

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4354747号
(P4354747)

(45) 発行日 平成21年10月28日 (2009. 10. 28)

(24) 登録日 平成21年8月7日 (2009. 8. 7)

(51) Int. Cl.	F I
H O 1 L 51/50 (2006. 01)	H O 5 B 33/14 A
G O 9 F 9/30 (2006. 01)	G O 9 F 9/30 3 3 8
H O 1 L 27/32 (2006. 01)	G O 9 F 9/30 3 6 5 Z
H O 5 B 33/02 (2006. 01)	H O 5 B 33/02
H O 5 B 33/24 (2006. 01)	H O 5 B 33/24

請求項の数 1 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2003-177695 (P2003-177695)	(73) 特許権者	590000846
(22) 出願日	平成15年6月23日 (2003. 6. 23)		イーストマン コダック カンパニー
(65) 公開番号	特開2004-31350 (P2004-31350A)		アメリカ合衆国 ニューヨーク州 ロチェ
(43) 公開日	平成16年1月29日 (2004. 1. 29)		スター ステート ストリート 3 4 3
審査請求日	平成18年5月9日 (2006. 5. 9)	(74) 代理人	100099759
(31) 優先権主張番号	10/184358		弁理士 青木 篤
(32) 優先日	平成14年6月27日 (2002. 6. 27)	(74) 代理人	100077517
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 石田 敬
		(74) 代理人	100087413
			弁理士 古賀 哲次
		(74) 代理人	100102990
			弁理士 小林 良博
		(74) 代理人	100082898
			弁理士 西山 雅也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アクティブマトリクス式有機発光ダイオード表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

- a) 基板 ;
- b) 該基板の上に形成された第 1 電極層であって、周期的格子構造を画定する第 1 部分と、該格子構造を含まない第 2 部分とを有するもの ;
- c) 該第 1 電極層の該第 2 部分の上に形成された薄膜トランジスタ (TFT) 層 ;
- d) 該第 1 電極層の該第 1 部分の上に形成され、かつ、該格子構造に整合する有機発光ダイオード材料層 ; 及び
- e) 該有機発光ダイオード材料層の上に形成され、かつ、該格子構造に整合する第 2 電極層

を含んで成り、該第 1 電極層及び / 又は該第 2 電極層が金属層であることにより該周期的格子構造が該金属電極層において表面プラズモンクロスカプリングを誘発することを特徴とする、底面発光型アクティブマトリクス式有機発光ダイオード表示装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は有機発光ダイオード表示装置に関し、より詳細には、当該発光層からの光出力を高めることに関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

有機発光ダイオード（OLED）はフラットパネル型表示装置として有望な技術である。この技術は、基板上にコーティングされた材料薄膜に依存する。しかしながら、周知であるように、OLEDの発光要素からの光出力の多くが当該デバイス内で吸収されてしまう。OLEDからの発光はランバートの余弦則に従うため、光は全方向に均等に放出され、光の一部は観察者に向けて放出され、別の一部は当該デバイスの後方へ放出されて反射されて観察者に向かうか又は吸収され、そして光の一部は横方向に放出されて当該デバイスを構成する各種層によりトラップされ吸収される。一般に、光の損失率は80%にも上る場合がある。

【0003】

薄膜型表示装置からの光のアウトカプリング(out-coupling)を改良する技法が各種提案されている。例えば、発光層内を横方向に案内される光のブラッグ散乱を誘発することによりポリマー薄膜からの発光の属性を制御するための回折格子が提案されている。Safonoらの「Modification of polymer light emission by lateral microstructure」(Synthetic Metals 116, 2001, pp. 145-148)及びLuptonらの「Bragg scattering from periodically microstructured light emitting diodes」(Applied Physics Letters, Vol. 77, No. 21, November 20, 2000, pp. 3340-3342)を参照されたい。回折特性並びに表面及び体積拡散体を有する明るさ向上用薄膜が、国際公開第02/37568号(発明の名称「Brightness and Contrast Enhancement of Direct View Emissive Displays」、Chouら、2001年3月2日)に記載されている。

【0004】

マイクロキャビティ及び散乱技法を使用することも知られている。例えば、Tsutsuiらの「Sharply directed emission in organic electroluminescent diodes with an optical-microcavity structure」(Applied Physics Letters 65, No. 15, October 10, 1994, pp. 1868-1870)を参照されたい。しかしながら、これらの方法の中で、発生した光の全部、又はほとんど全部、を捕捉するものはない。

【0005】

有機発光デバイス内の発光層について表面プラズモンカプリングを誘発するために周期的な波形の格子構造を使用することにより、放出された光の横方向の透過及び導波を防止すると共に当該構造体の光出力及び効率を高めることが提案されている。理論的には、有機発光デバイス内の有機発光材料が放出した光の最大で93%までをカプリングすることが可能である。Giffordらの「Extraordinary transmission of organic photoluminescence through an otherwise opaque metal layer via surface plasmon cross coupling」(Applied Physics Letters, Vol. 80, No. 20, May 20, 2002)を参照されたい。Giffordらは、ガラス基板上的のフォトレジストに干渉パターンを当て、次いでその表面分布を複製する後続層を堆積させることにより、フォトルミネセンス型表面プラズモンカプリングのための格子幾何形状を創り出すことを開示している。この方法は、アクティブマトリクス式OLED表示装置の製造に採用されている現行の製造方法に適合するものではない。上面発光型OLED表示装置の場合、OLEDを形成する前に基板上に薄膜トランジスタの層を形成するからである。底面発光型OLED表示装置の場合には、製造工程は、ガラス基板上に配置される薄膜トランジスタのための導体を提供するようにパターン化される導電性インジウム錫酸化物(ITO)の層が被覆されたガラス基板を用いて開始される。プラズモンを誘発する格子を創り出すためにフォトレジストを使用することには問題がある。フォトレジストは電気絶縁体であり、下部のITO導体とOLED材料とが隔離されてしまうからである。Giffordらは、表面プラズモンカプリングの使用が、所望の基板の上でシャドーマスクを使用することによりOLEDデバイスにおける電場発光をアウトカプリングするための効率的手段となり得ることも示唆している。このような格子を創り出すためにシャドーマスクを使用することは、該格子の寸法が小さいので、実用的ではない。Giffordらは、シリコン基板上で表面プラズモンカプリングを利用するOLEDを製造したことも開示するが、シリコン基板は、OLED表示装置の場合には、慣例的でも実用的でもない。

【0006】

【特許文献1】

10

20

30

40

50

米国特許第 5 5 5 2 6 7 8 号明細書

【特許文献 2】

国際公開第 0 2 / 3 7 5 6 8 号パンフレット

【非特許文献 1】

Safonoら、「Modification of polymer light emission by lateral microstructure」、Synthetic Metals 116, 2001年, pp. 145-148

【非特許文献 2】

Giffordら、「Extraordinary transmission of organic photoluminescence through an otherwise opaque metal layer via surface plasmon cross coupling」、Applied Physics Letters, Vol. 80, No. 20, 2002年 5 月20日

10

【非特許文献 3】

Tsutsuiら、「Sharply directed emission in organic electroluminescent diodes with an optical-microcavity structure」、Applied Physics Letters 65, No. 15, 1994年10月10日, pp. 1868-1870

【非特許文献 4】

Luptonら、「Bragg scattering from periodically microstructured light emitting diodes」、Applied Physics Letters, Vol. 77, No. 21, 2000年11月20日, pp. 3340-3342

【非特許文献 5】

20

Tsutsuiら、「Doubling Coupling-Out Efficiency in Organic Light-Emitting Devices Using a Thin Silica Aerogel Layer」、Advanced Materials, 13, No. 15, 2001年 8 月 3 日, pp. 1149-1152

【0 0 0 7】

【発明が解決しようとする課題】

したがって、上述した問題点を解消し、そして実用デバイスとして表示装置の効率を向上させる改良型の有機発光ダイオード表示装置構造に対するニーズが存在する。

【0 0 0 8】

【課題を解決するための手段】

上記のニーズは、基板；該基板の上に形成された薄膜トランジスタ（TFT）層；周期的格子構造を画定する層；該周期的格子構造の上に形成され、かつ、該格子構造に整合する第 1 電極層；該第 1 電極層の上に形成され、かつ、該格子構造に整合する有機発光ダイオード（OLED）材料層；及び該OLED材料層の上に形成され、かつ、該格子構造に整合する第 2 電極層を含んで成り、該第 1 電極層及び／又は該第 2 電極層が金属層であることにより該周期的格子構造が該金属電極層において表面プラズモンクロスカップリングを誘発することを特徴とする、アクティブマトリクス式有機発光ダイオード表示装置を提供する本発明によって満たされる。

30

【0 0 0 9】

1 つの実施態様において、OLED表示装置は、基板；該基板の上に形成された薄膜トランジスタ（TFT）層；該TFT層の上に形成された、周期的格子構造を画定する絶縁層；該絶縁層の上に形成され、かつ、該格子構造に整合する第 1 電極層；該第 1 電極層の上に形成され、かつ、該格子構造に整合するOLED材料層；及び該OLED材料層の上に形成され、かつ、該格子構造に整合する第 2 電極層を含んで成り、該第 1 電極層及び／又は該第 2 電極層が金属層であることにより該周期的格子構造が該金属電極層において表面プラズモンクロスカップリングを誘発することを特徴とする、上面発光型アクティブマトリクス式有機発光ダイオード表示装置である。

40

【0 0 1 0】

別の実施態様において、OLED表示装置は、基板；該基板の上に形成された第 1 電極層であって、周期的格子構造を画定する第 1 部分と、該格子構造を含まない第 2 部分とを有するもの；該第 1 電極層の該第 2 部分の上に形成された薄膜トランジスタ（TFT）層；該第 1

50

電極層の該第 1 部分の上に形成され、かつ、該格子構造に整合する OLED 材料層；及び該 OLED 材料層の上に形成され、かつ、該格子構造に整合する第 2 電極層を含んで成り、該第 1 電極層及び／又は該第 2 電極層が金属層であることにより該周期的格子構造が該金属電極層において表面プラズモンクロスカプリングを誘発することを特徴とする、底面発光型アクティブマトリクス式有機発光ダイオード表示装置である。

【 0 0 1 1 】

【発明の実施の形態】

図 2 を参照する。従来技術の上面発光型 OLED 表示装置 1 0 は、基板 1 2 と、OLED 要素に動力を提供する TFT 配列を構成する薄膜トランジスタ (TFT) アクティブマトリクス層 1 4 とを含む。TFT アクティブマトリクス層の上にはパターン化された第 1 絶縁層 1 6 が設けられ、そして平坦化された絶縁層 1 6 の上に、当該 TFT アクティブマトリクス層と電氣的に接触するように、アレイ状の第 1 電極 1 8 が設けられている。アレイ状第 1 電極 1 8 の上には、各第 1 電極 1 8 の少なくとも一部が露出されるように、パターン化された第 2 絶縁層 1 7 が設けられている。

【 0 0 1 2 】

第 1 電極及び絶縁層の上には、赤色発光性有機 OLED 要素 1 9 R、緑色発光性有機 OLED 要素 1 9 G 及び青色発光性有機 OLED 要素 1 9 B が設けられている。これらの要素は、より詳細に後述するように、さらに複数の層からなる。本明細書では、正孔注入層、正孔輸送層及び電子輸送層をはじめとする OLED 要素の集合体を OLED 層 1 9 と称する場合もある。一般に、発光領域は、第 1 電極 1 8 の当該 OLED 要素と接している領域によって画定される。OLED 層 1 9 の上には、生じた赤色光、緑色光及び青色光を透過せしめるに十分な光学的透明性を有する透明な共通第 2 電極 3 0 が設けられている。必要に応じて、当該電極とその下方の層を保護するため、第 2 電極保護層 3 2 を設けることができる。本明細書では、各第 1 電極にその関連する OLED 要素及び第 2 電極を組み合わせたものを OLED と称する。典型的な上面発光型 OLED 表示装置は、各 OLED が赤色光、緑色光又は青色光を放出するアレイ状 OLED を含んで成る。間隙は、一般には不活性ガス又は透過性高分子材料で充填されているが、電極保護層と封入カバー 3 6 とを分離する。封入カバー 3 6 は、共通第 2 電極 3 0 又は任意第 2 電極保護層 3 2 の上に直接付着した層であってもよい。

【 0 0 1 3 】

動作に際しては、TFT 層 1 4 の薄膜トランジスタが、個別選択的にアドレス可能な第 1 電極 1 8 と共通第 2 電極 3 0 との間の電流を制御する。OLED 要素内部で正孔と電子が再結合することにより、発光要素 1 9 R、1 9 G 及び 1 9 B から、それぞれ 2 4 R、2 4 G 及び 2 4 B の光が放出される。これらの層は非常に薄く、典型的には数百オングストロームであるため、十分に透過性である。

【 0 0 1 4 】

図 1 を参照する。本発明による上面発光型の態様は、基板 1 2、TFT 層 1 4、絶縁層 1 6、第 1 パターン化電極 1 8 及び第 2 絶縁層 1 7 を含む。絶縁層 1 7 及び第 1 パターン化金属電極 1 8 の上には、常用の OLED 層 1 9 が堆積されている。OLED 層 1 9 の上には、共通第 2 電極 3 0 及び保護層 3 2 が堆積されている。表示装置 1 0 は封入カバー又は層 3 6 で封入されている。

【 0 0 1 5 】

絶縁層 1 6 は、常用の材料でできているが、従来技術にあるような常用の平坦化層ではなく、層の一部を厚くし、その他の部分を薄くした周期的な物理的格子構造を有する。該格子構造の大きさとその周期は、当該格子構造に整合する上方の金属層において表面プラズモンクロスカプリングが効果的に引き起こされるように、選定される。具体的には、第 1 パターン化金属電極 1 8 が同様の周期的構造を有し、OLED 層 1 9 も同様となる。第 2 電極層 3 0 も同様に当該格子構造に整合的であるが、第 2 電極層 3 0 の上面又は第 2 電極 3 0 の上の層は、当該周期的格子構造に整合しても整合しなくてもどちらでもよい。

【 0 0 1 6 】

好ましい実施態様において、絶縁層 1 6 の周期的格子構造は、赤色 OLED 発光領域 1 9 R、

10

20

30

40

50

緑色OLED発光領域 19 G 及び青色OLED発光領域 19 B について各々異なる。格子構造の周期は、当該OLED材料が放出する光の周波数に依存する。例えば、絶縁層 16 の周期的格子構造は、200 ~ 1000 nm の範囲内の周期を有することができる。この物理的構造体の高さは約 100 nm であるが、これより高い又は低いものも可能である。絶縁層の最小厚さは、第 1 パターン化金属電極 18 と薄膜エレクトロニクス素子 14 との間の絶縁が良好となるように十分な厚さでなければならない。周期的格子構造の周期及び高さは、最適なクロスカプリング及び角度依存性の周波数に影響を及ぼす。一般に、OLED要素層は、金属層において可能な限り多くのエネルギーを表面プラズモンクロスカプリングに利用させるため、できるだけ薄くすべきである。絶縁層 16 は反射性であっても透過性であってもよく、また装置のコントラストを高めるため不透明であってもよい。絶縁層 16 は、常用の手段、例えばフォトリソグラフィ法で形成される。

10

【0017】

動作に際しては、電流が電極 18 及び 30 を介して発光要素 19 を流れることにより、第 2 電極 30 を通して上方に向けて、また基板の方向へ下方に向けて、双方に光が放出される。第 1 パターン化金属電極 18 及びOLED層 19 の周期的構造が、層間に表面プラズモンクロスカプリングを引き起こす。表面プラズモン効果は、電極における光の吸収を減少させ、さらに当該装置からの光出力を増大させるという追加の利益を有する。OLED装置からの発光は、もはやランバートの余弦則に従わず、当該表示装置に対して垂直な軸に沿う方向性が高くなる。前方に向けて放出された光は観察者の目に入る。後方に向けて放出された光は絶縁層によって吸収又は反射される。

20

【0018】

本発明は、上面発光体（上述したように光がカバーを通して放出されるもの）及び底面発光体（光が基板を通して放出されるもの）のどちらにも適用することができる。底面発光体の場合、周期的格子構造を、基板 12 の上に直接創り出してもよいし、基板に適用された絶縁層又は導電層に対して創り出してもよい。図 3 を参照する。従来技術の底面発光型装置は、基板上に堆積したインジウム錫酸化物（ITO）のパターン化導電層 13 を利用して発光領域に電流を流す。

【0019】

図 4 を参照する。本発明による底面発光型OLED表示装置においては、上面発光体の絶縁層 16 と同様の周期的格子パターンが、光が放出される領域において、ITOに設けられている。このようなITO層における格子パターンは、周知のフォトリソグラフィ法で創り出される。この波形ITOの上に薄い金属電極層 15 が堆積され、その金属層の上に有機材料が整合的に堆積され、そして堆積物の残部は既述した通りである。薄い金属電極 15 を省略してもよいが、表面プラズモンカプリングはITO層単独では支援されない。

30

【0020】

放出された光 24 は偏光されており、また角度の周波数依存性を有するので、表示装置 10 に拡散体を含めることにより色収差効果を緩和することができる。この拡散体は、例えば、表示装置の外部に適用してもよいし、（上面発光体の場合には）カバーに内蔵すること、又は（底面発光体の場合には）基板に内蔵することも可能である。

【0021】

本発明の別の実施態様では、絶縁層 16 及びその上に堆積される整合的層の構造の周期を、個々の色 19 R、19 G 及び 19 B について異なるものとするのではなく、装置全体にわたり一定にすることもできる。この態様では、光出力の効率や周波数の角度依存性が多少は損なわれるが、装置の構成が簡素化される。

40

【0022】

以下、OLED材料、各種層及び構成の詳細を説明する。

本発明は、ほとんどのOLEDデバイス構成に採用することができる。これらには、単一アノードと単一カソードを含む非常に簡素な構造から、より一層複雑なデバイス、例えば、複数のアノードとカソードを直交配列させて画素を形成してなる単純マトリックス式表示装置や、各画素を、例えば薄膜トランジスタ(TFT)で独立制御する、アクティブマトリックス

50

ス式表示装置が含まれる。

【0023】

本発明を成功裏に実施することができる有機層の構成はいくつかある。典型的な構造は、図5に示したように、基板12、アノード103、正孔注入層105、正孔輸送層107、発光層109、電子輸送層111及びカソード113を含む。これらの層については、以下に詳述する。別法として基板をカソードに隣接するように配置できること、また基板が実際にアノード又はカソードを構成し得ることに、留意されたい。アノードとカソードの間の有機層を、便宜上、有機EL要素と称する。当該有機層の全体厚は500nm未満であることが好ましい。

【0024】

OLEDのアノードとカソードは、電気導体260を介して電源250に接続されている。アノードとカソードの間に、アノードがカソードより正極となるように電位差を印加することによりOLEDを動作させる。アノードから正孔が有機EL要素に注入され、また、カソードから電子が有機EL要素に注入される。サイクル中の一定期間電位差バイアスを逆方向にして電流を流さないようにするACモードでOLEDを動作させると、デバイスの安定性が向上する場合がある。AC駆動式OLEDの一例が米国特許第5,552,678号明細書に記載されている。

【0025】

本発明のOLEDデバイスは、カソード又はアノードのいずれが接触していてもよい支持基板の上に設けられることが典型的である。基板に接している電極を、便宜上、底部電極と称する。底部電極をアノードにすることが慣例的であるが、本発明はそのような構成に限定されるものではない。基板は、意図される発光方向に依存して、透光性又は不透明のいずれかであることができる。基板を介してEL発光を観察する場合には透光性が望まれる。このような場合、透明なガラス又はプラスチックが通常用いられる。EL発光を上部電極を介して観察する用途の場合には、底部支持体の透過性は問題とならないため、透光性、吸光性又は光反射性のいずれであってもよい。この場合の用途向け支持体には、ガラス、プラスチック、半導体材料、シリコン、セラミックス及び回路基板材料が含まれるが、これらに限定はされない。もちろん、このようなデバイス構成には、透光性の上部電極を提供する必要はある。

【0026】

EL発光をアノード103を介して観察する場合には、当該アノードは当該発光に対して透明又は実質的に透明であることが必要である。本発明に用いられる一般的な透明アノード材料はインジウム錫酸化物(ITO)、インジウム亜鉛酸化物(IZO)及び酸化錫であるが、例示としてアルミニウム又はインジウムをドーブした酸化亜鉛、マグネシウムインジウム酸化物及びニッケルタングステン酸化物をはじめとする他の金属酸化物でも使用することができる。これらの酸化物の他、窒化ガリウムのような金属窒化物、セレン化亜鉛のような金属セレン化物、及び硫化亜鉛のような金属硫化物をアノードとして使用することもできる。EL発光をカソード電極のみを介して観察する用途の場合には、アノードの透過性は問題とならず、透明、不透明又は反射性を問わずいずれの導電性材料でも使用することができる。このような用途向けの導体の例として、金、イリジウム、モリブデン、パラジウム及び白金が挙げられるが、これらに限定はされない。典型的なアノード材料は、透過性であってもそうでなくても、4.1 eV以上の仕事関数を有する。望ましいアノード材料は、一般に、蒸発法、スパッタ法、化学的気相成長(CVD)法又は電気化学法のような適当な手段のいずれかによって付着される。アノードは、周知のフォトリソグラフ法によってパターン化することもできる。必要に応じて、他の層を適用する前に、アノードに研磨処理を施して表面粗さを抑えることにより、短絡を極力減らし、或いは反射能を高めることができる。

【0027】

常に必要であるわけではないが、アノード103と正孔輸送層107との間に正孔注入層105を設けることがしばしば有用となる。正孔注入性材料は、後続の有機層のフィルム形成性を改良し、かつ、正孔輸送層への正孔注入を促進するのに役立つことができる。正

10

20

30

40

50

孔注入層に用いるのに好適な材料として、米国特許第4720432号明細書に記載されているポルフィリン系化合物、米国特許第6208075号明細書に記載されているプラズマ蒸着フルオロカーボンポリマー、及びある種の芳香族アミン、例えばm-MTDATA(4,4',4''-トリス[(3-メチルフェニル)フェニルアミノ]トリフェニルアミン)、が挙げられる。有機ELデバイスに有用であることが報告されている別の代わりの正孔注入性材料が、欧州特許出願公開第0891121号及び同第1029909号明細書に記載されている。

【0028】

正孔輸送層107は、芳香族第三アミンのような正孔輸送性化合物を少なくとも一種含有する。芳香族第三アミン類は、少なくとも一つが芳香環の員である炭素原子にのみ結合されている3価窒素原子を少なくとも1個含有する化合物であると理解されている。一態様として、芳香族第三アミンはアリールアミン、例えば、モノアリールアミン、ジアリールアミン、トリアリールアミン又は高分子アリールアミン基であることができる。単量体トリアリールアミンの例がKlupfelらの米国特許第3180730号明細書に記載されている。Brantleyらの米国特許第3567450号及び同第3658520号明細書には、1個以上の活性水素含有基を含み、かつ/又は、1個以上のビニル基で置換されている、他の適当なトリアリールアミンが開示されている。

【0029】

より好ましい種類の芳香族第三アミンは、米国特許第4720432号及び同第5061569号に記載されているような芳香族第三アミン部分を2個以上含有するものである。正孔輸送層は、芳香族第三アミン化合物の単体又は混合物で形成することができる。以下、有用な芳香族第三アミンを例示する。

1,1-ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)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
 4,4'-ビス(ジフェニルアミノ)クアドリフェニル
 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
 4-(ジ-p-トリルアミノ)-4'-[4(ジ-p-トリルアミノ)-スチリル]スチルベン
 N,N,N',N'-テトラ-p-トリル-4,4'-ジアミノビフェニル
 N,N,N',N'-テトラフェニル-4,4'-ジアミノビフェニル
 N,N,N',N'-テトラ-1-ナフチル-4,4'-ジアミノビフェニル
 N,N,N',N'-テトラ-2-ナフチル-4,4'-ジアミノビフェニル
 N-フェニルカルバゾール
 4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル
 4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-(2-ナフチル)アミノ]ビフェニル
 4,4''-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]-p-ターフェニル
 4,4'-ビス[N-(2-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル
 4,4'-ビス[N-(3-アセナフテニル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル
 1,5-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ナフタレン
 4,4'-ビス[N-(9-アントリル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル
 4,4''-ビス[N-(1-アントリル)-N-フェニルアミノ]-p-ターフェニル
 4,4'-ビス[N-(2-フェナントリル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル
 4,4'-ビス[N-(8-フルオルアンテニル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル
 4,4'-ビス[N-(2-ピレニル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル
 4,4'-ビス[N-(2-ナフタセニル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル
 4,4'-ビス[N-(2-ペリレニル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル
 4,4'-ビス[N-(1-コロネニル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル
 2,6-ビス(ジ-p-トリルアミノ)ナフタレン
 2,6-ビス[ジ-(1-ナフチル)アミノ]ナフタレン
 2,6-ビス[N-(1-ナフチル)-N-(2-ナフチル)アミノ]ナフタレン

10

20

30

40

50

N,N,N',N'-テトラ(2-ナフチル)-4,4''-ジアミノ-p-ターフェニル
 4,4'-ビス{N-フェニル-N-[4-(1-ナフチル)-フェニル]アミノ}ビフェニル
 4,4'-ビス[N-フェニル-N-(2-ピレニル)アミノ]ビフェニル
 2,6-ビス[N,N-ジ(2-ナフチル)アミン]フルオレン
 1,5-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ナフタレン
 4,4',4''-トリス[(3-メチルフェニル)フェニルアミノ]トリフェニルアミン

【0030】

別の種類の有用な正孔輸送性材料として、欧州特許第1009041号に記載されているような多環式芳香族化合物が挙げられる。アミン基を3個以上有する第3芳香族アミンを、オリゴマー材料を含め、使用することができる。さらに、ポリ(N-ビニルカルバゾール) (PVK)、ポリチオフェン、ポリピロール、ポリアニリン及びPEDOT/PSSとも呼ばれているポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)/ポリ(4-スチレンスルホネート)のようなコポリマー、といった高分子正孔輸送性材料を使用することもできる。

10

【0031】

米国特許第4769292号及び同第5935721号に詳述されているように、有機EL要素の発光層(LEL)109は発光材料又は蛍光材料を含み、その領域において電子-正孔対が再結合する結果として電場発光が生じる。発光層は、単一材料で構成することもできるが、より一般的には、ホスト材料に単一又は複数種のゲスト化合物をドーピングしてなり、そこで主として当該ドーパントから発光が生じ、その発光色にも制限はない。発光層に含まれるホスト材料は、後述する電子輸送性材料、上述した正孔輸送性材料、又は正孔-電子再結合を支援する別の材料もしくはその組合せ、であることができる。ドーパントは、通常は高蛍光性色素の中から選ばれるが、リン光性化合物、例えば、国際公開第98/55561号、同第00/18851号、同第00/57676号及び同第00/70655号に記載されているような遷移金属錯体も有用である。ドーパントは、ホスト材料中、0.01~10質量%の範囲内で塗布されることが典型的である。ホスト材料として、ポリフルオレンやポリビニルアリーレン(例、ポリ(p-フェニレンビニレン)、PPV)のような高分子材料を使用することもできる。この場合、高分子ホスト中に低分子量ドーパントを分子レベルで分散させること、又はホストポリマー中に二次成分を共重合させることによりドーパントを付加すること、が可能である。

20

【0032】

ドーパントとしての色素を選定するための重要な関係は、当該分子の最高被占軌道と最低空軌道との間のエネルギー差として定義されるバンドギャップポテンシャルの対比である。ホストからドーパント分子へのエネルギー伝達の効率化を図るためには、当該ドーパントのバンドギャップがホスト材料のそれよりも小さいことが必須条件となる。リン光性の発光体の場合には、ホストの三重項エネルギー準位が、ホストからドーパントへのエネルギー移動を可能ならしめるに十分なほど高いことも重要となる。

30

【0033】

有用性が知られているホスト及び発光性分子として、米国特許第4769292号、同第5141671号、同第5150006号、同第5151629号、同第5405709号、同第5484922号、同第5593788号、同第5645948号、同第5683823号、同第5755999号、同第5928802号、同第5935720号、同第5935721号及び同第6020078号に記載されているものが挙げられるが、これらに限定はされない。

40

【0034】

8-ヒドロキシキノリン(オキシシン)及び類似の誘導体の金属錯体は、電場発光を支援することができる有用なホスト化合物の一種である。以下、有用なキレート化オキシノイド系化合物の例を示す。

CO-1: アルミニウムトリスオキシシン〔別名、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(III)〕

CO-2: マグネシウムビスオキシシン〔別名、ビス(8-キノリノラト)マグネシウム(II)〕

50

CO-3: ビス[ベンゾ{f}-8-キノリノラト]亜鉛(II)

CO-4: ビス(2-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(III)- μ -オキソ-ビス(2-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(III)

CO-5: インジウムトリオキシシ〔別名、トリス(8-キノリノラト)インジウム〕

CO-6: アルミニウムトリオキシシ(5-メチルオキシシ)〔別名、トリス(5-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(III)〕

CO-7: リチウムオキシシ〔別名、(8-キノリノラト)リチウム(I)〕

CO-8: ガリウムオキシシ〔別名、トリス(8-キノリノラト)ガリウム(III)〕

CO-9: ジルコニウムオキシシ〔別名、テトラ(8-キノリノラト)ジルコニウム(IV)〕

【0035】

有用なホスト材料の別の種類として、米国特許第5935721号に記載されている9,10-ジ-(2-ナフチル)アントラセン及びその誘導体のようなアントラセン誘導体、米国特許第5121029号に記載されているジスチルアレーン誘導体、並びに2,2',2''-(1,3,5-フェニレン)トリス[1-フェニル-1H-ベンズイミダゾール]のようなベンズアゾール誘導体が挙げられるが、これらに限定はされない。リン光性発光体のホストとして特に有用なものはカルバゾール誘導体である。

【0036】

有用な蛍光性ドーパントとして、例えば、アントラセン、テトラセン、キサントレン、ペリレン、ルブレン、クマリン、ローダミン及びキナクリドンの誘導体、ジシアノメチレンピラン化合物、チオピラン化合物、ポリメチン化合物、ピリリウム化合物、チアピリリウム化合物、フルオレン誘導体、ペリフランテン誘導体、インデノペリレン誘導体、ビス(アジニル)アミノボロン化合物、ビス(アジニル)メタン化合物並びにカルボスチルル化合物が挙げられるが、これらに限定はされない。

【0037】

本発明の有機EL要素の電子輸送層111を形成するのに用いられる好適な薄膜形成性材料は、オキシシ(通称8-キノリノール又は8-ヒドロキシキノリン)自体のキレートをはじめとする、金属キレート化オキシシノイド系化合物である。当該化合物は、電子の注入・輸送を助長し、高い性能レベルを発揮すると共に、薄膜加工が容易である。オキシシノイド系化合物の例は既述した通り。

【0038】

他の電子輸送性材料として、米国特許第4356429号明細書に記載されている各種ブタジエン誘導体、及び米国特許第4539507号明細書に記載されている各種複素環系蛍光増白剤が挙げられる。ベンズアゾール及びトリアジンもまた有用な電子輸送性材料である。

【0039】

発光をアノードのみを介して観察する場合には、本発明に用いられるカソード層113は、ほとんどすべての導電性材料を含んでなることができる。望ましい材料は、下部の有機層との良好な接触が確保されるよう良好なフィルム形成性を示し、低電圧での電子注入を促進し、かつ、良好な安定性を有する。有用なカソード材料は、低仕事関数金属(<4.0 eV)又は合金を含むことが多い。好適なカソード材料の1種に、米国特許第4885221号明細書に記載されているMg:Ag合金(銀含有率1~20%)を含むものがある。別の好適な種類のカソード材料として、有機層(例、ETL)に接している薄い電子注入層(EIL)に、これより厚い導電性金属層をキャップしてなる二層形が挙げられる。この場合、EILは低仕事関数の金属又は金属塩を含むことが好ましく、その場合には、当該より厚いキャップ層は低仕事関数を有する必要はない。このようなカソードの一つに、米国特許第5677572号明細書に記載されている、薄いLiF層にこれより厚いAl層を載せてなるものがある。その他の有用なカソード材料のセットとして、米国特許第5059861号、同第5059862号及び同第6140763号明細書に記載されているものが挙げられるが、これらに限定はされない。

【0040】

カソードを介して発光を観察する場合には、当該カソードは透明又はほぼ透明でなければならない。このような用途の場合、金属が薄くなければならないか、又は透明導電性酸化物もしくはこれら材料の組合せを使用しなければならない。透光性カソードについては、米国特許第4885211号、米国特許第5247190号、JP3,234,963、米国特許第5703436号、米国特許第5608287号、米国特許第5837391号、米国特許第5677572号、米国特許第5776622号、米国特許第5776623号、米国特許第5714838号、米国特許第5969474号、米国特許第5739545号、米国特許第5981306号、米国特許第6137223号、米国特許第6140763号、米国特許第6172459号、欧州特許第1076368号、米国特許第6278236号及び米国特許第6284393号に詳しく記載されている。カソード材料は、蒸発法、スパッタ法又は化学的気相成長法により付着させることが典型的である。必要な場合には、例えば、マスク介在蒸着法、米国特許第5276380号及び欧州特許出願公開第0732868号明細書に記載の一体型シャドーマスク法、レーザーアブレーション法及び選択的化学的気相成長法をはじめとする多くの周知の方法により、パターンを形成させてもよい。

10

【0041】

場合によっては、必要に応じて、層109及び層111を、発光と電子輸送の両方を支援する機能を発揮する単一層にすることが可能である。当該技術分野では、ホストとして機能し得る正孔輸送層に発光性ドーパントを添加してもよいことも知られている。例えば、青色発光性材料と黄色発光性材料、シアン発光性材料と赤色発光性材料、又は赤色発光性材料と緑色発光性材料と青色発光性材料、を組み合わせることにより、複数種のドーパントを1又は2以上の層に添加して白色発光性OLEDを創り出すことができる。白色発光性デバイスについては、例えば、欧州特許出願公開第1187235号、米国特許出願公開第20020025419号、欧州特許出願公開第1182244号、米国特許第5683823号、米国特許第5503910号、米国特許第5405709号及び米国特許第5283182号に記載されている。

20

【0042】

本発明の装置において、当該技術分野で教示されている電子又は正孔阻止層のような追加の層を採用してもよい。正孔阻止層は、例えば米国特許出願公開第20020015859号に記載されているように、一般にリン光性発光体デバイスの効率を高めるために使用される。

30

本発明は、例えば米国特許第5703436号及び米国特許第6337492号に教示されているように、いわゆるスタック型デバイス構造において使用することもできる。

【0043】

上述した有機材料は昇華法により適宜付着されるが、フィルム形成性を高める任意のバインダーと共に溶剤から付着させてもよい。当該材料がポリマーである場合には、溶剤付着法が好適であるが、スパッタ法やドナーシートからの感熱転写法のような別の方法を利用することもできる。昇華法により付着すべき材料は、例えば、米国特許第6237529号明細書に記載されているように、タンタル材料を含むことが多い昇華体「ボート」から気化させてもよいし、当該材料をまずドナーシート上にコーティングし、その後これを基板に接近させて昇華させてもよい。複数材料の混合物を含む層は、独立した複数の昇華体ボートを利用してよいし、予め混合した後単一のボート又はドナーシートからコーティングしてもよい。パターン化付着は、シャドーマスク、一体型シャドーマスク（米国特許第5294870号明細書）、ドナーシートからの空間画定型感熱色素転写（米国特許第5688551号、米国特許第5851709号及び同第6066357号明細書）及びインクジェット法（米国特許第6066357号明細書）を利用して達成することができる。

40

【0044】

ほとんどのOLEDデバイスは湿分もしくは酸素又はこれら双方に対して感受性を示すため、窒素又はアルゴンのような不活性雰囲気において、アルミナ、ボーキサイト、硫酸カルシ

50

ウム、クレー、シリカゲル、ゼオライト、アルカリ金属酸化物、アルカリ土類金属酸化物、スルフェート、金属ハロゲン化物及び金属過塩素酸塩のような乾燥剤と一緒に、封止されることが一般的である。封入法及び乾燥法として、米国特許第6226890号明細書に記載されている方法が挙げられるが、これらに限定はされない。さらに、当該技術分野では、封入用として、SiO_x、テフロン（登録商標）及び無機／高分子交互層のようなバリア層が知られている。

【0045】

本発明によるOLEDデバイスは、所望によりその特性を高めるため、周知の各種光学効果を採用することができる。これには、透光性を極大化するための層厚の最適化、誘電体ミラー構造の付与、反射性電極の吸光性電極への交換、表示装置への遮光又は反射防止コーティングの付与、表示装置への偏光媒体の付与、又は表示装置への着色、中性濃度もしくは色変換フィルタの付与が包含される。具体的には、フィルタ、偏光子及び遮光又は反射防止コーティングを、カバーの上に、又はカバーの一部として、設けることができる。なお、本明細書中で参照した特許明細書その他の刊行物の全内容を、本明細書の一部とする。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による上面発光型OLED表示装置を示す略横断面図である。

【図2】従来技術の上面発光型OLED表示装置を示す略横断面図である。

【図3】従来技術の底面発光型OLED表示装置を示す略横断面図である。

【図4】本発明による底面発光型OLED表示装置を示す略横断面図である。

【図5】一般的な従来型OLED構造を示す略横断面図である。

【符号の説明】

10 ... OLED表示装置

12 ... 基板

13 ... ITO層

14 ... TFT層

15 ... 金属電極層

16 ... 絶縁層

17 ... 第2絶縁層

18 ... 第1電極

19 ... OLED層

19R ... 赤色発光性有機材料層

19G ... 緑色発光性有機材料層

19B ... 青色発光性有機材料層

24 ... 放出された光

24R ... 赤色光

24G ... 緑色光

24B ... 青色光

30 ... 第2電極

32 ... 第2電極保護層

36 ... 封入カバー

103 ... アノード

105 ... 正孔注入層

107 ... 正孔輸送層

109 ... 発光層

111 ... 電子輸送層

113 ... カソード

250 ... 電源

260 ... 電気導体

10

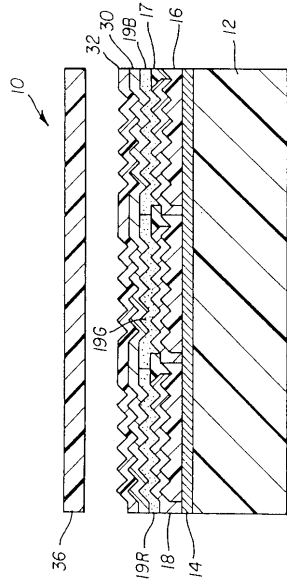
20

30

40

【図 1】

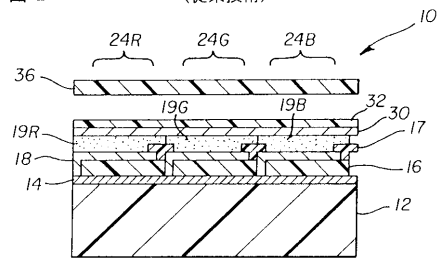
図 1



【図 2】

図 2

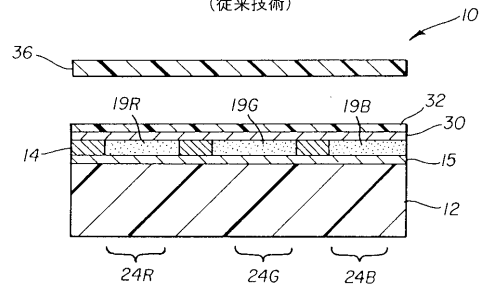
(従来技術)



【図 3】

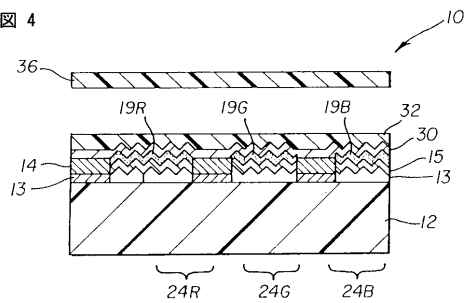
図 3

(従来技術)



【図 4】

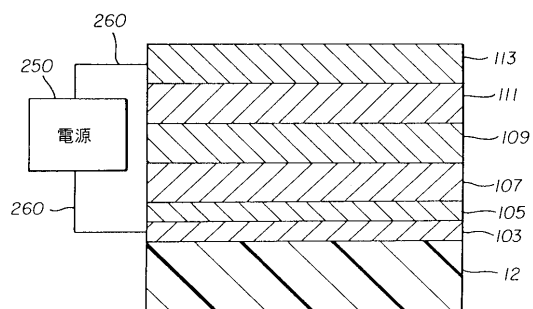
図 4



【図 5】

図 5

(従来技術)



フロントページの続き

(72)発明者 アンドリュー ダニエル アーノルド

アメリカ合衆国, ニューヨーク 1 4 4 6 8 , ヒルトン, ダンバー ロード 9 5

(72)発明者 ロナルド スティーブン コック

アメリカ合衆国, ニューヨーク 1 4 6 2 5 , ロチェスター, ウェストフィールド コモンズ 3
6

審査官 本田 博幸

(56)参考文献 特開平09 - 1 1 5 6 6 7 (J P , A)

特開平10 - 1 7 2 7 6 7 (J P , A)

特開平11 - 2 8 3 7 5 1 (J P , A)

特開平11 - 3 0 7 2 6 6 (J P , A)

特開平11 - 3 2 9 7 4 0 (J P , A)

特開2001 - 1 4 3 8 7 4 (J P , A)

特開2001 - 2 3 0 0 6 9 (J P , A)

特開2001 - 2 5 0 6 9 2 (J P , A)

特開2002 - 3 1 3 5 5 4 (J P , A)

特開2002 - 3 1 3 5 6 2 (J P , A)

特開2003 - 0 3 6 9 6 9 (J P , A)

特開2003 - 0 4 3 9 5 3 (J P , A)

特開2003 - 2 5 7 6 6 1 (J P , A)

特開2003 - 2 5 7 6 6 2 (J P , A)

国際公開第00 / 0 7 0 6 9 1 (W O , A 1)

Dawn K. Gifford, Dennis G. Hall, Extraordinary transmission of organic photoluminescence through an otherwise opaque metal layer via surface plasmon cross coupling, APPLIED PHYSICS LETTERS, 米国, American Institute of Physics, 2002年 5月20日, VOLUME 80, NUMBER 20, p.3679-3681

(58)調査した分野(Int.Cl., D B 名)

H01L 51/50

G09F 9/30

H01L 27/32

H05B 33/02

H05B 33/24

