

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(11) 020693

(13) В1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2015.01.30**

(51) Int. Cl. *C03C 3/19* (2006.01)  
*C03C 3/14* (2006.01)  
*C03C 3/21* (2006.01)  
*H01L 51/50* (2006.01)  
*H05B 33/02* (2006.01)

(21) Номер заявки  
**201270558**

(22) Дата подачи заявки  
**2010.10.13**

---

(54) СТЕКЛО ДЛЯ ДИФФУЗИОННОГО СЛОЯ В ОРГАНИЧЕСКОМ СВЕТОДИОДНОМ ЭЛЕМЕНТЕ И ОРГАНИЧЕСКИЙ СВЕТОДИОДНЫЙ ЭЛЕМЕНТ

---

(31) 2009-238676; 2010-105715

(56) JP-A-2008030994

(32) 2009.10.15; 2010.04.30

JP-A-2007246382

(33) JP

WO-A1-2009017035

(43) 2012.10.30

JP-A-2009149521

(86) PCT/JP2010/067985

(87) WO 2011/046156 2011.04.21

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

АСАХИ ГЛАСС КОМПАНИ,  
ЛИМИТЕД. (JP)

(72) Изобретатель:

Вада Наоя, Накамура Нобухиро (JP)

(74) Представитель:

Медведев В.Н. (RU)

---

(57) Стекло для рассеивающего слоя для применения в органическом LED-элементе, которое содержит, в мол.% в расчете на содержание оксидов, от 0 до 20%  $P_2O_5$ , от 15 до 60%  $B_2O_3$ , от 15 до 28%  $Bi_2O_3$  и от 20 до 50%  $ZnO$ , причем значение, определенное делением величины содержания  $P_2O_5$  на величину содержания  $ZnO$ , составляет менее 0,48, общая сумма величин содержания  $P_2O_5$  и  $B_2O_3$  составляет от 30 до 60%, содержание  $P_2O_5$  составляет 10% или менее, когда общая сумма величин содержания  $P_2O_5$  и  $B_2O_3$  составляет более 50%, и свинец ( $PbO$  или  $Pb_3O_4$ ),  $Li_2O$ ,  $Na_2O$  и  $K_2O$ , по существу, не содержатся, кроме того, что эти компоненты содержатся как загрязняющие примеси.

B1

020693

020693  
B1

### **Область техники, к которой относится изобретение**

Настоящее изобретение относится к стеклу для рассеивающего слоя органического светодиодного элемента и органическому светодиодному элементу с его применением.

### **Уровень техники**

В родственной технологии известно создание рассеивающего слоя в органическом светодиодном элементе (LED) для повышения эффективности светоотдачи органического LED-элемента (например, см. патентный документ 1).

Рассеивающий слой, описанный в патентном документе 1, формируют диспергированием рассеивающего материала в основном материале. В качестве примера основного материала приведено стекло, которое не содержит щелочного металла.

Было известно оптическое стекло, содержащее  $P_2O_5$ ,  $Bi_2O_3$  и  $ZnO$  и имеющее высокий коэффициент преломления, характеристику низкотемпературного размягчения и низкий коэффициент теплового расширения (например, см. патентный документ 2).

### **Прототипный документ**

#### **Патентные документы**

Патентный документ 1: WO 09/017035, описание.

Патентный документ 2: Японский патент № 4059695.

### **Сущность изобретения**

#### **Проблемы, которые должны быть решены изобретением**

Однако стекло для рассеивающего слоя, описанное в табл. 12 патентного документа 1, содержит много свинца ( $Pb_3O_4$ ). Поэтому было затруднительно удовлетворить требование пользователя сократить количество применяемого свинца до возможно минимального уровня.

Патентный документ 2 не описывает применение стекла для рассеивающего слоя в органическом LED-элементе. Кроме того, стекло, описанное в патентном документе 2, имеет такую проблему, что стекло легко кристаллизуется, когда стеклянную фритту спекают. Вследствие кристаллизации снижается коэффициент светопропускания и ухудшаются плоскость и гладкость поверхности стекла, так что между электродами органического LED-элемента может происходить короткое замыкание. В нижеследующем описании "кристаллизация" означает кристаллизацию при спекании стеклянной фритты.

Настоящее изобретение было выполнено с учетом этих проблем, и его целью является создание стекла для рассеивающего слоя органического LED-элемента, которое может удовлетворять требованию пользователя сократить количество применяемого свинца без допущения легкой кристаллизации, и органического LED-элемента с использованием этого стекла.

### **Средства решения проблем**

Чтобы решить вышеупомянутые проблемы, стекло для рассеивающего слоя органического LED-элемента согласно настоящему изобретению содержит, в единицах мол.% в расчете на оксиды, 0-20%  $P_2O_5$ , 15-60%  $B_2O_3$ , 15-28%  $Bi_2O_3$  и 20-50%  $ZnO$ ,

причем значение, полученное делением величины содержания  $P_2O_5$  на величину содержания  $ZnO$ , составляет менее 0,48,

сумма величин содержания  $P_2O_5$  и  $B_2O_3$  составляет 30-60%,

содержание  $P_2O_5$  составляет 10% или менее, когда сумма величин содержания  $P_2O_5$  и  $B_2O_3$  превышает 50%, и

стекло, по существу, не содержит свинца ( $PbO$  или  $Pb_3O_4$ ),  $Li_2O$ ,  $Na_2O$  и  $K_2O$ , за исключением их содержания в качестве загрязняющих примесей.

Кроме того, другое стекло для рассеивающего слоя органического LED-элемента согласно настоящему изобретению содержит, в единицах мол.% в расчете на оксиды, 0-20%  $P_2O_5$ , 15-60%  $B_2O_3$ , 10-37%  $Bi_2O_3$ , 5-50%  $ZnO$ , 0-20%  $SiO_2$ , 0-10%  $Al_2O_3$ , 0-5%  $ZrO_2$ , 0-10%  $Gd_2O_3$ , 0-15%  $TiO_2$  и 0-10% общего количества  $MgO$ ,  $CaO$ ,  $SrO$  и  $BaO$ ,

причем значение, полученное делением величины содержания  $P_2O_5$  на величину содержания  $ZnO$ , составляет менее 0,48,

сумма величин содержания  $P_2O_5$  и  $B_2O_3$  составляет 30-60%,

содержание  $P_2O_5$  составляет 10% или менее, когда сумма величин содержания  $P_2O_5$  и  $B_2O_3$  превышает 50%, и

стекло, по существу, не содержит свинца ( $PbO$  или  $Pb_3O_4$ ),  $Li_2O$ ,  $Na_2O$  и  $K_2O$ , за исключением их содержания в качестве загрязняющих примесей.

Органический LED-элемент согласно настоящему изобретению последовательно включает подложку;

рассеивающий слой;

первый электрод;

органический слой и

второй электрод,

причем рассеивающий слой включает основной материал и рассеивающие материалы одного или более видов, диспергированные в основном материале и имеющие коэффициент преломления, отличный

от основного материала, и

основной материал включает стекло, содержащее, в единицах мол.% в расчете на оксиды, 0-20%  $P_2O_5$ , 15-60%  $B_2O_3$ , 15-28%  $Bi_2O_3$  и 20-50%  $ZnO$ , причем значение, полученное делением величины содержания  $P_2O_5$  на величину содержания  $ZnO$ , составляет менее 0,48, сумма величин содержания  $P_2O_5$  и  $B_2O_3$  составляет 30-60%, содержание  $P_2O_5$  составляет 10% или менее, когда сумма величин содержания  $P_2O_5$  и  $B_2O_3$  превышает 50%, и стекло, по существу, не содержит свинца ( $PbO$  или  $Pb_3O_4$ ),  $Li_2O$ ,  $Na_2O$  и  $K_2O$ , за исключением их содержания в качестве загрязняющих примесей.

Дополнительно, другой органический LED-элемент согласно настоящему изобретению последовательно включает

- подложку;
- рассеивающий слой;
- первый электрод;
- органический слой и
- второй электрод,

причем рассеивающий слой включает основной материал и рассеивающие материалы одного или более видов, диспергированные в основном материале и имеющие коэффициент преломления, отличный от основного материала, и

основной материал содержит, в единицах мол.% в расчете на оксиды, 0-20%  $P_2O_5$ , 15-60%  $B_2O_3$ , 10-37%  $Bi_2O_3$ , 5-50%  $ZnO$ , 0-20%  $SiO_2$ , 0-10%  $Al_2O_3$ , 0-5%  $ZrO_2$ , 0-10%  $Gd_2O_3$ , 0-15%  $TiO_2$  и 0-10% общего количества  $MgO$ ,  $CaO$ ,  $SrO$  и  $BaO$ , причем значение, полученное делением величины содержания  $P_2O_5$  на величину содержания  $ZnO$ , составляет менее 0,48, сумма величин содержания  $P_2O_5$  и  $B_2O_3$  составляет 30-60%, содержание  $P_2O_5$  составляет 10% или менее, когда сумма величин содержания  $P_2O_5$  и  $B_2O_3$  превышает 50%, и основной материал, по существу, не содержит свинца ( $PbO$  или  $Pb_3O_4$ ),  $Li_2O$ ,  $Na_2O$  и  $K_2O$ , за исключением их содержания в качестве загрязняющих примесей.

### **Преимущество изобретения**

Согласно настоящему изобретению можно создать стекло для рассеивающего слоя органического LED-элемента, которое может удовлетворять требованию пользователя сократить количество применяемого свинца без допущения легкой кристаллизации, и органический LED-элемент с использованием этого стекла.

### **Краткое описание чертежей**

Чертеж представляет вид в разрезе, показывающий пример органического LED-элемента согласно настоящему изобретению.

### **Вариант осуществления изобретения**

Далее описаны варианты осуществления настоящего изобретения с привлечением чертежа. Нижеследующие варианты исполнения представлены в качестве примеров и могут быть модифицированы разнообразными путями без выхода за пределы области настоящего изобретения.

Чертеж представляет вид в разрезе, показывающий пример органического LED-элемента согласно настоящему изобретению.

В примере, показанном на чертеже, органический LED-элемент представляет собой тип органического LED-элемента с излучением снизу и включает, последовательно, подложку 110, рассеивающий слой 120, первый электрод 130, органический слой 140 и второй электрод 150. Первый электрод 130 представляет собой прозрачный электрод (анод) и обладает прозрачностью для пропускания света, испускаемого из органического слоя 140, в рассеивающий слой 120. Второй электрод 150 представляет собой отражающий электрод (катод) и обладает отражающей способностью для отражения света, излучаемого из органического слоя 140, с возвращением света в органический слой 140.

В примере, показанном на чертеже, хотя первый электрод 130 представляет собой анод и второй электрод 150 представляет собой катод, первый электрод 130 может быть катодом и второй электрод 150 может быть анодом.

Подложка.

Подложка 110 является полупрозрачной. Подложка 110 (далее называемая "просвечивающей подложкой 110") включает материал, имеющий высокий коэффициент пропускания для видимого света, например стекло или пластик.

В качестве стекла для просвечивающей подложки 110 можно упомянуть щелочное стекло, бесщелочное стекло и кварцевое стекло. В основном используют натриево-кальциево-силикатное стекло. Общеупотребительное натриево-кальциево-силикатное стекло имеет средний коэффициент линейного теплового расширения около  $87 \times 10^{-7}/^{\circ}C$  при температурах 50-300°C (далее называемый просто как "средний коэффициент линейного теплового расширения") и температуру обжига около 550°C. Просвечивающая подложка 110, включающая натриево-кальциево-силикатное стекло, может быть деформирована термической обработкой при температуре 550°C или более, так что является предпочтительным формирование рассеивающего слоя 120 и т.п. при температуре ниже 550°C.

Когда просвечивающая подложка 110 представляет собой подложку из пластика, пластиковая подложка может быть снабжена барьером, поскольку влагостойкость пластиковой подложки является мень-

шей, чем влагостойкость стеклянной подложки. Например, просвечивающая подложка 110 может быть реализована дополнительным формированием отдельного стеклянного слоя на противоположной стороне относительно рассеивающего слоя 120 на пластиковой подложке.

Просвечивающая подложка 110 в основном имеет толщину 0,1-2,0 мм. Когда стеклянная подложка, которая представляет собой просвечивающую подложку 110, является тонкой, прочность может быть недостаточной. Предпочтительно, чтобы стеклянная подложка, которая представляет собой просвечивающую подложку 110, имела толщину 0,5-1,0 мм.

На просвечивающей подложке 110 формируют рассеивающий слой 120. Поверхность стеклянной подложки, которая представляет собой просвечивающую подложку 110, на которой формируют рассеивающий слой, может быть подвергнута поверхностной обработке, такой как нанесение покрытия из оксида кремния. Т.е. между рассеивающим слоем 120 и стеклянной подложкой, которая представляет собой просвечивающую подложку 110, может быть сформирован защитный слой, такой как пленка из оксида кремния.

#### Первый электрод.

Первый электрод (анод) 130 должен иметь 80%-ную или более просвечиваемость, чтобы пропускать свет, генерированный в органическом слое 140. Дополнительно, для инжекции многочисленных дырок необходима высокая работа выхода. Более конкретно, используют такие материалы, как ITO (оксид индия-олова),  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ , IZO (оксид индия-цинка), AZO ( $\text{ZnO}-\text{Al}_2\text{O}_3$ : оксид цинка, легированный алюминием), GZO ( $\text{ZnO}-\text{Ga}_2\text{O}_3$ : оксид цинка, легированный галлием), легированный ниобием (Nb)  $\text{TiO}_2$ , и легированный tantalом (Ta)  $\text{TiO}_2$ .

Предпочтительно, чтобы первый электрод 130 имел толщину 100 нм или более. С другой стороны, когда толщина составляет менее 100 нм, повышается электрическое сопротивление.

Коэффициент преломления первого электрода 130 в основном составляет 1,9-2,2. Может быть возможным повышение концентрации носителей ITO, чтобы снизить коэффициент преломления ITO, который представляет собой первый электрод 130. Более конкретно, можно снизить коэффициент преломления ITO повышением концентрации Sn в ITO. Однако, когда возрастает концентрация Sn, снижается подвижность и коэффициент пропускания, так что необходимо определять концентрацию Sn достижением баланса свойств.

Первый электрод 130 может представлять собой одиночный слой или множество слоев.

На первом электроде 130 формируют органический слой 140.

#### Органический слой.

Органический слой 140 представляет собой слой, назначением которого является излучение света, и образован дырочно-инжекционным слоем, дырочно-транспортным слоем, светоизлучающим слоем, электронотранспортным слоем и электроноинжекционным слоем.

Дырочно-инжекционный слой должен иметь низкую разность потенциала ионизации, чтобы снизить барьер инжекции дырок из обоих электродов. Напряжение возбуждения элемента снижается, и эффективность инжекции носителей заряда повышается улучшением эффективности инжекции носителей заряда из поверхности раздела между электродом и дырочно-инжекционным слоем. В качестве макромолекулярного полупроводника широко применяют полиэтиленидиокситиофен (PEDOT:PSS), легированный полистиролсульфоновой кислотой (PSS), и в качестве низкомолекулярного компонента широко распространен фталоцианин меди (CuPc) на основе фталоцианинов.

Дырочно-транспортный слой переносит дырки, инжектированные из дырочно-инжекционного слоя, в светоизлучающий слой. Дырочно-транспортный слой должен иметь надлежащие потенциал-ионизации и дырочную подвижность. Более конкретно, дырочно-транспортный слой может быть получен из производного трифениламина, N,N'-бис-(1-нафтил)-N,N'-дифенил-1,1'-бифенил-4,4'-диамина (NPD), N,N'-дифенил-N,N'-бис-[N-фенил-N-(2-нафтил)-4'-аминобифенил-4-ил]-1,1'-бифенил-4,4'-диамина (NPTE), 1,1-бис-[(ди-4-толиламино)фенил]циклогексана (HTM2) и N,N'-дифенил-N,N'-бис-(3-метилфенил)-1,1'-дифенил-4,4'-диамина (TPD) или т.п. Предпочтительно, чтобы дырочно-транспортный слой имел толщину 10-150 нм. Чем меньше толщина, тем значительнее может быть снижено напряжение, но предпочтительно, чтобы толщина составляла 10-150 нм ввиду возможности короткого замыкания между электродами.

Светоизлучающий слой создает место, где комбинируют инжектированные электроны и дырки, и изготовлен из материала, имеющего высокую эффективность светоиспускания. Более конкретно, эмиссионный основной материал и легирующий материал для излучения окрашенного света, которые используют для светоизлучающего слоя, действуют как центр рекомбинации дырок и электронов, инжектированных из анода и катода. Кроме того, легированием основного материала излучающим окрашенный свет материалом в светоизлучающем слое достигают высокой эффективности светоиспускания и изменяют длину волны излучения. Материалы должны иметь надлежащий энергетический уровень для инжекции носителей заряда и высокую химическую устойчивость или термическую стабильность и формировать однородную аморфную тонкую пленку. Также требуется, чтобы была превосходной категория чистоты цвета излучаемого света или чтобы была высокой эффективность светоиспускания. Излучающий материал, который представляет собой органический материал, включает материалы с низкой моле-

кулярной массой и материалы с высокой молекулярной массой. Эти материалы дополнительно классифицируют на флуоресцентный материал и фосфоресцентный материал в соответствии с механизмом эмиссии. Более конкретно, в качестве светоизлучающего слоя можно упомянуть такой, как комплекс трис-(8-хинолинорато)алюминия ( $\text{Alq}_3$ ), бис-(8-гидрокси)хинальдиналюминийфеноксид ( $\text{Alq}'\text{O}\text{Ph}$ ), бис-(8-гидрокси)хинальдиналюминий-2,5-диметилфеноксид ( $\text{BAIq}$ ), комплекс моно(2,2,6,6-тетраметил-3,5-гептандионато)лития ( $\text{Liq}$ ), комплекс моно(8-хинолинорато)натрия ( $\text{Naq}$ ), комплекс моно(2,2,6,6-тетраметил-3,5-гептандионато)лития, комплекс моно(2,2,6,6-тетраметил-3,5-гептандионато)натрия и комплекс бис-(8-хинолинорато)кальция ( $\text{Caq}_2$ ), и флуоресцентный материал, такой как тетрафенилбутадиен, фенилхинакридон (QD), антрацен, перилен и коронен. В качестве основного материала предпочтителен хинолиноратный комплекс, в особенности предпочтительным является комплекс алюминия с 8-оксихинолином и его производным в качестве лиганда.

Электронотранспортный слой переносит электроны, инжектированные из электрода. В качестве электронотранспортного слоя могут быть использованы хинолинолалюминиевые комплексы ( $\text{Alq}_3$ ), производное оксадиазола (например, 2,5-бис-(1-нафтил)-1,3,4-оксадиазол (BND) и 2-(4-трет-бутилфенил)-5-(4-бифенил)-1,3,4-оксадиазол (PBD) или т.п.), производное триазола, производное батофенантролина, производное силола или т.п.

Электроноинжекционный слой должен иметь повышенную эффективность инжекции электронов. Более конкретно, в электроноинжекционном слое на поверхности раздела с катодом размещают слой, легированный щелочным металлом, таким как литий (Li) или цезий (Cs).

Коэффициент преломления органического слоя 140 в основном составляет 1,7-1,8.

На органическом слое 140 формируют второй электрод 150.

Второй электрод.

Второй электрод (катод) 150 должен быть отражающим, так что используют металл с малой работой выхода или сплав металла. Более конкретно, в качестве второго электрода 150 могут быть упомянуты щелочный металл, щелочно-земельный металл и металл из третьей группы Периодической таблицы. Из них предпочтительно применяют алюминий (Al), магний (Mg), серебро (Ag) или их сплавы, поскольку эти материалы являются недорогими и имеют высокую химическую устойчивость. Многослойный электрод формируют осаждением Al на соосажденной пленке из Al и MgAg или тонкой осажденной пленке из LiF или  $\text{Li}_2\text{O}$ . В высокомолекулярной системе применяют пакет из кальция (Ca) или бария (Ba) и алюминия (Al).

Рассеивающий слой.

Рассеивающий слой 120 размещают между просвечивающей подложкой 110 и первым электродом 130.

Когда первый электрод 130 формируют на просвечивающей подложке 110 без рассеивающего слоя 120 между ними, просвечивающая подложка 110 в основном имеет меньший коэффициент преломления, чем первый электрод 130, так что свет, который проходит под небольшим углом в просвечивающую подложку 110, полностью отражается в органические слои 140 по закону Снелла. Испытавший полное внутреннее отражение свет опять отражается от отражающего электрода, который представляет собой второй электрод 150, и достигает просвечивающей подложки 110. Поскольку угол повторного падения света на просвечивающую подложку 110 не изменяется, свет не может выйти из органического LED-элемента.

Напротив, в варианте исполнения, поскольку между просвечивающей подложкой 110 и первым электродом 130 размещают рассеивающий слой 120, можно изменить угол повторного падения света на просвечивающую подложку 110 и повысить эффективность светоотдачи органического LED-элемента.

Рассеивающий слой 120, как показано на чертеже, формируют диспергированием в основном материале 121 рассеивающих материалов 122 одного или более видов, имеющих коэффициент преломления, отличный от основного материала 121.

Предпочтительно, чтобы коэффициент преломления основного материала 121 был равным или большим, чем коэффициент преломления первого электрода 130. Это обусловлено тем, что, когда коэффициент преломления основного материала 121 является низким, имеет место потеря в результате полного внутреннего отражения на поверхности раздела между рассеивающим слоем 120 и первым электродом 130, так что снижается эффективность светоотдачи. Коэффициент преломления основного материала 121 должен быть более высоким только в некоторых областях (например, красной, синей, зеленой или тому подобных) в пределах диапазона эмиссионного спектра органического слоя 140, предпочтительно более высоким на протяжении всего диапазона спектра испускания (430-650 нм), и более предпочтительно более высоким на протяжении всего диапазона длин волн (360-830 нм) видимого спектра. Если не указано конкретно, в нижеследующем описании "коэффициент преломления" означает показатель преломления, измеренный при температуре 25°C по d-линии гелиевой (He) лампы (длина волны 587,6 нм).

Предпочтительно, чтобы разность коэффициентов преломления основного материала 121 и рассеивающего материала 122 составляла 0,05 или более по меньшей мере в части диапазона эмиссионного спектра светоизлучающего слоя. Для достижения достаточных характеристик рассеяния предпочтительно, чтобы коэффициент преломления составлял 0,05 или более на протяжении всего диапазона эмисси-

онного спектра (430-650 нм) или всего диапазона длин волн (360-830 нм) видимого света.

Предпочтительно, чтобы рассеивающий материал 122 составлял 1-85% по объему рассеивающего слоя 120. Когда рассеивающий материал составляет менее 1% по объему, достаточный эффект рассеяния не достигается и также достигается меньшая эффективность светоотдачи. Более предпочтительно рассеивающий материал составляет 20% по объему или более. Когда количество рассеивающего материала является гораздо большим чем 85% по объему, может снижаться эффективность светоотдачи. Более предпочтительно рассеивающий материал составляет 80% по объему или менее. Еще более предпочтительно рассеивающий материал составляет 30% по объему или менее.

Отношение рассеивающего материала 122 к рассеивающему слою 120 означает сумму отношений всех рассеивающих материалов, если в рассеивающем слое 120 распределяют рассеивающие материалы нескольких типов.

Хотя форма рассеивающих материалов 122 не является конкретно ограниченной, когда рассеивающие материалы 122 сформированы в сферической форме, то предпочтительно, чтобы их средний диаметр составлял 0,1-10 мкм. Когда средний размер является менее чем 0,1 мкм, рассеивающие материалы не могут в достаточной мере функционировать как светорассеивающие материалы. Когда средний размер составляет больше 10 мкм, то затруднительно распределить рассеивающие материалы равномерно во всем рассеивающем слое 120, так что эффективность светоотдачи становится неоднородной. Характеристика рассеяния снижается в частях, где число рассеивающих материалов 122 является относительно малым. Количество рассеивающих материалов 122, имеющих максимальную длину 10 мкм или более, предпочтительно составляет 15% по объему или менее, более предпочтительно 10% по объему или менее.

На рассеивающем слое 120 формируют первый электрод 130. Поверхностная шероховатость Ra поверхности, на которой формируют первый электрод, рассеивающего слоя 120 предпочтительно составляет 30 нм или менее, более предпочтительно 10 нм или менее, и в особенности предпочтительно 1 нм или менее. Когда поверхностная шероховатость превышает 30 нм, ухудшается плоскостность первого электрода 130 или органического слоя 140, и между первым электродом 130 и вторым электродом 150 может произойти короткое замыкание. Поверхностная шероховатость Ra представляет собой микроскопическую поверхность шероховатость, которая имеет такое значение, что длиноволновое пороговое значение Ac фильтра профиля шероховатости, предписанное Японским промышленным стандартом JIS В 0601-2001, рассматривается как 10 мкм и, например, измеряется с помощью AFM (атомно-силового микроскопа).

Поверхность рассеивающего слоя 120, на которой формируют первый электрод, может быть снабжена покрытием для улучшения ее плоскостности.

Рассеивающий материал в рассеивающем слое.

В качестве рассеивающих материалов 122 применяют пузырьки или частицы материалов, имеющих коэффициент преломления, отличный от основного материала 121. Частицы представляют собой тонко-дисперсные твердые включения и, например, стекло или другие керамические материалы. Пузырьки представляют собой включения воздуха или газа. Когда рассеивающие материалы 122 представляют собой пузырьки, диаметр означает длину воздушного зазора.

Основной материал в рассеивающем слое.

В качестве основного материала 121 используют стекло. Поскольку основной материал 121 включает стекло, можно поддерживать плоскостность, гладкость и прозрачность поверхности рассеивающего слоя 120, в то же время повышая дисперсионную характеристику рассеивающего слоя 120.

Стекло, применяемое для основного материала 121 (далее называемое "стеклянным основным материалом"), содержит, в единицах мол.% в расчете на оксиды, 0-20%  $P_2O_5$ , 15-60%  $B_2O_3$ , 10-37%  $Bi_2O_3$ , 5-50%  $ZnO$ , 0-20%  $SiO_2$ , 0-10%  $Al_2O_3$ , 0-5%  $ZrO_2$ , 0-10%  $Gd_2O_3$ , 0-15%  $TiO_2$  и 0-10% общего количества  $MgO$ ,  $CaO$ ,  $SrO$  и  $BaO$ , причем значение, полученное делением величины содержания  $P_2O_5$  на величину содержания  $ZnO$ , составляет менее 0,48, сумма величин содержания  $P_2O_5$  и  $B_2O_3$  составляет 30-60%, содержание  $P_2O_5$  составляет 10% или менее, когда сумма величин содержания  $P_2O_5$  и  $B_2O_3$  превышает 50%, и стекло, по существу, не содержит свинца ( $PbO$  или  $Pb_3O_4$ ),  $Li_2O$ ,  $Na_2O$  и  $K_2O$ , за исключением их содержания в качестве загрязняющих примесей.

Далее описан состав стекла стеклянного основного материала. Единица "%" означает "мольные проценты".

$Bi_2O_3$  представляет собой компонент, который повышает коэффициент преломления и снижает вязкость. Когда содержание  $Bi_2O_3$  составляет менее 10%, коэффициент преломления рассеивающего слоя 120 чрезмерно снижается. Когда содержание  $Bi_2O_3$  превышает 37%, чрезмерно возрастает средний коэффициент линейного теплового расширения, так что в процессе обжига легко происходит кристаллизация. Предпочтительно, чтобы содержание  $Bi_2O_3$  составляло 15-28%.

$B_2O_3$  представляет собой компонент, который становится каркасом стекла. Когда его содержание составляет менее 15%, может легко происходить расстеклование во время формирования стекла, и стекло может легко кристаллизоваться при обжиге после спекания. Когда содержание  $B_2O_3$  превышает 60%, снижается водостойкость.

ZnO представляет собой компонент, который стабилизирует стекло, и когда его содержание составляет менее 5%, может легко происходить расстеклование, и повышается температура стеклования, так что становится затруднительным достижение плоскости и гладкости пленки, подвергнутой спеканию и обжигу. Снижается коэффициент преломления, что не является предпочтительным. Когда содержание ZnO превышает 50%, возрастает средний коэффициент линейного теплового расширения и может происходить расстеклование во время формирования стекла. Может ухудшиться устойчивость к атмосферным воздействиям. Предпочтительно, чтобы содержание ZnO составляло 20-50%.

SiO<sub>2</sub> представляет собой необязательный компонент, который повышает стабильность стекла и снижает средний коэффициент линейного теплового расширения. Предпочтительно, чтобы содержание SiO<sub>2</sub> составляло 0-20%. Когда его содержание превышает 20%, может чрезмерно снизиться коэффициент преломления.

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> представляет собой необязательный компонент, который повышает стабильность стекла. Предпочтительно, чтобы содержание Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> составляло 0-10%. Когда его содержание превышает 10%, повышается температура ликвидуса, так что может происходить расстеклование.

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> представляет собой компонент, который становится каркасом стекла, и является необязательным компонентом, который улучшает кислотоустойчивость.

Предпочтительно, чтобы содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> составляло 0-20%. Когда содержание превышает 20%, может легко происходить расстеклование во время формирования стекла, и стекло может легко кристаллизоваться при обжиге после фриттования. Также снижается коэффициент преломления. Когда содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> составляет 0%, можно предотвратить кристаллизацию и провести обжиг фритты без кристаллизации в более широком диапазоне температур, что является предпочтительным. Для повышения кислотоустойчивости содержание более предпочтительно составляет 2% или более, еще предпочтительнее 5% или более.

ZrO<sub>2</sub> представляет собой компонент, который повышает устойчивость стекла к погодным условиям, и предпочтительно, чтобы содержание ZrO<sub>2</sub> составляло 0-5%. Когда содержание превышает 5%, легко происходит кристаллизация, и может чрезмерно повыситься температура стеклования.

Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> представляет собой необязательный компонент, который повышает коэффициент преломления, в то же время с сохранением среднего коэффициента линейного теплового расширения, и предотвращает кристаллизацию вблизи температуры размягчения. Предпочтительно, чтобы содержание Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> составляло 0-10%. Когда его содержание превышает 10%, может легко происходить кристаллизация и могут повышаться температура стеклования и температура размягчения. В частности, предпочтительно, чтобы содержание составляло 2% или более, чтобы обеспечить как низкий коэффициент теплового расширения, так и высокий коэффициент преломления.

TiO<sub>2</sub> не является существенным, но представляет собой компонент, который повышает коэффициент преломления и может содержаться на уровне до 15%. Однако, когда его содержание является слишком высоким, легко происходит кристаллизация, и могут повышаться температура стеклования и температура размягчения. Может быть возможным применение WO<sub>3</sub> вместо (или в дополнение к) TiO<sub>2</sub>. Более предпочтительно, чтобы сумма величин содержания TiO<sub>2</sub> и WO<sub>3</sub> составляла 0-12%.

Оксиды щелочно-земельных металлов (MgO, CaO, SrO и BaO) являются необязательными компонентами, которые снижают вязкость стекла. Предпочтительно, чтобы содержание оксидов щелочно-земельных металлов составляло 0-10%. Когда их содержание превышает 10%, может повышаться средний коэффициент линейного теплового расширения и может снижаться коэффициент преломления. Более предпочтительно, чтобы содержание составляло 7% или менее.

Стекло, по существу, не содержит Li<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O и K<sub>2</sub>O. Когда содержатся оксиды щелочных металлов, щелочные компоненты могут дифундировать в процессе термической обработки. Щелочные компоненты могут оказывать плохое влияние на элемент в электрическом отношении.

Тот факт, что "компоненты, по существу, не содержатся", означает, что компоненты на самом деле не содержатся, за исключением их содержания как загрязняющих примесей.

PbO и Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, по существу, не содержатся в стекле.

Значение, полученное делением величины содержания P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> на величину содержания ZnO, составляет менее 0,48. При значении 0,48 или более легко происходит расстеклование, так что легко может происходить кристаллизация. При значении 0,48 или более может снижаться коэффициент преломления и могут возрастать температура стеклования и температура размягчения.

Предпочтительно, чтобы сумма величин содержания P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> составляла 30-60%. Когда сумма величин содержания составляет меньше 30%, легко происходит расстеклование, и легко происходит кристаллизация, что может повлиять на стабильность. С другой стороны, когда сумма величин содержания превышает 60%, обычно происходит расстеклование, легко происходит кристаллизация и может снижаться коэффициент преломления. Когда сумма величин содержания P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> превышает 50%, предпочтительно, чтобы содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> было на уровне 10% или менее. Когда сумма величин содержания превышает 10%, легко происходит расстеклование и легко происходит кристаллизация.

Стеклянный основной материал может содержать, например, GeO<sub>2</sub>, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CeO<sub>2</sub>, La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TeO<sub>2</sub>, SnO, SnO<sub>2</sub>, Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, иные, нежели вышеописанные компоненты, без ухудшения эффек-

та настоящего изобретения. Однако предпочтительно ограничивать сумму этих компонентов на уровне до 5%. Стеклянный основной материал может содержать небольшое количество окрашивающих веществ для корректирования цветового оттенка. Окрашивающее вещество может быть известным в данной области веществом, таким как оксид переходного металла, оксид редкоземельного металла или коллоидный металл. Эти окрашивающие вещества могут быть использованы независимо друг от друга или в сочетании.

Далее описаны характеристики стеклянного основного материала.

Коэффициент  $n_d$  преломления стеклянного основного материала предпочтительно составляет 1,75 или более, более предпочтительно 1,80 или более и особенно предпочтительно 1,85 или более. Когда коэффициент преломления составляет менее 1,75, велика потеря вследствие полного внутреннего отражения и легко снижается эффективность светоотдачи на поверхности раздела рассеивающего слоя 120 и первого электрода 130.

Температура  $T_s$  размягчения стекла стеклянного основного материала предпочтительно составляет 600°C или менее, более предпочтительно 595°C или менее и особенно предпочтительно 590°C или менее.

Когда просвечивающая подложка 110 включает натриево-кальциево-силикатное стекло, температура  $T_g$  стеклования стеклянного основного материала предпочтительно составляет 500°C или менее, более предпочтительно 495°C или менее и особенно предпочтительно 485°C или менее, чтобы предотвратить тепловую деформацию просвечивающей подложки 110.

Для предотвращения кристаллизации максимальная температура  $T_c$  кристаллизации стеклянного основного материала предпочтительно составляет 600°C или более, более предпочтительно 650°C или более и особенно предпочтительно 700°C или более.

Для предотвращения кристаллизации разность  $T_c-T_s$  между максимальной температурой  $T_c$  кристаллизации и температурой  $T_s$  размягчения стекла стеклянного основного материала предпочтительно составляет 55°C или более, более предпочтительно 70°C или более и особенно предпочтительно 90°C или более.

Когда просвечивающая подложка 110 включает натриево-кальциево-силикатное стекло, средний коэффициент  $\alpha$  линейного теплового расширения стеклянного основного материала при температурах 50-300°C предпочтительно составляет  $60 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$  или больше и более предпочтительно  $65 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$  или больше, чтобы предотвратить разрушение или изгибание натриево-кальциево-силикатного стекла. Средний коэффициент  $\alpha$  линейного теплового расширения стеклянного основного материала при температурах 50-300°C предпочтительно составляет  $100 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$  или менее и более предпочтительно  $90 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$  или менее.

Стеклянный основной материал может быть получен в стадиях, в которых взвешивают сырьевые материалы, такие как оксид, фосфат, метафосфат, карбонат, нитрат или гидроксид, смешивают сырьевые материалы, растворяют смесь при температуре 900-1400°C в плавильном тигле из платины или т.п. и охлаждают раствор. Порошок стеклянного основного материала может быть получен измельчением полученного стеклянного основного материала в ступке, шаровой мельнице или струйной мельнице и сортировкой стекла, если необходимо. Поверхность порошка стеклянного основного материала может быть модифицирована с помощью поверхностно-активного вещества или силенового сшивающего реагента.

Способ получения рассеивающего слоя.

Рассеивающий слой 120 может быть изготовлен путем нанесения стеклянной фритты на просвечивающую подложку 110 и обжига просвечивающей подложки 110 с покрытием из стеклянной фритты.

(1) Стеклянная фритта.

Стеклянная фритта включает порошок стеклянного основного материала. Диаметр частиц порошка стеклянного основного материала предпочтительно составляет 1-10 мкм, принимая во внимание способность образовывать покрытие. Поверхность порошка стеклянного основного материала может быть модифицирована с помощью поверхностно-активного вещества или силенового сшивающего реагента.

Стеклянная фритта может включать порошок стекла, имеющего более низкий коэффициент преломления, чем у стеклянного основного материала, в качестве иных рассеивающих материалов 122, нежели порошок стеклянного основного материала.

Стеклянную фритту предпочтительно наносят на просвечивающую подложку 110 в виде фриттовой пасты, смешанной со смолой или растворителем, принимая во внимание способность образовывать покрытие.

(2) Фриттовая паста.

Фриттовая паста может быть получена в стадиях, в которых смешивают стеклянную фритту с носителем с использованием планетарного смесителя, и равномерно распределяют смесь тремя валками. Фриттовая паста может быть дополнительно промешана в месильной машине для корректирования вязкости. В основном смешивают 70-80% по весу стеклянной фритты и 20-30% по весу носителя.

Носитель представляет собой смесь смолы и растворителя, и к нему может быть дополнительно примешано поверхностно-активное вещество. Более конкретно, носитель может быть получен в стадиях, в которых помещают смолу или поверхностно-активное вещество в растворитель, нагретый до темпе-

туры 50-80°C, оставляют растворитель стоять в течение 4 или 12 ч и профильтровывают растворитель.

Смолу вносят для сохранения формы пленки из фриттовой пасты после нанесения. Более конкретно, смола может представлять собой этилцеллюзозу, нитроцеллюзозу, акриловую смолу, винилацетат, поливинилбутираль, меламиновую смолу, алкидную смолу и канифольную смолу. В качестве базовой смолы используют этилцеллюзозу или нитроцеллюзозу. Поливинилбутираль, меламиновую смолу, алкидную смолу и канифольную смолу применяют как добавки для повышения прочности покровной пленки. Температура разложения связующего средства при обжиге составляет 350-400°C для этилцеллюзозы и 200-300°C для нитроцеллюзозы.

Растворитель предназначен для регулирования вязкости фриттовой пасты, в то же время с растворением смолы. Растворитель предпочтительно является быстро обезвоженным в процессе высушивания, но не во время нанесения покрытия и его температура кипения предпочтительно составляет 200-230°C. Более конкретно, растворитель может представлять собой растворитель на основе простого эфира (бутилкарбонат (BC), ацетат бутилкарбоната (BCA), ди-н-бутиловый простой эфир диэтиленгликоля, бутиловый простой эфир дипропиленгликоля, бутиловый простой эфир трипропиленгликоля, ацетат бутилцеллозольва), растворитель на спиртовой основе ( $\alpha$ -терпинеол, хвойное масло, дованол), растворитель на сложноэфирной основе (2,2,4-триметил-1,3-пентандиолизобутират), растворитель на основе сложного эфира фталевой кислоты (DBR (дибутилфталат), DMP (диметилфталат) и DOP (диоктилфталат)). Растворители могут быть использованы независимо или могут быть применены в сочетании друг с другом для регулирования вязкости, содержания твердого вещества и скорости высушивания. В основном применяют  $\alpha$ -терпинеол, 2,2,4-триметил-1,3-пентандиолизобутират. DBR (дибутилфталат), DMP (диметилфталат) и DOP (диоктилфталат) также действуют как пластификатор.

#### (3) Нанесение покрытия.

В качестве способа нанесения фриттовой пасты на просвечивающую подложку 110 используют трафаретную печать, ракельную глубокую печать, печать со струйным нанесением покрытия и т.п. Может быть возможным получение листовой заготовки, при котором фриттовую пасту наносят в виде покрытия и высушивают на пленке из PET (полиэтилентерефталата) или тому подобной, и затем проводят термическое напрессовывание листовой заготовки на просвечивающую подложку 110.

Когда используют трафаретную печать, можно регулировать толщину фриттовой пасты после нанесения покрытия корректированием плотности сетки трафаретной пластины, густоты эмульсии, давления прижатия при печати и величины давления резинового ракеля.

Когда применяют ракельную глубокую печать и печать со струйным нанесением покрытия, то, по сравнению с ситуацией, когда используют трафаретную печать, можно делать пленку фриттовой пасты более толстой после нанесения покрытия.

Можно также делать пленку фриттовой пасты толстой повторным нанесения покрытия и высушиванием.

#### (4) Обжиг.

Покрытие из содержащей фритту пасты, нанесенное на просвечивающую пластину 110, подвергают обжигу. Стадия, в которой проводят обжиг, включает обработку для устранения связующего средства, чтобы разложить и удалить смолу в стеклянной пасте, и обжиговую обработку для спекания и размягчения стеклянной пасты после обработки для устранения связующего средства. Температура разложения связующего средства составляет 350-400°C для этилцеллюзозы и 200-300°C для нитроцеллюзозы и нагревание проводят в атмосфере в течение от 30 мин до 1 ч. Температуру обжига (температуру процесса обжига) настраивают в пределах диапазона -40-+30°C относительно температуры Ts размягчения стекла стеклянного основного материала или в пределах диапазона 50-120°C относительно температуры Tg стеклования стеклянного основного материала. Рассеивающий слой 120 формируется на просвечивающей подложке 110 при охлаждении просвечивающей подложки 110 с покрытием из содержащей стеклофритту пасты до комнатной температуры после обжига.

Можно регулировать форму и размер пузырьков, остающихся в рассеивающем слое 120, путем корректирования температуры обжига, атмосферы, в которой проводят обжиг, и гранулометрического состава стеклянной фритты.

Когда вместо пузырьков (или в дополнение к ним) в качестве рассеивающего материала используют частицы материала, имеющего коэффициент преломления, отличающийся от основного материала 121, частицы материала смешивают со стеклянной фриттой и наносят покрытие и подвергают обжигу на просвечивающей подложке 110.

### Примеры

Далее настоящее изобретение описано подробно в нижеследующих примерах, но настоящее изобретение не ограничивается этими примерами.

#### Эксперимент 1.

В примерах 1-44 получили стекло в виде слитка в стадиях, в которых взвесили каждый порошкообразный сырьевой материал из  $H_3BO_3$ ,  $ZnO$ ,  $Bi_2O_3$ ,  $TiO_2$ ,  $WO_3$ ,  $Zn(PO_3)_2$ ,  $Li_2CO_3$ ,  $Na_2CO_3$ ,  $K_2CO_3$ ,  $MgO$ ,  $CaCO_3$ ,  $SrCO_3$ ,  $BaCO_3$ ,  $ZrO_2$ ,  $Gd_2O_3$ ,  $SiO_2$  и  $Al_2O_3$ , таким образом, что в совокупности было 200 г, чтобы получить стекло, имеющее состав согласно табл. 1-6, растворили материалы при температуре 1050°C для примеров 1-25 и при температуре 1250°C для примеров 26-44, в течение 1 ч в платиновом плавильном тигле, с последующим растворением материалов при температуре 950°C для примеров 1-25 и при температуре 1100°C для примеров 26-44 в течение 1 ч, вылили половину жидкого расплава в углеродную форму и затем получили стекло в виде хлопьев выливанием остального расплава между парой валков.

Деформацию устранили помещением стеклянного слитка в электрическую печь при температуре 500°C и снижением температуры до комнатной температуры со скоростью 100°C/ч.

Примеры 1-22 и 26-44 представляют собой рабочие примеры, примеры 23-25 являются сравнительными примерами.

Для полученного стекла были проведены измерения, происходило ли расстеклование при изготовлении слитка, происходило ли расстеклование при изготовлении хлопьев, происходила ли кристаллизация при обжиге фритты, коэффициента  $n_d$  преломления, температуры  $T_g$  стеклования (единица: °C), среднего коэффициента линейного теплового расширения при температурах 50-300°C (единица:  $10^{-7}/^{\circ}C$ ), температуры  $T_s$  размягчения стекла (единица: °C), максимальной температуры  $T_c$  кристаллизации (единица: °C) и высоты пика кривой при температуре пика кристаллизации (единица:  $\mu B$ ), следующими методами измерений.

#### 1. Расстеклование при изготовлении слитка.

Обозначение "o" приведено, когда стекло выливали в углеродную форму, и кристаллическая структура не была обнаружена, или невооруженным глазом не было видно разделения фаз, когда стекло затвердевало, обозначение " $\Delta$ " приведено, когда была обнаружена частичная кристаллическая структура, или было видно частичное разделение фаз, и обозначение "x" приведено, когда была выявлена кристаллическая структура, или во всем стекле было видно разделение фаз.

#### 2. Расстеклование при изготовлении хлопьев.

Обозначение "o" приведено, когда стекло выливали между парой валков и быстро охлаждали, и кристаллическая структура не была обнаружена, или в стекле не было видно разделения фаз после затвердевания, и обозначение "x" приведено, когда была обнаружена частичная кристаллическая структура, или было видно частичное разделение фаз.

#### 3. Коэффициент $n_d$ преломления.

Стекло в слитке отполировали и затем измерили при длине волны 587,6 нм измерения при температуре 25°C, с использованием метода V-блока, с помощью прецизионного рефрактометра KPR-2000, изготовленного фирмой Kalnew Optical Industrial Co., Ltd.

#### 4. Температура $T_g$ стеклования (единица: °C).

Стеклянный слиток обработали с образованием стержня круглой формы, имеющего диаметр 5 мм и длину 200 мм, и измерили со скоростью повышения температуры 5°C/мин, с использованием измерителя теплового расширения TD5000SA, произведенного фирмой Bruker AXS Inc.

5. Средний коэффициент  $\alpha$  линейного теплового расширения при температурах 50-300°C (единица:  $10^{-7}/^{\circ}C$ ).

Стеклянный слиток обработали с образованием стержня круглой формы, имеющего диаметр 5 мм и длину 200 мм, и измерили со скоростью повышения температуры 5°C/мин, с использованием термического дилатометра TD5000SA, произведенного фирмой Bruker AXS Inc. Средний коэффициент  $\alpha$  линейного теплового расширения при температурах 50-300°C может быть получен согласно  $\alpha = \{(L_{300}/L_{50}) - 1\}/(300-50)$ , когда длина стеклянного стержня при температуре 50°C составляет  $L_{50}$ , длина стеклянного стержня при температуре 300°C составляет  $L_{300}$ .

#### 6. Температура $T_s$ размягчения стекла (единица: °C).

Стекло в виде хлопьев измельчили в агатовой ступке, полученный таким образом стеклянный порошок просеяли с получением частиц с диаметром от 74 до 106 мкм. Из них 120 мг порошка поместили в платиновый противень, измерение проводили со скоростью повышения температуры 10°C/мин с использованием дериватографа TG/DTA (система термогравиметрического и дифференциального термического анализа) EXSTAR6000 фирмы SII NanoTechnology Inc., и температура в точке перегиба DTA-кривой согласно процессу размягчения, показанной на стороне, на которой температура является более высокой, чем температура  $T_g$  стеклования, была выбрана как температура  $T_s$  размягчения.

#### 7. Максимальная температура $T_c$ кристаллизации (единица: °C).

Стекло в виде хлопьев измельчили в агатовой ступке, полученный таким образом стеклянный порошок просеяли с получением частиц с диаметром от 74 до 106 мкм. Из них 120 мг порошка поместили в

платиновый противень, измерение проводили со скоростью повышения температуры 10°C/мин с использованием дериватографа TG/DTA XSTAR6000 фирмы SII NanoTechnology Inc., и температуру в точке максимального нагрева на DTA-кривой согласно кристаллизации выбрали как T<sub>c</sub>. Обозначение "-" приведено, когда отсутствовал пик кристаллизации или был достаточно слабый пик, который не детектировался.

8. Высота пика кривой при температуре пика кристаллизации (единица: мВ).

Стекло в виде хлопьев измельчили в агатовой ступке, полученный таким образом стеклянный порошок просеяли с получением частиц с диаметром от 74 до 106 мкм. Из них 120 мг порошка поместили в платиновый противень, измерение проводили со скоростью повышения температуры 10°C/мин с использованием дериватографа TG/DTA EXSTAR6000 фирмы SII NanoTechnology Inc., и считывали высоту пика на DTA-кривой согласно кристаллизации. Обозначение "-" приведено, когда отсутствовал пик кристаллизации или был достаточно слабый пик, который не детектировался.

9. Кристаллизация при обжиге фритты.

Стекло в виде хлопьев измельчили в агатовой ступке, полученный таким образом стеклянный порошок просеяли с получением частиц с диаметром от 74 до 106 мкм. Из них 120 мг порошка поместили в платиновый противень, измерение проводили со скоростью повышения температуры 10°C/мин от комнатной температуры до 600°C в электрической печи. Обозначение "o" приведено, когда невооруженным глазом не было видно кристаллической структуры в полученном стекле, тогда как обозначение "x" приведено, когда было видно образование кристаллической структуры и стекло становилось непрозрачным.

Результаты показаны в табл. 1-6. Обозначение "N/A" приведено, когда образец для измерения физических свойств не удалось изготовить вследствие расстеклования.

Таблица 1

	Пример 1	Пример 2	Пример 3	Пример 4	Пример 5	Пример 6	Пример 7
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (мольных %)	17.0	17.7	18.1	15.9	7.4	11.4	12.2
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (мольных %)	16.2	16.9	17.3	21.9	25.8	20.2	30.6
ZnO (мольных %)	46.8	48.6	43.3	43.6	46.8	44.4	37.2
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (мольных %)	20.0	16.8	21.3	18.6	20.0	19.0	20.0
TiO <sub>2</sub> (мольных %)	-	-	-	-	-	5.0	-
WO <sub>3</sub> (мольных %)	-	-	-	-	-	-	-
Li <sub>2</sub> O (мольных %)	-	-	-	-	-	-	-
Na <sub>2</sub> O (мольных %)	-	-	-	-	-	-	-
K <sub>2</sub> O (мольных %)	-	-	-	-	-	-	-
SrO (мольных %)	-	-	-	-	-	-	-
BaO (мольных %)	-	-	-	-	-	-	-
ZrO <sub>2</sub> (мольных %)	-	-	-	-	-	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (мольных %)	33.2	34.6	35.4	37.8	33.2	31.6	42.8
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (мольных %)/ZnO (мольных %)	0.36	0.36	0.42	0.36	0.16	0.26	0.33
n <sub>d</sub>	1.89	1.85	1.89	1.87	1.93	1.93	1.88
Tg(°C)	452	457	453	460	439	451	463
α(×10 <sup>-7</sup> /°C)	88	85	87	83	85	84	82
T <sub>s</sub> (°C)	540	546	541	550	526	546	555
T <sub>c</sub> (°C)	-	637	619	651	-	-	-
T <sub>c</sub> -T <sub>s</sub> (°C)	-	91	78	101	-	-	-
Высота пика T <sub>c</sub> (μВ)	-	5	25	4	-	-	-
Расстеклование при изготовлении сплитка	o	o	o	o	o	o	o
Расстеклование при изготовлении хлопьев	o	o	o	o	o	o	o
Кристаллизация при спекании фритты	o	o	o	o	o	o	o

Таблица 2

	Пример 8	Пример 9	Пример 10	Пример 11	Пример 12	Пример 13	Пример 14
$P_2O_5$ (мольных %)	12.2	7.4	7.4	6.9	7.1	6.9	7.0
$B_2O_3$ (мольных %)	35.4	40.2	45.0	32.9	34.1	37.6	38.1
$ZnO$ (мольных %)	32.4	32.4	27.6	34.6	35.8	30.3	30.7
$Bi_2O_3$ (мольных %)	20.0	20.0	20.0	18.6	19.3	18.7	24.2
$TiO_2$ (мольных %)	-	-	-	-	-	6.5	-
$WO_3$ (мольных %)	-	-	-	-	3.7	-	-
$Li_2O$ (мольных %)	-	-	-	-	-	-	-
$Na_2O$ (мольных %)	-	-	-	-	-	-	-
$K_2O$ (мольных %)	-	-	-	-	-	-	-
$SrO$ (мольных %)	-	-	-	3.5	-	-	-
$VaO$ (мольных %)	-	-	-	3.5	-	-	-
$ZrO_2$ (мольных %)	-	-	-	-	-	-	-
$P_2O_5 + B_2O_3$ (мольных %)	47.6	47.6	52.4	39.8	41.2	44.5	45.1
$P_2O_5$ (моль %) / $ZnO$ (мольных %)	0.38	0.23	0.27	0.20	0.20	0.23	0.23
$n_d$	1.86	1.89	1.87	1.88	1.90	1.92	1.93
$Tg(^{\circ}C)$	469	466	472	452	456	474	456
$\alpha \times 10^{-7} / ^{\circ}C$	83	81	78	89	82	78	90
$Ts(^{\circ}C)$	559	556	563	545	547	567	545
$Tc(^{\circ}C)$	650	-	-	651	624	695	-
$Tc - Ts(^{\circ}C)$	91	-	-	106	77	128	-
Высота пика $Tc(\mu V)$	23	-	-	2	23	7	-
Расстеклование при изготовлении сплитка	○	○	○	○	○	○	○
Расстеклование при изготовлении хлопьев	○	○	○	○	○	○	○
Кристаллизация при спекании фрикты	○	○	○	○	○	○	○

Таблица 3

	Пример 15	Пример 16	Пример 17	Пример 18	Пример 19	Пример 20	Пример 21
$P_2O_5$ (мольных %)	2.6	2.6	-	-	-	-	-
$B_2O_3$ (мольных %)	40.2	45	59.4	54.6	41.0	47.6	54.6
$ZnO$ (мольных %)	37.2	32.4	20.6	25.4	39.0	25.4	28.9
$Bi_2O_3$ (мольных %)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	27.0	16.5
$TiO_2$ (мольных %)	-	-	-	-	-	-	-
$WO_3$ (мольных %)	-	-	-	-	-	-	-
$Li_2O$ (мольных %)	-	-	-	-	-	-	-
$Na_2O$ (мольных %)	-	-	-	-	-	-	-
$K_2O$ (мольных %)	-	-	-	-	-	-	-
$StO$ (мольных %)	-	-	-	-	-	-	-
$VaO$ (мольных %)	-	-	-	-	-	-	-
$ZrO_2$ (мольных %)	-	-	-	-	-	-	-
$P_2O_5 + B_2O_3$ (мольных %)	42.8	47.6	59.4	54.6	41.0	47.6	54.6
$P_2O_5$ (моль %) / $ZnO$ (мольных %)	0.07	0.08	0	0	0	0	0
$n_d$	1.92	1.90	1.87	1.89	1.93	1.98	1.86
$Tg(^{\circ}C)$	455	458	475	472	447	442	481
$\alpha \times 10^{-7} / ^{\circ}C$	81	79	76	75	81	87	68
$Ts(^{\circ}C)$	541	546	564	557	534	521	573
$Tc(^{\circ}C)$	-	-	762	-	-	-	-
$Tc - Ts(^{\circ}C)$	-	-	198	-	-	-	-
Высота пика $Tc(\mu V)$	-	-	14	-	-	-	-
Расстеклование при изготовлении сплитка	○	○	○	○	○	○	○
Расстеклование при изготовлении хлопьев	○	○	○	○	○	○	○
Кристаллизация при спекании фрикты	○	○	○	○	○	○	○

Таблица 4

	Пример 22	Пример 23	Пример 24	Пример 25
$P_2O_5$ (мольных %)	-	30.0	26.6	13.2
$B_2O_3$ (мольных %)	46.2	-	6.6	39.2
$ZnO$ (мольных %)	31.5	50.0	46.8	27.6
$Bi_2O_3$ (мольных %)	19.4	20.0	20.0	20.0
$TiO_2$ (мольных %)	-	-	-	-
$WO_3$ (мольных %)	-	-	-	-
$Li_2O$ (мольных %)	-	-	-	-
$Na_2O$ (мольных %)	-	-	-	-
$K_2O$ (мольных %)	-	-	-	-
$SrO$ (мольных %)	-	-	-	-
$BaO$ (мольных %)	-	-	-	-
$ZrO_2$ (мольных %)	2.9	-	-	-
$P_2O_5 + B_2O_3$ (мольных %)	46.2	30.0	33.2	52.4
$P_2O_5$ (мольных %) / $ZnO$ (мольных %)	0	0.60	0.57	0.48
$n_d$	1.92	1.85	N/A	N/A
$T_g(^{\circ}C)$	466	441	N/A	N/A
$\alpha(\times 10^{-7}/^{\circ}C)$	76	93	N/A	N/A
$T_s(^{\circ}C)$	552	526	532	N/A
$T_c(^{\circ}C)$	-	580	582	N/A
$T_c - T_s(^{\circ}C)$	-	54	50	N/A
Высота пика $T_c(\mu B)$	-	295	89	N/A
Расстеклование при изготовлении слитка	○	△	×	×
Расстеклование при изготовлении хлопьев	○	○	○	×
Кристаллизация при спекании фритты	○	×	×	×

Таблица 5

	Пример 26	Пример 27	Пример 28	Пример 29	Пример 30	Пример 31	Пример 32	Пример 33	Пример 34	Пример 35
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (мольных %)	-	-	-	-	-	-	4.5	-	-	-
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (мольных %)	53.5	51.5	43.1	34.2	34.6	32	32	32	32.8	47.4
ZnO(мольных %)	15	8.6	7.4	13.7	6.3	12.8	12.8	12.8	13.1	36.9
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (мольных %)	31.5	36.1	30.1	28.5	28.8	26.6	26.6	26.6	27.3	10.9
TiO <sub>2</sub> (мольных %)	-	-	-	14.5	8.6	4.1	4.1	4.1	4.2	-
WO <sub>3</sub> (мольных %)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Li <sub>2</sub> O(мольных %)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Na <sub>2</sub> O(мольных %)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K <sub>2</sub> O(мольных %)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MgO(мольных %)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CaO(мольных %)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SrO(мольных %)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BaO(мольных %)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SiO <sub>2</sub> (мольных %)	-	3.8	19.4	9.1	16.7	15.2	15.2	15.2	15.6	-
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (мольных %)	-	-	-	-	5	4.8	4.8	4.8	4.9	4.8
ZrO <sub>2</sub> (мольных %)	-	-	-	-	-	4.5	-	-	-	-
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (мольных %)	-	-	-	-	-	-	-	4.5	2.1	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (мольных %)	53.5	51.5	43.1	34.2	34.6	32	36.5	32	32.8	47.4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (мольных %) / ZnO(мольных %)	0	0	0	0	0	0	0.35	0	0	0
n <sub>d</sub>	1.99	2.03	1.95	2.04	2.00	1.98	1.93	1.98	1.98	1.81
Tg(°C)	439	434	450	459	460	465	467	475	465	494
α(×10 <sup>-7</sup> /°C)	87	90	84	86	82	80	83	81	81	65
Ts(°C)	514	511	592	541	549	558	565	571	557	592
Tc(°C)	-	-	-	629	643	-	-	-	-	-
Tc-Ts(°C)	-	-	-	88	94	-	-	-	-	-
Высота пика Tc(μВ)	-	-	-	25	16	-	-	-	-	-
Расстеклование при изготовлении сплитка	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Расстеклование при изготовлении хлыстов	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Кристаллизация при спекании фритты	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

Таблица 6

	Пример 36	Пример 37	Пример 38	Пример 39	Пример 40	Пример 41	Пример 42	Пример 43	Пример 44
$P_2O_5$ (мольных %)	2.4	-	-	-	-	-	-	-	4.5
$B_2O_3$ (мольных %)	32.7	30.2	34.6	45.2	45.2	45.2	45.2	40.2	37.7
$ZnO$ (мольных %)	13.1	12.1	13.8	30.6	30.6	30.6	30.6	42.5	11.7
$Bi_2O_3$ (мольных %)	27.2	25.1	28.7	15	15	15	15	13.3	24.3
$TiO_2$ (мольных %)	4.2	3.9	4.4	-	-	-	-	-	3.7
$WO_3$ (мольных %)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$Li_2O$ (мольных %)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$Na_2O$ (мольных %)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$K_2O$ (мольных %)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$MgO$ (мольных %)	-	-	-	4.6	-	-	-	-	-
$CaO$ (мольных %)	-	-	-	-	4.6	-	-	-	-
$SrO$ (мольных %)	-	-	-	-	-	4.6	-	-	-
$VaO$ (мольных %)	-	-	-	-	-	-	4.6	-	-
$SiO_2$ (мольных %)	15.5	14.3	14	1	1	1	1	0.8	13.8
$Al_2O_3$ (мольных %)	4.9	4.5	-	3.6	3.6	3.6	3.6	3.2	4.3
$ZrO_2$ (мольных %)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$Gd_2O_3$ (мольных %)	-	9.9	4.5	-	-	-	-	-	-
$P_2O_5 + B_2O_3$ (мольных %)	35.1	30.2	34.6	45.2	45.2	45.2	45.2	40.2	42.2
$P_2O_5$ (мольных %) / $ZnO$ (мольных %)	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0.38
$n_d$	1.96	2.01	2.02	1.83	1.84	1.84	1.84	1.84	1.89
$T_g(^{\circ}C)$	461	494	464	485	481	476	474	476	471
$\alpha \times 10^{-7} (^{\circ}C)$	82	83	86	71	75	75	76	70	80
$T_s(^{\circ}C)$	551	592	553	573	570	569	574	568	549
$T_c(^{\circ}C)$	-	718	-	-	-	-	-	-	-
$T_c - T_s(^{\circ}C)$	-	123	-	-	-	-	-	-	-
Высота пика $T_c(\mu V)$	-	13	-	-	-	-	-	-	-
Расстеклование при изготовлении слитка	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Расстеклование при изготовлении хлопьев	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Кристаллизация при спекании фритты	○	○	○	○	○	○	○	○	○

Как можно видеть из табл. 1-6, стекла в примерах 1-22 и 26-44, по существу, не содержали свинца ( $PbO$  или  $Pb_3O_4$ ),  $Li_2O$ ,  $Na_2O$  и  $K_2O$ , имели высокий коэффициент преломления, характеристику размягчения при низкой температуре и низкую величину теплового расширения, и можно предотвратить расстеклование при изготовлении стекла или кристаллизации при обжиге фритты. Кроме того, стекла в примерах 1-22 и 26-44 имели температуры  $T_g$  стеклования при температуре  $500^{\circ}C$  или менее, и средние коэффициенты  $\alpha$  линейного теплового расширения в диапазоне  $60 \times 10^{-7}$ - $100 \times 10^{-7}/^{\circ}C$ , так что можно сформировать рассеивающий слой обжигом стекла на подложке из натриево-кальциево-силикатного стекла.

### Эксперимент 2.

Затем получили стеклянную фритту сухим измельчением стекла в виде хлопьев, имеющего состав согласно примеру 1, в течение 2 ч с помощью шаровой мельницы из оксида алюминия. Среднемассовый диаметр частиц стеклянной фритты составлял около 3 мкм. Стеклянную пасту приготовили вымешиванием полученной стеклянной фритты в количестве 75 г с 25 г органического носителя (полученного растворением этилцеллюлозы в  $\alpha$ -терpineоле до концентрации 10 вес.%). Стеклянную пасту равномерно нанесли методом печати на центральном участке с размером 9  $cm^2$  так, что толщина после обжига составила 30 мкм, на подложку из натриево-кальциево-силикатного стекла, имеющую размер 10  $cm \times 10$  см и толщину 0,55 мм. Стеклянную пасту высушили при температуре  $150^{\circ}C$  в течение 30 мин, затем температуру вернули к комнатной температуре и повысили до температуры  $450^{\circ}C$  в течение 30 мин, смолу органического носителя разложили и довели до исчезновения при температуре, поддерживаемой на уровне  $450^{\circ}C$  в течение 30 мин. После этого температуру повысили до  $515^{\circ}C$  в течение 7 мин, и стеклянная

фритта размягчилась при температуре, поддерживаемой на уровне 515°C в течение 30 мин. После этого температуру снизили до комнатной температуры в течение 3 ч, и на подложке из натриево-кальциево-силикатного стекла сформировался стеклянный слой, имеющий состав согласно примеру 1. В результате обследования невооруженным глазом не было видно разделения на подложке из натриево-кальциево-силикатного стекла и обеих сторонах стеклянного слоя. В стеклянном слое не было видно кристаллических структур, как показало наблюдение стеклянного слоя с использованием трансмиссионного микроскопа (ECLIPSE ME600, изготовленного фирмой Nikon Corporation). Локальных неровностей, которые были бы причиной короткого замыкания между электродами органического LED-элемента, видно не было.

Кроме того, получили стеклянную фритту сухим измельчением стекла в виде хлопьев, имеющего состав согласно примеру 19, в течение 2 ч с помощью шаровой мельницы, сделанной из оксида алюминия. Среднемассовый диаметр частиц стеклянной фритты составлял около 3 мкм. Стеклянную пасту приготовили вымешиванием 75 г полученной стеклянной фритты с 25 г органического носителя (полученного растворением этилцеллюлозы в α-терpineоле до концентрации 10 вес.%). Стеклянную пасту равномерно нанесли методом печати на центральном участке с размером 9 см<sup>2</sup> так, что толщина после обжига составила 30 мкм, на подложку из натриево-кальциево-силикатного стекла, имеющую размер 10 см×10 см и толщину 0,55 мм. Стеклянную пасту высушили при температуре 150°C в течение 30 мин, затем температуру вернули к комнатной температуре и повысили до температуры 450°C в течение 30 мин, смолу органического носителя разложили и довели до исчезновения при температуре, поддерживаемой на уровне 450°C в течение 30 мин. После этого температуру повысили до 520°C в течение 7 мин, и стеклянная фритта размягчилась при температуре, поддерживаемой на уровне 520°C в течение 30 мин. После этого температуру снизили до комнатной температуры в течение 3 ч, и на подложке из натриево-кальциево-силикатного стекла сформировался стеклянный слой, имеющий состав согласно примеру 19. В результате обследования невооруженным глазом не было видно разделения на подложке из натриево-кальциево-силикатного стекла и обеих сторонах стеклянного слоя. В стеклянном слое не было видно кристаллических структур, как показало наблюдение стеклянного слоя с использованием трансмиссионного микроскопа (ECLIPSE ME600, изготовленного фирмой Nikon Corporation). Локальных неровностей, которые были бы причиной короткого замыкания между электродами органического LED-элемента, видно не было.

Кроме того, получили стеклянную фритту сухим измельчением стекла в виде хлопьев, имеющего состав согласно примеру 42, в течение 2 ч с помощью шаровой мельницы, сделанной из оксида алюминия. Среднемассовый диаметр частиц стеклянной фритты составлял 3 мкм. Стеклянную пасту приготовили вымешиванием 75 г полученной стеклянной фритты с 25 г органического носителя (полученного растворением этилцеллюлозы в α-терpineоле до концентрации 10% по весу). Стеклянную пасту равномерно нанесли методом печати в центральном участке с размером 9 см<sup>2</sup> так, что толщина после обжига составила 30 мкм, на подложке из натриево-кальциево-силикатного стекла, имеющей размер 10 см×10 см и толщину 0,55 мм. Стеклянную пасту высушили при температуре 150°C в течение 30 мин, затем температуру вернули к комнатной температуре и повысили до температуры 450°C только через 30 мин, смолу органического носителя разложили и довели до исчезновения при температуре, поддерживаемой на уровне 450°C в течение 30 мин. После этого температуру повысили до 545°C в течение 7 мин, и стеклянная фритта размягчилась при температуре, поддерживаемой на уровне 545°C в течение 30 мин. После этого температуру снизили до комнатной температуры в течение 3 ч, и на подложке из натриево-кальциево-силикатного стекла сформировался стеклянный слой, имеющий состав согласно примеру 42. В результате обследования невооруженным глазом не было видно разделения или изгиба на подложке из натриево-кальциево-силикатного стекла и обеих сторонах стеклянного слоя. В стеклянном слое не было видно кристаллических структур, как показало наблюдение стеклянного слоя с использованием трансмиссионного микроскопа (ECLIPSE ME600, изготовленного фирмой Nikon Corporation).

Как описано выше, стеклянный основной материал согласно варианту исполнения хорошо соединяется с подложкой из натриево-кальциево-силикатного стекла, и такие проблемы, как растрескивание или кристаллизация, не возникают, так что можно видеть, что стеклянный основной материал пригоден для рассеивающего слоя органического LED-элемента.

Хотя настоящее изобретение было подробно описано со ссылкой на конкретный вариант осуществления, очевидно, что настоящее изобретение может быть изменено или модифицировано разнообразными путями без выхода за пределы области настоящего изобретения.

Настоящая заявка основана на Японских патентных заявках № 2009-238676, поданной 15 октября 2009 г., и № 2010-105715, поданной 30 апреля 2010 г., содержание которых включено в данное описание путем ссылки во всей своей полноте.

#### **Промышленная применимость**

Согласно настоящему изобретению можно создать стекло для рассеивающего слоя органического LED-элемента, которое может удовлетворять требованиям пользователя сократить количество применяемого свинца без легкой кристаллизации, и органический LED-элемент с использованием этого стекла.

### Описание ссылочных номеров позиций и обозначений

- 110 - подложка;
- 120 - рассеивающий слой;
- 130 - первый электрод;
- 140 - органический слой;
- 150 - второй электрод.

### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Стекло для рассеивающего слоя органического LED-элемента, которое содержит, в единицах мол.% в расчете на оксиды, 0-20%  $P_2O_5$ , 15-60%  $B_2O_3$ , 15-28%  $Bi_2O_3$  и 20-50%  $ZnO$ ,

причем значение, полученное делением величины содержания  $P_2O_5$  на величину содержания  $ZnO$ , составляет менее 0,48,

сумма величин содержания  $P_2O_5$  и  $B_2O_3$  составляет 30-60%,

содержание  $P_2O_5$  составляет 10% или менее, когда сумма величин содержания  $P_2O_5$  и  $B_2O_3$  превышает 50%, и

стекло, по существу, не содержит  $PbO$  или  $Pb_3O_4$ ,  $Li_2O$ ,  $Na_2O$  и  $K_2O$ , за исключением их содержания в качестве загрязняющих примесей.

2. Стекло по п.1, в котором, в единицах мол.% в расчете на оксиды, сумма величин содержания  $TiO_2$  и  $WO_3$  составляет 0-12%, содержание  $ZrO_2$  составляет 0-5% и сумма величин содержания  $MgO$ ,  $CaO$ ,  $SrO$  и  $BaO$  составляет 0-10%.

3. Стекло по п.1 или 2, в котором коэффициент преломления, измеренный при температуре 25°C по d-линии Не-лампы (длина волны 587,6 нм), составляет 1,85 или более.

4. Стекло по любому из пп.1-3, имеющее средний коэффициент линейного теплового расширения при температурах 50-300°C на уровне  $60 \times 10^{-7}$ - $100 \times 10^{-7}$ /°C.

5. Стекло по любому из пп.1-4, в котором, в единицах мол.% в расчете на оксиды, содержание  $P_2O_5$  составляет 5-20%.

6. Стекло по любому из пп.1-4, по существу, не содержащее  $P_2O_5$ , за исключением  $P_2O_5$  в виде загрязняющей примеси.

7. Органический LED-элемент, последовательно включающий

подложку;

рассеивающий слой;

первый электрод;

органический слой и

второй электрод,

причем рассеивающий слой включает основной материал и рассеивающие материалы одного или более видов, диспергированные в основном материале и имеющие коэффициент преломления, отличный от основного материала, и

основной материал включает стекло, содержащее, в единицах мол.% в расчете на оксиды, 0-20%  $P_2O_5$ , 15-60%  $B_2O_3$ , 15-28%  $Bi_2O_3$  и 20-50%  $ZnO$ , причем значение, полученное делением величины содержания  $P_2O_5$  на величину содержания  $ZnO$ , составляет менее 0,48, сумма величин содержания  $P_2O_5$  и  $B_2O_3$  составляет 30-60%, содержание  $P_2O_5$  составляет 10% или менее, когда сумма величин содержания  $P_2O_5$  и  $B_2O_3$  превышает 50%, и стекло, по существу, не содержит  $PbO$  или  $Pb_3O_4$ ,  $Li_2O$ ,  $Na_2O$  и  $K_2O$ , за исключением их содержания в качестве загрязняющих примесей.

