



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 78142

(13) U

(51) МПК

G01N 21/55 (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2012 10376**

(22) Дата подання заявки: **03.09.2012**

(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **11.03.2013**

(46) Публікація відомостей **11.03.2013, Бюл.№ 5**  
про видачу патенту:

(72) Винахідник(и):

**Золот Анатолій Іванович (UA),  
Ходаковський Микола Іванович (UA)**

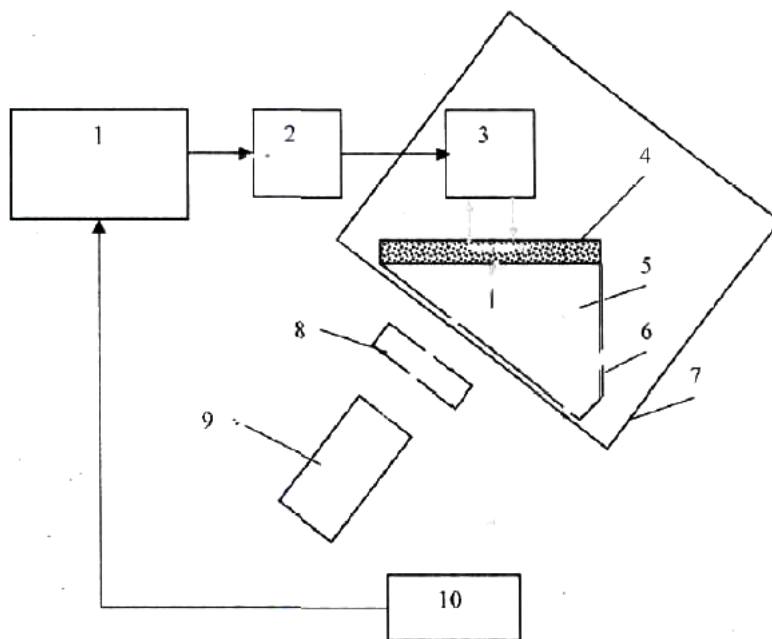
(73) Власник(и):

**ІНСТИТУТ КІБЕРНЕТИКИ ІМ. В.М.  
ГЛУШКОВА НАН УКРАЇНИ,  
просп. Академіка Глушкова, 40, м. Київ-187,  
03187 (UA)**

## (54) ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ СЕНСОР

### (57) Реферат:

Інтелектуальний сенсор містить джерело світла, вихід якого оптично зв'язаний з входом поляризатора, вихід якого оптично зв'язаний через оптичну ретропризму із тонкою металевою плівкою та із дзеркальним покриттям. Вихід останнього оптично з'єднаний з входом детекторної структури, вихід якої через вузол впливу на об'єкт по зворотному зв'язку з'єднаний із зразком, розміщеним на тонкій металевій плівці. Джерело світла виконане у вигляді ультрафіолетового лазера, а детекторна структура виконана у вигляді детекторної матриці ультрафіолетової камери.



UA 78142 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 та визначенні шкідливих домішок і небезпечних вірусів.

Відомі сенсорні пристрої, дія яких базується на використанні фізичного явища поверхневого плазмонного резонансу (ППР) 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 речовини, нанесеної на її поверхню.

Відомий оптичний сенсор [Suzuki M., Ozama F... Sugimoto W., Aso S. Miniaturization of SPR immunosensors.- Analytical Sciences, 2001, v.17, p. 1265-1267], який має оптично пов'язані світлодіод як джерело світла, поляризатор, оптичну ретропризму з чутливою рецепторною плівкою та дзеркальним покриттям, розташованим під кутом  $90^\circ$  до рецепторної плівки і лінійку фотодетекторів.

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 мети, є те, що в ньому не може бути реалізовано визначення кількості речовини з високою роздільною здатністю елементів в нанесеному зразку. Тобто функціональні можливості його обмежені.

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 пов'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 мети, є те, що в ньому також не може бути реалізовано визначення кількості речовини з високою роздільною здатністю елементів в нанесеному зразку. Таким чином, функціональні можливості даного пристрою обмежені.

Найбільш близьким технічним рішенням по сукупності співпадаючих вузлів пристрою є 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", 2007, № 6], який має оптично пов'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 фоточутливої ПЗЗ-матриці.

Спільними ознаками прототипу та пристрою, що пропонується, 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 мети, є те, що в ньому також не може бути реалізовано визначення кількості, речовини з високою роздільною здатністю елементів в нанесеному зразку. Таким чином, функціональні можливості даного пристрою 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, що дозволить суттєво розширити функціональні можливості пристрою, що пропонується.

Поставлена задача вирішується тим, що інтелектуальний сенсор, який пропонується і включає в себе оптично пов'язані ультрафіолетовий (УФ) лазер як джерело світла, поляризатор, оптичну кварцову ретропризму з чутливою рецепторною плівкою та дзеркальним покриттям, розташованим під кутом  $90^\circ$  до рецепторної плівки і фотодетекторну структуру від

УФ відеокамери, з'єднаної через мікроконвертер з комп'ютером та вузлом впливу на об'єкт по зворотному зв'язку.

На кресленні представлена структурна схема інтелектуального сенсору.

Структурна схема інтелектуального сенсору містить ультрафіолетовий лазер 9, вихід якого оптично зв'язаний з входом поляризатора 8, вихід якого оптично зв'язаний через кварцову ретропризму 5 з тонкою металевою плівкою 4 та дзеркальним покриттям 6, вихід якого оптично зв'язаний через кварцову ретропризму 5 з входом фотодетекторної УФ структури 10, вихід якої електрично зв'язаний з входом мікроконвертера 1, вихід якого взаємно з'єднаний з комп'ютером 11 та з входом вузла впливу на об'єкт по зворотному зв'язку 2, вихід якого зв'язаний із зразком 3, який розміщений на тонкій металевій плівці 4 та взаємно зв'язаний з нею електронними хвилями в робочому стані.

Мікроконвертер 1 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, СІ-компілятором, симулятором, завантажувачем і дебагером під Windows. Налагоджувальний набір QuickStart-Plus забезпечує всі необхідні процедури з програмування, тестування і створення базових додатків на СІ чи асемблері. Набір містить СІ-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 контролюваного 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.

Керування вузлом впливу на об'єкт по зворотному зв'язку 2 може здійснюватися програмою, яка знаходиться на зовнішньому носії пам'яті. Вплив на об'єкт дослідження може здійснюватись у широкому спектрі фізичних полів та випромінювань (магнітних, електричних, оптичних, радіаційних і інш.). Відповідно до методу впливу розробляється вузол впливу на об'єкт.

Зразок 3 може бути біохімічним препаратом або речовиною з певними домішками, які необхідно кількісно визначити.

Тонка металева плівка 4 є плівкою, напиленою із алюмінію марки F 995.

Кварцова оптична ретропризма 5 виготовлена із кварцового скла марки КУ-1.

Дзеркальне покриття 6 виконане із застосуванням структур AgNO<sub>3</sub>.

Непрозорий корпус 7 виконаний із гетинаксу марки V.

Поляризатор 8, ультрафіолетовий лазер 9 та фотодетекторна УФ структура 10 використані із комплектуючих ультрафіолетової камери типу Baumer EXG Camera фірми Baumer Optronik GmbH, Radeberg, Germany.

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 10 є матрицею ПЗЗ-елементів (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 ізолюваним 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.

Зчитування фотострумів ПЗЗ-елементів здійснюється послідовними регістрами зсуву, які перетворюють рядок зарядів на вході в серію імпульсів на виході. Таким чином, аналоговий сигнал далі надходить на підсилювач.

Пристрій, що заявляється, працює наступним чином.

Тонка металева плівка 4 приводиться в контакт з досліджуваною речовиною і витримується необхідний час до завершення процесу адсорбції молекул речовини, кількість якої потрібно визначити. Потім вмикають лазер 9 і через поляризатор 8 пучок світла входить в оптичну ретропризму 5 і спрямовується на металеву плівку 4.

Взаємодіючи з плівкою 4, світло відбивається таким чином, що при кутах відбивання, близьких до резонансного кута ППР, інтенсивність відбитого світла зменшується. Характер розподілу інтенсивності відбитого УФ світла при кутах, близьких до резонансу ППР, надає інформацію про властивості досліджуваного зразка 3, та кількісні параметри сорбованих молекул речовини на плівці 4.

Відбите від металевої плівки 4 світло відбивається від дзеркального покриття 6, виходить з оптичної кварцової ретропризми 5 і надходить на вхід фотодетекторної УФ структури 10.

Інтелектуальний сенсор, що заявляється, при обробці інформації про досліджуваний зразок за допомогою ППР може бути використаний при дослідженні елементів зразків в одиниці нанометрів та менше. Підкладки для реєстрації ППР 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. Налаштування 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.

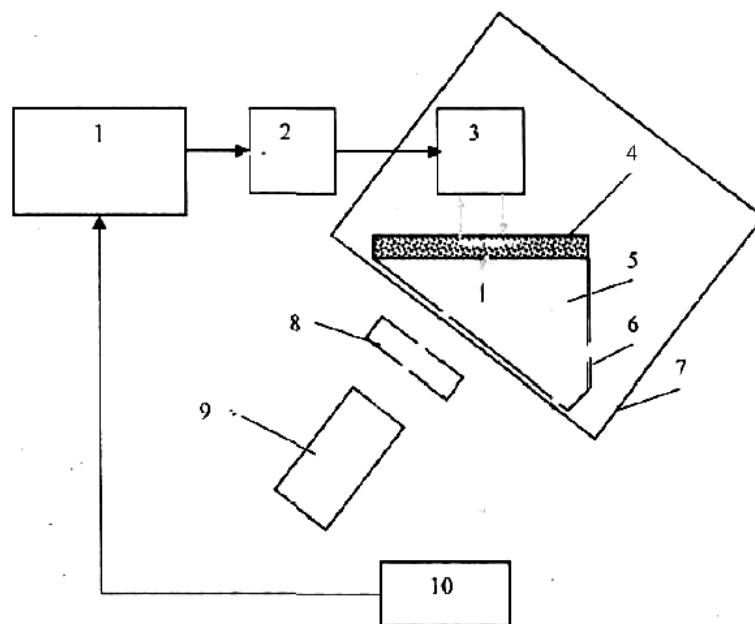
На етапі налагодження використовуються контрольні приклади, підібрані при алгоритмізації програмних модулів. І з урахуванням досвіду налагодження програмні модулі коригують і підбирають нові, щоб отримати "заготовку" для майбутніх контрольних випробувань програми.

Остаточне налагодження та доопрацювання програми роблять при налагодженні та за результатами попередніх випробувань діючого зразка інтелектуального сенсора.

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

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Інтелектуальний сенсор, який містить джерело світла, вихід якого оптично зв'язаний з входом поляризатора, вихід якого оптично зв'язаний через оптичну ретропризму із тонкою металевою плівкою та із дзеркальним покриттям, вихід якого оптично з'єднаний з входом детекторної структури, вихід якої через вузол впливу на об'єкт по зворотному зв'язку з'єднаний із зразком, розміщеним на тонкій металевій плівці, який **відрізняється** тим, що джерело світла виконане у вигляді ультрафіолетового лазера, а детекторна структура виконана у вигляді детекторної матриці ультрафіолетової камери.




---

Комп'ютерна верстка В. Мацело

---

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

---

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