

(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В
СООТВЕТСТВИИ С ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(19) Всемирная Организация
Интеллектуальной Собственности
Международное бюро

(43) Дата международной публикации
01 августа 2019 (01.08.2019)



(10) Номер международной публикации
WO 2019/145902 A1

(51) Международная патентная классификация:
G16H 40/40 (2018.01) *A62B 18/00* (2006.01)
A62B 7/08 (2006.01)

SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(21) Номер международной заявки: РСТ/IB2019/050620

(22) Дата международной подачи:
25 января 2019 (25.01.2019)

(25) Язык подачи: Русский

(26) Язык публикации: Русский

(30) Данные о приоритете:
P.424362 25 января 2018 (25.01.2018) PL

(71) Заявитель: ДЕЗЕГА ПОЛЬСКА СП. З О.О.
(DEZEGA POLSKA SP. Z O. O.) [PL/PL]; ул. Металова
3, 43-100, Тыхы, 43-100, Tychy (PL).

(72) Изобретатель: ТИМОФЕЕВ, Виктор Борисович
(TIMOFIEIEV, Viktor, Borisovich); ул. Независимо-
сти, 11-24, Донецк, 83092, Donetsk (UA).

(74) Агент: ВОЖАКЕВИЧ, Александра
(WOJAKIEWICZ, Aleksandra); АОМБ Польша СП. З
О. О., Эмилии Платер 53, 21. пьетро, Варшава, 00-113,
Warszawa (PL).

(81) Указанные государства (если не указано иначе, для
каждого вида национальной охраны): 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, JP, 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) Указанные государства (если не указано иначе, для
каждого вида региональной охраны): ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), евразийский (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,
TJ, TM), европейский патент (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,

Опубликована:

- с отчётом о международном поиске (статья 21.3)
- до истечения срока для изменения формулы
изобретения и с повторной публикацией в случае
получения изменений (правило 48.2(h))

(54) Title: SYSTEM FOR MONITORING SERVICEABILITY STATUS PARAMETERS

(54) Название изобретения: СИСТЕМА ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ СОСТОЯНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ
МНОЖЕСТВА ГЕРМЕТИЧЕСКИ ЗАКРЫТЫХ ОБЪЕКТОВ

(57) Abstract: The invention relates to technical means of protecting respiratory organs, said means supporting human vital functions in an unbreathable atmosphere, and concerns a self-contained breathing apparatus having a closed breathing system using chemically bound oxygen. The essence of the invention consists in increasing the reliability of self-contained self-rescuers by using means of monitoring parameters that define the serviceability thereof.

(57) Реферат: Изобретение относится к техническим средствам защиты органов дыхания, обеспечивающим жизнедеятельность человека в атмосфере, непригодной для дыхания, и касается изолирующего дыхательного аппарата с замкнутой системой дыхания с использованием химически связанного кислорода. Сущность изобретения состоит в повышении надежности самоспасателей путем применения средств мониторинга параметров, определяющих их работоспособность.



WO 2019/145902 A1

СИСТЕМА ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ СОСТОЯНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МНОЖЕСТВА ГЕРМЕТИЧЕСКИ ЗАКРЫТЫХ ОБЪЕКТОВ

Изобретение относится к техническим средствам защиты органов дыхания, обеспечивающим жизнедеятельность человека в атмосфере, непригодной для дыхания, и касается изолирующего дыхательного аппарата с замкнутой системой дыхания с использованием носителя химически связанного кислорода.

Изолирующие дыхательные аппараты – так называемые самоспасатели (Self-Contained Self-Rescuer; SCSR) – применяются в угольной, химической и других отраслях промышленности для защиты органов дыхания от вредного воздействия отравляющих газов, дыма, пыли, высокой температуры, недостатка кислорода и тому подобных факторов окружающей атмосферы, возникающих при авариях на производстве, а также при нахождении в космосе или под водой.

В связи с возросшими требованиями к безопасности персонала, пользующегося изолирующими дыхательными аппаратами, большое внимание уделяется контролю параметров, определяющих их работоспособность.

Изолирующий дыхательный аппарат содержит элементы контура циркуляции воздуха, помещенные в герметически закрытый корпус, чем устраняется отрицательное влияние на работоспособность аппарата таких факторов среды использования, как температура и влажность.

Независимо от применяемой схемы циркуляции воздуха, функционирование известных самоспасателей основано на использовании химически связанного кислорода, для выделения которого в регенеративных патронах в качестве продукта для регенерации дыхательной смеси используют супероксид калия.

Основной критерий изолирующих дыхательных аппаратов – время защитного действия – зависит от ряда параметров, в частности от их аэродинамического сопротивления и сорбционной способности регенеративного продукта в диапазоне температур эксплуатации аппарата.

В патронах изолирующих дыхательных аппаратов, содержащих гранулированный или таблетированный продукт с химически связанным кислородом, в результате механического воздействия на них при транспортировании и эксплуатации происходит разрушение гранул и образование значительного количества пыли, что отрицательно сказывается на физиологии дыхания из-за повышения аэродинамического сопротивления при дыхании, а также недопустимо с точки зрения здоровья пользователя. Поэтому попадание пыли в дыхательный контур категорически не допускается на уровне стандартов, и для выполнения этих требований применяются специальные конструкционные решения.

Наряду с химическим истощением гранулированного или таблетированного продукта с химически связанным кислородом образование значительного количества пыли из гранул или частиц под воздействием механических нагрузок может оказаться существенным признаком работоспособности регенеративного патрона.

Поэтому мониторинг количества пыли, образовавшейся в регенеративном патроне из частиц продукта с химически связанным кислородом в процессе его эксплуатации, является насущной задачей.

Известные способы определения гранулометрического состава сыпучих материалов приемлемы лишь для свободно перемещающихся материалов, но не пригодны для материалов, помещенных в герметически закрытый объект.

Именно с этим фактом связаны два существенных аспекта настоящего изобретения, определяющих работоспособность самоспасателя – мониторинг образования пыли и контроль герметичности корпуса изолирующего дыхательного аппарата под воздействием механических и климатических факторов среды эксплуатации, транспортирования и хранения.

Третий аспект настоящего изобретения касается системы для мониторинга параметров состояния работоспособности множества самоспасателей.

В известном из уровня техники южноафриканском патенте ZA201301670 (B) (IPC: G01D, G01K; публикация 28.05.2014) проблема мелких частиц супероксида калия лишь упомянута, но не развита:

«Гранулированный или таблетированный супероксид калия с течением времени выделяет частицы, что является нежелательным из-за возможного попадания в мешок самоспасателя. Мешок самоспасателя обычно изготовлен из материала с относительно низкой температурой плавления, например, гибкого пластичного материала, таким образом, утечка частиц супероксида калия приводит к нагреванию мешка, что является нежелательным и пожароопасным.»

(Potassium superoxide, in either granular or pellet form, releases particles of potassium superoxide over time which often undesirably leaks into the bag of the SCSR. The bag of the SCSR is typically constructed of a material with a relatively low melting point, for example, a flexible plastic material. It follows that leaked particles potassium superoxide in a heat damaged bag of an SCSR may prove to be a very undesirable and dangerous fire hazard.)

В другом документе уровня техники – заявке на изобретение US2016089552 (A1) (IPC: A62B 7/08, A62B 9/00; публикация 31.03.2016) имеется всего одна фраза, касающаяся проблемы пылеобразования: «В настоящее время это включает ежедневный визуальный контроль показателей температуры и влажности в корпусе дыхательного устройства, проверка даты изготовления, указанной на корпусе, визуальный осмотр на предмет внешнего повреждения корпуса и ежеквартальную проверку слоя химического вещества для получения кислорода с использованием ручного шумомера».

(Currently this includes a daily visual inspection of temperature and humidity indicators mounted in the case of the breathing device, verification of the manufacture date printed on the case, visual inspection for external damage to the case, and a quarterly inspection of the chemical bed using a hand held sound monitor.)

То есть речь идет лишь о выявлении наличия образовавшейся пыли и субъективной оценке ее количества.

В материале фирмы Drägerwerk AG & Co. KGaA «90 41 097 | 14.11-4 | Communications & Sales Marketing | PP | Printed in USA | Chlorine-free – environmentally compatible | Subject to modifications», 2014, содержится упоминание о прозрачном окошке в корпусе самоспасателя Dräger Oxy 6000 для ежедневного визуального контроля наличия мелких частиц супероксида калия: «The innovative Safety Eye is designed to let you keep an eye on safety. Providing immediate confirmation of operational readiness, this clear status window allows wearers to check for the presence of moisture and yellow KO₂ fragments within the device on a daily basis».

В этом материале уровня техники также отсутствуют технические средства для однозначного суждения о количестве пыли, образовавшейся из гранул носителя химически связанного кислорода.

Проблема контроля герметичности корпуса самоспасателя отображена в упомянутых документах уровня техники более глубоко.

Так, в патенте ZA201301670 (B) описано установленное в герметическом корпусе самоспасателя устройство для мониторинга самоспасателя, содержащее датчик температуры, датчик влажности, процессор, выполненный с возможностью формирования аварийных сигналов в случае выхода измеренных значений температуры или влажности за пределы предварительно заданных диапазонов, записи измеренных значений и аварийных сигналов в запоминающее устройство, а также коммуникационный модуль, предназначенный для активной беспроводной передачи записанных данных на считывающий модуль с заранее определёнными периодическими интервалами.

В материалах патента ZA201301670 (B) отсутствует объяснение связи между измеренными значениями температуры и влажности и герметичностью корпуса.

Кроме того, в патенте ZA201301670 (B) описана система безопасности самоспасателей, включающая

- множество корпусов самоспасателей, оснащенных устройствами для мониторинга, а также
- один или несколько опрашивающих принимающих модулей или сканеров для приема аварийных сигналов от множества корпусов самоспасателей, причем каждый опрашивающий модуль выполнен с возможностью сигнализировать аварийное состояние, если будет обнаружено, что процессор сгенерировал один или несколько сигналов температурной или влажностной тревоги,
- сервер, содержащий модуль сбора данных, выполненный с возможностью приема информации, указывающей на принятый аварийный сигнал, или информацию, указывающую на сигнал, от множества опрашивающих принимающих модулей,
- базу данных для хранения данных,

– модуль, генерирующий аварийный сигнал,

причем

– процессор выполнен с возможностью обработки сигнала модуля для генерирования аварийного состояния в ответ на запрос модуля сбора данных, определяющего, что принимающий модуль принял один или более одного аварийного сигнала по изменению температуры и влаги в корпусе самоспасателя.

Опрашивающие принимающие модули могут быть портативными или стационарными. Опрашивающий модуль может быть выполнен с возможностью приема информации, указывающей о аварийной ситуации с центрального сервера, как правило удаленно. Из этого следует, что информация, указывающая на аварийное состояние, принимаемое опрашивающим принимающим модулем включает в себя информацию, указывающую на корпус, который может быть неисправен, чтобы дать возможность оператору опрашивающего принимающего модуля устранить такой самоспасатель.

Кроме того, в патенте ZA201301670 (B) описан способ мониторинга самоспасателей, включающий этапы:

- прием одного или более аварийного сигнала, указывающего на недопустимое значение температуры, определяемой в пределах или за пределами определенного корпуса самоспасателя, сигнал влажности, указывающий на недопустимый уровень влажности в корпусе самоспасателя, и рабочего сигнала, указывающего допустимое значение температуры, которая определяется в пределах или за пределами корпуса самоспасателя и допустимый уровень влажности, определяемый в корпусе самоспасателя; а также
- генерирования аварийного сигнала в ответ на прием одного или нескольких аварийных сигналов по температуре или влажности от корпуса самоспасателя.

(31. A method for monitoring self-contained self-rescuers (SCSRs), the method comprising the steps of:

– receiving one or more of a temperature alarm flag indicative of an unacceptable temperature value being determined within or outside a particular SCSR housing, a humidity alarm flag indicative of an unacceptable humidity level being determined within the SCSR housing, and a working flag indicative of an acceptable temperature value being determined within or outside the SCSR housing and an acceptable humidity level being determined within the SCSR housing; and

– generating an alarm in response to receiving one or more of the temperature or humidity alarm flag from the SCSR housing.)

Согласно этому способу мониторинга процессор устройства для мониторинга номинально пребывает в «спящем» режиме, активизируется через заданные интервалы времени для измерения значений температуры и влажности и записи измеренных значений в энергонезависимую память, а также для активной передачи измеренных значений и/или аварийных сигналов по беспроводному каналу на опрашивающий модуль, и затем переходит в режим «сна» для экономии энергии. Передача данных может быть также активизирована по запросу опрашивающего модуля.

В другом документе уровня техники – заявке на изобретение US2016089552 – описан дыхательный аппарат, содержащий: корпус, содержащий по меньшей мере, химическое вещество для получения кислорода и устройство для мониторинга корпуса, включающее средства для измерения параметров корпуса, существенных для рабочего состояния дыхательного аппарата: датчик влажности, датчик удара, датчик давления, датчик температуры и другие электронные компоненты для обработки сигналов от датчиков, и контроллер, выполненный с возможностью приема сигналов от датчиков и формирования выходного сигнала, характеризующего рабочее состояние дыхательного аппарата.

*(1. A breathing apparatus comprising:
a case containing at least a chemical for generating oxygen; and
a monitoring circuit within the case, the monitoring circuit including a plurality of sensors configured to sense parameters within the case relevant to an operational status of the breathing apparatus, and a controller configured to receive signals from the sensors and to produce an output signal indicating the operational status of the breathing apparatus.)*

Изложенный в указанной заявке способ мониторинга дыхательного аппарата включает: с использованием множества датчиков в случае дыхательного аппарата измерение параметров, имеющих отношение к рабочему состоянию дыхательного аппарата, а также обработку сигналов от датчиков для получения выходного сигнала рабочего состояния дыхательного аппарата.

*(7. A method for monitoring a breathing apparatus, the method comprising:
using a plurality of sensors within a case of a breathing apparatus to sense parameters relevant to an operational status of the breathing apparatus; and
processing signals from the sensors to produce an output signal representative of the operational status of the breathing apparatus.)*

В заявке описано значение герметичности корпуса для обеспечения работоспособности самоспасателя, однако отсутствуют критерии обработки сигналов датчиков для ее мониторинга.

Задача изобретения состоит в повышении надежности самоспасателей путем применения средств мониторинга параметров, определяющих их работоспособность.

Поставленная задача решена признаками независимых пунктов формулы изобретения.

Ниже признаки и преимущества изобретения подробно объясняются на примере исполнения с использованием фигуры, на которой изображена блок-схема системы мониторинга.

В отношении первого аспекта изобретения разработан способ мониторинга образования пыли из гранулированного сыпучего продукта под воздействием механических нагрузок, предполагающий создание баз данных пылеобразования, предварительно эмпирически составленных для различных конструктивных исполнений самоспасателей, и содержащих зависимости абсолютного или относительного содержания пыли, образовавшейся из помещенных в различные закрытые самоспасатели различных сыпучих гранулированных продуктов, от механических воздействий, вид и

параметры которых (удары, вибрации, продолжительность, амплитуда и спектр частот) аналогичны реальным условиям эксплуатации самоспасателей.

Для этого указанные механические воздействия создают с помощью вибростенда, на котором устанавливают испытуемый самоспасатель с сыпучим гранулированным носителем химически связанного кислорода.

Согласно изобретению, в качестве универсальной меры для уровня различных видов механического воздействия принята модель накопления суммы амплитуд модулей векторов ускорения отдельных колебаний. Регистрацию колебаний осуществляют с помощью трехосевого акселерометра с функцией датчика ударных нагрузок.

Таким образом, при создании упомянутых баз данных методом гранулометрического анализа определяют относительное или абсолютное количество пыли, образовавшейся из носителя химически связанного кислорода, при различных значениях механических воздействий, производимых вибростендом с определенным шагом в виде суммарного амплитудного значения векторов ускорения. При формировании этих зависимостей определяют также предельно допустимое суммарное амплитудное значение векторов ускорения, соответствующее максимально допустимому содержанию пыли в патроне с сыпучим гранулированным продуктом.

На основании указанных баз данных в процессе эксплуатации, транспортирования и хранения самоспасателей осуществляют определение абсолютного или относительного содержания пыли в сыпучем гранулированном продукте путем сравнения суммарного амплитудного значения механических воздействий на корпус самоспасателя с соответствующей эмпирической зависимостью. При этом регистрацию колебаний в самоспасателе также осуществляют с помощью трехосевого акселерометра.

Для осуществления описанного выше способа мониторинга образования пыли согласно изобретению предложено устанавливаемое в самоспасателе устройство для мониторинга образования пыли, основными функциональными узлами которого являются трехосевой акселерометр, микроконтроллер, энергонезависимое запоминающее устройство и устройство беспроводной связи.

Используемый в устройстве для мониторинга трехосевой акселерометр выполнен в виде микросхемы по технологии MEMS (*Microelectromechanical systems*, микроэлектромеханические системы). Он содержит внутренний микропроцессор, выполненный с возможностью формирования значений ускорений по всем трем осям и сигналов прерываний по событиям ударных нагрузок, превышающих предварительно заданные пороговые значения амплитуды ускорений, времени воздействия, полосы частот. Указанные пороговые значения принимают устройством беспроводной связи, записывают в энергонезависимое запоминающее устройство и по команде микроконтроллера передают на запоминающее устройство внутреннего микропроцессора акселерометра.

В процессе формирования базы данных пылеобразования или реальной эксплуатации самоспасателя микроконтроллер устройства для мониторинга образования пыли на основании

сформированных акселерометром сигналов вычисляет амплитудное значение вектора ускорения отдельного колебания как корень квадратный из суммы квадратов значений ускорений по всем трем осям X, Y, Z и формирует сумму амплитудных значений векторов ускорения колебаний, которым подвергается акселерометр. Поскольку акселерометр является составной частью устройства для мониторинга образования пыли, установленного в самоспасателе, а патрон с носителем химически связанного кислорода жестко установлен в корпусе самоспасателя, полученное суммарное амплитудное значение соответствует суммарному механическому воздействию и, согласно изобретению, количеству пыли, образованной из частиц гранулированного носителя химически связанного кислорода.

В процессе реальной эксплуатации самоспасателя микроконтроллер по событиям ударных воздействий записывает вычисленное суммарное амплитудное значение в энергонезависимое запоминающее устройство, предоставляет его для считывания через устройство беспроводной связи как значение, определяющее ресурс самоспасателя по критерию «пылеобразование», и сравнивает его с предельно допустимым значением, полученным через устройство беспроводной связи и записанным в энергонезависимое запоминающее устройство.

При превышении вычисленного суммарного амплитудного значения над предельно допустимым значением микроконтроллер формирует сигнал неработоспособности самоспасателя, записывает в запоминающее устройство, и активизирует аварийный индикатор самоспасателя.

В предпочтительной форме осуществления изобретения энергонезависимое запоминающее устройство и устройство беспроводной связи выполнены в виде снабженной антенной полуактивной RFID-метки, в которой энергия от автономного источника питания потребляется лишь для работы микроконтроллера по выполнению вычислений, управлению акселерометром и записи данных в запоминающее устройство. Прием и передача внешних данных осуществляются за счет энергии, получаемой антенной RFID-метки от считывающего устройства, благодаря чему ресурс автономного источника питания составляет не менее 10 лет, что значительно превышает ресурс известных из уровня техники аналогов, содержащих активные RFID-метки.

Наличие такого инструмента для количественного определения содержания пыли в сыпучем гранулированном носителе химически связанного кислорода позволяет определять ресурс и правильно планировать использование и обслуживание самоспасателя.

Описанные выше способ и устройство могут быть применены как отдельно для осуществления первого аспекта изобретения – мониторинга пылеобразования в различных устройствах, так и для совместного осуществления двух первых упомянутых выше аспектов изобретения путем интегрирования в способ и устройство для комплексного мониторинга параметров работоспособности различных устройств и систем в различных областях промышленности и в быту.

Соответствующий изобретению способ комплексного мониторинга параметров состояния работоспособности герметически закрытого самоспасателя, содержащего сыпучий гранулированный носитель химически связанного кислорода, предполагает измерение таких же параметров условий

эксплуатации, транспортирования и хранения, что и в материалах уровня техники: температуры, влажности и давления внутри самоспасателя, вибрационных и ударных механических воздействий на самоспасатель. Отличия от уровня техники состоят в обработке измеренных параметров.

Измеренные значения используют для формирования сигнала/сигналов неработоспособности на основании приведенных ниже критериев, причем последовательность их изложения не связана с их приоритетностью (значимостью). В процессе эксплуатации самоспасателя могут складываться самые разнообразные комбинации условий, определяющих его работоспособность. Для повышения надежности мониторинга в основу способа положены различные критерии, по каждому из которых независимо может формироваться сигнал неработоспособности, причем для осуществления последующего анализа причин предусмотрено, что в данных энергонезависимой памяти, соответствующих признаку неработоспособности, содержатся битовые поля с конкретными критериями, которые вызвали неработоспособность.

На работоспособность самоспасателя влияют внешние климатические параметры, в первую очередь температура. Поскольку корпус самоспасателя обладает высокой теплопроводностью, внешняя температура воздействует на внутреннее пространство самоспасателя лишь с незначительной задержкой. Реальный рабочий диапазон температур самоспасателя составляет от -40°C до $+70^{\circ}\text{C}$. При длительном воздействии более высокой температуры начинается разрушение внутренних узлов и деталей, что приводит к его неработоспособности. Отсюда вытекает первый критерий неработоспособности – воздействие температуры выше заданного значения в течение определенного времени.

Как известно, выделение кислорода из содержащегося в патроне гранулированного регенеративного продукта происходит под воздействием влаги при выдохе. При потере герметичности корпуса влага окружающей среды проникает внутрь, вследствие чего при ее длительном воздействии уменьшается время защитного действия. На этом базируется второй критерий неработоспособности - воздействие абсолютной влажности выше заданного значения в течение определенного времени.

Существенным признаком, характеризующим герметичность корпуса, является термодинамическая постоянная, так называемая изохора, которую вычисляют путем деления текущего значения давления на текущее значение температуры.

Для выявления нарушений герметичности корпуса самоспасателя в отличие от аналогов, анализирующих непосредственно измеренные значения климатических параметров внутри корпуса самоспасателя, согласно изобретению, вычисляют градиенты измеренных значений влажности, температуры, абсолютного давления, а также изохоры, то есть скорости их изменения, что повышает чувствительность выявления их критических изменений вследствие потери герметичности.

Соответствующий изобретению способ комплексного мониторинга включает также способ мониторинга пылеобразования, осуществляемый согласно пункту 1 формулы изобретения.

Устройство для осуществления описанного способа комплексного мониторинга выполнено в виде конструктивно законченного модуля, пригодного для установки на или в самоспасателе. Оно включает элементы устройства для мониторинга пылеобразования согласно пункту 6 формулы изобретения.

Представленное на фигуре устройство 10 для комплексного мониторинга работоспособности самоспасателя содержит плату 1, на которой установлены датчик 2 параметров окружающей среды для измерения относительной влажности, абсолютного давления и температуры, трехосевой акселерометр 3 с функцией датчика ударных нагрузок, аварийный индикатор 4, микроконтроллер 5 и автономный источник 6 питания, а также антенну 7 с установленной на ней RFID-меткой, содержащей энергонезависимое запоминающее устройство 8 и приемо-передающий RFID-модуль 9. Микроконтроллер 5 и RFID-метка связаны между собой цифровым интерфейсом ввода-вывода (IO).

Микроконтроллер 5 через RFID-интерфейс получает установочные данные от считывающего устройства 11, через цифровые интерфейсы ввода-вывода выполняет настройку датчиков и на основании измеренных значений реализует изложенные в способе алгоритмы комплексного мониторинга. При этом он использует сформированные в трехосевом акселерометре 3 прерывания (INT).

Текущие значения измеренных параметров микроконтроллер 5 записывает в энергонезависимое запоминающее устройство 8, из которого они могут быть считаны считывающим устройством 11 через RFID-интерфейс.

В случае формирования сигнала неработоспособности микроконтроллер 5 записывает данные о неработоспособности в энергонезависимое запоминающее устройство 8, а также по линии CONTR управляет аварийным индикатором 4.

Устройство 10 для комплексного мониторинга может быть использовано как для автономного контроля работоспособности самоспасателя – с использованием лишь встроенного аварийного индикатора 4, так и в составе системы мониторинга множества самоспасателей.

Третий аспект настоящего изобретения касается системы для мониторинга параметров состояния работоспособности множества самоспасателей.

Известная из уровня техники система для мониторинга ограничена одним локальным сервером для сбора данных от множества считывающих устройств, каждое из которых получает данные от множества самоспасателей, эксплуатируемых в одном месте использования, например, шахта, завод и т.д.

Соответствующая настоящему изобретению система для мониторинга предполагает контроль всех самоспасателей изготовителя, используемых на разных предприятиях и даже в разных странах, и охватывает международную сеть локальных серверов.

На фигуре представлена блок-схема формы осуществления системы для мониторинга, охватывающей множество разнесенных в пространстве мест 13 использования, в каждом из которых

установлен по меньшей мере один локальный сервер 12, посредством локальной вычислительной сети связанный с по меньшей мере одним считывающим устройством 11, которое беспроводным каналом связано с по меньшей мере одним устройством 10 для комплексного мониторинга параметров состояния работоспособности самоспасателя, установленным на самоспасателе или в самоспасателе.

Локальные серверы 12 посредством локальной вычислительной сети или, например, Интернета, связаны с главным сервером 14.

Локальные серверы 12 формируют запросы на получение данных со всех считывающих устройств 11, подключенных к локальной сети. Локальные серверы 12 выполняют периодическую передачу накопленных данных на главный сервер.

Главный сервер 14 содержит главную базу данных всех изготовленных самоспасателей, сформированную на основании данных изготовителя, а также данных мониторинга, полученных в процессе эксплуатации самоспасателей от локальных серверов 12.

База данных на главном сервере 14 содержит информацию о типах, серийных номерах, распределении самоспасателей по локальным серверам 12 и конкретным местам 13 эксплуатации, параметры мониторинга с привязкой к реальному времени, статистику использования самоспасателей, их ресурс, перечень ремонтных и сервисных работ.

Удаленный компьютер 15 имеет возможность анализа базы данных на главном сервере 14 и управления отдельными считывающими устройствами 11 в местах использования 13. Для реализации различных возможностей удаленных компьютеров используются различные права доступа удаленных компьютеров к базе данных на главном сервере.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ мониторинга образования пыли из частиц помещенного в герметически закрытый объект сыпучего гранулированного продукта с регулярной и/или нерегулярной структурой под влиянием ударных и/или вибрационных механических воздействий на объект, при котором осуществляют гранулометрический анализ сыпучего гранулированного продукта, **отличающийся тем, что** включает такие стадии:
 - a) предварительное эмпирическое составление баз данных зависимостей абсолютного или относительного содержания пыли, образовавшейся в помещенных в различные закрытые объекты различных сыпучих гранулированных продуктах, от продолжительности, амплитуды и частоты механических воздействий на объекты, представленных суммарными амплитудными значениями модулей векторов ускорения, полученными с использованием трехосевого акселерометра,
 - b) регистрация механических воздействий на содержащий сыпучий гранулированный продукт объект в его реальных эксплуатационных условиях в виде суммарного амплитудного значения модулей векторов ускорения в определенной полосе частот, полученного с использованием трехосевого акселерометра,
 - c) определение абсолютного или относительного содержания пыли в сыпучем гранулированном продукте путем сравнения суммарного амплитудного значения механических воздействий на объект с соответствующей эмпирической зависимостью,
 - d) формирование сигнала неработоспособности объекта с сыпучим гранулированным продуктом при превышении полученного значения содержания пыли над предварительно установленным максимально допустимым значением.
2. Способ по п. 1, **отличающийся тем, что** объектом является изолирующий дыхательный аппарат.
3. Способ по п. 1, **отличающийся тем, что** сыпучим гранулированным продуктом является носитель химически связанного кислорода в виде гранул или таблеток.
4. Способ по п. 1, **отличающийся тем, что** стадию a) осуществляют путем механического воздействия на объект с использованием вибростенда с последующим гранулометрическим анализом сыпучего гранулированного продукта.
5. Способ по п. 1, **отличающийся тем, что** стадию a) и стадию b) осуществляют с использованием трехосевого акселерометра, установленного на объекте или в объекте.
6. Устройство для мониторинга образования пыли из частиц помещенного в герметически закрытый объект сыпучего гранулированного продукта, содержащее трехосевой акселерометр, соединенный с ним микроконтроллер, соединенные с микроконтроллером энергонезависимое запоминающее устройство, устройство беспроводной связи, аварийный индикатор, автономный

источник питания, отличающееся тем, что

энергонезависимое запоминающее устройство и устройство беспроводной связи выполнены в виде полупассивной RFID метки,

а также тем, что микроконтроллер выполнен с возможностью преобразования значений модулей векторов ускорения от трехосевого акселерометра в суммарный амплитудный сигнал вектора ускорений, записи этого суммарного сигнала в запоминающее устройство, сравнения значения этого суммарного сигнала с записанным в запоминающем устройстве предельно допустимым значением, а также формирования сигнала неработоспособности объекта при превышении допустимого значения параметра, записи данных о неработоспособности в запоминающее устройство и активизации аварийного индикатора.

7. Устройство по п. 6, **отличающееся тем, что** трехосевой акселерометр выполнен по MEMS-технологии и содержит внутренний микроконтроллер, выполненный с возможностью формирования значений ускорений и сигналов прерываний по событиям ударных нагрузок, превышающих предварительно заданные пороговые значения амплитуды ускорений, времени воздействия, полосы частот.
8. Устройство по п. 6, **отличающееся тем, что** выполнено в виде конструктивно законченного модуля, пригодного для установки на объекте или в объекте.
9. Способ комплексного мониторинга параметров состояния работоспособности герметически закрытого объекта, содержащего сыпучий гранулированный продукт, при котором измеряют температуру, влажность и давление внутри объекта, вибрационные и ударные механические воздействия на объект, сохраняют измеренные значения в запоминающем устройстве в реальном времени, сравнивают их с соответствующими предварительно заданными предельно допустимыми значениями и формируют аварийный сигнал нарушения работоспособности объекта в случае выхода одного из измеренных значений за заданные пределы допустимых значений, сохраняют в запоминающем устройстве данные о неработоспособности, а так же измеренные значения и передают аварийный сигнал беспроводным каналом связи на устройство сбора данных, **отличающийся тем, что**
 - a. измерения осуществляют с заданной периодичностью и/или по прерываниям от трехосевого акселерометра, соответствующим событиям ударных нагрузок,
 - b. дополнительно на основании измерений механических воздействий способом согласно пункту 1 определяют содержание пыли, образованной из частиц сыпучего гранулированного продукта под воздействием механических нагрузок,
 - c. вычисляют значение термодинамической постоянной – изохоры – путем деления текущего значения давления на текущее значение температуры,
 - d. вычисляют градиенты измеренных значений влажности, температуры, абсолютного давления,

е. вычисляют градиент изохоры,

ф. формируют аварийный сигнал неработоспособности объекта при

- превышении заданного предельно допустимого значения температуры в течение заданного интервала времени

или при

- превышении заданного предельно допустимого значения абсолютной влажности в течение заданного интервала времени

или при

- превышении содержания пыли над предварительно заданным предельным значением

или при

- разгерметизации объекта,

причем сигнал разгерметизации формируют при превышении по меньшей мере одного из значений градиентов параметров влажности, температуры, абсолютного давления или изохоры над соответствующим предварительно заданным предельным значением,

причем в данных энергонезависимой памяти, соответствующих признаку неработоспособности, содержатся битовые поля с конкретными критериями, которые вызвали неработоспособность.

10. Устройство для комплексного мониторинга параметров состояния работоспособности герметически закрытого объекта, содержащего сыпучий гранулированный продукт, содержащее датчик температуры, датчик влажности, датчик давления и трехосевой акселерометр, соединенный с ними микроконтроллер, соединенные с микроконтроллером энергонезависимое запоминающее устройство, устройство беспроводной связи, аварийный индикатор, автономный источник питания, **отличающийся тем, что** микроконтроллер выполнен с возможностью

- осуществления измерений с заданной периодичностью и/или по прерываниям от трехосевого акселерометра, соответствующим событиям ударных нагрузок,

- определения содержания пыли, образованной из частиц сыпучего гранулированного продукта под воздействием механических нагрузок путем вычисления суммарного амплитудного значения векторов ускорений согласно пункту 6,

- вычисления значения термодинамической постоянной – изохоры – путем деления текущего значения давления на текущее значение температуры,

- вычисления градиентов измеренных значений влажности, температуры, абсолютного давления,

- вычисления градиента изохоры,

- формирования аварийного сигнала неработоспособности объекта при

- превышении заданного предельно допустимого значения температуры в течение заданного интервала времени

или при

– превышении заданного предельно допустимого значения абсолютной влажности в течение заданного интервала времени

или при

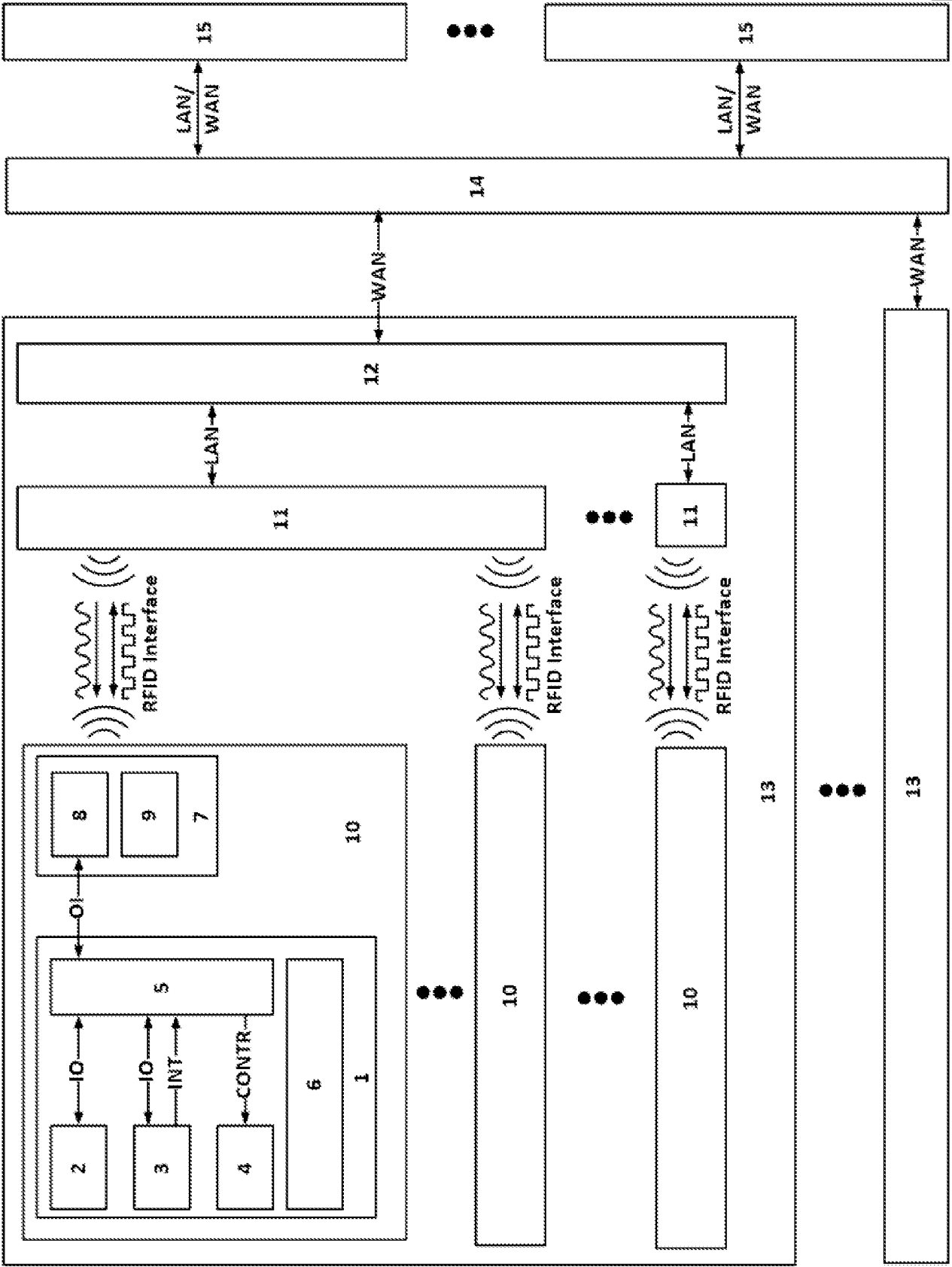
– превышении содержания пыли над предварительно заданным предельным значением

или при

– превышении по меньшей мере одного из значений градиентов параметров влажности, температуры, абсолютного давления или изохоры над соответствующим предварительно заданным предельным значением,

а также формирования данных о неработоспособности, содержащих битовые поля с конкретными критериями, которые вызвали неработоспособность.

11. Устройство по п. 10, **отличающееся тем, что** датчик относительной влажности, датчик абсолютного давления и датчик температуры конструктивно выполнены в виде единого датчика окружающей среды.
12. Устройство по п. 10, **отличающееся тем, что** энергонезависимое запоминающее устройство и устройство беспроводной связи выполнены в форме полупассивной RFID-метки.
13. Устройство по п. 10, **отличающееся тем, что** выполнено в виде конструктивно законченного модуля, пригодного для установки на объекте или в объекте.
14. Устройство по п. 10, **отличающееся тем, что** объектом является изолирующий дыхательный аппарат, содержащий гранулированный носитель химически связанного кислорода.
15. Система для мониторинга параметров состояния работоспособности множества герметически закрытых объектов с сыпучим гранулированным продуктом, включающая по меньшей мере одно установленное на объекте или в объекте устройство для мониторинга параметров состояния работоспособности объекта, по меньшей мере одно связанное с устройствами для мониторинга беспроводным каналом мобильное или стационарное беспроводное считывающее устройство, которое посредством локальной вычислительной сети соединено с по меньшей мере одним устройством сбора данных мониторинга в виде локального сервера, **отличающаяся тем, что** дополнительно содержит главный сервер, подключенный к удаленным друг от друга локальным серверам посредством локальной вычислительной сети или глобальной компьютерной сети,
а также тем, что
содержит главную базу данных всех объектов, сформированную в главном сервере на основании данных изготовителя, а также данных мониторинга, полученных в процессе эксплуатации объектов от локальных серверов,
а также тем, что устройства для мониторинга объектов выполнены согласно пунктам 10–13.
16. Система по п. 15, **отличающаяся тем, что** объектом является изолирующий дыхательный аппарат, содержащий гранулированный носитель химически связанного кислорода.



ОТЧЁТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка №
PCT/IB 2019/050620

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ: G16H 40/40 A62B 7/08 A62B 18/00		
Согласно международной патентной классификации (МПК-8)		
В. ОБЛАСТИ ПОИСКА: Проверенный минимум документации (система классификации и индексы) МПК-8: G16H A61M B24F A62C A62B B64D		
Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки:		
Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, поисковые термины): EPO-Internal, WPI Data		
С. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ:		
Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A	DE 10 2005 006012 B3 (MSA AUER GMBH [DE]) 20 июля 2006 (2006-07-20) абзацы [0001] , [0002]	1-16
A	DE 10 2005 003176 B3 (MSA AUER GMBH [DE]) 20 июля 2006 (2006-07-20) абзацы [0001] , [0004]	1-16
A	US 2014/085055 A1 (LEE BRIAN [US] ET AL) 27 марта 2014 (2014-03-27) абзацы [0008] , [0011] , [0026] , [0033] - [0038] , [0050] ; фигуры 1.2A.3A-3D	6-8 10-16 1-5, 9
A	US 2010/033323 A1 (TSAI HAN-CHUNG [US] ET AL) 11 февраля 2010 (2010-02-11) абзацы [0009] , [0030] , [0043]	6-8 10-16 1-5, 9
☒ последующие документы указаны в продолжении графы С. ☒ данные о патентах-аналогах указаны в приложении.		
* Особые категории ссылочных документов:		
A	документ, определяющий общий уровень техники	T более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения
E	более ранний документ, но опубликованный на дату международной подачи или после нее	X документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну и изобретательский уровень
O	документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.	Y документ, порочащий изобретательский уровень в сочетании с одним или несколькими документами той же категории
P	документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета и т.д.	& документ, являющийся патентом-аналогом
"P"	документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета.	"&" документ, являющийся патентом-аналогом
Дата действительного завершения международного поиска: 09 мая 2019 (09.05.2019)		Дата отправки настоящего отчёта о международном поиске: 21 мая 2019 (21.05.2019)
Наименование и адрес Международного поискового органа: EP		Уполномоченное лицо: Телефон №

ОТЧЁТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка №
РСТ/IB 2019/050620

С. (Продолжение), ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A	US 2011/163850 A1 (BACHMAN MARK [US] ET AL) 7 июля 2011 (2011-07-07) абзацы [0011] , [0040]	1-16

ОТЧЁТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ
Информация о патентах-аналогах

Международная заявка №
PCT/IB 2019/050620

Патентный документ, процитированный в отчёте поиска	Дата публикации	Патент(ы)- аналог(и)	Дата публикации
DE 102005006012 B3	20-07-2006	DE 102005006012 B3 EP 1688163 A1 ZA 200600993 B	20-07-2006 09-08-2006 28-03-2007
DE 102005003176 B3	20-07-2006	AT 471184 T AU 2006207719 A1 CN 101107046 A DE 102005003176 B3 EP 1838394 A1 ES 2347818 T3 US 2008276934 A1 WO 2006076895 A1 ZA 200705527 B	15-07-2010 27-07-2006 16-01-2008 20-07-2006 03-10-2007 04-11-2010 13-11-2008 27-07-2006 30-04-2008
US 2014085055 A1	27-03-2014	US 2014085055 A1 US 2017372103 A1	27-03-2014 28-12-2017
US 2010033323 A1	11-02-2010	HET	
US 2011163850 A1	07-07-2011	US 2011163850 A1 US 2014125458 A1	07-07-2011 08-05-2014

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/IB2019/050620

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G16H40/40 A62B7/08 A62B18/00
ADD.

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)

G16H A61M B64F A62C A62B B64D

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2005 006012 B3 (MSA AUER GMBH [DE]) 20 July 2006 (2006-07-20) paragraphs [0001], [0002] -----	1-16
A	DE 10 2005 003176 B3 (MSA AUER GMBH [DE]) 20 July 2006 (2006-07-20) paragraphs [0001], [0004] -----	1-16
Y	US 2014/085055 A1 (LEE BRIAN [US] ET AL) 27 March 2014 (2014-03-27) paragraphs [0008], [0011], [0026], [0033] - [0038], [0050]; figures 1,2A,3A-3D -----	6-8, 10-16 1-5,9
Y	US 2010/033323 A1 (TSAI HAN-CHUNG [US] ET AL) 11 February 2010 (2010-02-11) paragraphs [0009], [0030], [0043] -----	6-8, 10-16 1-5,9
A	----- -/-	



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

9 May 2019

Date of mailing of the international search report

21/05/2019

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Reinbold, Bernhard

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/IB2019/050620

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2011/163850 A1 (BACHMAN MARK [US] ET AL) 7 July 2011 (2011-07-07) paragraphs [0011], [0040] -----	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/IB2019/050620

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102005006012 B3	20-07-2006	DE 102005006012 B3	20-07-2006
		EP 1688163 A1	09-08-2006
		ZA 200600993 B	28-03-2007

DE 102005003176 B3	20-07-2006	AT 471184 T	15-07-2010
		AU 2006207719 A1	27-07-2006
		CN 101107046 A	16-01-2008
		DE 102005003176 B3	20-07-2006
		EP 1838394 A1	03-10-2007
		ES 2347818 T3	04-11-2010
		US 2008276934 A1	13-11-2008
		WO 2006076895 A1	27-07-2006
		ZA 200705527 B	30-04-2008

US 2014085055 A1	27-03-2014	US 2014085055 A1	27-03-2014
		US 2017372103 A1	28-12-2017

US 2010033323 A1	11-02-2010	NONE	

US 2011163850 A1	07-07-2011	US 2011163850 A1	07-07-2011
		US 2014125458 A1	08-05-2014
