



УКРАЇНА

(19) UA (11) 37737 (13) U
(51) МПК (2006)
G01N 21/64МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ОПТОЕЛЕКТРОННИЙ СЕНСОР

1

2

(21) u200807634

(22) 04.06.2008

(24) 10.12.2008

(46) 10.12.2008, Бюл. № 23, 2008 р.

(72) БРАЙКО ЮРІЙ ОЛЕКСІЙОВИЧ, UA, ВОЙТОВИЧ ІГОР ДАНИЛОВИЧ, UA, КИТАЄВ ОЛЕГ ІГОРОВИЧ, UA, КЛОЧАН ПЕТРО СТЕПАНОВИЧ, UA, КОЛЕСНИК ЮРІЙ СТЕПАНОВИЧ, UA, РОМАНОВ ВОЛОДИМИР ОЛЕКСАНДРОВИЧ, UA, ФЕДАК ВОЛОДИМИР СЕМЕНОВИЧ, UA

(73) ІНСТИТУТ КІБЕРНЕТИКИ ІМ. В.М. ГЛУШКОВА НАН УКРАЇНИ, UA

(57) 1. Оптоелектронний сенсор, який містить затискач, що складається з двох з'єднаних рухомих пластин, та розміщений у кожусі на верхній пластині затискача каркас з отворами, розташованими так, що у центральному отворі каркаса співвісно з

отвором верхньої пластини встановлено світлофільтр та фотоприймач, а бокові отвори каркаса з розміщеними в них світлодіодами розташовані попарно на протилежних кінцях каркаса симетрично центральному отвору та під кутом до нього так, що оптичні осі світлодіодів та фотоприймача перетинаються на нижній пластині затискача під кутом $20 \div 45^\circ$, який відрізняється тим, що в ньому на нижній пластині затискача розташовано еталон флуоресценції з спектральними характеристиками флуоресценції досліджуваного зразка.

2. Оптоелектронний сенсор за п. 1, який відрізняється тим, що як еталон флуоресценції використовують відповідний люмінофор, розміщений у твердому прозорому матеріалі.

Запропонований пристрій належить до області дослідження матеріалів шляхом визначення фізичних властивостей і може бути застосований при дослідженні відбиття та флуоресценції поверхні зразків, зокрема індукції флуоресценції хлорофілу рослинних об'єктів у польових умовах. Запропонований пристрій можна визначити як біосенсор, де чутливим елементом є нативний хлорофіл, тобто хлорофіл живого листа чи суспензії водоростей.

Відомо „Оптоелектронний сенсор” [патент UA 13485 17.04.2006, Бюл. №4]. Сенсор містить затискач, що складається з двох з'єднаних рухомих пластин з отворами та фотоприймач, розміщений під світло-захисним кожухом на одній з пластин затискача, а також червоний та інфрачервоний світлодіоди і розсіюючий світлофільтр, розташовані між світлодіодами та пластиною затискача і розміщені у світлозахисному кожусі на другій пластині так, що оптичні вісі червоного та інфрачервоного світлодіодів перетинаються на фотоприймачі, причому вхід інфрачервоного світлодіода з'єднаний через перший потенціометр, перемикач і другий потенціометр з входом пристрою, а вхід червоного світлодіода під'єднаний через перемикач та другий потенціометр до входу пристрою, другі входи червоного та інфрачервоного світлоді-

одів з'єднані між собою і з другим входом пристрою, виходи фотоприймача є виходами пристрою.

Спільними рисами запропонованого пристрою та аналогу є затискач, що складається з двох з'єднаних рухомих пластин, фотоприймач та світлодіоди орієнтовані на об'єкт і розміщені під світлозахисними кожухами на пластинах затискача.

Причиною, що заважає одержанню очікуваного технічного результату є те, що пристрій-аналог не дозволяє одержувати сигнали індукції флуоресценції та здійснювати калібровку вимірювального тракту.

Найближчим по суті до запропонованого пристрою є „Оптоелектронний сенсор” [патент UA 13481 17.04.2006, Бюл. №4], який містить затискач, що складається з двох з'єднаних рухомих пластин та розміщеного у кожусі каркаса з отворами розташованими так, що у центральному отворі каркаса співвісно з отвором верхньої пластини, встановлено світлофільтр та фотоприймач, а бокові отвори каркаса, з розміщеними в них світлодіодами, розташовані попарно на протилежних кінцях каркаса симетрично центральному отвору та під кутом до нього так, що оптичні вісі світлодіодів

(13) U

(11) 37737

(19) UA

та фотоприймача перетинаються на нижній пластині під кутом $20\div 45^\circ$.

Спільними рисами сенсора-прототипу та запропонованого пристрою є всі ознаки прототипу.

Причиною, що заважає одержанню очікуваного технічного результату є те, що сенсор-прототип не дозволяє здійснювати калібровку приладу та представляти результати вимірювань в одиницях вимірювальної величини.

В основу корисної моделі поставлена задача створення такого оптоелектронного сенсора для дослідження властивостей поверхні об'єкта, зокрема нативного хлорофілу, в якому завдяки введенню нового елементу стало б можливим проведення калібровки при вимірюванні флуоресценції та представлення результатів в одиницях вимірювальної величини, що призводить до підвищення точності вимірювання.

Вирішення поставленої задачі досягається тим що сенсор містить затискач, що складається з двох з'єднаних рухомо пластин та розміщений у кожусі на верхній пластині затискача, каркас з отворами розташованими так, що у центральному отворі каркасу співвісно з отвором верхньої пластини, встановлено світлофільтр та фотоприймач, а бокові отвори каркасу з розміщеними в них світлодіодами, розташовані попарно на протилежних кінцях каркасу симетрично центральному отвору та під кутом до нього так, що оптичні вісі світлодіодів та фотоприймача перетинаються на нижній пластині затискача під кутом $20\div 45^\circ$ та на нижній пластині затискача розташовано еталон флуоресценції з спектральними характеристиками флуоресценції досліджуваного зразка, а також тим, що у якості еталона флуоресценції використовують відповідний люмінофор, розміщений у твердому прозорому матеріалі.

Відмінними ознаками запропонованого сенсора є те, що в ньому на нижній пластині затискача розташовано еталон флуоресценції з спектральними характеристиками флуоресценції досліджуваного зразка, а також те, що у якості еталона флуоресценції використовують відповідний люмінофор розміщений у твердому прозорому матеріалі.

Введення у сенсор еталона флуоресценції з спектральними характеристиками досліджуваного зразка дозволяє здійснювати режими калібровки, автокалібровки, представлення результатів в одиницях вимірюваної величини, що призводить до підвищення точності вимірювань.

Сенсор завжди використовують разом з вимірювальним приладом, який перетворює сигнал сенсора у вигляд придатний до сприйняття. Вимірювання сигналу флуоресценції включає збудження флуоресценції світлом відомої довжини хвилі та інтенсивності, виділення сигналу флуоресценції, перетворення його в електричний сигнал, підсилення електричного сигналу, аналого-цифрове перетворення та представлення результату у певних одиницях, відносно чого в одиницях вимірюваної величини. Вимірювання потребує еталона або його еквівалента для порівняння, калібровки та автокалібровки. Операції вимірювання від збудження флуоресценції до підсилення електрично-

го сигналу виконують в опто-електронному сенсорі, тому еталон флуоресценції розміщують саме у сенсорі на місці досліджуваного зразка або під ним. Операції аналого-цифрового перетворення, представлення результатів в одиницях вимірювальної величини, запам'ятовування та внесення поправок калібровки виконують у вимірювальному приладі.

На Фіг. схематично зображено розріз оптоелектронного сенсора. Він містить кожух 1, каркас з отворами 2, в якому розміщені фотоприймач 3, світлодіоди 4, світлофільтр 5. Сенсор має затискач типу «прищепка», що складається з двох пластин 6 та 8 з отвором 7 на верхній пластині 6, з'єднаних рухомо. У центральному отворі каркаса 2 співвісно з отвором 7 розміщено фотоприймач 3 та світлофільтр 5. Бокові отвори каркаса у кількості $2n$ ($n=1, 2, 3, \dots$), розташовані попарно, симетрично центральному і під кутом до нього. У бокових отворах розміщено світлодіоди 4. Оптичні вісі світлодіодів 4 і фотоприймача 3 перетинаються на нижній пластині під кутом $20\div 45^\circ$. На нижній пластині 8 затискача розташовано еталон флуоресценції 9. Сенсор виносний, а управління світлодіодами та вимірювання сигналу фотоприймача здійснюють з вимірювального приладу через кабель, які на Фіг. не показано.

Сенсор зображений на Фіг. працює наступним чином. В режимі калібровки через отвір 7 верхньої пластини 6 еталон 9 опромінюють світлом світлодіодів 4, створюючи освітлену пляму. Світловий сигнал флуоресценції який випромінює еталон 9 з освітленої плями поступає через світлофільтр 5 на фотоприймач 3 і перетворюється ним в електричний сигнал для подальшого вимірювання. Результат вимірювання запам'ятовують у вимірювальному приладі. Далі замість еталона флуоресценції 9 між пластинами затискача розміщують досліджувані зразки, наприклад листок рослини і повторюють вимірювання. Результат вимірювання представляють в одиницях вимірюваної величини, враховуючи результат калібрівочного вимірювання з еталоном флуоресценції.

При масових вимірюваннях флуоресценції однотипних зразків еталон флуоресценції 9 постійно закріплений на нижній пластині затискача, а дослідні зразки по чергову розміщують над еталоном флуоресценції 9. Це дозволяє здійснювати автокалібровку перед кожним циклом вимірювань флуоресценції, при переході на вимірювання другого типу досліджуваних зразків необхідно встановлювати інший відповідний еталон флуоресценції.

Спектральні характеристики еталона флуоресценції повинні відповідати спектральним характеристикам флуоресценції досліджуваного зразка. Так для вимірювань флуоресценції нативного хлорофілу використовують еталон флуоресценції 9 у якого збудження флуоресценції відбувається в діапазоні хвиль $400\text{--}500\text{ нм}$, а флуоресценція в діапазоні хвиль $670\text{--}770\text{ нм}$. Для калібровки при вимірюванні флуоресценції окислених ліпідів та флавоноїдів зеленого листа, яка відбувається в діапазоні хвиль $450\text{--}500\text{ нм}$ при збудженні у діапазоні $350\text{--}400\text{ нм}$ необхідний свій еталон флуоресценції.

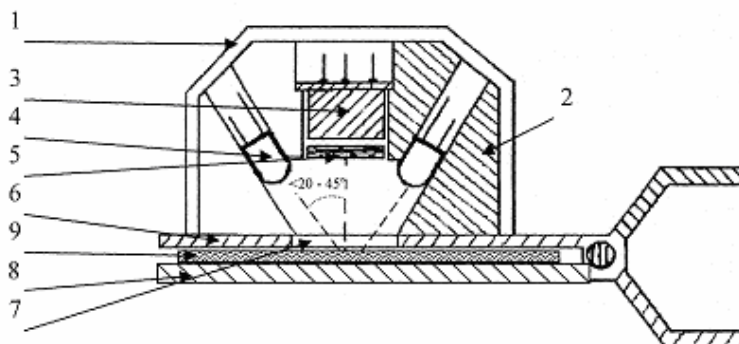
В науково-медичній літературі результат вимірювання флуоресценції біологічних об'єктів представляють у відносних одиницях, відносячи поточні значення до верхньої границі шкали приладу. Враховуючи, що наведена флуоресценція це квантовий процес, інтенсивність збуджуючого світла прийнято представляти у молях фотонів на м^2 площі за 1 сек. На довжині хвилі збудження - 500 нм одиниця $1 \text{ мкмоль фотонів/м}^{-2} \text{с}^{-1}$ буде еквівалентна 240 Вт/м^2 . Фізіологічне нормальна освітленість листка рослини лежить в межах $20\text{--}500 \text{ мкмольфот/м}^{-2} \text{с}^{-1}$, що еквівалентно межі $4.8\text{--}120 \text{ Вт/м}^2$. При цьому як хлорофілу листка, так і еталону флуоресценції властиві відповідні квантові виходи флуоресценції, які визначають як відношення інтенсивності флуоресценції до інтенсивності збудження. При стабільному квантовому виході еталона та відомій інтенсивності збудження, матимемо еталонний сигнал флуоресценції, а відносячи його до діапазону шкали вимірювального приладу визначимо ціну поділки в енергетичних одиницях флуоресценції.

У якості еталона використовують відповідний люмінофор, розчинений у твердому прозорому матеріалі, наприклад у селікатному або органічному (поліметилметакрилат) склі, полістиролі, тощо. Такий люмінофор у вигляді барви із захисним прозорим покриттям наносять також на нижню плас-

тину затискача сенсора, але при цьому неможлива заміна еталона.

Сенсор реалізовано для вимірювання наведеної флуоресценції нативного хлорофілу листка рослини, зокрема яблуні. У сенсорі використані суперяскраві світлодіоди з випроміненням на хвилі 460 нм типу NSPB 500 фірми Nichia, фотоприймач OPT 301 M фірми Texas instrument та майларовий червоний світлофільтр для виділення сигналу флуоресценції у діапазоні 670-770 нм. У якості еталона флуоресценції використано світлофільтр ОС-14 з каталогу кольорового скла ГОСТ 9411-81. Хоча його флуоресцентні характеристики не нормовані, але квантовий вихід флуоресценції стабільний і складає близько 60%. Як еталони флуоресценції хлорофілу можуть бути використані світлофільтри КС-10, КС-11, КС-13 але їх квантовий вихід менший. Запропонований сенсор буде використано в комплекті з приладом «Флоратест» за [патентом UA 12382]. В якості вимірювального приладу може бути використаний любий інший флюориметр, який включає мікроконтролер для проведення обчислень та запам'ятовування результатів.

Запропонований оптоелектронний сенсор, як видно з його опису, може бути реалізований у виробничих умовах, так як для його реалізації використовується технічна база широкого призначення.



Фіг.