

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2671236

Прозрачный проводящий оксид

Патентообладатель: *федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики" (Университет ИТМО) (RU)*

Авторы: *Ляшенко Татьяна Геннадьевна (RU), Шишнев-Ващенко Елена Валерьевна (RU), Бугров Владислав Евгеньевич (RU), Романов Алексей Евгеньевич (RU), Шишнев Павел Сергеевич (RU)*

Заявка № 2017146493

Приоритет изобретения 27 декабря 2017 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 30 октября 2018 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 27 декабря 2037 г.



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

H01B 1/08 (2006.01); F21V 9/40 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2017146493, 27.12.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.12.2017

Дата регистрации:
30.10.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 27.12.2017

(45) Опубликовано: 30.10.2018 Бюл. № 31

Адрес для переписки:

197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр.,
49, Университет ИТМО, ОИС и НТИ

(72) Автор(ы):

Ляшенко Татьяна Геннадьевна (RU),
Ширшнев-Ващенко Елена Валерьевна (RU),
Бугров Владислав Евгеньевич (RU),
Романов Алексей Евгеньевич (RU),
Ширшнев Павел Сергеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский
национальный исследовательский
университет информационных технологий,
механики и оптики" (Университет ИТМО)
(RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 2010203454 A1, 12.08.2010.

Н.М.ЛЯДОВ и др. "Структура и оптические
свойства ZnO с наночастицами серебра",
Физика и техника полупроводников, вып.1,
т.50, 2016. RU 2436743 C2, 20.12.2011. ЕА
21647 В1, 31.08.2015. US 2013044499 A1,
21.02.2013.

(54) Прозрачный проводящий оксид

(57) Реферат:

Изобретение относится к составам покрытий полупроводниковых материалов и решает задачу усиления электролюминесценции полупроводников на длине волны 450 нм. Прозрачный проводящий оксид содержит слой оксида цинка с максимальной толщиной 200 нм, легированный ионами алюминия в концентрации

от 1 до 3 молярных процентов и слои наночастиц серебра размерами 30-40 нм и максимальной концентрацией $1,25 \cdot 10^{16}$ на см^3 . Изобретение обеспечивает усиление электролюминесценции полупроводников, излучающих на длине волны 450 нм.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 671 236**⁽¹³⁾ **C1**

(51) Int. Cl.
H01B 1/08 (2006.01)
F21V 9/40 (2018.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
H01B 1/08 (2006.01); *F21V 9/40* (2006.01)

(21)(22) Application: **2017146493, 27.12.2017**

(24) Effective date for property rights:
27.12.2017

Registration date:
30.10.2018

Priority:

(22) Date of filing: **27.12.2017**

(45) Date of publication: **30.10.2018** Bull. № 31

Mail address:

**197101, Sankt-Peterburg, Kronverkskij pr., 49,
Universitet ITMO, OIS i NTI**

(72) Inventor(s):

**Lyashenko Tatyana Gennadevna (RU),
Shirshneva-Vashchenko Elena Valerevna (RU),
Bugrov Vladislav Evgenevich (RU),
Romanov Aleksej Evgenevich (RU),
Shirshnev Pavel Sergeevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij natsionalnyj
issledovatel'skij universitet informacionnykh
tekhnologij, mekhaniki i optiki" (Universitet
ITMO) (RU)**

(54) **TRANSPARENT CONDUCTIVE OXIDE**

(57) Abstract:

FIELD: electrical engineering.

SUBSTANCE: invention relates to coating compositions of semiconductor materials and solves the problem of amplifying the electroluminescence of semiconductors at a wavelength of 450 nm. Transparent conductive oxide contains a zinc oxide layer with a maximum thickness of 200 nm doped with aluminum

ions in a concentration of 1 to 3 mol percent and layers of silver nanoparticles 30–40 nm in size and a maximum concentration of $1.25 \cdot 10^{16}$ per cm^3 .

EFFECT: invention provides amplification of the electroluminescence of semiconductors emitting at a wavelength of 450 nm.

1 cl

R U 2 6 7 1 2 3 6 C 1

R U 2 6 7 1 2 3 6 C 1

Изобретение относится к оптоэлектронике, в частности, к составам покрытий полупроводниковых материалов, усиливающих

электролюминесценцию, на базе которых могут быть созданы мощные излучающие светодиоды диапазона 450 нм. На данный момент известно, что при

5 электролюминесценции полупроводников возможно усиление интенсивности люминесценции при нахождении рядом с полупроводником (расстояние до 200 нм) металлических наноструктур с частотой плазмонного резонанса, совпадающей с частотой излучения гетероперехода полупроводника. Также известно, что оксид цинка является уникальным материалом в качестве покрытий для светодиодов: это
10 теплопроводящий и электропроводящий материал, обладает высоким показателем преломления, то есть способен рассеивать проходящее через него оптическое излучение на очень широкие углы, что важно при его использовании в светодиодах осветительной техники.

Известно вещество покрытия для светодиодов, патент №US 2005/0285128 A1,
15 опубликован 29 декабря 2005 года, состоящее из металлического слоя толщиной в нанометры, позволяющее усиливать электролюминесценцию. Недостатком аналога является максимум усиления на 470 нм, а не 450 (длина волны излучения стандартного светодиода для ламп освещения) без возможности регулировки максимума длины волны усиления, а также отсутствие возможности плавной регулировки коэффициента усиления,
20 так как есть только один варьируемый параметр покрытия - это его толщина.

Известно вещество покрытия из полиметилметакрилата (пмма) для светодиодов диапазона 400-1200 нм, патент РФ 172493 U1, опубликован 11 июля 2017 года, с наночастицами серебра для усиления электролюминесценции в 3-4 раза. Недостатком аналога является низкая температура размягчения пмма 160°C и температура
25 воспламенения 260°C, что делает его малоприменимым при использовании в мощных светодиодах. Недостатком аналога является низкий показатель преломления покрытия -1.49, что затрудняет выход света из полупроводниковых структур вследствие появления эффекта полного внутреннего отражения и понижает угол рассеяния света. Также недостатком аналога является низкая теплопроводность и низкая проводимость, что
30 делает невозможным его использования в качестве проводящего прозрачного электрода.

Известно покрытие, взятое в качестве прототипа (патент №US 2010/0203454 A1, опубликован 12 августа 2010 года), состоящее из слоя прозрачного полупроводникового оксида (в том числе и ZnO) и наночастиц (в том числе и наночастиц серебра) для
повышения проводимости и управления оптическими свойствами. Недостатком
35 прототипа является отсутствие эффекта усиления электролюминесценции гетероструктур на длине волны 450 нм.

Изобретение решает задачу усиления электролюминесценции полупроводников на длине волны 450 нм. Поставленная задача решается за счет достижения технического результата, заключающегося в повышении интенсивности излучения светодиодов с
40 предложенным покрытием. Предложенный состав вещества и его структура обеспечивают усиление электролюминесценции полупроводников, излучающих на длине волны 450 нм. Данный технический результат достигается тем, что прозрачный проводящий оксид, содержащий слой оксида цинка и слои наночастиц серебра, отличается тем, что оксид цинка легирован ионами алюминия в концентрации от 1 до
45 3 молярных процентов, наночастицы серебра имеют размеры 30-40 нм и максимальную концентрацию $1,25 \cdot 10^{16}/\text{см}^3$, а максимальная толщина слоя ZnO составляет 200 нм.

Сущность заявляемого изобретения поясняется следующим.

В основе изобретения лежит усиление наночастицами серебра электролюминесценции

полупроводников, излучающих на длине волны 450 нм. Данный тип светодиодов используется в лампах белого светодиодного освещения в качестве основного источника излучения.

При расстоянии менее 200 нм металлических наночастиц серебра от излучающих полупроводников за счет эффекта плазмонного усиления уменьшается время рекомбинации электронов и дырок, что ведет в свою очередь к повышению интенсивности люминесценции, так как увеличивается количество носителей, попадающих за единицу времени в зону проводимости и переходящих обратно в валентную зону полупроводника за счет излучательного перехода.

В изобретении применен оксид цинка, легированный ионами алюминия. Согласно проведенным экспериментам, при вводе ионов алюминия от 1 до 3 молярных процентов показатель преломления составляет 2,12. Это значение превышает показатель преломления оксида цинка в аналоге (1,96), а значит лучше рассеивает свет, что является улучшением характеристик светодиода, в котором такие вещества применяются.

В изобретении используются слой оксида цинка, легированного ионами алюминия, и слои наночастиц серебра. Получено экспериментальное усиление электролюминесценции светодиода, излучающего на длине волны 450 нм с покрытием из патентуемого вещества в 5 раз по сравнению со светодиодом, излучающим на длине волны 450 нм, без патентуемого покрытия.

Таким образом, изобретение обеспечивает решение задачи по усилению электролюминесценции светодиода на длине волны 450 нм, регулировке усиления и эффективному рассеянию этого излучения в окружающую среду.

(57) Формула изобретения

Прозрачный проводящий оксид, содержащий слой оксида цинка и слои наночастиц серебра, отличающийся тем, что оксид цинка легирован ионами алюминия в концентрации от 1 до 3 молярных процентов, наночастицы серебра имеют размеры 30-40 нм и максимальную концентрацию $1,25 \cdot 10^{16}$ на см^3 , а максимальная толщина слоя ZnO составляет 200 нм.