

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5495497号  
(P5495497)

(45) 発行日 平成26年5月21日 (2014. 5. 21)

(24) 登録日 平成26年3月14日 (2014. 3. 14)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 J 1/02 (2006. 01)	GO 1 J 1/02 C
GO 1 T 1/26 (2006. 01)	GO 1 T 1/26
HO 1 L 27/144 (2006. 01)	GO 1 J 1/02 Q
	HO 1 L 27/14 K

請求項の数 7 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2008-39626 (P2008-39626)	(73) 特許権者	390023711
(22) 出願日	平成20年2月21日 (2008. 2. 21)		ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト
(65) 公開番号	特開2008-203263 (P2008-203263A)		ミット ベシユレンクテル ハフツング
(43) 公開日	平成20年9月4日 (2008. 9. 4)		ROBERT BOSCH GMBH
審査請求日	平成22年11月2日 (2010. 11. 2)		ドイツ連邦共和国 シュツツトガルト (
(31) 優先権主張番号	102007008381.7		番地なし)
(32) 優先日	平成19年2月21日 (2007. 2. 21)		Stuttgart, Germany
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)	(74) 代理人	100114890
前置審査			弁理士 アインゼル・フェリックス＝ライ
			ンハルト
		(74) 代理人	100099483
			弁理士 久野 琢也
		(74) 代理人	100112793
			弁理士 高橋 佳大

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放射センサ素子、センサフィールドおよび放射センサ素子の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

絶縁層 (2) により被覆された基板 (1) と、該基板 (1) の上方において、第 1 の平面 (20) に配置されている面状のセンサ構造 (7) とを有する放射センサ素子 (10) において、

少なくとも 1 つの給電線構造 (6) が前記基板 (1) と前記センサ構造 (7) との間の第 2 の平面 (30) に配置され、

前記給電線構造 (6) は、一方の端部領域に設けられた第 1 のコンタクト (5) を介して片持ちされて前記基板 (1) と接続され、他方の端部領域に設けられた第 2 のコンタクト (8) を介して片持ちされた前記センサ構造 (7) と接続されて、前記第 1 のコンタクト (5) と前記第 2 のコンタクト (8) との間の前記第 2 の平面 (30) に延在し、

前記絶縁層 (2) と前記給電線構造 (6) との間には前記第 1 のコンタクト (5) のみが存在し、前記給電線構造 (6) と前記センサ構造 (7) との間には前記第 2 のコンタクト (8) のみが存在し、

前記給電線構造 (6) は、多結晶シリコンまたはシリコンカーバイドからなり、

前記センサ構造 (7) は、p ドープされた多結晶シリコンまたは p ドープされたシリコンカーバイドからなり、少なくとも部分的に多孔化されている、

ことを特徴とする、放射センサ素子 (10)。

【請求項 2】

前記給電線構造 (6) は、p ドープされた多結晶シリコンまたはシリコンカーバイドか

10

20

らなることを特徴とする、請求項 1 記載の放射センサ素子（10）。

【請求項 3】

前記センサ構造（7）は前記給電線構造（6）を介して電氣的に前記基板（1）と接触している、請求項 1 または 2 記載の放射センサ素子（10）。

【請求項 4】

前記給電線構造（6）は前記第 2 の平面（30）においてメアング状に延びている、請求項 1 から 3 までのいずれか 1 項記載の放射センサ素子（10）。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項記載の放射センサ素子（10）を複数有し、該放射センサ素子（10）が共通の基板（1）上に配置されていることを特徴とする、センサフィールド（100）。 10

【請求項 6】

前記放射センサ素子（10）は前記基板（1）内の複数の導体路（13）を介して接続されており、該導体路（13）はマトリクス制御部を形成する、請求項 5 記載のセンサフィールド（100）。 20

【請求項 7】

請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項記載の放射センサ素子（10）の製造方法において、

基板（1）の上に絶縁層（2）を析出し、

前記絶縁層（2）の上に第 1 の犠牲層（3）を析出し、

前記第 1 の犠牲層（3）の構造化により第 1 のコンタクト（5）を形成し、

前記第 1 の犠牲層（3）および前記第 1 のコンタクト（5）の上に給電線構造（6）を設け、

前記第 1 の犠牲層（3）および前記給電線構造（6）の上に第 2 の犠牲層（4）を析出し、

前記第 2 の犠牲層（4）の構造化により第 2 のコンタクト（8）を形成し、

前記第 2 の犠牲層（4）および前記第 2 のコンタクト（8）の上にセンサ構造（7）を設け、

前記絶縁層（2）と前記給電線構造（6）との間には前記第 1 のコンタクト（5）のみが存在し、前記給電線構造（6）と前記センサ構造（7）との間には前記第 2 のコンタクト（8）のみが存在することとなるように、前記第 1 の犠牲層（3）および前記第 2 の犠牲層（4）を除去し、 30

電気化学的なエッチングにより前記センサ構造（7）を少なくとも部分的に多孔化することを特徴とする、放射センサ素子（10）の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放射センサ素子、センサフィールドおよび放射センサ素子の製造方法に関する。

【背景技術】 40

【0002】

この種の放射センサは公知である。例えば特許文献 1 からは、ブリッジ回路内に 3 つの補償センサを備えた抵抗性ポロメータセンサが公知である。ポロメータセンサの感度を改善するために、センサ面の基板からの熱分離が必要である。分離の度合いは給電線の幾何学によって影響を受ける。給電線の断面の縮小により給電線の抵抗は高まるので、給電線の長さは熱分離を制御するための実質的に自由なパラメータである。給電線が延長されるとより大きな面積も占有することになるので、本来のセンサに対してより少ない面積しか使用できない、すなわちいわゆる占積率、つまり総面積に対するセンサの有効面積の割合が低下することは欠点である。図 1 に示されているような典型的な抵抗性ポロメータにおける占積率は通常の場合 40%～70%である。 50

【特許文献 1】US6346703B1

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

したがって本発明の課題は、占積率の高い放射センサ素子、その種の放射センサ素子を備えたセンサフィールドおよびその種の放射センサ素子の製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0004】

放射センサに関する課題は、少なくとも 1 つの給電線構造が基板とセンサ構造との間の第 2 の平面に配置されていることにより解決される。

【0005】

センサフィールドに関する課題は、その種の放射センサ素子を複数有し、この放射センサ素子が共通の基板上に配置されていることにより解決される。

【0006】

製造方法に関する課題は、先ず第 1 の犠牲層を析出し、この第 1 の犠牲層に例えば第 1 のコンタクトを構造化し、続いて第 1 の犠牲層の上に給電線構造を設け、続いて第 2 の犠牲層を析出し、この第 2 の犠牲層に例えば第 2 のコンタクトを構造化し、続いて第 2 の犠牲層の上にセンサ構造を設け、最後に第 1 の犠牲層および第 2 の犠牲層を除去することにより解決される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

従属請求項に記載されている本発明による放射センサ素子、この本発明による放射センサ素子を製造するための本発明による方法は従来技術に比べて著しく高い占積率を達成することができ、また殊に、例えば  $10 \times 10 \mu\text{m}^2$  の非常に小さい放射センサ素子においてもそのような高い占積率を達成することができるという利点を有する。本発明によりセンサ構造の下に給電線構造を移動することにより、良好な熱分離のための長い給電線も高い占積率も達成することができる。高い占積率を有する放射センサ素子により全体として、より小さい基板寸法、したがってより廉価な材料コストが達成される。本発明により実現されるセンサフィールドにおいては、個々の放射センサ素子の間、すなわちピクセル間の隙間を非常に小さく保つことができる。したがってセンサフィールド自体は有利には同様に比較的小さい大きさおよび比較的軽い重量を有することができる。

【0008】

有利にはシリコンからなる基板上には有利には絶縁層、殊に有利には酸化層または窒化層が設けられている。当業者には公知であるように、平面状のセンサ構造が延びている第 1 の平面が実質的に基板の主延在方向に平行に配向されている。本発明によれば、第 2 の平面は第 1 の平面と基板との間に延びており、したがって同様に実質的に基板の主延在方向に平行に配向されている。給電線構造は基板とセンサ構造との間に配置されている。これは本発明の範囲において、給電線構造がセンサ構造の下に配置されているということにも該当する。有利には、給電線構造が第 1 および第 2 の平面を張架する空間方向においてもセンサ構造を越えずに延びている。

【0009】

給電線構造の下には、基板とセンサ構造との間の少なくとも 1 つの機械的および/または電気的な接続部を設けることができる。通常の場合、放射センサ素子の給電線構造は 2 つの部分から構成されており、例えば 2 つの支持アームの形で実施されている。例えば機械的に支持される接続部が電気的なコンタクトとは別個に構成されるのであれば、2 つ以上の部品からなる給電線構造も原理的には考えられる。しかしながら有利には、センサ構造が給電線構造を介して電気的に基板と接触している。本発明の範囲において面状のセンサ構造とは、放射に晒される面と解され、その入射に起因する温度変化を結果として生じた抵抗変化に基づき測定することができる。面状のセンサ構造はセンサダイヤフラムとも

10

20

30

40

50

称される。

【0010】

本発明によれば有利には、給電線構造が第1のコンタクトを介して片持ちされ基板と接続されている。第1のコンタクトは殊に第1および第2の平面に対して垂直の方向において基板から給電線構造に向かって延びている。第1のコンタクトは殊に酸化物またはシリコンゲルマニウム (SiGe) からなる第1の犠牲層の構造化により生じる。給電線構造は有利には多結晶シリコンまたはシリコンカーバイド (SiC) から構成されており、導電性を保証するためにそれぞれが殊に有利にはpドープされている。さらに有利には、センサ構造が第2のコンタクトを介して片持ちされ給電線構造と接続されており、第2のコンタクトは第1のコンタクトと同様に有利には、やはり殊に酸化物またはシリコンゲルマニウムからなる犠牲層の構造化により生じる。したがって給電線構造およびセンサ構造はそれぞれ片持ちされた構造を表す。殊に有利には、第2のコンタクトおよび第1のコンタクトがそれぞれ相互に距離を置いた給電線構造の端部領域内に配置されている。つまり第2のコンタクトは第1のコンタクトの給電線構造に沿って可能な限り長い距離を有し、これによってセンサ構造の基板からの殊に良好な熱分離が実現されている。当業者には公知であるように、第1のコンタクトはこのために第2のコンタクトまで必ずしも空間的に大きな距離を置いて配置されている必要はない。給電線構造は有利には曲げられた支持アームを有する。殊に有利な実施形態においては、給電線構造は第2の平面においてメアンダ状に延びている。本発明の範囲においてはメアンダ状の形状と共に、限られた面積において給電線構造の長さを拡張することができる他の幾何学的な給電線構造の形状、例えば螺旋の形状も考慮されるべきである。

【0011】

センサ構造のための材料として例えばpドープされた多結晶シリコンまたはpドープされたシリコンカーバイドが使用される。センサ構造の厚さは有利には100nm~20μmであり、有利な実施形態においてはセンサ構造が少なくとも領域的な多孔化され、殊に電気化学的なエッチングにより多孔化される。これによってセンサ構造の放射吸収は高められ、また感度の有利な上昇も達成される。有利には、センサ構造の100nm~5μmの厚さの層が多孔性にエッチングされている。センサ構造ダイヤフラムの総厚はこの場合比較的大きく選定されており、例えば約10μmに選定されている。

【0012】

本発明の別の対象は、本発明による放射センサ素子を複数有するセンサフィールドであり、放射センサ素子は共通の基板上に配置されている。個々の放射センサ素子はセンサフィールドの個別に制御可能な画素 (ピクセル) を形成し、これらのピクセルは行列としていわゆるアレイで配置されている。本発明による放射センサ素子の殊に高い占積率によって、有利には画素間の極僅かな隙間、例えば約1μmの隙間が得られる。放射センサ素子の電氣的な接触は基板、有利には基板内の複数の導体路を介して行われ、これらの導体路は殊に有利にはマトリクス制御部を形成する。1つの行の全ての放射センサ素子は行導体路を介して接続されており、また1つの列の全ての放射センサ素子は列導体路を介して接続されている。したがって行導体路と列導体路の各組み合わせはちょうど1つの放射センサ素子を規定する。

【0013】

本発明の別の対象は本発明による放射センサ素子の製造方法であり、当業者であれば放射センサ素子の製造はセンサフィールドの製造にも該当することが分かる。本発明によれば、有利には酸化物または窒化物からなる絶縁層をもってコーティングされている基板上に先ず第1の犠牲層、殊に酸化物またはシリコンゲルマニウムからなる犠牲層が析出される。犠牲層としてシリコンゲルマニウムを使用することは、この犠牲層を後に何倍も高いエッチングレートをもって除去することができるという利点を有する。このことは殊に、殊に大きい放射センサ素子、例えば100×100μm<sup>2</sup>の放射センサ素子において有利である。何故ならば本発明によれば、片持ちされた全体の給電線構造がアンダーエッチングされるからである。第1の犠牲層においては有利には第1のコンタクトが構造化され、

この第1のコンタクトは構造が露出された後に片持ちされた給電線構造を支持する。本発明によれば、後続のステップとして給電線構造が第1の犠牲層の上に第2の平面において設けられ構造化される。有利にはpドープされた多結晶シリコンまたはシリコンカーバイドが使用される。続いてその上に第2の犠牲層が析出され、この第2の犠牲層には有利には第2のコンタクトが構造化される。第1の犠牲層と同様に第2の犠牲層は有利には酸化物またはシリコンゲルマニウムからなる。シリコンゲルマニウムからなる2つの犠牲層のさらなる利点は、これらの犠牲層を導電性に析出することができるということであり、これにより例えばセンサ構造の多孔化のための後の電気化学的なエッチングを行うことができる。センサ構造は第1の平面において第2の犠牲層上に設けられる。続いて第1の犠牲層および第2の犠牲層が除去され、有利には酸化物犠牲層の場合にはフッ化水素(HF)による気相エッチングにより除去されるか、シリコンゲルマニウムの場合には三フッ化塩素(CIF<sub>3</sub>)による気相エッチングにより除去される。本発明による製造プロセスは殊に簡単であり信頼性が高い。有利な実施形態においては、さらなる処理ステップにおいて犠牲層の除去による露出が行われる前に、センサ構造が少なくとも領域的に多孔化される。多孔化は有利には、例えばフッ酸含有の電解質での電気化学的なエッチングにより行われる。

10

**【実施例】****【0014】**

本発明の実施例を図面に示し、以下において詳細に説明する。

**【0015】**

20

図1には従来技術による放射センサ素子の概略的な平面図が示されている。実質的にセンサ構造7またはセンサダイヤフラムは給電線2を有する平面内に配置されており、その接点Kはセンサ構造の熱分離を達成するために可能な限り長い給電線2が生じるように配置されている。センサダイヤフラム7の面積は幅Nに制限されている。参照符号Gが付されている四角形は放射センサ素子の総面積を表す。

**【0016】**

図2には本発明による放射センサ素子10の概略的な平面図が示されている。給電線構造6は紙面上に表されているセンサ構造7の裏側に設けられており、破線によって示唆されている。給電線構造は2つの曲がった支持アームを有する。第1のコンタクト5の領域において、給電線構造6は図示されていない基板と接続されている。第2のコンタクト8の領域において、給電線構造6はセンサ構造7と接続されている。放射センサ素子10ないしセンサ構造7の有効面積の幅Nは図1に示した従来技術のもの比べて著しく拡大されている。したがって本発明による放射センサ素子10は総面積Gに対する有効面積のより大きな割合、より高い占積率を有する。これは殊に放射センサ素子10が小さい場合にクリティカルである。本発明による放射センサ素子10でもって $25 \times 25 \mu\text{m}^2$ の総面積Gでは少なくとも90%の占積率を達成することができる。例えば総面積Gが $10 \times 10 \mu\text{m}^2$ である殊に小さい放射センサ素子10においても83%の占積率を達成することができる。

30

**【0017】**

図3には、本発明による放射センサ素子10の前駆構造が断面図で示されている。シリコンからなる基板1の上には絶縁層2、有利には酸化層または窒化層が設けられている。絶縁層2の上には、ここではシリコンゲルマニウムからなる第1の犠牲層3が析出され、端子コンタクト5が構造化される。端子コンタクト5は後に給電線構造6との機械的且つ電気的な接続部を表す。第1の犠牲層3の上には、ここではpドープされた多結晶シリコンまたはシリコンカーバイドからなり、後に片持ちにされる給電線構造6が載置され構造化される。給電線構造6は第2の平面30にある。給電線構造6は有利には、図2に示されているように、センサ構造7のより良好な熱分離を達成するために曲げることによって可能な限り長く実施されている。必要に応じて給電線構造をメアンダ状に実施することもでき、これによってさらに長い給電線を達成することができる。続いて、給電線構造6の上にはシリコンゲルマニウムからなる第2の犠牲層4が析出され、この第2の犠牲層4内

40

50

に第2のコンタクト8が構造化される。この第2のコンタクト8は後に片持ちにされるセンサ構造7を電氣的且つ機械的に給電線構造6に接続する。第1の犠牲層3および第2の犠牲層4の層厚は有利には $0.5\mu\text{m} \sim 2\mu\text{m}$ の範囲である。第2の犠牲層4の上にセンサ構造7が析出され、面状の領域(図2を参照されたい)として構造化される。センサ構造7は第1の面20に延びている。材料として有利にはpドーピングされた多結晶シリコンまたはシリコンカーバイドが使用される。

【0018】

図4には本発明による放射センサ素子10が示されている。センサ構造7が完成された後に、機能的な構造がシリコンゲルマニウムからなる第1の犠牲層3および第2の犠牲層4全体を三フッ化塩素を用いる気相エッチングによって除去することにより露出され、熱分離される。第1のコンタクト5を除きアンダーエッチングされた給電線構造6および第2のコンタクト8を除きアンダーエッチングされたセンサ構造7は片持ちされる。

【0019】

図5および図6には、本発明による放射センサ素子10の別の実施形態の前駆構造が断面図で示されている。センサ構造7による放射の吸収の改善は、このセンサ構造7が部分領域7'において多孔化されることによって達成される。電気化学的なエッチングにより $100\text{nm} \sim 5\mu\text{m}$ の厚さの領域7'が多孔化される。センサ構造7はこの場合有利には約 $10\mu\text{m}$ の厚さに実施されている。電気化学的なエッチングに関しては電氣的な基板コンタクト11が絶縁層2を架橋するために必要とされる。さらなる電氣的な接触は、第1の犠牲層3および第2の犠牲層4のドーピングされたシリコンゲルマニウムを介して行われる。センサ構造7の多結晶シリコンないしシリコンカーバイドは電流の流れを保証するために同様にpドーピングされている。多孔化ステップの後に漸く構造が露出される。第1の犠牲層3、第2の犠牲層4ならびに電氣的な基板コンタクト11は気相エッチングにより除去される。

【0020】

図7には本発明によるセンサフィールド100の概略的な平面図が示されている。放射センサ素子10はピクセルとして行列で配置されており、有利には小さい隙間を有する。全ての放射センサ素子10の電氣的な接触は導体路12, 13を介して行われ、これらの導体路12, 13は基板1内に延びている。マトリクス制御が示されており、列導体路12はそれぞれ1つの列の全ての放射センサ素子10と接触しており、行導体路13はそれぞれ1つの行の全ての放射センサ素子10と接触しているので、列導体路12と行導体路13の各組合せは丁度1つの放射センサ素子10を規定する。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】従来技術による放射センサ素子の概略的な平面図を示す。

【図2】本発明による放射センサ素子の概略的な平面図を示す。

【図3】本発明による製造方法を説明するための、本発明による放射センサ素子の前駆構造の概略的な断面図を示す。

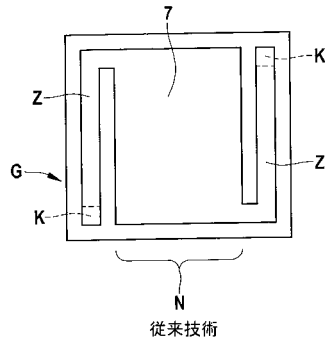
【図4】本発明による製造方法を説明するための、本発明による放射センサ素子の前駆構造の概略的な断面図を示す。

【図5】本発明による製造方法を説明するための、本発明による放射センサ素子の別の実施形態の前駆構造の概略的な断面図を示す。

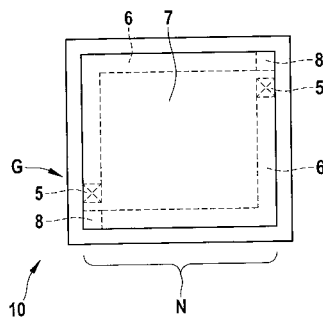
【図6】本発明による製造方法を説明するための、本発明による放射センサ素子の別の実施形態の前駆構造の概略的な断面図を示す。

【図7】本発明による放射センサ素子を複数備えた本発明によるセンサフィールドの概略的な平面図を示す。

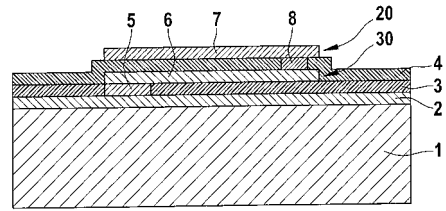
【図 1】



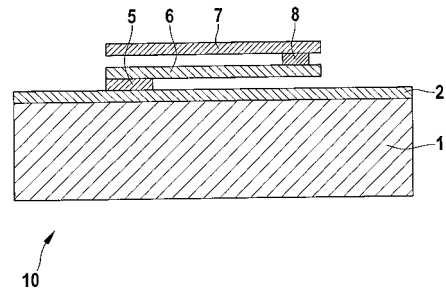
【図 2】



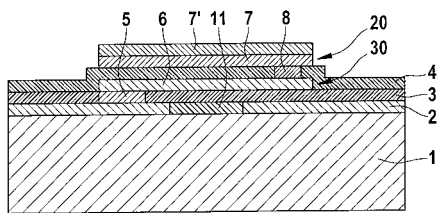
【図 3】



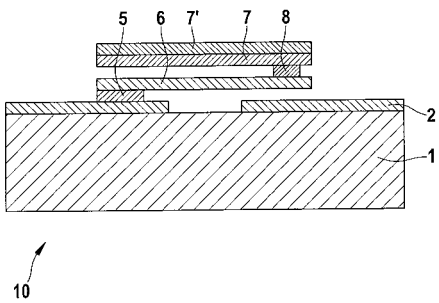
【図 4】



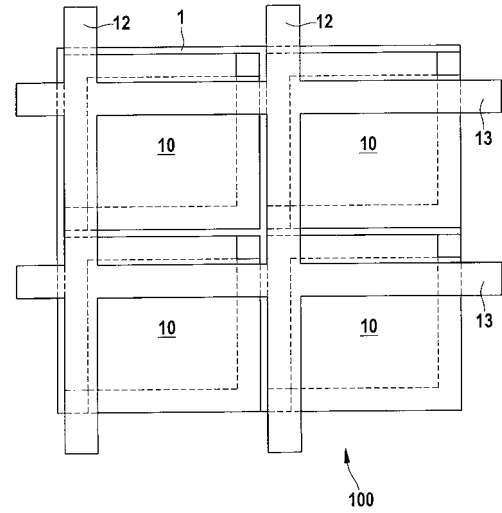
【図 5】



【図 6】



【図 7】



---

フロントページの続き

(72)発明者 アンド フェイ  
ドイツ連邦共和国 タム ネルケンヴェーク 8

審査官 高 場 正光

(56)参考文献 特表2002-531821(JP,A)  
特開平10-185681(JP,A)  
特開平08-297052(JP,A)  
特開平11-211558(JP,A)  
特開2000-292257(JP,A)  
特開2000-230860(JP,A)  
特開平08-330558(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01J1/00-1/60