(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年2月14日(14.02.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/031383 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 21/77 (2006.01)　*G01N 31/00* (2006.01)
G01N 21/78 (2006.01)　*G01N 31/22* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2018/029036

(22) 国際出願日：　2018年8月2日(02.08.2018)

(25) 国際出願の言語：　日本語

(26) 国際公開の言語：　日本語

(30) 優先権データ：
特願 2017-153596　2017年8月8日(08.08.2017)　JP
特願 2018-145006　2018年8月1日(01.08.2018)　JP

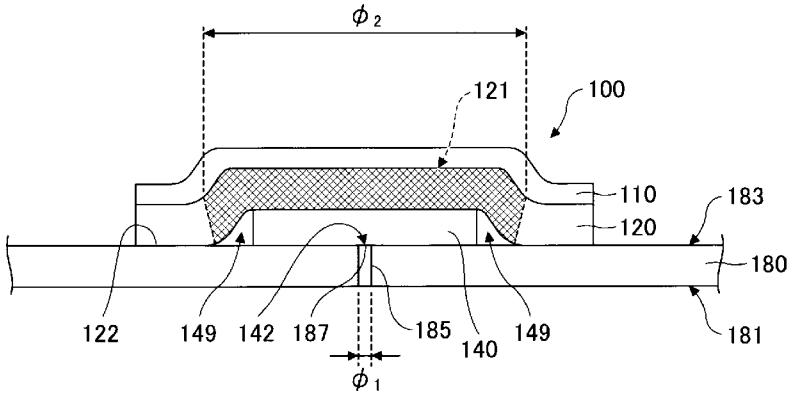
(71) 出願人: 日東電工株式会社 (NITTO DENKO CORPORATION) [JP/JP]; 〒5678680 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 鈴木　凡子 (SUZUKI, Namiko); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社内 Osaka (JP). 樋口 浩之 (HIGUCHI, Hiroyuki); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社内 Osaka (JP). 中村 公一 (NAKAMURA, Koichi); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社内 Osaka (JP). 西川原 正也 (NISHIGAWARA, Masaya); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社内 Osaka (JP). モハジ

(54) **Title:** GAS DETECTION ELEMENT

(54) 発明の名称： ガス検知エレメント

［図3］



(57) **Abstract:** This gas detection element for detecting gas to be measured has a spacer and a gas detection layer containing a chemochromic pigment. The spacer is permeable by the gas to be measured, is disposed on a first surface of the gas detection layer, and has a surface area smaller than that of the gas detection layer.

(57) 要約: 測定対象ガスを検知するガス検知エレメントであって、ケモクロミックピグメントを含有するガス検知層と、スペーサと、を有し、前記スペーサは、前記測定対象ガスに対する透過性を有し、前記スペーサは、前記ガス検知層の第1の表面上に配置され、該ガス検知層よりも小さな面積を有する、ガス検知エレメント。

WO 2019/031383 A1

［続葉有］

ェリ ナヒード(**MOHAJERI, Nahid**); 32953 フロリダ州オディッセイ ウェイ ５０５ スペースライフ サイエンシズ ラボラトリー ニットー，インク内 Florida (US).

(74) 代理人: 伊東 忠重，外(**ITOH, Tadashige** et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目１番１号 丸の内 ＭＹ ＰＬＡＺＡ （明治安田生命ビル） １６階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： ガス検知エレメント

技術分野

[0001] 本願は、ガス検知エレメントに関する。

背景技術

[0002] 水素ガスは、例えば電池のようなエネルギー生成手段、エネルギー貯蔵手段、およびエネルギー搬送手段など、様々な用途に使用されている。

[0003] 一方、水素ガスは、無色無臭であり、大気中では広い爆発限界を有する可燃性ガスである。従って、水素ガスを取り扱う環境および／または装置においては、水素ガスの漏洩を適正に検出することが安全上必要となる。

[0004] これまで、水素ガスの漏洩を検知する際には、例えば、石けん水による検査、および水素センサによる測定が実施されてきた。

[0005] このうち、石けん水による方法は、測定の準備が煩雑である上、水素ガス漏洩量が微量の場合、泡の発生有無が判定し難く、検出精度が劣るという問題がある。また、水素センサによる方法では、測定環境の気流の影響を受け、信頼性が低下するという問題、および正確な漏洩場所の特定が難しい等の問題がある。

[0006] そこで、より正確かつ簡便に水素ガスの漏洩を検出するため、水素検知テープを使用することが提案されている。

[0007] 水素検知テープは、水素ガスとの接触によって色が変化するケモクロミックピグメントを備えており、このケモクロミックピグメントの色変化により、水素ガスの存在を検知ことができる（例えば、特許文献１－７）。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：米国特許第8,048,384号明細書

特許文献2：米国特許第8,591,818号明細書

特許文献3：米国特許第8,652,993号明細書

特許文献4：米国特許第8,703,642号明細書

特許文献5：米国特許第8,293,178号明細書

特許文献6：米国特許第8,920,730号明細書

特許文献7：米国特許第8,945,473号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 水素検知テープは、水素ガスの漏洩の可能性がある配管等の被検査部材に設置して使用される。部材に水素ガスの漏洩が生じると、漏洩箇所に対応する水素検知テープの領域に変色が生じる。これにより、水素ガスの漏洩を検知することができる。

[0010] ここで、被検査部材における水素ガスの漏洩箇所が微小な場合、水素検知テープに生じる変色領域も、微小なものとなる。

[0011] しかしながら、そのような微小な領域の変色では、視認性が劣り、検査員が水素ガスの漏洩を適正に判断することができなくなる可能性が生じ得る。

[0012] 例えば、今後普及が期待されている水素ステーションでは、水素ガスの漏れを検知するための漏洩ポートが設けられているが、このポートの開口は、１ｍｍ～３ｍｍ程度の小さな直径であることが予想される。このような水素ステーションの微細な漏洩ポートに水素検知テープを適用した場合、前述のような変色領域の視認性の問題が生じ得る可能性がある。

[0013] 本発明は、このような背景に鑑みなされたものであり、本発明では、測定対象ガスの漏洩に対する視認性を有意に高めることが可能な、ガス検知エレメントを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0014] 本発明では、測定対象ガスを検知するガス検知エレメントであって、

ケモクロミックピグメントを含有するガス検知層と、

スペーサと、

を有し、

前記スペーサは、前記測定対象ガスに対する透過性を有し、

前記スペーサは、前記ガス検知層の第１の表面上に配置され、該ガス検知層よりも小さな面積を有する、ガス検知エレメントが提供される。

[0015] また、本発明では、測定対象ガスを検知するガス検知エレメントであって、

ケモクロミックピグメントを含有するガス検知層を有し、

前記ガス検知層は、第１の表面に、前記測定対象ガスが充満する空間を有し、

前記空間は、前記ガス検知層よりも小さな面積を有する、ガス検知エレメントが提供される。

発明の効果

[0016] 本発明では、測定対象ガスの漏洩に対する視認性を有意に高めることが可能な、ガス検知エレメントを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の一実施形態によるガス検知エレメントの一構成例を模式的に示した断面図である。

[図2]従来の水素検知テープの適用例を模式的に示した断面図である。

[図3]本発明の一実施形態によるガス検知エレメントの使用形態を模式的に示した断面図である。

[図4]本発明の一実施形態によるガス検知エレメントに使用されるスペーサの一形態を模式的に示した上面図である。

[図5]本発明の一実施形態によるガス検知エレメントに使用されるスペーサの別の形態を模式的に示した上面図である。

[図6]本発明の一実施形態によるガス検知エレメントに使用されるスペーサのさらに別の形態を模式的に示した上面図である。

[図7]本発明の一実施形態によるガス検知エレメントに使用されるスペーサのさらに別の形態を模式的に示した上面図である。

[図8]本発明の一実施形態によるガス検知エレメントに使用されるスペーサのさらに別の形態を模式的に示した上面図である。

[図9]本発明の一実施形態によるガス検知エレメントに使用されるスペーサのさらに別の形態を模式的に示した上面図である。

[図10]本発明の一実施形態によるガス検知エレメントに使用される、多層構造スペーサの一例を模式的に示した断面図である。

[図11]複数のガス検知エレメントが積層されて構成される積層体の一例を、模式的に示した図である。

[図12]本発明の一実施形態による短冊状のガス検知エレメントの一構成例を模式的に示した断面図である

[図13]本発明の一実施形態による別のガス検知エレメントの一構成例を模式的に示した断面図である。

[図14]本発明の一実施形態による別のガス検知エレメントにおけるガス検知層の第１の表面を模式的に示した上面図である。

[図15]本発明の一実施形態による別のガス検知エレメントにおけるガス検知層の第１の表面を模式的に示した上面図である。

[図16]本発明の一実施形態による別のガス検知エレメントの使用形態を模式的に示した断面図である。

[図17]本発明の一実施形態によるガス検知エレメントの製造方法のフローの一例を模式的に示した図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、図面を参照して、本発明の一実施形態について説明する。

[0019] なお、以下の説明では、本発明の一実施形態の一適用例として、水素ガスを検出するためのガス検知エレメントについて説明する。ただし、本発明は、水素ガス以外の還元性ガスを検出するためのガス検知エレメントにも適用可能であることに留意する必要がある。

[0020] 本願において、「還元性ガス」とは、水素、硫化水素、一酸化炭素、メタン、ホルムアルデヒド、アセチレン、二酸化硫黄、および亜酸化窒素の少なくとも一つを含むガスを意味する。

[0021] （本発明の一実施形態によるガス検知エレメント）

図１には、本発明の一実施形態によるガス検知エレメント（以下、「第１のガス検知エレメント」と称する）の一構成例を模式的に示す。

[0022] 図１に示すように、第１のガス検知エレメント１００は、第１の側１０２および第２の側１０４を有する。

[0023] また、第１のガス検知エレメント１００は、支持体１１０と、ガス検知層１２０と、スペーサ１４０と、剥離ライナー１５０とを有する。支持体１１０は、第１のガス検知エレメント１００の第２の側１０４を構成する。また、剥離ライナー１５０は、第１のガス検知エレメント１００の第１の側１０２を構成する。ただし、支持体１１０および剥離ライナー１５０の少なくとも一つは、省略されても良い。

[0024] 支持体１１０は、上部に設置されるガス検知層１２０以降の部材を支持する役割を有する。

[0025] ガス検知層１２０は、第１の表面１２２および第２の表面１２４を有する。ガス検知層１２０の第２の表面１２４は、支持体１１０に近い側の表面であり、第１の表面１２２は、支持体１１０から遠い側の表面である。なお、支持体１１０が省略された場合、ガス検知層１２０の第２の表面１２４が、第１のガス検知エレメント１００の第２の側１０４となっても良い。

[0026] ガス検知層１２０は、水素ガスを検知する役割を有する。より具体的には、ガス検知層１２０は、水素ガスとの接触により、色が変化し、これにより水素ガスの存在を検出することができる。

[0027] なお、図１には示されていないが、第１のガス検知エレメント１００は、さらに、支持体１１０と、ガス検知層１２０との間に、密着層（下塗り層）を有しても良い。密着層は、支持体１１０とガス検知層１２０との間の密着力を高める役割を有する。ただし、不要な場合、そのような密着層は、省略しても良い。

[0028] ガス検知層１２０は、樹脂マトリクス１３０と、該樹脂マトリクス１３０に添加されたケモクロミックピグメント１３５とを有する。

[0029] ケモクロミックピグメント１３５は、水素ガスとの接触により、色が変化

する材料を有する。例えば、酸化パラジウムは、水素ガスとの接触により、色が変化することが知られている。従って、ケモクロミックピグメント１３５は、酸化パラジウムを含んでも良い。

[0030] ガス検知層１２０は、粘着性を有する。

[0031] スペーサ１４０は、ガス検知層１２０の第１の表面１２２の側に設置される。スペーサ１４０は、水素ガス透過性を有する。従って、水素ガスがスペーサ１４０に導入された場合、水素ガスは、比較的速やかに、スペーサ１４０全体にわたって拡散する。

[0032] スペーサ１４０は、第２の側１０４から見たとき、ガス検知層１２０の面積よりも小さな面積となるように構成される。例えば、スペーサ１４０は、第２の側１０４から見たとき、ガス検知層１２０に周囲が取り囲まれるように構成される。

[0033] ここでは一例として、スペーサ１４０は、上面視、略円形の形状を有するものと仮定する。ただし、スペーサ１４０の形状が、略円形に限られないことは明らかである。

[0034] 剥離ライナー１５０は、ガス検知層１２０、およびその第１の表面１２２に設置された部材（例えばスペーサ１４０等）を被覆する役割を有する。

[0035] すなわち、ガス検知層１２０は粘着性を有し、このため第１の表面１２２が露出された状態では、第１のガス検知エレメント１００のハンドリング性が悪くなる。しかしながら、剥離ライナー１５０の存在により、ガス検知層１２０の第１の表面１２２が露出することを回避することができ、第１のガス検知エレメント１００を容易にハンドリングすることができるようになる。

[0036] ただし、前述のように、剥離ライナー１５０は、本発明にとって必須の構成ではなく、不要な場合、省略しても良い。その場合、ガス検知層１２０の第１の表面１２２およびスペーサ１４０が、第１のガス検知エレメント１００の第１の側１０２を構成する。

[0037] 図１に示すように、剥離ライナー１５０は、少なくとも一つの端部に、突

出部１５４を有しても良い。

[0038] なお、図１に示した例では、突出部１５４は、剥離ライナー１５０の厚さを薄くすることにより形成されている。ただし、これとは別に、突出部１５４は、剥離ライナー１５０をそのまま外方に延在させることにより、または剥離ライナー１５０の端部の形状を加工することにより、構成されても良い。

[0039] 突出部１５４を設けることにより、第１のガス検知エレメント１００から剥離ライナー１５０を剥離することが容易となる。

[0040] あるいは、剥離ライナー１５０の外表面側から切り込みを入れることによっても、剥離ライナー１５０の剥離が容易となる。

[0041] ここで、本発明の一実施形態によるガス検知エレメントの特徴および効果をより良く理解するため、図２を参照して、従来の水素テープの適用例について説明する。

[0042] 図２には、従来の水素検知テープを被検査部材に貼り付けた状態を模式的に示す。

[0043] 図２に示すように、従来の水素検知テープ１は、支持体１０と、水素ガス検知層２０と、粘着剤層２９とを、この順に有する。

[0044] なお、ここでは、被検査部材１８０は、第１の面１８１および第２の面１８３を有すると仮定する。また、被検査部材１８０は、第２の面１８３の側に空間を有し、一部に第１の面１８１から第２の面１８３まで貫通する孔１８５が形成されていると仮定する。この孔１８５は、前記空間と連通されている。被検査部材１８０の第２の面１８３には、孔１８５に対応する、直径ϕ_1の開口１８７が形成されている。

[0045] 図２に示すように、従来の水素検知テープ１を被検査部材１８０に設置した場合を想定する。この状態で、被検査部材１８０の孔１８５から水素ガスが漏洩すると、水素検知テープ１の水素ガス検知層２０は、孔１８５の開口１８７に対面する部分が変色する。従って、この変色領域２１により、支持体１０の側から、水素ガスの漏洩を検知することができる。

[0046] 通常、水素ガス検知層２０の変色領域２１は、孔１８５の開口１８７の直径ϕ_1と同等か、あるいはそれよりも幾分大きな直径ϕ_2を有する。

[0047] しかしながら、このような水素検知テープ１を用いた水素ガス検知方法では、孔１８５の開口１８７の直径ϕ_1が小さくなると、それに応じて、水素検知テープに生じる変色領域２１の直径ϕ_2も小さくなってしまう。このため、微細な開口１８７では、検査員が水素ガスの漏洩を適正に検出することが難しくなると言う問題が生じ得る。

[0048] これに対して、本発明の一実施形態では、このような問題を有意に軽減、または解消することができる。

[0049] 以下、図３を参照して、このような効果について詳しく説明する。

[0050] 図３には、前述のような構成を有する第１のガス検知エレメント１００を、被検査部材１８０に設置した状態を模式的に示す。なお、図３には、図面を見やすくするため、ガス検知層１２０に含まれるケモクロミックピグメント１３５は、示されていない。

[0051] 被検査部材１８０に対して第１のガス検知エレメント１００を実際に使用する際には、まず、図１に示したような構成の第１のガス検知エレメント１００から、剥離ライナー１５０が剥離除去される。この際には、剥離ライナー１５０に設けられた突出部１５４を利用しても良い。突出部１５４を持って、第１のガス検知エレメント１００から剥離ライナー１５０を引き剥がすことにより、剥離ライナー１５０を残りの部分から容易に分離することができる。

[0052] 次に、第１のガス検知エレメント１００が、被検査部材１８０に貼り付けられる。この際には、第１のガス検知エレメント１００は、剥離ライナー１５０の除去により露出された、ガス検知層１２０の第１の表面１２２およびスペーサ１４０が、被検査部材１８０に接触するようにして、被検査部材１８０に貼り付けられる。

[0053] これにより、図３に示すように、被検査部材１８０の開口１８７の上に、スペーサ１４０が配置される。以降、開口１８７と対面するスペーサ１４０

の領域を、特に「接触部（１４２）」と称する。

[0054] また、ガス検知層１２０は粘着性を有するため、ガス検知層１２０の粘着力により、第１のガス検知エレメント１００が被検査部材１８０に固定される。同時に、スペーサ１４０は、ガス検知層１２０によって周囲が取り囲まれるため、被検査部材１８０に対するスペーサ１４０の位置が固定される。

[0055] なお、図３に示すように、ガス検知層１２０とスペーサ１４０との間には、スペーサ１４０の周囲に沿って、隙間１４９が生じても良い。

[0056] この状態で、被検査部材１８０の孔１８５から水素ガスが漏洩すると、この漏洩した水素ガスは、第１のガス検知エレメント１００の開口１８７に対応する部分、すなわちスペーサ１４０の接触部１４２から、第１のガス検知エレメント１００内に進入する。

[0057] ここで、スペーサ１４０は、前述のように、水素ガスに対する透過性を有する。従って、スペーサ１４０の接触部１４２から第１のガス検知エレメント１００内に進入した水素ガスは、速やかにスペーサ１４０の上方および横方向に拡散し、その後、ガス検知層１２０の第１の表面１２２のスペーサ１４０との接触面全体に広がるようになる。また、スペーサ１４０の存在によって、水素ガスは、スペーサ１４０の周囲にも回り込むようになる。さらに、スペーサ１４０の周囲に隙間１４９が存在する場合、この隙間１４９にも、水素ガスが速やかに充満する。

[0058] その結果、ガス検知層１２０の第１の表面１２２は、水素ガスと広い領域で接するようになる。特に、図２を参照して示した従来の水素検知テープ１と比較した場合、より大きな変色領域１２１が得られるようになる。例えば、図３に示した例では、孔１８５の開口１８７の直径ϕ_1に比べて、十分に大きな直径ϕ_2の変色領域１２１が得られる。

[0059] また、これにより、仮に孔１８５の開口１８７の直径ϕ_1が微細になっても、視認性の低下により、検査員が水素ガスの漏洩を適正に検出することが難しくなると言う問題を、有意に抑制することが可能になる。

[0060] （各構成部材について）

次に、本発明の一実施形態によるガス検知エレメントを構成する各部材について、より詳しく説明する。なお、ここでは、前述の第１のガス検知エレメント１００を例に、その構成部材について説明する。従って、各部材を参照する際には、図１および図３に示した参照符号を使用する。

[0061] （支持体１１０）

支持体１１０は、前述のように、上部にガス検知層１２０等の部材を支持する役割を有する。ただし、支持体１１０は、省略されても良い。

[0062] 支持体１１０は、透明であり、ガス検知層１２０とは反対の側、すなわち第１のガス検知エレメント１００の第２の側１０４から、ガス検知層１２０の色の変化を視認できる必要がある。

[0063] そのような材料としては、これに限られるものではないが、例えば、ポリイミド、ポリエチレン（ＰＥ）、ポリプロピレン（ＰＰ）、フッ化エチレンプロピレン共重合体（ＦＥＰ）、エチレン・四フッ化エチレン共重合体（ＥＴＦＥ）、ポリテトラフルオロエチレン（ＰＴＦＥ）、ポリエチレンテレフタレート（ＰＥＴ）、テトラフルオロエチレン－パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体（ＰＦＡ）、またはポリフッ化ビニリデン（ＰＶＤＦ）等が挙げられる。

[0064] 支持体１１０の厚さは、特に限られないが、あまりに厚くなると、ガス検知層１２０の色の変化が不明瞭になる可能性がある。従って、支持体１１０の厚さは、１０μｍ～１０００μｍの範囲、例えば２０μｍ～２００μｍの範囲であり、２５μｍ～１００μｍの範囲であることが好ましい。

[0065] なお、支持体１１０は、紫外線が照射される環境において長期間使用しても、劣化や変色が生じないことが好ましい。支持体１１０がこのような特徴を有する場合、第１のガス検知エレメント１００を屋外で長期間使用することができる。紫外線照射環境において、支持体１１０が変色しない期間は、例えば、１ヶ月以上であり、６ヶ月以上であることが好ましい。支持体１１０には、紫外線吸収剤および光安定剤等の耐候剤が含まれていても良い。

[0066] （ガス検知層１２０）

ガス検知層１２０は、前述のように、樹脂マトリクス１３０と、該樹脂マトリクス１３０内に添加されたケモクロミックピグメント１３５とを有する。ケモクロミックピグメント１３５は、樹脂マトリクス１３０内に分散していることが好ましい。

[0067] 樹脂マトリクス１３０は、水素ガスとの反応性を有さず、ケモクロミックピグメント１３５を保持するための媒体として機能する。

[0068] ただし、樹脂マトリクス１３０は、水素ガスの拡散をあまり阻害しないように構成される。そうでなければ、水素ガスのケモクロミックピグメント１３５への到達が妨害され、迅速な水素ガス検出ができなくなるからである。

[0069] また、樹脂マトリクス１３０は、ユーザが、ケモクロミックピグメント１３５が水素ガスと接した際に生じる変色を視認できるような材料で構成される。

[0070] また、ガス検知層１２０に粘着性を発現させるため、樹脂マトリクス１３０は、粘着性を有する材料で構成される。

[0071] そのような材料としては、例えば、アクリル樹脂、シリコーン樹脂、ウレタン樹脂、ゴム、およびオレフィン等が挙げられる。樹脂マトリクス１３０がシリコーン樹脂を含む場合、そのようなシリコーン樹脂は、フェニルメチル基またはジメチル基を有しても良い。

[0072] 一方、ケモクロミックピグメント１３５は、水素ガスとの接触により、色が変化する材料（以下、「変色材料」と称する）を有する。例えば、酸化パラジウムは、水素ガスとの接触により、色が変化することが知られている。従って、ケモクロミックピグメント１３５は、変色材料として酸化パラジウムを含んでも良い。

[0073] 変色材料は、水素ガスとの接触により、色が不可逆的に変化しても良い。

[0074] ケモクロミックピグメント１３５は、粒子の形態であっても良い。

[0075] なお、本願において、「粒子」とは、必ずしも略球形の形状を有する物質には限られない。「粒子」は、例えば、円柱状、角柱状、ロッド状、繊維状、円錐状、角錐状、および半球状など、各種形態を有しても良い。

[0076] また、ケモクロミックピグメント１３５は、水素ガスとの反応性を高めるため、貴金属触媒を有しても良い。そのような貴金属触媒としては、パラジウム以外の貴金属、例えば白金および白金合金等が挙げられる。貴金属触媒は、例えば、変色材料の表面に貴金属を担持したり、ドーピングしたりすることにより、ケモクロミックピグメント１３５に導入される。貴金属は、ナノメートルオーダの微粒子で構成されても良い。

[0077] また、例えば、ケモクロミックピグメント１３５は、担体粒子の表面に、変色材料が配置された形態を有しても良い。この変色材料には、前述のように貴金属触媒が担持またはドーピングされていても良い。また、この態様では、変色材料は、例えば、担体粒子の少なくとも一部を覆うように配置される。

[0078] 担体粒子は、例えば、酸化チタン等の酸化物で構成されても良い。

[0079] ケモクロミックピグメント１３５の粒子は、例えば０．１μｍ～２０μｍの範囲、特に０．２μｍ～１０μｍの範囲の最大寸法を有しても良い。ここで、「最大寸法」とは、粒子が略球形または半球状の場合は、その直径を意味し、粒子が略円柱状など、その他の形状場合は、最大長さを意味する。

[0080] ケモクロミックピグメント１３５の樹脂マトリクス１３０に対する含有量は、例えば、１質量％～１０質量％の範囲である。

[0081] ガス検知層１２０の厚さ（実質的に樹脂マトリクス１３０と等しい）は、特に限られないが、例えば、５μｍ～２００μｍの範囲であり、好ましくは１０μｍ～１００μｍの範囲であり、より好ましくは３０μｍ～８０μｍの範囲である。

[0082] （スペーサ１４０）

スペーサ１４０は、水素ガスに対する透過性を有する材料で構成される。透過性には、スペーサ１４０の厚み方向における透過性と、スペーサ１４０の面方向における透過性との両方が含まれる。また、面方向における透過性は、スペーサ１４０の上下両面のみに限定される場合もあり得る。

[0083] スペーサ１４０は、これに限られるものではないが、例えば、

（１）パルプからなる紙（ボール紙およびクラフト紙を含む）、

（２）ガラス、セラミック、もしくは金属などの無機材料繊維、または合成樹脂などの高分子材料の繊維を含む不織布もしくは織布、

（３）ガラス、セラミック、もしくは金属などの無機材料、または合成樹脂などの高分子材料を含む熱拡散シート、

（４）ガラス、セラミック、もしくは金属などの無機材料、または合成樹脂などの高分子材料を含む多孔質シート、または

（５）連通孔を有する発泡体、

等で構成されても良い。

[0084] スペーサ１４０の厚さは、特に限られないが、例えば、５μｍ～１０００μｍの範囲であり、好ましくは５０μｍ～７００μｍの範囲であり、より好ましくは６０μｍ～４００μｍの範囲である。

[0085] 図４には、第１のガス検知エレメント１００の上面図の一例を概略的に示す。なお、図４では、説明の明確化のため、支持体１１０および剥離ライナー１５０は、省略されている。また、ガス検知層１２０は、破線で示されている。さらに、参考のため、第１のガス検知エレメント１００が設置される被検査部材１８０の開口１８７の一例も、破線で示されている。

[0086] なお、この図４では、第１のガス検知エレメント１００は、被検査部材１８０の開口１８７が、スペーサ１４０の略中央に配置されるようにして使用されている。しかしながら、これは単なる一例であって、開口１８７がスペーサ１４０と重なっていれば、スペーサ１４０と開口１８７の相互位置関係は、特に限られない。ただし、通常の場合、第１のガス検知エレメント１００のユーザは、開口１８７がスペーサ１４０の略中央に配置されるような態様で、第１のガス検知エレメント１００を使用するであろう。

[0087] また、図４では、スペーサ１４０は、略円形の形状を有し、ガス検知層１２０の略中央に配置されている。

[0088] しかしながら、これは単なる一例に過ぎず、スペーサ１４０の形状、およびガス検知層１２０とスペーサ１４０の相対位置関係は、特に限られない。

例えば、スペーサ１４０は、略楕円形、略矩形、略台形または略多角形などであっても良い。また、スペーサ１４０は、記号および／または文字の形態、あるいは格子状であっても良い。さらに、ガス検知層１２０の呈色の際に文字が浮き出るように、スペーサ１４０には印刷等がされていても良い。

[0089] 図５および図６には、第１のガス検知エレメント１００に使用されるスペーサの別の形態を模式的に示す。

[0090] 図５に示した例では、スペーサ１４０－１は、リング状の形態を有し、ガス検知層１２０の略中央に配置される。使用の際には、スペーサ１４０－１は、例えば、リングの中央孔が、被検査部材１８０の開口１８７を取り囲むように配置される。すなわち、開口１８７の上部には、リング状のスペーサ１４０－１の中央孔によって形成される空間が配置される。

[0091] 一方、図６に示した例では、スペーサ１４０－２およびスペーサ１４０－３の２つのスペーサが使用される。各スペーサ１４０－２、１４０－３は、略矩形状であり、相互に一定の距離だけ離間するようにして、配置される。両スペーサ１４０－２、１４０－３の間に生じる隙間は、ガス検知層１２０の中央部分を含む領域を形成する。換言すれば、両スペーサ１４０－２、１４０－３の間の隙間に、被検査部材１８０の開口１８７が配置されるようにして、スペーサ１４０－２、１４０－３が配置される。開口１８７の上部には、スペーサ１４０－２とスペーサ１４０－３の間に形成される空間が配置される。

[0092] なお、以上の例では、スペーサ（１４０、１４０－１、１４０－２、１４０－３）は、いずれも、上面視、ガス検知層１２０に周囲が囲まれている。しかしながら、これは単なる一例であって、スペーサ（１４０、１４０－１、１４０－２、１４０－３）の端面の少なくとも一部は、外部に露出されていても良い。例えば、図６において、スペーサ１４０－２と１４０－３のそれぞれにおいて、上辺側および底辺側がガス検知層１２０の端部にまで延在している形態などが想定される。

[0093] あるいは、スペーサは、図７に示すような態様で、配置されても良い。

[0094] この例では、単一の略矩形状のスペーサ１４０－４が、上面視、開口１８７を覆うように、ガス検知層１２０の略中央に配置される。また、スペーサ１４０－４は、上辺１４６Ｕおよび底辺１４６Ｄが、それぞれ、ガス検知層１２０の対応する端部にまで延在している。ただし、スペーサ１４０－４は、上辺１４６Ｕまたは底辺１４６Ｄの一方が、ガス検知層１２０の対応する端部にまで延在していても良い。

[0095] なお、上面視、スペーサの一部がガス検知層１２０の端部にまで延在する場合、スペーサは、図８または図９のような態様を有しても良い。

[0096] このうち、図８に示した例では、スペーサ１４０－５は、上面視、中央矩形部１４３Ａと、延伸部１４４Ａとを有する。スペーサ１４０－５は、上面視、中央矩形部１４３Ａが開口１８７を覆うように、ガス検知層１２０の略中央に配置される。また、スペーサ１４０－５は、延伸部１４４Ａがガス検知層１２０の対応する端部（図８の例では、側辺１４６Ｓ）にまで延在している。

[0097] 一方、図９に示した例では、スペーサ１４０－６は、上面視、中央矩形部１４３Ｂと、延伸部１４４Ｂとを有する。スペーサ１４０－６は、上面視、中央矩形部１４３Ｂが開口１８７を覆うように、ガス検知層１２０の略中央に配置される。また、スペーサ１４０－６は、延伸部１４４Ｂがガス検知層１２０の対応する端部（図９の例では、コーナー１４６Ｃ）にまで延在している。

[0098] 図７～図９のような、上面視、スペーサがガス検知層１２０の端部にまで延在する構成では、第１のガス検知エレメント１００を使用する際に、ガス検知層１２０を剥離ライナー１５０からはがし易くすることができる。

[0099] この他にも、当業者には、各種スペーサの形状および配置形態が想定される。

[0100] また、図４～図７に示したいずれのスペーサ１４０の態様においても、上面視、ガス検知層１２０の面積をS_gとし、スペーサ１４０の面積をS_sとしたとき、ガス検知層１２０の面積に対するスペーサ１４０の面積の比S_s／Ｓ

$_g$は、０．０２～０．９の範囲であることが好ましく、０．０５～０．８の範囲であることがより好ましく、０．１～０．７の範囲であることがさらに好ましい。

[0101] ところで、スペーサ１４０は、必ずしも最初（被検査部材１８０に貼り付けて使用する前）から、前述のような機能を有する必要はない。例えば、ガス検知層１２０の第１の表面１２２の一部に、水素透過性を有さない層を設置しておき、後の段階、例えば使用の際などに、これをスペーサ１４０に変換しても良い。

[0102] 例えば、第１のガス検知エレメント１００の使用の際に、予めガス検知層１２０の第１の表面１２２に設置された発泡可能な層に熱を加えることにより、この層を発泡させ、水素ガスに対する透過性を発現させても良い。

[0103] なお、スペーサ１４０は、粘着性を有しても良い。そのような態様では、以下に示すように、スペーサ１４０を、その他の部材（例えば、ガス検知層１２０および支持体１１０）から独立した状態で、利用することが可能となる。

[0104] この場合、例えば、最初に、被検査部材１８０の必要な箇所に、スペーサ１４０が設置される。スペーサ１４０は、粘着性を有するため、被検査部材１８０の必要な箇所に容易に接着することができる。その後、必要なタイミングで、スペーサ１４０を覆うようにして、被検査部材１８０にガス検知層１２０（および存在する場合、支持体１１０）が設置される。

[0105] このようにして、実際のガス検出検査を実施するタイミングで初めて、本発明の一実施形態によるガス検知エレメントが構成されても良い。

[0106] なお、このような態様で使用されるスペーサ１４０は、被検査部材１８０に対して接着力を有する必要がある。そのため、スペーサ１４０は、複数の層で構成されても良い。

[0107] 図１０には、そのような複数の層を積層することにより構成されたスペーサ（以下、「多層構造スペーサ」と称する）３４０の断面の一例を、模式的に示す。

[0108] 図１０に示すように、多層構造スペーサ３４０は、本体層３５２と、接着層３６２とを有する。本体層３５２は、第１の表面３５４および第２の表面３５６を有し、接着層３６２は、本体層３５２の第２の表面３５６の側に設置される。

[0109] また、多層構造スペーサ３４０は、第１の側３４２および第２の側３４４を有する。多層構造スペーサ３４０の第１の側３４２は、本体層３５２の第１の表面３５４の側であり、多層構造スペーサ３４０の第２の側３４４は、接着層３６２の側である。多層構造スペーサ３４０が実際に使用される状況では、多層構造スペーサ３４０の第１の側は、ガス検知層１２０の側に対応し、多層構造スペーサ３４０の第２の側３４４は、被検査部材１８０の側に対応する。

[0110] 本体層３５２は、水素ガスに対する透過性を有する前述のような部材、例えば、前述の（１）～（５）等で構成されても良い。あるいは、本体層３５２は、例えば、非多孔性の樹脂などで構成されても良い。

[0111] 本体層３５２の厚さは、特に限られないが、例えば、２μｍ～１０００μｍの範囲であっても良い。

[0112] 一方、接着層３６２は、本体層３５２に粘着性を付与するために設けられる。

[0113] 接着層３６２は、単層であっても、複数の層で構成されても良い。例えば、図１０に示す例では、接着層３６２は、本体層３５２に近い順に、第１の層３６４、第２の層３６６、および第３の層３６８の３層で構成されている。

[0114] 第１の層３６４は、粘着性を有し、該第１の層３６４の両側に配置される層同士を接着するために使用される。例えば、図１０に示した例では、第１の層３６４は、本体層３５２と、第２の層３６６とを相互に接着する役割を有する。

[0115] 第３の層３６８は、第１の層３６４と同様の機能を有する。すなわち、第３の層３６８は、粘着性を有し、第２の層３６６と、被検査部材とを相互に

接着する役割を有する。

[0116] 一方、第２の層３６６は、接着層３６２に剛性を付与するために使用される。

[0117] 第１の層３６４は、例えば、アクリル樹脂、シリコーン樹脂、ウレタン樹脂、ゴム、またはオレフィン等で構成されても良い。第１の層３６４がシリコーン樹脂を含む場合、そのようなシリコーン樹脂は、フェニルメチル基またはジメチル基を有しても良い。

[0118] また、第１の層３６４は、例えば１μｍ～２００μｍの厚さを有しても良い。第１の層３６４の厚さは、５μｍ～１００μｍの範囲であることが好ましく、１０μｍ～６０μｍの範囲であることがより好ましい。

[0119] 第３の層３６８についても、第１の層３６４と同様のことが言える。

[0120] 第２の層３６６は、例えば、ポリイミド、ポリエチレン（ＰＥ）、ポリプロピレン（ＰＰ）、フッ化エチレンプロピレン共重合体（ＦＥＰ）、エチレン・四フッ化エチレン共重合体（ＥＴＦＥ）、ポリテトラフルオロエチレン（ＰＴＦＥ）、ポリエチレンテレフタレート（ＰＥＴ）、テトラフルオロエチレン－パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体（ＰＦＡ）、またはポリフッ化ビニリデン（ＰＶＤＦ）で構成される。

[0121] 第２の層３６６の厚さは、例えば、１μｍ～１００μｍの範囲であり、５μｍ～７５μｍの範囲であることが好ましく、１０μｍ～５０μｍの範囲であることがより好ましい。

[0122] なお、接着層３６２が単層で構成される場合、接着層３６２の仕様として、前述の第１の層３６４（または第３の層３６８）の記載が参照される。ただし、接着層３６２の厚さは、例えば、３μｍ～５００μｍの範囲となるように調整されても良い。

[0123] なお、図１０に示した例では、接着層３６２は、本体層３５２の第２の表面３５６の全体には設置されていない。すなわち、接着層３６２は、本体層３５２の第２の表面３５６に、部分的に設置され、その結果、本体層３５２の第２の表面３５６には、接着層３６２の非設置部分３７０が存在する。

[0124] これは、接着層３６２によって、本体層３５２に向かう水素ガスの流れが遮断されることを防止するためである。しかしながら、例えば、接着層３６２が有意に薄い場合など、接着層３６２により、本体層３５２に向かう水素ガスの流れが遮断されない場合には、接着層３６２は、本体層３５２の第２の表面３５６の全体にわたって設置されても良い。

[0125] 多層構造スペーサ３４０を使用する場合、多層構造スペーサ３４０は、該多層構造スペーサ３４０の第２の側３４４、すなわち接着層３６２が被検査部材１８０と接着されるようにして、被検査部材１８０上に設置される。

[0126] ここで、多層構造スペーサ３４０は、必ずしも、本体層３５２と接着層３６２とが一体化された状態で準備しておく必要はない。例えば、多層構造スペーサ３４０のうち、接着層３６２の部分のみを、先に被検査部材１８０上に設置しておき、その後、接着層３６２の上に、多層構造スペーサ３４０の本体層３５２を設置して、多層構造スペーサ３４０を完成させても良い。

[0127] その後、多層構造スペーサ３４０の第１の側３４２に、本発明の一実施形態によるガス検知エレメントの残りの部分（例えば、ガス検知層１２０および支持体１１０）が設置され、本発明の一実施形態によるガス検知エレメントが構成されても良い。

[0128] （剥離ライナー１５０）

剥離ライナー１５０としては、慣用の剥離紙等を使用することができ、特に限定されない。例えば、ＰＥＴ等の樹脂フィルムや紙等のライナー基材の表面に剥離処理層を有する剥離ライナーや、フッ素系ポリマー（ポリテトラフルオロエチレン等）やポリオレフィン系樹脂（ＰＥ、ＰＰ等）の低接着性材料からなる剥離ライナー等を用いることができる。上記剥離処理層は、例えば、シリコーン系、長鎖アルキル系、フッ素系、硫化モリブデン等の剥離処理剤により上記ライナー基材を表面処理して形成されたものであり得る。剥離ライナー１５０の厚さ（総厚さ）は特に限定されないが、剥離作業性や取扱い性、強度等の観点から、１０～５００μｍ（例えば１５～１００μｍ）程度とすることが好ましい。

[0129] なお、剥離ライナー１５０は、第１のガス検知エレメント１００の使用の際の剥離が容易となるように、各種剥離手段を有しても良い。そのような剥離手段は、前述のような突出部１５４であっても良い。あるいは、剥離手段は、剥離ライナー１５０の表面の一部に形成された、１または２以上の切り込みであっても良い。この切り込みに沿って、剥離ライナー１５０を分断することにより、剥離ライナー１５０を容易に剥離することができる。この場合、剥離ライナー１５０を構成する被分断部分のいくつかは、相互に重なり合っていても良い。

[0130] （第１のガス検知エレメント１００）

第１のガス検知エレメント１００を、実際に水素ガスの検知に使用した場合、色変化度ΔＬ*は、５ｃｍ^{2}の領域で、１０以上であることが好ましい。

[0131] 色変化度ΔＬ*は、以下の方法により評価することができる。

[0132] 色彩計を用いて、標準白板の色度を測定する。また、ガス検知エレメントの使用前の色度を測定する。なお、色度は、Ｌ*ａ*ｂ*表色系（ＣＩＥ　１９７６）の明度指数で表される。両者の測定色度の差の絶対値を求め、$\Delta L_{initial}$とする。

[0133] 同様に、使用後のガス検知エレメントの色度を測定する。前記標準白板の色度との差の絶対値を求め、ΔL_{final}とする。

[0134] これらの結果から、$\Delta L^* = |\Delta L_{initial} - \Delta L_{final}|$として、ガス検知エレメントの色変化度ΔＬ*を評価することができる。

[0135] 第１のガス検知エレメント１００の形態は、特に限られない。

[0136] 第１のガス検知エレメント１００は、例えば、パッチ状（小片）または短冊状の形態（以下、「既切断形態」と称する）であっても良い。

[0137] 既切断形態の場合、テープの形態とは異なり、使用の度に第１のガス検知エレメント１００を作業員が切断する必要がなくなり、第１のガス検知エレメント１００を被検査部材１８０に貼り付ける作業を効率的に行うことができる。

[0138] なお、第１のガス検知エレメント１００がパッチ状の場合、その形態は、

略円形、略楕円形、略三角形、略矩形、または略多角形など、各種形態であっても良い。略円形の場合、直径は、例えば、２ｍｍ～３０ｍｍの範囲、特に３ｍｍ～１０ｍｍの範囲であっても良い。また、略矩形の場合、最大辺の長さは、例えば、２ｍｍ～３０ｍｍの範囲、特に３ｍｍ～２５ｍｍの範囲であっても良い。

[0139] また、第１のガス検知エレメント１００がパッチ状の場合、第１のガス検知エレメント１００は、複数の第１のガス検知エレメント１００が積層方向に積層された積層体として、提供されても良い。

[0140] 図１１には、複数の第１のガス検知エレメント１００が順次積層されて構成される積層体１９０の一例を、模式的に示す。

[0141] 図１１に示すように、この積層体１９０は、第１のガス検知エレメント１００を５つ積層方向（矢印Ｆの方向）に積層することにより構成される。ただし、これは単なる一例であって、積層数（繰り返し回数）は、例えば、２回、３回、４回、６回、７回、８回、または９回以上であっても良い。

[0142] また、図１１に示した例では、各第１のガス検知エレメント１００は、図１に示したような構成を有する。しかしながら、それぞれの第１のガス検知エレメント１００において、支持体１１０または剥離ライナー１５０は、省略されても良い。

[0143] ただし、最下部（矢印Ｆの上流）の第１のガス検知エレメント１００における支持体１１０と、最上部の（矢印Ｆの下流）の第１のガス検知エレメント１００における剥離ライナー１５０とは、省略しないことが好ましい。ガス検知層１２０およびスペーサ１４０を露出させないためである。

[0144] 第１のガス検知エレメント１００を使用する際には、積層体１９０から、最上部または最下部の第１のガス検知エレメント１００を分離させる。この際には、第１のガス検知エレメント１００の剥離ライナー１５０に設けられた突出部１５４を持ち上げ、または押し下げて、一つの第１のガス検知エレメント１００を分離させても良い。

[0145] 一方、第１のガス検知エレメント１００が短冊状の形態の場合、その長手

方向の長さＬＬは、フランジやパイプなどの円形状の被検査部材の周寸法に適合するように選定されても良い。例えば、長手方向の長さＬＬは、２５０ｍｍ～６００ｍｍの範囲であっても良い。

[0146] 図１２には、短冊状の第１のガス検知エレメントの断面を模式的に示す。

[0147] 図１２に示すように、短冊状の第１のガス検知エレメント１００Ａは、支持体１１０Ａと、ガス検知層１２０Ａと、スペーサ１４０Ａと、剥離ライナー１５０Ａとを有する。なお、前述のように、支持体１１０Ａおよび剥離ライナー１５０Ａの少なくとも一つは、省略されても良い。

[0148] ガス検知層１２０Ａは、第１の表面１２２Ａおよび第２の表面１２４Ａを有する。ガス検知層１２０Ａの第１の表面１２２Ａは、支持体１１０Ａから遠い側の表面であり、第２の表面１２４Ａは、支持体１１０Ａに近い側の表面である。

[0149] ガス検知層１２０Ａは、樹脂マトリクス１３０Ａと、該樹脂マトリクス１３０Ａに添加されたケモクロミックピグメント１３５Ａとを有する。また、ガス検知層１２０は、粘着性を有する。

[0150] なお、これらの部材の構成は、前述の通りである。

[0151] ここで、短冊状の第１のガス検知エレメント１００Ａは、ガス検知層１２０Ａの第１の表面１２２Ａの長手方向の一端に、タブ部１６０Ａを有する。

[0152] このタブ部１６０Ａは、例えば、紙、プラスチック樹脂、フィルム、剥離ライナー等で構成される。タブ部１６０Ａは、非粘着の材料であっても良い。

[0153] なお、タブ部１６０Ａは、必ずしもガス検知層１２０Ａの第１の表面１２２Ａ上に設置する必要はない。例えば、タブ部１６０Ａは、ガス検知層１２０Ａの一端部において、ガス検知層１２０Ａから粘着性を除去することにより、構成されても良い。あるいは、タブ部１６０Ａは、支持体１１０Ａの一端部を、他の部材（特にガス検知層１２０Ａ）よりも外側に延伸させることにより、構成されても良い。

[0154] このようなタブ部１６０Ａを設けることにより、第１のガス検知エレメン

ト１００Ａの貼り付け後に、被検査部材１８０から、第１のガス検知エレメント１００Ａを容易に剥離することができる。すなわち、使用後に、被検査部材１８０から第１のガス検知エレメント１００Ａを剥離する際には、タブ部１６０Ａをつまみ、ガス検知層１２０Ａを被検査部材１８０から引き離すことにより、第１のガス検知エレメント１００Ａを被検査部材から剥離させることができる。

[0155] なお、このようなタブ部１６０Ａは、パッチ状の形態の第１のガス検知エレメント１００にも適用することができる。

[0156] （本発明の一実施形態による別のガス検知エレメント）

次に、図１３を参照して、本発明の一実施形態による別のガス検知エレメントについて説明する。

[0157] 図１３には、本発明の一実施形態による別のガス検知エレメント（以下、「第２のガス検知エレメント」と称する）の一構成例を模式的に示す。

[0158] 図１３に示すように、第２のガス検知エレメント２００は、第１の側２０２および第２の側２０４を有する。

[0159] また、第２のガス検知エレメント２００は、支持体２１０と、ガス検知層２２０と、剥離ライナー２５０とを有する。剥離ライナー２５０は、第２のガス検知エレメント２００の第１の側２０２を構成する。また、支持体２１０は、第２のガス検知エレメント２００の第２の側２０４を構成する。ただし、支持体２１０および剥離ライナー２５０の少なくとも一つは、省略されても良い。

[0160] なお、支持体２１０および剥離ライナー２５０の役割は、それぞれ、前述の第１のガス検知エレメント１００における支持体１１０および剥離ライナー１５０と同様である。従って、ここではこれ以上説明しない。

[0161] ガス検知層２２０は、第１の表面２２２および第２の表面２２４を有する。ガス検知層２２０の第１の表面２２２は、支持体２１０から遠い側の表面であり、第２の表面２２４は、支持体２１０に近い側の表面である。

[0162] また、ガス検知層２２０は、樹脂マトリクス２３０と、該樹脂マトリクス

２３０内に添加されたケモクロミックピグメント２３５とを有する。

[0163] ケモクロミックピグメント２３５は、水素ガスとの接触により、色が変化する材料、例えば酸化パラジウムを含んでも良い。

[0164] ガス検知層２２０は、粘着性を有する。

[0165] なお、図１３には示されていないが、第２のガス検知エレメント２００は、さらに、支持体２１０と、ガス検知層２２０との間に、密着層（下塗り層）を有しても良い。

[0166] ここで、ガス検知層２２０は、第１の表面２２２の略中央に、表面加工部２４３を有する。表面加工部２４３は、ガス検知層２２０の第１の表面２２２に、水素ガスが充満できる空間を形成するために設けられる。

[0167] 例えば図１３に示した例では、表面加工部２４３は、複数の凹部２４５で形成されており、これらの凹部２４５によって、空間が構成される。なお、隣接する凹部２４５同士は、薄い壁部２４７で仕切られている。

[0168] なお、図１３からは明確ではないが、表面加工部２４３を形成する各凹部２４５の奥行き方向の形状は、特に限られず、各凹部２４５の形状は、特に限られない。

[0169] 例えば、凹部２４５は、図１４および図１５に示すような形態であっても良い。

[0170] 図１４に示した例では、表面加工部２４３は、薄い壁部２４７を介して離間された、複数のストライプ状の溝２４８Ａを有する。すなわち、溝２４８Ａにより、図１３に示した凹部２４５が形成される。

[0171] 一方、図１５に示した例では、表面加工部２４３は、薄い壁部２４７を介して離間された、複数のディスク状の窪み２４８Ｂを有する。すなわち、窪み２４８Ｂにより、図１３に示した凹部２４５が形成される。

[0172] この他にも、凹部２４５の形態として、各種構造が想定される。

[0173] なお、このような表面加工部２４３は、例えば、ガス検知層２２０の第１の表面２２２に対してエンボス加工を実施することなどにより、形成することができる。

[0174] 次に、図１６を参照して、第２のガス検知エレメント２００の適用例について説明する。

[0175] 図１６には、第２のガス検知エレメント２００を、被検査部材１８０に設置した状態を模式的に示す。なお、図１６には、図面を見やすくするため、ガス検知層２２０に含まれるケモクロミックピグメント２３５は、示されていない。

[0176] 被検査部材１８０に対して、第２のガス検知エレメント２００を実際に使用する際には、まず、第２のガス検知エレメント２００から、剥離ライナー２５０が剥離除去される。この際には、剥離ライナー１５０に設けられた突出部（図１３には示されていない）を利用しても良い。

[0177] 次に、第２のガス検知エレメント２００が、被検査部材１８０に貼り付けられる。この際には、第２のガス検知エレメント２００は、剥離ライナー２５０の除去により露出された、ガス検知層２２０の第１の表面２２２が、被検査部材１８０に接触するようにして、被検査部材１８０に貼り付けられる。

[0178] 第２のガス検知エレメント２００は、ガス検知層２２０の第１の表面２２２に設けられた表面加工部２４３のうち、凹部２４５（すなわち、ガス検知層２２０の存在しない空間部分）が、被検査部材１８０の開口１８７の上に配置されるようにして、設置されることが好ましい。この場合、表面加工部２４３の壁部２４７が開口１８７の上に配置された場合に比べて、以降に示す水素ガスの漏洩の評価を、より迅速に行うことが可能になる。

[0179] ただし、表面加工部２４３の壁部２４７が十分に薄い場合には、そのような設置状態をあまり意識する必要はない。

[0180] これにより、図１６に示すような状態で、被検査部材１８０上に、ガス検知層２２０を設置することができる。なお、ガス検知層２２０は粘着性を有するため、ガス検知層２２０の粘着力により、第２のガス検知エレメント２００は、被検査部材１８０上に固定される。

[0181] この状態で、被検査部材１８０の孔１８５から水素ガスが漏洩すると、こ

の漏洩した水素ガスは、第２のガス検知エレメント２００の表面加工部２４３、特に凹部２４５に充満する。さらに、水素ガスは、薄い壁部２４７および別の凹部２４５を介して、表面加工部２４３全体に、比較的容易に拡散する。

[0182] その結果、ガス検知層２２０の第２の表面２２４において、水素ガスと接する領域が有意に増大し、大きな変色領域２２１を得ることができる。例えば、図１６に示した例では、孔１８５の開口１８７の直径ϕ_1に比べて、十分に大きな寸法L_2の変色領域２２１が得られる。

[0183] 従って、第２のガス検知エレメント２００では、孔１８５の開口１８７が微細な場合であっても、視認性の低下により、検査員が水素ガスの漏洩を適正に検出することが難しくなると言う問題を、有意に抑制することが可能になる。

[0184] なお、第２のガス検知エレメント２００において、図１３～図１５に示した表面加工部２４３は、単なる一例であって、表面加工部２４３は、水素ガスが充満できる空間を構成する限り、いかなる形態であっても良い。

[0185] 例えば、図１３において、表面加工部２４３は、単一の凹部２４５で形成されても良い。あるいは、表面加工部２４３は、第２の表面２２４に形成された１または２以上の凸部であっても良い。あるいは、表面加工部２４３は、１または２以上の凹部と、１または２以上の凸部との組み合わせであっても良い。

[0186] その他にも各種構成が想定され得る。

[0187] （本発明の一実施形態によるガス検知エレメントの製造方法）

次に、図１７を参照して、前述のような特徴を有する本発明の一実施形態によるガス検知エレメントの製造方法の一例について説明する。

[0188] 図１７には、本発明の一実施形態によるガス検知エレメントの製造方法のフローの一例を模式的に示す。

[0189] 図１７に示すように、本発明の一実施形態によるガス検知部材の製造方法（以下、「第１の製造方法」と称する）は、

（ｉ）ガス検知層用の塗布混合物を調製する工程（Ｓ１１０）と、

（ｉｉ）前記塗布混合物を支持体に塗布する工程（Ｓ１２０）と、

（ｉｉｉ）前記塗布混合物からガス検知層を形成する工程（Ｓ１３０）と、

（ｉｖ）ガス検知層の上にスペーサを設置する工程（Ｓ１４０）と、

を有する。

[0190] 以下、各工程について説明する。なお、ここでは、一例として、前述の第１のガス検知エレメント１００を例に、その製造方法について説明する、従って、各部材を参照する際には、図１に示した参照符号を使用する。

[0191] （工程Ｓ１１０）

まず、後にガス検知層１２０となる塗布混合物が調製される。

[0192] 塗布混合物は、例えば、ケモクロミックピグメントを含む分散液と、後にガス検知層１２０の樹脂マトリクス１３０となる処理液体とを混合することにより、作製される。

[0193] 以下、ケモクロミックピグメントを含む分散液、および処理液体を調製する方法の一例について説明する。

[0194] （分散液の調製方法）

ケモクロミックピグメントを含む分散液は、例えば、以下のように調製される。

[0195] まず、担体粒子を含むスラリーに、パラジウム塩を添加し、十分に混合する。スラリーは、水を含んでも良い。また、担体粒子は、二酸化チタンであっても良い。パラジウム塩は、例えば、塩化物、硫化物、硝酸塩、または酢酸塩等であっても良い。また、パラジウム塩は、溶液の形態で、スラリーに添加されても良い。

[0196] 次に、このスラリーに、酸またはアルカリを添加し、スラリーを中和する。この中和反応の際に、担体粒子の表面に微細な酸化パラジウム粒子が堆積し、表面に酸化パラジウムが設置された複合粒子を得ることができる。

[0197] 得られた複合粒子の表面には、さらに白金などの貴金属（パラジウムを除く）を設置しても良い。複合粒子の表面に白金を設置する場合、複合粒子の

スラリーに、白金化合物が添加される。スラリーの溶媒は、エタノールのような有機溶媒であっても良い。また、白金化合物は、例えば、塩化物、硫化物、硝酸塩、または酢酸塩を含む溶液であっても良い。

[0198] この混合液を十分に撹拌することにより、複合粒子の表面に白金が堆積されたケモクロミックピグメントを得ることができる。

[0199] ケモクロミックピグメントは、ケトンのような有機溶媒に懸濁され、分散液が形成される。有機溶媒は、ブチルアセテート、メチルエチルケトン、またはメチルイソブチルケトンなどであっても良い。

[0200] （処理液体の調製方法）

処理液体は、例えば、シロキサン前駆体および開始剤を含む。処理液体は、さらに溶媒を含んでも良い。

[0201] シロキサン前駆体は、例えば、オルガノシロキサンおよび／またはオリゴシロキサンを含んでも良い。

[0202] オルガノシロキサンは、モノマーまたはポリマー（直鎖または環状）のメチルシロキサンであっても良い。

[0203] オリゴシロキサンは、ＭＱレジンのようなシリコーン樹脂を有しても良い。

[0204] 開始剤は、パーオキサイドを有しても良い。例えば、開始剤は、ベンゾイルパーオキサイド、または２，４－ジクロロベンゾイルパーオキサイドであっても良い。

[0205] 開始剤は、０．１質量％～３．０質量％の範囲の濃度で、処理液体中に添加されても良い。

[0206] 溶媒は、メチルベンゼンおよびエチルベンゼンのような、アルキルベンゼンを含んでも良い。メチルベンゼンとしては、例えばキシレンやトルエンが挙げられる。キシレンは、例えば、１，２－ジメチルベンゼン、１，３－ジメチルベンゼン、１，４－ジメチルベンゼン、またはこれらの任意の組み合わせであっても良い。

[0207] 前述の分散液と、処理液体とを混合することにより、塗布混合物が調製さ

れる。

[0208] （工程Ｓ１２０）

次に、工程Ｓ１１０で調製された塗布混合物が、支持体１１０の表面に塗布される。

[0209] 塗布混合物の塗布方法は、特に限られない。塗布混合物は、例えば、刷毛塗り、スプレー塗布、または印刷など、各種方法により、支持体１１０の表面に設置されても良い。

[0210] なお、工程Ｓ１３０で得られるガス検知層１２０と支持体１１０との間の密着力を高めるため、支持体１１０の表面に、予め密着層を設置しておいても良い。

[0211] 密着層は、例えば、フェニルメチル系樹脂であっても良い。

[0212] （工程Ｓ１３０）

次に、支持体１１０の上に設置された塗布混合物から、ガス検知層が形成される。

[0213] 例えば、塗布混合物に含まれる溶媒を除去した後、塗布混合物を硬化させることにより、シロキサンポリマーの樹脂マトリクス１３０中にケモクロミックピグメント１３５が分散された、ガス検知層１２０を形成することができる。溶媒を除去するための加熱温度は、例えば２５℃～１００℃の範囲である。

[0214] 塗布混合物を硬化する際には、開始剤が十分に活性になる温度まで、塗布混合物を加熱しても良い。開始剤により、塗布混合物に含まれるシロキサン前駆体が架橋され、ガス検知層１２０の樹脂マトリクス１３０が形成される。

[0215] 開始剤を活性化するための加熱温度は、例えば、１２０℃～２５０℃の範囲であっても良い。

[0216] （工程Ｓ１４０）

次に、工程Ｓ１３０で形成されたガス検知層１２０の上に、スペーサ１４０が設置される。

[0217] スペーサ１４０の設置方法は、特に限られない。例えば、スペーサ１４０は、手作業により、ガス検知層１２０の上に設置しても良い。

[0218] また、スペーサの種類は、前述のものに限られず、水素ガスに対する透過性を有する限り、いかなる材料も使用可能である。

[0219] なお、前述のように、スペーサ１４０は、必ずしも設置段階で、水素ガスに対する透過性を有する必要はない。例えば、発泡が可能な未発泡層をガス検知層１２０の上に設置しておき、使用の際に、この未発泡層に熱を加えて発泡させることにより、スペーサ１４０を形成しても良い。

[0220] 以上の工程により、図１に示したような第１のガス検知エレメント１００を製造することができる。なお、この第１の製造方法は、単なる一例であって、第１のガス検知エレメント１００は、その他の製造方法で製造されても良い。

[0221] 例えば、前述のように、スペーサ１４０のみを先に被検査部材１８０に設置しておき、その後、スペーサ１４０の上にガス検知層１２０などの部材を設置することにより、第１のガス検知エレメント１００を構成しても良い。

[0222] 以上、水素ガスを検知することが可能な、第１および第２のガス検知エレメント１００、１００Ａ、２００を例に、本発明によるガス検知エレメントの構成例および特徴等について説明した。しかしながら、本発明によるガス検知エレメントは、水素ガス以外の還元性ガスを検知することができるように構成されても良いことは、当業者には明らかである。

[0223] すなわち、本発明によるガス検知エレメントでは、ガス検知層に含まれるケモクロミックピグメントに含まれる変色材料を適正に選定することにより、種々の還元性ガスに対して感度を有するガス検知エレメントを提供することができる。

実施例

[0224] 以下、本発明の実施例について説明する。

[0225] （例１）

以下の方法により、ガス検知エレメントを製造した。

[0226] ガス検知エレメントは、支持体、下塗り層、ケモクロミックピグメントを含むガス検知層、およびスペーサを、この順に有する構成とした。

[0227] （支持体およびスペーサの準備）

支持体として、厚さ２５μｍのポリイミド（Ｋａｐｔｏｎ）（Ｄｕｐｏｎｔ Ｈｉｇｈ Ｐｅｒｆｏｒｍａｎｃｅ Ｆｉｌｍｓ Ｃｉｒｃｌｅｖｉｌｌｅ，ＯＨ，ＵＳＡ）を準備した。

[0228] また、スペーサとして、縦１０ｍｍ×横１０ｍｍの寸法の不織布（ＨＯＰ－６０ＨＣＦ（１７０）；廣瀬製紙社製）を準備した。この不織布の厚さは、約１６４μｍである。

[0229] ガーレー法を用いて、このスペーサの通気性を評価した。測定にはガーレー式デンソメータ（Ｎｏ．３２３－ＡＵＴＯ；安田精機社製）を使用し、ＪＩＳ Ｐ８１１７に準拠して、測定を実施した。

[0230] 測定の結果、このスペーサの通気度は、０．０６秒／１００ｃｍ^{3}であった。

[0231] （下塗り層用の塗布液の調製）

下塗り層用の塗布液を、以下の方法で調製した。

[0232] １５．０６ｇのフェニルメチルシロキシ基を有するポリシロキサン（ＳＳ４１９５Ａ－Ｄ１：Ｍｏｍｅｎｔｉｖｅ社製）を、室温でキシレン９６．６１ｇに溶解させた後、十分に撹拌して、均一な溶液を得た。撹拌状態で、この溶液に、０．３４ｇの架橋剤（ＳＳ４１９１Ｂ：Ｍｏｍｅｎｔｉｖｅ社製）を添加し、さらに数分間撹拌した。次に、０．５６７ｇの促進剤（ＳＳ４２５９ｃ：Ｍｏｍｅｎｔｉｖｅ社製）、および０．５６７ｇの触媒（ＳＳ４１９２Ｃ：Ｍｏｍｅｎｔｉｖｅ社製）を順次添加し、数分間撹拌した。これにより、下塗り層用の塗布液（「Ｕ－１」と称する）が得られた。

[0233] （ケモクロミックピグメントの調製）

次に、以下の方法で、ケモクロミックピグメントを調製した。

[0234] １００ｍＬの水に、２．５ｇのTiO_2粒子（平均粒径５μｍ未満、ルチル型）を加え、スラリーを調製した。ＮａＯＨ溶液を用いて、このスラリーの

ｐＨを１０．６に調整した状態で、７０℃で１時間撹拌した。

[0235] 次に、ＮａＯＨ溶液を用いて、スラリーのｐＨを１０．６に維持した状態で、２．５０ｍＬのＰｄＣｌ$_2$溶液（０．２８１Ｍ）を追加した。その後、ＨＣｌ溶液（３Ｎ）を用いて、混合液体のｐＨを８に調整した。

[0236] 次に、この混合液体を撹拌し、１時間加熱した。これにより、ＴｉＯ$_2$粒子の表面にＰｄＯが堆積された。得られた固体を濾過後、洗浄した。その後、１１０℃で３時間乾燥した。

[0237] これにより、３．３質量％のＰｄＯを含むＰｄＯ／ＴｉＯ$_2$粒子（以下、「Ｃ－１」と称する）が得られた。

[0238] １００ｍＬのエタノール中に、得られたＰｄＯ／ＴｉＯ$_2$粒子（Ｃ－１）を２．５ｇ懸濁させ、スラリーを調製した。このスラリーに、０．０１９ｇの$Na_2PtCl_6 \cdot 6H_2O$（Ａｌｄｒｉｃｈ社製）を添加した。スラリーのｐＨは、ＮａＯＨを用いて６に維持した。

[0239] 次に、このスラリーを超音波処理により十分に撹拌した後、得られた生成物を濾過し、エタノールで洗浄した。その後、生成物を室温で乾燥させた。

[0240] 次に、生成物を１１０℃で３時間熱処理した。これにより、０．２６質量％のＰｔが担持されたケモクロミックピグメント（以下、「ＣＣ－１」と称する）が得られた。

[0241] （ガス検知層用の塗布混合物の調製）

以下のように、前述の方法で調製したケモクロミックピグメントＣＣ－１を使用して、ガス検知層用の塗布混合物を調製した。

[0242] まず、１０．４ｇのメチルエチルケトンに、２．３９ｇのケモクロミックピグメントＣＣ－１を十分に分散させることにより、ケモクロミックピグメントの分散液を作製した。

[0243] 次に、１０ｇのトルエンに、１．０ｇのベンゾイルパーオキサイド（９７％、Ｌｕｐｅｒｏｘ（登録商標）Ａ９８、Ａｌｄｒｉｃｈ）を添加した。得られた溶液を１分間撹拌し、ベンゾイルパーオキサイドを完全に溶解させた。

[0244] 次に、この溶液全てと、１８ｇのトルエンとを、７５ｇのシロキサン前駆体（ＰＳＡ５１８，Ｍｏｍｅｎｔｉｖｅ Ｐｅｒｆｏｒｍａｎｃｅ Ｍａｔｅｒｉａｌｓ，Ｗａｔｅｒｆｏｒｄ，ＮＹ ＵＳＡ）に添加し、3分間撹拌した。これにより、シリコーン系樹脂を含む処理液体が作製された。

[0245] 次に、得られた処理液体中に、前述のケモクロミックピグメントの分散液を１２．７９ｇ添加し、均一になるまで十分に撹拌した。

[0246] これにより、塗布混合物（「ＣＭ－１」と称する）が得られた。

[0247] （ガス検知エレメントの作製）

ガス検知エレメントは、以下のように作製した。

[0248] まず支持体の上に、厚さ約１μｍの下塗り層用の塗布液Ｕ－１をコーティングした。その後、１２０℃で乾燥させ、下塗り層を形成した。

[0249] 次に、バーコーター（ＳＡ－２１０；テスター産業株式会社製）を用いて、この下塗り層の上に、塗布混合物ＣＭ－１をコーティングした。

[0250] 次に、この下塗り層および塗布混合物ＣＭ－１がコーティングされた支持体を、２５℃で乾燥させ、溶媒を除去した。次に、支持体を、オーブン内で１７７℃に３分間保持した。これにより、下塗り層の上に、ガス検知層が形成された。ガス検知層の厚さは、約３５μｍであった。

[0251] 次に、支持体／下塗り層／ガス検知層で構成された組立体を、２０ｍｍ×２０ｍｍの寸法に切断した。

[0252] また、組立体のガス検知層側の略中央に、スペーサとして、前述の不織布を設置した。

[0253] これにより、パッチタイプのガス検知エレメント（以下、「サンプル１」と称する）が得られた。

[0254] （例２）

例１と同様の方法により、パッチタイプのガス検知エレメント（以下、「サンプル２」と称する）を製造した。

[0255] ただし、この例２では、スペーサとして、前述の不織布を２枚重ねたものを使用した。従って、スペーサの厚さは、３２８μｍである。

[0256] 前述の方法で、スペーサの通気度を測定したところ、このスペーサの通気度は、０．１１秒／１００ｃｍ^{3}であった。

[0257] （例３）

例１と同様の方法により、ガス検知エレメントを製造した。

[0258] ただし、この例３では、スペーサとして、厚さが約１５０μｍのシリコーン系熱拡散シート（ＥＸ４００１５ＤＳ；デクセリアルズ社製）を使用した。

[0259] これにより、パッチタイプのガス検知エレメント（以下、「サンプル３」と称する）が得られた。

[0260] （例４）

例１と同様の方法により、パッチタイプのガス検知エレメント（以下、「サンプル４」と称する）を製造した。

[0261] ただし、この例３では、スペーサとして、ポリテトラフルオロエチレン（ＰＴＦＥ）系の多孔質シート（ＮＴＦ１１３１；日東電工株式会社製）を使用した。この多孔質シートの厚さは、７０μｍである。

[0262] 前述の方法で、スペーサの通気度を測定したところ、このスペーサの通気度は、４．１秒／１００ｃｍ^{3}であった。

[0263] （例５）

例４と同様の方法により、パッチタイプのガス検知エレメント（以下、「サンプル５」と称する）を製造した。

[0264] ただし、この例５では、スペーサとして、ポリテトラフルオロエチレン（ＰＴＦＥ）系の多孔質シート（ＮＴＦ１１３３；日東電工株式会社製））を使用した。この多孔質シートの厚さは、７５μｍである。

[0265] 前述の方法で、スペーサの通気度を測定したところ、このスペーサの通気度は、１．５秒／１００ｃｍ^{3}であった。

[0266] （例６）

例１と同様の方法により、ガス検知エレメントを製造した。

[0267] ただし、この例６では、スペーサとして、厚さが１２０μｍのクラフト紙

（両更クラフトＰＥラミネート紙；株式会社小松社製）を使用した。

[0268] これにより、パッチタイプのガス検知エレメント（以下、「サンプル６」と称する）が得られた。

[0269] （例７）

例１と同様の方法により、パッチタイプのガス検知エレメント（以下、「サンプル７」と称する）を製造した。

[0270] ただし、この例７では、スペーサとして、厚さが６８０μｍのボール紙（白色）を使用した。

[0271] 前述の方法で、スペーサの通気度を測定したところ、このスペーサの通気度は、２２０秒／１００ｃｍ^{3}であった。

[0272] （例８）

例１と同様の方法により、ガス検知エレメントを製造した。

[0273] ただし、この例８では、スペーサを使用しなかった。すなわち、支持体／下塗り層／ガス検知層の構成を有するガス検知エレメント（以下、「サンプル８」と称する）を製造した。

[0274] 以下の表１には、各例において製造されたサンプルにおけるスペーサの仕様を、まとめて示した。

[0275]

[表1]

サンプル	スペーサ	
	材料	厚さ（μm）
1	不織布	164
2	不織布	328
3	熱拡散シート	150
4	多孔質シート	70
5	多孔質シート	75
6	クラフト紙	116
7	ボール紙	680
8	なし	-

[0276] （評価）

前述の方法で製造した各サンプル１～８を用いて、以下の試験を実施した。

[0277] 内径１０ｍｍφ（容積２４ｍｌ）のシリンジを準備した。このシリンジの両端（入口端および出口端）には、開閉バルブが設けられており、シリンジの側面の略中央部分には、直径２ｍｍφの開放孔（貫通孔）が一つ形成されている。

[0278] 次に、このシリンジの貫通孔の開口を塞ぐようにして、シリンジの側面に、サンプルを貼り付けた。この際には、シリンジの貫通孔の開口が、サンプルのスペーサの略中央部分と接するようにして、サンプルを設置した。なお、サンプル８においては、ガス検知層の略中央部分が貫通孔の開口と接するようにして、サンプル８を設置した。

[0279] 次に、シリンジの入口端に水素ガス源を接続した。また、室温において、

入口端および出口端の開閉バルブを開にして、シリンジの入口端から水素ガスを流通させた。水素ガスの流量は６ｍｌ／分であり、流通時間は３分間とした。

[0280] ３分経過後に、水素ガスの流通を停止し、両開閉バルブを閉止した。また、サンプルを支持体の側から観察した。

[0281] このような試験を各サンプルについて実施した。また、支持体の側からサンプルの変色領域の面積（以下、「変色面積」という）S_cを測定し、貫通孔の開口の面積S_rに対する変色面積S_cの割合S_c/S_r、およびスペーサの面積S_sに対する変色面積S_cの割合S_c/S_sを、それぞれ評価した。

[0282] 以下の表２には、各サンプル１～８において得られた結果をまとめて示す。

[0283] [表2]

サンプル	割合S_c/S_r (%)	割合S_c/S_s (%)
1	428	121
2	428	121
3	796	225
4	598	169
5	598	169
6	510	144
7	694	196
8	178	-

[0284] この表２から、スペーサを有さないサンプル８では、割合S_c/S_rが１７８％となっていることがわかる。このことから、サンプル８では、貫通孔の開口から漏洩する水素ガスは、サンプル８のガス検知層内に、あまり拡散されないことがわかる。

[0285] これに対して、スペーサを備えるサンプル１～サンプル７では、いずれも、割合S_c/S_rが有意に上昇していることがわかる。また、割合S_c/S_sも、有意に大きな値を示すことがわかる。

[0286] 例えば、割合S_c/S_rは、最も小さい場合でも４２８％（サンプル１およびサンプル２）となっており、変色領域は、貫通孔の開口の面積の４倍以上に広がっていることがわかる。また、割合S_c/S_sは、最も小さい場合でも１２１％（サンプル１およびサンプル２）となっており、水素ガスは、スペーサの領域を超えて広がっていることがわかる。

[0287] なお、サンプル１～サンプル７において、前述の方法で、変色領域の色変化度ΔＬ*を評価した。その結果、色変化度ΔＬ*は、いずれのサンプルにおいても１０以上であった。

[0288] このように、ガス検知層と被検査部材との間にスペーサを設けることにより、変色領域が広がり、色変化の視認性が向上することが確認された。

[0289] 本願は、２０１７年８月８日に出願した日本国特許出願２０１７－１５３５９６号、および２０１８年８月１日に出願した日本国特許出願２０１８－１４５００６号に基づく優先権を主張するものであり、同日本国出願の全内容を本願に参照により援用する。

符号の説明

[0290]

１	従来の水素検知テープ
１０	支持体
２０	水素ガス検知層
２１	変色領域
２９	粘着剤層
１００	第１のガス検知エレメント
１００Ａ	短冊状の第１のガス検知エレメント
１０２	第１の側
１０４	第２の側
１１０、１１０Ａ	支持体

１２０、１２０Ａ　ガス検知層

１２１　　変色領域

１２２、１２２Ａ　第１の表面

１２４、１２４Ａ　第２の表面

１３０、１３０Ａ　樹脂マトリクス

１３５、１３５Ａ　ケモクロミックピグメント

１４０、１４０－１、１４０－２、１４０－３、１４０－４、１４０－５、１４０－６、１４０Ａ　スペーサ

１４２　　接触部

１４３Ａ、１４３Ｂ　中央矩形部

１４４Ａ、１４４Ｂ　延伸部

１４６Ｃ　　コーナー部

１４６Ｄ　　底辺

１４６Ｓ　　コーナー部

１４６Ｕ　　上辺

１４９　　隙間

１５０、１５０Ａ　剥離ライナー

１５４　　突出部

１６０Ａ　　タブ部

１８０　　被検査部材

１８１　　第１の面

１８３　　第２の面

１８５　　孔

１８７　　開口

１９０　　積層体

２００　　第２のガス検知エレメント

２０２　　第１の側

２０４　　第２の側

２１０　支持体
２２０　ガス検知層
２２１　変色領域
２２２　第１の表面
２２４　第２の表面
２３０　樹脂マトリクス
２３５　ケモクロミックピグメント
２４３　表面加工部
２４５　凹部
２４７　壁部
２４８Ａ　溝
２４８Ｂ　窪み
２５０　剥離ライナー
３４０　多層構造スペーサ
３４２　第１の側
３４４　第２の側
３５２　本体層
３５４　第１の表面
３５６　第２の表面
３６２　接着層
３６４　第１の層
３６６　第２の層
３６８　第３の層
３７０　非設置部分

請求の範囲

[請求項1] 測定対象ガスを検知するガス検知エレメントであって、

ケモクロミックピグメントを含有するガス検知層と、

スペーサと、

を有し、

前記スペーサは、前記測定対象ガスに対する透過性を有し、

前記スペーサは、前記ガス検知層の第１の表面上に配置され、該ガス検知層よりも小さな面積を有する、ガス検知エレメント。

[請求項2] 前記スペーサは、

・パルプからなる紙、

・ガラス、セラミック、もしくは金属などの無機材料繊維、または合成樹脂などの高分子材料の繊維を含む不織布もしくは織布、

・ガラス、セラミック、もしくは金属などの無機材料、または合成樹脂などの高分子材料を含む熱拡散シート、

・ガラス、セラミック、もしくは金属などの無機材料、または合成樹脂などの高分子材料を含む多孔質シート、または

・連通孔を有する発泡体、

からなる群から選択される、請求項１に記載のガス検知エレメント。

[請求項3] 前記スペーサは、端面の少なくとも一部が外部に露出されている、請求項１または２に記載のガス検知エレメント。

[請求項4] 前記スペーサは、上面視、前記ガス検知層に周囲が囲まれている、請求項１または２に記載のガス検知エレメント。

[請求項5] 前記スペーサは、５μｍ～１０００μｍの範囲の厚さを有する、請求項１乃至４のいずれか一つに記載のガス検知エレメント。

[請求項6] 上面視、前記ガス検知層の面積をS_gとし、前記スペーサの面積をS_sとしたとき、比S_s／S_gは、０．０２～０．９の範囲である、請求項１乃至５のいずれか一つに記載のガス検知エレメント。

[請求項7] 測定対象ガスを検知するガス検知エレメントであって、

ケモクロミックピグメントを含有するガス検知層を有し、

前記ガス検知層は、第１の表面に、前記測定対象ガスが充満する空間を有し、

前記空間は、前記ガス検知層よりも小さな面積を有する、ガス検知エレメント。

[請求項8] 前記ガス検知層は、前記第１の表面に凹部および／または凸部を有し、該凹部および／または凸部により、前記空間が形成される、請求項７に記載のガス検知エレメント。

[請求項9] さらに、前記ガス検知層の前記第１の表面の側に、剥離ライナーを有する、請求項１乃至８のいずれか一つに記載のガス検知エレメント。

[請求項10] さらに、前記ガス検知層の前記第１の表面とは反対の側に、支持体を有する、請求項１乃至９のいずれか一つに記載のガス検知エレメント。

[請求項11] 前記支持体は、ポリイミド、ポリエチレン（ＰＥ）、ポリプロピレン（ＰＰ）、フッ化エチレンプロピレン共重合体（ＦＥＰ）、エチレン・四フッ化エチレン共重合体（ＥＴＦＥ）、ポリテトラフルオロエチレン（ＰＴＦＥ）、ポリエチレンテレフタレート（ＰＥＴ）、テトラフルオロエチレン－パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体（ＰＦＡ）、またはポリフッ化ビニリデン（ＰＶＤＦ）で構成される、請求項１０に記載のガス検知エレメント。

[請求項12] 前記ケモクロミックピグメントは、還元性ガスとの接触によって変色する、請求項１乃至１１のいずれか一つに記載のガス検知エレメント。

[請求項13] 前記ケモクロミックピグメントは、担体粒子の表面に、パラジウム以外の貴金属が担持またはドープされた酸化パラジウムを有する、請求項１乃至１２のいずれか一つに記載のガス検知エレメント。

[請求項14] 前記担体粒子は、酸化チタンを有する、請求項１３に記載のガス検

知エレメント。

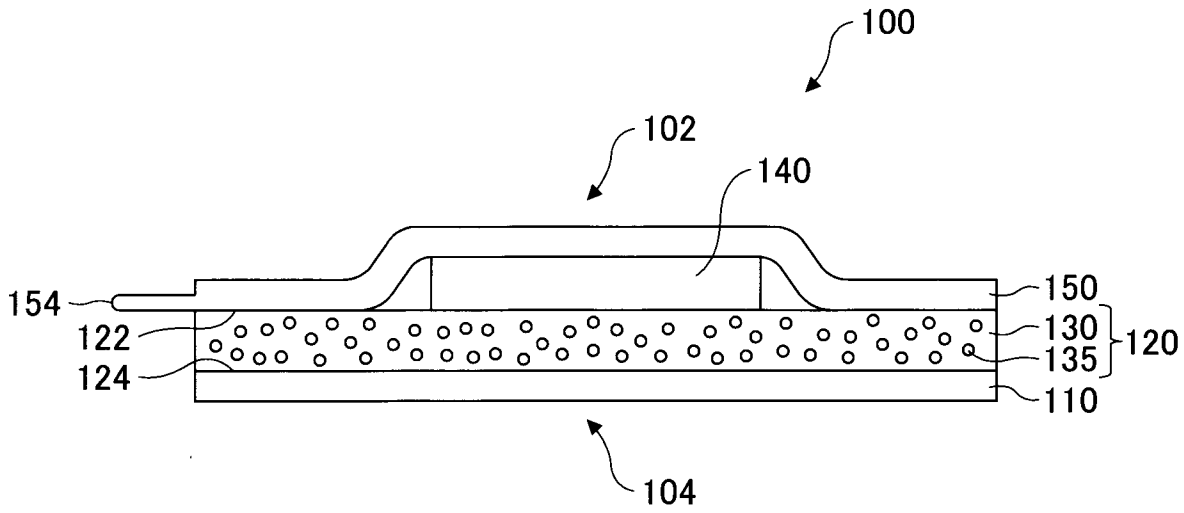
[請求項15] 前記ガス検知層は、シリコーン樹脂を含む、請求項１乃至１４のいずれか一つに記載のガス検知エレメント。

[請求項16] 前記シリコーン樹脂は、フェニルメチル基またはジメチル基を有する、請求項１５に記載のガス検知エレメント。

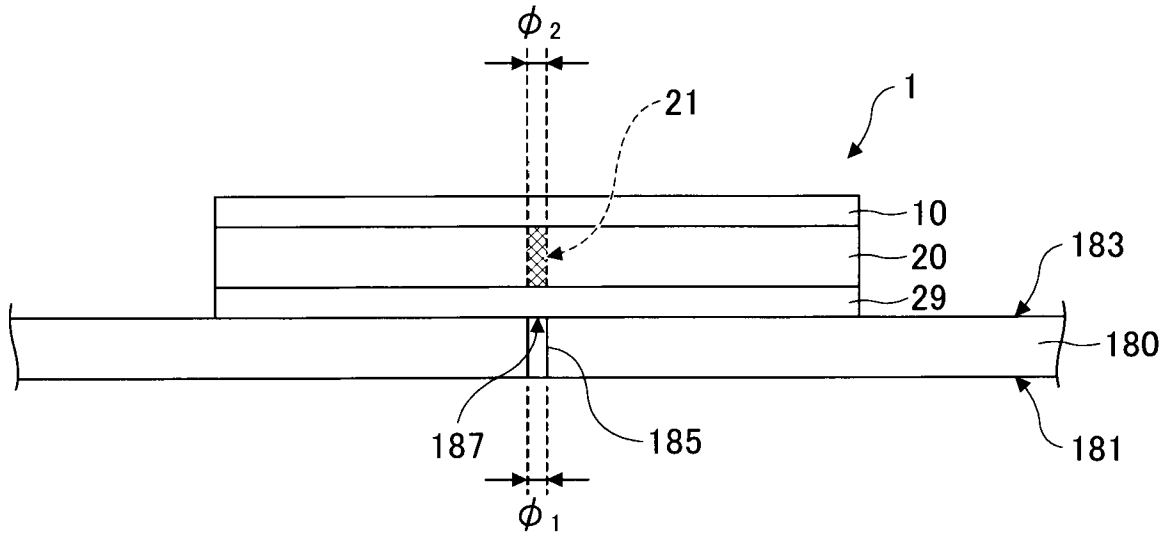
[請求項17] 当該ガス検知エレメントは、パッチ状または短冊状の形態である、請求項１乃至１６のいずれか一つに記載のガス検知エレメント。

[請求項18] 前記測定対象ガスは、水素ガスである、請求項１乃至１７のいずれか一つに記載のガス検知エレメント。

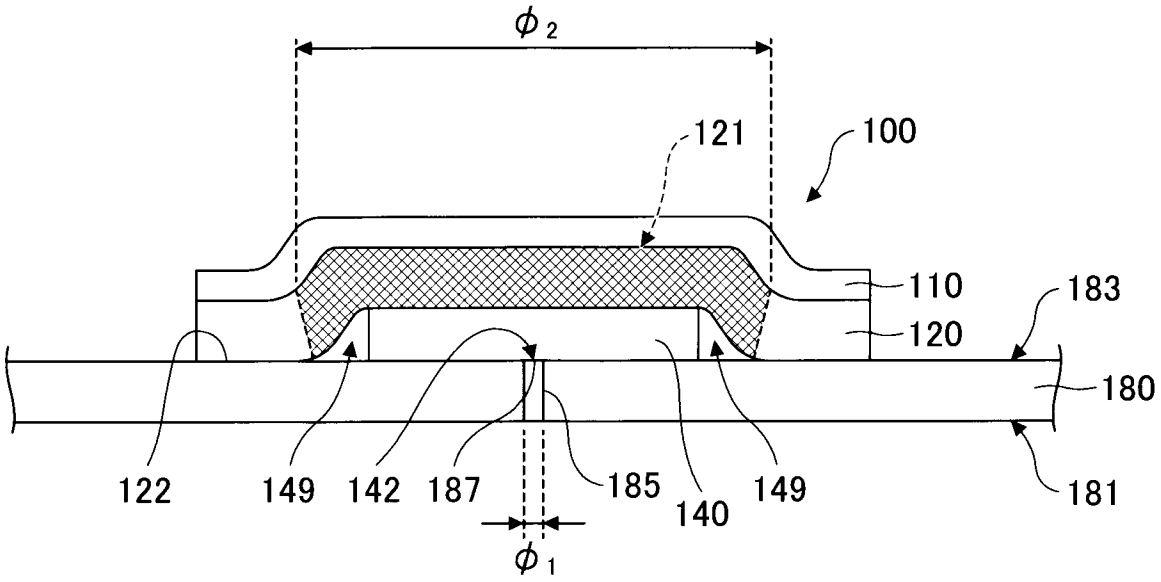
[図1]


100
102
140
154
150
122
130
120
135
124
110
104

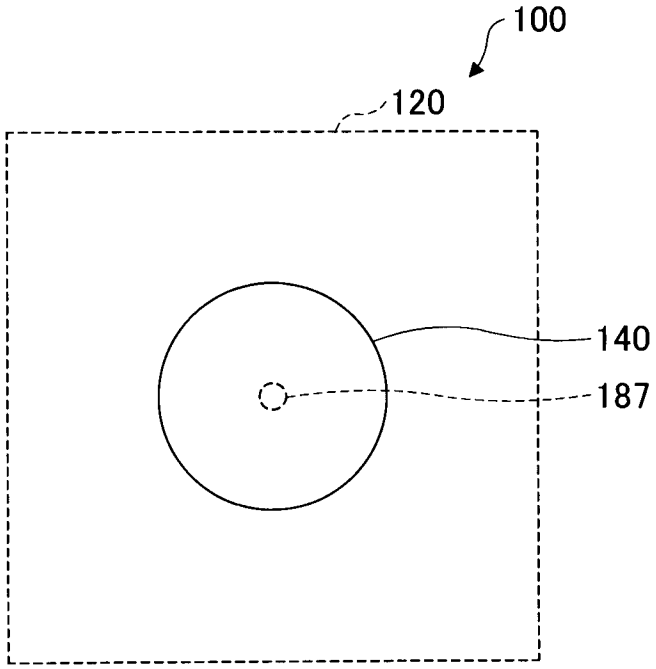
[図2]


ϕ_2
21
1
10
20
183
29
180
187
185
181
ϕ_1

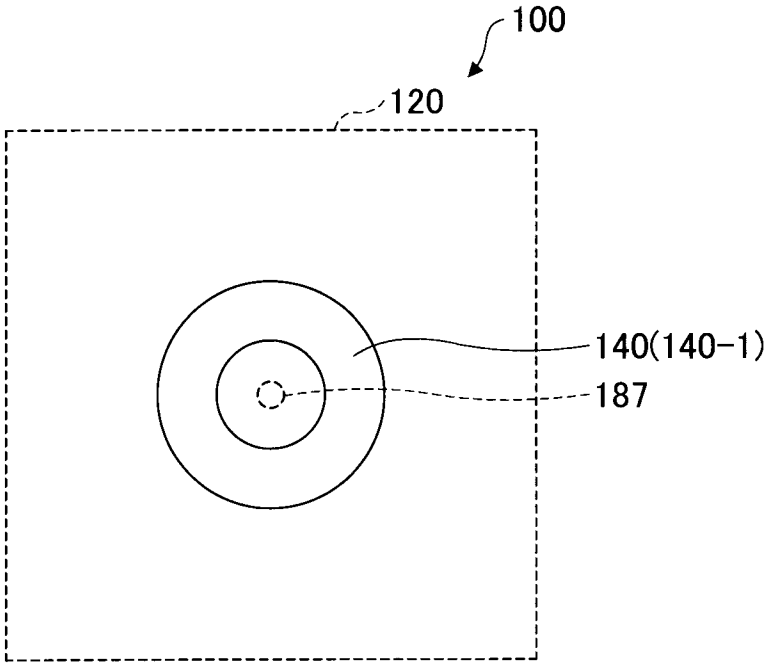
[図3]


ϕ_2
121
100
110
120
183
180
122
149
142
187
185
140
149
181
ϕ_1

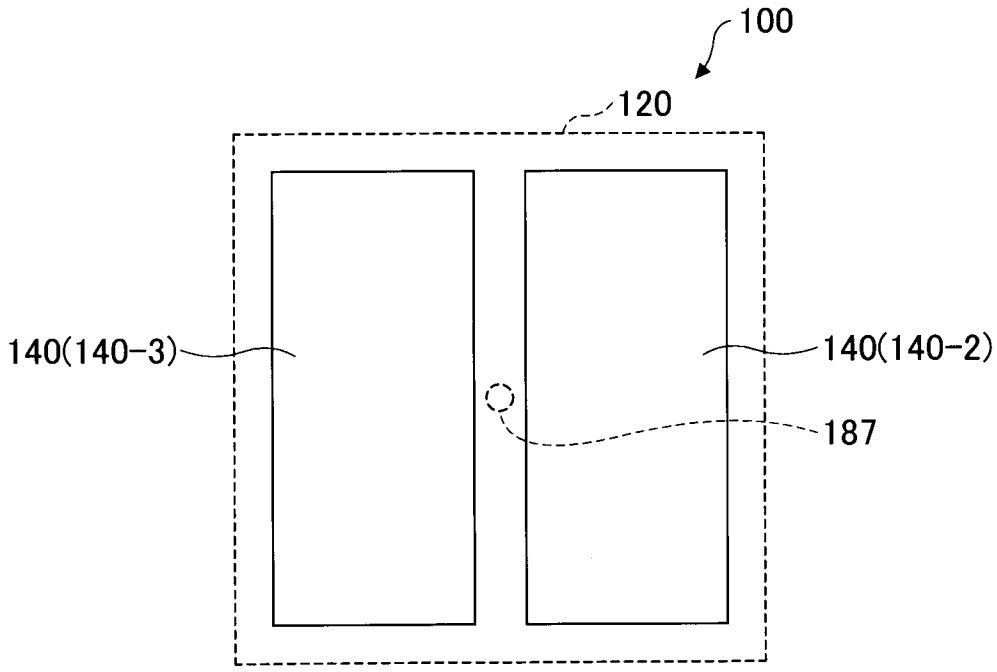
[図4]


100
120
140
187

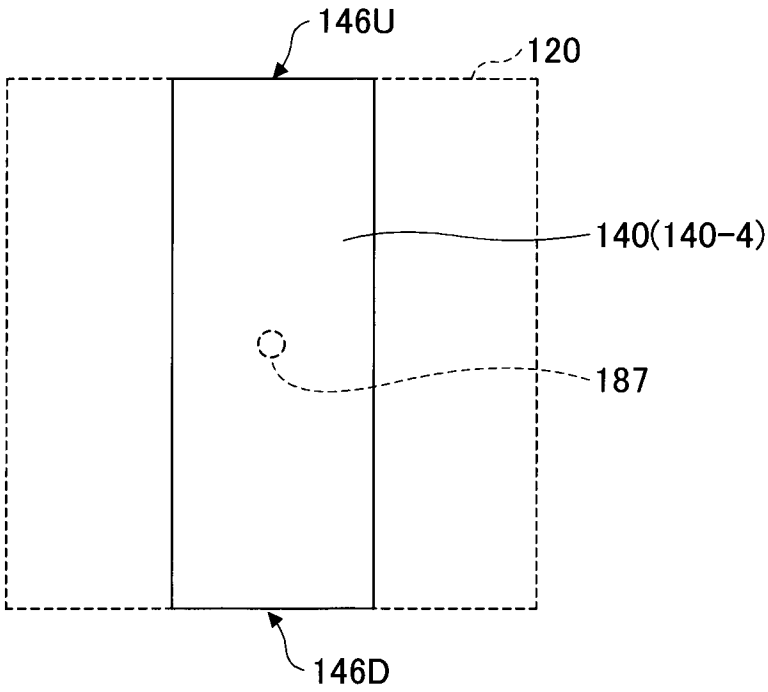
[図5]



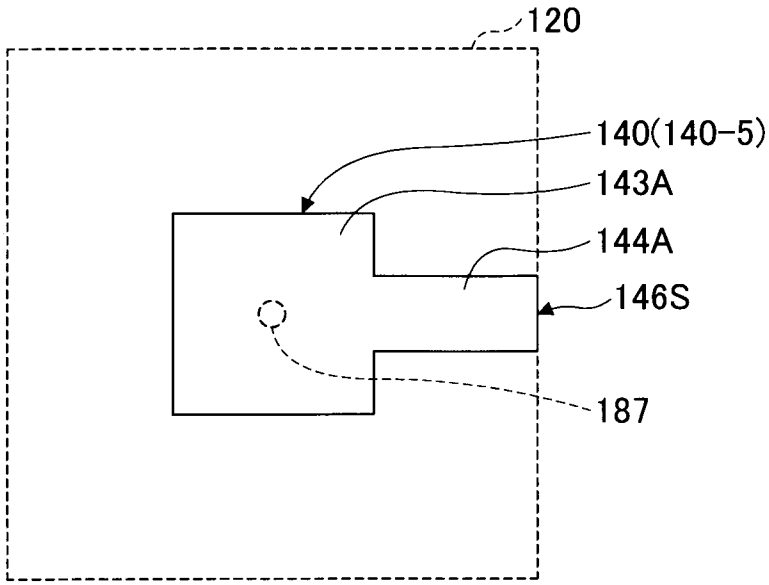
[図6]



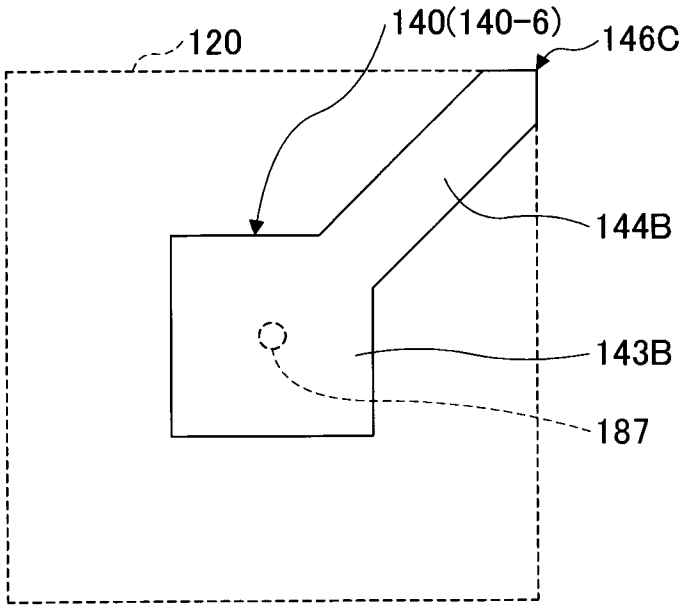
[図7]



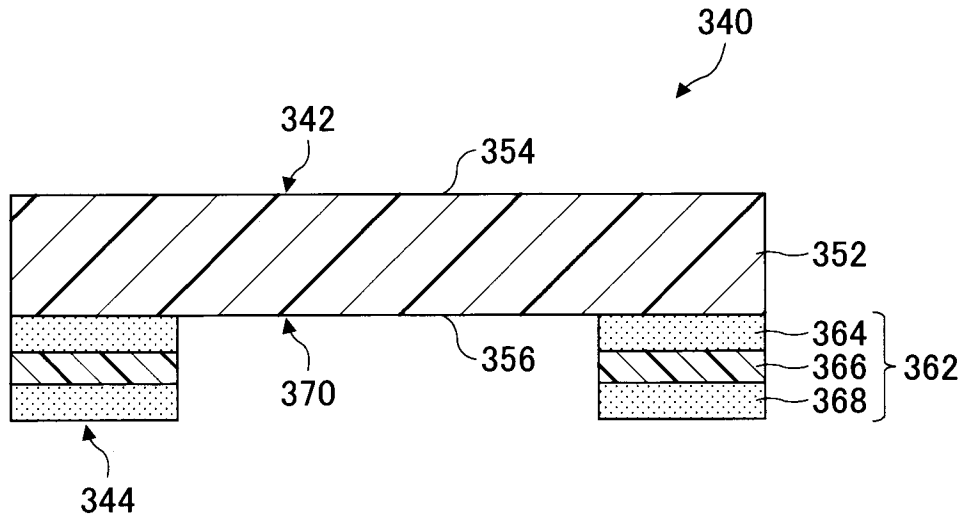
[図8]


120
140(140-5)
143A
144A
146S
187

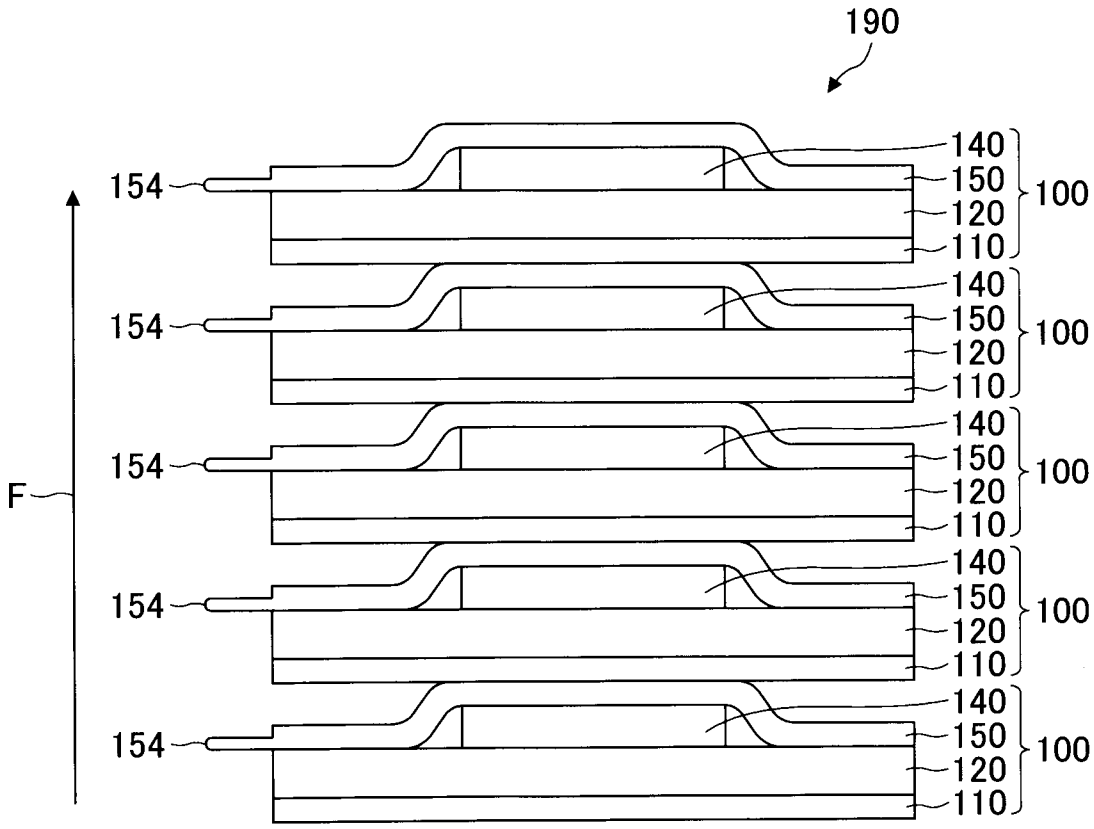
[図9]


120
140(140-6)
146C
144B
143B
187

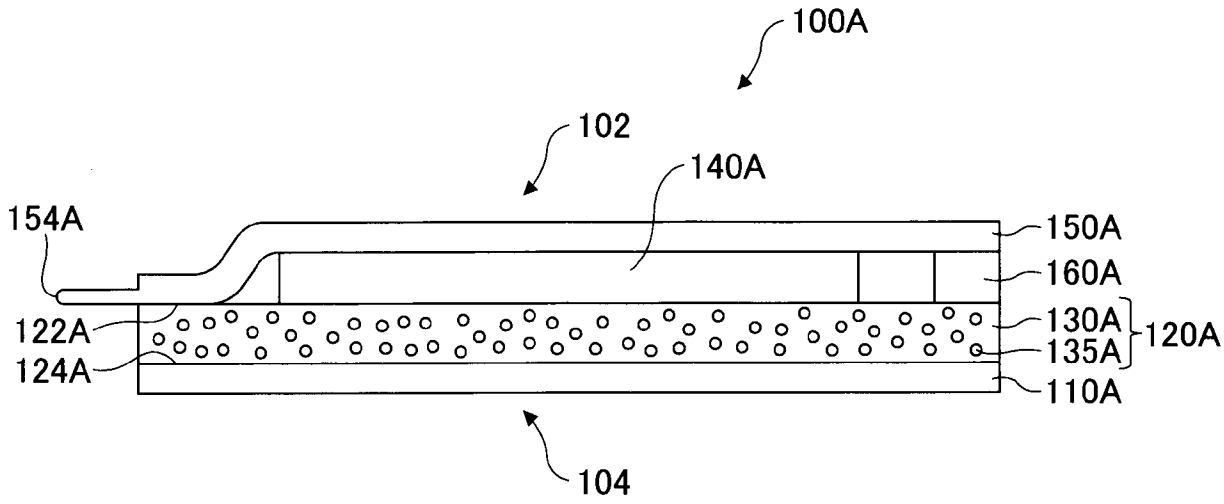
[図10]


340
342
354
352
364
366
362
368
356
370
344

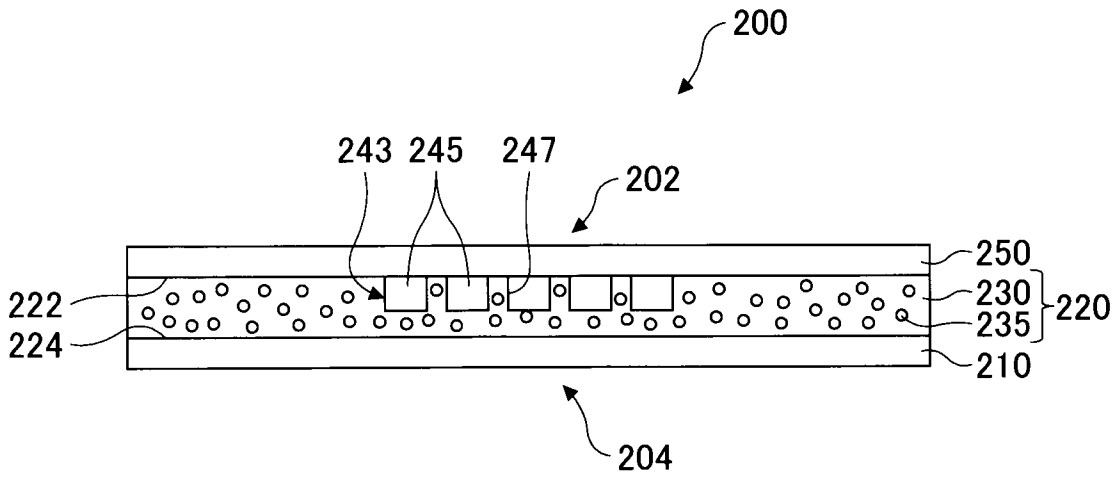
[図11]


190
154
140
150
120
110
100
F

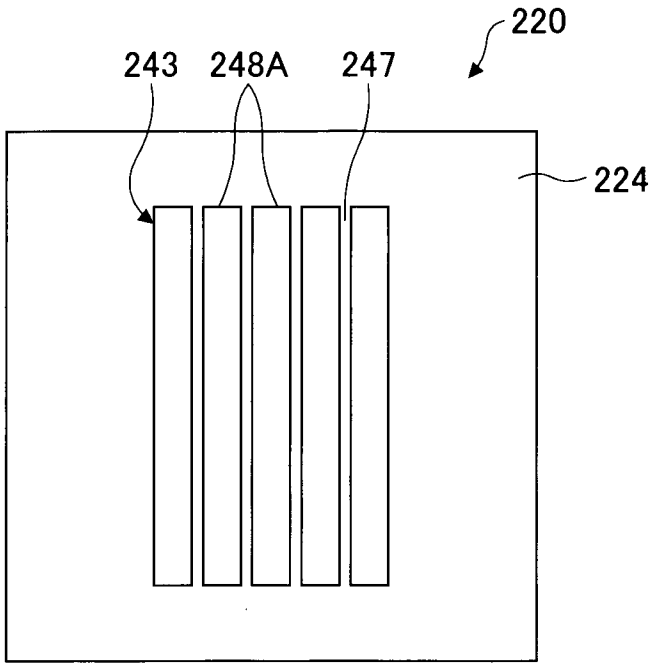
[図12]


100A
102
140A
154A
150A
160A
122A
130A
120A
124A
135A
110A
104

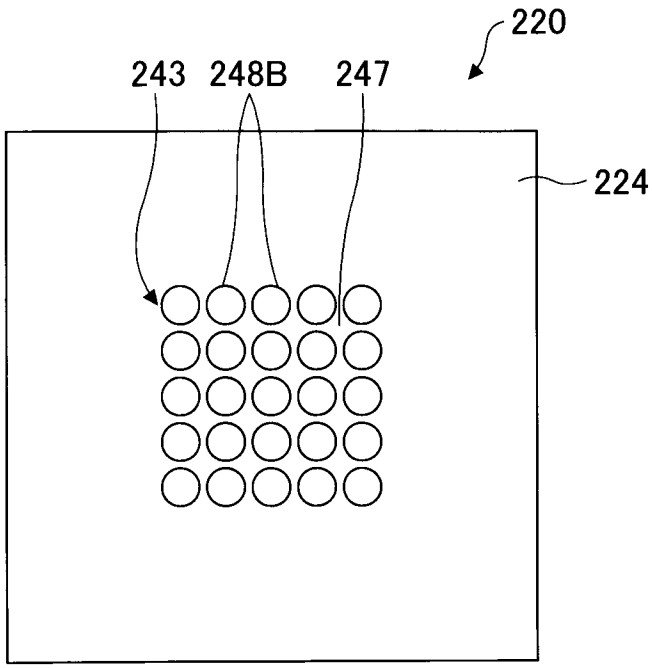
[図13]


200
243 245 247
202
250
222
230
220
224
235
210
204

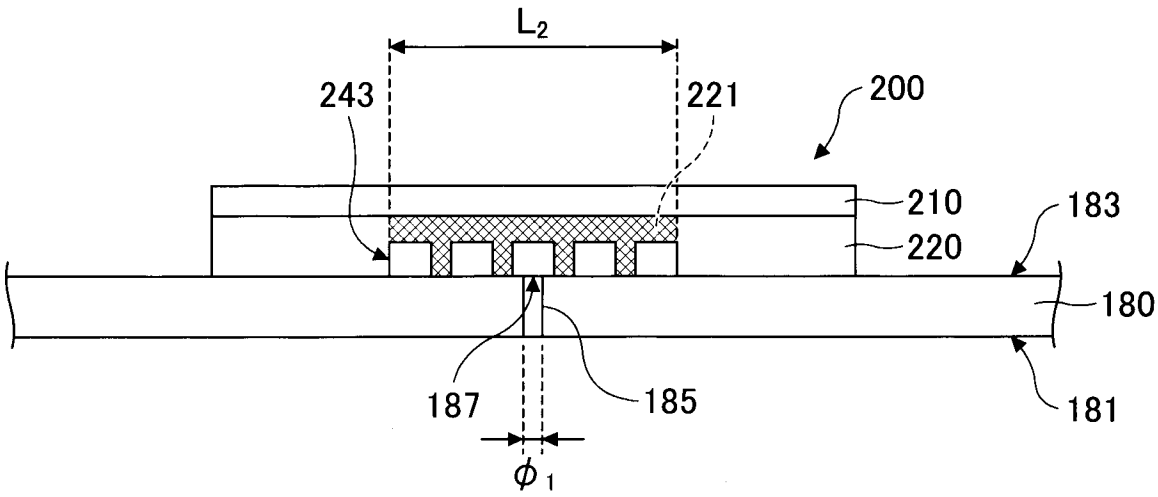
[図14]



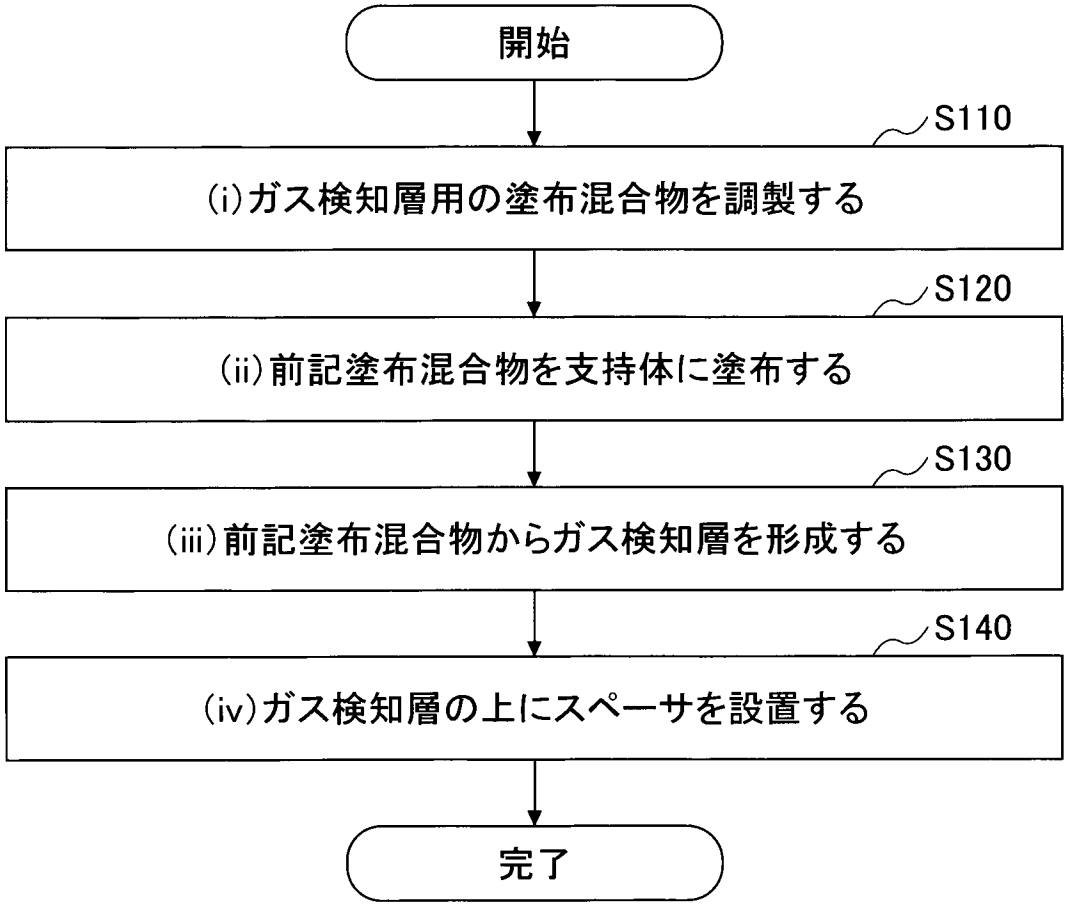
[図15]



[図16]


L2
243
221
200
210
220
183
180
187
185
181
ϕ1

[図17]


開始
S110
(i)ガス検知層用の塗布混合物を調製する
S120
(ii)前記塗布混合物を支持体に塗布する
S130
(iii)前記塗布混合物からガス検知層を形成する
S140
(iv)ガス検知層の上にスペーサを設置する
完了

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/029036

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G01N21/77(2006.01)i, G01N21/78(2006.01)i, G01N31/00(2006.01)i, G01N31/22(2006.01)i

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)
Int.Cl. G01N21/00-21/83, G01N31/00, G01N31/22

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII), Science Direct

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-345338 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 15 December 2005, paragraphs [0086]-[0094], fig. 2, 3 (Family: none)	1-18
A	JP 2008-082980 A (TOPPAN FORMS CO., LTD.) 10 April 2008, paragraphs [0021]-[0030], fig. 3, 5 (Family: none)	1-18
A	JP 2011-013079 A (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) 20 January 2011 (Family: none)	1-18

☒ 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 application or patent 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	Date of mailing of the international search report
18 September 2018 (18.09.2018)	23 October 2018 (23.10.2018)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/029036

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-013080 A (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) 20 January 2011 (Family: none)	1-18
A	JP 2016-161507 A (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) 05 September 2016 (Family: none)	1-18
A	JP 2005-233740 A (HITACHI, LTD.) 02 September 2005 & US 2005/0186117 A1	1-18
A	US 2007/0089989 A1 (HOAGLAND, William) 26 April 2007 & US 2007/0251822 A1 & CN 108072497 A	1-18

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／０２９０３６

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01N21/77(2006.01)i, G01N21/78(2006.01)i, G01N31/00(2006.01)i, G01N31/22(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01N21/00-21/83, G01N31/00, G01N31/22

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII), Science Direct

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2005-345338 A（松下電器産業株式会社）2005.12.15, ［００８６］－［００９４］、図２、図３（ファミリーなし）	1-18
A	JP 2008-082980 A（トッパン・フォームズ株式会社）2008.04.10, ［００２１］－［００３０］、図３、図５（ファミリーなし）	1-18
A	JP 2011-013079 A（ダイキン工業株式会社）2011.01.20, （ファミリーなし）	1-18

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
１８．０９．２０１８	２３．１０．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｗ　８３５３
嶋田　行志
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５７

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2011-013080 A (ダイキン工業株式会社) 2011.01.20, (ファミリーなし)	1-18
A	JP 2016-161507 A (国立研究開発法人産業技術総合研究所) 2016.09.05, (ファミリーなし)	1-18
A	JP 2005-233740 A (株式会社日立製作所) 2005.09.02, & US 2005/0186117 A1	1-18
A	US 2007/0089989 A1 (HOAGLAND, William) 2007.04.26, & US 2007/0251822 A1 & CN 108072497 A	1-18