



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2002122743/28, 20.06.2000

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
20.06.2000

(30) Приоритет: 22.02.2000 US 09/510,428

(43) Дата публикации заявки: 10.05.2004

(45) Опубликовано: 27.03.2006 Бюл. № 9

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: Дудников Ю.А., Рожков Б.К. Растровые
системы для получения объемных изображений.
Л.: Машиностроение, 1986, с.119-123.
RU 2112285 C1, 27.05.1998.
US 4082426 A, 04.04.1978.
US 4200875 A, 29.04.1980.

(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную
фазу: 23.09.2002

(86) Заявка РСТ:
US 00/16954 (20.06.2000)

(87) Публикация РСТ:
WO 01/63341 (30.08.2001)

Адрес для переписки:
115054, Москва, Павелецкая пл., 2, стр.2,
Сквайр, Сандерс анд Демпси (Москва) ЛПС,
пат.пов. О.М.Безруковой

(72) Автор(ы):

ФЛОРЖАК Джеффри М. (US),
КРАСА Роберт Т. (US),
МАКИ Стивен П. (US),
ОСГУД Ричард М. III (US)

(73) Патентообладатель(и):

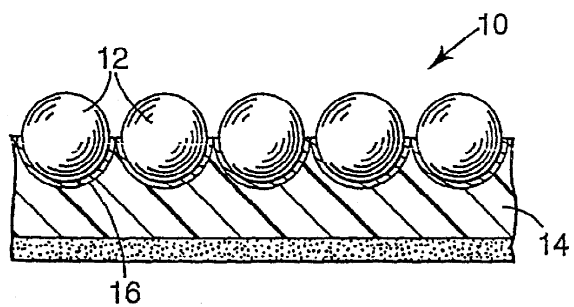
ЗМ Инновейтив Пропертиз Компани (US)

(54) ЛИСТОВОЙ МАТЕРИАЛ С ПЛАВАЮЩИМ КОМБИНИРОВАННЫМ ИЗОБРАЖЕНИЕМ

(57) Реферат:

Листовой материал может использоваться для защиты от подделки изображений, в рекламе, для идентификационных графических аппликаций, включает по крайней мере один слой микролинз и расположенный рядом с первой стороной слоя микролинз слой материала, в котором сформированы путем передачи падающего под разными углами излучения на микролинзы отдельные изображения как множественные точки, в которых изображение контрастирует с

материалом; и обеспечиваемое отдельными изображениями комбинированное изображение, которое для невооруженного глаза кажется плавающим над материалом или под ним, или же и над ним и под ним одновременно. Материал является радиационно-чувствительным материалом. Комбинированное изображение может быть как плоским, так и стереоскопическим. Обеспечивается создание листового материала с изображением, которое не может использоваться для копирования. 2 н. и 41 з.п.ф-лы, 16 ил., 2 табл.



Фиг. 1

RU 2 2 7 3 0 3 8 C 2

RU 2 2 7 3 0 3 8 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

G02B 27/22 (2006.01)**G02B 5/128** (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2002122743/28, 20.06.2000**(24) Effective date for property rights: **20.06.2000**(30) Priority: **22.02.2000 US 09/510,428**(43) Application published: **10.05.2004**(45) Date of publication: **27.03.2006 Bull. 9**(85) Commencement of national phase: **23.09.2002**(86) PCT application:
US 00/16954 (20.06.2000)(87) PCT publication:
WO 01/63341 (30.08.2001)

Mail address:

**115054, Moskva, Paveletskaja pl., 2, str.2,
Skvajr, Sanders and Dempsey (Moskva) LLS,
pat.pov. O.M.Bezrukovoj**

(72) Inventor(s):

FLORZhAK Dzheffri M. (US),**KRASA Robert T. (US),****MAKI Stiven P. (US),****OSGUD Richard M. III (US)**

(73) Proprietor(s):

ZM Innovejtiv Propertiz Kompani (US)**(54) SHEET MATERIAL WITH FLOATING COMBINED IMAGE**

(57) Abstract:

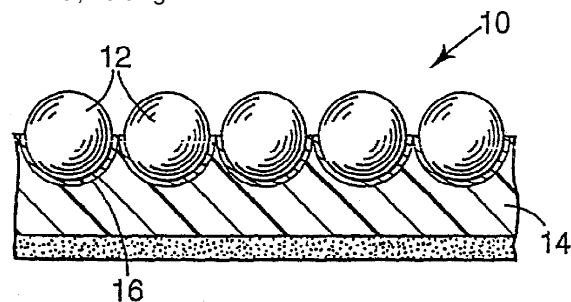
FIELD: possible use for protecting images from forgery, in advertisement, for identifying graphic applications.

SUBSTANCE: sheet material includes at least one layer of micro-lenses and a layer of material positioned near to first side of micro-lens layer, wherein by means of transmitting of radiation falling at different angles to micro-lenses separate images are formed as multiple points, wherein image is in contrast with material; and combined image provided by separate images, which for naked eye appears as floating above material or below it, or both above and below it simultaneously. Material is radiation-sensitive material. Combined image can be flat or

stereoscopic.

EFFECT: possible production of sheet material with image which can not be used for copying.

2 cl, 16 dwg

**Фиг. 1**

Настоящее изобретение относится к листовым материалам с одним или несколькими комбинированными изображениями, зрительно воспринимаемыми как бы подвешенными в пространстве относительно листового материала и в которых перспектива комбинированного изображения меняется в зависимости от угла зрения.

5 Известно широкое использование листовых материалов с графическими изображениями или иными метками, в частности, для изготовления ярлыков, удостоверяющих подлинность изделия или документа. Например, листовые материалы, подобные описываемым в патентах США №3154872; 3801183; 4082426 и 4099838, применяются для изготовления
10 наклеек для номерных знаков автомобилей, а также используются в качестве защитной пленки для водительских прав, правительственных документов, магнитофонных кассет, игральные карты, при изготовлении тары для напитков и т.д. Другие примеры использования включают, например, графические аппликации (наклейки) для целей идентификации, такие, например, как на полицейских, пожарных и иных аварийных машинах, рекламные материалы и характерные ярлыки, подтверждающие принадлежность
15 к торговой марке.

Еще один вид листового материала, несущего изображение, приводится в патенте США №4200875 (Galanos). Galanos описывает использование особого «ретроотражающего листового материала типа экспонированной линзы с особо высоким коэффициентом
20 усиления», в котором изображения формируются путем лазерного облучения листового материала через маску или шаблон. Указанный листовый материал включает в себя множество прозрачных стеклянных микросфер, частично скрытых в связующем слое и частично открыто выступающих над ним, с металлическим отражающим слоем, нанесенным на скрытую поверхность каждой из множества микросфер. Связующий слой содержит газовую сажу, которая, по мнению специалистов, минимизирует любой
25 рассеянный свет, падающий на лист во время его облучения. Энергия лазерного луча затем концентрируется с помощью фокусирующего эффекта микролинз, скрытых в связывающем слое.

Изображения, формируемые в ретроотражающем покрытии, предлагаемом Galanos, можно наблюдать при условии и только при условии, если лист наблюдается под тем же
30 углом, под которым лазерное излучение было направлено на лист. Иначе говоря, это означает, что изображение можно наблюдать только в пределах очень ограниченного угла зрения. Вследствие этого, а также в силу других причин возникло желание улучшить некоторые свойства такого листового материала.

Еще в 1908 году Gabriel Lippman (Г. Липпман) изобрел способ создания истинного
35 стереоскопического изображения объекта в линзообразной среде с одним или несколькими светочувствительными слоями. Этот процесс, известный как интегральная фотография, также описан De Montebello (Де Монтебелло) в работе Processing and display of three-dimensional data II (обработка и отображение трехмерных данных II), напечатанной в сборнике Proceedings of SPIE (протоколы Международного общества технической оптики),
40 San Diego, 1984. В соответствии с методом Липпмана фотографическая пластинка экспонируется через массив или растр, состоящий из линз (или микролинз), таким образом, что каждая микролинза массива передает микроизображение репродуцируемого объекта на светочувствительные слои фотопластинки таким, каким он видится в перспективе точки на листе, занимаемой микролинзой. После проявления
45 фотографической пластинки наблюдатель, который смотрит на комбинированное изображение на пластинке через растр или массив микролинз, видит стереоскопическое изображение фотографируемого объекта. Изображение может быть черно-белым или цветным, в зависимости от используемого фоточувствительного материала.

Поскольку в изображении, формируемом микролинзами при экспонировании пластинки,
50 каждое микроизображение прошло лишь одно инвертирование (обращение), то создаваемое стереоскопическое изображение является псевдоскопическим. То есть, воспринимаемая глубина изображения является перевернутой таким образом, что объект кажется вывернутым наизнанку. Это является крупным недостатком, поскольку для

исправления изображения требуются два оптических инвертирования. Данные методы являются сложными, поскольку требуют неоднократного экспонирования с помощью одной или нескольких камер или использования многолинзовых камер для съемки множества видов одного и того же объекта и требуют очень точной фиксации нескольких изображений для получения одного стереоскопического (трехмерного) изображения. Кроме того, любой метод, который основан на использовании обычной камеры, требует присутствия перед камерой реального объекта. Это в свою очередь делает этот метод плохо приспособленным для получения стереоскопических изображений виртуального объекта (т.е. объекта, который существует практически, но не в реальности). Другой недостаток интегральной фотографии заключается в том, что комбинированное изображение требуется подсвечивать со стороны наблюдателя, чтобы можно было получить реальное, воспринимаемое визуально изображение.

Краткое изложение существа изобретения

Настоящее изобретение описывает микролинзовый листовой материал, несущий комбинированное изображение, которое как бы подвешено под листовым материалом или над ним. Для удобства изложения, данные комбинированные изображения называются плавающими и могут наблюдаться под или над листовым материалом (как плоские, так и стереоскопические) или могут быть стереоскопическими и наблюдаться над листовым материалом, в одной плоскости с ним или под ним. Изображения могут быть черно-белыми или цветными и как бы двигаться вместе с наблюдателем. В отличие от некоторых голографических листовых материалов, экспонированные листы, описываемые в настоящем изобретении, не могут использоваться для реплицирования. Кроме того, плавающие изображения могут наблюдаться невооруженным глазом.

Представленный в изобретении листовой материал, имеющий описываемое комбинированное изображение, может использоваться в различных целях, таких, например, как защита от подделки изображений в паспортах, на личных жетонах, в разовых пропусках, кредитных карточках, форматы для установления подлинности товара и рекламные материалы, используемые для проверки и контроля, изображения, подтверждающие принадлежность к торговой марке, где изображение плавает или опускается, или то плавает, то опускается, идентификационные и презентационные изображения в графических приложениях, наподобие эмблем для полицейских, пожарных или иных аварийных машин, а также информационные и презентационные изображения в графических приложениях на киосках, ночных указателях и приборных щитках автомобилей, а также подтверждение новизны продукта путем использования комбинированных изображений на таких предметах, как визитные карточки, висячие бирки, кустарные изделия, обувь и стеклянная тара.

Кроме того, настоящее изобретение предоставляет новые возможности для создания листового материала, содержащего описываемые комбинированные изображения. В одном из примеров осуществления данного изобретения формируется одно комбинированное изображение. Есть примеры с формированием двух и более комбинированных изображений, а также примеры комбинированных изображений, которые как бы находятся над и под листовым материалом. В других примерах осуществления данного изобретения могут быть сочетания обычных печатных изображений с комбинированными изображениями, формируемыми в соответствии с данным изобретением.

Краткое описание чертежей

В нижеследующем описании изобретения будут делаться ссылки на прилагаемые чертежи, где:

Фиг.1 представляет собой увеличенный поперечный разрез микролинзового листового материала с «открытыми линзами»;

Фиг.2 представляет собой увеличенный поперечный разрез микролинзового листового материала со «скрытыми линзами»;

Фиг.3 представляет собой увеличенный поперечный разрез микролинзового листового материала, включающего плосковыпуклый базовый лист;

Фиг.4 дает графическое представление расходящейся энергии, падающей на микролинзовый листовой материал, построенный из микросфер;

Фиг.5 представляет собой вид в плане участка микролинзового листового материала с образцами изображений, зафиксированных в материальном слое, прилегающем к отдельным микросферам, и показывает, что зафиксированные изображения включают как полные, так и частичные копии комбинированного изображения;

Фиг.6 является оптическим микроснимком микролинзового листового материала с радиационно-чувствительным слоем (т. е. слоем, чувствительным к излучению), изготовленным из алюминиевой пленки, на которой было сформировано комбинированное изображение, которое как бы плавает над листовым материалом в соответствии с настоящим изобретением;

Фиг.7 является оптическим микроснимком микролинзового листового материала с радиационно-чувствительным слоем, изготовленным из алюминиевой пленки, на которой было сформировано комбинированное изображение, которое как бы плавает под листовым материалом в соответствии с настоящим изобретением;

Фиг.8 дает геометрическое оптическое представление формирования комбинированного изображения, которое как бы плавает над микролинзовым листовым материалом;

Фиг.9 дает схематическое представление листового материала с комбинированным изображением, которое как бы плавает над изобретенным листовым материалом при наблюдении листового материала в отраженном свете;

Фиг.10 дает схематическое представление листового материала с комбинированным изображением, которое как бы плавает над изобретенным листовым материалом при наблюдении листового материала в проходящем свете;

Фиг.11 дает геометрическое оптическое представление формирования комбинированного изображения, которое как бы плавает под микролинзовым листовым материалом;

Фиг.12 дает схематическое представление листового материала с комбинированным изображением, которое как бы плавает под листовым материалом изобретения при наблюдении листового материала в отраженном свете;

Фиг.13 дает схематическое представление листового материала с комбинированным изображением, которое как бы плавает под изобретенным листовым материалом при наблюдении листового материала в проходящем свете;

Фиг.14 изображает оптическую систему для создания расходящейся энергии, используемой для формирования комбинированных изображений в соответствии с настоящим изобретением;

Фиг.15 изображает вторую оптическую систему для создания расходящейся энергии, используемой для формирования комбинированных изображений в соответствии с настоящим изобретением; и

Фиг.16 изображает третью оптическую систему для создания расходящейся энергии, используемой для формирования комбинированных изображений в соответствии с настоящим изобретением.

Подробное описание изобретения

Микролинзовый листовой материал, описываемый в настоящем изобретении, обеспечивает комбинированное изображение, составленное из отдельных изображений, получаемых от нескольких микролинз, которое кажется подвешенным или плавающим над листовым материалом, в одной плоскости с ним или/и под ним.

Для полного описания изобретения ниже в Части I дается описание микролинзовых листовых материалов, затем следуют описания слоев указанного материала (предпочтительно, радиационно-чувствительных) в Части II, источников излучения в Части III и процесса формирования изображения в Части IV. Несколько примеров также приводятся в целях дальнейшего пояснения различных примеров воплощения данного изобретения,

I. Микролинзовый листовой материал

Микролинзовый листовой материал, в котором изображения могут формироваться согласно настоящему изобретению, состоит из одного или нескольких дискретных слоев микролинз со слоем материала или, как будет ясно из нижеследующего описания (предпочтительно радиационно-чувствительного листового материала), расположенного

5 рядом с одной стороной микролинзового слоя или слоев. Например, на Фиг.1 представлен микролинзовый листовой материал 10 типа «открытой линзы», который включает в себя монослой прозрачных микросфер 12, которые частично скрыты в связывающем слое 14, обычно представляющим собой полимерный материал. Микросферы являются прозрачными как для волн излучения, которое может применяться для формирования

10 изображения на слое материала, так и для волн света, при котором комбинированное изображение будет наблюдаться. Слой материала 16 расположен на задней поверхности каждой микросферы и в приводимом примере осуществления изобретения обычно находится в контакте лишь с частью поверхности каждой из микросфер 12. Данный тип листового материала подробно описан в патенте США №2326634 и в настоящее время

15 поставляется компанией 3М под названием «отражающая ткань серии Scotchlite 8910».

На Фиг.2 представлен еще один подходящий тип микролинзового листового материала. Данный микролинзовый листовой материал 20 типа «скрытой линзы», в котором линзы 22 микросфер скрыты в прозрачном защитном покрытии 24, которое обычно представляет собой полимерный материал. Слой материала 26 расположен позади микросфер на

20 обратной поверхности прозрачного разделительного слоя 28, который обычно представляет собой полимерный материал. Указанный тип листового материала подробно описан в патенте США №3801183 и в настоящее время поставляется компанией 3М под названием ретроотражающий листовой материал Scotchlite 3290 series Engineer grade.

Другой подходящий тип микролинзового листового материала называется листовой

25 материал с капсулированными линзами, пример которого дается в патенте США №5064272 и в настоящее время поставляется компанией 3М под названием «ретроотражающий листовой материал Scotchlite 3870 series High Intensity grade».

На Фиг.3 представлен еще один подходящий тип микролинзового листового материала. Данный материал включает прозрачный плосковыпуклый или асферический базовый лист

30 20, имеющий первую и вторую широкие лицевые стороны, причем вторая лицевая сторона 32 значительно более плоская, а первая лицевая сторона снабжена матрицей в основном полусферических или полуасферических микролинз 34. Форма микролинз и толщина базового листа выбираются таким образом, чтобы направленный свет, падающий на матрицу, фокусировался приблизительно на второй лицевой стороне. На второй лицевой

35 стороне находится слой материала 36. Листовой материал подобного рода описан, например, в патенте США №5254390 и в настоящее время поставляется компанией 3М под названием «2600 series 3M Secure Card receptor».

Микролинзы листового материала предпочтительно имеют преломляющую поверхность, формирующую изображение, для того чтобы изображение было сформировано; обычно это

40 обеспечивается криволинейной поверхностью микролинз. Для криволинейных поверхностей микролинзы будут предпочтительно иметь равномерный показатель преломления. Другие полезные материалы, которые обеспечивают переменный показатель преломления (ППП), не обязательно должны иметь криволинейную поверхность для преломления света. Поверхности микролинз предпочтительно сферические по характеру,

45 но приемлемы и асферические поверхности. Микролинзы могут обладать любой симметрией, например цилиндрической или сферической, при условии, что реальные изображения формируются на преломляющих поверхностях. Сами микролинзы могут иметь дискретную форму, например круглые плосковыпуклые микролинзы, круглые двояковыпуклые микролинзы, стержни, микросферы, бусинки или цилиндрические

50 микролинзы. Материалы, из которых микролинзы могут быть сформированы, включают стекло, полимеры, минералы, кристаллы, полупроводники и сочетания этих и других материалов. Могут применяться и недискретные микролинзовые элементы. Таким образом, микролинзы, сформированные в результате процесса репликации или тиснения (когда

форма поверхности листового материала меняется таким образом, что получается повторяющийся профиль с характеристиками, влияющими на формирование изображений), могут также применяться.

Наиболее эффективны микролинзы с постоянным показателем преломления от 1,5 до 3,0 для видимых и инфракрасных волн. У подходящих микролинзовых материалов будет минимальное поглощение видимого света, и в примерах осуществления изобретения, в которых источник энергии используется для формирования изображения на радиационно-чувствительном слое, материалы также должны обладать минимальным поглощением энергии источника. Преломляющая сила микролинз, будь они дискретными или реплицированными, и независимо от материала, из которого микролинзы изготовлены, предпочтительно такова, что свет, падающий на преломляющую поверхность, будет преломляться и фокусироваться на противоположной стороне микролинзы. Точнее говоря, свет будет фокусироваться или на обратной стороне микролинзы или на материале, прилегающем к микролинзе. В примерах воплощения изобретения, где слой материала является радиационно-чувствительным, микролинзы предпочтительно формируют уменьшенное реальное изображение в соответствующем месте этого слоя. Уменьшение изображения приблизительно в 100-800 раз особенно эффективно для формирования изображений с хорошим разрешением. Структура микролинзового листового материала для обеспечения таких необходимых условий для фокусировки, когда энергия, падающая на переднюю поверхность микролинзового листового материала, фокусируется на слое материала, который предпочтительно является радиационно-чувствительным, описана в патентах США, на которые были сделаны ссылки выше по тексту данного раздела.

Микросферы с диаметрами в диапазоне от 15 микрон до 275 микрон предпочтительны, хотя могут использоваться микросферы и других размеров. Хорошее разрешение комбинированного изображения для тех комбинированных изображений, которые должны казаться сдвинутыми относительно микросферного слоя на относительно короткое расстояние, можно получить путем использования микросфер с диаметрами, близкими к меньшему пределу вышеуказанного диапазона, а то же самое для комбинированных изображений, которые должны казаться сдвинутыми от микросферного слоя на большее расстояние, можно получить с помощью микросфер большего размера. Можно ожидать, что другие микролинзы, такие как плосковогнутые, цилиндрические, сферические или асферические микролинзы, имеющие размеры, сравнимые с теми, которые указаны для микросфер, дадут аналогичные оптические результаты.

II. Слой материала

Как было указано выше, рядом с микролинзами находится слой материала. Отдельные изображения, формируемые в материале, связанном с множеством микролинз, при наблюдении их в отраженном или проходящем свете дают комбинированное изображение, которое кажется подвешенным или плавающим над листовым материалом, в одной плоскости с ним или под ним. Хотя могут применяться и другие методы, все же предпочтительным методом получения подобных изображений является использование радиационно-чувствительного материала в качестве слоя материала и применение излучения для изменения этого материала желательным образом с целью получения изображения. Таким образом, хотя изобретение и не сводится только к этому, дальнейшее обсуждение слоя материала, прилегающего к микролинзам, будет проходить главным образом на примере радиационно-чувствительного слоя.

Радиационно-чувствительные материалы, применяемые в данном изобретении, включают покрытия и пленки металлических, полимерных и полупроводниковых материалов, а также их смесей. Как указывается в ссылке на настоящее изобретение, материал считается «радиационно-чувствительным», если при воздействии на него определенным уровнем видимого или иного излучения внешний вид данного экспонированного материала меняется и контрастирует с материалом, который не подвергался воздействию излучения. Изображение, полученное таким способом, может быть результатом комбинированного изменения, удаления или абляции материала,

изменения фазы или полимеризации радиационно-чувствительного покрытия. Примеры радиационно-чувствительных материалов в виде металлических пленок включают алюминий, серебро, медь, титан, цинк, олово, хром, ванадий, тантал и их сплавы.

Данные металлы обычно обеспечивают контраст из-за разницы между природным цветом металла и измененным цветом металла после его облучения. Как указывалось выше, изображение может быть также получено в результате абляции или радиационного нагрева материала до момента, пока оптическая модификация материала не выльется в изображение. Например, в патенте США №4743526 описывается нагрев металлического сплава до изменения цвета.

Кроме металлических сплавов, металлические окиси и недоокиси могут использоваться в качестве радиационно-чувствительной среды. Материалы данного класса включают окисные соединения, формируемые из алюминия, железа, меди, олова и хрома.

Неметаллические материалы, такие как сульфид цинка, селенид цинка, двуокись кремния, индий, окись олова, окись цинка, фтористый магний и кремний, могут также обеспечить цвет или контраст, которые используются в настоящем изобретении.

Несколько слоев тонкопленочных материалов могут также применяться в качестве уникальных радиационно-чувствительных материалов. Данные многослойные материалы могут конфигурироваться с целью получения контрастных изменений внешнего вида методом добавления или удаления цвета или контрастирующего вещества. Примерные

структуры включают оптические пакеты или настраиваемые резонаторы, предназначенные для формирования на них изображения (например, путем изменения цвета) с помощью облучения их в особом диапазоне волн. Один характерный пример описан в патенте США №3801183, в котором приводится методика использования сульфида криолита/цинка ($\text{Na}_3\text{AlF}_6/\text{ZnS}$) в качестве диэлектрического зеркала. В другом примере описывается

оптический пакет, включающий хром/полимер (наподобие бутадиена, полимеризованного в плазме)/диоксид кремния/алюминий, в котором толщина слоев лежит в пределах 4 нм для хрома, от 20 нм до 60 нм для полимера, от 20 нм до 60 нм для диоксида кремния и от 80 нм до 100 нм для алюминия, и где толщина отдельных слоев выбирается с целью обеспечения конкретной цветовой отражательной способности в видимом спектре.

Тонкопленочные настраиваемые резонаторы могли бы использоваться с любой из вышеописываемых однослойных тонких пленок. Например, настраиваемый резонатор со слоем хрома толщиной около 4 нм и слоем диоксида кремния толщиной приблизительно от 100 нм до 300 нм, причем толщина слоя диоксида кремния корректируется для обеспечения цветного изображения с помощью облучения в особом диапазоне волн.

Радиационно-чувствительные материалы, используемые в настоящем изобретении, также включают термохромные материалы. «Термохромным» считается материал, который изменяет цвет с изменением температуры. Примеры термохромных материалов, используемые в настоящем изобретении, описаны в патенте США №4424990 и включают карбонат меди, нитрат меди с тиомочевинной и карбонат меди с серой с содержанием таких соединений, как тиоловые кислоты, эфиры тиоловой кислоты, сульфоксиды и сульфоны. Примеры других подходящих термохромных соединений описаны в патенте США №4121011, и они включают гидратные сульфаты и нитриды бора, алюминия и висмута, а также оксиды и гидроксиды бора, железа и фосфора.

Естественно, если слой материала не подлежит экспонированию с целью получения изображения с использованием источника излучения, то такой слой материала может, хотя не обязательно должен, быть радиационно-чувствительным. Тем не менее, радиационно-чувствительные материалы более предпочтительны из-за легкости их изготовления, а поэтому и предпочтительнее использовать подходящий источник излучения.

III Источники излучения

Как указывалось выше, предпочтительным способом получения структуры изображения на слое материала, прилегающего к микролинзам, является использование источника излучения для формирования изображения на радиационно-чувствительном материале. Любой источник энергии, обеспечивающий излучение желаемой интенсивности и длины

волны, может использоваться для реализации метода, описываемого в настоящем изобретении. Наиболее предпочтительными считаются устройства, способные обеспечить излучение в диапазоне длин волн от 200 нм до 11 микрон. Примерами источников излучения высокой пиковой мощности для использования в настоящем изобретении могут быть эксимерные лампы-вспышки, микроциповые лазеры с пассивной добротной модуляцией, лазеры с модуляцией добротности, использующие легированные ниодимом алюмо-иттриевый гранат (Nd:YAG) и фторид иттрия-лития (Nd:YLF), и легированный титаном сапфир (Ti-сапфир). Данные высокопиковые источники мощности более всего подходят для использования с радиационно-чувствительными материалами, на которых изображение формируется путем абляции - удаления материала или путем многофотонного поглощения. Другие примеры используемых источников излучения включают устройства, которые дают низкую пиковую мощность, например полупроводниковые лазеры, ионные лазеры, твердотельные лазеры без модуляции добротности, паросветные лазеры, газовые лазеры, дуговые лампы и лампы накаливания высокой мощности. Указанные источники особенно подходят для формирования изображения на радиационно-чувствительном материале неабляционным способом.

Во всех случаях применения источников излучения энергия этих источников направляется на микролинзовый листовой материал и регулируется до формирования значительно расходящегося пучка энергии. Для источников энергии, находящихся в ультрафиолетовом, видимом и инфракрасном участках электромагнитного спектра, свет регулируется соответствующими оптическими элементами, примеры которых приведены в Фиг. 14, 15 и 16 и подробно анализируются ниже. В одном из примеров воплощения данного изобретения от указанного пакета оптических элементов, который обычно называется оптической системой, требуется, чтобы оптическая система направляла свет на листовой материал с необходимым расхождением или рассеиванием, чтобы микролинзы и, соответственно, материальный слой были облучены под нужным углом. Комбинированные изображения в соответствии с настоящим изобретением предпочтительно получают с помощью светорассеивающего устройства с числовыми апертурами (определяемыми как синус половины угла максимально расходящихся лучей), превышающими или равными 0,3. Светорассеивающие устройства с числовыми апертурами большего размера дают комбинированные изображения с большим углом зрения и больший диапазон кажущегося движения изображения.

IV. Процесс формирования изображения

Примерный процесс формирования изображения в соответствии с настоящим изобретением заключается в пропускании направленного света от лазера через линзу или объектив на микролинзовый листовой материал. Для получения листового материала, имеющего плавающее изображение, описание которого следует ниже, свет посылается через рассеивающие линзы с высокой числовой апертурой (ЧА) для получения конуса сильно расходящегося света. Линза с высокой ЧА - это линза с ЧА, равной или превышающей 0,3. Та сторона микросфер, на которой нанесено радиационно-чувствительное покрытие, устанавливается от линз на таком расстоянии, чтобы ось конуса света (оптическая ось) была направлена перпендикулярно плоскости линзового листового материала.

Так как каждая отдельная микролинза занимает уникальное положение относительно оптической оси, то луч света, падающий на каждую микролинзу, будет обладать уникальным углом падения относительно луча света, падающего на все другие микролинзы. Таким образом, свет будет передаваться каждой микролинзой в уникальное место слоя материала и создавать уникальное изображение. Точнее говоря, один световой импульс будет создавать только одну точку изображения на слое материала, поэтому, чтобы получить изображение рядом с каждой микролинзой, нужно большое количество световых импульсов, чтобы воспроизвести изображение из многих изображаемых точек. Для каждого импульса оптическая ось занимает новое положение относительно положения, которое оптическая ось занимала во время предыдущего импульса. Такие

последовательные изменения положения оптической оси относительно микролинз приводят к соответствующему изменению угла падения луча света на каждую микролинзу и, соответственно, к изменению положения точки изображения, создаваемой на слое материала этим импульсом. В результате падающий свет, фокусирующийся на задней

5 стороне микросферы, формирует определенный растр изображения на радиационно-чувствительном слое. Поскольку положение каждой микросферы является уникальным относительно каждой оптической оси, для каждой микросферы изображение, формируемое на радиационно-чувствительном слое, будет отличаться от изображения, связанного с каждой другой микросферой.

10 Другой способ формирования плавающих комбинированных изображений заключается в использовании массива линз для создания сильно расходящегося пучка света для формирования изображения на микролинзовом материале. Микролинзовый массив состоит из многих маленьких линз, которые все имеют высокие ЧА, расположенные

15 планиметрически. Когда массив освещается источником света, то он создает многочисленные конусы сильно расходящегося света, причем каждый отдельный конус центрируется на соответствующей линзе массива. Физические размеры массива выбираются таким образом, чтобы вместить самый большой поперечный размер комбинированного изображения. Вследствие такого размера массива отдельные конусы энергии, формируемые маленькими линзами (микролинзами), будут воздействовать на

20 микролинзовый материал таким образом, как если бы какая-либо отдельная линза располагалась последовательно во всех точках массива при приеме световых импульсов. Избирательность, с которой линзы получают падающий свет, создается с помощью отражательной маски. Эта маска будет иметь прозрачные области, соответствующие участкам комбинированного изображения, которые будут экспонироваться, и

25 отражательные участки, которые не должны экспонироваться. Благодаря поперечному размеру линзового массива нет необходимости применять многократные световые импульсы для вычерчивания изображения.

Вследствие полного освещения маски падающей энергией, пропускающие энергию участки маски будут формировать много отдельных конусов сильно расходящегося света,

30 очерчивая плавающее изображение таким образом, как если бы оно было прочерчено одной линзой. Как следствие, требуется только один световой импульс для формирования всего комбинированного изображения на микролинзовом листовом материале. В свою очередь, вместо отражательной маски может применяться система позиционирования луча, подобная гальванометрическому двухкоординатному (x-y) развертывающему

35 устройству, для местного освещения линзового массива и вычерчивания комбинированного изображения на массиве. Поскольку с помощью данного способа энергия пространственно локализуется, освещаются только несколько микролинз в определенный момент времени. Те микролинзы, которые освещаются, будут создавать конусы сильно расходящегося света, который необходим для экспонирования микролинзового материала для

40 формирования комбинированных изображений на листовом материале.

Сам линзовый массив может быть изготовлен из дискретных микролинз или с помощью травления для получения монолитного линзового массива. Материалы, которые подходят для изготовления линз, должны быть такими, которые не поглощают свет на длине волны падающей энергии. Предпочтительно, чтобы отдельные линзы массива имели ЧА более 0,3

45 и диаметры более 30 микрон, но менее 10 мм. Такие массивы могут иметь неотражающее покрытие для снижения влияния обратного отражения, которое может вызвать внутренние повреждения материала линзы. Кроме того, отдельные линзы с эффективным отрицательным фокальным расстоянием и размерами, эквивалентными линзовому массиву, также могут использоваться для увеличения расхождения

50 (дивергенции) света, исходящего из массива. Формы отдельных линз в монолитном массиве выбираются с высокой ЧА и с возможностью обеспечения большого коэффициента заполнения, приблизительно превышающего 60%.

На Фиг.4 дается графическое схематическое представление расходящейся энергии,

направленной на микролинзовый листовой материал. Часть слоя материала, на котором или в котором формируется изображение I, различна для каждой микролинзы, поскольку микролинза «видит» поступающую энергию в разной перспективе. Таким образом, уникальное изображение формируется в слое материала, связанном с каждой микролинзой.

После формирования изображения в зависимости от размера протяженного объекта полное или частичное изображение объекта будет присутствовать в радиационно-чувствительном материале за каждой микросферой. Степень репродуцирования реального объекта в качестве изображения за микросферой зависит от энергии, падающей на микросферу. Части протяженного объекта могут находиться достаточно далеко от района микролинз, вследствие чего энергия, падающая на эти микросферы, имеет плотность ниже уровня излучения, необходимого для модификации этого материала. Более того, если изображение является протяженным в пространстве, то при формировании изображения с помощью линзы с фиксированной ЧА не все части листового материала будут подвергаться облучению от всех деталей протяженного объекта. В результате те части объекта не будут модифицированы в радиационно-чувствительной среде, и только частичное изображение объекта появится позади микросфер. На Фиг.5 дается вид в перспективе части микролинзового листового материала, на котором представлены типовые изображения, сформированные в радиационно-чувствительном материале, прилегающем к отдельным микросферам, и показывается, что зафиксированные изображения включают как полные, так и частичные репликации комбинированных изображений. На Фиг.6 и 7 приводятся оптические микроснимки микролинзового листового материала с изображением, сформированным в соответствии с настоящим изобретением, в котором радиационно-чувствительным слоем является слой алюминия. Из них видно, что одни изображения полные, а другие частичные.

Комбинированные изображения можно также рассматривать как результат суммирования многих изображений, как полных, так и частичных, которые все имеют различные перспективы реального объекта. Многие уникальные изображения сформированы через матрицу миниатюрных линз, все из которых «видят» объект или изображение с различных точек зрения. За отдельными миниатюрными линзами в слое материала создается перспектива изображения, которая зависит от формы изображения и направления, с которого энергия источника, формирующего изображение, была получена. Однако не все, что видит линза, фиксируется на радиационно-чувствительном материале. Только та часть изображения или объекта, наблюдаемого линзой, которая обладает достаточной энергией для модификации радиационно-чувствительного материала, будет зафиксирована.

Объект, который должен быть воспроизведен в изображении, формируется с помощью источника интенсивного света путем вычерчивания контуров «объекта» или с помощью маски. Чтобы изображение, записываемое таким образом, имело комбинированный ракурс, свет от объекта должен излучаться в широком диапазоне углов. Когда свет, излучаемый объектом, приходит из одной точки объекта и излучается в широком диапазоне углов, все световые лучи несут информацию об объекте, но только из этой одной точки, хотя информация передается из перспективы угла светового луча. Теперь представим, что для того, чтобы получить относительно полную информацию об объекте, которую несут лучи, свет должен излучаться в широком диапазоне углов от совокупности точек, которые составляют объект. В соответствии с настоящим изобретением диапазон углов световых лучей, исходящих от объекта, регулируется оптическими элементами, расположенными между объектом и материалом микролинз. Указанные оптические элементы выбираются с таким расчетом, чтобы обеспечить оптимальный угловой диапазон, необходимый для создания комбинированного изображения. Лучшая подборка оптических элементов получается тогда, когда создается конус света с вершиной конуса, заканчивающейся в положении объекта. Оптимальные углы конуса превышают 40 градусов.

Объект уменьшается миниатюрными линзами, и свет от объекта фокусируется на

энергочувствительном покрытии на фоне задней стороны миниатюрной линзы. Реальное положение фокусного пятна или изображения на задней стороне линзы зависит от направления падающих световых лучей, исходящих от объекта. Каждый конус света, исходящий от точки на объекте, освещает какую-то долю миниатюрных линз, и только те миниатюрные линзы, которые освещены с достаточной энергией, зафиксируют постоянное изображение точки на объекте.

Геометрическая оптика будет использоваться для описания формирования различных комбинированных изображений в соответствии с настоящим изобретением. Как уже отмечалось, нижеописываемые процессы формирования изображений являются предпочтительными, но не исключительными, примерами воплощения настоящего изобретения.

А. Создание комбинированного изображения, которое плавает над листовым материалом

Как явствует из Фиг.8, падающая энергия 100 (в данном случае свет) направляется на световой диффузор 101 для гомогенизации любых неоднородностей источника света. Диффузно рассеянный свет 100a захватывается и коллимируется световым коллиматором 102, который направляет равномерно распределенный свет 100b на рассеивающую линзу 105a. С рассеивающей линзы световые лучи 100c расходятся в направлении микролинзового листового материала 106.

Энергия световых лучей, падающая на микролинзовый листовой материал 106, фокусируется отдельными микролинзами 111 на слое материала (в иллюстрированном примере это радиационно-чувствительное покрытие 112). Указанная сфокусированная энергия модифицирует радиационно-чувствительное покрытие 112, формируя на нем изображение, размер, форма и внешний вид которого зависят от взаимодействия между световыми лучами и радиационно-чувствительным покрытием.

Конструкция, показанная на Фиг.8, может обеспечивать листовый материал с комбинированным изображением, которое, как будет указано ниже, кажется наблюдателю как бы плавающим над листом, поскольку расходящиеся лучи 100c, если их продлить в обратном направлении через линзу, пересекутся в фокальной точке 108a рассеивающей линзы. Иначе говоря, если проследить прохождение гипотетических «лучей изображения» от слоя материала через каждую микросферу и обратно через рассеивающую линзу, то они встретятся в точке 108a, а это место, где появляется комбинированное изображение.

В. Наблюдение комбинированного изображения, которое плавает над листовым материалом

Листовой материал с комбинированным изображением можно наблюдать с помощью света, падающего на листовый материал с той же стороны, где находится наблюдатель (отраженный свет), или же со стороны, противоположной наблюдателю (проходящий свет), или с обеих сторон. Фиг.9 дает схематическое представление о комбинированном изображении, которое кажется невооруженному глазу наблюдателя А как бы плавающим над листовым материалом при отраженном свете. Невооруженный взгляд можно скорректировать до нормального зрения, но не иначе, как с помощью увеличения или специального просмотрового устройства. При освещении листового материала с изображением отраженным светом, которое может быть направленным или диффузным, световые лучи отражаются обратно от листового материала с изображением так же, как от слоя материала, на который падают световые лучи. Естественно, что изображения, сформированные в слое материала, по определению кажутся отличными от участков материального слоя, на которых нет изображения, и именно так изображение может восприниматься.

Например, свет L1 может отражаться от слоя материала назад к наблюдателю. Однако слой материала может не должным образом отразить, или вообще не отразить, свет L2 назад к наблюдателю от тех своих участков, которые несут изображение. Таким образом, наблюдатель может заметить отсутствие световых лучей в точке 108a, совокупность которых создает комбинированное изображение, которое кажется плывущим над листовым

материалом в точке 108a. Короче говоря, свет может отразиться от всего листового материала, за исключением его частей, несущих изображение, что означает, что относительно темное комбинированное изображение появится в точке 108a.

Возможно также, что материал, не несущий изображение, поглотит или передаст падающий свет, в то время как материал со сформированным изображением соответственно отразит или частично поглотит падающий свет для обеспечения контраста, необходимого для формирования комбинированного изображения. В этих обстоятельствах комбинированное изображение покажется относительно ярким комбинированным изображением по сравнению с оставшейся частью листового материала, которая будет казаться относительно темной. Данное комбинированное изображение может называться «реальным изображением», поскольку именно реальный свет, а не отсутствие света, создает изображение в фокальной точке 108a. Можно по желанию выбирать различные сочетания этих возможностей.

Некоторые листовые материалы со сформированным изображением могут также просматриваться в проходящем свете, как это показано на Фиг.10. Например, если участки слоя материала с изображением прозрачны, а участки без изображения нет, то большая часть света L3 будет поглощаться или отражаться слоем материала, в то время как проходящий свет L4 будет пропускаться через участки слоя материала с изображением и направляться микролинзами на фокальную точку 108a. Комбинированное изображение будет наблюдаться в фокальной точке, где оно в данном примере будет казаться ярче, чем остальная часть листового материала. Комбинированное изображение может называться «реальным изображением», поскольку именно реальный свет, а не отсутствие света, будет создавать изображение в фокальной точке 108a.

В ином случае, если участки слоя материала, несущие изображение, непрозрачны, а остальная часть слоя материала прозрачна, то отсутствие проходящего света в областях, занятых изображением, приведет к созданию комбинированного изображения, которое будет казаться темнее, чем остальная часть листового материала.

С. Создание комбинированного изображения, плавающего под листовым материалом

Также может быть создано комбинированное изображение, которое кажется как бы подвешенным на стороне листового материала, противоположной наблюдателю. Данное плавающее изображение, которое плавает под листовым материалом, может быть создано с помощью собирающей линзы вместо рассеивающей линзы 105, показанной на Фиг.8. Как видно из Фиг.11, падающая энергия 100 (в данном случае свет) направляется на диффузор 101 для гомогенизации любых неоднородностей источника света. Затем рассеянный свет 100a собирается и направляется в коллиматор 102, который направляет свет 100b на собирающую линзу 105b. Выходя из собирающей линзы, световые лучи 100d падают на микролинзовый листовой материал 106, который помещен между собирающей линзой и фокальной точкой 108b собирающей линзы.

Энергия световых лучей, падающих на микролинзовый листовой материал 106, фокусируется отдельными микролинзами 111 на слое материала (в иллюстрируемом примере воплощения изобретения это радиационно-чувствительное покрытие 112). Данная сфокусированная энергия модифицирует радиационно-чувствительное покрытие 112, формируя изображение, размер, форма и внешний вид которого зависят от взаимодействия между световыми лучами и радиационно-чувствительным покрытием. Конструкция, показанная на Фиг.11, может обеспечивать листовый материал с комбинированным изображением, которое, как будет указано ниже, кажется наблюдателю как бы плавающим под листовым материалом, поскольку расходящиеся лучи 100d, если продлить их через листовый материал, пересекутся в фокальной точке 108b рассеивающей линзы. Иначе говоря, если бы прохождение гипотетических «лучей изображения» прослеживалось от собирающей линзы 105b через каждую микросферу и через изображения на слое материала, связанные с каждой микролинзой, то они бы встретились в точке 108b, а это место, где появляется комбинированное изображение.

D. Наблюдение комбинированного изображения, которое плавает под листовым

материалом

Листовой материал с комбинированным изображением, которое кажется плавающим под листовым материалом, можно наблюдать при отраженном свете, при проходящем свете и при обоих типах освещения. На Фиг.12 дается схематическое представление

5 комбинированного изображения, которое кажется как бы плавающим под листовым материалом при его наблюдении в отраженном свете. Например, свет L5 может отражаться назад к наблюдателю от слоя материала. Однако слой материала может и не отразить свет L6 назад к наблюдателю должным образом или вообще не отразить его от участков слоя, несущих изображение. Таким образом, наблюдатель может обнаружить отсутствие
10 световых лучей в точке 108b, совокупность которых создает комбинированное изображение, которое кажется наблюдателю плавающим под листовым материалом в точке 108b. Короче говоря, свет может отразиться от всего листового материала, за исключением его частей, несущих изображение, что означает, что относительно темное комбинированное изображение появится в точке 108b.

15 Возможно также, что материал, не несущий изображение, поглотит или передаст падающий свет, в то время как материал, несущий изображение, соответственно отразит или частично поглотит падающий свет для обеспечения контраста, необходимого для формирования комбинированного изображения. В этих обстоятельствах комбинированное изображение покажется относительно ярким комбинированным изображением по
20 сравнению с остальной частью листового материала, которая будет казаться относительно темной. Можно по желанию выбирать различные сочетания этих возможностей.

Некоторые листовые материалы, несущие изображение, могут также просматриваться в проходящем свете, как это показано на Фиг.13. Например, если участки слоя материала с изображением прозрачны, а участки без изображения нет, то большая часть света L7
25 будет поглощаться или отражаться слоем материала, в то время как проходящий свет L8 будет пропускаться через участки слоя материала с изображением. Продление этих лучей, называемых «лучами изображения», обратно в направлении падающего света приводит к формированию комбинированного изображения в точке 108b. Комбинированное изображение будет наблюдаться в фокальной точке, где в данном примере оно будет
30 казаться ярче остальной части листового материала.

В ином случае, если участки слоя материала, несущие изображение, непрозрачны, а остальная часть слоя материала прозрачна, отсутствие проходящего света в областях, занятых изображением, приведет к созданию комбинированного изображения, которое будет казаться темнее, чем остальная часть листового материала.

35 Е. Комплексные изображения

Комбинированные изображения, создаваемые в соответствии с принципами настоящего изобретения, могут казаться как плоскими, то есть иметь длину и ширину, и наблюдаться под листовым материалом, в одной плоскости с ним или над ним, или быть
стереоскопическими или трехмерными, то есть иметь длину, ширину и высоту.

40 Стереоскопические комбинированные изображения могут появляться только под или над листовым материалом, или, по желанию, в любом сочетании изображений, которые могут наблюдаться под материалом, в одной плоскости с ним или над ним. Термин «в одной плоскости с листовым материалом» относится к плоскости листового материала лишь в общем смысле, т. е. когда листовый материал плоский. То есть, листовый материал,
45 который не является плоским, может также нести комбинированные изображения, которые будут казаться, по крайней мере, частично расположенными в «одной плоскости с листовым материалом» в соответствии с употреблением данного словосочетания.

Стереоскопические комбинированные изображения не наблюдаются в одной фокальной точке, а скорее как набор изображений, имеющих сплошную среду, состоящую из
50 фокальных точек, в которой фокальные точки находятся и на одной стороне листа, и внутри него, и на другой его стороне. Это предпочтительно достигается путем последовательного передвижения самого листового материала или источника энергии относительно друг друга (а не использованием множества разных линз) для того, чтобы

сформировать изображение на материальном слое во множестве фокальных точках. Получаемое пространственно сложное изображение представляет собой набор многих отдельных точек. Это изображение может иметь протяженность в пространстве вдоль любой из прямоугольных координат относительно плоскости листового материала.

5 При другом виде воздействия комбинированное изображение можно заставлять уходить в область микролинзового листового материала, где оно исчезает. Данный тип изображения создается способом, похожим на примеры левитации с добавлением матовой маски, устанавливаемой в контакте с микролинзовыми материалами, для того, чтобы частично заблокировать прохождение света, который формирует изображение, на часть микролинзового материала. При взгляде на такое изображение можно заставить его передвигаться в зону, где свет, формирующий изображение, или уменьшается или убирается контактной маской. Кажется, что изображение «исчезает» в этой зоне.

10 Комбинированные изображения, формируемые в соответствии с настоящим изобретением, могут иметь очень широкие углы обзора, что означает, что наблюдатель может видеть комбинированное изображение в широком диапазоне углов между плоскостью листового материала и осью визирования. Комбинированные изображения, формируемые в микролинзовом листовом материале, состоящем из монослоя стеклянных микросфер, имеющих средний диаметр около 70-80 микрометров, можно наблюдать с помощью асферических линз с ЧА 0,64 в коническом поле обзора, чья центральная ось определяется оптической осью падающей энергии. При общем освещении комбинированное изображение, сформированное таким способом, можно наблюдать в конусе полного угла около 80-90 градусов. Используя формирующую изображение линзу с меньшей дивергенцией или более низкой ЧА, можно формировать меньшие конусы с половинным углом.

25 Изображения, формируемые по методике, описываемой в настоящем изобретении, можно получать с ограниченным углом зрения. Другими словами, такое изображение можно наблюдать с определенного направления или с небольшими угловыми отклонениями от этого направления. Такие изображения формируются способом, подобным методике, которая приводится ниже в Примере 1, за исключением того, что свет, падающий на конечную асферическую линзу, устанавливается таким образом, что только часть линзы освещается лазером. Частичное заполнение линзы падающей энергией приводит к образованию ограниченного конуса расходящегося света, падающего на микролинзовый листовой материал. У микролинзовых материалов с алюминиевым покрытием комбинированное изображение появляется только в пределах ограниченного конуса обзора как темно-серое изображение на светло-сером фоне. Изображение кажется плавающим относительно микролинзового листового материала.

ПРИМЕРЫ

Настоящее изобретение будет в дальнейшем поясняться следующими примерами, в которых для удобства могут содержаться ссылки на некоторые фигуры.

40 Пример 1

В данном примере описывается листовой материал со скрытыми линзами и слоем алюминиевого материала, несущий комбинированное изображение, которое как бы плавает над листовым материалом. Оптическая система типа, показанного на Фиг. 14, использовалась для формирования плавающего изображения. Оптическая система включала лазер типа Spectra Physics Quanta-Ray™DCR-2(10) Nd:YAG laser 300, работающий в режиме модуляции добротности на своей основной волне 1,06 микрометров. Обычная ширина импульса данного лазера находится в диапазоне от 10 до 30 нс. Из лазера энергия направлялась с помощью 99-% отражательного поворотного зеркала 302, диффузора 304 из шлифованного стекла, пятикратного (5х) телескопа 306, расширяющего лучи, и асферической линзы 308 с ЧА 0,64 и фокусным расстоянием 39,0 мм. Свет от асферической линзы 308 направлялся на XYZ-координатную платформу 310. Данная платформа включала три линейных платформы и в настоящее время поставляется компанией Aerotech Inc. (Питтсбург, шт. Пенсильвания) под обозначением ATS50060. Одна

линейная платформа использовалась для передвижения асферической линзы вдоль оси между асферической фокальной точкой и микролинзовым листовым материалом (ось Z), а другие две платформы позволяли передвигать листовый материал по двум взаимно перпендикулярным осям относительно оптической оси.

5 Свет лазера направлялся на шлифованный стеклянный диффузор 304 для устранения любых лучевых неоднородностей, вызываемых теплом от линзы. Пятикратный расширяющий (лучи) телескоп 306, расположенный в непосредственной близости к диффузору, коллимировал расходящийся свет диффузора и увеличивал пучок света для заполнения асферической линзы 308.

10 В данном примере асферическая линза располагалась над XY-плоскостью XYZ-координатной платформы таким образом, чтобы фокальная точка линзы находилась на 1 см выше микролинзового листового материала 312. Диафрагмированный измеритель энергии, поставляемый канадской компанией Gentec, Inc. (Saint-Fey, Квебек) под обозначением ED500, с механической маской использовался для регулирования плотности энергии в плоскости листового материала. Выходная мощность лазера подстраивалась на достижение около 8 миллиджоулей на квадратный сантиметр (8 мДж/см^2) на освещенной поверхности измерителя энергии, установленного в 1 см от фокальной точки асферической линзы. Образец 312 листового материала со скрытыми линзами и радиационно-чувствительным покрытием из алюминия толщиной 80 нм закреплялся на XYZ-

20 координатной платформе 310 таким образом, чтобы сторона, покрытая алюминием, была обращена в сторону от асферической линзы 308.

Контроллер, поставляемый компанией Aerotech Inc. (Питтсбург, шт. Пенсильвания) под обозначением U21, обеспечивал подачу необходимых управляющих сигналов для передвижения XYZ-координатной платформы 312 и управляющих напряжений для генерирования импульсов лазера 300. Платформы передвигались путем импортирования файла САПР в контроллер с информацией по координатам x-y-z, командам движения и командам запуска лазера, необходимых для формирования изображения. Произвольное комплексное комбинированное изображение формировалось путем координации движений платформ по осям X, Y и Z с генерированием импульсов лазера для вычерчивания изображения в пространстве над микролинзовым материалом. Скорость передвижения платформ устанавливалась на 50,8 см/мин для частоты генерирования импульсов лазером, равной 10 Гц. Таким образом в слое алюминия рядом с микролинзами формируются непрерывные комбинированные линии.

35 Наблюдая микролинзовый материал при общем освещении, можно было увидеть, что изображения были темно-серыми на светло-сером фоне. При фиксированном расстоянии в 1 см между фокальной точкой и поверхностью гранулированного листового материала получалось плоское комбинированное изображение, которое как бы плавало приблизительно в 1 см над листовым материалом. Кроме того, комбинированное изображение двигалось в достаточно больших пределах относительно зрительной перспективы, так что наблюдатель мог легко наблюдать различные ракурсы комбинированного изображения, в зависимости от угла зрения.

Пример 2

В данном примере структура листового материала с открытыми линзами и с прозрачным зеркальным радиационно-чувствительным слоем применялась для формирования комбинированного изображения, которое кажется плавающим под микролинзовым листовым материалом. Оптическая система, которая применялась в Примере 1, применялась также и в данном примере. Микролинзовый листовый материал располагался таким образом относительно асферической линзы 308, чтобы асферическая линза находилась почти в контакте с микролинзовым листовым материалом. Мощность лазера настраивалась на достижение около 14 мДж/см^2 непосредственно под асферической линзой. Листовой материал с открытыми линзами состоял из частично скрытых микросфер, описываемых в патенте США № 3801183, с сернисто-цинковым (ZnS) диэлектриком, нанесенным испарением на одну сторону микросфер. Номинальная толщина слоя ZnS

была равна 60 нм. Как и в Примере 1, лазер работал на частоте 10 Гц, а листовой материал продвигался со скоростью 50,8 см/мин, что приводило к формированию непрерывных комбинированных линий на микролинзовом листовом материале. Узор в виде «шара» (круг с четырьмя вписанными дугами) был вычерчен с помощью системы платформ.

При общем освещении шар казался черным изображением на бело-желтом фоне. Темное комбинированное изображение как бы плавало на расстоянии около 39 мм под листовым материалом. Положение комбинированного изображения соответствовало положению фокальной точки асферической линзы, что для настоящего примера соответствовало положению точки, находящейся приблизительно в 39 мм позади линзы.

Пример 3

В данном примере описывается формирование комбинированного изображения на листовом материале с открытыми линзами с радиационно-чувствительным слоем из алюминия и с применением массива линз вместо одной асферической линзы. Оптическая система типа, представленного на Фиг.15, использовалась для формирования плавающего комбинированного изображения. Оптическая система состояла из лазера 300 с модуляцией добротности, 99-% отражателем 302, оптическим диффузором 304 и расширяющим (лучи) телескопом 306. Указанные элементы оптической системы, используемые в данном примере, аналогичны тем, которые описаны в Примере 1.

Оптическая система в данном примере также включала двухмерный линзовый массив 407, отражательную маску 409 и отрицательную двояковогнутую линзу 411. Участки отражательной маски 409, совпадающие с участками микролинзового листового материала 412, подвергаемыми воздействию лазерного излучения, были оставлены прозрачными, а остальная часть отражательной маски была матовой или отражательной.

Линзовый массив 407 представлял собой массив микролинз из плавленого диоксида кремния, поставляемый компанией MEMS Optical, LLC (Huntsville, Алабама) под обозначением 3038. Данный массив закрытых пакетированных сферических линз устанавливался почти в контакте с отрицательной двояковогнутой линзой 411 с диаметром 75 мм и фокусным расстоянием 150 мм. Листовой материал с открытыми линзами 412 и с радиационно-чувствительным слоем из алюминия толщиной 80 нм помещался на расстоянии до 25 мм от отрицательной двояковогнутой линзы 411. Микролинзовый листовой материал помещался на расстоянии около 1 см от фокусного расстояния объединенного оптического пути микролинзового массива и отрицательной двояковогнутой линзы. Выходная мощность лазер настраивалась на получение около 4 мДж/см² на поверхности открытых линз микролинзового листового материала. Один лазерный импульс генерировался для экспонирования всего изображения.

Получаемый экспонированный микролинзовый листовой материал, при его рассмотрении при общем освещении, имел изображения, которые казались плавающими на расстоянии около 1 см над ним. Изображение выглядело темно-серым на светло-сером фоне.

Пример 4

В данном примере источник расходящихся световых лучей был получен путем отражения от рассеивающего источника. Рассеивающий рефлектор состоял из керамической бусинки с диаметром около 5 мм. Применялась оптическая система наподобие представленной на Фиг.16 данного примера. Она состояла из лазера 500, использующего легированный ниодимом алюмо-иттриевый гранат (Nd:YAG) с добротной модуляцией, наподобие описываемого в Примере 1, и телескопа 502, уменьшающего размер падающего лазерного луча до диаметра примерно 1 мм. Свет затем направлялся на керамическую бусинку 504 под углом, достаточно отходящим от прямого, чтобы осветить приблизительно одну четвертую часть полусферы керамической бусинки 504, которая обращена в сторону микролинзового листового материала 512. Это подтверждалось путем просмотра рассеивающегося излучения через инфракрасную камеру.

Керамическая бусинка 504 располагалась над ХУ-платформой 510 на расстоянии около 25 мм. Падающий свет лазера устанавливался параллельно платформе образца. Листовой материал 512 со скрытыми линзами с радиационно-чувствительным слоем из алюминия толщиной 80 нм закреплялся на ХУ-платформе 510, а контроллер обеспечивал управляющие сигналы, подаваемые на платформу и лазер. Выходная мощность лазера настраивалась на получение около 8 мДж/см² на поверхности микролинзового листового материала. Освещение керамической бусинки 504 настраивалось на достижение наиболее равномерного светового воздействия на поверхность микролинзового листового материала 512. ХУ-платформа 510 передвигалась со скоростью 50,8 см/мин, а лазер генерировал импульсы с частотой 10 Гц. Комплексное изображение вычерчивалось с помощью платформы, в то время как микролинзовый листовой материал подвергался воздействию рассеянного излучения от керамического рефлектора.

При рассеянном освещении комбинированное изображение плавало приблизительно в 25 мм над листовым материалом и выглядело темно-серым на светло-сером фоне. Изображение перемещалось на значительные расстояния относительно положения наблюдателя. При проходящем свете светящееся комбинированное изображение плавало приблизительно в 25 мм над листовым материалом.

Пример 5

В настоящем примере материальный слой листового материала со скрытыми линзами состоял из многослойных оптических пакетов, настроенных на определенные цвета видимого спектра. На одной стороне базового микролинзового листа с помощью вакуумного испарения и плазменной полимеризации были нанесены слои тонкой пленки до получения последовательности слоев, состоящей из хрома/плазменно полимеризованного бутадиена/диоксида кремния/алюминия, причем слой хрома помещался рядом со скрытыми линзами. Толщины отдельных материалов подгонялись таким образом, чтобы получить цвета в красном, зеленом и синем частях видимого спектра. На Таблице 1 приведены конкретные значения толщины отдельных подготовленных материалов.

Таблица 1: Многослойная структура					
Образец	Cr (нм)	PP (нм)	SiO ₂ (нм)	Al (нм)	Цвет
1	4	97	0	80	Синий
2	4	65	65	80	Голубой
3	4	89	65	80	Зеленый
4	4	165	20	80	Красно-голубой

Затем базовые микролинзовые листы с покрытием расслаивались до получения многослойной основы, находящейся в контакте с ламинирующим материалом. Облицовка микролинзового листового материала затем удалялась для обнажения передней поверхности скрытых линз с расцветкой, приведенной выше в таблице.

Применялась оптическая система наподобие описываемой в Примере 1 для формирования изображений на образцах, представленных в настоящем примере. В данном случае фокальная точка асферической оптики располагалась в 1 см над микролинзовым листовым материалом. Выходная мощность лазера настраивалась на получение плотности энергии, равной 5 мДж/см², на поверхности микролинзового листового материала. Оптические свойства многослойных пакетов модифицировались в облученных областях. Вычерчивался рисунок шара для получения изображений в многослойных пакетах с помощью методики, описываемой в Примере 1.

При рассеянном освещении облученные области имели цвет от светло-желтого до оранжевого на цветовом фоне микролинзового листового материала. Все комбинированные изображения казались плавающими над листовым материалом и двигались относительно наблюдателя.

Пример 6

В примере описывается второй тип многослойного настроенного пакета в качестве

радиационно-чувствительного слоя для получения цветного комбинированного изображения. Оптические пакеты подготавливались на микролинзовом базовом листе, состоящем из листового материала со скрытыми линзами. На одну сторону микролинзовых базовых листов наносились тонкие слои пленки с помощью вакуумного испарения до

5 получения последовательности слоев, включающей хром/криолит/алюминий ($\text{Cr}/\text{Na}_3\text{AlF}_6/\text{Al}$), хром/двуокись кремния/алюминий ($\text{Cr}/\text{SiO}_2/\text{Al}$) или хром/фтористый магний/алюминий ($\text{Cr}/\text{MgF}_2/\text{Al}$) в соответствии с нижеприведенной Таблицей 2.

Значения толщины диэлектрических материалов SiO_2 , Na_3AlF_6 и MgF_2 корректировались до получения различных цветов видимого спектра. В Таблице 2 даются конкретные

10 значения толщины отдельных материалов, подготовленных в различных образцах.

Таблица 2: Многослойная структура

Образец	Cr Толщина (нм)	Na_3AlF_6 Толщина (нм)	SiO_2 Толщина (нм)	MgF_2 Толщина (нм)	Al Толщина (нм)	Цвет	Плотность энергии формирования изображения (мДж/см ²)
A	4,8	200	0	0	83	Синий	12,7
B	4,2	0	135	0	83	Густой синий	8,6
C	4,2	0	0	259	83	Водянисто-зеленый	8,6
D	4,2	0	275	0	83	Фиолетовый	7,5
E	4,2	0	160	0	83	Зеленый	7,5
F	4,2	0	225	0	83	Густой оранжевый	7,5

Затем базовые микролинзовые листы с покрытием расслаивались до получения многослойной основы, находящейся в контакте с ламинирующим материалом. После чего облицовка микролинзового листового материала удалялась для обнажения передней

15 поверхности скрытых линз с расцветкой, приведенной выше в таблице.

Оптическая система наподобие той, которая описывается в Примере 1, применялась для формирования изображений на этих образцах. В данном примере конечная асферическая линза располагалась почти в контакте с образцом для формирования комбинированного изображения, которое как бы плавают под листовым материалом. Энергия лазера подстраивалась до получения плотности энергии, которая бы постоянно изменяла

20 оптические свойства соответствующих многослойных пакетов, представленных в Таблице 2. Буквенно-цифровые знаки SAMPLE (образец) вычерчивались в качестве изображения на данном материале способом, описываемым в Примере 1. При общем освещении комбинированное изображение казалось темным с бело-желтым абрисом на цветовом фоне микролинзового листового материала. Все комбинированные изображения казались

25 как бы плавающими в 39 мм под листовым материалом и двигались относительно наблюдателя, рассматривающего листовой материал.

Пример 7

В данном примере формировалось комбинированное изображение в листовом материале со скрытыми линзами со сплавом с фазовым переходом, состоящим из 50

30 процентов атомной концентрации серебра и 50 процентов атомной концентрации цинка ($\text{Ag}_{50}\text{Zn}_{50}$) и настроенного двухслойного пакета, состоящего из хрома и двуокиси кремния, применяемого в качестве радиационно-чувствительного слоя. Сплав с фазовым переходом не подвергался абляции облучением, в то время как настроенный двухслойный пакет усиливает спектральную отражательную способность в синей области видимого

35 электромагнитного спектра. Радиационно-чувствительный слой наносился на разделительный слой листового материала, имеющего скрытые линзы, способом, сходным с методикой, которая применялась для нанесения тонких слоев пленки многослойного пакета на микролинзовый базовый лист в Примере 5. Прежде всего, слои хрома и двуокиси кремния наносились вакуумным способом на полимерный разделительный слой до

40 толщины соответственно 40 нм и 260 нм. Затем слой сплава $\text{Ag}_{50}\text{Zn}_{50}$ толщиной в 80 нм наносился напылением на слой двуокиси кремния. Затем образцы расслаивались и очищались до обнажения чистой части микролинзового листового материала.

При наблюдении в рассеянном (отраженном) свете листовой материал казался

фиолетово-голубым. Оптическая система, подобная описываемой в Примере 1, применялась для формирования изображения на радиационно-чувствительном слое $\text{Ag}_{50}\text{Zn}_{50}$. В качестве источника энергии вместо лазера с модуляцией добротности применялся Nd:YAG лазер с непрерывной генерацией и длиной волны 1,06 мкм. Ширина импульса контролировалась с помощью акустико-оптического модулятора в оптической системе. Дифракционный луч первого порядка пропусклся через оптическую систему, подобную той, которая показана на Фиг.14. Образцы листового материала со скрытыми линзами закреплялись на XYZ-платформе. Энергия лазера, направляемая в акустико-оптический модулятор, была отрегулирована на получение мощности в 810 мВт на микролинзовом материале. Акустико-оптический модулятор был настроен на генерирование импульсов с частотой 20 Гц и продолжительность импульса 100 микросекунд. Положительная асферическая линза, подобная той, которая применялась в Примере 1, помещалась на расстоянии 12 мм над поверхностью микролинзового материала. Изображение прочерчивалось с помощью XYZ-координатной платформы, в то время как радиационно-чувствительный слой подвергался лазерному облучению.

При рассмотрении листового материала при общем освещении области со сформированным изображением казались голубыми и как бы плавали на расстоянии 12 мм над микролинзовым листовым материалом.

Пример 8

В данном примере применялась реплицированная линзовая структура с медным радиационно-чувствительным слоем. Реплицированный листовый материал, подобный описываемому в патенте США №5254390, использовался в качестве микролинзового листового материала. Радиационно-чувствительный слой меди наносился методом вакуумного испарения на плоскую поверхность листового материала до толщины 80 нм. Микрореплицированный микролинзовый материал подвергался воздействию лазерного излучения с помощью оптической системы, описываемой в Примере 1. Окончательная асферическая линза устанавливалась таким образом, что ее фокальная точка находилась в 6,5 мм от поверхности микролинзового материала. Выходная мощность лазера настраивалась на получение около 7 мДж/см² на поверхности листового материала. Лазер был отрегулирован на генерирование импульсов с частотой 10 Гц, а XYZ-координатная платформа двигалась со скоростью 50,8 см/мин. Рисунок «шара» (круг с четырьмя вписанными дугами) вычерчивался над образцом.

При рассмотрении листового материала при общем освещении беловатое изображение плавающего шара можно было разглядеть на фоне радиационно-чувствительного слоя, имеющего цвет меди. Данное комбинированное изображение как бы плавало на расстоянии 6 мм над листовым материалом.

Пример 9

В данном примере дается описание комбинации плоского комбинированного изображения с комбинированным изображением, которая как бы плавает под листовым материалом. На листовом микролинзовом материале с открытыми линзами и радиационно-чувствительным слоем толщиной 80 нм формировалось изображение с помощью оптической конфигурации, описываемой в Примере 1. Асферическая линза располагалась почти в контакте с микролинзовым листовым материалом, а выходная мощность лазера была отрегулирована на получение 4 мДж/см² на поверхности образца. Контроллер программировался на вычерчивание буквенно-цифровых знаков SAMPLE (образец). Поглощающая маска помещалась поверх открытого листового материала. Маска изготовлялась путем печатания буквенно-цифровых знаков 3М на прозрачных листах методом обычного фотокопирования. Буквенно-цифровые знаки поглощали излучение, а окружающие области передавали лазерное излучение. Листовой материал с открытыми линзами и поглощающей маской устанавливался так, чтобы знаки SAMPLE формировались поверх местоположения маски.

При рассмотрении при общем освещении знаки SAMPLE как бы плавали на расстоянии около 39 мм под листовым материалом, а неэкспонированные знаки 3М находились как бы

в одной плоскости с листовым материалом. Знаки 3М наблюдались только на фоне темных знаков SAMPLE.

Пример 10

В данном примере дается описание листового материала с комплексным

5 стереоскопическим изображением. В данном примере использовался микролинзовый листовой материал со скрытыми линзами и радиационно-чувствительным слоем из алюминия толщиной 80 нм. Использовалась оптическая система, применявшаяся в Примере 1. Микролинзовый листовой материал закреплялся на XY-плоскости XYZ-координатной платформы, а асферическая линза закреплялась на оси Z. ЧА асферической линзы было равно 0,64, а фокусное расстояние - 39 мм. Контроллер программировался на
10 вычерчивание контура изометрического куба с диагональю (т.е. расстоянием между двумя противоположными вершинами куба) длиной 5 см. В соответствии с относительным положением и ориентацией куба, введенными в программу контроллера, один конец комбинированного изображения куба размещался приблизительно в 5 мм над
15 поверхностью листового материала, а другой конец комбинированного изображения куба размещался в 5,5 см над указанной поверхностью. Изображение куба было сориентировано таким образом, чтобы вершина куба располагалась как можно ближе к наблюдателю.

При вычерчивании изометрического куба энергия одного лазерного импульса была
20 отрегулирована на получение постоянной плотности, равной 8 мДж/см² на поверхности образца, независимо от зазора между рассеивающей линзой и листовым материалом. Лазер функционировал с частотой 10 Гц, а X-, Y- и Z-координатные платформы передвигались со скоростью 50,8 см/мин. Изображение изометрического куба непрерывно вычерчивалось в пространстве контроллером над микролинзовым листовым материалом.

25 При анализе при общем освещении изометрическое комбинированное изображение куба казалось темно-серым на светло-сером фоне и как бы плавало в диапазоне от 5 мм до 5,5 см над поверхностью. Кроме того, при изменении наблюдателем его зрительной перспективы изометрический куб как бы вращался в пространстве над микролинзовым листовым материалом, показывая свои стороны, которые были ранее закрыты при других
30 углах зрения.

Пример 11

В данном примере дается описание плавающего изображения, которое можно заставить исчезнуть. То есть, комбинированное изображение можно заставить исчезнуть и снова
35 появиться, изменив угол зрения. Применялся листовой материал со скрытыми линзами и радиационно-чувствительным слоем из алюминия толщиной 80 нм. Для формирования изображений использовалась оптическая система, подобная той, которая применялась в Примере 1, а расстояние от асферической линзы до листового материала было выбрано таким, чтобы фокальная точка находилась в 1 см над микролинзовым листовым материалом. Контроллер программировался на вычерчивание рисунка «шара» (круг с
40 четырьмя вписанными дугами), а выходная мощность лазера была отрегулирована на получение 8 мДж/см² на поверхности образца. На самом образце прямоугольный отрезок прозрачной ленты прикреплялся к поверхности листового материала со скрытыми линзами. Данный отрезок ленты устанавливался таким образом, что при формировании изображения на шаре часть площади, облучаемой лазером, перекрывала участок, покрытый прозрачной
45 лентой.

При рассмотрении листового материала со сформированным изображением при общем освещении наблюдалось плавающее темно-серое изображение на светло-сером фоне, которое плавало в 1 см над листовым материалом. Изменяя угол зрения, можно было
50 наблюдать, как шар входит и выходит из области, которая была закрыта прозрачной лентой. При входе шара в закрываемую маской область часть шара в этой области исчезала. При выходе шара из закрываемой маской области часть шара в этой области появлялась вновь.

Комбинированное изображение не просто плавно таяло при входе в закрытую маской

область, а скорее полностью исчезало при входе в данную область.

Листовой материал с комбинированным изображением, сформированным в соответствии с настоящим изобретением, имеет свои отличительные черты, которые невозможно повторить с помощью обычного оборудования. Комбинированные изображения могут формироваться на листовом материале, который специально предназначен для использования с паспортами, опознавательными значками, опознавательной графикой и кредитными карточками. Документы, требующие проверки, могут содержать данные изображения, сформированные на слоистом листовом материале, применяемом для опознавания, удостоверения подлинности и подтверждения. Для этого можно использовать обычные связующие вещества, такие как ламинирование с клеящими веществами или без них. Поставщики ценной продукции, например корпусных изделий электронной промышленности, компакт-дисков, бланков водительских прав, документов, подтверждающих право на имущество, паспортов или фирменных изделий, могут просто прикрепить многослойную пленку, изготовленную в соответствии с настоящим изобретением, на свою продукцию и проинструктировать клиентов впредь считать ценными лишь только такие изделия, которые отмечены подобным образом. Привлекательность изделий, нуждающихся в подобной защите, может быть только усилена введением листового материала с комбинированными изображениями в конструкцию изделий или путем наклейки на изделия. Комбинированные изображения могут применяться в качестве демонстрационных материалов для рекламирования, заводских ярлыков и во множестве других случаев использования, где требуется наглядное представление какого-либо уникального изображения.

Множественные комбинированные изображения можно формировать на одном и том же куске листового материала, причем данные изображения могут быть одинаковыми или разными. Комбинированные изображения могут также использоваться вместе другими обычными изображениями, например напечатанными изображениями, голограммами, изограммами, дифракционными решетками, кинеграммами, фотографиями и т.д.

Различные модификации и комбинации воплощений настоящего изобретения могут быть использованы специалистами, причем указанные модификации будут находиться в объеме настоящего изобретения, как оно определено в прилагаемых пунктах формулы изобретения.

Формула изобретения

1. Листовой материал, включающий? по крайней мере, один слой микролинз, причем данный слой имеет первую и вторую стороны; слой материала, расположенного рядом с первой стороной слоя микролинз; отдельные изображения, сформированные в материале множеством микролинз путем передачи падающего под разными углами излучения на микролинзы, формируя отдельные изображения как множественные точки, в которых изображение контрастирует с материалом; и комбинированное изображение, обеспечиваемое отдельными изображениями, которое для невооруженного глаза кажется плавающим над материалом или под ним, или же и над ним и под ним одновременно.

2. Листовой материал по п.1, отличающийся тем, что комбинированное изображение кажется при отраженном свете плавающим над листовым материалом.

3. Листовой материал по п.1, отличающийся тем, что комбинированное изображение кажется при проходящем свете плавающим над листовым материалом.

4. Листовой материал по п.1, отличающийся тем, что комбинированное изображение кажется при отраженном свете плавающим под листовым материалом.

5. Листовой материал по п.1, отличающийся тем, что комбинированное изображение кажется при проходящем свете плавающим под листовым материалом.

6. Листовой материал по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что комбинированное изображение, кроме того, невооруженным глазом воспринимается как, по крайней мере, частично находящееся в одной плоскости с листовым материалом.

7. Листовой материал по п.1, отличающийся тем, что материал является радиационно-

чувствительным материалом.

8. Листовой материал по п.1, отличающийся тем, что материал является металлическим радиационно-чувствительным материалом.

9. Листовой материал по п.8, отличающийся тем, что металлический радиационно-чувствительный материал выбирается из алюминия, серебра, меди, золота, титана, цинка, олова, хрома, ванадия, тантала и сплавов указанных металлов.

10. Листовой материал по п.1, отличающийся тем, что материал является неметаллическим радиационно-чувствительным материалом.

11. Листовой материал по п.10, отличающийся тем, что неметаллический радиационно-чувствительный материал выбирается из сернистого цинка, селенистого цинка, двуокиси кремния, индия, окиси олова, окиси цинка, фтористого магния и кремния.

12. Листовой материал по п.1, отличающийся тем, что материал является радиационно-чувствительным металлическим оксидным соединением.

13. Листовой материал по п.12, отличающийся тем, что радиационно-чувствительный металлический материал из оксидного соединения выбирается из оксидных соединений, формируемых из алюминия, железа, меди, олова и хрома.

14. Листовой материал по п.1, отличающийся тем, что материал является термохромным радиационно-чувствительным материалом.

15. Листовой материал по п.14, отличающийся тем, что термохромный радиационно-чувствительный материал выбирается из карбоната меди, нитрата меди с тиомочевинной, карбоната меди с серой, содержащей соединения тиоловой кислоты, тиоловых эфиров, сульфоксидов и сульфонов, гидратированных сульфатов, нитридов бора, алюминия и висмута.

16. Листовой материал по п.1, отличающийся тем, что материалом является многослойный тонкопленочный радиационно-чувствительный материал.

17. Листовой материал по п.1, отличающийся тем, что содержит разделительный слой, расположенный между слоем материала и микролинзами.

18. Листовой материал по п.1, отличающийся тем, что листовым материалом является экспонированный линзовый листовой материал.

19. Листовой материал по п.1, отличающийся тем, что листовым материалом является листовой материал со скрытыми линзами.

20. Листовой материал по п.1, отличающийся тем, что микролинзы выбираются из плосковогнутых микролинз, круглых двояко-вогнутых микролинз, стержней, микросфер, бусинок и цилиндрических микролинз.

21. Листовой материал по п.1, отличающийся тем, что комбинированное изображение воспринимается в пределах угла зрения величиной менее 100°.

22. Листовой материал по п.1, отличающийся тем, что комбинированное изображение кажется как бы движущимся относительно листового материала при изменении положения наблюдателя относительно листового материала.

23. Листовой материал по п.1, отличающийся тем, что комбинированное изображение появляется и исчезает при изменении угла зрения на листовой материал.

24. Листовой материал по п.1, отличающийся тем, что листовый материал включает более одного комбинированного изображения.

25. Листовой материал по п.1, отличающийся тем, что листовый материал далее может включать клейкий слой для крепления листового материала к подложке.

26. Листовой материал по п.1, отличающийся тем, что листовый материал используется для отображения рекламной информации.

27. Листовой материал по п.1, отличающийся тем, что в соответствии с ним комбинированное изображение является плоским.

28. Листовой материал по п.1, отличающийся тем, что в соответствии с ним комбинированное изображение является стереоскопическим.

29. Способ формирования комбинированного изображения на микролинзовом материале, включающий следующие операции: предоставление листового материала,

имеющего слой микролинз и слой из радиационно-чувствительного материала, прилегающий к слою микролинз; предоставление источника излучения и формирование отдельных изображений на радиационно-чувствительном материале множеством микролинз с помощью источника излучения путем передачи излучения под разными углами на микролинзы, формируя отдельные изображения как множественные точки, в результате чего листовой материал приобретает комбинированное изображение, обеспечиваемое отдельными изображениями, которое невооруженным глазом воспринимается как плавающее над материалом или под ним, или же и над ним, и под ним одновременно.

30. Способ по п.29, отличающийся тем, что с его помощью изображения формируются многократными воздействиями источника излучения на листовой материал, причем листовой материал в это время находится на разных позициях по отношению к источнику излучения.

31. Способ по п.29, отличающийся тем, что с его помощью каждое изображение формируется, по крайней мере, в результате одного воздействия источника излучения, осуществляемое через массив линз.

32. Способ по п.29, отличающийся тем, что с его помощью применение метода повторяется для формирования более чем одного комбинированного изображения на листовом материале.

33. Способ по п.29, отличающийся тем, что с его помощью изображения формируются многократными воздействиями источника излучения на листовой материал, причем листовой материал в это время находится на разных расстояниях от источника излучения при каждом воздействии.

34. Способ по п.29, отличающийся тем, что с его помощью источник излучения дает излучение на длине волны от 200 нм до 11 мкм.

35. Способ по п.29, отличающийся тем, что в соответствии с ним комбинированное изображение, кроме того, невооруженным глазом воспринимается как, по крайней мере, частично расположенное в одной плоскости с листовым материалом.

36. Способ по п.29, отличающийся тем, что в соответствии с ним комбинированное изображение является плоским изображением.

37. Способ по п.29, отличающийся тем, что в соответствии с ним комбинированное изображение является стереоскопическим.

38. Листовой материал по п.1, отличающийся тем, что он выполнен методом по п.29.

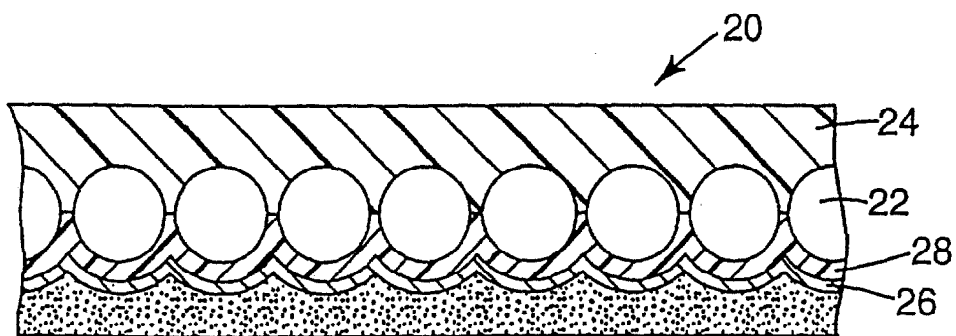
39. Листовой материал по п.38, отличающийся тем, что листовой материал прикреплен к подложке.

40. Листовой материал по п.39, отличающийся тем, что подложка является документом.

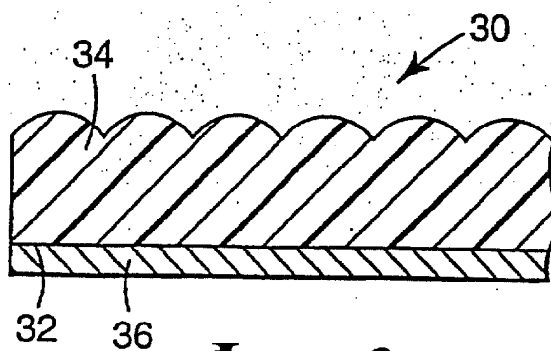
41. Листовой материал по п.39, отличающийся тем, что подложка является знаком.

42. Листовой материал по п.39, отличающийся тем, что в соответствии с ним подложкой является элемент удостоверения личности.

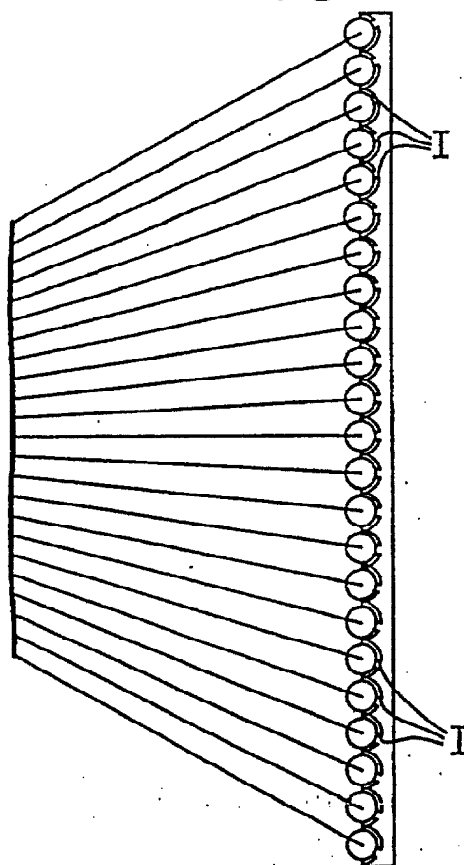
43. Листовой материал по п.39, отличающийся тем, что подложкой является тара.



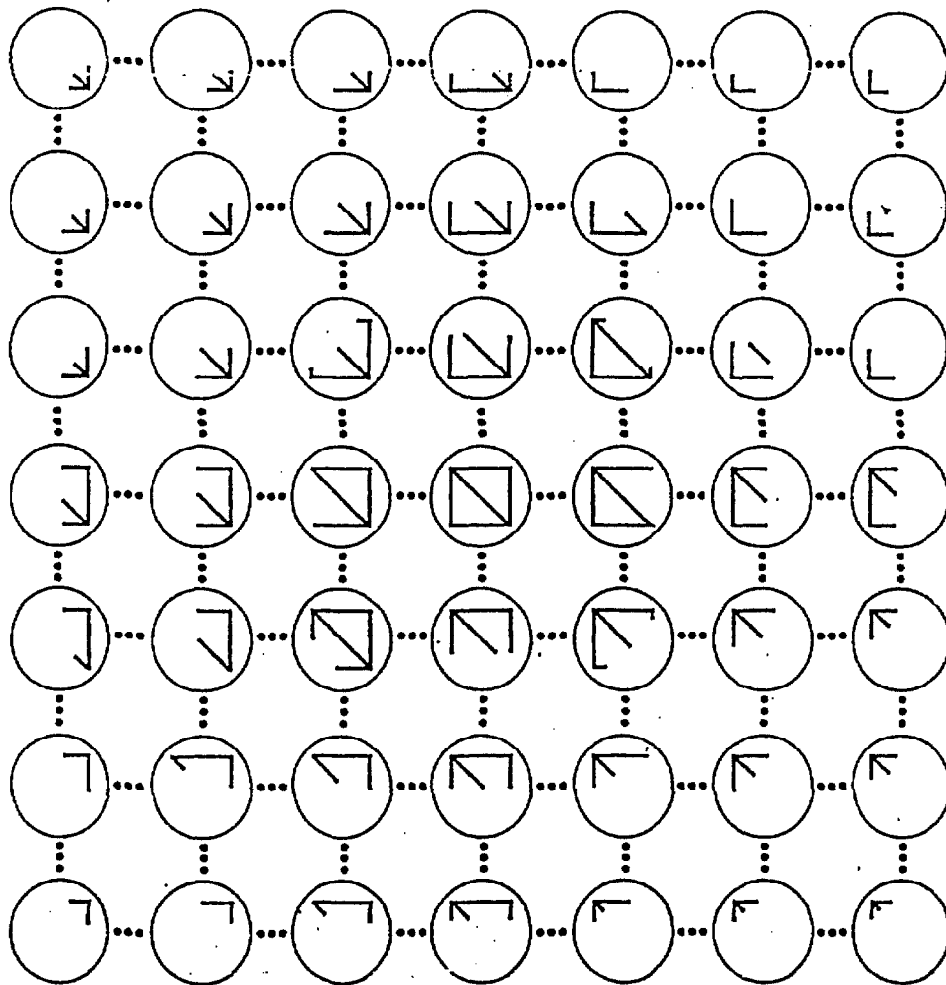
Фиг. 2



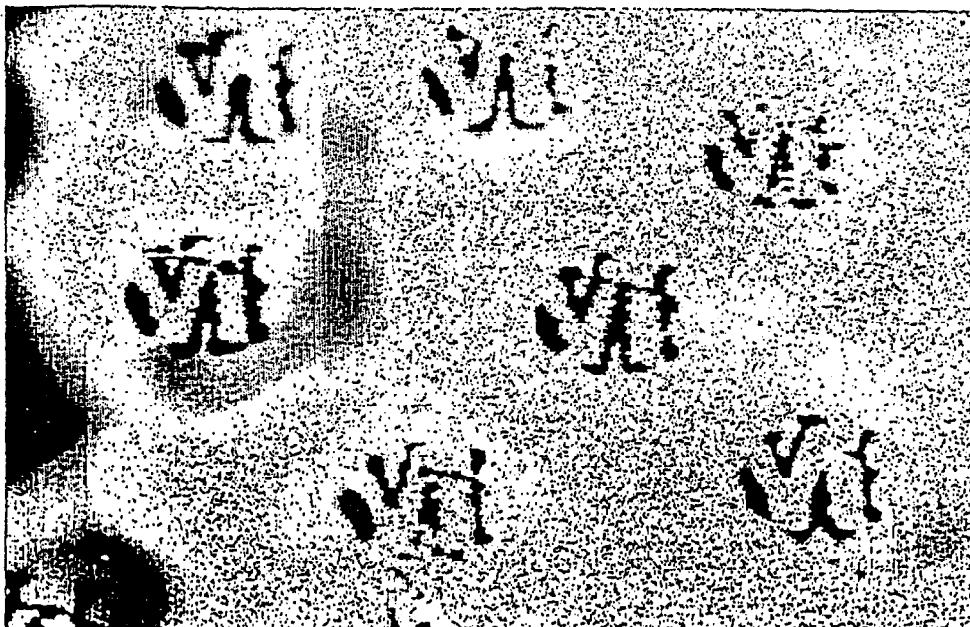
Фиг. 3



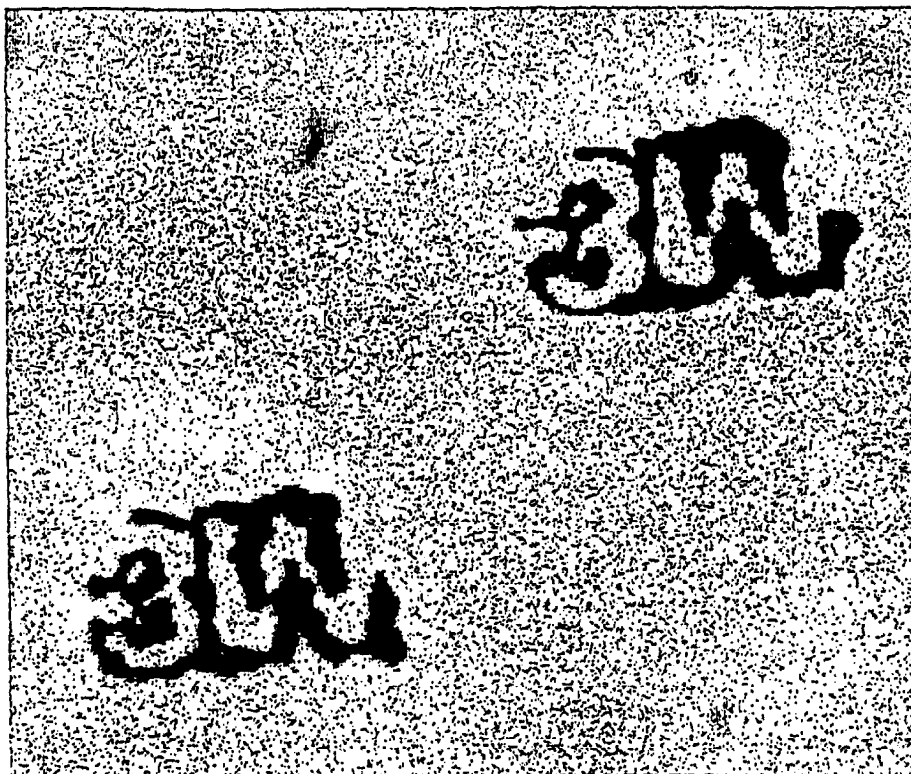
Фиг. 4



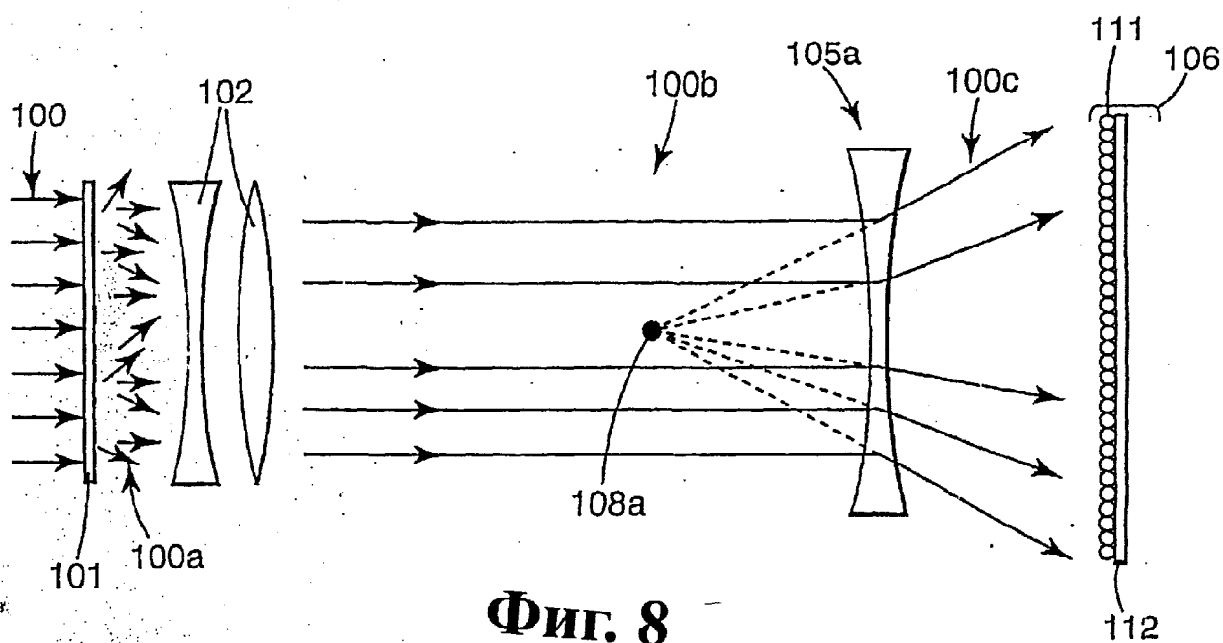
Фиг. 5



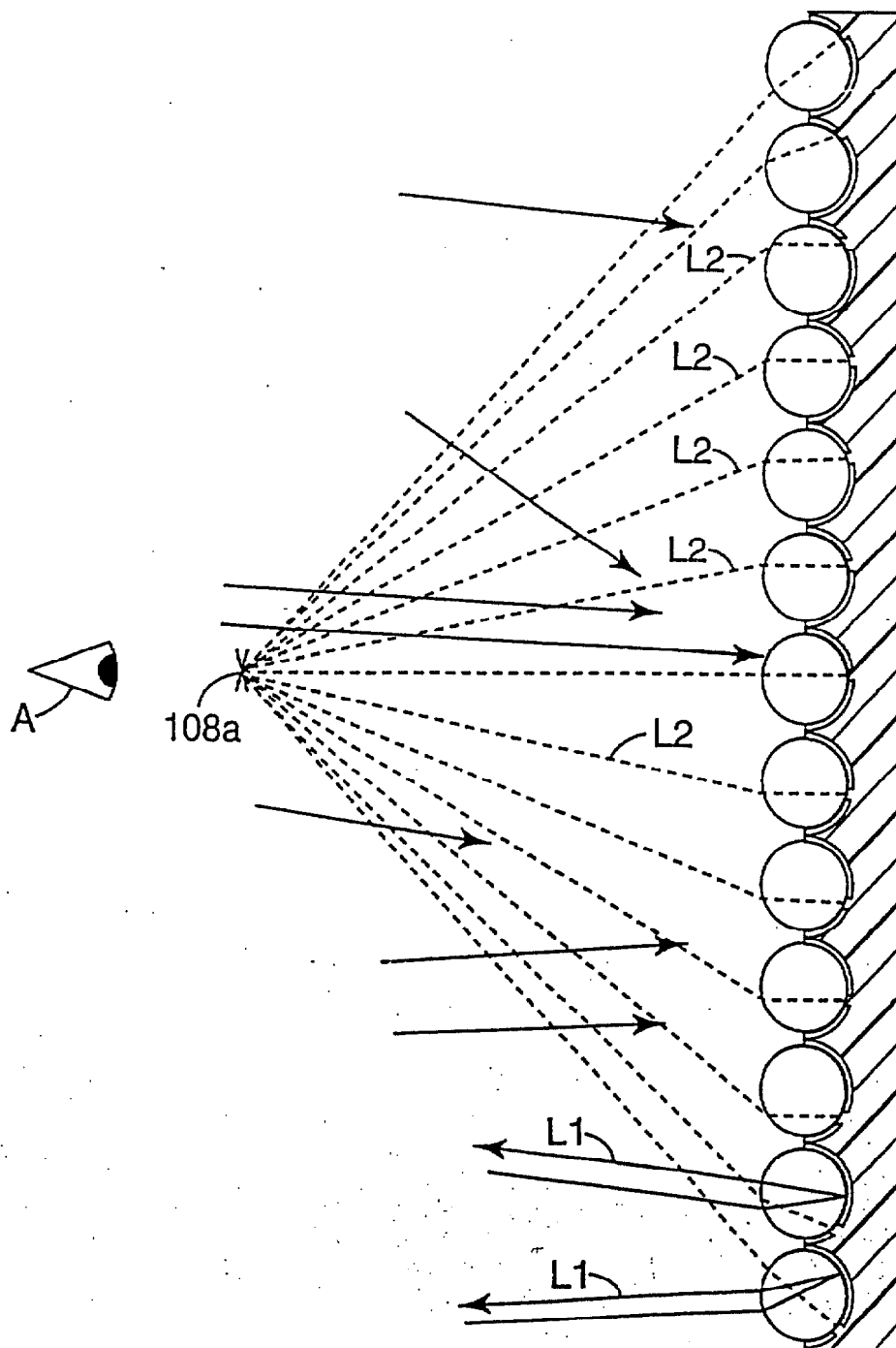
Фиг. 6



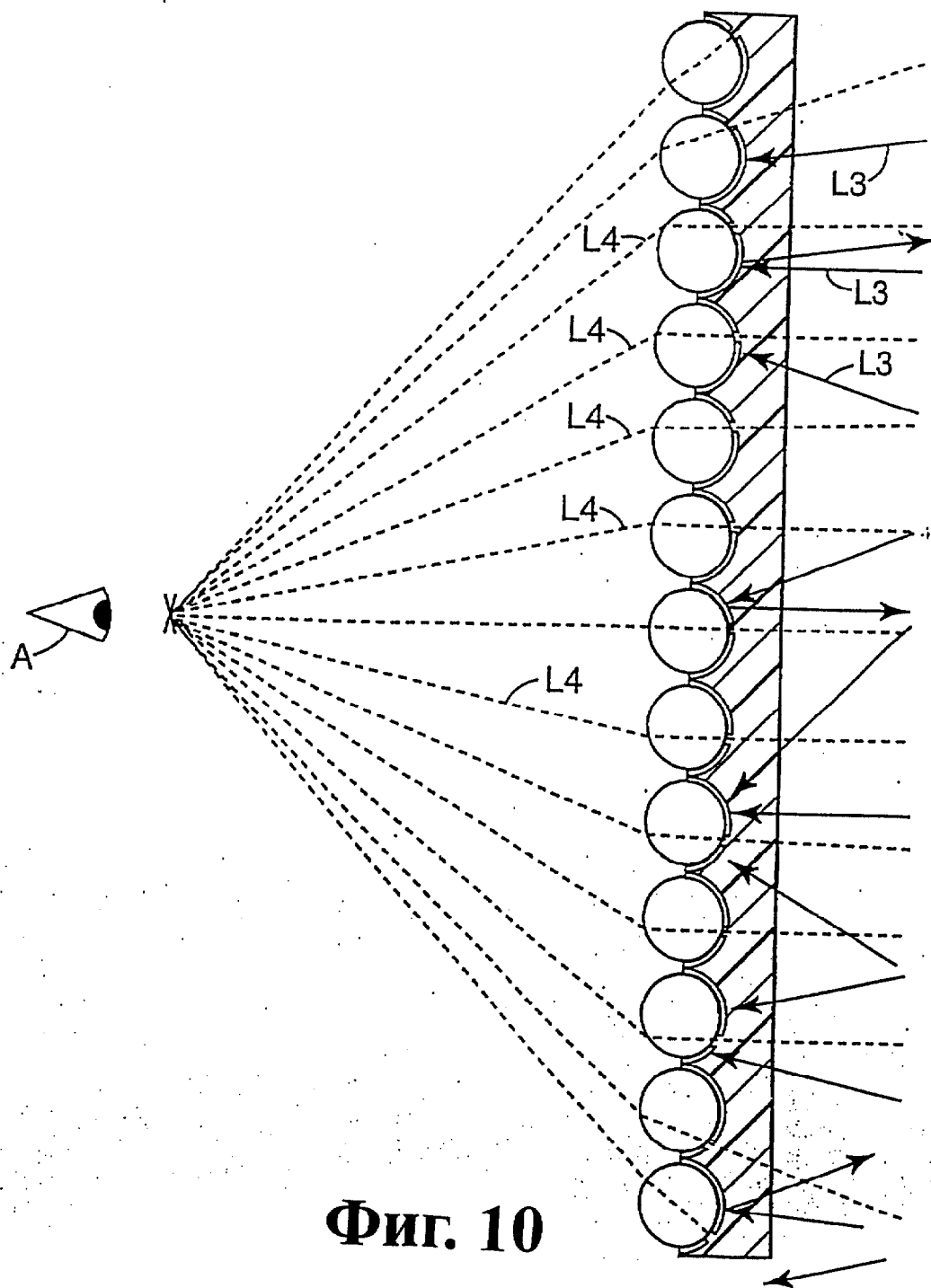
Фиг. 7



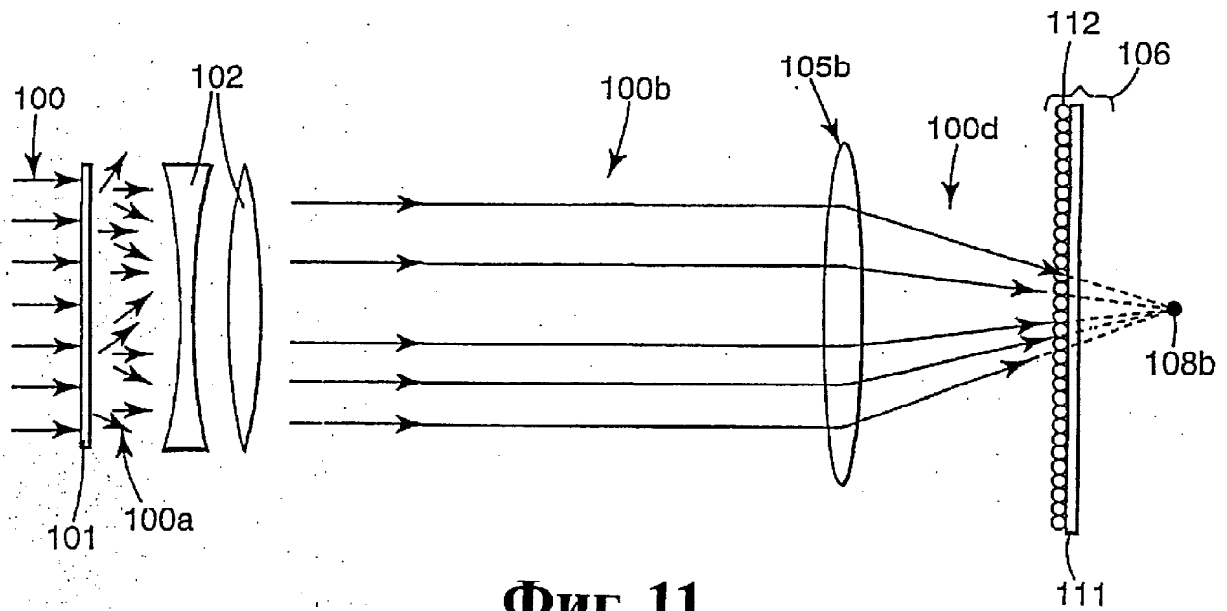
Фиг. 8



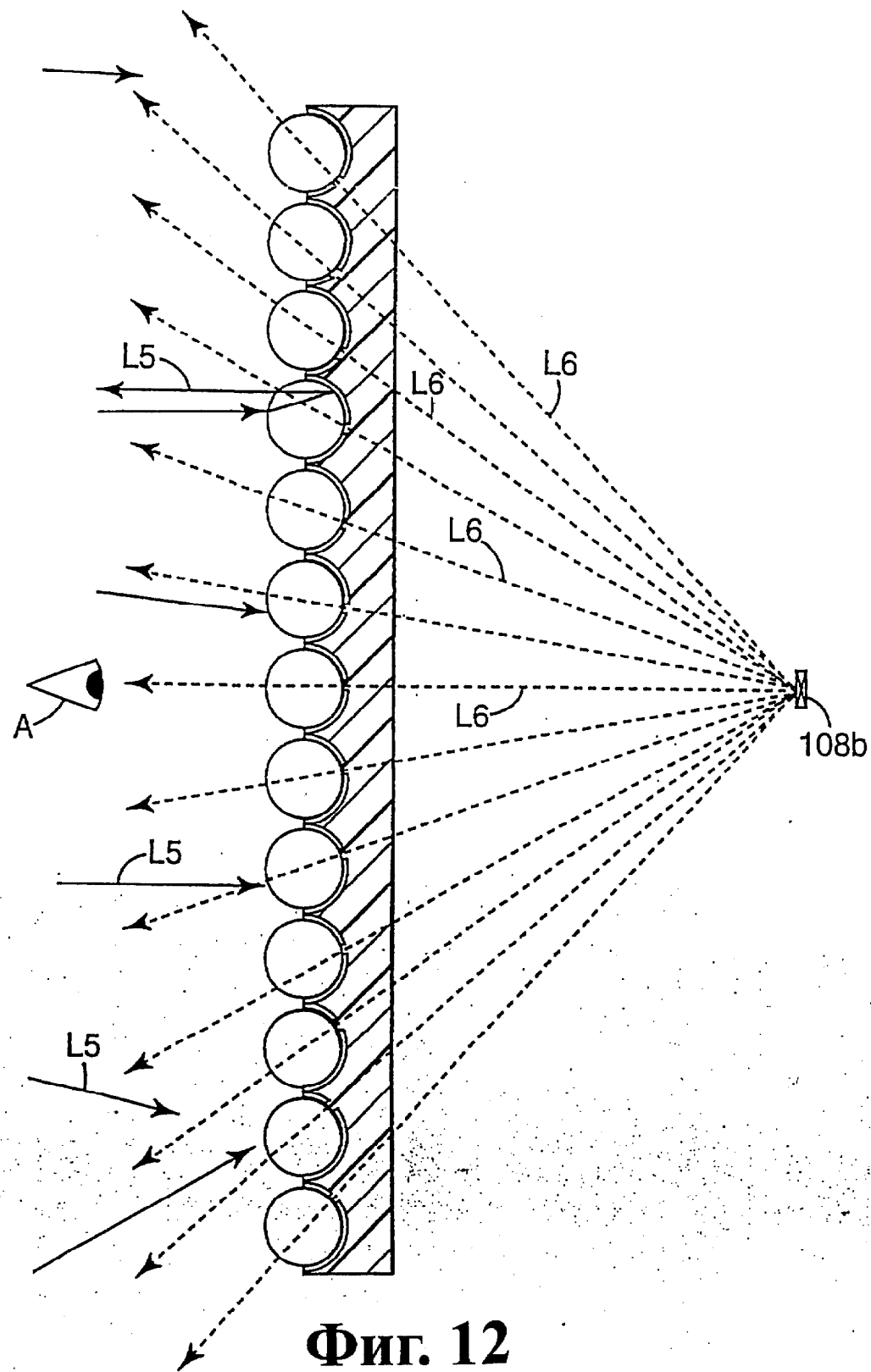
Фиг. 9

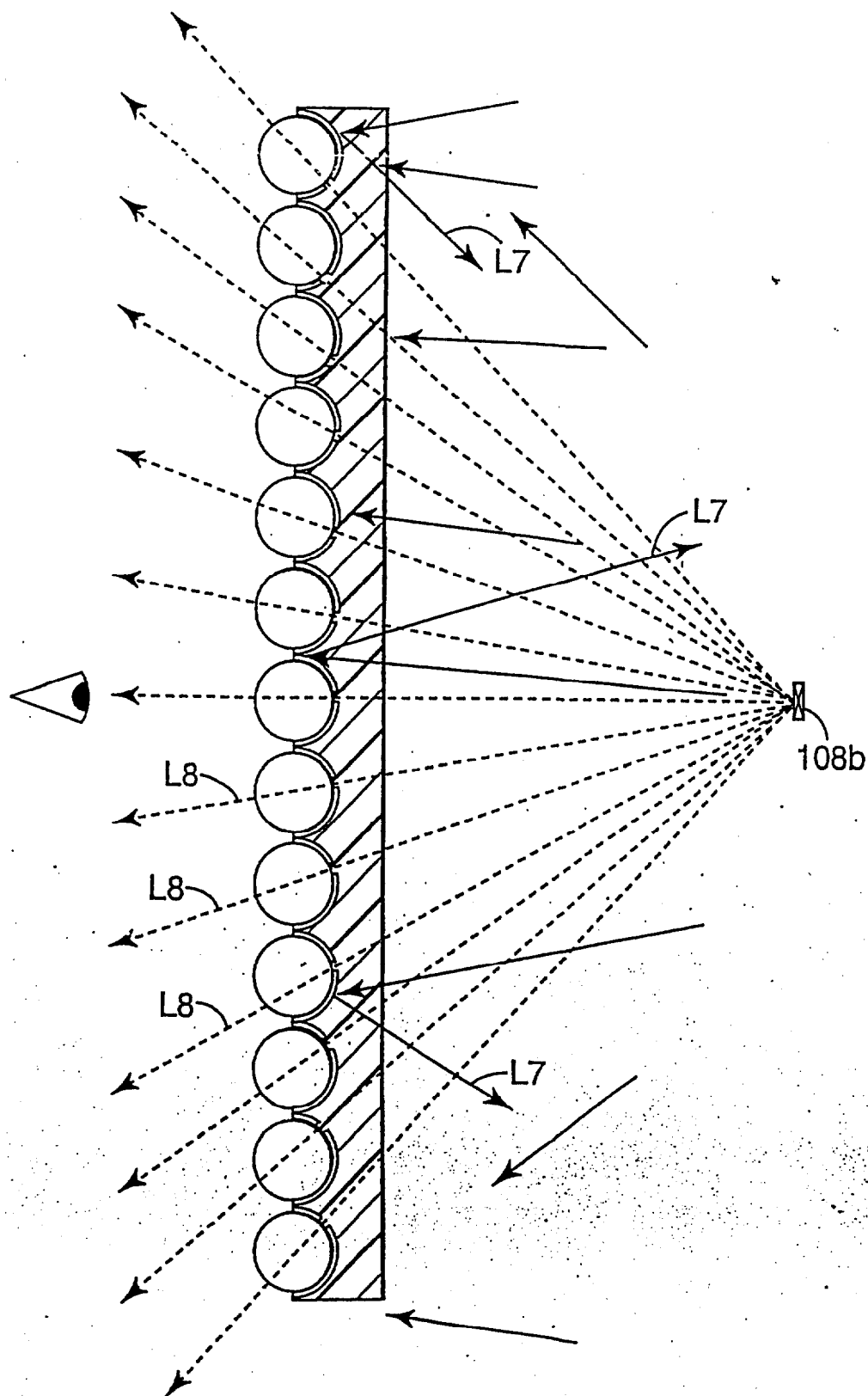


Фиг. 10

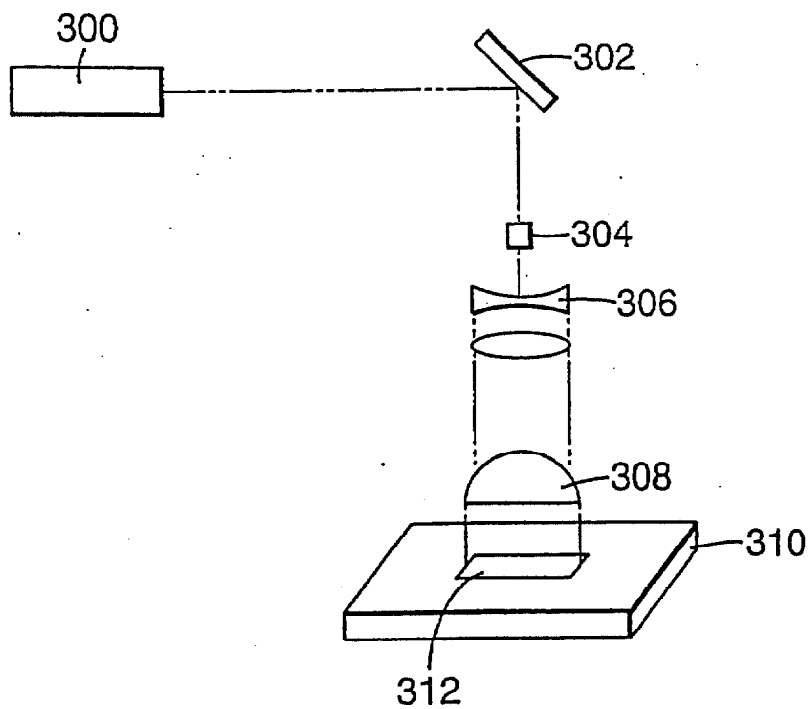


Фиг. 11

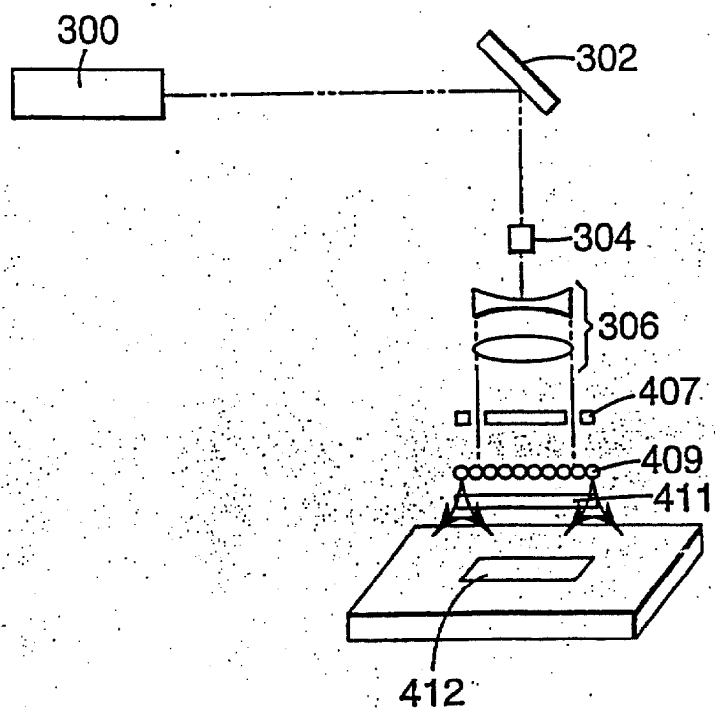




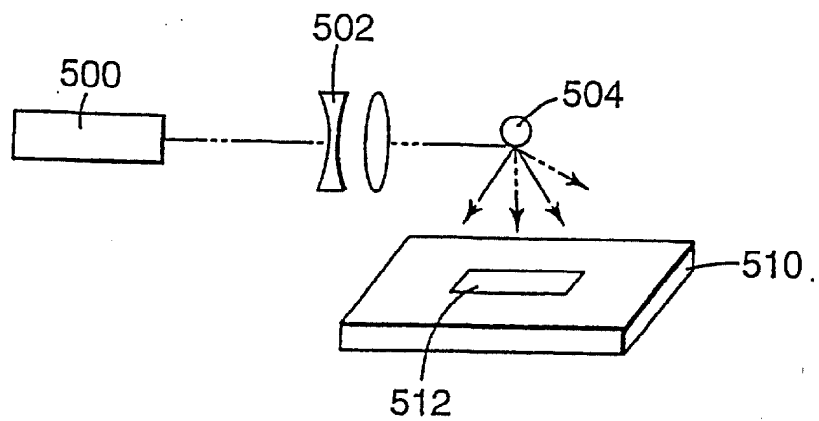
Фиг. 13



Фиг. 14



Фиг. 15



Фиг. 16