

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3857231号  
(P3857231)

(45) 発行日 平成18年12月13日(2006.12.13)

(24) 登録日 平成18年9月22日(2006.9.22)

|                               |                     |
|-------------------------------|---------------------|
| (51) Int. Cl.                 | F I                 |
| <b>GO 1 L 9/00 (2006.01)</b>  | GO 1 L 9/00 3 O 5 A |
| <b>B 8 1 B 3/00 (2006.01)</b> | B 8 1 B 3/00        |
| <b>B 8 1 C 1/00 (2006.01)</b> | B 8 1 C 1/00        |
| <b>HO 1 L 29/84 (2006.01)</b> | HO 1 L 29/84 Z      |

請求項の数 19 (全 10 頁)

|               |                               |           |                          |
|---------------|-------------------------------|-----------|--------------------------|
| (21) 出願番号     | 特願2002-541035 (P2002-541035)  | (73) 特許権者 | 593016558                |
| (86) (22) 出願日 | 平成13年11月7日 (2001.11.7)        |           | ヴァイサラ オーワイジェー            |
| (65) 公表番号     | 特表2004-513356 (P2004-513356A) |           | フィンランド国. O O 4 2 1 ヘルシンキ |
| (43) 公表日      | 平成16年4月30日 (2004.4.30)        |           | , ピー. オー. ボックス 2 6       |
| (86) 国際出願番号   | PCT/FI2001/000970             | (73) 特許権者 | 595154041                |
| (87) 国際公開番号   | W02002/038491                 |           | ヴァルシオン テクニツリネン トウトキ      |
| (87) 国際公開日    | 平成14年5月16日 (2002.5.16)        |           | ムスケスクス                   |
| 審査請求日         | 平成15年7月7日 (2003.7.7)          |           | フィンランド国. O 2 1 5 0 エスポー, |
| (31) 優先権主張番号  | 20002472                      |           | ヴォリミエヘンティエ 5             |
| (32) 優先日      | 平成12年11月10日 (2000.11.10)      | (74) 代理人  | 100064447                |
| (33) 優先権主張国   | フィンランド (FI)                   |           | 弁理士 岡部 正夫                |
|               |                               | (74) 代理人  | 100085176                |
|               |                               |           | 弁理士 加藤 伸晃                |
|               |                               | (74) 代理人  | 100106703                |
|               |                               |           | 弁理士 産形 和央                |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表面微細加工した絶対圧力センサとその製造方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

センサが、

少なくとも1つの固定電極(3)と、

該固定電極(3)から電氣的に隔離されるとともに、該固定電極(3)から離間して配置された(10)少なくとも1つの可動電極(6、7)とを備えた絶対圧力測定用の容量型圧力センサ構造において、

該可動電極(6、7)の一部が、完成したコンポーネント中に該可撓性可動電極(6、7)の一体部分として残る多孔質多結晶シリコン層(6)から形成されたものであり、該多孔質多結晶シリコン層(6)は平均最小直径10nm未満の孔を有し、エッチング用化学物質を透過させるが、その上に後から堆積する層(7)の材料は透過させない層である、

ことを特徴とするセンサ構造。

## 【請求項 2】

犠牲層(4)の材料の一部が、該材料のエッチング除去を横方向に完全には実行しないことによって、部分真空ボリュウム(10)の縁部に残されていることを特徴とする請求項1に記載の絶対圧力センサ構造。

## 【請求項 3】

前記多孔質多結晶シリコン層(6)の下に残る構造が、開口部(13)が作製された均一なシリコン層(5)をその下に設けることによって補剛されていることを特徴とする請

10

20

求項 1 乃至 2 のいずれか 1 項に記載のセンサ構造。

【請求項 4】

犠牲層の特定部分をエッチングせずに残すことによって、柱状パッド（14）が、基準素子の部分真空置換ポリウム（10）内に形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のセンサ構造。

【請求項 5】

前記構造をその中央区域で補剛する働きをする増厚区域（12）が、可撓性ダイヤフラム（6、7）の中央に作製されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のセンサ構造。

【請求項 6】

可撓性多孔質多結晶シリコン層（6）の上に多結晶シリコン層（7）が堆積されており、それによって、その複合層構造が気体不透性となっていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のセンサ構造。

【請求項 7】

互いに並列または直列に接続された複数の単一センサ素子がセンサ構造を構成することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のセンサ構造。

【請求項 8】

センサ構造がシリコン微小機械技術を使用して製造されたものであることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のセンサ構造。

【請求項 9】

センサ構造が絶対圧力センサであることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載のセンサ構造。

【請求項 10】

センサが、少なくとも 1 つの固定電極（3）と、

該固定電極（3）から電氣的に隔離されるとともに、該固定電極（3）から離間して配置された（10）少なくとも 1 つの可動電極（6、7）とを備えた絶対圧力測定用センサの容量型圧力センサ構造を製造する方法において、

該可動電極（6、7）の一部を、完成したコンポーネント中に該可撓性可動電極（6、7）の一体部分として残る多孔質多結晶シリコン層（6）から形成すること、及び該多孔質多結晶シリコン層（6）が平均最小直径 10 nm 未満の孔を有し、エッチング用化学物質を透過させるが、その上に後から堆積する層（7）の材料は透過させない層であることを特徴とする方法。

【請求項 11】

犠牲層（4）の材料の一部を、該材料のエッチング除去を横方向に完全には実行しないことによって、部分真空ポリウム（10）の縁部に残すことを特徴とする請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記多孔質多結晶シリコン層（6）の下に残る構造を、開口部（13）が作製された均一なシリコン層（5）をその下に設けることによって補剛することを特徴とする請求項 10 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 13】

犠牲層の特定部分をエッチングせずに残すことによって、柱状パッド（14）を、基準素子の部分真空置換ポリウム（10）内に形成することを特徴とする請求項 10 乃至 12 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 14】

前記構造をその中央区域で補剛する働きをする増厚区域（12）を、可撓性ダイヤフラム（6、7）の中央に作製することを特徴とする請求項 10 乃至 13 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 15】

可撓性多孔質多結晶シリコン層（6）の上に多結晶シリコン層（7）を堆積し、それに

10

20

30

40

50

よって、その複合層構造を気体不透性にすることを特徴とする請求項 10 乃至 14 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 16】

互いに並列または直列に接続された複数の単一センサ素子がセンサ構造を構成することを特徴とする請求項 10 乃至 15 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 17】

シリコン微小機械技術を使用してセンサ構造を製造することを特徴とする請求項 10 乃至 16 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 18】

完成したセンサ内で部分真空になるキャビティの内部から、(犠牲層の) 固体材料 (4) を、多孔質多結晶シリコン層 (6) を介して除去することを特徴とする請求項 10 乃至 17 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 19】

センサ素子の内部を部分真空とする堆積プロセスにおいて、前記多孔質多結晶シリコン層上に別の多結晶シリコン層を堆積することによってセンサ素子を密閉することを特徴とする請求項 10 乃至 18 のいずれか 1 項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

本発明は、請求項 1 の前提部分に記載の容量型圧力センサ、およびその製造方法に関する。

従来方式では、微小機械式圧力センサは、その製造方法により 2 種類に分類される。圧力センサが表面微小機械技術を使用して製造される場合には表面微小機械式センサに分類され、センサの製作が旧来のバルク微小機械技術に基づく場合にはバルク微小機械式デバイスという用語を使用する。

【0002】

また圧力センサは、構造上の差異に基づき、センサが差圧と絶対圧のどちらに応答するかに応じて 2 種類に分類される。本特許出願は、表面微小機械式絶対圧力センサおよびその製造方法に関する新規な構造を開示する。

【0003】

従来技術によるセンサ構造は、たとえば、K. Kasten 他「Sensors and Actuators A」、Vol. 85 (2000), pp. 147 - 152 の刊行物に記載されている。この中で教示されるセンサ構造では、下部電極は S I M O X 基板上の単結晶シリコン層から形成される。この構造の上部電極は多結晶シリコン製である。製作中に必要とされるいわゆる犠牲層は、電極縁部に位置するチャンネルを介して完全に除去される。次いで、製造プロセス中に犠牲酸化物層のエッチングで残った開口部を、P E C V D プロセスを使用して窒化シリコンをその上に堆積することによって閉じ、容量性電極間に P E C V D プロセス圧力によって決まる部分真空が形成される。

【0004】

K a s t e n によって提案された構造の欠点は明らかである。犠牲層が構造内部から完全にエッチングで除去されるので、段状不連続性が犠牲層縁部のところで可撓性ダイヤフラム上に残る。したがって、ダイヤフラムの固有引張応力によりダイヤフラムが曲って下部電極に接触することのないように、可撓ダイヤフラムの引張応力を非常に小さくしておかなければならない。その結果、容量素子を極めて小さく作らなければならない。実用的なセンサ構造は 10 p F 程度の容量を必要とするので、多数の容量素子が必要となる。その結果、素子端部構造のせいで全容量に対する可変容量の相対割合は増えないままになる。なぜなら多数の小さい素子中では素子端部構造が、もっと大きい容量素子が使えらるセンサ構造で実現できる浮遊容量の割合に比べ、浮遊容量の割合を増加させるからである。

【0005】

K a s t e n によって提案された絶対圧力センサ構造における基準構造も問題がある。この場合は、基準素子電極の補剛を、L P C V D プロセス中に堆積された厚い酸化物層を基

10

20

30

40

50

準素子上に残すことによって解決している。元素シリコンとその酸化物の熱膨張定数は互いに異なるので、この構成では、より高い温度依存性が基準素子構造に付与されると予想することができる。一般に、感知構造と基準構造の温度/湿度依存性はそれぞれできる限り等しくすべきである。

#### 【0006】

本発明の目的は、従来技術の問題を克服し、全く新規なタイプの絶対圧力センサを提供することである。

本発明の目的は、センサ構造の可撓性ダイヤフラムの一部として、多孔質多結晶シリコン層を使用することによって実現される。

より具体的には、本発明による絶対圧力センサは、請求項1の特徴部分に記載の内容を特徴とする。

10

さらに、本発明による方法は、請求項10の特徴部分に記載の内容を特徴とする。

本発明は大きな利益をもたらす。

#### 【0007】

本発明により、大気圧範囲から数百バール程度の圧力までの必要をカバーする圧力センサを実現することが可能になる。個々の容量素子サイズは、大気圧でも、浮遊容量の相對割合を相應に低く保つのに十分な大きさである。エッチング除去すべき犠牲層区域はリソグラフィ技術によって画定することができ、そのため製造公差が改善される。犠牲層として働く酸化物の一部は、エッチングせずに残したままにすることができる。したがって、可撓性ダイヤフラムは、その縁部のところで直線形状を保つ。その結果、ダイヤフラムの内部引張応力を大きくなるように調整することができ、それによって、より大型サイズの素子の使用が容易になる。本発明による基準構造は、周囲温度変化に、また、たとえば湿度変化にも、圧力応答構造自体として同じように応答する。したがって、センサの全体構造を非常に安定にすることができ、余分な温度ドリフトを引き起こす2次ファクタならびに周囲湿度への依存性を容易に補償することができる。

20

#### 【0008】

本発明を、添付の図面に示す例示的实施形態によって、下記により詳細に考察する。

図2を参照すると、本発明による絶対圧力センサのセンサ素子は多結晶シリコン層3を備え、この多結晶シリコン層3は、シリコン基板1上に作製された誘電体層2上に堆積され、導電性にドーピングされ、その上に別の誘電体層4が堆積される。これらの層の上に多結晶シリコン層5が堆積され、層5上に多数の小径細孔を含む多結晶シリコン層6が堆積される。全体構造中で、層5は任意選択である。この多孔質シリコン層の堆積後にリソグラフィ技術によって犠牲層の画定を行う場合には、層5は割愛することができる。層5は、区域10の上の領域内まで延びることもできる。その場合、層6が区域10と連通できるように、層5は1つまたは複数の開口部を有する。多孔質シリコン層の上に、再度、メタライゼーション層8用の基板として働く均一なシリコン層7を堆積する。誘電体層4および多結晶シリコン層5を、容量素子の中央区域および縁部区域から除去する。素子の縁部区域のところで、メタライゼーション層9を導電性多結晶シリコン層上に堆積する。接点区域および可撓性ダイヤフラムを除き、センサ構造の区域10をパッシベーション層11によって覆う。

30

40

#### 【0009】

誘電体層2は、一般に厚さ500~2000nmの二酸化シリコンとすることが最も有利である。多結晶シリコン層3は、たとえばリンまたはホウ素をドーピングすることによって導電性にする。層4は、誘電材料、最も有利には二酸化シリコン製とする。層5は、ドーピングされた多結晶シリコン製とすることが最も有利である。層6は、ドーピングされた厚さ約100nmの多孔質多結晶シリコンである。層6上に堆積された導電性多結晶シリコン層7は、一般に厚さ100nm~5000nmである。層7の厚さが、容量素子の内部引張応力とあいまって、センサ素子の寸法設定の際に極めて重要な役割を果たす。(高密度の孔を備えた)多孔質シリコン層堆積技術の例は、たとえば、Y. Kageyama、T. Tsuchiya、H. Fuanbashi、J. Sakataの「Polycrystal

50

line silicon thin films with hydrofluoric acid permeability for underlying oxide etching and vacuum encapsulation」、J. Vac. Sci. Technol. A, 18(4), Jul/Aug, 2000年の刊行物に記載されている。層6の構造における肝要なファクタは、その孔が(平均最小直径10nm未満と)非常に小さいことである。

#### 【0010】

メタライゼーション層8および9は、層3および層7と電氣的に接触する。メタライゼーション層8および9は、厚さ1000nmのアルミニウム層をスパッタリングすることによって作製するのが最も有利である。この構造の中央領域にある区域10によって画定されるセンサ・キャピティは部分真空である。層6および層7の撓みは、キャピティ区域10と周囲圧力の差圧によって決まる。区域10の形状およびサイズが、層6および層7の厚さおよび引張応力とあいまって、センサの使用可能な圧力範囲が決まる。

10

#### 【0011】

この構造の最上層を形成するパッシベーション層11は、窒化シリコン製とするか、または窒化シリコンと二酸化シリコンの多層構造を使用すると最も有利である。一般に、パッシベーション層11は厚さ約500nmである。

#### 【0012】

図2に示す圧力センサの実施形態では、すべての容量センサ素子の下部電極は、センサの右下縁部に配置された接点区域のところで並列に接続される。また、すべての上部電極は、センサの左上縁部に配置された接点区域のところで、メタライゼーション層によって接続される。したがって、下部電極接点と上部電極接点の間の容量は、すべての容量素子の全容量であり、その値は、周囲圧力伝達媒体と部分真空になったセンサ内部ボリウムの間の差圧に依存する。その結果、全容量の測定値は、センサ較正データに基づいて周囲圧力を決めるのに十分である。

20

#### 【0013】

活動区域の可変容量に加えて、センサ全体で測定可能な全容量は、必ず、浮遊容量として知られるセンサ構造固有容量を含んでいる。一般に、センサ構造全体の浮遊容量測定値は、コンポーネント温度、ならびに、たとえば周囲湿度に依存する。一般に、可変容量部分が浮遊容量から切り離して検出されるように、単一のコンポーネント全体で測定を手配するのは不可能なので、圧力測定値に対する浮遊容量の寄与を取り除くために使用することができる別の構造も、同じシリコン・チップ上に一体化すると有利である。このような圧力非応答性容量をもつ基準構造を、周囲パラメータ(たとえば、温度および湿度)に対する容量依存性に関して、圧力応答性測定センサとできる限り同じになるように構築することが最も好ましい。

30

#### 【0014】

この基準容量を別のシリコン・チップ上に構築し、適当なパッケージ技術を使用して、圧力センサと完全基準の一体化を実施することもできることが当業者には明らかである。

#### 【0015】

図3に、本発明による基準素子構造の断面図を示す。図から明らかなように、犠牲層は、区域10内に、層4および層5によって形成された複数の柱状パッド14を含む。このパッドの目的は、上部電極を補剛して、基準センサ容量の圧力応答性をなくすことである。一般に、この構造内に必要とされる円柱パッドは、1 $\mu$ m~10 $\mu$ mの直径を有する。層6および層7によって形成された上部電極を補剛するように働く(それによって、その圧力応答性を低減させる)パッドの数は、容量素子当たり1~100個とすることができる。センサの寸法設定に関して、基準センサの単一容量素子の区域10上に形成された柱状パッドの全面積を、センサ素子の全面積よりかなり小さくすることが肝要であり、それによって、基準センサ素子が、圧力変動に対するその非応答性を除いては、実際の圧力応答性センサの対応する素子とできる限り同じになる。

40

#### 【0016】

50

基準センサの圧力に対する応答性を低減する他の技術は、層 6 の厚さを増し、層 6 および層 7 の内部引張応力を実際の圧力応答性素子の応力よりも大きくすることによって得ることができる。

【 0 0 1 7 】

図 4 に、圧力センサ基準区域の上面図を示す。図に示す基準素子は、エッチング除去された犠牲層の区域 1 0 にわたって、層 6 および層 7 により形成されたダイヤフラムを補剛するように配置された 1 6 個の支持柱状パッドを有する。

【 0 0 1 8 】

上部電極および下部電極の間に、たとえば、表面漏れ電流により生じる測定誤差を取り除くために使用することができるガード電極として知られる追加の電極を配置することによって、この構造を補完できることが当業者には明らかである。また、下部電極としてシリコン基板だけを使用することが望ましい場合には、最下層の多結晶シリコン層（下部電極）3 および誘電体層 2 を構造から割愛できることが当業者には十分に了解される。

【 0 0 1 9 】

（別の構造実施形態）

素子をその中央区域のところでより厚くすることによって、全容量における圧力応答容量の相対割合を大きくすることができる。したがって、外部圧力下で撓む層は、構造内でその中央区域よりもその縁部のところで、より撓むことになる。圧力測定の全範囲内のどの圧力に対しても、中央区域が実質的に平坦なまになるので、その結果、全容量における圧力応答性容量の割合は大きくなる。センサの実用的な実施形態では、図 6 に示す増厚部分 1 2 を、（層 7 と同様）多結晶シリコン製とすることが最も好ましい。多孔質多結晶シリコン層の堆積に先立って、可撓性ダイヤフラムの増厚区域を作製することもできる。しかし、この区域には、次いで、その下の犠牲層を有効にエッチング除去するために、開口部をパターン形成しなければならない。

【 0 0 2 0 】

層 5 を可撓性ダイヤフラム全区域に延ばすことによって、（図 3 の）基本構造を改良することもできる。図 7 に、このような変形構造の断面図を示す。この構造では、層 7 と同じ材料（すなわち多結晶シリコン）とすることが最も好ましい層 5 によって、ダイヤフラムの剛性が向上する。この実施形態のセンサ構造内の犠牲層を適切にエッチング除去するために、1 つまたは複数の開口部 1 3 を層 5 に設けなければならない。

【 0 0 2 1 】

最下層の多結晶シリコン層（下部電極）3 および誘電体層 2 を割愛した構造を、センサ構造の代替実施形態とすることもできる。その場合導電性にドーピングされたシリコン基板 1 によって、下部電極を形成することができる。

【 0 0 2 2 】

センサの寸法設定

センサを、市販の F E M ソフトウエアを使用して、（層の厚さ、幾何形状、および引張応力に関して）寸法設定することができる。センサ素子の可撓部分として円形区域を使用する最も簡単な場合には、その寸法設定を下記の解析ツール [ 3 ] を用いて行うことができる。

【 0 0 2 3 】

円形ダイヤフラム（ドラム・ダイヤフラム）の撓み

【数 1】

$$Z(r) = \frac{p \cdot R^2}{4 \cdot \sigma \cdot h} \left[ 1 - \frac{r^2}{R^2} \right]$$

ただし、p = 圧力、

R = エッチングされたダイヤフラム区域の半径、

10

20

30

40

50

$\sigma$  = ダイアフラムの引張応力、  
 $h$  = 可撓性ダイアフラムの厚さ、  
 $r$  = ダイアフラム中心点からの距離、である。

例：  $p = 1 \times 10^5$  パスカル、

$h = 1 \mu\text{m}$  (可撓性多結晶シリコン層の厚さ)、

$\sigma$  (歪が 3000 ppm のとき) =  $0.03 \times 160 \times 10^9$  パスカル (多結晶シリコン・ダイアフラムを 700 で 1 時間熱処理後のダイアフラムの引張応力)、

$R = 98 \mu\text{m}$  のとき、方程式の解は  $Z(0) = 0.5 \mu\text{m}$  になる (圧力が  $1 \times 10^5$  パスカル、犠牲層の厚さ  $d_u$  が  $1 \mu\text{m}$  のとき、ダイアフラムの撓みはセンサエアギャップの半分になる)。

10

この例の値を用いると、 $1 \text{mm}^2$  に約 25 個の素子が入る。

【0024】

圧力の関数としての (N 個の素子を有する) センサの全容量

【数 2】

$$C_e = \int_0^R \frac{2 \cdot N \cdot \epsilon \cdot \pi \cdot r}{d_u - \frac{p \cdot R^2}{4 \cdot \sigma \cdot h} \left( 1 - \frac{r^2}{R^2} \right)} dr$$

20

【0025】

図 8 を参照すると、この方法は、実行順に下記の工程を含む。

- 1 . 酸化物層成長
- 2 . アモルファス・シリコン層成長 (たとえば、ホウ素による *in situ* ドーピングによって補完する)
- 3 . 熱処理
- 4 . 多結晶シリコン層のパターン形成
- 5 . 犠牲層 (LTO) の堆積
- 6 . アモルファス・シリコン層成長 (たとえば、ホウ素による *in situ* ドーピングによって補完する)
- 7 . アモルファス・シリコン層のパターン形成
- 8 . アモルファス・シリコン層成長 (ホウ素をドーブし、開口部を備える多孔質とし、厚さ  $100 \text{nm}$  とする)
- 9 . 熱処理
- 10 . 犠牲層エッチング
- 11 . 多結晶シリコン層成長 (たとえば、ホウ素による *in situ* ドーピングによって補完する)
- 12 . 多結晶シリコン層のパターン形成
- 13 . LTO 層のパターン形成
- 14 . メタライゼーション層の堆積
- 15 . メタライゼーション層のパターン形成
- 16 . 窒化シリコン層の PECVD 成長
- 17 . PECVD 成長窒化シリコン層のパターン形成

40

一般に、多孔質層 6 はエッチング用化学物質を透過させるが、その上に後から堆積する層 7 の材料は透過させない層として理解しなければならない。

また、多孔質多結晶シリコン層 6 上に多結晶シリコン層 7 を堆積してその複合層構造を気体不透性とすることができる。

【0026】

( 参考文献 )

50

1. K. Kasten 他の「Sensors and Actuators A」、Vol. 85 (2000), pp. 147 - 152

2. Y. Kageyama、T. Tsuchiya、H. Fuanbashi、J. Sakata の「Polycrystalline silicon thin films with hydrofluoric acid permeability for underlying oxide etching and vacuum encapsulation」、J. Vac. Sci. Technol. A 18 (4), July / Aug.、2000 年

3. George S. K. Wong 他の「AIP Handbook of Condenser Microphones, Theory, Calibration and Measurements」、AIP Press, New York, pp. 41 - 42、1995 年

10

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明によるセンサ素子の断面図である。

【図 2】 図 1 に示す (25 個の) 素子からなる容量型圧力センサの上面図である。

【図 3】 本発明による基準センサ素子の断面図である。

【図 4】 本発明による容量型圧力センサの基準素子区域の上面図である。

【図 5】 本発明による完成した容量型圧力センサの概略上面図である。

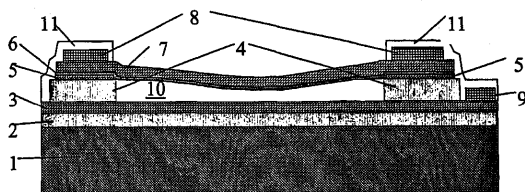
【図 6】 本発明によるセンサ素子の別の実施形態の断面図である。

【図 7】 本発明によるセンサ素子の第 2 実施形態の断面図である。

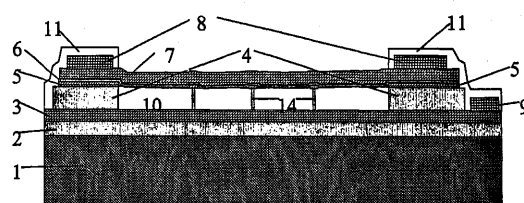
20

【図 8】 本発明によるセンサの製作方法における製造工程の概略リストである。

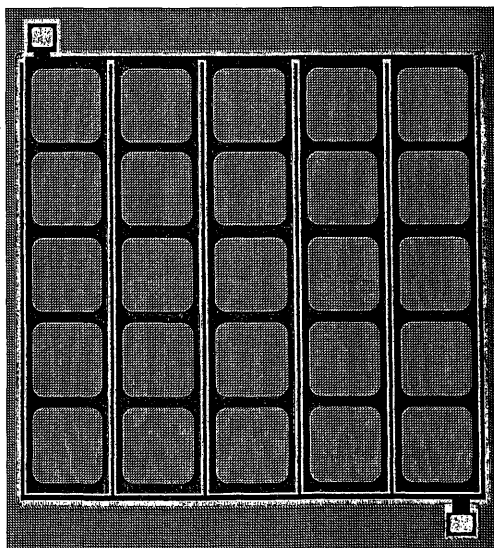
【図 1】



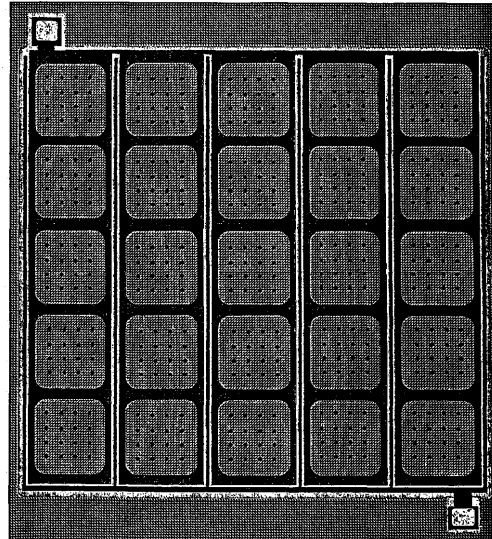
【図 3】



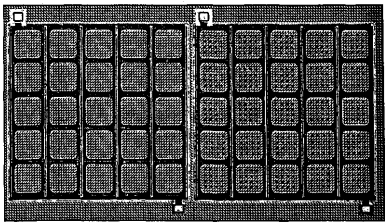
【図 2】



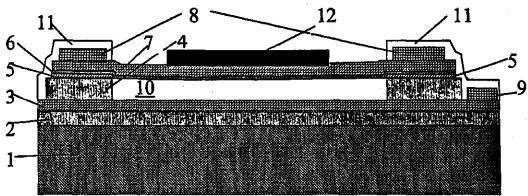
【図 4】



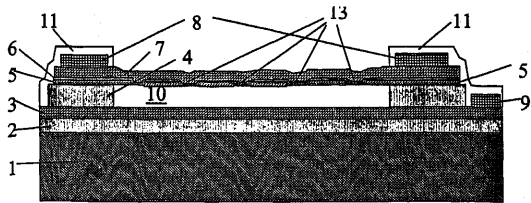
【 図 5 】



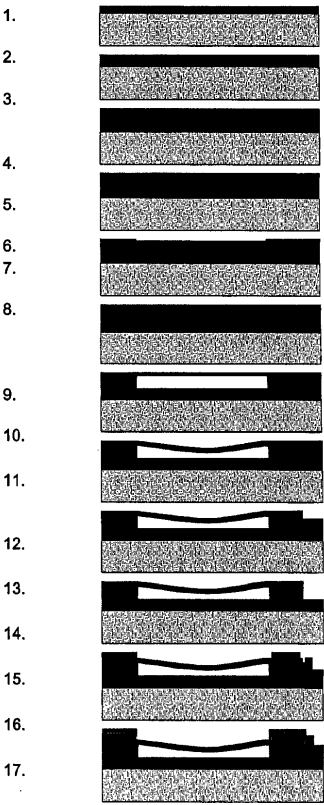
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



---

フロントページの続き

- (74)代理人 100096943  
弁理士 臼井 伸一
- (74)代理人 100091889  
弁理士 藤野 育男
- (74)代理人 100101498  
弁理士 越智 隆夫
- (74)代理人 100096688  
弁理士 本宮 照久
- (74)代理人 100102808  
弁理士 高梨 憲通
- (74)代理人 100104352  
弁理士 朝日 伸光
- (74)代理人 100107401  
弁理士 高橋 誠一郎
- (74)代理人 100106183  
弁理士 吉澤 弘司
- (74)代理人 100120064  
弁理士 松井 孝夫
- (72)発明者 ブロムベルイ, マルツティ  
フィンランド, エフアイエヌ - 0 2 2 8 0 エスポー, ピサンメキ 4 A 4

審査官 鈴野 幹夫

- (56)参考文献 特開平 0 8 - 2 3 3 6 7 2 ( J P , A )  
特開昭 6 3 - 0 2 5 9 8 2 ( J P , A )  
特表平 0 7 - 5 0 4 5 0 9 ( J P , A )  
特開 2 0 0 0 - 2 1 4 0 3 5 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G01L 9/00  
B81B 3/00  
B81C 1/00  
H01L 29/84