



УКРАЇНА

(19) UA (11) 13485 (13) U
(51) МПК (2006)
G01N 21/01МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ОПТОЕЛЕКТРОННИЙ СЕНСОР

1

2

(21) u200504997

(22) 26.05.2005

(24) 17.04.2006

(46) 17.04.2006, Бюл. № 4, 2006 р.

(72) Войтович Ігор Данилович, Китаєв Олег Ігоревич, Ключан Петро Степанович, Романов Володимир Олександрович, Федак Володимир Семенович, Корсунський Володимир Мойсеевич, Бедненко Тетяна Василівна

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

(57) Оптиoeлектронний сенсор, який містить затискач, що складається з двох з'єднаних рухомо пластин з отворами, та фотоприймач, розміщений під світлозахисним кожухом на одній з пластин затис-

кача, який відрізняється тим, що він додатково містить червоний та інфрачервоний світлодіоди і розсіювальний світлофільтр, розташований між світлодіодами та пластиною затискача, і розміщені у світлозахисному кожусі на другій пластині так, що оптичні осі 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 світлодіодів з'єднані між собою і з другим входом пристрою, виходи фотоприймача є виходами пристрою.

Запропонований пристрій належить до області дослідження речовини шляхом визначення фізичних властивостей, зокрема поглинання нативного хлорофіла. Запропонований пристрій можна визначити як біосенсор, де чутливим елементом є нативний хлорофіл у випадках коли концентрація хлорофіла є діагностичною ознакою стану рослини.

Хлорофіл є основою фотосинтеза, а його концентрація є визначальною ознакою стану рослин. Хлорофіл зконцентровано у хлоропластах клітин, а у міжклітинному просторі розташовані судини. Вимірюють концентрацію хлорофіла з допомогою колориметрів, шляхом визначення поглинання світла ефірними або спиртовими витяжками гомогенатів листяних висічок. Максимальне поглинання світла хлорофілом спостерігають на хвилях 460-650нм. Поглинання світла хлоропластами і судинами різне, тому при вимірюванні концентрації нативного хлорофіла, тобто безпосередньо в живому листку, виникає неоднозначність. Вона залежить від співвідношення судин і хлоропластів в межах перетину оптичного каналу з площиною листа.

Відомо "Способ определения концентрации хлорофила и устройства для его осуществления" СССР, №1659797, 001 М 21/64. Спільними рисами аналогу та запропонованого пристрою є опорний

канал вимірювання прозорості середовища. Причиною, що заважає одержанню очікуваного технічного результату є те, що пристрій-аналог не дозволяє вимірювати об'ємну концентрацію нативного хлорофіла в твердих середовищах, зокрема в листях рослин.

Найближчим по суті до запропонованого сенсора є "выносной оптический датчик" приладу "Флоратест" (флуориметр переносной ИФК-1). Техническое описание и инструкция по эксплуатации, ИБВЦ.201113.001 ТО, Киев 1999.

Сенсор - прототип містить затискач, який включає верхню пластину з освітлювачем, нижню пластину з фотоприймачем, вісь, затискачну приужину, розжимний ричаг, досліджуваний лист рослини, чорну ворсисту прокладку, мініатюрну лампу розжарення, синьо-зелений світлофільтр, шторку оптичного затвора, перемикач затвора, фотоприймач, червоний світлофільтр.

Спільними ознаками прототипу та запропонованого сенсора є наявність затискача, що складається з двох, з'єднаних рухомо пластин з отворами, фотоприймача та світлозахисного кожуха.

Причиною, що заважає одержанню очікуваного технічного результату є те, що джерело освітлення, яке складається з лампи розжарення і синього світлофільтра, опромінює лист рослини

(13) U

(11) 13485

(19) UA

тільки синім світлом. Крім того, таке джерело освітлення не дає рівномірного опромінення листа в межах плями освітлення, що особливо важливо при складній, поверхневій та об'ємній структурі листа. Інтенсивність світла, яке проходить крізь лист залежить від багатьох чинників, зокрема: коефіцієнта поглинання світла хлорофілом, його концентрації, коефіцієнта поглинання і розсіювання світла іншими елементами листа, коефіцієнта відбиття від поверхні листа, наявності сигналу флуоресенції, товщини листа, інтенсивності падаючого світла і т. ін. Ці показники змінюються від культури, рослини, листа і навіть зони листа. Тому вимірювання сумарного світлового потоку, що проходить крізь листок не дозволяє однозначно визначити об'ємну концентрацію нативного хлорофіла.

В основу пристрою поставлена задача створення такого оптоелектронного сенсора для дослідження нативного хлорофіла, в якому завдяки введенню нових вузлів та зміни функцій відомих стало б можливим визначення об'ємної концентрації нативного хлорофіла.

Вирішення поставленої задачі досягається тим, що сенсор містить затискач, який складається з двох з'єднаних рухомо пластин з отворами та фотоприймач, розміщений під світлозахистним кожухом на одній з пластин, а також додатково містить червоний та інфрачервоний світлодіоди і розсіюючий світлофільтр, розташований між світлодіодами та пластиною затискачу і розміщені у світлозахистному кожуху 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 світлодіодів з'єднані між собою і з другим входом пристрою, виходи фотоприймача є виходами пристрою.

Відмінними ознаками запропонованого сенсора є червоний та інфрачервоний світлодіоди і розсіюючий світлофільтр, розташований між світлодіодами та пластиною затискачу і розміщені у світлозахистному кожуху 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 світлодіодів з'єднані між собою і з другим входом пристрою, виходи фотоприймача є виходами пристрою.

Введення у сенсор нових вузлів, елементів та зв'язків між ними дозволяє по чергову опромінювати об'єкт розсіяним червоним та інфрачервоним світлом однакової інтенсивності, шляхом перемикання живлення світлодіодів та змінювати інтенсивності освітлення однорідного в межах освітленої плями на поверхні листка.

Опромінення листа рослини світлом викликає

відбиття, розсіювання та поглинання світла структурами листа, зокрема: судинами, оболонками клітин, міжклітинною рідиною та хлорофілом хлоропластів. Опромінення здійснюють на двох довжинах хвиль в червоній області спектра, де хлорофіл має сильну смугу поглинання і в інфрачервоній області, поблизу від червоної, де поглинання хлорофілу незначне. В той же час коефіцієнти "фоновому" поглинання і розсіювання світла на обох довжинах хвиль приблизно однакові. Якщо при цьому забезпечити однакові інтенсивності падаючого червоного та інфрачервоного світла, то концентрацію хлорофіла визначають за формулою:

$$C = A \cdot \ln(0,91^{I^C} / I^C - 0,91^{I^C})$$

де A - константа приладу. I^C та I^I - відповідно інтенсивності червоного та інфрачервоного освітлення на фотоприймачі.

На Фіг. схематично зображено розріз оптоелектронного сенсора та електрична схема. Він містить фотоприймач 1, червоний світлодіод 2, інфрачервоний світлодіод 3, розсіювальний світлофільтр 4, верхню пластину затискача 5, нижню пластину затискача 6, верхній світлозахистний кожух 7, та нижній світлозахистний кожух 8. Сенсор має вигляд затискача типу "прищепка" і складається з двох пластин 5 та 6, з'єднаних рухомо, між пластинами 5 і 6 розміщують листок рослини. На верхній пластині 5 під світлозахистним кожухом 7 розміщені червоний 2 та інфрачервоний 3 світлодіоди. Між світлодіодами 2, 3 і пластиною 5 розміщено розсіюючий світлофільтр 4. Цей розсіювальний світлофільтр 4 перетворює направлене нерівномірне випромінювання світлодіодів в розсіяне опромінення, рівномірне в межах отвору пластини 5 на поверхні об'єкту. Фотоприймач 1 розташований в отворі нижньої пластини 6 соосно з отвором верхньої пластини 5 так, що оптичні вісі світлодіодів 2 і 3 перетинаються на фотоприймачі.

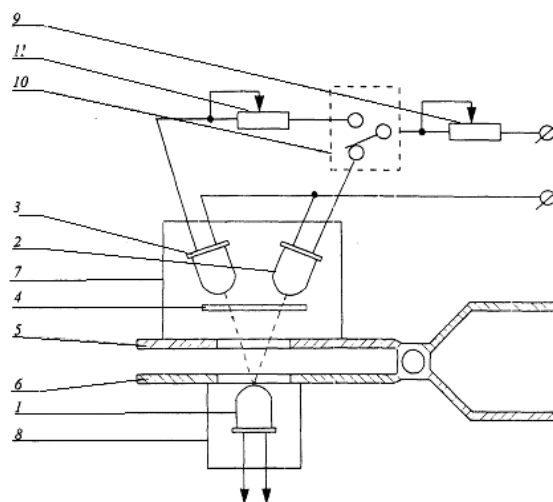
Інфрачервоний світлодіод 3 через перший потенціометр 11 підключено до перемикача 10. На другий вхід перемикача 10 підключено червоний світлодіод 2, а третій вхід перемикача 10 через другий потенціометр 9 з'єднано з входом пристрою, другі входи світлодіодів 2 і 3 з'єднані між собою і під'єднані до другого входу пристрою.

Сенсор працює наступним чином: без закріплення сенсора на листі рослини, подається живлення через другий потенціометр 9 та перемикач 10 на червоний світлодіод. Його випромінювання через світлофільтр 4 поступає на фотоприймач 1. Результат освітленості червоним світлом запам'ятовують. Переводячи перемикач 10 в друге положення, подають живлення через перший потенціометр 11 на інфрачервоний світлодіод 3. Змінюючи струм через інфрачервоний світлодіод 3 з допомогою першого потенціометра 11, зрівнюють значення освітленості фотоприймача 1 інфрачервоним світлом з освітленістю червоним. Таким чином забезпечується рівномірне в межах плями, однакове по інтенсивності освітлення червоним та інфрачервоним світлом. Далі сенсор закріплюють на листі рослини, вмикають червоний світлодіод 2 і вимірюють з допомогою фотоприймача 1 інтенсивність червоного освітлення I^C , яке пройшло

через лист рослини. Перемикачем 10 підключають живлення на інфрачервоний світлодіод 3 і вимірюють інтенсивність інфрачервоного освітлення $I^{\text{Ч}}$, яке пройшло через лист рослини. Концентрацію хлорофіла визначають за наведеною вище формулою. Схема дозволяє по чергові освітлювати об'єкт червоним та інфрачервоним світлом та змі-

нювати інтенсивність освітлення в межах освітленої плями на поверхні листа рослини.

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



Фіг.