

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6596444号
(P6596444)

(45) 発行日 令和1年10月23日(2019.10.23)

(24) 登録日 令和1年10月4日(2019.10.4)

(51) Int.Cl.	F I		
GO 1 N 27/416 (2006.01)	GO 1 N 27/416	3 1 1 Z	
GO 1 N 27/404 (2006.01)	GO 1 N 27/416	3 1 1 G	
	GO 1 N 27/416	3 1 1 A	
	GO 1 N 27/416	3 3 1	
	GO 1 N 27/416	3 2 3	
請求項の数 23 (全 18 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号	特願2016-564012 (P2016-564012)	(73) 特許権者	516066833
(86) (22) 出願日	平成27年4月22日 (2015. 4. 22)		スプルー・セーフティー・プロダクツ・リ
(65) 公表番号	特表2017-514135 (P2017-514135A)		ミテッド
(43) 公表日	平成29年6月1日 (2017.6.1)		イギリス・CV4・7EZ・コヴェントリ
(86) 国際出願番号	PCT/GB2015/051185		ー・サー・ウィリアム・ライオンズ・ロー
(87) 国際公開番号	W02015/162418		ド・(番地なし)・ヴァンガード・センタ
(87) 国際公開日	平成27年10月29日 (2015.10.29)		ー・ユニット・10
審査請求日	平成30年4月20日 (2018. 4. 20)	(74) 代理人	100108453
(31) 優先権主張番号	1407058.5		弁理士 村山 靖彦
(32) 優先日	平成26年4月22日 (2014. 4. 22)	(74) 代理人	100110364
(33) 優先権主張国・地域又は機関	英国 (GB)		弁理士 実広 信哉
		(74) 代理人	100133400
			弁理士 阿部 達彦
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 電気化学セル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

周囲環境から気体を検出するための電気化学セルであって、
 電解質と、
 前記電解質及び存在する場合は検出される前記気体と流体連通している感知電極と、
 前記電解質と流体連通している対向電極と、
 前記対向電極に隣接したキャビティ内に設けられた、反応物気体の供給源と
 を含み、前記感知電極で検出される前記気体の反応が、前記対向電極で前記反応物気体の
 反応をもたらす、

前記キャビティが気体透過性又は半透過性の膜で形成され又は気体透過性又は半透過性
 の膜を含み、前記気体透過性又は半透過性の膜を通して前記反応物気体に前記電解質から
 の気体を補充するように前記気体透過性又は半透過性の膜が構成されている、電気化学セ
 ル。

【請求項 2】

前記キャビティが可撓性構造である、請求項 1 に記載の電気化学セル。

【請求項 3】

前記キャビティが剛性構造である、請求項 1 に記載の電気化学セル。

【請求項 4】

前記キャビティが、前記対向電極を少なくとも部分的に又は全体的に覆うように寸法が
 決められる、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の電気化学セル。

【請求項 5】

前記キャビティが、前記セルの外側の気体環境に対して封止されている、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の電気化学セル。

【請求項 6】

検出される前記気体が、前記電解質を介して前記感知電極に到達する、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の電気化学セル。

【請求項 7】

前記キャビティ内に提供される気体の体積が、予め決定されている、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の電気化学セル。

【請求項 8】

前記感知電極、対向電極、及び気体供給源が、ハウジング内に設けられている、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の電気化学セル。

10

【請求項 9】

前記気体供給源が、前記対向電極と前記ハウジングとの間に設けられている、請求項 8 に記載の電気化学セル。

【請求項 10】

前記気体供給源が、前記ハウジングに固定され、且つノ又は前記対向電極に封止されている、請求項 8 又は 9 に記載の電気化学セル。

【請求項 11】

前記気体供給源が、前記電解質に対して不透過性である、請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載の電気化学セル。

20

【請求項 12】

前記気体供給源が、気体に対して透過性である、請求項 1 から 11 のいずれか一項に記載の電気化学セル。

【請求項 13】

前記気体供給源内の前記気体が、酸素である又は酸素を含む、請求項 1 から 12 のいずれか一項に記載の電気化学セル。

【請求項 14】

芯を更に含む、請求項 1 から 13 のいずれか一項に記載の電気化学セル。

【請求項 15】

前記感知電極、芯、対向電極、及び気体供給源が、積層体を形成するように互いに対して軸方向に並べられている、請求項 14 に記載の電気化学セル。

30

【請求項 16】

1 つ又は複数の追加の電極を更に含む、請求項 1 から 15 のいずれか一項に記載の電気化学セル。

【請求項 17】

第 3 の又は参照電極を更に含む、請求項 1 から 16 のいずれか一項に記載の電気化学セル。

【請求項 18】

1 つ又は複数の追加の感知又は作用電極を更に含む、請求項 1 から 17 のいずれか一項に記載の電気化学セル。

40

【請求項 19】

前記対向電極が、複合型対向及び参照電極である、請求項 1 から 16 又は 18 のいずれか一項に記載の電気化学セル。

【請求項 20】

請求項 1 から 19 のいずれか一項に記載の電気化学セルと、前記感知電極及び前記対向電極の間を流れる電流を測定するための手段とを含み、測定された電流が、検出された気体の濃度を示す、気体検出器。

【請求項 21】

酸化可能な気体を検出するように構成されている、請求項 20 に記載の気体検出器。

50

【請求項 2 2】

還元可能な気体を検出するために構成されている、請求項 2 0 に記載の気体検出器。

【請求項 2 3】

アンモニア、一酸化炭素、塩素、ジボラン、フッ素、ヒドラジン、水素、シアン化水素、フッ化水素、セレン化水素、硫化水素、塩化水素、臭化水素、アルシン、メルカプタン、酸化窒素、ホスゲン、ホスフェン、シラン、又は二酸化硫黄の 1 種又は複数を検出するために動作可能である、請求項 2 0、2 1、又は 2 2 に記載の気体検出器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は電気化学セルに関し、詳細には、限定されるものではないが、気体検出器で使用される電気化学セルに関する。

【背景技術】

【0002】

電流測定電気化学セルは、家庭環境における一酸化炭素を検出するための用途も含め、環境における様々な気体を検出するための広く行き渡った用途が見出されている。

【0003】

図 1 に示されるように、典型的なセル 1 0 は、2 つ又は 3 つの気体電極、すなわち、作用電極又は感知電極 1 2、対向電極 1 4、及び任意選択で参照電極（図示せず）を含む。コストがより低いセルでは、参照電極は省かれることが多く、対向電極が複合型対向 / 参照電極として働く。これらの電極のうち 3 つ全て（2 つ）は、気体透過膜又は基材 1 8、2 0 上に支持された非常に高い表面積の触媒金属（又はその他の伝導性材料）1 2、1 4 を含む。電解質 1 6、例えば酸は、典型的には最も低い湿度の条件で芯 1 7 内に完全に含有される。芯 1 7 は、以下に論ずる化学反応を引き起こすことができるように、電解質を保持し且つ感知電極 1 2 に供給するように働く。セル 1 0 は、電解質 1 6 用のリザーバー 1 1 を画定するハウジングを含み、そこには拡散穴 2 2 が設けられて、その穴を通して標的の気体が進入することができる。

【0004】

動作の基本原理は、気体が、拡散穴 2 2 を介してセル 1 0 に進入する。気体は、感知電極 1 2 の気体透過膜 1 8 を通過し、触媒 1 2 に接触する。反応が、触媒 1 2 と酸電解質 1 6 との界面（即ち、気体、液体、固体の交点）で生じる。この反応は、外部回路 2 4 を介して供給されるいくつかの電子（正確な数は、感知される気体に依存する）を放出し又は消費する。

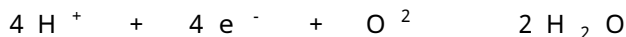
【0005】

例えば、一酸化炭素（CO）を感知するように構成されているセルでは、気体が感知電極 1 2 の表面で酸化して、正の水素イオン（H⁺）及び負の電子（e⁻）を生成する：



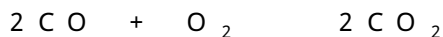
【0006】

正イオンは電解質 1 6 内を移行して対向電極 1 4 に至り、負に帯電した電子は回路 2 4 を介して対向電極 1 4 に移行する。反応は、対向電極 1 4 で終了する：



【0007】

全反応は：



である。

【0008】

作用電極 1 2 は、環境からの気体がセル 1 0 に進入し且つ基材 1 8 内を透過して、環境気体中に存在する「標的の気体」（即ち、感知される気体）が完全に反応するように、配置構成されている。基材 1 8 で反応する各気体分子は固定数の電子（数は、反応する気体に依存する）を生成し、次いで生成された電流の測定は、セルに進入した気体の分子の数

10

20

30

40

50

に關係付けることができ、これは環境内の標的の気体の濃度に正比例する。電流計、電圧計、又はその他の回路 2 4 を使用して、生成された電流を測定 / 誘導することができる。

【 0 0 0 9 】

しかし対向及び参照電極は異なる。空気中の標的の気体の測定では、対向 / 参照電極 1 4 は一般に、酸素と反応するように構成されている。この酸素は、気体、液体（電解質）、及び固体（触媒）の界面で、金属触媒 1 4 と接触する必要がある。理論上、この酸素は 2 力所のうちの一方から：セル 1 0 内の空気から又は電解質 1 6 に溶解した酸素気体から来る可能性がある。しかし、電解質 1 6 中の酸素の溶解度は非常に低く、セル 1 0 内の空気中の酸素の濃度は比較的高く、したがってセル 1 0 内からの酸素は対向 / 参照電極 1 4 で消費される。この酸素は、先に記述したように、固 / 液界面に到達するために透過膜 2 0 内を透過することによって、金属 / 電解質 1 4、2 0 に到達しなければならない。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 0 】

電気化学セルの効率的で信頼性の高い作用及び性能に影響を及ぼす様々な要因がある。

【 0 0 1 1 】

ある条件又条件の組合せの下、ある程度の酸素欠乏が対向電極 1 4 で生じ、その結果、バイアス電圧の発生に起因して電気化学的効率が減少する可能性がある。これは標的の気体の公知の濃度に関して予測される電流の低減をもたらし、その結果、気体濃度の誤った（低い）読み取りがなされる。これらの条件は、セルの向き、電解質 1 6 の水和度、及び長い曝露時間にわたる標的の気体の高い濃度を含む。更に、これらの条件の組合せは、理想的ではない性能の傾向を増大させる可能性があり、これは誤った気体濃度測定をもたらす可能性があるので望ましくない。

20

【 0 0 1 2 】

酸電解質は一般に、その性質が吸湿性である。即ち電解質は、酸 1 6 の強度が外部大気湿度と平衡になるまで、環境からの水を吸収し又は脱着することになる。この水の吸収又は脱着は、酸電解質 1 6 の体積の変化を伴う。これらのセルで使用される典型的な酸電解質、硫酸の場合、典型的なより低い動作湿度（15%）から典型的なより高い動作湿度（90%）までの体積変化は、4 倍程度に高くなる可能性がある。したがって電気化学セルの設計は、最高動作湿度でセル 1 0 からの漏れ又は破裂が生じるほどセル 1 0 が満たされないようにしなければならず、またその一方で最低湿度では、体積は、両方の電極の表面が完全に濡れ且つ 2 つの電極の間に連続流体経路がある（芯材を介して）ことを確実にするように十分大きくなければならない。

30

【 0 0 1 3 】

公知のセルは全て効果的に、電極の間又は下のいずれかに位置付けられた軸方向リザーバーを含み、その結果、電解質の体積の膨張に順応するようになる。

【 0 0 1 4 】

電極 1 2、1 4 の間にあるリザーバーの場合、この大きいリザーバーは、より低い湿度で電極 1 2、1 4 の間に高い内部抵抗を生成することができ、そこでは電極間の比較的大きい距離とより低いイオン伝導度とに起因して、酸電解質がより水和される（したがって、小さい体積を有する）。

40

【 0 0 1 5 】

下方の電極 1 4 の下にあるリザーバーの場合、遊離酸が「主」芯 1 7 内に移送されるのを確実にするために、追加の薄片の芯（又はその他の芯の作用機構）が時々必要である。しかし、この芯の作用は常に効果的に生ずるとは限らず、水和 / 脱水サイクルが繰り返されるという問題をもたらす可能性がある。これは、この薄片の芯を比較的に長くする必要のあることによって増幅される。更に、製造中のこの材料の位置決めは、複雑であり、自動化に容易に順応することができない。

【 0 0 1 6 】

更に、軸方向のリザーバーの必要性は、セルに対してある物理的構造を課し、セルの高

50

さを最小で約20mmと決定する。家庭用一酸化炭素検出器の場合、この高さは、検出器に利用可能な可能性ある設計の選択肢を狭める。

【0017】

本発明の態様及び実施形態は、前述の内容の1つ又は複数を念頭に置いて設計した。

【課題を解決するための手段】

【0018】

本発明の第1の態様によれば、請求項1で定義される、気体を検出するための電気化学セルが提供される。

【0019】

電気化学セルは、原則として、任意の気体、例えば酸化可能な及び還元可能な気体を検出するのに使用することができる。しかし電気化学セルは、標準的な環境条件の場所で、即ちセル付近の空気中の標的とする気体を感知するために、最も利用され易い。したがって本発明の実施形態の電気化学セルは、後に対向又は対向/参照電極に隣接する反応物気体の供給源を酸素の供給源にすることが必要になる、酸化可能な気体を検出するのに特に適している。したがって対向又は対向/参照電極に隣接する反応物気体の供給源は、空気であってもよく又は空気に非常に似ていてもよい。反応物気体、例えば酸素は、セルが停止状態にあるとき(即ち、検出していない)に、主セル本体からの拡散によって補充されてもよい。

10

【0020】

好ましくは、反応物気体の供給源は、対向電極に隣接して設けられている気体キャビティである。気体キャビティは、対向電極を少なくとも部分的に又は全体的に覆うように、寸法が決められてもよい。気体キャビティは、好ましくは、少なくとも十分な反応物気体の供給源を対向電極に提供するように寸法が決められる。好ましくは、気体キャビティは、セルの外側の気体雰囲気に対して封止される。これは、参照電極を十分機能させるために、標的の気体を参照/対向電極に到達させてはならないからである。気体キャビティ内に提供される気体の体積は、予め決定されてもよい。

20

【0021】

感知電極、対向電極、及び気体キャビティは、ハウジング内に設けられていてもよい。好ましくは、ハウジングは、標的の気体を検出するために設けられている入口は別にして、セルの外側の気体雰囲気に対して不透過性であり且つ/又は封止されている。一実施形態において、気体キャビティは、対向電極とハウジングとの間に設けられている。気体キャビティは、ハウジングに固定され且つ/又は対向電極に対して封止されていてもよい。気体キャビティは、可撓性構造であってもよい。気体キャビティは、セルの内部に流体連通している気体透過又は半透過膜を使用することによって形成されてもよい。典型的には、対向電極は、膜又は基材上に取り付けられている。これは同じ気体透過若しくは半透過膜であってもよく、又は追加の膜であってもよい。一実施形態において、気体キャビティは、キャビティ内からの気体をセル内の気体に連通させる。気体キャビティは、好ましくは電解質に対して不透過性であり且つ気体に対して透過性である。

30

【0022】

電気化学セルは、更に芯を含んでもよい。感知電極、芯、対向電極、及び気体キャビティは、好ましくは互いに対して軸方向に並ぶ。感知電極、芯、対向電極、及び気体キャビティは、積層体を形成してもよい。

40

【0023】

対向電極は、複合型対向/参照電極として働いてもよい。電気化学セルは、1つ又は複数の追加の電極を更に含んでもよい。一実施形態では、第3の又は参照電極が設けられている。その他の実施形態では、第2の感知又は作用電極である第4の電極が設けられていてもよい。

【0024】

本発明の第1の態様の実施形態において気体供給源又はキャビティを利用する効果は、対向電極の「自由」表面、即ち芯から離れた表面に、電解質が存在しないようにすること

50

である。これは、そうでなければ可能と考えられるよりも多くの酸素を対向電極に供給できるようにする。したがって本発明の態様の実施形態は、対向電極での酸素欠乏を有利に回避し、したがってセルの電気化学的効率を最大限にする。そのような実施形態では、性能は、セルの向きに関係なく維持され、その結果セルは、より広く様々な設置及び場所で使用できるようになる。

【0025】

本発明の第2の態様によれば、請求項23で定義される電気化学セルが提供される。電気化学セルは、有利には、任意の気体、例えば酸化可能な及び還元可能な気体を検出するために使用することができる。

【0026】

セルが、電極の間又は下のいずれかに位置付けられた軸方向のリザーバーを含む、公知の従来技術の配置構成とは対照的に、本発明のリザーバーは、芯を取り囲む。そのような配置構成では、リザーバー内の電解質の大部分は、芯の周りに、周縁に、横方向に、半径方向に、又は円周に設けられている。即ち、最大でも、その小さい部分のみが芯の上及び/又は下に設けられている。これは芯による電解質の吸収を有利に補助し、したがって電極への電解質の輸送を補助する。

【0027】

好ましくは、リザーバーは、主に芯を横断する方向に延びる。より好ましくは、リザーバーは、芯を取り囲む環状リザーバーである。

【0028】

好ましくは、感知電極、芯、及び対向電極は、互いに対して軸方向に配置構成されて積層体を形成し、リザーバーは、主に積層体を横断する方向に延びる。リザーバーは、好ましくは積層体を取り囲む、又は少なくとも部分的に取り囲む。

【0029】

一実施形態では、2次芯も設けられている。好ましくは、2次芯は、芯を横断するように延びる。2次芯は、薄い平面要素であってもよく又は要素を含んでもよい。2次芯は環状であってもよい。

【0030】

感知電極、対向電極、及び芯は、好ましくは、リザーバーを形成するハウジング内に設けられている。或いは、別のリザーバーがハウジング内に設けられていてもよい。

【0031】

対向電極は、複合型対向/参照電極として働いてもよい。電気化学セルは、1つ又は複数の追加の電極を更に含んでもよい。電気化学セルは、第3の又は参照電極を含んでもよい。一実施形態では、セルは更に、1つ又は複数の追加の第2の感知又は作用電極を含む。

【0032】

本発明の第2の態様の実施形態は、電極間にリザーバーを配置する必要性を回避し、これはそうでなければ電極間に生ずる可能性のある高い内部抵抗を有利に回避する。リザーバー、したがって電解質を、軸方向に配置構成されている電極を実質的に横断するように設けることによって、2つの電極間の距離を最小限に保つことが有利に可能になり、したがってセルの全高が低減され、本発明の実施形態のセルの利用性を明らかに増大させる。芯の周りの横方向のリザーバーの配置構成は、電解質が全ての側面から芯に進入することができ、リザーバーと芯との間の効果的な電解質連通路が有利に増大することを意味する。この配置構成は、セルが向きの作用から完全に免れることも意味する。

【0033】

本発明の第3の態様によれば、請求項37で定義される気体検出器が提供される。

【0034】

原則として、気体検出器は、1種又は複数の酸化可能な又は還元可能な気体を検出するように構成されていてもよい。好ましい実施形態では、気体検出器は、1種又は複数の酸化可能な気体を検出するように構成されている。気体検出器は、アンモニア、一酸化炭素

10

20

30

40

50

、塩素、ジボラン、フッ素、ヒドラジン、水素、シアン化水素、フッ化水素、セレン化水素、硫化水素、塩化水素、臭化水素、アルシン、メルカプタン、酸化窒素、ホスゲン、ホスフェン、シラン、又は二酸化硫黄の1種又は複数を検出するように、特に構成されていてもよい。これらの気体は単なる例として提示され、本発明の実施形態はこれらの気体の検出に限定されるものではない。

【0035】

上述のように、原則として本発明の実施形態は、還元可能な気体を検出するのに利用することもできる。そのような実施形態では、反応物気体は水素であってもよく又は水素を含有してもよい。そのような実施形態では、セル内の気体から反応物気体を補充するのが難しい可能性があり、したがって追加の反応物気体補充供給源を提供する必要があると得る

10

【0036】

上述の本発明の実施形態及び態様は、同じ電気化学セル及び/又は気体検出器内で、任意の組合せで利用されてもよい。例えば、電気化学セルは、請求項1及び23の両方の特徴と、任意選択でそれらに従属する請求項のいずれか又は全ての特徴を含んでもよい。そのようなセルは、本発明の第3の態様の実施形態による気体検出器で利用されてもよい。

【0037】

次に本発明の実施形態について、以下の図面を参照しながら記述する。

【図面の簡単な説明】

【0038】

20

【図1】典型的なセル10を示す図である。

【図2】本発明の一実施形態による、電気化学セルの概略断面図である。

【図3】本発明の一実施形態による、電気化学セルの斜視断面図である。

【図4】本発明の一実施形態による、電気化学セルの正面斜視図である。

【図5】本発明の別の一実施形態による、電気化学セルの概略断面図である。

【図6】様々な水和及び向きの状態にある、公知の電気化学セルを示す概略断面図である

【図7】本発明の別の一実施形態による電気化学セルの、概略断面図である。

【図8】本発明の一実施形態による電気化学セルを組み込んだ、一酸化炭素検出器用の例示的な制御回路図である。

30

【図9】参照と比較した、本発明の実施形態のセルを使用して得られた性能の結果を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0039】

本発明の第1の態様は、いくつかの異なる方法で具体化することができるが、図2から図4は、本発明の一実施形態の例示的な基本構造を示す。上述の従来の配置構成と共通する特徴は、同様の符号を使用して示す、電気化学セル10は、感知電極12と、対向又は対向/参照電極14とを含むことがわかる。図示されていないが、別の参照電極を設け、それによって電極14が対向電極として純粋に作用するようにしてもよい。

【0040】

40

各電極12、14は、好ましくは、それぞれの気体透過膜18、20上に支持された非常に高い表面積の触媒12、14を含む。膜18、20は、多孔質PTFEであってもよい。触媒12、14は、微粉化された白金触媒等の金属、又はその他の伝導性材料、例えば黒鉛であってもよい。少量のPTFE結合材料は、触媒12、14を膜18、20に結合するのに利用されてもよい。

【0041】

電極12、14は、液体電解質16に接触する。電解質16は、酸、例えば硫酸であってもよい。その他の実施形態では、電解質はアルカリ性でも中性であってもよい。水の電解質を使用してもよく、更に非水性電解質を、あるセルでは使用することができる。電解質16は、典型的には大部分が、最低湿度の条件下で芯17内に含有される。芯17の目

50

的は、電解質 16 と電極 12、14 との間の流体連通を確実にすることである。芯 17 は、ガラス繊維材料で形成されてもよい。したがって典型的には、セル構成要素は「積層される」。対向電極基材 20 上には伝導性層 14 が設けられ、そこに隣接して芯 17 がある。伝導性感知電極 12 は芯 17 に隣接して設けられ、その反対側の表面には感知電極基材 18 がある。図 2 から図 4 に示される向きは、構成要素が垂直に配置構成され且つ対向電極 14 が最下部にあるが限定されるものではなく、本発明の実施形態をその他の向きで使用する事ができる。

【0042】

上述の、及び図 2 及び図 3 に示される実施形態は、2つの電極 12、14 を含むが、第 3 の参照電極（図示せず）を含むこともできる。次いで対向電極 14 は、複合型対向 / 参照電極として使用される必要はない。その他の実施形態では、やはり図に示していないが、セル 10 は、複数の電極を含んでもよい。例えばセル 10 は、4つの電極： 2つの作用 / 感知電極、対向電極、及び参照電極を含むことができる。そのようなセルは、2種の気体を同時に検出するのに使用することができる。

10

【0043】

セル 10 は、標的の気体が進入することのできる拡散穴 22 が内部に設けられている、ハウジングを含む。ハウジング 10 は、プラスチック材料、例えば ABS（アクリロニトリルブタジエンスチレン）、炭素充填型 ABS、又は電解質 16 に対して耐性があり且つ不透過である任意のその他の材料で形成されてもよい。ハウジングは、電解質 16 用のリザーバー 11 を形成する。或いは、別のリザーバーエンクロージャーを、ハウジング 10 内に設けてもよい。どちらの場合も、1つ又は複数の追加の封止及び / 又はフィルター手段 27（図 3 に示されるように）が、拡散穴 22 に又はその付近に設けられてもよい。フィルター 27 は、電極 12 に到達すること又は気体がチャンバー 11 に進入したことを感知させることが望まれていない、任意の望ましくない気体を濾別することができる。フィルター 27 又は封止部材は、ハウジング / リザーバー 11 内に電解質 16 を含有させるのを、更に補助することができる。感知電極 12 は、電解質 16 が電極 12 を越えて侵入できないように、セル本体に対して封止することもできる。

20

【0044】

セル 10 及びその構成要素は、様々な形態をとってもよい。一実施形態では、電極基材 18、20 の PTFE 膜は、約 140 ~ 250 ミクロンの厚さを有してもよい。各電極 12、14 は、直径が約 3 mm から 25 mm であってもよい。一実施形態では、直径が約 5 mm である。触媒層 12、14 の高さは、典型的には約 10 から 100 μm の間であってもよい。芯 17 の厚さは、約 0.25 mm から 20 mm の間であってもよい。一実施形態では、厚さが約 5 mm である。

30

【0045】

電極 12、14、基材 18、20、リザーバー 11 / ハウジング 10、及び芯 17 は、好ましくは丸型 / 円筒状であるが（図 3 及び図 4 に示されるように）、代替の実施形態では、異なる構成であってもよい。

【0046】

図 2 ~ 図 5 の実施形態では、気体供給源、例えばキャピティ 26 も設けられている。図示される実施形態では、気体キャピティ 26 は、セル 10 内の気体と流体連通している。本発明の実施形態は、標準大気条件で、即ちセル 10 が空気によって取り囲まれている場合に、最も有用に用いることができる。したがって、気体キャピティ 26 内の気体は、典型的には空気になり、又は空気に類似した構成成分を含むことになる。そのような標準条件で使用されるとき、セル 10 の感知電極 12 は、酸化可能な気体と反応するように構成されることになり、対向電極 14 は、酸素と反応するように構成されることになり。したがって、ここから言えることは、主に、セル 10 が標準条件で利用される実施形態を対象とすることになるが、保護はこれに限定されないことが理解されるべきである。

40

【0047】

気体供給源 / キャピティ 26 は、対向電極 14 と流体連通しており、好ましくは対向電

50

極 1 4 に隣接して、例えば後ろ又は下に位置決めされる。電解質 1 6 は、空気キャビティ 2 6 に進入することができないが、気体透過膜 2 0 は酸素（及びその他の気体）をキャビティ 2 6 に進入させる。追加の気体透過/半透過膜又は層（図示せず）を、キャビティ 2 6 を封止するのに、例えば電極 1 4、2 0 及びキャビティ 2 6 を別々に構成できるようにするのに設けてもよい。したがってキャビティ 2 6 は、セル 1 0 内の電解質 1 6 が対向電極 1 4 の後部を覆うのを妨げる。これは、そうでなければ電解質が電極 1 4 の後部を完全に覆う場合に生じ、したがって気体との接触を妨げる可能性のある、対向電極 1 4 での酸素欠乏を防止する。キャビティ 1 4 の封止された性質は、以下に更に詳細に論じられるように、セル 1 0 が向き及び水和の課題を免れることを意味する。

【 0 0 4 8 】

気体キャビティ 2 6 は、対向電極 1 4 の後部 2 0 a の全体を覆うことを必要としないが、酸素欠乏が確実に生じることができないよう十分な「開放領域」を設ける必要がある。可能な限り広い領域を設けることを確実にすることが好ましい。図 2 又は図 3 の実施形態では、気体キャビティ 2 6 は、対向電極 1 4 の後部 2 0 a の大部分を覆うが、代わりに、対向電極 1 4 の後部 2 0 a 全体を覆うことができる。キャビティ 2 6 の体積は、セル 1 0 が極限条件下で予測される性能特性の範囲内で動作し続けることを確実にするのに必要な量の酸素を提供するように、選択することができる。キャビティ 2 6 が覆う必要のある対向電極表面 2 0 a の面積は、セル 1 0 が検出する必要がある可能性のある標的の気体の量に、依存する。例として、家庭環境における CO セル 1 0 の場合、4 0 0 p p m（百万分率）での典型的な警告時間は 3 分である。約 1 m m の深さを有するが電極領域の大部分を覆うキャビティ 2 6 は、4 0 0 p p m で 4 時間にわたり、確実に、キャビティ 2 6 内の利用可能な酸素の 1 0 % 未満が消費されるようにする。キャビティ 2 6 の体積/寸法は、セル 1 0 の所望のサイズ及び構成に応じて選択されてもよい。例えば、セル 1 0 の全高が最小値に保たれることが望ましい場合、より広く、より短いキャビティ 2 6 が設けられてもよい。

【 0 0 4 9 】

図 2 又は図 3 の実施形態では、キャビティ 2 6 は、対向電極 1 4 の後部 2 0 a とセルハウジング 1 0 の基部との間の封止された領域である。キャビティ 2 6 は、中空であっても中空を含んでもよく、例えば管状部材であってもよく、又はその 1 つの表面全体が開放している容器であってもよい。電極 1 4、2 0 は、キャビティ 2 6 に固定される。必要に応じて、キャビティ 2 6 は、ハウジングの内部に固定することができる。キャビティ 2 6 の固定は、いくつかの異なる手段によって、例えばクランプ留め、封止、溶接、糊付け、又はガスケットによる固定によって実現されてもよい。キャビティ 2 6 は、セル本体 1 0 の基部に固定する必要がないが、図 5 に示されるように、セル本体 1 0 内の自立構造として対向電極 1 4 の後部 2 0 a に封止することができる。或いは、図には示されていないが、気体キャビティ 2 6 は、気体透過膜から完全に形成することができ、したがって完全に可撓性構造とすることができる。一実施形態において、キャビティ 2 6 は、可撓性気体透過材料の細長い細片を、その 2 つの自由端が一致するように又は一緒に接合されるように（任意の適切な手段を使用して）丸型に湾曲させることにより、内部にキャビティ 2 6 を画定する環状/管状構造を形成することによって、形成することができる。円周表面領域は、以下に更に論じるように、対向電極 1 4 で反応した後にセル 1 0 内の他の場所からキャビティ 2 6 に酸素を補充するための、良好な流体連通路を設けることができる。

【 0 0 5 0 】

対向電極 1 4 を効果的に動作させるために、酸素気体は、透過膜 2 0 を通過することによって対向電極 1 4 に進入する必要がある。これを引き起こすために、対向電極 1 4 の後面 2 0 a の少なくとも一部は、「乾燥」する必要があり、即ち電解質から切り離される必要がある。そうでない場合には、電解質 1 6 は、酸素気体が膜 1 4 に及び対向電極 1 4 に入るのを妨げると考えられる。

【 0 0 5 1 】

対向電極 1 4 の後面 2 0 a の少なくとも一部の乾燥は、隣接する気体供給源又は必要な

10

20

30

40

50

酸素供給源を提供するキャビティ 26 を設けることによって実現される。上述のように、セル 10 が気体を検出するときにキャビティ 26 内の酸素が消費されるにつれ、セル 10 が効果的に動作し続けるために、気体キャビティ 26 には酸素が補充されなければならない。キャビティ 26 は、セル 10 の外側の環境に対して封止され、したがって酸素は、セル 10 内からのみ補充することができる。電解質 16 がキャビティ 26 に進入することは望ましくないので、キャビティ 26 は、前述のように半透過膜であってもよく又は半透過膜を含んでもよい。最も実用的な実施形態においてセル 10 の外側の気体は空気である。キャビティ / 膜 26 は、セル 10 内にある気体に流体接触しており、セル 10 は、拡散穴 22 を介して、セル 10 の外部の空気に流体接触している。したがって、キャビティ 26 内の気体も空気（又は、半透過膜がセル内の気体の実際の組成に僅かな相違を引き起こし得るので、空気に関係した / 似ている気体）になる。

10

【 0 0 5 2 】

潜在的な課題は、任意の遊離電解質 16 がセル 10 内に存在する（即ち、芯に含有されていない）場合に生じる可能性があり、それはセルの向きに応じて、封止されたキャビティ 26 が所定の位置になかった場合にこの遊離酸 16 が対向電極 14 の後部 20 a を覆う可能性があるからである。図 2 又は図 3 の配置構成では、これは、セル 10 が拡散穴 22 と共に上方に向いているときに生じる可能性がある。その他の構成が公知であるが、これらも同じ作用を被る。例えば、作用及び対向電極が単一平面基材上に設けられているセルが公知である。この種類のセルは、セルが拡散穴と共に下方に向いている場合、同じ運命を辿る。更に、電極 14、20 が固体表面に対して、例えばセルハウジングに対して直接配置されている場合、これはやはり気体が電極 20 の後部に進入するのを妨げる可能性があり、したがって電極 14、20 をセルハウジング 10 から切り離すことが有益である。

20

【 0 0 5 3 】

したがって電気化学セルの場合、向きは、ある状況下でセル性能に対して劇的な効果を発揮することができる。しかし、任意の検出器（セルを含有する）の向きを保証することができないので、その場合にはこれらのセルに関して性能上のリスクが示される。

【 0 0 5 4 】

これは図 6 に示されるが、この図は、対向電極 14 に隣接してキャビティ 26 を含まない公知のセルに関して生ずる課題を実証する。図 6 (a) は、「完全に水和した」状況を示し、電解質 16 が対向電極 14 の後部を完全に覆っている。電解質に溶解した少量の空気 / 酸素が存在することになるが、これは、大量の標的の気体が感知される「高使用」の下、対向電極にとって十分な酸素供給源ではないようである。したがって電解質 16 は、そうでなければ対向電極 14 に到達することができると考えられる空気がそうなるのを防止する。公知のセルは、図 6 (b) に示されるような最小限の水和条件においても、感知電極 12 までの電解質 16 用の経路を更に提供する追加の芯 17 ' を含む。追加の芯 17 ' は、主芯 17 と対向電極 14 との間に据えられた部分を含む。本発明の実施形態には、追加の芯を設けることもできる。

30

【 0 0 5 5 】

図 6 (b) は、セル 10 内に最小限の水和が存在する状況を示す。ここで、電極 14 の後部 20 a は乾燥し、空気 / 酸素の最大体積は、セル内及び対向電極 14 で空気 / 酸素が容易に利用可能であるので、対向電極 15 に供給するのに利用可能である。

40

【 0 0 5 6 】

図 6 (c) は、いくつかの感知場所で当然必要とされるように、セル 10 を反転させたシナリオを示す。低体積の電解質 16 があるとしても（図 6 (b) のように）、電解質は、対向電極 14 の後部 20 a を依然として覆い、したがって酸素が半透過膜 20 内に接触するのを妨げる。

【 0 0 5 7 】

セルの性能に影響を及ぼす可能性のある別の要因は、電解質の水和度である。セル 10 内の電解質 16 は、環境と動的平衡にあり、典型的には吸湿性になる。これは、セル 10 内の拡散穴 22 を介して、外部大気湿度に応じて電解質 16 が水を（ゆっくり）吸収し又

50

は失うことを意味する。高湿度条件下、電解質 16 は水を吸収することになり、その結果、電解質 16 の体積は増大することになる。例えば、15% から 90% rH (相対湿度) の間で動作するように設計されたセル 10 の場合、これらの極限条件の間で 400% を超える電解質体積の変化に一致させる可能性がある。したがって、セル 10 が高湿度環境に長期間配置されるとき、電解質 16 が対向電極 14 の後部 20a を覆う機会、したがって酸素が電極 14 に到達するのを妨げる機会は、劇的に増大する。

【0058】

対向電極 14 の後部 20a に隣接した空気キャビティ 26 を設けることにより、電解質が対向電極 14 の後部 20a を覆うのが防止され、したがってそうでなければ生ずる可能性のある性能の低下が防止される。

10

【0059】

セル性能に影響を及ぼす可能性のあるさらなる要因は、高濃度の標的の気体にセル 10 を長く曝露することである。

【0060】

任意の気体センサーに関する通常の作用条件下、対向電極 14 に到達する酸素の量は、セル 10 が、作用電極 12 に到達する気体の濃度に直接関係する電流を生成することを確実にするのに十分である。しかし、より例外的な条件下、例えば、長期間にわたる高濃度の標的の気体では、対向電極 14 で必要とされる酸素の量は、対向膜 20 を経て対向電極 14 に到達することができる酸素の量を超える。これが生ずるとき、セル 10 からの電流出力は減少する。セル 10 が清浄な環境に戻ると (即ち、標的の気体が存在しない)、セル 10 は回復する。しかしこれは、対向電極 14 の回りの酸素環境をその周囲条件に戻すのにどのくらい長く要するかに応じて、有限の時間を要する可能性がある。

20

【0061】

しかし、対向電極 14 の後部 20a 上に空気キャビティ 26 を設けることにより、非常に極端な条件下でしか酸素欠乏の状況に到達しないように、対向電極 14 用のより大きい酸素の供給源が設けられている。したがってセル 10 は、空気キャビティを持たないセルよりも広範な条件にわたり、良好な、一貫した性能で動作することができる。

【0062】

これらの異なる課題の作用は、これらの条件の 1 つ又は複数が同時に生じるときに混ぜ合わされる。例えば、高湿度条件及び「悪い」向きにある場合、対向電極 14 は、電解質 16 で完全に覆われる可能性があり、したがって酸素欠乏が、通常の動作条件下でも生ずる可能性がある。

30

【0063】

図 5 を再び参照すると、示される条件下、電解質 16 は、感知電極で消費されることになる任意の酸化可能な気体を除き、セルの外側の気体と平衡である。したがって、前述のように、空気は電解質 16 に溶解する (少量で) ことになる。キャビティ 26 は、対向電極 14 の後部 20a に固定された不透過構造である。電極膜 20 は半透過性であるので、液体は、その内部を経てキャビティ 26 へと透過することができないが、酸素を含む気体等の気体は透過することができる。気体、例えば酸素は、半透過膜 20 内を透過してキャビティ 26 に進入し、したがって液体電解質 16 中の気体 / 酸素と平衡である。電解質 16 は、そこに溶解した空気 / 酸素を有するので、この空気 / 酸素は、平衡位置に達するまでキャビティ 26 内に入ることになる。

40

【0064】

したがって、セル 10 の動作中、空気及び標的の気体 (存在する場合) は、拡散穴 22 を経てセル 10 に進入する。感知電極 12 は、任意の酸化可能な気体と反応し、それらを完全に酸化した形態に変換する (例えば、CO \rightarrow CO₂)。任意の酸化された気体を持つ空気は、電解質 16 に少量溶解することになり、電解質 16 で満たされていないセル 10 内の任意の領域にも進入することになる。電解質 16 に溶解した任意の気体は、半透過膜 20 内をゆっくり透過し、キャビティ 26 内の気体組成は、任意の酸化可能な気体を差し引いた外部気体組成と等しくなる。

50

【 0 0 6 5 】

水和又は向きの条件とは無関係に、空気キャピティ 2 6 は、対向電極 1 4 で生ずる反応のために、準備ができた酸素供給源を常に提供することになる。高使用の条件下（例えば、4 0 0 p p m で 4 時間）、気体キャピティ 2 6 は、大きい酸素供給源、電解質 1 6 のみで提供できるよりも遥かに高い供給源を提供する。

【 0 0 6 6 】

本発明の第 2 の態様によれば、例えば図 3、図 4、及び図 7 に示されるように、電解質 1 6 のリザーバー 1 1 は、主芯 1 7 の上方又は下方ではなく、主に主芯 1 7 の周りに延びる。いくつかの実施形態ではリザーバー 1 1 は、主芯 1 7 の（上及び下）端部の上方又は下方に延びず；その他の場合には、延び得るが電解質 1 6 の大部分は軸方向の芯 1 7 の周りを横断して位置付けられる。いくつかの実施形態では、リザーバー 1 1 は、電極 1 2、1 4 及び主芯 1 7 によって形成された積層体の上方又は下方ではなく、それらの積層体 1 2、1 4、1 7 の周りに延びる。即ち、電解質 1 6 の大部分及びリザーバー 1 1 は、芯 1 7 又は積層体の周りに、周縁に、横方向に、半径方向に、又は円周に設けられ、最大でもそれらの少量の部分しか、芯 1 7 又は積層体 1 2、1 4、1 7 の上方及び / 又は下方に設けられない。

【 0 0 6 7 】

したがって電解質 1 6 の大部分は、芯 1 7、又はそれを取り囲む積層体 1 2、1 4、1 7 の周りに提供される。これは、電解質 / リザーバーが電極の間又は下に設けられている公知の従来の配置構成とは対照的である。留意されたい（NB）。電解質 1 6 は、作用 / 感知電極 1 2 を完全に取り囲むことができず、それは気体がその後で電極 1 2 に接触することができず、セル 1 0 は作用可能ではないからである。しかし電解質 1 6 は、感知電極 1 2 の周りを部分的に取り囲み又は周縁に延びる。図 7 の実施形態は、リザーバー 1 1 が積層体全体を取り囲むが、感知電極 1 2 の上方の領域には電解質 1 6 がない状態が示される。或いは、要件に応じて、例えば図 3 の実施形態のように、この領域を増大させ若しくは減少させることができ、又は電解質 1 6 は、積層体の少しの部分を取り囲んでもよい。しかし、電解質 1 6 は、図 1 に示されるように、対向電極 1 4 を効果的に完全に取り囲むことが可能である（即ち、隣接する構成要素から判断して、最大限可能な程度まで）。或いは、電解質 1 6 は、対向電極 1 4 を部分的にのみ取り囲んでもよい。

【 0 0 6 8 】

セル 1 0 は、リザーバー 1 1 内の電解質 1 6 が主芯 1 7 に、したがって電極 1 2、1 4 に利用可能にするのを確実にするために、追加又は 2 次芯 2 8 を更にも含む。リザーバー 1 1 のように、追加の芯 2 8 は、積層体 1 2、1 4、1 7 の方向を横断して延びる。一実施形態では、追加の芯は環状であり、主芯 1 7 の周りに据えられる。代替の実施形態では、追加の芯 2 8 は、異なった形状にすることができ、例えば形状を正方形、長方形、又は楕円形等にすることができ、規則的な又は不規則な形状を有することができる。

【 0 0 6 9 】

電極 1 4 の下（又は電極 1 2、1 4 の間）から芯 1 7 又は電極積層体 1 2、1 4、1 7 の周りに至る、リザーバー 1 1 の位置の、単一の再配置構成には、下記の利点がある。

【 0 0 7 0 】

円周リザーバー 1 1 を使用すると、有利には、主芯 1 7 を短いままにすることが可能になる。この配置構成は、2 つの電極 1 2、1 4 の間の距離を比較的小さく保つことを可能にし、それが上述の高い内部抵抗の課題を克服し、それと共にリザーバーと芯 1 7 との間の効果的な電解質連通経路を実現する。

【 0 0 7 1 】

更に、環の体積は半径の平方と共に増大し、この配置構成によれば、半径の比較的小さい増大のみで、比較的大きいリザーバーを生成することが可能になる。

【 0 0 7 2 】

下方電極の下にリザーバーを有する公知の電気化学セルでは、平面部分とそこからリザーバーに向かって下向きに垂直に延びる 2 つの部分とを含む芯の追加の薄片を利用するこ

10

20

30

40

50

とが公知である。そのような配置構成の欠点は、セルの全高が必然的に非常に高くなることであり、これはいくつかの状況で使用するのに適切ではなくなる。対照的に本発明の実施形態は、短い長さの薄い芯材料 28 を利用し、その他の構造の長く薄い芯に関連した公知の類似の課題が確実に排除される。したがって半径方向のリザーバー 11 は、現在利用可能な任意のセルよりも実質的に短いセルを作製するのを可能にする。これは、内部にセルが適合される検出器について、より広範な設計の選択肢が可能になる。

【0073】

重要なことは、芯 17 を取り囲むリザーバー 11 (例えば、環状リザーバー 11) の配置構成は、電解質 16 が全ての側面から芯 17 に進入することができ、したがってリザーバー 11 から芯 17 までの電解質 16 の交換をより効果的に行うことを意味することである。

10

【0074】

更に、芯 17 の周りの環であるリザーバー 11 は、ある向きが、リザーバーから芯までの電解質の連通がより困難になることを意味するその他の公知の設計に対して、セル 10 が向きの作用を完全に免れることを意味する。

【0075】

周囲の湿度と平衡にするための水の取込み又は損失の課題は、全ての吸湿性電解質セルに関して生じ、したがってセルは、本発明の実施形態によれば、それらがどこでどのように使用されるかとは無関係にこの種類の作用に曝されることになる。いくつかの点で、家庭環境の制約は、本発明の実施形態によるセルが、その他の適用例で使用される場合よりも制御された環境に存在し得ることを意味する。したがって、本発明の実施形態には、家庭環境外でより大きい用途があるという余地がある。これらのより厳しい条件には、例えば、検出器が他の 100% rH (相対湿度) を有する環境に取り入れられることになる、工業的な用途を含む領域が含まれる。

20

【0076】

本発明の態様及び実施形態のセル 10 は、当技術分野で公知のように、且つ以下に図 8 に関して論じるように、高インピーダンスのオペアンプ回路を使用して電流測定モードで動作してもよい。上述の本発明の実施形態の電気化学セル 10 は、とりわけ、気体検出器で利用することができる。アンモニア、一酸化炭素 (CO)、ジボラン、フッ素、ヒドラジン、水素 (H₂)、シアン化水素、フッ化水素、セレン化水素、硫化水素 (H₂S)、塩化水素 (HCl)、臭化水素 (HBr)、アルシン (AsH₃)、メルカプタン、酸化窒素、ホスゲン、ホスフェン (PH₃)、シラン、二酸化硫黄 (SO₂)、又は塩素 (Cl₂) 等であるがこれらに限定されるものではない、酸化可能な気体を含む広範な標的の気体を検出することができる。上述のように、本発明の実施形態は、二酸化塩素、エチレンオキシド、二酸化窒素、酸素、及びオゾン等の還元可能な気体を検出するのに利用できることも可能である。

30

【0077】

家庭及び商用の両方の市場で特に興味深いのは、一酸化炭素 (CO) 検出器である。CO 検出器は、時間と共に CO レベルを測定するように、且つ所定のレベルに到達する前に警告を発するように設計される。この種類の検出器は、CO を特殊な検出設備なしに検出するのが難しく又は不可能であり且つ CO は人間に対して潜在的に危険であり場合によっては致命的であるので、特に有用である。上記にて論じたように実用的な観点から、本発明の実施形態は、対向電極で酸素消費の原理に基づき作用する、任意のセルに組み込むことができる。

40

【0078】

本発明の態様による電気化学セル 10 は、気体検出器、例えば CO 検出器で利用することができる。動作中、セル 10 により生成された電流は、大気中の CO (又はその他の気体) の濃度に関係する。有利には、本発明の実施形態の電気化学セル 10 は、いかなる修正も行うことなく従来の方法で、既存の電気化学セルの代わりに気体 (例えば、CO) 検出器に組み込むことができる。

50

【0079】

セル10は、検出される気体の標的濃度に対応するように構成することができる。セル10は、望ましくない気体を濾別するための、化学フィルター27（図3で見られる）を含んでもよい。これは、特別に位置付けられたセル10によって標的の気体を確実に検出できるようにする。本発明の態様の実施形態は、通常経験されるよりも高い濃度の気体を含む気体の任意の濃度が可能になり、且つそのような濃度の気体に曝露されるように設計される。セルは、COが短い曝露時間で人間に対して毒性を持つようになるレベルである、標的の気体の10,000ppm未満、好ましくは1,000ppmよりも低い値を検出するように構成されてもよく、しかしこの値に限定されるものではない。

【0080】

芯17又は電極積層体を取り囲むリザーバー11を含む本発明の態様/実施形態では、高さが2倍の公知のセルと少なくとも同じ性能レベルで作用するセルを提供することが、有利に見出された。セルが配置されることが望まれるがより高いセルには容易に順応することのできない場所、又はセルがより大きい突出部によって損傷をより受け易くなる可能性がある場所が存在し得る。したがって、軸方向から周りを取り囲むリザーバーへの幾何学的形状の変化には、明らかな利点がある。

【0081】

図8は、2つ（又は3つ）の電極セル10を組み込んだCO検出器で用いてもよい、例示的な制御回路30を示す。回路30は、当業者に理解され得るように、セル10を駆動するための単純なポテンショスタット回路である。セル10は図8の左手側に示され、そこから、作用（感知）及び対向電極12、14が回路30に接続されていることがわかる。

【0082】

動作中、電気化学セル10は、標的の気体に曝露されたときに電流を生成することになり、この電流は、セルが曝露された気体の濃度に直接関係する。この電流は抵抗器32内を流れ、セル10の両端間で小さい電圧差を発生させる。演算増幅器（オペアンプ）34は、電極12、14電位を規制し且つセンサー30が最大効率で確実に動作できるようにするために設けられている。セル電極にバイアスが掛かっていないことを意味する、低入力オフセット電圧を有する任意のオペアンプを、利用することができる。オペアンプ34は、フィードバック電圧を作用電極に提供して、セル10の両端間で発生した小さい電圧とバランスをとる。したがって発生した電圧 V_{out} は、セル10内を流れる電流に直接関係し、したがってセル10が曝露される標的の気体の濃度に直接関係する。

【0083】

2つの抵抗器36、38は、オペアンプ34の利得を制御する。サーミスター40は、任意選択で、セル10及び回路30内での温度効果を補償するために設けることができる。キャパシター42、44は、回路30内のノイズを低減するために設けられている。

【0084】

図9は、気体キャピティ26を設けることによって、セル10の性能に及ぼされる効果を示す。グラフは、セルを試験チャンバー内に配置し、それらを400ppmのCO（一酸化炭素を百万分の400部）に4時間曝露した結果を示す。グラフは、電流出力（単位マイクロアンペア）を垂直軸上に、経過時間（単位分）を水平軸上に示す。理想的なセンサーの場合、発生した電流は気体濃度に正比例する。したがって理想的な検出器に関する電流出力は、図9のグラフ上では水平線になると考えられる。

【0085】

プロットAは、気体キャピティ26がないセルからの出力を示す、対照の結果である。Bで標識された5つのプロットは、1mmから4mmの範囲の異なるサイズの気体キャピティ26を備えた、本発明によるセルからの結果である。キャピティ26内の気体は、上記にて説明したように当初は空気であるが、キャピティ26内の気体の組成は時間と共に僅かに変化する可能性がある。「B」プロットに関する結果をもたらすセルは、COが400ppmで3分以内に警告を発するよう設計されたことに留意すべきである。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 6 】

図9のグラフは、プロットAに関する結果をもたらしたセルの電流出力が、時間と共に著しく減少することを明らかに示し、それに対して空気キャビティを有するセルに関する結果は、更により安定であり且つ時間と共に著しく減少しない電流出力を示す。明らかに、一定の気体濃度がこの試験で適用されるので、「B」プロットには水平から離れた僅かな偏移があるが、結果は公知のセル構造に対する改善を明らかに示す。即ち、封止されたキャビティ26を有することによって、セル10は、電解質の体積（高湿度による）又は溢流（向きの作用による）の影響を受けない。「B」プロットは、この試験の制約の範囲内で、4つの結果の間でほとんど相違がないことも示す。即ち、使用されるセルのサイズは、セルの性能に対して著しい影響を与えなかった。概して、気体キャビティ、例えば任意のサイズの空気ギャップを設けることにより、気体キャビティ又は空気ギャップを持たないセルよりも、セルの性能は大いに改善された。

10

【 0 0 8 7 】

疑義を回避するために、本明細書に記述された様々な態様及び実施形態と、それらに係る特徴及び構成要素は、任意の組合せで利用することができる。例えば、電気化学セルは、下記の請求項1から22で定義される第1の態様の特徴のいずれか又は全てを、下記の請求項23から36で定義される第2の態様の特徴のいずれか又は全てと一緒に含むことができる。気体検出器は、そのような特徴の組合せを有する電気化学セルを含むことができる。

20

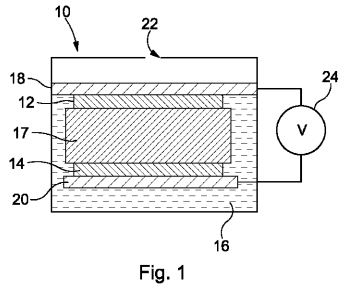
【 符号の説明 】

【 0 0 8 8 】

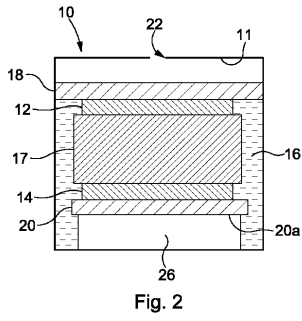
- 10 セル
- 11 リザーバー
- 12 電極
- 14 電極
- 16 電解質
- 17 芯
- 18 膜
- 20 膜
- 26 キャビティ
- 28 芯

30

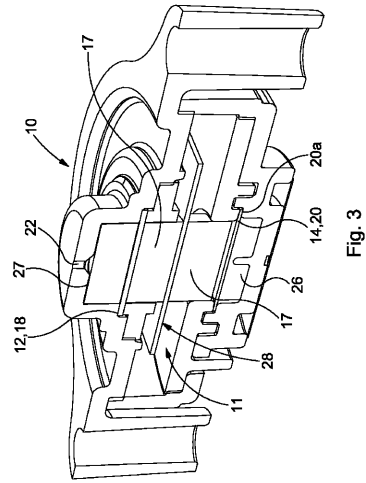
【 図 1 】



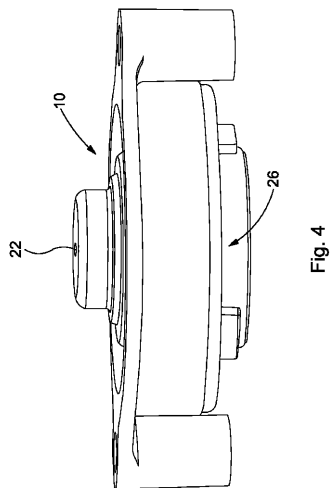
【 図 2 】



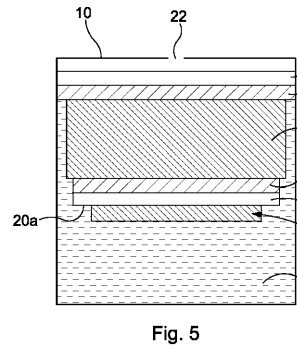
【 図 3 】



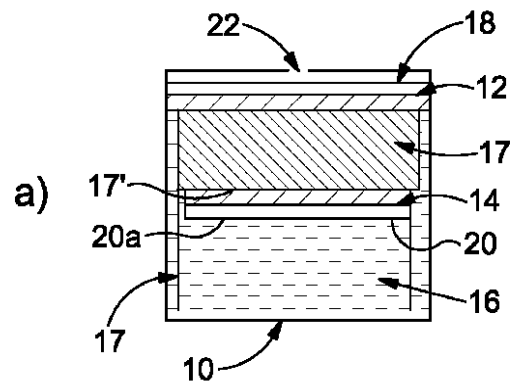
【 図 4 】



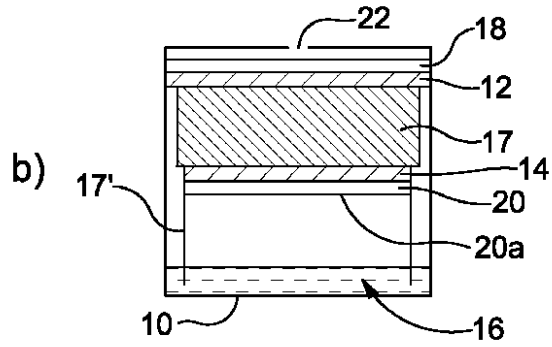
【 図 5 】



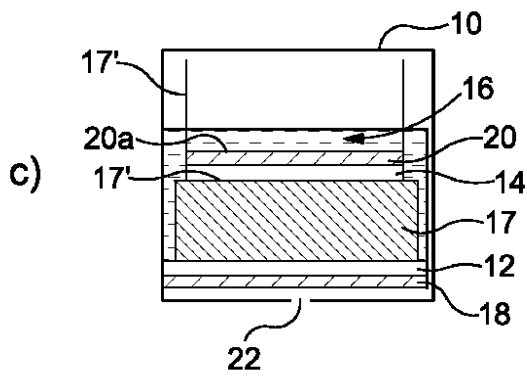
【 図 6 a) 】



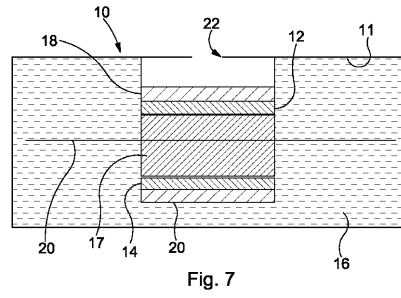
【図6b)】



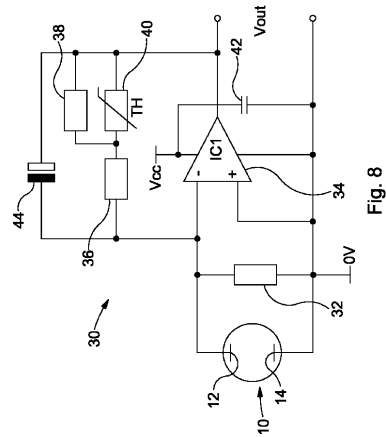
【図6c)】



【図7】



【図8】



【図9】

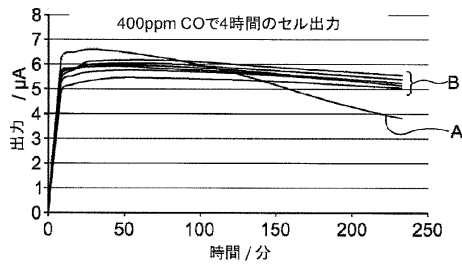


Fig. 9

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 1 N 27/404 3 4 1 J

(72)発明者 マリオ・ザノン
イギリス・CV4・7EZ・コヴェントリー・サー・ウィリアム・ライオンズ・ロード・(番地なし)・ヴァンガード・センター・スプルー・セーフティー・プロダクツ・リミテッド

(72)発明者 イアン・ロビンズ
イギリス・CV4・7EZ・コヴェントリー・サー・ウィリアム・ライオンズ・ロード・(番地なし)・ヴァンガード・センター・スプルー・セーフティー・プロダクツ・リミテッド

審査官 大瀧 真理

(56)参考文献 特表2003-513241(JP,A)
特開2005-083956(JP,A)
特開2011-141167(JP,A)
カナダ国特許出願公開第02255472(CA,A1)
特開2002-048756(JP,A)
特開昭63-071649(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
G 0 1 N 2 7 / 2 6 - 2 7 / 4 9