

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4888715号  
(P4888715)

(45) 発行日 平成24年2月29日 (2012. 2. 29)

(24) 登録日 平成23年12月22日 (2011. 12. 22)

(51) Int. Cl.

G O 1 L 9/00 (2006.01)

F I

G O 1 L 9/00

C

請求項の数 8 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2007-78383 (P2007-78383)  
 (22) 出願日 平成19年3月26日 (2007. 3. 26)  
 (65) 公開番号 特開2008-241287 (P2008-241287A)  
 (43) 公開日 平成20年10月9日 (2008. 10. 9)  
 審査請求日 平成22年3月17日 (2010. 3. 17)

(73) 特許権者 000002369  
 セイコーエプソン株式会社  
 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
 (74) 代理人 100096806  
 弁理士 岡▲崎▼ 信太郎  
 (74) 代理人 100098796  
 弁理士 新井 全  
 (74) 代理人 100121647  
 弁理士 野口 和孝  
 (72) 発明者 櫻井 俊信  
 東京都日野市日野421-8 エプソント  
 ヨコム株式会社内

審査官 三田村 陽平

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧力センサ用の感圧素子、及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

振動部と該振動部の両端に接続される一対の基部とを有する圧電振動素子と、  
可撓性を有し、一方の主面上に前記一対の基部の夫々が接合された一対の台座部を有す  
るダイヤフラムと

を備えた圧力センサ用の感圧素子であって、  
 前記ダイヤフラムは、前記主面が矩形状に形成され、  
前記一対の台座部は、前記主面の中央部を挟むように配置され、前記中央部に向かうに  
従って、その向う方向と直交する方向の幅の寸法を小さくするよう形成されている  
 ことを特徴とする感圧素子。

【請求項 2】

前記一対の台座部は、互いに、前記中央部側の内側縁部が略平行であることを特徴とする請求項 1 に記載の感圧素子。

【請求項 3】

前記一対の台座部の前記中央部側と反対側の外側縁部と、該外側縁部に対向する前記ダイヤフラムの周縁部とは、略平行であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の感圧素子。

【請求項 4】

前記台座部の前記中央部側の内側縁部における幅の寸法は、該内側縁部に対向する前記基部の幅の寸法と、同等以上であることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載

10

20

の感圧素子。

【請求項 5】

前記ダイヤフラムの周縁部は前記圧電振動素子を囲む枠状部と接合され、

前記枠状部と前記基部とは接続部を介して一体的に形成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の感圧素子。

【請求項 6】

前記接続部の前記枠状部と前記基部とをつなぐ方向は、前記一对の基部を結ぶ方向と交差していることを特徴とする請求項 5 に記載の感圧素子。

【請求項 7】

前記ダイヤフラムは、前記一方の主面と反対側の他方の主面の中央部に、凸部が形成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の感圧素子。

10

【請求項 8】

両端に一对の基部を有する圧電振動素子を枠状部で囲み、前記圧電振動素子と前記枠状部とが接続されている枠付き振動子の形状を複数形成した振動子用ウエハと、一方の主面に前記一对の基部の夫々を接合する一对の台座部を有し、周縁部を固定するようにした可撓性を有するダイヤフラムの形状を複数形成したダイヤフラム用ウエハとを、それぞれ別々に用意する準備工程と、

前記台座部と前記基部、及び前記枠状部と前記周縁部を、それぞれ接合するようにして、前記ダイヤフラム用ウエハと前記振動子用ウエハとを接合する接合工程と、

感圧素子毎となるように個片化するダイシング工程と

20

を含んでおり、

前記準備工程では、

複数の前記枠付き振動子の形状を形成する際、前記枠付き振動子毎の全体外形を略矩形状に形成し、

複数の前記ダイヤフラムの形状を形成する際、各前記ダイヤフラムについて、その全体外形を略矩形状に形成し、かつ、前記一对の台座部を前記主面の中央部を挟むように形成すると共に、前記中央部に向かうに従って、その向う方向と直交する幅方向の寸法を小さくするように形成する

ことを特徴とする圧力センサ用感圧素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、ダイヤフラムに接合された圧電振動片を用いた感圧素子及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

水晶振動片等の圧電振動片に応力を加えると周波数が変化することから、従来より、この圧電振動片の性質を利用した圧力センサが広く用いられている。

図 11 は従来の圧力センサに用いられる感圧素子 1 であり、図 11 (a) はその概略平面図、図 11 (b) はその概略断面図である (例えば、特許文献 1 参照)。なお、図 11 (a) は上面を透過して図示している。

40

この図に示されるように、感圧素子 1 は、外部からの圧力  $P_1$ 、 $P_2$  を受けて撓む 2 枚の水晶ダイヤフラム 2、4 を有している。そして、この 2 枚の水晶ダイヤフラム 2、4 は、凹状の開口部どうしを対向させるようにして接合され、これにより圧電振動片 6 を収容する内部空間 S が形成されている。また、この水晶ダイヤフラム 2、4 は、理想的な撓み動作を得ることができるよう、全体が円形に形成されている。

【0003】

圧電振動片 6 は、双音叉振動片であり、この双音叉振動片の長手方向の両端の基部 6a、6b と、水晶ダイヤフラム 2 の内部空間 S に面した台座部 7a、7b とが、接合固定されている。そして、圧電振動片 6 は、水晶ダイヤフラム 2 が最も撓む中央をまたぐように

50

配置されている。このような状態で、水晶ダイヤフラム 2 が外部から圧力 P 1 を受けて撓むと、台座部 7 a , 7 b を介して、圧電振動片 6 が効果的に伸張してストレスを受け、これにより圧電振動片 6 の周波数が変化して、圧力を感知することができる。

【 0 0 0 4 】

また、図 1 1 の感圧素子 1 は、2 枚の水晶ダイヤフラム 2 , 4 の中央部どうしを連結して、台座部 7 a , 7 b が設けられていない水晶ダイヤフラム 4 が受けた圧力 P 2 を、水晶ダイヤフラム 2 に伝達するための力伝達用柱部 8 を有している。これにより、水晶ダイヤフラム 4 側で圧力 P 2 を受けた場合、力伝達用柱部 8、水晶ダイヤフラム 2、及び台座部 7 a , 7 b を介して圧電振動片 6 が圧縮するようにストレスを受ける。このようにして、感圧素子 1 は正負の圧力を検出することができる。

10

【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 4 - 1 3 2 9 1 3 号公開特許公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

ところが、図 1 1 のような感圧素子 1 であると、水晶ダイヤフラム 2 , 4 の全体の外形が円形であるため、バッチ処理をしようとして、例えば図 1 2 に示すように、1 枚のウエハ 9 から複数の水晶ダイヤフラム 2 を形成しようとする、図 1 2 の平行斜線で示す部分が無駄になってしまう。即ち、水晶ウエハに複数の円形の水晶ダイヤフラム 2 , 4 を如何様に並べても切り代以外の破棄される部分が大量に発生してしまう。

20

また、水晶ウエハの状態から個別の水晶ダイヤフラム 2 , 4 に分離する方法としてカタを使用した切断加工では円形に水晶ウエハを切断することが困難である。一方、エッチングにより円形に水晶ウエハを形成する方法もあるがエッチング加工は長い加工時間を必要とする。

このように、水晶ダイヤフラム 2 , 4 の円形状は、加工するうえでは非効率であり高い生産性を実現できるものではなかった。

【 0 0 0 7 】

この点、水晶ダイヤフラム 2 , 4 の全体外形を四角形状に形成すれば、このような無駄を省いて、1 枚のウエハ 9 から複数の水晶ダイヤフラム 2 , 4 を効率よく形成することができる。しかし、水晶ダイヤフラム 2 , 4 の全体外形を四角形状にすると、全体外形が円形の場合に比べて、水晶ダイヤフラム 2 , 4 の外周から中心までの距離が単一の長さではないことで外部から受けた圧力に対して効果的に撓み難くなり、圧力を検出する感度が落ちてしまうという問題がある。

30

【 0 0 0 8 】

本発明は、以上の課題を解決するためになされたもので、ダイヤフラムを効率よく形成でき、かつ、感度よく圧力を測定できる圧力センサ用感圧素子、及びその製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

上記目的は、第 1 の発明にあっては、振動部と該振動部の両端に接続される一対の基部とを有する圧電振動素子と、可撓性を有し、一方の主面上に前記一対の基部の夫々が接合された一対の台座部を有するダイヤフラムとを備えた圧力センサ用の感圧素子であって、前記ダイヤフラムは、前記主面が矩形状に形成され、前記一対の台座部は、前記主面の中央部を挟むように配置され、前記中央部に向かうに従って、その向う方向と直交する方向の幅の寸法を小さくするよう形成されている感圧素子により達成される。

40

好ましくは、第 2 の発明は、第 1 の発明の構成において、前記一対の台座部は、互いに、前記中央部側の内側縁部が略平行であることを特徴とする。

好ましくは、第 3 の発明は、第 1 または第 2 の発明の構成において、前記一対の台座部の前記中央部側と反対側の外側縁部と、該外側縁部に対向する前記ダイヤフラムの周縁部とは、略平行であることを特徴とする。

50

好ましくは、第４の発明は、第１ないし第３の発明のいずれかの構成において、前記台座部の前記中央部側の内側縁部における幅の寸法は、該内側縁部と対向する前記基部の幅の寸法と、同等以上であることを特徴とする。

好ましくは、第５の発明は、第１ないし第４の発明のいずれかの構成において、前記ダイヤフラムの周縁部は前記圧電振動素子を囲む枠状部と接合され、前記枠状部と前記基部とは接続部を介して一体的に形成されていることを特徴とする。

好ましくは、第６の発明は、第５の発明の構成において、前記接続部の前記枠状部と前記基部とをつなぐ方向は、前記一对の基部を結ぶ方向と交差していることを特徴とする。

好ましくは、第７の発明は、第１ないし第６の発明のいずれかの構成において、前記ダイヤフラムは、前記一方の主面と反対側の他方の主面の中央部に、凸部が形成されていることを特徴とする。

10

また、上記目的は、第８の発明にあつては、両端に一对の基部を有する圧電振動素子を枠状部で囲み、前記圧電振動素子と前記枠状部とが接続されている枠付き振動子の形状を複数形成した振動子用ウエハと、一方の主面に前記一对の基部の夫々を接合する一对の台座部を有し、周縁部を固定するようにした可撓性を有するダイヤフラムの形状を複数形成したダイヤフラム用ウエハとを、それぞれ別々に用意する準備工程と、前記台座部と前記基部、及び前記枠状部と前記周縁部を、それぞれ接合するようにして、前記ダイヤフラム用ウエハと前記振動子用ウエハとを接合する接合工程と、感圧素子毎となるように個片化するダイシング工程とを含んでおり、前記準備工程では、複数の前記枠付き振動子の形状を形成する際、前記枠付き振動子毎の全体外形を略矩形状に形成し、複数の前記ダイヤフラムの形状を形成する際、各前記ダイヤフラムについて、その全体外形を略矩形状に形成し、かつ、前記一对の台座部を前記主面の中央部を挟むように形成すると共に、前記中央部に向かうに従って、その向う方向と直交する幅方向の寸法を小さくするように形成する圧力センサ用感圧素子の製造方法により達成される。

20

【００１０】

そして、以下を上記発明の適用例とすることができる。

[適用例１]

振動腕の両端に基部を有する圧電振動片と、前記両端の基部の夫々が接合された台座部を有すると共に、周縁部が固定されるようにした薄板状のダイヤフラムとを備えた圧力センサ用の感圧素子であつて、前記ダイヤフラムは、全体外形が略長方形又は略正方形に形成されており、前記台座部は、前記ダイヤフラムの中央部を挟んだ両側に配置され、前記中央部に向かうに従って、その向かう方向と直交する幅方向の寸法を小さくするように形成されている感圧素子。

30

この構成によれば、感圧素子用のダイヤフラムは、圧電振動片の両端部にある基部の夫々が接合される台座部を有するため、このダイヤフラムが圧力を受けて撓むことで、台座部を介して圧電振動片が変形し、これにより周波数が変化して圧力を感知することができる。

また、このダイヤフラムは、その全体外形が略長方形又は略正方形に形成されているため、一枚のウエハから効率よく複数のダイヤフラムを形成することができる。

さらに、このように、円形のダイヤフラムと比較して理想的に撓むことが不得意な四角形状のダイヤフラムにした場合であっても、台座部は、ダイヤフラムの中央部を挟んだ両側に配置され、中央部に向かうに従って、その向かう方向と直交する幅方向に沿った寸法を小さくするように形成されている。そうすると、ダイヤフラムは、中央部に向かうに従って撓み易くなるため、圧力を受けた場合、中央部に向かうほど変位量が大きくなる。したがって、中央部を挟んで両側に配置された台座部に基部が接合された圧電振動片は変形し易くなる。

40

かくして、ダイヤフラムを効率よく形成でき、かつ、感度よく圧力を測定できる圧力センサ用感圧素子を提供することができる。

【００１１】

[適用例２]

50

適用例 1 の構成において、前記両側の台座部は、互いに、前記中央部側の内側縁部が略平行であることを特徴とする。

この点、適用例 1 では、中央部を挟んで両側に配置された台座部は、中央部に向かうに従って幅寸法が小さくなっている。このため、この所定の剛性を有する台座部の縁部がガイドとなって、ダイヤフラムは折り目をつけるかのように規制されながら撓むことになる。そして、適用例 2 では、両側の台座部は、互いに、中央部側の内側縁部が略平行であるため、ダイヤフラムが中央部を挟んで幅方向に擦れて撓まないように有効にガイドすることになる。したがって、圧電振動片は、幅方向に擦られることを有効に防止しながら、両側の台座部を結ぶ方向に沿ってストレスをかけられて、圧力の検出精度を高めることができる。

10

【 0 0 1 2 】

[適用例 3]

適用例 1 または 2 の構成において、前記台座部の前記中央部側と反対側の外側縁部と、この外側縁部の近傍における前記ダイヤフラムの周縁部とは、略平行であることを特徴とする。

この構成によれば、台座部の中央部側と反対側の外側縁部と、この外側縁部の近傍におけるダイヤフラムの周縁部とは略平行である。したがって、ダイヤフラムは、外側縁部と周縁部との間で、擦れを有効に防止しながら滑らかに撓むため、感度を高めることができる。

20

【 0 0 1 3 】

[適用例 4]

適用例 2 の構成において、前記台座部の前記内側縁部は、前記圧電振動片の基部の前記内側縁部と対向した部分に対応する幅方向の寸法と、同等以上の寸法であることを特徴とする。

この構成によれば、台座部の内側縁部は、圧電振動片の基部の内側縁部と対向した部分に対応する幅方向の寸法と、同等以上の寸法である。なお、ここにいう幅方向の寸法とは、外側縁部から内側縁部に向かう方向と直交する方向を意味する。したがって、圧電振動片の基部の内側縁部に対応する部分が、台座部の内側縁部に接合されず浮いてしまうような状態がなくなり、ダイヤフラムが撓んだ際、圧電振動片の幅方向の擦れを防止して、圧力の検出精度を高めることができる。

30

【 0 0 1 4 】

[適用例 5]

適用例 1 ないし 4 のいずれかの構成において、前記ダイヤフラムの周縁部は前記圧電振動片を囲む枠状部と接合され、前記枠状部と前記圧電振動片の基部とは接続部を介して一体的に形成されていることを特徴とする。

この構成によれば、ダイヤフラムの周縁部は圧電振動片を囲む枠状部と接合され、枠状部と圧電振動片の基部とは接続部を介して一体的に形成されているため、圧電振動片をウエハから個片化せず、複数の圧電振動片の外形が形成されているウエハと、複数のダイヤフラムの外形が形成されているウエハとを積層して、圧電振動片をダイヤフラムの台座部に接合することができ、生産性を高めることができる。

40

【 0 0 1 5 】

[適用例 6]

適用例 5 の構成において、前記接続部は、前記圧電振動片の両端の基部どうしを結ぶ方向に、厚み方向に貫通した貫通孔が設けられていることを特徴とする。

この構成によれば、接続部は、圧電振動片の両端の基部どうしを結ぶ方向に、厚み方向に貫通した貫通孔が設けられているため、圧電振動片の両端の基部どうしを結ぶ方向の撓みを接続部が阻害してしまう事態を防止して、圧力の検出感度を高めることができる。

【 0 0 1 6 】

[適用例 7]

適用例 1 ないし 6 のいずれかの構成において、前記ダイヤフラムは、前記中央部であっ

50

て、前記台座部が配置された面と反対側の面に、剛性を高める剛性部が形成されていることを特徴とする。

この構成によれば、ダイヤフラムは、中央部に剛性を高める剛性部が形成されているため、この剛性部の領域では撓み難くなる。したがって、中央部と圧電振動片との接触を防止して、ストレスを受けて変化する圧電振動片の周波数をさらに変えてしまう恐れを有効に防止できる。また、この剛性部は台座部が配置された面と反対側の面に形成されているため、剛性部が凸部で形成されていた場合であっても、圧電振動片と剛性部とが接触してしまう恐れも防止できる。

【 0 0 1 7 】

[適用例 8]

適用例 1 ないし 7 のいずれかの構成において、前記ダイヤフラムの周縁部は、可撓性を阻害する部分が配置されていない領域の厚みに比べて大きな厚みを有する杵状となっていることを特徴とする。

この構成によれば、ダイヤフラムの周縁部は、可撓性を阻害する部分が配置されていない領域の厚みに比べて大きな厚みを有する杵状となっている。したがって、ダイヤフラムの周縁部の強度を向上させ、例えば、適用例 6 のように圧電振動片を囲む杵状部とダイヤフラムの周縁部とが接合される場合、接合の際の応力でダイヤフラムが割れてしまう等の危険性を回避することができる。また、例えば、ダイヤフラムの周縁部と凹状の蓋体の開口端面とを接合して、該凹状の内側に圧電振動片を収容するような感圧素子を形成する場合は、蓋体の凹状を深く形成しなくても圧電振動片を収容することができ、蓋体の凹状を形成するエッチング時間を短縮して生産性を高めることができる。

【 0 0 1 8 】

[適用例 9]

両端に基部を有する圧電振動片を杵状部で囲み、前記圧電振動片と前記杵状部とが接続されている杵付き振動子の形状を複数形成した振動子用ウエハと、前記圧電振動片の基部を接合する台座部を有し、周縁部を固定するようにした薄板状のダイヤフラムの形状を複数形成したダイヤフラム用ウエハとを、それぞれ別々に用意する準備工程と、前記台座部と前記基部、及び前記杵状部と前記周縁部を、それぞれ接合するようにして、前記ダイヤフラム用ウエハと前記振動子用ウエハとを接合する接合工程と、感圧素子毎となるように個片化するダイシング工程とを含んでおり、前記準備工程では、複数の前記杵付き振動子の形状を形成する際、前記杵付き振動子毎の全体外形を略長方形又は略正方形に形成し、複数の前記ダイヤフラムの形状を形成する際、各前記ダイヤフラムについて、その全体外形を略長方形又は略正方形に形成し、かつ、前記台座部を前記ダイヤフラムの中央部を挟んだ両側に形成すると共に、前記中央部に向かうに従って、その向かう方向と直交する幅方向の寸法を小さくするように形成する圧力センサ用感圧素子。

【 0 0 1 9 】

適用例 9 の構成によれば、感圧素子の製造方法は、両端に基部を有する圧電振動片を囲む杵状部を有する杵付き振動子の形状を複数形成した振動子用ウエハと、圧電振動片の基部を接合する台座部を有し、周縁部を固定するようにした薄板状のダイヤフラムの形状を複数形成したダイヤフラム用ウエハとを、それぞれ別々に用意する準備工程と、台座部と基部、及び杵状部と周縁部を、それぞれ接合するようにして、ダイヤフラム用ウエハと振動子用ウエハとを接合する接合工程とを含んでいる。したがって、個片化した圧電振動片を複数のダイヤフラムの台座部に接合するような製造方法ではなく、振動子用ウエハとダイヤフラム用ウエハとを積層して、圧電振動片をダイヤフラムの台座部に接合することができ、生産性を高めることができる。

また、準備工程では、各杵付き振動子や各ダイヤフラムの全体外形を略長方形又は略正方形に形成しているため、ウエハから無駄なく複数の杵付き振動子及びダイヤフラムを形成することができる。

さらに、このように、円形のダイヤフラムと比較して理想的に撓むことが不得意な四角形状のダイヤフラムにした場合であっても、準備工程では、各ダイヤフラムについて、台

10

20

30

40

50

座部をダイヤフラムの中央部を挟んだ両側に形成すると共に、中央部に向かうに従って、その向かう方向と直交する幅方向の寸法を小さくするように形成する。したがって、ダイヤフラムは、適用例 1 と同様に、中央部に向かうほど変位量が大きくなるため、中央部を挟んで両側に配置した台座部に基部を接合した圧電振動片は変形し易くなる。

かくして、ダイヤフラムを効率よく形成でき、かつ、感度よく圧力を測定できる圧力センサ用感圧素子の製造方法を提供することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

##### 【0020】

図 1 ないし図 5 は、本発明の実施形態に係る圧力センサ用の感圧素子 10 であって、図 1 は感圧素子 10 の概略分解斜視図、図 2 は図 1 の各部品を積層して A - A 線の位置で切断した場合の概略断面図、図 3 はダイヤフラムの概略底面図、図 4 は図 3 のダイヤフラムが圧力を受けた場合における B - B 線切断断面図、図 5 は図 3 のダイヤフラムが圧力を受けた場合における C - C 線切断断面図である。

これらの図における圧力センサ用の感圧素子 10 は、基台 20 と、枠付き振動子 30 と、ダイヤフラム 40 とを有しており、図 2 に示すように、枠付き振動子 30 の枠状部 32 を基台 20 とダイヤフラム 40 とで挟んで、接着剤 25 などの接合部材で接合する三層構造となっている。

##### 【0021】

基台 20 は、枠付き振動子 30 の圧電振動片 31 の部分を收容する内部空間 S を密封するためのパッケージ或いはリッドとしての役割を有する。具体的には、基台 20 は、図 1 及び図 2 に示すように、その内側に凹部 22 が形成されており、この凹部 22 の開口側の端面 24 に、枠付き振動子 30 の枠状部 32 を介して、ダイヤフラム 40 の周縁部 42 が接合されることで、凹部 22 の内側が密封された内部空間 S となる。なお、この開口側の端面 24 の幅 W1、枠状部 32 の幅 W2、ダイヤフラム 40 の周縁部 42 の幅 W3 については、それぞれ対向する部分の幅が略同じとなっている。

##### 【0022】

このような基台 20 は、ガラス、セラミック板、硬質プラスチック等の非導電性材料により形成することができ、例えばセラミックを利用する場合、酸化アルミニウム質のセラミックグリーンシートを成形して、図示の形状とすることができる。本実施形態の場合、基台 20 は、熱膨張係数などを考慮して、圧電振動片 30 を囲む枠状部 32 と同様の材料で例えば水晶にて形成されている。

そして、基台 20 の主面外形は、水晶結晶軸の X 軸方向に平行して延びる 2 本の辺と水晶結晶軸の Y 方向に平行して延びる 2 本の辺とからなる略四角形状（即ち、略長方形又は略正方形）である。

なお、図示されてはいないが、基台 20 の外部に露出した面には電極端子が設けられており、この電極端子は図示しない導電パターンを介して、圧電振動片 31 との間で信号の入出力を行うようになっている。

##### 【0023】

枠付き振動子 30 は、枠状部 32、及びこの枠状部 32 と接続された圧電振動片 31 を有している。そして枠付き振動子 30 は、圧電材料として例えば水晶をエッチングして形成されており、水晶以外にタンタル酸リチウムやニオブ酸リチウム等を用いることができる。また、枠状部 32 の外形は、X 軸方向に平行して延びる 2 本の辺と Y 軸方向に平行して延びる 2 本の辺とからなる略四角形状である。

圧電振動片 31 は、本実施形態の場合、加えられた力に対して周波数の変化が大きく、圧力を感度よく検出できる双音叉振動片とされている。すなわち、双音叉振動片は、屈曲振動モードを有する振動片であって、図 1 に示すように、2 つの音叉型振動片の自由端側の端面どうしを対向させて結合したような構造を有しており、互いに平行に Y 軸方向に長手方向が延びる二本の振動腕 34、35 と、この振動腕 34、35 の長手方向の両端に接続され、振動腕 34、35 と一列に並んだ 2 つの基部 36、37 とを有している。

## 【 0 0 2 4 】

振動腕 3 4 , 3 5 は、Y 軸方向に細長く、その表面に設けられた励振電極（図示せず）により駆動電圧を印加されて屈曲振動する部分であり、この部分に Y 軸方向に伸張及び／又は圧縮するようにストレス或いはテンションがかかると、周波数が変化する部分である。従って、この周波数変化を検知することで圧力変化を感知することができる。

基部 3 6 , 3 7 は、圧電振動片 3 1 をダイヤフラム 4 0 に固定するための両端部であり、さらに、本実施形態の場合、振動腕 3 4 , 3 5 と外部との間で信号の入出力を行なうための中継となる電極（図示せず）を有する部分でもある。

## 【 0 0 2 5 】

台座部 4 4 , 4 5 側の表面には、上述の中継となる電極と導通する為の引出電極（図示せず）を有しており、この図示しない引出電極は、上述した基台 2 0 に設けられた端子と電氣的に接続されている。

10

また、基部 3 6 , 3 7 は、例えば 2 本の振動腕 3 4 , 3 5 の並び部分における長手方向（図 1 及び図 3 の Y 軸方向）と直交する幅方向（図 1 及び図 3 の X 軸方向）の寸法に比べて、大きな幅方向の寸法を有しており、一方の基部 3 6 と他方の基部 3 7 は、振動腕 3 4 , 3 5 を間に挟んで、互いに略対称となっている。

## 【 0 0 2 6 】

枠状部 3 2 は、基台 2 0 の凹部 2 2 と共に、圧電振動片 3 1 を収容する内部空間 S を形成する部材であり、かつ、ダイヤフラム 4 0 の周縁部 4 2 と固定する部材である。

具体的には、枠状部 3 2 は、少なくとも振動腕 3 4 , 3 5 との間に空間を有しており、圧電振動片 3 1 の両端の基部 3 6 , 3 7 と、接続部 3 8 を介して一体的に形成されている。すなわち、本実施形態の場合、枠状部 3 2 と接続部 3 8 と圧電振動片 3 1 とは、1 枚の水晶ウエハから、例えばフォトリソ加工技術を利用してエッチングにより形成されている。

20

## 【 0 0 2 7 】

そして、接続部 3 8 は基部 3 6 , 3 7 よりも細い形状である。即ち、接続部 3 8 は、基部 3 6 , 3 7 と台座部 4 4 , 4 5 とを接合した後は、振動腕 3 4 , 3 5 の撓みを阻害するものとなるので存在しない方が好ましく、このため本実施形態では、枠付き振動子 3 0 とダイヤフラム 4 0 とを接合する際に、基部 3 6 , 3 7 と台座部 4 4 , 4 5 とを位置合わせして接合できる程度に細く形成されている。

30

そして、接続部 3 8 は、基部 3 6 , 3 7 どうしを結ぶ方向（Y 軸方向）、即ち、接続部 3 8 と基部 3 6 , 3 7 とからなる部分と、枠状部 3 2 の X 軸方向に延びる枠辺との間には、厚み方向に貫通した貫通孔 3 8 a が設けられている。このように接続部 3 8 を細く構成し、且つ貫通孔 3 8 a を設けた構成は、図 2 に示すように、外部からダイヤフラム 4 0 に圧力 P が加わり、圧電振動片 3 1 の振動腕が基部 3 6 , 3 7 どうしを結ぶ方向（Y 軸方向）へ接続部 3 8 を撓み易くし、その Y 軸方向の撓みを接続部 3 8 が阻害してしまう事態を防止することができる。

## 【 0 0 2 8 】

尚、接続部 3 8 は、各基部 3 6 , 3 7 の幅方向（即ち、図 1 の基部 3 6 , 3 7 どうしを結ぶ Y 軸方向と直交する X 軸方向）の両端 3 6 a , 3 7 a から、それぞれ幅方向に沿って、互いに離間するように延びて形成された梁としている。

40

このような梁の構成により枠付き振動子 3 0 の構成（剛性）が Y 軸方向に沿った中心線を境に左右対称となる。そしてこのような左右対称の構成により、圧電振動片 3 1 の撓み量が Y 軸方向に沿った中心線を境に左右均等になるので圧電振動片 3 1 に伝達された応力を 2 本の振動腕 3 4 , 3 5 に等しく分配することができる。

さらに、この接続部 3 8 は、振動漏れを軽減するため、出来るだけ振動腕 3 4 , 3 5 から離れた位置に形成することが好ましく、図 1 に示すように、基部 3 6 , 3 7 の振動腕 3 4 , 3 5 側と反対側の端部 3 6 b , 3 7 b における幅方向の両端 3 6 a , 3 7 a に接続されている。

## 【 0 0 2 9 】

50



ダイヤフラム４０は、外部と内部空間Ｓとを仕切って、外部からの受けた圧力Ｐを圧電振動片３１に伝達する部材であり、微細な圧力Ｐを伝達できるように、全体的に薄板状あるいは膜状となっている。

このダイヤフラム４０は、その周縁部４２が、枠付き振動子３０の枠状部３２を介して、基台２０の開口側の端面２４と接合して固定されるようになっているため、枠状部３２の熱膨張係数と同様の熱膨張係数を有する材料（本実施形態の場合は水晶）で形成されている。このようにして、ダイヤフラム４０は薄板状あるいは膜状であっても、接合の際の応力による割れなどを有効に防止している。なお、ダイヤフラム４０の周縁部４２と枠状部３２とを接合する接着剤２５には、例えば低融点ガラスなどのろう材を用いることもできるが、本実施形態の場合、後述する台座部４４，４５と圧電振動片３１の基部３６，３

10

７とを接合する際の接合材４９と同様の融点を有する金属材料を用いている。

また、ダイヤフラム４０の全体外形（主面外形）は、Ｘ軸方向に平行して延びる２本の辺とＹ軸方向に平行して延びる２本の辺とからなる略四角形状である。

#### 【００３０】

さらに、ダイヤフラム４０の周縁部４２は、図２に示すように、可撓性を阻害する部分（後述する台座部４４，４５、及び剛性部５０）が配置されていない領域（可動部）の厚みＤ１に比べて大きな厚みＤ２を有する枠状となっている。したがって、ダイヤフラム４０の固定を目的とした周縁部４２の強度を向上させ、圧電振動片３１を囲む枠状部３２と接合する際の応力でダイヤフラム４０が割れてしまう等の危険性を、より効果的に回避できる。尚、例えば枠状部３２が存在しない圧電振動片３１を使用した場合では、周縁部４

20

#### 【００３１】

また、ダイヤフラム４０は、図２に示すように、内部空間Ｓに露出した面４０ａに、圧電振動片３１の両端の基部３６，３７の夫々が接合された台座部４４，４５を有している。この台座部４４，４５は、その表面に設けられた図示しない引出電極と、基部３６，３７の図示しない中継となる電極とを、半田等の導電性を発揮する接合材４９で電氣的且つ機械的に接続することで、圧電振動片３１と接合されている。また、台座部４４，４５は

30

#### 【００３２】

そして、台座部４４，４５は、ダイヤフラム４０の中央部４０ｂを挟んだ両側に配置されている。すなわち、ダイヤフラム４０の最も変位量が大きい領域となる中央部４０ｂを間に挟んで２つの台座部４４，４５を配置し、この２つの台座部４４，４５の夫々に、圧電振動片３１の２つの基部３６，３７の夫々が接合されている。これにより、圧電振動片３１は、最も変位量が大きい中央部をまたぐように配置されることになるので、振動腕３

40

#### 【００３３】

本発明の実施形態に係る感圧素子１０は以上のような様々な特徴を有しながら構成されており、さらに、感圧素子１０は、以下のような特有な構成を有している。

まず、ダイヤフラム４０は、図３に示すように、全体外形（主面形状）が略長方形又は略正方形に形成されている。すなわち、ダイヤフラム４０は、上述のように中央部４０ｂを最も変位量が大きい領域にし、かつ、圧力が加わった際、歪むことなく一定の曲率をもってきれいに撓むように、円形が理想とされているが、これを敢えて略四角形状にし、１枚のウエハから効率よく多数のダイヤフラム４０を形成できるようにしている。

#### 【００３４】

なお、ここでは、長方形又は正方形ではなく略長方形又は略正方形としたのは、次の理

50

由による。すなわち、ダイヤフラム 40 は全体的に薄板状や膜状であるため、その厚みを外見上無視して、全体が略長方形又は略正方形であるとしている。また、本実施形態のダイヤフラムは水晶をウエットエッチングして形成することも可能であるため、水晶の異方性によりヒレが発生して、正確な長方形又は正方形に形成することが困難であるため、略長方形又は略正方形としている。したがって、例えば、厚みを有するものも、輪郭が複雑なものも、1枚のウエハから効率よく多数のダイヤフラム 40 を形成できるように全体的に略長方形又は略正方形であれば、そのダイヤフラムは本発明に含まれる。

本実施形態のダイヤフラム 40 は、細長い振動腕 34, 35 を有する圧電振動片 31 の形状に合わせて、1枚のウエハから効率よく多数個取りができるように、略長方形に形成されている。

10

#### 【0035】

次に、中央部 40b を挟んで両側に配置された2つの台座部 44, 45 は、図1及び図3に示すように、夫々が中央部 40b に向かうに従って、周縁部 42 からの距離  $X_1$ ,  $X_2$  が大きくなっていく。即ち、台座部 44, 45 の夫々は、中央部 40b に向かう従って、その向かう方向（図1及び図3のY軸方向）と直交する幅方向（図1及び図3のX軸方向）に沿った寸法を小さくなるように形成されている（つまり、底面視が略台形状に形成されている）。換言すれば、台座部 44, 45 のX軸方向の幅は、ダイヤフラム 40（可動部）の中心側からY軸に沿ってダイヤフラム 40 の外側に向かうに従い幅広になる構成を有すると共に、Y軸方向に延びる周縁部 42 の内周辺はY軸方向に平行である。

以下、台座部 44 について詳細に説明するが、特段の言及がない限り、台座部 44 と台座部 45 とは同様の構成である。

20

#### 【0036】

台座部 44 は、幅方向（図1及び図3のX軸方向）の縁部 44c, 44d が、図3に示すように、外側（中央部 40b 側と反対側）の縁部（以下、「外側縁部」という）44a から、内側（中央部 40b 側）の縁部（以下「内側縁部」という）44b に向かうに従って、ダイヤフラム 40 の縁部 44c, 44d の近傍における周縁部 42 から徐々に離れるように形成されている。

すなわち、台座部 44 は、その主面上に広がる形状が直線状の4本の縁部 44a ~ 44d を辺とした所謂、等脚台形であり、外側縁部 44a を長辺とした下底と、内側縁部 44b を短辺とした上底とを有する構造であると共に、内側縁部 44b がX軸方向（振動腕 34, 35 の延長方向と直交する方向）と平行であり、且つ外側縁部 44a よりもダイヤフラム 40 の中央よりに位置した構造である。

30

#### 【0037】

更に、内側縁部 44b の長さ  $W_5$  は、圧電振動片 31 の2本の振動腕 34, 35 の並び部分のX軸方向の幅寸法  $W_4$  以上であることが望ましい。これは内側縁部 44b の長さ  $W_5$  が圧電振動片 31 の振動腕 34, 35 の並び部分の幅未満である場合、ダイヤフラム 40 の撓みにより台座部 44 が撓り易くなると共に、台座部 44 が支点となり2本の振動腕 34, 35 を開脚させるような応力を発生させてしまう。これに対して内側縁部 44b の長さ  $W_5$  を振動腕 34, 35 の並び幅寸法  $W_4$  以上とした場合では、少なくとも厚肉部である台座部 44 は高い剛性があるので2本の振動腕 34, 35 を開脚させるような応力伝達が発生し難い。従って、本発明では、内側縁部 44b を上述の長さ  $W_5$  とすることでダイヤフラム 40 からの応力を効率良く振動腕 34, 35 へ伝達することができる。

40

また、内側縁部 44b の延長方向を振動腕 34, 35 の延長方向と直交させるのは、振動腕 34 と内側縁部 44b までの距離と、振動腕 35 と内側縁部 44b までの距離を等しくすることで振動腕 34, 35 に等しく応力を伝達させる為である。これによってもダイヤフラム 40 からの応力を効率良く振動腕 34, 35 へ伝達することができる。

#### 【0038】

そして、圧電振動片 31 の振動腕 34, 35 のストレスを大きくするためには、図5に示すように、圧力  $P$  が印加されたときに台座部 44（台座部 44 の領域）のY軸方向の傾斜角度  $\theta_1$  を大きくする必要がある（圧力  $P$  と内部空間  $S$  の圧力差が0のとき  $\theta_1 = 0^\circ$ ）。

50

）。この点、台座部 44 はダイヤフラムの剛性を高めて一見してダイヤフラムの撓み動作を妨害するように見えるが、外側縁部 44a に比べて内側縁部 44b に向かうほど剛性を低くしている。このため、図 4 に示すように、圧力がかかっていない状態に対する圧力  $P$  を印加した状態の際の幅方向（ $X$  軸方向）の傾斜角度  $\theta_2$ 、 $\theta_3$  を、内側縁部 44b に向かうほど大きくすることができ、この幅方向の角度  $\theta_2$ 、 $\theta_3$  が加味されて、図 5 に示す長手方向（ $Y$  軸方向）の傾斜角度  $\theta_1$  も大きくなり（圧力  $P$  と内部空間  $S$  の圧力差が 0 のとき  $\theta_2 = \theta_3 = 0^\circ$ ）、この台座部 44 が設けられている領域でも変位量を大きくすることができる。また、台座部 44、45 の剛性がダイヤフラムの可動部よりも高いので、台座部 44、45 と可動部との境が折り代のように機能する。そして、これに加え台座部 44、45 の形状が等脚台形に例えられるようにダイヤフラムの中央から  $Y$  軸に沿って外側へ向かって  $X$  軸方向の幅が広くなるような構成であるので、台座部 44、45 はダイヤフラムの撓み形状を理想的なものとなるよう制御する機能を有する。

10

従って、感圧素子 10 は略四角形状であっても、ダイヤフラム 40 は理想的な撓み動作を実現できるのである。

#### 【0039】

具体的には、台座部 44 は、図 3 に示すように、略長方形のダイヤフラム 40 の幅方向（ $X$  軸方向）の中央部に配置され、幅方向の中心線  $CL_2$  を中心に略対称とされて、幅方向の一方の縁部 44c とその近傍の周縁部 42 との距離  $X_1$ 、及び幅方向の他方の縁部 44d とその近傍の周縁部 42 との距離  $X_2$  の関係が同様となっている。これにより、台座部 44 は、図 4 に示すように、幅方向  $X$  について、圧力がかかっていない状態に対する圧力がかかった状態の一方の縁部 44c 側の傾斜角度  $\theta_3$  と、圧力がかかっていない状態に対する圧力がかかった状態の他方の縁部 44d 側の傾斜角度  $\theta_2$  とが略等しくなるように規制するガイドとなる。

20

#### 【0040】

また、図 3 に示すように、中央部 40b を挟んだ両側の台座部 44、45 は、互いに、中央部 40b を挟んで略対称となっており、かつ、中央部 40b 側の内側縁部 44b、45b が互いに平行となっている。このため、台座部 44、45 は、ダイヤフラム 40 が中央部 40b を挟んで幅方向  $X$  に捩れて撓まないようにガイドすることになる。したがって、圧電振動片 31 は、振動腕 34、35 の長手方向  $Y$  に沿って、幅方向  $X$  に捩れずにきれいにストレスがかかって、圧力の検出精度を高めることができる。

30

#### 【0041】

さらに、台座部 44 は、図 3 に示すように、中央部 40b 側と反対側の外側縁部 44a と、この外側縁部 44a の近傍におけるダイヤフラム 40 の周縁部（図では長手方向  $Y$  の周縁部）42 とは、略平行である。したがって、長手方向  $Y$  における周縁部 42 と外側縁部 44a との間におけるダイヤフラム 40 の領域についても、圧力が加わった場合、捩れを有効に防止しながら滑らかに撓ませて、感度を高めることができる。

なお、本実施形態では、図 3 に示すように、外側縁部 44a とその近傍の周縁部 42 との距離  $Y_2$  に比べて、幅方向  $X$  における縁部 44c とその近傍の周縁部 42 との距離  $X_1$  のうち、最も幅方向  $X$  の寸法が小さい距離  $X_1'$  が大きくなるように設定されている。

#### 【0042】

40

また、台座部 44 の内側縁部 44b は、圧電振動片 31 の基部 36 の内側縁部 44b と対向した部分に対応する幅方向の寸法  $W_5$  と、同等以上の寸法となっている。これにより、圧電振動片 31 の基部 36 の内側縁部 44b に対応する部分が、台座部 44 の内側縁部 44b に接合されず浮いてしまうような状態がなくなり、ダイヤフラム 40 が撓んだ際、圧電振動片 31 の幅方向  $X$  の捩れを防止して、圧力の検出精度を高めることができる。なお、台座部 44 の内側縁部 44b は、図示する幅方向の寸法  $W_5$  と同等であることがより好ましく、これにより、ダイヤフラム 40 の撓みをより向上させることができる。

#### 【0043】

また、ダイヤフラム 40 は、図 1 及び図 2 に示すように、中央部 40b であって、台座部 44、45 が配置された面 40a と反対側の面（即ち、外部に露出した面）40c に、

50

剛性を高める剛性部 50 が形成されている。したがって、ダイヤフラム 40 は、剛性部 50 の領域では撓み難くなるため、中央部 40b と振動腕 34, 35 とが接触する恐れを有効に防止できる。

具体的には、剛性部 50 は、少なくともダイヤフラム 40 の台座部 44 が設けられていない可撓性を有する領域の剛性よりも高ければよいが、本実施形態の場合、圧力を受けた中央部 40b の変位量が台座部 44 の変位量より大きいと、振動腕 34, 35 とダイヤフラム 40 の中央部 40b とが接触する恐れが高まるため、剛性部 50 は、中央部 40b の変位量を台座部 44 における変位量に比べて小さくするように剛性を高めている。また、この剛性部 50 は、ダイヤフラム 40 の中央部 40b の一部を外部側に突出させるように厚みを大きくした凸部であるため、振動腕 34, 35 と接触する恐れをさらに軽減している。

10

#### 【0044】

本発明の実施形態は以上のように構成されており、次にこの感圧素子 10 を利用した圧力センサの製造方法について簡単に説明する。

図 6 は、圧力センサの製造方法の一例を示す工程図、図 7 及び図 8 は図 6 の圧力センサの製造工程うち感圧素子の製造工程を説明するための図である。なお、これらの図で示した符号が、図 1 ないし図 5 で示した符号と同じ場合は同様の構成である。

この製造方法では、3 枚のウエハを積層して接合した後に個片化して、複数の感圧素子を同時に形成するバッチ処理を行なっている。

#### 【0045】

20

すなわち、先ず、図 7 (a) 乃至図 8 (c) に示すように、3 枚のウエハを重ね合わせる前に、水晶ウエハ 60, 62, 64 をそれぞれ別々に用意しておく (図 6 の準備工程)。

具体的には、図 7 (a) に示すように、水晶ウエハに複数のダイヤフラム 40 の外形を周縁部 42 同士が連結した状態であり、複数のダイヤフラム 40 を縦横 (X 軸方向、Y 軸方向) の行列の状態と並べて形成したダイヤフラム用ウエハ 60 を形成する (図 6 の S T 0 - 1)。このダイヤフラム 40 は、図 1 ないし図 5 で既に説明したように、圧電振動片の基部を接合する台座部を有し、周縁部を固定するようにした薄板であり、このような形状をフォトリソグラフィ技術を用いてウエットエッチングで形成することで一括して複数のダイヤフラム 40 の主要部を形成することができる。この際、各ダイヤフラム 40 について、その全体外形を略長方形又は略正方形に形成し、かつ、図 3 に示すように、台座部 44, 45 を各ダイヤフラム 40 の中央部を挟んだ両側に形成すると共に、中央部に向かうに従って、その向かう方向と直交する幅方向の寸法を除々に小さくするように形成する。また、図示していないが、このダイヤフラム用ウエハ 60 の台座部 44, 45 の表面等に電極をスパッタなどで形成しておく。

30

#### 【0046】

また、これとは別に、図 7 (b) に示すように、水晶ウエハに複数の枠付き振動子 30 の外形を枠状部 32 同士が連結した状態であり、複数の枠付き振動子 30 を縦横 (X 軸方向、Y 軸方向) に行列の状態と並べて形成した後 (図 6 の S T 0 - 2)、上述した図示しない励振電極や中継となる電極をスパッタなどで形成して (図 6 の S T 0 - 3)、振動子用ウエハ 62 を完成させる。なお、この枠付き振動子 30 は、図 1 ないし図 5 で既に説明したように、両端に基部を有する圧電振動片を枠状部で囲み、圧電振動片と枠状部とが接続されており、全体外形が略長方形又は略正方形である。このような形状はウエットエッチングで形成しており、複数の枠付き振動子 30 の枠状部 32 と上述した複数のダイヤフラム 40 の周縁部 42、及び複数の基部 36, 37 と複数のダイヤフラムの台座部 44, 45 とが、それぞれ精密に一括して位置合わせできるようにフォトリソグラフィ技術を用いて形成する。

40

#### 【0047】

また、これらとは別に、図 8 (c) に示すように、水晶ウエハに複数の基台 20 の外形を周側面同士が連結した状態であり、複数の基台 20 を縦横 (X 軸方向、Y 軸方向) に行

50

列の状態と並べて形成した基台用ウエハ 6 4 を形成する（図の S T 0 - 4）。この基台 2 0 は、図 1 および図 2 で既に説明したように、圧電振動片を収容する凹部を有している。このような形状はウエットエッチングで形成することで一括して複数の基台 2 0 の凹部を形成することができる。そして、上述した複数の開口部側の端面 2 4 と複数の枠付き振動子の枠状部 3 2 とが精密に一括して位置合わせできるように、フォトリソグラフィ技術を用いて形成する。

#### 【 0 0 4 8 】

そして、このような準備工程を経た後、図 8（d）に示すように、振動子用ウエハ 6 2 をダイヤフラム用ウエハ 6 0 と基台用ウエハ 6 4 とで挟むように積層して、これらを接合する（図 6 の S T 1：接合工程）。この際、ダイヤフラム用ウエハ 6 0 の各台座部 4 4，4 5（図 1 参照）と振動子用ウエハ 6 2 の各基部 3 6，3 7（図 1 参照）とを半田等の接合材 4 9（図 2 参照）で接合する。また、振動子用ウエハ 6 2 の各枠状部 3 2（図 1 参照）とダイヤフラム用ウエハ 6 0 の各周縁部 4 2（図 1 参照）と基台 2 0 の開口側の端面 2 4（図 1 参照）とを接合材 4 9（図 2 参照）と同様の融点を有する金属材料で接合する。

#### 【 0 0 4 9 】

次いで、図 8（d）に示すように、感圧素子毎となるように、切断線 U T に沿って切断して個片化し（図 6 の S T 2：ダイシング工程）、圧電振動片の振動特性などを測定しておく（図 6 の S T 3：第 1 の測定）。この場合、複数の感圧素子が縦列にそれぞれ一列の状態と並んでいるのでダイシング工程で切断する際はカッタを直線的に移動させればよい。従って、このような製造方法は、切断工程が単純であるので生産性に優れる。

次いで、この感圧素子を、例えば圧力をダイヤフラムまで導く孔を有するケース内に、発振回路を備えた集積回路素子等のモジュール部品と共に組み込んで、圧力センサを組立てる（図 6 の S T 4：組立て）。

次いで、図 6 の S T 3 で測定した結果などに基づいて、集積回路素子にデータを書き込んで（図 6 の S T 5：書き込み）、製品として仕様範囲内にあるか否かのチェックをして（図 6 の S T 6：第 2 の測定）、圧力センサを完成させる。

#### 【 0 0 5 0 】

本発明の実施形態に係る感圧素子 1 0 は以上のように構成されており、ダイヤフラム 4 0 は、その全体外形が略長方形又は略正方形に形成されているため、一枚のウエハから効率よく複数のダイヤフラム 4 0 を形成することができる。さらに、このように略長方形又は略正方形のダイヤフラム 4 0 にした場合であっても、台座部 4 4，4 5 は、ダイヤフラム 4 0 の中央部 4 0 b を挟んだ両側に配置され、その夫々が中央部 4 0 b に向かうに従って、その向かう方向と直交する幅方向の寸法を除々に小さくするように形成されている。したがって、ダイヤフラム 4 0 は、中央部 4 0 b に向かうに従って撓み易くなるため、中央部 4 0 b を挟んで両側に配置された台座部 4 4，4 5 に基部 3 6，3 7 が接合された圧電振動片 3 1 は変形し易くなり、感度よく圧力を測定できる。

#### 【 0 0 5 1 】

なお、本発明は上述した実施形態に限られるものではなく、例えば、台座部を底面側から見た形状の変形例である図 9（a）（b）に示すように、台座部 4 4 は台形状に限られず、例えば、幅方向 X の縁部 4 4 c，4 4 d が曲面になっていてもよく、また、幅方向 X の寸法が途中から小さくなっていてもよい。

#### 【 0 0 5 2 】

図 1 0 は、本発明の上述した実施形態の変形例に係る圧力センサ用の感圧素子 1 2 の概略分解斜視図である。

この図において、図 1 ないし図 9 の感圧素子 1 0 と同一の構成には、共通する符号を付して重複する説明は省略し、相違点を中心に説明する。

この感圧素子 1 2 が、図 1 ないし図 9 の感圧素子 1 0 と主に異なるのは、枠付き振動子を利用していない点である。

#### 【 0 0 5 3 】

すなわち、圧電振動片 3 1 の周囲には図 1 に示すような枠状部 3 2 がなく、この個片化

10

20

30

40

50

された圧電振動片 3 1 の両端部の基部 3 6 , 3 7 が台座部 4 4 , 4 5 に接合されている。

また、台座部 4 4 , 4 5 を有するダイヤフラム 4 0 については、その周縁部 4 2 が他の領域よりも厚くなるような形状とはなっておらず、台座部 4 4 , 4 5 が設けられた領域以外の領域は平面状となっている。

また、基台 2 0 については、ダイヤフラム 4 0 が圧力を受けて撓んだ際、伸張した圧電振動片 3 1 が接触しないような深さを有する凹部 2 2 が設けられている。そして、この凹部 2 2 の開口側の端面 2 4 をダイヤフラム 4 0 の周縁部 4 2 に接合して、圧電振動片 3 1 を収容する内部空間を形成しており、基台 2 0 は蓋体としての機能を果たしている。

#### 【 0 0 5 4 】

本実施形態に係る感圧素子 1 2 は以上のように構成されており、個片化された圧電振動片 3 1 を台座部 4 4 , 4 5 に接合する必要性から、図 1 ないし図 9 で説明した感圧素子 1 0 のように製造を容易にすることができない一方、図 1 に示す圧電振動片 3 1 と枠状部 3 2 とをつなぐ接続部 3 8 がいないため、圧電振動片 3 1 にかかるテンションを大きくして、圧力測定の感度を高めることができる。

#### 【 0 0 5 5 】

本発明は上述の実施形態に限定されない。実施形態や変形例の各構成はこれらを適宜組み合わせ、省略し、図示しない他の構成と組み合わせることができる。

例えば、従来図として説明した図 1 1 の感圧素子 1 の特徴を利用してもよい。すなわち、図 1 1 のダイヤフラム 2 , 4 の夫々の全体外形を略四角形状にし、かつ、中央部を挟んで両側に配置された台座部 7 a , 7 b の夫々が、中央部に向かうに従って、その向かう方向と直交する幅方向の寸法を小さくするように形成してもよい。これにより、2 枚の水晶ダイヤフラム 2 , 4 の中央部どうしを連結する力伝達用柱部 8 を設けて、正負の圧力を検出できる感圧素子 1 についても、生産性を高めると共に、感度よく圧力を測定できる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【 0 0 5 6 】

【図 1】本発明の実施形態に係る圧力センサ用の感圧素子の概略分解斜視図。

【図 2】図 1 の各部品を組み合わせる A - A 線の位置で切断した場合の概略断面図。

【図 3】本発明の実施形態に係る感圧素子に用いられるダイヤフラムの概略底面図。

【図 4】図 3 のダイヤフラムが圧力を受けた場合における B - B 線切断断面図。

【図 5】図 3 のダイヤフラムが圧力を受けた場合における C - C 線切断断面図。

【図 6】本発明の実施形態に係る圧力センサの製造方法の一例を示す工程図。

【図 7】図 6 の圧力センサの製造工程のうち感圧素子の製造工程の説明図。

【図 8】図 6 の圧力センサの製造工程のうち感圧素子の製造工程の説明図。

【図 9】本発明の実施形態に係る台座部を底面側から見た形状の変形例。

【図 1 0】本発明の実施形態の変形例に係る圧力センサ用の感圧素子の概略分解斜視図。

【図 1 1】従来の圧力センサに用いられる感圧素子であり、図 1 1 ( a ) は概略平面図、図 1 1 ( b ) は概略断面図。

【図 1 2】従来のダイヤフラムをウエハに形成した概略平面図。

#### 【符号の説明】

#### 【 0 0 5 7 】

3 0 . . . 枠付き振動子、3 1 . . . 圧電振動片、3 4 , 3 5 . . . 振動腕、3 6 , 3 7 . . . 基部、4 0 . . . ダイヤフラム、4 0 b . . . 中央部、4 2 . . . 周縁部、4 4 , 4 5 . . . 台座部

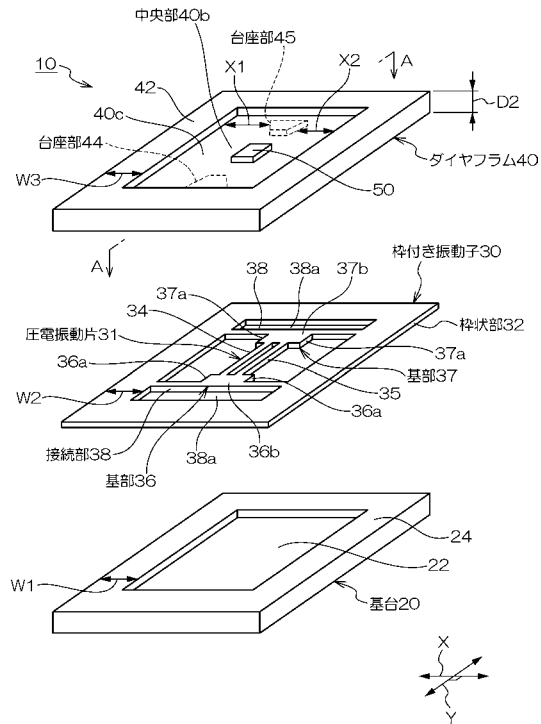
10

20

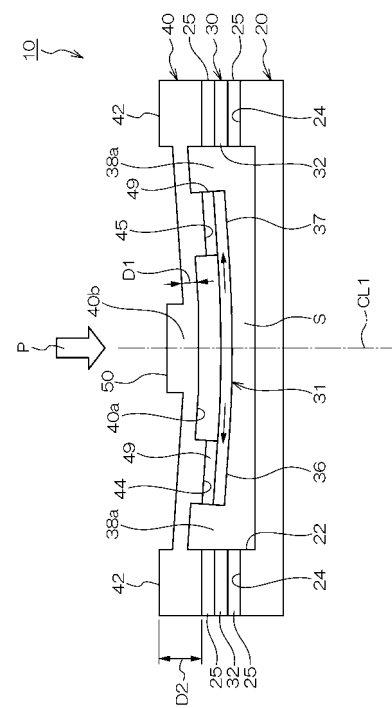
30

40

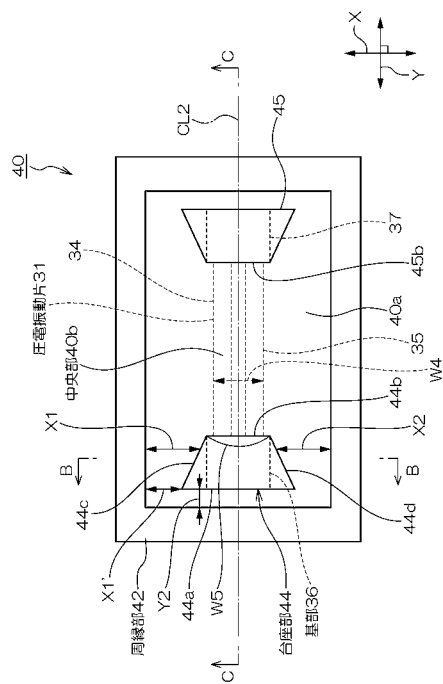
【図 1】



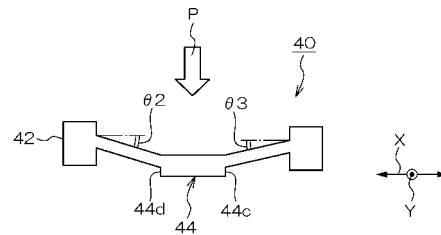
【図 2】



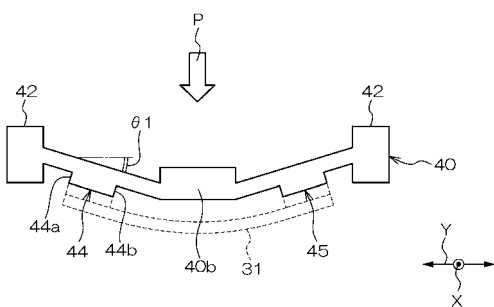
【図 3】



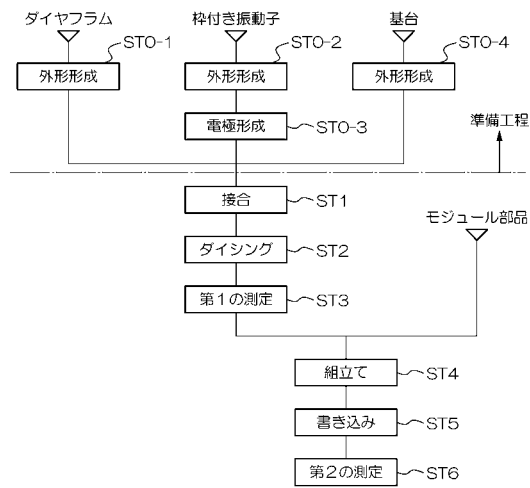
【図 4】



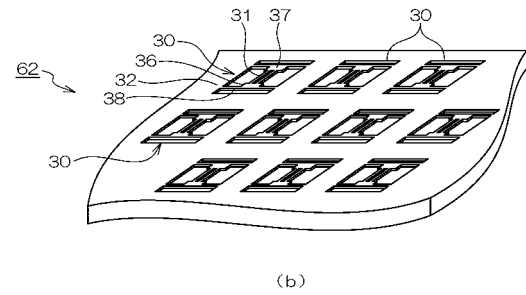
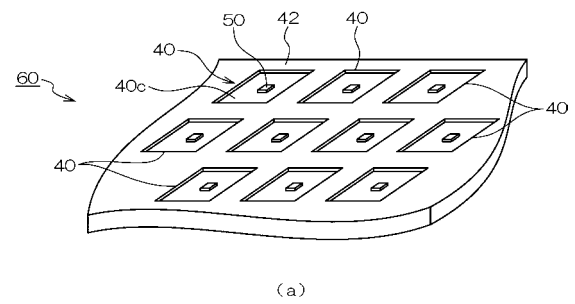
【図 5】



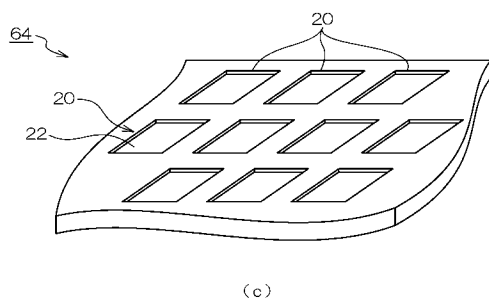
【図 6】



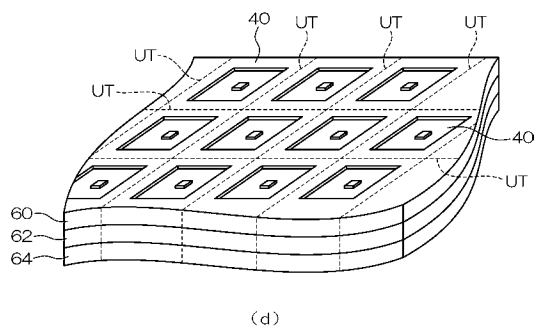
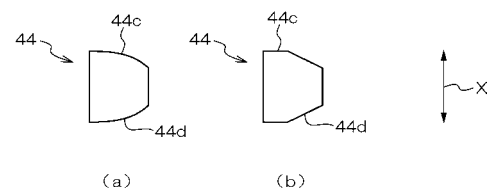
【図 7】



【図 8】



【図 9】







---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-267558(JP,A)  
特表平07-504980(JP,A)  
特開平7-190873(JP,A)  
特開2004-132913(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01L 9/00