

(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2004-14155

(P2004-14155A)

(43) 公開日 平成16年1月15日(2004.1.15)

(51) Int.Cl.⁷

H05B 33/14

F I

H05B 33/14

B

テーマコード (参考)

3K007

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2002-162343 (P2002-162343)

(22) 出願日 平成14年6月4日(2002.6.4)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74) 代理人 100096828

弁理士 渡辺 敬介

(74) 代理人 100110870

弁理士 山口 芳広

(72) 発明者 森山 孝志

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ

ヤノン株式会社内

(72) 発明者 坪山 明

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ

ヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機発光素子及び表示装置

(57) 【要約】

【課題】 燐光発光材料を用い、白色発光の色純度を低下させることなく高効率の有機発光素子を実現すること。

【解決手段】 基体上に設けられた一対の電極間に、少なくとも一層の発光層を有し、該発光層中に少なくとも2種以上の発光中心材料が含有された白色発光用の有機発光素子において、発光中心材料のうち少なくとも1種以上が燐光発光材料であり、最も短波長の光を発光する発光中心材料の励起寿命が、他の発光中心材料の励起寿命よりも短いことを特徴とする有機発光素子。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基体上に設けられた一对の電極間に、少なくとも一層の発光層を有し、該発光層中に少なくとも 2 種以上の発光中心材料が含有された有機発光素子において、
発光中心材料のうち少なくとも 1 種以上が燐光発光材料であり、最も短波長の光を発光する発光中心材料の励起寿命が、他の発光中心材料の励起寿命よりも短いことを特徴とする有機発光素子。

【請求項 2】

前記発光中心材料が、青色素材料、緑色素材料、赤色素材料からなり、青色素材料の励起寿命 τ_B 、緑色素材料の励起寿命 τ_G 、赤色素材料の励起寿命 τ_R の間に $\tau_B < \tau_R$ 、 $\tau_B < \tau_G$ の関係が成り立つことを特徴とする請求項 1 に記載の有機発光素子。 10

【請求項 3】

前記青色素材料が蛍光発光材料であり、前記緑色素材料と赤色素材料とが燐光発光材料であることを特徴とする請求項 2 に記載の有機発光素子。

【請求項 4】

前記発光層が低分子材料と発光中心材料との混合物からなることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の有機発光素子。

【請求項 5】

前記発光層が高分子材料と発光中心材料との混合物からなることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の有機発光素子。 20

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の有機発光素子と、該有機発光素子を駆動するための駆動手段を備えたことを特徴とする表示装置。

【請求項 7】

基体上にスイッチング素子を備えたことを特徴とする請求項 6 に記載の表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光源や、ディスプレイ等の表示装置に使用される有機発光素子（有機エレクトロルミネッセンス素子、あるいは有機 EL 素子とも言う）に関し、更に詳しくは、有機発光素子の色純度向上に関する。 30

【0002】

【従来の技術】

現在、省スペースのマンマシンインターフェイスであるフラットパネルディスプレイにおいて、最も広範に用いられているのは液晶素子である。特に、画素毎にトランジスタのような能動素子（スイッチング素子）を配置した、いわゆるアクティブマトリクスタイプ（例えば、TFT 方式）の液晶素子は、フラットパネルディスプレイの主流となっている。

【0003】

一方、最近ではフラットパネル対応の自発光型デバイスが注目されている。自発光型デバイスとしては、プラズマ発光素子、フィールドエミッション素子、エレクトロルミネッセンス素子等がある。 40

【0004】

このうち、エレクトロルミネッセンス素子（以下、「EL 素子」と記す）は無機 EL 素子と有機 EL 素子に大別される。無機 EL 素子は、無機半導体を使った AC 駆動の薄膜 EL デバイスであり、主として ZnS などの無機材料系を用いている。

【0005】

有機 EL 素子は、古くはアントラセン蒸着膜に電圧を印加して発光させた例（Thin Solid Films, 94 (1982) 171）等があるが、発光デバイスとして大きな注目を浴びるきっかけとなったのは、1987 年にシーダブリュタン（C. W. Tang）らにより、蛍光性金属キレート錯体とジアミン系分子の薄膜を積層した構造 50

を利用して、DC駆動で高輝度な発光が得られることが実証されたことである。近年、無機EL素子に比べて大面積化が容易であることや、各種新材料の開発によって所望の発色を得られることや、また低電圧で駆動可能であるなどの利点により、さらに高速応答性や高効率の発光素子として、材料開発を含めて、デバイス化のための応用研究が精力的に行われている。

【0006】

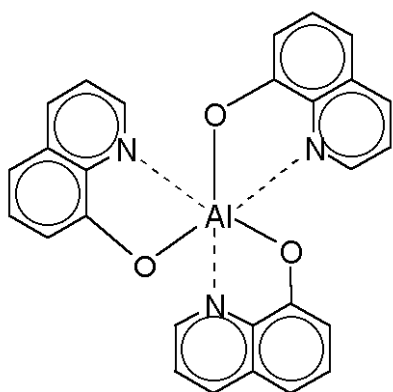
有機EL素子は、発光層に到達した電子とホールが再結合する際に生じる発光を利用した、キャリア注入型の自発光デバイスである。図1に、一般的な有機EL素子の断面構成を模式的に示す。

【0007】

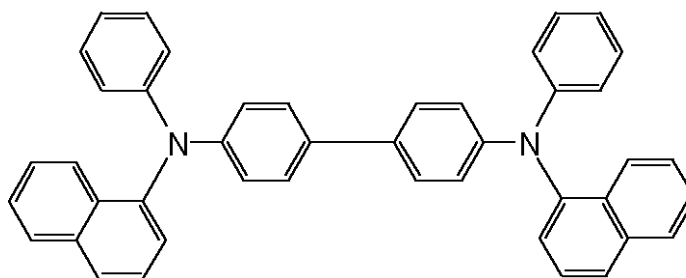
図1(a)の発光層には、電子輸送性と発光特性を有するアルミキノリノール錯体、代表例としては、下記(化1)に示すAlq₃などが用いられる。またホール輸送層には、例えばトリフェニルジアミン誘導体、代表例としては(化1)に示すα-NPDなど、電子供与性を有する材料が用いられる。また、有機化合物層が、電子輸送層、発光層、ホール輸送層の3層からなる図1(b)の構成もよく用いられる。

【0008】

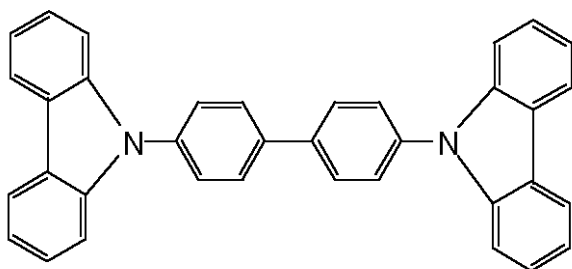
【化1】



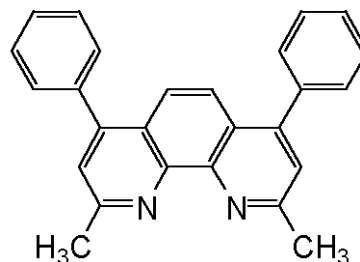
Alq3

 α -NPD

10

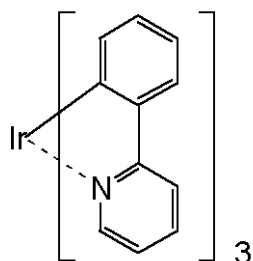


CBP



BCP

20

Ir(ppy)₃

30

【 0 0 0 9 】

また、発光層は単一の材料で形成される場合もあるが、多くの場合ホスト材料の中に発光効率の高い色素材料をドーピングする色素ドーピングがよく用いられている。

【 0 0 1 0 】

図 1 の構成において、陰極には金属電極、発光した光を取り出すために陽極には透明電極を用い、両電極間に有機化合物層が挟持されている。一般的には有機化合物層の各層は、数十 nm 程度の膜厚である。陰極の金属材料としては、アルミニウムやアルミニウム・リチウム合金、マグネシウム・銀合金などの仕事関数の小さな金属が用いられる。また、陽極には、インジウム錫酸化物 (ITO) 等の仕事関数の大きな導電性材料が用いられる。

40

【 0 0 1 1 】

有機 EL 素子は、発光層を構成する材料を適切に選ぶことより赤、緑、青の 3 原色等を自発光させることができるため、フルカラーの表示装置を構成可能であり、液晶ディスプレイに対しても高速応答、広視野角と優れた特長を有しており、次世代フラットパネルとして期待されている。

【 0 0 1 2 】

50

有機 E L 素子を用いてフルカラーの表示装置を実現する方法として代表的な方式は二つある。

【 0 0 1 3 】

一つは、低分子材料系で検討されているシャドウマスクを用いた真空蒸着法によるもの、もう一つは高分子材料系で検討されているインクジェット法によるパターンニング法である。

【 0 0 1 4 】

低分子材料系において、真空蒸着法を用いて有機薄膜を得る方法は最も一般的に用いられている手法である。ところが、数種類の発光層を大まかなエリアで塗り分けることは難しく、R G B フルカラーパネルを高精細のパターンニングで実現するには、シャドウマ 10
スクを用いた塗り分けは非常に難易度の高いプロセスである。一方の高分子材料系におけるインクジェット方式においても、高分子薄膜の均一性を保つことが難しく、実用的な R G B フルカラーの表示装置を実現するにはまだ時間がかかると言われている。

【 0 0 1 5 】

このような状況において、注目を集めているのが、白色発光の有機 E L 素子である。白色発光有機 E L 素子は、白色光源や室内照明、液晶ディスプレイ用のフラットなバックライト光源、モノクロディスプレイなど、大変応用範囲が広い。そして、液晶ディスプレイで実績のあるカラーフィルター技術と白色発光有機 E L 素子を組み合わせることにより、上記にあげたような複雑な R G B 発光層の塗り分けを行うことなく、簡便に低コストでフル 20
カラーの表示装置を実現できる。

【 0 0 1 6 】

現在、単独の発光材料で十分な特性の白色発光が得られる色素材料は実現されていない。そこで、白色発光の有機 E L 素子を実現するためには、R G B の三原色、または青と黄色の補色を混色する必要がある、さまざまな系が検討されている。このうち、R G B の 3 混 色の方法としては、

▲ 1 ▼ R G B の各色素を単一の発光層のなかにドーピングする発光層単層型

▲ 2 ▼ R G B の各発光層を積層していく R G B 積層型

の 2 つが考えられる。▲ 1 ▼ については、アプライド フィジックス レター (A p p l . p h y s . L e t t . v o l 6 7 , 2 2 8 1 (1 9 9 5)) などの文献がある。▲ 2 ▼ については、サイエンス (S c i e n c e v o l 2 6 7 , 1 3 3 2 (1 9 9 5)) などの文献がある。発光層単層型は、1 層で発光層を形成できるので簡便である。R G B 積 30
層型は各層のドーピング濃度や各膜厚で最適化を測ることが比較的容易である。

【 0 0 1 7 】

上記に示したように、現在の有機 E L 素子の開発は多岐にわたっているが、応用展開を考慮した場合、いかにして発光効率を上げるかが重要となる。有機 E L 素子の高効率化に関して、近年大きな注目を集めているのが、燐光 (三重項) 発光材料である。

【 0 0 1 8 】

有機 E L 素子において、電極から注入されたホールと電子は、発光層内で再結合して励起状態となり (以下、この科学種を励起子と呼ぶ) を生じ、これが基底状態に遷移する過程で発光する。この過程で、励起状態には励起 1 重項状態と 3 重項状態があり、前者から基底状態への遷移は蛍光と呼ばれ、後者からの遷移は燐光と呼ばれており、これらの状態にある物質を、それぞれ 1 重項励起子、3 重項励起子と呼ぶ。 40

【 0 0 1 9 】

これまで検討されてきた有機 E L 素子は、その多くが 1 重項励起子から基底状態に遷移するときの蛍光が利用されている。一方で近年、三重項励起子を經由した燐光発光を積極的に利用する素子の検討がなされている。

【 0 0 2 0 】

発表されている代表的な文献は、

文献 1 : Improved energy transfer in electrophosphorescent device (D . F . O ' B r i e n 他 , A p p l i e 50

d Physics Letters Vol 74, No 3 p 422 (1999))
文献2: Very high-efficiency green organic light-emitting devices based on electrophosphorescence (M. A. Baldo 他, Applied Physics Letters Vol 75, No 1 p 4 (1999))である。

【0021】

これらの文献では、電極間に挟持された有機化合物層を4層積層する構成が主に用いられ、用いている材料は、上記(化1)に示すキャリア輸送材料と燐光発光材料である。

【0022】

各材料の略称は以下の通りである。

10

Alq3: アルミ-キノリノール錯体、

α -NPD: N4, N4'-Dinaphthalen-1-yl-N4, N4'-diphenyl-biphenyl-4, 4'-diamine、

CBP: 4, 4'-N, N'-dicarbazole-biphenyl、

BCP: 2, 9-dimethyl-4, 7-diphenyl-1, 10-phenanthroline、

PtOEP: 白金-オクタエチルポルフィリン錯体、

Ir(ppy)₃: イリジウム-フェニルピリミジン錯体。

【0023】

文献1、2とも高効率を得られた素子は図1(c)の構成で、ホール輸送層13に α -NPD、電子輸送層16にAlq3、励起子拡散防止層17にBCP、発光層12にCBPをホスト材料として、これに燐光発光材料である白金-オクタエチルポルフィリン錯体(PtOEP)、またはイリジウム-フェニルピリミジン錯体(Ir(ppy)₃)を6%程度の濃度で分散混入したものを用いている素子であった。

20

【0024】

燐光発光材料を用いた有機発光素子は、以下の理由で原理的に高効率化が期待できる。ホールと電子のキャリア再結合により生成される励起子は1重項励起子と3重項励起子となり、その確率は1:3である。これまでの有機発光素子は蛍光発光を利用していたが、原理的にその発光収率は生成された励起子数に対して、25%が上限であった。しかし3重項励起子から発生する燐光を用いれば、原理的に少なくとも3倍の収率が期待され、さらに1重項からエネルギー的により高い3重項への項間交差による転移を考え合わせると、原理的には4倍の100%の発光収率が期待できる。

30

【0025】

三重項からの発光を記した文献には、特開平11-329739号公報(有機EL素子及びその製造方法)、特開平11-256148号公報(発光材料およびこれを用いた有機EL素子)、特開平8-319482号公報(有機エレクトロルミネッセント素子)等が挙げられる。

【0026】

上記に述べたとおり、燐光発光材料は従来の有機EL素子の効率を大きく改善させる可能性をもっている。これは、白色発光EL素子についても同様であり、燐光発光材料が白色発光ELの高効率化において有望な材料であると考えられており、白色で蛍光灯並の発光効率をもったあらたな光源を実現するものと期待されている。

40

【0027】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記のような燐光発光材料を用いて高効率な白色発光用の有機発光素子を作成しようとする、発光色が予想外に赤方にずれる等により、白色光源として用いるために十分な色純度が得られない場合があった。このことは、白色発光用の有機発光素子に限らず、燐光発光材料を用いた有機発光素子において、発光色が特定の色となるように設計し、混合する材料を選択しても、所望の色純度が確保できない場合があった。

【0028】

50

本発明は上記課題に鑑みなされたものであり、燐光発光材料を用い、しかも発光の色純度を低下させることなく、高効率の有機発光素子を実現することにある。

【0029】

【課題を解決するための手段】

本発明者らが鋭意検討した結果、燐光発光材料を色素材料として用いて白色発光用の有機発光素子を作製する場合に、燐光発光材料に特有の問題があることが判明した。

【0030】

例えば、発光層がキャリア輸送性のホスト材料と燐光発光性のゲストからなる場合、励起子から燐光発光にいたる過程は、以下のいくつかの過程からなることが考えられる。

- (a) 発光層内での電子・ホール輸送
- (b) ホストの励起子生成
- (c) ホスト分子間の励起エネルギー伝達
- (d) ホストからゲストへの励起エネルギー移動
- (e) ゲストの励起子生成
- (f) ゲストからゲストへの励起エネルギー移動
- (g) ゲストの励起子から基底状態遷移と発光

10

【0031】

それぞれの過程における所望のエネルギー移動や発光は、さまざまなエネルギー失活過程との競争反応である。ここで、白色発光用の発光層を単層で構成し、赤(R)、緑(G)、青(B)の色素材料がホスト材料中にドーピングされているケースを想定すると、所望の白色発光を得るためには、(f)のゲスト-ゲスト間での励起エネルギーの移動が非常に重要となる。

20

【0032】

例えばR、G、B各色素材料の発光波長を考えると、最も励起エネルギーが大きいのは青色素材料、次に緑色素材料、赤色素材料の順である。これらの色素材料のドーピング濃度等が最適化されていない場合、励起エネルギーの大きな色素材料から小さい色素材料へエネルギー移動が起こってしまい所望の白色が得られないことがある。

【0033】

さらに、本発明者らの検討で明らかとなったのは、各色素材料の励起寿命に関する問題である。一般に3重項励起子の寿命は1重項励起子の寿命より3桁以上長いことが知られている。われわれの検討によれば、燐光発光材料を用いて白色発光用の有機発光素子を作製する場合、各色素材料の組み合わせによって、白色発光の色純度が大きく影響されることが判明した。

30

【0034】

これらの検討の末に至った本発明の第1は、
基体上に設けられた一对の電極間に、少なくとも一層の発光層を有し、該発光層中に少なくとも2種以上の発光中心材料が含有された有機発光素子において、発光中心材料のうち少なくとも1種以上が燐光発光材料であり、最も短波長の光を発光する発光中心材料の励起寿命が、他の発光中心材料の励起寿命よりも短いことを特徴とする有機発光素子である。

40

【0035】

本発明は、上記第1の発明において、

「前記発光中心材料が、青色素材料、緑色素材料、赤色素材料からなり、青色素材料の励起寿命 τ_B 、緑色素材料の励起寿命 τ_G 、赤色素材料の励起寿命 τ_R の間に $\tau_B < \tau_R$ 、 $\tau_B < \tau_G$ の関係が成り立つこと」、

「前記青色素材料が蛍光発光材料であり、前記緑色素材料と赤色素材料とが燐光発光材料であること」、

をその好ましい態様として含むものであり、

さらに、

「前記発光層が低分子材料と発光中心材料との混合物からなること」、

50

又は

「前記発光層が高分子材料と発光中心材料との混合物からなること」、
をその好ましい態様として含むものである。

【0036】

上記課題を解決するための第2の発明は、

上記第1の発明の有機発光素子と、該有機発光素子を駆動するための駆動手段を備えたことを特徴とする表示装置である。

【0037】

本発明は、上記第2の発明において、

「基体上にスイッチング素子を備えたこと」、
をその好ましい態様として含むものである。

10

【0038】

【発明の実施の形態】

本発明者らの検討によれば、燐光発光材料を発光中心として用いて白色発光層を形成する場合、特に青色素材料が燐光発光材料である場合に、発光色がオレンジから赤色になりやすいという傾向があることが判明した。この現象は、青の燐光発光材料の励起寿命が、緑、赤の色素材料の励起寿命と同等か、もしくは緑、赤の励起寿命よりも長いことが原因と考えられる。

【0039】

具体的には、最も励起エネルギーの大きい（最も短波長の光を発光する）青色素材料が長時間励起状態に置かれることにより、青色素材料の周辺に存在する緑や赤の色素材料が青色素材料の励起エネルギーを奪ってしまうものと考えられる。このようなエネルギー転移が起こると青色素材料が所望の強度の発光を生じないため、可視光領域で発光バランスが緑、赤に偏り、純度の高い白色発光を得ることが難しくなる。

20

【0040】

そこで、本発明は所望の色の発光を得るための色素材料選択にあたり、最も短波長の光を発光する発光中心材料の励起寿命が、他の発光中心材料の励起寿命よりも短い材料を用いることにより、高い励起エネルギー準位から他のより低い励起エネルギー準位への励起状態の不要な遷移を抑止し、発光の色純度を向上させ、高効率な有機発光素子を実現するものである。

30

【0041】

白色発光を得るために通常よく用いられる、上記のようなRGBの3原色の色素材料を使用する形態においては、発光中心材料として、青色素材料、緑色素材料、赤色素材料を用い、青色素材料の励起寿命 τ_B 、緑色素材料の励起寿命 τ_G 、赤色素材料の励起寿命 τ_R の間に $\tau_B < \tau_R$ 、 $\tau_B < \tau_G$ の関係が成り立つように材料を選択すれば良い。

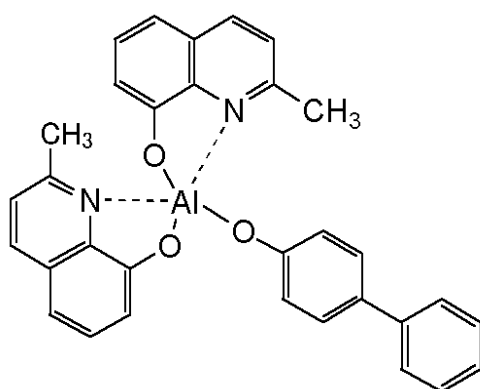
【0042】

これらの色素材料としては、中心金属原子がIr, Rh, Ru, Os, Reなどの金属配位化合物が好ましく用いられる。具体的には、青色素材料としては、下記の(化2)に示した蛍光発光材料であるBa1q（励起寿命20ns）を始めとして、下記の(化4)に示したZn(BTZ)₂（励起寿命10ns）等が好ましく使用でき、励起寿命が他の色素材料よりも短いものを選択すればよい。緑色素材料としては、(化1)に示した燐光発光材料であるIr(pppy)₃（励起寿命550ns）を始めとして、下記の(化5)に示したIr(CH₃-pppy)₃（励起寿命500ns）等が、また赤色素材料としては、下記の(化3)に示した燐光発光材料であるIr(piq)₃（励起寿命800ns）を始めとして、下記の(化6)に示したIr(tiq)₃（励起寿命1100ns）等が好ましく使用でき、それぞれ青色素材料よりも励起寿命が長いものを選択すれば良い。

40

【0043】

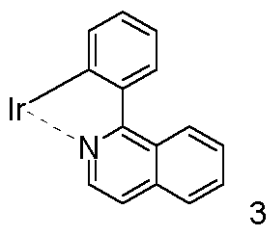
【化2】



10

【 0 0 4 4 】

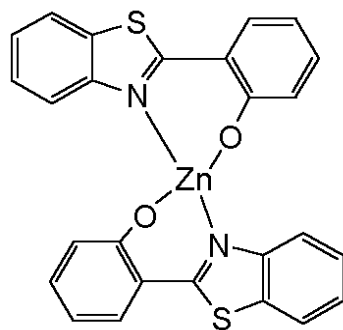
【 化 3 】



20

【 0 0 4 5 】

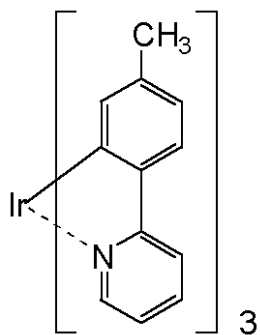
【 化 4 】



30

【 0 0 4 6 】

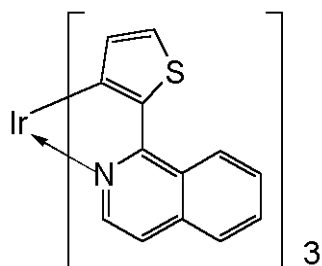
【 化 5 】



40

【 0 0 4 7 】

【 化 6 】



【 0 0 4 8 】

本発明においては、発光層が上記の要件を満たしていれば、その他の構成は特に限定されないが、材料選択時の基準として、青色素材料には蛍光発光材料を、緑色素材料と赤色素材料とは燐光発光材料を用いることが挙げられる。これは、通常、蛍光発光材料の方が、燐光発光材料よりも励起寿命が短いためである。

10

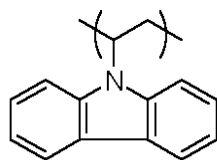
【 0 0 4 9 】

本発明で用いられる発光層のホスト材料は、低分子材料、高分子材料いずれからなるものでもよく特に限定はされない。たとえば、低分子材料である場合、ホストとなる化合物と R G B 各色色素材料を所望の濃度で真空蒸着法によって薄膜形成することができる。具体的には上記(化1)に示した C B P : 4 , 4 ' - N , N ' - d i c a r b a z o l e - b i p h e n y l などがホストとして好ましく用いられる。また、ホスト材料が高分子材料である場合、ホスト材料の中に R G B 各色色素材料を所望の濃度で混合したものをスピンコートやインクジェット法で薄膜形成することが可能である。具体的には下記(化7)に示した P V K (ポリビニルカルバゾール)などが好ましく用いられる。

20

【 0 0 5 0 】

【化7】



PVK

30

【 0 0 5 1 】

本発明の構成としては、図1に例示した各構成を用いることができるが、これらには限られない。ホール輸送材料としては、(化1)に示した α - N P D や、下記の化合物が好ましく用いられる。

1 - T A N T A : 4 , 4 ' , 4 '' - トリス (1 - ナフチルフェニルアミノ) トリフェニルアミン

2 - T A N T A : 4 , 4 ' , 4 '' - トリス (2 - ナフチルフェニルアミノ) トリフェニルアミン

T C T A : 4 , 4 ' , 4 '' - トリス (N - カルバゾイル) トリフェニルアミン

p - D P A - T D A B : 1 , 3 , 5 - トリス [N - (4 - ジフェニルアミノフェニル) フェニルアミノ] ベンゼン

40

T D A B : 1 , 3 , 5 - トリス (ジフェニルアミノ) ベンゼン

T D T A : 4 , 4 ' , 4 '' - トリス (ジフェニルアミノ) トリフェニルアミン

T D A P B : 1 , 3 , 5 - トリス [(ジフェニルアミノ) フェニル] ベンゼン。

【 0 0 5 2 】

また、本発明の有機発光素子に用いられる、電子輸送層材料としては(化1)に示した A l q 3 や B C P のほかに下記の化合物が好ましく用いられる。

【 0 0 5 3 】

B e B q : ビス (ベンゾキノリノラト) ベリリウム錯体

D T V B i : 4 , 4 ' - ビス - (2 , 2 - ジ - p - トリル - ビニル) - ビフェニル

50

E u (D B M) 3 (P h e n) : トリス (1 , 3 - ジフェニル - 1 , 3 - プロパンジオノ) (モノフェナントロリン)

E u (I I I)

B p h e n (バソフェナントロリン)。

【 0 0 5 4 】

上記本発明の有機発光素子と、該有機発光素子を駆動するための駆動手段を備えた表示装置としては、図 2 (駆動手段は不図示) に示すような構成で単純マトリクス型としても良く、また図 4 ~ 6 に示すようなアクティブマトリクス型としても良い。

【 0 0 5 5 】

図 2 においては、21 はガラス基板 (基体)、22 は I T O 電極、23 は少なくとも発光層を含む有機化合物層、24 は陰極を指し、陰極 24 は通常、金属で構成される。 10

【 0 0 5 6 】

ライン状に形成された I T O 電極 22 と、陰極 24 とを、夫々走査線、情報線のいずれかとして周知の単純マトリクス型表示装置用の駆動手段に接続することで、表示装置として使用できる。

【 0 0 5 7 】

また、基体上にスイッチング素子を備え、アクティブマトリクス型の表示装置とすれば、より高性能な表示装置とすることができる。

【 0 0 5 8 】

以下に、本発明の表示装置として好ましい形態であるアクティブマトリクス型の表示装置 20 について、図 4 ~ 6 を参照して詳しく説明する。

【 0 0 5 9 】

図 4 は T F T (スイッチング素子) を用いたアクティブマトリックス型の表示装置の平面模式図、図 5 は図 4 に示す形態の表示装置の表示用画素周辺の等価回路図、図 6 は図 4 に示す形態の表示装置の断面の説明図である。

【 0 0 6 0 】

有機発光素子が配列された表示部分の周辺には、走査信号ドライバー 42 や電流供給源 43 からなる駆動回路と、情報信号ドライバー 44 である表示信号入力手段 (これらを駆動手段と呼ぶ) が配置され、それぞれゲート走査線 45 とよばれる X 方向配線、情報信号線 47 とよばれる Y 方向配線、及び電流供給線 46 に接続される。 30

【 0 0 6 1 】

走査信号ドライバー 42 は、ゲート走査線 45 を順次選択し、これに同期して情報信号ドライバー 44 から画像信号が印加される。ゲート走査線 45 と情報信号線 47 の交点には表示用画素 41 が配置される。

【 0 0 6 2 】

次に図 5 に示す等価回路を用いて、画素回路の動作について説明する。今ゲート走査線 45 に選択信号が印加されると、T F T 1 が O N となり、情報信号線 47 からコンデンサ C a d d に表示信号が供給され、T F T 2 のゲート電位を決定する。各表示用画素に配置された有機発光素子部 (E L と略す) には、T F T 2 のゲート電位に応じて、電流供給線 46 より電流が供給される。T F T 2 のゲート電位は 1 フレーム期間中 C a d d に保持されるため、E L にはこの期間中電流供給線 46 からの電流が流れ続ける。これにより 1 フレーム期間中、発光を維持することが可能となる。 40

【 0 0 6 3 】

図 6 に示すように、ガラス基板 (基体) 上にポリシリコン (P o l y - S i 層) 領域が設けられ、ドレイン、ソース領域及びこれに挟まれたチャネル領域にはそれぞれ必要な不純物がドーパされる。この上にゲート絶縁膜を介してゲート電極が設けられると共に、上記ドレイン領域、ソース領域に接続するドレイン電極、ソース電極が形成されている。この時ドレイン電極と透明な画素電極 (I T O) は、介在する絶縁膜に開けたコンタクトホールにより接続される。

【 0 0 6 4 】

上記画素電極（ITO）上に、多層あるいは単層の有機化合物層（発光層）を形成し、陰極である金属電極を順次積層し、アクティブマトリクス型の表示装置を得ることができる。さらに、本発明によって成るアクティブマトリクス駆動式白色発光表示装置とカラー液晶でよく用いられるカラーフィルター層を適宜組み合わせることにより簡便な工程でカラーフラットパネルディスプレイを実現できる。

【0065】

このようにして、本発明で示した有機発光素子を用いると、表示装置としては、省エネルギーや高視認性を備えた軽量のフラットパネルディスプレイ等が可能となる。またプリンター用の光源としては、本発明の有機発光素子をライン状に形成し、感光ドラムに近接して置き、各素子を独立して駆動し、感光ドラムに所望の露光を行う、ラインシャッターとしても利用可能である。一方照明装置や液晶表示装置のバックライトへの利用は、省エネルギー効果が期待できる。特に、本発明の有機発光素子をこれらに好ましく適用するための実施形態として、従来の技術や、上記実施の形態の説明からも分かるように、白色発光用の有機発光素子とすることが挙げられる。

10

【0066】

【実施例】

以下、本発明を実施例に沿ってより詳細に説明する。

【0067】

（実施例1）

本例においては下記のような構成で有機発光素子を作成した。

20

【0068】

ITO / α NPd (40 nm) / CBP (ホスト材料) + ゲスト材料 (40 nm) / Bphen (50 nm) / KF (1 nm) / Al (100 nm)

【0069】

厚さ1.1 mmの無アルカリガラス基板（基体）にITO膜（約70 nm）をスパッタ法にて形成し、陽極側透明電極として用いる。

【0070】

この上に、（化1）に示した α NPdを、ホール輸送層として真空度 8.0×10^{-5} Paの条件下で真空蒸着法にて40 nm成膜した。

【0071】

次に（化1）に示したCBPをホスト材料、以下の発光中心材料をゲスト材料として、共蒸着法にて40 nm成膜した（真空度 8.0×10^{-5} Paの条件下）。

30

○青色素材料：蛍光発光材料Balq（化2）（ $\lambda_{max} = 400$ nm、励起寿命20 ns）濃度8 vol %

○緑色素材料：燐光発光材料Ir(ppy)₃（化1）（ $\lambda_{max} = 515$ nm、励起寿命550 ns）濃度2 vol %

○赤色素材料：燐光発光材料Ir(piq)₃（化3）（ $\lambda_{max} = 623$ nm、励起寿命800 ns）濃度0.5 vol %。

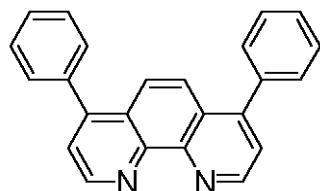
【0072】

次に電子輸送層としてBphen（バソフェナントロリン）（下記（化8））を真空度 8.0×10^{-5} Paの条件下で真空蒸着法にて40 nm成膜した。

40

【0073】

【化8】



【0074】

50

次に電子注入層としてフッ化カリウム (K F) を真空度 2.0×10^{-4} P a の条件下で真空蒸着法にて 1 n m 成膜した。最後に陰極材料として A l を真空度 2.0×10^{-4} P a の条件下で真空蒸着法にて 1 0 0 n m 成膜した。

【 0 0 7 5 】

本例にて作成した有機発光素子に駆動回路を接続し、直流電位 8 V で駆動したところ、所望の良好な白色発光が得られた。

【 0 0 7 6 】

(比較例 1)

本例においては下記のような構成で有機発光素子を作成した。

【 0 0 7 7 】

I T O / α N P D (4 0 n m) / C B P (ホスト材料) + ゲスト材料 (4 0 n m) / B p h e n (5 0 n m) / K F (1 n m) / A l (1 0 0 n m)

【 0 0 7 8 】

発光層以外の作製プロセスは実施例 1 とまったく同様である。

【 0 0 7 9 】

発光層は (化 1) に示した C B P をホスト材料、以下の発光中心材料をゲスト材料として、共蒸着法にて 4 0 n m 成膜した (真空度 8.0×10^{-5} P a の条件下) 。

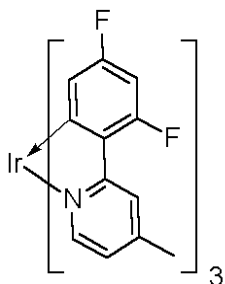
○ 青色素材料 : 下記 (化 9) の構造を有する燐光発光材料 ($\lambda_{max} = 468$ n m 、励起寿命 5 0 0 n s) 濃度 1 0 v o l %

○ 緑色素材料 : 燐光発光材料 I r (p p y) ₃ ($\lambda_{max} = 515$ n m 、励起寿命 5 5 0 n s) 濃度 2 v o l %

○ 赤色素材料 : 燐光発光材料 I r (p i q) ₃ ($\lambda_{max} = 623$ n m 、励起寿命 8 0 0 n s) 濃度 0 . 5 v o l % 。

【 0 0 8 0 】

【 化 9 】



30

【 0 0 8 1 】

本例にて作成した有機発光素子に駆動回路を接続し、直流電位 8 V で駆動したところ、各色色素材料の混合比等は白色発光用の有機発光素子作成を前提として決定したにも関わらず、オレンジ色の発光が得られた。これは、青色素材料として使用した燐光発光材料の励起寿命が、他の色素材料と同程度であるため、青色素材料の励起エネルギーが他の色素材料へ転移したことによって、発光バランスが低下したことが原因と考えられる。

【 0 0 8 2 】

(実施例 2)

本例においては、本発明の表示装置を作製した例を示す。

【 0 0 8 3 】

まず、次の手順で図 2 に示す X Y 単純マトリクス型の有機発光素子を作成した。

【 0 0 8 4 】

縦 1 5 0 m m 、横 1 5 0 m m 、厚さ 1 . 1 m m の無アルカリガラス基板 2 1 上に、透明電極 2 2 (陽極側) として約 1 0 0 n m 厚の I T O 膜をスパッタ法にて形成後、電極として L I N E / S P A C E = 1 0 0 μ m / 4 0 μ m の間隔で、5 0 ラインをパターンニングした。

【 0 0 8 5 】

50

このITO電極22を備えた基板上に有機化合物層等を積層して下記の構成のデバイスを作製した。

【0086】

ITO/PVK(ホスト材料)+ゲスト材料(100nm)/KF(1nm)/Al(150nm)

【0087】

発光層はホスト材料としてのPVK(化4)のクロロホルム溶液中に、以下の発光中心材料をゲスト材料として溶解させたものをスピンコート法により100nm成膜した。

○青色素材料：蛍光発光材料Balq(化2)($\lambda_{max}=400\text{nm}$ 、励起寿命20ns) 濃度6vol%

○緑色素材料：燐光発光材料Ir(ppy)₃(化1)($\lambda_{max}=515\text{nm}$ 、励起寿命550ns) 濃度1vol%

○赤色素材料：燐光発光材料Ir(piq)₃(化3)($\lambda_{max}=623\text{nm}$ 、励起寿命800ns) 濃度0.2vol%

【0088】

続いて、電子注入層としてフッ化カリウム(KF)を真空度 $2.0 \times 10^{-4}\text{Pa}$ の条件下で真空蒸着法にて1nm成膜した。最後に陰極材料としてのAlを、マスク蒸着にて、LINE/SPACE=100 μm /40 μm で50ラインだけITO電極22に直交するように真空度 $2.0 \times 10^{-4}\text{Pa}$ の条件下で真空蒸着法にて100nm成膜した。

【0089】

この50×50の単純マトリクス型有機EL素子に駆動手段を接続して表示装置とし、窒素雰囲気で満たしたグローブボックス中にて、図3に示す10ボルトの走査信号と±5ボルトの情報信号を用いて、5ボルトから15ボルトの電圧で、単純マトリクス駆動をおこなった。フレーム周波数30Hzでインターレス駆動したところ、白黒2値画像が確認でき、白色発光の色純度が高いことも確認できた。

【0090】

【発明の効果】

本発明によれば、燐光発光材料を発光中心材料として用いた有機発光素子において、励起エネルギーの大きな発光中心材料から他の発光中心材料へのエネルギー移動を抑制し、色純度の高い、所望の色の発光を高効率で得ることが出来る。

【0091】

また本発明によれば、色純度の高い平面白色光源への応用が期待できる。また、アクティブ素子、カラーフィルタ層との組み合わせによりフルカラーディスプレイ等の表示装置を簡便な工程で実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】有機発光素子の構成を示す概略断面図である。(a)は有機化合物層が2層構成の場合である。(b)は有機化合物層が3層構成の場合である。(c)有機化合物層が4層構成の場合である。

【図2】XYマトリクス型の表示装置の概略構成を示すための部分斜視図である。

【図3】評価駆動波形の説明図である。

【図4】TFTを用いたアクティブマトリクス型の表示装置の平面模式図である。

【図5】図4に示す形態の表示装置の表示用画素周辺の等価回路図である。

【図6】図4に示す形態の表示装置の断面の説明図である。

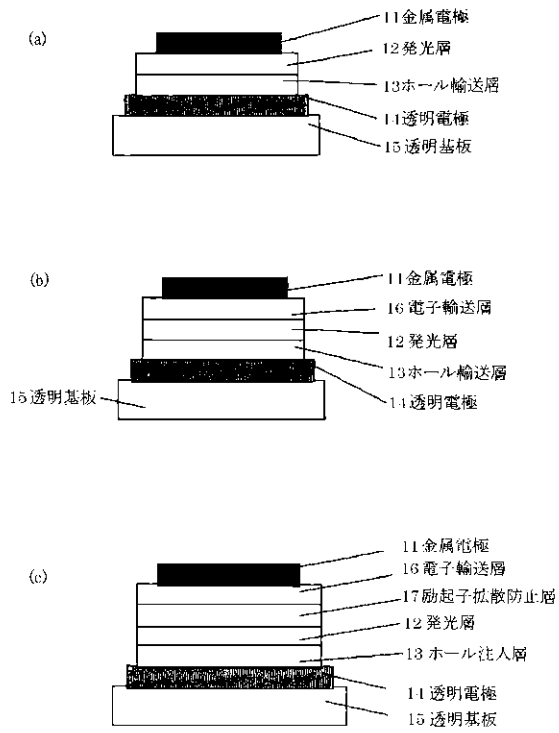
10

20

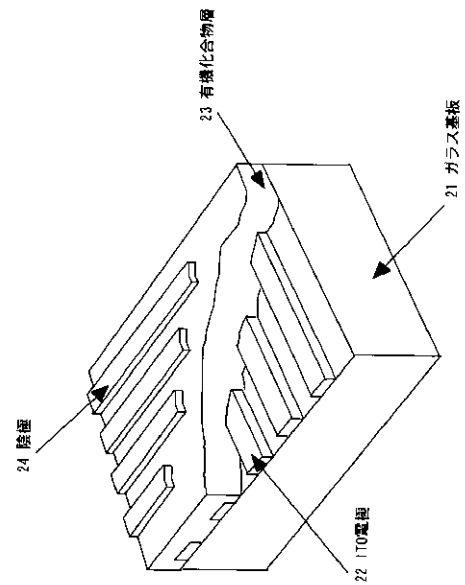
30

40

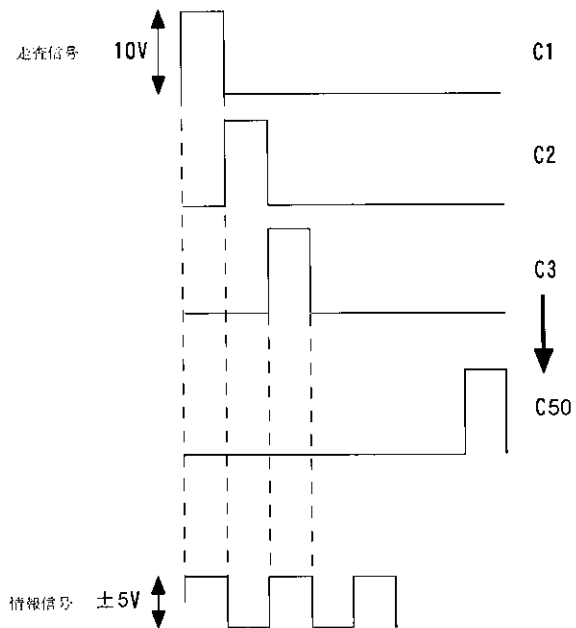
【図 1】



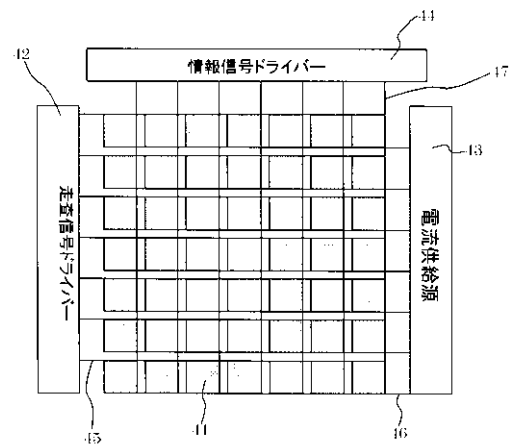
【図 2】



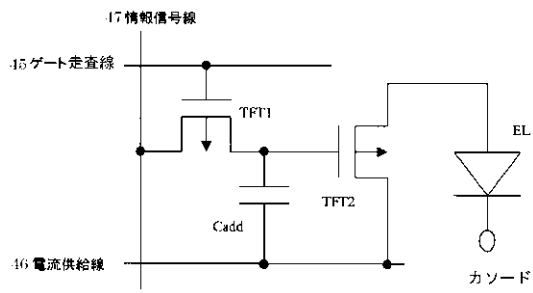
【図 3】



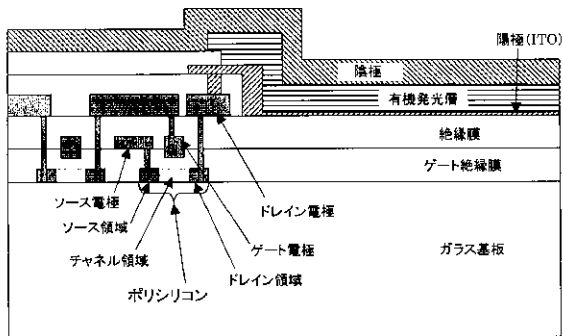
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

- (72)発明者 三浦 聖志
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 滝口 隆雄
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 井川 悟史
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 鎌谷 淳
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 岩脇 洋伸
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 岡田 伸二郎
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- Fターム(参考) 3K007 AB03 AB04 DB03