



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 147804

(13) U

(51) МПК

G01N 33/487 (2006.01)

G01N 21/39 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**(21)** Номер заявки: **u 2020 06772****(22)** Дата подання заявки: **21.10.2020****(24)** Дата, з якої є чинними
права інтелектуальної
власності: **17.06.2021****(46)** Публікація відомостей
про державну
реєстрацію: **16.06.2021, Бюл.№ 24****(72)** Винахідник(и):

Ушенко Олександр Григорович (UA),
Ушенко Юрій Олександрович (UA),
Ушенко Володимир Олександрович (UA),
Дуболазов Олександр Володимирович
(UA),
Томка Юрій Ярославович (UA),
Пашковська Наталія Вікторівна (UA),
Марчук Юлія Федорівна (UA),
Горський Михайло Петрович (UA)

(73) Володілець (володільці):

**ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА,**
вул. Коцюбинського, 2, м. Чернівці, 58002
(UA)

(54) СПОСІБ 2D-ДЖОНС-МАТРИЧНОГО КАРТОГРАФУВАННЯ ПОЛІКРИСТАЛІЧНИХ ПЛІВОК ЖОВЧІ**(57) Реферат:**

Спосіб 2D-Джонс-матричного картографування полікристалічних плівок жовчі для класифікації процесу кристалізації полікристалічних структур та властивостей двопроменезаломлення шляхом оцінки змін оптичної анізотропії. Для оцінки змін оптичної анізотропії проводять послідовне опромінювання паралельними лінійно з азимутами 0°; 90° поляризованими пучками гелій-неонового лазера з довжиною хвилі 0,6328 мкм. Для кожного з пучків зображення зразків полікристалічних плівок жовчі проектують за допомогою поляризаційного мікрооб'єктива в площину світлочутливої площадки CCD-камери крізь багатоканальний фазовий аналізатор. Визначають дискретні масиви величини інтенсивності лінійно з азимутами 0°; 90° поляризованих зображень зразків полікристалічних плівок жовчі. Обчислюють координатні розподіли величини модуля і фази комплексних елементів матриці Джонса, алгоритмічно відтворюють координатні розподіли величини лінійного та циркулярного двопроменезаломлення. Розраховують статистичні і кореляційні моменти, які характеризують такі розподіли, за значеннями яких здійснюють класифікацію процесу кристалізації полікристалічних структур та властивостей двопроменезаломлення.

UA 147804 U

UA 147804 U

Корисна модель належить до медицини та фізичної оптики і може бути використана для дослідження поляризаційної структури лазерного зображення жовчі, що актуально для визначення структури полікристалічних плівок рідин організму людини.

На даний час не існує об'єктивного, точного та зручного способу для вивчення структури полікристалічних плівок рідин організму людини.

Наш спосіб, що заявляється, дозволяє уникнути вказаних недоліків, значно об'єктивізувати структури полікристалічних плівок жовчі та отримати точні дані, які представляють у вигляді поляризаційної структури лазерного зображення полікристалічних плівок жовчі.

Відомий ряд оптичних способів, які досліджують кореляційні параметри координатного розподілу інтенсивності поляризованого лазерного випромінювання, перетвореного біологічними об'єктами.

Спосіб-аналог, описаний в [Ushenko, Y.A., Bakun, O., Martseniak, I.V., Tsyhykalo, O., Dubolazov, A.V., Pidkamin, L.Y., Prydiy, O.G., Soltys, I.V., Gorsky, M.P. Polarization reconstruction of polycrystalline structure of biological liquid films (2018) Proceedings of SPIE-The International Society for Optical Engineering, 10977, art. no. 109773R], заснований на статистичному аналізі розподілу фаз лазерного зображення біологічних шарів.

Недоліком способу є неможливість дослідження полікристалічної структури біологічного шару за умов кратного світлорозсіяння.

Найближчим аналогом корисної моделі є спосіб діагностики запальних процесів за оцінкою кореляційної структури поляризаційних зображень біологічних рідин людини [Sakhnovskiy, M.Y., Olar, O.I., Garazduyk, M.S., Syvokorovskaya, A.-V., Bodnar, G.B., Tsyhykalo, O., Dubolazov, A.V., Ushenko, V.A. Correlation structure of Stokes parametric images of polycrystalline films of human biological] при якому стан захворювання визначається за діагностикою змін кореляційних розподілів азимутів і еліптичності поляризації лазерних зображень плівок біологічних рідин органів людини. При цьому ступінь запальних змін оцінюються шляхом обчислення статистичних моментів 1-4-го порядків, які характеризують кореляційні розподіли параметрів поляризації у лазерних зображеннях.

Недоліками найближчого аналога є залежність одержаних результатів від кратності світлорозсіяння та зміни стану поляризації лазерного випромінювання, що призводить до залучення додаткових коштів.

Нами пропонується рішення, що усуває вказані недоліки.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалити спосіб 2D-Джонс-матричної томографії полікристалічних плівок жовчі для класифікації процесу кристалізації полікристалічних структур та властивостей двоприменезаломлення шляхом оцінки змін оптичної анізотропії, згідно з корисною моделлю, для оцінки змін оптичної анізотропії проводять послідовне опромінювання паралельними лінійно з азимутами 0° ; 90° поляризованими пучками гелій-неонового лазера з довжиною хвилі $0,6328$ мкм, для кожного з пучків зображення, зразків полікристалічних плівок жовчі проектується за допомогою поляризаційного мікрооб'єктива в площину світлочутливої площадки CCD-камери крізь багатоканальний фазовий аналізатор, визначають дискретні, масиви величини інтенсивності лінійно з азимутами 0° ; 90° поляризованих зображень зразків полікристалічних плівок жовчі, обчислюють координатні розподіли величини модуля і фази комплексних елементів матриці Джонса, алгоритмічно відтворюють координатні розподіли величини лінійного та циркулярного двоприменезаломлення, розраховують статистичні і кореляційні моменти, які характеризують такі розподіли, за значеннями яких здійснюють класифікацію процесу кристалізації полікристалічних структур.

Спільними ознаками найближчого аналога та корисної моделі, що заявляється, є використання для класифікації процесу кристалізації полікристалічних структур, використовують зміни оптичної анізотропії плівок жовчі.

Корисна модель відрізняється від найближчого аналога тим, що для оцінки змін процесу кристалізації полікристалічних структур шляхом оцінки змін оптичної анізотропії, згідно з корисною моделлю, для оцінки змін фазової анізотропії обчислюють координатні розподіли величини модуля і фази комплексних елементів: матриці Джонса, алгоритмічно відтворюють координатні розподіли величини лінійного та циркулярного двоприменезаломлення, розраховують статистичні і кореляційні моменти, які характеризують такі розподіли, за значеннями яких здійснюють оцінку процесу кристалізації полікристалічних структур.

Спосіб здійснюється наступним чином. Для оцінки процесу кристалізації полікристалічних структур плівок жовчі, зразки жовчі наносять (краплю) на оптично однорідне скло. За допомогою пристрою проводять лазерне опромінювання дослідного зразка плівки жовчі, вимірюючи розподіли величини модуля і фази комплексних елементів матриці Джонса, та обчислюють розподіли

значень лінійного та циркулярного двопронезаломлення. За оцінкою величини набору статистичних і кореляційних моментів здійснюють оцінку процесу кристалізації полікристалічних структур плівок жовчі.

Теоретичним підґрунтям для використання способу є наступні дані.

- 5 В основу експериментального вимірювання модуля R_{ik} комплексних елементів j_{ik} , покладений підхід, який базується на наступній сукупності дій. Шляхом варіації азимута опромінюючого пучка ($\alpha_0=0^\circ; 90^\circ$) і поворотів площини пропускання лінійного поляризатора ($\Omega=0^\circ; 90^\circ$) значення-модуля R_{ik} визначаються згідно зі співвідношеннями

$$\begin{cases} R_{11} = \sqrt{I_0^0}; \\ R_{12} = \sqrt{I_{90}^0}; \\ R_{21} = \sqrt{I_0^{90}}; \\ R_{22} = \sqrt{I_{90}^{90}}; \end{cases} \quad (1)$$

- 10 Шляхом формування інших станів поляризації (лінійна з азимутом $\alpha_0=45^\circ$ і права циркуляція \otimes) і поворотів площини пропускання лінійного поляризатора ($\Omega=0^\circ; 90^\circ$) значення фазових кутів Θ_{ik} визначаються згідно зі співвідношеннями

$$\theta_{11} - \theta_{12} = 0,5 \arcsin \left(\frac{2I_0^{\otimes} - R_{11}^{0,5} - R_{12}^{0,5}}{R_{11}R_{12}} \right) \equiv A \quad ; (2).$$

$$\theta_{22} - \theta_{21} = 0,5 \arcsin \left(\frac{2I_{90}^{\otimes} - R_{22}^{0,5} - R_{21}^{0,5}}{R_{22}R_{21}} \right) \equiv B \quad . (3)$$

$$\theta_{11} - \theta_{21} = 0,5 \arccos \left(\frac{2I_0^{45} - R_{11}^{0,5} - R_{12}^{0,5}}{R_{11}R_{12}} \right) \equiv C \quad ; (4)$$

$$\theta_{22} - \theta_{12} = 0,5 \arccos \left(\frac{2I_{90}^{45} - R_{22}^{0,5} - R_{21}^{0,5}}{R_{22}R_{21}} \right) \equiv D \quad . (5)$$

$$\begin{cases} \Theta_{11} = 0,5(3C - A - 3B - D); \\ \Theta_{12} = 0,5(3C - 3A - 3B - D); \\ \Theta_{21} = 0,5(C - A - 3B - D); \\ \Theta_{22} = 0,5(C - A - B - D). \end{cases} \quad (6)$$

Таким чином, експериментально визначені координатні розподіли ($m \times n$) значення модуля R_{ik} і фазових кутів Θ_{ik} елементів матриці Джонса служать "вхідними" параметрами для одержання сукупності двовірних поляризаційно-фазових томограм полікристалічного оптично-тонкого біологічного шару з лінійним та циркулярним двопронезаломленням.

$$\delta = \frac{2 \arccos(J_{11} + J_{22})}{1 + \frac{J_{12} - J_{21}}{J_{22} - J_{11}}} \quad ; (7)$$

$$\theta = \frac{2 \arccos(J_{11} + J_{22})}{1 + \frac{J_{22} - J_{11}}{J_{12} - J_{21}}} \quad . (8)$$

- 25 Останні вирази (7), (8) у термінах модуля і фази елементів матриці Джонса набувають вигляду

$$\delta = \frac{2 \arccos(R_{11} \cos \Theta_{11} + R_{22} \cos \Theta_{22})}{1 + \frac{R_{12} \cos \Theta_{12} - R_{21} \cos \Theta_{21}}{R_{22} \cos \Theta_{22} - R_{11} \cos \Theta_{11}}} \quad ; (9)$$

$$\theta = \frac{2 \arccos(R_{11} \cos \Theta_{11} + R_{22} \cos \Theta_{22})}{1 + \frac{R_{22} \cos \Theta_{22} - R_{11} \cos \Theta_{11}}{R_{12} \cos \Theta_{22} - R_{21} \cos \Theta_{11}}} \quad . (10)$$

Використання корисної моделі пояснюється наступним прикладом. Як біологічний препарат використали полікристалічні плівки жовчі.

Для лінійного двопронезаломлення одержано наступні показники

Статистичні моменти	Норма	Аномалія
Асиметрія	1,07	0,51
Ексцес	1,54	0,72
Кореляційні моменти	Норма	Аномалія
Дисперсія	0,04	0,09
Ексцес	2,45	1,81

5

Для циркулярного двопронезаломлення одержано наступні показники

Статистичні моменти	Норма	Аномалія
Асиметрія	0,13	0,24
Ексцес	0,25	0,42
Кореляційні моменти	Норма	Аномалія
Дисперсія	0,05	0,06
Ексцес	1,19	1,48

10 Статистичні моменти, що характеризують асиметрію та ексцес розподілів параметрів флуктуацій лінійного та циркулярного двопронезаломлення таких зразків максимально відрізняються до 2,12 разу.

Відмінності між кореляційними моментами досягають 2,5 разу.

15 Технічний результат забезпечує нова сукупність дій, яка складає запропонований спосіб, що приводить до розширення функціональних можливостей оцінки процесу кристалізації полікристалічних структур плівок жовчі за 2D-Джонс-матричним картографуванням полікристалічних плівок жовчі. При цьому вперше використано обчислення координатних розподілів величини модуля і фази комплексних елементів матриці Джонса, алгоритмічне відтворення координатних розподілів величини лінійного та циркулярного двопронезаломлення, розраховують статистичні і кореляційні моменти, які характеризують
20 такі розподіли, за значеннями яких здійснюють оцінку процесу кристалізації полікристалічних структур плівок жовчі.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

25 Спосіб 2D-Джонс-матричного картографування полікристалічних плівок жовчі для класифікації процесу кристалізації полікристалічних структур та властивостей двопронезаломлення шляхом оцінки змін оптичної анізотропії, який **відрізняється** тим, що для оцінки змін оптичної анізотропії проводять послідовне опромінювання паралельними лінійно з азимутами 0°; 90° поляризованими пучками гелій-неонового лазера з довжиною хвилі 0,6328 мкм, для кожного з
30 пучків зображення зразків полікристалічних плівок жовчі проектує за допомогою поляризаційного мікрооб'єктива в площину світлочутливої площадки CCD-камери крізь багатоканальний фазовий аналізатор, визначають дискретні масиви величини інтенсивності лінійно з азимутами 0°; 90° поляризованих зображень зразків полікристалічних плівок жовчі, обчислюють координатні розподіли величини модуля і фази комплексних елементів матриці
35 Джонса, алгоритмічно відтворюють координатні розподіли величини лінійного та циркулярного двопронезаломлення, розраховують статистичні і кореляційні моменти, які характеризують такі розподіли, за значеннями яких здійснюють класифікацію процесу кристалізації полікристалічних структур та властивостей двопронезаломлення.