

(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2010-38665

(P2010-38665A)

(43) 公開日 平成22年2月18日(2010.2.18)

(51) Int.Cl.
G 0 1 N 27/12 (2006.01)F 1
G 0 1 N 27/12テーマコード (参考)
2 G 0 4 6

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2008-200335 (P2008-200335)
(22) 出願日 平成20年8月4日 (2008.8.4)(71) 出願人 591083244
富士電機システムズ株式会社
東京都品川区大崎一丁目11番2号
(74) 代理人 100150441
弁理士 松本 洋一
(72) 発明者 前田 賢彦
東京都日野市富士町1番地 富士電機アド
バンストテクノロジー株式会社内
(72) 発明者 鈴木 卓弥
東京都日野市富士町1番地 富士電機アド
バンストテクノロジー株式会社内
(72) 発明者 国原 健二
東京都日野市富士町1番地 富士電機アド
バンストテクノロジー株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜ガスセンサ

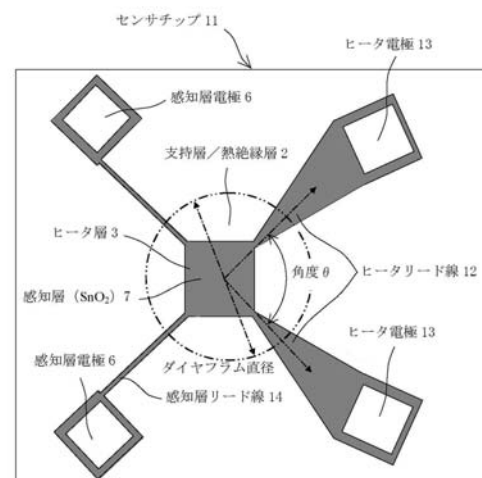
(57) 【要約】

【課題】 フィルタ層の剥離やクラックの発生を防止した長寿命の薄膜ガスセンサを提供する。

【解決手段】

ヒータ層に通電する2本のヒータリードと、所定のガスを検知する感知層電極とを接続する2本の感知層リードを備えたダイヤフラム構造の薄膜センサにおいて、各ヒータリードおよび各感知層リードは、ダイヤフラムを構成する貫通孔の軸心に対して放射状に、かつ、この軸心を支点として各リード間の成す角を所定の角度以上、好ましくは30度以上広げて位置付けた。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

円形の貫通孔を有する S i 基板と、
この貫通孔の開口部に張られてダイヤフラムを形成する熱絶縁支持層と、
この熱絶縁支持層上の前記貫通孔の軸心近傍に設けられる薄膜状のヒータ層と、
前記熱絶縁支持層上に設けられて、前記ヒータ層と所定の間隔を置いて設けられる一対のヒータ電極と、
これらヒータ電極と前記ヒータ層とを電氣的に接続する 2 本のヒータリードと、
前記熱絶縁支持層、前記ヒータ層および前記ヒータリードを覆うように設けられる電気絶縁層と、
この電気絶縁層上に設けられるガス感知層と、
前記電気絶縁層上に設けられて、前記ガス感知層と所定の間隔を置いて設けられる一対の感知層電極と、
これら感知層電極と前記ガス感知層とを電氣的に接続する 2 本の感知層リードと、
前記ガス感知層および前記感知層リードの一部を覆うように前記電気絶縁層上に設けられるフィルタ層と
を具備した薄膜ガスセンサであって、
前記各ヒータリードおよび前記各感知層リードは、前記貫通孔の軸心に対して放射状に、かつ、この軸心を支点として各リード間の成す角を所定の角度以上広げて位置付けることを特徴とする薄膜ガスセンサ。

10

20

【請求項 2】

前記各リードが互いに成す角は、30 度以上であることを特徴とする請求項 1 に記載の薄膜ガスセンサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、薄膜ガスセンサに係り、特に電池駆動を念頭においた低消費電力型薄膜ガスセンサに関する。

【背景技術】

30

【0002】

一般的にガスセンサは、ガス漏れ警報器などの用途に用いられ、ある特定ガス、例えば、CO、CH₄、C₃H₈、CH₃OH等を選択的に感応するデバイスであり、その性格上、高感度、高選択性、高応答性、高信頼性、低消費電力が必要不可欠である。

ところで、家庭用として普及しているガス漏れ警報器には、都市ガス用やプロパンガスの可燃性ガス検知を目的としたものと燃焼機器の不完全燃焼ガス検知を目的としたもの、あるいはその両方の機能を合わせ持ったものなどがあるが、いずれもコストや設置性の問題から普及率はそれほど高くない。

【0003】

このような事情から、ガスセンサの普及率向上をはかるべく、設置性の改善、具体的には警報器を電池駆動とし、コードレス化することが望まれている。電池駆動を実現するためには低消費電力化が最も重要であるが、接触燃焼式や半導体式のガスセンサでは、200 ~ 500 の高温に加熱して検知する必要がある。このことからヒータ、感知膜を 1 μm 以下の薄膜で形成し、さらに、深堀エッチング加工プロセスによりダイヤフラム構造とし、低熱容量・断熱構造とした薄膜ガスセンサの適用が図られている（例えば、特許文献 1 ~ 3 を参照）。

40

【0004】

従来、薄膜ガスセンサの断面構造を図 4 に示す。この薄膜ガスセンサは、両面に熱酸化膜が付いた薄板上の S i 基板 1 の面上に、ダイヤフラム構造の支持層及び熱絶縁層 2 として S i₃N₄ と S i O₂ 膜を順次プラズマ C V D 法で形成する。次に熱絶縁層 2 の面上に

50

は、スパッタ法により順にヒータ層 3、 SiO_2 絶縁層 4 が形成される。更にその面上には、接合層 5、感知層電極 6、感知層 (SnO_2) 7 が形成される。成膜は RF マグネトロンスパッタリング装置を用い、通常のスパッタリング法によって行う。成膜条件は接合層 (Ta あるいは Ti) 5、感知層電極 (Pt あるいは Au) 6 と同じで、 Ar ガス圧力 1 Pa 、基板温度 300 、RF パワー 2 W/cm^2 、膜厚は接合層 / 感知層電極 = $500 / 2000$ である。

【0005】

次に SnO_2 による感知層 7 が成膜される。成膜は RF マグネトロンスパッタリング装置を用い、反応性スパッタリング法によって行う。ターゲットには Sb を $0.5 \text{ wt\%}$ と Pt $6.0 \text{ wt\%}$ を有する SnO_2 が用いられる。成膜条件は $\text{Ar} + \text{O}_2$ ガス圧力 2 Pa 、基板温度 $150 \sim 300$ 、RF パワー 2 W/cm^2 、膜厚 5000 である。感知層 7 の上側には、スクリーン印刷などの手段により Al_2O_3 、 Cr_2O_3 、 Fe_2O_3 、 Ni_2O_3 、 ZnO 、 SiO_2 などの多孔質金属酸化物からなるフィルタ層 8 が形成される。そうして薄膜ガスセンサは、エッチングによって基板裏面の Si が除去されダイアフラム構造が形成される。

【0006】

図 5 は、従来の薄膜ガスセンサチップ 11 の平面図であり、支持層 / 熱絶縁層 2 の表面に形成された部品の形状パターンを示している。この図において図 4 と同じ構成要素には同一符号を付してある。

ヒータ層 3 は、ダイアフラム部の中心 (貫通孔の軸心) 近傍に形成され、ヒータリード 12 を介してヒータ電極 13 に接続されている。ヒータ電極 13 には、ワイヤボンディング法などで Au や Al ワイヤが接続され、外部から電流を供給してヒータ層 3 を加熱するようになっている。またヒータ層 3 の上には図示しない絶縁層 (図 4 では SiO_2 絶縁層 4)、接合層 (図 4 では接合層 5) を挟んで、感知層電極 6 が形成されている。

【0007】

またヒータ層 3 の直上には、図示しない絶縁層 (図 4 では SiO_2 絶縁層 4) を挟んでヒータ層 3 を覆うように SnO_2 の感知層 7 が形成されている。この感知層 7 と感知層電極 6 は、感知層リード 14 を介して電氣的に接続されている。尚、感知層リード 14 の下には密着性を向上させるために接合層 5 を設けてもよい。

感知層電極 6 には、ワイヤボンディング法などで Au や Al ワイヤが接続され、外部から感知層 7 の抵抗値変化を検出するようになっている。感知層 7 は、ある特定ガス、例えば、 CO 、 CH_4 、 C_3H_8 、 CH_3OH 等に触れたときにその抵抗値が変化する。この変化割合は、感知層 7 の温度とガス種に依存する。したがって、ヒータ層 3 に流す電流値を選定し、感知層 7 の温度を制御することによって、特定のガスに対する感度を高くし、他のガスに対する感度を抑えることで、高感度、高選択性を有する薄膜ガスセンサを得ることができる。

【特許文献 1】特開 2006 - 258422 号公報

【特許文献 2】特開 2007 - 24508 号公報

【特許文献 3】特開 2008 - 46007 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、上述した図 5 に示した構成の薄膜ガスセンサにおいて、ダイアフラムの肉厚と直径との比は $1 : 100 \sim 1 : 200$ にもなり、ダイアフラム上のヒータ層を加熱したとき生ずる熱膨張によってフィルタ層のエッジが、その中央部の面方向に対して垂直方向に最大約 $2 \mu\text{m}$ 変形する。この変形によってダイアフラム上に形成されたヒータ層および感知膜電極も同時に変形する。したがって低消費電力化のために間欠的に $200 \sim 500$ にまで加熱するような動作モードをとる薄膜ガスセンサには、ダイアフラム支持部やヒータリード部や感知部に繰り返し応力が発生することになる。この繰り返し応力のため従来の薄膜ガスセンサは、フィルタ層が剥離したり、クラックが発生したりするとい

10

20

30

40

50

う問題があった。

【 0 0 0 9 】

本発明は、このような事情を解決するべくなされたもので、その目的とするところは、間欠的に加熱される動作モードを有する薄膜ガスセンサにおけるフィルタ層の剥離やクラックの発生を防止し、長寿命の薄膜ガスセンサを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

上述した目的を達成するため本発明の薄膜ガスセンサは、円形の貫通孔を有する S i 基板と、この貫通孔の開口部に張られてダイヤフラムを形成する熱絶縁支持層と、この熱絶縁支持層上の前記貫通孔の軸心近傍に設けられる薄膜状のヒータ層と、前記熱絶縁支持層上に設けられて、前記ヒータ層と所定の間隔を置いて設けられる一対のヒータ電極と、これらヒータ電極と前記ヒータ層とを電氣的に接続する 2 本のヒータリードと、前記熱絶縁支持層、前記ヒータ層および前記ヒータリードを覆うように設けられる電気絶縁層と、この電気絶縁層上に設けられるガス感知層と、前記電気絶縁層上に設けられて、前記ガス感知層と所定の間隔を置いて設けられる一対の感知層電極と、これら感知層電極と前記ガス感知層とを電氣的に接続する 2 本の感知層リードと、前記ガス感知層および前記感知層リードの一部を覆うように前記電気絶縁層上に設けられるフィルタ層とを具備した薄膜ガスセンサであって、前記各ヒータリードおよび前記各感知層リードは、前記貫通孔の軸心に対して放射状に、かつ、この軸心を支点として各リード間の成す角を所定の角度以上広げて位置付けることを特徴としている。

10

20

【 0 0 1 1 】

好ましくは前記各リードが互いになす角は、30度以上であることが望ましい。

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

本発明の請求項 1 , 2 に記載の薄膜ガスセンサによれば、2本のヒータリードおよび2本の感知層リードの計4本がダイヤフラムの中心(貫通孔の軸心)から放射状に配置され、しかもこの軸心を支点として各リード間の成す角を所定の角度(好ましくは30度以上)になるよう広げて配置しているので、ダイヤフラムの変形量を抑えることができ、それ故、フィルタ層の剥離やクラック発生を回避し、薄膜ガスセンサの信頼性を向上することができるという優れた効果を奏し得る。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 3 】

以下、本発明の一実施形態に係る薄膜ガスセンサについて添付図面を参照しながら説明する。なお、図1~図3は、発明を本発明の一実施形態を示すものであって、これらの図面によって本発明が限定されるものではない。また図中、図4, 5と同一の符号を付した部分は同一物を表わし、基本的な構成は図に示す従来のものと同様であるのでその説明を略述する。

【 0 0 1 4 】

さて、図1は、本発明の実施例である薄膜ガスセンサチップ11の平面図であり、支持層/熱絶縁層2の表面に形成された構成要素の形状パターンを示すものである。この図1に示した薄膜ガスセンサは、薄膜ガスセンサチップ11の絶縁層4の面上に設けられたヒータ層3と、このヒータ層3に通電するために設けられた2本のヒータリード12, 12および一対のヒータ電極13, 13、感知層7に至る2本の感知層リード14, 14および一対の感知層電極6, 6を備え、ダイヤフラムの中心(軸心)からヒータ電極13, 13および感知層リード14, 14が放射状に配置されている。

40

【 0 0 1 5 】

概略的には上述したように構成された本発明の薄膜ガスセンサが特徴とするところは、ヒータリード12, 12、感知層リード14, 14をダイヤフラムの軸心から放射状に、しかも、この軸心を支点として各リード間の成す角を所定の角度以上、好ましくは30度以上広げて位置付けた点にある。

50

発明者らは、このように構成した本発明の薄膜ガスセンサの効果を検証するべく、隣り合う電極の間隔（角度）を変えて評価試験を行った。その結果、図 2 に示すように隣り合う電極の角度が 0 度（ $\theta = 0^\circ$ ）、具体的には従来の薄膜ガスセンサの構成である図 4 に示されるように 2 本のヒータリード 12, 12 または 2 本の感知層リード 14, 14 が平行に配置されたとき、フィルタ層 8 のエッジにおける最大変位量は、 $2\ \mu\text{m}$ となった。

【0016】

次いで、2 本のヒータリード 12, 12 または 2 本の感知層リード 14, 14 がダイヤフラムの軸心を支点として放射状に配置されたとき、各リード間が成す角を 20 度、30 度、60 度、90 度と変化させたとき、フィルタ層 8 のエッジにおける最大変位量は、それぞれ $1.8\ \mu\text{m}$ 、 $1.5\ \mu\text{m}$ 、 $1.1\ \mu\text{m}$ 、 $1\ \mu\text{m}$ となった。

この結果から、2 本のヒータリード 12, 12 または 2 本の感知層リード 14, 14 が互いに成す角を 30 度以上広げて位置付ければダイヤフラムの変位量を $1.5\ \mu\text{m}$ 以下に抑えることができることが確かめられた。したがって本発明の薄膜ガスセンサは、2 本のヒータリード 12, 12 および 2 本の感知層リード 14, 14 の計 4 本のリードをダイヤフラムの軸心から放射状に、しかも各リード間の成す角を 30 度以上になるよう広げて位置付けることでフィルタ層 8 の剥離やクラック発生を回避し、薄膜ガスセンサの信頼性を向上することができることができる。

【0017】

次に図 3 は、本発明の第二実施例である薄膜ガスセンサチップ 11 の平面図である。この図において上述した従来および第一実施例と同一の部位には同符号を付し、その説明を省略する。

この第二実施例が上述した第一実施例と異なるところは、2 本のヒータリード 12, 12 同士および 2 本の感知層リード 14, 14 同士をダイヤフラムの軸心を支点として点対称に配置した点にある。

【0018】

このように構成された本発明の第二実施例に係る薄膜ガスセンサであっても隣接するリードをダイヤフラムの軸心から放射状に位置付け、互いのリードが成す角を 30 度以上になるように離して配置することでダイヤフラムの変位量を $1.5\ \mu\text{m}$ 以下に抑えることが可能である。このため本発明の第二実施例に係る薄膜ガスセンサは、フィルタ層 8 の剥離やクラック発生を回避し、薄膜ガスセンサの信頼性を向上することができる。

【0019】

尚、本発明の薄膜ガスセンサは、上記した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加えてもかまわない。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図 1】本発明の第一実施例に係る薄膜ガスセンサを説明するための平面図。

【図 2】隣接するリードの角度とダイヤフラム最大変位量の相関を示すグラフ。

【図 3】本発明の第二実施例に係る薄膜ガスセンサを説明するための平面図。

【図 4】薄膜ガスセンサの構造を示す断面図。

【図 5】従来の薄膜ガスセンサの構成部品の形状パターンを説明するための平面図。

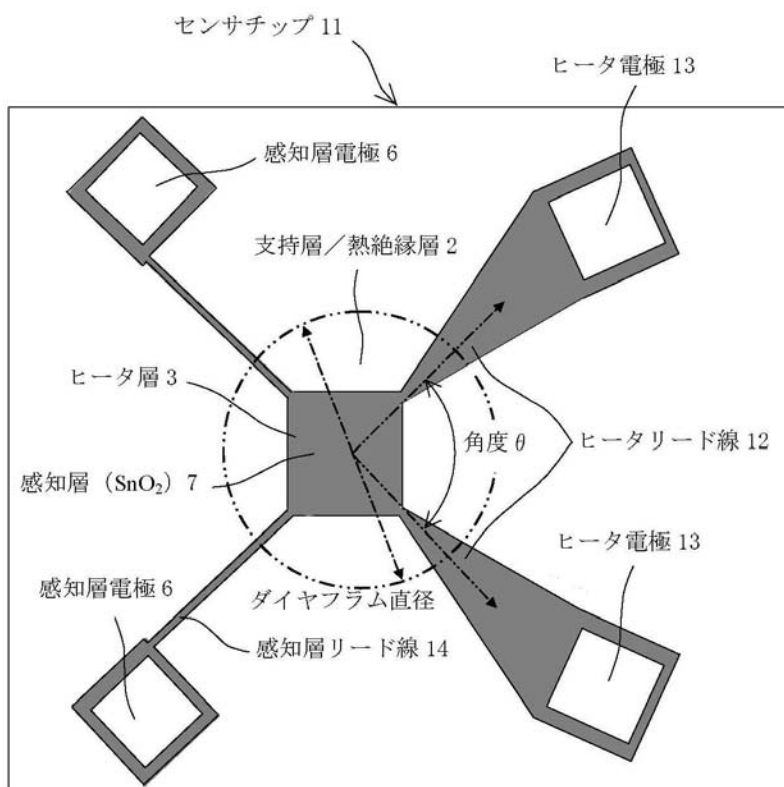
【符号の説明】

【0021】

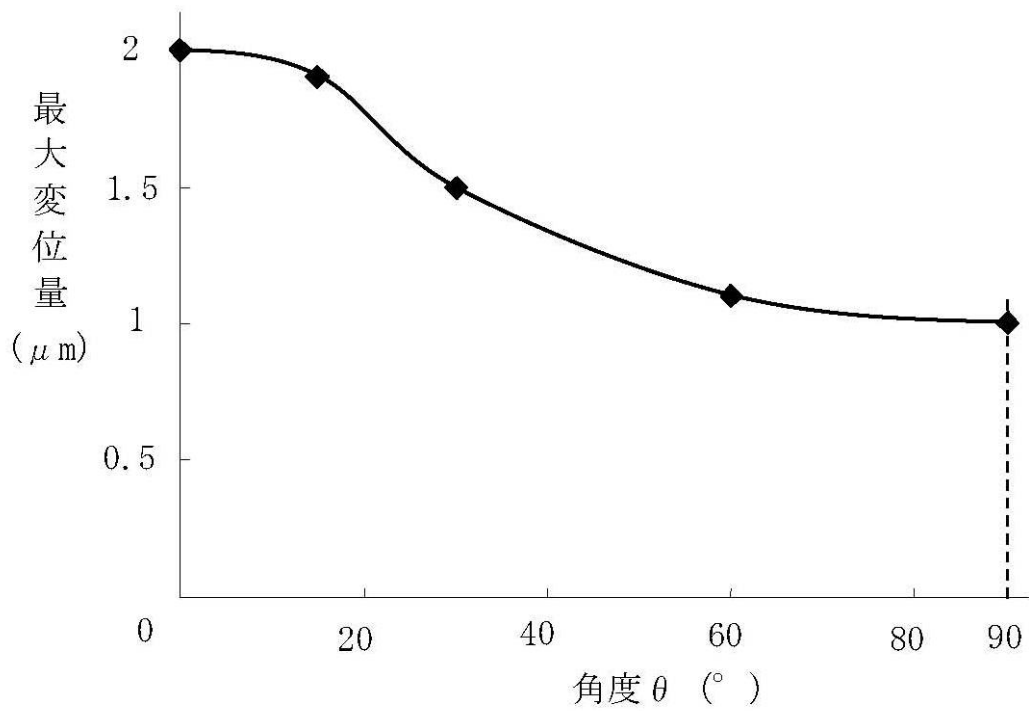
- 1 基板
- 2 熱絶縁層
- 3 ヒータ層
- 4 絶縁層
- 5 接合層
- 6 感知層電極
- 7 感知層
- 8 フィルタ層

- 1 1 薄膜ガスセンサチップ
- 1 2 ヒータリード
- 1 3 ヒータ電極
- 1 4 感知層リード

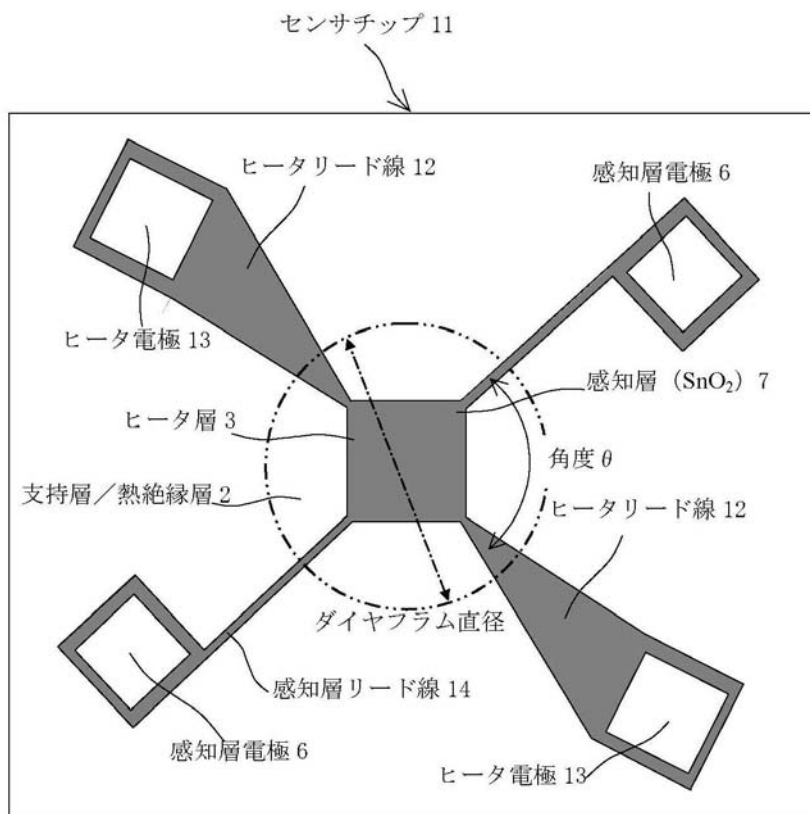
【 図 1 】



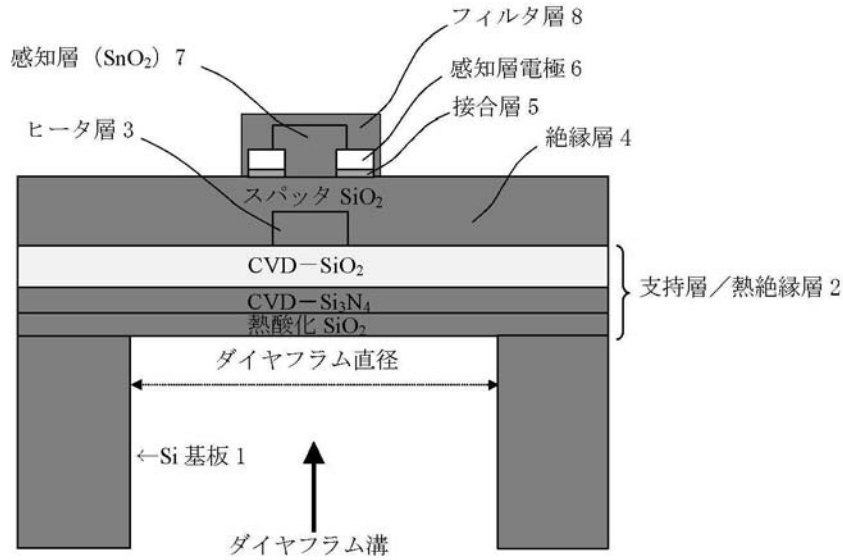
【図 2】



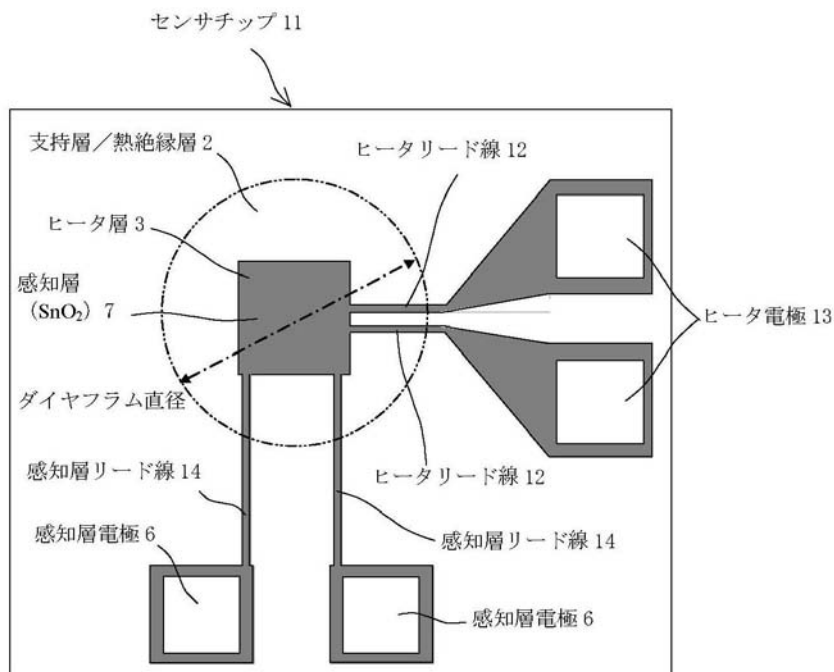
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 岡村 誠

東京都日野市富士町 1 番地 富士電機アドバンステクノロジー株式会社内

F ターム(参考) 2G046 AA11 AA19 AA21 AA24 BA01 BA09 BB02 BB04 BC05 BD03
BD06 BE03 BF01 BF02 DB04 DB05 DC13 DD01 EA02 EA04
EA08 EA09 EA10 EA11 FB02 FE38 FE39