



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **123529** (13) **U**
(51) МПК (2018.01)
G01J 3/46 (2006.01)
G01R 21/133 (2006.01)
G02B 5/20 (2006.01)
F21V 9/00

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

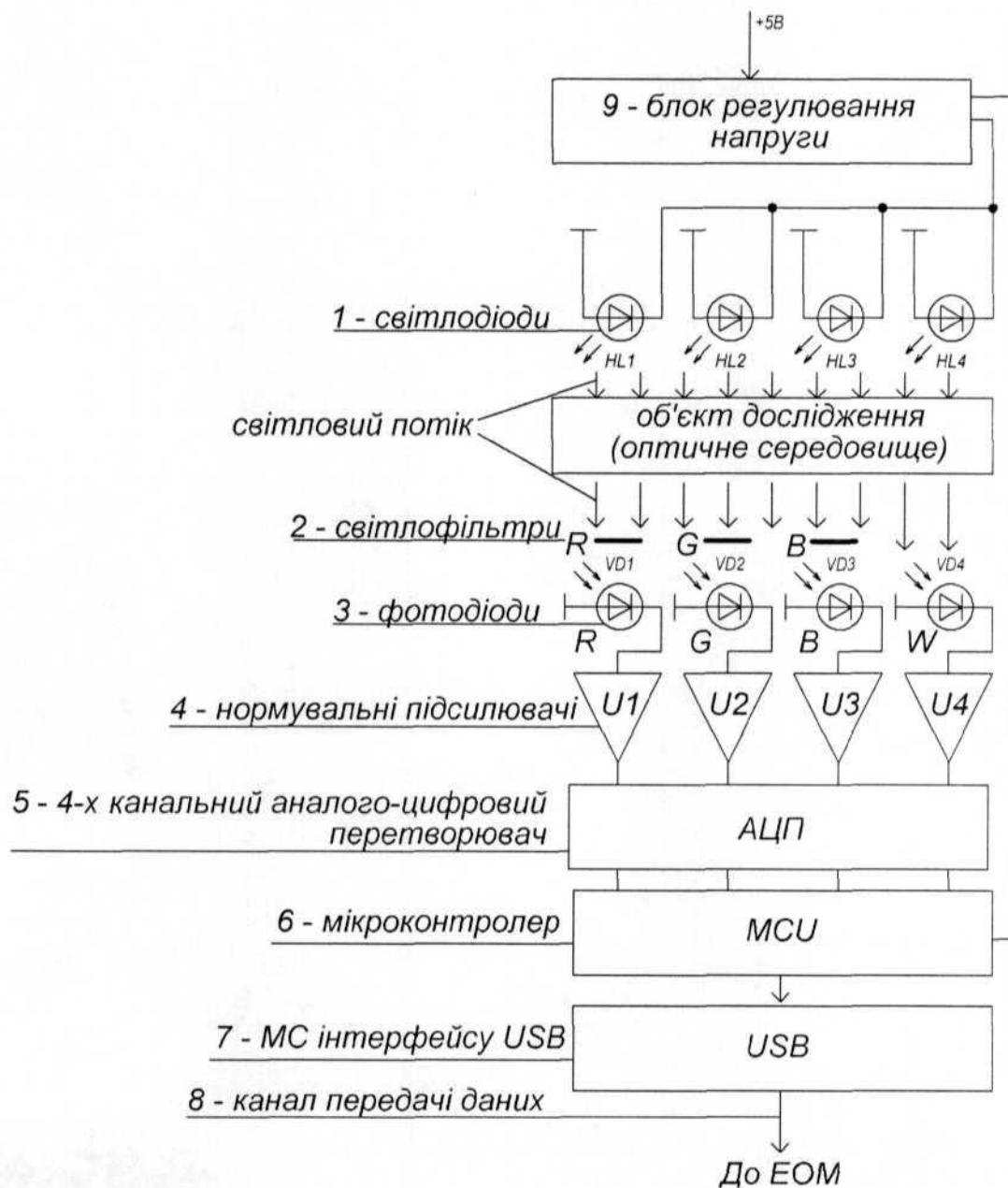
(21) Номер заявки: u 2017 10294	(72) Винахідник(и): Хорошайло Юрій Євгенович (UA), Семенов Сергій Геннадійович (UA), Лимаренко Вячеслав Володимирович (UA), Єфименко Сергій Андрійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 25.10.2017	(73) Власник(и): ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ, пр. Науки, 14, м. Харків, 61166 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 26.02.2018	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 26.02.2018, Бюл.№ 4	

(54) ЦИФРОВИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ПРОНИКНОСТІ ОПТИЧНИХ СЕРЕДОВИЩ

(57) Реферат:

Цифровий пристрій для вимірювання проникності оптичних середовищ містить джерело еталонного освітлення, що складається з світлодіодів білого світіння з температурою світла 5600 К, три світлофільтри (червоний, зелений, синій), чотири світлочутливі елементи та чотири нормувальні підсилювачі, світловий потік, проходжуючи від світлодіодів еталонного освітлення через оптичне середовище та світлофільтри, попадає на світлочутливі елементи, які з'єднані з входами нормувальних підсилювачів, крім того світлодіоди, фотодіоди та об'єкт дослідження знаходяться у паралельних одна одній площинах. Додатково введені 4-канальний АЦП, що своїми входами з'єднаний з виходами чотирьох нормувальних підсилювачів, а виходами - з мікроконтролером, що виходами з'єднаний з блоком регулювання напруги, який регулює яскравість світіння світлодіодів, та мікросхемою інтерфейсу USB, вихід інтерфейсу з'єднаний з ЕОМ.

UA 123529 U



Корисна модель належить до пристроїв для вимірювання проникності оптичних середовищ і може бути використана для точного визначення ступеню проникності оптичних середовищ (матеріалів) світлом та ступеню зміни кольору світла при проходженні через дані середовища (матеріали).

Найбільш близьким до запропонованої корисної моделі є цифровий датчик для вимірювання проникності оптичних середовищ [патент UA № 115350, МПК G01J 3/46 опубл. 10.04.2017, бюл. № 7], який містить джерело еталонного освітлення, три світлофільтри, чотири світлочутливі елементи та чотири нормувальні підсилювачі, світловий потік, проходячи від світлодіодів еталонного освітлення через оптичне середовище та світлофільтри, попадає на світлочутливі елементи, які з'єднані з входами нормувальних підсилювачів, чотири АЦП, входи котрих з'єднані з виходами нормувальних підсилювачів, а виходи - з входами регістру стану, що виходом послідовно з'єднаний з входом інтерфейсу, вихід інтерфейсу з'єднаний з ЕОМ, крім того світлодіоди, фотодіоди та об'єкт дослідження знаходяться у паралельних одна одній площинах.

До недоліків даного пристрою належать: неможливість вимірювання проникності оптичних середовищ світловим потоком змінної яскравості; неможливість обробки даних безпосередньо пристроєм, без використання ЕОМ; низька швидкодія за рахунок почергової передачі даних кожного з каналів вимірювання.

В основу корисної моделі поставлена задача розширення функціональних можливостей пристрою за рахунок додавання функції вимірювання ступеню проникності оптичних середовищ (будь-яких матеріалів, що пропускають світло) світловим потоком змінної яскравості; додавання функції обробки даних безпосередньо пристроєм; підвищення швидкодії за рахунок використання 4-канального АЦП, мікроконтролеру та інтерфейсу USB.

Поставлена задача вирішується тим, що цифровий датчик вимірювання проникності оптичних середовищ, містить джерело еталонного освітлення, що складається з світлодіодів білого світіння з температурою світла 5600K, три світлофільтри (червоний, зелений, синій), чотири світлочутливі елементи та чотири нормувальні підсилювачі, 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, фотодіоди та об'єкт дослідження знаходяться у паралельних одна одній площинах. Додатково введені 4-канальний АЦП, що своїми входами з'єднаний з виходами чотирьох нормувальних підсилювачів, а виходами - з мікроконтролером, що виходами з'єднаний з блоком регулювання напруги, який регулює яскравість світіння світлодіодів, та мікросхемою інтерфейсу USB, вихід інтерфейсу з'єднаний з ЕОМ.

Суть корисної моделі пояснює креслення.

На кресленні зображена схема реалізації запропонованого пристрою. Схема цифрового пристрою для вимірювання проникності оптичних середовищ складається з світлодіодів HL1-HL4-1, трьох світлофільтрів (R, G, B) - 2, фотодіодів VD1-VD4-3, нормувальних підсилювачів U1-U4-4, 4-канальний АЦП - 5, мікроконтролеру MCU-6, мікросхеми інтерфейсу USB-7, каналу передачі даних до ЕОМ (персональний комп'ютер і т.п.) -- 8, блоку регулювання напруги - 9.

Фільтри RGB не повинні перебивати світловий потік, що падає на фотодіоди W. Для запобігання неточності в роботі датчика рекомендується використовувати світлодіоди HL1-HL4 білого кольору з температурою 5600K. Для роботи датчику потрібне джерело живлення з напругою +5В.

Розглянемо більш докладніше роботу датчика. Датчик працює за рахунок того, що еталонний світловий потік (ЕСП) від джерела еталонного світла, колір та інтенсивність якого виміряні заздалегідь, до початку тесту, проходить через оптичне середовище, проникність якого вимірюється, частина ЕСП попадає на три кольорові фільтри R, G та B (2), які розділяють світловий промінь на три складові - червону, зелену та синю, та через них попадає на фотодіоди R, G, B (3), а частина ЕСП напряму попадає на фотодіоди W (3). Фотодіоди (3) працюють в фотоперетворювальному режимі, тобто в залежності від інтенсивності світла відповідного каналу, змінюють величину струму, що проходить через них. Струм з фотодіодів (3) по чотирьох каналах передається на чотири нормувальні підсилювачі постійного струму (4), що призначені для нормалізації вхідного сигналу від фотодіодів до рівня, достатнього для роботи 4-канального АЦП (5), після чого сигнал передається на АЦП (5). Аналоговий сигнал, що перетворений за допомогою АЦП (5) в цифровий, передається по чотирьох каналах одночасно на мікроконтролер (6), де за допомогою програмного забезпечення, що в нього встановлено, обробляється. Отримані дані передаються на мікросхему інтерфейсу USB (7) і далі по каналу передачі даних (8) на ЕОМ. При необхідності проведення вимірювань ступеню проникності оптичних середовищ світловим потоком змінної яскравості, мікроконтролер подає відповідну команду на блок регулювання напруги (9), який зменшуючи або збільшуючи рівень напруги

живлення світлодіодів (1) тим самим зменшує або збільшує яскравість світлового потоку, і виконується декілька вимірювань в залежності від кількості ступенів зміни яскравості світлового потоку.

В мікроконтролері відбувається перетворення вхідного сигналу від фотодіодів R, G, B в систему XYZ, що стандартизована міжнародною комісією по освітленню CIE, по формулах:

$$X = k_{XR}R + k_{XG}G + k_{XB}B,$$

$$Y = k_{YR}R + k_{YG}G + k_{YB}B,$$

$$Z = k_{ZR}R + k_{ZG}G + k_{ZB}B,$$

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 чого значення X, Y, Z, що отримані в результаті розрахунків, перераховуються в координати кольору x та y для діаграми кольору CIExy по формулах:

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

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

Отримані координати x та y визначають розташування кольору на площині діаграми кольору CIExy, що дозволяє однозначно ідентифікувати колір світлового променя, що пройшов через оптичне середовище, що досліджується. В разі, якщо отримані результати відповідатимуть 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.

Для обчислення ступеню проникності оптичного середовища, тобто ступеню зменшення інтенсивності світлового потоку, що пройшов через оптичне середовище, використовується сигнал від фотодіодів W (3). Фотодіоди W (3) 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.

Таким чином авторами запропонованої корисної моделі досягнуто розширення функціональних можливостей пристрою за рахунок додавання функції вимірювання ступеню проникності оптичних середовищ (матеріалів) світловим потоком змінної яскравості; додавання функції обробки даних безпосередньо пристроєм та підвищення швидкодії за рахунок використання 4-канального АЦП, мікроконтролеру та інтерфейсу USB.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Цифровий пристрій для вимірювання проникності оптичних середовищ, що містить джерело еталонного освітлення, що складається з світлодіодів білого світіння з температурою світла 5600 K, три світлофільтри (червоний, зелений, синій), чотири світлочутливі елементи та чотири нормувальні підсилювачі, світловий потік, проходжуючи від світлодіодів еталонного освітлення через оптичне середовище та світлофільтри, попадає на світлочутливі елементи, які з'єднані з входами нормувальних підсилювачів, крім того світлодіоди, фотодіоди та об'єкт дослідження знаходяться у паралельних одна одній площинах, який відрізняється тим, що в нього додатково введені 4-канальний АЦП, що своїми входами з'єднаний з виходами чотирьох нормувальних підсилювачів, а виходами - з мікроконтролером, що виходами з'єднаний з блоком

регулювання напруги, який регулює яскравість світіння світлодіодів, та мікросхемою інтерфейсу USB, вихід інтерфейсу з'єднаний з EOM.

