



**República Federativa do Brasil**  
Ministério da Indústria, Comércio Exterior  
e Serviços  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) PI 0210184-0 B1**

**(22) Data do Depósito:** 14/06/2002

**(45) Data de Concessão:** 22/11/2016



---

**(54) Título:** DISPOSITIVO DE EXIBIÇÃO E DISPOSITIVO ELETROLUMINESCENTE

**(51) Int.Cl.:** H05B 33/00; H01L 35/24

**(30) Prioridade Unionista:** 05/04/2002 US 10/117,812

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

**(72) Inventor(es):** ZORAN D. POPOVIC, NAN-XING HU, ANTHONY J. PAINE, HANY AZIZ, YOON-FEI LIEW

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**DISPOSITIVO DE EXIBIÇÃO E DISPOSITIVO ELETROLUMINESCENTE**".

[001] Os dispositivos emissores de luz orgânicos (OLEDs) representam uma tecnologia promissora para aplicações de vídeo. Um dispositivo emissor de luz orgânico típico inclui um primeiro eletrodo; uma região luminescente compreendendo um ou mais materiais orgânicos eletroluminescentes; e um segundo eletrodo; em que um do primeiro eletrodo e do segundo eletrodo funciona como um anodo injetor de lacunas e o outro eletrodo funciona como um catodo injetor de elétrons; e em que um entre o primeiro eletrodo e o segundo eletrodo é um eletrodo frontal, e o outro eletrodo é um eletrodo posterior. O eletrodo frontal é transparente (ou pelo menos parcialmente transparente), enquanto que o eletrodo posterior é, usualmente, altamente reflexivo à luz. Quando uma voltagem é aplicada entre os primeiro e segundo eletrodos, a luz é emitida da região luminescente e através do eletrodo frontal transparente. Quando visto sob uma alta iluminação ambiente, o eletrodo posterior reflexivo reflete uma proporção substancial da iluminação ambiente para o observador, o que resulta em relações mais altas de iluminação refletida comparada com a própria emissão do dispositivo, resultando em "degradação" da imagem exibida.

[002] Para aperfeiçoar o contraste dos visores eletroluminescentes, em geral, as camadas absorventes de luz, como descrito, por exemplo, na patente U.S. Nº 4.287.449, ou os elementos de interferência óptica, como descrito, por exemplo, na patente U.S. Nº 5.049.780, têm sido usados para reduzir a reflexão da iluminação ambiente.

[003] Outro problema dos dispositivos emissores de luz orgânicos conhecidos se origina de metais com baixas funções de trabalho e, por conseguinte, alta reatividade, nos catodos. Devido às suas altas reati-

vidades, esses materiais catódicos são instáveis em condições ambientais e reagem com o O<sub>2</sub> atmosférico e água, para formar pontos pretos não emissores. Consultar, por exemplo, Burrows et al., "Reliability and Degradation of Organic Light Emitting Devices", Appl. Phys. Lett. vol. 65, pp. 2922 - 2924 (1994). Para reduzir esses efeitos ambientais, os dispositivos emissores de luz orgânicos são, tipicamente, selados hermeticamente, imediatamente após fabricação, sob condições rigorosas, tais como, por exemplo, em atmosferas com umidade abaixo de 10 ppm.

[004] Desse modo, há uma necessidade que a presente invenção aborde novos dispositivos de exibição, que evitem ou minimizem vários dos problemas mencionados acima. Em particular, como aqui descrito, os presentes dispositivos de exibição proporcionam nas concretizações uma menor reflexão de luz.

[005] Outros documentos que podem ser relevantes para a presente invenção incluem os seguintes:

- Liang-Sun Hung et al., "Reduction of Ambient Light Reflection in Organic Light-Emitting Diodes", Advanced Materials", vol. 13, pp. 1787 - 1790 (2001);

- Liang-Sun Hung et al., pedido de patente U.S. Nº de série 09/577.092 (depositado em 24 de maio de 2000);

- EP 1 160 890 A2 (prioridades das reivindicações com base no pedido de patente U.S. Nº de série 09/577.092 mencionado acima);

- documento de patente japonesa aberta à inspeção pública de Nº 8-222374 (data de abertura à inspeção pública - 30/08/1996);

[006] O. Renault et al., "A low reflectivity multilayer cathode for organic light-emitting diodes", Thin Solid Films, vol. 379, pp. 195 - 198 (2000);

- WO 01/08240 A1;

- WO 01/06816 A1;

- David Johnson et al., Artigo Técnico 33.3, "Contrast Enhancement of OLED Displays", [http://www.luxell.com/pdfs/OLED\\_tech\\_ppr.pdf](http://www.luxell.com/pdfs/OLED_tech_ppr.pdf), pp. 1 - 3 (abril de 2001);

- Junji Kido et al., "Bright organic electroluminescent devices having a metal-doped electron-injecting layer", Applied Physics Letters, vol. 73, pp. 2866 - 2868 (1998);

[007] Jae-Gyoung Lee et al., "Mixing effect of chelate complex and metal in organic light-emitting diodes", Applied Physics Letters, vol. 72, pp. 1757 - 1759 (1998);

- Jingsong Huang et al., "Low-voltage organic electroluminescent devices using pin structures", Applied Physics Letters, vol. 80, pp. 139 - 141 (2002);

[008] L.S. Hung et al., "Sputter deposition of cathodes in organic light emitting diodes", Applied Physics Letters, vol. 86, pp. 4607 - 4612 (1999);

- EP 0 977 287 A2;

- EP 0 977 288 A2; e

- Hany Aziz et al., pedido de patente U.S. Nº de série 09/935.031 (documento de procuração Nº D/A0888), depositado em 22 de agosto de 2001.

[009] Outros documentos que podem ser relevantes para o presente pedido de patente foram submetidos no pedido de patente U.S. Nº de série 09/800.716 matriz (depositado em 8 de março de 2001), esses outros documentos sendo:

[0010] patente U.S. 4.885.211;

[0011] patente U.S. 5.247.190;

[0012] patente U.S. 4.539.507;

[0013] patente U.S. 5.151.629;

- [0014] patente U.S. 5.150.006;
- [0015] patente U.S. 5.141.671;
- [0016] patente U.S. 5.846.666;
- [0017] patente U.S. 5.516.577;
- [0018] patente U.S. 6.057.048;
- [0019] patente U.S. 5.227.252;
- [0020] patente U.S. 5.276.381;
- [0021] patente U.S. 5.593.788;
- [0022] patente U.S. 3.172.862;
- [0023] patente U.S. 4.356.429;
- [0024] patente U.S. 5.601.903;
- [0025] patente U.S. 5.935.720;
- [0026] patente U.S. 5.728.801;
- [0027] patente U.S. 5.942.340;
- [0028] patente U.S. 5.952.115;
- [0029] patente U.S. 4.720.432;
- [0030] patente U.S. 4.769.292;
- [0031] patente U.S. 6.130.001;
- [0032] Bernius et al., "Developmental progress of electroluminescent polymeric materials and devices", SPIE Conference on Organic Light Emitting Materials and Devices III, Denver, Colorado, julho de 1999, SPIE, vol. 3797, pp. 129 - 137;
- [0033] Baldo et al., "Highly efficient organic phosphorescent emission from organic electroluminescent devices", Nature, vol. 395, pp. 151 - 154 (1998); e
- [0034] Kido et al., "White light emitting organic electroluminescent device using lanthanide complexes", Jpn. J. Appl. Phys., vol. 35, pp. L394 - L396 (1996).
- [0035] A presente invenção é executada nas concretizações, proporcionando um dispositivo de exibição, que compreende:

- (a) um catodo;
- (b) um anodo; e
- (c) uma região luminescente entre o catodo e o anodo;

[0036] em que pelo menos um entre o catodo, o anodo e a região luminescente compreende uma camada mista organometálica binária, que consiste em:

- (i) um material contendo metal inorgânico único, em que o metal do material contendo metal inorgânico é selecionado do grupo que consiste em Cu, Ag, Au, Ni, Pd, Pt, Se e Te, e
- (ii) um material orgânico único.

[0037] Proporciona-se também nas concretizações um dispositivo de exibição, que compreende:

- (a) um catodo;
- (b) um anodo;
- (c) uma região luminescente entre o catodo e o anodo; e
- (d) uma região adjacente a um eletrodo selecionado do grupo que consiste no catodo e no anodo, em que a região inclui uma camada mista organometálica, que inclui:
  - (i) um material contendo metal inorgânico;
  - (ii) um material orgânico, e
  - (iii) opcionalmente, pelo menos um componente selecionado do grupo que consiste em metais, materiais orgânicos e materiais inorgânicos.

[0038] Em outras concretizações da presente invenção, proporciona-se um dispositivo de exibição, que compreende:

- (a) um catodo;
- (b) um anodo; e
- (c) uma região luminescente entre o catodo e o anodo; em

que pelo menos um, no catodo, o anodo e na região luminescente compreende uma camada mista organometálica, incluindo:

- (i) um material contendo metal inorgânico;
- (ii) um material orgânico, e
- (iii) pelo menos um componente selecionado do grupo que consiste em metais, materiais orgânicos e materiais inorgânicos.

[0039] Ainda em outras concretizações, proporciona-se um dispositivo eletroluminescente compreendendo:

- (a) um catodo;
- (b) um anodo; e
- (c) uma região luminescente entre o catodo e o anodo; em que o catodo compreende uma camada mista organometálica, que inclui:
  - (i) um metal;
  - (ii) um material orgânico, e
  - (iii) pelo menos um componente selecionado do grupo que consiste em metais, materiais orgânicos e materiais inorgânicos.

[0040] A Figura 1 ilustra um dispositivo emissor de luz orgânico, que compreende um catodo de acordo com uma concretização desta invenção;

[0041] A Figura 2 ilustra um dispositivo emissor de luz orgânico, que compreende um catodo de acordo com uma outra concretização desta invenção.

[0042] A Figura 3 ilustra um dispositivo emissor de luz orgânico, semelhante ao dispositivo emissor de luz orgânico mostrado na Figura 1, que compreende uma região luminescente, incluindo uma zona de transporte de lacunas e uma zona de transporte de elétrons;

[0043] A Figura 4 ilustra um dispositivo emissor de luz orgânico, que compreende uma estrutura catódica convencional;

[0044] A Figura 5 ilustra um dispositivo emissor de luz orgânico, que compreende uma concretização de um catodo de acordo com a invenção;

[0045] A Figura 6A mostra uma região emissora de luz de um dispositivo emissor de luz orgânico, que inclui um catodo convencional, imediatamente após a fabricação do dispositivo;

[0046] A Figura 6B mostra uma região emissora de luz do dispositivo emissor de luz orgânico da Figura 6A, após o dispositivo ter sido armazenado por 48 horas sob condições ambientais;

[0047] A Figura 7A mostra uma região emissora de luz de um dispositivo emissor de luz orgânico, incluindo um catodo de acordo com esta invenção, imediatamente após a fabricação do dispositivo;

[0048] A Figura 7B mostra a região emissora de luz do dispositivo emissor de luz orgânico da Figura 7A, após o dispositivo ter sido armazenado por 48 horas sob condições ambientais;

[0049] A Figura 8 mostra um gráfico do % de reflexão versus comprimento de onda para um dispositivo emissor de luz orgânico convencional e um dispositivo emissor de luz orgânico de acordo com esta invenção;

[0050] A Figura 9 mostra um gráfico do % de reflexão versus comprimento de onda para o dispositivo emissor de luz orgânico de acordo com esta invenção, em diferentes ângulos de visão;

[0051] A Figura 10 mostra um gráfico do % de reflexão versus comprimento de onda para o dispositivo emissor de luz orgânico de acordo com esta invenção, tendo diferentes composições de camadas mistas organometálicas;

[0052] A Figura 11 mostra um gráfico do % de reflexão versus comprimento de onda para um dispositivo emissor de luz orgânico

convencional e um dispositivo emissor de luz orgânico de acordo com esta invenção;

[0053] A Figura 12 ilustra uma concretização do presente dispositivo de exibição, em que o eletrodo de camada única incorpora a MOML;

[0054] A Figura 13 ilustra uma concretização do presente dispositivo de exibição, em que um eletrodo inclui a MOML e uma região de capeamento;

[0055] A Figura 14 ilustra uma concretização do presente dispositivo de exibição, em que um eletrodo inclui uma região injetora de carga e a MOML;

[0056] A Figura 15 ilustra uma concretização do presente dispositivo de exibição, em que um eletrodo inclui uma região injetora de carga, a MOML e uma região de capeamento;

[0057] A Figura 16 ilustra uma concretização do presente dispositivo de exibição, em que a região luminescente inclui a MOML; e

[0058] A Figura 17 ilustra uma concretização do presente dispositivo de exibição, em que a MOML é localizada em uma região que não é considerada parte do eletrodo adjacente.

[0059] A menos que indicado de outro modo, o mesmo número de referência em diferentes figuras se refere ao mesmo ou a um item similar.

[0060] Esta invenção proporciona nas concretizações catodos para dispositivos eletroluminescentes. Esta invenção nas concretizações também proporciona dispositivos eletroluminescentes compreendendo os catodos. Esta invenção nas concretizações também proporciona processos para a formação dos catodos.

[0061] Os catodos de acordo com as concretizações desta invenção podem ser usados, por exemplo, em dispositivos eletroluminescentes e, mais especificamente, em dispositivos eletroluminescentes

orgânicos (isto é, "dispositivos emissores de luz orgânicos" ou OLEDs). Os catodos podem proporcionar vantagens, incluindo reflexão de luz e, por conseguinte, um contraste aperfeiçoado. Os catodos podem também proporcionar menores índices de crescimento de pontos pretos. Os pontos pretos resultam da exposição dos dispositivos emissores de luz orgânicos às condições ambientais.

[0062] Um dispositivo emissor de luz orgânico 10, que compreende uma concretização exemplificativa de um catodo de acordo com esta invenção, é mostrado na Figura 1. O dispositivo emissor de luz orgânico 10 é formado sobre um substrato 20. O substrato 20 é mostrado na parte inferior apenas para ilustração. Aqueles versados na técnica entenderão que o dispositivo emissor de luz orgânico 10, bem como outros dispositivos emissores de luz orgânicos de acordo com esta invenção descritos abaixo, podem ser usados com os substratos tendo qualquer outra localização adequada relativa aos dispositivos emissores de luz orgânicos. O dispositivo emissor de luz orgânico 10 compreende um anodo 30; uma região luminescente 40, que compreende um material luminescente orgânico no anodo 30; e o catodo 50 sobre a região luminescente 40.

[0063] O catodo 50 compreende uma camada mista organometálica (MOML). A camada mista organometálica compreende pelo menos dois componentes, especialmente, pelo menos três componentes, isto é, (i) pelo menos um primeiro componente de material contendo metal inorgânico, (ii) pelo menos um segundo componente de material orgânico, e, opcionalmente, (iii) pelo menos um terceiro componente que pode ser selecionado de metais, materiais orgânicos e/ou materiais inorgânicos.

[0064] Em algumas concretizações, o catodo 50 pode consistir, essencialmente, na camada mista organometálica. Nessas concretizações, a camada mista organometálica pode compreender os compo-

mentos (i), (ii) e (iii), ou pode consistir essencialmente nesses componentes.

[0065] A Figura 2 mostra um dispositivo emissor de luz orgânico 110, que compreende um catodo 150, de acordo com uma outra concretização desta invenção. O catodo 150 compreende uma ou mais camadas opcionais, além da camada mista organometálica. Por exemplo, o catodo pode compreender uma, duas, três ou mais dessas camadas adicionais opcionais. O dispositivo emissor de luz orgânico 110 é mostrado sobre um substrato 120. O dispositivo emissor de luz orgânico 110 compreende um anodo 130; uma região luminescente 140 sobre o anodo 130; e o catodo 150 sobre a região luminescente 140. Nesta concretização exemplificativa, o catodo 150 compreende uma camada mista organometálica 160 e duas camadas adicionais 170 e 180 formadas sobre a camada mista organometálica 160.

[0066] A camada mista organometálica 160 compreende pelo menos três componentes, isto é, (i) pelo menos um primeiro componente de material contendo metal inorgânico, (ii) pelo menos um segundo componente de material orgânico, e (iii) pelo menos um terceiro componente que pode ser selecionado de metais, materiais orgânicos e/ou materiais inorgânicos.

[0067] Em algumas concretizações, a camada mista organometálica pode consistir, essencialmente, nos componentes (i), (ii) e (iii).

[0068] Nas concretizações dos catodos compreendendo uma ou mais dessas camadas adicionais, tais como o catodo 150, a camada mista organometálica 160 age como um contato injetor de elétrons. A camada mista organometálica 160 é formada para contatar a região luminescente 140 dos dispositivos emissores de luz orgânicos.

[0069] Nas concretizações dos catodos de acordo com esta invenção, a camada mista organometálica pode compreender metais tendo uma função de trabalho inferior a cerca de 4 eV.

[0070] Nestas concretizações dos catodos, a uma ou mais camadas adicionais dos catodos podem compreender pelo menos um metal e/ou pelo menos um material inorgânico. Os metais exemplificativos adequados, que podem ser usados na ou nas camadas adicionais, incluem, mas não são limitados a, Mg, Ag, Al, In, Ca, Sr, Au, Li, Cr e as suas misturas. Os materiais inorgânicos exemplificativos adequados, que podem ser usados na ou nas camadas adicionais, incluem, mas não são limitados a, SiO, SiO<sub>2</sub>, LiF, MgF<sub>2</sub> e as suas misturas. Por exemplo, no catodo 150 mostrado na Figura 2, a camada 170 pode compreender Mg:Ag, Mg, Ag, Al, In, Ca, Sr, Au, Li, Cr, SiO ou SiO<sub>2</sub> e a camada 180 pode compreender Ag, Al, In, SiO ou SiO<sub>2</sub>.

[0071] A uma ou mais camadas adicionais pode(m) ter as mesmas ou funções diferentes entre elas. Por exemplo, uma ou mais camadas adicionais podem compreender, ou podem consistir essencialmente em, um metal para formar uma camada condutora com uma baixa resistência de folha (por exemplo, < 10 Ω/quadrado). Além disso, uma ou mais camadas adicionais podem proteger a camada mista organometálica do ambiente, por formação de uma camada apassivante (tal como, por exemplo, uma barreira contra umidade) que impede, ou pelo menos reduz, a permeação da umidade ambiente para a MOML, a região luminescente e o anodo. Também, uma ou mais camadas adicionais do catodo podem agir como uma camada protetora térmica, para proporcionar proteção contra curto-circuito do dispositivo em temperaturas elevadas. Por exemplo, esta proteção pode ser proporcionada em temperaturas variando de cerca de 60°C a cerca de 110°C, como discutido em mais detalhes no pedido de patente U.S. Nº 09/770.154, depositado em 26 de janeiro de 2001, que é aqui inteiramente incorporado por referência.

[0072] Algumas concretizações dos catodos de acordo com esta invenção compreendem uma camada mista organometálica, que com-

preende pelo menos um componente metálico adicional. Isto é, o terceiro componente da camada mista organometálica é pelo menos um metal. As concretizações preferidas exemplificativas desses catodos compreendem uma camada mista organometálica, que inclui (1) Ag, (2) tris (8-hidroxiquinolato) alumínio (AlQ3) e (3) Mg. No entanto, nestas concretizações, o terceiro componente pode ser qualquer um ou mais metais adequados e não é limitado a Mg.

[0073] Em algumas concretizações dos catodos de acordo com esta invenção, a Ag é necessária para obter os efeitos de contraste desejados.

[0074] Nos catodos e anodos de acordo com esta invenção, ambas a espessura da camada mista organometálica e a relação de mistura dos componentes da camada mista organometálica são selecionadas para obter o desempenho desejado do catodo e do anodo, isto é, um maior contraste e um menor índice de pontos pretos.

[0075] Nas concretizações, a espessura da camada mista organometálica (MOML) pode ser, por exemplo, de cerca de 50 nm a cerca de 1.000 nm e, particularmente, de cerca de 100 nm a cerca de 600 nm.

[0076] Determinadas faixas da relação de mistura dos diferentes componentes da camada mista organometálica são mais eficazes em obter o menor índice de pontos pretos na região luminescente e/ou a reflexão de luz desejada, reduzindo as propriedades da camada mista organometálica necessárias para obter um contraste aperfeiçoado nos dispositivos emissores de luz orgânicos. As faixas preferidas da relação de mistura dependem dos componentes selecionados que formam a camada mista organometálica.

[0077] Por exemplo, nas camadas mistas organometálicas formadas de AlQ3 + Mg + Ag, a relação de mistura dos componentes da camada mista organometálica pode ser de cerca de 20% em volume a

cerca de 80% em volume de AIQ3, de cerca de 80% em volume a cerca de 20% em volume de Mg, e de cerca de 1% em volume a cerca de 20% em volume de Ag. Uma faixa ilustrativa dos componentes é de cerca de 30% em volume a cerca de 50% em volume de AIQ3, de cerca de 30% em volume a cerca de 50% em volume de Mg, e de cerca de 2% em volume a cerca de 10% em volume de Ag. Uma composição da camada mista organometálica preferida exemplificativa compreende cerca de 47,4% em volume de AIQ3, cerca de 47,4% em volume de Mg e cerca de 5,2% em volume de Ag.

[0078] Em outras concretizações da MOML de acordo com esta invenção, a AIQ3 pode ser substituída por outros complexos metálicos de 8-hidróxi quinolinas.

[0079] A espessura das camadas mistas organometálicas, de acordo com esta invenção, pode ser também controlada para obter os efeitos desejados. Por exemplo, nas camadas mistas organometálicas compreendidas de AIQ3 + Mg + Al, a faixa de espessuras ilustrativa da camada mista organometálica é de cerca de 80 nm a cerca de 300 nm.

[0080] As camadas mistas organometálicas exemplificativas de acordo com esta invenção compreendem AIQ3 + Mg + Al, em uma respectiva relação de cerca de 47,4% em volume de AIQ3: cerca de 47,4% em volume de Mg: cerca de 5,2% em volume de Ag. Uma espessura ilustrativa das camadas mistas organometálicas tendo esta composição é cerca de 150 nm.

[0081] A camada mista organometálica pode ser formada por qualquer processo adequado. Por exemplo, a camada mista organometálica pode ser formada por deposição térmica. Como mencionado acima, a camada mista organometálica compreende pelo menos dois componentes, particularmente pelo menos três componentes. Nas concretizações, os pelo menos dois componentes podem ser co-evaporados. A velocidade de deposição de cada material componente

pode ser controlada independentemente para obter a relação de mistura desejada dos componentes na camada mista organometálica.

[0082] Nos dispositivos emissores de luz orgânicos 10, 110, os anodos 30, 130, respectivamente, podem compreender eletrodos injetores de carga positiva adequados, tais como óxido de índio e estanho (ITO), óxido de estanho, ouro e platina. Outros materiais adequados para a formação do anodo incluem, mas não são limitados a, carbono eletricamente condutor, polímeros  $\pi$ -conjugados tais como polianilina, politiofeno, polipirrol e semelhantes tendo, por exemplo, uma função de trabalho igual ou superior a cerca de 4 eV e, de preferência, de cerca de 4 eV a cerca de 6 eV.

[0083] Os anodos 30, 130 podem ter qualquer forma adequada. Uma camada condutora fina pode ser revestida sobre um substrato transmissor de luz, tal como, por exemplo, uma lâmina de vidro ou um filme plástico transparente ou substancialmente transparente. As concretizações dos dispositivos emissores de luz orgânicos podem compreender um anodo transmissor de luz formado de óxido de estanho ou óxido de índio e estanho revestido em vidro. Também, anodos metálicos transparentes à luz muito finos tendo uma espessura, por exemplo, inferior a cerca de 200 Å e, de preferência, de cerca de 75 Å a cerca de 150 Å podem ser usados. Esses anodos finos podem compreender metais, tais como ouro, paládio e semelhantes. Além disso, camadas finas transparentes ou semitransparentes de carbono condutor ou de polímeros conjugados, tais como polianilina, politiofeno, polipirrol e semelhantes podem ser usadas para formar os anodos. Essas camadas finas podem ter uma espessura de, por exemplo, 50 Å a cerca de 175 Å. Outras formas adequadas dos anodos 30, 130 são descritas na patente U.S. Nº 4.885.211, que é aqui inteiramente incorporada por referência.

[0084] A espessura dos anodos 30, 130 pode variar de cerca de 1

nm a cerca de 5.000 nm. A faixa de espessuras preferida do anodo é dependente das constantes ópticas do material anódico. Uma faixa de espessuras preferida do anodo é de cerca de 30 nm a cerca de 300 nm. Embora não tão preferidas, as espessuras fora desta faixa também podem ser usadas.

[0085] A região luminescente dos presentes dispositivos de exibição compreende, nas concretizações, pelo menos um material orgânico eletroluminescente. Os materiais eletroluminescentes orgânicos adequados incluem, por exemplo, polifenileno-quinolinas, tais como poli (p-fenileno-quinolinas), PPV, poli (2-metóxi -5-(2-etil-hexilóxi) 1,4-fenileno-quinolinas), MEHPPV, e poli (2,5-dialcoxifenileno-quinolinas) PDMOPV, e outros materiais descritos na patente U.S. Nº 5.247.190, que é aqui inteiramente incorporada por referência; polifenileno-quinolinas, tais como poli (p-fenileno) PPP, escalar-poli-para-fenileno (LPPP), e poli (tetrahidropireno) PTHP; e polifluorenos, tais como poli (9,9-di-n-octilfluoreno-2,7-diila), poli (2,8-(6,7,12,12-tetraquil-indeno-fluoreno)) e copolímeros contendo fluorenos, tais como os copolímeros de fluoreno-amina (consultar, por exemplo, Bernius et al., "Developmental Progress of Electroluminescent Polymeric Materials and Devices", Proceedings of SPIE Conference on Organic Light Emitting Materials and Devices III, Denver, Colorado, julho de 1999, volume 3797, p. 129).

[0086] Outra classe de materiais eletroluminescentes orgânicos, que pode ser utilizada na região luminescente, inclui, mas não é limitada a, compostos de oxinóides metálicos como descrito nas patentes U.S. Nºs 4.539.507, 5.151.629, 5.150.006, 5.141.671 e 5.846.666, cada uma delas incorporada aqui por referência na sua totalidade. Os exemplos ilustrativos incluem tris (8-hidroxi-quinolinato) alumínio (AlQ3), que é um exemplo preferido, e bis (8-hidroxi-quinolato)-(4-fenilfenolato) alumínio (BALq), que é outro exemplo preferido. Outros exemplos desta classe de materiais incluem tris (8-hidroxi-quinolinato)

gálio, bis (8-hidroxiquinolinato) magnésio, bis (8-hidroxiquinolinato) zinco, tris (5-metil-8-hidroxiquinolinato) alumínio, tris (7-propil-8-quinolinolato) alumínio, bis [benzo{f}-8-quinolinato] zinco, bis (10-hidroxibenzo [h] quinolinato) berílio e semelhantes, e compostos de tioxinóides metálicos descritos na patente U.S. Nº 5.846.666 (que é aqui inteiramente incorporada por referência), tais como compostos de tioxinóides metálicos de bis (8-quinolinatiolato) zinco, bis (8-quinolinatiolato) cádmio, tris (quinolinatiolato) gálio, tris (8-quinolinatiolato) índio, bis (5-metilquinolinatiolato) zinco, tris (5-metilquinolinatiolato) gálio, tris (5-metilquinolinatiolato) índio, bis (5-metilquinolinatiolato) cádmio, bis (3-metilquinolinatiolato) cádmio, bis (5-metilquinolinatiolato) zinco, bis [benzo {f}-8-quinolinatiolato] zinco, bis [3-metilbenzo {f}-8-quinolinatiolato] zinco, bis [3,7-dimetilbenzo {f}-8-quinolinatiolato] zinco e semelhantes. Os materiais preferidos são bis (8-quinolinatiolato) zinco, bis (8-quinolinatiolato) cádmio, tris (8-quinolinatiolato) gálio, tris (8-quinolinatiolato) índio e bis [benzo {f}-8-quinolinatiolato] zinco.

[0087] Mais especificamente, uma classe de materiais eletroluminescentes orgânicos, que pode ser usada na região luminescente, compreende derivados de estilbeno, tais como aqueles descritos na patente U.S. Nº 5.516.577, que é aqui inteiramente incorporada por referência. Um derivado de estilbeno preferido é 4,4'-bis (2,2-difenilvinil) bifenila.

[0088] Outra classe de materiais eletroluminescentes orgânicos, adequados para utilização na região luminescente, é a dos quelatos metálicos de oxadiazol descritos no pedido de patente U.S. Nº 08/829.398, que é aqui inteiramente incorporada por referência. Estes materiais incluem bis[2-(2-hidroxifenil)-5-fenil-1,3,4-oxadiazolato] zinco; bis[2-(2-hidroxifenil)-5-fenil-1,3,4-oxadiazolato] berílio; bis[2-(2-hidroxifenil)-5-(1-naftil)-1,3,4-oxadiazolato] zinco; bis[2-(2-hidroxifenil)-

5-(1-naftil)-1,3,4-oxadiazolato] berílio; bis[5-bifenil)-2-(2-hidroxifenil)-1,3,4-oxadiazolato] zinco; bis[5-bifenil)-2-(2-hidroxifenil)-1,3,4-oxadiazolato] berílio; bis[(2-hidroxifenil)-5-fenil-1,3,4-oxadiazolato] lítio; bis[2-(2-hidroxifenil)-5-p-tolil-1,3,4-oxadiazolato] zinco; bis[2-(2-hidroxifenil)-5-p-tolil-1,3,4-oxadiazolato] berílio; bis[5-(p-terc-butilfenil)-2-(2-hidroxifenil)-1,3,4-oxadiazolato] zinco; bis[5-(p-terc-butilfenil)-2-(2-hidroxifenil)-1,3,4-oxadiazolato] berílio; bis[2-(2-hidroxifenil)-5-(3-fluorofenil)-1,3,4-oxadiazolato] zinco; bis[2-(2-hidroxifenil)-5-(4-fluorofenil)-1,3,4-oxadiazolato] zinco; bis[2-(2-hidroxifenil)-5-(4-fluorofenil)-1,3,4-oxadiazolato] berílio; bis[5-(4-clorofenil)-2-(2-hidroxifenil)-1,3,4-oxadiazolato] zinco; bis[2-(2-hidroxifenil)-5-(4-metoxifenil)-1,3,4-oxadiazolato] zinco; bis[2-(2-hidroxi-4-metifenil)-5-fenil)-1,3,4-oxadiazolato] zinco; bis[2- $\alpha$ -(2-hidroxi-naftil)-5-fenil-1,3,4-oxadiazolato] zinco; bis[2-(2-hidroxifenil)-5-p-piridil-1,3,4-oxadiazolato] zinco; bis[2-(2-hidroxifenil)-5-p-piridil-1,3,4-oxadiazolato] berílio; bis[2-(2-hidroxifenil)-5-(2-tiofenil)-1,3,4-oxadiazolato] zinco; bis[2-(2-hidroxifenil)-5-fenil-1,3,4-tiadiazolato] zinco; bis[2-(2-hidroxifenil)-5-fenil-1,3,4-tiadiazolato] berílio; bis[2-(2-hidroxifenil)-5-(1-naftil)-1,3,4-tiadiazolato] zinco e bis[2-(2-hidroxifenil)-5-(1-naftil)-1,3,4-tiadiazolato] berílio, e semelhantes; e as triazinas, incluindo aquelas descritas no pedido de patente U.S. Nº 09/489.144, depositado em 21 de janeiro de 2000 e na patente U.S. Nº 6.057.048, cada um deles inteiramente incorporado.

[0089] A região luminescente pode incluir ainda de cerca de 0,01 por cento em peso a cerca de 25 por cento em peso de um material luminescente como um dopante. Os exemplos de materiais dopantes, que podem ser utilizados na região luminescente, são os materiais fluorescentes, tais como, por exemplo, cumarina, dicianometileno piranos, polimetina, oxabenzantrano, xanteno, pirílio, carbostila, perileno e semelhantes. Outra classe preferida de materiais fluorescentes são os

corantes de quinacridona. Os exemplos ilustrativos de corantes de quinacridona incluem quinacridona, 2-metilquinacridona, 2,9-dimetilquinacridona, 2-cloroquinacridona, 2-fluoroquinacridona, 1,2-benzoquinacridona, N,N'-dimetilquinacridona, N,N'-dimetil-2-metilquinacridona, N,N'-dimetil-2,9-dimetilquinacridona, N,N'-dimetil-2-cloroquinacridona, N,N'-dimetil-2-fluoroquinacridona, N,N'-dimetil-1,2-benzoquinacridona, e semelhantes, como descrito nas patentes U.S. Nºs 5.227.252, 5.276.381 e 5.593.788, cada uma delas aqui inteiramente incorporadas. Outra classe de materiais fluorescentes, que pode ser usada, é a dos corantes fluorescentes de anel fundido. Corantes fluorescentes de anel fundido adequados exemplificativos incluem perileno, rubreno, antraceno, coroneno, fenantreceno, pireno e semelhantes, como descrito na patente U.S. Nº 3.172.862, que é aqui inteiramente incorporada por referência. Também, os materiais fluorescentes incluem butadienos, tais como 1,4-difenilbutadieno e tetrafenilbutadieno, e estilbenos, e semelhantes, como descrito nas patentes U.S. Nºs 4.356.429 e 5.516.577, cada uma delas aqui inteiramente incorporada por referência. Outros exemplos de materiais fluorescentes que podem ser usados são aqueles descritos na patente U.S. Nº 5.601.903, que é aqui inteiramente incorporada por referência.

[0090] Adicionalmente, os dopantes luminescentes que podem ser utilizados na região luminescente da luz são os corantes fluorescentes descritos na patente U.S. Nº 5.935.720 (que é aqui inteiramente incorporada por referência), tais como, por exemplo, 4-(dicianometileno)-2-l-propil-6-(1,1,7,7-tetrametiljulolidil-9-enil)-4H-pirano (DCJTB); os complexos de quelatos de metais lantanídeos, tais como, por exemplo, tris (acetilacetato) (fenantrolina) térbio, tris (acetilacetato) (fenantrolina) európio e tris (tenoil trifluoroacetato) (fenantrolina) európio, e aqueles descritos por Kido et al., "White light emitting organic electro-luminescent device using lanthanide complexes", Jpn. J. Appl. Phys.,

volume 35, pp. L394-L396 (1996), que é aqui inteiramente incorporado por referência; e materiais fosforescentes, tais como, por exemplo, os compostos organometálicos contendo átomos de metais pesados, que provocam um forte acoplamento de órbita de rotação, tais como aqueles descritos por Baldo et al., "Highly efficient organic phosphorescent emission from organic electroluminescent devices", Letters to Nature, volume 395, pp. 151 - 154 (1998), que é aqui inteiramente incorporado por referência. Os exemplos preferidos incluem 2,3,7,8,12,13,17,18-octaetil-21H23H-porfirina platina (II) (PtOEP) e fac tris (2-fenilpiridina) irídio (Ir(ppy)<sub>3</sub>).

[0091] A região luminescente pode também incluir um ou mais materiais com propriedades de transporte de lacunas. Os exemplos de materiais transportadores de lacunas, que podem ser utilizados na região luminescente, incluem polipirrol, polianilina, poli (fenileno vinileno), politiofeno, poliarilamina, como descrito na patente U.S. Nº 5.728.801, que é aqui inteiramente incorporada por referência, e os seus derivados, e os materiais orgânicos semicondutores conhecidos; os derivados de porfirina, tais como 1,10,15,20-tetrafenil-21H,23H-porfirina cobre (II), descrita na patente U.S. Nº 4.356.429, que é aqui inteiramente incorporada por referência; ftalocianina de cobre, tetrametil ftalocianina de cobre; ftalocianina de zinco; ftalocianina de óxido de titânio; ftalocianina de magnésio e semelhantes.

[0092] Uma classe específica de materiais de transporte de lacunas, que podem ser utilizados na região luminescente, são as aminas terciárias aromáticas, tais como aquelas descritas na patente U.S. Nº 4.539.507, que é aqui inteiramente incorporada por referência. As aminas terciárias aromáticas exemplificativas incluem, mas não são limitadas a, bis(4-dimetilamino-2-metilfenil) fenilmetano, N,N,N-tri(p-tolil)amina, 1,1-bis(4-di-p-tolilaminofenil) ciclohexano, 1,1-bis(4-di-p-tolilaminofenil)-4-fenil ciclohexano, N,N'-difenil-N,N'-bis (3-metilfenil)-

1,1'-bifenil-4,4'-diamina, N,N'-difenil-N,N'-bis (3-metoxifenil)-1,1'-bifenil-4,4'-diamina, N,N'-difenil-N,N'-bis (4-metoxifenil)-1,1'-bifenil-4,4'-diamina, N,N,N',N'-tetra-p-tolil-1,1'-bifenil-4,4'-diamina, N,N'-di-1-naftil-N,N'-difenil-1,1'-bifenil-4,4'-diamina, N,N'-di(naftaleno-1-il)-N,N'-difenilbenzidina ("NPB"), suas misturas e semelhantes. Outra classe de aminas terciárias aromáticas são as aminas aromáticas polinucleares. Os exemplos dessas aminas aromáticas polinucleares incluem, mas não são limitadas a, N,N-bis-[4'-(N-fenil-N-m-tolilamino)-4-bifenilil] anilina; N,N-bis-[4'-(N-fenil-N-m-tolilamino)-4-bifenilil]-m-toluidina; N,N-bis-[4'-(N-fenil-N-m-tolilamino)-4-bifenilil]-p-toluidina; N,N-bis-[4'-(N-fenil-N-p-tolilamino)-4-bifenilil]anilina; N,N-bis-[4'-(N-fenil-N-p-tolilamino)-4-bifenilil]-m-toluidina; N,N-bis-[4'-(N-fenil-N-p-tolilamino)-4-bifenilil]-p-toluidina; N,N-bis-[4'-(N-fenil-N-p-clorofenilamino)-4-bifenilil]-m-toluidina; N,N-bis-[4'-(N-fenil-N-m-clorofenilamino)-4-bifenilil]-m-toluidina; N,N-bis-[4'-(N-fenil-N-m-clorofenilamino)-4-bifenilil]-p-toluidina; N,N-bis-[4'-(N-fenil-N-m-tolilamino)-4-bifenilil]-p-cloroanilina; N,N-bis-[4'-(N-fenil-N-p-tolilamino)-4-bifenilil]-m-cloroanilina; N,N-bis-[4'-(N-fenil-N-m-tolilamino)-4-bifenilil]-1-aminonaftaleno, as suas misturas e semelhantes; compostos de 4,4'-bis(9-carbazolil)-1,1'-bifenila, tais como, por exemplo, 4,4'-bis (9-carbazolil)-1,1'-bifenila e 4,4'-bis (3-metil-9-carbazolil)-1,1'-bifenila, e semelhantes.

[0093] Uma classe específica dos materiais transportadores de lacunas, que podem ser usados na região luminescente, são os indolocarbazóis, tais como aqueles descritos nas patentes U.S. N<sup>os</sup> 5.942.340 e 5.952.115, cada uma delas aqui inteiramente incorporada por referência, tais como, por exemplo, 5,11-di-naftil-5,11-dihidroindolo[3,2-b]carbazol e 2,8-dimetil-5,11-di-naftil-5,11-dihidroindolo[3,2-b]carbazol; N,N,N',N'-tetraarilbenzidinas, em que a arila pode ser selecionada de fenila, m-tolila, p-tolila, m-metoxifenila, p-metoxifenila, 1-naftila, 2-naftila e semelhantes. Os exemplos ilustrati-

vos de N,N,N',N'-tetraarilbenzidina são N,N-di-1-naftil-N,N'-difeníl-1,1'-bifenil-4,4'-diamina, que é mais preferida; N,N'-bis(3-metilfenil)-N,N'-difeníl-1,1'-bifenil-4,4'-diamina; N,N'-bis(3-metoxifenil)-N,N'-difeníl-1,1'-bifenil-4,4'-diamina e semelhantes. Os materiais transportadores de lacunas preferidos, que podem ser usados na região luminescente, são os derivados de benzidina substituídos por naftila.

[0094] A região luminescente pode também incluir um ou mais materiais com propriedades de transporte de elétrons. Um exemplo de materiais transportadores de elétrons, que pode ser utilizado na região luminescente, são polifluorenos, tais como poli(9,9-di-n-octilfluoreno-2,7-diila), poli(2,8-(6,7,12,12-tetraalquilindenofluoreno) e copolímeros contendo fluorenos, tais como os copolímeros de fluoreno - amina, como descrito no artigo incorporado de Bernius et al., Proceedings of SPIE Conference on Organic Light Emitting Materials and Devices III, Denver, Colorado, julho de 1999, volume 3797, p. 129.

[0095] Outros exemplos de materiais transportadores de elétrons, que podem ser utilizados na região luminescente, podem ser selecionados dos compostos de oxinóides metálicos, os compostos de quelatos de oxadiazóis - metais, os compostos de triazina e os compostos de estilbeno, cujos exemplos foram descritos detalhadamente acima.

[0096] Nas concretizações nas quais a região luminescente inclui um ou mais materiais transportadores de lacunas e/ou um ou mais materiais transportadores de elétrons, além do ou dos materiais eletroluminescentes orgânicos, o material eletroluminescente orgânico, o ou os materiais transportadores de lacunas e o ou os materiais transportadores de elétrons podem ser formados em camadas separadas, tais como, por exemplo, as OLEDs descritas nas patentes U.S. N<sup>os</sup> 4.539.507, 4.720.432 e 4.769.292, ou na mesma camada, formando, desse modo, as zonas mistas de dois ou mais materiais, tais como, por exemplo, as OLEDs descritas na patente U.S. N<sup>o</sup> 6.130.001 e nos

pedidos de patente U.S. N<sup>os</sup> 09/357.551, depositado em 20 de julho de 1999, 09/606.670, depositado em 30 de junho de 2000; e 09/770.159, depositado em 26 de janeiro de 2001. As descrições dessas patentes e pedidos de patente são aqui inteiramente incorporadas por referência.

[0097] A espessura da região luminescente pode variar de, por exemplo, cerca de 1 nm a cerca de 1.000 nm, tipicamente, de cerca de 20 nm a cerca de 200 nm, e, especialmente, de cerca de 50 nm a cerca de 150 nm.

[0098] A Figura 3 ilustra um dispositivo emissor de luz orgânico 210, similar ao dispositivo emissor de luz orgânico 10 mostrado na Figura 1, no qual a região luminescente 240 compreende uma zona de transporte de lacunas 242 e uma zona de transporte de elétrons 244 separadas. A zona de transporte de lacunas 242 é formada sobre o anodo 230 e a zona de transporte de elétrons 244 é formada sobre a camada de transporte de lacunas 242 e em contato com o catodo 250. O catodo 250 pode compreender apenas uma camada mista organometálica, ou pode compreender uma camada mista organometálica e uma ou mais camadas adicionais, tal como no catodo 150, mostrado na Figura 2.

[0099] A eficiência desta invenção na redução do índice de pontos pretos e na redução da reflexão da luz ambiente nos dispositivos emissores de luz orgânicos foi demonstrada por comparação dos dispositivos emissores de luz orgânicos, compreendendo catodos de acordo com esta invenção, com os dispositivos emissores de luz orgânicos, que compreendem catodos convencionais.

[00100] As Figuras 4 e 5 ilustram as estruturas dos dispositivos emissores de luz orgânicos 310, 410, respectivamente, que foram testados e comparados entre eles. O dispositivo emissor de luz orgânico 310, mostrado na Figura 4, inclui um catodo convencional 350. O dis-

positivo emissor de luz orgânico 310 é formado em um substrato 320 e compreende um anodo 330, uma região de material orgânico 340 incluindo uma zona de transporte de lacunas 342 sobre o anodo 330 e uma zona de transporte de elétrons 344 sobre a zona de transporte de lacunas 342; e um catodo 350, incluindo uma primeira região componente 352 e uma segunda região componente 354.

[00101] No dispositivo emissor de luz orgânico 310, que foi testado, o substrato 320 foi formado de um material transparente, o anodo 320 foi formado de óxido de índio e estanho tendo uma espessura de 30 nm, a zona de transporte de lacunas 342 foi formada de NPB tendo uma espessura de 60 nm, a zona de transporte de elétrons de emissão 344 foi formada de AlQ3 tendo uma espessura de 75 nm, a primeira região componente 353 foi formada de Mg : Ag, 90% em volume e 10% em volume, respectivamente, tendo uma espessura de 120 nm, e a segunda região componente foi formada de Ag tendo uma espessura de 90 nm.

[00102] O dispositivo emissor de luz orgânico 410, mostrado na Figura 5, inclui uma concretização exemplificativa de um catodo 450 de acordo com esta invenção. O dispositivo emissor de luz orgânico 410 é formado em um substrato 420 e compreende um anodo 430 sobre o substrato 420, uma região de material orgânico 440 incluindo uma zona de transporte de lacunas 442 sobre o anodo 430 e uma zona de transporte de elétrons 444 sobre a zona de transporte de lacunas 442, e um catodo incluindo uma camada mista organometálica 460, uma primeira camada adicional 470 sobre a camada mista organometálica 460 e uma segunda camada adicional 480 sobre a primeira camada adicional 470.

[00103] No dispositivo emissor de luz orgânico 410, que foi testado, o substrato 420 foi formado de um material transparente, o anodo foi formado de óxido de índio e estanho tendo uma espessura de 30 nm,

a zona de transporte de lacunas 442 foi formada de N,N'-di(naftaleno-1-il)-N,N'-dimetil-benzidina (NPB) tendo uma espessura de 60 nm, a zona de transporte de emissão de elétrons 444 foi formada de AlQ3 tendo uma espessura de 75 nm, a camada mista organometálica foi formada de AlQ3 + Mg + Ag, na relação de 47,4% em volume de AlQ3, 47,4% em volume de Mg e 5,2% em volume de Ag e tendo uma espessura de 150 nm, a primeira camada adicional 470 foi formada de Mg : Ag 90% em volume e 10% em volume, respectivamente, tendo uma espessura de 90 nm, e a segunda camada adicional 480 foi formada de Ag tendo uma espessura de 90 nm.

[00104] Quando operados sob uma corrente elétrica de densidade igual a cerca de  $25 \text{ mA/cm}^2$ , os dispositivos emissores de luz orgânicos 310 e 410 produziram uma emissão verde-brilhante, a uma luminância de cerca de 670 e 450  $\text{cd/m}^2$ , respectivamente, e a voltagem excitadora foi de cerca de 6,7 e 6,65 volts, respectivamente. A voltagem excitadora quase igual para ambos os dispositivos mostra que o catodo 450 de acordo com a invenção no dispositivo 410 é eficiente na injeção de elétrons, e que as suas características de injeção de elétrons são comparáveis àquelas do catodo convencional 350 no dispositivo 310.

[00105] As Figuras 6A, 6B e 7A, 7B são micrografias mostrando pontos pretos na área de emissão do dispositivo emissor de luz orgânico 310, incluindo um catodo convencional 350, e o dispositivo emissor de luz orgânico 410, incluindo um catodo 450 de acordo com esta invenção, respectivamente. As Figuras 6A e 7A foram obtidas imediatamente após a fabricação do dispositivo. As Figuras 6B e 7B foram obtidas após armazenamento dos mesmos dispositivos emissores de luz orgânicos por 48 horas, sob condições ambientais. As Figuras 6A - 7B demonstram que os dispositivos emissores de luz orgânicos, incluindo os catodos de acordo com esta invenção, têm um índice substan-

cialmente reduzido de pontos pretos, em comparação com os catodos convencionais que não incluem uma camada mista organometálica.

[00106] Nos dispositivos emissores de luz orgânicos, a camada mista organometálica nas concretizações pode funcionar como o contato de injeção de elétrons ou o contato de injeção de lacunas. Conseqüentemente, os materiais adequados, que podem ser usados em camadas adicionais dos catodos ou anodos de acordo com esta invenção, não são limitados aos metais tendo apenas determinadas propriedades de injeção de carga. Portanto, esta invenção propicia que materiais mais estáveis sejam usados na formação de camadas adicionais dos catodos. Este efeito foi demonstrado por formação e teste dos dispositivos emissores de luz com catodos que compreendem uma camada mista organometálica formada de AlQ3 + Mg + Ag e diferentes materiais em camadas adicionais em contato com a camada mista organometálica. Os dispositivos emissores de luz orgânicos tinham uma estrutura similar àquela dos dispositivos mostrados na Figura 5, nos quais a primeira camada adicional de Mg : Ag 470 foi substituída por uma camada de In ou Ag. Cada um destes dispositivos emissores de luz orgânicos demonstrou, aproximadamente, a mesma voltagem operacional, que é a voltagem necessária para obter uma determinada luminância ou um nível de densidade de corrente, independentemente do material particular usado na camada catódica adicional.

[00107] Outros estudos dos presentes inventores mostraram que a voltagem operacional do dispositivo emissor de luz orgânico 410 é também independente da espessura da camada mista organometálica 460, que indica que a queda de voltagem através da camada mista organometálica 460 é desprezível. Esses resultados demonstram ainda que a camada mista organometálica é altamente condutora e age como um contato de injeção de elétrons altamente eficiente nos dispositivos emissores de luz orgânicos.

[00108] Para demonstrar o efeito dos catodos de acordo com esta invenção, na redução da reflexão da luz ambiente dos dispositivos emissores de luz orgânicos, em comparação com os catodos convencionais, medidas comparativas das características de reflexão da luz do dispositivo 410 (de acordo com esta invenção) e do dispositivo 310 (convencional) foram feitas. Os resultados, representados na forma de % de reflexão (isto é, o percentual de luz ambiente incidente que é refletida de volta para o observador, a partir do dispositivo emissor de luz orgânico), por toda a gama dos comprimentos de onda do espectro de luz visível, são apresentados na Figura 8. Os resultados demonstram características de % de reflexão significativamente mais baixas do dispositivo 410, em comparação com as características de % de reflexão do dispositivo 310. O % de reflexão mais baixo atinge um contraste de exibição aperfeiçoado.

[00109] Para demonstrar que o efeito de contraste aperfeiçoado dos catodos de acordo com esta invenção é independente do ângulo de visão e, portanto, não sofre das desvantagens de outros processos conhecidos, para aperfeiçoar o contraste de exibição, tais como, por exemplo, as concretizações descritas na patente U.S. Nº 5.049.780, que é aqui inteiramente incorporada por referência, medidas das características de reflexão de luz do dispositivo 410, em diferentes ângulos de visão, foram feitas. Os resultados, representados na forma de % de reflexão (isto é, o percentual da luz ambiente incidente, que é refletido de volta para o observador a partir do dispositivo emissor de luz orgânico) por toda a gama de comprimentos de onda do espectro da luz visível, para um ângulo de visão de cerca de 10 graus, e para um ângulo de visão de cerca de 30 graus, são apresentados na Figura 9. As características do % de reflexão quase que idênticas para ambos os ângulos de visão mostram que as propriedades de reflexão da luz reduzida do dispositivo 410 (e, por conseguinte, o contraste aperfeiço-

ado), é independente do ângulo de visão. O fato que as características de reflexão são quase que independentes do ângulo de visão indica que a reflexão de luz, reduzida nos catodos de acordo com a invenção, é acreditada como sendo atribuída basicamente à absorção de luz na camada mista organometálica. Outras investigações pelos inventores mostraram que a camada mista organometálica 460 é colorida (isto é, não é completamente transmissiva de luz), provando também que a camada mista organometálica absorve luz.

[00110] Para demonstrar que as características de menor reflexão de luz dos catodos, de acordo com esta invenção, dependem da relação de mistura dos componentes, que compreendem a camada mista organometálica, medidas comparativas das características de reflexão de luz do dispositivo 410, no qual a camada mista organometálica foi formada de AlQ3 + Mg + Ag, na relação de 47,4% em volume de AlQ3, 47,4% em volume de Mg e 5,2% em volume de Ag e de outro dispositivo, que era, em todos os aspectos, idêntico ao dispositivo 410, exceto que a sua camada mista organometálica foi formada de AlQ3 + Mg + Ag, na relação de 31,0% em volume de AlQ3, 62,1% em volume de Mg e 6,9% em volume de Ag. Os resultados, representados na forma de % de reflexão (isto é, o percentual de luz ambiente incidente, que é refletida de volta para o observador a partir do dispositivo emissor de luz orgânico) por toda a gama de comprimentos de onda do espectro de luz visível, são apresentados na Figura 10. Estes resultados mostram características de % de reflexão significativamente diferentes para os dois dispositivos. Os resultados mostram que há faixas preferidas para a relação de mistura dos componentes que compreendem a camada mista organometálica sobre a qual é atingido o contraste aperfeiçoado.

[00111] Para demonstrar que as características de menor reflexão de luz dos catodos de acordo com esta invenção não são limitadas

aos catodos contendo uma camada mista organometálica compreendendo AlQ3 + Mg + Ag, um dispositivo de luz orgânico idêntico ao dispositivo 410 descrito acima, exceto que a camada mista organometálica foi formada de ftalocianina de cobre (CuPc) + Mg + Ag, na relação de 31,0% em volume de CuPc, 62,1% em volume de Mg e 6,9% em volume de Ag. As medidas comparativas das características de reflexão de luz deste dispositivo e do dispositivo 310 (convencional) foram feitas. Os resultados, representados na forma do % de reflexão (isto é, o percentual de luz ambiente incidente, que é refletida de volta para o observador a partir do dispositivo emissor de luz orgânico), por toda a gama de comprimentos de onda do espectro de luz visível, são apresentados na Figura 11. Os resultados demonstram características de % de reflexão significativamente mais baixa do dispositivo de acordo com esta invenção, que compreendia uma camada mista organometálica formada de CuPc + Mg + Ag, em comparação com as características de % de reflexão do dispositivo 310. O % de reflexão mais baixo resulta em um contraste de exibição aperfeiçoado. Este exemplo demonstra que as características de menor reflexão de luz dos catodos de acordo com esta invenção podem ser alcançadas com camadas mistas organometálicas compreendendo vários componentes.

[00112] Nas camadas mistas organometálicas dos eletrodos de acordo com as concretizações da presente invenção, o terceiro componente opcional pode provocar a formação de uma camada tendo alta condutividade, que é de uma natureza fundamentalmente diferente (de um ponto de vista de transporte de carga) de determinadas camadas organometálicas de dois componentes. A ampla variedade de concretizações disponíveis na presente invenção permite que a camada mista organometálica tenha uma espessura em uma ampla gama de, por exemplo, cerca de 50 nm a cerca de 1.000 nm, com um contraste do dispositivo de exibição aperfeiçoado e menores índices de

pontos pretos.

[00113] Os dispositivos eletroluminescentes, incluindo a MOML de acordo com esta invenção, podem ser usados em vários tipos de dispositivos formadores de imagem ou em aplicações de exibição, tais como, por exemplo, exibições em painéis. Estas aplicações podem ser usadas em uma ampla gama de produtos, tais como, por exemplo, visores para televisões e computadores, visores de instrumentos, visores para aplicações automotivas e aeronáuticas, e dispositivos eletrônicos portáteis, tais como, por exemplo, telefones celulares, etc.

[00114] A região luminescente para qualquer dispositivo de exibição inventivo pode incluir qualquer material adequado, tal como aqueles aqui descritos. Por exemplo, a região luminescente pode incluir qualquer um ou uma mistura de dois ou mais dos seguintes: materiais eletroluminescentes moleculares (de moléculas pequenas), materiais eletroluminescentes poliméricos e materiais eletroluminescentes inorgânicos. Exemplos de materiais eletroluminescentes moleculares (de moléculas pequenas) e materiais eletroluminescentes poliméricos são aqui descritos. Os materiais eletroluminescentes inorgânicos incluem, por exemplo, substâncias fosforescentes, tais como, ZnS, ZnSe, ZnTe, CdS, CdSe, CdTe e semelhantes, e que podem incluir ainda dopantes, tais como Cu, Mn e os lantanídeos. Outros exemplos de materiais eletroluminescentes inorgânicos incluem GaAs, GaP, GaAsP, GaAlAs, InGa, SiC, GaN, AlInGaP, InGaN, InSe e semelhantes, e que podem incluir ainda dopantes, tais como, Zn, O, N, Si e semelhantes.

[00115] Para evitar confusão no entendimento do âmbito da presente invenção, as seguintes normas podem ser usadas:

- (1) O termo "camada" indica um revestimento único tendo, geralmente, uma composição que difere da composição de uma camada adjacente;
- (2) O termo "região" se refere a uma camada única, uma

pluralidade de camadas, tais como duas, três ou mais camadas, e/ou uma ou mais "zonas";

- (3) O termo "zona", como usado no contexto da zona de transporte de carga (isto é, zona de transporte de lacunas e zona de transporte de elétrons) e da zona de emissão de luz, refere-se a uma camada única, uma pluralidade de camadas, uma área funcional única em uma camada, ou uma pluralidade de áreas funcionais em uma camada;
- (4) Geralmente, todas as regiões e camadas do dispositivo de exibição, que estão entre os dois eletrodos ou que participam nos processos de condução de carga necessários para operar o dispositivo de exibição, são consideradas parte do catodo da região luminescente ou do anodo;
- (5) Geralmente, uma camada (por exemplo, substrato), que não participa nos processos de condução de carga do dispositivo de exibição e que pode ser vista como estando fora dos dois eletrodos, não deve ser considerada parte dos eletrodos; tal camada (por exemplo, o substrato) pode ser, no entanto, ainda considerada uma parte do dispositivo de exibição;
- (6) Uma região de capeamento (que protege um eletrodo do meio ambiente) é, no entanto, considerada parte do eletrodo, independentemente se a região de capeamento participa nos processos de condução de carga do dispositivo de exibição;
- (7) Qualquer região ou camada (por exemplo, região injetora de elétrons e região injetora de lacunas), que injeta carga na região luminescente, é considerada parte

do eletrodo;

- (8) Se a MOML pode ser vista igualmente como parte do eletrodo ou da região luminescente, a convenção é que a MOML é parte do eletrodo;
- (9) Impurezas (que podem estar presentes em pequenas proporções nos dois, três, quatro ou mais materiais componentes que constituem a MOML) não são geralmente consideradas um componente designado da MOML; por exemplo, a presença de impurezas em uma "MOML binária", composta dos dois componentes designados do material contendo metal inorgânico e do material orgânico, não alteraria a designação da MOML como sendo uma "MOML binária"; e
- (10) "Região de emissão de luz" e "região luminescente" são usadas intercambiavelmente.

[00116] Nas concretizações da presente invenção, a MOML pode ser localizada em qualquer lugar no dispositivo de exibição. Por exemplo, a MOML pode ser parte do catodo, anodo ou região luminescente. Nas concretizações, a MOML pode ser localizada em uma região do dispositivo de exibição que não é considerada parte dos eletrodos ou da região luminescente. Também é possível ter uma pluralidade de MOMLs no dispositivo de exibição. Neste caso, as duas ou mais MOMLs podem estar em contato entre si, ou podem estar separadas por uma ou mais camadas.

[00117] Como aqui discutido, a MOML pode ser uma "MOML binária" (com dois componentes), uma "MOML ternária" (com três componentes), uma "MOML quaternária" (com quatro componentes) ou outras MOMLs com mais de quatro componentes. Nestas concretizações, a seleção do material contendo metal inorgânico, o composto orgânico e quaisquer outros componentes adicionais é feita com base

em que a MOML deve ter a propriedade ou propriedades desejadas. Além de ser redutora da reflexão de luz, a MOML pode possuir, opcionalmente, uma ou mais propriedades desejadas adicionais, incluindo, por exemplo, ser eletricamente condutora e quaisquer outras propriedades que a MOML possa necessitar ter, para servir a outras funções, como pode ser necessário pela localização da MOML no dispositivo de exibição (tal como a necessidade de ser também capaz de injetar carga eficientemente, se a MOML é a parte de um eletrodo que está adjacente à região luminescente). Nos casos em que o dispositivo de exibição inclui uma pluralidade de MOMLs, as MOMLs podem ser de uma mesma ou diferentes composições de material.

[00118] Segue-se agora uma discussão dos materiais e configurações exemplificativos do presente dispositivo de exibição. Por conveniência, um substrato não é ilustrado nas Figuras 12 - 17; deve-se entender, no entanto, que um substrato pode ser posicionado em qualquer local adequado nos dispositivos de exibição ilustrados, tal como em contato com qualquer um dos eletrodos.

[00119] Nas concretizações, a MOML pode ser usada em uma, duas ou mais camadas ou regiões do dispositivo de exibição. Quando usadas em duas ou mais camadas ou regiões, as MOMLs podem ser iguais ou diferentes entre si. Cada MOML pode ser uma "MOML binária", uma "MOML ternária", uma "MOML quaternária" ou uma MOML tendo mais de quatro componentes, com as MOMLs tendo uma composição como aqui descrito. A menos que indicado de outro modo, os materiais descritos como sendo adequados para uma categoria de componente de um tipo de MOML são, geralmente, adequados para a mesma categoria de componente de outros tipos de MOMLs (quando os tipos de MOML são binários, ternários, quaternários e superiores), quando as categorias dos componentes são, por exemplo, "material contendo metal inorgânico", "material orgânico", "metais", "materiais

inorgânicos" e semelhantes.

[00120] Nota-se que as listas de materiais adequados para os componentes em um tipo de MOML particular podem se sobrepor. Por exemplo, em uma "MOML ternária", os materiais adequados para o segundo componente (isto é, um material orgânico) são os mesmos que aqueles selecionados dos "materiais orgânicos" para o terceiro componente. Além disso, em uma "MOML ternária" para o primeiro componente (isto é, um material contendo metal inorgânico) vão se sobrepor com a seleção de "metais" e "materiais inorgânicos" para o terceiro componente. No entanto, nenhuma inconsistência está presente, mesmo se as listas de materiais adequados para os componentes em um tipo de MOML particular se sobrepõem, contanto que os componentes selecionados do tipo de MOML sejam diferentes entre eles, isto é, cada componente selecionado é único.

[00121] Os valores numéricos e materiais ilustrativos são aqui descritos. A presente invenção também, no entanto, abrange valores numéricos, faixas (e subfaixas) de valores numéricos, materiais e grupos (e subgrupos) de materiais aqui não especificamente relacionados. Por exemplo, uma descrição de uma faixa numérica de 1 - 10 abrange cada número dentro desta faixa, como também em subfaixas, tais como, 1 - 3, 2 - 5 e semelhantes.

### **MOML binária**

[00122] A expressão "MOML binária" se refere a uma camada mista organometálica composta de dois componentes: (i) um material contendo metal inorgânico, e (ii) um material orgânico. As concretizações exemplificativas dessa MOML binária podem incluir:

1. MOML composta de Ag ou um composto inorgânico dela (por exemplo, um óxido, hidróxido, halogeneto, sulfeto, nitreto, carboneto, boreto e semelhantes) e um composto orgânico.

2. MOML composta de um metal do Grupo 11 (tal como Cu, Ag ou Au) ou um composto inorgânico dele (por exemplo, um óxido, hidróxido, halogeneto, sulfeto, nitreto, carboneto, boreto e semelhantes) e um composto orgânico.
3. MOML composta de um metal do Grupo 10 (tal como Ni, Pd ou Pt) ou um composto inorgânico dele (por exemplo, um óxido, hidróxido, halogeneto, sulfeto, nitreto, carboneto, boreto e semelhantes) e um composto orgânico.
4. MOML composta de um metal do Grupo 13 (tal como In) ou um composto inorgânico dele (por exemplo, um óxido, hidróxido, halogeneto, sulfeto, nitreto, carboneto, boreto e semelhantes) e um composto orgânico.
5. MOML composta de um metal do Grupo 4 (tal como Ti) ou um composto inorgânico dele (por exemplo, um óxido, hidróxido, halogeneto, sulfeto, nitreto, carboneto, boreto e semelhantes) e um composto orgânico.
6. MOML composta de um metal ou um composto inorgânico dele (por exemplo, um óxido, hidróxido, halogeneto, sulfeto, nitreto, carboneto, boreto e semelhantes) e um composto orgânico, com uma absorção óptica significativa na faixa de comprimentos de onda de 400 - 700 nm do espectro (por exemplo, um composto de corante orgânico).
7. MOML composta de um metal do Grupo 16 (isto é, Se e Te) ou um composto inorgânico dele (por exemplo, um óxido, hidróxido, halogeneto, sulfeto, nitreto, carboneto, boreto e semelhantes) e um composto orgânico.

**MOML ternária**

[00123] A expressão "MOML ternária" se refere a uma camada mista organometálica composta de três componentes: (i) um material contendo metal inorgânico, (ii) um composto orgânico, e (iii) um terceiro componente adicional (diferente dos outros dois componentes), que pode ser um metal, um material orgânico ou um material inorgânico. As concretizações exemplificativas da MOML ternária incluem:

1. MOML das concretizações de MOMLs binária mencionada acima e incluindo ainda um metal do Grupo 1 (também chamado algumas vezes um metal alcalino), tal como Li, Na, K, Rb ou Cs ou um composto dele, tal como um halogeneto de metal do Grupo 1 (por exemplo, fluoreto, cloreto, brometo, iodeto), óxido, hidróxido, nitreto ou sulfeto.
2. MOML das concretizações de MOML binária mencionada acima e compreendendo ainda um metal do Grupo 2 (também chamado algumas vezes de metal alcalino-terroso), tal como Be, Mg, Ca, Sr ou Ba, ou um composto dele, tal como um halogeneto de metal do Grupo 2 (por exemplo, fluoreto, cloreto, brometo, iodeto), óxido, hidróxido, nitreto ou sulfeto;
3. MOML composta de pelo menos um material contendo metal inorgânico, um composto orgânico e Ag ou um composto de Ag (por exemplo, óxido, hidróxido, halogeneto, sulfeto, nitreto, carboneto, boreto e semelhantes de prata).
4. MOML composta de (i) um material contendo metal inorgânico, (ii) um composto orgânico e (iii) Zn, In ou Sn ou seus compostos (por exemplo, ZnO, ZnS, In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SnO<sub>2</sub>).

5. MOML composta de pelo menos um composto orgânico e INCONEL<sup>®</sup> (uma liga composta de vários metais).
6. MOML composta de pelo menos Al ou um composto inorgânico dela (por exemplo, um óxido, hidróxido, halogeneto, sulfeto, nitreto, carboneto, boreto e semelhantes), um composto orgânico e qualquer terceiro componente que pode ser outro metal (por exemplo, Ag, um metal do Grupo 1 ou um metal do Grupo 2) ou seus compostos.
7. MOML composta de (i) porfirina, amina aromática terciária, indolocarbazol, politiofeno, PEDOT<sup>®</sup> (que é um politiofeno específico), (ii) Ag ou um composto dela, e (iii) Au, Cr, Cu, Pt, In, Ni, Sn ou seus compostos, tais como In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e SnO<sub>2</sub>.

### **MOML quaternária**

[00124] A expressão "MOML quaternária" se refere a uma camada mista organometálica composta de quatro componentes: (i) um material contendo metal inorgânico, (ii) um material orgânico, (iii) um terceiro componente adicional e (iv) um quarto componente adicional. Os terceiro e quarto componentes adicionais (que são diferentes entre eles e dos primeiro e segundo componentes) podem ser metais, materiais orgânicos ou materiais inorgânicos. As concretizações exemplificativas de MOML quaternária incluem:

1. MOML composta de um composto orgânico, Ag, Mg e um metal do Grupo 1 (por exemplo, Li) ou um composto dele (por exemplo, LiF).
2. MOML composta de um composto orgânico, Ag, Ca e um metal do Grupo 1 (por exemplo, Li) ou um composto dele (por exemplo, LiF).
3. MOML composta de um composto orgânico, Ag, Ca e

outro metal do Grupo 2 (por exemplo, Mg) ou um composto dele (por exemplo,  $MgF_2$  ou  $MgO$ ).

4. MOML composta de um composto orgânico, Ag, Al e um metal do grupo 1 (por exemplo, Li) ou um composto dele (por exemplo, LiF), ou um metal do Grupo 2 (por exemplo, Ca ou Mg) ou um composto dele.

### **MOML como parte do eletrodo**

[00125] As Figuras 12 - 15 ilustram dispositivos de exibição (510, 610, 710, 810) compostos do primeiro eletrodo (550, 650, 750, 850), região luminescente (540, 640, 740, 840) e segundo eletrodo (530, 630, 730, 830), em que o primeiro eletrodo incorpora a MOML (554, 654, 754, 854). Na Figura 12, o primeiro eletrodo é uma camada única, composta inteiramente da MOML. O primeiro eletrodo pode ser composto de camadas múltiplas:

[00126] Figura 13 - região de capeamento 656/MOML 654;

[00127] Figura 14 - MOML 754/região de injeção de carga 752; e

[00128] Figura 15 - região de capeamento 856/MOML 854/região de injeção de carga 852.

[00129] Concretizações da presente invenção vão ser discutidas a seguir em que o catodo inclui a MOML. Em um catodo de camada única, o catodo pode ser formado inteiramente da MOML. Em um catodo de camadas múltiplas, uma ou mais ou mesmo todas as camadas podem ser compostas da MOML. Nos casos nos quais a MOML fica em contato com a região luminescente, a MOML, além de ser eletricamente condutora e redutora de reflexão de luz, também pode ser capaz de injetar, eficientemente, elétrons na região luminescente. Nestes casos, as propriedades de injeção de elétrons da MOML podem ser otimizadas, por exemplo, pela inclusão de um metal de função de trabalho baixa (tipicamente,  $< 4,0$  eV) ou um composto dele na MOML. Concretizações exemplificativas para os catodos incorporando a MOML inclu-

em as concretizações ilustradas nas Figuras 12 - 15, em que o primeiro eletrodo é o catodo, o segundo eletrodo é o anodo e a região de injeção de carga é uma região de injeção de elétrons.

[00130] Quando a MOML contata a região luminescente (por exemplo, quando a MOML é um catodo de camada única ou quando o catodo é de camadas múltiplas e a MOML é a camada adjacente à camada luminescente), a MOML pode ser, por exemplo, selecionada de uma MOML binária, ternária ou quaternária, desde que proporcione uma injeção de elétrons eficiente na região luminescente. Quando a MOML é uma camada catódica que contata a região luminescente, a MOML pode ser composta de um metal com função de trabalho  $< 4,0$  eV ou um composto dele, os exemplos dessas MOMLs sendo: (i) Composto orgânico + Mg + Ag, (ii) Composto orgânico + Mg + Ag + um metal do Grupo 1 ou um composto dele, (iii) Composto orgânico + Ag + Al + um metal do Grupo 1 ou um composto dele, (iv) Composto orgânico + Mg + Ag + Ca, (v) Composto orgânico + Ca + Ag, (vi) Composto orgânico + Ca + Ag + um metal do Grupo 1 ou um composto dele, e (vii) Composto orgânico + Ag + um metal do Grupo 1 ou um composto dele.

[00131] Para proteger a MOML das condições ambientais, ou quando a condutividade da MOML não é suficiente para sustentar a alta condução lateral (para sustentar a alta condução lateral, a resistência de folha da MOML pode ser, por exemplo, inferior a cerca de 1.000 Ohms/quadrado e, particularmente, inferior a cerca de 100 Ohms/quadrado), o catodo inclui opcionalmente ainda uma região de capeamento como a observada, por exemplo, nas Figuras 13 e 15. Uma região de capeamento pode ser composta de metais (por exemplo, Al, Mg, Mg:Ag, Ag, Ca, In, Ti, Ni) ou materiais inorgânicos (por exemplo, C, SiO, SiO<sub>2</sub>, SiN e compostos metálicos, tais como Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SnO<sub>2</sub>, ITO, LiF, MgF<sub>2</sub>). Uma região de capeamento pode com-

preender outra MOML. Os estudos mostram, por exemplo, que ainda que um catodo composto de uma MOML, produzida de um composto orgânico + Ag + um metal do Grupo 1 ou um composto dele, e uma região de capeamento, feita de Ag, possa em determinadas concretizações apresentar uma estabilidade pobre, o uso de uma segunda MOML (composta de um composto orgânico + Mg + Ag), como outra região de capeamento, entre a primeira MOML e a região de capeamento de Ag, otimiza a estabilidade. Portanto, em algumas concretizações, é desejável usar duas ou mais camadas na região de capeamento, que são as próprias MOMLs de outra composição. A estabilidade pobre se refere, por exemplo, a um rápido crescimento dos pontos pretos, de modo que crescem suficientemente grandes para cobrir cerca de 10% ou mais da área de emissão do OLED dentro de 24 horas da sua fabricação, se deixada em contato com o ar.

[00132] Nas concretizações nas quais pode ser desejável facilitar ainda mais a injeção de elétrons a partir da MOML na região luminescente ou aliviar os requisitos de injeção de elétrons da MOML, uma região injetora de elétrons separada pode ser incluída ainda no catodo. Um catodo incorporando uma região injetora de elétrons separada é mostrado esquematicamente nas Figuras 14 - 15, em que a região injetora de carga é uma região injetora de elétrons. Uma região injetora de elétrons pode ser uma ou duas camadas dispostas de um metal de baixa função de trabalho ( $< 4,0$  eV) (por exemplo, um metal do Grupo 1 ou do Grupo 2), e ligas e compostos de metais de baixo trabalho (por exemplo, Al:Li, Ca:Al, Mg:Ag, Al:LiF, Al:Li<sub>2</sub>O). Em uma região injetora de elétrons de camada dupla, a camada que contata a região luminescente é compreendida, tipicamente, de um metal do Grupo 1 ou Grupo 2, ou uma liga ou um composto dele, e a camada que contata a MOML é composta, tipicamente, de qualquer metal ou uma liga metálica. A espessura de quaisquer camadas metálicas na região injetora de elé-

trons pode ser pequena (tipicamente, cada camada  $< 25$  nm), para propiciar que uma parte substancial da luz incidente (por exemplo, pelo menos 30%) seja transmitida para a MOML, e para evitar uma reflexão de luz significativa. A própria região injetora de elétrons pode ser outra MOML, com características de injeção de elétrons mais eficiente do que a primeira MOML. Por exemplo, a MOML pode ser composta de um composto orgânico + Ag (ou Au ou Cu ou Ti ou Ni) e a região injetora de elétrons pode ser (i) uma camada de LiF, (ii) uma camada de Ca, (iii) uma camada de liga Mg:Ag, (iv) uma camada de liga Al:Li, (v) uma camada de uma mistura Al:LiF, (vi) uma segunda camada de MOML composta de um composto orgânico + Ag + um metal do Grupo 1 ou um metal do Grupo 2, ou (vii) uma segunda MOML composta de um composto orgânico + Ag + um composto de metal do Grupo 1 ou um composto de metal do Grupo 2, ou (viii) uma camada de um composto de metal do Grupo 1 e uma camada de Al ou qualquer outro metal.

[00133] Concretizações da presente invenção vão ser agora discutidas, nas quais o anodo inclui uma MOML. Em um anodo de camada única, o anodo pode ser formado inteiramente da MOML. Em um anodo de camadas múltiplas, uma ou mais ou mesmo todas as camadas podem ser compostas da MOML. Nos casos em que a MOML fica em contato com a região luminescente, a MOML, além de ser eletricamente condutora e redutora de reflexão de luz, também pode ser capaz de injetar, eficientemente, lacunas na região luminescente. Nestes casos, as propriedades de injeção de lacunas da MOML podem ser otimizadas, por exemplo, pela inclusão de um metal de alta função de trabalho (tipicamente,  $> 4,0$  eV) ou um composto dele na MOML. Concretizações exemplificativas para os anodos incorporando a MOML incluem as concretizações ilustradas nas Figuras 12 - 15, nas quais o primeiro eletrodo é o anodo, o segundo eletrodo é o catodo e a região

injetora de carga é uma região injetora de elétrons.

[00134] Quando a MOML contata a região luminescente (por exemplo, quando a MOML é um anodo de camada única, ou quando o anodo é de camadas múltiplas e a MOML é a camada adjacente à camada luminescente), a MOML pode ser, por exemplo, selecionada de uma MOML binária, ternária ou quaternária, desde que proporcione injeção de lacunas eficiente na região luminescente. Quando a MOML é uma camada de anodo, que contata a região luminescente, a MOML pode ser composta de um metal ou de um semicondutor com função de trabalho  $> 4,0$  eV, os exemplos dessas MOMLs sendo: (i) composto orgânico (por exemplo, uma porfirina ou uma amina aromática terciária ou uma indolocarbazol, ou um politiofeno) + um metal do Grupo 10 ou um metal do Grupo 11 (por exemplo, Ag ou Au ou Cu, ou Pt ou Pd ou Ni), (ii) composto orgânico + Ag (ou Au) + um metal ou composto de metal de alta função de trabalho ( $> 4$  eV), e (iii) composto orgânico + um metal do Grupo 10 ou um metal do Grupo 11 + Cr ou ITO ou  $\text{In}_2\text{O}_3$  ou  $\text{In}_2\text{O}_3$  ou  $\text{SnO}_2$ .

[00135] Para proteger a MOML das condições ambientais, ou quando a condutividade da MOML não é suficiente para sustentar a alta condução lateral (para sustentar a alta condução lateral, a resistência de folha da MOML pode ser, por exemplo, inferior a cerca de 1.000 Ohms/quadrado e, particularmente, inferior a cerca de 100 Ohms/quadrado), o anodo inclui opcionalmente uma região de capeamento como a observada, por exemplo, nas Figuras 13 e 15. Uma região de capeamento pode ser composta de metais (por exemplo, Al, Ag, In, Sn, Se, Ti, Ni, Pt, Au, Cr, Cu, INCONEL<sup>®</sup>, Au:Pt) ou materiais inorgânicos (por exemplo, C, Si, Ge,  $\text{SiO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SiN}$  e compostos metálicos, tais como  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{In}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SnO}_2$ , ITO,  $\text{ZnO}$ ). Da mesma forma que com os catodos, uma região de capeamento para o anodo pode ser também composta de MOMLs.

[00136] Nos casos quando pode ser desejável facilitar ainda mais a injeção de lacunas a partir da MOML na região luminescente, ou aliviar os requisitos de injeção de lacunas da MOML, uma região injetora de lacunas separada pode ser ainda incluída no anodo. Um anodo incorporando uma região injetora de lacunas é mostrada esquematicamente nas Figuras 14 - 15, quando a região injetora de carga é uma região injetora de lacunas. Uma região injetora de lacunas pode compreender uma ou mais camadas finas compostas de um metal, um composto metálico ou um semiconductor com uma função de trabalho  $> 4,0$  eV (por exemplo, Au, Ni, Pt, Ag, Cr, Pd, Au: Pd, Cu, ITO,  $\text{In}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SnO}_2$ , ZnO) ou um composto orgânico com um potencial de ionização  $> 4,0$  eV (por exemplo, CuPc). Em uma região injetora de lacunas de camada dupla, a camada que contata a região luminescente é composta, tipicamente, de um semiconductor com uma função de trabalho  $> 4,0$  eV (por exemplo, ITO) ou um composto orgânico com um potencial de ionização  $> 4,0$  eV (por exemplo, CuPc), ou um metal, uma liga metálica ou um composto metálico, todos tendo uma função de trabalho  $> 4,0$  eV; e a camada em contato com a MOML é composta, tipicamente, de qualquer metal ou uma liga metálica. A espessura de quaisquer camadas metálicas na região injetora de lacunas pode ser pequena (tipicamente, cada camada  $< 25$  nm), para permitir que uma parte substancial da luz incidente (por exemplo, pelo menos 30%) seja transmitida para a MOML, e para evitar uma reflexão de luz significativa. Como no caso dos catodos, a própria região injetora de lacunas pode ser outra MOML, com mais características de injeção de lacunas do que a primeira MOML.

#### **MOML na região luminescente**

[00137] A MOML pode ser parte da região luminescente, tal como localizada em qualquer lugar dentro da região luminescente. Por exemplo, pode ser localizada dentro (e, por conseguinte, pode ser vis-

ta como sendo parte) da zona de transporte de elétrons ou da zona de transporte de lacunas (quando a zona de transporte de elétrons e a zona de transporte de lacunas correspondem às áreas funcionais da mesma camada ou às duas, três ou mais camadas, que compreendem a região luminescente). A MOML pode ser também localizada entre a zona de transporte de elétrons e a zona emissora de luz, ou entre a zona de transporte de lacunas e a zona emissora de luz.

[00138] A Figura 16 ilustra um dispositivo de exibição ilustrativo 910 composto de um primeiro eletrodo 950, uma região luminescente 940 e um segundo eletrodo 930. A região luminescente 940 inclui uma zona emissora de luz 946, entre uma primeira zona de transporte de carga 944 e uma segunda zona de transporte de carga 942. A primeira zona de transporte de carga 944 inclui uma camada mais próxima ao eletrodo 944C, uma camada intermediária 944B e uma camada mais próxima da zona emissora 944A. Uma ou mais das camadas mais próximas ao eletrodo, a camada intermediária e a camada mais próxima da zona emissora pode conter uma MOML (quando são empregadas duas ou mais MOMLs, elas podem ser iguais ou diferentes entre si). Nas concretizações, a camada intermediária é a MOML. O primeiro eletrodo pode ser o catodo ou o anodo, e o segundo eletrodo pode ser o catodo ou o anodo. Do mesmo modo, a primeira zona de transporte de carga pode ser uma zona de transporte de lacunas (com a segunda zona de transporte de carga sendo uma zona de transporte de elétrons) ou uma zona de transporte de elétrons (com a segunda zona de transporte de carga sendo uma zona de transporte de lacunas).

Um exemplo de uma configuração OLED, incluindo uma MOML localizada dentro da zona de transporte de elétrons, é a seguinte ("ETM" se refere ao material de transporte de elétrons; "HTM" se refere ao material de transporte de lacunas):

- (1) anodo/(2) zona de transporte de lacunas composta de

um HTM/(3) zona de emissão de luz composta de uma mistura de HTM + ETM/(4) zona de transporte de elétrons composta de ETM1/MOML composta de ETM2 + material contendo metal inorgânico/ETM3/(5) catodo; e onde ETM, ETM1, ETM2 e ETM3 podem ser materiais de transporte de elétrons iguais ou diferentes. Por exemplo, ETM, ETM1, ETM2 e ETM3 podem ser todos uma triazina (por exemplo, T1, que é 4,4'-bis[2-(4,6-difenil-1,3,5-triazinila)]-1,1'-bifenila) ou um quelato metálico (por exemplo, AlQ3) e o material contendo metal inorgânico é, por exemplo, Ag ou um composto dela.

[00139] Um exemplo de uma configuração OLED, incluindo uma MOML localizada dentro da zona de transporte de lacunas, é o seguinte:

- (1) anodo/(2) zona de transporte de lacunas composta de HTM/MOML composta de HTM2 + material contendo metal inorgânico/HTM3 (3) zona de emissão de luz composta de uma mistura de HTM + ETM/(4) zona de transporte de elétrons compreendendo ETM (5) catodo; e onde HTM, HTM1, HTM2 e HTM3 podem ser materiais de transporte de lacunas iguais ou diferentes. Por exemplo, HTM, HTM1, HTM2 e HTM3 podem ser todos uma amina aromática terciária (por exemplo, NPB, que é N,N'-di(naftaleno-1-il)-N,N'-difenilbenzidina) e o material contendo metal inorgânico é, por exemplo, Ag ou um composto dela. Alternativamente, por exemplo, um ou ambos de HTM1 e HTM3 pode ser uma porfirina (por exemplo, CuPc).

### **MOMLs múltiplas**

[00140] O dispositivo de exibição nas concretizações pode incluir duas ou mais MOMLs, em cujo caso, algumas ou todas as MOMLs podem ser adjacentes (isto é, em contato) entre elas e algumas ou todas das MOMLs podem ser separadas por outras camadas. Os exemplos de MOMLs múltiplas adjacentes já foram aqui descritos. Um dispositivo de exibição contendo MOMLs não adjacentes pode ser, por exemplo, um caso, onde ambos o anodo e o catodo incluem uma ou mais MOMLs. Claramente, outras concretizações também são possíveis.

[00141] O efeito de reflexão reduzido dos presentes dispositivos de exibição pode ser devido a um, dois ou mais dos seguintes efeitos ópticos: absorção de luz, fenômenos de interferência óptica destrutivos, e vários fenômenos de dispersão e difusão de luz. Desse modo, embora acredite-se que o efeito de reflexão reduzido dos presentes dispositivos de exibição seja atribuído basicamente à natureza de absorção de luz da MOML (como evidente, por exemplo, do fato de os filmes individuais de MOML serem de cor escura), outros efeitos ópticos, tais como os fenômenos de interferência óptica destrutivos, ou vários fenômenos de dispersão e difusão de luz, também podem desempenhar um papel na obtenção do efeito de reflexão da luz reduzido. Nas concretizações da presente invenção, uma ou mais camadas adicionais podem ser incorporadas no dispositivo de exibição, para otimizar os fenômenos de interferência óptica destrutivos.

### **MOML fora dos eletrodos e da região luminescente**

[00142] A Figura 17 ilustra uma concretização do dispositivo de exibição 1010, composto de, em seqüência: região contendo MOML 1090, primeiro eletrodo 1050, região luminescente 1040 e segundo eletrodo 1030. A região contendo MOML não participa nos processos de condução de carga do dispositivo de exibição e, desse modo, não é

considerada parte do primeiro eletrodo. Para que a região contendo MOML seja considerada externa ao primeiro eletrodo, o primeiro eletrodo pode conter, por exemplo, uma camada ou região eletricamente não-condutora (por exemplo, região de capeamento não-condutora) adjacente à região contendo MOML; ou a região contendo MOML pode incluir uma camada não-condutora adjacente ao primeiro eletrodo; ou cada um de ambos, a região contendo MOML e o primeiro eletrodo, inclui uma camada não-condutora adjacente. Desde que a região contendo MOML não é considerada parte do primeiro eletrodo (de um ponto de vista de condução de carga), a MOML pode ser eletricamente condutora ou não-condutora.

[00143] A região contendo MOML pode ser composta de uma, duas, três ou mais camadas, qualquer uma, algumas, ou todas entre elas podem ser MOMLs. Nas concretizações, a região contendo MOML inclui pares de camadas, tal como um par, dois pares e semelhantes. Em cada par, a camada mais próxima do primeiro eletrodo pode ser a MOML e a outra camada pode ser substancialmente transparente. A camada substancialmente transparente pode ser, por exemplo, similar àquela descrita na patente U.S. 5.049.780 (composição da camada de  $ZrO_2$ ,  $Al_2O_3$ , ZnS, ITO,  $TiO_2$ ,  $SiO_2$  ou semelhantes), cuja descrição é aqui totalmente incorporada por referência; a camada substancialmente transparente pode ser também eletricamente condutora, tais como aquelas descritas no pedido de patente internacional WO 01/08240 A1 (composição da camada de ITO, ZnO ou semelhantes), cuja descrição é aqui totalmente incorporada por referência.

[00144] Um exemplo de um dispositivo de exibição tendo uma região contendo MOML externa é o seguinte: (1) anodo transparente; (2) região luminescente; (3) catodo transparente ou substancialmente transparente (compreendendo [A] uma região injetora de elétrons (< 25 nm) composta de, por exemplo, (i) uma camada de LiF, (ii) uma cama-

da de Ca, (iii) uma camada de liga Mg : Ag, (iv) uma camada de liga de Al:Li, (v) uma camada de mistura Al:LiF, ou (vi) uma camada de LiF revestida com uma camada de Al, e [B] uma região transparente condutora compreendendo, por exemplo, ITO ou ZnO, e; (4) uma MOML. Opcionalmente, o catodo inclui uma camada de capeamento protetora transparente (por exemplo, SiO, SiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub> ou Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Na concretização mencionada acima, a região contendo MOML é uma camada única consistindo na MOML; além disso, a MOML desta concretização pode ser condutora ou não-condutora.

### **Discussão geral dos dispositivos de exibição incorporando MOMLs**

[00145] A natureza exata destas concretizações de MOML, que são eletricamente condutoras e, ao mesmo tempo, redutoras de reflexão, ainda não está clara. Uma possibilidade poderia ser que o material contendo metal inorgânico e o material orgânico sofressem uma segregação de fase e formassem, subsequente, domínios separados (isto é, domínios ricos em metal e domínios ricos em material orgânico). Outra possibilidade poderia ser que o material contendo metal inorgânico e o material orgânico formassem uma solução sólida completamente miscível dos dois materiais, ou mesmo interagir no nível molecular/atômico e formar novas espécies, o que proporciona os aspectos observados. Também é possível que o material contendo metal inorgânico seja transformado em um composto metálico condutor absorvente de luz, durante o processo de deposição física de vapor ("PVD"), que pode ser utilizado na formação da MOML, ou durante o contato com o material orgânico na MOML. Neste aspecto, vários compostos metálicos são conhecidos como sendo eletricamente condutores e absorventes de luz. Portanto, percebe-se que as misturas de materiais orgânicos e compostos metálicos absorventes de luz possam ser talvez usadas para proporcionar as concretizações da MOML.

[00146] A MOML nas concretizações possui uma composição geralmente uniforme por toda a espessura da MOML. Para obter a composição geralmente uniforme, a MOML pode ser preparada por uso de um "processo de relação de mistura controlada" (por exemplo, revestimento rotativo e co-deposição). Desse modo, nas concretizações, a MOML é uma mistura de composição controlada, no sentido de que a relação de mistura dos diferentes componentes é controlada a determinados níveis, por meio do controle, por exemplo, da taxa de evaporação de cada um dos diferentes componentes, que são evaporados, simultaneamente, de fontes de evaporação separadas. Nas concretizações, as relações dos diferentes componentes na MOML se mantêm geralmente iguais e não variam com o tempo (isto é, as relações dos componentes na MOML, se medidas imediatamente depois da fabricação, vão ser iguais às suas relações uns poucos dias depois e por mais tempo).

[00147] Nas outras concretizações, a MOML pode ter uma composição não-uniforme por toda a espessura da MOML. A co-deposição pode ser usada para produzir a composição não-uniforme da MOML (por exemplo, por variação das taxas de co-deposição dos materiais da MOML durante a formação da MOML). Devido à difusão dentro das camadas ou à difusão entre as camadas, pode ocorrer em determinadas concretizações da MOML, uma variação de uma composição geralmente uniforme (quando preparada por um "processo de relação de mistura controlada") para uma composição não-uniforme por longos períodos de tempo. Além disso, a difusão entre as camadas dos materiais pode ser usada para preparar a MOML. A difusão não é uma abordagem particularmente preferida para a fabricação da MOML, pelas seguintes razões: (a) a difusão pode requerer um tempo significativo (dias, semanas, meses ou mais tempo); (b) a relação de mistura varia com o tempo; e (c) tem-se menos controle da relação desejada

dos materiais da MOML.

[00148] Nas concretizações da presente invenção, a MOML é geralmente redutora de reflexão, bem como eletricamente condutora. Uma MOML eletricamente condutora pode ter uma seção transversal (isto é, através da espessura da MOML) uma resistência ôhmica não-excedendo, por exemplo, cerca de 100.000 Ohms, não-excedendo cerca de 5.000 ohms. Em outras concretizações, entretanto, a MOML é redutora de reflexão, mas pode ser considerada eletricamente não-condutora, possuindo, por exemplo, um valor de resistência ôhmica um pouco mais alto do que a faixa ilustrativa aqui descrita.

[00149] Nas concretizações, o presente dispositivo de exibição reduz a reflexão de luz por pelo menos cerca de 30%, particularmente, pelo menos cerca de 50%, comparado com um dispositivo de exibição sem qualquer MOML.

[00150] Os materiais contendo metais inorgânicos para a MOML incluem, por exemplo, metais e compostos metálicos inorgânicos. Como aqui usado, a expressão "metal do material contendo metal inorgânico" (quando essa expressão precede uma lista de metais elementares específicos) se refere a ambos os metais elementares e ao componente metálico dos compostos metálicos inorgânicos. Os metais podem ser, mas não são limitados a, por exemplo, Li, Na, K, Rb, Cs, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Sc, Y, La, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Tc, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, B, Al, Ga, In, Sn, Pb, Sb, Bi, Se, Te, Ce, Nd, Sm e Eu. Nas concretizações da presente invenção, o termo "metais" inclui Sb, Se e Te. Nas concretizações, uma liga metálica pode ser usada para formar a MOML. Um metal da liga metálica é considerado o material contendo metal inorgânico; o outro metal ou metais da liga metálica é(são) considerado(s) o componente ou os componentes adicionais da MOML. Por exemplo, uma liga metálica binária, em combinação com o material orgânico, seria considera-

da uma MOML ternária.

[00151] Os compostos metálicos inorgânicos para a MOML podem ser um halogeneto metálico (por exemplo, fluoreto, cloreto, brometo, iodeto), óxido metálico, hidróxido metálico, nitreto metálico, sulfeto metálico, carboneto metálico e um boreto metálico). Os halogenetos metálicos podem ser, mas não são limitados a, por exemplo, LiF, LiCl, LiBr, LiI, NaF, NaCl, NaBr, NaI, KF, KCl, KBr, KI, RbF, RbCl, CsF, CsCl, MgF<sub>2</sub>, CaF<sub>2</sub>, SrF<sub>2</sub>, AlF<sub>3</sub>, AgCl, AgF e CuCl<sub>2</sub>. Os óxidos metálicos podem ser, mas não são limitados a, Li<sub>2</sub>O, Ca<sub>2</sub>O, Cs<sub>2</sub>O, In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SnO<sub>2</sub>, ZnO, ITO, Cu<sub>2</sub>O, CuO, Ag<sub>2</sub>O, NiO, TiO, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. O hidróxido metálico pode ser, mas não é limitado a, por exemplo, AgOH. O nitreto metálico pode ser, mas não é limitado a LaN, YN e GaN. O sulfeto metálico pode ser, mas não é limitado a, ZnS, Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, Sb<sub>2</sub>S<sub>5</sub> e CdS. O carboneto metálico pode ser, mas não é limitado a, Li<sub>2</sub>C, FeC e NiC. O boreto metálico pode ser, mas não é limitado a, CaB<sub>6</sub>.

[00152] Os materiais inorgânicos para a MOML incluem, por exemplo: (i) materiais não-metálicos elementares, tais como C, Si e Ge; (ii) compostos inorgânicos desses materiais não-metálicos elementares, tais como SiC, SiO, SiO<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>; e (iii) compostos metálicos inorgânicos, tais como aqueles aqui descritos. Desde que haja uma categoria de componente separada para metais (na lista dos componentes para a MOML), os metais não são classificados como materiais inorgânicos.

[00153] Como aqui descrito, alguns compostos metálicos são conhecidos como sendo eletricamente condutores e absorventes de luz. As misturas de compostos orgânicos e esses compostos metálicos podem ser, portanto, nas concretizações, consideradas como atingindo as características desejadas da presente invenção. Nas concretizações, o material contendo metal inorgânico para uso na MOML pode ser um composto metálico, particularmente, compostos metálicos que podem ser tanto eletricamente condutores quanto absorventes de luz,

tais como, por exemplo,  $\text{Ag}_2\text{O}$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\text{NiO}$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{ZnS}$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{In}_2\text{O}_3$  e  $\text{SnO}_2$ .

[00154] Os materiais orgânicos adequados para a MOML podem ser, por exemplo, os materiais eletroluminescentes utilizados na fabricação da região luminescente do dispositivo de exibição, esses materiais eletroluminescentes sendo aqui descritos. Por exemplo, os materiais orgânicos adequados para a MOML podem incluir compostos orgânicos moleculares (de moléculas pequenas), tais como oxinóides metálicos, quelatos metálicos, aminas aromáticas terciárias, indolocarbazóis, porfirinas, ftalocianinas, triazinas, antracenos e oxadiazóis; e compostos poliméricos, tais como politiofenos, polifluorenos, polifenilenos, polianilenos e polifenileno vinilenos. Outros compostos orgânicos, que também podem ser usados na MOML incluem os policarbonatos, polietilenos, poliestirenos, corantes e pigmentos orgânicos (por exemplo, perinonas, cumarinas e outros compostos de anel aromático fundido).

[00155] As concretizações do presente dispositivo de exibição abrangem o uso de uma ou mais MOMLs em qualquer tipo de OLEDs, incluindo OLEDs de base molecular (moléculas pequenas), OLEDs com base polimérica, ou OLEDs híbridas contendo ambos os materiais moleculares e poliméricos na região luminescente. As MOMLs também podem ser aplicadas em OLEDs híbridas compostas de ambos os materiais orgânicos e inorgânicos na região luminescente. Além do mais, os tipos de dispositivos de exibição abrangidos dentro da presente invenção incluem os OLEDs, dispositivos eletroluminescentes ou de material fosforescente inorgânicos, visores de cristal líquido, visores de plasma e semelhantes.

[00156] Quaisquer técnica e aparelho adequados podem ser usados para formar as MOMLs e o resto do dispositivo de exibição. Por exemplo, podem ser empregados deposição térmica (isto é, deposição

física de vapor - "PVD"), revestimento rotativo, crepitação, feixe eletrônico, arco elétrico, deposição química de vapor ("CVD") e semelhantes. As primeiras duas técnicas, e a PVD em particular, podem ser as abordagens mais desejáveis. No caso de PVD, a MOML pode ser formada por meio de, por exemplo, co-evaporação dos componentes da MOML, com a taxa de deposição de cada um dos materiais controlada independentemente, para obter a relação de mistura desejada. Os estudos mostram que determinadas faixas da relação de mistura dos diferentes componentes são mais eficazes em produzir as características desejadas na MOML. Essas relações de mistura preferidas podem ser determinadas em uma base de tentativa e erro para as combinações dos materiais específicas. De uma maneira geral, a MOML pode ser compreendida de cerca de 5% em volume a cerca de 95% em volume do composto orgânico e de cerca de 95% em volume a cerca de 5% em volume do material contendo metal inorgânico. As faixas particularmente preferidas vão depender dos materiais particulares selecionados. A expressão "processo de relação de mistura controlada" se refere ao revestimento rotativo e à co-deposição. A co-deposição se refere à deposição térmica (isto é, deposição física de vapor - "PVD"), crepitação, feixe eletrônico, arco elétrico, deposição química de vapor ("CVD") e semelhantes.

[00157] Nas concretizações, a MOML pode ser formada usando os seguintes procedimentos de PVD ilustrativos: (i) co-evaporação do composto de metal inorgânico, o composto orgânico e quaisquer componentes adicionais opcionais, (ii) co-evaporação de um metal elementar, um composto orgânico e quaisquer componentes adicionais opcionais, em que o metal elementar é transformado no composto metálico inorgânico de (i), durante o processo ou na MOML, ou ainda por (iii) co-evaporação de um composto inorgânico diferente do metal elementar de (ii), um composto orgânico e quaisquer componentes adicionais

opcionais, em que o composto metálico inorgânico diferente é transformado no composto metálico inorgânico de (i), durante o processo ou na MOML. Alternativamente, a MOML pode ser formada por revestimento rotativo de, por exemplo, uma solução polimérica que contém o composto contendo metal inorgânico e quaisquer outros componentes opcionais.

[00158] Todos os percentuais e partes são em volume da MOML, a menos que indicado de outro modo.

### **EXEMPLOS 1 - 51 (exemplos comparativos indicados com "C")**

[00159] Os Exemplos 1 - 51 na primeira tabela abaixo resumem os dispositivos OLED inventivos que foram postos em prática. Todos os dispositivos foram fabricados usando deposição física de vapor em vácuo ( $5 \times 10^{-6}$  Torr) em substratos de vidro revestidos com ITO, que foram pré-limpos usando limpeza com UV - ozônio. Os números em parênteses se referem à espessura da camada em Angströms. A refletância reduzida dos dispositivos inventivos é observada nos valores mais baixos na coluna "% de reflexão", em comparação com aqueles dos dispositivos comparativos. Dos exemplos postos em prática, fica claro que uma ampla variedade de concretizações de acordo com esta invenção pode proporcionar dispositivos com reflexão de luz reduzida, além do desempenho do dispositivo aperfeiçoado, como refletido nos valores de luminância e voltagem apresentados.

### **EXEMPLOS 1A - 23A**

[00160] Os Exemplos 1A - 23A na segunda tabela abaixo resumem outros dispositivos OLED inventivos, que podem ser preparados usando os mesmos procedimentos como nos Exemplos 1 - 51. Os números em parênteses se referem à espessura da camada em Angströms. Os Exemplos 1A - 23A são "exemplos teóricos" que não foram postos em prática.

[00161] Nas tabelas abaixo, são usados os seguintes:

PeDot: politiofeno;

TPD: N,N'-difenil-N,N'-bis(3-metilfenil)-1,1'-bifenil-4,4'-diamina);

CuPc: ftalocianina de cobre;

NPB: N,N"-di(naftaleno-1-il)-N,N'-difenil-benzidina);

AlQ3: tris(8-hidroxiquinolina) de alumínio;

dopante: qualquer dopante, tal como C545T e PtOEP;

ITO: óxido de índio e estanho;

MeNIC: 2,8-dimetil-5,11-di-1-naftil-5,11-diidroindolo[3,2-b]carbazol;

T1: 4,4'-bis[2-(4,6-difenil-1,3,5-triazinil)]-1,1'-bifenila;

pigmento preto de perinona: bis(1,8-naftimidazo) perinona;

PtOEP: 2,3,7,8,12,13,17,18-octaetil-21H,23H-porfina platina (II); e

C545T: 10-2-(benzotiazolil)-2,3,6,7-tetrahidro-1,1,7,7-tetrametil-1H,5H,11H-(1) benzopirano (6,7,8-ij) quinolin-11-ona.

Nº Ex.	anodo	região luminescente			catodo	composição da MOML (% de racion)	L(cd/m2) V(volts) a 25 mA/cm2	cor de emissão	% de reflexão	observações
		zona de trans- porte de lacu- nas	zona de emis- são de luz	zona de trans- porte de elé- trons						
1C	ITO	MeNIC(600)	AlQ3	(750)	Mg:Ag(1200)/SiO(900)	-	945. 6,1	Verde	80	Sem MOML
2	ITO	MeNIC(600)	AlQ3	(750)	MOML (1500)/ Mg:Ag(1200)/SiO(900)	AlQ3+Mg+Ag (31:62:7)	540. 6,6	Verde	25	
3	ITO	MeNIC(600)	AlQ3	(750)	MOML (1500)/ Mg:Ag(1200)/SiO(900)	AlQ3+Mg+Ag (47:47:6)	450. 6,7	Verde	10	
4	ITO	MeNIC(600)	AlQ3	(750)	MOML (1500)/MOML2/ Mg:Ag(1200)/SiO(900)	MOML1: AlQ3+ Mg+Ag(47:47: 6) MOML2: CuPc+ Mg+ Ag(31:62:7)	391. 7,4	Verde	10	
5	ITO	MeNIC(600)	AlQ3	(750)	MOML (1500)/ Mg:Ag(1200)/SiO(900)	CuPc+Mg+Ag (31:62:7)	650. 6,9	Verde	35	
6	ITO	MeNIC(600)	AlQ3	(750)	MOML (1300)/ Mg:Ag(1200)/SiO(900)	AlQ3+Mg+Ag (47:47:6)	670. 6,7	Verde	77	grande es- pessura de MOML ne- cessária para redu- ção signifi- cativa de reflexão
7	ITO	MeNIC(600)	AlQ3	(750)	MOML (1725)/ Mg:Ag(1200)/SiO(900)	AlQ3+Mg+Ag (47:47:6)	447. 6,7	Verde	9	

(Continuação)

Nº Ex.	anodo	região luminescente			catodo	composição da MOML (% de racion)	L(cd/m <sup>2</sup> ) V(volts) a 25 mA/cm <sup>2</sup>	cor de emissão	% de reflexão	observa- ções
		zona de trans- porte de lacu- nas	zona de emis- são de luz	zona de trans- porte de elé- trons						
8	ITO	MeNIC(600)	AlQ3	(750)	MOML (1500)/ Mg:Ag(1200)/Ag(900)	T1+Mg+Ag (47:47:6)	360. 7,0	Verde	reflexão não- medida, inspe- ção vi- sual mostra reflexão reduzida	
9	ITO	MeNIC(600)	AlQ3 (750)	T1 (100)	MOML (1500)/ Mg:Ag(1200)/Ag(900)	T1+Mg+Ag (47:47:6)	390. 7,2	Verde	reflexão não- medida, inspe- ção vi- sual mostra reflexão reduzida	
10	ITO	MeNIC(600)	AlQ3	(750)	MOML (1500)/ Mg:Ag(1200)/Ag(900)	pigmento preto de perinona +Mg+Ag (47:47:6)	420. 7,1	Verde	reflexão não- medida, inspe- ção vi- sual mostra reflexão reduzida	
11	ITO	MeNIC: rubreno (600)		AlQ3(750)	MOML (1500)/ Mg:Ag(1200)/Ag(900)	AlQ3+Mg+Ag (47:47:6)	730. 7,5	âmbar	10	

(Continuação)

Nº Ex.	Anodo	região luminescente			catodo	composição da MOML (% de ralion)	L(cd/m2) V(volts) a 25 mA/cm2	cor de emissão	% de reflexão	observações
		zona de transporte de lacunas	zona de emissão de luz	zona de transporte de elétrons						
12	ITO	MeNIC: rubreno (600)		AlQ3 (750)	MOML (1500)/ Mg:Ag(1200)/Ag(900)	AlQ3+Ag (92:8)	480. 11,7	âmbar	9	
13	ITO	MeNIC: rubreno (600)		AlQ3 (750)	MOML (1500)/ Mg:Ag(1200)/Ag(900)	AlQ3+Ag (80:20)	469. 9,3	âmbar	8	
14	ITO	MeNIC: rubreno (600)		AlQ3 (750)	MOML (1500)/ Mg:Ag(1200)/Ag(900)	AlQ3+Ag+LIF (75:19:6)	245. 10,5	âmbar	8	
15C	ITO	NPB (200)	NPB+AlQ3+ 0,6%C545T(800)	AlQ3 (200)	Mg:Ag(1200)/Ag(900)	-	2000. 7,1	Verde	82	sem MOML
16	ITO	NPB (200)	NPB+AlQ3+ 0,6%C545T(800)	AlQ3 (200)	MOML (1500)/ Mg:Ag(1200)/Ag(900)	AlQ3+Mg+Ag (47:47:6)	1000. 7,1	Verde	10	
17C	ITO	NPB (200)	NPB+AlQ3+12% P10EP(1100)	AlQ3 (200)	Mg:Ag(1200)/Ag(900)	-	370. 8,9	vermelho	82	sem MOML
18	ITO	NPB (200)	NPB+AlQ3+12% P10EP(1100)	AlQ3 (200)	MOML (1500)/ Mg:Ag(1200)/Ag(900)	AlQ3+Mg+Ag (47:47:6)	190. 8,9	vermelho	10	
19C	ITO	MeNIC(600)	AlQ3 (750)		Ag+SiO(30:70)(1500)/ Ag(500)	sem composto orgânico; em desacordo com a invenção	-	-	-	OLED não funcionou
20C	ITO	MeNIC(600)	AlQ3 (750)		MOML (1500)/ Mg:Ag(1200)/Ag(900)	AlQ3+Mg(50:50)	100. 19,7	Verde	82	Nem todas as misturas binárias podem formar MOML redutora de flexão condutiva
21	ITO	MeNIC(600)	AlQ3 (750)		MOML (6000)/Ag(2000)	AlQ3+Mg+Ag (47:47:6)	450. 6,7	Verde	10	

(Continuação)

Nº Ex.	Ano- do	região luminescente			catodo	composição da MOML (% de racion)	L(cd/m2) V(volts) a 25 mA/cm2	cor de emissão	% de reflexão	observações
		zona de trans- porte de lacu- nas	zona de emis- são de luz	zona de trans- porte de elé- trons						
22	ITO	MeNIC(600)	AlQ3	(750)	MOML (1500)/100/ Ag(1500)/In(1500)	AlQ3+Mg+Ag (47:47:6)	450. 6,7	Verde	10	
23	ITO	MeNIC(600)	AlQ3	(750)	MOML (2500)	AlQ3+Mg+Ag (47:47:6)	470. 7,1	Verde	Reflexão não- medida, inspeção visual mostra reflexão reduzida	sem região de capea- mento na MOML
24	ITO	MeNIC(600)	AlQ3	(750)	MOML1 (500)/ MOML2 (2000)	MOML1: AlQ3+ Mg+Ag(47:47:6) MOML2: CupC+ Mg+Ag (21:71:8)	391. 7,4	Verde	Reflexão não- medida, inspeção visual mostra reflexão reduzida	sem região de capea- mento na MOML
25	ITO	MeNIC(600)	AlQ3	(750)	Mg:Ag(15)/MOML(1500) Mg:Ag(1200)/SiO(900)	AlQ3+Mg+Ag (47:47:6)	470. 6,7	Verde	14	
26	ITO	MeNIC(600)	AlQ3	(750)	Mg:Ag(45)/MOML(1500)/ Mg:Ag(1200)/SiO(900)	AlQ3+Mg+Ag (47:47:6)	490. 6,7	Verde	20	

(Continuação)

Nº Ex.	Ano- do	região luminescente			catodo	composição da MOML (% de racion)	L(cd/m2) V(volts) a 25 mA/cm2	cor de emissão	% de reflexão	observa- ções
		zona de trans- porte de lacu- nas	zona de emis- são de luz	zona de trans- porte de elé- trons						
27	ITO	NPB(600)	AlQ3	(750)	LIF(10)/Al(20)/ MOML(1500)/ Mg:Ag(1200)/Al(900)	AlQ3+Mg+Ag (47:47:6)	342. 10,4	Verde	Reflexão não- medida, inspeção visual mostra reflexão reduzida	
28	ITO	NPB(600)	AlQ3	(750)	LIF(10)/MOML(1500)/ Mg:Ag(1200)/Al(900)	AlQ3+Mg+Ag (47:47:6)	376. 8,5	Verde	Reflexão não- medida, inspeção visual mostra reflexão reduzida	
29	ITO	NPB(600)	AlQ3	(750)	LIF(10)/Mg(20)/ MOML(1500)/ Mg:Ag(1200)/Al(900)	AlQ3+Mg+Ag (47:47:6)	385. 8,7	Verde	Reflexão não- medida, inspeção visual mostra reflexão reduzida	

(Continuação)

Nº Ex.	Ano- do	região luminescente			catodo	composição da MOML (% de racion)	L(cd/m2) V(volts) a 25 mA/cm2	cor de emissão	% de reflexão	observa- ções
		zona de trans- porte de lacu- nas	zona de emis- são de luz	zona de trans- porte de elé- trons						
30	ITO	NPB(600)	AlQ3	(750)	Mg(20)/MOML(1500)/ Mg:Ag(1200)/Al(900)	AlQ3+Mg+Ag (47:47:6)	368. 9,2	Verde	Reflexão não- medida, inspeção visual mostra reflexão reduzida	
31	ITO	NPB(600)	AlQ3	(750)	MOML(1500)/ Mg:Ag(1200)/Al(900)	AlQ3+Mg+Ag (47:47:6)	375. 9,3	Verde	Reflexão não- medida, inspeção visual mostra reflexão reduzida	
32	ITO	NPB(100)/ MOML(1500)/ NPB(300)	AlQ3	(750)	Mg:Ag(1200)/Ag(900)	NPB+Mg+Ag (47:47:6)	10. 16,6	Verde	Reflexão não- medida, inspeção visual mostra reflexão reduzida	MOML na zona de trans- porte de lacunas

(Continuação)

Nº Ex.	Ano-do	região luminescente			catodo	composição da MOML (% de racion)	L(cd/m2) V(volts) a 25 mA/cm2	cor de emissão	% de reflexão	observações
		zona de transporte de lacunas	zona de emissão de luz	zona de transporte de elétrons						
33	ITO	CuPc(250)/ MOML(1000)/ CuPc(250)/ NPB(600)	AlQ3	(750)	Mg:Ag(1200)/Ag(900)	CuPc+Ag(96:4)	95. 24,5	Verde	Reflexão não-medida, inspeção visual mostra reflexão reduzida	MOML na zona de transporte de lacunas
34	ITO	CuPc(150)/ NPB(300)	SBPA(300)	TA(100)/ Alq3(100)	MOML(1500)/ Mg:Ag(1200)/SiO(900)	AlQ3+Mg+Ag (47:47:6)	350. 9,2	Azul	Reflexão não-medida, inspeção visual mostra reflexão reduzida	
35	ITO	NPB (600)	AlQ3	(750)	MOML(1500)/ Mg:Ag(1200)/Ag(900)	AlQ3+Mg+Ag (47:47:6)	324. 8,4	Verde	10	
36	ITO	NPB (600)	AlQ3	(750)	LIF(10)/MOML1500/ Mg:Ag(1200)/Ag(900)	AlQ3+Mg+Ag (47:47:6)	363. 7,1	Verde	10	
37	ITO	NPB (600)	AlQ3	(750)	LIF(10)/MOML1(1200)/ MOML2(1500)/ Mg:Ag(1200)/Ag(900)	MOML1:AlQ3+ Ag (80:20) MOML2:AlQ3+Mg+Ag (47:47:6)	335. 6,8	Verde	8	

(Continuação)

Nº Ex.	Ano-do	região luminescente			catodo	composição da MOML (% de racion)	L(cd/m2) V(volts) a 25 mA/cm2	cor de emissão	% de reflexão	obser-vações
		zona de trans- porte de lacu- nas	zona de emis- são de luz	zona de trans- porte de elé- trons						
38	ITO	NPB (600)	AlQ3	(750)	MOML1(300)/ MOML2(1200)/ MOML3(1500)/ Mg:Ag(1200)/Ag(900)	MOML1&MOML3: AlQ3+Mg+Ag(47:47: 6) MOML2:AlQ3+Ag (80:20)	340. 8,2	Verde	9	Três MOMLs
39	ITO	NPB (600)	AlQ3	(750)	Ca(50)/MOML(1500)/ Mg:Ag(1200)/Ag(900)	AlQ3+Mg+Ag (47:47:6)	348. 7,95	Verde	11	
40	ITO	NPB (600)	AlQ3	(750)	LIF(10)/MOML(2500)/ Ag(2000)	AlQ3+Ag (80:20)	266. 8,8	Verde	7	
41	ITO	NPB (600)	AlQ3	(750)	LIF(10)/MOML(2500)/ Ag(2000)	AlQ3+Ag (65:35)	275. 8,8	Verde	10	
42	ITO	NPB (600)	AlQ3	(750)	MOML(2500)/Ag(2000)	AlQ3(65:35)	222. 20,0	Verde	7	
43	ITO	NPB (600)	AlQ3	(750)	MOML(100)/ MOML2(2500)/Ag(2000)	MOML1:AlQ3+Ag+ Ag (47:47:6) MOML2:AlQ3(65:35)	351. 7,5	Verde	9	
44	ITO	NPB (600)	AlQ3	(750)	LIF(10)/MOML1(100)/ MOML2(2500)/Ag(2000)	MOML1:AlQ3+Mg+ Ag (47:47:6) MOML2:AlQ3(65:35)	396. 6,6	Verde	10	

(Continuação)

Nº Ex.	Ano-do	região luminescente			catodo	composição da MOML (% de racion)	L(cd/m2) V(volts) a 25 mA/cm2	cor de emissão	% de reflexão	obser-vações
		zona de trans- porte de lacu- nas	zona de emis- são de luz	zona de trans- porte de elé- trons						
45	ITO	NPB (600)	AlQ3	(750)	MOML1(1000)/ MOML2(1500)/ Mg:Ag(1200)/Ag(900)	MOML1:AlQ3+Ag+ LIF(79:19:2) MOML2AlQ3+Mg+ Ag (47:47:6)	155. 11,2	Verde	7	
46	ITO	NPB (600)	AlQ3	(750)	LIF(10)/MOML1(1000)/ MOML2(1500)/ Mg:Ag(1200)/Ag(900)	MOML1:AlQ3+Ag+ LIF(79:19:2) MOML2AlQ3+Mg+A g (47:47:6)	322. 8,6	Verde	7	
47	ITO	NPB (600)	AlQ3	(750)	MOML(1500)/ Mg:Ag(1200)/Ag(900)	AlQ3+Mg+Ag LIF(45:45:6:4)	500. 7,3	Verde	10	MOML quarte- nária
48	ITO	NPB (600)	AlQ3	(750)	LIF(10)MOML(1500)/ Mg:Ag(1200)/Ag(900)	AlQ3+Mg+Ag LIF(45:45:6:4)	530. 6,5	Verde	11	
49	ITO	NPB (600)	AlQ3	(750)	MOML(1500)/ Mg:Ag(1200)/Ag(900)	AlQ3+Mg+Ag (47:47:6)	287. 6,8	Verde	25	
50	ITO	NPB (600)	AlQ3	(750)	MOML(1500)/ Mg:Ag(1200)/Ag(900)	AlQ3+Mg+Ag (40:40:20)	293. 6,5	Verde	20	
51	ITO	NPB (600)	AlQ3	(750)	MOML(1500)/ Mg:Ag(1200)/Ag(900)	AlQ3+Ca+Ag LIF(39:39:20:2)	318. 5,7	Verde	23	

N°	Anodo	região luminescente			catodo	Composição da MOML	Observações
		zona de transporte de lacunas	zona de emissão de luz	zona de transporte de elétrons			
1A	ITO	Polifluoreno (750)			MOML(1500)/Al(2000)	AlQ3+Mg+Ag(47:47:6)	OLED-Polimérico
2A	ITO	PeDOT (400)	Polifluoreno (750)		MOML(1500)/Al(2000)	AlQ3+Al+LiF+Ag(40:35:5:20)	OLED-Polimérico
3A	ITO	Polifluoreno (750)			MOML(1500)/Al(2000)	AlQ3+Al+Ca+Ag(40:30:20)	OLED-Polimérico
4A	ITO	Polifluoreno (750)			Al:Li(20)MOML(1500)/Al(2000)	AlQ3+Al+Ca+Ag(40:30:20)	OLED-Polimérico
5A	ITO	Polifenilenoquinoleno (750)			MOML(1500)/Al(2000)	AlQ3+Mg+Ag(47:47:6)	OLED-Polimérico
6A	ITO	polifenilenoquinoleno (750)		AlQ3(200)	MOML(1500)/Mg:Ag(1200)/Ag(900)	AlQ3+Mg+Ag+Ca(40:25:20:15)	OLED polimérica - molecular híbrida
7A	ITO	Polifenilenoquinoleno (750)		AlQ3(200)	MOML(1500)/Mg:Ag(1200)/Ag(900)	AlQ3+Mg+Ag+Ca(40:25:20:15)	OLED polimérica - molecular híbrida
8A	ITO	TPD+MgF2 (600)	AlQ3 (750)		MOML(1500)/Mg:Ag(1200)/Ag(900)	AlQ3+Ag(47:47:6)	OLED polimérica - molecular híbrida
9A	ITO/MOML (600)	NPB(600)	AlQ3 (750)		Mg:Ag(1200)/Ag(900)	CuPc+Au(90:10)	MOML no anodo
10A	ITO/MOML (600)	CuPc(150)/NPB(600)	AlQ3 (750)		Mg:Ag(1200)/Ag(900)	CuPc+Ag(80::20)	MOML no anodo
11A	ITO/MOML (600)	CuPc(150)/NPB(600)	AlQ3 (750)		Mg:Ag(1200)/Ag(900)	CuPc+Cu(80:20)	MOML no anodo
12A	ITO/MOML (600)	CuPc(150)/NPB(600)	AlQ3 (750)		Mg:Ag(1200)/Ag(900)	CuPc+Cu(80:20)	Composto orgânico + composto metálico
13A	ITO	NPB (200)	NPB+AlQ3+ Dopante(800)	AlQ3(200)	MOML(1500)/Mg:Ag(1200)/Ag(900)	AlQ3+AgO(80:20)	Composto orgânico + composto metálico

14A	ITO	NPB(200)	NPB+AlQ3+ Dopante(800)	AlQ3(200)	MOML(1500)/Mg:Ag(1200)/ Ag(900)	AlQ3+ZnO(80:20)	Composto orgânico + composto metálico
15A	ITO	NPB(600)	AlQ3	(750)	LiF(10)/Al(100)/MOML(1000)/ Al(900)	AlQ3+Ti(75:25)	MOML compreendendo Ti
16A	ITO	NPB(600)	AlQ3	(750)	LiF(10)/Al(100)/MOML(1000)/ Al(900)	AlQ3+Ni(75:25)	MOML compreendendo Ni
17A	ITO	NPB(600)	AlQ3	(750)	Mg:Ag(150)/ITO(800)/MOML (1000)/Ag(900)	AlQ3+Mg+Ag(47:47:6)	
18A	ITO	NPB(600)	AlQ3	(750)	Mg:Ag(150)/ITO(400)/MOML (300)/ITO(800)/Ag(900)	AlQ3+Ag(80:20)	
19A	ITO	NPB(600)	AlQ3	(750)	Mg:Ag(150)/ITO(400)/MOML (1300)/ITO(800)/MOML2/(300)/ TO(800)/Ag(900)	MOML1, MOML2:AlQ3+Ag(80:20)	MOML não- adjacente múltiplo
20A	ITO	NPB(600)	AlQ3	(750)	Li(10)/Al(100)/MOML(1000)/ Al(900)	AlQ3+Se(75:25)	MOML compreendendo Se
21A	ITO	NPB(600)	AlQ3	(750)	Li(10)/Al(100)/MOML(1000)/ Al(900)	AlQ3+Te(75:25)	MOML compreendendo Te
22A	ITO	NPB(600)	AlQ3	(750)	Li(10)/Al(100)/MOML(1000)/ Al(900)	AlQ3+Sb <sub>2</sub> S <sub>5</sub> (75:25)	MOML compreendendo outro composto de sulfeto de Sb
23A	ITO	NPB(600)	AlQ3	(750)	Li(10)/Al(100)/MOML(1000)/ Al(900)	AlQ3+Sb <sub>2</sub> S <sub>5</sub> (75:25)	MOML compreendendo outro composto de sulfeto de Sb

## REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo de exibição (10) compreendendo:

- (a) um catodo (50);
- (b) um anodo (30); e
- (c) uma região luminescente (40) entre o catodo (50) e o anodo (30)

**caracterizado pelo fato de que:**

pelo menos um dentre o catodo (50) e anodo (30) compreende uma camada mista organometálica absorvente de luz, que consiste em:

- (i) um material contendo metal inorgânico, em que o metal do material contendo metal inorgânico é selecionado do grupo que consiste em Cu, Ag, Au, Ni, Pd, Pt, Se e Te, e
- (ii) um material orgânico.

2. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o metal do material contendo metal inorgânico é selecionado do grupo que consiste em Cu, Ag e Au.

3. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o metal do material contendo metal inorgânico é selecionado do grupo que consiste em Ni, Pd e Pt.

4. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o metal do material contendo metal inorgânico é selecionado do grupo que consiste em Se e Te.

5. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o catodo (50) inclui a camada mista organometálica.

6. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o catodo (50) inclui a camada mista organometálica e uma região de injeção de elétron.

7. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o catodo (50) inclui uma região de capeamen-

to.

8. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a região luminescente (40) inclui um material eletroluminescente orgânico.

9. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a região luminescente (40) inclui um material eletroluminescente inorgânico.

10. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o anodo (30) inclui a camada mista organometálica.

11. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o anodo (30) inclui a camada mista organometálica e uma região de injeção de lacunas.

12. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o anodo (30) inclui uma região de capeamento.

13. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o metal do material contendo metal inorgânico é Ag e o material orgânico é tris(8-hidroxiquinolinato)alumínio.

14. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o catodo (50) é uma camada única consistindo da camada mista organometálica.

15. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o anodo (30) é uma camada única consistindo da camada mista organometálica.

16. Dispositivo de exibição (10) compreendendo:

- (a) um catodo (50);
- (b) um anodo (30);
- (c) uma região luminescente (40) entre o catodo (50) e o anodo (30); e
- (d) uma região adjacente a um eletrodo selecionado do grupo que

consiste no catodo (50) e no anodo (30), **caracterizado pelo fato de que** a região inclui uma camada mista organometálica, absorvente de luz que inclui:

- (i) um material contendo metal inorgânico;
- (ii) um material orgânico, e
- (iii) um material inorgânico.

17. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado pelo fato de que** o metal do material contendo metal inorgânico é selecionado do grupo que consiste em Li, Na, K, Rb, Cs, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Sc, Y, La, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Tc, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, B, Al, Ga, In, Sn, Pb, Sb, Bi, Se, Te, Ce, Nd, Sm e Eu.

18. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado pelo fato de que** o eletrodo inclui uma região de capeamento.

19. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado pelo fato de que** a região é uma camada única consistindo da camada mista organometálica.

20. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado pelo fato de que** o dispositivo (10) tem uma pluralidade de regiões.

21. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado pelo fato de que** o eletrodo é o catodo (50).

22. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado pelo fato de que** o eletrodo é o anodo (30).

23. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado pelo fato de que** a camada mista organometalica inclui tris(8-hidroxiquinolinato)alumínio e o metal no material contendo metal inorgânico é Ag.

24. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado pelo fato de que** o dispositivo (10) reduz a reflexão de luz em

pelo menos 30%.

25. Dispositivo de exibição compreendendo:

- (a) um catodo (50);
- (b) um anodo (30); e
- (c) uma região luminescente (40) entre o catodo (50) e o anodo (30), **caracterizado pelo fato de que**

pelo menos um dentre o catodo (50) e o anodo (30) compreende uma camada mista organometálica absorvente de luz, incluindo:

- (i) um material contendo metal inorgânico;
- (ii) um material orgânico, e
- (iii) um material inorgânico.

26. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 25, **caracterizado pelo fato de que** o metal do material contendo metal inorgânico e os metais são selecionados do grupo que consiste em Li, Na, K, Rb, Cs, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Sc, Y, La, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Tc, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, B, Al, Ga, In, Sn, Pb, Sb, Bi, Se, Te, Ce, Nd, Sm e Eu.

27. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 25, **caracterizado pelo fato de que** o catodo (50) inclui a camada mista organometálica.

28. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 25, **caracterizado pelo fato de que** o catodo (50) inclui a camada mista organometálica e uma região de injeção de elétron.

29. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 25, **caracterizado pelo fato de que** o catodo (50) inclui uma região de capeamento.

30. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 25, **caracterizado pelo fato de que** a região luminescente (40) inclui um material eletroluminescente orgânico.

31. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 25, **caracte-**

**rizado pelo fato de que** a região luminescente (40) inclui um material eletroluminescente inorgânico.

32. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 25, **caracterizado pelo fato de que** o anodo (30) inclui a camada mista organometálica.

33. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 25, **caracterizado pelo fato de que** o anodo (30) inclui a camada mista organometálica e uma região de injeção de lacunas.

34. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 25, **caracterizado pelo fato de que** o anodo (30) inclui uma região de capeamento.

35. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 25, **caracterizado pelo fato de que** o catodo (50) inclui a camada mista organometálica e a camada mista organometálica inclui tris(8-hidroxiquinolinato)alumínio, Ag e Ca.

36. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 25, **caracterizado pelo fato de que** o catodo (50) inclui a camada mista organometálica e a camada mista organometálica inclui tris(8-hidroxiquinolinato)alumínio, Ag, Ca e LiF.

37. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 25, **caracterizado pelo fato de que** o catodo (50) inclui a camada mista organometálica e a camada mista organometálica inclui tris(8-hidroxiquinolinato)alumínio, Ag, Mg e LiF.

38. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 25, **caracterizado pelo fato de que** o catodo (50) é uma camada única consistindo da camada mista organometálica.

39. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 25, **caracterizado pelo fato de que** o anodo (30) é uma camada única consistindo da camada mista organometálica.

40. Dispositivo eletroluminescente compreendendo:

- (a) um catodo (50);
- (b) um anodo (30); e
- (c) uma região luminescente (40) incluindo um material eletroluminescente orgânico entre o catodo (50) e o anodo (30) **caracterizado pelo fato de que:**

o catodo (50) compreende uma camada mista organometálica absorvente de luz, que inclui:

- (i) um metal;
- (ii) um material orgânico, e
- (iii) um material inorgânico.

41. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 40, **caracterizado pelo fato de que** o catodo (50) inclui uma pluralidade de camadas com a camada mista organometálica estando em contato com a região luminescente (40).

42. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 40, **caracterizado pelo fato de que** o metal e os metais são selecionados do grupo que consiste em Mg, Ag, Al, In, Ca, Sr, Au, Li, Cr.

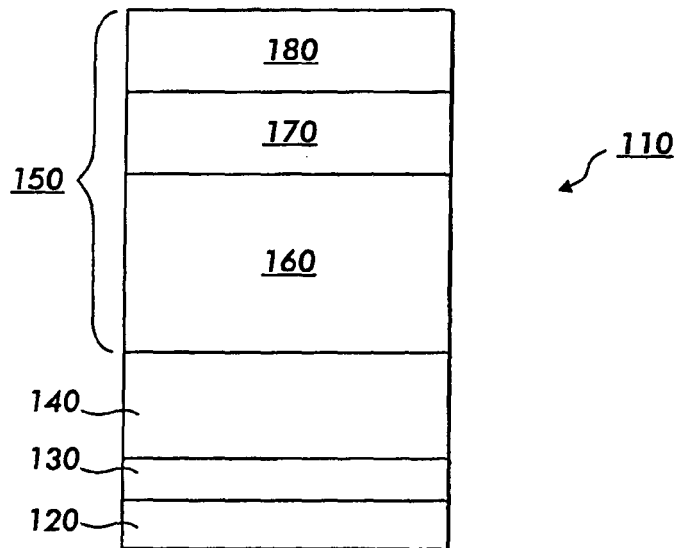
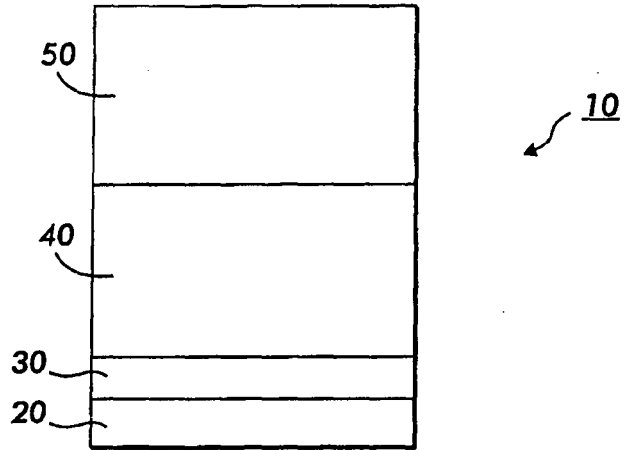
43. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 40, **caracterizado pelo fato de que** os materiais inorgânicos são selecionados do grupo que consiste em SiO, SiO<sub>2</sub>, LiF e MF<sub>2</sub>.

44. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 40, **caracterizado pelo fato de que** os materiais orgânicos incluem tris(8-hidroxiquinolinato)alumínio.

45. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 40, **caracterizado pelo fato de que** a camada mista organometálica inclui Mg, tris(8-hidroxiquinolinato)alumínio e Ag.

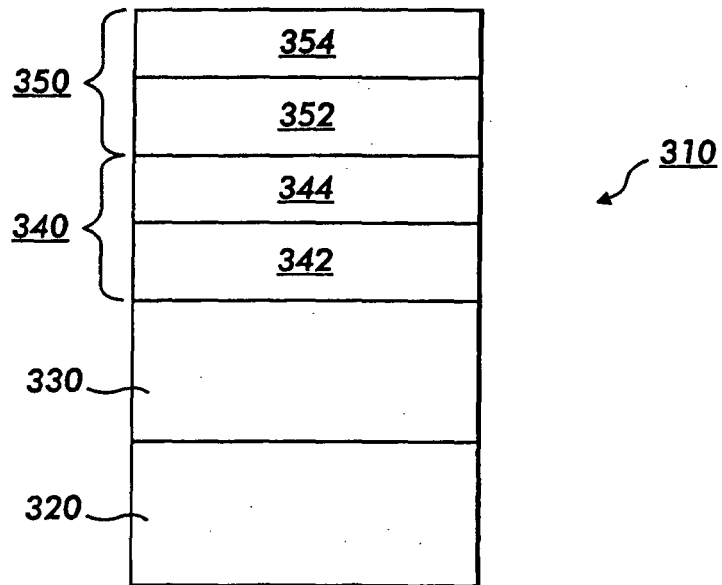
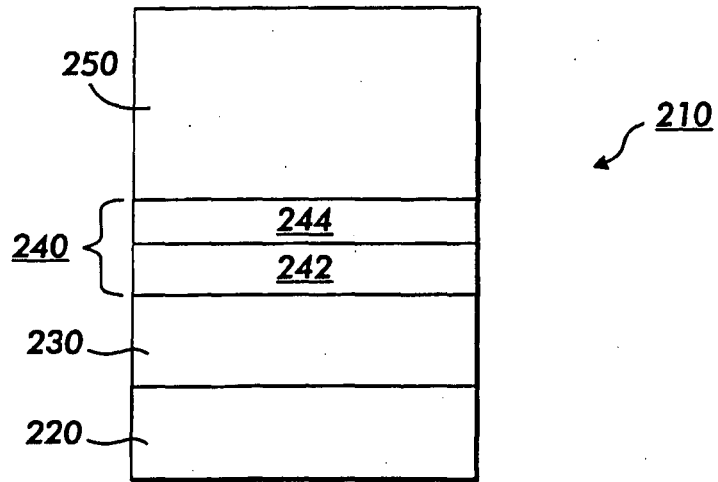
46. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 40, **caracterizado pelo fato de que** o catodo (50) é uma camada única consistindo da camada mista organometálica.

**FIG. 1**



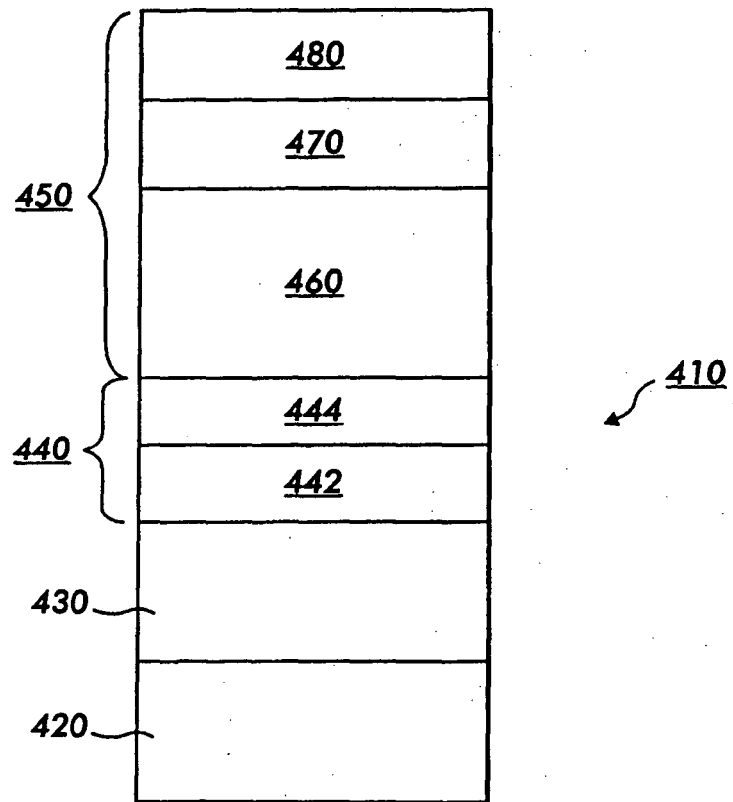
**FIG. 2**

**FIG. 3**



**FIG. 4**

Técnica anterior



**FIG. 5**

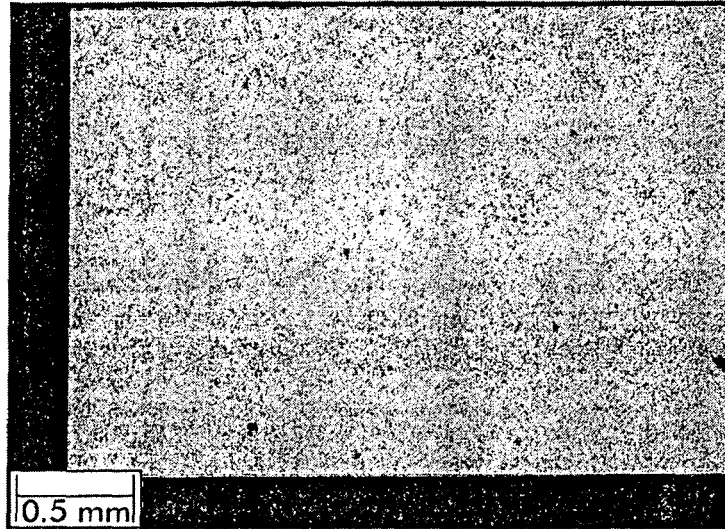


FIG. 6A

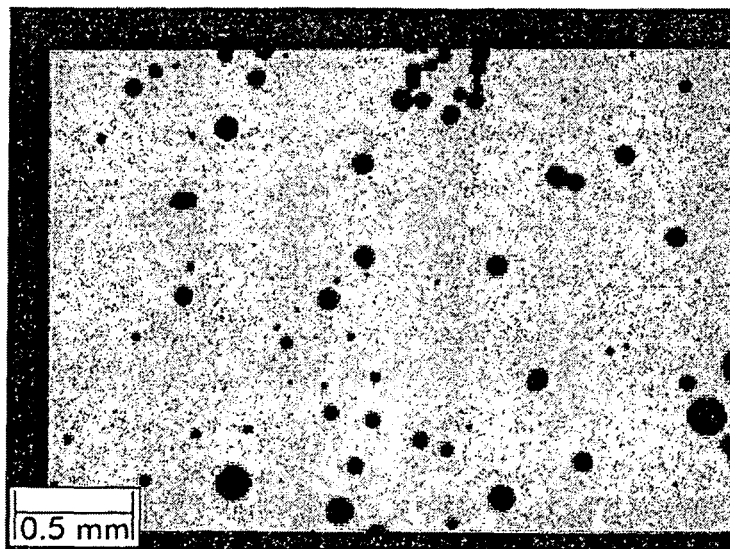
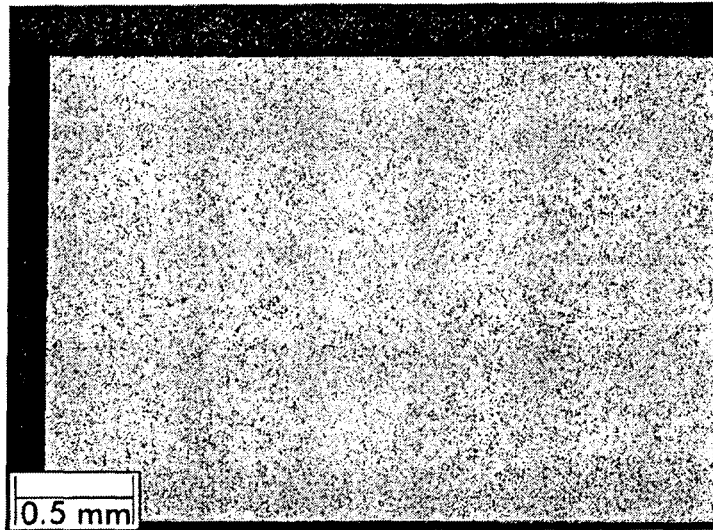
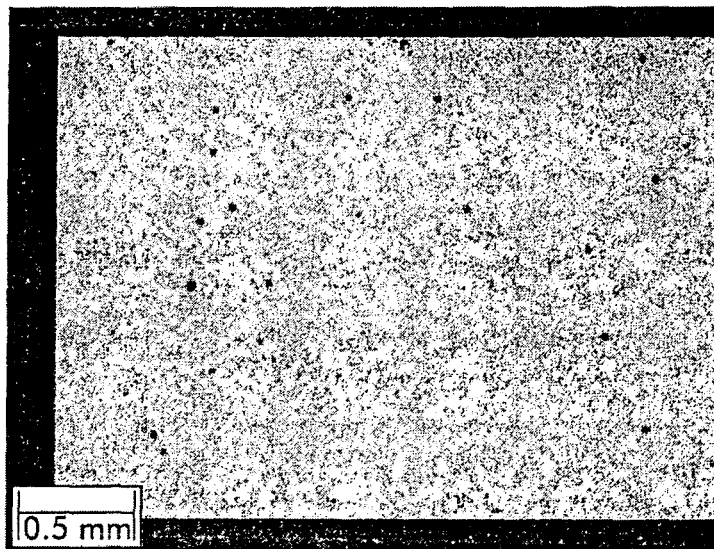


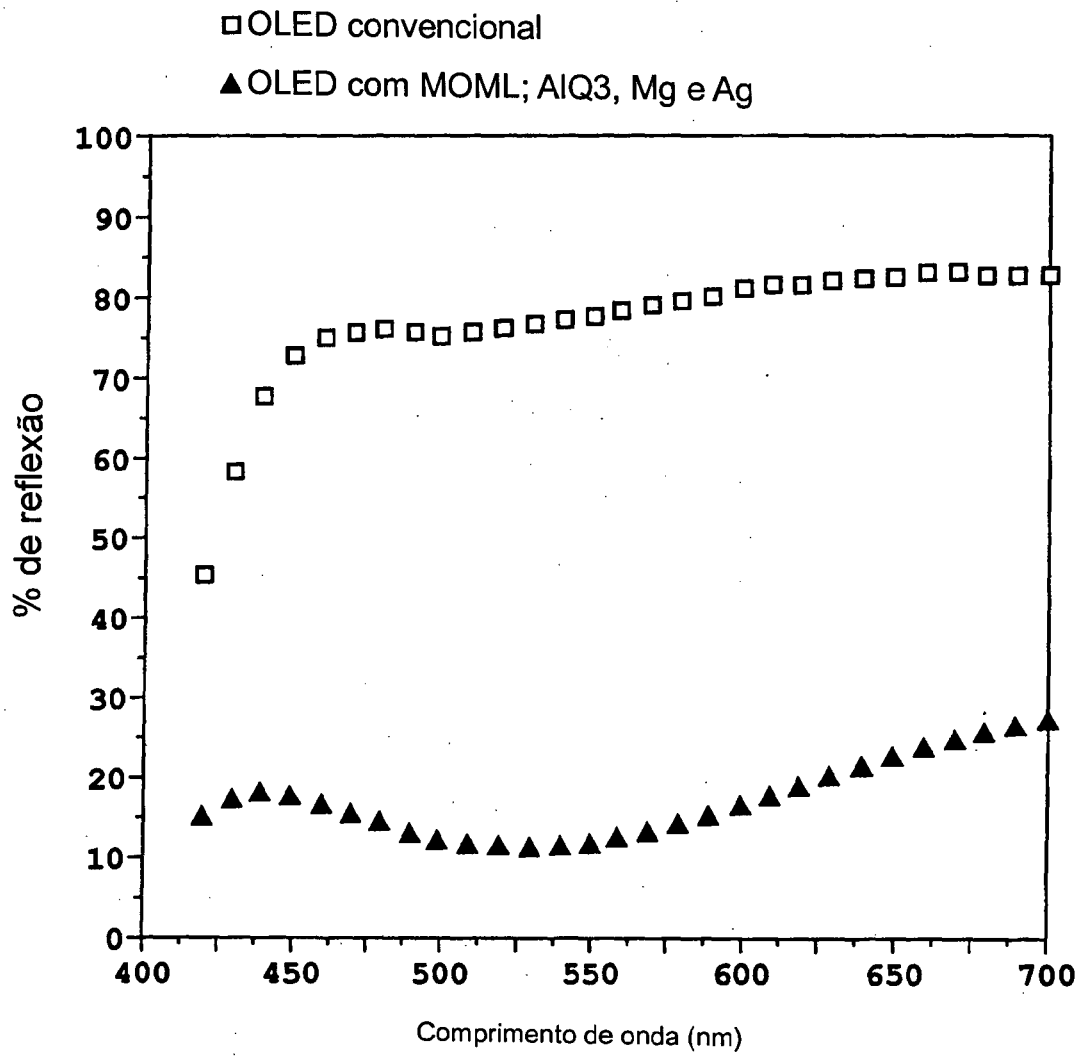
FIG. 6B

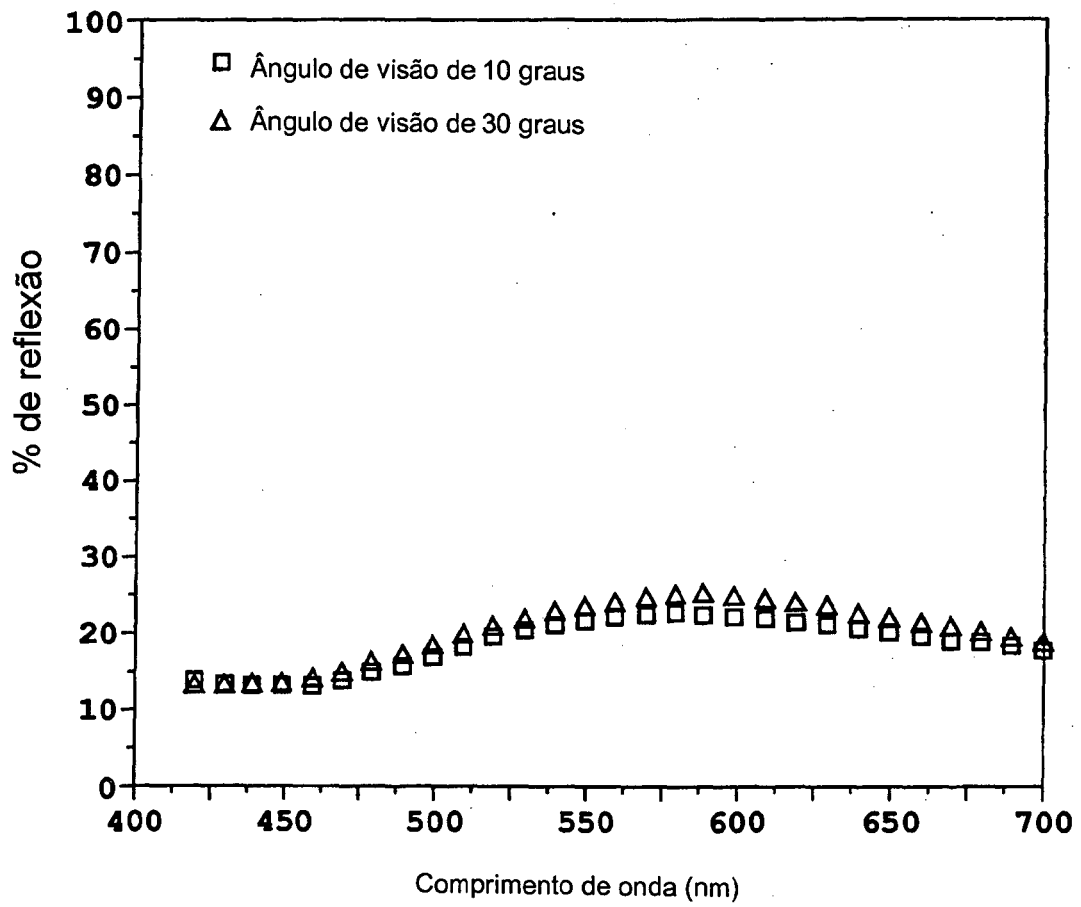


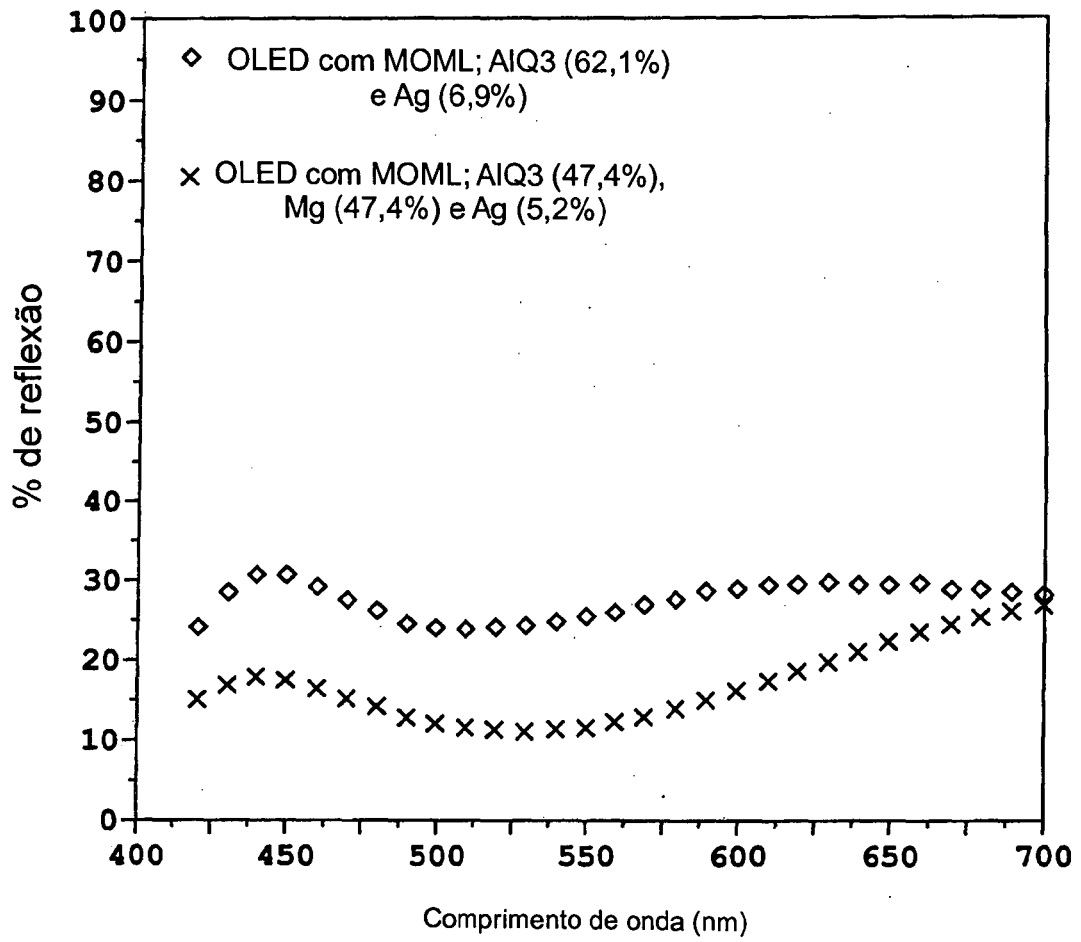
**FIG. 7A**

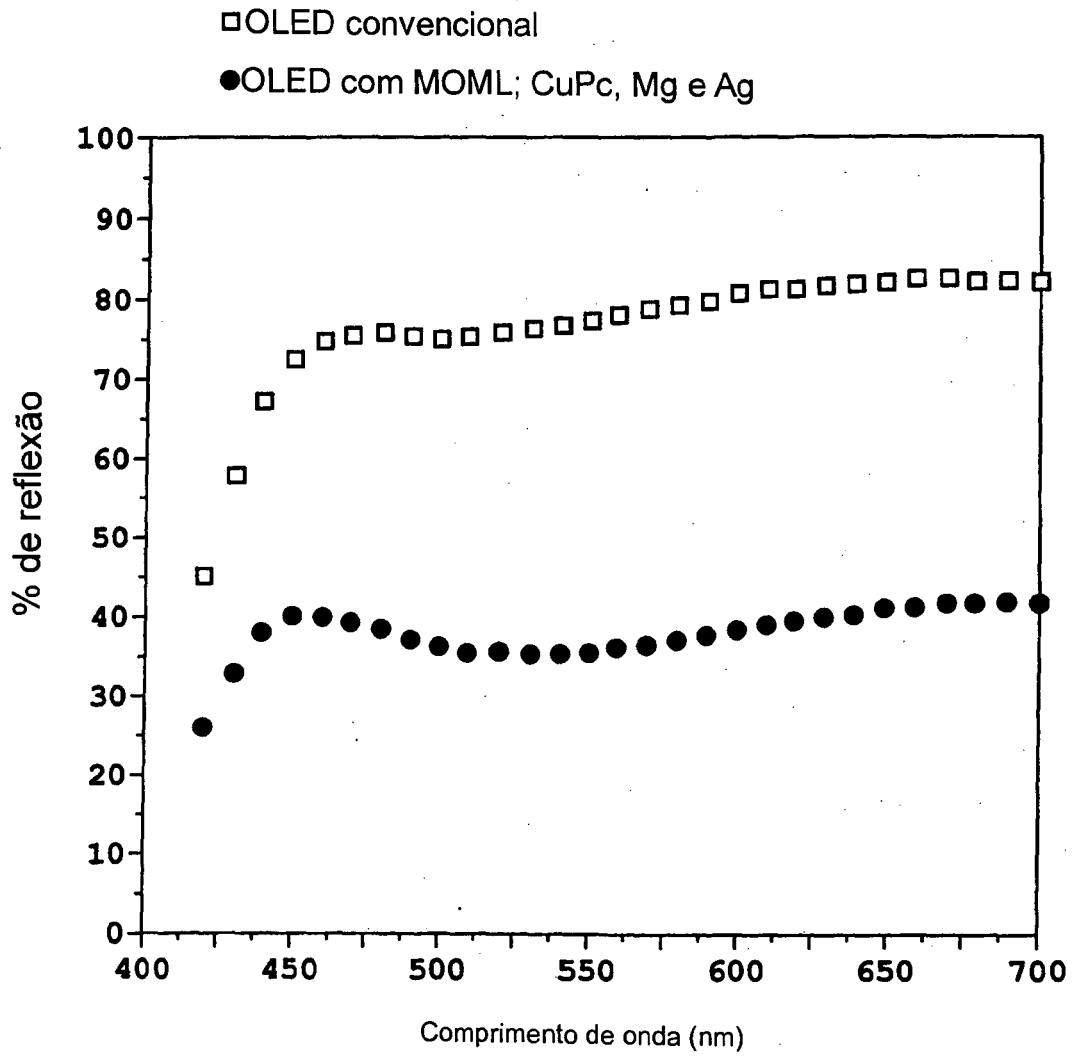


**FIG. 7B**

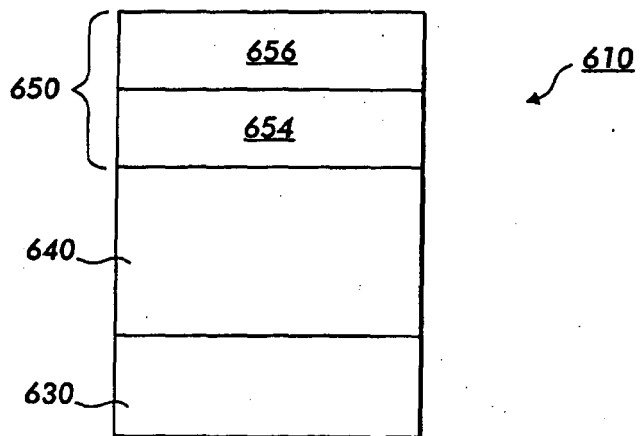
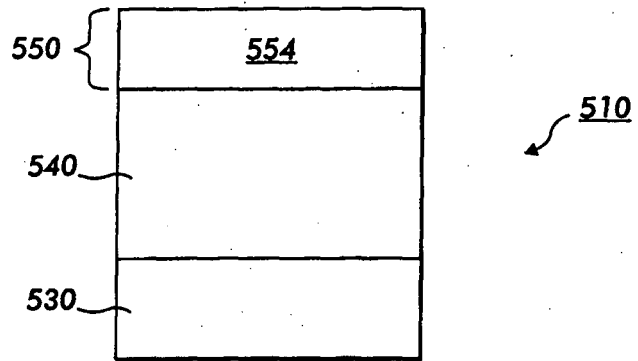
**FIG. 8**

**FIG. 9**

**FIG. 10**

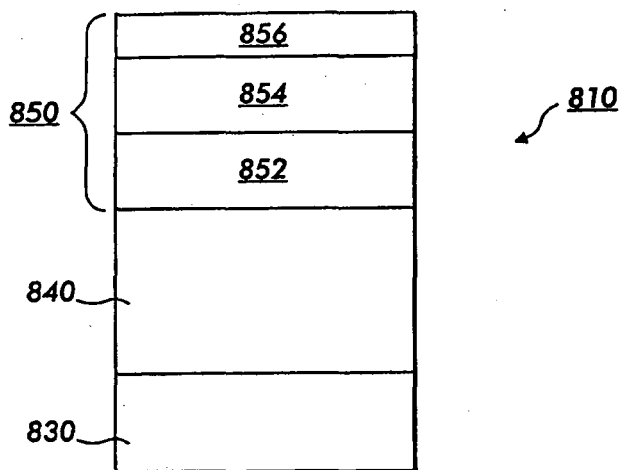
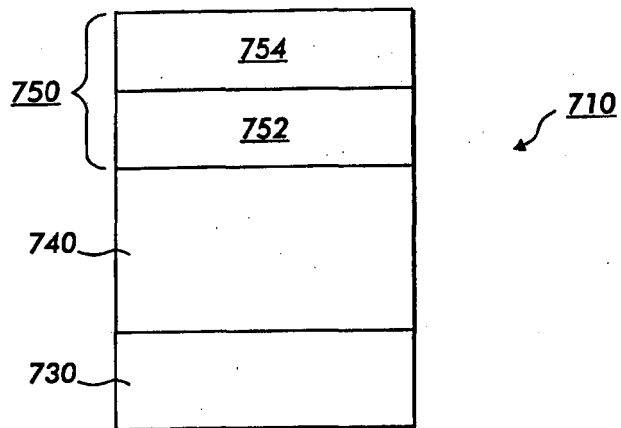
**FIG. 11**

**FIG. 12**



**FIG. 13**

**FIG. 14**



**FIG. 15**

FIG. 16

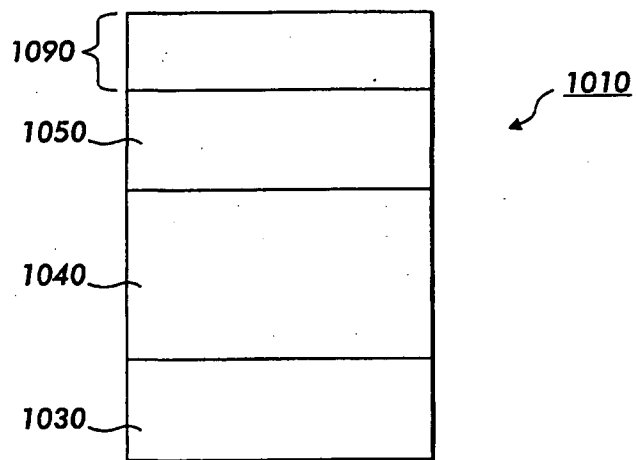
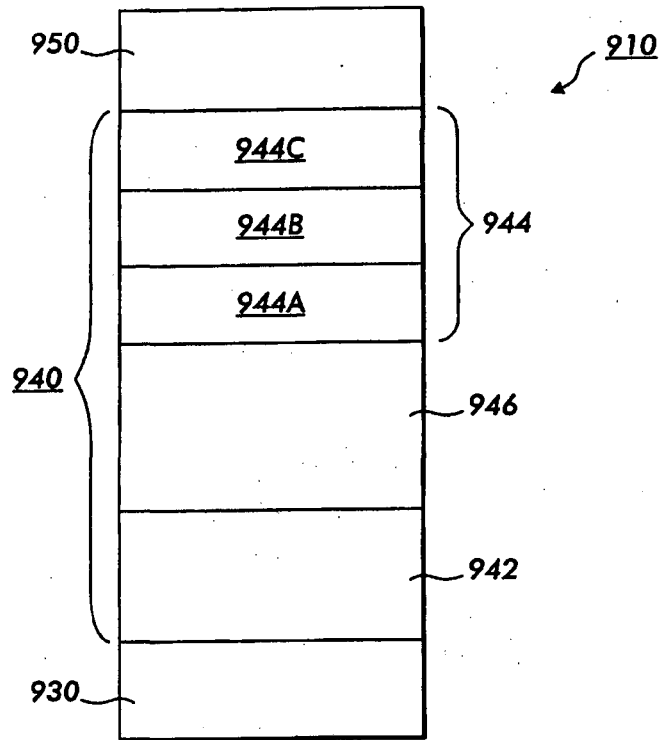


FIG. 17