

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-95267

(P2016-95267A)

(43) 公開日 平成28年5月26日 (2016.5.26)

| (51) Int.Cl. | | | F I | | | テーマコード (参考) |
|--------------|--------------|------------------|------|-------|------|-------------|
| GO1L | 9/00 | (2006.01) | GO1L | 9/00 | 303P | 2F055 |
| B81B | 3/00 | (2006.01) | B81B | 3/00 | | 3C081 |
| HO1L | 29/84 | (2006.01) | HO1L | 29/84 | A | 4M112 |
| GO1C | 5/06 | (2006.01) | HO1L | 29/84 | B | |
| | | | GO1C | 5/06 | | |

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2014-232594 (P2014-232594)
 (22) 出願日 平成26年11月17日 (2014.11.17)

(71) 出願人 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 100091292
 弁理士 増田 達哉
 (74) 代理人 100091627
 弁理士 朝比 一夫
 (72) 発明者 田中 信幸
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 Fターム(参考) 2F055 AA40 BB01 CC02 DD05 EE14
 FF49 GG25

最終頁に続く

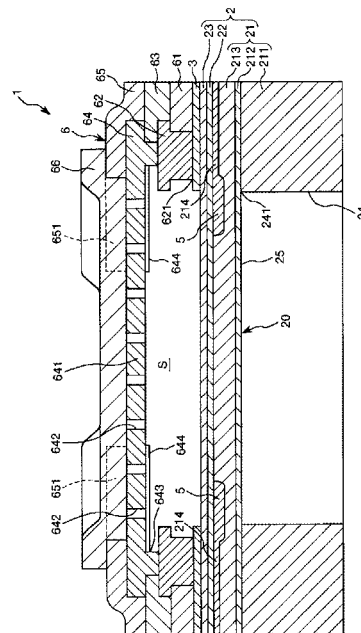
(54) 【発明の名称】 電子デバイス、物理量センサー、圧力センサー、高度計、電子機器および移動体

(57) 【要約】

【課題】優れた信頼性を有する電子デバイスおよび物理量センサーを提供すること、また、かかる電子デバイスを備える圧力センサー、高度計、電子機器および移動体を提供すること。

【解決手段】本発明の物理量センサー1は、基板2と、基板2の一方の面側に配置されている piezo抵抗素子5と、基板2の一方の面側に基板2の平面視で piezo抵抗素子5を囲んで配置されている壁部と、壁部に対して基板2とは反対側に配置されていて空洞部Sを壁部とともに構成している被覆層641と、を備え、被覆層641は、平面視で互いに隣り合う2つの辺を含んで構成されている角部と、その2つの辺を繋いで配置されている補強部644、651と、を有する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板と、
前記基板の一方の面側に配置されている機能素子と、
前記基板の前記一方の面側に前記基板の平面視で前記機能素子を囲んで配置されている壁部と、
前記壁部に対して前記基板とは反対側に配置されていて前記壁部とともに内部空間を構成している天井部と、
を備え、
前記天井部は、
平面視で互いに隣り合う 2 つの辺を有して構成されている角部と、
前記 2 つの辺を繋いで配置されている繋ぎ部と、
を有することを特徴とする電子デバイス。

10

【請求項 2】

前記繋ぎ部は、前記天井部の前記内部空間側にある請求項 1 に記載の電子デバイス。

【請求項 3】

前記内部空間側にある前記繋ぎ部は、窒化チタンを含んでいる請求項 2 に記載の電子デバイス。

【請求項 4】

前記繋ぎ部は、前記天井部の前記内部空間とは反対側にある請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の電子デバイス。

20

【請求項 5】

前記内部空間とは反対側にある前記繋ぎ部は、
酸化シリコンを含んで構成されている第 1 層と、
前記第 1 層に対して前記内部空間とは反対側に配置されていて窒化シリコンを含んで構成されている第 2 層と、
を有している請求項 4 に記載の電子デバイス。

【請求項 6】

前記繋ぎ部は、
第 1 繋ぎ部と、
前記第 1 繋ぎ部に対して前記内部空間とは反対側に配置されている第 2 繋ぎ部と、
を含み、
前記第 1 繋ぎ部と前記第 2 繋ぎ部との間に前記天井部の少なくとも一部が配置されている請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の電子デバイス。

30

【請求項 7】

前記繋ぎ部は、前記天井部よりも熱膨張率の小さい材料を含んでいる請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の電子デバイス。

【請求項 8】

前記繋ぎ部は、前記 2 つの辺に対して傾斜した方向に延びる形状をなしている部分を有する請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の電子デバイス。

40

【請求項 9】

前記基板は、平面視で前記天井部と重なる位置に設けられていて、受圧により撓み変形するダイヤフラム部を有する請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 項に記載の電子デバイス。

【請求項 10】

前記機能素子は、歪みにより電気信号を出力するセンサー素子である請求項 9 に記載の電子デバイス。

【請求項 11】

前記基板は受圧により撓み変形するダイヤフラム部を有し、前記機能素子がセンサー素子である請求項 1 ないし 10 のいずれか 1 項に記載の電子デバイスを備えることを特徴とする物理量センサー。

50

【請求項 1 2】

請求項 1 ないし 1 0 のいずれか 1 項に記載の電子デバイスを備えることを特徴とする圧力センサー。

【請求項 1 3】

請求項 1 ないし 1 0 のいずれか 1 項に記載の電子デバイスを備えることを特徴とする高度計。

【請求項 1 4】

請求項 1 ないし 1 0 のいずれか 1 項に記載の電子デバイスを備えることを特徴とする電子機器。

【請求項 1 5】

請求項 1 ないし 1 0 のいずれか 1 項に記載の電子デバイスを備えることを特徴とする移動体。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子デバイス、物理量センサー、圧力センサー、高度計、電子機器および移動体に関するものである。

【背景技術】

【0002】

半導体製造プロセスを用いて形成された空洞部を有する電子デバイスが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。このような電子デバイスの一例としては、例えば、特許文献 1 に係る MEMS 素子が挙げられ、この MEMS 素子は、基板と、基板の主面に形成された共振子と、基板の主面上に形成されていて共振子を収容する空間を形成する空間壁部と、を有する。また、特許文献 1 に係る MEMS 素子は、基板の一部が薄肉されていてダイヤフラムとして機能する。そして、受圧によるダイヤフラムの撓みに伴う共振子の周波数特性の変化に基づいて、圧力を検出する。

20

【0003】

しかし、特許文献 1 に係る MEMS 素子では、空間壁部の天井部に亀裂等の損傷が生じるといった問題があった。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2014 - 115208 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の目的は、優れた信頼性を有する電子デバイスおよび物理量センサーを提供すること、また、かかる電子デバイスを備える圧力センサー、高度計、電子機器および移動体を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

40

【0006】

このような目的は、下記の本発明により達成される。

[適用例 1]

本発明の電子デバイスは、基板と、
前記基板の一方の面側に配置されている機能素子と、
前記基板の前記一方の面側に前記基板の平面視で前記機能素子を囲んで配置されている壁部と、
前記壁部に対して前記基板とは反対側に配置されていて前記壁部とともに内部空間を構成している天井部と、
を備え、

50

前記天井部は、
平面視で互いに隣り合う2つの辺を有して構成されている角部と、
前記2つの辺を繋いで配置されている繋ぎ部と、
を有することを特徴とする。

【0007】

このような電子デバイスによれば、天井部を繋ぎ部（以下、「補強部」ともいう）により効果的に補強し、天井部の角部とそれに隣接する部分との間の強度差に起因する損傷を低減することができる。よって、本発明の電子デバイスは、優れた信頼性を有する。

【0008】

[適用例2]

本発明の電子デバイスでは、前記繋ぎ部は、前記天井部の前記内部空間側にあることが好ましい。

10

【0009】

これにより、補強部の補強効果を優れたものとすることができる。また、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を用いて壁部を形成する場合に、フォトリソグラフィの露光の際に用いる反射防止膜を用いて補強部を形成することができ、製造工程の簡単化を図ることができる。

【0010】

[適用例3]

本発明の電子デバイスでは、前記内部空間側にある前記繋ぎ部は、窒化チタンを含んでいることが好ましい。

20

【0011】

これにより、アルミニウムを用いて天井部を構成した場合、天井部と補強部との熱膨張差を小さくすることができる。そのため、天井部に熱収縮等が生じたときに、天井部に生じる応力集中を低減し、天井部の損傷を低減することができる。

【0012】

[適用例4]

本発明の電子デバイスでは、前記繋ぎ部は、前記天井部の前記内部空間とは反対側にあることが好ましい。

【0013】

これにより、保護膜を設ける場合に、その保護膜と一括して補強部を形成することができ、製造工程の簡単化を図ることができる。

30

【0014】

[適用例5]

本発明の電子デバイスでは、前記内部空間とは反対側にある前記繋ぎ部は、酸化シリコンを含んで構成されている第1層と、
前記第1層に対して前記内部空間とは反対側に配置されていて窒化シリコンを含んで構成されている第2層と、
を有していることが好ましい。

これにより、保護膜と一括して補強部を形成することができる。

40

【0015】

[適用例6]

本発明の電子デバイスでは、前記繋ぎ部は、
第1繋ぎ部と、
前記第1繋ぎ部に対して前記内部空間とは反対側に配置されている第2繋ぎ部と、
を含み、

前記第1繋ぎ部と前記第2繋ぎ部との間に前記天井部の少なくとも一部が配置されていることが好ましい。

【0016】

これにより、製造工程の簡単化を図りつつ、補強部の補強効果を優れたものとする

50

ができる。

【0017】

[適用例7]

本発明の電子デバイスでは、前記繋ぎ部は、前記天井部よりも熱膨張率の小さい材料を含んでいることが好ましい。

これにより、天井部が熱収縮または熱膨張を低減することができる。

【0018】

[適用例8]

本発明の電子デバイスでは、前記繋ぎ部は、前記2つの辺に対して傾斜した方向に延びる形状をなしている部分を有することが好ましい。

10

【0019】

これにより、天井部および補強部からなる構造体の質量を低減し、天井部の撓みを低減することができる。そのため、天井部の損傷をより効果的に低減することができる。

【0020】

[適用例9]

本発明の電子デバイスでは、前記基板は、平面視で前記天井部と重なる位置に設けられていて、受圧により撓み変形するダイヤフラム部を有することが好ましい。

【0021】

これにより、圧力を検出可能な電子デバイス（物理量センサー）を実現することができる。

20

【0022】

[適用例10]

本発明の電子デバイスでは、前記機能素子は、歪みにより電気信号を出力するセンサー素子であることが好ましい。

これにより、圧力の検出感度を向上させることができる。

【0023】

[適用例11]

本発明の物理量センサーは、前記基板は受圧により撓み変形するダイヤフラム部を有し、前記機能素子がセンサー素子である本発明の電子デバイスを備えることを特徴とする。

30

【0024】

このような物理量センサーによれば、天井部を補強部により効果的に補強し、天井部の角部とそれに隣接する部分との間の強度差に起因する損傷を低減することができる。よって、本発明の物理量センサーは、優れた信頼性を有する。

【0025】

[適用例12]

本発明の圧力センサーは、本発明の電子デバイスを備えることを特徴とする。

これにより、優れた信頼性を有する圧力センサーを提供することができる。

【0026】

[適用例13]

本発明の高度計は、本発明の電子デバイスを備えることを特徴とする。

これにより、優れた信頼性を有する高度計を提供することができる。

40

【0027】

[適用例14]

本発明の電子機器は、本発明の電子デバイスを備えることを特徴とする。

これにより、優れた信頼性を有する電子機器を提供することができる。

【0028】

[適用例15]

本発明の移動体は、本発明の電子デバイスを備えることを特徴とする。

これにより、優れた信頼性を有する移動体を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 2 9 】

【 図 1 】 本発明の第 1 実施形態に係る物理量センサー（電子デバイス）を示す断面図である。

【 図 2 】 図 1 に示す物理量センサーのピエゾ抵抗素子（センサー素子）および壁部の配置を示す平面図である。

【 図 3 】 図 1 に示す物理量センサーの作用を説明するための図であって、（ a ）は加圧状態を示す断面図、（ b ）は加圧状態を示す平面図である。

【 図 4 】 図 1 に示す物理量センサーの補強部（繋ぎ部）の配置を示す平面図である。

【 図 5 】 図 1 に示す物理量センサーの部分拡大断面図である。

【 図 6 】 図 1 に示す物理量センサーの製造工程を示す図である。

【 図 7 】 図 1 に示す物理量センサーの製造工程を示す図である。

【 図 8 】 図 1 に示す物理量センサーの製造工程を示す図である。

【 図 9 】 本発明の第 2 実施形態に係る物理量センサー（電子デバイス）を示す断面図である。

【 図 1 0 】 本発明の第 3 実施形態に係る物理量センサー（電子デバイス）を示す断面図である。

【 図 1 1 】 本発明の第 4 実施形態に係る物理量センサー（電子デバイス）の補強部（繋ぎ部）の配置を示す平面図である。

【 図 1 2 】 本発明の第 5 実施形態に係る物理量センサー（電子デバイス）の補強部（繋ぎ部）の配置を示す平面図である。

【 図 1 3 】 本発明の第 6 実施形態に係る物理量センサー（電子デバイス）の補強部（繋ぎ部）の配置を示す平面図である。

【 図 1 4 】 本発明の第 7 実施形態に係る物理量センサー（電子デバイス）の補強部（繋ぎ部）の配置を示す平面図である。

【 図 1 5 】 本発明の圧力センサーの一例を示す断面図である。

【 図 1 6 】 本発明の高度計の一例を示す斜視図である。

【 図 1 7 】 本発明の電子機器の一例を示す正面図である。

【 図 1 8 】 本発明の移動体の一例を示す斜視図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 3 0 】

以下、本発明の電子デバイス、物理量センサー、圧力センサー、高度計、電子機器および移動体を添付図面に示す各実施形態に基づいて詳細に説明する。

【 0 0 3 1 】

1. 物理量センサー

< 第 1 実施形態 >

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る物理量センサーを示す断面図、図 2 は、図 1 に示す物理量センサーのピエゾ抵抗素子（センサー素子）および壁部の配置を示す平面図である。図 3 は、図 1 に示す物理量センサーの作用を説明するための図であって、図 3（ a ）は加圧状態を示す断面図、図 3（ b ）は加圧状態を示す平面図である。なお、以下では、説明の便宜上、図 1 中の上側を「上」、下側を「下」という。

【 0 0 3 2 】

図 1 に示す物理量センサー 1 は、ダイヤフラム部 2 0 を有する基板 2 と、ダイヤフラム部 2 0 に配置されている機能素子である複数のピエゾ抵抗素子 5（センサー素子）と、基板 2 とともに空洞部 5（内部空間）を形成している積層構造体 6 と、基板 2 と積層構造体 6 との間に配置されている中間層 3 と、を備えている。

【 0 0 3 3 】

以下、物理量センサー 1 を構成する各部を順次説明する。

- 基板 -

基板 2 は、半導体基板 2 1 と、半導体基板 2 1 の一方の面上に設けられた絶縁膜 2 2 と、絶縁膜 2 2 の半導体基板 2 1 とは反対側の面上に設けられた絶縁膜 2 3 と、を有してい

10

20

30

40

50

る。

【0034】

半導体基板21は、単結晶シリコンで構成されているシリコン層211（ハンドル層）と、シリコン酸化膜で構成されている酸化シリコン層212（ボックス層）と、単結晶シリコンで構成されているシリコン層213（デバイス層）とがこの順で積層されたSOI基板である。なお、半導体基板21は、SOI基板に限定されず、例えば、単結晶シリコン基板等の他の半導体基板であってもよい。

【0035】

絶縁膜22は、例えば、シリコン酸化膜であり、絶縁性を有する。また、絶縁膜23は、例えば、シリコン窒化膜であり、絶縁性を有するとともに、フッ酸を含むエッチング液に対する耐性をも有する。ここで、半導体基板21（シリコン層213）と絶縁膜23（シリコン窒化膜）との間に絶縁膜22（シリコン酸化膜）が介在していることにより、絶縁膜23の成膜時に生じた応力が半導体基板21に伝わるのを絶縁膜22により緩和することができる。また、絶縁膜22は、半導体基板21およびその上方に半導体回路を形成する場合、素子間分離膜として用いることもできる。なお、絶縁膜22、23は、前述した構成材料に限定されず、また、必要に応じて、絶縁膜22、23のうちのいずれか一方を省略してもよい。

【0036】

このような基板2の絶縁膜23上には、パターニングされた中間層3が配置されている。この中間層3は、平面視でダイヤフラム部20の周囲を囲むように形成されており、中間層3の上面と基板2の上面との間であって、ダイヤフラム部20の中心側（内側）に中間層3の厚さ分の段差部を形成する。これにより、ダイヤフラム部20が受圧により撓み変形したとき、ダイヤフラム部20の段差部との間の境界部分に応力を集中させることができる。そのため、かかる境界部分（またはその付近）にピエゾ抵抗素子5を配置することにより、検出感度を向上させることができる。

【0037】

この中間層3は、例えば、単結晶シリコン、多結晶シリコン（ポリシリコン）またはアモルファスシリコンで構成されている。また、中間層3は、例えば、単結晶シリコン、多結晶シリコン（ポリシリコン）またはアモルファスシリコンにリン、ボロン等の不純物をドーブ（拡散または注入）して構成されていてもよい。この場合、中間層3は、導電性を有するため、例えば、空洞部5の外側において基板2上にMOSトランジスタを形成する場合、中間層3の一部をMOSトランジスタのゲート電極として用いることができる。また、中間層3の一部を配線として用いることもできる。

【0038】

このような基板2には、周囲の部分よりも薄肉であり、受圧によって撓み変形するダイヤフラム部20が設けられている。ダイヤフラム部20は、半導体基板21の下面に有底の凹部24を設けることで形成されている。すなわち、ダイヤフラム部20は、基板2の一方の面に開口している凹部24の底部を含んで構成されている。このダイヤフラム部20は、その下面が受圧面25となっている。本実施形態では、図2に示すように、ダイヤフラム部20は、正方形（矩形）の平面視形状である。

【0039】

本実施形態の基板2では、凹部24がシリコン層211を貫通しており、ダイヤフラム部20が酸化シリコン層212、シリコン層213、絶縁膜22および絶縁膜23の4層で構成されている。ここで、酸化シリコン層212は、後述するように、物理量センサー1の製造工程において凹部24をエッチングにより形成する際にエッチングストップ層として利用することができ、ダイヤフラム部20の厚さの製品ごとのバラツキを少なくすることができる。

【0040】

なお、凹部24がシリコン層211を貫通せず、ダイヤフラム部20がシリコン層211の薄肉部、酸化シリコン層212、シリコン層213、絶縁膜22および絶縁膜23の

10

20

30

40

50

5層で構成されていてもよい。

【0041】

- ピエゾ抵抗素子（機能素子） -

複数のピエゾ抵抗素子5は、図1に示すように、それぞれ、ダイヤフラム部20の空洞部5側に形成されている。ここで、ピエゾ抵抗素子5は、半導体基板21のシリコン層213に形成されている。

【0042】

図2に示すように、複数のピエゾ抵抗素子5は、ダイヤフラム部20の外周部に配置されている複数のピエゾ抵抗素子5a、5b、5c、5dで構成されている。

【0043】

基板2の厚さ方向から見た平面視（以下、単に「平面視」という）で四角形をなすダイヤフラム部20の4つの辺にそれぞれ対応して、ピエゾ抵抗素子5a、ピエゾ抵抗素子5b、ピエゾ抵抗素子5c、ピエゾ抵抗素子5dが配置されている。

【0044】

ピエゾ抵抗素子5aは、ダイヤフラム部20の対応する辺に対して垂直な方向に沿って延びている。そして、ピエゾ抵抗素子5aの両端部には、1対の配線214aが電氣的に接続されている。同様に、ピエゾ抵抗素子5bは、ダイヤフラム部20の対応する辺に対して垂直な方向に沿って延びている。そして、ピエゾ抵抗素子5bの両端部には、1対の配線214bが電氣的に接続されている。

【0045】

一方、ピエゾ抵抗素子5cは、ダイヤフラム部20の対応する辺に対して平行な方向に沿って延びている。そして、ピエゾ抵抗素子5cの両端部には、1対の配線214cが電氣的に接続されている。同様に、ピエゾ抵抗素子5dは、ダイヤフラム部20の対応する辺に対して平行な方向に沿って延びている。そして、ピエゾ抵抗素子5dの両端部には、1対の配線214dが電氣的に接続されている。

【0046】

なお、以下では、配線214a、214b、214c、214dをまとめて「配線214」ともいう。

【0047】

このようなピエゾ抵抗素子5および配線214は、それぞれ、例えば、リン、ボロン等の不純物をドーブ（拡散または注入）したシリコン（単結晶シリコン）で構成されている。ここで、配線214における不純物のドーブ濃度は、ピエゾ抵抗素子5における不純物のドーブ濃度よりも高い。なお、配線214は、金属で構成されていてもよい。

【0048】

また、複数のピエゾ抵抗素子5は、例えば、自然状態における抵抗値が互いに等しくなるように構成されている。

【0049】

以上説明したようなピエゾ抵抗素子5は、配線214等を介して、ブリッジ回路（ホイートストンブリッジ回路）を構成している。このブリッジ回路には、駆動電圧を供給する駆動回路（図示せず）が接続されている。そして、このブリッジ回路では、ピエゾ抵抗素子5の抵抗値に応じた信号（電圧）として出力される。

【0050】

- 積層構造体 -

積層構造体6は、前述した基板2との間に空洞部5を画成するように形成されている。ここで、積層構造体6は、ダイヤフラム部20のピエゾ抵抗素子5側に配置されていてダイヤフラム部20（または基板2）とともに空洞部5（内部空間）を区画形成（構成）している。

【0051】

この積層構造体6は、基板2上に平面視でピエゾ抵抗素子5を取り囲むように形成された層間絶縁膜61と、層間絶縁膜61上に形成された配線層62と、配線層62および層

10

20

30

40

50

間絶縁膜 6 1 上に形成された層間絶縁膜 6 3 と、層間絶縁膜 6 3 上に形成され、複数の細孔 6 4 2 (開孔)を備えた被覆層 6 4 1 を有する配線層 6 4 と、配線層 6 4 および層間絶縁膜 6 3 上に形成された表面保護膜 6 5 と、被覆層 6 4 1 上に設けられた封止層 6 6 とを有している。

【0052】

層間絶縁膜 6 1、6 3 は、それぞれ、例えば、シリコン酸化膜で構成されている。また、配線層 6 2、6 4 および封止層 6 6 は、それぞれ、アルミニウム等の金属で構成されている。また、封止層 6 6 は、被覆層 6 4 1 が有する複数の細孔 6 4 2 を封止している。また、表面保護膜 6 5 は、例えば、シリコン窒化膜である。

【0053】

このような積層構造体 6 において、被覆層 6 4 1 を除く配線層 6 2 および配線層 6 4 からなる構造体は、基板 2 の一方の面側に平面視で piezo 抵抗素子 5 を囲んで配置されている「壁部」を構成している。また、被覆層 6 4 1 は、この壁部に対して基板 2 とは反対側に配置されていて、壁部とともに空洞部 S (内部空間)を構成している「天井部」を構成している。また、配線層 6 4 は、被覆層 6 4 1 を補強する 4 つの補強部 6 4 4 を有し、表面保護膜 6 5 は、被覆層 6 4 1 を補強する 4 つの補強部 6 5 1 を有する。なお、補強部 6 4 4、6 5 1 およびこれに関連する事項については、後に詳述する。

【0054】

また、このような積層構造体 6 は、CMOS プロセスのような半導体製造プロセスを用いて形成することができる。なお、シリコン層 2 1 3 上およびその上方には、半導体回路が作り込まれていてもよい。この半導体回路は、MOS トランジスタ等の能動素子、その他必要に応じて形成されたコンデンサ、インダクタ、抵抗、ダイオード、配線 (piezo 抵抗素子 5 に接続されている配線を含む)等の回路要素を有している。

【0055】

基板 2 と積層構造体 6 とによって画成された空洞部 S は、密閉された空間である。この空洞部 S は、物理量センサー 1 が検出する圧力の基準値となる圧力基準室として機能する。本実施形態では、空洞部 S が真空状態 (300 Pa 以下)となっている。空洞部 S を真空状態とすることによって、物理量センサー 1 を、真空状態を基準として圧力を検出する「絶対圧センサー」として用いることができ、その利便性が向上する。

【0056】

ただし、空洞部 S は、真空状態でなくてもよく、大気圧であってもよいし、大気圧よりも気圧が低い減圧状態であってもよいし、大気圧よりも気圧が高い加圧状態であってもよい。また、空洞部 S には、窒素ガス、希ガス等の不活性ガスが封入されていてもよい。

以上、物理量センサー 1 の構成について簡単に説明した。

【0057】

このような構成の物理量センサー 1 は、図 3 (a) に示すように、ダイヤフラム部 2 0 の受圧面 2 5 が受ける圧力 P に応じて、ダイヤフラム部 2 0 が変形し、これにより、図 3 (b) に示すように、piezo 抵抗素子 5 a、5 b、5 c、5 d が歪み、piezo 抵抗素子 5 a、5 b、5 c、5 d の抵抗値が変化する。それに伴って、piezo 抵抗素子 5 a、5 b、5 c、5 d が構成するブリッジ回路の出力が変化し、その出力に基づいて、受圧面 2 5 で受けた圧力の大きさを求めることができる。

【0058】

より具体的に説明すると、前述したようなダイヤフラム部 2 0 の変形が生じる前の自然状態では、例えば、piezo 抵抗素子 5 a、5 b、5 c、5 d の抵抗値が互いに等しい場合、piezo 抵抗素子 5 a、5 b の抵抗値の積と piezo 抵抗素子 5 c、5 d の抵抗値の積とが等しく、ブリッジ回路の出力 (電位差) はゼロとなる。

【0059】

一方、前述したようなダイヤフラム部 2 0 の変形が生じると、図 3 (b) に示すように、piezo 抵抗素子 5 a、5 b にその長手方向に沿った圧縮歪みおよび幅方向に沿った引張歪みが生じるとともに、piezo 抵抗素子 5 c、5 d その長手方向に沿った引張歪みおよび

10

20

30

40

50

その幅方向に沿った圧縮歪みが生じる。したがって、前述したようなダイヤフラム部 20 の変形が生じたとき、 piezo 抵抗素子 5 a、5 b の抵抗値と piezo 抵抗素子 5 c、5 d の抵抗値とのうち、一方の抵抗値が増加し、他方の抵抗値が減少する。

【0060】

このような piezo 抵抗素子 5 a、5 b、5 c、5 d の歪みにより、piezo 抵抗素子 5 a、5 b の抵抗値の積と piezo 抵抗素子 5 c、5 d の抵抗値の積との差が生じ、その差に応じた出力（電位差）がブリッジ回路から出力される。このブリッジ回路からの出力に基づいて、受圧面 25 で受けた圧力の大きさ（絶対圧）を求めることができる。

【0061】

ここで、前述したようなダイヤフラム部 20 の変形が生じたとき、piezo 抵抗素子 5 a、5 b の抵抗値と piezo 抵抗素子 5 c、5 d の抵抗値とのうち、一方の抵抗値が増加し、他方の抵抗値が減少するため、piezo 抵抗素子 5 a、5 b の抵抗値の積と piezo 抵抗素子 5 c、5 d の抵抗値の積との差の変化を大きくすることができ、それに伴って、ブリッジ回路からの出力を大きくすることができる。その結果、圧力の検出感度を高めることができる。

10

【0062】

このように、物理量センサー 1 では、基板 2 が有するダイヤフラム部 20 が、平面視で被覆層 641 と重なる位置に設けられていて、受圧により撓み変形する。これにより、圧力を検出可能な物理量センサー 1 を実現することができる。また、ダイヤフラム部 20 に配置されている piezo 抵抗素子 5 が歪みにより電気信号を出力するセンサー素子であるため、圧力の検出感度を向上させることができる。また、前述したように平面視でダイヤフラム部 20 の輪郭が矩形をなしているため、圧力の検出感度を向上させることができる。

20

【0063】

（補強部）

以下、補強部 644、651 について詳述する。

【0064】

図 4 は、図 1 に示す物理量センサーの補強部の配置を示す平面図、図 5 は、図 1 に示す物理量センサーの部分拡大断面図である。

【0065】

前述したように、配線層 64 は、被覆層 641 を補強する 4 つの補強部 644 を有し、また、表面保護膜 65 は、被覆層 641 を補強する 4 つの補強部 651 を有する。

30

【0066】

ここで、図 4 に示すように、被覆層 641 は、平面視で、矩形をなしている、互いに隣り合う 2 つの辺を含んで構成されている 4 つの角部を有する。そして、各補強部 644 および各補強部 651 は、それぞれ、互いに隣り合う 2 つの辺を繋いで配置されている。よって、補強部は「繋ぎ部」と表現することもできる。これにより、被覆層 641 を補強部 644、651 により効果的に補強し、被覆層 641 の角部とそれに隣接する部分との間の強度差に起因する損傷を低減することができる。よって、本発明の物理量センサー 1 は、優れた信頼性を有する。

【0067】

これに対し、仮に、補強部 644 および補強部 651 の双方を省略した場合、被覆層 641 の角部に対応する部分の強度が他の部分に比べて極端に高くなるため、被覆層 641 が熱収縮等したとき、被覆層 641 の当該角部に対応する部分と他の部分との間に応力が集中しやすくなり、その結果、被覆層 641 の亀裂等の損傷が生じやすくなる。

40

【0068】

また、補強部 644 は、被覆層 641 の空洞部 5 側にある。これにより、補強部 644 の補強効果を優れたものとすることができる。また、後述するように、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を用いて配線層 64 を形成する場合に、フォトリソグラフィの露光の際に用いる反射防止膜を用いて補強部 644 を形成することができ、製造工程の簡単化を図ることができる。

50

【0069】

本実施形態では、図5に示すように、配線層62は、チタン(Ti)で構成されたTi層622と、窒化チタン(TiN)で構成されたTiN層623と、アルミニウム(Al)で構成されたAl層624と、窒化チタン(TiN)で構成されたTiN層625とを有し、これらがこの順で積層されて構成されている。同様に、配線層64は、チタン(Ti)で構成されたTi層645と、窒化チタン(TiN)で構成されたTiN層646と、アルミニウム(Al)で構成されたAl層647と、窒化チタン(TiN)で構成されたTiN層648とを有し、これらがこの順で積層されて構成されている。

【0070】

そして、補強部644は、Ti層645およびTiN層646の一部で構成されている。TiN層646は、フォトリソグラフィの露光の際に用いる反射防止膜の一部であり、かかる反射防止膜を用いて形成される。

10

【0071】

また、補強部644が窒化チタンを含んでいることにより、アルミニウムを用いて被覆層641を構成した場合、被覆層641と補強部644との熱膨張差を小さくすることができる。そのため、被覆層641に熱収縮等が生じたときに、被覆層641に生じる応力集中を低減し、被覆層641の損傷を低減することができる。

【0072】

また、補強部644が被覆層641よりも熱膨張率の小さい材料を含んでいることにより、被覆層641が熱収縮または熱膨張を低減することができる。

20

【0073】

一方、補強部651は、被覆層641の空洞部Sとは反対側にある。これにより、表面保護膜65と一括して補強部651を形成することができ、製造工程の簡単化を図ることができる。

【0074】

本実施形態では、図5に示すように、表面保護膜65は、酸化シリコン(SiO₂)で構成されている第1層であるSiO₂層652と、SiO₂に対して空洞部Sとは反対側に配置されていて窒化シリコン(SiN)で構成されている第2層であるSiN層653と、を含んでいる。そして、補強部651は、SiO₂層652およびSiN層653の一部で構成されている。これにより、表面保護膜65と一括して補強部651を形成することができる。

30

【0075】

また、補強部651が被覆層641よりも熱膨張率の小さい材料を含んでいることにより、被覆層641が熱収縮または熱膨張を低減することができる。

【0076】

このように、本実施形態では、被覆層641の一方の面側に補強部644、他方の面側に補強部651がある。すなわち、補強部644と補強部651との間に被覆層641がある。これにより、製造工程の簡単化を図りつつ、補強部644、651の補強効果を優れたものとすることができる。ここで、補強部644は、「第1補強部」を構成し、また、補強部651は、補強部644(第1補強部)に対して空洞部S(内部空間)とは反対側に配置されている「第2補強部」を構成している。

40

【0077】

また、各補強部644、651は、平面視で矩形をなす被覆層641の互いに隣り合う2つの辺に対して傾斜した方向に延びる形状をなしている。これにより、被覆層641および補強部644、651からなる構造体の質量を低減し、被覆層641の撓みを低減することができる。そのため、被覆層641の損傷をより効果的に低減することができる。また、配線層64が有する複数の細孔642の配設密度を高くすることができる。そのため、後述する製造工程において細孔642を通じたエッチングを効果的に行うことができる。

【0078】

50

ここで、細孔 6 4 2 は、平面視で、補強部 6 4 4、6 5 1 に重ならず、かつ、できるだけ広範囲にわたって分散するように配置されている。特に、平面視で、被覆層 6 4 1 の角部に近い位置にも、細孔 6 4 2 が存在するように、複数の細孔 6 4 2 が配置されている。これにより、後述する製造工程において細孔 6 4 2 を通じたエッチングを効率的に行うことができる。

【0079】

(物理量センサーの製造方法)

次に、物理量センサー 1 の製造方法を簡単に説明する。

【0080】

図 6 ~ 図 8 は、図 1 に示す物理量センサーの製造工程を示す図である。以下、物理量センサー 1 の製造方法を、これらの図に基づいて説明する。 10

【0081】

[素子形成工程]

まず、図 6 (a) に示すように、SOI 基板である半導体基板 2 1 を用意する。

【0082】

そして、半導体基板 2 1 のシリコン層 2 1 3 にリン (n 型) またはボロン (p 型) 等の不純物をドーブ (イオン注入) することにより、図 6 (b) に示すように、複数の piezo 抵抗素子 5 および配線 2 1 4 を形成する。

【0083】

例えば、ボロンを + 80 keV でイオン注入を行う場合、piezo 抵抗素子 5 へのイオン注入濃度を 1×10^{14} atoms/cm² 程度とする。また、配線 2 1 4 へのイオン注入濃度を piezo 抵抗素子 5 よりも多くする。例えば、ボロンを 10 keV でイオン注入を行う場合、配線 2 1 4 へのイオン注入濃度を 5×10^{15} atoms/cm² 程度とする。また、前述したようなイオン注入の後、例えば、1000 程度で 20 分程度のアニールを行う。 20

【0084】

[絶縁膜等形成工程]

次に、図 6 (c) に示すように、シリコン層 2 1 3 上に絶縁膜 2 2、絶縁膜 2 3 および中間層 3 をこの順で形成する。

【0085】

絶縁膜 2 2、2 3 の形成は、それぞれ、例えば、スパッタリング法、CVD 法等により行うことができる。中間層 3 は、例えば、多結晶シリコンをスパッタリング法、CVD 法等により成膜した後、その膜に必要な応じてリン、ボロン等の不純物をドーブ (イオン注入) し、その後、エッチングによりパターンングすることで形成することができる。 30

【0086】

[層間絶縁膜・配線層形成工程]

次に、図 6 (d) に示すように、絶縁膜 2 3 上に、犠牲層 4 1 を形成する。

【0087】

この犠牲層 4 1 は、後述する空洞部形成工程により一部が除去され、残部が層間絶縁膜 6 1 となるものであり、配線層 6 2 が貫通するための貫通孔を有する。犠牲層 4 1 の形成は、シリコン酸化膜をスパッタリング法、CVD 法等により形成し、そのシリコン酸化膜をエッチングによりパターンングすることにより行う。 40

【0088】

また、犠牲層 4 1 の厚さは、特に限定されないが、例えば、1500 nm 以上 5000 nm 以下程度とされる。

【0089】

次に、図 7 (a) に示すように、犠牲層 4 1 に形成された貫通孔を埋めるように、配線層 6 2 を形成する。

【0090】

配線層 6 2 の形成は、例えば、スパッタリング法、CVD 法等により一様な導体膜を形 50

成した後、この導体膜をパターンング処理することにより行うことができる。図示しないが、前述したTi層622、TiN層623、Al層624およびTiN層625を有する配線層62を形成するには、Ti層およびTiN層をこの順で一様に形成した後にこれらの層をパターンングすることによりTi層622およびTiN層623を形成し、その後、Al層およびTiN層をこの順で一様に形成した後にこれらの層をパターンングすることによりAl層624およびTiN層625を形成する。ここで、TiN層623は、犠牲層41の貫通孔内へのAlの充填性を良好とするためにAlの濡れ性を高める機能を有し、Ti層622は、TiN層623と犠牲層41との密着性を高める機能を有する。また、Al層上に一様に形成されたTiN層は、パターンングによりAl層624およびTiN層625を形成する際にフォトリソグラフィの露光光の反射を防止する反射防止膜として機能する。

10

【0091】

また、配線層62の厚さは、特に限定されないが、例えば、300nm以上900nm以下程度とされる。

【0092】

次に、図7(b)に示すように、犠牲層41上および配線層62上に、犠牲層42を形成する。

【0093】

この犠牲層42は、後述する空洞部形成工程により一部が除去され、残部が層間絶縁膜63となるものであり、配線層64が貫通するための貫通孔を有する。犠牲層42の形成は、前述した犠牲層41の形成と同様、シリコン酸化膜をスパッタリング法、CVD法等により形成し、そのシリコン酸化膜をエッチングによりパターンングすることにより行う。

20

【0094】

また、犠牲層42の厚さは、特に限定されないが、例えば、1500nm以上5000nm以下程度とされる。

【0095】

次に、図7(c)に示すように、犠牲層42に形成された貫通孔を埋めるように、配線層64を形成する。

【0096】

配線層64の形成は、例えば、スパッタリング法、CVD法等により一様な導体膜を形成した後、この導体膜をパターンング処理することにより行うことができる。図示しないが、前述したTi層645、TiN層646、Al層647およびTiN層648を有する配線層64を形成するには、Ti層およびTiN層をこの順で一様に形成した後にこれらの層をパターンングすることによりTi層645およびTiN層646を形成し、その後、Al層およびTiN層をこの順で一様に形成した後にこれらの層をパターンングすることによりAl層647およびTiN層648を形成する。ここで、TiN層646は、犠牲層42の貫通孔内へのAlの充填性を良好とするためにAlの濡れ性を高める機能を有し、Ti層645は、TiN層646と犠牲層42との密着性を高める機能を有する。また、Al層上に一様に形成されたTiN層は、パターンングによりAl層647およびTiN層648を形成する際にフォトリソグラフィの露光光の反射を防止する反射防止膜として機能する。

30

40

【0097】

また、配線層64の厚さは、特に限定されないが、例えば、300nm以上900nm以下程度とされる。

【0098】

以上のようにして犠牲層41、42および配線層62、64が形成される。なお、このような犠牲層41、42および配線層62、64からなる積層構造は、通常のCMOSプロセスを用いて形成され、その積層数は、必要に応じて適宜に設定される。すなわち、必要に応じてさらに多くの犠牲層や配線層が積層される場合もある。

50

【0099】

その後、図7(d)に示すように、スパッタリング法、CVD法等により表面保護膜65を形成する。これにより、後述する空洞部形成工程におけるエッチングの際、犠牲層41、42の層間絶縁膜61、62となる部分を保護することができる。

【0100】

図示しないが、前述したSiO₂層652およびSiN層653を有する表面保護膜65を形成する際には、SiO₂層およびSiN層をこの順で一様に形成した後にこれらの層をパターニングすることによりSiO₂層652およびSiN層653を形成する。

【0101】

なお、表面保護膜65の構成は、前述したものに限定されない。表面保護膜65の構成材料としては、例えば、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜、ポリイミド膜、エポキシ樹脂膜など、素子を水分、ゴミ、傷などから保護するための耐性を有するものが挙げられ、特に、シリコン窒化膜が好適である。

10

【0102】

表面保護膜65の厚さは、特に限定されないが、例えば、500nm以上2000nm以下程度とされる。

【0103】

[空洞部形成工程]

次に、犠牲層41、42の一部を除去することにより、図8(a)に示すように、絶縁膜23と被覆層641との間に空洞部S(キャビティ)を形成する。これにより、層間絶縁膜61、63が形成される。

20

【0104】

空洞部Sの形成は、被覆層641に形成された複数の細孔642を通じたエッチングにより、犠牲層41、42の一部を除去することにより行う。ここで、かかるエッチングとしてウェットエッチングを用いる場合、複数の細孔642からフッ酸、緩衝フッ酸等のエッチング液を供給し、ドライエッチングを用いる場合、複数の細孔642からフッ化水素酸ガス等のエッチングガスを供給する。このようなエッチングの際、絶縁膜23がエッチングストップ層として機能する。また、絶縁膜23は、エッチング液に対する耐性を有することから、絶縁膜23に対して下側の構成部(例えば、絶縁膜22、ピエゾ抵抗素子5、配線214等)をエッチング液から保護する機能をも有する。

30

【0105】

[封止工程]

次に、図8(b)に示すように、被覆層641上に、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜、Al、Cu、W、Ti、TiN等の金属膜等からなる封止層66をスパッタリング法、CVD法等により形成し、各細孔642を封止する。これにより、空洞部Sが封止層66により封止され、積層構造体6を得る。

【0106】

ここで、封止層66の厚さは、特に限定されないが、例えば、1000nm以上5000nm以下程度とされる。

【0107】

[ダイヤフラム形成工程]

次に、シリコン層211の下面を必要に応じて研削した後、シリコン層211の下面の一部をエッチングにより除去(加工)することにより、図8(c)に示すように、凹部24を形成する。これにより、空洞部Sを介して被覆層641に対向するダイヤフラム部20が形成される。

40

【0108】

ここで、シリコン層211の下面の一部を除去する際、酸化シリコン層212がエッチングストップ層として機能する。これにより、ダイヤフラム部20の厚さを高精度に規定することができる。

【0109】

50

なお、シリコン層 2 1 1 の下面の一部を除去する方法としては、ドライエッチングであっても、ウェットエッチング等であってもよい。

以上のような工程により、物理量センサー 1 を製造することができる。

【 0 1 1 0 】

< 第 2 実施形態 >

次に、本発明の第 2 実施形態について説明する。

【 0 1 1 1 】

図 9 は、本発明の第 2 実施形態に係る物理量センサー（電子デバイス）を示す断面図である。

【 0 1 1 2 】

以下、本発明の第 2 実施形態について説明するが、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項はその説明を省略する。

【 0 1 1 3 】

本実施形態は、天井部に対して内部空間とは反対側の補強部を省略した以外は、前述した第 1 実施形態と同様である。

【 0 1 1 4 】

図 9 に示す物理量センサー 1 A は、基板 2 とともに空洞部 S（内部空間）を形成している積層構造体 6 A を有する。この積層構造体 6 A は、表面保護膜 6 5 に代えて、表面保護膜 6 5 A を備えている以外は、前述した第 1 実施形態の積層構造体 6 と同様である。また、表面保護膜 6 5 A は、補強部 6 5 1 を省略した以外は、前述した第 1 実施形態の表面保護膜 6 5 と同様である。

【 0 1 1 5 】

このような物理量センサー 1 A によっても、被覆層 6 4 1 を補強部 6 4 4 により効果的に補強し、被覆層 6 4 1 の角部とそれに隣接する部分との間の強度差に起因する損傷を低減することができる。

【 0 1 1 6 】

< 第 3 実施形態 >

次に、本発明の第 3 実施形態について説明する。

【 0 1 1 7 】

図 10 は、本発明の第 3 実施形態に係る物理量センサー（電子デバイス）を示す断面図である。

【 0 1 1 8 】

以下、本発明の第 3 実施形態について説明するが、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項はその説明を省略する。

【 0 1 1 9 】

本実施形態は、天井部に対して内部空間側の補強部を省略した以外は、前述した第 1 実施形態と同様である。

【 0 1 2 0 】

図 10 に示す物理量センサー 1 B は、基板 2 とともに空洞部 S（内部空間）を形成している積層構造体 6 B を有する。この積層構造体 6 B は、配線層 6 4 に代えて、配線層 6 4 B を備えている以外は、前述した第 1 実施形態の積層構造体 6 と同様である。また、配線層 6 4 B は、補強部 6 4 4 を省略した以外は、前述した第 1 実施形態の配線層 6 4 と同様である。

【 0 1 2 1 】

このような物理量センサー 1 B によっても、被覆層 6 4 1 を補強部 6 5 1 により効果的に補強し、被覆層 6 4 1 の角部とそれに隣接する部分との間の強度差に起因する損傷を低減することができる。

【 0 1 2 2 】

< 第 4 実施形態 >

次に、本発明の第 4 実施形態について説明する。

【0123】

図11は、本発明の第4実施形態に係る物理量センサー（電子デバイス）の補強部の配置を示す平面図である。

【0124】

以下、本発明の第4実施形態について説明するが、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項はその説明を省略する。

本実施形態は、補強部の配置が異なる以外は、前述した第1実施形態と同様である。

【0125】

図11に示す物理量センサー1Cは、4つの補強部651Cを有する表面保護膜65Cを備えている。各補強部651Cは、平面視で矩形をなす被覆層の各辺の中間部から延びている。これにより、被覆層641の角部に近い位置において、配線層64Cが有する細孔642の配設密度を効果的に高めることができる。

10

【0126】

このような物理量センサー1Cによっても、被覆層を補強部651Cにより効果的に補強し、被覆層の角部とそれに隣接する部分との間の強度差に起因する損傷を低減することができる。

【0127】

<第5実施形態>

次に、本発明の第5実施形態について説明する。

【0128】

20

図12は、本発明の第5実施形態に係る物理量センサー（電子デバイス）の補強部の配置を示す平面図である。

【0129】

以下、本発明の第5実施形態について説明するが、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項はその説明を省略する。

本実施形態は、補強部の配置が異なる以外は、前述した第1実施形態と同様である。

【0130】

図12に示す物理量センサー1Dは、4つの補強部651Cおよび2つの補強部654を有する表面保護膜65Dを備えている。各補強部654は、平面視で矩形をなす被覆層の互いに対向する2つの辺の中間部同士を繋いでおり、2つの補強部654は、その中間部において互いに交差・接続している。

30

【0131】

このような物理量センサー1Dによっても、被覆層を補強部651C、654により効果的に補強し、被覆層の角部とそれに隣接する部分との間の強度差に起因する損傷を低減することができる。

【0132】

<第6実施形態>

次に、本発明の第6実施形態について説明する。

【0133】

40

図13は、本発明の第6実施形態に係る物理量センサー（電子デバイス）の補強部の配置を示す平面図である。

【0134】

以下、本発明の第6実施形態について説明するが、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項はその説明を省略する。

本実施形態は、補強部の配置が異なる以外は、前述した第1実施形態と同様である。

【0135】

図13に示す物理量センサー1Eは、4つの補強部651Cおよび2つの補強部655を有する表面保護膜65Eを備えている。各補強部655は、平面視で矩形をなす被覆層の互いに対向する2つの角部同士を繋いでおり、2つの補強部655は、その中間部において互いに交差・接続している。

50

【0136】

このような物理量センサー1Eによっても、被覆層を補強部651C、655により効果的に補強し、被覆層の角部とそれに隣接する部分との間の強度差に起因する損傷を低減することができる。

【0137】

<第7実施形態>

次に、本発明の第7実施形態について説明する。

【0138】

図14は、本発明の第7実施形態に係る物理量センサー（電子デバイス）の補強部の配置を示す平面図である。

10

【0139】

以下、本発明の第7実施形態について説明するが、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項はその説明を省略する。

本実施形態は、補強部の配置が異なる以外は、前述した第1実施形態と同様である。

【0140】

図14に示す物理量センサー1Fは、4つの補強部656を有する表面保護膜65Fを備えている。各補強部656は、平面視で矩形をなす被覆層の互いに隣り合う2つの辺を繋いでいる。特に、各補強部656は、平面視で被覆層の互いに隣り合う2つの辺の一方の辺の他方の辺に遠い側から他方の辺に向けて延びている。そのため、1つの補強部656は、同じ辺から延びる他の補強部656と途中で交差・接続している。

20

【0141】

このような物理量センサー1Fによっても、被覆層を補強部656により効果的に補強し、被覆層の角部とそれに隣接する部分との間の強度差に起因する損傷を低減することができる。

【0142】

2. 圧力センサー

次に、本発明の物理量センサーを備える圧力センサー（本発明の圧力センサー）について説明する。図15は、本発明の圧力センサーの一例を示す断面図である。

【0143】

図15に示すように、本発明の圧力センサー100は、物理量センサー1と、物理量センサー1を収納する筐体101と、物理量センサー1から得た信号を圧力データに演算する演算部102とを備えている。物理量センサー1は、配線103を介して演算部102と電気的に接続されている。

30

【0144】

物理量センサー1は、筐体101の内側に、図示しない固定手段により固定されている。また、筐体101には、物理量センサー1のダイヤフラム部20が、例えば大気（筐体101の外側）と連通するための貫通孔104を有している。

【0145】

このような圧力センサー100によれば、貫通孔104を介してダイヤフラム部20が圧力を受ける。この受圧した信号を配線103を介して演算部に送信し、圧力データに演算する。この演算された圧力データは、図示しない表示部（例えば、パーソナルコンピュータのモニター等）を介して表示することができる。

40

【0146】

3. 高度計

次に、本発明の物理量センサーを備える高度計（本発明の高度計）の一例について説明する。図16は、本発明の高度計の一例を示す斜視図である。

【0147】

高度計200は、腕時計のように、手首に装着することができる。また、高度計200の内部には、物理量センサー1（圧力センサー100）が搭載されており、表示部201に現在地の海拔からの高度、または、現在地の気圧等を表示することができる。

50

【0148】

なお、この表示部201には、現在時刻、使用者の心拍数、天候等、様々な情報を表示することができる。

【0149】

4. 電子機器

次に、本発明の物理量センサーを備える電子機器を適用したナビゲーションシステムについて説明する。図17は、本発明の電子機器の一例を示す正面図である。

【0150】

ナビゲーションシステム300には、図示しない地図情報と、GPS（全地球測位システム：Global Positioning System）からの位置情報取得手段と、ジャイロセンサーおよび加速度センサーと車速データとによる自立航法手段と、物理量センサー1と、所定の位置情報または進路情報を表示する表示部301とを備えている。

10

【0151】

このナビゲーションシステムによれば、取得した位置情報に加えて高度情報を取得することができる。高度情報を得ることにより、例えば、一般道路と位置情報上は略同一の位置を示す高架道路を走行する場合、高度情報を持たない場合には、一般道路を走行しているのか高架道路を走行しているのかナビゲーションシステムでは判断できず、優先情報として一般道路の情報を使用者に提供してしまっていた。そこで、本実施形態に係るナビゲーションシステム300では、高度情報を物理量センサー1によって取得することができ、一般道路から高架道路へ進入することによる高度変化を検出し、高架道路の走行状態におけるナビゲーション情報を使用者に提供することができる。

20

【0152】

なお、表示部301は、例えば液晶パネルディスプレイや、有機EL（Organic Electro-Luminescence）ディスプレイなど、小型かつ薄型化が可能な構成となっている。

【0153】

なお、本発明の物理量センサーを備える電子機器は、上記のものに限定されず、例えば、パーソナルコンピューター、携帯電話、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、超音波診断装置、電子内視鏡）、各種測定機器、計器類（例えば、車両、航空機、船舶の計器類）、フライトシミュレーター等に適用することができる。

30

【0154】

5. 移動体

次いで、本発明の物理量センサーを適用した移動体（本発明の移動体）について説明する。図18は、本発明の移動体の一例を示す斜視図である。

【0155】

図18に示すように、移動体400は、車体401と、4つの車輪402とを有しており、車体401に設けられた図示しない動力源（エンジン）によって車輪402を回転させるように構成されている。このような移動体400には、ナビゲーションシステム300（物理量センサー1）が内蔵されている。

【0156】

以上、本発明の電子デバイス、物理量センサー、圧力センサー、高度計、電子機器および移動体を図示の各実施形態に基づいて説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、各部の構成は、同様の機能を有する任意の構成のものに置換することができる。また、他の任意の構成物が付加されていてもよい。

40

【0157】

また、1つのダイヤフラム部に設けられるピエゾ抵抗素子（機能素子）の数は、前述した実施形態では4つである場合を例に説明したが、これに限定されず、例えば、1つ以上3つ以下、または、5つ以上であってもよい。また、ピエゾ抵抗素子の配置や形状等も前述した実施形態に限定されず、例えば、前述した実施形態において、ダイヤフラム部の中央部にもピエゾ抵抗素子を配置してもよい。

50

【 0 1 5 8 】

また、前述した実施形態では、ダイヤフラム部の撓みを検出するセンサー素子としてピエゾ抵抗素子を用いた場合を例に説明したが、かかる素子としては、これに限定されず、例えば、共振子であってもよい。

【 0 1 5 9 】

また、前述した実施形態では、本発明の電子デバイスを物理量センサーに適用した場合を例に説明したが、これに限定されず、前述したように半導体製造プロセスを用いて基板上に壁部および天井部を形成し、基板、壁部および天井部により内部空間を形成する各種電子デバイスに本発明を適用することができ、その場合、ダイヤフラム部を省略することができる。

10

【 0 1 6 0 】

また、前述した実施形態では、天井部の平面視形状が矩形である場合、すなわち、天井部が平面視で直角な4つの角部を有する場合を例に説明したが、本発明において、天井部が有する「角部」は、R形状や面取り形状等であってもよく、また、「平面視で互いに隣り合う2つの辺を有して構成されている角部」の「隣り合う2つの辺」は、R部や面取り部等を挟んだ2つの辺も含む。

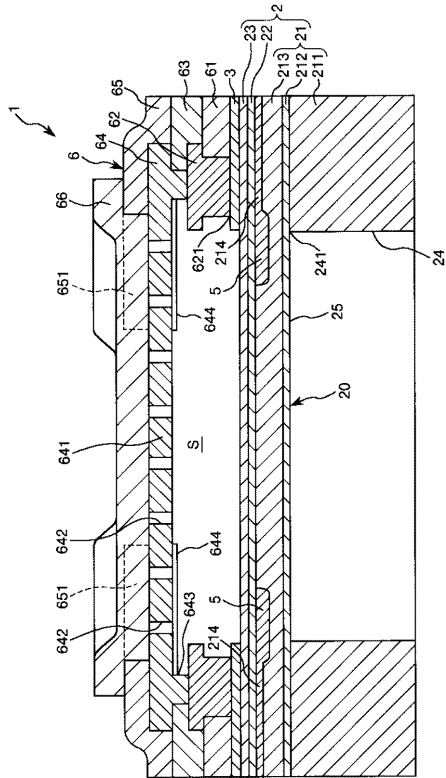
【 符号の説明 】

【 0 1 6 1 】

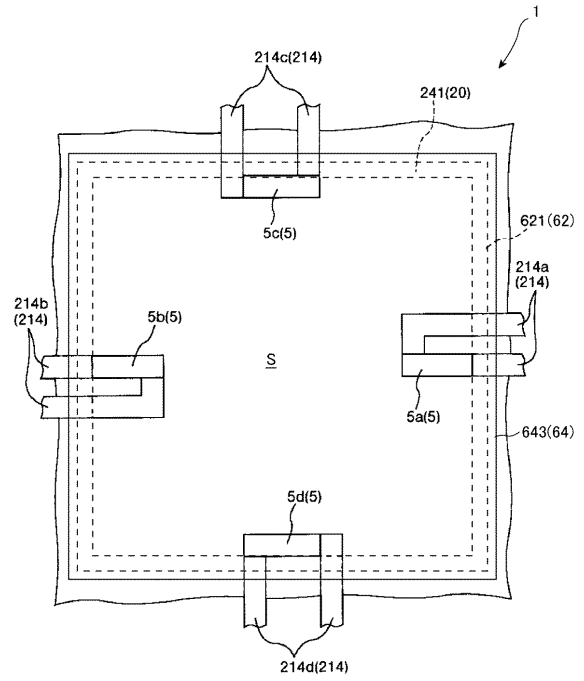
| | | |
|-------|---------|----|
| 1 | 物理量センサー | |
| 1 A | 物理量センサー | 20 |
| 1 B | 物理量センサー | |
| 1 C | 物理量センサー | |
| 1 D | 物理量センサー | |
| 1 E | 物理量センサー | |
| 1 F | 物理量センサー | |
| 2 | 基板 | |
| 3 | 中間層 | |
| 5 | ピエゾ抵抗素子 | |
| 5 a | ピエゾ抵抗素子 | |
| 5 b | ピエゾ抵抗素子 | 30 |
| 5 c | ピエゾ抵抗素子 | |
| 5 d | ピエゾ抵抗素子 | |
| 6 | 積層構造体 | |
| 6 A | 積層構造体 | |
| 6 B | 積層構造体 | |
| 2 0 | ダイヤフラム部 | |
| 2 1 | 半導体基板 | |
| 2 2 | 絶縁膜 | |
| 2 3 | 絶縁膜 | |
| 2 4 | 凹部 | 40 |
| 2 5 | 受圧面 | |
| 4 1 | 犠牲層 | |
| 4 2 | 犠牲層 | |
| 6 1 | 層間絶縁膜 | |
| 6 2 | 配線層 | |
| 6 3 | 層間絶縁膜 | |
| 6 4 | 配線層 | |
| 6 4 B | 配線層 | |
| 6 4 C | 配線層 | |
| 6 5 | 表面保護膜 | 50 |

| | | |
|---------|----------------------|----|
| 6 5 A | 表面保護膜 | |
| 6 5 C | 表面保護膜 | |
| 6 5 D | 表面保護膜 | |
| 6 5 E | 表面保護膜 | |
| 6 5 F | 表面保護膜 | |
| 6 6 | 封止層 | |
| 1 0 0 | 圧力センサー | |
| 1 0 1 | 筐体 | |
| 1 0 2 | 演算部 | |
| 1 0 3 | 配線 | 10 |
| 1 0 4 | 貫通孔 | |
| 2 0 0 | 高度計 | |
| 2 0 1 | 表示部 | |
| 2 1 1 | シリコン層 | |
| 2 1 2 | 酸化シリコン層 | |
| 2 1 3 | シリコン層 | |
| 2 1 4 | 配線 | |
| 2 1 4 a | 配線 | |
| 2 1 4 b | 配線 | |
| 2 1 4 c | 配線 | 20 |
| 2 1 4 d | 配線 | |
| 3 0 0 | ナビゲーションシステム | |
| 3 0 1 | 表示部 | |
| 4 0 0 | 移動体 | |
| 4 0 1 | 車体 | |
| 4 0 2 | 車輪 | |
| 6 2 2 | T i 層 | |
| 6 2 3 | T i N 層 | |
| 6 2 4 | A l 層 | |
| 6 2 5 | T i N 層 | 30 |
| 6 4 1 | 被覆層 | |
| 6 4 2 | 細孔 | |
| 6 4 4 | 補強部 (繋ぎ部) | |
| 6 4 5 | T i 層 | |
| 6 4 6 | T i N 層 | |
| 6 4 7 | A l 層 | |
| 6 4 8 | T i N 層 | |
| 6 5 1 | 補強部 (繋ぎ部) | |
| 6 5 1 C | 補強部 (繋ぎ部) | |
| 6 5 2 | S i O ₂ 層 | 40 |
| 6 5 3 | S i N 層 | |
| 6 5 4 | 補強部 (繋ぎ部) | |
| 6 5 5 | 補強部 (繋ぎ部) | |
| 6 5 6 | 補強部 (繋ぎ部) | |
| P | 圧力 | |
| S | 空洞部 | |

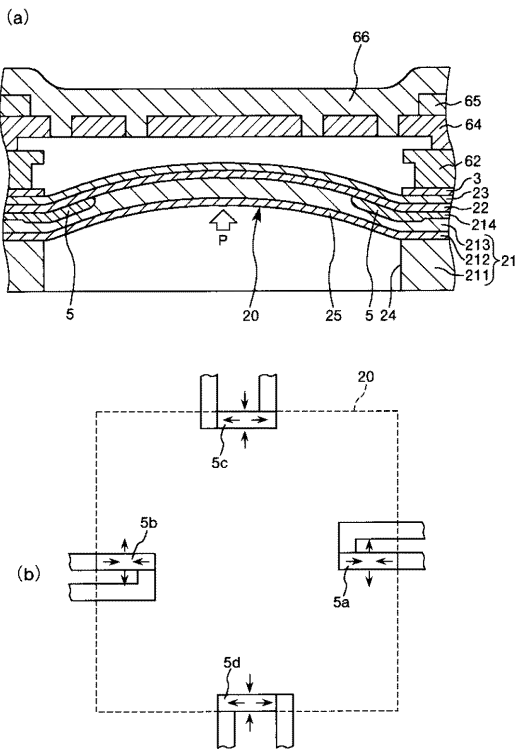
【 図 1 】



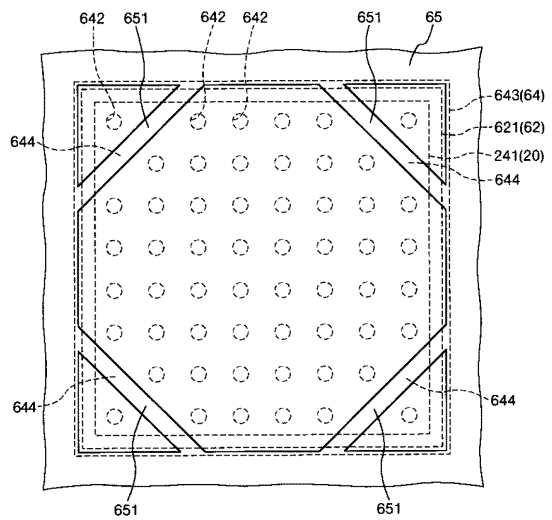
【 図 2 】



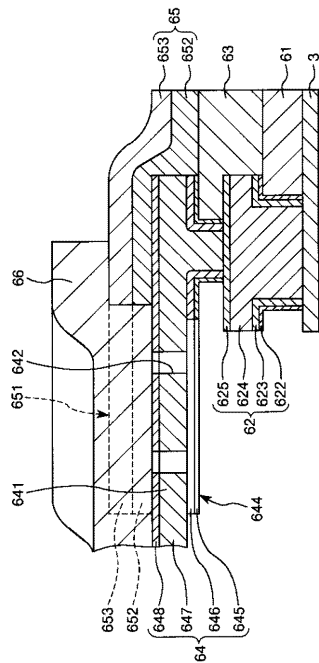
【 図 3 】



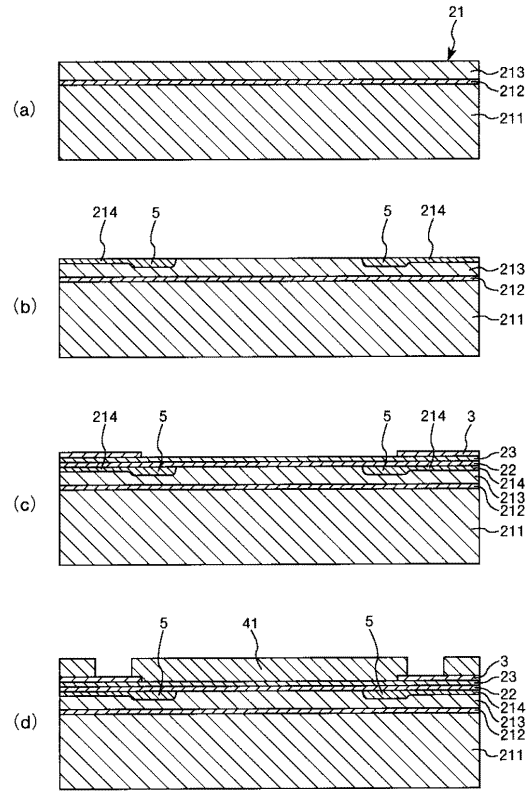
【 図 4 】



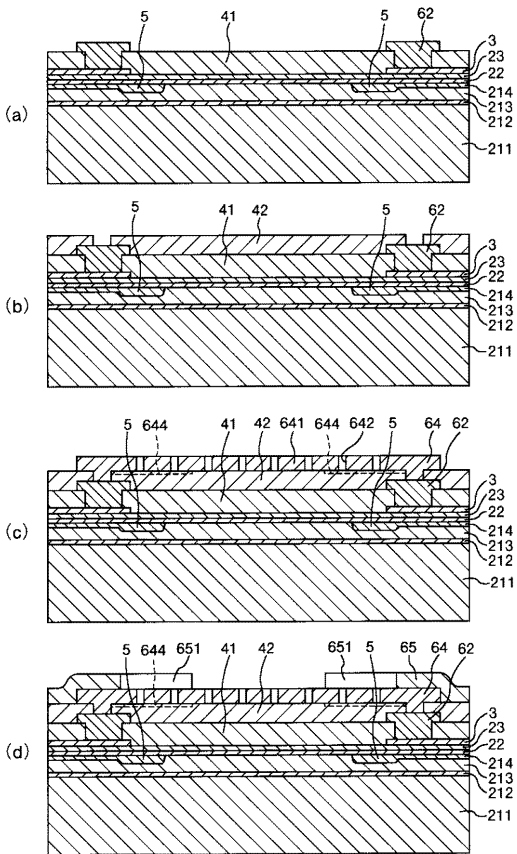
【 図 5 】



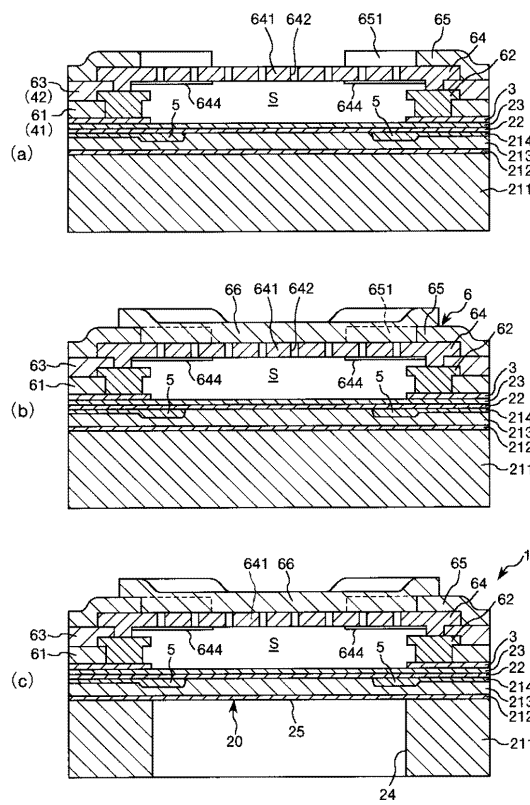
【 図 6 】



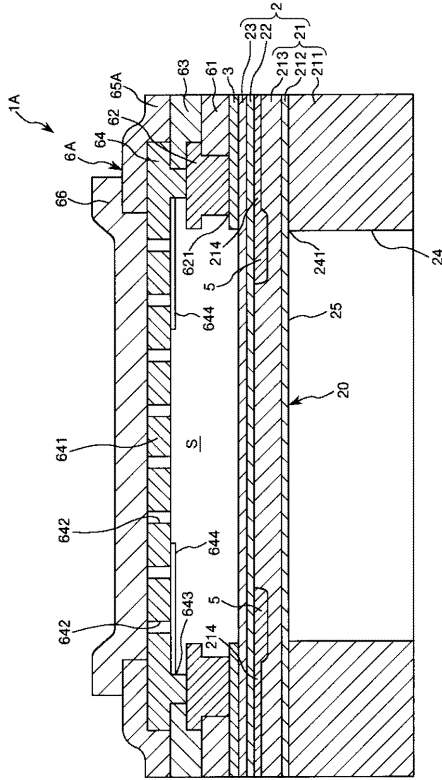
【 図 7 】



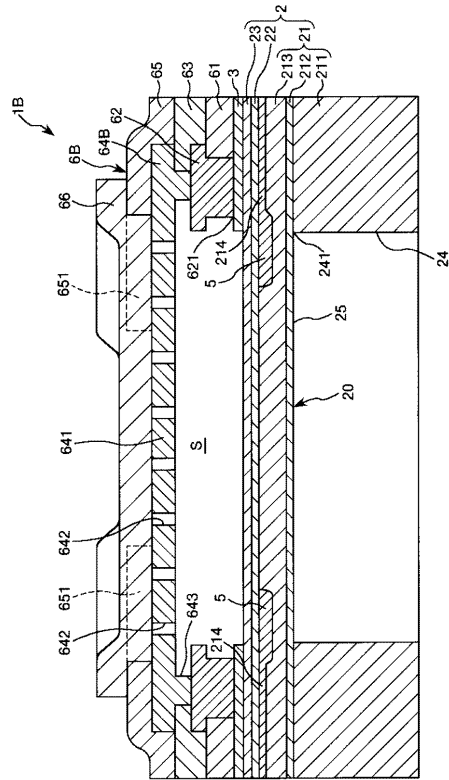
【 図 8 】



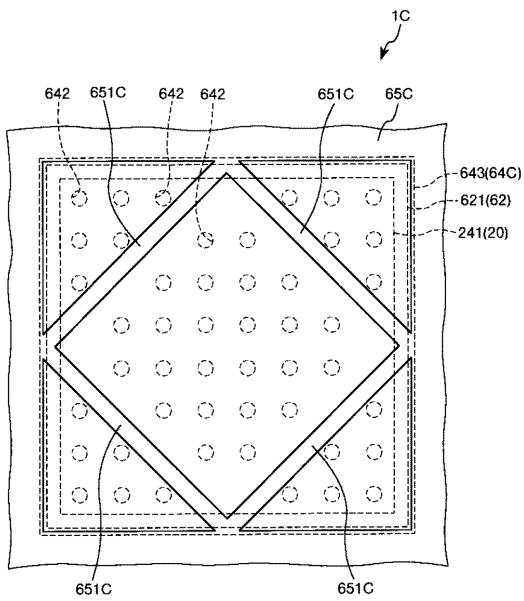
【 図 9 】



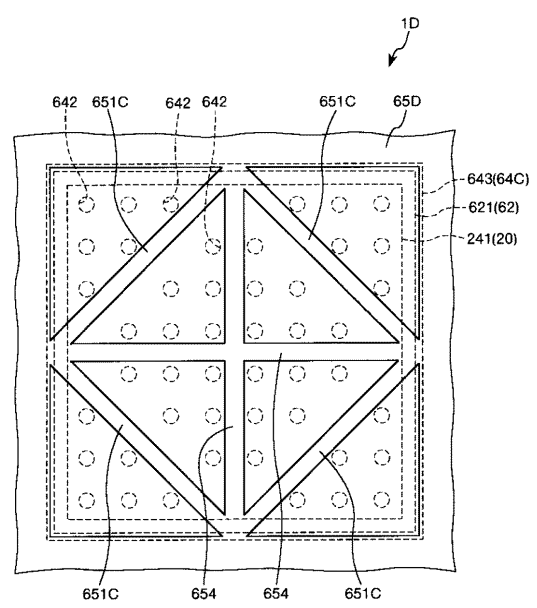
【 図 10 】



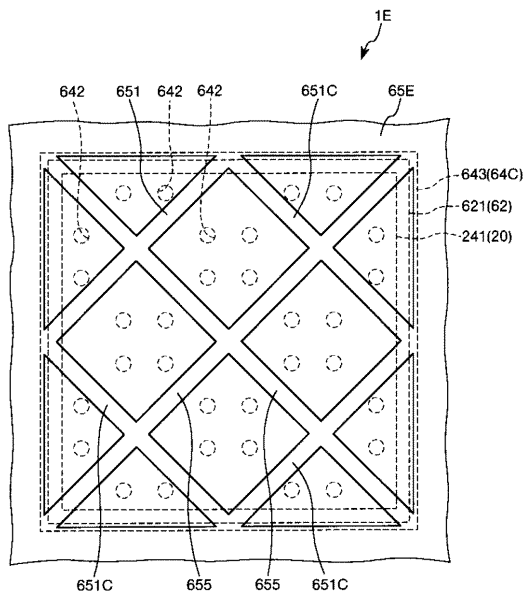
【 図 11 】



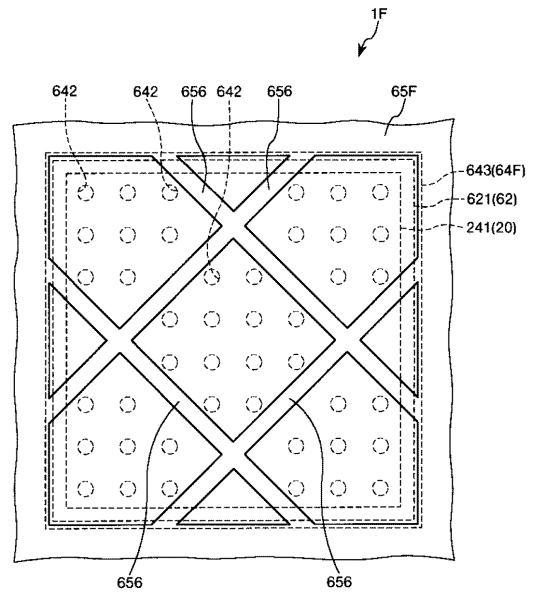
【 図 12 】



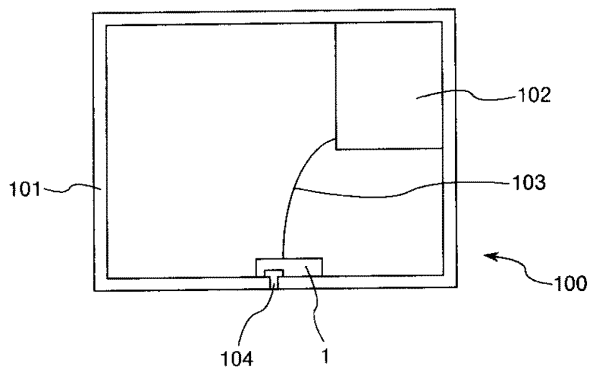
【図 13】



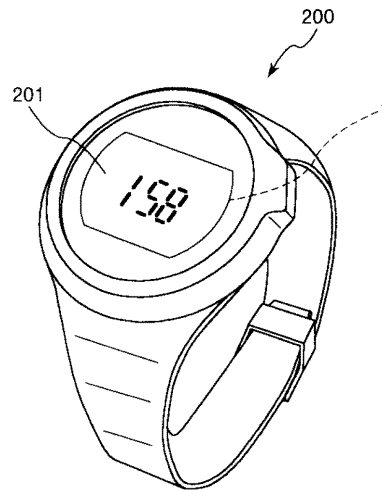
【図 14】



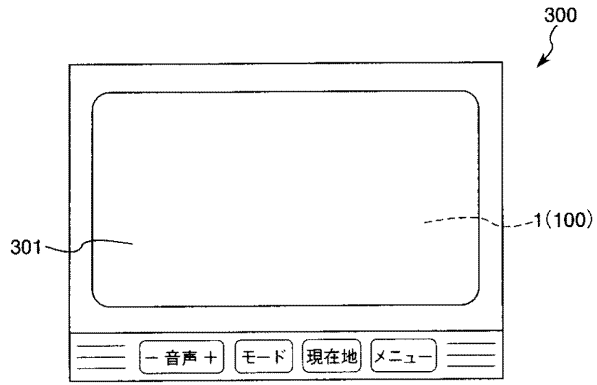
【図 15】



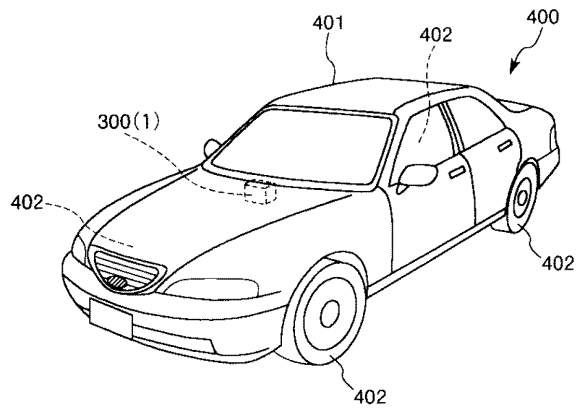
【図 16】



【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3C081 AA01 BA22 BA30 BA45 BA48 BA56 CA03 CA14 CA15 CA16
CA28 CA29 DA04 DA26 DA29 DA30 EA01 EA03
4M112 AA01 BA01 CA01 CA03 CA04 CA09 CA12 CA13 CA14 DA03
DA04 DA05 DA06 DA09 DA10 DA12 DA14 DA15 DA18 EA03
EA04 EA05 EA06 EA07 EA10 EA11 EA12 EA14 EA18 FA01
FA07 FA09 FA11 FA20 GA01 GA03