



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 54286

(13) A

(51) 7 H04B10/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ**ОПИС**
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДВидається під
відповідальність
власника
патенту**(54) ВОЛОКОННО-ОПТИЧНА СИСТЕМА ІНТЕРВАЛЬНИХ ВИМІРЮВАНЬ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН**

1

2

(21) 2002075732

(22) 11 07 2002

(24) 17 02 2003

(72) Шабатура Юрій Васильович

(73) ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІ-
ВЕРСИТЕТ

(57) Волоконно-оптична система інтервальних вимірювань фізичних величин, що містить послідовно з'єднані за допомогою відрізків волоконних світловодів випромінювач, n волоконно-оптичних датчиків і фотоприймач, вихід якого з'єднаний з блоком обробки, яка відрізняється тим, що датчики виконані як вимірювальні блоки, на вході кожного з яких встановлений оптичний розгалужувач, перший вихід якого з'єднаний з коротким

відрізком волоконного світловоду встановлено і однакової у всіх вимірювальних блоках довжини, а другий вихід з'єднаний з сенсорним відрізком волоконного світловоду, протилежні кінці обох відрізків волоконних світловодів з'єднані з входами оптичного суматора, вихід якого є виходом вимірювального блока, причому довжина відрізка сенсорного волоконного світловоду у кожному вимірювальному блоці є різною і визначається з умови відсутності перекриття оптичних імпульсів на виході вимірювальних блоків при зміні вимірюваних фізичних величин в межах заданих діапазонів, а блок обробки складається з послідовно з'єднаних амплітудного селектора імпульсів і вимірника часових інтервалів

Винахід відноситься до вимірювальної техніки і може використовуватися для вимірювання фізичних величин в багатьох галузях народного господарства. Найбільший ефект використання даного винаходу може дати при вимірюванні фізичних величин з великою точністю і швидкодією в умовах сильних електромагнітних завад, пожежовибухонебезпеки, великої відстані від місця контролю до системи індикації.

Відома "Волоконно-оптична система вимірювання фізичних величин", патент Російської Федерації № 2142115, М кл G01B11/00, опублікований 1999 11 27. Робота вказаної системи ґрунтується на використанні мікрорезонансних волоконно-оптичних сенсорів візичних величин з частотним виходом. Використання резонансних властивостей сенсорів дозволяє отримати можливість мультиплексування їхніх вихідних сигналів, причому кількість датчиків у цій системі обмежується діапазоном зміни вихідної частоти кожної вимірювальної головки під дією вимірювального параметра.

Недоліком даного винаходу є те, що запропонована система є досить складною, потребує ретельного налагоджування і має низьку температурну стабільність.

Також відома "Система вимірювання параметра (варіанти) і спосіб його вимірювання (варіанти)", патент Російської Федерації № 981050024, М кл

G02F1/00, опублікований 2000 01 10. Система складається з множини імпульсних джерел оптичних сигналів на окремих довжинах хвиль, які розділені фіксованим постійним інтервалом довжин хвиль і множину оптронів, а датчик виконаний у вигляді резонатора Фабрі-Перо у якого ширина щілини є функцією значення вимірюваного параметра.

Розглянута система також має підвищену складність і низьку надійність, окрім того в цій системі датчики не можуть розміщуватися безпосередньо на об'єкті і працювати в жорстких умовах виробничих процесів.

З відомих винаходів найбільш близьким за технічною сутністю до того, що пропонується є "Волоконно-оптична інформаційно-вимірювальна система", патент Російської Федерації № 2029324, М кл H04B10/00, опублікований 1995 02 20. Волоконно-оптична система за даним винаходом складається з n волоконно-оптичних датчиків послідовно з'єднаних з допомогою відрізків волоконних світловодів, випромінювача і фотоприймача, вихід якого з'єднаний з блоком обробки. Кожний волоконно-оптичний датчик виконаний як пропускаючий з можливістю дискретної зміни коефіцієнта пропускання оптичного випромінювання від K_1 до 1 де $i=1,2,3, \dots, n$. Причому, коефіцієнти пропускання датчиків різні і не дорівнюють нулю.

(13) A

(11) 54286

(19) UA

Недоліком розглянутого прототипу є те, що кожний датчик окрім певного зменшення потужності оптичного сигналу вносить відповідну модуляцію параметрів цього сигналу внаслідок впливу вимірювальної величини, причому, оскільки вихідний сигнал попереднього датчика поступає на вхід наступного, то з знятого на виході останнього датчика оптичного сигналу буде дуже складно визначити інформацію про значення вимірювальної величини на конкретному датчику і відповідно точність таких вимірювань буде низькою

В основу винаходу поставлена задача створення волоконно-оптичної системи інтервальних вимірювань фізичних величин, у якій за рахунок заміни волоконно-оптичних датчиків вимірювальними блоками досягається можливість здійснення вимірювання фізичних величин інтервальним методом, який не потребує складних алгоритмів обробки вихідного сигналу, дозволяє збільшити кількість датчиків, суттєво підвищити точність вимірювань, а джерело оптичних імпульсів і фотоприймач з блоком обробки і індикації розташовувати на значно більшій відстані від датчиків

Поставлена задача вирішується тим, що у волоконно-оптичній системі інтервальних вимірювань фізичних величин, що містить послідовно з'єднані за допомогою відрізків волоконних світловодів випромінювач, n волоконно-оптичних датчиків і фотоприймач, вихід якого з'єднаний з блоком обробки, датчики виконані у вигляді вимірювальних блоків, на вході кожного з яких встановлений оптичний розгалужувач перший вихід якого з'єднаний з коротким відрізком волоконного світловода встановленої і однакової у всіх вимірювальних блоках довжини, а другий вихід з'єднаний з сенсорним відрізком волоконного світловода, протилежні кінці обох відрізків волоконних світловодів з'єднані з входами оптичного суматора, вихід якого є виходом вимірювального блоку, причому, довжина відрізка сенсорного волоконного світловода у кожному вимірювальному блоці є різною і визначається з умови відсутності перекриття оптичних імпульсів на виході вимірювальних блоків при зміні вимірюваних фізичних величин в межах заданих діапазонів, а блок обробки складається з послідовно з'єднаних амплітудного селектора імпульсів і вимірювача часових інтервалів

На фігурі 1 наведена структурна схема системи На фігурі 2 наведена часова діаграма яка ілюструє роботу системи

Волоконно-оптична система інтервальних вимірювань складається з таких частин випромінювач 1, фокусуючий пристрій для вводу оптичного імпульсу в волоконний світловод 2, з'єднувальні відрізки волоконних світловодів 3, вимірювальні блоки 4, оптичний розгалужувач 5, оптичний суматор 6, короткі відрізки волоконних світловодів встановленої і однакової у всіх блоках довжини 7, сенсорні відрізки волоконних світловодів 8, фотоприймач 9, селектор імпульсів і вимірювач часових інтервалів 10, причому оптичний вихід випромінювача через фокусуючий пристрій 2 і з'єднувальний відрізок волоконного світловода 3 оптично зв'язаний з оптичним входом вимірювального блоку 4, а саме з входом оптичного розгалужувача 5, виходи оптичного розгалужувача 5 оптично з'єднані з вхо-

дами короткого 7 і сенсорного 8 відрізків волоконних світловодів, їхні виходи оптично зв'язані з оптичними входами суматора 6, оптичний вихід суматора 6 є оптичним виходом вимірювального блоку 4, оптичний вихід останнього вимірювального блоку оптично зв'язаний з оптичним входом фотоприймача 9, вихід фотоприймача електрично зв'язаний з входом амплітудного селектора і вимірювача часових інтервалів 10

Робота системи ґрунтується на зміні показника заломлення серцевини сенсорних волоконних світловодів 8 під дією вимірюваних фізичних величин в результаті чого відбувається зміна часу проходження оптичного імпульсу через сенсорний відрізок волоконного світловода Таким чином, короткий оптичний імпульс, який генерує випромінювач 1 через фокусуючий пристрій 2 і відрізок з'єднувального волоконного світловода 3 потраплятиме на вхід оптичного розгалужувача 5 в першому вимірювальному блоці 4 Утворені на виходах розгалужувача 5 оптичні імпульси однакової тривалості одночасно надходять на входи короткого волоконного світловода 7 і сенсорного волоконного світловода 8 Довжини цих відрізків волоконних світловодів вибрані з умови відсутності перекриття їхніх вихідних оптичних імпульсів на оптичному суматорі 6 В результаті дії вимірювальної фізичної величини на волоконний світловод 8 часовий інтервал між оптичними імпульсами на виході оптичного суматора 6 буде змінюватися Ця зміна буде вимірюватися на виході останнього вимірювального блоку 4 за допомогою послідовно з'єднаних фотоприймача 9, амплітудного селектора і вимірювача часових інтервалів 10 системи у вигляді часових інтервалів між певними імпульсами, що відповідають вибраному вимірювальному блоку

Довжини відрізків волоконних світловодів повинні вибиратися з врахуванням наступних співвідношень то - тривалість вхідного імпульсу,

$$L_0 = c \cdot t_0 \cdot n_0, (1)$$

де L_0 - довжина короткого відрізка волоконного світловода 7 встановленої (одиночної) довжини, c - швидкість поширення світла у вакуумі, n_0 - коефіцієнт заломлення серцевини волоконного світловода,

t_0 - час затримки імпульсу в короткому волоконному світловоді

Довжини відрізків сенсорних волоконних світловодів 8 L_i розраховуються за формулою

$$L_i = c \cdot t_i \cdot n_i, (2)$$

де n_i - коефіцієнт заломлення серцевини i -го сенсорного волоконного світловода,

t_i - час затримки оптичного імпульсу в i -му сенсорному волоконному світловоді при відсутності впливу вимірювальної величини

Значення часу затримки в кожному сенсорному волоконному світловоді визначається з співвідношення

$$T_i = \Delta_i + t_0, (3)$$

де Δ_i - додатковий час затримки в i -му сенсорному волоконному світловоді, який вибирається з умови, що вплив вимірювальної величини в заданому діапазоні не приведе до такої зміни n_i , що стане можливим перекриття оптичних імпульсів на виході вимірювального блоку

Кількість оптичних імпульсів на виході останнього вимірювального блоку

$$N = 2^n, \quad (4)$$

де n - кількість вимірювальних блоків

Для пояснення роботи системи розглянемо контрольний приклад. Нехай тривалість вхідного оптичного імпульсу t_0 становить 1 вибрану часову одиницю (ч.од.). Час затримки t_0 в короткому волоконному світловоді 7 вимірювального блоку 4 теж становить 1 ч.од. Вплив вимірювальної величини на сенсорний волоконний світловод 8 у кожному з вимірювальних блоків не приводить до збільшення, або зменшення часу затримки в цьому світловоді більше ніж 1 ч.од. Тоді

$$\Delta_i = 2^i \text{ ч.од.},$$

де $i = 1, 2, 3, \dots$, порядковий номер вимірювального блоку

Відповідно час затримки в кожному сенсорному волоконному світловоді становитиме

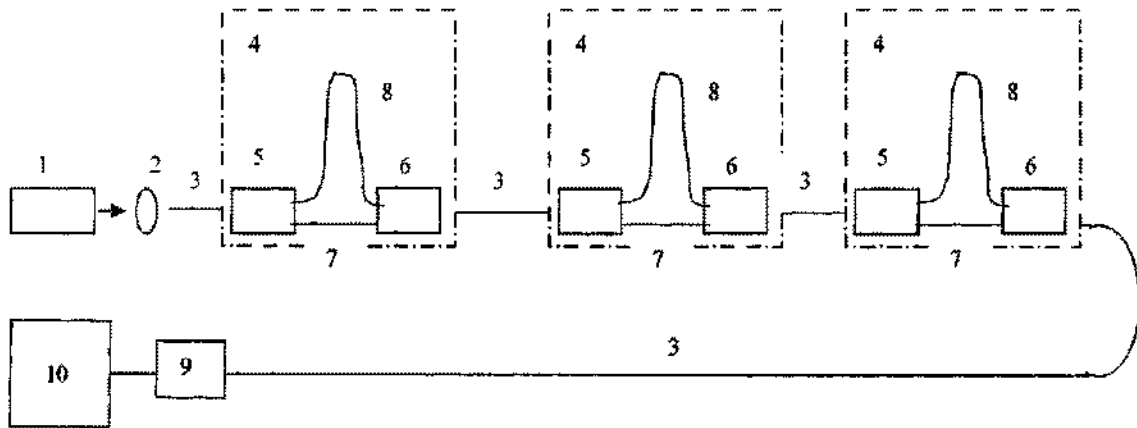
$$T_1 = 3 \text{ ч.од.}$$

$$T_2 = 5 \text{ ч.од.}$$

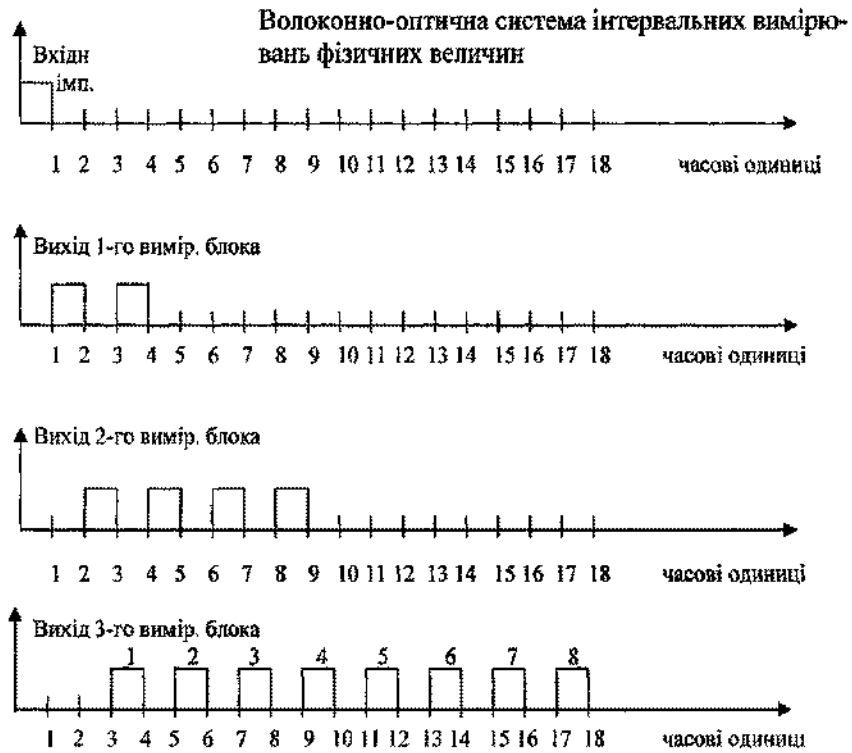
$$T_3 = 9 \text{ ч.од.}$$

Довжини сенсорних волоконних світловодів будуть відповідно розраховані за формулою (2)

У випадку використання трьох вимірювальних блоків 4 інформація про значення вимірюваних фізичних величин для першого сенсорного волоконного світловода буде визначатися через вимірювання тривалості часового інтервалу (див. фіг. 2) між першим і другим, або між третім і четвертим, або між п'ятим і шостим, або між сьомим і восьмим вихідними оптичними імпульсами в порядку їх надходження з виходу останнього вимірювального блоку. Відповідно значення вимірювальної величини для другого сенсорного волоконного світловоду буде визначатися шляхом вимірювання часового інтервалу між першим і третім, або другим і четвертим, або п'ятим і сьомим, або шостим і восьмим оптичними імпульсами. Аналогічно буде визначатися і інформація про значення вимірювальної величини для третього сенсорного волоконного світловоду.



Фіг. 1



Фіг. 2