УКРАЇНА

(19) UA (11) 60240 (13) U

(51) МПК
G08B 13/18 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

ОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під відповідальність власника патенту

(54) ЛАЗЕРНИЙ ДАТЧИК РАННЬОГО ВИЯВЛЕННЯ ЗАГОРЯНЬ

(21) u201014984
(22) 13.12.2010
(24) 10.06.2011
(46) 10.06.2011, Бюл.№ 11, 2011 р.
(72) ДОЛЯ ГРИГОРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, ЛИТВИНОВА ОЛЕНА СЕРГІЇВНА, КАТУНІН АЛЬБЕРТ МИКОЛАЙОВИЧ
(73) ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В.Н. КАРАЗІНА
(57) Лазерний датчик раннього виявлення загорянь, який містить напівпровідниковий лазер, вихід якого оптично зв'язаний із входом колімуючої оптичної системи для розширення пучка, вихід якої через світловідбивач оптично зв'язаний із входом приймального пристрою, вихід якого підключений до входу аналого-цифрового перетворювача, вихід якого, в свою чергу, підключений до входу аналізуючого пристрою, який **відрізняється** тим, що як світловідбивач використана решітка світловідбивачів, після якої додатково введена оптично зв'язана з нею приймальна оптична система, вихід якої оптично зв'язаний зі входом приймального пристрою, за який використано пристрій з зарядовим зв'язком.

1

Корисна модель належить до галузі систем охоронної та пожежної сигналізації і може бути використана для раннього виявлення загорянь.

Відомий пожежний датчик [1], який містить джерело випромінювання та фотоприймач. Для визначення факту загоряння використовується розсіяне на частках диму світлове випромінювання, що детектується фотоприймачем, і в разі перевищення порогу при підвищеній концентрації димових часток видається сигнал оповіщення про пожежу.

Недоліком відомого пристрою є неможливість раннього виявлення загорянь, тому що потужність розсіяного на частках випромінювання при малій концентрації часток дуже низька.

Відомий також аспіраційний димовий пожежний датчик [2], який містить лазерний діод, оптичний підсилювач та фотодіод. Для визначення факту загоряння також використовується розсіяне на частках диму світлове випромінювання, що детектується фотодіодом, і в разі перевищення порогу при підвищеній концентрації димових часток видається сигнал оповіщення про пожежу.

Оптичний підсилювач дозволяє підвищити потужність лазерного випромінювання за рахунок його спрямування на фотодіод, і таким чином підвищити чутливість датчика. Але недоліком відомого датчика також є неможливість раннього виявлення загоряння, в разі якщо концентрація димових часток ще не велика, хоча вже присутні теплові збурення повітря зумовлені пожежею [3].

2

Найближчим аналогом до запропонованої корисної моделі є лазерний пожежний датчик [4], який реагує на появу теплових збурень та містить напівпровідниковий лазер, вихід якого оптично зв'язаний із входом колімуючої оптичної системи для розширення пучка, вихід якої через світловідбивач оптично зв'язаний із входом приймального пристрою, вихід якого підключений до входу аналого-цифрового перетворювача, вихід якого, в свою чергу, підключений до входу аналізуючого пристрою.

Причому світловідбивач виконаний у вигляді відбиваючої системи з трьома взаємно перпендикулярними гранями, а приймальним пристроєм є фотоприймач на основі фотодіода.

На ранньому етапі виникнення загорянь з'являються теплові збурення, що призводять до модуляції початково рівномірного розподілу інтенсивності лазерного пучка. Величина змінної складової є мірою виникаючих теплових збурень та використовується для виявлення загорянь.

Недоліком лазерного пожежного датчика, прийнятого за найближчий аналог, є мала глибина модуляції інтенсивності пучка на ранніх етапах виявлення загорянь, що виникають за рахунок теплових збурень, і як наслідок - неможливість їх раннього виявлення.

В основу корисної моделі поставлена задача створити лазерний датчик раннього виявлення загорянь як датчик пожежної сигналізації, у якому за рахунок створення нової сукупності ознак була

(19) UA (11) 60240 (13) U

б забезпечена можливість раннього виявлення загорянь.

Для вирішення поставленої задачі у лазерному пожежному датчику [4], який містить напівпровідниковий лазер, вихід якого оптично зв'язаний із входом колімуючої оптичної системи для розширення пучка, вихід якої через світловідбивач оптично зв'язаний із входом приймального пристрою, вихід якого підключений до входу аналого-цифрового перетворювача, вихід якого, в свою чергу, підключений до входу аналізуючого пристрою, згідно з корисною моделлю, в якості світловідбивача використана решітка світловідбивачів, після якої додатково введена оптично зв'язана з нею приймальна оптична система, вихід якої оптично зв'язаний зі входом приймального пристрою, в якості якого використаний пристрій з зарядовим зв'язком.

Наявність теплових збурень повітря проявляється в кутових флуктуаціях локальних максимумів просторово-неоднорідного розподілу інтенсивності лазерного випромінювання, які можливо зареєструвати при проектуванні діаграми розсіяного на решітці світловідбивачів випромінювання на фоточутливу площадку пристрою з зарядовим зв'язком. Таким чином, забезпечується можливість раннього виявлення загорянь за рахунок вимірювання просторових координат локальних максимумів.

Суть запропонованої корисної моделі пояснюється кресленнями (фіг.1 - фіг.4).

На фіг.1 приведена структурна схема запропонованого лазерного датчика раннього виявлення загорянь.

На фіг.2 приведена діаграма розсіяння лазерного випромінювання на решітці світловідбивачів.

На фіг.3 приведена характерна траєкторія руху локального максимуму в чутливій площині пристрою з зарядовим зв'язком.

На фіг.4 представлений графік залежності середньоквадратичного відхилення величини зсуву положення локального максимуму від значення інтенсивності теплового джерела.

Запропонований лазерний датчик раннього виявлення загорянь містить напівпровідниковий лазер 1, колімуючу оптичну систему для розширення пучка 2, решітку світловідбивачів 3, приймальну оптичну систему 4, пристрій з зарядовим зв'язком 5, аналого-цифровий перетворювач 6, аналізуючий пристрій 7. Вихід лазера 1 оптично зв'язаний із входом колімуючої оптичної системи для розширення пучка 2, вихід якої через решітку світловідбивачів 3 оптично зв'язаний із входом приймальної оптичної системи 4, вихід якої оптично зв'язаний із входом пристрою з зарядовим зв'язком 5, вихід якого підключений до входу аналого-цифрового перетворювача 6, вихід якого, в свою чергу, підключений до входу аналізуючого пристрою 7.

Напівпровідниковий лазер 1 має потужність 25 мВт, колімуюча оптична система для розширення пучка 2 виконана у вигляді сукупності двох лінз, решіткою світловідбивачів 3 є плівка із сукупності світловідбивачів на основі мікропризм, приймальною оптичною системою 4 є сукупність двох лінз, аналого-цифровий перетворювач 6 - звукова карта ПЕОМ, аналізуючим пристроєм 7 є ПЕОМ.

Запропонований лазерний датчик раннього виявлення загорянь працює наступним чином.

За допомогою колімуючої оптичної системи для розширення пучка 2 випромінювання напівпровідникового лазера 1 подається на решітку світловідбивачів 3, і після проходження процесу дифракції через приймальну оптичну систему 4 направляється на чутливу площину пристрою з зарядовим зв'язком 5. Приймальна оптична система 4 призначена для зменшення просторового масштабу розсіяного лазерного випромінювання до величини відповідної до розміру чутливої площини пристрою з зарядовим зв'язком 5. За відсутності теплових збурень положення окремого локального максимуму у дифракційній картині є незмінним, а при появі теплового джерела на трасі розповсюдження променя з'являються хаотичні кутові зміщення локального максимуму. Просторові (кутові) флуктуації локальних максимумів реєструються фоточутливою площадкою пристрою з зарядовим зв'язком.

Оскільки величина кутових зміщень локального максимуму пропорційна ступеню теплових збурень (фіг.4), за зміною цієї величини відбувається раннє виявлення загорянь.

Переваги запропонованого лазерного датчика раннього виявлення загорянь можна обґрунтувати за порівнянням можливості виявлення малих теплових збурень, що утворюються осередком загорянь на ранній їх стадії та характеризуються значенням структурної сталої флуктуацій показника заломлення $C_n^2 = 5 \cdot 10^{-17}$ см $^{-2/3}$.

При використанні пристрою-прототипу вимірюється дисперсія флуктуацій логарифму амплітуди модульованої світлової хвилі, яка визначається співвідношенням $\chi^2 = 0{,}31 k^{7/6} C_n^2 L^{11/6} \le 1$ та при довжині хвилі λ=0,53 мкм та довжині траси 10 м має величину $4 \cdot 10^{-7}$. Відповідно, середньоквадратичне відхилення рівня амплітуди дорівнює $6{,}3 \cdot 10^{-4}$. Оскільки існуючі приймачі світлового випромінювання мають лінійний діапазон світлової характеристики не більш, ніж 2-3 порядки, зафіксувати такі малі відносні зміни амплітуди сигналу не уявляється можливим.

При використанні запропонованого датчика вимірювання здійснюються за допомогою пристрою з зарядовим зв'язком, що характеризується, наприклад, розміром 5×5 мм із загальною кількістю пікселів 10^6. Це означає, що лінійний розмір одного пікселя дорівнює $5 \cdot 10^{-6}$ м, а його кутовий розмір на відстані 10 м дорівнює $0{,}5 \cdot 10^{-6}$ радіан.

Величина дисперсії кутових зміщень діаграми розсіяння лазерного випромінювання на решітці світловідбивачів визначається співвідношенням $\alpha^2 = 3{,}2 C_n^2 L l_0^{11/6}$ та при значеннях $C_n^2 = 5 \cdot 10^{-7}$ см $^{-2/3}$, L = 10 м, l_0 = 3 мм також дорівнює $0{,}5 \cdot 10^{-6}$ радіан, а значить, може бути зареєстрована.

Ширина окремого максимуму в діаграмі розсіяння за рахунок зміни розміру освітленої решітки може бути також вибраною такого розміру, щоб кутовий розмір локального максимуму став відповідним кутовим зміщенням за рахунок турбулентності атмосфери.

Таким чином малі відносні зміни інтенсивності світлового променя в пристрої - найближчому аналозі не можуть бути зареєстровані при малих значеннях C_n^2, що характерні для ранніх стадій загорянь, у той час як малі відхилення діаграми розсіяння за тих самих умов можуть бути зареєстровані за допомогою запропонованого датчика.

Технічний результат полягає у можливості раннього виявлення загорянь за рахунок заміни світловідбивача на решітку світловідбивачів, введення приймальної оптичної системи, а також заміни фотоприймача на основі фотодіоду на пристрій з зарядовим зв'язком.

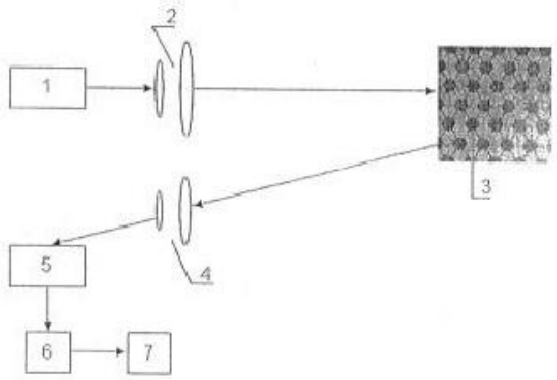
Джерела інформації:

1. А.с. СРСР №593227, G08B17/10. Дымовой датчик / Ф. И. Шаровар, В. А. Толикин, В. Л. Шакиров. - Заяв. 27.07.76; опубл. 15.02.78; Бюл. № 6 - 2 с.

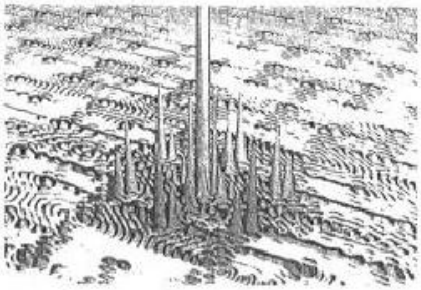
2. Аспирационный дымовой пожарный извещатель LASD. Техническое описание ООО «Систем Сенсор Фаир Детекторс». - [Електронний ресурс|. Режим доступу до ресурсу: http://www.vashdom.ru/articles/systemsensor_4.htm.

3. Шаровар Ф.И. Сравнительная оценка эффективности применения тепловых максимальных, дифференциальных и дымовых пожарных извещателей. // Противопожарные и аварийно-спасательные средства. - № 4. - 2006. - [Електронний ресурс]. - Режим доступу до ресурсу: http://daily.sec.ru/dailypblshow.cfm?rid=6&pid=17383&pos=4&stp=25.

4. Шаровар Ф.И. Методы раннего обнаружения загораний. - М.: Стройиздат, 1988. - С.78-83.

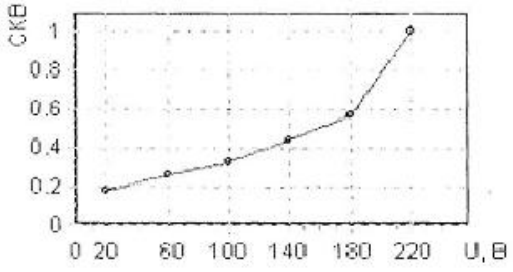


Фіг. 1



Фіг. 2

Фіг. 3



Фіг. 4

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська Підписне Тираж 24 прим.

Міністерство освіти і науки України

Державний департамент інтелектуальної власності, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601