



УКРАЇНА

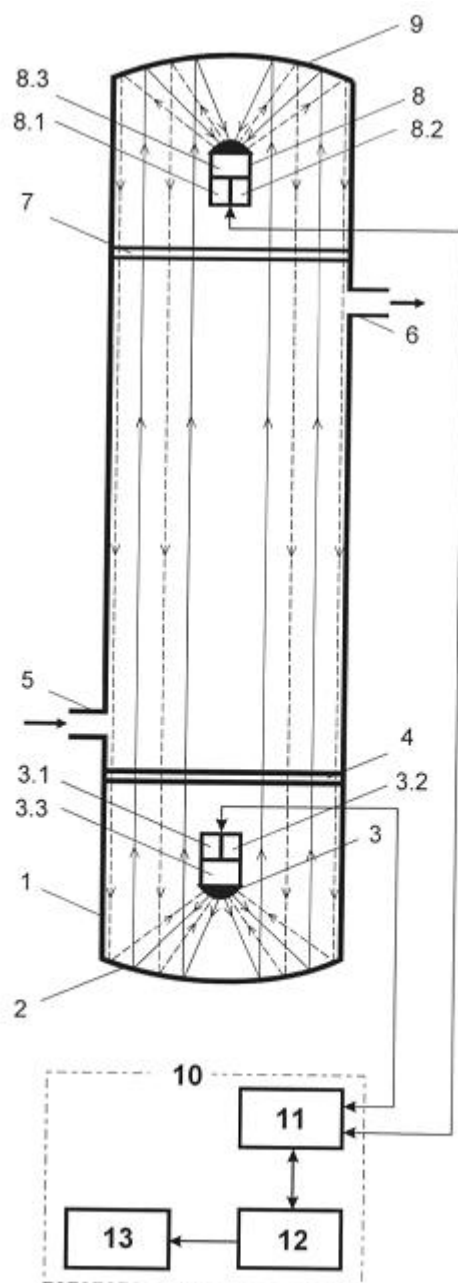
(19) **UA** (11) **112634** (13) **U**  
(51) МПК (2016.01)**G01N 21/35** (2014.01)**G01N 21/61** (2006.01)**G02B 1/10** (2015.01)**H01L 31/02** (2006.01)**H01L 33/00****H01L 51/42** (2006.01)ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>u 2016 06315</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Кабацій Василь Миколайович (UA),</b> <b>Блецкан Дмитро Іванович (UA),</b> <b>Питьовка Оксана Юрївна (UA),</b> <b>Максютова Олена Володимирівна (UA),</b> <b>Ланьо Галина Вікторівна (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>10.06.2016</b>	
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>26.12.2016</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>26.12.2016, Бюл.№ 24</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>МУКАЧІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,</b> вул. Ужгородська, 26, м. Мукачево, Закарпатська обл., 89600 (UA)

**(54) ІНФРАЧЕРВОНИЙ ГАЗОАНАЛІЗАТОР****(57)** Реферат:

Інфрачервоний газоаналізатор містить вимірювальну кювету з прозорими для світлового випромінювання вікнами, оптичні елементи, оптично зв'язані датчики, які здатні випромінювати та приймати світлове випромінювання й з'єднані з блоком генерації та обробки електричних сигналів, в який входять аналогово-цифровий перетворювач, мікропроцесор і пристрій для індикації. Кожен із датчиків містить теплопровідну основу, на якій розміщені світлодіоди, які випромінюють в максимумах на довжинах хвиль, узгоджених з довжиною хвилі в максимумі смуги власного поглинання аналізованого газу, й світлодіоди, які випромінюють в максимумах на довжинах хвиль поза смугою власного поглинання аналізованого газу, та фотоприймач, який приймає випромінювання від світлодіодів іншого датчика. Світлодіоди та фотоприймач кожного датчика оптично з'єднані між собою за допомогою прозорого для випромінювання оптичного покриття, одержаного з матеріалу багатокомпонентного склоподібного напівпровідника, який містить Ge, Ga, As, Sb, S, Se взяті у відповідних співвідношеннях, у формі напівсфери або параболічної поверхні обертання, причому світлодіоди та фотоприймач виконані з можливістю працювати із однаковою або різною періодичністю і тривалістю часу.

UA 112634 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до сфери аналітичного приладобудування і може бути застосована при розробці малогабаритних інфрачервоних газоаналізаторів для виміру концентрацій найбільш поширених забруднювачів атмосфери газів, які є в складі відпрацьованих газів транспортних засобів, промислових підприємств, енергетичних установок та виділяються при не повному згоранні палива у печі або каміні і на початковій стадії пожежі.

Методи аналізу, що базуються на поглинанні квантів світла молекулами речовини, становлять групу абсорбційних оптичних методів, широко використовуваних на практиці. Наявність вузьких селективних смуг поглинання різної інтенсивності в інфрачервоній області спектра, характерних для кожного аналізованого компонента, дозволяє вибирати оптимальні умови виміру, а також розробити оптичні сенсори для приладів газового аналізу з високими селективними можливостями. Однак, для ряду приладів аналітичної техніки необхідно використовувати такі напівпровідникові оптико-електронні пристрої, які здатні формувати декілька незалежних світлових потоків випромінювання та рознесені у просторі в один або різні моменти часу.

Відомий автоматичний інфрачервоний газоаналізатор [1], в якому джерело і приймач інфрачервоного випромінювання з інтерференційним фільтром розташовані в одному корпусі з вихідним і вхідним прозорими вікнами - відповідно навпроти джерела і приймача інфрачервоного випромінювання, в корпусі також змонтовано електропідігрівач, з'єднаний з термодатчиком, що установлений на корпусі. Технічним результатом автоматичного інфрачервоного газоаналізатора є підвищення чутливості і точності виміру концентрацій газів в широкому діапазоні.

Недоліком даного автоматичного інфрачервоного газоаналізатора є наявність механічного обтюратора, який зменшує його надійність і разом із електропідігрівачем, з'єднаним з термодатчиком, ускладнюють конструкцію газоаналізатора, та відсутність можливості врахувати неселективні втрати випромінювання, пов'язані з забрудненням вікон циліндричної вимірювальної кювети.

Відомий газовий сенсор [2], що складається з джерела інфрачервоного випромінювання, циліндричної вимірювальної кювети заданого розміру, двоелементного піроелектричного приймача інфрачервоного випромінювання. Збільшення оптичного шляху, що проходить інфрачервоне випромінювання заданої довжини хвилі, відбувається за рахунок того, що вимірювальна кювета заданої довжини виконана у вигляді спіралі, розміщеної вертикально вгору, а її внутрішні стінки мають світловідбивачу поверхню. Піроелектричний фотоприймач знаходиться на виході вимірювальної кювети в центрі сенсора. Технічним результатом газового сенсора є вимірювання концентрації газу із заданою точністю за рахунок збільшення оптичного шляху, що проходить світловий потік та проста конструкція.

Недоліком даного газового сенсора є використання піроелектричного фотоприймача, що приводить до низької швидкодії сенсора та відсутність можливості врахувати неселективні втрати випромінювання, пов'язані з забрудненням вікон циліндричної вимірювальної кювети.

Відомий вимірювач концентрації газів [3], що взятий як прототип, який містить джерело світла, що випромінює світло в аналізовану газову суміш, оптично пов'язані з ним вимірювальне вікно й датчики наявності шуканих газів у газовій суміші, причому кожний датчик містить вимірювальний канал, який включає фільтр, що пропускає смугу частот, які збігаються зі смугою частот поглинання шуканого газу, та жорстко з'єднаний із ним фотодетектором, і опорний канал, який включає фільтр, що пропускає смугу частот, які не збігаються зі смугою частот поглинання шуканого газу, та є жорстко з'єднаний з ним другим фотодетектором. Крім цього в ньому введені в кожний датчик додатково інший вимірювальний і інший опорний канали, причому фільтри всіх чотирьох каналів жорстко з'єднані з вимірювальним вікном і розташовані на площині вимірювального вікна один біля одного на одній лінії в послідовності: вимірювальний канал, опорний канал, другий вимірювальний канал, другий опорний канал з можливістю регулювання при настроюванні відстані між фільтрами других вимірювального й опорного каналів, комутатор виконаний з додатковими входами, які з'єднані з відповідними виходами фотодетекторів уведених каналів, а введений другий порт виходу мікропроцесора з'єднаний з керуючим входом джерела світла. Технічний результат полягає в підвищенні надійності й точності шляхом відмови від використання механічних обертових частин без ускладнення конструкції в цілому.

Недоліком даного вимірювача концентрації газів є складність конструкції оптичного блока, так як використовуються декілька світлофільтрів на різні смуги частот пропускання та наявність чотирьох фотоприймачів, що призводить до обмеженої надійності в його роботі. Розташування на площині вимірювального вікна один біля одного на одній лінії в послідовності: вимірювальний канал, опорний канал, другий вимірювальний канал, другий опорний канал не

враховує можливі неселективні втрати випромінювання, пов'язані з забрудненням вимірювального вікна, що впливає на точність вимірів концентрації газів.

В основу корисної моделі поставлена задача створення інфрачервоного газоаналізатора, який дозволяє з високою точністю вимірювати концентрацію аналізованого газу із врахуванням неселективних втрат випромінювання, пов'язаних із забрудненням вікон кювети, спростити конструкцію та підвищити його надійність.

Поставлена задача вирішується тим, що інфрачервоний газоаналізатор містить вимірювальну кювету з прозорими для світлового випромінювання вікнами, оптичні елементи, оптично зв'язані датчики, які здатні випромінювати та приймати світлове випромінювання й з'єднані з блоком генерації та обробки електричних сигналів, в який входять аналогово-цифровий перетворювач, мікропроцесор і пристрій для індикації, кожен із датчиків містить теплопровідну основу, на якій розміщені світлодіоди, які випромінюють в максимумах на довжинах хвиль, узгоджених з довжиною хвилі в максимумі смуги власного поглинання аналізованого газу, й світлодіоди, які випромінюють в максимумах на довжинах хвиль поза смугою власного поглинання аналізованого газу, та фотоприймач, який приймає випромінювання від світлодіодів іншого датчика, світлодіоди та фотоприймач кожного датчика оптично з'єднані між собою за допомогою прозорого для випромінювання оптичного покриття, одержаного з матеріалу багатокомпонентного склоподібного напівпровідника, який містить Ge, Ga, As, Sb, S, Se, взятих у відповідних співвідношеннях, оптичне покриття виконане у формі напівсфери або параболічної поверхні обертання, причому світлодіоди та фотоприймач здатні працювати із однаковою або різною періодичністю і тривалістю часу.

Вимірювання концентрації аналізованого газу з високою точністю та врахуванням неселективних втрат випромінювання, пов'язаних із забрудненням вікон кювети, досягається за рахунок того, що датчики знаходяться на одній оптичній осі по обидва боки вимірювальної кювети у фокусах відповідних параболічних дзеркал і кожен датчик містить теплопровідну основу, на якій розміщені світлодіоди, які випромінюють в максимумах на довжинах хвиль, узгоджених з довжиною хвилі в максимумі смуги власного поглинання аналізованого газу й світлодіоди, які випромінюють в максимумах на довжинах хвиль поза смугою власного поглинання аналізованого газу та фотоприймач, який приймає випромінювання від світлодіодів іншого датчика. Світлодіоди та фотоприймач виконані з можливістю працювати з однаковою або різною періодичністю та тривалістю часу, що дозволяє світлодіодам формувати однакові незалежні потоки випромінювання, які проходять крізь вимірювальну кювету, забезпечуючи при цьому багатоканальність потоків випромінювання, й зазнають однакових змін, не пов'язаних з поглинанням аналізованого газу. В процесі обробки електричних сигналів з виходу фотоприймача ці зміни взаємокомпенсуються, що приводить до вимірювання концентрації аналізованого газу з високою точністю.

Світлодіоди, які випромінюють в максимумах на довжинах хвиль, узгоджених з довжиною хвилі в максимумі смуги власного поглинання аналізованого газу, та світлодіоди, які випромінюють в максимумах на довжинах хвиль поза смугою власного поглинання аналізованого газу, виготовлені відповідно в одних технологічних процесах, мають однакові потужності випромінювання та температурний зсув максимуму в спектрі випромінювання. Зміна електричних сигналів при неузгодженості спектра випромінювання світлодіодів і спектральної чутливості фотоприймача по відношенню до спектра поглинання аналізованого газу під дією температури оточуючого середовища з виходу фотоприймачів враховується і корегується блоком генерації та обробки електричних сигналів, що приводить до підвищення точності вимірювань концентрації аналізованого газу та надійності газоаналізатора.

Підвищення ефективності роботи світлодіодів і фотоприймача забезпечується використанням прозорого для світлового випромінювання матеріалу оптичного покриття, одержаного із матеріалу багатокомпонентного склоподібного напівпровідника, який містить Ge, Ga, As, Sb, S, Se, взятих у відповідних співвідношеннях, і який також забезпечує ефект просвітлення випромінюючих структур світлодіодів та поглинаючої випромінювання структури фотоприймача при одночасному їх механічному захисті. Завдяки формі оптичного покриття у вигляді напівсфери або параболічної поверхні обертання відбувається ефективне використання бокового випромінювання структур світлодіодів та фокуруючої дії для потоків випромінювання світлодіодів вздовж оптичної осі датчика, що приводить до підвищення точності вимірювань концентрації аналізованого газу та надійності газоаналізатора.

Розміщення в одному корпусі датчика на теплопровідній основі світлодіодів та фотоприймача разом із їх оптичним з'єднанням дозволило суттєво спростити конструкцію оптичного блока інфрачервоного газоаналізатора та його конструкцію в цілому.

Перераховані вище нові ознаки інфрачервоного газоаналізатора дозволяють з високою точністю вимірювати концентрацію аналізованого газу з врахуванням неселективних втрат випромінювання, пов'язаних із забрудненням вікон кювети, спростити конструкцію та підвищити його надійність.

5 Суть корисної моделі пояснюють креслення.

На фіг. 1 наведена функціональна схема роботи інфрачервоного газоаналізатора.

Датчик 3, що містить світлодіоди 3.1 і 3.2 та фотоприймач 3.3 й розміщений у фокусі параболічного 2 дзеркала, оптично зв'язаний з датчиком 8, що містить світлодіоди 8.1 і 8.2 та фотоприймач 8.3 й розміщений у фокусі параболічного 9 дзеркала, через прозорі для світлового випромінювання вікна 4 і 7 вимірювальної 1 кювети, яка містить вхідний 5 і вихідний 6 патрубки. Датчик 8, що містить світлодіоди 8.1 і 8.2 та фотоприймач 8.3 й розміщений у фокусі параболічного 9 дзеркала, оптично зв'язаний з датчиком 3 через прозорі для світлового випромінювання вікна 7 і 4 вимірювальної 1 кювети. Датчик 3 і датчик 8 з'єднані з блоком 10 генерації та обробки електричних сигналів, у який входять аналогово-цифровий 11 перетворювач, мікропроцесор 12 і пристрій 13 для індикації.

15 На фіг. 2 наведена конструкція датчика.

Датчик 3 містить світлодіоди 3.1 і 3.2 та фотоприймач 3.3, які розміщені на теплопровідній 14 основі, електрично з'єднані з струмовиводами 16 і оптично з'єднані між собою за допомогою прозорого для випромінювання оптичного 15 покриття у формі напівсфери або параболічної 20 поверхні обертання. Конструкція датчика 8 аналогічна конструкції датчика 3.

На фіг. 3 наведено розміщення світлодіодів та фотоприймача на теплопровідній основі датчика.

Теплопровідна 14 основа містить відповідно світлодіоди 3.1 або 8.1, які здатні випромінювати в максимумах на довжинах хвиль, узгоджених з довжиною хвилі в максимумі смуги власного поглинання аналізованого газу, світлодіоди 3.2 або 8.2, які здатні випромінювати в максимумах на довжинах хвиль поза смугою власного поглинання аналізованого газу та фотоприймач 3.3 або 8.3. Спектральна чутливість фотоприймача 3.3 або 8.3 узгоджена з довжинами хвиль в максимумах випромінювання світлодіодів датчика 8 або 3.

Інфрачервоний газоаналізатор працює наступним чином: В момент часу Т-1 блок 10 генерації та обробки електричних сигналів активує світлодіоди 3.1 датчика 3, які випромінюють в максимумах на довжинах хвиль, узгоджених з довжиною хвилі в максимумі смуги власного поглинання аналізованого газу, і формують світловий потік, який параболічним 2 дзеркалом направляється через вікна 4 і 7 вимірювальної 1 кювети на параболічне 9 дзеркало і попадає на фотоприймач 8.3 датчика 8. Синхронно з формуванням світлового потоку блок 10 генерації та обробки електричних сигналів активує фотоприймач 8.3 датчика 8, на виході якого вимірюють величину поглинання інтенсивності світлового потоку. Електричний сигнал з виходу фотоприймача 8.3 датчика 8 попадає на блок 10 генерації та обробки електричних сигналів, де відбувається обробка електричного сигналу аналогово-цифровим 11 перетворювачем та запис величини сигналу в пам'ять мікропроцесора 12. Пропорційно до ступеня ослаблення світлового потоку, блоком 10 генерації та обробки електричних сигналів створюється різниця напруг, яка в свою чергу пропорційна концентрації аналізованого газу. Результат вимірювання концентрації аналізованого газу записується в пам'ять мікропроцесора 12.

В момент часу Т-2 В блок 10 генерації та обробки електричних сигналів активує світлодіоди 8.1 датчика 8, які випромінюють в максимумах на довжинах хвиль, узгоджених з довжиною хвилі в максимумі смуги власного поглинання аналізованого газу, і формують світловий потік, який параболічним 9 дзеркалом направляється через вікна 7 і 4 вимірювальної 1 кювети на параболічне 2 дзеркало і попадає на фотоприймач 3.3 датчика 3. Синхронно з формуванням світлового потоку блок 10 генерації та обробки електричних сигналів активує фотоприймач 3.3 датчика 3, на виході якого вимірюють величину поглинання інтенсивності світлового потоку. Електричний сигнал з виходу фотоприймача 3.3 попадає на блок 10 генерації та обробки електричних сигналів, де відбувається обробка електричного сигналу аналогово-цифровим 11 перетворювачем та запис величини сигналу в пам'ять мікропроцесора 12. Пропорційно до ступеня ослаблення світлового потоку, блоком 10 генерації та обробки електричних сигналів створюється різниця напруг, яка в свою чергу пропорційна концентрації аналізованого газу. Результат вимірювання концентрації аналізованого газу записується в пам'ять мікропроцесора 12.

В момент часу Т-3, блок 10 генерації та обробки електричних сигналів активує світлодіоди 3.2 датчика 3, які випромінюють в максимумах на довжинах хвиль, поза смугою власного поглинання аналізованого газу і формують світловий потік, що не зазнає поглинання в аналізованому газі та який параболічним 2 дзеркалом направляється через вікна 4 і 7

вимірювальної 1 кювети на параболічне 9 дзеркало і попадає на фотоприймач 8.3 датчика 8. Синхронно з формуванням світлового потоку блок 10 генерації та обробки електричних сигналів активує фотоприймач 8.3 датчика 8, на виході якого вимірюють величину інтенсивності світлового потоку. Електричний сигнал з виходу фотоприймача 8.3 датчика 8 попадає на блок

5 10 генерації та обробки електричних сигналів, де відбувається обробка електричного сигналу аналогово-цифровим 11 перетворювачем та запис величини сигналу в пам'ять мікропроцесора 12. Результат обробки вимірювань використовується для утворення "0" газоаналізатора або опорного каналу.

В момент часу T-4, блок 10 генерації та обробки електричних сигналів активує світлодіоди 10 8.2 датчика 8, які випромінюють в максимумах на довжинах хвиль, поза смугою власного поглинання аналізованого газу, і формують світловий потік, що не зазнає поглинання в аналізованому газі та який параболічним 9 дзеркалом направляється через вікна 7 і 4 вимірювальної 1 кювети на параболічне 2 дзеркало і попадає на фотоприймач 3.3 датчика 3. Синхронно з формуванням світлового потоку блок 10 генерації та обробки електричних сигналів

15 активує фотоприймач 3.3 датчика 3, на виході якого вимірюють величину інтенсивності світлового потоку. Електричний сигнал з виходу фотоприймача 3.3 датчика 3 попадає на блок 10 генерації та обробки електричних сигналів, де відбувається обробка електричного сигналу аналогово-цифровим 11 перетворювачем та запис величини сигналу в пам'ять мікропроцесора 12. Результат обробки вимірювань використовується для утворення "0" газоаналізатора або

20 опорного каналу.

Кінцевий результат вимірювання концентрації аналізованого газу може визначатися одним із відомих способів [4] та виводиться на пристрій 13 індикації.

Як світлодіоди 3.1 і 3.2 та 8.1 і 8.2 й фотоприймачі 3.3 і 8.3 використовувались напівпровідникові гетероструктури з утвореними р-n-переходами GaInAsSb/AlGaAsSb на основі 25 GaSb і InAsSb/InAsSbP на основі InAs й одержані на основі твердих розчинів епітаксціальних гетероструктур InGaAs/InAs і InAsSbP/InAs, які працюють в області спектра 2,5-5,0 мкм. Теплопровідною основою датчиків служили поширені у напівпровідниковій промисловості корпуси ТО-18, ТО-5абоТО-8.

Використання прозорого для випромінювання оптичного покриття, одержаного з матеріалу багатоконцентного склоподібного напівпровідника, який містить Ge, Ga, As, Sb, S, Se, взяті у 30 відповідних співвідношеннях у формі напівсфери або параболічної поверхні обертання, дозволило підвищити ефективність роботи різних типів світлодіодів та фотоприймачів щонайменше в 2,5-4,0 рази по відношенню до дискретних світлодіодів та фотоприймачів, що випускаються промисловістю.

35 Одержані датчики є механічно стійкими і зберігають свої параметри після дії на них вібраційних навантажень в діапазоні частот від 10 до 500 Гц на вібростенді ВЭДС-400А.

Запропонований інфрачервоний газоаналізатор дозволяє вимірювати з високою точністю концентрацію аналізованого газу, врахувати неселективні втрати світлового потоку, пов'язані з забрудненням оптичних елементів з часом, має просту конструкцію та підвищену надійність.

40 Джерела інформації:

1. Патент України № 72630, МПК G01N 21/01, G01N 21/55, Опуб. 2005.03.15.
2. Патент WO 02/063283, МПК G01 N21/61, Опуб. 2002.08.15.
3. Патент РФ № 2255325, кл. G01N 21/61, G01N 21/15, Опуб. 2005.06.27.
4. Патент України № 88374, МПК (2009) G01N 21/61 (2007.01), G01N 21/01, Опуб. 2009.10.12.

45

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Інфрачервоний газоаналізатор, що містить вимірювальну кювету з прозорими для світлового випромінювання вікнами, оптичні елементи, оптично зв'язані датчики, які здатні випромінювати 50 та приймати світлове випромінювання й з'єднані з блоком генерації та обробки електричних сигналів, в який входять аналогово-цифровий перетворювач, мікропроцесор і пристрій для індикації, який **відрізняється** тим, що кожен із датчиків містить теплопровідну основу, на якій розміщені світлодіоди, які випромінюють в максимумах на довжинах хвиль, узгоджених з довжиною хвилі в максимумі смуги власного поглинання аналізованого газу, й світлодіоди, які

55 випромінюють в максимумах на довжинах хвиль поза смугою власного поглинання аналізованого газу, та фотоприймач, який приймає випромінювання від світлодіодів іншого датчика, світлодіоди та фотоприймач кожного датчика оптично з'єднані між собою за допомогою прозорого для випромінювання оптичного покриття одержаного з матеріалу багатоконцентного склоподібного напівпровідника, який містить Ge, Ga, As, Sb, S, Se взяті у

60 відповідних співвідношеннях, у формі напівсфери або параболічної поверхні обертання,

причому світлодіоди та фотоприймач виконані з можливістю працювати із однаковою або різною періодичністю і тривалістю часу.

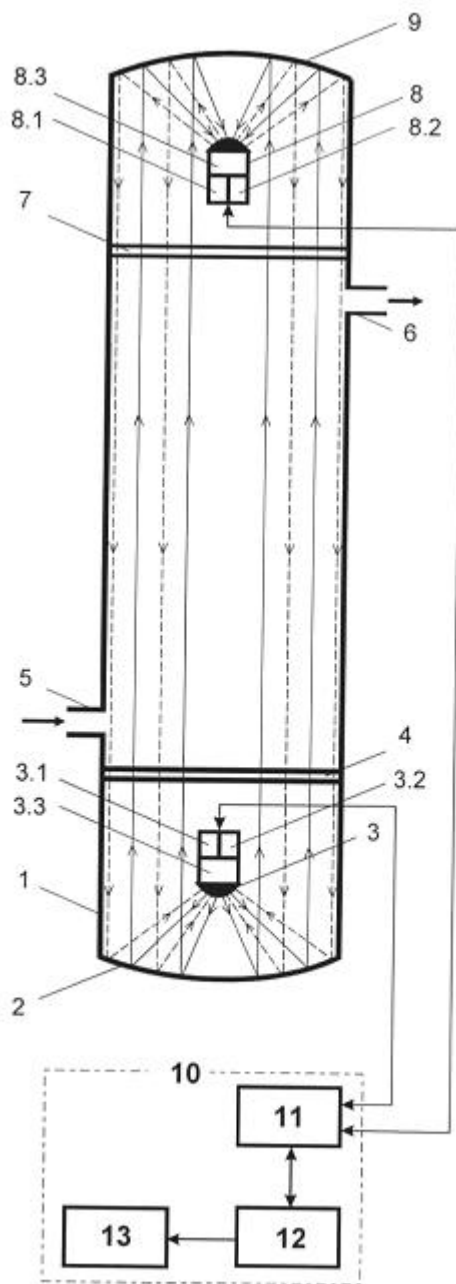


Fig. 1

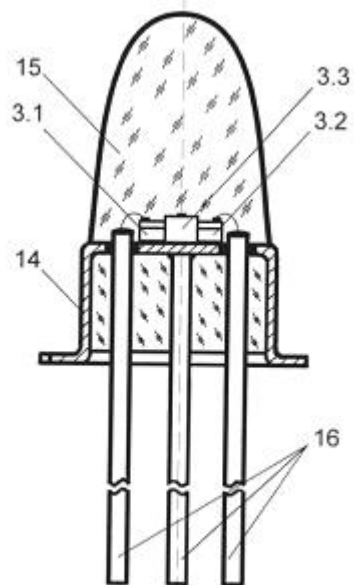


Fig. 2

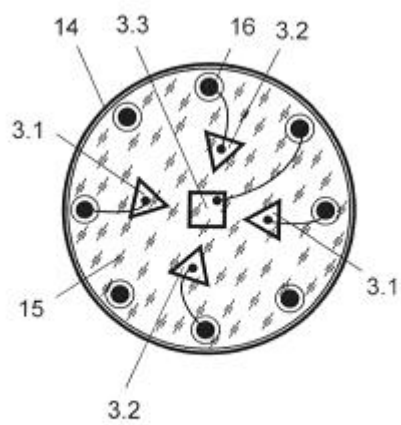


Fig. 3

---

Комп'ютерна верстка В. Мацело

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601