



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **99287**

(13) **U**

(51) МПК

**G01N 21/55** (2014.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2014 13769**

(22) Дата подання заявки: **22.12.2014**

(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **25.05.2015**

(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: **25.05.2015, Бюл.№ 10**

(72) Винахідник(и):

**Золот Анатолій Іванович (UA),  
Ходаковський Микола Іванович (UA),  
Будник Віталій Миколайович (UA)**

(73) Власник(и):

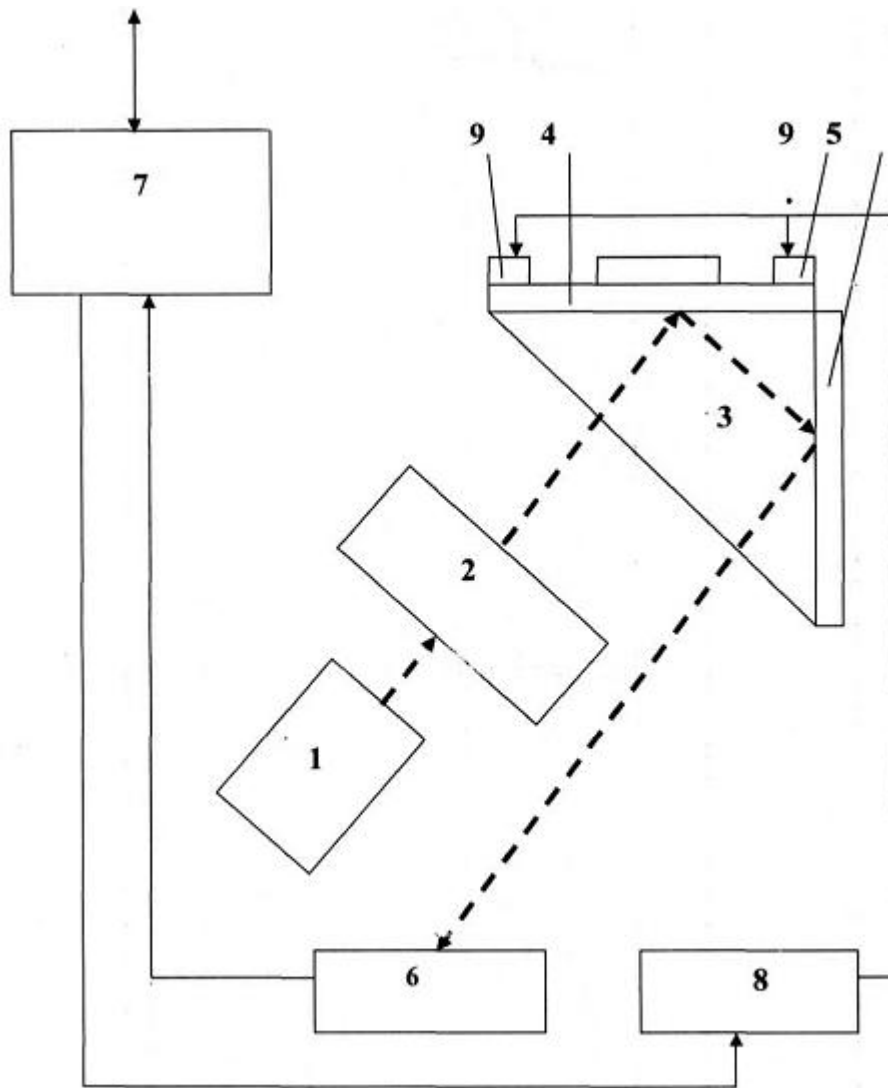
**ІНСТИТУТ КІБЕРНЕТИКИ ІМЕНІ В.М.  
ГЛУШКОВА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ  
НАУК УКРАЇНИ,  
просп. Глушкова, 40, м. Київ, 03187 (UA)**

## (54) ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ СЕНСОРНИЙ ПРИСТРІЙ

### (57) Реферат:

Інтелектуальний сенсорний пристрій містить джерело світла, вихід якого оптично зв'язаний з входом поляризатора, вихід якого оптично зв'язаний через оптичну ретропризму з рецепторною плівкою та дзеркальним покриттям, розташованим під кутом 90°, з входом детекторної структури, вихід якої зв'язаний з входом мікроконвертера, перший вихід якого є входом-виходом пристрою. Додатково введено металеві електроди та блок керуючих напруг, вхід якого з'єднаний з другим виходом мікроконтролера, а вихід з'єднаний з металевими електродами, розташованими на оптичній ретропризмі.

**UA 99287 U**



Корисна модель належить до мікрооптоелектронної техніки і може бути використана в технологічних процесах побудови сенсорних пристроїв.

Інтелектуальні сенсори мають видавати користувачеві інформацію в найбільш зручній для нього формі, надавати йому можливості змінювати режими роботи сенсора, впливати на функціонування, привертати увагу користувача у критичних та інших передбачених ситуаціях. Вказані пристрої є інформаційними приладами, призначеними для здобування інформації про контрольований об'єкт чи процес, та дають можливість обробляти та класифікувати необхідні ознаки за фізичною природою первинних інформаційних сигналів.

Корисна модель стосується аналітичної техніки для біохімічних аналізів і може бути використана для детектування та кількісного визначення речовин в імунології, біотехнології, контролі харчових продуктів, визначенні шкідливих домішок і небезпечних вірусів та вимірювання малих магнітних і електричних полів на поверхні тіла людини.

Відомі сенсорні пристрої, дія яких базується на використанні фізичного явища поверхневого плазменного резонансу в тонких металевих чи напівпровідникових плівках при їх опроміненні поляризованим світлом. При певних умовах спостерігається зміна інтенсивності відбитого світла, за характером якої можна зробити висновки про властивості як самої плівки, так і об'єкту, розміщеного на її поверхні.

Відомий оптичний сенсор [Giebel K.-F., Bechinger C., Herminghaus S. et al. Imaging of Cell/Substrate Contacts of Living Cells with Surface Plasmon Resonance Microscopy. // Biophysical Journal. - 1999. - V. 76, No. 1. - P. 509-516], який має оптично зв'язані лазерний діод як джерело світла, поляризатор, оптичну ретропризму з чутливою рецепторною плівкою та дзеркальним покриттям, розташованим під кутом  $90^\circ$  до рецепторної плівки, і цифрову фотокамеру з матричним фотоприймачем.

Спільними ознаками аналога та пристрою, що заявляється, є: джерело світла, поляризатор, оптична ретропризма з чутливою рецепторною плівкою та дзеркальним покриттям, розташованим під кутом  $90^\circ$  до рецепторної плівки, і детекторна структура.

Причиною, що перешкоджає досягненню поставленої задачі, є те, що в ньому також не може бути реалізовано визначення кількості речовини з високою роздільною здатністю елементів в нанесеному зразку або одночасне вимірювання слабких магнітних і електричних полів на поверхні тіла людини. Таким чином функціональні можливості даного пристрою аналога обмежені.

Відомий оптичний сенсор [Боюн В.П., Войтович І.Д., Корсунський В.М., Косогор О.М., Романов В.О., Сабельников Ю.А., Стародуб М.Ф., Тупчієнко А.А., Яворський І.О. Сенсорний пристрій. - Пат. України № 78998, бюл. "Промислова власність", № 6, 2007], який має оптично зв'язані смужковий напівпровідниковий лазер як джерело світла, поляризатор, оптичну ретропризму з чутливою рецепторною плівкою та дзеркальним покриттям, розташованим під кутом  $90^\circ$  до рецепторної плівки, і фотодетекторну структуру у вигляді матриці фоточутливих елементів із структурами на поверхнево-зв'язаних зарядах.

Спільними ознаками аналогу та пристрою є: джерело світла, поляризатор, оптична ретропризма з чутливою рецепторною плівкою та дзеркальним покриттям, розташованим під кутом  $90^\circ$  до рецепторної плівки, і детекторна структура.

Причиною, що перешкоджає досягненню поставленої задачі, є те, що в ньому не може бути реалізовано визначення кількості речовини з високою роздільною здатністю елементів в нанесеному зразку або одночасне вимірювання слабких магнітних і електричних полів на поверхні тіла людини. Таким чином функціональні можливості даного пристрою аналога обмежені.

Найбільш близьким технічним рішенням по сукупності співпадаючих вузлів пристрою є оптичний інтелектуальний сенсор [Золот А.І., Ходаковський М.І. Інтелектуальний сенсор.- Пат. України на винахід № 104233, бюл. "Промислова власність" № 1, 2014], який має оптично зв'язані ультрафіолетовий (УФ) лазер як джерело світла, поляризатор, оптичну ретропризму з чутливою рецепторною плівкою та дзеркальним покриттям, розташованим під кутом  $90^\circ$  до рецепторної плівки, і фотодетекторну структуру у вигляді детекторної матриці ультрафіолетової камери.

Спільними ознаками прототипу та пристрою є: джерело світла, поляризатор, оптична ретропризма з чутливою рецепторною плівкою та дзеркальним покриттям, розташованим під кутом  $90^\circ$  до рецепторної плівки, і детекторна структура.

Причиною, що перешкоджає досягненню поставленої задачі, є те, що в ньому не може бути реалізовано визначення кількості речовини з високою роздільною здатністю елементів в нанесеному зразку або одночасне вимірювання слабких магнітних і електричних полів на

поверхні тіла людини. Таким чином функціональні можливості даного пристрою-прототипу обмежені.

В основу корисної моделі поставлена задача створити такий пристрій, в якому через введення нових елементів було б можливо реалізувати визначення кількості речовини з високою роздільною здатністю елементів в нанесеному зразку та одночасне вимірювання слабких магнітних і електричних полів на поверхні тіла людини, що дозволить суттєво розширити функціональні можливості пристрою, що пропонується.

Поставлена задача вирішується тим, що інтелектуальний сенсорний пристрій, який включає джерело світла, вихід якого оптично зв'язаний з входом поляризатора, вихід якого оптично зв'язаний через оптичну ретропризму з чутливою рецепторною плівкою зі зразком та дзеркальним покриттям, вихід якого оптично з'єднаний з входом детекторної структури, вихід якої з'єднаний з мікроконвертером, згідно з корисною моделлю, додатково містить металеві електроди та блок керуючих напруг, вхід якого з'єднаний з другим виходом мікроконтролера, а вихід з'єднаний з металевими електродами.

Відмінною ознакою інтелектуального сенсорного пристрою є введення металевих електродів та блока керуючих напруг, вхід якого з'єднаний з другим виходом мікроконтролера, а вихід з'єднаний з металевими електродами для аналізу стану досліджуваного об'єкта на рецепторній плівці або поверхні тіла людини.

Ця відмінна ознака пристрою, що пропонується, дозволяє реалізувати визначення кількості речовини з високою роздільною здатністю елементів в нанесеному зразку та одночасне вимірювання слабких магнітних і електричних полів на поверхні тіла людини, що дозволить суттєво розширити функціональні можливості пристрою, що пропонується.

На кресленні представлена структурна схема інтелектуального сенсора. Структурна схема інтелектуального сенсорного пристрою містить джерело світла 1, вихід якого оптично зв'язаний з входом поляризатора 2, вихід якого оптично зв'язаний через оптичну ретропризму 3 з чутливою рецепторною плівкою 4 та із дзеркальним покриттям 5, розташованим під кутом 90°, з входом детекторної структури 6, вихід якої зв'язаний з входом мікроконвертера 7, перший вихід якого є входом-виходом пристрою, а другий вихід з'єднаний з входом блока керуючих напруг 8, вихід якого з'єднаний з металевими електродами 9.

Мікроконвертер 7 представлений мікроконвертером ADuC 812 фірми Analog Devices. Він має частоту тактових імпульсів до 25 МГц при напрузі живлення 5 В і до 16 МГц - при напрузі живлення 3 В. Залежно від потреби частота тактових імпульсів регулюється автоматично, що дозволяє мінімізувати споживану потужність. У мікроконвертерах реалізовані три типи інтерфейсів: UART, SPI та I<sup>2</sup>C, що дозволяє здійснювати з'єднання з ПЕОМ, мережами зв'язку і вихід на матричний індикатор.

Мікроконвертер ADuC має зручні налагоджувальні плати, що дозволяє скоротити термін розробки дослідних зразків портативних сенсорів та здійснювати налагодження і робоче програмування у їх виробництві. Налагоджувальна плата Quick Start (EVAL-ADuC 812 QS) містить інтерфейс RS-232, зовнішню пам'ять 32 К SRAM, аналогові входи/виходи, блок живлення. Плата супроводжується повним програмним забезпеченням: асемблером, CI-компілятором, симулятором, завантажувачем і дебагером під Windows. Налагоджувальний набір QuickStart-Plus забезпечує всі необхідні процедури з програмування, тестування і створення базових додатків на CI чи асемблері. Набір містить CI-компілятор, макроасемблер, симулятор і емулятор, а також спеціальну оцінювальну плату та інтерфейс RS-232 для з'єднання з ПК.

Мікроконтролер складається з 8-розрядного обчислювального ядра, пам'яті програм і даних, трьох 16-розрядних таймерів/лічильників, "wartового" таймера, монітора джерела живлення і периферійних мікроконтролерів, які реалізують три типи зовнішніх інтерфейсів: UART, SPI, I<sup>2</sup>C. У контролері є 32 програмовані входи/виходи, скомпоновані в чотири 8-розрядних порти, з яких порт 3 (P3) має підвищену навантажувальну здатність.

Кожен з таймерів складається з двох 8-розрядних регістрів і може бути використаний як таймер і як лічильник. Таймери 0 і 1 при переповненні генерують переривання. Передбачені три входи (T0, T1, T2) для зовнішніх, тактових імпульсів. "Вартовий" таймер призначений для формування внутрішнього сигналу скидання у разі, коли "зависає" програма або виникає програмна чи апаратна помилка. Тактова частота "wartового" таймера становить 64 кГц. Тривалість контрольованого інтервалу - від 16 до 204 мс.

Монітор джерела живлення здійснює контроль за напругою живлення аналогових і цифрових схем у діапазоні від 2,6 до 4,6 В. Робоче значення напруги живлення задає користувач для забезпечення підтримки обробки отриманої інформації від зразка.

Об'єкт дослідження може бути біохімічним препаратом, речовиною з певними домішками, які необхідно кількісно визначити, або поверхнею тіла людини.

Чутлива рецепторна плівка 4 є плівкою, напиленою із золота марки Зл 999,9 (ГОСТ 30649-99) товщиною 40-50 нм.

5 Два X та два Y металеві керуючі електроди 9 виготовляються в одному технологічному циклі з рецепторною плівкою 4 і з того ж матеріалу.

Дзеркальне покриття 6 виконане із застосуванням структур  $\text{AgNO}_3$ .

10 Кварцова оптична ретропризма 3 виготовлена із кварцового скла марки КУ-1. Відповідно до конструкції ретропризми 3 розраховуються керуючі  $U_x$  та  $U_y$  електричні напруги, які створюють необхідну величину напруженості електричного поля, відповідно, між двома X та двома Y електродами для зсуву зображення рельєфу електричного поля відносно рельєфу магнітного поля на поверхні тіла людини в X та Y напрямках. Основним параметром розрахунку є внутрішня відстань між двома X та двома Y електродами.

15 Вузол керуючих напруг 8 забезпечує роздільно зміни  $U_x$  та  $U_y$  в межах від 0 до 19 В і може керуватись як в ручному режимі, так і програмно. Вузол 8 виготовлений на основі двох адаптерів електричного струму марки AD-6019 з вхідною напругою змінного струму  $U_{вх} \sim 110-240$  В та вихідною напругою постійного струму  $U_{вих} = 19$  В.

20 Поляризатор 2, ультрафіолетовий лазер 1 та фотодетекторна УФ структура 6 використані із комплектуючих ультрафіолетової камери типу Baumer EXG Camera фірми Baumer Optronik GmbH, Радеберг, Німеччина.

25 Особливістю застосування ультрафіолетового світла є його здатність реагувати з біологічними та органічними матеріалами. Так при довжині хвилі вказаного світла 100-280 нм його промінь доцільно застосовувати при роботі з органічними та неорганічними матеріалами. При довжині хвилі 280-400 нм промінь може використовуватись при роботі з біологічними матеріалами, оскільки промінь з меншою довжиною хвилі здатний пошкодити досліджуваний об'єкт через високу бактеріоцидну властивість променя, що застосовується. В загальному вигляді конструкція фотодетекторної УФ-структури 6 є матрицею елементів із структурами на поверхнево-зв'язаних зарядах. Кожний з вказаних елементів виконаний на кремнієвій підкладці р-типу з каналами напівпровідника n-типу. Над каналами є електроди з полікристалічного кремнію з ізолюванням шаром з оксиду кремнію. Після подачі на такий електрод електричного потенціалу, в збідненій зоні під каналом n-типу виникає потенційна яма, яка спроможна зберігати електрони. Фотон, що проникає в кремній, викликає генерацію електрона, який притягується потенційною ямою та залишається в ній. Більша кількість фотонів забезпечує більший заряд ями. Потім необхідно зчитувати значення цього заряду у вигляді фотоструму та підсилити його.

30 Зчитування фотострумів з матриці елементів із структурами на поверхнево-зв'язаних зарядах здійснюється послідовними регістрами зсуву, які перетворюють строчку зарядів на вході в серію імпульсів на виході. Таким чином аналоговий сигнал далі надходить на підсилювач.

40 Пристрій, що заявляється, працює наступним чином. При дослідженні концентрації речовини, кількість якої потрібно визначити в об'єкті дослідження, чутлива рецепторна плівка 4 приводиться в контакт з об'єктом і витримується необхідний час до завершення процесу адсорбції молекул речовини на рецепторній плівці. Потім вмикають лазер 1 і через поляризатор 2 пучок р-поляризованого світла входить в оптичну ретропризму 3 і спрямовується на рецепторну плівку 4. Взаємодіючи з плівкою 4, світло відбивається таким чином, що при кутах відбивання, близьких до резонансного кута поверхневого плазмонного резонансу, інтенсивність відбитого світла змінюється. Характер розподілу інтенсивності відбитого УФ-світла при кутах, близьких до резонансу поверхневого плазмонного резонансу, надає інформацію про властивості досліджуваного об'єкта та його якісні і кількісні параметри. Відбите від рецепторної плівки 4 світло відбивається від дзеркального покриття 5, виходить з оптичної кварцової ретропризми 3, надходить на вхід фотодетекторної УФ-структури 6. Далі електричний сигнал від фотодетекторної УФ-структури надходить в мікроконвертер 7.

50 При дослідженні слабких магнітних та електричних полів на поверхні тіла людини чутлива рецепторна плівка 4 приводиться в контакт з поверхнею тіла людини. Потім вмикають лазер 1 та блок керуючих електричних напруг 8. Далі проходження оптичних та електричних сигналів відбувається, як вказано вище. Після появи на екрані комп'ютера зображення рельєфів електричних та магнітних полів блоком керування електричних напруг 8 в ручному режимі або програмно задаються необхідні величини постійних електричних напруг  $U_x$  або  $U_y$  для потрібного розміщення зображення рельєфу електричного поля відносно зображення рельєфу магнітного поля при аналізі стану досліджуваного об'єкта.

Інтелектуальний сенсорний пристрій, що заявляється, при обробці інформації про досліджуваний об'єкт за допомогою поверхневого плазмонного резонансу може бути використаний при дослідженні елементів зразків в одиниці нанометрів та менше. Підкладки для реєстрації поверхневого плазмонного резонансу здатні визначати кутовий зсув мінімуму відбиття р-поляризованого світла при найменших змінах показника заломлення або товщини досліджуваного шару.

Програми налагодження програмних модулів дозволяють перевіряти виконання окремих команд чи зазначених послідовностей команд, підраховувати число витрачених на це машинних тактів, імітувати переривання чи надходження некоректних даних, розгалуження за умовою тощо.

Налагодження програми роботи сенсора здійснюють у кілька етапів:

- автономне налагодження кожного окремого програмного модуля в статичному режимі, тобто без врахування часового перебігу послідовності команд;

- визначення часу роботи критичних програмних модулів (у першу чергу, модулів обробки переривань) за найскладніших умов і, якщо необхідно, коригування програм, щоб забезпечити вимоги щодо часу їх роботи;

- комплексне налагодження всієї програми в статичному режимі;

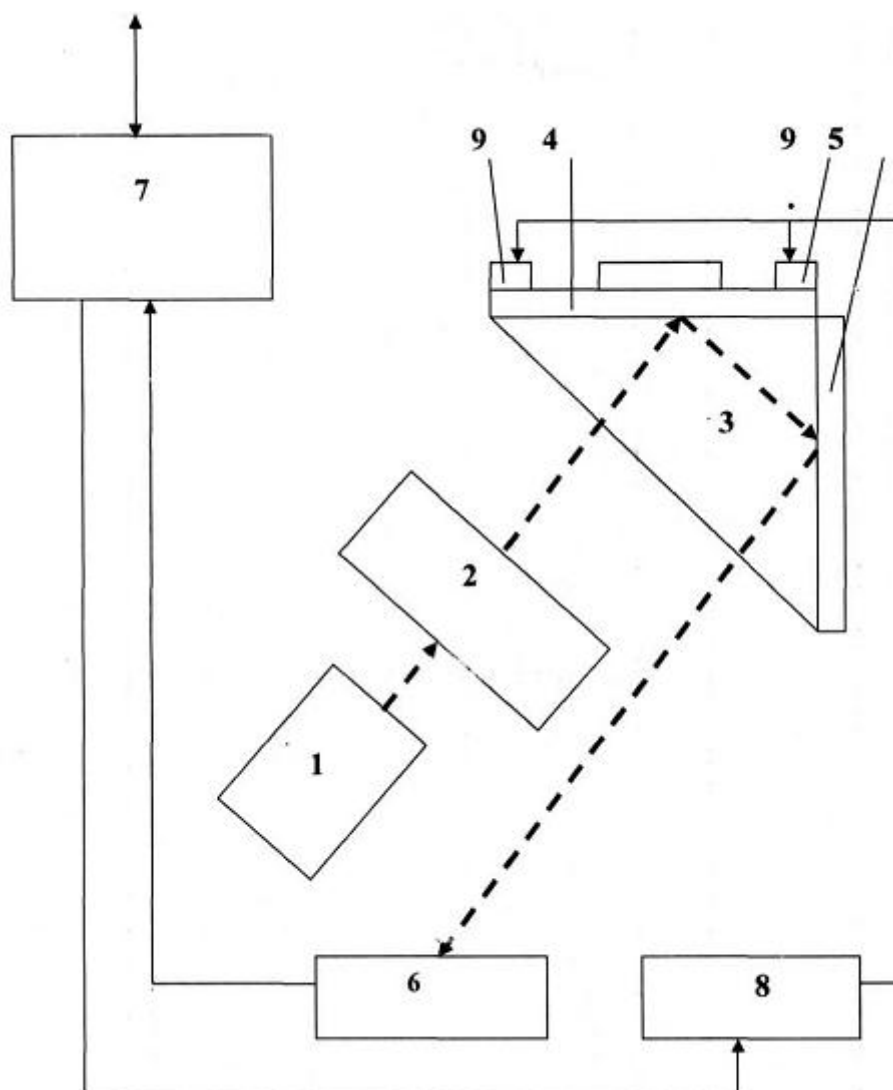
- комплексне налагодження всієї програми в динамічному режимі, тобто з урахуванням фактора часу.

На етапі налагодження використовуються контрольні приклади, підібрані при алгоритмізації програмних модулів. І з урахуванням досвіду налагодження програмні модулі коригують і підбирають нові, щоб отримати "заготовку" для майбутніх контрольних випробувань програми.

Сучасний рівень мікрооптоелектроніки дозволяє розробити та побудувати інтелектуальний сенсорний пристрій, що заявляється.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Інтелектуальний сенсорний пристрій, що містить джерело світла, вихід якого оптично зв'язаний з входом поляризатора, вихід якого оптично зв'язаний через оптичну ретропризму з рецепторною плівкою та дзеркальним покриттям, розташованим під кутом  $90^\circ$ , з входом детекторної структури, вихід якої зв'язаний з входом мікроконвертера, перший вихід якого є входом-виходом пристрою, який **відрізняється** тим, що додатково містить металеві електроди та блок керуючих напруг, вхід якого з'єднаний з другим виходом мікроконтролера, а вихід з'єднаний з металевими електродами, розташованими на оптичній ретропризмі.



Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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