



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **101752**

(13) **C2**

(51) МПК

G01N 21/55 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

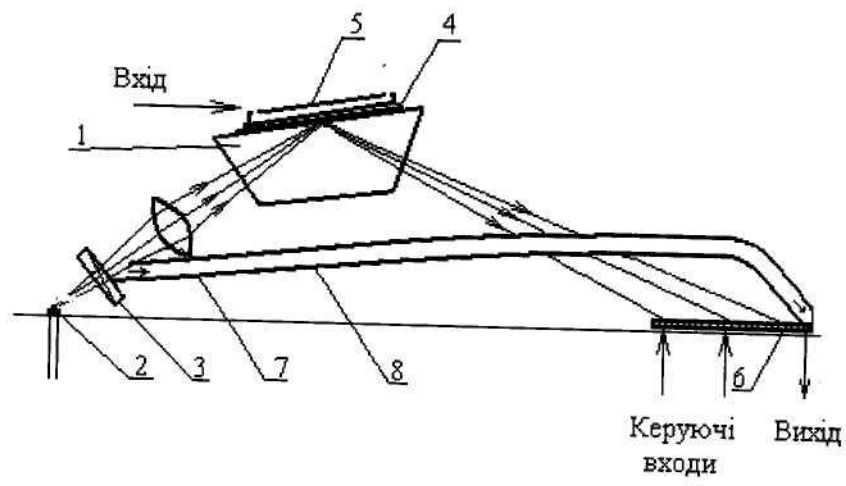
(21) Номер заявки:	а 2011 14235	(72) Винахідник(и):	Сутковий Павло Гнатович (UA), Багацький Валентин Олексійович (UA), Шпильовий Павло Борисович (UA)
(22) Дата подання заявки:	01.12.2011	(73) Власник(и):	ІНСТИТУТ КІБЕРНЕТИКИ ІМ. В.М. ГЛУШКОВА НАН УКРАЇНИ, пр. Академіка Глушкова, 40, м. Київ-187, 03187 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	25.04.2013	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	Suzuki M., Ozawa F., Sugimoto W., Aso S. Miniaturization of SPR Immunosensors. - Analytical Sciences. - 2001. - v.17. - p. 1265- 1267 UA 78998 C2, 10.05.2007 UA 90041 C2, 25.03.2010 UA 91404 C2, 26.07.2010 RU 2251681 C1, 10.05.2005 JP 9257695 A, 03.10.1997 TW 200902954 A, 16.01.2009 US 2003076501 A1, 24.04.2003 US 5255075 A, 19.10.1993
(41) Публікація відомостей про заяву:	27.08.2012, Бюл.№ 16		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	25.04.2013, Бюл.№ 8		

(54) СЕНСОРНИЙ ПРИСТРІЙ

(57) Реферат:

Сенсорний пристрій, який складається з призми, світлодіода, поляризатора, фокусуючої лінзи, чутливої рецепторної плівки, проточної комірки, лінійки фотодетекторів, світловоду, причому на одній з граней призми розміщена чутлива рецепторна плівка та проточна комірка, вихід світлодіода оптично зв'язаний з поляризатором, фокусуючою лінзою, чутливою рецепторною плівкою, лінійкою фотодетекторів, вхід проточної комірки є входом пристрою, вихід поляризатора оптично з'єднаний через світловід з лінійкою фотодетекторів, входи якої є керуючими входами пристрою, а вихід є виходом пристрою. Технічний результат. Підвищення роздільної здатності та точності пристрою.

UA 101752 C2



Винахід належить до галузі аналітичного приладобудування та призначений для застосування в приладах для аналізу хімічних і біохімічних речовин. Пристрій може використовуватися для швидкого високочутливого визначення та вимірювання концентрації речовин-аналітів, при проведенні біологічних аналізів та імунологічних тестів в клінічній практиці, в біотехнології, для контролю якості харчових продуктів та питної води, для визначення присутності і вимірювання концентрації шкідливих речовин та небезпечних хвороботворних вірусів.

Відомі сенсорні пристрої, дія яких базується на використанні фізичного явища поверхневого плазмонного резонансу (ППР) в тонких металевих чи напівпровідникових плівках, які розміщені на грані призми, при їх опроміненні поляризованим світлом під кутом з повним внутрішнім відбиванням від цієї грані. При реалізації ефекту ППР спостерігається зміна інтенсивності відбитого світла, за характером якої можна зробити висновки про властивості як самої плівки, так і речовини (наприклад, біологічної), нанесеної на поверхню плівки для аналізу (Salomon Z., Macleod H.A., Tollin G. Surface Plasmon Resonance Spectroscopy as a Tool for investigating the biochemical Properties of Membrane Protein Systems. II: Application to biological Systems // Biochimica et biophysica acta, 1997, N.1 331-P. 131-152; Shirshov Yu. Optoelectronic methods for biomolecular interaction analysis // Functional materials, 1998, v.5, N.3.- P.447-449; Starodub N.F., Pirogova L. V., Artyukh AS, Starodub V.N. Biospecific interactions on the optical transducer surface the base of infection diagnostics // Proc. of NATO ARW "Frontiers of Multifunctional Nanosystems.- Ed. Busaneva E., Scharff P.-2002, v. 57.- P. 369-376).

Відомий сенсорний пристрій, який працює на основі використання явища ППР (Патент України № 46018, Ширшов Ю.М., Венгер Є.Ф., Прохорович А.В. та ін. Спосіб детектування та визначення концентрації біомолекул та молекулярних комплексів та пристрій для його здійснення. МПК G01N 21/55. Заявл. 22.10.1997, опубл. 15.05.2002. - Бюл. № 5, кн. 1, с. 3161). Такий пристрій містить освітлювач з джерелом світла і поляризатором, прозору призму, один кут біля основи якої дорівнює 90° , а другий кут - куту поверхневого плазмонного резонансу $\pm 5^\circ$, тонку електропровідну або напівпровідникову плівку (чутлива рецепторна плівка), розміщену на одній з граней призми, блок керування призмою і фото детектор.

Цей пристрій вибраний нами як аналог.

Спільною ознакою пристрою-аналога і запропонованого нами сенсорного пристрою є наявність у них призми, чутливої рецепторної плівки і фотодетектора та пов'язаних оптичним зв'язком джерела світла, поляризатора, чутливої рецепторної плівки, фотодетектора.

Наявність електромеханічної системи кутового переміщення призми, використання як джерела світла гелій-неонового лазера, значне просторове розділення окремих функціональних вузлів, необхідність обробки отримуваної інформації на персональному комп'ютері призводять до того, що пристрій-аналог має відносно великі габарити та масу і може використовуватись лише як стаціонарний.

Обмежена точність електромеханічної системи повороту призми погіршує кутову роздільну здатність, а використання досить нестабільного за параметрами фотодіода як фотодетектора зменшують роздільну здатність вимірювань інтенсивності відбитого світла, а отже чутливість приладу і точність визначення концентрації аналіту.

Відомий малогабаритний ППР-сенсор Spreeta (Suzuki M, Ozawa F, Sugimoto W, Aso S Miniaturization of SPR Immunosensors. - Analytical Sciences, 2001, v.17, p. 1265-1267, www.ti.com/spreeta).

Цей пристрій вибраний нами як прототип.

Сенсор-прототип має призму, яка складається з світлодіода, поляризатора, лінійки фотодетекторів, та проточну комірку, причому на одній з граней призми розміщена чутлива рецепторна плівка, на іншій грані - дзеркальне покриття, проточна комірка прикріплена до грані призми з чутливою рецепторною плівкою, вихід світлодіода оптично пов'язаний з поляризатором, чутливою рецепторною плівкою, дзеркальним покриттям та лінійкою фотодетекторів, вхід проточної комірки є входом пристрою, входи лінійки фотодетекторів є керуючими входами пристрою, а вихід є виходом пристрою. В прототипі використовується світловий промінь з кутовою розбіжністю $3-4^\circ$.

Спільними ознаками прототипу і запропонованого нами сенсорного пристрою є те, що вони складаються з призми, світлодіода, поляризатора, чутливої рецепторної плівки, проточної комірки, лінійки фотодетекторів, причому вихід світлодіода оптично зв'язаний з входом поляризатора, на одній з граней призми розміщена чутлива рецепторна плівка та проточна комірка, чутлива рецепторна плівка оптично зв'язана з лінійкою фотодетекторів, вхід проточної комірки є входом пристрою, входи лінійки фотодетекторів є керуючими входами пристрою, а її вихід є виходом пристрою.

Причинами, що заважають досягненню бажаного технічного результату, є те, що в пристрої-прототипі використовуються світлодіод та лінійка фотодетекторів. Інтенсивність випромінювання та ступінь поляризації світла на виході світлодіода, чутливість елементів лінійки фотодетекторів суттєво залежать від температури та нестабільні з часом, тому точність

5

приладу, в якому використовується пристрій-прототип, досить низька. Крім того, використання розбіжних світлових променів призводить до того, що їх складові частини з різними кутами падіння відбиваються від різних точок рецепторної плівки, через що на криву поверхневого плазменного резонансу накладається поверхнева неоднорідність рецепторної плівки. Це знижує чутливість та точність пристрою.

10

В основу винаходу поставлена задача підвищення точності роботи пристрою.

Вирішення задачі досягається тим, що запропонований сенсорний пристрій, який складається з призми, світлодіода, поляризатора, чутливої рецепторної плівки, проточної комірки, лінійки фотодетекторів, причому вихід світлодіода оптично зв'язаний з входом поляризатора, на одній з граней призми розміщена чутлива рецепторна плівка та проточна

15

комірка, чутлива рецепторна плівка оптично зв'язана з лінійкою фотодетекторів, вхід проточної комірки є входом пристрою, входи лінійки фотодетекторів є керуючими входами пристрою, а її вихід є виходом пристрою, в який, згідно з винаходом, додатково введені фокусуюча лінза та світловід, причому вихід Поляризатора через фокусуючу лінзу оптично з'єднаний з чутливою рецепторною плівкою та через світловід - з лінійкою фотодетекторів.

20

Відмінними ознаками запропонованого пристрою є фокусуюча лінза та світловід, причому вихід поляризатора через фокусуючу лінзу оптично з'єднаний з чутливою рецепторною плівкою та через світловід - з лінійкою фотодетекторів.

Введення в пристрій нових блоків та зв'язків дозволяє підвищити точність роботи пристрою шляхом стабілізації коефіцієнта передавання нестабільного за параметрами оптичного ланцюга світлодіод - поляризатор-лінійка фотодетекторів. За допомогою фокусуючої лінзи зменшується

25

складова похибки, яка виникає за рахунок просторової неоднорідності чутливої рецепторної плівки. Це також призводить до підвищення чутливості та точності роботи пристрою.

На кресленні зображений сенсорний пристрій, який складається з призми 1, світло діода 2, поляризатора 3, чутливої рецепторної плівки 4, проточної комірки 5, лінійки фотодетекторів 6, фокусуючої лінзи 7, світловоду 8, причому на одній з граней призми 1 розміщена чутлива

30

рецепторна плівка 4 та проточна комірка 5, вихід світлодіода 2 оптично зв'язаний з поляризатором 3, фокусуючою лінзою 7, чутливою рецепторною плівкою 4, яка за допомогою явища поверхневого плазменного резонансу зв'язана з речовиною-аналітом в проточній комірці 5, вхід якої є входом пристрою, лінійкою фотодетекторів 6, вихід поляризатора 3 оптично

35

підключений через світловід 8 до лінійки фотодетекторів 6, перший та другий входи якої є керуючими входами пристрою, а вихід є виходом пристрою.

Сенсорний пристрій у складі приладу для аналізу хімічних та біологічних речовин працює наступним чином.

На вхід проточної комірки 5, який є входом пристрою, надходить розчин речовини-аналіту. Речовина-аналіт в проточній комірці 5 завдяки явищу поверхневого плазменного резонансу мають зв'язок з чутливою рецепторною "плівкою 4. За сигналом, який подається на перший керуючий вхід лінійки фотодетекторів 6, вмикається світлодіод 2 шляхом пропускання через нього електричного струму, який надходить до світлодіода 2 через два виводи від керованого джерела струму. Промені світла з виходу світлодіода 2 поляризуються в поляризаторі 3 і через

45

фокусуючу лінзу 7 потрапляють на чутливу рецепторну плівку 4. Частина світла (до 5 %) через світловід 8 потрапляє безпосередньо на частину (до 5 %) фоточутливих елементів лінійки фотодетекторів 6. Взаємодіючи з чутливою рецепторною плівкою 4, поляризоване світло відбивається, причому при деяких кутах відбивання, близьких до резонансного кута ППР, інтенсивність відбитого світла зменшується. Характер розподілу інтенсивності відбитого світла за кутами відбивання несе інформацію про властивості чутливої рецепторної плівки 4, а також про наявність та концентрацію молекул речовини-аналіту, яка знаходиться у проточній комірці 5. Відбите від чутливої рецепторної плівки 4 світло надходить на чутливу поверхню лінійки фотодетекторів 6. На кожен його фоточутливий елемент потрапляє лише частина розбіжних світлових променів, відбита під своїм відповідним кутом від чутливої рецепторної плівки 4. Тому сигнали, які реєструються лінійкою фотодетекторів 6, несуть інформацію про кутовий розподіл інтенсивності відбитого світла від чутливої рецепторної плівки 4.

55

Призма 1 та фокусуюча лінза 7 розраховані таким чином, що більша частина фоточутливої поверхні лінійки фотодетекторів 6 перекриває весь потрібний діапазон зміни кутів відбивання (3-5°).

За сигналами, які надходять на другий керуючий вхід лінійки фотодетекторів 6, на виході пристрою послідовно з'являються аналогові значення напруги з кожного елемента лінійки фотодетекторів 6. Аналогові значення напруги перетворюються в цифровий код.

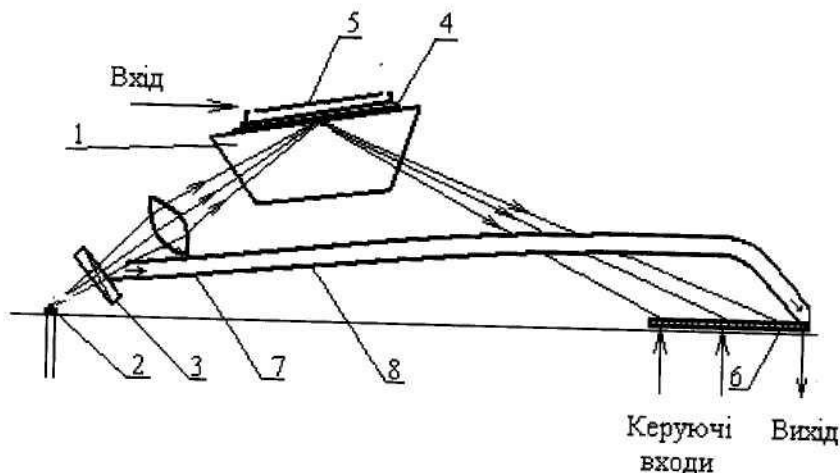
Першими з'являються напруги з елементів, на які діє світло, що надходить через світловід 8 безпосередньо від поляризатора 3. Ці значення перетворюються в цифровий код і осереднюються. Заздалегідь розраховано, який цифровий код для цих перших значень повинен бути. Якщо виміряний та осереднений код відрізняється від розрахованого, то обчислюється різниця, у відповідності до якої на вхід керованого джерела струму подається цифровий код і на виході керованого джерела струму збільшується або зменшується струм через світлодіод 2. Струм регулюється до того моменту, поки різниця між розрахованим та виміряним значенням кодів не буде дорівнювати ± 1 квантам від розрахованого коду.

Таким чином відбувається корекція похибок, які виникають внаслідок нестабільності параметрів оптичного ланцюга світлодіода 2, поляризатора 3 та лінійки фотодетекторів 6.

Запропонований сенсорний пристрій може бути реалізований у виробничих умовах, оскільки в сенсорі використовуються оптоелектронні та оптичні елементи, що вільно продаються на ринку - світлодіоди, лінійки фотодетекторів, поляризатори, призми, а складання та регулювання пристрою потребує лише приладобудівних технологій, які є в Україні.

ФОРМУЛА ВІНАХОДУ

Сенсорний пристрій, який складається з призми, світлодіода, поляризатора, чутливої рецепторної плівки, проточної комірки, лінійки фотодетекторів, причому вихід світлодіода оптично зв'язаний з входом поляризатора, на одній з граней призми розміщена чутлива рецепторна плівка та проточна комірка, чутлива рецепторна плівка оптично зв'язана з лінійкою фотодетекторів, вхід проточної комірки є входом пристрою, входи лінійки фотодетекторів є керуючими входами пристрою, а її вихід є виходом пристрою, який **відрізняється** тим, що додатково містить фокусуючу лінзу та світловід, причому вихід поляризатора через фокусуючу лінзу оптично з'єднаний з чутливою рецепторною плівкою та через світловід - з лінійкою фотодетекторів.



Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

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