

(19)



URZĄD  
PATENTOWY  
RZECZYPOSPOLITEJ  
POLSKIEJ

(10)

**PL 245363 B1**

(12)

## Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **436653**

(22) Data zgłoszenia: **2021.01.13**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2022.07.18 BUP 29/2022**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.07.08 WUP 28/2024**

(51) MKP:

**C12M 1/28** (2006.01)

**C12M 1/34** (2006.01)

**C12Q 1/06** (2006.01)

**G01N 33/00** (2006.01)

**G01N 21/17** (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**ML SYSTEM SPÓŁKA AKCYJNA, Zaczernie, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**PAWEŁ KWAŚNICKI, Rzeszów, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Małgorzata Chrzanowska,  
Rzeszów, PL**

(54) Tytuł:

**Urządzenie i sposób do nieinwazyjnego wykrywania i identyfikacji mikroorganizmów  
w próbkach z materiałów stałych, ciekłych i w próbkach gazowych**

**PL 245363 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie i sposób do nieinwazyjnego wykrywania i identyfikacji mikroorganizmów w próbkach z materiałów stałych, ciekłych i w próbkach gazowych typu powietrze atmosferyczne bazujące na technologii spektroskopii rozproszeniowej.

Zarówno w środowisku wodnym, glebowym, powietrzu jak i na gotowych produktach występuje duża ilość szkodliwych dla zdrowia ludzkiego mikroorganizmów takich jak wirusy, bakterie i grzyby, a zakażenie ludzi tymi szkodliwymi mikroorganizmami powoduje różne choroby. Dlatego istnieje potrzeba zapobiegania zakażeniom wywoływanym przez te mikroorganizmy, przez ich wykrywanie zanim dostaną się do organizmu człowieka drogą kropelkową, drogą pokarmową czy poprzez kontakt bezpośredni.

Drobnoustroje to organizmy roślinne i zwierzęce niewidoczne gołym okiem i należą do nich zwłaszcza bakterie i wirusy oraz niektóre grzyby. Występują one we wszystkich środowiskach, kolonizując zarówno glebę i wodę jak i organizmy żywe. Zatem poznanie fizjologii i genetyki drobnoustrojów, ich interakcji z otaczającym ich środowiskiem jest bardzo istotne zarówno dla profilaktyki zakażeń u ludzi i zwierząt jak i dla ochrony środowiska i rozwoju wielu gałęzi przemysłu, w tym w przemyśle spożywczym, farmacji i medycyny, a także do produkcji leków i witamin.

Znany jest z polskiego opisu patentowego wynalazku Nr PL228161 sposób jednoczesnej detekcji bakterii i grzybów w preparacie biologicznym metodą Real-Time PCR/biologii molekularnej/ w którym DNA zawarte w próbce materiału biologicznego poddawane jest amplifikacji w multipleksowym PCR w czasie rzeczywistym w systemie multipleksowym, przy czym reakcję amplifikacji prowadzi się dwuetapowo z zastosowaniem w pierwszym etapie materiałów specyficznych dla bakterii i starterów specyficznych dla grzybów, a następnie produkt pierwszej amplifikacji wykorzystuje się jako matrycę w drugim etapie – amplifikacji z zastosowaniem starterów i sond rozróżniających grzyby na grupę grzybów pleśniowych i drożdżopochodnych i bakterie na Gram-dodatnie i Gram-ujemne.

Znany jest również z polskiego opisu patentowego wynalazku nr PL 218010 sposób badania kolonii bakterii hodowanych na podłożach stałych polegający na tym, że skalimowaną wiązkę światła z koherentnego źródła światła filtruje się w filtrze amplitudowym, polaryzuje się w polaryzatorze liniowym oraz poszerza się za pomocą poszerzacza wiązki przesłoną irysową, reguluje się jej średnicę i wiązkę światła skupia się w tylnej płaszczyźnie ogniskowej dodatniej soczewki, a tak uformowaną zbieżną sferyczną wiązką światła oświetla się badaną kolonię bakterii umieszczoną na transparentnym podłożu, umieszczonym na transparentnej płytce zamocowanej w statywie pomiędzy soczewką a jej tylną płaszczyzną ogniskową, po czym transmitowaną i ugiętą na kolonii bakterii wiązkę światła w detektorze poddaje się detekcji, po czym rejestruje się i analizuje w komputerze dwuwymiarowy rozkład natężenia światła ugiętego na kolonii tych bakterii. W komputerze tym rejestruje się i analizuje dwuwymiarowe widma Frensela uzależnione od struktury morfologicznej kolonii analizowanych bakterii.

Znany z polskiego opisu patentowego nr PL232525 sposób charakteryzacji i identyfikacji kolonii bakterii z wykorzystaniem detektora w postaci kamery CCD/CMOS polega na tym, że wiązkę światła z koherentnego źródła światła ogniskuje się za pomocą optycznych lub optoelektronicznych modulatorów fazowych na przesłonie otworowej, która generuje rozbieżną wiązkę świetlaną, która oświetla badaną próbkę w postaci kolonii bakterii, umieszczoną na transparentnej płytce zamocowanej w statywie z możliwością jej przesuwu w kierunku X, Y, Z. Następnie w detektorze w postaci matrycy CCD/CMOS poddaje się detekcji wynik interferencji wiązki transmitowanej (nieugiętej) nierozproszonej i ugiętej rozproszonej na kolonii bakterii w postaci hologramu osiowego, po czym rejestruje się i analizuje w komputerze dwuwymiarowy osiowy hologram cyfrowy charakterystyczny dla danego gatunku i/lub szczepu bakterii.

Z opisu patentowego wynalazku nr US 8395769 B2 znana jest metoda oceny obecności patogennego mikroorganizmu w próbce, która jest oświetlana tak, aby w ten sposób wytworzyć pierwsze wiele oddziałujących fotonów, które mogą być rozpraszane, emitowane, odbijane i/lub absorbowane przez próbkę. Ocenia się pierwsze wiele oddziałujących fotonów, aby w ten sposób wygenerować zestaw danych Ramana reprezentatywny dla próbki. Ten zestaw danych ramanowskich jest analizowany w celu określenia co najmniej jednego z: obecności patogennego mikroorganizmu we wspomnianej próbce i braku patogennego mikroorganizmu we wspomnianej próbce. Zestaw danych Ramana może zawierać co najmniej jedno z widma Ramana i/lub obraz chemiczny Ramana reprezentatywny dla próbki. Analiza może obejmować porównanie wspomnianego zestawu danych Ramana z co najmniej jednym referencyjnym zestawem danych Ramana reprezentatywnym dla danej próbki.

Z opisu patentowego wynalazku nr US 2004219627 A1 znana jest metoda i aparatura do automatycznego wykrywania bakterii w próbce, zwłaszcza bakterii BACILLINS lub COCCUS, przy czym istota tej metody obejmuje: fluorescencyjne barwienie bakterii w próbce, wykrywanie informacji o rozmiarze bakterii w tej próbce oraz informacje o fluorescencji wyrażających intensywność światła fluorescencyjnego emitowanego przez bakterie, tworzenie skatergramu przedstawiającego rozmieszczenie bakterii na podstawie informacji o rozmiarze i wykrytej informacji o fluorescencji oraz analizowanie rozmieszczenia bakterii na skatergramie i ustalenie czy bakterie w próbce to Bacillus czy coccus na podstawie tej analizy.

Z kolei, aparat do stosowania tej metody zawiera: urządzenie do pobierania próbek zawierających bakterie wybarwione fluorescencyjnie, pierwszy detektor do wykrywania informacji o rozmiarze każdej bakterii w próbce, drugi detektor do wykrywania informacji o fluorescencji wyrażających intensywność światła fluorescencyjnego emitowanego przez każdą bakterię w tej badanej próbce oraz jednostkę sterującą skonfigurowaną do tworzenia skatergramu bakterii z wykorzystaniem informacji o wielkości fluorescencji jako parametrów do analizy rozmieszczenia bakterii na skatergramie oraz do określenia, czy bakterie w tej badanej próbce są bakteriami Bacillus lub Coccus, a ponadto aparat ten zawiera komorę przepływową do przepływu próbki z bakteriami oraz źródło światła laserowego do naświetlania próbki w komorze przepływu, przy czym:

- jednostka sterująca tego aparatu określa wartość reprezentującą stan dystrybucji, wyznacza maksymalny kierunek zmienności rozkładu oraz nachylenie maksymalnego kierunku zmienności, natomiast
- pierwszy detektor wykrywa światło rozproszone uzyskane z bakterii i zawiera człon mający pory do przechodzenia przez bakterie oraz dwie elektrody, przy czym ten pierwszy detektor wykrywa opór elektryczny między pierwszą i drugą elektrodą, a ponadto pierwszy detektor wykrywa rozproszone światło emitowane przez bakterie w próbce napromieniowanej przez laserowe źródło światła, natomiast
- drugi detektor wykrywa światło fluorescencyjne emitowane przez bakterie w próbce napromieniowane przez to laserowe źródło światła.

Z kolei, znaną z publikacji „Wikipedia” na stronie internetowej matrycą CCD (charge-coupled device) stanowi układ wielu elementów światłoczułych, z których każdy rejestruje, a następnie pozwala odczytać sygnał elektryczny proporcjonalny do ilości padającego na niego światła. Matryca ta zwana także detektorem CCD rejestruje obraz optyczny i przekształca sygnał świetlny w sygnał elektryczny (fotony w elektrony), przy czym wykonana jest ona na bazie przezroczystej płytki krzemowej. Światło padając na tę matrycę wybija w poszczególnych pikselach elektrony, których liczba jest proporcjonalna do natężenia światła padającego na dany piksel. Zależnie od natężenia padającego światła i czasu trwania tego naświetlenia matrycy w poszczególnych pikselach gromadzą się różne ilości ładunków elektrycznych, a ich rozkład pomiędzy pikselami odzwierciedla natężenie światła, które z kolei jest „obrazem” tego co widzi obiektyw aparatu.

Z publikacji na stronie internetowej „biotechnologia.pl” znane jest kompaktowe urządzenie pod nazwą „Robot diagnostyczny Bioarlee” umożliwiające szybkie i tanie rozpoznanie bakterii. Pobrana próbka na przykład ze skóry człowieka umieszczana jest w prosty sposób w maszynie, która uruchamiana przyciskiem na jej wyświetlaczu wykonuje bez udziału człowieka procesy prowadzące do identyfikacji bakterii znajdujących się w tej próbce. W rozwiązaniu tym stosowana jest metoda wykorzystująca wiązkę lasera, rejestrację widm, system optyczny oraz komputerową analizę obrazu. Robot ten sam dokonuje wymazu na tak zwanej szalce Petiego, na której następuje namnażanie kolonii bakteryjnej w jego cieplarni, następnie przez te bakterie przepuszczana jest wiązka lasera a ich obraz w postaci widma jest rejestrowany, wykorzystując w tym celu system optyczny tego urządzenia, po czym przeprowadzana jest analiza komputerowa tego obrazu-widma wykorzystująca algorytmikę i porównanie widm kolonii bakterii z wzorcowym widmem w bazie danych umieszczonej w chmurze.

Celem wynalazku jest opracowanie prostej i zwartej konstrukcji uniwersalnego urządzenia do nieinwazyjnego wykrywania i identyfikacji mikroorganizmów w postaci wirusów, bakterii i grzybów w pobranych próbkach z materiałów stałych i ciekłych oraz w próbkach gazowych, zbudowanego na bazie detektora CCD o wysokiej wydajności kwantowej, zapewniającego stosunek sygnału do szumu wynoszący  $SNR < 2$  oraz wyposażonego w środki techniczne umożliwiające naświetlenie badanej próbki koherentną wiązką fali elektromagnetycznej i zebrania widma z tej próbki, jego skanowania i przesłania do tego detektora CCD, który dokona konwersji tego widma i przedstawienia go na wykresie w układzie

współrzędnych „X”, i „Y” pozwalającym na ustalenie obecności tych mikroorganizmów w badanej próbce.

Celem wynalazku jest również opracowanie sposobu nieinwazyjnego wykrywania i identyfikacji mikroorganizmów takich jak wirusy, bakterie i grzyby w próbkach z materiałów stałych i ciekłych oraz w próbkach gazowych realizowanego w temperaturze pokojowej i pod ciśnieniem atmosferycznym z wykorzystaniem metody naświetlania badanej próbki koherentną wiązką fali elektromagnetycznej i zebranie widma z powierzchni badanej próbki i punktowej jego iradiacji oraz skanowania i detekcji tego widma w postaci sygnału odbitego i rozproszonego z tej próbki z wykorzystaniem detektora CCD.

Urządzenie do nieinwazyjnego wykrywania i identyfikacji mikroorganizmów w próbkach z materiałów stałych, ciekłych i w próbkach gazowych według wynalazku charakteryzuje się tym, że posiada prostopadłościenny pojemnik wyposażony w połączoną z nim rozłącznie pokrywę, a dno tego pojemnika połączone jest rozłącznie z zasilaczem i sterownikiem, usytuowanymi naprzeciw tylnej czołowej ściany pojemnika oraz z usytuowanym naprzeciw zasilacza detektorem CCD i ze źródłem światła laserowego, przy czym źródło światła laserowego przewodem elektrycznym połączone jest ze sterownikiem, połączonym kolejnymi przewodami elektrycznymi z detektorem CCD i z zasilaczem, do którego przewodem elektrycznym doprowadzone jest napięcie sieciowe 230V/50Hz. Z kolei wewnętrzna powierzchnia ściany bocznej pojemnika połączona jest rozłącznie z prostopadle usytuowanym do niej łącznikiem szklanego dzielnika światła, usytuowanego pod kątem ostrym naprzeciw źródła światła laserowego, a przeciwległa wewnętrzna powierzchnia drugiej ściany bocznej pojemnika połączona jest również rozłącznie z prostopadle usytuowanym do niej łącznikiem lustra usytuowanego również pod kątem ostrym oraz równolegle do szklanego dzielnika światła, naprzeciw detektora CCD i przedniej czołowej ściany pojemnika. W ścianie tej naprzeciw szklanego dzielnika światła wykonany jest przelotowy okrągły otwór z osadzonym w nim pierwszym profilowym łącznikiem podzespołu głowicy skanującej, natomiast w przeciwległej tylnej czołowej ścianie pojemnika wykonany jest drugi przelotowy otwór z zamontowanym w nim włącznikiem sterownika połączonego z komputerem, a obok tego włącznika wykonany jest kolejny przelotowy otwór z umieszczonym w nim przewodem połączonym z zasilaczem i zasilającym go z zewnątrz pojemnika napięciem sieciowym.

Korzystnym jest, gdy podzespół głowicy skanującej składa się z dwóch połączonych ze sobą rozłącznie profilowych tulejowych łączników z osadzonym w nich pinem z włókna szklanego, stanowiącym zakończenie jednego końca światłowodu jednomodowego, umieszczonego w przedniej części profilowego łącznika, natomiast drugi koniec tego przewodu, zagięty pod kątem prostym, umieszczony jest w osiowym otworze o tym samym profilu dwuczęściowej walcowej głowicy skanującej z bocznymi dwoma odsadzeniami półtulejowymi, usytuowanymi w osi symetrii otworu i wyposażonymi w kwarcowe szkiełko, do którego przylega czoło rdzenia zagiętego końca przewodu światłowodu jednomodowego.

Korzystnym jest także, gdy do dwóch usytuowanych naprzeciw siebie pionowych bocznych ścian zasilacza, sterownika i laserowego źródła światła przylegają i połączone są z nimi rozłącznie pionowe półki trzech elementów kątownikowych, a poziome ich półki przylegają do dna pojemnika i połączone są z nim rozłącznie, natomiast do jednej pionowej ściany detektora CCD przylega i połączona jest z nią pionowa półka elementu kątownikowego, którego pozioma półka połączona jest również rozłącznie z dnem pojemnika.

Korzystnym jest również, gdy podzespół głowicy skanującej wyposażony jest w światłowód wielomodowy z rdzeniem otoczonym płaszczem tworzywowym, osłoniętym powłoką ochronną, do której przylegają dwa przewody elektryczne, otoczone wraz z powłoką ochronną płaszczem tworzywowym i przylegającą do niego powłoką ochronną, natomiast tulejowa głowica skanująca połączona jest rozłącznie z tulejowym adapterem z dolnym odsadzeniem tulejowym o mniejszej średnicy od tulei adaptera, która wyposażona jest we włącznik/wyłącznik źródła światła laserowego.

Z kolei istota sposobu nieinwazyjnego wykrywania i identyfikacji mikroorganizmów w próbkach z materiałów stałych i ciekłych lub w próbkach gazowych z wykorzystaniem urządzenia, którego istotę opisano wyżej, połączonego z komputerem z zaimplementowanym algorytmem w postaci programu komputerowego charakteryzuje się tym, że w temperaturze pokojowej pobiera się próbkę przeznaczoną do badania, a następnie do pobranej próbki za pomocą światłowodu wprowadza się punktową monochromatyczną koherentną wiązkę fali elektromagnetycznej o długości wynoszącej od 300 do 752 nm i naświetla się ją w miejscu jej styku z głowicą skanującą urządzenia, a zebrany w czasie skanowania tej próbki sygnał przekazuje się za pomocą światłowodu do detektora CCD tego urządzenia z detekcją tego sygnału w zakresie liczby falowej od  $500\text{ cm}^{-1}$  do  $1800\text{ cm}^{-1}$  i z rozdzielczością spektralną wyno-

sząca poniżej  $3,5\text{ cm}^{-1}$ , po czym w detektorze CCD dokonuje się konwersji zebranego sygnału do postaci widmowej wyświetlanej na ekranie komputera w formie wykresu w układzie dwóch współrzędnych (X,Y), na którego osi odciętych (X) przedstawiona jest liczba falowa mierzona w  $\text{cm}^{-1}$ , a na jego osi rzędnych (Y) przedstawiona jest intensywność sygnału (Arbitrary Unit), a następnie dokonuje się analizy widma badanej próbki i ustalenia obecności w badanej próbce mikroorganizmów oraz ich rodzaju za pomocą algorytmu analitycznego zainstalowanego w komputerze, przy czym pomiaru badanej próbki i ustalenia rodzaju występowania w niej mikroorganizmów dokonuje się w czasie wynoszącym od 1 s do 600 s, natomiast detektor CCD utrzymywany jest w temperaturze wynoszącej około minus  $2^{\circ}\text{C}$ , zapewniającej utrzymywanie stosunku sygnału do szumu przy detekcji sygnału optycznego wynoszącego  $\text{SNR} < 2$ .

Korzystnym jest, gdy przekazywania zebranego sygnału z głowicy skanującej do detektora CCD dokonuje się światłowodem jednomodowym, a skonwersowany przez ten detektor CCD sygnał na widmo w formie wykresu, przedstawiany jest na ekranie komputera umieszczonego na zewnątrz urządzenia do stosowania tego sposobu.

Korzystnym jest również, gdy przekazywania zebranego sygnału z głowicy skanującej do detektora CCD dokonuje się światłowodem wielomodowym, a skonwersowany przez detektor CCD sygnał na widmo w formie wykresu przedstawiany jest na ekranie dotykowym komputera zamontowanego w urządzeniu do stosowania tego sposobu.

Urządzenie według wynalazku odznacza się prostą i zwartą budową zmontowaną z dostępnych na rynku podzespołów i elementów elektronicznych i wykorzystującą typowe komputery, co znacznie upraszcza jego montaż, obniżając zarazem koszt jego wytwarzania. Poza tym wyposażenie komputera w algorytm zaimplementowany w postaci programu komputerowego, zawierającego skończony ciąg jasno zdefiniowanych czynności koniecznych do wykonania określonych zadań od stanu początkowego do stanu końcowego uprościło do niezbędnego minimum obsługę tego urządzenia. Z kolei zastosowanie systemu pomiarowego bazującego na spektroskopii rozproszonej, przystosowanego do detekcji próbek organicznych, w tym mikroorganizmów typu bakterie, grzyby i wirusy, w czasie od kilkunastu do 600 sekund nie wymaga specjalnego przygotowania próbki do badań, a pomiarom tym mogą być poddawane zarówno próbki w fazie stałej jak i próbki w fazie ciekłej i gazowej znajdujące się w temperaturze pokojowej i pod ciśnieniem atmosferycznym. Pomiar ten może być wykonywany w warunkach rzeczywistych i nie wymaga użycia preparatyki chemicznej w celu ekstrakcji i przygotowania materiału do tych badań. Do istotnych zalet zarówno urządzenia jak i sposobu realizowania według wynalazku należy zaliczyć także to, że rezultatem pomiaru jest widmo (zwane także widmem Ramana) przedstawione na wykresie w układzie rzędnej i odciętej (X,Y), na podstawie którego można jednoznacznie stwierdzić obecność drobnoustrojów, na przykład bakterii, grzyba lub wirusa. Sposób wykrywania i detekcji mikroorganizmów w badanych próbkach z wykorzystaniem urządzenia według wynalazku nie wymaga wykorzystania środków chemicznych i jest całkowicie bezpieczny zarówno dla środowiska jak i operatora wykonującego pomiary. Poza tym urządzenie to jest przystosowane do pracy ciągłej i może być zasilane zarówno z sieci elektrycznej lub z baterii i wyposażone jest w monochromatyczne źródło wzbudzające o długości fali korzystnie 532 nm i mocy wynoszącej 42 mW na wyjściu oraz 30 mW na badanej próbce, a jej irradycja monochromatyczną, koherentną wiązką odbywa się punktowo, bądź w określonej objętości dzięki zastosowanej głowicy skanującej. Głowica ta wykonana jest w kształcie walca o średnicy nie przekraczającej 25 mm, ze stali miedzianej lub z polimeru na bazie teflonu, co z kolei zapewnia całkowitą inertność w kontakcie z materiałem badanej próbki. W czasie prowadzonych badań danej próbki urządzenie to jest tak zaprojektowane, że wiązka pierwotna pada na tę próbkę jedynie przez podstawę walcowej głowicy skanującej, zaś jej ściana boczna jest całkowicie nietransparentna dla wiązki fali elektromagnetycznej w zakresie od 300–752 nm, w wyniku czego możliwe jest zbieranie sygnału jedynie od badanej próbki z miejsc poddanych naświetleniu wiązką pierwotną, eliminując zarazem sygnał pochodzący z otoczenia.

Przedmiot wynalazku w odniesieniu do urządzenia do nieinwazyjnego wykrywania i identyfikacji mikroorganizmów w próbkach z materiałów stałych, ciekłych i w próbkach gazowych, w dwóch odmianach jego wykonania został uwidoczniony na rysunku fig. 1–23, na którym fig. 1–13, przedstawiają pierwszą odmianę wykonania tego urządzenia współpracującego z komputerem zewnętrznym, oraz wyposażonego w podzespół głowicy skanującej, zawierający światłowód jednomodowy, a fig. 14–23 – drugą odmianę tego urządzenia, wyposażonego w komputer z ekranem dotykowym oraz w podzespół głowicy skanującej połączonej z adapterem, natomiast przedmiot wynalazku w odniesieniu do sposobu wykrywania i identyfikacji mikroorganizmów w próbkach z materiałów stałych, ciekłych i w próbkach

gazowych, został bliżej objaśniony w czterech przykładach jego wykonania oraz na rysunku fig. 24, przy czym fig. 1 przedstawia pierwszą odmianę urządzenia do wykrywania i identyfikacji mikroorganizmów w próbkach z materiałów stałych, ciekłych i w próbkach gazowych, w widoku perspektywicznym, fig. 2 – to samo urządzenie w widoku z przodu od strony wychodzącego z niego światłowodu jednomodowego, fig. 3 – to samo urządzenie w przekroju pionowym wzdłuż linii A-A, fig. 4 – powiększony szczegół „B” połączenia tulejkowego łącznika z umieszczonym w nim pinem światłowodu jednomodowego z przednią czołową ścianą prostopadłościennego pojemnika tego urządzenia w przekroju pionowym wzdłuż linii A-A, fig. 5 – to samo urządzenie w widoku z góry, fig. 6 – to samo urządzenie w widoku z tyłu od strony zamontowanego w tylnej jego ścianie włącznika zasilania, fig. 7 – to samo urządzenie w widoku z góry po usunięciu z jego pojemnika pokrywy, fig. 8 – to samo urządzenie w stanie rozłożonym jego elementów składowych w widoku perspektywicznym, fig. 9 – powiększony szczegół „C” detektora CCD, wyposażonego w termooigniwo w widoku perspektywicznym, fig. 10 – głowicę urządzenia wyposażoną w szkło kwarcowe stykające się z jednym końcem światłowodu jednomodowego umieszczonym wewnątrz tej głowicy w widoku z przodu, fig. 11 – tę samą głowicę urządzenia w przekroju poziomym wzdłuż linii D-D, fig. 12 – przewód jednomodowy tego urządzenia, którego jeden koniec osadzony jest w łączniku połączonym z drugim łącznikiem osadzonym w przedniej czołowej ścianie tego urządzenia pokazanej na rysunku fig. 1, a z ochronnej powłoki zewnętrznej drugiego jego końca i umieszczonego w niej płaszcza tego światłowodu wystaje na zewnątrz rdzeń tego światłowodu jednomodowego, w widoku perspektywicznym, fig. 13 – powiększony szczegół „E” drugiego końca światłowodu jednomodowego z wystającym na zewnątrz z jego płaszcza rdzeniem, umieszczonym w walcowej głowicy skanującej i jej odsadzeniu tulejkowym, w widoku perspektywicznym, fig. 14 – przedstawia drugą odmianę wykonania urządzenia do wykrywania i identyfikacji mikroorganizmów w próbkach z materiałów stałych, ciekłych i w próbkach gazowych, w widoku perspektywicznym, fig. 15 – to samo urządzenie w widoku z przodu od strony wychodzącego z niego światłowodu wielomodowego, fig. 16 – to samo urządzenie w widoku z góry, fig. 17 – fragment pojemnika z jego pokrywą i połączonym z nią komputerem w przekroju pionowym wzdłuż linii J-J, fig. 18 – głowicę tego samego urządzenia w przekroju pionowym wzdłuż linii F-F, fig. 19 – głowicę połączoną z adapterem podzespołu głowicy skanującej w przekroju pionowym wzdłuż linii G-G, fig. 20 – adapter podzespołu głowicy skanującej w przekroju pionowym wzdłuż linii H-H, fig. 21 – to samo urządzenie w widoku z góry po usunięciu z jego pojemnika pokrywy, fig. 22 – przewód wielomodowy tego urządzenia, którego jeden koniec osadzony jest w pierwszym profilowym łączniku połączonym z drugim profilowym łącznikiem osadzonym w przedniej czołowej ścianie tego urządzenia pokazanej na rysunku fig. 14, a fig. 23 powiększony szczegół „K” drugiego końca światłowodu wielomodowego z wystającym na zewnątrz z jego płaszcza rdzeniem, umieszczonym w walcowej głowicy skanującej i jej odsadzeniu tulejowym, w widoku perspektywicznym.

#### Przykład 1

Urządzenie do nieinwazyjnego wykrywania i identyfikacji mikroorganizmów w próbkach z materiałów stałych, ciekłych i w próbkach gazowych według pierwszej odmiany jego wykonania przedstawionej na rysunku fig. 1–13 posiada prostopadłościenny pojemnik 1 z prostokątnym dnem 2, posiadającym w swych narożach odsadnia 3 walcowo-tulejkowe z gwintem wewnętrznym 4 w ich górnych częściach tulejkowych, do których oraz do górnych poziomych czoł 5 ścian bocznych tego pojemnika przylega płytowa pokrywa 6 z wykonanymi w ich narożach przelotowymi okrągłymi otworami 7, w których osadzone są śruby 8, wkręcone w nagwintowane górne końce tulejkowych części odsadzeń 3 tak, że łby 9 tych śrub przylegają do górnej powierzchni pokrywy 6, łącząc ją szczelnie z górnymi czołami 5 ścian bocznych pojemnika 1. Do dna 2 pojemnika 1 tego urządzenia w tylnej jego części za pomocą śrub 10 przymocowane są dwie pary elementów kątownikowych 11 i 11', a pionowe półki elementów kątownikowych 11 za pomocą śrub 10 przymocowane są do bocznych ścian umieszczonego pomiędzy nimi zasilacza 12, natomiast obie pionowe półki elementów kątownikowych 11' za pomocą śrub 10' przymocowane są do bocznych ścian umieszczonego pomiędzy nimi sterownika 13. Ponadto do dna 2 pojemnika 1 przed i naprzeciw zasilacza 12 oraz sterownika 13 przymocowany jest za pomocą śrub 14 jeden element kątownikowy 15, którego pionowa półka również za pomocą śrub 14 przymocowana jest do bocznych odsadzeń 16 z nagwintowanymi w nich otworami 17 detektora CCD 18, wyposażonego w światłoczułą matrycę 19 dokonującą zmiany sygnału świetlnego na sygnał elektryczny i w termooigniwo 20 utrzymujące tę matrycę w temperaturze minus 2°C, a obok tego detektora i naprzeciw sterownika 13, do dna 2 za pomocą śrub 21 przymocowane są dwa usytuowane naprzeciw siebie elementy kątownikowe 22, których pionowe półki również za pomocą śrub 21 przymocowane są do bocznych ścian umieszczonego pomiędzy nimi laserowego źródła światła 23, połączonego poprzez przewód

elektryczny 24 ze sterownikiem 13, który połączony jest przewodem elektrycznym 25 z zewnętrznym komputerem 26 z algorytmem zaimplementowanym w postaci programu komputerowego zawierającego skończony ciąg jasno zdefiniowanych czynności koniecznych do wykonania określonych zadań od stanu początkowego do stanu końcowego, przy czym detektor CCD 18 za pomocą przewodu elektrycznego 27 połączony jest również ze sterownikiem 13, który przewodem elektrycznym 28 połączony jest z zasilaczem 12 połączonym przewodem elektrycznym 29 z zewnętrznym źródłem napięcia elektrycznego 230V/50 Hz. Z kolei do jednej wewnętrznej powierzchni bocznej ściany 30 pojemnika 1 za pomocą śrub 31 przymocowany jest łącznik 32 szklanego okrągłego dzielnika światła 33 usytuowanego pod kątem  $\alpha=45^\circ$  i naprzeciw laserowego źródła światła 23, a naprzeciw dzielnika światła 33 do drugiej przeciwległej wewnętrznej powierzchni bocznej ściany 30' za pomocą śrub 34 przymocowany jest łącznik 35 lustra 36 usytuowanego równolegle do dzielnika światła 33 i pod kątem  $\alpha=45^\circ$ , przy czym łączniki 32 i 35 usytuowane są prostopadle do wewnętrznej powierzchni bocznych ścian 30 i 30' pojemnika 1. Ponadto w przedniej czołowej ścianie 37 pojemnika 1 wykonany jest okrągły przelotowy otwór 38 usytuowany naprzeciw laserowego źródła światła 23, w którym osadzony jest podzespół głowicy skanującej 39 składający się z profilowego łącznika 40 z kołnierzem pierścieniowym 41 i wewnętrznym dwustopniowym osiowym okrągłym otworem 42 i 43 z osadzonym w nim profilowym łącznikiem tulejowym 44 również o dwustopniowej średnicy 45 i 46 z osadzonym w nim jednym końcem światłowodu jednomodowego 47 zakończonego pinem 48 z włókna szklanego, którego przedni koniec osadzony jest również w otworze 42 profilowego łącznika 40. Z kolei drugi koniec 49 światłowodu jednomodowego 47 zagięty pod kątem prostym umieszczony jest w osiowym otworze 50 o tym samym profilu, wykonanym w dwuczęściowej, wykonanej ze stali nierdzewnej walcowej głowicy skanującej 51 o średnicy 25 mm z bocznymi dwoma identycznymi odsadzeniami półtulejowymi 52' i 52", stanowiącymi tulejkę 52, której obie półwalcowe części 53 i 53' oraz obie półtuleje 52' i 52" połączone są ze sobą za pomocą śrub 54, tworząc jeden monolit tej głowicy, a wewnątrz przedniej części tak utworzonej i odsadzonej tulei 52 wykonany jest okrągły kanałek 55 z umieszczonym w nim kwarcowym szkiełkiem 56 o czynnej średnicy  $\varnothing=20$  mm, przy czym światłowód jednomodowy 47 posiada rdzeń 57 stykający się tym szkiełkiem 56, który otoczony jest płaszczem tworzywowym 58, osłoniętym powłoką ochronną 59. Ponadto w tylnej czołowej ścianie 60 pojemnika 1 naprzeciw sterownika 13 wykonany jest przelotowy otwór 61 z zamontowanym w nim włącznikiem 62 zasilania elektrycznego sterownik 13, a obok tego włącznika w tej tylnej czołowej ścianie 60 wykonany jest drugi przelotowy otwór 63 z umieszczonym w nim przewodem 29 doprowadzającym z zewnątrz napięcie sieciowe 230V/50Hz do zasilacza 12 tego urządzenia. Jednocześnie mając na uwadze uproszczenie i obniżenie kosztów tego urządzenia w rozwiązaniu konstrukcyjnym profilowy łącznik 40 zastąpiono typowym złączem St/Pc, a profilowy łącznik 44 zastąpiono konektorem.

Zasada działania tego urządzenia polega na tym, że po uprzednim włączeniu przewodu zasilacza 12 do zewnętrznej sieci prądu zmiennego 230V/50Hz, włącznikiem 62 włącza się to urządzenie, a jego sterownik 13 za pomocą przewodu elektrycznego 25 łączy się z komputerem 26 i ustawia się parametry jego pracy, po czym za pomocą tego komputera włącza się laserowe źródło światła 23, które przechodzi przez dzielnik światła 33 i kierowane jest do pinu 48, pierwszego profilowego łącznika 40, a następnie do osadzonego w nim jednego końca światłowodu jednomodowego 47, którym światło to jest przesyłane do głowicy skanującej 51 i do jej kwarcowego szkiełka 56, przez które przechodzi do badanej odpowiedniej próbki umieszczonej na podłożu (nie pokazanym na rysunku). Wówczas próbka ta jest naświetlana, a odbijające się od niej i rozproszone światło poprzez głowicę skanującą 51 i umieszczony w niej światłowód jednomodowy 47 wraca poprzez profilowe łączniki 44 i 40 podzespołu głowicy skanującej 39 do dzielnika światła 33, usytuowanego pod kątem  $\alpha=45^\circ$ , w którym część tego światła jest odbijana i kierowana do lustra 36 usytuowanego również pod kątem  $45^\circ$ , z którego jest odbijana i pod kątem  $90^\circ$  trafia na światłoczułą matrycę 19 detektora CCD 18, która dokonuje zmiany tego sygnału świetlnego na sygnał elektryczny przesyłany do sterownika 13 i do komputera 26 przetwarzającego te sygnały na widmo odbitego światła, które poddawane jest analizie mającej na celu wykrycie i zidentyfikowanie rodzaju mikroorganizmów (grzybów, bakterii czy wirusów) w tej badanej próbce, stanowiącej materiał stały lub materiał ciekły, przy czym widmo to w układzie współrzędnych Raman Shift ( $\text{cm}^{-1}$ ) Arbitrary Unit, jak pokazano na rysunku fig.24, wyświetlane jest na ekranie komputera.

#### Przykład 2

Urządzenie do nieinwazyjnego wykrywania i identyfikacji mikroorganizmów w próbkach z materiałów stałych, ciekłych i w próbkach gazowych według drugiej odmiany jego wykonania ma budowę podobną do opisanego w przykładzie pierwszym urządzenia według pierwszej odmiany jego wykonania,

a różnica pomiędzy obu tymi odmianami polega tylko na tym, że w urządzeniu według drugiej odmiany jego wykonania:

- pokrywę 6 pojemnika 1 wyposażono w komputer 64 z ekranem dotykowym 65 oraz z algorytmem zaimplementowanym w postaci programu komputerowego, zawierającego skończony ciąg jednoznacznie zdefiniowanych czynności koniecznych do wykonania określonych zadań, od stanu początkowego do stanu końcowego, przy czym komputer ten za pomocą śrub 66 połączono z pokrywą 6, a za pomocą przewodu 67 połączono ze sterownikiem 13 tego urządzenia, natomiast
- podzespół głowicy skanującej 39 wyposażono w światłowód wielomodowy 68, a jego tulejową głowicę skanującą 51 wykonaną z polimeru na bazie teflonu o średnicy 22 mm, wyposażono w włącznik/wyłącznik 69 źródła światła laserowego 23, a jej dwuczęściowe monolityczne odsadzenia tulejowe 52' i 52'' stanowiące tulejkę 52, z osadzonym w niej kwarcowym szkieletem 56 i przylegającym do niego zagiętym końcem rdzenia 57' światłowodu wielomodowego 68 połączone jest z tulejowym adapterem 71, w którego okrągłej ścianie wykonany jest przelotowy okrągły otwór 72 o średnicy dostosowanej do zewnętrznej średnicy tulejki 52, w którym osadzona jest ona na wcisk, co umożliwia łatwy jej demontaż w przypadku konieczności badania próbek gazowych.

Ponadto ten tulejowy adapter 71 na swym dolnym czole 73 posiada odsadzenie tulejkowe 74, spełniające funkcję ustnika dla wdmuchiwanego badanego powietrza. Ponadto rdzeń 57' światłowodu wielomodowego 68 otoczony jest płaszczem tworzywowym 75, osłoniętym powłoką ochronną 76, do której przylegają dwa przewody elektryczne 77, otoczone wraz z tą powłoką płaszczem tworzywowym 78 i przylegającą do niego powłoką ochronną 79, przy czym oba przewody elektryczne 77 połączone są z włącznikiem 69 źródła światła laserowego 23.

Zasada działania tej drugiej odmiany wykonanego urządzenia według wynalazku, w przypadku badań próbek z materiałów stałych i ciekłych jest podobna do zasady działania opisanej wyżej pierwszej odmiany tego urządzenia, a różnica pomiędzy zasadami działania obu tych odmian urządzeń polega na tym, że przed rozpoczęciem badania próbki gazowej tulejkową głowicę skanującą 51 należy połączyć metodą wcisku z tulejowym adapterem 71. Wówczas badane powietrze doprowadzane jest przez odsadzenie tulejkowe 74 adaptera 71, na przykład przez osobę, która wdmuchuje wydychane przez nią powietrze przez tę dolną tulejkę, które przemieszcza się przez całą długość adaptera 71, mając zarazem kontakt z kwarcowym szkieletem 56 głowicy skanującej 51, z której odbite światło od tego szkieleta światłowodem wielomodowym 68 przesyłane jest do komputera 64 w sposób opisany w zasadzie działania pierwszej odmiany tego urządzenia.

#### Przykład 3

Z arkusza papieru przeznaczonego do pakowania produktów spożywczych wycięto próbkę o wymiarach 5x5 cm i umieszczono ją na szklanym podłożu, po czym do powierzchni tej próbki papierowej w temperaturze pokojowej przyłożono czoło tulejkowego odsadzenia 52 z osadzonym w nim kwarcowym szkieletem 56 o średnicy  $\varnothing=20$  mm głowicy skanującej 51, połączonej za pomocą włóknistego światłowodu jednomodowego 47 o średnicy 8  $\mu\text{m}$  z detektorem CCD 18 (charge-coupled device) utrzymywanym w temperaturze minus 2°C za pomocą ogniwa termoelektrycznego zapewniającego zachowanie stosunku sygnału do szumu  $\text{SNR} < 2$ , przy czym po włączeniu sterownika 13 połączonego z komputerem 26 wyposażonego w algorytm z zapisem realizowanych czynności tego detektora za pomocą tego światłowodu wprowadzono do tej próbki papierowej punktową monochromatyczną koherentną wiązkę fali elektromagnetycznej wynoszącej 300 nm, powodując naświetlenie tej badanej próbki w miejscu jej styku z tą głowicą skanującą oraz zebranie widma z tej badanej powierzchni o średnicy 20 mm. Wówczas uzyskany sygnał w postaci tego widma odbity od badanej próbki papierowej zbierany był przez tę głowicę skanującą 51 i doprowadzany za pomocą tego światłowodu do detektora CCD 18 o wysokiej wydajności kwantowej zapewniającej możliwość detekcji tego sygnału w zakresie liczby falowej od 500  $\text{cm}^{-1}$ –1800  $\text{cm}^{-1}$  z rozdzielczością spektralną na poziomie poniżej 3,5  $\text{cm}^{-1}$ . Zbierany sygnał był konwertowany przez ten detektor na charakterystyczne widmo Ramana, pokazane na ekranie komputera 26 w formie wykresu w układzie współrzędnych (X,Y), na którego osi rzędnych (Y) Arbitrary Unit przedstawiona była bezwymiarowa intensywność sygnału, a na osi odciętych (X) Raman Shift liczba falowa mierzona w  $\text{cm}^{-1}$  (jak pokazano na rysunku fig. 24), przy czym czas tego pomiaru wynosił 10 s, w wyniku czego ten zebrany sygnał w postaci pików ich usytuowania oraz składowych pozwolił na ustalenie, że w tej próbce wykryto obecność grzybów i bakterii oraz obecność wirusa, przedstawiając je w postaci charakterystycznych dla nich pików.

#### Przykład 4

Z tak zwanej „wymazówki” z tkanki ludzkiej od człowieka żywego pobrano wymaz-próbkę, którą umieszczono również na szklanym podłożu, po czym do tej próbki-wymazu w temperaturze pokojowej przyłożono również czoło tulejkowego odsadzenia 52 z osadzonym w nim kwarcowym szkiełkiem 56 o średnicy  $\varnothing=20$  mm głowicy skanującej 51 połączonej za pomocą włóknistego światłowodu wielomodowego o średnicy  $50\ \mu\text{m}$  z detektorem CCD 18 (charge-coupled device) utrzymywanym w temperaturze minus  $2^{\circ}\text{C}$  za pomocą ogniwa termoelektrycznego 20 zapewniającego zachowanie stosunku sygnału do szumu  $\text{SNR} < 2$ , a po włączeniu sterownika 13 połączonego z komputerem 26 wyposażonym w algorytm z zapisem realizowanych czynności tego detektora za pomocą światłowodu 47 wprowadzono do tej próbki punktową monochromatyczną koherentną wiązkę fali elektromagnetycznej wynoszącej  $752\ \text{nm}$ , powodując naświetlenie tej badanej próbki w miejscu jej styku z tą głowicą skanującą oraz zebranie widma z tej badanej powierzchni o średnicy  $1\ \text{mm}$ . Wówczas uzyskany sygnał w postaci tego widma odbity od badanej próbki tkanki ludzkiej zbierany był przez tę głowicę skanującą i doprowadzany za pomocą tego światłowodu do detektora CCD 18 o wysokiej wydajności kwantowej zapewniającej możliwość detekcji tego sygnału w zakresie liczby falowej od  $500\ \text{cm}^{-1}$ – $1800\ \text{cm}^{-1}$  z rozdzielczością spektralną na poziomie  $3,45\ \text{cm}^{-1}$ . Zbierany sygnał był konwertowany przez ten detektor na charakterystyczne widmo Ramana pokazane na wykresie (fig. 24) opisane w trzecim przykładzie, przy czym czas tego pomiaru wynosił  $600\ \text{s}$ , w wyniku czego ten zebrany sygnał w postaci pików ich usytuowania oraz składowych pozwolił na ustalenie, że w tej próbce tkanki ludzkiej wykryto obecność podobnych grzybów, bakterii i wirusów.

#### Przykład 5

Do typowej szklanki wiano  $200\ \text{ml}$  czystej wody, po czym w temperaturze pokojowej i pod ciśnieniem atmosferycznym w wodzie tej zanurzono na głębokość  $1\ \text{mm}$  kwarcowe szkiełko 56 o średnicy  $\varnothing=20\ \text{mm}$  tulejkowego odsadzenia 52 głowicy skanującej 51 tak, że jej powierzchnia zanurzona w tej wodzie była usytuowana równolegle do górnej powierzchni tej wody. Głowica ta była połączona za pomocą planarnego światłowodu jednomodowego 47 o średnicy  $8\ \mu\text{m}$  z detektorem CCD 18 (charge-coupled device) utrzymywanym w temperaturze minus  $2^{\circ}\text{C}$  za pomocą ogniwa termoelektrycznego 20 zapewniającego zachowanie stosunku sygnału do szumu  $\text{SNR} < 2$ , przy czym po włączeniu sterownika 13 połączonego z komputerem 26 wyposażonym w algorytm z zapisem realizowanych czynności tego detektora za pomocą tego światłowodu wprowadzono do tej próbki wodnej punktową monochromatyczną koherentną wiązkę fali elektromagnetycznej wynoszącej  $380\ \text{nm}$ , powodując naświetlenie tej badanej próbki wodnej w miejscu jej styku z dolną powierzchnią tej głowicy zanurzonej w badanej wodzie oraz zebrania widma z tej badanej próbki wodnej o średnicy  $10\ \text{mm}$ . Wówczas uzyskany sygnał w postaci tego widma odbity od badanej próbki wodnej zbierany był przez tę głowicę skanującą i odprowadzany za pomocą tego światłowodu do detektora CCD 18 o wysokiej wydajności kwantowej zapewniającej możliwość detekcji tego sygnału w zakresie liczby falowej od  $500\ \text{cm}^{-1}$ – $1800\ \text{cm}^{-1}$  z rozdzielczością spektralną na poziomie  $2,0\ \text{cm}^{-1}$ . Zbierany sygnał był konwertowany przez ten detektor na charakterystyczne widmo „Ramana” pokazane na wykresie (fig. 24) opisane w przykładzie trzecim, przy czym czas tego pomiaru wynosił  $300\ \text{s}$ , w wyniku czego ten zebrany sygnał w postaci pików ich usytuowania oraz składowych pozwolił na ustalenie, że w tej próbce wodnej wykryto także istnienie grzybów, bakterii i wirusów, przedstawiając je w postaci charakterystycznych dla nich pików.

#### Przykład 6

Wykorzystano głowicę skanującą 51 połączoną jednym końcem za pomocą światłowodu wielomodowego 68 z detektorem CCD 18, analogicznie jak opisano w przykładzie pierwszym, natomiast tulejkowe odsadzenie 52 z kwarcowym szkiełkiem 56 tej głowicy połączono bezpośrednio z adapterem 71 (jak pokazano na rys. fig. 14–21), po czym również w temperaturze pokojowej i przy normalnym ciśnieniu atmosferycznym powietrza osoba poddawana badaniom mającym na celu wykrycie i identyfikację mikroorganizmów w jej organizmie, dokonała wdmuchnięcia wydychanego przez nią powietrza bezpośrednio do wnętrza tulejkowego ustnika 72 stanowiącego odsadzenie dolnego czoła tego adaptera. Przepływający strumień wdmuchiwanego powietrza pod ciśnieniem wynoszącym  $10$ – $100\ \text{mbar}$ , naświetlany był wiązką fali elektromagnetycznej wynoszącej  $532\ \text{nm}$  i mocy wynoszącej  $42\ \text{mW}$  na wyjściu oraz  $30\ \text{mW}$  na badanej próbce i umożliwiał zebranie widma z tej badanej próbki wdmuchanego powietrza. Wówczas uzyskany sygnał w postaci tego widma odbity od badanej próbki wodnej zbierany był przez głowicę skanującą 51 i odprowadzany za pomocą światłowodu wielomodowego 68 do detektora CCD 18 o wysokiej wydajności kwantowej zapewniającej możliwość detekcji tego sygnału w zakresie liczby falowej od  $500\ \text{cm}^{-1}$ – $1800\ \text{cm}^{-1}$  z rozdzielczością spektralną na poziomie  $2,0\ \text{cm}^{-1}$ . Zbierany sygnał

był konwertowany przez ten detektor na charakterystyczne widmo „Ramana”, przedstawione na wykresie (fig. 24) opisane w przykładzie trzecim, przy czym czas tego pomiaru wynosił 20 s, w wyniku czego ten zebrany sygnał w postaci pików ich usytuowania oraz składowych pozwolił na ustalenie, że w tej próbce wodnej wykryto obecność podobnych grzybów i bakterii.

### Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do nieinwazyjnego wykrywania i identyfikacji mikroorganizmów w próbkach z materiałów stałych, ciekłych i w próbkach gazowych wyposażone w detektor CCD i źródło światła laserowego, **znamiennie tym**, że posiada prostopadłościenny pojemnik (1) wyposażony w połączoną z nim rozłącznie pokrywę (6), a dno (2) pojemnika (1) połączone jest rozłącznie z zasilaczem (12) i sterownikiem (13), usytuowanymi naprzeciw tylnej czołowej ściany (60) pojemnika (1) oraz z usytuowanym naprzeciw zasilacza (12) detektorem CCD (18) i ze źródłem światła laserowego (23), które przewodem elektrycznym (24) połączone jest ze sterownikiem (13), połączonym przewodem elektrycznym (27) z detektorem CCD (18), a przewodem elektrycznym (28) z zasilaczem (12), do którego przewodem elektrycznym (29) doprowadzone jest napięcie sieciowe 230V/50Hz, natomiast wewnętrzna powierzchnia ściany bocznej (30) pojemnika (1) połączona jest rozłącznie z prostopadle usytuowanym do niej łącznikiem (32) szklanego dzielnika światła (33), usytuowanego pod kątem ostrym ( $\alpha$ ) naprzeciw źródła światła laserowego (23), a przeciwległa wewnętrzna powierzchnia ściany bocznej (30') pojemnika (1) połączona jest również rozłącznie z prostopadle usytuowanym do niej łącznikiem (35) lustra (36) usytuowanego również pod kątem ostrym ( $\alpha$ ) oraz równolegle do szklanego dzielnika światła (33), naprzeciw detektora CCD (18) i przedniej czołowej ściany (37) pojemnika (1), w której naprzeciw szklanego dzielnika światła (33) wykonany jest przelotowy okrągły otwór (38) z osadzonym w nim pierwszym profilowym łącznikiem (40) podzespołu głowicy skanującej (39), natomiast w przeciwległej tylnej czołowej ścianie (60) pojemnika (1) wykonany jest przelotowy otwór (61) z zamontowanym w nim włącznikiem (62) sterownika (13) połączonego z komputerem (26, 64), a obok tego włącznika wykonany jest drugi przelotowy otwór (63) z umieszczonym w nim przewodem (29) połączonym z zasilaczem (12) i zasilającym go z zewnątrz pojemnika (1) napięciem sieciowym.
2. Urządzenie według zastrz.1, **znamiennie tym**, że podzespół głowicy skanującej (39) składa się z dwóch połączonych ze sobą rozłącznie profilowych tulejowych łączników (40 i 44) z osadzonym w nich pinem (48) z włókna szklanego, stanowiącym zakończenie jednego końca światłowodu jednomodowego (47), umieszczonego w przedniej części profilowego łącznika (40), natomiast drugi koniec (49) tego światłowodu, zagięty pod kątem prostym, umieszczony jest w osiowym otworze (50) o tym samym profilu dwuczęściowej walcowej głowicy skanującej (51) z bocznymi dwoma odsadzeniami półtulejowymi (52', 52''), usytuowanymi w osi symetrii otworu (50) i wyposażonymi w kwarcowe szkiełko (56), do którego przylega czoło rdzenia (57) zagiętego końca (49) światłowodu jednomodowego (47).
3. Urządzenie według zastrz.1, **znamiennie tym**, że do dwóch usytuowanych naprzeciw siebie pionowych bocznych ścian zasilacza (12), sterownika (13) i laserowego źródła światła (23) przylegają i połączone są z nimi rozłącznie pionowe półki elementów kątownikowych (11, 11' i 22), a poziome ich półki przylegają do dna (2) pojemnika (1) i połączone są z nim rozłącznie, natomiast do jednej pionowej ściany detektora CCD (18) przylega i połączona jest z nią pionowa półka elementu kątownikowego (15), którego pozioma półka połączona jest również rozłącznie z dnem (2) pojemnika (1).
4. Urządzenie według zastrz. 1 albo 2 albo 3, **znamiennie tym**, że podzespół głowicy skanującej (39) wyposażony jest w światłowód wielomodowy (68) z rdzeniem (57') otoczonym płaszczem tworzywowym (75), osłoniętym powłoką ochronną (76), do której przylegają dwa przewody elektryczne (77), otoczone wraz z powłoką ochronną (76) płaszczem tworzywowym (78) i przylegającą do niego powłoką ochronną (79), natomiast tulejowa głowica skanująca (51) połączona jest rozłącznie z tulejowym adapterem (71) z dolnym odsadzeniem tulejowym (74) o mniejszej średnicy od tulei adaptera (71), która wyposażona jest we włącznik/wyłącznik (69) źródła światła laserowego (23).

5. Sposób nieinwazyjnego wykrywania i identyfikacji mikroorganizmów w próbkach z materiałów stałych i ciekłych lub w próbkach gazowych z wykorzystaniem urządzenia według zastrzeżeń 1–4, połączonego z komputerem z zaimplementowanym algorytmem w postaci programu komputerowego **znamienny tym**, że w temperaturze pokojowej pobiera się próbkę przeznaczoną do badania, a następnie do pobranej próbki za pomocą światłowodu (47 lub 68) wprowadza się punktową monochromatyczną koherentną wiązkę fali elektromagnetycznej o długości wynoszącej od 300 do 752 nm i naświetla się badaną próbkę w miejscu jej styku z głowicą skanującą (51) urządzenia, a zebrany w czasie skanowania tej próbki sygnał przekazuje się za pomocą światłowodu (47 lub 68) do detektora CCD (18) tego urządzenia z detekcją tego sygnału w zakresie liczby falowej od  $500\text{ cm}^{-1}$  do  $1800\text{ cm}^{-1}$  i z rozdzielczością spektralną wynoszącą poniżej  $3,5\text{ cm}^{-1}$ , po czym w detektorze CCD (18) dokonuje się konwersji zebranego sygnału do postaci widmowej wyświetlanej na ekranie komputera (26 lub 64) w formie wykresu w układzie dwóch współrzędnych (X,Y), na którego osi odciętych (X) przedstawiona jest liczba falowa mierzona w  $\text{cm}^{-1}$ , a na jego osi rzędnych (Y) przedstawiona jest intensywność sygnału (Arbitrary Unit), a następnie dokonuje się analizy widma badanej próbki i ustalenia obecności w badanej próbce mikroorganizmów oraz ich rodzaju za pomocą algorytmu analitycznego zainstalowanego w komputerze (26, 64), przy czym pomiaru badanej próbki i ustalenia rodzaju występowania w niej mikroorganizmów dokonuje się w czasie wynoszącym od 1 s do 600 s, natomiast detektor CCD (18) utrzymywany jest w temperaturze wynoszącej około minus  $2^{\circ}\text{C}$ , zapewniającej utrzymywanie stosunku sygnału do szumu przy detekcji sygnału optycznego wynoszącego  $\text{SNR} < 2$ .
6. Sposób według zastrz. 5 albo 6, **znamienny tym**, że przekazywania zebranego sygnału z głowicy skanującej (51) do detektora CCD (18) dokonuje się światłowodem jednomodowym (47), a skonwersowany przez detektor CCD (18) sygnał na widmo w formie wykresu w układzie współrzędnych przedstawia się na ekranie komputera (26) umieszczonego na zewnątrz urządzenia do stosowania tego sposobu.
7. Sposób według zastrz. 5 albo 6 albo 7, **znamienny tym**, że przekazywania zebranego sygnału z głowicy skanującej (51) do detektora CCD (18) dokonuje się światłowodem wielomodowym (68), a skonwersowany przez detektor CCD (18) sygnał na widmo w formie wykresu w układzie współrzędnych przedstawia się na ekranie dotykowym (65) komputera (64) zamontowanego w urządzeniu do stosowania tego sposobu.

## Rysunki

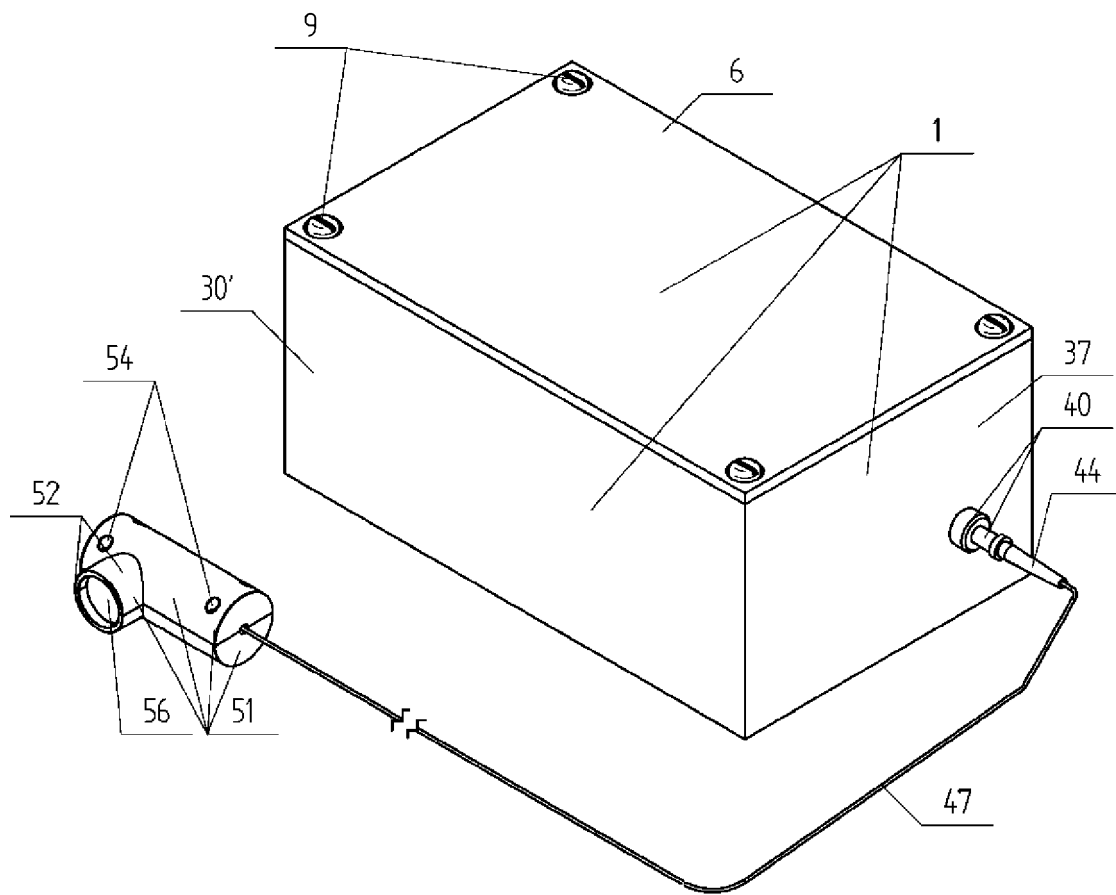


Fig. 1

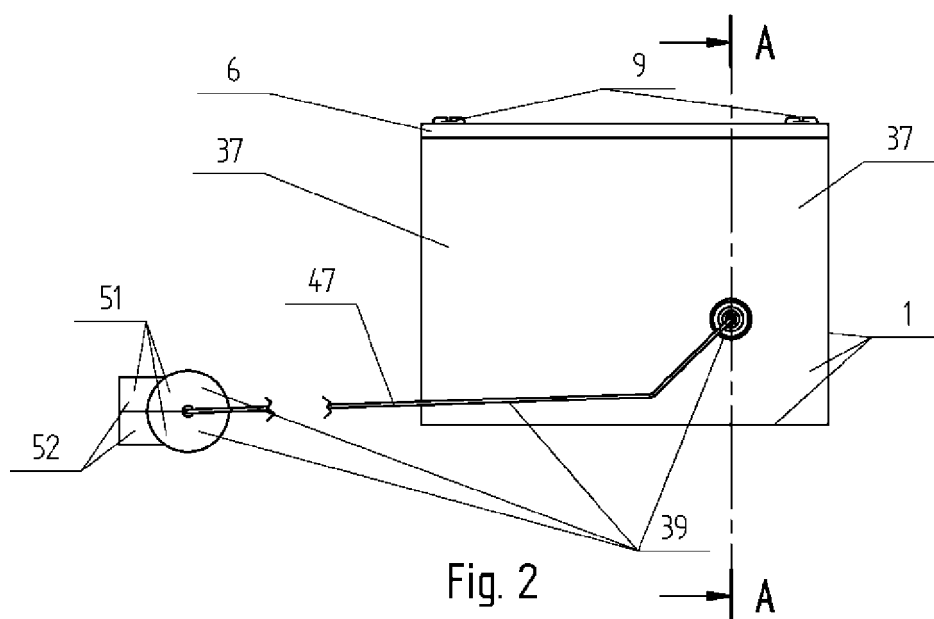
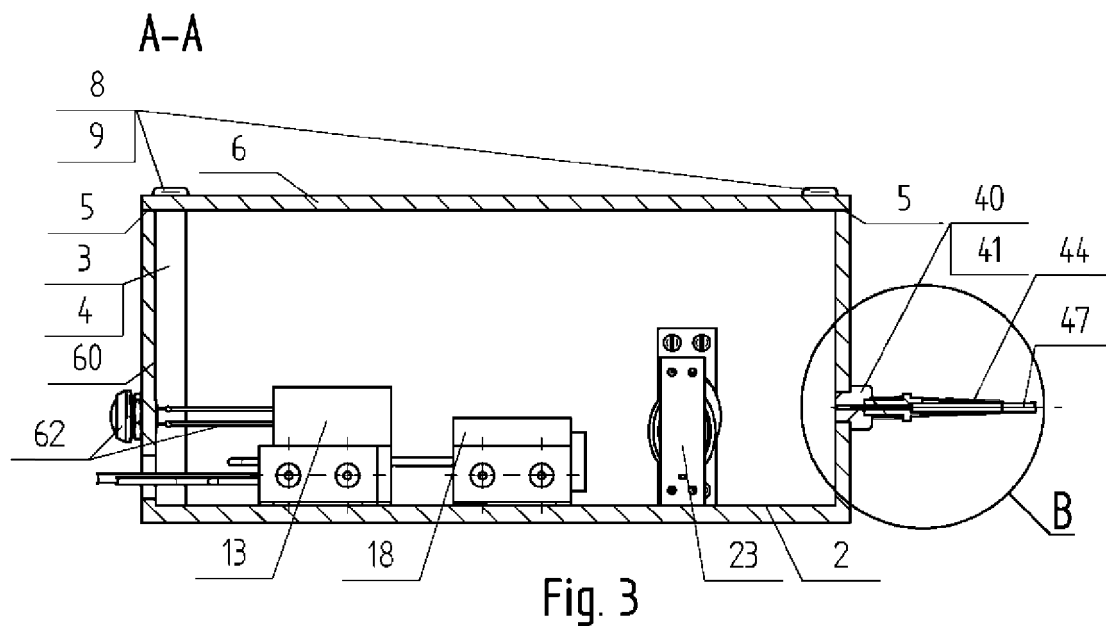
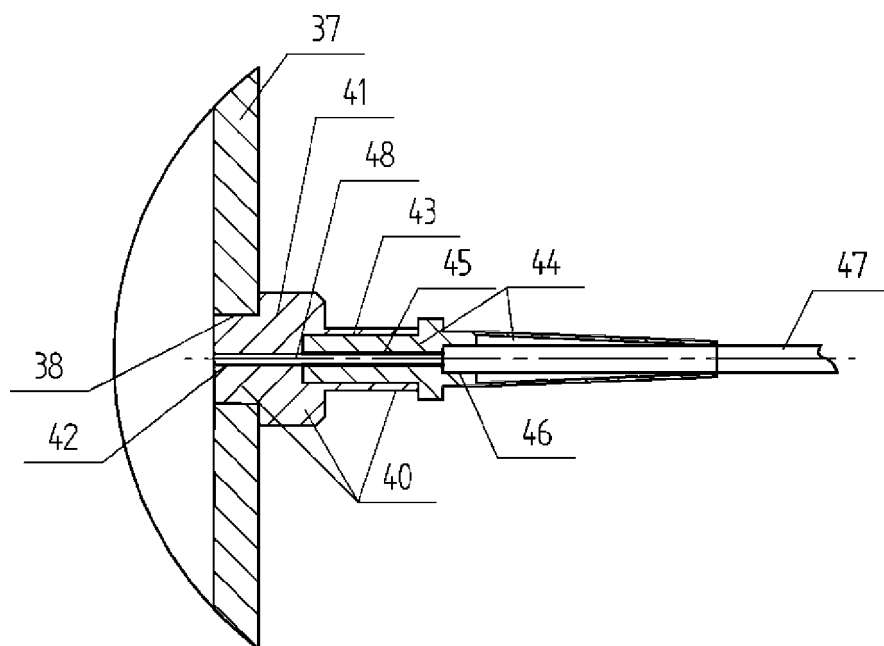


Fig. 2



## SZCZEGÓŁ B



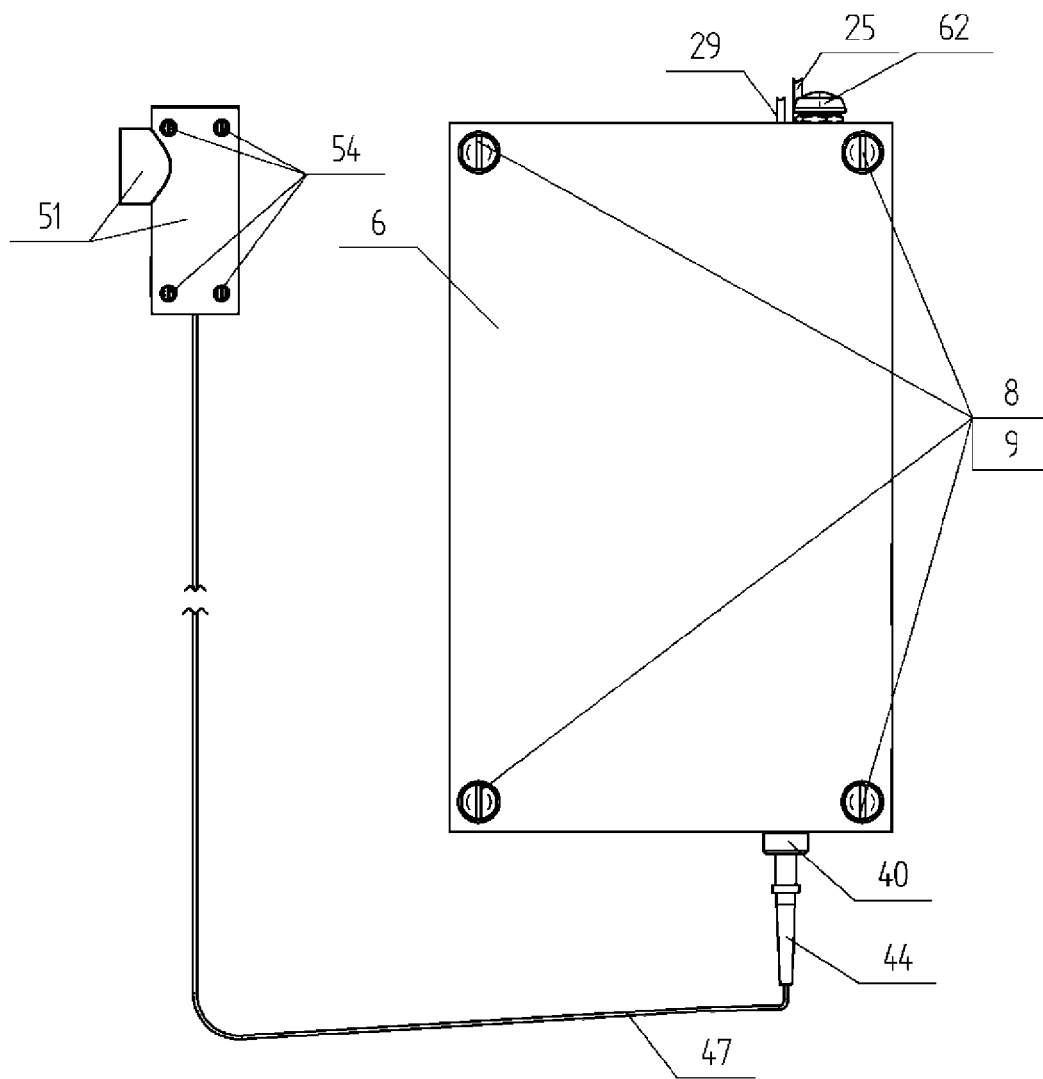


Fig. 5

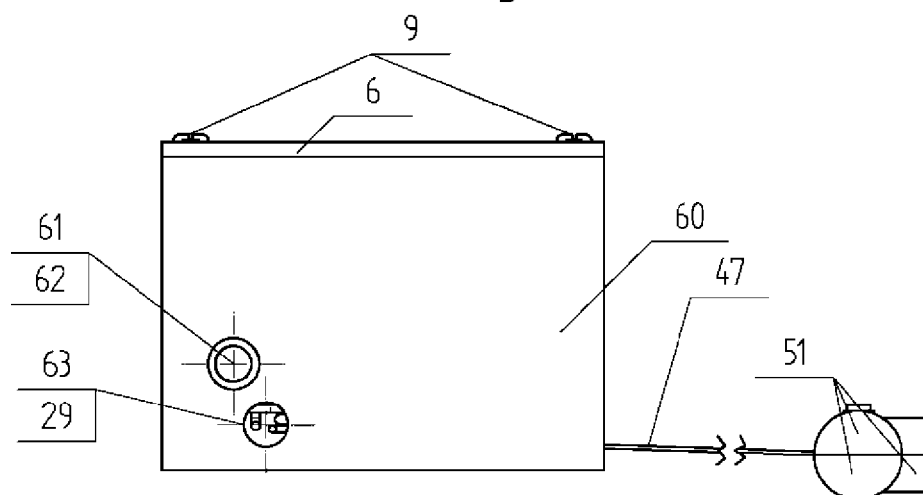


Fig. 6

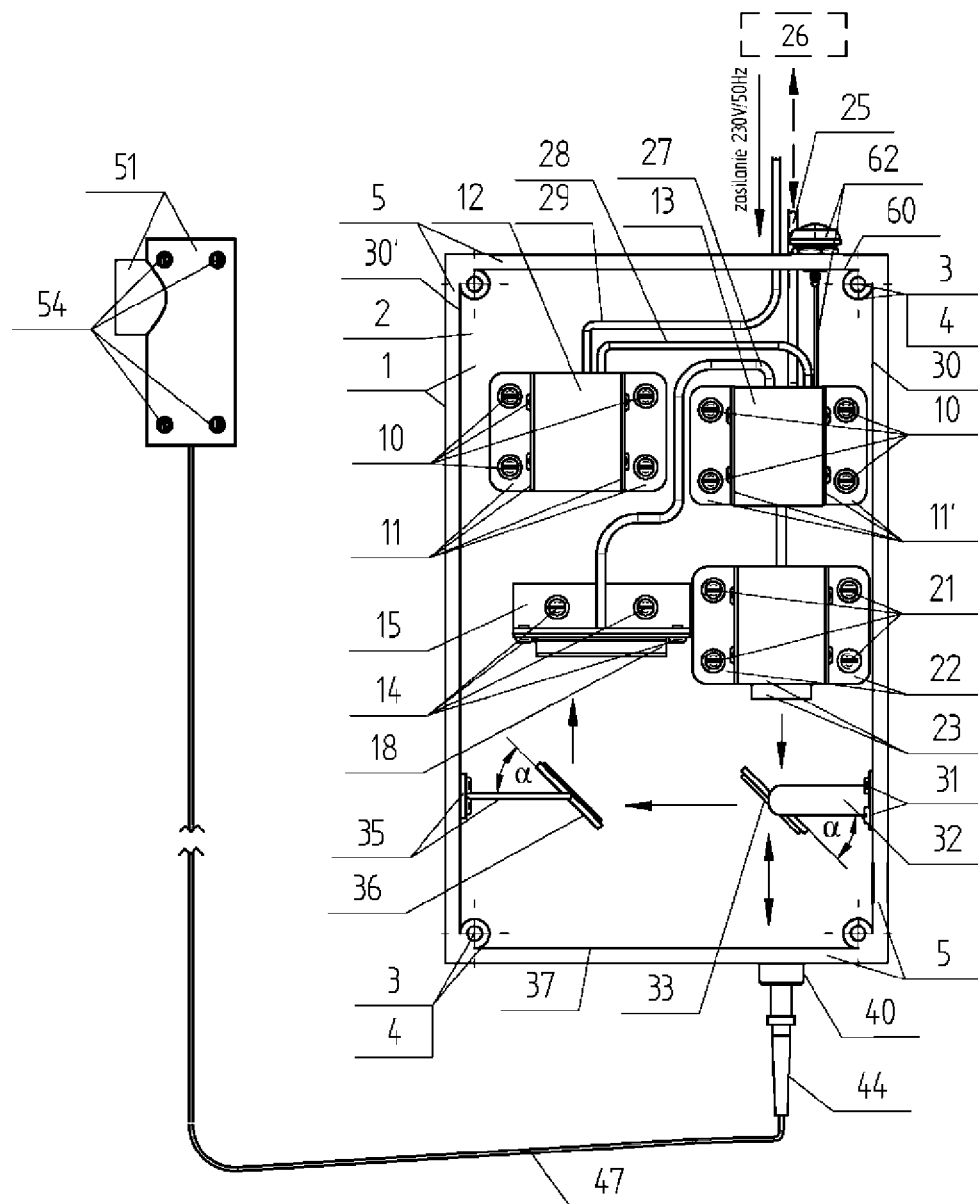


Fig. 7

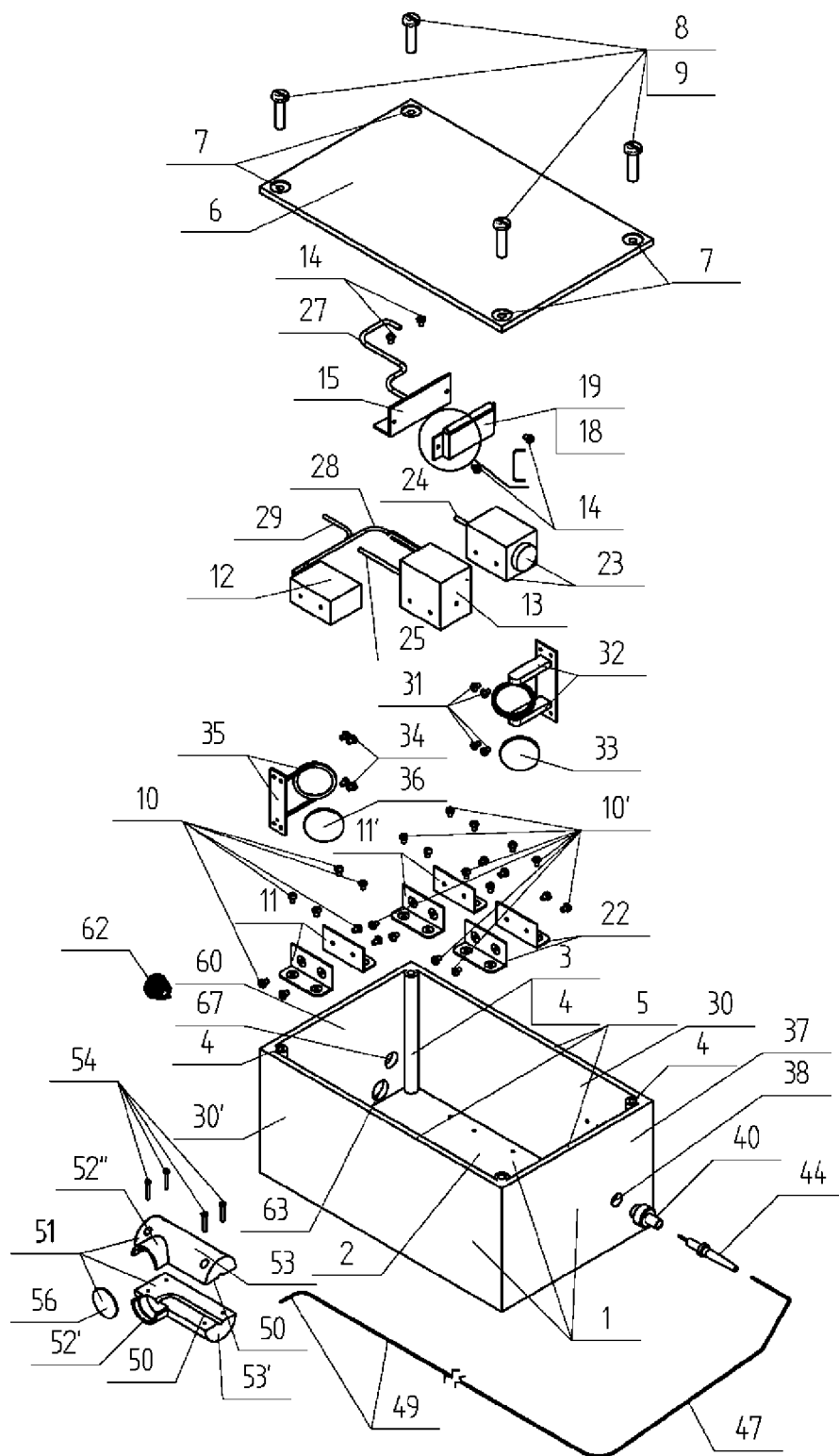


Fig. 8

## SZCZEGÓŁ C

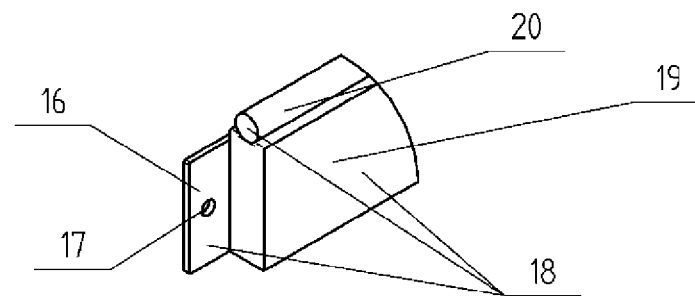


Fig. 9

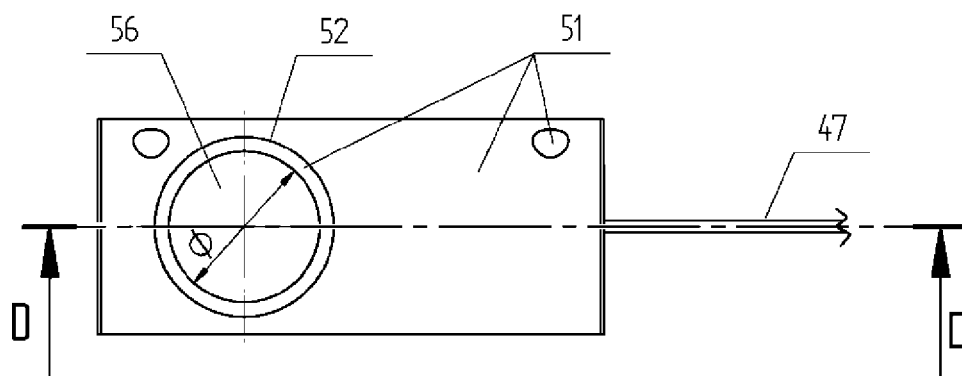


Fig. 10

D-D

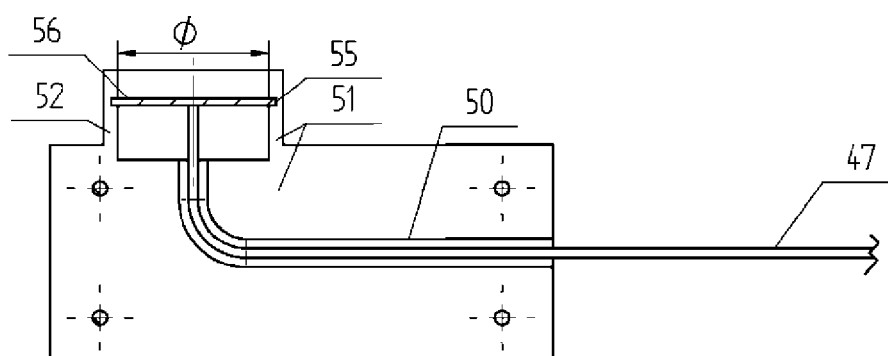
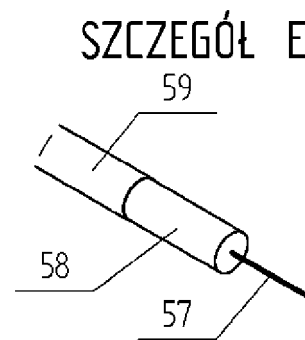
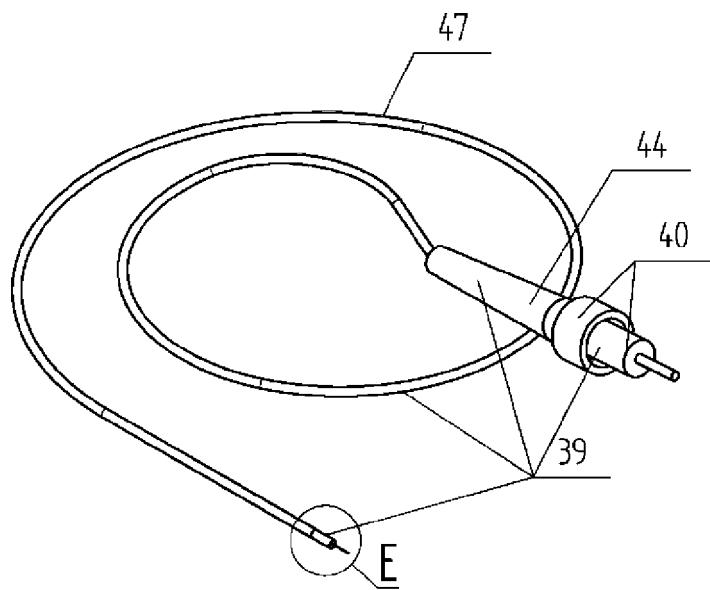


Fig. 11



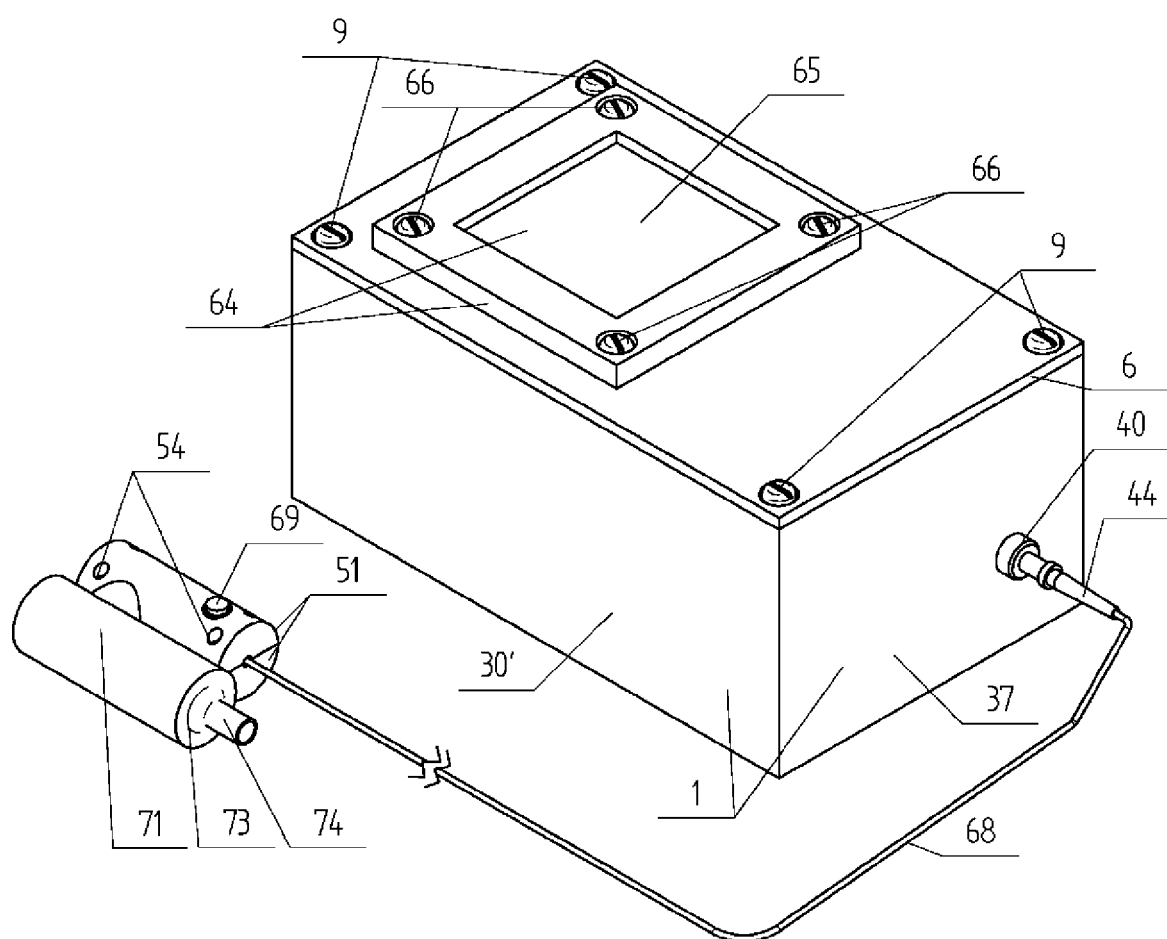


Fig. 14

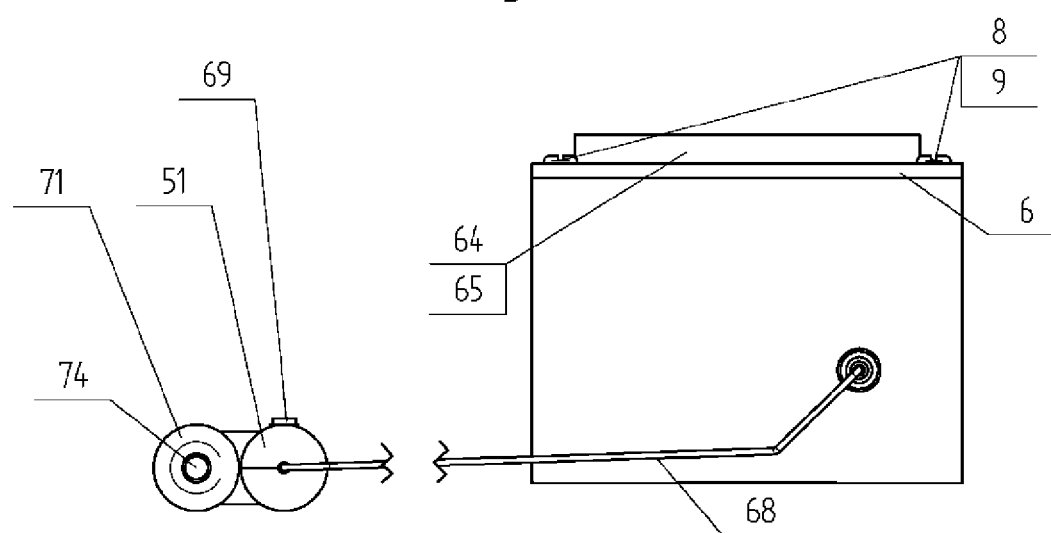
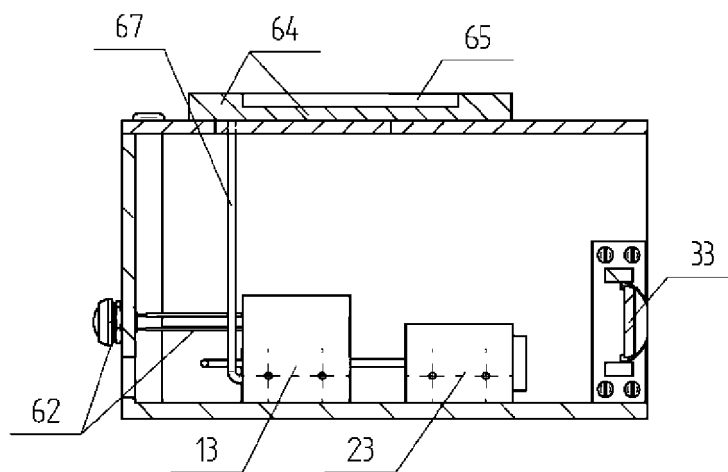
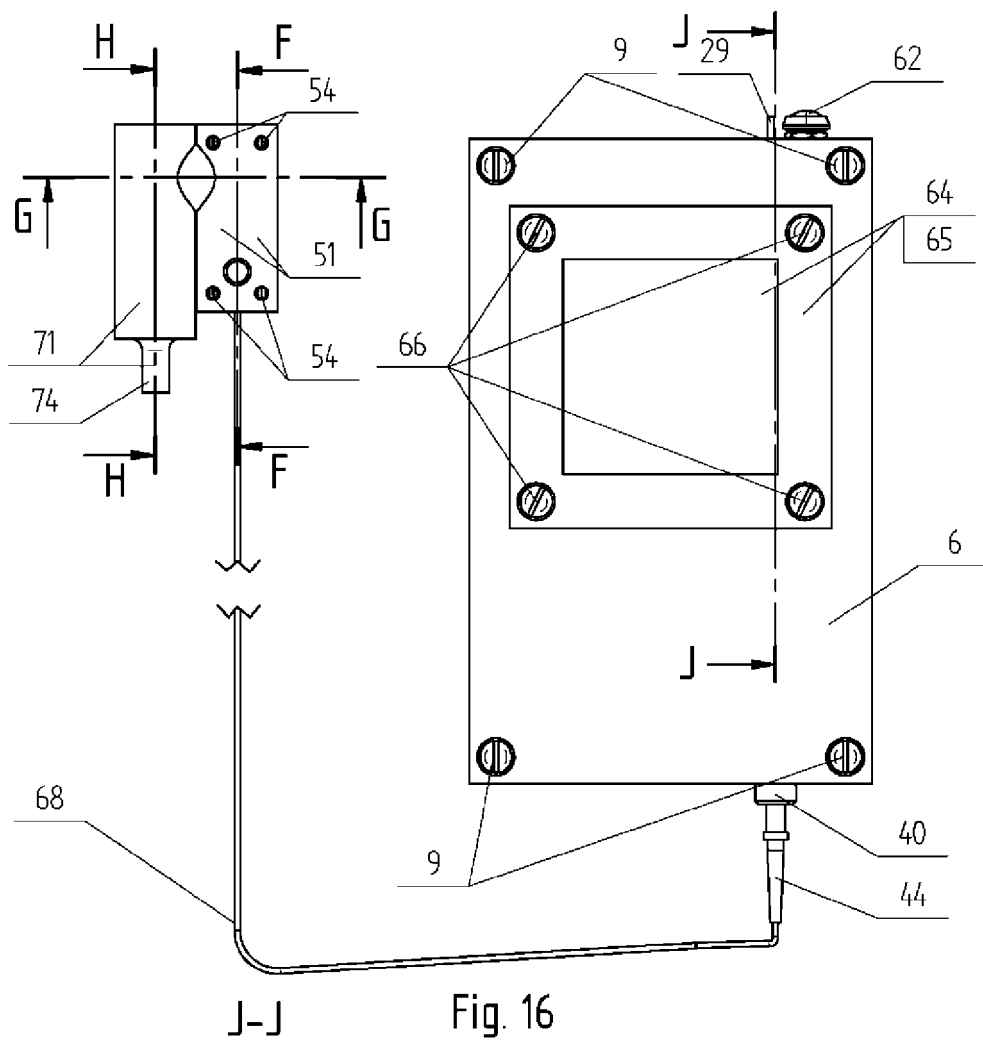


Fig. 15



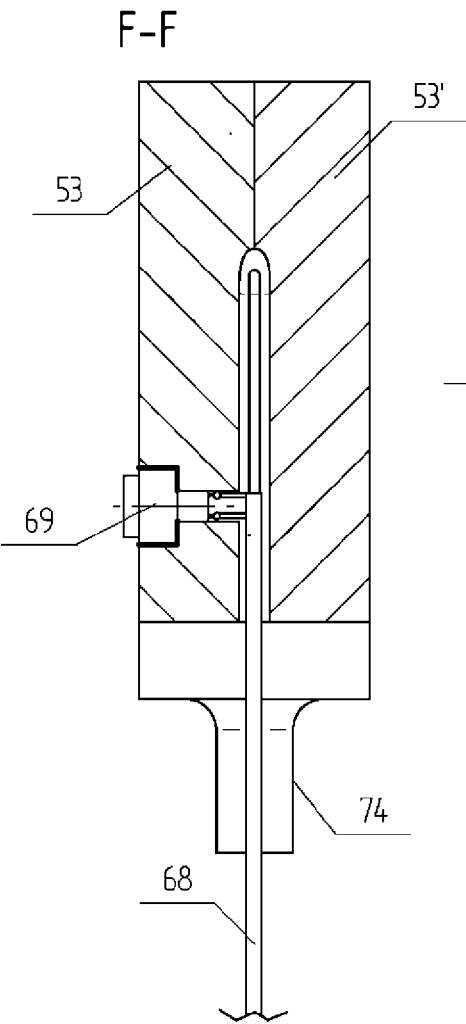


Fig. 18

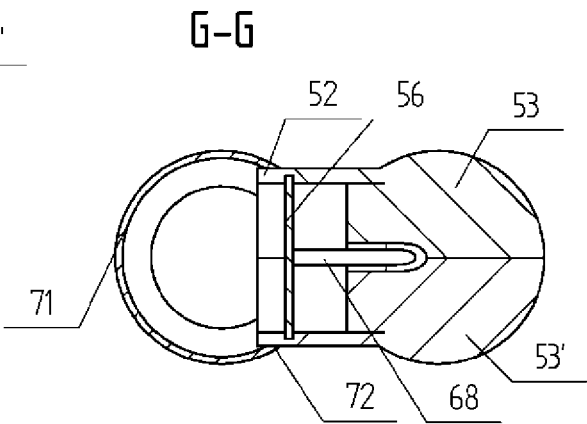


Fig. 19

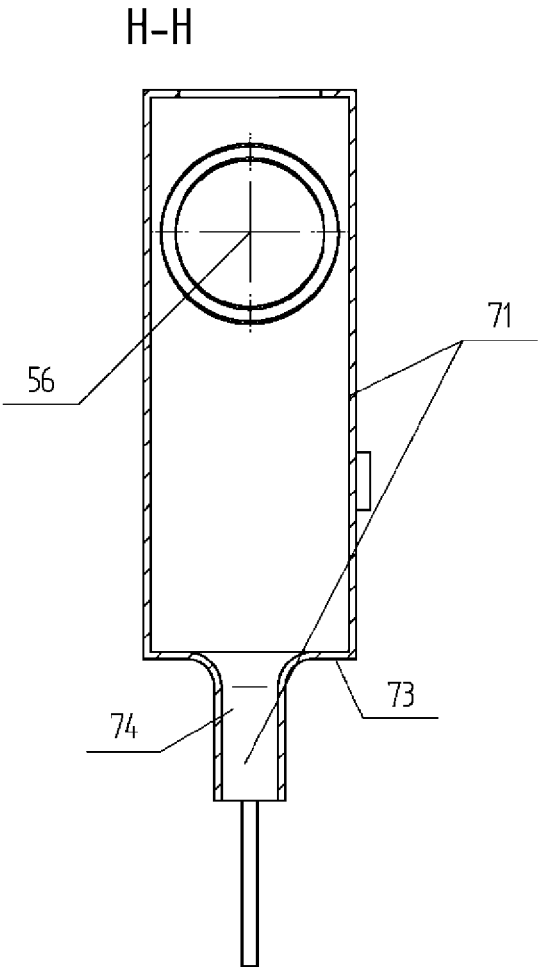


Fig. 20

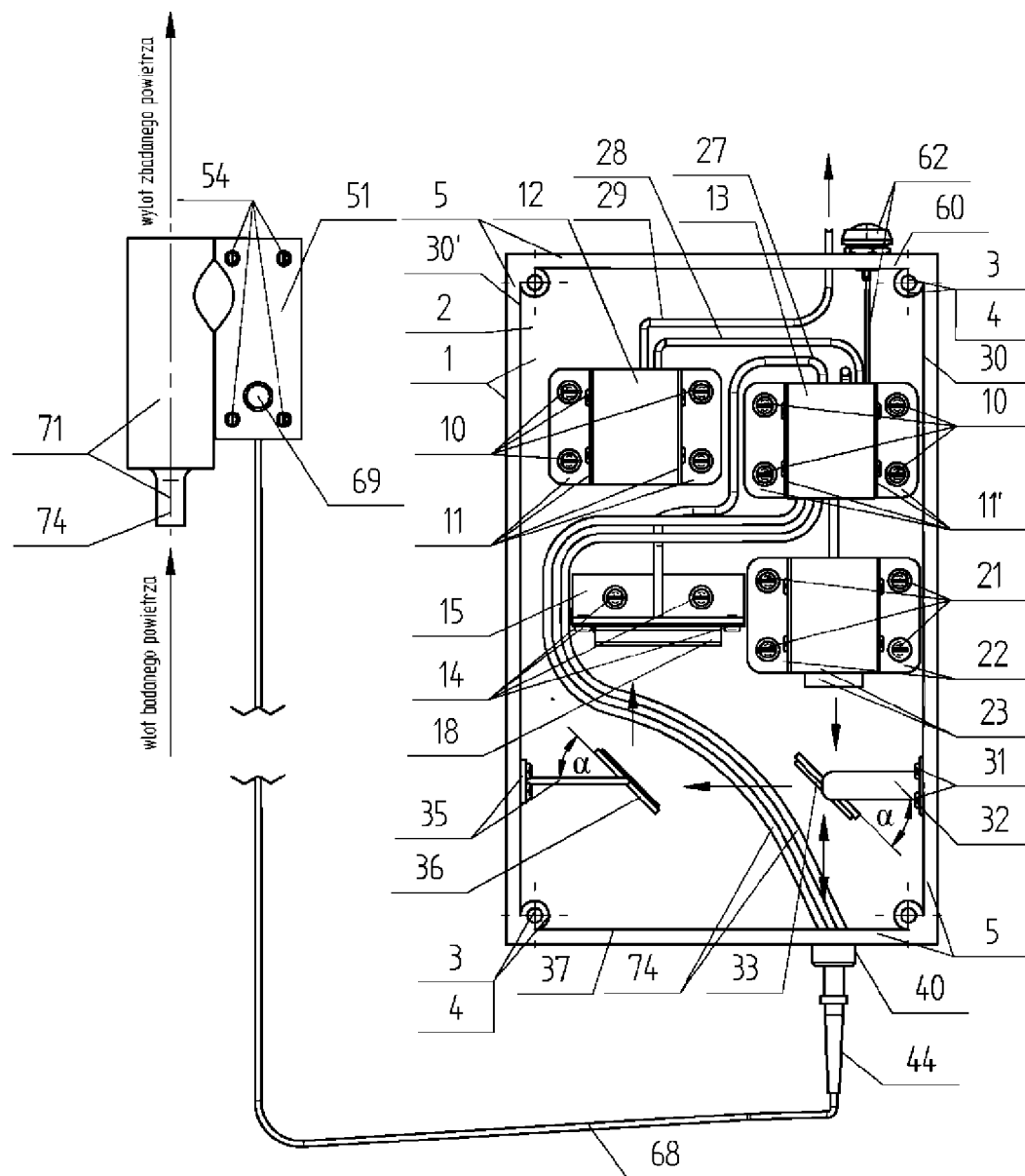


Fig. 21

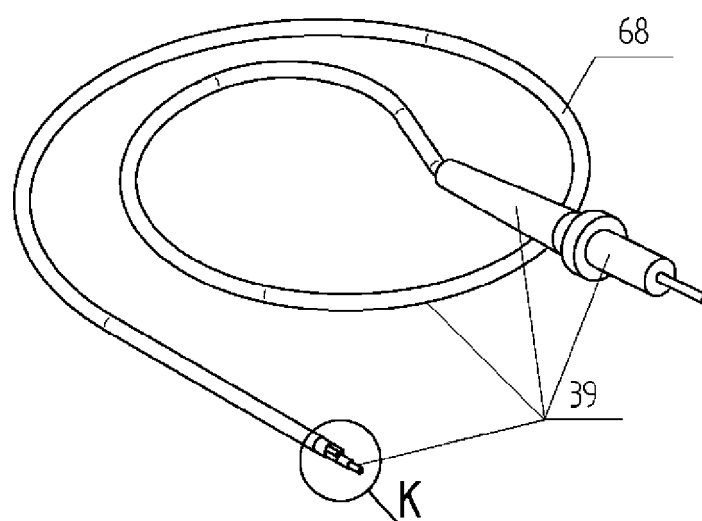


Fig. 22

## SZCZEGÓŁ K

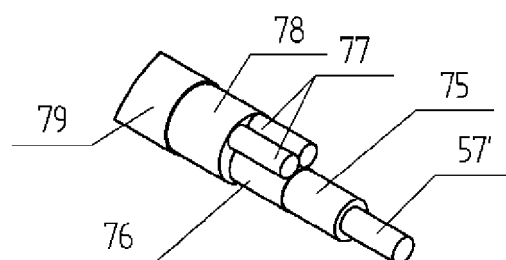


Fig. 23

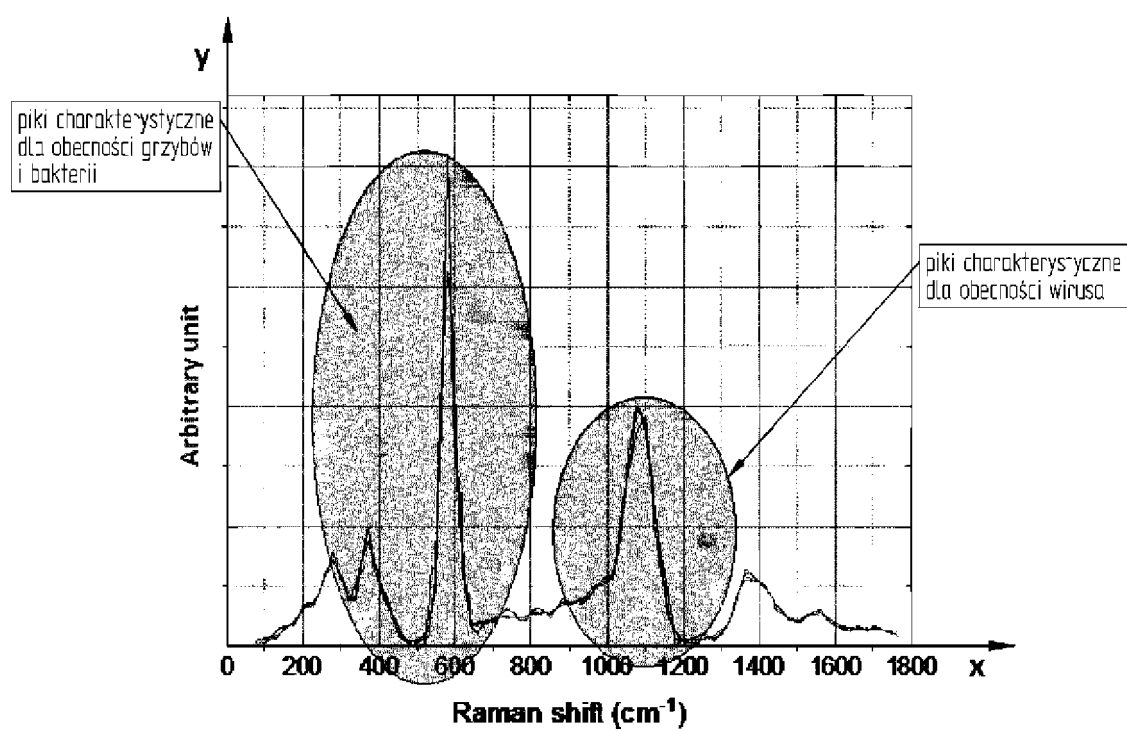


Fig. 24