



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **91657** (13) **U**
(51) МПК (2014.01)
G01N 33/00
A61B 5/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2014 01732	(72) Винахідник(и): Ушенко Олександр Григорович (UA), Коваль Галина Данилівна (UA), Савіч Валентина Олександрівна (UA), Ушенко Юрій Олександрович (UA), Дуболазов Олександр Володимирович (UA), Карачевцев Артем Олегович (UA), Чопяк Валентина Володимирівна (UA), Юзько Олександр Михайлович (UA)
(22) Дата подання заявки: 24.02.2014	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.07.2014	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.07.2014, Бюл.№ 13	(73) Власник(и): ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА, вул. Коцюбинського, 2, м. Чернівці, 58012 (UA)

(54) СПОСІБ ФАЗОВОЇ РАННЬОЇ ДІАГНОСТИКИ ЕНДОМЕТРІОЗУ

(57) Реферат:

Спосіб фазової ранньої діагностики ендометріозу здійснюють за фазовим картографуванням зразків біологічної рідини людини. Для оцінки змін координатної структури фазових зображень проводять опромінювання паралельним циркулярно поляризованим пучком гелій-неонового лазера з довжиною хвилі 0,6328 мкм перитонеальної рідини людини. Поляризаційні зображення шарів перитонеальної рідини проєктують за допомогою мікрооб'єктива в площину світлочутливої площадки CCD-камери крізь чвертьхвильову пластинку. Потім визначають масив координатного розподілу інтенсивності зображення біологічного об'єкта для кожного окремого пікселя, за яким судять про розподіли фаз у зображенні перитонеальної рідини людини та діагностують наявність ендометріозу.

UA 91657 U

Корисна модель належить до медицини, гінекології, а також фізичної оптики, і може бути використана для об'єктивної діагностики ендометріозу та дослідження оптичної анізотропії біологічних тканин репродуктивної сфери жінки, що актуально у діагностиці безпліддя.

Відомі способи виявлення ендометріозу та пов'язаного з ним безпліддя людини є приблизними і засновані на використанні анамнестичних, клінічних, біохімічних і цитологічних даних, що не може бути залучено для об'єктивного масового профілактичного обстеження населення - скринінгу.

Використання клінічних, біохімічних і цитологічних даних для діагностики ендометріозу має певні обмеження, а саме - недостатня діагностична ефективність на ранніх стадіях захворювання.

На даний час не існує об'єктивного, точного, швидкого та зручного способу ранньої діагностики ендометріозу, який можна використовувати для швидкого диференціально-діагностичного обстеження хворих.

Наш спосіб, що заявляється, дозволяє уникнути вказаних недоліків, значно об'єктивізувати на ранніх етапах визначення патологічних змін та отримати точні дані, які не залежать від суб'єктивної оцінки лікаря.

Відомий ряд оптичних способів, які досліджують координатний розподіл фазових зсувів між ортогональними компонентами амплітуди лазерного випромінювання, перетвореного біологічними об'єктами.

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 Science / ed. V. Tuchin. - Kluwer Academic Publishers, 2004. - P. 67], заснований на аналізі картини розподілу фазових зсувів в лазерному випромінюванні, розсіяному зразком крові людини.

Недоліком способу є низька точність вимірювання фазових зсувів у полі розсіяного лазерного випромінювання.

Також аналогом способу, що заявляється, є спосіб визначення оптико-анізотропної структури біологічних рідин шляхом оцінки координатних розподілів фазових зсувів між ортогональними компонентами поляризації лазерного випромінювання [(O.V. Angelsky, A.G. Ushenko, Yu.A. Ushenko, Ye.G. Ushenko, Yu.Ya. Tomka, V.P. Pishak. Polarization-correlation mapping of biological tissue coherent images // J. Biomed. Opt. - 2005. - Vol. 10, No. 6. P. 064025)]. У способі-аналогі за допомогою чвертьхвильової пластинки і поляризатора вимірюють координатний розподіл азимутів і еліптичності поляризації у площині лазерного зображення, за яким обчислюють двовимірний розподіл фаз у лазерному зображенні мазка крові.

Основним недоліком способу-аналога є неможливість прямого вимірювання та необхідність операції математичного обчислення координатного розподілу фазових зсувів у лазерних зображеннях зразків крові, а також неоднозначність при диференціації типу запальних процесів.

Прототипом корисної моделі є спосіб діагностики запальних процесів за оцінкою статистичної структури обчислених фазових зображень плазми крові людини (Поляризаційна корелометрія біологічних тканин людини. Авторський колектив: О.Г. Ушенко, В.П. Пішак, О.П. Пересунько, Ю.О. Ушенко, Л.І. Бізер, Ю.Я. Томка, А.В. Мотрич. Монографія. - Чернівці: Рута, 2007. - 608 с. друк. Арк. 47.12), при якому стан запалення визначається за діагностикою змін обчислених фазових зображень мазків плазми крові людини. При цьому ступінь запальних змін оцінюються шляхом обчислення середнього і дисперсії розподілів фазових зсувів у лазерних зображеннях плазми крові.

Недоліками прототипу є те, що неможливе пряме експериментальне вимірювання фазових зображень, внаслідок чого відбувається діагностика запальних процесів на пізніх етапах, що значно гальмує ефективність лікування та призводить до залучення додаткових коштів.

Нами пропонується рішення, що усуває вказані недоліки.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалити спосіб фазової ранньої діагностики ендометріозу шляхом проектування поляризаційних зображень шарів перитонеальної рідини за допомогою мікрооб'єктива в площину світлочутливої площадки CCD-камери крізь чвертьхвильову пластинку, визначають масив координатного розподілу інтенсивності зображення біологічного об'єкта, за яким судять про розподіли фаз у зображенні перитонеальної рідини людини.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі фазової ранньої діагностики ендометріозу за фазовим картографуванням перитонеальної рідини людини, згідно з корисною моделлю, для оцінки змін координатної структури фазових зображень проводять опромінювання паралельним циркулярно поляризованим пучком гелій-неонового лазера з довжиною хвилі 0,6328 мкм,

поляризаційні зображення шарів перитонеальної рідини проектують за допомогою мікрооб'єктива в площину світлочутливої площадки CCD-камери крізь чвертьхвильову пластинку і визначають масив координатного розподілу інтенсивності зображення біологічного об'єкта для кожного окремого пікселя, за яким судять про розподіли фаз у зображенні перитонеальної рідини людини.

Спільними ознаками прототипу та рішення, що заявляється, є використання для діагностики ендометріозу фазових змін лазерного зображення. Корисна модель відрізняється від прототипу тим, що використовують когерентне циркулярно поляризоване лазерне випромінювання із наступною статистичною оцінкою зміни координатних розподілів фазових зсувів.

Спосіб здійснюється наступним чином. Для оцінки виникнення ендометріозу у людини забирають зразок перитонеальної рідини. За допомогою пристрою проводять лазерне опромінення циркулярно поляризованим пучком перитонеальної рідини дослідного зразка, вимірюючи розподіли фаз після опромінення. За оцінкою величини асиметрії та ексцесу таких розподілів діагностують наявність ендометріозу.

Теоретичним підґрунтям для використання способу є наступні дані.

Найбільш повно когерентні властивості світлових полів описуються у термінах фазових зсувів між ортогональними компонентами амплітуди лазерного випромінювання (Ushenko Yu.A. Statistical structure of polarization-inhomogeneous images of biotissues with different morphological structures, Ukrainian Journal of Physical Optics, 6, No. 2, 63-70, 2005).

Процеси перетворення фазових параметрів, опромінюючого біологічні об'єкти, когерентного випромінювання найбільш повно описуються за допомогою матричного оператора наступного вигляду:

$$\{M\} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos^2 2\rho + \sin^2 2\rho \cdot \cos \Delta & \cos 2\rho \sin 2\rho (1 - \cos \Delta) & -\sin 2\rho \sin \Delta \\ 0 & \cos 2\rho \sin 2\rho (1 - \cos \Delta) & \sin^2 2\rho + \cos^2 2\rho \cos \Delta & \cos 2\rho \sin \Delta \\ 0 & \sin 2\rho \sin \Delta & -\cos 2\rho \sin \Delta & \cos \Delta \end{pmatrix} \quad (1)$$

де ρ - орієнтація оптичної осі анізотропних утворень; Δ - величина фазового зсуву, який виникає під впливом двоприменезаломлення біологічної рідини.

Результуючі значення фази Δ лазерного пучка довжиною хвилі λ , що пройшов крізь досліджувану біологічну рідину товщиною l і показником двоприменезаломлення Δn , записуються у вигляді:

$$\Delta = \frac{2\pi}{\lambda} (\Delta n) l \quad (2)$$

При проходженні такого циркулярно поляризованого лазерного пучка крізь чвертьхвильову пластинку його інтенсивність $I(\Delta)$ виявляється однозначно пов'язаною з фазовим зсувом $\Delta(m \times n)$ для кожного пікселя (m, n) цифрової CCD-камери

$$I(m \times n) = \cos^2 \Delta(m \times n) \quad (3)$$

Таким чином, за виміряними екстремальними значеннями інтенсивності $I(m \times n)$ зображення біологічної рідини для кожного окремого пікселя (m, n) CCD-камери, можна однозначно визначити асиметрію Z_3 та ексцес Z_4 розподілів фаз лазерного зображення біооб'єкта в різних точках, кількість яких визначається числом пікселів цифрової камери:

$$Z_3 = \frac{1}{Z_2^3} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\arccos \sqrt{I})^3 ;$$

$$Z_4 = \frac{1}{Z_2^2} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\arccos \sqrt{I})^4 \quad (4)$$

де N - повна кількість пікселів CCD-камери, яка реєструє поляризаційно-неоднорідне об'єктне поле мазків перитонеальної рідини.

Використання корисної моделі пояснюється наступним прикладом: нехай опромінюючий пучок є циркулярно поляризованим. Як зразки використали зразки перитонеальної рідини здорової і хворої (безпліддя) людини. Статистичні моменти, що характеризують фазову структуру лазерних зображень таких зразків, відрізняються в 2,1-3,67 разу (табл.).

Таблиця

Статистичні моменти	Норма	Безпліддя
Асиметрія	0,87	1,83
Ексцес	1,17	4,29

- Технічний результат забезпечує нова сукупність дій, яка складає запропонований спосіб, що призводить до розширення функціональних можливостей діагностики ендометріозу людини шляхом статистичного моніторингу зміни фазової структури лазерних зображень при одночасному високоточному вимірюванні фазових зсувів між ортогональними складовими амплітуди лазерного випромінювання, перетвореного біологічною рідиною. При цьому вперше використано когерентне циркулярно поляризоване лазерне випромінювання із довжиною хвилі 0,6328 мкм та проведення статистичного моніторингу змін координатних розподілів фаз лазерного зображення перитонеальної рідини.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- Спосіб фазової ранньої діагностики ендометріозу за фазовим картографуванням зразків біологічної рідини людини, який **відрізняється** тим, що для оцінки змін координатної структури фазових зображень проводять опромінювання паралельним циркулярно поляризованим пучком гелій-неонового лазера з довжиною хвилі 0,6328 мкм перитонеальної рідини людини, поляризаційні зображення шарів перитонеальної рідини проектують за допомогою мікрооб'єктива в площину світлочутливої площадки CCD-камери крізь чвертьхвильову пластинку і визначають масив координатного розподілу інтенсивності зображення біологічного об'єкта для кожного окремого пікселя, за яким судять про розподіли фаз у зображенні перитонеальної рідини людини та діагностують наявність ендометріозу.

Комп'ютерна верстка С. Чулій

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