



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **142432** (13) **U**
(51) МПК (2020.01)
G01J 3/46 (2006.01)
G01R 21/133 (2006.01)
G02B 5/20 (2006.01)
F21V 9/00

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

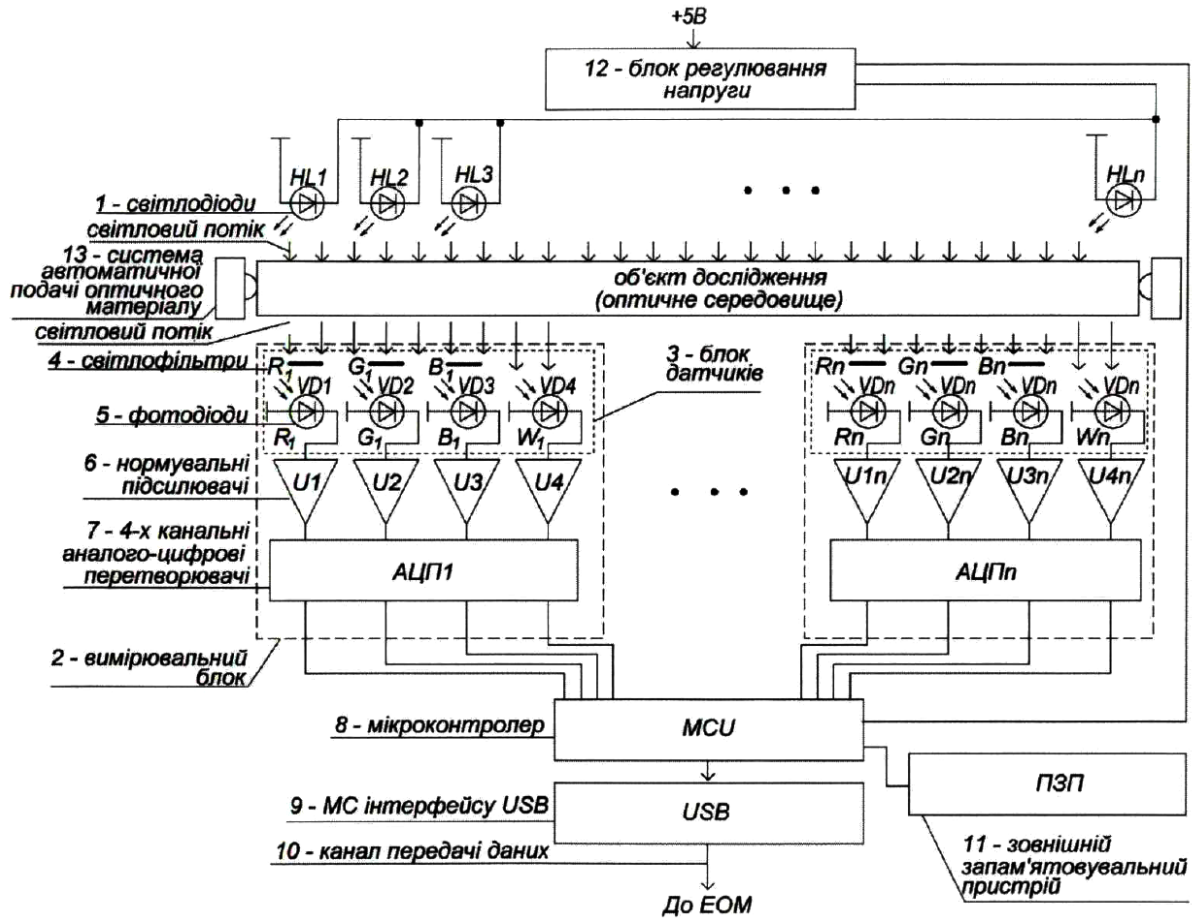
<p>(21) Номер заявки: u 2019 10509</p> <p>(22) Дата подання заявки: 21.10.2019</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.06.2020</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.06.2020, Бюл.№ 11</p>	<p>(72) Винахідник(и): Хорошайло Юрій Євгенович (UA), Семенов Сергій Геннадійович (UA), Лимаренко Вячеслав Володимирович (UA), Подгайко Олег Іванович (UA), Єфименко Сергій Андрійович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ, просп. Науки, 14, м. Харків, 61166 (UA)</p>
--	--

(54) ЦИФРОВИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ РІВНОМІРНОСТІ ПОКРИТТЯ ОПТИЧНИХ СЕРЕДОВИЩ

(57) Реферат:

Цифровий пристрій для вимірювання проникності оптичних середовищ містить блок регулювання напруги, джерело еталонного освітлення, що складається з світлодіодів білого світіння з температурою світла 5600 К, вимірювальний блок, який складається з блока датчиків визначення оптичної проникності матеріалу, а саме - трьох світлофільтрів (червоний, зелений, синій) і чотирьох світлочутливих елементів, та з чотирьох нормувальних підсилювачів і 4-канального АЦП, світловий потік, проходячи від світлодіодів еталонного освітлення через оптичне середовище та світлофільтри, попадає на світлочутливі елементи, які з'єднані з входами нормувальних підсилювачів. Додатково містить зовнішній запам'ятовувальний пристрій, систему автоматичної подачі оптичного матеріалу та n вимірювальних блоків, де n може бути від n=1 до N в залежності від розмірів об'єкта дослідження. При цьому датчики розташовані в одну лінію, щільно один до одного, та мають кількість n, що достатня для виконання вимірювань по всій ширині оптичного матеріалу, третій вихід мікроконтролера з'єднаний зі входом зовнішнього запам'ятовувального пристрою.

UA 142432 U



Корисна модель належить до пристроїв вимірювання проникності оптичних середовищ і може бути використана для точного визначення ступеня проникності оптичних середовищ (матеріалів) світлом, ступеня зміни кольору світла при проходженні через дані середовища (матеріали), а також рівномірності оптичної проникності оптичних середовищ.

5 Найбільш близьким до запропонованої корисної моделі за функціональним призначенням та суттєвими ознаками є цифровий пристрій для вимірювання проникності оптичних середовищ [патент UA № 123529, МПК G01J 3/46, G01R 21/133, G02B 5/20, F21V 9/00 опубл. 26.02.2018, бюл. № 4], який містить джерело еталонного освітлення, три світлофільтри, чотири світлочутливі елементи та чотири нормувальні підсилювачі, світловий потік, проходячи від

10 світлодіодів еталонного освітлення через оптичне середовище, світлофільтри та попадає на світлочутливі елементи, які з'єднані з входами нормувальних підсилювачів, 4-канальний АЦП, входи котрого з'єднані з виходами нормувальних підсилювачів, а виходи з входами мікроконтролера, що виходами з'єднаний з входом блока регулювання напруги та входом інтерфейсу, вихід інтерфейсу з'єднаний з ЕОМ.

15 До недоліків даного пристрою належать обмежені функціональні можливості, а саме: неможливість вимірювання рівномірності оптичної проникності оптичних середовищ, неможливість вимірювання оптичної проникності оптичних середовищ по всій площі, якщо середовища реалізовані, наприклад, у вигляді листового матеріалу.

20 Технічною задачею запропонованої корисної моделі є розширення функціональних можливостей пристрою за рахунок використання додатково внесених до схеми пристрою вимірювального блока з масивом датчиків, зовнішнього запам'ятовувального пристрою та системи автоматичної подачі матеріалу, що дає можливість вимірювання рівномірності оптичної проникності оптичних середовищ та побудови схеми зон з однорідною проникністю, а також одночасного вимірювання великої площі матеріалу.

25 Поставлена задача вирішується тим, що в цифровому пристрої для вимірювання проникності оптичних середовищ, що містить блок регулювання напруги, джерело еталонного освітлення, що складається з світлодіодів білого світіння з температурою світла 5600 К, вимірювальний блок, який складається з блока датчиків визначення оптичної проникності матеріалу, а саме - трьох світлофільтрів (червоний, зелений, синій) і чотирьох світлочутливих

30 елементів, та з чотирьох нормувальних підсилювачів і 4-канального АЦП, світловий потік, проходячи від світлодіодів еталонного освітлення через оптичне середовище та світлофільтри, попадає на світлочутливі елементи, які з'єднані з входами нормувальних підсилювачів, крім того світлодіоди, світлочутливі елементи та об'єкт дослідження знаходяться у паралельних одна одній площинах, 4-канальний АЦП своїми входами з'єднаний з виходами

35 чотирьох нормувальних підсилювачів, а виходом - з мікроконтролером, виходи якого з'єднані з блоком регулювання напруги, який регулює яскравість світіння світлодіодів та мікросхемою інтерфейсу USB, вихід якого з'єднаний з ЕОМ, згідно з корисною моделлю, додатково містить зовнішній запам'ятовувальний пристрій, систему автоматичної подачі оптичного матеріалу та n

40 вимірювальних блоків, де n може бути від n=1 до N в залежності від розмірів об'єкта дослідження, причому датчики розташовані в одну лінію, щільно один до одного та мають кількість n, що достатня для виконання вимірювань по всій ширині оптичного матеріалу, третій вихід мікроконтролера з'єднаний зі входом зовнішнього запам'ятовувального пристрою. Як світлочутливі елементи використовують фотодіоди.

На кресленні зображена схема запропонованого пристрою.

45 Схема цифрового пристрою вимірювання проникності оптичних середовищ (креслення) складається з світлодіодів HL1-HLn-1, вимірювального блока - 2, блока датчиків - 3, світлофільтрів (R₁, G₁, B₁-R_n, G_n, B_n) - 4, фотодіодів VD1-VDn-5, нормувальних підсилювачів U1-U4n-6, 4-канальних АЦП (АЦП1-АЦПn) - 7, мікроконтролера MCU-8, мікросхеми інтерфейсу USB-9, каналу передачі даних до ЕОМ (персональний комп'ютер і т.п.) - 10, зовнішнього

50 запам'ятовувального пристрою - 11, блока регулювання напруги - 12, системи автоматичної подачі оптичного матеріалу - 13.

Розглянемо більш докладніше роботу пристрою. Для його роботи потрібно, щоб виконувались деякі умови, а саме - світлофільтри RGB не повинні перебивати світловий потік, що падає на фотодіоди W₁-W_n. Для запобігання неточності в роботі датчика рекомендується

55 використовувати світлодіоди HL1-HLn білого кольору з температурою 5600 К. Для роботи пристрою потрібне джерело живлення з напругою +5В. Система автоматичної подачі оптичного матеріалу повинна мати рівномірну швидкість подачі та не перебивати матеріал, що досліджується. Пристрій працює за рахунок того, що еталонний світловий потік (ЕСП) від джерела еталонного світла, що забезпечується світлодіодами HL1-HLn, проходить через

60 оптичний матеріал, рівномірність проникності якого вимірюють, частина ЕСП попадає на

кольорові світлофільтри $R_1, G_1, B_1-R_n, G_n, B_n$ (4), які розділяють світловий промінь на три складові - червону, зелену та синю, та через них попадає на фотодіоди $R_1, G_1, B_1-R_n, G_n, B_n$ (5), а частина ЕСП напряму попадає на фотодіоди W_1-W_n (5). Фотодіоди (5) працюють в фотоперетворювальному режимі, тобто в залежності від інтенсивності світла відповідного каналу, змінюють величину струму, що проходить через них. Струм з фотодіодів (5) по чотирьом каналам передається на чотири нормувальні підсилювачі постійного струму (6), що призначені для нормалізації вхідного сигналу від фотодіодів до рівня, достатнього для роботи 4-канальних АЦП1-АЦПn (7), після чого сигнал передається на АЦП1 - АЦПn (7). Аналоговий сигнал, що перетворений за допомогою АЦП1-АЦПn (7) в цифровий, передається по каналам одночасно на мікроконтролер (8), де за допомогою програмного забезпечення, що в нього встановлено, обробляється. Отримані дані передаються на мікросхему інтерфейсу USB (9) і далі по каналу передачі даних (10) на ЕОМ. При необхідності проведення вимірювань ступеня проникності оптичних середовищ світловим потоком змінної яскравості, мікроконтролер подає відповідну команду на блок регулювання напруги (12), який зменшує або збільшує рівень напруги живлення світлодіодів (1), тим самим зменшує або збільшує яскравість світлового потоку, і виконують декілька вимірювань в залежності від кількості ступенів зміни яскравості світлового потоку. При цьому, матеріал, що досліджується, рівномірно проходить через блок датчиків (3) за допомогою системи автоматичної подачі оптичного матеріалу 13, що являє собою наприклад роликову систему подачі або будь-яку аналогічну систему, а пристрій виконує ряд вимірювань, частота яких залежить від швидкості подачі матеріалу та площі матеріалу, що може бути досліджена за одне вимірювання, тим самим забезпечуючи рівномірне дослідження всієї площі матеріалу.

В мікроконтролері відбувається перетворення вхідного сигналу від фотодіодів $R_1, G_1, B_1-R_n, G_n, B_n$ 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, перераховують в координати кольору x та y для діаграми кольору CIE x_y за формулами:

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

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

Отримані координати x та y визначають розташування кольору на площині діаграми кольору CIE x_y , що дозволяє однозначно ідентифікувати колір світлового променя, що пройшов через оптичне середовище, що досліджується.

Дані, що отримані для кожного дослідження, зберігаються в зовнішньому запам'ятовувальному пристрої 11 та порівнюються мікроконтролером між собою.

В разі, якщо отримані результати відповідають результатам, що отримані при вимірюванні ЕСП перед проходженням тесту, то можна зробити висновок, що оптичне середовище не спотворює світловий потік і не вносить в нього будь-якого забарвлення. Якщо ж результат відрізнятиметься від еталонного, то можна буде зробити висновок про те, що оптичне середовище змінює світловий потік за рахунок внесення в нього забарвлення, а ступінь та колір забарвлення можна визначити, виходячи з отриманих результатів. А в випадку виявлення відхилення результатів, що отримані, при будь-якому з вимірювань від інших - можна зробити висновок про нерівномірність оптичної проникності матеріалу, що досліджується.

Для обчислення ступеня проникності оптичного середовища, тобто ступеня зменшення інтенсивності світлового потоку, що пройшов через оптичне середовище, використовують сигнал від фотодіодів W (5). Фотодіоди W (5) працюють в фотоперетворювальному режимі, тобто в залежності від інтенсивності світлового потоку, що пройшов через оптичне середовище, змінюють величину струму, що проходить через них. Порівнявши цю величину з величиною, що була отримана при вимірюванні ЕСП перед проходженням тесту, можна однозначно визначити ступінь проникності оптичного середовища.

Проте, в випадку значного забарвлення світлового потоку після проходження ним оптичного середовища, даний варіант вимірювання може мати суттєву похибку. Для виключення даної

похибки, в випадку вимірювання забарвленого світлового потоку, розрахунок його інтенсивності буде проводитися по емпіричній формулі

$$Y=0,2125R+0,7154G+0,0721B,$$

де: 0,2125 - емпіричний коефіцієнт для червоного кольору (R); 0.7154 - емпіричний коефіцієнт для зеленого кольору (G); 0.0721 - емпіричний коефіцієнт для блакитного кольору (B).

Порівнявши цю величину з величиною, що була отримана при вимірюванні ЕСП перед проходженням тесту, можна однозначно визначити ступінь проникності оптичного середовища в випадку забарвлення світлового потоку.

Дані, що отримані, після їх обробки мікроконтролером передаються через інтерфейс USB 9 по каналу передачі даних 10 до ЕОМ (персональний комп'ютер і т.п.), де на їх підґрунті будується схема зон з однорідною проникністю.

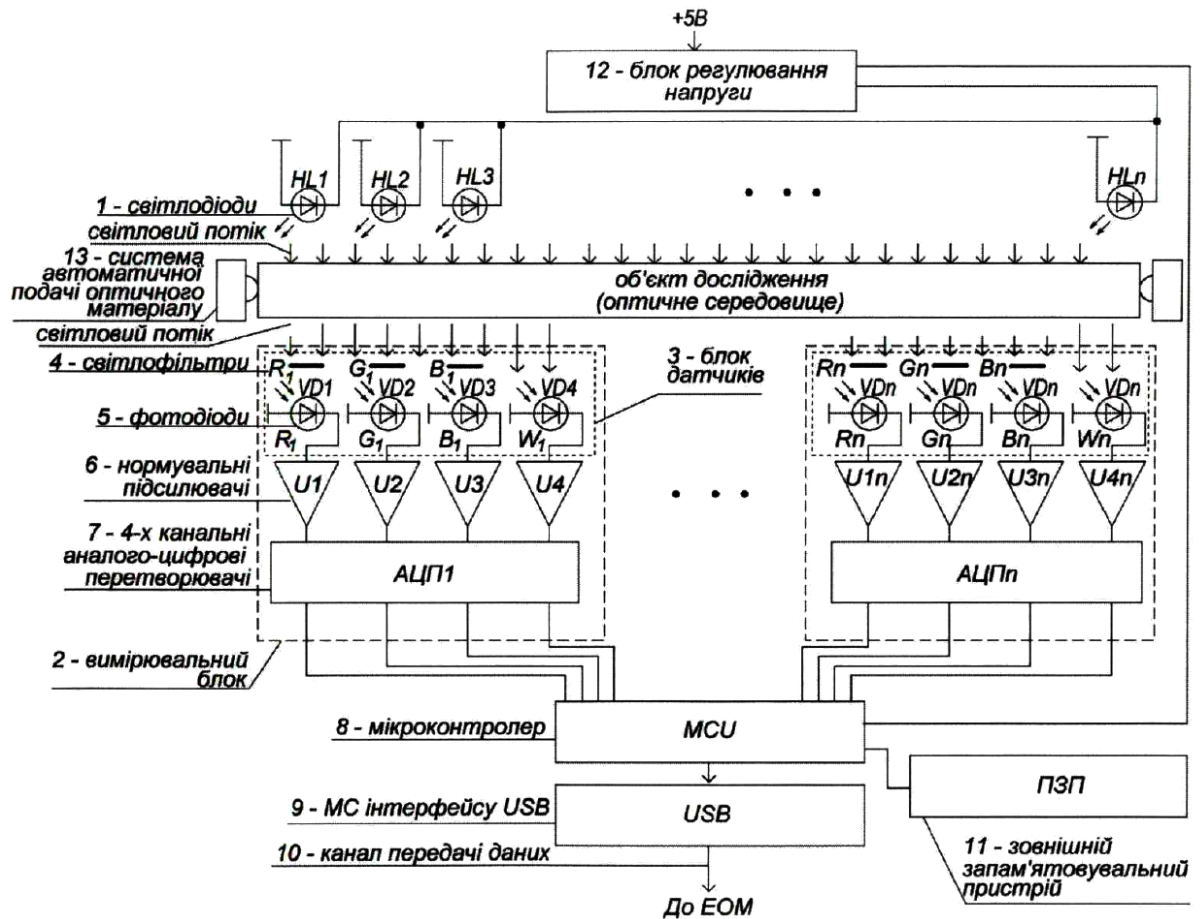
Механізм побудови даної схеми працює наступним чином: кожному з датчиків пристрою в програмі ЕОМ відповідає зона з декількох пікселів зображення (ЗПЗ), що по своїй формі та розміру пропорційна зоні вимірювання датчику. Ступінь забарвлення зони, в свою чергу, пропорційний ступеню проникності оптичного середовища. Матеріал, що досліджується, проходить через пристрій, пристрій передає дані на ЕОМ, де програма будує на підґрунті даних, що отримані, схему поверхні ліній за лінією. Кожна з ліній формується з ЗПЗ, а враховуючи, що ступінь забарвлення ЗПЗ пропорційна ступеню проникності оптичного середовища, то отримувана картина буде відповідати фактичному рівню проникності оптичного середовища, де відповідно зменшення або збільшення ступеня забарвленості зображення відповідає зменшенню або збільшенню ступеня оптичної проникності матеріалу.

Таким чином, авторами запропонованої корисної моделі досягнуто розширення функціональних можливостей пристрою за рахунок використання додатково внесених до схеми пристрою вимірювального блока з масивом датчиків, зовнішнього запам'ятовувального пристрою та системи автоматичної подачі матеріалу, що дає можливість вимірювання рівномірності оптичної проникності оптичних середовищ та побудови схеми зон з однорідною проникністю, а також одночасного вимірювання великої площі матеріалу.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

30 1. Цифровий пристрій для вимірювання проникності оптичних середовищ, що містить блок регулювання напруги, джерело еталонного освітлення, що складається з світлодіодів білого світіння з температурою світла 5600 К, вимірювальний блок, який складається з блока датчиків визначення оптичної проникності матеріалу, а саме - трьох світлофільтрів (червоний, зелений, синій) і чотирьох світлочувливих елементів, та з чотирьох нормувальних підсилювачів і 4-канального АЦП, світловий потік, проходячи від світлодіодів еталонного освітлення через оптичне середовище та світлофільтри, попадає на світлочувливі елементи, які з'єднані з входами нормувальних підсилювачів, крім того світлодіоди, світлочувливі елементи та об'єкт дослідження знаходяться у паралельних одна одній площинах, 4-канальний АЦП своїми входами з'єднаний з виходами чотирьох нормувальних підсилювачів, а виходом - з мікроконтролером, виходи якого з'єднані з блоком регулювання напруги, який регулює яскравість світіння світлодіодів та мікросхемою інтерфейсу USB, вихід якого з'єднаний з ЕОМ, який **відрізняється** тим, що додатково містить зовнішній запам'ятовувальний пристрій, систему автоматичної подачі оптичного матеріалу та n вимірювальних блоків, де n може бути від n=1 до 45 N в залежності від розмірів об'єкта дослідження, причому датчики розташовані в одну лінію, щільно один до одного, та мають кількість n, що достатня для виконання вимірювань по всій ширині оптичного матеріалу, третій вихід мікроконтролера з'єднаний зі входом зовнішнього запам'ятовувального пристрою.

50 2. Цифровий пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що як світлочувливі елементи використовують фотодіоди.



Комп'ютерна верстка В. Юкін

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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