

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-332047
(P2006-332047A)

(43) 公開日 平成18年12月7日(2006.12.7)

(51) Int.CI.	F 1	テーマコード (参考)
H05B 33/26 (2006.01)	H05B 33/26	A 3K107
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/26	Z
	H05B 33/14	A

審査請求 有 請求項の数 29 O L 外国語出願 (全 55 頁)

(21) 出願番号	特願2006-138555 (P2006-138555)	(71) 出願人	501426046 エルジー・フィリップス エルシーテー カンパニー、リミテッド 大韓民国 ソウル、ヨンドゥンポーク、ヨ イドードン 20
(22) 出願日	平成18年5月18日 (2006.5.18)	(74) 代理人	100064447 弁理士 岡部 正夫
(31) 優先権主張番号	11/133977	(74) 代理人	100085176 弁理士 加藤 伸晃
(32) 優先日	平成17年5月20日 (2005.5.20)	(74) 代理人	100094112 弁理士 岡部 譲
(33) 優先権主張国	米国(US)	(74) 代理人	100096943 弁理士 白井 伸一
		(74) 代理人	100101498 弁理士 越智 隆夫

最終頁に続く

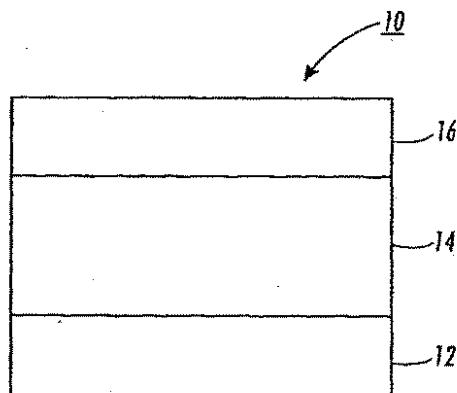
(54) 【発明の名称】金属有機混合層アノードを有する表示素子

(57) 【要約】

【課題】熱蒸着などの攻撃性の弱い蒸着法に修正可能なアノード構成および材料を提供するとともに、アノードの透過度または不透過度を調整してアノードおよび/またはOLEDが実質的に反射性に作られるように制御できるようなアノード構成も提供する。

【解決手段】表示素子はアノードと、カソードと、該アノードと該カソードとの間に配設されたルミネセンス領域とを含み、該アノードは電子受容材料に動作可能に組み合わされた金属有機混合層を含む。アノードは金属有機混合層と電子受容材料との混合物をアノードの単層中に含み得る。あるいは、該アノードは金属有機混合層と該金属有機混合層に隣接するバッファ層とを含む多層構成を有し得、該バッファ層は電子受容材料と任意には正孔輸送材料とを含む。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アノードと、

カソードと、

前記アノードと前記カソードとの間に配設された有機エレクトロルミネセンス材料を含むルミネセンス領域とを含む有機発光素子であって、

前記アノードは i) 金属材料と ii) 有機材料とを含む金属有機混合層を含み、かつ前記金属有機混合層は電子受容材料に動作可能に組み合わされた有機発光素子。

【請求項 2】

前記電子受容材料は FeCl₃、AlCl₃、InCl₃、GaCl₃、SbCl₅、
トリニトロフルオレン、2, 3, 5, 6 - テトラフルオロ - 7, 7, 8, 8 - テトラシクロキノジメタン、およびこれらを組み合わせたものから成る群から選択された請求項 1 に記載の素子。 10

【請求項 3】

前記アノードは金属有機混合層と電子受容材料との混合物を含む請求項 1 に記載の素子。
。

【請求項 4】

前記アノードは金属有機混合層を含む第 1 の層と、該第 1 の層に隣接する第 2 の層とを含み、該第 2 の層は電子受容材料と任意には正孔輸送材料とを含む請求項 1 に記載の素子。
。

20

【請求項 5】

前記第 2 の層は、N, N' - ジ(ナフタレン - 1 - イル) - N, N' - ジフェニル - ベンジジン(NPB)、4, 4', 4" - トリス(N, N - ジフェニルアミノ)トリフェニルアミン(mTDATA)、2, 5 - ジ - tert - ブチルフェニル - N, N' - ジフェニル - N, N' - ビス(3 - メチルフェニル - 1(1, 1' - ピフェニル) - 4, 4' - ジアミン(BP-TPD)、N, N' - ジフェニル - N, N' - ビス(3)メチルフェニル - (1, 1' - ピフェニル) - 4, 4' - ジアミン(TPD)、銅フタロシアニン(CuPc)、バナジル - フタロシアニン(VOPc)、ポリ(3, 4 - エチレンジオキシチオフェン(PEDOT)、ポリアニリン(PAni)、およびこれらを組み合わせたものから成る群から選択された正孔輸送材料を含む請求項 4 に記載の素子。 30

30

【請求項 6】

前記金属材料は、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、Eu、およびこれらを組み合わせたものから成る群から選択された請求項 1 に記載の素子。

【請求項 7】

前記金属有機混合層は前記アノードの約 5 ~ 約 95 容量 % の量で存在し、前記電子受容材料は前記アノードの約 95 ~ 約 5 容量 % の量で存在する請求項 3 に記載の素子。

40

【請求項 8】

前記アノードは約 100 ~ 5, 000 の厚さを有する請求項 1 に記載の素子。

【請求項 9】

前記アノードは光吸収性であり、前記金属有機混合層は前記素子は少なくとも約 30 % だけ光反射を低減させるように選択された請求項 1 に記載の素子。

【請求項 10】

前記アノードは実質的に透明であり、前記金属有機混合層は可視範囲の前記アノードの光透過率が少なくとも 50 % になるように選択された請求項 1 に記載の素子。

【請求項 11】

前記アノードは実質的に反射性であり、前記金属有機混合層は可視範囲の前記アノードの反射率が少なくとも 50 % になるように選択された請求項 1 に記載の素子。

50

【請求項 1 2】

アノードと、
カソードと、

前記アノードと前記カソードとの間に配設された有機エレクトロルミネセンス材料を含むルミネセンス領域とを含む有機発光素子であって、

前記アノードは金属有機混合層とバッファ層とを含み、該金属有機混合層は i) 金属材料と i i) 有機材料とを含み、かつ前記バッファ層は電子受容材料を含む有機発光素子。

【請求項 1 3】

前記電子受容材料は FeCl₃、AlCl₃、InCl₃、GaCl₃、SbCl₅、トリニトロフルオレン、2, 3, 5, 6 - テトラフルオロ - 7, 7, 8, 8 - テトラシクロキノジメタン、およびこれらを組み合わせたものから成る群から選択された請求項 1 2 に記載の素子。
10

【請求項 1 4】

前記バッファ層は約 10 ~ 約 500 の厚さを有する請求項 1 2 に記載の素子。

【請求項 1 5】

前記バッファ層は正孔輸送材料をさらに含む請求項 1 2 に記載の素子。

【請求項 1 6】

前記第 2 の層は、N, N' - ジ(ナフタレン - 1 - イル) - N, N' - ジフェニル - ベンジジン(NPB)、4, 4', 4" - トリス(N, N - ジフェニルアミノ)トリフェニルアミン(mTDATA)、2, 5 - ジ - tert - ブチルフェニル - N, N' - ジフェニル - N, N' - ビス(3 - メチルフェニル - 1(1, 1' - ビフェニル) - 4, 4' - ジアミン(BP - TPD)、N, N' - ジフェニル - N, N' - ビス(3)メチルフェニル - (1, 1' - ビフェニル) - 4, 4' - ジアミン(TPD)、銅フタロシアニン(CuPc)、バナジル - フタロシアニン(VOPc)、ポリ(3, 4 - エチレンジオキシチオフェン(PEDOT)、ポリアニリン(PAni)、およびこれらを組み合わせたものからなる群から選択された請求項 1 5 に記載の素子。
20

【請求項 1 7】

前記電子受容材料は、前記バッファ層の約 1 ~ 約 99 容量 % の量で存在し、前記正孔輸送材料は前記バッファ層の約 99 ~ 約 1 容量 % の量で存在する請求項 1 6 に記載の素子。
30

【請求項 1 8】

前記電子受容材料は、前記バッファ層の約 5 ~ 約 50 容量 % の量で存在し、前記正孔輸送材料は前記バッファ層の約 95 ~ 約 50 容量 % の量で存在する請求項 1 7 に記載の素子。

【請求項 1 9】

前記バッファ層は電子受容材料から成る請求項 1 2 に記載の素子。

【請求項 2 0】

前記バッファ層は複数のバッファ層を含み、該バッファ層の各々は電子受容材料と任意には正孔輸送材料を独立して含んでいる請求項 1 2 に記載の素子。

【請求項 2 1】

前記バッファ層の複数のバッファ層の各々は独立して、約 1 ~ 約 499 の厚さを有する請求項 1 2 に記載の素子。
40

【請求項 2 2】

前記複数のバッファ層の少なくとも 1 つは電子受容材料から成る請求項 1 2 に記載の素子。

【請求項 2 3】

前記金属有機混合層は前記素子が少なくとも約 30 % だけ光反射を低減させるように選択された請求項 1 2 に記載の素子。

【請求項 2 4】

前記アノードは実質的に透明であり、前記金属有機混合層は可視範囲の前記アノードの光透過率が少なくとも 50 % になるように選択された請求項 1 2 に記載の素子。
50

【請求項 25】

前記アノードは実質的に反射性があり、前記金属有機混合層は可視範囲の前記アノードの反射率が少なくとも 50 % になるように選択された請求項 12 に記載の素子。

【請求項 26】

各バッファ層は独立して、約 1 ~ 約 100 容量 % の量の電子輸送材料と、約 0 ~ 約 99 容量 % の量の正孔輸送材料とを含む請求項 20 に記載の素子。

【請求項 27】

請求項 1 の素子を含む表示素子。

【請求項 28】

請求項 12 の素子を含む表示素子。

10

【請求項 29】

アノードと、

カソードと、

前記アノードと前記カソードとの間に配設されたルミネセンス領域とを含む表示素子であって、

前記アノードは電子受容材料に動作可能に組み合わされた金属有機混合層を含む表示素子。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

20

同時係属出願第 11 / 133,752 号 [A 3623 - U S - N P] は電子受容材料と組み合わせた金属有機混合層を中間電極として含み得る積層 OLED を記載している。

【0002】

本発明は種々の実施形態では、アノード構成の一部として金属有機混合層を含む表示素子に関する。特に、本開示はアノードの一部でありかつ電子受容材料に動作可能に組み合わされた金属有機混合層を含む表示素子に関する。該アノード構成を特に有機発光素子 (OLED) に関連して記載するが、該アノードは他の類似する用途および表示素子に修正可能であることを理解されたい。

【背景技術】**【0003】**

30

有機発光素子 (OLED) はディスプレイ用途に有望な技術の代表である。典型的な有機発光素子には、第 1 の電極、1 つまたは複数のエレクトロルミネセンス有機材料を含むルミネセンス領域、および第 2 の電極を含み、ここで第 1 の電極および第 2 の電極の一方は正孔注入アノードとして働き、他方は電子注入カソードとして働き、第 1 の電極および第 2 の電極の一方は前部電極であり、他方は裏電極である。前部電極は透明（または少なくとも部分的に透明）であるが、裏電極は通常は光に対して反射率が非常に高い。電圧が第 1 の電極および第 2 の電極にわたって印加されると、光がルミネセンス領域から透明な前部電極を通して放出される。高い周囲光の下で観察すると、反射性の裏電極は相当な量の周囲光を観察者に反射し、その結果、その素子自身の発光と比較して反射される照明の割合が高くなるために表示された像の「ウォッシュアウト」が生じる。

40

【0004】

一般にエレクトロルミネセンス・ディスプレイのコントラストを改善するために、例えば米国特許第 4287449 号に記載されたような光吸収層、または例えば米国特許第 5049780 号に記載されたような光学干渉材料を用いて周囲照明の反射が低減されてきた。

【0005】

表示素子における周囲光の反射を抑えるための近年の他の開発は、例えば、現在は米国特許第 6841932 号である米国特許出願第 10 / 117812 号、および米国特許公報第 2003 / 0234609 号として発行されている米国特許出願第 10 / 401238 号に記載されているような金属 - 有機物混合層に向けられている。光の反射を低減する

50

その他の方法は、米国特許第6750609号に取り上げられている。これらの特許および特許出願の全体を本願明細書に援用する。

【0006】

OLEDなどの表示素子におけるアノードは典型的にはITOなどの材料から形成される。しかし、ITOの使用には、OLEDの他の構成要素を作成または形成するために一般に用いられる熱蒸着法によって簡単に作成することができないという点で不利がある。ITOアノードは一般にはスパッタリングなどのより攻撃的な作成技術を必要とするために、隣接する層の比較的脆い有機積層体および構成要素を損傷させないようにOLEDの残りの部分とは別に作成される。この結果、OLED構造体を製造または形成するのに要する時間とコストの両方が増大することになる。したがって、OLEDの他の層を形成するのに使用される蒸着技術を用いてアノードを形成することを可能にするアノード用の材料または構成を提供する必要がある。

【0007】

また、駆動電子回路が規則的な底部発光OLEDの場合のような表示素子のカソード側ではなくアノード側に位置する上部発光素子にとっては、非反射性アノード（黒色アノード）が重要である。上記特許および特許出願に記載されたような金属有機混合層はカソードに適していることが実証されているが、材料の不適合性の問題が非反射性アノードまたは黒色アノードとしての金属有機混合層の使用に問題となっている。

【0008】

- 【特許文献1】米国特許第4287449号
- 【特許文献2】米国特許第5049780号
- 【特許文献3】米国特許第6841932号
- 【特許文献4】米国特許出願第10/117812号
- 【特許文献5】米国特許公報第2003/0234609号
- 【特許文献6】米国特許出願第10/401238号
- 【特許文献7】米国特許第6750609号
- 【特許文献8】米国特許第4539507号
- 【特許文献9】米国特許第5151629号
- 【特許文献10】米国特許第5150006号
- 【特許文献11】米国特許第5141671号
- 【特許文献12】米国特許第5846666号
- 【特許文献13】米国特許第6423429号
- 【特許文献14】米国特許第4885211号
- 【特許文献15】米国特許第4720432号
- 【特許文献16】米国特許第5703436号
- 【特許文献17】米国特許第5429884号
- 【特許文献18】米国特許第6765348号
- 【特許文献19】米国特許第5247190号
- 【非特許文献1】Bemiusらの「Developmental Progress of Electroluminescent Polymeric Material and Devices」、SPIE Conference on Organic Light Emitting Materials and Devices IIの会報、コロラド州デンバー、1999年7月、第3797号、129頁
- 【特許文献20】米国特許第5516577号
- 【特許文献21】米国特許第646511号
- 【特許文献22】米国特許出願整理番号第09/208172号
- 【特許文献23】欧州特許出願第1009044A2号
- 【特許文献24】米国特許第5972247号
- 【特許文献25】米国特許第6479172号
- 【特許文献26】米国特許出願整理番号第09/771311号

10

20

30

40

50

- 【特許文献 27】米国特許第 5 9 3 5 7 2 1 号
 【特許文献 28】米国特許第 5 9 2 5 4 7 2 号
 【特許文献 29】米国特許第 6 0 5 7 0 4 8 号
 【特許文献 30】米国特許第 6 8 2 1 6 4 3 号
 【特許文献 31】米国特許第 5 2 2 7 2 5 2 号
 【特許文献 32】米国特許第 5 2 7 6 3 8 1 号
 【特許文献 33】米国特許第 5 5 9 3 7 8 8 号
 【特許文献 34】米国特許第 3 1 7 2 8 6 2 号
 【特許文献 35】米国特許第 4 3 5 6 4 2 9 号
 【特許文献 36】米国特許第 5 5 1 6 5 7 7 号
 【特許文献 37】米国特許第 5 6 0 1 9 0 3 号
 【特許文献 38】米国特許第 5 9 3 5 7 2 0 号
 【非特許文献 2】Kido らの「White light emitting organic electroluminescent device using lanthanide complexes」、Jpn. J. Appl. Phys., 第 35巻、L394~L396頁(1996年)
 【非特許文献 3】Baldo らの「Highly efficient organic phosphorescent emission from organic electroluminescent devices」、Nature誌、第 395巻、151~154頁(1998年)
 【特許文献 39】米国特許第 5 7 2 8 8 0 1 号
 【特許文献 40】米国特許第 5 9 4 2 3 4 0 号
 【特許文献 41】米国特許第 5 9 5 2 1 1 5 号
 【特許文献 42】米国特許第 4 5 3 9 5 0 7 号
 【特許文献 43】米国特許第 4 7 2 0 4 3 2 号
 【特許文献 44】米国特許第 4 7 6 9 2 9 2 号
 【特許文献 45】米国特許第 6 1 3 0 0 0 1 号
 【特許文献 46】米国特許第 6 3 9 2 3 3 9 号
 【特許文献 47】米国特許第 6 3 9 2 2 5 0 号
 【特許文献 48】米国特許第 6 6 1 4 1 7 5 号
 【特許文献 49】米国特許出願第 2 0 0 3 / 0 2 3 4 6 0 9 号
 【発明の開示】
 【発明が解決しようとする課題】
 【0009】
 したがって、新しいアノード材料および/または構成を提供する必要がある。例えば熱蒸着などの攻撃性の弱い蒸着法に修正可能なアノード構成および材料の必要性がある。アノードの透過度または不透過度を調整してアノードおよび/またはOLEDが実質的に反射性、実質的に光吸收性(例えば黒色)、または実質的に伝達性(例えば透明または半透明)に望むように作られるように制御できるようにするアノード構成の必要性もある。
 【課題を解決するための手段】
 【0010】
 本開示は、そのいくつかの実施形態では、アノードと、カソードと、該アノードと該カソードとの間に配設されたルミネセンス領域を含む表示素子に関し、該アノードは電子受容材料に動作可能に組み合わされた金属有機混合層を含む。
 【0011】
 本開示はまた、その種々の実施形態では、アノードと、カソードと、該アノードと該カソードとの間に配設されたルミネセンス領域とを含む表示素子に関し、該アノードは金属有機混合層と電子受容材料との混合物を含み、該金属有機混合層は i) 金属材料と ii) 有機材料とを含んでいる。
 【0012】

10

20

30

40

50

さらに、本開示は、そのいくつかの実施形態では、アノードと、カソードと、該アノードと該カソードとの間に配設されたルミネセンス領域とを含む表示素子に関し、該アノードは金属有機混合層とバッファ層とを含み、該金属有機混合層は i) 金属材料と ii) 有機材料とを含み、該バッファ層は電子受容材料を含む。

【0013】

本開示はまた、そのさらに他の実施形態では、アノードと、カソードと、該アノードと該カソードとの間に配設されたルミネセンス領域とを含む表示素子に関し、該アノードは金属有機混合層とバッファ層とを含み、該バッファ層は電子受容材料と任意には正孔輸送材料とを含む。

【0014】

これらおよび他の非限定的なフィーチャおよび特徴を本願明細書でさらに開示する。

本開示は、例えばOLEDなどの表示素子に関する。本開示の表示素子はアノード、カソード、および該アノードと該カソードとの間に配設されたルミネセンス領域を含む。本開示のアノードは電子受容材料に動作可能に組み合わされた金属有機混合層(MOML)を含む。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

図1を参照すると、OLED10はアノード12と、カソード16と、アノード12とカソード16との間に配設されたルミネセンス領域14とを含んでいる。アノード12はMOMLと電子受容材料との混合物を含む。

【0016】

図2を参照すると、OLED20はアノード22と、ルミネセンス領域26と、カソード28とを含んでいる。アノード22はMOML24とバッファ層または領域25を含む。バッファ層または領域25は電子受容材料を含み、MOML24はバッファ層25の電子受容材料と動作可能に組み合わされていると考えられる。

【0017】

本開示の範囲を理解する上で混乱を避けるために、以下のガイドラインを用いてよい：
(1) 「層」という用語は隣接する層の組成とは異なる組成を一般に有する単一のコーティングを示す。
(2) 「領域」という用語は单層、2層、3層以上の層などの複数の層、および/または1層以上の「ゾーン」を指す。
(3) 例えば電荷輸送ゾーン(すなわち、正孔輸送ゾーンおよび電子輸送ゾーン)または発光ゾーンの文脈で用いられる「ゾーン」という用語は单層、複数の層、ある層の单一の機能的領域、またはある層の複数の機能的領域を指す。
(4) 一般に、2つの電極の間にあるか、または表示素子を動作させるのに必要な電荷伝導プロセスに関与する表示素子のすべての領域または層は、カソード、ルミネセンス領域、またはアノードのいずれかであると考えられる。
(5) 一般に、表示素子の電荷伝導プロセスに関与せず、かつ2つの電極の外部にあるとみなすことのできる層(例えば基体)は、電極の一部であると考えてはならない。しかし、そのような層(例えば、基体)はそれでも表示素子の一部とみなすことができる。
(6) しかし、(周囲環境から電極を保護する)キャップ領域はキャップ領域が表示素子の電荷伝導プロセスに関与しているか否かに関わらず電極の一部であると考えられる。
(7) ルミネセンス領域に電荷を注入するどのような領域または層(例えば、電子注入領域および正孔注入領域)は電極の一部であると考えられることである。
(8) MOMLが電極の一部であると同等にみなすことができる場合、慣例はMOMLが電極の一部であることである。複数の隣接する(すなわち接触する)MOMLを含む実施形態では、MOMLの一部または全部を電極またはルミネセンス領域の一部であるとみなすことができる場合、慣例はMOMLが電極の一部であると考えられることである。
(10)(MOMLを構成する2種、3種、4種以上の材料成分中で少量で存在し得る)不純物は一般にはMOMLの指定成分であるとは考えられない。例えば、無機金属含有材料および有機化合物の2種の指定成分から成る「二元MOML」中に不純物が存在していることは、「二元MOML」であるというMOMLの呼称を変えるものではない。
(11)「発光領域」及び「ルミネセンス領域」は同義的に

10

20

30

40

50

用いられる。

【0018】

アノードは電子受容材料に動作可能に組み合わされたMOMLを含む。MOMLは電子受容材料に動作可能に組み合はれており、ここで(i)MOMLは単一の層または組成において電子受容材料と混合されているか、または(ii)MOMLおよび電子受容材料は物理的には混合されていないが、別個の隣接する層に存在する。

【0019】

MOMLは金属材料と有機材料とを含む。本願明細書で用いられる金属材料には、例えば無機化合物(例えば、酸化金属、金属ハロゲン化物等)などの元素金属および金属化合物が挙げられるがこれに限定されるものではない。MOMLの態様を以下に記載するが、MOMLは米国特許公報2003/0234609号として発行されている米国特許第6841932号および米国特許出願第10/401238号にさらに記載されており、その開示を全体として本願明細書に援用する。本開示の表示素子中のアノードはそれら参照物の実施形態の任意のものから選択したMOMLを含んでよいことを理解されたい。

【0020】

MOMLに適した金属材料には、例えば、金属および無機金属化合物が挙げられる。本願明細書で用いられるように、「金属材料の金属」(このような用語は特定の元素金属のリストの前に置かれる)という言葉は元素金属および無機金属化合物の金属成分の両方を指す。金属には、例えば、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、Eu、およびこれらを組み合わせたものが挙げられるが、これに限定されるものではない。いくつかの実施形態では、「金属」という用語はSb、Se、およびTeを含む。いくつかの実施形態では、金属合金を用いてMOMLを形成することができる。金属合金の1種の金属は金属材料と考えられる。金属合金の他の金属または複数の金属はMOMLの付加的な成分または複数の成分と考えられる。例えば、有機材料と組み合わせた二元金属合金は三元MOMLと考えられるであろう。

【0021】

MOML用の無機金属化合物は、金属ハロゲン化物(例えば、弗化物、塩化物、臭化物、沃化物)、金属酸化物、金属水酸化物、金属窒化物、金属硫化物、金属炭化物、金属臭化物等であってよい。適した金属ハロゲン化物は、例えば、LiF、LiCl、LiBr、LiI、NaF、NaCl、NaBr、NaI、KF、KCl、KBr、KI、RbF、RbCl、CsF、CsCl、MgF₂、CaF₂、SrF₂、AlF₃、AgCl、AgFおよびCuCl₂であり得るが、これに限定されるものではない。適した金属酸化物は、LiO₂、Ca₂O、Cs₂O、In₂O₃、SnO₂、ZnO、ITO、Cu₂O、CuO、Ag₂O、NiO、TiO、Y₂O₃、ZrO₂、Cr₂O₃であり得るが、これに限定されるものではない。適した金属水酸化物は、例えAgOHであり得るが、これに限定されるものではない。適した金属窒化物の例は、LaN、YNおよびGaNであり得るが、これに限定されるものではない。適した金属硫化物は、ZnS、Sb₂S₃、Sb₂S₅およびCdSであり得るが、これに限定されるものではない。適した金属炭化物は、Li₂C、FeCおよびNiCであり得るが、これに限定されるものではない。適した金属臭化物は、CaB₆であり得るが、これに限定されるものではない。

【0022】

MOML用の無機材料には、例えば、(i)C、Si、およびGeなどの非金属元素材料、(ii)SiC、SiO、SiO₂、Si₃N₄などのこれらの非金属元素材料の無機化合物、および(iii)本願明細書で記載されたものなどの無機金属化合物が挙げられる。

【0023】

(MOML用の成分のリストには)金属のための別個の成分範疇があるので、金属は無

10

20

30

40

50

機材料として分類されていない。

【0024】

本願明細書に記載されたように、いくつかの金属化合物は、導電性で光吸収性であることが知られている。したがって、実施形態における有機化合物とこれらの金属化合物の混合物は、例えば素子の反射率を低減させるなどの本開示の表示素子のある所望の機能を実現することが可能である場合がある。いくつかの実施形態では、MOML中で使用するための無機金属含有材料は、金属化合物、特にAg₂O、Cu₂O、CuO、FeO、Fe₂O₃、Fe₃O₄、NiO、V₂O₅、ZnS、ZnO、In₂O₃、SnO₂、等の導電性と光吸収性の両方を有する金属化合物であつてよい。

【0025】

MOML用の適した有機材料は、例えば、表示素子のルミネセンス領域を組み立てる際に用いられるエレクトロルミネセンス材料であることが可能であり、こうしたエレクトロルミネセンス材料は本願明細書に記載されている。例えば、MOML用に適した有機材料には、金属オキシノイド、金属キレート、第三級芳香族アミン、インドロカルバゾール、ポルフィリン、フタロシアニン、トリアジン、アントラセンおよびオキサジアゾールなどの分子（小分子）有機化合物、並びにポリチオフェン、ポリフルオレン、ポリフェニレン、ポリアニレンおよびポリフェニレンビニレンなどの高分子化合物を挙げることが可能である。MOML中で使用してもよい他の有機化合物には、ポリカーボネート、ポリエチレン、ポリスチレン、有機染料および顔料（例えば、ペリノン、クマリンおよび他の縮合芳香族環化合物）が挙げられる。

【0026】

MOMLに使用することのできるあるクラスの有機材料には、その全体を各々本願明細書に援用した米国特許第4539507号、第5151629号、第5150006号、第5141671号、および5846666号に開示されたような金属オキシノイド化合物が挙げられるが、これに限定されるものではない。例示的な例には、トリス（8-ヒドロキシキノリネート）アルミニウム（A1Q3）およびビス（8-ヒドロキシキノリネート）-（4-フェニルフェノラート）アルミニウム（BA1q）が挙げられる。このクラスの材料の他の例には、トリス（8-ヒドロキシキノリネート）ガリウム、ビス（8-ヒドロキシキノリネート）マグネシウム、ビス（8-ヒドロキシキノリネート）亜鉛、トリス（5-メチル-8-ヒドロキシキノリネート）アルミニウム、トリス（7-プロピル-8-キノリノラート）アルミニウム、ビス[ベンゾ{f}-8-キノリネート]亜鉛、ビス（10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリネート）ベリリウム等、およびビス（8-キノリンチオラート）亜鉛、ビス（8-キノリンチオラート）カドミウム、トリス（8-キノリンチオラート）ガリウム、トリス（8-キノリンチオラート）インジウム、ビス（5-メチルキノリンチオラート）亜鉛、トリス（5-メチルキノリンチオラート）ガリウム、トリス（5-メチルキノリンチオラート）カドミウム、ビス（3-メチルキノリンチオラート）カドミウム、ビス（5-メチルキノリンチオラート）亜鉛、ビス[ベンゾ{f}-8-キノリンチオラート]亜鉛、ビス[3,7-ジメチルベンゾ{f}-8-キノリンチオラート]亜鉛、等の金属チオキシノイド化合物などの（その全体を本願明細書に援用した）米国特許第5846666号に開示された金属チオキシノイド化合物が挙げられる。例示的な材料には、ビス（8-キノリンチオラート）亜鉛、ビス（8-キノリンチオラート）カドミウム、トリス（8-キノリンチオラート）ガリウム、トリス（8-キノリンチオラート）インジウム、およびビス[ベンゾ{f}-8-キノリンチオラート]亜鉛がある。

【0027】

本明細書で論じたように、MOMLは、「二元MOML」（2成分入り）、「三元MOML」（3成分入り）、「四元MOML」（4成分入り）または5種以上の成分入りの他のMOMLであり得る。これらの実施形態では、無機金属含有材料、有機化合物および他のあらゆる付加的な成分の選択は、MOMLが所望の特性または複数の特性を有するよう

10

20

30

40

50

なされる。光反射低減性に加えて、M O M Lは、例えば、導電性を含む1つ以上の所望の付加的特性および表示素子内でM O M Lの位置によって必要とされ得るような他の機能(M O M Lがルミネセンス領域に隣接する電極の一部である場合に電荷を効率的に注入もできる必要性など)を果たすためにM O M Lが有する必要があり得る他のあらゆる特性を任意に有することが可能である。表示素子が複数のM O M Lを含む場合、M O M Lは(成分およびその濃度に関して)同じかまたは異なる材料組成のM O M Lであってよい。

【0028】

特定のM O M Lタイプ中の成分に適する材料のリストが重なる場合があることに留意されたい。例えば、「三元M O M L」において、第2の成分(すなわち、有機材料)のために適する材料は第3の成分のための「有機材料」の選択と同じである。さらに、「三元M O M L」において、第1の成分(すなわち、金属材料)のために適する材料は第3の成分のための「金属」および「無機材料」の選択と重なる。しかし、M O M Lタイプの選択された成分が互いに異なっている、すなわち、選択された各成分が特有である限り、特定のM O M Lタイプ中の成分のために適する材料のリストがたとえ重なるとしても矛盾は存在しない。

【0029】

一実施形態では、M O M Lは二元M O M Lであってよいであってよい。「二元M O M L」という言葉は、(i)金属材料および(ii)有機材料という二成分から成る金属有機混合層を意味する。このような二元M O M Lの例示的実施形態は、Agまたはその無機化合物(例えば、酸化物、水酸化物、ハロゲン化物、硫化物、窒化物、炭化物および臭化物など)および有機化合物から成るM O M L、第11族金属(Cu、AgまたはAuなど)またはその無機化合物(例えば、酸化物、水酸化物、ハロゲン化物、硫化物、窒化物、炭化物および臭化物など)および有機化合物から成るM O M L、第10族金属(Ni、PdまたはPtなど)またはその無機化合物(例えば、酸化物、水酸化物、ハロゲン化物、硫化物、窒化物、炭化物および臭化物など)および有機化合物から成るM O M L、第13族金属(Inなど)またはその無機化合物(例えば、酸化物、水酸化物、ハロゲン化物、硫化物、窒化物、炭化物および臭化物など)および有機化合物から成るM O M L、第4族金属(Tiなど)またはその無機化合物(例えば、酸化物、水酸化物、ハロゲン化物、硫化物、窒化物、炭化物および臭化物など)および有機化合物から成るM O M L、金属またはその無機化合物(例えば、酸化物、水酸化物、ハロゲン化物、硫化物、窒化物、炭化物および臭化物など)およびスペクトルの400~700nm波長範囲で著しい光学的吸収を有する有機化合物(例えば、有機染料化合物)から成るM O M L、第16族金属(SeおよびTeなど)またはその無機化合物(例えば、酸化物、水酸化物、ハロゲン化物、硫化物、窒化物、炭化物および臭化物など)および有機化合物から成るM O M L、等を含むことが可能であるが、これに限定されるものではない。

【0030】

他の実施形態では、M O M Lは三元M O M Lであってよい。「三元M O M L」という言葉は、(i)金属材料、(ii)有機化合物および(iii)金属、有機材料または無機材料である付加的な第3の成分(他の二成分とは異なる)という三成分から成る金属有機混合層を意味する。三元M O M Lの例示的実施形態には、例えば上の実施形態などの二元M O M LおよびLi、Na、K、RbまたはCsなどの第1族金属(時にアルカリ金属とも呼ばれる)または第1族金属ハロゲン化物(例えば、弗化物、塩化物、臭化物、沃化物)、酸化物、水酸化物、窒化物または硫化物などのその化合物をさらに含むM O M L、上の二元M O M L実施形態およびBe、Mg、Ca、SrまたはBaなどの第2族金属(時にアルカリ土類金属とも呼ばれる)または第2族金属ハロゲン化物(例えば、弗化物、塩化物、臭化物、沃化物)、酸化物、水酸化物、窒化物または硫化物などの、その化合物をさらに含むM O M L、少なくとも金属材料、有機化合物およびAgまたはAg化合物(例えば、酸化銀、水酸化銀、ハロゲン化銀、硫化銀、窒化銀、炭化銀および臭化銀など)から成るM O M L、(i)金属材料、(ii)有機化合物および(iii)Zn、InまたはSnあるいはそれらの化合物(例えば、ZnO、ZnS、In₂O₃、SnO₂)から成

10

20

30

40

50

るM O M L、少なくとも有機化合物および例えばINCONE L(商標)などの複数の金属から成る合金から成るM O M L、少なくともA lまたはその無機化合物(例えば、酸化物、水酸化物、ハロゲン化物、硫化物、窒化物、炭化物および臭化物など)、有機化合物およびもう1種の金属(例えば、A g、第1族金属または第2族金属)またはその化合物である第3のあらゆる成分から成るM O M L、(i)ポルフィリン、第三級芳香族アミン、インドロカルバゾール、ポリチオフェン、P E D O T(商標)(特定のポリチオフェンである)、(ii)A gまたはその化合物および(iii)A u、C r、C u、P t、I n、N i、S nまたはI n₂O₃、S nO₂などのそれらの化合物から成るM O M Lが挙げられるが、これに限定されるものではない。

【0031】

10

さらに他の実施形態では、M O M Lは四元M O M Lであってよい。「四元M O M L」という言葉は、(i)金属材料、(ii)有機材料、(iii)付加的な第3の成分および(iv)付加的な第4の成分という四成分から成る金属有機混合層を意味する。追加の第3および第4の成分(互いに異なり、第1および第2の成分とは異なる)は、金属、有機材料または無機材料であることが可能である。四元M O M Lの例示的実施形態には、有機化合物、A g、M gおよび第1族金属(例えば、L i)またはその化合物(例えば、L iF)から成るM O M L、有機化合物、A g、C aおよび第1族金属(例えば、L i)またはその化合物(例えば、L iF)から成るM O M L、有機化合物、A g、C aおよび別の第2族金属(例えば、M g)またはその化合物(例えば、M g F₂またはM g O)から成るM O M L、有機化合物、A g、A lおよび第1族金属(例えば、L i)またはその化合物(例えば、L iF)または第2族金属(例えば、C aまたはM g)またはその化合物から成るM O M L、等が挙げられるが、これに限定されるものではない。

20

【0032】

いくつかの実施形態では、M O M Lは、全M O M L厚さを横切って一般に均一組成を有する。一般に均一組成を達成するために、M O M Lは、「制御された混合比法」(例えば、スピン・コーティングおよび共蒸着)を用いることにより調製することが可能である。したがって、いくつかの実施形態において、M O M Lは、例えば別個の蒸発源から同時に蒸発される異なる成分の各々の蒸発速度を制御することにより異なる成分の混合比を特定のレベルに制御するという意味で制御された組成の混合物である。いくつかの実施形態では、M O M L中の異なる成分の比は、一般に同じままであり、経時的に変化しない(すなわち、M O M L中の成分の比は、組み立て直後に測定されたものと、数日後およびそれ以上後で測定されたものとで等しい)。

30

【0033】

他の実施形態において、M O M Lは、全M O M L厚さを横切って不均一組成を有する場合がある。共蒸着を用いてM O M Lの不均一組成をもたらすことができる(例えば、M O M Lの形成中にM O M L材料の共蒸着速度を変えることにより)。層内拡散または層間拡散に起因して、M O M Lの特定の実施形態において一般的均一組成(「制御された混合比法」によって調整された時)から不均一組成への長期間にわたる変化が起きうる。さらに、材料の層間拡散はM O M Lを調製するために用いることが可能である。拡散は以下の理由でM O M Lを組み立てるためにはあまり好ましくないアプローチである。(a)拡散は大幅な時間を必要とし(数日、数週間、数ヶ月もしくはそれ以上)、(b)混合比は経時的に変化する、および(c)M O M L材料の所望の比について、わずかな制御しかできない。

40

【0034】

いくつかの実施形態では、同じ成分ではあるが異なる濃度から成る隣接するM O M Lは、成分の1つの濃度がM O M L製造中または直後に測定したM O M Lの厚さに平行に僅か5nmの距離にわたって少なくとも5%だけ変化する場合、不均一な組成を有する単一のM O M Lというよりは明確に区別できるM O M Lであると考えられる。

【0035】

本発明のいくつかの実施形態において、M O M Lは、一般に導電性である。導電性M O

50

M Lは、例えば約100,000以下、特に約5,000以下の断面(すなわち、M O M L厚さを横切る)オーム抵抗を有することが可能である。しかし、他の実施形態では、M O M Lは非導電性と考えてよい。例えば、本願明細書で記載した例示的範囲より高いオーム抵抗値を有する。

【0036】

この点で、このM O M Lは部分的または完全に光吸収性であり得るか、部分的又は完全に光透過性であり得るか、あるいは部分的または完全に光反射性であり得る。部分的または完全に光吸収性のM O M Lは、例えば、その光学密度は可視光範囲(すなわち、400~700nmの電磁放射線)の少なくとも一部にわたって、少なくとも0.1の光学密度を有し得、典型的には、その光学密度は少なくとも0.5であり、より一般的には、少なくとも1.0である。一般に、部分的または完全に透過性(透明)なM O M Lは、例えば、可視光範囲(すなわち、400~700nmの電磁放射線)の少なくとも一部にわたって、少なくとも50%の透過率および典型的には少なくとも75%の透過率を有し得る。部分的または完全に光反射性のM O M Lは、例えば、可視光範囲(すなわち、400~700nmの電磁放射線)の少なくとも一部にわたって、少なくとも50%の反射率、および典型的には、少なくとも75%の反射率を有し得る。

【0037】

M O M Lは一般にM O M Lの約5~約95容量%の量の金属材料を含み、M O M Lの約5~約95容量%の量の有機化合物を含む。他の実施形態では、M O M Lは約20~約80容量%の量の金属材料を含み、M O M Lの約20~約80容量%の量の有機化合物を含む。

【0038】

本開示のアノード構成に用いられる電子受容材料は一般に、表示素子のルミネセンス領域に用いられる有機化合物を酸化させることのできる酸化剤である。適した電子受容材料の一例はルイス酸化合物である。電子受容材料として適したルイス酸化合物の例には、例えばFeCl₃、AlCl₃、InCl₃、GICl₃、SbCl₅、等などのKidōらに付与された米国特許第6423429号に開示されたものが挙げられる。他の適した電子受容材料には例えば2,3,5,6-テトラフルオロ-7,7,8,8-テトラシアノキノジメタン(F₄-TCNQ)などの有機化合物が挙げられる。

【0039】

先に記載したように、アノードは電子受容材料に動作可能に接続されたM O M Lを含む。M O M LはM O M L混合物の一部として電子受容材料を含むことによって、または別個の隣接する層にM O M Lおよび電子受容材料を提供することによって、電子受容材料に動作可能に組み合わされ得る。

【0040】

アノードがM O M Lと電子受容材料との混合物を含むいくつかの実施形態では、M O M Lはアノード層の約5~約95容量%の量で存在し、電子受容材料はアノードの約5~約95容量%の量で存在する。

【0041】

一実施形態では、本開示の表示素子のアノードのバッファ層は、電子受容材料または複数の電子受容材料の組み合わせから成る。他の実施形態では、バッファ層には正孔輸送材料などの、電子受容材料と有機材料との混合物を含んでよい。電子受容材料を有するバッファ層に使用するのに適した正孔輸送材料の例には本願明細書に記載の正孔輸送材料が挙げられる。アノードバッファ層に使用するのに適した正孔輸送材料のいくつかの具体的な例には、N,N'-ジ(ナフタレン-1-イル)-N,N'-ジフェニル-ベンジジン(NPB)、4,4',4"-トリス(N,N-ジフェニルアミノ)トリフェニルアミン(mTDATA)、2,5ジ-tert-ブチルフェニル-N,N'-ジフェニル-N,N'ビス(3-メチルフェニル-(1,1'-ビフェニル))-4,4'-ジアミン(BP-TPD)、N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(3)メチルフェニル-(1,1'-ビフェニル)-4,4'-ジアミン(TPD)、銅フタロシアニン(CuPc)、バナジル

10

20

30

40

50

- フタロシアニン (VOPc) 、ポリ (3,4-エチレンジオキシチオフェン (PEDOT)) 、ポリアニリン (PAni) 、等、およびこれらを組み合わせたものが挙げられるが、これに限定されるものではない。バッファ層が電子受容材料と正孔輸送材料との混合物を含む場合、電子受容材料は約1～約99容量%の量で存在し、正孔輸送材料は約99～約1容量%の量で存在し、典型的には、電子受容材料は約5～約50容量%の量で存在し、正孔輸送材料は約95～約50容量%の量で存在する。

【0042】

アノードバッファ層または領域（例えば、図2のバッファ層25）は2層、3層以上の層を含む単層または多層であり得る。多層構成では、少なくともMOMLに隣接するバッファ層は電子受容材料を含む。このバッファ層の組成は特定の目的または用途に応じて選択することができる。例えば、MOMLと第1のバッファ層および第2のバッファ層を有するバッファ層とを含むアノードでは、第1および第2のバッファ層の各々は電子受容材料から構成され得る。別の実施形態では、第1のバッファ層は電子受容材料から構成され、第2のバッファ層は電子受容材料および正孔輸送材料を含み得る。さらに他の実施形態では、第1のバッファ層は電子受容材料および正孔輸送材料を含み得る。さらに別の実施形態では、第1および第2のバッファ層の各々は電子受容材料および正孔輸送材料を含む。他の実施形態および構成が可能であり、それは本開示のアノードの範囲にある。

【0043】

アノードの厚さは約100～約5000であり得る。いくつかの実施形態では、アノードは約150～約2,000の厚さを有する。アノードがMOMLおよび別個のバッファ層を含むか、または電子受容材料を含むいくつかの実施形態では、バッファ層は約10～約500の総厚を有し得る。多層バッファ層構成の個々の層は約1～約9nmの厚さを有し得る。いくつかの実施形態では、バッファ層は約50～約300の総厚を有する。

【0044】

アノードおよび/または表示素子の特性を必要に応じて調整または調節して、特定の目的または用途のために所望の特性を有する表示素子を形成することができる。例えば、表示素子の電気特性は、MOMLの組成の1つ、またはMOML中の金属材料および有機材料の濃度および/または電子受容材料の濃度を変えることによって、選択することができるか、または変えることができる。さらに、アノードおよび/または表示素子の光吸収性、透過性、または反射性の能力は、MOMLの厚さおよびMOMLの金属濃度の一方または両方を変えることによって調節することができる。一般に、厚さおよび/または金属濃度が大きくなると、MOMLの透過性は弱くなり、吸収性または反射性は大きくなる。一実施形態では、アノードおよび表示素子は実質的には透明である。別の実施形態では、本開示の表示素子は、MOMLを含まない表示素子に比して少なくとも約30%光反射を低減させる。別の実施形態では、本開示の素子はMOMLを含まない表示素子に比して少なくとも約50%光反射を低減させる。他の実施形態では、本開示の表示素子は75%未満のSun/Eye-weighted Integrated Reflectivity (SEIR) を有する。さらに他の実施形態では、表示素子は約50%未満のSEIRを有する。さらに別の実施形態では、表示素子は約20%未満のSEIRを呈する。

【0045】

本表示素子の実施形態は、分子（小分子）系OLED、ポリマー系OLEDまたは発光領域に分子材料と高分子材料の両方を含む混成OLEDを含むあらゆる種類のOLED中の1層以上のMOMLの使用を包含する。MOMLは、発光領域中の有機材料と無機材料の両方からなる混成OLEDに適用することも可能である。さらに、本開示内に包含される表示素子のタイプには、OLED、無機エレクトロルミネセンス素子または熒光素子、液晶ディスプレイおよびプラズマ・ディスプレイなどが挙げられる。

【0046】

アノードおよび/またはMOMLおよびバッファ層の残りを形成するために、適するあらゆる技術および装置を用いることが可能である。例えば、熱蒸着（すなわち、物理蒸着

法 - 「 P V D 」) 、スピン被覆、スパッタリング、電子ビーム、電気アークおよび化学蒸着法 (「 C V D 」) などを用いてよい。最初の二つの技術、特に P V D は、より望ましいアプローチである。 P V D の場合、 M O M L は、材料の各々の蒸着速度を独立して制御して所望の混合比を達成しつつ、 M O M L の成分を例えば共蒸発させることによって形成することが可能である。本発明者らの検討によると、異なる成分の混合比の特定の範囲が M O M L の所望特性をもたらす際により効果的であることが示されている。これら的好ましい混合比は、特定の材料の組み合わせについて試行錯誤で決定してよい。一般的に言うと、 M O M L は、約 5 体積 % ~ 約 95 体積 % の M O M L および約 95 体積 % ~ 約 5 体積 % の無機金属含有材料を含むことが可能である。より好ましい範囲は、選択された特定の材料に応じて異なる。「制御された混合比法」という言葉はスピン被覆および共蒸着を意味する。共蒸着は、熱蒸着 (すなわち、物理蒸着法 - 「 P V D 」) 、スパッタリング、電子ビーム、電気アークおよび化学蒸着法 (「 C V D 」) などを意味する。

10

20

30

40

50

【 0047 】

さらに、(例えば、図 2 のような) M O M L および電子受容材料がアノードの別個の隣接する層に存在する実施形態では、紙蒸着を含むこれらの手法も電子受容材料および正孔輸送材料を含むバッファ層を形成するのに適している。

【 0048 】

混合物または別個の隣接する層で組み合わされているかどうかに関わらず、 M O M L と電子受容材料を組み合わせたものは、アノードとして M O M L を用いることに関連する問題のいくつかを克服する。アノードとして M O M L を用いることができることによって、 I T O などの従来のアノード材料に関しては利用不可能な蒸着法の使用も可能にする。アノードに M O M L を使用することは、表示素子の反射率を低減させ、黒色アノードを黒色電極として製造することも可能にする。

【 0049 】

図面には示していないが、図 1 ~ 2 の O L E D などの表示素子は電極の 1 つに隣接する基体、すなわちアノードまたはカソードの隣接する一方を含み得ることも理解されよう。実質的に透明な基体は、例えば、ポリマー成分、ガラス、石英、等などの種々の適した材料を含むことが可能である。適したポリマー成分には、 M Y L A R (登録商標) などのポリエステル、ポリカーボネート、ポリアクリレート、ポリメタクリレート、ポリスルホン類が挙げられるが、これに限定されるものではない。例えば材料が他層を効果的に支持し、素子の機能上の性能に干渉しない物質であれば、他の基体材料も選択してよい。

【 0050 】

不透明な基体の材料には、例えば、 M Y L A R (登録商標) などのポリエステル、ポリカーボネート、ポリアクリレート、ポリメタクリレート、ポリスルホン等のポリマー成分を含む種々の適した材料を含むことができる。これらの物質は、カーボン・ブラックなどの着色剤もしくは染料を含有する。また、アモルファス・シリコン、多結晶シリコン、単結晶ケイ素等のケイ素から基体を構成してもよい。基体材料として使用できる物質の別のクラスとして、金属酸化物、金属ハロゲン化物、金属水酸化物、金属硫化物等の金属化合物のようなセラミック類が挙げられる。

【 0051 】

いくつかの実施形態では、基体は、例えば、約 10 ~ 約 5 , 000 μm の厚さを有し得る。他の実施形態では、基体は約 25 ~ 約 1 , 000 μm の厚さを有し得る。

【 0052 】

カソードは、例えば仕事関数が約 4 eV ~ 約 6 eV の金属などの高仕事関数の成分、あるいは例えば仕事関数が約 2 eV ~ 4 eV の金属などの低仕事関数の成分を含む金属などの適した電子注入材料を含み得る。このカソードは (約 4 eV 未満の) 低仕事関数の金属と少なくとも 1 つの他の金属とを組み合わせたものを含み得る。低仕事関数の金属と第 2 または他の金属との効果的な比率は約 0 . 1 重量 % ~ 約 99 . 9 重量 % 未満である。低仕事関数の金属の実例にはリチウムまたはナトリウムなどのアルカリ金属、ベリリウム、マグネシウム、カルシウムまたはバリウムなどの 2 A 族すなわちアルカリ土類金属、および

希土類金属を含むⅢ族金属およびスカンジウム、イットリウム、ランタン、セリウム、ユーロピウム、テルビウム、またはアクチニウムなどのアクチニド族金属があるが、これに限定されるものではない。リチウム、マグネシウム、およびカルシウムは好適な低仕事関数の金属である。カソードを形成するのに適した材料には、その全体を本願明細書に援用した米国特許第4885211号、第4720432号、および第5703436号に記載されたMg-Ag合金カソードがあるが、これに限定されるものではない。他の適したカソードは、その全体を本願明細書に援用した米国特許第6841932号およびその開示の全体を本願明細書に援用した米国特許第5429884号に開示されたような金属-有機物混合層(MOML)を含む。カソードはアルミニウムおよびインジウムなどの他の高仕事関数の金属のリチウム合金から形成することができる。

10

【0053】

実質的に透明なカソードは、例えば約10～約200、いくつかの実施形態では約30～約100の厚さを有する、Mg、Ag、Al、Ca、In、Li、および例えば約80～95容量%のMgおよび約20～約5容量%のAgから成るMg:Ag合金、例えば約90～99容量%のAlおよび約10～約1容量%のLiから成るLi:Al合金、等などのそれらの合金のような仕事関数が約2eV～約4eVの金属から成る非常に薄い実質的に透明な金属層を含み得る。当然、この範囲外の厚さを用いることもできる。

20

【0054】

カソードがMOMLであるいくつかの実施形態では、カソードは1つまたは複数の付加層を含んでよい。カソードの1つまたは複数の付加層は少なくとも1つの金属および/または少なくとも1つの無機材料を含み得る。付加層に使用することのできる例示的な適した金属には、Mg、Ag、Al、In、Ca、Sr、Au、Li、Cr、およびこれらの混合物が挙げられるが、これに限定されるものではない。付加層に使用することのできる例示的な適した無機材料にはSiO、SiO₂、LiF、MgF₂、およびこれらの混合物が挙げられるが、これに限定されるものではない。

20

【0055】

1つまたは複数の付加層は互いに同じ機能かまたは異なる機能を有し得る。例えば、カソードの1つまたは複数の付加層は金属を含むかまたは金属から本質的に構成されて、シート抵抗の低い(例えば、<10 /平方)導電層を形成する。また、カソードの1つまたは複数の付加層はMOML、ルミネセンス領域、およびアノードへ周囲の湿気が透過するのを防ぐかまたは少なくとも低減させるパッシベーション層(例えば、防湿バリアなど)を形成することによって、金属-有機物混合層を周囲から保護することができる。また、カソードの1つまたは複数の付加層は防熱層として働いて、素子が高温で短絡するのを防ぐことができる。例えば、そのような保護は、その全体を本願明細書に援用した米国特許第6765348号にさらに詳細に考察されているように、約60～約110の温度で提供することができる。

30

【0056】

カソードの厚さは、例えば、約10ナノメートル(nm)～約1,000nmの範囲であり得る。この範囲外の厚さを用いることもできる。

40

【0057】

カソードは単層であってよいか、または2層、3層以上の層を含んでよい。例えば、電極は電荷注入層(すなわち、電子注入層または正孔注入層)およびキャップ層から構成され得る。しかし、いくつかの実施形態では、電荷注入層は、電極と異なっていると考えられ得る。

【0058】

いくつかの実施形態では、本開示の表示素子のルミネセンス領域は、少なくとも1つのエレクトロルミネセンス有機材料を含む。このエレクトロルミネセンス材料は重要ではなく、表示素子においてエレクトロルミネセンス材料として使用するのに適した任意の材料であってよい。適した有機エレクトロルミネセンス材料には、例えば、ポリ(p-フェニレンビニレン)PPV、ポリ(2-メトキシ-5-(2-エチルヘキシリオキシ)1,4

50

- フェニレンビニレン) (M E H P P V) およびポリ(2, 5 - ジアルコキシフェニレンビニレン) (P D M e O P V)、およびその全体を本願明細書に援用した米国特許第5247190号に開示された他の適した材料などのポリフェニレンビニレン、ポリ(p-フェニレン) (P P P)、ラダー-ポリ-パラ-フェニレン (L P P P)、およびポリ(テトラヒドロビレン) (P T H P)などのポリフェニレン、およびポリ(9, 9 - ジ-n-オクチルフルオレン-2, 7 - ジイル)、ポリ(2, 8 - (6, 7, 12, 12 - テトラアルキルインデノフルオレン) およびフルオレン-アミンコポリマーなどのフルオレンを含むコポリマーなどのポリフルオレンが挙げられる (Bemiusらの「Developmental Progress of Electroluminescent Polymeric Materials and Devices」、SPIE Conference on Organic Light Emitting Materials and Devices IIIの会報、コロラド州デンバー、1999年7月、第3797巻、129頁を参照すること)。

【0059】

ルミネセンス領域に使用することのできる別のクラスの有機エレクトロルミネセンス材料には、その全体を各々本願明細書に援用した米国特許第4539507号、第5151629号、第5150006号、第5141671号、および5846666号に開示されたような金属オキシノイド化合物が挙げられるが、これに限定されるものではない。例示的な例には、トリス(8-ヒドロキシキノリネート)アルミニウム(A1Q3)およびビス(8-ヒドロキシキノリネート)-(4-フェニルフェノラート)アルミニウム(BA1q)が挙げられる。このクラスの材料の他の例には、トリス(8-ヒドロキシキノリネート)ガリウム、ビス(8-ヒドロキシキノリネート)マグネシウム、ビス(8-ヒドロキシキノリネート)亜鉛、トリス(5-メチル-8-ヒドロキシキノリネート)アルミニウム、トリス(7-プロピル-8-キノリノラート)アルミニウム、ビス[ベンゾ{f}-8-キノリネート]亜鉛、ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリネート)ベリリウム等、およびビス(8-キノリンチオラート)亜鉛、ビス(8-キノリンチオラート)カドミウム、トリス(8-キノリンチオラート)ガリウム、トリス(8-キノリンチオラート)インジウム、ビス(5-メチルキノリンチオラート)亜鉛、トリス(5-メチルキノリンチオラート)カドミウム、ビス(5-メチルキノリンチオラート)カドミウム、ビス(3-メチルキノリンチオラート)カドミウム、ビス(5-メチルキノリンチオラート)亜鉛、ビス[ベンゾ{f}-8-キノリンチオラート]亜鉛、ビス[3-メチルベンゾ{f}-8-キノリンチオラート]亜鉛、ビス[3, 7-ジメチルベンゾ{f}-8-キノリンチオラート]亜鉛、等の金属チオキシノイド化合物などの(その全体を本願明細書に援用した)米国特許第5846666号に開示された金属チオキシノイド化合物が挙げられる。ルミネセンス領域に使用することのできる別のクラスの有機エレクトロルミネセンス材料は、その全体を本願明細書に援用した米国特許第5516577号に開示されたものなどのスチルベン誘導体を含む。適したスチルベン誘導体の非限定的な例は4, 4'-ビス(2, 2-ジフェニルビニル)ビフェニルである。ルミネセンス領域に使用することのできる別のクラスの有機エレクトロルミネセンス材料には、例えは、2-t-ブチル-9, 10-ジ-(2-ナフチル)アントラセン、9, 10-ジ-(2-ナフチル)アントラセン、9, 10-ジ-フェニルアントラセン、9, 9-ビス[4-(9-アントリル)フェニル]フッ素、および9, 9-ビス[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]フッ素などのアントラセンを含む。他の適したアントラセンは、現在米国特許第6465115号である米国特許出願シリアル番号第09/208172号(欧州特許出願第1009044A2号に相当)に開示されており、米国特許第5972247号に開示されたもの、現在米国特許第6479172号である米国特許出願シリアル番号09/771311号に開示されたもの、米国特許第5935721号に開示されたものがあり、これら全体を本願明細書に援用する。

【0060】

10

20

30

40

50

ルミネセンス領域に使用するのに適した別のクラスの適した有機エレクトロルミネセンス材料には、その全体を本願明細書に援用した米国特許第5 9 2 5 4 7 2号に開示されたオキサジアゾール金属キレートがある。これらの材料には、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)-5-フェニル-1,3,4-オキサジアゾラート]亜鉛、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)-5-フェニル-1,3,4-オキサジアゾラート]ベリリウム、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)-5-(1-ナフチル)-1,3,4-オキサジアゾラート]亜鉛、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)-5-(1-ナフチル)-1,3,4-オキサジアゾラート]ベリリウム、ビス[5-ビフェニル-2-(2-ヒドロキシフェニル)-1,3,4-オキサジアゾラート]亜鉛、ビス[5-ビフェニル-2-(2-ヒドロキシフェニル)-1,3,4-オキサジアゾラート]ベリリウム、ビス(2-ヒドロキシフェニル)-5-フェニル-1,3,4-オキサジアゾラート]リチウム、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)-5-p-トリル-1,3,4-オキサジアゾラート]亜鉛、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)-5-p-トリル-1,3,4-オキサジアゾラート]ベリリウム、ビス[5-(p-t-ブチルフェニル)-2-(2-ヒドロキシフェニル)-1,3,4-オキサジアゾラート]亜鉛、ビス[5-(p-t-ブチルフェニル)-2-(2-ヒドロキシフェニル)-1,3,4-オキサジアゾラート]ベリリウム、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)-5-(3-フルオロフェニル)-1,3,4-オキサジアゾラート]亜鉛、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)-5-(4-フルオロフェニル)-1,3,4-オキサジアゾラート]亜鉛、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)-5-(4-フルオロフェニル)-1,3,4-オキサジアゾラート]ベリリウム、ビス[5-(4-クロロフェニル)-2-(2-ヒドロキシフェニル)-1,3,4-オキサジアゾラート]亜鉛、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)-5-(4-メトキシフェニル)-1,3,4-オキサジアゾラート]亜鉛、ビス[2-(2-ヒドロキシ-4-メチルフェニル)-5-フェニル-1,3,4-オキサジアゾラート]亜鉛、ビス[2-(2-ヒドロキシナフチル)-5-フェニル-1,3,4-オキサジアゾラート]亜鉛、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)-5-フェニル-1,3,4-オキサジアゾラート]亜鉛、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)-5-p-ビリジル-1,3,4-オキサジアゾラート]亜鉛、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)-5-p-ビリジル-1,3,4-オキサジアゾラート]ベリリウム、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)-5-p-ビリジル-1,3,4-チアジアゾラート]亜鉛、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)-5-フェニル-1,3,4-チアジアゾラート]ベリリウム、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)-5-(1-ナフチル)-1,3,4-チアジアゾラート]亜鉛、およびビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)-5-(1-ナフチル)-1,3,4-チアジアゾラート]ベリリウム、等；各々その全体を本願明細書に援用した、米国特許第6 0 5 7 0 4 8号および米国特許第6 8 2 1 6 4 3号に開示されたものを含むトリアジンがある。

【0061】

このルミネセンス領域はドーパントとして約0.01重量%～約25重量%のルミネセンス材料をさらに含み得る。ルミネセンス領域に使用することのできるドーパント材料の例には、例えばクマリン、ジシアノメチレンピラン、ポリメチン、オキサベンゼントレン(*o*-xabenzoanthrone)、キサンテン、ピリリウム、カルボスチル、ペリレン等などの蛍光物質がある。別の適したクラスの蛍光物質はキナクリドン色素である。キナクリドン色素の例示的な例には、各々その全体を本願明細書に援用した米国特許第5 2 2 7 2 5 2号、第5 2 7 6 3 8 1号、および第5 5 9 3 7 8 8号に開示されたような、キナクリドン、2-メチルキナクリドン、2,9-ジメチルキナクリドン、2-クロロキナクリドン、2-フルオロキナクリドン、1,2-ベンゾキナクリドン、N,N'-ジメチルキナクリドン、N,N'-ジメチル-2-メチルキナクリドン、N,N'-ジメチル-2-クロロキナクリドン、N,N'-ジメチル-2,9-ジメチルキナクリドン、N,N'-ジメチル-2-フルオロキナクリドン、N,N'-ジメチル-1,2-ベンゾキナクリドン、等が挙げられる。使用してよい別のクラスの蛍光物質には縮合環蛍光色素がある

10

20

30

40

50

。例示的な適した縮合環蛍光色素には、その全体を本願明細書に援用した米国特許第3172862号に開示されたような、ペリレン、ルブレン、アントラセン、コロネン、フェナントレセン、ピレン等が挙げられる。また、蛍光物質には、その全体を本願明細書に援用した米国特許第4356429号および第5516577号に開示されたような、1,4-ジフェニルブタジエンおよびテトラフェニルブタジエンなどのブタジエン、スチルベン、等が挙げられる。使用することのできる蛍光物質の他の例には、その全体を本願明細書に援用した米国特許第5601903号に開示されたものがある。

【0062】

さらに、発光領域に使用することのできる発光ドーパントには、例えば、4-(ジシアノメチレン)-2-1-プロピル-6-(1,1,7,7-テトラメチルユロリジル-9-エニル)-4H-ピラン(DCJTB)などの(その全体を本願明細書に援用した)米国特許第5935720号に開示された蛍光色素、例えば、トリス(アセチルアセトナート)(フェナントロリン)テルビウム、トリス(アセチルアセトナート)(フェナントロリン)テルビウム、およびトリス(テノイルトリスフルオロアセトナート)(ファナントロリン)ユーロピウム、およびその全体を本願明細書に援用したKidōらの「White light emitting organic electroluminescent device using lanthanide complexes」、Jpn. J. Appl. Phys., 第35巻、L394~L396頁(1996年)に開示されたものなどのランタニド金属キレート錯体、ならびに例えばその全体を本願明細書に援用したBaldoらの「Highly efficient organic phosphorescent emission from organic electroluminescent devices」、Nature誌への投稿、第395巻、151~154頁(1998年)に開示されたものなどの強力なスピンドル結合をもたらす重金属原子を含む有機金属化合物などの燐光物質がある。好適な例には、2,3,7,8,12,13,17,18-オクタエチル-21H23H-phorphine platinum(II)(PtOEP)およびfac-トリス(2-フェニルピリジン)イリジウム(Irppy)3)が挙げられる。

【0063】

ルミネセンス領域には正孔輸送特性を有する1つまたは複数の材料を含むこともできる。ルミネセンス領域に使用することのできる正孔輸送材料の例には、その全体を本願明細書に援用した米国特許第5728801号に開示されたような、ポリピロール、ポリアニリン、ポリ(フェニレンビニレン)、ポリチオフェン、ポリアリルアミン、およびそれらの誘導体;その全体を本願明細書に援用した米国特許第4356429号に開示された1,10,15,20-テトラフェニル-21H,23H-ポルフィリン銅(II)などのポルフィリン誘導体;銅フタロシアニン;銅テトラメチルフタロシアニン;亜鉛フタロシアニン;酸化チタンフタロシアニン;マグネシウムフタロシアニン;等が挙げられる。

【0064】

ルミネセンス領域に用いることのできる特定のクラスの正孔輸送材料には、その全体を本願明細書に援用した米国特許第4539507号に開示されたもののような芳香族第3級アミンがある。適した例示的な芳香族第3級アミンには、ビス(4-ジメチルアミノ-2-メチルフェニル)フェニルメタン、N,N,N'-トリ(p-トリル)アミン、1,1-ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)-4-フェニルシクロヘキサン、1,1-ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)-4-フェニルシクロヘキサン、N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(3-メチルフェニル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン、N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(3-メチルフェニル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン、N,N,N',N'-テトラ-p-トリル-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン、N,N,N',N'-ジ-1-ナフチル-N,N'-ジフェニル-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン、N,N'-ジ(ナフタレン-1-イル)-N,N'-ジフェニル-ベンジジン(「NPB」)、これらの混合物、

等が挙げられるが、これに限定されるものではない。別のクラスの芳香族第3級アミンは多核芳香族アミンである。これらの多核芳香族アミンの例には、N,N'-ビス-[4'-(N-フェニル-N-m-トリルアミノ)-4-ビフェニルイル]アニリン；N,N-ビス-[4'-(N-フェニル-N-m-トリルアミノ)-4-ビフェニルイル]-m-トルイジン；N,N-ビス-[4'-(N-フェニル-N-m-トリルアミノ)-4-ビフェニルイル]-p-トルイジン；N,N-ビス-[4'-(N-フェニル-N-p-トリルアミノ)-4-ビフェニルイル]アニリン；N,N-ビス-[4'-(N-フェニル-N-p-トリルアミノ)-4-ビフェニルイル]-m-トルイジン；N,N-ビス-[4'-(N-フェニル-N-p-トリルアミノ)-4-ビフェニルイル]-p-トルイジン；N,N-ビス-[4'-(N-フェニル-N-p-クロロフェニルアミノ)-4-ビフェニルイル]-m-トルイジン；N,N-ビス-[4'-(N-フェニル-N-m-クロロフェニルアミノ)-4-ビフェニルイル]-m-トルイジン；N,N-ビス-[4'-(N-フェニル-N-m-クロロフェニルアミノ)-4-ビフェニルイル]-p-トルイジン；N,N-ビス-[4'-(N-フェニル-N-m-トリルアミノ)-4-ビフェニルイル]-p-クロロアニリン；N,N-ビス-[4'-(N-フェニル-N-p-トリルアミノ)-4-ビフェニルイル]-m-クロロアニリン；N,N-ビス-[4'-(N-フェニル-N-m-トリルアミノ)-4-ビフェニルイル]-1-アミノナフタレン、これらの混合物等、ならびに4,4'-ビス(9-カルバゾールイル)-1,1'-ビフェニルおよび4,4'-ビス(3-メチル-9-カルバゾールイル)-1,1'-ビフェニル等などの4,4'-ビス(9-カルバゾールイル)-1,1'-ビフェニル化合物が挙げられるが、これに限定されるものではない。10 20

【0065】

ルミネセンス領域に使用することのできる特定のクラスの正孔輸送材料には、例えば5,11-ジ-ナフチル-5,11-ジヒドロインドロ[3,2-b]カルバゾールおよび2,8-ジメチル-5,11-ジ-ナフチル-5,11-ジヒドロインドロ[3,2-b]カルバゾールなどの各々その全体を本願明細書に援用した米国特許第5942340号および第5952115号に開示されたものなどのインドロカルバゾール；N,N,N',N'-テトラアリルベンジジン（アリルはフェニル、m-トリル、p-トリル、m-メトキシフェニル、p-メトキシフェニル、1-ナフチル、2-ナフチル等から選択されてよい）がある。N,N,N',N'-テトラアリルベンジジンの例示的な例には、N,N-ジ-1-ナフチル-N,N'-ジフェニル-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン；N,N'-ビス(3-メチルフェニル)-N,N'-ジフェニル-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン；N,N'-ビス(3-メトキシフェニル)-N,N'-ジフェニル-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン、等がある。ルミネセンス領域に使用することのできる適した正孔輸送材料はナフチル置換ベンジジン誘導体である。30

【0066】

ルミネセンス領域には電子輸送特性を有する1つまたは複数の材料を含むこともできる。ルミネセンス領域に使用することのできる電子輸送材料の例には、BemiusらのSPIE Conference on Organic Light Emission Materials and Devices IIIの会報、コロラド州デンバー、1999年7月、第3797巻、129頁に開示されたような、ポリ(9,9-ジ-n-オクチルフルオレン-2,7-ジイル)、ポリ(2,8-(6,7,12,12-テトラアルキルインデノフルオレン)などのポリフルオレン、およびフルオレン-アミンコポリマーなどのフルオレンを含むコポリマーがある。40

【0067】

ルミネセンス領域に使用することのできる電子輸送材料の他の例は、その例を上に詳細に記載した、金属オキシノイド化合物、オキサドラゾール金属キレート化合物、トリアジン化合物およびスチルベン化合物から選択することができる。

【0068】

ルミネセンス領域が有機エレクトロルミネセンス材料に加えて、1つまたは複数の正孔

輸送材料および／または1つまたは複数の電子輸送材料を含む実施形態では、有機エレクトロルミネセンス材料、正孔輸送材料、および／または電子輸送材料を、例えば米国特許第4539507号、第4720432号、および第4769292号に開示されたOLEDなどの別個の層に形成することができるか、あるいは同じ層に形成して、例えば米国特許第6130001号、第6392339号、第6392250号、および第6614175号に開示されたOLEDなどの2つ以上の材料の混合ゾーンを形成することができる。これら特許および特許出願の開示の全体を本願明細書に援用する。

【0069】

さらにルミネセンス領域は、参照として全体を本願明細書に援用した、米国特許第6841932号および米国特許出願第2003/0234609号として公開された米国特許出願第10/401238号に記載されたようなMOMLを含み得る。

【0070】

ルミネセンス領域の厚さは、例えば、約1nm～約1000nmに変動し得る。いくつかの実施形態では、ルミネセンス領域の厚さは約20nm～約200nmであり、他の実施形態では約50nm～約150nmである。

【0071】

本開示のアノードを含む表示素子を以下の実施例に関してさらに記載する。以下の実施例は本開示のアノード構成をさらに説明するためのものであるに過ぎず、その実施形態を限定することを意図したものではない。

【0072】

[実施例1～16]

以下の表1は実施されたOLED素子をまとめたものである。素子はすべて真空(5×10^{-6} トール)で物理的蒸着法を用いて作成した。表1は、それぞれのOLED素子で用いられたアノード構成を示す。素子のルミネセンス領域は2つの層、すなわち(i)正孔輸送ゾーンとして機能する600のNPB層および(ii)発光および電子輸送の2つの機能を提供する750のA1Q3層から構成した。カソードはMg:Agで形成された。NPB、A1Q3、およびカソード層はアノード層の蒸着後に順番に蒸着させた。実施例1～5では、アノードはMOMLと該MOML上に蒸着されたバッファ層とを含む構成を有するし、バッファ層は全体的に電子受容材料から成る単層である。実施例6から8では、アノードはMOMLと該MOML上に配設された単層のバッファ層とを含み該バッファ層構成は電子受容材料と正孔輸送材料とを含む。実施例9～11では、アノードはMOMLと該MOMLの上に配設された多層バッファ構成とを含む。電子受容材料は多層バッファ層構成の複数の層の1つまたは両方に存在し得る。実施例12では、アノードはMOMLと電子受容材料との混合物を含む、すなわちどのような追加のバッファ層も含まない単層を含む。実施例13～16は従来のアノード材料(すなわち、ITO)を用いた比較実施例であるか、どのような電子受容材料も含まないMOMLまたはMOML/バッファ構成を含む。

【0073】

表1は 25mA/cm^2 におけるOLED駆動電圧を示し、本開示のアノードが従来のアノードに匹敵する適した正孔注入特性を提供することができることを証明している。

【0074】

10

20

30

40

【表1】

実施例番号	アノード構成	25mA/cm ² の電圧
1	AIQ3(90%)+Ag(10%)(150Å)/F4-TCNQ(50Å)	7
2	AIQ3(90%)+Ag(10%)(500Å)/F4-TCNQ(50Å)	7
3	AIQ3(80%)+Ag(20%)(1000Å)/F4-TCNQ(50Å)	7
4	AIQ3(80%)+Ag(20%)(2000Å)/F4-TCNQ(50Å)	7
5	AIQ3(80%)+Ag(20%)(500Å)/F4-TCNQ(50Å)	7.4
6	AIQ3(80%)+Ag(20%)(500Å)/NPB +2% F4-TCNQ(200Å)	10.4
7	AIQ3(80%)+Ag(20%)(500Å)/NPB +10% F4-TCNQ(200Å)	7.2
8	AIQ3(80%)+Ag(20%)(500Å)/CuPc +2% F4-TCNQ(150Å)	9.12
9	AIQ3(80%)+Ag(20%)(500Å)/F4-TCNQ(50Å)/CuPc(150Å)	7.7
10	AIQ3(80%)+Ag(20%)(500Å)/F4-TCNQ(50Å)/NPB+2% F4-TCNQ(150Å)	7.4
11	AIQ3(80%)+Ag(20%)(500Å)/CuPc+2%F4-TCNQ(150Å)/NPB+2%F4-TCNQ(200Å)	8.6
12	AIQ3(70%)+Ag(10%)+F4-TCNQ(20%) (300Å)	18
13	ITO (1000Å)	6.9
14	AIQ3(80%)+Ag(20%)(500Å) / CuPc (150Å)	18.3
15	AIQ3(80%)+Ag(20%)(500Å) / mTDATA (150Å)	22
16	AIQ3(80%)+Ag(20%)(500Å)	17

【0075】

【実施例17～21】

実施例17～21を実施例1～16に関して記載したものと同様に調整し、これは表2に記載のアノード構成を含む。実施例18～21は本開示のアノード構成を含み、実施例17は従来のITOアノードを含む比較実施例である。このMOMLの成分の濃度を個々の成分の隣に括弧で示しており、括弧内の数は層厚を示している。表2に示すように、MOMLの厚さまたは組成を変えるだけで、（大きなSEIR値で示されたように）実質的に透明から（小さなSEIR値で示されたように）光吸収性または暗いものまでの異なる光学特性を得ることができる。

【0076】

【表2】

実施例番号	アノード構成	SEIR
17	ITO	79.60%
18	AIQ3(90%)+Ag(10%)(150Å)/F4-TCNQ(50Å)	72.50%
19	AIQ3(90%)+Ag(10%)(500Å)/F4-TCNQ(50Å)	58.40%
20	AIQ3(80%)+Ag(20%)(1000Å)/F4-TCNQ(50Å)	15.80%
21	AIQ3(80%)+Ag(20%)(2000Å)/F4-TCNQ(50Å)	17.80%

【0077】

特定の実施形態を示してきたが、現在予見されていないか、または現在予見されていないかもしれない代替例、変形例、変更例、改善例、および実質的な均等物が出願人または当業者に想起されよう。したがって、出願されたようなかつ修正されるかもしれないような添付の特許請求の範囲は、そのような代替例、変形例、変更例、改善例、および実質的な均等物すべてを包含するものと意図されることを理解されたい。

【0078】

以下は図面の簡単な説明であり、本願明細書に開示の例示的実施形態を説明するためのものであって、実施形態を限定するものではない。

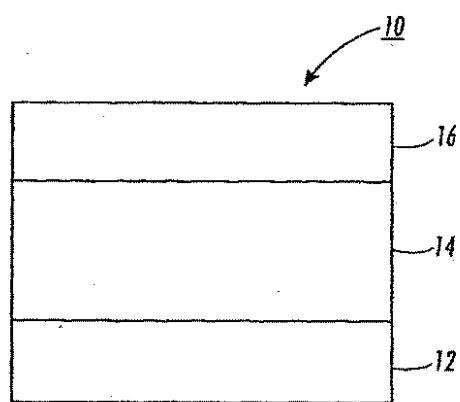
【図面の簡単な説明】

【0079】

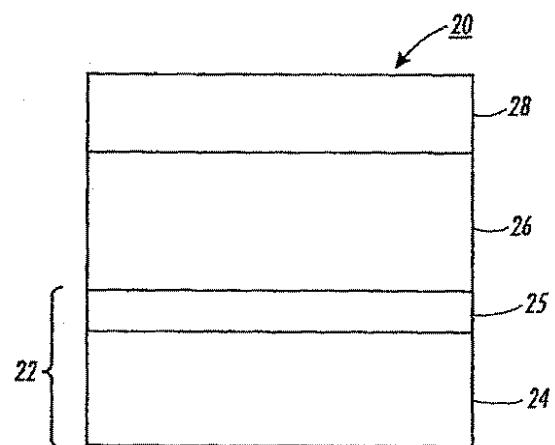
【図1】本開示の表示素子の一実施形態の略断面図である。

【図2】本開示の表示素子の別の実施形態の略断面図である。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(74)代理人 100096688
弁理士 本宮 照久

(74)代理人 100104352
弁理士 朝日 伸光

(74)代理人 100128657
弁理士 三山 勝巳

(72)発明者 ハニー アジズ
カナダ エル6エッチ 7エル6, オンタリオ, オークヴィル, チャップリン ロード 2457

(72)発明者 ゾラン デー. ポボヴィッチ
カナダ エル5エル 2ゼット8, オンタリオ, ミシサガ, ソウミル ヴァリー ドライヴ 33
49

(72)発明者 ジェニファー エー. コガン
カナダ エヌ3シー 4エル6, オンタリオ, ケンブリッジ, マックファーレン ドライヴ 12
3

(72)発明者 ネマンジャ ステファノヴィッチ
カナダ エム6ケー 3エム9, オンタリオ, トロント, ウエスト キング ストリート 102
9, アパート ナンバー426

(72)発明者 アンソニー ジェー.ペイン
カナダ エル5ジー 2エル2, オンタリオ, ミシサガ, パインウッド トレイル 129

F ターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC04 CC45 DD03 DD21 DD22 DD23 DD24 DD42X
DD44X DD71 DD73 DD78 DD84 FF06 FF14 FF15 GG04

【外国語明細書】

1. Title of Invention

DISPLAY DEVICE WITH METAL-ORGANIC MIXED LAYER ANODES

2. Detailed Description of Invention

INCORPORATION BY REFERENCE

[0001] Co-pending Application No. _____ [A3623-US-NP] describes stacked OLEDs that may comprise as an intermediate electrode a metal-organic mixed layer in combination with an electron-accepting material.

BACKGROUND

[0002] The present disclosure relates, in various exemplary embodiments, to display devices comprising a metal-organic mixed layer as part of an anode configuration. In particular, the present disclosure relates to display devices comprising a metal-organic mixed layer as part of an anode and operatively combined with an electron-accepting material. While the anode configurations are described with particular reference to organic light emitting devices (OLEDs), it will be appreciated that the anodes are amendable to other similar applications and display devices.

[0003] Organic light emitting devices (OLEDs) represent a promising technology for display applications. A typical organic light emitting device includes a first electrode; a luminescent region comprising one or more electroluminescent organic material(s); and a second electrode; wherein one of the first electrode and the second electrode functions as a hole-injecting anode, and the other electrode functions as an electron-injecting cathode; and wherein one of the first electrode and the second electrode is a front electrode, and the other electrode is a back electrode. The front electrode is transparent (or at least partially transparent) while the back electrode is usually highly reflective to light. When a voltage is applied across the first and second electrodes, light is emitted from the luminescent region and through the transparent front electrode. When viewed under high ambient illumination, the reflective back electrode reflects a substantial amount of the ambient illumination to the observer, which results in higher ratios of reflected illumination as compared to the device's own emission resulting in "washout" of the displayed image.

[0004] In order to improve the contrast of electroluminescent displays in general, light-absorbing layers as described, for example, in U.S. Pat. No. 4,287,449, or

optical interference members as described, for example, in U.S. Pat. No. 5,049,780, have been used to reduce the ambient illumination reflection.

[0005] Other recent developments in reducing the reflection of ambient light in display devices have been directed to metal-organic mixed layers such as described in, for example, U.S. Pat. Application No. 10/117,812, now U.S. Pat. No. 6,841,932, and U.S. Pat. Application No. 10/401,238, which is published as U.S. Pat. Publication No. 2003/0234609. Other methods to reduce light reflection are addressed in U.S. Pat. No. 6,750,609. These applications and patents are incorporated herein by reference in their entirety.

[0006] Anodes in display devices such as OLEDs are typically formed from materials such as ITO. The use of ITO has disadvantages, however, in that ITO cannot be readily fabricated by thermal vapor deposition techniques commonly used to make or form the other components of the OLED. An ITO anode usually requires more aggressive fabrication techniques such as sputtering and is therefore fabricated separately from the rest of the OLED to avoid damaging the relatively fragile organic stack and components of the adjacent layers. This results in an increase in both the time and cost required to manufacture or form a OLED structure. There is thus a need to provide a material or configuration for an anode that allows the anode to be formed using deposition techniques that are used to form the other layers of the OLED.

[0007] Additionally, non-reflective anodes (black anodes) are important for top-emitting devices in which the driving electronic circuitry is located on the anode side instead of the cathode side of the display device as in the case of regular bottom-emitting OLEDs. While metal-organic mixed layers as described in the afore mentioned patents and applications, have been demonstrated as suitable for a cathode, material incompatibility issues have posed problems for their use as non-reflective or black anodes.

[0008] Therefore, there is a need for new anode materials and/or configurations. A need exists for anode configurations and materials that are amenable to less aggressive deposition techniques such as, for example, thermal deposition. There is also a need for an anode configuration that allows for tuning the transparency or opacity of the anode to be controlled such that the anode and/or OLED may be

made substantially reflective, substantially light absorbing (e.g. black), or substantially transmissive (e.g. transparent or semitransparent), as desired.

BRIEF DESCRIPTION

[0009] The present disclosure relates, in embodiment thereof, to a display device comprising an anode; a cathode; and a luminescent region disposed between the anode and the cathode, wherein the anode comprises a metal-organic mixed layer operatively combined with an electron-accepting material.

[0010] The present disclosure also relates, in various embodiments thereof, to a display device comprising an anode; a cathode; and a luminescent region disposed between the anode and the cathode, wherein the anode comprises a mixture of a metal-organic mixed layer and an electron-accepting material, the metal-organic mixed layer comprising i) a metal material, and ii) an organic material.

[0011] Additionally, the present disclosure relates, in embodiments thereof, to a display device comprising an anode; a cathode; and a luminescent region disposed between the anode and the cathode, wherein the anode comprises a metal-organic mixed layer and a buffer layer, the metal-organic mixed layer comprising i) a metal material, and ii) an organic material, and the buffer layer comprising an electron-accepting material.

[0012] The present disclosure also relates, in further embodiments thereof, to a display device comprising an anode, a cathode, and a luminescent region disposed between the anode and the cathode wherein the anode comprises a metal-organic mixed layer, and a buffer layer, the buffer layer comprising an electron-accepting material and optionally a hole transport material.

[0013] These and other non-limiting features and characteristics are further disclosed herein.

DETAILED DESCRIPTION

[0017] The present disclosure relates to display devices such as, for example, OLEDs. A display device in accordance with the present disclosure includes an anode, a cathode, and a luminescent region disposed between the anode and the cathode. An anode in accordance with the present disclosure comprises a metal-organic mixed layer (MOML) operatively combined with an electron-accepting material.

[0018] With reference to FIGURE 1, an OLED 10 comprises an anode 12, a cathode 16, and a luminescent region 14 disposed between anode 12 and cathode 16. Anode 12 comprises a mixture of a MOML and an electron-accepting material.

[0019] With reference to FIGURE 2, OLED 20 comprises anode 22, a luminescent region 26, and a cathode 28. Anode 22 comprises MOML 24 and buffer layer or region 25. Buffer layer or region 25 comprises an electron-accepting material, and the MOML 24 is considered to be operatively combined with the electron-accepting material of buffer layer 25.

[0020] To avoid confusion in understanding the scope of the present disclosure, the following guidelines can be used: (1) the term "layer" indicates a single coating generally having a composition that differs from the composition of an adjacent layer; (2) the term "region" refers to a single layer, a plurality of layers such as two, three or more layers, and/or one or more "zones"; (3) the term "zone," as used in the context of, for example, the charge transport zone (i.e., hole transport zone and electron transport zone) or the light emitting zone, refers to a single layer, a plurality of layers, a single functional area in a layer, or a plurality of functional areas in a layer; (4) generally, all regions and layers of the display device that are between the two electrodes or that participate in the charge conduction processes needed to operate the display device are considered part of either the cathode, luminescent region, or anode; (5) generally, a layer (e.g., substrate) that does not participate in the charge conduction processes of the display device and that can be viewed as being outside of the two electrodes shall not be considered part of the electrodes; such a layer (e.g., substrate), however, still may be considered a part of the display

device; (6) a capping region (which protect an electrode from the ambient environment), however, is considered part of the electrode regardless whether the capping region participates in the charge conduction processes of the display device; (7) any region or layer (e.g., electron injection region and hole injection region) that injects charge into the luminescent region is considered part of the electrode; (8) if a MOML can be equally viewed as part of the electrode or the luminescent region, the convention is that the MOML is part of the electrode; (9) in embodiments containing a plurality of adjacent (i.e., contacting) MOMLs, if some or all of the MOMLs can be equally viewed as part of the electrode or the luminescent region, the convention is that the MOMLs are considered part of the electrode; (10) impurities (which may be present in small amounts in the two, three, four, or more material components making up the MOML) are generally not considered a designated component of the MOML; for example, the presence of impurities in a "Binary MOML" composed of the two designated components of the inorganic metal containing material and the organic compound would not change the designation of the MOML as being a "Binary MOML"; and (11) "light emitting region" and "luminescent region" are used interchangeably.

[0021] The anode comprises a MOML operatively combined with an electron-accepting material. A MOML is operatively combined with an electron-accepting material where (i) the MOML is mixed with an electron-accepting material in a single layer or composition, or (ii) the MOML and electron-accepting material are not physically combined but exist in separate, adjacent layers.

[0022] A MOML comprises a metal material and an organic material. A metal material as used herein includes, but is not limited to, elemental metals and metal compounds such as, for example, inorganic compounds (e.g., metal oxides, metal halides, etc.). While aspects of a MOML are described below, MOMLs are further described in U.S. Pat. No. 6,841,932 and U.S. Pat. Application No. 10/401,238, which is published as U.S. Pat. Application Publication No. 2003/0234609, the disclosures of which are incorporated herein by reference in their entirety. It will be appreciated that an anode in display device in accordance with the present disclosure may include a MOML chosen from any of the embodiments depicted in those references.

[0023] Suitable metal materials for the MOML include, for example, metals and inorganic metal compounds. As used herein, the phrase "metal of the metal material" (where such phrase precedes a list of specific elemental metals) refers to both elemental metals and the metal component of inorganic metal compounds. The metals can be, but are not limited to, for example, 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, Eu, and combinations thereof. In embodiments the term "metals" includes Sb, Se, and Te. In embodiments, a metal alloy can be used to form the MOML. One metal of the metal alloy is considered the metal material; the other metal or metals of the metal alloy are considered the additional component or components of the MOML. For instance, a binary metal alloy in combination with the organic material would be considered a Ternary MOML.

[0024] The inorganic metal compounds for the MOML may be a metal halide (e.g., fluoride, chloride, bromide, iodide), metal oxide, metal hydroxide, metal nitride, metal sulfide, metal carbide, metal boride, and the like. Suitable metal halides can be, but are not limited to, for example, LiF, LiCl, LiBr, LiI, NaF, NaCl, NaBr, NaI, KF, KCl, KBr, KI, RbF, RbCl, CsF, CsCl, MgF₂, CaF₂, SrF₂, AlF₃, AgCl, AgF, and CuCl₂. Suitable metal oxides can be, but are not limited to, Li₂O, Ca₂O, Cs₂O, In₂O₃, SnO₂, ZnO, ITO, Cu₂O, CuO, Ag₂O, NiO, TiO, Y₂O₃, ZrO₂, Cr₂O₃. A suitable metal hydroxide can be, but is not limited to, for example, AgOH. Examples of suitable metal nitrides include, but are not limited to, LaN, YN and GaN. Suitable metal sulfides can be, but are not limited to, ZnS, Sb₂S₃, Sb₂S₅, and CdS. A suitable metal carbide can be, but is not limited to, Li₂C, FeC and NiC. A suitable metal boride can be, but is not limited to CaB₆.

[0025] Inorganic materials for the MOML include for example: (i) elemental non-metal materials such as C, Si, and Ge; (ii) inorganic compounds of these elemental non-metal materials such as SiC, SiO, SiO₂, Si₃N₄; and (iii) inorganic metal compounds such as those described herein. Since there is a separate component category for metals (in the list of components for the MOML), metals are not classified as inorganic materials.

[0026] As described herein, some metal compounds are known to be electrically conductive and light absorbing. Mixtures of organic compounds and these metal

compounds therefore, in embodiments, may be able to realize certain desired features of a display device in accordance with the present disclosure, such as, for example, reducing the reflectance of the device. In embodiments, the inorganic metal containing material for use in the MOML may be a metal compound, particularly metal compounds that may be both electrically conductive and light absorbing such as, for example, Ag_2O , Cu_2O , CuO , FeO , Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , NiO , V_2O_5 , ZnS , ZnO , In_2O_3 , SnO_2 , and the like.

[0027] Suitable organic materials for the MOML can be for example electroluminescent materials utilized in fabricating the luminescent region of the display device, such electroluminescent materials being described herein. For example, suitable organic materials for the MOML can include molecular (small-molecule) organic compounds such as metal oxinoids, metal chelates, tertiary aromatic amines, indolocarbazoles, porphyrins, phthalocyanines, triazines, anthracenes, and oxadiazoles; and polymeric compounds such as polythiophenes, polyfluorenes, polyphenylenes, polyanilenes, and polyphenylenevinylens. Other organic compounds that can also be used in the MOML include polypolycarbonates, polyethylenes, polystyrenes, organic dyes and pigments (e.g., perinones, coumarines, and other fused aromatic ring compounds).

[0028] One class of organic materials that can be utilized in a MOML includes, but is not limited to, the metal oxinoid compounds as disclosed in U.S. Pat. Nos. 4,539,507; 5,151,629; 5,150,006; 5,141,671 and 5,846,666, each incorporated herein by reference in its entirety. Illustrative examples include tris(8-hydroxyquinolinate) aluminum (AlQ_3), and bis(8-hydroxyquinolato)-(4-phenylphenolato) aluminum (BAIq). Other examples of this class of materials include tris(8-hydroxyquinolinate) gallium, bis(8-hydroxyquinolinate) magnesium, bis(8-hydroxyquinolinate) zinc, tris(5-methyl-8-hydroxyquinolinate) aluminum, tris(7-propyl-8-quinolinolato) aluminum, bis[benzo[f]-8-quinolinate]zinc, bis(10-hydroxybenzo[h]quinolinate) beryllium, and the like, and metal thioxinoid compounds disclosed in U.S. Pat. No. 5,846,666 (which is incorporated herein by reference in its entirety), such as metal thioxinoid compounds of bis(8-quinolinethiolato)zinc, bis(8-quinolinethiolato)cadmium, tris(8-quinolinethiolato)gallium, tris(8-quinolinethiolato)indium, bis(5-methylquinolinethiolato)zinc, tris(5-methylquinolinethiolato)gallium, tris(5-methylquinolinethiolato)indium, bis(5-methylquinolinethiolato)cadmium, bis(3-

methylquinolinethiolato)cadmium, bis(5-methylquinolinethiolato)zinc, bis[benzo{f}-8-quinolinethiolato]zinc, bis[3-methylbenzo{f}-8-quinolinethiolato]zinc, bis[3,7-dimethylbenzo{f}-8-quinolinethiolato]zinc, and the like. Exemplary materials are bis(8-quinolinethiolato)zinc, bis(8-quinolinethiolato)cadmium, tris(8-quinoline-thiolato)gallium, tris(8-quinolinethiolato)indium and bis[benzo{f}-8-quinoline-thiolato]zinc.

[0029] As discussed herein, the MOML can be a "Binary MOML" (with two components), a "Ternary MOML" (with three components), "Quaternary MOML" (with four components), or other MOMLs with more than four components. In these embodiments, the selection of the inorganic metal containing material, the organic compound and any other additional components is made on the basis that the MOML should have the desired property or properties. In addition to being light reflection-reducing, the MOML can optionally possess one or more additional desired properties including for example being electrically conductive and any other properties that the MOML may need to have in order to serve other functions as may be required by the location of the MOML in the display device (such as the need to also be capable of injecting charge efficiently if the MOML is the part of an electrode that is adjacent the luminescent region). In cases when the display device includes a plurality of MOMLs, the MOMLs can be of the same or different material composition (with respect to the components and their concentrations).

[0030] It is noted that the lists of suitable materials for the components in a particular MOML type may overlap. For example, in a "Ternary MOML," suitable materials for the second component (i.e., an organic material) are the same as the choice of "organic materials" for the third component. In addition, in a "Ternary MOML," suitable materials for the first component (i.e., a metal material) overlap with the choice of "metals" and "inorganic materials" for the third component. However, no inconsistency is present even if the lists of suitable materials for the components in a particular MOML type overlap as long as the selected components of the MOML type are different from one another, i.e., each selected component is unique.

[0031] In one embodiment, the MOML may be a Binary MOML. The phrase "Binary MOML" refers to a metal-organic mixed layer composed of two components: (i) a metal material, and (ii) an organic material. Exemplary embodiments of such a

Binary MOML can include, but are not limited to, a MOML composed of Ag or an inorganic compound thereof (e.g., an oxide, hydroxide, halide, sulfide, nitride, carbide, boride, and the like) and an organic compound; a MOML composed of a Group 11 metal (such as Cu, Ag or Au) or an inorganic compound thereof (e.g., an oxide, hydroxide, halide, sulfide, nitride, carbide, boride, and the like) and an organic compound; a MOML composed of a Group 10 metal (such as Ni, Pd or Pt) or an inorganic compound thereof (e.g., an oxide, hydroxide, halide, sulfide, nitride, carbide, boride, and the like) and an organic compound; a MOML composed of a Group 13 metal (such as In) or an inorganic compound thereof (e.g., an oxide, hydroxide, halide, sulfide, nitride, carbide, boride, and the like) and an organic compound; a MOML composed of a Group 4 metal (such as Ti) or an inorganic compound thereof (e.g., an oxide, hydroxide, halide, sulfide, nitride, carbide, boride, and the like) and an organic compound; a MOML composed of a metal or an inorganic compound thereof (e.g., an oxide, hydroxide, halide, sulfide, nitride, carbide, boride, and the like) and an organic compound with significant optical absorption in the 400-700 nm wavelength range of the spectrum (e.g., an organic dye compound); a MOML composed of a Group 16 metal (i.e., Se and Te) or an inorganic compound thereof (e.g., an oxide, hydroxide, halide, sulfide, nitride, carbide, boride, and the like) and an organic compound; and the like.

[0032] In other embodiments, a MOML may be a Ternary MOML. The phrase "Ternary MOML" refers to a metal-organic mixed layer composed of three components: (i) a metal material, (ii) an organic compound, and (iii) an additional third component (different from the other two components), which can be a metal, an organic material or an inorganic material. Exemplary embodiments of a Ternary MOML include, but are not limited to, a MOML of Binary MOML such as, for example, embodiments above and further including a Group 1 metal (also sometimes called an alkali metal) such as Li, Na, K, Rb or Cs or a compound thereof such as a Group 1 metal halide (e.g., fluoride, chloride, bromide, iodide), oxide, hydroxide, nitride or sulfide; a MOML of Binary MOML such as, for example, embodiments above and further comprising a Group 2 metal (also sometimes called alkaline earth metal) such as Be, Mg, Ca, Sr or Ba or a compound thereof such as a Group 2 metal halide (e.g. fluoride, chloride, bromide iodide), oxide, hydroxide, nitride, boride, or sulfide; a MOML composed of at least a metal material, an organic

compound, and Ag or an Ag compound (e.g., a silver oxide, hydroxide, halide, sulfide, nitride, carbide, boride, and the like); a MOML composed of (i) a metal material, (ii) organic compound, and (iii) Zn, In or Sn or compounds thereof (e.g., ZnO, ZnS, In₂O₃, SnO₂); a MOML composed of at least an organic compound and an alloy composed of a plurality of metals such as, for example, INCONEL™; a MOML composed of at least Al or an inorganic compound thereof (e.g., an oxide, hydroxide, halide, sulfide, nitride, carbide, boride, and the like), an organic compound, and any third component which can be another metal (e.g., Ag, a Group 1 metal, or a Group 2 metal) or compounds thereof; a MOML composed of (i) porphyrin, tertiary aromatic amine, indolocarbazole, polythiophene, PEDOT™ (which is a specific polythiophene) (ii) Ag or a compound thereof, and (iii) Au, Cr, Cu, Pt, In, Ni, Sn, or compounds thereof such as In₂O₃, SnO₂; and the like.

[0033] In still other embodiments, the MOML may be a Quaternary MOML. The phrase "Quaternary MOML" refers to a metal-organic mixed layer composed of four components: (i) a metal material, (ii) an organic material, (iii) an additional third component, and (iv) an additional fourth component. The additional third and fourth components (which are different from each other and different from the first and second components) can be metals, organic materials, or inorganic materials. Exemplary embodiments of Quaternary MOML include; but are not limited to a MOML composed of an organic compound, Ag, Mg, and a Group 1 metal (e.g., Li) or a compound thereof (e.g., LiF); a MOML composed of an organic compound, Ag, Ca, and a Group 1 metal (e.g., Li) or a compound thereof (e.g., LiF); a MOML composed of an organic compound, Ag, Ca, and another Group 2 metal (e.g., Mg) or a compound thereof (e.g., MgF₂ or MgO); a MOML composed of an organic compound, Ag, Al, and a Group 1 metal (e.g., Li) or a compound thereof (e.g., LiF), or a Group 2 metal (e.g., Ca or Mg) or a compound thereof; and the like.

[0034] The MOML, in embodiments, possesses a generally uniform composition across the entire MOML thickness. To achieve the generally uniform composition, the MOML can be prepared by using a "controlled mixing ratio method" (e.g., spin coating and co-deposition). Thus, in embodiments, the MOML is a mixture of a controlled composition, in the sense that the mixing ratio of the different components is controlled to certain levels by means of controlling for instance the evaporation rate of each of the different components which are evaporated from separate

evaporation sources simultaneously. In embodiments, the ratios of the different components in the MOML generally stay the same and do not change with time (i.e., ratios of the components in the MOML if measured immediately after fabrication will be equal to their ratios a few days later and longer).

[0035] In other embodiments, the MOML may have a non-uniform composition across the entire MOML thickness. Co-deposition can be used to produce the non-uniform composition of the MOML (e.g., by varying the co-deposition rates of the MOML materials during formation of the MOML). Due to intra-layer diffusion or inter-layer diffusion, there may occur in certain embodiments of the MOML a change from a generally uniform composition (when prepared by a "controlled mixing ratio method") to a non-uniform composition over long periods of time. In addition, inter-layer diffusion of materials can be used to prepare the MOML. Diffusion is a less preferred approach for fabricating the MOML for the following reasons: (a) diffusion may require significant time (days, weeks, months, or longer); (b) the mixing ratio changes with time; and (c) one has less control over the desired ratio of MOML materials.

[0036] In embodiments, adjacent MOMLs composed of the same components but in different concentrations are viewed to be distinct MOMLs rather than a single MOML with a non-uniform composition if the concentration of one of the components changes by at least 5% over a distance of no more than 5 nm in a direction parallel to the thickness of the MOMLs measured during or immediately after the MOMLs fabrication.

[0037] In some embodiments, the MOML is generally electrically conductive. An electrically conductive MOML can have a cross-sectional (i.e., across the MOML thickness) ohmic resistance not exceeding, for example, about 100,000 Ohms, and particularly, not exceeding about 5,000 Ohms, and preferably not exceeding 1,000 Ohms. In other embodiments, however, the MOML may be considered electrically non-conductive, e.g., possessing an ohmic resistance value somewhere higher than the illustrative range described herein.

[0038] In this regard, the MOML can be partially or fully light absorbing, partially or fully light-transmissive, or partially or fully light-reflective. A partially or fully light absorbing MOML, can, for example, have an optical density of at least 0.1 and typically the optical density is at least 0.5, and more typically, the optical density is

at least 1.0 over at least a part of the visible light range (i.e. electromagnetic radiation in the range 400-700 nm). A partially or fully transmissive (transparent) MOML in general can – for example - have a transmittance of at least 50% and typically a transmittance of at least 75% over at least a part of the visible light range (i.e. electromagnetic radiation in the range 400-700 nm). A partially or fully light-reflective MOML can – for example – have a reflectivity of at least 50%, and typically, a reflectivity of at least 75% over at least a part of the visible light range (i.e. electromagnetic radiation in the range 400-700 nm).

[0039] The MOML generally comprises the metal material in an amount of from about 5 to about 95 percent by volume of the MOML, and the organic compound in an amount of from about 5 to about 95 percent by volume of the MOML. In other embodiments, the MOML comprises a metal material in an amount of from about 20 to about 80 percent by volume and an organic compound in an amount of from about 20 to about 80 percent by volume of the MOML.

[0040] The electron-accepting material employed in an anode configuration in accordance with the present disclosure is generally an oxidizing agent capable of oxidizing an organic compound used in the luminescent region of a display device. An example of a suitable electron-accepting material is a Lewis acid compound. Examples of Lewis acid compounds suitable as the electron-accepting material include those disclosed in U.S. Pat. No. 6,423,429 to Kido, et al., such as, for example, FeCl_3 , AlCl_3 , InCl_3 , GICl_3 , SbCl_5 , and the like. Other suitable electron-accepting materials include organic compounds such as, for example, trinitrofluorenone, and 2,3,5,6-tetrafluoro-7,7,8,8-tetracyanoquinodimethane ($\text{F}_4\text{-TCNQ}$).

[0041] As previously described, the anode comprises a MOML operatively combined with an electron-accepting material. A MOML may be operatively combined with an electron-accepting material by including the electron-accepting material as part of the MOML mixture, or by providing the MOML and the electron-accepting material in separate, adjacent layers.

[0042] In embodiments where the anode comprises a mixture of a MOML and an electron-accepting material, the MOML is present in an amount of from about 5 to about 95 percent by volume of the anode layer, and the electron-accepting material is present in an amount of from about 5 to about 95 percent by volume of the anode.

[0043] In one embodiment the buffer layer of an anode in a display device in accordance with the present disclosure, consists of an electron-accepting material or combination of electron-accepting materials. In other embodiments, the buffer layer may include a mixture of an electron-accepting material and an organic material, such as a hole transport material. Examples of hole transport materials suitable for use in a buffer layer with an electron-accepting material include hole transport materials described herein. Some specific examples of hole transport materials suitable for use in an anode buffer layer include, but are not limited to, N,N'-di(naphthalene-1-yl)-N,N'-diphenyl-benididine (NPB), 4,4'4"-tris(N,N-diphenylamino)triphenylamine (mTDA), 2,5-di-tert-butylphenyl-N,N'-diphenyl-N,N'-bis(3-methylphenyl-(1,1'-biphenyl)-4,4'-diamine (BP-TPD), N,N'-diphenyl-N,N'-bis(3)methylphenyl-(1,1'-biphenyl)-4,4'-diamine (TPD), copper phthalocyanine (CuPc), vanadyl-phthalocyanine (VOPc), poly(3,4-ethylenedioxythiophene (PEDOT), polyaniline (PAni), and the like, and combinations thereof. Where the buffer layer comprises a mixture of an electron-accepting material and a hole-transport material, the electron-accepting material is present in an amount of from about 1 to about 99 percent by volume and the hole transport material is present in an amount of from about 99 to about 1 percent by volume, and typically, the electron-accepting material is present in an amount of from about 5 to about 50 percent by volume and the hole transport material is present in an amount of from about 95 to about 50 percent by volume.

[0044] The anode buffer layer or region (e.g., buffer layer 25 in FIGURE 2) may be a single layer or multi-layer configuration comprising 2, 3, or more layers. In a multi-layer configuration, at least the buffer layer adjacent the MOML comprises an electron-accepting material. The composition of the buffer layers may be selected as desired for a particular purpose or intended use. For example, in an anode comprising a MOML and a buffer layer comprising a first buffer layer and a second buffer layer, each of the first and second buffer layers may consist of an electron-accepting material. In another embodiment, the first buffer layer may consist of an electron-accepting material and the second buffer layer may comprise an electron-accepting material and a hole transport material. In a further embodiment, the first buffer layer may comprise an electron-accepting material and a hole transport material. In still another embodiment, each of the first and second buffer layers

comprise an electron-accepting material and a hole transport material. Other embodiments and configurations are possible and within the scope of an anode in accordance with the present disclosure.

[0045] The thickness of the anode may be from about 100 to about 5000 angstroms. In embodiments, the anode has a thickness of from about 150 to about 2,000 angstroms. In embodiments in which the anode comprises a MOML and a separate buffer layer or comprising an electron-accepting material, the buffer layer may have a total thickness of from about 10 to about 500 angstroms. Individual layers of a multi-layer buffer layer configuration may have a thickness of from about 1 to about 9 nm. In embodiments, the buffer layer has a total thickness of from about 50 to about 300 angstroms.

[0046] The properties of the anode and/or the display device may be tuned or adjusted as desired to form a display device having a desired property for a particular purpose or intended use. For example, the electrical properties of the device may be selected or varied by varying the composition of one of the MOML, or the concentrations of the metal material and the organic material in the MOML and/or the concentration of the electron-accepting material. Additionally, the light-absorbing, transmission or reflective ability of the anode and/or the display device may be adjusted by varying one or both of the thickness of the MOML and the metal concentration of the MOML. Generally, as the thickness and/or the metal concentration is increased, the MOML becomes less transparent, more absorbing or more reflective. In one embodiment, the anode and the display device are substantially transparent,. In another embodiment, a display device in accordance with the present disclosure reduces light reflection by at least about 30 percent compared to a display device without any MOML. In another embodiment, a device in accordance with the present disclosure reduces light reflection by at least about 50 percent as compared to any display device without any MOML. In other embodiments, a display device in accordance with the present disclosure has a Sun/Eye-weighted Integrated Reflectivity (SEIR) of less than about 75 percent. In further embodiments, a display device has a SEIR of less than about 50 percent. In still even further embodiments, a display device exhibits a SEIR of less than about 20 percent.

[0047] Embodiments of a display device in accordance with the present disclosure encompass the use of one or more MOMLs in any kind of OLEDs, including molecular (small-molecule)-based OLEDs, polymer-based OLEDs, or hybrid OLEDs containing both molecular and polymeric materials in the luminescent region. MOMLs also can be applied to hybrid OLEDs composed of both organic and inorganic materials in the luminescent region. Furthermore, types of display devices encompassed within the present disclosure include OLEDs, inorganic electroluminescent or phosphor devices, liquid crystal displays, plasma displays, and the like.

[0048] Any suitable technique and apparatus can be used to form the anode and/or the MOMLs and the buffer layer. For example, there may be employed thermal deposition (i.e., physical vapor deposition - "PVD"), spin-coating, sputtering, electron beam, electric arc, chemical vapor deposition ("CVD"), and the like. The first two techniques, and PVD in particular, may be the more desirable approaches. In the case of PVD, the MOML can be formed by means of for example co-evaporating the components of the MOML and the electron-accepting material, with the deposition rate of each of the materials independently controlled to achieve the desired mixing ratio. Certain ranges of mixing ratio of the different components are more effective in producing the desired characteristics in the MOML. These preferred mixing ratios may be determined on a trial and error basis for specific material combinations. Generally speaking, in embodiments comprising a mixture of an MOML and an electron-accepting material, the anode can comprise the MOML in an amount of from about 5 to about 95 percent by volume and the electron-accepting material may be present in an amount comprised from about 95 to about 5 percent by volume of the anode. More preferred ranges will depend on the particular materials selected. The phrase "controlled mixing ratio method" refers to spin-coating and co-deposition. Co-deposition refers to thermal deposition (i.e., physical vapor deposition - "PVD"), sputtering, electron beam, electric arc, chemical vapor deposition ("CVD"), and the like.

[0049] Further, these techniques, including paper deposition, are also suitable for forming the buffer layer comprising an electron-accepting material and optional hole transport material in embodiments where the MOML and electron-accepting material are in separate adjacent layers of the anode (such as, e.g., in FIGURE 2).

[0050] The combination of a MOML and an electron-accepting material, whether combined in a mixture or in separate, adjacent layers, overcomes some of the difficulties associated with employing an MOML as an anode. The ability to use an MOML as an anode also allows for the use of deposition techniques that are not available with conventional anode materials, such as ITO. The use of an MOML in an anode also allows the reflectance of a display device to be reduced and allows for the production of a black anode as a back electrode.

[0051] While not shown in the figures, it will be appreciated that a display device, such as the OLEDs of FIGURES 1-2, may include a substrate adjacent one of the electrodes, i.e., adjacent one of the anode or the cathode. A substantially transparent substrate can comprise various suitable materials including, for example, polymeric components, glass, quartz and the like. Suitable polymeric components include, but are not limited to polyesters such as MYLAR®, polycarbonates, polyacrylates, polymethacrylates, polysulfones, and the like. Other substrate materials can also be selected provided, for example, that the materials can effectively support the other layers, and do not interfere with the device functional performance.

[0052] An opaque substrate can comprise various suitable materials including, for example, polymeric components like polyesters such as MYLAR®, polycarbonates, polyacrylates, polymethacrylates, polysulfones, and the like, which contain coloring agents or dyes such as carbon black. The substrate can also be comprised of silicon such as amorphous silicon, polycrystalline silicon, single crystal silicon, and the like. Another class of materials that can be used in the substrate are ceramics such as metallic compounds like metal oxides, metal halides, metal hydroxides, metal sulfides and others.

[0053] In embodiments, the substrate may have a thickness ranging for example from about 10 to about 5,000 micrometers. In other embodiments, the substrate may have a thickness of from about 25 to about 1,000 micrometers.

[0054] A cathode can comprise suitable electron injecting materials, such as metals, including high work function components, such as metals with, for example, a work function from about 4 eV to about 6 eV, or low work function components, such as metals with, for example, a work function of from about 2 eV to about 4 eV. The cathode can comprise a combination of a low work function (less than about 4

eV) metal and at least one other metal. Effective proportions of the low work function metal to the second or other metal are from less than about 0.1 weight percent to about 99.9 weight percent. Illustrative examples of low work function metals include, but are not limited to, alkaline metals such as lithium or sodium; Group 2A or alkaline earth metals such as beryllium, magnesium, calcium or barium; and Group III metals including rare earth metals and the actinide group metals such as scandium, yttrium, lanthanum, cerium, europium, terbium or actinium. Lithium, magnesium and calcium are exemplary low work function metals. Materials suitable for forming the cathode include, but are not limited to, the Mg—Ag alloy cathodes described in U.S. Pat. Nos. 4,885,211, 4,720,432, and 5,703,436, the disclosures of which are totally incorporated herein by reference. Other suitable cathodes comprise a metal-organic mixed layer (MOML) as disclosed in, for example, U.S. Pat. No. 6,841,932, which is incorporated herein by reference in its entirety, and in U.S. Pat. No. 5,429,884, the disclosure of which is totally incorporated herein by reference. The cathodes can also be formed from lithium alloys with other high work function metals such as aluminum and indium.

[0055] A substantially transparent cathode can comprise very thin substantially transparent metallic layers comprising a metal with a work function ranging from about 2 eV to about 4 eV, such as Mg, Ag, Al, Ca, In, Li and their alloys such as Mg:Ag alloys, comprised of, for example, from about 80 to 95 volume percent of Mg and about 20 to about 5 volume percent of Ag, and Li:Al alloys, comprised of, for example, from about 90 to 99 volume percent of Al, and from about 10 to about 1 volume percent of Li, and the like, having a thickness, for example, from about 10 angstroms to about 200 angstroms, and, in embodiments, from about 30 angstroms to about 100 angstroms. Of course, a thickness outside of this range can also be used.

[0056] In embodiments wherein the cathode is a MOML, the cathodes may comprise one or more additional layers. The one or more additional layer(s) of the cathodes can comprise at least one metal and/or at least one inorganic material. Suitable exemplary metals that can be used in the additional layer(s) include, but are not limited to, Mg, Ag, Al, In, Ca, Sr, Au, Li, Cr and mixtures thereof. Suitable exemplary inorganic materials that can be used in the additional layer(s) include, but are not limited to, SiO, SiO₂, LiF, MgF₂ and mixtures thereof.

[0057] The one or more additional layer(s) can have the same or different functions from each other. For example, one or more additional layers of the cathode can comprise, or can consist essentially of, a metal to form a conductive layer with a low sheet resistance (e.g., < 10 Ω/square). In addition, one or more additional layers of the cathode can protect the metal-organic mixed layer from the ambient by forming a passivating layer (such as, for example, a moisture barrier) that prevents, or at least reduces, the permeation of ambient moisture to the MOML, the luminescent region and the anode. Also, one or more additional layers of the cathode can act as a thermal protective layer to provide protection from device shorting at elevated temperatures. For example, such protection can be provided at temperatures ranging from about 60°C to about 110°C, as discussed in more detail in U.S. Pat. No. 6,765,348, which is incorporated herein by reference in its entirety.

[0058] The thickness of the cathode can range from, for example, about 10 nanometers (nm) to about 1,000 nanometers. Thicknesses outside of this range can also be used.

[0059] The cathode may be a single layer or may comprise two, three or more layers. For instance, the electrode may be composed of a charge injection layer (i.e., an electron injection layer or a hole injection layer) and a capping layer. In embodiments, however, the charge injection layer may be considered distinct from the electrode.

[0060] The luminescent region of a display device in accordance with the present disclosure comprises, in embodiments, at least one electroluminescent organic material. The type of electroluminescent material is not critical and may be any material suitable for use as an electroluminescent material in a display device. Suitable organic electroluminescent materials include, for example, polyphenylenevinylenes, such as poly(p-phenylenevinylene) PPV, poly(2-methoxy-5-(2-ethylhexyloxy)-1,4-phenylenevinylene) (MEHPPV) and poly(2,5-dialkoxyphenylenevinylene) (PDMeOPV), and other materials disclosed in U.S. Pat. No. 5,247,190, which is incorporated herein by reference in its entirety; polyphenylenes, such as poly(p-phenylene) (PPP), ladder-poly-para-phenylene (LPPP), and poly(tetrahydropyrene) (PTHP); and polyfluorenes, such as poly(9,9-di-n-octylfluorene-2,7-diyl), poly(2,8-(6,7,12,12-tetraalkylindenofluorene)) and copolymers containing fluorenes such as fluorene-amine copolymers (see e.g.,

Bemius et al., "Developmental Progress of Electroluminescent Polymeric Materials and Devices," Proceedings of SPIE Conference on Organic Light Emitting Materials and Devices III, Denver, Colo., July 1999, Volume 3797, p. 129).

[0061] Another class of organic electroluminescent materials that can be utilized in the luminescent region includes, but is not limited to, the metal oxinoid compounds as disclosed in U.S. Pat. Nos. 4,539,507; 5,151,629; 5,150,006; 5,141,671 and 5,846,666, each incorporated herein by reference in its entirety. Illustrative examples include tris(8-hydroxyquinolate)aluminum (AlQ₃), and bis(8-hydroxyquinolato)-(4-phenylphenolato)aluminum (BAIq). Other examples of this class of materials include tris(8-hydroxyquinolate)gallium, bis(8-hydroxyquinolate)magnesium, bis(8-hydroxyquinolate)zinc, tris(5-methyl-8-hydroxyquinolate)aluminum, tris(7-propyl-8-quinolinolato)aluminum, bis[benzo{f}-8-quinolate]zinc, bis(10-hydroxybenzo[h] quinolinate)beryllium, and the like, and metal thioxinoid compounds disclosed in U.S. Pat. No. 5,846,666 (which is incorporated herein by reference in its entirety), such as metal thioxinoid compounds of bis(8-quinolinethiolato)zinc, bis(8-quinolinethiolato)cadmium, tris(8-quinolinethiolato)gallium, tris(8-quinolinethiolato)indium, bis(5-methylquinolinethiolato)zinc, tris(5-methylquinolinethiolato)gallium, tris(5-methylquinolinethiolato)indium, bis(5-methylquinolinethiolato)cadmium, bis(3-methylquinolinethiolato)cadmium, bis(5-methylquinolinethiolato)zinc, bis[benzo {f}-8-quinolinethiolato]zinc, bis[3-methylbenzo{f}-8-quinolinethiolato]zinc, bis[3,7-dimethylbenzo{f}-8-quinolinethiolato]zinc, and the like. A further class of organic electroluminescent materials that can be used in the luminescent region comprises stilbene derivatives, such as those disclosed in U.S. Pat. No. 5,516,577, incorporated herein by reference in its entirety. A non-limiting example of a suitable stilbene derivative is 4,4'-bis(2,2-diphenylvinyl)biphenyl. Another class of organic electroluminescent materials that can be used in the luminescent region comprises anthracenes, such as, for example 2-t-butyl-9,10-di-(2-naphthyl) anthracene, 9,10-di-(2-naphthyl) anthracene, 9,10-di-phenyl anthracene, 9,9-bis[4-(9-anthryl)phenyl] fluorine, and 9,9-bis[4-(10-phenyl-9-anthryl)phenyl] fluorine. Other suitable anthracenes are disclosed in U.S. Application Serial No. 09/208,172, now U.S. Patent No. 6,465,115 (corresponding to EP 1009044 A2), those disclosed in U.S. Patent 5,972,247, and U.S. Application Serial No. 09/771,311, now U.S. Patent No.

6,479,172, and those disclosed in US Patent 5,935,721, the disclosures of which are totally incorporated herein by reference.

[0062] Another class of suitable organic electroluminescent materials suitable for use in the luminescent region is the oxadiazole metal chelates disclosed in U.S. Pat. No. 5,925,472, which is incorporated herein by reference in its entirety. These materials include bis[2-(2-hydroxyphenyl)-5-phenyl-1,3,4-oxadiazolato]zinc; bis[2-(2-hydroxyphenyl)-5-phenyl-1,3,4-oxadiazolato]beryllium; bis[2-(2-hydroxyphenyl)-5-(1-naphthyl)-1,3,4-oxadiazolato]zinc; bis[2-(2-hydroxyphenyl)-5-(1-naphthyl)-1,3,4-oxadiazolato]beryllium; bis[5-biphenyl-2-(2-hydroxyphenyl)-1,3,4-oxadiazolato]zinc; bis[5-biphenyl-2-(2-hydroxyphenyl)-1,3,4-oxadiazolato]beryllium; bis(2-hydroxyphenyl)-5-phenyl-1,3,4-oxadiazolato]lithium; bis[2-(2-hydroxyphenyl)-5-p-tolyl-1,3,4-oxadiazolato]zinc; bis[2-(2-hydroxyphenyl)-5-p-tolyl-1,3,4-oxadiazolato]beryllium; bis[5-(p-tert-butylphenyl)-2-(2-hydroxyphenyl)-1,3,4-oxadiazolato]zinc; bis[5-(p-tert-butylphenyl)-2-(2-hydroxyphenyl)-1,3,4-oxadiazolato]beryllium; bis[2-(2-hydroxyphenyl)-5-(3-fluorophenyl)-1,3,4-oxadiazolato]zinc; bis[2-(2-hydroxyphenyl)-5-(4-fluorophenyl)-1,3,4-oxadiazolato]zinc; bis[2-(2-hydroxyphenyl)-5-(4-fluorophenyl)-1,3,4-oxadiazolato]beryllium; bis[5-(4-chlorophenyl)-2-(2-hydroxyphenyl)-1,3,4-oxadiazolato]zinc; bis[2-(2-hydroxyphenyl)-5-(4-methoxyphenyl)-1,3,4-oxadiazolato]zinc; bis[2-(2-hydroxy-4-methylphenyl)-5-phenyl-1,3,4-oxadiazolato]zinc; bis[2-(2-hydroxynaphthyl)-5-phenyl-1,3,4-oxadiazolato]zinc; bis[2-(2-hydroxyphenyl)-5-p-pyridyl-1,3,4-oxadiazolato]zinc; bis[2-(2-hydroxyphenyl)-5-p-pyridyl-1,3,4-oxadiazolato]beryllium; bis[2-(2-hydroxyphenyl)-5-(2-thiophenyl)-1,3,4-oxadiazolato]zinc; bis[2-(2-hydroxyphenyl)-5-phenyl-1,3,4-thiadiazolato]zinc; bis[2-(2-hydroxyphenyl)-5-(1-naphthyl)-1,3,4-thiadiazolato]zinc; and bis[2-(2-hydroxyphenyl)-5-(1-naphthyl)-1,3,4-thiadiazolato]beryllium, and the like; and the triazines including those disclosed in U.S. Pat. Nos. 6,057,048 and 6,821,643, each of which is incorporated herein by reference in its entirety.

[0063] The luminescent region can further include from about 0.01 weight percent to about 25 weight percent of a luminescent material as a dopant. Examples of dopant materials that can be utilized in the luminescent region are fluorescent materials, such as, for example, coumarin, dicyanomethylene pyranes, polymethine, oxabenzanthrone, xanthene, pyrylium, carbostyl, perylene, and the

like. Another suitable class of fluorescent materials are quinacridone dyes. Illustrative examples of quinacridone dyes include quinacridone, 2-methylquinacridone, 2,9-dimethylquinacridone, 2-chloroquinacridone, 2-fluoroquinacridone, 1,2-benzoquinacridone, N,N'-dimethylquinacridone, N,N'-dimethyl-2-methylquinacridone, N,N'-dimethyl-2,9-dimethylquinacridone, N,N'-dimethyl-2-chloroquinacridone, N,N'-dimethyl-2-fluoroquinacridone, N,N'-dimethyl-1,2-benzoquinacridone, and the like as disclosed in U.S. Pat. Nos. 5,227,252; 5,276,381; and 5,593,788, each incorporated herein in its entirety. Another class of fluorescent materials that may be used is fused ring fluorescent dyes. Exemplary suitable fused ring fluorescent dyes include perylene, rubrene, anthracene, coronene, phenanthrene, pyrene and the like, as disclosed in U.S. Pat. No. 3,172,862, which is incorporated herein by reference in its entirety. Also, fluorescent materials include butadienes, such as 1,4-diphenylbutadiene and tetraphenylbutadiene, and stilbenes, and the like, as disclosed in U.S. Pat. Nos. 4,356,429 and 5,516,577, each incorporated herein by reference in its entirety. Other examples of fluorescent materials that can be used are those disclosed in U.S. Pat. No. 5,601,903, which is incorporated herein by reference in its entirety.

[0064] Additionally, luminescent dopants that can be utilized in the light luminescent region are the fluorescent dyes disclosed in U.S. Pat. No. 5,935,720 (which is incorporated herein by reference in its entirety), such as, for example, 4-(dicyanomethylene)-2-1-propyl-6-(1,1,7,7-tetramethyljulolidyl-9-enyl)-4H-pyran (DCJTB); the lanthanide metal chelate complexes, such as for example, tris(acetyl acetonato) (phenanthroline) terbium, tris(acetyl acetonato)(phenanthroline) europium, and tris(thenoyl trisfluoroacetonato)(phenanthroline) europium, and those disclosed in Kido et al., "White light emitting organic electroluminescent device using lanthanide complexes," Jpn. J. Appl. Phys. , Volume 35, pp. L394-L396 (1996), which is incorporated herein by reference in its entirety; and phosphorescent materials, such as, for example, organometallic compounds containing heavy metal atoms that lead to strong spin-orbit coupling, such as those disclosed in Baldo et al., "Highly efficient organic phosphorescent emission from organic electroluminescent devices," Letters to Nature, Volume 395, pp. 151-154 (1998), which is incorporated herein by reference in its entirety. Preferred examples include

2,3,7,8,12,13,17,18-octaethyl-21H23H-phorpine platinum(II) (PtOEP) and fac tris(2-phenylpyridine)iridium (Ir(ppy)3).

[0065] The luminescent region can also include one or more materials with hole-transporting properties. Examples of hole-transporting materials that can be utilized in the luminescent region include polypyrrole, polyaniline, poly(phenylene vinylene), polythiophene, polyarylamine as disclosed in U. S. Pat. No. 5,728,801, which is incorporated herein by reference in its entirety, and their derivatives, and known semiconductive organic materials; porphyrin derivatives such as 1,10,15,20-tetraphenyl-21H,23H-porphyrin copper (II) disclosed in U.S. Pat. No. 4,356,429, incorporated herein by reference in its entirety; copper phthalocyanine; copper tetramethyl phthalocyanine; zinc phthalocyanine; titanium oxide phthalocyanine; magnesium phthalocyanine; and the like.

[0066] A specific class of hole transporting materials that can be utilized in the luminescent region are the aromatic tertiary amines such as those disclosed in U.S. Pat. No. 4,539,507, which is incorporated herein by reference in its entirety. Suitable exemplary aromatic tertiary amines include, but are not limited to, bis(4-dimethylamino-2-methylphenyl)phenylmethane; N,N,N-tri(p-tolyl)amine; 1,1-bis(4-di-p-tolylaminophenyl)cyclohexane; 1,1-bis(4-di-p-tolylaminophenyl)-4-phenyl cyclohexane; N,N'-diphenyl-N,N'-bis(3-methylphenyl)-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine; N,N'-diphenyl-N,N'-bis(3-methylphenyl)-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine; N,N'-diphenyl-N,N'-bis(4-methoxyphenyl)-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine; N,N,N',N'-tetra-p-tolyl-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine; N,N'-di-1-naphthyl-N,N'-diphenyl-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine; N,N'-di(naphthalene-1-yl)-N,N'-diphenyl-benzidine ("NPB"); mixtures thereof and the like. Another class of aromatic tertiary amines are polynuclear aromatic amines. Examples of these polynuclear aromatic amines include, but are not limited to, N,N-bis-[4'-(N-phenyl-N-m-tolylamino)-4-biphenyl]-aniline; N,N-bis-[4'-(N-phenyl-N-m-tolylamino)-4-biphenyl]-m-toluidine; N,N-bis-[4'-(N-phenyl-N-m-tolylamino)-4-biphenyl]-p-toluidine; N,N-bis-[4'-(N-phenyl-N-p-tolylamino)-4-biphenyl]-aniline; N,N-bis-[4'-(N-phenyl-N-p-tolylamino)-4-biphenyl]-m-toluidine; N,N-bis-[4'-(N-phenyl-N-p-tolylamino)-4-biphenyl]-p-toluidine; N,N-bis-[4'-(N-phenyl-N-p-chlorophenylamino)-4-biphenyl]-m-toluidine; N,N-bis-[4'-(N-phenyl-N-m-chlorophenylamino)-4-biphenyl]-p-toluidine; N,N-bis-[4'-(N-phenyl-N-m-chlorophenylamino)-4-biphenyl]-p-toluidine; N,N-bis-[4'-(N-phenyl-N-m-tolylamino)-4-biphenyl]-p-

chloroaniline; N,N-bis-[4'-(N-phenyl-N-p-tolylamino)-4-biphenyl]-m-chloroaniline; N,N-bis-[4'-(N-phenyl-N-m-tolylamino)-4-biphenyl]-1-aminonaphthalene, mixtures thereof and the like; 4,4'-bis(9-carbazolyl)-1,1'-biphenyl compounds, such as, for example 4,4'-bis(9-carbazolyl)-1,1'-biphenyl and 4,4'-bis(3-methyl-9-carbazolyl)-1,1'-biphenyl, and the like.

[0067] A specific class of the hole transporting materials that can be used in the luminescent region are the indolo-carbazoles, such as those disclosed in U.S. Pat. Nos. 5,942,340 and 5,952,115, each incorporated herein by reference in its entirety, such as, for example, 5,11-di-naphthyl-5,11-dihydroindolo[3,2-b]carbazole, and 2,8-dimethyl-5,11-di-naphthyl-5,11-dihydroindolo[3,2-b]carbazole; N,N,N'N'-tetraarylbenzidines, wherein aryl may be selected from phenyl, m-tolyl, p-tolyl, m-methoxyphenyl, p-methoxyphenyl, 1-naphthyl, 2-naphthyl and the like. Illustrative examples of N,N,N'N'-tetraarylbenzidine are N,N-di-1-naphthyl-N,N'-diphenyl-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine; N,N'-bis(3-methylphenyl)-N,N'-diphenyl-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine; N,N'-bis(3-methoxyphenyl)-N,N'-diphenyl-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine, and the like. Suitable hole transporting materials that can be used in the luminescent region are the naphtyl-substituted benzidine derivatives.

[0068] The luminescent region can also include one or more materials with electron transporting properties. An example of electron transporting materials that can be utilized in the luminescent region is polyfluorenes, such as poly(9,9-di-n-octylfluorene-2,7-diyl), poly(2,8-(6,7,12,12-tetraalkyldenofluorene) and copolymers containing fluorenes such as fluorene-amine copolymers, as disclosed in incorporated Bernius et al., Proceedings of SPIE Conference on Organic Light Emitting Materials and Devices III, Denver, Colo., July 1999, Volume 3797, p. 129.

[0069] Other examples of electron transporting materials that can be utilized in the luminescent region can be selected from the metal oxinoid compounds, the oxadiazole metal chelate compounds, the triazine compounds and the stilbene compounds, examples of which have been described above in detail.

[0070] In embodiments where the luminescent region includes one or more hole transport material and/or one or more electron transport material in addition to the organic electroluminescent material(s), the organic electroluminescent material, the hole transport material(s), and/or the electron transport material(s) can be formed in separate layers, such as, for example, the OLEDs disclosed in U.S. Pat. Nos. 4,539,

507; 4,720,432 and 4,769,292; or in the same layer thus forming mixed zones of two or more materials, such as, for example, the OLEDs disclosed in U.S. Pat. Nos. 6,130,001; 6,392,339; 6,392,250, and 6,614,175. The disclosures of these patents and patent applications are incorporated herein by reference in their entirety.

[0071] Additionally, the luminescent region may include a MOML as described in U.S. Pat. No. 6,841,932 and Application No. 10/401,238, which is published as U.S. Pat. Application No. 2003/0234609, each of which are incorporated herein by reference in their entirety.

[0072] The thickness of the luminescent region can vary from, for example, about 1 nm to about 1000 nm. In embodiments, the thickness of the luminescent region is from about 20 nm to about 200 nm, and, in other embodiments, from about 50 nm to about 150 nm.

[0073] A display device comprising an anode in accordance with the present disclosure is further described with reference to the following examples. The examples are merely intended to further illustrate an anode configuration in accordance with the present disclosure and are not intended to be limiting embodiments thereof.

EXAMPLES

Examples 1-16

[0074] Examples 1-16 in Table 1 below summarize OLED devices that have been reduced to practice. All devices were fabricated using physical vapor deposition in vacuum (5×10^{-6} Torr). Table 1 indicates the anode configures used in the respective OLED devices. The luminescent region of the devices was composed of two layers: (i) a 600 angstrom NPB layer functioning as a hole transport zone, and (ii) a 750 angstrom AlQ3 layer serving the dual functions of light emission and electron transport. The cathode was formed with Mg:Ag. The NPB, AlQ3 and cathode layers were sequentially deposited following deposition of the anode layer. In samples 1-5, the anode had a configuration comprising a MOML and a buffer layer deposited over the MOML, wherein the buffer layer was a single layer entirely composed of an electron-accepting material. In examples 6-8, the anode comprised a MOML and a single layer buffer layer disposed over the MOML,

the buffer layer configuration comprising an electron-accepting material and a hole transport material. In examples 9-11, the anode comprises a MOML and a multilayer buffer configuration disposed over the MOML. The electron-accepting material may be present in one or both of the layers of the multilayer buffer configuration. In example 12, the anode comprises a single layer comprising a mixture of a MOML and an electron-accepting material, i.e., without any additional buffer layer. Examples 13-16 are comparative examples using either a convention anode material (i.e., ITO) or comprise a MOML or MOML/buffer configuration without any electron-accepting material.

[0075] Table 1 shows the OLED driving voltage at 25 mA/cm² and demonstrates that anodes in accordance with the present disclosure can provide suitable hole-injection properties comparable to conventional anodes.

Table 1

Example No.	Anode Configuration	V @ 25 mA/cm ²
1	AlQ3(90%)+Ag(10%)(150Å)/F4-TCNQ(50Å)	7
2	AlQ3(90%)+Ag(10%)(500Å)/F4-TCNQ(50Å)	7
3	AlQ3(80%)+Ag(20%)(1000Å)/F4-TCNQ(50Å)	7
4	AlQ3(80%)+Ag(20%)(2000Å)/F4-TCNQ(50Å)	7
5	AlQ3(80%)+Ag(20%)(500Å)/F4-TCNQ(50Å)	7.4
6	AlQ3(80%)+Ag(20%)(500Å)/NPB +2% F4-TCNQ(200Å)	10.4
7	AlQ3(80%)+Ag(20%)(500Å)/NPB +10% F4-TCNQ(200Å)	7.2
8	AlQ3(80%)+Ag(20%)(500Å)/CuPc +2% F4-TCNQ(150Å)	9.12
9	AlQ3(80%)+Ag(20%)(500Å)/F4-TCNQ(50Å)/CuPc(150Å)	7.7
10	AlQ3(80%)+Ag(20%)(500Å)/F4-TCNQ(50Å)/NPB+2% F4-TCNQ(150Å)	7.4
11	AlQ3(80%)+Ag(20%)(500Å)/CuPc+2%F4-TCNQ(150Å)/NPB+2%F4-TCNQ(200Å)	8.6
12	AlQ3(70%)+Ag(10%)+F4-TCNQ(20%) (300Å)	18
13	ITO (1000Å)	6.9
14	AlQ3(80%)+Ag(20%)(500Å) / CuPc (150Å)	18.3
15	AlQ3(80%)+Ag(20%)(500Å) / mTDATA (150Å)	22
16	AlQ3(80%)+Ag(20%)(500Å)	17

Examples 17-21

[0076] Examples 17-21 were prepared in the same manner as described with reference to examples 1-16 and include the anode configuration set forth in Table 2. Examples 18-21 comprise anode configurations in accordance with the present disclosure and example 17 is a comparative example comprising a conventional ITO anode. The concentration of the components of the MOML are given in parenthesis next to the respective components and the number in parenthesis refer to the layer

thickness in angstroms. As shown in Table 2, different optical properties ranging from substantially transparent (as indicated by large SEIR values) to light-absorbing or dark (as indicated by small SEIR values) can be achieved by simply varying the thickness or composition of the MOML.

Table 2

Example No.	Anode Configuration	SEIR
17	ITO	79.60%
18	AlQ3(90%)+Ag(10%)(150Å)/F4-TCNQ(50Å)	72.50%
19	AlQ3(90%)+Ag(10%)(500Å)/F4-TCNQ(50Å)	58.40%
20	AlQ3(80%)+Ag(20%)(1000Å)/F4-TCNQ(50Å)	15.80%
21	AlQ3(80%)+Ag(20%)(2000Å)/F4-TCNQ(50Å)	17.80%

[0077] While particular embodiments have been described, alternatives, modifications, variations, improvements, and substantial equivalents that are or may be presently unforeseen may arise to applicants or others skilled in the art. Accordingly, the appended claims as filed and as they may be amended are intended to embrace all such alternatives, modifications variations, improvements, and substantial equivalents.

3. Brief Description of Drawings

[0014] The following is a brief description of the drawings, which are presented for the purpose of illustrating exemplary embodiments disclosed herein and not for the purpose of limiting the same.

[0015] FIGURE 1 is a schematic cross sectional view of one embodiment of a display device in accordance with the present disclosure; and

[0016] FIGURE 2 is a schematic cross sectional view of another embodiment of a display device in accordance with the present disclosure.

1. An organic light emitting device comprising:
an anode;
a cathode; and
a luminescent region comprising an organic electroluminescent material disposed between the anode and the cathode,
wherein the anode comprises a metal-organic mixed layer comprising i) a metal material, and ii) an organic material, and wherein the metal-organic mixed layer is operatively combined with an electron-accepting material.,.

2. The device according to claim 1, wherein the electron-accepting material is selected from the group consisting of FeCl_3 , AlCl_3 , InCl_3 , GaCl_3 , SbCl_5 , trinitrofluorenone, 2,3,5,6-tetrafluoro-7,7,8,8-tetracycloquinodimethone, and combinations thereof.

3. The device according to claim 1, wherein the anode comprises a mixture of a metal-organic mixed layer and an electron-accepting material.

4. The device according to claim 1, wherein the anode comprises a first layer comprising a metal-organic mixed layer, and a second layer adjacent the first layer, the second layer comprising an electron-accepting material and optionally a hole transport material.

5. The devise according to claim 4, wherein the second layer comprises a hole transport material selected from the group consisting of N,N'-di(naphthalene-1-yl)-N,N'-diphenyl-benididine (NPB), 4,4'4"-tris(N,N-diphenylamino)triphenylamine (mTDATA), 2,5-di-tert-butylphenyl-N,N'-diphenyl-N,N'-bis(3-methylphenyl-(1,1'-biphenyl)-4,4'-diamine (BP-TPD), N,N'-diphenyl-N,N'-bis(3)methylphenyl-(1,1'-biphenyl)-4,4'-diamine (TPD), copper phthalocyanine (CuPc), vanadyl-phthalocyanine (VOPc), poly(3,4-ethylenedioxythiophene (PEDOT), polyaniline (PAni), and combinations thereof.

6. The device according to claim 1, wherein the metal material comprises a metal selected from the group consisting of 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, Eu, and combinations thereof.

7. The device according to claim 3, wherein the metal-organic mixed layer is present in an amount of from about 5 to about 95 volume percent by volume of the anode, and the electron-accepting material is present in an amount of from about 95 to about 5 percent by volume of the anode.

8. The device according to claim 1, wherein the anode has a thickness in the range of from about 100 to about 5,000 angstroms.

9. The device according to claim 1, wherein the anode is light-absorbing, and the metal-organic mixed layer is selected such that the device reduces light reflection by at least about 30%.

10. The device according to claim 1, wherein the anode is substantially transparent, and the metal-organic mixed layer is selected such that the anode light transmittance in the visible range is at least 50 %.

11. The device according to claim 1, wherein the anode is substantially reflective, and the metal-organic mixed layer is selected such that the anode reflectance in the visible range is at least 50 %.

12. An organic light emitting device comprising:
an anode;
a cathode; and
a luminescent region comprising an organic electroluminescent material disposed between the anode and the cathode,

wherein the anode comprises a metal-organic mixed layer and a buffer layer, the metal-organic mixed layer comprising i) a metal material, and ii) an organic material, and the buffer layer comprising an electron-accepting material.

13. The device according to claim 12, wherein the electron-accepting material is selected from the group consisting of FeCl_3 , AlCl_3 , InCl_3 , GaCl_3 , SbCl_5 , trinitrofluorenone, 2,3,5,6-tetrafluoro-7,7,8,8-tetracycloquinodimethone, and combinations thereof.

14. The device according to claim 12, wherein the buffer layer has a thickness of from about 10 to about 500 angstroms.

15. The device according to claim 12, wherein the buffer layer further comprises a hole transport material.

16. The device according to claim 15, wherein the second layer comprises a hole transport material selected from the group consisting of N,N'-di(naphthalene-1-yl)-N,N'-diphenyl-benididine (NPB), 4,4'4"-tris(N,N-diphenylamino)triphenylamine (mTDA), 2,5-di-tert-butylphenyl-N,N'-diphenyl-N,N'-bis(3-methylphenyl)-(1,1'-biphenyl)-4,4'-diamine (BP-TPD), N,N'-diphenyl-N,N'-bis(3)methylphenyl-(1,1'-biphenyl)-4,4'-diamine (TPD), copper phthalocyanine (CuPc), vanadyl-phthalocyanine (VOPc), poly(3,4-ethylenedioxythiophene (PEDOT), polyaniline (PAni), and combinations thereof.

17. The device according to claim 16, wherein the electron-accepting material is present in an amount of from about 1 to about 99 percent by volume of the buffer layer, and the hole transport material is present in an amount of from about 99 to about 1 percent by volume of the buffer layer.

18. The device according to claim 17, wherein the electron-accepting material is present in an amount of from about 5 to about 50 percent by volume of the buffer layer, and the hole transport material is present in an amount of from about 95 to about 50 percent by volume of the buffer layer.

19. The device according to claim 12, wherein the buffer layer consists of an electron-accepting material.

20. The device accordingly to claim 12, wherein the buffer layer comprises a plurality of buffer layers, each buffer layer independently comprising an electron-accepting material and optionally a hole transport material.

21. The device according to claim 12, wherein each of the plurality of buffer layers of the buffer layer independently has a thickness in the range of from about 1 to about 499 angstroms.

22. The device according to claim 12, wherein at least one of the plurality buffer layers consists of an electron-accepting material.

23. The device according to claim 12, wherein the metal-organic mixed layer is selected such that the device reduces light reflection by at least about 30%.

24. The device according to claim 12, wherein the anode is substantially transparent, and the metal-organic mixed layer is selected such that the anode light transmittance in the visible range is at least 50 %.

25. The device according to claim 12, wherein the anode is substantially reflective, and the metal-organic mixed layer is selected such that the anode reflectance in the visible range is at least 50 %.

26. The device accordingly to claim 20, wherein each buffer layer independently comprises an electron-transport material in an amount of from about 1 to about 100 percent by volume, and a hole transport material in an amount of from about 0 to about 99 percent by volume.

27. A display device comprising the device of claim 1.

28. A display device comprising the device of claim 12.

29. A display device comprising:

an anode;

a cathode; and

a luminescent region disposed between the anode and the cathode, wherein the anode comprises a metal-organic mixed layer operatively combined with an electron-accepting material.

1. Abstract

[0078] A display device comprises an anode, a cathode, and a luminescent region disposed between the anode and the cathode, wherein the anode comprises a metal-organic mixed layer operatively combined with an electron-accepting material. An anode may comprise a mixture of a metal-organic mixed layer and an electron-accepting material within a single layer of the anode. Alternatively, the anode may have a multilayer configuration comprising a metal-organic mixed layer and a buffer layer adjacent the metal-organic mixed layer, wherein the buffer layer comprises an electron-accepting material and optionally a hole transport material.

2. Representative Drawing

Fig.1

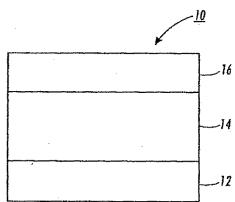


FIG. 1

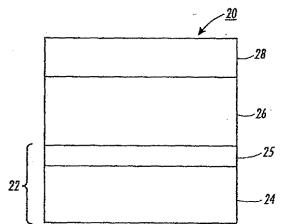


FIG. 2

专利名称(译)	具有金属有机混合层阳极的显示元件		
公开(公告)号	JP2006332047A	公开(公告)日	2006-12-07
申请号	JP2006138555	申请日	2006-05-18
[标]申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	Eruji. 菲利普斯杜天公司，有限公司		
[标]发明人	ハニーアジズ ゾランデーポポヴィッチ ジエニファー エーコガン ネマンジヤステファノヴィッチ アンソニージェーペイン		
发明人	ハニーアジズ ゾランデーポポヴィッチ ジエニファー エーコガン ネマンジヤステファノヴィッチ アンソニージェーペイン		
IPC分类号	H05B33/26 H01L51/50		
CPC分类号	H01L51/5088 H01L51/0053 H01L51/0081 H01L51/5206 H01L51/5218 H01L51/5284 Y10S428/917		
FI分类号	H05B33/26.A H05B33/26.Z H05B33/14.A G09F9/30.365 G09F9/30.365.Z H01L27/32 H05B33/22.C		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC04 3K107/CC45 3K107/DD03 3K107/DD21 3K107/DD22 3K107/DD23 3K107/DD24 3K107/DD42X 3K107/DD44X 3K107/DD71 3K107/DD73 3K107/DD78 3K107/DD84 3K107/FF06 3K107/FF14 3K107/FF15 3K107/GG04		
代理人(译)	臼井伸一 朝日伸光		
优先权	11/133977 2005-05-20 US		
其他公开文献	JP5351375B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供能够校正为具有弱侵蚀性的气相沉积方法的阳极结构和材料，例如热气相沉积，并且还提供能够控制的阳极结构，使得阳极和/OLED可以是通过调节阳极的透射率或非透射率使物质反射。解决方案：显示元件包括阳极，阴极和布置在阳极和阴极之间的发光区域，并且阳极包括能够在电子接受材料中起作用的金属有机混合层。阳极可以在阳极的单层中包含金属有机层和电子接受材料的混合物。或者阳极可以具有包括金属有机层和邻接金属有机混合层的缓冲层的多层结构，并且缓冲层任意地包含电子接受材料和空穴传输材料。

