



УКРАЇНА

(19) UA (11) 92923 (13) C2
(51) МПК-2011.01
G01F 1/08 (2006.01)
G01F 1/704

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ГАЗОВИЙ ЛІЧИЛЬНИК

1

(21) a200807929
(22) 05.10.2006
(24) 27.12.2010
(86) PCT/GB2006/003710, 05.10.2006
(31) 0525305.9
(32) 13.12.2005
(33) GB
(31) 0525307.5
(32) 13.12.2005
(33) GB
(46) 27.12.2010, Бюл.№ 24, 2010 р.
(72) КОЛБІ ЕДВАРД ГРЕЛЛІЕР, GB, ШТАЙНЕР ГАНС ЙОАХІМ, DE, РОУССОПОУЛОС КІМОН, GB, СТОРКІ МЕТЬО ЕММАНУЕЛ МІЛЬТОН, GB, ШЕКСПІР САЙМОН АДАМ, GB
(73) СЕНТЕК ЛІМІТЕД, GB
(56) US 4393719 A, 19.07.1983
US 3688106 A, 29.08.1972
US 4248086 A, 03.02.1981
US 4186601 A, 05.02.1980
US 4019383 A, 26.04.1977
UA 6554 C2, 15.04.2004
(57) 1. Газовий лічильник, що містить: трубопровід для проходження потоку газу в робочому режимі; іонізатор, пристосований для іонізації потоку газу у трубопроводі в робочому режимі; структуру модуляторів, пристосовану для модуляції розподілу іонів в іонізованому потоці газу; та принаймні першу детекторну електродну структуру, розташовану за структурою модуляторів, пристосовану для виявлення модульованого розподілу іонів в іонізованому потоці газу, який **відрізняється** тим, що структура модуляторів розташовується за іонізатором і є сконфігурованою для генерації електричного поля, яке має принаймні основний компонент, паралельний напрямку потоку газу.
2. Газовий лічильник за п. 1, який **відрізняється** тим, що детекторна електродна структура є сконфігурованою для генерації електричного поля, яке має принаймні основний компонент, паралельний напрямку потоку газу.
3. Газовий лічильник за будь-яким з попередніх пп., який **відрізняється** тим, що генероване електричне поле є практично паралельним напрямку потоку газу.

2

4. Газовий лічильник за будь-яким з попередніх пп., який **відрізняється** тим, що структура модуляторів містить пару протилежно розташованих в цілому плоских електродів, орієнтованих практично перпендикулярно напрямку потоку газу.
5. Газовий лічильник за будь-яким з попередніх пп., який **відрізняється** тим, що детекторна електродна структура містить пару протилежно розташованих в цілому плоских електродів, орієнтованих практично перпендикулярно напрямку потоку газу.
6. Газовий лічильник за п. 4 або 5, який **відрізняється** тим, що електроди розташовуються з проміжком у напрямку потоку газу.
7. Газовий лічильник за п. 4, 5 або 6, який **відрізняється** тим, що електричне поле генерується між електродами в робочому режимі.
8. Газовий лічильник за будь-яким з пп. 4-7, який **відрізняється** тим, що кожен з електродів має кілька отворів, утворених для проходження через них потоку газу.
9. Газовий лічильник за п. 8, який **відрізняється** тим, що електрод має форму решітки.
10. Газовий лічильник за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що структура модуляторів є пристосованою для захоплення іонів однієї полярності для створення іонізованого потоку газу, який містить більшість іонів протилежної полярності.
11. Газовий лічильник за п. 10, який **відрізняється** тим, що детекторна електродна структура містить принаймні один електрод, з'єднаний з джерелом заряду, завдяки чому рух іонізованого потоку газу, який має більшість іонів однієї полярності, відносно електрода викликає перерозподіл заряду в електроді, що створює струм, який вказує на розподіл іонів між електродом та джерелом заряду.
12. Газовий лічильник за п. 11, який **відрізняється** тим, що джерело заряду є нульовим потенціалом.
13. Газовий лічильник за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що також містить другу детекторну електродну структуру за першою детекторною електродною структурою, причому кожна детекторна електродна структура є пристосованою для виявлення модульованого розподілу іонів в іонізованому потоці газу.

(13) C2
(11) 92923
(19) UA

14. Газовий лічильник за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що перша детекторна електродна структура є пристосованою для вибіркового захоплення іонів однієї полярності, а друга детекторна електродна структура є пристосованою для вибіркового захоплення іонів протилежної полярності.

15. Газовий лічильник за п. 14, який **відрізняється** тим, що перша детекторна електродна структура містить пару розташованих з проміжком електродів, і електричне поле діє між електродами в робочому режимі для захоплення іонів з іонізованого потоку газу та створення струму, що вказує на розподіл іонів.

16. Газовий лічильник за п. 14 або 15, який **відрізняється** тим, що друга детекторна електродна структура містить пару розташованих з проміжком електродів, і електричне поле діє між електродами

в робочому режимі для захоплення іонів з іонізованого потоку газу та створення струму, що вказує на розподіл іонів.

17. Газовий лічильник за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що модулююча напруга, яка подається на структуру модуляторів, має частоту, меншу ніж 10 Гц.

18. Газовий лічильник за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що модулююча напруга, яка подається на структуру модуляторів, є меншою, ніж 10 В змінного струму.

19. Газовий лічильник за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що іонізатор містить джерело радіоактивності.

20. Газовий лічильник за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що лічильник живиться від батареї.

Цей винахід стосується галузі вимірювання об'єму газу. Описана авторами технологія вимірювання газу є особливо придатною для застосування у побутовому газовому лічильнику.

Рівень техніки

Найбільш поширеною формою побутового лічильника об'єму газу є діафрагмовий газометр. Він являє собою механічний пристрій, який працює за принципом прямого витіснення, що дозволяє проходження фіксованого об'єму газу за повний цикл. Механічні лічильники піддаються зношуванню при нормальній експлуатації, що призводить до зростаючої з часом неточності, і, зрештою, до повного виходу з ладу. Поширення автоматичного зчитування лічильників (AMR) означає, що дуже часто певна форма кодуючого пристрою повинна з'єднуватися з механічним зчитувачем для забезпечення можливості автоматичного зчитування інформації про споживання.

Існує потреба у забезпеченні газового лічильника, який не містить рухомих частин, тобто, статичного газового лічильника, в якому вимірювання об'єму спожитого газу є можливим безпосередньо в електронній формі. Інші переваги випливають з такого варіанта втілення, включаючи можливість установлення більш складних тарифів на основі часу користування, пікової потреби або місцевих коливань у цінах на газ, або можливість обміну інформацією з іншими побутовими джерелами енергії, такої, як електрика, нафтопродукти або відновлювані джерела енергії.

Було розроблено три типи статичних лічильників об'єму газу. Першим є ультразвуковий часопротітний вимірювач, який серійно виробляється для застосування у місцях, де такий тип вимірювача є пов'язаним з великими витратами. Другим відомим типом є термічний масовий витратомір, який з'явився у галузі відносно нещодавно, і в ньому застосовують обвідний спосіб та мікромеханічний датчик. Третім типом є гідралічний осцилятор, який було розроблено у 1950-х роках. Усі ці технології вимірювання мають спільний недолік, який полягає в тому, що вони є дорожчими за ме-

ханічні лічильники і потребують суттєвої потужності акумулятора, що також збільшує витрати.

У патенті США 3,688,106 (Brain) описується лічильник для вимірювання швидкості газу в трубопроводі. Лічильник має джерело іонів та два приймачі іонів, і, таким чином, газ у трубопроводі спочатку іонізується, а потім проходить через приймачі. Імпульс напруги подають на перший приймач і вимірюють інтервал між цим імпульсом та викликаним впливом на кількість іонів, зібраних у другому приймачі, для отримання швидкості газу. Густина газу вимірюють шляхом визначення кількості іонів, зібраних між імпульсами у другому приймачі, і масову витрату отримують як добуток швидкості та густини. У цій системі імпульс напруги, який подається на перший приймач, має прямокутне коливання 100 Гц, і через другий приймач подається напруга 120 В. Висока напруга та висока частота модуляції роблять цю конструкцію непридатною для функціонування від акумуляторів з низькою напругою, що вимагається для побутових газових лічильників. Інші конфігурації газових лічильників, які вимірюють швидкість іонізації, описуються у патентах США 3,842,670 та 2,632,326.

Існує потреба у забезпеченні газового лічильника загального типу, описаного у патенті США 3,688,106 (Brain), який міг би функціонувати з робочою напругою у кілька вольт і, таким чином, міг економічно жити від стандартних батарей. Однак у разі геометрії вимірювання, описаної у вищезгаданому патенті, суттєвою вимогою є розташування електродів приймачів з достатнім інтервалом, щоб приймачі не створювали або майже не створювали опору для газового потоку. Таким чином, вимагається робоча напруга понад сто вольт для забезпечення достатньо великого електричного поля у приймачах для функціонування лічильника. Для генерації такого самого електричного поля при робочій напрузі лише кілька вольт трубопровод, у якому має бути встановлений вищезгаданий лічильник, повинен мати у сто разів менший діаметр, що суттєво перешкоджає потоку газу для побутового постачання.

Цей винахід, принаймні у його оптимальних варіантах втілення, має на меті забезпечення вдосконаленого лічильника об'єму газу, який працює на принципі електричної маніпуляції та виявлення потоку іонізованого газу з застосуванням основного принципу, згідно з яким поле швидкостей газу взаємодіє з розподілом іонізації і змінює виявлені сигнали. У конкретних варіантах втілення газовий лічильник є особливо придатним для вимірювання витрати газу з національної або регіональної мережі постачання.

Короткий опис винаходу

Відповідно, в одному аспекті цей винахід забезпечує газовий лічильник, який включає трубопровід для проходження потоку газу та іонізатор, пристосований для іонізації потоку газу у трубопроводі в робочому режимі. Структура модуляторів, розташована за іонізатором, призначається для модуляції розподілу іонів в іонізованому потоці газу. Принаймні перша детекторна електродна структура, розташована за структурою модуляторів, призначається для виявлення модульованого розподілу іонів в іонізованому потоці газу. Принаймні одна зі структур, до яких належать структура модуляторів та детекторна електродна структура, є сконфігурованою для генерації електричного поля, яке має принаймні основний компонент, паралельний напрямкові потоку газу.

Таким чином, згідно з винаходом, структура електродів генерує електричне поле, яке має принаймні основний компонент, паралельний напрямкові потоку газу. При орієнтації електричного поля паралельно, а не перпендикулярно напрямкові потоку газу, як в існуючому рівні техніки, сила електричного поля може регулюватися шляхом зміни проміжку між електродами структури електродів, і ця зміна проміжку не повинна впливати на потік газу через трубопровід. Таким чином, гідродинамічні вимоги до газового лічильника можуть бути незалежними від електричних вимог, і це дозволяє створювати газовий лічильник, який може функціонувати з достатньо низькими напругами для його застосування як побутового газового лічильника.

Структура модуляторів може бути сконфігурована таким чином, щоб генерувати електричне поле, яке має принаймні основний компонент, паралельний напрямкові потоку газу, наприклад, для вибору конкретної полярності іона для іонізованого далі потоку газу. В альтернативному або додатковому варіанті детекторна електродна структура може бути сконфігурована таким чином, щоб генерувати електричне поле, яке має принаймні основний компонент, паралельний напрямкові потоку газу, наприклад, для вибіркового виявлення конкретної полярності іона.

В окремих варіантах втілення генероване електричне поле є практично паралельним напрямкові потоку газу. Однак це не є суттєвим. Наприклад, електричне поле може включати компонент, практично паралельний напрямкові потоку газу, а також компонент, практично перпендикулярний напрямкові потоку газу.

Структура модуляторів та/або детекторна електродна структура може мати будь-яку прийнятну форму та конфігурацію. Наприклад, електродні

структури можуть бути дугоподібними, напівциліндричними, напівсферичними і т. ін. Однак у типовому варіанті втілення структура модуляторів включає пару протилежно розташованих в цілому плоских електродів, орієнтованих практично перпендикулярно напрямкові потоку газу. В альтернативному або додатковому варіанті детекторна електродна структура може включати пару протилежно розташованих в цілому плоских електродів, орієнтованих практично перпендикулярно напрямкові потоку газу. "Пара" електродів не обов'язково означає, що електроди є ідентичними, хоча вони можуть такими бути.

Як правило, електроди розташовуються з проміжком у напрямку потоку газу. Проміжок між електродами може бути меншим, ніж 1 мм, в оптимальному варіанті - меншим, ніж 0,25 мм. Як правило, електричне поле генерується між електродами в робочому режимі.

В оптимальному варіанті втілення кожен з електродів має кілька отворів, утворених для проходження через них потоку газу.

Сама ця конфігурація вважається новою. Таким чином, у ще одному аспекті цей винахід забезпечує газовий лічильник, який включає трубопровід для проходження потоку газу в робочому режимі, та іонізатор, пристосований для іонізації потоку газу у трубопроводі в робочому режимі. Структура модуляторів, розташована за іонізатором, призначається для модуляції розподілу іонів в іонізованому потоці газу. Принаймні перша детекторна електродна структура, розташована за структурою модуляторів, призначається для виявлення модульованого розподілу іонів в іонізованому потоці газу. Принаймні одна зі структур, до яких належать структура модуляторів та детекторна електродна структура, включає принаймні один електрод, який є орієнтованим поперек напрямку потоку газу, і має кілька отворів, утворених для проходження через нього потоку газу. Кількість отворів може перевищувати десять.

Таким чином, згідно з цим аспектом винаходу, електрод є сконфігурованим таким чином, щоб дозволити проходження потоку газу через електрод. Таким чином, електрод може бути розташований таким чином, щоб досягався потрібний електричний або електромагнітний ефект без негативного впливу на потік газу через лічильник.

Електрод є орієнтованим поперек напрямку потоку газу. Це означає, що електрод не є паралельним напрямкові потоку газу. Таким чином, потік газу певною мірою нашоухується на електрод. Як правило, електрод є орієнтованим перпендикулярно напрямкові потоку газу. Таким чином, електрична модуляція або виявлення потоку іонізованого газу відбувається на найкоротшій можливій відстані уздовж трубопроводу, таким чином, щоб просторова роздільна здатність, а отже, точність виявлення газового лічильника були максимальними. Крім того, перпендикулярний електрод не відхиляє потік газу до стінок трубопроводу.

Електрод може включати певну кількість провідників з отворами, які забезпечуються через проміжки між сусідніми провідниками. Провідники не обов'язково мають бути утворені як єдиний

елемент, а можуть бути передбачені як окремі провідники. Однак провідники одного електрода з'єднуються з одним електричним потенціалом в робочому режимі. Таким чином, електрод може мати форму системи дротів, наприклад, паралельних дротів. В альтернативному варіанті електрод може бути передбачений у формі суцільної деталі, як правило, з металу, яка має утворені в ній отвори. Отвори можуть бути утворені шляхом лиття, вирізання, витравлювання, штампування, або іншим чином виконані у металі. Отвори можуть являти собою дірки, щілини, перфорацію або будь-які прийнятні отвори.

В оптимальному варіанті втілення електроди передбачено у формі сітки або ґрат. Як правило, ґрати є сукупністю розташованих на однаковій відстані отворів, які утворюються між сусідніми провідниками. Ця сукупність може проходити в одному напрямку, наприклад, у формі ґрат з паралельних щілин, або у двох напрямках, наприклад, у формі ґрат з горизонтальних та вертикальних провідників.

Розмір отворів сітки вибирають таким чином, щоб забезпечувалася максимальна електрична ефективність електрода. У варіантах втілення винаходу розмір отворів сітки є меншим, ніж 5 мм, в оптимальному варіанті - менше, ніж 3 мм. Коефіцієнт заповнення має бути якомога меншим для забезпечення максимального потоку газу. У варіантах втілення винаходу коефіцієнт заповнення сітки є меншим, ніж 30%, в оптимальному варіанті - меншим, ніж 20%. Як правило, конструкцію електродів для структури модуляторів та детекторної електродної структури вибирають таким чином, щоб забезпечувалася максимальна ефективність модуляції або виявлення. Однак з міркувань виробничої доцільності, наприклад, можуть бути вибрані ідентичні електроди.

У варіантах втілення винаходу газовий лічильник включає пару електродів, які є орієнтованими поперек напрямку потоку газу і мають кілька отворів, утворених для проходження через них потоку газу. Як правило, електроди є ідентичними, але це не є суттєвим.

Отвори в одному електроді з пари можуть бути зміщені у напрямку, поперечному напрямкові потоку газу, відносно отворів в іншому електроді з пари. Це розташування є особливо вигідним, оскільки електричне поле між електродами може включати компонент у напрямку, перпендикулярному площині електродів. Це є особливо вигідним у разі, коли електроди є модуляторами, оскільки компонент електричного поля у напрямку, перпендикулярному площині електродів, сприяє спрямуванню іонів у напрямку електродів для захоплення і, таким чином, збільшує ефективність модуляції структури електродів.

Пара електродів може розташовуватися на відстані у напрямку потоку газу. В альтернативному варіанті електроди можуть бути практично копланарними. Наприклад, провідники одного електрода можуть бути розташовані у проміжках (отворах) між провідниками іншого електрода. Іншими словами, електроди можуть бути гребінчастими. При розташуванні такого типу електричне поле, яке

генерується електродною структурою, може бути повністю перпендикулярним напрямкові потоку газу.

В оптимальному варіанті втілення зміщення між отворами відповідних електродів з пари практично дорівнює половині проміжку між сусідніми отворами одного з електродів. Таким чином, забезпечується максимізація будь-якого компонента електричного поля у напрямку, перпендикулярно-му площині електродів.

Структура модуляторів може включати верхній електрод та нижній електрод. Відповідний модулюючий потенціал подають у робочому режимі на кожен електрод для модулювання розподілу іонів в іонізованому потоці газу. Модулюючий потенціал, який подають на нижній електрод, може мати полярність, протилежну полярності модулюючого потенціалу, який подають на верхній електрод, і величину, яку вибирають таким чином, щоб після структури модуляторів електричне поле, створене верхнім електродом, гасилося електричним полем, створеним нижнім електродом.

Сама ця конфігурація вважається новою. Таким чином, у ще одному аспекті цей винахід забезпечує газовий лічильник, який включає трубопровід для проходження потоку газу в робочому режимі та іонізатор, пристосований для іонізації потоку газу у трубопроводі в робочому режимі. Структура модуляторів, розташована за іонізатором, призначається для модуляції розподілу іонів в іонізованому потоці газу. Принаймні перша детекторна електродна структура, розташована за структурою модуляторів, призначається для виявлення модульованого розподілу іонів в іонізованому потоці газу. Структура модуляторів включає верхній електрод та нижній електрод, і відповідний модулюючий потенціал подають у робочому режимі на кожен електрод для модулювання розподілу іонів в іонізованому потоці газу. Модулюючий потенціал, який подають на нижній електрод, має полярність, протилежну полярності модулюючого потенціалу, який подають на верхній електрод, і величину, яку вибирають таким чином, щоб після структури модуляторів електричне поле, створене верхнім електродом, гасилося електричним полем, створеним нижнім електродом.

При такому розташуванні модулюючі потенціали застосовують для напевного запобігання прямого впливу електричних полів, пов'язаних зі структурою модуляторів, на функціонування детекторної електродної структури.

Структура модуляторів може бути пристосована для вибіркового захоплення іонів однієї полярності для створення іонізованого потоку газу, який включає більшість іонів протилежної полярності. Змінний модулюючий потенціал подають на структуру модуляторів для того, щоб структура модуляторів послідовно захоплювала іони однієї полярності а потім протилежної полярності, для утворення, таким чином, іонізованого потоку газу, який включає послідовність ділянок, які мають більшість іонів змінної полярності. Таким чином, потік газу кодується змінним сигналом. Порівняння затримки між сигналом, отриманим у детекторній електродній структурі, та модулюючим потенціалом

лом дає показник швидкості потоку газу через трубопровід.

Детекторна електродна структура може включати принаймні один електрод, з'єднаний з джерелом заряду, завдяки чому рух іонізованого потоку газу, який має більшість іонів однієї полярності, відносно електрода викликає перерозподіл заряду в електроді, що створює струм, який вказує на розподіл іонів між електродом та джерелом заряду.

Сама ця конфігурація вважається новою. Таким чином, у ще одному аспекті цей винахід забезпечує газовий лічильник, який включає трубопровід для проходження потоку газу в робочому режимі та іонізатор, пристосований для іонізації потоку газу у трубопроводі в робочому режимі. Структура модуляторів, розташована за іонізатором, призначається для модуляції розподілу іонів в іонізованому потоці газу. Принаймні а перша детекторна електродна структура, розташована за структурою модуляторів, призначається для виявлення модульованого розподілу іонів в іонізованому потоці газу. Структура модуляторів є пристосованою для захоплення іонів однієї полярності для створення іонізованого потоку газу, який включає більшість іонів протилежної полярності. Детекторна електродна структура включає принаймні один електрод, з'єднаний з джерелом заряду, завдяки чому в робочому режимі рух іонізованого потоку газу, який має більшість іонів однієї полярності, відносно електрода викликає перерозподіл заряду в електроді, що створює струм, який вказує на розподіл іонів між електродом та джерелом заряду. Як правило, джерело заряду є нульовим потенціалом.

Згідно з цим аспектом винаходу, детекторна електродна структура виявляє іонізований потік газу, що проходить, який може мати змінну полярність, за допомогою струму, який утворюється через перерозподіл заряду в електродній структурі. Суттєва вигода полягає у відсутності необхідності електричного поля між електродами детекторної електродної структури. Крім того, виявлення забезпечується без захоплення іонів, таким чином, щоб група таких детекторних електродних структур розташовувалась уздовж трубопроводу.

У цій конструкції детекторна електродна структура може включати лише один електрод, який реагує на іонізований потік газу, що проходить. Однак у конкретному варіанті втілення детекторна електродна структура включає верхній електрод та нижній електрод, кожен з яких з'єднується з джерелом заряду. Верхній електрод захищає нижній електрод від підведеного іонізованого потоку газу і забезпечує чіткіше визначений сигнал виявлення від нижнього електрода.

Газовий лічильник може включати другу детекторну електродну структуру за першою детекторною електродною структурою, причому кожна детекторна електродна структура є пристосованою для виявлення модульованого розподілу іонів в іонізованому потоці газу.

Сама ця конфігурація вважається новою. Таким чином, у ще одному аспекті цей винахід забезпечує газовий лічильник, який включає трубо-

провід для проходження потоку газу в робочому режимі та іонізатор, пристосований для іонізації потоку газу у трубопроводі в робочому режимі. Структура модуляторів, розташована за іонізатором, призначається для модуляції розподілу іонів в іонізованому потоці газу. Перша детекторна електродна структура, розташована за структурою модуляторів, призначається для виявлення модульованого розподілу іонів в іонізованому потоці газу. Друга детекторна електродна структура, розташована за структурою модуляторів є пристосованою для виявлення модульованого розподілу іонів в іонізованому потоці газу.

Друга детекторна електродна структура може застосовуватися для збільшення динамічного діапазону газового лічильника. Таким чином, перша детекторна електродна структура може бути пристосована для виявлення розподілу іонів при відносно низьких швидкостях потоку, а друга детекторна електродна структура може бути пристосована для виявлення розподілу іонів при вищих швидкостях потоку, коли іонна хмара просувається далі протягом такого самого періоду часу. В окремих варіантах втілення відстань від структури модуляторів до першої детекторної електродної структури може бути меншою, ніж 10 мм. В окремих варіантах втілення відстань від структури модуляторів до другої детекторної електродної структури може бути більшою, ніж 50 мм. Як правило, відстань від структури модуляторів до другої детекторної електродної структури є меншою, ніж 100 мм.

Перша детекторна електродна структура може бути пристосована для вибіркового захоплення іонів однієї полярності, а друга детекторна електродна структура може бути пристосована для вибіркового захоплення іонів протилежної полярності. У цій конструкції перша детекторна електродна структура вибірково захоплює іони однієї полярності, а друга детекторна електродна структура вибірково захоплює іони іншої полярності. Таким чином, кожна детекторна електродна структура отримує власний незалежний потік іонів для виявлення, і сигнал у другій детекторній електродній структурі не зменшується через функціонування першої детекторної електродної структури. Таким чином, обидві детекторні електродні структури можуть функціонувати з одним потоком іонів.

Перша детекторна електродна структура може включати пару розташованих з проміжком електродів. У робочому режимі може застосовуватись електричне поле між електродами для захоплення іонів з іонізованого потоку газу та створення струму, що вказує на розподіл іонів. В альтернативно-му або додатковому варіанті друга детекторна електродна структура може включати пару розташованих з проміжком електродів, і в робочому режимі може застосовуватись електричне поле між електродами для захоплення іонів з іонізованого потоку газу та створення струму, що вказує на розподіл іонів.

Газовий лічильник у разі необхідності може включати більше, ніж дві детекторні електродні структури.

У типових варіантах втілення винаходу, модулююча напруга, яка подається на структуру моду-

ляторів, має частоту, меншу, ніж 10 Гц. Подібним чином модулююча напруга, яка подається на структуру модуляторів, зазвичай є меншою, ніж 10 Вольт змінного струму. Крім того, напруга, якщо її подають на детекторну електродну структуру, зазвичай є меншою, ніж 10 Вольт постійного струму. З цими робочими параметрами газовий лічильник може працювати з живленням від батареї.

Газовий лічильник згідно з винаходом є придатним для застосування як побутовий газовий лічильник. Під цим слід розуміти газовий лічильник, який може бути під'єднаний до національної, регіональної або міжнародної мережі газопостачання у приміщенні користувача і є достатньо точним для забезпечення оператора мережі інформацією про споживання газу користувачем для визначення оплати. Однак газовий лічильник згідно з винаходом може застосовуватися в інших обставинах для вимірювання об'єму газу, витрати та/або швидкості.

У варіантах втілення винаходу іонізатор є джерелом радіоактивності. Однак можуть застосовуватися й інші іонізatori, наприклад, іонізатор, який працює через електричний розряд.

Трубопровід зазвичай являє собою трубу, яка може мати круглий розріз. У варіантах втілення винаходу ширина (діаметр) труби є меншою, ніж 30 мм.

Хоча винахід було визначено як такий, що стосується газового лічильника, цей винахід поширюється на спосіб вимірювання газу та засіб вимірювання газу, як описано авторами.

Короткий опис фігури

Варіанти втілення винаходу далі описуються лише на прикладі і з посиланням на супровідні фігури, серед яких:

Фігура 1 є схемою газового лічильника згідно з першим варіантом втілення винаходу;

Фігура 2 показує сітчастий електрод для застосування в газових лічильниках згідно з винаходом;

Фігура 3 є схематичним зображенням газового лічильника згідно з другим варіантом втілення винаходу; і

Фігура 4 є схематичним зображенням модулюючої напруги, яку подають на структуру модуляторів газового лічильника з Фігури 3.

Для відповідних деталей у різних варіантах втілення винаходу застосовують відповідні номери.

Детальний опис варіантів втілення

Фігура 1 схематично показує газовий лічильник згідно з першим варіантом втілення винаходу. Газовий лічильник включає трубопровід 1 для проходження потоку газу, показаний стрілкою А. У цьому варіанті втілення трубопровід є циліндричною трубою з внутрішнім діаметром 23 мм. Іонізатор 2 розташований на боці труби 1 для іонізації потоку газу у трубопроводі. У цьому варіанті втілення іонізатор 2 являє собою джерело радіоактивності 1 мкКі Америцій-241, загорнуте у срібну або золоту фольгу, на зразок тих, які застосовують у побутових індикаторах диму. Джерело 2 зазвичай має випромінювальну здатність 37000 альфа-частинок на секунду у межах 3 см у повітрі. Ефек-

тивність іонізації становить 200000 іонних пар на альфа-частинку, з 50% рекомбінацією протягом 100 мсек. Джерело випромінювання 2 іонізує газ у безпосередній близькості від нього для створення іонізуючої хмари 3, яка переноситься через трубу 1 потоком газу.

Структуру модуляторів 4 передбачено у трубі 1 за джерелом випромінювання 2. Структура модуляторів 4 модулює розподіл іонів в іонізованому потоці газу, таким чином, щоб іонізуюча хмара могла бути виявлена після структури модуляторів 4. У цьому варіанті втілення структура модуляторів 4 включає верхній електрод 5 та нижній електрод 6. Як показано на Фігурі 2, кожен електрод 5, 6 має форму сітки (або ґрат) вирізаних у прийнятний спосіб з листового металу. Діаметр електроди 5, 6 відповідає внутрішньому діаметрові труби 1, і електроди розташовуються перпендикулярно осі труби 1, а отже, напрямкові потоку газу. Електроди 5, 6 мають товщину 0,2 мм та pitch p 1 мм або менше. Коефіцієнт заповнення електродів (відсоток площі матеріалу решітки) становить 20% або менше.

У цьому варіанті втілення проміжок між верхнім модулюючим електродом 5 та нижнім модулюючим електродом 6 становить 0,125 мм. Як показано на Фігурі 1, застосовують коливання модулюючої напруги між модулюючими електродами 5, 6. Модулююча напруга має прямокутне коливання з амплітудою до 10 Вольт та частотою від 1 до 4 Герц. Подана модулююча напруга генерує електричне поле між модулюючими електродами 5, 6. Як показано на Фігурі 1, решітки верхнього модулюючого електрода 5 та нижнього модулюючого електрода 6 є зміщеними відносно одна одної на половину розміру отворів сітки, таким чином, щоб провідники 7 між проміжками одного електрода перебували на одній лінії з проміжками іншого електрода, і навпаки. Таким чином, електричне поле між модулюючими електродами 5, 6 має максимальний компонент у напрямку, перпендикулярному напрямкові потоку газу (вісь труби 1). В ідеальному варіанті провідники 7 кожного електрода 5, 6 мають бути розташовані між провідниками іншого електрода в одній площині, перпендикулярній напрямкові потоку газу, таким чином, щоб електричне поле між двома електродами 5, 6 повністю було перпендикулярним напрямкові потоку газу. Однак така конструкція робить структуру модуляторів 4 дуже складною, а отже, важкою і дорогою у виробництві. Завдяки розташуванню електродів 5, 6 з проміжками у напрямку потоку газу та зміщеною решіткою, досягають компромісу між легкістю виробництва та ефективністю функціонування.

Якщо модулююча напруга, яку подають між модулюючими електродами 5, 6 є відмінною від нуля, утворене електричне поле спрямовує позитивні та негативні іони в іонній хмарі 3 у напрямку відповідних модулюючих електродів 5, 6, де вони захоплюються. Високий компонент електричного поля у напрямку, перпендикулярному напрямкові потоку газу, максимізує відхилення іонів у напрямку відповідних модулюючих електродів 5, 6. Вплив періодичної модулюючої напруги полягає у створенні в потоці газу за структурою модуляторів 4

послідовних ділянок високої та низької іонної густини. Ці ділянки можуть бути виявлені для визначення часу польоту ділянок, а отже, швидкості потоку газу, як описано нижче.

Газовий лічильник з Фігури 1 включає першу детекторну електродну структуру 8 та другу детекторну електродну структуру 9 у трубі 1 за структурою модуляторів 4 для виявлення модульованого розподілу іонів в іонізованому потоці газу. Друга електродна структура 9 розташовується за першою детекторною електродною структурою 8. У цьому варіанті втілення перша та друга детекторні електродні структури 8, 9 включають верхній електрод 10 та нижній електрод 11. Кожен електрод 10, 11 має загальну форму решітки (або ґрат), вирізаних у прийнятний спосіб з листового металу, як показано на Фігурі 2. Діаметр електродів 10, 11 відповідає внутрішньому діаметрові труби 1, і електроди 10, 11 розташовуються перпендикулярно осі труби 1, а отже, напрямкові потоку газу. Електроди 10, 11 мають товщину 0,2 мм та pitch p 2 мм. Коефіцієнт заповнення електродів (відсоток площі матеріалу решітки) становить 10% або менше.

У цьому варіанті втілення проміжок між верхнім детекторним електродом 10 та нижнім детекторним електродом 11 становить 0,125 мм. Як показано на Фігурі 1, решітки верхнього детекторного електрода 10 та нижнього детекторного електрода 11 розташовуються на одній лінії. Таким чином, електричне поле між детекторними електродами 10, 11 має максимальний компонент у напрямку, паралельному напрямкові потоку газу (вісь труби 1). Таким чином, сила електричного поля між детекторними електродами 10, 11 може змінюватися через зміну проміжку між електродами 10, 11, без впливу на потік текучого середовища через трубопровід 1.

Як показано на Фігурі 1, напругу виявлення подають між детекторними електродами 10, 11. У цьому варіанті втілення напруга виявлення є незмінною напругою +3 Вольт постійного струму, яка генерує електричне поле між детекторними електродами 10, 11. Для першої детекторної електродної структури 8 верхній детекторний електрод 10 з'єднується з потенціалом землі, а нижній детекторний електрод 11 з'єднується з наругою +3 Вольт постійного струму. Для другої детекторної електродної структури 9 нижній детекторний електрод 11 з'єднується з потенціалом землі, а верхній детекторний електрод 10 з'єднується з напругою +3 Вольт постійного струму. Таким чином, напрямок електричного поля між детекторними електродами 10, 11 другої детекторної електродної структури 9 є протилежним напрямкові першої детекторної електродної структури 8.

Як можна побачити, нижній електрод 11 першої детекторної електродної структури 8 та верхній електрод 10 другої детекторної електродної структури 9 мають однаковий потенціал. Таким чином, електричного поля між цими двома електродами не існує, і перенесення іонів між цими електродами зумовлюється лише потоком газу, а не електричним впливом, що сприяє точному вимірюванню потоку газу. Також забезпечується однаковий потенціал (земля) для нижнього електрода 6

структури модуляторів 4 та верхнього електрода 10 першої детекторної електродної структури 9, і, таким чином, електричного поля між цими двома електродами не існує.

Перша детекторна електродна структура 8 вибірково захоплює позитивні іони, які уповільнюються електричним полем між позитивним нижнім електродом 11 та заземленим верхнім електродом 10. Те ж саме електричне поле прискорює негативні іони, які проходять через першу детекторну електродну структуру 8. Уповільнені позитивні іони, які досягають заземленого верхнього електрода 10, нейтралізуються електронами, які переносяться як струм від замикання на землю. Цей струм вимірюють амперметром 12 або іншим пристроєм для вимірювання струму.

Друга електродна структура 9 захоплює негативні іони, які уповільнюються електричним полем між позитивним верхнім електродом 10 та заземленим нижнім електродом 11. Уповільнені негативні іони захоплюються позитивним верхнім електродом 10, генеруючи струм, який може бути виміряний амперметром 12 або іншим пристроєм для вимірювання струму. Таким чином, газовий лічильник по суті має два незалежні канали вимірювання: позитивні іони у першій детекторній електродній структурі 8 та негативні іони у другій детекторній електродній структурі 9.

Відстань між нижнім електродом 6 структури модуляторів 4 та верхнім електродом 10 першої детекторної електродної структури 8 становить 8 мм. Відстань між нижнім електродом 6 структури модуляторів 4 та верхнім електродом 10 другої детекторної електродної структури 9 становить 70 мм. Забезпечення двох розташованих з проміжком детекторних електродних структур 8, 9 збільшує динамічний діапазон газового лічильника. Для побутового застосування типовий діапазон вимірювання потоку газу, який вимагає певного рівня точності, становить від 40 літрів на годину до 6000 літрів на годину, що представляє динамічний діапазон 150:1. Згідно з цим варіантом втілення винаходу, першу детекторну електродну структуру 8 застосовують для визначення низьких швидкостей потоку, коли необхідно виявити модульовану іонну хмару до того, як втрачається надмірна кількість іонів з модульованої іонної хмари через рекомбінацію, а другу детекторну електродну структуру 9 застосовують для визначення високих швидкостей, коли необхідно виявити модульовану іонну хмару до її проходження через весь лічильник. Виявлені сигнали від обох детекторних електродних структур 8, 9 використовують для максимізації точності лічильника по всьому діапазону вимірювання.

Фігура 3 схематично показує газовий лічильник згідно з другим варіантом втілення винаходу. Газовий лічильник включає трубопровід 1 для проходження потоку газу, позначеного стрілкою А. У цьому варіанті втілення трубопровід є циліндричною трубою з внутрішнім діаметром 23 мм. Іонізатор 2 розташовується на боці труби 1 для іонізації потоку газу у трубопроводі. У цьому варіанті втілення іонізатор 2 являє собою джерело радіоактивності 1 мкКі Америцій-241, загорнуте у срібну або

золоту фольгу, на зразок тих, які застосовують у побутових індикаторах диму. Джерело 2 зазвичай має випромінювальну здатність 37000 альфа-частинок на секунду у межах 3 см у повітрі. Ефективність іонізації становить 200000 іонних пар на альфа-частинку, з 50% рекомбінацією протягом 100 мсек. Джерело випромінювання 2 іонізує газ у безпосередній близькості від нього для створення іонізуючої хмари 3, яка переноситься через трубу 1 потоком газу.

Структуру модуляторів 4 передбачено у трубі 1 за джерелом випромінювання 2. Структура модуляторів 4 модулює розподіл іонів в іонізованому потоці газу, таким чином, щоб іонізуюча хмара могла бути виявлена після структури модуляторів 4. У цьому варіанті втілення структура модуляторів 4 включає верхній електрод 5 та нижній електрод 6. Як показано на Фігурі 2, кожен електрод 5, 6 має форму сітки (або ґрат), вирізаних у прийнятний спосіб з листового металу. Діаметр електродів 5, 6 відповідає внутрішньому діаметрові труби 1, і електроди розташовуються перпендикулярно осі труби 1, а отже, напрямкові потоку газу. Електроди 5, 6 мають товщину 0,2 мм та pitch p 1 мм або менше. Коефіцієнт заповнення електродів (відсоток площі матеріалу решітки) становить 20% або менше.

У цьому варіанті втілення проміжок між верхнім модулятором 5 та нижнім модулятором 6 становить 0,125 мм. Як показано на Фігурі 3, решітки верхнього модулятора 5 та нижнього модулятора 6 розташовуються на одній лінії. Таким чином, електричне поле між модуляторами 5, 6 має максимальний компонент у напрямку, паралельному напрямкові потоку газу (вісь труби 1). Таким чином, сила електричного поля між модуляторами 5, 6 може змінюватися через зміну проміжку між електродними 5, 6, без впливу на потік текучого середовища через трубопровід 1.

Як показано на Фігурі 3, змінна модулююча напруга подається між модулюючими електродними 5, 6. Модулююча напруга має прямокутне коливання з амплітудою до 10 Вольт та частоту від 1 до 4 Гц. Модулююча напруга, що подається, генерує електричне поле між модулюючими електродними 5, 6. Якщо верхній модулюючий електрод 5 є позитивним відносно нижнього модулюючого електроду 6, верхній модулюючий електрод 5 захоплює негативні іони з іонної хмари 3 і прискорює позитивні іони через структуру модуляторів 4. Таким чином, іонна хмара після структури модуляторів 4 містить переважно позитивні іони. Якщо верхній модулюючий електрод 5 є негативним відносно нижнього модулюючого електроду 6, верхній модулюючий електрод 5 захоплює позитивні іони з іонної хмари 3 і прискорює негативні іони через структуру модуляторів 4. Таким чином, іонна хмара після структури модуляторів 4 містить переважно негативні іони. Вплив змінної модулюючої напруги полягає у створенні у потоці газу після структури модуляторів 4 послідовних ділянок густини позитивних та негативних іонів. Ці ділянки можуть бути виявлені для визначення часу польоту ділянок, а отже, швидкості потоку газу, як описано нижче.

Газовий лічильник з Фігури 3 включає першу детекторну електродну структуру 8 та другу електродну структуру 9 у трубі 1 після структури модуляторів 4 для виявлення модульованого розподілу іонів в іонізованому потоці газу. Друга електродна структура 9 розташовується за першою детекторною електродною структурою 8. У цьому варіанті втілення перша та друга детекторні електродні структури 8, 9 включають верхній електрод 10 та нижній електрод 11. Кожен електрод 10, 11 має загальну форму решітки (або ґрат), вирізаних у прийнятний спосіб з листового металу, як показано на Фігурі 2. Діаметр електродів 10, 11 відповідає внутрішньому діаметрові труби 1, і електроди 10, 11 розташовуються перпендикулярно осі труби 1, а отже, напрямкові потоку газу. Електроди 10, 11 мають товщину 0,2 мм та pitch p 2 мм. Коефіцієнт заповнення електродів (відсоток площі матеріалу решітки) становить 10% або менше.

У цьому варіанті втілення проміжок між верхнім детекторним електродом 10 та нижнім детекторним електродом 11 становить 0,125 мм. Як показано на Фігурі 3, решітки верхнього детекторного електроду 10 та нижнього детекторного електроду 11 розташовуються на одній лінії. Таким чином, відносні електричні властивості детекторних електродів 10, 11 можуть змінюватися через зміну проміжку між електродними 10, 11, без впливу на потік текучого середовища через трубопровід 1.

Як показано на Фігурі 3, кожен з детекторних електродів 10, 11 з'єднується з потенціалом землі. Коли послідовні ділянки густини позитивних та негативних іонів наближаються й проходять через електродну структуру 8, 9, заряд у верхньому детекторному електроді 10 перерозподіляється для збереження нульового потенціалу в електроді 10. Цей перерозподіл заряду викликає потік струму між електродом 10 та потенціалом землі. Подібним чином заряд у нижньому детекторному електроді 11 перерозподіляється для збереження нульового потенціалу в електроді 11. Цей перерозподіл заряду викликає потік струму між нижнім детекторним електродом 11 та потенціалом землі. Цей струм може бути виміряний амперметром 12 або іншим пристроєм для вимірювання струму і має форму змінного сигналу, на основі якого може визначатися час польоту іонної хмари шляхом порівняння з модулюючою напругою. Нижній детекторний електрод 11 вибирають для вимірювання струму перерозподілу, оскільки верхній детекторний електрод 10 забезпечує електромагнітний захист нижнього детекторного електроду 11 від розподілу іонів, і перехід між розподілом позитивних та негативних іонів, таким чином, є більш чітким у нижньому детекторному електроді 11, ніж у верхньому детекторному електроді 10.

Відстань між нижнім електродом 6 структури модуляторів 4 та верхнім електродом 10 першої детекторної електродної структури 8 складає 8 мм. Відстань між нижнім електродом 6 структури модуляторів 4 та верхнім електродом 10 другої детекторної електродної структури 9 складає 70 мм. Забезпечення двох розташованих з проміжком детекторних електродних структур 8, 9 збільшує динамічний діапазон газового лічильника. Для по-

бутового застосування типовий діапазон вимірювання потоку газу, який вимагає певного рівня точності, становить від 40 літрів на годину до 6000 літрів на годину, що представляє динамічний діапазон 150:1. Згідно з цим варіантом втілення винаходу, першу детекторну електродну структуру 8 застосовують для визначення низьких швидкостей потоку, коли необхідно виявити модульовану іонну хмару до того, як втрачається надмірна кількість іонів з модульованої іонної хмари через рекомбінацію, а другу детекторну електродну структуру 9 застосовують для визначення високих швидкостей, коли необхідно виявити модульовану іонну хмару до її проходження через весь лічильник. Виявлені сигнали від обох детекторних електродних структур 8, 9 використовують для максимізації точності лічильника по всьому діапазону вимірювання.

В удосконаленні описаних вище варіантів втілення верхній модулюючий потенціал U та нижній модулюючий потенціал D можуть подаватися на відповідні верхній та нижній модулятори 5, 6 структури модуляторів для забезпечення модулюючої напруги між електродами 5, 6. Як показано на Фігурі 4, нижній модулюючий потенціал D може бути протифазним з верхнім модулюючим потенціалом U і має амплітуду, вибрану таким чином, щоб компенсувати ефект дальнього поля електричного поля, пов'язаного з верхнім модулятором 5. Іншими словами, комбінований електромагнітний ефект верхнього та нижнього модуляторів 5, 6 після структури модуляторів 4 знищується нижнім модулюючим потенціалом D . Таким чином, сама структура модуляторів 4, на відміну від розподілу іонів, який виникає в результаті, не впливає на сигнали, які генеруються першою та другою детекторними електродними структурами 8, 9.

Газовий лічильник може вимірювати зворотний потік газу у трубопроводі завдяки забезпеченню додаткових модулюючої та детекторної електродних структур на боці іонізатора, протилежному вищеописаній структурі модуляторів та детекторній електродній структурі. Додаткові модулююча та детекторна електродні структури можуть розташовуватись як дзеркальне відображення описаних вище структури модуляторів та детекторної електродної структури. Однак у побутових лічильниках може бути необхідним лише виявлення, а не вимірювання зворотного потоку. Таким чином, може бути необхідною лише забезпечення структури електродів, здатної виявляти присутність іонізованого газу перед іонізатором (через зворотний потік). Наприклад, електродна структура може бути пристосована для вимірювання опору потоку газу.

Отже, газовий лічильник включає трубопровід 1 для проходження потоку газу A та іонізатор 2, пристосований для іонізації потоку газу у трубопроводі 1. Структура модуляторів 4 за іонізатором модулює розподіл іонів в іонізованому потоці газу.

Перша детекторна електродна структура 8 та друга електродна структура 9 після структури модуляторів 4 виявляють модульований розподіл іонів в іонізованому потоці газу. Структура модуляторів 4 та детекторні електродні структури 8, 9 можуть бути сконфігуровані для генерації електричного поля, яке має принаймні основний компонент, паралельний напрямкові потоку газу. Структура модуляторів 4 та детекторні електродні структури 8, 9 можуть включати пару електродів 5, 6, 10, 11, кожен з яких має кілька отворів, утворених для проходження потоку газу. Структура модуляторів 4 може бути пристосована для захоплення іонів однієї полярності для створення іонізованого потоку газу, який включає більшість іонів протилежної полярності, і в цьому разі детекторна електродна структура може включати принаймні один електрод 11, з'єднаний з джерелом заряду. Переміщення іонізованого потоку газу відносно електрода викликає перерозподіл заряду в електроді, що створює струм, який вказує на розподіл іонів між електродом 11 та джерелом заряду.

Різні варіанти конструкції забезпечують газовий лічильник, який може функціонувати з модулюючою напругою, меншою, ніж 10 Вольт і, таким чином, є придатним як побутовий газовий лічильник. В цьому полягає суттєва перевага над існуючими способами вимірювання, які не можуть застосовуватись безпосередньо, задовольняючи вимоги щодо економічності, споживання енергії або експлуатаційних характеристик для автономних лічильників об'єму газу. Основними причинами цього є такі:

(а) вони потребують високої напруги для зміщення електродів, споживаючи енергію і становлячи загрозу безпеці;

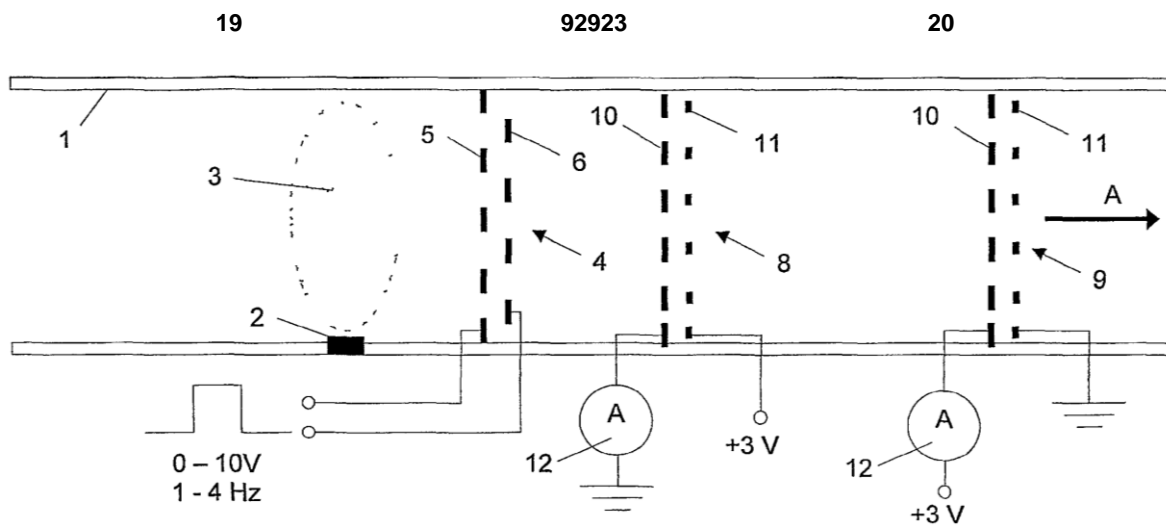
(б) вони не мають достатнього динамічного діапазону або лінійності для задоволення метрологічних вимог, які висуваються національними органами стандартизації;

(с) активність застосовуваних джерел радіоактивності є більшою за прийнятну для житлових приміщень;

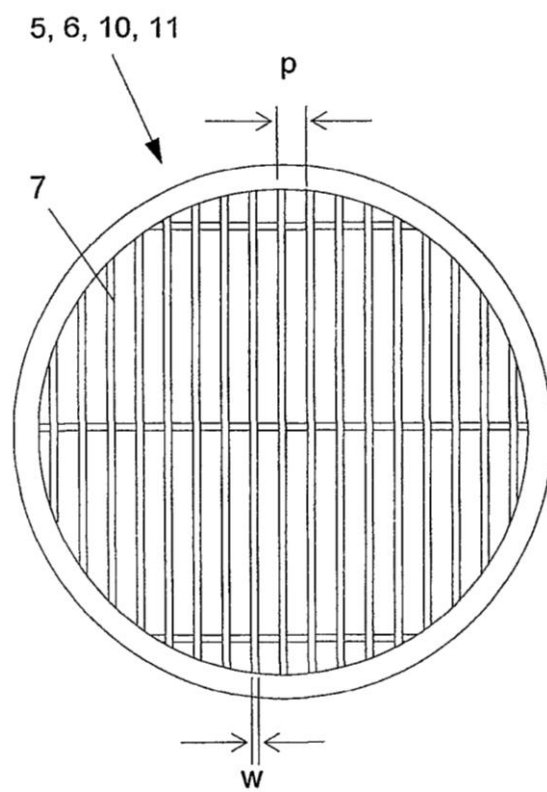
(д) вони не є оптимізованими для типової ширини смуги спектра вимірювання та співвідношення сигналу та перешкоди, які вимагаються для лічильника об'єму газу.

Представлені конкретні варіанти втілення винаходу дозволяють долати або принаймні зменшувати ці проблеми.

Хоча даний винахід було описано з посиланням на конкретні варіанти втілення, він не обмежується лише обсягом цього опису. Таким чином, спеціалістові у даній галузі стане зрозуміло, що особливості одного варіанта втілення можуть використовуватись у комбінації з особливостями іншого варіанта втілення, навіть якщо це прямо не вказується.



Фиг. 1



Фиг. 2

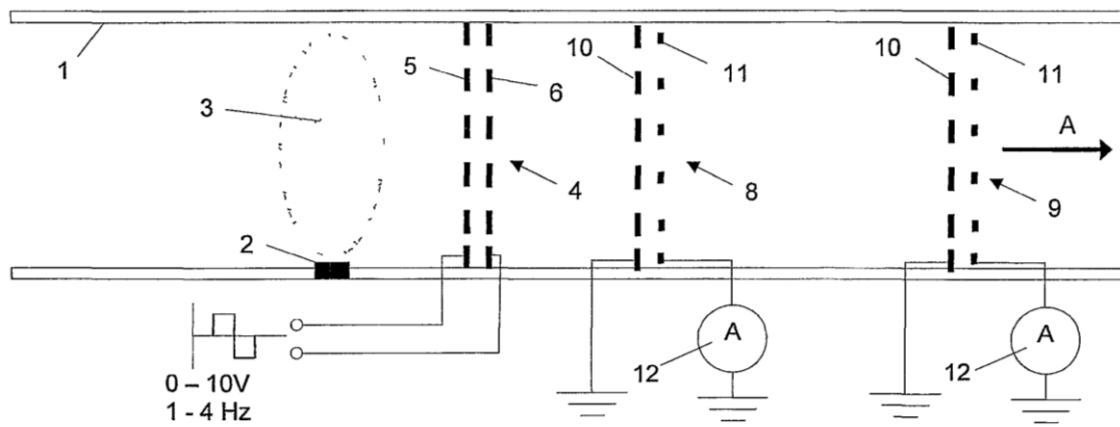


FIG. 3

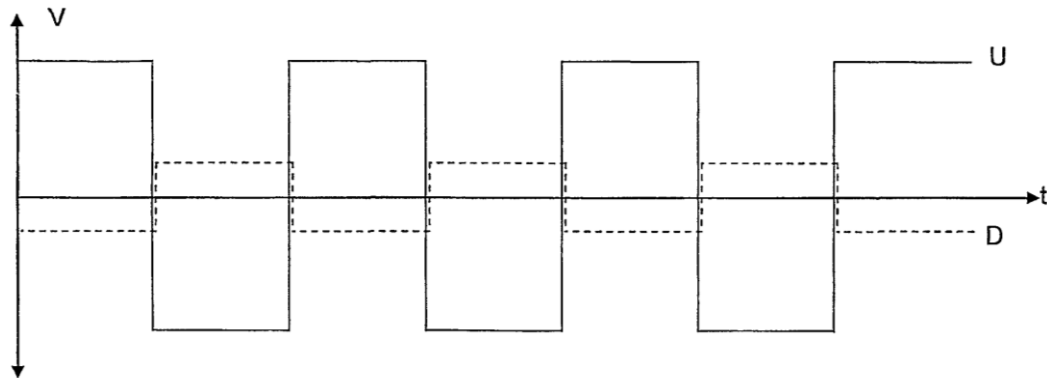


FIG. 4