



УКРАЇНА

(19) UA (11) 89424 (13) C2
(51) МПК
G01N 21/61 (2008.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ІНФРАЧЕРВОНИЙ ВИМІРЮВАЧ КОНЦЕНТРАЦІЇ ГАЗУ З ЧАСТОТНИМ ВИХОДОМ

1

2

(21) а200803628

(22) 21.03.2008

(24) 25.01.2010

(46) 25.01.2010, Бюл.№ 2, 2010 р.

(72) ОСАДЧУК ВОЛОДИМИР СТЕПАНОВИЧ,
ОСАДЧУК ОЛЕКСАНДР ВОЛОДИМИРОВИЧ, СЕ-
МЕНОВ АНДРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ, ГУРСЬКИЙ
АНДРІЙ ПЕТРОВИЧ, СЕМЕНОВА ОЛЕНА ОЛЕК-
САНДРІВНА

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

(56) UA 69503 C2; 15.09.2004

SU 1188600 A; 30.10.1985

SU 1805746 A1; 27.11.1995

GB 2116317 A; 21.09.1983

US 5894128; 13.04.1999

DE 3932838 C2; 11.04.1991

US 5060505; 29.10.1991

JP 2006329913 A; 07.12.2006

(57) Інфрачервоний вимірювач концентрації газу з частотним виходом, що містить кювету, випромінюючий елемент, сапфірове вікно та приймач випромінювання, який **відрізняється** тим, що в нього додатково введені перше, друге і третє джерела постійної напруги, корпус і генераторний перетворювач, причому випромінюючий елемент, корпус і сапфірове вікно утворюють джерело інфрачервоного випромінювання, як приймач випромінювання використано піроелектричний інфрачервоний фотоприймач, який складається з інтерференційного фільтра, відбивача, екрана, подвійного піроелектричного елемента, першого і другого резисторів, польового транзистора та першого конденсатора, а генераторний перетворювач складається з третього, четвертого і п'ятого резисторів, першого і другого біполярних транзисторів, котушки індуктивності, другого і третього конденсаторів та загальної шини, причому перший та другий виводи пер-

шого джерела постійної напруги з'єднані відповідно з першим та другим виводами джерела інфрачервоного випромінювання, джерело інфрачервоного випромінювання розташоване в послідовному оптичному з'єднанні через кювету з інтерференційним фільтром і відбивачем піроелектричного інфрачервоного фотоприймача, які оптично з'єднані з подвійним піроелектричним елементом, який захищений екраном, перший вивід подвійного піроелектричного елемента з'єднаний з першим виводом першого резистора і затвором польового транзистора, другий вивід подвійного піроелектричного елемента з'єднаний з другим виводом першого резистора, другим виводом першого конденсатора, першим виводом другого джерела постійної напруги і першим виводом третього резистора, другий вивід якого з'єднаний з першими виводами першого і другого конденсаторів, базою першого біполярного транзистора і витоком польового транзистора, стік якого з'єднаний з першим виводом другого резистора, другий вивід якого з'єднаний з першими виводами третього конденсатора і третього джерела постійної напруги та другим виводом котушки індуктивності, перший вивід якої з'єднаний з колектором першого біполярного транзистора і першим виводом четвертого резистора, що утворюють першу вихідну клему генераторного перетворювача, другий вивід четвертого резистора з'єднаний з першим виводом п'ятого резистора і базою другого біполярного транзистора, емітер якого з'єднаний з емітером першого біполярного транзистора, при цьому другі виводи другого і третього джерел постійної напруги з'єднані з другими виводами другого і третього конденсаторів, другим виводом п'ятого резистора і колектором другого біполярного транзистора, що утворюють загальну шину, до якої підключена друга вихідна клемма.

Винахід належить до області контрольно-вимірювальної техніки і може бути використаний як інфрачервоний вимірювач концентрації газу з частотним кодуванням сигналу в пристроях автоматичного керування технологічними процесами.

Відомий інфрачервоний газоаналізатор, який складається з джерела оптичного опромінення, що

оптично з'єднане з рядом послідовно встановлених блоків: двох вимірювальних кювет - робочої і порівняльної, обтюратора, приймачів інфрачервоного випромінювання вимірювального і порівняльного з нанесеними на них інтерференційними фільтрами - вимірювальним і порівняльним, електричний вихід порівняльного приймача інфра-

(19) UA (11) 89424 (13) C2

червоного випромінювання з'єднаний з першим входом підсилювача різниці, другий вхід цього підсилювача з'єднаний з опорним джерелом напруги, вихід підсилювача різниці з'єднаний з входом блока керування, вихід якого з'єднаний з джерелом інфрачервоного випромінювання, газовий вхід вимірювальної кювети з'єднаний з блоком пробідготовки (Патент на винахід України 69503 МПК G01N21/01, G01N21/61. Інфрачервоний газоаналізатор/ Приміський В.П. (Україна). - Бюл.№9, 2004р. - 2с.). У відомому газоаналізаторі реалізується принцип подолання електромагнітного випромінювання в інфрачервоній області спектра (Тхоржевский В.П. Автоматический анализ газов и жидкостей на химических предприятиях. -М.: Химия, 1976. - с.108-113).

Недоліком такого пристрою є низька чутливість і точність вимірів малих (фонових) концентрацій газу.

За прототип обрано газоаналізатор (А.с. 1188600 СССР МКИ G01N21/01. Газоаналізатор / Федак В.В., Билинец Ю.Ю., Головач И.И., Перчи З.И. - Бюл. №40, - 1980г. - 3с.), який містить випромінюючий елемент, кювету, що складається з двох суміжних відсіків ізольованих сапфіровим вікном, приймача випромінювання, сферичних дзеркал і електронної схеми, яка складається з підсилювача, резонансного підсилювача, першого і другого синхронних детекторів, першого і другого логарифмічних підсилювачів, схему віднімання, масштабний підсилювач, схему корекції нуля, реєструючий прилад та імпульсний блок живлення джерела випромінювання, причому випромінюючий елемент і приймач випромінювання розташовані у першому відсіку кювети, у якому повітря викачено до вакуума 10^{-3} тор, другий відсік кювети заповнюється газом, концентрацію якого необхідно виміряти, в обох відсіках розташовано по одному сферичному дзеркалу, при цьому випромінюючий елемент розташований у фокальній площині сферичного дзеркала другого відсіку кювети, а приймач випромінювання розташований у фокальній площині сферичного дзеркала першого відсіку кювети, що забезпечує двократне проходження потоку інфрачервоного випромінювання крізь кювету з досліджуванним газом, вихід приймача випромінювання з'єднаний з входом підсилювача, вихід якого з'єднаний з входом резонансного підсилювача, вихід якого з'єднаний з другими входами першого і другого синхронних детекторів, перші входи яких з'єднані з другим виходом імпульсного блоку живлення джерела випромінювання, перший вихід якого з'єднаний з випромінюючим елементом, виходи першого і другого синхронних детекторів з'єднані з входами відповідно першого і другого логарифмічних підсилювачів, виходи яких з'єднані з входом схеми віднімання, вихід якої з'єднаний з першим входом масштабного підсилювача, другий вхід якого з'єднаний з виходом схеми корекції нуля, вихід масштабного підсилювача з'єднаний з входом реєструючого приладу.

Недоліком такого пристрою є складність конструкції, що зумовлено використанням оптичної системи з двома сферичними дзеркалами, які потребують юстування. Також до недоліків відомого газоаналізатора слід віднести складність електро-

ної схеми газоаналізатора і значні габаритні розміри, за рахунок використання кювети з двома відсіками.

В основу винаходу поставлена задача спрощення конструкції, підвищення чутливості та точності вимірювань пристрою за рахунок введення нових елементів та зв'язків між ними.

Поставлена задача досягається тим, що в інфрачервоний вимірювач концентрації газу з частотним виходом, який складається з кювети, випромінюючого елемента, сапфірового вікна, приймача випромінювання, введено перше, друге і третє джерела постійної напруги, корпус і генераторний перетворювач, причому випромінюючий елемент, корпус і сапфірове вікно утворюють джерело інфрачервоного випромінювання, в якості приймача випромінювання використано піроелектричний інфрачервоний фотоприймач, який складається з інтерференційного фільтру, відбивача, екрану, подвійного піроелектричного елемента, першого і другого резисторів, польового транзистору, першого конденсатора, а генераторний перетворювач складається з третього, четвертого і п'ятого резисторів, першого і другого біполярного транзисторів, котушки індуктивності, другого і третього конденсаторів, загальної шини, причому перший вивід першого джерела постійної напруги з'єднаний з першим виводом джерела інфрачервоного випромінювання, яке складається з корпусу, випромінюючого елемента і сапфірового вікна, другий вивід джерела інфрачервоного випромінювання з'єднаний з другим виводом джерела постійної напруги, джерело інфрачервоного випромінювання розташовано в послідовному оптичному з'єднанні через кювету з інтерференційним фільтром і відбивачем піроелектричного інфрачервоного фотоприймача, потік випромінювання після яких потрапляє на подвійний піроелектричний елемент, який захищений екраном, перший вивід подвійного піроелектричного елемента з'єднаний з першим виводом першого резистора і затвором польового транзистора, другий вивід подвійного піроелектричного елемента з'єднаний з другим виводом першого резистора, другими виводом першого конденсатора, першим виводом другого джерела постійної напруги і першим виводом третього резистора, другий вивід якого з'єднаний з першими виводами першого і другого конденсаторів, базою першого біполярного транзистора і витоком польового транзистора, стік якого з'єднаний з першим виводом другого резистора, другий вивід якого з'єднаний з першими виводами третього конденсатора і третього джерела постійної напруги та другим виводом котушки індуктивності, перший вивід якої з'єднаний з колектором першого біполярного транзистора і першим виводом четвертого резистора, що утворюють першу вихідну клему генераторного перетворювача, другий вивід четвертого резистора з'єднаний з першим виводом п'ятого резистора і базою другого біполярного транзистора, емітер якого з'єднаний з емітером першого біполярного транзистора, при цьому другі виводи другого і третього джерел постійної напруги з'єднані з другими виводами другого і третього конденсаторів, другим виводом п'ятого резистора і колектором другого біполярного транзистора, що

утворюють загальну шину, до якої підключена друга вихідна клемма.

На кресленні подано схему інфрачервоного вимірювача концентрації газу з частотним виходом, який містить перше джерело постійної напруги 1, джерело інфрачервоного випромінювання 2, яке складається з випромінюючого елемента 3, сапфірового вікна 4 і корпусу 5, вимірювальної кювети 6, яка заповнюється газовою сумішшю, піроелектричного інфрачервоного фотоприймача 7, який складається з інтерференційного фільтру 8, відбивача 9, екрану 10, подвійного піроелектричного елемента 11, першого резистору 12, польового транзистора 13, другого резистора 14 і першого конденсатора 15, другого джерела постійної напруги 16, генераторного перетворювача 17, який складається з третього резистора 18, другого конденсатора 19, першого 20 і другого 21 біполярних транзисторів, четвертого 22 і п'ятого 23 резисторів, котушки індуктивності 24, третього конденсатора 25 і загальної шини 26, третього джерела постійної напруги 27, причому перший вивід першого джерела постійної напруги 1 з'єднаний з першим виводом джерела інфрачервоного випромінювання 2, яке складається з випромінюючого елемента 3, сапфірового вікна 4 і корпусу 5, другий вивід джерела інфрачервоного випромінювання 2 з'єднаний з другим виводом джерела постійної напруги 1, джерело інфрачервоного випромінювання 2 розташовано в послідовному оптичному з'єднанні через кювету 6 з інтерференційним фільтром 8 і відбивачем 9 піроелектричного інфрачервоного фотоприймача 7, потік випромінювання після яких потрапляє на подвійний піроелектричний елемент 11, який захищений екраном 10, перший вивід подвійного піроелектричного елемента 11 з'єднаний з першим виводом першого резистора 12 і затвором польового транзистора 13, другий вивід подвійного піроелектричного елемента 11 з'єднаний з другим виводом першого резистора 12, другим виводом першого конденсатора 15, першим виводом другого джерела постійної напруги 16 і першим виводом третього резистора 18, другий вивід якого з'єднаний з першими выводами першого 15 і другого 19 конденсаторів, базою першого біполярного транзистора 20 і витоком польового транзистора 13, стік якого з'єднаний з першим виводом другого резистора 14, другий вивід якого з'єднаний з першими выводами третього конденсатора 25 і третього джерела постійної напруги 27 та другим виводом котушки індуктивності 24, перший вивід якої з'єднаний з колектором першого біполярного транзистора 20 і першим виводом четвертого резистора 22, що утворюють першу вихідну клемму генераторного перетворювача 17, другий вивід четвертого резистора 22 з'єднаний з першим виводом п'ятого резистора 23 і базою другого біполярного транзистора 21, емітер якого з'єднаний з емітером першого біполярного транзистора 20, при цьому другі виводи другого 16 і третього 27 джерел постійної напруги з'єднані з другими выводами другого 19 і третього 25 конденсаторів, другим виводом п'ятого резистора 23 і колектором другого біполярного транзистора 21, що утворюють загальну шину 26, до якої підключена друга вихідна клемма генераторного перетворювача 17.

Інфрачервоний вимірювач концентрації газу з частотним виходом працює таким чином.

В початковий момент часу в кюветі 6 газу немає. Перше джерело постійної напруги 1 живить випромінюючий елемент 3 джерела інфрачервоного випромінювання 2. Всередині корпусу 5 джерела інфрачервоного випромінювання 2 повітря викачено до вакуума, сапфірове вікно 4 виконує роль світлового фільтру для отримання монохроматичного інфрачервоного випромінювання. При підвищенні напруги другого 16 і третього 27 джерел постійної напруги з деякого їх рівня диференціальний опір на електродах колектор-колектор біполярних транзисторів 20 і 21 стає від'ємним, що призводить до компенсації активних втрат і виникнення незатухаючих у часі коливань у коливальному контурі генераторного перетворювача 17, який складається з котушки індуктивності 24 та реактивної складової повного опору ємнісного характеру на електродах колектор-колектор біполярних транзисторів 20 і 21. При потрапленні газу в кювету 6 на піроелектричний інфрачервоний фотоприймач 7, що має чітко визначений спектр поглинання, який визначається властивостями інтерференційного фільтру 8, буде потрапляти інша кількість оптичної енергії на відбивач 9, який сфокусує потік випромінювання на подвійний піроелектричний елемент 11, що призведе до зміни величини електрорушійної сили подвійного піроелектричного елемента 11, що призведе до зміни опору каналу польового транзистора 13, а це викликає зміну ємнісної складової повного опору на електродах колектор-колектор біполярних транзисторів 20 і 21, що в свою чергу, викликає зміну частоти генерованих коливань. Екран 10 призначений для запобігання засвічування подвійного піроелектричного елемента 11. Перший резистор 12 і перший конденсатор 15 призначені для захисту від пробую польового транзистора 13 електричним імпульсом. Другий резистор 14 обмежує струм стоку польового транзистора 13. Третій резистор 18 обмежує базовий струм першого біполярного транзистора 20. Четвертий 22 і п'ятий 23 резистори використовуються для забезпечення режиму живлення другого біполярного транзистора 21 по постійному струму. Другий 19 і третій 25 конденсатори виконують блокувальну функцію для запобігання проходження змінного струму відповідно крізь друге 16 і третє 27 джерела постійної напруги, другі виводи яких підключені до загальної шини 26.

Використання генераторного перетворювача 17 підвищує точність і чутливість вимірювань, зокрема в області малих концентрацій, а також спрощує електронну схему інфрачервоного вимірювача концентрації газу з частотним виходом. Друге 16 і третє 27 джерела постійної напруги покращують режим роботи по постійному струму генераторного перетворювача 17, що забезпечує необхідну стабільність частоти генерованих коливань. Вибірочу величину напруги другого 16 і третього 27 джерел постійної напруги є можливість лінеаризувати функцію перетворення концентрацію газу у частоту в широкому діапазоні вимірювань.

