



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **105676** (13) **U**  
(51) МПК (2016.01)  
**G01N 21/00**  
**G01N 21/64** (2006.01)

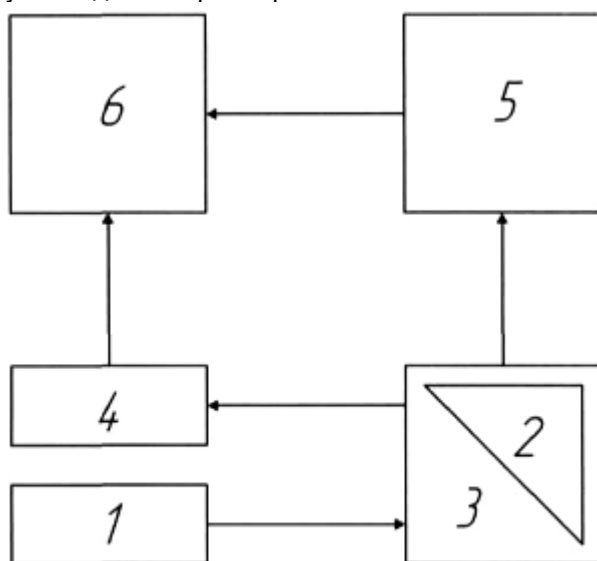
ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

(21) Номер заявки: <b>u 2015 10731</b>	(72) Винахідник(и): <b>Чегель Володимир Іванович (UA), Литвин Віталій Костянтинович (UA), Лопатинський Андрій Миколайович (UA), Павлюченко Олексій Сергійович (UA), Могильний Ігор Володимирович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>03.11.2015</b>	(73) Власник(и): <b>ІНСТИТУТ ФІЗИКИ НАПІВПРОВІДНИКІВ ІМ. В.Є. ЛАШКАРЬОВА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ, пр. Науки, 41, м. Київ-680, 03680 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.03.2016</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.03.2016, Бюл.№ 6</b>	

**(54) ПОЛЯРИТОННИЙ ФЛЮОРИМЕТР****(57) Реферат:**

Поляритонний флюориметр для детектування та визначення концентрації біомолекул та молекулярних комплексів містить прозорий оптичний елемент з оптично більш щільної речовини, межу поділу з оптично менш щільною речовиною, електропровідну плівку на вказаній межі, лазер, розташований з боку більш щільного середовища, призму, на одній з граней якої знаходиться досліджуваний зразок та гоніометр для керування кутом повороту призми і фоточутливий елемент, який під'єднується до ПК. На гоніометрі закріплюється тримач над досліджуванним зразком з можливістю змінювати відстань до досліджуваного зразка, в гвинтовий отвір тримача за допомогою втулки додатково загвинчується хвилевід, який, в свою чергу, додатково під'єднується до спектрометра.



Фиг. 1

**UA 105676 U**



Корисна модель належить до спектрофлюорометрії і може бути використана для високочутливого детектування різних речовин в рідкому середовищі, проведення біохімічних аналізів та імунологічних тестів в клінічній практиці, для контролю якості сільськогосподарської сировини та питної води, дослідження різних типів об'єктів, нанесених на твердотільний носій, наприклад, виконаних у вигляді чипів, шляхом реєстрації спектрів флуоресценції.

Відомий оптоелектронний сенсор [1], що застосовувався при дослідженні відбиття та флуоресценції поверхні твердотільних зразків, зокрема індукції флуоресценції хлорофілу рослинних об'єктів у польових умовах. Аналог містить синій світлодіод як освітлювач для збудження і фотоприймач для реєстрації флуоресценції та тримач зразків.

Пристрій-аналог зарекомендував себе при визначенні відбиття, поглинання та флуоресценції нативного хлорофілу інтактного листка рослини в польових умовах.

Пристрій-аналог не дозволяє працювати зі значною кількістю досліджуваних речовин, неможливо використовувати елементи транспаранту в малогабаритних сенсорах хлорофілу, не дозволяє одержувати сигнали індукції флуоресценції.

Як прототип прийнято сенсор [2] для визначення флуоресценції нативного хлорофілу листка рослини з метою діагностики стану рослини, що містить тримач зразків, який складається з двох рухомо з'єднаних пластин, фотоприймач, розташований в отворі верхньої пластини навпроти досліджуваного зразка, синій та червоний світлодіоди, розміщені попарно-симетрично навколо отвору під верхньою пластиною так, що оптичні осі світлодіодів та фотоприймача перетинаються на нижній частині тримача зразків.

Прототип не дозволяє збуджувати сигнал флуоресценції в повному спектрі електромагнітних хвиль.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення такого оптоелектронного поляритонного флюориметра, який би був більш універсальним та дав змогу, шляхом розширення спектра електромагнітних хвиль для збудження флуоресценції, збільшити ряд досліджуваних речовин та підвищити чутливість біосенсора.

Поставлена задача вирішується тим, що в поляритонному флюориметрі для детектування та визначення концентрації біомолекул та молекулярних комплексів, який містить прозорий оптичний елемент з оптично більш щільної речовини, межу поділу з оптично менш щільною речовиною, електропровідну плівку на вказаній межі, лазер, розташований з боку більш щільного середовища, призму, на одній з граней якої знаходиться досліджуваний зразок та гоніометр для керування кутом повороту призми і фоточутливий елемент, який під'єднується до ПК, згідно з корисною моделлю, на гоніометрі закріплюється тримач над досліджуваним зразком з можливістю змінювати відстань до досліджуваного зразка, в гвинтовий отвір тримача за допомогою втулки додатково загвинчується хвилевід який, в свою чергу, додатково під'єднується до спектрометра.

Поляритонний флюориметр відрізняється тим, що в тримачі в гвинтовому отворі під хвилеводом додатково поміщена збиральна лінза для підсилення вхідного сигналу.

Поляритонний флюориметр відрізняється тим, що тримач додатково містить під збиральною лінзою світлофільтр для поглинання лазерного випромінювання.

Введення в поляритонний флюориметр тримача для підключення хвилевода, який виконано у вигляді паралелепіпеда, на верхній грані якого містяться два отвори: перший для світлофільтра для поглинання лазерного випромінювання, збиральної лінзи для підсилення вхідного сигналу та хвилевода, що дозволить розширити ряд досліджуваних речовин, збільшити чутливість приладу, а другий отвір для жорсткої фіксації самої пластини над досліджуваною плівкою. Отвір на боковій грані пристрою дозволить зафіксувати хвилевід у потрібному для вимірювання положенні, при цьому нижня частина пристрою фіксується над досліджуваним зразком на оптимальній відстані, що в свою чергу, дозволить зміщувати досліджуваний зразок відносно хвилеводу, це дозволить на один досліджуваний зразок поміщати декілька досліджуваних плівок, що в свою чергу зробить поляритонний флюориметр більш універсальним.

Запропонований поляритонний флюориметр базується на використанні явища поверхневого плазмонного резонансу в тонкій плівці металу та флуоресценції досліджуваних речовин.

Суть запропонованої корисної моделі пояснюється графічними матеріалами, де на: Фіг. 1 схематично представлено конструкцію поляритонного флюориметра, де 1 - лазер з довжиною хвилі  $\lambda=650$  нм; 2 - призма (на якій закріплено досліджуваний зразок з нанесеним шаром тонкої плівки металу, поверх якого нанесена досліджувана плівка); 3 - блок управління кутом повороту призми; 4 - фотодіод (реєструє відбитий лазерний промінь); 5 - спектрометр (реєструє свічення світлофільтра); 6 - ПК для реєстрації сигналу поверхневого плазмонного резонансу і флуоресценції;

Фіг. 2 показано конструкцію тримача для підключення хвильоводу, де 7 - отвір з гвинтовою різьбою на верхній грані, куди поміщено збиральну лінзу, світлофільтр, та загвинчується хвильовід; 8 - гвинтовий отвір для жорсткої фіксації пристрою; 9 - гвинтовий отвір для жорсткої фіксації хвильоводу;

Фіг. 3 зображено скляну пластинку, на яку нанесено тонкий шар металу товщиною приблизно 45 нм, поверх якого поміщається шар досліджуваної речовини з барвником, фіксування на грані призми забезпечується імерсійною рідиною, яка не змінює показник заломлення при проходженні лазерним променем системи призма-скляна пластина;

Фіг. 4 показано а), б) спектри флюоресценції різних концентрацій водного розчину метиленового синього, отримані при використанні як джерела збудження лазера з довжиною хвилі  $\lambda=650$  нм;

Сенсорний чип (Фіг. 3) може бути виконаний у вигляді прозорої плоскопаралельної пластини з нанесеним на неї чутливим структурованим шаром металу, що являє собою невпорядкований або впорядкований рівномірно-орієнтований однорідний двовимірний масив наноструктур. При цьому як прозора плоскопаралельна пластина (Фіг. 3) може бути використане стандартне мікроскопне скло ( $25,4 \times 76,2$  мм<sup>2</sup>), на яке, посередині, на відстані 2...4 мм від меншої його сторони, за допомогою прозорого у видимій ділянці спектра клею, фіксується підкладка з розташованим на поверхні масивом наноструктур (розміром від  $1 \times 1$  мм<sup>2</sup>). При використанні такого чипа, сенсорний механізм поляритонного флюориметра базується на збудженні локалізованих поверхневих плазмонних коливань в чутливому структурованому шарі металу. Використання змінної пластини дозволить досліджувати структуру молекул, біомолекулярні взаємодії між молекулами та змінювати рівень сигналу флюоресценції досліджуваного зразка.

Поляритонний флюориметр, що заявляється (Фіг. 1), працює в режимі реєстрації спектрів флюоресценції наступним чином:

- лазером (1) освітлюємо твердотільний зразок з досліджуваною речовиною з нанесеним барвником (Фіг. 3), який фіксується на бічній грані призми (2); між призмою та досліджуваним твердотільним зразком наноситься шар імерсійної рідини для однорідності показника заломлення; за допомогою гоніометра (3) проводимо калібрування приладу і визначаємо кут поверхневого плазмонного резонансу за допомогою фотодіода (4) в цьому фіксується гоніометр (3);

- за допомогою пристрою (Фіг. 2) розміщуємо збиральну лінзу, світлофільтр та загвинчуємо хвильовід. При співпадині або близькості довжини хвилі випромінювання вибраного джерела та довжини хвилі поглинання досліджуваної речовини, виникає флюоресценція досліджуваної речовини, яка реєструється фотоспектрометром (5) та представляється у вигляді графіка залежності інтенсивності від довжини хвилі на моніторі персонального комп'ютера (ноутбука) (6). По наявності спектра флюоресценції у визначеному діапазоні довжин хвиль можна зробити висновок про наявність досліджуваної речовини, а по рівню сигналу флюоресценції - оцінювати її концентрацію.

Приклад. Використовувався пропонований поляритонний флюориметр. Як досліджувану речовину було використано водний метиленовий синій розчин з малими концентраціями  $10^{-4}$  та  $10^{-1}$  моль/л. Флюоресценція досліджуваних речовин відбулася при опроміненні червоним лазером з довжиною хвилі  $\lambda=650$  нм. Результати експерименту зображені на Фіг. 4, де показано залежність інтенсивності сигналу флюоресценції від довжини хвилі для двох вищевказаних концентрацій. Спостерігалися піки флюоресценції метиленового синього на довжині хвилі для концентрації  $10^{-4}$  склав  $\lambda \approx 690$  нм, і для  $10^{-1}$  моль/л склав  $\lambda \approx 700$  нм. З врахуванням того, що концентрація метиленового синього  $10^{-4}$  моль/л є незначною (близькою до межі визначення флюоресцентним методом), можна зробити висновок про більш високу чутливість запропонованого поляритонного флюориметра.

Проведені експерименти підтверджують можливості запропонованого поляритонного флюориметра для більш високочутливого детектування різних речовин як в рідинному середовищі, так і розширення ряду дослідження твердотільних об'єктів шляхом реєстрації спектрів флюоресценції.

Запропонований поляритонний флюориметр може бути реалізований у виробничих і лабораторних умовах, так як для його реалізації використовується технічна база широкого призначення.

Джерела інформації:

1. Патент 13481 Україна, Оптиелектронний сенсор, G01N 21/64, 17.04.2006.

2. Патент 54901 Україна, Сенсор, G01N 21/64, A01G 7/00, 25.11.2010.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Поляритонний флюориметр для детектування та визначення концентрації біомолекул та молекулярних комплексів, який містить прозорий оптичний елемент з оптично більш щільної речовини, межу поділу з оптично менш щільною речовиною, електропровідну плівку на вказаній межі, лазер, розташований з боку більш щільного середовища, призму, на одній з граней якої знаходиться досліджуваний зразок та гоніометр для керування кутом повороту призми і фоточутливий елемент, який під'єднується до ПК, який **відрізняється** тим, що на гоніометрі закріплюється тримач над досліджуваним зразком з можливістю змінювати відстань до досліджуваного зразка, в гвинтовий отвір тримача за допомогою втулки додатково загвинчується хвилевід, який, в свою чергу, додатково під'єднується до спектрометра.
2. Поляритонний флюориметр за п. 1, який **відрізняється** тим, що в тримачі в гвинтовому отворі під хвилеводом додатково поміщена збиральна лінза для підсилення вхідного сигналу.
3. Поляритонний флюориметр за п. 1, який **відрізняється** тим, що тримач додатково містить під збиральною лінзою світлофільтр для поглинання лазерного випромінювання.

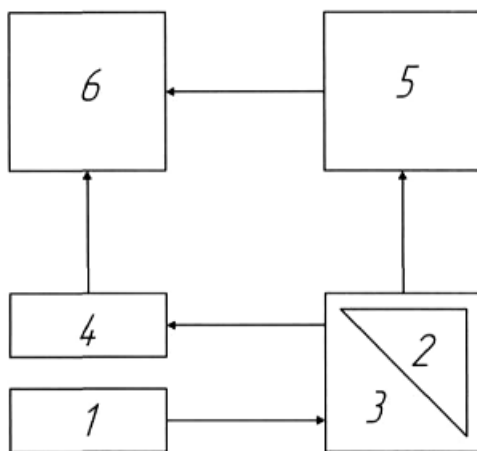


Fig. 1

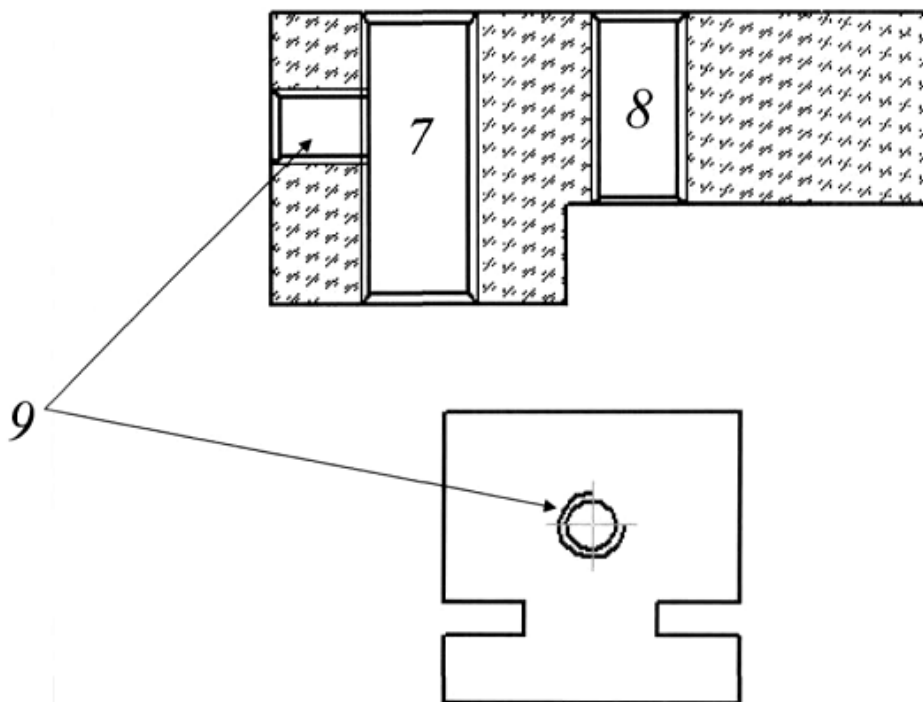
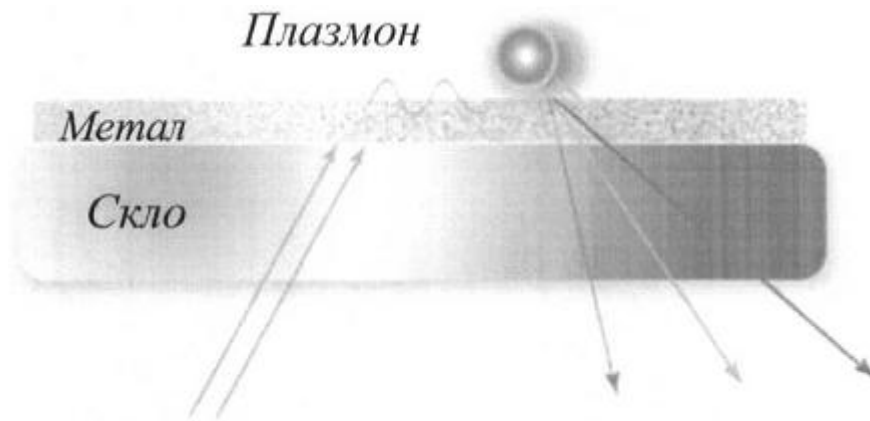
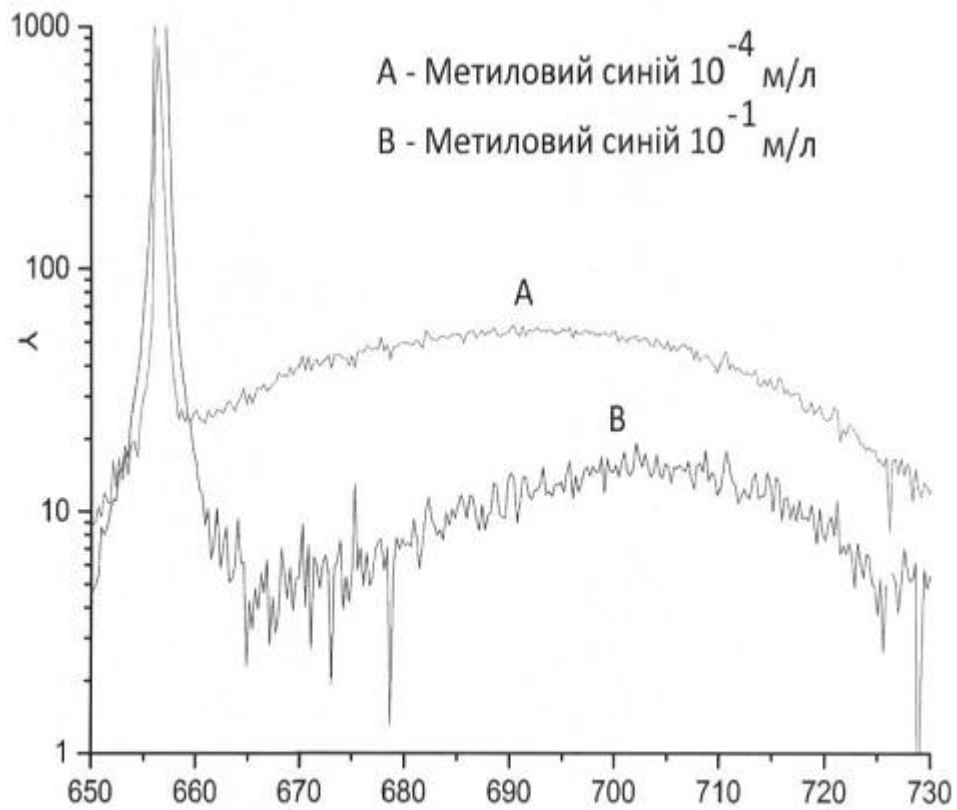


Fig. 2



Фіг. 3



Фіг. 4

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

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