



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **147645** (13) **U**
(51) МПК
H04N 5/33 (2006.01)

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

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

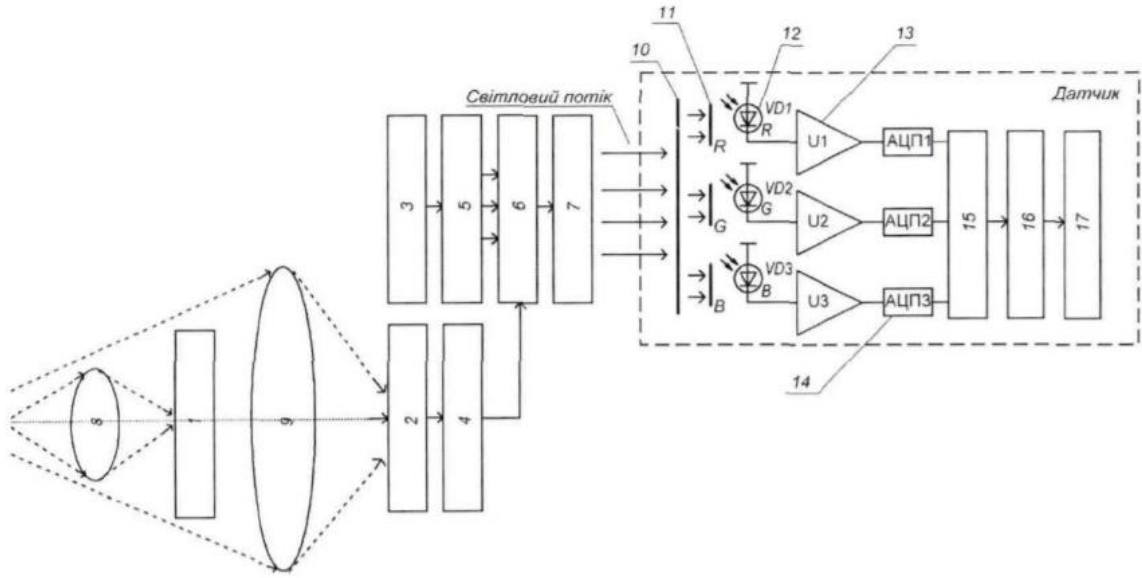
<p>(21) Номер заявки: u 2020 05661</p> <p>(22) Дата подання заявки: 02.09.2020</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 03.06.2021</p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 02.06.2021, Бюл.№ 22</p>	<p>(72) Винахідник(и): Семенов Сергій Геннадійович (UA), Лимаренко Вячеслав Володимирович (UA), Кучук Георгій Анатолійович (UA), Кучук Ніна Георгіївна (UA), Можасв Олександр Олександрович (UA), Можасв Михайло Олександрович (UA), Гнусов Юрій Валерійович (UA), Струков Володимир Михайлович (UA), Макаренко Павло Валентинович (UA), Рог Вікторія Євгеніївна (UA)</p> <p>(73) Володілець (володільці): ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВНУТРІШНІХ СПРАВ, просп. Л. Ландау, 27, м. Харків, 61080 (UA)</p>
---	---

(54) ДВОСПЕКТРАЛЬНА ТЕПЛОВІЗІЙНА КАМЕРА

(57) Реферат:

Двоспектральна тепловізійна камера містить детектори інфрачервоного та видимого випромінення, виходи яких з'єднані з генераторами відповідно піро- та відеосигналів, причому вихід генератора піросигналу з'єднаний із входом синтезатора кольору, RGB-виходи якого з'єднані з першим входом змішувача, другий вхід якого з'єднаний з виходом генератора відеосигналу, а вихід з входом кольорового відеомонітора, інфрачервоний та оптичний об'єктиви, причому на головній оптичній осі камери послідовно розміщені інфрачервоний об'єктив, детектор інфрачервоного випромінення, оптичний об'єктив та детектор видимого випромінення. При цьому інфрачервоний об'єктив оптично зв'язаний з детектором інфрачервоного випромінення, а оптичний об'єктив - з детектором видимого випромінення. Додатково введено цифровий датчик для вимірювання кольору, який містить три світлофільтри, три світлочутливі елементи та три нормувальні підсилювачі, світловий потік, що проходить через світлофільтри, попадає на світлочутливі елементи, які з'єднані з входами нормувальних підсилювачів, як світлочутливі елементи використано фотодіоди, поляризаційний фільтр, який встановлено перед світлофільтрами, три аналого-цифрових перетворювачі, входи котрих з'єднані з входами нормувальних підсилювачів, а виходи з входами регістра даних, що виходом послідовно з'єднаний з входом мікроконтролера, який своїм виходом з'єднаний з входом рідкокристалічного дисплею.

UA 147645 U



Корисна модель належить до електрозв'язку, зокрема техніки телевізійних систем перетворення інфрачервоного (ІЧ) випромінювання в електричний сигнал, і може бути використана у тепловізійних системах неруйнівного контролю.

5 Найбільш близьким аналогом є двоспектральна тепловізійна камера (патент UA № 24096, МПК H04N 5/33 опубл. 25.06.2007, бюл. № 9), яка містить детектори інфрачервоного та видимого випромінювання, виходи яких з'єднані з генераторами відповідно піро- та відеосигналів, причому вихід генератора піросигналу з'єднаний із входом синтезатора кольору, RGB-виходи якого з'єднані з першим входом змішувача, другий вхід якого з'єднаний з виходом генератора відеосигналу, а вихід з входом кольорового відеомонітор, інфрачервоний та оптичний об'єктиви, 10 причому на головній оптичній осі камери послідовно розміщені інфрачервоний об'єктив, детектор інфрачервоного випромінювання, оптичний об'єктив та детектор видимого випромінювання, причому інфрачервоний об'єктив оптично зв'язаний з детектором інфрачервоного випромінювання, а оптичний об'єктив - з детектором видимого випромінювання.

15 Телевізійний сигнал, сформований змішувачем, надходить на вхід кольорового відеомонітора, на екрані якого формується псевдокольорове ІЧ зображення разом з накладеним на нього напівтоновим видимим зображенням.

Недоліком даного способу є недостатня точність вимірювання (похибка вимірювання) рівня температури об'єкта внаслідок похибки, пов'язаної з спроможністю людського ока точно визначати колір зображення та співвідносити колір еталонної температурної шкали з кольором зображення об'єкта на кольорових відеомоніторах. 20

В основу корисної моделі поставлено задачу покращення точності вимірювання, а також розширення функціональних можливостей за рахунок використання цифрового датчика та методу вимірювання кольору, що полягає в визначенні інтенсивності трьох складових частин вхідного світлового потоку R, G, та B, перетворенні цих даних в цифровий сигнал з подальшою передачею цифрового сигналу на мікроконтролер для подальшого перерахунку сигналу в координати кольору x та y для діаграми кольору CIExy, що дозволить однозначно характеризувати колір зображення і рівень температури, що йому відповідає. 25

Поставлена задача вирішується тим, що двоспектральна тепловізійна камера, яка містить детектори інфрачервоного та видимого випромінювання, виходи яких з'єднані з генераторами відповідно піро- та відеосигналів, причому вихід генератора піросигналу з'єднаний із входом синтезатора кольору, RGB-виходи якого з'єднані з першим входом змішувача, другий вхід якого з'єднаний з виходом генератора відеосигналу, а вихід з входом кольорового відеомонітора, інфрачервоний та оптичний об'єктиви, причому на головній оптичній осі камери послідовно розміщені інфрачервоний об'єктив, детектор інфрачервоного випромінювання, оптичний об'єктив та детектор видимого випромінювання, причому інфрачервоний об'єктив оптично зв'язаний з детектором інфрачервоного випромінювання, а оптичний об'єктив - з детектором видимого випромінювання, згідно з корисною моделлю, додатково введено цифровий датчик для вимірювання кольору, який містить три світлофільтри, три світлочутливі елементи та три нормувальні підсилювачі, світловий потік, що проходить через світлофільтри, попадає на світлочутливі елементи, які з'єднані з входами нормувальних підсилювачів, як світлочутливі елементи використано фотодіоди, поляризаційний фільтр, який встановлено перед світлофільтрами, три аналого-цифрових перетворювачі, входи котрих з'єднані з входами нормувальних підсилювачів, а виходи з входами регістру даних, що виходом послідовно з'єднаний з входом мікроконтролера, який своїм виходом з'єднаний з входом рідкокристалічного дисплею. 30 35 40 45

На кресленні зображена схема реалізації запропонованого пристрою. Схема двоспектральної тепловізійної камери складається з: детектора 14 випромінювання - 1, детектора видимого випромінювання - 2, генератора піросигналів - 3, генератора відеосигналів - 4, синтезатора кольору - 5, змішувача - 6, кольорового відеомонітора - 7, 14 об'єктива - 8, оптичного об'єктива - 9, поляризаційного фільтра - 10, трьох світлофільтрів (R, G, B) - 11, фотодіодів VD1-VD3-12, нормувальних підсилювачів - 13, АЦП - 14, регістра стану - 15, мікроконтролера - 16, рідкокристалічного дисплею - 17. 50

Фотодіоди VD1 VD3 повинні розташовуватися в одній площині, в формі трикутника і максимально щільно один до одного - це зменшує розміри конструкції і дозволяє значно зменшити площу об'єкта, що можна аналізувати даним датчиком. Для роботи датчика потрібне джерело живлення з напругою +5В. 55

Розглянемо більш докладно роботу пристрою. Випромінювання досліджуваного об'єкта падає на 14 об'єктив 8, виконаний з германієвого скла, який фокусує це випромінювання на оптичному вході детектора 14 випромінювання 1, виконаного, наприклад, на основі мікроболометричної матриці. Водночас видиме випромінювання досліджуваного об'єкта падає на периферійну частину 60

оптичного об'єктива 9, діаметр якого істотно перевищує діаметр ІЧ об'єктива 8, і який фокусує це випромінення на оптичному вході детектора видимого випромінення 2, виконаного, наприклад, на основі CCD матриці. При цьому розміщення оптичного об'єктива 9 на головній оптичній осі пристрою за ІЧ об'єктивом 8 та детектором ІЧ випромінення 1 перешкоджає попаданню на нього приосьових променів видимого випромінення, і тому, на відміну від ІЧ об'єктива 8, на який ІЧ випромінення попадає повністю (що забезпечує оптимальні умови роботи детектора ІЧ випромінення 1), на оптичний об'єктив 9 падають лише бокові промені, що дещо погіршує умови роботи детектора видимого випромінення 2. Але, як відомо, чутливість та роздільна здатність детекторів видимого випромінення загалом у декілька разів перевищує аналогічні показники детекторів ІЧ випромінення. Тому випромінення, яке через оптичний об'єктив 9 надходить на детектор видимого випромінення 2, цілком достатньо для формування видимого зображення, яке по своїй якості не поступається, і навіть перевершує ІЧ зображення, сформоване за допомогою детектора ІЧ випромінення 1. Сигнали, сформовані детекторами ІЧ 1 та видимого 2 випромінення, надходять на входи генераторів, відповідно, піро- 3 та відео- 4 сигналів. Напівтоновий піросигнал, сформований генератором піросигналів 3, надходить на вхід синтезатора кольору 5, на виході якого за певним алгоритмом формуються RGB-сигнали, необхідні для формування псевдокольорового (розфарбованого) ІЧ зображення досліджуваного об'єкта. Ці сигнали надходять на перший вхід змішувача 6, на другий вхід якого одночасно надходить напівтоновий відеосигнал з генератора відеосигналу 4. Телевізійний сигнал, сформований змішувачем 6, надходить на вхід кольорового відеомонітора 7, на екрані якого формується псевдокольорове 14 зображення разом з накладеним на нього напівтоновим видимим зображенням. Одночасне формування псевдокольорового 14 та напівтонового видимого зображень на екрані кольорового відеомонітора 7 підвищує оперативність спостереження динаміки зміни стану досліджуваного об'єкта. Для більш точного визначення температури досліджуваного об'єкта потрібно скористатися датчиком, який виконаний в вигляді окремого блока, для чого потрібно піднести робочу поверхню датчика до ділянки зображення колір, а значить і температуру, яку потрібно визначити. Датчик визначить колір ділянки, результати будуть оброблені мікроконтролером 16, порівняні з еталонною шкалою співвідношення колір/температура і в вигляді значення температури будуть виведені на рідкокристалічний дисплей 17.

Датчик працює за рахунок того, що при попаданні на нього світла від кольорового відеомонітора 7, світловий потік проходить через поляризаційний фільтр 10, який використовується для придушення віддзеркалень від поверхні та корегування кольору за рахунок видалення віддзеркаленого поляризованого світла, попадає на три кольорові фільтри R, G та B 11, які розділяють світловий промінь на три складові - червону, зелену та синю, та через них попадає на фотодіоди 12, які працюють в фотоперетворювальному режимі, тобто в залежності від інтенсивності світла відповідного каналу, змінюють величину струму, що проходить через них. Струм з фотодіодів 12 по трьом каналам передається на три нормувальні підсилювачі постійного струму 13, що призначені для нормалізації вхідного сигналу від фотодіодів 12 до рівня, достатнього для роботи АЦП 14, після чого сигнал передається на АЦП 14. Аналоговий сигнал, що перетворений за допомогою АЦП 14 в цифровий, передається на послідовний регістр стану 15, а з нього на вхід мікроконтролера 16. Далі відбувається перетворення вхідного сигналу в систему XYZ, що стандартизована міжнародною комісією по освітленню CIE, по формулам:

$$\begin{aligned} X &= k_{XR}R + k_{XG}G + k_{XB}B, \\ Y &= k_{YR}R + k_{YG}G + k_{YB}B, \\ Z &= k_{ZR}R + k_{ZG}G + k_{ZB}B, \end{aligned}$$

де: X , Y та Z - відповідні координати системи XYZ , k_{XR} , k_{XG} , k_{XB} - коефіцієнти для підрахунку величини X , k_{YR} , k_{YG} , k_{YB} - коефіцієнти для підрахунку величини Y , k_{ZR} , k_{ZG} , k_{ZB} - коефіцієнти для підрахунку величини Z .

Після цього значення X, Y, Z , що отримані в результаті розрахунків, перераховуються в координати кольору x та y для діаграми кольору CIE_{xy} по формулам:

$$x = \frac{X}{X + E + Z}$$

$$y = \frac{Y}{X + E + Z}$$

Отримані координати x та y визначають розташування кольору на площині діаграми кольору CIExy, що дозволяє однозначно ідентифікувати колір об'єкта, що досліджується. Після цього отримане точне значення кольору порівнюється з еталонною шкалою співвідношення колір/температура і в вигляді значення температури виводиться на рідкокристалічний дисплей 17.

Таким чином авторами запропонованої корисної моделі досягнуто підвищення точності вимірювання, а також розширення функціональних можливостей пристрою.

10 **ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ**

Двоспектральна тепловізійна камера, що містить детектори інфрачервоного та видимого випромінення, виходи яких з'єднані з генераторами відповідно піро- та відеосигналів, причому вихід генератора піросигналу з'єднаний із входом синтезатора кольору, RGB-виходи якого з'єднані з першим входом змішувача, другий вхід якого з'єднаний з виходом генератора відеосигналу, а вихід з входом кольорового відеомонітора, інфрачервоний та оптичний об'єктиви, причому на головній оптичній осі камери послідовно розміщені інфрачервоний об'єктив, детектор інфрачервоного випромінення, оптичний об'єктив та детектор видимого випромінення, причому інфрачервоний об'єктив оптично зв'язаний з детектором інфрачервоного випромінення, а оптичний об'єктив - з детектором видимого випромінення, який **відрізняється** тим, що додатково введено цифровий датчик для вимірювання кольору, який містить три світлофільтри, три світлочутливі елементи та три нормувальні підсилювачі, світловий потік, що проходить через світлофільтри, попадає на світлочутливі елементи, які з'єднані з входами нормувальних підсилювачів, як світлочутливі елементи використано фотодіоди, поляризаційний фільтр, який установлено перед світлофільтрами, три аналого-цифрових перетворювачі, входи яких з'єднані з виходами нормувальних підсилювачів, а виходи з входами регістра даних, що виходом послідовно з'єднаний з входом мікроконтролера, який своїм виходом з'єднаний з входом рідкокристалічного дисплею.

