

(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2010-19555

(P2010-19555A)

(43) 公開日 平成22年1月28日(2010.1.28)

(51) Int.Cl.
G01N 27/00 (2006.01)F I
G O I N 27/00テーマコード (参考)
2 G O 6 0

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2008-177498 (P2008-177498)
(22) 出願日 平成20年7月8日 (2008.7.8)(71) 出願人 000002130
住友電気工業株式会社
大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(74) 代理人 110000693
特許業務法人ハートクラスタ
(74) 代理人 100111936
弁理士 渡辺 征一
(72) 発明者 平岩 千尋
大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号
住友電気工業株式会社大阪製作所内
Fターム(参考) 2G060 AA02 AE19 AG06 AG08 BA07
BB09 DA12 DA14

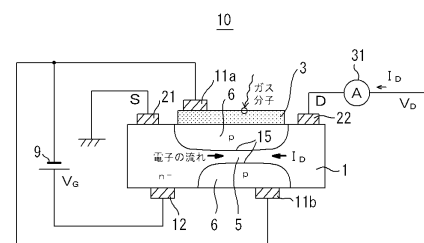
(54) 【発明の名称】 ガスセンサ

(57) 【要約】

【課題】性能が長期間安定して維持され、特性が安定して製造歩留りが高く、応答速度が大きいガスセンサを提供する。

【解決手段】 n型SiC基板1の表面から内部へと設けられたp型領域6と、p型領域の表面に配置された触媒3と、触媒3の上に位置するp側電極11と、ソース電極21およびドレイン電極22と、基板内でp型領域に接してソースとドレインとを繋ぐn型チャンネルと、半導体基板のn型領域の裏面に位置するn側電極12とを備え、触媒3を介在させて、n側電極とp側電極との間に電圧を加えて、pn接合15に逆バイアス電圧を印加することを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 導電型の半導体基板と、
前記第 1 導電型半導体基板の表面から内部へと設けられた第 2 導電型領域と、
前記第 2 導電型領域の表面に電氣的に接続されたガス感应層と、
前記ガス感应層の上に位置して電氣的に接続された第 2 導電側電極と、
前記第 2 導電型領域を挟むように、前記表面に設けられた、ソース電極およびドレイン電極と、
前記半導体基板の中で前記第 2 導電側領域に接し、前記ソース電極とドレイン電極とを連絡する、第 1 導電型の通路と、
前記第 1 導電型の通路に連絡している表面または裏面に電氣的に接続された第 1 導電側電極とを備え、
前記ガス感应層を介在させて、前記第 1 導電側電極と第 2 導電側電極との間に電圧を加えて、前記第 2 導電側領域と第 1 導電型の通路との p n 接合に逆バイアス電圧を印加することを特徴とする、ガスセンサ。

10

【請求項 2】

第 1 導電型の半導体基板と、
前記半導体基板の、表面に位置するソース電極、および裏面に位置するドレイン電極と、
前記ソース電極とドレイン電極とを連絡している第 1 導電型の通路を、取り囲むように設けられ、表面または裏面に露出する第 2 導電型領域と、
前記露出した第 2 導電型領域に電氣的に接続されたガス感应層と、
前記ガス感应層の上に位置して電氣的に接続された第 2 導電側電極と、
前記第 1 導電型の通路に連絡している表面または裏面に電氣的に接続された第 1 導電側電極とを備え、
前記ガス感应層を介在させて、前記第 1 導電側電極と第 2 導電側電極との間に電圧を加えて、前記第 1 導電側領域の通路の周りの p n 接合に逆バイアス電圧を印加することを特徴とする、ガスセンサ。

20

【請求項 3】

前記ガス感应層が、酸化物半導体、イオン導電性酸素酸塩、または固体電解質とイオン導電性酸素酸塩との組み合わせ、のいずれか 1 つであることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載のガスセンサ。

30

【請求項 4】

前記感应層が、感度を高めるために増感剤を含むことを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 つに記載のガスセンサ。

【請求項 5】

前記感应層が、多孔質であることを特徴とする、請求項 1 ~ 4 のいずれ 1 つに記載のガスセンサ。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、ガスセンサに関し、より具体的には、自動車等の排気経路に取り付けられる、耐久性に優れたガスセンサに関するものである。

【背景技術】**【0002】**

自動車分野では、排ガス規制や燃費向上のためのエンジン制御の高精度化や、車室内外の気体成分の把握のため、信頼性が高く、高感度のガスセンサが要求されている。自動車の空燃比センサとして使用されている安定化ジルコニアを用いた酸素センサや、一般に普

50

及している金属酸化物半導体を用いた電気抵抗式ガスセンサは、信頼性に優れるが、感度や応答速度が低いという課題を有している。一方、感度および応答速度を兼備するガスセンサとして、M O S F E T (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) と酸化物半導体等とを組み合わせた M O S F E T 式センサが知られている（非特許文献 1）。また、この M O S F E T 式センサとしては、イオン導電性酸素酸塩と M O S F E T とを組み合わせたセンサの提案もなされている（特許文献 1）。

【 0 0 0 3 】

【非特許文献 1】M.Ali, et.al., "SiC-based FET for detection of NO_x and O₂ using In SnO_x as a gate material", Sensors and Actuators B 122(2007)182-186

【特許文献 1】特開 2 0 0 1 - 2 8 1 2 1 3 号公報

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

上記の M O S F E T 式のガスセンサでは、電子流を制御するチャネルが半導体基板の表面に位置するので、高温の雰囲気ガスに暴露されやすい。このため長期信頼性を確保する上で問題がある。また、S i C などの半導体表面では界面順位密度にばらつきが生じやすくセンサ特性が不安定化する結果、製造の歩留りが低下する。さらに、チャネルが半導体表面に位置するため、界面準位の影響を受けることで、応答速度が遅くなるという短所をもつ。そこで、本発明は、性能が長期間安定して維持され、特性が安定して製造歩留りの低下が抑止され、応答速度が大きいガスセンサを提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 5 】

本発明のガスセンサは、第 1 導電型の半導体基板と、第 1 導電型半導体基板の表面から内部へと設けられた第 2 導電型領域と、第 2 導電型領域の表面に電氣的に接続されたガス感应層と、ガス感应層の上に位置して電氣的に接続された第 2 導電側電極と、第 2 導電型領域を挟むように、表面に設けられた、ソース電極およびドレイン電極と、半導体基板の中で第 2 導電側領域に接し、ソース電極とドレイン電極とを連絡する、第 1 導電型の通路と、第 1 導電型の通路に連絡している表面または裏面に電氣的に接続された第 1 導電側電極とを備える。そして、ガス感应層を介在させて、第 1 導電側電極と第 2 導電側電極との間に電圧を加えて、第 2 導電側領域と第 1 導電型の通路との p n 接合に逆バイアス電圧を印加することを特徴とする。

30

【 0 0 0 6 】

上記の構造では、第 2 導電型領域の先の半導体基板の内部に、第 1 導電型の通路（チャネル）が位置し、第 2 導電型領域とチャネルとの界面に p n 接合が形成される。第 1 導電側電極と第 2 導電側電極との間に電圧をかけて、この p n 接合に逆バイアス電圧を、常時、かけておく。ガス感应層にガス吸着が生じると、電気抵抗が変動するので、常時印加されている p n 接合への逆バイアス電圧が変動し、空乏層の張り出しが変化してチャネル断面を変化させる。このため、ガス吸着量の変化によって、キャリアがチャネルを通る通りやすさが変化し、ソース/ドレイン電極間の電流値の変化となって現れる。これによって、高い応答速度、および高い感度で、ガス吸着量を検知することができる。また、チャネルは、半導体基板の内部に位置するので、ガスに暴露されず、長期信頼性が劣化することはない。チャネルが界面準位の影響を受けないので、特性が安定して、製造歩留りが低下することはない。上記の構造の場合、キャリアは、チャネルを半導体基板に板面に沿う方向に流れる。

40

【 0 0 0 7 】

本発明の他のガスセンサは、第 1 導電型の半導体基板と、半導体基板の、表面に位置するソース電極、および裏面に位置するドレイン電極と、ソース電極とドレイン電極とを連絡している第 1 導電型の通路を、取り囲むように設けられ、表面または裏面に露出する第 2 導電型領域と、露出した第 2 導電型領域に電氣的に接続されたガス感应層と、ガス感应層の上に位置して電氣的に接続された第 2 導電側電極と、第 1 導電型の通路に連絡してい

50

る表面または裏面に電氣的に接続された第 1 導電側電極とを備える。そして、ガス感応層を介在させて、第 1 導電側電極と第 2 導電側電極との間に電圧を加えて、第 1 導電側領域の通路の周りの p n 接合に逆バイアス電圧を印加することを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

上記の構造によれば、チャンネル（通路）は半導体基板を貫通する方向に沿って形成される。そのチャンネルを取り囲む p n 接合から張り出す空乏層は、ガス感応層でのガス吸着量によって、張り出す大きさが変化し、ソース / ドレイン電極間を流れる電流の変化となって現れる。このため、この構造においても、応答速度は高く、感度も十分高い。また、チャンネルは半導体基板の内部に、半導体基板を貫通するように設けられるので、ガスに暴露されることはなく、長期信頼性を確保することができる。また、チャンネルが界面準位の影 10
響を受けないので、特性が安定して、製造歩留りが低下することはない。この場合、キャリアは、チャンネルを半導体基板に板面に直交する方向に流れる。

【 0 0 0 9 】

上記のガス感応層を、酸化物半導体、イオン導電性酸素酸塩、または固体電解質とイオン導電性酸素酸塩との組み合わせ、のいずれかとすることができる。これによって、感度 20
が高く、応答速度の大きいガスセンサを提供することができる。

【 0 0 1 0 】

上記の感応層に、感度を高めるために増感剤を含ませることができる。これによって、ガス選択性を高め、ガスが非常に低濃度であっても、その濃度を精度よく検知することができる。増感剤は、検知ガスおよび感応層の種類に応じて決まっており、このあとで詳述 20
する。

【 0 0 1 1 】

上記のガス感応層を、多孔質とすることができる。これによって、第 2 導電側電極の下に位置するガス感応層に、十分な表面積のガス吸着部分を持たせることができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 2 】

本発明のガスセンサは、チャンネルはガスに暴露されないで性能が長期間安定して維持され、界面順位の影響を受けないので特性が安定して製造歩留り低下は生じず、また応答速度は大きい。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 3 】

（実施の形態 1）

図 1 は、本発明の実施の形態 1 におけるガスセンサ 10 を示す図である。このガスセンサ 10 は、n 型 S i C 基板 1 の表面側に、ガス分子が吸着すると電気抵抗が変化する触媒層 3 が設けられ、その下に p 型領域 6 が形成されている。本実施の形態では、ガス感応層に、酸化物半導体の触媒 3 を用いている。p 型領域 6 の深さ方向の先端は、n 型 S i C 基板との間に p n 接合 15 を形成し。その下（S i C 基板の内部）に、n 型チャンネル 5 を形成している。n 型チャンネル 5 を上下から挟むように、チャンネル 5 の裏面側にも、p 型領域 6 が設けられている。n 型チャンネル 5 の領域の S i C 基板 1 の裏面から表面にかけて、次の部分が形成されている。 40

（裏面 p 側電極 11 b / p 型領域 6 / n 型チャンネル 5 / p 型領域 6 / 触媒層 3 / 表面 p 側電極 11 a）

表面 p 側電極 11 a および裏面 p 側電極 11 b は、ともに定電圧電源 9 のマイナス電極に接続されて同電位とされている。定電圧電源のプラス電極は、n 型 S i C 基板の n 型領域に接続されている。このため、上記の 2 つの p 型領域 6 と n 型領域との間に形成される p n 接合 15 には、逆バイアス電圧が印加される。なお、上記の n 型 S i C 基板において、n 型領域の n 型キャリア濃度は、逆バイアス電圧の印加による空乏層の張り出しをチャンネル 5 の側に大きくするために、p 型領域 6 の p 型キャリア濃度よりも小さいことが望ましい。したがって n 型 S i C 基板は、n⁻ S i C 基板 1 とするのがよい。また、使用する温度域によるが、以下の説明では、半導体基板が S i C 基板の場合について説明するが、 50

シリコン基板など他の半導体基板を用いてもよい。

【 0 0 1 4 】

S i C 基板 1 の表面側に、p 型領域 6 を挟むように、ソース電極 2 1 およびドレイン電極 2 2 が設けられている。電位 V_D のドレイン電極 2 2 からは、n 型チャネル 5 を通って、定常的に、電流 I_D がソース電極 2 1 へと流れるようにされている。電流 I_D のキャリアは電子であり、接地電位のソース電極 2 1 側から、電子が n 型チャネル 5 を通って、電位 V_D のドレイン電極 2 2 側へ流れることで、電流 I_D がドレインからソースへと流れることになる。

【 0 0 1 5 】

上記の表面側の触媒層 3 は、酸化物半導体の WO_3 などから形成されており、検知対象のガスが吸着すると電気抵抗が変化する。触媒層 3 は、検知対象ガスに応じて、そのガスの選択性が高いものを用いる。触媒 3 のガス選択性を高めるために、その触媒 3 および検知対象ガスに対応した増感剤を添加することが、通常、行われる。表 1 に、検知対象ガスと、そのガスに対する選択性をもつ触媒(感応剤) 3 を示す。また、増感剤を添加することが普通に行われる触媒 3 については、増感剤も合わせて示す。本発明の実施の形態では、少なくとも、表 1 に示す検知対象ガス、触媒 3、増感剤を用いる。その他の、ガスを検知対象にして、その他の触媒 3、増感剤を用いてもよい。

【 0 0 1 6 】

【表 1】

検知ガスと触媒(感応層)材料

検知ガス	触媒(感応層)	増感剤(添加物)	検知ガス	触媒(感応層)	増感剤(添加物)
CO	Co ₃ O ₄		H ₂ S	SnO ₂	CeO
	CuO			SnO ₂	CuO
	Fe ₂ O ₃	Au or Zn	CH ₄	Cr ₂ O ₃	
	Ga ₂ O ₃	NiO		Co ₃ O ₄	
		Ga ₂ O ₃		SnO ₂	
CO ₂	Bi ₂ O ₃	Sb ₂ O ₃	O ₂	TiO ₂	CeO
NO	Ga ₂ O ₃	Ta ₂ O ₅		Cr ₂ O ₃	TiO ₂
	WO ₃			Ga ₂ O ₃	
NO ₂	Cr ₂ O ₃	TiO ₂	NH ₃	Al ₂ O ₃	
	Co ₃ O ₄			Co ₃ O ₄	
	CuO			Fe ₂ O ₃	ZnO
	Fe ₂ O ₃			Ga ₂ O ₃	WO ₃
	In ₂ O ₃			MoO ₃	MoO ₃ , Ti
	In ₂ O ₃	MoO ₃		Nb ₂ O ₅	
	TiO ₂	TiO ₂		WO ₃	Cu
Ethanol	WO ₃	Pt		WO ₃	Au, Pt
H ₂	Cr ₂ O ₃			ZnO	Fe ₂ O ₃

【 0 0 1 7 】

ガス分子が触媒層 3 に吸着して電気抵抗が変化すると、n 型チャネル 5 の表面側の p n 接合に印加される電圧が変化する。図 2 は、チャネル 5 の部分の拡大図である。上記のよ

うに、チャンネル 5 の表面側および裏面側の p n 接合 1 5 には、逆バイアス電圧が印加されているので、空乏層 K_a 、 K_b が n 型領域に張り出す。このため、電子の流れは、空乏層 K_a 、 K_b によって、その間の n 型領域に限定される。このうち、裏面側に形成される空乏層 K_b は、触媒層を介在させず、直接、定電圧電源のマイナス電極が接続されているので、ガス吸着の有無にかかわらず一定の大きさを維持する。これに対して、表面側の空乏層 K_a は、ガス吸着の量に応じて、p n 接合 1 5 に印加される逆バイアス電圧が変化するので、ガス吸着量に応じて、その大きさが変化する。このため、ガス吸着量に応じて、n 型チャンネル 5 の断面積が変化して、電子の通りやすさが変化して、その結果、電流 I_D が変化する。電流 I_D の変化によって、ガス吸着量を知ることができる。検知対象のガス吸着量は、雰囲気中のそのガス濃度が低い場合には、雰囲気中の検知対象のガス濃度に比例する。よって、図 3 に示すように、電流 I_D の変化によって、検知対象のガス濃度を知ることができる。

10

【0018】

触媒層 3 は、粉末ペーストを圧着して p 型領域 6 上に形成してもよいし、粉末ペーストをスクリーン印刷してもよい。また、スパッタリング法や、CVD (Chemical Vapor Deposition) 法などの気相法によって蒸着してもよい。また、大量生産に適した真空蒸着法で蒸着することもできる。p 型領域 6、n 側電極 1 2 および p 側電極 1 1 の製造などは、通常の半導体の処理装置、処理方法を用いて容易に行うことができる。

【0019】

図 1 に示すように、チャンネル 5 は SiC 基板 1 の表裏面に露出せず、p 型領域 6 よりも SiC 基板 1 の厚み中心側に位置する。このため、長期的に信頼性を保持することができる。また、表面の界面準位密度のばらつきの影響を受けないのでセンサ特性が安定しており、製造歩留りの低下を防止することができる。また、表面の界面準位の影響を受けないので、高い応答速度を得ることができる。

20

【0020】

(本発明の実施の形態 1 の変形例)

図 4 は、本発明の実施の形態 1 のガスセンサ 1 0 の変形例を示す図である。裏面側の p 側電極 1 1 b が、表面側と同様に、触媒層 3 を介在させて p 型領域 6 に接続されている。この点が、図 1 に示すガスセンサ 1 0 と、相違している。裏面側においても、p 側電極 1 1 b が、触媒層 3 を介在させて p 型領域 6 に接続するため、チャンネル 5 の裏面側に位置する p n 接合 1 5 に形成される空乏層 K_b の大きさは、裏面側の触媒層 3 におけるガス吸着量によって変化する。

30

【0021】

図 2 では、空乏層 K_b は固定されていて、チャンネル 5 の断面積は、表面側の空乏層 K_a にのみ依存していた。しかし、上記の変形によって空乏層 K_a 、 K_b がともにガス吸着量の影響を受けて、大きさを変るので、ガス吸着によるチャンネル 5 の断面積の変動を倍加することができる。したがって、感度を倍増することができる。また、上述の実施の形態 1 における利点は、そのまま、この変形例でも享受することができる。すなわち、チャンネル 5 は SiC 基板 1 の表裏面に露出せず、SiC 基板の厚み中心付近に位置する。このため、長期的に信頼性を保持することができる。また、表面の界面準位密度のばらつきの影響を受けないのでセンサ特性が安定しており、製造歩留りの低下を防止することができる。また、表面の界面準位の影響を受けないので、高い応答速度を得ることができる。

40

【0022】

(実施の形態 2)

図 5 は、本発明の実施の形態 2 におけるガスセンサ 1 0 を示す図である。このガスセンサ 1 0 では、感応層にイオン導電性酸素酸塩 3 3 を用いる点で、実施の形態 1 と相違する。イオン導電性酸素酸塩 3 3 は、検知対象のガスの分圧の変化に応じて酸素酸塩の電気化学的な解離平衡を生じ、それによって起電力変化が生じる。このため、表面側の p 型領域 6 に、イオン導電性酸素酸塩 3 3 を介在させて、定電圧電源のマイナス電極を接続すると、p n 接合 1 5 に印加される逆バイアス電圧が変化する。したがって、上述のように、空

50

乏層 K_a の大きさが変化してチャネル 5 の断面積が変化して、ドレイン電流 I_D の変化を生じる。この結果、ドレイン電流 I_D の変化によって対象ガスの濃度を検知することができる。実施の形態 1 では、対象のガスの吸着によって電気抵抗変化を生じ、これによってチャネル断面積の変化が生じた。これに対し、本実施の形態では、ガス分圧の変化に応じてイオン導電性酸素酸塩 33 の電気化学的な解離平衡が生じ、当該イオン導電性酸素酸塩 33 に起電力が生じて、pn 接合 15 に印加される逆バイアス電圧が変化する。これによって、空乏層の張り出しの大きさの変化によるチャネル 5 の断面積の変化を利用する。したがって、感應層がイオン導電性酸素酸塩 33 であること以外の部分は、実施の形態 1 と同じであるので、説明はイオン導電性酸素酸塩に集中し、他の部分は省略する。

【0023】

1. 検知対象ガス

検知対象ガスは、二酸化炭素 (CO_2)、一酸化窒素 (NO)、二酸化窒素 (NO_2) などを主対象とするが、そのほかのガスを対象とすることは問題なく可能である。たとえば、一酸化硫黄 (SO)、二酸化硫黄 (SO_2) など可能である。

2. イオン導電性酸素酸塩

イオン導電性酸素酸塩は、当然であるが、検知対象ガスに応じて具体的な化合物は変わる。

【0024】

(1) 一酸化窒素 (NO)、二酸化窒素 (NO_2) の場合

イオン導電性酸素酸塩には、金属亜硝酸酸塩、および / または金属硝酸塩を用いるのがよい。そして、増感剤として、白金 (Pt) 粒子を含むのが、感度を高める上で好ましい。

金属亜硝酸塩としては、たとえば、亜硝酸リチウム ($LiNO_2$)、亜硝酸ナトリウム ($NaNO_2$)、亜硝酸カリウム (KNO_2)、亜硝酸ルビジウム ($RbNO_2$)、亜硝酸セシウム ($CsNO_2$)、亜硝酸バリウム ($Ba(NO_2)_2$)、亜硝酸ストロンチウム ($Sr(NO_2)_2$) などがある。これらの一種または二種以上から構成するのがよい。

また、金属硝酸塩としては、たとえば、硝酸リチウム ($LiNO_3$)、硝酸ナトリウム ($NaNO_3$)、硝酸カリウム (KNO_3)、硝酸ルビジウム ($RbNO_3$)、硝酸マグネシウム ($Mg(NO_3)_2$)、硝酸カルシウム ($Ca(NO_3)_2$)、硝酸ストロンチウム ($Sr(NO_3)_2$)、硝酸バリウム ($Ba(NO_3)_2$)、硝酸スカンジウム ($Sc(NO_3)_3$)、硝酸セリウム ($Ce(NO_3)_3$)、硝酸ジルコニウム ($Zr(NO_3)_4$)、硝酸鉄 ($Fe(NO_3)_2$, $Fe(NO_3)_3$)、硝酸銅 ($Cu(NO_3)_2$)、硝酸コバルト ($Co(NO_3)_2$)、硝酸スズ ($Sn(NO_3)_4$)、硝酸インジウム ($In(NO_3)_3$)、硝酸ニッケル ($Ni(NO_3)_2$)、硝酸鉛 ($Pb(NO_3)_2$)、硝酸ビスマス ($Bi(NO_3)_3$) および希土類硝酸塩の、一種または二種以上から構成するのがよい。

【0025】

(2) 二酸化炭素 (CO_2)

イオン導電性酸素酸塩には、金属炭酸塩、および / または金属炭酸水素塩を用いる。

金属炭酸塩としては、たとえば、炭酸リチウム (Li_2CO_3)、炭酸ナトリウム (Na_2CO_3)、炭酸カリウム (K_2CO_3)、炭酸ルビジウム (Rb_2CO_3)、炭酸セシウム (Cs_2CO_3)、炭酸マグネシウム ($MgCO_3$)、炭酸カルシウム ($CaCO_3$)、炭酸ストロンチウム ($SrCO_3$)、炭酸バリウム ($BaCO_3$)、炭酸鉄 ($FeCO_3$)、炭酸銅 (Cu_2CO_3)、炭酸ニッケル ($NiCO_3$)、炭酸鉛 ($PbCO_3$)、炭酸マンガン ($MnCO_3$)、炭酸カドミウム ($CdCO_3$)、炭酸銀 (Ag_2CO_3)、炭酸コバルト ($CoCO_3$) および希土類硝酸塩の、一種または二種以上から構成するのがよい。

金属炭酸水素塩としては、たとえば、炭酸水素ナトリウム ($NaHCO_3$)、炭酸水素カリウム ($KHCO_3$)、炭酸水素ルビジウム ($RbHCO_3$)、炭酸水素セシウム (C

10

20

30

40

50

s H C O₃) の一種または二種以上から構成するのがよい。

【 0 0 2 6 】

3 . イオン導電性酸素酸塩の配置

イオン導電性酸素酸塩 3 3 は、粉末ペースト状にしたものを圧着して配置することができる。また、粉末ペーストをスクリーン印刷して配置してもよい。さらに、粉末ペーストを加熱溶融圧着によって接合してもよい。また、薄膜として、スパッタリング法や C V D 法で形成してもよい。真空蒸着法で蒸着してもよい。

【 0 0 2 7 】

上記のイオン導電性酸素酸塩 3 3 は、検知対象のガス選択性を向上させることができる。また、チャンネル 5 が半導体基板の厚み中心付近に形成される点では、実施の形態 1 と同じである。このため、長期的に信頼性を保持することができる。また、表面の界面準位密度のばらつきの影響を受けないのでセンサ特性が安定しており、製造歩留りの低下を防止することができる。また、表面の界面準位の影響を受けないので、高い応答速度を得ることができる。

【 0 0 2 8 】

(本発明の実施の形態 2 の変形例)

図 6 は、本発明の実施の形態 2 の変形例におけるガスセンサ 1 0 の感応層の部分の拡大図である。他の部分は、図 5 に示すガスセンサ 1 0 と同じである。図 6 に示す変形例のガスセンサ 1 0 では、感応層に、(イオン導電性酸素酸塩 3 3 / 固体電解質 3 4) を用いている点で、図 5 に示すガスセンサの感応層の内容と相違する。すなわち、チャンネル 5 の表面側の p 型領域 6 に接して、固体電解質 3 4 が配置され、その上にイオン導電性酸素酸塩 3 3 が配置される。

【 0 0 2 9 】

固体電解質 3 4 とイオン導電性酸素酸塩 3 3 とを組み合わせた利点は、より低濃度の対象ガスを検知できる点にある。その理由は、固体電解質 3 4 によって、イオン導電性酸素酸塩 3 3 と固体電解質 3 4 との間にイオンブリッジが形成され、大きな化学ポテンシャルが形成されるためと考えられる。チャンネル 5 が、半導体基板 1 の厚み中心付近に形成される構造は、不変である。このため、長期的に信頼性を保持することができる。また、表面の界面準位密度のばらつきの影響を受けないのでセンサ特性が安定しており、製造歩留りの低下を防止することができる。また、表面の界面準位の影響を受けないので、高い応答速度を得ることができる。

【 0 0 3 0 】

(実施の形態 3)

図 7 は、本発明の実施の形態 3 におけるガスセンサ 1 0 を示す図である。本実施の形態では、感応層には、上述したものに比べてとくに新しいことはない。図 7 に示すガスセンサ 1 0 の場合には、触媒 3 を用いている。この触媒 3 の代わりに、イオン導電性酸素酸塩 3 3、または(イオン導電性酸素酸塩 3 3 / 固体電解質 3 4) を用いてもよい。本実施の形態における特徴は、電流 I D が半導体基板 1 の厚み方向に沿って流れる点にある。図 7 に示すガスセンサ 1 0 では、チャンネル 5 は、半導体基板 1 を貫通するように設けられる。このチャンネル 5 の断面積を変化させるために、p n 接合 1 5 に逆バイアス電圧が印加される。

【 0 0 3 1 】

n 型チャンネル 5 を取り囲むように位置する p 型領域 6 には、触媒層 3 を介在させて p 側電極 1 1 a , 1 1 b が接続される。図 7 では、平面形状が矩形の半導体基板に対して、相対向する 2 つの p 型領域 6 が設けられ、その 2 つの p 型領域に p 側電極が 1 つずつ設けられている。また、チャンネル 5 を含む残りの n 型領域には、表面に n 側電極 1 2 a が、また裏面に n 側電極 1 2 b が接続されている。したがって、n 側電極 1 2 a , 1 2 b と、p 側電極 1 1 a , 1 1 b との間に、触媒 3 を介在させて、定電圧電源 9 から電圧 (p n 接合 1 5 に対する逆バイアス電圧) が印加される。

【 0 0 3 2 】

10

20

30

40

50

ソース電極 21 は表面側の n 型領域に接続され、ドレイン電極 22 は裏面側の n 型領域に接続され、チャンネル 5 によって連絡されている。チャンネル 5 には、ドレイン電圧 V_D によって電流 I_D が流れる。しかし、図 8 に示すように、ガスが触媒 3 に吸着されると、上述のように、空乏層 K_a , K_b の大きさが変化することによって、電流 I_D が変化する。これによって、電流 I_D の変化によって、雰囲気中のガスの濃度を検知することができる。

【0033】

図 7 に示すガスセンサ 10 は、通常の半導体の処理装置および処理方法を用いて、簡単に製造することができる。また、n 側電極 12a , 12b は、表面と裏面とに 1 つずつ、合計 2 つ設けたが、表面または裏面に、全部で 1 つだけ設けてもよい。さらに、p 側電極 11a , 11b についても、全部で 1 つでもよい。空乏層は、片側だけ生成しただけでもチャンネル 5 の断面積を変化させることができ、ガス吸着量の多寡を検知できるからである。

10

【0034】

チャンネル 5 は、半導体基板 1 の厚み方向に貫通するように形成されるので、チャンネルの主要部が半導体基板の中心付近に形成される構造は、不変である。このため、長期的に信頼性を保持することができる。また、表面の界面準位密度のばらつきの影響を受けないのでセンサ特性が安定しており、製造歩留りの低下を防止することができる。また、表面の界面準位の影響を受けないので、高い応答速度を得ることができる。さらに、半導体基板 1 の厚みは $4\mu m$ 程度なので、ガス検知の応答速度を、半導体基板の板面に沿って電流 I_D が流れる場合よりも、大きくすることができる。

20

【0035】

上記において、本発明の実施の形態について説明を行ったが、上記に開示された本発明の実施の形態は、あくまで例示であって、本発明の範囲はこれら発明の実施の形態に限定されない。本発明の範囲は、特許請求の範囲の記載によって示され、さらに特許請求の範囲の記載と均等の意味および範囲内でのすべての変更を含むものである。

【産業上の利用可能性】

【0036】

本発明によれば、性能が長期間安定して維持され、特性が安定しており、応答速度が大きいガスセンサを得ることができ、耐熱性の高い SiC などの半導体を用いることによって、排気ガス規制、燃費向上に資することが期待される。

30

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図 1】本発明の実施の形態 1 におけるガスセンサを説明するための図である。

【図 2】図 1 に示すガスセンサのチャンネルにおける空乏層を示す図である。

【図 3】ガス濃度変化に応じた電流 I_D の変化を示す図である。

【図 4】本発明の実施の形態 1 における変形例のガスセンサを示す図である。

【図 5】本発明の実施の形態 2 におけるガスセンサを示す図である。

【図 6】本発明の実施の形態 2 における変形例のガスセンサの部分拡大図である。

【図 7】本発明の実施の形態 3 におけるガスセンサを示す図である。

40

【図 8】図 7 のガスセンサのチャンネルの拡大図である。

【符号の説明】

【0038】

1 半導体基板 (SiC 基板)、3 ガス感応層 (触媒 (酸化物半導体))、5 n 型チャンネル、6 p 型領域、9 定電圧電源 (電池)、10 ガスセンサ、11a , 11b p 側電極、12 , 12a , 12b n 側電極、15 pn 接合、21 ソース電極、22 ドレイン電極、31 電流計、33 ガス感応層 (イオン導電性酸素酸塩)、34 固体電解質、D ドレイン電極、 I_D ドレイン電流、 K_a , K_b 空乏層、S ソース電極、 V_D ドレイン電圧。

50

