

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **031850**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2019.03.29

(21) Номер заявки
201500864

(22) Дата подачи заявки
2014.02.21

(51) Int. Cl. *F21S 2/00* (2006.01)
F21V 8/00 (2006.01)
G02F 1/1335 (2006.01)

(54) **УСТРОЙСТВО НАПРАВЛЕННОЙ ПОДСВЕТКИ**

(31) **61/768,371; 61/791,112; 61/890,456**

(32) **2013.02.22; 2013.03.15; 2013.10.14**

(33) **US**

(43) **2016.01.29**

(86) **PCT/US2014/017779**

(87) **WO 2014/130860 2014.08.28**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
РеалД Спарк, ЛЛК (US)

(72) Изобретатель:
**Робинсон Майкл Дж., Вудгейт Грэхэм
Дж. (US)**

(74) Представитель:
Фелицына С.Б., Фомичева Т.С. (RU)

(56) **US-A1-20050180167
US-A1-20080297459
US-A1-20120243204
KR-B1-100932304
JP-A-2005259361**

(57) Устройство направленного отображения может включать волновод. Указанный волновод может включать элементы вывода света, скомпонованные таким образом, чтобы посредством полного внутреннего отражения направлять свет от массива источников света в массив смотровых окон, и отражатель, скомпонованный таким образом, чтобы направлять свет из волновода посредством пропускания через элементы вывода света в тот же массив смотровых окон. Яркость устройства направленного отображения может быть увеличена. Может быть получена экономичная автостереоскопическая система отображения повышенной яркости.

B1

031850

031850

B1

Перекрестные ссылки на относящиеся заявки

По заявке на данное изобретение испрашивается приоритет согласно предварительной заявке на патент США № 61/768371 под названием "Устройство направленной подсветки", поданной 22 февраля 2013 г. (исх. № 95194936.355000 у патентного поверенного), предварительной заявке на патент США № 61/791112 под названием "Устройство направленной подсветки", поданной 15 марта 2013 г. (исх. № 95194936.355000А у патентного поверенного) и предварительной заявке на патент США № 61/890456 под названием "Энергосберегающее устройство направленной подсветки", поданной 14 октября 2013 г. (исх. № 95194936.355000В у патентного поверенного), содержание которых полностью включено в настоящее описание посредством ссылки. Заявка на данное изобретение также относится к предварительной заявке на патент США № 13/837466 под названием "Поляризационное восстановление направленного устройства отображения", поданной 15 марта 2013 г. (исх. № 95194936.325001 у патентного поверенного), содержание которой полностью включено в настоящее описание посредством ссылки.

Область техники

Настоящее описание, по существу, относится к освещению устройств модуляции света, а более конкретно - к световодам, предназначенным для обеспечения освещения большой площади от локализованных источников света для применения в двумерных устройствах отображения.

Предпосылки создания изобретения

В автостереоскопических устройствах отображения с пространственным мультиплексированием, как правило, используется выравнивание параллаксного компонента, такого как линзово-растровый экран или параллаксный барьер, с массивом изображений, организованных в виде, по меньшей мере, первого и второго наборов пикселей на пространственном модуляторе света, например ЖКД. Параллаксный компонент направляет свет от каждого из наборов пикселей в разных соответствующих направлениях, обеспечивая первое и второе смотровые окна в передней части устройства отображения. Наблюдатель глазом, расположенным в первом смотровом окне, может видеть первое изображение, образованное светом от первого набора пикселей, а глазом, расположенным во втором смотровом окне, - второе изображение, образованное светом от второго набора пикселей.

Такие устройства отображения имеют сниженное пространственное разрешение по сравнению с собственным разрешением пространственного модулятора света, и, кроме того, структура смотровых окон определена формой апертуры пикселя и создающей изображение функцией параллаксного компонента. Зазоры между пикселями, например, для электродов, как правило, приводят к неравномерности смотровых окон. Такие устройства отображения отличаются нежелательным мерцанием изображения при перемещении наблюдателя латерально относительно устройства отображения, ограничивая, таким образом, свободу при просмотре устройства отображения. Такое мерцание можно снизить путем расфокусировки оптических элементов, однако такая расфокусировка приводит к повышению уровней перекрестных помех между изображениями и повышенной визуальной нагрузке для наблюдателя. Такое мерцание можно снизить путем корректировки формы апертуры пикселя, однако такие изменения могут снизить яркость устройства отображения и могут требовать включения в пространственный модулятор света обеспечивающей адресацию электроники.

Краткое описание изобретения

В соответствии с первым аспектом настоящего описания могут быть предложены смотровые окна. Смотровые окна могут быть созданы посредством прохождения элементов вывода света волновода. Элементы вывода света могут быть центрированы со смотровыми окнами, созданными посредством полного внутреннего отражения света от элементов вывода света. Может быть получено экономичное устройство отображения с повышенной яркостью.

В соответствии с другим аспектом настоящего описания может быть предложено устройство направленной подсветки, которое может включать волновод и массив источников света, размещенных в разных входных положениях в поперечном направлении по входному концу волновода. Волновод может включать входной конец, первую и вторую противоположные направляющие поверхности для направления света вдоль волновода и обращенный к входному концу отражающий конец для отражения входного света от источников света обратно через волновод. Первая направляющая поверхность может быть скомпонована таким образом, чтобы направлять свет посредством полного внутреннего отражения, а вторая направляющая поверхность может иметь ступенчатую форму. Ступенчатая форма может включать множество граней, ориентированных таким образом, чтобы после отражения от отражающего конца отражать свет от источников света через первую направляющую поверхность в оптические окна в выходных направлениях. Выходные направления могут быть распределены в поперечном направлении к нормали к первой направляющей поверхности и преимущественно в зависимости от входных положений и промежуточных участков между гранями, которые могут быть скомпонованы таким образом, чтобы направлять свет через волновод без его вывода. Направленная подсветка может также включать задний отражатель, который может включать линейный массив отражающих граней, скомпонованных таким образом, чтобы отражать свет от источников света. Свет может проходить через множество граней волновода, назад в волновод для выхода через первую направляющую поверхность в указанные оптические

окна.

Устройство направленной подсветки может включать рассеивающий элемент, установленный для приема света, выходящего от первой направляющей поверхности. Рассеивающий элемент может быть асимметричным рассеивающим элементом, который может быть скомпонован таким образом, чтобы обеспечивать большее угловое рассеяние в направлении, приблизительно перпендикулярном к поперечному направлению, чем в поперечном направлении. Направленная подсветка может включать линзу Френеля, которая может обладать оптической силой, по меньшей мере, в поперечном направлении, и может быть расположена между первой направляющей поверхностью и рассеивающим элементом. В другом примере линза Френеля может обладать оптической силой, по меньшей мере, в поперечном направлении, и установлена таким образом, чтобы принимать свет, выходящий через первую направляющую поверхность.

Волновод направленной подсветки может включать грани, которые могут быть отражающими гранями заднего отражателя и могут быть одинаково наклонены в одной плоскости приблизительно перпендикулярно поперечному направлению. Грани волновода могут быть наклонены приблизительно под углом $(\pi/2-\alpha)$ к нормали к первой направляющей поверхности, а отражающие грани заднего отражателя могут быть наклонены под углом β к нормали к первой направляющей поверхности, при этом $2\beta > \pi/2 - \sin^{-1}(n \cdot \sin(\alpha - \theta_c))$, где θ_c является предельным углом полного внутреннего отражения волновода и n является показателем преломления материала волновода.

Задний отражатель направленной подсветки может находиться на некотором расстоянии от волновода, так что свет от отдельной грани волновода падает на множество отражающих граней заднего отражателя. Задний отражатель может дополнительно включать промежуточные грани, которые могут устанавливаться между отражающими гранями заднего отражателя. Промежуточные грани могут быть наклонены противоположно отражающим граням заднего отражателя под таким углом, что свет от источников света, отражающийся от множества граней волновода, может не падать на промежуточные грани. Расстояние между отражающими гранями заднего отражателя может быть не одинаковым. Расстояние между отражающими гранями заднего отражателя является неодинаковым и разупорядоченным. Угол наклона отражающих граней заднего отражателя изменяется на протяжении массива отражающих граней. Отражающие грани заднего отражателя могут быть вытянутыми в длину. Отражающие грани заднего отражателя могут быть искривленными. Отражающие грани заднего отражателя могут иметь волнообразную форму по своей длине. Задний отражатель может дополнительно включать рассеивающую поверхность, по меньшей мере, на некоторых отражающих гранях.

В одном из примеров грани заднего отражателя могут быть установлены за соответствующими гранями волновода и могут быть скомпонованы таким образом, чтобы отражать, по существу, весь свет от источников света, который проходит через соответствующие грани волновода. Отражающий конец может иметь положительную оптическую силу в поперечном направлении по волноводу. Задний отражатель может быть образован по меньшей мере двумя поляризованными экранами отражателя, которые скомпонованы таким образом, чтобы отражать свет, поляризованный в соответствующих направлениях поляризации, и перпендикулярны друг другу, при этом указанные поляризованные экраны отражателя имеют форму, которая позволяет сформировать указанный линейный массив отражающих граней. Преимуществом является то, что стоимость заднего отражателя может быть снижена.

Согласно другому аспекту настоящего описания может быть предложено устройство направленного отображения, которое может включать устройство направленной подсветки, которое было рассмотрено выше, и пропускающий пространственный модулятор света, который может быть скомпонован таким образом, чтобы принимать свет, выходящий из первой направляющей поверхности.

Согласно другому аспекту настоящего описания может быть предложен прибор отображения, который может включать устройство направленной подсветки, которое было рассмотрено выше, и систему управления, которая может быть скомпонована с возможностью выборочной активации источников света для направления света в оптические окна, соответствующие выходным направлениям. Прибор отображения может быть автостереоскопическим прибором отображения, в котором система управления может быть дополнительно скомпонована для управления устройством отображения для отображения мультиплексируемых по времени левого и правого изображений и, по существу, синхронного направления отображаемых изображений в смотровые окна в положениях, соответствующих левому и правому глазу наблюдателя. Указанная система управления автостереоскопического прибора отображения может включать систему датчика, которая может быть скомпонована таким образом, чтобы определять положение наблюдателя по устройству отображения. Система управления дополнительно может быть выполнена с возможностью направления выходящего света в оптические окна, выбранные в зависимости от обнаруженного положения наблюдателя.

Согласно другому аспекту настоящего описания устройство направленной подсветки может включать волновод, содержащий входной конец; одиночный источник света, установленный в предварительно заданном входном положении в поперечном направлении по входному концу волновода, при этом указанный волновод дополнительно содержит первую и вторую противоположно направленные направляющие поверхности для направления света по волноводу и отражающий конец, обращенный к входно-

му концу, для отражения входного света назад в волновод, при этом первая направляющая поверхность скомпонована таким образом, чтобы направлять свет посредством полного внутреннего отражения, а вторая направляющая поверхность, имеющая ступенчатую форму, включает (а) множество граней, ориентированных таким образом, чтобы отражать свет от источника света, после отражения от отражающего конца, через первую направляющую поверхность в оптическое окно в выходном направлении, установленном в поперечном направлении в зависимости от входного положения источника света, и (б) промежуточные участки между гранями, которые расположены таким образом, чтобы направлять свет через волновод; задний отражатель, содержащий массив отражающих граней, скомпонованных таким образом, чтобы отражать свет от источника света, отразившегося от множества граней в волноводе, назад в волновод для выхода через первую направляющую поверхность в указанные оптические окна. Преимуществом является снижение затрат на источник света и отсутствие необходимости использования технологий отслеживания, что также снижает затраты и увеличивает срок службы устройства. Кроме того, может быть достигнут оптический выход с высоким коэффициентом усиления и большой оптической эффективностью.

Согласно другим аспектам настоящего описания создающее изображение устройство направленной подсветки может включать волновод для направления света. Указанный волновод может включать первую световодную поверхность, которая выполнена с возможностью направлять свет от массива осветителей в первом направлении, вторую световодную поверхность, выполненную с возможностью обеспечивать выход света из волновода, и поверхность входа света, выполненную с возможностью приема света от массива осветителей.

В устройствах направленной подсветки, как правило, используются волноводы и торцевые источники света. Некоторые создающие изображение устройства направленной подсветки обладают дополнительной способностью направления освещения через панель устройства отображения в смотровые окна. Система создания изображения может быть сформирована между множеством источников и соответствующими изображениями окон. Одним примером создающего изображение устройства направленной подсветки является оптический вентилятор, в котором может использоваться свернутая оптическая система и который поэтому также может быть примером свернутого устройства направленной подсветки, создающего изображение. Свет может проходить, по существу, без потерь в одном направлении через оптический вентилятор, но при этом свет, проходящий в обратном направлении, может быть выведен путем отражения от наклоненных граней, как описано в заявке на патент № 13/300293, которая полностью включена в настоящий документ посредством ссылки.

Описанные в настоящем документе варианты осуществления могут обеспечить автостереоскопическое устройство отображения с большой площадью и тонкой структурой. Кроме того, как будет описано ниже, волноводы настоящего описания могут позволить получить тонкие оптические компоненты с большими обратными рабочими расстояниями. Такие компоненты можно использовать в устройствах направленной подсветки для обеспечения направленных устройств отображения, включая автостереоскопические устройства отображения. Кроме того, варианты осуществления настоящего изобретения могут предложить управляемый осветитель для экономичного автостереоскопического отображения, экономичного двумерного отображения, двумерного отображения с высокой яркостью и двумерного отображения с функцией приватности.

Варианты осуществления настоящего описания можно использовать во множестве оптических систем. Вариант осуществления может включать или работать с множеством проекторов, проецирующих систем, оптических компонентов, устройств отображения, микроустройств отображения, компьютерных систем, процессоров, автономных проецирующих систем, визуальных и/или аудиовизуальных систем и электрических и/или оптических устройств. Аспекты настоящего описания можно использовать практически с любым прибором, относящимся к оптическим и электрическим устройствам, оптическим системам, системам презентации или любому прибору, которые могут содержать любой тип оптической системы. Соответственно, варианты осуществления настоящего описания можно использовать в оптических системах, устройствах, используемых для визуальных и/или оптических презентаций, периферийных устройствах для визуализации и т.п. в ряде вычислительных сред.

До перехода к подробному изучению описанных вариантов осуществления следует понять, что описание не ограничено в его сферах применения или реализации подробностями конкретных показанных конфигураций, так как описание допускает другие варианты осуществления. Более того, аспекты описания можно представить в разных комбинациях и конфигурациях для определения вариантов осуществления, которые сами по себе уникальны. Кроме того, используемая в настоящем документе терминология применяется для целей описания и не предполагает ограничений.

Устройства направленной подсветки обеспечивают управление освещением, исходящим, по существу, из всей выходной поверхности, как правило, управляемым за счет модуляции независимых светодиодных источников света, расположенных со стороны входной апертуры оптического волновода. Управление направленным распределением испускаемого света может обеспечить возможность просмотра одним человеком для функции обеспечения безопасности, когда устройство отображения может видеть только один наблюдатель и с ограниченного диапазона углов; высокую электрическую эффектив-

ность, когда освещение может обеспечиваться в небольшом угловом диапазоне направлений; обеспечить возможность поочередного просмотра правым и левым глазом для последовательного во времени стереоскопического и автостереоскопического устройства отображения; а также снизить расходы.

Данные и другие преимущества и элементы настоящего описания будут очевидны специалистам в данной области после полного изучения данного описания.

Краткое описание чертежей

Варианты осуществления представлены на сопроводительных фигурах в качестве примера, причем на них одинаковыми номерами указаны аналогичные части, причем:

на фиг. 1А представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид спереди процесса распространения света в одном варианте осуществления устройства направленного отображения в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 1В представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку процесса распространения света в одном варианте осуществления устройства направленного отображения, показанного на фиг. 1А, в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 2А представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сверху процесса распространения света в другом варианте осуществления устройства направленного отображения в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 2В представлена принципиальная схема, иллюстрирующая процесс распространения света на виде спереди устройства направленного отображения, показанного на фиг. 2А, в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 2С представлена принципиальная схема, иллюстрирующая процесс распространения света на виде сбоку устройства направленного отображения, показанного на фиг. 2А, в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 3 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку устройства направленного отображения в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 4А представлена принципиальная схема, иллюстрирующая на виде спереди создание смотрового окна в устройстве направленного отображения и включающая изогнутые элементы вывода света в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 4В представлена принципиальная схема, иллюстрирующая на виде спереди создание первого и второго смотровых окон в устройстве направленного отображения и включающая изогнутые элементы вывода света в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 5 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая создание первого смотрового окна в устройстве направленного отображения, включающем линейные элементы вывода света, в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 6А представлена принципиальная схема, иллюстрирующая один вариант осуществления создания первого смотрового окна в устройстве направленного отображения с мультиплексированием по времени в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 6В представлена принципиальная схема, иллюстрирующая другой вариант осуществления создания второго смотрового окна в устройстве направленного отображения с мультиплексированием по времени во второй интервал времени в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 6С представлена принципиальная схема, иллюстрирующая другой вариант осуществления создания первого и второго смотровых окон в устройстве направленного отображения с мультиплексированием по времени в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 7 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая автостереоскопическое устройство направленного отображения с отслеживанием наблюдателя в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 8 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая устройство направленного отображения для множества наблюдателей в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 9 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая устройство направленного отображения с функцией обеспечения конфиденциальности в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 10 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая на виде сбоку структуру устройства направленного отображения в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 11 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая систему управления для прибора направленного отображения с отслеживанием наблюдателя в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 12 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку устройства направленного отображения с задним отражателем с массивом отражающих граней в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 13 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид спереди устройства направленного отображения с волноводом с линейными элементами вывода света и задним отражателем с массивом вытянутых в длину отражающих граней в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 14 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид спереди устройства направленного отображения с волноводом с изогнутыми элементами вывода света и задним отражателем с массивом вытянутых в длину отражающих граней в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 15А представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид спереди устройства направленного отображения с волноводом с изогнутыми элементами вывода света и задним отражателем с массивом изогнутых отражающих граней в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 15В представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид спереди устройства направленной подсветки, включающего волновод и задний отражатель на фиг. 15А, в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 15С представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид спереди заднего отражателя, содержащего разупорядоченные отражающие грани, в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 16 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку устройства направленного отображения с волноводом в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 17 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая график зависимости силы света от угла распространения за пределами и внутри волновода в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 18 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая еще один вид сбоку устройства направленного отображения с волноводом в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 19А представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид спереди и вид сбоку асимметричного рассеивающего элемента в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 19В представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид спереди и вид сбоку асимметричного рассеивающего элемента в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 19С представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид спереди и вид сбоку асимметричного рассеивающего элемента в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 20 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая еще один вид сбоку волновода с посеребренными элементами вывода света в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 21 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая график зависимости силы света от угла распространения за пределами и внутри волновода, показанного на фиг. 20, в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 22 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая график зависимости силы света от угла распространения для света, выходящего из волновода, показанного на фиг. 16, посредством отражения от элементов вывода света перед асимметричным рассеивающим элементом в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 23 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая график зависимости силы света от угла распространения для света, выходящего из волновода, показанного на фиг. 16, посредством отражения от элементов вывода света после асимметричного рассеивающего элемента в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 24А представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку путей прохождения луча света в волноводе посредством прохождения через элементы вывода света в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 24В представлена принципиальная схема, иллюстрирующая график зависимости силы света от угла распространения для света, выходящего из волновода, показанного на фиг. 24А, посредством прохождения через элементы вывода света в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 25А представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку путей прохождения луча света в волноводе посредством прохождения через элементы вывода света и отражения от отражающих граней в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 25В представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку путей прохождения луча света в волноводе посредством прохождения через элементы вывода света и последующего взаимодействия со световодными элементами и отражающими гранями в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 25С представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку путей прохождения луча света в волноводе посредством прохождения через элементы вывода света, взаимодействия со световодными элементами, дополнительно включающими слой, расположенный между волноводом и отражающими элементами, в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 26 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая подробные виды сбоку волновода с задним отражателем с массивом отражающих граней в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 27 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая подробные виды сбоку волновода с задним отражателем с массивом отражающих граней в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 28А-28Е представлены принципиальные схемы, иллюстрирующие подробные виды сбоку волновода с задним отражателем с массивом отражающих граней в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 28F-28I представлены принципиальные схемы, иллюстрирующие виды сбоку способов создания заднего отражателя в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 28J-28K представлены принципиальные схемы, иллюстрирующие виды спереди задних отражателей в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 29 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая подробный дополнительный вид сбоку волновода с задним отражателем с массивом отражающих граней в соответствии с настоящим

описанием;

на фиг. 30 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая график зависимости силы света от угла распространения от прибора направленной подсветки с волноводом с задним отражателем с массивом отражающих граней перед асимметричным рассеивающим элементом в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 31 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая график зависимости силы света от угла распространения от прибора направленной подсветки с волноводом с задним отражателем с массивом отражающих граней после асимметричного рассеивающего элемента в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 32А представлена принципиальная схема, иллюстрирующая график зависимости силы света от угла распространения от прибора направленной подсветки с волноводом с задним отражателем с массивом отражающих граней после асимметричного рассеивающего элемента в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 32В представлена принципиальная схема, иллюстрирующая график зависимости силы света от угла распространения от прибора направленной подсветки с волноводом с задним отражателем с массивом отражающих граней в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 32С представлена принципиальная схема, иллюстрирующая график зависимости силы света от угла распространения от прибора направленной подсветки с волноводом с задним отражателем с массивом отражающих граней после асимметричного рассеивающего элемента в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 32D представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку использования оптического выхода в данных вариантах осуществления настоящего изобретения в изображении, сформированном на поверхности стола, в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 32Е представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку заднего отражателя, при этом грани заднего отражателя являются вогнутыми и скомпонованы таким образом, чтобы отражать свет от соответствующих центрированных элементов вывода света оптического вентиля в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 32F представлена принципиальная схема, иллюстрирующая график зависимости силы света от угла распространения от прибора направленной подсветки, содержащего компоновку, показанную на фиг. 32Е, в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 33А представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку устройства направленного отображения с волноводом с задним отражателем с массивом отражающих граней, линзой Френеля и асимметричным рассеивающим элементом в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 33В представлена принципиальная схема, иллюстрирующая примерные пути прохождения луча, используемые для определения отношений между кривизной элементов вывода света и кривизной граней заднего отражателя в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 33С представлена принципиальная схема, иллюстрирующая график зависимости угла выхода луча от угла падения луча, как показано на фиг. 33В, в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 33D представлена принципиальная схема, иллюстрирующая пути прохождения лучей, проведенные с целью оптимизации конструкции системы в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 33Е представлена принципиальная схема, иллюстрирующая пути прохождения лучей вне элемента вывода света и вне отражающей грани, проведенные с целью оптимизации конструкции системы в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 33F представлена принципиальная схема, иллюстрирующая график зависимости положения излучения луча света от горизонтального положения экрана для лучей, выходящих из одной точки наблюдения и отражающихся от элементов вывода или от граней отражателя в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 34 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку варианта осуществления устройства направленного отображения с восстановлением поляризации в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 35А представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку варианта осуществления устройства направленного отображения с восстановлением поляризации, показанного на фиг. 34, в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 35В представлена принципиальная схема, иллюстрирующая еще один вид сбоку подробной компоновки восстановления поляризации, показанной на фиг. 34, в соответствии с настоящим описанием; на фиг. 35С представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид спереди компоновки восстановления поляризации, показанной на фиг. 34, в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 35D представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид спереди симметричного рассеивающего элемента для использования в компоновке, показанной на фиг. 36А, в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 35Е представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид в перспективе оптической стопы, содержащей оптический вентиль, задний отражатель, оптический управляющий слой и простран-

ственный модулятор света в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 35F-35I представлены принципиальные схемы, иллюстрирующие виды сбоку оптической стопы, содержащей оптические управляющие слои и пространственный модулятор света в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 36A, 36B представлены принципиальные схемы, иллюстрирующие другие виды спереди компоновок восстановления поляризации в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 37A, 37B представлены принципиальные схемы, иллюстрирующие вид сбоку компоновки восстановления поляризации в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 37C представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку оптического вентиля, содержащего элемент рассеяния света и задний отражатель, в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 37D представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид спереди внешнего вида оптического вентиля, содержащего элемент рассеяния света и задний отражатель, в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 37E представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку оптического вентиля, содержащего элемент рассеяния света и задний отражатель, дополнительно содержащий светорассеивающую поверхность грани, в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 37F представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид спереди внешнего вида оптического вентиля, содержащего элемент рассеяния света и задний отражатель, дополнительно содержащий светорассеивающую поверхность грани, в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 37G представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид в перспективе элемента вывода света оптического вентиля, содержащего волнообразную структуру, в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 37H-37I представлены принципиальные схемы, иллюстрирующие виды в перспективе задних отражателей, содержащих волнообразную структуру, в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 38A представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид спереди варианта осуществления восстановления поляризации, содержащего изогнутые грани, в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 38B представлена принципиальная схема, иллюстрирующая пути циркулирующих лучей, проложенные для оптимизации конструкции подсветки в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 39 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая циркулирующие лучи, дважды отражающиеся от пленочных граней отражателя, в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 40 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая график зависимости положения излучения луча света от горизонтального положения экрана для лучей, которые выходят из одной точки наблюдения и претерпевают или не претерпевают рециркуляцию, и затем отражаются от элементов вывода или от граней отражателя в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 41 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид спереди оптического вентиля, установленного в вертикальной ориентации для обеспечения горизонтального двумерного смотрового окна в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 42A представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид спереди оптического вентиля, установленного в горизонтальной ориентации для обеспечения вертикального двумерного смотрового окна в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 42B-42D представлены принципиальные схемы, иллюстрирующие графики зависимости светового потока световозлучающего элемента от его положения в массиве световозлучающих элементов в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 43A, 43B представлены принципиальные схемы, иллюстрирующие вид спереди и вид сбоку оптического вентиля, оборудованного отражателем на стороне входа для перенаправления обратного луча света в широкий смотровой конус и на встроенное зеркало Френеля в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 43C, 43D представлены принципиальные схемы, иллюстрирующие другие виды спереди оптического вентиля, оборудованного отражателем на стороне входа для перенаправления обратного луча света в широкий смотровой конус и на встроенное зеркало Френеля в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 43E представлена принципиальная схема, иллюстрирующая график зависимости распределения силы света от компоновки, показанной на фиг. 43A, в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 44A, 44B представлены принципиальные схемы, иллюстрирующие вид спереди и вид сбоку оптического вентиля, дополнительно содержащего асимметричный рассеивающий элемент, установленный вблизи отражающего конца для повышения равномерности выхода в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 44C, 44D представлены принципиальные схемы, иллюстрирующие виды спереди способа формирования оптического вентиля в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 45A представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид спереди оптического вентиля на первом этапе сборки, содержащего массив СИД, расположенных на первой рамке устройства, и

зеркало Френеля, расположенное на второй рамке устройства, в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 45В представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид спереди оптического вентиля на втором этапе сборки, содержащего массив СИД, расположенных на первой рамке устройства, и зеркало Френеля, расположенное на второй рамке устройства, в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 46А представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид спереди аккумуляторной батареи для устройств отображения, содержащих отражающую пленку, в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 46В, 46С представлены принципиальные схемы, иллюстрирующие виды сбоку аккумуляторных батарей для устройств отображения, содержащих отражающую пленку, в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 47 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку устройства отображения, содержащего отражающую пленку, расположенную на клиновидной аккумуляторной батарее, в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 48 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку устройства отображения, содержащего щелевую боковую стенку для размещения СИД, с целью уменьшения ширины наклонной кромки в соответствии с настоящим описанием; и

на фиг. 49 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку устройства отображения, содержащего щелевую боковую стенку для размещения зеркала, с целью уменьшения ширины наклонной кромки в соответствии с настоящим описанием.

Подробное описание

Преимуществом автостереоскопических устройств отображения с мультиплексированием по времени является улучшение пространственного разрешения автостереоскопического устройства отображения путем направления света от всех пикселей пространственного модулятора света в первое смотровое окно в первый интервал времени и от всех пикселей - во второе временное окно во второй интервал времени. Таким образом, наблюдатель, глаза которого расположены с возможностью приема света в первом и втором смотровых окнах, будет видеть изображение в полном разрешении по всей площади устройства отображения в течение множества интервалов времени. Преимуществом устройств отображения с мультиплексированием по времени является возможность получения направленного освещения путем направления света от массива осветителя, по существу, через прозрачный пространственный модулятор света с мультиплексированием по времени с использованием направленных оптических элементов, причем направленные оптические элементы, по существу, формируют изображение массива осветителя в плоскости окна.

Преимуществом является возможность обеспечения независимости равномерности смотровых окон от расположения пикселей в пространственном модуляторе света. Преимуществом таких устройств отображения является возможность обеспечения устройств отображения с отслеживанием наблюдателя, обладающих низким уровнем мерцания при низком уровне перекрестных помех для перемещающегося наблюдателя.

Для достижения высокой равномерности в плоскости окна желательно обеспечить массив элементов освещения, имеющих высокую пространственную равномерность. С помощью элементов осветителя последовательной во времени системы освещения могут быть обеспечены, например, пиксели пространственного модулятора света размером приблизительно 100 мкм в комбинации с массивом линз. Однако для таких пикселей характерны те же проблемы, что и для устройств отображения с пространственным мультиплексированием. Кроме того, такие устройства могут иметь низкую эффективность и высокую стоимость, а также требуют дополнительных компонентов для отображения.

Высокую равномерность в плоскости окна можно удобным образом получить при использовании макроскопических осветителей, например, массива светодиодов в комбинации с гомогенизирующими и рассеивающими оптическими элементами, как правило, размером 1 мм или более. Однако увеличенный размер элементов осветителя означает, что размер направленных оптических элементов увеличивается пропорционально. Например, для осветителя шириной 16 мм, с помощью которого в смотровом окне шириной 65 мм создается изображение, может потребоваться обратное рабочее расстояние 200 мм. Таким образом, увеличенная толщина оптических элементов может не допускать использования в подходящих сферах применения, например, в переносных устройствах отображения или устройствах отображения большой площади.

Указанные недостатки преодолеваются с использованием оптических вентилях, как описано в принадлежащей тем же авторам заявке на патент США № 13/300293, преимуществом которых является возможность их размещения в комбинации с быстро переключаемыми передающими пространственными модуляторами света для получения автостереоскопического освещения с мультиплексированием по времени в тонком корпусе с обеспечением высокого разрешения изображений с возможностью отслеживания наблюдателя без мерцания и низким уровнем перекрестных помех. Описан одномерный массив положений просмотра, или окон, который может отображать разные изображения в первом, как правило, горизонтальном, направлении, но содержать те же изображения при перемещении во втором, как правило, вертикальном, направлении.

В традиционных не создающих изображение устройства подсветки устройства отображения обычно используют оптические волноводы и присутствует краевое освещение от источников света, таких как светодиоды. Однако следует понимать, что существует множество фундаментальных различий в функции, конфигурации, структуре и работе между такими традиционными не создающими изображение устройствами подсветки устройства отображения и создающими изображение устройствами направленной подсветки, представленными в настоящем описании.

По существу, например, в соответствии с настоящим описанием создающие изображение устройства направленной подсветки расположены с возможностью направления освещения от множества источников света через панель устройства отображения во множество соответствующих смотровых окон по меньшей мере по одной оси. Каждое смотровое окно, по существу, сформировано системой создания изображения создающего изображение устройства направленной подсветки как изображение источника света по меньшей мере по одной оси. Система создания изображения может быть сформирована между множеством источников света и соответствующими изображениями окон. Таким образом, свет от каждого из множества источников света, по существу, не виден глазу наблюдателя за пределами соответствующего смотрового окна.

Напротив, для освещения 2D-устройств отображения используют традиционные не создающие изображение устройства подсветки или световодные пластины (LGP). См., например, Kalil Kalantar et al., Backlight Unit With Double Surface Light Emission, J. Soc. Inf. Display, том 12, выпуск 4, с. 379-387 (декабрь 2004 г.). Не создающие изображение устройства подсветки, как правило, расположены с возможностью направления освещения от множества источников света через панель устройства отображения, по существу, в общую смотровую зону для каждого из множества источников света для получения широкого угла просмотра и высокой равномерности устройства отображения. Таким образом, не создающие изображения устройства подсветки не формируют смотровые окна. Таким образом, свет от каждого из множества источников света может быть виден глазу наблюдателя, по существу, во всех положениях по смотровой зоне. Такие традиционные не создающие изображение устройства подсветки могут иметь некоторую направленность, например, для повышения коэффициента яркости экрана по сравнению с ламбертовским освещением, что может быть обеспечено за счет пленок для повышения яркости, таким как BEF™ производства компании 3M. Однако такая направленность может быть, по существу, такой же для каждого из соответствующих источников света. Таким образом, по данным и другим очевидным специалистам причинам традиционные не создающие изображение устройства подсветки отличаются от создающих изображение устройств направленной подсветки. Структуры не создающей изображение подсветки с краевым освещением можно использовать в жидкокристаллических системах отображения, таких как используемые в 2D-ноутбуках, мониторах и телевизорах. Свет распространяется от края имеющего потери волновода, который может включать отдельные элементы, как правило, локальные углубления на поверхности волновода, что приводит к потерям света независимо от направления распространения света.

В настоящем документе термин "оптический вентиль" представляет собой оптическую структуру, которая может представлять собой тип световодной структуры или устройства, называемого, например, световым вентиляем, устройством направленной подсветки с оптическим вентиляем или вентиляем направленной подсветки ("v-DBL"). В настоящем описании оптический вентиль отличается от пространственного модулятора света (хотя пространственные модуляторы света в данной области могут иногда, по существу, называться "световыми вентилями"). Одним примером создающего изображение устройства направленной подсветки является оптический вентиль, в котором может использоваться свернутая оптическая система. Свет может распространяться через оптический вентиль, по существу, без потерь в одном направлении, может падать на создающий изображение отражатель и может распространяться обратно таким образом, что свет можно выводить отражающими наклонными элементами вывода света и направлять в смотровые окна, как описано в заявке на патент № 13/300293, которая полностью включена в настоящий документ путем ссылки.

В настоящем документе примеры создающего изображение устройства направленной подсветки включают создающее изображение устройство направленной подсветки со ступенчатым волноводом, свернутое создающее изображение устройство направленной подсветки, клиновидное устройство направленной подсветки или оптический вентиль.

Кроме того, в настоящем документе создающее изображение устройство направленной подсветки со ступенчатым волноводом может представлять собой оптический вентиль. Ступенчатый волновод представляет собой волновод для создающего изображение устройства направленной подсветки, включающий волновод для направления света, дополнительно включающий первую направляющую свет поверхность, а также вторую направляющую свет поверхность, противоположную первой направляющей свет поверхности, дополнительно включающий множество световодных элементов, перемежающихся с множеством выводных элементов, расположенных в виде ступенек.

Более того, при использовании свернутого создающего изображение устройства направленной подсветки может представлять собой по меньшей мере одно из клиновидного устройства направленной подсветки или оптического вентиля.

В процессе работы свет может распространяться внутри примера оптического вентиля в первом направлении от стороны входа к отражающей стороне и может передаваться, по существу, без потерь. Свет может отражаться от отражающей стороны и распространяться во втором направлении, по существу, противоположном первому направлению. По мере распространения света во втором направлении свет может падать на элементы вывода света, которые позволяют перенаправить свет за пределы оптического вентиля. Иными словами, оптический вентиль, по существу, позволяет свету распространяться в первом направлении и может допускать вывод света во время распространения во втором направлении.

Оптический вентиль может обеспечить последовательное во времени направленное освещение больших площадей устройства отображения. Кроме того, можно использовать оптические элементы с толщиной, которая меньше обратного рабочего расстояния оптических элементов, используемых для направления света от макроскопических осветителей в плоскость окна. В таких устройствах отображения можно использовать массив элементов вывода света, расположенных с возможностью выводить свет, проходящий в обратном направлении, по существу, в параллельном волноводе.

Реализации тонких создающих изображение устройств направленной подсветки для использования с ЖКД были предложены и продемонстрированы компаниями 3М, например, в патенте США № 7528893, Microsoft, например, в патенте США № 7970246, которые в настоящем документе могут называться "клиновидные устройства направленной подсветки", RealD, например, в заявке на патент США № 13/300293, которые в настоящем документе могут называться "оптические вентиля" или "устройства направленной подсветки с оптическим вентиляем", причем все из них полностью включены в настоящий документ путем ссылки.

В настоящем описании предложены создающие изображение устройства направленной подсветки со ступенчатым волноводом, в которых свет может отражаться вперед и назад между внутренними границами, например, ступенчатого волновода, который может включать первую сторону и первый набор элементов. При прохождении света по ступенчатому волноводу угол падения света относительно первой стороны и первого набора поверхностей может существенно не изменяться и, таким образом, может не достигать предельного угла полного внутреннего отражения для среды на этих внутренних поверхностях. Вывод света может быть преимущественно получен с помощью второго набора поверхностей ("поднятые ступени"), который находится под углом к первому набору поверхностей ("ступени"). Следует отметить, что второй набор поверхностей может не участвовать в работе ступенчатого волновода как световода, но может быть расположен с возможностью обеспечения вывода света из структуры. Напротив, клиновидное создающее изображение устройство направленной подсветки может допускать прохождение света внутри волновода с клиновидным профилем, имеющего непрерывные внутренние поверхности. Таким образом, оптический вентиль не является клиновидным создающим изображение устройством направленной подсветки.

На фиг. 1А представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид спереди процесса распространения света в одном варианте осуществления устройства направленного отображения, а на фиг. 1В представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку процесса распространения света в устройстве направленного отображения, показанного на фиг. 1А.

На фиг. 1А представлен вид спереди в плоскости xy устройства направленной подсветки устройства направленного отображения, включающего массив осветителей 15, который можно использовать для освещения ступенчатого волновода 1. Массив осветителей 15 включает элементы осветителя с 15а по 15п (где p представляет собой целое число больше единицы). В одном примере ступенчатый волновод 1 на фиг. 1А может представлять собой ступенчатый волновод 1 с заданным размером устройства отображения. Элементы освещения с 15а по 15п представляют собой источники света, которые могут представлять собой светоизлучающие диоды (СИДы). Хотя в настоящем документе в качестве элементов осветителя 15а-15п описаны СИДы, можно использовать и другие источники света, включая, помимо прочего, диодные источники, полупроводниковые источники, лазерные источники, источники света локального поля, массивы органических излучателей и т.п. Кроме того, на фиг. 1В представлен вид сбоку в плоскости xz , который включает массив осветителей 15, пространственный модулятор света (SLM) 48, элементы вывода 12, направляющие элементы 10 и ступенчатый волновод 1, расположенные так, как показано. Показанный на фиг. 1В вид сбоку представляет собой альтернативный вид вида спереди, показанного на фиг. 1А. Соответственно, массивы осветителей 15 на фиг. 1А и 1В соответствуют друг другу и ступенчатые волноводы 1 на фиг. 1А и 1В могут соответствовать друг другу.

Кроме того, показанный на фиг. 1В ступенчатый волновод 1 может иметь входной конец 2, который является тонким, и отражающий конец 4, который является толстым. Таким образом, волновод 1 проходит между входным концом 2, который принимает входной свет, и отражающим концом 4, который отражает входной свет обратно через волновод 1. Длина входного конца 2 в поперечном направлении по волноводу превышает высоту входного конца 2. Элементы осветителя 15а-15п размещены в разных входных положениях в поперечном направлении по входному концу 2.

Волновод 1 имеет первую и вторую противоположные направляющие поверхности, проходящие между входным концом 2 и отражающим концом 4, для направления света вперед и назад вдоль волновода 1 посредством полного внутреннего отражения. Первая направляющая поверхность является пло-

ской. Вторая направляющая поверхность имеет множество элементов вывода света 12, обращенных к отражающему концу 4 и наклоненных для отражения по меньшей мере части света, направленного обратно через волновод 1 от отражающего конца в направлениях, которые нарушают эффект полного внутреннего отражения на первой направляющей поверхности и позволяют свету выходить через первую направляющую поверхность, например, вверх, как показано на фиг. 1B, т.е. поступать на SLM 48.

В данном примере элементы вывода света 12 представляют собой отражающие грани, хотя можно использовать и другие отражающие элементы. Элементы вывода света 12 не направляют свет через волновод, тогда как промежуточные области второй направляющей поверхности между элементами вывода света 12 обеспечивают прохождение света по волноводу без его вывода. Данные области второй направляющей поверхности являются плоскими и могут проходить параллельно первой направляющей поверхности или под относительно малым наклоном. Элементы вывода света 12 проходят латерально к данным областям, так что вторая направляющая поверхность имеет ступенчатую форму, включая элементы вывода света 12 и промежуточные области. Элементы вывода света 12 ориентированы для отражения света от источников света после отражения от отражающего конца 4 через первую направляющую поверхность.

Элементы вывода света 12 расположены с возможностью направления входного света от разных входных положений в поперечном направлении по входному концу в разных направлениях относительно первой направляющей поверхности, которые зависят от входного положения. Поскольку элементы освещения 15a-15n расположены в разных входных положениях, свет от соответствующих элементов освещения 15a-15n отражается в данных разных направлениях. Таким образом, каждый из элементов освещения 15a-15n направляет свет в соответствующее оптическое окно в выходных направлениях, распределенных в поперечном направлении, в зависимости от входных положений. Боковое положение по входному концу 2, в котором распределены входные положения, соответствует поперечному направлению выходного света относительно нормали к первой направляющей поверхности. Боковые направления, определенные на входном конце 2 и относительно выходного света, остаются параллельны в данном варианте осуществления, где отклонения на отражающем конце 4 и первой направляющей поверхности, по существу, ортогональны поперечному направлению. С помощью системы управления можно выборочно активировать элементы осветителя 15a-15n для направления света в выбранное оптическое окно. Оптические окна можно использовать по отдельности или в группах как смотровые окна.

Отражающий конец 4 может иметь положительную оптическую силу в поперечном направлении по волноводу. В тех вариантах осуществления, в которых отражающий конец 4, как правило, имеет положительную оптическую силу, оптическую ось можно определить по отношению к форме отражающего конца 4, например, как линию, проходящую через центр кривизны отражающего конца 4 и совпадающую с осью отражательной симметрии конца 4 относительно оси x. В случае плоской отражающей поверхности 4 оптическую ось можно аналогичным образом определить относительно других компонентов, имеющих оптическую силу, например, элементов вывода света 12, если они изогнуты, или описанной ниже линзы Френеля 62. Оптическая ось 238, как правило, совпадает с механической осью волновода 1.

SLM 48 проходит по волноводу, является передающим и модулирует проходящий через него свет. Хотя SLM 48 может представлять собой жидкокристаллический дисплей (ЖКД), но он является лишь примером, и можно использовать другие пространственные модуляторы света или устройства отображения, включая устройства, выполненные по технологиям LCOS, DLP и т.п., поскольку данный осветитель может работать на отражение. В данном примере SLM 48 размещен по первой направляющей поверхности волновода и модулирует свет, выходящий через первую направляющую поверхность после отражения от элементов вывода света 12.

Работа устройства направленного отображения, которое может обеспечивать одномерный массив смотровых окон, показана на виде спереди на фиг. 1A, причем его поперечный профиль показан на фиг. 1B. Как показано на фиг. 1A и 1B, в процессе работы свет может испускаться из массива осветителя 15, такого как массив элементов осветителя с 15a по 15n, расположенных в разных положениях, y, вдоль поверхности стороны тонкого конца 2, $x=0$, ступенчатого волновода 1. Свет может распространяться вдоль положительного направления оси +x в первом направлении внутри ступенчатого волновода 1, и в то же время свет может расходиться в плоскости xy, и при достижении удаленной стороны изогнутого конца 4 может по существу или полностью заполнить сторону изогнутого конца 4. При распространении свет может распределяться в систему углов в плоскости xz вплоть до предельного угла полного внутреннего отражения для материала волновода, но не превышая его. Элементы вывода 12, соединяющие направляющие элементы 10 нижней стороны поверхности ступенчатого волновода 1, могут иметь угол наклона, превышающий предельный угол полного внутреннего отражения, и, следовательно, могут быть пройдены, по существу, всем светом, распространяющимся вдоль положительного направления оси +x в первом направлении, обеспечивая, по существу, отсутствие потерь при распространении вперед.

Как дополнительно показано на фиг. 1A и 1B, сторону изогнутого конца 4 ступенчатого волновода 1 можно изготовить отражающей, как правило, путем покрытия отражающим материалом, таким как, например, серебро, хотя можно использовать и другие техники придания отражательной способности. Таким образом, свет можно перенаправить во втором направлении, обратно вниз по волноводу в отрица-

тельном направлении оси x , и можно, по существу, коллимировать его в плоскости xu или в плоскости отображения. Угловое распределение в плоскости xz относительно главного направления распространения можно, по существу, сохранить, что может позволить свету попадать на грани ступенек и отражаться из волновода. В варианте осуществления с углом наклона элементов вывода света 12 приблизительно 45° свет можно эффективно направлять приблизительно по нормали к плоскости отображения xu , при этом, по существу, сохраняя угловое распределение света в плоскости xz относительно направления распространения. Данное угловое распределение может расширяться при выходе света из ступенчатого волновода 1 за счет преломления, но может несколько сужаться в зависимости от отражательных свойств элементов вывода 12.

В некоторых вариантах осуществления при использовании элементов вывода 12 без покрытия отражение может уменьшаться при нарушении полного внутреннего отражения (TIR), сжимая угловой профиль в плоскости xz и сдвигая его от нормали. Однако в других вариантах осуществления, имеющих нанесенное на элементы вывода серебряное покрытие или металлизацию, можно сохранить расширенное угловое распределение и центральное направление нормали. Как показано в описании варианта осуществления с покрытыми серебром элементами вывода, в плоскости xz свет может выйти из ступенчатого волновода 1 приблизительно коллимированным и может быть направлен от нормали под углом, пропорциональным положению (координате) u соответствующего элемента осветителя 15a-15n в массиве осветителя 15 от центра входного края. Затем наличие независимых элементов осветителя 15a-15n вдоль входного края 2 позволяет свету выходить из всей первой направляющей свет стороны 6 и распространяться под разными внешними углами, как представлено на фиг. 1A.

Освещение пространственным модулятором света (SLM) 48, таким как панель быстрого жидкокристаллического дисплея (ЖКД), может позволить получить автостереоскопическое 3D-изображение, как показано на виде сверху или на виде в плоскости yz , с конца массива осветителя 15, как показано на фиг. 2A, на виде спереди на фиг. 2B и на виде сбоку на фиг. 2C. На фиг. 2A представлена принципиальная схема, иллюстрирующая на виде сверху процесс распространения света в устройстве направленного отображения, на фиг. 2B представлена принципиальная схема, иллюстрирующая на виде спереди процесс распространения света в устройстве направленного отображения, и на фиг. 2C представлена принципиальная схема, иллюстрирующая на виде сбоку процесс распространения света в устройстве направленного отображения. Как представлено на фиг. 2A-2C, ступенчатый волновод 1 может быть размещен позади быстрой (например, более 100 Гц) ЖК-панели SLM 48, на которой отображаются последовательные изображения для правого и левого глаза. Синхронно с этим можно выборочно включать и выключать конкретные элементы осветителя с 15a по 15n массива осветителя 15 (где n представляет собой целое число, которое больше единицы), обеспечивая освещающий свет, по существу, независимо входящий в правый и левый глаз вследствие направленности системы. В простейшем случае наборы элементов осветителя массива осветителя 15 включаются вместе, обеспечивая одномерное смотровое окно 26, или оптический зрачок, ограниченной ширины в горизонтальном направлении, но протяженный в вертикальном направлении, в котором оба разделенные горизонтально глаза могут видеть изображение для левого глаза, и другое смотровое окно 44, в котором оба глаза могут видеть главным образом изображение для правого глаза, а также центральное положение, в котором оба глаза могут видеть разные изображения. Таким образом, 3D-изображения можно просматривать, когда голова наблюдателя выровнена приблизительно по центру. Перемещение в сторону от центрального положения может привести к коллапсу сцены на 2D-изображении.

Отражающий конец 4 может иметь положительную оптическую силу в поперечном направлении по волноводу. В тех вариантах осуществления, в которых отражающий конец 4, как правило, имеет положительную оптическую силу, оптическую ось можно определить по отношению к форме отражающего конца 4, например, как линию, проходящую через центр кривизны отражающего конца 4 и совпадающую с осью отражательной симметрии конца 4 относительно оси x . В случае плоской отражающей поверхности 4 оптическую ось можно аналогичным образом определить относительно других компонентов, имеющих оптическую силу, например элементов вывода света 12, если они изогнуты, или описанной ниже линзы Френеля 62. Оптическая ось 238, как правило, совпадает с механической осью волновода 1. Цилиндрическая отражающая поверхность на конце 4, как правило, может иметь сферический профиль для оптимизации характеристик для осевых и внеосевых положений просмотра. Можно использовать и другие профили.

На фиг. 3 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку устройства направленного отображения. Кроме того, на фиг. 3 более подробно показан вид сбоку работы ступенчатого волновода 1, который может представлять собой прозрачный материал. Ступенчатый волновод 1 может включать входную сторону осветителя 2, отражающую сторону 4, первую направляющую свет сторону 6, которая может быть, по существу, плоской, и вторую направляющую свет сторону 8, которая включает направляющие элементы 10 и элементы вывода света 12. В процессе работы лучи света 16 от элемента осветителя 15c массива осветителя 15 (не показан на фиг. 3), который может представлять собой, например, адресуемый массив СИДов, могут направляться в ступенчатый волновод 1 за счет полного внутреннего отражения от первой направляющей свет стороны 6 и полного внутреннего отражения от направ-

ляющего элемента 10 к отражающей стороне 4, которая может представлять собой зеркальную поверхность. Хотя отражающая сторона 4 может представлять собой зеркальную поверхность и может отражать свет, в некоторых вариантах осуществления свет также может проходить через отражающую сторону 4.

Как показано на фиг. 3, луч света 18, отраженный отражающей стороной 4, может дополнительно проводиться в ступенчатый волновод 1 за счет полного внутреннего отражения на отражающей стороне 4 и может отражаться элементами вывода 12. Лучи света 18, падающие на элементы вывода 12, могут, по существу, отклоняться в сторону от проводящих мод ступенчатого волновода 1 и могут направляться, как показано, лучом 20 через сторону 6 в оптический зрачок, который может формировать смотровое окно 26 автостереоскопического устройства отображения. Ширина смотрового окна 26 может задаваться, по меньшей мере, размером осветителя, выходным расстоянием конфигурации и оптической силой отражающей стороны 4 и элементов вывода 12. Высота смотрового окна может преимущественно определяться углом раствора конуса отражения элементов вывода 12 и входным углом раствора конуса освещения на входной стороне 2. Таким образом, каждое смотровое окно 26 представляет собой диапазон отдельных выходных направлений относительно направления нормали к поверхности пространственного модулятора света 48, которые пересекают плоскость окна на номинальном расстоянии просмотра.

На фиг. 4А представлена принципиальная схема, иллюстрирующая на виде спереди устройство направленного отображения, которое можно осветить первым элементом осветителя и которое включает изогнутые элементы вывода света. Кроме того, на фиг. 4А на виде спереди показано дополнительное проведение лучей света от элемента осветителя 15с массива осветителя 15 в ступенчатом волноводе 1, имеющем оптическую ось 28. Как показано на фиг. 4А, устройство направленной подсветки может включать ступенчатый волновод 1 и массив осветителя из источников света 15. Каждый из выходных лучей соответствующего осветителя 15с направляется от входной стороны 2 в то же смотровое окно 26. Лучи света на фиг. 4 могут выходить из отражающей стороны 4 ступенчатого волновода 1. Как показано на фиг. 4А, луч 16 можно направить от элемента осветителя 15с к отражающей стороне 4. Затем луч 18 может отразиться от элемента вывода света 12 и выйти из отражающей стороны 4 к смотровому окну 26. Таким образом, луч света 30 может пересечь луч 20 в смотровом окне 26 или может иметь другую высоту в смотровом окне, как показано лучом 32. Кроме того, в различных вариантах осуществления стороны 22, 24 волновода 1 могут представлять собой прозрачные, зеркальные или затемненные поверхности. Как показано на фиг. 4А, элементы вывода света 12 могут быть удлиненными, а ориентация элементов вывода света 12 в первой области 34 направляющей свет стороны 8 (направляющая свет сторона показана на фиг. 3, но не показана на фиг. 4А) может отличаться от ориентации элементов вывода света 12 во второй области 36 направляющей свет стороны 8. Аналогично другим описанным в настоящем документе вариантам осуществления, например, как представлено на фиг. 3, элементы вывода света на фиг. 4А могут чередоваться с направляющими элементами 10. Как представлено на фиг. 4А, ступенчатый волновод 1 может включать отражающую поверхность на отражающей стороне 4. В одном варианте осуществления отражающий конец ступенчатого волновода 1 может иметь положительную оптическую силу в поперечном направлении по ступенчатому волноводу 1.

В другом варианте осуществления элементы вывода света 12 каждого устройства направленной подсветки могут иметь положительную оптическую силу в поперечном направлении по волноводу.

В другом варианте осуществления каждое устройство направленной подсветки может включать элементы вывода света 12, которые могут представлять собой грани второй направляющей поверхности. Вторая направляющая поверхность может иметь перемежающиеся с гранями области, которые могут быть выполнены с возможностью направления света через волновод, по существу, без его вывода.

На фиг. 4В представлена принципиальная схема, иллюстрирующая на виде спереди устройство направленного отображения, которое можно осветить вторым элементом осветителя. Более того, на фиг. 4В показаны лучи света 40, 42 от второго элемента осветителя 15h массива осветителя 15. Кривизна отражающей поверхности на отражающей стороне 4 и элементы вывода света 12 совместно создают второе смотровое окно 44, латерально отделенное от смотрового окна 26 с помощью лучей света от элемента осветителя 15h.

Преимуществом является возможность получения при использовании конфигурации, представленной на фиг. 4В, действительного изображения элемента осветителя 15с в смотровом окне 26, в котором действительное изображение можно сформировать путем совместной работы оптической силы в отражающей стороне 4 и оптической силы, которая может возникать вследствие разной ориентации удлиненных элементов вывода света 12 между областями 34 и 36, как показано на фиг. 4А. Конфигурация на фиг. 4В может позволить получить улучшенные aberrации создания изображения элементом осветителя 15с в поперечные положения в смотровом окне 26. Улучшенные aberrации могут позволить увеличить степень свободы просмотра для автостереоскопического устройства отображения при получении низкого уровня перекрестных помех.

На фиг. 5 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая на виде спереди вариант осуществления устройства направленного отображения, имеющего, по существу, линейные элементы вывода света. Кроме того, на фиг. 5 представлена конфигурация компонентов, аналогичная показанной на фиг. 1 (с аналогичными соответствующими элементами), но одно из его отличий заключается в том, что эле-

менты вывода света 12 являются, по существу, линейными и параллельными друг другу. Преимуществом такой конфигурации может быть возможность обеспечения, по существу, равномерного освещения по поверхности устройства вывода изображения и потенциально большее удобство при производстве по сравнению с изогнутыми элементами вывода на фиг. 4А и 4В. Оптическая ось 321 направленного ступенчатого волновода 1 может представлять собой направление оптической оси поверхности на стороне 4. Стороне 4 придана оптическая сила по направлению оптической оси, поэтому лучи, падающие на сторону 4, будут иметь угловое отклонение, изменяющееся в соответствии с поперечным смещением 319 падающего луча от оптической оси 321.

На фиг. 6А представлена принципиальная схема, иллюстрирующая один вариант осуществления создания первого смотрового окна в создающем изображение устройстве направленного отображения с мультиплексированием по времени в первый интервал времени, на фиг. 6В представлена принципиальная схема, иллюстрирующая другой вариант осуществления создания второго смотрового окна в создающем изображение приборе направленного отображения с мультиплексированием по времени во второй интервал времени, и на фиг. 6С представлена принципиальная схема, иллюстрирующая другой вариант осуществления создания первого и второго смотровых окон в создающем изображение устройстве направленного отображения с мультиплексированием по времени. Более того, на фиг. 6А схематически показано создание смотрового окна 26 из ступенчатого волновода 1. Группа элементов осветителя 31 в массиве осветителей 15 может обеспечить световой конус 17, направленный на смотровое окно 26. На фиг. 6В схематически показано создание смотрового окна 44. Группа элементов осветителя 33 в массиве осветителей 15 может обеспечить световой конус 19, направленный на смотровое окно 44. При взаимодействии с устройством отображения с мультиплексированием по времени окна 26 и 44 можно создавать последовательно, как показано на фиг. 6С. Вывод изображения на пространственный модулятор света 48 (не показан на фиг. 6А-6С) в соответствии с направлением выходного света позволяет получить автостереоскопическое изображение для подходящим образом размещенного наблюдателя. Аналогичную работу могут обеспечить все описанные в настоящем документе создающие изображение устройства направленной подсветки. Следует отметить, что каждая группа элементов осветителя 31, 33 включает один или более элементов освещения из элементов освещения 15а-15п, где п представляет собой целое число, которое больше единицы. На фиг. 7 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая один вариант осуществления автостереоскопического прибора направленного отображения, включающего устройство направленного отображения с мультиплексированием по времени. Как показано на фиг. 7, выборочное включение и выключение элементов осветителя с 15а по 15п вдоль оси 29 обеспечивает направленное управление смотровыми окнами. Положение головы 45 можно контролировать с помощью камеры, датчика движения, детектора движения или любого другого соответствующего оптического, механического или электрического средства, и можно включать и выключать соответствующие элементы осветителя массива осветителя 15 для обеспечения, по существу, независимых изображений для каждого глаза независимо от положения головы 45. Система отслеживания головы (или вторая система отслеживания головы) может обеспечивать контроль более одной головы 45, 47 (голова 47 не показана на фиг. 7) и может выдавать те же левое и правое изображения для левого и правого глаза каждого наблюдателя, обеспечивая 3D-изображение для всех наблюдателей. Аналогичную работу также могут обеспечить все описанные в настоящем документе создающие изображения устройства направленной подсветки. На фиг. 8 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая один вариант осуществления - устройства направленного отображения для множества наблюдателей в качестве примера, включающего создающее изображение устройство направленной подсветки. Как показано на фиг. 8, по меньшей мере два 2D-изображения могут быть направлены к паре наблюдателей 45, 47, так что каждый наблюдатель может видеть разные изображения на пространственном модуляторе света 48. Два показанных на фиг. 8 2D-изображения можно создавать способом, аналогичным способу, описанному в отношении фиг. 7, так что два изображения можно отображать последовательно и синхронно с источниками, свет от которых направляется к двум наблюдателям. Одно изображение представлено на пространственном модуляторе света 48 в первой фазе, а второе изображение представлено на пространственном модуляторе света 48 во второй фазе, отличной от первой фазы. Выходное освещение регулируется согласованно с первой и второй фазами для создания первого и второго смотровых окон 26, 44 соответственно. Наблюдатель, оба глаза которого смотрят в смотровое окно 26, будет воспринимать первое изображение, а наблюдатель, оба глаза которого смотрят в смотровое окно 44, будет воспринимать второе изображение. На фиг. 9 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая устройство направленного отображения с функцией обеспечения конфиденциальности, которое включает создающее изображение устройство направленной подсветки. В 2D-системах отображения также можно использовать направленную подсветку для целей обеспечения конфиденциальности и эффективности, направляя свет главным образом на глаза первого наблюдателя 45, как показано на фиг. 9. Более того, как представлено на фиг. 9, хотя первый наблюдатель 45 может видеть изображение на устройстве 50, свет не направляется ко второму наблюдателю 47. Таким образом, второй наблюдатель 47 не может видеть изображение на устройстве 50. Преимуществом каждого варианта осуществления настоящего описания является возможность обеспечения функций автостереоскопического устройства отображения, устройства отображения с двойным изображением

жением или устройства отображения с функцией обеспечения конфиденциальности. На фиг. 10 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая на виде сбоку структуру устройства направленного отображения с мультиплексированием по времени в качестве примера, включающего создающее изображение устройство направленной подсветки. Кроме того, на фиг. 10 на виде сбоку показано автостереоскопическое устройство направленного отображения, которое может включать ступенчатый волновод 1 и линзу Френеля 62, выполненные с возможностью создания смотрового окна 26, по существу, для коллимированного выходящего света по выходной поверхности ступенчатого волновода 1. Может быть установлен рассеивающий элемент 68 для дополнительного увеличения высоты смотрового окна 26. Затем с помощью света через пространственный модулятор света 48 можно создать изображение. Массив осветителя 15 может включать светоизлучающие диоды (светодиоды), которые могут представлять собой, например, синие светодиоды с люминофором или отдельные RGB-светодиоды. Альтернативно, элементы осветителя в массиве осветителя 15 могут включать равномерный источник света и пространственный модулятор света, выполненные с возможностью создания отдельных областей освещения. Альтернативно, элементы осветителя могут включать лазерный(ые) источник(и) света. Выходное излучение лазера можно направить на рассеивающий элемент путем сканирования, например, используя гальванометрический или МЭМС-сканер. Таким образом, в одном примере лазерное излучение можно использовать для обеспечения соответствующих элементов осветителя в массиве осветителя 15 для обеспечения, по существу, равномерного источника света с соответствующим выходным углом, а также для обеспечения снижения зернистости. Альтернативно, массив осветителя 15 может представлять собой массив лазерных светоизлучающих элементов. Кроме того, в одном примере рассеивающий элемент может представлять собой люминофор с преобразованием длины волны, так что освещение может иметь длину волны, отличную от длины волны видимого выходящего света. Далее будут описаны некоторые волноводы, устройства направленной подсветки и устройства направленного отображения, которые основаны и включают структуры, показанные на фиг. 1-10 выше. За исключением модификаций и/или дополнительных элементов, которые будут описаны ниже, представленное выше описание равным образом применимо к представленным ниже волноводам, устройствам направленной подсветки и устройствам отображения, но для краткости не будет повторяться. Описанные ниже волноводы могут быть установлены в устройствах направленной подсветки, устройствах направленного отображения, устройствах двумерного отображения и устройствах трехмерного отображения, описанных выше. Аналогично, устройства направленной подсветки, описанные ниже, могут устанавливаться в устройствах направленного отображения, как было описано выше.

На фиг. 11 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая прибор направленного отображения, включающий устройство отображения 100 и систему управления. Ниже описаны конфигурация и процесс работы системы управления, которую можно применять с необходимыми изменениями для каждого из устройств отображения, описанных в настоящем документе.

Устройство направленного отображения 100 содержит устройство направленной подсветки, которое включает волновод 1 и массив элементов осветителя 15, расположенных в соответствии с описанием выше. Система управления выполнена с возможностью выборочной активации элементов освещения 15a-15n для направления света в выбираемые смотровые окна.

Волновод 1 расположен так, как описано выше. Отражающий конец 4 сводит отраженный свет в одну точку. Для создания смотровых окон 26 в плоскости наблюдения 106, наблюдаемых наблюдателем 99, может быть предусмотрена линза Френеля 62, выполненная так, чтобы работать с отражающим концом 4. Для приема света от устройства направленной подсветки может быть предусмотрен передающий пространственный модулятор света (SLM) 48. Дополнительно может быть предусмотрен рассеивающий элемент 68, по существу, для устранения муаровых биений между волноводом 1 и пикселями SLM 48, а также линзой Френеля 62.

Как показано на фиг. 11, устройство направленной подсветки может включать ступенчатый волновод 1 и массив осветителей из источников света 15. Как показано на фиг. 11, ступенчатый волновод 1 включает направляющую свет сторону 8, отражающую сторону 4, направляющие элементы 10 и элементы вывода света 12.

Система управления может включать систему датчика, выполненную с возможностью обнаружения положения наблюдателя 99 относительно устройства отображения 100. Система датчика включает датчик положения 70, такой как камера, и систему измерения положения головы 72, которая может, например, включать систему обработки изображения компьютерного зрения. Система управления может дополнительно включать контроллер освещения 74 и контроллер изображения 76, в каждый из которых поступает информация об обнаруженном положении наблюдателя из системы измерения положения головы 72.

Контроллер освещения 74 выборочно активирует элементы осветителя 15 для направления света в смотровые окна 26 во взаимодействии с волноводом 1. Контроллер освещения 74 выбирает элементы осветителя 15 для активации в зависимости от положения наблюдателя, обнаруженного системой измерения положения головы 72, так что смотровые окна 26, в которые направляется свет, находятся в положениях, соответствующих левому и правому глазу наблюдателя 99. Таким образом, поперечная направ-

ленность выходного света волновода 1 соответствует положению наблюдателя.

Контроллер изображения 76 управляет SLM 48 для отображения изображений. Для обеспечения автостереоскопического устройства отображения контроллер изображения 76 и контроллер освещения 74 могут работать следующим образом. Контроллер изображения 76 управляет SLM 48 для отображения мультиплексируемых по времени изображений для левого и правого глаза. Контроллер освещения 74 активирует источники света 15 для направления света в смотровые окна в положениях, соответствующих левому и правому глазу наблюдателя, синхронно с отображением изображений для левого и правого глаза. Таким образом, автостереоскопический эффект достигается с использованием техники мультиплексирования по времени.

Приведенные выше описания можно применить к любому из приборов, модификаций и/или дополнительных элементов, которые будут описаны ниже.

В другом варианте осуществления прибор направленного отображения может дополнительно включать систему управления, которая может быть скомпонована с возможностью выборочной активации источников света для направления света в смотровые окна, соответствующие выходным направлениям, как было рассмотрено выше. Этот вариант осуществления может также использоваться вместе с любыми устройствами направленной подсветки, устройствами направленного отображения, приборами направленного отображения и т.п., описанными в данном документе.

В другом варианте осуществления прибор направленного отображения может быть автостереоскопическим прибором отображения с системой управления. Система управления может быть дополнительно скомпонована с возможностью управления устройством направленного отображения для отображения мультиплексируемых по времени левого и правого изображений и, по существу, синхронного направления отображаемых изображений в смотровые окна в положениях, соответствующих, по меньшей мере, левому и правому глазу наблюдателя. Система управления может включать систему датчика, которая может быть скомпонована таким образом, чтобы определять положение наблюдателя по устройству отображения, и также может быть скомпонована таким образом, чтобы направлять отображаемые изображения в смотровые окна в положениях, соответствующих, по меньшей мере, левому и правому глазу наблюдателя. Положение смотровых окон может главным образом зависеть от обнаруженного положения наблюдателя.

На фиг. 12 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку устройства направленного отображения с задним отражателем 300. Устройство направленного отображения может включать направленную подсветку и пропускающий пространственный модулятор света. Задний отражатель 300 может включать массив отражающих граней 310. Указанный массив является линейным массивом, который повторяется в линейном направлении (например, вертикально, как показано на фиг. 12). Лучи света 304, которые отражаются от элементов вывода света 12 волновода 1, направляются в вертикальное положение наблюдения в смотровом окне 26 с угловым распределением по направлению x . Лучи света, которые отражаются от вывода света 306 и проходят через элементы 12, уходят из системы или могут взаимодействовать с материалами за пределами устройства отображения и рассеиваться, создавая нежелательные перекрестные помехи в соответствующих смотровых окнах.

В настоящем описании оптические окна относятся к изображению отдельного источника света в плоскости окна. В качестве сравнения смотровое окно 26 представляет собой область в плоскости окна 106, в которую подается свет и которая может содержать данные изображения, по существу, аналогичного изображению по площади устройства отображения. Таким образом, смотровое окно может быть образовано из нескольких оптических окон. Обычно оптические окна имеют небольшой поперечный размер (в направлении оси y) и большой размер в вертикальном направлении, перпендикулярном поперечному размеру (направление по оси x).

В настоящем варианте осуществления лучи света 306, которые проходят через элементы 12, падают на отражающие грани заднего отражателя 300. Таким образом, лучи света 306 перенаправляются на смотровое окно 26. Для данного источника света массива 15 поперечное протяжение и положение соответствующих оптических окон для лучей 304, 306 являются, по существу, одинаковыми; однако распределение света в вертикальном направлении может быть разным для пучков лучей, направленных с помощью отражения или пропускания на элементах 12.

Таким образом, устройство направленной подсветки может включать волновод и массив источников света, размещенных в разных входных положениях в поперечном направлении по входному концу волновода. Волновод может иметь входной конец и может включать первую и вторую противоположные направляющие поверхности для направления света вдоль волновода и обращенный к входному концу отражающий конец для отражения входного света от источников света обратно в волновод. Первая направляющая поверхность может быть скомпонована таким образом, чтобы направлять свет посредством полного внутреннего отражения, а вторая направляющая поверхность может иметь ступенчатую форму, которая может включать множество граней, ориентированных таким образом, чтобы отражать свет от источников света, после отражения от отражающего конца, через первую направляющую поверхность в оптические окна в выходных направлениях. Выходные направления могут быть распределены в поперечном направлении к нормали к первой направляющей поверхности в зависимости от входных положений

ний и промежуточных участков между гранями, которые скомпонованы таким образом, чтобы направлять свет через волновод без его вывода. Устройство направленной подсветки может также включать задний отражатель, который может включать линейный массив отражающих граней, скомпонованных таким образом, чтобы отражать свет от источников света, который проходит через множество граней волновода, назад в волновод для выхода через первую направляющую поверхность в оптические окна.

Таким образом, устройство направленного отображения может также включать устройство направленной подсветки и пропускающий пространственный модулятор света, скомпонованный таким образом, чтобы принимать свет, выходящий от первой направляющей поверхности. Таким образом, прибор отображения может также включать устройство направленного отображения и систему управления, выполненную с возможностью выборочной активации источников света для направления света в смотровые окна, соответствующие выходным направлениям. Прибор отображения может представлять собой автостереоскопический прибор отображения, в котором система управления дополнительно скомпонована с возможностью управления устройством отображения для отображения мультиплексированных по времени левого и правого изображений и синхронного направления отображаемых изображений в смотровые окна в положениях, соответствующих левому и правому глазу наблюдателя. Система управления может дополнительно включать систему датчика, выполненную с возможностью обнаружения положения наблюдателя по устройству отображения. Система управления выполнена с возможностью направления отображаемых изображений в смотровые окна в положениях, соответствующих левому и правому глазу наблюдателя, которое зависит от обнаруженного положения наблюдателя.

Оптические окна и смотровые окна 26, до которых дошли лучи 304, 306, предпочтительно могут, по существу, перекрываться в поперечном направлении. Таким образом, взаимное влияние в устройстве отображение может, по существу, поддерживаться. Кроме того, может быть увеличена суммарная сила свет лучей света, направленных на смотровое окно 26, и может быть увеличена яркость устройство отображения. Может быть увеличен срок службы переносного устройства отображения, и для требуемого уровня яркости можно будет уменьшить стоимость и количество источников питания. Кроме того, перекрестные помехи от нежелательного света, прошедшего через элементы 12, уменьшаются или устраняются. Далее, отражатель 300 может быть сформирован в тонкой пленке, которая может быть установлена в случае наличия системы отображения, благодаря чему минимизируются затраты и толщина. В другом варианте структура отражателя 300 может быть сформирована на задней части корпуса подсветки, например, путем формования структуры отражателя 300 как части корпуса устройства отображения с последующим покрытием слоем металлизации. Благодаря этому можно успешно получить жесткую и плоскую структуру, в которой достигается высокое качество смотровых окон 26, которые отражаются от отражателя 300.

На фиг. 13 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид спереди устройства направленного отображения, включающего волновод 1 с линейными элементами вывода света 12 и задним отражателем 300, включающим массив вытянутых в длину отражающих граней 310. Указанный массив является линейным массивом, который повторяется в линейном направлении, например, вертикально, как показано на фиг. 13. Устройство направленного отображения может включать направленную подсветку и пропускающий пространственный модулятор света. Элементы 12 могут быть установлены, по существу, параллельно ориентации отражающих граней 310, благодаря чему к смотровым окнам, которые преимущественно установлены в той же ориентации, успешно доходят соответствующие лучи 304, 306.

Грани волновода 12 и отражающие грани 310 заднего отражателя 300 могут быть одинаково наклонены в одной плоскости перпендикулярно поперечному направлению. В этом примере отражающие грани 310 вытянуты в продольном направлении, т.е. они простираются вдоль одной линии по заднему отражателю 300, например, горизонтально на фиг. 13. Отражающий конец 4 может иметь положительную оптическую силу в поперечном направлении по волноводу 1. Таким образом, свет от массива источников света 15 может обладать расхождением, которое снижается для достижения заполнения участка пространственного модулятора света 48 светом от волновода 1. Положительная оптическая сила может быть скомпонована таким образом, чтобы, по существу, коллимировать свет внутри волновода 1, а линза Френеля 62 с оптической силой в том же направлении, что и положительная оптическая сила отражающего конца 4, может быть скомпонована таким образом, чтобы формировать смотровые окна плоскости окон. Асимметричный рассеивающий элемент 68 с главной осью рассеяния 69 может быть скомпонован для получения высокой степени рассеяния в направлении, перпендикулярном (ось x) поперечному направлению, в котором установлены оптические окна и смотровые окна (ось y). В смотровом окне 26 может быть успешно получено рассеяние в перпендикулярном направлении, и при этом достигнут низкий уровень перекрестных помех в поперечном направлении.

На фиг. 14 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид спереди устройства направленного отображения, включающего волновод 1 с изогнутыми элементами вывода света 12 и задним отражателем 300, включающим массив вытянутых в длину отражающих граней 310. Устройство направленного отображения может включать направленную подсветку и пропускающий пространственный модулятор света. Изогнутые элементы 12 могут быть скомпонованы для получения смотровых окон 26 в

плоскости окон 106 без линзы Френеля и могут иметь, по существу, одинаковый первый радиус кривизны в плоскости x - y . Преимуществом является то, что толщина системы и потери света из-за дополнительных поверхностей могут быть снижены. Кроме того, отражатель 300 может быть отрезан от большого непрерывного листа материала в отличие от компоновки, при которой отражающие грани 310 изогнуты, как будет описано ниже, благодаря чему снижаются затраты.

На фиг. 15А представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид спереди устройства направленного отображения, включающего волновод 1 с изогнутыми элементами вывода света 12 с первым радиусом в плоскости x - y и задним отражателем 300, включающим массив изогнутых отражающих граней 310. Указанный массив является линейным массивом, который повторяется в линейном направлении, например, вертикально, как показано на фиг. 15А. В этом примере отражающие грани 310 установлены по заднему отражателю 300, например, горизонтально на фиг. 15А, но изогнуты, не плоские. В частности, отражающие грани 310 имеют второй радиус в плоскости x - y , который может быть приблизительно в два раза больше первого радиуса, и скомпонованы для направления лучей света 306, показанных на фиг. 12, в то же самое смотровое окно, что и для лучей света 304 без линзы Френеля 62. Устройство направленного отображения может включать направленную подсветку и пропускающий пространственный модулятор света. Отражающие грани 310 могут быть скомпонованы для совместного действия с изогнутыми элементами вывода света 12, так что поперечное направление отражения лучей света 306 от отражающих граней 310 является, по существу, таким же, что и поперечное направление отражения лучей света 304 от элементов 12. Аналогичным образом оптические окна 26, созданные лучами 304, 306, могут, по существу, перекрываться. Преимуществом является то, что можно снизить перекрестные помехи и одновременно увеличить яркость устройства отображения.

На фиг. 15В представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид спереди устройства направленного отображения, включающего волновод 1 и задний отражатель 300 на фиг. 15А с компонентами, показанными перекрытыми. Устройство направленного отображения может включать направленную подсветку и пропускающий пространственный модулятор света. В области 303 высшая точка отражателя 300 соприкасается с элементом вывода свет 12 волновода 1. Область контакта будет маленькой, и поэтому рассеяние света вследствие потери полного внутреннего отражения на участке 303 будет минимальным. Таким образом, отражатель 300 может быть установлен таким образом, чтобы соприкасаться с волноводом 1. Преимуществом является то, что может быть уменьшена толщина структуры и, благодаря опорной конструкции волновода 1, может быть достигнута одинаковая плоскостность отражателя 300.

Может возникнуть необходимость в уменьшении муаровых биений, которые могут возникнуть между задним отражателем 300, элементами вывода 12 и пикселями пространственного модулятора света 48.

В описанных выше примерах задние отражатели содержат массив регулярно расположенных отражающих граней 310 с постоянным шагом. И наоборот, на фиг. 15С представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид спереди заднего отражателя 300, включающего разупорядоченный, нерегулярный массив отражающих граней 310, имеющих нерегулярный случайный шаг. Грани 310 могут быть скомпонованы таким образом, чтобы нарушить образование муаровых биений в устройстве отображения. Участки 313 между гранями 310 могут быть скомпонованы таким образом, чтобы быть непосредственно отражающими, пропускающими или поглощающими.

На фиг. 16 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку устройства направленного отображения, содержащего волновод 1. Устройство направленного отображения может включать направленную подсветку и пропускающий пространственный модулятор света. Источник света 202, который может быть, например, СИДом, может быть скомпонован таким образом, чтобы производить оптический выход, по существу, ламбертовского источника в воздухе, представленный полярным профилем распределения силы света 204, так, чтобы осевой луч 206 имел силу света больше, чем луч 208, наклоненный под углом ϕ 210 к нормали. После прохождения через сторону входа 2 волновода 1 полярный профиль распределения силы света 212 для лучей 214 в волноводе 1 будет отличаться от полярного профиля распределения силы света 204 вследствие преломления на стороне входа 2. Таким образом, максимальный угловой размер ϕ 210 задан как предельный угол полного внутреннего отражения А материала волновода 1. Лучи света 214 проходят по волноводу 1 благодаря полному внутреннему отражению и после отражения от стороны 4 волновода 1 (не показана), а пучок лучей света 216 возвращается обратно на элементы вывода света 12.

В этом иллюстративном примере для угла наклона 238 от горизонтали фильтра вывода света 45° горизонтально (параллельно оси x) распространяющийся в волноводе 1 луч 218 перенаправляется в вертикальном направлении (параллельно оси z) и далее через сторону 6 волновода 1 на асимметричный рассеивающий элемент 68. Рассеивающий элемент 68 может обладать оптической функцией, которая может быть подобрана таким образом, чтобы перенаправлять пучок параллельных лучей света с полярным профилем распределения силы света 217 с углом наклона δ 227 и углом раскрытия конуса γ 225. Угол раскрытия конуса 225 может, например, составлять половину угла лучей 219 с половиной силы света пиковых лучей 213 рассеивающего элемента 68 в плоскости z - x . В дополнительном иллюстративном

примере угол наклона δ 227 может быть задан как 15° , а угол раскрытия конуса γ 225 может быть задан как 10° . Аналогично, луч 220 перенаправляется и рассеивается в плоскости x - z , производя луч половинной силы свет 221 в показанных направлениях.

Кроме того, некоторые лучи 226 могут передаваться элементом вывода света 12 таким образом, что они будут падать на поверхность 229 (такую как задняя сторона корпуса устройства отображения), на которой они будут рассеиваться с образованием лучей 231. Такие лучи 231 могут рассеиваться таким образом, что они будут падать за пределы требуемых смотровых окон для источника света 202 и смогут создавать нежелательные перекрестные помехи изображения. Другие лучи 224 могут частично отражаться от стороны 10 и перенаправляются на поверхность 229, где они могут дополнительно рассеиваться. Отраженные лучи 237 могут иметь большой угол в пределах устройства отображения, могут стать причиной нежелательного внеосевого освещения и рассеиваться на краях устройства отображения, что приведет к увеличению перекрестных помех и уменьшению равномерности качества изображения. Кроме того, такие лучи могут поглощаться поверхностью 229, что приведет к уменьшению яркости отображаемого изображения.

Может возникнуть необходимость в уменьшении перекрестных помех и увеличении яркости отображаемого изображения с помощью заднего отражателя 300, включающего массив отражающих граней 310, как будет подробно описано ниже.

Сила света устройства отображения представляет собой меру мощности, испускаемой устройством отображения в конкретном направлении, на единицу телесного угла. Воспринимаемая наблюдателем 99 яркость устройства отображения 100 определяется освещенность, которая представляет собой фотометрическую меру силы света на единицу площади излучения, распространяющегося в заданном направлении. Массив осветительных элементов 15 обеспечивает надлежащий световой поток.

На фиг. 17 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая график зависимости силы света от угла распространения за пределами и внутри волновода 1. Таким образом, для источника света 202 с ламбертовским профилем силы света можно построить график зависимости силы света 211 от угла ϕ 210, что даст кривую силы света 230 для конуса света в воздухе и кривую 232 для конуса света, преломленного в оптическом вентиле.

На фиг. 18 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая еще один вид сбоку устройства направленного отображения, содержащего волновод 1. Устройство направленного отображения может включать направленную подсветку и пропускающий пространственный модулятор света. Таким образом, в плоскости z - y луч света 218 перенаправляется элементом 12 параллельно оси z . В рассеивающем элементе на этой оси угол рассеяния ϵ 227 для лучей половинной силы света 223 в полярном профиле распределения силы света 215 означает, что расходимость света по оси y ограничена. В данном случае ось y называется поперечным направлением и относится к направлению массива источников света 202 в массиве 15. Поэтому поперечное направление является направлением, в котором установлен массив оптических окон.

На фиг. 19А-19С представлены принципиальные схемы, иллюстрирующие вид спереди и вид сбоку асимметричного рассеивающего элемента. Асимметричный рассеивающий элемент 68 может включать, например, рассеивающий элемент с рельефом поверхности, который содержит элементы поверхности с асимметричными структурами 259, как показано на виде спереди на фиг. 19А. На фиг. 19В показан вид сбоку в плоскости y - z , на котором малый угол рассеяния ϵ 235 достигается в поперечном (ось y) направлении. На фиг. 19С показан вид сбоку в плоскости x - z , на котором структуры рельефа поверхности 259 в слое 263 могут дополнительно включать массив призматических структур с номинальным углом наклона ϕ 257 для получения угла наклона конуса рассеяния δ 227 и угла конуса рассеяния γ 233 в вертикальном (по оси x) направлении. Угол рассеяния γ 233 может быть, например, шириной на половине высоты (полушириной) конуса света от коллимированного входа. В таких примерах использования, как автостереоскопическое устройство отображения, для достижения низких перекрестных помех углы ϵ 235 могут быть относительно малыми, например от 1 до 3° . Однако в устройствах отображения, используемых для двумерных приложений, таких как режимы пониженного энергопотребления, режимы повышенной яркости и режимы защиты приватности, угол ϵ 235 может, например, составлять от 3 до 20° или больше для успешного достижения равномерного выхода и требуемого снижения освещенности со смотровым окном для широкого угла использования.

Рассеивающий элемент 68, например, может, помимо прочего, включать отвержденный с помощью ультрафиолетового излучения слой 263, сформированный на подложке 261, которая может быть стеклянной или полимерной подложкой, такой как ПЭТ или ПММА. В другом варианте рельеф поверхности может быть сформирован в одном материале с помощью литья. Такие структуры могут создаваться с помощью алмазных инструментов, лазерной записи на фотополимере или других технологий обработки поверхности. В другом варианте рассеивающий элемент 68 может включать объемный рассеивающий элемент, такой как фотополимерный материал, на котором выполнена запись с помощью асимметричного фотошаблона.

Устройство направленной подсветки может дополнительно включать асимметричный рассеиваю-

ший элемент 68, установленный для приема выхода света через первую направляющую поверхность 6, при этом асимметричный рассеивающий элемент 68 может быть скомпонован таким образом, чтобы обеспечивать большее угловое рассеяние в направлении, перпендикулярном указанному поперечному направлению, чем в указанном поперечном направлении.

На фиг. 20 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая еще один вид сбоку волновода 1 с посеребренными элементами вывода света 12. При сравнении настоящих вариантов осуществления можно считать, что выход света можно увеличить путем покрытия элементов вывода света отражающим материалом 240. Таким образом, в дополнение к лучам света 218, 254, которые могут быть получены посредством только одного полного внутреннего отражения, на наблюдателя могут быть направлены лучи света 250, 252, благодаря чему достигается, по существу, ламбертовский выход в воздухе в плоскости x-z.

На фиг. 21 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая график зависимости силы света от угла распространения за пределами и внутри волновода 1, показанного на фиг. 20. У кривой силы света 242 максимум ниже, чем у кривой 232, вследствие потерь на отражение на элементе 12. В иллюстративном примере серебряное покрытие может иметь коэффициент отражения меньше 92%, в то время как для полного внутреннего отражения он составляет, по существу, 100%. Кроме того, процесс нанесения материала 240 только на элементы 12 может быть сложным и дорогим. Можно считать, что покрытие наносится на элементы 12 и 10, благодаря чему снижается стоимость и уменьшается сложность выполнения этой операции. Однако поглощение в материале 240 после нанесения его на элементы 10 может привести к существенным потерям направляемого света в волноводе 1.

На фиг. 22 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая график зависимости силы света от угла распространения для света, выходящего из волновода 1, показанного на фиг. 16, посредством отражения от элементов вывода света перед асимметричным рассеивающим элементом 68 для углов наклона α 238 45° в кривой 270, 35° в кривой 272 и 55° в кривой 274. Таким образом, ширину и точку углового отсечения лучей, которые проходят полное внутреннее отражение на элементе 12, можно изменять. Может возникнуть стандартная необходимость в увеличении пиковой яркости и задании пиковой яркости на оси при 0 или вблизи 0°, например на 10° выше нормали к пространственному модулятору свет 48 для оптического окна, поперечно расположенного по отношению к оси.

На фиг. 23 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая график зависимости силы света от угла распространения для света, выходящего из волновода 1, показанного на фиг. 16, посредством отражения от элементов вывода света после асимметричного рассеивающего элемента с различными оптическими свойствами, как указано, принимая угол элемента вывода света равным 45°. Таким образом, для увеличения равномерности освещения устройства отображения пики можно делать нерезкими.

На фиг. 24А представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку путей прохождения луча света в волноводе 1 посредством прохождения через элементы вывода света 12 и отражения от них. Таким образом, лучи света 218 в конусах 280, 281 отражаются, лучи света 224 в конусах 282, 283 пропускаются элементом 12 и частично отражаются от элемента 10 и лучи света 226 в конусах 284, 285, 286 непосредственно пропускаются элементом 12.

На фиг. 24В представлена принципиальная схема, иллюстрирующая график зависимости силы света от угла распространения для света, выходящего из волновода 1, показанного на фиг. 24А, посредством прохождения через элементы вывода света. Таким образом, после перевода в углы выхода в воздухе можно рассчитать кривую силы света 292 для пучка лучей в конусе 283 и кривую силы света 294 для пучка лучей в конусе 285, используя коэффициенты отражения Френеля в состояниях поляризации s и p. Для настоящего иллюстративного примера принято, что свет внутри вентиля не поляризован, угол α 238 составляет 45° и показатель преломления волновода 1 составляет 1,5. Суммарная сила света в двух конусах света задается кривой 296.

На фиг. 25А представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку путей прохождения луча света в волноводе 1 посредством прохождения через элементы вывода света 12 и взаимодействия с отражающими гранями 310. Лучи 226 могут падать на отражающую грань 310, установленную под углом β 305 к прямому свету, проходящему обратно в волновод 1, благодаря чему можно получить лучи света 239, направленные на SLM 48 системы отображения. Преимуществом является то, что лучи света 226, которые больше проходят через грани 12, чем отражаются от них, могут быть направлены на смотровые окна 26 системы отображения, благодаря чему увеличивается яркость и эффективность отображения.

На фиг. 25В представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку путей прохождения луча света в волноводе 1 посредством прохождения через элементы вывода света 12 и последующего взаимодействия со световодными элементами 10 и отражающими гранями 310. Такие лучи света отражаются и выходят из волновода как лучи 241. Преимуществом является то, что лучи света 224, которые больше проходят через грани 12, чем отражаются от них, могут быть направлены на смотровые окна 26 системы отображения, благодаря чему увеличивается яркость и эффективность отображения.

На фиг. 25С представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку путей прохождения луча света в волноводе 1 посредством прохождения через элементы вывода света 12 и светоотражающие грани 310, дополнительно включающая слой 243, расположенный между волноводом и отражающими

элементами. Дополнительный слой 243 может включать, например, волновую пластинку, рассеивающий элемент, оптический дефлектор и их комбинацию. Лучи света 224 имеют относительно большие углы падения на входе слоя 243, вследствие чего появляются дополнительные лучи света 237. Поэтому в общем случае желательно, чтобы между волноводом 1 и отражающей гранью 310 дополнительный слой 243 вообще не устанавливался.

На фиг. 26 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая подробный вид сбоку волновода 1 с задним отражателем, содержащим массив отражающих граней. Таким образом, отражатель 300 может включать пилообразную структуру с отражающими гранями 310 и переходными или промежуточными гранями 312. Можно определить угол наклона β 305 к вертикали грани 310, как будет описано ниже. Следовательно, лучи света 226, проходящие через элемент 12 (в данном документе также называется гранью 12), направляются обратно в волновод 1. Лучи света 226 успешно увеличивают яркость в смотровых окнах, при этом поддерживается направленность смотровых окон и снижаются перекрестные помехи изображения.

Отражатель может быть создан посредством профилированной пленки. Отражатель 300, например, может, помимо прочего, включать отвержденный с помощью ультрафиолетового излучения слой 309, сформированный на подложке 311, которая может быть стеклянной, полимерной подложкой, такой как ПЭТ или ПММА, или может быть корпусом прибора отображения. Желательно устанавливать плоскость отражателя 300 таким образом, чтобы она обеспечивала соосность смотровых окон 26, образованных лучами 306 от пленки отражателя, чтобы они были соосными со смотровыми окнами 26, образованными лучами 304, которые появились вследствие полного внутреннего отражения на элементах 12. В другом варианте рельеф поверхности может быть сформирован в одном материале с помощью литья. Такие структуры могут создаваться с помощью алмазных инструментов, лазерной записи на фотополимере или других технологий обработки поверхности. В другом варианте рассеивающий элемент 68 может быть объемным рассеивающим элементом, таким как фотополимерный материал, на котором выполнена запись с помощью асимметричного фотошаблона. С помощью известных методов нанесения покрытий отражающий материал 315 может наноситься на отражающие грани 310 отражателя или на отражающие грани 310 и промежуточные грани 312. Отражающий материал 315 может содержать алюминий, серебро, хром, оксиды кремния и другие известные материалы, которые используются при нанесении покрытий на подложки для получения требуемых коэффициента отражения, слабого рассеяния, низкой стоимости и шероховатости.

Как показано с помощью луча 325, небольшая часть света от грани 310 будет падать на элемент 12 волновода 1. Количество света, падающего на элементы 12, является небольшим, и в иллюстративном примере элементы 12 могут иметь ширину 0,01 мм с шагом 0,5 мм, так что на элемент 12 будут падать приблизительно 2% света от грани 310. Однако лучи света 325 могут быть направлены, по существу, на то же самое смотровое окно 26, что и лучи света 226, поэтому указанные лучи не должны существенно ухудшать оптические характеристики системы.

На фиг. 27 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая подробный вид сбоку волновода 1 с задним отражателем, содержащим массив отражающих граней. В этом варианте осуществления промежуточные грани 312 могут быть установлены с углом наклона K 307 к вертикали, т.е. они могут быть скомпонованы таким образом, чтобы свет, прошедший от элементов 12, не отражался от промежуточных граней 312 вследствие затенения, обеспечиваемого отражающими гранями 310.

Задний отражатель может находиться на некотором расстоянии от волновода 1, так что свет от отдельной грани волновода 1 будет падать на множество отражающих граней 310 заднего отражателя 300, при этом задний отражатель 300 может дополнительно включать промежуточные грани 312, расположенные между отражающими гранями заднего отражателя, при этом указанные промежуточные грани наклонены в противоположном направлении относительно отражающих граней заднего отражателя под таким углом, что указанный свет от источников света, который проходит через множество граней волновода, не падает на промежуточные грани.

Преимуществом является то, что компоновка, показанная на фиг. 27, может более удобно изготавливаться с одинаковой отражающей способностью, и менее подвержена неправильной юстировке во время сборки устройства отображения.

На фиг. 28А представлена принципиальная схема, иллюстрирующая подробный вид сбоку волновода 1 с задним отражателем, включающим массив отражающих граней 310. Указанные грани центрированы с элементами 12 волновода 1 и между гранями 310 и промежуточными гранями 312 расположены плоские участки 314, которые могут иметь или не иметь покрытие.

Таким образом, грани 310 заднего отражателя 300 могут быть установлены за соответствующими гранями 12 волновода 1 и могут быть скомпонованы таким образом, чтобы отражать почти весь падающий на них свет от источников света, который проходит через соответствующие грани 12 волновода 1. Преимуществом является то, что муаровые узоры между элементами вывода 12 волновода 1 оптического вентиля могут быть сведены к минимуму в отличие от вариантов осуществления, показанных на фиг. 26 и 27. Обратите внимание на то, что некоторая часть света, прошедшая через эти грани, направляется обратно на части 10 и на внеосевые положения наблюдения без падения на задний отражатель, как будет

описано для фиг. 32В.

Как показано на фиг. 28А, задний отражатель 300 включает промежуточную грань 312, плоский участок 314 и отражающую грань 310. В другом примере компоновка заднего отражателя 300 может включать плоский участок 314 и отражающую грань 310, но не включать промежуточную грань 312. В этом примере наклон отражающей грани 310 может оставаться приблизительно таким же, а наклон плоского участка 314 может стать более крутым, положительным наклоном, чтобы обеспечить соединение между плоским участком 314 и отражающей гранью 310. Кроме того, плоский участок 314 может быть наклонен в преимущественно восходящем направлении и может соединиться с верхней частью отражающей грани 310. Продолжая этот пример, грани заднего отражателя 300 могут все еще оставаться приблизительно на одной линии с элементами 12 волновода 1.

На фиг. 28В представлена принципиальная схема, иллюстрирующая подробный вид сбоку волновода 1 с задним отражателем, включающим массив отражающих граней 310. Указанные грани расположены под равными, но преимущественно разупорядоченными углами, или расположены с повторяющимися структурами с целью минимизации муаровых интерференционных полос с помощью дополнительных периодических элементов вывода 12 волновода 1 и SLM 48.

На фиг. 28С представлена еще одна принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку волновода 1 и заднего отражателя 300, на котором волновод содержит светонаправляющие элементы 227, которые не параллельны направляющей поверхности 6 волновода и могут использоваться совместно с задним отражателем, включающим массив отражающих граней 310. Угол отклонения, обеспечиваемый гранями 10, может быть изменен с целью компенсации непараллельности направляющих поверхностей 1. Преимуществом является то, что толщина волновода 1 может быть уменьшена и, следовательно, толщина оптической стопы может быть сведена к минимуму.

Лучи света 251, которые проходят между входным концом 2 и отражающим концом 4 и выводятся через плавный переход волновода 1, могут преимущественно направляться параллельно стороне 6 и, следовательно, могут поглощаться в устройстве или могут выходить под большими углами, и поэтому их не будет видеть наблюдатель.

Некоторые выходящие лучи света 253 могут падать на задний отражатель и попадать на наблюдателя, вследствие чего создается нежелательное освещение оптических окон светом, проходящим по волноводу от массива источников света 15 до отражающего конца 4. Может возникнуть необходимость устранить этот свет.

На фиг. 28D представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку волновода 1 и заднего отражателя 300, содержащего отражающие грани 310 и неотражающие грани 312. Таким образом, лучи света 253 могут быть направлены через задний отражатель 300, при этом лучи 251 направлены на оптические окна. Для получения различной отражающей способности граней 310, 312 могут использоваться технологии направленного покрытия. Преимуществом является то, что видимость рассеянного света лучей 253 уменьшается или сводится к нулю.

На фиг. 28E представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку волновода 1 и заднего отражателя 300. Элементы вывода света 12 могут иметь углы наклона α 380, 382, а грань отражателя - углы β 384, 386, которые изменяются в направлении оси x , перпендикулярной поперечному направлению. С помощью такой компоновки можно получить направление выходных лучей света 388, 390, изменяющееся по ширине устройства отображения и посредством этого обеспечивающее некоторое коллимирование в этом направлении, благодаря чему достигается фокусировка света на смотровых окнах в направлении x . Кроме того, угол наклона отражающих граней заднего отражателя изменяется на протяжении массива отражающих граней. Следовательно, пиковую силу света можно направить на оптическое окно 260 в плоскости окна 106 от разных положений вдоль пути прохождения света по волноводу 1. При использовании массив источников света может быть установлен с одной стороны направленной подсветки, так что свет может быть направлен с отклонением вниз или вверх в направлении, соответственно, верхней или нижней части устройства отображения. Преимуществом является то, что можно увеличить яркость и равномерность изображения.

Может возникнуть необходимость в увеличении отражающей способности заднего отражателя 300 по сравнению с вариантом, показанным на фиг. 26, например, с одновременным снижением затрат. Плоские отражатели с высокой отражающей способностью можно сформировать с помощью вытягивания многослойной структуры материалов с разными характеристиками двойного лучепреломления, таких как одноосные полимерные материалы. Скачки показателя преломления между соседними слоями позволяют пропускать вектор напряженности электрического поля в определенной плоскости и отражать его в плоскости, перпендикулярной первой плоскости. Выставляя такие отражатели перпендикулярно друг другу, можно получить отражатель с высокой отражающей способностью, которая будет больше, чем у металлизированных структур, например, более чем на 95%.

На фиг. 28F-28I представлены принципиальные схемы, иллюстрирующие виды сбоку способов создания заднего отражателя. Экран отражателя 569, образованный отражающими слоями 571, 572, может быть нагрет и подвергнут штамповке под давлением с помощью штамповочного инструмента 570 с целью получения отражателей с поверхностным рельефом 571, 572, показанных на фиг. 28F-28G. Для га-

рантии того, что указанная структура будет сформирована в обоих отражателях, для обратной стороны слоя может быть предусмотрен сопряженный штамповочный инструмент 584. И наоборот, первый и второй отражатели 571, 572 могут быть отдельно сформированы и скомпонованы как стопа задних отражателей, как показано на фиг. 281. Преимуществом является то, что отражающая способность заднего отражателя может быть увеличена по сравнению, например, с металлизированными структурами, показанными на фиг. 26.

На фиг. 28J-K представлены принципиальные схемы, иллюстрирующие виды спереди задних отражателей. Задний отражатель 300 образован по меньшей мере двумя поляризованными экранами отражателя 576, 578, которые скомпонованы таким образом, чтобы отражать свет, поляризованный в соответствующих направлениях поляризации 580, 582, которые перпендикулярны друг другу, при этом указанные поляризованные экраны отражателя имеют форму, которая позволяет сформировать указанный линейный массив отражающих граней. Ориентация изогнутых отражающих граней 310 может быть, по существу, параллельной одному из направлений поляризации 580, как показано на фиг. 28J, или может составлять угол 45° , как показано на фиг. 28K. Ориентация верхнего отражателя 572 может быть выставлена таким образом, чтобы успешно получать максимальную отражающую способность для предпочтительного состояния поляризации падающего луча света.

На фиг. 29 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая подробный дополнительный вид сбоку волновода 1 с задним отражателем, содержащим массив. Показан поперечный разрез в плоскости y-z. Таким образом, прошедший через волновод 1 луч света 321 направляется на отражающую грань 310 отражателя 300. Отраженный свет проходит через волновод 1 так, что он параллелен лучу 218, который посредством полного внутреннего отражения был направлен на грань 12 волновода 1. Аналогичным образом лучи света 321 будут направлены на то же оптическое окно, что и лучи 218, и, таким образом, перекрестные помехи будут сведены к минимуму, и при этом яркость увеличится.

На фиг. 30 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая график зависимости силы света 211 от угла распространения 320 от прибора направленной подсветки, включающего волновод 1 с задним отражателем, включающим массив отражающих граней перед асимметричным рассеивающим элементом. Кривая 296 на фиг. 24В отклоняется приблизительно в направлении нормали к пространственному модулятору света 48 и добавляется к кривой силы света для полного внутреннего отражения 270 с фиг. 23 для получения распределения суммарной силы света 324 в воздухе перед асимметричным рассеивающим элементом 68. Можно заметить, что пиковая сила света на этой кривой может быть более чем в два раза больше пиковой интенсивности одной кривой силы света для полного внутреннего отражения 270. Такое желаемое увеличение яркости может быть получено в случае, когда кривая 296 подобрана таким образом, чтобы перекрывать кривую 270.

Для лучей 304 может возникнуть ограничение такого условия, когда направляющие лучи, проходящие по волноводу 1 с материалом с показателем преломления n и предельным углом полного внутреннего отражения θ_c , падают под предельным углом полного внутреннего отражения на элемент 12, угол наклона которого к нормали к первой направляющей поверхности β составляет $(\pi/2 - \alpha)$. Такие лучи 304 имеют угол выхода χ_1 в воздухе

$$\chi_1 = \sin^{-1} (n \cdot \sin (\alpha - \theta_c)) \quad \text{урав. 1}$$

Отражающие грани 310 заднего отражателя могут быть наклонены под таким углом ν к нормали к первой направляющей поверхности, что для лучей 306, которые проходят, по существу, параллельно первой направляющей поверхности и затем отражаются гранями 310, угол выхода χ_2 в воздухе задается в виде

$$\chi_2 = \pi/2 - 2\beta \quad \text{урав. 2}$$

Таким образом, угол β 305 может быть подобран согласно приведенному ниже условию так, что лучи света 304 и 306 создают угловое перекрытие в смотровом окне 26, в результате чего увеличивается яркость

$$2\beta > \pi/2 - \sin^{-1} (n \cdot \sin (\alpha - \theta_c)) \quad \text{урав. 3}$$

Таким образом, грани 12 волновода 1 могут быть наклонены под углом $(\pi/2 - \alpha)$ к нормали к первой направляющей поверхности 6, а отражающие грани 310 заднего отражателя 300 могут быть наклонены под углом β 305 к нормали к первой направляющей поверхности 6, при этом $2\beta > \pi/2 - \sin^{-1} (n \cdot \sin(\alpha - \theta_c))$, где θ_c является предельным углом полного внутреннего отражения граней волновода и n является показателем преломления материала волновода. Для схемы, в которой существует угол между первой направляющей поверхностью 6 и светопроводящими элементами 10, уравнение 3 может быть соответствующим образом изменено. В иллюстративном примере показатель преломления волновода 1 может составлять 1,5, предельный угол полного внутреннего отражения может поэтому составлять $41,8^\circ$, угол грани α может составлять 45° , так что угол β 305 грани 310 можно выставить на уровне $42,6^\circ$ или большим, чтобы добиться повышенного усиления яркости без существенного зазора между профилями углового распределения силы света в конусах лучей света, представленных лучами 304, 306 на фиг. 12.

На фиг. 31 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая график зависимости силы света 211 от угла распространения 320 от прибора направленной подсветки, который может включать волновод 1 с задним отражателем. Задний отражатель может включать массив отражающих граней после асимметричного рассеивающего элемента. Описанный выше асимметричный рассеивающий элемент 68 размывает выходными пиками, благодаря чему снижается неравномерность освещения по устройству отображения и при перемещении наблюдателя в направлении, перпендикулярном поперечному направлению относительно устройства отображения.

На фиг. 32А представлена принципиальная схема, иллюстрирующая график зависимости силы света 211 от угла распространения 320 от прибора направленной подсветки, который может включать волновод 1 с задним отражателем. Задний отражатель может включать массив отражающих граней после асимметричного рассеивающего элемента. Показаны различные варианты компоновки 330, 332, 334, 336, 338, 340 угла наклона α 238 грани 12, угла наклона β 305 отражающей грани 310 и характеристик асимметричного рассеивающего элемента, включая углы γ 233 и δ 227. Преимуществом является то, что можно существенно увеличить центральное освещение с широким распределением силы света по приемлемым углам обзора.

На фиг. 32В представлена принципиальная схема, иллюстрирующая график зависимости силы света 211 от угла распространения 320 от прибора направленной подсветки с волноводом с задним отражателем с массивом отражающих граней для вариантов компоновки 344, 346, 348 с углами α 238 и β 305. Графики представлены для более широкого угла, чем на фиг. 32А, и отображают силу света лучей 237 и 241, как показано, например, на фиг. 25В. Таким образом, можно заметить пик внеосевой освещенности 349 для высоких внеосевых позиций наблюдения.

На фиг. 32С представлена принципиальная схема, иллюстрирующая график зависимости силы света 211 от угла распространения 320 от прибора направленной подсветки с волноводом 1 с задним отражателем с массивом отражающих граней 310 после асимметричного рассеивающего элемента 68. Компоновка 354 может обеспечить распределение силы света, которое будет иметь профиль, аналогичный профилю 352, который дает увеличение силы света приблизительно в 2 раза по сравнению с ламбертовским распределением 350. Дальнейшее увеличение угла рассеяния γ 233, например, до 15° может привести в дополнительному увеличению подобия формы пика. Можно добиться, по существу, максимальной пиковой силы света для осевого наблюдения; такая компоновка является особенно предпочтительной для передвижных устройств отображения, когда необходимо, чтобы устройство могло переключаться между вертикальным и горизонтальным режимами работы. Вариант компоновки 356 показан для дополнительного слоя 243, как показано, например, на фиг. 25С, на которой отображены потери, связанные с увеличением отражения лучей света 237 от слоя 243.

На фиг. 32D представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку применения оптического выхода представленных вариантов осуществления устройства направленной подсветки в устройстве отображения 100, которое установлено на поверхности стола 366 и наблюдается в горизонтальной плоскости, когда массив 15 установлен вдоль длинного края волновода 1. Пик 349 будет обеспечивать освещенность, которая будет изменяться по $1/\cos \chi$, где угол χ 320 является углом обзора устройства отображения. При больших углах обзора 364, например больше 45° , можно существенно увеличить освещение устройства отображения для наблюдателя 362 из-за небольшой разрешенной области отображения, и это устройство отображения можно успешно использовать для получения изображения с большим освещением и низким потреблением энергии под такими большими углами.

На фиг. 32Е представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку заднего отражателя, при этом грани заднего отражателя скомпонованы таким образом, чтобы отражать свет от соответствующих центрированных элементов вывода света оптического вентиля, содержащего волновод 1 с выводными гранями 12. Отражающие грани 710 заднего отражателя 700 являются вогнутыми и расположены на одной оси с гранями 12 волновода 1. Лучи света 714 от грани вывода света 12 падают на изогнутый отражатель 710 заднего отражателя 700. Для соединения изогнутых отражателей 710 предусмотрены переходные участки 712. В работе отражатели 710 сфокусированы, по существу, на элементе вывода 12 волновода 1. Поэтому свет от элемента 12, по существу, коллимируется и проходит через волновод 1. Шаг 716 элементов вывода задается, по существу, таким же, как и шаг 718 отражателей 710.

На фиг. 32F представлена принципиальная схема, иллюстрирующая график зависимости силы света от угла распространения от прибора направленной подсветки, содержащего компоновку, показанную на фиг. 32Е. Следовательно, профиль распределения силы света 720 имеет более острый пик, чем, например, на профиле, полученном с помощью компоновки, показанной на фиг. 27.

В представленных вариантах осуществления вогнутость характеризует искривление отражающих граней 710 в плоскости x-z, как показано на фиг. 32Е, в то время как изогнутость характеризует искривление отражающих граней 310 в плоскости x-y, как показано, например, на фиг. 15А. Грани заднего отражателя могут быть вогнутыми и изогнутыми для успешного получения смотровых окон с очень высокими характеристиками усиления по осям x и y. Кроме того, слои рассеивающего слоя могут быть скомпонованы для подгонки с целью получения требуемых выходных характеристик. Отражение от граней заднего отражателя 710 может быть скомпоновано для перекрытия прямого отражения от граней 12 вол-

новода 1. С помощью такой компоновки можно успешно получить очень сильное освещение устройства отображения при низком потреблении энергии. Углы ориентации α 238 может быть придано большое значение, так что подавляющая часть света, падающего на грань 12, будет попадать на грань 710 заднего отражателя.

Для получения круговой поляризации угол между гранями 710, 712 можно задать, по существу, равным 90° , как описано в представленных вариантах осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 33А представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку устройства направленного отображения, которое может включать волновод 1 с задним отражателем. Устройство направленного отображения может включать направленную подсветку и пропускающий пространственный модулятор света. Задний отражатель может включать массив отражающих граней, линзу Френеля и асимметричный рассеивающий элемент. Линза Френеля 62 может быть скомпонована таким образом, чтобы обладать оптической силой в плоскости x-z. Следовательно, хотя угловая зависимость силы света может быть такой, как показана, например, на фиг. 32, с помощью линзы Френеля 62 можно коллимировать свет, направленный на смотровое окно 26 в плоскости окна 106. Таким образом, глаз наблюдателя в положении 354 может успешно видеть свет, по существу, с равномерной силой света по высоте пространственного модулятора света 48.

Устройство направленной подсветки может, таким образом, дополнительно включать линзу Френеля 62, обладающую оптической силой, по меньшей мере, в поперечном направлении, расположенную между первой направляющей поверхностью волновода и асимметричным рассеивающим элементом, и также может включать линзу Френеля, обладающую оптической силой, по меньшей мере, в поперечном направлении, установленную для приема выхода света через первую направляющую поверхность. Кроме того, линза Френеля может обладать оптической силой в направлении, перпендикулярном поперечному направлению.

Для получения оптимального соотношения между яркостью, свободой наблюдения и перекрестными помехами может возникнуть необходимость в получении перекрывающихся окон 26 в отдельной плоскости наблюдения 106 для света, отраженного как от элементов вывода света 12, так и от отражающих граней 310. Кроме того, может возникнуть необходимость в уменьшении толщины и сложности путем использования изогнутых элементов вывода света 12. Теперь будет описан способ расчета радиуса кривизны отражающих граней 310 для заданного радиуса кривизны элементов вывода света 12.

На фиг. 33В представлена принципиальная схема, иллюстрирующая дополнительные пути направления падающего луча 1500, имеющего в плоскости падения (в плоскости x-y) угол 1550. В зависимости от своего угла 1552, лежащего вне плоскости падения, луч может или отражаться от элемента вывода 12 и выходить из волновода в направлении наблюдателя 1510, или проходить через элемент 12 и отражаться от отражающей грани 310 и выходить как луч 1520. Для построения хода луча может быть установлена связь между углами отклонения 1560 и 1570 и плоскостными ориентациями 1580 элемента вывода 12 и 1590 отражающей грани 310.

На фиг. 33С представлена принципиальная схема графика, отображающего пример выходных углов 1560 и 1570 лучей вдоль оси 1620 как функции углов плоскостной ориентации отражателя 1580 и 1590 по оси 1630. Кривая 1610 соответствует проходящему лучу a-x (угол 1550 равен нулю на фиг. 33В), который отражается от элемента вывода, и кривая 1600 соответствует подобным образом падающему лучу, который отражается от грани отражателя. Приблизительно 10% разницы между наклонами двух кривых могут определять разницу между ориентациями, необходимую для обеспечения такого же выходного угла или фокальной точки для двух траекторий лучей. Это указывает на то, что для совмещения фокальных точек радиус грани изогнутой отражающей пленки может быть приблизительно на 10% короче, чем радиус кривизны искривленных элементов вывода оптического вентиля. В другом варианте радиусы грани отражателя и элементов вывода света могут быть, по существу, одинаковыми. Еще в одном варианте радиусы могут настолько отличаться, что будут создаваться смотровые окна разных размеров и в разных плоскостях окон. Преимуществом является то, что можно увеличить равномерность изображения в устройстве отображения и свободу наблюдения по длине. Кроме того, между двумя структурами и структурой пикселей SLM 48 могут быть уменьшены муаровые полосы.

В иллюстративном примере устройство отображения размером 75×50 мм может быть освещено оптическим клапаном, содержащим волновод 1 и задний отражатель 300. Расстояние до плоскости окна 106 может быть задано на уровне 300 мм. Для показателя преломления волновода 1,5 радиус кривизны элементов вывода света 12 может составлять около 450 мм. Указанные радиусы можно установить такими, что шаг элементов 12 в радиальном направлении может слегка отливаться от шага в поперечном направлении, хотя и может оставаться постоянным в направлении по оси x, перпендикулярном поперечному направлению. Радиус отражающих граней 310 заднего отражателя 300 может составлять около 400 мм.

В следующем иллюстративном примере для минимизации муаровых биений между разными структурами для них можно задавать разные шаги. Например, шаг граней заднего отражателя может составлять 40 мкм, шаг элементов 12 волновода 1 может составлять 200 мкм, шаг элементов рассеивающего элемента может быть порядка 10 мкм или меньше и шаг пикселей пространственного модулятора света может составлять 25×75 мкм. Волновод 1 и отражатель 300 могут быть разнесены на расстояние 250

мкм. Муаровые полосы можно, по существу, устранить.

На фиг. 33D представлена принципиальная схема, иллюстрирующая траекторию луча 1650, выходящего из отдельной заданной точки наблюдения 1600, падающего на элемент вывода 12 или на грань отражателя 310 в положении 1612, проходящего через оптический вентиль 1 как луч 1660, отразившегося от изогнутого конца 4 перед прохождением как луч 1670 в направлении положения 1630 вдоль входной апертуры стороны 2.

На фиг. 33E представлена принципиальная схема, иллюстрирующая два оптических пути подобных падающих лучей 1650 и 1651. Построение хода этих лучей через систему оптимизировать эту систему. Определение положений 1630 на фиг. 33D для лучей, исходящих от такого же положения 1600, является желательным.

На фиг. 33F представлена принципиальная схема, иллюстрирующая окончательный график, на котором показано положение проложенного луча 1710 в миллиметрах (мм) вдоль входной апертуры на стороне 2 для разных входных положений 1712 в мм вдоль горизонтальной линии, делящей пополам оптический вентиль. На этом графике положение наблюдения 1600 является исходным и расположено по центру вентилля на расстоянии наблюдения 400 мм. Две траектории, показанные на графике, являются двумя вариантами путей прохождения лучей, показанных на фиг. 33E (траектория 1750 для лучей, отражающихся от элемента вывода света; траектория 1760 для лучей, отражающихся от граней отражателя). Радиусы изогнутых отражающих элементов и радиус поверхности изображения 4 были отрегулированы для определения наилучшего положения вдоль входной апертуры стороны 2. Этот результат согласуется с тем, что радиус кривизны грани отражатель на 10% меньше радиуса кривизны элементов вывода света клапана. Оптимизация различных внесосевых положений наблюдения и расстояний наблюдения предлагает, чтобы относительные значения радиусов элементов вывода света и отражающих граней отличались друг от друга не более, чем на 12% с отражающей пленкой, имеющей меньший радиус.

Другими словами, расстояния от волновода до плоскости окна 106 и от отражателя 300 до плоскости окна 106 могут быть, по существу, одинаковыми для света, отраженного от элементов 12, и для света, прошедшего через элементы 12, отраженного от отражающей грани 310 и вернувшегося обратно в волновод 1. Преимуществом является то, что смотровые окна могут быть, по существу, отцентрированы, благодаря чему увеличивается яркость и свобода наблюдения при одновременном снижении перекрестных помех.

Для пропускающих пространственных модуляторов света 48, таких как жидкокристаллические индикаторы, обычно требуется поляризованный входной свет с заданной первой поляризацией. Для оптимизации яркости и эффективности может потребоваться использование как света с первой поляризацией, так и света со второй поляризацией, которая перпендикулярна состоянию первой поляризации в представленных вариантах осуществления данного изобретения, содержащих светоотражающие грани 310, как будет описано ниже.

На фиг. 34 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку варианта осуществления устройства направленного отображения с восстановлением поляризации. Устройство направленного отображения может включать направленную подсветку и пропускающий пространственный модулятор света. Устройство направленного отображения, компоновка которого описана выше, включает волновод 1 и массив осветителя 15, а также SLM 48, который принимает свет, вышедший из волновода 1. Устройство отображения может дополнительно включать следующие компоненты, расположенные последовательно между волноводом 1 и SLM 48: линза Френеля 62, оптический замедлитель фазы, например, полуволновой замедлитель 404, асимметричный рассеивающий элемент 68, отражающий поляризатор 402 и поглощающий поляризатор 406 на входе пространственного модулятора света 48. Призматическая отражающая пленка 300 расположена за второй направляющей поверхностью SLM 48 и работает как задний отражатель.

В работе, благодаря отражающему поляризатору 402, который установлен между первой направляющей поверхностью волновода 1 и SLM 48, установленного для передачи первой компоненты поляризации, неполяризованные лучи света 408, проходящие по волноводу 1, направляются, как было описано выше, как лучи света 410 в смотровое окно 26 с первой поляризацией, которая передается через отражающий поляризатор 402 и поглощающий поляризатор 406. Лучи света 410 второй компоненты поляризации, у которой поляризация перпендикулярна первой поляризации, отражаются отражающим поляризатором 402 как отклоненный свет и проходят через волновод 1 на призматическую отражающую пленку 300, от которой они отражаются и возвращаются как лучи 412 назад в SLM 48. Вертикальное положение луча света 412 в окне 26 может, таким образом, отличаться от положения луча света 410. Однако такие лучи света могут включать некоторую направленность на оптическое окно в поперечном направлении (по оси y).

Призматическая отражающая пленка 300 преобразует поляризацию отклоненного света в первую поляризацию, как будет описано ниже.

Отражающее покрытие 315, нанесенное на призматическую поверхность отражателя 300, может быть сформирована частично пропускающей, например, с помощью контроля толщины, так что лучи света 454 с низкой силой света направляются в заднюю часть отображающей структуры. С апертурой 452

может быть сконструирована маска 450 для направления света в заднюю часть устройства отображения, например, для обозначения продукта.

На фиг. 35А представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку детального чертежа устройства направленного отображения с восстановлением поляризации на фиг. 34. Устройство направленного отображения может включать направленную подсветку и пропускающий пространственный модулятор света. На фиг. 35В показан вид сбоку компоновки отражателя 300, волновода 1 и рассеивающего элемента 68 в качестве иллюстративного примера. На фиг. 35С представлена принципиальная схема, иллюстрирующая схематический вид спереди варианта восстановления поляризации, показанного на фиг. 34. Для простоты линза Френеля 62 и рассеивающий элемент 68 на фиг. 35А-С не показаны.

Лучи света 408, проходящие по волноводу, включают неполяризованное состояние света 430. Лучи света, отраженные посредством полного внутреннего отражения от элемента вывода света 12, являются, по существу, неполяризованными и падают на отражающий поляризатор 402, как было описано выше.

Лучи света 410, проходящие через отражающий поляризатор 402, проходят через дополнительный замедлитель 404, который может быть полуволновым замедлителем с соответственно ориентированным направлением оптической оси 437, сконструированным для направления первой компоненты поляризации 436 на ось пропускания поглощающего входного поляризатора 406 пространственного модулятора света 48. Требуемые оси пропускания поляризации поляризатора 402 и поляризатора 406 являются, по существу, параллельными для минимизации видимости внеосевых колебаний замедления в замедлителе 404, который может быть стопой замедлителей.

Рассеивающий элемент 68 может быть вставлен в стопу с вертикальным (ось x) углом рассеяния α 223 и горизонтальным (ось y) углом рассеяния β 235, благодаря чему дополнительно обеспечивается требуемое отклонение δ 227 в вертикальном направлении (ось x). Рассеивающий элемент 68 может быть установлен между волноводом 1 и входным поляризатором 406 пространственного модулятора света SLM 48. Как и требуется, рассеивающий элемент, по существу, не изменяет пути прохождения лучей перед отражающим поляризатором 402, и поэтому он установлен между отражающим поляризатором и поглощающим поляризатором. Рассеивающий элемент также может быть встроен между волноводом 1 и отражающими гранями 310; однако могут присутствовать связанные с большими углами падения и показанные на фиг. 32С.

Пространственный модулятор света 48 может также включать подложки 420, 424, такие как стеклянные подложки, жидкокристаллический слой 422 и выходной поляризатор 426.

Лучи света 412, отраженные отражающим поляризатором 402 как отклоненный свет, проходят через волновод 1 и падают на призматическую отражающую пленку 300. Призматическая отражающая пленка 300 может содержать линейный массив пар отражающих угловых граней 310, 312. Угловые грани 310, 312 наклонены в противоположную сторону в одной плоскости таким образом, что отдельные лучи света 412 отражаются от пары угловых граней 310, 312. Общая плоскость, в которой наклонены угловые грани 310, 312, ориентирована относительно нормали к SLM 48 таким образом, что задний отражатель преобразует поляризацию отклоненного света, возвращаемого обратно в пространственный модулятор света, в первую поляризацию при отражении от пары угловых граней. Этого можно добиться с помощью общей плоскости, выступающей под углом 45° к плоскости поляризации второй компоненты поляризации на отражателе 200.

Таким образом, как показано на фиг. 20, лучи света 412 отражаются обеими гранями 310, 312 призматической отражающей пленки 300. Лучи света 434 падают с состоянием поляризации 434 под углом 45° относительно удлиненных призматических граней 310, 312 призматической отражающей пленки 300, как показано на фиг. 35С.

После отражения от граней 310, 312 в лучей 412 возникает состояние вращения плоскости поляризации, так состояние поляризации 434 переходит в состояние поляризации 436 вследствие соответствующих изменений фазы на каждой наклоненной грани 310, 312. Таким образом, луч света 412, выходящий из пространственного модулятора света 48, имеет состояние поляризации 436, которое, по существу, такое же, как и состояние поляризации 432 лучей 412.

В иллюстративном примере угол α 238 элементов 12 волновода 1 может быть установлен на 45° , угол β 305 может быть установлен на 60° , угол κ 307 может быть установлен на 30° , так что угол при вершине 405, показанный на фиг. 35В, установлен на 90° , и грани 310, 312 сконструированы для получения световозвращающего отражения лучей света 412 в плоскости x - z , благодаря чему достигается переход из состояния поляризации 434 в состояние поляризации 436 при отражении. Если угол при вершине 405 установлен на угол, отличающийся от 90° , состояние поляризации падающего угла 434 можно отъюстировать относительно протяженности граней 312, 310 в направлении y для оптимизации круговой поляризации, хотя полное вращение состояния поляризации 434 может быть и не достигнуто. Как видно на кривой 332 на фиг. 32, углы γ 225 и δ 227 рассеивающего элемента могут быть установлены соответственно на 15° и -15° , что может увеличить яркость в два раза путем добавления лучей 411 к лучам 410. Лучи 411, 412 также могут испытать круговую поляризацию, так что яркость устройства отображения может быть дополнительно увеличена почти в два раза. Таким образом, в сумме яркость устройства отображения

может быть увеличена почти в четыре раза по сравнению с яркостью, получаемую с помощью лучей 410.

На фиг. 35D представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид спереди симметричного рассеивающего элемента, который в качестве альтернативного варианта использоваться в компоновке, показанной на фиг. 35C. Такой симметричный рассеивающий элемент может использоваться в компоновках, в которых степень рассеяния, необходимая на оси y , будет равна степени рассеяния, необходимой на оси x . В иллюстративном примере угол рассеяния 12° для ширины на половине высоты по оси y может быть скомпонован с двумерным устройством отображения высокой яркости или низкого энергопотребления для получения смотрового окна (которое может состоять из нескольких оптических окон), которое будет иметь номинальную ширину 60 мм в плоскости окна 106 300 мм. Подобный угол рассеяния может потребоваться по оси x для получения изменений силы света, подобных профилю 352, показанного на фиг. 32C.

На фиг. 35E представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид в перспективе оптической стопы, включающей оптический вентиль, содержащий волновод 1, задний отражатель 300, оптический управляющий слой 504 и пространственный модулятор света 48. Отражающий конец 4 волновода 1 может включать зеркало Френеля, и в волновод 1 может быть введен конусообразный участок 500 для увеличения количества света, попадающего в волновод 1 от массива светоглазующих элементов 15. Затеняющий слой 502 с областью апертуры 503 может быть установлен для скрытия краев подсветки для наблюдателя. Оптический управляющий слой 504 может включать слои отражающего поляризатора, замедлителя и рассеивающего элемента, описанные в представленных вариантах осуществления данного изобретения. Пространственный модулятор света 48 может включать входной поляризатор 406, стеклянную подложку ТПТ 420, жидкокристаллический слой 422, стеклянную подложку цветофильтра 424 и выходной поляризатор 426. Внутри жидкокристаллического слоя могут находиться красные пиксели 516, зеленые пиксели 518 и синие пиксели 520.

На фиг. 35F-35I представлены принципиальные схемы, иллюстрирующие виды сбоку оптической стопы, содержащей оптические управляющие слои 504 и пространственный модулятор света 48. Оптический управляющий слой 504, показанный на фиг. 35F, может содержать отражающий поляризатор 402, полуволновой замедлитель 404 и рассеивающий элемент 68. Каждый из поляризаторов 406, 426 может включать слой поглощения поляризации 532, например, йода или вытянутого ПВС, дополнительно включающий слои герметизирующего вещества 530, 534. На фиг. 35G показан следующий вариант осуществления, в котором на входном поляризаторе 406 установлен оптический управляющий слой 504, например, с помощью слоя клея, отверждающегося под давлением (не показан). Рассеивающий элемент 68 может быть сформирован на входной стороне слоя 504. Преимуществом является то, что по сравнению с компоновкой, показанной на фиг. 35F, снижаются оптические потери, что повышает эффективность отображения.

Может возникнуть необходимость в дополнительном уменьшении количества слоев. На фиг. 35H показано, что входной слой герметизирующего вещества 536 входного поляризатора 406 может обладать дополнительной функцией замедлителя для получения вращения поляризации, как показано, например, на фиг. 38A-B. Слой 534 может содержать ТАС (триацетат целлюлозы), тогда как слой 536 может, например, содержать ТАС-R, дополнительно обладающий функцией полуволнового замедления. Таким образом, входной поляризатор пространственного модулятора света может содержать слой герметизирующего вещества, которое является оптическим замедлителем.

Также желательно, чтобы между отражающим поляризатором 402 и пространственным модулятором света 48 был установлен рассеивающий элемент 68 для увеличения эффективности круговой поляризации. Такую компоновку можно получить с помощью схемы, показанной на фиг. 35I, на которой между отражающим слоем 402 и плоскостью пикселей 422 встроен адгезивный рассеивающий слой 538. Указанный адгезивный рассеивающий слой может включать, например, разные участки с высокими и низкими показателями преломления, благодаря чему сводятся к минимуму эффекты деполаризации в адгезивном слое 538, но при этом достигаются требуемые характеристики рассеяния. Преимуществом является то, что можно снизить стоимость и сложность комбинации оптического управляющего слоя и пространственного модулятора света, и при этом увеличить оптическую эффективность.

На фиг. 36A, 36B представлены принципиальные схемы, иллюстрирующие другие виды сбоку компоновок восстановления поляризации, подобные тем, что показаны на фиг. 35A, но дополнительно содержащие слои рассеивающего элемента 68. Рассеивающий элемент 68 может обладать слабым двулучепреломлением, может быть скомпонован с замедлителем 404 и, как показано на фиг. 36A, может быть сформирован на поверхности замедлителя 404. Лучи света 403, которые отражаются от отражающего поляризатора 402, могут падать на участки заднего отражателя и перенаправляться в волновод 1 элементами 12. Лучи света 401 в пределах входной апертуры угловых отражателей заднего отражателя (содержащих грани 310, 312) отражаются обратно и направляются обратно в конус 407 рассеивающим элементом 68.

На фиг. 36B рассеивающий элемент 68 установлен между волноводом 1 и отражающим поляризатором 402 и может быть сформирован на отражающем поляризаторе 402. Таким образом, вследствие рассеяния лучей света 409 может измениться относительная часть лучей 403, которые направляются об-

ратно в волновод. Преимуществом является то, что можно варьировать характеристики круговой поляризации.

На фиг. 37А, 37В представлены принципиальные схемы, иллюстрирующие вид сбоку компоновки восстановления поляризации с помощью централизованных задних отражателей. Также на фиг. 37В используется волновод, подобный волноводу, показанному на фиг. 28С, и задний отражатель, подобный заднему отражателю, показанному на фиг. 28А. Преимуществом является то, что лучи света 417 могут, по существу, отражаться плоскими отражающими участками 314. Может быть установлена дополнительная четвертьволновая пластинка 398 для вращения состояния поляризации отраженных лучей света 417, так чтобы они проходили через отражающий поляризатор 402. Преимуществом является то, что для определенных углов обзора можно увеличить силу света устройства отображения.

На фиг. 37С представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку оптического вентиля, включающего волновод 1, который дополнительно содержит элемент рассеяния света и задний отражатель 300. Во время работы свет, проходящий от входного конца 2, содержащего массив централизованных светоизлучающих элементов 15, до отражающего конца 4, может испытать потери на рассеяние, например, вследствие межмодового взаимодействия или из-за элементов рассеяния света 540, на которых могут быть царапины или следы от инструментов. Таким образом, лучи света 542 могут выходить из волновода 1 и падать на задний отражатель 300, в частности, на переходную грань 312.

На фиг. 37D представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид спереди внешнего вида оптического вентиля, содержащего элемент рассеяния света 540 и задний отражатель 300. Во время работы источник света массива 15 будет создавать изображение участка полосы 546 внутри темного участка 544 света, который проходит от массива 15 к отражающему концу 4 волновода 1 в зависимости от плотности и формы элементов 540. Может возникнуть необходимость в снижении видимости участка 546.

На фиг. 37Е представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку оптического вентиля, содержащего волновод 1; элемент рассеяния света 540 и задний отражатель, дополнительно содержащий светорассеивающую поверхность грани 312, которая может быть шероховатой отражающей поверхностью. Грань 310 стандартно может быть зеркально отражающей поверхностью, хотя может быть и слегка шероховатой. Шероховатость может обеспечиваться, по меньшей мере, в плоскости $y-z$ и также может быть в плоскости $x-z$, как показано на фиг. 37Е. Таким образом, лучи 543, которые падают на грань 312, рассеиваются в более широкий конус, чем лучи, показанные на фиг. 37С.

На фиг. 37F представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид спереди внешнего вида оптического вентиля, содержащего элемент рассеяния света и задний отражатель 310, дополнительно содержащий светорассеивающую поверхность грани 312. Таким образом, участок 548 треугольную форму с меньшей пиковой освещенностью, чем на участке 546, показанном на фиг. 37D. Такое изображение может быть, по существу, скрыто рассеивающим элементом 68.

На фиг. 37G представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид в перспективе элемента вывода света оптического вентиля, содержащего волнообразную структуру. Указанная волнообразная структура может быть нанесена на вытянутые по длине элементы вывода света 12 для уменьшения изображения муаровых полос между элементами вывода света 12 и пикселями SLM 48. Волнообразность, может быть, например, создана с помощью обработки поверхности алмазным инструментом путем регулировки высоты и поперечного положения резца во время выполнения операции резки.

На фиг. 37H-37I представлены принципиальные схемы, иллюстрирующие виды в перспективе задних отражателей, включающих волнообразную структуру, содержащую волнообразную кривую 560 пиков граней 310 для зеркальных и шероховатых отражающих граней 312 соответственно. Муаровые полосы также могут возникать между гранями 12 и гранями 310, 312. Для уменьшения муаровых полос может использоваться волнообразность.

Как было использовано в данном документе, прилагательное "линейный" применительно к массиву граней или элементов означает, что этот массив является линейным массивом или что грани в нем повторяются в линейном направлении. И наоборот, прилагательное "линейный" применительно к граням или элементам означает, что грани или элементы сами по себе являются линейными. Однако в общем случае грани и элементы в линейном массиве могут быть как линейными, так и иметь другую форму, например, искривленную. Аналогично, грани и элементы могут быть плоскими или иметь неровную форму, например, могут быть волнистыми по длине или быть шероховатыми.

На фиг. 38А представлена принципиальная схема, иллюстрирующая дополнительный схематический вид спереди варианта осуществления восстановления поляризации, показанного на фиг. 34, дополнительно содержащая искривленные элементы вывода света 12 и искривленные отражающие грани 310 для обеспечения фокусировки без необходимости использования дополнительной линзы Френеля способом, аналогичным, например, способу, описанному на фиг. 15А. При изменяющейся ориентации граней пленки отражателя изменяется состояние поляризации падающего свет 434 на одну из изменяющихся ориентаций поляризации, таких как 436 или 437, в зависимости от положения в поперечном направлении (по оси y). В продолжение иллюстративного примера, радиус кривизны элементов вывода света 12 в плоскости $x-y$ может составлять приблизительно 440 мм, в то время как радиус кривизны отражающих граней 310 заднего отражателя 300 в плоскости $x-y$ может составлять. Преимуществом является то, что

круговая поляризация создается в тонкой структуре, благодаря чему увеличивается яркость и эффективность и снижается энергопотребление.

На фиг. 38В представлена принципиальная схема, иллюстрирующая измененный путь прохождения луча, отличающийся от пути, показанного на фиг. 33D, в соответствии с которым луч 1650, выходящий из отдельной точки наблюдения 1600 (отображающей положение глаза наблюдателя 99), отражается от пленки отражателя на участке 1610 перед образованием луча, идущего в обратном направлении 1680. Он отражается обратно от отражающего поляризатора 402 перед тем, как достичь элемента вывода света 12 или отражающей грани 310, по существу, в том же самом положении 1610; затем он проходит по волноводу 1 как луч 1660, отражается от искривленной поверхности конца 4 и, наконец, проходит как луч 1670 в положение 1630 вдоль входной апертуры стороны 2. Таким образом, может быть показано, что лучи от точки 1600 могут быть направлены, по существу, в то же самое положение на входной апертуре стороны 2, и поэтому на тот же источник света в массиве 15а-п. Аналогичным образом грани 310 могут быть скомпонованы для создания луча света с преобразованной поляризацией в том же направлении, что и свет, который прошел через отражающий поляризатор при первом падении. Преимуществом является то, что смотровые концы устройства отображения могут иметь повышенную яркость и уменьшенные перекрестные помехи.

На фиг. 39 более подробно показано двойное отражение падающего луча 1650 от поверхностей 310 и 312 пленки призматического отражателя, которое создает луч света 1680, проходящий в обратном направлении. Таким образом, грани 310, 312 могут быть установлены под углом друг к другу 1681 90° , что обеспечивает обратное отражение лучей света 1650, разрешенных в первой плоскости, параллельной нормальям к поверхностям 310, 312, а также зеркальное отражение в перпендикулярной плоскости.

На фиг. 40 представлен график, на котором показано положение проложенного луча (в миллиметрах) вдоль входной апертуры на стороне 2 (ось 1710) для разных входных положений (в миллиметрах) вдоль горизонтальной линии, делящей пополам оптический вентиль (ось 1712). В этом примере положение наблюдения 1600 находится на расстоянии 65 мм от оси как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях, при расстоянии наблюдения 400 мм от нормали от центра волновода 1 до плоскости 106 (как показано на фиг. 12). Четыре кривые на графике соответствуют двум вариантам путей прохождения лучей, показанных на фиг. 33Е (кривые 1750, 1770 соответствуют нахождению вне элемента вывода света и кривые 1760, 1780 соответствуют нахождению вне граней отражателя), с вариантом пути повторно используемого луча 1770, 1780 или без него (1750, 1760). Радиусы искривленных отражающих элементов и радиус поверхности формирования изображения 4 могут быть откорректированы для определения оптимального осевого положения обзора. Этот результат показывает, что повторно используемый свет излучается в положения источника, близких к источникам невозвращенного света, благодаря чему сохраняется взаимное расположение положений источника и наблюдателя, необходимое для точного контроля освещения.

Может возникнуть необходимость в создании устройства отображения, способного обеспечивать изображение в условиях яркого освещения, например при 25 000 люкс, или способного работать с высокой эффективностью с требуемой яркостью, например с 500 нит. Устройство направленной подсветки по представляемому варианту осуществления может эффективно направлять свет в узком диапазоне углов по сравнению с обычными двумерными системами подсветки и, таким образом, может добиваться повышения яркости для заданного потребления энергии или повышения эффективности работы для заданного освещения.

На фиг. 41 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид спереди компоновки подсветки, которая создает горизонтальное смотровое окно 800 с вертикально ориентированным волноводом 1 оптического вентиля, освещенным вертикальным массивом СИД 15, и предназначена для использования в приборах отображения высокой яркости или высокой эффективности. Обратите внимание на то, что координатные оси соотносятся больше с ориентацией волновода, чем с пространством наблюдателя, и вследствие этого для наблюдателя 99 создается горизонтальное смотровое окно 800 с положением левого глаза 804 и положением правого глаза 806.

Отражающий конец 4 может содержать зеркало Френеля, установленное для значительного коллимирования света от источников массива 15 от отражающих граней 813. Элементы вывода света 12 и дополнительные светоотражающие грани 310 (не показаны) вместе создают смотровое окно 800. Преимуществом является то, что зеркало Френеля может давать небольшое обрамление по сравнению с куполообразной поверхностью 4, показанной, например, на фиг. 35С. Переходные грани 803 зеркала Френеля могут обеспечивать рассеяние в оптической системе.

Рассеяние в двумерном устройстве отображения повышенной яркости или повышенной эффективности может позволить добиться требуемых уровней однородности смотровых окон без налагаемого требования низких перекрестных помех изображения, которое желательно в автостереоскопических устройствах отображения. Переходные грани 803 могут быть наделены дополнительными свойствами рассеяния для сведения к минимуму эффектов неоднородности при отражении света от граней 803.

Входной рассеивающий элемент 801 может быть асимметричным рассеивающим элементом с рассеянием в плоскости x-y и может быть установлен для уменьшения видимости зазоров между СИДами

массива 15 без существенного увеличения потерь света, попадающего в волновод в плоскости x-z.

Входной рассеивающий элемент 801 может обладать характеристиками рассеяния, которые на участке групп 812 могут быть одними, и на участке групп 810-другими.

Массив светозлучающих элементов 15, такой как массив СИД, может содержать первую группу 808 СИД, которые могут иметь выходную характеристику с высокой яркостью; вторую группу 810 СИД, у которых шаг 816 такой же, как и шаг 814 СИД группы 808, и третью группу 812 СИД, у которых шаг 818 может быть больше, чем шаг 814 СИД группы 808. Могут быть встроены дополнительные группы, или может быть, например, плавное увеличение шага от центра массива 15 к внешним участкам. СИДы группы 808 могут иметь более высокий выход яркости, но меньшую эффективность, чем СИДы групп 810, 812.

В режиме работы высокой яркости СИДы 809 первой группы 808 могут быть направлены посредством компоновки оптического вентиля на смотровое окно 800, содержащее два оптических окна и размер 802. Таким образом, наблюдатель 99 с глазами, расположенными в положениях 804, 806, может видеть изображение вдоль участка SLM 48 (не показан). Поскольку глаза наблюдателя 99 двигаются, оптические окна можно отрегулировать таким образом, что смотровые окна будут двигаться в соответствии с положением наблюдателя, благодаря чему увеличивается свобода наблюдения.

В иллюстративном примере отображение диагонали может освещаться СИДами в первой группе 808 с размером $2,6 \times 1$ мм и шагом 3,5 мм. Выход СИДов может составлять 50 люмен на 600 мВт, и, таким образом, для окна 800 может быть обеспечена суммарная мощность 1,2 Вт. Оптический вентиль высотой 50 мм, который подходит для мобильных телефонов, может быть скомпонован для получения смотровых окон на расстоянии обзора 300 мм с высотой окна 802 около 60 мм. При использовании круговой поляризации и отражающей пленки с гранями 300, осевой выход яркости устройства отображения может составлять по меньшей мере около 2000, если оно используется с ЖКИ с пропусканием 6,5% для неполяризованного света. Отражения от передней части устройства отображения могут, например, составлять 5%. При освещенности экрана 25000 люкс можно добиться степени контрастности 5:1 по сравнению со степенью контрастности 1,3:1 для устройства отображения с яркостью 500 нит. Таким образом, степень контрастности устройства отображения может быть успешно увеличена в условиях высокой яркости.

При работе с яркостью устройства отображения 500 нит может быть достигнута потребляемая мощность 300 мВт. Преимуществом является то, что яркость устройства отображения существенно выше яркости, которая может быть достигнута для обычной подсветки с такой же входной мощностью, например, в устройстве отображения, содержащем ESR™, BEF II™ и DBEF™ производства корпорации 3М и рассеивающие элементы.

Продолжая иллюстративный пример в данном документе, СИДы группы 808 могут иметь светоотдачу 60 лм/Вт, в то время как светоотдача групп 810, 812 может составлять 80 лм/Вт при пиковом световом потоке 20 люмен. Шаг 818 может составлять 5 мм и больше. Характеристики рассеяния входного рассеивающего элемента 801 могут изменяться вдоль входной апертуры, чтобы соответствовать разным расстояниям СИД. Преимущество состоит в том, что стоимость и количество СИДов в группах 810, 812 могут быть снижены.

В следующем иллюстративном примере устройство отображения высотой 50 мм может быть оборудовано массивом светозлучающих элементов 15 со светимостью пакета 7 лм/мм. Выходная яркость устройства отображения 1500 нит для осевых положений наблюдения может быть получена для устройства отображения с пропусканием приблизительно 5%. Во время работы на открытом воздухе при 25000 люкс и 50% отражающей способности стандартного уровня белого подсветки уровень белого адаптированного глаза составляет около 4000 нит. Относительная яркость устройства отображения составляет 37% уровня белого адаптированного глаза и близка к отражающей способности известных черно-белых электрофоретических дисплеев с высокой отражающей способностью. Для сравнения, стандартный дисплей имеет менее 15%. Таким образом, четкость изображения в представленных вариантах существенно выше в условиях сильного естественного освещения. Также в условиях работы на открытом воздухе получают полноцветные динамические изображения.

На фиг. 42А показана система освещения, подобная системе, показанной на фиг. 41, установленная в горизонтальной ориентации по отношению к наблюдателю 99, с помощью которой создается вертикальное смотровое окно 800, содержащее четыре оптических окна, если освещение выполняется СИДами группы 811. Продолжая иллюстративный пример, ширина смотрового окна может быть увеличена приблизительно до 120 мм и будет включать четыре оптических окна. Также на фиг. 42 показаны схемы управления СИДами 830, 832, 834 и контроллер 74, которые могут быть скомпонованы для пуска отдельных СИДов группы 808 с высоким током потребления и отдельных СИДов группы 810 с низким током потребления. Также СИДы группы 812 могут быть включены пусковым устройством 834 посредством строчного включения с целью снижения стоимости пускового устройства 834 по сравнению с пусковыми устройствами 830, 832. Аналогично, можно задать углы вблизи оси устройства отображения для обеспечения его работы в условиях высокой яркости, при этом можно задать углы, расположенные дальше от оси, для обеспечения контролируемого наблюдателем энергосберегающего режима работы и можно включить цепочки СИДов 812, если устройство отображения должно работать в широкоугольном

режиме, который является направленным распределением, аналогичным распределению в стандартном двумерном устройстве отображения.

На фиг. 42B, 42D представлены принципиальные схемы, иллюстрирующие графики зависимости светового потока 263 светоизлучающих элементов от положения 261 вдоль массива светоизлучающих элементов. На фиг. 42B показана компоновка фиг. 41, отличающаяся тем, что излучает группа 808 СИДов со световым потоком каждого из СИДов 900 и профилем кривой шкалы серого для массива 902. Функция силы света на выходе может зависеть от распределения светового потока при прохождении по волноводу 1, а также от компоновки пленки отражателя 300 и рассеивающего элемента 68. Такое распределение светового потока можно подобрать, например, для создания устройства отображения с высокой яркостью для просмотра изображений с требуемой степенью контрастности в условиях сильной освещенности, например 25000 люкс. В условиях меньшей освещенности, например, внутри помещения, можно подобрать распределение светового потока 908, показанное на фиг. 42C. Таким образом, можно дополнительно увеличить эффективность устройства отображения и при этом добиться требуемой яркости при наблюдении внутри помещения.

Кроме того, может возникнуть необходимость в увеличении свободы наблюдения устройства отображения. Как показано на фиг. 42A, может быть подобрано распределение светового потока 910. Участки СИДов 904, 912, 914 могут быть обеспечены соответственно группами СИДов 811, 810, 812 на фиг. 42A. Преимуществом является то, что может быть предложено устройство отображения с широким углом обзора с распределением силы света, подобным распределению обычной двумерной подсветки, например, профилем 352 на фиг. 32C. Такая компоновка не требует дополнительного контроля положения окна или структуры для широкоугольного обзора.

Преимуществом является то, что устройство отображения можно сконструировать таким образом, что может быть достигнут высокий контраст в условиях с высокими уровнями освещенности. Далее, для устройства отображения могут быть достигнуты очень низкие уровни потребляемой мощности внутри помещений для приемлемых степеней контрастности. Далее, для устройства отображения могут быть получены угловые распределения силы света, подобные распределениям в обычных двумерных подсветках для аналогичной рабочей мощности. Далее, такое устройство отображения может работать в горизонтальном и вертикальном режимах. Далее, может быть установлена пиковая яркость для оптимального обзора устройства отображения преимущественно в направлении нормали к поверхности устройства отображения, которая, таким образом, подходит для устройств отображения, сконструированных для горизонтального и вертикального режимов работы.

На фиг. 43A представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид спереди оптического вентиля, сконструированного с отражателем на стороне входа, и на фиг. 43B представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку оптического вентиля, сконструированного с отражателем на стороне входа 2, установленного для перенаправления обратных лучей света в широкий смотровой конус и на встроенное зеркало Френеля. Отражатель 842 может включать металлический отражатель или полимерный отражатель, например ESR™, и может быть дополнительно сконструирован с рассеивающим элементом 843, который может быть асимметричным рассеивающим элементом, установленным для рассеяния света, так что лучи 841, падающие на отражатель 842, будут рассеиваться в плоскости x-y, а не в плоскости x-z, благодаря чему образуются рассеянные лучи 839 и однократно отраженные лучи 837. Во время работы некоторая часть свет от СИДа, которая не выводится элементами 12, падает на входную сторону 2 и отражается. Затем этот свет повторно проходит по системе и, вследствие этого, достигает источника, который имеет, по существу, ширину оптического вентиля. Отношение высоты входной апертуры 845 к высоте апертуры зеркала 847 может быть отрегулировано для увеличения количества света, падающего на входную апертуру, и, вследствие этого, увеличения количества света, который может быть направлен по широкому диапазону углов, и увеличения уровней освещения подсветки. Массив 15 может включать отдельную группу 844 СИДов высокой яркости, благодаря чему снижается стоимость устройства отображения, что является преимуществом. Такое устройство отображения может быть подвижным для получения подвижных смотровых окон или неподвижным с центральным пиком большой яркости.

На фиг. 43C, 43D представлены принципиальные схемы, иллюстрирующие другие виды спереди оптического вентиля, оборудованного отражателем на стороне входа для перенаправления обратного луча света в широкий смотровой конус и на встроенное зеркало Френеля. На фиг. 43E представлена принципиальная схема, иллюстрирующая график зависимости распределения силы света от компоновки, показанной на фиг. 43D.

На фиг. 43C показана компоновка, при которой отдельный источник света 880, который включается отдельным контроллером 882, установлен для обеспечения освещения устройства отображения. Устройство направленной подсветки может, таким образом, включать волновод 1, содержащий входной конец 2; одиночный источник света 880, установленный в предварительно заданном входном положении в поперечном направлении по входному концу 2 волновода 1, при этом указанный волновод 1 дополнительно содержит первую и вторую противоположно направленные направляющие поверхности 6, 8 для направления света по волноводу 1 и отражающий конец 4, обращенный к входному концу 2, для отражения входного света назад в волновод 1, при этом первая направляющая поверхность 6 сконструирована таким

образом, чтобы направлять свет посредством полного внутреннего отражения, а вторая направляющая поверхность 8, имеющая ступенчатую форму, включает (а) множество граней 12, ориентированных таким образом, чтобы отражать свет от источника света 880, после отражения от отражающего конца 4, через первую направляющую поверхность 6 в оптическое окно в выходном направлении, установленном в поперечном направлении (по оси y) в зависимости от входного положения источника света 880, и (б) промежуточные участки 10 между гранями 12, которые расположены таким образом, чтобы направлять свет через волновод 1; задний отражатель 300, содержащий массив отражающих граней 310, скомпонованных таким образом, чтобы отражать свет от источника света 808, отразившегося от множества граней 12 в волноводе 1, назад в волновод 1 для выхода через первую направляющую поверхность 6 в указанные оптические окна.

Преимуществом является то, что уменьшаются стоимость и сложность устройства и может быть получен широкий угол профиля освещения. На фиг. 43D показана дополнительная компоновка, в которой один СИД с высокой яркостью 886 и два СИДа с низкой яркостью, но с высокой эффективностью 884, 888 установлены для обеспечения профиля силы света смотрового окна 265 с положением 267 в плоскости окна 106, содержащей центральный участок 815 со светом непосредственно от СИДов и внешний участок 817 со светом, отраженным от отражателя 842. Для определения отношения количеств света на участках 815 и 817 может быть задано отношение высоты отражающего конца 4 к высоте входного конца 2. Таким образом, может быть оптимизирована эффективность выхода при одновременном достижении режима широкого угла обзора и двумерного режима высокой яркости.

На фиг. 44А, 44В представлены принципиальные схемы, иллюстрирующие, соответственно, вид спереди и вид сбоку оптического вентиля, дополнительно содержащего асимметричный рассеивающий элемент 848, установленный вблизи отражающего конца 4 для повышения равномерности выхода. Рассеивающий элемент 848 может быть установлен для обеспечения, по существу, слабого рассеяния для лучей 845, проходящих в плоскости x - y , и одновременного создания небольшого количества рассеянных лучей 847 для лучей, проходящих в плоскости x - z . Такой рассеивающий элемент может успешно обеспечивать увеличение равномерности на участке отображения благодаря неравномерному угловому распределению лучей света в плоскости x - z . Такое неравномерное угловое распределение лучей может быть результатом дифракционных эффектов и межмодового взаимодействия внутри волновода 1 оптического вентиля. В иллюстративном примере рассеивающий элемент с параметрами углового рассеяния $0,1 \times 3^\circ$ может быть установлен на конце 4. Такой рассеивающий элемент может быть создан внутри материалов с разными показателями преломления для снижения френелевского отражения от поверхностей слоев материалов.

На фиг. 44С, 44D представлены принципиальные схемы, иллюстрирующие виды спереди способа формирования оптического вентиля, содержащего волновод 1. Волновод 1 может быть сформирован путем литья внутрь цельного корпуса, содержащего изогнутые грани 12. Корпус может включать плоский конец 610. Узел зеркала Френеля 600 может включать поверхность Френеля 602, которая покрыта слоем металла и сформирована между слоями герметизирующего вещества 604, 606. В другом варианте зеркало Френеля может включать профилированный отражатель, выполненный способом, подобным способу, показанному на фиг. 28F-28I, и может дополнительно включать защитные слои 604, 606. Может быть предусмотрен адгезивный слой 608, который может включать некоторую функцию рассеяния, аналогичную функции, показанной на фиг. 44В, для прикрепления к узлу зеркала Френеля на конце 610 цельного корпуса волновода 1. К боковым стенкам волновода 1 могут быть прикреплены дополнительные отражающие слои 612, 614 для уменьшения видимости внеосевых пустот. Преимуществом является то, что узел зеркала Френеля может быть сформирован с высокой точностью и высокой отражающей способностью с помощью процесса, отдельного от цельного корпуса, благодаря чему достигаются улучшенные оптические характеристики.

Может возникнуть необходимость в уменьшении размеров устройства путем ввода компонентов устройства подсветки в структуру системы отражения, например, мобильного телефона, планшетфона или планшета.

На фиг. 45А представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид спереди оптического вентиля на первом этапе сборки, содержащего массив СИДов, расположенных на первой рамке устройства, и зеркало Френеля, расположенное на второй рамке устройства, и на фиг. 45В показана компоновка во время выполнения второго этапа сборки. На первом этапе массив источников света 15, например, массив СИДов, собирается на подложке, содержащей электрод и изолирующий слой 851 и металлическую рамку 850, которая может быть внешней рамкой устройства отображения, такого как мобильный телефон или планшет. Дополнительные пленки, такие как ESR 842, могут быть нанесены на участках массива 15 для повторного направления света в волновод 1, как показано на фиг. 44А, 44В. Кроме того, на или в рамке 852 устройства отображения может быть сформировано зеркало Френеля 854. Такое зеркало Френеля может быть залито внутрь рамки или сформировано на рамке. Во время выполнения этапа сборки зеркало Френеля может быть прикреплено к волноводу 1 с помощью материала с согласованным показателем преломления 856, благодаря чему образуется единый компонент. Также во время этого этапа сборки массив источников света может быть установлен вблизи входной стороны волновода 1. Также вокруг уст-

ройства подсветки могут быть установлены электронные компоненты и платы 858.

Преимуществом является то, что может быть уменьшен размер скошенной грани устройства отображения и может быть дополнительно уменьшено количество отдельных компонентов, вследствие чего снижается стоимость устройства. Также рамка 850 может обеспечивать теплоотвод от массива СИДов 15, благодаря чему улучшается тепловой контакт с внешней средой и, как следствие, повышается эффективность и увеличивается срок службы СИДов.

На фиг. 46А-46С представлены принципиальные схемы, иллюстрирующие вид спереди и виды сбоку аккумуляторной батареи 860 для устройств отображения, содержащих отражающий слой. Отражающая пленка, содержащая грани 310, 312, может быть установлена на аккумуляторной батарее 860 с внешними контактами 862 к батарее. На фиг. 46В показано, что по поперечному сечению 864 пленка 300 может быть прикреплена к верхней крышке 866 аккумуляторной батареи с материалом батареи 870 и нижней крышкой 868. Преимуществом является то, что аккумуляторная батарея может быть скомпонована как, по существу, плоский поддерживающий слой, так что оптические выходные окна от отражающего слоя 300 будут центрированы по всему участку отображения. В другом варианте, показанном на фиг. 46С, отражающий слой может быть сформирован в крышке 872 аккумуляторной батареи, благодаря чему создается более взаимосвязанная и тонкая структура с требуемой плоскостностью окон изображения.

Яркость устройства отображения может быть существенно повышена по сравнению с компоновками, в которых не используются призматическая отражающая пленка 300 и отражающий поляризатор 402. Может быть снижена стоимость источника питания и может быть увеличен срок службы аккумуляторной батареи.

На фиг. 47 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку устройства отображения, содержащего отражающую пленку, установленную на клиновидной аккумуляторной батарее 870 с углом клина 871, сопряженного с углом конусности волновода 1. Преимуществом является то, что задний отражатель 300 может быть встроен в аккумуляторную батарею, благодаря чему уменьшается объем батареи.

На фиг. 48 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку устройства отображения, содержащего щелевую боковую стенку для размещения СИД, с целью уменьшения ширины наклонной кромки. Пропускающий пространственный модулятор света 48, такой как жидкокристаллический дисплей, может дополнительно включать краевой участок 427, который может включать электронную схему адресации и уплотнительный материал, и находится с внешней стороны активной области SLM 48. Затеняющий слой 502 нанесен для скрытия краевых участков устройства направленной подсветки. Пакет СИДов 622 с излучающей областью 624 участки электрических соединений 626 могут быть скомпонованы на разветвлениях электрических соединений и прикреплены к боковой стенке 850 мобильного устройства или, как вариант, в полости 851. В иллюстративном примере может быть получена ширина боковой наклонной кромки менее 25 мм, где зазор между краем активной области и участком 624 приблизительно в три раза больше высоты входного конца 2 волновода 1.

На фиг. 49 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку устройства отображения, содержащего щелевую боковую стенку для размещения зеркала, с целью уменьшения ширины наклонной кромки. Затеняющий слой 502 скомпонован частично в дополнительном вырезе 853 в боковой стенке 852 для затенения рассеяния от края зеркала 600. В продолжение иллюстративного примера, может быть получена ширина боковой наклонной кромки менее 25 мм, где зазор между краем активной области и зеркалом 600 приблизительно в три раза больше высоты зеркала 600.

При использовании в настоящем документе термины "по существу" и "приблизительно" выражают общепринятые в отрасли степени допуска для соответствующих терминов и/или степени относительности между элементами. Такие общепринятые в отрасли диапазоны допуска составляют от 0 до 10% и, без ограничений, соответствуют значениям компонентов, величинам углов и т.п. Такая взаимосвязанность между элементами находится в диапазоне от приблизительно 0 до 10%.

Хотя выше описаны различные варианты осуществления в соответствии с принципами, описанными в настоящем документе, следует понимать, что они представлены исключительно для примера, а не для ограничения. Таким образом, широта и объем настоящего раскрытия не должны быть ограничены любыми из вышеописанных примеров осуществления, но должны определяться только в соответствии с любыми пунктами формулы изобретения и их эквивалентами, следующими из данного раскрытия. Более того, вышеуказанные преимущества и элементы представлены в описанных вариантах осуществления, но не должны ограничивать сферу применения таких опубликованных пунктов формулы изобретения в отношении процессов и структур, реализуемых любым или всеми из вышеуказанных преимуществ.

Кроме того, заголовки разделов в настоящем документе предложены для единообразия в соответствии с предложениями 37 CFR 1.77 или иным образом для обеспечения организации текста. Данные заголовки не должны ограничивать или характеризовать вариант(ы) осуществления, изложенный(ые) в любых пунктах формулы изобретения, которые могут быть следствием настоящего описания. В частности и для примера, несмотря на то что заголовки относятся к "технической области", пункты формулы изобретения не должны быть ограничены языком, выбранным в данном заголовке для описания так называемой

области. Дополнительно, описание технологии в разделе "Предпосылки создания изобретения" не должно толковаться как признание того, что определенная технология представляет собой предшествующий уровень техники для любого(ых) варианта(ов) осуществления данного раскрытия. Кроме того, раздел "Краткое описание" не должен считаться характеристикой варианта(ов) осуществления, изложенных в опубликованных пунктах формулы изобретения. Более того, в данном раскрытии любая ссылка на "изобретение" в единственном числе не должна использоваться в качестве аргумента для утверждения того, что в данном раскрытии имеется лишь один новый элемент. В объеме множества вариантов осуществления, вытекающих из данного раскрытия, может входить множество изобретений, и, соответственно, в таких пунктах формулы изобретения заявлено(ы) охраняемое(ые) ими изобретение(я) и его (их) эквиваленты. Во всех случаях объем таких пунктов формулы изобретения рассматривается согласно их существу в свете настоящего описания и не должен быть ограничен приведенными в настоящем документе заголовками разделов.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство направленной подсветки, содержащее волновод, имеющий входной конец; массив источников света, размещенных в разных входных положениях, указанные входные положения распределены вдоль поперечного направления по входному концу волновода, при этом указанный волновод дополнительно включает первую и вторую противоположно направленные направляющие поверхности для направления света по волноводу и отражающий конец, обращенный к входному концу для отражения входного света назад в волновод, при этом первая направляющая поверхность скомпонована таким образом, чтобы направлять свет с помощью полного внутреннего отражения, а вторая направляющая поверхность имеет ступенчатую форму, которая включает множество граней, ориентированных таким образом, чтобы отражать свет от источников света после отражения от отражающего конца через первую направляющую поверхность в оптические окна в выходных направлениях, распределенных в поперечном направлении к нормали к первой направляющей поверхности в зависимости от входных положений; промежуточные области между гранями, которые скомпонованы таким образом, чтобы направлять свет по волноводу; задний отражатель, содержащий линейный массив отражающих граней, скомпонованных таким образом, чтобы отражать свет от источников света, который проходит через множество граней волновода, назад в волновод для выхода через первую направляющую поверхность в указанные оптические окна.
2. Устройство направленной подсветки по п.1, дополнительно включающее рассеивающий элемент, принимающий свет, выходящий из первой направляющей поверхности.
3. Устройство направленной подсветки по п.2, отличающееся тем, что рассеивающий элемент является асимметричным рассеивающим элементом, который скомпонован таким образом, чтобы обеспечивать большее угловое рассеяние в направлении, перпендикулярном указанному поперечному направлению, чем в указанном поперечном направлении.
4. Устройство направленной подсветки по п.2, дополнительно включающее линзу Френеля, которая обладает оптической силой, по меньшей мере, в указанном поперечном направлении и расположена между первой направляющей поверхностью волновода и рассеивающим элементом.
5. Устройство направленной подсветки по п.1, дополнительно включающее линзу Френеля, которая обладает оптической силой, по меньшей мере, в указанном поперечном направлении и установлена для приема света, выходящего от первой направляющей поверхности.
6. Устройство направленной подсветки по п.1, отличающееся тем, что грани волновода и отражающие грани заднего отражателя наклонены под одним углом в общей плоскости перпендикулярно указанному поперечному направлению.
7. Устройство направленной подсветки по п.6, отличающееся тем, что грани волновода наклонены под углом $(\pi/2-\alpha)$ к нормали к первой направляющей поверхности, отражающие грани заднего отражателя наклонены под углом β к нормали к первой направляющей поверхности, $2\beta > \pi/2 - \sin^{-1}(n \cdot \sin(\alpha - \theta_c))$, где θ_c является углом полного внутреннего отражения волновода и n является показателем преломления материала волновода.
8. Устройство направленной подсветки по п.1, отличающееся тем, что задний отражатель находится на таком расстоянии от волновода, что свет от отдельной грани волновода падает на множество отражающих граней заднего отражателя, при этом задний отражатель дополнительно включает промежуточные грани, расположенные между отражающими гранями заднего отражателя, при этом указанные промежуточные грани наклонены в противоположном направлении относительно отражающих граней заднего отражателя под таким углом, что указанный свет от источников света, который отражается от множества граней волновода, не падает на промежуточные грани.
9. Устройство направленной подсветки по п.1, отличающееся тем, что расстояние между отражающими гранями заднего отражателя является неодинаковым.

10. Устройство направленной подсветки по п.9, отличающееся тем, что расстояние между отражающими гранями заднего отражателя является неодинаковым и разупорядоченным.

11. Устройство направленной подсветки по п.1, отличающееся тем, что угол наклона отражающих граней заднего отражателя изменяется на протяжении массива отражающих граней.

12. Устройство направленной подсветки по п.1, отличающееся тем, что отражающие грани заднего отражателя являются вытянутыми в длину.

13. Устройство направленной подсветки по п.1, отличающееся тем, что отражающие грани заднего отражателя являются изогнутыми.

14. Устройство направленной подсветки по п.1, отличающееся тем, что отражающие грани заднего отражателя являются вогнутыми и расположены таким образом, чтобы находиться на одной оси с гранями волновода.

15. Устройство направленной подсветки по п.1, отличающееся тем, что отражающие грани заднего отражателя имеют волнообразную форму по своей длине.

16. Устройство направленной подсветки по п.1, отличающееся тем, что задний отражатель дополнительно включает шероховатую рассеивающую поверхность, по меньшей мере, на некоторых отражающих гранях.

17. Устройство направленной подсветки по п.1, отличающееся тем, что грани заднего отражателя расположены за соответствующими гранями волновода и скомпонованы таким образом, чтобы отражать весь свет от источников света, который падает на них, отразившись от соответствующих граней волновода.

18. Устройство направленной подсветки по п.1, отличающееся тем, что отражающий конец имеет положительную оптическую силу в поперечном направлении по волноводу.

19. Устройство направленной подсветки по п.1, отличающееся тем, что задний отражатель образован по меньшей мере двумя поляризованными экранами отражателя, которые скомпонованы таким образом, чтобы отражать свет, поляризованный в соответствующих направлениях поляризации, и перпендикулярны друг другу, при этом указанные поляризованные экраны отражателя имеют форму, которая позволяет сформировать указанный линейный массив отражающих граней.

20. Устройство направленного отображения, содержащее

устройство направленной подсветки по п.1;

пропускающий пространственный модулятор света, выполненный с возможностью приема выхода света от первой направляющей поверхности и выполненный с возможностью модуляции первого компонента поляризации света, имеющего первую поляризацию; и

отражающий поляризатор, который установлен между первой направляющей поверхностью волновода и пространственным модулятором света и скомпонован таким образом, чтобы пропускать первый поляризационный компонент и отражать и отводить второй поляризационный компонент выходящего света, имеющий поляризацию, перпендикулярную поляризации первого компонента,

при этом задний отражатель дополнительно включает промежуточные грани, которые расположены между отражающими гранями заднего отражателя и наклонены в общей плоскости в противоположном направлении относительно общей плоскости наклона отражающих граней заднего отражателя, так что пары граней, состоящие из отражающей грани и промежуточной грани, образуют угловые грани, скомпонованные таким образом, чтобы отражать отведенный свет обратно в пространственный модулятор света, при этом указанные пары отражающей грани и промежуточной грани наклонены в плоскости, которая ориентирована относительно нормали к пространственному модулятору света таким образом, что задний отражатель преобразует поляризацию отклоненного света, который попал обратно в пространственный модулятор света, в первую поляризацию при отражении.

21. Устройство направленного отображения по п.20, дополнительно включающее вращатель поляризации, который расположен между отражающим поляризатором и пространственным модулятором света и скомпонован таким образом, чтобы вращать первый поляризационный компонент.

22. Устройство направленного отображения по п.20, дополнительно включающее пропускающий пространственный модулятор света, скомпонованный таким образом, чтобы принимать свет, выходящий от первой направляющей поверхности.

23. Прибор отображения, содержащий

устройство направленной подсветки по п.1;

пропускающий пространственный модулятор света, выполненный с возможностью приема выхода света от первой направляющей поверхности и выполненный с возможностью модуляции первого компонента поляризации света, имеющего первую поляризацию; и

отражающий поляризатор, который установлен между первой направляющей поверхностью волновода и пространственным модулятором света и скомпонован таким образом, чтобы пропускать первый поляризационный компонент и отражать и отводить второй поляризационный компонент выходящего света, имеющий поляризацию, перпендикулярную поляризации первого компонента,

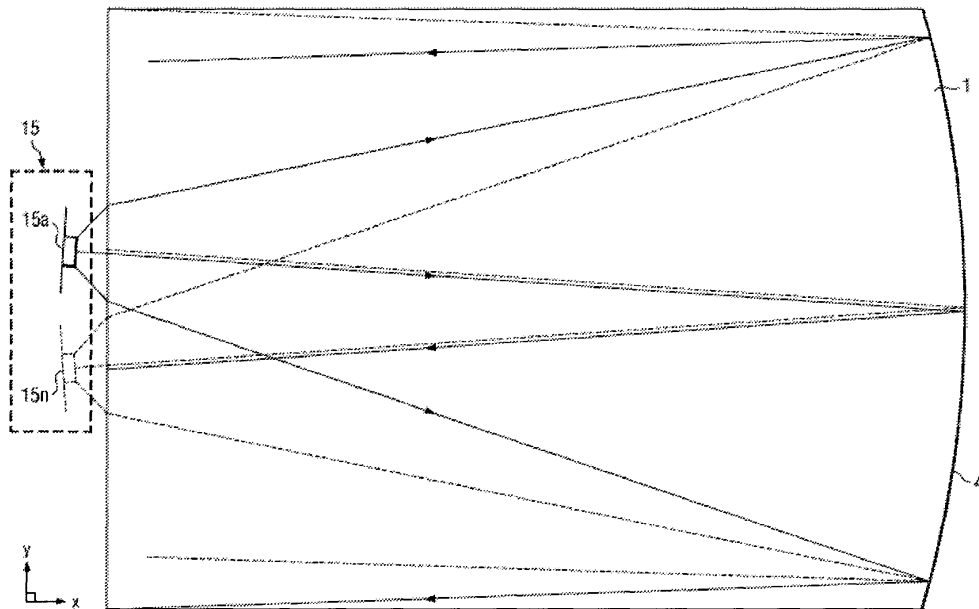
при этом задний отражатель дополнительно включает промежуточные грани, которые расположены между отражающими гранями заднего отражателя и наклонены в общей плоскости в противоположном

направлении относительно общей плоскости наклона отражающих граней заднего отражателя, так что пары граней, состоящие из отражающей грани и промежуточной грани, образуют угловые грани, скомпонованные таким образом, чтобы отражать отведенный свет обратно в пространственный модулятор света, при этом указанные пары отражающей грани и промежуточной грани наклонены в плоскости, которая ориентирована относительно нормали к пространственному модулятору света таким образом, что задний отражатель преобразует поляризацию отклоненного света, который попал обратно в пространственный модулятор света, в первую поляризацию при отражении;

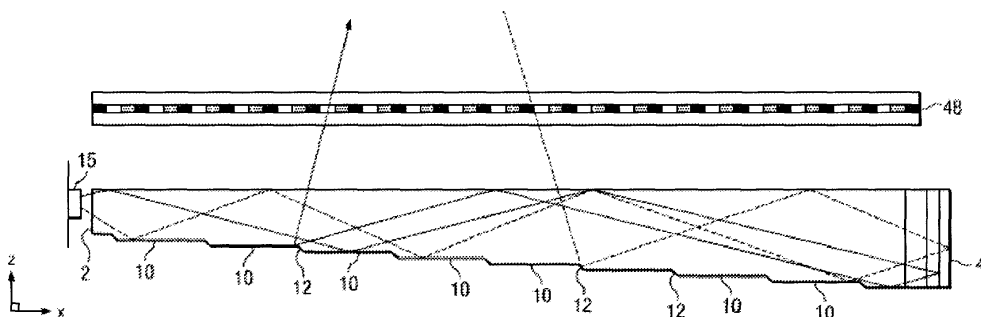
при этом отражающий конец имеет положительную оптическую силу в поперечном направлении по волноводу и систему управления, выполненную с возможностью выборочной активации источников света для направления света в оптические окна, соответствующие указанным выходным направлениям.

24. Прибор отображения по п.23, отличающийся тем, что прибор отображения является автостереоскопическим прибором отображения, в котором система управления дополнительно выполнена с возможностью управления устройством отображения для отображения мультиплексируемых по времени левого и правого изображений и синхронного направления отображаемых изображений в оптические окна в положениях, соответствующих левому и правому глазу наблюдателя.

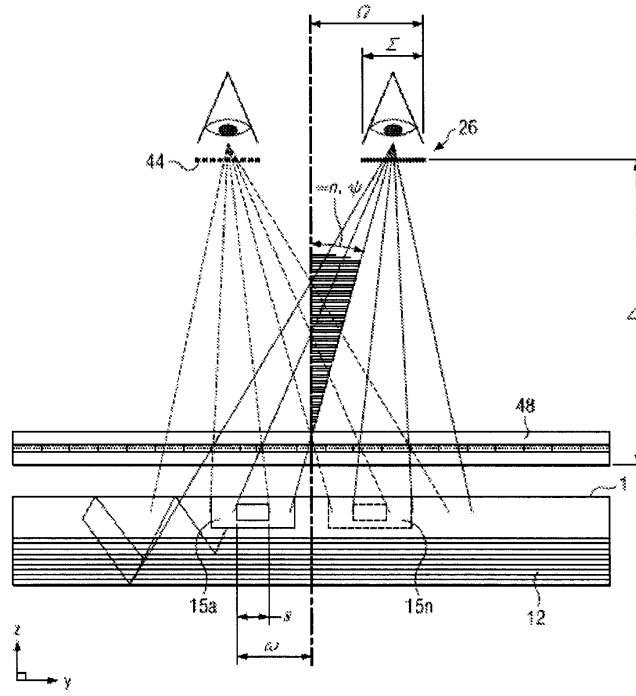
25. Прибор отображения по п.24, отличающийся тем, что система управления дополнительно содержит систему датчика, выполненную с возможностью обнаружения положения наблюдателя по устройству отображения, и система управления выполнена с возможностью направления выходящего света в оптические окна, выбранные в зависимости от обнаруженного положения наблюдателя.



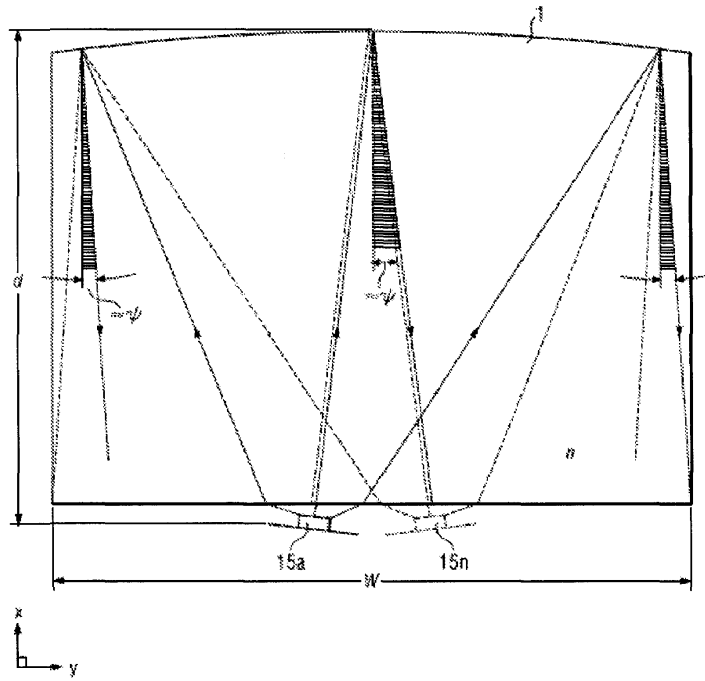
Фиг. 1А



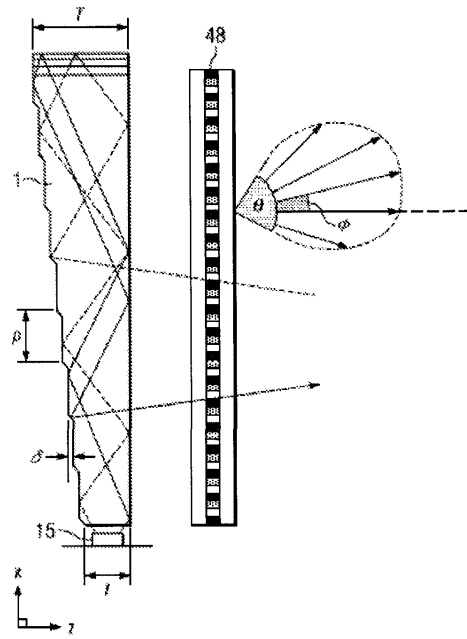
Фиг. 1В



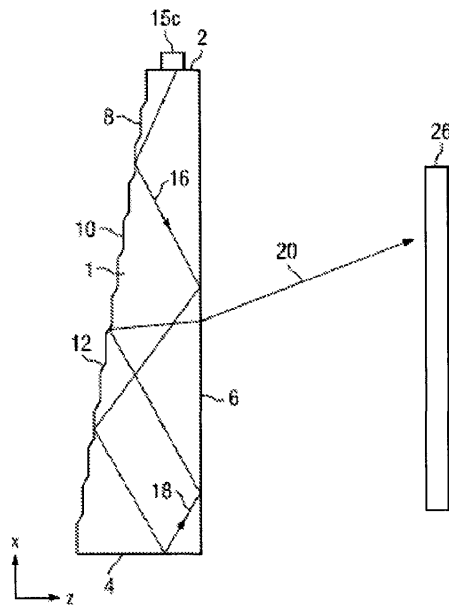
Фиг. 2А



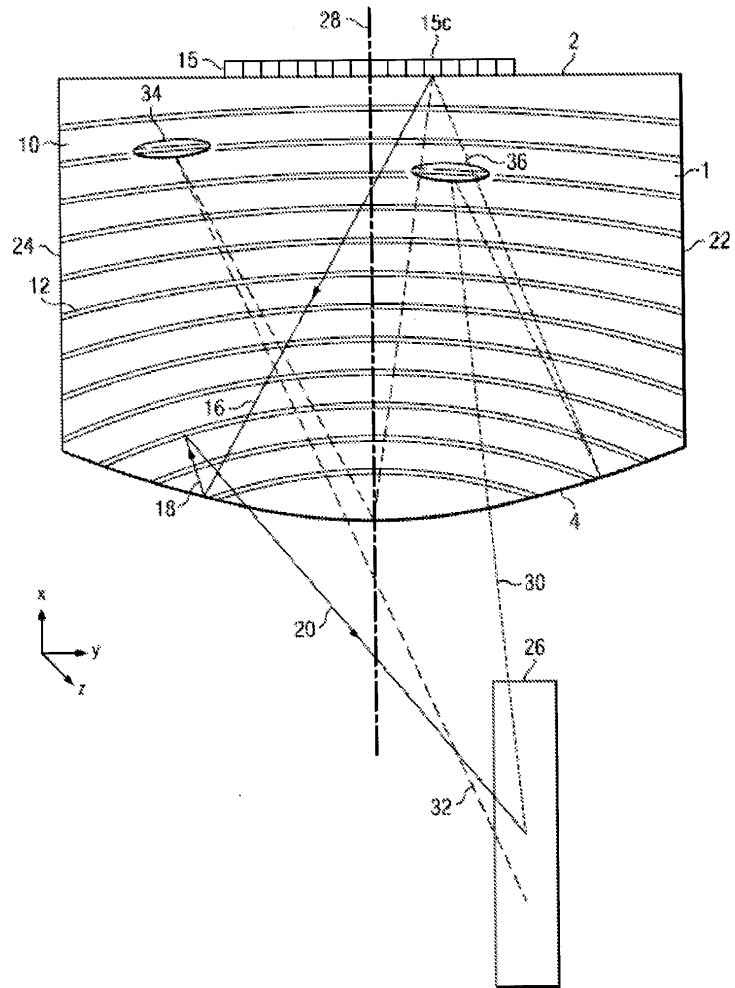
Фиг. 2В



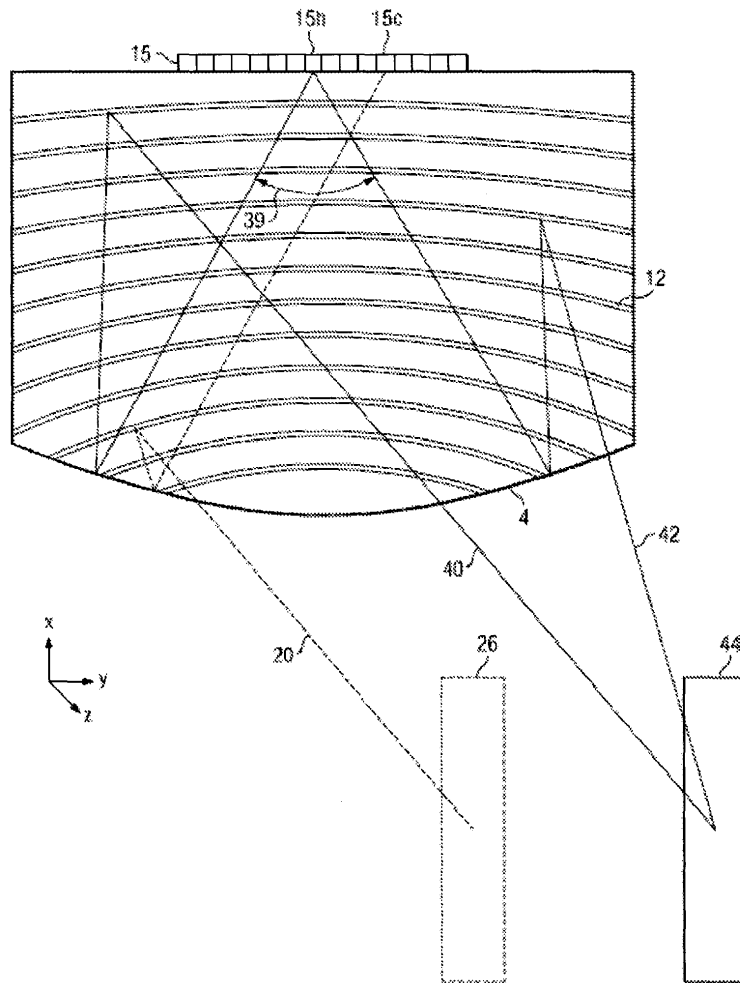
Фиг. 2С



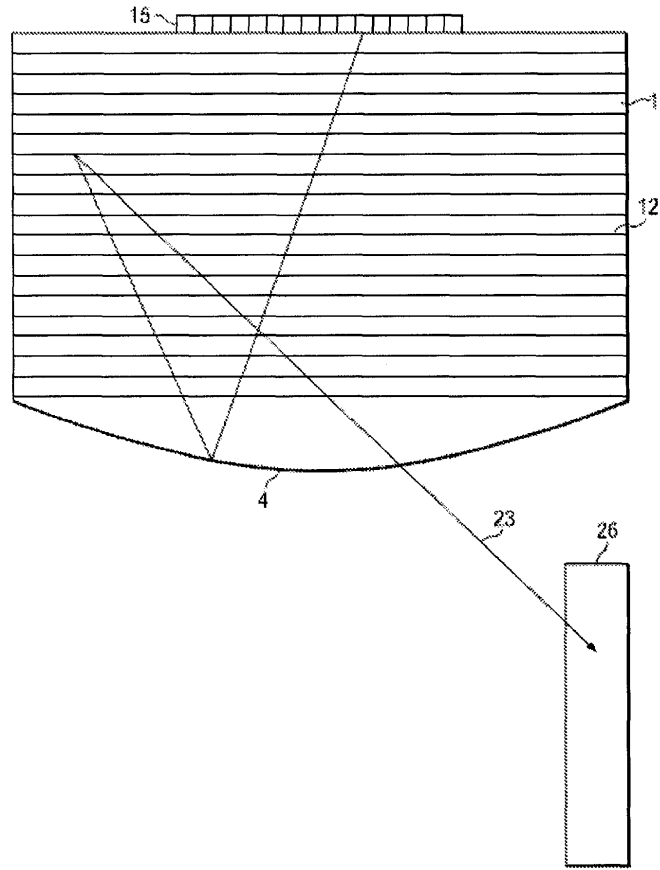
Фиг. 3



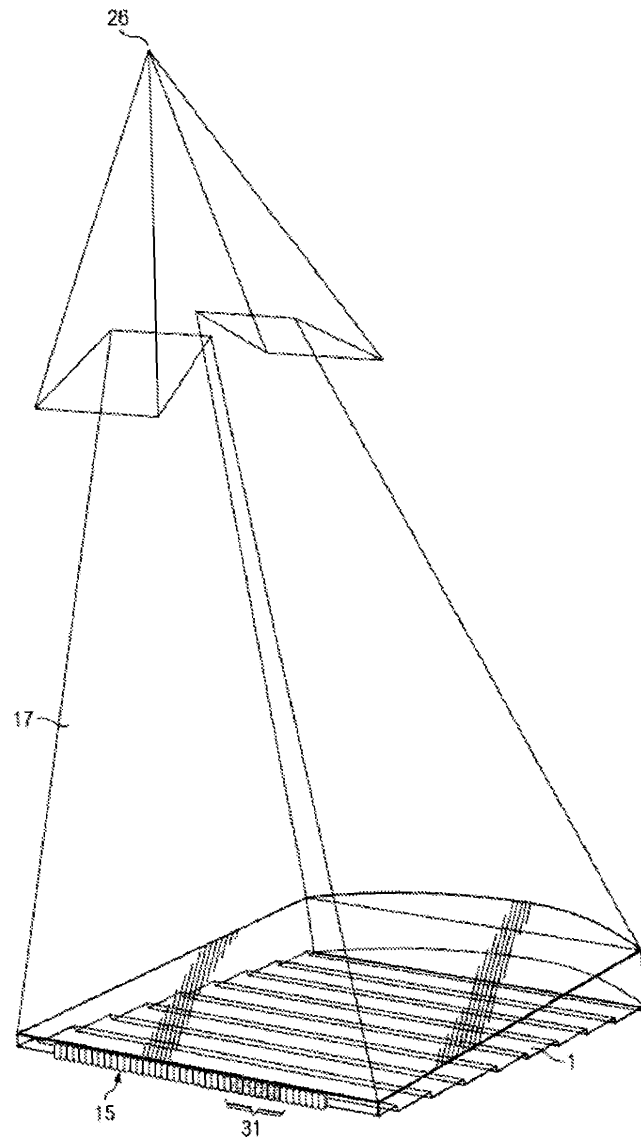
Фиг. 4А



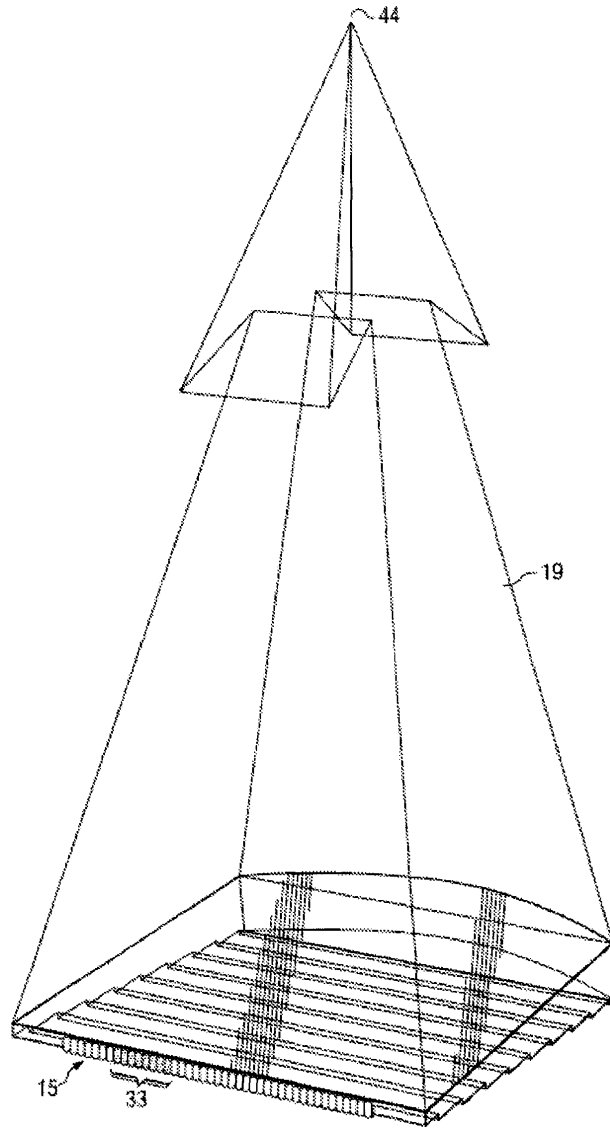
Фиг. 4В



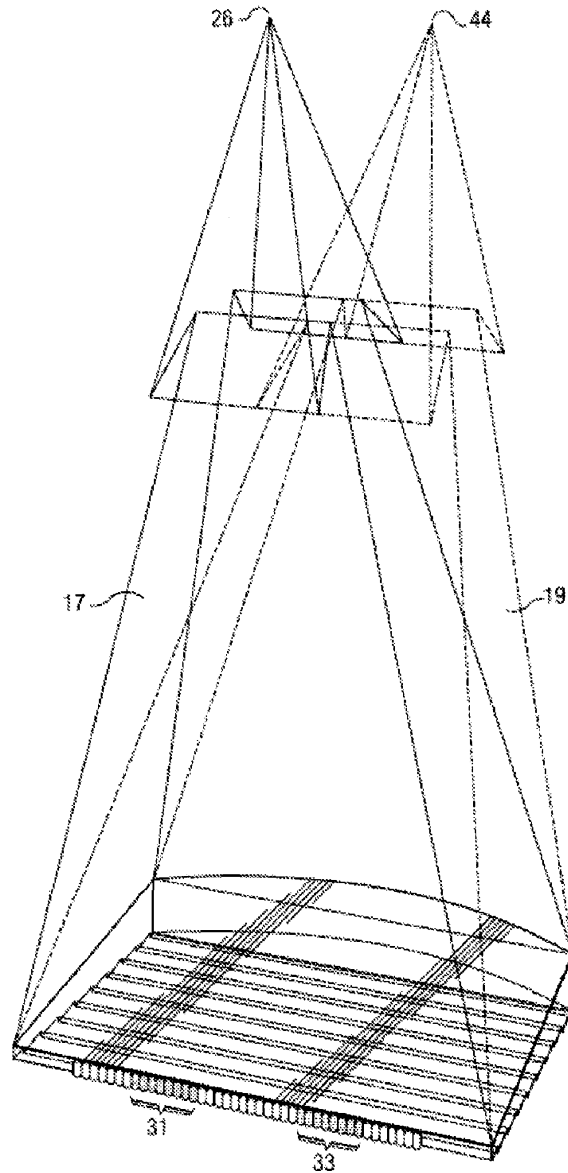
Фиг. 5



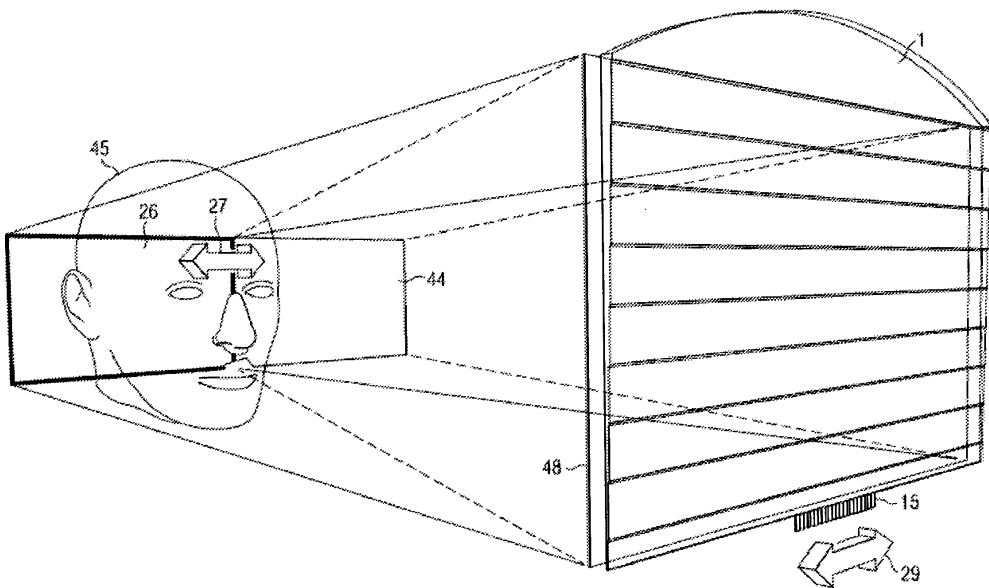
Фиг. 6А



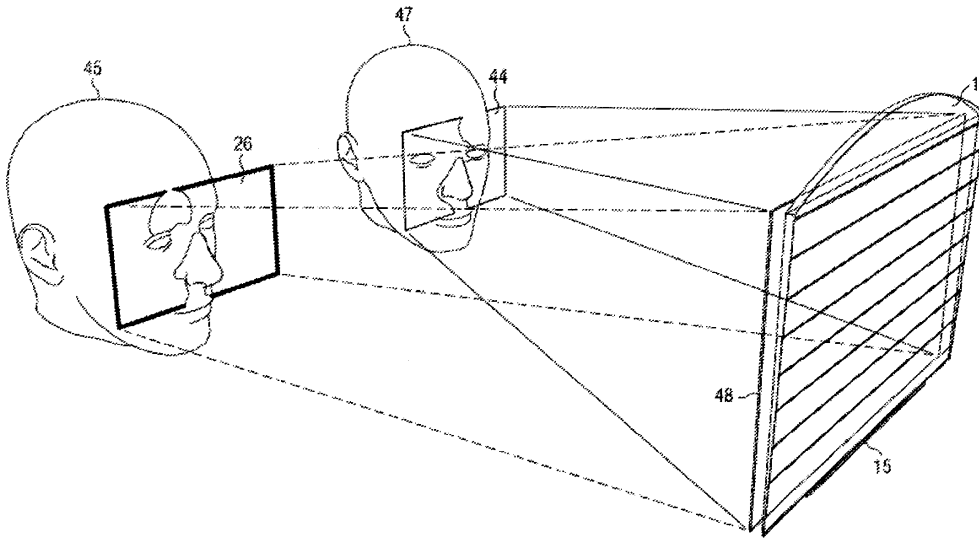
Фиг. 6В



Фиг. 6С



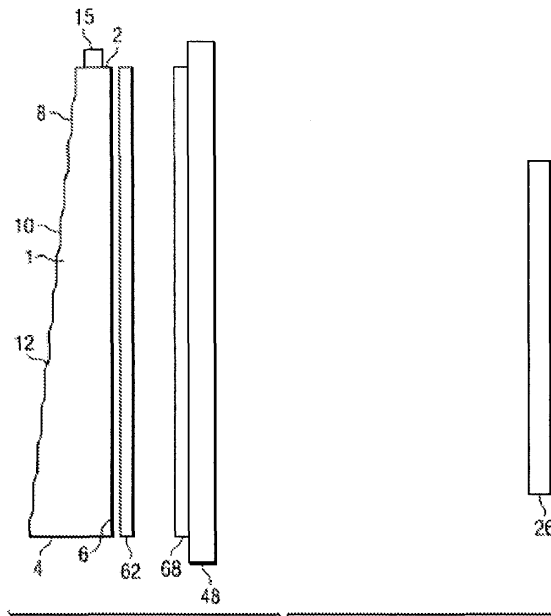
Фиг. 7



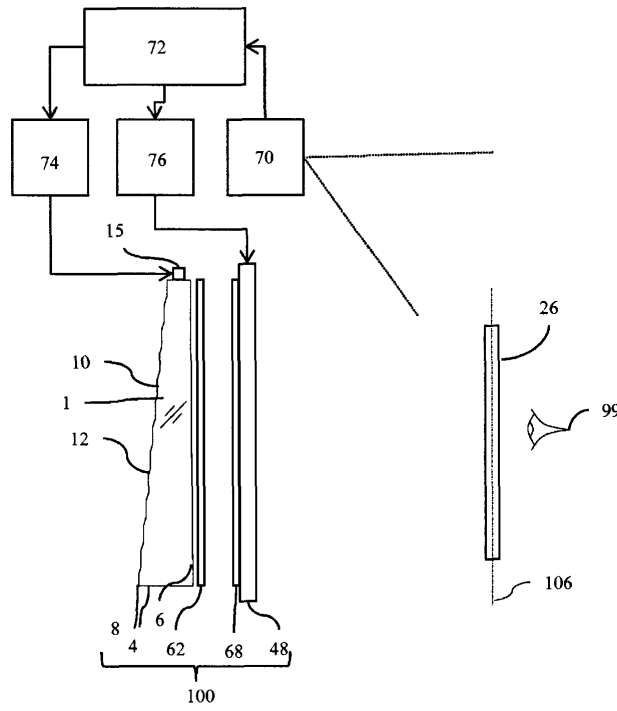
Фиг. 8



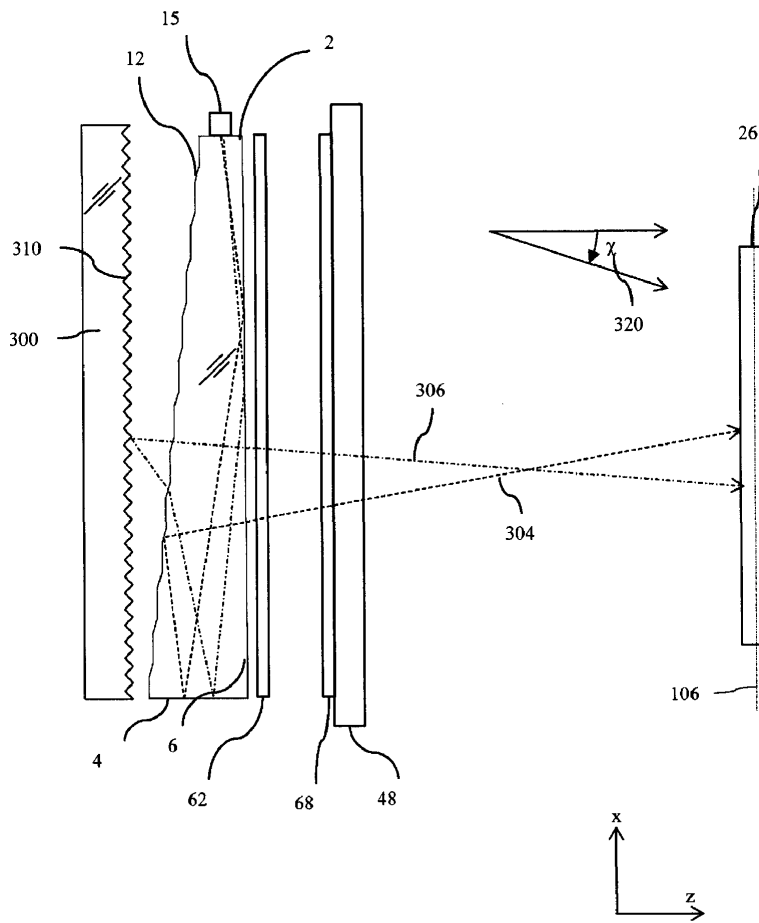
Фиг. 9



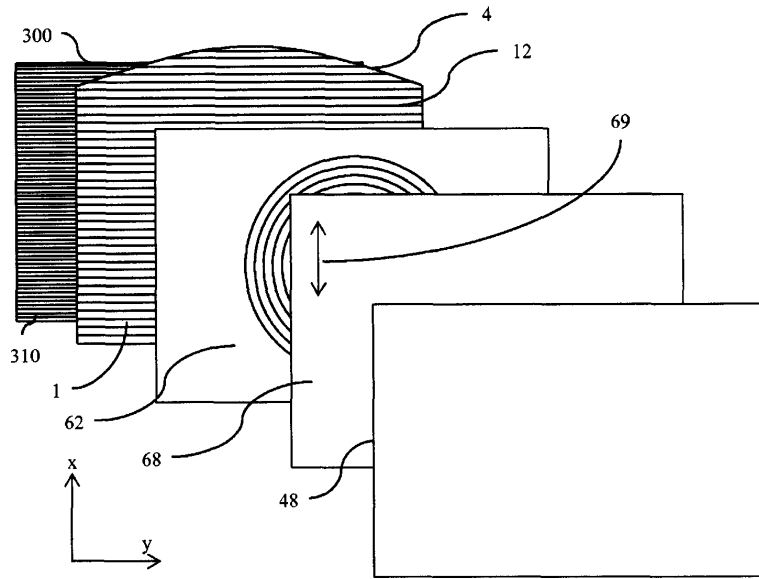
Фиг. 10



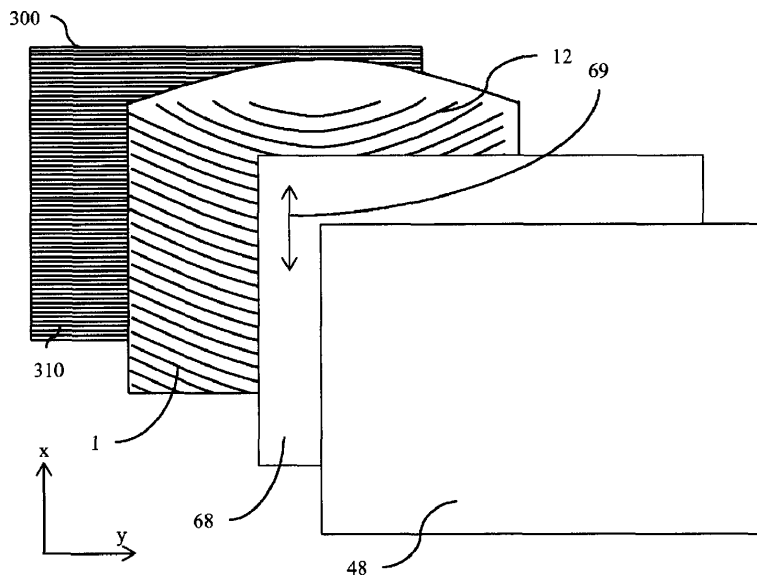
Фиг. 11



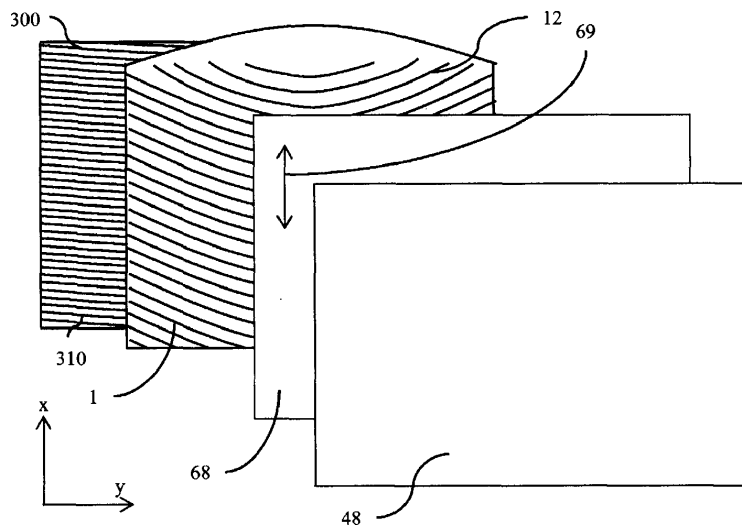
Фиг. 12



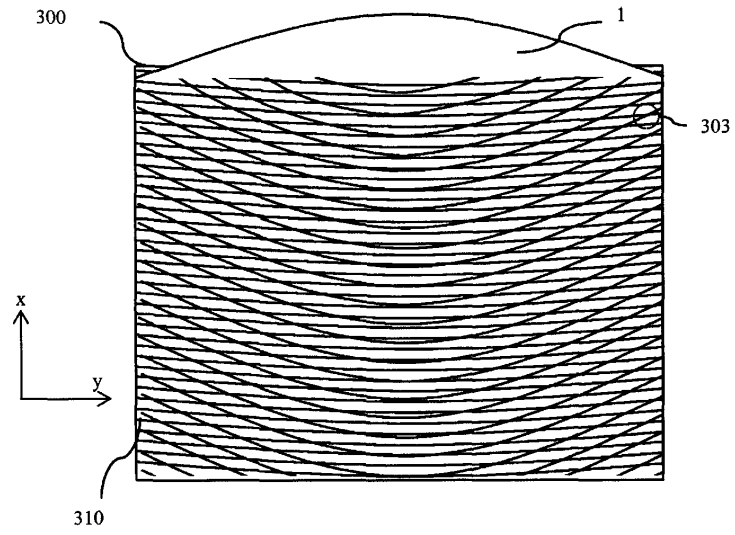
Фиг. 13



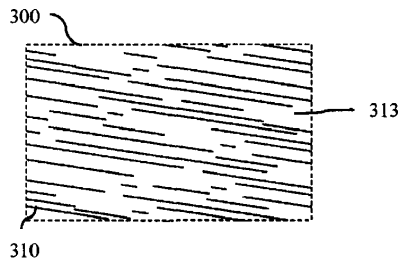
Фиг. 14



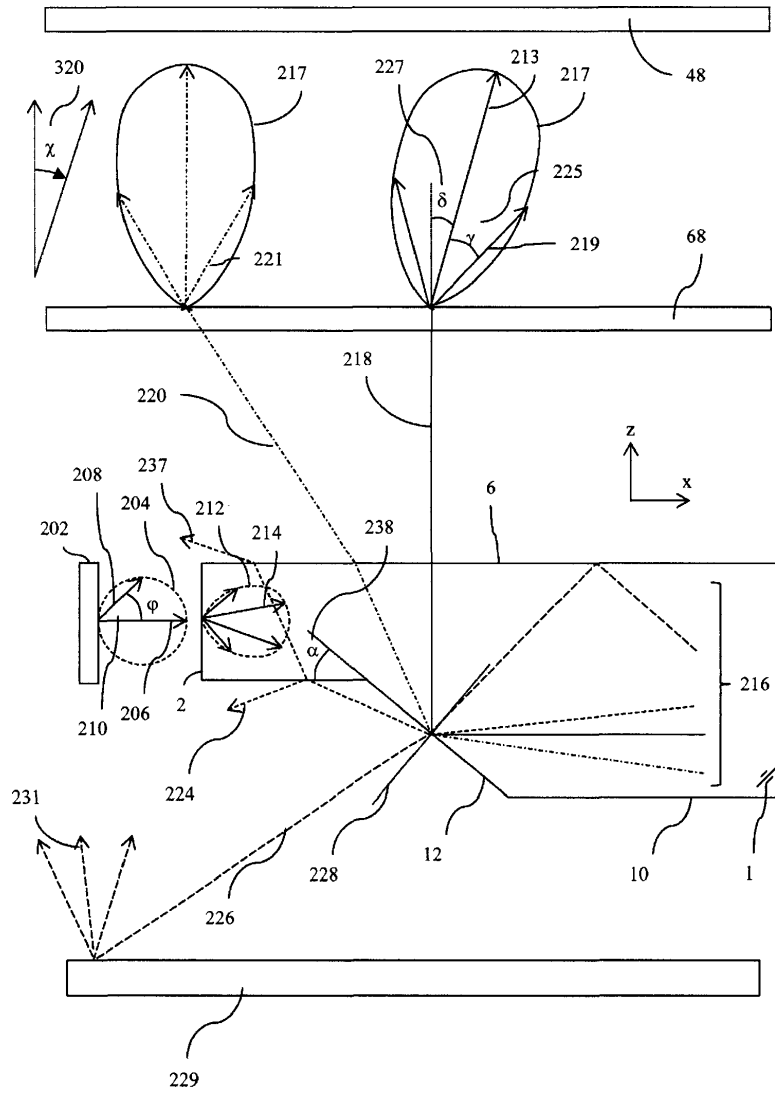
Фиг. 15А



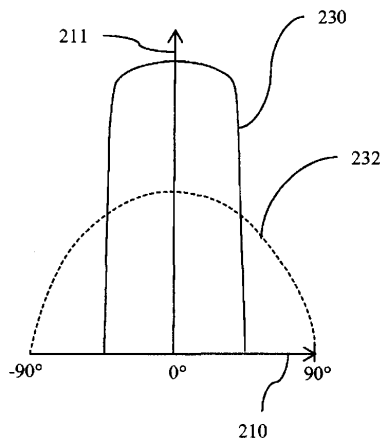
Фиг. 15В



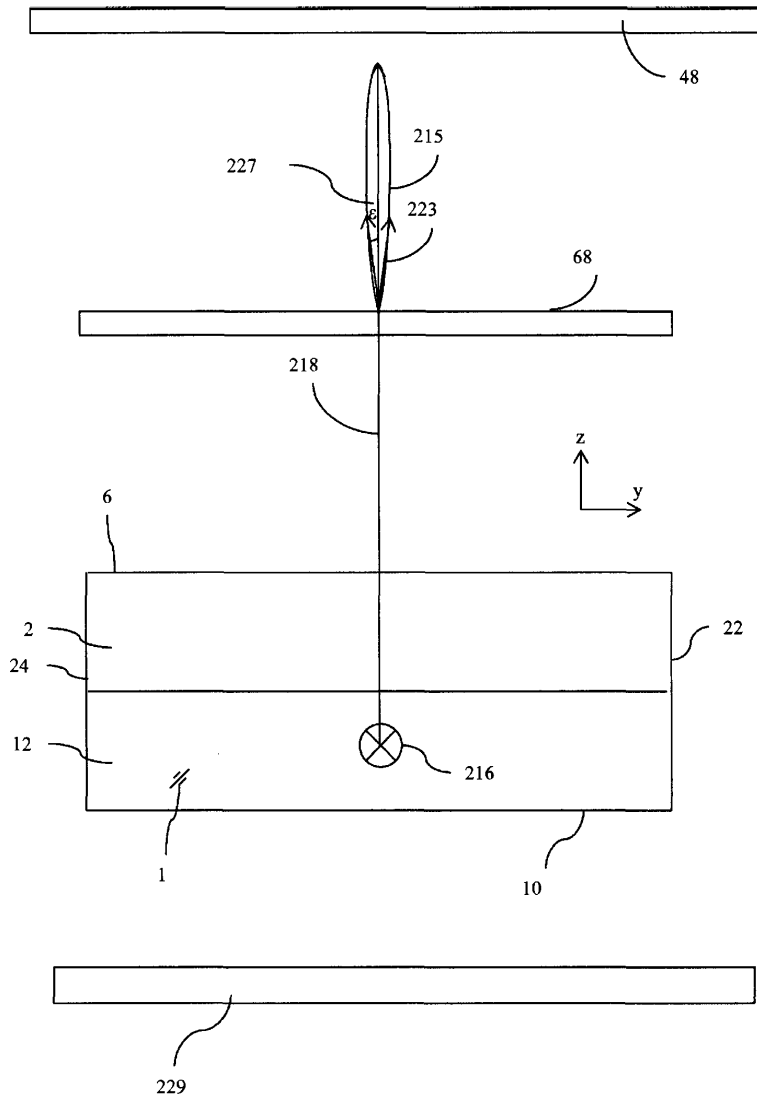
Фиг. 15С



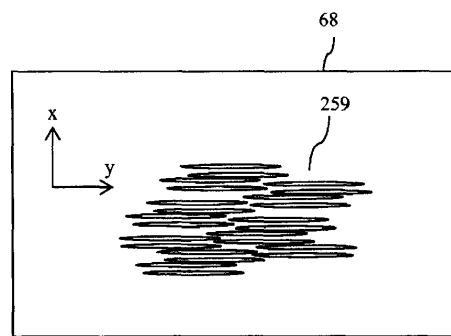
Фиг. 16



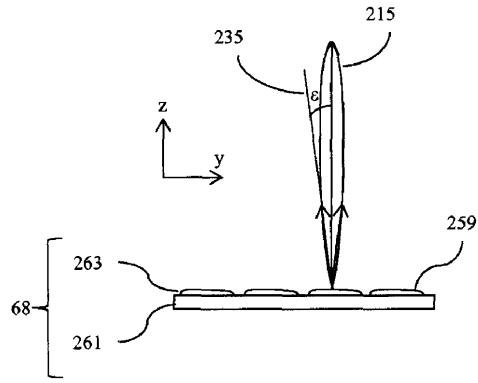
Фиг. 17



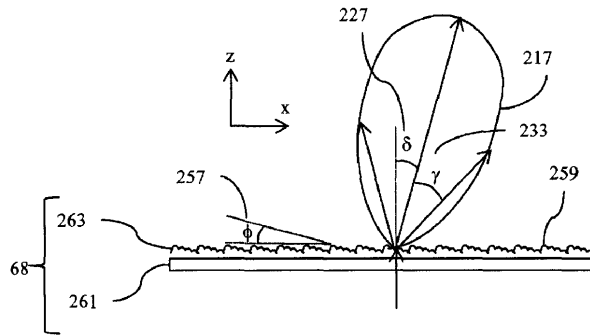
Фиг. 18



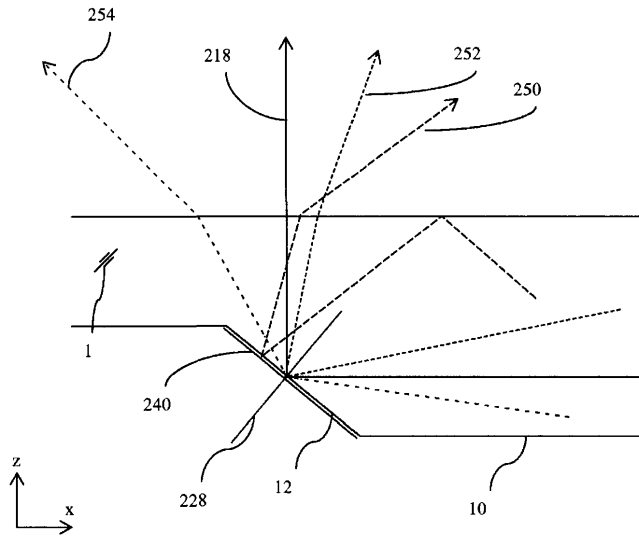
Фиг. 19А



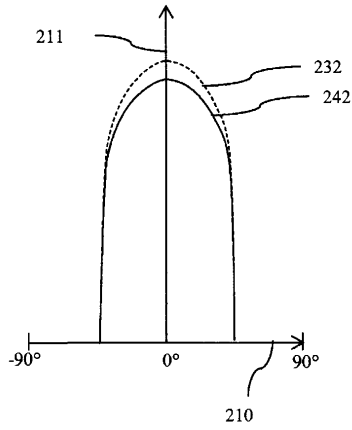
Фиг. 19В



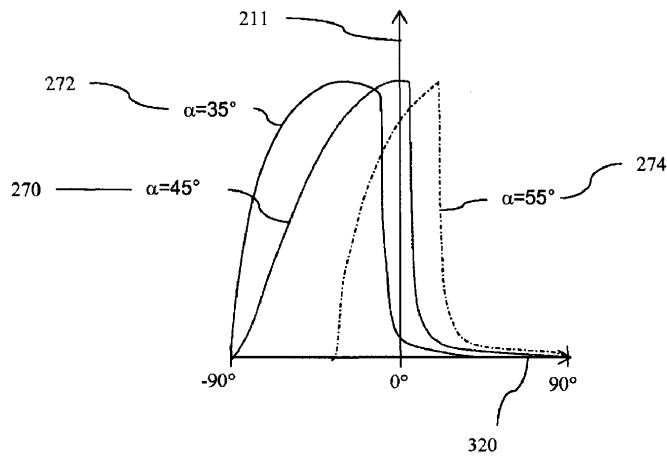
Фиг. 19С



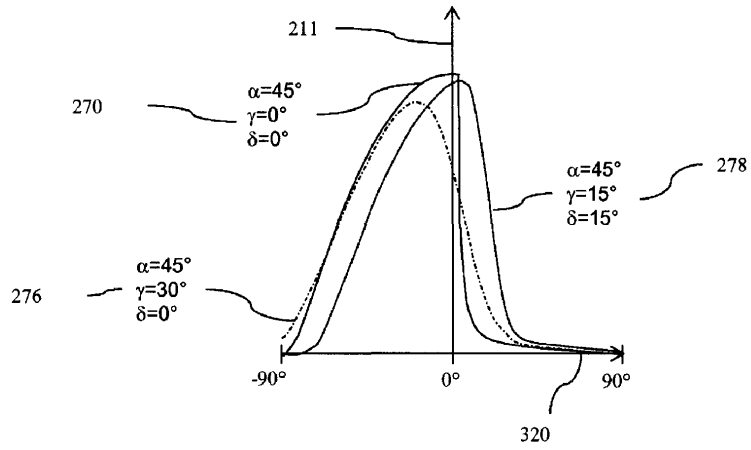
Фиг. 20



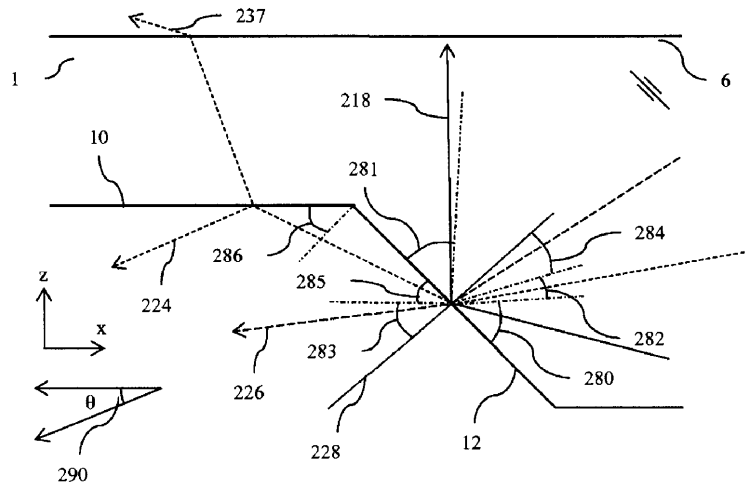
Фиг. 21



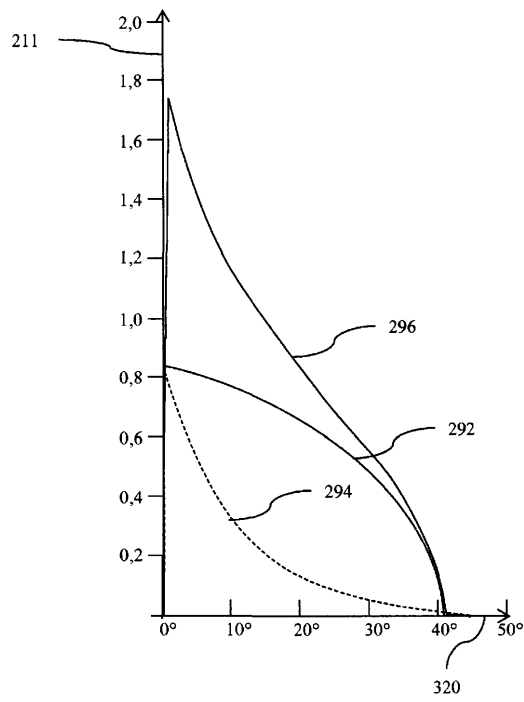
Фиг. 22



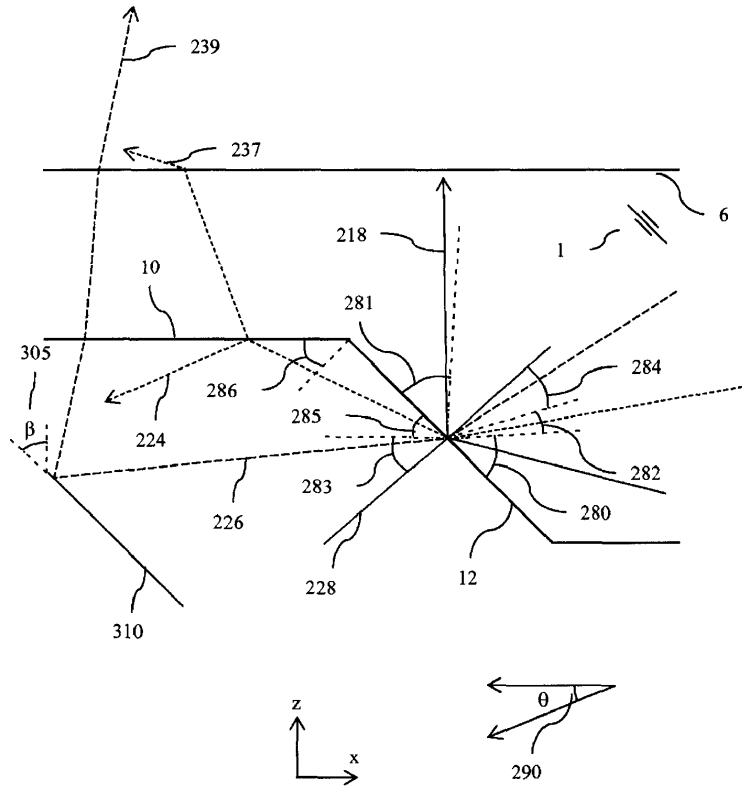
Фиг. 23



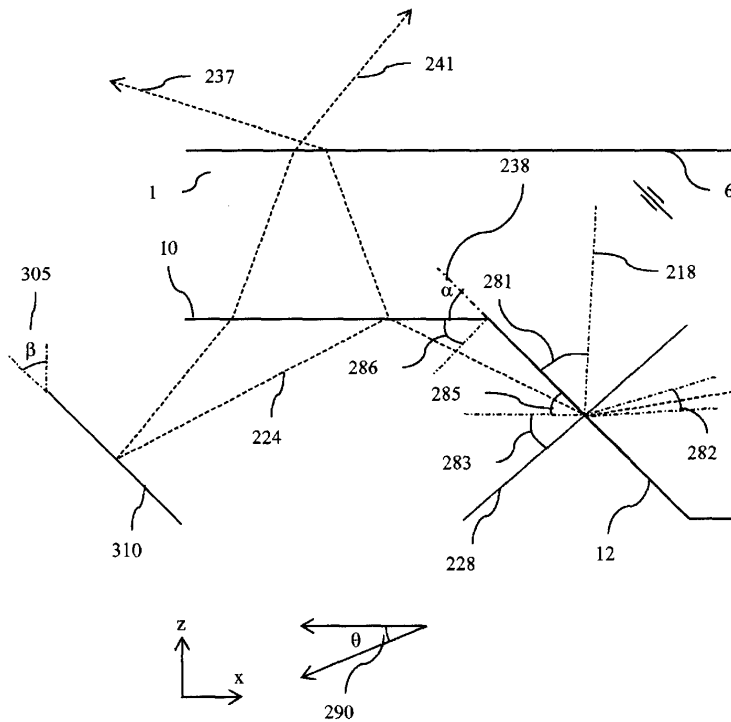
Фиг. 24А



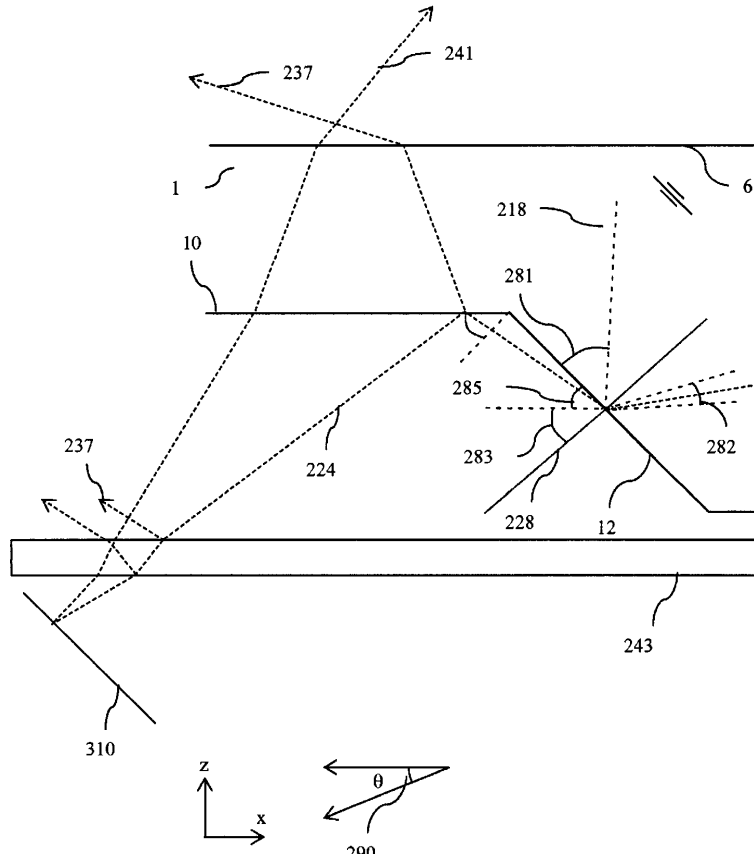
Фиг. 24В



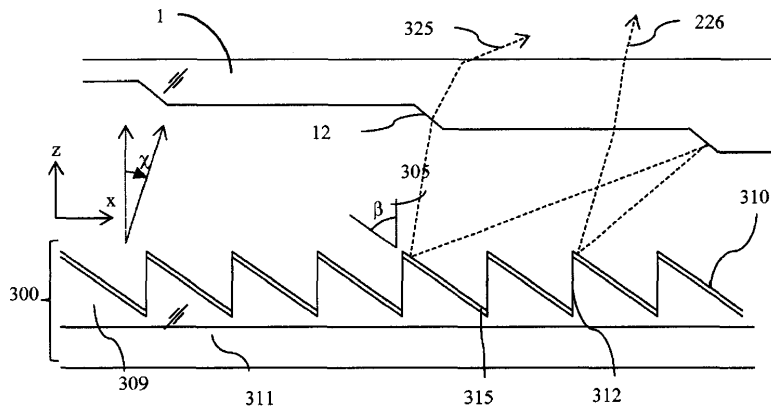
Фиг. 25А



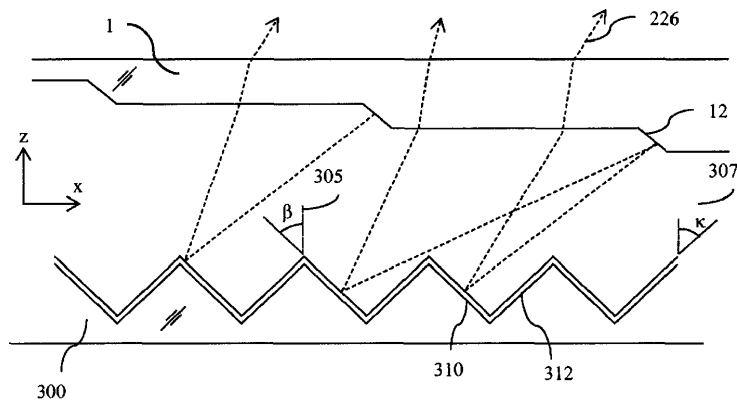
Фиг. 25В



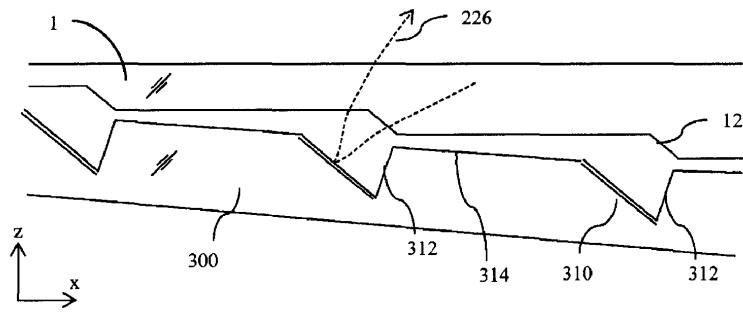
Фиг. 25С



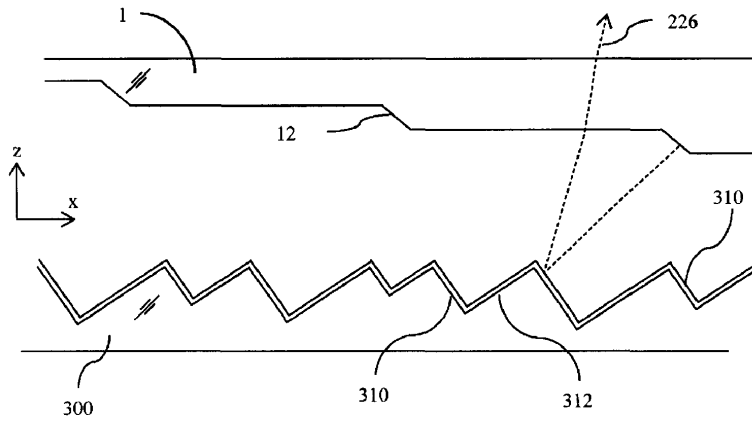
Фиг. 26



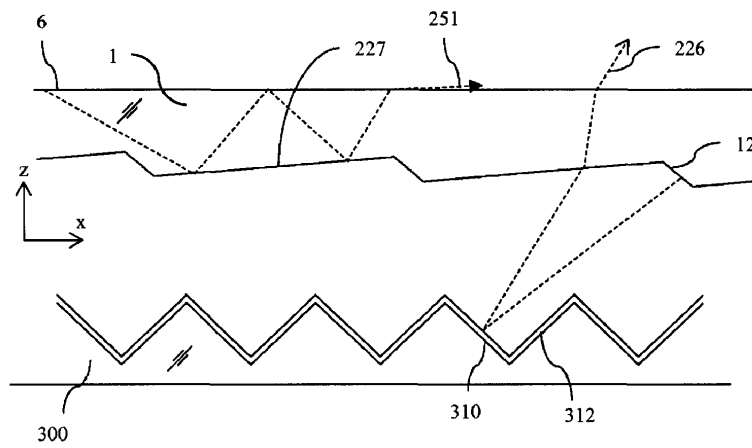
Фиг. 27



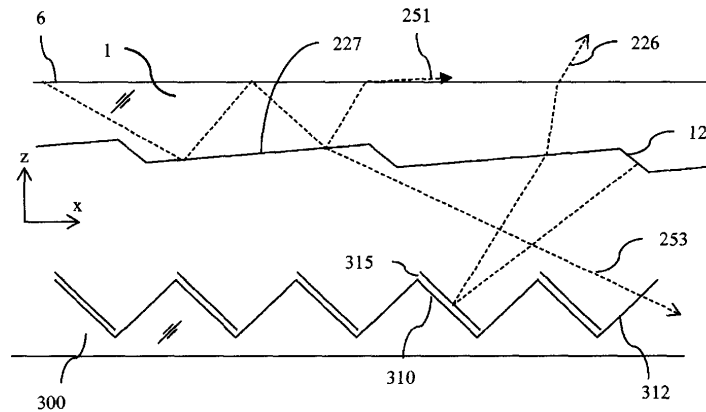
Фиг. 28А



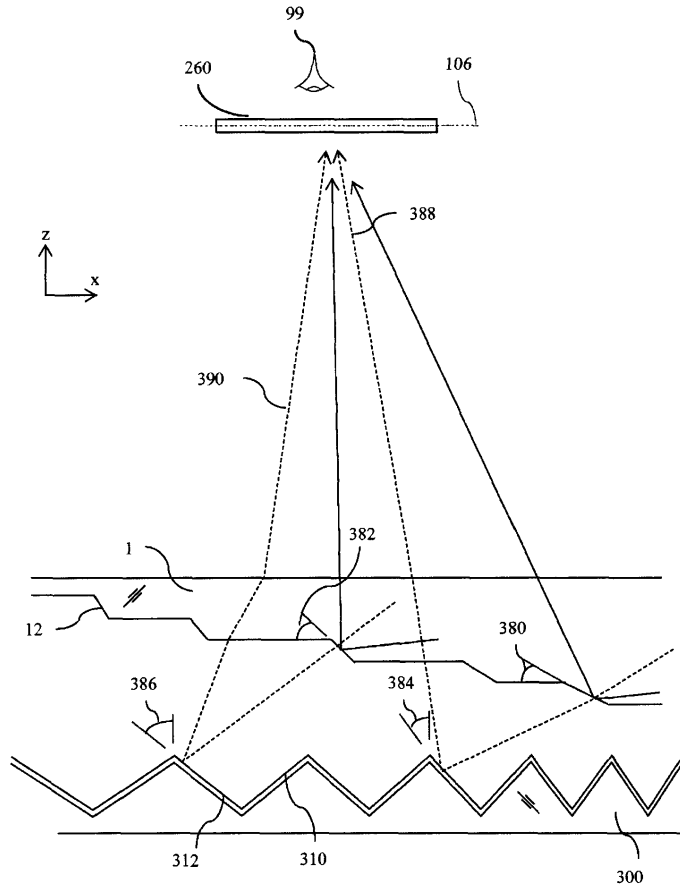
Фиг. 28В



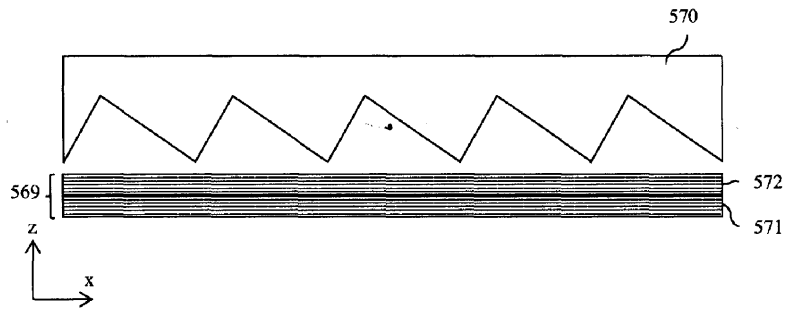
Фиг. 28С



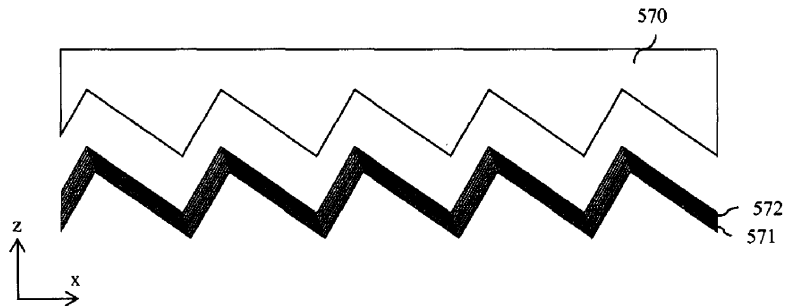
Фиг. 28D



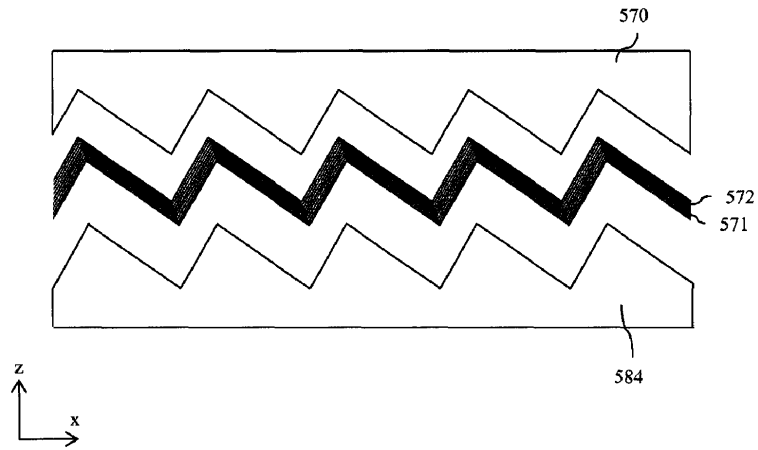
Фиг. 28Е



Фиг. 28F



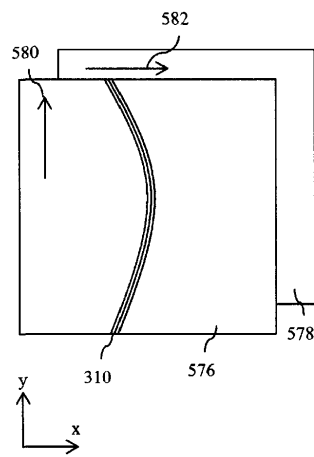
Фиг. 28G



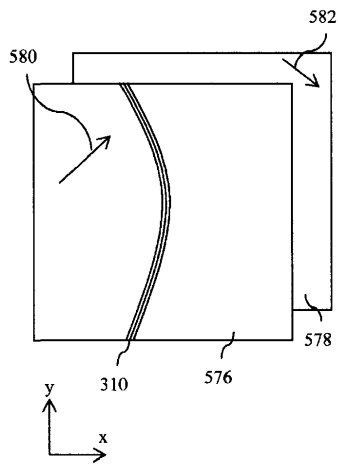
Фиг. 28H



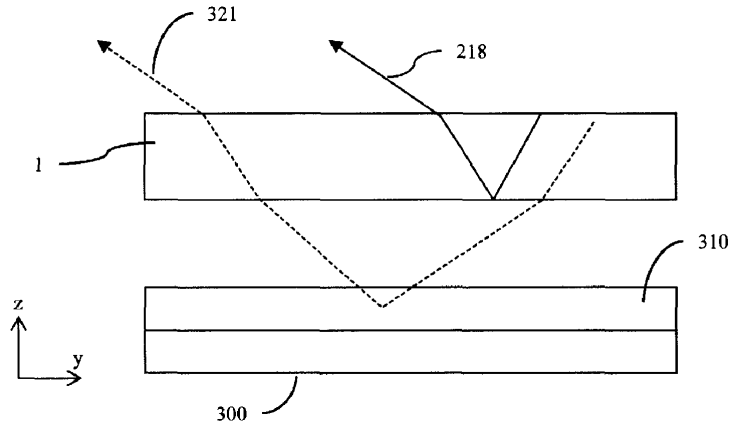
Фиг. 28I



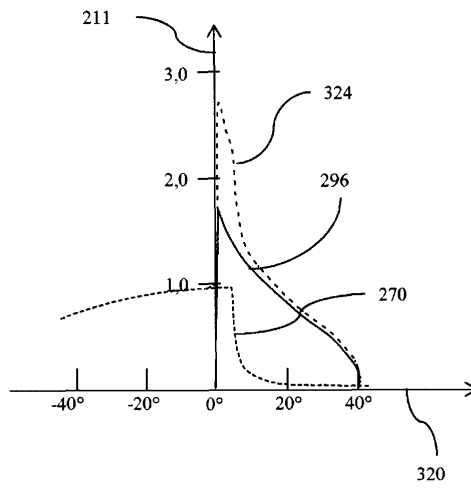
Фиг. 28J



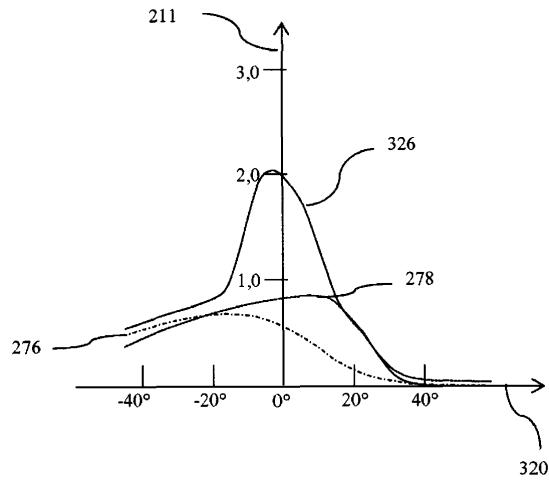
Фиг. 28K



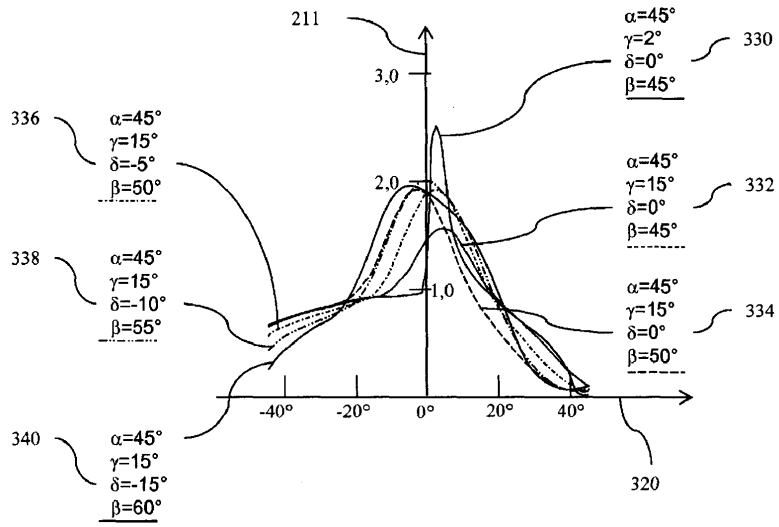
Фиг. 29



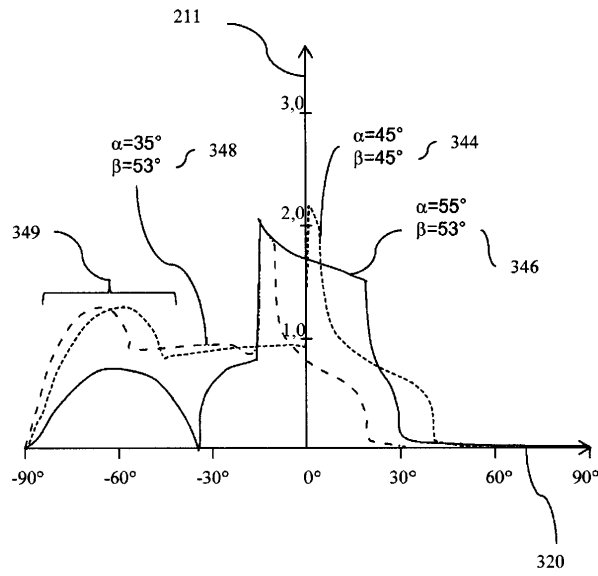
Фиг. 30



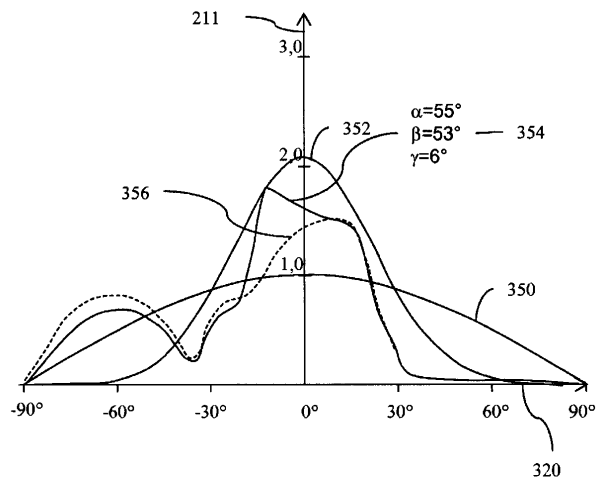
Фиг. 31



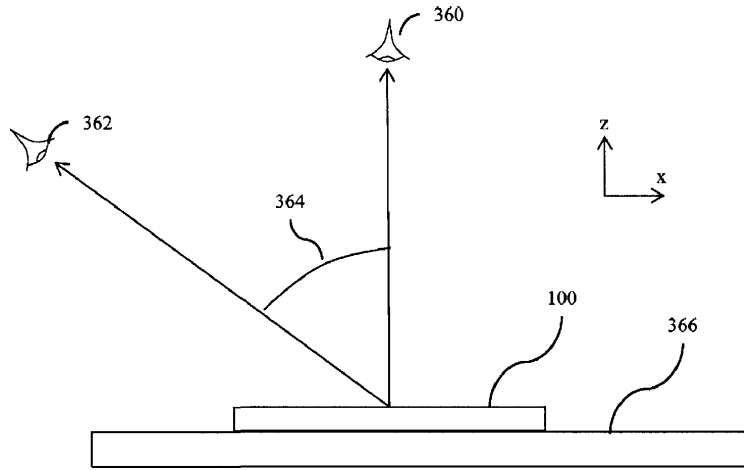
Фиг. 32А



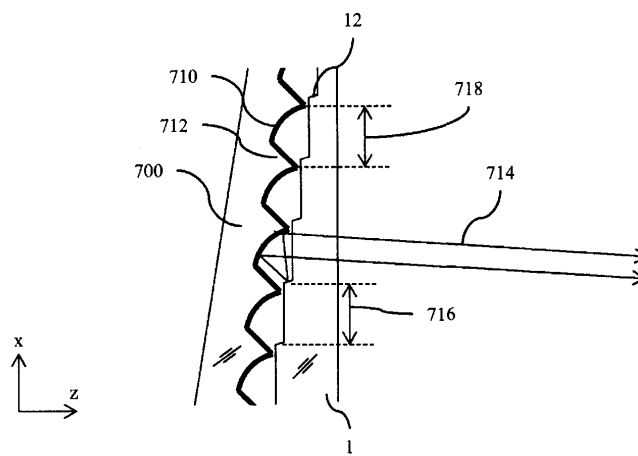
Фиг. 32В



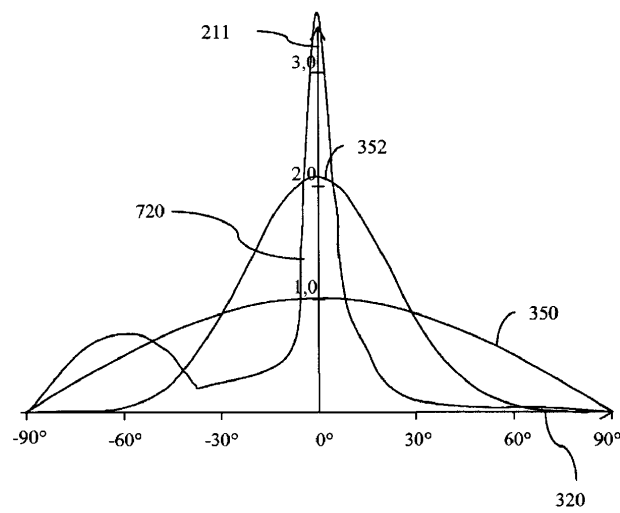
Фиг. 32С



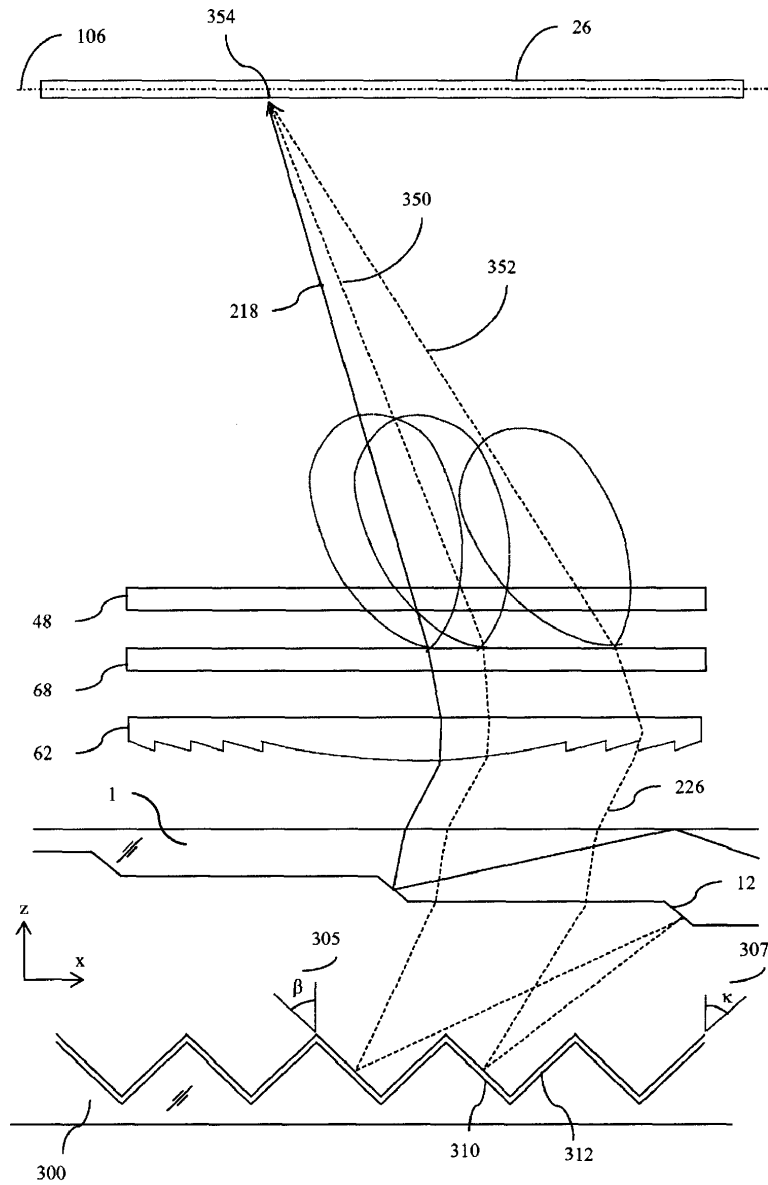
Фиг. 32D



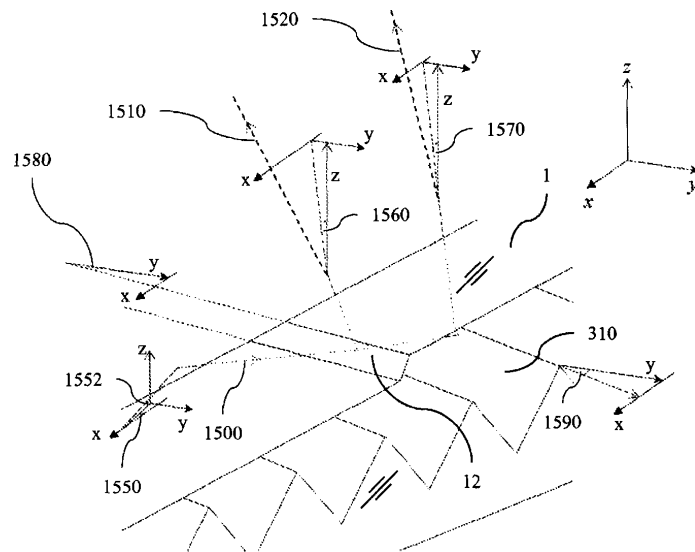
Фиг. 32E



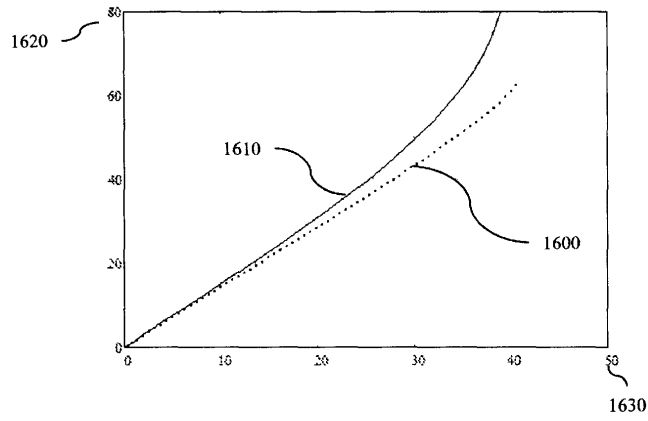
Фиг. 32F



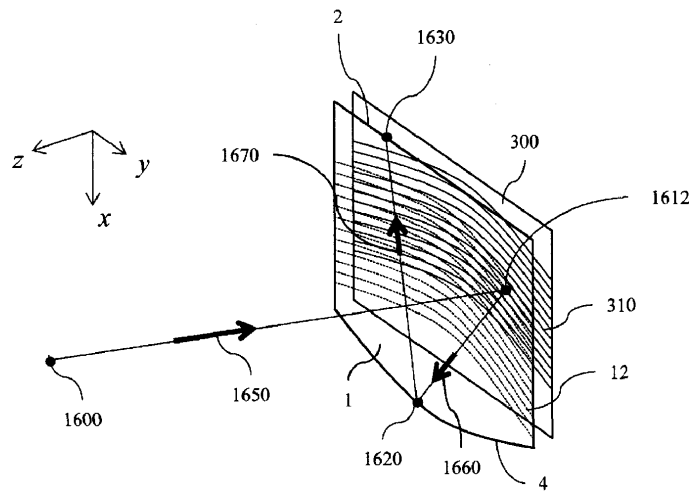
Фиг. 33А



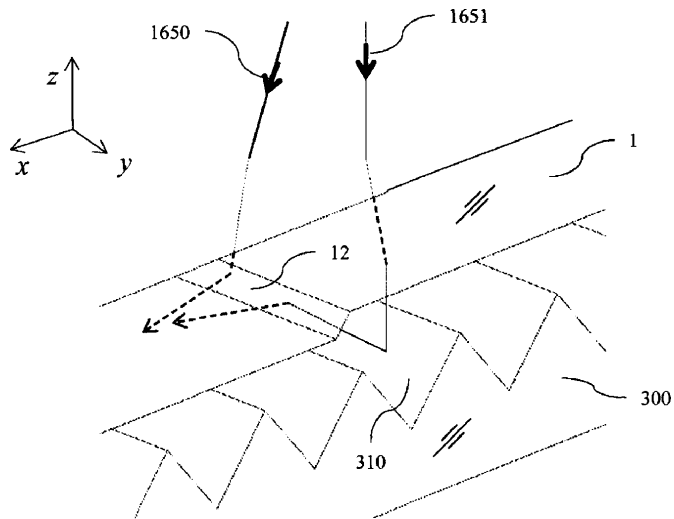
Фиг. 33В



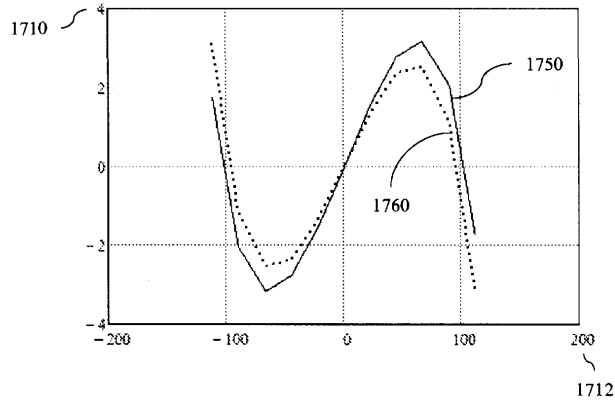
Фиг. 33С



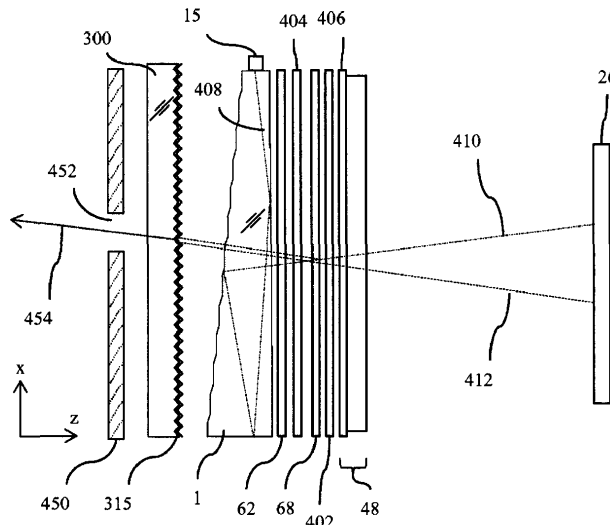
Фиг. 33D



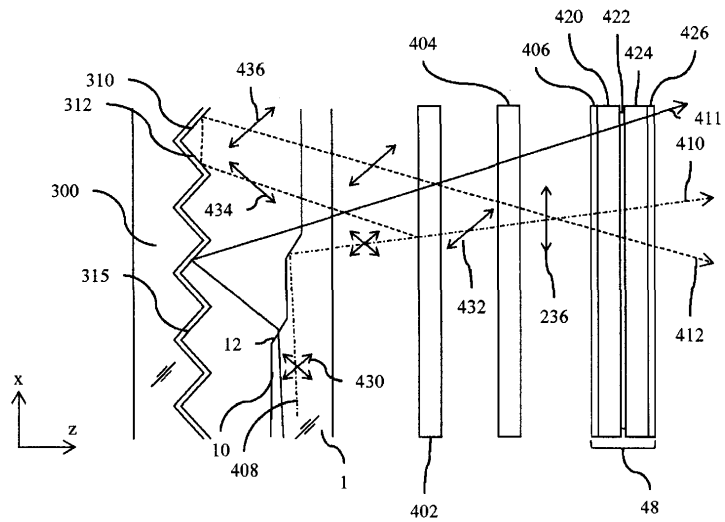
Фиг. 33E



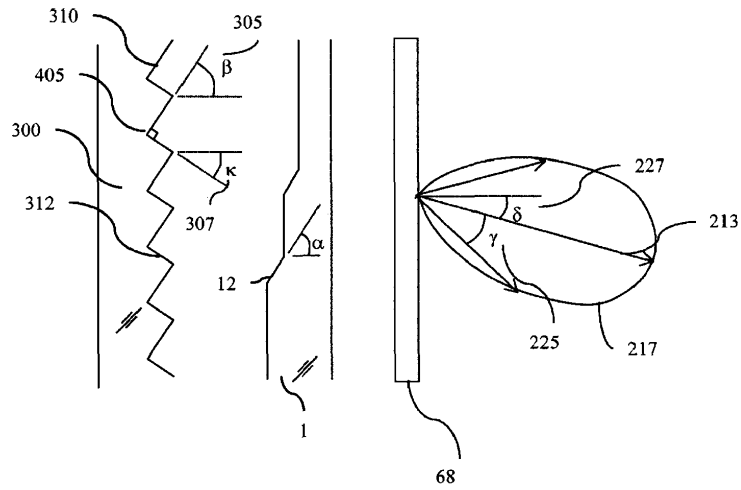
Фиг. 33F



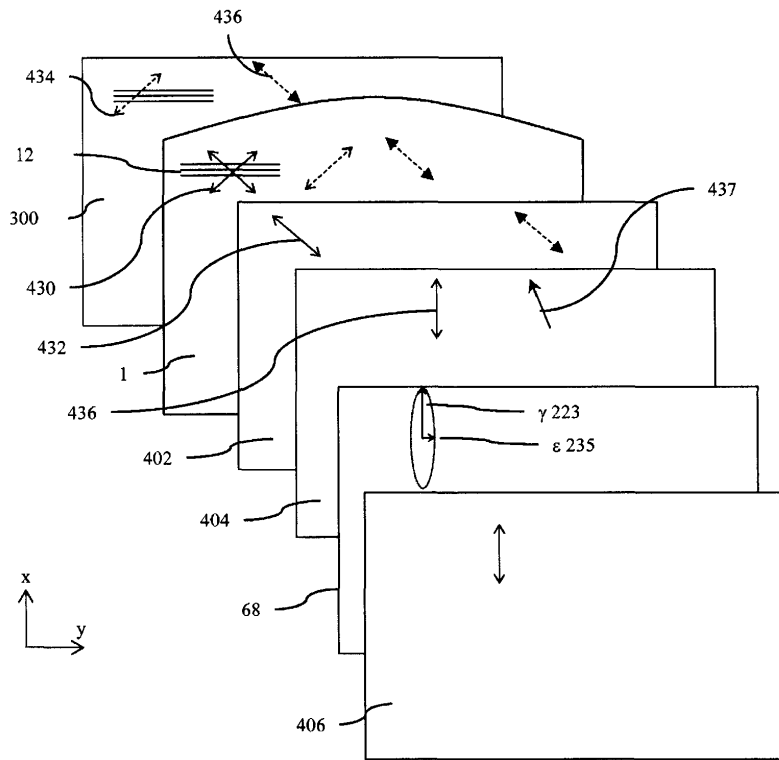
Фиг. 34



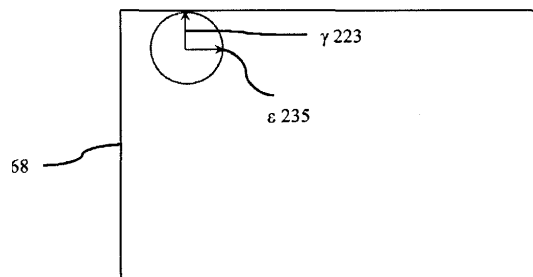
Фиг. 35A



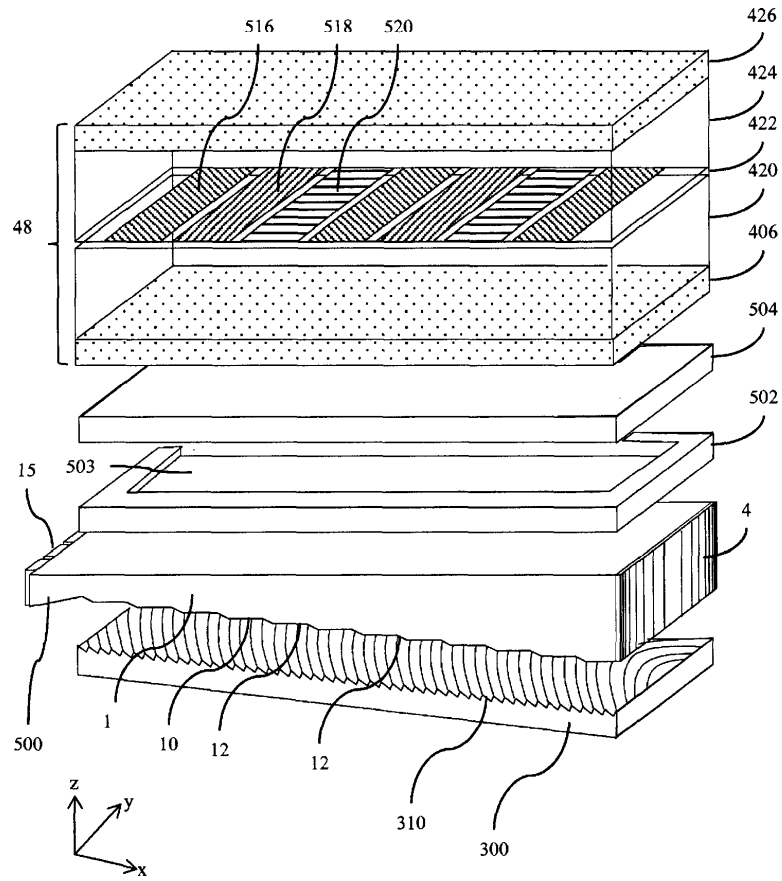
Фиг. 35В



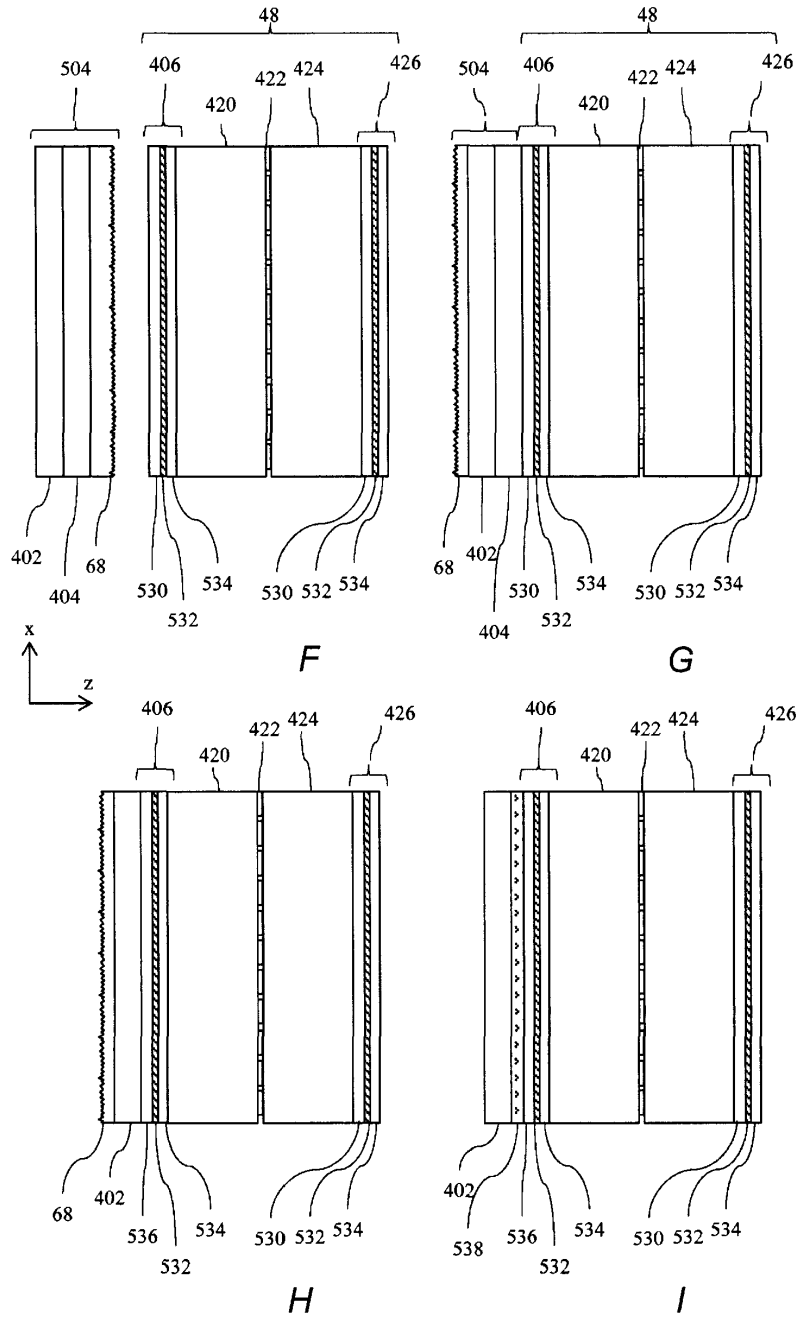
Фиг. 35С



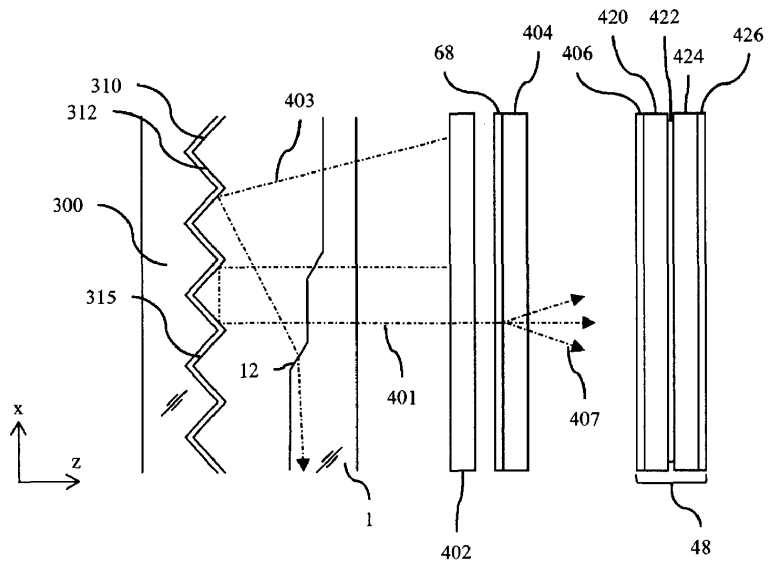
Фиг. 35D



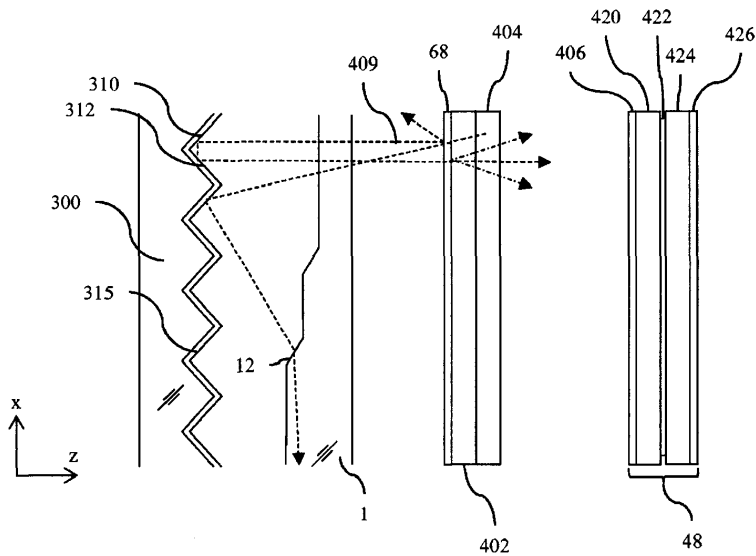
Фиг. 35Е



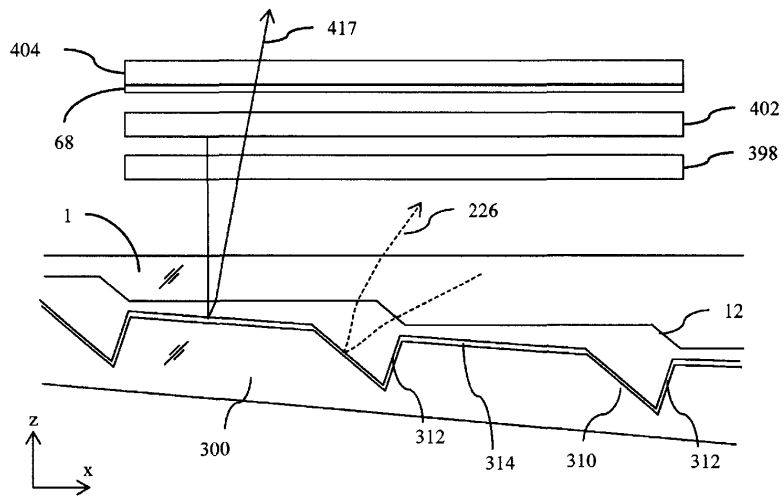
Фиг. 35F-35I



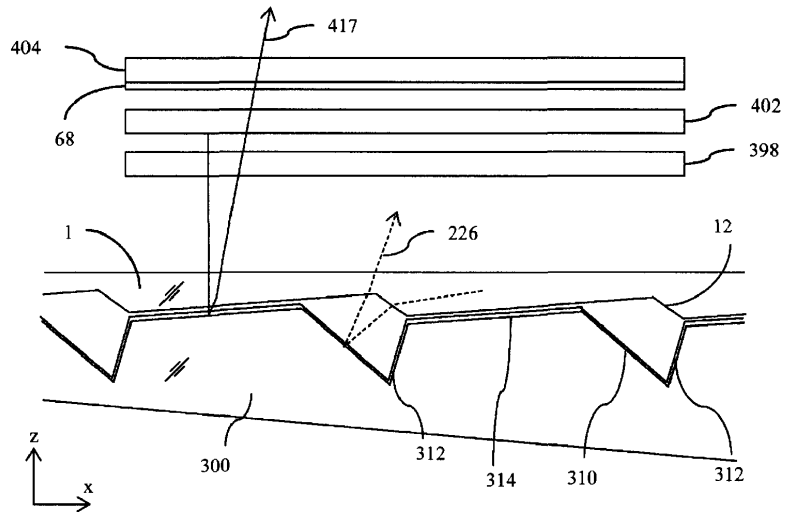
Фиг. 36А



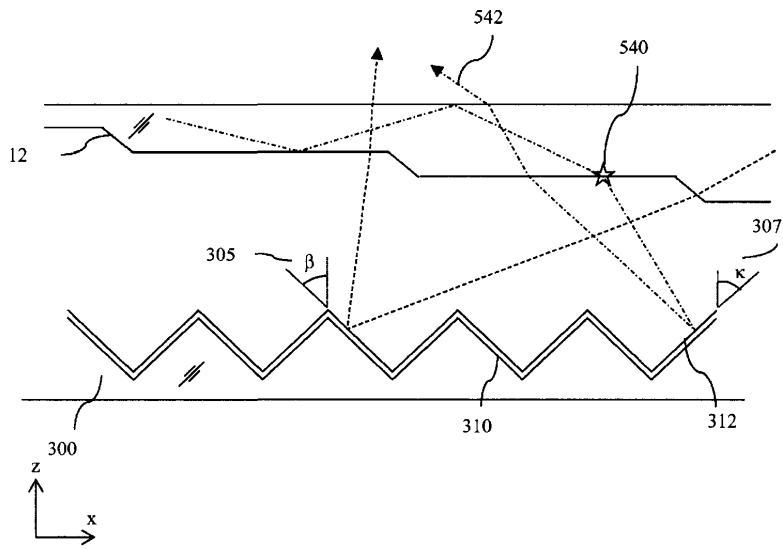
Фиг. 36В



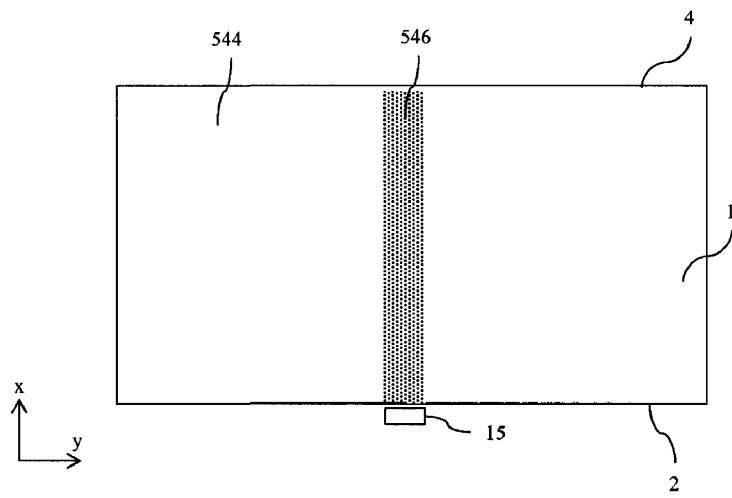
Фиг. 37А



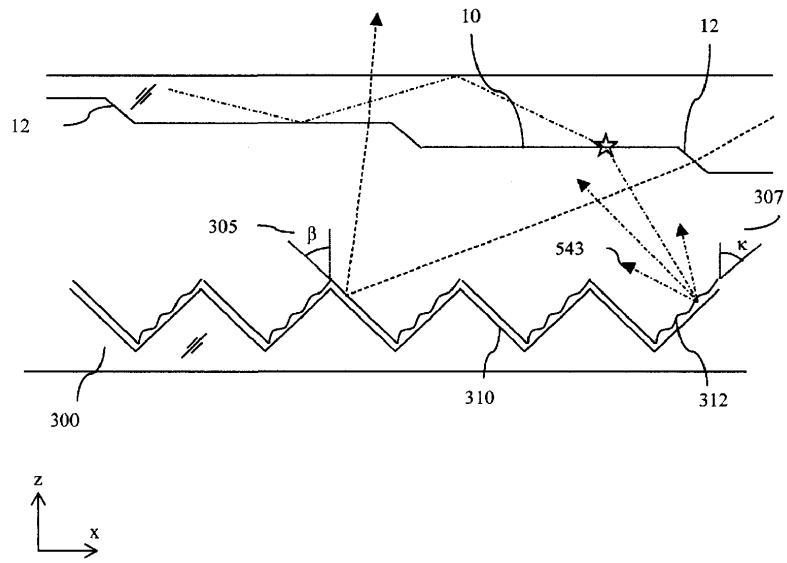
Фиг. 37В



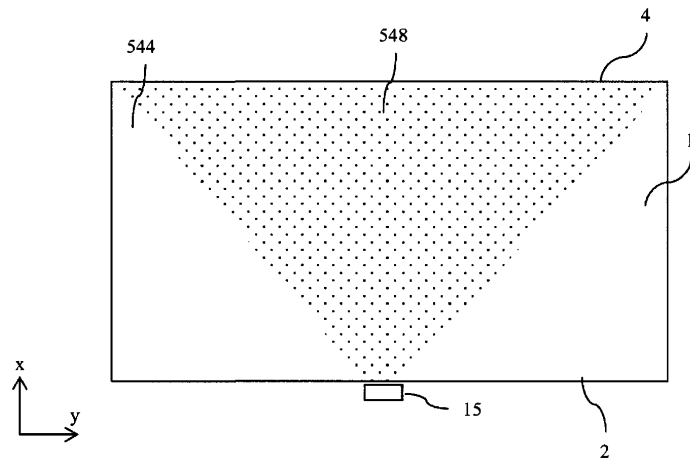
Фиг. 37С



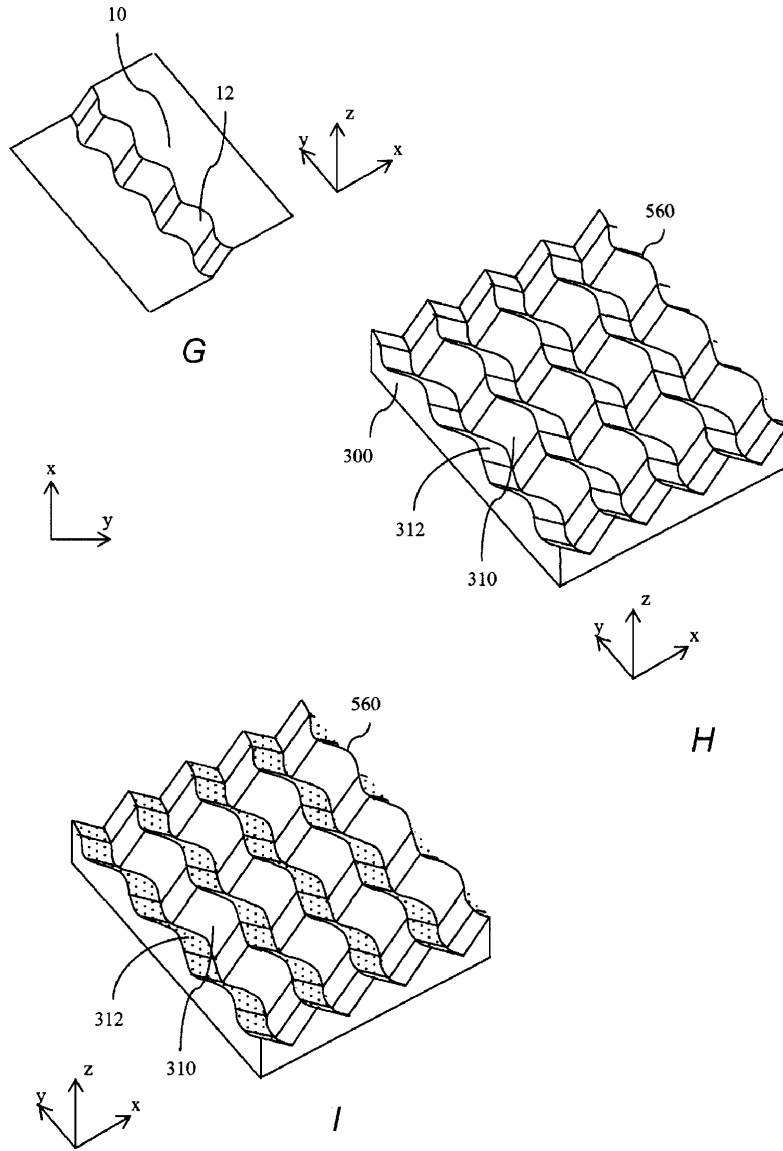
Фиг. 37D



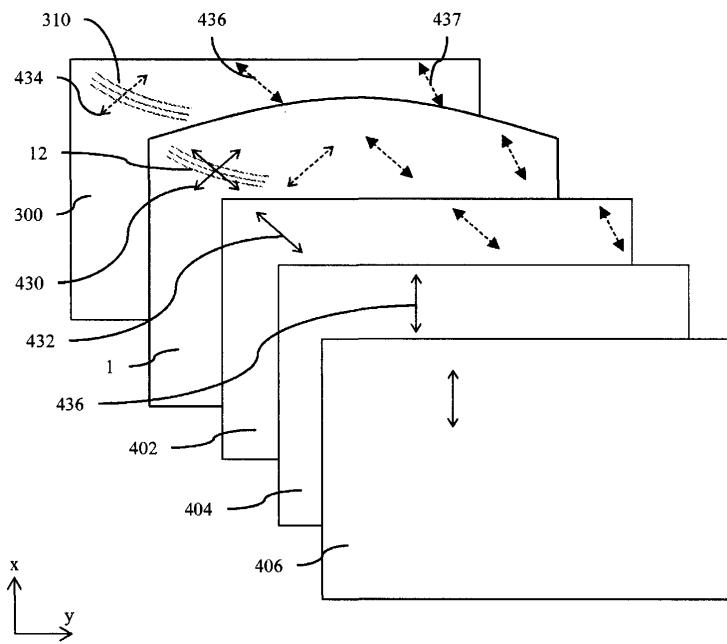
Фиг. 37Е



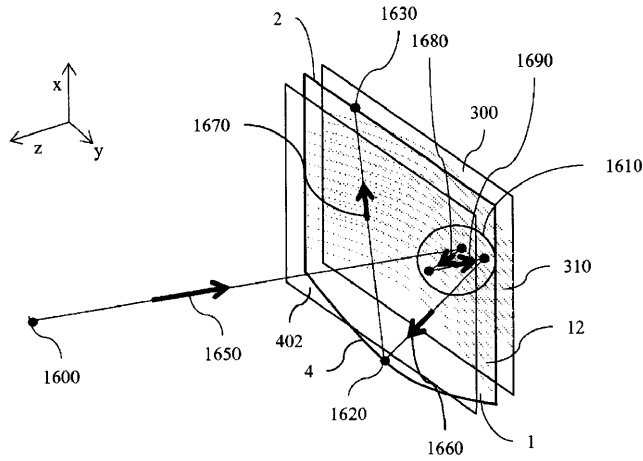
Фиг. 37F



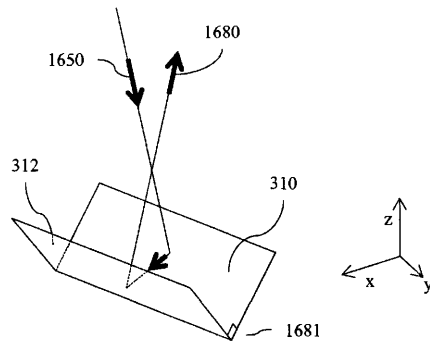
Фиг. 37G-37I



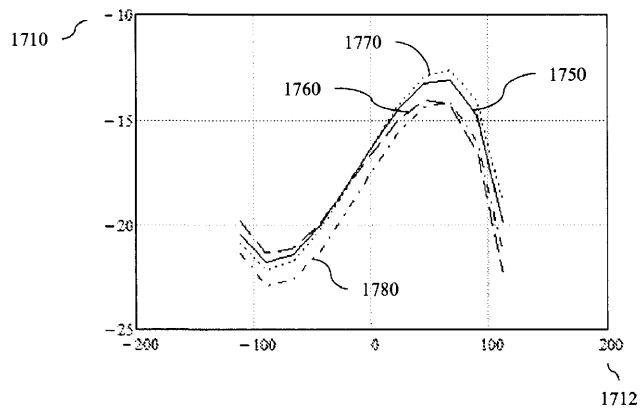
Фиг. 38А



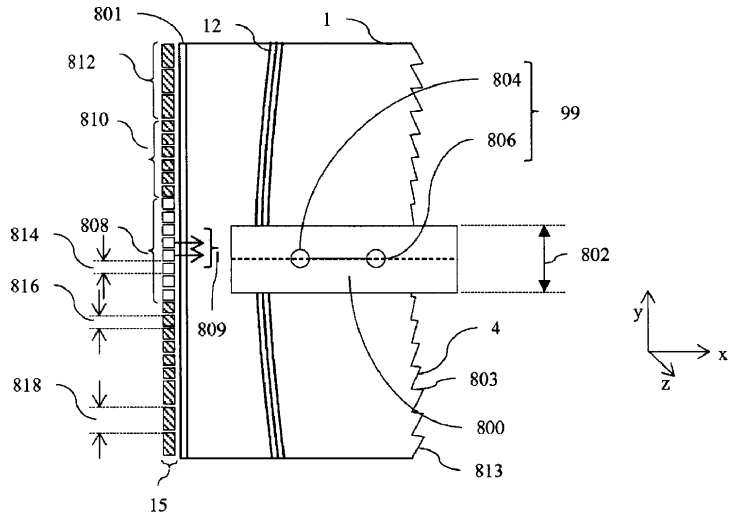
Фиг. 38В



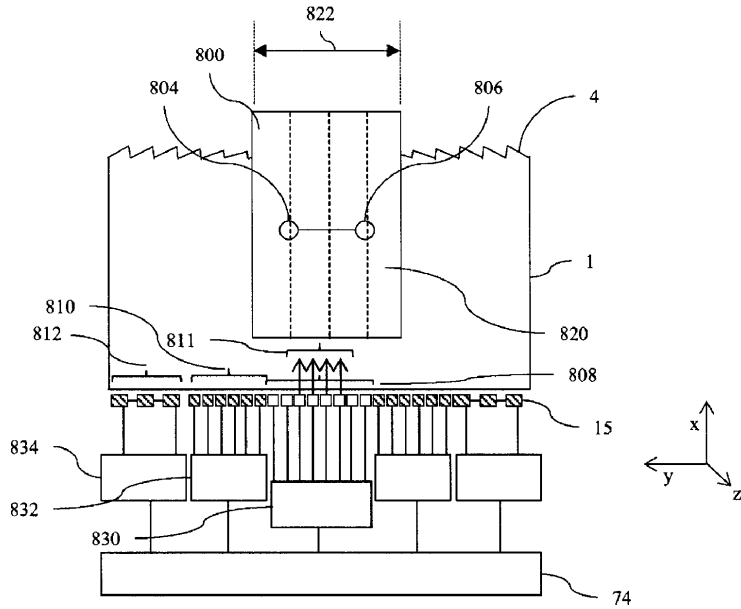
Фиг. 39



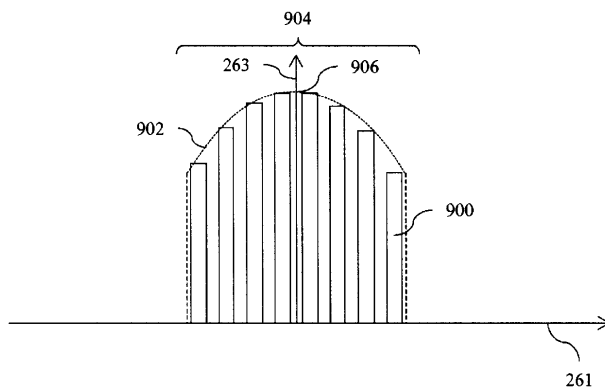
Фиг. 40



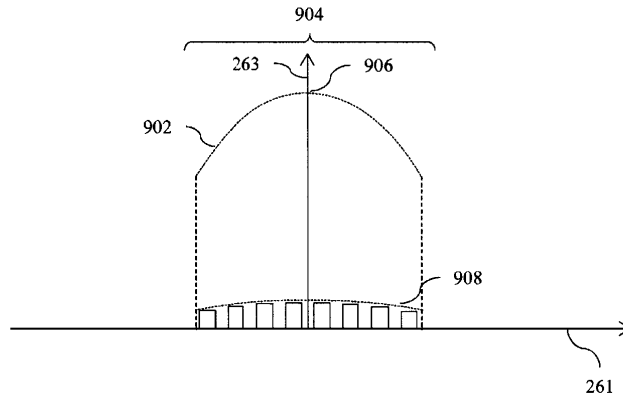
Фиг. 41



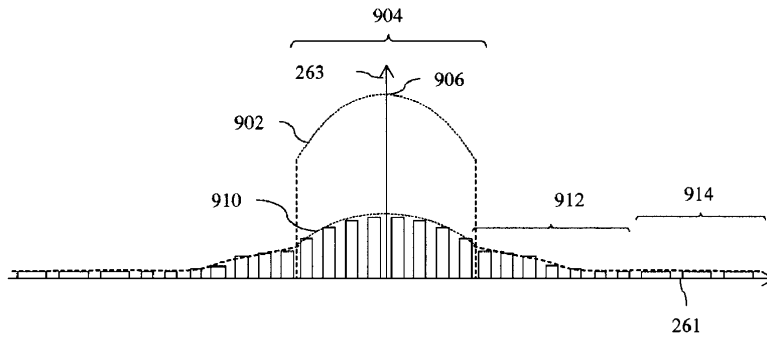
Фиг. 42А



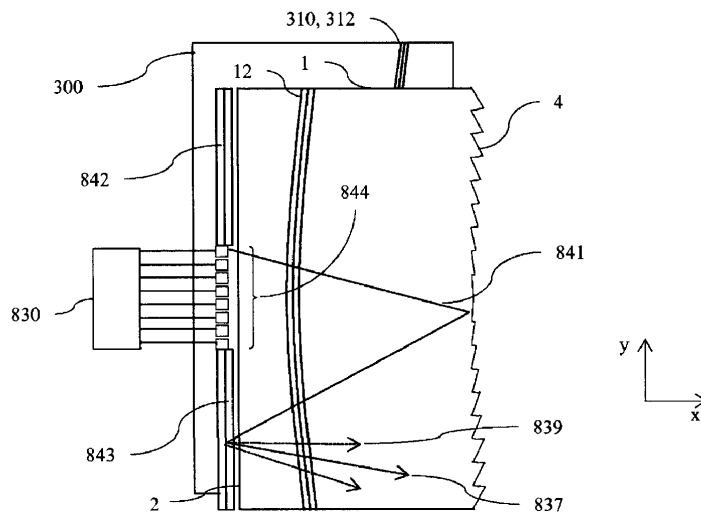
Фиг. 42В



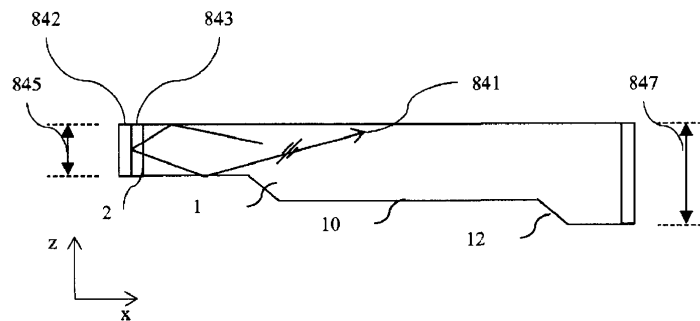
Фиг. 42С



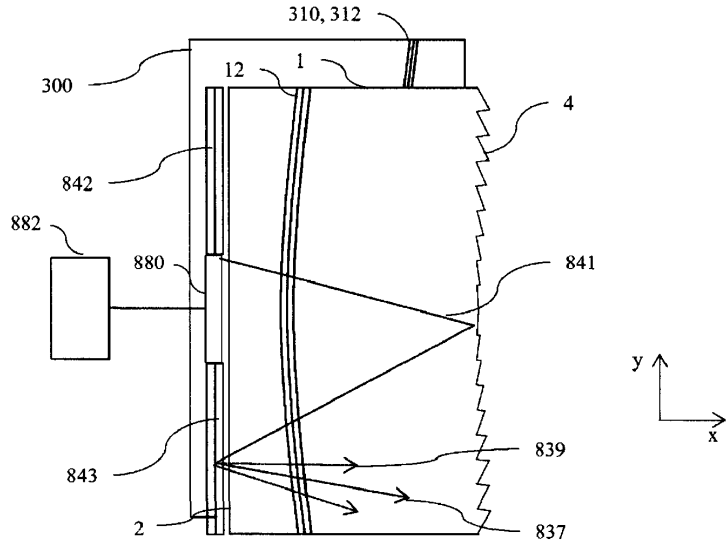
Фиг. 42D



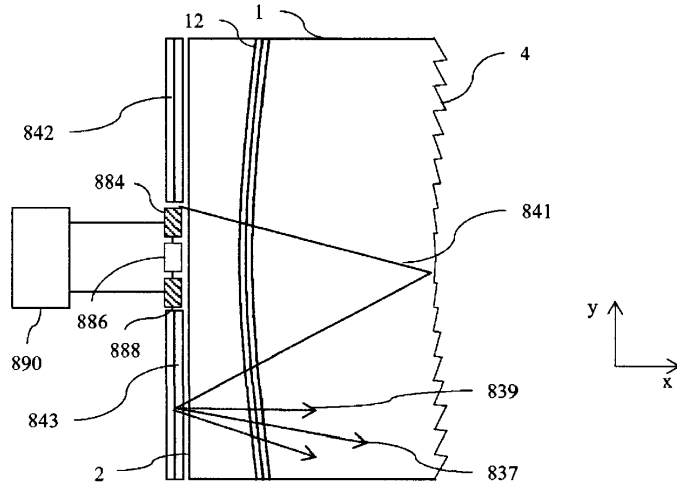
Фиг. 43А



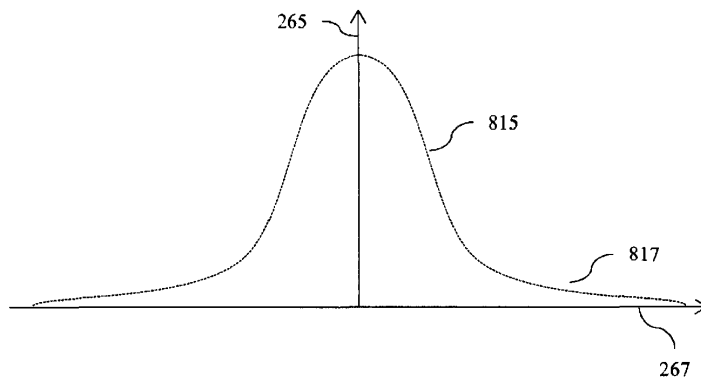
Фиг. 43В



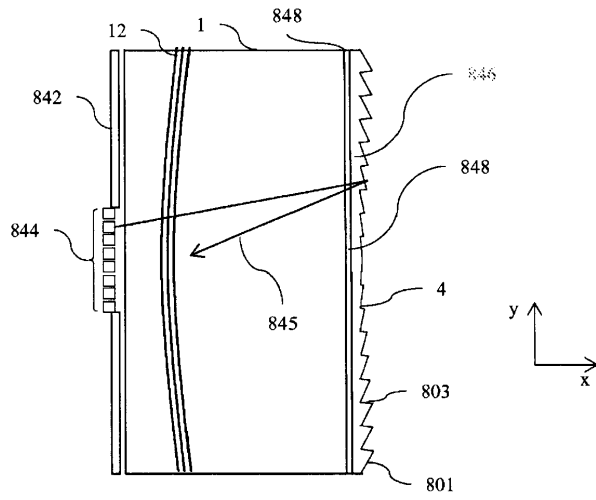
Фиг. 43С



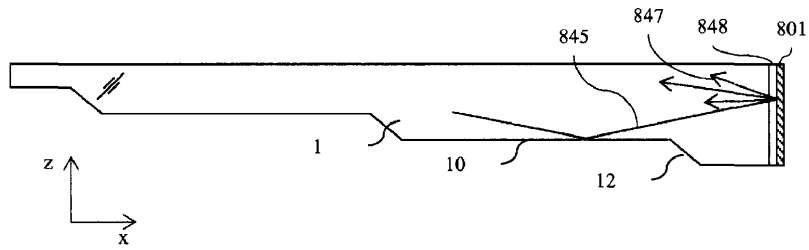
Фиг. 43D



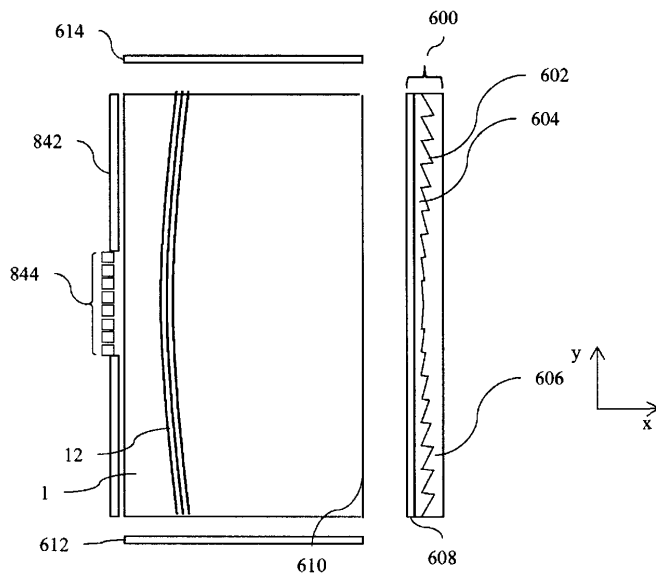
Фиг. 43E



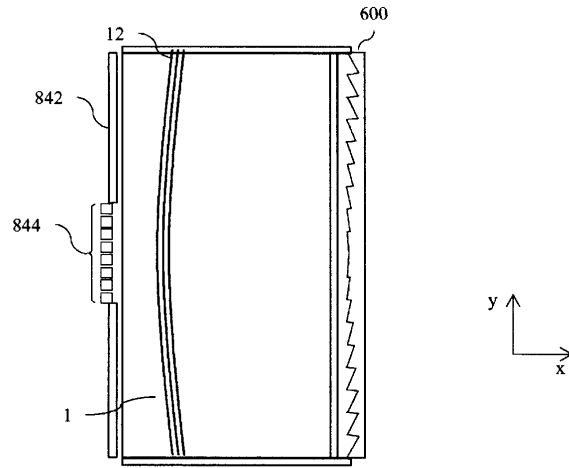
Фиг. 44А



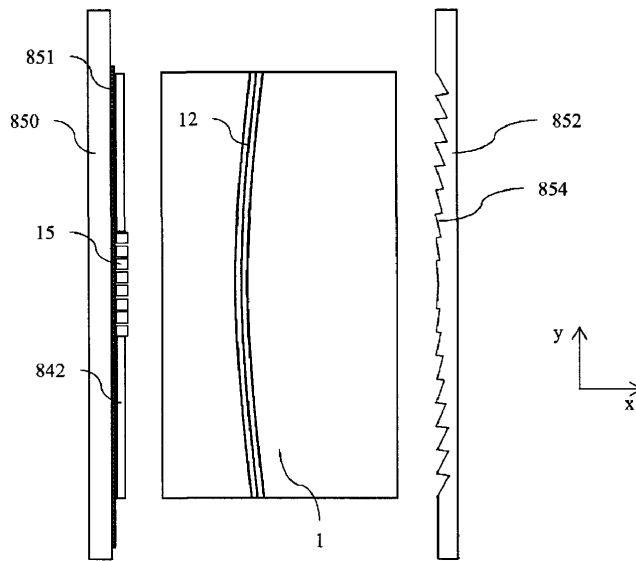
Фиг. 44В



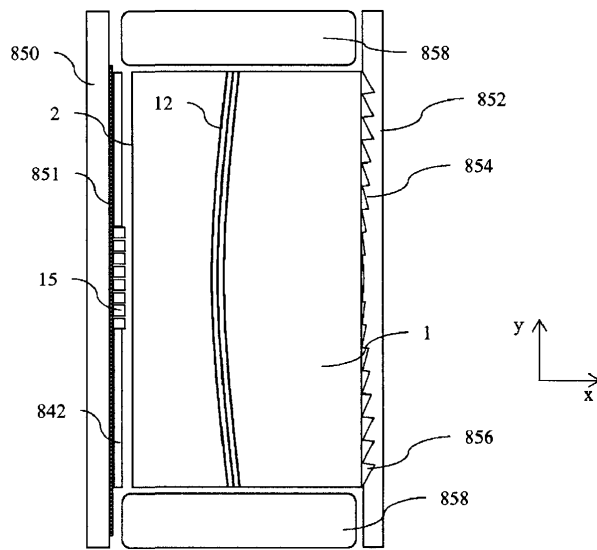
Фиг. 44С



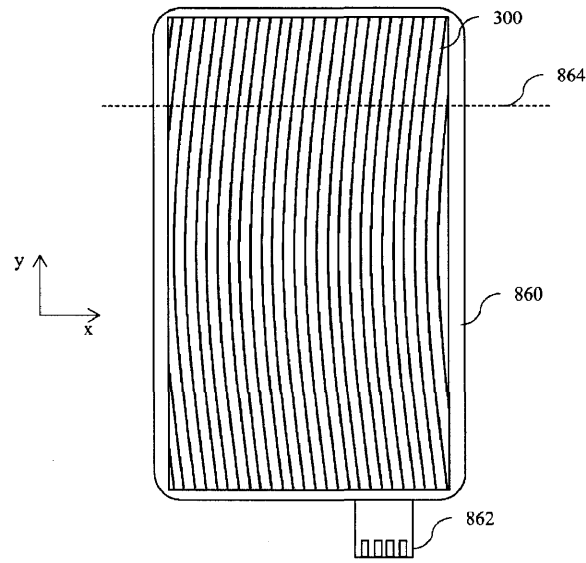
Фиг. 44D



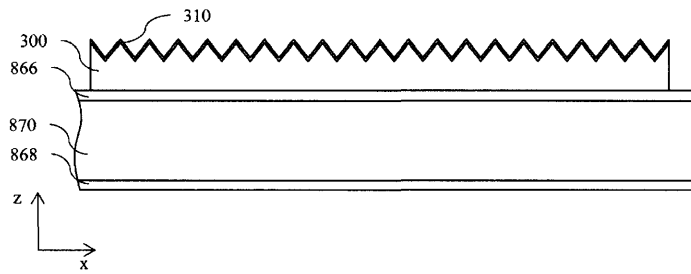
Фиг. 45A



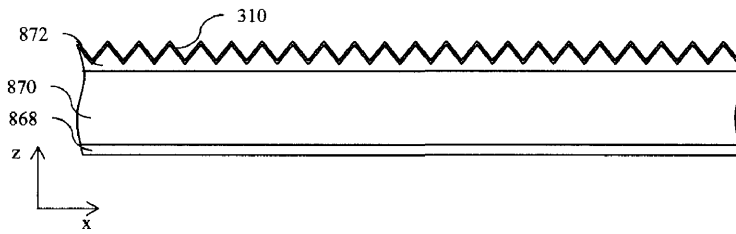
Фиг. 45B



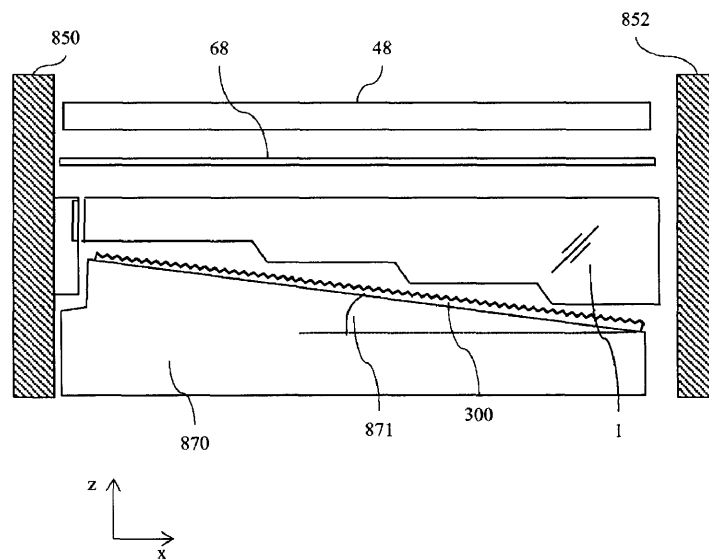
Фиг. 46А



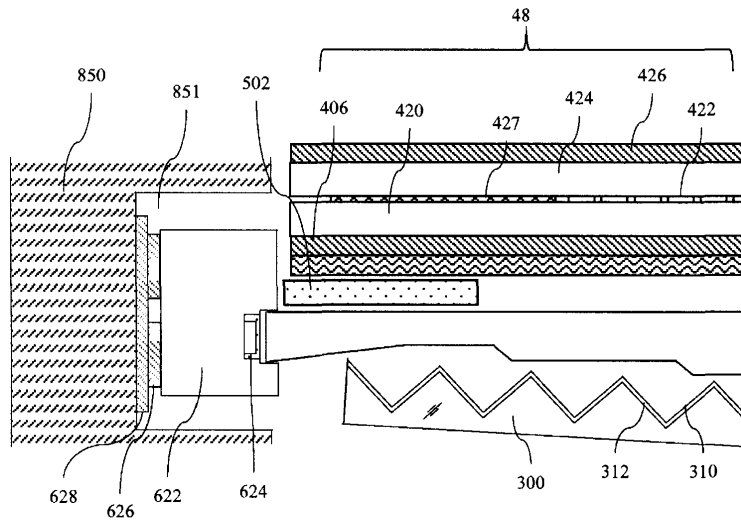
Фиг. 46В



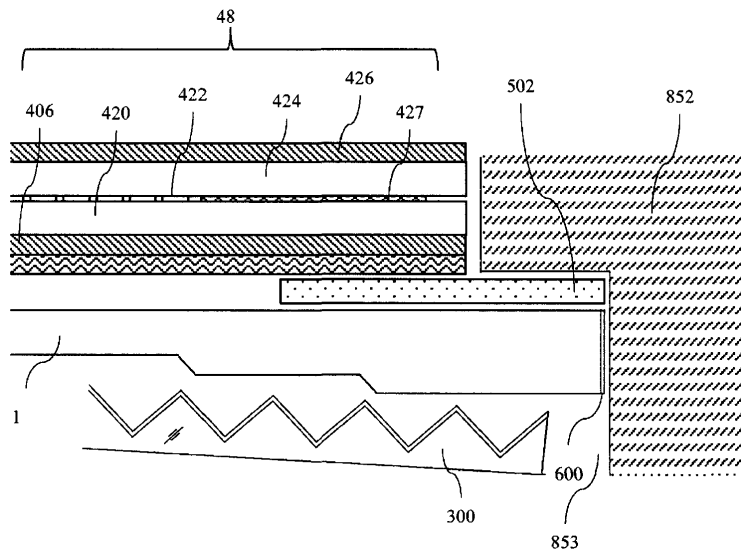
Фиг. 46С



Фиг. 47



Фиг. 48



Фиг. 49

