７、および載置部１８，１９は、一体に設けられている。
【００３０】
受圧部１６の平面形状は、例えば、矩形である。受圧部１６は、外部からの圧力を受けて変形する（撓みを生じさせる）。受圧部１６は、厚肉部１４と、厚肉部１４よりも厚さの小さい薄肉部１２と、を備えている。
【００３１】
薄肉部１２および厚肉部１４の形状は、板状である。図２に示す例では、薄肉部１２および厚肉部１４は、平面視において、Ｘ軸に沿って配置されている。図１に示す例では、受圧部１６の上面（＋Ｚ軸方向を向く面）に凹部１２ａが設けられることによって薄肉部１２が形成されている。なお、図示はしないが、受圧部１６の下面（－Ｚ軸方向を向く面）に凹部が設けられることによって薄肉部１２が形成されていてもよいし、受圧部１６の上面および下面に凹部が設けられることによって薄肉部１２が形成されていてもよい。
【００３２】
薄肉部１２の厚さ（Ｚ軸方向の大きさ）Ｔ１は、厚肉部１４の厚さＴ２よりも小さい。そのため、薄肉部１２は、厚肉部１４よりも外部からの圧力によって撓みやすい。厚肉部１４の厚さＴ２は、例えば、５０μｍ程度である。薄肉部１２の厚さＴ１は、例えば、厚肉部１４の厚さＴ２の３０％以上７０％以下である。薄肉部の厚さが厚肉部の厚さの３０％よりも小さいと、外部からの圧力によって薄肉部のみが撓み、厚肉部に固定されている感圧素子の発振周波数が変化しない場合がある。薄肉部の厚さが厚肉部の厚さの７０％よりも大きいと、外部からの圧力によって薄肉部を厚肉部よりも撓みやすくさせることが困難な場合がある。より好ましくは、薄肉部１２の厚さＴ１は、厚肉部１４の厚さＴ２の４０％以上６０％以下である。さらにより好ましくは、薄肉部１２の厚さＴ１は、厚肉部１４の厚さＴ２の５０％である。
【００３３】

薄肉部１２の軸α上の長さ（薄肉部１２の、平面視において軸αと重なる部分の長さ）Ｌ１は、受圧部１６の軸α上の長さ（受圧部１６の、平面視において軸αと重なる部分の長さ）Ｌ２の２０％以上６０％以下である。薄肉部の軸α上の長さが受圧部の軸α上の長さの２０％よりも小さいと、外部からの圧力によって薄肉部を厚肉部よりも撓みやすくさせることが困難な場合がある。薄肉部の軸α上の長さが受圧部の軸α上の長さの６０％よりも大きいと、厚肉部の面積が小さくなり、平面視において厚肉部の外縁の内側に感圧素子を配置できない場合がある。より好ましくは、薄肉部１２の軸α上の長さＬ１は、受圧部１６の軸α上の長さＬ２の３０％以上５０％以下である。さらにより好ましくは、薄肉部１２の軸α上の長さＬ１は、受圧部１６の軸α上の長さＬ２の４０％である。

【００３４】

なお、軸αは、図２に示すように、双音叉型圧電振動子である感圧素子３０の、一対の振動梁部３２，３４の間を通る軸である。すなわち、軸αは、一対の振動梁部３２，３４に挟まれている軸である。振動梁部３２，３４は、軸αに沿って延出しており、図示の例では、軸αは、Ｘ軸に平行な軸である。

【００３５】

図示の例では、薄肉部１２、厚肉部１４、および受圧部１６の平面形状は、矩形（正方形も含む）である。そのため、振動梁部３２，３４の間を通る軸αに限らず、Ｘ軸に平行な全ての軸において、薄肉部１２の長さ（すなわち、Ｘ軸方向の大きさ）は、受圧部１６の長さ（すなわち、Ｘ軸方向の大きさ）の２０％以上６０％以下であり、より好ましくは、３０％以上５０％以下であり、さらにより好ましくは、４０％である。

【００３６】

なお、図示はしないが、薄肉部１２の軸α上の長さＬ１が、受圧部１６の軸α上の長さＬ２の２０％以上６０％以下であれば、薄肉部１２、厚肉部１４、および受圧部１６の平面形状は、特に限定されない。

【００３７】

枠部１７は、平面視において、受圧部１６の周囲に設けられている。枠部１７の平面形状は、枠状である。枠部１７は、厚肉部１４よりも大きな厚さを有している。枠部１７は、基台２０の枠部２４に接合されている。これにより、ダイヤフラム１０は、基台２０に固定されることができる。

【００３８】

載置部１８，１９は、厚肉部１４の下面に設けられている。載置部１８，１９は、厚肉部１４の下面から下方（－Ｚ軸方向）に突出している。載置部１８，１９の平面形状は、例えば、矩形である。載置部１８，１９には、感圧素子３０が載置（接合）されている。

【００３９】

基台２０は、基部２２と、枠部２４と、を有している。基部２２および枠部２４は、一体に設けられている。基部２２の形状は、板状である。枠部２４は、平面視において、基部２２の周囲に設けられている。枠部２４の平面形状は、ダイヤフラム１０の枠部１７と同じ形状であり、枠状である。枠部２４は、基部２２よりも大きな厚さを有している。基台２０の枠部２４には、ダイヤフラム１０の枠部１７が接合されている。これにより、ダイヤフラム１０および基台２０は、空間２を形成することができ、空間２に感圧素子３０を収容することができる。

【００４０】

空間２は、例えば真空状態である。これにより、感圧素子３０のＣＩ（Ｃｒｙｓｔａｌ Ｉｍｐｅｄａｎｃｅ）値を低下させることができる。また、真空状態である空間２は、絶対圧力計である圧力センサー素子１００において、圧力の基準となることができる。

【００４１】

ダイヤフラム１０および基台２０の材質は、例えば、石英ガラス、無アルカリガラス等の各種ガラスや、水晶などである。ダイヤフラム１０と基台２０とは、例えば、低融点ガラスやエポキシ系の接着剤によって接合されている。

【００４２】

なお、ダイヤフラム１０と基台２０との接合方法は、特に限定されず、ダイヤフラム１０および基台２０の構成材料によっては、直接接合、陽極接合、表面活性化接合などを用いてもよい。また、図示はしないが、ダイヤフラム１０の枠部１７と、基台２０の枠部２４との間に、感圧素子３０と同じ材質からなる圧電体層が設けられていてもよい。

【００４３】

感圧素子３０は、ダイヤフラム１０および基台２０によって形成されている空間２に収容されている。感圧素子３０は、載置部１８，１９に載置され、載置部１８，１９を介して厚肉部１４に固定されている。これにより、感圧素子３０は、ダイヤフラム１０に固定されている。

【００４４】

感圧素子３０は、厚肉部１４の基台２０側の面１４ａ側に配置されている。感圧素子３０は、図２に示すように平面視において、厚肉部１４の外縁に囲まれた位置に配置されている（厚肉部１４の外縁の内側に配置されている）。すなわち、感圧素子３０は、平面視において、薄肉部１２と重なっていない。つまり、平面視において、感圧素子３０の全てが、厚肉部１４の外縁の内側に位置しており、感圧素子３０の外縁は、厚肉部１４の外縁と交差していない。

【００４５】

感圧素子３０は、いわゆる双音叉型の圧電振動子（双音叉型振動子）である。感圧素子３０は、一対の振動梁部３２，３４と、一対のベース部３６，３８と、を有している。振動梁部３２，３４およびベース部３６，３８は、一体に設けられている。

【００４６】

振動梁部３２，３４は、一方のベース部３６から他方のベース部３８まで、互いに離間して延出している。図２に示す例では、振動梁部３２，３４は、振動梁部３２，３４の間を通る軸αに沿って、延出している。振動梁部３２，３４の形状は、例えば、角柱状である。振動梁部３２，３４は、振動梁部３２，３４に設けられた励振電極（図示せず）に駆動信号（交番電圧）が印加されると、Ｙ軸に沿って、互いに離間または近接するように屈曲振動することができる。

【００４７】

ベース部３６，３８は、振動梁部３２，３４の両端に接続されている。ベース部３６，３８は、載置部１８，１９を介して、厚肉部１４に固定されている。より具体的には、ベース部３６は、載置部１８に接合され、ベース部３８は、載置部１９に接合されている。ベース部３６，３８と載置部１８，１９の接合方法は、特に限定されず、例えば、低融点ガラスやエポキシ系の接着剤が挙げられる。

【００４８】

感圧素子４０の材質は、水晶、タンタル酸リチウム（$LiTaO_3$）、四ホウ酸リチウム（$Li_2B_4O_7$）、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）などの圧電材料であってもよいし、酸化亜鉛（ＺｎＯ）、窒化アルミニウム（ＡｌＮ）などの圧電体を皮膜として備えたシリコンなどの半導体材料であってもよい。

【００４９】

次に、圧力センサー素子１００の動作について説明する。図３は、圧力センサー素子１００の動作を説明するための断面図である。なお、便宜上、図３では、基台２０の図示を省略している。

【００５０】

圧力センサー素子１００では、図３（Ａ）に示す状態で、図３（Ｂ）に示すように圧力Ｐが加わると、ダイヤフラム１０の受圧部１６が撓む。その際、薄肉部１２は、厚肉部１４よりも厚さが小さいので、厚肉部１４よりも撓みやすい。これにより、厚肉部１４に設けられた載置部１８，１９の下面（感圧素子３０との接合面）が、互いに近づくように、厚肉部１４を撓ませることができる。感圧素子３０は、厚肉部１４に固定されて、平面視において厚肉部１４の外縁に囲まれた位置に配置されている。その結果、感圧素子３０に

は、ベース部３６とベース部３８とが互いに近づく方向の力が加わり、振動梁部３２，３４には、圧縮応力Ｆが生じる。したがって、圧力センサー素子１００に圧力Ｐが加わると、感圧素子３０の振動周波数（発振周波数）は、低くなる。

【００５１】

圧力センサー素子１００では、図示しない検知部によって、感圧素子３０の発振周波数の変化量を検知することができる。そして、圧力センサー素子１００では、検知された発振周波数の変化量に基づいて、付与された圧力の大きさを導き出すことができる。

【００５２】

本実施形態に係る圧力センサー素子１００は、例えば、以下の特徴を有する。

【００５３】

圧力センサー素子１００によれば、受圧部１６は、薄肉部１２と厚肉部１４とを備え、感圧素子３０は、厚肉部１４に固定されて、厚肉部１４の外縁に囲まれた位置に配置されている。そのため、上述のように、外部から受圧部１６に圧力が加わると、薄肉部１２は、厚肉部１４よりも撓みやすく、感圧素子３０には圧縮応力が生じる。これにより、圧力センサー素子１００は、広い測定範囲で、圧力測定を行うことができる。

【００５４】

例えば双音叉型振動子である感圧素子は、引っ張り応力が生じる場合に比べて圧縮応力が生じる場合の方が、破壊荷重が大きい。すなわち、感圧素子に引っ張り応力または圧縮応力が生じた場合、破壊限界点は、圧縮応力の方が引っ張り応力のときよりも大きくなる。圧力センサー素子では、感圧素子が破壊されない範囲で圧力測定を行うため、感圧素子に引っ張り応力が生じる場合は、圧力測定を行える範囲が狭くなってしまう。圧力センサー素子１００によれば、このような問題を解消することができる。

【００５５】

また、圧力センサー素子１００によれば、感圧素子に引っ張り応力が生じる圧力センサー素子と、圧力の測定範囲を同じとした場合に、分解能を向上させることができる。

【００５６】

さらに、圧力センサー素子１００は、感圧素子３０の破壊限界点を大きくできるので、感圧素子に引っ張り応力が生じる場合に比べて、ダイヤフラム１０が撓むことによって感圧素子３０に生じる応力によって、感圧素子３０が破壊することを抑制できる。したがって、圧力センサー素子１００では、寿命を長くすることができる。

【００５７】

圧力センサー素子１００によれば、薄肉部１２の軸α上の長さＬ１を、受圧部１６の軸α上の長さＬ２の２０％以上６０％以下とすることができる。これにより、平面視において厚肉部１４の外縁の内側に感圧素子３０を配置させつつ、薄肉部１２を厚肉部１４よりも撓みやすくさせることができる。例えば、薄肉部の軸α上の長さが受圧部の軸α上の長さの２０％よりも小さいと、外部からの圧力によって薄肉部を厚肉部よりも撓みやすくさせることが困難な場合がある。また、薄肉部の軸α上の長さが受圧部の軸α上の長さの６０％よりも大きいと、厚肉部の面積が小さくなり、平面視において厚肉部の外縁の内側に感圧素子を配置できない場合がある。

【００５８】

圧力センサー素子１００によれば、薄肉部１２の軸α上の長さＬ１を、受圧部１６の軸α上の長さＬ２の３０％以上５０％以下とすることができる。これにより、より確実に、平面視において厚肉部１４の外縁の内側に感圧素子３０を配置させつつ、外部の圧力によって薄肉部１２を厚肉部１４よりも撓みやすくさせることができる。さらに、薄肉部１２の軸α上の長さＬ１を、受圧部１６の軸α上の長さＬ２の４０％とすることにより、よりいっそう確実に、平面視において厚肉部１４の外縁の内側に感圧素子３０を配置させつつ、外部の圧力によって薄肉部１２を厚肉部１４よりも撓みやすくさせることができる。

【００５９】

圧力センサー素子１００によれば、薄肉部１２の厚さＴ１を、厚肉部１４の厚さＴ２の３０％以上７０％以下とすることができる。これにより、外部からの圧力によって厚肉部

１４も撓ませつつ、薄肉部１２を厚肉部１４よりも撓みやすくさせることができる。例えば、薄肉部の厚さが厚肉部の厚さの３０％よりも小さいと、外部からの圧力によって薄肉部のみが撓み、厚肉部に固定されている感圧素子の発振周波数が変化しない場合がある。また、薄肉部の厚さが厚肉部の厚さの７０％よりも大きいと、外部からの圧力によって薄肉部を厚肉部よりも撓みやすくさせることが困難な場合がある。

【００６０】

圧力センサー素子１００によれば、薄肉部１２の厚さＴ１を、厚肉部１４の厚さＴ２の４０％以上６０％以下とすることができる。これにより、より確実に、外部からの圧力によって厚肉部１４も撓ませつつ、薄肉部１２を厚肉部１４よりも撓みやすくさせることができる。さらに、薄肉部１２の厚さＴ１を、厚肉部１４の厚さＴ２の５０％とすることにより、よりいっそう確実に、外部からの圧力によって厚肉部１４も撓ませつつ、薄肉部１２を厚肉部１４よりも撓みやすくさせることができる。

【００６１】

圧力センサー素子１００によれば、感圧素子３０の材質は、水晶である。水晶によって構成されている双音叉型振動子を感圧素子として用いた場合、振動梁部が極めて細く、かつ水晶は硬質な材料であるため、特に、引っ張り応力によって破壊し易い。圧力センサー素子１００によれば、感圧素子３０には圧縮応力が生じるので、水晶によって構成されている双音叉型振動子を感圧素子３０として用いた場合でも、感圧素子３０が破壊することを抑制できる。

【００６２】

２．　圧力センサー素子の製造方法

次に、本実施形態に係る圧力センサー素子の製造方法について、図面を参照しながら説明する。図４～図６は、本実施形態に係る圧力センサー素子の製造工程を模式的に示す断面図である。

【００６３】

図４に示すように、母基板４０を用意する。母基板４０としては、例えば、水晶基板を用いる。次に、母基板４０の第１面４２に所定形状のマスク層Ｍ１を形成し、母基板４０の第１面４２と反対側の第２面４４に所定形状のマスク層Ｍ２を形成する。マスク層Ｍ１，Ｍ２としては、例えば、レジスト層を用いる。

【００６４】

図５に示すように、マスク層Ｍ１，Ｍ２をマスクとして、母基板４０をエッチング（例えばウェットエッチング）する。これにより、薄肉部１２と厚肉部１４とを備えた受圧部１６、枠部１７、および載置部１８，１９を有するダイヤフラム１０を、形成することができる。なお、マスク層Ｍ１，Ｍ２は、公知の方法により除去される。

【００６５】

図６に示すように、ダイヤフラム１０に感圧素子３０を固定する。より具体的には、ダイヤフラム１０の載置部１８，１９に、感圧素子３０のベース部３６，３８を接合する。なお、感圧素子３０は、例えば水晶基板をフォトリソグラフィー技術およびエッチング技術でパターニングすることにより用意することができる。

【００６６】

図２に示すように、基台２０にダイヤフラム１０を固定する。より具体的には、ダイヤフラム１０の枠部１７と、基台２０の枠部２４と、を接合する。これにより、ダイヤフラム１０および基台２０によって形成される空間２に、感圧素子３０を収容することができる。本工程を真空状態で行うことにより、空間２を真空状態にすることができる。または、基台２０に図示しない貫通孔を形成しておき、常圧下でダイヤフラム１０と基台２０とを接合した後、貫通孔を介して空間２を真空状態とし、貫通孔に図示しない充填物（例えばＡｕＳｎやＡｕＧｅからなる充填物）を充填し封止することによって、空間２を真空状態にしてもよい。なお、基台２０は、例えば水晶基板をフォトリソグラフィー技術およびエッチング技術でパターニングすることにより用意することができる。

【００６７】

以上の工程により、本実施形態に係る圧力センサー素子１００を製造することができる。

【００６８】

３．　電子機器

次に、本実施形態に係る電子機器について、図面を参照しながら説明する。本実施形態に係る電子機器は、本発明に係る圧力センサー素子を含む。以下では、本発明に係る圧力センサー素子として、圧力センサー素子１００を含む電子機器について、説明する。

【００６９】

図７は、本実施形態に係る電子機器として、携帯電話機（ＰＨＳも含む）１２００を模式的に示す斜視図である。

【００７０】

図７に示すように、携帯電話機１２００は、複数の操作ボタン１２０２、受話口１２０４、および送話口１２０６を備え、操作ボタン１２０２と受話口１２０４との間には、表示部１２０８が配置されている。

【００７１】

このような携帯電話機１２００には、圧力センサー素子１００が内蔵されている。

【００７２】

電子機器１２００によれば、広い測定範囲で、圧力測定を行うことができる圧力センサー素子１００を含むことができる。

【００７３】

なお、圧力センサー素子１００を備えた電子機器は、上記の電子機器１２００の他にも、例えば、歩数計、レーダー探知機、ラジオゾンデ、医療用活動量計、タコグラフ、腕時計、ゲーム機、カーナビゲーション装置などに適用することができる。

【００７４】

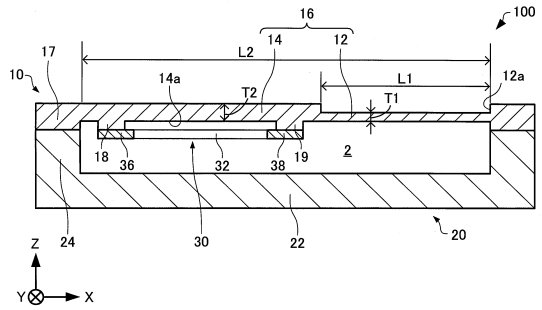
本発明は、実施の形態で説明した構成と実質的に同一の構成（例えば、機能、方法及び結果が同一の構成、あるいは目的及び効果が同一の構成）を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成の本質的でない部分を置き換えた構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成と同一の作用効果を奏する構成又は同一の目的を達成することができる構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成に公知技術を付加した構成を含む。

【符号の説明】

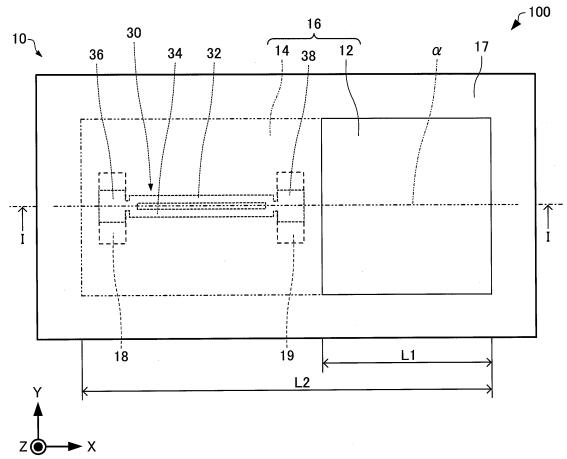
【００７５】

２…空間、１０…ダイヤフラム、１２…薄肉部、１２ａ…凹部、１４…厚肉部、１４ａ…厚肉部の面、１６…受圧部、１７…枠部、１８，１９…載置部、２０…基台、２２…基部、２４…枠部、３０…感圧素子、３２，３４…振動梁部、３６，３８…ベース部、４０…母基板、４２…第１面、４４…第２面、１００…圧力センサー素子、１２００…携帯電話機、１２０２…操作ボタン、１２０４…受話口、１２０６…送話口、１２０８…表示部

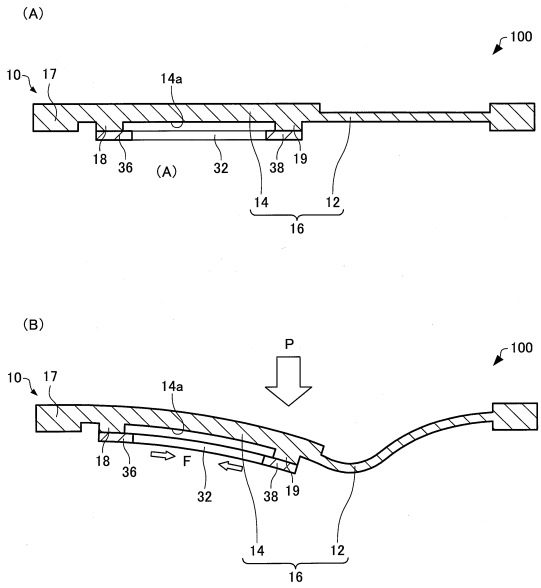
【図１】



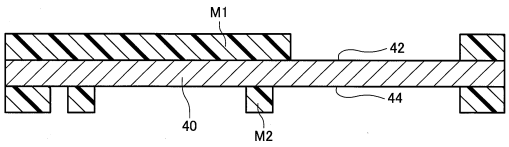
【図２】



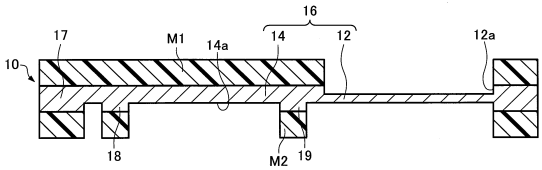
【図３】



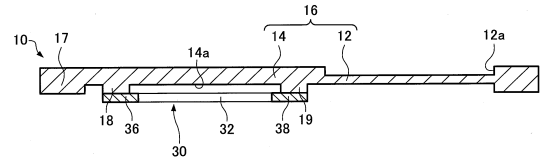
【図４】



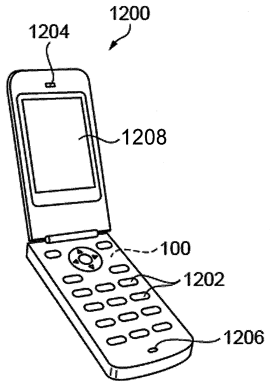
【図５】



【図６】



【図７】



フロントページの続き

(56)参考文献 特許第５４０３２００（ＪＰ，Ｂ２）
特許第５３０５０２８（ＪＰ，Ｂ２）
特許第４９９８８６０（ＪＰ，Ｂ２）
特許第４３３２８５９（ＪＰ，Ｂ２）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０１Ｌ９