



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2010109737/28**, **14.08.2008**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
14.08.2008

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
16.08.2007 US 11/840,129(43) Дата публикации заявки: **27.09.2011** Бюл. № 27(45) Опубликовано: **10.03.2013** Бюл. № 7(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **US 2003189830 A1, 09.10.2003. JP**
2006032349 A, 02.02.2006. US 2007085105 A1,
19.04.2007. RU 2267188 C2, 27.12.2005. RU
2207663, 17.06.2003. RU 2142661 C1, 10.12.1999.(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: **16.03.2010**(86) Заявка РСТ:
IB 2008/053277 (14.08.2008)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2009/022316 (19.02.2009)

Адрес для переписки:

**129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры"**

(72) Автор(ы):

**БИРХЭЙЗЕН Серж Й. (US),
ЭНГ Грегори В. (US)**

(73) Патентообладатель(и):

**КОНИНКЛЕЙКЕ ФИЛИПС
ЭЛЕКТРОНИКС Н.В. (NL),
ФИЛИПС ЛЬЮМИЛДЗ ЛАЙТИНГ
КОМПАНИ, ЭлЭлСи (US)****(54) СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИЙ ДИОД БОКОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С СИЛИКОНОВОЙ ЛИНЗОЙ,
ПОДДЕРЖИВАЕМОЙ КРИВОЛИНЕЙНЫМ СИЛИКОНОВЫМ УЧАСТКОМ**

(57) Реферат:

Согласно изобретению предложено осветительное устройство, содержащее: нелазерный светоизлучающий диод (СИД) бокового излучения, при этом светоизлучающий диод имеет множество светоизлучающих боковых стенок, при этом каждая светоизлучающая боковая стенка имеет верхний участок и нижний участок; в котором светоизлучающий диод излучает свет со своих светоизлучающих боковых стенок без использования линзы бокового излучения; и

оптический элемент, причем каждая из светоизлучающих боковых стенок светоизлучающего диода оптически связана с оптическим элементом, оптический элемент имеет нижний край, в котором свет, направляемый ниже нижнего края оптического элемента, не входит в оптический элемент; в котором нижний край оптического элемента расположен на уровне или ниже нижнего участка светоизлучающей боковой стенки, подложку, на которой установлен светоизлучающий диод; и первый силиконовый

участок, сформированный поверх подложки и вокруг светоизлучающего диода, при этом верхняя поверхность первого силиконового участка имеет криволинейную форму, при этом криволинейная форма отлого поднимается вверх к светоизлучающему диоду и заканчивается ниже светоизлучающих боковых стенок светоизлучающего диода, при этом первый силиконовый участок имеет первый показатель преломления; в котором оптический элемент содержит второй силиконовый участок, сформированный поверх верхней поверхности первого силиконового участка и граничащий с ней, при этом второй

силиконовый участок имеет второй показатель преломления, более высокий, чем первый показатель преломления, так что имеется полное внутреннее отражение света светоизлучающего диода на границе раздела первого силиконового участка и второго силиконового участка. Изобретение обеспечивает по существу равномерное излучение устройством задней подсветки с тем, чтобы не искажалась яркость изображения, воспроизводимого жидкокристаллическим дисплеем, а также обеспечивает тонкий, но эффективный источник направленного света. 12 з.п. ф-лы, 15 ил.

RU 2 4 7 7 5 4 6 C 2

RU 2 4 7 7 5 4 6 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2010109737/28, 14.08.2008**

(24) Effective date for property rights:
14.08.2008

Priority:

(30) Convention priority:
16.08.2007 US 11/840,129

(43) Application published: **27.09.2011 Bull. 27**

(45) Date of publication: **10.03.2013 Bull. 7**

(85) Commencement of national phase: **16.03.2010**

(86) PCT application:
IB 2008/053277 (14.08.2008)

(87) PCT publication:
WO 2009/022316 (19.02.2009)

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

**BIRKKhEhJZEN Serzh J. (US),
EhNG Gregori V. (US)**

(73) Proprietor(s):

**KONINKLEJKE FILIPS EhLEKTRONIKS N.V.
(NL),
FILIPS L'JuMILDZ LAJTING KOMPANI,
EhlEhSi (US)**

(54) LIGHT-EMITTING DIODE FOR LATERAL RADIATION WITH SILICONE LENS SUPPORTED BY CURVILINEAR SILICONE SECTION

(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: invention discloses an illumination device having: non-laser light-emitting diode (LED) for lateral radiation has a plurality of light-emitting side walls, each light-emitting side wall having an upper section and a lower section; wherein the LED emits light from its light-emitting side walls without use of a lateral radiation lens; and an optical element, wherein each of the light-emitting side walls of the LED is optically connected to the optical element; the optical element has a lower edge wherein light directed below the lower edge of the optical element does not enter the optical element; wherein the lower edge of the optical element lies on the level of or below the lower section of the light-emitting side wall; a substrate on which the LED is mounted; and a first silicone section formed on top of the substrate and

around the LED, wherein the top surface of the first silicone section has a curvilinear shape, the curvilinear shape gently rising up towards the LED and ending below the light-emitting side walls of the LED; the first silicone section has a first refraction index; the optical element has a second silicone section formed on top of the top surface of the first silicone section and adjoining it, the second silicone section having a second refraction index which is higher than the first refraction index so that there is total internal reflection of light of the LED on the boundary of the first silicone section and the second silicone section.

EFFECT: invention provides essentially uniform radiation by a backlighting device so as not to distort brightness of an image displayed by a liquid crystal display, and provides a thin but efficient source of directed light.

13 cl, 13 dwg

Область техники, к которой относится изобретение

Это изобретение относится к осветительным приборам с использованием нелезерных светоизлучающих диодов (СИД, LED) и, в частности, к способам улучшенной связи оптического элемента, такого как линза или отражатель, со
5 светоизлучающими диодами бокового излучения.

Предпосылки создания изобретения

Жидкокристаллические дисплеи (ЖКД, LCD) широко используют в сотовых телефонах, персональных цифровых секретарях (PDA), портативных музыкальных
10 плеерах, компактных компьютерах (laptop), настольных мониторах и телевидении. Один вариант осуществления настоящего изобретения касается цветного или монохромного просветного жидкокристаллического дисплея, для которого требуется задняя подсветка, при этом для задней подсветки можно использовать один или
15 несколько светоизлучающих диодов, излучающих белый или цветной свет.

Светоизлучающие диоды отличаются от лазерных диодов тем, что светоизлучающие диоды излучают некогерентный свет.

Во многих небольших дисплеях, например, сотовых телефонов, важно, чтобы дисплей и задняя подсветка были тонкими. Кроме того, поскольку такие небольшие
20 дисплеи обычно работают от аккумуляторной батареи, важно, чтобы свет от светоизлучающего диода эффективно направлялся к задней поверхности жидкокристаллического дисплея. Кроме того, важно, чтобы свет от светоизлучающего диода излучался по существу равномерно устройством задней подсветки с тем, чтобы не искажалась яркость изображения, воспроизводимого жидкокристаллическим
25 дисплеем, что может быть существенным, например, в телевидении. Другая область применения, в которой используют тонкий, но эффективный источник направленного света, связана с лампой-вспышкой, например, для фотоаппаратов и, в частности, фотоаппаратов сотовых телефонов.

Краткое изложение сущности изобретения

Описан низкопрофильный светоизлучающий диод бокового излучения с одним или несколькими оптическими элементами, такими как отражатель или линза, оптически
30 связанными с каждой светоизлучающей боковой стенкой. Каждый оптический элемент имеет нижний край, при этом свет, направляемый на оптический элемент ниже нижнего края, не будет входить в оптический элемент. Нижний край каждого
35 оптического элемента расположен на уровне или ниже нижнего участка светоизлучающей боковой стенки светоизлучающего диода.

В одном варианте осуществления светоизлучающий диод бокового излучения
40 включает в себя активный слой и отражающий слой, покрывающий активный слой, и светоизлучающие боковые стенки между активным слоем и отражающим слоем. Один или несколько оптических элементов оптически связаны со всеми светоизлучающими боковыми стенками светоизлучающего диода. Оптические элементы включают в себя входную поверхность, которая принимает свет. В светоизлучающем диоде участок
45 между активным слоем и нижней поверхностью отражающего слоя полностью расположен в пределах входной поверхности по меньшей мере одного оптического элемента.

В одном варианте осуществления единственный оптический элемент, такой как
50 отражатель, используется для перенаправления света, излучаемого от каждой боковой стенки, в прямое направление, например, в конфигурации вспышки. В другом варианте осуществления отдельный оптический элемент, такой как линза, связанный со светоизлучающими стенками, используется для коллимирования излучаемого

бокового света в горизонтальной плоскости, например, для задней подсветки.

Краткое описание чертежей

На чертежах:

Фиг.1 - сечение одного варианта осуществления тонкого светоизлучающего диода бокового излучения, установленного на подложке;

Фиг.2А и 2В иллюстрируют виды сверху и сбоку, соответственно, светоизлучающего диода на подложке;

Фиг.3А и 3В иллюстрируют виды сверху и сбоку, соответственно, светоизлучающего диода на большой подложке;

Фиг.4 показывает вид сбоку светоизлучающего диода на большой подложке с отражателем, который перенаправляет излучаемый свет бокового излучения в направленный вперед свет;

Фиг.5 показывает вид сбоку светоизлучающего диода и отражателя согласно варианту осуществления настоящего изобретения;

Фиг.6 показывает вид сбоку светоизлучающего диода и линзы согласно другому варианту осуществления настоящего изобретения;

Фиг. 7А и 7В иллюстрируют виды сверху линзы из Фиг.6 квадратной и круговой конфигураций;

Фиг.7С иллюстрирует вид сверху светоизлучающего диода бокового излучения с тремя сторонами и линзы, используемой вместе с ним;

Фиг.8 иллюстрирует вид сверху светоизлучающего диода с частью линзы, имеющей входные поверхности с вертикально ориентированными изменяющимися наклонными стенками для улучшения углового смещения света;

Фиг. 9А-9С иллюстрируют варианты осуществления изготовления линзы с использованием литой выводной рамки;

Фиг. 9D и 9Е иллюстрируют вариант осуществления сформированной подложки;

Фиг.10 иллюстрирует вид сверху устройства задней подсветки, включающего в себя распределение множества светоизлучающих диодов;

Фиг.11 - сечение части устройства задней подсветки из Фиг.10;

Фиг.12 - частичное сечение устройства задней подсветки другого типа с оптическими ячейками;

Фиг.13 иллюстрирует вид сверху устройства задней подсветки из Фиг.12; и

Фиг. 14 и 15 иллюстрируют множество ячеек в устройстве задней подсветки, аналогичном устройству, показанному на Фиг.13, со светоизлучающими диодами, расположенными на границах между ячейками.

Подробное описание

Варианты осуществления настоящего изобретения охватывают низкопрофильные светоизлучающие диоды бокового излучения в сочетании с оптическими элементами, такими как отражатель, линза или коллимирующий элемент. Одним применением изобретения является тонкое устройство задней подсветки в жидкокристаллическом дисплее, но другие применения существуют и будут выявлены в свете настоящего раскрытия.

На Фиг.1 представлено сечение одного варианта осуществления тонкого светоизлучающего диода бокового излучения, который включает в себя полупроводниковый светоизлучающий элемент 13, преобразующий длину волны элемент 30 и отражающую пленку 32. Светоизлучающий диод 10 бокового излучения установлен на подложке 22, которая установлена на печатной плате 28. Другие варианты осуществления тонких светоизлучающих диодов бокового излучения,

которые можно использовать в исполнениях задней подсветки, можно найти в заявке США № 11/423419 под названием “Low profile side emitting LED”, поданной 9 июня 2006 г., автор Олег Щекин (Oleg Shchekin) и другие, переуступленной настоящему правопреемнику и включенной в эту заявку путем ссылки.

В одном примере активный слой светоизлучающего диода 10 генерирует голубой свет. Светоизлучающий диод 10 формируют на исходной подложке для выращивания, такой как сапфировая, SiC или GaN. Обычно выращивают n-слой 12, за которым следует активный слой 14, за которым следует р-слой 16. Чтобы открыть участок нижележащего n-слоя 14, травят р-слой 16. После этого отражающие металлические электроды 18 (например, серебряные, алюминиевые или сплавные) формируют на поверхности светоизлучающего диода для контакта с n- и р-слоями. Когда диод смещают в прямом направлении, активный слой 14 излучает свет, длина волны которого определяется составом активного слоя (например, AlInGaN). Формирование таких светоизлучающих диодов является хорошо известным и нет необходимости описывать его более подробно. Дополнительные детали формирования светоизлучающих диодов описаны в патенте США № 6828596, автор Штайгервальд (Steigerwald) и другие, и в патенте США № 6876008, автор Бхат (Bhat) и другие, оба переуступлены настоящему правопреемнику и включены в эту заявку путем ссылки.

Затем полупроводниковый светоизлучающий элемент 13 устанавливают на подложку 22 методом перевернутого кристалла. Подложка 22 содержит металлические электроды 24, которые припаивают или приваривают ультразвуком к металлу 18 с помощью шариков 26 припоя. Кроме того, можно использовать соединения других видов. Шарик 26 припоя можно исключить, если сами электроды могут быть приварены ультразвуком.

Электроды 24 подложки электрически соединены через сквозные отверстия с контактными столбиками на нижней стороне подложки 22, поэтому подложка 22 может быть установлена поверхностью на металлические столбики на печатной плате 28. Металлические дорожки на схемной плате 28 электрически соединяют контактные столбики с источником питания. Подложку 22 можно образовать из любого подходящего материала, такого как нитрид алюминия, керамика, кремний, алюминий и т.д. Если материал подложки является электропроводным, поверх материала подложки формируют изолирующий слой, а поверх изолирующего слоя формируют рисунок металлических электродов. Подложка 22 действует как механическая опора, обеспечивает электрическое соединение между хрупкими n- и р-электродами на кристалле светоизлучающего диода и источником питания и обеспечивает отвод тепла. Подложки хорошо известны.

Чтобы сделать светоизлучающий диод 10 имеющим очень низкий профиль и чтобы предотвратить поглощение света подложкой для выращивания, подложку для выращивания удаляют, выполняя, например, химико-механическое полирование (CMP) или используя лазерный метод отслаивания, в котором лазер нагревает границу раздела GaN и подложки для выращивания до образования газа высокого давления, который отталкивает подложку от GaN. В одном варианте осуществления удаление подложки для выращивания выполняют после установки матрицы светоизлучающих диодов на пластину подложки и до разделения светоизлучающих диодов/подложек (например, распиливанием).

После этого подложку для выращивания удаляют и преобразующий длину волны элемент 30, такой как планарный люминофорный слой 30, располагают на вершине

светоизлучающего диода для преобразования длины волны голубого света, излучаемого из активного слоя 14. Люминофорный слой 30 можно сформировать заранее в виде керамического листа, присоединенного к слоям светоизлучающего диода, или люминофорные частицы можно осадить в виде тонкой пленки, например, электрофорезом. Люминофорный керамический лист может представлять собой спеченные люминофорные частицы или люминофорные частицы в прозрачном или просвечивающем связующем веществе, которое может быть органическим или неорганическим. Свет, излучаемый люминофорным слоем 30, при смешении с голубым (В) светом образует белый свет или другой требуемый свет. Люминофор может быть люминофором на основе алюмоиттриевого граната (АИГ, YAG), который создает желтый (Y) свет ($Y+B$ =белый), или может быть комбинацией красного (R) люминофора и зеленого (G) люминофора ($R+G+B$ =белый).

В случае люминофора на основе алюмоиттриевого граната (то есть Се:YAG) цветовая температура белого света в значительной степени зависит от примеси Се в люминофоре, а также от толщины люминофорного слоя 30.

Затем поверхность люминофорного слоя 30 формируют отражающую пленку 32. Отражающая пленка 32 является по существу параллельной верхней поверхности полупроводникового светоизлучающего элемента 13. Отражающая пленка 32 может быть зеркальной или рассеивающей. Зеркальный отражатель может быть распределенным брэгговским отражателем (РБО, DBR), образованным из органических или неорганических слоев. Зеркальный отражатель также может быть слоем алюминия или другого отражающего металла или комбинацией распределенного брэгговского отражателя и металла. Рассеивающий отражатель можно сформировать из металла, осаждаемого на шероховатую поверхность, или из рассеивающего материала, такого как подходящая белая краска или золь-гель раствор с TiO_2 в силиконе. Кроме того, люминофорный слой 30 способствует рассеянию света, что повышает эффективность выхода света. В другом варианте осуществления отражатель расположен на расстоянии от светоизлучающего диода, как, например, отражатель, поддерживаемый волноводом поверх активного слоя, что приводит к тому, что светоизлучающий диод по-прежнему является светоизлучающим диодом бокового излучения, поскольку небольшое количество (например, до 10%) прямого света выходит из устройства задней подсветки над светоизлучающим диодом.

Хотя линзы с боковым излучением иногда используют для отклонения всего света, излучаемого с верхней поверхности светоизлучающего диода, в круговую диаграмму бокового излучения, такие линзы во много раз толще самого светоизлучающего диода и непригодны для сверхтонкого устройства обратной подсветки или других применений, в которых вертикальная высота является ограниченной.

Обработку полупроводниковых слоев светоизлучающего диода можно производить до или после установки светоизлучающего диода на подложку 22.

Наибольшее количество света, излучаемого активным слоем 14, излучается через стороны светоизлучающего диода непосредственно или излучается через стороны после одного или нескольких внутренних отражений. Если верхний отражатель 32 является очень тонким, некоторая часть света может просачиваться через верхний отражатель 32.

В одном варианте осуществления подложка 22 имеет толщину около 380 микрон, полупроводниковые слои имеют общую толщину около 5 микрон, люминофорный слой 30 имеет толщину около 200 микрон и отражающая пленка 32 имеет толщину около 150 микрон, так что толщина светоизлучающего диода с добавлением толщины

подложки составляет меньше чем 1 мм. Конечно, светоизлучающий диод 10 может быть изготовлен более толстым. Длина каждой стороны светоизлучающего диода обычно составляет меньше чем 1 мм, например, длина стороны может быть 0,6 мм; однако можно использовать сторону длиной 1,0 мм, например, для применений, требующих более высокой мощности.

Когда светоизлучающие диоды бокового излучения с перевернутым кристаллом используют в системах освещения, обеспечивается ряд преимуществ. Применение светоизлучающих диодов бокового излучения с перевернутым кристаллом для задней подсветки позволяет использовать более тонкие волноводы, меньшее количество светоизлучающих диодов, при этом обеспечиваются лучшая равномерность освещения и более высокая эффективность вследствие лучшего соединения света в волноводе.

В другом варианте осуществления светоизлучающего диода (не показанного) отражающий материал может быть сформирован поверх одной или нескольких сторон люминофорного слоя, перпендикулярно к полупроводниковым слоям светоизлучающего диода. В таком случае свет излучается через непокрытые стороны люминофорного слоя, после чего может входить в волновод устройства задней подсветки. Любой светоизлучающий диод, который излучает свет преимущественно в пределах узкой зоны и/или угла между верхней и нижней поверхностями светоизлучающего диода, в этом раскрытии считается светоизлучающим диодом бокового излучения.

На Фиг. 2А и 2В показаны соответствующие виды сверху и сбоку светоизлучающего диода 10 с подложкой 22. Как можно видеть на Фиг.2А, длина сторон светоизлучающего диода 10 приблизительно такая же, как и сторон подложки 22. В идеальном случае светоизлучающий диод 10 и подложка 22 должны иметь одинаковые горизонтальные размеры (или подложка 22 должна быть меньше), но на практике, вследствие необходимости разрезать подложку 22 без повреждения светоизлучающего диода 10, подложка 22 продолжается по горизонтали за пределы светоизлучающего диода 10 на расстояние от 5 мкм до 150 мкм вдоль всех светоизлучающих краев светоизлучающего диода 10. Как показано на Фиг.2В, в случае нахождения края 22а подложки 22 вблизи светоизлучающего края светоизлучающего диода 10 подложка 22 не является препятствием для света, излучаемого светоизлучающим диодом 10 по горизонтальному направлению, показанному стрелками.

В отличие от этого на Фиг. 3А и 3В показаны соответствующие виды сверху и сбоку светоизлучающего диода 10 с большей подложкой 50. Как можно видеть, подложка 50 продолжается по горизонтали за пределы светоизлучающего диода 10 на относительно большую величину, например больше чем 150 мкм. На Фиг.3В показано, каким образом подложка 50 препятствует распространению значительного количества света, излучаемого светоизлучающим диодом 10, например света, излучаемого по нисходящей траектории. Хотя вблизи края большой подложки 50 можно помещать одну, две или даже три светоизлучающие стороны светоизлучающих диодов 10, свет, излучаемый с по меньшей мере одной стороны светоизлучающего диода 10, будет частично блокироваться подложкой 50. Кроме того, при наличии диода подавления переходного напряжения (TVS), установленного на подложке 50, будет блокироваться дополнительный свет.

На Фиг.4 показана другая проблема, связанная с использованием большой подложки 50. На Фиг.4 показан вид сбоку светоизлучающего диода 10 на большой

подложке 50 с оптическим элементом в виде отражателя 52, который перенаправляет свет бокового излучения в направленный вперед свет. Светоизлучающий диод 10, то есть полупроводниковый светоизлучающий элемент 13, преобразующий длину волны элемент 30 и отражающий слой 32, имеет вертикальную высоту меньше чем 4 мм.

5 Вследствие практических проблем формования, связанных с конфигурацией «острого края» на основании 53 отражателя 52, основание 53 является относительно большим по сравнению с вертикальной высотой светоизлучающего диода 10. Поэтому нижний край 54 отражателя 52 оказывается расположенным между активным слоем 14 и
10 отражающей пленкой 32, вследствие чего значительная часть светоизлучающей боковой стенки светоизлучающего диода 10 блокируется основанием 53 отражателя 52.

На Фиг.5 показан вариант осуществления, в котором светоизлучающий диод 10 установлен на подложке 22 вместе с оптическим элементом в виде отражателя 62, который аналогичен отражателю, показанному на Фиг.4, но не установлен на
15 подложке 22. Отражатель 62 может быть установлен на печатной плате 28 (показанной на Фиг.1). В качестве варианта отражатель 62 может быть частью литой выводной рамки 68. Литую выводную рамку 68 можно изготовить обычным способом, например, из структурированных проводящих материалов, таких как медь.
20 Литые пластика под давлением осуществляют вокруг проводящего материала, чтобы образовать литую выводную рамку, и также осуществляют формование, чтобы образовать оптический элемент, например отражатель 62. Внутренние поверхности отражателя 62 можно покрыть отражающим покрытием, например, алюминиевым или серебряным.

25 Отражатель 62 перенаправляет свет бокового излучения в направленный вперед свет, например, в конструкции вспышки фотоаппарата. Как должно быть видно на Фиг.5, нижний край 64 отражателя 62 расположен ниже верхней поверхности 22_{top} подложки 22. В одном варианте осуществления нижний край 64 отражателя
30 расположен на такой же вертикальной высоте, что и верхняя поверхность 22_{top} подложки 22. В другом варианте осуществления нижний край 64 может быть расположен на уровне или ниже активного слоя 14. В качестве варианта нижний край 64 может быть расположен на уровне или ниже нижней поверхности 30_{bottom} люминофорного слоя 30, который излучает наибольшую часть света бокового
35 излучения. Таким образом, область светоизлучающей боковой стенки светоизлучающего диода 10, например, между активной областью 14 и нижней поверхностью отражающего слоя 32 полностью расположена в пределах области входа света отражателя 62 так, что свет, излучаемый от боковой стенки, не
40 блокируется основанием 63 отражателя 62.

На Фиг.6 показан другой вариант осуществления, в котором светоизлучающий диод 10 установлен на подложке 22 вместе с оптическим элементом в виде линзы 70, оптически связанной со стороной светоизлучающего диода 10. Линза 70 представляет собой коллимирующую оптику, которая коллимирует свет бокового излучения в
45 горизонтальной плоскости, который может использоваться для задней подсветки. На Фиг. 7А и 7В показаны виды сверху линзы 70 квадратной и круговой конфигураций вместе со светоизлучающим диодом 10. Как можно видеть, линза 70 связана с каждой светоизлучающей стороной светоизлучающего диода 10, и поэтому в настоящем
50 варианте осуществления, где светоизлучающий диод 10 имеет четыре светоизлучающие стороны, линза 70 включает в себя четыре входные поверхности, связанные с каждой стороной. При желании отдельные индивидуальные линзы для каждого отдельной светоизлучающей стороны могут быть объединены с

образованием линзы 70.

На Фиг.7С показан вид сверху светоизлучающего диода 10', бокового излучения с тремя сторонами, и соответствующей линзы 70', используемой со светоизлучающим диодом 10'. Светоизлучающий диод 10' аналогичен светоизлучающему диоду 10 бокового излучения с четырьмя сторонами, но может включать в себя, например, отражающий слой 11 на одной стороне. Линзе 70' придают определенную форму для приема света с трех краевых светоизлучающих сторон, чтобы создавать большую расходимость света, например, $\pm 90^\circ$ в задней световой плоскости, и чтобы коллимировать свет, например, $\pm 20^\circ$ в ортогональном направлении. Криволинейная форма линзы 70' является такой, что она осуществляет отражение за счет полного внутреннего отражения света (ПВО) со всех углов от левой и правой сторон светоизлучающего диода 10' бокового излучения. Как известно в данной области техники, полное внутреннее отражение происходит в случае, когда угол падения, внутренний по отношению к среде, $> \arcsin(n_2/n_1)$, то есть $> 43,6^\circ$ от $n_1=1,45$ до n_2 (например, 1,0 для воздуха). Линзу 70' приводят в оптический контакт с 3 боковыми излучающими поверхностями путем, например, переформования, или используют связующий материал между поверхностями бокового излучателя и линзы. Связующий материал, такой как силикон, можно нанести и образовать «фитиль» между линзой 70' и материалом бокового излучателя светоизлучающего диода 10'.

Линза 70, показанная на Фиг.6, включает в себя входную область 72, которая оптически связана со светоизлучающими сторонами светоизлучающего диода 10 для приема света бокового излучения. Входная область 72 представляет собой область линзы, которая принимает свет от светоизлучающего диода 10 и в этом варианте осуществления включает в себя верхний край 72_{top} и нижний край 72_{bottom} . Нижний край 72_{bottom} расположен на такой же вертикальной высоте, что и верхняя поверхность 22_{top} подложки 22. В другом варианте осуществления нижний край 64 может быть расположен на уровне или ниже активного слоя 14. Альтернативно, нижний край 72_{bottom} может быть расположен на уровне или ниже нижней поверхности 30_{bottom} люминофорного слоя 30, который излучает наибольшую часть света бокового излучения. Верхний край 72_{top} расположен на уровне или выше нижней поверхности отражающей пленки 32. Поэтому область светоизлучающей боковой стенки светоизлучающего диода 10, например, между активной областью 14 и нижней поверхностью отражающего слоя 32, полностью расположена в пределах входной области 72 линзы 70, так что свет, излучаемый с боковых стенок, не блокируется.

Линза 70 также включает в себя одну или несколько выходных поверхностей 74, через которые излучается горизонтально коллимированный свет. Как показано на Фиг.7А, когда линза 70 имеет квадратную форму, имеются четыре выходные поверхности 74, при этом на Фиг.7В показана круглая линза 70 с одной выходной поверхностью. Выходная поверхность 74 может иметь высоту, например, около 3 мм или меньше, так что ее можно использовать при эксплуатации тонкого устройства задней подсветки. Как показано на Фиг.6, нижний край 74_{bottom} выходной поверхности 74 может быть расположен значительно ниже вертикальной высоты верхней поверхности 22_{top} подложки 22. Такая конфигурация является невозможной при использовании большой подложки 50, такой как показана на Фиг.3А.

Линза 70 может быть полой с отражающими боковыми стенками или сплошной, образованной путем придания заданной формы оптически прозрачному материалу, такому как силикон, стекло или пластик. В таком случае боковые стенки сплошной линзы могут быть покрыты отражающим материалом. Когда линзу 70 образуют из

сплошного материала, то при предположении наличия воздушного промежутка или материала с меньшим показателем преломления между светоизлучающим диодом 10 с боковым излучателем и линзой 70 свет будет преломляться к нормали плоских стенок входной поверхности 72 среды с более высоким показателем, что приводит к меньшей интенсивности света вблизи углов светоизлучающего диода 10 по сравнению с интенсивностью непосредственно перед боковыми сторонами светоизлучающего диода 10.

В одном варианте осуществления пространство между светоизлучающим диодом 10 и линзой 70 может быть заполнено материалом 76, таким как силикон, для повышения выхода света и для улучшения углового смещения света. Например, материалы с различными показателями преломления можно использовать для заполняющего материала 76 и линзы 70, чтобы получать заданное угловое смещение или расхождение света, когда свет входит в линзу 70.

На Фиг.8 показан вид сверху светоизлучающего диода 10 с частью линзы 70, имеющей входные поверхности 72 с вертикально ориентированными углообразными стенками 73, которые также могут использоваться для улучшения углового смещения света внутри линзы 70. При изменении углов стенок 73 входной поверхности 72 свет, излучаемый светоизлучающим диодом 10, будет преломляться под другими углами, так что свет будет расходиться более равномерно. Поскольку свет коллимируют в горизонтальной плоскости, нет необходимости создавать горизонтально ориентированные углообразные стенки. Хотя на Фиг.8 показана пилообразная конфигурация входной поверхности 72, можно использовать другие конфигурации, например округлые или гребнеобразные формы. Форму боковых стенок также можно изменять с учетом распределения элементов вывода (extraction features), формируемых на нижней поверхности волновода, чтобы получать в наибольшей степени равномерный профиль яркости на световом выходе устройства задней подсветки.

В одном варианте осуществления литую выводную рамку можно использовать вместе со светоизлучающим диодом 10 и линзой 70. На Фиг. 9А и 9В показан процесс изготовления светоизлучающего диода 10 с линзой 70 с литой выводной рамкой 80, согласно одному варианту осуществления. Литую выводную рамку 80 изготавливают из структурированного проводящего материала, при этом пластик или другой подходящий материал наносят литьем под давлением вокруг проводящего материала. Полученный литьем под давлением материал формуют для образования нижней поверхности 82 линзы 72 и покрывают отражающим слоем 84, например алюминиевым или серебряным. После этого светоизлучающий диод 10 может быть установлен на выводную рамку 80, а силикон осажден и отформован для образования линзы 70, показанной на Фиг.9В. Затем отражающий слой 86, например алюминиевый или серебряный, можно осадить поверх линзы 70. Отражающее покрытие не является необходимым или не используется, если конструкция коллиматорной линзы 70 основана на полном внутреннем отражении в материале линзы. В одном варианте осуществления, показанном на Фиг.9С, использован процесс двойного многокомпонентного переформования, в котором силиконовый материал 88 с первым показателем преломления, например 1,6, осаждают и формуют. Затем дополнительный силиконовый материал 89 с другим показателем преломления, например 1,3, осаждают и формуют для образования требуемой линзы 70. Как рассматривалось выше, для получения углового смещения света показатели преломления можно выбирать так, чтобы требуемое преломление происходило с указанным шагом. Кроме того, элементы, такие как элементы, показанные на Фиг.8,

можно формировать в первом силиконовом материале 88, чтобы способствовать достижению заданного углового смещения света.

На Фиг. 9D и 9E показаны общий вид и сечение (по линии А-А на Фиг.9D), соответственно, варианта осуществления сформированной подложки 90 с которой
 5 светоизлучающий диод 10 можно непосредственно устанавливать без необходимости в отдельной подложке 22. Сформированная подложка 90 включает в себя электропроводные n- и р-основания 92 и электроды 94, на которых (как показано на Фиг.9E) установлен светоизлучающий диод 10. Сформированная подложка 90 также
 10 включает в себя рамку 96, изготовленную, например, из покрытой смолой меди, которая является неэлектропроводной и поэтому ее иногда называют подложкой с медной сердцевиной. Рамка 96 разделяет основания 92 и создает рамку для сформированного материала 98, который образует нижнюю поверхность коллиматорной линзы 70. Сформированным материалом 98 может быть, например,
 15 эпоксидный материал или пластик, или им может быть проводник, такой как медь, для улучшения рассеивания тепла. Как описывалось выше, отражающее покрытие можно осаждать поверх сформированного материала 98 с последующим многокомпонентным формованием линзы 70 (не показанной на Фиг. 9D и 9E) с использованием, например, силикона. В одном варианте осуществления материал с
 20 низким коэффициентом преломления, например $n=1,3$, можно использовать для сформированного материала 98 или нанесения поверх сформированного материала 98, и материал с высоким показателем преломления, например $n=1,6$, можно использовать для линзы 70, так что в отличие от отражающего покрытия линза 70 может быть основана на полном внутреннем отражении.

На Фиг.10 показан вид сверху устройства 100 обратной подсветки, включающего в себя распределение множества светоизлучающих диодов 10 с линзами 70. На Фиг.11
 30 представлено сечение части устройства 100 обратной подсветки, сделанное поперек светоизлучающего диода 10. На Фиг.11 светоизлучающий диод 10 бокового излучения установлен на подложке 22 и схемной плате 28, а линза 70 введена в отверстие 34 в сплошном прозрачном волноводе 36. Для согласования с допусками на точность позиционирования между линзой 70 и стенками отверстия имеется небольшой
 35 воздушный промежуток, например 25 микрон. Волновод 36 может быть полым резонатором, формованным из пластика (например из полиметилметакрилата, РММА) или другого подходящего материала. Зеркальная пленка 38 покрывает нижнюю поверхность и стороны волновода 36. Пленка 38 может быть пленкой с повышенным зеркальным отражением (ESR), поставляемой 3M Corporation, или белой рассеивающей
 40 пластиной внешнего рассеивания. Факультативно зеркальная пленка 38 или внешняя белая пластина закрывают боковые стороны. Вместо использования отражающей пленки волновод 36 можно закрепить в держателе с отражающими боковыми стенками.

Нижняя поверхность волновода 36 имеет большое количество небольших ямок 40
 45 для рассеивания света по направлению вверх к задней поверхности светоизлучающего диода 42. Светоизлучающий диод 42 обычным образом избирательно управляет пикселями на экране дисплея. Ямки 40 можно создавать в процессе формования волновода 36 или их можно формировать травлением, пескоструйной обработкой,
 50 литографией или другим способом. Ямки 40 могут иметь любую форму, например призм или случайной шероховатости. Такие элементы иногда называют элементами вывода. В одном варианте осуществления, чтобы создать равномерное излучение света над верхней поверхностью волновода 36, плотность ямок 40 вблизи

светоизлучающего диода 10 (где свет от светоизлучающего диода является более ярким) сделана меньшей, чем плотность ямок 40, отдаленных от светоизлучающего диода 10.

5 На Фиг.12 представлено частичное сечение другого типа устройства 150 задней подсветки, где каждый светоизлучающий диод 10 расположен в оптической ячейке 152. На Фиг.13 показан вид сверху устройства 150 задней подсветки. В этом варианте осуществления устройство 150 задней подсветки представляет собой
10 структурированную рассеивающую пластину, которая может быть одномерной или двумерной и которая может быть использована для управления распределением света. Например, устройство 150 задней подсветки может быть микроячейстым отражающим листом, таким как МСРЕТ, производимый Furukawa Electric, или зеркальным отражателем с высокой отражательной способностью, или частично
15 отражающим/рассеивающим элементом, который имеет высокую отражательную способность и высокую эффективность повторного использования. Часть света из каждой отражающей ячейки 152 может рассеиваться к соседним ячейкам, что позволяет смешивать свет от различных светоизлучающих диодов, и вследствие этого повышается равномерность света, а также создаются размытые границы между
20 сегментами. Например, смешение света между ячейками может быть в пределах от 20% до 80% света, принесенного из соседних ячеек.

Светоизлучающие диоды 10 могут быть установлены в ячейках 152 вместе с дополнительными линзами 154, которые способствуют регулированию света бокового излучения. Как можно видеть, рассеивающий элемент 156 может быть расположен
25 поверх отражающей пленки 32 светоизлучающего диода 10. Рассеивающий элемент 156 преобразует часть излучаемого вперед света, например света, который просачивается через отражающую пленку 32, в горизонтальном направлении. Рассеивающие элементы 156 обычно образуют при формовании линз. Альтернативно
30 для образования элементов, которые перенаправляют свет от вертикального направления к горизонтальному направлению, можно использовать пескоструйную обработку, травление, трафаретную печать или другие способы.

Как показано на Фиг.13, матрица светоизлучающих диодов 10 используется вместе со структурированной рассеивающей пластиной 150. В одном варианте осуществления
35 каждый светоизлучающий светодиод 10 является независимо адресуемым по строке и столбцу для приема тока прямого смещения от источника тока 160 через соединитель 162. Поэтому, светоизлучающий светодиод 10, как показано в отражающей ячейке 152a, может снабжаться полным током, так что светоизлучающий
40 диод может находиться во включенном состоянии в то время, когда светоизлучающий диод 10 в отражающей ячейке 152b не получает никакого тока, так что светоизлучающий диод будет находиться в выключенном состоянии. Например, является предпочтительным, чтобы задняя подсветка могла использоваться для изменения яркости выбранных участков экрана жидкокристаллического дисплея. Этот
45 основанный на модульных ячейках способ можно использовать для двумерных систем уменьшения или повышения силы света, где задняя подсветка вырабатывает изображение с низким разрешением, позволяющее локально осуществлять значительное повышение коэффициента контраста (белое/черное) в сочетании с
50 динамическим диапазоном жидкокристаллического дисплея, и снижает потребление мощности.

Хотя на Фиг.13 отражающие ячейки 152 показаны квадратными, должно быть понятно, что ячейки можно образовывать любой желаемой формы. Кроме того,

элементы оформления, такие как форма оптики, форма нижнего отражателя и зеркальных и рассеивающих компонентов, расстояние до рассеивающего элемента и формирование рисунка рассеивателя, можно регулировать, чтобы по желанию

5 можно использовать вариант размещения светоизлучающих диодов в ячейках. Например, на Фиг.14 показано множество ячеек 162 в устройстве 160 задней подсветки, аналогичном показанному на Фиг.13, за исключением того, что светоизлучающие диоды 10 расположены на границах между двумя соседними

10 ячейками в отличие от светоизлучающих диодов, расположенных в центрах ячеек. Поэтому свет от каждого светоизлучающего диода 10 разделяется между двумя первичными ячейками, и в каждой ячейке имеется свет от четырех светоизлучающих диодов, посредством чего улучшается смешение света в ячейках. Аналогично этому на Фиг.15 показано множество ячеек 172 в устройстве 170 задней подсветки, которое

15 аналогично устройству 160 обратной подсветки, показанному на Фиг.14, за исключением того, что светоизлучающие диоды расположены в углах каждой ячейки. В соответствии с этим свет от каждого светоизлучающего диода разделяется по четырем ячейкам. При желании светоизлучающий диод 10 можно расположить в

20 центре каждой ячейки с тем, чтобы свет от пяти светоизлучающих диодов привносился в каждую ячейку 172.

Хотя настоящее изобретение пояснено в связи с конкретными вариантами осуществления для рекомендательных целей, настоящее изобретение не ограничено ими. Различные варианты и модификации могут быть сделаны без отступления от

25 объема изобретения. Поэтому сущность и объем прилагаемой формулы изобретения не подлежат ограничению приведенным выше описанием.

Формула изобретения

30 1. Осветительное устройство, содержащее:
 нелазерный светоизлучающий диод (СИД) (10) бокового излучения, при этом светоизлучающий диод имеет множество светоизлучающих боковых стенок, при этом каждая светоизлучающая боковая стенка имеет верхний участок и нижний участок; в котором светоизлучающий диод излучает свет со своих светоизлучающих боковых

35 стенок без использования линзы бокового излучения; и
 оптический элемент (70), причем каждая из светоизлучающих боковых стенок светоизлучающего диода оптически связана с оптическим элементом, оптический элемент имеет нижний край, в котором свет, направляемый ниже нижнего края

40 оптического элемента, не входит в оптический элемент; в котором нижний край оптического элемента расположен на уровне или ниже нижнего участка светоизлучающей боковой стенки,
 подложку (90), на которой установлен светоизлучающий диод; и
 первый силиконовый участок (98), сформированный поверх подложки и вокруг

45 светоизлучающего диода, при этом верхняя поверхность первого силиконового участка имеет криволинейную форму, при этом криволинейная форма отлого поднимается вверх к светоизлучающему диоду и заканчивается ниже светоизлучающих боковых стенок светоизлучающего диода, при этом первый

50 силиконовый участок имеет первый показатель преломления;
 в котором оптический элемент (70) содержит второй силиконовый участок, сформированный поверх верхней поверхности первого силиконового участка и граничащий с ней, при этом второй силиконовый участок имеет второй показатель

преломления, более высокий, чем первый показатель преломления, так что имеется полное внутреннее отражение света светоизлучающего диода на границе раздела первого силиконового участка и второго силиконового участка.

2. Устройство по п.1, в котором оптический элемент (70) перенаправляет излучаемый свет бокового излучения от светоизлучающего диода (10) в направленный вперед свет.

3. Устройство по п.1, в котором оптический элемент (70) представляет собой коллимирующую линзу, при этом каждая светоизлучающая боковая стенка светоизлучающего диода (10) оптически связана с входной областью коллимирующей линзы.

4. Устройство по п.3, в котором светоизлучающий диод (10) установлен на литой выводной рамке (80), которая имеет сформованную верхнюю поверхность, которая сформована как нижняя поверхность коллимирующей линзы (70), при этом коллимирующая линза отлита поверх литой выводной рамки.

5. Устройство по п.3, в котором светоизлучающий диод (10) установлен на сформованной подложке (90), которая сформована как нижняя поверхность коллимирующей линзы (70), при этом коллимирующая линза отлита поверх сформованной подложки, в которой светоизлучающий диод установлен на сформованной подложке без промежуточной монтажной опоры.

6. Устройство по п.3, в котором коллимирующая линза (70) имеет входную область, через которую передается свет, излучаемый боковой стенкой светоизлучающего диода (10), при этом входная область имеет нижний край и верхний край, в котором верхний край входной области расположен на уровне или выше верхнего участка светоизлучающей боковой стенки.

7. Устройство по п.1, дополнительно содержащее монтажную опору (22), имеющую верхнюю поверхность, при этом светоизлучающий диод установлен на верхней поверхности монтажной опоры.

8. Устройство по п.7, в котором нижний край оптического элемента (70) расположен на уровне или ниже верхней поверхности монтажной опоры (22).

9. Устройство по п.7, в котором светоизлучающий диод содержит: полупроводниковый светоизлучающий прибор, имеющий контакты (94) на нижней поверхности, которые установлены на монтажной опоре (22) в конфигурации перевернутого кристалла, при этом полупроводниковый светоизлучающий прибор имеет верхнюю поверхность;

преобразующий длину волны материал (30) поверх верхней поверхности полупроводникового светоизлучающего прибора, при этом преобразующий длину волны материал имеет верхнюю поверхность и боковые стенки, которые являются боковыми стенками бокового излучения;

отражатель (32) на верхней поверхности преобразующего длину волны материала и являющийся, по существу, параллельным верхней поверхности полупроводникового светоизлучающего прибора, так что, по существу, весь свет, падающий на отражатель, перенаправляется обратно в преобразующий длину волны материал.

10. Устройство по п.1, в котором светоизлучающий диод (10) излучает белый свет.

11. Устройство по п.1, в котором светоизлучающий диод (10) имеет толщину меньше, чем 0,5 мм.

12. Устройство по п.1, дополнительно содержащее множество нелазерных светоизлучающих диодов (10) бокового излучения, установленных с соответствующими оптическими элементами (70) в матрицу; и световод (36), оптически

связанный с возможностью принимать свет бокового излучения от светоизлучающих диодов.

13. Устройство по п.1, дополнительно содержащее множество нелазерных светоизлучающих диодов (10) бокового излучения с соответствующими оптическими элементами (70) в матрице; и ячеистые стенки (152b), окружающие каждый светоизлучающий диод, при этом каждая ячеистая стенка образована из рассеивающего свет материала.

10

15

20

25

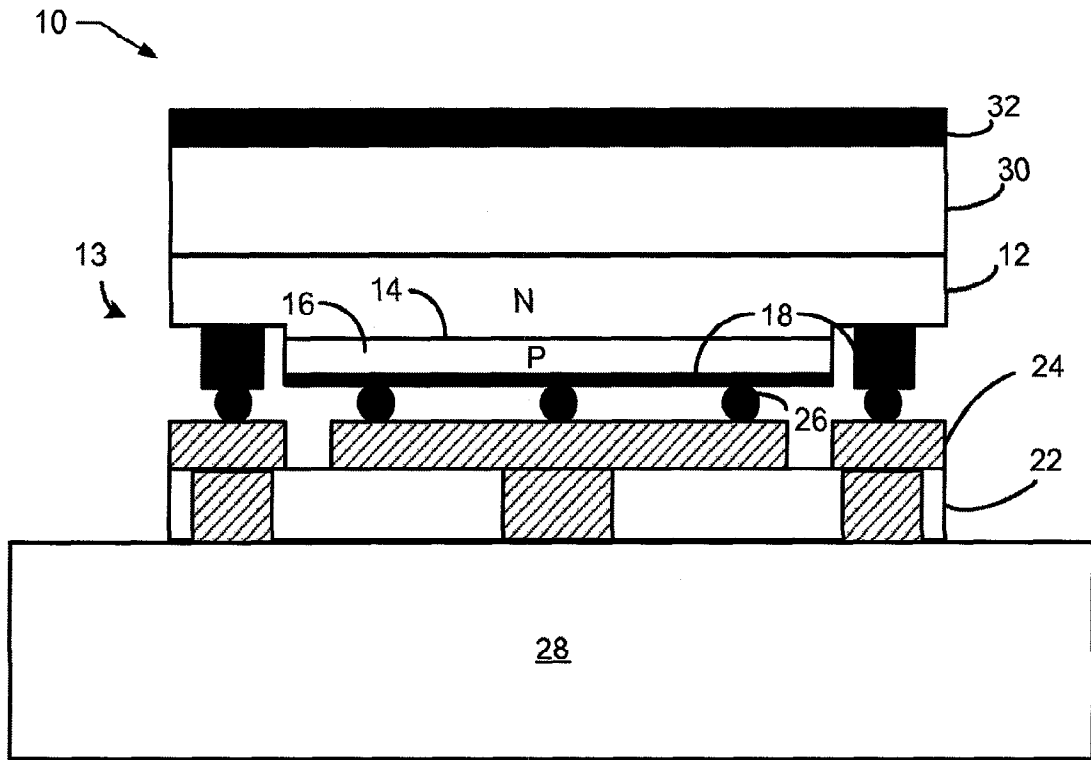
30

35

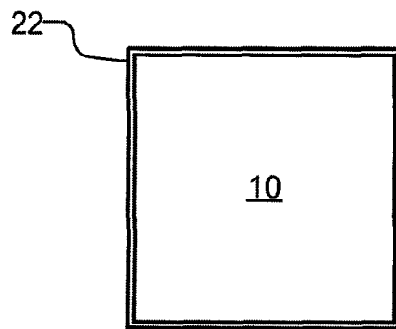
40

45

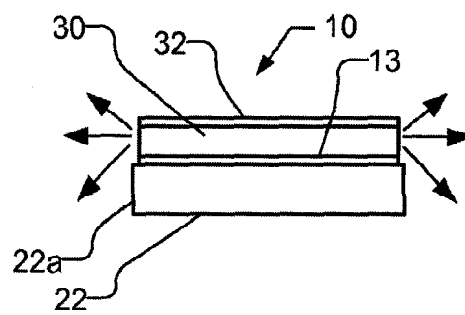
50



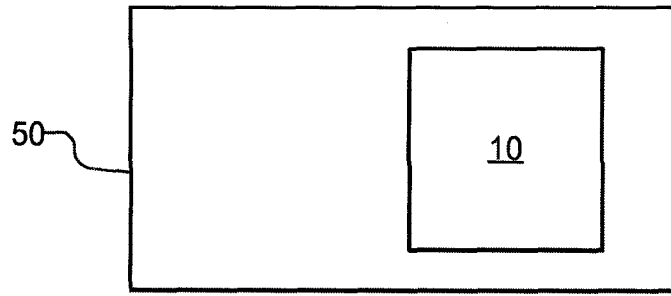
Фиг. 1



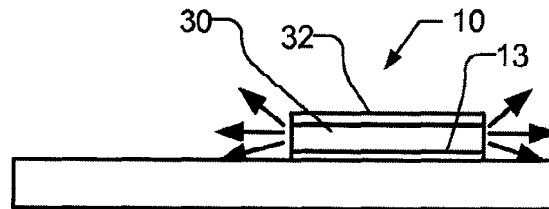
Фиг. 2А



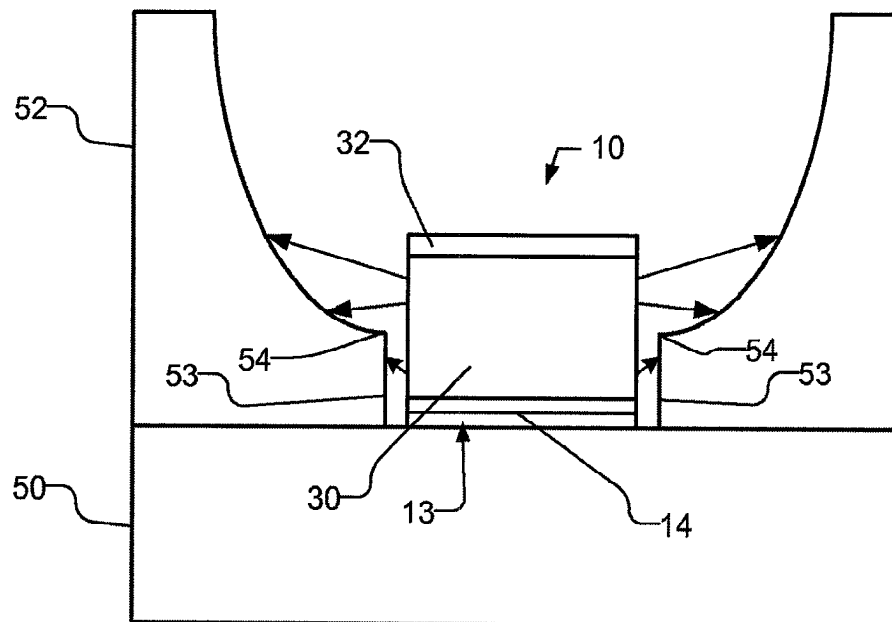
Фиг. 2В



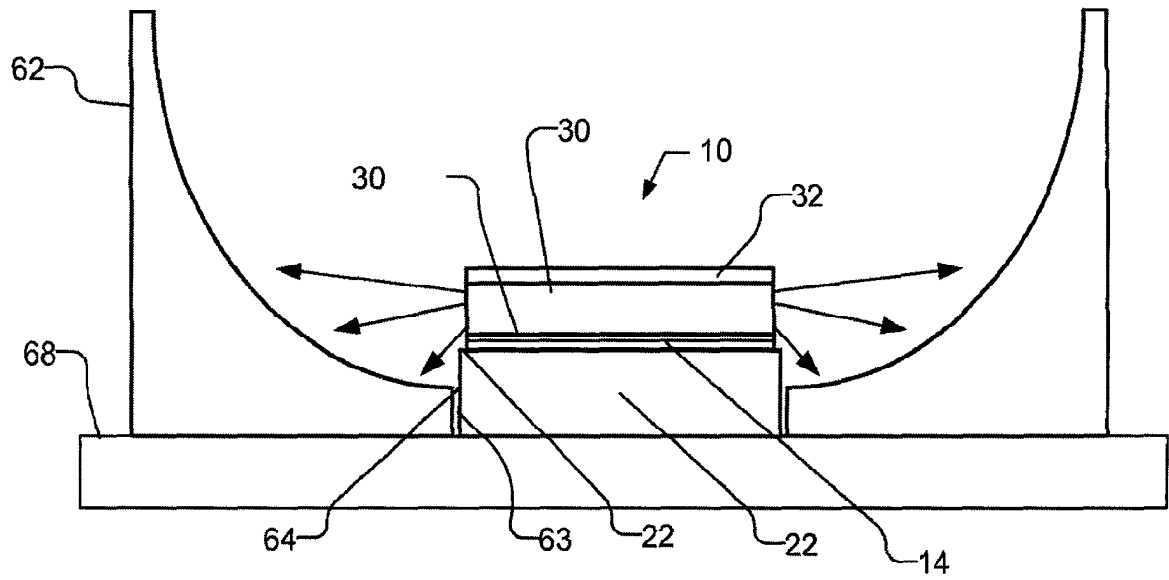
Фиг. 3А



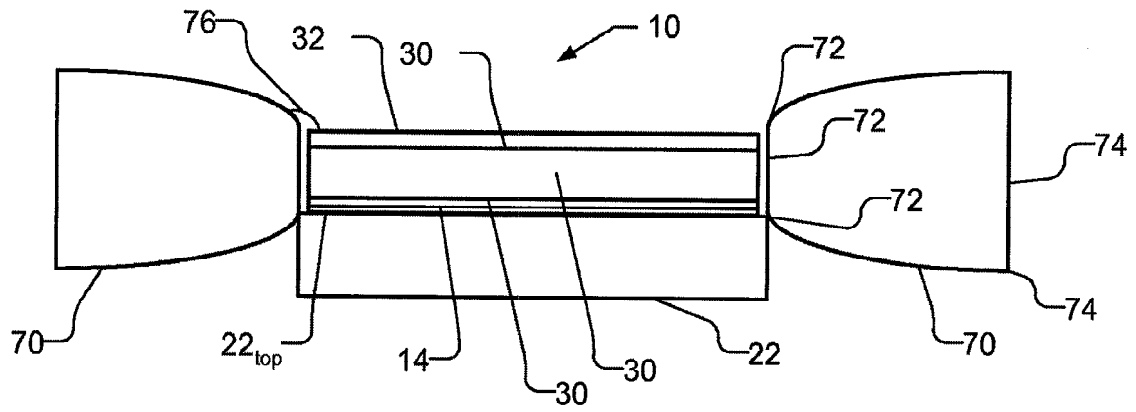
Фиг. 3В



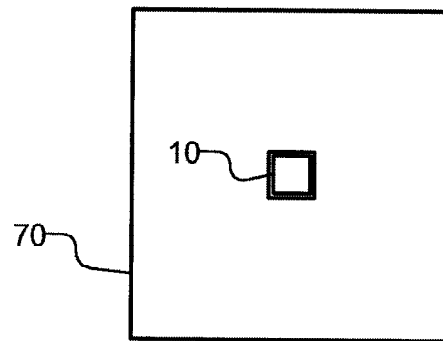
Фиг. 4



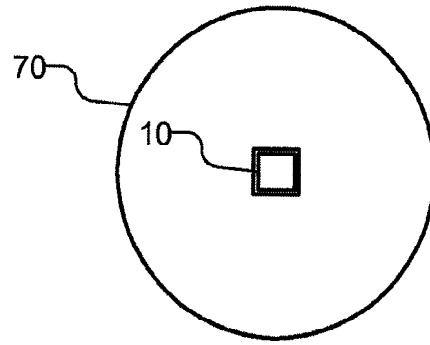
Фиг. 5



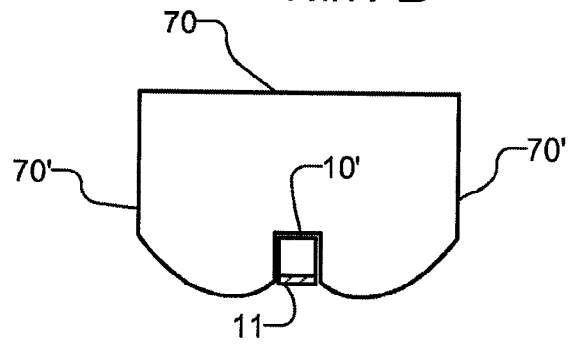
Фиг. 6



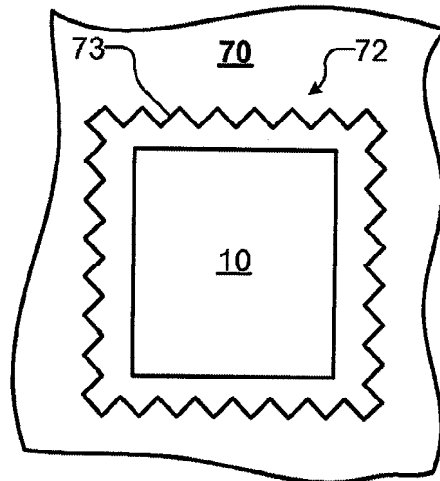
Фиг. 7A



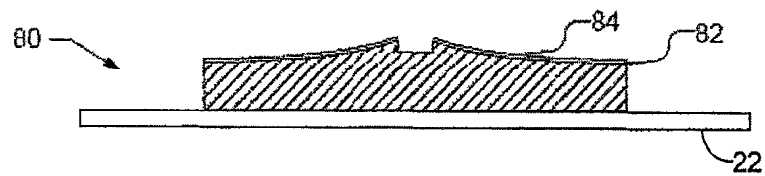
ФИГ. 7В



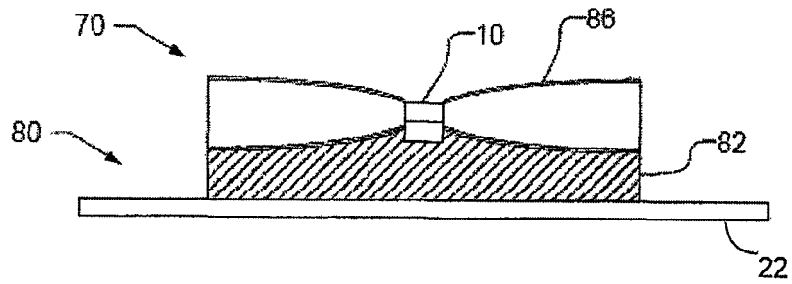
ФИГ. 7С



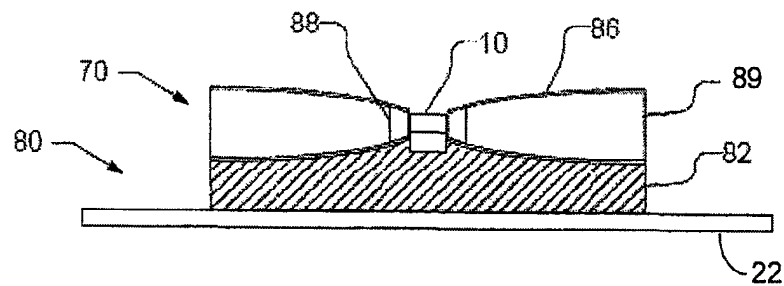
ФИГ. 8



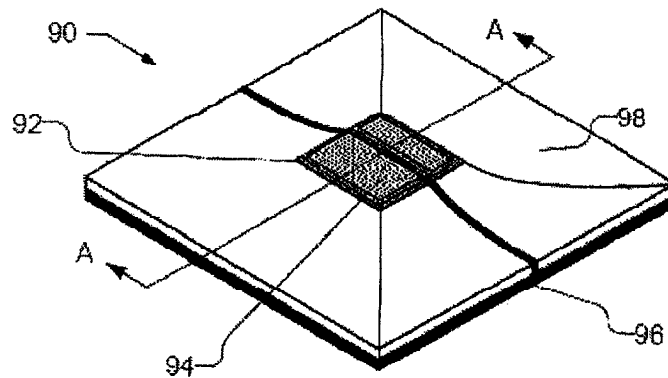
ФИГ. 9А



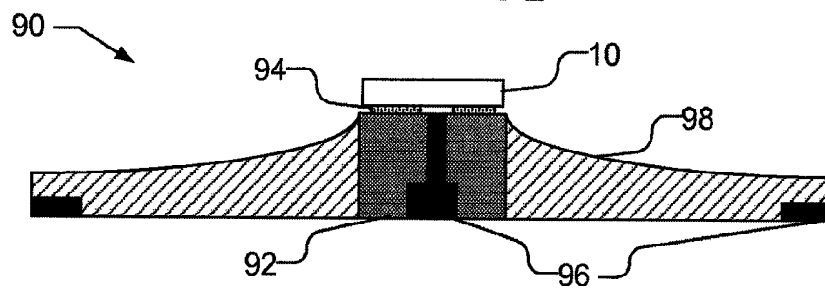
ФИГ. 9В



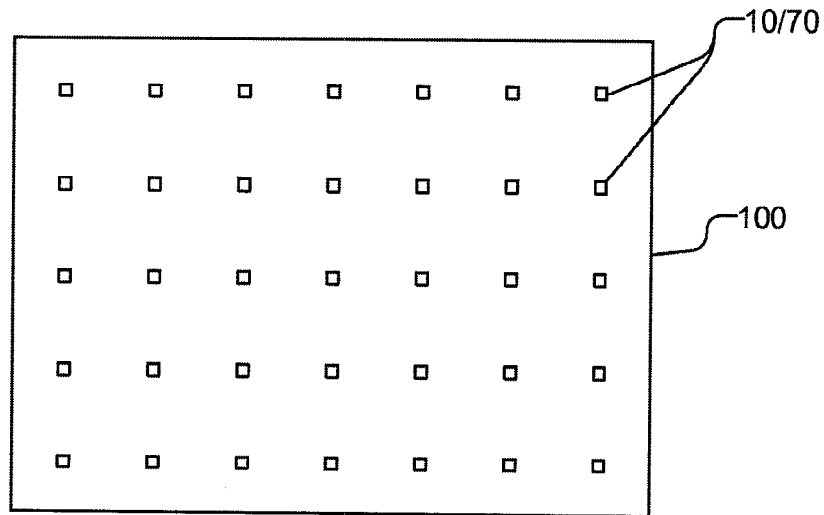
Фиг. 9С



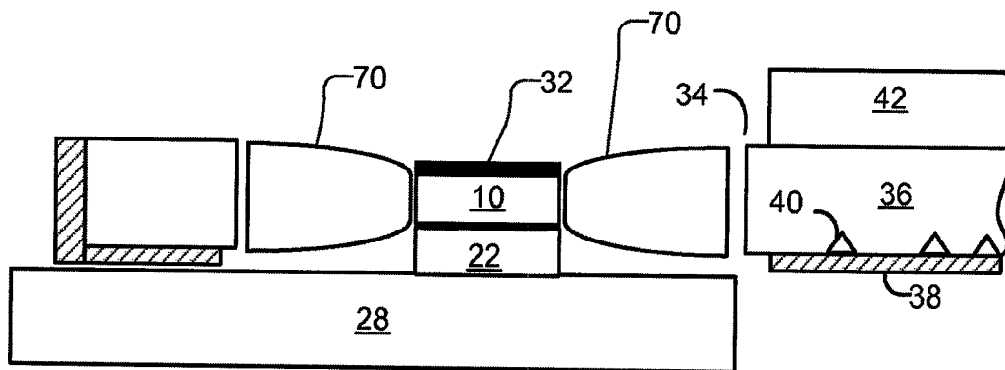
ФИГ. 9D



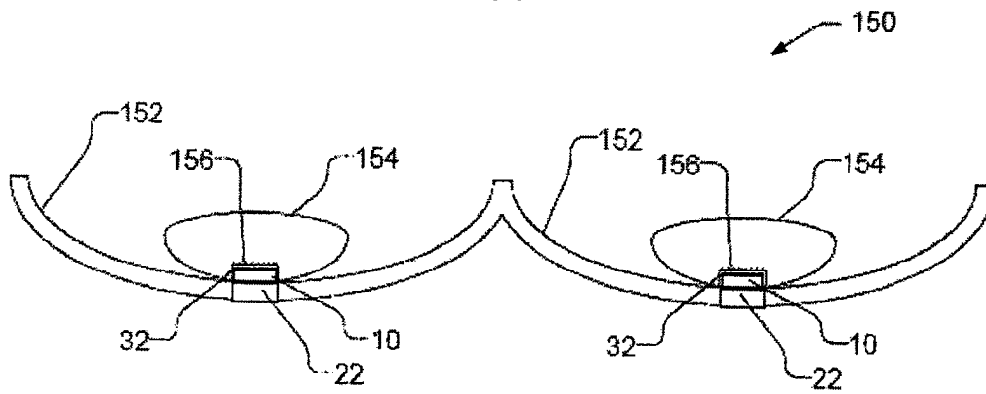
Фиг. 9Е



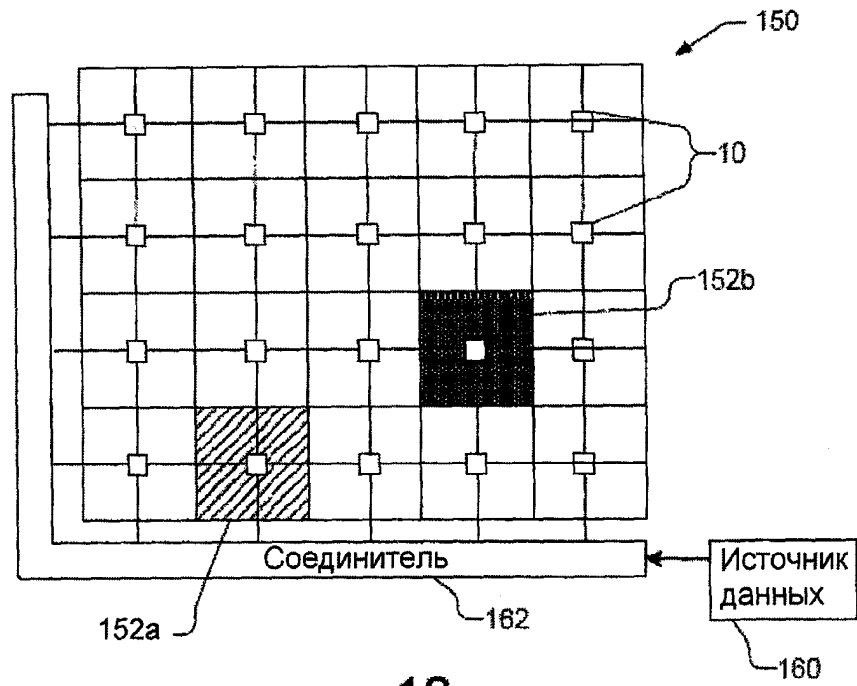
Фиг. 10



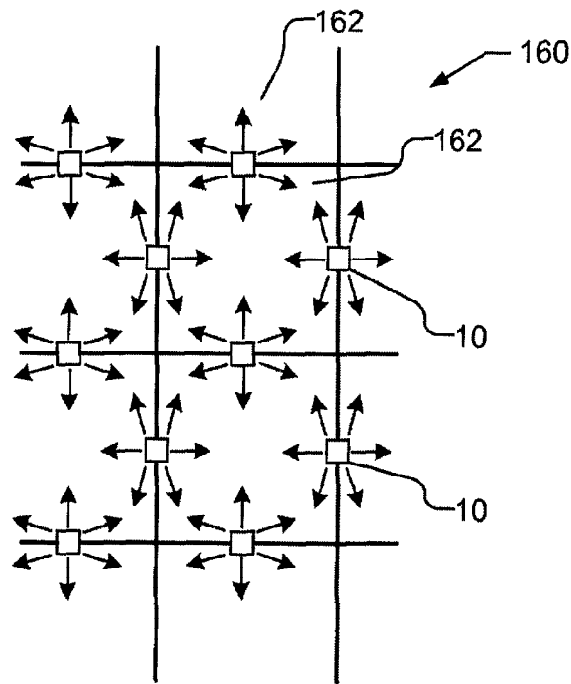
Фиг. 11



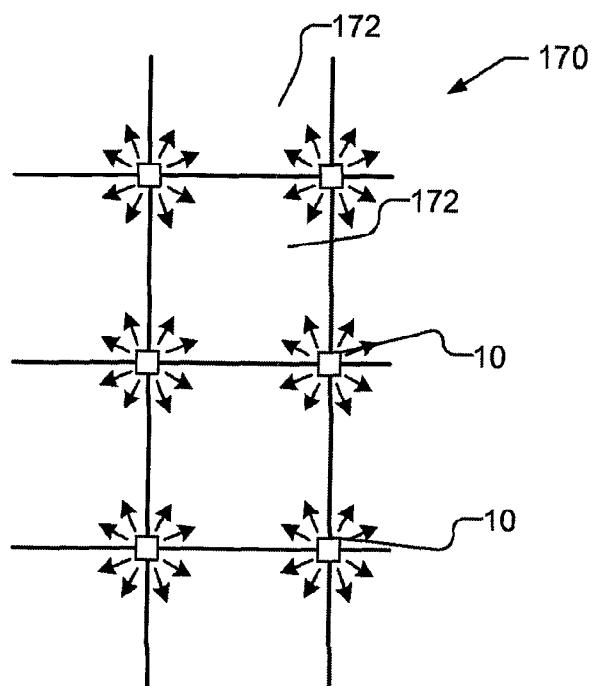
Фиг. 12



Фиг. 13



Фиг. 14



Фиг. 15