



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012109990/11, 15.03.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
15.03.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 15.03.2012

(43) Дата публикации заявки: 20.09.2013 Бюл. № 26

(45) Опубликовано: 20.05.2014 Бюл. № 14

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 2436196 C1, 10.12.2011. RU 99104  
U1, 10.11.2010. RU 99592 U1, 10.11.2010. RU  
2222831 C1, 27.01.2004. RU 103343 U1,  
10.04.2011. RU 93354 U1, 27.04.2010

Адрес для переписки:

170023, г.Тверь, ул. Рихарда Зорге, 5а, кв.63, А.А.  
Звонову

(72) Автор(ы):

Аникин Петр Павлович (RU),  
Евдокимов Сергей Анатольевич (RU),  
Звонов Владимир Георгиевич (RU),  
Кузнецов Валерий Викторович (RU),  
Костюков Дмитрий Анатольевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

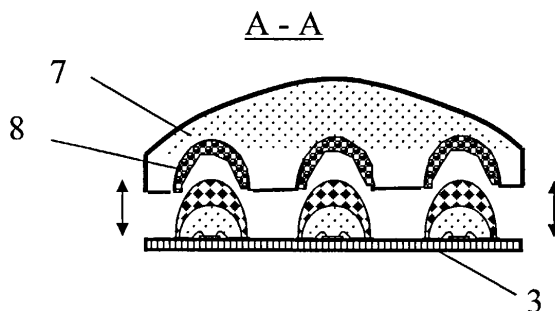
Общество с ограниченной ответственностью  
"ИНФОЛЕД" (RU)

## (54) ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ СВЕТОФОР

(57) Реферат:

Изобретение относится к области световой сигнализации. Железнодорожный светофор содержит установленные на его поверхности матрицы светодиодных излучателей, снабженных индивидуальной или общей оптикой, которая выполнена в виде асферических линз. С внутренней стороны линз образованы выемки для установки излучателей света. Между линзами

и светодиодными излучателями установлен антибликовый компаунд с коэффициентом преломления  $n \geq 1,4$  и включающий смесь силикона и поглощающих наночастиц с размером от 0.1 до 1 мкм. Решение направлено на повышение помехозащищенности светофора. 5 з.п. ф-лы, 5 ил.



Фиг. 3



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2012109990/11, 15.03.2012  
 (24) Effective date for property rights:  
15.03.2012  
 Priority:  
 (22) Date of filing: 15.03.2012  
 (43) Application published: 20.09.2013 Bull. № 26  
 (45) Date of publication: 20.05.2014 Bull. № 14  
 Mail address:  
170023, g.Tver', ul. Rikharda Zorge, 5a, kv.63, A.A.  
Zvonovu

(72) Inventor(s):  
Anikin Petr Pavlovich (RU),  
Evdokimov Sergej Anatol'evich (RU),  
Zvonov Vladimir Georgievich (RU),  
Kuznetsov Valerij Viktorovich (RU),  
Kostjukov Dmitrij Anatol'evich (RU)  
 (73) Proprietor(s):  
Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju  
"INFOLED" (RU)

(54) **RAILWAY TRAFFIC LIGHT**

(57) Abstract:

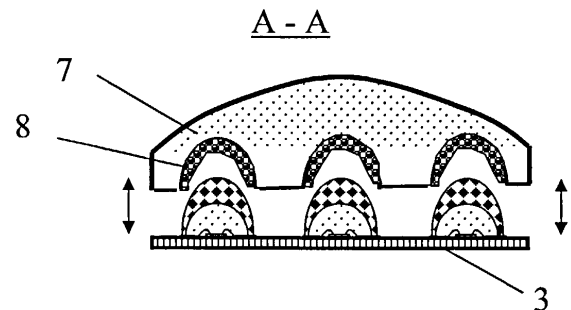
FIELD: physics, signalling.

SUBSTANCE: invention relates to light signalling. The railway traffic light comprises an array of LED emitters mounted on its surface, said emitters being equipped with a separate or common optical system in form of aspheric lenses. The inner side of the lenses has recesses for fitting light emitters. Between the lenses and the LED emitters, there is an antiglare compound a refraction index  $n \geq 1.4$  and which contains a mixture of silicone and absorbent nanoparticles with size of 0.1-1 mcm.

EFFECT: increased noise-immunity of the traffic

light.

6 cl, 5 dwg



Фиг. 3

RU 2 516 926 C2

RU 2 516 926 C2

Изобретение относится к области световой сигнализации, а именно к светодиодным железнодорожным светофорам, и может быть использовано в качестве регулирующего или предупреждающего устройства, которое устанавливается вдоль маршрута следования железнодорожного транспорта и на железнодорожных переездах.

5 Известны железнодорожные светофоры (RU 93354, RU 98386, RU 36328, RU 60764, RU 2436196), содержащие не менее одной светодиодной матрицы, формирователь светового потока, источник электропитания и устройство управления цветом светофора, соединенное по управляющему входу с системой железнодорожной автоматики.

10 Недостатком известных железнодорожных светофоров на светодиодах является относительно невысокая помехозащищенность от искусственных и преднамеренных помех. Это связано с физической природой известных светодиодов и возможностью изменения их цветового свечения при попадании на их люминофорный слой внешнего коротковолнового излучения Солнца или других источников искусственных и  
15 естественных помех. В конечном итоге искажение сигнальной информации железнодорожного светофора может привести к созданию аварийных ситуаций и крушений на железных дорогах.

Наиболее близким по назначению и технической сущности к заявляемому изобретению относится железнодорожный светофор (RU 2436196), содержащий установленные на его лицевой поверхности не менее одной матрицы светодиодных  
20 излучателей света типа светодиод или полупроводниковый кристалл, снабженных индивидуальной и/или общей оптикой, причем оптика выполнена в виде асферических линз, с внутренней стороны которых образованы выемки для установки излучателей света.

При этом светодиоды выполнены ультрафиолетового или оптического диапазона  
25 и покрыты люминофором. Длина волны на выходе их люминофора  $\lambda=405-460$  нм, а координаты его цветности лежат в диапазоне  $X=(0,36, 0,36, 0,47, 0,46)\pm 0,001$ ,  $Y=(0,37, 0,35, 0,43, 0,39)\pm 0,01$ . Люминофор светодиодов выполнен Стоксовским на основе гранатов и силикатов. С внешней стороны матрица покрыта общей (покровной) оптикой (линзой). Общая линза выполнена в виде обрезного фильтра с толщиной стенок  $\leq 1$  мм  
30 для получения нужных координат цветности, в желтом диапазоне. Пространство между покровной линзой и светодиодной матрицей заполнено прозрачным или рассеивающим герметизирующим эластичным компаундом с коэффициентом преломления  $n\geq 1,3$ .

Недостатком данного железнодорожного светофора является возможность искажения его сигнальной информации (создание блика - ответного светового сигнала с цветностью,  
35 отличной от цветности зондирующего сигнала, вызвавшего ответный сигнал) под действием облучающих светофор излучений. Следствием этого является возможность появления аварийных ситуаций и крушений на железных дорогах при его применении для управления железнодорожным движением.

40 Задачей изобретения является повышение надежности регулирования железнодорожного движения светодиодным светофором.

Техническим результатом, обеспечивающим решение этой задачи, является повышение помехозащищенности светодиодного железнодорожного светофора от искусственных и естественных помех путем снижения возможности искажения сигнальной информации светодиодного светофора.

45 Достижение заявленного технического результата и, как следствие, решение поставленной задачи обеспечивается тем, что железнодорожный светофор, содержащий установленные на его лицевой поверхности не менее одной матрицы светодиодных излучателей света типа светодиод или полупроводниковый кристалл, снабженных

индивидуальной и/или общей оптикой, причем оптика выполнена в виде асферических линз, с внутренней стороны которых образованы выемки для установки излучателей света, согласно изобретению между асферическими линзами и светодиодными излучателями света установлен антибликовый компаунд с коэффициентом преломления  $n \geq 1,4$ , включающий смесь силикона и поглощающих наночастиц с размером от 0,1 до 1 мкм.

При этом каждая матрица светодиодных излучателей выполнена со свечением ее светодиодов и/или кристаллов желтого, красного, зеленого, синего или белого цвета. Светодиод желтого, красного, зеленого, синего цветов содержит полупроводниковый кристалл, покрытый с внешней стороны слоем прозрачного кремнеорганического геля и/или гель-люминофорной смеси, а светодиод белого цвета - кристалл, покрытый с внешней стороны слоем гель-люминофорной смеси переменной толщины, обеспечивающей сохранение белого свечения светодиода независимо от угла его наблюдения. Для обеспечения видимости излучений светодиодных матриц в белом спектре частот длина волны светодиодного кристалла, покрытого люминофором, выбрана равной  $\lambda = 405-460$  нм, а координаты его цветности - в диапазоне  $X = (0,31, 0,31, 0,45, 0,45) \pm 0,001$  или  $Y = (0,306, 0,335, 0,42, 0,39) \pm 0,001$ . Гель-люминофорная смесь содержит, мас. %:

Стоксовский люминофор -  $1 \div 10$

гелеобразный силикон -  $90 \div 99$ .

Кремнеорганический гель выбран с коэффициентом преломления  $n \geq 1,4$ .

Установка между асферическими линзами и светодиодными излучателями света антибликового компаунда с коэффициентом преломления  $n \geq 1,4$ , включающего смесь силикона и поглощающих наночастиц с размером от 0,1 до 1 мкм, позволяет уменьшить доступ внешнего излучения, изменяющего цветность индикации светофорных сигналов, до люминофорного слоя светодиодов путем ослабления его ионизирующей энергии. Этим обеспечивается снижение возможности искажения сигнальной информации светодиодного светофора и, как следствие, повышение помехозащищенности железнодорожного светофора от искусственных и естественных помех.

Рациональный выбор параметров светодиодных излучателей света и их покрытий позволяет дополнительно создать весь требуемый спектр цветности антибликовых железнодорожных светофоров для регулирования движения железнодорожного транспорта.

Изобретение поясняется чертежами, где на фиг.1 представлен светодиодный железнодорожный светофор с тремя индикаторными головками; на фиг.2 - индикаторная головка светофора с матрицей светодиодов и общей покровной линзой, вид сверху; на фиг.3 - вертикальный разрез по А-А индикаторной головки светофора с матрицей светодиодов с общей покровной линзой; на фиг.4 - конструкция светодиода с индивидуальными покровными линзами, на фиг.5 - конструкция светодиода белого свечения.

Железнодорожный светофор содержит защитный корпус 1 со светодиодными головками 2 желтого, красного, зеленого, синего или белого цветов, соединенными с источником электропитания, устройством управления сигналами светофора и системой железнодорожной автоматики (не показано). Каждая светодиодная головка 2 железнодорожного светофора содержит не менее одной матрицы 3 светодиодных излучателей света (светодиод 4 или полупроводниковый кристалл 5), снабженных индивидуальной 6 и/или общей 7 оптикой, выполненной в виде асферических покровных линз. С внутренней стороны покровных линз 6 и 7 образованы выемки для установки

излучателей света. Между асферическими линзами 6, 7 и светодиодными излучателями 4 или 5 установлен антибликовый компаунд 8 с коэффициентом преломления  $n \geq 1,4$ . Компаунд 8 включает смесь силикона и поглощающих наночастиц с размерами от 0.1 до 1 мкм. Состав наночастиц включает неорганические поглощающие материалы и является элементом НОУ-ХАУ. Светодиод 4 желтого, красного, зеленого, синего цветов содержит полупроводниковый кристалл 5, покрытый с внешней стороны слоем прозрачного кремнеорганического геля 9 с коэффициентом преломления  $n \geq 1.4$ . и/или гель-люминофорной смеси 10. Светодиод 4 белого цвета (фиг.5) содержит кристалл 5, покрытый с внешней стороны слоем гель-люминофорной смеси 10 переменной толщины, обеспечивающей сохранение белого свечения светодиода 4 независимо от угла его наблюдения. Для этого слой 10 гель-люминофорной смеси выполнен в виде асферической гель-люминофорной линзы с параметрами:

$$D(\varepsilon, \beta) = R(\varepsilon, \beta) - R, \quad (1)$$

$$T_{ц} = F\{n, j\} = \text{const}, \quad (2)$$

$$\varepsilon = \{0 \div 90\}, \quad (3)$$

$$\beta = \{0 \div 180\}, \quad (4)$$

Где  $D(\varepsilon, \beta)$  - толщина гель-люминофорной линзы;

$T_{ц}$  - цветовая температура выходящего из светодиода излучения;

$R$  - внутренний радиус асферической линзы;

$R(\varepsilon, \beta)$  - внешний радиус асферической линзы;

$\varepsilon$  - направление измерения интенсивности излучения светодиода относительно его центральной оси по углу места;

$\beta$  - азимутальное направление измерения интенсивности излучения светодиода

относительно его центральной оси;

$n$  - удельная плотность люминофора в гель-люминофорной линзе;

$j = j(\varepsilon, \beta)$  - интенсивность синего излучения светоизлучающего элемента;

$F\{n, j\}$  - функция зависимости цветовой температуры выходящего из светодиода излучения.

Численное значение функции  $F\{n, j\}$  зависит от плотности люминофора, интенсивности синего излучения светоизлучающего элемента по углам  $\varepsilon$  и  $\beta$  и геометрических его параметров. Вид функции  $F\{n, j\}$  и конкретное значение ее параметров (1÷4) для заданной цветности светодиодных головок 2 определяется опытным путем на экспериментальном стенде ООО «ИнфоЛед» для каждого кристалла 5 матрицы 3 светодиодов 4. Для обеспечения видимости излучений светодиодных матриц 3 в белом спектре частот длина волны светодиодного кристалла 5, покрытого слоями 9 и 10, выбрана равной  $\lambda = 405-460$  нм, а координаты его цветности - в диапазоне  $X = (0,31, 0,31, 0,45, 0,45) \pm 0,001$  или  $Y = (0,306, 0,335, 0,42, 0,39) \pm 0,001$ . Гель-люминофорная смесь 10 содержит, мас. %:

Стоксовский люминофор - 1÷10

гелеобразный силикон - 90÷99.

Железнодорожный светофор работает следующим образом.

По заданной программе железнодорожной автоматики, регулирующей движение железнодорожного транспорта, включаются светодиодные головки 2 соответствующей цветности. При включении светодиодной головки 2 светоизлучающие элементы (кристаллы 5) матрицы 3 светодиодов 4 излучают свет в синей области видимого спектра. Синее излучение кристаллов 5 проходит через слой 9 прозрачного геля и рассеивается в передней полусфере, обеспечивая увеличенный по площади излучения выход синего

света. Далее рассеянное излучение синего цвета с увеличенной площадью синего свечения по сравнению с излучающей площадью кристалла 5 из слоя 9 через границу раздела радиусом R проникает в слой 10 гель-люминофорной смеси светодиода 4.

Люминофорные частицы, находящиеся в слое 10, частично поглощают указанное излучение, преобразуют полученную энергию и в ходе процесса люминесценции излучают свет в другой желтой области видимого спектра, изменяя цветность излучения, в частности, таким образом, что суммарное излучение светодиодов 4 матрицы 3 индицируется и воспринимается человеком как однотонный белый цвет. Конкретный вид цвета (желтый, красный, зеленый, синий, белый) каждой матрицы 3 светодиодов 4 подбирается толщиной слоя 10, видом и плотностью люминофора в нем. Выполнение слоя 10 в виде асферической линзы из условий (1÷4) позволяет за счет уменьшения ее толщины  $D(\epsilon, \beta)$  от центральной оси к периферии обеспечить компенсацию снижения яркости кристалла 5 по вертикальному углу  $\theta$  уменьшением числа люминофорных частиц в слое 10 на пути распространения фотонов синего цвета, суммарное излучение которого и излучение люминофорных частиц воспринимается человеком как однотонный, например белый свет, во всей верхней полусфере светодиода 4 матрицы 3. Этим обеспечивается постоянство цвета каждого светодиода 4 матрицы 3 независимо от угла наблюдения его свечения. Далее однотонный свет светодиодов 4 матрицы 3 проходит через антибликовый компаунд 8 с коэффициентом преломления  $n \geq 1,4$  с незначительным ослаблением на границе с покровной линзой 6 или 7 и излучается последней с лицевой поверхности светофора фиксированной цветности. Благодаря этому на световой головке 2 светофора загорается свой соответствующий цветовой сигнал управления железнодорожным движением. Поскольку состав поглощающего неорганического материала компаунда 8 настроен на другой частотный диапазон, отличный от частоты излучения светофора, то ослабления света и четкости индикации цвета головок 2 светофора не происходит.

В случае попадания на светодиодные головки 2 светофора встречного помехового излучения, например коротковолнового излучения (синего и ультрафиолетового цвета) от Солнца или от лазерной указки злоумышленника, это излучение поглощается и рассеивается антибликовым компаундом 8. За счет этого энергия помехового излучения не достигает люминофорного слоя 10 светодиодов 4 или становится недостаточной для активации люминофора и изменения цветности головок 2 светофора.

Данное изобретение не ограничивается приведенным примером его осуществления. В рамках данного изобретения возможны и другие варианты конструкции светодиодного железнодорожного светофора. Так в качестве антибликовых покрытий и присадок в данном светофоре для дальнейшего повышения помехозащищенности светофора могут дополнительно использоваться диэлектрические композиции и присадки, известные из /RU 2272329/, для покрытия экранов газоразрядных индикаторных панелей и включающие, масс. %: оксид кремния - 2÷5; фотоэкспонируемый диэлектрический материал на основе эпоксидной и акриловой смол - 95÷98. Данная композиция требует высокотемпературной обработки и может быть нанесена толщиной 2÷5 мкм только на защитном стекле светодиодной головки 2 светофора при его наличии (не показано). Такое покрытие создает шероховатую антибликовую поверхность дополнительно рассеивающее помеховое излучение до входа его в светодиодную головку 2. Если толщина слоя будет больше 5 мкм, покрытие будет иметь поверхность с высокой степенью шероховатости, что уменьшает яркость и четкость светофорного сигнала. При содержании в диэлектрической композиции оксида кремния менее 2 вес. %, а также при толщине антибликового слоя мене 2 мм слабо выражен антибликовый эффект покрытия,

так как частицы оксида кремния редко расположены на поверхности защитного стекла и помеховое коротковолновое излучение проникает (при отсутствии компаундного слоя 8) в люминофорный слой 10 светодиода 4, изменяя его цветность и создавая блик на частоте, отличной от частоты его вызвавшей.

5 Конструкция железнодорожного светофора разработана на уровне опытного образца. На основе этой конструкции в настоящее время разработаны опытные образцы различных модификаций помехозащищенных светодиодных светофоров для обслуживания железнодорожного движения. Результаты измерений показали, что помехозащищенность светодиодного железнодорожного светофора от искусственных  
10 и естественных помех увеличилась не менее чем на 300%, а неравномерность цветовой температуры по поверхности световых головок 2 светофора значительно снизилась и составила  $\pm 100$  град К.

#### Формула изобретения

15 1. Железнодорожный светофор, содержащий установленные на его лицевой поверхности не менее одной матрицы светодиодных излучателей света типа светодиод или полупроводниковый кристалл, снабженных индивидуальной и/или общей оптикой, причем оптика выполнена в виде асферических линз, с внутренней стороны которых образованы выемки для установки излучателей света, отличающийся тем, что между  
20 асферическими линзами и светодиодными излучателями света установлен антибликовый компаунд с коэффициентом преломления  $n \geq 1,4$  и включающий смесь силикона и поглощающих наночастиц с размером от 0,1 до 1 мкм.

2. Железнодорожный светофор по п.1, отличающийся тем, что каждая матрица светодиодных излучателей выполнена со свечением ее светодиодов и/или кристаллов  
25 желтого, красного, зеленого, синего или белого цвета.

3. Железнодорожный светофор по п.2, отличающийся тем, что светодиод желтого, красного, зеленого, синего цветов содержит полупроводниковый кристалл, покрытый с внешней стороны слоем прозрачного кремнеорганического геля и/или гель-люминофорной смеси, а светодиод белого цвета - кристалл, покрытый с внешней  
30 стороны слоем гель-люминофорной смеси переменной толщины, обеспечивающей сохранение белого свечения светодиода независимо от угла его наблюдения.

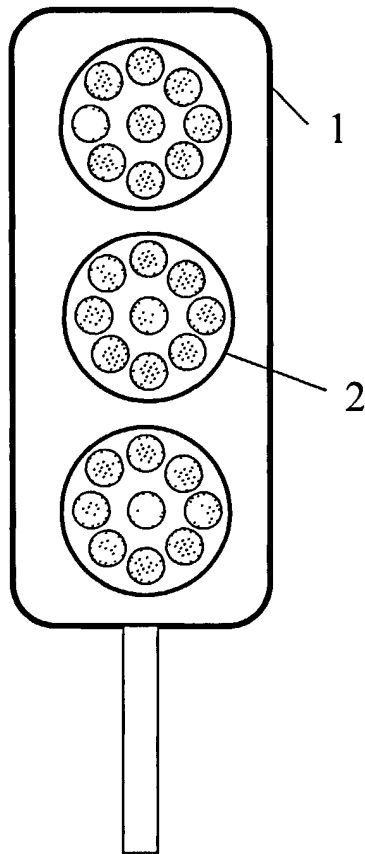
4. Железнодорожный светофор по п.3, отличающийся тем, что для обеспечения видимости излучений светодиодных матриц в белом спектре частот длина волны светодиодного кристалла, покрытого люминофором, выбрана равной  $\lambda = 405-460$  нм, а  
35 координаты его цветности - в диапазоне  $X = (0,31, 0,31, 0,45, 0,45) \pm 0,001$  или  $Y = (0,306, 0,335, 0,42, 0,39) \pm 0,001$ .

5. Железнодорожный светофор по п.3, отличающийся тем, что гель-люминофорная смесь содержит, в масс, %:

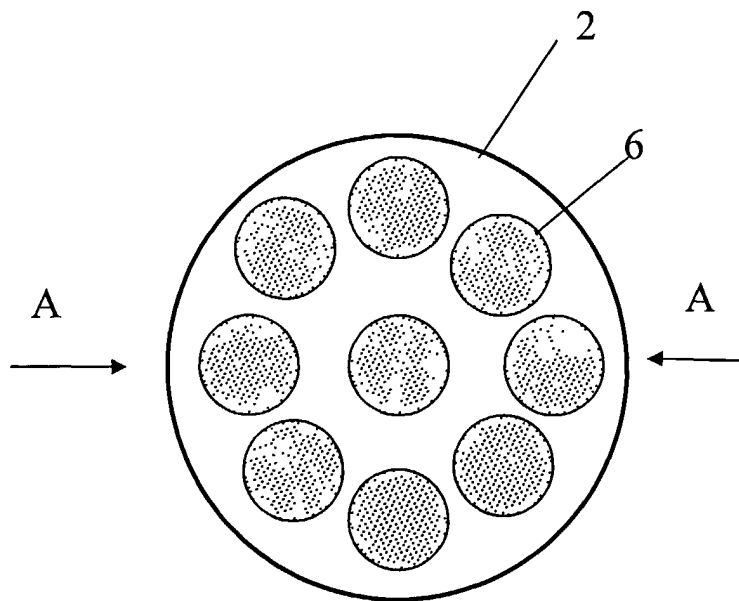
- Стоксовский люминофор -  $1 \div 10$ ;

40 - гелеобразный силикон -  $90 \div 99$ .

6. Железнодорожный светофор по п.3, отличающийся тем, что кремнеорганический гель выбран с коэффициентом преломления  $n \geq 1,4$ .

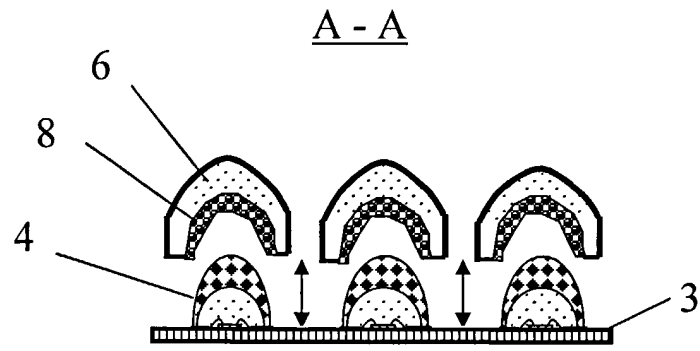


Фиг. 1

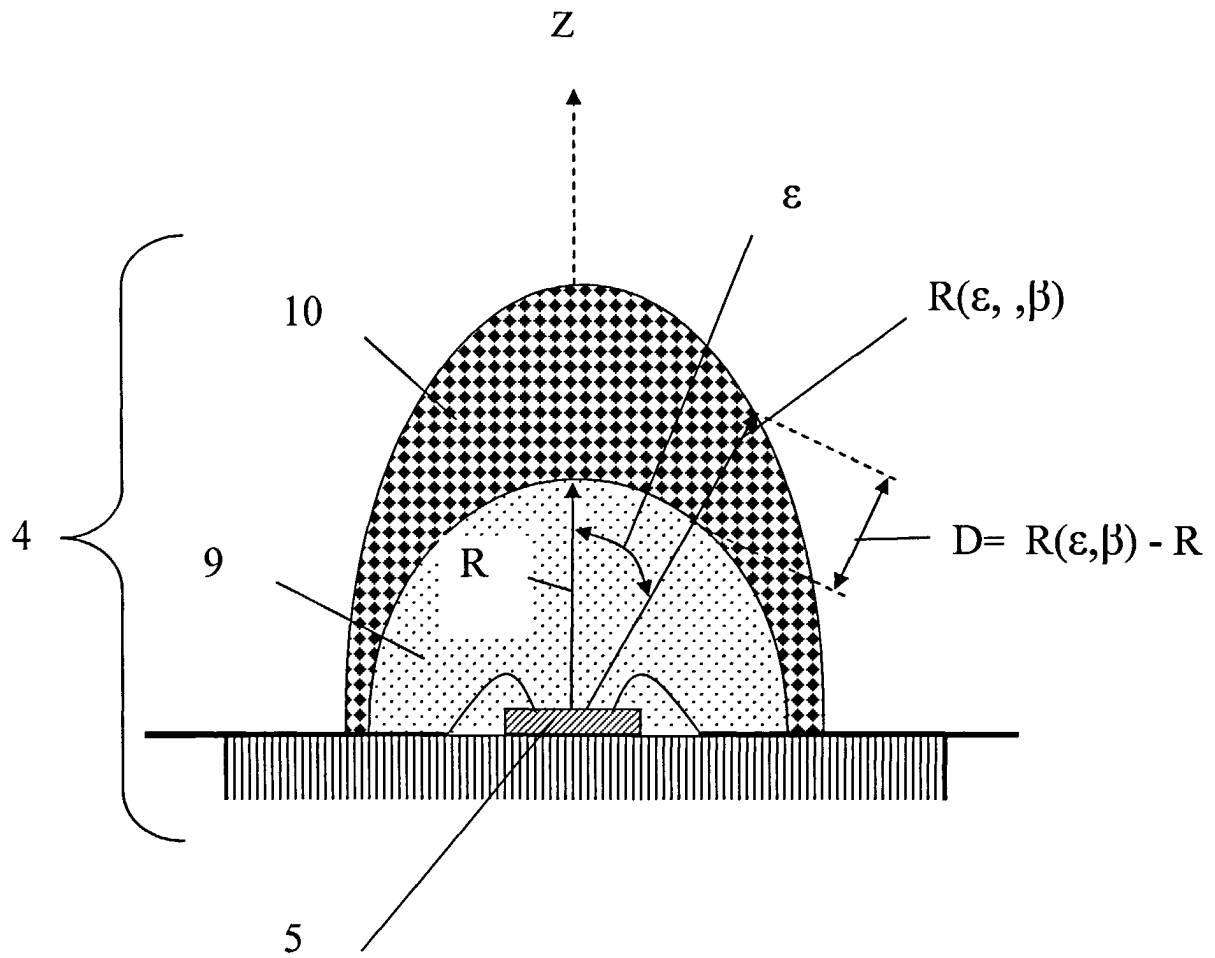


Фиг. 2





Фиг. 4



Фиг. 5