

(21), (22) Заявка: **2011103261/28, 31.01.2011**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
31.01.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **31.01.2011**

(45) Опубликовано: [20.06.2011](#)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕРАГЕРЦОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

(57) Реферат:

Заявленная полезная модель может быть использована в научных исследованиях, биологии, медицине и фармакологии, военном деле и безопасности, материаловедении и микроэлектронике, сельском хозяйстве и пищевой промышленности.

Устройство содержит следующие компоненты: мощный импульсно-периодический ТГц газовый лазер с оптической накачкой, систему освещения 2, изображаемый объект (или объекты), приемный объектив, фильтр ТГц излучения, приемник ТГц излучения с матрицей детекторов, устройство ввода 7, и компьютер 8 с программой для формирования, хранения, накопления полученных изображений и вывода их на экран дисплея. Разнообразные варианты осуществления заявленной полезной модели, а также варианты исполнения мощного импульсно-периодического ТГц газового лазера с оптической накачкой 1 позволяют получать изображения в реальном времени со скоростью, достаточной для восприятия его человеком как непрерывно изменяющийся процесс, т.е. со скоростью, превышающей 25 кадров в секунду. Кроме того, использование мощного импульсно-периодического ТГц газового лазера с оптической накачкой 1 позволяет получать эти изображения как вблизи, так и на удаленном расстоянии, увеличивать площадь регистрируемого ТГц изображения или толщину просвечиваемых объектов.

Заявленная полезная модель относится к системам получения терагерцовых (ТГц) изображений, точнее, к таким системам получения изображений, которые способны получать изображения в реальном времени со скоростью, достаточной для восприятия его человеком как непрерывно изменяющийся процесс, т.е. со скоростью, превышающей 25 кадров в секунду. Кроме того, использование мощного импульсно-периодического ТГц газового лазера с оптической накачкой позволяет получать эти изображения как вблизи, так и на удаленном расстоянии (>10 метров). Кроме того, использование мощного импульсно-периодического ТГц газового лазера с оптической накачкой позволяет увеличивать площадь регистрируемого ТГц изображения или толщину просвечиваемых объектов.

Заявленная полезная модель может быть использована в следующих приложениях:

научные исследования, биология, медицина и фармакология, военное дело и безопасность, материаловедение и микроэлектроника, сельское хозяйство и пищевая промышленность.

Терагерцовая часть электромагнитного спектра лежит между миллиметровым и инфракрасным (ИК) излучением. Обычно, его приближенно определяют простирающимся от 0.1 ТГц (длина волны 3 мм) до 10 ТГц (длина волны 30 мкм). В науке ТГц излучение используется для физических исследований газов (вращательные спектры молекул; спектры, соответствующие внутреннему вращению радикалов в сложных молекулах), жидкостей, твердых тел (спектры полупроводников, полимерных комплексов), плазмы (диагностика плазмы установок для термоядерных исследований). Энергия фотонов ТГц излучения находится в области энергетической щели сверхпроводников. С помощью ТГц излучения можно управлять химическими реакциями и манипулировать электронными состояниями в квантовых ямах.

Предложены и обсуждаются широкие возможности ТГц излучения в области биологии и медицины, где безопасные для организма ТГц волны могут составить мощную конкуренцию рентгену. Так как ТГц частоты - это область вращательных спектров молекул, колебаний биологически важных коллективных мод ДНК и белков, водородных связей и сил межмолекулярного взаимодействия, то ТГц излучение может применяться для исследования процессов, происходящих в живых клетках. Также вирусы и бактерии имеют специфические спектры поглощения в ТГц диапазоне, позволяющие идентифицировать и отличать здоровые клетки от больных. Поэтому используя ТГц

излучение, можно проводить безвредную диагностику человеческого организма. Методы ТГц спектроскопии были успешно применены в диагностике раковых опухолей и глубины и степени ожогов кожи. Исследуются различные способы построения изображений в ТГц лучах, что должно привести к созданию ТГц томографии. Предложены и схемы использования ТГц излучения в фармацевтике.

В области военного дела и безопасности также предложены и исследуются широкие возможности использования ТГц излучения - от поиска противопехотных мин до обнаружения взрывчатки и наркотиков, досмотра в аэропортах и проверки почтовых отправлений. Используется ТГц излучение и в криминалистике. Но особую важность в последние годы в связи с борьбой с терроризмом приобрели разработки систем дистанционного обнаружения взрывчатых и ядовитых веществ, а также систем дистанционного обнаружения оружия под одеждой. Успех в разработках таких систем связан со способностью ТГц излучения проникать сквозь одежду и отражаться от металлов.

В области материаловедения и микроэлектроники используется то, что по спектру поглощенного или проходящего ТГц излучения можно определять элементный состав исследуемого вещества, по величине ослабления ТГц лучей можно выявлять наличие дефектов, что важно для проверки качества деталей. Кроме того, в отличие от рентгена, ТГц излучение, из-за малой энергии кванта, позволяет проводить бесконтактные измерения параметров полупроводниковых устройств, не нарушая их функционирования.

И наконец, в области сельского хозяйства и пищевой промышленности ТГц излучение можно использовать для контроля качества зерна и пищевых продуктов.

Несмотря на уникальные свойства ТГц излучения и обилие возможных предложенных применений, этот диапазон все еще остается недостаточно освоенным. И объясняется это тем, что созданные источники ТГц излучения, применяемые в системах получения ТГц изображений, не обладают одновременно полным набором свойств, способствующих их широкому распространению, а именно: достаточной мощностью излучения, небольшими габаритами, удобством в эксплуатации, простотой в управлении и приемлемой ценой.

Общеизвестно, что изображение объекта (или объектов) - это картина, получаемая в определенной плоскости в результате прохождения через оптическую систему лучей, распространяющихся от объекта (или объектов), и воспроизводящая его контуры и детали. Для получения изображения объекта, если он не самосветящийся, его необходимо осветить. Для видимого изображения - видимым светом, для ТГц изображения - источником ТГц излучения. Оптическая система, создающая изображение объекта (или объектов), называется объективом. Для получения ТГц изображения используют специальные объективы, пропускающие ТГц излучение. Изображение, создаваемое в видимой области, может быть воспринято глазом, а для его дальнейшей обработки и сохранения оно регистрируется приемной системой, состоящей из: ПЗС-матрицы, электронной системы ввода, компьютера и программы, воспроизводящей на экране дисплея полученное изображение. ТГц излучение не воспринимается человеческим глазом, поэтому для его регистрации используют приемные системы, аналогичные видимым, только вместо ПЗС-матриц применяют чувствительные к ТГц излучению микроболометрические, пирометрические или термоэлектрические матрицы. Такие матрицы состоят из одномерных или двумерных наборов отдельных приемных элементов. Таким образом, человек может воспринимать преобразованное ТГц изображение, воспроизведенное на экране дисплея компьютера. Современные компьютерные системы позволяют вводить и выводить изображения в реальном времени, со скоростью >25 кадр./сек. Матрицы детекторов, чувствительные к ТГц излучению, также позволяют это делать. Поэтому для получения качественного изображения, необходимо, чтобы мощность ТГц излучения, приходящего от объекта (или объектов) и используемого объективом для построения изображения, превышала мощность шумов матрицы и окружающей среды. Для снижения мощности шумов матрицы детекторов используют ее охлаждение до криогенных температур. Для снижения шумов окружающей среды используют освещение объекта узкополосным ТГц излучением, а перед приемной матрицей устанавливается настроенный соответствующим образом узкополосный фильтр, пропускающий только ТГц излучение источника и значительно ослабляющий широкополосное излучение окружающей среды. Кроме того, для повышения отношения сигнал-шум используют сложную гетеродинную схему регистрации сигналов, в которой объект освещается одним узкополосным источником, а на приемник направляется ТГц излучение второго источника (гетеродина) с близкой частотой, при этом сигнал регистрируют на частоте биений. Также применяют и другие приемы для снижения шумов приемной матрицы.

Другим путем повышения отношения сигнал-шум является повышение мощности источника ТГц излучения и подбор такой частоты его излучения (или нескольких частот) из ТГц диапазона, которые в большей степени проходят сквозь объект (или объекты) или отражаются от него и тем самым в большей степени участвуют в создании изображения. Обусловлено это тем, что различные объекты (или объект, состоящий из разных материалов) имеют различные спектры пропускания и отражения. Подбирая частоту линии (или нескольких линий) ТГц излучения источника, можно получать изображение одних объектов на фоне других, отличающихся друг от друга коэффициентами пропускания или отражения. Поэтому возможность генерации излучения на различных линиях ТГц диапазона представляется

важным качеством источника для получения ТГц изображений. Величина мощности ТГц излучения в выбранной линии (или нескольких линиях) также является важным фактором, определяющим использование источника в той или иной системе получения ТГц изображения. В системах с источником малой мощности для получения качественного изображения приходится приближать объект, объектив и приемную матрицу к источнику ТГц излучения, а в других случаях, когда это допустимо, уменьшать размер освещаемой области объекта. При еще меньшей мощности можно сфокусировать излучение источника в отдельной небольшой области объекта и получить изображение этой области. Затем последовательно сканируя по объекту ТГц лучом, управляемым от компьютера, собрать полное изображение объекта (или объектов) в компьютере программным способом, сшивая изображения отдельных областей. В этом случае система называется сканирующей, а время получения полного изображения увеличивается. В системах с источником малой мощности также вместо матрицы используют одиночные приемники ТГц излучения. В этом случае изображение строится по точкам, и время его получения существенно увеличивается. Обычно оно ограничено скоростью механического сканирования, которая не превышает 100 точек в секунду, и получение изображений в реальном времени невозможно.

На сегодняшний день известен целый ряд устройств получения ТГц изображений с разнообразными источниками ТГц излучения.

Известно [1] устройство для получения ТГц изображения, содержащее источник ТГц излучения в виде квантово-каскадного лазера (ККЛ). Недостатком такого устройства является то, что ККЛ работают при криогенных температурах (<77 К). Также они перекрывают часть ТГц диапазона (от 1 ТГц до 10 ТГц) и имеют мощности от 1 мВт до 100 мВт. Несмотря на это, устройство может получать ТГц изображения в реальном времени, но размер этого изображения невелик (~2 см x 2 см), а расстояние от источника до объекта ~10 см.

Известно [2] устройство для получения ТГц изображения, содержащее источник ТГц излучения в виде динамической дипольной антенны или нелинейного кристалла, освещаемых импульсами фемтосекундного лазера. На основе такого источника реализованы схемы ТГц спектроскопии с измерением во временной области (time-domain spectroscopy). Такой источник генерирует импульсы ТГц излучения пикосекундной длительности. Недостатком такого источника при получении изображений является то, что спектр его излучения широкополосный и простирается от 0.1 ТГц до 4 ТГц. При этом качество получаемого изображения ухудшается, так как оно определяется низкочастотными составляющими от 0.1 ТГц до 0.5 ТГц, мощность которых в 100-1000 раз больше высокочастотных.

Известно [3] устройство для получения ТГц изображения, содержащее источник ТГц излучения в виде генератора на лампе обратной волны (ЛОВ). Этот и другие вакуумные (лампы бегущей волны, клистроны и др.) и твердотельные (генераторы на диодах Гана, IMPATT или TUNNET диодах) источники ТГц излучения пришли в ТГц область из микроволнового диапазона, где они широко используются. Однако недостатком таких источников является то, что при переходе в ТГц диапазон мощность их значительно падает и не превышает 15 мВт для 0.5-0.7 ТГц[3].

Известно [4] устройство для получения ТГц изображения, содержащее источник ТГц излучения в виде лазера на свободных электронах. Эти лазеры имеют высокую мощность и перестраиваемое по частоте ТГц излучение, но большие габариты, высокую цену и сложны в обслуживании. По сути, они являются уникальными приборами, не предназначены для массового использования и используются в центрах коллективного пользования. Так, к примеру, Новосибирский лазер на свободных электронах является одним из наиболее мощных источников ТГц излучения, излучающим в узкой линии в диапазоне 1.25 ТГц - 2.5 ТГц (средняя мощность - 0.5 кВт, пиковая мощность - 0.6 МВт). При этом только длина резонатора составляет 26.6 м, а весь лазер вместе с системами обслуживания занимает целое здание в два этажа.

Наиболее близким аналогом заявленной полезной модели является устройство, в котором для построения ТГц системы изображений использован ТГц газовый лазер с оптической накачкой [5]. Недостатком такого устройства является то, что используемый в нем ТГц лазер с оптической накачкой - непрерывный. Поэтому, мощность его генерации составляет 100 мВт. А это ограничивает расстояние от источника до изображаемых объектов и площадь изображения или требует применения сложной гетеродинной схемы регистрации изображений со вторым опорным лазером и сканером для увеличения площади изображения.

Таким образом, проблема состоит в том, что на сегодняшний день нет недорогого доступного устройства, позволяющего на расстоянии более 1 м и в реальном времени получать ТГц изображения объекта (или объектов) размером >10 см.

Задачей заявленной полезной модели является устранение указанных недостатков.

Техническим результатом является увеличение площади снимаемого изображения или толщины просвечиваемых

объектов, увеличение расстояния до облучаемого объекта и уменьшение времени регистрации ТГц изображения.

Поставленная задача решается тем, предлагается устройство для получения ТГц изображения, содержащее импульсно-периодический газовый лазер с оптической накачкой для создания ТГц излучения; систему освещения для частичного или полного освещения изображаемого объекта; объектив для приема ТГц излучения от исследуемого объекта (или объектов) и построения его изображения; фильтр ТГц излучения, настроенный на выбранную линию генерации ТГц газового лазера, для отсекаания внешних засветок и шумов; приемник ТГц излучения с матрицей фотодетекторов для преобразования ТГц излучения в электрический сигнал; устройство ввода для оцифровки и ввода электрического сигнала в компьютер; компьютер с программой для формирования, хранения, накопления полученных изображений и вывода их на экран дисплея.

Газовые лазеры ТГц излучения с оптической накачкой импульсно-периодического действия известны [6, 7]. На Фиг.5 показаны возможные варианты схем импульсно-периодического ТГц газового лазера с оптической накачкой. Обычно такой лазер состоит из следующих элементов: лазера накачки 51, согласующей оптики 52, газовой кюветы 53 с оптическими окнами 54 и выходного фильтра 55. В лазерах с оптической накачкой в качестве накачки обычно используются непрерывные или импульсные CO_2 -лазеры. Особенностью импульсно-периодических источников ТГц излучения является то, что они имеют наряду с узкой линией генерации высокую мощность, достигающую 100 кВт в импульсе. По этой причине они не подходят для использования в спектрометрах, зато хороши для получения ТГц изображений. Мощность излучения, значительно превышающая мощность всех других источников, кроме лазеров на свободных электронах, позволяет получать эти изображения с большей площади, с больших расстояний или за более короткое время. При этом размеры их близки к размерам фемтосекундных лазеров, а стоимость ниже. В лазерах с оптической накачкой, использующих различные газы, получены тысячи линий генерации, и они равномерно перекрывают весь ТГц диапазон. Поэтому представляется, что такие источники могут найти применение в устройствах для получения ТГц изображений в тех приложениях, в которых миниатюрный размер, как у полупроводниковых лазеров, не имеет решающего значения.

В дальнейшем полезная модель поясняется конкретными примерами ее выполнения и прилагаемыми чертежами, на которых:

Фиг.1 изображает схему устройства, работающего "на просвет".

Фиг.2 изображает схему устройства, работающего "на отражение".

Фиг.3 изображает схему устройства, работающего "на отражение под углом".

Фиг.4 изображает схему устройства, работающего "на просвет" на нескольких частотах.

Фиг.5 изображает варианты схем импульсно-периодического ТГц газового лазера с оптической накачкой, работающего на одной частоте.

Фиг.6 изображает варианты схем импульсно-периодического ТГц газового лазера с оптической накачкой, работающего на нескольких частотах.

Ниже дается подробное описание вариантов осуществления настоящей полезной модели, которые иллюстрируются на прилагаемых чертежах, причем на всех чертежах одинаковые ссылочные номера относятся к одинаковым элементам.

На Фиг.1 представлена блок-схема устройства для получения изображений в ТГц-диапазоне в соответствии с одним из вариантов (называемым "на просвет") осуществления настоящей полезной модели. Как показано на Фиг.1, предлагаемое в настоящей полезной модели устройство содержит следующие компоненты: мощный импульсно-периодический ТГц газовый лазер с оптической накачкой 1, систему освещения 2, изображаемый объект (или объекты) 3, приемный объектив 4, фильтр ТГц излучения 5, приемник ТГц излучения 6 с матрицей детекторов, устройство ввода 7, и компьютер 8 с программой для формирования, хранения, накопления полученных изображений и вывода их на экран дисплея.

Устройство работает следующим образом. В импульсно-периодическом газовом лазере с оптической накачкой 1 создается мощное ТГц излучение. Затем импульс ТГц излучения с помощью системы освещения 2 направляется на объект (или объекты) 3, ТГц изображение которого требуется получить, и освещает его, как фотовспышка в фотоаппарате. Таким исследуемым объектом 3 могут быть, к примеру, багаж, состоящий из прозрачных и непрозрачных для ТГц излучения объектов; бетонная или кирпичная стена, содержащая арматуру или другие включения; пленка из керамических и других материалов, имеющая неоднородный состав или неодинаковую

толщину; срез биологической ткани; пакет, содержащий взрывчатые или отравляющие вещества, или другие подобные объекты. Вещества, частично ослабляющие ТГц излучение, будут по-разному пропускать его в зависимости от собственного спектра поглощения и выбранной линии генерации лазера с оптической накачкой. Настройку на конкретное вещество можно осуществить соответствующим выбором линии генерации ТГц газового лазера с оптической накачкой 1. Металлические и непрозрачные вещества не будут пропускать ТГц излучение вовсе. Такое разное пропускание веществ будет создавать различный контраст в прошедшем ТГц излучении. Далее приемный объектив 4 принимает это излучение и строит изображение в соответствии с контрастом в прошедшем ТГц излучении. Фильтр 5, настроенный на выбранную линию генерации ТГц газового лазера 1, отсекает внешние засветки и шумы. Приемник ТГц излучения 6 с матрицей детекторов, расположенной в плоскости принимаемого изображения, преобразует это изображение в электрический сигнал, который устройством ввода 7 вводится в компьютер 8. Далее программа воспроизводит ТГц изображение на экране дисплея. Использование импульсного ТГц газового лазера 1 достаточной мощности и матрицы фотодетекторов позволяют получить изображение за один импульс.

На Фиг.2 представлена блок-схема устройства для получения изображений в ТГц-диапазоне в соответствии с другим вариантом (называемым "на отражение") осуществления настоящей полезной модели. В этом случае изображаемыми объектами могут быть как объекты, рассмотренные в предыдущем случае, так и объекты, расположенные перед непрозрачными объектами. К примеру, это может быть пакет, содержащий взрывчатые или отравляющие вещества и расположенный под одеждой на человеческом теле; или пленка из керамических и других материалов, нанесенная на металлическую поверхность. Вода, содержащаяся в теле человека, сильно поглощает ТГц излучение, а металлы хорошо отражают его. Поэтому использование предыдущего варианта "на просвет" приведет к тому, что изображения будут темными. В варианте "на отражение" используются отражающие свойства объекта (или объектов) 3 в ТГц диапазоне. Как показано на Фиг.2, в этом варианте импульсно-периодический ТГц газовый лазер с оптической накачкой 1 освещает объект (или объекты) 3 с помощью системы освещения 2, как и в предыдущем варианте. Приемный объектив 4, фильтр ТГц излучения 5, приемник ТГц излучения 6 с матрицей детекторов расположены с той же стороны от объекта 3, что и ТГц источник 1 и система освещения 2, и настроены на прием отраженного ТГц излучения. Различие в коэффициентах отражения веществ будет создавать различный контраст в отраженном ТГц излучении. Так как вода поглощает ТГц излучение, то в этом случае объекты, отражающие ТГц излучение, будут выглядеть светлыми на темном фоне. И наоборот, металлы хорошо отражают ТГц излучение, поэтому в этом случае объекты будут темными на светлом фоне.

На Фиг.3 представлена блок-схема устройства для получения изображений в ТГц-диапазоне в соответствии с еще одним вариантом (называемым "на отражение под углом") осуществления настоящей полезной модели. В этом варианте импульсно-периодический ТГц газовый лазер с оптической накачкой 1 освещает объект (или объекты) 3 с

помощью системы освещения 2 под некоторым углом α в плоскости падения центрального луча и углом β , под которым плоскость падения повернута относительно объекта. Эти углы могут принимать значения от 5° до 85° . При этом используется свойство объекта (или объектов) 3 увеличивать или уменьшать коэффициент отражения в зависимости от угла падения освещающего излучения на его поверхность. В зависимости от их положения одни объекты могут увеличить отражение, а другие уменьшить, тем самым повышая контраст получаемого изображения.

В предыдущих вариантах осуществления настоящей полезной модели используемый импульсно-периодический ТГц газовый лазер с оптической накачкой 1 генерировал узкополосное излучение на одной частоте из ТГц диапазона. В следующих вариантах осуществления настоящей полезной модели предлагается использовать импульсно-периодический ТГц газовый лазер с оптической накачкой 1 с несколькими узкими частотными линиями из ТГц диапазона.

На Фиг.4 представлена блок-схема такого устройства для получения изображений в ТГц-диапазоне при работе "на просвет". Аналогичным образом можно реализовать и схемы "на отражение" и "на отражение под углом". В этих схемах частоты линий излучения импульсно-периодического ТГц газового лазера с оптической накачкой 1 выбираются таким образом, чтобы максимально совпадать с резонансными линиями поглощения (или отражения) нескольких различных объектов или веществ, ТГц изображение которых необходимо получить. Этим достигается одновременное повышение контраста для нескольких объектов, которые в случае использования одной частоты, могли бы слабо отличаться от фона. В этом варианте осуществления настоящей полезной модели фильтр 5 должен быть более широкополосным, так чтобы пропускать все линии излучения импульсно-периодического ТГц газового лазера с оптической накачкой 1.

В вариантах осуществления настоящей полезной модели, представленных на Фиг.1, Фиг.2 и Фиг.3, используется импульсно-периодический ТГц газовый лазер с оптической накачкой 1 с узкополосным излучением на одной частоте из ТГц диапазона.

Возможные варианты схем такого лазера показаны на Фиг.5. Лазер состоит из следующих элементов: лазера

накачки 51, согласующей оптики 52, газовой кюветы 53 с оптическими окнами 54 и выходного оптического фильтра 55. Излучение (обычно ИК диапазона) лазера накачки 51 с помощью согласующей оптики 52 направляется в газовую кювету 53 с оптическими окнами 54, содержащую один газ (или смесь газов) при определенных температуре и давлении и преобразующую излучение ИК диапазона в излучение ТГц диапазона. После газовой кюветы 53 расположен оптический фильтр 55, который пропускает только излучение ТГц диапазона. Частота линии генерации ТГц лазера зависит от выбранной частоты линии лазера накачки и газа (или смеси газов) и может быть изменена их заменой.

В варианте на Фиг.5а изображена схема, в которой излучение лазера накачки 51 для преобразования в ТГц диапазон совершает только один проход в газовой кювете 53.

В варианте на Фиг.5б изображена схема, в которой для преобразования излучения лазера накачки в ТГц диапазон используется многопроходная газовая кювета 53. При этом внутри газовой кюветы 53 расположены зеркала 56 с отверстиями для ввода и вывода излучения. Излучение лазера накачки 51 входит через входное отверстие, многократно отражается от зеркал 56 и вместе с ТГц излучением выходит через отверстие вывода. При этом размеры лазерных пучков внутри газовой кюветы 53 меньше отверстий ввода/вывода.

В варианте на Фиг.5в изображена схема, в которой для преобразования излучения лазера накачки в ТГц диапазон используется зеркальный резонатор 57. При этом в отличие от предыдущей схемы пучок лазера накачки 51 фокусируется таким образом, чтобы заполнить весь резонатор 57, а пучок излучения ТГц диапазона имеет размер, превышающий размер выходного отверстия резонатора 57.

В варианте на Фиг.5г изображена схема, в которой для преобразования излучения лазера накачки в ТГц диапазон используется зеркальный резонатор 57 с боковым вводом излучения накачки. При этом в газовую кювету добавлены боковые зеркала 58, позволяющие многократно отразить излучение накачки. Излучение ТГц диапазона выводится, как и в предыдущем случае, через выходное отверстие резонатора 57.

В варианте на Фиг.5д изображена схема, в которой для преобразования излучения лазера накачки в ТГц диапазон используется газовая кювета в виде волновода 59. Излучение лазера накачки вместе с ТГц излучением многократно отражается от стенок волновода, увеличивая эффективность преобразования.

В варианте осуществления настоящей полезной модели, представленном на Фиг.4, используется импульсно-периодический ТГц газовый лазер с оптической накачкой 1 с несколькими узкими частотными линиями из ТГц диапазона. Такой лазер может быть реализован по одной из схем, представленных на Фиг.5а, б, в, г, д, при условии, что газовая кювета 53 заполнена смесью газов, а линия лазера накачки 51 подходит для накачки этих газов и генерации соответствующих ТГц линий. Один из таких вариантов, соответствующих варианту Фиг.5а, изображен на Фиг.6а.

Другие варианты реализации импульсно-периодического ТГц газового лазера с оптической накачкой 1 с несколькими узкими частотными линиями из ТГц диапазона представлены на Фиг.6б, Фиг.6в. В варианте на Фиг.6б использован один ИК лазер накачки 51 с несколькими линиями генерации, соответствующими одному или нескольким газам в газовой кювете 53. В варианте на Фиг.6 в использовано несколько ИК лазеров накачки 51 с разными линиями генерации, соответствующими одному или нескольким газам в газовой кювете 53. И наконец, в варианте на Фиг.6г использовано несколько ИК лазеров накачки 51 с разными линиями генерации, соответствующими разным газам в нескольких газовых кюветах 53. Во всех этих случаях для получения нужной ТГц линии излучение ИК лазера накачки 51 должно соответствовать определенному газу, способному излучать эту ТГц линию.

6. ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ.

1. US 7,692,147 B2, 6/2010.
2. L. Zhang et al. Real-time nondestructive imaging with THz waves. Optics Communications, v.281, p.1473-1475, (2008).
3. A. Dobroiu et al. Terahertz imaging system based on a backward-wave oscillator. APPLIED OPTICS, v.43, [№] 30, p.5637-5645, (2004).
4. US 7,342,230 B2, 11/2008.

5. T.Goyette et al. 1.56 Terahertz 2-frames per second standoff imaging. SPIE Photonics West, Vol.6893, (2008).
6. А.А.Веденов, Г.Д.Мыльников, Д.Н.Соболенко. Генерация когерентного излучения дальнего ИК диапазона, основанная на применении лазеров. УФН, т.138, в.3, стр.477, 1982.
7. А.Н.Бобровский, В.П.Киселев, А.В.Кожевников, В.В.Лиханский, В.А.Мищенко, Г.Д.Мыльников. Двухфотонная оптическая накачка NH_3 в многопроходной кювете. Квантовая электроника, т.10, № 11, стр.2341, 1983.

Формула полезной модели

1. Устройство для получения ТГц изображения, содержащее импульсно-периодический газовый лазер с оптической накачкой для создания ТГц излучения; систему освещения для частичного или полного освещения изображаемого объекта; объектив для приема ТГц излучения от исследуемого объекта (или объектов) и построения его изображения; фильтр ТГц излучения, настроенный на выбранную линию генерации ТГц газового лазера, для отсекания внешних засветок и шумов; приемник ТГц излучения с матрицей фотодетекторов для преобразования ТГц излучения в электрический сигнал; устройство ввода для оцифровки и ввода электрического сигнала в компьютер; компьютер с программой для формирования, хранения, накопления полученных изображений и вывода их на экран дисплея.
2. Устройство по п.1, характеризующееся тем, что названный приемный объектив принимает прошедшее через изображаемый объект (или объекты) ТГц излучение, созданное названным газовым лазером с оптической накачкой.
3. Устройство по п.1, характеризующееся тем, что названный приемный объектив принимает отраженное назад от изображаемого объекта (или объектов) ТГц излучение, созданное названным газовым лазером с оптической накачкой.
4. Устройство по п.1, характеризующееся тем, что названный приемный объектив принимает отраженное под углом от изображаемого объекта (или объектов) ТГц излучение, созданное названным газовым лазером с оптической накачкой, причем угол падения ТГц излучения на объект составляет от 5° до 85° .
5. Устройство по п.2, или 3, или 4, характеризующееся тем, что названный приемный объектив использует для построения изображения объекта или объектов ТГц излучение одной или нескольких частот, созданное названным газовым лазером с оптической накачкой.
6. Устройство по п.5, характеризующееся тем, что названный газовый лазер с оптической накачкой имеет пиковую мощность в импульсе от 1 кВт до 1 МВт, а частоту повторения импульсов, превышающую 25 Гц.
7. Устройство по пп.1 и 6, характеризующееся тем, что названный импульсно-периодический ТГц газовый лазер с оптической накачкой состоит из ИК лазера накачки; согласующей оптики, необходимой для согласования ИК излучения накачки с оптическими элементами, формирующими ТГц излучение; газовой кюветы, содержащей газы для преобразования ИК излучения в ТГц; выходного оптического фильтра, служащего для отделения ТГц излучения от ИК.
8. Устройство по п.7, характеризующееся тем, что названные оптические элементы, формирующие ТГц излучение, являются оптическими окнами для ввода ИК и вывода ТГц излучений, и преобразование ИК излучения в ТГц диапазон совершается за один проход излучения через газовую кювету.
9. Устройство по п.7, характеризующееся тем, что названные оптические элементы, формирующие ТГц излучение, состоят из оптических окон для ввода ИК и вывода ТГц излучений и зеркал, расположенных внутри газовой кюветы и обеспечивающих преобразование ИК излучения в ТГц диапазон за несколько проходов в газовой кювете.
10. Устройство по п.7, характеризующееся тем, что названные оптические элементы, формирующие ТГц излучение, состоят из оптических окон для ввода ИК и вывода ТГц

излучений и резонатора для ТГц излучения, образованного двумя зеркалами, расположенными у торцов газовой кюветы, при этом ИК пучок вводится через отверстие в одном из зеркал и фокусируется так, чтобы заполнить весь резонатор, ТГц излучение, формируясь в резонаторе, выводится через отверстие в зеркале и окно вывода.

11. Устройство по п.7, характеризующееся тем, что названные оптические элементы, формирующие ТГц излучение, состоят из оптических окон для ввода ИК и вывода ТГц излучений, названного резонатора для ТГц излучения и дополнительных зеркал для ИК излучения, расположенных вдоль боковых стенок газовой кюветы, при этом ИК пучок лазера накачки вводится через боковое окно кюветы и многократно отражаясь, заполняет резонатор, ТГц излучение, формируясь в резонаторе, выводится через отверстие в зеркале и окно вывода.

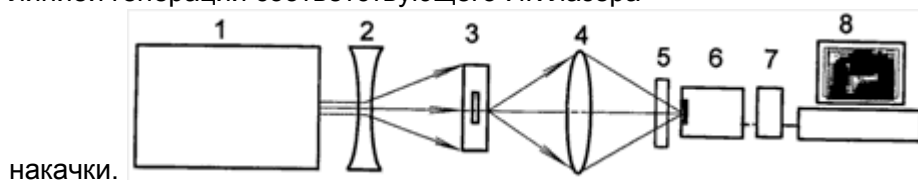
12. Устройство по п.7, характеризующееся тем, что названные оптические элементы, формирующие ТГц излучение, являются оптическими окнами для ввода ИК и вывода ТГц излучений, и преобразование ИК излучения в ТГц диапазон совершается в газовой кювете в виде волновода.

13. Устройства по любому из пп.8-12, характеризующееся тем, что газовая кювета содержит смесь нескольких газов, подобранных таким образом, что они имеют резонансные линии поглощения, совпадающие с одной линией ИК излучения накачки, и производят генерацию ТГц излучения на разных частотах.

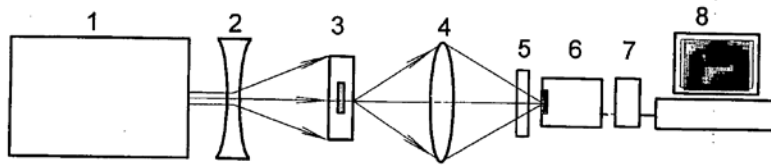
14. Устройство по п.7, характеризующееся тем, что содержит названный ИК лазер накачки, способный генерировать ИК излучение на нескольких линиях, а газовая кювета содержит смесь нескольких газов, подобранных таким образом, что они имеют резонансные линии поглощения, совпадающие с разными линиями ИК излучения накачки, и производят генерацию ТГц излучения на разных частотах.

15. Устройство по п.14, характеризующееся тем, что дополнительно содержит несколько ИК лазеров накачки для получения нескольких частот ИК излучения.

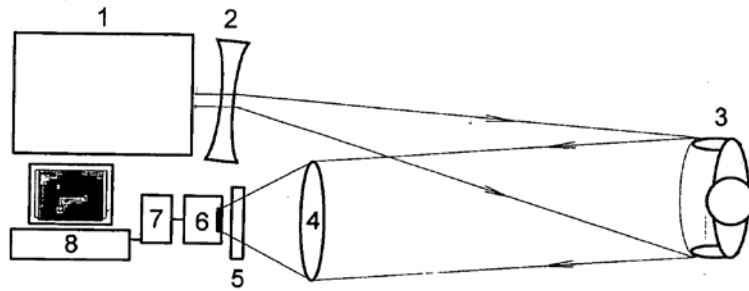
16. Устройство по п.15, характеризующееся тем, что для каждого ИК лазера накачки используется своя газовая кювета, содержащая газ, линия поглощения которого совпадает с линией генерации соответствующего ИК лазера



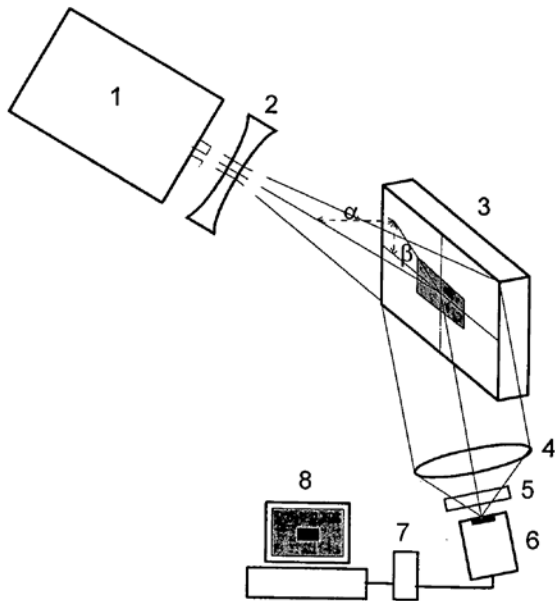
1/4



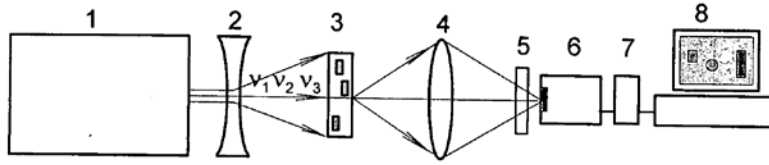
Фиг.1.



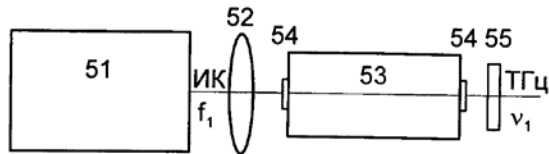
Фиг.2



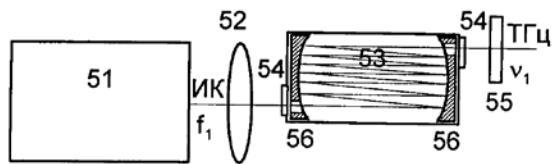
Фиг.3



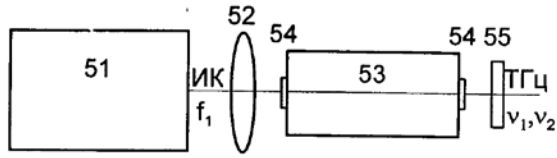
Фиг.4



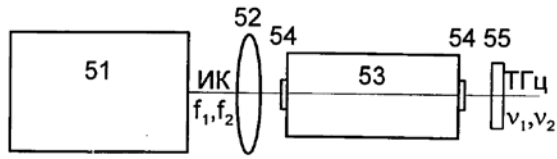
Фиг.5а



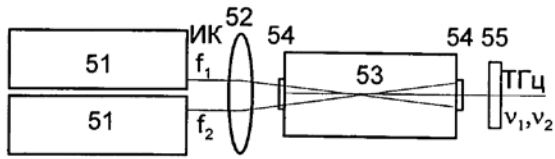
Фиг.5б



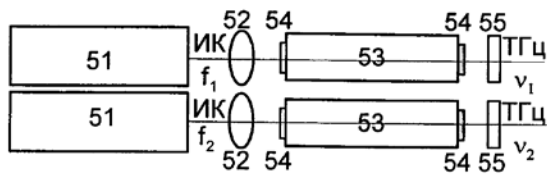
Фиг.6а



Фиг.6б



Фиг.6в



Фиг.6г