



República Federativa do Brasil  
Ministério da Economia  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) PI 0204589-3 B1**



**(22) Data do Depósito:** 07/11/2002

**(45) Data de Concessão:** 17/09/2019

---

**(54) Título:** DISPOSITIVO EMISSOR DE LUZ ORGÂNICO

**(51) Int.Cl.:** H01L 51/44.

**(30) Prioridade Unionista:** 08/11/2001 US 10/005,970.

**(73) Titular(es):** LG DISPLAY CO., LTD..

**(72) Inventor(es):** HANY AZIZ; CUONG VONG; NAN-XING HU; ZORAN D. POPOVIC; AH-MEE HOR.

**(57) Resumo:** "DISPOSITIVOS EMISSORES DE LUZ ORGÂNICA". A presente invenção refere-se a um dispositivo de emissão de luz orgânica, contendo: (i) um anodo ou um primeiro eletrodo; (ii) uma camada transportadora de buracos, por exemplo, uma mistura de uma porfirina e um material transportador de buracos; (iii) uma região mista, contendo uma mistura de (1) um material transportador de buracos; e (2) um material transportador de elétrons; (iv) um cátodo ou segundo eletrodo, e em que o dispositivo emissor de luz orgânica opcionalmente contém pelo menos um de; (v) uma região transportadora de elétrons, interposta entre a região mista e o cátodo; e (vi) um elemento protetor térmico revestido sobre um dos anodo e cátodo.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**DISPOSITIVO EMISSOR DE LUZ ORGÂNICO**".

[001] A presente invenção refere-se a dispositivos optoeletrônicos, e mais particularmente, a dispositivos emissores de luz orgânica (dispositivos de EL orgânica). Mais especificamente, a presente invenção refere-se a dispositivos de EL orgânica substancialmente estáveis, que apresentam tempo de vida operacional relativamente longo, tal como pelo menos cerca de 1.000 horas, antes de cair sua luminância em algum percentual de seu valor inicial, tal como cerca de 50% da luminância inicial e cujos dispositivos são substancialmente estáveis sob altas temperaturas, tal como de cerca de 70°C a cerca de 100°C.

Referências

[002] Um determinado número de dispositivos de EL orgânica tem sido preparado a partir de um laminado de um material luminescente orgânico e eletrodos de polaridade oposta, cujos dispositivos incluem um único material de cristal, tal como um único cristal de antraceno como substância luminescente, conforme descrito, por exemplo, na Patente U.S. Nº 3.530.325. Esses tipos de dispositivos são acreditados necessitarem voltagens de excitação da ordem de 100 volts ou mais.

[003] Conforme indicado em um artigo de S. Naka e outros, os dispositivos emissores de luz orgânica de uma única camada mista são geralmente menos eficientes que os dispositivos emissores de luz orgânica de múltiplas camadas. Esses dispositivos que incluem apenas uma única camada mista de um material transportador de "buracos", tal como NPB (N,N'-di(naftaleno-1-il)-N,N'-difenil-benzidina) e um emissor de material transportador de elétrons, tal como Alq3, (tris(8-hidroxiquinolina)alumínio), são acreditados como sendo instáveis, apresentando uma fraca eficiência. Além disso, a única camada mista pode resultar em altas correntes de fuga e, conseqüentemente, uma

fraca eficiência.

[004] Conquanto um recente progresso na pesquisa de EL orgânica tenha elevado o potencial dos dispositivos de EL orgânica para um amplo espectro de aplicações, a estabilidade operacional dos dispositivos disponíveis atuais, pode, em alguns momentos, ficar abaixo da expectativa. A efetividade desses dispositivos emissores de luz orgânica deterioram-se pela operação do dispositivo de alta temperatura. Em geral, o tempo de vida do dispositivo pode ser reduzido de um fator de cerca de dois para cada incremento de 10°C na temperatura operacional. Além do mais, sob altas temperaturas, a susceptibilidade dos dispositivos emissores de luz orgânica à deterioração é aumentada. Como resultado, o tempo de vida operacional desses dispositivos emissores de luz orgânica em um nível normal de exibição de luminância, de cerca de 100 cd/m<sup>2</sup>, é limitada, por exemplo, a cerca de cem horas ou menos, sob temperaturas de cerca de 60°C a cerca de 80°C.

#### Sumário

[005] A presente invenção proporciona nas modalidades, dispositivos emissores de luz orgânica, por exemplo, com excelentes tempos de vida operacionais. Os dispositivos emissores de luz orgânica de acordo com as modalidades da presente invenção podem fornecer estabilidade operacional sob altas temperaturas, tal como, por exemplo, um tempo de vida operacional de diversas centenas de horas, tal como 1.200 horas, em um alto brilho, por exemplo, de cerca de 1.500 candelas por metro quadrado (cd/m<sup>2</sup>, sob temperaturas de cerca de 70°C a 100°C, que corresponde a até diversos milhares de horas, tal como cerca de 10.000 horas, para uma típica exibição de luminância de cerca de 100 cd/m<sup>2</sup>, sob temperaturas de cerca de 80°C a cerca de 100°C. Também, o dispositivo emissor de luz orgânico de acordo com as modalidades da presente invenção, demonstra um reduzido aumen-

to na voltagem de excitação, tal como, por exemplo, aumento de não mais que cerca de 5% do valor inicial da voltagem de excitação, mesmo após operação de cerca de 250 horas, sob temperaturas de cerca de 90°C, que é cerca de 10 vezes menor que o aumento em um determinado número de dispositivos do estado da técnica, tal como, por exemplo, os dispositivos ilustrados por Van Slyke e outros.

#### Breve Descrição dos Desenhos

[006] A Figura 1 ilustra um dispositivo emissor de luz orgânico de acordo com a presente invenção.

[007] A Figura 2 ilustra outro dispositivo emissor de luz orgânico de acordo com a presente invenção. O termo “região” se refere a uma camada, a menos que de outro modo indicado.

[008] Os aspectos da presente invenção que se referem a um dispositivo emissor de luz orgânico, compreendem:

- (i) um anodo;
- (ii) uma camada transportadora de buracos, compreendendo uma mistura de porfirina e um material transportador de buracos;
- (iii) uma região mista, compreendendo uma mistura de 1 um material transportador de buracos; e 2 um material transportador de elétrons e cuja região mista opcionalmente contém um material luminescente orgânico;
- (iv) um cátodo, e em que o dispositivo emissor de luz orgânico opcionalmente compreende ainda pelo menos um de;
- (v) uma região transportadora de elétrons, interposta entre a região mista e o cátodo; e
- (vi) um opcional elemento protetor térmico revestido sobre um dos anodo e cátodo; um dispositivo em que existe pelo menos um de (A) o material transportador de buracos (ii), (iii) e que é selecionado no grupo que consiste em aminas terciárias aromáticas e indolocarbazóis; e (B) em que pelo menos um do material transportador de elé-

trons (iii), (v) é selecionado do grupo que consiste em oxinóides de metal, estilbenos, triazinas e quinolinas; um dispositivo em que existe pelo menos um de (A) o material transportador de buracos ou componente da camada transportadora de buracos e o componente transportador de buracos que compreende a região mista sendo idênticos ou similares; e (B) em que é selecionado uma região transportadora de elétrons e em que o componente transportador de elétrons compreendendo a região mista (iii) e a região transportadora de elétrons (v) são idênticos ou similares; um dispositivo em que existe pelo menos um de (A) o componente transportador de buracos compreendendo a camada transportadora de buracos e o componente transportador de buracos que compreende a região mista sendo diferentes componentes; e (B) em que existe uma região transportadora de elétrons e em que o componente transportador de elétrons contido na região transportadora de elétrons e o componente transportador de elétrons compreendendo a região mista são diferentes componentes; um dispositivo em que a porfirina é ftalocianina; um dispositivo em que a porfirina é ftalocianina de cobre (CuPc); um dispositivo em que a camada transportadora de buracos (ii) compreende cerca de 25% em peso a cerca de 99% em peso de CuPc e de cerca de 75% em peso a cerca de 1% em peso do componente transportador de buracos e em que o total dos mesmos é de 100%; um dispositivo em que a camada transportadora de buracos (ii) compreende cerca de 50% em peso a cerca de 99% em peso de CuPc e cerca de 50% em peso a cerca de 1% em peso do componente transportador de buracos; um dispositivo em que o componente transportador de buracos da camada transportadora de buracos (ii) é selecionado do grupo que consiste em N,N'-di(naftaleno-1-il)-N,N'-difenil-benzidina (NPB), N,N'-bis(p-bifenil)-N,N'-difenil-benzidina (bifenil TPD), 5,11-di-naftil-5,11-diidroindol[3.2-b]carbazol e 2,8-dimetil-5,11-di-naftil-5,11-diidroindol[3.2-b]carbazol; um dispositivo em que a região

mista (iii) compreende cerca de 20% em peso a cerca de 80% em peso de um componente transportador de buracos de uma amina terciária aromática e cerca de 80% em peso a cerca de 20% em peso de um componente transportador de elétrons de um oxinóide de metal; um dispositivo em que a região mista (iii) compreende cerca de 35% em peso a cerca de 65% em peso do componente transportador de buracos e cerca de 65% em peso a cerca de 35% em peso do componente transportador de elétrons; um dispositivo em que o componente transportador de buracos de (iii) é uma amina terciária aromática selecionada do grupo que consiste em N,N'-di(naftaleno-1-il)-N,N'-difenilbenzidina (NPB), N,N'-bis(p-bifenil)-N,N'-difenilbenzidina (bifenil TPD), e o componente de elétrons é um oxinóide de metal do grupo que consiste em tris(8-hidroxiquinolina)-alumínio ( $Alq_3$ ) e bis(8-hidroxiquinolato)-4-fenilfenolato)alumínio (Balq); um dispositivo em que a região mista compreende cerca de 0,01% em peso a cerca de 10% em peso de um componente luminescente fluorescente; um dispositivo em que o componente fluorescente é selecionado do grupo que consiste em cumarina, dicianometileno piranos, polimetina, oxabenzantrano, xanteno, pirílio, carbostila, perileno, acridona, quinacridona, rubreno, antraceno, coroneno, fenantreceno, pireno, butadieno, estilbeno, complexos de quelato de metal lantanida, complexos de quelato de metal de terra rara e 4-(dicianometileno)-2-l-propil-6-(1,1,7,7-tetrametiljulolidil-9-enil)-4H-pirano; um dispositivo em que o componente fluorescente é selecionado do grupo que consiste em rubreno, N,N'-dimetilquinacridona (DMQ), 10-2-(benzotiazolil)-2,3,6,7-tetraidro-1,1,7,7-tetrametil-1H, 5H, 11H-(1benzopirano 6,7,8-ij) quinolizin-11-ona (C545T), e 2-(1,1-dimetiletil)-6-2-2,3,6,7-tetraidro-1,1,7,7-tetrametil-1H,5H-benzo(ij)quinolizin-9-il)etenil)-4H-piran-4-ilideno) propanodinitrila (DCJTB); um dispositivo em que a região mista compreende cerca de 3% em peso a cerca de 30% em peso de um compo-

nente luminescente fluorescente; um dispositivo em que o componente fluorescente é selecionado do grupo que consiste em 2,3,7,8,12,13,17,18-octaetil-21H,23H-forpina platina (II) (PtOEP) e fac tris2-fenilpiridina)irídio (Ir(ppy)<sub>3</sub>); um dispositivo em que a região transportadora de elétrons compreende pelo menos duas camadas; um dispositivo em que 1 uma primeira camada da região transportadora de elétrons contata a região mista e cuja primeira camada compreende um componente selecionado do grupo que consiste em oxinóides de metal e quinolinas; e 2 a segunda camada da região transportadora de elétrons contata o cátodo e cuja segunda camada compreende um componente selecionado do grupo que consiste em oxinóides de metal, ftalocianinas e triazinas; um dispositivo em que a primeira camada compreende um oxinóide de metal de tris(8-hidroxiquinolina)alumínio (Alq3 ou bis(8-hidroxiquinolato)-4-fenilfenolato)-alumínio (Balq); ou uma quinolina de 1,4-bis(4-fenilquinolin-2-il)benzeno, ou 4,4'-bis(4-fenilquinolin-2-il)-1,1'-bifenil (TA); e a segunda camada compreende um oxinóide de metal de tris(8-hidroxiquinolina)alumínio (Alq3 ou bis(8-hidroxiquinolato)-4-fenilfenolato)alumínio (Balq); uma ftalocianina de cobre (CuPc); ou uma triazina de 4,4'-bis-[2-4,6-difenil-1,3,5-triazinil])-1,1'-bifenil, 4,4'-bis-[2-4,6-di-p-tolil-1,3,5-triazinil])-1,1'-bifenil, 4,4'-bis-[2-4,6-di-m-tolil-1,3,5-triazinil])-1,1'-bifenil, 4,4'-bis-[2-4,6-di-p-metoxifenil-1,3,5-triazinil])-1,1'-bifenil, 4,4'-bis-[2-4,6-di-m-metoxifenil-1,3,5-triazinil])-1,1'-bifenil, ou 2,4,6-tris(4-bifenilil)-1,3,5-triazina; um dispositivo em que existe pelo menos um de (A) o anodo compreendendo uma camada de óxido de índio-estanho, e (B) o cátodo compreendendo uma camada selecionada do grupo que consiste em (i) uma camada compreendida de Mg e Ag; (ii) uma camada compreendida de Al; (iii) uma camada compreendida de óxido de índio-estanho; e (iv) uma camada compreendida de 1 um composto orgânico, 2 Mg, e 3 Ag; um dispositivo em que o cátodo compreende ainda um metal alcalino ou

um composto do mesmo; um dispositivo em que o metal alcalino é selecionado do grupo que consiste em Li, Na, K, e Cs; um dispositivo em que está presente o revestimento protetor térmico compreendido de uma camada de SiO, SiO<sub>2</sub> ou misturas dos mesmos; um dispositivo em que a região mista apresenta uma espessura de cerca de 5 nanômetros a cerca de 500 nanômetros; a camada transportadora de buracos apresentando uma espessura de cerca de 5 nanômetros a cerca de 250 nanômetros; e a região transportadora de elétrons apresentando uma espessura de cerca de 5 nanômetros a cerca de 100 nanômetros; um dispositivo compreendendo:

(i) uma camada transportadora de buracos revestida no anodo e compreendida de cerca de 50% em peso a cerca de 99% em peso de ftalocianina de cobre (CuPc) e de cerca de 50% em peso a cerca de 1% em peso de um componente transportador de buracos, selecionado do grupo que consiste em N,N'-di(naftaleno-1-il)-N,N'-difenil-benzidina (NPB), N,N'-bis(p-bifenil)-N,N'-difenil-benzidina (bifenil TPD), 5,11-di-naftil-5,11-diidroindol[3.2-b]carbazol e 2,8-dimetil-5,11-di-naftil-5,11-diidroindol[3.2-b]carbazol e cuja região apresenta uma espessura de cerca de 5 nanômetros a cerca de 100 nanômetros;

(ii) uma região mista situada na região transportadora de buracos, compreendida de cerca de 35% em peso a cerca de 65% em peso de N,N'-di(naftaleno-1-il)-N,N'-difenil-benzidina (NPB) ou N,N'-bis(p-bifenil)-N,N'-difenil-benzidina (bifenil TPD), e de cerca de 65% em peso a cerca de 35% em peso de tris(8-hidroxiquinolina)alumínio ou bis(8-hidroxiquinolato)-4-fenilfenolato)alumínio, em que os percentuais em peso são baseados no peso total dos componentes que compreendem a região mista e em que a espessura da região mista é de cerca de 20 nanômetros a cerca de 200 nanômetros;

(iii) uma região transportadora de elétrons situada na região mista, compreendida de tris(8-hidroxiquinolina)alumínio (Alq3 ou bis(8-



hidroxiquinolato)-4-fenilfenolato)alumínio (Balq), em que a espessura da região transportadora de elétrons é de cerca de 5 nanômetros a cerca de 50 nanômetros; e

(iv) um cátodo situado na região transportadora de elétrons; um dispositivo em que a região mista contém ainda um de:

(i) cerca de 0,2% em peso a cerca de 2% em peso de um componente luminescente selecionado do grupo que consiste em rubreno, N,N'-dimetilquinacridona (DMQ) e 10-2-(benzotiazolil)-2,3,6,7-tetraidro-1,1,7,7-tetrametil-1H,5H,11H-(1benzopirano 6,7,8-ij) quinolizin-11-ona (C545T);

(ii) cerca de 0,2% em peso a cerca de 5% em peso de 2-(1,1-dimetiletil)-6-2-2,3,6,7-tetraidro-1,1,7,7-tetrametil-1H,5H-benzo(ij)quinolizin-9-il)etenil)-4H-piran-4-ilideno) propanodinitrila (DCJTB); e

(iii) cerca de 5% em peso a cerca de 15% em peso de 2,3,7,8,12,13,17,18-octaetil-21H,23H-forpina platina (II) (PtOEP), em que todos os percentuais em peso são baseados com relação ao peso total dos componentes que compreendem a região mista; um dispositivo compreendendo:

(i) um anodo de óxido de índio-estanho, com uma espessura de cerca de 30 a cerca de 300 nanômetros e cujo anodo está presente sobre um substrato, o anodo e o substrato sendo capazes de transmitir pelo menos cerca de 70% de radiação de comprimento de onda de cerca de 400 nanômetros a cerca de 750 nanômetros;

(ii) uma camada transportadora de buracos situada sobre e em contato com o anodo e cuja camada é compreendida de cerca de 50% em peso a cerca de 99% em peso de ftalocianina de cobre (CuPc) e de cerca de 50% em peso a cerca de 1% em peso de um componente transportador de buracos, selecionado do grupo que consiste em N,N'-di(naftaleno-1-il)-N,N'-difenil-benzidina (NPB), N,N'-

bis(p-bifenil)-N,N'-difenil-benzidina (bifenil TPD), 5,11-di-naftil-5,11-diidroindol[3.2-b]carbazol e 2,8-dimetil-5,11-di-naftil-5,11-diidroindol[3.2-b]carbazol, e cuja região apresenta uma espessura de cerca de 5 nanômetros a cerca de 100 nanômetros;

(iii) uma região mista situada na região transportadora de buracos, compreendida de cerca de 35% em peso a cerca de 65% em peso de N,N'-di(naftaleno-1-il)-N,N'-difenil-benzidina (NPB) ou N,N'-bis(p-bifenil)-N,N'-difenil-benzidina (bifenil TPD), e de cerca de 65% em peso a cerca de 35% em peso de tris(8-hidroxiquinolina)alumínio ou bis(8-hidroxiquinolato)-4-fenilfenolato)alumínio, em que todos os percentuais em peso são baseados no peso total dos componentes que compreendem a região mista e em que a espessura da região mista é de cerca de 20 nanômetros a cerca de 200 nanômetros;

(iv) uma região transportadora de elétrons situada na região mista, compreendida de tris(8-hidroxiquinolina)alumínio (Alq3 ou bis(8-hidroxiquinolato)-4-fenilfenolato)alumínio (Balq), em que a espessura da região transportadora de elétrons é de cerca de 5 nanômetros a cerca de 50 nanômetros;

(v) um cátodo situado na região transportadora de elétrons compreendido de um de 1 uma camada compreendida de uma liga de Mg:Ag ou Al, de uma espessura de cerca de 50 nanômetros a cerca de 500 nanômetros; e 2 uma primeira camada compreendida de cerca de 40% em volume a cerca de 55% em volume de Mg; de cerca de 2% em volume a cerca de 10% em volume de Ag; e de cerca de 55% em volume a cerca de 40% em volume de Alq3, em que a espessura da primeira camada é de cerca de 100 nanômetros a cerca de 600 nanômetros e revestida com uma segunda camada de espessura de cerca de 50 nanômetros a cerca de 500 nanômetros compreendendo um metal ou uma liga de metal; e

(vi) uma camada protetora térmica, cuja camada é compre-

endida de SiO, SiO<sub>2</sub> ou misturas dos mesmos, de uma espessura de cerca de 100 nanômetros a cerca de 1.000 nanômetros; um dispositivo em que a região mista compreende ainda um de:

(i) cerca de 0,2% em peso a cerca de 2% em peso de um componente luminescente selecionado do grupo que consiste em rubreno, N,N'-dimetilquinacridona (DMQ), e 10-2-(benzotiazolil)-2,3,6,7-tetraidro-1,1,7,7-tetrametil-1H, 5H, 11H-(1benzopirropirano 6,7,8-ij) quinolizin-11-ona (C545T),

(ii) cerca de 0,2% em peso a cerca de 5% em peso de 2-(1,1-dimetiletil)-6-2-2,3,6,7-tetraidro-1,1,7,7-tetrametil-1H,5H-benzo(ij)quinolizin-9-il)etenil)-4H-piran-4-ilideno) propanodinitrila (DCJTB); e

(iii) cerca de 5% em peso a cerca de 15% em peso de 2,3,7,8,12,13,17,18-octaetil-21H,23H-forpina platina (II) (PtOEP), em que todos os componentes são baseados no peso total dos componentes que compreendem a região mista; um dispositivo em que:

(i) o anodo é constituído de óxido de índio-estanho, com uma espessura de cerca de 30 a cerca de 300 nanômetros e cujo anodo é revestido sobre um substrato;

(ii) uma camada transportadora de buracos situada sobre o anodo e cuja camada é compreendida de cerca de 50% em peso a cerca de 99% em peso de ftalocianina de cobre (CuPc) e de cerca de 50% em peso a cerca de 1% em peso de um componente transportador de buracos, selecionado do grupo que consiste em N,N'-di(naftaleno-1-il)-N,N'-difetil-benzidina (NPB), N,N'-bis(p-bifenil)-N,N'-difetil-benzidina (bifenil TPD), 5,11-di-naftil-5,11-diidroindol[3.2-b]carbazol e 2,8-dimetil-5,11-di-naftil-5,11-diidroindol[3.2-b]carbazol, e cuja camada apresenta uma espessura de cerca de 5 nanômetros a cerca de 100 nanômetros;

(iii) uma região mista situada na região transportadora de

buracos, compreendida de cerca de 35% em peso a cerca de 65% em peso de N,N'-di(naftaleno-1-il)-N,N'-difenil-benzidina (NPB) ou N,N'-bis(p-bifenil)-N,N'-difenil-benzidina (bifenil TPD), e de cerca de 65% em peso a cerca de 35% em peso de tris(8-hidroxiquinolina)alumínio ou bis(8-hidroxiquinolato)-4-fenilfenolato)alumínio, em que todos os percentuais em peso são baseados no peso total dos componentes que compreendem a região mista e em que a espessura da região mista é de cerca de 20 nanômetros a cerca de 200 nanômetros;

(iv) uma região transportadora de elétrons situada na região mista, compreendendo 1 uma primeira camada de espessura de cerca de 5 nanômetros a cerca de 25 nanômetros contatando a região mista e em que essa primeira camada é compreendida de tris(8-hidroxiquinolina)alumínio (Alq3, bis(8-hidroxiquinolato)-4-fenilfenolato)alumínio (Balq) ou 1,4-bis(4-fenilquinolin-2-il)benzeno, 4,4'-bis(4-fenilquinolin-2-il)-1,1'-bifenil (TA); e 2 uma segunda camada de uma espessura de cerca de 5 nanômetros a cerca de 25 nanômetros contatando o cátodo e em que a segunda camada é compreendida de tris(8-hidroxiquinolina)alumínio (Alq3, bis(8-hidroxiquinolato)-4-fenilfenolato)alumínio (Balq), ftalocianina de cobre (CuPc), 4,4'-bis-[2-4,6-difenil-1,3,5-triazinil]-1,1'-bifenil, 4,4'-bis-[2-4,6-di-p-tolil-1,3,5-triazinil]-1,1'-bifenil, 4,4'-bis-[2-4,6-di-m-tolil-1,3,5-triazinil]-1,1'-bifenil, 4,4'-bis-[2-4,6-di-p-metoxifenil-1,3,5-triazinil]-1,1'-bifenil, 4,4'-bis-[2-4,6-di-m-metoxifenil-1,3,5-triazinil]-1,1'-bifenil, ou 2,4,6-tris(4-bifenilil)-1,3,5-triazina;

(v) um cátodo situado na região transportadora de elétrons compreendido de um de 1 uma camada compreendida de uma liga de Mg:Ag ou Al, de uma espessura de cerca de 50 nanômetros a cerca de 500 nanômetros; e 2 uma primeira camada compreendida de cerca de 40% em volume a cerca de 55% em volume de Mg; de cerca de 2% em volume a cerca de 10% em volume de Ag; e de cerca de 55% em

volume a cerca de 40% em volume de Alq3, em que a espessura da primeira camada é de cerca de 100 nanômetros a cerca de 600 nanômetros e revestida com uma segunda camada de espessura de cerca de 50 nanômetros a cerca de 500 nanômetros, compreendendo um metal ou uma liga de metal; e

(vi) uma camada protetora térmica situada sobre o cátodo, compreendida de SiO, SiO<sub>2</sub> ou misturas dos mesmos, e cujo cátodo é de uma espessura de cerca de 100 nanômetros a cerca de 1.000 nanômetros; um dispositivo em que a região mista compreende ainda um de:

(i) cerca de 0,2% em peso a cerca de 2% em peso de um componente luminescente selecionado do grupo que consiste em rubreno, N,N'-dimetilquinacridona (DMQ), e 10-2-(benzotiazolil)-2,3,6,7-tetraidro-1,1,7,7-tetrametil-1H, 5H, 11H-(1benzopirano 6,7,8-ij) quinolizin-11-ona (C545T),

(ii) cerca de 0,2% em peso a cerca de 5% em peso de 2-(1,1-dimetiletil)-6-2-2,3,6,7-tetraidro-1,1,7,7-tetrametil-1H,5H-benzo(ij)quinolizin-9-il)etenil)-4H-piran-4-ilideno) propanodinitrila (DCJTB); e

(iii) cerca de 5% em peso a cerca de 15% em peso de 2,3,7,8,12,13,17,18-octaetil-21H,23H-forpina platina (II) (PtOEP), em que todos os componentes são baseados no peso total dos componentes que compreendem a região mista; um dispositivo em que a região mista é capaz de emitir luz em resposta à recombinação de elétrons dos buracos; um dispositivo em que cada região contém cerca de 1 a 7 camadas; um dispositivo em que cada região contém cerca de 2 a cerca de 4 camadas; um dispositivo em que o componente transportador de buracos ou o componente transportador de elétrons de (iii) adicionalmente funciona como um material luminescente; um dispositivo incluindo ainda um material luminescente em (iii); um dis-

positivo em que o dispositivo contém ainda uma camada protetora de óxido de silício, dióxido de silício ou misturas dos mesmos e em que (v), (vi) ou ambos (v) e (vi) estão presentes; um dispositivo em que a porfirina é uma ftalocianina de cobre e (v) e (vi) ou ambos (v) e (vi) estão presentes; um dispositivo compreendido de:

(i) um anodo;

(ii) uma camada transportadora de buracos compreendendo uma mistura de uma porfirina e um material transportador de buracos;

(iii) uma região mista compreendendo uma mistura de 1 um material transportador de buracos, e 2 um material transportador de elétrons e cuja região mista, opcionalmente, contém um material luminescente orgânico;

(iv) um cátodo, e em que o dispositivo emissor de luz orgânico opcionalmente compreende ainda pelo menos um de:

(v) uma região transportadora de elétrons interposta entre a região mista e o cátodo; e

(vi) um elemento protetor térmico revestido sobre um dos anodo e cátodo; um dispositivo (EL) eletroluminescente compreendendo:

(i) um anodo;

(ii) uma única camada transportadora de buracos compreendendo uma mistura de porfirina e de um material transportador de buracos;

(iii) uma região mista, cuja região pode ser de uma camada ou de uma pluralidade de camadas, tal como de 2 a 7 ou tipicamente de 2 a cerca de 4 camadas, cada uma de uma espessura, por exemplo, de cerca de 5 nanômetros a cerca de 5.000 nanômetros e compreendendo uma mistura de 1 um material transportador de buracos, e 2 um material transportador de elétrons, e cuja região mista pode compreender ainda um material luminescente orgânico; e em que a

região mista emite luz em resposta à recombinação de elétrons dos buracos;

(iv) um cátodo, e em que o dispositivo emissor de luz orgânico pode compreender ainda:

(i) uma região transportadora de elétrons, cuja região é tipicamente de 2 a cerca de 4 camadas, interpostas entre a região mista e o cátodo;

(ii) um elemento protetor térmico ou camada revestida sobre um dos anodo e cátodo ou ambos anodo e cátodo.

[009] A função da camada transportadora de buracos e da região transportadora de elétrons, é acreditada como sendo de alcançar um processo de injeção de carga mais balanceado e de reduzir a fuga dos veículos para os eletrodos contrários e, portanto, pode demonstrar uma mais alta eficiência, quando comparado a outros dispositivos emissores de luz orgânica divulgados nas patentes U.S. N<sup>os</sup> 5.853.905 e 6.130.001.

[0010] Um exemplo de um dispositivo emissor de luz orgânico de acordo com as modalidades específicas da presente invenção é ilustrado na Figura 1, em que o dispositivo emissor de luz orgânico 10 compreende um primeiro eletrodo 12 servindo como um anodo de injeção de buracos; laminado ou revestido sobre o primeiro eletrodo 12 se encontra uma única camada transportadora de buracos 13, compreendendo uma mistura de uma porfirina e de um material transportador de buracos; laminada ou revestida sobre a camada transportadora de buracos 13 se encontra uma região mista 14, compreendendo uma mistura de 1 um material transportador de buracos e 2 um material transportador de elétrons e cuja região mista pode conter um material orgânico luminescente, tal como, por exemplo, um material fluorescente ou fosforescente; laminada ou revestida sobre a região mista 14 se encontra uma transportadora de elétrons 15; e laminado ou revesti-

do sobre a região transportadora de elétrons 15 se encontra um segundo eletrodo 16, que serve como um eletrodo de injeção de elétrons.

[0011] Dependendo das propriedades do transporte de carga dos materiais usados, pode ser desejável nas modalidades da presente invenção se eliminar a região transportadora de elétrons, situada, por exemplo, entre a região mista e o cátodo; e em que a região mista contata o cátodo. Uma modalidade exemplificativa do acima mencionado dispositivo emissor de luz orgânico é ilustrada na Figura 2, em que o dispositivo 20 compreende um primeiro eletrodo 22 que atua como um anodo de injeção de buracos; laminada sobre o primeiro eletrodo 22 se encontra uma única camada transportadora de buracos 23, compreendendo uma mistura de porfirina e um material transportador de buracos; laminada sobre a camada transportadora de buracos 23 se encontra uma região mista 24, compreendendo a mistura de 1 um material transportador de buracos, cujo material pode também funcionar como um material luminescente, e 2 um material transportador de elétrons e cuja região mista contém um material luminescente orgânico, tal como, por exemplo, um material fluorescente ou fosforescente; e laminado sobre a região mista 24 se encontra um segundo eletrodo 26, que atua como um cátodo de injeção de elétrons. Nas presentes modalidades, as camadas transportadoras de buracos 13, 23 são compreendidas de cerca de 50% em peso a cerca de 99% em peso de porfirina e de cerca de 50% em peso a cerca de 1% em peso do material transportador de buracos e em que o desempenho dos dispositivos emissores de luz orgânica 10 e 20 pode depender da proporção de mistura da porfirina e do material transportador de buracos nas camadas transportadoras de buracos 13 e 23. Também, nas presentes modalidades, um elemento protetor térmico pode ser laminado sobre o primeiro eletrodo 12, 22 ou sobre o segundo eletrodo 16, 26, em que o



dito elemento protetor térmico pode, portanto, ser laminado sobre um cátodo, um anodo ou sobre ambos.

[0012] O material transportador de buracos compreendendo as camadas transportadoras de buracos 13, 23 e o material transportador de buracos que compreende as regiões mistas 14, 24 podem ser materiais idênticos ou materiais diferentes, e em que o uso de diferentes materiais transportadores de buracos nas regiões mistas 14, 24 e nas regiões transportadoras de buracos 13, 23 pode resultar em um número de desejadas características, tais como, por exemplo, aumento da estabilidade dos dispositivos emissores de luz orgânica 10, 20.

[0013] De modo similar, o material transportador de elétrons, compreendendo a região mista 14 e o material transportador de elétrons, compreendendo a região mista 14 e o material transportador de elétrons compreendendo a região transportadora de elétrons 15 podem ser materiais idênticos ou materiais diferentes, pelo que o uso de diferentes materiais transportadores de elétrons na região mista 14 e região transportadora de elétrons 15 pode possibilitar desejadas características, tais como, por exemplo, aumento da eficiência do dispositivo emissor de luz orgânico 10. Também, os materiais transportadores de elétrons usados nas diferentes camadas da região transportadora de elétrons de múltiplas camadas pode ser diferente ou similar.

[0014] Um dos eletrodos compreende uma região mista orgânica-metálica, incluindo (i) um primeiro componente de metal, tal como, por exemplo, Mg; (ii) um segundo componente de material orgânico, tal como, por exemplo, AlQ<sub>3</sub>; e (iii) pelo menos um terceiro componente selecionado do grupo que consiste em metais, materiais orgânicos e materiais inorgânicos, tal como, por exemplo, Ag. Portanto, o exemplo do cátodo 16 do dispositivo emissor de luz orgânico pode compreender uma região mista orgânica-metálica, incluindo (i) um primeiro componente de metal, tal como, por exemplo, Mg; (ii) um segundo compo-

nente de material orgânico, tal como, por exemplo,  $\text{AlQ}_3$ ; e (iii) pelo menos um terceiro componente selecionado do grupo que consiste em metais, materiais orgânicos e materiais inorgânicos, tais como, por exemplo, Ag.

[0015] Os dispositivos emissores de luz orgânica podem, nas modalidades da invenção, ser operados sob condições de transmissão de corrente alternada (AC) e/ou corrente contínua (DC). As condições de transmissão de corrente alternada podem proporcionar tempos de vidas operacionais prolongados, especialmente sob condições de operação do dispositivo em altas temperaturas. Valores de voltagens mais específicos, incluem, por exemplo, de cerca de 3 a cerca de 20 volts e mais especificamente de cerca de 5 a 15 volts; as correntes de transmissão incluem, por exemplo, densidade de cerca de 1 a cerca de  $1.000 \text{ mA/cm}^2$  e mais especificamente de cerca de  $10 \text{ mA/cm}^2$  a cerca de  $200 \text{ mA/cm}^2$ .

[0016] Os anodos 12, 22 podem compreender adequados eletrodos de injeção de carga positiva, tais como óxido de índio-estanho (ITO), silício, óxido de estanho, ouro ou platina. Outros adequados materiais para o anodo, incluem, mas sem qualquer limitação, carbono eletricamente condutor, polímeros conjugados  $\pi$ , tal como, polianilina, politiofeno, polipirrol e similares, com, por exemplo, uma função de trabalho igual ou maior que cerca de 4 eV, mais especificamente de cerca de 4 eV a cerca de 6 eV.

[0017] Os anodos 12, 22 podem ser de qualquer forma adequada. Uma fina camada condutora pode ser revestida sobre um substrato transmissor de luz, por exemplo, uma placa de vidro ou uma película plástica transparente ou substancialmente transparente, o anodo, assim, podendo compreender um anodo transmissor de luz formado de óxido de estanho ou óxido de índio-estanho (ITO) revestido sobre uma placa de vidro. Também, podem ser usados anodos metálicos bastan-

te finos transparentes à luz, tendo uma espessura, por exemplo, de menos que cerca de 200 Å, e mais especificamente, de cerca de 75 Å a cerca de 150 Å, em que tais anodos finos podem compreender metais como ouro, paládio e similares. Além disso, camadas finas transparentes ou semitransparentes de carbono condutor ou polímeros conjugados, tal como polianilina, politiofeno, polipirrol e similares, com uma espessura, por exemplo, de cerca de 50 Å a cerca de 175 Å, podem ser selecionados como anodos. Um determinado número de exemplos dos anodos 12, 22 e dos cátodos 16, 26 é divulgado na Patente U.S. Nº 4.885.211, cuja divulgação é aqui totalmente incorporada por meio dessa referência. A espessura dos anodos 12, 22 pode ser de 1 nanômetro a cerca de 5.000 nanômetros e mais especificamente, de cerca de 30 nanômetros a cerca de 300 nanômetros.

[0018] As camadas transportadoras de buracos 13, 23 podem compreender uma porfirina e o material transportador de buracos em diversas proporções de quantidades. Tipicamente, a camada transportadora de buracos é compreendida de cerca de 25% em peso a cerca de 99% em peso de uma porfirina e de cerca de 75% em peso a cerca de 1% em peso do material transportador de buracos. Mais especificamente, essa camada é compreendida de cerca de 50% em peso a cerca de 99% em peso da porfirina e de cerca de 50% em peso a cerca de 1% em peso do material transportador de buracos. O desempenho dos dispositivos emissores de luz orgânica 10, 20 nas presentes modalidades pode ser dependente da proporção de quantidade da porfirina e do material transportador de buracos nas camadas transportadoras de buracos 13, 23.

[0019] Adequadas porfirinas que podem ser selecionadas para as camadas transportadoras de buracos 13, 23 incluem as porfirinas divulgadas na Patente U.S. Nº 4.356.429; 1,10,15,20-tetrafenil-21H,23H-porfirina cobre (II) e ftalocianina de cobre.

[0020] Adequados materiais transportadores de buracos para as camadas transportadoras de buracos 13, 23 em contato, por exemplo, com o anodo e as regiões mistas 14, 24, incluem, mas sem qualquer limitação, materiais condutores como polianilina e formas dopadas de ácido, polipirrol, poli(fenileno vinileno) ou misturas dos mesmos. Exemplos ilustrativos específicos de materiais transportadores de buracos incluem as aminas terciárias aromáticas, tal como as ilustradas nas Patentes U.S. N<sup>os</sup> 4.539.507, 4.720.432 e 5.061.569. Exemplos de aminas terciárias aromáticas, incluem, mas sem qualquer limitação, bis4-dimetilamino-2-metilfenil)fenilmetano, N,N,N-tri(p-tolil)amina, 1,1-bis4-di-p-tolilaminofenil)ciclohexano, 1,1-bis4-di-p-tolilaminofenil)-4-fenilciclohexano, N,N'-difenil-N,N'-bis3-metilfenil)-1,1'-bifenil-4,4'-diamina, aminas aromáticas como é o caso das N,N,N',N'-tetraarilbenzidinas. Exemplos ilustrativos de N,N,N',N'-tetraarilbenzidinas inclui N,N'-di-1-naftil-N,N'-difenil-1,1'-bifenil-4,4'-diamina, os compostos de 4,4'-bis(9-carbazolil)-1,1'-bifenila e similares, sendo feito referência aos indolocarbazóis, divulgados nas Patentes U.S. N<sup>os</sup> 5.942.340 e 5.952.115, tais como, por exemplo, 5,11-di-naftil-5,11-diidroindolo[3.2-b]carbazol e 2,8-dimetil-5,11-di-naftil-5,11-diidroindolo[3.2-b]carbazol; N,N,N',N'-tetraarilbenzidinas, e em que as camadas transportadoras de buracos 13, 23 podem ser de uma espessura de cerca de 1 nanômetro a cerca de 500 nanômetros ou de cerca de 5 nanômetros a cerca de 150 nanômetros e mais especificamente de cerca de 10 nanômetros a cerca de 50 nanômetros. As regiões mistas 14, 24 compreendem ainda um material transportador de elétrons. Pelo menos uma das camadas de material transportador de buracos e das camadas de material transportador de elétrons usadas na formação da região mista pode, nas modalidades, ser selecionada para funcionar como um material luminescente. Além disso, as regiões mistas podem compreender ainda um material luminescente, além das regiões transportadoras de

buracos e de elétrons. Os materiais transportadores de elétrons que podem ser selecionados para as regiões mistas 14, 24 e região transportadora de elétrons 15 em contato com a região mista 14, podem ser materiais idênticos ou diferentes. Além disso, os materiais transportadores de elétrons nas diferentes camadas da camada transportadora de elétrons de múltiplas camadas podem ser diferentes ou similares.

[0021] Exemplos ilustrativos de materiais transportadores de elétrons para as regiões mistas 14, 24 e região transportadora de elétrons 15 incluem, mas sem qualquer limitação, os oxinóides de metal conforme divulgados nas Patentes U.S. N<sup>os</sup> 4.539.507, 5.151.629, 5.150.006, 5.141.671 e 5.846.666; tris(8-hidroxiquinolato)alumínio (Alq<sub>3</sub>; bis(8-hidroxiquinolato)-4-fenilfenolato)alumínio (Balq); tris(8-hidroxiquinolato)gálio, bis(8-hidroxiquinolato)magnésio; derivados de estilbeno, como aqueles divulgados na Patente U.S. N<sup>o</sup> 5.516.577, tal estilbeno, incluindo, por exemplo, 4,4'-bis(2,2-difenilvinil)bifenila; compostos tioxinóides de metal como mostrado na Patente U.S. 5.846.666, compostos tioxinóides de metais semelhantes de bis(8-quinolinatiolato)zinco, bis(8-quinolinatiolato)cádmio; bis(8-quinolinatiolato)zinco, bis(8-quinolinatiolato)cádmio, tris(8-quinolinatiolato)gálio; bis[2-(2-hidroxifenil)-5-fenil-1,3,4-oxadiazolato]zinco, bis[2-(2-hidroxifenil)-5-fenil-1,3,4-oxadiazolato]berílio, bis[5-(4-clorofenil)-2-(2-hidroxifenil)-1,3,4-oxadiazolato]zinco, bis[2-(2-hidroxifenil)-5-p-piridil-1,3,4-oxadiazolato]berílio; para as regiões mistas 14, 24 e na região transportadora de elétrons 15, as quinolinas, tal como, por exemplo, 1,4-bis[4-fenilquinolin-2-il]benzeno, 4,4'-bis[4-fenilquinolin-2-il]-1,1'-bifenil (TA); triazinas, como descrito na Patente U.S. N<sup>o</sup> 6.057.048 e Patente U.S. N<sup>o</sup> 6.229.012, por exemplo, 4,4'-bis[2-(4,6-difenil-1,3,5-triazinil)]-1,1'-bifenila, 2,4,6-tris[4-bifenilil]-1,3,5-triazina e similares.

[0022] Tipicamente, as regiões mistas 14, 24 compreendem de

cerca de 20% em peso a cerca de 80% em peso do material transportador de buracos e de cerca de 80% em peso a cerca de 20% em peso do material transportador de elétrons. Mais especificamente, as regiões mistas 14, 24 compreendem de cerca de 35% em peso a cerca de 65% em peso do material transportador de buracos e de cerca de 65% em peso a cerca de 35% em peso do material transportador de elétrons. Além do mais, nas modalidades em que a região mista compreende um material luminescente, as regiões mistas 14, 24 podem compreender, por exemplo, cerca de 0,01% em peso a cerca de 10% em peso do material luminescente fluorescente ou de cerca de 0,01% em peso a cerca de 25% em peso de um material luminescente fosforescente, onde todos os percentuais em peso são baseados no peso total dos materiais que compreendem a região mista.

[0023] Exemplos ilustrativos de materiais luminescentes, cujos materiais podem ser incluídos na região mista e/ou ser um componente presente no dispositivo que pode funcionar como um emissor de luz, inclui os corantes fluorescentes, como, por exemplo, os divulgados na Patente U.S. Nº 4.769.292, ou seja, cumarina, dicianometileno piranos, polimetina, oxabenzantrano, xanteno, pirílio, carbostila, perileno e similares; corantes selecionados de quinacridona, cujos exemplos incluem N,N'-dimetilquinacridona, N,N'-dimetil-2-metil quinacridona, N,N'-dimetil-2,9-dimetil quinacridona; corantes de quinacridona como quinacridona, 2-metilquinacridona e similares, são descritos nas Patentes U.S. Nºs 5.227.252, 5.276.381 e 5.593.788; como perileno, rubreno, antraceno, coroneno, fenantreceno, pireno e similares, conforme ilustrado na Patente U.S. Nº 3.172.862; butadienos, tal como 1,4-difenilbutadieno e tetrafenilbutadieno e estilbenos e similares, conforme ilustrado nas Patentes U.S. Nºs 4.356.429 e 5.516.577; materiais fluorescentes descritos na Patente U.S. Nº 5.601.903; componentes fluorescentes ilustrados na Patente U.S. Nº 5.935.720, como por

exemplo, 4-(dicianometileno)-2-I-propil-6-(1,1,7,7-tetrametiljulolidil-9-enil)-4H-piran e 2-(1,1-dimetiletil)-6-2-2,3,6,7-tetraidro-1,1,7,7-tetrametil-1H,5H-benzo(ij)quinolizin-9-il)etenil)-4H-pi-ran-4-ilideno) propanodinitrila (DCJTB); cumarinas conhecidas; 10-2-(benzotiazolil)-2,3,6,7-tetraidro-1,1,7,7-tetrametil-1H, 5H, 11H-(1-benzopiro-pirano 6,7,8-ij) quinolizin-11-ona (C545T) e os compostos divulgados na Patente U.S. Nº 6.020.078; complexos de quelato de metal de lantanida, como, por exemplo, tris(acetilacetionato)(fenantrolina) térbio; materiais fosforescentes, como os compostos organo-metálicos contendo um átomo de metal pesado, que pode resultar no acoplamento espin-órbita, tal como divulgado em Baldo e outros, "Highly efficient organic phosphorescent emission from organic electroluminescent devices", *Letters to Nature*, Volume 395, páginas 151-154 1998; 2,3,7,8,12,13,17,18-octaetil-21H,23H-forpina platina (II) (PtOEP) e outros, como, por exemplo, os divulgados na Patente U.S. Nº 6.048.630 e fac tris2-fenilpiridina)irídio (Ir(ppy)<sub>3</sub>). As regiões mistas 14, 24 podem apresentar uma espessura de cerca de 10 nanômetros a cerca de 2.000 nanômetros ou de cerca de 20 nanômetros a cerca de 200 nanômetros; a redução da espessura das regiões mistas 14, 24 pode resultar em uma diminuição desejada na voltagem operacional do dispositivo emissor de luz orgânico e em uma indesejável diminuição na luminância (e eficiência de EL) do dispositivo de emissão de luz orgânica.

[0024] As regiões mistas 14, 24 podem ser formadas por meio de qualquer método adequado que possibilite a formação de misturas selecionadas do material transportador de buracos, material transportador de elétrons e opcional material luminescente. Por exemplo, as regiões mistas 14, 24 podem ser formadas mediante co-evaporação do material transportador de buracos, material transportador de elétrons e material luminescente.

[0025] A região transportadora de elétrons 15 pode compreender um material transportador de elétrons com uma espessura, por exemplo, de cerca de 1 nanômetro a cerca de 100 nanômetros ou de cerca de 5 nanômetros a cerca de 50 nanômetros. Nas modalidades em que uma região transportadora de elétrons de múltiplas camadas 15 é selecionada, as camadas individuais possuem uma espessura de, por exemplo, de cerca de 1 nanômetro ou de cerca de 1 nanômetro a cerca de 10 nanômetros.

[0026] Os cátodos 16, 26 formados sobre a região transportadora de elétrons 15 ou a região mista 24, podem compreender adequados materiais de injeção de elétrons, tal como metais, incluindo componentes com alta função de trabalho, tais como metais, com, por exemplo, uma função de trabalho de cerca de 4 eV a cerca de 6 eV, ou componentes de baixa função de trabalho, tais como metais, com, por exemplo, uma função de trabalho de cerca de 2 eV a cerca de 4 eV. Os cátodos 16, 26 podem compreender uma combinação de uma baixa função de trabalho, um metal com menos que cerca de 4 eV e pelo menos um outro metal. Proporções eficazes do metal de baixa função de trabalho para o segundo ou outro metal, são de menos que cerca de 0,1% em peso para cerca de 99,9% em peso. Exemplos ilustrativos de metais de baixa função de trabalho, incluem, mas sem qualquer limitação, os metais alcalinos, como lítio ou sódio; o Grupo 2A ou metais alcalino-terrosos, tais como berílio, magnésio, cálcio ou bário; e os metais do Grupo III, incluindo os metais de terra rara e os metais do grupo dos actinídeos, tais como escândio, ítrio, lântano, cério, európio, térbio ou actínio, onde lítio, magnésio e cálcio são metais de baixa função de trabalho mais específicos; os cátodos de liga Mg-Ag descritos na Patente U.S. Nº 4.885.211 e Patente U.S. Nº 4.720.432. Também, o cátodo pode compreender uma região mista orgânica-metal, incluindo (i) um primeiro componente de metal, tal como, por exemplo, Mg; (ii) um



segundo componente de material orgânico, tal como, por exemplo, AlQ<sub>3</sub>; e (iii) pelo menos um terceiro componente, selecionado do grupo que consiste em metais, materiais orgânicos e materiais inorgânicos, tais como, por exemplo, Ag. cátodos específicos são descritos na Patente U.S. Nº 5.429.884, e cujos cátodos podem ser formados a partir de ligas de lítio com outros metais de alta função de trabalho, tais como alumínio e índio. Os cátodos 16, 26 podem também incluir uma camada de injeção de elétrons em contato com a região transportadora de elétrons 15 ou com a região mista 24, compreendida, por exemplo, de um material isolante, tal como um material de óxido ou um composto de metal alcalino, conforme ilustrado nas Patentes U.S. Nºs 5.457.565, 5.608.287 e 5.739.635. A espessura dos cátodos 16, 26 pode variar, por exemplo, de cerca de 10 nanômetros a cerca de 1.000 nanômetros.

[0027] Um elemento protetor térmico pode, opcionalmente, ser formado sobre os cátodos 16, 26 e/ou anodos 12, 22. Tipicamente, o elemento protetor térmico é uma camada compreendida de SiO, SiO<sub>2</sub> e/ou misturas dos mesmos e com uma espessura variando de cerca de 300 nanômetros a cerca de 5.000 nanômetros.

[0028] Nos exemplos seguintes, “região” se refere a uma camada, a menos que de outro modo indicado.

#### Exemplo I

##### Exemplo para Demonstrar a Estabilidade Operacional a 90°C

[0029] Um dispositivo emissor de luz orgânico tendo uma estrutura, tal como o dispositivo 10 na Figura 1, foi formado e avaliado. Nesse dispositivo, ftalocianina de cobre (CuPc), N,N'-di(naftaleno-1-il)-N,N'-difenil-benzidina (NPB) e tris(8-hidroxiquinolina)alumínio (Alq<sub>3</sub>) foram usados como a porfirina, material transportador de buraco e material transportador de elétrons, compreendendo, respectivamente, a camada transportadora de buracos 13, a região mista 14 e a região trans-

portadora de elétrons 15 no dispositivo emissor de luz orgânico 10. A camada transportadora de buracos 13 foi compreendida de cerca de 75% em peso de CuPc e cerca de 25% em peso de NPB. A região mista 14 foi compreendida de cerca de 50% em peso de NPB e cerca de 50% em peso de Alq<sub>3</sub>. A espessura da camada transportadora de buracos 13 foi de cerca de 25 nanômetros; a espessura da região mista 14 foi de cerca de 80 nanômetros; e a espessura da região transportadora de elétrons 15 foi de cerca de 20 nanômetros. A camada transportadora de buracos 13, a camada mista 14 e a região transportadora de elétrons 15 foram formadas entre um anodo 12, compreendido de óxido de índio-estanho (ITO) tendo uma espessura de cerca de 200 nanômetros, previamente revestido sobre um substrato de vidro, e um cátodo 16 compreendido de uma liga de Mg:Ag 10:1 em peso), tendo uma espessura de cerca de 120 nanômetros. Um elemento protetor térmico compreendido de monóxido de silício (SiO) e tendo uma espessura de cerca de 200 nanômetros foi revestido sobre o cátodo 16.

[0030] O dispositivo emissor de luz orgânico foi fabricado usando um processo de evaporação a vácuo, sob uma pressão de cerca de  $8,0 \times 10^{-9}$  Pa ( $6 \times 10^{-4}$  torr). A camada transportadora de buracos 13 foi produzida pela co-evaporação de puro, CuPc e puro cerca de 100% puro e NPB aproximadamente 100% puro, de fontes separadas, com a taxa de evaporação das fontes individuais controladas em cerca de 3 A/s e 1 A/s, para obter a desejada proporção de mistura. De modo similar, a região mista 14 foi produzida mediante co-evaporação de NPB puro e Alq<sub>3</sub> puro, de fontes separadas, com a taxa de evaporação de cada um sendo controlada em cerca de 3 A/s, para obter a desejada proporção de mistura da região mista 14.

[0031] Em seguida à formação da camada transportadora de buracos 13, da região mista 14 e da região transportadora de elétrons 15, o cátodo de metal 16 foi depositado sobre a região transportadora de

elétrons 15 sem interrupção do vácuo.

[0032] O tempo de vida operacional foi testado com o dispositivo emissor de luz orgânico acima, operado a uma temperatura de 90°C em nitrogênio gasoso, sob condições de transmissão de corrente alternada com uma densidade média constante de corrente de 31,25 mA/cm<sup>2</sup>. Nessa densidade de corrente, o dispositivo emissor de luz orgânico produziu uma emissão verde, com uma luminância de cerca de 600 cd/m<sup>2</sup> (candela por metro quadrado).

[0033] A partir dos testes de tempo de vida operacional, a meia-vida do dispositivo (o tempo decorrido antes da luminância do dispositivo diminuir para metade da luminância inicial) de uma luminância inicial de cerca de 600 cd/m<sup>2</sup> foi de cerca de 500 horas, para uma operação contínua do dispositivo sob uma temperatura de 90°C. Uma vez que a meia-vida do dispositivo é medida com uma luminância inicial de cerca de 600 cd/m<sup>2</sup>, que é cerca de 6 vezes mais clara que uma luminância de amostra inicial típica de 100 cd/m<sup>2</sup> sob condições normais, a meia-vida medida de 500 horas representa uma acelerada meia-vida sob condições de alto esforço a 90°C, que corresponde a meia-vida de cerca de 3.000 horas (6 x 500 horas) a 90°C, sob uma luminância de amostra inicial típica de 100 cd/m<sup>2</sup>.

### Exemplo II

#### Exemplo para Demonstrar a Estabilidade Operacional a 90°C

[0034] Um dispositivo emissor de luz orgânico tendo uma estrutura, tal como o dispositivo 10 na Figura 1, foi formado e avaliado. Nesse dispositivo, ftalocianina de cobre (CuPc) N,N'-di(naftaleno-1-il)-N,N'-difenil-benzidina (NPB) e tris(8-hidroxiquinolina)alumínio (Alq<sub>3</sub>) foram usados, respectivamente, como porfirina, material transportador de buracos e material transportador de elétrons, compreendendo a camada transportadora de buracos 13, a região mista 14 e a região transportadora de elétrons 15 no dispositivo emissor de luz orgânico 10. A

camada transportadora de buracos 13 foi compreendida de cerca de 75% em peso de CuPc e cerca de 25% em peso de NPB. A região mista 14 foi compreendida de cerca de 49,8% em peso de NPB, cerca de 49,8% em peso de Alq<sub>3</sub> e cerca de 0,4% em peso de um dopante fluorescente de rubreno como material luminescente. A espessura da camada transportadora de buracos 13 foi de cerca de 25 nanômetros; a espessura da região mista 14 foi de cerca de 80 nanômetros e a espessura da região transportadora de elétrons 15 foi de cerca de 20 nanômetros. A camada transportadora de buracos 13, a camada mista 14 e a região transportadora de elétrons 15 foram formadas entre um anodo 12, compreendido de óxido de índio-estanho (ITO) tendo uma espessura de cerca de 200 nanômetros, previamente revestido sobre um substrato de vidro, e um cátodo 16 compreendido de uma liga de Mg:Ag 10:1 em peso), tendo uma espessura de cerca de 120 nanômetros. Um elemento protetor térmico compreendido de monóxido de silício (SiO) e tendo uma espessura de cerca de 200 nanômetros foi revestido sobre o cátodo 16.

[0035] O dispositivo emissor de luz orgânico foi fabricado usando um processo de evaporação a vácuo, sob uma pressão de cerca de  $8,0 \times 10^{-4}$  Pa ( $6 \times 10^{-6}$  torr). A camada transportadora de buracos 13 foi produzida mediante co-evaporação de CuPc e NPB puro, de fontes separadas, com a taxa de evaporação das fontes individuais controladas em cerca de 3 A/s e 1 A/s, para obter a desejada proporção de mistura para a camada transportadora de buracos 13. De modo similar, a região mista 14 foi produzida mediante co-evaporação de NPB puro, Alq<sub>3</sub> puro e rubreno puro, de fontes separadas, com a taxa de evaporação de cada um sendo controlada de cerca de 0,1 A/s a cerca de 10 A/s, para obter a desejada proporção de mistura da região mista 14.

[0036] Em seguida à formação da camada transportadora de bu-

racos 13, da região mista 14 e da região transportadora de elétrons 15, o cátodo de metal 16 foi depositado sobre a região transportadora de elétrons 15 sem interrupção do vácuo.

[0037] O tempo de vida operacional foi testado com o dispositivo emissor de luz orgânico, operado a uma temperatura de 90°C em nitrogênio gasoso, sob condições de transmissão de corrente alternada com uma densidade média constante de corrente de 31,25 mA/cm<sup>2</sup>. Nessa densidade de corrente, o dispositivo emissor de luz orgânico produziu uma emissão amarela, com uma luminância de cerca de 1.900 cd/m<sup>2</sup> (candela por metro quadrado).

[0038] A partir dos testes de tempo de vida operacional, a meia-vida do dispositivo (o tempo decorrido antes da luminância do dispositivo diminuir para metade da luminância inicial) de uma luminância inicial de cerca de 1.900 cd/m<sup>2</sup> foi de cerca de 500 horas, para uma operação contínua do dispositivo sob uma temperatura de 90°C. Uma vez que a meia-vida do dispositivo é medida com uma luminância inicial de cerca de 1.900 cd/m<sup>2</sup>, que é cerca de 19 vezes mais clara que uma luminância de amostra inicial típica de 100 cd/m<sup>2</sup> sob condições normais, a meia-vida medida de 500 horas representa uma meia-vida acelerada sob condições de alto esforço a 90°C, que corresponde à meia-vida de cerca de 9.500 horas (19 x 500 horas) a 90°C, sob uma luminância de amostra inicial típica de 100 cd/m<sup>2</sup>.

[0039] Os Exemplos I e II demonstram, por exemplo, que um dispositivo emissor de luz orgânico de acordo com as modalidades da presente invenção pode ser usado em aplicações quando é selecionada uma meia-vida do dispositivo de diversos milhares de horas em uma luminância inicial de cerca de 100 cd/m<sup>2</sup>, em condições de operação sob alta temperatura, tais como, por exemplo, são selecionadas temperaturas de cerca de 80°C a cerca de 100°C. Além disso, os dispositivos emissores de luz orgânica podem gerar diferentes cores de

emissão, como por exemplo, vermelha, amarela, verde, ou azul, mediante uso de diferentes materiais luminescentes nas regiões mistas 14, 24.

[0040] Ao contrário, a meia-vida de um dispositivo EL descrito por Van Slyke e outros, que contém uma região transportadora de buracos de uma camada separada de porfirina e um material transportador de buracos separado, é conhecida e acreditada como sendo limitada a algumas centenas de horas ou menos, com uma luminância inicial de  $100 \text{ cd/m}^2$  nas temperaturas altas acima, e também tendo como referência, por exemplo, um dispositivo EL de J. R. Sheats e outros, "Organic Electroluminescent Devices", *Science*, 273, páginas 884-888, 1996 e também o dispositivo de S. Tokito e outros, "High-Temperature Operation of an Electroluminescent Device Fabricated Using a Novel Triphenylamine Derivative", *Appl. Phys. Lett.* 69, 878 1996.

### Exemplo III

[0041] Um primeiro dispositivo emissor de luz orgânico (dispositivo III-A) tendo uma estrutura, tal como o dispositivo 10 na Figura 1, foi formado e avaliado. Nesse dispositivo, ftalocianina de cobre (CuPc), N,N'-di(naftaleno-1-il)-N,N'-difetil-benzidina (NPB) e tris(8-hidroxiquinolina)alumínio (Alq<sub>3</sub>) foram usados, respectivamente, como porfirina, material transportador de buracos e material transportador de elétrons, compreendendo a camada transportadora de buracos 13, a região mista 14 e a região transportadora de elétrons 15 no dispositivo emissor de luz orgânico 10. A camada transportadora de buracos 13 foi compreendida de cerca de 75% em peso de CuPc e cerca de 25% em peso de NPB. A região mista 14 foi compreendida de cerca de 49,8% em peso de NPB, cerca de 49,8% em peso de Alq<sub>3</sub> e cerca de 0,4% em peso de um dopante fluorescente de rubreno como material luminescente. A espessura da camada transportadora de buracos 13 foi de cerca de 25 nanômetros; a espessura da região mista 14 foi de

cerca de 80 nanômetros; e a espessura da região transportadora de elétrons 15 foi de cerca de 20 nanômetros. A camada transportadora de buracos 13, a camada mista 14 e a região transportadora de elétrons 15 foram formadas entre um anodo 12, compreendido de óxido de índio-estanho (ITO) tendo uma espessura de cerca de 200 nanômetros, previamente revestido sobre um substrato de vidro, e um cátodo 16 compreendido de uma liga de Mg:Ag 10:1 em peso), tendo uma espessura de cerca de 120 nanômetros. Um elemento protetor térmico compreendido de monóxido de silício (SiO) e tendo uma espessura de cerca de 200 nanômetros foi revestido sobre o cátodo 16.

[0042] O dispositivo emissor de luz orgânico foi fabricado usando um processo de evaporação a vácuo, sob uma pressão de cerca de  $8,0 \times 10^{-4}$  Pa ( $6 \times 10^{-4}$  torr). A camada transportadora de buracos 13 foi produzida mediante co-evaporação de CuPc e NPB puro, de fontes separadas, com a taxa de evaporação das fontes individuais controladas em cerca de 3 A/s e 1 A/s, para obter a proporção de mistura desejada da camada transportadora de buracos 13. De modo similar, a região mista 14 foi produzida mediante co-evaporação de NPB puro, Alq<sub>3</sub> puro e rubreno puro, de fontes separadas, com a taxa de evaporação de cada um sendo controlada de cerca de 0,1 A/s a cerca de 10 A/s, para obter a proporção de mistura desejada da região mista 14.

[0043] Em seguida à formação da camada transportadora de buracos 13, da região mista 14 e da região transportadora de elétrons 15, o cátodo de metal 16 foi depositado sobre a região transportadora de elétrons 15 sem interrupção do vácuo.

[0044] Um segundo dispositivo emissor de luz orgânico (dispositivo III-B) tendo uma estrutura similar ao do primeiro dispositivo emissor de luz orgânico III-A, mas apresentando uma região transportadora de buracos de dupla camada, foi também fabricado e testado para comparação. Nesse segundo dispositivo emissor de luz orgânico, a região

transportadora de buracos de dupla camada continha 1 uma camada amortecedora de CuPc, com cerca de 15 nanômetros de espessura, contatando o anodo, e 2 uma camada transportadora de buracos de NPB, com cerca de 10 nanômetros de espessura, laminada sobre a camada tamponadora e contatando a região mista. Esse segundo dispositivo emissor de luz orgânico compreendia um anodo, uma região mista, uma região transportadora de elétrons, um cátodo e um elemento protetor térmico (SO), conforme ilustrado acima.

[0045] Mudanças (aumento) na voltagem de transmissão dos primeiro e segundo dispositivos de emissão de luz orgânica foram testadas sob idênticas condições, com os dispositivos sendo operados a uma temperatura de 90°C em nitrogênio gasoso, sob condições de transmissão de corrente alternada, com uma densidade média constante de corrente de 31,25 mA/cm<sup>2</sup>.

[0046] Nessa densidade de corrente, a luminância inicial do primeiro dispositivo (dispositivo III-A) e segundo dispositivo (III-B) foi de cerca de 1.900 cd/m<sup>2</sup> e 1.750 cd/m<sup>2</sup> (candela por metro quadrado), respectivamente, e as voltagens de transmissão iniciais dos dois dispositivos foram, respectivamente, de 9 volts e 8,9 volts. A Tabela III-1 mostra o aumento da voltagem de transmissão dos dois dispositivos, como um percentual da voltagem de transmissão inicial de cada dispositivo, após operação contínua para os períodos de tempo mostrados nessa temperatura e densidade de corrente.

Tabela III-1

Tempo decorrido	Aumento percentual na voltagem de transmissão do dispositivo III-A	Aumento percentual na voltagem de transmissão do dispositivo III-B
50 horas	Menos que 1%	4%
100 horas	Menos que 1%	15%
150 horas	1%	30%



Tempo decorrido	Aumento percentual na voltagem de transmissão do dispositivo III-A	Aumento percentual na voltagem de transmissão do dispositivo III-B
200 horas	3%	40%
250 horas	5%	50%

[0047] Os resultados na Tabela III-1 ilustram, por exemplo, que o dispositivo III-A demonstra uma mais alta estabilidade de voltagem de transmissão, na forma de um aumento muito menor de voltagem, mesmo após operação por 250 horas a 90°C, sob uma densidade de corrente de 31,25 mA/cm<sup>2</sup>, ao se comparar ao dispositivo III-B. Portanto, o dispositivo III-A é acreditado como sendo mais adequado para certas aplicações, que podem ser selecionadas operando os dispositivos emissores de luz orgânica sob elevadas temperaturas durante prolongados períodos de tempo e, particularmente, quando uma estabilidade mais alta de voltagem de transmissão é desejada.

#### Exemplo IV

[0048] Um primeiro dispositivo emissor de luz orgânico (daqui em diante referido como dispositivo IV-A) tendo uma estrutura, tal como o dispositivo 10 na Figura 1, foi formado e avaliado. Nesse dispositivo, ftalocianina de cobre (CuPc), N,N'-di(naftaleno-1-il)-N,N'-difenilbenzidina (NPB) e tris(8-hidroxiquinolina)alumínio (Alq<sub>3</sub>) foram usados, respectivamente, como porfirina, material transportador de buracos e material transportador de elétrons. A camada transportadora de buracos 13 foi compreendida de cerca de 75% em peso de CuPc e cerca de 25% em peso de NPB; e a região mista 14 foi compreendida de cerca de 49,8% em peso de NPB, cerca de 49,8% em peso de Alq<sub>3</sub> e adicionalmente compreende cerca de 0,4% em peso de um dopante fluorescente de rubreno como material luminescente. A espessura da camada transportadora de buracos 13 foi de cerca de 25 nanômetros; a espessura da região mista 14 foi de cerca de 80 nanômetros; e a es-

peçura da região transportadora de elétrons 15 foi de cerca de 20 nanômetros. A camada transportadora de buracos 13, a camada mista 14 e a região transportadora de elétrons 15 foram formadas entre um anodo 12, compreendido de óxido de índio-estanho (ITO) tendo uma espessura de cerca de 200 nanômetros, previamente revestido sobre um substrato de vidro, e um cátodo 16 compreendido de uma liga de Mg:Ag 10:1 em peso), tendo uma espessura de cerca de 120 nanômetros. Um elemento protetor térmico compreendido de monóxido de silício (SiO) e tendo uma espessura de cerca de 200 nanômetros foi revestido sobre o cátodo 16.

[0049] O dispositivo emissor de luz orgânico foi fabricado usando um processo de evaporação a vácuo, sob uma pressão de cerca de  $8,0 \times 10^{-4}$  Pa ( $6 \times 10^{-6}$  torr). A camada transportadora de buracos 13 foi produzida mediante co-evaporação de CuPc e NPB puro, de fontes separadas, com a taxa de evaporação das fontes individuais controladas em cerca de 3 Å/s e 1 Å/s, para obter a desejada proporção de mistura da camada transportadora de buracos 13. De modo similar, a região mista 14 foi produzida mediante co-evaporação de NPB puro, Alq<sub>3</sub> puro e rubreno puro, de fontes separadas, com a taxa de evaporação de cada um sendo controlada de cerca de 0,1 Å/s a cerca de 10 Å/s, para obter a desejada proporção de mistura da região mista 14.

[0050] Em seguida à formação da camada transportadora de buracos 13, da região mista 14 e da região transportadora de elétrons 15, o cátodo de metal 16 foi depositado sobre a região transportadora de elétrons 15 sem interrupção do vácuo.

[0051] Um segundo dispositivo de emissão de luz orgânica (daqui em diante referido como dispositivo IV-B) que foi em todos os aspectos idêntico ao dispositivo IV-A, mas no qual a camada transportadora de buracos 13 foi compreendida de cerca de 50% em peso de CuPc e cerca de 50% em peso de NPB, foi fabricado seguindo exatamente o

mesmo procedimento para a preparação do dispositivo IV-A acima.

[0052] Um terceiro dispositivo de emissão de luz orgânica (daqui em diante referido como dispositivo IV-C) que foi em todos os aspectos idêntico ao dispositivo IV-A, mas no qual a camada transportadora de buracos 13 foi compreendida de cerca de 25% em peso de CuPc e cerca de 75% em peso de NPB, foi fabricado seguindo exatamente o mesmo procedimento para a preparação do dispositivo IV-A acima.

[0053] Um quarto dispositivo de emissão de luz orgânica (daqui em diante referido como dispositivo IV-D) que foi em todos os aspectos idêntico ao dispositivo IV-A, mas no qual a camada transportadora de buracos 13 foi compreendida de CuPc e não continha NPB, foi fabricado seguindo exatamente o mesmo procedimento do dispositivo IV-A.

[0054] Um quinto dispositivo de emissão de luz orgânica (daqui em diante referido como dispositivo IV-E) que foi em todos os aspectos idêntico ao dispositivo IV-A, mas no qual a camada transportadora de buracos 13 foi compreendida de NPB e não continha CuPc, foi fabricado seguindo exatamente o mesmo procedimento para o dispositivo IV-A.

[0055] A luminância inicial com uma densidade de corrente de 31,25 mA/cm<sup>2</sup>, voltagem de transmissão inicial nessa densidade de corrente e o aumento na voltagem de transmissão após cerca de 200 horas de operação a 90°C nessa densidade de corrente, são mostrados na Tabela IV-1.

Tabela IV-1

Dis- po- sitivo	Luminância inicial com uma densi- dade de corrente de 31,25 mA/cm <sup>2</sup>	Voltagem de transmis- são inicial com uma densidade de corrente de 31,25 mA/cm <sup>2</sup>	% de Aumento na voltagem de transmissão após 200 horas de ope- ração a 90°C
IV-A	1900 cd/m <sup>2</sup>	9,0 volts	3%

Dis- po- sitivo	Luminância inicial com uma densi- dade de corrente de 31,25 mA/cm <sup>2</sup>	Voltagem de transmis- são inicial com uma densidade de corrente de 31,25 mA/cm <sup>2</sup>	% de Aumento na voltagem de transmissão após 200 horas de ope- ração a 90°C
IV-B	1950 cd/m <sup>2</sup>	8,8 volts	7%
IV-C	2050 cd/m <sup>2</sup>	8,5 volts	30%
IV-D	1650 cd/m <sup>2</sup>	8,5 volts	3%
IV-E	1900 cd/m <sup>2</sup>	7,7 volts	> 70%

[0056] O aumento no teor de porfirina (CuPc) e diminuição da camada transportadora de buracos (NPB) na camada transportadora de buracos 13 do dispositivo emissor de luz orgânico 10 pode resultar em um aumento mais lento (desejável) na voltagem de transmissão do dispositivo emissor de luz orgânico, com uma diminuição (indesejável) na luminância do dispositivo (brilho).

[0057] Os dispositivos de emissão de luz orgânica de acordo com a presente invenção podem ser usados em diversas aplicações tecnológicas sob condições normais de temperatura. Além disso, a estabilidade operacional sob alta temperatura dos dispositivos emissores de luz orgânica possibilita aos mesmos ser usados em altas temperaturas e em condições severas. Por exemplo, os dispositivos podem ser usados em diversos tipos de exibições, como, por exemplo, em automóveis e outros tipos de veículos. Monitores de computadores, televisões e outros similares dispositivos sistemas eletrônicos. Além do mais, os dispositivos podem ser usados em condições severas, tal como em aplicações industriais em que altas temperaturas normalmente se encontram presentes. Os dispositivos proporcionam um desempenho estável sob altas temperaturas, de pelo menos, por exemplo, cerca de 50°C ou cerca de 70°C ou ainda temperaturas superiores, por exemplo, cerca de 100°C, por períodos de tempo de vida prolongados, co-

mo por exemplo, pelo menos cerca de 1.000 horas. Portanto, os dispositivos emissores de luz orgânica de acordo com a presente invenção podem ser usados em aplicações em que dispositivos convencionais de dupla camada não são adequados.

## REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo emissor de luz orgânico (10, 20) que compreende:

(i) um anodo (12, 22);

(ii) uma camada transportadora de buracos (13, 23) compreendendo uma mistura de uma porfirina e um material transportador de buracos;

(iii) uma região mista (14, 24) compreendendo uma mistura de (a) um material transportador de buracos; e (b) um material transportador de elétrons e cuja região mista opcionalmente contém um material luminescente orgânico;

(iv) um cátodo (16, 26);

(v) uma região transportadora de elétrons (15) interposta entre a região mista e o cátodo; e

caracterizado pelo fato de que compreende ainda:

(vi) um elemento protetor térmico revestido sobre um dentre o anodo e o cátodo;

em que o dito revestimento protetor térmico compreende uma camada de um dentre SiO, SiO<sub>2</sub>, e suas misturas.

2. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que existe pelo menos um de (A) pelo menos um do dito material transportador de buracos (ii), e (iii), selecionado do grupo que consiste em aminas terciárias aromáticas e indolocarbazóis; e (B) em que o dito material transportador de elétrons (iii), (v) é selecionado do grupo que consiste em oxinóides de metal, estilbenos, triazinas e quinolinas.

3. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a região mista (14, 24) (iii) compreende de cerca de 20% em peso a cerca de 80% em peso de um componente transportador de buracos de uma amina terciária aromática e de cerca de

80% em peso a cerca de 20% em peso de um componente transportador de elétrons de um oxinóide de metal.

4. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a região mista (14, 24) (iii) compreende de cerca de 35% em peso a cerca de 65% em peso do dito componente transportador de buracos e de cerca de 65% em peso a cerca de 35% em peso do dito componente transportador de elétrons.

5. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a região mista (14, 24) compreende de cerca de 0,01% em peso a cerca de 10% em peso de um componente luminescente fluorescente.

6. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a região mista (14, 24) compreende de cerca de 3% em peso a cerca de 30% em peso de um componente luminescente fluorescente.

7. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita região transportadora de elétrons (15) está presente e em que a dita região transportadora de elétrons (15) compreende pelo menos duas camadas.

8. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que (1) uma primeira camada da região transportadora de elétrons (15) contata a região mista (14, 24) e cuja primeira camada compreende um componente selecionado do grupo que consiste em oxinóides de metal e quinolinas; e (2) a segunda camada da região transportadora de elétrons (15) contata o cátodo e cuja segunda camada compreende um componente selecionado do grupo que consiste em oxinóides de metal, ftalocianinas e triazinas.

Handwritten signature or initials.

FIG. 1

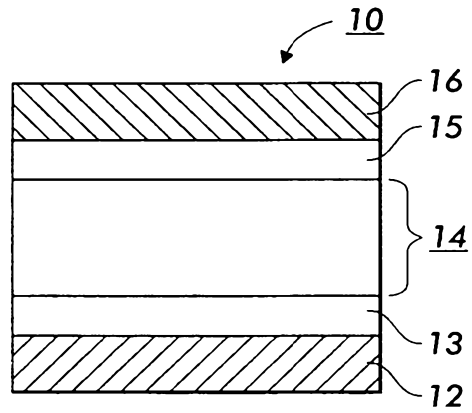


FIG. 2

