

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012113250/15, 15.10.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.10.2010

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
23.10.2009 US 12/604,565

(43) Дата публикации заявки: 27.11.2013 Бюл. № 33

(45) Опубликовано: 27.07.2014 Бюл. № 21

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 2008/0063575 A1, 13.03.2008. US
2004/0223876 A1, 11.11.2004. US 2004/0184948
A1, 23.09.2004. RU 2208225 C1, 10.07.2003(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 23.05.2012(86) Заявка РСТ:
US 2010/052790 (15.10.2010)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2011/049822 (28.04.2011)

Адрес для переписки:

105215, Москва, а/я 26, Н.А. Рыбиной

(72) Автор(ы):

РАКОВ Нил А. (US),
ХОЛМКВИСТ-БРАУН Томас В. (US),
ЛИНЗИ Брайан Л. (US),
ХАЛТИН Джон С. (US),
ФАНСЛЕР Дуэйн Д. (US),
ПУАРЬЕ Ричард Дж. (US),
БХАРТИ Вивек (US)

(73) Патентообладатель(и):

ЗМ ИННОВЕЙТИВ ПРОПЕРТИЗ
КОМПАНИ (US)(54) СТРУКТУРИРОВАННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ ДАТЧИК, ВКЛЮЧАЮЩИЙ ИНЕРТНЫЙ
БАРЬЕРНЫЙ СЛОЙ

(57) Реферат:

Группа изобретений относится к области аналитической химии и может быть использована для индикации окончания срока службы фильтрующего картриджа. Датчик для обнаружения химического вещества содержит пленку, включающую массив пленки, реагирующий на присутствие химического вещества изменением цвета, причем массив пленки содержит: детектирующий слой; барьерный слой; отражающий слой, расположенный между барьерным слоем и детектирующим слоем, и полупрозрачный слой, расположенный с противоположной по отношению к отражающему слою стороны детектирующего слоя. Барьерный слой имеет основную поверхность, скрепленную

с массивом пленки в заданных областях датчика, но инертный по отношению к детектирующему слою, для предотвращения изменения цвета в массиве пленки в области, расположенной в направлении, перпендикулярном основной поверхности барьерного слоя. Группа изобретений также относится к фильтрующему картриджу, содержащему указанный датчик, и респиратору, содержащему один или более указанных фильтрующих картриджей. Группа изобретений позволяет повысить точность и достоверность анализа за счет создания четкого контраста между исходным и сигнальным цветами датчика. 3 н. и 14 з.п. ф-лы, 3 ил., 1 табл., 3 пр.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 523 893** (13) **C2**

(51) Int. Cl.

G01N 21/78 (2006.01)

A62B 7/10 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2012113250/15, 15.10.2010**

(24) Effective date for property rights:
15.10.2010

Priority:

(30) Convention priority:
23.10.2009 US 12/604,565

(43) Application published: **27.11.2013** Bull. № 33

(45) Date of publication: **27.07.2014** Bull. № 21

(85) Commencement of national phase: **23.05.2012**

(86) PCT application:
US 2010/052790 (15.10.2010)

(87) PCT publication:
WO 2011/049822 (28.04.2011)

Mail address:
105215, Moskva, a/ja 26, N.A. Rybinoj

(72) Inventor(s):

**RAKOW Neal A. (US),
HOLMQUIST-BROWN Thomas W. (US),
LINZIE Brian L. (US),
HULTEEN John C. (US),
FANSLER Duane D. (US),
POIRIER Richard J. (US),
BHARTI Vivek (US)**

(73) Proprietor(s):

**3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY
(US)**

(54) PATTERNED CHEMICAL SENSOR HAVING INERT BARRIER LAYER

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: group of inventions relates to analytical chemistry and can be used to indicate the end of the service life of a filter cartridge. The chemical sensor has a film which includes a film body which reacts to the presence of a chemical by changing colour, wherein the film body comprises: a detection layer; a barrier layer; a reflecting layer between the barrier layer and the detection layer, and a semi-reflecting layer on the side of the detection layer opposite to the reflecting layer. The barrier layer has a main surface attached to

the film body in given regions of the sensor, but inert to the detection layer to prevent change of colour in the film body in the region lying in a direction which is perpendicular to the main surface of the barrier layer. The group of inventions also relates to a filter cartridge having said sensor, and a respirator having one or more of said filter cartridges.

EFFECT: group of inventions increases accuracy and reliability of analysis by providing clear contrast between original and signalling colours of the sensor.

17 cl, 3 dwg, 1 tbl, 3 ex

Область применения

Изобретение относится к датчику, который может отображать заданную видимую структуру при воздействии на него химического вещества.

Уровень техники

5 Датчики, как правило, используются для обнаружения присутствия или отсутствия того или иного химического вещества. Сегодня предлагаются химические датчики, имеющие самую различную форму. Так, например, разработаны датчики в виде знаков и бэджей (см., например, патент США 6,284,198 и патентную публикацию США 2004/0223876 A1). Кроме того, разработаны фильтры, фильтрующие картриджи и маски для
10 защиты органов дыхания (респираторы), которые включают индикаторы химических веществ (см., например, патенты США 5,323,774, 5,297,544 и 4,684,308). В частности, разработан химический датчик, представляющий собой пассивный индикатор окончания срока службы, выполненный в виде многослойной пленки. Внутри массива пленки находится детектирующий слой, который обнаруживает присутствие определенного
15 химического вещества. Примеры пассивных датчиков окончания срока службы приводятся в патентных публикациях 2008/0063575 A1 и 2008/0063874 A1 (Rakow с соавт.). Индикаторы окончания срока службы могут быть изготовлены под нужды конкретного приложения, в частности могут реагировать на органические пары и химически активные газы.

20 Индикаторы окончания срока службы используются в фильтрующих картриджах для информирования пользователя о том, что картридж выработал свой ресурс (см., например, патенты США 7442237, 6497756, 5323774, 5297544, 4684380, 4530706, 4365627, 4326514 и 4154586). В патентных заявках США 2007/0137491, 12/470865, 12/470890 и 12/470920 описаны также фильтрующие картриджи, в которых используется индикатор
25 окончания срока службы. Индикаторы располагают в непосредственной близости с боковой стенкой корпуса, так, чтобы они были легко заметны с внешней стороны. Большинство индикаторов окончания срока службы по своей конструкции являются колориметрическими датчиками, которые меняют цвет после того, как они подверглись воздействию значительного количества загрязнителя, присутствующего в фильтруемом
30 воздухе. Характер изменения цвета и место расположения датчика подбирают таким образом, чтобы сочетание данных факторов объективно указывало на окончание срока службы фильтрующего картриджа. Одной из особых проблем колориметрических датчиков является то, что пользователю необходимо помнить, каков был первоначальный цвет датчика, который будет меняться, если только рядом с датчиком
35 не сделано соответствующей цветовой отметки в виде исходного цвета индикатора. Если пользователь не запомнит исходный цвет, он не будет уверен, имеет ли датчик исходный цвет, или его цвет изменился на сигнальный. Так как существующие индикаторы не обеспечивают пользователю сигнала, при котором ему не нужно было бы запоминать исходный цвет датчика, чтобы отличать исходный цвет от текущего
40 цвета, могут возникнуть проблемы с безопасностью пользователя, если он вовремя не заметит изменения цвета датчика.

Сущность изобретения

В настоящем изобретении предлагается новый датчик для обнаружения химического вещества. Датчик содержит пленку, которая включает массив пленки, содержащий
45 детектирующий слой, реагирующий на присутствие химического вещества изменением цвета. Пленка также включает барьерный слой, имеющий первую основную поверхность и скрепленный с массивом пленки, но инертный по отношению к детектирующему слою, для предотвращения изменения цвета в массиве пленки, в области, расположенной

в направлении, перпендикулярном к первой основной поверхности барьерного слоя, под воздействием барьерного слоя и химического вещества.

Как было указано выше, существующие индикаторы окончания срока службы полностью изменяют свой цвет, и пользователю требуется помнить исходный цвет датчика, чтобы отличать сигнальный цвет от исходного цвета. Настоящее изобретение позволяет преодолеть данный недостаток (необходимость запоминать два цвета) за счет наличия в датчике барьерного слоя, который является инертным по отношению к детектирующему слою. За счет того, что «старый» цвет и «новый» цвет расположены рядом друг с другом в одном, структурно целом массиве пленки, контраст является четко и сразу различимым, и это позволяет даже создать различные изображения. Так как барьерный слой является инертным по отношению к детектирующему слою, в массиве пленки за пределами детектирующего слоя не происходит изменения цвета, несмотря на то, что барьерный слой скреплен с детектирующим слоем. Более того, так как барьерный слой скреплен с телом пленки, химическое вещество, на которое реагирует датчик, не может достигнуть детектирующего слоя и вызвать изменение его цвета в тех областях, которые закрыты барьерным слоем. Поэтому определенные области детектирующего слоя оказываются маскированными барьерным слоем и даже при воздействии на датчик химического вещества сохраняют свой исходный цвет. То есть под воздействием химического вещества маскированные участки датчика сохраняют исходный цвет, в то время как остальные части принимают сигнальный цвет. Изобретение позволяет создать отчетливый контраст между исходным цветом и сигнальным цветом. Пользователь отчетливо видит области разных цветов, а не один цвет или смесь цветов. Поэтому изобретение избавляет от необходимости запоминать исходный цвет и сигнальный цвет и позволяет создать четкую границу раздела, то есть четкий контраст между двумя областями разного цвета.

Инертный барьерный слой, скрепленный с массивом пленки в соответствии с настоящим изобретением, может быть выполнен в виде разнообразных конфигураций, так что пользователь может видеть ряд четко различимых изображений. Возможность скрепления инертного барьерного слоя с массивом пленки обеспечивает хорошее разрешение изображения, так как обнаруживаемое химическое вещество не может в значительном количестве проникнуть между массивом пленки и барьерным слоем. Инертный барьерный слой предотвращает подачу детектирующим слоем ложного сигнала тревоги в соответствующей области датчика. Поэтому, когда пользователь видит определенное изображение, он знает, что датчик подает предупредительный сигнал. Такое свойство особенно полезно для указания окончания срока службы фильтрующих картриджей. Как только на датчике появилось сигнальное изображение, пользователь будет знать, что пора заменить фильтрующий картридж.

В одном из воплощений изобретения датчик может использоваться в фильтрующем картридже, на котором выполнены метки, указывающие на остаточный срок службы. Такими метками могут быть, например, 75, 50, 25 или 10% срока службы. Будучи выполнен таким образом, датчик может служить индикатором остаточного срока службы фильтрующего картриджа.

Определения

В контексте настоящего описания:

"химическое вещество" означает молекулу, атом, ион, свободный радикал или любое их сочетание;

"чистый воздух" означает порцию атмосферного воздуха, которая была отфильтрована для удаления из нее загрязнителей;

"изменение цвета" означает образование второго цвета или оттенка, который заметно отличим для человеческого глаза от первого цвета или оттенка;

"загрязнители" означает газы, пары и частицы (включая пыль, туман и дым) и/или иные виды материи, которые обычно не считаются газами, парами или частицами, но

"детектирующий слой" означает слой материала, который изменяет свои оптические свойства при воздействии на него химического вещества;

"индикатор окончания срока службы" означает устройство, которое может сообщать пользователю информацию о том, что фильтр более не пригоден для эксплуатации

"внешнее газовое пространство" означает внешнее (атмосферное) газовое пространство, в которое попадает выдыхаемый газ после прохождения через основу маски и/или выдыхательный клапан и выхода за их пределы;

"пленка" означает структуру, которая значительно больше в двух измерениях, чем в третьем измерении;

"массив пленки" обозначает сочетание слоев, каждый из которых имеет форму пленки, и которые в совокупности могут давать изменение цвета в присутствии химического вещества;

"фильтрующий картридж" означает структуру, которая, главным образом, предназначена для помещения в нее фильтрующего материала или фильтрующей среды, и выполнена с возможностью присоединения ее к основе маски средства индивидуальной защиты органов дыхания;

"фильтрующий материал" или "фильтрующая среда" означает структуру или сочетание частей или элементов, предназначенных для получения чистого воздуха;

"корпус" означает структуру или сочетание частей или элементов, предназначенных для помещения в них другого элемента;

"инертный" означает химически не активный по отношению к другому объекту;

"структурно целый" означает, что рассматриваемые части изготавливаются одновременно и не являются двумя частями, изготавливаемыми отдельно и впоследствии соединяемыми друг с другом;

"внутреннее газовое пространство" означает пространство между основой маски и лицом пользователя;

"расположены в непосредственной близости" означает расположение элементов вдоль друг друга, но не обязательно в полном контакте друг с другом;

"маскировать" означает способность объекта, частично или полностью покрывающего другой объект, препятствовать видимости покрываемого им объекта;

"барьерный слой" означает слой, препятствующий прохождению определенного химического вещества (или определенных химических веществ) через него, то есть от его первой основной поверхности к его второй основной поверхности;

"полимер" означает материал, который содержит повторяющиеся химические структуры (единицы), расположенные правильным или неправильным образом;

"индикатор остаточного срока службы" означает устройство, способное давать пользователю информацию, непосредственно относящуюся к остаточной фильтрующей способности;

"сорбент" означает материал, способный захватывать, задерживать или изменять загрязнитель за счет его адсорбции, абсорбции, хемосорбции, разложения, вступления в химическую реакцию, катализа и прочих подходящих способов; и

"предупредительный сигнал" означает видимый указатель, сообщающий

пользователю о том, что время замены фильтрующего картриджа наступило.

Краткое описание чертежей

Фиг.1. Аксонометрический вид респиратора 10, в котором может быть использован структурированный химический датчик 40 в фильтрующем картридже 12.

5 Фиг.2. Аксонометрический вид фильтрующего картриджа 12 в соответствии с настоящим изобретением.

Фиг.3. Сечение фильтрующего картриджа 12, изображенного на фиг.2, по плоскости 3-3.

Подробное описание изобретения

10 На фиг.1 показан респиратор 10, имеющий фильтрующие картриджи 12, которые могут быть прикреплены к противоположным сторонам основы 14 маски. Основа 14 маски имеет конструкцию, обеспечивающую ее плотное прилегание к лицу пользователя. Для этого респиратор 10 включает систему 16 крепления для прижатия основы 14 маски к лицу пользователя. Система 16 крепления может включать один или более ремешков 15 18, предназначенных для этой цели. Ремешки 18 могут быть прикреплены к основе 14 маски и могут настраиваться по длине при помощи пряжек 20. Фильтрующие картриджи 12 могут быть выполнены с возможностью крепления к основе 14 маски способом байонетного крепления 21, резьбового крепления или любых других подходящих способов крепления. Фильтрующий картридж 12 имеет корпус 22 с крышкой 24, в 20 котором содержится фильтрующая среда, предназначенная для фильтрации внешнего воздуха, всасываемого во внутреннее пространство маски через фильтрующий картридж 12. Воздух, выдыхаемый пользователем, выходит из внутреннего газового пространства во внешнее газовое пространство через выдыхательный клапан 25.

Как показано на фиг.2, фильтрующий картридж может включать корпус 22, имеющий 25 боковую стенку 26, протяженную от первого периметра 28 до второго периметра 30. Крышка 24 может включать поверхность 32 забора воздуха и фланец 34 крепления, расположенный вокруг периферии крышки 24. Крышка 24 может быть прикреплена к боковой стенке 26 по периметру 28 корпуса. Крышка 24 может содержать набор 30 отверстий 36 в поверхности 32 забора воздуха. Датчик 40 может быть расположен в непосредственной близости к боковой стенке 26 корпуса, на внутренней ее поверхности. Конструкция датчика может обеспечивать обнаружение им одного или нескольких химических веществ, включая органические пары. Боковая стенка 26 может быть прозрачной в области датчика 40, так, чтобы его мог легко видеть пользователь или 35 другой человек. В качестве альтернативы вся боковая стенка 26 может быть выполнена прозрачной так, чтобы через нее можно было видеть датчик 40 и фильтрующую среду. Как показано на чертеже, датчик 40 включает первые и вторые области 42 и 44, которые могут иметь форму прямоугольников или полос. Первая область 42 отображает исходный цвет датчика, в то время как вторая область 44 может приобретать сигнальный цвет. До того, как фильтрующий картридж 12 был подвергнут воздействию химического 40 вещества (химических веществ), на обнаружение которых рассчитан датчик, весь датчик будет иметь цвет областей 42. Как только фильтрующий картридж достиг окончания срока службы по одному или более из химических веществ, обнаруживаемых датчиком, цвет области 44 меняется на цвет, отличный от исходного цвета, то есть цвета областей 42. Изменение цвета может начинаться на краю 45 области 44, обращенной в сторону 45 входа воздуха в картридж, и постепенно распространяться по области 44 к противоположному ее краю 46. На боковой стенке 26 может иметься одна или более меток 47, указывающих на момент, когда абсорбирующая способность картриджа уже достаточно исчерпана, и скоро потребуется его замена («скоро», как правило, означает

менее, чем примерно 60 минут). Отметка может быть протяженной вдоль всего датчика или вдоль области 44. В качестве альтернативы такие отметки могут быть выполнены только в окрестности датчика. Назначение такой отметки может быть примерно таким же, как первый сигнал пустого бака на соответствующем приборе автомобиля. Могут также 5
5 также иметься дополнительные отметки, означающие, например, расход 25%, 50% или 75% (или 33% и 66%) ресурса картриджа. Отметки могут также указывать, что осталось всего лишь 10% или 5% ресурса картриджа. То есть такого рода датчик функционирует, как индикатор остаточного срока службы.

Сигнальной отметкой может быть некоторый элемент границы, выполненный таким 10
10 образом, что он стационарно расположен, пересекая ту часть датчика, которая меняет цвет. Это может быть достигнуто за счет выполнения соответствующим образом корпуса фильтрующего картриджа, до сборки фильтрующего картриджа. Так, например, при изготовлении корпуса, что обычно делается способом инжекционного формования, на нем может быть выполнен визуально заметный граничный элемент, такой, как, 15
15 например, тонкая канавка. Граничный сигнальный элемент при формовании может быть выполнен различными способами, например с помощью гребня на форме, или как граница раздела между двумя областями с различной текстурой на поверхности корпуса. Кроме того, граничный сигнальный элемент может быть просто напечатан на боковой поверхности корпуса или на наклейке, которая потом приклеивается к 20
20 корпусу картриджа в непосредственной близости к датчику. За счет включения такого сигнального элемента в конструкцию корпуса при его изготовлении, до сборки фильтрующего картриджа, такой граничный сигнальный элемент может быть расположен очень точно в одном и том же месте корпуса, что одновременно повышает точность датчика и снижает себестоимость его производства.

Для изготовления фильтрующего картриджа в соответствии с настоящим 25
25 изобретением могут использоваться корпус фильтрующего картриджа, фильтрующая среда и крышка, изготовленные по существующим технологиям, или технологиям, которые будут разработаны в будущем. Корпус фильтрующего картриджа и крышка могут быть изготовлены способом инжекционного формования. В верхней части 30
30 основания фильтрующей камеры может быть установлен первый холст, до помещения в камеру фильтрующего материала. Фильтрующий материал может обеспечивать удаление газообразных или парообразных загрязнителей, и может содержать активированные частицы, способные абсорбировать один или более видов загрязнителей, нахождение которых в воздухе нежелательно. Сорбирующая среда может включать 35
35 различные активные частицы, такие, как, например, активированный уголь или глинозем. В частности, в патентах США 7309513 (Brey с соавт.), 5696199 (Senkus с соавт.), 5496785 (Ablер с соавт.) и 578132 (Braun с соавт.) описаны различные виды активных частиц, которые могут использоваться в фильтрующем картридже в соответствии с настоящим изобретением. Активные частицы могут находиться в виде прессованного или 40
40 скрепленного брикета (см., например, патенты США 5033465 (Braun с соавт.) и 6391429 (автор Senkus)). Датчик 40 может быть установлен на внутреннюю поверхность боковой стенки 26 корпуса до введения сорбирующего материала из активных частиц. Датчик 40 должен быть точно установлен по оси у, так чтобы через боковую стенку 26 можно было видеть смену цвета, когда срок службы фильтра заканчивается. Даже небольшое 45
45 отклонение положения датчика может привести к большой ошибке в подаче предупредительного сигнала. На противоположную поверхность фильтрующего материала, обращенную к входу воздуха в картридж, может быть наложен второй холст. Второй холст, расположенный на входе воздуха в картридж, может содержать

подходящий волокнистый материал, который помогает удерживать активные частицы фильтра на месте, обеспечивает малое падение давления воздуха при его прохождении через холст и способствует равномерному распределению воздуха, попадающего в фильтрующий материал. Примеры материалов, которые могут использоваться в качестве холстов, включают нетканые полотна из полиэфирных или полипропиленовых волокон, в том числе полотна типа «спанбонд». После того, как фильтрующий материал и холсты должным образом установлены в корпусе 22 картриджа, к боковой поверхности 26 корпуса может быть прикреплена крышка 24 картриджа. Крепление может производиться по периметру 28 и фланцу 34 механическим, химическим или физическим способом, включая сварку или адгезивное скрепление, или любыми другими подходящими способами.

В дополнение к активным частицам сорбента фильтрующий картридж может также включать один или более слоев фильтрующей среды, предназначенных для удаления твердых частиц. Для этой цели перед фильтрующей средой из активных частиц или за ней могут быть установлены волокнистые фильтры для твердых частиц. В качестве таких фильтров могут использоваться различные волокнистые полотна. Как правило, ими являются нетканые волокнистые полотна, изготовленные такими способами, как воздушная укладка, влажная укладка, гидроспутывание, спанбонд, выдувание из расплава. Примеры таких полотен описаны в публикации Van A. Wente, Superfine Thermoplastic Fibers, 48 INDUS. ENGN. CHEM. 1342-46, а также в отчете 4364 научно-исследовательской лаборатории BMC США Manufacture of Super Fine Organic Fibers (Van A. Wente с соавт.), опубликованном 25 мая 1954 г. Волокнистые полотна могут быть изготовлены из сочетаний различных волокон и с использованием сочетаний различных технологий. Особенно подходящими для использования в волокнистых фильтрах являются микроволокна, особенно микроволокна, выдуваемые из расплава. В контексте настоящего описания термин «микроволокно» означает волокно, имеющее эффективный диаметр примерно 35 мкм и менее. Эффективный диаметр волокна может быть рассчитан по формуле 12 из публикации The Separation of Airborne Dust and Particles, автор Davies, C.N., INST. MECH. ENGN., LONDON P OC. IB (1952). В приложениях, связанных с фильтрацией, микроволокна, как правило, имеют эффективный диаметр, меньший, чем примерно 30 мкм, более типично - от примерно 1 мкм до примерно 15 мкм. Могут быть также использованы волокна из фибрированных пленок (см., например, патенты США RE 30782, RE 32171, 3998916 и 4178157 (автор Van Turnout). Для повышения воздушности полотна, то есть для уменьшения его плотности, в сочетании с микроволокнами могут использоваться штапельные волокна. Примеры полотен, содержащих штапельные волокна, приводятся в патенте США 4 118531 (автор Hauser).

Как показано на фиг.3, датчик 40 может содержать многослойную конструкцию из тонких пленок, которая может обнаруживать определенное химическое вещество, проходящее через фильтрующий картридж респиратора от места входа газа в картридж к месту выхода из картриджа. Такие пассивные датчики, как правило, содержат пористый детектирующий слой 48, полупрозражающий слой 50 и отражающий слой 52. Пористый детектирующий слой 48 имеет оптическую толщину, которая меняется в присутствии данного химического вещества (физическая его толщина может не меняться). Полупрозражающий слой 50 виден снаружи картриджа и, как правило, непроницаем для пара. Отражающий слой 52, как правило, проницаем для химического вещества и находится в достаточной близости к фильтрующей среде, так что химическое вещество (например, пар), может проходить через отражающий слой, попадать на

детектирующий слой 48 и изменять оптическую толщину детектирующего слоя в степени, достаточной для появления отчетливо видимого изменения внешнего вида индикатора при его рассмотрении через полупрозражающий слой 50. Для крепления датчика 40 к внутренней поверхности боковой стенки 26 может использоваться адгезив 53.

5 Барьерный слой 54 может быть расположен на противоположных сторонах второй области 44, которая меняет цвет под воздействием одного или более химических веществ. Барьерный слой 54 может быть скреплен с отражающим слоем 52 по границе раздела 56. Граница раздела 56 может представлять собой слой адгезива, инертного по отношению к детектирующему слою 48. В качестве альтернативы барьерный слой 54
10 сам по себе может быть слоем адгезива, инертного по отношению к детектирующему слою 48. За счет того, что барьерный слой скреплен с отражающими слоями 52, детектирующий слой не претерпевает значительных оптических изменений в областях 42. В отсутствие барьерного слоя 54, скрепленного с массивом 58 пленки, массив 58 пленки претерпевал бы изменение цвета, которое мог бы видеть человек, смотрящий
15 на массив пленки перпендикулярно внешней основной поверхности датчика 40. Таким образом, за счет наличия барьерного слоя при рассмотрении пленки в направлении x, перпендикулярном первой основной поверхности 59 барьерного слоя 54, в областях 42 датчика не будет заметно видимых изменений цвета. В противоположность областям 42, не меняющим цвет, во второй области 44 происходит изменение цвета, заметное
20 пользователю при рассмотрении пленки в направлении x. Несмотря на то, что области 42 и 44 могут приобретать различный цвет, они являются структурно целыми друг с другом в составе массива 58 пленки. При прохождении химического вещества через фильтрующую среду 60 может происходить постепенное изменение цвета от стороны входа воздуха к стороне выхода воздуха из картриджа.

25 Датчик, используемый в соответствии с настоящим изобретением, может быть жестким или гибким. Он может быть прикреплен к боковой стенке 26 корпуса различными средствами и способами, таким, как, например, адгезивное, физическое, механическое крепление или запрессовка. Если используется гибкий датчик, он предпочтительно должен быть гибким в достаточно большой степени, не претерпевая
30 разлома, так чтобы его при его изготовлении можно было использовать одну или несколько операций сматывания в рулон и разматывания из рулона.

Датчики, используемые в соответствии с настоящим изобретением, предпочтительно являются пассивными датчиками, поглощающими газообразные пары, которые, желательно, отфильтровать из воздуха, по механизму абсорбции или адсорбции. Датчик
35 может быть в сущности любым известным (или которое будет разработано в будущем) устройством пассивного или активного типа, которое может указать пользователю респиратора должным образом на то, что фильтр достиг окончания срока службы. Примеры пассивных датчиков описаны в патентных публикациях США 2008/0063575 A1 и 2008/0063874 A1 (Rakow с соавт.), патенте США 7449146 B2 (Rakow с соавт.),
40 патентных заявках США 61/180483 (Wendland с соавт.) и 61/180492 (Rakow с соавт.). Используемые датчики могут включать индикаторы окончания срока службы, реагирующие на органические пары и химически активные газы, в том числе кислотные (например, SO_2 , Cl_2 , HCl , ClO_2 , HCN , HF , H_2S и оксиды азота), щелочные газы (например, аммиак и метиламин), хлорциан и формальдегид.

45 Датчик может включать дополнительный подслой, такой, как, например, стекло или гибкая пластмассовая пленка, который может подвергаться одной или нескольким операциям обработки рулонных материалов. Подслой предпочтительно должен обладать достаточно низкой паропроницаемостью, так, чтобы обнаруживаемое

химическое вещество через него не проходило бы к детектирующему слою и не выходило бы из детектирующего слоя. Адгезив, используемый для крепления датчика к боковой стенке корпуса, должен быть инертным, в том смысле, чтобы он не загрязнял детектирующего слоя. Кроме того, между отражающим слоем и сорбирующей средой может быть помещен пористый подслоя. Такой проницаемый подслоя позволяет обнаруживаемым химическим веществам проникать из сорбирующей среды через него и отражающий слой и попадать на детектирующий слой. Суммарная толщина датчика (исключая основу) может составлять от примерно 0,5 мкм до 2 мкм.

Полуотражающий и отражающий слои могут быть выполнены из различных материалов, обеспечивающих рассеянное, а предпочтительно зеркальное отражение света, и которые, будучи пространственно разнесены друг от друга, могут взаимодействовать друг с другом и обеспечивать быстро и четко заметное изменение цвета индикатора. Подходящие материалы для изготовления полуотражающего и отражающего слоев включают металлы, такие как алюминий, хром, золото, никель, серебро, кремний, палладий, платина, титан и сплавы, содержащие перечисленные металлы, оксиды металлов, такие, как оксид хрома, оксид титана и оксид алюминия; а также многослойные оптические пленки (включая двупреломляющие многослойные оптические пленки), описанные в патентах США 5699188 (Gilbert с соавт.), 5882774 (Jonza с соавт.) и 6049419 (Wheatley с соавт.) и публикации WO 97/01778 (Ouderkirk с соавт.). Полуотражающий и отражающий слои могут быть одинаковыми или различными. Для формирования отражающего слоя могут использоваться покрытия из наночастиц металлов (например, чернила, содержащие наночастицы металлов), как описано в патентной заявке США 11/530,619 «Проницаемый отражающий слой из наночастиц».

Полуотражающий слой, как правило, имеет меньший коэффициент отражения, чем отражающий слой, и пропускает часть падающего на него света. Полуотражающий слой может, например, иметь физическую толщину от примерно 2 нм до 50 нм, светопропускание на длине волны 500 нм от примерно 10% до примерно 80% и отражающую способность на длине волны 500 нм от примерно 80% до примерно 20%. Полуотражающий слой сам по себе может быть непроницаемым для химического вещества (и в этом случае он предпочтительно является сплошным) и может быть нанесен в виде покрытия на подходящий подслоя, или иным образом расположен в непосредственной близости к подходящему подслою. Полуотражающий слой может быть также проницаемым для химического вещества (и в этом случае он может являться прерывистым или полусплошным) и нанесен в виде покрытия на подходящий паронепроницаемый подслоя, или иным образом расположен в непосредственной близости к такому подслою. Поверхность полуотражающего слоя, расположенная в непосредственной близости к детектирующему слою, предпочтительно является плоской и гладкой с шероховатостью в пределах примерно ± 20 нм.

Отражающий слой может иметь физическую толщину от примерно 1 нм до примерно 500 нм, светопропускание на длине волны 500 нм от примерно 0% до примерно 80% и отражающую способность на длине волны 500 нм от примерно 100% до примерно 20%. Отражающий слой предпочтительно является пористым, структурированным, прерывистым, полунепрерывным или иным образом достаточно проницаемым, чтобы пары от сорбирующей среды могли проникать через отражающий слой к детектирующему слою.

Детектирующий слой может быть изготовлен из гомогенной или гетерогенной смеси неорганических компонентов, органических компонентов или как органических, так

и неорганических компонентов. Детектирующие слои, изготовленные из смеси компонентов различного типа, могут обеспечивать лучшее обнаружение групп аналитов. Детектирующий слой, как правило, имеет размеры пор и площадь поверхности, обеспечивающие характеристики поглощения, сходные с характеристиками поглощения сорбирующей среды. Подходящие характеристики пористости могут быть получены за счет использования подходящих пористых материалов, таких как пены, изготовленные из эмульсий с высоким содержанием внутренней газообразующей фазы, примеры которых описаны в патенте США 6573305 B1 (Thunhorst с соавт.). Пористость может быть также достигнута посредством ценообразования с помощью диоксида углерода, в результате чего получают микропористые материалы (см. "Macromolecules", 2001, vol. 34, стр.8792-8801), или нанофазным разделением полимерных смесей (см. "Science", 1999, vol. 283, стр.520). В целом диаметр пор должен быть меньше, чем пик длины волны света, соответствующий требуемому цвету индикатора. Предпочтительными являются нанопоры, например поры со средним размером от примерно 0,5 нм до примерно 20 нм, от примерно 0,5 нм до примерно 10 нм или от примерно 0,5 нм до примерно 5 нм.

Примеры неорганических материалов для изготовления детектирующего слоя включают пористый кремнезем, оксиды металлов, нитриды металлов, оксинитриды металлов и прочие неорганические материалы, из которых могут быть сформированы прозрачные и пористые слои подходящей толщины для того, чтобы он имел цвет или показывал изменение цвета за счет оптической интерференции. Неорганическими материалами для детектирующего слоя могут быть оксиды кремния, нитриды кремния, оксинитриды кремния, оксиды алюминия, оксиды титана, нитрид титана, оксинитрид титана, оксиды олова, оксиды циркония, цеолиты и их сочетания. Пористый кремнезем является особо предпочтительным материалом для изготовления детектирующего слоя благодаря его достаточно большой устойчивости к механическим воздействиям и возможности обработки влажным травлением.

Примеры пористых материалов на основе кремнезема описаны в публикациях Ogawa с соавторами, Chem. Commun. стр.1149-1150 (1996), Kresge с соавт., Nature, Vol.359, стр.710-712 (1992), Jia с соавт., Chemistry Letters, Vol.33(2), стр.202-203 (2004) и в патенте США 5858457 (Brinker с соавт.). Материал детектирующего слоя может также включать разнообразные органические молекулы, образующие органическую матрицу. Так, например, в качестве органических матриц для (формирования пористых силикатов могут использоваться сахара, такие как глюкоза и манноза, как описано в публикации Wei с соавт., Adv. Mater. 1998, Vol.10, стр.313 (1998).

Представительные органические материалы для изготовления детектирующего слоя включают полимеры, сополимеры (включая блочные сополимеры) и их смеси, которые изготовлены или могут быть изготовлены из мономеров, включающих такие классы соединений, как гидрофобные акрилаты и метакрилаты, двухфункциональные мономеры, виниловые мономеры, углеводородные мономеры (олефины), силановые мономеры, фторированные мономеры, гидроксированные мономеры, акриламида, ангидриды, ангидрид-функционализированные мономеры, аминок- или аминно-солевые функционализированные мономеры, кислотно-функционализированные мономеры, эпоксид-функционализированные мономеры и их сочетания. В патентной заявке США 2004/0184948 A1 приводится обширный список таких мономеров. Упомянутые выше полимеры, обладающие присущей микропористостью (PIM), обеспечивают особенно подходящие материалы для детектирующих слоев. Такие полимеры, как правило, представляют собой твердые микропористые вещества, не имеющие молекулярной структуры в виде правильной сети или решетки. Из-за того, что молекулы таких

полимеров чрезвычайно жесткие и сильно искривленные, они не могут эффективно заполнить пространство, и тем самым образуют вещества, имеющие микропористую структуру. Подходящие полимеры с присущей микропористостью включают, но не ограничиваются ими, полимеры, описанные в публикации "Polymers of intrinsic microporosity (PIMs): robust, solution-processable, organic microporous materials", Budd с соавт., Chem. Commun., 2004, стр.230-231. Дополнительные примеры полимеров с присущей микропористостью описаны в публикациях Budd с соавт., J.Mater. Chem., 2005, 15, стр.1977-1986; McKeown с соавт., Chem. Eur. J. 2005, 11, No.9, стр.2610-2620, а также в публикации WO 2005/012397 A2 (McKeown с соавт.).

Барьерный слой химического датчика в соответствии с настоящим изобретением предпочтительно легко подвергается созданию на нем структуры, имеет низкую проницаемость для химического вещества или вообще непроницаем для него, и не содержит, или содержит минимальные количества загрязнителей в виде малых органических молекул, которые могут давать утечку в направлениях, перпендикулярных основным поверхностям барьерного слоя, и вызывать нежелательные изменения цвета в непосредственной близости с маскированными областями. Области, маскированные барьерными слоями, предпочтительно должны быть визуально незаметными по отношению к немаскированным областям до воздействия на датчик аналита.

В одном из воплощений в качестве барьерных слоев могут использоваться адгезивы, чувствительные к давлению. В частности, полезными материалами для изготовления такого типа слоев являются адгезивы на основе полиизобутилена, особенно высокой чистоты. Такие полимеры готовятся из изобутиленового мономера, поэтому побочными продуктами при их изготовлении, которые могут быть поглощены массивом пленки, являются газы, а не пары. Материалы на основе полиизобутиленов предлагаются различными производителями. Гомополимеры предлагаются, например, под торговым названием OPPANOL (например, OPPANOL B15, B30, B50, B100, B150 и B200) корпорацией BASF (Флорхэм Парк, шт. Нью-Джерси, США). Такие полимеры, как правило, имеют средневесовой молекулярный вес от примерно 40000 до примерно 4000000 г/моль. Еще одним примером подходящих гомополимеров являются гомополимеры, предлагаемые United Chemical Products (UCP) (Санкт-Петербург, Россия), и имеют широкий диапазон молекулярного веса. Так, например, гомополимеры производства UCP, предлагаемые под торговым названием SDG, имеют средневязкостный молекулярный вес в диапазоне от примерно 35000 до примерно 65000 г/моль. Гомополимеры производства UCP, предлагаемые под торговым названием EFROLEN, имеют средневязкостный молекулярный вес в диапазоне от примерно 480000 до примерно 4000000 г/моль. Гомополимеры производства UCP, предлагаемые под торговым названием JHY, имеют средневязкостный молекулярный вес в диапазоне от примерно 3000 до примерно 55000 г/моль. Данные гомополимеры, как правило, не имеют химически активных двойных связей.

Еще одним примером подходящих полиизобутиленовых гомополимеров являются гомополимеры, предлагаемые корпорацией BASF (Флорхэм Парк, шт. Нью-Джерси, США) под торговым наименованием GLISSOPAL (например, GLISSOPAL 1000, 1300 и 2300). Данные полиизобутиленовые материалы обычно имеют конечные двойные связи и поэтому считаются химически активными полиизобутиленовыми материалами. Данные полимеры часто имеют средневесовой молекулярный вес в диапазоне от примерно 500 до примерно 2 300 г/моль. Отношение средневесового молекулярного веса к среднечисловому молекулярному весу для таких материалов обычно находится в диапазоне от примерно 1.6 до примерно 2.0.

Полиизобутиленовые сополимеры могут быть получены полимеризацией изобутилена в присутствии небольшого количества другого мономера, такого, как, например, стирол, изопрен, бутен или бутадиен. Данные сополимеры, как правило, готовятся из смеси мономеров, которая включает по меньшей мере 70% по весу, по меньшей мере 75% по весу, по меньшей мере 80% по весу, по меньшей мере 85% по весу, по меньшей мере 90% по весу или по меньшей мере 95% по весу изобутилена, от суммарного веса мономеров в смеси. Подходящие сополимеры изобутилена/изопрена предлагаются корпорацией Exxon Mobil под торговым названием EXXON BUTYL (например, EXXON BUTYL 065, 068 и 268). Данные материалы имеют показатель ненасыщенности от примерно 1,05 до примерно 2,30 моль-%. Еще один подходящий тип сополимеров изобутилена/изопрена предлагается United Chemical Products (Санкт-Петербург, Россия), например, ВК-1675N с коэффициентом ненасыщенности примерно 1,7 моль-%. Еще одним подходящим примером сополимеров изобутилена/изопрена являются сополимеры, предлагаемые LANXESS (Канада), такие, как LANXESS BUTYL 301 с коэффициентом ненасыщенности примерно 1,85 моль-%, LANXESS BUTYL 101-3 с коэффициентом ненасыщенности примерно 1,75 моль-%, и LANXESS BUTYL 402 с коэффициентом ненасыщенности примерно 2,25 моль-%. Подходящие блочные сополимеры изобутилена и стирола предлагаются под торговым наименованием SIB STAR производства Kaneka (Osaka, Japan). Данные материалы предлагаются как имеющие двухблочную и трехблочную структуру с содержанием стирола от примерно 15 до 30 весовых процентов от суммарного веса сополимера. Для маскирования датчика могут также использоваться полиолефиновые эластомеры, такие как блочные сополимеры этилена и октена, предлагаемые Dow Chemical (Мидлэнд, шт. Миннесота) под торговыми названиями INFUSE и Engage. Могут быть также использованы прочие полиолефины, удовлетворяющие критерию Дальквиста по клейкости, включая полимеры, смеси или сополимеры, синтезированные из мононенасыщенных углеводородов C_2 - C_{12} , особенно полигексен и полиоктен. Для изготовления датчика полезны также циклические полиолефины, а также мастифицированные резины и резины с повышенной клейкостью.

Еще одним типов адгезивов, чувствительных к давлению, которые могут использоваться для маскирования массива пленки, являются адгезивы на акриловой основе. Большинство типов адгезивов на акриловой основе содержит большое количество остаточного растворителя и/или мономера, которые могут мигрировать в датчик и вызывать нежелательное изменение цвета. Однако если эти остатки удалить из адгезива до прикрепления его к датчику, такие адгезивы на акриловой основе могут служить как отличный барьерный слой. Примерами адгезивов, чувствительных к давлению, на акриловой основе, не вызывающих нежелательного изменения цвета датчика, являются адгезивы 3M™ с очень малым выделением газов, такие как, например, полиэфирная лента с защитной пленкой 6690, полиэфирная лента 8439 с высокой прочностью против деформации сдвига и с очень малым выделением газов, а также оптически прозрачный адгезив 3M™ 8172.

В одном из воплощений адгезивы, чувствительные к давлению, наносятся на массив пленки в форме ленты, чувствительной к давлению, причем такие адгезивы могут быть нанесены в виде покрытия на защитную пленку, нарезаны на кусочки по требуемому размеру и после этого приклеены к массиву пленки датчика. В таких воплощениях защитная пленка может обеспечивать дополнительный барьер проникновению паров в датчик, поэтому такую защитную пленку, как правило, оставляют на адгезиве после прикрепления его к датчику. Подобным образом может использоваться адгезив с подкладкой, которая также может оставаться и обеспечивать маскирующий слой;

может использоваться адгезив или клейкая лента с подкладкой на одной стороне и защитной пленкой на другой стороне, которые могут отличаться по силе их отрыва от адгезива; или клейкая лента с одной подкладкой и адгезивом, обратная сторона которого слабо клейкая. Защитная пленка может быть выбрана в соответствии с требуемой химической природой отклеивания и силой отклеивания, которая измеряется в унциях/дюйм или Ньютонах/дециметр (Н/дм). Предпочтительно избегать использования защитной пленки такого состава, который мог бы загрязнять датчик, или переходить на адгезив, даже в малых количествах, тем самым уменьшая прочность на отрыв адгезива от пленки-датчика. В настоящем изобретении предусматривается также использование в качестве маскирующих изделий адгезивов в виде ленты и подобных изделий, содержащих слой адгезива, чувствительного к давлению, расположенный на опорном слое (подкладке). Подкладка может быть удаляемым подслоем, то есть открытая поверхность адгезива может быть приведена в контакт с требуемым подслоем или поверхностью, после чего подкладка может быть сорвана с адгезива, в результате чего открывается другая сторона адгезива, которая может быть приклеена к другой поверхности или подслою. Содержащее адгезив изделие может быть выполнено в виде клейкой ленты или клейкого листа, и они могут быть изготовлены любыми известными способами, такими, как экструдирование, нанесение покрытия или распыления адгезивного состава на слой подкладки. Клейкая лента или клейкий лист, содержащие адгезив, чувствительный к давлению, могут быть ламинированы на поверхность массива пленки. Лента или лист могут быть также нарезаны на куски требуемой формы с помощью просечек. Примеры подходящих подслоев включают удаляемые защитные пленки (например, силиконовые удаляемые защитные пленки) или подкладки (которые могут быть грунтованные или негрунтованные, бумажные или пластмассовые).

Примеры материалов защитной пленки включают серию Т материалов производства CP Films (Сент-Луис, шт. Миссури, США). Подходящие материалы для подкладки включают полиолефины, полистирол, полиэфиры, поливинил-хлорид, поливиниловый спирт, полиуретан, поли(винилиден-фторид), целлюлозу и производные целлюлозы.

В качестве маскирующих материалов могут наноситься адгезивы-термоклей, не содержащие растворителей. Такие материалы наносятся при повышенной температуре (как правило, по меньшей мере 150°F) на пленку датчика, и затем им дают остыть, в результате чего образуется твердый барьерный слой. Предпочтительные термоклеи не содержат низкомолекулярных добавок, которые могут работать как загрязнители в отношении датчика. Примеры термоклеев включают термоклеи серии Scotch Weld™ производства 3M Company, такие как адгезивы Scotch Weld 3779 и 3789. Адгезивы представляют собой на 100% твердые термопластические и термоотверждаемые смолы, которые становятся жидкими при нагревании и при охлаждении в течение нескольких секунд отвердевают. Такие адгезивы могут быть нанесены на массив пленки с помощью специального пистолета, такого, как, например, пистолет для термоклея Stanley Bostitch SBGR-30K, или пистолеты, выпускаемые 3М для продуктов серии Scotch Weld™. Материалу дают остыть при комнатной температуре перед дальнейшим использованием датчика.

Полимерные материалы также могут использоваться для формирования барьерного слоя, маскирующего требуемые области массива пленки. В одном из воплощений для маскирования массива пленки используются водорастворимые полимеры. Примеры подходящих водорастворимых полимеров включают, но не ограничиваются ими: поливиниловый спирт, этилцеллюлозу, гидроксипропилцеллюлозу и полиэтиленгликоль. Могут также использоваться полимеры и сополимеры, изготовленные из следующих

классов мономеров: виниловый спирт, винил-фенол, этилен-гликоль, этилен-оксид. Как правило, данные полимеры готовят в виде водного раствора и наносят раствор на массив пленки для маскирования требуемых областей массива пленки. Нанесение раствора может проводиться с использованием традиционных технологий нанесения покрытий в виде раствора, включая, но не ограничиваясь ими: тампоном, центрифугированием, распылением, погружением, гравюрной печатью, контактной печатью, струйной печатью, трафаретной печатью. Полимерные растворы могут также точно наноситься на массив пленки с помощью шприца или пипетки. После нанесения покрытия массив пленки высушивается при комнатной или повышенной температуре, для дальнейшего его использования.

Еще один подходящий класс полимерных материалов для формирования барьерного слоя включает эпоксидные составы. Эпоксидные материалы, как правило, отверждаются под действием ультрафиолета или нагревания. Требования к таким материалам следующие: основной полимер эпоксидного состава должен быть достаточно большим (на молекулярном уровне), чтобы он не мог протечь в массив пленки, в процессе отверждения не должен использоваться растворитель и эпоксидный состав должен быстро отверждаться после нанесения его на массив пленки. Эпоксидный состав может наноситься при условиях, описанных выше, с тем отличием, что после нанесения следует цикл отверждения. Примером такого эпоксидного состава является Momentive™ UV9500 - не содержащий растворителя фотоотверждаемый эпoxисиликоновый полимер.

Для маскирования массива пленки могут также использоваться воски или смолы, например органические материалы, используемые для термической печати. Имеющиеся в продаже материалы такого типа включают материалы ColorStix производства Tektronix Inc. и Solid Ink производства Xerox Inc.

Для формирования барьерного слоя могут также использоваться неорганические материалы. Примеры таких материалов включают металлы, включая и не ограничиваясь ими: алюминий, хром, золото, никель, кремний, серебро, платину и палладий. Могут использоваться также оксиды, а также нитриды, карбиды, фосфиды и сульфиды металлов и полуметаллов, например, кремния, титана или хрома. Могут также использоваться смеси перечисленных материалов. Они могут наноситься на требуемые области массива пленки с помощью вакуумных технологий нанесения покрытий таких, как металлизация распылением, испаряющиеся покрытия, химическое осаждение паров или плазменное осаждение. При использовании данных методов могут использоваться маски, закрывающие источник или мишень, для получения требуемой структуры на основе датчика. Так, например, маска, в которой имеется ряд щелей, позволит получить на основе датчика барьерный слой в виде ряда линий. Для нанесения неорганических материалов или их предшественников также могут использоваться технологии нанесения покрытия в виде раствора, включая, но не ограничиваясь ими: тампоном, центрифугированием, распылением, погружением, гравюрной печатью, контактной печатью, струйной печатью, трафаретной печатью. Так, например, для нанесения неорганических прекурсоров может использоваться золь-гель технология, при которой неорганические прекурсоры после их нанесения реагируют друг с другом и образуются неорганические оксиды или иные неорганические материалы.

Описанный выше барьерный слой может быть нанесен на датчик с образованием различных визуальных структур при индикации требуемого химического вещества. Структуры, проявляющиеся под воздействием аналита, могут включать различные фигуры, буквы, логотипы, значения остаточной фильтрующей способности, сообщения, инструкции или прочие указатели для пользователя.

При необходимости датчик может включать дополнительные слои или элементы. Так, например, между отражающим слоем и сорбирующей средой может быть помещен пористый слой из композита, содержащего сорбент (например, полотно из активированных частиц угля, заключенных в матрицу из фибриллированного политетрафторэтилена, как описано в упоминавшемся выше патенте США 4208194), для гомогенизации паров, проникающих в индикатор, или каким-либо иным образом для сглаживания реакции индикатора на состояние сорбирующей среды. Когда часть датчика изменит цвет или оттенок, указывая на то, что фильтрующий картридж следует заменить, это будет означать определенный уровень выработки сорбента, требующий скорой замены фильтрующего картриджа. Выбор конкретного уровня выработки сорбента может зависеть от различных факторов, включая обеспечение достаточной буферной емкости, то есть выработки сорбента не на 100% в тот момент, когда подается сигнал необходимости замены картриджа. Так, например, уровень выработки сорбента при подаче сигнала замены может быть таким, что у пользователя остается от одного до трех часов работы с данным картриджем, чтобы у пользователя был достаточный резерв времени заметить, что датчик поменял цвет, указывая на необходимость замены картриджа.

Несмотря на то, что настоящее изобретение было описано выше на примере полнолицевой респираторной маски, закрывающей нос, рот и глаза пользователя, настоящее изобретение может также использоваться в сочетании с полумаской, покрывающей только нос и рот пользователя. Кроме того, фильтрующие картриджи в соответствии с настоящим изобретением могут быть съемно или несъемно прикреплены к основе маски. Система крепления также может иметь различные конфигурации и может включать дополнительные элементы, например элемент в виде короны, которые помогают удерживать респиратор на голове пользователя. Соответственно предвидится использование настоящего изобретения для широкого разнообразия датчиков и респираторных масок, в которых имеются датчики, расположенные на фильтрующем картридже.

Примеры

Ниже настоящее изобретение будет проиллюстрировано на ряде примеров. Все доли и проценты приведены по весу, если не указано иное. В описании примеров используются также сокращения, приведенные в Таблице.

Сокращение	Значение
BC	Бис-катехол (5,5',6,6'-тетрагидроксис-3,3,3',3'-тетраметил-1,1'-спиробисиндан)
FA	Фторированный арен (тетрафтортерефталонитрил)
DMF	К,К-диметилформамид
THF	Тетрагидрофуран

Пример 1

Образец датчика в соответствии с настоящим изобретением был изготовлен в виде пленки, содержащей четыре слоя. Слои пленки-датчика включали: (1) полупрозражающий слой; (2) пористый детектирующий слой; (3) отражающий слой; и (4) барьерный слой.

Формирование пленки-датчика начинали с формирования полупрозражающего слоя, который изготавливали путем нанесения никелевого покрытия на одну поверхность пленки из полиэтилен-терефталата (прозрачная пленка Melinex ST505 PET производства Dupont Teijin Films, Хоупвелл, Норвэлл, шт. Виргиния, США). Никель наносили на полиэтилен-терефталат путем термического испарения под вакуумом (базовое давление 10^{-5} Торр). Для нагрева никеля в графитовых тиглях использовали электронно-лучевые

источники Temescal Simba 2 (Edwards Corporation, Тьюксберри, шт. Массачусетс, США). Отложение никеля проводили до получения оптической прозрачности 27%, соответствовавшей толщине покрытия примерно 10 нм.

Второй слой пленки-датчика, который наносили на покрытую никелем сторону 5 полуотражающего слоя, был слоем полимерного материала с присущей внутренней микропористостью. Такой материал изготавливали из мономеров, в целом следуя процедуре, описанной Budd с соавт. в *Advanced Materials*, 2004, Vol.16, No.5, стр.456-459. Полимерный материал с присущей внутренней микропористостью формировали из 9,0 г ВС с добавлением 5,28 г FA, 18,0 г карбоната калия и 120 мл DMF. Смесь выдерживали 10 для проведения реакции при 70°C в течение 24 часов. Полученный полимер растворяли в THF, троекратно осаждали в метаноле и высушивали под вакуумом при комнатной температуре. В результате данной процедуры получали твердый полимерный продукт желтого цвета, имеющий молекулярный вес (Mw) 61 800. Полученный полимерный материал наносили в виде 4%-ного раствора в хлорбензоле щелевым методом на 15 никелированную поверхность полуотражающего слоя. После высушивания в течение 3 минут при температуре 121°C получали слой покрытия из полимера с присущей внутренней микропористостью толщиной примерно 650 мкм.

Третий слой пленки-датчика был отражающим слоем, сформированным из наносеребра, нанесенного на поверхность слоя из полимерного материала с присущей 20 внутренней микропористостью. Наносеребро наносили в виде раствора суспензии наносеребра DGP-40LT-15C производства Advanced Nanoproducts (Корея) в 1-метокси-2-пропорции 1:1,5. Раствор наносили с помощью щелевой оправы на слой из полимерного материала с присущей внутренней микропористостью и после этого выдерживали при температуре 130°C в течение 12 часов для спекания частиц серебра. 25 В результате получали отражающий слой толщиной примерно 150 мкм.

На отражающий слой из наносеребра наносили четвертый, последний слой пленки-датчика - барьерный слой для формирования требуемой структуры из покрытых и не покрытых барьерным слоем областей. В качестве барьерного материала использовали смесь полиизобутиленовых адгезивов Orpanol B80 и B15 производства BASF (Флорхэм-Парк, шт. Нью-Джерси, США), и прикрепляли его к открытым областям отражающего 30 слоя с помощью защитной пленки T-30 производства CP Films (Сент-Луис, шт. Миссури, США). Адгезивы Orpanol были выбраны из-за их высокой степени чистоты и низкого содержания остаточных низкомолекулярных органических паров. Слой адгезива изготавливали нанесением смеси адгезивов B80 и B15 в пропорции 4:1 соответственно 35 в виде их раствора в толуоле с суммарным содержанием адгезивов 11.1%. Раствор наносили на защитную пленку и давали ему высохнуть при температуре 70°C в течение 30 минут, в результате чего получали слой адгезива толщиной 0,025 мм. После этого адгезив наносили на отражающий слой в виде требуемой структуры, оставляя одну из защитный пленок нетронутой, и таким образом получали барьерный слой.

40 Функционирование полученной пленки-датчика оценивали следующим образом. Кусочек пленки прикрепляли к внутренней поверхности герметичной камеры с прозрачными стенками, в которую запускали обнаруживаемое вещество - октан в концентрации 500 частиц на миллион (ppm), при атмосферном давлении. После достижения химического равновесия между немаскированными участками пленки датчика и обнаруживаемым веществом смотрели на изменение цвета пленки-датчика. Для оценки использовали кусок пленки-датчика размерами 1,5 см×1,0 см, в центре 45 которого была выполнена структура из немаскированных прямоугольных полос длиной 10 мм и шириной 3 мм. Образец крепили к внутренней стенке герметичной камеры

объемом 105 см с помощью переводного адгезива 8172 производства 3М (Сент-Пол, шт. Миннесота, США). Длинные участки немаскированных полос были ориентированы вдоль короткой стороны образца пленки, а переводной адгезив наносили на полупрозражающий слой пленки-датчика для последующего прикрепления образца к стенке камеры. После крепления образца пленки к стенке камеры запускали обнаруживаемое вещество со скоростью 32,0 л/мин. Температура пленки-датчика и обнаруживаемого вещества составляла примерно 25°C. Подождя достаточное время для установления химического равновесия между немаскированными полосами пленки-датчика и обнаруживаемым веществом, наблюдали за цветами маскированных и немаскированных областей датчика через прозрачную стенку камеры. Было отмечено, что немаскированная полоса имела отчетливый красный цвет, в то время как область, покрытая барьерным слоем, сохранила исходный зеленый цвет пленки-датчика. Разрешение, или достоверность цветового различия между красными и зелеными участками пленки-датчика, было достаточно высоко: различие было резким и отчетливо заметным.

Сравнительный пример 1 (маска не скреплена)

Образец готовили и прикрепляли к стенке камеры с прозрачными стенками, как было описано в Примере 1, с тем отличием, что в качестве маски использовали ленту Scotch™ из полиэтилен-терефталата. С помощью иглы для подкожных инъекций диаметром 8 мм производства Miltex (Йорк, шт. Пенсильвания, США) выполняли отверстия в центре куска пленки из полиэтилен-терефталата (прозрачная пленка Melinex ST505 производства Dupont Teijin Films, Хоупвелл, шт. Виргиния). Пленку из полиэтилен-терефталата помещали поверх пленки-датчика в камеру так, что центральное отверстие в пленке приходилось на центральную часть отражающего слоя датчика, который представлял собой кусок пленки размером 2,0 см×1,5 см. Пленку из полиэтилен-терефталата крепили к стенкам камеры с помощью чувствительного к давлению адгезива - ленты Magic™ 810 производства 3М (Сент-Пол, шт. Миннесота, США).

Функционирование полученной пленки-датчика оценивали, запуская в камеру обнаруживаемое вещество - октан в концентрации 500 частиц на миллион (ppm), при атмосферном давлении. После крепления образца пленки к стенке камеры запускали обнаруживаемое вещество со скоростью 32,0 л/мин. Температура пленки-датчика и обнаруживаемого вещества составляла примерно 25°C. Подождя достаточное время для установления химического равновесия между немаскированными полосами пленки-датчика и обнаруживаемым веществом, наблюдали за цветами маскированных и немаскированных областей датчика через прозрачную стенку камеры. Было отмечено, что как немаскированная область датчика, так и большая часть маскированной области приобрели отчетливый красный цвет, в то время как лишь небольшая часть маскированной области сохранила исходный зеленый цвет пленки-датчика. Разрешение, или достоверность цветового различия между красными и зелеными участками пленки-датчика, было слабым, так что отчетливой формы или структуры изображения не прослеживалось.

Сравнительный пример 2 (маска не инертна)

Кусок пленки-датчика размером 1,5 см×1,0 см изготавливали, как описано в Примере 1. Половину датчика маскировали путем крепления куска чувствительного к давлению адгезива - ленты Magic™ 810 производства 3М (Сент-Пол, шт. Миннесота, США) размером 0,75 см×1,0 см к отражающему слою датчика. После выдержки в течение 12 часов при температуре примерно 25°C маскированная область датчика принимала отчетливый красный цвет, в то время как немаскированная часть датчика оставалась

зеленой, что указывало на то, что маска из клейкой ленты не была инертна по отношению к детектирующему слою из полимера с присущей внутренней микропористостью, описанного выше. Данный пример показывает, что лента 810, из-за присутствия в ней летучих органических остатков, работает как загрязнитель по отношению к детектирующим слоям датчика и фальсифицирует результат, ложно указывая на наличие обнаруживаемого вещества в атмосфере.

Настоящее изобретение допускает различные модификации и изменения без отхода от идеи и назначения изобретения. Поэтому настоящее изобретение не ограничено приведенным выше описанием, а ограничено приводимой ниже формулой и эквивалентами объектов, в ней упоминаемых.

Настоящее изобретение может быть также успешно реализовано в отсутствие любого элемента, явно не упоминаемого в настоящем описании.

Все патенты и патентные заявки, на которые приводятся ссылки в настоящем описании, включая раздел «Уровень техники», цитируются целиком, если явно не оговорено, что они цитируются частично или с ограничениями. Если какое-либо значение или определение понятия в настоящем документе не совпадает со значением или определением данного понятия в документе, на который дается ссылка, следует руководствоваться значением или определением данного понятия, содержащимся в настоящем документе.

Формула изобретения

1. Датчик для обнаружения химического вещества, содержащий:
пленку, включающую массив пленки, реагирующий на присутствие химического вещества изменением цвета и содержащий:

- (a) детектирующий слой;
- (b) барьерный слой, имеющий основную поверхность, скрепленную с массивом пленки в заданных областях датчика, но инертный по отношению к детектирующему слою, для предотвращения изменения цвета в массиве пленки в области, расположенной в направлении, перпендикулярном основной поверхности барьерного слоя;
- (c) отражающий слой, расположенный между барьерным слоем и детектирующим слоем; и
- (d) полупрозрачный слой, расположенный с противоположной, по отношению к отражающему слою, стороны детектирующего слоя.

2. Датчик по п.1, отличающийся тем, что барьерный слой содержит адгезив.

3. Датчик по п.2, отличающийся тем, что барьерный слой содержит адгезив, чувствительный к давлению.

4. Датчик по п.3, отличающийся тем, что барьерный слой является адгезивом, чувствительным к давлению, и при этом датчик обнаруживает органические пары.

5. Датчик по п.3, отличающийся тем, что адгезив, чувствительный к давлению, содержит полиизобутилен, сополимер полиизобутилена, акриловый полимер или их сочетание.

6. Датчик по п.4, отличающийся тем, что адгезив, чувствительный к давлению, содержит полиизобутилен, сополимер полиизобутилена, акриловый полимер или их сочетание.

7. Датчик по п.2, отличающийся тем, что барьерный слой содержит термоклей.

8. Датчик по п.1, отличающийся тем, что барьерный слой содержит водорастворимый полимер или сополимер.

9. Датчик по п.1, отличающийся тем, что барьерный слой содержит эпоксидный

состав.

10. Датчик по п.1, отличающийся тем, что барьерный слой содержит воск.

11. Датчик по п.1, отличающийся тем, что барьерный слой содержит смолу.

12. Датчик по п.1, отличающийся тем, что является индикатором окончания срока
5 службы.

13. Датчик по п.1, отличающийся тем, что является индикатором остаточного срока
службы.

14. Фильтрующий картридж, содержащий корпус, фильтрующую среду,
расположенную в корпусе, и датчик по п.1, видимый через боковую стенку корпуса.

10 15. Фильтрующий картридж по п.14, отличающийся тем, что дополнительно содержит
одну или более отметок, указывающих на остаточный срок фильтрующего картриджа.

16. Фильтрующий картридж по п.15, отличающийся тем, что отметка(отметки)
сформованы в боковой стенке корпуса картриджа.

17. Респиратор, содержащий основу маски и один или более фильтрующих картриджей
15 по п.14.

20

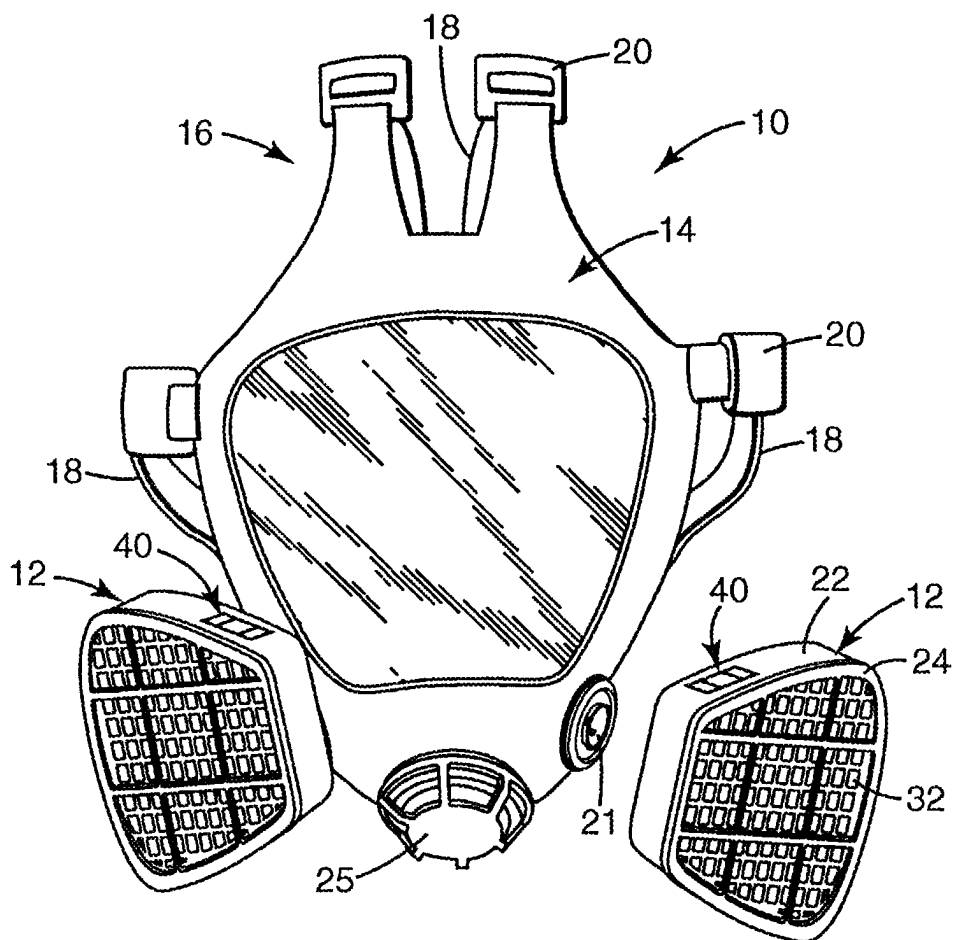
25

30

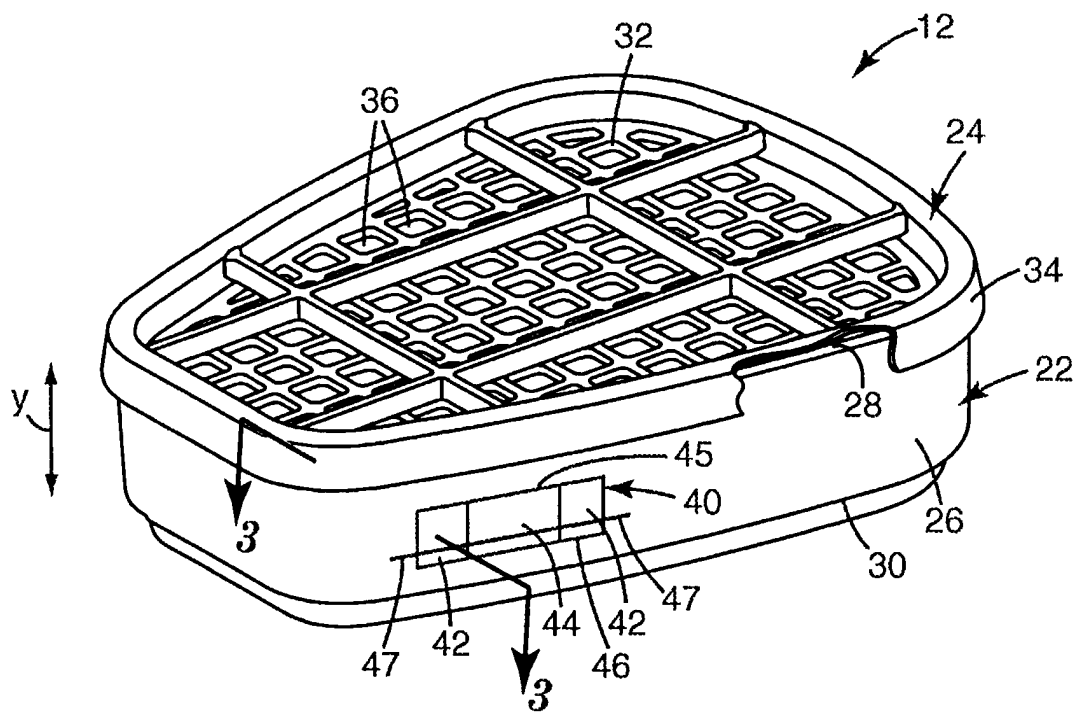
35

40

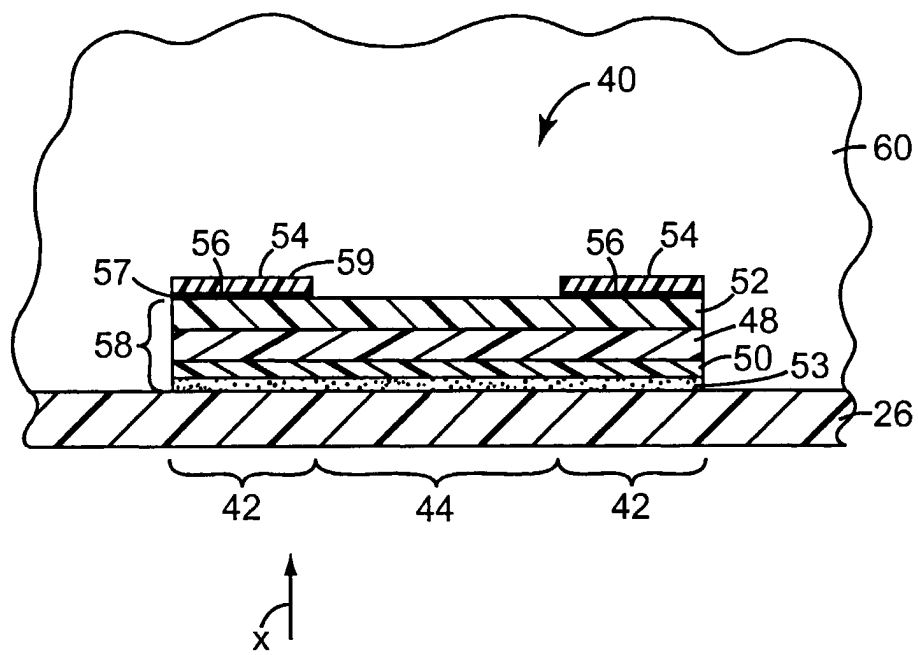
45



Фиг.1



Фиг.2



Фиг.3