

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **046676**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2024.04.09**

(51) Int. Cl. **G02B 27/22 (2006.01)**  
**G03H 1/04 (2006.01)**

(21) Номер заявки  
**201892634**

(22) Дата подачи заявки  
**2017.07.14**

---

(54) **ИЗБИРАТЕЛЬНОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЭНЕРГИИ В СВЕТОВОМ ПОЛЕ И  
МАССИВАХ ГОЛОГРАФИЧЕСКИХ ВОЛНОВОДОВ**

---

(31) **62/362,602; 62/366,076; 62/507,500**

(56) US-A-5822125  
US-A1-20110134040  
US-A1-20050243275  
US-B2-8953012  
US-A1-20150241608  
US-A-5187360

(32) **2016.07.15; 2016.07.24; 2017.05.17**

(33) **US**

(43) **2019.08.30**

(86) **PCT/US2017/042276**

(87) **WO 2018/014010 2018.01.18**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ЛАЙТ ФИЛД ЛАБ, ИНК. (US)**

(72) Изобретатель:  
**Карафин Джонатан Шон, Бевенси  
Брендан Элвуд (US)**

(74) Представитель:  
**Нилова М.И. (RU)**

---

(57) Предложены раскрытые варианты осуществления, которые включают систему энергетического волновода, содержащую массив волноводов и компонент для ограничения распространения энергии, выполненный с возможностью по существу заполнения апертуры элемента волновода и избирательного распространения энергии по некоторым путям распространения энергии посредством массива волноводов. В одном варианте осуществления такая система энергетического волновода может определять пути распространения энергии через массив волноводов в соответствии с концепцией пленоптической четырехмерной системы. В одном варианте осуществления распространение энергии через систему энергетического волновода может включать распространение энергии для стимуляции любой реакции органа восприятия, включая зрительные, слуховые, соматосенсорные системы, и волноводы могут быть включены в голографический дисплей или объединенную двустороннюю непрерывную энергетическую поверхность, способную к осуществлению приема и излучения двумерного светового поля или энергии голографии с применением волноводного распространения или других пленоптических четырехмерных функций, предполагающих обеспечение сходимости энергии в пределах зоны видимости.

---

**B1**

**046676**

**046676**

**B1**

### **Область техники**

Это раскрытие относится к устройствам для направления энергии и, в частности, к энергетическим волноводам, выполненным с возможностью направления энергии в соответствии с концепцией четырехмерной пленоптической системы.

### **Уровень техники**

Мечта об интерактивном виртуальном мире в камере "holodeck", популяризированной в "Звездном пути" Джина Родденберри (Star Trek, Gene Roddenberry) и изначально представленной автором Александром Мошковски (Alexander Moszkowski) в начале 1900-х годов, была источником вдохновения для авторов научной фантастики и технологических инноваций на протяжении почти столетия. Однако не существует ни одной убедительной реализации этой идеи вне литературы, средств массовой информации и коллективного воображения детей и взрослых.

### **Раскрытие сущности изобретения**

Вариант осуществления системы энергетического волновода для создания множества путей распространения энергии включает массив энергетических волноводов, имеющий первую сторону и вторую сторону и выполненный с возможностью направления через него энергии по множеству путей распространения энергии, проходящих через множество местоположений энергии на первой стороне. Подмножество множества путей распространения энергии может проходить через первое местоположение энергии.

В одном варианте осуществления первый энергетический волновод выполнен с возможностью направления энергии по первому пути распространения энергии из первого подмножества множества путей распространения энергии, причем первый путь распространения энергии определяется первым ведущим лучом, сформированным между первым местоположением энергии и первым энергетическим волноводом, и, кроме того, первый путь распространения энергии проходит от первого энергетического волновода ко второй стороне массива в уникальном направлении, которое определяется по меньшей мере первым местоположением энергии. Энергия, направленная по первому пути распространения энергии посредством первого энергетического волновода, может по существу заполнить первую апертуру первого энергетического волновода. В одном варианте осуществления система энергетического волновода содержит компонент для ограничения распространения энергии, расположенный таким образом, что он ограничивает распространение энергии вдоль участка первого подмножества множества путей распространения энергии, которые не проходят через первую апертуру.

В одном варианте осуществления компонент ограничения распространения энергии может быть расположен на первой стороне между массивом энергетических волноводов и множеством местоположений энергии. В одном варианте осуществления первый энергетический волновод имеет двумерную пространственную координату, а уникальное направление, определяемое по меньшей мере первым местоположением энергии, соответствует двумерной угловой координате, причем двумерная пространственная координата и двумерная угловая координата образуют набор четырехмерных (4D) координат.

В одном варианте осуществления энергия, направленная по первому пути распространения энергии, может включать один или более энергетических лучей, направленных через первый энергетический волновод в направлении, которое по существу параллельно первому ведущему лучу.

В одном варианте осуществления энергия, направленная по первому пути распространения энергии, может сходиться с энергией, направленной по второму пути распространения энергии, посредством второго энергетического волновода. Кроме того, первый и второй пути распространения энергии могут сходиться на второй стороне массива, первой стороне массива или между первой и второй сторонами массива.

Кроме того, конструкция компонента для ограничения распространения энергии может быть выполнена с возможностью ограничения угловой протяженности энергии вблизи первого местоположения энергии и может содержать устройство для передачи энергии, примыкающее к первому местоположению энергии. Кроме того, конструкция для ограничения распространения энергии может содержать по меньшей мере одну числовую апертуру и может содержать конструкцию в виде перегородки. Конструкция для ограничения распространения энергии может быть расположена рядом с первым энергетическим волноводом и в целом проходить в направлении первого местоположения энергии или может быть расположена рядом с первым местоположением энергии и в целом проходить в направлении первого энергетического волновода.

В одном варианте осуществления массив энергетических волноводов может быть выполнен с возможностью образования плоской поверхности или может быть выполнен с возможностью образования изогнутой поверхности.

Вариант осуществления системы энергетического волновода для создания множества путей распространения энергии может содержать массив элементарных линз, имеющий первую сторону и вторую сторону и выполненный с возможностью направления через него энергии по множеству путей распространения энергии, проходящих через множество местоположений энергии. Первое подмножество множества путей распространения энергии проходит через первое местоположение энергии.

В одном варианте осуществления первая элементарная линза выполнена с возможностью направле-

ния энергии по первому пути распространения энергии из первого подмножества множества путей распространения энергии, причем первый путь распространения энергии определяется первым ведущим лучом, сформированным между первым местоположением энергии и первой элементарной линзой, и, кроме того, первый путь распространения энергии проходит от первого энергетического волновода ко второй стороне массива в уникальном направлении, которое определяется по меньшей мере первым местоположением энергии. Энергия, направленная по первому пути распространения энергии посредством первой элементарной линзы, может по существу заполнить первую апертуру первой элементарной линзы.

В одном варианте осуществления система энергетического волновода содержит компонент для ограничения распространения энергии, расположенный таким образом, что он ограничивает распространение энергии вдоль участка первого подмножества множества путей распространения энергии, которые не проходят через первую апертуру. В одном варианте осуществления массив волноводов может быть выполнен с возможностью образования плоской поверхности или может быть выполнен с возможностью образования изогнутой поверхности.

В одном варианте осуществления элемент массива волноводов может быть линзой Френеля.

В одном варианте осуществления форма первого волновода может позволять дополнительно изменять уникальное направление, которое определяется по меньшей мере первым местоположением энергии.

Один вариант осуществления системы энергетического волновода для создания множества путей распространения энергии может включать отражающий элемент, содержащий первый отражатель, расположенный на первой стороне отражающего элемента, причем первый отражатель содержит одну или более образованных в нем апертурных диафрагм, и второй отражатель, расположенный на второй стороне отражающего элемента, причем второй отражатель содержит одну или более образованных в нем апертурных диафрагм. Первый и второй отражатели выполнены с возможностью направления энергии по множеству путей распространения энергии, проходящих через апертурные диафрагмы первого и второго отражателей, и множество местоположений энергии на первой стороне отражающего элемента. Первое подмножество множества путей распространения энергии может проходить через первое местоположение энергии.

В одном варианте осуществления отражающий элемент выполнен с возможностью направления энергии по первому пути распространения энергии из первого подмножества множества путей распространения энергии, причем первый путь распространения энергии определяется первым ведущим лучом, сформированным между первым местоположением энергии и первой апертурной диафрагмой первого отражателя, и, кроме того, первый путь распространения энергии проходит от первой апертурной диафрагмы второго отражателя по направлению ко второй стороне отражающего элемента в уникальном направлении, которое определяется, по меньшей мере, первым местоположением энергии. Энергия, направленная по первому пути распространения энергии, может по существу заполнить первую апертурную диафрагму первого отражателя и первую апертурную диафрагму второго отражателя.

В одном варианте осуществления система энергетического волновода содержит компонент для ограничения распространения энергии, расположенный таким образом, что он ограничивает распространение энергии вдоль участка первого подмножества множества путей распространения энергии, которые не проходят через первую апертурную диафрагму первого отражателя.

В одном варианте осуществления размер одной или более апертурных диафрагм первого и второго отражателей может быть постоянным или может варьироваться.

В одном варианте осуществления первый и второй отражатели содержат одну или более параболических поверхностей таким образом, что первая параболическая поверхность первого отражателя и первая параболическая поверхность второго отражателя выполнены с возможностью отражения энергии вдоль первого пути распространения энергии. Фокусное расстояние первой параболической поверхности первого отражателя может быть таким же, как фокусное расстояние первой параболической поверхности второго отражателя, или может отличаться от фокусного расстояния первой параболической поверхности второго отражателя.

В одном варианте осуществления дополнительный компонент для ограничения распространения энергии может быть размещен между первой и второй сторонами отражающего элемента.

В одном варианте осуществления системы энергетического волновода распространяют энергию в двух направлениях.

В одном варианте осуществления энергетические волноводы выполнены с возможностью распространения механической энергии.

В одном варианте осуществления энергетические волноводы выполнены с возможностью распространения электромагнитной энергии.

В одном варианте осуществления энергетические волноводы выполнены с возможностью одновременного распространения механической, электромагнитной энергии и/или энергии других видов.

В одном варианте осуществления энергетические волноводы распространяют энергию с различными соотношениями  $n$  и  $v$  соответственно в четырехмерной системе координат.

В одном варианте осуществления энергетические волноводы распространяют энергию с помощью

анаморфной функции.

В одном варианте осуществления энергетические волноводы содержат множество элементов вдоль пути распространения энергии.

В одном варианте осуществления энергетические волноводы непосредственно формируют из полированных поверхностей оптоволоконного устройства передачи.

В одном варианте осуществления система энергетического волновода содержит материалы, обладающие свойством поперечной андерсоновской локализации.

В одном варианте осуществления компоненты для ограничения распространения энергии выполнены с возможностью ограничения распространения электромагнитной энергии.

В одном варианте осуществления компоненты для ограничения распространения энергии выполнены с возможностью ограничения распространения механической энергии.

В одном варианте осуществления компоненты для ограничения распространения энергии выполнены с возможностью ограничения распространения механической, электромагнитной энергии и/или энергии других видов.

Эти и другие преимущества настоящего раскрытия станут очевидными для специалистов в данной области техники из последующего подробного описания и прилагаемой формулы изобретения.

#### **Краткое описание чертежей**

На фиг. 1 представлено схематическое изображение, иллюстрирующее конструктивные параметры системы для направления энергии;

На фиг. 2 представлено схематическое изображение, иллюстрирующее энергетическую систему, имеющую активную зону устройства с механической основой;

На фиг. 3 представлено схематическое изображение, иллюстрирующее систему для передачи энергии;

На фиг. 4 представлено схематическое изображение, иллюстрирующее вариант осуществления элементов для передачи энергии, склеенных друг с другом и прикрепленных к основной конструкции;

На фиг. 5А представлено схематическое изображение, иллюстрирующее пример изображения, переданного посредством многожильных оптических волокон;

На фиг. 5В представлено схематическое изображение, иллюстрирующее пример изображения, переданного посредством устройства для передачи света, которое обладает свойствами согласно принципу поперечной андерсоновской локализации;

На фиг. 6 представлено схематическое изображение, иллюстрирующее лучи, распространяемые с энергетической поверхности на зрителя;

На фиг. 7 представлен перспективный вид сверху вниз варианта осуществления системы энергетического волновода, выполненного с возможностью создания множества путей распространения энергии;

На фиг. 8 представлен перспективный вид спереди варианта осуществления, показанного на фиг. 7;

На фиг. 9А-Н представлены различные варианты осуществления компонента для ограничения распространения энергии;

На фиг. 10 представлена иллюстрация дополнительного варианта осуществления системы энергетического волновода;

На фиг. 11 представлена иллюстрация дополнительного варианта осуществления системы энергетического волновода;

На фиг. 12 показаны отличия между квадратной упаковкой, шестигранной упаковкой и упаковкой неправильной формы в качестве вариантов конструкции энергетического волновода;

На фиг. 13 представлена иллюстрация варианта осуществления с массивом энергетических волноводов, расположенных в изогнутой конфигурации;

На фиг. 14 представлен вариант осуществления, в котором показано, как элемент волновода может влиять на пространственное распределение проходящей через него энергии;

На фиг. 15 представлен дополнительный вариант осуществления, в котором также показано, как элемент волновода может влиять на пространственное распределение проходящей через него энергии;

На фиг. 16 представлен вариант осуществления, в котором множество энергетических волноводов содержат дифракционные элементы волновода;

На фиг. 17 показана конфигурация элементарной линзы, используемой для обеспечения максимальной плотности лучей для освещения для достижения требуемого угла обзора.

#### **Осуществление изобретения**

Вариант осуществления Holodeck (в совокупности называемых "конструктивными параметрами Holodeck") обеспечивает достаточное энергетическое воздействие, позволяющее ввести в заблуждение органы восприятия человека, чтобы он поверил, что принятые импульсы энергии в виртуальной, социальной и интерактивной среде реальны, обеспечивая: 1) бинокулярное несовмещение без применения внешних приспособлений, укрепляемых на голове очков или других периферийных устройств; 2) точный параллакс движения, преграды и непрозрачность во всей зоне видимости одновременно для любого количества зрителей; 3) оптический фокус посредством синхронной конвергенции, аккомодации и миоза глаза для всех воспринимаемых лучей света; и 4) концентрическое распространение энергетической волны

достаточной плотности и разрешения с превышением "разрешения" чувственного восприятия человека, а именно зрения, слуха, осязания, вкуса, обоняния и/или баланса.

Основываясь на традиционных технологиях, известных на сегодняшний день, мы будем на десятилетия, если не на столетия, далеки от технологии, способной адекватно обеспечить все рецептивные поля согласно конструктивным параметрам Holodeck, включающим зрительные, слуховые, соматосенсорные, вкусовые, обонятельные и вестибулярные системы.

В этом описании термины "световое поле" и "голографический" могут быть применены взаимозаменяемо для определения распространения энергии для стимуляции любой реакции органа восприятия. Хотя первоначальные раскрытия могут относиться к примерам распространения электромагнитной и механической энергии через энергетические поверхности для голографического формирования изображений и объемных тактильных ощущений, в этом раскрытии рассматриваются все формы органов восприятия. Кроме того, раскрытые здесь принципы распространения энергии вдоль путей распространения могут быть применимы как к излучению энергии, так и к захвату энергии.

На сегодняшний день существует множество технологий, которые, к сожалению, часто путают с голограммами, в том числе лентикулярная печать, призрак Пеппера (Pepper's Ghost), стереоскопические дисплеи без стекол, дисплеи с горизонтальным параллаксом, дисплеи виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальности (нашлемный дисплей, HMD), устанавливаемые на голову, и другие подобные иллюзии, обобщенно упоминаемые как "псевдоголография". Эти технологии могут демонстрировать некоторые из требуемых свойств настоящего голографического дисплея, однако не обладают способностью каким-либо образом стимулировать зрительно-сенсорную реакцию человека в достаточной степени для обеспечения соответствия по меньшей мере двум из четырех идентифицированных конструктивных параметров Holodeck.

Эти проблемы не были устранены с помощью традиционной технологии для создания непрерывной энергетической поверхности, достаточной для распространения энергии голографии. Существуют различные подходы к реализации объемных и направленных мультиплексированных дисплеев светового поля, включающие параллаксные барьеры, хогели, воксели, дифракционную оптику, многовидовую проекцию, голографические рассеиватели, вращающиеся зеркала, многослойные дисплеи, дисплеи с последовательным отображением, дисплеи, устанавливаемый на голове, и т.д., однако применение традиционных подходов может предполагать компромисс по качеству изображения, разрешению, плотности угловой дискретизации, размеру, стоимости, безопасности, частоте кадров и т.д., что в конечном итоге приводит к получению несостоятельной технологии.

Для обеспечения конструктивных параметров Holodeck для зрительных, слуховых, соматосенсорных систем изучают и анализируют чувствительность каждой из соответствующих систем человека к распространению энергетических волн, чтобы в достаточной степени ввести в заблуждение органы восприятия человека. Зрительная система имеет разрешение приблизительно в 1 угловую минуту, слуховая система способна различать различие в размещении всего в три градуса, а соматосенсорная система в руках способна различать точки, разделенные на 2-12 мм. Хотя существуют различные и противоречивые способы измерения такой чувствительности, этих значений достаточно для понимания систем и способов стимулирования восприятия распространения энергии.

Из отмеченных органов восприятия зрительная система человека является наиболее чувствительной, если принять во внимание, что даже отдельный фотон может вызывать ощущение. По этой причине большая часть этого введения будет сфокусирована на распространении видимой энергетической волны, а энергетические системы значительно более низкого разрешения, соединенные в пределах поверхности раскрытого энергетического волновода, могут обеспечивать схождение соответствующих сигналов, чтобы вызвать голографическое чувственное восприятие. Если не указано иное, все раскрытия применимы ко всем энергетическим областям и областям, относящимся к ощущениям.

При вычислении эффективных конструктивных параметров распространения энергии для зрительной системы с учетом зоны видимости и дальности видимости требуемая энергетическая поверхность может быть разработана таким образом, чтобы она включала множество гигапикселей эффективной пространственной плотности энергии. Для больших зон видимости или ближнего поля зрительные параметры требуемой энергетической поверхности могут включать сотни или более гигапикселей эффективной пространственной плотности энергии. В то же время требуемый источник энергии может быть выполнен таким образом, чтобы он имел пространственную плотность энергии от 1 до 250 эффективных мегапикселей для ультразвукового распространения объемных тактильных ощущений или массив от 36 до 3600 точек фактических местоположений энергии для акустического распространения голографического звука в зависимости от входных переменных среды. Важно отметить, что в раскрытой архитектуре двунаправленной энергетической поверхности все компоненты могут быть выполнены с возможностью образования соответствующих конструкций для любого домена энергии, чтобы обеспечить голографическое распространение.

Однако основной проблемой обеспечения Holodeck на сегодняшний день являются доступные технологии визуализации и ограничения электромагнитных устройств. Акустические и ультразвуковые устройства менее сложны с учетом порядков разности величины требуемой плотности в зависимости от

остроты восприятия в соответствующем рецептивном поле, хотя их сложность не следует недооценивать. Хотя существует голографическая эмульсия с разрешением, превышающим требуемую плотность для кодирования интерференционных картин в статических системах формирования изображений, современные устройства отображения ограничены разрешением, скоростью передачи данных и производственными возможностями. На сегодняшний день ни одно отдельное устройство отображения не способно достоверно создать световое поле с голографическим разрешением, близким к остроте зрения.

Изготовление отдельного устройства на основе кремния, способного обеспечить требуемое разрешение для создания высококачественной картины светового поля, может быть непрактичным и может включать чрезвычайно сложные технологические процессы, выходящие за рамки существующих производственных возможностей. Ограничение на размещение рядом друг с другом множества имеющихся устройств отображения включает возникновение стыков и зазоров, обусловленное физическими размерами упаковки, электронных устройств, корпусов, оптических устройств и рядом других проблем, которые неизбежно приводят к получению несостоятельной технологии с точки зрения формирования изображения, стоимости и/или размера.

Варианты осуществления, раскрытые в данном документе, могут указать реальный путь к созданию Holodeck.

Далее будут описаны примеры осуществления со ссылкой на прилагаемые чертежи, которые составляют часть описания и иллюстрируют примеры осуществления, которые могут быть осуществлены на практике. В контексте настоящего раскрытия и формулы настоящего изобретения термины "вариант осуществления", "пример осуществления" и "приведенный в качестве примера вариант осуществления" не обязательно относятся к одному варианту осуществления, хотя это и возможно, а различные приведенные в качестве примера варианты осуществления могут быть легко объединены и переставлены без отступления от объема или сущности приведенных в качестве примера вариантов осуществления. Кроме того, используемая в настоящем документе терминология предназначена исключительно для описания приведенных в качестве примера вариантов осуществления и не предназначена для ограничения. В этом отношении, в контексте настоящего документа термин "в" может включать "в" и "на", а грамматические формы единственного числа могут включать указания формы единственного и множественного числа. Кроме того, в контексте настоящего документа термин "посредством" также может означать "от", в зависимости от контекста. Кроме того, в контексте настоящего документа термин "если" также может означать "когда" или "после", в зависимости от контекста. Кроме того, в контексте настоящего документа слова "и/или" могут предполагать и охватывать любые и все возможные комбинации одного или более связанных перечисленных элементов.

Аспекты голографической системы:

Обзор разрешения распространения энергии светового поля.

Световое поле и голографическое отображение возникают в результате создания множества проекций, где в местоположениях энергетической поверхности обеспечивают информацию об угле, цвете и интенсивности, распространяемую в зоне видимости. Раскрытая энергетическая поверхность обеспечивает возможности для получения дополнительной информации в отношении одновременного существования и распространения через одну и ту же поверхность для стимулирования других реакций системы восприятия. В отличие от стереоскопического дисплея, видимое положение сходящихся путей распространения энергии в пространстве не изменяется по мере того, как зритель перемещается вокруг зоны видимости, и любое количество зрителей может одновременно видеть переданные объекты в реальном пространстве, как если бы они действительно были там. В некоторых вариантах осуществления распространение энергии может происходить по одному и тому же пути распространения энергии, но в противоположных направлениях. Например, в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения возможны как излучение энергии, так и ее восприятие вдоль пути распространения энергии.

На фиг. 1 представлено схематическое изображение, иллюстрирующее переменные, влияющие на стимуляцию реакции органа восприятия. Эти переменные могут включать диагональ 01 поверхности, ширину 02 поверхности, высоту 03 поверхности, определенное целевое расстояние 18 сидения, целевое поле 04 зрения при сидении от центра дисплея, количество промежуточных дискретных значений, показанных в данном случае в виде дискретных значений между глазами 05, среднее межглазное расстояние 06 для взрослых, среднее разрешение человеческого глаза в угловых минутах 07, горизонтальное поле зрения 08, образованное между целевым местоположением зрителя и шириной поверхности, вертикальное поле зрения 09, образованное между целевым местоположением наблюдателя и высотой поверхности, результирующее разрешение по горизонтали элемента волновода или общее количество элементов 10 по всей поверхности, результирующее разрешение по вертикали элемента волновода или общее количество элементов 11 по всей поверхности, расстояние между дискретными значениями, основанное на межглазном расстоянии и количестве промежуточных дискретных значений для аксонометрической проекции между глазами 12. Угловая дискретизация может быть основана на расстоянии между дискретными значениями и целевом расстоянии 13 сидения, общем разрешении по горизонтали на элемент волновода, полученном из требуемой угловой дискретизации 14, общем разрешении по вертикали на элемент волновода, полученном из требуемой угловой дискретизации 15. Горизонтальное устройство осуществ-

ляет подсчет определенного количества требуемых дискретных источников энергии 16, а устройство вертикальное устройство осуществляет подсчет определенного количества требуемых дискретных источников энергии 17.

Способ понимания требуемого минимального разрешения может быть основан на следующих критериях для обеспечения достаточной стимуляции зрительной (или другой) реакции органа восприятия: размер поверхности (например, диагональ 84 дюйма (2,13 м)), соотношение сторон поверхности (например, 16:9), расстояние сидения (например, 128 дюймов (3,25 м) от дисплея), поле зрения с места сидения (например, 120 градусов или  $\pm 60$  градусов относительно центра дисплея), требуемые промежуточные дискретные значения на расстоянии (например, один дополнительный путь распространения между глазами), среднее межглазное расстояние взрослого человека (приблизительно 65 мм) и среднее разрешение человеческого глаза (приблизительно 1 угловая минута). Эти приведенные в качестве примера значения следует рассматривать как заполнители, заменяемые реальными значениями в зависимости от конструктивных параметров в конкретном варианте применения.

Кроме того, каждое из значений, связанное с органом зрения, может быть заменено значениями для других систем для определения требуемых параметров пути распространения. Для других вариантов осуществления распространения энергии можно рассмотреть угловую чувствительность слуховой системы всего лишь в три градуса, а пространственное разрешение соматосенсорной системы рук: 2-12 мм.

Хотя существуют различные и противоречивые способы измерения этой чувствительности восприятия, этих значений достаточно для понимания систем и способов стимулирования восприятия фактического распространения энергии. Существует множество способов нахождения конструктивного разрешения, а предложенный ниже способ сочетает практические аспекты изделия с биологическими пределами разрешения систем восприятия. Как будет очевидно для специалиста в данной области техники, нижеследующий обзор является упрощением любой такой конструкции системы и его следует рассматривать исключительно в качестве примера.

Для понимания предела разрешения системы восприятия полная плотность элемента энергетического волновода может быть вычислена таким образом, что принимающая система восприятия не может отличить отдельный элемент энергетического волновода от смежного элемента, с учетом того, что:

$$\text{Соотношение сторон поверхности} = \frac{\text{Ширина (W)}}{\text{Высота (H)}}$$

$$\text{Размер поверхности по горизонтали} = \text{Диагональ поверхности} * \left( \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{H}{W}\right)^2}} \right)$$

$$\text{Размер поверхности по вертикали} = \text{Диагональ поверхности} * \left( \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{W}{H}\right)^2}} \right)$$

$$\text{Поле зрения по горизонтали} =$$

$$2 * \arctan\left(\frac{\text{Размер поверхности по горизонтали}}{2 * \text{Расстояние сидения}}\right)$$

$$\text{Поле зрения по вертикали} = 2 * \arctan\left(\frac{\text{Размер поверхности по вертикали}}{2 * \text{Расстояние сидения}}\right)$$

$$\text{Разрешение элемента по горизонтали} = \text{Поле зрения по горизонтали} * \frac{60}{\text{Разрешающая способность глаза}}$$

$$\text{Разрешение элемента по вертикали} = \text{Поле зрения по вертикали} * \frac{60}{\text{Разрешающая способность глаза}}$$

В результате выполнения вышеуказанных вычислений получают поле зрения приблизительно  $32 \times 18^\circ$ , что обуславливает потребность приблизительно в  $1920 \times 1080$  (округлено до ближайшего формата) элементов энергетического волновода. Кроме того, можно ограничить переменные таким образом, чтобы поле зрения было согласованным для обоих параметров (u, v) для обеспечения более равномерной пространственной дискретизации местоположений энергии (например, соотношение размеров пикселя). Угловая дискретизация системы предполагает определенное целевое местоположение зоны видимости и дополнительные пути распространения энергии между двумя точками на оптимизированном отрезке с учетом того, что:

$$\text{Расстояние между дискретными значениями} = \frac{\text{Межглазное расстояние}}{(\text{Количество требуемых промежуточных дискретных значений} + 1)}$$

$$\text{Угловая дискретизация} = \arctan\left(\frac{\text{Расстояние между дискретными значениями}}{\text{Расстояние сидения}}\right)$$

В этом случае межглазное расстояние используют для вычисления расстояния между дискретными значениями, хотя для учета соответствующего количества дискретных значений на заданном расстоянии может быть использована любая мера. При рассмотрении вышеуказанных переменных может потребоваться приблизительно один луч на  $0,57^\circ$ , а полное разрешение системы в независимой системе восприятия может быть определено с учетом того, что:

$$\text{Местоположений на элемент } (N) = \frac{\text{Поле зрения при сидении}}{\text{Угловая дискретизация}}$$

$$\text{Общее разрешение } H = N * \text{Разрешение элемента по горизонтали}$$

$$\text{Общее разрешение } V = N * \text{Разрешение элемента по вертикали}$$

С учетом вышеописанного сценария, с учетом размера энергетической поверхности и углового разрешения, соответствующего системе остроты зрения, результирующая энергетическая поверхность предпочтительно должна включать приблизительно  $400000 \times 225000$  пикселей (разрешение положений энергии) или обладать плотностью голографического распространения 90 гигапикселей. Эти переменные приведены исключительно для примера и для оптимизации голографического распространения энергии следует учитывать многие другие аспекты данных об энергии и органах восприятия. В еще одном варианте осуществления на основе входных переменных может быть предпочтительным разрешение положений энергии в 1 гигапиксель. В еще одном варианте осуществления на основе входных переменных может быть предпочтительным разрешение положений энергии в 1000 гигапиксель.

Существующие технологические ограничения: Активная зона, электронное оборудование устройства, упаковка и механическая основа.

На фиг. 2 показано устройство 20, имеющее активную зону 22 с определенными механическими конструктивными параметрами. Устройство 20 может включать устройства управления 23 и электронное оборудование 24 для задействования активной зоны 22 и осуществления взаимодействия с ней, причем активная зона имеет размеры, показанные стрелками  $x$  и  $y$ . В указанном устройстве 20 не учтены кабельная система и механические конструкции для управления, питания и охлаждения компонентов, а механические размеры могут быть дополнительно минимизированы путем применения в устройстве 20 гибкого кабеля. Минимальная занимаемая площадь такого устройства 20 также может упоминаться как механическая основа 21, имеющая размеры, показанные стрелками  $M:x$  и  $M:y$ . Это устройство 20 предназначено исключительно для иллюстрации и заказные конструкции электронных устройств могут позволить дополнительно уменьшить накладную механическую основу, но почти во всех случаях она может не соответствовать точному размеру активной зоны устройства. В одном варианте осуществления это устройство 20 иллюстрирует, как электронные устройства соотносятся с активной зоной 22 изображения, а именно органический микросветодиод (OLED), микросхема DLP, ЖК-панель или устройство с применением любой другой технологии, предназначенное для освещения изображения.

В некоторых вариантах осуществления также могут быть применены другие технологии проецирования для объединения множества изображений на большом общем дисплее. Однако это может быть связано с большей сложностью, связанной с расстоянием проецирования, минимальной фокусировкой, оптическим качеством, равномерным разрешением поля, хроматической абберацией, тепловыми свойствами, калибровкой, выравниванием, добавочным размером или конструктивными параметрами. Для большинства вариантов практического применения размещение десятков или сотен этих проекционных источников 20 может привести к значительному увеличению размеров и уменьшению надежности.

Исключительно для иллюстративных целей, предполагая, что энергетические устройства имеют пространственную плотность энергии  $3840 \times 2160$  точек, можно определить количество отдельных энергетических устройств (например, устройств 10), требуемых для энергетической поверхности, с учетом того, что:

$$\text{Устройства } H = \frac{\text{Общее разрешение } H}{\text{Разрешение устройства } H}$$

$$\text{Устройства } V = \frac{\text{Общее разрешение } V}{\text{Разрешение устройства } V}$$

С учетом вышеизложенных соображений в отношении разрешения может быть желательным применение приблизительно  $105 \times 105$  устройств, аналогичных показанному на фиг. 2. Следует отметить, что многие устройства состоят из различных пиксельных конструкций, которые могут быть сопоставлены или не сопоставлены регулярной сетке. В случае, если в каждом полном пикселе есть дополнительные подпиксели или местоположения, они могут быть использованы для обеспечения дополнительного разрешения или угловой плотности. Дополнительная обработка сигнала может использоваться для определения того, как преобразовать световое поле в правильные  $(u, v)$  координаты в зависимости от заданного местоположения пиксельной конструкции(-й) и может представлять собой явно определенную характеристику каждого устройства, которая известна и откалибрована. Кроме того, другие домены энергии могут включать различную обработку этих отношений и конструкций устройств, и для специалистов в данной области техники будет очевидной прямая внутренняя взаимосвязь каждой из требуемых частотных областей с другими частотными областями. Это будет показано и обсуждено более подробно в последующем раскрытии.

Результирующее вычисление может быть использовано для понимания того, сколько устройств из этих отдельных устройств может потребоваться для создания энергетической поверхности с полным решением. В этом случае для достижения порога остроты зрения может потребоваться приблизительно  $105 \times 105$  или приблизительно 11080 устройств. Создание непрерывной энергетической поверхности из этих доступных местоположений энергии для обеспечения достаточного воспринимаемого голографического распространения является сложной задачей и характеризуется новизной.

Сводная информация о непрерывных энергетических поверхностях: Конфигурации и конструкции массивов устройств для передачи энергии.

В некоторых вариантах осуществления раскрыты подходы к решению проблемы генерации энергии с высокой пространственной плотностью из массива отдельных устройств без стыков из-за ограничений механической конструкции указанных устройств. В одном варианте осуществления система передачи для распространения энергии для увеличения эффективного размера активной зоны устройства для обеспечения соответствия механическим размерам или их превышения может позволить сконфигурировать массив устройств для передачи и образовать единую непрерывную энергетическую поверхность.

На фиг. 3 представлен вариант осуществления такой системы 30 для передачи энергии. Как показано на фигуре, система 30 для передачи энергии может содержать устройство 31, установленное на механическую основу 32 и элемент 33 для передачи энергии, распространяющий энергию от устройства 31. Элемент 33 для передачи энергии может быть выполнен с возможностью обеспечения уменьшения всех зазоров 34, которые могут возникать при объединении множества механических основ 32 устройства в массив из множества устройств 31.

Например, если активная зона 310 устройства имеет размеры  $20 \text{ мм} \times 10 \text{ мм}$ , а механическая основа 32 имеет размеры  $40 \text{ мм} \times 20 \text{ мм}$ , элемент 33 для передачи энергии может характеризоваться увеличением с коэффициентом 2:1 с созданием суженной формы с размерами приблизительно  $20 \text{ мм} \times 10 \text{ мм}$  на узком конце (стрелка А) и  $40 \text{ мм} \times 20 \text{ мм}$  на расширенном конце (стрелка В), обеспечивая возможность непрерывного совмещения массива этих элементов 33 друг с другом без накладывания на механическую основу 32 каждого устройства 31 или ее изменения. Механически элементы 33 для передачи могут быть соединены или склеены друг с другом, выровнены и отполированы с обеспечением минимального зазора 34 шва между устройствами 31. В одном таком варианте осуществления возможно обеспечить зазор 34 шва, который меньше предела остроты зрения глаза.

Фиг. 4 иллюстрирует пример основной конструкции 400, содержащей элементы 410 для передачи энергии, образованные совместно и надежно закрепленные на дополнительной механической конструкции 430. Механическая конструкция непрерывной энергетической поверхности 420 обеспечивает возможность последовательного соединения множества элементов 410, 450 для передачи энергии в единую основную конструкцию путем склеивания или с применением других механических способов прикрепления элементов 410, 450 для передачи. В некоторых вариантах осуществления каждый элемент 410 для передачи может быть приплавлен, приклеен, прилеплен, посажен под давлением, совмещен или иным образом соединен с другими элементами для получения результирующей непрерывной энергетической поверхности 420. В некоторых вариантах осуществления устройство 480 может быть установлено на заднюю сторону элемента 410 для передачи и пассивно или активно совмещено для обеспечения соответствующего выравнивания местоположения энергии в пределах определенного допуска.

В одном варианте осуществления непрерывная энергетическая поверхность содержит одно или более энергетических местоположений, а один или более пакетов элементов для передачи энергии имеют первую и вторую сторону, и каждый пакет элементов для передачи энергии выполнен с возможностью образования единой непрерывной поверхности отображения, направляющей энергию вдоль путей распространения, проходящих между одним или более местоположениями энергии и непрерывной поверхностью отображения, причем расстояние между краями любых двух смежных вторых сторон конечных элементов для передачи энергии меньше наименьшего различимого зазора, определяемого остротой зрения человеческого глаза, а именно лучше, чем 20 к 40 для зрения, на расстоянии, превышающем ширину единой непрерывной поверхности отображения.

В одном варианте осуществления каждая из непрерывных энергетических поверхностей содержит один или более элементов для передачи энергии, каждый из которых содержит одну или более конструкций, образующих первую и вторую поверхности с поперечной и продольной ориентацией. Первая поверхность для передачи имеет площадь, отличную от площади второй поверхности, что обуславливает положительное или отрицательное увеличение, причем конфигурируют четкие контуры поверхности для первой и второй поверхностей, причем энергия, проходящая через вторую поверхность передачи, по существу заполняет угол  $\pm 10$  градусов, относительно перпендикуляра к контуру поверхности по всей второй поверхности передачи.

В одном варианте осуществления множество доменов энергии может быть сконфигурировано внутри одного или между множеством устройств для передачи энергии для определения направления одного или более путей распространения воспринимаемой энергии голографии, включая визуальные, акустические, тактильные или другие энергетические домены.

В одном варианте осуществления непрерывная энергетическая поверхность сконфигурирована для работы с устройствами для передачи энергии, которые содержат две или более первых сторон для каждой второй стороны для одновременного приема и излучения одного или более доменов энергии для обеспечения двустороннего распространения энергии по всей системе.

В одном варианте осуществления применяют устройства для передачи энергии в виде свободных когерентных элементов.

Введение в инженерные конструкции компонентов: Раскрытие преимуществ устройств для передачи энергии с поперечной андерсоновской локализацией.

Свойства устройств для передачи энергии могут быть значительно оптимизированы в соответствии с принципами, раскрытыми в настоящем документе в отношении элементов для передачи энергии, которые обеспечивают поперечную андерсоновскую локализацию. Поперечная андерсоновская локализация представляет собой распространение луча, переносимого через поперечно неупорядоченный, но продольно-согласованный материал.

Это означает, что эффект материалов, для которых характерно явление андерсоновской локализации, может меньше зависеть от полного внутреннего отражения, чем при произвольном распределении между путями многократного рассеяния, где интерференция волн может сильно ограничить распространение в поперечной ориентации при продолжении распространения в продольной ориентации.

Значительное дополнительное преимущество состоит в отсутствии оболочки традиционных многожильных волоконно-оптических материалов. Оболочка предназначена для функционального устранения рассеяния энергии между волокнами, но одновременно действует как барьер для лучей энергии, таким образом уменьшая передачу на по меньшей мере соотношение сердечника и оболочки (например, при соотношении сердцевина и оболочки 70:30 передача будет составлять в лучшем случае 70% от принятой энергии) и дополнительно приводит к сильному пиксельному структурированию распространяемой энергии.

Фиг. 5A иллюстрирует вид с торца примера одного такого устройства 500 для передачи энергии с неандерсоновской локализацией, в котором посредством многожильных оптических волокон передают изображение, в котором может проявляться пикселизация и создаваемый в волокнах шум из-за собственных свойств оптических волокон. В традиционных многомодовых и многожильных оптических волокнах передаваемые изображения могут быть значительно пикселизованы из-за свойств полного внутреннего отражения дискретного массива сердцевин, где любое взаимное влияние между сердцевинами ухудшает модуляционно-передаточную функцию и увеличивает размытость изображения. Результирующие изображения, полученные с использованием традиционного многожильного оптического волокна с волокнистой структурой, аналогичной структуре, изображенной на фиг. 3, как правило, имеют постоянный остаточный шум.

Фиг. 5B иллюстрирует пример того же изображения 550, переданного с помощью устройства для передачи энергии, содержащего материалы со свойствами поперечной андерсоновской локализации, причем переданный рисунок имеет структуру с большей плотностью зерна по сравнению с постоянной волокнистой структурой по фиг. 5A. В одном варианте осуществления устройства для передачи, содержащие структуры, созданные с помощью неупорядоченных микроскопических компонентов, обеспечивают поперечную андерсоновскую локализацию и переносят свет более эффективно с лучшим распространением отображаемого разрешения, чем имеющиеся в продаже многомодовые стекловолоконные световоды.

Материал со свойствами поперечной андерсоновской локализации имеет существенные преимущества с точки зрения стоимости и массы, поскольку аналогичный стеклянный материал оптического качества может стоить и весить в 10-100 раз больше по сравнению с материалом, полученным в одном из вариантов осуществления настоящего изобретения, причем раскрытые системы и способы включают применение конструкций, созданных с помощью неупорядоченных микроскопических компонентов, демонстрирующих значительные возможности по улучшению как стоимости, так и качества по сравнению с другими технологиями, известными в данной области техники.

В одном варианте осуществления элемент для передачи, обладающий свойством поперечной андерсоновской локализации, может содержать множество конструкций, созданных из по меньшей мере двух различных компонентов, в каждой из трех ортогональных плоскостей, расположенных в трехмерной структуре, а множество конструкций обеспечивают неупорядоченное распределение свойств распространения волны в материале в поперечной плоскости в пределах трехмерной структуры и каналы с аналогичными значениями свойств распространения волны в материале в продольной плоскости в пределах трехмерной структуры, причем волны локализованной энергии, распространяющиеся через устройство для передачи энергии, имеют более высокую эффективность переноса в продольной ориентации по сравнению с поперечной ориентацией.

В одном варианте осуществления множество доменов энергии может быть сконфигурировано внутри одного или между множеством устройств для передачи энергии с поперечной андерсоновской локализацией для определения направления одного или более путей распространения воспринимаемой энергии голографии, включая визуальные, акустические, тактильные или другие энергетические домены.

В одном варианте осуществления непрерывная энергетическая поверхность сконфигурирована для работы с устройствами для передачи энергии с поперечной андерсоновской локализацией, которые содержат две или более первых сторон для каждой второй стороны для одновременного приема и излучения одного или более доменов энергии для обеспечения двустороннего распространения энергии по всей системе.

В одном варианте осуществления устройства для передачи энергии с поперечной андерсоновской локализацией сконфигурированы как свободные когерентные или гибкие элементы для передачи энергии.

Аспекты пленоптических четырехмерных-функций:

Избирательное распространение энергии с помощью массивов голографических волноводов.

Как обсуждалось выше и как обсуждается в других местах настоящего документа, система отображения светового поля, как правило, содержит источник энергии (например, источник освещения) и непрерывную энергетическую поверхность, сконфигурированную с достаточной пространственной плотностью энергии, как указано в вышеприведенном обсуждении. Для передачи энергии от энергетических устройств к непрерывной энергетической поверхности может быть использовано множество элементов для передачи энергии. Как только энергия с необходимой пространственной плотностью энергии будет доставлена к непрерывной энергетической поверхности, указанная энергия может быть распространена в соответствии с пленоптической четырехмерной функцией по раскрытой системе энергетического волновода. Для специалиста в данной области техники очевидно, что пленоптическая четырехмерная функция хорошо известна в данной области техники, поэтому далее она не будет раскрыта.

Система энергетического волновода избирательно распространяет энергию по множеству местоположений энергии вдоль непрерывной энергетической поверхности, представляющей собой пространственную координату пленоптической четырехмерной функции, с помощью конструкции, выполненной с возможностью изменения углового направления проходящих энергетических волн путем отображения углового компонента пленоптической четырехмерной функции, причем распространяемые энергетические волны могут сходиться в пространстве по множеству путей распространения, направленных с помощью пленоптической четырехмерной функции.

На фиг. 6 представлен пример энергетической поверхности светового поля в пространстве четырехмерного изображения в соответствии с пленоптической четырехмерной функцией. На фигуре показаны видимые зрителю 620 траектории лучей от энергетической поверхности 600 для описания того, как лучи энергии сходятся в пространстве 630 из разных положений в зоне видимости. Как показано на фигуре, каждый элемент 610 волновода определяет четыре измерения для информации, описывающей распространение 640 энергии через энергетическую поверхность 600. Два пространственных измерения (которые в данном документе обозначены как  $x$  и  $y$ ) представляют физическое множество местоположений энергии, которые можно видеть в пространстве изображения, и угловые компоненты  $\theta$  и  $\phi$  (которые в данном документе обозначены как  $u$  и  $v$ ), наблюдаемые в виртуальном пространстве при проецировании через массив энергетических волноводов. В целом и в соответствии с пленоптической четырехмерной функцией множество волноводов (например, элементарных линз) выполнено с возможностью направления местоположения энергии из точки со значениями  $x$ ,  $y$  в уникальное местоположение в виртуальном пространстве вдоль направления, определяемого угловым компонентом  $u$ ,  $v$ , при формировании описанной в настоящем документе системы поля голографии или светового поля.

Однако для специалиста в данной области техники будет очевидно, что существенная проблема технологий светового поля и голографического отображения возникает из-за неконтролируемого распространения энергии из-за конструкции, в которой строго не учитывают дифракцию, рассеяние, диффузию, угловое направление, калибровку, фокусировку, коллимирование, кривизну, однородность, взаимное влияние элементов, а также множество других параметров, которые обуславливают снижение эффективного разрешения, а также приводят к невозможности точного схождения энергии с достаточной точностью.

В одном варианте осуществления подход для избирательного распространения энергии для решения проблем, связанных с голографическим отображением, может включать элементы, ограничивающие распространение энергии и по существу заполняющие апертуры волновода почти сколлимированной энергией, определяемой пленоптической четырехмерной функцией, в окружающее пространство.

В одном варианте осуществления массив энергетических волноводов может определять для каждого элемента волновода множество путей распространения энергии, которая может проходить через эффективную апертуру элемента волновода в уникальных направлениях, определяемых заданной четырехмерной функцией, и по существу заполнять указанную апертуру для множества местоположений энергии вдоль непрерывной поверхности энергии, ограниченной одним или более элементами, размещенными для ограничения распространения каждого местоположения энергии для ее прохождения исключительно через один волноводный элемент.

В одном варианте осуществления множество доменов энергии может быть сконфигурировано внутри одного или между множеством энергетических волноводов для определения одного или более направлений распространения воспринимаемой энергии голографии, включая визуальные, акустические, тактильные или другие энергетические домены.

В одном варианте осуществления энергетические волноводы и непрерывная энергетическая поверхность сконфигурированы для приема и излучения одного или более доменов энергии для обеспечения двустороннего распространения энергии по всей системе.

В одном варианте осуществления энергетические волноводы выполнены с возможностью распространения энергии с нелинейным или нерегулярным распределением, включающим не содержащие энергию области пустоты, с применением кодированных цифровым способом, дифракционных, рефракционных, отражающих, с градиентным показателем преломления, голографических, френелевских или подобных конфигураций волновода для любой ориентации непрерывной энергетической поверхности, включая стену, стол, пол, потолок, помещение или другие среды с определенной геометрической конфигурацией. В еще одном варианте осуществления элемент энергетического волновода может быть выполнен с возможностью создания различных геометрических элементов, которые обеспечивают просмотр на поверхности с любым профилем и/или просмотр на ровной площадке, позволяя пользователям просматривать сформированные голографические изображения со всех сторон энергетической поверхности в конфигурации с углом обзора 360 градусов.

В одном варианте осуществления элементы массива энергетических волноводов могут быть отражающими поверхностями, а расположение указанных элементов может быть шестиугольным, квадратным, неправильным, полуправильным, изогнутым, неплоским, сферическим, цилиндрическим, наклонным постоянным, наклонным непостоянным, пространственно изменяющимся и/или многослойным.

Для любого компонента в пределах непрерывной энергетической поверхности волновод или компоненты устройства для передачи могут включать, без ограничений, оптическое волокно, кремний, стекло, полимер, устройства для передачи света, дифракционные, голографические, рефракционные или отражающие элементы, оптические пластины, сумматоры энергии, светоделители, призмы, поляризационные элементы, пространственные модуляторы света, активные пиксели, жидкокристаллические ячейки, прозрачные дисплеи или любые подобные материалы, обеспечивающие андерсоновскую локализацию или полное внутреннее отражение.

Реализация Holodeck:

Объединение в двусторонних системах непрерывной энергетической поверхности для стимуляции органов восприятия человека в голографических средах.

Можно создавать крупномасштабные среды систем непрерывной энергетической поверхности путем их размещения рядом друг с другом, сплавления, склеивания, присоединения и/или сшивания множества непрерывных энергетических поверхностей друг с другом с образованием систем произвольных размеров, форм, с произвольными профилями или конструктивными параметрами, включая целые помещения. Каждая система энергетической поверхности может содержать узел, имеющий основную конструкцию, энергетическую поверхность, устройства для передачи, волновод, устройства и электронное оборудование, которые в совокупности выполнены с возможностью двустороннего распространения, излучения, отражения или восприятия энергии голографии.

В одном варианте осуществления среду из размещенных рядом друг с другом систем с непрерывной энергией объединяют с образованием больших непрерывных плоских или изогнутых стен, включая установки, содержащие почти все или все поверхности в данной среде, и конфигурируют в виде какой-либо комбинации непрерывных, прерывистых плоских, многогранных, изогнутых, цилиндрических, сферических, геометрических форм или нерегулярных геометрических форм.

В одном варианте осуществления объединенные части плоских поверхностей образуют системы по размеру стены для театральных или осуществляемых по месту проведения мероприятия голографических представлений. В одном варианте осуществления объединенные части плоских поверхностей охватывают помещение с четырьмя-шестью стенами, включая потолок и пол, для обеспечения голографических инсталляций в замкнутом пространстве. В одном варианте осуществления объединенные части криволинейных поверхностей создают цилиндрическую непрерывную среду для обеспечения голографических инсталляций с эффектом присутствия. В одном варианте осуществления объединенные части непрерывных сферических поверхностей образуют голографический купол для обеспечения полного эффекта присутствия на основе технологии Holodeck.

В одном варианте осуществления объединение частей непрерывных изогнутых энергетических волноводов обеспечивают механические края, которые точно следуют рисунку вдоль границы элементов, ограничивающих распространение энергии, в конструкции энергетического волновода, в которой применяют склеивание, совмещение или сплавление смежных размещенных рядом друг с другом механических краев смежных поверхностей волновода, в результате чего получают модульную и непрерывную систему энергетических волноводов.

В другом варианте осуществления объединенной среды с размещенными рядом друг с другом элементами энергия распространяется в обе стороны одновременно для множества доменов энергии. В еще одном варианте осуществления энергетическая поверхность обеспечивает возможность одновременного отображения и захвата с помощью одной и той же энергетической поверхности с применением волноводов, выполненных таким образом, что данные светового поля могут быть спроецированы источником освещения через волновод и одновременно приняты посредством той же энергетической поверхности. В

еще одном варианте осуществления могут быть использованы дополнительные технологии определения глубины и активного сканирования для обеспечения взаимосвязи между распространением энергии и зрителем в правильных физических координатах. В еще одном варианте осуществления энергетическая поверхность и волновод могут излучать, отражать частоты или обеспечивать схождение частот таким образом, чтобы вызвать тактильные ощущения или объемную тактильную обратную связь. В некоторых вариантах осуществления возможно применение любой комбинации двустороннего распространения энергии и объединенных поверхностей.

В одном варианте осуществления система содержит энергетический волновод, способный осуществлять двустороннее излучение и восприятие энергии через энергетическую поверхность с помощью одного или более энергетических устройств, независимо сопряженных с сумматорами энергии с двумя или более путями для попарного соединения по меньшей мере двух энергетических устройств с одним и тем же участком непрерывной энергетической поверхности, или одно или более энергетических устройств прикрепляют за энергетической поверхностью рядом с дополнительным компонентом, прикрепленным к основной конструкции, или к месту перед полем зрения и за полем зрения волновода для внеосевого прямого или отраженного проецирования или восприятия, а результирующая энергетическая поверхность обеспечивает двустороннюю передачу энергии, позволяющую волноводу осуществлять схождение энергии, первому устройству излучать энергию и второму устройству воспринимать энергию, причем информацию обрабатывают для выполнения задач, связанных с машинным распознаванием образов, включающим, без ограничений, пленоптическое четырехмерное слежение за глазами и сетчаткой глаза или обнаружение интерференции в структуре распространяемой энергии, оценку глубины, приближение, отслеживание движения, создание изображения, цвета или звука, или другой анализ частоты энергии. В еще одном варианте осуществления отслеживаемые положения активно вычисляют и изменяют положения энергии на основании интерференции между двусторонними захваченными данными и информацией проецирования.

В некоторых вариантах осуществления множество комбинаций из трех энергетических устройств, содержащих ультразвуковой датчик, визуальный электромагнитный дисплей и ультразвуковое излучающее устройство, конфигурируют вместе для каждой из трех первых поверхностей передачи, распространяющих энергию, объединенных в единую вторую поверхность передачи энергии с каждой из трех первых поверхностей, имеющей технически предусмотренные свойства, специфичные для домена энергии каждого устройства, а два специализированных элемента волновода сконфигурированы для ультразвуковой и электромагнитной энергии, соответственно, для обеспечения возможности независимого направления и схождения энергии для каждого устройства и по существу не подвержены воздействию других элементов волнопроводов, которые сконфигурированы для отдельного домена энергии.

В некоторых вариантах осуществления раскрыта процедура калибровки, позволяющая эффективно осуществлять производство, устраняя системные артефакты, и выполнять геометрическое отображение результирующей энергетической поверхности с использованием технологий кодирования/декодирования, а также специализированных интегрированных систем для преобразования данных в откалиброванную информацию, подходящую для распространения энергии на основании откалиброванных файлов конфигурации.

В некоторых вариантах осуществления дополнительные последовательно соединенные энергетические волноводы и одно или более энергетических устройств могут быть объединены в систему для создания непрозрачных голографических пикселей.

В некоторых вариантах осуществления могут быть интегрированы дополнительные элементы волновода, содержащие элементы, ограничивающие распространение энергии, светоделители, призмы, активные параллаксные барьеры или технологии поляризации для обеспечения пространственного и/или углового разрешения, превышающего диаметр волновода, или для обеспечения сверхвысокого разрешения для других целей.

В некоторых вариантах осуществления раскрытая энергетическая система также может быть сконфигурирована как носимое двунаправленное устройство, такое как устройство виртуальной реальности (VR) или устройство дополненной реальности (AR). В других вариантах осуществления энергетическая система может содержать регулировочный оптический элемент(-ы), с помощью которого отображаемую или принимаемую энергию фокусируют вблизи определенной плоскости в пространстве для зрителя. В некоторых вариантах осуществления массив волнопроводов может быть включен в укрепляемый на голове голографический дисплей. В других вариантах осуществления система может включать множество оптических путей, чтобы зритель мог видеть как энергетическую систему, так и реальную окружающую обстановку (например, применяют прозрачный голографический дисплей). В этих случаях система может быть выполнена в виде ближнего поля в дополнение к другим способам.

В некоторых вариантах осуществления передача данных включает процессы кодирования с выбираемыми или переменными коэффициентами сжатия, для которых входные данные представляют собой произвольный набор данных из информации и метаданных; анализа указанного набора данных и приема или назначения свойств материала, векторов, идентификаторов поверхности, новых данных пикселей, формирующих более разреженный набор данных, причем принятые данные могут содержать: двумер-

ные, стереоскопические, многовидовые, метаданные, световое поле, голографические, геометрические данные, векторы или векторизованные метаданные, а кодер/декодер может обеспечивать возможность преобразования данных в режиме реального времени или в офлайн-режиме, включая обработку изображения: двумерные; двумерные данные плюс глубина, метаданные или другая векторизованная информация; стереоскопические, стереоскопические плюс глубина, метаданные или другая векторизованная информация; многовидовые данные; многовидовые данные плюс глубина, метаданные или другая векторизованная информация; голографические данные; или содержимое светового поля; с применением алгоритмов оценки глубины, с метаданными глубины или без них; а способ обратной трассировки лучей соответствующим образом отображает результирующие преобразованные данные, полученные путем обратной трассировки лучей, из различных двумерных, стереоскопических, многовидовых, объемных данных, светового поля или голографических данных в физические координаты с применением охарактеризовывающей планооптической четырехмерной функции. В этих вариантах осуществления общая требуемая передача данных может представлять собой на много порядков меньшую передаваемую информацию, чем необработанный набор данных светового поля.

Избирательное распространение энергии в световом поле и массивах голографических волноводов.

На фиг. 7 представлен перспективный вид сверху вниз варианта осуществления системы 100 энергетического волновода, выполненного с возможностью создания множества путей 108 распространения энергии. Система 100 энергетического волновода содержит массив энергетических волноводов 112, выполненных с возможностью направления через них энергии по множеству путей 108 распространения энергии. В одном варианте осуществления множество путей 108 распространения энергии проходят через множество местоположений 118 энергии от первой стороны 116 массива ко второй стороне 114 массива.

Как показано на фиг. 7 и фиг. 9Н, в одном варианте осуществления первое подмножество 290 множества путей 108 распространения энергии проходят через первое местоположение 122 энергии. Первый энергетический волновод 104 выполнен с возможностью направления энергии по первому пути 120 распространения энергии из первого подмножества 290 множества путей 108 распространения энергии. Первый путь 120 распространения энергии может определяться первым ведущим лучом 138, сформированным между первым местоположением 122 энергии и первым энергетическим волноводом 104. Первый путь 120 распространения энергии может содержать лучи 138А и 138В, сформированные между первым местоположением 122 энергии и первым энергетическим волноводом 104, которые первый энергетический волновод 104 направляет по путям, соответственно, 120А и 120В распространения энергии. Первый путь 120 распространения энергии может проходить от первого энергетического волновода 104 ко второй стороне массива 114. В одном варианте осуществления энергия направлена по первому пути 120 распространения энергии, который включает один или более путей распространения энергии между путями 120А и 120В распространения энергии или включающих пути 120А и 120В распространения энергии, которые направлены через первый энергетический волновод 104 в направлении, которое по существу параллельно углу распространения через вторую сторону 114 первого ведущего луча 138.

Варианты осуществления могут быть выполнены таким образом, чтобы энергия, направленная по первому пути 120 распространения энергии, могла выходить из первого энергетического волновода 104 в направлении, которое по существу параллельно путям 120А и 120В распространения энергии и первому ведущему лучу 138. Можно предположить, что путь распространения энергии, проходящий через элемент 112 энергетического волновода на вторую сторону 114, включает множество путей распространения энергии по существу с аналогичным направлением распространения.

На фиг. 8 представлен вид спереди варианта осуществления системы 100 энергетического волновода. Первый путь 120 распространения энергии может проходить ко второй стороне 114 массива 112, показанного на фиг. 7, в уникальном направлении 208, проходящем от первого энергетического волновода 104, которое определяется по меньшей мере первым местоположением 122 энергии. Первый энергетический волновод 104 может определяться пространственной координатой 204, а уникальное направление 208, которое определяется по меньшей мере первым местоположением 122 энергии, может определяться угловой координатой 206, определяющей направления первого пути 120 распространения энергии. Пространственная координата 204 и угловая координата 206 могут образовывать набор 210 четырехмерных планооптических координат, который определяет уникальное направление 208 первого пути 120 распространения энергии.

В одном варианте осуществления энергия, направленная по первому пути 120 распространения энергии через первый энергетический волновод 104, по существу заполняет первую апертуру 134 первого энергетического волновода 104 и распространяется по одному или более путей распространения энергии, которые пролегают между путями 120А и 120В распространения энергии и параллельны направлению первого пути 120 распространения энергии. В одном варианте осуществления один или более путей распространения энергии, которые по существу заполняют первую апертуру 134, могут составлять более 50% диаметра первой апертуры 134.

В предпочтительном варианте осуществления энергия, направленная по первому пути 120 распространения энергии через первый энергетический волновод 104, которая по существу заполняет первую

апертуру 134, может охватывать от 50% до 80% диаметра первой апертуры 134.

Возвращаясь к фиг. 7 и 9А-Н отметим, что в одном варианте осуществления система 100 энергетического волновода также может содержать компонент 124 для ограничения распространения энергии, который расположен таким образом, чтобы ограничивать распространение энергии между первой стороной 116 и второй стороной 114, а также ограничивать распространение энергии между смежными волноводами 112. В одном варианте осуществления компонент для ограничения распространения энергии выполнен с возможностью ограничения распространения энергии вдоль участка первого подмножества 290 множества путей 108 распространения энергии, которые не проходят через первую апертуру 134. В одном варианте осуществления компонент 124 для ограничения распространения энергии может быть расположен на первой стороне 116 между массивом энергетических волноводов 112 и множеством местоположений 118 энергии. В одном варианте осуществления компонент 124 для ограничения распространения энергии может быть расположен на второй стороне 114 между множеством местоположений 118 энергии и путями 108 распространения энергии. В одном варианте осуществления компонент 124 для ограничения распространения энергии может быть расположен на первой стороне 116 или второй стороне 114 перпендикулярно массиву энергетических волноводов 112 и множеству местоположений 118 энергии.

В одном варианте осуществления энергия, направленная по первому пути 120 распространения энергии, может сходитьсь с энергией, направленной по второму пути 126 распространения энергии через второй энергетический волновод 128. Первый и второй пути распространения энергии могут сходитьсь в местоположении 130 на второй стороне 114 массива 112. В одном варианте осуществления третий и четвертый пути 140, 141 распространения энергии также могут сходитьсь в местоположении 132 на первой стороне 116 массива 112. В одном варианте осуществления пятый и шестой пути 142, 143 распространения энергии также могут сходитьсь в местоположении 136 между первой и второй сторонами 116, 114 массива 112.

В одном варианте осуществления система 100 энергетического волновода может содержать конструкции для направления энергии, такие как: конструкция, выполненная с возможностью изменения углового направления проходящей через нее энергии, например, рефракционный, дифракционный, отражающий, с градиентным показателем, голографический или другой оптический элемент; конструкция, содержащая по меньшей мере одну числовую апертуру; конструкция, выполненная с возможностью перенаправления энергии по меньшей мере от одной внутренней поверхности; устройство для передачи света; и т.д. Следует учитывать, что волноводы 112 могут содержать любое одно из конструкции или материала или комбинацию конструкции или материала для двустороннего направления энергии, например:

- a) компоненты для рефракции, дифракции или отражения;
- b) цельные или комбинированные многоуровневые элементы;
- c) голографические оптические элементы и оптические устройства с цифровым кодированием;
- d) элементы, изготовленные способом 3D-печати, или литографические формы, или копии;
- e) линзы Френеля, решетки, зонные пластины, двухкомпонентные оптические элементы;
- f) светоотражающие элементы;
- g) волоконнооптические устройства с полным внутренним отражением или андерсоновской локализацией;
- h) оптическое устройство с градиентным показателем или различные материалы для согласования показателя преломления;
- i) стекло, полимер, газ, твердые вещества, жидкости;
- j) акустические волноводы;
- k) микро- и наноразмерные элементы; или же l) поляризаторы, призмы или светоделители.

В одном варианте осуществления системы энергетического волновода распространяют энергию в двух направлениях.

В одном варианте осуществления энергетические волноводы выполнены с возможностью распространения механической энергии.

В одном варианте осуществления энергетические волноводы выполнены с возможностью распространения электромагнитной энергии.

В одном варианте осуществления благодаря перемежению, наложению, отражению, объединению или обеспечению иным способом соответствующих свойств материала в одной или более конструкциях в элементе энергетического волновода и на одном или более уровнях, составляющих систему энергетического волновода, энергетические волноводы выполнены с возможностью одновременного распространения механической, электромагнитной энергии и/или других форм энергии.

В одном варианте осуществления энергетические волноводы распространяют энергию с различными соотношениями и и v соответственно в четырехмерной системе координат.

В одном варианте осуществления энергетические волноводы распространяют энергию с применением анаморфотной функции. В одном варианте осуществления энергетические волноводы содержат множество элементов вдоль пути распространения энергии.

В одном варианте осуществления энергетические волноводы непосредственно формируют из полированных поверхностей оптоволоконного устройства передачи.

В одном варианте осуществления система энергетического волновода содержит материалы, обладающие свойством поперечной андерсоновской локализации.

В одном варианте осуществления система энергетического волновода распространяет гиперзвуковые частоты для обеспечения схождения тактильного ощущения в объемном пространстве.

На фиг. 9А-Н представлены различные варианты осуществления компонента 124 для ограничения распространения энергии. Во избежание неверного толкования отметим, что эти варианты осуществления приведены в иллюстративных целях и никоим образом не ограничивают объем комбинаций или реализаций, включенных в объем настоящего раскрытия.

На фиг. 9А представлен вариант осуществления для множества местоположений 118 энергии, в котором компонент 251 для ограничения распространения энергии размещен вблизи поверхности местоположений 118 энергии и обладает определенными рефракционными, дифракционными, отражающими свойствами или другими свойствами, связанными с изменением энергии. Компонент 251 для ограничения распространения энергии может быть выполнен с возможностью ограничения первого подмножества путей 290 распространения энергии до меньшего диапазона путей 253 распространения путем ограничения распространения энергии по путям 252 распространения энергии. В одном варианте осуществления компонент для ограничения распространения энергии представляет собой устройство для передачи энергии с числовой апертурой менее 1.

На фиг. 9В представлен вариант осуществления для множества местоположений 118 энергии, в котором конструкция 254 для ограничения распространения энергии размещена перпендикулярно между областями местоположений 118 энергии, причем конструкция 254 для ограничения распространения энергии обладает поглощающей способностью и конструкция 254 для ограничения распространения энергии имеет определенную высоту вдоль пути 256 распространения энергии, что позволяет заблокировать некоторые пути 255 распространения энергии. В одном варианте осуществления конструкция 254 для ограничения распространения энергии имеет шестиугольную форму. В одном варианте осуществления конструкция 254 для ограничения распространения энергии имеет круглую форму. В одном варианте осуществления конструкция 254 для ограничения распространения энергии является неравномерной по форме или размеру вдоль любой ориентации пути распространения. В одном варианте осуществления конструкция 254 для ограничения распространения энергии встроена в другую конструкцию с дополнительными свойствами.

На фиг. 9С представлено множество местоположений 118 энергии, причем первая конструкция 257 для ограничения распространения энергии выполнена с возможностью по существу ориентирования энергии 259, распространяющейся через нее, в первом положении. Вторая конструкция 258 для ограничения распространения энергии выполнена с возможностью обеспечения распространения через нее энергии 260, которая по существу ориентирована в первом положении, и ограничения распространения энергии 260, ориентированной по существу отлично от первого положения. В одном варианте осуществления компонент 257, 258 для ограничения распространения энергии представляет собой сдвоенный элемент для поляризации энергии. В одном варианте осуществления компонент 257, 258 для ограничения распространения энергии представляет собой сдвоенный элемент для обеспечения полосы пропускания энергетической волны. В одном варианте осуществления компонент 257, 258 для ограничения распространения энергии представляет собой сдвоенный дифракционный волновод.

На фиг. 9D представлен вариант осуществления для множества местоположений 118 энергии, в котором компонент 261 для ограничения распространения энергии выполнен с возможностью изменения путей 263 распространения энергии в определенной степени в зависимости от того, через какие из множества местоположений 118 энергии проходят пути 263 распространения энергии. Элемент 261 для ограничения распространения энергии может однородно или неоднородно изменять пути 263 распространения энергии вдоль путей 263 распространения энергии, что позволяет заблокировать некоторые пути 262 распространения энергии. Конструкция 254 для ограничения распространения энергии размещена перпендикулярно между областями местоположений 118 энергии, конструкция 254 для ограничения распространения энергии обладает поглощающей способностью и конструкция 254 для ограничения распространения энергии имеет определенную высоту вдоль пути 263 распространения энергии, что позволяет заблокировать некоторые пути 262 распространения энергии. В одном варианте осуществления ограничивающий компонент 261 представляет собой полевую линзу. В одном варианте осуществления ограничивающий компонент 261 представляет собой дифракционный волновод. В одном варианте осуществления ограничивающий компонент 261 представляет собой изогнутую поверхность волновода.

На фиг. 9Е представлен вариант осуществления для множества местоположений 118 энергии, в котором компонент 264 для ограничения распространения энергии обладает поглощающей способностью для ограничения распространения энергии 266, в то же время позволяя энергии проходить по другим путям 267 ее распространения.

На фиг. 9F представлен вариант осуществления множества местоположений 118 энергии и множества энергетических волноводов 112, причем первая конструкция 268 для ограничения распространения

энергии выполнена с возможностью по существу ориентирования энергии 270, распространяющейся через нее, в первом положении. Вторая конструкция 271 для ограничения распространения энергии выполнена с возможностью обеспечения распространения через нее энергии 270, которая по существу ориентирована в первом положении, и ограничения распространения энергии 269, ориентированной по существу отлично от первого положения. Для дополнительного управления распространением энергии через систему, примером которого является распространение энергии 272 с рассеиванием, для конструкций 268, 271 для ограничения распространения энергии может потребоваться комбинированный компонент для ограничения распространения энергии для обеспечения распространения энергии строго по путям распространения.

На фиг. 9G представлен вариант осуществления для множества местоположений 118 энергии, в котором компонент 276 для ограничения распространения энергии обладает поглощающей способностью для ограничения распространения энергии вдоль пути 278 распространения энергии, в то же время позволяя другой энергии вдоль пути 277 распространения энергии проходить через пару энергетических волноводов 112 для обеспечения эффективной апертуры 284 в массиве волноводов 112. В одном варианте осуществления компонент 276 для ограничения распространения энергии содержит черный хром. В одном варианте осуществления компонент 276 для ограничения распространения энергии содержит поглощающий материал. В одном варианте осуществления компонент 276 для ограничения распространения энергии содержит массив прозрачных пикселей. В одном варианте осуществления компонент 276 для ограничения распространения энергии содержит анодированный материал.

На фиг. 9H представлен вариант осуществления, содержащий множество местоположений 118 энергии и множество энергетических волноводов 112, причем первая конструкция 251 для ограничения распространения энергии размещена вблизи поверхности местоположений 118 энергии и обладает определенными рефракционными, дифракционными, отражающими свойствами или другими свойствами, связанными с изменением энергии. Конструкция 251 для ограничения распространения энергии может быть выполнена с возможностью ограничения первого подмножества путей 290 распространения энергии до меньшего диапазона путей 275 распространения путем ограничения распространения энергии по путям 274 распространения энергии. Вторая конструкция 261 для ограничения распространения энергии выполнена с возможностью изменения путей 275 распространения энергии в определенной степени в зависимости от того, через какие из множества местоположений 118 энергии проходят пути 275 распространения энергии. Конструкция 261 для ограничения распространения энергии может однородно или неоднородно изменять пути 275 распространения энергии, что позволяет заблокировать некоторые пути 274 распространения энергии. Третья конструкция 254 для ограничения распространения энергии размещена перпендикулярно между областями местоположений 118 энергии. Конструкция 254 для ограничения распространения энергии обладает поглощающей способностью и имеет определенную высоту вдоль пути 275 распространения энергии, что позволяет заблокировать некоторые пути 274 распространения энергии. Компонент 276 для ограничения распространения энергии обладает поглощающей способностью для ограничения распространения энергии 280, в то же время позволяя энергии 281 проходить через него. Комбинированная система из схожих или различных элементов 112 волновода выполнена с возможностью по существу заполнения эффективной апертуры 285 элемента волновода энергией из множества местоположений 118 энергии и изменения пути 273 распространения энергии, определяемого конкретной системой.

В одном варианте осуществления компонент 124 для ограничения распространения энергии может содержать конструкцию для снижения мощности или изменения путей распространения энергии. В одном варианте осуществления компонент 124 для ограничения распространения энергии может содержать одно или более из поглощающих энергию элементов или стенок, расположенных внутри системы, для ограничения прохождения энергии в волноводы 112 или из них. В одном варианте осуществления компонент 124 для ограничения распространения энергии может содержать заданную числовую апертуру, расположенную внутри системы 100 для ограничения углового распределения энергии, проходящей в волновод 112 и из него.

В одном варианте осуществления компонент 124 для ограничения распространения энергии может содержать одну или более блокирующих энергию стенок, конструкций, металл, пластмассу, стекло, эпоксидную смолу, пигмент, жидкость, технологии отображения или другой поглощающий или конструкционный материал с определенной толщиной между плоскостью местоположений 122 энергии и плоскостью массива волноводов с пустотами или конструкциями размером вплоть до шага диаметра апертуры волновода.

В одном варианте осуществления конструкция 124 для ограничения распространения энергии расположена вблизи первого местоположения 122 энергии и содержит пластину устройства для передачи света рядом с первым местоположением 122 энергии. В одном варианте осуществления компонент 124 для ограничения распространения энергии может содержать пластину устройства для передачи света, содержащую одну или более пространственно постоянных или изменяющихся числовых апертур, причем величина числовой апертуры существенно ограничивает угловое распределение энергии, проходящей в волновод 112 и из него. Например, вариант осуществления числовой апертуры может быть выполнен с

возможностью обеспечения углового распределения, которое в два или примерно в два раза превышает поле зрения, образованное между местоположением энергии и перпендикулярное центру действительно-го размера элемента волновода, входной зрачок, апертуру или другой физический параметр для распространения энергии, для обеспечения внеосевого коэффициента заполнения для заданной апертуры 134 волновода.

В одном варианте осуществления компонент 124 для ограничения распространения энергии может содержать двухкомпонентный элемент, элемент с градиентным показателем, френелевский, голографический оптический элемент, зонную пластину или другой дифракционный оптический элемент, который изменяет путь энергетических волн через систему, для уменьшения рассеяния, диффузии, рассеянного света или хроматической аберрации. В одном варианте осуществления компонент 124 для ограничения распространения энергии может содержать положительный или отрицательный оптический элемент в местоположении или около местоположения, в котором изменяется путь распространения энергии для дополнительного увеличения коэффициента заполнения апертуры 134 волновода или уменьшения доли рассеянного света. В одном варианте осуществления компонент 124 для ограничения распространения энергии может содержать активный или пассивный поляризованный элемент в сочетании со вторым активным или пассивным поляризованным элементом, выполненным с возможностью обеспечения пространственного или временного мультиплексного ослабления определенных областей местоположения 122 энергии, апертуры 134 волновода или других областей. В одном варианте осуществления компонент 124 для ограничения распространения энергии может содержать активную или пассивную апертурную барьерную диафрагму, выполненную с возможностью обеспечения пространственного или временного мультиплексного ослабления определенных областей местоположения 122 энергии, апертуры 134 волновода или других областей. В одном варианте осуществления компонент 124 для ограничения распространения энергии содержит любое из следующего или любую их комбинацию:

- a) физические конструкции в виде перегородки для энергии;
- b) объемные, сужающиеся или многогранные механические конструкции;
- c) апертурные диафрагмы или маски;
- d) устройства для передачи света и управляемые числовые апертуры;
- e) компоненты для обеспечения рефракции, дифракции или отражения;
- f) светоотражающие элементы;
- g) цельные или комбинированные многоуровневые элементы;
- h) голографические оптические элементы и оптические устройства с цифровым кодированием;
- i) элементы, изготовленные способом 3D-печати, или литографические формы, или копии;
- j) линзы Френеля, решетки, зонные пластины, двухкомпонентные оптические элементы;
- k) волоконно-оптические устройства с полным внутренним отражением или андерсоновской локализацией;
- L) оптические устройства с градиентным показателем или различные материалы для согласования показателя преломления;
- m) стекло, полимер, газ, твердые вещества, жидкости;
- n) милли-, микро- и наномасштабные элементы; а также
- o) поляризаторы, призмы или светоделители.

В одном варианте осуществления конструкция 124 для ограничения распространения энергии может быть выполнена с возможностью включения гексагонально упакованных блокирующих энергию перегородок, выполненных с возможностью образования пустот, которые сужаются вдоль оси Z с уменьшением размера пустот при достижении местоположения апертурной диафрагмы системы волновода. В другом варианте осуществления конструкция 124 для ограничения распространения энергии может быть выполнена с возможностью включения гексагонально упакованных блокирующих энергию перегородок, соединенных с пластиной устройства для передачи света. В другом варианте осуществления конструкция 124 для ограничения распространения энергии может быть выполнена с возможностью включения гексагонально упакованных блокирующих энергию перегородок с заполнением энергией с заданным показателем преломления для дополнительного изменения пути проецирования энергетической волны на массив энергетических волноводов и от него. В другом варианте осуществления дифракционный или рефракционный элемент может быть размещен на блокирующей энергию перегородке, прикреплен или присоединен к блокирующей энергию перегородке с определенным заданным значением для волновода для дополнительного изменения пути проецирования энергии на элементы 112 волновода и от них. В другом примере конструкция 124 для ограничения распространения энергии может быть образована в виде единого механического узла, а массив 112 энергетических волноводов может быть размещен на собранном компоненте 124 для ограничения распространения энергии, прикреплен или присоединен к собранному компоненту 124 для ограничения распространения энергии. Следует учитывать, что для обеспечения других конфигураций энергетических волноводов или аспектов сверхвысокого разрешения могут быть использованы другие реализации.

В одном варианте осуществления конструкция 124 для ограничения распространения энергии может быть расположена вблизи первого местоположения 122 энергии и в целом проходит в направлении

первого энергетического волновода 104. В одном варианте осуществления конструкция 124 для ограничения распространения энергии может быть расположена вблизи первого энергетического волновода 104 и в целом проходит в направлении первого местоположения 122 энергии.

В одном варианте осуществления компоненты для ограничения распространения энергии выполнены с возможностью ограничения распространения электромагнитной энергии.

В одном варианте осуществления компоненты для ограничения распространения энергии выполнены с возможностью ограничения распространения механической энергии.

В одном варианте осуществления благодаря перемежению, наложению, отражению, объединению или обеспечению иным способом соответствующих свойств материала в одной или более конструкциях в компоненте для ограничения распространения энергии и на одном или более уровнях, составляющих систему энергетического волновода, компоненты для ограничения распространения энергии выполнены с возможностью одновременного ослабления механической, электромагнитной энергии и/или других форм энергии.

В одном варианте осуществления массив энергетических волноводов может быть выполнен с возможностью образования плоской поверхности или изогнутой поверхности требуемой формы. на фиг. 13 представлена иллюстрация варианта осуществления 1100 с массивом энергетических волноводов 1102, расположенных в изогнутой конфигурации.

Варианты осуществления настоящего изобретения могут быть выполнены с возможностью направления энергии с любой длины волны, относящейся к электромагнитному спектру, включая видимый свет, ультрафиолетовое излучение, инфракрасное излучение, рентгеновское излучение и т. д. Настоящее раскрытие также может быть выполнено с возможностью направления других форм энергии, таких как акустические звуковые колебания и волны тактильного давления.

На фиг. 10 представлена иллюстрация дополнительного варианта осуществления системы 300 энергетического волновода. Система 300 энергетического волновода может содержать множество путей 304 распространения энергии и может содержать отражающий элемент 314, содержащий первый отражатель 306, расположенный на первой стороне 310 отражающего элемента 314, причем первый отражатель 306 содержит одну или более образованных в нем апертурных диафрагм 316, и второй отражатель 308, расположенный на второй стороне 312 отражающего элемента 314, причем второй отражатель 308 содержит одну или более образованных в нем апертурных диафрагм 318. Первый и второй отражатели 306, 308 выполнены с возможностью направления энергии по множеству путей 304 распространения энергии, проходящих через апертурные диафрагмы первого и второго отражателей 316, 318 и множество местоположений 320 энергии на первой стороне 310 отражающего элемента 314. Первое подмножество 322 множества путей 304 распространения энергии проходит через первое местоположение 324 энергии. Отражающий элемент 314 выполнен с возможностью направления энергии по первому пути 326 распространения энергии из первого подмножества 322 множества путей 304 распространения энергии.

В одном варианте осуществления первый путь 326 распространения энергии может определяться первым ведущим лучом 338, сформированным между первым местоположением 324 энергии и первой апертурной диафрагмой 328 первого отражателя 306. Первый путь 326 распространения энергии может проходить от первой апертурной диафрагмы 330 второго отражателя 308 ко второй стороне 312 отражающего элемента 314 в уникальном направлении, проходящем от первой апертурной диафрагмы 330 второго отражателя 308, которое определяется по меньшей мере первым местоположением 324 энергии.

В одном варианте осуществления энергия, направленная по первому пути 326 распространения энергии, по существу заполняет первую апертурную диафрагму 328 первого отражателя 306 и первую апертурную диафрагму 330 второго отражателя 308.

В одном варианте осуществления компонент 332 для ограничения распространения энергии может быть выполнен с возможностью ограничения распространения энергии вдоль участка 350 первого подмножества 322 множества путей 304 распространения энергии, которые не проходят через первую апертурную диафрагму 328 первого отражателя 306.

В одном варианте осуществления, в котором энергия представляет собой свет и энергетический волновод выполнен с возможностью направления указанного света, при наличии идеальной параболической конструкции любой луч, который проходит через фокус или от фокуса первого отражателя, будет отражен параллельно оптической оси, отражен от второго отражателя, а затем передан под тем же углом в обратной ориентации.

В одном варианте осуществления первый отражатель и второй отражатель имеют разные фокусные расстояния для обеспечения различного увеличения энергетической информации и/или изменения углового перекрытия поля зрения, когда зритель, находящийся над поверхностью второго отражателя, будет видеть отраженную информацию. Апертурные диафрагмы могут быть разных размеров для различных целей проектирования в сочетании с различными фокусными расстояниями.

Предложен дополнительный вариант осуществления, в котором обе отражающие поверхности являются коническими, многогранными, изогнутыми с образованием нелинейной формы или иным образом. Вид этой кривизны имеет решающее значение для обеспечения того, чтобы отображаемая информация и просматриваемая информация могли иметь нелинейную зависимость для изменения или упроще-

ния обработки сигналов.

В одном варианте осуществления энергетические волноводы содержат гибкие отражающие поверхности, способные динамически изменять профиль отражающей поверхности для изменения пути распространения энергии через систему энергетического волновода.

В одном варианте осуществления дополнительные волноводы, включая, без ограничений, отражающие или оптические элементы, материалы с двойным лучепреломлением, жидкостные линзы, рефракционные, дифракционные, голографические элементы или т.п., могут быть расположены в любом месте пути распространения энергии. Согласно этому подходу в одном таком варианте осуществления предложена такая конструкция, что при просмотре углы обзора имеют значительно отличающееся положение по сравнению с апертурной диафрагмой, а в фокусное расстояние будет обеспечено иным образом. на фиг. 11 показано одно из таких применений данного подхода.

Фиг. 11 является иллюстрацией варианта осуществления системы 700 энергетического волновода. Система 700 энергетического волновода содержит первый и второй отражатели, соответственно, 702 и 704. В фокусе второго отражателя 702 расположены дополнительные оптические элементы 706 и ограничитель 707 распространения энергии, расположенный перпендикулярно местоположению 708 энергии. Дополнительные оптические элементы выполнены с возможностью оказания влияния на пути распространения энергии для энергии, распространяющейся по системе 700 энергетического волновода. Дополнительные элементы волновода могут быть включены в систему 700 энергетического волновода или дополнительные системы энергетического волновода могут быть размещены в пути распространения энергии.

В одном варианте осуществления массив элементов энергетического волновода может включать:

- a) Гексагональную упаковку массива энергетических волноводов;
- b) Квадратную упаковку массива энергетических волноводов;
- c) Упаковку массива энергетических волноводов неправильной или полуправильной формы;
- d) Изогнутый или неплоский массив энергетических волноводов;
- e) Сферический массив энергетических волноводов;
- f) Цилиндрический массив энергетических волноводов;
- g) Наклонный массив энергетических волноводов регулярной формы;
- h) Наклонный массив энергетических волноводов нерегулярной формы;
- i) Пространственно изменяющийся массив энергетических волноводов;
- j) Многоуровневый массив энергетических волноводов.

На фиг. 12 показаны отличия между квадратной упаковкой 901, шестигранной упаковкой 902 и нерегулярной упаковкой 903 массива элементов энергетического волновода.

Энергетические волноводы могут быть изготовлены на стеклянной или пластмассовой подложке с включением, в частности, элементов для передачи света, если это необходимо, и могут быть выполнены с применением стеклянных или пластмассовых оптических элементов, в частности, включая устройства для передачи света, также в случае необходимости. Кроме того, энергетический волновод может быть многогранным для конструкций, которые содержат множество путей распространения, или другие ориентации столбца/ряда, или ориентации в виде шахматной доски, в частности, рассматривают, без ограничений, множество путей распространения, разделенных светоделителями или призмами, или конфигурации волноводов с размещенными рядом друг с другом элементами, которые могут быть размещены встык, или единую монолитную пластину, или размещенные рядом друг с другом элементы с изогнутым расположением (например, многогранный цилиндр или сферическая форма с изменениями геометрической формы размещенных рядом друг с другом элементов для их сопряжения, соответственно), причем изогнутые поверхности включают, без ограничений, сферическую и цилиндрическую поверхности или любую другую произвольную геометрическую форму, требуемую для конкретного варианта применения.

В одном варианте осуществления, в котором массив энергетических волноводов имеет изогнутую конфигурацию, изогнутый волновод может быть изготовлен путем термообработки или путем непосредственного изготовления на изогнутых поверхностях с включением элементов для передачи света.

В одном варианте осуществления массив энергетических волноводов может примыкать к другим волноводам и может покрывать целые стены, и/или потолки, и/или помещения в зависимости от конкретного варианта применения. Волноводы могут быть выполнены с возможностью монтажа непосредственно сверху или снизу подложки. Волновод может быть выполнен с возможностью сопряжения непосредственно с энергетической поверхностью или смещения с воздушным зазором или с другой средой смещения. Волновод может содержать устройство для выравнивания для обеспечения возможности активной или пассивной фокусировки плоскости в качестве постоянного приспособления или элемента инструментальных средств. Описанные геометрические формы позволяют оптимизировать угол зрения, определяемый перпендикуляром к элементу волновода и отображаемым изображениям. Для очень большой плоской энергетической поверхности большинство угловых дискретных значений в левой и крайней правой частях поверхности находятся в основном за пределами зоны видимости для окружающего пространства. Для этой же энергетической поверхности с изогнутым контуром и изогнутым волноводом возможность использования большей части этих распространяющихся лучей с образованием сходящего-

ся объема значительно возрастает. Однако это обеспечивают в ущерб пригодной для использования информации в положении вне оси. Как правило, специфика применения конструкции определяет, какая из предложенных конструкций будет реализована. Кроме того, волновод может быть выполнен с элементом, имеющим конструкцию регулярной, неодинаковой в разных условиях или зонированной формы, и может быть изготовлен с дополнительным элементом волновода для наклона указанного элемента к заданной оси волновода.

В вариантах осуществления, в которых энергетические волноводы представляют собой линзы, эти варианты осуществления могут включать как выпуклые, так и вогнутые линзы и могут включать изготовление линз непосредственно на поверхности устройства для передачи света. Это может включать деструкционные или аддитивные способы изготовления элементарных линз, которые включают удаление материала с формованием или штампованием и профилирование элементарной линзы или непосредственное создание копии, изготовленной непосредственно на этой поверхности.

Один вариант осуществления может включать многоуровневую конструкцию волновода, которая обеспечивает дополнительные варианты оптимизации и управления углом распространения энергии. Все вышеуказанные варианты осуществления могут быть объединены вместе независимо или в сочетании с этим подходом. В одном варианте осуществления может быть предусмотрена многоуровневая конструкция с наклонными конструкциями волновода на первом элементе волновода и зонально изменяющейся конструкцией для второго элемента волновода.

Один вариант осуществления включает проектирование и изготовление волновода с жидкостными линзами на элементе или области, соединенными друг с другом в виде единого волновода. Дополнительная конструкция согласно этому подходу содержит одиночную электрическую ячейку волновода с двойным лучепреломлением или жидкостной линзой, которая может одновременно изменять весь массив волноводов. Эта конструкция обеспечивает возможность динамического управления эффективными параметрами волновода системы без изменения конструкции волновода.

В одном варианте осуществления, выполненном с возможностью прямого освещения, с применением любой комбинации приведенной в настоящем документе информации можно обеспечить настенное двумерное световое поле или голографическое отображение. Настенная конфигурация выполнена таким образом, что зритель смотрит на изображение, которое может отображаться спереди, позади спроектированной поверхности дисплея или на ней. При таком подходе угловое распределение лучей может быть однородным или может характеризоваться повышенной плотностью при любом конкретном размещении в пространстве в зависимости от конкретных требований к отображению. Таким образом, можно сконфигурировать волноводы для изменения углового распределения в зависимости от профиля поверхности. Например, для заданного расстояния перпендикулярно поверхности дисплея и плоскому массиву волноводов оптически совершенный волновод обеспечит повышенную плотность перпендикулярно центру дисплея с постепенным увеличением расстояния разделения луча вдоль данного перпендикулярного отрезка до дисплея. И наоборот, если наблюдать лучи радиально относительно дисплея, когда зритель поддерживает постоянным расстояние между глазами и центральной точкой дисплея, наблюдаемые лучи будут иметь постоянную плотность во всем поле зрения. В зависимости от ожидаемых условий просмотра свойства каждого элемента могут быть оптимизированы путем изменения функций волновода для создания любого возможного распределения лучей для улучшения впечатлений от просмотра для любой такой среды.

На фиг. 14 представлена иллюстрация варианта осуществления 1200, на которой показано, как функция 1202 одного элемента волновода может обеспечить идентичное распределение энергии 1204 во всей среде 1206 просмотра в радиальном направлении, тогда как та же функция 1202 элемента волновода при распространении до плоскости на расстоянии 1208, которая является постоянной и параллельной поверхности 1210 волновода, по-видимому, будет обеспечивать повышенную плотность в центре 1212 поверхности волновода элемента волновода и уменьшенную плотность дальше от центра 1212 поверхности волновода.

На фиг. 15 представлен вариант осуществления 1300, который иллюстрирует конфигурирование функций 1302 элемента волновода для обеспечения однородной плотности на плоскости, удаленной на постоянное расстояние 1304 и параллельной поверхности 1306 волновода, которая одновременно обеспечивает кажущуюся меньшую плотность в центре 1310 поверхности 1306 волновода при измерении около радиуса 1308 около центра поверхности 1306 волновода.

Способность к генерированию функции волновода, которая изменяет частоту дискретизации с изменением расстояния до поля, является аспектом различных искажений волновода и известна в данной области техники. Как правило, наличие искажений нежелательно для функции волновода, однако для целей проектирования элемента волновода все эти характеристики заявлены как преимущества для возможности дополнительного управления распространяющейся энергией и ее распределения в зависимости от конкретной требуемой зоны видимости. Это может потребовать добавления множества функций, или уровней, или градиента функций по всему массиву волноводов в зависимости от требований к зоне видимости.

В одном варианте осуществления указанные функции также оптимизируют путем применения изо-

гнутой поверхности энергетической поверхности и/или массива волноводов. Изменение нормали угла ведущего луча по отношению к самой энергетической поверхности также может повысить эффективность и может потребоваться функция, отличная от плоской поверхности, хотя по-прежнему применяют градиент, изменение и/или оптимизацию функции волновода.

Кроме того, используя результирующий оптимизированный массив волноводов с применением способов сборки волновода можно дополнительно увеличить эффективный размер волновода путем размещения рядом друг с другом каждого из волноводов и систем с обеспечением требуемых размеров или конструктивных параметров. Важно отметить, что массив волноводов может иметь артефакт в виде шва в отличие от энергетической поверхности из-за отражений, возникающих между любыми двумя отдельными подложками, явной разницы в контрасте на механическом шве или из-за схемы упаковки в виде неквадратной сетки любой формы. Для нейтрализации этого эффекта может быть создан больший единый волновод, между краями любых двух поверхностей могут быть использованы материалы для согласования рефракции или регулярные конструкции волновода в виде сетки могут быть использованы для обеспечения того, что элементы не будут разделены между двумя поверхностями волновода, и/или может быть использована высокоточная резка между компонентами для ограничения распространения энергии и соединение вдоль неквадратной конструкции волновода в виде сетки.

При таком подходе можно создавать двумерные изображения в масштабе помещения, световое поле и/или голографические отображения. Эти отображения могут быть непрерывными по всем большим плоским или изогнутым стенам, могут быть выполнены с возможностью покрытия всех стен кубическим способом или могут быть выполнены в изогнутой конфигурации, которая предполагает формирование либо формы цилиндрического типа, либо сферической формы для увеличения эффективного угла обзора всей системы.

В качестве альтернативы можно создать функцию волновода, позволяющую отклонять распространяемую энергию, по существу исключая область, которая является нежелательной при требуемом угле зрения и обуславливает неоднородное распределение распространения энергии. Для этого можно реализовать оптический профиль в форме Тельца, кольцевую линзу, массив концентрических призм, функцию Френеля или дифракции, двухкомпонентную, дифракционную, голографическую и/или любую другую конструкцию волновода, которая способна обеспечить большую апертуру и меньшее фокусное расстояние (которая в данном случае будет упоминаться как "элементарная линза Френеля"), чтобы обеспечить возможность практического формирования одно- или многоэлементного (или многоуровневого) массива волноводов Френеля. Он может быть объединен или не объединен с дополнительным оптическим устройством, включая дополнительный массив волноводов, в зависимости от конфигурации волновода.

Для обеспечения больших углов распространения энергии (например, 180 градусов) требуется очень малое эффективное  $f$ -число (например,  $<f/0,5$ ) и для обеспечения того, чтобы не возникало четырехмерное "дискообразное перевертывание" (возможность наблюдения для луча от одного элемента волновода нежелательных местоположений энергии под каким-либо вторым элементом волновода), дополнительно требуется, чтобы фокусное расстояние было соответствующим образом согласовано с требуемым углом зрения. Это означает, что для обеспечения зоны видимости приблизительно 160 градусов требуется линза приблизительно  $f/0,17$  и приблизительно согласованное фокусное расстояние, составляющее приблизительно 0,17 мм.

На фиг. 16 представлен вариант осуществления 1400, в котором множество энергетических волноводов содержат дифракционные элементы 1402 волновода и показан одна предложенная конструкция, а именно измененная конструкция 1404 элемента волновода Френеля, которая эффективно обеспечивает чрезвычайно малое фокусное расстояние и низкое  $f$ -число, при этом направляя лучи энергии в точно определенные местоположения 1406.

На фиг. 17 показан вариант осуществления 1500, в котором множество энергетических волноводов содержат элементы 1502 и показано, как такая конфигурация 1506 волновода может быть использована в массиве для обеспечения максимальной плотности распространения луча для требуемой зоны 1504 видимости.

Еще один вариант предложенной измененной конфигурации волновода предусматривает способ обеспечения радиально-симметричных или спиральных колец или же наклона двух или более материалов вдоль одной или обеих из поперечной или продольной ориентации с показателем преломления, разделенным на заданное число, причем шаг каждого кольца связан с диаметром  $X$ , где  $X$  может быть постоянной или переменной величиной.

В еще одном варианте осуществления равномерное или нелинейное распределение всех лучей обеспечивают с помощью измененных конфигураций волновода для настенного монтажа и/или конструкций волновода для установки на стол, а также всех конструкций волновода для помещения или внешней среды, в которых множество волноводов размещают рядом друг с другом, или без их применения.

С помощью массива волноводов можно создавать плоскости проецируемого света, которые сходятся в пространстве в местоположении, которое не расположено на поверхности самого дисплея. При определении траектории этих лучей хорошо видны геометрические аспекты и то, как сходящиеся лучи мо-

гут отображаться как на экране (на некотором удалении от зрителя), так и вне экрана (в направлении зрителя) или одновременно в обоих местоположениях. Поскольку плоскости удалены от зрителя на плоских дисплеях с традиционными конструкциями массивов волноводов, для указанных плоскостей, как правило, увеличивается усеченный конус точки зрения и они могут быть перекрыты физическим кадром самого дисплея в зависимости от количества задействованных источников освещения. Напротив, когда плоскости перемещают в направлении зрителя на плоских дисплеях с традиционными конструкциями массивов волноводов, для указанных плоскостей, как правило, сжимается усеченный конус точки зрения, но они видны со всех сторон в указанном местоположении, пока зритель находится под углом, под которым энергия падает на глаз, а виртуальная плоскость не перемещается за угол, образованный между зрителем и дальним краем активной области отображения.

В одном варианте осуществления наблюдаемое двумерное изображение или изображения отображаются вне экрана.

В другом варианте осуществления наблюдаемое двумерное изображение или изображения отображаются на экране.

В другом варианте осуществления наблюдаемое двумерное изображение или изображения одновременно отображаются как на экране, так и вне экрана.

В другом варианте осуществления наблюдаемое двумерное изображение или изображения отображаются в сочетании с другими объемными элементами или отображаются в виде текста для другой графической конструкции или для обеспечения интерактивности.

В другом варианте осуществления наблюдаемое двумерное изображение или изображения отображаются с более высоким эффективным двумерным разрешением по сравнению с физическим количеством  $X$  и  $Y$  элементов волновода, которое в противном случае можно было бы предположить из-за способности лучей сходиться с более высокой плотностью в пространстве по сравнению с физическими элементами.

Новизна этого подхода заключается в том, что вполне возможно изготовить голографический дисплей, который обеспечивает возможности, касающиеся объемной визуализации и отображения двумерных изображений с очень высоким разрешением без необходимости в применении какого-либо дополнительного механического или электронного устройства или изменений волноводов на дисплее для заметного для зрителя переключения между плоскими и объемными изображениями или создания других интересных эффектов.

С помощью этого свойства можно программно изолировать определенные источники освещения, представляемые зрителю, которые видимы только под заданными углами к дисплею.

В одном варианте осуществления один пиксель или группу пикселей подсвечивают под каждым элементом волновода под углом, который триангулируют относительно глаза зрителя и представляют изображение, которое можно видеть только из положения этого зрителя в пространстве.

В другом варианте осуществления второй источник освещения или группу источников освещения одновременно применяют для триангуляции в положение, из которого их может видеть только второй зритель, и содержит изображение, которое может быть таким же как первое изображение или отличным от первого изображения, представленного первому зрителю. Во избежание неверного толкования отметим, что может присутствовать  $X$  адресуемых точек зрения, где  $X$  представляет собой количество отдельно адресуемых точек зрения, которое может быть равно единице или большему числу.

В другом варианте осуществления эти изображения отображают с применением датчиков и алгоритмов отслеживания движения глаз, сетчатки глаза, объектов или подобных датчиков и алгоритмов отслеживания, известных в данной области техники, для динамического изменения местоположения подсветки пикселя для динамического отображения изображений в триангулированном местоположении между зрителем и пикселями под каждым элементом волновода. Этот способ может быть применен в отношении одного или более зрителей. Отслеживание могут выполнять как двумерный или как трехмерный/стереоскопический способ или же способ с использованием других технологий определения глубины, известных в данной области техники.

В одном варианте осуществления первая и вторая области имеют параболический профиль, причем фокус первой области расположен на вершине второй области, фокус второй области расположен на вершине первой области, поверхность отображения расположена на отверстии, расположенном на вершине второй области, а отверстие, эквивалентное по диаметру поверхности отображения, представленной на вершине второй области, расположено на вершине первой области. При таком подходе изображение на поверхности отображения будет находиться над поверхностью при отсутствии каких-либо физических поверхностей, поскольку наблюдаемые лучи, которые проходят через фокус второй области от внеосевой точки зрения, будут отражаться от поверхности второй области и будут параллельны первой поверхности, а затем под тем же углом от наблюдаемого положения в обратной ориентации от первой области к поверхности отображения.

В одном варианте осуществления система с двойным параболическим устройством для передачи содержит две отражающие области, фокус каждой из которых расположен на вершине альтернативного отражателя, поверхность отображения, расположенную на вершине второй области, и отверстие, эквива-

лентное по диаметру представленной поверхности дисплея, расположенной на первой области, создающей виртуальное изображение на поверхности дисплея. В случае использования массива волноводов, голографического отображения или отображения светового поля наблюдаемые изображения сохраняют характер голографических данных, а также отображаются, как находящиеся в пространстве при отсутствии физической поверхности отображения.

В другом варианте осуществления местоположение фокуса двух областей отличается для обеспечения увеличения или уменьшения. Во втором варианте осуществления указанные области имеют согласованные фокусные расстояния и смещены на расстояние, большее фокусного расстояния, для создания виртуального изображения с большим увеличением.

В другом варианте осуществления параболические профили изготавливают с обеспечением определенной формы, в результате чего возникают различные положения наблюдения относительно дисплея с обеспечением различных геометрических форм поверхности отображения, или другого требуемого угла обзора, или состояния.

В другом варианте осуществления указанные области содержат множество граней для независимо распространения лучей света областью с гранями, а не выполнены в виде сингулярной поверхности.

В другом варианте осуществления отражающая поверхность образована из устройств для передачи энергии таким образом, что угол ведущего луча (CRA) энергетической поверхности превышает угол обзора, возможный для кривой, примененной в отношении одной или более поверхностей, причем первая поверхность, которая в противном случае была бы отражающей поверхностью, имеет определенный геометрический профиль и вторая поверхность на другом конце элемента волновода имеет определенный геометрический профиль, а в совокупности они имеют CRA, который обеспечивает отражение энергии из положения зрителя, причем на второй поверхности может быть реализовано добавление панелей энергетических поверхностей, таким образом, обеспечивают энергетическую информацию, которую невозможно наблюдать из прямого положения зрителя, но косвенно могут быть обеспечены энергетическая информация посредством одной или более отражающих поверхностей и связанный с ней способ калибровки, требуемый для вычисления данных отраженного изображения, а именно наблюдаемых в конечном итоге данных.

Хотя выше были описаны различные варианты осуществления согласно раскрытым в данном документе принципам, следует понимать, что они представлены исключительно в качестве примера и не являются ограничивающими. Таким образом, охват и объем настоящего изобретения(-ий) не должны ограничиваться каким-либо из вышеописанных примеров осуществления, а должны определяться исключительно формулой изобретения и ее эквивалентами, вытекающими из этого раскрытия. Кроме того, вышеупомянутые преимущества и признаки, приведенные в описанных вариантах осуществления, не ограничивают применение такой изданной формулы изобретения в отношении процессов и конструкций, частично или полностью реализующих вышеуказанные преимущества.

Следует понимать, что основные признаки этого раскрытия могут быть использованы в различных вариантах осуществления без отступления от объема раскрытия. Специалисты в данной области техники смогут выявить или установить, используя не более чем стандартные эксперименты, многочисленные эквиваленты конкретных процедур, описанных в настоящем документе. Такие эквиваленты считаются входящими в объем настоящего раскрытия и охватываются формулой изобретения.

Кроме того, заголовки разделов в настоящем документе приведены для связности с предложениями в соответствии с 37 CFR 1.77 или др. для обеспечения организации информации. Эти заголовки не должны ограничивать или характеризовать настоящее изобретение(-я), изложенное в каком-либо пункте формулы изобретения, вытекающем из этого раскрытия. В частности, и в качестве примера, хотя заголовки относятся к разделу "Область техники", такие пункты формулы изобретения не должны ограничиваться формулировкой под этим заголовком для описания так называемой области техники. Кроме того, описание технологии в разделе "Уровень техники" не следует рассматривать как допущение того, что эта технология является предшествующим уровнем техники для любого изобретения(-ий) в этом раскрытии. Раздел "Раскрытие сущности изобретения" также не следует рассматривать как охарактеризование изобретения(-ий), изложенного в изданной формуле изобретения. Кроме того, любое указание в этом раскрытии на "изобретение" в форме единственного числа не должно быть использовано для утверждения того, что в этом раскрытии имеется только одна точка новизны. Множество изобретений может быть изложено в соответствии с ограничениями множества пунктов формулы изобретения, вытекающих из этого раскрытия, и такие пункты формулы изобретения соответственно определяют настоящее изобретение(-я) и его эквиваленты, которые таким образом защищены. Во всех случаях объем такой формулы изобретения следует рассматривать по существу в свете этого раскрытия, но он не должен ограничиваться изложенными в настоящем документе заголовками.

Использование грамматических форм единственного числа в сочетании с термином "содержащий" в формуле изобретения и/или описании может означать "один", но они также соответствуют значению "один или более", "по меньшей мере один" и "один или более, чем один". Термин "или" в формуле изобретения использован для обозначения "и/или", если явно не указано, что он относится только к альтернативам или альтернативы являются взаимоисключающими, хотя раскрытие поддерживает определение,

которое относится только к альтернативам и к "и/или". Во всей настоящей заявке термин "примерно" использован для указания того, что значение включает собственное изменение погрешности для устройства, способа, используемого для определения значения, или существующего изменения для субъектов исследования. В целом, но с учетом предшествующего обсуждения, числовое значение в данном документе, которое изменяется словом приближения, таким как "примерно", может отличаться от указанного значения по меньшей мере на  $\pm 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 12$  или 15%.

Используемые в данном описании и пункте (пунктах) формулы изобретения слова "содержащий" (и любая форма включения, такая как "содержать" и "содержит"), "имеющий" (и любая форма наличия, такая как "иметь" и "имеет"), "включающий" (и любая форма включения, такая как "включает" и "включать") или "вмещающий" (и любая форма вмещения, такая как "вмещает" и "вмещать") являются включающими или неограничивающими и не исключают наличия дополнительных, не перечисленных элементов или этапов способа.

Слова сравнения, измерения и времени, такие как "в момент времени", "эквивалентный", "во время", "завершенный" и т.п., следует понимать как означающие "по существу в момент времени", "по существу эквивалентный", "по существу во время", "по существу завершенный" и т.д., причем термин "по существу" означает, что такие сравнения, измерения и временные интервалы практически осуществимы для неявного или явного достижения заявленного желаемого результата. Слова, касающиеся относительного положения элементов, такие как "вблизи", "в непосредственной близости от" и "рядом с", должны означать достаточно близкое расположение для того, чтобы они могли оказывать существенное влияние на взаимодействие соответствующих элементов системы. Другие слова приближения аналогичным образом относятся к состоянию, которое при таком изменении понимается не обязательно как абсолютное или идеальное, но будет означать достаточную близость для специалистов в данной области техники, чтобы гарантировать, что данное состояние присутствует. Степень, в которой может варьироваться описание, будет зависеть от того, насколько большими могут быть изменения, и все же специалист в данной области техники сможет определить, что измененный признак все еще обладает требуемыми характеристиками и возможностями неизменного признака.

Используемый в данном документе термин "или их комбинации" относится ко всем перестановкам и комбинациям перечисленных элементов, предшествующих термину. Например, А, В, С или их комбинации предназначены для включения по меньшей мере одного из: А, В, С, АВ, АС, ВС или АВС и, если в определенном контексте важен порядок, также ВА, СА, СВ, СВА, ВСА, АСВ, ВАС или САВ. Кроме того, согласно этому же примеру явно включены комбинации, которые содержат повторы одного или более элементов или терминов, такие как ВВ, ААА, АВ, ВВС, АААВСССС, СВВААА, САВАВВ и т.д. Для специалиста в данной области техники будет очевидно, что, как правило, отсутствуют ограничения на количество элементов или терминов в любой комбинации, если иное не очевидно из контекста.

Все раскрытые и заявленные в настоящем документе композиции и/или способы могут быть изготовлены и выполнены без осуществления излишних экспериментов в соответствии с настоящим раскрытием. Хотя композиции и способы этого раскрытия были описаны применительно к предпочтительным вариантам осуществления, для специалистов в данной области техники будет очевидно, что могут быть применены изменения к композициям и/или способам, а также могут быть внесены изменения в этапы или в последовательности этапов описанного в настоящем документе способа без отступления от концепции, сущности и объема настоящего раскрытия. Все такие аналогичные замены и изменения, очевидные для специалистов в данной области техники, считаются находящимися в пределах сущности, объема и концепции настоящего раскрытия, которые определены прилагаемой формулой изобретения.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система энергетического волновода для создания множества путей распространения энергии, содержащая:

массив энергетических волноводов, содержащий первую сторону и вторую сторону и выполненный с возможностью направления через него энергии по множеству путей распространения энергии, проходящих через множество местоположений энергии на первой стороне;

причем через первое местоположение энергии проходит первое подмножество множества путей распространения энергии;

причем первый энергетический волновод выполнен с возможностью направления энергии по первому пути распространения энергии из первого подмножества множества путей распространения энергии, причем первый путь распространения энергии определяется первым ведущим лучом, сформированным между первым местоположением энергии и первым энергетическим волноводом, и, кроме того, первый путь распространения энергии проходит от первого энергетического волновода ко второй стороне массива в уникальном направлении, которое определяется, по меньшей мере, первым местоположением энергии; и

причем энергия, направленная по первому пути распространения энергии посредством первого энергетического волновода, по существу заполняет первую апертуру первого энергетического волновода; и

компонент для ограничения распространения энергии, расположенный таким образом, что он ограничивает распространение энергии вдоль участка первого подмножества множества путей распространения энергии, которые не проходят через первую апертуру, причем компонент для ограничения распространения энергии имеет числовую апертуру для изменения углового распределения энергии, проходящей в первый энергетический волновод и из него.

2. Система энергетического волновода по п.1, в которой компонент для ограничения распространения энергии расположен на первой стороне между массивом энергетических волноводов и множеством местоположений энергии.

3. Система энергетического волновода по п.1, в которой первый энергетический волновод имеет двумерную пространственную координату, а уникальное направление, определяемое, по меньшей мере, первым местоположением энергии, соответствует двумерной угловой координате, причем двумерная пространственная координата и двумерная угловая координата образуют набор четырехмерных (4D) координат.

4. Система энергетического волновода по п.3, в которой энергия, направленная по первому пути распространения энергии, включает один или более энергетических лучей, направленных через первый энергетический волновод в направлении, которое по существу параллельно первому ведущему лучу.

5. Система энергетического волновода по п.1, в которой энергия, направленная по первому пути распространения энергии, сходится с энергией, направленной по второму пути распространения энергии, посредством второго энергетического волновода.

6. Система энергетического волновода по п.5, в которой первый и второй пути распространения энергии сходятся в местоположении на второй стороне массива.

7. Система энергетического волновода по п.5, в которой первый и второй пути распространения энергии сходятся в местоположении на первой стороне массива.

8. Система энергетического волновода по п.5, в которой первый и второй пути распространения энергии сходятся в местоположении между первой и второй сторонами массива.

9. Система энергетического волновода по п.1, в которой каждый энергетический волновод содержит конструкцию для направления энергии, которую выбирают из группы, состоящей из:

а) конструкции, выполненной с возможностью изменения углового направления проходящей через нее энергии;

б) конструкции, содержащей по меньшей мере одну числовую апертуру;

с) конструкции, выполненной с возможностью перенаправления энергии по меньшей мере по одной внутренней поверхности;

д) устройства для передачи энергии.

10. Система энергетического волновода по п.1, в которой компонент для ограничения распространения энергии содержит конструкцию для снижения мощности или изменения путей распространения энергии, которую выбирают из группы, состоящей из:

а) конструкции для блокирования распространения энергии;

б) элемента, выполненного с возможностью изменения первого пути распространения энергии для изменения коэффициента заполнения первой апертуры;

с) конструкции, выполненной с возможностью ограничения угловой протяженности энергии вблизи первого местоположения энергии.

11. Система энергетического волновода по п.10, в которой указанная конструкция, выполненная с возможностью ограничения углового протяженности энергии вблизи первого местоположения энергии, содержит пластину устройства для передачи света, расположенную рядом с первым местоположением энергии.

12. Система энергетического волновода по п.10, в которой конструкция для блокирования распространения энергии содержит по меньшей мере одну числовую апертуру.

13. Система энергетического волновода по п.10, в которой конструкция для блокирования распространения энергии содержит конструкцию в виде перегородки.

14. Система энергетического волновода по п.10, в которой конструкция для блокирования распространения энергии расположена рядом с первым энергетическим волноводом и в целом проходит в направлении первого местоположения энергии.

15. Система энергетического волновода по п.10, в которой конструкция для блокирования распространения энергии расположена рядом с первым местоположением энергии и в целом проходит в направлении первого энергетического волновода.

16. Система энергетического волновода по п.1, в которой массив энергетических волноводов выполнен с возможностью образования плоской поверхности.

17. Система энергетического волновода по п.1, в которой массив энергетических волноводов выполнен с возможностью образования изогнутой поверхности.

18. Система энергетического волновода по п.1, в которой энергия, направленная по первому пути распространения энергии, является электромагнитной энергией, определяемой длиной волны, причем длина волны относится к режиму, выбранному из группы, состоящей из:

- a) видимого света;
- b) ультрафиолетового излучения;
- c) инфракрасного излучения;
- d) рентгеновского излучения.

19. Система энергетического волновода по п.1, в которой энергия, направленная по первому пути распространения энергии, представляет собой механическую энергию, определяемую волнами давления, причем указанные волны выбирают из группы, состоящей из:

- a) волн тактильного давления;
- b) акустических звуковых колебаний.

20. Система энергетического волновода для создания множества путей распространения энергии, содержащая:

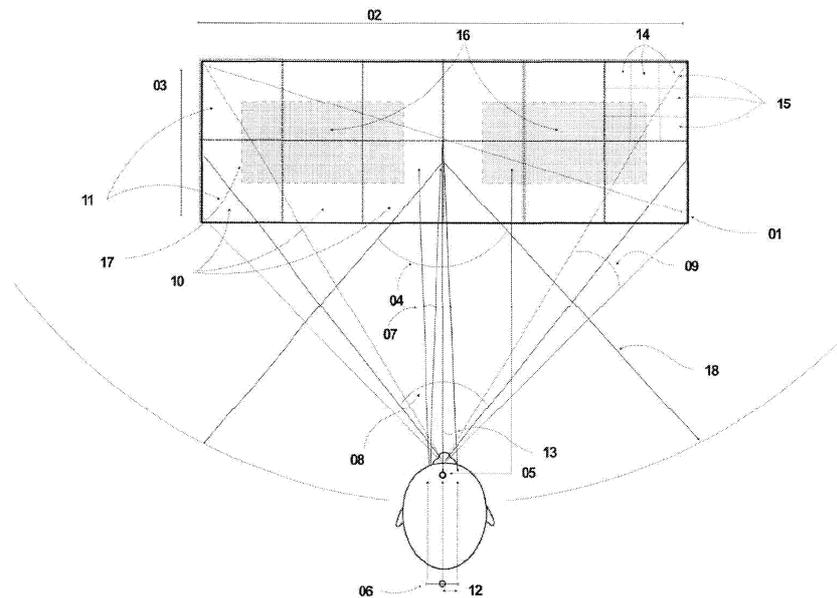
массив элементарных линз, имеющих первую сторону и вторую сторону и выполненный с возможностью направления через него энергии по множеству путей распространения энергии, проходящих через множество местоположений энергии;

причем первое подмножество множества путей распространения энергии проходит через первое местоположение энергии;

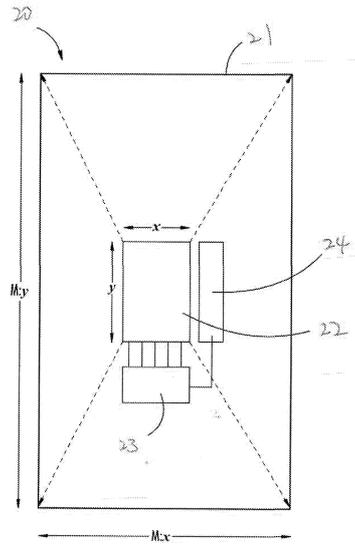
причем первая элементарная линза выполнена с возможностью направления энергии по первому пути распространения энергии из первого подмножества множества путей распространения энергии, причем первый путь распространения энергии определяется первым ведущим лучом, сформированным между первым местоположением энергии и первой элементарной линзой, и, кроме того, первый путь распространения энергии проходит от первого энергетического волновода ко второй стороне массива в уникальном направлении, которое определяется, по меньшей мере, первым местоположением энергии; и

причем энергия, направленная по первому пути распространения энергии посредством первой элементарной линзы, по существу заполняет первую апертуру первой элементарной линзы; и

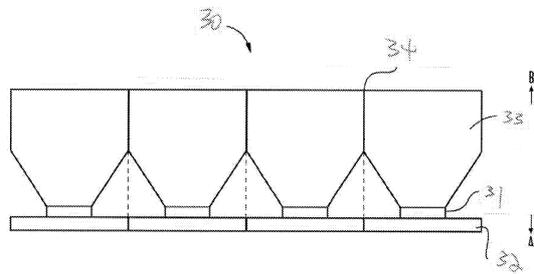
компонент для ограничения распространения энергии, расположенный таким образом, что он ограничивает распространение энергии вдоль участка первого подмножества множества путей распространения энергии, которые не проходят через первую апертуру, причем компонент для ограничения распространения энергии имеет числовую апертуру для изменения углового распределения энергии, проходящей в первый энергетический волновод и из него.



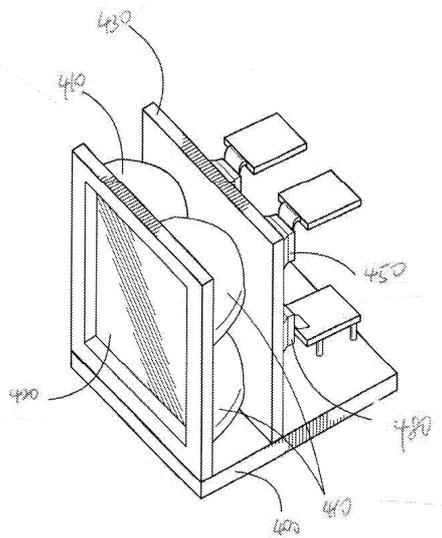
Фиг. 1



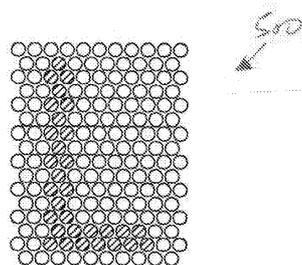
Фиг. 2



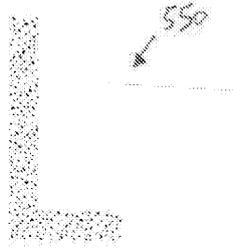
Фиг. 3



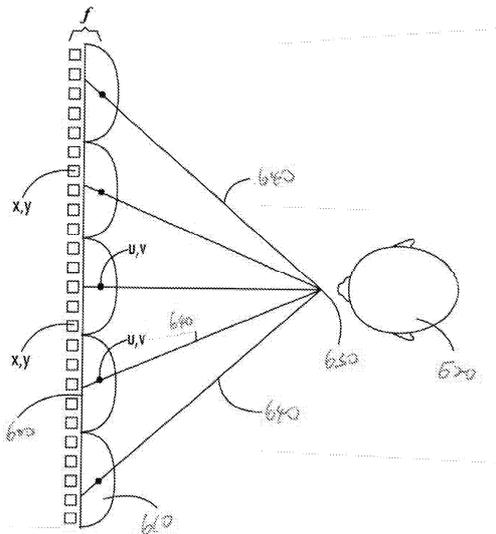
Фиг. 4



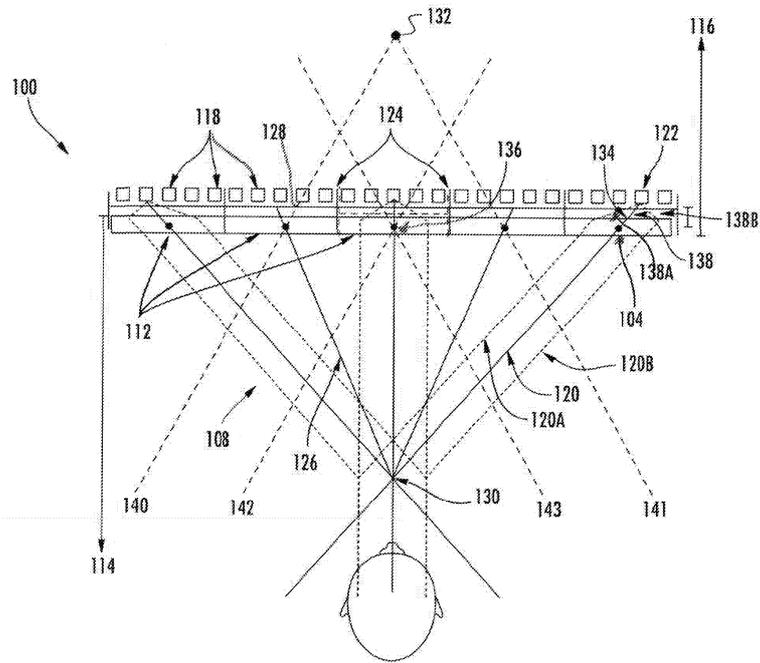
Фиг. 5A



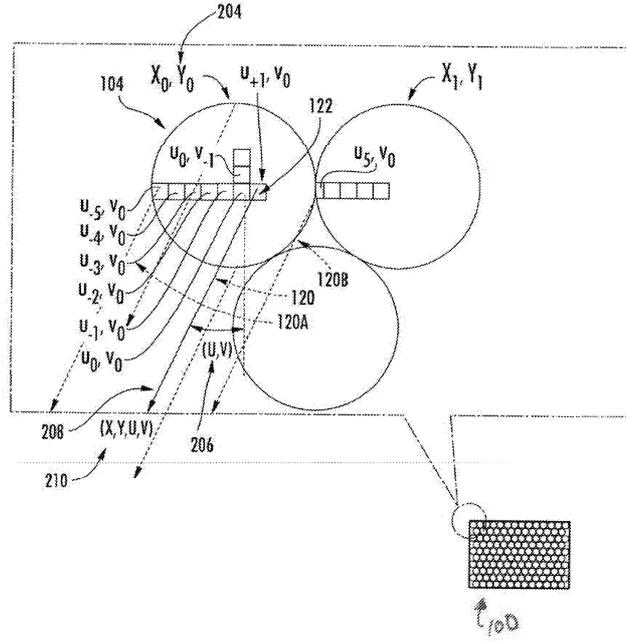
Фиг. 5B



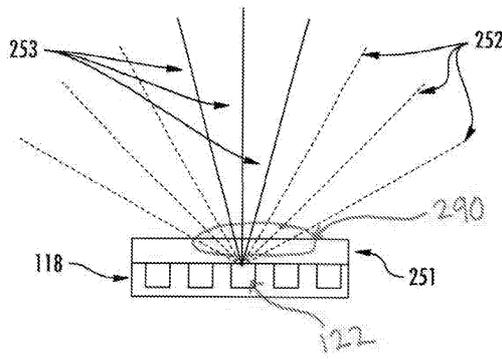
Фиг. 6



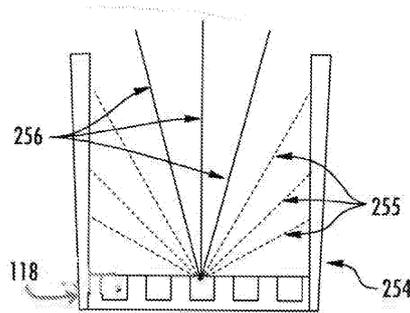
Фиг. 7



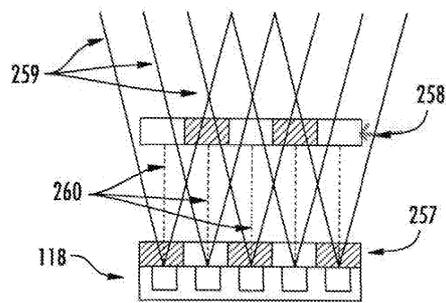
Фиг. 8



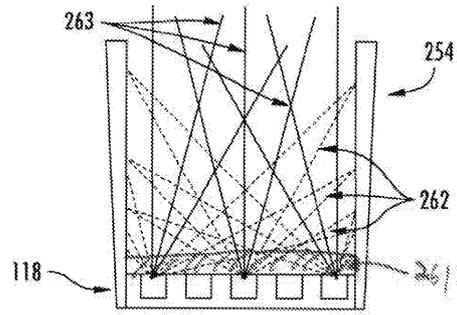
Фиг. 9А



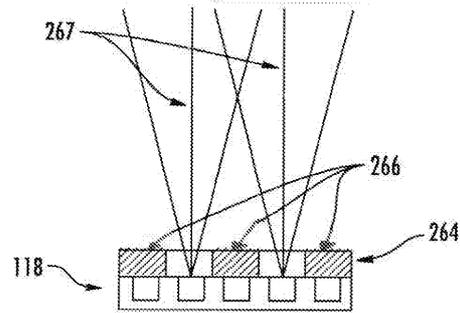
Фиг. 9В



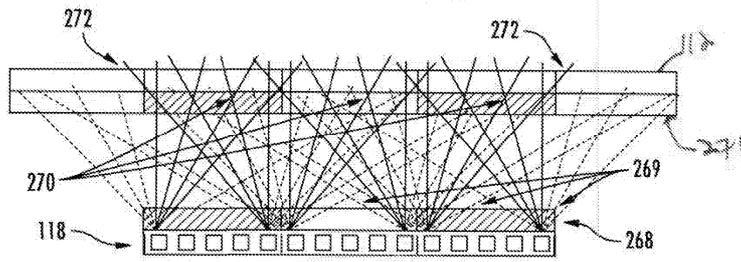
Фиг. 9С



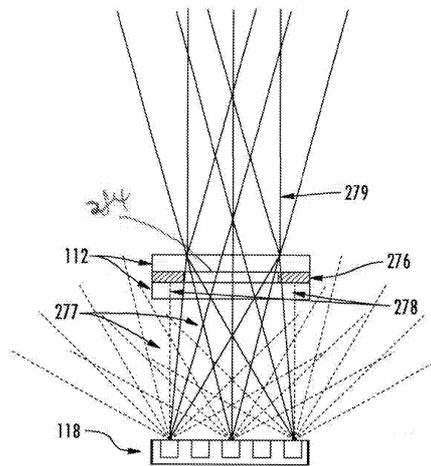
Фиг. 9D



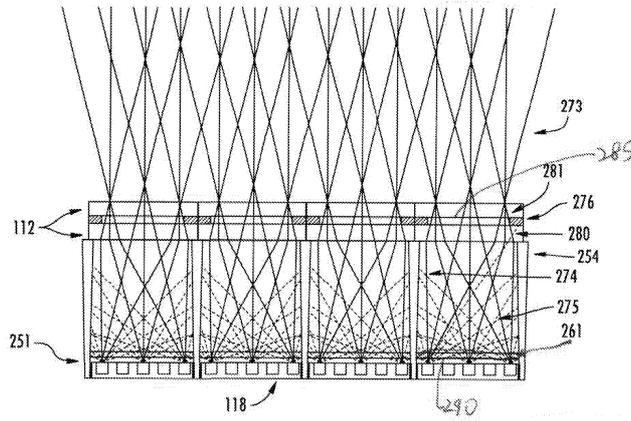
Фиг. 9E



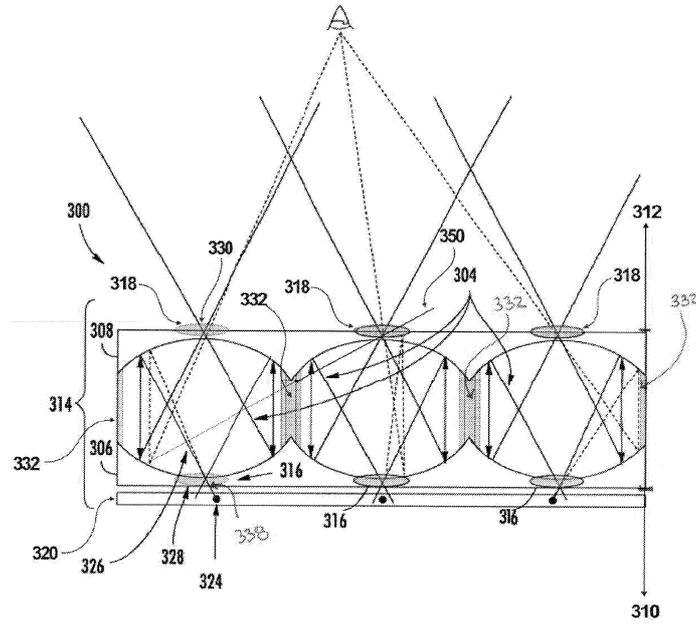
Фиг. 9F



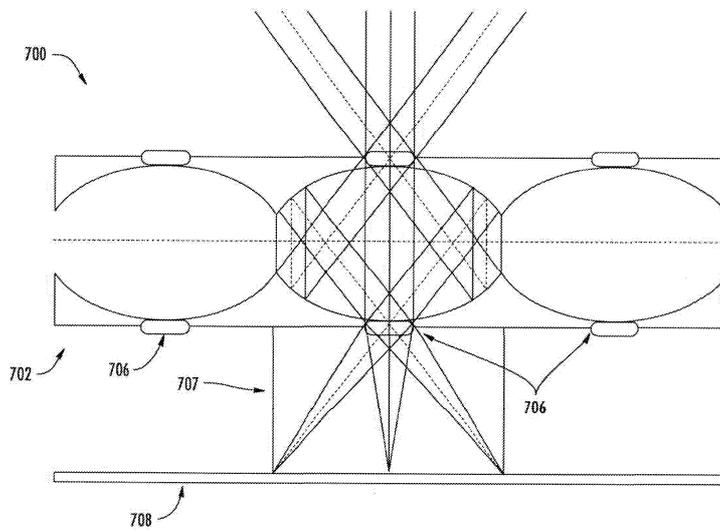
Фиг. 9G



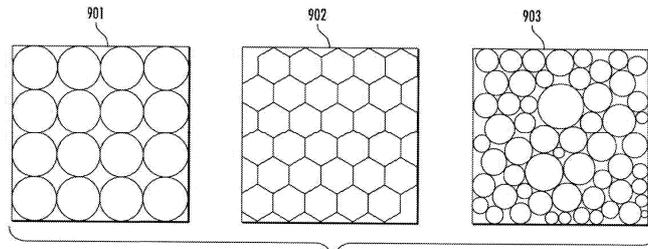
Фиг. 9H



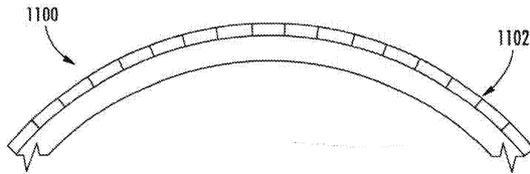
Фиг. 10



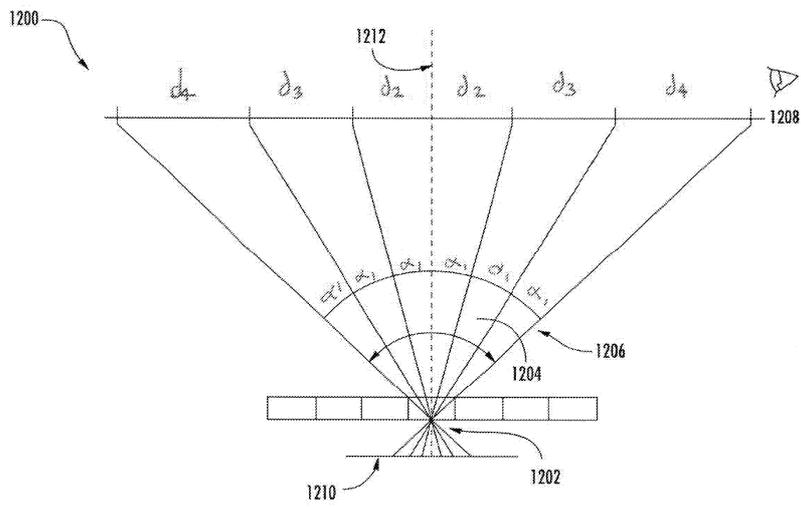
Фиг. 11



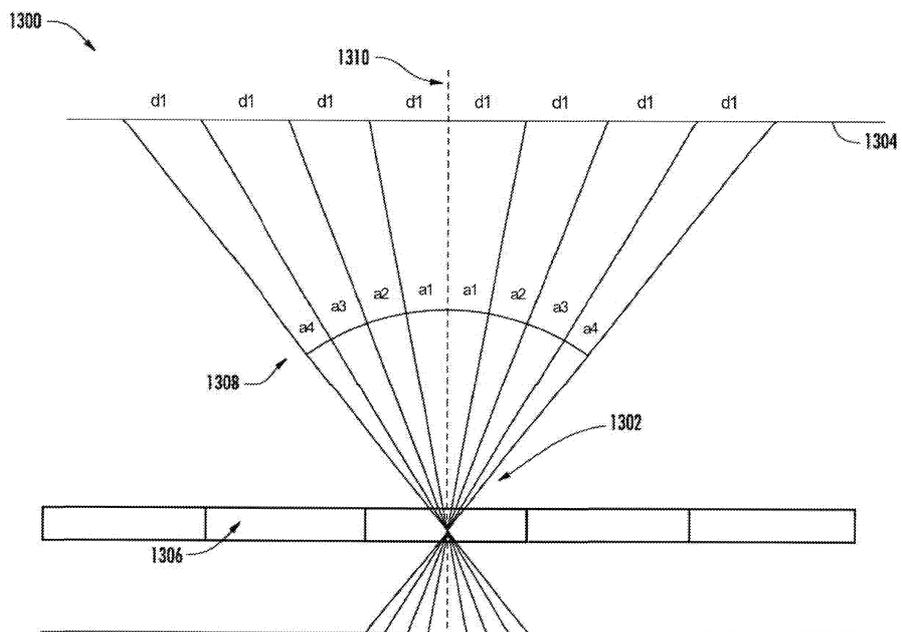
Фиг. 12



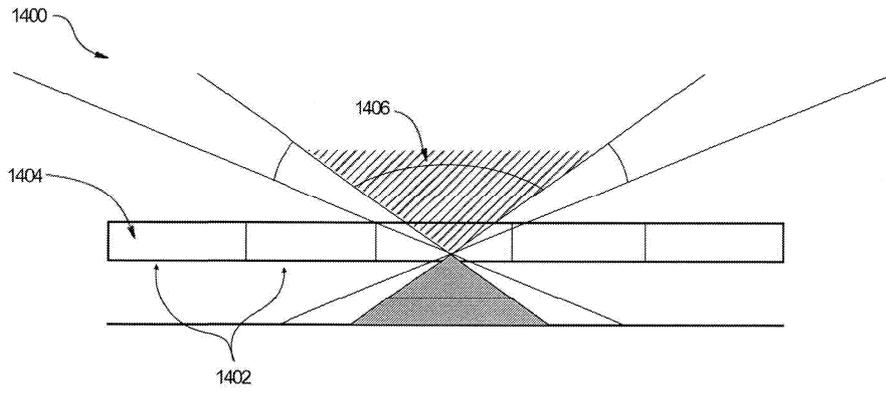
Фиг. 13



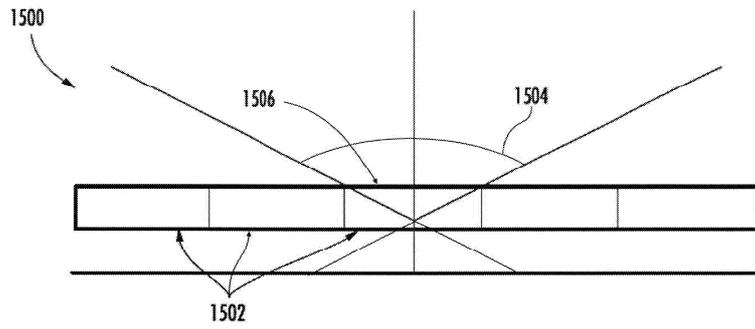
Фиг. 14



Фиг. 15



Фиг. 16



Фиг. 17