



УКРАЇНА

(19) UA (11) 14570 (13) A

(51) G 05 D 3/00

ДЕРЖАВНЕ
ПАТЕНТНЕ
ВІДМОВСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДбез проведення експертизи по суті
на підставі Постанови Верховної Ради України
№ 3769-XII від 23.XII. 1993 р.Публікується
в редакції заявника

(54) ЛАЗЕРНИЙ ПРИСТРІЙ

1

(21) 95041811
(22) 19.04.95
(24) 20.01.97
(46) 25.04.97. Бюл. № 2
(47) 20.01.97
(72) Тітар Володимир Петрович
(73) Харківський державний університет (UA)
(57) Лазерное устройство, содержащее длинный резонатор, включающий в себя оптически последовательно соединенные объект, активное вещество и матрицу угловых отражателей, отличающееся тем, что устройство дополнительно содержит расположенную между объектом и активным веществом телескопическую систему, состоящую из усеченного полого конуса с внутренней зеркальной поверхностью и расположенного соосно ему конуса с зеркальной внешней поверхностью, а активное вещество имеет форму усеченного конуса, угол образующей которого равен углу обра-

2

зующей усеченного конуса телескопической системы, расположенной на одной оси с активным веществом и матрицей угловых отражателей, причем нерабочая поверхность каждого углового отражателя в матрице имеет интерференционное покрытие и оптически связана с элементом, обрабатываемым волновой фронт, который оптически связан с первым зеркалом, которое последовательно оптически связано со вторым зеркалом, первым квантовым усилителем, третьим зеркалом, первым поляризованным фильтром, элементом, обрабатываемым волновой фронт, со вторым поляризованным фильтром, вторым квантовым усилителем и четвертым зеркалом, причем третье и четвертое зеркала, первый и второй поляризационные фильтры и второй квантовый усилитель расположены на одной оси под углом, равным углу синхронизации к оси, на которой расположен элемент, обрабатываемый волновой фронт.

Изобретение относится к области лазерных систем и предназначено для использования в системах определения местоположения перемещающихся объектов и наведения на них сфокусированного лазерного излучения.

Известно лазерное устройство, предназначенное для наведения лазерного излучения на объект, содержащее лазер, модулятор расходимости излучения, теле-

скоп, детекторы интенсивности фазы, схему управления и устройство изменения фокусного расстояния телескопа (патент Франции № 2403591, кл. G 05 D 3/02).

Недостатком известного устройства является недостаточное быстродействие наведения излучения на объект, так как система поиска и обнаружения сравнительно медленная из-за инерционности электромеханических узлов, а фокусировка

(19) UA (11) 14570 (13) A

излучения на объект достигается механическим перемещением оптических элементов и не может быть осуществлена за время, соизмеримое с временем распространения электромагнитного излучения от источника излучения до объекта. Кроме того, на точность фокусировки лазерного излучения с помощью такого устройства влияют фазовые искажения турбулентной атмосферы, расположенной между устройством и объектом. В известном устройстве отсутствует возможность фокусировать лазерное излучение одновременно на несколько объектов, расположенных в зоне видимости телескопа.

Известно также лазерное устройство, предназначенное для самонаведения лазерного излучения на объект, содержащее лазер, объектив, квантовый усилитель, элемент, обращающий волновой фронт, два встречных опорных пучка, зеркало, лазер накачки, объектный пучок и обращенный пучок (Зельдович Б.Я., Шкунов В.В. Обращение волнового фронта - В мире науки, 1986, № 2, с.16-23)

Недостатком известного устройства является то, что прохождение лазерного излучения подсветки через неоднородную турбулентную атмосферу приводит к большой расходимости луча, в результате чего уменьшается плотность потока мощности лазерного излучения на объекте. При больших расстояниях между объектом и лазерным устройством мощность сигналов, отраженных от объектов, оказывается малой, что приводит к повышению уровня собственных шумов элемента, обращающего волновой фронт волны. В результате не создаются условия для возникновения генерации лазерного излучения и самонаведения усиленного излучения на объект. Существенно и то, что если объект движется, то частота сигнала, отраженного от объекта, может иметь доплеровский сдвиг по отношению к частоте опорных пучков элемента, обращающего волновой фронт. Из-за доплеровского сдвига частоты интерференционная картина в элементе, обращающем волновой фронт, будет бегущая и обращающаяся волна не будет успевать формироваться.

Наиболее близким по технической сущности является лазерное устройство, содержащее длинный резонатор, включающий оптически последовательно соединенные объект, активное вещество и матрицу уголкового отражателя (Власов Д.В., Колосов В.Б., Курин М.А. и др. К вопросу до самосинхронизации мод неодимового лазера с

длинным резонатором. - Квантовая электроника, т.8, № 6, 1981, с.1359-1361).

Недостатком известного устройства, принятого за прототип, является то, что при больших расстояниях между лазерным устройством и объектом точность наведения и концентрация лазерного излучения уменьшаются, так как обращение волнового фронта с использованием матриц уголковых отражателей происходит только по одной координате, то есть луч, направленный на объект, и отраженный от него, возвращается в направлении матриц уголковых отражателей, но обращение волнового фронта по всему сечению луча не происходит. В связи с этим практически невозможно компенсировать влияние фазовых искажений, возникающих внутри длинного резонатора, что уменьшает эффективность его работы при самонаведении и фокусировании излучения как на один движущийся объект, так и на несколько объектов, находящихся в поле его видимости. Кроме того, для лазерных устройств с длинными резонаторами существенными оказываются дифракционные потери, которые определяются выходной апертурой активного элемента. При этом, если диаметр активного вещества составляет несколько сантиметров, то дальность действия устройства будет ограничена сотнями метров или единицами километров в зависимости от состава активного элемента.

Таким образом, ни одно из известных лазерных устройств не является одновременно самофокусирующимся многолучевым, безынерционно самонаводящимся с компенсацией фазовых искажений на пути между движущимися объектами и устройством.

В основу изобретения поставлена задача создания лазерного устройства, в котором применение матрицы уголковых отражателей, нерабочая поверхность каждого из которых имеет интерференционное покрытие и находится в оптическом контакте с нелинейным элементом, обращающим волновой фронт, телескопической системы, состоящей из усеченного полого конуса с внутренней зеркальной поверхностью и расположенного соосно ему конуса с зеркальной внешней поверхностью, активного вещества, имеющего форму усеченного конуса, угол образующей которого равен углу образующей усеченного конуса телескопической системы, позволяет использовать в качестве первого зеркала резонатора элемент, обращающий волновой фронт, а в качестве второго зеркала резонатора - объект, получить единый активный элемент, имею-

щий максимальную выходную апертуру и максимальную возможность для эффективной фокусировки лазерного излучения на объект и приема отраженного от него излучения, а также единый оптический элемент, отражающий как широкополосное люминисцентное излучение, так и узкополосное лазерное излучение, что обеспечивает безынерционное самонаведение излучения с одновременной компенсацией фазовых искажений на пути между движущимся объектом и устройством, за счет чего повышается точность наведения лазерного излучения на движущийся объект.

Поставленная задача решается тем, что в лазерном устройстве, содержащем длинный резонатор, включающий в себя оптически последовательно соединенные объект, активное вещество и матрицу уголкового отражателя, согласно изобретению, устройство дополнительно содержит расположенную между объектом и активным веществом телескопическую систему, состоящую из усеченного полого конуса с внутренней зеркальной поверхностью и расположенного соосно ему конуса с зеркальной внешней поверхностью, а активное вещество имеет форму усеченного конуса, угол образующей которого равен углу образующей усеченного конуса телескопической системы, расположенной на одной оси с активным веществом и матрицей уголкового отражателя, причем нерабочая поверхность каждого уголкового отражателя в матрице имеет интерференционное покрытие и оптически связана с элементом, обращаемым волновой фронт, который оптически связан с первым зеркалом, которое последовательно оптически связано со вторым зеркалом, первым квантовым усилителем, третьим зеркалом, первым поляризационным фильтром, элементом, обращаемым волновой фронт, со вторым поляризационным фильтром, вторым квантовым усилителем и четвертым зеркалом, причем третье и четвертое зеркала, первый и второй поляризационные фильтры и второй квантовый усилитель расположены на одной оси под углом, равным углу синхронизации к оси, на которой расположен элемент, обращаемый волновой фронт.

На фиг.1 представлена схема лазерного устройства; на фиг.2-4 - изображение лазерных лучей, сфокусированных на объект.

Лазерное устройство содержит длинный резонатор, включающий оптически последовательно связанные объект 1, телескопическую систему 2, состоящую из усеченного полого конуса 3, с внутренней зеркальной поверхностью, и расположенно-

го соосно ему конуса 4 с зеркальной внешней поверхностью, и активным веществом 5. Активное вещество 5 имеет форму усеченного конуса, угол образования которого равен углу образующей усеченного конуса 3 телескопической системы 2, которая расположена на одной оси с активным веществом 5 и матрицей уголкового отражателя 6. Нерабочая поверхность каждого уголкового отражателя матрицы 6 имеет интерференционное покрытие 7 с лазерной линией пропускания и связана через буферную среду 8 с элементом, обращаемым волновой фронт 9. Элемент, обращаемый волновой фронт 9 оптически связан с первым зеркалом 10, которое последовательно оптически связано со вторым зеркалом 11, первым квантовым усилителем 12, третьим зеркалом 13, с первым поляризационным фильтром 14, элементом, обращаемым волновой фронт 9, вторым поляризационным фильтром 15, вторым квантовым усилителем 16 и четвертым зеркалом 17. Третье зеркало 13 и четвертое зеркало 18, первый 14 и второй 15 поляризационные фильтры и второй квантовый усилитель 16 расположены на одной оси под углом синхронизации к оси, на которой расположен элемент, образующий волновой фронт 9.

Лазерное устройство работает следующим образом.

В активном веществе 5 с помощью блока накачки (на фигуре не показано) создается инверсия населенности, в результате чего возникает излучение люминисценции активного вещества. Это некогерентное излучение имеет довольно широкий спектр и распространяется во все стороны. С помощью телескопической системы 2, состоящей из усеченного полого конуса 3 с внутренней зеркальной поверхностью и расположенного соосно ему конуса 4 с зеркальной внешней поверхностью основную часть люминисцентного излучения направляют на объект 1. Излучение, отраженное от объекта 1, принимают с помощью телескопической системы 2 и пропускают через активное вещество 5 и направляют на матрицу уголкового отражателя 6, расположенную в заднем фокусе телескопической системы 2. Грани уголкового отражателя матрицы 6 покрывают зеркальными слоями вещества, состав и толщина которых образуют интерференционный светофильтр 7 с линией пропускания, соответствующей лазерной линии используемого активного вещества 5. Матрица уголкового отражателя 6 возвращает отраженное люминисцентное излучение в те участки пространства, которые являются вторичными источниками из-

лучения, то есть на поверхность объекта 1. Таким образом, излучение, отраженное от поверхности объекта 1, проходит через телескопическую систему 2 и через активное вещество 5, в котором оно усиливается, отражается от матрицы уголкового отражателя 6, опять проходит с усилением через активное вещество 5 и с помощью телескопической системы 2 снова распространяется в направлении расположения объекта 1. В этом случае распределение интенсивности выходного люминисцентного излучения будет таким, что его максимумы будут расположены в направлениях на объект, что приведет к увеличению интенсивности излучения на них по сравнению с предыдущим моментом облучения. Это в свою очередь приводит к тому, что от объекта придет более сильный сигнал, который снова усиливается и концентрируется в направлениях на объект. Высокая чувствительность лазерного устройства при приеме слабых сигналов обеспечивается возможностью использовать широкий спектр люминисцентного излучения для облучения объекта 1, что позволяет получать на прямом проходе через активное вещество 5 к матрице уголкового отражателя 6 максимальное усиление, работая в линейном режиме, а на обратном проходе достигать высокого энергоотдачи, работая в режиме глубокого насыщения. Если в активном веществе 5 поддерживать инверсию населенности, то через несколько проходов излучения между матрицей уголкового отражателя 6 и объектом 1 возникает лазерная генерация. При этом поверхность объекта 1 выступает в роли второго зеркала резонатора лазера, причем генерация может возникнуть в направлении на несколько объектов, расположенных в поле видимости лазерного устройства, которое будет "следить" за их перемещением в пространстве. С возникновением генерации лазерного излучения оно через интерференционный фильтр 7 и буферную среду 8 поступает на элемент 9, отражающий волновой фронт падающей волны лазерного излучения. За матрицей уголкового отражателя 6 в оптическом контакте устанавливаются отражающий волновой фронт элемент 9. Оптический контакт осуществляют с помощью буферной среды 8 с показателем преломления, равным показателю преломления материала, из которого изготовлены уголки отражателя матрицы 6. В этом случае матрица уголкового отражателя 6 с нанесенными на их нерабочие поверхности интерференционными покрытиями 7 оказывается прозрачной только для излучения с лазерной частотой активного вещества 5 и

отражает лучи всех других частот, то есть в свою очередь является фильтром для паразитных засветок. При возникновении генерации в длинном резонаторе, образованном матрицей уголкового отражателя 6 и отражающей поверхностью объекта 1, лазерное излучение проходит через интерференционное покрытие 7 и попадает в отражающий волновой фронт элемент 9, который находится в оптическом контакте с матрицей уголкового отражателя 6. Затем излучение проходит через элемент 9 и с помощью первого зеркала 10 второго зеркала 11, третьего зеркала 13 и четвертого зеркала 17 формируют два опорных пучка, идущих навстречу друг другу. Эти опорные пучки усиливаются с помощью квантовых усилителей 12, 16 и фильтруются от паразитных засветок с помощью поляризационных фильтров 14 и 15. Реализация такого варианта четырехволнового смещения в нелинейном элементе 9 позволяет при любой относительной скорости объекта 1 по отношению к лазерному устройству компенсировать доплеровский сдвиг по отношению к частоте опорных пучков. Отражающий волновой фронт элемент 9 в этом случае компенсирует статические и динамические искажения, возникающие внутри длинного резонатора, обусловленные как несовершенством оптических элементов, динамическими возмущениями, обусловленными тепловыми или механическими нагрузками лазерных элементов, так и наличием турбулентной атмосферы в длинном резонаторе, образованном отражающим волновой фронт элементом 9 и объектом 1. Вследствие этого длинный резонатор с отражающим волновой фронт элементом 9 снимает запасенную в активном веществе 5 энергию с высокой эффективностью. Поскольку в длинном резонаторе с обращением волнового фронта на основе четырехволнового смещения применяется сразу два опорных локальных пучка, то интенсивность выходного пучка на объект 1 может превышать интенсивность зондирующего пучка на входе. Иначе говоря при реализуемом четырехволновом смещении можно получить дополнительное оптическое усиление и поскольку отражающий волновой фронт элемент 9 отражает все излучение назад к объекту 1, то генерация излучения будет иметь место даже при малых коэффициентах отражения поверхности объекта 1 и при перемещениях с большими скоростями отражающей поверхности объекта 1. Из этого следует, что при той незначительной мере, в какой меняются помехи турбулентной атмосферы и положение объекта в простран-

стве за время прохождения лазерного излучения туда и обратно, обращающий волновой фронт элемент 9 будет не только компенсировать влияние турбулентной атмосферы, но также дает возможность лазерному лучу следовать за объектом, непрерывно удерживать на нем сфокусированный пучок. В результате лазерное излучение точно самонаводится на объекты. Причем точность наведения ограничена только волновой природой света (дифракционными эффектами) и не зависит от ориентации фокусирующей системы. При этом самонаведение лазерного излучения на поверхность объектов осуществляется практически безынерционно за время, равное прохождению импульса излучения двойного расстояния от лазерного устройства до объектов.

С целью экспериментальной проверки возможностей предлагаемого лазерного устройства был создан действующий макет и проведены его предварительные испытания. В качестве отражателя открытого резонатора действующего макета использовалась матрица катафотов и ювета, наполненная нитробензолом, а в качестве объектов, на которые наводилось лазерное излучение, использовались плоский отражатель, катафот и фотоэлектронный умножитель типа ФЭУ-82. Действующий макет лазерного устройства был выполнен на основе усилительного блока голографической установки УИГ-12М. В качестве активного вещества использовался рубиновый стержень диаметром 16 мм, коэффициент усиления которого за один проход равнялся 6. Эксперименты проводились на полигоне Харьковского университета. Длинный резонатор макета лазерного устройства, образованный отражателем, обращающим волновой фронт, и объектами, на которые наводилось лазерное излучение, имел длину 200 м. Вся трасса длинного резонатора проходила на высоте 50 м от Земли в открытой атмосфере, вносящей довольно большие искажения в резонатор. В процессе исследования проводились измерения энергии излучения на выходе резонатора, то есть на объектах исследования, с помощью колориметра типа ЭП-50. Точность измерений составляла $\pm 10\%$. Пространственные характеристики излучения оценивались в угле 36° , соответствующему угловому размеру, приемлемому при измерении к площадке колориметра. Временные характеристики измерялись фотодиодом ФД-7К и регистрировались на запоминающем осциллографе СБ-12.

При одной и той же энергии накачки активного вещества энергия излучения на выходе длинного резонатора была в шесть раз выше, чем при измерении энергии на расстоянии 200 м при использовании табельного резонатора длиной 1 м. Это объясняется тем, что в случае длинного резонатора генерация происходит на одной поперечной моде, вследствие чего величина дифракционной составляющей расходимости существенно уменьшается. Но поскольку полная расходимость излучения включает в себя искажения, вносимые атмосферой и активным элементом, то реальное уменьшение угловой расходимости немного меньше, чем снижение дифракционной составляющей расходимости. Исследования временных характеристик излучения показало, что в лазерном устройстве длинного резонатора возникает генерация в режиме самосинхронизации продольных мод. При этом наблюдают регулярные пульсации с периодом 2 мкс. Таким образом, в лазере с длинным резонатором может осуществляться самосинхронизация мод с большим аксиальным периодом за счет действия механизмов нелинейности активной среды. Эти эксперименты подтверждают результаты, полученные с помощью лазерного устройства с длинным резонатором, который был выбран в качестве прототипа предлагаемого изобретения.

Лазерное устройство работает практически безынерционно. Скорость наведения в ждущем режиме устройства определяется скоростью распространения лазерного излучения и двойным расстоянием до объектов, на которые наводится лазерное излучение. Точность наведения практически безошибочна и определяется возникновением генерации лазерного излучения при отражении от него люминисцентного излучения, возникающем при накачке активного вещества.

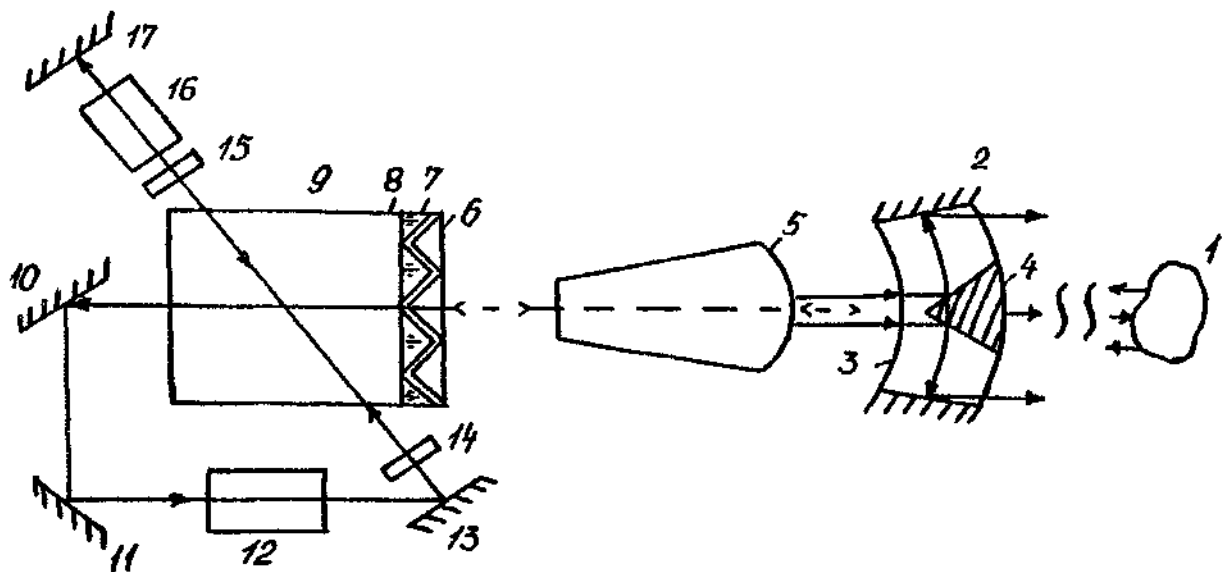
В процессе эксперимента была показана возможность наведения лазерного излучения сразу на несколько объектов. Так, при наведении сверхлюминисценции сразу на три объекта (фиг.2) возникала генерация в телесном угле, определяемом апертурой активного вещества резонатора. Причем в направлении на каждый из объектов (отражатель, катафот и ФЭУ) формировался отдельный лазерный луч, интенсивность которого зависела от коэффициента отражения поверхности исследуемых объектов. Причем, при выгорании под действием лазерного излучения поверхности фотокатода одного из объектов ФЭУ-82 энергия излучения перераспределялась на два других объ-

екта. При перемещении объектов лазерные лучи перемещались вслед за ними и не пропадали до тех пор, пока объекты не выходили из зоны видимости.

В результате экспериментов было также установлено, что размер пятна сфокусированного лазерного излучения на объектах исследования (фиг.3-5) был соизмерим с размером пятна излучения, получаемого с помощью лазерного устройства, имеющего идеальный конфокальный резонатор и работающего на основной моде с минимальными дифракционными потерями. Этот размер, как известно, определяется корнем квад-

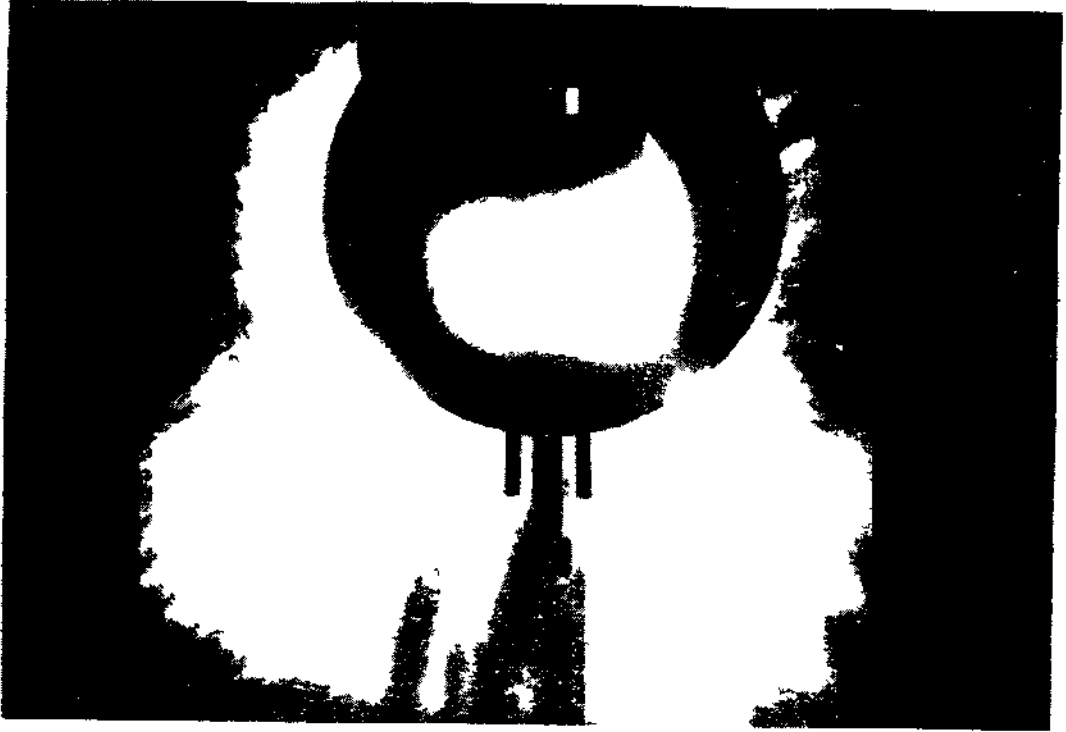
ратным из произведения длины волны излучения и расстоянием до объекта, деленное на π . Точность определения размера пятна фокусировки зависит от точности компенсации дифракционных потерь в резонаторе и составляет 2-3%.

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования подтвердили возможность создания самофокусирующегося многолучевого безынерционно самонаводящегося с компенсацией фазовых искажений на пути между движущимися объектами и устройством лазерного устройства.



Фиг. 1.

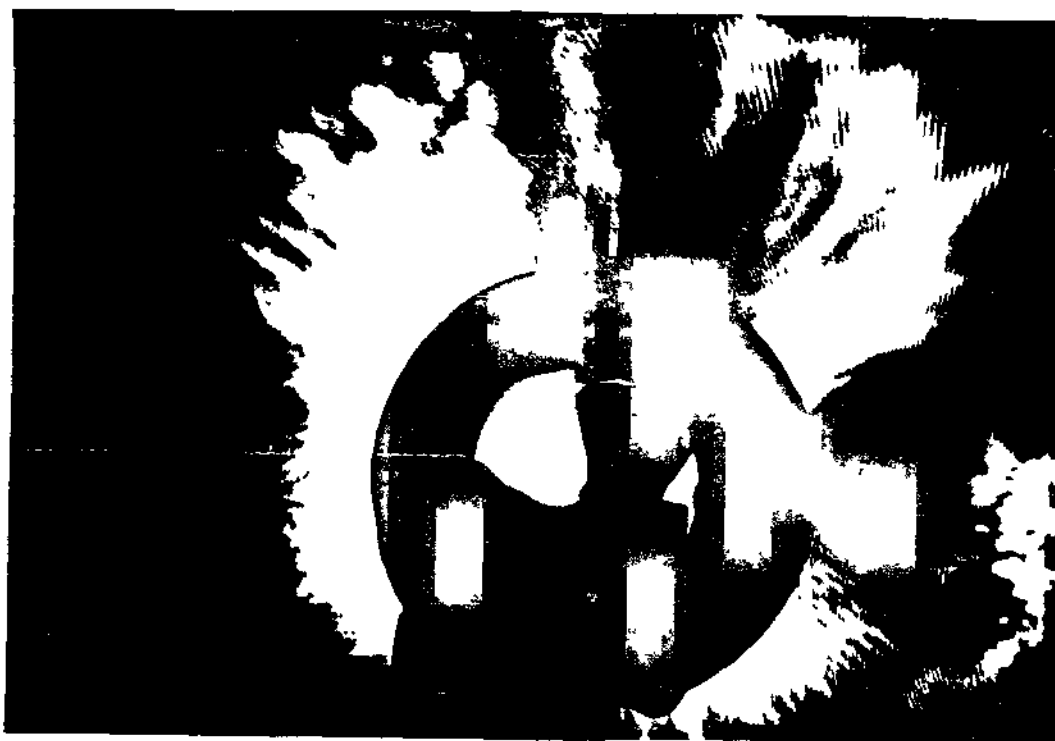
Φ 2 3



Φ 2 2



14570



Фиг. 4.

| | | | |
|-----------|--------------------|----------|--------|
| Упорядник | Техред М.Моргентал | Коректор | М.Куль |
|-----------|--------------------|----------|--------|

Замовлення 4138

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8

Відкрите акціонерне товариство "Патент", м. Ужгород, вул.Гагаріна, 101



УКРАЇНА

(19) UA (11) 14570 (13) A

(51) G 05 D 3/00

ДЕРЖАВНЕ
ПАТЕНТНЕ
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДБез проведення експертизи по суті
на підставі Постанови Верховної Ради України
№ 3769-XII від 23 XII. 1993 р.Публікується
в редакції заявника

(54) ЛАЗЕРНИЙ ПРИСТРІЙ

1

(21) 95041811

(22) 19.04.95

(24) 20.01.97

(46) 25.04.97. Бюл. № 2

(47) 20.01.97

(72) Тітар Володимир Петрович

(73) Харківський державний університет
(UA)

(57) Лазерное устройство, содержащее длинный резонатор, включающий в себя оптически последовательно соединенные объект, активное вещество и матрицу угловых отражателей, отличающееся тем, что устройство дополнительно содержит расположенную между объектом и активным веществом телескопическую систему, состоящую из усеченного полого конуса с внутренней зеркальной поверхностью и расположенного соосно ему конуса с зеркальной внешней поверхностью, а активное вещество имеет форму усеченного конуса, угол образующей которого равен углу обра-

2

зующей усеченного конуса телескопической системы, расположенной на одной оси с активным веществом и матрицей угловых отражателей, причем нерабочая поверхность каждого углового отражателя в матрице имеет интерференционное покрытие и оптически связана с элементом, обрабатываемым волновой фронт, который оптически связан с первым зеркалом, которое последовательно оптически связано со вторым зеркалом, первым квантовым усилителем, третьим зеркалом, первым поляризованным фильтром, элементом, обрабатываемым волновой фронт, со вторым поляризованным фильтром, вторым квантовым усилителем и четвертым зеркалом, причем третье и четвертое зеркала, первый и второй поляризационные фильтры и второй квантовый усилитель расположен на одной оси под углом, равным углу синхронизации к оси, на которой расположен элемент, обрабатываемый волновой фронт.

Изобретение относится к области лазерных систем и предназначено для использования в системах определения местоположения перемещающихся объектов и наведения на них сфокусированного лазерного излучения.

Известно лазерное устройство, предназначенное для наведения лазерного излучения на объект, содержащее лазер, модулятор расходимости излучения, теле-

скоп, детекторы интенсивности фазы, схему управления и устройство изменения фокусного расстояния телескопа (патент Франции № 2403591, кл. G 05 D 3/02).

Недостатком известного устройства является недостаточное быстродействие наведения излучения на объект, так как система поиска и обнаружения сравнительно медленная из-за инерционности электромеханических узлов, а фокусировка

(19) UA (11) 14570 (13) A

излучения на объект достигается механическим перемещением оптических элементов и не может быть осуществлена за время, соизмеримое с временем распространения электромагнитного излучения от источника излучения до объекта. Кроме того, на точность фокусировки лазерного излучения с помощью такого устройства влияют фазовые искажения турбулентной атмосферы, расположенной между устройством и объектом. В известном устройстве отсутствует возможность фокусировать лазерное излучение одновременно на несколько объектов, расположенных в зоне видимости телескопа.

Известно также лазерное устройство, предназначенное для самонаведения лазерного излучения на объект, содержащее лазер, объектив, квантовый усилитель, элемент, обращающий волновой фронт, два встречных опорных пучка, зеркало, лазер накачки, объектный пучок и обращенный пучок (Зельдович Б.Я., Шкунов В.В. Обращение волнового фронта - В мире науки, 1986, № 2, с.16-23)

Недостатком известного устройства является то, что прохождение лазерного излучения подсветки через неоднородную турбулентную атмосферу приводит к большой расходимости луча, в результате чего уменьшается плотность потока мощности лазерного излучения на объекте. При больших расстояниях между объектом и лазерным устройством мощность сигналов, отраженных от объектов, оказывается малой, что приводит к повышению уровня собственных шумов элемента, обращающего волновой фронт волны. В результате не создаются условия для возникновения генерации лазерного излучения и самонаведения усиленного излучения на объект. Существенно и то, что если объект движется, то частота сигнала, отраженного от объекта, может иметь доплеровский сдвиг по отношению к частоте опорных пучков элемента, обращающего волновой фронт. Из-за доплеровского сдвига частоты интерференционная картина в элементе, обращающем волновой фронт, будет бегущая и обращающаяся волна не будет успевать формироваться.

Наиболее близким по технической сущности является лазерное устройство, содержащее длинный резонатор, включающий оптически последовательно соединенные объект, активное вещество и матрицу угловых отражателей (Власов Д.В., Колосов В.Б., Курин М.А. и др. К вопросу до самосинхронизации мод неодимового лазера с

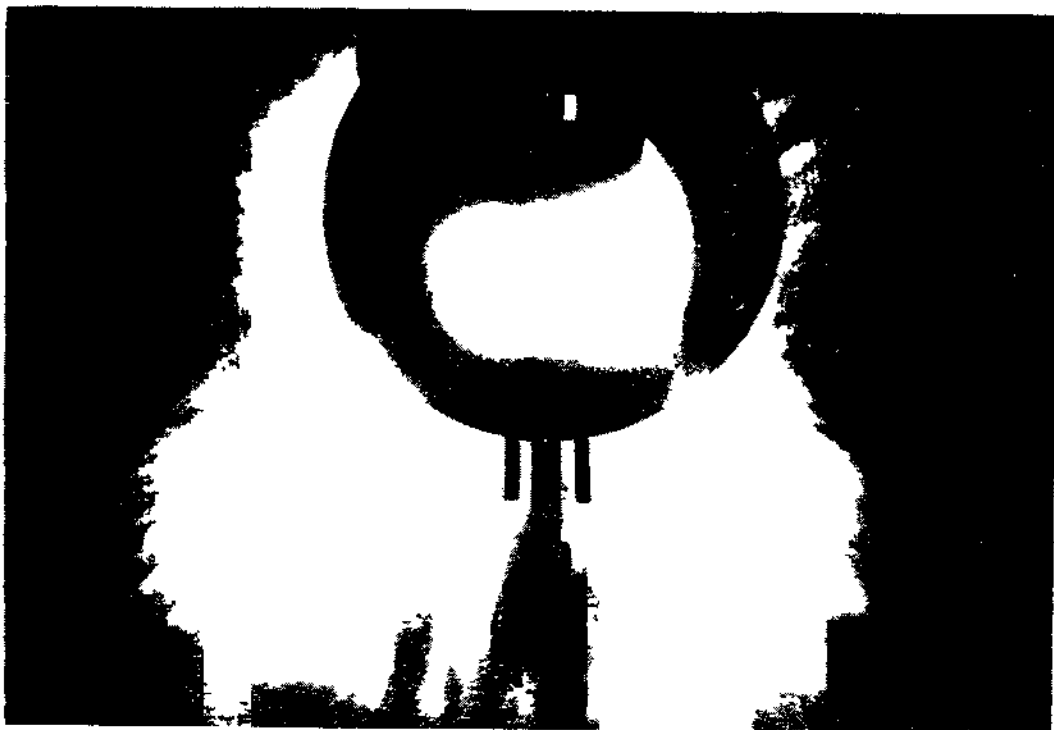
длинным резонатором. - Квантовая электроника, т.8, № 6, 1981, с.1359-1361).

Недостатком известного устройства, принятого за прототип, является то, что при больших расстояниях между лазерным устройством и объектом точность наведения и концентрация лазерного излучения уменьшаются, так как обращение волнового фронта с использованием матриц угловых отражателей происходит только по одной координате, то есть луч, направленный на объект, и отраженный от него, возвращается в направлении матриц угловых отражателей, но обращение волнового фронта по всему сечению луча не происходит. В связи с этим практически невозможно компенсировать влияние фазовых искажений, возникающих внутри длинного резонатора, что уменьшает эффективность его работы при самонаведении и фокусировании излучения как на один движущийся объект, так и на несколько объектов, находящихся в поле его видимости. Кроме того, для лазерных устройств с длинными резонаторами существенными оказываются дифракционные потери, которые определяются выходной апертурой активного элемента. При этом, если диаметр активного вещества составляет несколько сантиметров, то дальность действия устройства будет ограничена сотнями метров или единицами километров в зависимости от состава активного элемента.

Таким образом, ни одно из известных лазерных устройств не является одновременно самофокусирующимся многолучевым, безынерционно самонаводящимся с компенсацией фазовых искажений на пути между движущимися объектами и устройством.

В основу изобретения поставлена задача создания лазерного устройства, в котором применение матрицы угловых отражателей, нерабочая поверхность каждого из которых имеет интерференционное покрытие и находится в оптическом контакте с нелинейным элементом, обращающим волновой фронт, телескопической системы, состоящей из усеченного полого конуса с внутренней зеркальной поверхностью и расположенного соосно ему конуса с зеркальной внешней поверхностью, активного вещества, имеющего форму усеченного конуса, угол образующей которого равен углу образующей усеченного конуса телескопической системы, позволяет использовать в качестве первого зеркала резонатора элемент, обращающий волновой фронт, а в качестве второго зеркала резонатора - объект, получить единый активный элемент, имею-

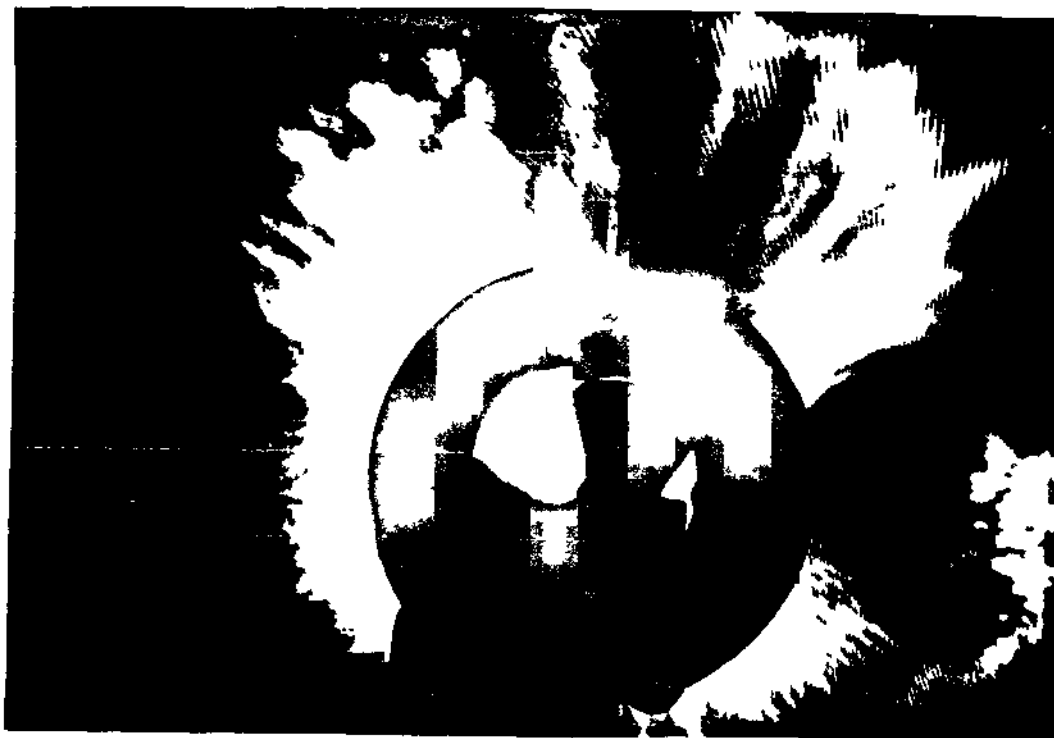
Φu2.3



Φu2.2



14570



Фиг 4

| | | | |
|-----------|--------------------|----------|--------|
| Упорядник | Техред М.Моргентал | Коректор | М.Куль |
|-----------|--------------------|----------|--------|

Замовлення 4138

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8

Відкрите акціонерне товариство "Патент", м. Ужгород, вул.Гагаріна, 101



УКРАЇНА

(19) UA (11) 14570 (13) A(51) G 05 D 3/00ДЕРЖАВНЕ
ПАТЕНТНЕ
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДБез проведення експертизи по суті
на підставі Постанови Верховної Ради України
№ 3769-XII від 23.XII. 1993 р.Публікується
в редакції заявника

(54) ЛАЗЕРНИЙ ПРИСТРІЙ

1

(21) 95041811
(22) 19.04.95
(24) 20.01.97
(46) 25.04.97. Бюл. № 2
(47) 20.01.97
(72) Тітар Володимир Петрович
(73) Харківський державний університет (UA)
(57) Лазерное устройство, содержащее длинный резонатор, включающий в себя оптически последовательно соединенные объект, активное вещество и матрицу уголковых отражателей, отличающееся тем, что устройство дополнительно содержит расположенную между объектом и активным веществом телескопическую систему, состоящую из усеченного полого конуса с внутренней зеркальной поверхностью и расположенного соосно ему конуса с зеркальной внешней поверхностью, а активное вещество имеет форму усеченного конуса, угол образующей которого равен углу обра-

2

зующей усеченного конуса телескопической системы, расположенной на одной оси с активным веществом и матрицей уголковых отражателей, причем нерабочая поверхность каждого уголкового отражателя в матрице имеет интерференционное покрытие и оптически связана с элементом, обрабатываемым волновой фронт, который оптически связан с первым зеркалом, которое последовательно оптически связано со вторым зеркалом, первым квантовым усилителем, третьим зеркалом, первым поляризованным фильтром, элементом, обрабатываемым волновой фронт, со вторым поляризованным фильтром, вторым квантовым усилителем и четвертым зеркалом, причем третье и четвертое зеркала, первый и второй поляризационные фильтры и второй квантовый усилитель расположен на одной оси под углом, равным углу синхронизации к оси, на которой расположен элемент, обрабатываемый волновой фронт.

Изобретение относится к области лазерных систем и предназначено для использования в системах определения местоположения перемещающихся объектов и наведения на них сфокусированного лазерного излучения.

Известно лазерное устройство, предназначенное для наведения лазерного излучения на объект, содержащее лазер, модулятор расходимости излучения, теле-

скоп, детекторы интенсивности фазы, схему управления и устройство изменения фокусного расстояния телескопа (патент Франции № 2403591, кл. G 05 D 3/02).

Недостатком известного устройства является недостаточное быстродействие наведения излучения на объект, так как система поиска и обнаружения сравнительно медленная из-за инерционности электромеханических узлов, а фокусировка

(19) UA (11) 14570 (13) A

излучения на объект достигается механическим перемещением оптических элементов и не может быть осуществлена за время, соизмеримое с временем распространения электромагнитного излучения от источника излучения до объекта. Кроме того, на точность фокусировки лазерного излучения с помощью такого устройства влияют фазовые искажения турбулентной атмосферы, расположенной между устройством и объектом. В известном устройстве отсутствует возможность фокусировать лазерное излучение одновременно на несколько объектов, расположенных в зоне видимости телескопа.

Известно также лазерное устройство, предназначенное для самонаведения лазерного излучения на объект, содержащее лазер, объектив, квантовый усилитель, элемент, обращающий волновой фронт, два встречных опорных пучка, зеркало, лазер накачки, объектный пучок и обращенный пучок (Зельдович Б.Я., Шкунов В.В. Обращение волнового фронта - В мире науки, 1986, № 2, с 16-23)

Недостатком известного устройства является то, что прохождение лазерного излучения подсветки через неоднородную турбулентную атмосферу приводит к большой расходимости луча, в результате чего уменьшается плотность потока мощности лазерного излучения на объекте. При больших расстояниях между объектом и лазерным устройством мощность сигналов, отраженных от объектов, оказывается малой, что приводит к повышению уровня собственных шумов элемента, обращающего волновой фронт волны. В результате не создаются условия для возникновения генерации лазерного излучения и самонаведения усиленного излучения на объект. Существенно и то, что если объект движется, то частота сигнала, отраженного от объекта, может иметь доплеровский сдвиг по отношению к частоте опорных пучков элемента, обращающего волновой фронт. Из-за доплеровского сдвига частоты интерференционная картина в элементе, обращающем волновой фронт, будет бегущая и обращающаяся волна не будет успевать формироваться.

Наиболее близким по технической сущности является лазерное устройство, содержащее длинный резонатор, включающий оптически последовательно соединенные объект, активное вещество и матрицу угловых отражателей (Власов Д.В., Колосов В.Б., Курин М.А. и др. К вопросу до самосинхронизации мод неодимового лазера с

длинным резонатором. - Квантовая электроника, т.8, № 6, 1981, с.1359-1361).

Недостатком известного устройства, принятого за прототип, является то, что при больших расстояниях между лазерным устройством и объектом точность наведения и концентрация лазерного излучения уменьшаются, так как обращение волнового фронта с использованием матриц угловых отражателей происходит только по одной координате, то есть луч, направленный на объект, и отраженный от него, возвращается в направлении матриц угловых отражателей, но обращение волнового фронта по всему сечению луча не происходит. В связи с этим практически невозможно компенсировать влияние фазовых искажений, возникающих внутри длинного резонатора, что уменьшает эффективность его работы при самонаведении и фокусировании излучения как на один движущийся объект, так и на несколько объектов, находящихся в поле его видимости. Кроме того, для лазерных устройств с длинными резонаторами существенными оказываются дифракционные потери, которые определяются выходной апертурой активного элемента. При этом, если диаметр активного вещества составляет несколько сантиметров, то дальность действия устройства будет ограничена сотнями метров или единицами километров в зависимости от состава активного элемента.

Таким образом, ни одно из известных лазерных устройств не является одновременно самофокусирующимся многолучевым, безынерционно самонаводящимся с компенсацией фазовых искажений на пути между движущимися объектами и устройством.

В основу изобретения поставлена задача создания лазерного устройства, в котором применение матрицы угловых отражателей, нерабочая поверхность каждого из которых имеет интерференционное покрытие и находится в оптическом контакте с нелинейным элементом, обращающим волновой фронт, телескопической системы, состоящей из усеченного полого конуса с внутренней зеркальной поверхностью и расположенного соосно ему конуса с зеркальной внешней поверхностью, активного вещества, имеющего форму усеченного конуса, угол образующей которого равен углу образующей усеченного конуса телескопической системы, позволяет использовать в качестве первого зеркала резонатора элемент, обращающий волновой фронт, а в качестве второго зеркала резонатора - объект, получить единый активный элемент, имею-

ший максимальную выходную апертуру и максимальную возможность для эффективной фокусировки лазерного излучения на объект и приема отраженного от него излучения, а также единый оптический элемент, отражающий как широкополосное люминисцентное излучение, так и узкополосное лазерное излучение, что обеспечивает безынерционное самонаведение излучения с одновременной компенсацией фазовых искажений на пути между движущимся объектом и устройством, за счет чего повышается точность наведения лазерного излучения на движущийся объект.

Поставленная задача решается тем, что в лазерном устройстве, содержащем длинный резонатор, включающий в себя оптически последовательно соединенные объект, активное вещество и матрицу уголкового отражателя, согласно изобретению, устройство дополнительно содержит расположенную между объектом и активным веществом телескопическую систему, состоящую из усеченного полого конуса с внутренней зеркальной поверхностью и расположенного соосно ему конуса с зеркальной внешней поверхностью, а активное вещество имеет форму усеченного конуса, угол образующей которого равен углу образующей усеченного конуса телескопической системы, расположенной на одной оси с активным веществом и матрицей уголкового отражателя, причем нерабочая поверхность каждого уголкового отражателя в матрице имеет интерференционное покрытие и оптически связана с элементом, обращаемым волновой фронт, который оптически связан с первым зеркалом, которое последовательно оптически связано со вторым зеркалом, первым квантовым усилителем, третьим зеркалом, первым поляризационным фильтром, элементом, обращаемым волновой фронт, со вторым поляризационным фильтром, вторым квантовым усилителем и четвертым зеркалом, причем третье и четвертое зеркала, первый и второй поляризационные фильтры и второй квантовый усилитель расположены на одной оси под углом, равным углу синхронизации к оси, на которой расположен элемент, обращаемый волновой фронт.

На фиг.1 представлена схема лазерного устройства; на фиг.2-4 - изображение лазерных лучей, сфокусированных на объект.

Лазерное устройство содержит длинный резонатор, включающий оптически последовательно связанные объект 1, телескопическую систему 2, состоящую из усеченного полого конуса 3, с внутренней зеркальной поверхностью, и расположенно-

го соосно ему конуса 4 с зеркальной внешней поверхностью, и активным веществом 5. Активное вещество 5 имеет форму усеченного конуса, угол образования которого равен углу образующей усеченного конуса 3 телескопической системы 2, которая расположена на одной оси с активным веществом 5 и матрицей уголкового отражателя 5. Нерабочая поверхность каждого уголкового отражателя матрицы 6 имеет интерференционное покрытие 7 с лазерной линией пропускания и связана через буферную среду 8 с элементом, обращаемым волновой фронт 9. Элемент, обращаемый волновой фронт 9 оптически связан с первым зеркалом 10, которое последовательно оптически связано со вторым зеркалом 11, первым квантовым усилителем 12, третьим зеркалом 13, с первым поляризационным фильтром 14, элементом, обращаемым волновой фронт 9, вторым поляризационным фильтром 15, вторым квантовым усилителем 16 и четвертым зеркалом 17. Третье зеркало 13 и четвертое зеркало 18, первый 14 и второй 15 поляризационные фильтры и второй квантовый усилитель 16 расположены на одной оси под углом синхронизации к оси, на которой расположен элемент, образующий волновой фронт 9.

Лазерное устройство работает следующим образом.

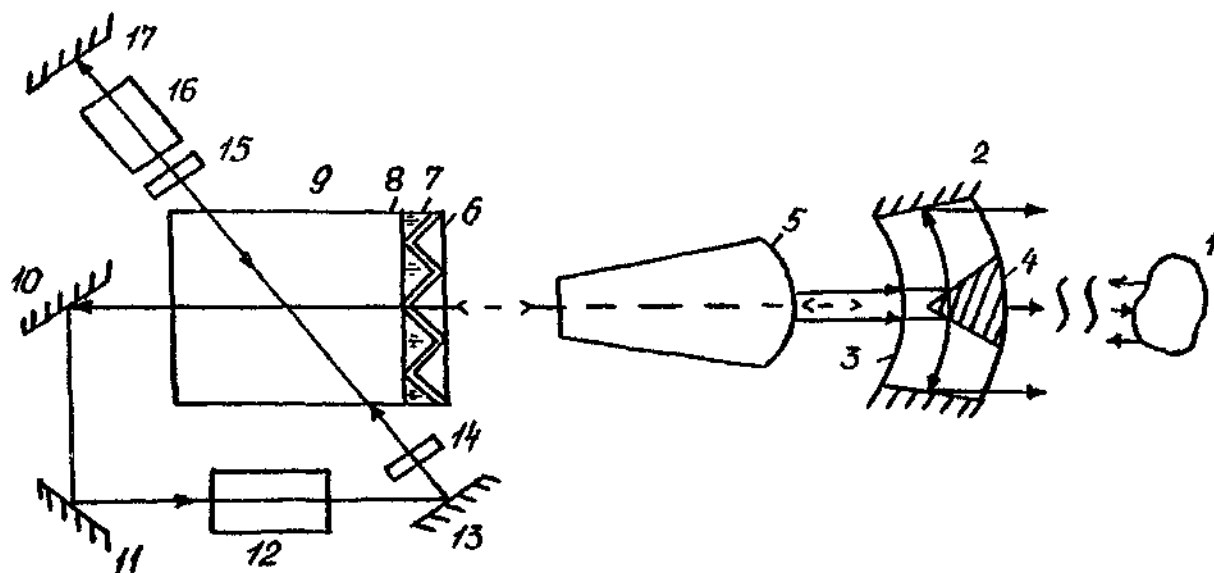
В активном веществе 5 с помощью блока накачки (на фигуре не показано) создается инверсия населенности, в результате чего возникает излучение люминисценции активного вещества. Это некогерентное излучение имеет довольно широкий спектр и распространяется во все стороны. С помощью телескопической системы 2, состоящей из усеченного полого конуса 3 с внутренней зеркальной поверхностью и расположенного соосно ему конуса 4 с зеркальной внешней поверхностью основную часть люминисцентного излучения направляют на объект 1. Излучение, отраженное от объекта 1, принимают с помощью телескопической системы 2 и пропускают через активное вещество 5 и направляют на матрицу уголкового отражателя 6, расположенную в заднем фокусе телескопической системы 2. Грани уголкового отражателя матрицы 6 покрываются зеркальными слоями вещества, состав и толщина которых образуют интерференционный светофильтр 7 с линией пропускания, соответствующей лазерной линии используемого активного вещества 5. Матрица уголкового отражателя 6 возвращает отраженное люминисцентное излучение в те участки пространства, которые являются вторичными источниками из-

екта. При перемещении объектов лазерные лучи перемещались вслед за ними и не пропадали до тех пор, пока объекты не выходили из зоны видимости.

В результате экспериментов было также установлено, что размер пятна сфокусированного лазерного излучения на объектах исследования (фиг.3-5) был соизмерим с размером пятна излучения, получаемого с помощью лазерного устройства, имеющего идеальный конфокальный резонатор и работающего на основной моде с минимальными дифракционными потерями. Этот размер, как известно, определяется корнем квад-

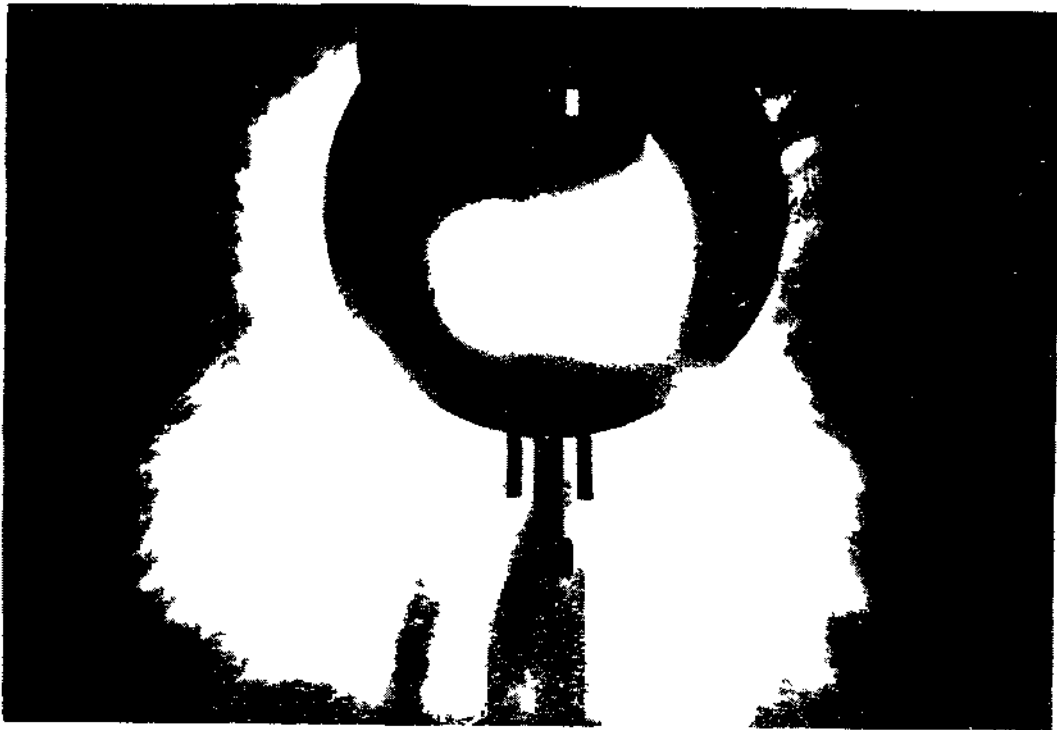
ратным из произведения длины волны излучения и расстоянием до объекта, деленное на π . Точность определения размера пятна фокусировки зависит от точности компенсации дифракционных потерь в резонаторе и составляет 2-3%.

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования подтвердили возможность создания самофокусирующегося многолучевого безынерционно самонаводящегося с компенсацией фазовых искажений на пути между движущимися объектами и устройством лазерного устройства.

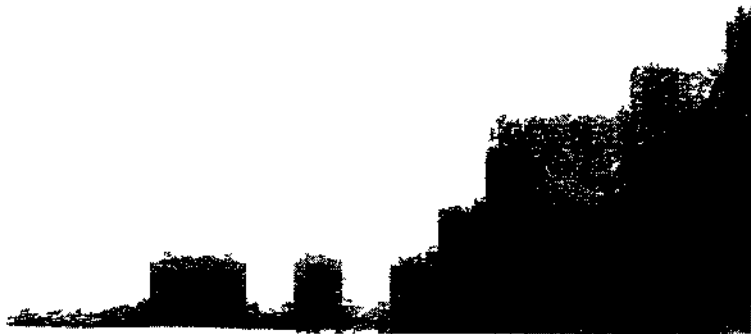


Фиг. 1.

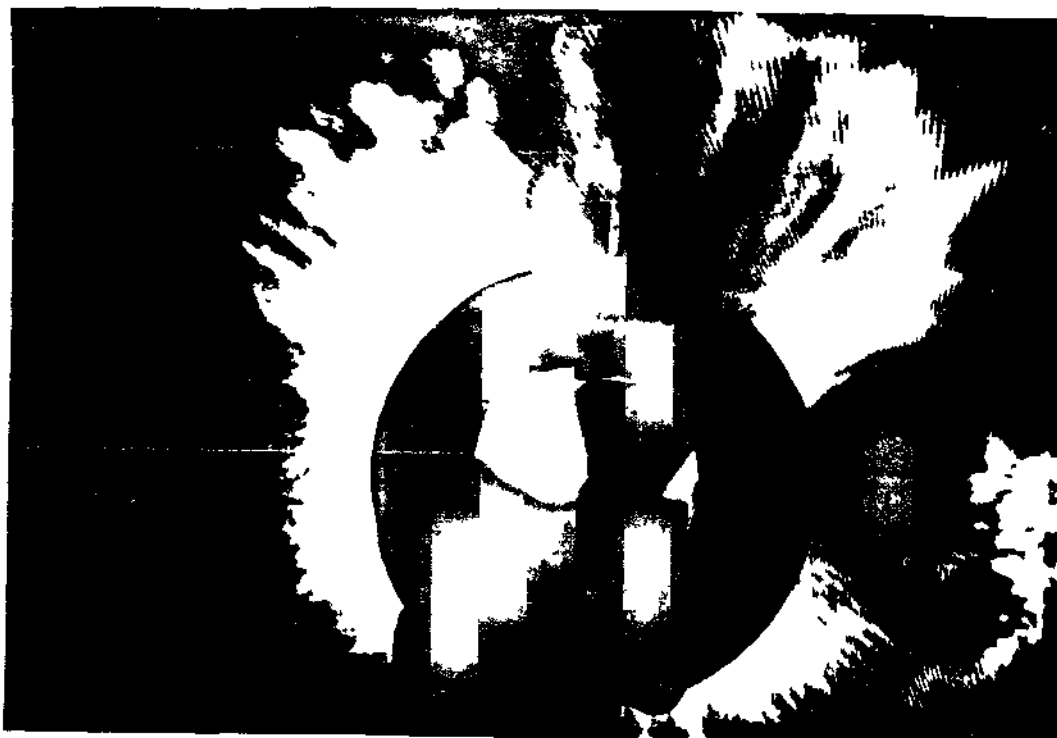
Plus 3



Plus 2



14570

*Фиг. 4*

| | | | |
|-----------|--------------------|----------|--------|
| Упорядник | Техред М.Моргентал | Коректор | М.Куль |
|-----------|--------------------|----------|--------|

Замовлення 4138

Тираж
Державне патентне відомство України,
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8

Підписне

Відкрите акціонерне товариство "Патент", м. Ужгород, вул.Гагаріна, 101