



УКРАЇНА

(19) UA (11) 81704 (13) C2
(51) МПК (2006)
G01N 21/59
G01N 21/61 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ГАЗОАНАЛІЗАТОР

1

(21) а200604923
(22) 03.05.2006
(24) 25.01.2008
(72) КАБАЦІЙ ВАСИЛЬ МИКОЛАЙОВИЧ, UA, МИ-
ГАЛИНА ЮРІЙ ВІКЕНТИЙОВИЧ, UA, КАБАЦІЙ МИ-
КОЛА МИХАЙЛОВИЧ, UA
(73) МУКАЧІВСЬКИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИ-
ТУТ, UA
(56) UA 50583 A, 15.10.2002
RU 2022249 C1, 30.10.1994
SU 1188600 A, 30.10.1985
UA 50437 A, 15.10.2002
WO 02093141 A1, 21.11.2002
WO 9625657 A1, 22.08.1996
DE 10200908 A1, 31.07.2003
DE 10200797 A1, 24.07.2003
(57) 1. Газоаналізатор, що містить оптично зв'язані
джерело випромінювання, кювету у вигляді інтег-
руючої сфери, приймач випромінювання, який ві-
дрізняється тим, що джерело випромінювання,
яке містить не менше двох кристалів з р-п перехо-
дами, довжина хвилі випромінювання яких узго-

2

джена з довжиною хвилі власного поглинання газу,
що аналізується, розміщене всередині кювети так,
що його випромінювання направлене в протилеж-
ну сторону по відношенню до приймача випромі-
нювання, а внутрішня поверхня кювети та задня
стінка джерела випромінювання покриті однако-
вим світлорозсіюючим матеріалом.
2. Газоаналізатор за п. 1, який відрізняється тим,
що джерело випромінювання містить додатково не
менше двох кристалів з р-п переходами,
випромінювання яких має довжину хвилі, на якій
відсутнє поглинання газу, що аналізується, і які
утворюють опорний канал.
3. Газоаналізатор за п. 1 або 2, який відрізняєть-
ся тим, що для вимірювання концентрації компо-
нентів суміші газів джерело випромінювання міс-
тить додатково кристали з р-п переходами,
випромінювання яких має довжину хвилі, яка узго-
джена з довжиною хвилі власного поглинання ін-
шого газу, що аналізується, і які знаходяться на-
впроти приймача випромінювання.

Винахід відноситься до вимірювальної техніки
і може бути використаний для контролю концент-
рації газів, що мають інфрачервоний спектр погли-
нання, а також для контролю забруднення оточую-
чого середовища.

Відомі пристрої [1, 2, 3], що мають близьку су-
купність ознак щодо пристрою, що замовляється.

Відомий інфрачервоний газоаналізатор, що
містить оптично зв'язані джерело випромінювання,
кювету у вигляді інтегруючої сфери, світлофільтр
та приймач випромінювання [1].

Недоліками цього газоаналізатора є низька
надійність, викликана невизначеністю довжини
оптичного шляху в кюветі, який залежить від взає-
много розташування джерела та приймача випро-
мінювання, а в деяких випадках повна втрата пра-
цездатності, коли промінь від джерела
випромінювання після багатократного відбиття від
стінок кювети може взагалі не потрапити на при-
ймач. Це може відбутися в тому випадку, коли

приймач випромінювання опиниться не в будь-якій
з вершин багатокутника, що вписаний у сферу.

Наявність чотирьох отворів на поверхні сфери
збільшує нерівномірність розсіювання та не до-
зволяє повне використання потоку випромінюван-
ня при вимірювання концентрації газу, що приво-
дить до зменшення чутливості та точності вимірів.

Недоліком даного газоаналізатора є також ни-
зька температурна стабільність його роботи та
швидкодія.

Відомий газоаналізатор, що містить оптично
зв'язані джерело випромінювання, кювету, світло-
фільтр та приймач випромінювання, кювета вико-
нана у вигляді напівеліпсоїда з внутрішнім дзерка-
льним покриттям, причому в одному з його фокусів
розташовано джерело випромінювання, а в друго-
му - приймач випромінювання [2].

Недоліком даного газоаналізатора є невисока
надійність, викликана формою кювети у вигляді
напівеліпсоїда з дзеркальною поверхнею і даним

(13) C2

(11) 81704

(19) UA

розміщенням джерела та приймача випромінювання, що приводить до нерівномірного світлового потоку випромінювання, а також можливі випадки коли не все випромінювання після відбиття від стінок кювети може потрапити на приймач. Наявність двох отворів на дзеркальній поверхні напівеліпсоїда збільшує нерівномірність розсіювання і приводить до не повного використання потоку випромінювання, що зменшує чутливість та точність вимірів концентрації газу.

Недоліком даного газоаналізатора є також низька температурна стабільність його роботи та швидкодія.

Відомий газоаналізатор, вибраний за прототип, містить оптично зв'язані джерело випромінювання, кювету у вигляді інтегруючої сфери, внутрішнє покриття якої виконано із матеріалу, що розсіює світло, світлофільтр та приймач випромінювання перед яким встановлено світлорозсіюючий екран [3].

Недоліком даного газоаналізатора є взаємне розміщення джерела і приймача випромінювання, які разом з світлорозсіюючим екраном приводять до нерівномірності розсіювання випромінювання у сфері та не дозволяють у повній мірі використати потік випромінювання при вимірюванні концентрації газу, що приводить до зменшення чутливості і точності газоаналізатора.

Недоліком даного газоаналізатора є також низька температурна стабільність його роботи та швидкодія.

Задача винаходу - підвищення чутливості, точності та швидкодії газоаналізатора при вимірюванні концентрації різних газів, а також температурна стабілізація його роботи.

Поставлена задача досягається тим, що згідно винаходу, газоаналізатор, що містить оптично зв'язані джерело випромінювання, кювету у вигляді інтегруючої сфери, приймач випромінювання, джерело випромінювання, яке містить не менше двох кристалів з р-п переходами, довжина хвилі випромінювання яких узгоджена з довжиною хвилі власного поглинання газу, що аналізується, розміщене всередині кювети так, що його випромінювання направлене в протилежну сторону по відношенню до приймача випромінювання, а внутрішня поверхня кювети та задня стінка джерела випромінювання покриті однаковим світлорозсіюючим матеріалом, джерело випромінювання містить додатково не менше двох кристалів з р-п переходами, які випромінюють з довжиною хвилі на якій відсутнє поглинання газу, що аналізується і утворюють опорний канал, джерело випромінювання містить кристали з р-п переходами які випромінюють довжину хвилі яка узгоджена з довжиною хвилі власного поглинання газу з великим коефіцієнтом поглинання і знаходяться навпроти фотоприймача, джерело випромінювання містить кристали з р-п переходами які випромінюють довжину хвилі яка узгоджена з довжиною хвилі власного поглинання газу з великим коефіцієнтом поглинання і утворюють опорний канал при вимірюванні концентрації газу з малим коефіцієнтом поглинання, а при вимірюванні концентрації газу з великим коефіцієнтом поглинання, опорний

канал утворюють кристали з р-п переходами, що випромінюють довжину хвилі, яка узгоджена з довжиною хвилі власного поглинання газу з малим коефіцієнтом поглинання.

У порівнянні з прототипом технічне рішення, що замовляється, за рахунок розміщення джерела випромінювання, яке містить кристали з р-п переходами всередині кювети та покриттям його задньої стінки і внутрішньої поверхні кювети однаковим світлорозсіюючим матеріалом, разом із зменшенням кількості отворів на поверхні сфери, приводить до утворення рівномірного розсіювання, забезпечує більшу інтенсивність освітленості та повне використання потоку випромінювання, що підвищує чутливість та точність вимірювань.

Наявність кристалів з р-п переходами, які випромінюють з довжиною хвилі на якій відсутнє поглинання газу, що аналізується, дозволяє використати їх для утворення опорного каналу, а розміщення їх на одній підкладці із кристалами, довжина хвилі випромінювання яких узгоджена з довжиною хвилі власного поглинання газу, що аналізується, підвищить температурну стабільність роботи газоаналізатора. Утворення опорного каналу дозволить також зменшити кількість калібровок приймача випромінювання (при прокачуванні кювети повітрям чи газом, який не поглинає випромінювання в межах робочого спектрального діапазону джерела випромінювання), що підвищить швидкодію вимірювань. Проведені нами експерименти показали, що для одержання мінімальної похибки вимірювань, прокачувати кювету повітрям чи газом, який не поглинає випромінювання в межах робочого спектрального діапазону джерела випромінювання необхідно в десятикратному об'ємі від об'єму кювети.

Використання джерела випромінювання (в запропонованому газоаналізаторі при вимірюванні концентрації різних газів), що містить кристали з р-п переходами які випромінюють довжину хвилі яка узгоджена з довжиною хвилі власного поглинання газу з великим коефіцієнтом поглинання, знаходяться навпроти приймача випромінювання і можуть утворювати опорний канал при вимірюванні концентрації газу з малим коефіцієнтом поглинання (при вимірюванні концентрації газу з великим коефіцієнтом поглинання, опорний канал утворюють кристали з р-п переходами які випромінюють довжину хвилі яка узгоджена з довжиною хвилі власного поглинання газу з малим коефіцієнтом поглинання) також дозволить підвищити температурну стабільність роботи та швидкодію газоаналізатора.

Запропоновані рішення збільшать чутливість і точність вимірювань, температурну стабільність та швидкодію газоаналізатора. Вони дозволять використовувати газоаналізатор для різних задач аналітичного приладобудування та вимірювальної техніки.

На Фіг.1 представлена схема газоаналізатора.

Газоаналізатор містить кювету 1 у вигляді інтегруючої сфери, джерело 2 випромінювання в якому розміщені кристали 3 з р-п переходами, довжина хвилі випромінювання яких узгоджена з довжиною хвилі власного поглинання газу, що аналі-

ується, кристали 4 з р-п переходами, які випромінюють з довжиною хвилі на якій відсутнє поглинання газу, що аналізується, приймач 5 випромінювання.

На Фіг.2 представлена схема газоаналізатора джерело 2 випромінювання якого містить кристали 6 з р-п переходами, які випромінюють довжину хвилі, яка узгоджена з довжиною хвилі власного поглинання газу з великим коефіцієнтом поглинання.

Газоаналізатор працює наступним чином. Випромінювання від джерела 2 випромінювання потрапляє в порожнину кювети 1 у вигляді інтегруючої сфери, де відбиваючись та розсіюючись від внутрішньої поверхні кювети 1 та задньої стінки джерела 2 випромінювання взаємодіє з повітрям чи газом, який не поглинає випромінювання від джерела 2 випромінювання (при калібровці приймача 5 випромінювання), або з газом, що аналізується (при вимірюванні його концентрації). Джерело 2 випромінювання містить не менше двох кристалів 3 з р-п переходами, довжина хвилі випромінювання яких узгоджена з довжиною хвилі власного поглинання газу, що аналізується і розміщене всередині кювети 1 так, що випромінювання направлене в протилежну сторону по відношенню до приймача 5 випромінювання. При цьому у кюветі 1 встановлюється певний рівень освітленості, що пропорційний послабленню випромінювання в газі, що аналізується.

Після цього випромінювання потрапляє на чутливу площадку приймача 5 випромінювання. Сигнал на виході приймача 5 випромінювання пропорційний величині падаючого на нього потоку випромінювання, а зміна інтенсивності випромінювання при проходженні через газ, що аналізується і відповідно зміна сигналу на виході приймача 5 випромінювання є мірою концентрації газу, що аналізується.

Для підвищення температурної стабільності та швидкодії роботи газоаналізатора, джерело 2 випромінювання містить додатково не менше двох кристалів 4 з р-п переходами, які випромінюють з довжиною хвилі на якій відсутнє поглинання газу, що аналізується і утворюють опорний канал. Кристали 3 з р-п переходами, довжина хвилі випромінювання яких узгоджена з довжиною хвилі власного поглинання газу, що аналізується і кристали 4 з р-п переходами, які випромінюють з довжиною хвилі на якій відсутнє поглинання газу розміщені на одній підкладці відносно оптичної осі джерела 2 випромінювання так, що утворюють однакові потоки випромінювання направлені в протилежну сторону по відношенню до приймача 5 випромінювання та мають однаковий температурний коефіцієнт ширини забороненої зони. Почергове включення живлення кристалів 3 та 4 з р-п пере-

ходами та подальша обробка сигналів з приймача 5 випромінювання дозволяє стабілізувати "нуль" газоаналізатора.

При вимірюванні концентрації суміші газів з різними коефіцієнтами поглинаючої здатності (наприклад CH_4 та CO_2 або CO), джерело 2 випромінювання містить кристали 6 з р-п переходами, які випромінюють довжину хвилі, яка узгоджена з довжиною хвилі власного поглинання газу з великим коефіцієнтом поглинання. За рахунок різної поглинаючої здатності газів, випромінювання повинно пройти різний оптичний шлях для різних газів, що і зумовило розмістити кристали 6 з р-п переходами навпроти приймача 5 випромінювання Фіг.2. Розміщення кристалів 3, 4 та 6 з р-п переходами на одній підкладці підвищує температурну стабільність газоаналізатора. Почергове включення живлення кристалів 3, 4 та 6 з р-п переходами і подальша обробка сигналів з приймача 5 випромінювання дозволяє стабілізувати «нуль» газоаналізатора та проводити вимірювання різних компонент суміші газів.

Якщо проводити вимірювання не суміші газів, а окремо різні гази з різними коефіцієнтами поглинаючої здатності, то кристали 6 з р-п переходами, які випромінюють довжину хвилі, яка узгоджена з довжиною хвилі власного поглинання газу з великим коефіцієнтом поглинання утворюють опорний канал при вимірюванні концентрації газу з малим коефіцієнтом поглинання, а при вимірюванні концентрації газу з великим коефіцієнтом поглинання, опорний канал утворюють кристали 3 з р-п переходами, що випромінюють довжину хвилі, яка узгоджена з довжиною хвилі власного поглинання газу з малим коефіцієнтом поглинання.

Приклад

Враховуючи різницю в коефіцієнтах поглинання для газів CO_2 ($\lambda=4,27\text{мкм}$) і CH_4 ($\lambda=3,32\text{мкм}$) нами була використана газова кювета діаметром 80мм. Опорний канал утворюють кристали з р-п переходами, що випромінюють довжину хвилі $\lambda=3,80\text{мкм}$. Проведені вимірювання концентрації метану (0-5об.% CH_4) показали високу надійність та точність вимірювань. Мінімально виміряна концентрація CO_2 в повітрі складала 50-100ppm. Швидкодію макету вдалося збільшити до 0,3-0,5с використовуючи електронну модуляцію до 10кГц. В якості приймача випромінювання використовувався фоторезистор.

Джерела інформації:

1. Патент Росії №2022249 С1, кл. G01N 21/61, 1994.
2. Патент України №5043 7А, кл. G01N 21/59, 2002.
3. Патент України №50583 А, кл. G01N 21/59, 2002.

