

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6252737号  
(P6252737)

(45) 発行日 平成29年12月27日 (2017.12.27)

(24) 登録日 平成29年12月8日 (2017.12.8)

(51) Int. Cl.		F I			
<b>GO 1 P</b>	<b>15/08</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 1 P	15/08	1 O 2 A
<b>HO 1 L</b>	<b>23/02</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 1 P	15/08	1 O 1 A
			HO 1 L	23/02	G
			HO 1 L	23/02	J

請求項の数 10 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2013-183797 (P2013-183797)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成25年9月5日 (2013.9.5)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2015-52456 (P2015-52456A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成27年3月19日 (2015.3.19)	(74) 代理人	100090387
審査請求日	平成28年3月24日 (2016.3.24)		弁理士 布施 行夫
		(74) 代理人	100090398
			弁理士 大淵 美千栄
		(74) 代理人	100116665
			弁理士 渡辺 和昭
		(74) 代理人	100164633
			弁理士 西田 圭介
		(74) 代理人	100179475
			弁理士 仲井 智至

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子デバイス、電子デバイスの製造方法、電子機器及び移動体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板と、  
前記基板と向き合う側に凹部が設けられ前記基板に接合されている蓋体と、  
前記基板と前記蓋体との間に設けられている機能素子と、  
を備え、  
前記蓋体は、前記凹部と外面との間を貫通する貫通孔を有し、  
前記貫通孔は、前記外面側に設けられている第1孔部と、該第1孔部と連通し前記凹部側に設けられている第2孔部とを含み、  
前記第2孔部は平面形状が円形で、前記第2孔部の平面積は、前記第1孔部の平面積より小さく、  
前記第2孔部の内壁面は、前記第1孔部の底面に対して略直角の第1部分と、前記第1孔部の底面側より前記凹部側の方が大きくなるように傾斜している第2部分と、を含み、  
前記第1部分は、前記第2部分よりも前記第1孔部の底面側に位置し、  
前記貫通孔は、封止部材により封止されていることを特徴とする電子デバイス。

【請求項2】

請求項1に記載の電子デバイスにおいて、  
前記基板は、ガラスを主材料とし、前記蓋体は、シリコンを主材料とすることを特徴とする電子デバイス。

【請求項3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の電子デバイスにおいて、  
前記第 1 孔部は、前記外面側の平面積が前記底面側の平面積より大きくなるように内壁面が傾斜し、

前記内壁面及び前記底面が金属膜で被覆されていることを特徴とする電子デバイス。

【請求項 4】

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか一項に記載の電子デバイスにおいて、

前記第 2 孔部の孔径は、前記第 1 孔部の前記底面側より前記凹部側の方が大きいことを特徴とする電子デバイス。

【請求項 5】

請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか一項に記載の電子デバイスにおいて、

前記蓋体の前記凹部の内壁面は、前記基板との接合面に対して略直角に形成されていることを特徴とする電子デバイス。

10

【請求項 6】

基板と、前記基板上に配置されている機能素子と、前記基板と向き合う側に凹部が設けられ前記基板に接合されている蓋体と、前記基板と前記蓋体との間に設けられている機能素子と、を備え、前記蓋体は、前記凹部と外面との間を貫通する貫通孔を有し、前記貫通孔は、前記外面側に設けられている第 1 孔部と、該第 1 孔部と連通し前記凹部側に設けられている第 2 孔部とを含み、前記第 2 孔部は平面形状が円形で、前記第 2 孔部の平面積は、前記第 1 孔部の平面積より小さく、前記第 2 孔部の内壁面は、前記第 1 孔部の底面に対して略直角の第 1 部分と、前記第 1 孔部の底面側より前記凹部側の方が大きくなるように傾斜している第 2 部分と、を含み、前記第 1 部分は、前記第 2 部分よりも前記第 1 孔部の底面側に位置し、前記貫通孔は、封止部材により封止されている電子デバイスの製造方法であって、

20

前記蓋体の前記貫通孔の前記第 1 孔部を、ウエットエッチングで形成する工程と、

前記蓋体の前記貫通孔の前記第 2 孔部を、ドライエッチングで形成する工程と、を含むことを特徴とする電子デバイスの製造方法。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の電子デバイスの製造方法において、

前記蓋体の前記凹部を、ドライエッチングで形成する工程を、更に含むことを特徴とする電子デバイスの製造方法。

30

【請求項 8】

請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか一項に記載の電子デバイスを備えていることを特徴とする電子機器。

【請求項 9】

請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか一項に記載の電子デバイスを備えていることを特徴とする移動体。

【請求項 10】

基板と、前記基板上に配置されている機能素子と、前記基板と向き合う側に凹部が設けられ前記基板に接合されている蓋体と、前記基板と前記蓋体との間に設けられている機能素子と、を備え、前記蓋体は、前記凹部と外面との間を貫通する貫通孔を有し、前記貫通孔は、前記外面側に設けられている第 1 孔部と、該第 1 孔部と連通し前記凹部側に設けられている第 2 孔部とを含み、前記第 2 孔部は平面形状が円形で、前記第 2 孔部の平面積は、前記第 1 孔部の平面積より小さく、前記第 2 孔部の内壁面は、少なくとも一部が前記第 1 孔部の底面に対して略直角であり、前記貫通孔は、封止部材により封止されている電子デバイスの製造方法であって、

40

前記蓋体の前記貫通孔の前記第 1 孔部を、ウエットエッチングで形成する工程と、

前記蓋体の前記貫通孔の前記第 2 孔部を、ドライエッチングで形成する工程と、

を含み、

前記第 2 孔部を形成する工程では、

前記蓋体に前記第 2 孔部の形状を、ドライエッチングで形成し、

50

前記蓋体の前記第2孔部の形状が形成された部分を含む領域をドライエッチングして、天井面および内壁面を有する前記凹部および前記天井面に形成された前記第2孔部を形成することを特徴とする電子デバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子デバイス、この電子デバイスの製造方法、この電子デバイスを備えている電子機器及び移動体に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、電子機器などに用いられる電子デバイスの一例として、角速度センサーの平面振動体と、加速度センサーの可動体とを、基板上に互いに間隔を介して浮いた状態に設け、平面振動体と可動体とを蓋部材で覆い、両者を区分壁部で別々の空間部に区分して、それぞれの空間部が真空状態、大気圧状態で気密封止されている複合センサー素子が知られている（例えば、特許文献1参照）。

上記複合センサー素子は、蓋部材に封止用として外面（外部）側が広く空間部側が狭いスルーホール（貫通孔）が設けられ、例えば、樹脂や半田などの封止用部材によってスルーホールが封止されている構成となっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2002-5950号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記複合センサー素子は、蓋部材に封止用として外面側が広く空間部側が狭いスルーホールが設けられていることから、スルーホールの内壁面が傾斜していることになり、スルーホールの空間部側の先端が鋭利な形状となる。これにより、上記複合センサー素子は、スルーホールの空間部側の先端が、外部からの衝撃などにより破損する虞がある。

また、上記複合センサー素子は、例えば、スルーホールが略角錘形状である場合には、球状の封止用部材を投入し、溶融して封止する際に、溶融状態によってはスルーホールの内壁面の隅と封止用部材との間に隙間が生じ、封止不良となる虞がある。

【0005】

また、上記複合センサー素子は、スルーホールの金属膜が空間部側の先端まで設けられていることから、封止用部材を溶融して封止する際に、封止用部材が空間部側の先端まで濡れ広がり易くなる。

これにより、上記複合センサー素子は、溶融した封止用部材が空間部内に飛散し、例えば、可動体や内部配線などの構成要素に付着し、特性を劣化させる虞がある。

これらの結果、上記複合センサー素子は、封止の信頼性が低下する虞がある。

【0006】

加えて、上記複合センサー素子は、蓋部材の空間部を構成する内壁面が、上方に向かうに従い空間部が狭くなるように傾斜していることから、基板側では平面振動体や可動体から内壁面までの間隔を必要以上に多く取る必要がある。

これにより、上記複合センサー素子は、蓋部材が必要以上に大きくなることから、更なる小型化が阻害される虞がある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、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り、以下の形態または適用例として実現することが可能である。

【0008】

10

20

30

40

50

[ 適用例 1 ] 本適用例にかかる電子デバイスは、基板と、前記基板と向き合う側に凹部が設けられ前記基板に接合されている蓋体と、前記基板と前記蓋体との間に設けられている機能素子と、を備え、前記蓋体は、前記凹部と外面との間を貫通する貫通孔を有し、前記貫通孔は、前記外面側に設けられている第 1 孔部と、該第 1 孔部と連通し前記凹部側に設けられている第 2 孔部とを含み、前記第 2 孔部は平面形状が円形で、前記第 2 孔部の平面積は、前記第 1 孔部の平面積より小さく、前記第 2 孔部の内壁面は、少なくとも一部が前記第 1 孔部の底面に対して略直角であり、前記貫通孔は、封止部材により封止されていることを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

これによれば、電子デバイスは、貫通孔が、外面側に設けられている第 1 孔部と、凹部側に設けられている第 2 孔部とを含み、第 2 孔部の平面形状が円形で、第 2 孔部の内壁面の少なくとも一部が第 1 孔部の底面に対して略直角である。

このことから、電子デバイスは、例えば、従来の空間部側の先端が鋭利な形状となっているスルーホールに対して、貫通孔の第 2 孔部の強度（機械的強度）が向上し、破損し難くなっている。

加えて、電子デバイスは、貫通孔の第 2 孔部の平面形状が円形で、第 2 孔部の平面積が第 1 孔部の平面積より小さいことから、例えば、第 2 孔部より大きく第 1 孔部より小さい球状の封止部材を、第 2 孔部を覆うように載置し、熔融することにより第 2 孔部（貫通孔）を確実に封止することができる。

これらの結果、電子デバイスは、貫通孔の封止の信頼性を向上させることができる。

【 0 0 1 0 】

[ 適用例 2 ] 上記適用例にかかる電子デバイスにおいて、前記基板は、ガラスを主材料とし、前記蓋体は、シリコンを主材料とすることが好ましい。

【 0 0 1 1 】

これによれば、電子デバイスは、基板がガラスを主材料とし、蓋体がシリコンを主材料とすることから、基板と蓋体とを陽極接合することができる。これにより、電子デバイスは、別途接合部材を用いることなく、基板と蓋体とを確実に接合することができる。

また、電子デバイスは、蓋体がシリコンを主材料とすることから、シリコンの性状を利用して、後述する適用例 3 や適用例 4 のような形状を容易に形成することができる。

【 0 0 1 2 】

[ 適用例 3 ] 上記適用例にかかる電子デバイスにおいて、前記第 1 孔部は、前記外面側の平面積が前記底面側の平面積より大きくなるように内壁面が傾斜し、前記内壁面及び前記底面が金属膜で被覆されていることが好ましい。

【 0 0 1 3 】

これによれば、電子デバイスは、第 1 孔部の外面側の平面積が底面側の平面積より大きくなるように内壁面が傾斜していることから、例えば、スパッタリング法、蒸着法などにより、金属膜を内壁面に成膜する際に、内壁面が垂直な場合と比較して、確実に成膜することができる。

これにより、電子デバイスは、封止部材が第 1 孔部内に確実に濡れ広がり、貫通孔（第 2 孔部）を確実に封止することができる。

加えて、電子デバイスは、第 1 孔部の内壁面及び底面が金属膜で被覆されている、換言すれば、第 2 孔部の内壁面が金属膜で被覆されていないことから、封止部材が第 2 孔部の凹部側の先端までは濡れ広がり難くなる。

これにより、電子デバイスは、封止部材が第 2 孔部を經由して凹部内に飛散することを抑制できる。

これらの結果、電子デバイスは、封止部材が機能素子などの構成要素に付着し、特性を劣化させる虞を回避でき、貫通孔の封止の信頼性を更に向上させることができる。

【 0 0 1 4 】

[ 適用例 4 ] 上記適用例にかかる電子デバイスにおいて、前記第 2 孔部の孔径は、前記第 1 孔部の前記底面側より前記凹部側の方が大きいことが好ましい。

## 【 0 0 1 5 】

これによれば、電子デバイスは、第 2 孔部の孔径が、第 1 孔部の底面側より凹部側の方が大きいことから、例えば、減圧や吸引による凹部内のガス排出などの際に、第 2 孔部の孔径が一定の場合より、ガスをスムーズに排出することができる。

## 【 0 0 1 6 】

[ 適用例 5 ] 上記適用例にかかる電子デバイスにおいて、前記蓋体の前記凹部の内壁面は、前記基板との接合面に対して略直角に形成されていることが好ましい。

## 【 0 0 1 7 】

これによれば、電子デバイスは、蓋体の凹部の内壁面が基板との接合面に対して略直角に形成されていることから、内壁面が傾斜している場合と比較して、機能素子などの構成要素から内壁面までの間隔を必要以上に多く取る必要がない。

これにより、電子デバイスは、内壁面が傾斜している場合と比較して、蓋体を小さくできることから、更なる小型化を図ることが可能となる。

## 【 0 0 1 8 】

[ 適用例 6 ] 本適用例にかかる電子デバイスの製造方法は、基板と、前記基板と向き合う側に凹部が設けられ前記基板に接合されている蓋体と、前記基板と前記蓋体との間に設けられている機能素子と、を備え、前記蓋体は、前記凹部と外面との間を貫通する貫通孔を有し、前記貫通孔は、前記外面側に設けられている第 1 孔部と、該第 1 孔部と連通し前記凹部側に設けられている第 2 孔部とを含み、前記第 2 孔部は平面形状が円形で、前記第 2 孔部の平面積は、前記第 1 孔部の平面積より小さく、前記第 2 孔部の内壁面は、少なくとも一部が前記第 1 孔部の底面に対して略直角であり、前記貫通孔は、封止部材により封止されている電子デバイスの製造方法であって、前記蓋体の前記貫通孔の前記第 1 孔部を、ウエットエッチングで形成する工程と、前記蓋体の前記貫通孔の前記第 2 孔部を、ドライエッチングで形成する工程と、を含むことを特徴とする。

## 【 0 0 1 9 】

これによれば、電子デバイスの製造方法は、蓋体の貫通孔の第 1 孔部を、ウエットエッチングで形成する工程を含むことから、第 1 孔部を、外面側の平面積が底面側の平面積より大きくなるように内壁面が傾斜している形状に形成することができる。

加えて、電子デバイスの製造方法は、蓋体の貫通孔の第 2 孔部を、ドライエッチングで形成する工程を含むことから、第 2 孔部を、平面形状が円形で、内壁面の少なくとも一部が第 1 孔部の底面に対して略直角となる形状に形成することができる。

これらにより、電子デバイスの製造方法は、上記適用例 1 ~ 適用例 3 に記載の効果を奏する電子デバイスを製造し提供することができる。

## 【 0 0 2 0 】

[ 適用例 7 ] 上記適用例にかかる電子デバイスの製造方法において、前記蓋体の前記凹部を、ドライエッチングで形成する工程を、更に含むことが好ましい。

## 【 0 0 2 1 】

これによれば、電子デバイスの製造方法は、蓋体の凹部をドライエッチングで形成する工程を、更に含むことから、蓋体の凹部の内壁面を、基板との接合面に対して略直角に形成することができる。

これにより、電子デバイスの製造方法は、上記適用例 5 に記載の効果を奏する電子デバイスを製造し提供することができる。

## 【 0 0 2 2 】

[ 適用例 8 ] 本適用例にかかる電子機器は、上記適用例のいずれか一例に記載の電子デバイスを備えていることを特徴とする。

## 【 0 0 2 3 】

これによれば、本構成の電子機器は、上記適用例のいずれか一例に記載の電子デバイスを備えていることから、上記適用例に記載の効果が反映され、信頼性に優れた電子機器を提供することができる。

## 【 0 0 2 4 】

〔適用例 9〕本適用例にかかる移動体は、上記適用例のいずれか一例に記載の電子デバイスを備えていることを特徴とする。

【0025】

これによれば、本構成の移動体は、上記適用例のいずれか一例に記載の電子デバイスを備えていることから、上記適用例に記載の効果が反映され、信頼性に優れた移動体を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図 1】加速度センサーの概略構成を示す模式斜視図。

【図 2】図 1 の加速度センサーの概略構成を示す模式平面図。

10

【図 3】図 2 の A - A 線での模式断面図。

【図 4】図 3 の D 部の模式拡大図。

【図 5】図 2 の B 部の模式拡大図であり、(a) は模式平面図、(b) は (a) の E - E 線での模式断面図、(c) は (a) の F - F 線での模式断面図。

【図 6】図 2 の C 部の模式拡大図であり、(a) は模式平面図、(b) は (a) の G - G 線での模式断面図。

【図 7】加速度センサーの主要な製造工程を示すフローチャート。

【図 8】(a) ~ (e) は、加速度センサーの主要な製造工程を説明する模式断面図。

【図 9】(f) ~ (j) は、加速度センサーの主要な製造工程を説明する模式断面図。

【図 10】(k) ~ (n) は、加速度センサーの主要な製造工程を説明する模式断面図。

20

【図 11】変形例の加速度センサーの要部の概略構成を示す模式要部拡大図。

【図 12】電子デバイスを備えている電子機器としてのモバイル型（またはノート型）のパーソナルコンピュータの構成を示す模式斜視図。

【図 13】電子デバイスを備えている電子機器としての携帯電話機（PHS も含む）の構成を示す模式斜視図。

【図 14】電子デバイスを備えている電子機器としてのデジタルスチルカメラの構成を示す模式斜視図。

【図 15】電子デバイスを備えている移動体の一例としての自動車を示す模式斜視図。

【発明を実施するための形態】

【0027】

30

以下、本発明を具体化した実施形態について図面を参照して説明する。

【0028】

（加速度センサー）

最初に、電子デバイスの一例としての加速度センサーについて説明する。

図 1 は、加速度センサーの概略構成を示す模式斜視図である。図 2 は、図 1 の加速度センサーの概略構成を示す模式平面図である。図 3 は、図 2 の A - A 線での模式断面図である。図 4 は、図 3 の D 部の模式拡大図である。

図 5 は、図 2 の B 部の模式拡大図であり、図 5 (a) は模式平面図、図 5 (b) は、図 5 (a) の E - E 線での模式断面図、図 5 (c) は、図 5 (a) の F - F 線での模式断面図である。

40

図 6 は、図 2 の C 部の模式拡大図であり、図 6 (a) は模式平面図、図 6 (b) は、図 6 (a) の G - G 線での模式断面図である。なお、上記各図では、説明の便宜上、一部の構成要素を省略してある。また、各図において、分かり易くするために、各構成要素の寸法比率は実際と異なる。また、図中の X 軸、Y 軸、Z 軸は、互いに直交する座標軸であり、矢印の方向が + (プラス) 方向である。

【0029】

図 1 ~ 図 3 に示すように、加速度センサー 1 は、略矩形平板状の基板 12 と、基板 12 と向き合う側に凹部 64 a が設けられ基板 12 に接合されている蓋体としてのリッド 64 と、基板 12 とリッド 64 との間に設けられている機能素子 100 と、を備えている。

機能素子 100 は、基板 12 上に配置された図示しない半導体基板から、フォトリソグ

50

ラフィー及びエッチングにより形成されている。

機能素子 100 は、可動部 68 と、第 1 固定電極指 78 と、第 2 固定電極指 80 とを含んで構成され、加速度を検出するセンサー素子として機能する。

【0030】

基板 12 は、Z 軸と直交する平面であって、複数の第 1 固定電極指 78 及び第 2 固定電極指 80 などと接合される主面 16 を有している。主面 16 は、- (マイナス) X 方向の端部に端子部 20 が設けられ、端子部 20 以外の領域は、主面 16 側に凹部 64 a を有するリッド 64 により覆われている。

主面 16 の略中央部には、可動部 68 と基板 12 との干渉を回避するために平面形状が略矩形状の凹部 22 が設けられている。これにより、可動部 68 の可動領域 (変位領域) は、平面視で凹部 22 内に収まることになる。

10

【0031】

主面 16 には、凹部 22 の外周に沿って第 1 溝部 24 が設けられ、第 1 溝部 24 の外周に沿って第 2 溝部 26 が設けられている。また、主面 16 の端子部 20 側には、第 1 溝部 24 を挟んで第 2 溝部 26 の反対側に第 3 溝部 28 が設けられている。

図 2 に示すように、第 1 溝部 24、第 2 溝部 26 は、凹部 22 の - Y 側から反時計回りに凹部 22 を取り囲むように延在し、凹部 22 の - X 側の端子部 20 まで設けられている。第 3 溝部 28 は、凹部 22 の - X 側から第 1 溝部 24、第 2 溝部 26 に沿って端子部 20 まで設けられている。

【0032】

基板 12 の構成材料としては、ガラス、高抵抗シリコンなどの絶縁材料を用いるのが好ましい。特に、可動部 68、第 1 固定電極指 78、第 2 固定電極指 80 となる半導体基板が、シリコンなどの半導体材料を主材料として構成されている場合には、基板 12 の構成材料として、アルカリ金属イオン (可動イオン) を含むガラス (例えば、パイレックス (登録商標) のような硼珪酸ガラス) を用いるのが好ましい。

これにより、加速度センサー 1 は、基板 12 と半導体基板とを陽極接合することができる。また、加速度センサー 1 は、基板 12 にアルカリ金属イオンを含むガラスを用いることにより、基板 12 と半導体基板とを容易に絶縁分離することができる。

20

【0033】

なお、基板 12 は、必ずしも絶縁性を有さなくてもよく、例えば低抵抗シリコンからなる導電性基板であってもよい。この場合は、基板 12 と半導体基板との間に絶縁膜を挟んで双方を絶縁分離することになる。

30

また、基板 12 の構成材料は、半導体基板の構成材料との熱膨張係数差ができるだけ小さいことが好ましく、具体的には、基板 12 の構成材料と半導体基板の構成材料との熱膨張係数差が 3 ppm / 以下であることが好ましい。これにより、加速度センサー 1 は、基板 12 と半導体基板との間の残留応力を低減することができる。

ここでは、基板 12 の主材料としてガラスを用いることを想定している。

【0034】

第 1 溝部 24 の底面には、第 1 溝部 24 に沿って第 1 配線 30 が設けられ、第 2 溝部 26 の底面には、第 2 溝部 26 に沿って第 2 配線 36 が設けられ、第 3 溝部 28 の底面には、第 3 溝部 28 に沿って第 3 配線 42 が設けられている。

40

第 1 配線 30 は、第 1 固定電極指 78 と電氣的に接続される配線であり、第 2 配線 36 は、第 2 固定電極指 80 と電氣的に接続される配線であり、第 3 配線 42 は、後述する固定部 76 と電氣的に接続される配線である。

なお、第 1 配線 30、第 2 配線 36、第 3 配線 42 の各端部 (端子部 20 に配置される端部) は、それぞれ第 1 端子電極 34、第 2 端子電極 40、第 3 端子電極 46 となる。

【0035】

第 1 配線 30、第 2 配線 36、第 3 配線 42 の構成材料としては、それぞれ導電性を有するものであれば、特に限定されず、各種電極材料を用いることができるが、例えば、ITO (Indium Tin Oxide)、IZO (Indium Zinc Oxide)

50

e)、 $\text{In}_3\text{O}_3$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{Sb}$ 含有 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{Al}$ 含有 $\text{ZnO}$ などの酸化物(透明電極材料)、 $\text{Au}$ 、 $\text{Pt}$ 、 $\text{Ag}$ 、 $\text{Cu}$ 、 $\text{Al}$ 、またはこれらを含む合金などが挙げられ、これらのうちの1種または2種以上を組み合わせ用いることができる。

なお、加速度センサー1は、各配線の構成材料が透明電極材料(特にITO)であれば、基板12が透明であった場合、第1固定電極指78、第2固定電極指80の面上に存在する異物などを基板12の主面16側とは反対側の面から容易に視認することができ、検査を効率的に行うことができる。

#### 【0036】

可動部68は、アーム70、可動電極指72、可撓部74、固定部76により構成されている。このうち、アーム70、可動電極指72、可撓部74は、基板12の凹部22に

10

対向する位置、換言すればZ軸方向から見て凹部22内に収まる位置に配置されている。図2に示すように、アーム70は、X軸方向に沿って梁状(柱状)に延在し、変位方向であるX軸方向の両端部に可撓部74が配置されている。複数の可動電極指72は、アーム70の延在方向に沿って一定の間隔で、アーム70の延在方向と直交する方向(Y軸方向)に櫛歯状に延設されている。

#### 【0037】

可撓部74は、アーム70の+Y側と-Y側とに対になって設けられ、それぞれY軸方向へ折り返しながらかX軸方向へ延在し固定部76に接続されている。可撓部74は、X軸方向から印加される外力によりX軸方向に撓む(変形する)ように形成されている。なお、可撓部74は、X軸方向以外の方向、例えば、Y軸方向及びZ軸方向から印加される外力に対しては変形しにくい構造となっている。

20

固定部76は、可撓部74の端部に接続されるとともに基板12に接合されている。また固定部76の一方(凹部22の-X側に位置する方)は、基板12の第3溝部28を跨ぐ位置に配置されている。

上記の構成によりアーム70は、X軸方向から加わる加速度に対しては変位し易く、Y軸方向及びZ軸方向から加わる加速度に対しては変位し難い構成となっている。

#### 【0038】

第1固定電極指78は、基板12の第1溝部24及び第2溝部26を跨ぐ位置に配置されている。また、第1固定電極指78は、Z軸方向から見て(平面視で)凹部22と一部が重なるように配置されている。

30

第2固定電極指80は、第1固定電極指78と平行に配置され、基板12の第1溝部24及び第2溝部26を跨ぐ位置に配置されている。また、第2固定電極指80は、第1固定電極指78と同様に、Z軸方向から見て凹部22と一部が重なるように配置されている。第1固定電極指78及び第2固定電極指80は、櫛歯状に配置された各可動電極指72間に挟まれるように配置されている。

#### 【0039】

図5に示すように、第1配線30の、平面視で第1固定電極指78と重なる位置には、導電性を有する突起部54が形成されている。

加速度センサー1は、突起部54を介して第1配線30と第1固定電極指78とが電氣的に接続されている。これにより、第1端子電極34は、第1配線30を介して第1固定電極指78と電氣的に接続されていることになる。

40

#### 【0040】

同様に、第2配線36の、平面視で第2固定電極指80と重なる位置には、導電性を有する突起部56が形成されている。

加速度センサー1は、突起部56を介して第2配線36と第2固定電極指80とが電氣的に接続されている。これにより、第2端子電極40は、第2配線36を介して第2固定電極指80と電氣的に接続されていることになる。

#### 【0041】

図6に示すように、第3配線42の、平面視で凹部22の-X側の固定部76と重なる位置には、導電性を有する突起部58が形成されている。

50

加速度センサー 1 は、突起部 5 8 を介して第 3 配線 4 2 と固定部 7 6 とが電氣的に接続されている。これにより、第 3 端子電極 4 6 は、第 3 配線 4 2 を介して固定部 7 6 と電氣的に接続され、固定部 7 6 から可撓部 7 4、アーム 7 0 を介して可動電極指 7 2 と電氣的に接続されていることになる。

#### 【 0 0 4 2 】

突起部 5 4, 5 6, 5 8 の構成材料は、導電性を有するものであれば、特に限定されず、各種電極材料を用いることができるが、例えば、Au、Pt、Ag、Cu、Al などの金属単体またはこれらを含む合金などの金属が好適に用いられる。

なお、突起部 5 4, 5 6, 5 8 は、例えば、基板 1 2 の各溝部の底面から突出した突起が各配線に覆われている構成としてもよい。

また、第 1 配線 3 0、第 2 配線 3 6、第 3 配線 4 2 の、第 1 端子電極 3 4、第 2 端子電極 4 0、第 3 端子電極 4 6 及び突起部 5 4, 5 6, 5 8 を除く領域は、他の構成要素との短絡を回避するために、例えば、SiO<sub>2</sub> を含む絶縁膜 6 2 で覆われていることが好ましい。

#### 【 0 0 4 3 】

図 1 ~ 図 4 に示すように、リッド 6 4 は、凹部 6 4 a と外面 6 4 b との間を貫通する貫通孔 9 0 を有している。

貫通孔 9 0 は、外面 6 4 b 側に設けられている第 1 孔部 9 1 と、第 1 孔部 9 1 と連通し凹部 6 4 a 側に設けられている第 2 孔部 9 2 とを含んで構成されている。

第 1 孔部 9 1 は、外面 6 4 b 側の平面積が底面 9 1 a 側の平面積より大きくなるように 4 つの内壁面 9 1 b が傾斜し、略四角錐状に形成されている。

そして、図 4 に示すように、第 1 孔部 9 1 は、内壁面 9 1 b 及び底面 9 1 a が金属膜 9 3 で被覆されている。なお、金属膜 9 3 は、外面 6 4 b まで延在していてもよい。なお、金属膜 9 3 は、一部の図以外では省略してある。

#### 【 0 0 4 4 】

第 2 孔部 9 2 は、平面形状が円形に形成されている。また、第 2 孔部 9 2 は、平面積が第 1 孔部 9 1 の平面積（底面 9 1 a の平面積）より小さくなるように形成されている。

また、第 2 孔部 9 2 は、内壁面 9 2 a の少なくとも一部（ここでは全部）が、第 1 孔部 9 1 の底面 9 1 a に対して略直角（±7 度程度の傾斜は許容範囲内）となるように形成されている。つまり、第 2 孔部 9 2 は、内壁面 9 2 a が円筒状に形成されていることになる。なお、第 2 孔部 9 2 は、第 1 孔部 9 1 の底面 9 1 a の略中央部に設けられていることが、後述する封止の信頼性の観点から好ましい。

#### 【 0 0 4 5 】

貫通孔 9 0 は、封止部材 9 4 により封止されている。

詳述すると、リッド 6 4 が基板 1 2 の主面 1 6 に、例えば、接着剤を用いた接合法、陽極接合法、直接接合法などを用いて気密に接合（固定）された後、貫通孔 9 0 の第 1 孔部 9 1 の底面 9 1 a の金属膜 9 3 上に、第 2 孔部 9 2 より大きく第 1 孔部 9 1 より小さい球状の封止部材 9 4 が、第 2 孔部 9 2 を覆うように載置される。ついで、レーザービームや電子ビームなどが封止部材 9 4 に照射され、熔融した封止部材 9 4 が第 1 孔部 9 1 内に濡れ広がり、第 2 孔部 9 2 が封止（閉塞）される。

なお、リッド 6 4 が基板 1 2 に接合され、基板 1 2 の凹部 2 2 とリッド 6 4 の凹部 6 4 a とを含んで構成される空間を内部空間 S とする。

貫通孔 9 0 の封止により気密に封止された加速度センサー 1 の内部空間 S は、窒素、ヘリウム、アルゴンなどの不活性ガスが充填されて大気圧に近い状態、または減圧状態（真空度の高い状態）となっている。

#### 【 0 0 4 6 】

図 3 に示すように、リッド 6 4 の凹部 6 4 a の内壁面 6 4 c は、基板 1 2 との接合面 6 4 d に対して略直角（±7 度程度の傾斜は許容範囲内）に形成されている。

リッド 6 4 の構成材料としては、特に限定されないが、例えば、シリコン、ガラスなどを好適に用いることができる。ここでは、リッド 6 4 の主材料としてシリコンを用いるこ

10

20

30

40

50

とを想定している。また、リッド64は、シリコンの(1, 1, 0)面の結晶面が外面64bに沿っていることが、本実施形態の形状を確実に形成する上で好ましい。

なお、封止部材94の構成材料としては、特に限定されないが、Au-Ge合金、Au-Sn合金、Sn-Pb合金、Pb-Ag合金などを好適に用いることができる。

また、金属膜93の構成としては、特に限定されないが、Ti-W合金の下地層にAuが積層された構成、Crの下地層にAuが積層された構成などを好適に用いることができる。

#### 【0047】

ここで、加速度センサー1の動作について説明する。

加速度センサー1は、第1固定電極指78と、第1固定電極指78に-X側から対向する可動電極指72との間で第1コンデンサーが形成され、第2固定電極指80と、第2固定電極指80に+X側から対向する可動電極指72との間で第2コンデンサーが形成される。

10

この状態で、加速度センサー1に、例えば、-X方向に加速度が印加されると、アーム70及び可動電極指72が慣性により+X方向に変位する。このとき、第1固定電極指78と可動電極指72との間隔は狭くなるので、第1コンデンサーの静電容量は増加する。また、第2固定電極指80と可動電極指72との間隔は広くなるので、第2コンデンサーの静電容量は減少する。

逆に、+X方向に加速度が印加され、アーム70及び可動電極指72が-X方向に変位すると、第1コンデンサーの静電容量は減少し、第2コンデンサーの静電容量は増加する。

20

#### 【0048】

したがって、加速度センサー1は、第1端子電極34と第3端子電極46との間で検出される第1コンデンサーの静電容量の変化と、第2端子電極40と第3端子電極46との間で検出される第2コンデンサーの静電容量の変化との差分を検出することにより、加速度センサー1に印加される加速度の大きさとその方向を検出することができる。そして、加速度センサー1は、2つのコンデンサーの静電容量の変化の差分を検出するので、高い感度で加速度を検出することができる。

#### 【0049】

上述したように、加速度センサー1は、貫通孔90が、外面64b側に設けられている第1孔部91と、凹部64a側に設けられている第2孔部92とを含み、第2孔部92の平面形状が円形で、内壁面92aの少なくとも一部(ここでは全部)が、第1孔部91の底面91aに対して略直角である。

30

このことから、加速度センサー1は、例えば、従来の空間部(内部空間Sに相当)側の先端が鋭利な形状となっているスルーホール(貫通孔90に相当)と比較して、貫通孔90の第2孔部92の強度(機械的強度)が向上し、第1孔部91の底面91aとの接続部及び凹部64aとの接続部とも、破損し難くなっている。

加えて、加速度センサー1は、貫通孔90の第2孔部92の平面形状が円形で、面積が第1孔部91の平面積より小さいことから、例えば、第2孔部92より大きく第1孔部91より小さい球状の封止部材94を、第2孔部92を覆うように載置し、溶融することにより第2孔部92を確実に封止することができる。

40

この際、加速度センサー1は、第2孔部92の平面形状が円形であることから、球状の封止部材94を第2孔部92上に安定して載置することができる。

これらの結果、加速度センサー1は、貫通孔90の封止の信頼性を向上させることができる。

#### 【0050】

また、加速度センサー1は、基板12がガラスを主材料とし、リッド64がシリコンを主材料とすることから、基板12とリッド64とを陽極接合することができる。これにより、加速度センサー1は、別途接合部材を用いることなく、基板12とリッド64とを確実に接合することができる。

50

また、加速度センサー 1 は、リッド 6 4 がシリコンを主材料とすることから、シリコンの性状を利用して、貫通孔 9 0 の第 1 孔部 9 1 の外面 6 4 b 側の平面積が、底面 9 1 a 側の平面積より大きくなるように内壁面 9 1 b が傾斜している形状や、後述する変形例の、貫通孔 9 0 の第 2 孔部 9 2 の孔径が、第 1 孔部 9 1 の底面 9 1 a 側より凹部 6 4 a 側の方が大きい形状を、容易に形成することができる。

#### 【 0 0 5 1 】

また、加速度センサー 1 は、貫通孔 9 0 の第 1 孔部 9 1 の外面 6 4 b 側の平面積が底面 9 1 a 側の平面積より大きくなるように内壁面 9 1 b が傾斜していることから、例えば、スパッタリング法、蒸着法などにより、金属膜 9 3 を底面 9 1 a 及び内壁面 9 1 b に成膜する際に、内壁面 9 1 b が垂直（底面 9 1 a に対して直角）な場合と比較して、金属膜 9 3 を内壁面 9 1 b に、より確実に成膜することができる。

10

これにより、加速度センサー 1 は、封止部材 9 4 が第 1 孔部 9 1 内に確実に濡れ広がり、貫通孔 9 0（第 2 孔部 9 2）を確実に封止することができる。

加えて、加速度センサー 1 は、貫通孔 9 0 の第 1 孔部 9 1 の底面 9 1 a 及び内壁面 9 1 b が金属膜 9 3 で被覆されている、換言すれば、第 2 孔部 9 2 の内壁面 9 2 a が金属膜 9 3 で被覆されていないことから、封止部材 9 4 が第 2 孔部 9 2 の凹部 6 4 a 側の先端までは濡れ広がり難くなる。

これにより、加速度センサー 1 は、溶融した封止部材 9 4 が凹部 6 4 a（内部空間 S）内に飛散することを抑制できる。

これらの結果、加速度センサー 1 は、封止部材 9 4 が機能素子 1 0 0 などの構成要素に付着し、特性を劣化させる虞を回避でき、貫通孔 9 0 の封止の信頼性を更に向上させることができる。

20

#### 【 0 0 5 2 】

また、加速度センサー 1 は、リッド 6 4 の凹部 6 4 a の内壁面 6 4 c が、基板 1 2 との接合面 6 4 d に対して略直角に形成されていることから、図 3 の右側に 2 点鎖線で示すような内壁面 6 4 c が傾斜している場合と比較して、機能素子 1 0 0 などの構成要素から内壁面 6 4 c までの間隔を必要以上に多く取る必要がない。

これにより、加速度センサー 1 は、図 3 に示すように、内壁面 6 4 c が傾斜している場合と比較して、リッド 6 4 を小さくできることから、更なる小型化を図ることが可能となる。

30

#### 【 0 0 5 3 】

ここで、加速度センサー 1 の製造方法について説明する。

図 7 は、加速度センサーの主要な製造工程を示すフローチャートである。図 8（a）～図 8（e）、図 9（f）～図 9（j）、図 10（k）～図 10（n）は、加速度センサーの主要な製造工程を説明する模式断面図である。なお、各図の断面位置は、図 3 と同様である。

#### 【 0 0 5 4 】

図 7 に示すように、加速度センサーの製造方法は、リッド準備工程と、リッドドライエッチング工程と、リッドウエットエッチング工程と、リッド接合工程と、貫通孔封止工程と、分割工程と、を含んでいる。

40

#### 【 0 0 5 5 】

##### [リッド準備工程]

まず、図 8（a）に示すように、複数個取りされ、平板のウエハー状に形成されている加工前のリッド 6 4（シリコン基板）を用意する。シリコン基板は（1，1，0）面の結晶方位性を持つことが好ましい。

#### 【 0 0 5 6 】

##### [リッドドライエッチング工程]

ついで、図 8（b）に示すように、リッド 6 4 の外面 6 4 b 側及び接合面 6 4 d 側の全面にエッチング保護膜 2 1 0，2 1 1 を成膜する。なお、このエッチング保護膜 2 1 0，2 1 1 は、シリコンの表面を熱酸化させて形成する  $\text{SiO}_2$  などの酸化膜でもよい。

50

ついで、エッチング保護膜 210, 211 を貫通孔 90 の第 2 孔部 92 の形状にパターンニングする。

【0057】

ついで、図 8 (c) に示すように、SF<sub>6</sub> (六フッ化硫黄) ガスなどのエッチングガスを用いたドライエッチングにより、リッド 64 の貫通孔 90 の第 2 孔部 92 の形状を形成する。

【0058】

ついで、図 8 (d) に示すように、エッチング保護膜 210, 211 を貫通孔 90 の第 2 孔部 92 の形状、凹部 64a の形状などにパターンニングする。

【0059】

ついで、図 8 (e) に示すように、SF<sub>6</sub> (六フッ化硫黄) ガスなどのエッチングガスを用いたドライエッチングにより、リッド 64 の貫通孔 90 の第 2 孔部 92 の形状、凹部 64a の形状などを形成する。

この際、第 2 孔部 92 の内壁面 92a 及び凹部 64a の内壁面 64c は、ドライエッチング加工であることにより、シリコンの結晶面の向きなどに影響されず、接合面 64d 及び凹部 64a の天井面 64e に対して略直角に形成される。加えて、第 2 孔部 92 の平面形状も、同様に、ドライエッチング加工であることにより、シリコンの結晶面の向きなどに影響されず、円形に形成される。

【0060】

ここで、仮に、第 2 孔部 92 及び凹部 64a をウエットエッチング加工した場合には、後述するリッドウエットエッチング工程のように、シリコンの結晶面の向きなどに影響されて、第 2 孔部 92 の内壁面 92a は、凹部 64a 側が広がるように傾斜し、凹部 64a の内壁面 64c は、接合面 64d 側が広がるように傾斜してしまう。加えて、第 2 孔部 92 の平面形状は、四角形となってしまう。

なお、図の左側の凹部は、基板 12 の端子部 20 を一時的に覆う保護部となる。

【0061】

[リッドウエットエッチング工程]

ついで、一旦、エッチング保護膜 210, 211 を剥離した後、図 9 (f) に示すように、外面 64b 側及び凹部 64a 側 (接合面 64d 側) の全面に再度エッチング保護膜 210, 211 を成膜し、外面 64b 側のエッチング保護膜 210 をリッド 64 の端子部 20 側の形状にパターンニングする。

【0062】

ついで、図 9 (g) に示すように、KOH (水酸化カリウム) 水溶液などのエッチング液を用いたウエットエッチングにより、リッド 64 の端子部 20 側の形状を途中まで形成する。

【0063】

ついで、図 9 (h) に示すように、エッチング保護膜 210 をリッド 64 の貫通孔 90 の第 1 孔部 91 の形状にパターンニングする。

【0064】

ついで、図 9 (i) に示すように、KOH (水酸化カリウム) 水溶液などのエッチング液を用いたウエットエッチングにより、リッド 64 の端子部 20 側の形状の続き、貫通孔 90 の第 1 孔部 91 の形状を形成する。

この際、リッド 64 は、シリコンの (1, 1, 0) 面の結晶面が外面 64b に沿っていること、及びウエットエッチング加工であることにより、貫通孔 90 の第 1 孔部 91 の外面 64b 側の平面積が底面 91a 側の平面積より大きくなるように (換言すれば、第 1 孔部 91 の外面 64b 側が広がるように) 内壁面 91b が傾斜して形成される。

【0065】

ついで、図 9 (j) に示すように、エッチング保護膜 210, 211 を剥離する。これにより、貫通孔 90 の第 1 孔部 91 と第 2 孔部 92 とが連通することになる。なお、第 2 孔部 92 の内壁面 92a は、第 1 孔部 91 の底面 91a に対して略直角に形成されている

10

20

30

40

50

ここで、仮に、第2孔部92を凹部64a側からウエットエッチングにより形成した場合には、上述したように、第2孔部92の内壁面92aが、凹部64a側が広がるように傾斜し、第1孔部91の底面91aとの接続部が鋭利となることから、貫通孔90が破損し易くなる虞がある。

#### 【0066】

##### [リッド接合工程]

ついで、図10(k)に示すように、凹部22や第1配線30、第2配線36、図示しない第3配線42などが設けられ、機能素子100が配置された複数個取りのウエハー状の基板12に、予め貫通孔90の第1孔部91の底面91a及び内壁面91b、外面64bの一部を金属膜93で被覆しておいたリッド64を、凹部64aで機能素子100を覆うようにして接合(固定)する。

10

なお、金属膜93は、リッド64を基板12に接合した後に形成してもよい。この場合は、例えば、開口マスクを用いて選択的に金属膜93をスパッタリングさせる方法を用いることができる。

リッド64の接合方法としては、例えば、接着剤を用いた接合法、陽極接合法、直接接合法などを好適に用いることができる。ここでは、陽極接合法を想定している。

#### 【0067】

ついで、図10(k)の左側のV字状の溝部64fにおいて、リッド64の端子部20側の接合面64dと、基板12の端子部20に伸びる図示しない各配線が設けられている各溝部とが交差する隙間部分(図1、図2参照)に、例えば、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{SiN}$ などの充填部材をスパッタリング法、CVD法などを用いて成膜し、気密に封止する。

20

なお、この成膜の際に、充填部材の端子部20への付着を防止するために、リッド64が端子部20を覆うように延設されている。

#### 【0068】

##### [貫通孔封止工程]

ついで、図10(l)に示すように、内部空間Sが窒素、ヘリウム、アルゴンなどの不活性ガスが充填されて大気圧に近い状態、または減圧状態(真空度の高い状態)において、球状の封止部材94を、リッド64の貫通孔90の第1孔部91に、第2孔部92を覆うように載置する。

30

この際、第2孔部92の平面形状が円形であることから、球状の封止部材94を第2孔部92上に安定して載置することができる。

ついで、図10(m)に示すように、レーザービームや電子ビームなどを球状の封止部材94に照射して封止部材94を熔融し、封止部材94を第1孔部91内に濡れ広がらせ、貫通孔90(第2孔部92)を封止(閉塞)する。これにより、内部空間Sは、気密に封止されたことになる。

#### 【0069】

この際、第2孔部92の内壁面92aには、金属膜93が成膜されていないことから、熔融した封止部材94が第2孔部92内に濡れ広がり難くなる。これにより、熔融した封止部材94が第2孔部92を経由して内部空間Sに飛散し、機能素子100などに付着する不具合が抑制される。

40

#### 【0070】

##### [分割工程]

ついで、図10(n)に示すように、リッド64における端子部20上の不要部分を除去した後、図示しないダイシングソーなどの切断装置により、個別に分割する。

上記の各工程などを経ることにより、図1~図3に示すような加速度センサー1を得ることができる。

#### 【0071】

上述したように、加速度センサー1の製造方法は、リッド64の貫通孔90の第1孔部91を、ウエットエッチングで形成する工程(リッドウエットエッチング工程)を含むこ

50

とから、第1孔部91を、外面64b側の平面積が底面91a側の平面積より大きくなるように内壁面91bが傾斜している形状に形成することができる。

加えて、加速度センサー1の製造方法は、リッド64の貫通孔90の第2孔部92を、ドライエッチングで形成する工程(リッドドライエッチング工程)を含むことから、第2孔部92を、平面形状が円形で、内壁面92aの少なくとも一部(ここでは全部)が第1孔部91の底面91aに対して略直角となる形状に形成することができる。

これらにより、加速度センサー1の製造方法は、貫通孔90の封止の信頼性を向上させた加速度センサー1を製造し提供することができる。

#### 【0072】

また、加速度センサー1の製造方法は、リッド64の凹部64aをドライエッチングで形成する工程(リッドドライエッチング工程)を含むことから、リッド64の凹部64aの内壁面64cを、基板12との接合面64dに対して略直角に形成することができる。

これにより、加速度センサー1の製造方法は、更なる小型化を図ることが可能な加速度センサー1を製造し提供することができる。

なお、加速度センサー1の製造方法は、上述したような複数個取りの方法ではなく、最初から個別に製造してもよい。この場合には、分割工程は不要となる。

#### 【0073】

なお、加速度センサー1のリッド64の凹部64aの内壁面64cの角度は、基板12との接合面64dに対して略直角に限定されるものではなく、接合面64dに近づくに従い凹部64aが広がるように傾斜していてもよい。

また、加速度センサー1の貫通孔90の第1孔部91には、貫通孔90(第2孔部92)の封止に支障がなければ、金属膜93が成膜されていなくてもよい。

また、加速度センサー1の貫通孔90の第1孔部91の内壁面91bは、底面91a(外面64b)に対して略直角であってもよい。

#### 【0074】

(変形例)

次に、加速度センサー1の変形例について説明する。

図11は、変形例の加速度センサーの要部の概略構成を示す模式要部拡大図である。

なお、上記実施形態との共通部分には、同一の符号を付して詳細な説明を省略し、上記実施形態と異なる部分を中心に説明する。

#### 【0075】

図11に示すように、変形例の加速度センサー2は、リッド64の貫通孔90の第2孔部192の孔径が、第1孔部91の底面91a側より凹部64a側の方が大きくなるように、内壁面192aが途中から傾斜している。

なお、内壁面192aの断面形状は、図のように直線状に形成されていてもよいし、2点鎖線で示すように、内側または外側に湾曲した曲線状に形成されていてもよい。

#### 【0076】

これによれば、加速度センサー2は、貫通孔90の第2孔部192の孔径が、途中から第1孔部91の底面91a側より凹部64a側の方が大きくなっていることから、例えば、減圧や吸引による凹部64a(内部空間S)内のガス排出などの際に、第2孔部192の孔径が一定の場合より、ガスをスムーズに排出することができる。

この結果、加速度センサー2は、生産性を向上させることができる。

なお、貫通孔90の第2孔部192の上記形状は、前述したリッドドライエッチング工程において、第2孔部192及び凹部64aのドライエッチング加工の加工条件を、適宜設定することにより形成することができる。

#### 【0077】

(電子機器)

次に、上述した電子デバイスを備えている電子機器について説明する。

図12は、電子デバイスを備えている電子機器としてのモバイル型(またはノート型)のパーソナルコンピュータの構成を示す模式斜視図である。

10

20

30

40

50

図12に示すように、パーソナルコンピューター1100は、キーボード1102を備えた本体部1104と、表示部1101を有する表示ユニット1106とにより構成され、表示ユニット1106は、本体部1104に対しヒンジ構造部を介して回動可能に支持されている。

このようなパーソナルコンピューター1100には、電子デバイスとしての加速度センサー1(または2)が内蔵されている。

#### 【0078】

図13は、電子デバイスを備えている電子機器としての携帯電話機(PHSも含む)の構成を示す模式斜視図である。

図13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1201が配置されている。

このような携帯電話機1200には、電子デバイスとしての加速度センサー1(または2)が内蔵されている。

#### 【0079】

図14は、電子デバイスを備えている電子機器としてのデジタルスチルカメラの構成を示す模式斜視図である。なお、この図14には、外部機器との接続についても簡易的に示されている。

ここで、通常のカメラは、被写体の光像により銀塩写真フィルムを感光するのに対し、デジタルスチルカメラ1300は、被写体の光像をCCD(Charge Coupled Device)などの撮像素子により光電変換して撮像信号(画像信号)を生成する。

デジタルスチルカメラ1300におけるケース(ボディー)1302の背面(図中手前側)には、表示部1310が設けられ、CCDによる撮像信号に基づいて表示を行う構成になっており、表示部1310は、被写体を電子画像として表示するファインダーとして機能する。

また、ケース1302の正面側(図中奥側)には、光学レンズ(撮像光学系)やCCDなどを含む受光ユニット1304が設けられている。

#### 【0080】

撮影者が表示部1310に表示された被写体像を確認し、シャッターボタン1306を押下すると、その時点におけるCCDの撮像信号が、メモリー1308に転送・格納される。

また、このデジタルスチルカメラ1300においては、ケース1302の側面に、ビデオ信号出力端子1312と、データ通信用の入出力端子1314とが設けられている。そして、ビデオ信号出力端子1312には、テレビモニター1430が、データ通信用の入出力端子1314には、パーソナルコンピューター1440が、それぞれ必要に応じて接続される。更に、所定の操作により、メモリー1308に格納された撮像信号が、テレビモニター1430や、パーソナルコンピューター1440に出力される構成になっている。

このようなデジタルスチルカメラ1300には、電子デバイスとしての加速度センサー1(または2)が内蔵されている。

#### 【0081】

このような電子機器は、上述した電子デバイスを備えていることから、上記実施形態で説明した効果が反映され、小型化が図られ信頼性に優れている。

なお、上述した電子デバイスを備えている電子機器としては、これら以外に、例えば、インクジェット式吐出装置(例えばインクジェットプリンター)、ラップトップ型パーソナルコンピューター、テレビ、ビデオカメラ、ビデオテープレコーダー、各種ナビゲーション装置、ページャー、電子手帳(通信機能付も含む)、電子辞書、電卓、電子ゲーム機器、ワードプロセッサ、ワークステーション、テレビ電話、防犯用テレビモニター、電子双眼鏡、POS端末、医療機器(例えば電子体温計、血圧計、血糖計、心電図計測装置

10

20

30

40

50

、超音波診断装置、電子内視鏡)、魚群探知機、各種測定機器、計器類、フライトシミュレーターなどが挙げられる。いずれの場合にも、これらの電子機器は、上述した電子デバイスを備えていることから、上記実施形態で説明した効果が反映され、小型化が図られ信頼性に優れている。

#### 【0082】

(移動体)

次に、上述した電子デバイスを備えている移動体について説明する。

図15は、電子デバイスを備えている移動体の一例としての自動車を示す模式斜視図である。

自動車1500は、電子デバイスとしての加速度センサー1(または2)を、例えば、搭載されているナビゲーション装置、姿勢制御装置などの姿勢検出センサーとして用いている。

10

これによれば、自動車1500は、上述した電子デバイスを備えていることから、上記実施形態で説明した効果が反映され、信頼性に優れている。

#### 【0083】

上述した電子デバイスは、上記自動車1500に限らず、自走式ロボット、自走式搬送機器、列車、船舶、飛行機、人工衛星などを含む移動体の姿勢検出センサーなどとして好適に用いることができ、いずれの場合にも、上記実施形態で説明した効果が反映され、信頼性に優れた移動体を提供することができる。

#### 【0084】

20

なお、上述した電子デバイスは、加速度センサーに限定されるものではなく、機能素子が角速度検出機能を備えている角速度センサー、機能素子が圧力検出機能を備えている圧力センサー、機能素子が重量検出機能を備えている重量センサーや、これらのセンサー(加速度センサーを含む)が複合した複合センサーなどであってもよい。

また、電子デバイスは、機能素子が振動片である振動子、発振器、周波数フィルターなどであってもよい。

#### 【符号の説明】

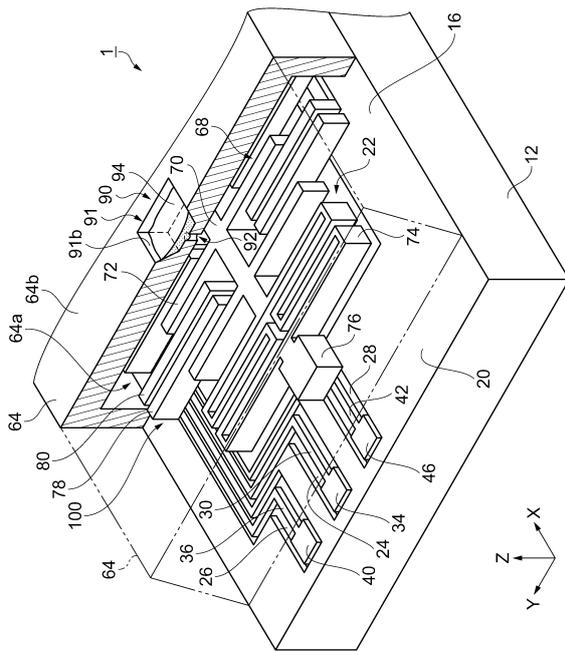
#### 【0085】

1, 2...電子デバイスとしての加速度センサー、12...基板、16...主面、20...端子部、22...凹部、24...第1溝部、26...第2溝部、28...第3溝部、30...第1配線、34...第1端子電極、36...第2配線、40...第2端子電極、42...第3配線、46...第3端子電極、54, 56, 58...突起部、62...絶縁膜、64...リッド、64a...凹部、64b...外面、64c...内壁面、64d...接合面、64e...天井面、64f...溝部、68...可動部、70...アーム、72...可動電極指、74...可撓部、76...固定部、78...第1固定電極指、80...第2固定電極指、90...貫通孔、91...第1孔部、91a...底面、91b...内壁面、92...第2孔部、92a...内壁面、93...金属膜、94...封止部材、100...機能素子、192...第2孔部、192a...内壁面、210, 211...エッチング保護膜、1100...電子機器としてのパーソナルコンピューター、1101...表示部、1102...キーボード、1104...本体部、1106...表示ユニット、1200...電子機器としての携帯電話機、1201...表示部、1202...操作ボタン、1204...受話口、1206...送話口、1300...電子機器としてのデジタルスチルカメラ、1302...ケース、1304...受光ユニット、1306...シャッターボタン、1308...メモリー、1310...表示部、1312...ビデオ信号出力端子、1314...入出力端子、1430...テレビモニター、1440...パーソナルコンピューター、1500...移動体としての自動車、S...内部空間。

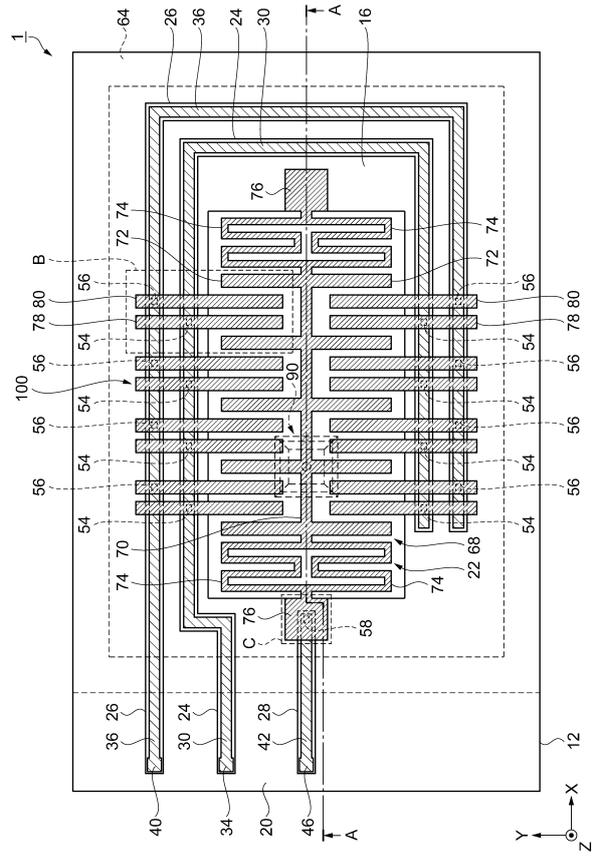
30

40

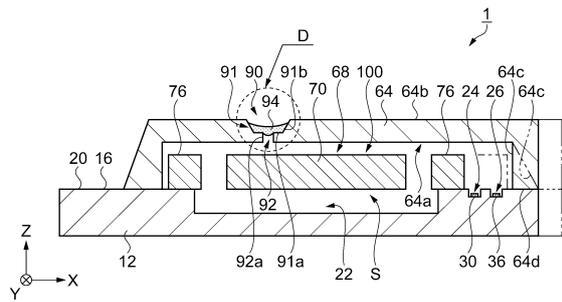
【図 1】



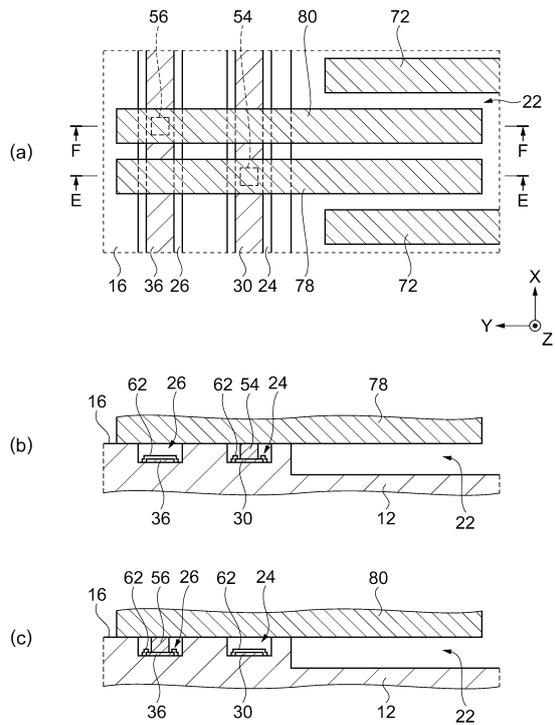
【図 2】



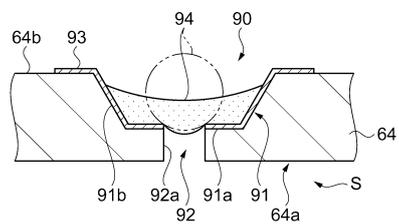
【図 3】



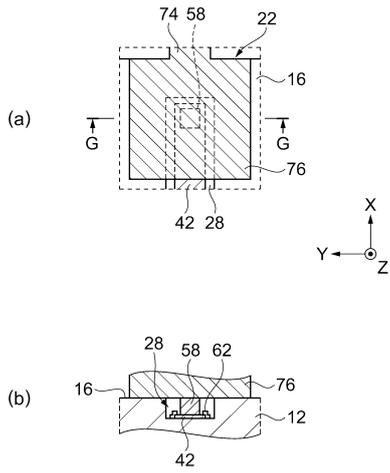
【図 5】



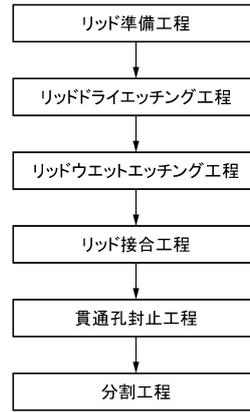
【図 4】



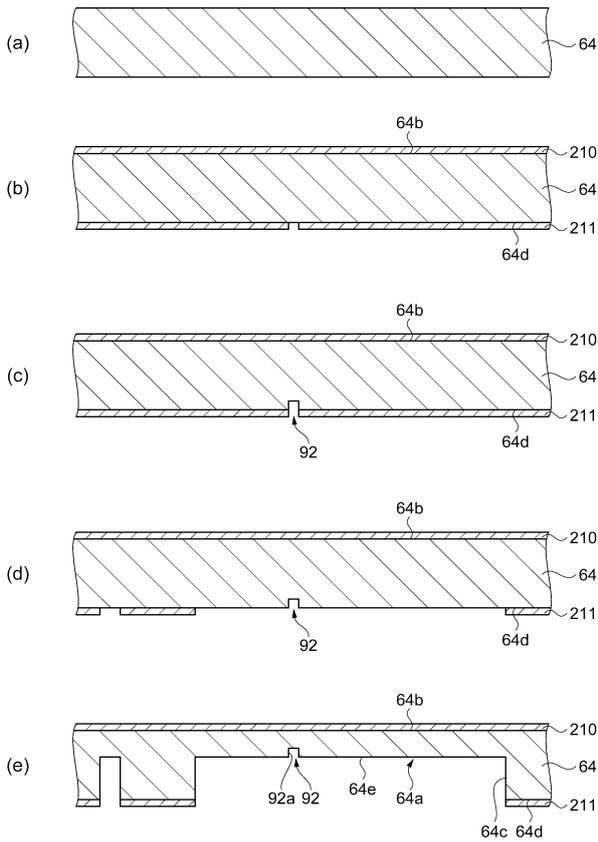
【図6】



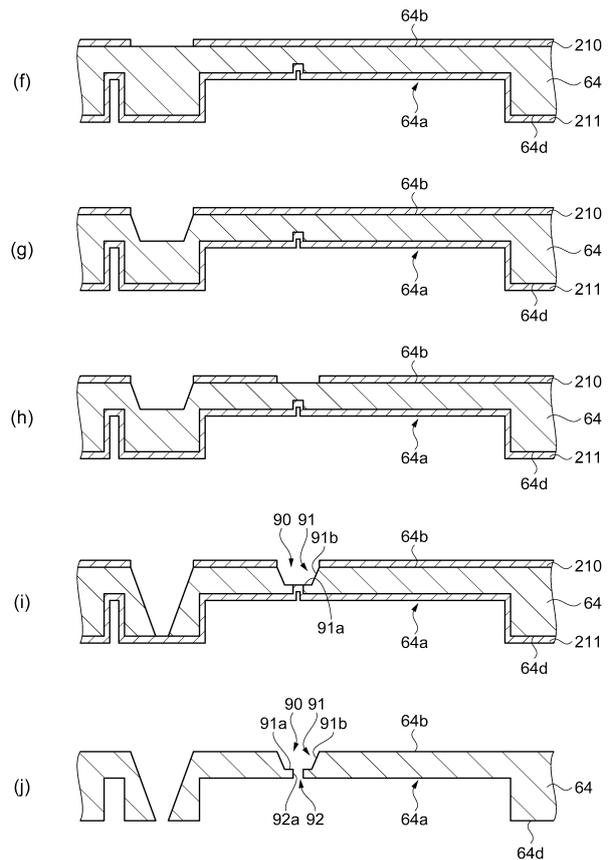
【図7】



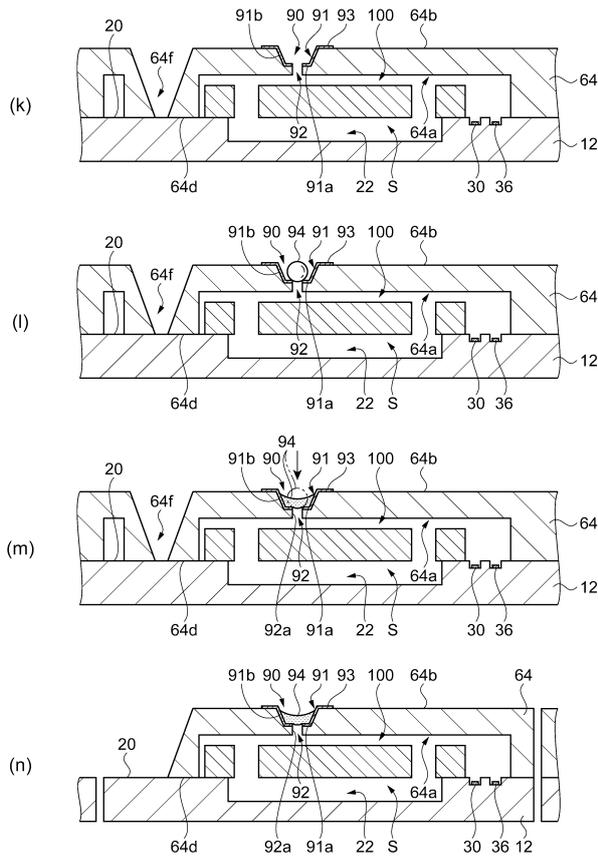
【図8】



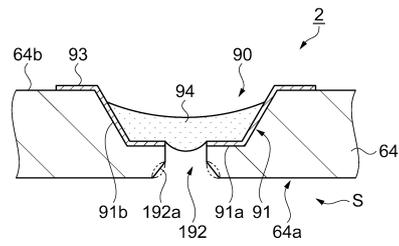
【図9】



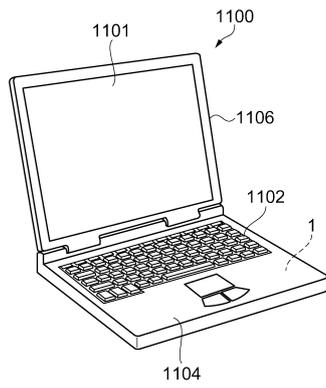
【図10】



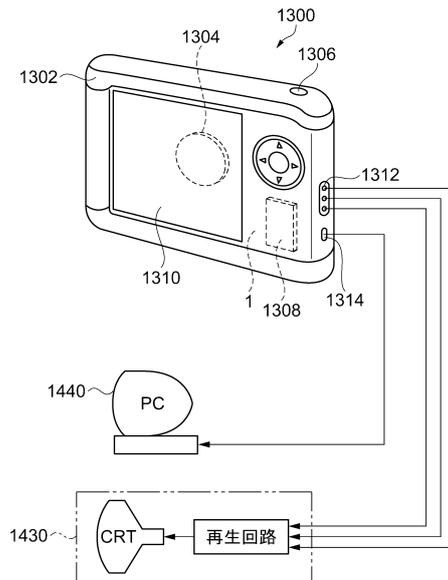
【図11】



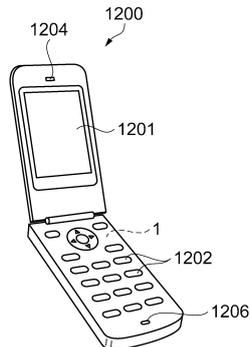
【図12】



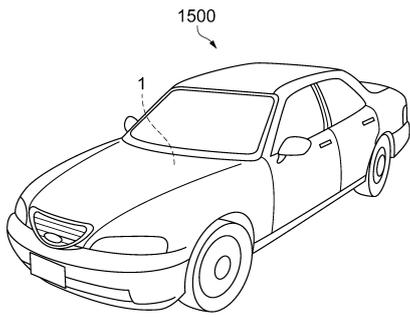
【図14】



【図13】



【 15】



---

フロントページの続き

(72)発明者 高木 成和  
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 山下 雅人

(56)参考文献 特開2013-011587(JP,A)  
特開2013-102036(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01P 15/08  
H01L 23/02  
G01C 19/56