



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **74380** (13) **U**
(51) МПК
G01N 21/21 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

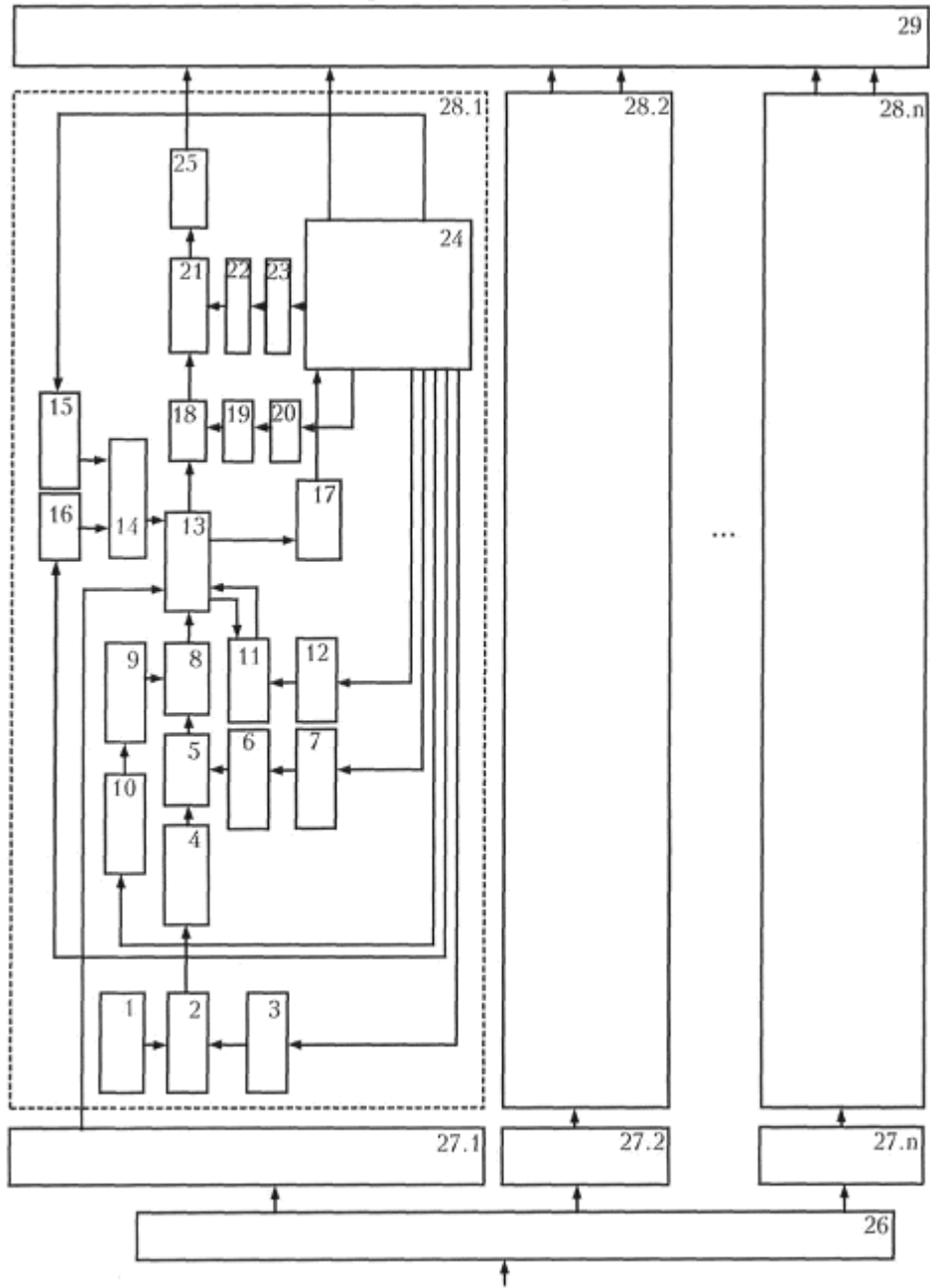
| | |
|--|---|
| <p>(21) Номер заявки: u 2012 04439</p> <p>(22) Дата подання заявки: 09.04.2012</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.10.2012</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.10.2012, Бюл.№ 20</p> | <p>(72) Винахідник(и): Петрук Василь Григорович (UA), Кватернюк Сергій Михайлович (UA), Васильківський Ігор Володимирович (UA), Кватернюк Олена Євгенівна (UA), Цвенько Оксана Олександрівна (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</p> |
|--|---|

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ КОНТРОЛЮ КОНЦЕНТРАЦІЙ ЧАСТИНОК У ПОЛІДИСПЕРСНИХ ВОДНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

(57) Реферат:

Пристрій для контролю концентрацій частинок у полідисперсних водних середовищах, що містить джерело випромінювання, поляризатор, аналізатор, які розміщені в поворотних пристроях, досліджуваний зразок, систему об'єктивів, зв'язану з поляризатором та аналізатором та під'єднану до досліджуваного зразка, фотоприймач (CCD-камеру), зв'язаний з входом персонального комп'ютера, проточну вимірювальну кювету з тонким шаром досліджуваної полідисперсної біологічної рідини, насос промивки, крокові двигуни, термостат, монохроматор, волоконно-оптичний хвилевід, компенсатор, оптичну систему мікроскопа та систему автофокусування, предметний столик мікроскопа, причому в нього введено змішувач, який слугує для подачі води, до якого підключено набір фільтрів з порами різного діаметра, з'єднаних з проточними кюветами вимірювальних каналів.

UA 74380 U



Корисна модель належить до галузі оптичного приладобудування, а саме до пристроїв оптико-фізичних вимірювань, і може бути використана для вимірювального контролю частинок полідисперсних водних середовищ, що може бути використано для екологічного контролю стану природних водних об'єктів.

5 Відомо проточний аналізатор - скануючий проточний цитометр, що включає проточну камеру, засоби формування потоку рідини, джерело когерентного випромінювання, фотодетектор та пристрої керування і обробки даних. Проточну камеру виконано у формі скануючої кювети з оптично прозорого матеріалу з внутрішнім прямолінійним каналом, а також сферичного дзеркала, вісь якого співпадає з віссю внутрішнього каналу скануючої кювети.
10 Внутрішня поверхня дзеркала оптично пов'язана з фотодетектором. Джерело випромінювання формує промінь направлений вздовж осі внутрішнього каналу скануючої кювети. Світло, розсіяне одиночною частинкою, сканується по апертурі фотоприймача під час її руху в потоці по капіляру кювети, що дозволяє виміряти індикатрису розсіювання частинки (Патент РФ №2347224, G01N33/49, 2006).

15 Недоліком такого пристрою є те, що він має невеликий діапазон розмірів частинок, які можливо досліджувати. Крім того, властивості частинок складної форми та внутрішньої будови важко визначити за їх індикатрису розсіювання.

Найбільш близьким є пристрій для контролю стану полідисперсних біологічних рідин на основі спектрополяриметричних зображень їх частинок, що включає джерело випромінювання, поляризатор, аналізатор, які розміщені в поворотних пристроях, досліджуваний зразок, систему об'єктивів зв'язану з поляризатором та аналізатором та під'єднану до досліджуваного зразка, фотоприймач (CCD-камеру), зв'язаний з входом комп'ютера, в подальшому персонального комп'ютера, а також проточну вимірювальну кювету з тонким шаром досліджуваної полідисперсної біологічної рідини, насос промивки, крокові двигуни, термостат, монохроматор, волоконно-оптичний хвилевід, компенсатор, оптичну систему мікроскопа та систему автофокусування, предметний столик мікроскопа. Волоконно-оптичний хвилевід під'єднано до монохроматора та поляризатора, компенсатор під'єднано до поляризатора та проточної вимірювальної кювети, проточна вимірювальна кювета закріплена на предметному столику мікроскопа, оптична система мікроскопа зв'язана з поляризатором і аналізатором та під'єднана до проточної вимірювальної кювети, крокові двигуни під'єднано до поворотних пристроїв поляризатора, аналізатора, насосу промивки та системи автофокусування, вихід персонального комп'ютера пов'язано з блоком керування кроковими двигунами, кут повороту поляризатора та аналізатора встановлено виходячи з мінімального оптичного сигналу на CDD-камері при проходженні випромінювання через вимірювальну кювету заповнену стандартним розчином
35 (Патент України №52754, М. Кл. G01N 21/21, 2010, Бюл. №17).

Недоліком такого пристрою є недостатня вірогідність контролю концентрацій частинок різних типів у полідисперсному середовищі, у випадку, коли розміри цих частинок знаходяться у широкому діапазоні. При цьому, якщо у проточній вимірювальній кюветі знаходяться частинки великих розмірів, що наближаються до товщини кювети і оптична система мікроскопа формує чітке зображення цих частинок, то зображення частинок малих розмірів, які також знаходяться у проточній вимірювальній кюветі, будуть нечіткими та розфокусованими. Таким чином, зображення частинок малих розмірів не дозволять з високою точністю розпізнати їх тип та визначити чисельну концентрацію.

В основу корисної моделі поставлено задачу підвищення вірогідності контролю концентрацій частинок у полідисперсних водних середовищах.

Поставлена задача досягається тим, що в пристрій для контролю концентрацій частинок у полідисперсних водних середовищах, що містить джерело випромінювання, поляризатор, аналізатор, які розміщені в поворотних пристроях, досліджуваний зразок, систему об'єктивів, зв'язану з поляризатором та аналізатором та під'єднану до досліджуваного зразка, фотоприймач (CCD-камеру), зв'язаний з входом персонального комп'ютера, проточну вимірювальну кювету з тонким шаром досліджуваної полідисперсної біологічної рідини, насос промивки, крокові двигуни, термостат, монохроматор, волоконно-оптичний хвилевід, компенсатор, оптичну систему мікроскопа та систему автофокусування, предметний столик мікроскопа, причому волоконно-оптичний хвилевід під'єднано до монохроматора та поляризатора, компенсатор під'єднано до поляризатора та проточної вимірювальної кювети, яка закріплена на предметному столику мікроскопа, оптична система мікроскопа зв'язана з поляризатором і аналізатором та під'єднана до проточної вимірювальної кювети, крокові двигуни під'єднано до поворотних пристроїв поляризатора, аналізатора, насосу промивки та системи авто фокусування мікроскопу, вихід персонального комп'ютера пов'язано з блоком керування кроковими двигунами, кут повороту поляризатора та аналізатора встановлено
60

виходячи з мінімального оптичного сигналу на CDD-камері при проходженні випромінювання через вимірювальну кювету, заповнену стандартним розчином, введено змішувач, який слугує для подачі води, до якого підключено набір фільтрів з порами різного діаметру, з'єднаних каналами з проточними кюветами вимірювальних каналів.

5 На кресленні представлена схема запропонованого пристрою для контролю концентрацій частинок у полідисперсних водних середовищах.

Пристрій містить джерело випромінювання 1, монохроматор 2, кроковий двигун 3 встановлення робочої довжини хвилі монохроматора 2, волоконно-оптичний хвилевід 4, поляризатор 5, поворотний пристрій 6 поляризатора 5, який підключено до крокового двигуна 7 встановлення кута повороту поляризатора 5, компенсатор 8, поворотний пристрій 9 компенсатора 8, який підключено до крокового двигуна 10 для встановлення кута повороту компенсатора 8, насос промивки 11, який підключено до крокового двигуна 12 для насоса промивки 11, проточну вимірювальну кювету 13, предметний столик 14 мікроскопа, який підключено до крокових двигунів 15, 16 для руху предметного столика мікроскопа у напрямках X та Y відповідно, термостат 17, аналізатор 18, поворотний пристрій 19 аналізатора 18, кроковий двигун 20 для встановлення кута повороту аналізатора 18, оптичну систему мікроскопа 21, систему автофокусування мікроскопа 22, кроковий двигун 23 автофокусування мікроскопа 22, блок керування 24 кроковими двигунами (7, 10, 12, 15, 16, 20, 23), фотоприймач (CCD-камеру) 25, змішувач 26, набір фільтрів з порами різного діаметру $27_1 \dots 27_n$, вимірювальні канали $28_1 \dots 28_n$ для дослідження частинок різного розміру, персональний комп'ютер 29.

Пристрій працює наступним чином.

Рідина з частинками різного розміру (полідисперсне водне середовище) надходить у змішувач 26 і розділяється набором фільтрів з порами різного діаметру $27_1 \dots 27_n$ на потоки з частинками певного розміру, які надходять у проточні вимірювальні кювети 13 відповідних вимірювальних каналів $28_1 \dots 28_n$. Випромінювання від джерела випромінювання 1 надходить на монохроматор 2, довжина хвилі якого встановлюється кроковим двигуном 3 відповідно до значень характеристичних довжин хвиль пігментів у частинках полідисперсних біологічних рідин. Далі випромінювання проходить через волоконно-оптичний хвилевід 4, поляризатор 5 та компенсатор 8, кути обертання яких встановлюються першим 6 та другим 9 поворотними пристроями, які обертаються за допомогою першого 7 та другого 10 крокових двигунів відповідно. Далі випромінювання проходить проточну вимірювальну кювету 13 з тонким шаром досліджуваної полідисперсної біологічної рідини. Перед проведенням експерименту проточна вимірювальна кювета 13 промивається стандартним розчином за допомогою насоса промивки 11, що рухається за допомогою третього крокового двигуна 12. Проточна вимірювальна кювета 13 розміщена на предметному столику мікроскопа 14 та може рухатись за допомогою четвертого 15 та п'ятого 16 крокових двигунів у напрямках X та Y. Для забезпечення стабільності та повторюваності результатів експерименту проточна вимірювальна кювета 13 розміщена у термостаті 17. Далі випромінювання проходить через аналізатор 18, кут обертання якого встановлюється третім поворотним пристроєм 19 за допомогою шостого крокового двигуна 20. Збільшення спектрополяриметричних зображень частинок полідисперсних біологічних рідин до необхідних розмірів здійснюється за допомогою оптичної системи мікроскопа 21. Автофокусування мікроскопа здійснюється за допомогою системи автофокусування 22 та сьомого крокового двигуна 23. Блок керування 24 кроковими двигунами (7, 10, 12, 15, 16, 20, 23) створює необхідні сигнали керування для крокових двигунів. Збільшене зображення частинки фіксується фотоприймачем (CCD-камера) 25 та передається у персональний комп'ютер 29. Персональний комп'ютер 29 за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення порівнює отримані спектрополяриметричні зображення зі зразковими та визначає співвідношення між частинками різних видів. Отримані співвідношення між частинками різних видів полідисперсної біологічної рідини дозволяють оцінити її стан.

50 Кількість вимірювальних каналів $28_1 \dots 28_n$ та фільтрів $27_1 \dots 27_n$ визначається умовами узгодження глибини різко зображеного простору (глибини різкості) з розмірами частинок та товщиною проточної вимірювальної кювети.

З врахуванням впливу оптичної системи мікроскопу, характеристик CCD-камери, а також за рахунок дифракції глибина різкості буде визначатись за формулою Берека таким чином:

$$55 \quad \pm \text{D.O.F.} = \frac{\omega \cdot 250000}{\text{N.A.} \cdot M} + \frac{\lambda}{2(\text{N.A.})^2} \text{ [мкм]},$$

де ω - кутова роздільна здатність;

M - загальне збільшення оптичної системи мікроскопу;

λ - довжина хвилі;

N.A. - числова апертура об'єктиву.

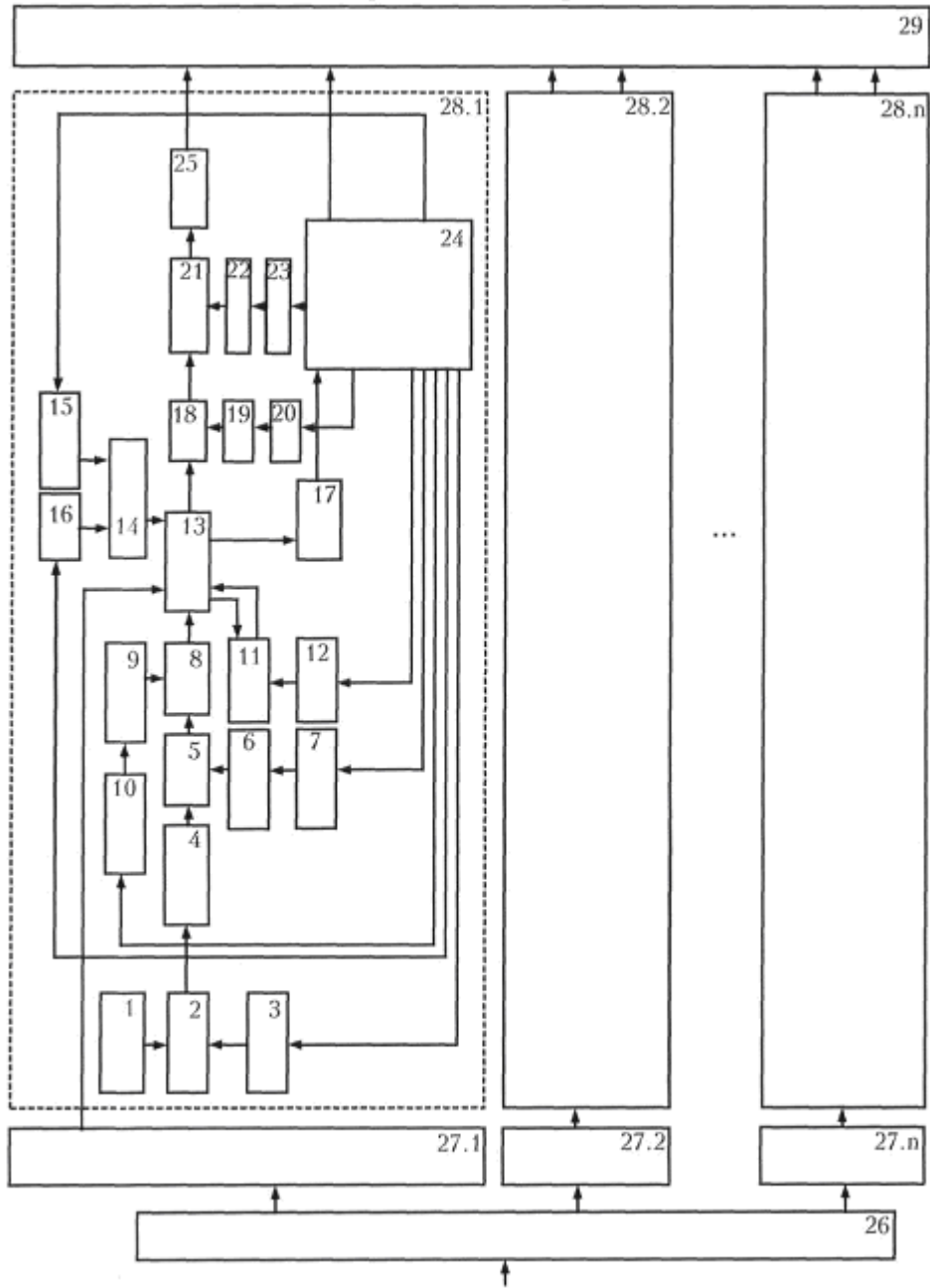
Для кожного з вимірювальних каналів повинна з одного боку виконуватись умова $\pm D.O.F. > d_{max}$, де d_{max} - максимальний розмір частинок, що потрапляють через фільтр. Також максимальний розмір частинок обмежується товщиною проточної вимірювальної кювети 13. З іншого боку мінімальний розмір частинок d_{min} обмежується розділовою здатністю

5 $\varepsilon = 0,61 \frac{\lambda}{N.A.}$ [мкм] та необхідним для точного розрізнення N.A. цифрових зображень частинок їх мінімальним розміром у пікселях, що визначається параметрами CCD-камери 25 та загальним збільшенням оптичної системи мікроскопа 21.

Таким чином, якщо у полідисперсному водному середовищі необхідно контролювати концентрації частинок з розмірами $d_{min} \dots d_{max}$, то слід використати таку кількість вимірювальних каналів 28₁...28_n з відповідними фільтрами 27₁...27_n, щоб у кожному з них забезпечити виконання умов за глибиною різкості зображень частинок та їх розділовою здатністю.

15 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для контролю концентрацій частинок у полідисперсних водних середовищах, що містить джерело випромінювання, поляризатор, аналізатор, які розміщені в поворотних пристроях, досліджуваній зразок, систему об'єктивів, зв'язану з поляризатором та аналізатором та під'єднану до досліджуваного зразка, фотоприймач (CCD-камеру), зв'язаний з входом персонального комп'ютера, проточну вимірювальну кювету з тонким шаром досліджуваної полідисперсної біологічної рідини, насос промивки, крокові двигуни, термостат, монохроматор, волоконно-оптичний хвилевід, компенсатор, оптичну систему мікроскопа та систему автофокусування, предметний столик мікроскопа, причому волоконно-оптичний хвилевід під'єднано до монохроматора та поляризатора, компенсатор під'єднано до поляризатора та проточної вимірювальної кювети, яка закріплена на предметному столику мікроскопа, оптична система мікроскопа зв'язана з поляризатором і аналізатором та під'єднана до проточної вимірювальної кювети, крокові двигуни під'єднано до поворотних пристроїв поляризатора, аналізатора, насосу промивки та системи автофокусування мікроскопа, вихід персонального комп'ютера пов'язано з блоком керування кроковими двигунами, кут повороту поляризатора та аналізатора встановлено, виходячи з мінімального оптичного сигналу на CCD-камері при проходженні випромінювання через вимірювальну кювету, заповнену стандартним розчином, який **відрізняється** тим, що в нього введено змішувач, який слугує для подачі води, до якого підключено набір фільтрів з порами різного діаметра, з'єднаних з проточними кюветами вимірювальних каналів.



Комп'ютерна верстка Л.Литвиненко

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