



(51) МПК
C09K 11/06 (2006.01)
C08G 63/183 (2006.01)
C08L 67/02 (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)
H01L 51/52 (2006.01)
F21K 99/00 (2010.01)
H05B 33/14 (2006.01)
H05B 33/20 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

C08G 63/6856 (2017.08); *C09K 11/02* (2017.08); *C09K 11/025* (2017.08); *C09K 11/06* (2017.08); *F21K 9/64* (2017.08); *F21V 9/16* (2017.08); *H01L 33/502* (2017.08); *H01S 5/005* (2017.08); *H05B 33/14* (2017.08); *H05B 33/145* (2017.08)

(21)(22) Заявка: 2014153552, 03.06.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
03.06.2013Дата регистрации:
11.01.2018

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
08.06.2012 US 61/657,310

(43) Дата публикации заявки: 10.08.2016 Бюл. № 22

(45) Опубликовано: 11.01.2018 Бюл. № 2

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 12.01.2015(86) Заявка РСТ:
IB 2013/054561 (03.06.2013)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2013/182968 (12.12.2013)Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, строение 3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры"

(72) Автор(ы):

ХИКМЕТ Рифат Ата Мустафа (NL),
ВАН БОММЕЛ Тис (NL)

(73) Патентообладатель(и):

ФИЛИПС ЛАЙТИНГ ХОЛДИНГ Б.В. (NL)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 2011068322 A1, 24.03.2011; WO
2012042438 A1, 05.04.2012; WO 2012042434 A1,
05.04.2012; RU 2416841 C1, 20.04.2011.

2 640 780 C2

RU

2 640 780

C2

(54) ОСВЕТИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО С ПОЛИМЕРОМ, СОДЕРЖАЩИМ ЛЮМИНЕСЦИРУЮЩИЕ ФРАГМЕНТЫ

(57) Реферат:

Изобретение относится к осветительному устройству, включающему источник света для генерирования излучения источника света и конвертер света. Конвертер включает матрицу из первого полимера. Матрица включает дискретные зоны, содержащие второй полимер с люминесцентной функциональностью, представляющий ароматический сложный полиэфир, содержащий люминесцирующие

фрагменты. Причем первый полимер химически отличается от ароматического сложного полиэфира. Дискретные зоны занимают объем в диапазоне 0,5-50% от объема конвертера. Описываются также конвертер для преобразования света в люминесценцию и способ получения указанного конвертера. Изобретение обеспечивает повышение стабильности люминофора и увеличение срока службы

конвертера. 3 н. и 9 з.п. ф-лы, 6 ил., 1 пр.

R U 2 6 4 0 7 8 0 C 2

R U 2 6 4 0 7 8 0 C 2

RUSSIAN FEDERATION
FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY
RU 2640780 C2

RUSSIAN FEDERATION



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) RU (11) 2 640 780⁽¹³⁾ C2

(51) Int. Cl.
C09K 11/06 (2006.01)
C08G 63/183 (2006.01)
C08L 67/02 (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)
H01L 51/52 (2006.01)
F21K 99/00 (2010.01)
H05B 33/14 (2006.01)
H05B 33/20 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC

C08G 63/6856 (2017.08); *C09K 11/02* (2017.08); *C09K 11/025* (2017.08); *C09K 11/06* (2017.08); *F21K 9/64* (2017.08); *F21V 9/16* (2017.08); *H01L 33/502* (2017.08); *H01S 5/005* (2017.08); *H05B 33/14* (2017.08); *H05B 33/145* (2017.08)

(21)(22) Application: 2014153552, 03.06.2013

(24) Effective date for property rights:
03.06.2013

Registration date:
11.01.2018

Priority:

(30) Convention priority:
08.06.2012 US 61/657,310

(43) Application published: 10.08.2016 Bull. № 22

(45) Date of publication: 11.01.2018 Bull. № 2

(85) Commencement of national phase: 12.01.2015

(86) PCT application:
IB 2013/054561 (03.06.2013)

(87) PCT publication:
WO 2013/182968 (12.12.2013)

Mail address:
129090, Moskva, ul. B. Spasskaya, 25, stroenie 3,
OOO "Yuridicheskaya firma Gorodisskij i Partnery"

(72) Inventor(s):

KHIKMET Rifat Ata Mustafa (NL),
VAN BOMMEL Tis (NL)

(73) Proprietor(s):

FILIPS LAJTING KHOLDING B.V. (NL)

(54) LIGHTING DEVICE WITH POLYMER CONTAINING LUMINESCENT FRAGMENTS

(57) Abstract:

FIELD: lighting.

SUBSTANCE: invention relates to a lighting device including a light source for generating light source radiation and a light converter. The converter includes a matrix of the first polymer. The matrix includes discrete zones that contain the second polymer with luminescent functionality, representing a polyarylene ester containing luminescent fragments. The first

polymer is chemically different from the polyarylene ester. The discrete zones occupy a volume in the range of 0.5-50% of the volume of the converter. A converter for converting light into luminescence and a method for obtaining said converter are also described.

EFFECT: increase in the stability of luminophore and increase in the life of the converter.

12 cl, 6 dwg, 1 ex

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

Изобретение относится к осветительному устройству, включающему источник света для генерирования излучения источника света и конвертер (для преобразования по меньшей мере части излучения источника света в люминесценцию), к самому такому конвертеру как таковому, а также к способу изготовления такого конвертера.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Люминесцирующие материалы в матрицах известны в технологии. Например, патентный документ US 2006055316 описывает цветные электролюминесцентные устройства отображения, включающие субпиксельную структуру, и способ их получения.

- 10 Субпиксельная структура имеет электролюминофор, который излучает синий свет, и фотолюминофор, который излучает свет по меньшей мере одного другого цвета в результате поглощения синего света. Патентный документ US 2006055316 также описывает такие фотолюминофорные материалы. Например, этот документ описывает способ получения фотолюминофорного материала, причем способ включает стадии,
- 15 в которых смешивают пигментный порошок и матричный материал для получения однородной дисперсии пигментного порошка в матричном материале, при этом пигментный материал включает твердый раствор органических фотолюминесцирующих молекул, причем матричный материал химически и физически совместим с пигментным порошком таким образом, что практически сохраняется коэффициент полезного
- 20 действия фотолюминесценции органических фотолюминесцирующих молекул.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Органические люминофоры в настоящее время считаются пригодными для вариантов применения удаленных люминофоров. Одна из проблем, связанных с органическими люминофорами, относится к их стабильности. Авторы настоящего изобретения

- 25 неожиданно обнаружили, что в таких полимерах, как ароматические сложные полиэфиры PET (полиэтилентерефталат) и PEN (полиэтиленнафталат), органические люминофоры проявляют гораздо более высокую стабильность на воздухе сравнительно с другими термопластичными полимерами, такими как PMMA (полиметилметакрилат), PS (полистирол) и PC (поликарбонат).

- 30 В некоторых вариантах применения желательно использовать выполненные инжекционным формированием компоненты такого удаленного люминофорного элемента. Однако одна из проблем, связанных с ароматическими сложными полиэфирами, проявляется в их остаточном поглощении в синей области спектра, которое становится довольно значительным, когда толщина слоя ароматического сложного полиэфира,
- 35 такого как слой PET или слой PEN, составляет величину порядка нескольких мм, что часто имеет место при инжекционном формировании. Тогда это может приводить к снижению коэффициента полезного действия компонента.

- 40 Для разрешения этой проблемы авторы настоящего изобретения предлагают применение смеси несмешивающихся полимеров, где краситель размещен в сложнополиэфирной фазе, тогда как другая фаза представляет собой полимер, который не проявляет (существенного) поглощения света, особенно в видимой области. Первый полимер, в частности, не является ароматическим сложным полиэфиром (и тем самым не смешивается с ароматическим сложным полиэфиром).

- 45 Однако, кроме того, оказалось, что многие молекулы люминесцирующих красителей растворимы в большинстве полимеров, которые могут быть использованы для этой цели, и поэтому во время обработки они могут уходить из сложного полиэфира и поступать в другую фазу, где они проявляют короткое время жизни. Это нежелательно, поскольку кажущееся время жизни определяется другой фазой, а не фазой слоя

ароматического сложного полиэфира.

Таким образом, один аспект изобретения состоит в создании альтернативного осветительного устройства и/или альтернативного конвертера, которые, кроме того, предпочтительно, по меньшей мере частично, устраниют один или более из

5 вышеописанных недостатков. Кроме того, один аспект изобретения заключается в создании альтернативного способа получения такого (работающего на пропускание) конвертера, в особенности имеющего длительный срок службы.

Поэтому авторы настоящего изобретения предлагают применение смеси несмешивающихся ароматического сложного полиэфира и еще одного полимера, такого 10 как PMMA, где молекулы люминесцирующего красителя ковалентно связаны со сложным полиэфиром таким образом, что во время обработки смеси люминесцирующая молекула остается в сложнополиэфирной фазе. Этим путем может быть получена пригодная к инжекционному формированию система с хорошим сроком службы и высоким коэффициентом полезного действия.

15 Таким образом, в первом аспекте изобретение представляет осветительное устройство («устройство»), включающее (а) источник света для генерирования излучения источника света, и (б) преобразователь («конвертер») (для преобразования по меньшей мере части излучения источника света в люминесценцию (свет)), причем конвертер включает матрицу из первого полимера, причем матрица включает дискретные зоны, содержащие 20 второй полимер с люминесцентной функциональностью, причем второй полимер включает ароматический сложный полиэфир, содержащий люминесцирующие фрагменты (каковые люминесцирующие фрагменты имеют функцию преобразования по меньшей мере части указанного излучения источника света в указанную люминесценцию (свет)), и причем первый полимер химически отличается от ароматического сложного 25 полиэфира. Конвертер радиационно связан с источником света (для преобразования по меньшей мере части излучения источника света люминесцирующими фрагментами в люминесценцию (свет)). Поэтому конвертер также может быть назван «преобразователем света».

В другом дополнительном аспекте изобретение представляет такой конвертер (света) 30 как таковой (для преобразования света в люминесценцию), причем конвертер включает матрицу из первого полимера, причем матрица содержит дискретные зоны, включающие второй полимер с люминесцентной функциональностью, причем второй полимер включает ароматический сложный полиэфир, содержащий люминесцирующие фрагменты, и причем первый полимер химически отличается от ароматического 35 сложного полиэфира.

В еще одном дополнительном аспекте изобретение представляет способ получения конвертера, причем способ включает стадии, в которых (а) создают ароматический сложный полиэфир, включающий люминесцирующие фрагменты, и первый полимер, причем первый полимер химически отличается от ароматического сложного полиэфира, 40 (б) встраивают ароматический сложный полиэфир, включающий люминесцирующие фрагменты, в первый полимер, и, необязательно, проводят формование полученного таким образом продукта.

Оказалось, что с помощью изобретения может быть изготовлен материал, который может быть относительно легко отлит в форме или отформован, например, с 45 образованием конвертера, таким способом, как экструзия и/или инжекционное формование, чем может быть создан, например, конвертер в форме плоской пластины или фасонного изделия, такого как изогнутое изделие. Также оказалось, что органический краситель в материалах этого типа является относительно стабильным.

Были испытаны многочисленные полимеры, но наиболее стабильными из всех исследованных полимеров оказались полимеры типа ароматических сложных полиэфиров. Например, полиимидные системы проявляли значительно более низкую стабильность. Кроме того, конвертер может сочетать низкое поглощение света основной 5 матрицей, то есть первым полимером, и стабильность органического красителя в дискретных зонах благодаря тому обстоятельству, что органический краситель ковалентно связан с ароматическим сложным полиэфиром. Кроме того, матрица из первого полимера также может действовать в качестве барьера, например кислородного барьера, что может быть, например, благоприятным из соображений улучшения срока 10 службы (люминесцирующего материала).

Осветительное устройство включает источник света. Источник света, который используют в осветительном устройстве для генерирования излучения источника света для конвертера, может быть по меньшей мере частично встроен в конвертер. Например, самостоятельный конвертер может включать одну или более выемок или полостей для 15 размещения, по меньшей мере частично, одного или более источника(-ков) света соответственно. В еще одном дополнительном варианте исполнения источник света и конвертер могут быть конфигурированы так, чтобы излучение источника света поступало в торец конвертера. Источник света может быть в контакте с конвертером, но также может быть размещен на ненулевом расстоянии от конвертера («удаленный 20 источник света»). Таким образом, в одном варианте исполнения источник света размещают на удалении от конвертера. В некоторых вариантах исполнения расстояние между источником(-ами) света и преобразующим длину волны компонентом может быть относительно малым, так называемый режим ближнего люминофора. Однако в 25 таких вариантах исполнения преобразующий длину волны компонент все же не контактирует с источниками света. Самое короткое расстояние между источником света, таким как LED-кристалл, и одним или более из конвертеров, может быть больше 0 мм, в частности равным или большим, чем 0,1 мм, таким как 0,2 или больше, и в некоторых вариантах исполнения даже равным или большим, чем 10 мм, таким как 10-100 мм.

Источник света может быть любым источником света, но в особенности представляет собой источник света, который способен излучать по большей части в фиолетовой и/или в синей области. Таким образом, в одном варианте исполнения источник света включает испускающее синий свет светоизлучающее устройство. В еще одном дополнительном варианте исполнения, который может быть объединен с первым 35 вариантом исполнения, источник света включает испускающее фиолетовый свет светоизлучающее устройство. Поэтому термин «источник света» может, в частности, относиться к LED (светоизлучающему диоду). Источник света предпочтительно представляет собой источник света, который во время работы испускает свет по меньшей мере с длиной волны, выбранной из диапазона 400-480 нм, в особенности 420-460. Этот 40 свет может быть частично использован светопреобразующим элементом (смотри ниже).

В одном конкретном варианте исполнения источник света включает твердотельный LED в качестве источника света (такой как LED или лазерный диод). Термин «источник света» также может иметь отношение к многочисленным источникам света, таким как 2-20 (твердотельных) источников света на основе LED. В одном варианте исполнения 45 для освещения конвертера используют (одномерную (1D) или двумерную (2D)) матрицу из источников света. В еще одном варианте исполнения источник света включает органический LED (OLED). Необязательно, источник света конфигурируют на генерирование синего света (и, необязательно, фиолетового света) (также смотри ниже),

и часть синего и/или необязательного фиолетового излучения используется одним или более из люминесцирующих материалов в качестве возбуждающего излучения, и по меньшей мере частично преобразуется в люминесценцию. Могут быть применены комбинации источников света различных типов.

5 Термин «радиационно связанный», в частности, означает, что источник света и конвертер связаны друг с другом таким образом, что по меньшей мере часть излучения, испускаемого источником света, воспринимается конвертером (в частности, люминесцирующими фрагментами) (и, по меньшей мере частично, преобразуется в люминесценцию люминесцирующими фрагментами).

10 Термин «белый свет» здесь известен квалифицированному специалисту в этой области технологии. Он конкретно относится к свету, имеющему коррелированную цветовую температуру (CCT) между около 2000 и 20000 К, в частности 2700-20000 К, для общего освещения в особенности в диапазоне от около 2700 К и 6500 К, и для целей фоновой подсветки предпочтительно в диапазоне около 7000 К и 20000 К, и в особенности в 15 пределах около 15 SDCM (стандартное отклонение согласования цветов) от BBL (излучения абсолютно черного тела), предпочтительно в пределах около 10 SDCM от BBL, еще более предпочтительно в пределах около 5 SDCM от BBL.

15 В одном варианте исполнения источник света также может создавать излучение источника света, имеющее коррелированную цветовую температуру (CCT) между около 5000 и 20000 К, например светоизлучающие диоды (LED-ы) с прямым преобразованием люминофором (синий светоизлучающий диод с тонким слоем люминофора, например, для получения 10000К). Таким образом, в одном конкретном варианте исполнения источника света конфигурируют на создание излучения источника света с 20 коррелированной цветовой температурой в диапазоне 5000-20000 К, еще более конкретно 25 в диапазоне 6000-20000 К, таком как 8000-20000 К. Преимущество относительно высокой цветовой температуры может быть в том, что в излучении источника света может присутствовать относительно высокая доля синего компонента. Этот синий компонент может частично поглощаться люминесцирующим материалом и преобразовываться в излучение люминесцирующего материала. Необязательно, в источник света может быть 30 включен отдельный источник синего света (такой как твердотельный LED).

35 Термины «фиолетовый свет» или «фиолетовая эмиссия» в особенности имеют отношение к излучению, имеющему длину волны в диапазоне около 400-440 нм. Термины «синий свет» или «синяя эмиссия» в особенности имеют отношение к излучению, имеющему длину волны в диапазоне около 440-490 нм (включая некоторые фиолетовые и голубые оттенки). Термины «зеленый свет» или «зеленая эмиссия» в особенности 40 имеют отношение к излучению, имеющему длину волны в диапазоне около 490-560 нм. Термины «желтый свет» или «желтая эмиссия» в особенности имеют отношение к излучению, имеющему длину волны в диапазоне около 560-590 нм. Термины «оранжевый свет» или «оранжевая эмиссия» в особенности имеют отношение к излучению, имеющему 45 длину волны в диапазоне около 590-620. Термины «красный свет» или «красная эмиссия» в особенности имеют отношение к излучению, имеющему длину волны в диапазоне около 620-750 нм, в частности 620-650 нм. Термины «видимый», «видимый свет» или «видимая эмиссия» имеют отношение к свету, имеющему длину волны в диапазоне около 380-750 нм. Термин «IR (ИК)» (инфракрасный) может в особенности иметь отношение к излучению с длиной волны около 750-3000 нм, в частности в диапазоне около 750-1100 нм.

50 Кроме того, осветительное устройство включает вышеуказанный конвертер. В частности, конвертер радиационно связан с источником света. Термин «радиационно

связанный», в частности, означает, что источник света и люминесцирующий материал связаны друг с другом таким образом, что по меньшей мере часть излучения, испускаемого источником света, воспринимается люминесцирующим материалом (и по меньшей мере частично преобразуется в люминесценцию). Как правило, конвертер

- 5 будет конфигурирован на работу в режиме пропускания, то есть что излучение источника света облучает находящийся выше по потоку конвертер, и на находящейся ниже по потоку части получается люминесценция от люминесцирующих фрагментов. Однако в одном варианте исполнения конвертер также может быть конфигурирован на режим работы в отраженном свете. В первом из названных варианте исполнения конвертер
- 10 может представлять собой выходное окно или часть выходного окна, и в последнем из указанных варианте исполнения конвертер может представлять собой, например, часть стенки светособирающей камеры.

Термины «выше по потоку» и «ниже по потоку» имеют отношение к расположению объектов или признаков относительно направления распространения света из

- 15 генерирующего свет устройства (здесь конкретно источника света), причем относительно первого положения внутри пучка света из генерирующего свет устройства, второе положение в пучке света, приближенное к генерирующему свет устройству, означает «выше по потоку», и третье положение внутри пучка света, отдаленное от генерирующего свет устройства, означает «ниже по потоку».

- 20 Как будет ясно квалифицированному специалисту в этой области технологии, конвертер также может включать многочисленные конвертеры (света). Таким образом, в одном варианте исполнения термин «конвертер» также может иметь отношение к многочисленным конвертерам. Один или более из них может быть конфигурирован на работу в режиме пропускания, и/или один или более из них может быть предназначен
- 25 для режима работы в отраженном свете. В одном варианте исполнения два или более конвертеров (света) размещают ниже по потоку относительно друг друга. Таким образом, в одном варианте исполнения термин «конвертер (света)» может также иметь отношение к пакету преобразователей света.

- 20 В особенности, когда используют источник света, который конфигурирован на излучение видимого света, может быть применен конвертер из первого полимера с высоким коэффициентом светопропускания (почти без поглощения света) в видимой области. Первый полимер должен быть высокопрозрачным. Вследствие присутствия люминесцирующих молекул конвертер будет проявлять поглощение света. Однако после коррекции на поглощающую способность люминесцирующих молекул (после
- 35 вычитания вклада люминесцирующих молекул в оптическую плотность из оптической плотности, измеренной для конвертера) поглощение конвертера в видимой области варьирует в диапазоне 0-4% (для конвертера, имеющего толщину 2 мм).

- 30 Термин «работающий на пропускание» здесь может в особенности иметь отношение к первому полимеру с толщиной 2 мм, который проявляет поглощение света в диапазоне 0-4%, для света, имеющего длину волны, выбранную из диапазона длин волн видимого света. Здесь термин «видимый свет», в частности, относится к свету, имеющему длину волны, выбранную из диапазона 400-700 нм. Пропускание может быть определено подведением света при заданной длине волны с первой интенсивностью по волноводу при перпендикулярном облучении и соотнесением интенсивности света при этой длине волны, измеренной после пропускания через материал, с первой интенсивностью света, подведенного при этой конкретной длине волны к материалу (смотри также разделы E-208 и E-406 издания «CRC Handbook of Chemistry and Physics («Руководство по химии и физике, издательство CRC»), 69-е изд., стр. 1088-1989). Следует отметить, что

конвертерная пластина может быть окрашена вследствие присутствия люминесцирующего материала (также смотри ниже). В частности, пропускание первого полимера при допущении, что пластина состоит из такого полимера, имеет средний коэффициент пропускания по всему диапазону длин волн 400-700 нм, равный или 5 больший 96%. В одном варианте исполнения наименьшее пропускание во всем этом диапазоне длин волн составляет не ниже 75%.

Конвертер может иметь любую форму, такую как слой или самостоятельный блок. Он может быть плоским, изогнутым, фигурным, квадратным, скругленным 10 шестиугольным, сферическим трубчатым, кубическим и т.д. Самостоятельный блок может быть жестким или гибким. Толщина конвертера, как правило, может быть в диапазоне 0,1-10 мм. Длина и/или ширина (или диаметр) могут быть в диапазоне, например 0,01-5 м, таком как 0,02-5 м, например, 0,1-50 мм.

Термин «матрица» используется здесь для обозначения слоя, или блока, или фигурного изделия, и т.д., который заключает в себе еще один материал, такого как матрица из 15 первого полимера, составляющего матрицу для дискретных зон. Конвертер может представлять собой слой, например, нанесенный в виде покрытия на прозрачную подложку; однако, как правило, конвертер будет фасонным (гибким) блоком. Конвертер также может быть самостоятельным, и, например, может представлять собой пластину или (гибкий) элемент.

20 Матрица из первого полимера в принципе может быть любым полимером, который является или может быть сделан прозрачным для видимого света, и, в частности, может представлять собой матрицу, состоящую из одного или более полимеров, выбранных из группы, состоящей из PC (поликарбоната), полиметилакрилата (PMA), полиметилметакрилата (PMMA) (Plexiglas или Perspex), ацетата-бутирате целлюлозы 25 (CAB), поливинилхлорида (PVC), СОС (циклоолеинового сополимера), и полистирола. В еще одном дополнительном варианте исполнения первый полимер может, в частности, включать один или более из полиуретана, полиалкана, полиакрилата и силоксана (такого как полидиметилсилоксан (PDMS)). В частности, это может быть существенным для вариантов применения гибких материалов. Таким образом, в одном варианте 30 исполнения первый полимер конфигурирован для создания гибкой матрицы. Этим путем конвертер может представлять собой гибкий блок. В частности, первый полимер включает полимер, выбранный из группы, состоящей из PMMA (полиметилметакрилата), PS (полистирола) и PC (поликарбоната), и предпочтительно по существу состоит из него.

35 В одном дополнительном варианте исполнения первый полимер конвертера или осветительного устройства является высокопрозрачным материалом, почти не проявляющим поглощения света (менее 4% для образца толщиной 1 мм) в видимой области (400-700 нм). Второй полимер может обеспечивать низкую скорость проникновения кислорода, в особенности где люминесцирующие молекулы имеют 40 длительное время жизни. Характеристическими значениями являются: PVDC - поливинилиденхлорид ($0,8 \text{ см}^3/\text{м}^2 \cdot \text{день} \cdot \text{бар}$), PVDF - поливинилиденфторид ($0,8 \text{ см}^3/\text{м}^2 \cdot \text{день} \cdot \text{бар}$), EVOH - сополимер этилена и винилового спирта ($0,5 \text{ см}^3/\text{м}^2 \cdot \text{день} \cdot \text{бар}$), PBT - полибутилентерефталат ($5 \text{ см}^3/\text{м}^2 \cdot \text{день} \cdot \text{бар}$), PEN - полиэтиленнафталат ($8 \text{ см}^3/\text{м}^2 \cdot \text{день} \cdot \text{бар}$), PAN - полиакрилонитрил ($9 \text{ см}^3/\text{м}^2 \cdot \text{день} \cdot \text{бар}$), PA6 - Найлон-6 ($10 \text{ см}^3/\text{м}^2 \cdot \text{день} \cdot \text{бар}$) или PET - полиэтилентерефталат ($20 \text{ см}^3/\text{м}^2 \cdot \text{день} \cdot \text{бар}$).

45 Дискретные зоны могут иметь любую форму. Форма также может зависеть от способа изготовления конвертера. В одном варианте исполнения конвертер представляет собой

слоистый конвертер, со вторым полимером, сэндвичеобразно размещенным между двумя слоями из первого полимера. В еще одном дополнительном варианте исполнения второй полимер сформован в объеме первого полимера (также смотри ниже), в еще одном дополнительном варианте исполнения выполнена матрица из первого полимера, 5 включающая смешанный с нею второй полимер, и затем полученный таким образом продукт сформован в фигурный конвертерный блок.

Дискретные зоны могут иметь размеры (такие как длина, ширина, высота, диаметр) в диапазоне 100 нм - 5 мм. Частицы могут иметь любую желательную форму, такую как сферическую, кубическую, звездообразную, цилиндрическую, нерегулярную форму, 10 и т.д. Однако второй полимер также может формировать сетчатую структуру внутри первого полимера. Конвертер также может включать дискретные зоны с разнообразными формами.

Дискретные зоны обозначены как «дискретные», поскольку дискретные зоны могут отличаться от матрицы из первого полимера. Границы раздела между дискретными 15 зонами и матрицей из первого полимера могут быть наблюдаемыми, и может быть оценена разница в химическом составе между матрицей из первого полимера и частицей. Также возможно наблюдение люминесценции из дискретных зон, и по существу отсутствие люминесценции из матрицы. Люминесцирующие молекулы преимущественно находятся в дискретных зонах, так как они связаны с ароматическим сложным 20 полиэфиром. В одном конкретном варианте исполнения дискретные зоны занимают объем в диапазоне 0,5-50% по объему, такой как 1-20% по объему, такой как 1-5% по объему, от объема прозрачного конвертера.

Матрица из первого полимера может включать не только дискретные зоны, содержащие второй полимер, но также может включать другие компоненты.

25 Необходимо, в дополнение ко второму полимеру с люминесцентной функциональностью, матрица также может содержать другой люминесцирующий материал (тем самым в дополнение к люминесцирующему материалу, содержащемуся в дискретных зонах). В одном варианте исполнения другой люминесцирующий материал включает неорганический люминесцирующий материал, выбранный из группы, состоящей из люминесцирующего материала на основе лантанода, люминесцирующего материала на основе переходного металла, и материала на основе квантовых точек. Таким образом, могут быть использованы, например, неорганические люминесцирующие материалы, известные из твердотельных осветительных устройств или из ламп низкого давления или высокого давления, или из вариантов применения плазменных устройств. 30 Неорганические материалы, которые могут быть применены, представляют собой, например, системы на основе граната, легированного трехвалентным церием, такие как алюмо-иттриевый гранат $YAG:Ce^{3+}$, и легированные двухвалентным Eu тиогаллаты, такие как $SrGa_2S_4:Eu^{2+}$, и сульфиды, такие как $SrS:Eu^{2+}$, все хорошо известные в 35 технологии (например, смотри патентные документы US 7115217 или US 6850002). Также могут быть использованы квантовые точки (QD). В еще одном варианте исполнения конвертер может дополнительно содержать такие структуры, как частицы, например, содержащие Al_2O_3 частицы, и/или содержащие TiO_2 частицы, и/или 40 содержащие $BaSO_4$ частицы, например, для стимулирования светоотдачи из конвертера. 45 Однако в одном конкретном варианте исполнения дискретные зоны по существу состоят из второго полимера. Также могут быть применены комбинации таких добавок, как люминесцирующие материалы и отражающие материалы.

Второй полимер, как указано выше, включает ароматический сложный полиэфир.

Люминесцентную функциональность получают введением органических красителей в молекулу(ы) ароматического сложного полиэфира. Термин «введение» имеет отношение к одной или более ковалентным связям между органическим красителем и ароматическим сложным полиэфиром. Таким образом, в одном варианте исполнения 5 один или более люминесцирующих фрагментов составляют часть скелета ароматического сложного полиэфира. Альтернативно или дополнительно в одном варианте исполнения один или более люминесцирующих фрагментов химически связаны (в виде функциональной группы) к скелету ароматического сложного полиэфира.

Более конкретно ароматический сложный полиэфир основывается на PET

10 (полиэтилентерефталате) или PEN (полиэтиленнафталате). В частности, этим подразумевается, что ароматический сложный полиэфир имеет скелет PET или PEN, но также включает в скелет и/или в качестве функциональных групп люминесцирующие фрагменты (химически связанные со скелетом). Один пример полиэтилентерефталатного (PET) полимера представляет, например, PETG (модифицированный гликолем 15 полиэтилентерефталат). Таким образом, первый полимер конкретно не является полимером на основе PET (полиэтилентерефталата) или PEN (полиэтиленнафталата).

Ароматический сложный полиэфир предпочтительно конфигурирован как термопластичный полимер, необязательно имеющий дополнительно пригодные к сшиванию группы. Кроме того, первый полимер предпочтительно конфигурирован 20 как термопластичный полимер. Необязательно, первый полимер также может дополнительно включать способные к сшиванию группы.

Термин «люминесцирующий фрагмент» применяется для обозначения того, что люминесцирующая частица может быть введена в скелет полимера или полимерную цепь, или может присутствовать в виде боковых групп или функциональных групп при 25 полимерном скелете или на полимерной цепи. Разумеется, в одном конкретном варианте исполнения цепь ароматического сложного полиэфира может включать как люминесцирующие фрагменты внутри скелета, так и люминесцирующие фрагменты, присоединенные к скелету. Термин «люминесцирующий фрагмент» также может иметь отношение к многочисленным люминесцирующим фрагментам. В одном варианте 30 исполнения ароматический сложный эфир, включающий люминесцирующие фрагменты, выбирают из группы, состоящей из линейного полимера, (гипер)разветвленного полимера, сшитого полимера, звездообразного полимера, дендримера, статистического сополимера, чередующегося сополимера, привитого сополимера, блок-сополимера и тройного сополимера.

35 В одном варианте исполнения содержание люминесцирующих фрагментов во втором полимере составляет 10% по весу или менее, такое как 1% по весу или менее, такое как 0,1-10, такое как 0,2-5% по весу, относительно общего веса второго полимера.

Органические люминесцирующие материалы или органические красители в настоящее время считаются пригодными для использования в качестве удаленного 40 люминесцирующего материала, где синие светоизлучающие диоды применяют для накачки, например, люминесцирующего материала, излучающего свет от зеленого до красного, чтобы получать белый свет. Органические люминесцирующие материалы могут иметь ряд преимуществ по сравнению с неорганическими люминесцирующими материалами. Положение и ширина полосы в спектре люминесценции могут быть легко 45 заданы где-нибудь в видимом диапазоне для получения высокой эффективности. Они также могут проявлять гораздо меньшее рассеяние света и более высокий квантовый выход, еще более улучшая эффективность системы. Кроме того, благодаря своей органической и устойчивой природе они на несколько порядков величины могут быть

дешевле, чем неорганические люминесцирующие LED-материалы, так что они могут быть использованы в широком круге вариантов применения. Органические люминесцирующие материалы здесь также обозначены как органические красители.

Существует почти неограниченный ассортимент таких органических

5 люминесцирующих материалов или красителей. Соответственными примерами являются перилены (такие как красители, известные под их торговым наименованием Lumogen от фирмы BASF, Людвигсхафен, Германия: Lumogen F240 Orange, Lumogen F300 Red, Lumogen F305 Red, Lumogen F083 Yellow, Lumogen F170 Yellow, Lumogen F850 Green), Yellow 172 от фирмы Neelikon Food Dyes & Chemical Ltd., Мумбаи, Индия, и такие
10 красители, как кумарины (например, Coumarin 6, Coumarin 7, Coumarin 30, Coumarin 153, Basic Yellow 51), нафталимиды (например, Solvent Yellow 11, Solvent Yellow 116), Fluorol 7GA, пиридины (например, pyridine 1), пиrrометены (такие как Pyrromethene 546, Pyrromethene 567), уранин, родамины (например, Rhodamine 110, Rhodamine B, Rhodamine 6G, Rhodamine 3B, Rhodamine 101, Sulphorhodamine 101, Sulphorhodamine 640, Basic Violet
15 11, Basic Red 2), цианины (например, фталоцианин, DCM), стильбены (например, Bis-MSB, DPS), поставляемые многими трейдерами. Некоторые другие красители, такие как кислотные красители, основные красители, прямые красители и дисперсионные красители, могут быть использованы в такой мере, насколько они проявляют достаточно высокий квантовый выход флуоресценции для предполагаемого применения. Таким
20 образом, один или более из люминесцирующих фрагментов могут включать периленовые группы, даже более конкретно, один или более из люминесцирующих фрагментов по существу состоят из периленовых групп. В частности, один или более из люминесцирующих фрагментов конфигурированы для генерирования красной люминесценции при возбуждении синим и/или фиолетовым светом.

25 Привлекающие особый интерес органические материалы, которые могут быть применены, включают, например, периленовые структуры, подобные таким, как BASF Lumogen 83 для зеленой люминесценции, BASF Lumogen F170 для желтой люминесценции, BASF Lumogen F 240 для оранжевой люминесценции, и BASF Lumogen F 300 или F305 для красной люминесценции, но также Lumogen F Red 305 или Lumogen F Blue 650. Таким
30 образом, второй полимер может, например, включать одно или более периленовых производных. Необходимо, краситель включает фосфоресцентный краситель, который имеет длительное время затухания, порядка нескольких часов, который может быть использован для освещения во время отсутствия (достаточного) дневного света.

Однако такие красители как таковые не являются фотохимически стабильными и
35 разлагаются. Их фотохимическая стабильность может быть повышена введением их в ароматические сложные полиэфиры. Однако такие ароматические сложные полиэфиры проявляют остаточное поглощение, поэтому не могут быть использованы в виде толстых слоев, так как их остаточное поглощение приводит к снижению эффективности системы. Более желательным является применение таких полимеров, как PPMA или PC.
40 Однако в таких матрицах фотохимическая стабильность люминесцирующих красителей оказывается относительно низкой. Поэтому настоящее изобретение представляет решение этих проблем.

В зависимости от типа излучения от источника света (смотри выше)

люминесцирующие фрагменты могут, например, включать комбинацию излучающих 45 зеленый и красный свет материалов, или комбинацию излучающих желтый и красный свет люминесцирующих материалов и т.д. В случае применения источника света, который (преимущественно) генерирует фиолетовый свет, может быть использована комбинация излучающих синий, зеленый и красный свет люминесцирующих материалов, или

комбинация излучающих синий, желтый и красный свет люминесцирующих материалов, и т.д. В одном варианте исполнения осветительное устройство конфигурировано для генерирования белого света на основе комбинации излучения источника света и конвертера. Излучение источника света может быть либо по большей части

5 преобразовано (в случае фиолетового света) или составлять часть света осветительного устройства (в случае синего света).

Как было указано выше, первый полимер является высокопрозрачным. Кроме того, первый полимер в особенности химически отличается от ароматического сложного полиэфира. Поэтому первый полимер в особенности не основывается ни на PEN, ни на

10 PET. Как правило, химический состав первого полимера значительно отличается от состава второго полимера. Кроме того, как правило, химический состав матрицы из первого полимера отличается от дискретных зон (даже безотносительно люминесцирующих фрагментов). Таким образом, в одном варианте исполнения первый полимер включает первый полимер, и второй полимер включает второй полимер, и 15 первый и второй полимеры являются весьма различными. Как правило, любой не основанный на PET или на PEN полимер является несмешивающимся с PET или PEN соответственно. Таким образом, первый полимер в особенности не основывается на PEN и не основывается на PET.

Стабильность и время жизни преобразующих длину волны молекул могут быть

20 повышены введением их в матрицу из ароматического сложного полиэфира (смотри также патентный документ WO 012042438, который включен здесь ссылкой). Однако оказалось, что ковалентное связывание преобразующих длину волны фрагментов с полимерным материалом еще больше увеличивает время жизни. Таким образом, сокращением подвижности преобразующих длину волны молекул и тем самым также 25 уменьшением фотохимической деградации преобразующих длину волны молекул устраниется их гашение, например, в результате агрегирования. Авторы настоящего изобретения неожиданно обнаружили, что полукристаллические полимеры, такие как ароматические сложные полиэфиры, в особенности пригодны для этой цели, так как они имеют относительно низкую проницаемость для кислорода после кристаллизации.

30 Идея изобретения сводится к возможности создания преобразователей света, в частности с относительно толстым форм-фактором (толще 1 мм) и по-прежнему с высокой прозрачностью, которые могут быть изготовлены таким способом, как инжекционное формование, где люминесцирующие молекулы имеют хорошую фотохимическую стабильность. Формование смеси несмешивающихся ароматического 35 сложного полиэфира и высокопрозрачного первого полимера позволяет проводить обработку смеси до относительно толстой формы (свыше 1 мм), в то время как матрица из ароматического сложного полиэфира обеспечивает хорошую фотохимическую стабильность. Это приводит к высокопрозрачному преобразователю света с хорошей 40 стабильностью. Ковалентное связывание люминесцирующих молекул со сложным полиэфиром особенно благоприятно и может делать люминесцирующую молекулу несмешивающейся с высокопрозрачным первым полимером. Таким образом, люминесцирующие молекулы остаются в ароматическом сложном полиэфире и не переходят в другой полимер, где их стабильность является худшей.

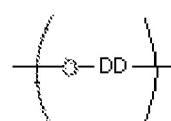
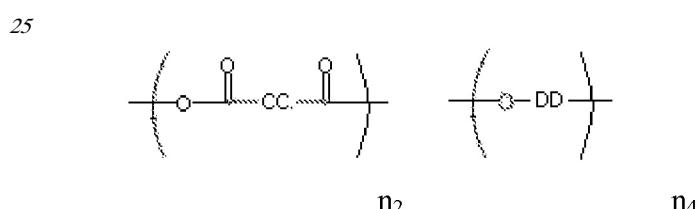
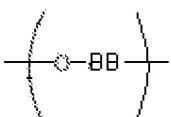
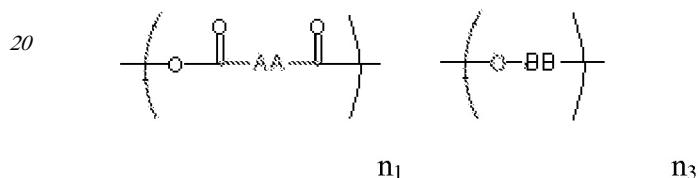
45 В варианте осуществления изобретения прозрачный полимер представляет собой полимер, который проявляет высокое пропускание света. Предпочтительным является среднее поглощение менее 5%/мм, более предпочтительно менее 2%/мм, в особенности менее 1%/мм (на мм толщины полимера) в диапазоне длин волн 400-700 нм. Таким образом, в одном варианте исполнения первый полимер представляет собой полимер,

проявляющий поглощение менее 5%/мм, более предпочтительно менее 2%/мм, и наиболее предпочтительно менее 1%/мм в диапазоне длин волн 400-700 нм. Следует отметить, что характеристики пропускания и поглощения первого полимера относятся к самому первому полимеру как таковому и не к прозрачности конвертера. В частности,

5 максимальное поглощение (первого полимера) составляет менее 20%/мм, еще более конкретно менее 10%/мм, по всему диапазону длин волн 400-700 нм. Пропускание (T) и поглощение (A) соотносятся как $A=1-T_0/T_1$, где « T_1 » представляет интенсивность видимого света, падающего на объект (такой как первый полимер или конвертер), и « T_0 » представляет интенсивность света, вышедшего с другой стороны объекта.

10 В вариантах осуществления изобретения полимерный материал преимущественно может включать сложный полиэфир. В вариантах осуществления изобретения преобразующий длину волны фрагмент может представлять собой производное перилена.

15 В вариантах осуществления изобретения полимерный материал, имеющий полимерный скелет, может включать статистический сложнополиэфирный сополимер, включающий преобразующий длину волны фрагмент, причем статистический сложнополиэфирный сополимер может включать по меньшей мере две различных повторяющихся структурных единицы со следующей общей формулой n_1, n_2, n_3, n_4 :



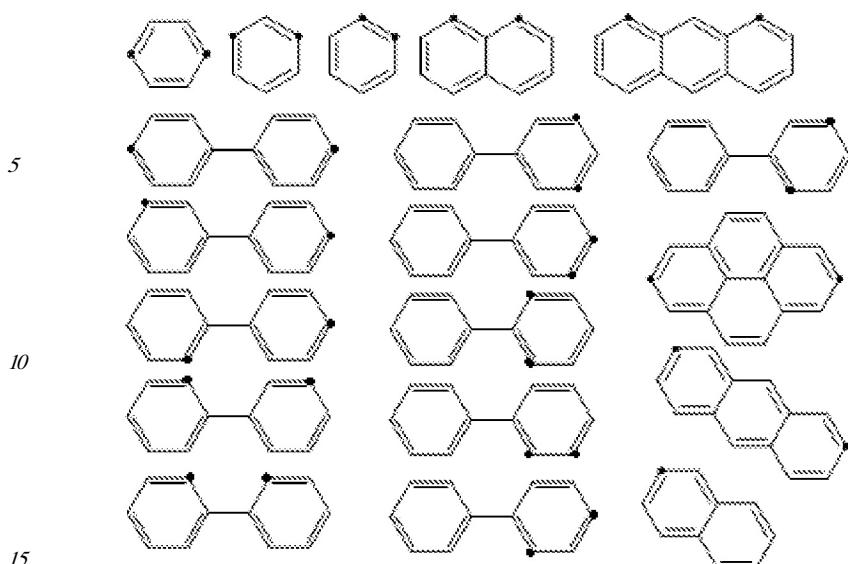
30 в которой повторяющиеся структурные единицы могут быть беспорядочно распределены вдоль длины полимерного скелета,

причем фрагмент «AA» может быть выбран из следующей первой группы ароматических фрагментов:

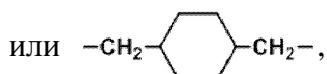
35

40

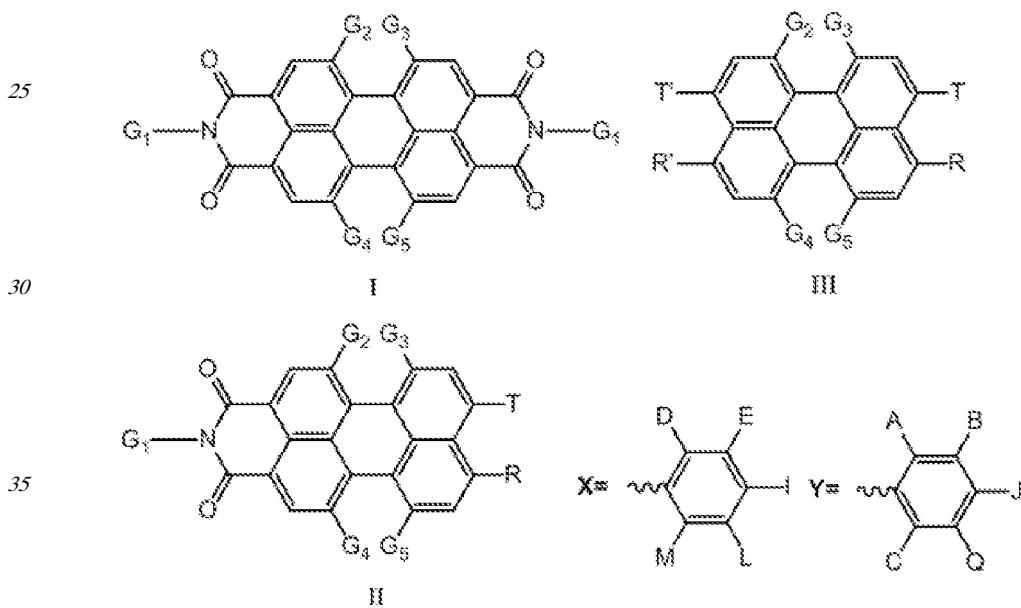
45



причем фрагмент «ВВ» может быть выбран из следующих структур: $-(CH_2)_2-$, $-(CH_2)_4-$,



причем фрагменты «СС» и «ДД» могут представлять собой преобразующие длину волны фрагменты, имеющие одну из следующих общих формул I, II или III:



в которых

G_1 может представлять линейную или разветвленную алкильную группу или кислородсодержащую алкильную группу $C_nH_{2n+1}O_m$, причем « n » представляет целое число от 1 до 44, и $m < n/2$, или Y , или группу-связку;

каждая из групп А и С независимо может представлять атом водорода, изопропильную, трет-бутильную группу, атом фтора, метоксигруппу, или незамещенный насыщенный алкил C_nH_{2n+1} , причем « n » представляет целое число от 1 до 16;

каждая из групп В, J и Q независимо может представлять атом водорода, изопропильную, трет-бутильную группу, атом фтора, метоксигруппу, или незамещенный

насыщенный алкил C_nH_{2n+1} , причем «n» представляет целое число от 1 до 16, или группу-связку;

каждая из групп G_2 , G_3 , G_4 и G_5 независимо может представлять атом водорода, атом фтора, метоксигруппу, или

⁵ незамещенную насыщенную алкильную группу C_nH_{2n+1} , причем «n» представляет целое число от 1 до 16, или X , или группу-связку;

каждая из групп D и M независимо может представлять атом водорода, атом фтора, метоксигруппу, или незамещенную насыщенную алкильную группу C_nH_{2n+1} , причем

¹⁰ «n» представляет целое число от 1 до 16;

каждая из групп E, I и L независимо может представлять атом водорода, атом фтора, метоксигруппу, или незамещенную насыщенную алкильную группу C_nH_{2n+1} , причем «n» представляет целое число от 1 до 16, или группу-связку;

и каждая из групп T, T' , R, R' независимо может представлять атом водорода,

¹⁵ изопропильную, трет-бутильную группу, атом фтора, алcoxигруппу, арилоксигруппу, цианогруппу, CO_2R^X , $OCOR^X$, или незамещенный насыщенный алкил C_nH_{2n+1} , причем «n» представляет целое число от 1 до 16, и R^X представляет арил или насыщенный алкил C_nH_{2n+1} , причем «n» представляет целое число от 1 до 16, или группу-связку;

²⁰ и причем каждый преобразующий длину волны фрагмент может содержать две группы-связки в любых двух положениях: G_1 , G_2 , G_3 , G_4 , G_5 , E, I, L, B, J, Q, T, T' , R, R' , причем группы-связки создают ковалентное связывание преобразующего длину волны фрагмента со сложноэфирными и/или спиртовыми функциональными группами в скелете статистического сополимера.

²⁵ Таким путем преобразующие длину волны фрагменты могут быть введены в скелет статистического сополимера.

Содержание преобразующих длину волны фрагментов в статистическом сложнополиэфирном сополимере может быть адаптировано по желанию регулированием количества повторяющихся структурных единиц, включающих преобразующий длину волны фрагмент, то есть повторяющейся структурной единицы с общей формулой n_2 и n_4 , относительно общего количества повторяющихся структурных единиц с общей формулой n_1 и n_3 . Как правило, в скелете статистического сложнополиэфирного сополимера совокупное число повторяющихся структурных единиц с общей формулой n_1 и n_3 может быть большим, чем совокупное число повторяющихся структурных единиц с общей формулой n_2 и n_4 , обе из которых могут включать преобразующий длину волны фрагмент.

⁴⁰ В вариантах осуществления изобретения статистический сложнополиэфирный сополимер может включать смесь повторяющихся структурных единиц n_1 , n_3 и n_4 (как приведенных выше), причем повторяющиеся структурные единицы могут быть беспорядочно распределены вдоль длины полимерного скелета, причем совокупное число повторяющихся структурных единиц с формулой n_1 и n_3 может быть большим, чем общее число повторяющихся структурных единиц с формулой n_4 в полимерном скелете.

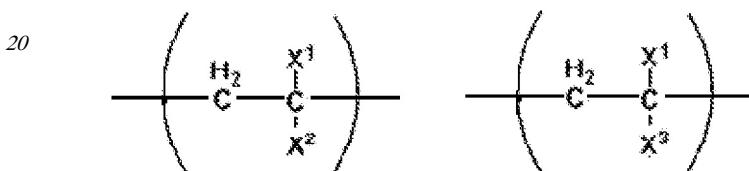
В вариантах осуществления изобретения статистический сложнополиэфирный сополимер может представлять собой смесь повторяющихся структурных единиц n_1 , n_2 и n_4 (как приведенных выше), причем повторяющиеся структурные единицы могут

быть беспорядочно распределены вдоль длины полимерного скелета, причем совокупное число повторяющихся структурных единиц с формулой n_1 может быть большим, чем совокупное число повторяющихся структурных единиц с формулой n_2 и n_4 в полимерном скелете.

В вариантах осуществления изобретения статистический сложнополиэфирный сополимер может включать повторяющиеся структурные единицы по меньшей мере из двух различных повторяющихся структурных единиц с общей формулой n_1, n_2, n_3, n_4 (как приведенных выше), причем фрагмент АА может представлять собой следующий ароматический фрагмент:



15 В вариантах осуществления изобретения полимерный материал, имеющий полимерный скелет, может включать статистический полиолефиновый сополимер, включающий преобразующий длину волны фрагмент, причем статистический полиолефиновый сополимер может включать по меньшей мере две повторяющиеся структурные единицы со следующей общей формулой m_1 и m_2 :



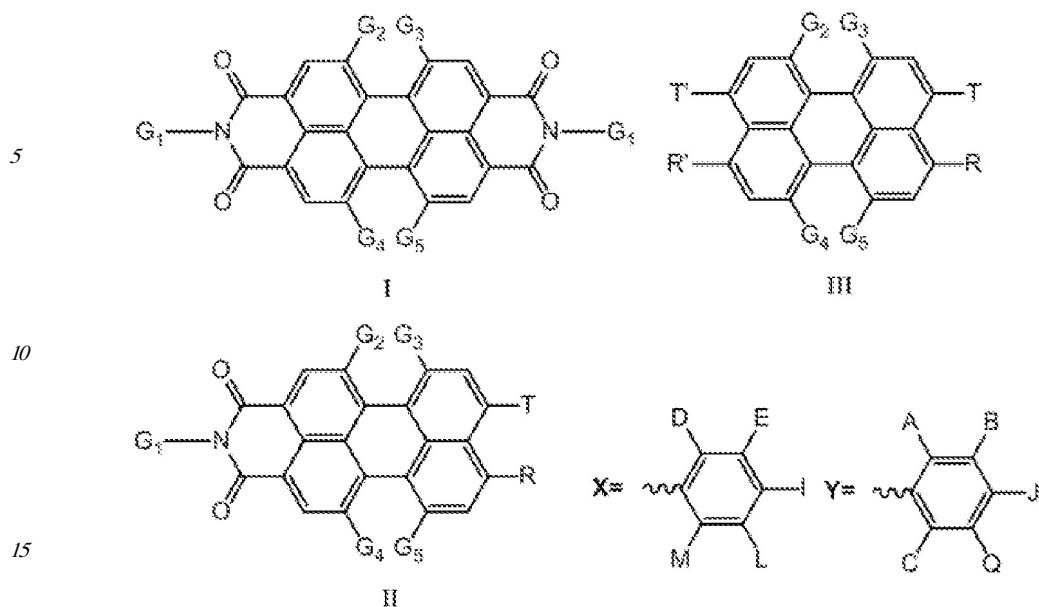
25

³⁰ X^1 независимо может представлять атом водорода, атом фтора, атом хлора, метил или этил; X^2 независимо может представлять атом водорода, метил, гидроксид, ацетат, нитрил, C_6H_5 или CO_2 C_nH_{2n+1} , причем «n» представляет 0 или целое число от 1 до 6; и X^3 может представлять преобразующий длину волны фрагмент, имеющий одну из следующих общих формул I, II или III:

35

40

45



в которых

G_1 может представлять линейную или разветвленную алкильную группу или

20 кислородсодержащую алкильную группу $C_nH_{2n+1}O_m$, причем « n » представляет целое число от 1 до 44, и $m < n/2$, или Y , или группу-связку;

каждая из групп A и C независимо может представлять атом водорода, изопропильную, трет-бутильную группу, атом фтора, метоксигруппу, или незамещенный насыщенный алкил C_nH_{2n+1} , причем « n » представляет целое число от 1 до 16;

25 каждая из групп B , J и Q независимо может представлять атом водорода, изопропильную, трет-бутильную группу, атом фтора, метоксигруппу, или незамещенный насыщенный алкил C_nH_{2n+1} , причем « n » представляет целое число от 1 до 16, или группу-связку;

30 каждая из групп G_2 , G_3 , G_4 и G_5 независимо может представлять атом водорода, атом фтора, метоксигруппу, или

незамещенную насыщенную алкильную группу C_nH_{2n+1} , причем « n » представляет целое число от 1 до 16, или X , или группу-связку;

35 каждая из групп D и M независимо может представлять атом водорода, атом фтора, метоксигруппу, или незамещенную насыщенную алкильную группу C_nH_{2n+1} , причем « n » представляет целое число от 1 до 16;

каждая из групп E , I и L независимо может представлять атом водорода, атом фтора, метоксигруппу, или незамещенную насыщенную алкильную группу C_nH_{2n+1} , причем « n » представляет целое число от 1 до 16, или группу-связку;

40 и каждая из групп T , T' , R , R' независимо может представлять атом водорода, изопропильную, трет-бутильную группу, атом фтора, алоксигруппу, арилоксигруппу, цианогруппу, CO_2R^X , $OCOR^X$, или незамещенный насыщенный алкил C_nH_{2n+1} , причем « n » представляет целое число от 1 до 16, и R^X представляет арил или насыщенный алкил C_nH_{2n+1} , причем « n » представляет целое число от 1 до 16, или группу-связку;

45 причем повторяющиеся структурные единицы могут быть беспорядочно распределены по всей длине статистического сополимера, число повторяющихся

структурных единиц с формулой m_1 может быть большим, чем число повторяющихся структурных единиц с формулой m_2 в полимерном скелете;

и причем каждый преобразующий длину волны фрагмент может включать одну группу-связку в любом из положений: $G_1, G_2, G_3, G_4, G_5, E, I, L, B, J, Q, T, T', R, R'$, причем группа-связка может включать по меньшей мере один фрагмент из: $-\text{CH}_2-$, $-\text{O}-$, или $-\text{CO}_2-$, тем самым создавая ковалентное связывание преобразующего длину волны фрагмента с полимерным скелетом полиолефина.

Тем самым преобразующие длину волны фрагменты могут быть присоединены в качестве боковой цепи к полимерному скелету.

Содержание преобразующих длину волны фрагментов в статистическом полиолефиновом сополимере может быть адаптировано по желанию регулированием количества повторяющихся структурных единиц, включающих преобразующий длину волны фрагмент, то есть, повторяющейся структурной единицы с общей формулой m_2 , относительно общего количества повторяющихся структурных единиц с общей формулой m_1 .

В вариантах осуществления изобретения статистический полиолефиновый сополимер может включать по меньшей мере две различные повторяющиеся структурные единицы с общей формулой m_1 и m_2 (как приведенных выше), причем X^1 может независимо представлять атом водорода, атом хлора, метил; X^2 может независимо представлять C_6H_5 или $\text{CO}_2\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$, причем « n » представляет 0 или целое число от 1 до 6, или нитрил, и X^3 может представлять преобразующий длину волны фрагмент, в котором группа-связка может включать $-\text{CO}_2-$ для ковалентного связывания преобразующего длину волны фрагмента с полимерным скелетом статистического полиолефинового сополимера.

В одном варианте осуществления изобретения преобразующий длину волны фрагмент может иметь одну из общих формул I или II (как показанных выше), включающих одну группу-связку в одном из положений: G_1, B, J или Q .

В вариантах осуществления изобретения полимерный материал может включать статистический сложнополиэфирный или статистический полиолефиновый сополимер, включающий первые повторяющиеся структурные единицы, выбранные из общей формулы n_1, n_2, n_3 и n_4 , или m_1 и m_2 (как приведенных выше), причем первые повторяющиеся структурные единицы с общей формулой n_2, n_4 или m_2 могут включать первый преобразующий длину волны фрагмент с одной из общих формул I, II или III (как приведенных выше), и включающий вторые повторяющиеся структурные единицы, выбранные из общей формулы n_1, n_2, n_3 и n_4 , или m_1 и m_2 , причем вторые повторяющиеся структурные единицы с общей формулой n_2, n_4 или m_2 могут включать второй преобразующий длину волны фрагмент с одной из общих формул I, II или III, причем первый и второй преобразующие длину волны фрагменты могут быть различными.

При использовании преобразующих длину волны молекул более чем одного типа, имеющих различные оптические характеристики, спектральный состав преобразованного света может быть более удобно приспособлен к желательному.

В вариантах осуществления изобретения содержание преобразующих длину волны фрагментов в полимерном материале предпочтительно может составлять 10% по весу или менее, например 1% по весу или менее, такое как 0,1% по весу или менее. Как

обсуждалось выше, желательное содержание преобразующих длину волны фрагментов в полимерном материале может быть достигнуто регулированием общего числа повторяющихся структурных единиц, содержащих преобразующий длину волны фрагмент, то есть повторяющихся структурных единиц с общей формулой n_2 , n_4 и m_2
⁵ соответственно, относительно общего числа несодержащих повторяющихся структурных единиц с общей формулой n_1 , n_3 и m_1 соответственно.

Кроме того, под термином «беспорядочно распределены» в контексте настоящей заявки следует понимать как распределенные соответственно статистическому распределению, как ожидалось бы при статистической сополимеризации, приводящей к статистическому сополимеру.
¹⁰

Как было указано выше, изобретение также представляет способ получения конвертера, причем способ включает стадии, в которых (а) создают ароматический сложный полиэфир, включающий люминесцирующие фрагменты, и первый полимер, причем первый полимер химически отличается от ароматического сложного полиэфира,
¹⁵ (б) вводят ароматический сложный полиэфир, включающий люминесцирующие фрагменты, в первый полимер, и, необязательно, проводят формование полученного таким образом продукта. В одном варианте исполнения ароматический сложный полиэфир, включающий люминесцирующие фрагменты, представляет собой сшитый ароматический сложный полиэфир, включающий люминесцирующие фрагменты. В
²⁰ таком варианте исполнения ароматический сложный полиэфир также может присутствовать в виде частиц (сшитых полимерных частиц).

Формование может быть выполнено различными путями. В одном варианте исполнения применяют формование литьем, такое как инжекционное формование. В одном варианте исполнения способ включает стадии, в которых вводят ароматический сложный полиэфир, включающий люминесцирующие фрагменты, в первый полимер, и проводят формование полученного таким образом продукта с образованием отформованного конвертера. В еще одном дополнительном варианте исполнения способ включает стадию, в которой проводят формование включающего люминесцирующие фрагменты ароматического сложного полиэфира и первого полимера с образованием отформованного конвертера.
²⁵

Этим путем может быть получен конвертер для преобразования света, причем конвертер включает матрицу из первого полимера, причем матрица включает дискретные зоны, содержащие второй полимер с люминесцентной функциональностью, причем второй полимер включает ароматический сложный полиэфир, содержащий люминесцирующие фрагменты, и причем первый полимер химически отличается от ароматического сложного полиэфира.
³⁵

Термин «по существу» здесь, такой как в выражении «по существу вся эмиссия», или в выражении «по существу состоит», будет понятен квалифицированному специалисту в этой области технологии. Термин «по существу» также может включать варианты исполнения с «всеселом», «полностью», «все», и т.д. Поэтому в вариантах исполнения имя прилагательное «по существу» также может быть удалено. Там, где это применимо, термин «по существу» также может иметь отношение к величине 90% или выше, такой как 95% или выше, в особенности 99% или выше, еще более предпочтительно 99,5% или выше, в том числе 100%. Термин «включают» также предусматривается в вариантах исполнения, в которых термин «включает» означает «состоит из».
⁴⁰

Кроме того, термины «первый», «второй», «третий», и тому подобные, в описании и в пунктах патентной формулы используются для различия между сходными элементами, и не обязательно для описания последовательности или хронологического

порядка. Должно быть понятно, что используемые таким образом термины являются взаимозаменяемыми при надлежащих обстоятельствах, и что описываемые здесь варианты осуществления изобретения могут быть исполнены в других последовательностях, нежели описанные или иллюстрированные здесь.

5 Устройства, помимо прочего, описаны здесь во время работы. Как будет ясно квалифицированному специалисту в этой области технологии, изобретение не ограничивается способами работы или устройствами в действии.

Следует отметить, что вышеупомянутые варианты исполнения скорее иллюстрируют, нежели ограничивают изобретение, и что квалифицированные специалисты в этой 10 области технологии будут в состоянии разработать многие альтернативные варианты исполнения без выхода за пределы области пунктов прилагаемой патентной формулы. В пунктах формулы изобретения любые ссылочные позиции, заключенные в скобки, не должны толковаться как ограничивающие пункт патентной формулы. Применение глагола «включать» и его форм спряжения не исключает присутствия иных элементов 15 или стадий, нежели указанные в пункте формулы изобретения. Артикль «а» или «ап», предшествующий элементу, не исключает присутствия многочисленных таких элементов. Изобретение может быть исполнено с помощью оборудования, включающего несколько 20 различных элементов, и с помощью подходящего программируемого компьютера. В описывающем устройство пункте патентной формулы, перечисляющем несколько средств, некоторые из этих средств могут быть исполнены одним и тем же блоком оборудования. Только тот факт, что определенные меры перечислены во взаимно различных зависимых пунктах патентной формулы, не означает, что комбинация этих мер не может быть использована с пользой.

Кроме того, изобретение применимо к устройству, включающему один или более 25 отличительных признаков, приведенных в описании и/или показанных в сопроводительных чертежах.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Теперь будут описаны варианты осуществления изобретения только в порядке 30 примера, с привлечением сопроводительных схематических чертежей, в которых соответствующие кодовые символы показывают соответствующие части и в которых:

Фигуры 1а-1с схематически изображают основные варианты исполнения согласно изобретению;

Фигуры 2а-2д схематически изображают конкретную конфигурацию конвертера и источника(-ков) света;

35 Фигуры 3а-3с схематически изображают ряд вариантов и альтернатив в пределах представляемой концепции;

Фигуры 4а-4д схематически изображают ряд вариантов исполнения ароматического сложного полиэфира с люминесцирующими фрагментами;

40 Фигуры 5а-5б схематически изображают некоторые варианты исполнения способа изготовления конвертера;

Фиг. 6 схематически изображает вариант исполнения способа получения полимерного материала с люминесцирующим фрагментом.

Чертежи не обязательно выполнены в масштабе.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

45 Фиг. 1а схематически изображает осветительное устройство 1, которое включает (а) источник 100 света, такой как твердотельный LED или лазерный диод, для создания излучения 110 источника света. Это может быть, например, фиолетовый или синий свет, в особенности синий свет. Источник 100 света также может представлять собой

многочисленные источники света (смотри примеры ниже), которые могут генерировать излучение 110 источника света, имеющее по существу одинаковые распределения по длинам волн или имеющее различные распределения по длинам волн (такие как фиолетовый и синий свет). В частности, генерируется видимый свет, такой как синий свет и/или один или более из зеленого, желтого, оранжевого и красного света.

5 Осветительное устройство 1 дополнительно включает (b) конвертер 200. Конвертер 200 размещают ниже по потоку относительно источника 100 света. Этот конвертер 200 конфигурирован особым образом. Например, синий свет может быть, по меньшей мере частично, преобразован в один или более из зеленого, желтого, оранжевого и красного света. 10 Когда испускается излучение осветительного устройства, обозначенное кодовым номером 11 позиции, имеющее природу белого света, и излучение 110 источника света имеет природу синего света, конвертер 200 будет преобразовывать часть излучения 110 источника света, но также обеспечивать прохождение части излучения 110 источника света через конвертер 200. Излучение 11 осветительного устройства показано на стороне 15 ниже по потоку относительно конвертера 200 (то есть испускаемым с передней лицевой поверхности). Таким образом, здесь конвертер 200 является прозрачным (по меньшей мере для синего света, при допущении, что источник 100 света конфигурирован на генерирование синего света).

Конвертер 200 включает матрицу 201 из первого полимера 301, содержащую 20 дискретные зоны 210. Фактически дискретные зоны 210 встроены в матрицу 201 из первого полимера 301.

Дискретные зоны 210 включают второй полимер 211 с люминесцирующими фрагментами 212, которые составляют часть скелетов ароматических сложных полиэфиров или присоединены к ним. Люминесцирующие фрагменты 212 представляют 25 собой преобразователь, который поглощает по меньшей мере часть излучения 110 источника света и генерирует излучение люминесцирующего материала. Свет 11, выходящий из конвертера 200, включает по меньшей мере свет, генерированный люминесцирующими фрагментами 212, но необязательно может также включать излучение 110 источника света. Например, излучение 110 источника света может быть 30 синим светом, и излучение люминесцирующего материала могло бы представлять собой желтый и красный свет. Совместно может быть генерирован белый свет как свет 11 осветительного устройства.

Люминесцирующие фрагменты 212 в устройстве 1 могут освещаться LED, 35 размещенными позади (гибкой) конфигурации. Например, может быть применена полная матрица из LED (также смотри ниже). Конвертер 200 имеет заднюю поверхность 232 и переднюю поверхность 231, и, как правило, торец 233. Конвертер 200 может быть освещен по направлению от задней поверхности 232 к передней поверхности 231. Необязательно и/или дополнительно, конвертер 200 может освещаться источником(-ами) 100 света с торцевой поверхности 233.

40 Толщина конвертера представляет собой расстояние между задней поверхностью 232 и передней поверхностью 231. Как было указано выше, эта толщина может быть, например, в диапазоне 0,1-10 мм. Здесь источник света находится на ненулевом расстоянии от конвертера, таком как на расстоянии 0,1-100 мм. Однако источник света необязательно может быть в физическом контакте с конвертером (также смотри ниже).

45 Фигура 1б схематически изображает конвертер 200 более подробно. Дискретные зоны 210 встроены в массив матрицы 201 из первого полимера 301. Сами частицы 210 включают второй полимер 211 с люминесцирующими фрагментами 212, которые составляют часть скелетов ароматических сложных полиэфиров (второго полимера

211) или присоединены к ним. Здесь в качестве примера изображен дисперсный люминесцирующий материал, но люминесцирующие фрагменты 212, например, когда включают органический краситель, также могут быть диспергированы на молекулярном уровне во втором полимере 211. Как упоминалось выше, в одном варианте исполнения 5 также массив матрицы 210 из первого полимера 301 может включать люминесцирующий материал (не изображен) (в дополнение ко второму полимеру 211, включающему люминесцирующие фрагменты 212), такой как неорганический люминесцирующий материал.

Фиг. 1с показывает светоизлучающее устройство на основе LED согласно одному 10 варианту осуществления изобретения. Светоизлучающее устройство в этом варианте исполнения представлено в виде модифицированной (retrofit) лампы 6107. Выражение «модифицированная (retrofit) лампа» хорошо известно квалифицированному специалисту в этой области технологии и имеет отношение к лампе на основе LED, имеющей внешний вид лампы старого типа, которая не имела LED. Лампа 6107 включает базовую часть 15 6108, которая снабжена традиционным цоколем 6108, такую как резьбовой цоколь Эдисона или лампа с байонетным цоколем. Кроме того, лампа 107 имеет светоиспускающий элемент 109 в форме баллона, заключающей в себе полость 104. Многочисленные LED как источники 100 света размещены на базовой части 6108 внутри 20 полости 6104. Преобразующий длину волны элемент 110 размещен на внутренней стороне светоиспускающего элемента 6109, то есть на стороне светоиспускающего элемента, обращенной к полости 6104.

Преобразующий длину волны элемент, то есть конвертер 200, может быть нанесен 25 в качестве покрытия на светоиспускающий элемент. Также может быть предусмотрено, что преобразующий длину волны элемент может представлять собой самостоятельный слой, такой как пленка или лист, размещенный свободно от светоиспускающего элемента и имеющий любую подходящую форму. В альтернативном варианте, ему может быть придана форма колпачковой детали, покрывающей LED на определенном расстоянии от LED и от светоиспускающего элемента.

Атмосфера внутри полости 6104 может представлять собой воздух или может быть 30 регулируемой, чтобы иметь определенный состав. Например, полость 6104 может быть заполнена инертным газом, таким как азот или благородный газ, например аргон. В вариантах осуществления изобретения концентрация кислорода внутри полости 6104 может поддерживаться на низком уровне, например при 20% или менее, при 15% или менее, при 10% или менее, при 5% или менее, при 3% или менее, 1% или менее, 0,6% или 35 менее, и предпочтительно при 0,1% или менее, от общего объема герметичной полости.

В вариантах исполнения преобразующего длину волны элемента согласно 40 изобретению полимерный материал может включать сложный полиэфир, тогда как преобразующие длину волны фрагменты могут быть производными перилена (также смотри выше). Фиг. 1с схематически изображает модифицированное осветительное устройство. Применение конвертера 200 в модифицированном осветительном устройстве 1 также составляет часть настоящего изобретения. Варианты применения, помимо прочего, включают другие модифицированные лампы, трубы LED TL (TLED), или такие материалы могут быть применены в виде красочного покрытия на стенке, которая может освещаться синими LED-ами.

Фигуры 2а-2д схематически изображают конкретные конфигурации конвертера и 45 источника(-ков) света. Фигура 2а изображает один вариант исполнения, в котором конвертер 200 освещается источниками 100 света, в частности, LED, которые находятся в положении непосредственного контакта.

Фигура 2б схематически изображает один вариант исполнения, в котором источник(-ки) 100 света, по меньшей мере частично, погружены в конвертер 200. Для этой цели конвертер 200 может иметь полости, например, на задней поверхности 232.

В фиг. 2с конвертер 200 освещается одним или более источниками 100 света, в

5 частности LED или лазерными диодами, которые находятся на торце(-ах) 233 конвертера 200, в так называемой конфигурации с торцевой подсветкой. При использовании такой конфигурации могут быть созданы очень тонкие (гибкие) осветительные устройства. Это представляет особый интерес. Источник(-ки) 100 света изображены находящимися в контакте с конвертером 200, но не обязательно конфигурированы таким образом
10 (смотри в порядке примера также фигуру 2д). В этой конфигурации конвертер не нуждается в оптическом контакте с волноводом.

В фигуре 2д конвертер 200 освещается одним или более источником(-ами) 100 света, в частности LED или лазерными диодами, которые находятся в бесконтактном положении. Однако такая конфигурация также может быть применена в системах, в
15 которых конвертер не является гибким. Расстояние между источниками света (такими как кристалл LED) и конвертером является таким, как указано выше.

Для всех описываемых здесь осветительных устройств 1 справедливо то, что конвертер 200 может включать один или более оптических слоев или оптических устройств, таких как отражающие слои или зеркала, селективные к длине волны слои
20 или зеркала, и т.д. Ясности ради, такие слои или устройства не изображены.

Кроме того, в одном конкретном варианте исполнения используют излучающие синий свет LED. В одном дополнительном варианте исполнения также могут быть применены LED, излучающие на различной(-ных) длине(-нах) волн.

Не показаны, но также включены здесь конфигурации, в которых на стороне передней
25 поверхности 231 размещают отражатель или отражающий слой, конфигурированный для отражения излучения люминесцирующего материала и, необязательно, излучения 110 от источника света по направлению от задней поверхности 232, и свет 11 осветительного устройства испускается из задней поверхности 232 осветительного
устройства 1.

30 Фигуры 1с-2д и 3с схематически изображают, как конвертер может быть радиационно связан с источником света.

Как было указано выше, конвертер 200 включает матрицу 201 из первого полимера, причем матрица 201 содержит дискретные зоны 210, включающие второй полимер 211 с люминесцентной функциональностью, причем второй полимер 211 включает
35 ароматический сложный полиэфир, содержащий люминесцирующие фрагменты 212, и причем первый полимер химически отличается от ароматического сложного полиэфира. Таким образом, в частности, предложено применение смеси несмешивающихся ароматического сложного полиэфира и еще одного полимера, такого как PMMA, PS или PC, где молекулы люминесцирующего красителя ковалентно связаны со сложным
40 полиэфиром таким образом, чтобы во время обработки смеси люминесцирующая молекула оставалась в сложнополиэфирной фазе. Фаза 1 может быть распределена в фазе 2 различными путями. В качестве примеров, помимо иллюстрации в фиг. 3а, фаза 1 может формировать сетчатую структуру из доменов ароматического сложного полиэфира, как показано в фиг. 3б. Этим путем может быть получена пригодная к
45 инжекционному формированию система с хорошим сроком службы и высокой эффективностью.

В первом варианте исполнения авторы настоящего изобретения предлагают люминесцирующий элемент, включающий смесь несмешивающихся первого полимера

и второго полимера и люминесцирующего красителя, в которой молекулы люминесцирующего красителя ковалентно связаны со вторым полимером и в которой второй полимер представляет собой полимер с низкой проницаемостью для кислорода, такой как сложный полиэфир, и первый полимер не является сложным полиэфиром.

5 Фиг. 3с схематически изображает один вариант исполнения, в котором конвертер 200 дополнительно включает добавку 510. Такие добавки могут быть дисперсными частицами. Такие добавки могут быть диспергированными. Добавки 510 могут представлять собой отражающие частицы, но альтернативно или дополнительно могут также включать другой люминесцирующий материал. Неорганические материалы, 10 которые, например, могут быть использованы, представляют собой системы легированного трехвалентным церием граната, такие как алюмо-иттриевый гранат $YAG:Ce^{3+}$, и легированные двухвалентным Eu тиогаллаты, такие как $SrGa_2S_4:Eu^{2+}$, и сульфиды, такие как $SrS:Eu^{2+}$, все хорошо известные в технологии (например, смотри 15 патентные документы US 7115217 или US 6850002). Также могут быть использованы квантовые точки (QD). В еще одном варианте исполнения конвертер может дополнительно содержать такие структуры, как частицы, например, содержащие Al_2O_3 частицы, и/или содержащие TiO_2 частицы, например, для стимулирования светоотдачи из конвертера. Таким образом, матрица необязательно может включать рассеивающие 20 элементы, например частицы Al_2O_3 или TiO_2 . Примеры неорганических люминофоров, пригодных для преобразующего длину волны материала, включают, но не ограничиваются таковыми, легированный церием алюмо-иттриевый гранат ($Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$, также обозначаемый как YAG:Ce, или Ce-легированный YAG), или 25 алюмо-лютециевый гранат ($LuAG$, $Lu_3Al_5O_{12}$), α -SiAlON:Eu $^{2+}$ (желтый), и $M_2Si_5N_8:Eu^{2+}$ (красный), в котором M представляет по меньшей мере один элемент, выбранный из кальция Ca, Sr и Ba. Еще одним примером неорганического люминофора, который 30 может быть использован в вариантах осуществления изобретения, типично в комбинации с излучающим синий свет источником света, является YAG:Ce. Кроме того, часть алюминия может быть замещена гадолинием (Gd) или галлием (Ga), причем большее количество Gd приводит к красному сдвигу желтой эмиссии. Прочие пригодные материалы могут включать $(Sr_{1-x-y}Ba_xC_{ay})_{2z}Si_{5a}Al_aN_{8a}O_a:Eu_z^{2+}$, где $0 \leq a < 5$, $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, и $0 < z \leq 1$, и $(x+y) \leq 1$, такой как $Sr_2Si_5N_8:Eu^{2+}$, который излучает свет в красном диапазоне. 35 В вариантах осуществления изобретения преобразующий длину волны материал может включать квантовые точки. Квантовые точки представляют собой мельчайшие кристаллы полупроводникового материала, как правило, имеющие ширину или диаметр всего в несколько нанометров. Будучи возбужденной падающим светом, квантовая 40 точка испускает излучение цвета, определяемого размером и материалом кристалла. Поэтому свет конкретного цвета может быть генерирован регулированием размера точек. Наиболее известные квантовые точки с эмиссией в видимой области основываются на селениде кадмия (CdSe) с такой оболочкой, как сульфид кадмия (CdS) и сульфид цинка (ZnS). Также могут быть использованы не содержащие кадмия квантовые точки, 45 такие как фосфид индия (InP), и сульфид меди-индия (CuInS₂), и/или сульфид серебра-индия (AgInS₂). Квантовые точки проявляют очень узкую полосу испускания и тем самым они дают насыщенные цвета. Кроме того, цвет эмиссии может быть легко подстроен регулированием размера квантовых точек. В настоящем изобретении могут

быть применены квантовые точки любого типа, известного в технологии, при условии, что они имеют надлежащие характеристики преобразования длины волны. Однако по соображениям охраны окружающей среды и в связи с проблемами использования кадмия может быть предпочтительным применение не содержащих кадмия квантовых точек, или по меньшей мере квантовых точек, имеющих очень низкое содержание кадмия.

Молекулы люминесцирующего красителя могут быть ковалентно связаны с основной полимерной цепью в сложнополиэфирном полимере, как показано в фиг. 4а. Полимерная цепь, или скелет, показана кодовым номером 80 позиции.

10 В еще одном варианте исполнения авторы настоящего изобретения предлагают, что молекулы люминесцирующего красителя ковалентно связаны с боковой цепью полимера, имеющего низкую проницаемость для кислорода, такого как сложный полиэфир, как показано в фиг. 4б. Кодовый номер 81 позиции обозначает функциональные группы, здесь по меньшей мере включающие люминесцирующий фрагмент 212.

15 В еще одном варианте исполнения авторы настоящего изобретения предлагают, что молекулы люминесцирующего красителя ковалентно связаны с основной цепью второго полимера, причем второй полимер является сшитым, как показано в фиг. 4с. Кодовый номер 83 обозначает сшивающие связи. Та же идея может быть применима к полимеру, схематически изображенном в фиг. 4д. Таким образом, в еще одном варианте 20 исполнения авторы настоящего изобретения предлагают, что молекулы люминесцирующего красителя ковалентно связаны с боковой цепью второго полимера, причем второй полимер является сшитым, как показано в фиг. 4с.

25 Опять же полимер представляет собой термопластичный материал с реакционноспособными группами, которые могут быть сшиты с образованием трехмерной сетчатой структуры.

Само собой разумеется, что также могут быть применены комбинации полимерных конфигураций, описанных здесь выше.

30 В еще одном варианте исполнения авторы настоящего изобретения предлагают люминесцирующий элемент, включающий смесь несмешивающихся второго полимера, первого полимера и третьего полимера, и люминесцирующего красителя, в которой молекулы люминесцирующего красителя ковалентно связаны со вторым полимером, и в которой второй полимер представляет собой сложный полиэфир, и первый и третий 35 полимеры не являются сложным полиэфиром. В еще одном дополнительном варианте исполнения авторы настоящего изобретения предлагают люминесцирующий элемент, включающий смесь несмешивающихся второго полимера, первого полимера и третьего полимера, и люминесцирующего красителя, в которой молекулы люминесцирующего красителя ковалентно связаны со вторым полимером и с первым полимером, и в которой второй полимер и первый полимер представляют собой сложный полиэфир, и третий 40 полимер не является сложным полиэфиром.

45 В еще одном дополнительном варианте исполнения авторы настоящего изобретения предлагают люминесцирующий элемент, включающий смесь несмешивающихся второго полимера, первого полимера и третьего полимера, и люминесцирующего красителя, в которой молекулы люминесцирующего красителя ковалентно связаны со вторым полимером, и в которой второй полимер и первый полимер представляют собой сложный полиэфир, и третий полимер не является сложным полиэфиром. В одном предпочтительном варианте исполнения второй полимер представляет собой сложный полиэфир, такой как полимер PET и PEN. В еще одном варианте исполнения первый полимер не является сложным полиэфиром, но представляет собой еще один иной

термопластичный полимер, такой как PMMA, PS и PC.

Предлагаемые здесь преобразующие свет элементы, то есть конвертеры 200 могут быть выполнены инжекционным формированием гранулированного материала, включающего предлагаемую смесь, например, смотри фиг. 5а. Однако они также могут 5 быть изготовлены инжекционным формированием смеси гранулята из различных материалов, например смотри фиг. 5б. Кодовый номер 5211 позиции обозначает частицы второго полимера 211, и кодовый номер 5301 позиции относится к частицам первого полимера 301.

ПРИМЕР

10 Как показано в Фиг. 6, где «n» и «m» представляют целое число, статистический сополимер К получили поликонденсацией смеси полимеризуемого мономерного красителя J, гликоля и диметилтерефталата.

Соединение H получили согласно работе: Dotcheva, Dobrinka; Klapper, Markus; Muellen, Klaus, *Macromolecular Chemistry and Physics* (1994), том 195 (№ 6), стр. 1905-1911.

15 N,N'-Бис(4-(3-гидроксипропил)-2,6-диизопропилфенил)-1,6,7,12-тетрафеноксиперилен-3,4,9,10-тетракарбоксидимид J:

1,6,7,12-Тетрафеноксиперилен-3,4:9,10-тетракарбокси-3,4,9,10-бисангидрид H (600 мг, 0,79 ммол), дигидрат ацетата цинка (351,2 мг, 1,60 ммол) и анилин В (1,6 г, 6,8 ммол) смешали с имидазолом (10 г). Реакционную смесь перемешивали при температуре 150°C

20 (снаружи) в течение 24 часов в атмосфере азота. После охлаждения до комнатной температуры к смеси добавили водный 1н. раствор HCl до достижения кислотного значения pH. Полученную смесь экстрагировали дихлорметаном (DCM) (4 раза), объединенные DCM-вытяжки высушили Na₂SO₄. После испарения растворителя сырой продукт очистили колоночной хроматографией на силикагеле, с вымыванием смесью 25 DCM и СМ/МeOH в соотношении 40/1, с образованием периленбисимида J (220 мг, выход 23%) в виде темно-фиолетового твердого вещества.

Сополимерный сложный полиэфир К. Смесь 2,9 мг продукта J, 101 г диметилтерефталата, 50 г этиленгликоля, 0,08 г дигидрата ацетата кальция и 0,015 г триоксида сурьмы нагревали в токе азота в полимеризационном реакторе при 30 температуре 200°C в течение трех часов. Затем систему вакуумировали, и реакцию продолжали в течение 4 часов, в то же время постепенно повышая температуру до достижения 280°C, с отгонкой избыточного этиленгликоля. По охлаждении получили красное твердое вещество.

35 Сформировали пленку (пленка 3), изготовленную экструзией этих полимерных материалов. Толщину слоя регулировали так, чтобы коэффициент пропускания синего света составлял 90%.

Таким же путем, как описано выше, получили PET, но с исключением соединения J. Этот полимер смешали с соответственным количеством (как для красителя J выше) структурно очень похожего неспособного к полимеризации красителя F-305 (BASF, 40 Людвигсхафен), и изготовили пленку (пленку 4) таким же способом, как описано выше, так, чтобы пленка 4 имела оптические характеристики, одинаковые с пленкой 3, полученной из сополимера.

Для испытания времени жизни обе пленки освещали синим светом с мощностью 4,1 45 Вт/см² при температуре 60°C. Время жизни оценивали как 10%-ное сокращение интенсивности люминесценции. Пленка 3, полученная из сополимера, показала втрое более длительное время жизни, чем пленка 4, полученная из (неполимеризуемой) смеси PET и F-305.

Квалифицированному специалисту в этой области технологии понятно, что настояще

изобретение никоим образом не ограничивается описанными выше предпочтительными вариантами осуществления. Напротив, многие модификации и вариации возможны в пределах области пунктов прилагаемой патентной формулы. Например, каждый преобразующий длину волны фрагмент может включать две или более группы-связки в любом из положений: G₁, G₂, G₃, G₄, G₅, E, I, L, B, J, Q, T, T', R, R', и тем самым 5 достигать сшивки между полимерными скелетами, приводящей к так называемой полимерной сетчатой структуре.

С помощью инжекционного формования вышеуказанный полимер с 10 люминесцирующими фрагментами в форме гранул (частиц) смешали с PMMA. Смесь исследовали с использованием люминесцентной микроскопии. Было обнаружено, что нет никакой люминесценции, исходящей из областей PMMA, тогда как участки сложнополиэфирного сополимера проявляли высокую люминесценцию. Для сравнения получили сложнополиэфирное соединение, как указано выше, содержащее 15 люминесцирующие молекулы (со структурой, очень похожей на вышеописанную), которые не были ковалентно связаны с молекулами сложного полиэфира. Затем сложнополиэфирное соединение, содержащее люминесцирующие молекулы, смешали с PMMA. Затем смесь исследовали с использованием люминесцентной микроскопии. Было показано, что люминесцирующие молекулы были не только внутри сложного 20 полиэфира, но они также переместились в области PMMA.

(57) Формула изобретения

1. Осветительное устройство (1), включающее (а) источник (100) света для генерирования излучения (110) источника света, и (б) конвертер (200), причем конвертер (200) включает матрицу (201) из первого полимера, где матрица (201) включает 25 дискретные зоны (210), содержащие второй полимер (211) с люминесцентной функциональностью, где второй полимер (211) включает ароматический сложный полиэфир, содержащий люминесцирующие фрагменты (212), где первый полимер химически отличается от ароматического сложного полиэфира, где конвертер (200) радиационно связан с источником (100) света, где один или более из люминесцирующих 30 фрагментов (212) составляют часть скелета ароматического сложного полиэфира, и/или где один или более из люминесцирующих фрагментов (212) химически связаны с основной цепью ароматического сложного полиэфира, а также где дискретные зоны (210) занимают объем в диапазоне 0,5-50 об.% от объема 40 конвертера.

2. Осветительное устройство (1) по п. 1, в котором один или более люминесцирующих фрагментов (212) включают периленовые группы.

3. Осветительное устройство (1) по любому из предшествующих пунктов, в котором первый полимер включает полимер, выбранный из группы, состоящей из PMMA (полиметилметакрилата), PS (полистирола) и PC (поликарбоната), и в котором 45 ароматический сложный полиэфир основывается на PET (полиэтилентерефталате) или PEN (полиэтиленнафталате).

4. Осветительное устройство (1) по любому из предшествующих пунктов, в котором ароматический сложный полиэфир, включающий люминесцирующие фрагменты, выбирают из группы, состоящей из линейного полимера, (гипер)разветвленного 45 полимера, сшитого полимера, звездообразного полимера, дендримера, статистического сополимера, чередующегося сополимера, привитого сополимера, блок-сополимера и тройного сополимера.

5. Осветительное устройство (1) по любому из предшествующих пунктов, в котором

содержание люминесцирующих фрагментов (212) во втором полимере составляет 10% по весу или менее.

6. Осветительное устройство (1) по любому из предшествующих пунктов, в котором источник (100) света включает твердотельный источник света, и в котором один или

5 более люминесцирующих фрагментов (212) включают периленовые группы, где первый полимер включает полимер, выбранный из группы, состоящей из PMMA (полиметилметакрилата), PS (полистирола) и PC (поликарбоната), и где ароматический сложный полиэфир основывается на PET (полиэтилентерефталате) или PEN (полиэтиленнафталате).

10 7. Конвертер (200) для преобразования света в люминесценцию, причем конвертер (200) включает матрицу (201) из первого полимера, где матрица (201) включает дискретные зоны (210), содержащие второй полимер (211) с люминесцентной функциональностью, где второй полимер (211) включает ароматический сложный полиэфир, содержащий люминесцирующие фрагменты (212), где один или более из

15 люминесцирующих фрагментов (212) составляют часть основной цепи ароматического сложного полиэфира, и/или где один или более из люминесцирующих фрагментов (212) химически связаны с основной цепью ароматического сложного полиэфира, и где первый полимер химически отличается от ароматического сложного полиэфира, а также

20 где дискретные зоны (210) занимают объем в диапазоне 0,5-50 об.% от объема конвертера.

8. Конвертер (200) по п. 7, в котором первый полимер представляет собой полимер, имеющий поглощение менее 5%/мм в диапазоне длин волн 400-700 нм.

9. Способ получения конвертера (200) по п. 7, включающий стадии, на которых (а)

25 создают ароматический сложный полиэфир, включающий люминесцирующие фрагменты (212), где один или более из люминесцирующих фрагментов (212) составляют часть основной цепи ароматического сложного полиэфира, и/или где один или более из люминесцирующих фрагментов (212) химически связаны с основной цепью ароматического сложного полиэфира, и первый полимер, причем первый полимер

30 химически отличается от ароматического сложного полиэфира, (б) смешивают ароматический сложный полиэфир, включающий люминесцирующие фрагменты, с первым полимером, и, необязательно, проводят формование полученного таким образом продукта.

10. Способ по п. 9, в котором ароматический сложный полиэфир, включающий

35 люминесцирующие фрагменты, представляет собой сшитый ароматический сложный полиэфир, включающий люминесцирующие фрагменты.

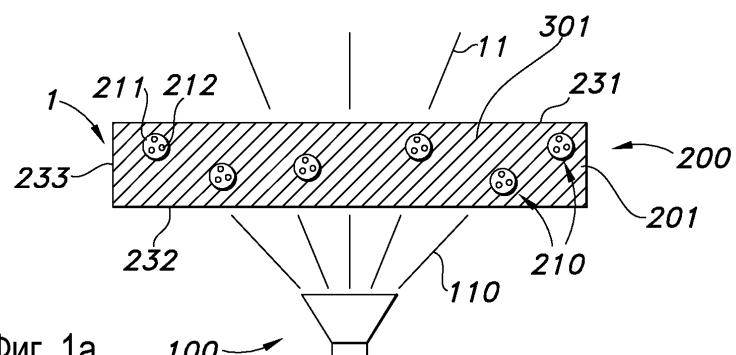
11. Способ по любому из пп. 9-10, причем способ включает стадии, на которых смешивают ароматический сложный полиэфир, включающий люминесцирующие

30 фрагменты, с первым полимером, и проводят формование полученного таким образом продукта с образованием отформованного конвертера (200).

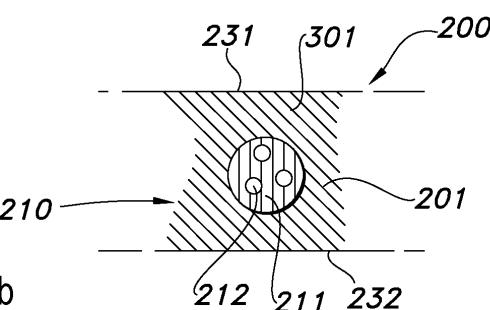
12. Способ по любому из пп. 9-11, причем способ включает стадию, на которой

проводят формование ароматического сложного полиэфира, включающего люминесцирующие фрагменты, и первого полимера с образованием отформованного конвертера (200).

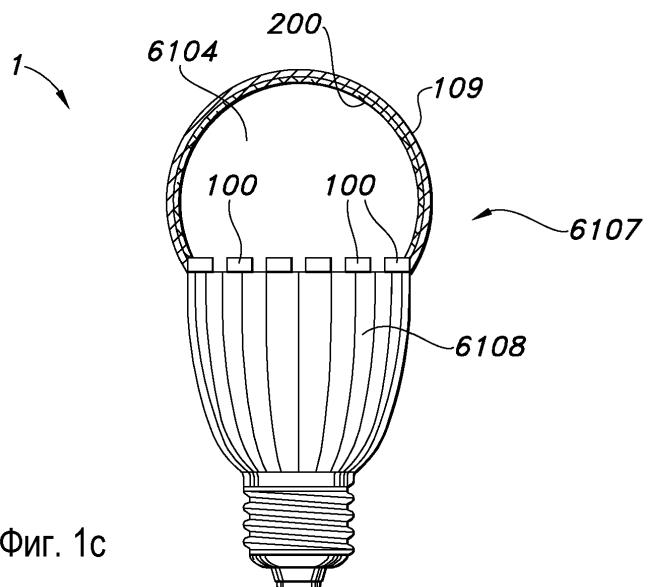
1/6



Фиг. 1а

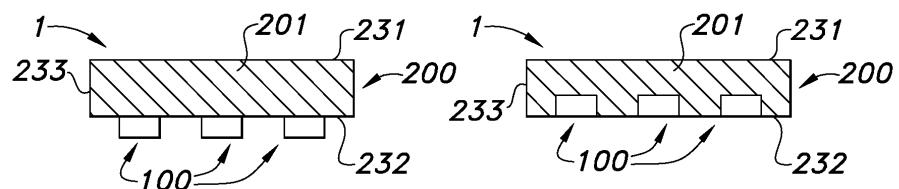


Фиг. 1б



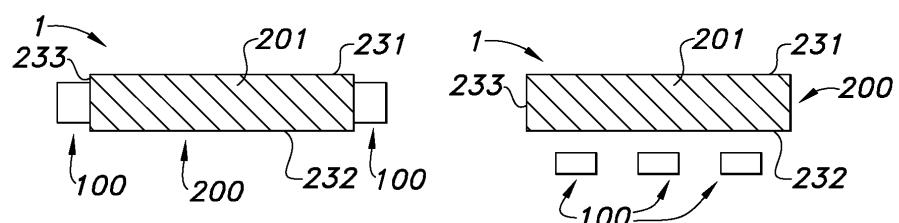
Фиг. 1с

2/6



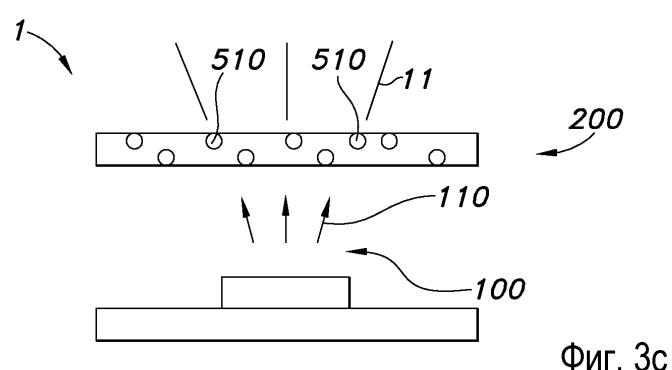
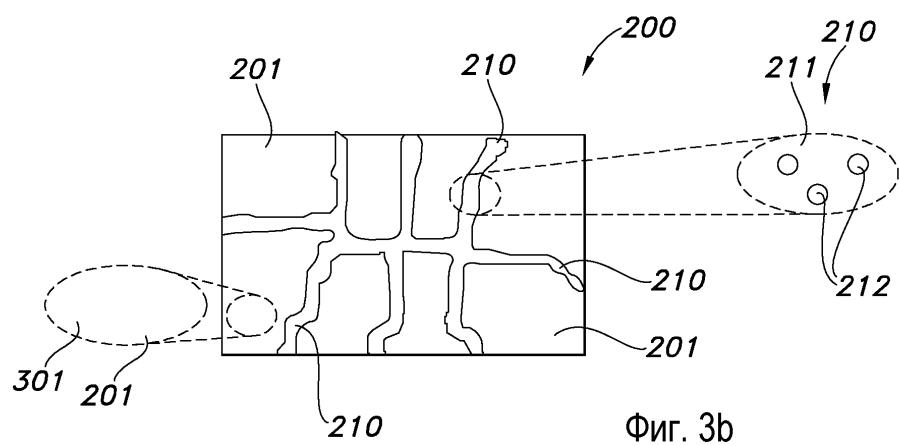
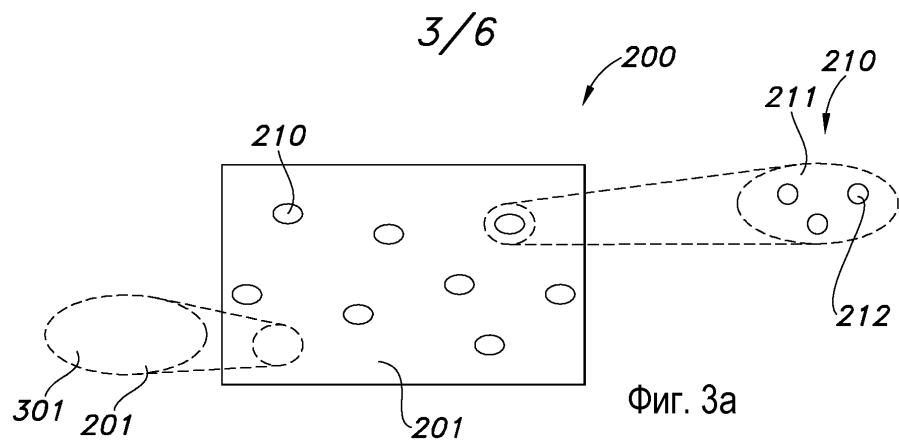
Фиг. 2а

Фиг. 2б

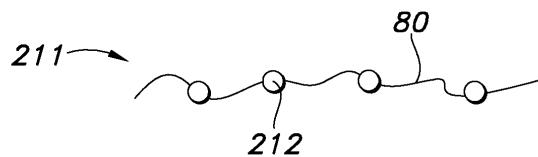


Фиг. 2с

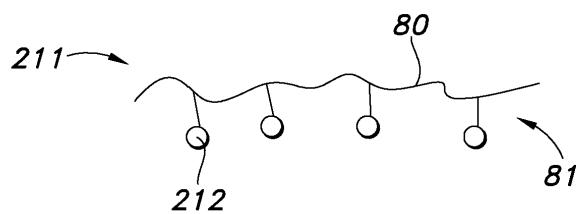
Фиг. 2д



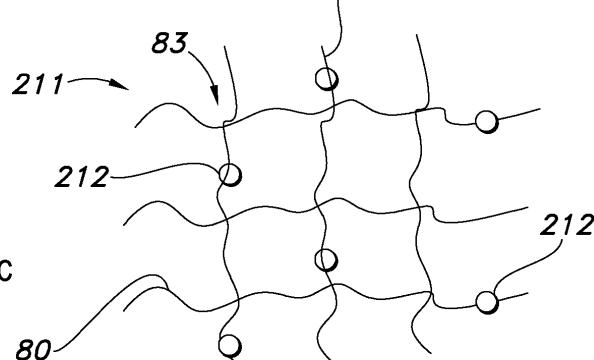
4/6



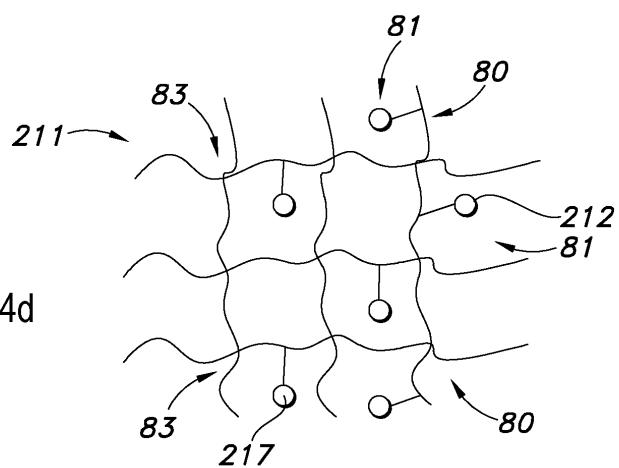
Фиг. 4а



Фиг. 4б

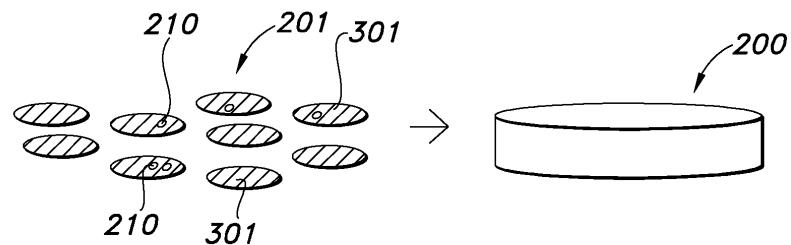


Фиг. 4с

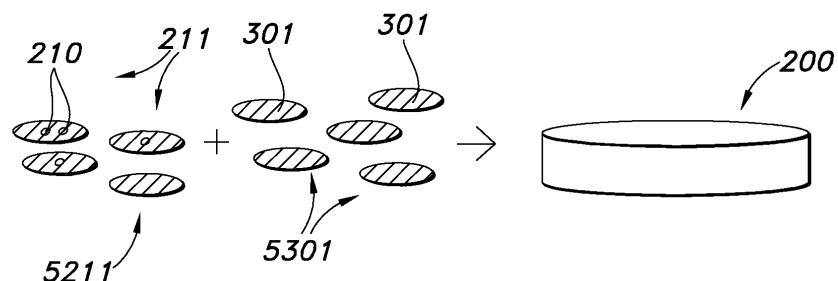


Фиг. 4д

5/6

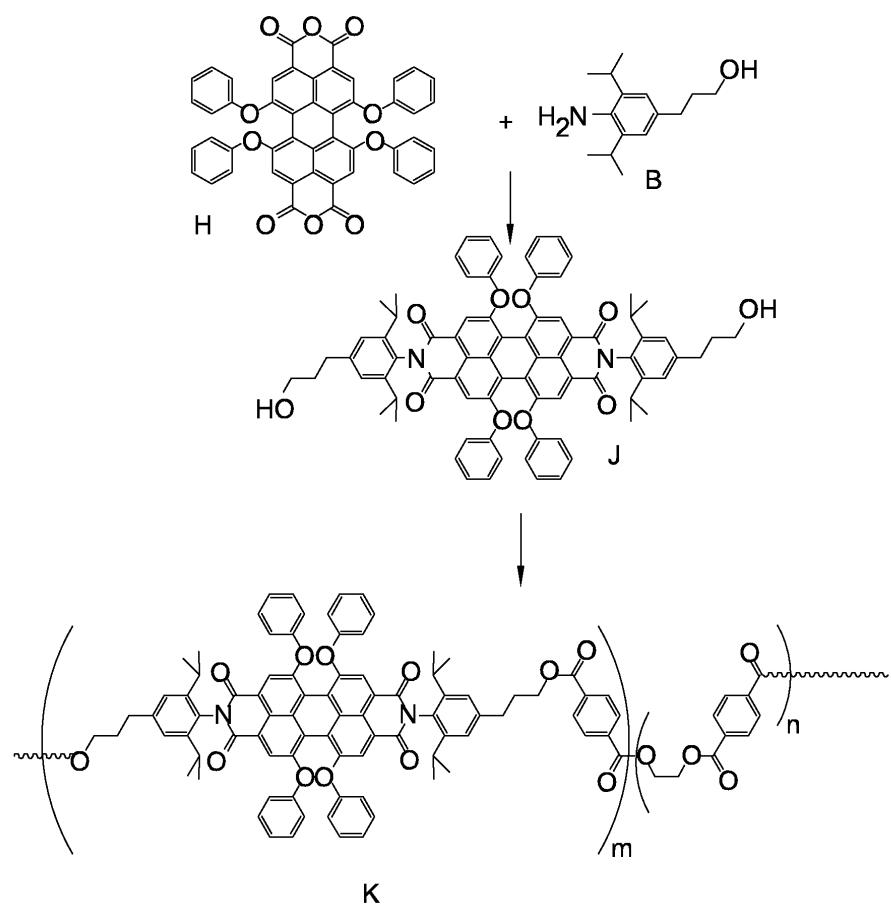


Фиг. 5а



Фиг. 5б

6/6



Фиг. 6