



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013123138/05, 17.10.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
17.10.2011

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
22.10.2010 EP 10188525.9

(43) Дата публикации заявки: 27.11.2014 Бюл. № 33

(45) Опубликовано: 20.06.2016 Бюл. № 17

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 2009/0140630 A1, 04.06.2009. RU
2157552 C2, 10.10.2000. WO 2005/042812 A1,
12.05.2005.(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 22.05.2013(86) Заявка РСТ:
IB 2011/054589 (17.10.2011)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2012/052905 (26.04.2012)

Адрес для переписки:

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

(72) Автор(ы):

**ГРОЙЕЛЬ, Георг (NL),
ЮСТЕЛ, Томас (NL),
БЕТТЕНТРУП, Хельга (NL),
ПЛЕВА, Юлиан (NL)**

(73) Патентообладатель(и):

**КОНИНКЛЕЙКЕ ФИЛИПС
ЭЛЕКТРОНИКС Н.В. (NL)****(54) ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ МАТЕРИАЛ И СВЕТОИЗЛУЧАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО, СОДЕРЖАЩЕЕ
ТАКОЙ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ МАТЕРИАЛ**

(57) Реферат:

Изобретение может быть использовано при изготовлении светоизлучающих приборов, испускающих ультрафиолетовое излучение. Люминесцентный материал имеет химическую формулу $(Y_{1-x}Lu_x)_9LiSi_6O_{26}:Ln$, где Ln - трехвалентный редкоземельный металл, выбранный из Pr, Nd или их смеси; $0,0 \leq x \leq 1,0$. Люминесцентный материал имеет максимум испускания в коротковолновом диапазоне

ультрафиолетового излучения - 200-280 нм при возбуждении излучением в ультрафиолетовом спектральном диапазоне. Светоизлучающее устройство содержит разрядную лампу, снабженную разрядным сосудом, заполненным газом, поддерживающим разряд. По меньшей мере часть стенки сосуда покрыта указанным люминесцентным материалом. Изобретение обеспечивает улучшенный бактерицидный эффект. 4 н. и 3 з.п. ф-лы, 10 ил., 4 пр.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

C09K 11/78 (2006.01)*C09K 11/79* (2006.01)*C09K 11/55* (2006.01)*F21S 13/00* (2006.01)*F21Y 115/10* (2016.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2013123138/05, 17.10.2011**(24) Effective date for property rights:
17.10.2011

Priority:

(30) Convention priority:
22.10.2010 EP 10188525.9(43) Application published: **27.11.2014** Bull. № 33(45) Date of publication: **20.06.2016** Bull. № 17(85) Commencement of national phase: **22.05.2013**(86) PCT application:
IB 2011/054589 (17.10.2011)(87) PCT publication:
WO 2012/052905 (26.04.2012)

Mail address:

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

(72) Inventor(s):

**GROJEL, Georg (NL),
YUSTEL, Tomas (NL),
BETTENTRUP, KHelga (NL),
PLEVA, YUlian (NL)**

(73) Proprietor(s):

**KONINKLEJKE FILIPS ELEKTRONIKS N.V.
(NL)**(54) **LUMINESCENT MATERIAL AND LIGHT-EMITTING DEVICE CONTAINING SAID LUMINESCENT MATERIAL**

(57) Abstract:

FIELD: lighting.

SUBSTANCE: invention can be used in making light-emitting devices emitting ultraviolet radiation. Luminescent material has chemical formula $(Y_{1-x}Lu_x)_9LiSi_6O_{26}:Ln$, where Ln is a trivalent rare-earth metal, chosen from Pr, Nd or mixtures thereof; $0.0 \leq x \leq 1.0$. Luminescent material has a maximum emission of short-wave ultraviolet radiation - 200-280

nm when excited with radiation in ultraviolet spectral range. Light-emitting device has a discharge lamp equipped with a discharge vessel filled with gas, supporting discharge. At least part of wall of vessel is coated with said luminescent material.

EFFECT: invention provides improved bactericidal effect.

7 cl, 10 dwg, 4 ex

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Настоящее изобретение относится к люминесцентному материалу, особенно к области люминесцентного материала для светоизлучающих приборов, испускающих ультрафиолетовое (UV) излучение.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Источники ультрафиолетового излучения обнаружили много областей применения, таких как спектроскопия, косметическая обработка кожи, медицинская обработка кожи, дезинфекция или очистка воды и воздуха, отверждение полимеров, фотохимия, вулканизация поверхности и обработка полупроводниковых пластин.

Многие из вышеупомянутых областей применения требуют ультрафиолетового излучения глубокого спектра, т.е. УФ-излучения коротковолнового диапазона (UV-C) (200-280 нм), или даже вакуумного ультрафиолетового излучения (VUV) (100-200 нм), при котором желательными признаками являются быстрые циклы переключения и инвариантность по отношению к изменениям температур.

В качестве источников УФ-излучения широко используют ртутные (Hg) разрядные лампы низкого давления, и они имеют спектр испускания, в котором доминируют две линии, а именно при 185 и 254 нм. Однако повышение давления пара ртути может привести к почти непрерывному спектру, простирающемуся от глубокого ультрафиолетового до глубокого красного спектрального диапазона. Более того, применение ртути предполагает довольно сильную зависимость от температуры и чувствительность к быстрым циклам переключения.

В течение более 10 лет применение эксимерного разряда в благородном газе с диэлектрическим барьером (ДБ) рассматривалось в качестве альтернативной концепции разряда для разработки источников испускаемого УФ-излучения. Ксеноновый эксимерный разряд, например, испускает в основном излучение с длиной волны 172 нм, а кварцевые лампы с диэлектрическим барьером, содержащие Хе в качестве наполняющего газа, демонстрируют эффективность штепсельной вилки более 30%. Кварцевые лампы на основе ксенонового эксимерного разряда широко используются для очистки поверхностей полупроводниковых пластин, благодаря достаточно высокой энергии испускаемых фотонов на 172 нм (вакуумное УФ-излучение) для расщепления любых типов органических связей. Флуоресцентные лампы с ксеноновым эксимерным разрядом, в которых использован один или несколько люминофоров, преобразующих вакуумное УФ-излучение в УФ-излучение коротковолнового диапазона, представляют практический интерес для целей дезинфекции или очистки.

Применяемые в настоящее время ультрафиолетовые люминесцентные материалы для этих Хе, Не или Хе/Не эксимерных ламп еще имеют несколько недостатков, например, включающих в себя:

- низкую эффективность преобразования;
- низкую фотохимическую стабильность;
- низкую химическую стабильность;
- низкое перекрытие спектра с кривой бактерицидного действия.

Поэтому существует необходимость в разработке альтернативных люминесцентных материалов для преобразования УФ-излучения, полученного, например, из флуоресцентных Хе эксимерных разрядных ламп, в спектры излучения, которые могут быть более надежно использованы, например, в областях дезинфекции или очистки.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Задачей настоящего изобретения является обеспечение альтернативных люминесцентных материалов для светоизлучающих приборов, испускающих УФ-

излучение.

Другой задачей настоящего изобретения является обеспечение светоизлучающего прибора, содержащего люминесцентные материалы, и этот прибор показывает интенсивное и эффективное испускание УФ-излучения коротковолнового диапазона, с распределением спектральной интенсивности, которое хорошо подходит для спектра бактерицидного действия.

Еще одной задачей настоящего изобретения является обеспечение системы, содержащей светоизлучающее устройство, и в этой системе может быть использовано излучение, испускаемое светоизлучающим устройством, предназначенное для дезинфекции или очистки воздуха или воды и т.д.

Согласно варианту воплощения настоящего изобретения обеспечен люминесцентный материал, который содержит компонент, выбранный из группы, содержащей $(Y_{1-x}Lu_x)_9LiSi_6O_{26}:Ln$ и/или $AE_5(PO_4)_3F:Ln,A$, где Ln - трехвалентный редкоземельный металл, AE - двухвалентный щелочноземельный металл, а A - одновалентный щелочной металл, $x \geq 0,0$ и $x \leq 1,0$.

Согласно предварительному варианту воплощения Ln выбирают из группы, содержащей трехвалентный Pr , Nd или их смеси. AE выбирают из группы, содержащей двухвалентный Ca , Sr , Ba или их смеси. A выбирают из группы, содержащей одновалентный Li , Na , K , Rb , Cs или их смеси.

Люминесцентный материал имеет максимум испускания в коротковолновом диапазоне ультрафиолетового излучения (UV) (т.е., 200-280 нм) при его возбуждении излучением со спектром возбуждения в ультрафиолетовом спектральном диапазоне, предпочтительно, в диапазоне вакуумного ультрафиолетового излучения или ультрафиолетового излучения коротковолнового диапазона. Излучение с таким спектром возбуждения может быть достигнуто с использованием ртутной разрядной лампы или разрядной лампы на благородном газе, например амальгамовых ламп с максимумом испускания примерно при 185 нм, ртутных разрядных ламп низкого давления, с максимумом испускания примерно при 254 нм, ртутных разрядных ламп среднего давления, с максимумом испускания примерно при 265 нм, и He , Ne или He/Ne эксимерных ламп с максимумом испускания примерно при 172 нм. В качестве альтернативы, в качестве источников излучения для обеспечения спектра возбуждения можно использовать недавно разработанные СИД (светодиодные) лампы, такие как $(Al,Ga)N$ СИД лампы, или другие типы существующих ламп, и еще даже разрабатываются некоторые новые типы ламп, пока такие лампы могут испускать подходящий спектр возбуждения, требуемый для люминесцентного материала, испускающего ультрафиолетовое излучение коротковолнового диапазона.

Неожиданно было обнаружено, что предложенные выше люминесцентные материалы демонстрируют интенсивное и эффективное испускание ультрафиолетового излучения коротковолнового диапазона, с распределением спектральной интенсивности, которое соответствует спектру бактерицидного действия.

Согласно другому варианту воплощения настоящего изобретения обеспечено светоизлучающее устройство, которое пригодно для испускания первого излучения в первом ультрафиолетовом спектральном диапазоне и содержит, по меньшей мере, один из предложенных выше люминесцентных материалов, для поглощения, по меньшей мере, части первого ультрафиолетового излучения и для испускания второго излучения во втором ультрафиолетовом спектральном диапазоне, отличном от первого ультрафиолетового спектрального диапазона.

Было обнаружено, что такое светоизлучающее устройство обладает, для широкого

диапазона применений, особенно для бактерицидного применения, по меньшей мере, одним из следующих преимуществ:

- повышенной эффективностью, благодаря оптимальному спектру испускания применительно к кривой действия согласно применению и благодаря уменьшенному повторному поглощению, проявляемому люминесцентными материалами;
- повышенной стабильностью выходного сигнала УФ-излучения в коротковолновом диапазоне и, таким образом, повышенным рабочим сроком службы светоизлучающего прибора;
- меньшей зависимостью эффективности от температуры.

Согласно предпочтительному варианту воплощения светоизлучающее устройство содержит разрядную лампу, снабженную разрядным сосудом, содержащим газовый наполнитель, имеющий состав, поддерживающий разряд, а, по меньшей мере, часть стенки разрядного сосуда покрыта люминесцентным материалом. В качестве альтернативы, разрядная лампа представляет собой ртутную разрядную лампу или разрядную лампу на благородном газе.

В качестве альтернативы, светоизлучающее устройство содержит недавно разработанную СИД лампу, такую как СИД лампа (Al, Ga)N, или лампу уже существующего типа, или даже лампу нового типа, которая уже была разработана. Для светодиодных ламп люминесцентные материалы могут быть сконфигурированы в виде купола, покрывающего кристаллы светоизлучающего диода, или они могут быть нанесены на оптический компонент, такой как линза или лампа накаливания.

Согласно другому варианту воплощения настоящего изобретения обеспечена система, содержащая, по меньшей мере, один из предложенных выше светоизлучающих устройств, причем система дополнительно содержит блок, способный создавать излучение, испускаемое светоизлучающим прибором, облучающим стерилизуемый объект. Такую систему можно использовать в бактерицидных применениях в виде фотохимической обработки с помощью излучения, испускаемого светоизлучающим прибором, например, при дезинфекции или очистке воздуха, воды или поверхностей. Такой блок может представлять собой, например, светопроводное средство, предназначенное для передачи света от светоизлучающего прибора к поверхности, таким образом, чтобы свет мог непосредственно облучать поверхность для стерилизации упомянутой поверхности. В качестве альтернативы, такой блок может содержать всасывающее устройство, сконфигурированное для втягивания определенного количества воздуха в систему таким образом, чтобы свет мог непосредственно облучать воздух для его очистки.

Согласно другому варианту воплощения настоящего изобретения также обеспечен способ для бактерицидного применения, который включает в себя этап генерирования излучения, испускаемого, по меньшей мере, одним из предложенных выше светоизлучающих приборов, облучающих стерилизуемый объект.

В качестве альтернативы, способ может быть использован для дезинфекции или очистки воздуха, воды или поверхностей. Таким образом, путем генерирования излучения, испускаемого вышеупомянутым светоизлучающим прибором, облучающим воздух, воду или поверхности, воздух, воду или поверхность можно стерилизовать.

Было обнаружено, что предложенная система и способ обладают хорошим бактерицидным эффектом, благодаря испусканию УФ-излучения в коротковолновом диапазоне, обладающего распределением спектральной плотности мощности, которая хорошо соответствует спектру бактерицидного действия.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Вышеуказанные и другие задачи и признаки настоящего изобретения станут более

ясными из следующего подробного описания различных особенностей вариантов воплощения, со ссылкой на прилагаемые чертежи.

Фиг.1 показывает рентгеновскую дифрактограмму (XRD) первого экземпляра люминесцентного материала согласно настоящему изобретению (Пример 1: $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$:

$\text{Pr}^{3+}(1\%)\text{Na}^+(1\%)$);

Фиг.2 показывает спектр возбуждения (левый спектр), спектр испускания (правый спектр) и спектр отражения (верхний правый спектр) первого люминесцентного материала согласно настоящему изобретению (Пример I);

Фиг.3 показывает сопоставление между спектром испускания первого люминесцентного материала (Пример I) и желаемым спектром бактерицидного действия;

Фиг.4 показывает рентгеновскую дифрактограмму второго экземпляра люминесцентного материала согласно настоящему изобретению (Пример II: $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$:

$\text{Pr}^{3+}(1\%)\text{Na}^+(1\%)$);

Фиг.5 показывает спектр возбуждения (левый спектр), спектр испускания (правый спектр) и спектр отражения (верхний правый спектр) второго люминесцентного материала согласно настоящему изобретению (Пример II);

Фиг.6 показывает сопоставление между спектром испускания второго люминесцентного материала (Пример II) и желаемым спектром кривой бактерицидного действия;

Фиг.7 показывает рентгеновскую дифрактограмму третьего экземпляра люминесцентного материала согласно настоящему изобретению (Пример III:

$\text{Y}_9\text{LiSi}_6\text{O}_{26}:\text{Pr}^{3+}(1\%)$);

Фиг.8 показывает спектр возбуждения (левый спектр), спектр испускания (правый спектр) и спектр отражения (верхний правый спектр) третьего люминесцентного материала согласно настоящему изобретению (Пример III);

Фиг.9 показывает рентгеновскую дифрактограмму четвертого экземпляра люминесцентного материала согласно настоящему изобретению (Пример IV: $\text{Ba}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$:

$\text{Pr}^{3+}(1\%)\text{Na}^+(1\%)$);

Фиг.10 показывает спектр возбуждения (левый спектр), спектр испускания (правый спектр) и спектр отражения (верхний правый спектр) четвертого люминесцентного материала согласно настоящему изобретению (Пример IV).

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ВАРИАНТОВ ВОПЛОЩЕНИЯ

Подробное описание вариантов воплощения, приведенных ниже, будет в основном сфокусировано на примерах люминесцентных материалов. Что касается светоизлучающего прибора, системы и способа, предложенных в настоящем изобретении, в предыдущей части было представлено их полезное описание, и поэтому далее можно сослаться на существующие соответствующие документы или изделия.

Пример I:

Пример I относится к соединению $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}:\text{Pr}^{3+}(1\%)\text{Na}^+(1\%)$, которое может быть изготовлено следующим образом:

Исходные материалы 1,009 г CaCO_3 , 4,0004 г $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 0,32 г наномерного CaF_2 и 0,076 г PrF_3 и 0,016 г NaF были измельчены в течение 0,5 часов. Смесь была впоследствии отожжена примерно при 1100°C в атмосфере азота в течение 1 часа. Наконец, материал измельчали и просеивали через сито с размером ячеек 36 микрон.

Фиг.1 показывает рентгеновскую дифрактограмму материала согласно Примеру I.

Фиг.2 показывает спектр возбуждения (левый спектр), спектр испускания (правый спектр) и спектр отражения (верхний правый спектр) материала согласно Примеру I. Фиг.3 показывает сопоставление между спектром испускания (кривая с относительно узким расширением вдоль длины волны на чертеже, а также на других чертежах того же типа, упомянутых ниже) материала согласно Примеру I и желаемому спектру бактерицидного действия. Максимум испускания $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}:\text{Pr},\text{Na}$ имеет место примерно при 245 нм, что показывает хорошее перекрытие с кривой бактерицидного действия. Можно отчетливо видеть, что данный материал является исключительным материалом для использования в разрядных лампах для ультрафиолетового излучения коротковолнового диапазона.

Пример II

Пример II относится к соединению $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}:\text{Pr}^{3+}(1\%)\text{Na}^+(1\%)$, которое может быть изготовлено следующим образом:

Исходные материалы 5,036 г SrCO_3 , 2,675 г $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 0,487 г наномерного SrF_2 , и 0,076 г PrF_3 и 0,016 г NaF были измельчены в течение 0,5 часов. Смесь была впоследствии отожжена примерно при 1100°C в атмосфере азота в течение 1 часа. Наконец, материал измельчали и просеивали через сито с размером ячеек 36 микрон.

Максимум испускания $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}:\text{Pr},\text{Na}$ имеет место примерно при 240 нм, что также показывает хорошее перекрытие с кривой бактерицидного действия. Из фиг.4-6 можно отчетливо видеть, что данный материал является исключительным материалом для использования в разрядных лампах для ультрафиолетового излучения коротковолнового диапазона.

Пример III:

Пример III относится к соединению $\text{Y}_9\text{LiSi}_6\text{O}_{26}:\text{Pr}^{3+}(1\%)$, которое может быть изготовлено следующим образом:

Из исходных материалов 4,000 г Y_2O_3 , 0,147 г Li_2CO_3 , 1,433 г наномерного SiO_2 , и 0,061 г Pr_6O_{11} создавали взвесь в этаноле, и материал растирали до полного испарения растворителя. Впоследствии, высушенный материал прокаливали при 1000°C в атмосфере CO в течение 6 часов, а затем измельчали и прокаливали при 1100°C в атмосфере CO в течение 6 часов. Наконец, материал измельчали и просеивали через сито с размером ячеек 36 микрон. Из фиг.7-8 можно отчетливо видеть, что данный материал является исключительным материалом для использования в разрядных лампах для ультрафиолетового излучения коротковолнового диапазона.

Пример IV:

Пример IV относится к соединению $\text{Ba}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}:\text{Pr}^{3+}(1\%)\text{Na}^+(1\%)$, которое может быть изготовлено следующим образом:

Исходные материалы 5,036 г BaCO_3 , 2,675 г $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 0,487 г наномерного BaF_2 , и 0,076 г PrF_3 и 0,016 г NaF были измельчены в течение 0,5 часов. Смесь была впоследствии отожжена при 1100°C в атмосфере азота в течение 1 часа. Наконец, материал измельчали и просеивали через сито с размером ячеек 36 микрон. Из фиг.9-10 можно отчетливо видеть, что данный материал является исключительным материалом для использования в разрядных лампах для ультрафиолетового излучения коротковолнового диапазона.

Варианты воплощения, описанные выше, являются лишь предпочтительными вариантами воплощения настоящего изобретения. Другие разновидности раскрытых

вариантов воплощения могут быть поняты и осуществлены специалистами в данной области техники при применении заявленного изобретения на практике из изучения чертежей, раскрытия и прилагаемой формулы изобретения. Эти разновидности также следует рассматривать как находящиеся в рамках объема настоящего изобретения. В формуле изобретения и описании использование глагола «содержать» и его спряжений не исключает наличия других элементов или этапов, а неопределенный артикль «а» или «an» не исключает множественности.

Формула изобретения

1. Люминесцентный материал, содержащий компонент, выбранный из группы, содержащей $(Y_{1-x}Lu_x)_9LiSi_6O_{26}:Ln$, причем Ln выбран из группы, содержащей трехвалентный Pr, Nd или их смеси, $x \geq 0,0$ и $\leq 1,0$.

2. Люминесцентный материал по п. 1, в котором люминесцентный материал имеет максимум испускания в коротковолновом диапазоне ультрафиолетового излучения (UVC), при его возбуждении излучением со спектром возбуждения в ультрафиолетовом (UV) спектральном диапазоне.

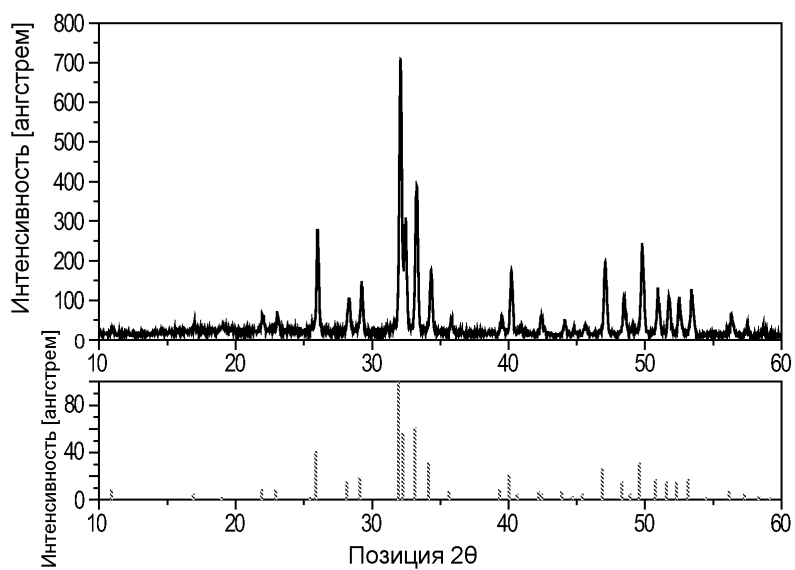
3. Светоизлучающее устройство, которое способно испускать первое излучение в первом ультрафиолетовом спектральном диапазоне, содержащее люминесцентный материал по любому из пп. 1-2, для поглощения, по меньшей мере, части первого ультрафиолетового излучения и для испускания второго излучения во втором ультрафиолетовом спектральном диапазоне, отличном от первого ультрафиолетового спектрального диапазона.

4. Светоизлучающее устройство по п. 3, в котором светоизлучающее устройство содержит разрядную лампу, снабженную разрядным сосудом, содержащим газовый наполнитель с составом, поддерживающим разряд, и, по меньшей мере, часть стенки разрядного сосуда покрыта люминесцентным материалом.

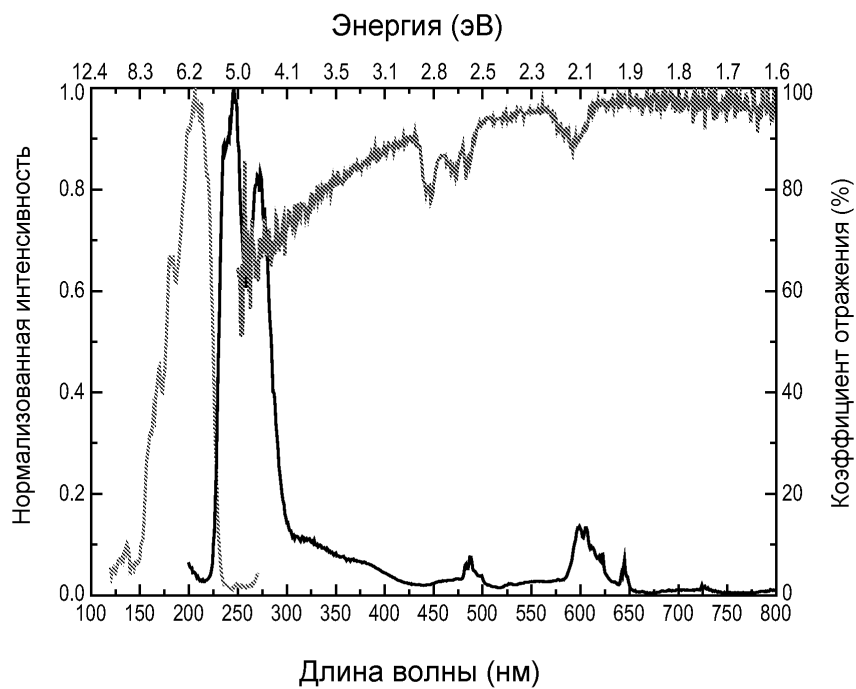
5. Светоизлучающее устройство по п. 3, в котором разрядная лампа представляет собой ртутную (Hg) разрядную лампу или разрядную лампу на благородном газе, и/или СИД лампу.

6. Система, содержащая светоизлучающее устройство по любому из пп. 3-5, причем система дополнительно содержит блок, способный создавать излучение, испускаемое светоизлучающим устройством, облучающим стерилизуемый объект.

7. Способ применения бактерицидного вещества, содержащий этап создания излучения, испускаемого светоизлучающим устройством по любому из пп. 3-5, облучающего стерилизуемый объект.

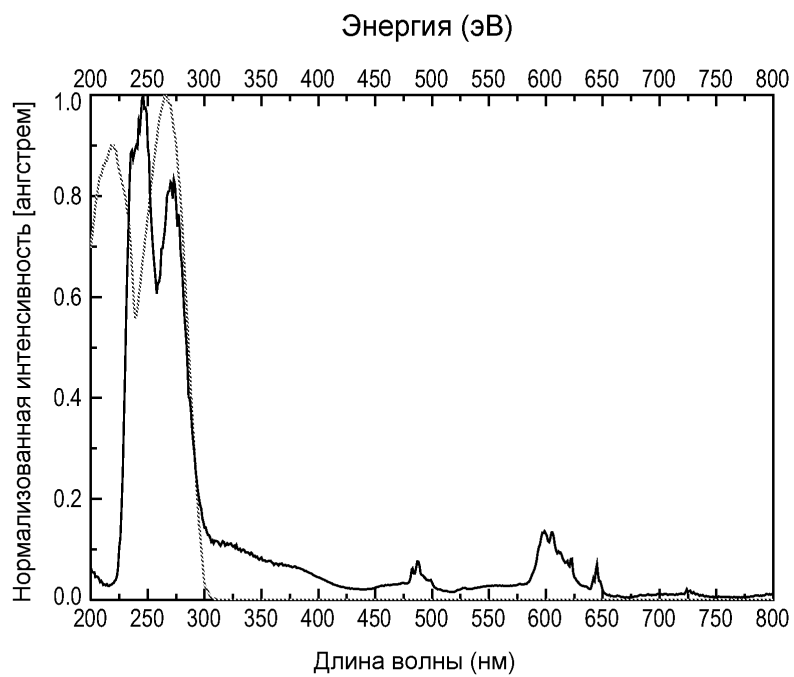


ФИГ. 1

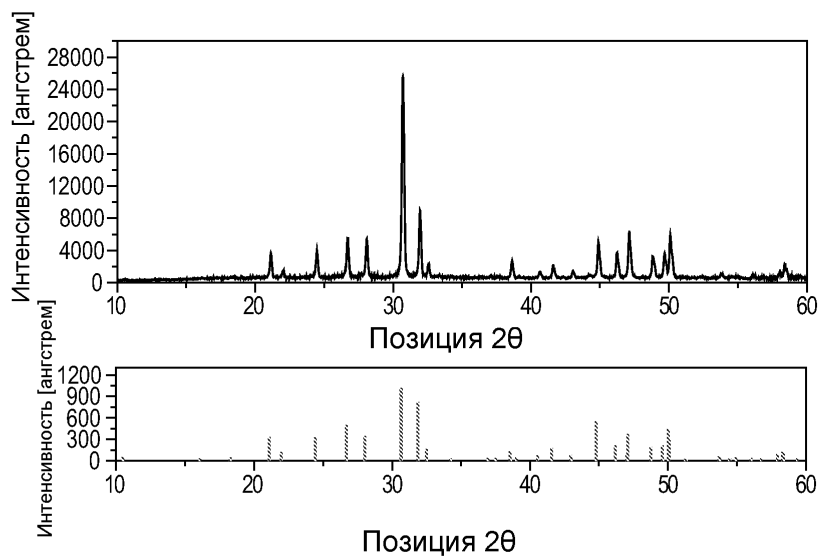


ФИГ. 2

2/5

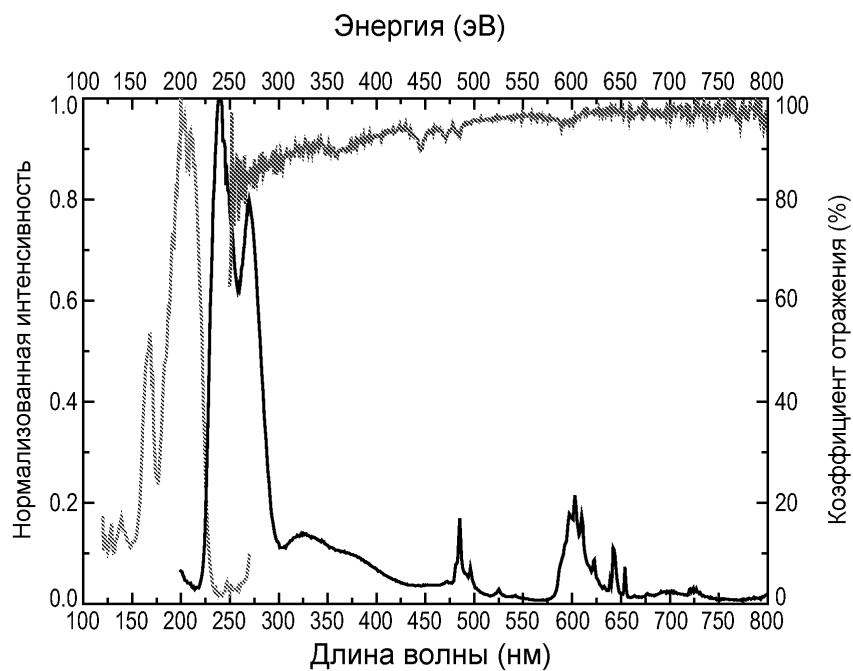


ФИГ. 3

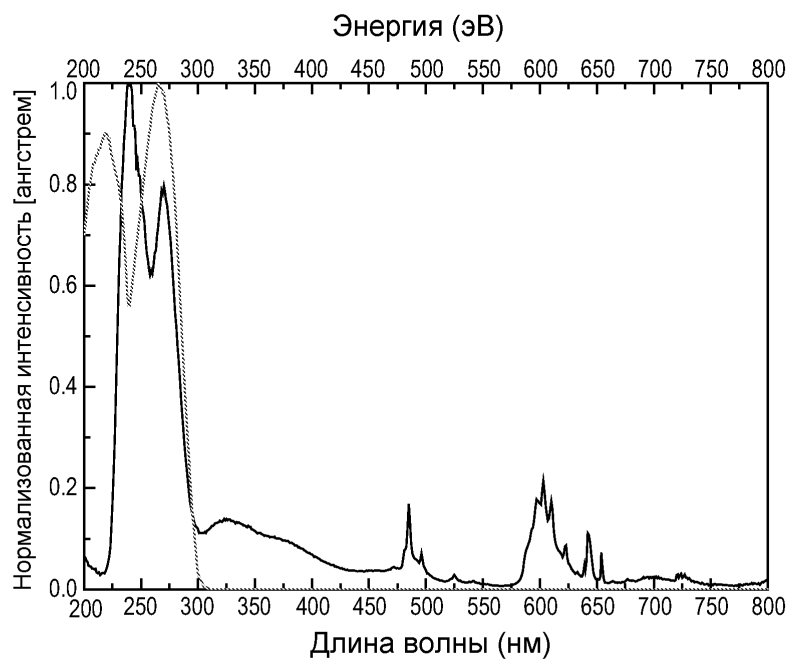


ФИГ. 4

3/5

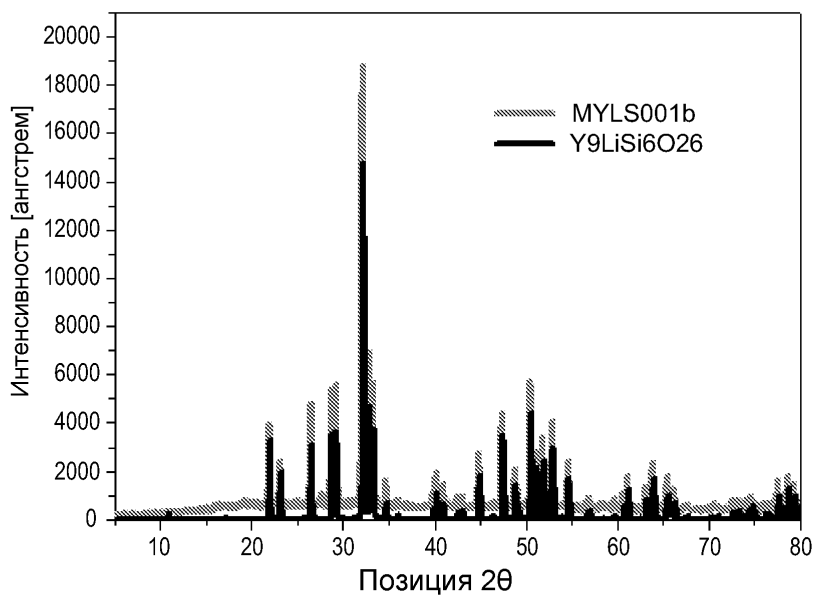


ФИГ. 5

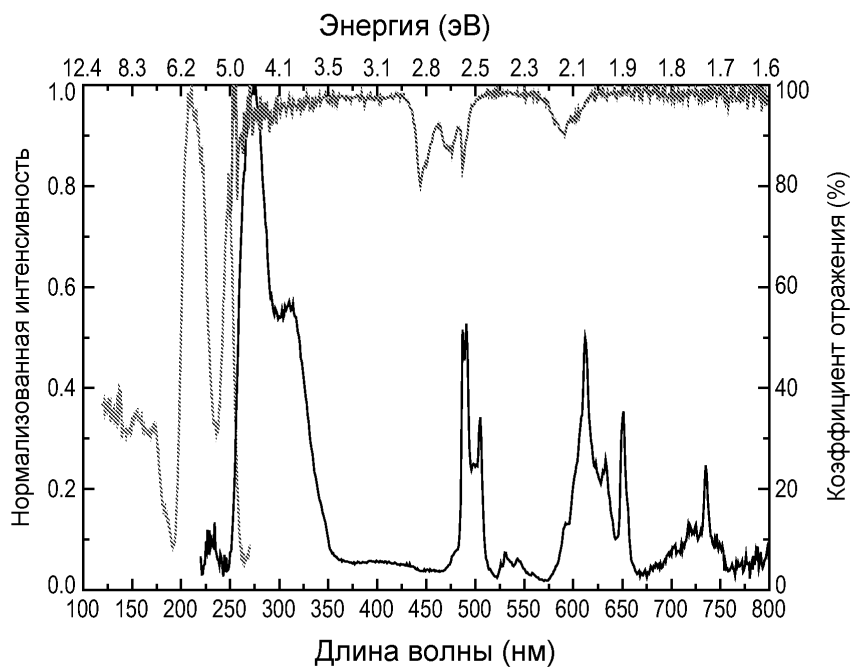


ФИГ. 6

4/5

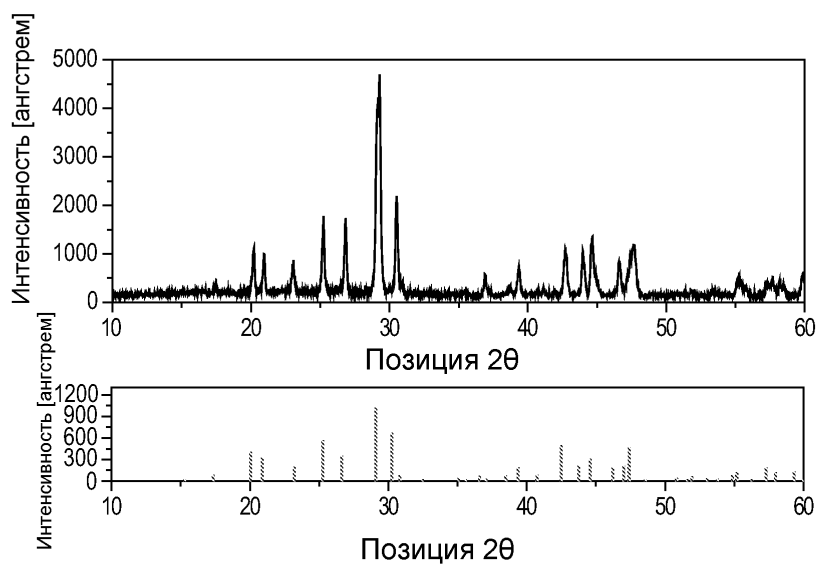


ФИГ. 7

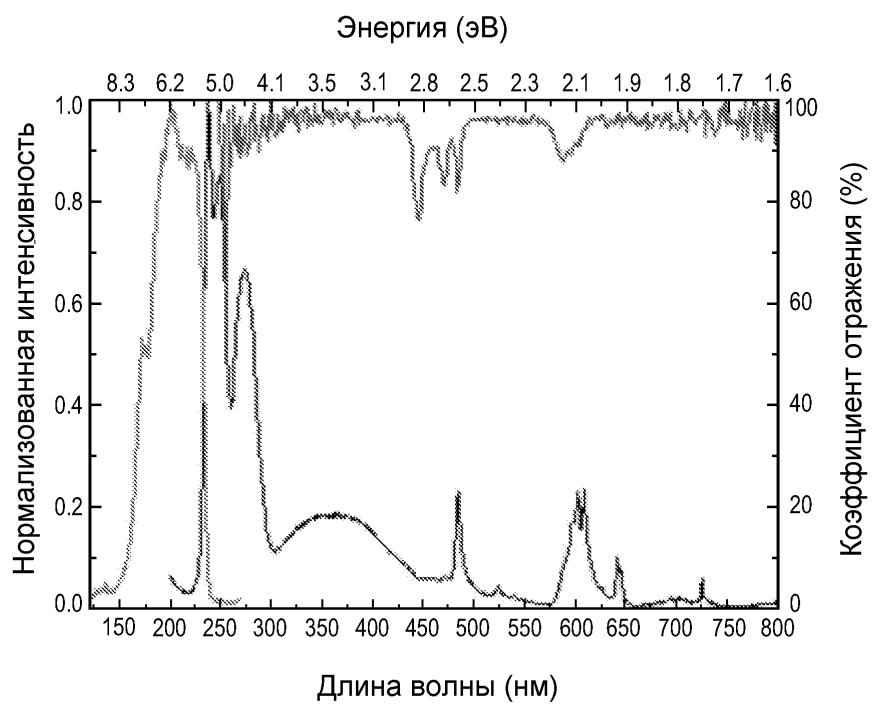


ФИГ. 8

5/5



ФИГ. 9



ФИГ. 10