



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 46340

(13) A

(51) 6 G01N21/47,21/55

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ**ОПИС**  
**ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ**  
**НА ВІНАХІД**Видається під  
відповідальність  
власника  
патенту**(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ НЕІНВАЗИВНОЇ ОПТИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ МАТЕРІАЛІВ БІОМЕДИЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ**

1

2

(21) 2001064415

(22) 23 06 2001

(24) 15 05 2002

(46) 15 05 2002, Бюл. № 5, 2002 р.

(72) Петрук Василь Григорович, Черноволик Галина Олександрівна, Васильківський Ігор Володимирович, Томчук Микола Антонович

(73) ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Пристрій для неінвазивної оптичної діагностики матеріалів біомедичного походження, до складу якого входять джерело монохроматичного випромінювання та приймач випромінювання з реєструвальною апаратурою, волоконно-оптичний світловод, що приєднаний одним зі своїх торців до джерела монохроматичного випромінювання, а іншим - до вхідного отвору фотометричної головки, яка має інтегровальну сферичну порожнину, покриту зсередини зразковою оптично-відбивальною речовиною, причому вхідний отвір фотометричної головки знаходиться на одній осі з робочим отвором, а вісь вихідного отвору, у якому встановлений електрично

з'єднаний з реєструвальною апаратурою приймач випромінювання, перпендикулярна до спільної осі вхідного та робочого отворів і перетинається з нею у центрі інтегровальної сферичної порожнини, який відрізняється тим, що до його складу введено друга, ідентична першій, фотометрична головка з приймачем випромінювання, електрично з'єднаний з реєструвальною апаратурою і встановленим у її вихідному отворі, другий волоконно-оптичний світловод, оптично з'єднаний одним зі своїх торців з джерелом монохроматичного випромінювання, а іншим - з вхідним отвором другої фотометричної головки, і дві знімні заглушки, які з боку інтегровальної сферичної порожнини покриті зразковою оптично-відбивальною речовиною, мікроконтролер, з'єднаний з реєструвальною апаратурою і джерелом монохроматичного випромінювання, та персональний комп'ютер зі спеціалізованим програмним забезпеченням для обробки спектрів дифузного відбивання і проблемно-орієнтованою експертною системою прийняття рішень, з'єднаний з мікроконтролером

Винахід відноситься до біомедичної неінвазивної діагностики поверхневого шару шкіри за допомогою вимірювань спектрів дифузного відбивання та визначення поглинальних характеристик, а також контролю за цими параметрами патологічних ділянок по відношенню до поверхні нормальної шкіри та може бути використаний для дослідження ділянок шкіри в судово-медичній експертизі

Відомий пристрій для неінвазивної оптичної діагностики матеріалів біомедичного походження [Патент України № 20379А. Пристрій для визначення відбиваючої здатності матеріалів біомедичного походження // Бюл. Держпатенту України - № 1 - 1998 р.] До складу даного пристрою входять джерело монохроматичного випромінювання та приймач випромінювання з реєструвальною апаратурою, волоконно-оптичний світловод, що приєднаний одним зі своїх торців до джерела моно-

хроматичного випромінювання, а іншим торцем до вхідного отвору фотометричної головки, яка має інтегровальну сферичну порожнину, покриту зсередини зразковою оптично-відбивальною речовиною, причому вхідний отвір фотометричної головки знаходиться на одній осі з робочим отвором, а вісь вихідного отвору перпендикулярна до спільної осі вхідного та робочого отворів і перетинається з нею у центрі інтегровальної сферичної порожнини. Вихідний отвір фотометричної головки цього пристрою оптично з'єднаний з приймачем випромінювання за допомогою волоконно-оптичного світловода

Недоліком цього пристрою є підвищена тривалість діагностування, оскільки в процесі дослідження виникає необхідність періодичного переставлення фотометричної головки від патологічної поверхні шкіри до ділянки з нормальною шкірою і навпаки на різних довжинах хвиль для отримання

(13) A

(11) 46340

(19) UA

спектрів дифузного відбивання Крім того відсутність проблемно-орієнтованої експертної системи, яка дозволяла б в автоматичному режимі швидко і надійно приймати кінцеве рішення, також збільшує тривалість процесу діагностування

Недоліком є також певні втрати інформаційності вимірювального сигналу через нелінійність спектральної передавальної характеристики світловода, що з'єднує вихідний отвір головки з приймачем випромінювання

Недоліки описаного пристрою частково усунути в пристрої для неінвазивної оптичної діагностики матеріалів біомедичного походження [Патент України № 33082А Пристрій для неінвазивної оптичної діагностики матеріалів біомедичного походження // Бюл. Держпатенту України - № 1 - 2001 р.], який є прототипом даного винаходу До складу цього пристрою входять джерело монохроматичного випромінювання та приймач випромінювання з реєструвальною апаратурою, волоконно-оптичний світловод, що приєднаний одним зі своїх торців до джерела монохроматичного випромінювання, а іншим - до вхідного отвору фотометричної головки, яка має інтегровальну сферичну порожнину, покриту зсередини зразковою оптично-відбивальною речовиною Вхідний отвір фотометричної головки знаходиться на одній осі з робочим отвором, а вісь вихідного отвору перпендикулярна до спільної осі вхідного та робочого отворів і перетинається з нею у центрі інтегровальної сферичної порожнини Приймач випромінювання у цьому пристрої встановлений безпосередньо у вихідному отворі фотометричної головки і з'єднаний із реєструвальною апаратурою електрично Що ж стосується факторів, які визначають невисоку експресність діагностування, то в даному пристрої вони залишилися незмінними

В основу винаходу поставлена задача створення пристрою для неінвазивної оптичної діагностики матеріалів біомедичного походження шляхом введення таких нових блоків та зв'язків, які дозволять скоротити тривалість діагностичного процесу за рахунок одночасності вимірювання спектрів дифузного відбивання зразкової речовини і досліджуваної ділянки шкіри під час вимірювального діагностування або ділянок нормальної і патологічної шкіри під час контрольного діагностування

Поставлена задача досягається тим, що у пристрій, до складу якого входять джерело та приймач монохроматичного випромінювання з реєструвальною апаратурою, волоконно-оптичний світловод, що приєднаний одним зі своїх торців до джерела монохроматичного випромінювання, а іншим - до вхідного отвору фотометричної головки, яка має інтегровальну сферичну порожнину, покриту зсередини зразковою оптично-відбивальною речовиною, причому вхідний отвір цієї головки знаходиться на одній осі з робочим отвором, а вісь вихідного отвору, у якому встановлений електрично з'єднаний з реєструвальною апаратурою приймач випромінювання, перпендикулярна до спільної осі вхідного та робочого отворів і перетинається з нею у центрі інтегровальної сферичної порожнини, введені друга, ідентична першій, фотометрична головка з приймачем випромінювання у вхідному отворі, який електрично з'єднаний з реєструвальною апаратурою, і ще один волоконно-оптичний світловод Цей світловод оптично з'єднує джерело монохроматичного випромінювання з вхідним отвором другої фотометричної головки Для робочих отворів фотометричних головок передбачені дві знімні заглушки, які зі сторони інтегровальної сферичної порожнини покриті такою ж зразковою оптично-відбивальною речовиною, як і поверхні інтегровальних сферичних порожнин самих фотометричних головок

До складу пристрою введені мікроконтролер, який автоматично керуватиме джерелом монохроматичного випромінювання та здійснюватиме первинну обробку вимірювальних сигналів, а також проблемно-орієнтована експертна система прийняття рішення, оснований, наприклад на апараті нечіткої логіки з реалізацією на базі персонального комп'ютера Це ще суттєвіше скоротить час діагностування

Внаслідок введення другої фотометричної головки з інтегровальною сферичною порожниною та ще одного волоконно-оптичного світловоду, зникає необхідність почергової перестановки заслонки у робочому отворі вимірювальної фотометричної головки під час вимірювань та перестановки самої головки від патологічної до нормальної ділянки шкіри у випадку контролю Це дозволяє одночасно вимірювати спектри дифузного відбивання зразкової речовини і досліджуваної ділянки шкіри під час вимірювального діагностування або ділянок нормальної і патологічної шкіри під час контрольного діагностування За рахунок одночасності вимірювання досягається скорочення тривалості діагностичного процесу

На фігурі показана схема запропонованого пристрою для неінвазивної оптичної діагностики матеріалів біомедичного походження Пристрій складається з джерела монохроматичного випромінювання 1, двох фотометричних головок 2 та 3 з ідентичними конструктивними геометричними та оптичними параметрами Кожна з цих головок має інтегровальну сферичну порожнину, покриту зсередини зразковою оптично-відбивальною речовиною, наприклад оксидом магнію Вхідні отвори головок 2 та 3 з'єднані з джерелом монохроматичного випромінювання 1 волоконно-оптичними світловодами 4 та 5 Робочі отвори фотометричних головок знаходяться на одній осі з вхідними отворами, а вихідні отвори з розташованими в них приймачами випромінювання 6 та 7 перпендикулярні до спільної осі вхідного та робочих отворів Осі вихідних отворів перетинаються зі спільними осями вхідних та робочих отворів у центрі сферичної порожнини У вхідних отворах фотометричних головок встановлені збірні кварцові лінзи 8 і 9 з оптичними параметрами, що забезпечують такий же діаметр світлового пучка у робочому отворі, як діаметр самого робочого отвору

Фотометричні головки 2 і 3 конструктивно складаються з двох скріплених між собою частин, як зображено на схемі, і можуть бути виготовлені з алюмінієвих сплавів або аналогічних інертних матеріалів Розміри сферичної інтегровальної порожнини, вхідних, вихідних та робочих отворів розраховуються за розробленою одним із співautorів

Фотометричні головки 2 і 3 конструктивно складаються з двох скріплених між собою частин, як зображено на схемі, і можуть бути виготовлені з алюмінієвих сплавів або аналогічних інертних матеріалів Розміри сферичної інтегровальної порожнини, вхідних, вихідних та робочих отворів розраховуються за розробленою одним із співautorів

даного винаходу методикою, що базується на математичних моделях з використанням прикладного математичного пакету "MathCad" [Петрук В. Г., Томчук М. А., Гаркушевський В. С. Аналіз трансформації світлового поля у інтегральному резонаторі // Вісник ВПІ - 1997 - №1 С. 88 - 93] та принципі Сумпнера і співвідношенні діючої та повної внутрішньої і поверхні

В конструкцію пристрою входять також заглушки 10 (на схемі показана одна з них) для робочих отворів фотометричних головок. Та поверхня кожної з заглушок, яка призначена для затулювання робочого отвору, покрита такою ж зразково-відбивальною речовиною, як і інтегральні сферичні порожнини самих фотометричних головок.

Приймачі випромінювання електрично зв'язані з реєструвальною апаратурою, яка може бути виокремлена у вигляді окремого блока 11.

До складу пристрою входить також мікроконтролер 12 для первинної обробки інформації, який, з'єднаний з реєструвальною апаратурою 11 і джерелом монохроматичного випромінювання 1, та персональний комп'ютер 13 зі спеціалізованим програмним забезпеченням 14 для обробки спектрів дифузного відбивання і проблемно-орієнтованою експертною системою 15 прийняття рішень, з'єднаний з мікроконтролером 12.

Запропонований пристрій працює таким чином. Пучки монохроматичного випромінювання певної довжини хвилі, сформовані джерелом 1 через волоконно-оптичні світловоди 4 і 5 і лінзи 8 і 9 спрямовуються на робочі отвори фотометричних головок 2 і 3. При цьому у випадку вимірювального діагностування поверхні шкіри (нормальної чи патологічної) робочий отвір однієї з фотометричних головок, наприклад головки 2, закривається заглушкою 10. Робочий отвір іншої головки щільно притискається до досліджуваної поверхні шкіри.

Під час контролювального діагностування заглушка 10 знімається з фотометричної головки і ця головка робочим отвором притискається до нормальної шкіри. Друга фотометрична головка своїм робочим отвором притискається до ділянки патологічної шкіри або шкіри з механічним чи іншим ушкодженням.

Пучки, дифузно відбиті від об'єктів вимірювання чи контролю, інтегруються у своїх сферичних порожнинах, створюючи в них певну просторову опроміненість (яскравість), елементи якої сприй-

маються фотоприймачами 6 і 7, зумовлюючи на їх виходах відповідні інформаційні сигнали. Ці сигнали підсилюються у блоці реєструвальної апаратури 10 і подаються для порівняння на мостову схему мікроконтролера 12 після чого кодуються і обробляються периферійним процесором персонального комп'ютера 13 і за допомогою відповідного програмного алгоритму 14 відображаються у вигляді, наприклад, графічної залежності коефіцієнта дифузного відбивання шкіри від довжини хвилі.

$$R_{\lambda} = f(\lambda) = \frac{N_{1(\lambda)}}{N_{0(\lambda)}},$$

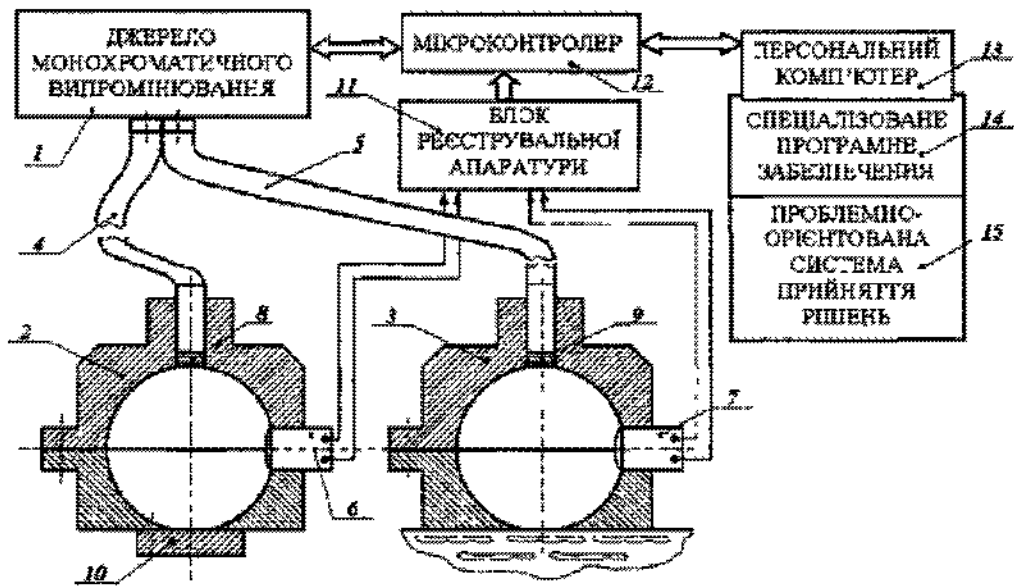
де  $N_{1(\lambda)}$  - сигнал, зумовлений відбиванням від патологічної чи іншої шкіри з відхиленням від норми,

$N_{0(\lambda)}$  - сигнал, зумовлений відбиванням або від зразкового засобу, або від ділянки шкіри, прийнятої за норму.

Обробка спектрів відбивання, зокрема, визначення номінальних характеристик, порівняння їх із середньостатистичними тощо ведеться далі за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення 14, а встановлення виду патології, терміну нанесення, прижиттєвості чи посмертності ушкодження та остаточного діагнозу - за допомогою комп'ютерної проблемно-орієнтованої експертної системи 15, що базується, наприклад на апараті нечіткої логіки.

В режимі настроювання заглушками 10 затулюються робочі отвори обох фотометричних головок і за допомогою регулювання мостової схеми мікроконтролера 12 досягають того, щоб коефіцієнт дифузного відбивання був близький до 1 на всіх довжинах хвиль.

Отже, такий пристрій для неінвазивної (неруйнівної і нетравмувальної) діагностики за допомогою оптичних методів дозволяє об'єктивно здійснювати в комплексі діагностичні вимірювальні та контролювальні операції і розв'язувати складні криміналістичні та судмедекспертні задачі, визначати наявність багатьох захворювань, наприклад, варикозні, доброякісні та злоякісні новоутворення, опіки шкіри, рівень "Краш-синдрому" у потерпілих за умов надзвичайних ситуацій, досліджувати і знаходити рішення косметологічних, дерматологічних, герантологічних та інших проблем.



Фіг.

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)

вул. Сім'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна

(044) 456 – 20 – 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»

вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна

(044) 216 – 32 – 71