

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
G02F 1/01 (2006.01); G01N 21/55 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2017126112, 20.07.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
20.07.2017Дата регистрации:  
16.07.2018Приоритет(ы):  
(22) Дата подачи заявки: 20.07.2017

(45) Опубликовано: 16.07.2018 Бюл. № 20

Адрес для переписки:  
108841, Москва, г. Троицк, м-он В, 41, кв. 87,  
Конопскому Валерию Николаевичу(72) Автор(ы):  
Конопский Валерий Николаевич (RU)(73) Патентообладатель(и):  
Конопский Валерий Николаевич (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: Rothenhausler and W. Knoll,  
"Surface plasmon microscopy," Nature, vol.  
332, no. 6165, pp. 615-617, 1988. RU 2251681  
C1, 10.05.2005. RU 2413963 C2, 10.03.2011. WO  
2003014715 A1, 20.02.2003. JP 2004340797 A,  
02.12.2004. RU 2009142566 A, 19.11.2009.

(54) Способ регистрации процессов осаждения на поверхность твердого тела с двумерной визуализацией и устройство для его осуществления

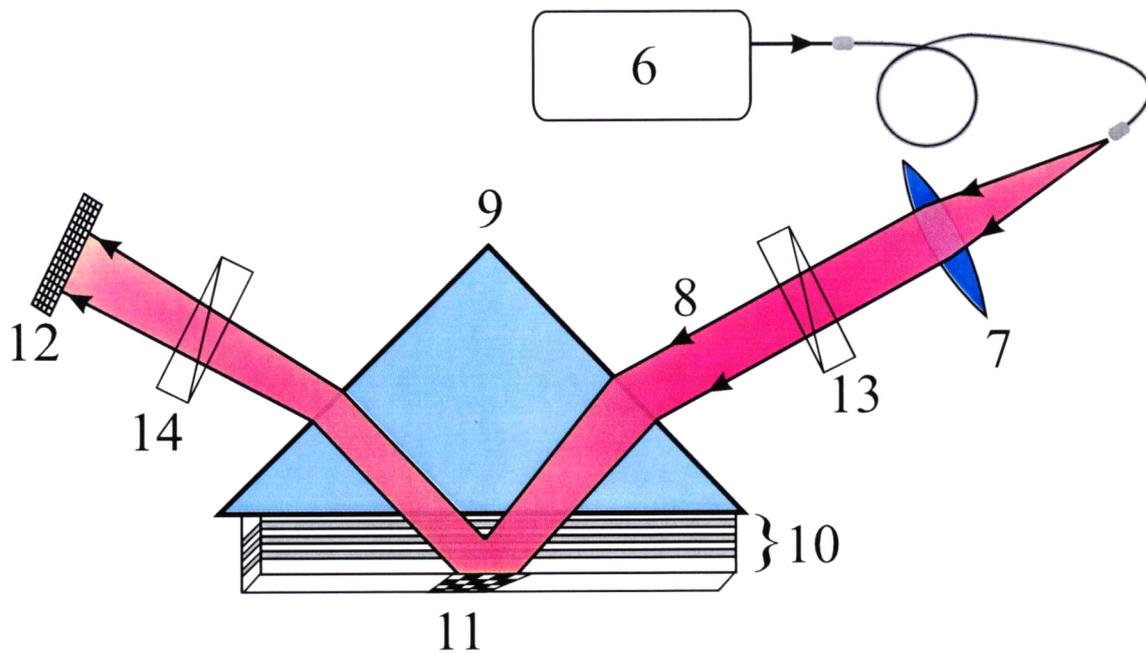
(57) Реферат:

Изобретение относится к области регистрации биологических, химических и биохимических процессов на границе жидкость-твердое тело и газ-твердое тело, т.е. к области биологических, химических и биохимических поверхностных сенсоров. Заявленный способ оптической регистрации с двумерной визуализацией процессов осаждения на поверхность твердого тела и на сенсорные слои и устройство для его реализации заключаются в том, что толщины и состав слоев под данной поверхностью твердого тела выбираются таким образом, чтобы данная поверхность поддерживала распространение приповерхностных волноводных мод со спектром, попадающим между спектральными

максимумами поглощения цветных пикселей в цветной матрице, используемой для регистрации данных мод. В качестве источника возбуждения данных приповерхностных мод выбирается источник с широким спектром излучения, содержащий сплошной спектр между спектральными максимумами поглощения данных двух видов цветных пикселей в регистрирующей матрице. Технический результат – повышение чувствительности регистрации толщин адсорбируемых слоев искомого компонента и увеличение динамического диапазона измерения толщин адсорбируемых слоев искомого компонента. 2 н. и 8 з.п. ф-лы, 5 ил.

RU 2 661 454 C1

RU 2 661 454 C1



Фиг. 3

RU 2661454 C1

RU 2661454 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*G02F 1/01* (2006.01)  
*G01N 21/55* (2014.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*G02F 1/01* (2006.01); *G01N 21/55* (2006.01)

(21)(22) Application: **2017126112, 20.07.2017**

(24) Effective date for property rights:  
**20.07.2017**

Registration date:  
**16.07.2018**

Priority:

(22) Date of filing: **20.07.2017**

(45) Date of publication: **16.07.2018** Bull. № 20

Mail address:

**108841, Moskva, g. Troitsk, m-on V, 41, kv. 87,  
Konopskomu Valeriyu Nikolaevichu**

(72) Inventor(s):

**Konopskij Valerij Nikolaevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Konopskij Valerij Nikolaevich (RU)**

(54) **METHOD FOR REGISTRATION OF PROCESSES OF DEPOSITION ON A SURFACE OF A SOLID BODY WITH TWO-DIMENSIONAL VISUALIZATION AND DEVICE FOR ITS IMPLEMENTATION**

(57) Abstract:

FIELD: optics.

SUBSTANCE: invention relates to detection of biological, chemical and biochemical processes at the interface between a liquid-solid and a gas-solid body, i.e. to biological, chemical and biochemical surface sensors. Claimed method of optical detection with a two-dimensional visualization of deposition processes on the surface of a solid body and on the sensory layers and the device for its realization consist in fact that the thicknesses and composition of the layers under a given surface of the solid is selected in such a way, so that this surface supports the distribution of near-surface waveguide modes with a spectrum falling between the

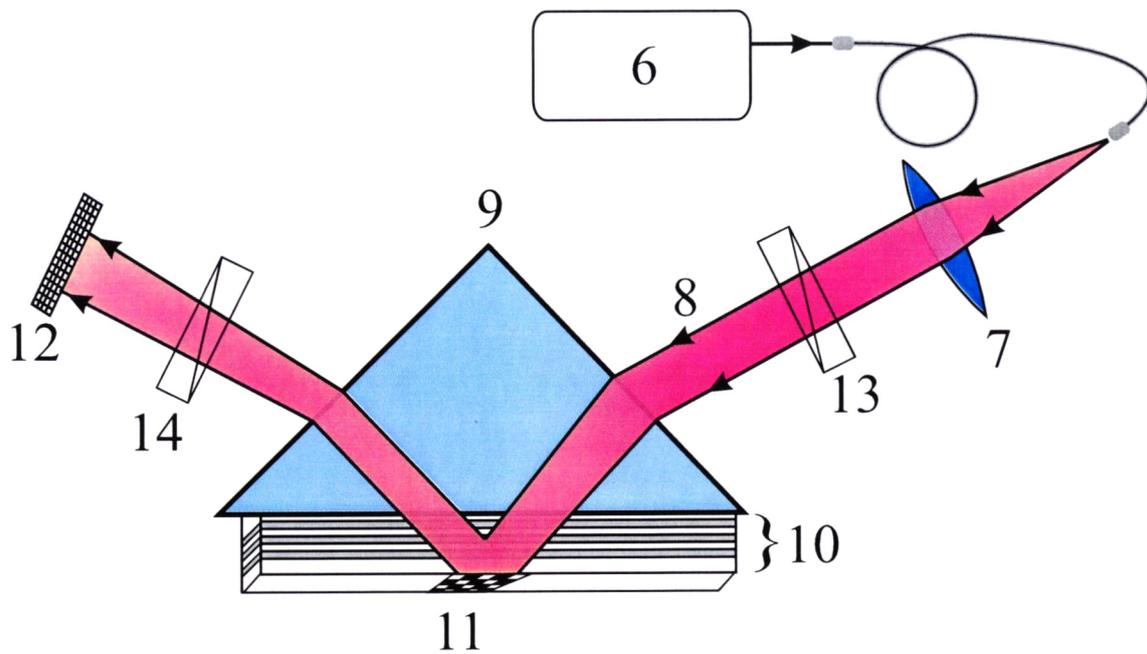
spectral absorption maxima of the color pixels in the color matrix used to record these modes. As a source of excitation of the data of near-surface modes, a source with a wide spectrum of radiation is selected, containing a continuous spectrum between the spectral absorption maxima of the data of two kinds of color pixels in the recording matrix.

EFFECT: increased sensitivity of recording the thickness of the adsorbed layers of the desired components and increased dynamic range of measurement of the thickness of the adsorbed layers of the desired components.

10 cl, 5 dwg

RU 2 661 454 C1

RU 2 661 454 C1



Фиг. 3

RU 2661454 C1

RU 2661454 C1

Область техники

Изобретение относится к области регистрации биологических, химических и биохимических процессов на границе жидкость-твердое тело и газ-твердое тело, т.е. к области биологических, химических и биохимических поверхностных сенсоров.

5 Уровень техники

В настоящее время большинство "безмаркерных" ("label-free") поверхностных оптических сенсоров основано на возбуждении приповерхностных волноводных электромагнитных волн, распространяющихся вдоль исследуемой границы раздела жидкость-твердое тело [1]. В методе (а) "резонанса поверхностных плазмонов" ("Surface Plasmon Resonance" - SPR) данные волны - это возбуждения поверхностных плазмонных мод [2], распространяющиеся вдоль металлической поверхности; в методе (b) "резонансного зеркала" ("Resonant Mirror" - RM) эти волны - волноводные моды, возбуждаемые в диэлектрическом слое с высоким показателем преломления, осажденном на слое с низким показателем преломления [3], а в методе (с) "волн на поверхности фотонного кристалла" ("Photonic Crystal Surface Wave" - PCSW) данные волны - это возбуждения поверхностных мод, существующих на границе среды с периодически

10  
15

меняющимся показателем преломления [4].

Детектирование реакций, происходящих на данной границе раздела жидкость-твердое тело, или (чаще) на поверхности дополнительного чувствительного слоя, селективно взаимодействующего с определенным компонентом, растворенным в жидкости, осуществляют путем измерения волнового вектора поверхностной (или волно-водной) электромагнитной волны, распространяющейся вдоль данной границы раздела жидкость-твердое тело. Данный чувствительный слой может быть разбит на пространственно разделенные участки, каждый из которых селективно взаимодействует с одним из нескольких искомым компонентом, растворенных в исследуемой жидкости. Таким образом, все из ранее указанных сенсоров (а, b, с) на приповерхностных волноводных модах могут регистрировать одновременно несколько типов биомолекул на поверхности своего, специально подготовленного, биочипа, но число одновременно регистрируемых типов биомолекул невелико - порядка десяти. Причиной этого является то, что обычные типы сенсоров могут использовать, в лучшем случае, только одну пространственную координату на поверхности биочипа для расположения различных сайтов, селективно взаимодействующих с различными биомолекулами ("одномерная визуализация").

20  
25  
30

Кардинально увеличить число регистрируемых точек на поверхности биочипа стало возможно с появлением техники SPRi (Surface Plasmon Resonance imaging), где двумерный массив регистрируемых зон (сайтов) на поверхности биочипа освещается параллельным пучком света, и изменения в отражении всех сайтов регистрируются одновременно, в реальном времени, камерой биосенсора. При этом в каждой отдельной зоне биочипа иммобилизован специфичный лиганд-рецептор, который может быть комплементарным к исследуемому веществу-аналиту. В данном случае метод SPRi (т.е., метод "визуализации резонанса поверхностных плазмонов") позволяет получить полноценную "двумерную визуализацию" рабочей поверхности биочипа. Это позволяет контролировать тысячи (и даже десятки тысяч) иммобилизованных на поверхности лигандов-рецепторов одновременно, детектируя какие именно из них взаимодействуют с исследуемым

35  
40  
45

аналитом.

Недостатком техник, основанных на поверхностных плазмонах (ПП), является то, что все они имеют принципиальные ограничения, связанные с затуханием ПП при распространении по металлической пленке. Это затухание ограничивает

чувствительность SPR сенсоров. Чувствительность метода SPR imaging еще на порядок ниже, чем у стандартного SPR метода.

Биосенсоры на поверхностных оптических волнах в фотонных кристаллах (ФК) свободны от данного недостатка, так как внешним слоем у таких сенсоров, вдоль которого распространяется поверхностная волна, является не металл (к которому «привязаны» ПП), а диэлектрик, например - плавленый кварц. Большая длина распространения поверхностных волн вдоль ФК определяет большую чувствительность этих сенсоров в сравнении с SPR-сенсорами. В настоящее время не существует оптических биосенсоров на фотонных кристаллах с двумерной визуализацией, то есть, у ФК сенсоров нет их imaging модификации.

Наиболее близким аналогом изобретения является способ "визуализации резонанса поверхностных плазмонов" т.е., метод SPRi [5]. В этом методе ПП возбуждают на поверхности тонкой металлической пленки, осажденной на основание стеклянной призмы (так называемый метод Кретчмана). На поверхность металлической пленки наносят двумерную картину из пространственно-разделенных зон из селективного материала, каждый из которых взаимодействует с определенным искомым компонентом, растворенным в жидкости. ПП возбуждают через одну из граней призмы параллельным пучком оптического излучения. Отраженный луч, через другую грань призмы, направляется на камеру с двумерной матрицей светоприемных пикселей. Угол возбуждения ПП выбирают таким образом, чтобы он находился примерно на полувысоте провала резонанса возбуждения ПП. При осаждении молекул на какую-либо из селективных зон, резонанс возбуждения ПП смещается по углу, и интенсивность отраженного света от данной зоны изменяется. Это и является полезным сигналом в данном методе.

Недостатком данного SPRi метода является его низкая чувствительность, связанная с сильным затуханием и малой длиной пробега ПП в металле. Однако этот же эффект дает большую угловую ширину резонанса ПП и, следовательно, приемлемый динамический диапазон метода. Способы (b, c), где приповерхностные волноводные моды распространяются в диэлектрике и имеют большую длину пробега и, следовательно, лучшую чувствительность, не могут применяться в схожей с SPRi схеме с угловым детектированием сдвига резонанса из-за крайне узкого динамического диапазона. Действительно, большая длина пробега дает более узкую угловую ширину резонанса возбуждения приповерхностных волноводных мод и, таким образом, даже небольшая толщина задетектированных осажденных молекул сдвинет угловой резонанс на угол, больший его полуширины, и выбросит сигнал из рабочего динамического диапазона измерений.

Следовательно, существует необходимость в разработке такого способа оптической регистрации и двумерной визуализации приповерхностных процессов, при котором бы более узкий резонанс возбуждения приповерхностных волноводных мод не только бы давал более высокую чувствительность детектирования, но и не ограничивал динамический диапазон измерения толщины адсорбированных молекул.

Для решения этой проблемы и для преодоления вышеуказанных недостатков SPRi метода, в настоящем изобретении будет использоваться спектральный, а не угловой метод детектирования поверхностного оптического резонанса в методах с диэлектрической поверхностью (т.е., в методах b и c).

Спектральный метод регистрации поверхностных волн широко используется (в случае детектирования ПП это спектральное детектирование SPR), но никогда не применялся для регистрации с двумерной визуализацией. Причина этого в том, что как

минимум одно пространственное измерение регистрирующей матрицы отводится под спектральные данные при регистрации спектра. Если одно из измерений регистрирующей камеры занято под спектр, то для пространственной координаты остается только одно измерение и двумерная пространственная визуализация становится невозможной.

5 Сущность изобретения

Задачами данного изобретения являются:

1 улучшение чувствительности регистрации толщин адсорбируемых слоев искомым компонентом,

10 2 увеличение динамического диапазона измерения толщин адсорбируемых слоев искомым компонентом.

Поставленные задачи решаются нами благодаря тому, что в способе оптической регистрации процессов осаждения на поверхность твердого тела с двумерной визуализацией, описанном в SPRi-прототипе [5], включающем:

15 А) составление толщин и состава слоев под поверхностью твердого тела таким образом, что данная поверхность твердого тела поддерживает распространение приповерхностных волноводных мод вдоль данной поверхности,

В) разделение сенсорных слоев над данной поверхностью на несколько пространственно-разделенных зон, каждую из которых делают чувствительной к определенному искомому компоненту, растворенному в исследуемой жидкости или в 20 исследуемом газе, над исследуемой поверхностью,

С) освещение данных пространственно-разделенных зон на исследуемой поверхности параллельным пучком оптического излучения,

25 D) получение информации о происходящих процессах на поверхности каждой из зон по изменению характеристик оптического излучения, отраженного от данной зоны, нами предусмотрены следующие отличия:

Е) информацию о происходящих процессах на поверхности каждой зоны получают из изменения спектра оптического излучения отраженного от данных зон (а не из изменения его интенсивности),

30 F) для этого данное отраженное излучение от исследуемой поверхности направляют на камеру, способную регистрировать цвет падающего на нее излучения,

G) толщины и состав слоев под данной исследуемой поверхностью твердого тела выбирают так, что спектр приповерхностных волноводных мод, распространяющихся вдоль данной поверхности, попадает между спектральными максимумами поглощения двух видов цветовых пикселей в данной цветной матрице.

35 Кроме того, предложенный способ может отличаться тем, что

H) состав слоев под данной поверхностью выбирают так, чтобы все эти слои были диэлектрическими. Это (отсутствие металла вблизи поверхности) увеличит длину пробега приповерхностных волноводных мод и, следовательно, увеличит чувствительность регистрации (технический результат 1).

40 Дополнительно предложенный способ может отличаться тем, что

I) по крайней мере часть твердого тела под данной поверхностью составляют из слоев с периодически чередующимися показателями преломления, т.е., из фотонного кристалла (ФК). Это один из способов создать поверхность твердого тела, поддерживающую распространение приповерхностной волноводной моды с малым затуханием, т.е., с высокой чувствительностью регистрации (технический результат 1).

Также предложенный способ может отличаться тем, что

J) источником излучения для данного параллельного пучка, освещающего поверхность, будет выбран источник с широким спектром излучения, содержащем

сплошной спектр между спектральными максимумами поглощения двух видов цветowych пикселей в данной цветной матрице. Это увеличит динамический диапазон измерения толщин (технический результат 2).

Еще предложенный способ может отличаться тем, что

5 К) данное, отраженное от поверхности излучение, прежде чем попасть на данную цветную камеру, пропускают через линейный поляризатор с направлением пропускаемой поляризации, перпендикулярной направлению поляризации освещающей данную  
10 поверхность. Т.е., исследуемая поверхность может быть помещена между скрещенными поляризаторами, каждый из которых на 45 градусов отклонен от плоскости падения (в разные стороны). Это позволит получить резонансный пик в спектре излучения, падающем на цветную камеру (вместо резонансного провала в спектре) и, таким образом улучшить и чувствительность и динамический диапазон измерений (технические  
результаты 1, 2).

Совокупности существенных признаков (E-G) достаточно для достижения  
15 обеспечиваемого изобретением технического результата 1-2. Причинно-следственная связь между указанными существенными признаками (E-G) и достигаемым техническим результатом 1-2, заключается в том, что при регистрации сдвига спектра резонанса (существенный отличительный признак E), а не его интенсивности, возможна компенсация флуктуаций интенсивности источника света, которые, в случае регистрации  
20 сдвига интенсивности, напрямую переходят в шумы измеряемого сигнала.

Регистрация спектрального пика резонанса цветной камерой (существенный признак G), содержащей в каждом составном цветном суперпикселе три цветowych субпиксела (красный, зеленый и синий, например), позволяет использовать изменение разности  
25 интенсивностей двух цветowych субпиксела как полезный сигнал о сдвиге данного спектрального пика резонанса (при адсорбции искомого компонента). Таким образом, мы решаем проблему одного недостающего измерения при спектральном методе регистрации поверхностных волн: мы не используем одно из двух пространственных измерений монохромной матрицы для регистрации спектра резонанса, а, вместо этого, измеряем только сдвиг узкого резонансного пика в каждой точке цветной матрицы.  
30 Следовательно, мы можем использовать оба пространственных измерения цветной матрицы для двумерной пространственной визуализации исследуемых зон на поверхности. Компенсация же шумов интенсивности, в данном случае, достигается простой нормировкой. Те есть, в качестве полезного сигнала, мы выбираем не просто (Blue - Green), где Blue и Green - это интенсивности синего и зеленого пикселей  
35 соответственно, но  $(Blue - Green)/(Blue + Green)$ .

В случае, если спектральный пик резонанса попадает между спектральными максимумами поглощения двух видов цветowych пикселей (существенный отличительный признак G) - в данном случае между синим и зеленым пикселями, - то сдвиг этого резонанса приповерхностных волноводных мод немедленно отразится в величине  $(Blue - Green)/(Blue + Green)$ .  
40

Перечень фигур чертежей

Сущность изобретения и примеры, подтверждающие возможность его осуществления, поясняются ниже с помощью чертежей, на которых схематично изображено:

45 Фиг. 1 - Схематичное изображение спектров поглощения цветowych пикселей цветной матрицы и спектра источника излучения (светодиода). На данном рисунке: 1 - спектр поглощения синего пикселя; 2 - спектр поглощения зеленого пикселя; 3 - спектр поглощения красного пикселя; 4 - спектр излучения светодиода с резонансным провалом возбуждения приповерхностных волноводных мод в фотонном кристалле.

Фиг. 2 - Схематичное изображение спектров поглощения синего 1 и зеленого 2 пикселей и спектр возбуждения резонанса приповерхностных волноводных мод 5, после прохождения через скрещенные поляризаторы.

Фиг. 3 - Схематичное изображение способа регистрации процессов осаждения на поверхность твердого тела с двумерной визуализацией. Здесь: 6 - широкополосный источник излучения (светодиод) с выводом излучения через волоконный световод; 7 - линза, создающая параллельный пучок света 8; 9 - стеклянная призма; 10 - слои с периодически чередующимися показателями преломления (фотонный кристалл); 11 - сенсорный слой, осажденный на поверхность, состоящий из нескольких пространственно-разделенных зон; 12 - цветная матрица как приемник излучения; 13 и 14 - скрещенные оптические поляризаторы, повернутые на  $+45^\circ$  и  $-45^\circ$  к плоскости рисунка.

Фиг. 4 - Трафарет исходной картинкой для нанесения тестового двумерного изображения на поверхность фотонного кристалла.

Фиг. 5 - Изображение, зарегистрированное цветной матрицей, тестового двумерного изображения, полученное переносом молекул полиамина со штампа.

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

Для более полного понимания изобретения и с целью его иллюстрации ниже приводится пример его экспериментального осуществления. Однако следует понимать, что возможны его различные модификации, очевидные для специалиста в данной области техники, не меняющие существа изобретения и не выходящие за пределы объема изобретения, определяемого прилагаемой формулой изобретения.

Детальная схема эксперимента приведена на Фиг. 3. Свет от широкополосного источника излучения - светодиода 6 - пропускается через волоконный световод и формирует параллельный пучок, при помощи линзы 7. Данный параллельный пучок 8, через призму 9, освещает фотонный кристалл 10. Такая геометрия (Кретчманна) позволяет возбудить приповерхностные волноводные моды на внешней границе ФК.

Фотонные кристаллы (ФК) - это материалы с показателем преломления, периодически меняющимся на длине порядка длины волны света [6]. В этих материалах существуют запрещенные энергетические зоны, весьма подобные запрещенным энергетическим зонам для электронов, распространяющихся в обычном кристалле. В обоих случаях существует интервал частот, где волновое распространение запрещено. Эта аналогия может быть распространена и на поверхностные уровни, которые могут существовать в запрещенных энергетических зонах обычных кристаллов. В ФК они соответствуют поверхностным оптическим модам с дисперсионными кривыми, расположенными внутри запрещенных зон. Здесь под ФК мы всегда будем понимать одномерный (1D) ФК, т.е. обычное многослойное диэлектрическое зеркало из чередующихся слоев с высоким и низким показателем преломления.

Для фиксированного угла падения на ФК условия возбуждения выполняются только для определенной длины волны и, как показано на Фиг. 1, на этой длине волны в спектре отражения образуется резонансный провал 4. Этот провал смещается по длине волны при изменении толщины адсорбированного слоя ( $d_a$ ) на ФК. Такое смещение вызовет изменение величины  $(Blue - Green)/(Blue + Green)$  в пикселях цветной матрицы 12, но вследствие узости резонанса в ФК это будет небольшое изменение в интенсивностях цветовых пикселей Blue и Green на довольно большом фоне. Помещение призмы с ФК между скрещенными поляризаторами 13 и 14, повернутыми на  $+45^\circ$  и  $-45^\circ$  к плоскости падения, решает эту проблему. На Фиг. 2 показано, что в этом случае основным источником интенсивности в синем и зеленом пикселях является резонансный пик

приповерхностных волн в ФК, и его смещение приводит к значительному перераспределению регистрируемой интенсивности в данных цветовых пикселях на почти нулевом фоне.

На поверхности ФК может быть расположена двумерная картинка пространственно-разделенных зон 11, с разными сенсорными слоями в каждой из зон. Следовательно, при отражении от каждой из зон величина  $(Blue - Green)/(Blue + Green)$  в данных точках будет различной, если в этих зонах адсорбировалась различная толщина искомым компонентов. На Фиг. 5 показана экспериментальная картинка, сделанная переносом адсорбированных на исходной печати молекул полиамина на поверхность ФК. Исходная картинка (трафарет) для печати показана на Фиг. 4, а получившиеся на цветной матрице изображение величины  $(Blue - Green)/(Blue + Green)$  приведено на Фиг. 5. Данный эксперимент был осуществлен на установке по схеме, приведенной на Фиг. 3.

Использовался 7-слойный ФК со следующими параметрами:  $(LH)^3L'$ , где H это  $Ta_2O_5$  слой с толщиной 84.8 нм, L это  $SiO_2$  слой с толщиной 148.5 нм и L' это завершающий  $SiO_2$  слой с толщиной 301.1 нм. Измерения проводились в жидкостной ячейке, заполненной водой. Резонансный пик в воде, при данных параметрах ФК и угле возбуждения около  $60^\circ$ , расположен на длине волны 505 нм - как раз между максимумами зеленого и синего пикселей.

Литература

[1] G. Robinson, "The commercial development of planar optical biosensors," Sens. Actuator B-Chem., vol. 29, pp. 31-36, OCT 1995.

[2] H. Raether, Surface Plasmons. Berlin: Springer, 1988.

[3] R. Cush, J. Cronin, W. Stewart, C. Maule, J. Molloy, and N. Goddard, "The resonant mirror - a novel optical biosensor for direct sensing of biomolecular interactions. I. Principle of operation and associated instrumentation," Biosensors & Bioelectronics, vol. 8, no. 7-8, pp. 347-353, 1993.

[4] W.M. Robertson and M.S. May, "Surface electromagnetic waves on one-dimensional photonic band gap arrays," Appl. Phys. Lett., vol. 74, no. 13, pp. 1800-1802, 1999.

[5] B. Rothenhäusler and W. Knoll, "Surface plasmon microscopy," Nature, vol. 332, no. 6165, pp. 615-617, 1988.

[6] E. Yablonovitch, "Photonic band-gap structures," J. Opt. Soc. Am. B, vol. 10, no. 2, pp. 283-295, 1993.

#### (57) Формула изобретения

1. Способ оптической регистрации с двумерной визуализацией процессов осаждения на поверхность твердого тела и на сенсорные слои, расположенные над данной поверхностью, заключающийся в том, что

- толщины и состав слоев под данной поверхностью выбирают так, что данная поверхность твердого тела поддерживает распространение приповерхностных волноводных мод вдоль данной поверхности;

- сенсорный слой над данной поверхностью разделяют на несколько пространственно-разделенных зон, каждую из которых делают чувствительной к определенному искомому компоненту, растворенному в исследуемой жидкости или в исследуемом газе над данной поверхностью;

- на данную поверхность направляют параллельный пучок оптического излучения так, что он одновременно освещает данные пространственно-разделенные зоны;

- информацию о происходящих процессах на поверхности каждой зоны получают из изменения характеристик отраженного оптического излучения от данных зон,

отличающийся тем, что

- информативной характеристикой отраженного оптического излучения выбирают спектр данного излучения, отраженного от каждой зоны на поверхности;

5 - отраженное излучение от исследуемой поверхности направляют на камеру, способную регистрировать цвет падающего на нее излучения;

- толщины и состав слоев под данной исследуемой поверхностью твердого тела выбирают так, что спектр приповерхностных волноводных мод, распространяющихся вдоль данной поверхности, попадает между спектральными максимумами поглощения двух видов цветных пикселей в данной цветной матрице.

10 2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что

- состав слоев под данной поверхностью выбирают так, чтобы все эти слои были диэлектрическими.

3. Способ по п. 1 или 2, отличающийся тем, что

15 - по крайней мере часть твердого тела под данной поверхностью составляют из слоев с периодически чередующимися показателями преломления.

4. Способ по п. 1, или 2, или 3, отличающийся тем, что

20 - источником излучения для данного параллельного пучка, освещающего поверхность, выбирают источник с широким спектром излучения, содержащий сплошной спектр между спектральными максимумами поглощения двух видов цветных пикселей в данной цветной матрице.

5. Способ по п. 1, или 2, или 3, или 4, отличающийся тем, что

25 - данное отраженное от поверхности излучение, прежде чем попасть на данную цветную камеру, пропускают через линейный поляризатор с направлением пропускаемой поляризации, перпендикулярной направлению поляризации излучения, освещающего данную поверхность.

6. Устройство для регистрации с двумерной визуализацией процессов осаждения на поверхность твердого тела и на сенсорные слои, расположенные над данной поверхностью, содержащее:

30 - слои такого состава и толщины, расположенные под данной поверхностью, что данная поверхность твердого тела поддерживает распространение приповерхностных волноводных мод вдоль данной поверхности;

- сенсорный слой над данной поверхностью, разделенный на несколько пространственно-разделенных зон, каждая из которых чувствительна к определенному искомому компоненту, растворенному в исследуемой жидкости или в исследуемом газе над данной поверхностью;

35 - источник оптического излучения, освещающий данную поверхность параллельным пучком света;

- приемник оптического излучения, регистрирующий свет, отраженный от данной поверхности,

40 отличающийся тем, что

- данный приемник оптического излучения является матрицей, регистрирующей цвет падающего на нее излучения;

45 - данные слои под данной поверхностью имеют такие толщины и состав, что спектр приповерхностных волноводных мод на данной поверхности попадает между спектральными максимумами поглощения двух видов цветных пикселей в данной цветной матрице.

7. Устройство по п. 6, отличающееся тем, что

- все слои под данной поверхностью являются диэлектрическими слоями.

8. Устройство по п. 6 или 7, отличающееся тем, что  
- по крайней мере часть твердого тела под данной поверхностью состоит из слоев с периодически чередующимися показателями преломления.

5 9. Устройство по п. 6, или 7, или 8, отличающиеся тем, что  
- данный источник оптического излучения является источником с широким спектром излучения, содержащий сплошной спектр между спектральными максимумами поглощения двух видов цветных пикселей в данной цветной матрице.

10 10. Устройство по п. 6, или 7, или 8, или 9, отличающееся тем, что  
содержит как минимум один оптический поляризатор, расположенный на пути  
отраженного от данной поверхности излучения, с направлением поляризации,  
перпендикулярным направлению поляризации излучения, освещающего данную  
поверхность.

15

20

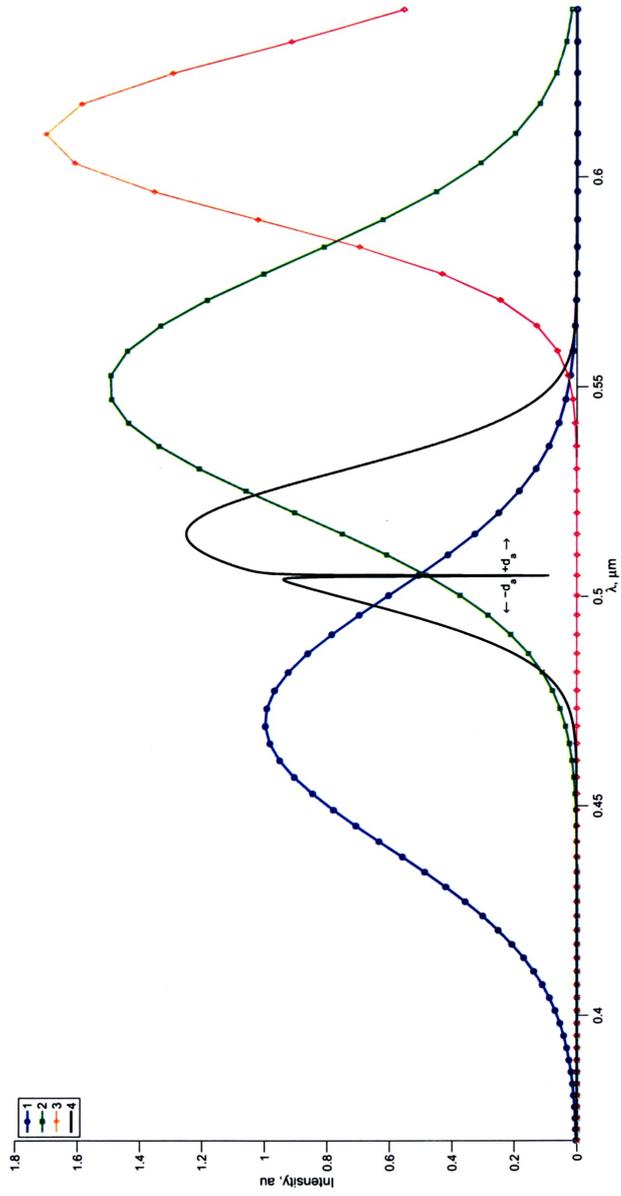
25

30

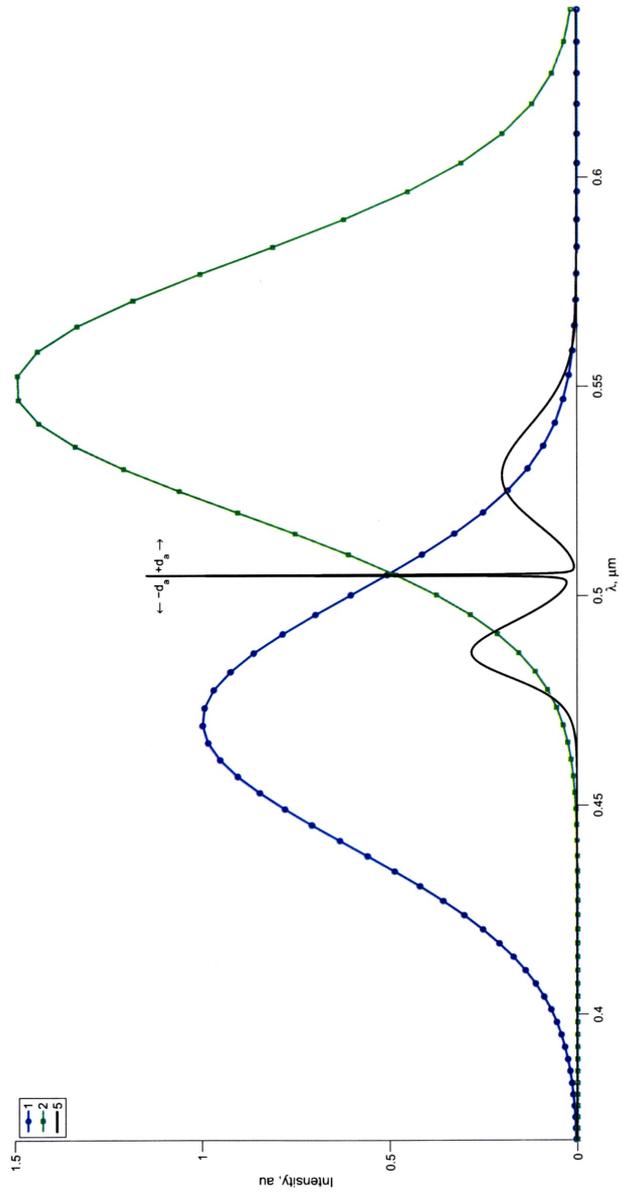
35

40

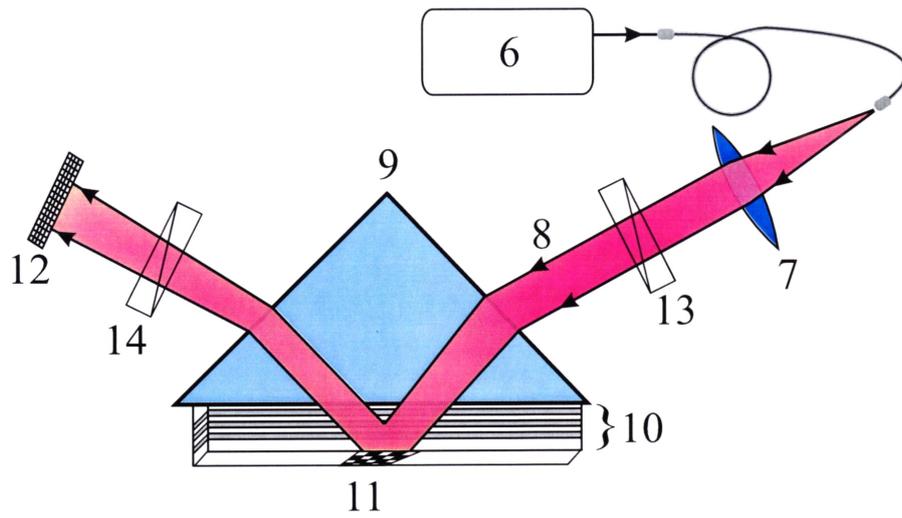
45



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

4/4



**EVA 3.0**  
*imaging*

Фиг. 4



Фиг. 5