



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **149245** (13) **U**
(51) МПК (2021.01)
G01N 27/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

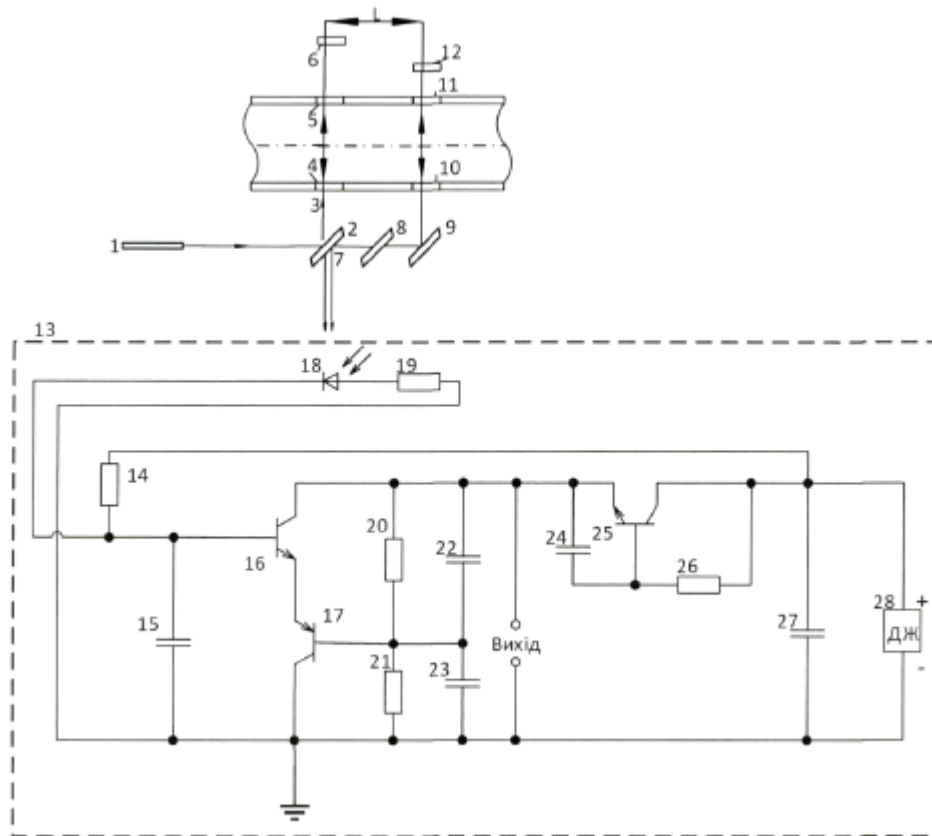
(21) Номер заявки: u 2021 03301	(72) Винахідник(и): Осадчук Олександр Володимирович (UA), Осадчук Володимир Степанович (UA), Осадчук Ярослав Олександрович (UA), Ільчук Дмитро Русланович (UA), Пастушенко Ганна Олександрівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 14.06.2021	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 28.10.2021	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 27.10.2021, Бюл.№ 43	(73) Володілець (володільці): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)

(54) РАДІОВИМІРЮВАЛЬНИЙ ЧАСТОТНИЙ ПРИСТРІЙ З АКТИВНИМ ІНДУКТИВНИМ ЕЛЕМЕНТОМ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ РІДКИХ І ГАЗОПОДІБНИХ РЕЧОВИН

(57) Реферат:

Радіовимірювальний частотний пристрій з активним індуктивним елементом для вимірювання рідких і газоподібних речовин, який містить джерело випромінювання, дві напівпрозорі пластини, що встановлені на оптичній осі променя, два основних дзеркала, дві оптичні скляні пластини, одне додаткове дзеркало, яке разом із двома напівпрозорими пластинами розміщено на одній оптичній осі з джерелом випромінювання, а також перетворювач оптичного сигналу в частотний, який містить три біполярні транзистори, п'ять конденсаторів, п'ять резисторів, фотодіод і джерело постійної напруги, причому перший вивід першого резистора з'єднаний з першим виводом першого конденсатора, другий вивід першого резистора з'єднаний з базою першого біполярного транзистора, емітер другого біполярного транзистора з'єднаний з емітером першого біполярного транзистора, колектор якого з'єднаний з першим виводом другого резистора та емітером третього біполярного транзистора, а також першим виводом четвертого конденсатора, а колектор третього біполярного транзистора з'єднаний з другим виводом четвертого резистора та першим виводом п'ятого конденсатора і першим виводом джерела постійної напруги, причому другий вивід четвертого конденсатора з'єднаний з базою третього біполярного транзистора та першим виводом четвертого резистора, другий вивід першого конденсатора з'єднаний з колектором першого біполярного транзистора, катод фотодіода з'єднано з базою першого біполярного транзистора, другим виводом другого резистора, згідно з корисною моделлю в нього введено третій біполярний транзистор, четвертий резистор та третій і четвертий конденсатори, причому перший вихід четвертого резистора з'єднаний з анодом фотодіода, а другий вивід четвертого резистора з'єднаний з другими виводами першого та третього конденсаторів і третього резистора.

UA 149245 U



Корисна модель належить до області контрольно-виміральної техніки і може бути використана при вимірюванні витрати газоподібних середовищ у трубопроводах, а також в різноманітних пристроях автоматичного керування.

5 Відомий пристрій, що описаний в авторському свідоцтві СРСР № 802853, М.кл. G01N21/45, опубл. 07.02.81, бюл. № 5 "Спосіб рефрактометрії оптично прозорих рідин і газів". Пристрій містить джерело світла, напівпрозоре дзеркало, яке розподіляє промінь світла від джерела світла на два промені, кювети з досліджувальним середовищем, дзеркала, лічильник і пристрій для пересування кювети.

Недоліком пристрою є недостатня точність вимірювання.

10 Відомий пристрій для вимірювання витрати газу (див. Патент України № 73394, кл. G01N 21/45, Бюл. № 7, 2005), який містить джерело випромінювання, ємність з досліджуваним середовищем, напівпрозорі пластини і два дзеркала, які знаходяться на оптичних осях по ходу оптичних променів, а також вузол вимірювання оптичної різниці ходу променів, причому як ємність з досліджуваним середовищем використано трубопровід з газом, виконаний із двома симетричними відносно осі трубопроводу і розташованими за напрямком потоку парами отворів, що закриті оптичними скляними пластинами, крім того додатково містить ще одне дзеркало, дзеркала розташовані за межами трубопроводу, причому додаткове дзеркало та напівпрозорі пластини розміщені на одній оптичній осі з джерелом випромінювання.

Недоліком такого пристрою є недостатня чутливість і точність виміру витрат газу.

20 Як найближчий аналог вибрано пристрій для вимірювання витрати газу з частотним виходом (Патент України № 34121, М.кл. G01N 21/45, опубл. 25.07.2008, бюл. № 14), який містить джерело випромінювання, дві напівпрозорі пластини на оптичній осі променя, чотири оптичні скляні пластини, три дзеркала, два основних і одне додаткове, які разом із напівпрозорими пластинами розміщено на одній оптичній осі з джерелом випромінювання, перетворювач оптичного сигналу в частотний, який містить два біполярних транзистори, два конденсатори, індуктивність, три резистори, фотодіод і два джерела постійної напруги, причому перший вивід першого резистора з'єднаний з першим полюсом першого джерела постійної напруги, першим виводом першого конденсатора, а другий вивід резистора з'єднаний з базою першого біполярного транзистора, емітер першого біполярного транзистора з'єднаний з емітером другого біполярного транзистора, причому колектор першого біполярного транзистора з'єднаний з анодом фотодіода, першим виводом другого резистора та першим виводом індуктивності, другий вивід якої під'єднаний до першого виводу другого конденсатора та першого полюса другого джерела постійної напруги, катод фотодіода з'єднано з базою другого біполярного транзистора, другим виводом другого резистора та першим виводом третього резистора, другий вивід першого конденсатора з'єднаний з колектором біполярного транзистора, другим виводом третього резистора, другим виводом другого конденсатора та з 35 другими полюсами першого та другого джерел постійної напруги.

Недоліком такого пристрою є недостатня чутливість і точність виміру витрат газу.

40 В основу корисної моделі поставлена задача створення радіовимірального частотного пристрою з активним індуктивним елементом для вимірювання рідких і газоподібних речовин, в якому введення нових елементів та зв'язків забезпечує можливість перетворення величини витрати газу в частоту, що приводить до розширення діапазону вимірювання та підвищення точності виміру витрат газу.

45 Поставлена задача вирішується тим, що радіовимірвальний частотного пристрій з активним індуктивним елементом для вимірювання рідких і газоподібних речовин, який містить джерело випромінювання, дві напівпрозорі пластини, що встановлені на оптичній осі променя, два основних дзеркала, дві оптичні скляні пластини, одне додаткове дзеркало, яке разом із двома напівпрозорими пластинами розміщено на одній оптичній осі з джерелом випромінювання, а також перетворювач оптичного сигналу в частотний, який містить три 50 біполярні транзистори, п'ять конденсаторів, п'ять резисторів, фотодіод і джерело постійної напруги, причому перший вивід першого резистора з'єднаний з першим виводом першого конденсатора, другий вивід першого резистора з'єднаний з базою першого біполярного транзистора, емітер другого біполярного транзистора з'єднаний з емітером першого біполярного транзистора, колектор якого з'єднаний з першим виводом другого резистора та емітером третього біполярного транзистора, а також першим виводом четвертого конденсатора, а колектор третього біполярного транзистора з'єднаний з другим виводом четвертого резистора та першим виводом п'ятого конденсатора і першим виводом джерела постійної напруги, причому другий вивід четвертого конденсатора з'єднаний з базою третього біполярного транзистора та першим виводом четвертого резистора, другий вивід першого конденсатора з'єднаний з колектором першого біполярного транзистора, катод фотодіода з'єднано з базою 60 з'єднаний з колектором першого біполярного транзистора, катод фотодіода з'єднано з базою

першого біполярного транзистора, другим виводом другого резистора, крім того в нього введено третій біполярний транзистор, четвертий резистор та третій і четвертий конденсатори, причому перший вихід четвертого резистора з'єднаний з анодом фотодіода, а другий вивід четвертого резистора з'єднаний з другими виводами першого та третього конденсаторів і третього резистора.

5

На кресленні подано схему пристрою:

Радіовимірjuвальний частотного пристрій з активним індуктивним елементом для вимірювання рідких і газоподібних речовин, який містить джерело випромінювання, чотири оптичні скляні платини 4, 5, 10, 11, дві напівпрозорі пластини 2 та 8, два основних дзеркала 6 та 12, одне додаткове дзеркало 9, яке разом із двома напівпрозорими пластинами 8 та 2 розміщено на одній оптичній осі з джерелом випромінювання 1, а також перетворювач оптичного сигналу в частотний 13, який складається з трьох біполярних транзисторів 16, 17, 25, п'яти конденсаторів, відповідно, 15, 22, 23, 24, 27, чотирьох резисторів 14, 19, 20, 21, 26, фотодіода 18 та джерела постійної напруги 28, причому перший вивід фотодіода 18 з'єднаний з першим виводом першого резистора 14, другий його вивід з'єднаний з базою першого біполярного транзистора 16, емітер першого біполярного транзистора 16 з'єднаний з емітером другого біполярного транзистора 17, база другого біполярного транзистора 17 зв'язана з резисторами 20, 21 та конденсаторами 22, 23 та 24. Емітер третього біполярного транзистора 25 з'єднують з колектором першого біполярного транзистора 16 та другими виводами конденсаторів 24 та 22 і другим виводом резистора 20 і утворюють другу вихідну клему пристрою. База третього біполярного транзистора з'єднана з першим виводом конденсатора 24 та резистора 26, колектор другого біполярного транзистора 17 та другі виводи резистора 19, 21 та конденсаторів 15, 23, 27 і другий вивід джерела постійної напруги 28 утворюють загальну шину. Промінь світла при роботі пристрою розподіляється на дві частини. Позицією 3 позначений промінь світла, що є відбитим напівпрозорою пластиною 2, позицією 7 - промінь світла, який є таким, що проходить через цю пластину.

10

15

20

25

Пристрій працює наступним чином:

Промінь світла від джерела випромінювання 1 падає на першу напівпрозору пластину 2, при цьому промінь світла 3 відбивається першою напівпрозорою пластиною 2 у напрямку першого основного дзеркала 6. Промінь світла 7 проходить через другу напівпрозору пластину 8 та розповсюджується в напрямку додаткового дзеркала 9. Промінь світла 3 проходить через оптичні скляні пластини 4 і 5, відбивається від дзеркала 6 і повертається до першої напівпрозорої пластини 2, двічі проходячи через обсяг газу, що характеризується тиском p_1 , коефіцієнтом заломлення n_1 . Потім промінь світла 3 повертається, проходячи через першу напівпрозору пластину 2, поширюється в напрямку перетворювача оптичного сигналу в частотний 13.

30

35

Промінь світла 7 відбивається від додаткового дзеркала 9, проходить через оптичні скляні пластини 10 та 11, відбивається від другого основного дзеркала 12, двічі проходячи через обсяг газу, що характеризується тиском p_2 , коефіцієнтом заломлення n_2 , відбивається від додаткового дзеркала 9 і повертається до першої напівпрозорої пластини 2, після чого розповсюджується в напрямку перетворювача оптичного сигналу в частотний 13. При дотриманні умов когерентності пучки променів світла 3 і 7 будуть інтерферувати. Результат інтерференції залежить від оптичної різниці ходу променів від першої напівпрозорої пластини 2 до основних дзеркал 6 та 12 і назад. В зв'язку з тим, що промінь світла 3 проходить через товщу першої напівпрозорої пластини 2 тричі, а промінь світла 7 тільки один раз, пристрій містить другу напівпрозору пластину 8, яка компенсує виникаючу оптичну різницю ходу променів.

40

45

Оптичні довжини шляху, який проходять перший і другий промені через обсяг газу, різні при проходженні газу по трубопроводу.

Витрата газу пов'язана з різницею тисків у двох перерізах трубопроводу, визначається рівнянням

50

$$Q = \frac{p_1 - p_2}{8\mu\ell} \pi R^4$$

де Q - витрата газу; $p_1 - p_2$ - різниця тисків у двох перерізах трубопроводу; μ - динамічна в'язкість газу; ℓ - відстань між перерізами; R - радіус трубопроводу.

Рівняння стану ідеального газу має вигляд

55

$$p = Nk_0T$$

де N - число молекул в одиниці об'єму речовини; k_0 - стала Больцмана; T - абсолютна температура.

Коефіцієнт заломлення газу дорівнює

$$n^2 = 1 + \frac{N}{\epsilon_0} \sum_K \frac{e^2/m}{\omega_{OK}^2 + \omega^2}$$

де n - коефіцієнт заломлення газу; ϵ_0 - діелектрична проникність; e - заряд електрона; m - маса електрона; ω_K - власні частоти коливань електронів; ω - частота світлового випромінювання.

Різниця оптичного ходу променів 3 і 7 визначається за формулою

$$L = (n_1 - n_2)2R$$

При використанні інтерферометра максимумами інтенсивностей інтерферуючих хвиль спостерігаються при виконанні наступної умови

$$(n_1 - n_2)2R = \lambda_0 k,$$

де λ_0 - довжина хвилі випромінювання; $k = 0, 1, 2, \dots$ - визначається вузлом вимірювання оптичної різниці ходу променів.

Таким чином, залежність витрати газу від показань лічильника має вигляд

$$Q = zPk,$$

де z - коефіцієнт пропорційності.

Показник різниці ходу променів пропорційний одиниці вимірювання витрати газу (m^3/c). Коефіцієнт пропорційності визначений методом торування витрати до числа, що виражає відношення оптичної різниці ходу променів до довжини хвилі світла, тобто показанню вузла вимірювання оптичної різниці ходу променів. Результат вимірів у m^3/c .

Після того, як промінь світла приймається фотодіодом 18 перетворювача оптичного сигналу в частотний 13, він зумовлює пропорційну до витрат газу зміну напруги на виході фотодіода 18, яка, у свою чергу, змінює ємність коливального контуру, а це викликає ефективну зміну резонансної частоти, при цьому можлива лінеаризація функції перетворення шляхом вибору величини постійної напруги живлення. Через перший 14, другий 20 та третій 21 резистори і третій 22 та четвертий 23 конденсатори здійснюється режим живлення пристрою від джерела постійної напруги 28. Конденсатор 27 запобігає проходженню змінного струму через джерело постійної напруги 28. Підвищення напруги до величини, коли на електродах колектора першого біполярного транзистора 16 і на емітері другого біполярного транзистора 17 виникає від'ємний диференційний опір, який приводить до виникнення коливань в контурі, утворений паралельним включенням повного опору з ємнісним характером на електродах колектор-колектор біполярних транзисторів 16 та 17 та повним опором з індуктивним характером активної індуктивності на основі третього біполярного транзистора 25 та фазозсувного ланцюга з конденсатора 24 та резистора 26. При наступній дії світлового потоку змінюється вихідна напруга на фотодіоді 18, яка змінює ємнісну складову повного опору на електродах колектор-колектор біполярних транзисторів 16 та 17, а це викликає зміну резонансної частоти коливального контуру. Введення в ємнісний елемент коливального контуру четвертого резистора 19, третього та четвертого конденсаторів 22, 23 та виконання елемента індуктивності у вигляді активної індуктивності на основі третього біполярного транзистора 25 та фазозсувного ланцюга з конденсатора 24 та резистора 26 дозволяє суттєво розширити діапазон вимірювання та підвищити точність виміру витрат газу.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Радіовимірювальний частотний пристрій з активним індуктивним елементом для вимірювання рідких і газоподібних речовин, який містить джерело випромінювання, дві напівпрозорі пластини, що встановлені на оптичній осі променя, два основних дзеркала, дві оптичні скляні пластини, одне додаткове дзеркало, яке разом із двома напівпрозорими пластинами розміщено на одній оптичній осі з джерелом випромінювання, а також перетворювач оптичного сигналу в частотний, який містить три біполярні транзистори, п'ять конденсаторів, п'ять резисторів, фотодіод і джерело постійної напруги, причому перший вивід першого резистора з'єднаний з першим виводом першого конденсатора, другий вивід першого резистора з'єднаний з базою першого біполярного транзистора, емітер другого біполярного транзистора з'єднаний з емітером першого біполярного транзистора, колектор якого з'єднаний з першим виводом другого резистора та емітером третього біполярного транзистора, а також першим виводом четвертого конденсатора, а колектор третього біполярного транзистора з'єднаний з другим виводом четвертого резистора та першим виводом п'ятого конденсатора і першим виводом

джерела постійної напруги, причому другий вивід четвертого конденсатора з'єднаний з базою третього біполярного транзистора та першим вивідом четвертого резистора, другий вивід першого конденсатора з'єднаний з колектором першого біполярного транзистора, катод фотодіода з'єднано з базою першого біполярного транзистора, другим виводом другого резистора, який **відрізняється** тим, що в нього введено третій біполярний транзистор, четвертий резистор та третій і четвертий конденсатори, причому перший вихід четвертого резистора з'єднаний з анодом фотодіода, а другий вивід четвертого резистора з'єднаний з другими виводами першого та третього конденсаторів і третього резистора.

