



УКРАЇНА

(19) UA (11) 60327 (13) C2

(51) 7 A61N5/06

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

## (54) ЛАЗЕРНИЙ СКАНУЮЧИЙ ДВОХВИЛЬОВИЙ ПРИСТРІЙ

1

(21) 99095128

(22) 25 11 1999

(24) 15 10 2003

(46) 15 10 2003, Бюл. № 10, 2003 р.

(72) Сидоров Василь Іванович, Хабалевський Юрій  
Анатолійович(73) Сидоров Василь Іванович, Хабалевський Юрій  
Анатолійович

(56) UA 8234, C1, 29 03 96

(57) 1 Лазерний скануючий двохвильовий пристрій, що містить лазерний випромінювач, світловод, програмований блок управління, відеомонітор, пульт управління та встановлені за ходом променя електронний затвор, перемикач напрямку променя з поворотним дзеркалом, вузол плавного регулювання діаметра променя, вузол юстирування, дискретний перемикач потужності лазерного випромінювання, двокоординатний оптичний дефлектор, який відрізняється тим, що додатково введені ендосканер з комплектом змінних світловодних насадок, розміщений на столику і підстикований до програмованого блока управління, змішувач оптичного випромінювання, вмонтований в світлопровід з можливістю повороту навколо оптичної осі, блок лазерного інфрачервоного напівпровідникового випромінювача з об'єктивом, прикріплений нерухомо до змішувача оптичного випромінювання, телевізійний блок візуалізації інфрачервоного випромінювання, з'єднаний через кронштейн з корпусом двокоординатного оптичного дефлектора, вмонтований вимірювач потужності лазерного випромінювання, розміщений в корпусі змішувача оптичного випромінювання, двокоординатний оптичний дефлектор, два скануючих блоки якого закріплені в корпусі таким чином, що кут між осями вхідного та вихідного лазерних пучків при відсутності сканування становить 90° завдяки орієнтації дзеркал, встановлених консольно на роторах в оправах, виконаних таким чином, що вісь обертання кожної оправи співпадає з віссю обертання ротора та відбиваючою поверхнею дзеркала з можливістю копіювання відносно початкового положення.

2 Пристрій по п. 1, який відрізняється тим, що ендосканер містить змішувач оптичного випромінювання, до приєднувальних поверхонь якого підстикований корпус-рукоятка з вмонтованим в нього лазерним інфрачервоним напівпровідниковим ви-

2

промінювачем та трилінзовим об'єктивом, напівпровідниковий лазерний модуль червоного випромінювання та двокоординатний оптичний дефлектор з перехідником і цанговим затискачем для встановлення змінних внутрішньопорожнинних світловодних насадок.

3 Пристрій по п. 1, який відрізняється тим, що внутрішньопорожнинні насадки виконані у вигляді циліндричних оптично прозорих світловодів різноманітного діаметра, різної довжини, геометричної форми та різноманітної діаграми направленості скануючого лазерного випромінювання, в залежності від функціонального призначення.

4 Пристрій по п. 1, який відрізняється тим, що з'єднання змішувача оптичного випромінювання зі світлопроводом та оптичним дефлектором виконані з можливістю обертання відносно оптичної осі і ущільнені фрикційними втулками, в корпусі змішувача встановлене дзеркало зі спеціальним світлоподільним покриттям в оправі, що юстирується, та чутливий елемент вмонтованого вимірювача потужності лазерного випромінювання.

5 Пристрій по п. 1, який відрізняється тим, що до змішувача оптичного випромінювання приєднаний блок лазерного інфрачервоного напівпровідникового випромінювача, в корпусі якого з можливістю руху вздовж оптичної осі закріплений лазер та встановлений за ходом променя об'єктив.

6 Пристрій по п. 1, який відрізняється тим, що скануючий блок складається із статора і ротора, встановленого в підшипниках, на якому нерухомо перпендикулярно його осі та симетрично закріплена пластина із магнітом'якого матеріалу, на одному із кінців ротора в оправі з можливістю повороту навколо його осі, зміщення вздовж осі та фіксації заданого положення встановлено дзеркало, на протилежному торці ротора в осьовому отворі вмонтований нерухомо торсіон з можливістю регулювання його робочої довжини, кута орієнтації ротора відносно статора та фіксації заданого положення, статор містить чотири електромагніти з сердечниками із магнітом'якого матеріалу, розміщених по схемі "квадрат" та зістикованих з чотирма постійними магнітами, на статорі встановлений чотирисекторний планарний емкисний датчик амплітуди кута відхилення дзеркала, поверхня секторів металізована, пластина із магнітом'якого матеріалу конструктивно розміщена між торцями

(13) C2

(11) 60327

(19) UA

сердечників електромагнітів, розташованих в одній площині, та чотирисекторним датчиком амплітуди

кута відхилення з робочими зазорами в межах 0,05 0,1 мм

Передбачуваний винахід, що описується, належить до медичної техніки, зокрема до пристроїв лазерної терапії і може бути використаний в фізіотерапії, пнекології, проктології, оториноларингології

Відомий лазерний пристрій для лікування, який містить блок управління і лазерний випромінювач, що формує світловий промінь за сигналами блока управління. Недоліками цього пристрою є обмежені функціональні можливості управління просторово-часовими параметрами лазерного випромінювання, низька продуктивність

Відома також лазерна установка для видалення родимих плям, яка містить лазер, світловід, сканер, вимірювач кількості відбитого світла, схему порівняння відбитого світла з пороговим значенням, контрольний пристрій з фотоапаратом, схему управління розгорткою сканера

До недоліків цього пристрою належать великі енергетичні втрати лазерного випромінювання в оптичній системі, малі функціональні можливості управління параметрами лазерного випромінювання

Як прототип обрано скануючий лазерний пристрій, що містить лазерний випромінювач, світловід, програмований блок управління, відеомонітор, пульт управління та встановлені за ходом променя електронний затвор, перемикач напрямку променя з поворотним дзеркалом, вузол плавного регулювання діаметра променя, вузол юстування, дискретний перемикач потужності лазерного випромінювання, двокоординатний оптичний дефлектор, причому всі функціональні вузли змонтовані на столику з можливістю переміщення останнього

До недоліків цього пристрою-прототипу належать неможливість опромінювання скануючим випромінюванням внутрішніх порожнин організму, відсутність можливості комбінованої терапевтичної дії на ділянки тіла хворого лазерним випромінюванням різної довжини хвилі, недостатня рівномірність сумарної енергетичної освітленості по полю сканування, обмежені можливості вимірювання та контролю потужності лазерного випромінювання

Метою винаходу є розширення функцій пристрою при застосуванні, зокрема досягнення можливості внутрішньопорожнинного опромінювання скануючим лазерним випромінюванням, забезпечення комбінованого послідовного або одночасного терапевтичного впливу лазерним скануючим випромінюванням різної довжини хвилі, усунення нерівномірності сумарної енергетичної освітленості по полю сканування, розширення просторово-часових характеристик сканування, забезпечення можливості автоматичного вимірювання і контролю потужності лазерного випромінювання в реальному масштабі часу

Поставлена мета досягається тим, що у пристрій, який містить лазерний випромінювач, світловід, програмований блок управління, відеомонітор, пульт управління та встановлені за ходом

променя електронний затвор, перемикач напрямку променя з поворотним дзеркалом, вузол плавного регулювання діаметра променя, вузол юстування, дискретний перемикач потужності лазерного випромінювання, двокоординатний оптичний дефлектор, столик, додатково уведено внутрішньопорожнинний сканер з комплектом змінних світловідних насадок, змішувач оптичного випромінювання, блок лазерного інфрачервоного напівпровідникового випромінювача з об'єктивом, телевізійний блок візуалізації інфрачервоного зображення, вмонтований вимірювач потужності лазерного випромінювання, малоінерційний двокоординатний оптичний дефлектор з датчиком зворотного зв'язку та програмований блок управління, двохвильового пристрою

Загальний вигляд та компоновка пристрою представлені на фіг 1 Конструкція оптико-механічного блоку зображена на фіг 2, 3 Конструкція змішувача оптичного випромінювання відображена на фіг 4 Внутрішньопорожнинний двохвильовий сканер представлений на фіг 5 Комплект світловідних насадок показаний на фіг 6 Компоновка двокоординатного малоінерційного оптичного дефлектора приведена на фіг 7 Особливості конструкції малоінерційного оптичного дефлектора розкриті на фіг 8 Технічна суть та принцип дії запропонованого пристрою пояснюється структурно-функціональною схемою на фіг 9

Запропонований лазерний скануючий двохвильовий пристрій включає столик 1 на колесах, оптико-механічний блок 2, змішувач оптичного випромінювання 3, внутрішньопорожнинний сканер 4 з комплектом змінних світловідних насадок 5, лазерний інфрачервоний напівпровідниковий випромінювач 6 з об'єктивом, телевізійний блок візуалізації інфрачервоного випромінювання 7, двокоординатний оптичний дефлектор 8, програмований блок управління 9, пульт управління, відеомонітор 11

Перелічені вище вузли та блоки виконані таким чином: столик 1 зібраний у вигляді стояка, на якому конструктивно закріплені оптико-механічний блок 2, програмований блок управління 9, відеомонітор 11, встановлені ендосканер 4, комплект змінних світловідних насадок 5, пульт управління 10, і є несучою конструкцією лазерного двохвильового скануючого пристрою

Оптико-механічний блок містить лазерний випромінювач 12, який за допомогою хомутів закріплений в кожусі 13, виготовленому із профілю прямокутного перерізу До торцевої поверхні лазерного випромінювача 12 за допомогою гвинтів кріпиться на платі 14 електронний затвор, який містить електромагніт 15 і непрозору шторку 16, з'єднану з осердям електромагніту через систему тяг В кожусі 13 також розміщений перемикач напрямку променя, змонтований в корпусі 17, який кріпиться до кожуха 13 за допомогою гвинтів Поворотне дзеркало 18 вклеєне в оправу 19, встано-

влену на осі В отворі ексцентрика 20 з можливістю вільного переміщення вмонтований підпружинений циліндричний штовхач 21 зі сферичною головкою. Гвинт для юстування 22 упирається в площину оправи 19. Ексцентрик 20 закріплений в корпусі 17 з можливістю обертання навколо своєї осі і з'єднаний з ручкою 23. Вузол вводу лазерного випромінювання в світловод складається з чашки 24 зі сферичною поверхнею, сполученою з поверхнею цанги 25, яка притискається до чашки 24 за допомогою гайки 26. В осьовому отворі цанги 25 різбовим кільцем 27 закріплена короткофокусна лінза 28. На цангу 25 нагвинчені послідовно диск 29 з гвинтами для юстування 30 та накидна гайка 31, яка має рифлення по твірній поверхні. Вузол плавного регулювання діаметра променя є системою з двох лінз 32 і 33. Лінза 33 закріплена в оправі 34 різбовим кільцем 35. В оправу 34 вгвинчені діаметрально протилежно осі 36, які входять у зчеплення з випкою 37. Вилка 37 з'єднана з віссю 38, що обертається. На вісь 38 насаджена ручка 39 і зафіксована стопорним гвинтом. Лінза 32 встановлена в оправі 40 та зафіксована різбовим кільцем 41. Оправа 34 встановлена в оправі 40 з можливістю безлюфтового переміщення. Оправа 40 з'єднана гвинтами з трубою 42. Вузол юстування включає втулку 43 з чотирма юстувальними болтами 44. Втулка 43 за допомогою різьби з'єднана з трубою 42. Пластина 45 з юстувальними гвинтами 46 базується на основі 47. Опора 48 притискається до основи 47 болтами 44. Вузол юстування закритий декоративною кришкою 49, яка фіксується гайкою 50. Дискретний перемикач потужності лазерного випромінювання змонтований в корпусі 51, який через перехідну втулку 52 з'єднується з трубою 42. Обойма 53 має форму диска з чотирма наскрізними отворами, три з них - різбові, в яких закріплені різбовими кільцями 54 інтерференційні світлофільтри 55 з різними коефіцієнтами пропускання для лазерного випромінювання ( $\tau = 25\%$ ,  $\tau = 50\%$ ,  $\tau = 75\%$ ). Обойма виконана сумісно з кульковим фіксатором та встановлена на осі 56. Фторопластова втулка 57 забезпечує безлюфтове обертання обойми 53 відносно осі 56.

Перехідник 58 та корпус 51 з'єднані з можливістю обертання. З'єднання ущільнене фрикційною втулкою 59. Світлопровід 60 закріплений за допомогою гвинтів та перехідної втулки 61 на перехіднику 58. В перехіднику 58 встановлено під кутом  $45^\circ$  до оптичної осі інтерференційне дзеркало 62 в оправі 63, що юстується, конструкція якої дозволяє змішувати дзеркало 62 вздовж оптичної осі, повертати його відносно оптичної осі та змінювати кут нахилу.

Змішувач оптичного випромінювання являє собою корпус 64 з трьома приєднувальними поверхнями, до одної з яких кріпиться лазерний інфрачервоний напівпровідниковий випромінювач 6, до другої - оптичний дефлектор 8, а третя використовується для кріплення змішувача до світлопровода 60.

З'єднання з оптичним дефлектором 8 і світлопроводом 60 виконані з можливістю обертання відносно оптичної осі та ущільнені фрикційними втулками 59.

В корпусі 64 встановлено дзеркало 62 з оптичним світлоподільним покриттям в оправі 63, що юстується, а також чутливий елемент 65 вмонтованого вимірювача потужності лазерного випромінювання.

Ендосканер містить блок лазерного інфрачервоного випромінювача, в корпус-рукоятку 66 якого вмонтований лазерний інфрачервоний напівпровідниковий діод 67 з трилінзовим об'єктивом 68, змішувач оптичного випромінювання 3, який має можливість підстикування як напівпровідникового червоного лазерного модуля 69, так і світловода 70, що передає випромінювання He-Ne лазера, оптичний двокоординатний дефлектор 71, до вихідного вікна якого підстикований перехідник 72 з цанговим затискачем 73 для встановлення змінних внутрішньопорожнинних світловодних насадок 74. Насадки 74 являють собою циліндричні оптично прозорі світловоди різноманітної діаметру, геометричної форми та різноманітної діаграми направленості скануючого випромінювання, залежно від функціонального призначення.

Оптичний двокоординатний дефлектор складається з двох скануючих блоків 75, розміщених в корпусі 76 таким чином, що кут між осями вхідного та вихідного лазерних пучків при відсутності сканування складає  $90^\circ$ . Напрямок лазерного пучка задається початково за рахунок орієнтації дзеркал 77 скануючих блоків 75. Корпус 76 забезпечений перехідником 78 для з'єднання зі світлопроводом 60 або змішувачем оптичного випромінювання 3. В корпусі на кронштейні закріплена плата блока зворотнього зв'язку 79.

Скануючий блок складається із статора та ротора 80, встановленого в підшипниках 81, на якому нерухомо перпендикулярно його осі і симетрично закріплена пластина 82 із магнітом'якого матеріалу. На одному з кінців ротора в оправі з можливістю повороту навколо його осі, зміщення вздовж осі та фіксації заданого положення встановлено дзеркало 77. На протилежному торці ротора в осьовому отворі вмонтований нерухомо торсіон 83 з можливістю зміни його робочої довжини, кута орієнтації ротора відносно статора і фіксації заданого положення. Статор складається з чотирьох електромагнітів 84 з сердечниками із магнітом'якого матеріалу, розміщених по схемі "квадрат" і зістикованих з чотирма постійними магнітами 85. На статорі встановлений чотирисекторний планарний ємнісний датчик 86 амплітуди кута відхилення дзеркала. Поверхня секторів металізована. Пластина 82 конструктивно розміщена між торцями сердечників електромагнітів, які знаходяться в одній площині, та чотирисекторним датчиком 86 з робочими зазорами в межах  $0,05 \dots 0,1 \text{ мм}$ .

Програмований блок управління 9, містить мікроконтролер 87, двоканальний цифро-аналоговий перетворювач 88, модуль комутації 89, модуль зворотного зв'язку 79, підсилювач потужності 90.

Модуль візуалізації інфрачервоного випромінювання 7 складається з об'єктива 91, ПЗС-матриці 92, попереднього підсилювача 93, телевізійного блока 94. Вмонтований вимірювач потужності лазерного випромінювання містить чутливий елемент 65, перемикач 95, підсилювач потужності

96, аналого-цифровий перетворювач 97

Модуль живлення 98 конструктивно розміщений в корпусі програмованого блока управління

Описаний вище лазерний скануючий двохвильовий пристрій працює таким чином

Столик 1 на колесах встановлюється в робочій зоні. Вмикання пристрою здійснюється натисканням кнопки мережі, розташованої на бічній стінці програмованого блока управління

Існує п'ять основних режимів роботи пристрою

Опромінення біологічного об'єкта скануючим випромінюванням He-Ne лазера або скануючим випромінюванням інфрачервоного лазерного діода з використанням оптичного дефлектора 8, такі самі режими, але з використанням ендосканера 4 для внутрішньопорожнинного опромінення, використовуючи оптичний дефлектор 71 та комплект 5 змінних світловодних насадок, робота з оптичним світловодом, наконечник якого вводиться в цангу 25 і фіксується накидною гайкою 31

Переключення променя He-Ne лазера на світловод здійснюється ексцентриком 20 за допомогою ручки 23. Переключення пристрою в вище описані режими роботи здійснюється клавішами пульта управління 10, управляючий сигнал від якого поступає на мікроконтроллер 87, а потім на модуль комутації 89, що підключає в залежності від обраного режиму роботи напівпровідниковий інфрачервоний лазер 67, напівпровідниковий червоний модуль 69 або шторку 15, 16 при підстиковці світловода 70, інфрачервоний лазерний випромінювач 6 або шторку 15, 16

З пульта управління 10 також здійснюється вибір параметрів сканування (частота сканування, амплітуда сканування, частота пульсацій та ін.), задається потужність лазерного випромінювання, експозиція, включається вмонтований вимірювач потужності, сигнал від фотодіода 65 якого поступає на перемикач діапазонів випромінювання 95, підсилювач потужності 96 і через аналого-цифровий перетворювач 97 на мікроконтроллер 87. Цифрове значення вимірюної потужності виводиться на відеомонитор 11. Для спостереження інфрачервоного випромінювання клавішею пульта управління 10 вмикається модуль візуалізації 7. Об'єктив 91 передає зображення біологічного об'єкта, що опромінюється інфрачервоним скануючим випромінюванням, на ПЗС-матрицю 92, яка формує відеосигнал, що підсилюється попереднім підсилювачем 93 і аналізується в телевізійному блоці 94. Потім телевізійне зображення об'єкта через модуль комутації 89 передається на відеомонитор 11

Програмований блок управління, 9 виконує оперативне управління режимами роботи лазерного скануючого пристрою за допомогою пульта управління 10 і візуалізації параметрів обраного режиму на екрані відеомонітора 11. Модуль живлення 98 забезпечує живлення блоків пристрою електричними напругами необхідних рівнів

Мікроконтроллер 87 виконує функцію мікроЕОМ, яка має постійний запам'ятовуючий пристрій (ПЗП) та оперативний запам'ятовуючий пристрій (ОЗП), що визначає високу оперативність управління лазерним скануючим пристроєм. Процесор-

ний пристрій мікроконтроллера забезпечує арифметичну та логічну обробку інформації відповідно програмі, яка задає послідовність та тривалість роботи скануючого пристрою

Двоканальний цифро-аналоговий перетворювач 88 служить для формування аналогових сигналів управління та передачі їх двома незалежними каналами через модуль комутації або на блоки зворотного зв'язку 79, підсилювачі потужності 90 і електромагніти оптичного дефлектора 8, або на підсилювачі потужності 90 і електромагнітні приводи дзеркал дефлектора 71 відповідно до інформації, отриманої від мікроконтроллера 87

Оптичний дефлектор 8 здійснює двокоординатне сканування сфокусованим лазерним променем за рахунок його послідовного відбиття від двох дзеркал 77, що коливаються у взаємноперпендикулярних напрямках. При подачі управляючого змінного сигналу на електромагніти 84 з'являється момент електромагнітних сил, під дією яких пластина 82 повертає ротор 80 в підшипниках 81 відносно його осі на кут, пропорційний амплітуді управляючого сигналу і обмежений жорсткістю торсіону 83. Пластина 82 одночасно виконує функцію привода ротора 80 і функцію рухомого елемента датчика 86 амплітуди кута відхилення дзеркала. Зміна полярності управляючого сигналу призводить до повороту ротора 80 в зворотному напрямі. При повороті ротора змінюється площа перекриття секторів планарного датчика 86 амплітуди кута відхилення пластиною 82, що в свою чергу викликає зміну значення ємності конденсатора, створеного площиною чотирисекторного планарного датчика амплітуди 86 і пластиною 82 пропорційно зміні кута сканування. Сигнал датчика обробляється блоком зворотного зв'язку 79 двома незалежними каналами і порівнюється з сигналом мікроконтроллера 87. При появі сигналу помилки з датчика блок зворотного зв'язку формує сигнал корекції, пропорційний сигналу помилки, і видає його на відповідний електромагнітний привід оптичного дефлектора, усуваючи неузгодженість

Пристрій оснащено універсальним ендосканером 4, призначеним для опромінення внутрішніх порожнин організму. Ендосканер може працювати як з червоним, так і інфрачервоним випромінюванням. Тип випромінювання вибирається клавішами пульта управління 10. Випромінювання інфрачервоного лазера 67 спрямовується об'єктивом 68 на дзеркало 62 змішувача оптичного випромінювання 3, далі на дзеркало оптичного дефлектора 71 і, далі відбиваючись від дзеркала перехідника 72, формується на входному торці однієї із змінних насадок 74, що встановлюються в перехіднику 72 і фіксуються за допомогою цангового затискача 73

Лазерний модуль 69 червоного випромінювання при необхідності може бути замінений світловодом 70, який спрямовує випромінювання He-Ne лазера через об'єктив на торець змінних внутрішньопорожнинних світловодних насадок. Для контролю потужності лазерного випромінювання застосовується чутливий елемент 65 вмонтованого вимірювача потужності лазерного випромінювання

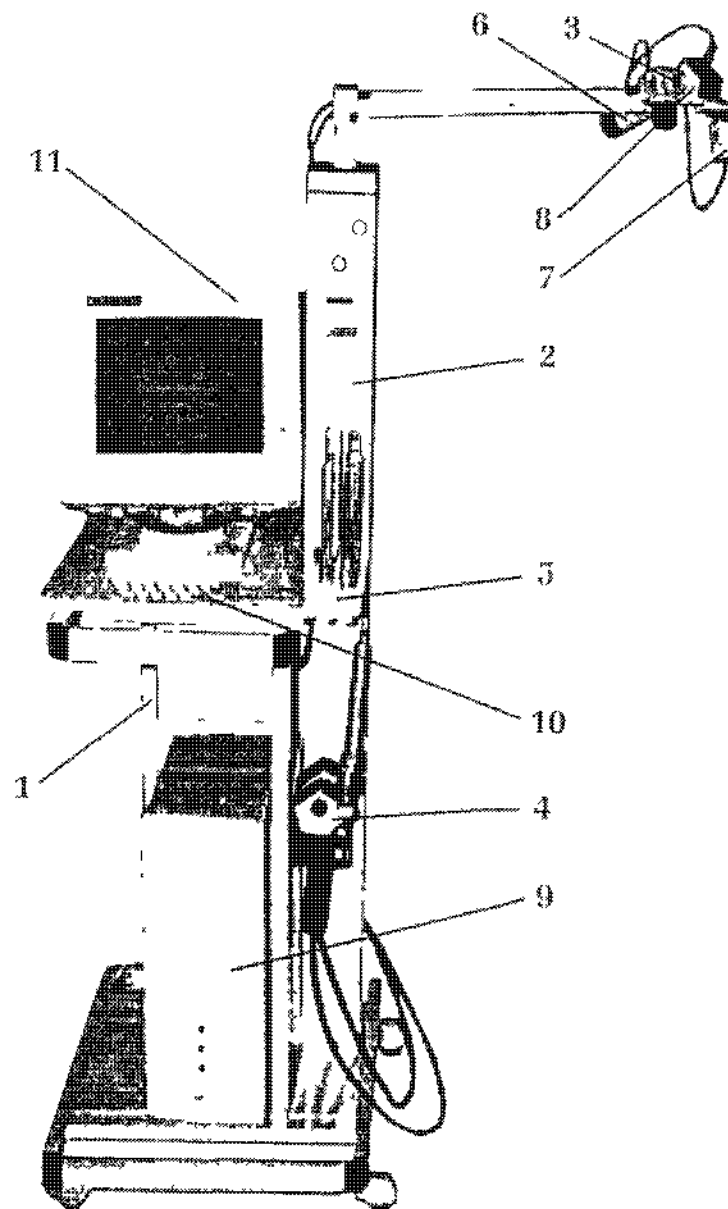


Fig.1

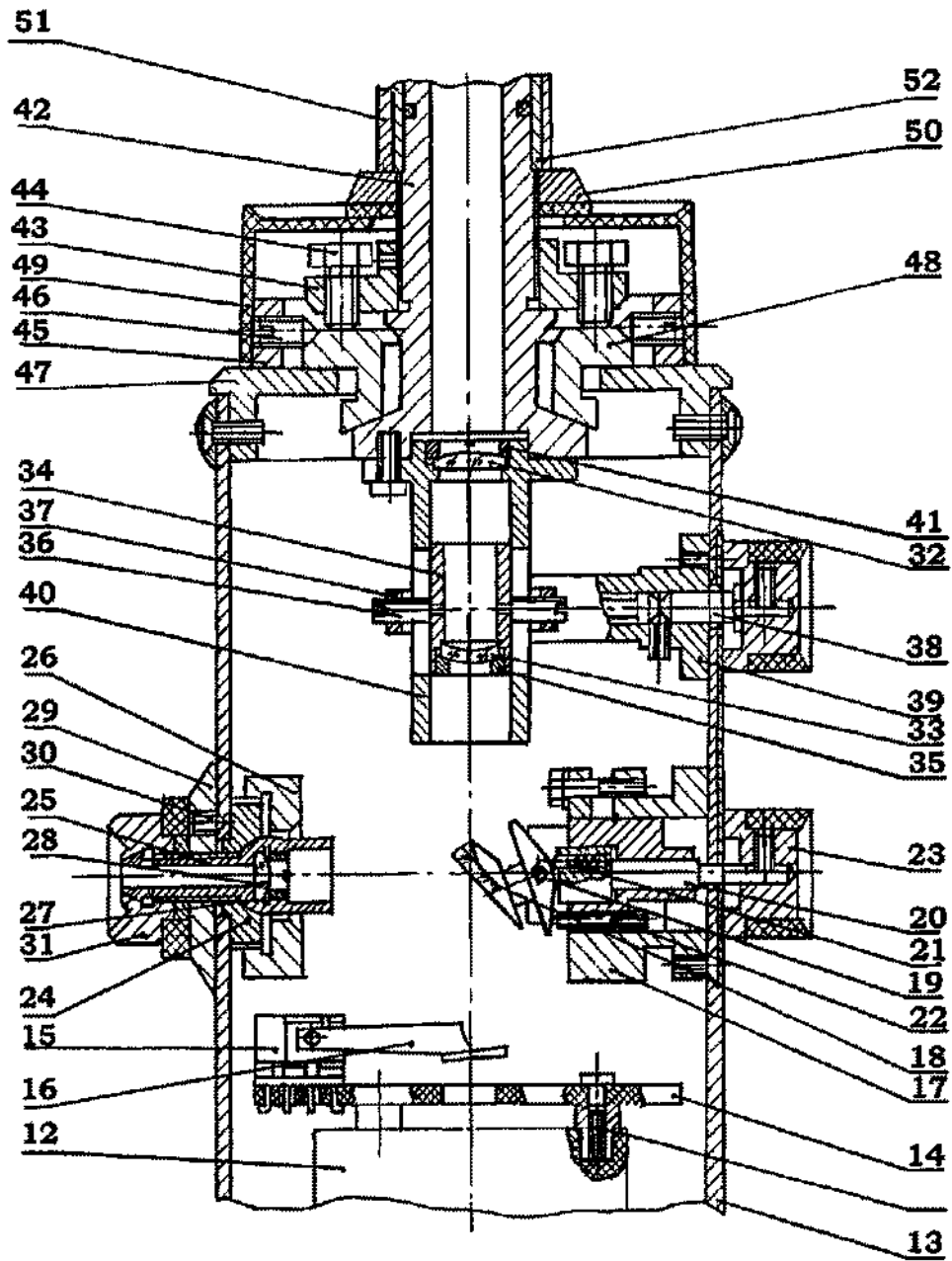


Fig. 2

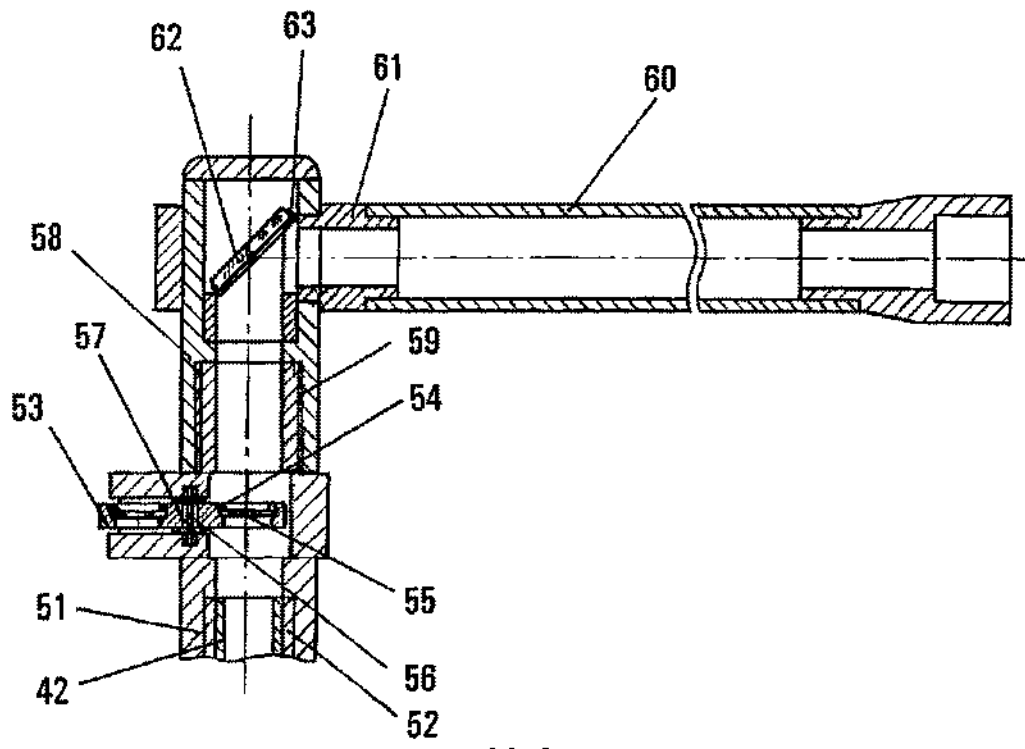


Fig. 3

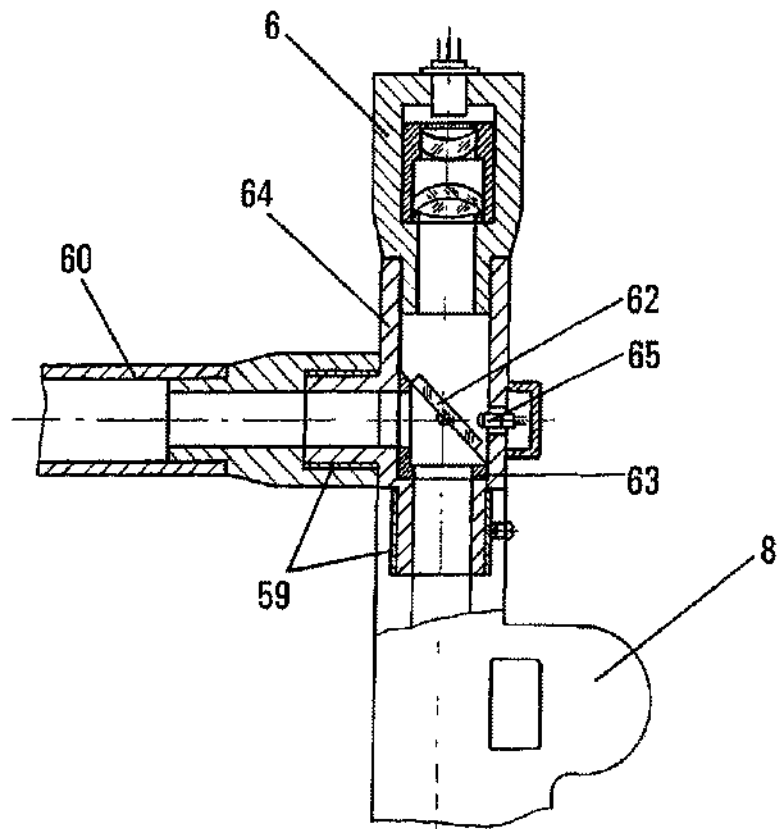


Fig. 4

15

60327

16

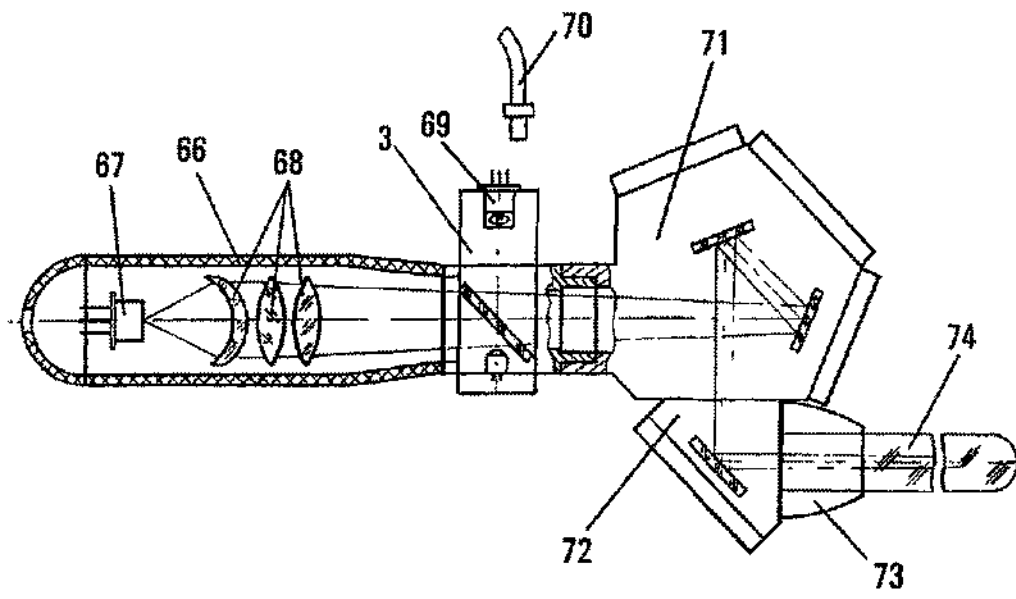


Fig. 5

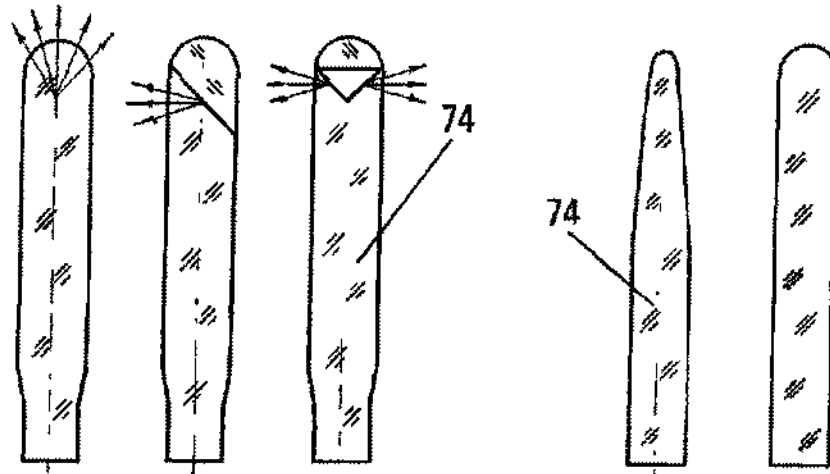


Fig. 6



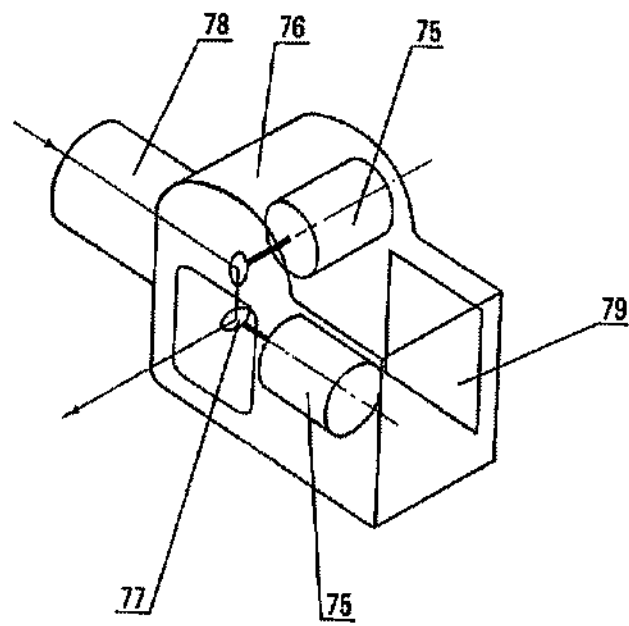


Fig. 7

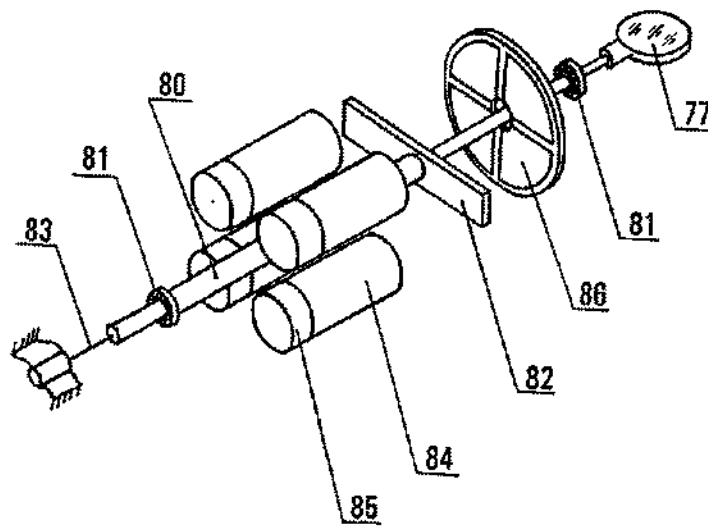
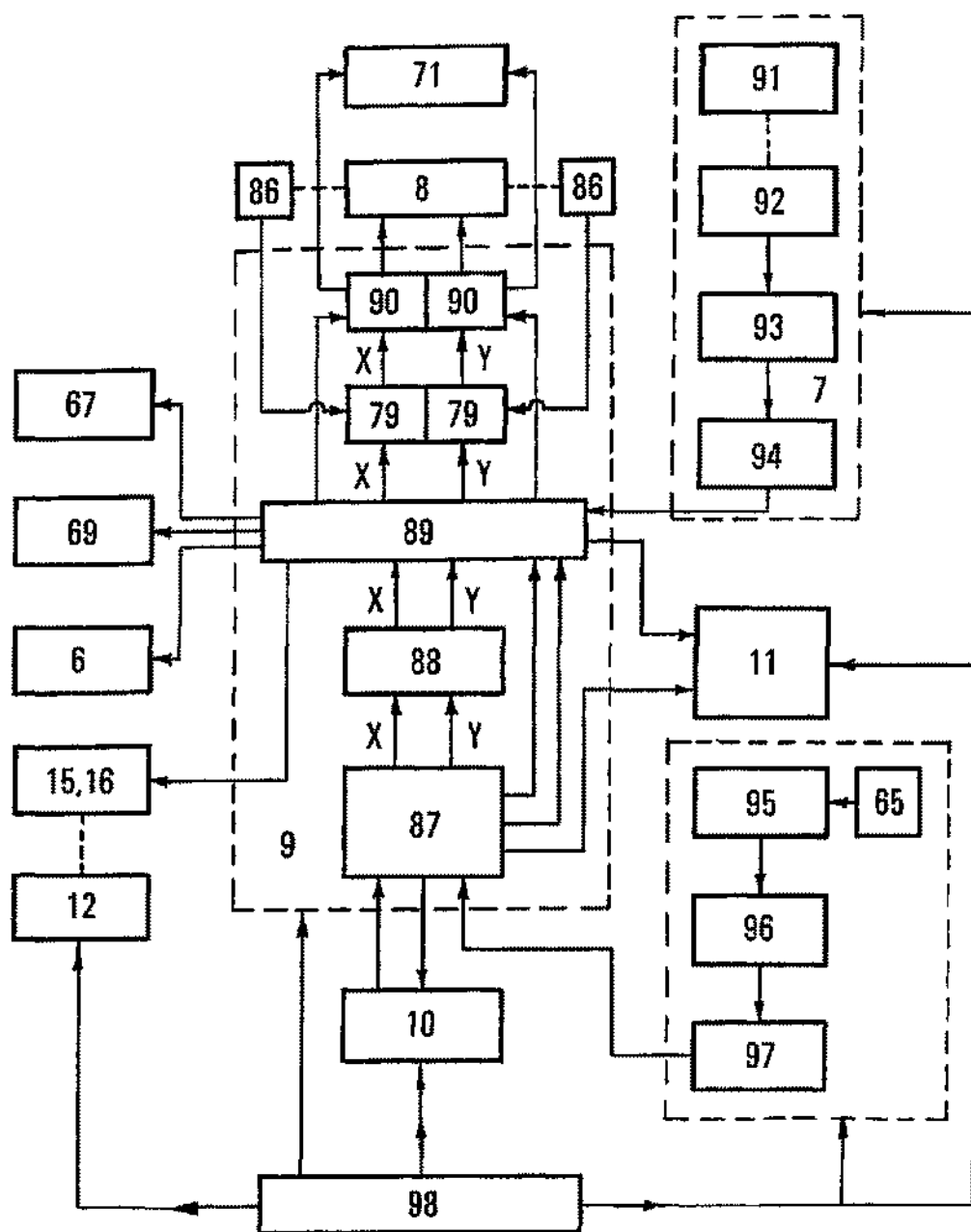


Fig. 8



Фіг.9