

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2009-533676

(P2009-533676A)

(43) 公表日 平成21年9月17日(2009.9.17)

(51) Int.Cl.

GO1N 21/77

(2006.01)

F 1

GO1N 21/77

テーマコード(参考)

A

2GO54

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2009-505351 (P2009-505351)
 (86) (22) 出願日 平成18年11月20日 (2006.11.20)
 (85) 翻訳文提出日 平成20年12月10日 (2008.12.10)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2006/044923
 (87) 國際公開番号 WO2007/120214
 (87) 國際公開日 平成19年10月25日 (2007.10.25)
 (31) 優先権主張番号 60/791,743
 (32) 優先日 平成18年4月13日 (2006.4.13)
 (33) 優先権主張國 米国(US)

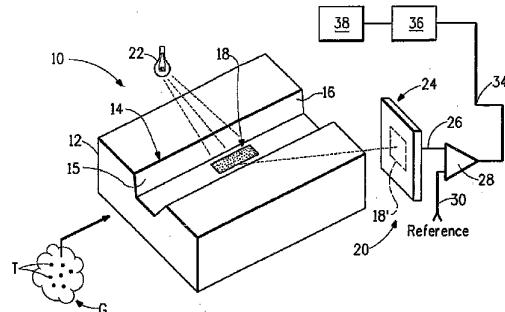
(71) 出願人 390023674
 イー・アイ・デュポン・ドウ・ヌムール・
 アンド・カンパニー
 E. I. DU PONT DE NEMO
 URS AND COMPANY
 アメリカ合衆国、デラウエア州、ウイルミ
 ントン、マーケット・ストリート 100
 7
 (74) 代理人 100082005
 弁理士 熊倉 賢男
 100084009
 (74) 代理人 弁理士 小川 信夫
 100084663
 (74) 代理人 弁理士 箱田 篤

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】手持ち式ガス検知器およびガス検知方法

(57) 【要約】

ガス検知器は、標的ガスとの反応の結果として変化する少なくとも1つの光学的性質を有する所定量のセンサー材料と、センサー材料の前記少なくとも1つの光学的性質の強度を測定するために動作可能な測光装置とを含む。この反応は、少なくとも1つの光学的性質の強度の大きさと、ガス試料中の標的ガスの濃度との間に1対1の関係が存在する反応であり、それによって、所定体積のガス試料がセンサー材料の特定領域上を通過した後の前記少なくとも1つの光学的性質の強度の測定された大きさから、ガス試料中の標的ガスの濃度を求めることができる。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

(a) 標的ガスとの反応の結果として変化する少なくとも 1 つの光学的性質を有する所定量のセンサー材料と、

(b) 前記センサー材料の前記少なくとも 1 つの光学的性質の強度を測定するために動作可能な測光装置とを含むガス検知器であって、

前記反応が、前記少なくとも 1 つの光学的性質の強度の大きさと、ガス試料中の前記標的ガスの濃度との間に 1 対 1 の関係が存在する反応であり、

それによって、所定体積のガス試料がセンサー材料の特定領域上を通過した後の前記少なくとも 1 つの光学的性質の強度の測定された大きさから、前記ガス試料中の前記標的ガスの濃度を求めることができる、ガス検知器。

【請求項 2】

ガス試料中の標的ガスの存在を検知するためのガス検知器であって：

(a) それぞれが標的ガスとの反応の結果として変化する少なくとも 1 つの光学的性質を有する 2 つ以上のセンサー材料が取り付けられた基体を含む検知器カートリッジであって、

各センサー材料の前記反応が、前記少なくとも 1 つの光学的性質の強度の大きさと、前記ガス試料中の前記標的ガスの濃度との間に 1 対 1 の関係が存在する反応であり、それによって、所定体積のガス試料がそれぞれのセンサー材料の特定領域上を通過した後の前記少なくとも 1 つの光学的性質の強度の測定された大きさから、前記ガス試料中の各標的ガスの濃度を求めることができる検知器カートリッジと、

(b) 空気試料を前記検知器カートリッジに供給するための空気サンプリングシステムと、

(c) 各センサー材料の前記少なくとも 1 つの光学的性質の強度変化を測定するための測光装置と、

(d) 各センサー材料の前記少なくとも 1 つの光学的性質の強度変化の大きさによって、前記ガス試料中の前記標的ガスの濃度を観察者に表示する表示装置とを含む、ガス検知器。

【請求項 3】

前記基体が、内部に形成された少なくとも 1 つのチャネルを有し、前記センサー材料のそれぞれが、前記 1 つのチャネル中に配置される、請求項 2 に記載のガス検知器。

【請求項 4】

前記センサー材料のそれぞれが、同じ標的ガスに応答する、請求項 3 に記載のガス検知器。

【請求項 5】

前記センサー材料のそれぞれが、異なる標的ガスに応答する、請求項 3 に記載のガス検知器。

【請求項 6】

前記基体が、内部に形成された複数のチャネルを有し、前記センサー材料の 1 つが各チャネル中に配置される、請求項 2 に記載のガス検知器。

【請求項 7】

前記センサー材料のそれぞれが、同じ標的ガスに応答する、請求項 6 に記載のガス検知器。

【請求項 8】

前記センサー材料のそれぞれが、異なる標的ガスに応答する、請求項 6 に記載のガス検知器。

【請求項 9】

前記基体が、内部に形成された複数のチャネルを有し、前記センサー材料の少なくとも 1 つが各チャネル中に配置される、請求項 2 に記載のガス検知器。

【請求項 10】

10

20

30

40

50

前記基体が、内部に形成された少なくとも1つのチャネルを有し、前記1つのチャネル中にフィルター材料が配置される、請求項2に記載のガス検知器。

【請求項11】

前記基体が、内部に形成された複数のチャネルを有し、各チャネル中にフィルター材料が配置される、請求項2に記載のガス検知器。

【請求項12】

ガス試料中の標的ガスの検知方法であって：

(a) 標的ガスを有するガス試料をセンサー材料の特定領域に接触させるステップであって、前記センサー材料が、前記標的ガスとの反応の結果として変化する少なくとも1つの光学的性質を有し、前記センサー材料の前記反応が、前記少なくとも1つの光学的性質の強度の大きさと、前記ガス試料中の前記標的ガスの濃度との間に1対1の関係が存在する反応であり、それによって、所定体積のガス試料が各センサー材料の特定領域上を通過した後の前記少なくとも1つの光学的性質の強度の測定された大きさから、前記ガス試料中の各標的ガスの濃度を求めることができるステップと、

(b) 前記標的ガスと接触した結果としての前記センサー材料の前記少なくとも1つの光学的性質の変化を測定するステップと、

(c) 前記所定体積のガス試料が前記センサー材料の特定領域上を通過した後の前記少なくとも1つの光学的性質の強度の測定された大きさから、前記ガス試料中の前記標的ガスの濃度を求めるステップとを含む、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本出願は、2006年4月13日に出願された米国仮出願第60/791,743号明細書の利益を主張し、この記載内容全体があらゆる目的で本明細書に援用される。

【0002】

本発明は、ガス試料中の標的ガスの存在を検知するためのガス検知装置および方法に関し、特に、空気試料中の毒性工業化学物質を検知するためのガス検知装置およびガス検知方法に関する。

【背景技術】

【0003】

気体試料中の特定の気体材料（「標的」ガス）の存在を検知するガス検知器では、標的ガスとの反応の結果1つ以上の光学的性質が変化するセンサー材料が長く使用されてきた。このようなガス検知器の代表は、Draeger Safety AG & Co. KGaA, Luebeck, Germany 製造販売の「Draeger チューブ」として知られる装置である。

【0004】

典型的な実施の1つにおいては、ハウジング内または基体上に適宜形成され密閉された検出チャネルに沿ってセンサー材料が分布している。たとえば、センサー材料は、基体中の溝に沿って配置された細長いストリップの形態をとることもできるし、管状部材にコーティングされたライニングとしての形態をとることもできる。気体試料は、ある時間にわたってチャネル内に時間を測定しながら供給することもできるし、一定体積を導入することもできる。

【0005】

気体試料がチャネル内を進むと、試料中に存在するあらゆる標的ガスは、徐々にセンサー材料と化学的に相互作用する。この標的ガスとセンサー材料との間の相互作用によって、センサー材料の1つ以上の光学的性質が変化する。したがって、光学的性質の変化を示すセンサー材料の物理的な程度（たとえば、チャネルに沿った距離）を利用することで、標的ガスの濃度が求められる。この距離は、分光光度計などの測光装置を使用して容易に求めることができる。

【0006】

10

20

30

40

50

このような典型的な従来技術の実施における動作原理は、図 1 A ~ 1 D に示される定型化された概略図から理解することができる。図 1 A ~ 1 D において、センサー材料 S は、チャネル入口 I からチャネル出口 E までの検出チャネル C の所定部分にわたって延在する細長いストライプの形態で配置されている。未使用（未反応）のセンサー材料 S は点描で示されている。

【0007】

濃度が未知の標的ガス T（ドットで示される）を含有する気体試料 G が、チャネル C の入口 I に導入される。チャネルを通過する試料 T の体積が増加すると、徐々に標的ガス T に曝露するセンサー材料 S の表面領域が増加し、その領域中の利用可能の実質的にすべてのセンサー材料がガスと反応するまで曝露が続く。したがって、センサー S の領域が増加すると、標的ガス T との化学反応のために、その少なくとも 1 つの光学的性質（たとえば、反射強度）が徐々に変化する。この光学的性質が徐々に変化する様子が、図 1 B ~ 1 C において網掛けの密度および領域の増加によって示されている。最終的に、反応した領域内のセンサー材料 S は飽和し、さらなる光学的性質の変化は起こらなくなる。

10

【0008】

最終的に、試料 G の全体積がチャネル全体を通過した後、変化した光学的性質を示すセンサー S の長さ L が測定される。この長さ L（図 1 D）から、試料 G 中の標的ガス T の濃度が求められる。

【0009】

以上から理解されるように、標的ガスの濃度は、変化した光学的性質を有するセンサー材料部分の物理的程度から較正されるので、上述の種類の従来技術のガス検知器は、センサー材料がチャネルの長さの比較的広範囲を占める必要がある。これには物理的な空間が必要となる。さらに、試験中の試料の全体積が、チャネルの全長を通過できる必要があり、その後で、変化した光学的性質を有するセンサー材料部分全体を測定できるようになる。これには時間を要する。これらの必要条件の両方が欠点となると考えられる。

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

したがって、複数種類のガスを短時間で検知でき、迅速に結果を得ることができる比較的小型のガス検知装置が必要とされていると考えられる。特に手持ち式とすることができるこのような検知器が必要とされている。

30

【課題を解決するための手段】

【0011】

一態様において、本発明は：

（a）標的ガスとの反応の結果として変化する少なくとも 1 つの光学的性質を有する所定量のセンサー材料と、

（b）センサー材料の前記少なくとも 1 つの光学的性質の強度を測定するために動作可能な測光装置とを含むガス検知器であって、

前記反応が、少なくとも 1 つの光学的性質の強度と、ガス試料中の標的ガスの濃度との間に 1 対 1 の関係が存在する反応であり、

40

それによって、所定体積のガス試料がセンサー材料の特定領域上を通過した後の前記少なくとも 1 つの光学的性質の強度の測定された大きさから、ガス試料中の標的ガスの濃度を求めることができるガス検知器に関する。

【0012】

特定の一実施形態においては、本発明のガス検知器は、それぞれが標的ガスとの反応の結果として変化する少なくとも 1 つの光学的性質を有する 2 つ以上のセンサー材料が取り付けられた基体を含む検知器カートリッジを含む。これらのセンサー材料は、同じ材料の場合もあるし、異なる材料の場合もある。各センサー材料の反応は、少なくとも 1 つの光学的性質の強度と、ガス試料中の標的ガスの濃度との間に 1 対 1 の関係が存在する反応であり、そのため、所定体積のガス試料が各センサー材料の特定の領域上を通過した後の前

50

記少なくとも 1 つの光学的性質の強度の測定された大きさから、ガス試料中の各標的ガスの濃度を求めることができる。

【 0 0 1 3 】

本発明の検知器は、検知器カートリッジに空気試料を供給するための空気サンプリングシステムと、各センサー材料の前記少なくとも 1 つの光学的性質の強度変化を測定するための測光装置とをさらに含む。各センサー材料の前記少なくとも 1 つの光学的性質の強度変化の大きさによりガス試料中の標的ガスの濃度を観察者に表示する表示装置も提供される。

【 0 0 1 4 】

別の一態様において、本発明は、ガス試料中の標的ガスの検知方法であって：

(a) 標的ガスを有するガス試料をセンサー材料の特定領域に接触させるステップであって、センサー材料が、標的ガスとの反応の結果として変化する少なくとも 1 つの光学的性質を有し、このセンサー材料の反応が、少なくとも 1 つの光学的性質の強度の大きさと、ガス試料中の標的ガスの濃度との間に 1 対 1 の関係が存在する反応であり、それによって、所定体積のガス試料が各センサー材料の特定領域上を通過した後の前記少なくとも 1 つの光学的性質の強度の測定された大きさから、ガス試料中の標的ガスの濃度を求めることができるステップと、

(b) 標的ガスと接触した結果としてのセンサー材料の前記少なくとも 1 つの光学的性質の変化を測定するステップと、

(c) 所定体積のガス試料がセンサー材料の特定領域上を通過した後の前記少なくとも 1 つの光学的性質の強度の測定された大きさから、ガス試料中の標的ガスの濃度を求めるステップとを含む方法に関する。

【 0 0 1 5 】

装置および方法の両方の態様において、それぞれが異なる標的ガスに対して反応性である複数の異なるセンサー材料が、ガス試料中の標的ガスと接触して反応する位置に配置されることによって本発明を実施することができる。本発明の装置および方法は、空気試料中の毒性工業化学物質の検知に特に有用である。好ましくは、本発明のガス検知器は手持ち式ガス検知器である。

【 0 0 1 6 】

本出願の一部を形成する添付の図面と関連する以下の詳細な説明から、本発明がより十分に理解できるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 7 】

以下の詳細な説明全体で、すべての図面中の類似の参照記号は類似の要素を意味する。

【 0 0 1 8 】

図 2 は、参照記号 1 0 で全体的に示される本発明によるガス検知器の基本的な構造的および機能的要素を示す定型化された概略図である。

【 0 0 1 9 】

検知器 1 0 は、流動チャネル 1 4 が中に形成された基体 1 2 を含む。流動チャネル 1 4 は入口 1 5 および出口 1 6 を有する。

【 0 0 2 0 】

センサー材料のブラーク 1 8 が、チャネル 1 4 に沿った、基体 1 2 の所定位置に配置されている。センサー材料のブラーク 1 8 の拡大平面図が図 3 A ~ 3 D に示されている。ブラーク 1 8 は、チャネル 1 4 の表面領域の全体または一部の所定部分、あるいはチャネル 1 4 の体積の全体または一部の所定部分を占めることができる。ブラーク 1 8 は、ブラークが占めるチャネル 1 4 の表面上に実質的に均一に分布し反応に利用可能である所定量のセンサー材料を含有する。

【 0 0 2 1 】

ブラーク 1 8 中のセンサー材料は、異なる濃度の所定の標的ガスに曝露すると、少なくとも 1 つの光学的性質が変化することによって反応するあらゆる種類の材料であってよい

10

20

30

40

50

。たとえば、材料から反射される放射線強度によって現れる、紫外領域、可視領域、または赤外領域のスペクトルの光の1つ以上の波長を吸収または反射するブラーク18中のセンサー材料の能力は、迅速な監視が可能な材料の光学的性質の1つである。他の有用な光学的性質としては、蛍光または化学発光反応性が挙げられるが、これらに限定されるものではない。前述の従来技術の検知器中に使用される材料が、本発明のセンサー材料として有用である。

【0022】

後に明らかにするように、ブラーク18の領域上に分散した所定量のセンサー材料は、ガス試料中の対象濃度範囲の標的ガスに曝露すると、センサー材料の反応が起こるように選択される。好ましい場合には、ブラークの大きさは、わずかな局所的ばらつきを除けば、この反応がセンサー材料の領域の実質的に全表面上で実質的に起こるような大きさとなる。

【0023】

標的ガスとセンサー材料との間の反応は、少なくとも1つの光学的性質の強度の大きさと、ガス試料中の標的ガスの濃度との間に1対1の関係が存在するような反応である。したがって、所定体積のガス試料が特定の量のセンサー材料上を通過した後の前記少なくとも1つの光学的性質の強度の測定された大きさから、ガス試料中の標的ガスの濃度を求めることができる。

【0024】

センサー材料の光学的性質の強度（たとえば、反射強度）の変化を検出するために、参考記号20によって全体的に示されている測光装置が配置される。測光装置20は、1つ以上の選択波長の呼び掛け放射線をブラーク18に向けるために配置された光源22を含む。実際には、後に明らかにするように、ある波長スペクトルにわたる呼び掛け放射線を使用することができる。

【0025】

たとえば、ブラークが標的ガスと反応することによる光学的性質の強度変化が最大となる波長または波長範囲を使用することが望ましい場合がある。

【0026】

ブラーク18から反射した放射線によって、電荷結合ダイオードアレイなどの好適な電子画像形成装置24上に電子画像18'が形成される。電子画像18'から得られる、ブラーク18からの反射強度を表す電子信号がライン26上で発生する。

【0027】

比較器28によって、反射強度信号26がライン30上の基準強度信号と比較される。基準強度信号は、対象となる分析時間より早く、標的ガスとの最初の反応が起こるより前の時点で測定されたセンサー材料から得ることができる。

【0028】

所定体積のガス試料が特定の量のセンサー材料上を通過した後の強度の測定された大きさを表す信号（基準強度信号との比較として）が、比較器28からライン34上に発生される。ライン34上の信号は、標的ガスの濃度に関する較正值のテーブルを測定強度に対応させるために使用される。このテーブルは記憶装置36中に格納される。試料中の標的ガスTの濃度を示す情報は、モニターまたはその他の表示装置38上で観察者に表示される。

【0029】

ガス検知器10の動作原理は、図4と関連させて図3A～3Dを参照することによってより十分に理解できるであろう。

【0030】

ある濃度の標的ガスTを含有する所定体積のガス試料Gをチャネル14中に導入する前の、センサー材料のブラーク18は、図3Aに概略的に示されるように見ることができる。未使用のセンサー材料のブラーク18の所定の光学的性質（たとえば、反射強度）は、ある初期値（たとえば、100%）を有する。この光学的性質の大きさは、この初期条件

(すなわち、ゼロ濃度の標的ガス)の場合、図4の点Aで定量的に示されている。

【0031】

未使用のセンサー材料のブラーク18(図3A)が、第1の濃度C₁の標的ガスを含有する所定体積のガス試料に曝露すると仮定する。この濃度においては、反応に利用可能なセンサー材料の一部のみが標的ガスと反応する。このことは、センサー材料の表面領域上で増加する陰影で概略的に示されている(図3B)。この標的ガスとの反応のために、センサー材料の反射強度が低下する(たとえば、図4中の点Bで示されるように70%まで)。

【0032】

しかし、未使用のセンサー材料のブラーク18(図3A)が、より高い第2の濃度C₂の標的ガスを含有する同じ所定体積のガス試料に曝露すると、反応に利用可能なセンサー材料のより大きな部分がこの濃度の標的ガスと反応する。このことは、図3C中のセンサー材料の表面領域上の陰影で概略的に示されている。このより高い濃度C₂の標的ガスは、センサー材料の表面領域の陰影の増加で表されるように、反応の程度が増加している。その結果、センサー材料から反射された放射線の強度が低下する(たとえば、図4中の点Cで示されるように55%まで)。

【0033】

未使用のセンサー材料のブラーク18(図3A)が、実質的に高い濃度C₃の標的ガスを含有する同じ所定体積のガス試料に曝露すると、ブラーク中の利用可能なすべてのセンサー材料が標的ガスと反応する。このことは、センサー材料上の最も濃い陰影で概略的に示されている(図3D)。センサー材料から反射された放射線の強度は最小値まで低下する(たとえば、図4中の点Dで示されるように42%まで)。このセンサーは濃度C₃で飽和するので、未使用のブラーク18(図3A)をより高濃度C₄またはC₅に曝露しても、実質的に同じ結果となり(図3D)、反射強度のさらなる低下は起こらない(図4中の点EおよびF)。

【0034】

点A～Dを有する図4の領域中では、測定強度と、所定体積のガス試料中の標的ガスの濃度との間に1対1の対応が存在することが確認できる。本発明は、この1対1の対応を利用する。「1対1の対応」とは、各強度値に関連して、唯一の特定の標準ガス濃度値が存在することを意味する。この説明の目的で光学的性質(強度)の変化が実質的に直線状に示されているが、このような直線関係は必ずしも必要ではないことに留意されたい。

【0035】

点D～Fを有する図4の領域中では、ある範囲の標的ガス濃度にわたって、同じ強度値となっている。図4の曲線のこの領域は、標的ガスの濃度を検知するための従来技術によって使用されるセンサー領域の飽和領域を表している。

【0036】

図3および4の以上の説明が、実際に観測される強度に関して示されていることは理解されよう。しかし、特定のセンサー材料の場合、標的ガスおよび光学的性質の強度の増加または減少のいずれかは、プロットを基準にして発生および機能することができる。観測された強度の縮小(減少)が基準として使用される場合、図3Aは、減少0と表現され、図3Bは30%減少と表現され、図3Cは45%減少と表現され、図3Dは58%減少と表現される。

【0037】

本発明によると、所定体積のガス試料が特定量のセンサー材料上を通過することによって発生した光学的性質の強度変化の大きさは、所定体積のガス試料中の既知濃度の標準ガスで較正される。標的濃度を強度低下と関連づける較正値のテーブルが記憶装置36に格納される。その後、使用時に、その特定量のセンサー材料の光学的性質の変化を使用することで、同じ所定体積のガス試料中の標的ガスの未知濃度を求めることができる。

【0038】

光学的性質の変化を使用して標的ガスの未知濃度が求められるので、比較的小さな領域

10

20

30

40

50

のセンサー材料および比較的短い時間のみが必要となる。これによって、標的ガスの濃度を比較的短時間で示すように動作可能な小型で好ましくは手持ち式の装置を実現するための本発明を具体化した検知器 10 が可能となる。

【0039】

図 5 は、参照記号 100 によって全体的に示されている手持ち式ガス検知装置の一実施形態の非常に定型化された分解斜視図を示しており、これは図 2 ~ 4 と関連して説明した本発明の機能的要素および動作原理を具体化したものである。図 2 中の要素に対応する構造的および機能的要素が同じ参照記号で示されている。図 5 中に示される手持ち式ガス検知装置の描写は、構造および / または使用に好都合となるあらゆる種類の方法で修正できることは理解されよう。

10

【0040】

検知装置 100 は、耐久性プラスチックなどのあらゆる好適な材料で製造されたハウジング 102 を含み、このため検知器 100 は工場の現場などの過酷な環境中で使用することができる。図 5 に概略的に示されるように、ハウジング 102 は、使用者が手 H で好都合に把持できるような大きさである。ハウジング 102 は、検知器 100 中に含まれる種々の機能性モジュールを受け入れるために形成されたくぼみ 106 A ~ 106 E を有する。

20

【0041】

検知器 100 の主要な機能的要素は、前述したように基体 12 である。基体 12 は、好ましくはシリコンから製造することができるが、あらゆる好適なポリマー、ガラス、またはその他の材料を使用することができる。基体 12 には、参照記号 14 によって全体的に示される 1 つ以上のチャネルが内部に形成されている。図 5 ~ 7 に示される実施形態においては、基体 12 には、3 つのチャネル 14 A、14 B、および 14 C のネットワークが内部に形成されている。あらゆる好都合な数のチャネル 14 を基体 12 上に設けることができる。各チャネルは、フォトリソグラフィなどのあらゆる従来の微細加工技術によって製造される。好ましくは、チャネル 14 A、14 B、および 14 C はシリコン基体のエッチングによって形成される。

20

【0042】

図 6 に最もよく示されているように、各チャネル 14 A、14 B、および 14 C は、それぞれの入口 15 A、15 B、および 15 C、ならびに対応する出口 16 A、16 B、および 16 C を有する。各チャネル 14 A、14 B および 14 C は、チャネル入口と出口との間に配置されたそれぞれの検知領域 117 A、117 B、117 C を有する。各チャネルの検知領域 117 は、それぞれが所定量のセンサー材料を内部に有する 1 つ以上のブラーク 18 を有する。特に図示されているように、チャネル 14 A は 1 つのみのブラーク 18 A を含み、一方チャネル 14 B および 14 C は、それぞれ 2 つのブラーク 18 B - 1、18 B - 2 および 18 C - 1、18 C - 2 を含む。あらゆる好都合な数のブラークを特定のチャネル中に設けることができる。

30

【0043】

センサー材料のブラーク 18 は、所望のあらゆる方法で配列することができる。特定の 1 つのチャネル中に配置された異なるセンサー材料のブラークは、それぞれ異なる標的ガスに対して反応性であってよい。

40

【0044】

特定の標的ガスに対して反応性である個別のセンサー材料のブラークは、同じチャネルまたは異なるチャネル中に配置することができ、それによって同じ標的ガスを異なる濃度範囲で検知することができる。このような場合、センサー材料は異なる数の反応部位を有することができる。複数の異なる濃度範囲のためのセンサー材料が同じチャネル内に配置される場合、特定のブラークの上流にあるブラークとの標的ガスの反応を考慮するために、下流のブラークの較正をある程度調節する必要があることにも留意されたい。

【0045】

あるいは、それぞれが同じ標的ガスに対して反応性である異なるセンサー材料のブラー

50

クを、異なるチャネル中に配置することによって、同じ標的ガスを異なる濃度範囲で検知することができる。

【0046】

すべてのブラーク18が、反応に利用可能な所定量のセンサー材料を有する。センサー材料は、センサー材料が占めるチャネル内に実質的に均一に分布している。センサー材料は、適切な感度の検知を行うために、高表面積のマイクロ粒子またはナノ粒子（たとえばシリカ）に取り付けることによって反応に利用することができる。これらの高表面積構造は、エアロゲル、クレーによって補助されたミクロンスケールまたはナノスケールのシリカの凝集体、あるいはその他の酸化物材料であってよい。

【0047】

センサー分子を高表面積シリカ粒子に結合させるために使用することができるカップリング化学反応の例が図9A～9Cに示されており、これらでは黄色指示染料のp-エトキシフェニル-アジ- - -ヒドロキシナフトエニン（PEN）が高表面積シリカ粒子に結合される。PENの構造は図9Aに示されている。図9Bに示されるように、PENは、脂肪族鎖を延長し鎖末端にSiC₁₃を取り付けることで修飾される。この修飾では、基本的な電子構造は残り、反応化学は変化しない。次に、修飾PEN分子を高表面積シリカと接触させる。図9Cに示されるように、修飾PEN分子のクロロ-シラン基が、高表面積シリカの表面上のOH基の水素と反応することで、PEN分子がシリカに結合する。

【0048】

ほぼ長方形の形状で示されているが、センサー材料のブラーク18が、ブラークが配置される個別のチャネルと一致したあらゆる所望の形状であってよいことは理解できよう。

【0049】

典型的には、センサー材料のブラーク18は、約1ミリメートル以下の平面的な長さおよび幅の寸法を有する。好ましくは、ブラークの寸法は50～100マイクロメートルの範囲内である。

【0050】

各チャネルは、それぞれの前処理領域119A、119B、および119Bをさらに含む。前処理領域は、チャネルの検知領域117とチャネル入口15との間に配置される。前処理領域119A～119Cは、それぞれ、チャネル内のセンサーブラークの性能を妨害する気体試料中のあらゆるガスを除去するのに有効なフィラーまたは反応性材料122A～122Cを含有する。

【0051】

図示される配列においては、各チャネルは、その入口15において入口マニホールド124に連絡している。図5に概略的に示されるように、入口マニホールドは試料供給ライン125に接続される。それぞれのチャネルの出口端は出口流路126に接続される。出口流路126は、ハウジング102内に設けられた排気口126Vを介して排気される。

【0052】

個別の入口および/または出口をチャネルに設けることが可能なことは、本発明の意図の範囲内である。各チャネルの検知領域は実質的に直線状で示され、前処理領域は曲がりくねって示されているが、チャネルの種々の領域および全体としてのチャネルは、所望のあらゆる形状を有することができることも理解されよう。

【0053】

図5および7に見られるように、基体12は、ハウジング102のくぼみ106Aの中に着脱自在に挿入可能な使い捨てのカートリッジモジュール128内に保持される。別の一実施形態においては、カートリッジモジュール128は、検知器ハウジング102の収容領域上に表面取り付けすることができる。いずれの場合も、使用後に使用済みカートリッジモジュールをハウジングから取り外し、新しいカートリッジを次の試験に使用することを考慮している。

【0054】

図7に示されるように、基体12は、カートリッジモジュール128の基部128Bに

10

20

30

40

50

あらゆる好都合な方法で固定される。カートリッジモジュールのカバー 128C は、基体 12 の表面 125 に接触しており、それによって中にあるチャネル 14 が互いに分離される。カートリッジモジュール 128 の全体の寸法は、典型的には 1 平方インチ (6.45 平方 cm) 程度である。

【0055】

標的ガスの存在が試験されるガス試料は、ハウジング 102 中のくぼみ 106B 中に取り付けられるサンプリングモジュール 132 (図 5) によって収集され基体 12 に供給される。サンプリングモジュール 132 は、ガス試料 (たとえば、周囲空気) を、検知器カートリッジモジュール 128 中の試料供給ライン 125 に供給する定量ポンプ 132P を含む。そこから、ガス試料は基体 12 上の入口マニホールド 124 に送られる。サンプリングモジュール 132 は、所定の閾値を超える粒子、たとえば 50 ~ 100 マイクロメートルを超える粒子を除去する大きさの濾材 132F を含む。

10

【0056】

ガス試料を検知器カートリッジモジュール 128 中に連続的に計量供給することによって、所定体積の気体試料がカートリッジ中に導入される。所定の一定体積は、所定の時間間隔で計量供給することによって導入することができる。

【0057】

基体 121 上のセンサー材料のブレーク 18 の光学的性質の強度は、測光計モジュール 136 を使用して測定される。測光計モジュール 136 は、ハウジング 102 中に設けられたくぼみ 106C の中に収容される。測光計モジュール 136 は、コリメーティングレンズ 138 を介して呼び掛け放射線が基体 12 に向かうように動作する光源 22 を含む。

20

【0058】

異なる波長の光を反射させることによって、個別のセンサー材料は特定の標的ガスの存在に応答する。

【0059】

基体 12 から反射された光は、集光レンズ 142 によって集められる。それぞれのブレーク 18A、18B-1、18B-2、18C-1、18C-2 から反射した光は、電荷結合ダイオードアレイ 24 などの電子画像形成装置 24 の所定の領域 18A'、18B-1'、18B-2'、18C-1'、18C-2' の上に画像を形成する。特定のセンサー材料のブレークに対応する電子画像形成装置 24 の表面上の各画像形成領域 18' は、あらゆる所定の数 (1 つ以上) のピクセル位置を有することができる。

30

【0060】

可能性のある種々の標的ガスの検知に必要と考えられるスペクトルを含むために、光源 22 には、それぞれが所定の波長の光を基体に照明する複数の発光ダイオードを使用して実装することができる。電子画像面のこれらの種々の領域から得られた信号は、基体上の対応するセンサー材料のブレークから反射した光の強度を表す。あるいは、全範囲の光源 22 と電子画像形成装置 24 との間の光路中にフィルターホイールを介在させる。特に、基体表面上のブレーク 18 と画像形成装置 24 との間の反射光路中にフィルタホイールを介在させる。複数の発光ダイオードまたはフィルタホイールを使用することによって、反射信号の信号対雑音比が改善される。

40

【0061】

特定のセンサー材料のブレーク 18 を代表する信号は、特定のブレーク 18 に対応する電子画像形成装置 24 上のピクセル位置から誘導される強度値の合計に基づくことができる。誘導された信号は、エレクトロニクスモジュール 148 に送られる。エレクトロニクスモジュール 148 は、ハウジング内のくぼみ 106D 内に収容される。エレクトロニクスモジュール 148 は、図 2 と関連して説明した機能性要素 28 ~ 36 によって実施される機能を行うプログラムにより動作するコンピューターを含む。

【0062】

エレクトロニクスモジュール 148 内のコンピューターによって実行されるコンピュータープログラム 160 の流れ図を図 8 に示す。前述したように、センサー材料のブレーク

50

が、ある波長スペクトルにわたって放射線に呼び掛けられることが望ましい。プログラムの機能ブロック 162～172 は、M 個の波長の範囲にわたってガス試料中の対象標的ガスの検知を行う方法ステップを示している。M 個の波長のそれぞれにおける各未使用ブラークからの背景強度を使用して、反射強度を比較する基準スペクトルを規定する。M 個の波長にわたってプログラムがループすることで、反射強度スペクトルが基準スペクトルと比較され、試料中の標的ガスの濃度が評価される。

【0063】

エレクトロニクスモジュール 148 の出力は、くぼみ 106 E 内に収容されるヒューマンインターフェースまたは表示装置 38 に送られる。

【実施例】

【0064】

濃度を強度変化に関連づける較正值のテーブルの作成は、以下の実施例によって理解することができる。実施例の構造的および機能的要素に対応する図 5～7 の参照記号は括弧内に示している。

【0065】

シリコンウェハ (12) をウェットエッチングすることによって、内部に 10 個のチャネル (たとえば、14A) を形成した。このウェハは、直径 100 ミリメートル (100 mm) で、厚さが 2 分の 1 ミリメートル (0.5 mm) であった。各チャネルは、長さ約 90 ミリメートル (90 mm)、幅 4 ミリメートル (4 mm)、および深さ 10 分の 4 ミリメートル (0.4 mm) であった。ガラスカバー (128C) は、ダイヤモンドポイントで加工して、各チャネルの入口に通じる孔を形成した。ウェハ中にすべてのチャネルに共通の入口マニホールドを形成した。各チャネルは別々の出口ポートを有した。

【0066】

検出材料のブラーク (18) を、対象の 1 つのチャネル中に配置した。検出材料は、Draeger Safety AG & Co. KGaA, Luebeck, Germany 製造販売の封入されたアンモニア 2～50 ppm の Draeger CMS™ チューブから入手した。カバーをウェハ表面上に高温で陽極接合して、チャネルを封止した。Upchurch Scientific Incorporated, Oak Harbor, Washington 98277 より入手可能な Nanoport™ 圧縮管継手を使用して、好適な入口および出口の管継手を得た。

【0067】

検知器を 60 × 60 センチメートル (60 cm × 60 cm) 光学台上に取り付け、以前は Baush and Lomb, Incorporated, Rochester, New York より入手可能であった 31-35-30 可視光源 (22) を使用して照明した。

【0068】

Photometrix, Tucson, Arizona 85706 より入手可能な Photometrix™ Quantix KAF 1600 熱電冷却電荷結合ダイオード (CCD) 装置を電子画像形成装置 (24) として使用した。CCD 上に画像の焦点を合わせるため集光レンズ (142) を使用した。Nikon USA, Melville, New York 11747 より入手可能な 105 ミリメートル (105 mm) の f / 2.8 AF Micro-Nikkor™ を集光レンズとして使用した。

【0069】

基体上の入口マニホールドの圧縮管継手と、基体上の各チャネルの出口管継手とにガス管線を接続した。各チャネルの出口管継手は、Varian Incorporated, Palo Alto, California 94304 より入手可能な Varian DS102 真空ポンプに接続した。

【0070】

1 リットルの供給プレナムを入口マニホールドに接続した。

【0071】

10

20

30

40

50

この1リットル(11)のプレナムへの窒素バージ、および3 Torr未満のベース圧力までの排気を3回行った。このマニホールドに18 Torrの窒素中100 ppmのアンモニアの混合物を充填し、純窒素を加えてマニホールド内の全圧力を850 Torrとし、これは窒素中2 ppmのアンモニアの有効濃度に対応した。

【0072】

センサーチャネルを通過する流量は、通常2分の1(0.5)Torr-リットル/秒(TL/s)とした。

【0073】

画像は12ビットグレースケールで記録した。フルスケールのほぼ半分の最大記録強度の画像が得られるように、照度、レンズのFストップ、およびCCDの露出時間を調整した。カメラからの画像取得を開始した後、プレナムを開き、0.35秒の露出を2秒ごとに行った。30フレームを取得した後(約1分)、プレナムを閉じた。

10

【0074】

実験時間(カメラのフレームによって示される)にわたって検出材料の入口端付近に配置した個別のピクセルにおける初期強度に対する反射強度の低下を測定した。

【0075】

結果を以下の表にまとめている。

【0076】

表

20

データ点	フレーム番号	量	強度低下 (D _{Int} ピクセル)	強度低下 (%初期強度)
I	1	Q	90	96
II	2	2Q	320	84
III	3	3Q	350	83
IV	4	4Q	370	82
V	5	5Q	400	80

【0077】

図10は、表のデータのプロットである。約10秒以内に実質的に飽和に到達したので最初の5つのフレームのみを図10に示している。

30

【0078】

データ点Iの強度計算を以下のように行った:

初期強度がフルスケールの半分(フルスケールが $2^{12} = 4096$ の場合)の場合、90ピクセルの減少が初期強度の96パーセント(96%)に相当する。

30

【0079】

データ点Iは、2秒後に試料を通過した量Qのアンモニアが、90単位の強度低下を引き起こしたことを示している。量Qは、約 3.5×10^{13} 分子のアンモニア(標的ガス)であった。

40

【0080】

データ点IIは、4秒後に試料を通過した量2Qのアンモニアが、320単位の強度低下[初期強度の84パーセント(84%)]を引き起こしたことを示している。

【0081】

データ点III、IV、およびVは、それぞれ、6秒後、8秒後、および10秒後に試料を通過した量3Q、4Q、および5Qのアンモニアが、対応する記載の強度の低下を引き起こしたことを示している。

【0082】

これらのデータから、種々の量のアンモニア(標的ガス)が同じ所定体積のガス試料中に含まれ、そのガス試料が特定量のセンサー材料上を通過すると、唯一の対応する反射強度低下が起こることが分かる。これらのデータから、ガスのアンモニア濃度ガス(すなわ

50

ち、所定の試料体積中の標的ガスの量)と、それによって生じた強度変化との間に1対1の対応が存在することが分かる。各強度値に関連する唯一の個別の標的ガス濃度値が存在する。

【0083】

したがって、標的ガス濃度を、所定体積のガス試料が特定量のセンサー材料上の通過することによって生じた光学的性質の強度変化に関連づける較正值のテーブルを作成することができる。

【0084】

本発明の教示の利益を有する当業者は、それらに変更を加えることができる。このような変更は、添付の特許請求の範囲によって定義される本発明の範囲内にあると解釈すべきである。

10

【図面の簡単な説明】

【0085】

【図1A】典型的な従来技術のガス検知器の動作原理を説明する定型化された概略図である。

【図1B】典型的な従来技術のガス検知器の動作原理を説明する定型化された概略図である。

【図1C】典型的な従来技術のガス検知器の動作原理を説明する定型化された概略図である。

【図1D】典型的な従来技術のガス検知器の動作原理を説明する定型化された概略図である。

20

【図2】本発明によるガス検知装置の基本的な構造的要素を示す定型化された概略図である。

【図3A】本発明によるガス検知装置およびガス検知方法の動作原理を説明する定型化された概略図である。

【図3B】本発明によるガス検知装置およびガス検知方法の動作原理を説明する定型化された概略図である。

【図3C】本発明によるガス検知装置およびガス検知方法の動作原理を説明する定型化された概略図である。

【図3D】本発明によるガス検知装置およびガス検知方法の動作原理を説明する定型化された概略図である。

30

【図4】図3Bおよび3Cに示されるように増加する試料ガス濃度への曝露(横軸)に対してプロットした図3Aのセンサー材料の光学的性質の強度変化(縦軸)を示すグラフである。

【図5】本発明の原理を具体化する手持ち式ガス検知装置の好ましい実施を示す高度に定型化された分解斜視図である。

【図6】本発明のガス検知器中に使用される基体表面の拡大平面図である。

【図7】図5の切断線7-7におけるカートリッジモジュールの断面図である。

【図8】図5に示される検知装置のエレクトロニクスモジュール内のコンピューターによって実行されるコンピュータープログラムの流れ図である。

40

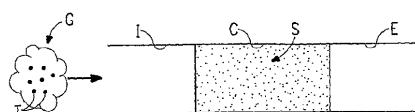
【図9A】センサー分子を高表面積シリカ粒子に結合させるために使用することができるカップリング化学反応を示す構造である。

【図9B】センサー分子を高表面積シリカ粒子に結合させるために使用することができるカップリング化学反応を示す構造である。

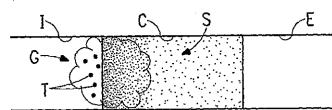
【図9C】センサー分子を高表面積シリカ粒子に結合させるために使用することができるカップリング化学反応を示す構造である。

【図10】実施例における反射強度の低下と時間(カメラのフレームで示される)とのプロットである。

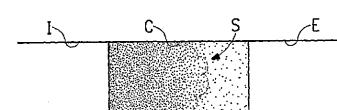
【図 1 A】



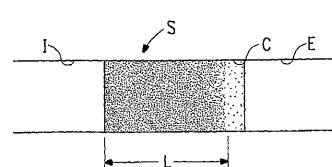
【図 1 B】



【図 1 C】



【図 1 D】

図 1A
(従来技術)図 1B
(従来技術)図 1C
(従来技術)図 1D
(従来技術)

【図 2】

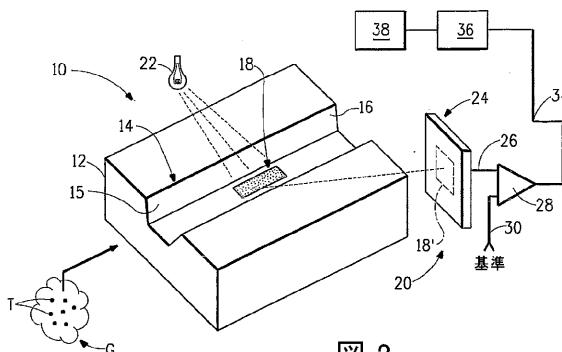


図 2

【図 3 A】

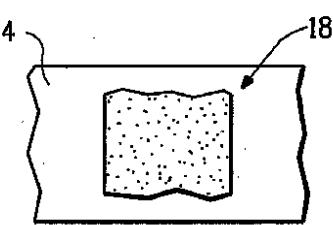


FIG. 3A

【図 3 B】

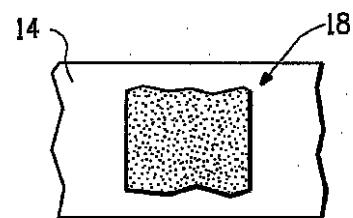


FIG. 3B

【図 3 D】

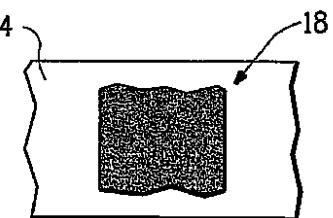


FIG. 3D

【図 3 C】

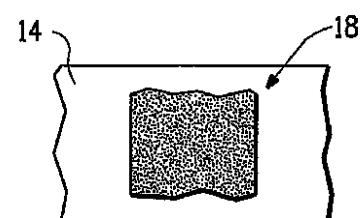


FIG. 3C

【図4】

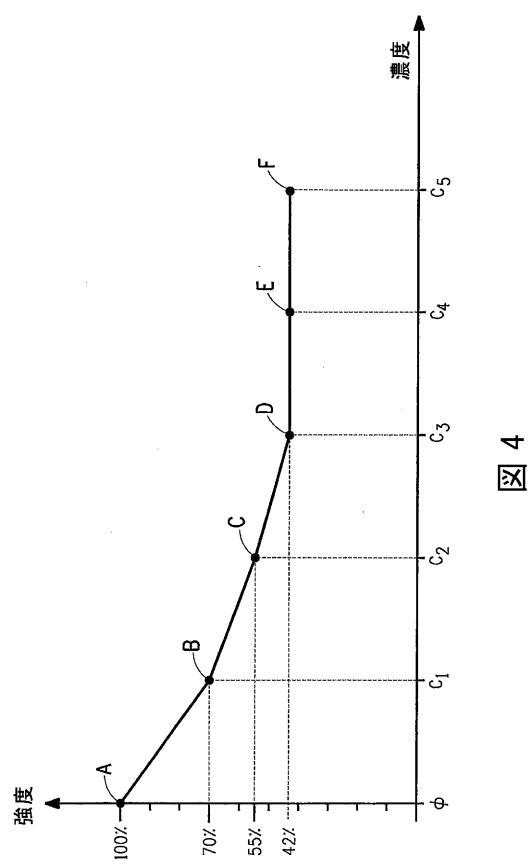


図4

【図5】

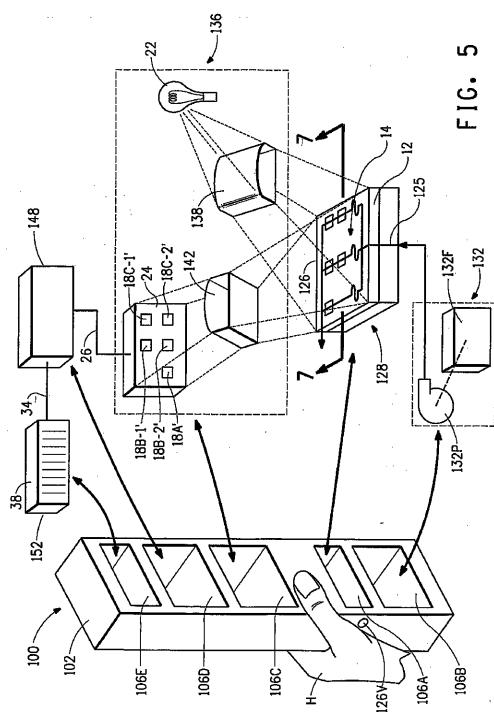


FIG. 5

【図6】

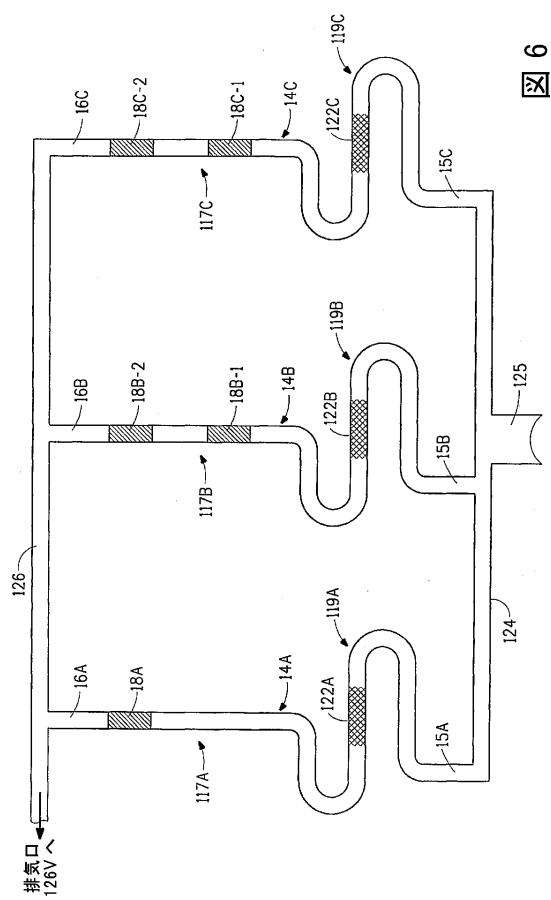


図6

【図7】

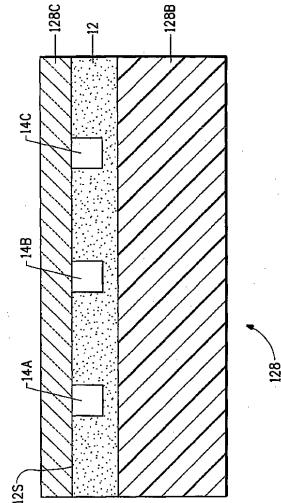


FIG. 7

【図 8】

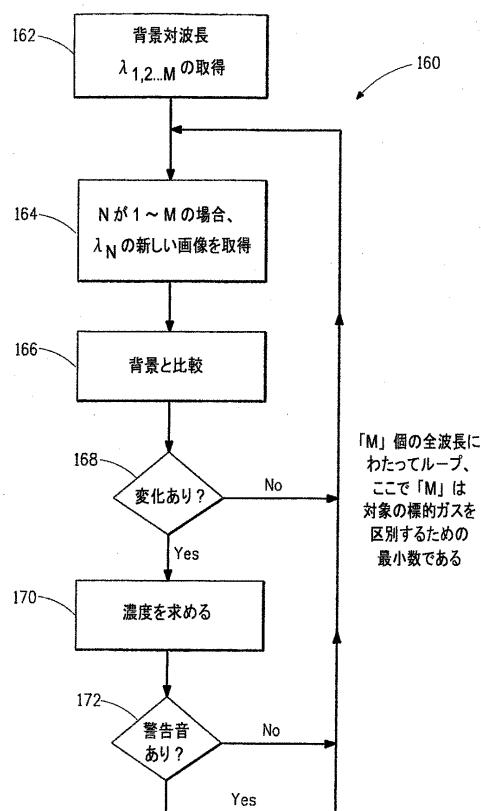


図 8

【図 9 A】

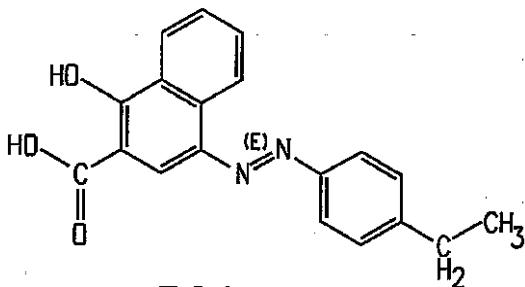


FIG. 9A

【図 9 B】

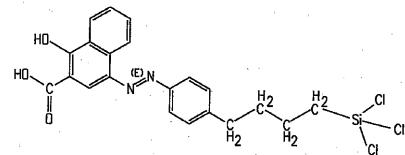


FIG. 9B

【図 9 C】

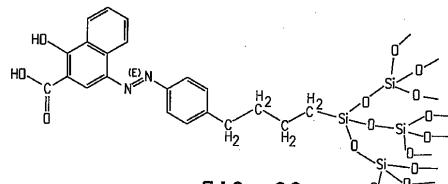


FIG. 9C

【図 10】

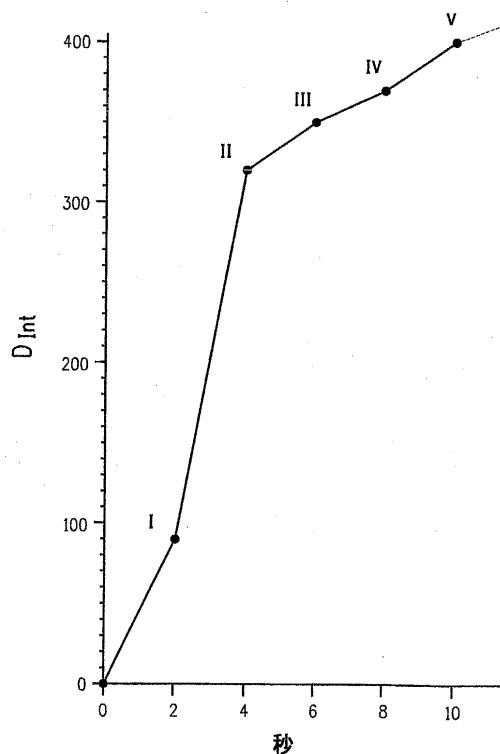


図 10

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2006/044923

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01N21/78 GO1N33/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 266 998 B1 (HACKENBERG MICHAEL [DE]) 31 July 2001 (2001-07-31) column 1, line 26 - column 2, line 12 column 2, line 44 - column 3, line 42 column 4, line 31 - line 42 column 5, line 21 - line 25	1-12
A	EP 1 500 930 A (HASHIBA TOMOHIKO [JP]; BIO MEDIA CO LTD [JP]) 26 January 2005 (2005-01-26) paragraph [0048]	2 -/-

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 March 2007

Date of mailing of the International search report

04/04/2007

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL-2280 HV Rijswijk
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx: 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Verdoordt, Erik

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2006/044923

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 90/15972 A (SECR DEFENCE BRIT [GB]) 27 December 1990 (1990-12-27)	1,12
A	page 6, line 24 - line 33 page 7, line 1 - page 8, line 12 page 11, line 23 - page 12, line 9 page 13, line 13 - line 18 page 18, line 26 - page 19, line 2 page 19, line 11 - line 22 figures 1,2,4	10,11
X	US 2006/008919 A1 (BOAY YOKE P [MY] ET AL) 12 January 2006 (2006-01-12)	1,12
A	paragraphs [0016], [0025], [0026], [0033], [0059] - [0062] figures 1,2	2-11
A	US 6 652 811 B1 (POOCH INGO [DE] ET AL) 25 November 2003 (2003-11-25) column 2, line 47 - line 51	1-12
X	WO 2005/047888 A (RIKEN KEIKI KK [JP]; NAKANO NOBUO [JP]; KAWABE TETSUYA [JP]; ABE SATOM) 26 May 2005 (2005-05-26) the whole document	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/US2006/044923

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 6266998	B1	31-07-2001	DE	29921895 U1	30-03-2000
EP 1500930	A	26-01-2005	AU	2003227215 A1	10-11-2003
			CA	2487741 A1	06-11-2003
			WO	03091724 A1	06-11-2003
			US	2006018793 A1	26-01-2006
WO 9015972	A	27-12-1990	AT	106556 T	15-06-1994
			CA	2058432 A1	16-12-1990
			DE	69009475 D1	07-07-1994
			DE	69009475 T2	29-09-1994
			DK	477300 T3	11-07-1994
			EP	0477300 A1	01-04-1992
			ES	2054378 T3	01-08-1994
			US	5239175 A	24-08-1993
US 2006008919	A1	12-01-2006		NONE	
US 6652811	B1	25-11-2003	DE	4415866 C1	22-06-1995
			JP	7301605 A	14-11-1995
WO 2005047888	A	26-05-2005	AU	2004290231 A1	26-05-2005
			CA	2541774 A1	26-05-2005
			EP	1686374 A1	02-08-2006
			JP	2005164575 A	23-06-2005
			KR	20060113696 A	02-11-2006

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,NL,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,L,A,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,LY,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,SV,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100093300
弁理士 浅井 賢治
(74)代理人 100114007
弁理士 平山 孝二
(72)発明者 チェイス ディー ブルース
アメリカ合衆国 デラウェア州 19803 ウィルミントン ベッドフォード ロード 150
2
(72)発明者 ローバッシャー ダニエル ビー
アメリカ合衆国 デラウェア州 19807 ウィルミントン アシュレー コート 103
(72)発明者 マッケンブリッジ ジェイムズ ディー
アメリカ合衆国 ペンシルバニア州 19081 スウォースモア ウォルナット レーン 40
6
(72)発明者 スタイケン ジョン カール
アメリカ合衆国 ペンシルバニア州 19350 ランデンバーグ フリント ヒル ロード 1
735
F ターム(参考) 2G054 AA01 AB09 CA05 EA01 EA03 EA04 EA05 EB02 FA17 FA32
FA33 GA01 GA02 GA03