

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL** (11) **228974**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **419599**

(51) Int.Cl.

A61B 5/00 (2006.01)

G01N 21/64 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **25.11.2016**

(54)

Urządzenie do wzbudzania i obrazowania fluorescencji

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

20.11.2017 BUP 24/17

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

30.05.2018 WUP 05/18

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA, Wrocław, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

MAGDALENA ŻUK, Prudnik, PL
EWELINA ŚWIĄTEK-NAJWER, Wrocław, PL
ZBIGNIEW KULAS, Wrocław, PL
KAMIL GÓRSKI, Wojcieszycy, PL
MARCIN MAJAK, Radomsko, PL
MICHAŁ POPEK, Wrocław, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Anna Meissner

PL 228974 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do wzbudzania i obrazowania fluorescencji, wykorzystywane w nieinwazyjnej diagnostyce i terapii medycznej, zwłaszcza onkologicznej.

Mobilny układ do obrazowania fluorescencji w bliskiej podczerwieni znany jest między innymi ze zgłoszenia patentowego nr CN104586361A. Urządzenie obejmuje sondę, obudowę i jednostkę obliczeniową. Okno spektralne wzbudzenia fluorescencji występuje w zakresie NIR-2 (1000–1400 nm). Urządzenie wykorzystuje laserowe źródła światła w podczerwieni (1064 nm) oraz 6 diod LED do oświetlenia światłem białym nieinterferującym z promieniowaniem wykorzystywanym do wzbudzenia fluorescencji. Promieniowanie lasera jest przekazywane do sondy i dzielone na trzy równomierne sektory okręgu o kącie 120 stopni. Urządzenie wyposażone jest w bardzo czułą kamerę do rejestracji promieniowania fluorescencyjnego, podłączoną do płyty głównej przez kabel USB. Laser, sterowniki diod LED i kamery umieszczono w jednostce głównej wraz z transformatorem 220 V AC/24 V DC. Kamery i laser sterowane są z poziomu komputera. Przetwarzanie obrazu transmitowanego z kamery realizuje również jednostka obliczeniowa. Przytoczone rozwiązanie pozwala na obrazowanie wyłącznie w bliskiej podczerwieni i bez możliwości obrazowania w świetle białym. Ponadto umożliwia wzbudzanie tylko jedną długością fali za pomocą wąskich spektralnie laserów. Tych ograniczeń nie ma rozwiązanie będące przedmiotem wynalazku. Podobieństwo dotyczy wykorzystania wąskich spektralnie diod światła białego oraz mobilności urządzenia.

Drugim podobnym rozwiązaniem jest kliniczny system diagnostyczny opisany w zgłoszeniu patentowym CN201750891U. Na urządzenie składają się diody emitujące podczerwień i światło białe (zakres 400–700 nm), filtry optyczne, oraz stacja robocza z dedykowanym oprogramowaniem. Obraz fluorescencyjny oraz w świetle widzialnym rejestrowany jest przez jeden system optyczny a następnie rozdzielany zwierciadłem dichroicznym na dwa osobne kanały połączone z kamerą NIR oraz kamerą w świetle widzialnym. W ten sposób obrazy są przechwytywane w tym samym czasie. Oba kanały wyposażone są w filtry, przez które przechodzi światło przed rejestracją przez kamerę. Sygnały video z obu kamer są transmitowane do komputera przez frame grabber i przetwarzane w komputerze z dedykowanym oprogramowaniem. Przytoczone urządzenie w odróżnieniu od rozwiązania będącego przedmiotem wynalazku umożliwia obrazowanie monoskopowe, źródła światła nie są zintegrowane z urządzeniem i nie ma możliwości wymiany modułów LED. Podobieństwo obejmuje zastosowanie diod do wzbudzenia fluorescencji, wykorzystanie wąskich spektralnie diod światła białego oraz jednoczesne obrazowanie fluorescencyjne i w świetle widzialnym.

Istotą urządzenia do wzbudzania i obrazowania fluorescencji, według wynalazku, zawierającego środkowosymetryczną płytę główną, na której równomiernie rozmieszczone są źródła światła widzialnego naprzemiennie ze źródłami światła wzbudzającego, podczerwonego, których środki tworzą wielokąty foremne współśrodkowe z płytą główną, zaś na środku płyty głównej umieszczono obiektyw kamery detekcyjnej wraz z filtrem optycznym, a całość wyposażona jest w sterownik komputerowy, polega na tym, że źródłami światła wzbudzającego fluorescencję są matryce wzbudzające, zawierające diody wzbudzające dużej mocy o szerokim kącie wiązki, przy czym każda matryca złożona jest z co najmniej 3 osiowosymetrycznie rozmieszczonych diod wzbudzających, natomiast diody oświetlające dużej mocy, emitują światło widzialne o wąskim, w porównaniu do tradycyjnych źródeł światła, widmie spektralnym, rozłącznym z widmem promieniowania diod wzbudzających, natomiast symetrycznie na obwodzie po przeciwnych stronach płyty głównej znajdują się obiektywy kamery stereoskopowej.

Korzystnie, matryce wzbudzające są wyposażone w soczewki kolimujące.

Korzystnie, matryce wzbudzające są wyposażone w filtr optyczny do kształtowania widma wzbudzanego światła.

Korzystnie, płyta główna wykonana jest z przewodnika cieplnego, najkorzystniej ze stali.

Korzystnie, matryce wzbudzające oraz płyta główna zawierają komplementarne elementy szybkoprzewodzących elektrycznych do natychmiastowej wymiany matryc, najkorzystniej w postaci gniazd i pinów.

Korzystnie, diody oświetlające mają widmo promieniowania w zakresie długości fal od 400 do 650 nm.

Korzystnie, diody oświetlające wyposażone są w soczewki kolimujące.

Korzystnie, każda z matryc wzbudzających i diod oświetlających podłączona jest niezależnie od innych do sterownika komputerowego.

Korzystnie, urządzenie zawiera czujniki temperatury diod oświetlających i wzbudzających oraz ultradźwiękowy czujnik odległości matryc wzbudzających od pola operacyjnego, które to czujniki podłączone są do sterownika komputerowego.

Korzystnie, płyta główna jest umieszczona w obudowie, wewnątrz której znajdują się wentylatory chłodzące, podłączone do sterownika komputerowego.

Korzystnie, płyta główna zawieszona jest na ruchomym statywie.

Zaletami urządzenia według wynalazku, są: modułowość, dzięki zastosowaniu wymiennych matryc wzbudzających fluorescencję, zintegrowany sterownik, dający możliwość precyzyjnej i niezależnej kontroli każdego z zestawów diod, możliwość jednoczesnego rejestrowania obrazu widzialnego i fluorescencyjnego.

Urządzenie do wzbudzania i obrazowania fluorescencji jest bliżej przedstawione w przykładach realizacji i w oparciu o rysunek, którego fig. 1 przedstawia rzut płyty głównej, a fig. 2 urządzenie wraz ze statywem.

Przykład 1

Urządzenie do wzbudzania i obrazowania fluorescencji zawiera okrągłą, stalową płytę główną 8, na której równomiernie co 120° rozmieszczone są trzy diody oświetlające 6 dużej mocy emitujące światło widzialne, naprzemiennie z trzema matrycami wzbudzającymi 2, zawierającymi diody wzbudzające 10 dużej mocy, o szerokim kącie wiązki, emitujące promieniowanie podczerwone, przy czym każda matryca 2 złożona jest z co najmniej 3 osiowoosymetrycznie rozmieszczonych diod wzbudzających 10. Diody wzbudzające 10 mają kąt świecenia rzędu 75 stopni i moc promieniowania rzędu 80 mW. Środki diod oświetlających 6 oraz środki matryc wzbudzających 2 tworzą dwa obrócone względem siebie trójkąty równoboczne współśrodkowe z płytą główną 8, zaś na środku płyty głównej 8 umieszczony jest obiektyw kamery detekcyjnej 7 wraz z filtrem optycznym kamery 9. Całość urządzenia wyposażona jest w sterownik komputerowy 11. Diody oświetlające 6 emitują światło widzialne, białe, o widmie wąskopasmowym rozłącznym z widmem promieniowania wzbudzającego oraz fluorescencyjnego, to jest w zakresie długości fal od 400 do 650 nm, natomiast matryce wzbudzające 2 emitują światło o średniej długości fali 760 nm, a więc odpowiada to widmowo najpopularniejszemu typowi fotouczulacza, zieleni indocyjaninowej, wprowadzonej uprzednio do badanej tkanki celem wywołania efektu fluorescencji. Zastosowanie diod białych o stosunkowo wąskim widmie promieniowania gwarantuje na tyle szeroką przerwę spektralną, że możliwe jest równoległe obrazowanie fluorescencyjne oraz w świetle widzialnym. W przypadku obrazowania fluorescencji z wykorzystaniem indocyjaniny przerwa ta wynosi 40 nm. Symetrycznie na obwodzie po przeciwnych stronach płyty głównej 8 znajdują się obiektywy kamery stereoskopowej 1. Matryce wzbudzające 2 są wyposażone w soczewki kolimujące matryc 4 o kącie ± 6 stopni. Matryce wzbudzające 2 są wyposażone w filtry optyczne matryc 3 do kształtowania widma wzbudzanego światła. Matryce wzbudzające 2 oraz płyta główna 8 zawierają komplementarne elementy szybkozłączny elektrycznych do natychmiastowej wymiany matryc, w postaci gniazd w płycie głównej i pinów w matrycach fluorescencyjnych. Diody oświetlające 6 wyposażone są w soczewki kolimujące oświetlaczy 5 o kącie ± 20 stopni. Kąty soczewek kolimujących oraz odległości między diodami dobrano uwzględniając optymalizację jednorodności oświetlenia, dla zakładanej odległości od pola operacyjnego, która wynosiła w tym przypadku 40 cm, dobór ten nie jest jednak przedmiotem patentu. Kamera detekcyjna 7 to czuła kamera CMOS, która w przypadku użytego fotouczulacza posiada sprawność kwantową rzędu 45% dla fali 800 nm, rozdzielczość 1280×1024 i częstotliwość rejestracji 60 klatek/s. Na obiektywie zamocowany jest filtr optyczny kamery o parametrach CWL 832 nm, zakresach tłumienia OD ≥ 6 dla zakresu 550–794 nm oraz 878–1075 nm, średnica 25 mm, zapewniający transmisję jedynie promieniowania fluorescencyjnego wyemitowanego przez naświetlany obiekt. Zamontowany filtr pasmowy odcina promieniowania wzbudzające fluorescencje, promieniowanie pochodzące z diod światła biegnącego oraz promieniowanie tła. Obraz transmitowany jest do komputera z interfejsem użytkownika. Każda z matryc wzbudzających 2 i diod oświetlających podłączona jest niezależnie od innych do sterownika komputerowego 11. Urządzenie zawiera czujniki temperatury diod oświetlających i wzbudzających oraz ultradźwiękowy czujnik odległości płyty głównej 8 od pola operacyjnego, które są również podłączone do sterownika komputerowego 11. Płyta główna 8 jest umieszczona w obudowie 13, wewnątrz której znajdują się wentylatory chłodzące, podłączone do sterownika komputerowego 11. Płyta główna zawieszona jest na ruchomym statywie 12.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do wzbudzania i obrazowania fluorescencji, zawierające środkowosymetryczną płytę główną, na której równomiernie rozmieszczone są źródła światła widzialnego naprzemiennie ze źródłami światła wzbudzającego, podczerwonego, których środki tworzą wielokąty foremne współśrodkowe z płytą główną, zaś na środku płyty głównej umieszczono kamerę detekcyjną z obiektywem na końcu którego zamontowany jest wymienny filtr optyczny, a całość wyposażona jest w sterownik komputerowy, **znamiennie tym**, że źródłami światła fluorescencyjnego są matryce wzbudzające (2), zawierające diody wzbudzające (10) dużej mocy, o szerokim kącie wiązki, przy czym każda matryca wzbudzająca (12) złożona jest z co najmniej 3 osiowosymetrycznie rozmieszczonych diod wzbudzających (10), natomiast diody oświetlające (6) dużej mocy, emitują światło widzialne o widmie wąskopasmowym, rozłącznym z widmem światła wzbudzającego i fluorescencyjnego, natomiast symetrycznie na obwodzie po przeciwnych stronach płyty głównej (8) znajdują się obiektywy kamery stereoskopowej (1).
2. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że matryce wzbudzające (12) są wyposażone w soczewki kolimujące matryc (4).
3. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że matryce wzbudzające (12) są wyposażone w filtry optyczne matryc (3) do kształtowania widma wzbudzanego światła.
4. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że płyta główna (8) wykonana jest z przewodnika cieplnego.
5. Urządzenie według zastrz. 4, **znamiennie tym**, że płyta główna (8) wykonana jest ze stali.
6. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że matryce wzbudzające (12) oraz płyta główna (8) zawierają komplementarne elementy szybkozłączy elektrycznych do natychmiastowej wymiany matryc wzbudzających (12).
7. Urządzenie według zastrz. 6, **znamiennie tym**, że elementy szybkozłączy elektrycznych to gniazda i piny.
8. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że diody oświetlające (6) mają widmo światła w zakresie długości fal od 400 do 650 nm.
9. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że diody oświetlające (6) wyposażone są w soczewki kolimujące oświetlaczy (5).
10. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że każda z matryc wzbudzających (12) i diod oświetlających (6) podłączona jest niezależnie od innych do sterownika komputerowego (11).
11. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że zawiera czujniki temperatury diod oświetlających (6) i wzbudzających (10) oraz ultradźwiękowy czujnik odległości matryc wzbudzających (12) od pola operacyjnego, które są podłączone do sterownika komputerowego (11).
12. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że płyta główna (8) jest umieszczona w obudowie (13), wewnątrz której znajdują się wentylatory chłodzące, podłączone do sterownika komputerowego (11).
13. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że płyta główna (8) zawieszona jest na ruchomym statywie (12).

Rysunki

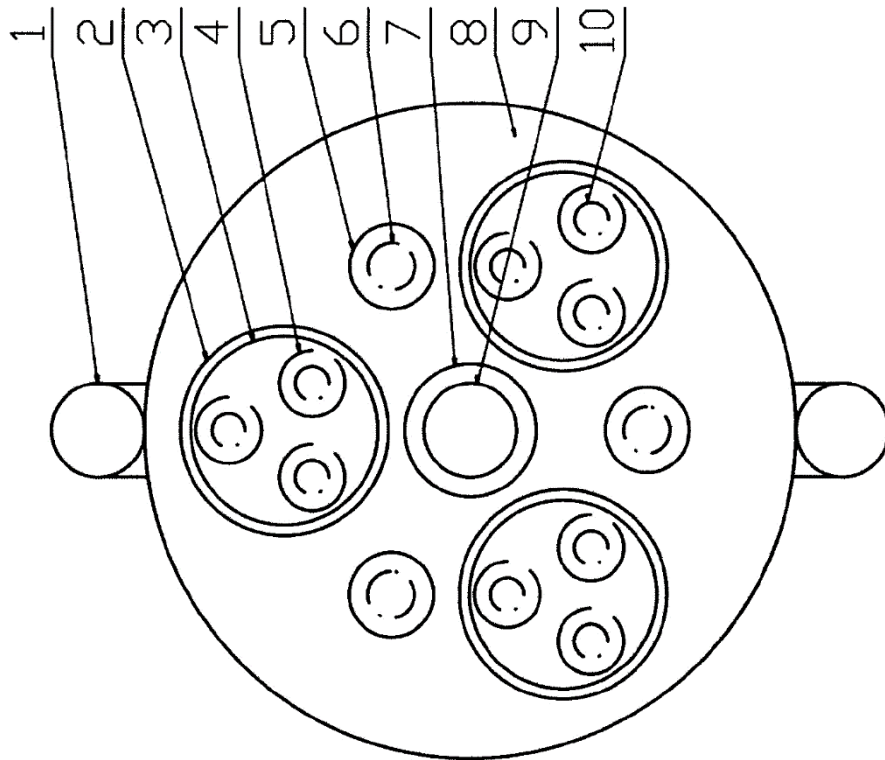


Fig. 1

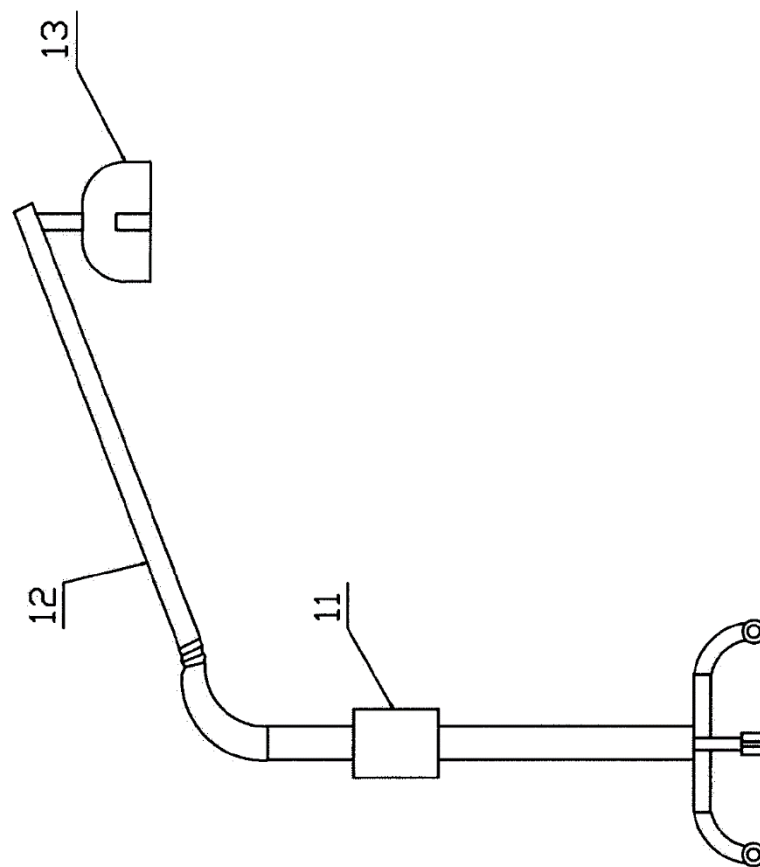


Fig. 2