



(51) МПК
G02B 5/18 (2006.01)
G02B 21/02 (2006.01)
G02B 27/44 (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G02B 5/1866 (2017.02); *G02B 21/02* (2017.02); *G02B 27/44* (2017.02)

(21)(22) Заявка: **2015115316, 12.04.2013**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
12.04.2013

Дата регистрации:
23.07.2018

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
12.10.2012 EP 12250161.2

(43) Дата публикации заявки: **10.12.2016** Бюл. № 34

(45) Опубликовано: **23.07.2018** Бюл. № 21

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
 национальной фазе: **12.05.2015**

(86) Заявка РСТ:
EP 2013/057715 (12.04.2013)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2014/056632 (17.04.2014)

Адрес для переписки:
**190000, Санкт-Петербург, ВОХ 1125,
 "ПАТЕНТИКА"**

(72) Автор(ы):

МЁРСЕР Грэхэм Питер Франсис (GB)

(73) Патентообладатель(и):

ВИЖН ИНЖИНИРИНГ ЛИМИТЕД (GB)

(56) Список документов, цитированных в отчете
 о поиске: **US 7123415 B2, 06.02.2003. US
 6608720 B1, 19.08.2003. US 5729382 A1,
 17.03.1998. GB 2360604 A, 26.09.2001.**

(54) ОПТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

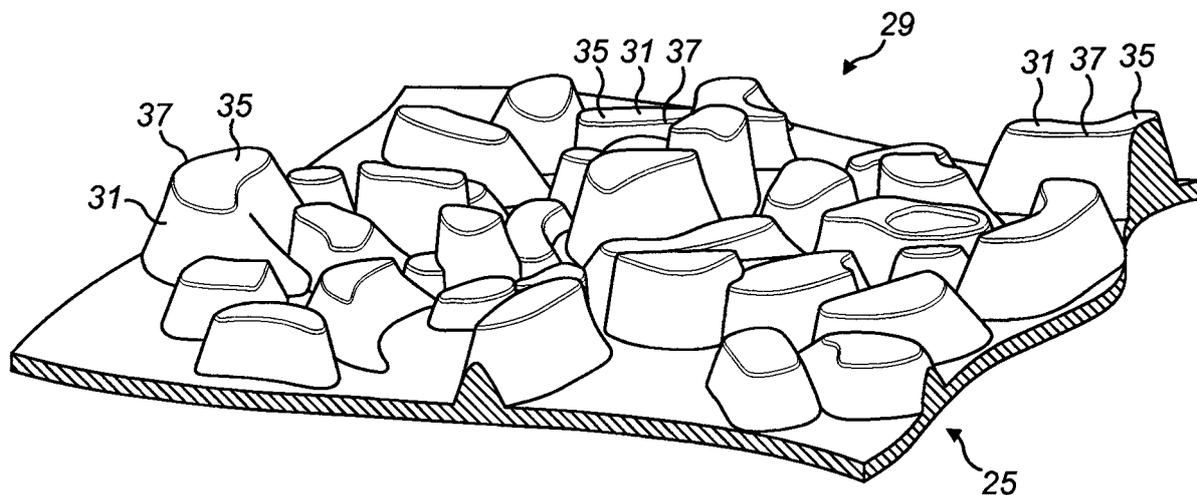
(57) Реферат:

Изобретение относится к оптическим приборам. Оптический прибор для формирования оптического изображения, предназначенного для наблюдения, содержит оптическую систему для формирования оптического изображения объекта, видимого наблюдателю на выходном зрачке на плоскости наблюдения, и дифракционный элемент, расположенный в плоскости изображения оптической системы и выполненный с возможностью формирования набора выходных зрачков, которые визуальнo воспринимаются наблюдателем как единый увеличенный выходной зрачок. Дифракционный элемент содержит

поверхность, имеющую набор дифракционных модулей, каждый из которых формирует один выходной зрачок набора выходных зрачков и содержит повторяющийся узор из множества отдельных областей, которые выполнены с возможностью обеспечения дифракционной интерференции света и с возможностью формирования множества выходных зрачков, смещенных относительно друг друга в виде набора выходных зрачков таким образом, чтобы визуальнo восприниматься как единый непрерывный увеличенный выходной зрачок. Области содержат нерегулярные неровности

различных размеров как в горизонтальном, так и вертикальном сечении, имеющие криволинейные поверхности на своих боковых сторонах. Боковые стороны областей каждого дифракционного модуля являются наклонными. Дифракционные модули расположены последовательно в радиальном направлении наружу от оптической оси дифракционного элемента и выполнены с обеспечением последовательности для учета возрастающего углового смещения оптического пути на нем, так что независимо от положения

на апертуре дифракционного элемента и без какой-либо линзовой системы между дифракционным элементом и плоскостью наблюдения обеспечена возможность передачи света от принятого изображения в общую область на плоскости наблюдения напротив апертуры дифракционного элемента. Технический результат заключается в обеспечении формирования эффективно увеличенного выходного зрачка, а также обеспечении более высокой оптической четкости. 2 н. и 20 з.п. ф-лы, 7 ил.



ФИГ. 2(b)

RU 2661985 C2

RU 2661985 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
G02B 5/18 (2006.01)
G02B 21/02 (2006.01)
G02B 27/44 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

G02B 5/1866 (2017.02); G02B 21/02 (2017.02); G02B 27/44 (2017.02)(21)(22) Application: **2015115316, 12.04.2013**(24) Effective date for property rights:
12.04.2013Registration date:
23.07.2018

Priority:

(30) Convention priority:
12.10.2012 EP 12250161.2(43) Application published: **10.12.2016** Bull. № 34(45) Date of publication: **23.07.2018** Bull. № 21(85) Commencement of national phase: **12.05.2015**(86) PCT application:
EP 2013/057715 (12.04.2013)(87) PCT publication:
WO 2014/056632 (17.04.2014)Mail address:
190000, Sankt-Peterburg, BOX 1125, "PATENTIKA"

(72) Inventor(s):

MERSER Grekhem Piter Fransis (GB)

(73) Proprietor(s):

VIZHN INZHINIRING LIMITED (GB)(54) **OPTICAL INSTRUMENTS**

(57) Abstract:

FIELD: optics.

SUBSTANCE: invention relates to optical instruments. Optical instrument for producing an optical image to be viewed by an observer, the optical instrument comprising an optical system for producing an optical image of an object which is viewable by an observer at an exit pupil on an observation plane, and a diffractive element located at an image plane of the optical system and configured to produce an array of exit pupils, which are perceivable as a single, enlarged exit pupil by the observer. Diffractive element comprises a surface which has an array of diffractive units, each of which generates one of the exit pupils of the array of exit pupils and comprises replications of a pattern of a plurality of separated areas which are

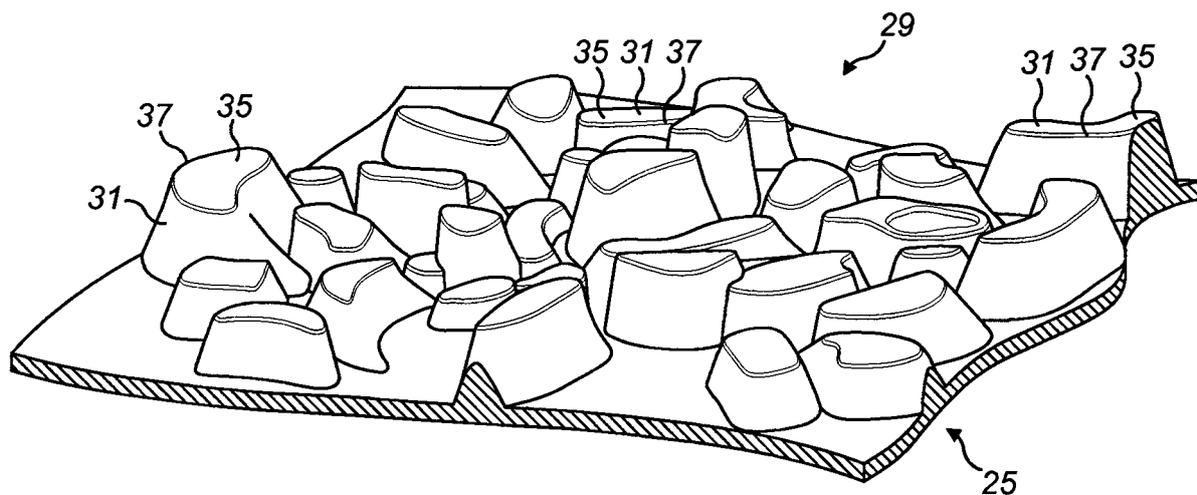
effective to produce diffractive interference of light and generate a plurality of exit pupils which are displaced relative to one another in the form of an array of exit pupils, such as to be viewable as a single, continuous enlarged exit pupil. Said areas comprise irregular features of different sizes, both in horizontal and vertical section, which have curved surfaces at lateral faces thereof. Sides of the areas of each diffractive unit are inclined. Diffractive units are disposed progressively radially outwardly from the optical axis of the diffractive element and configured progressively to provide for an increasing angular offset, such that, independent of location on the aperture of the diffractive element and without any lens system between the diffractive element and the observation plane, light from

the received image is relayed to a common region on a viewing plane across the aperture of the diffractive element.

EFFECT: technical result is to enable the formation

of an effectively enlarged exit pupil, as well as to provide a higher optical clarity.

22 cl, 7 dwg



ФИГ. 2(b)

RU 2661985 C2

RU 2661985 C2

Настоящее изобретение относится к оптическим приборам, в частности микроскопам, и более конкретно к оптическим приборам, имеющим выходной зрачок, на котором изображение объекта может наблюдаться наблюдателем, и к дифракционным оптическим элементам для использования вместе с этими оптическим приборами.

5 В известных оптических приборах размер выходного зрачка определяется зависимостью числовой апертуры и суммарным увеличением оптического прибора и, следовательно, размер выходного зрачка является постоянным и сравнительно небольшим. Таким образом, наблюдателю необходимо точно совместить зрачок своего глаза (входной зрачок) с выходным зрачком оптического прибора для нормального
10 наблюдения изображения.

Заявитель настоящего изобретения ранее разработал ряд различных оптических приборов, которые благодаря наличию дифракционного элемента в плоскости промежуточного изображения обеспечивают формирование эффективно увеличенного выходного зрачка и, как следствие, возможность для наблюдателя наблюдать
15 изображение путем размещения его/ее зрачка в любом месте в пределах увеличенного выходного зрачка. Эти оптические приборы раскрыты в US-A-6028704, US-A-6608720, US-A-7123415 и GB-A-2360604. Еще один оптический прибор, который содержит расширитель выходного зрачка, раскрыт в US-A-2005/0237615.

На этот раз заявитель настоящего изобретения разработал усовершенствованные
20 оптические приборы, которые не только обеспечивают формирование эффективно увеличенного выходного зрачка, но также могут обеспечить более высокую оптическую четкость и при этом устранить необходимость в полевой линзовой системе, которая, принимая во внимание размер поля обзора, обычно представляет собой наиболее затратный компонент в оптических приборах, будучи стеклянным компонентом,
25 требующим высокоточной шлифовки и полировки.

В одном из аспектов настоящего изобретения предложен оптический прибор для формирования оптического изображения, предназначенного для наблюдения наблюдателем; этот оптический прибор содержит: оптическую систему для формирования оптического изображения объекта, видимого наблюдателю на выходном
30 зрачке, и дифракционный элемент, расположенный в плоскости изображения оптической системы и выполненный с возможностью формирования набора выходных зрачков, которые воспринимаются наблюдателем как единый увеличенный выходной зрачок; дифракционный элемент содержит поверхность, имеющую набор дифракционных модулей, каждый из которых формирует один выходной зрачок указанного набора
35 выходных зрачков и содержит повторяющийся узор из множества отдельных областей, которые выполнены с возможностью обеспечения дифракционной интерференции света и формирования множества выходных зрачков, смещенных относительно друг друга в виде набора выходных зрачков, так что они визуально воспринимаются как единый непрерывный увеличенный зрачок; указанные области содержат нерегулярные
40 поверхностные неровности различных размеров как в горизонтальном, так и в вертикальном сечении, которые имеют криволинейные поверхности на своих боковых сторонах; дифракционные модули расположены последовательно в радиальном направлении наружу от оптической оси дифракционного элемента и выполнены с обеспечением последовательности для учета возрастающего углового смещения, так
45 что независимо от положения на апертуре дифракционного элемента и без какой-либо оборачивающей линзовой системы обеспечена возможность передачи света от принятого изображения в общую область на плоскости наблюдения напротив апертуры дифракционного элемента.

В другом аспекте настоящего изобретения предложен оптический прибор для формирования оптического изображения, предназначенного для наблюдения пользователем; этот оптический прибор содержит: оптическую систему для формирования оптического изображения объекта, видимого наблюдателю на выходном зрачке, и дифракционный элемент, расположенный в плоскости изображения оптической системы и выполненный с возможностью формирования набора выходных зрачков, которые визуально воспринимаются наблюдателем как единый увеличенный выходной зрачок; дифракционный элемент содержит поверхность, имеющую набор дифракционных модулей, каждый из которых формирует один выходной зрачок указанного набора выходных зрачков и содержит повторяющийся узор из множества отдельных областей, которые выполнены с возможностью обеспечения дифракционной интерференции света и формирования множества выходных зрачков, смещенных относительно друг друга в виде набора выходных зрачков таким образом, что они визуально воспринимаются как единый непрерывный увеличенный выходной зрачок, а указанные области содержат нерегулярные неровности различных размеров, как в горизонтальном, так и в вертикальном сечении, имеющие криволинейные поверхности на своих боковых сторонах.

В одном из вариантов дифракционный элемент выполнен с возможностью передачи света от принятого изображения в общую область на плоскости наблюдения напротив апертуры дифракционного элемента.

В одном из вариантов дифракционные модули расположены последовательно в радиальном направлении наружу от оптической оси дифракционного элемента и выполнены с обеспечением последовательности для учета возрастающего углового смещения, так что независимо от расположения на апертуре дифракционного элемента обеспечена возможность передачи света, от принятого изображения передается в общую область на плоскости наблюдения.

В одном из вариантов последовательно возрастающее угловое смещение обеспечено благодаря тому, что внутри каждого из дифракционных модулей с различным радиальным положением выполнены области с различными размерами, формой и положением.

В одном из вариантов дифракционные модули обеспечивают передачу света от принятого изображения в общую область на плоскости наблюдения без какой-либо оборачивающей линзовой системы.

В одном из вариантов поверхность дифракционного элемента представляет собой по существу плоскую поверхность.

В одном из вариантов криволинейные поверхности на боковых сторонах областей представляют собой поверхности в форме усеченного конуса или усеченного цилиндра, и/или боковые стороны областей внутри каждого дифракционного модуля содержат как вогнутые, так и выпуклые криволинейные участки.

В одном из вариантов боковые стороны областей внутри каждого дифракционного модуля являются наклонными, опционально прямолинейными поверхностями, сужающимися на конус по мере удаления от поверхности дифракционного элемента.

В одном из вариантов области представляют собой выступы на поверхности дифракционного элемента и/или углубления в поверхности дифракционного элемента.

В одном из вариантов повторяющийся узор областей имеет шаг от примерно 40 мкм до примерно 100 мкм или от примерно 60 мкм до примерно 100 мкм.

В одном из вариантов каждая из областей имеет на своей верхней стороне одну или более поверхностей, которые по существу параллельны поверхности дифракционного

элемента, наклонены к поверхности дифракционного элемента и/или являются дугообразными.

В одном из вариантов верхняя поверхность каждой области имеет криволинейную окружную кромку.

5 В одном из вариантов каждая область имеет средний размер от примерно 1 мкм до примерно 10 мкм.

В одном из вариантов оптический прибор представляет собой микроскоп.

Предпочтительные варианты реализации настоящего изобретения будут описаны ниже на примерах со ссылками на приложенные чертежи, из которых:

10 Фиг. 1 показывает оптический прибор согласно первому варианту реализации настоящего изобретения;

Фиг. 2(a) показывает вид сбоку дифракционного элемента согласно варианту оптического прибора, показанному на фиг. 1;

15 Фиг. 2(b) показывает перспективный вид одного дифракционного модуля (соответствующего участкам А на фиг. 2(a)) дифракционного элемента, показанного на фиг. 2(a);

Фиг. 2(c) показывает вид в плане дифракционного модуля, показанного на фиг. 2(b);

Фиг. 2(d) показывает вид в вертикальном сечении (сечение по I-I на фиг. 2(c)) дифракционного элемента, показанного на фиг. 2(a);

20 Фиг. 3 показывает оптический прибор согласно второму варианту реализации настоящего изобретения; и

Фиг. 4 показывает схему расширения и управления лучами с помощью дифракционных модулей дифракционного элемента оптического прибора, показанного на фиг. 3.

25 Фиг. 1 показывает микроскоп согласно первому варианту реализации настоящего изобретения, в данном варианте - проекционный микроскоп.

Микроскоп содержит объектив 3 для формирования первичного изображения объекта, находящегося в предметной плоскости (object plane, OP), в данном варианте - задаваемой диафрагмой 5, в плоскости изображения, в данном случае - в первичной плоскости
30 изображения (primary image plane, PIP).

В данном варианте микроскоп дополнительно содержит проекционную линзу 7, которая проецирует первичное изображение объектива 3 на плоскость изображения, в данном случае - на вторичную плоскость изображения (secondary image plane, SIP), и формирует изображение апертуры объектива 3 в фокальной точке 9 проекционной
35 линзы 7.

Микроскоп дополнительно содержит полевою линзовую систему 11, в данном варианте содержит пару полевых линз 15, 17, для передачи выходного зрачка на плоскость наблюдения (viewing plane, VP) с тем, чтобы быть видимым глазу наблюдателя.

40 Микроскоп дополнительно содержит дифракционный элемент 25, в данном варианте - пропускающий элемент, который расположен во вторичной плоскости изображения SIP, в данном варианте находящейся между полевыми линзами 15, 17 полевой линзовой системы 11, и выполнен с возможностью формирования набора выходных зрачков, каждый из которых соответствует выходному зрачку, который мог бы быть создан при отсутствии дифракционного элемента 25.

45 При надлежащей конструкции дифракционный элемент 25 может быть выполнен с возможностью обеспечения возможности расположения выходных зрачков в виде набора выходных зрачков отдельно или в контакте, а конфигурация выбирается таким образом, чтобы набор выходных зрачков воспринимался глазом наблюдателя по

существо как единый, непрерывный увеличенный выходной зрачок.

В одном из вариантов, как показано на фиг. 2(a)-2(d), дифракционный элемент 25 содержит основную поверхность 27, имеющую набор дифракционных модулей 29, каждый из которых формирует один из выходных зрачков указанного набора выходных зрачков. Профилем и формой отдельных дифракционных модулей 29 определяется сравнительная световая энергия в каждом из отдельных изображений зрачка.

В данном варианте дифракционные модули 29 содержат повторяющийся узор из множества отдельных областей 31, которые выполнены с возможностью обеспечения дифракционной интерференции света, проходящего через них, и формирования множества выходных зрачков, которые смещены относительно друг друга в виде набора выходных зрачков таким образом, чтобы визуально восприниматься в качестве единого непрерывного увеличенного выходного зрачка.

В данном варианте области 31 содержат нерегулярные неровности различных размеров как в горизонтальном, так и вертикальном сечении, которые имеют дугообразные или криволинейные поверхности на своих боковых сторонах 33, в данном конкретном случае - поверхности в форме усеченного конуса или усеченного цилиндра. Эти неровности могут варьироваться по размеру, однако обычно они находятся в диапазоне от примерно 1 мкм до примерно 10 мкм.

В данном варианте боковые стороны 33 области 31 внутри каждого дифракционного модуля 29 содержат как вогнутые, так и выпуклые криволинейные участки.

В данном варианте боковые стороны 33 являются наклонными и сужаются на конус по мере удаления от поверхности 27 дифракционного элемента 25.

В данном варианте области 31 представляют собой выступы на поверхности 27 дифракционного элемента 25. В альтернативном варианте области 31 могут содержать углубления в поверхности 27 дифракционного элемента.

В данном варианте повторяющийся узор областей 31 имеет шаг примерно 80 мкм. В других вариантах повторяющийся узор областей 31 может иметь шаг от примерно 40 мкм до примерно 100 мкм.

В данном варианте каждая из областей 31 имеет одну или более поверхностей на своей верхней стороне 35. В данном варианте эти одна или более поверхностей по существу параллельны поверхности 27 дифракционного элемента 25, однако в альтернативном варианте они могут быть наклонными к поверхности 27 дифракционного элемента или дугообразными.

В данном варианте верхняя поверхность 35 каждой из областей 31 имеет криволинейную окружную кромку 37, в данном случае - по всему периметру.

В данном варианте области 31 выполнены путем формирования узора в активном фоторезисте и его проявления. В одном из вариантов указанный узор сформирован в активном фоторезисте путем непосредственного экспонирования с использованием комбинации управляемого электронного луча и лазерного выжигания.

Благодаря такой конфигурации микроскоп формирует единый увеличенный выходной зрачок, имеющий эффективный размер, соответствующий набору выходных зрачков, и этот набор выходных зрачков имеет желаемые оптические характеристики, особенно при обеспечении однородности распределения энергии полихроматического изображения.

Фиг. 3 показывает микроскоп согласно второму варианту реализации настоящего изобретения.

Микроскоп согласно данному варианту сходен с микроскопом согласно первому варианту, и поэтому для того, чтобы избежать дублирования описаний, подробно будут

описаны только различия между вариантами, при этом одинаковые элементы будут обозначены одинаковым образом.

Микроскоп согласно данному варианту отличается от микроскопа согласно первому варианту тем, что в нем отсутствует полевая линзовая система 11 и вместо
5 дифракционного элемента 25, выполненного с возможностью передачи света от принятого изображения в общую область на плоскости наблюдения VP напротив апертуры дифракционного элемента 25, в данном варианте предложено центрирование на оптической оси дифракционного элемента 25.

В данном варианте дифракционные модули 29 расположены последовательно в
10 радиальном направлении наружу от оптической оси дифракционного элемента 25 и выполнены с обеспечением последовательности для учета возрастающего углового смещения, так что независимо от расположения на дифракционном элементе 25 обеспечена возможность передачи света от принятого изображения в общую область. Фиг. 4 показывает схему расширения и управления лучом с помощью дифракционных
15 модулей 29.

В данном варианте последовательно возрастающее угловое смещение обеспечивается путем надлежащего задания размеров, формы и расположения областей 31 внутри
каждого дифракционного модуля 29. Это задание размеров, формы и расположения определяется обычными принципами дифракции и моделируется, например, с помощью
20 программного обеспечения Zemax (Radiant Zemax, Redmond, USA) или LightTransVirtualLab (Jenoptik Optical Systems, W. Henrietta, USA).

В заключение следует заметить, что настоящее изобретение было описано в своих предпочтительных вариантах реализации и может быть модифицировано многими
различными путями без выхода за рамки объема изобретения, определяемого
25 приложенной формулой изобретения.

Например, в описанных вариантах дифракционный элемент 25 представляет собой пропускающий элемент, однако понятно, что этот дифракционный элемент 25 может быть выполнен и в виде отражающего элемента.

30 (57) Формула изобретения

1. Оптический прибор для формирования оптического изображения, предназначенного для наблюдения наблюдателем, содержащий:

оптическую систему для формирования оптического изображения объекта, видимого наблюдателю на выходном зрачке на плоскости наблюдения; и

35 дифракционный элемент, расположенный в плоскости изображения оптической системы и выполненный с возможностью формирования набора выходных зрачков, которые визуальнo воспринимаются наблюдателем как единый увеличенный выходной зрачок; при этом дифракционный элемент содержит поверхность, имеющую набор дифракционных модулей, каждый из которых формирует один выходной зрачок набора
40 выходных зрачков и содержит повторяющийся узор из множества отдельных областей, которые выполнены с возможностью обеспечения дифракционной интерференции света и с возможностью формирования множества выходных зрачков, смещенных относительно друг друга в виде набора выходных зрачков таким образом, чтобы визуальнo восприниматься как единый непрерывный увеличенный выходной зрачок;
45 при этом эти области содержат нерегулярные неровности различных размеров как в горизонтальном, так и вертикальном сечении, имеющие криволинейные поверхности на своих боковых сторонах;

дифракционные модули расположены последовательно в радиальном направлении

наружу от оптической оси дифракционного элемента и выполнены с обеспечением последовательности для учета возрастающего углового смещения оптического пути на нем, так что независимо от положения на апертуре дифракционного элемента и без какой-либо линзовой системы между дифракционным элементом и плоскостью наблюдения обеспечена возможность передачи света от принятого изображения в общую область на плоскости наблюдения напротив апертуры дифракционного элемента.

2. Прибор по п. 1, в котором последовательно возрастающее угловое смещение обеспечено благодаря тому, что внутри каждого из расположенных последовательно в радиальном направлении наружу дифракционных модулей выполнены области с различными размерами, формой и положением.

3. Прибор по п. 1, в котором поверхность дифракционного элемента представляет собой, по существу, плоскую поверхность.

4. Прибор по п. 1, в котором криволинейные поверхности на боковых сторонах областей представляют собой поверхности в виде усеченного конуса или усеченного цилиндра и/или боковые стороны областей каждого дифракционного модуля содержат как вогнутые, так и выпуклые криволинейные участки.

5. Прибор по п. 1, в котором боковые стороны областей внутри каждого дифракционного модуля представляют собой наклонные прямолинейные поверхности, сужающиеся на конус по мере удаления от поверхности дифракционного элемента.

6. Прибор по п. 1, в котором области представляют собой выступы на поверхности дифракционного элемента и/или углубления в поверхности дифракционного элемента.

7. Прибор по п. 1, в котором повторяющийся узор областей имеет шаг от примерно 40 мкм до примерно 100 мкм или от примерно 60 мкм до примерно 100 мкм.

8. Прибор по п. 1, в котором каждая из областей имеет с верхней стороны одну или более поверхностей, которые, по существу, параллельны поверхности дифракционного элемента, наклонены к этой поверхности и/или являются дугообразными.

9. Прибор по п. 8, в котором верхняя поверхность каждой из областей имеет криволинейную окружную кромку.

10. Прибор по п. 1, в котором каждая из областей имеет средний размер от примерно 1 мкм до примерно 10 мкм.

11. Прибор по п. 1, в котором оптический инструмент представляет собой микроскоп.

12. Оптический прибор для формирования оптического изображения, предназначенного для наблюдения наблюдателем, содержащий:

оптическую систему для формирования оптического изображения объекта, видимого наблюдателю на выходном зрачке на плоскости наблюдения; и

дифракционный элемент, расположенный в плоскости изображения оптической системы и выполненный с возможностью формирования набора выходных зрачков, которые визуально воспринимаются наблюдателем как единый увеличенный выходной зрачок;

дифракционный элемент содержит поверхность, имеющую набор дифракционных модулей, каждый из которых формирует один выходной зрачок набора выходных зрачков и содержит повторяющийся узор из множества отдельных областей,

которые выполнены с возможностью обеспечения дифракционной интерференции света и формирования множества выходных зрачков, которые смещены относительно друг друга в виде набора выходных зрачков, так что они будут визуально восприниматься как единый непрерывный увеличенный выходной зрачок, и области содержат нерегулярные неровности различных размеров как в горизонтальном, так и в вертикальном сечении, имеющие криволинейные поверхности на своих боковых

сторонах, причем боковые стороны областей каждого дифракционного модуля являются наклонными.

13. Прибор по п. 12, в котором последовательно возрастающее угловое смещение обеспечено благодаря тому, что внутри каждого из расположенных последовательно в радиальном направлении наружу дифракционных модулей выполнены области с различными размерами, формой и положением.

14. Прибор по п. 12, в котором поверхность дифракционного элемента представляет собой, по существу, плоскую поверхность.

15. Прибор по п. 12, в котором криволинейные поверхности на боковых сторонах областей представляют собой поверхности в виде усеченного конуса или усеченного цилиндра и/или боковые стороны областей каждого дифракционного модуля содержат как вогнутые, так и выпуклые криволинейные участки.

16. Прибор по п. 12, в котором боковые стороны областей внутри каждого дифракционного модуля представляют собой наклонные прямолинейные поверхности, сужающиеся на конус по мере удаления от поверхности дифракционного элемента.

17. Прибор по п. 12, в котором области представляют собой выступы на поверхности дифракционного элемента и/или углубления в поверхности дифракционного элемента.

18. Прибор по п. 12, в котором повторяющийся узор областей имеет шаг от примерно 40 мкм до примерно 100 мкм или от примерно 60 мкм до примерно 100 мкм.

19. Прибор по п. 12, в котором каждая из областей имеет с верхней стороны одну или более поверхностей, которые, по существу, параллельны поверхности дифракционного элемента, наклонены к этой поверхности и/или являются дугообразными.

20. Прибор по п. 19, в котором верхняя поверхность каждой из областей имеет криволинейную окружную кромку.

21. Прибор по п. 12, в котором каждая из областей имеет средний размер от примерно 1 мкм до примерно 10 мкм.

22. Прибор по п. 12, в котором оптический инструмент представляет собой микроскоп.

30

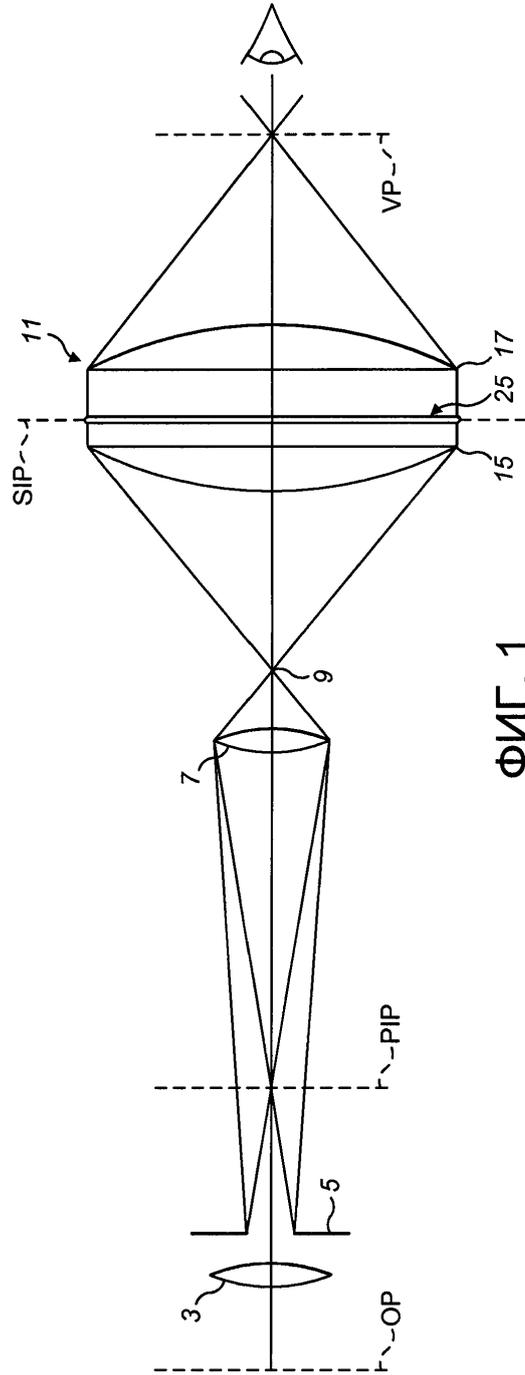
35

40

45

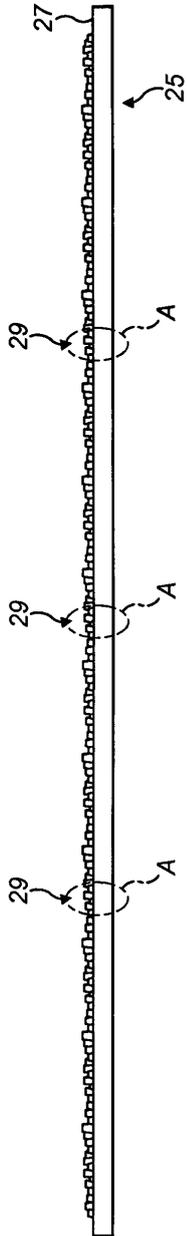
1

1/5

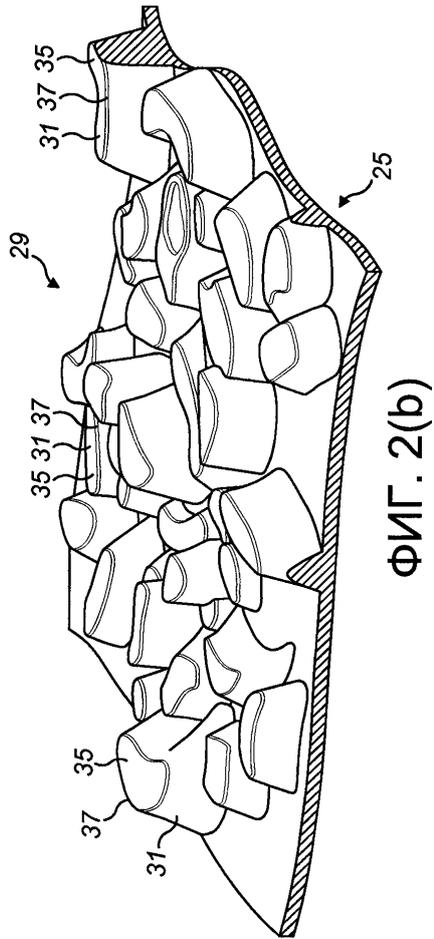


ФИГ. 1

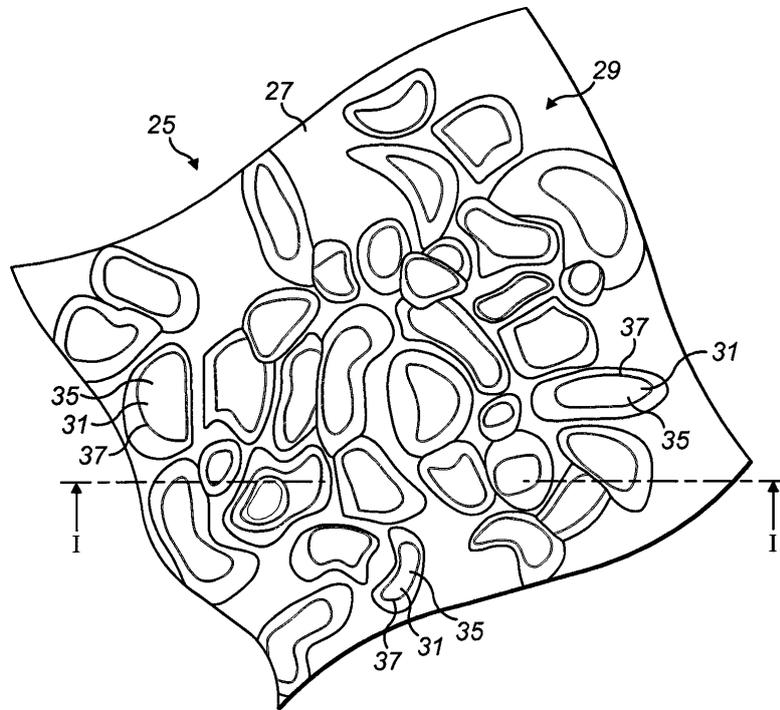
2



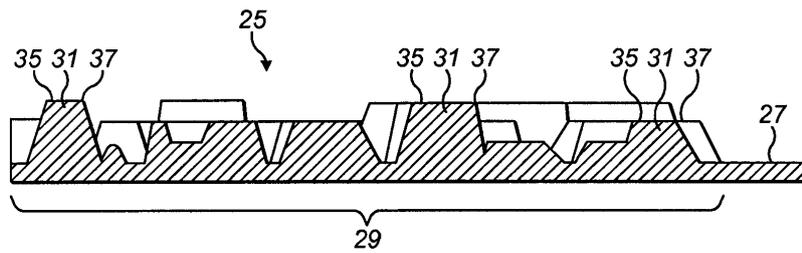
ФИГ. 2(а)



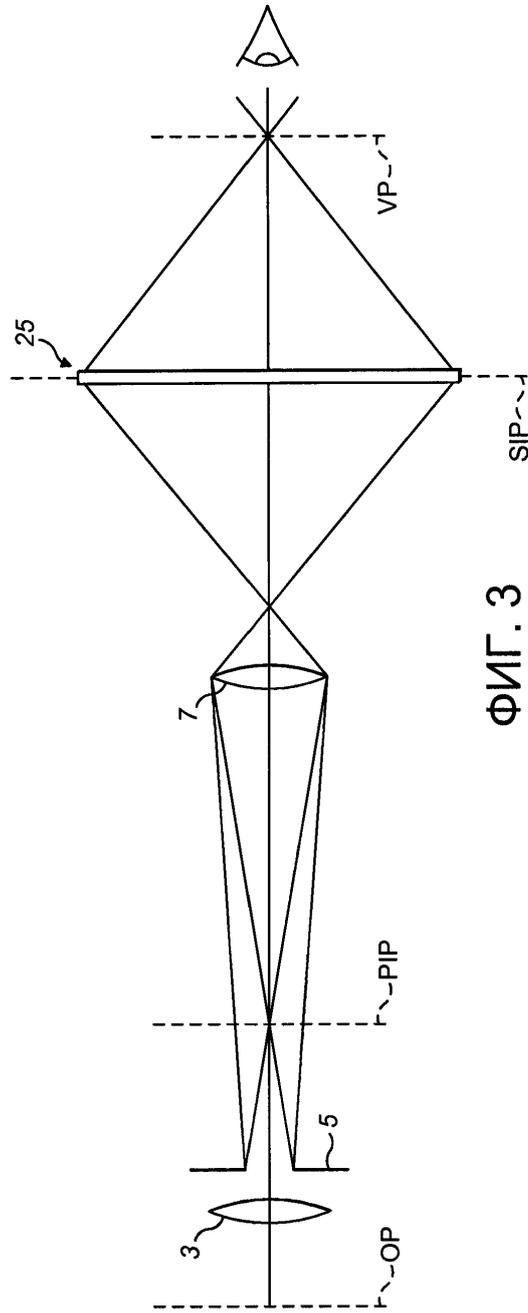
ФИГ. 2(б)



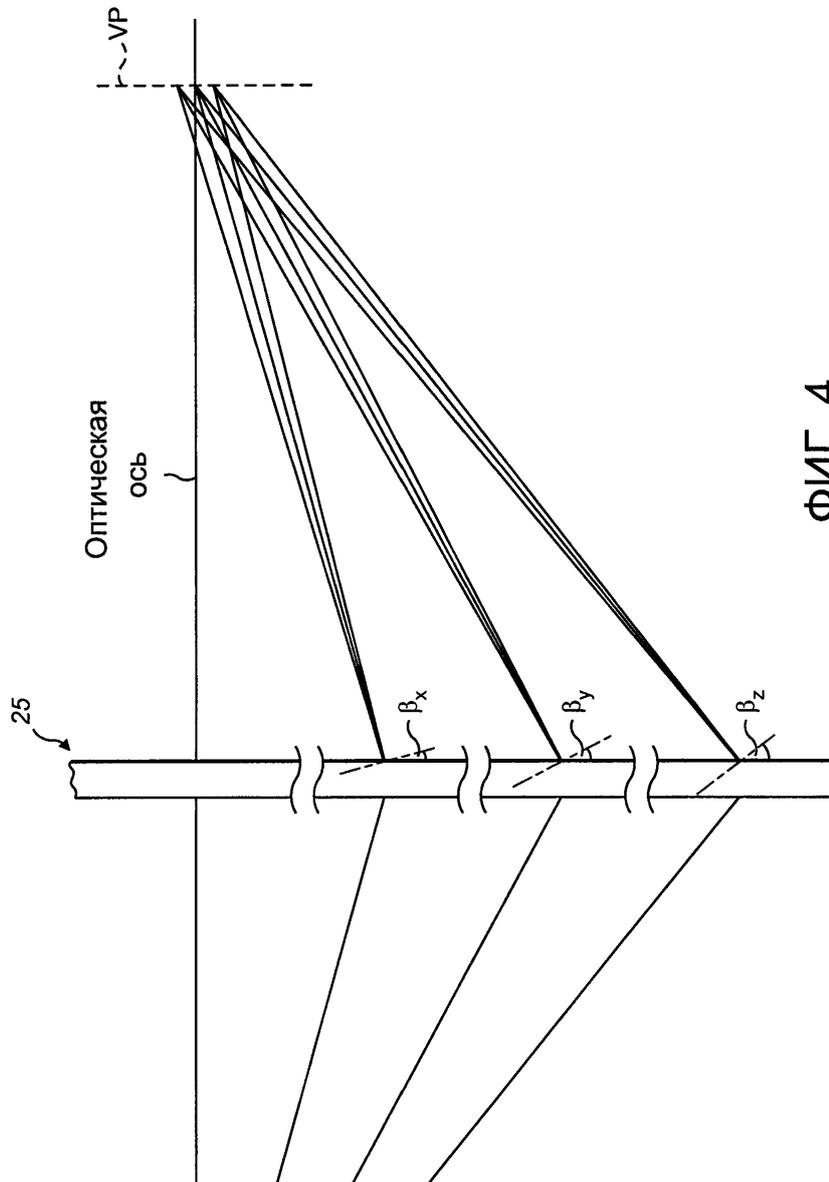
ФИГ. 2(с)



ФИГ. 2(d)



ФИГ. 3



ФИГ. 4