



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **147365** (13) **U**
(51) МПК (2021.01)
G01N 33/00

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

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки:	u 2020 05996	(72) Винахідник(и):	Гараздюк Марта Славівна (UA), Бачинський Віктор Теодосович (UA), Ванчуляк Олег Ярославович (UA), Ушенко Олександр Григорович (UA), Ушенко Юрій Олександрович (UA), Дуболазов Олександр Володимирович (UA), Томка Юрій Ярославович (UA), Мотрич Артем Володимирович (UA)
(22) Дата подання заявки:	21.09.2020	(73) Володілець (володільці):	ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА, вул. Коцюбинського, 2, м. Чернівці, 58002 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності:	06.05.2021		
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію:	05.05.2021, Бюл.№ 18		

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІН МЮЛЛЕР-МАТРИЧНИХ ПОЛЯРИЗАЦІЙНИХ РОЗПОДІЛІВ ОПТИЧНОЇ АНІЗОТРОПІЇ ГІСТОЛОГІЧНИХ ЗРІЗІВ ТКАНИНИ МОЗКУ

(57) Реферат:

Спосіб визначення змін Мюллер-матричних поляризаційних розподілів оптичної анізотропії гістологічних зрізів тканини мозку на основі оцінки та дослідження стану поляризації. опромінюють гістологічний зріз тканини мозку зонduючим пучком низько когерентного напівпровідникового лазерного діода з довжиною хвилі 0,405 мкм, формують чотири парціальні канали лазерних зонduючих пучків з азимутами поляризації "0°"; "90°"; "45°"; і "права циркуляція", які проєктують зображення гістологічного зрізу тканини мозку в площину цифрової світлочутливої камери, для кожного каналу оптичного зондування реалізують багатопараметричну поляризаційну фільтрацію ("0°"; "90°"; "45°"; "135°" "права циркуляція" і "ліва циркуляція"), вимірюють серію координатних розподілів величини інтенсивності цифрових лазерних зображень гістологічного зрізу тканини мозку, в кожному пікселі цифрової камери обчислюють величину елементів диференціальної матриці 1-го порядку та визначають на цій основі координатні розподіли величини середніх значень фазової (лінійне та циркулярне двоприменезаломлення) та амплітудної (лінійний та циркулярний дихроїзм) анізотропії. Обчислюють статистичні моменти 1-го - 4-го порядків таких розподілів, з одночасним визначенням часової динаміки зміни їх величини, що використовують у визначенні змін оптичної анізотропії.

UA 147365 U

UA 147365 U

Корисна модель належить до криміналістики та патологічної анатомії, а також фізичної оптики і може бути використана для визначення змін оптичної анізотропії та дослідження станів поляризації мікроскопічних зображень гістологічних зрізів та полікристалічних плівок біологічних шарів, що може практично використовуватися для більш точного визначення давності утворення крововиливів.

Відомий ряд оптичних способів поляриметрії, які досліджують координатний розподіл станів поляризації лазерного випромінювання біологічними тканинами. Спосіб-аналог, описаний в [A.G.Ushenko, and V.P.Pishak. Laser Polarimetry of Biological Tissue. Principles and Applications // in Coherent- „. Domain Optical Methods. Biomedical Diagnostics, Environmental and Material“ Science / ed. V.Tuchin. - Kluwer Academic Publishers, 2004. - P.67.], заснований на аналізі картини розподілу азимутів поляризації в лазерному зображенні гістологічних зрізів сполучної і м'язової тканини.

У найближчому аналізі за допомогою чвертьхвильової пластинки і поляризатора вимірюють координатний розподіл азимутів поляризації у площині лазерного зображення, за яким визначають наявність патологічних змін сполучної і м'язової біологічних тканин.

Основним недоліком найближчого аналога є відсутність даних про причини виникнення патології біологічних тканин, а також високий рівень шумів у лазерних зображеннях, обумовлений наявністю когерентного спекл-фона. Недоліком розглянутого аналога є його низька точність обчислення.

Нами пропонується корисна модель, що усуває вказані недоліки.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалити спосіб диференціації змін мюллер-матричних поляризаційних розподілів оптичної анізотропії гістологічних зрізів тканини мозку шляхом визначення часової, динаміки зміни їх величини, що використовують у визначенні давності утворення крововиливів шляхом для оцінки біохімічних змін для забезпечення розширення функціональних можливостей на основі обчислення статистичних моментів 1-го - 4-го порядків, які характеризують координатні розподіли величини параметрів фазової та амплітудної анізотропії гістологічних зрізів тканини мозку та визначенні часової динаміки зміни їх величини.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб визначення змін Мюллер-матричних поляризаційних розподілів оптичної анізотропії гістологічних зрізів тканини мозку на основі оцінки та дослідження стану поляризації, згідно з корисною моделлю, опромінюють гістологічний зріз тканини мозку зонduючим пучком низько когерентного напівпровідникового лазерного діоду з довжиною хвилі 0,405 мкм, формують чотири парціальні канали лазерних зонduючих пучків з азимутами поляризації "0°"; "90°"; "45°"; і "права циркуляція", які проектує зображення гістологічного зрізу тканини мозку в площину цифрової світлочутливої камери, для кожного каналу оптичного зондування реалізують багатопараметричну поляризаційну фільтрацію ("0°"; "90°"; "45°"; "135°" "права циркуляція" і "ліва циркуляція"), вимірюють серію координатних розподілів величини інтенсивності цифрових лазерних зображень гістологічного зрізу тканини мозку, в кожному пікселі цифрової камери обчислюють величину елементів диференціальної матриці 1-го порядку та визначають на цій основі координатні розподіли величини середніх значень фазової (лінійне та циркулярне двоприменезаломлення) та амплітудної (лінійний та циркулярний дихроїзм) анізотропії, обчислюють статистичні моменти 1-го - 4-го порядків таких розподілів, з одночасним визначенням часової динаміки зміни їх величини, що використовують у визначенні змін оптичної анізотропії.

Спільними ознаками найближчого аналога і запропонованої корисної моделі є використання біохімічних змін полікристалічної структури тканин. Корисна модель відрізняється від найближчого аналога тим, що використовують низько когерентний напівпровідниковий лазерний діод з довжиною хвилі 0,405 мкм, формують чотири парціальні канали лазерних зонduючих пучків з азимутами поляризації "0°"; "90°"; "45°"; і "права циркуляція", для кожного каналу оптичного зондування реалізують багатопараметричну поляризаційну фільтрацію ("0°"; "90°"; "45°"; "135°" "права циркуляція" і "ліва циркуляція"), в кожному пікселі цифрової камери обчислюють величину елементів диференціальної матриці 1-го порядку та визначають на цій основі координатні розподіли величини середніх значень фазової (лінійне та циркулярне двоприменезаломлення) та амплітудної (лінійний та циркулярний дихроїзм) анізотропії, обчислюють статистичні моменти 1-го - 4-го порядків таких розподілів, визначають часову динаміку зміни їх величини, що використовують у визначенні давності утворення крововиливів.

Спосіб здійснюється наступним чином.

У трупа забирають зразок тканини мозку. Опромінюють гістологічні зрізи низько когерентним напівпровідниковим лазерним діодом з довжиною хвилі 0,405 мкм, формують чотири парціальні канали лазерних зонduючих пучків з азимутами поляризації "0°"; "90°"; "45°"; і "права

циркуляція", проектують зображення гістологічних зрізів тканини мозку в площину цифрової світлочутливої камери, для кожного каналу оптичного зондування реалізують багатопараметричну поляризаційну фільтрацію ("0°"; "90°"; "45°"; "135°" "права циркуляція" і "ліва циркуляція"), вимірюють серію координатних роз-¹ поділів величини інтенсивності цифрових лазерних зображень гістологічних...ш зрізів тканини мозку, на цій основі визначають координатні розподіли величини середніх значень фазової (лінійне та циркулярне двопроменезаломлення) та амплітудної (лінійний та циркулярний дихроїзм) анізотропії, обчислюють статистичні моменти 1-го - 4-го порядків таких розподілів, визначають часову динаміку зміни їх величини, що використовують у визначенні давності утворення крововиливів.

Теоретичним підґрунтям для використання способу є наступні дані. У [R. Ossikovski, V. Devlaminck, " General criterion for the physical realizability of the differential Mueller matrix, " Opt. Lett. 39, 1216-1219 (2014)] одержано алгоритми поляризаційного відтворення середніх значень параметрів фазової ($\langle \Delta n_{0,90} \rangle$; $\langle \Delta n_{45,135} \rangle$; $\langle \Delta n_{\otimes, \oplus} \rangle$) та амплітудної ($\langle \Delta \mu_{0,90} \rangle$; $\langle \Delta \mu_{45,135} \rangle$; $\langle \Delta \mu_{\otimes, \oplus} \rangle$), анізотропії, частково-деполяризуючого біологічного шару за значеннями елементів матриці Мюллера f_{ik} .

$$\text{Лінійне двопроменезаломлення} \\ \langle \Delta n_{0,90} \rangle = \frac{\lambda}{2\pi\Gamma} \ln \left(\frac{f_{34}}{f_{43}} \right); \quad (1)$$

$$\langle \Delta n_{45,135} \rangle = \frac{\lambda}{2\pi\Gamma} \ln \left(\frac{f_{24}}{f_{42}} \right); \quad (2)$$

$$\text{Циркулярне двопроменезаломлення} \\ \langle \Delta n_{\otimes, \oplus} \rangle = \frac{\lambda}{2\pi\Gamma} \ln \left(\frac{f_{23}}{f_{32}} \right); \quad (3)$$

тут λ - довжина хвилі; $\Delta n_{0,90}$; $\Delta n_{45,135}$ - величина двопроменезаломлення для лінійно поляризованих з азимутами $0^\circ \div 90^\circ$ і $45^\circ \div 135^\circ$ ортогональних компонент амплітуди лазерного випромінювання; $\Delta n_{\text{СВ}}$ - величина двопроменезаломлення для циркулярно право- (\otimes) і ліво- (\oplus) ортогонально-поляризованих компонент амплітуди лазерного випромінювання.

$$\text{Лінійний дихроїзм} \\ \langle \Delta \mu_{0,90} \rangle = \frac{\lambda}{2\pi\Gamma} \ln(f_{12}/f_{21}); \quad (4)$$

$$\langle \Delta \mu_{45,135} \rangle = \frac{\lambda}{2\pi\Gamma} \ln(f_{13}/f_{31}); \quad (5)$$

$$\text{Циркулярний дихроїзм} \\ \langle \Delta \mu_{\otimes, \oplus} \rangle = \frac{\lambda}{2\pi\Gamma} \ln(f_{14}/f_{41}); \quad (6).$$

тут $\Delta \mu_{0,90}$; $\Delta \mu_{45,135}$; $\Delta \mu_{\otimes, \oplus}$ - різниця коефіцієнтів поглинання μ_0 ; μ_{90} ; μ_{45} ; μ_{135} ; μ_{\otimes} ; μ_{\oplus} лінійно поляризованих з азимутами $0^\circ \div 90^\circ$ і $45^\circ \div 135^\circ$ та циркулярно право- (\otimes) і ліво- (\oplus) ортогонально-поляризованих компонент амплітуди лазерного випромінювання.

Таким чином, диференціальний підхід до аналізу даних, які одержані методом прямого Мюллер-матричного картографування, дозволив одержати набір алгоритмів (співвідношення (1) - (6)) поляризаційного відтворення розподілів середніх значень параметрів лінійного та циркулярного двопроменезаломлення ($\langle \Delta n_{0,90} \rangle$; $\langle \Delta n_{45,135} \rangle$; $\langle \Delta n_{\otimes, \oplus} \rangle$), та дихроїзму ($\langle \Delta \mu_{0,90} \rangle$; $\langle \Delta \mu_{45,135} \rangle$; $\langle \Delta \mu_{\otimes, \oplus} \rangle$).

В таблиці представлені величини відношення статистичних моментів 1-го - 4-го порядків (Z_i), які характеризують розподіли величини середніх параметрів фазової та амплітудної анізотропії гістологічних зрізів тканини мозку з різною патологією.

Як видно відмінності між статистичними параметрами, які характеризують розподіли середніх параметрів фазової та амплітудної анізотропії гістологічних зрізів тканини мозку складають 1,87 (Z^3) і 1,98 (Z^4), відповідно.

Таблиця

Параметри	Фазова анізотропія		Амплітудна	анізотропія
Z_i	$\langle \Delta n_{0,90} \rangle$	$\langle \Delta n_{\otimes, \oplus} \rangle$	$\langle \Delta \mu_{0,90} \rangle$	$\langle \Delta \mu_{\otimes, \oplus} \rangle$
Z_1	1,33	1,21	1,29	1,18
Z_2	1,41	1,28	1,36	1,25
Z_3	1,87	1,59	1,51	1,43
Z_4	1,98	1,69	1,57	1,52
T, год.		13	11	12

Технічний результат: використання запропонованого способу призводить до підвищення точності визначення змін Мюллер-матричних поляризаційних розподілів оптичної анізотропії гістологічних зрізів тканини мозку. Нами вперше використано низькокогерентного циркулярно поляризоване лазерне випромінювання із наступним моніторингом зміни значень статистичних моментів 1-го - 4-го порядків, які характеризують розподіли середніх значень лінійного та циркулярного двопронезаломлення і дихроїзму гістологічних зрізів тканини мозку.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб визначення змін Мюллер-матричних поляризаційних розподілів оптичної анізотропії гістологічних зрізів тканини мозку на основі оцінки та дослідження стану поляризації, який **відрізняється** тим, що опромінюють гістологічний зріз тканини мозку зондуючим пучком низько когерентного напівпровідникового лазерного діода з довжиною хвилі 0,405 мкм, формують чотири парціальні канали лазерних зондуючих пучків з азимутами поляризації "0°"; "90°"; "45°"; і "права циркуляція", які проектують зображення гістологічного зрізу тканини мозку в площину цифрової світлочутливої камери, для кожного каналу оптичного зондування реалізують багатопараметричну поляризаційну фільтрацію ("0°"; "90°"; "45°"; "135°" "права циркуляція" і "ліва циркуляція"), вимірюють серію координатних розподілів величини інтенсивності цифрових лазерних зображень гістологічного зрізу тканини мозку, в кожному пікселі цифрової камери обчислюють величину елементів диференціальної матриці 1-го порядку та визначають на цій основі координатні розподіли величини середніх значень фазової (лінійне та циркулярне двопронезаломлення) та амплітудної (лінійний та циркулярний дихроїзм) анізотропії, обчислюють статистичні моменти 1-го - 4-го порядків таких розподілів, з одночасним визначенням часової динаміки зміни їх величини, що використовують у визначенні змін оптичної анізотропії.