



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **98518** (13) **C2**
(51) МПК**H01L 33/20** (2010.01)**H01L 33/08** (2010.01)**G01N 21/35** (2006.01)**G01N 21/61** (2006.01)ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД****(21)** Номер заявки: **а 2010 07482****(22)** Дата подання заявки: **15.06.2010****(24)** Дата, з якої є чинними
права на винахід: **25.05.2012****(41)** Публікація відомостей
про заявку: **26.12.2011, Бюл.№ 24****(46)** Публікація відомостей
про видачу патенту: **25.05.2012, Бюл.№ 10****(72)** Винахідник(и):**Кабацій Василь Миколайович (UA),
Мигалина Юрій Вікентійович (UA),
Блецкан Дмитро Іванович (UA)****(73)** Власник(и):**МУКАЧІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ,
вул.Ужгородська, 26, м.Мукачево,
Закарпатська обл., 89600, Україна (UA)****(56)** Перелік документів, взятих до уваги
експертизою:RU 2170995 C1; 20.07.2001
UA 90289 C2; 26.04.2010
US 2008/0007181 A1; 10.01.2008
UA 81704 C2; 25.01.2008
UA 86900 C2; 25.05.2009
UA 90204 C2; 12.04.2010
RU 2109269 C1; 20.04.1998
RU 2187093 C2; 10.08.2002
US 2002135762 A1; 26.09.2002
US 2006/0119851 A1; 08.06.2006**(54) НАПІВПРОВІДНИКОВЕ ДЖЕРЕЛО ВИПРОМІНЮВАННЯ****(57)** Реферат:

Винахід належить до оптоелектроніки, безпосередньо до конструювання напівпровідникових приладів, які перетворюють електричну енергію в когерентне випромінювання. Напівпровідникове джерело випромінювання для газоаналізатора містить випромінюючі активні елементи, які розміщені на одній теплопровідній основі та випромінюють в максимумах на різних довжинах хвиль, містить $n \geq 2$ активних елементів з р-п-переходами, які випромінюють в максимумах на $m \geq 2$ заданих довжинах хвиль, узгоджених для кожного із $m \geq 2$ інтервалів температур робочого діапазону, активні елементи з р-п-переходами активуються з різними періодами часу та тривалістю в залежності від зміни температури оточуючого середовища. Технічним результатом винаходу є можливість одержання напівпровідникового джерела випромінювання, яке ефективно узгоджує його спектральні характеристики відносно до спектральної чутливості фотоприймача і/або спектра поглинання досліджуваного газу під дією температури оточуючого середовища у широкому інтервалі температур без ускладнення конструкції та значне розширення області використання.

UA 98518 C2

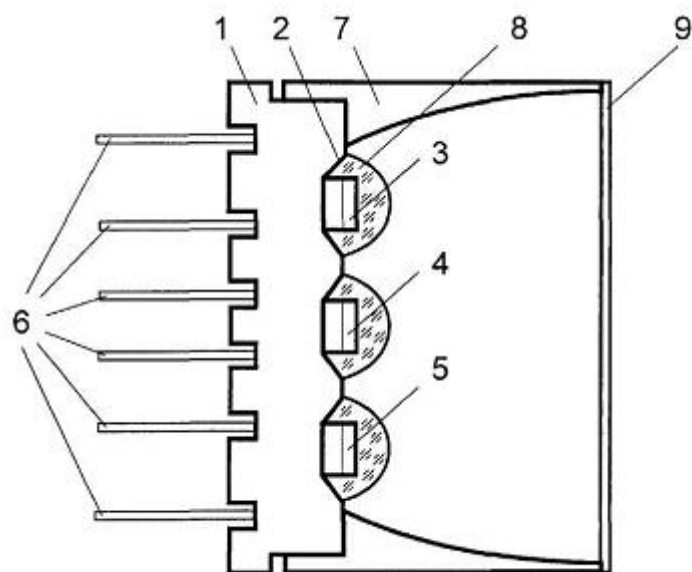


Fig. 1

Винахід належить до оптоелектроніки, безпосередньо до конструювання напівпровідникових приладів, які перетворюють електричну енергію в когерентне випромінювання. Напівпровідникові джерела випромінювання широко застосовуються в телекомунікації, спектроскопії, системах спостереження та можуть бути використані при розробці

5 малогабаритних приладів аналітичної техніки в широкому інтервалі температур оточуючого середовища.

Зміна температури оточуючого середовища, для всіх без винятку типів напівпровідникових джерел випромінювання та фотоприймачів, призводить до зміщення їх спектральних характеристик, внаслідок зміни ширини забороненої зони напівпровідникового матеріалу. При

10 підвищенні температури напівпровідникових джерел випромінювання їх спектральні характеристики зміщуються у довгохвильову область спектра. Тому при вимірюванні величини потоку випромінювання оптоелектронним сенсором в широкому діапазоні температур із-за енергетичного зміщення максимуму в спектрі випромінювання напівпровідникового джерела має місце неузгодженість довжини хвилі у максимумі спектра випромінювання з спектральним

15 зміщенням фотоприймача. При вимірюванні концентрації газу в широкому діапазоні температур із-за енергетичного зміщення максимуму в спектрі випромінювання напівпровідникового джерела має місце неузгодженість довжини хвилі у максимумі спектра випромінювання з довжиною хвилі в максимумі смуги поглинання аналізованого газу. Температурні зміни енергетичного положення максимуму в спектрі випромінювання відносно до максимуму смуги поглинання, наприклад CO₂, неминуче приводять до зміни величини сигналу на виході фотоприймача оптоелектронного сенсора газу і відповідно призводять до зменшення точності та чутливості вимірювання концентрації газу [1].

20

Відомий світлодіодний пристрій [2], який містить один або декілька напівпровідникових випромінювачів світла, підкладку і лінзу та один або декілька послідовно з'єднаних елементів Пельтьє. Технічний результат, який досягається при використанні світлодіодного пристрою, є

25 підвищення розсіюючої потужності та збереження пропорційності параметрів входу-виходу, зокрема сили світла випромінювання від прямого струму через світлодіод.

Недоліком даного світлодіодного пристрою є використання декількох елементів Пельтьє, що значно збільшує споживану потужність пристрою, ускладнює його конструкцію та надійність і не

30 призводить до узгодженості спектра джерела випромінювання і спектральної чутливості фотоприймача і/або спектра поглинання досліджуваного газу, спектральна характеристика якого також зміщується під дією температури оточуючого середовища.

Відомий пристрій світловипромінювального діода (СВД) ІЧ-діапазону [3], який випускає позитивну люмінесценцію при напрузі прямого зміщення і випускає негативну люмінесценцію при напрузі зворотного зміщення. Рівні напруг прямого і зворотного зміщень, що подаються засобом збудження, встановлюють так щоб при заданому рівні вхідної напруги прямого

35 зміщення зміна вихідної потужності СВД із зміною температури була по суті рівною зміні вихідної потужності СВД із зміною температури при заданому рівні вхідної напруги зворотного зміщення і урівноважувалася вказаною зміною вихідної потужності СВД із зміною температури при заданому рівні вхідної напруги зворотного зміщення по всьому вибраному інтервалу температур, а різниця у вихідній потужності між позитивною люмінесценцією і негативною люмінесценцією СВД стабілізувалася відносно температури. Технічний результат, який

40 досягається при використанні даного пристрою, є зниження або взагалі відсутність вимог до стабілізації температури для стійкої роботи світлодіодів в інфрачервоному діапазоні.

Недоліком даного пристрою є складність роботи пристрою СВД за рахунок попередніх встановлень прямих і обернених напруг, що подаються засобом збудження на СВД з різними довжинами хвиль випромінювання та в подальшому обробка одержаного випромінювання. В широкому інтервалі температур відбувається стабілізація потужності випромінювання, однак не

45 забезпечується узгодженість спектра джерела випромінювання і спектральної чутливості фотоприймача і/або спектра поглинання досліджуваного газу під дією температури оточуючого середовища.

50

За прототип винаходу взято напівпровідникове джерело випромінювання [3], яке містить оптичний фільтр на робочу довжину хвилі з вузькою смугою пропускання, а випромінюючий елемент виконаний не менше як із двох випромінюючих кристалів з однаковими

55 температурними коефіцієнтами забороненої зони, з'єднаних послідовно, та спектри випромінювання яких рознесені по довжинах хвиль відносно робочої довжини хвилі оптичного фільтра відповідно в довгохвильову і короткохвильову область спектра. Технічний результат, який досягається при використанні даного напівпровідникового джерела випромінювання, є стабілізація потужності та смуги випромінювання напівпровідникового джерела випромінювання в широкому інтервалі температур при одночасному спрощенні конструкції.

60

Недоліком даного напівпровідникового джерела випромінювання є відсутність узгодженості спектра джерела випромінювання і спектральної чутливості фотоприймача і/або спектра поглинання досліджуваного газу під дією температури оточуючого середовища у широкому інтервалі температур.

5 Задачею винаходу є забезпечення узгодженості спектра напівпровідникового джерела випромінювання відносно до спектральної чутливості фотоприймача і/або спектра поглинання досліджуваного газу під дією температури оточуючого середовища у широкому інтервалі температур без ускладнення конструкції та розширення області використання.

10 Поставлена задача вирішується таким чином, що напівпровідникове джерело випромінювання (НДВ) для газоаналізатора містить випромінюючі активні елементи, які розміщені на одній теплопровідній основі та випромінюють в максимумах на різних довжинах хвиль, $n \geq 2$ активних елементів з р-п-переходами, виконаних із можливістю випромінювання в максимумах на $m \geq 2$ заданих довжинах хвиль, узгоджених з довжиною хвилі в максимумі смуги власного поглинання аналізованого газу для кожного із $m \geq 2$ інтервалів температур робочого

15 діапазону, активні елементи з р-п-переходами активуються мікропроцесорним блоком, який визначає режим їх роботи в інтервалі температур робочого діапазону.

Діапазон температур роботи НДВ задається $m \geq 2$ інтервалами температур для кожного з яких узгоджені відповідні спектральні характеристики випромінювання активних елементів з р-п-переходами. Максимум довжини хвилі випромінювання активних елементів з р-п-переходами

20 задається на середнє значення інтервалу температур, що дозволяє краще узгодити температурні зміщення спектральних характеристик НДВ відносно до спектральної чутливості фотоприймача і/або смуги власного поглинання аналізуючого газу при зміні температури оточуючого середовища. Мікропроцесорний блок керування, в залежності від температури оточуючого середовища на даний момент, визначає робочий інтервал температур та активує

25 відповідні активні елементи з р-п-переходами.

Спрощення конструкції НДВ відбувається за рахунок використання простих та технологічних у виготовленні випромінюючих активних елементів з р-п-переходами, одержаних на основі неперервного ряду твердих розчинів за планарною технологією.

30 На фіг. 1 схематично зображено конструкцію напівпровідникового джерела випромінювання (НДВ), що заявляється.

НДВ містить теплопровідну 1 основу на якій знаходяться заглиблення 2 в основі яких розміщені активні 3, 4 і 5 елементи з р-п-переходами. Бокова поверхня корпусу 7 НДВ, яка формує випромінювання активних елементів, виготовлена у формі зрізаного конуса або іншого концентратора випромінювання. Активні 3, 4 і 5 елементи з р-п-переходами випромінюють в

35 максимумі на різних заданих довжинах хвиль і розміщені в просвітлюючому та фокусуючому 8 середовищі із заданим показником заломлення. Корпус 7 містить прозоре для випромінювання активних елементів вихідне 9 вікно. Активація активних 3, 4 і 5 елементів відбувається через струмовідводи 6.

40 На фіг. 2 наведено розміщення випромінюючих активних 3, 4 і 5 елементів з р-п-переходами у вигляді двох асиметрично розміщених лінійок.

На фіг. 3 наведено розміщення активних 3, 4, 10 і 11 елементів, які випромінюють в максимумах на заданих довжинах хвиль, узгоджених з довжиною хвилі в максимумі смуги власного поглинання газу відповідно для кожного інтервалу температур та активного 5

45 елемента з р-п-переходом, який випромінює в максимумі на довжині хвилі поза смугою власного поглинання аналізованого газу.

Напівпровідникове джерело випромінювання працює наступним чином.

При прикладанні напруги до випромінюючих активних 3, 4 і 5 елементів з р-п-переходами (фіг. 1), які випромінюють в максимумах на заданих довжинах хвиль, через них проходить електричний струм в прямому напрямку і одночасно генерується випромінювання. В залежності від температурного діапазону роботи даного НДВ задається певна кількість інтервалів температур, серед яких, один з низ на даний момент визначається робочим інтервалом та якому відповідає наперед задана спектральна характеристика випромінювання активного

50 елемента з р-п-переходом. На виході НДВ формується монохроматичне випромінювання на робочій довжині хвилі. Зміна температури навколишнього середовища приводить до зміщення спектра випромінювання активного 3 елемента у відповідності із температурним коефіцієнтом зміни ширини забороненої зони. Для іншої температури оточуючого середовища, робочим інтервалом температур стає інший інтервал температур, якому відповідає наперед задана інша спектральна характеристика випромінювання активного 4 елемента. Наявність двох і більше заданих інтервалів температур, забезпечує краще узгодження температурних зміщень

55 спектральних характеристик випромінювання активних елементів відносно до спектральної

60

чутливості фотоприймача і/або смуги власного поглинання аналізованого газу під дією температури оточуючого середовища. Керування роботою НДВ відбувається за допомогою зовнішнього мікропроцесорного блока. Активні 3, 4 і 5 елементи з р-n-переходами активуються 3 різними періодами часу та тривалістю в залежності від швидкості зміни температури оточуючого середовища.

За п. 2 формули винаходу, для забезпечення стабільності параметрів роботи НДВ при підвищених температурах, НДВ містить не менше двох активних елементів з р-n-переходами, які випромінюють в максимумах на одній довжині хвилі. Відомо, що потужність світлового потоку джерела випромінювання, який містить активні елементи з р-n-переходами, зменшується при підвищенні температури оточуючого середовища. Збільшення кількості випромінюючих активних елементів з р-n-переходами приводить до збільшення потужності потоку випромінювання, що дозволяє забезпечити стабільність роботи НДВ.

За п. 3 формули винаходу, для розширення діапазону температур роботи НДВ, він містить різну кількість активних елементів з р-n-переходами, які випромінюють в максимумах на довжинах хвиль, узгоджених відповідно для кожного інтервалу температур. При пониженні температури оточуючого середовища, потужність випромінювання активних елементів з р-n-переходами на різних довжинах хвиль збільшується неоднаково, тому для деяких робочих інтервалів температур кількість активних елементів з р-n-переходами може бути зменшена.

За п. 4 формули винаходу, для розширення області використання НДВ, активні елементи з р-n-переходами утворені на основі твердих розчинів InGaAs і генерують випромінювання в інфрачервоній області спектра на довжинах хвиль 2,5-3,9 мкм. При використанні твердих розчинів на основі InAsSbP активні елементи з р-n-переходами генерують випромінювання на довжинах хвиль 4,2-5,0 мкм. Температурний коефіцієнт зміни ширини забороненої зони рівний $3,3 \times 10^{-4}$ еВ/град.

За п. 5 формули винаходу, для розширення області використання НДВ, активні елементи з р-n-переходами випромінюють в максимумах на довжині хвилі, узгодженій з довжиною хвилі в максимумі смуги власного поглинання газу відповідно для кожного інтервалу температур. Для робочого діапазону температур від -20 °С до +50 °С довжина хвилі в максимумі випромінювання активних елементів з р-n-переходами зміщується з 4,0 мкм до 4,4 мкм, що дозволяє узгодити спектральні характеристики випромінювання активних елементів відносно до спектральної чутливості фотоприймача і смуги власного поглинання аналізованого CO₂ газу.

За п. 6 формули винаходу, для розширення області використання НДВ, додатково розміщені активні елементи з р-n-переходами випромінюють в максимумах на довжинах хвиль поза смугою власного поглинання аналізованого газу. Для аналізованого CO₂ газу активний 5 елемент з р-n-переходом (фіг. 3) випромінює на довжині хвилі 3,8 мкм.

За п. 7 формули винаходу, для розширення області використання НДВ, активні елементи утворені з вузькозонного напівпровідникового матеріалу групи A³B⁵ або A²B⁶ із створеною в ньому біполярною провідністю.

За п. 8 формули винаходу, для розширення області використання НДВ, особливо при розробці малогабаритних приладів аналітичної техніки, спектроскопії та телекомунікації активні елементи розміщені у вигляді випромінюючої лінійки або матриці.

За п. 9 формули винаходу, для розширення області використання НДВ та спрощення конструкції, активні елементи (фіг. 2) розміщені у вигляді випромінюючої матриці асиметрично.

За п. 10 формули винаходу, для розширення області використання НДВ та спрощення конструкції, активні елементи з р-n-переходами, які випромінюють в максимумах на довжинах хвиль поза смугою власного поглинання аналізованого газу, розміщені відносно інших активних елементів всередині випромінюючої лінійки або матриці.

За п. 11 формули винаходу, для розширення області використання НДВ, активні елементи розміщені в просвітлюючому та фокусуючому середовищі із заданим показником заломлення. Підвищення зовнішнього квантового виходу випромінювання на робочій довжині хвилі, а отже і потужності випромінювання, відбувається при розміщенні активних елементів в просвітлюючому та фокусуючому середовищі на основі напівпровідникових халькогенідних стеклок, що містять Ge, As, Sb, Bi, S, Se у відповідних пропорціях із заданим показником заломлення. Показник заломлення халькогенідних стеклок на довжині хвилі $\lambda=4,0$ мкм, в залежності від складу компонентів, змінювався від 2,2 до 3,0. Потужність випромінювання НДВ збільшилася у 2,5-4 рази, а діаграма направленості зменшилася з 120° до 60°, що привело до збільшення інтенсивності випромінювання вздовж оптичної осі НДВ.

За п. 12 формули винаходу, для збільшення потужності випромінювання НДВ, активні елементи з р-n-переходами здатні працювати в імпульсному режимі з однаковим або різним інтервалом часу. При переході з неперервного режиму роботи НДВ або з однаковим інтервалом

часу (величина струму $I=200$ мА, частота слідування імпульсів до 10 МГц, скважність 2) на імпульсний режим роботи з різним інтервалом часу ($I=1-10$ А, частота слідування імпульсів до 10 Гц, тривалість імпульсу $\tau=100$ мкс) потужність випромінювання НДВ зростає в середньому на порядок.

5 За п. 13 формули винаходу, для розширення області використання НДВ, активні елементи здатні працювати як незалежні дискретні елементи в будь-якій послідовності.

За п. 14 формули винаходу, для збільшення потужності і звуження діаграми направленості випромінювання вздовж оптичної осі, відбиваюча випромінювання бокова поверхня корпусу НДВ виготовлена у формі зрізаного конуса або іншого концентратора випромінювання.

10 За п. 15 формули винаходу, для розширення області використання НДВ містить прозоре для випромінювання активних елементів вихідне вікно або лінзу.

Даний винахід дозволяє одержати напівпровідникове джерело випромінювання, яке ефективно узгоджує його спектральні характеристики відносно до спектральної чутливості фотоприймача і/або спектра поглинання досліджуваного газу під дією температури оточуючого середовища у широкому інтервалі температур без ускладнення конструкції та значно розширює область використання.

Джерела інформації:

1. Александров С.Е., Гаврилов Г.А., Капралов А.А., Матвеев Б.А., Сотникова Г.Ю., Ременный М.А. Моделирование характеристик оптических газовых сенсоров на основе диодных оптопар среднего ИК-диапазона спектра // Журнал технической физики.-2009. - Т.79, № 6. - С. 112-118.

2. Патент РФ № 2170995, Светодиодное устройство, МПК H01L33/00, дата публикации 2001.07.20.

25 3. Патент України № 57845 C2, Пристрій світловипромінювального діода (СВД) ІЧ-діапазону, датчик, що включає в себе пристрій СВД ІЧ-діапазону, спосіб приведення в дію СВД ІЧ-діапазону та спосіб роботи датчика, що містить СВД ІЧ-діапазону, МПК G01 N21/35, H01L33/00, дата публікації 15.07.2003.

4. Патент України № 90289, Напівпровідникове джерело випромінювання, МПК(2009) H01L33/00, дата публікації 2010.04.26.

30

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Напівпровідникове джерело випромінювання для газоаналізатора, що містить випромінюючі активні елементи, які розміщені на одній теплопровідній основі та випромінюють в максимумах на різних довжинах хвиль, яке **відрізняється** тим, що містить $n \geq 2$ основних активних елементів з р-п-переходами, виконаних з можливістю випромінювання в максимумах на $m \geq 2$ заданих довжинах хвиль, узгоджених з довжиною хвилі в максимумі смуги власного поглинання аналізованого газу для кожного із $m \geq 2$ інтервалів температур робочого діапазону, активні елементи з р-п-переходами активуються мікропроцесорним блоком, який визначає режим їх роботи в інтервалі температур робочого діапазону.

2. Напівпровідникове джерело випромінювання для газоаналізатора за п. 1, яке **відрізняється** тим, що на кожній з довжин хвиль в максимумах випромінюють не менше двох основних активних елементів з р-п-переходами.

3. Напівпровідникове джерело випромінювання для газоаналізатора за п. 1 або 2, яке **відрізняється** тим, що містить різну для кожної з довжин хвиль кількість основних активних елементів з р-п-переходами.

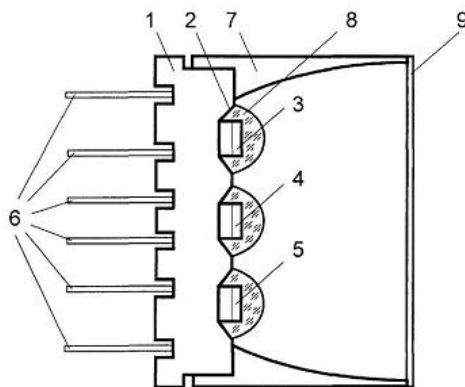
4. Напівпровідникове джерело випромінювання для газоаналізатора за одним з пп. 1-3, яке **відрізняється** тим, що основні активні елементи з р-п-переходами виконані з можливістю випромінювати в інфрачервоному діапазоні світла.

50 5. Напівпровідникове джерело випромінювання для газоаналізатора за одним з пп. 1-4 яке **відрізняється** тим, що основні активні елементи з р-п-переходами виконані з можливістю випромінювати в максимумах на довжині хвилі, узгодженій зі спектральною чутливістю фотоприймача відповідно для кожного інтервалу температур.

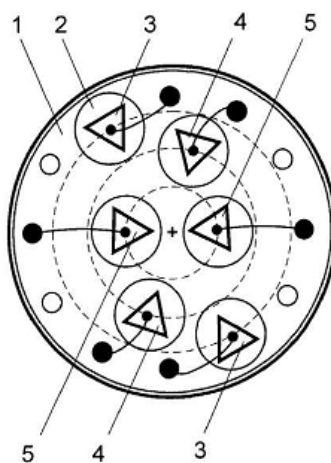
6. Напівпровідникове джерело випромінювання для газоаналізатора за одним з п. 5, яке **відрізняється** тим, що містить додаткові активні елементи з р-п-переходами, виконані з можливістю випромінювати в максимумах на довжинах хвиль поза смугою власного поглинання аналізованого газу.

60 7. Напівпровідникове джерело випромінювання для газоаналізатора за одним з пп. 1-6, яке **відрізняється** тим, що основні та додаткові активні елементи утворені з вузькозонного напівпровідникового матеріалу, активний шар якого містить біполярну провідність.

8. Напівпровідникове джерело випромінювання для газоаналізатора за одним з пп. 1-7, яке **відрізняється** тим, що основні та додаткові активні елементи розміщені у вигляді випромінюючої лінійки або матриці.
9. Напівпровідникове джерело випромінювання для газоаналізатора за одним з пп. 1-8, яке **відрізняється** тим, що основні та додаткові активні елементи розміщені у вигляді випромінюючої матриці асиметрично.
10. Напівпровідникове джерело випромінювання для газоаналізатора за п. 6, яке **відрізняється** тим, що додаткові активні елементи з р-п-переходами, які виконані з можливістю випромінювати в максимумах на довжинах хвиль поза смугою власного поглинання аналізованого газу, розміщені відносно інших активних елементів в середині випромінюючої лінійки або матриці.
11. Напівпровідникове джерело випромінювання для газоаналізатора за одним з пп. 1-10, яке **відрізняється** тим, що основні та додаткові активні елементи розміщені в просвітлюючому та фокусуючому середовищі із заданим показником заломлення.
12. Напівпровідникове джерело випромінювання для газоаналізатора за одним з пп. 1-11, яке **відрізняється** тим, що основні та додаткові активні елементи виконані з можливістю працювати в імпульсному режимі з однаковим або різним інтервалом часу.
13. Напівпровідникове джерело випромінювання для газоаналізатора за одним з пп. 1-12, яке **відрізняється** тим, що основні та додаткові активні елементи виконані з можливістю працювати, як незалежні дискретні елементи в будь-якій послідовності.
14. Напівпровідникове джерело випромінювання для газоаналізатора за одним з пп. 1-13, яке **відрізняється** тим, що основні та додаткові активні елементи розміщені у корпусі, відбиваюча випромінювання бокова поверхня якого виготовлена у формі зрізаного конуса або іншого концентратора випромінювання.
15. Напівпровідникове джерело випромінювання для газоаналізатора за одним з пп. 1-14, яке **відрізняється** тим, що містить прозоре для випромінювання основних та додаткових активних елементів вихідне вікно або лінзу.



Фіг. 1



Фіг. 2

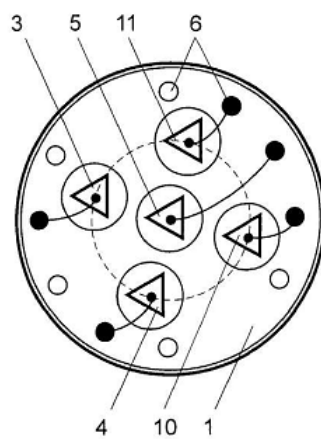


Fig. 3

Комп'ютерна верстка Л. Купенко

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

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