

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4110160号
(P4110160)

(45) 発行日 平成20年7月2日 (2008.7.2)

(24) 登録日 平成20年4月11日 (2008.4.11)

(51) Int. Cl.

F I

HO 1 L 51/50 (2006.01)
CO 9 K 11/06 (2006.01)
GO 9 F 9/30 (2006.01)
HO 1 L 27/32 (2006.01)

HO 5 B 33/14 B
CO 9 K 11/06 6 9 O
CO 9 K 11/06 6 6 O
GO 9 F 9/30 3 6 5 Z

請求項の数 13 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2005-261940 (P2005-261940)
(22) 出願日 平成17年9月9日 (2005.9.9)
(65) 公開番号 特開2006-128632 (P2006-128632A)
(43) 公開日 平成18年5月18日 (2006.5.18)
審査請求日 平成18年12月18日 (2006.12.18)
(31) 優先権主張番号 特願2004-283239 (P2004-283239)
(32) 優先日 平成16年9月29日 (2004.9.29)
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 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 岸野 賢悟
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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセント素子、及びディスプレイ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一対の電極と、

前記一対の電極間に配置される有機層と、を有し、

前記有機層は少なくとも発光層を有し、

前記発光層がホスト材料と、第1ドーパントと第2ドーパントを少なくとも有するドーパントと、から少なくとも構成される有機エレクトロルミネッセント素子において、

前記第1ドーパントの三重項最低励起準位が前記ホスト材料の三重項最低励起準位よりも高く、且つ、前記第2ドーパントの三重項最低励起準位が前記ホスト材料の三重項最低励起準位よりも低いことを特徴とする有機エレクトロルミネッセント素子。

10

【請求項 2】

前記ホスト材料の一重項最低励起準位が、前記第1ドーパントの一重項最低励起準位よりも高いことを特徴とする請求項 1 に記載の有機エレクトロルミネッセント素子。

【請求項 3】

前記ホスト材料が芳香族の側方置換基を持たない単一分子量の線状の芳香族化合物であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 2 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセント素子。

【請求項 4】

前記ホスト材料がフルオレン多量体であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセント素子。

20

【請求項 5】

前記第 2 ドーパントが赤色の光を発光する発光材料であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセント素子。

【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセント素子を複数有することを特徴とするディスプレイ装置。

【請求項 7】

一対の電極と、

前記一対の電極間に配置される有機層と、を有し、

前記有機層は少なくとも発光層を有し、

前記発光層がホスト材料と、第 1 ドーパントと第 2 ドーパントを少なくとも有するドーパントと、から少なくとも構成される有機エレクトロルミネッセント素子において、

前記第 1 ドーパントは、前記ホスト材料からエネルギーを受け、一重項最低励起状態が三重項最低励起状態に項間交差し、前記第 1 ドーパントから前記ホスト材料の三重項最低励起準位を介して前記第 2 ドーパントへエネルギーを供給するドーパントであり、

前記第 2 ドーパントは、りん光発光材料であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセント素子。

【請求項 8】

前記ホスト材料の一重項最低励起準位が、前記第 1 ドーパントの一重項最低励起準位よりも高いことを特徴とする請求項 7 に記載の有機エレクトロルミネッセント素子。

【請求項 9】

前記第 1 ドーパントの三重項最低励起準位が前記ホスト材料の三重項最低励起準位よりも高く、且つ、前記第 2 ドーパントの三重項最低励起準位が前記ホスト材料の三重項最低励起準位よりも低いことを特徴とする請求項 8 に記載の有機エレクトロルミネッセント素子。

【請求項 10】

前記ホスト材料が芳香族の側方置換基を持たない単一分子量の線状の芳香族化合物であることを特徴とする請求項 7 乃至請求項 9 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセント素子。

【請求項 11】

前記ホスト材料がフルオレン多量体であることを特徴とする請求項 7 乃至請求項 10 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセント素子。

【請求項 12】

前記第 2 ドーパントが赤色の光を発光する発光材料であることを特徴とする請求項 7 乃至請求項 11 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセント素子。

【請求項 13】

請求項 7 乃至請求項 12 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセント素子を複数有することを特徴とするディスプレイ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機エレクトロルミネッセント素子、及びそれらを複数有するディスプレイ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、有機エレクトロルミネッセンス素子（以降、「有機 EL 素子」とする）の開発が進められている。

【0003】

有機 EL 素子は電極間に有機層を少なくとも 1 層有する素子である。有機層は少なくとも発光層を有し、有機層の構成は、例えばホール輸送層と発光層と電子輸送層の 3 層構成

10

20

30

40

50

や、ホール輸送層と発光層の２層構成などを挙げることができる。

【０００４】

特許文献１には３種類の有機化合物を有する発光層が記載されている。特許文献１の図３及び段落番号【００３８】、【００３９】には以下の内容が記載されている。

【０００５】

すなわち、第３の有機化合物の最低励起一重項状態から第１の有機化合物の最低励起一重項状態へエネルギー移動が起こり、項間交差により最低励起三重項状態へ遷移する。また、第３の有機化合物の最低励起三重項状態から第１の有機化合物の最低励起三重項状態へエネルギー移動が起こる。その後、第１の有機化合物の最低励起三重項状態から第２の有機化合物の低い方から２番目の励起三重項状態へエネルギー移動が起こり、更に最低励起一重項状態への逆項間交差を経て、基底状態へ戻る過程で蛍光を放射する。

10

【０００６】

【特許文献１】特開２００２－０５０４８３号公報（【図３】、【００３８】、【００３９】）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

特許文献１の第１、第２、第３の有機化合物は、量的にどのような関係にあるのかが分からない。より詳しくいうと、本文中の実施例の記載から第１の有機化合物は発光させないりん光材料であり、第２の化合物が発光させる蛍光材料である。しかしながら、両者の配合量が実施例にそれぞれ０．０２ｍｇ、０．１０ｍｇと記載されており、発光する蛍光材料の方が多いことが分かる。更に、第３の有機化合物が具体的にどのような化合物であるかが分からず、第１、第２の化合物に対して量的に多いのかも分からない。したがって、この第１、第２、第３の化合物を含む発光層がいわゆるホストゲストタイプの発光層であるかを想到し得る根拠がない。

20

【０００８】

さらに、特許文献１に記載の有機ＥＬ素子は発光効率や素子としての寿命や消費電力の観点から更なる向上が必要である。

【０００９】

そこで、本発明は、より高効率、長寿命の有機ＥＬ素子を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【００１０】

前記目的を達成するために、本発明は、一対の電極と、前記一対の電極間に配置される有機層と、を有し、前記有機層は少なくとも発光層を有し、前記発光層がホスト材料と、第１ドーパントと第２ドーパントを少なくとも有するドーパントと、から少なくとも構成される有機エレクトロルミネッセント素子において、前記第１ドーパントの三重項最低励起準位が前記ホスト材料の三重項最低励起準位よりも高く、且つ、前記第２ドーパントの三重項最低励起準位が前記ホスト材料の三重項最低励起準位よりも低いことを特徴とする有機エレクトロルミネッセント素子を提供する。

【００１１】

40

また、本発明は、一対の電極と、前記一対の電極間に配置される有機層と、を有し、前記有機層は少なくとも発光層を有し、前記発光層がホスト材料と、第１ドーパントと第２ドーパントを少なくとも有するドーパントと、から少なくとも構成される有機エレクトロルミネッセント素子において、前記第１ドーパントは、前記ホスト材料からエネルギーを受け、一重項最低励起状態が三重項最低励起状態に項間交差し、前記第１ドーパントから前記ホスト材料の三重項最低励起準位を介して前記第２ドーパントへエネルギーを供給するドーパントであり、前記第２ドーパントは、りん光発光材料であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセント素子を提供する。

【発明の効果】

【００１２】

50

本発明によって、高効率、長寿命の有機EL素子を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

本発明に係る有機EL素子の発光層はホスト材料と、第1ドーパントと第2ドーパントを少なくとも含むドーパントと、から少なくとも構成されている。

【0014】

第1ドーパントはそれ自体の発光を目的とするドーパントではない。第1ドーパントは、ホスト材料からエネルギーを受け、一重項最低励起状態が三重項最低励起状態に項間交差し、第1ドーパントからホスト材料を介して第2ドーパントへエネルギーを供給するドーパントである。第1ドーパントの発光を必ずしも完全に防ぐ必要はなく、必要であれば第1ドーパントが多少光っても良い。

10

【0015】

第2ドーパントは主に発光するドーパントであり、りん光発光材料である。そのため、第2ドーパントの三重項最低励起状態にエネルギーが効率良く供給されることが必要である。

【0016】

本発明において、発光層とは電極間に配置される有機層のうち発光機能を有する層をいう。ホスト材料とは発光層に含まれる主成分である。より具体的には、ホスト材料とは発光層のうち60重量%以上を占める材料のことである。ドーパントとは発光層に僅かに含まれる材料のことである。より具体的には、ドーパントとは発光層のうち40重量%以下を占める材料のことである。したがって、本発明において第1ドーパント、及び第2ドーパントの総量は40重量%以下である。

20

【0017】

本発明に係る有機EL素子において、一对の電極から供給される正孔と電子は再結合の場としてホスト材料において再結合すると考えられる。これはホスト材料が発光層において量的に多い主成分であるからである。再結合によりホスト材料の一重項最低励起状態が生成される。ホスト材料の一重項最低励起状態から直接第2ドーパントの三重項最低励起状態へエネルギーは移動せずに、エネルギーははじめに第1ドーパントに移動する。第1ドーパントでは一重項最低励起状態が三重項最低励起状態に項間交差する。そして第1ドーパントから第2ドーパントへエネルギーが移動する。この際エネルギーはホスト材料を介して第2ドーパントへ移動する。

30

【0018】

第1ドーパントを有する利点として例えば以下の何れかを挙げることが出来る。

【0019】

1つ目として、一重項最低励起状態と三重項最低励起状態の差が大きなホスト材料を利用することが出来るのでホスト材料の選択性が広がる。

【0020】

2つ目として、ホスト材料の一重項最低励起状態と第2ドーパントの一重項最低励起状態の差が大きくてもよいので第2ドーパントの選択性が広がる。

【0021】

3つ目として、ホスト材料の一重項最低励起状態と第2ドーパントの三重項最低励起状態の差が大きくてもよいので第2ドーパントの選択性が広がる。

40

【0022】

4つ目として、第2ドーパントにおける項間交差を期待しなくて済むので第2ドーパントの一重項最低励起状態と三重項最低励起状態の差が大きくてもよく、第2ドーパントの選択性が広がる。

【0023】

このような利点から例えば次のようなことも出来る。即ちホスト材料と第2ドーパントとして材料の具体的な構造を決めた上で、効率を向上させるために好ましい第1ドーパントを決めることが出来る。

50

【 0 0 2 4 】

このように本発明では、項間交差を第 2 ドーパントにおいて起こさせず、更にはホスト材料においても項間交差を起こさせることなく、項間交差を別の材料（第 1 ドーパント）に起こさせることで上記利点を得られる。

【 0 0 2 5 】

さらに本発明では先に述べたように第 1 ドーパントからのエネルギーの移動をホスト材料を介して行わせている。

【 0 0 2 6 】

上記のようにホスト材料は発光層の主成分である。第 1 ドーパントとホスト材料とが近接する確率の方が第 1 ドーパントと第 2 ドーパントとが近接する確率よりも高い。また第 2 ドーパントとホスト材料とが近接する確率の方が第 1 ドーパントと第 2 ドーパントとが近接する確率よりも高い。本発明では、3 重項励起エネルギーのエネルギー転移を利用している。その場合、エネルギー転移はデクスター機構により行われ、デクスター機構は 1 重項励起エネルギーの転移機構であるフェルスター機構よりもエネルギー転移が及ぶ距離が短い。よって第 1 ドーパントからの第 2 ドーパントへのエネルギーの移動を近接するホスト材料を介して効率よく行わせることが出来る。

【 0 0 2 7 】

以下、本発明に係る有機 EL 素子の発光層における各構成材料の最低励起準位の大小関係について図 2 を用いて説明する。

【 0 0 2 8 】

本発明において、第 1 ドーパントから移動するエネルギーは、ホスト材料の三重項最低励起状態を介して第 2 ドーパントへ移動することが好ましい。

【 0 0 2 9 】

従ってより好ましくは、ホスト材料の一重項最低励起準位 S_{H1} と第 1 ドーパントの一重項最低励起準位 S_{D1-1} と第 1 ドーパントの三重項最低励起準位 T_{D1-1} とホスト材料の三重項最低励起準位 T_{H1} との大小関係が、以下のようになることが好ましい。即ち大小関係は、 $S_{H1} > S_{D1-1} > T_{D1-1} > T_{H1}$ であることが好ましい。

【 0 0 3 0 】

また本発明においてホスト材料から第 2 ドーパントへ移動するエネルギーは第 2 ドーパントの一重項最低励起準位 S_{D2-1} へ移動しても良いが、第 2 ドーパントの三重項最低励起準位 T_{D2-1} へ移動することが好ましい。

【 0 0 3 1 】

その場合ホスト材料の三重項最低励起準位 T_{H1} と第 2 ドーパントの三重項最低励起準位 T_{D2-1} との大小関係は以下のようになることが好ましい。

【 0 0 3 2 】

即ち大小関係は、 $T_{H1} > T_{D2-1}$ であることが好ましい。

【 0 0 3 3 】

更に大小関係は、 $S_{D2-1} > T_{H1} > T_{D2-1}$ であることが好ましい。

【 0 0 3 4 】

以上より、第 1 ドーパントの三重項最低励起準位 T_{D1-1} とホスト材料の三重項最低励起準位 T_{H1} との大小関係、及びホスト材料の三重項最低励起準位 T_{H1} と第 2 ドーパントの三重項最低励起準位 T_{D2-1} との大小関係は以下のようになることが好ましい。即ち大小関係は、 $T_{D1-1} > T_{H1} > T_{D2-1}$ であることが好ましい。

【 0 0 3 5 】

また本発明においてホスト材料の一重項最低励起状態 S_{H1} と第 2 ドーパントの一重項最低励起状態 S_{D2-1} の大小関係は以下のようになることが好ましい。

【 0 0 3 6 】

即ち大小関係は、 $S_{H1} > S_{D2-1}$ であることが好ましい。

【 0 0 3 7 】

以上より、ホスト材料の一重項最低励起状態 S_{H1} と第 1 ドーパントの一重項最低励起状

10

20

30

40

50

態 S_{D1-1} との大小関係、及びホスト材料の一重項最低励起状態 S_{H1} と第 2 ドーパントの一重項最低励起状態 S_{D2-1} との大小関係は以下になることが好ましい。

【0038】

即ち大小関係は、 $S_{H1} > S_{D1-1} > S_{D2-1}$ であることが好ましい。

【0039】

本発明に係る有機 EL 素子において、ホスト材料の一重項最低励起準位 S_{H1} と第 1 ドーパントの一重項最低励起準位 S_{D1-1} との差は 0.7 eV 以下であることが好ましい。励起準位の差が大きいと、ホスト材料の一重項最低励起準位 S_{H1} から第 1 ドーパントの一重項最低励起準位 S_{D1-1} への転移が起こりにくくなると考えられるからである。これと同様の理由により、第 1 ドーパントの三重項最低励起準位 T_{D1-1} とホスト材料の三重項最低励起準位 T_{H1} との差は、 0.4 eV 以下であることが好ましい。

10

【0040】

なお、ホスト材料、第 1 ドーパント、第 2 ドーパントのそれぞれ一重項最低励起状態と三重項最低励起状態の測定方法については、例えば、後述する実施例に示した方法によって行うことができる。

【0041】

本発明に係る有機 EL 素子において、ホスト材料の発光スペクトルと第 2 ドーパントの吸収スペクトルとの重なりが大きいことが好ましい。第 2 ドーパントがホスト材料の励起エネルギーを無駄なく吸収して、効率良く第 2 ドーパントが発光することができるからである。また、これと同様の理由により、第 1 ドーパントの発光スペクトルとホスト材料の吸収スペクトルとの重なりが大きいことが好ましい。

20

【0042】

本発明に係る有機 EL 素子において、ホスト材料は共役環が複数結合した線状の芳香族化合物が好ましい。より好ましくは、分子長軸に対する側方において芳香族の置換基を持たない線状の芳香族化合物である。側方に芳香族置換基を持たない化合物は、分子同士のスッキングが密になりやすい。そのためキャリア移動が行われやすくなり、駆動電流を下げることができる。また、駆動電流を低く抑えることによって寿命を改善することもできる。さらに、ホスト分子を構成する原子が、炭素原子と水素原子のみから構成されることで、素子寿命を改善することができると考えられる。もちろん、分子内にヘテロ原子 (N 等) を有してもよい。まだホスト材料はポリマーであるよりも数百量体以下、より好ましくは数量体の化合物であることが高い純度を保つという点で好ましい。

30

【0043】

ここで、側方に芳香族置換基を持たない線状の芳香族化合物とは、分子の長軸方向と異なる方向に芳香族の置換基を持たず、分子長軸方向と異なる方向に、例えば、カルバゾール環、アントラセン環のような縮環構造をもたない化合物を言う。例えば、以下に示す化合物 1 ~ 4 等のような、分子の長軸方向であるフルオレン環の 2 および 7 - 位を除き、かつ 1、4、5、8 - 位のいずれかの位置にも芳香族の置換基を持たないフルオレン多量体が挙げられる。フルオレン多量体とは、フルオレンが 2 つ以上結合した化合物のことである。好ましくは、フルオレンが 2 つ以上 5 つ以下結合した化合物のことである。好ましい線状の芳香族化合物は、分子の長軸がフェニル環、フルオレン環、ナフタレン環、またはこれらの組合せで構成される化合物である。フルオレンを用いると、よりアモルファス性に優れ、 120 以上という高ガラス転移温度 (T_g) を実現できる。

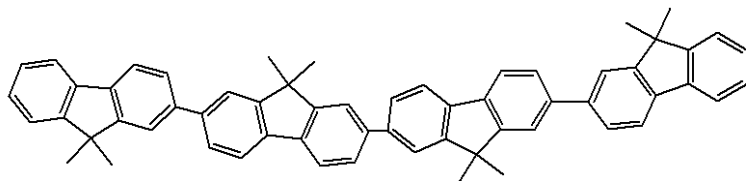
40

【0044】

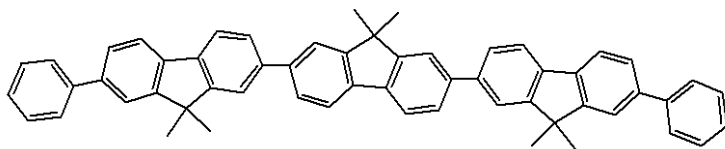
以下に、本発明に用いられるホスト材料の具体例を示す。但し、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0045】

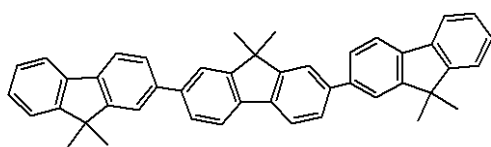
【化 1】



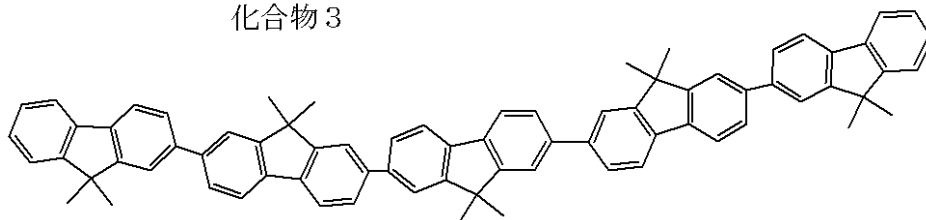
化合物 1



化合物 2



化合物 3



化合物 4

【 0 0 4 6 】

第 1 ドーパントは、項間交差を行わせるためにりん光発光材料であることが好ましい。発光中心材料である第 2 ドーパントはりん光発光材料である。第 1、第 2 ドーパントとして使用するりん光発光性材料としては特に限定はないが、金属配位化合物を好ましく選択することができる。より具体的には金属配位化合物として、白金や銅やレニウムやイリジウム等の中心金属に配位子が結合した金属配位化合物である。特に中心金属がイリジウムの金属配位化合物が好ましい。さらには、配位子の主骨格がフェニルイソキノリンやフェニルキノリン等である金属配位化合物を第 2 ドーパントとして用いることが赤色発光実現のため、及び 3 重項エネルギー移動に関して好ましい。

【 0 0 4 7 】

また第 1 ドーパントと第 2 ドーパントはそれぞれ似た構造の金属配位化合物であることが好ましい。似た構造とは、中心金属が同じである構造とか、配位子の構造が同じである構造である。また、少なくとも主発光材料である第 2 ドーパントのりん光寿命は $1.6 \mu s$ 以下と短いことが好ましい。りん光寿命が長い場合、3 重項励起状態が飽和し励起子同士が衝突することによる効率の低下が起こりやすくなると考えられるからである。

【 0 0 4 8 】

発光層中において、ドーパントは必ずしも 2 種類のみでなければならないということではなく、さらに別のドーパントが存在しても良い。さらに別のドーパントが存在していても 2 種類のドーパントにおいてエネルギーの転移が効率良く行われ、三重項励起準位の低いドーパントが発光すれば良い。

【 0 0 4 9 】

第 1 ドーパント、第 2 ドーパントのそれぞれの濃度はとくに限定するものではないが、第 1 ドーパントは 0.1 重量%以上 40 重量%以下、第 2 ドーパントは 0.1 重量%以上 20 重量%以下が好ましい。ただし、先に述べたように第 1 ドーパントの濃度と第 2 ドー

10

20

30

40

50

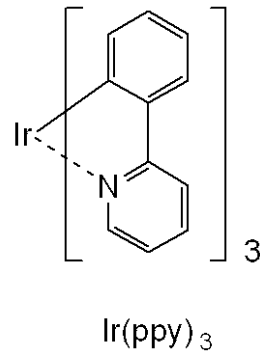
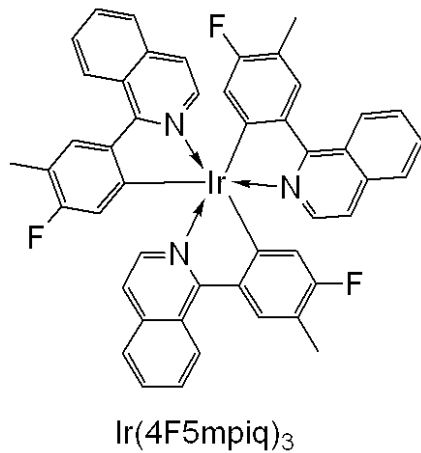
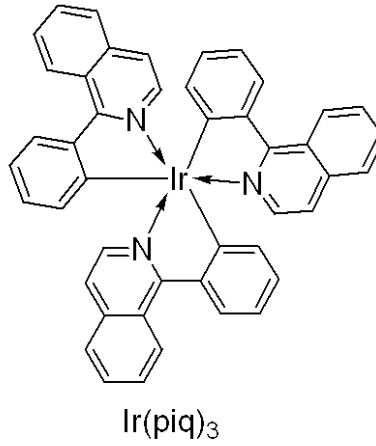
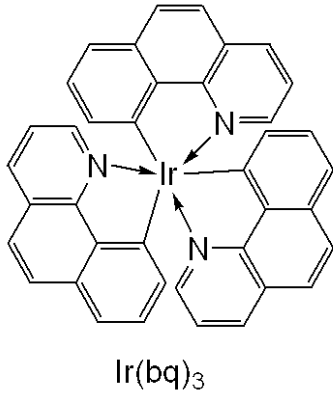
パントの濃度の和は40重量%以下であることが好ましい。濃度とは発光層の成分全体を分母としたときの、発光層内に含まれるドーパントの割合である。

【0050】

以下に、本発明に用いられるドーパントの具体例を示す。特に赤色発光するドーパントを例示するが、これらに限定されるものではない。

【0051】

【化2】



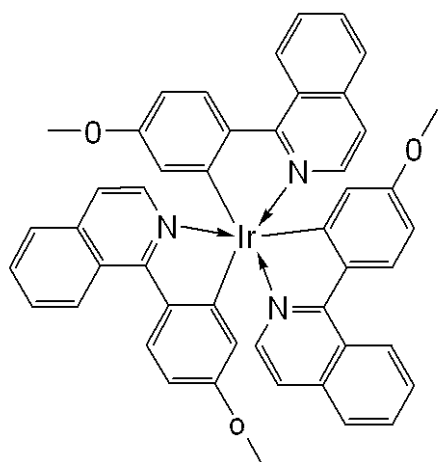
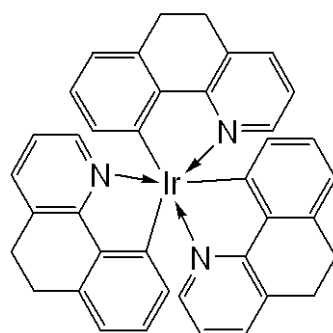
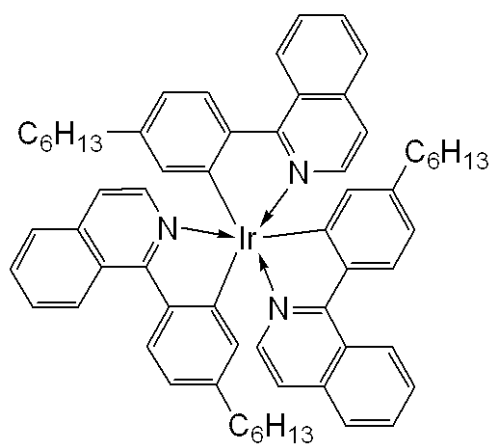
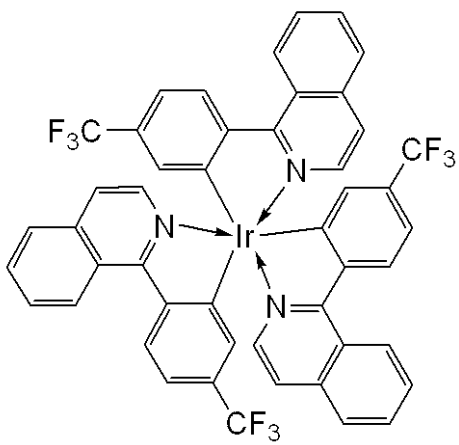
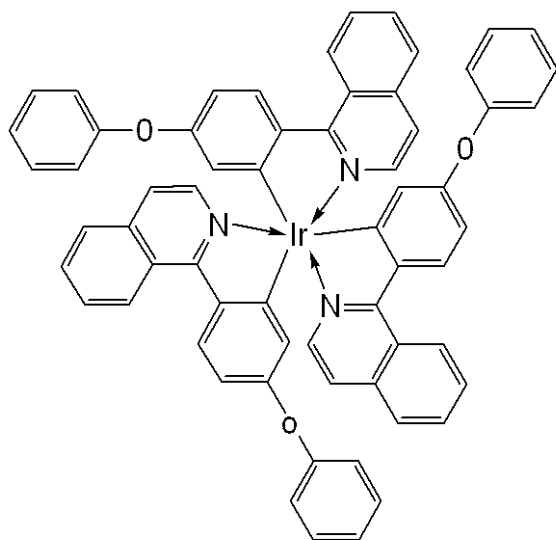
【0052】

10

20

30

【化 3】

Ir(4mopiq)₃Ir(dbq)₃Ir(C₆piq)₃Ir(4CF₃piq)₃Ir(popiq)₃

【 0 0 5 3 】

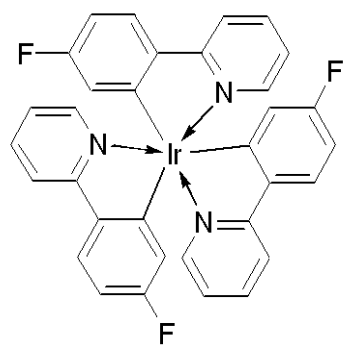
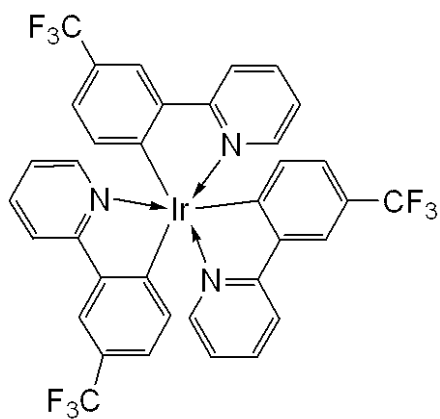
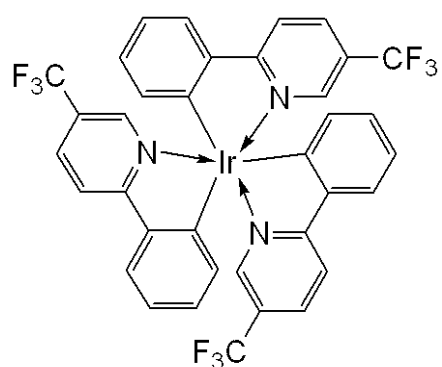
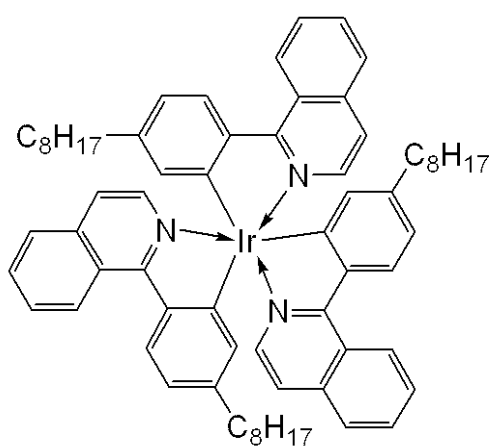
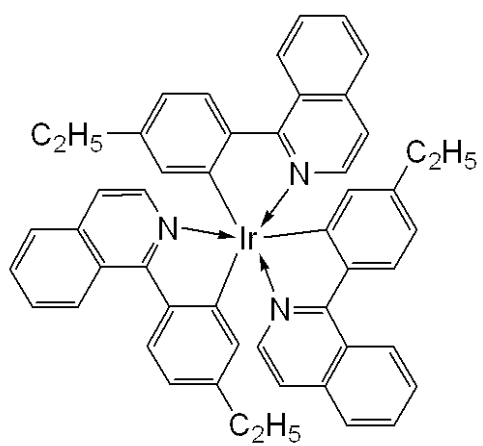
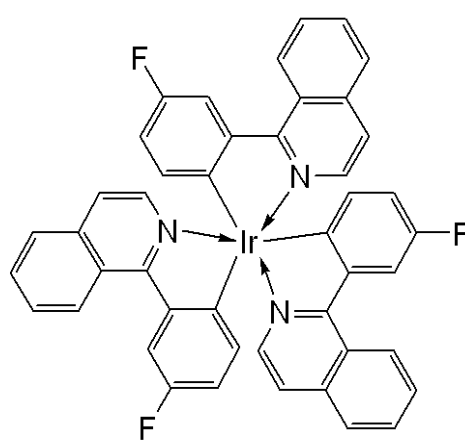
10

20

30

40

【化 4】

Ir(4Fppy)₃Ir(5CF₃ppy)₃Ir(p-4CF₃-py)₃Ir(C₈piq)₃Ir(C₂piq)₃Ir(5Fpiq)₃

【 0 0 5 4 】

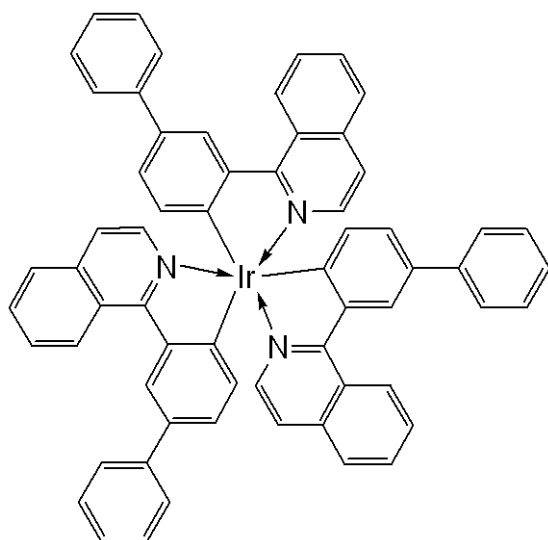
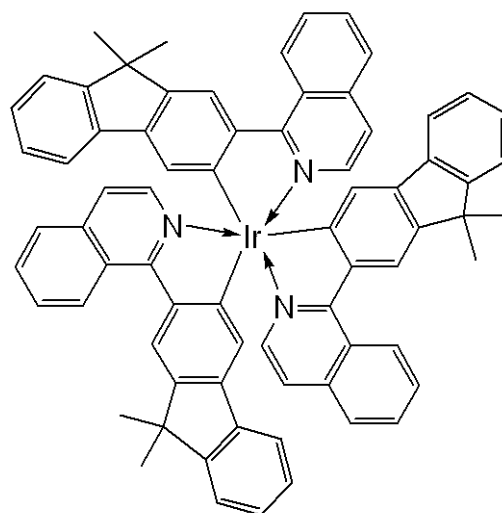
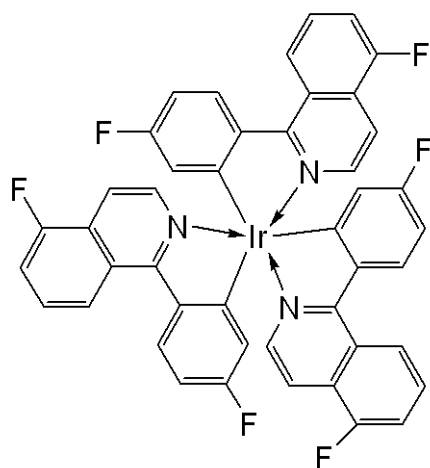
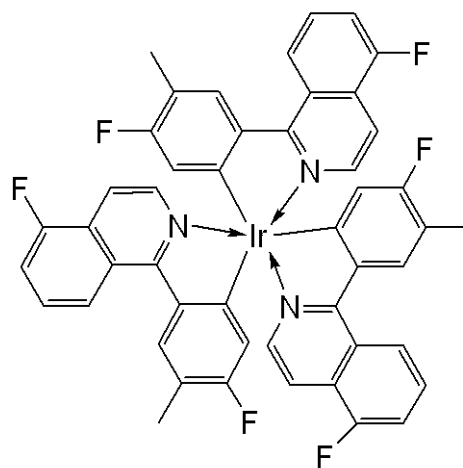
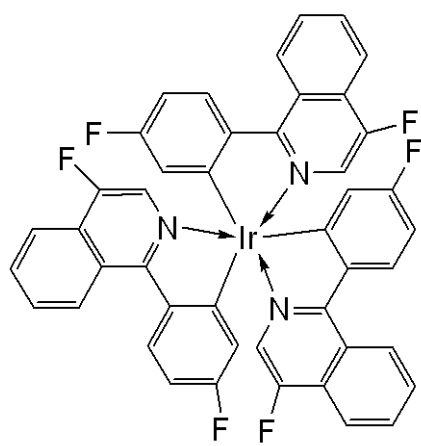
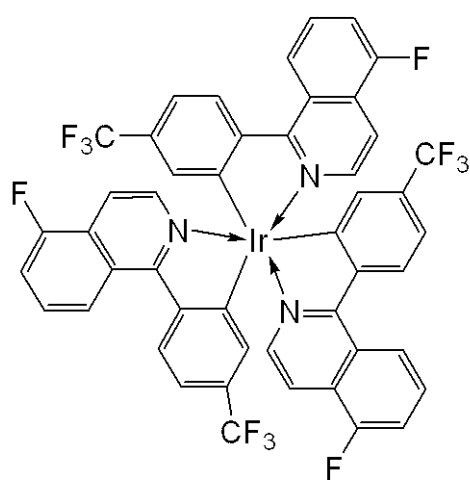
10

20

30

40

【化 5】

Ir(5ppiq)₃Ir(Fliq)₃Ir(4Fp5Fiq)₃Ir(4F5Mp5Fiq)₃Ir(4Fp4Fiq)₃Ir(4CF₃p5Fiq)₃

【 0 0 5 5 】

10

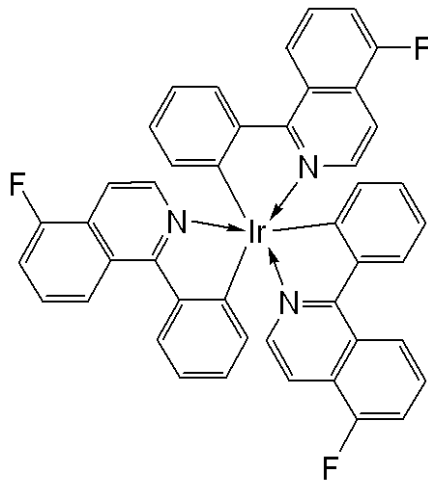
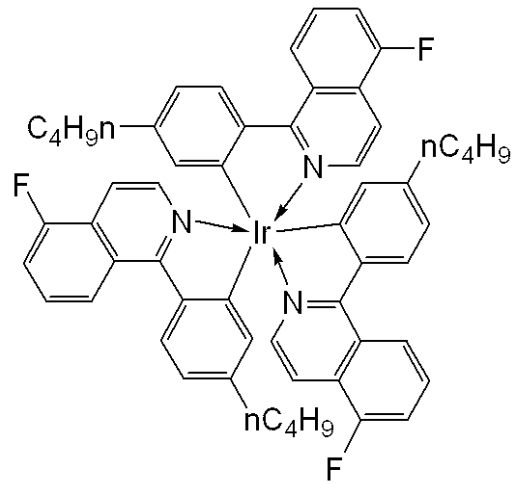
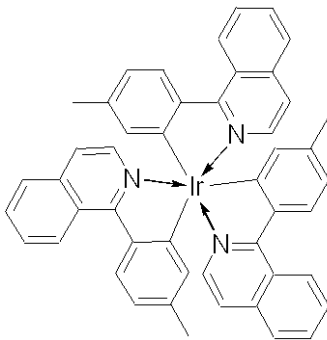
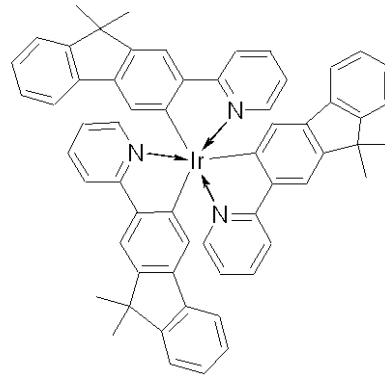
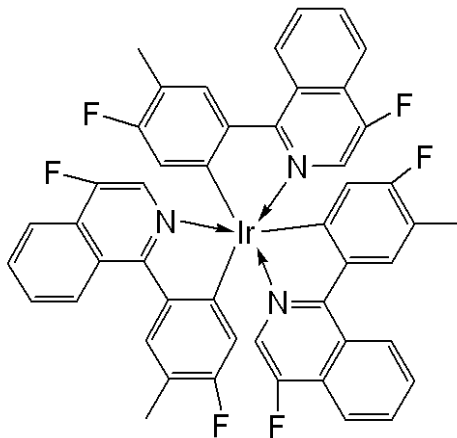
20

30

40

50

【化 6】

Ir(p5Fiq)₃Ir(C₄p5Fiq)₃Ir(4mpiq)₃Ir(Flpy)₃Ir(4F5mp4Fiq)₃

【 0 0 5 6 】

これらのうちで、第一ドーパントとしては、例えばIr(ppy)₃、Ir(bq)₃、Ir(Flpy)₃等、第二ドーパントとしては、例えばIr(4mopiq)₃、Ir(4CF3piq)₃、Ir(4mpiq)₃、Ir(pi q)₃等が挙げられる。

【 0 0 5 7 】

本発明の有機EL素子は、例えば図1に示すように、有機層が3層、4層の構成等が挙げられる。図1は本発明に係る発光素子の断面模式図である。図中、1は金属電極、2は

10

20

30

40

50

電子輸送層、3は発光層、4はホール輸送層、5は透明電極、6は透明基板、7は励起子拡散防止層を示す。

【0058】

電極は少なくともいずれか一方が透明であることが好ましい。また電極は電子注入性やホール注入性を考慮して適宜選択される。透明電極としてITOやIZOを挙げることができる。他に電極としてはアルミニウムや金、白金、クロム、銅等単独あるいはそれらの少なくともいずれか1つを含むものを用いても良い。

【0059】

本発明の有機EL素子は、必要に応じて、酸素や水分から隔離されるように工夫されていることも好ましく、例えば封止缶や有機あるいは無機の少なくともいずれか一方を含む封止膜を有していても良い。

10

本発明の有機EL素子は、特に赤色発光素子として好ましく用いることができる。さらに緑色あるいは青色発光素子にも用いることができる。さらには白色発光素子にも用いることができる。

【0060】

また本発明の有機EL素子は、ディスプレイといった表示装置に用いることができる。例えば、本発明の有機EL素子は、ディスプレイの画素部または副画素部に用いることができる。ディスプレイとはテレビやパソコンやデジタルカメラやカムコーダーなどに搭載される表示装置のことであったり、あるいは車体に搭載される表示装置等である。あるいは発光素子は照明として用いてもよくあるいは電子写真方式の画像形成装置等の表示部あるいは感光体への露光光源として用いてもよい。

20

【0061】

本発明の有機EL素子は、単数で用いてもよく、あるいは複数で用いてもよい。有機EL素子が複数の場合、例えばパッシブ駆動あるいはアクティブマトリクス駆動で発光させてもよい。また有機EL素子が複数の場合、それぞれが単色あるいは異色でもよい。有機EL素子が異色の場合、フルカラー発光ができる。また本発明の有機EL素子は基板側から光を取り出すことができるいわゆるボトムエミッション構造の素子でもよく、あるいは基板側とは反対の側から光を取り出すいわゆるトップエミッション構造の素子でもよい。

【実施例】

【0062】

30

<実施例1>

本実施例では、素子構成として、図1(a)に示す有機層が3層の素子を作製した。

【0063】

透明基板6としてのガラス基板上に100nmのITOをパターニングして、電極面積が3mm²の透明電極5を複数得た。そのITO基板上に、以下の有機層と電極層を10⁻⁵Paの真空チャンバー内で抵抗加熱による真空蒸着し、連続成膜した。

ホール輸送層4(20nm); FL03

発光層3(50nm); [ホスト材料]化合物1、[第1ドーパント(濃度16wt%)]Ir(ppy)₃、[第2ドーパント(濃度4wt%)]Ir(4mopiq)₃

電子輸送層2(30nm); Bphen

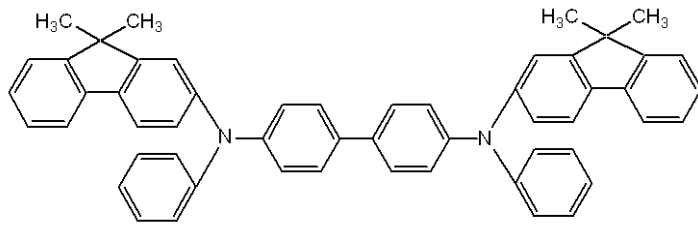
40

金属電極層1(1nm); KF

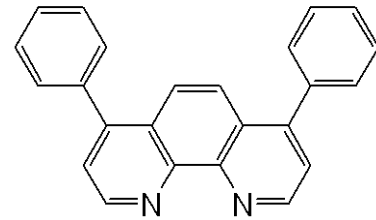
金属電極層1(100nm); Al

【0064】

【化 7】



FL03



Bphen

【 0 0 6 5 】

10

尚、ホスト材料、各ドーパントの三重項最低励起準位は表 1 に示す。表 1 に示すホスト材料及び各ドーパントの最低励起準位は以下に述べる方法で測定した。

【 0 0 6 6 】

石英基板上にホスト 1 0 0 % の膜及びドーパント 1 0 0 % の膜を形成し、分光光度計（日立ハイテクノロジーズ社製）を用い X e ランプで励起したときの発光ピークエネルギーを測定した。その際、2 m s 以上の遅延発光成分の発光ピークエネルギーを 3 重項最低励起準位、2 m s 以下の速い発光成分の発光ピークエネルギーを 1 重項最低励起準位とした。

【 0 0 6 7 】

ただし、ホスト材料のうち、りん光発光が観測しにくい化合物 1 や化合物 3 についてはりん光発光の強度を上げるために I r (p p y)₃ を 2 0 % 程度含有し、項間交差を利用してホスト材料のりん光発光をさせた。その際、ホスト材料および I r (p p y)₃ を液体窒素温度まで冷却して遅延発光成分を測定し、3 重項最低励起準位とした。

20

【 0 0 6 8 】

また、ドーパントであるイリジウム錯体の 1 重項最低励起準位については、分光光度計による測定ではなく、光吸収測定からモル吸光係数が約 $2000\text{ M}^{-1}\text{ cm}^{-1}$ 以上の最低のピークもしくはショルダーを 1 重項最低励起準位として、その波形から算出した。

【 0 0 6 9 】

得られた発光素子の効率 (600 cd/m^2 時の cd/A)、色度 (x 、 y) (TOP CON 社製 BM - 7 で測定)、 V_{th} (電流密度 0.1 mA/cm^2 流れるときの電圧)、 100 mA/cm^2 駆動時の輝度半減時間 (h r) を測定した。その結果を表 2 に示す。

30

【 0 0 7 0 】

< 実施例 2 ~ 4、比較例 1 ~ 3 >

発光層のホスト材料及びドーパントを表 1 に示すものに変えた以外は実施例 1 と同様に素子を作成した。得られた素子を実施例 1 と同様に評価した。結果を表 2 に示す。

【 0 0 7 1 】

【表 1】

	ホスト材料		第一ドーパント			第二ドーパント		
	化合物	T_{H1}/S_{H1} (eV)	化合物	T_{D1-1}/S_{D1-1} (eV)	濃度 (wt%)	化合物	T_{D2-1}/S_{D2-1} (eV)	濃度 (wt%)
実施例1	化合物1	2.16/2.98	Ir(ppy) ₃	2.43/2.58	16	Ir(4mopiq) ₃	2.03/2.17	4
比較例1	化合物1	2.16/2.98	—	—	—	Ir(4mopiq) ₃	2.03/2.17	4
実施例2	化合物1	2.16/2.98	Ir(ppy) ₃	2.43/2.58	16	Ir(piq) ₃	2.00/2.17	4
比較例2	化合物1	2.16/2.98	—	—	—	Ir(piq) ₃	2.00/2.13	4
実施例3	化合物1	2.16/2.98	Ir(Flpy) ₃	2.28/2.37	16	Ir(4mopiq) ₃	2.03/2.17	4
実施例4	化合物3	2.25/3.18	Ir(ppy) ₃	2.43/2.58	16	Ir(4mopiq) ₃	2.03/2.17	4
比較例3	CBP	2.67/3.40	Ir(ppy) ₃	2.43/2.58	16	Ir(4mopiq) ₃	2.03/2.17	4

10

【0072】

【表 2】

	効率		色度		Vth		輝度半減時間	
	cd/A	評価	(x, y)	評価	V	評価	hr	評価
実施例1	16.5	○	0.66, 0.34	○	2.82	○	150	○
比較例1	10.0	○	0.64, 0.34	×	2.82	○	60	×
実施例2	8.0	○	0.68, 0.32	○	2.90	○	720	○
比較例2	6.2	×	0.68, 0.32	○	2.95	○	800	○
実施例3	13.6	○	0.65, 0.34	○	2.85	○	100	○
実施例4	16.7	○	0.65, 0.35	○	2.96	○	180	○
比較例3	21.1	○	0.57, 0.41	×	3.24	×	700	○

20

30

【0073】

表 2 において、○ > × の順で が最も実用上好ましいことを示す。× があると、有機 EL 素子として必要な効率、色度、駆動電圧、寿命を満たさないことから実用上不適である。

【0074】

効率について考察すると、第一ドーパントをドーピングしていない素子、つまり Ir(4mopiq)₃ のみの比較例 1 の素子の効率を基準として、10 cd/A 以上を ○ とした。但し、第二ドーパントが Ir(piq)₃ である実施例 2、比較例 2 に関しては、Ir(piq)₃ 単体をドーパントとして用いた値よりも高い場合、○ とした。

【0075】

色度に関しては、NTSC の赤色の基準から $x = 0.65$ 以上、 $y = 0.35$ 以下を ○ とした。

【0076】

V_{th} に関しては、より低電圧駆動できる方が好ましいので、3 V 以下を ○ とした。

【0077】

輝度半減時間（寿命）に関しては、100 時間未満を ×、100 時間以上を ○ とした。

【0078】

実施例 1 と比較例 1 を比較すると、第一ドーパントである Ir(ppy)₃ をドーブした実施例 1 では、発光効率、色度、寿命が改善した。すなわち、 $T_{D1-1} > T_{H1} > T_{D2-1}$ の関係に該当するドーパントをドーブすることにより、効率良くエネルギー転移が行われ、

40

50

初期特性及び寿命が改善した。このことは、実施例 2 と比較例 2 とを比較しても同じであり、 $T_{D1-1} > T_{H1} > T_{D2-1}$ の関係があれば、第 2 ドーパントの材料に依らず、効率、色度、閾値電圧 V_{th} 、寿命のすべての特性において であることが分かる。

【0079】

実施例 1 と比較例 3 を比較すると、CBP をホスト材料にした比較例 3 では効率は非常に高いが、 $Ir(ppy)_3$ が発光してしまい緑色になってしまった。これに対し、ホスト材料が化合物 1 である実施例 1 は、発光スペクトルは $Ir(4mopiq)_3$ に依るもののみであり、色度が改善した。さらに、閾値電圧 V_{th} が低電圧化した。これは、芳香性側方置換基を持たない線状芳香族化合物をホスト材料として用いることによりホスト材料の HOMO および LUMO がドーパントである Ir 錯体に近くなり、移動度も向上したことによる改善と考えられる。実施例 3 の結果も同様に閾値電圧の低下が見られたことから、芳香性側方置換基を持たない線状芳香族化合物に閾値を低下させる効果があることが分かる。

10

【0080】

また、実施例 3 より、第一ドーパントの材料に依らず、 $T_{D1-1} > T_{H1} > T_{D2-1}$ の関係があれば、効率、色度、 V_{th} 、寿命が改善することがわかる。

【0081】

また、三重項最低励起準位が T_{H1} より高い第一ドーパントを含む実施例 1 ~ 4 と、三重項最低励起準位が T_{H1} より低い第 1 ドーパントを含む比較例 3 とを比べると、実施例 1 ~ 4 は色度、閾値電圧 V_{th} が改善し、効率、色度、閾値電圧 V_{th} 、寿命のすべての特性において であることが分かる。

20

【0082】

これらのことから、 $T_{D1-1} > T_{H1} > T_{D2-1}$ の関係があることで、第一ドーパントからのエネルギー転移が効率良く行われ、色度も変化することなく、寿命も駆動電圧も改善することができることがわかる。

【図面の簡単な説明】

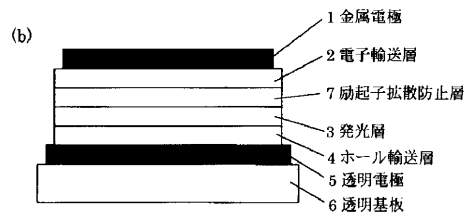
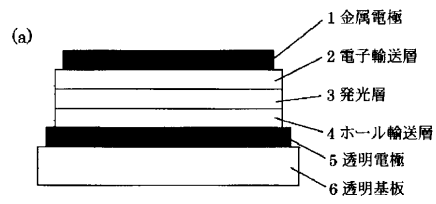
【0083】

【図 1】本発明の有機 EL 素子の一例を示す図である。

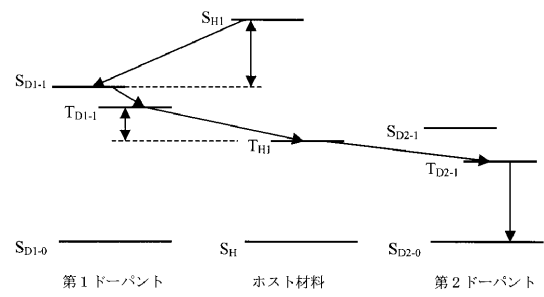
【図 2】本発明の有機 EL 素子におけるホスト材料及び各ドーパントの最低励起準位を示す図である。

30

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

- (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 橋本 雅司
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 黒川 三奈子
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

審査官 笹野 秀生

- (56)参考文献 国際公開第2004/060026(WO, A1)
特開2000-164362(JP, A)
特開2002-050483(JP, A)
特開2002-069427(JP, A)
特開2003-077674(JP, A)
特表2003-520391(JP, A)
特開2003-068466(JP, A)
特表2007-515788(JP, A)
M.A.Baldo et.al., High-efficiency fluorescent organic light-emitting devices using a phosphorescent sensitizer, Nature, 英国, 2002年 2月17日, Vol.403, pp.750-pp.753

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L	51/50	-	51/56
H05B	33/00	-	33/28
C09K	11/06		

专利名称(译)	有机电致发光装置和显示装置		
公开(公告)号	JP4110160B2	公开(公告)日	2008-07-02
申请号	JP2005261940	申请日	2005-09-09
[标]申请(专利权)人(译)	佳能株式会社		
申请(专利权)人(译)	佳能公司		
当前申请(专利权)人(译)	佳能公司		
[标]发明人	岸野賢悟 岡田伸二郎 井川悟史 橋本雅司 黒川三奈子 鎌谷淳 岩脇洋伸		
发明人	岸野 賢悟 岡田 伸二郎 井川 悟史 橋本 雅司 黒川 三奈子 鎌谷 淳 岩脇 洋伸		
IPC分类号	H01L51/50 C09K11/06 G09F9/30 H01L27/32		
CPC分类号	C09K11/06 C09K2211/1011 C09K2211/1014 C09K2211/1029 C09K2211/185 H01L51/0039 H01L51/0059 H01L51/0085 H01L51/5016 H01L51/5036 H01L2251/5315 H05B33/14 Y10S428/917		
FI分类号	H05B33/14.B C09K11/06.690 C09K11/06.660 G09F9/30.365.Z G09F9/30.365 H01L27/32		
F-TERM分类号	3K007/AB03 3K007/AB12 3K007/DB03 3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC04 3K107/CC21 3K107/DD53 3K107/DD59 3K107/DD66 3K107/DD67 3K107/DD68 3K107/DD69 3K107/FF20 5C094/AA37 5C094/BA27 5C094/DA13 5C094/FB01		
代理人(译)	渡边圭佑 山口 芳広		
优先权	2004283239 2004-09-29 JP		
其他公开文献	JP2006128632A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供具有高效率 and 长寿命的有机EL元件。解决方案：有机电致发光元件由至少一对电极和设置在该对电极之间的有机层构成。有机层至少具有发光层，并且发光层至少包括主体材料和含有至少第一掺杂剂和第二掺杂剂的掺杂剂。第一掺杂剂的三重态最低激发能级高于主体材料的三重态最低激发能级，第二掺杂剂的三重态最低激发能级低于主体材料的三重态最低激发能级。

Ž

【化 1】

