

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2018-503255

(P2018-503255A)

(43) 公表日 平成30年2月1日 (2018. 2. 1)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H 0 1 L 51/50 (2006.01)	H 0 5 B 33/22 B	3 K 1 0 7
H 0 5 B 33/10 (2006.01)	H 0 5 B 33/14 A	
	H 0 5 B 33/10	
	H 0 5 B 33/22 D	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 87 頁)

(21) 出願番号	特願2017-531823 (P2017-531823)	(71) 出願人	503180100 ノヴァレッド ゲーエムベーハー
(86) (22) 出願日	平成27年12月15日 (2015.12.15)		ドイツ連邦共和国、01307 ドレスデン、タッツベルク、49
(85) 翻訳文提出日	平成29年7月31日 (2017.7.31)	(74) 代理人	110000338 特許業務法人HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK
(86) 国際出願番号	PCT/EP2015/079836		
(87) 国際公開番号	W02016/096881	(72) 発明者	ヴェリケヴィッツ, ボド
(87) 国際公開日	平成28年6月23日 (2016.6.23)		ドイツ連邦共和国、01099 ドレスデン、フォルストシュトラーセ 37
(31) 優先権主張番号	14198655.4	(72) 発明者	ローテ, カルステン
(32) 優先日	平成26年12月17日 (2014.12.17)		ドイツ連邦共和国、01326 ドレスデン、ピルニッツァー ラントシュトラーセ 184
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 異なるマトリクス化合物を含んでいる電子伝達層を備えている有機発光ダイオード

(57) 【要約】

本発明は、有機発光ダイオードに関する。上記有機発光ダイオードは、発光層と、少なくとも2つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている。第1の電子伝達層および第2の電子伝達層は、少なくとも1つのマトリクス化合物を含んでいる。上記第1の電子伝達層の上記マトリクス化合物は、上記第2の電子伝達層の上記マトリクス化合物とは異なるものである。上記第1の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび/またはリチウム有機複合体であるドーパントを含んでいる。上記第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでいない。

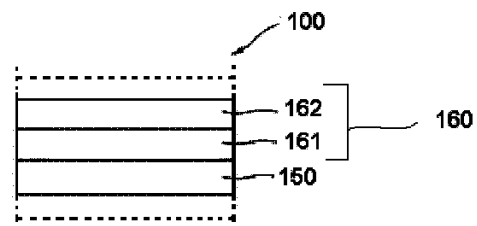


FIG. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発光層（１５０）と、少なくとも２つの電子伝達層（１６０／１６１）を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード（ＯＬＥＤ）（１００）であって、

第１の電子伝達層（１６１）および第２の電子伝達層（１６２）は、少なくとも１つのマトリクス化合物を含んでおり、

上記第１の電子伝達層（１６１）の上記マトリクス化合物は、上記第２の電子伝達層（１６２）の上記マトリクス化合物とは異なるものであり、

上記第１の電子伝達層（１６１）は、ハロゲン化リチウムおよび／またはリチウム有機複合体であるドーパントを含んでおり、

上記第２の電子伝達層（１６２）は、ドーパントを含んでいない、有機発光ダイオード（ＯＬＥＤ）（１００）。

【請求項 2】

上記電子伝達層の積層体が含んでいる上記ドーパント、または、上記電子伝達層が含んでいる上記ドーパントは、非発光性ドーパントである、請求項 1 に記載の ＯＬＥＤ（１００）。

【請求項 3】

上記電子伝達層の積層体（１６０）は、２つ～４つの電子伝達層を有しており、より好ましくは２つの電子伝達層（１６２／１６２）、または、３つの電子伝達層（１６２／１６２／１６３）を有している、請求項 1 または 2 に記載の ＯＬＥＤ（１００）。

【請求項 4】

上記電子伝達層の積層体は、３つの電子伝達層（１６１／１６２／１６３）を有しており、

上記第１の電子伝達層（１６１）および上記第３の電子伝達層（１６３）は、同じまたは異なるマトリクス化合物と、同じまたは異なるドーパントと、を含んでおり、

上記第２の電子伝達層（１６２）は、上記第１の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物、および、上記第３の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物とは異なるマトリクス化合物を含んでおり、

上記第２の電子伝達層（１６２）は、ドーパントを含んでいない、請求項 1 ～ 3 の何れか 1 項に記載の ＯＬＥＤ（１００）。

【請求項 5】

上記マトリクス化合物は、有機化合物である、請求項 1 ～ 4 の何れか 1 項に記載の ＯＬＥＤ（１００）。

【請求項 6】

上記第１の電子伝達層（１６１）の上記マトリクス化合物、および／または、上記第２の電子伝達層（１６２）の上記マトリクス化合物は、ホスフィンオキシドであり、

上記ホスフィンオキシド化合物は、好ましくは、（i）アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されているアリール基によって置換されたホスフィンオキシド、（ii）アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されているヘテロアリール基によって置換されたホスフィンオキシド、または、（iii）アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されているアルキル基によって置換されたホスフィンオキシド、であり、

上記ホスフィンオキシドは、より好ましくは、（３－（ジベンゾ〔c, h〕アクリジン－７－イル）フェニル）ジフェニルホスフィンオキシド、３－フェニル－３Ｈ－ベンゾ〔b〕ジナフト〔2, 1－d: 1', 2'－f〕ホスフェピン－３－オキシド、フェニルジ（ピレン－１－イル）ホスフィンオキシド、ビス（４－（アントラセン－９－イル）フェニル）（フェニル）ホスフィンオキシド、（３－（９, 10－ジ（ナフタレン－２－イル）アントラセン－２－イル）フェニル）ジフェニルホスフィンオキシド、フェニルジ（ピレン－１－イル）ホスフィンオキシド、ジフェニル（５－（ピレン－１－イル）ピリジン

10

20

30

40

50

- 2 - イル)ホスフィンオキシド、ジフェニル(4' - (ピレン - 1 - イル) - [1, 1' - ビフェニル] - 3 - イル)ホスフィンオキシド、ジフェニル(4' - (ピレン - 1 - イル) - [1, 1' - ビフェニル] - 3 - イル)ホスフィンオキシド、(3' - (ジベンゾ[c, h]アクリジン - 7 - イル) - [1, 1' - ビフェニル] - 4 - イル)ジフェニルホスフィンオキシド、および/または、フェニルビス(3 - (ピレン - 1 - イル)フェニル)ホスフィンオキシドを含む群より選択されるものである、
請求項 1 ~ 5 の何れか 1 項に記載の O L E D (1 0 0) 。

【請求項 7】

(i) 上記 O L E D (1 0 0) は、上記電子伝達層の積層体 (1 6 0) と上記カソード電極 (1 9 0) との間に配置されている電子注入層 (1 8 0) を備えている；あるいは、

(ii) 上記 O L E D (1 0 0) は、上記電子伝達層の積層体 (1 6 0) と上記カソード電極 (1 9 0) との間に配置されている電子注入層 (1 8 0) を備えており、当該電子伝達層の積層体 (1 6 0) が 2 つの電子伝達層 (1 6 2 / 1 6 2) によって形成されている、

請求項 1 ~ 6 の何れか 1 項に記載の O L E D (1 0 0) 。

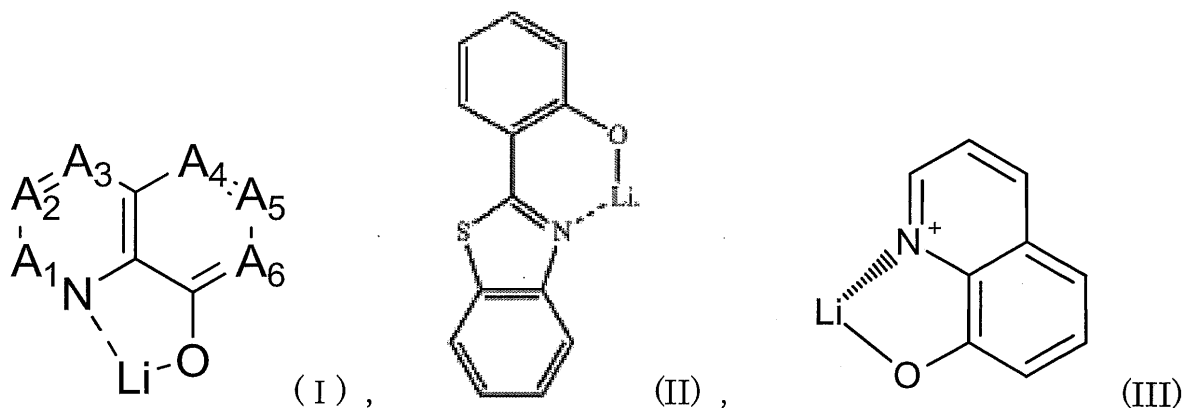
【請求項 8】

(i) 上記ハロゲン化リチウムは、LiF、LiCl、LiBr または LiI を含む群より選択されるものであって、好ましくは LiF である、および/または、

(ii) 上記リチウム有機複合体は、リチウムキノラート、リチウムボラート、リチウムフェノラート、リチウムピリジノラート、または、リチウムシッフ塩基を含む群より選択されるものであり、

上記リチウムキノラートは、好ましくは、下記の I、II、または、III の化学式を有するものであり(ここで、A1 ~ A6 は、CH、CR、N および O から選択される同一のもの、または、当該群から独立に選択されるものであり；R は、水素、ハロゲン、炭素原子数が 1 個 ~ 20 個であるアルキル、炭素原子数が 1 個 ~ 20 個であるアリール、および、炭素原子数が 1 個 ~ 20 個であるヘテロアリールから選択される同一のもの、または、当該群から独立に選択されるものであり；より好ましくは、A1 ~ A6 は、CH である)、

【化 1】



上記リチウムボラートは、好ましくは、リチウム テトラ(1H - ピラゾール - 1 - イル)ボラートであり、

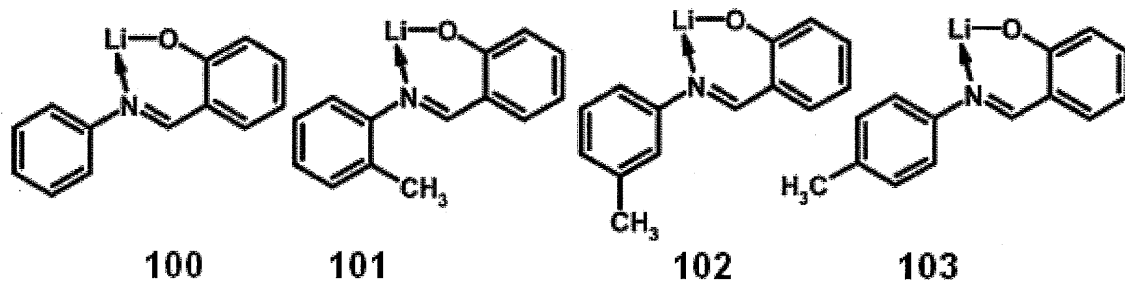
上記リチウムフェノラートは、好ましくは、リチウム 2 - (ピリジン - 2 - イル)フェノラート、リチウム 2 - (ジフェニルホスホリル)フェノラート、リチウムイミダゾールフェノラート、または、リチウム 2 - (ピリジン - 2 - イル)フェノラートであり；より好ましくは、リチウム 2 - (1 - フェニル - 1H - ベンゾ[d]イミダゾール - 2 - イル)フェノラート、または、リチウム 2 - (ベンゾ[d]オキサゾール - 2 - イル)フェノラートであり、

上記リチウムピリジノラートは、好ましくは、リチウム 2 - (ジフェニルホスホリ

ル) ピリジン - 3 - オラートであり、

上記リチウムシッフ塩基は、好ましくは、下記の 100、101、102、または、103 の構造を有するものである、

【化 2】



10

請求項 1 ~ 7 の何れか 1 項に記載の OLED (100)。

【請求項 9】

(i) 上記第 1 の電子伝達層 (161) が、約 30 重量%以上、約 90 重量%以下のマトリクス化合物を含んでいる、または、

(ii) 上記第 1 の電子伝達層 (161) および上記第 3 の電子伝達層 (163) が、各々、約 30 重量%以上、約 90 重量%以下のマトリクス化合物を含んでいる、
OLED (100) であって、

20

上記マトリクス化合物の重量%が、対応する伝達層の全重量に基づいている、請求項 1 ~ 8 の何れか 1 項に記載の OLED (100)。

【請求項 10】

上記第 2 の電子伝達層 (162) は、少なくとも 1 つのマトリクス化合物からなるものである、請求項 1 ~ 9 の何れか 1 項に記載の OLED (100)。

【請求項 11】

(i) 上記第 1 の電子伝達層 (161) が、約 10 重量%以上、約 70 重量%以下の、ハロゲン化リチウムまたはリチウム有機複合体を含んでいる、または、

(ii) 上記第 1 の電子伝達層 (161) および上記第 3 の電子伝達層 (163) が、各々、約 10 重量%以上、約 70 重量%以下の、ハロゲン化リチウムまたはリチウム有機複合体を含んでいる、
OLED (100) であって、

30

上記ハロゲン化リチウムおよび上記リチウム有機複合体の重量%が、対応する電子伝達層の全重量に基づいている、請求項 1 ~ 10 の何れか 1 項に記載の OLED (100)。

【請求項 12】

上記第 1 の電子伝達層 (161)、または、上記第 1 の電子伝達層 (161) および上記第 3 の電子伝達層 (163) は、以下の (a) および (b) を含んでおり、

(a) 約 10 重量%以上、約 70 重量%以下の上記ドーパント、および、

(b) 約 30 重量%以上、約 90 重量%以下のマトリクス化合物、

ドーパントを含んでいない上記第 2 の電子伝達層 (162) は、上記第 1 の電子伝達層 (161)、および、任意構成である上記第 3 の電子伝達層 (163) とは異なって選択されるマトリクス化合物を含んでおり、

40

上記各電子伝達層の上記成分の重量%は、全重量%の値が 100 重量%を超えず、かつ、上記成分の重量%が、対応する伝達層の全重量に基づくように選択されている、請求項 1 ~ 11 の何れか 1 項に記載の、上記電子伝達層の積層体 (160) を備えている OLED (100)。

【請求項 13】

上記第 2 の電子伝達層 (162) が、上記第 1 の電子伝達層 (161) の上に直接形成されており、かつ、

任意構成である上記第 3 の電子伝達層 (163) が、上記第 2 の電子伝達層 (162)

50

の上に直接形成されている、請求項 1 ~ 12 の何れか 1 項に記載の、電子伝達層の積層体 (160) を備えている OLED (100)。

【請求項 14】

基材 (110) と、

上記基材 (110) の上にアノード電極 (120) が形成され (an anode electrode (120) is formed on the substrate (110))、

上記アノード電極 (120) の上に電子伝達層の積層体 (160) が形成され (an electron transport layer stack (160) is formed on the anode electrode (120))、当該電子伝達層の積層体 (160) は、少なくとも 2 つの電子伝達層 (160 / 161) を備えているか、または、少なくとも 2 つの電子伝達層 (160 / 161) からなり、

10

最後にカソード電極 (190) が形成され (finally a cathode electrode (190) is formed)、

を備えている OLED (100) であって、

上記電子伝達層の積層体 (160) は、上記カソード電極 (190) と上記アノード電極 (110) との間に挟み込まれており、

任意構成である電子注入層 (180) は、上記電子伝達層 (160) と上記カソード電極 (190) との間に配置されている、請求項 1 ~ 13 の何れか 1 項に記載の OLED (100)。

【請求項 15】

上記アノード電極 (120) と上記電子伝達層 (160) との間に形成されている少なくとも 1 つの層であって、正孔注入層 (130)、正孔伝達層 (140) および正孔遮断層からなる群より選択される少なくとも 1 つの層、をさらに備えている、請求項 1 ~ 14 の何れか 1 項に記載の OLED (100)。

20

【請求項 16】

請求項 1 ~ 15 の何れか 1 項に記載の有機発光ダイオード (OLED) (100) の製造方法であって、

少なくとも 3 つの堆積材料、および / または、

真空蒸着を介した堆積処理、および / または、

溶液プロセスを介した堆積処理であって、好ましくは、スピンコーティング、キャストリング、プリンティングおよび / またはスロットダイコーティングから選択される上記溶液プロセスを介した堆積処理、

30

を用いる、製造方法。

【請求項 17】

上記マトリクス化合物を放出する第 1 の堆積材料、および、ハロゲン化リチウムまたはリチウム有機複合体を放出する第 2 の堆積材料、を用いる、有機発光ダイオード (OLED) (100) の製造方法であって、

上記方法は、上記電子伝達層の積層体を形成する工程を含み、

上記第 1 の電子伝達層 (161) は、上記第 1 の堆積材料から上記マトリクス化合物を放出すること、および、上記第 2 の堆積材料から上記ハロゲン化リチウムまたはリチウム有機複合体を放出すること、によって形成され、

40

上記第 2 の電子伝達層 (162) は、第 3 の堆積材料から上記マトリクス化合物を放出することによって、上記第 1 の電子伝達層 (161) の上に形成され、

上記第 1 の電子伝達層 (161) の上記マトリクス化合物は、上記第 2 の電子伝達層 (162) の上記マトリクス化合物と同じものでない、請求項 16 に記載の有機発光ダイオード (OLED) (100) の製造方法。

【請求項 18】

基材 (110) の上にアノード電極 (120) が形成され、

上記アノード電極 (120) の上に電子伝達層の積層体 (160) が形成され、好ましくは、上記アノード電極 (190) の上に上記第 1 の電子伝達層 (161) が形成され、かつ、上記第 2 の電子伝達層 (162) が当該第 1 の電子伝達層 (161) の上に直接形

50

成され、

上記電子伝達層の積層体（１６０）の上にカソード電極（１９０）が形成され、

上記アノード電極（１２０）と上記電子伝達層の積層体（１６０）との間に、任意構成である正孔注入層（１３０）、正孔伝達層（１４０）、発光層（１５０）および正孔遮断層が、この順番にて形成され、

上記電子伝達層の積層体（１６０）と上記カソード電極（１９０）との間に、任意構成である電子注入層（１８０）が形成される、

有機発光ダイオード（ＯＬＥＤ）のための工程を含む、請求項１６または１７に記載の方法。

【請求項１９】

10

請求項１～１５の何れか１項に記載の、少なくとも１つの有機発光ダイオード（ＯＬＥＤ）を備えている、装置。

【発明の詳細な説明】

【発明の詳細な説明】

【０００１】

〔説明〕

本発明は、異なるマトリクス化合物を含んでいる電子伝達層を備えている有機発光ダイオード、および、当該有機発光ダイオードの製造方法に関する。

【０００２】

〔関連技術の説明〕

20

自己発光する素子である有機発光ダイオード（ＯＬＥＤ）は、広視野角、優れたコントラスト、即応性、高輝度、優れた稼働電圧特性、および、色再現性を有している。通常のＯＬＥＤは、アノード、正孔伝達層（ＨＴＬ）、発光層（ＥＭＬ）、電子伝達層（ＥＴＬ）およびカソードを備えており、これらは、基材上に、連続して積層されている。このとき、ＨＴＬ、ＥＭＬ、および、ＥＴＬは、有機化合物、および／または、有機金属化合物によって形成された、薄膜である。

【０００３】

アノードおよびカソードに電圧が印加されると、アノードから注入された正孔はＨＴＬを介してＥＭＬへ移動し、カソードから注入された電子はＥＴＬを介してＥＭＬへ移動する。上記正孔および電子はＥＭＬ内で再結合し、励起子が生成する。当該励起子が励起状態から基底状態に移行するときに、光が放射される。正孔および電子の注入および流通は、上述した構造を有しているＯＬＥＤが優れた能力を発揮するように、調和させる必要がある。しかしながら、導電性を改良し、かつ、ＯＬＥＤをより効率良く作動させるための電圧を低減させる必要が、絶え間無くある。

30

【０００４】

〔概要〕

目的の一つは、低い電圧によって効率良く作動する有機発光ダイオードを提供することである。当該有機発光ダイオードとしては、青色光ＯＬＥＤのみならず、例えば、赤色光ＯＬＥＤ、緑色光ＯＬＥＤ、白色光ＯＬＥＤが挙げられ、特に、トップ発光性および／またはボトム発光性の、有機発光ダイオード（ＯＬＥＤ）が挙げられる。

40

【０００５】

一態様では、有機発光ダイオード（ＯＬＥＤ）が提供される。当該有機発光ダイオード（ＯＬＥＤ）は、発光層と、少なくとも２つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード（ＯＬＥＤ）であって、第１の電子伝達層および第２の電子伝達層は、少なくとも１つのマトリクス化合物を含んでおり、上記第１の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第２の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物とは異なるものであり、上記第１の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび／またはリチウム有機複合体であるドーパントを含んでおり、上記第２の電子伝達層は、ドーパントを含んでいない、有機発光ダイオード（ＯＬＥＤ）である。

【０００６】

50

発光層（EML）は、発光性ドーパント、または、適切なマトリクス化合物中に分散しているドーパントからなるものである。

【0007】

発光性ドーパントは、例えば、燐光を放射するもの、または、蛍光を放射するものである。

【0008】

非発光性ドーパントは、燐光を放射するもの、および、蛍光を放射するものからなる群より選択されるものではない。

【0009】

発光層の組成とは異なり、電子伝達層は、発光性ドーパントを含んでいない。

10

【0010】

本発明において、ハロゲン化リチウムおよび／またはリチウム有機複合体であるドーパントは、非発光性ドーパントである。

【0011】

本発明において、電子伝達層の積層体が含まれているドーパント、または、電子伝達層が含まれているドーパントは、非発光性ドーパントである。

【0012】

一態様では、有機発光ダイオード（OLED）が提供される。当該有機発光ダイオード（OLED）は、発光層と、少なくとも2つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード（OLED）であって、第1の電子伝達層および第2の電子伝達層は、少なくとも1つの有機物であるマトリクス化合物を含んでおり、上記第1の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第2の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物とは異なるものであり、上記第1の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび／またはリチウム有機複合体であるドーパントを含んでおり、上記第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでいない、有機発光ダイオード（OLED）である。

20

【0013】

一態様では、有機発光ダイオード（OLED）が提供される。当該有機発光ダイオード（OLED）は、発光層と、少なくとも2つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード（OLED）であって、第1の電子伝達層および第2の電子伝達層は、少なくとも1つのマトリクス化合物を含んでおり、上記第1の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第2の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物とは異なるものであり、上記第1の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび／またはリチウム有機複合体であるドーパントを含んでおり、上記第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでおらず、上記発光層は、発光性ドーパントを含んでおり、上記電子伝達層の積層体は、発光性ドーパントを含んでいない、有機発光ダイオード（OLED）である。

30

【0014】

一態様では、有機発光ダイオード（OLED）が提供される。当該有機発光ダイオード（OLED）は、発光層と、少なくとも2つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード（OLED）であって、第1の電子伝達層および第2の電子伝達層は、少なくとも1つの有機物であるマトリクス化合物を含んでおり、上記第1の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第2の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物とは異なるものであり、上記第1の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび／またはリチウム有機複合体であるドーパントを含んでおり、上記第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでおらず、上記発光層は、発光性ドーパントを含んでおり、上記電子伝達層の積層体は、発光性ドーパントを含んでいない、有機発光ダイオード（OLED）である。

40

【0015】

一態様では、有機発光ダイオード（OLED）が提供される。当該有機発光ダイオード

50

(O L E D)は、発光層と、少なくとも2つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード(O L E D)であって、第1の電子伝達層および第2の電子伝達層は、少なくとも1つのマトリクス化合物を含んでおり、上記第1の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第2の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物とは異なるものであり、上記第1の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび/またはリチウム有機複合体であるドーパントを含んでおり、上記第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでおらず、上記電子伝達層の積層体は、発光性ドーパントを含んでいない、有機発光ダイオード(O L E D)である。

【0016】

一態様では、有機発光ダイオード(O L E D)が提供される。当該有機発光ダイオード(O L E D)は、発光層と、少なくとも2つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード(O L E D)であって、第1の電子伝達層および第2の電子伝達層は、各々、1つのマトリクス化合物を含んでおり、上記第1の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第2の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物とは異なるものであり、上記第1の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび/またはリチウム有機複合体であるドーパントを含んでおり、上記第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでおらず、上記電子伝達層の積層体は、発光性ドーパントを含んでいない、有機発光ダイオード(O L E D)である。

10

【0017】

種々の態様において、上述の有機発光ダイオードは、好ましくは2つ~4つの電子伝達層、より好ましくは2つの電子伝達層、または、3つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体、を備え得る。

20

【0018】

種々の態様において、上述の有機発光ダイオードは、3つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体、を備え得る。

【0019】

種々の態様において、上述の有機発光ダイオードは、電子注入層を備え得る。当該電子注入層は、好ましくは、電子伝達層とカソード電極との間に配置される。

【0020】

2つの電子伝達層を備えた、より好ましいO L E Dには、電子注入層が設けられ得る。

30

【0021】

種々の態様において、上述した3つの電子伝達層を備えている有機発光ダイオードは、電子注入層を備えていなくてもよい。

【0022】

本発明では、マトリクス化合物は、有機化合物であってもよい。

【0023】

種々の態様において、上記マトリクス化合物は、C、H、O、Nおよび/またはPからなる群より選択され、共有結合している原子を含んでいる有機化合物であってもよい。

【0024】

本発明では、マトリクス化合物は、金属原子を含んでいないものであってもよい。

40

【0025】

本発明では、マトリクス化合物は、金属原子を含んでいないものであっても、かつ、共有結合している原子の過半数がCおよび/またはNであるもの、であってもよい。

【0026】

一態様では、有機発光ダイオード(O L E D)が提供される。当該有機発光ダイオード(O L E D)は、発光層と、少なくとも2つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード(O L E D)であって、第1の電子伝達層および第2の電子伝達層は、少なくとも1つのマトリクス化合物を含んでおり、上記第1の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第2の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物とは異なるものであり、上記第1の電子伝達層は、ハロゲン化リチウ

50

ムおよび/またはリチウム有機複合体である非発光性ドーパントを含んでおり、上記第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでおらず、上記電子伝達層の積層体は、発光性ドーパントを含んでおらず、上記有機発光ダイオードは、電子注入層をさらに備えており、好ましくは、上記電子注入層は、上記電子伝達層と上記カソード電極との間に配置されており、上記電子注入層は、以下の(i)~(iv)の何れかでありうる、有機発光ダイオード(OLED)である:

(i) アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されているホスフィンオキシド化合物(好ましくは、3-フェニル-3H-ベンゾ[b]ジナフト[2,1-d:1',2'-f]ホスフェピン-3-オキシド)であるマトリクス化合物であって、ハロゲン化リチウムまたはリチウム有機複合体(好ましくは、リチウム テトラ(1H-ピラゾール-1-イル)ボラート)がドーブされているマトリクス化合物を含んでいる、電子注入層;

(ii) アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されているホスフィンオキシド化合物(好ましくは、(3-(ジベンゾ[c,h]アクリジン-7-イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、または、3-フェニル-3H-ベンゾ[b]ジナフト[2,1-d:1',2'-f]ホスフェピン-3-オキシド)であるマトリクス化合物であって、アルカリ金属、アルカリ土類金属または希土類金属から選択される金属元素(好ましくは、Li、Cs、Mg、Ca、YbまたはSm)がドーブされているマトリクス化合物を含んでいる、電子注入層;

(iii) ハロゲン化金属または金属有機複合体(好ましくは、LiQ、AlQ₃、ZrQ₄、KFまたはLiF、このとき、Qは、8-ヒドロキシキノラートである)からなる電子注入層;

(iv) アルカリ金属、アルカリ土類金属または希土類金属(好ましくは、Li、Cs、Mg、Ca、YbまたはSm)からなる電子注入層。

【0027】

一態様では、有機発光ダイオード(OLED)が提供される。当該有機発光ダイオード(OLED)は、発光層と、少なくとも2つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード(OLED)であって、第1の電子伝達層および第2の電子伝達層は、少なくとも1つのマトリクス化合物を含んでおり、上記第1の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第2の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物とは異なるものであり、上記第1の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび/またはリチウム有機複合体である非発光性ドーパントを含んでおり、上記第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでいない、有機発光ダイオード(OLED)である。また、当該有機発光ダイオード(OLED)は、発光層と、少なくとも2つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード(OLED)であって、第1の電子伝達層および第2の電子伝達層は、少なくとも1つのマトリクス化合物を含んでおり、上記第1の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第2の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物とは異なるものであり、上記第1の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび/またはリチウム有機複合体であるドーパントを含んでおり、上記第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでいない、有機発光ダイオード(OLED)である。上記有機発光ダイオード(OLED)では、電子伝達層の積層体は、発光性ドーパントを含んでいなくてもよい。上記有機発光ダイオードは、電子注入層をさらに備えていてもよく、好ましくは、当該電子注入層は、電子伝達層とカソード電極との間に配置される。上記電子注入層は、約0.5nm以上、約5nm以下の厚さを有していてもよい。当該電子注入層は、以下の(i)~(iv)の何れかであり得る:

(i) アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されているホスフィンオキシド化合物(好ましくは、3-フェニル-3H-ベンゾ[b]ジナフト[2,1-d:1',2'-f]ホスフェピン-3-オキシド)であるマトリクス化合物であって、ハロゲン化リチウムまたはリチウム有機複合体(好ましくは、リチウム テトラ(1H-ピラゾール-1-イル)ボラート)がドーブされているマトリクス化合物を含んでいる

、電子注入層；

(ii) アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されているホスフィンオキシド化合物（好ましくは、(3-(ジベンゾ[c,h]アクリジン-7-イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、または、3-フェニル-3H-ベンゾ[b]ジナフト[2,1-d:1',2'-f]ホスフェピン-3-オキシド)であるマトリクス化合物であって、アルカリ金属、アルカリ土類金属または希土類金属から選択される金属元素（好ましくは、Li、Cs、Mg、Ca、YbまたはSm）がドーブされているマトリクス化合物を含んでいる、電子注入層；

(iii) ハロゲン化金属または金属有機複合体（好ましくは、LiQ、AlQ₃、ZrQ₄、KFまたはLiF、このとき、Qは、8-ヒドロキシキノラートである）からなる電子注入層；

(iv) アルカリ金属、アルカリ土類金属または希土類金属（好ましくは、Li、Cs、Mg、Ca、YbまたはSm）からなる電子注入層。

【0028】

種々のOLEDの実施形態では、電子伝達層、および/または、電子伝達層の積層体において、ドーパントは、リチウム有機複合体のみである。

【0029】

種々の態様において、有機発光ダイオード(OLED)が提供される。当該有機発光ダイオード(OLED)は、発光層と、少なくとも2つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード(OLED)であって、第1の電子伝達層および第2の電子伝達層は、少なくとも1つのマトリクス化合物を含んでおり、上記第1の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第2の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物とは異なるものであり、上記第1の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび/またはリチウム有機複合体であるドーパントを含んでおり、上記第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでいない、有機発光ダイオード(OLED)(100)である。

【0030】

種々の態様において、有機発光ダイオード(OLED)は、2つ以上の電子伝達層（例えば、2つまたは3つの電子伝達層）を備えていてもよい。

【0031】

他の態様において、有機発光ダイオード(OLED)が提供される。当該有機発光ダイオード(OLED)は、発光層と、少なくとも3つの電子伝達層（好ましくは、3つの電子伝達層）を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード(OLED)であって、第1の電子伝達層、第2の電子伝達層および第3の電子伝達層は、少なくとも1つのマトリクス化合物を含んでおり、上記第1の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第2の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物とは異なるものであり、上記第1の電子伝達層および上記第3の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび/またはリチウム有機複合体であるドーパントを含んでおり、上記第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでいない、有機発光ダイオード(OLED)(100)である。

【0032】

他の態様において、有機発光ダイオード(OLED)が提供される。当該有機発光ダイオード(OLED)は、発光層と、少なくとも3つの電子伝達層（好ましくは、3つの電子伝達層）を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード(OLED)であって、第1の電子伝達層、第2の電子伝達層および第3の電子伝達層は、少なくとも1つのマトリクス化合物を含んでおり、上記第1の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第2の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物とは異なるものであり、上記第1の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第3の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物と同じものであり、上記第1の電子伝達層および上記第3の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび/またはリチウム有機

10

20

30

40

50

複合体であるドーパントを含んでおり、上記第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでいない、有機発光ダイオード（OLED）（100）である。

【0033】

種々の実施形態の有機発光ダイオードにおいて、電子伝達層の積層体は、3つの電子伝達層を備え得る。このとき、第1の電子伝達層および第3の電子伝達層は、同じまたは異なるマトリクス化合物と、同じまたは異なるドーパントと、を含んでおり、第2の電子伝達層は、第1の電子伝達層に含まれているマトリクス化合物、および、第3の電子伝達層に含まれているマトリクス化合物とは異なるマトリクス化合物を含んでおり、第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでいない。

【0034】

種々の態様において、有機発光ダイオード（OLED）が提供される。当該有機発光ダイオード（OLED）は、発光層と、少なくとも2つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード（OLED）であって、第1の電子伝達層および第2の電子伝達層は、少なくとも1つのマトリクス化合物を含んでおり、上記第1の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第2の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物とは異なるものであり、上記第1の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび/またはリチウム有機複合体である非発光性ドーパントを含んでおり、上記第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでいない、有機発光ダイオード（OLED）（100）である。

【0035】

種々の態様において、有機発光ダイオード（OLED）は、2つ以上の電子伝達層（例えば、2つまたは3つの電子伝達層）を備えていてもよい。

【0036】

他の態様において、有機発光ダイオード（OLED）が提供される。当該有機発光ダイオード（OLED）は、発光層と、少なくとも3つの電子伝達層（好ましくは、3つの電子伝達層）を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード（OLED）であって、第1の電子伝達層、第2の電子伝達層および第3の電子伝達層は、少なくとも1つのマトリクス化合物を含んでおり、上記第1の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第2の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物とは異なるものであり、上記第1の電子伝達層および上記第3の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび/またはリチウム有機複合体である非発光性ドーパントを含んでおり、上記第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでいない、有機発光ダイオード（OLED）（100）である。

【0037】

他の態様において、有機発光ダイオード（OLED）が提供される。当該有機発光ダイオード（OLED）は、発光層と、少なくとも3つの電子伝達層（好ましくは、3つの電子伝達層）を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード（OLED）であって、第1の電子伝達層、第2の電子伝達層および第3の電子伝達層は、少なくとも1つのマトリクス化合物を含んでおり、上記第1の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第2の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物とは異なるものであり、上記第1の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第3の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物と同じものであり、上記第1の電子伝達層および上記第3の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび/またはリチウム有機複合体である非発光性ドーパントを含んでおり、上記第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでいない、有機発光ダイオード（OLED）（100）である。

【0038】

種々の実施形態の有機発光ダイオードにおいて、電子伝達層の積層体は、3つの電子伝達層を備え得る。このとき、第1の電子伝達層および第3の電子伝達層は、同じまたは異なるマトリクス化合物と、同じまたは異なる非発光性ドーパントと、を含んでおり、第2の電子伝達層は、第1の電子伝達層に含まれているマトリクス化合物、および、第3の電

10

20

30

40

50

子伝達層に含まれているマトリクス化合物とは異なるマトリクス化合物を含んでおり、第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでいない。

【0039】

他の態様において、有機発光ダイオード（OLED）が提供される。当該有機発光ダイオード（OLED）は、発光層と、少なくとも2つの電子伝達層（好ましくは、2つの電子伝達層）を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード（OLED）であって、第1の電子伝達層および第2の電子伝達層は、ホスフィンオキシドである少なくとも1つのマトリクス化合物を含んでおり、上記第1の電子伝達層に含まれている上記ホスフィンオキシドであるマトリクス化合物は、上記第2の電子伝達層に含まれている上記ホスフィンオキシドであるマトリクス化合物とは異なるものであり、上記第1の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび/またはリチウム有機複合体である非発光性ドーパントを含んでおり、上記第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでいない、有機発光ダイオード（OLED）（100）である。

10

【0040】

他の態様において、有機発光ダイオード（OLED）が提供される。当該有機発光ダイオード（OLED）は、発光層と、少なくとも3つの電子伝達層（好ましくは、3つの電子伝達層）を含んでいる電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード（OLED）であって、第1の電子伝達層、第2の電子伝達層および第3の電子伝達層は、ホスフィンオキシドである少なくとも1つのマトリクス化合物を含んでおり、上記第1の電子伝達層に含まれている上記ホスフィンオキシドであるマトリクス化合物は、上記第2の電子伝達層に含まれている上記ホスフィンオキシドであるマトリクス化合物とは異なるものであり、上記第1の電子伝達層および上記第3の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび/またはリチウム有機複合体である非発光性ドーパントを含んでおり、上記第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでいない、有機発光ダイオード（OLED）（100）である。

20

【0041】

他の態様において、有機発光ダイオード（OLED）が提供される。当該有機発光ダイオード（OLED）は、発光層と、少なくとも3つの電子伝達層（好ましくは、3つの電子伝達層）を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード（OLED）であって、第1の電子伝達層、第2の電子伝達層および第3の電子伝達層は、ホスフィンオキシドである少なくとも1つのマトリクス化合物を含んでおり、上記第1の電子伝達層に含まれている上記ホスフィンオキシドであるマトリクス化合物は、上記第2の電子伝達層に含まれている上記ホスフィンオキシドであるマトリクス化合物とは異なるものであり、上記第1の電子伝達層に含まれている上記ホスフィンオキシドであるマトリクス化合物は、上記第3の電子伝達層に含まれている上記ホスフィンオキシドであるマトリクス化合物と同じものであり、上記第1の電子伝達層および上記第3の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび/またはリチウム有機複合体である非発光性ドーパントを含んでおり、上記第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでいない、有機発光ダイオード（OLED）（100）である。

30

【0042】

種々の態様のOLEDにおいて、3つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体は、マトリクス化合物と少なくとも1つのリチウム化合物とを含んでいる第1の電子伝達層、および、マトリクス化合物と非発光性ドーパントである少なくとも1つのリチウム化合物とを含んでいる第3の電子伝達層を備え得る。このとき、上記第1の電子伝達層に含まれているリチウム化合物と上記第3の電子伝達層に含まれているリチウム化合物とは、同じまたは異なるものであり、好ましくは同じものであり、第2の電子伝達層は、上記第1の電子伝達層とは異なるマトリクス材料、好ましくは上記第1の電子伝達層および上記第3の電子伝達層とは異なるマトリクス材料を含んでおり、上記第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでいない。

40

【0043】

50

一態様において、有機発光ダイオード（OLED）が提供される。当該有機発光ダイオード（OLED）は、発光層と、少なくとも2つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード（OLED）であって、第1の電子伝達層および第2の電子伝達層は、少なくとも1つのマトリクス化合物を含んでおり、上記第1の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第2の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物とは異なるものであり、上記第1の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび/またはリチウム有機複合体であるドーパントを含んでおり、上記第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでおらず、上記発光層は、発光性ドーパントを含んでおり、上記電子伝達層の積層体は、発光性ドーパントを含んでおらず、上記マトリクス化合物は、以下の（a）～（i）から選択される、有機発光ダイオード（OLED）である：

（a）アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたアントラセン化合物（好ましくは、9，10-ジ（2-ナフチル）アントラセン、および/または、3-[3'-(10-フェニル-9-アントラセニル)] [1,1'-ビフェニル]-4-イル]-キノリン）；

（b）アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたベンズイミダゾール化合物（好ましくは、2-(4-(9,10-ジ(ナフタレン-2-イル)アントラセン-2-イル)フェニル)-1-フェニル-1H-ベンゾ[d]イミダゾール、および/または、1-(4-(10-([1,1'-ビフェニル]-4-イル)アントラセン-9-イル)フェニル)-2-エチル-1H-ベンゾ[d]イミダゾール）；

（c）アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されている、アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたホスフィンオキシド化合物（好ましくは、(3-(ジベンゾ[c,h]アクリジン-7-イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、3-フェニル-3H-ベンゾ[b]ジナフト[2,1-d:1',2'-f]ホスフェピン-3-オキシド、フェニルジ(ピレン-1-イル)ホスフィンオキシド、ビス(4-(アントラセン-9-イル)フェニル)(フェニル)ホスフィンオキシド、(3-(9,10-ジ(ナフタレン-2-イル)アントラセン-2-イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、フェニルジ(ピレン-1-イル)ホスフィンオキシド、ジフェニル(5-(ピレン-1-イル)ピリジン-2-イル)ホスフィンオキシド、ジフェニル(4'-(ピレン-1-イル)-[1,1'-ビフェニル]-3-イル)ホスフィンオキシド、ジフェニル(4'-(ピレン-1-イル)-[1,1'-ビフェニル]-3-イル)ホスフィンオキシド、(3'-(ジベンゾ[c,h]アクリジン-7-イル)-[1,1'-ビフェニル]-4-イル)ジフェニルホスフィンオキシド、および/または、フェニルビス(3-(ピレン-1-イル)フェニル)ホスフィンオキシド）；

（d）アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたフェナントロリン化合物（好ましくは、2,4,7,9-テトラフェニル-1,10-フェナントロリン、4,7-ジフェニル-2,9-ジ-p-トリル-1,10-フェナントロリン、2,9-ジ(ビフェニル-4-イル)-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン、および/または、3,8-ビス(6-フェニル-2-ピリジニル)-1,10-フェナントロリン）；

（e）アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたキナゾリン化合物（好ましくは、9-フェニル-9'-(4-フェニル-2-キナゾリニル)-3,3'-ビ-9H-カルバゾール）；

（f）アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたベンゾ[h]キナゾリン化合物（好ましくは、4-(2-ナフタレニル)-2-[4-(3-キノリニル)フェニル]-ベンゾ[h]キナゾリン）；

（g）アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたピリド[3,2-h]キナゾリン化合物（好ましくは、4-(ナフタレン-1-イル)-2,7,9-トリフェニルピリド[3,2-h]キナゾリン）；

（h）アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたトリアジン化合物（好ましくは、4,4'-ビス(4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン-2-イル)ビ

10

20

30

40

50

フェニル、3 - [4 - (4 , 6 - ジ - 2 - ナフタレニル - 1 , 3 , 5 - トリアジン - 2 - イル) フェニル] キノリン、および / または、2 - [3 - (6 ' - メチル [2 , 2 ' - ピリジン] - 5 - イル) - 5 - (9 - フェナントレニル) フェニル] - 4 , 6 - ジフェニル - 1 , 3 , 5 - トリアジン) ; および / または、

(i) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたアクリジン化合物 (好ましくは、7 - (ナフタレン - 2 - イル) ジベンゾ [c , h] アクリジン) 。

【 0 0 4 4 】

一態様では、有機発光ダイオード (O L E D) が提供される。当該有機発光ダイオード (O L E D) は、発光層と、少なくとも 2 つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード (O L E D) であって、第 1 の電子伝達層および第 2 の電子伝達層は、少なくとも 1 つのマトリクス化合物を含んでおり、上記第 1 の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第 2 の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物とは異なるものであり、上記第 1 の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび / またはリチウム有機複合体であるドーパントを含んでおり、上記第 2 の電子伝達層は、ドーパントを含んでおらず、上記第 1 の電子伝達層のマトリクス化合物、および / または、上記第 2 の電子伝達層のマトリクス化合物は、ホスフィンオキシドである、有機発光ダイオード (O L E D) である。上記ホスフィンオキシド化合物は、好ましくは、アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されている、アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたホスフィンオキシドであり、より好ましくは、(3 - (ジベンゾ [c , h] アクリジン - 7 - イル) フェニル) ジフェニルホスフィンオキシド、3 - フェニル - 3 H - ベンゾ [b] ジナフト [2 , 1 - d : 1 ' , 2 ' - f] ホスフェピン - 3 - オキシド、フェニルジ (ピレン - 1 - イル) ホスフィンオキシド、ビス (4 - (アントラセン - 9 - イル) フェニル) (フェニル) ホスフィンオキシド、(3 - (9 , 10 - ジ (ナフタレン - 2 - イル) アントラセン - 2 - イル) フェニル) ジフェニルホスフィンオキシド、フェニルジ (ピレン - 1 - イル) ホスフィンオキシド、ジフェニル (5 - (ピレン - 1 - イル) ピリジン - 2 - イル) ホスフィンオキシド、ジフェニル (4 ' - (ピレン - 1 - イル) - [1 , 1 ' - ビフェニル] - 3 - イル) ホスフィンオキシド、ジフェニル (4 ' - (ピレン - 1 - イル) - [1 , 1 ' - ビフェニル] - 3 - イル) ホスフィンオキシド、(3 ' - (ジベンゾ [c , h] アクリジン - 7 - イル) - [1 , 1 ' - ビフェニル] - 4 - イル) ジフェニルホスフィンオキシド、および / または、フェニルビス (3 - (ピレン - 1 - イル) フェニル) ホスフィンオキシドからなる群より選択されるホスフィンオキシドである。

【 0 0 4 5 】

一態様では、有機発光ダイオード (O L E D) が提供される。当該有機発光ダイオード (O L E D) は、発光層と、少なくとも 2 つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード (O L E D) であって、第 1 の電子伝達層および第 2 の電子伝達層は、少なくとも 1 つのマトリクス化合物を含んでおり、上記第 1 の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第 2 の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物とは異なるものであり、上記第 1 の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび / またはリチウム有機複合体であるドーパントを含んでおり、上記第 2 の電子伝達層は、ドーパントを含んでおらず、上記発光層は、発光性ドーパントを含んでおり、上記電子伝達層の積層体は、発光性ドーパントを含んでいない、有機発光ダイオード (O L E D) である。上記第 1 の電子伝達層が備えているマトリクス化合物は、以下の (a) および / または (b) である：

(a) アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されている、アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたホスフィンオキシド化合物。好ましくは、(3 - (ジベンゾ [c , h] アクリジン - 7 - イル) フェニル) ジフェニルホスフィンオキシド、3 - フェニル - 3 H - ベンゾ [b] ジナフト [2 , 1 - d : 1 ' , 2 ' - f] ホスフェピン - 3 - オキシド、フェニルジ (ピレン - 1 - イル) ホスフィンオキシド、ビス (4 - (アントラセン - 9 - イル) フェニル) (フェニル) ホスフィン

10

20

30

40

50

オキシド、(3-(9,10-ジ(ナフタレン-2-イル)アントラセン-2-イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、フェニルジ(ピレン-1-イル)ホスフィンオキシド、ジフェニル(5-(ピレン-1-イル)ピリジン-2-イル)ホスフィンオキシド、ジフェニル(4'-(ピレン-1-イル)-[1,1'-ビフェニル]-3-イル)ホスフィンオキシド、ジフェニル(4'-(ピレン-1-イル)-[1,1'-ビフェニル]-3-イル)ホスフィンオキシド、(3'-(ジベンゾ[c,h]アクリジン-7-イル)-[1,1'-ビフェニル]-4-イル)ジフェニルホスフィンオキシド、および/または、フェニルビス(3-(ピレン-1-イル)フェニル)ホスフィンオキシド；および/または、

(b) アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたアントラセン化合物。好ましくは、9,10-ジ(2-ナフチル)アントラセン、および/または、3-[3'-(10-フェニル-9-アントラセニル)[1,1'-ビフェニル]-4-イル]-キノリン。

【0046】

一態様では、有機発光ダイオード(OLED)が提供される。当該有機発光ダイオード(OLED)は、発光層と、少なくとも2つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード(OLED)であって、第1の電子伝達層および第2の電子伝達層は、少なくとも1つのマトリクス化合物を含んでおり、上記第1の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第2の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物とは異なるものであり、上記第1の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび/またはリチウム有機複合体であるドーパントを含んでおり、上記第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでおらず、上記発光層は、発光性ドーパントを含んでおり、上記電子伝達層の積層体は、発光性ドーパントを含んでいない、有機発光ダイオード(OLED)である。上記第2の電子伝達層が備えているマトリクス化合物は、以下の(a)~(h)から選択されるものである：

(a) アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたアントラセン化合物。好ましくは、9,10-ジ(2-ナフチル)アントラセン、および/または、3-[3'-(10-フェニル-9-アントラセニル)[1,1'-ビフェニル]-4-イル]-キノリン；

(b) アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたベンズイミダゾール化合物。好ましくは、2-(4-(9,10-ジ(ナフタレン-2-イル)アントラセン-2-イル)フェニル)-1-フェニル-1H-ベンゾ[d]イミダゾール、および/または、1-(4-(10-(1,1'-ビフェニル)-4-イル)アントラセン-9-イル)フェニル)-2-エチル-1H-ベンゾ[d]イミダゾール；

(c) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたフェナントロリン化合物。好ましくは、2,4,7,9-テトラフェニル-1,10-フェナントロリン、4,7-ジフェニル-2,9-ジ-p-トリル-1,10-フェナントロリン、2,9-ジ(ビフェニル-4-イル)-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン、および/または、3,8-ビス(6-フェニル-2-ピリジニル)-1,10-フェナントロリン；

(d) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたキナゾリン化合物。好ましくは、9-フェニル-9'-(4-フェニル-2-キナゾリニル)-3,3'-ビ-9H-カルバゾール；

(e) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたベンゾ[h]キナゾリン化合物。好ましくは、4-(2-ナフタレニル)-2-[4-(3-キノリニル)フェニル]-ベンゾ[h]キナゾリン；

(f) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたピリド[3,2-h]キナゾリン化合物。好ましくは、4-(ナフタレン-1-イル)-2,7,9-トリフェニルピリド[3,2-h]キナゾリン；

(g) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたトリアジン化合物。好ましくは、4,4'-ビス(4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン-2-イル)ビ

10

20

30

40

50

フェニル、3 - [4 - (4 , 6 - ジ - 2 - ナフタレニル - 1 , 3 , 5 - トリアジン - 2 - イル) フェニル] キノリン、および / または、2 - [3 - (6 ' - メチル [2 , 2 ' - ビピリジン] - 5 - イル) - 5 - (9 - フェナントレニル) フェニル] - 4 , 6 - ジフェニル - 1 , 3 , 5 - トリアジン ; および / または、

(h) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたアクリジン化合物。好ましくは、7 - (ナフタレン - 2 - イル) ジベンゾ [c , h] アクリジン。

【 0 0 4 7 】

一態様では、有機発光ダイオード (O L E D) が提供される。当該有機発光ダイオード (O L E D) は、発光層と、少なくとも2つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード (O L E D) であって、第1の電子伝達層および第2の電子伝達層は、少なくとも1つのマトリクス化合物を含んでおり、上記第1の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第2の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物とは異なるものであり、上記第1の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび / またはリチウム有機複合体であるドーパントを含んでおり、上記第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでおらず、上記発光層は、発光性ドーパントを含んでおり、上記電子伝達層の積層体は、発光性ドーパントを含んでいない、有機発光ダイオード (O L E D) である。上記マトリクス化合物は、アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたアントラセン化合物 (好ましくは、9 , 10 - ジ (2 - ナフチル) アントラセン、および / または、3 - [3 ' - (10 - フェニル - 9 - アントラセニル) [1 , 1 ' - ビフェニル] - 4 - イル] - キノリン) から選択されるものである。

【 0 0 4 8 】

一態様では、有機発光ダイオード (O L E D) が提供される。当該有機発光ダイオード (O L E D) は、発光層と、少なくとも2つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード (O L E D) であって、第1の電子伝達層および第2の電子伝達層は、少なくとも1つのマトリクス化合物を含んでおり、上記第1の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第2の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物とは異なるものであり、上記第1の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび / またはリチウム有機複合体であるドーパントを含んでおり、上記第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでおらず、上記発光層は、発光性ドーパントを含んでおり、上記電子伝達層の積層体は、発光性ドーパントを含んでいない、有機発光ダイオード (O L E D) である。上記マトリクス化合物は、アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたベンズイミダゾール化合物 (好ましくは、2 - (4 - (9 , 10 - ジ (ナフタレン - 2 - イル) アントラセン - 2 - イル) フェニル) - 1 - フェニル - 1 H - ベンゾ [d] イミダゾール、および / または、1 - (4 - (10 - ([1 , 1 ' - ビフェニル] - 4 - イル) アントラセン - 9 - イル) フェニル) - 2 - エチル - 1 H - ベンゾ [d] イミダゾール) から選択されるものである。

【 0 0 4 9 】

一態様では、有機発光ダイオード (O L E D) が提供される。当該有機発光ダイオード (O L E D) は、発光層と、少なくとも2つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード (O L E D) であって、第1の電子伝達層および第2の電子伝達層は、少なくとも1つのマトリクス化合物を含んでおり、上記第1の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第2の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物とは異なるものであり、上記第1の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび / またはリチウム有機複合体であるドーパントを含んでおり、上記第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでおらず、上記発光層は、発光性ドーパントを含んでおり、上記電子伝達層の積層体は、発光性ドーパントを含んでいない、有機発光ダイオード (O L E D) である。上記マトリクス化合物は、アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されている、アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたホスフィンオキシド化合物 (好ましくは、(3 - (ジベンゾ [c , h] アクリジン - 7 - イル) フェニル) ジフェニルホスフィンオキシド、3 - フェニル - 3 H - ベンゾ

[b] ジナフト [2 , 1 - d : 1 ' , 2 ' - f] ホスフェピン - 3 - オキシド、フェニルジ (ピレン - 1 - イル) ホスフィンオキシド、ビス (4 - (アントラセン - 9 - イル) フェニル) (フェニル) ホスフィンオキシド、(3 - (9 , 10 - ジ (ナフタレン - 2 - イル) アントラセン - 2 - イル) フェニル) ジフェニルホスフィンオキシド、フェニルジ (ピレン - 1 - イル) ホスフィンオキシド、ジフェニル (5 - (ピレン - 1 - イル) ピリジン - 2 - イル) ホスフィンオキシド、ジフェニル (4 ' - (ピレン - 1 - イル) - [1 , 1 ' - ビフェニル] - 3 - イル) ホスフィンオキシド、ジフェニル (4 ' - (ピレン - 1 - イル) - [1 , 1 ' - ビフェニル] - 3 - イル) ホスフィンオキシド、(3 ' - (ジベンゾ [c , h] アクリジン - 7 - イル) - [1 , 1 ' - ビフェニル] - 4 - イル) ジフェニルホスフィンオキシド、および / または、フェニルビス (3 - (ピレン - 1 - イル) フェニル) ホスフィンオキシド) から選択されるものである。

10

【 0 0 5 0 】

一態様では、有機発光ダイオード (O L E D) が提供される。当該有機発光ダイオード (O L E D) は、発光層と、少なくとも 2 つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード (O L E D) であって、第 1 の電子伝達層および第 2 の電子伝達層は、少なくとも 1 つのマトリクス化合物を含んでおり、上記第 1 の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第 2 の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物とは異なるものであり、上記第 1 の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび / またはリチウム有機複合体であるドーパントを含んでおり、上記第 2 の電子伝達層は、ドーパントを含んでおらず、上記発光層は、発光性ドーパントを含んでおり、上記電子伝達層の積層体は、発光性ドーパントを含んでいない、有機発光ダイオード (O L E D) である。上記マトリクス化合物は、アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたフェナントロリン化合物 (好ましくは、2 , 4 , 7 , 9 - テトラフェニル - 1 , 10 - フェナントロリン、4 , 7 - ジフェニル - 2 , 9 - ジ - p - トリル - 1 , 10 - フェナントロリン、2 , 9 - ジ (ビフェニル - 4 - イル) - 4 , 7 - ジフェニル - 1 , 10 - フェナントロリン、および / または、3 , 8 - ビス (6 - フェニル - 2 - ピリジニル) - 1 , 10 - フェナントロリン) から選択されるものである。

20

【 0 0 5 1 】

一態様では、有機発光ダイオード (O L E D) が提供される。当該有機発光ダイオード (O L E D) は、発光層と、少なくとも 2 つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード (O L E D) であって、第 1 の電子伝達層および第 2 の電子伝達層は、少なくとも 1 つのマトリクス化合物を含んでおり、上記第 1 の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第 2 の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物とは異なるものであり、上記第 1 の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび / またはリチウム有機複合体であるドーパントを含んでおり、上記第 2 の電子伝達層は、ドーパントを含んでおらず、上記発光層は、発光性ドーパントを含んでおり、上記電子伝達層の積層体は、発光性ドーパントを含んでいない、有機発光ダイオード (O L E D) である。上記マトリクス化合物は、アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたキナゾリン化合物 (好ましくは、9 - フェニル - 9 ' - (4 - フェニル - 2 - キナゾリニル) - 3 , 3 ' - ビ - 9 H - カルバゾール) から選択されるものである。

30

40

【 0 0 5 2 】

一態様では、有機発光ダイオード (O L E D) が提供される。当該有機発光ダイオード (O L E D) は、発光層と、少なくとも 2 つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード (O L E D) であって、第 1 の電子伝達層および第 2 の電子伝達層は、少なくとも 1 つのマトリクス化合物を含んでおり、上記第 1 の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第 2 の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物とは異なるものであり、上記第 1 の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび / またはリチウム有機複合体であるドーパントを含んでおり、上記第 2 の電子伝達層は、ドーパントを含んでおらず、上記発光層は、発光性ドーパントを含んでおり、上記電子伝達層の積層体は、発光性ドーパントを含んでいない、有機発光ダイオード (O L

50

ED)である。上記マトリクス化合物は、アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたベンゾ[h]キナゾリン化合物(好ましくは、4-(2-ナフタレニル)-2-[4-(3-キノリニル)フェニル]-ベンゾ[h]キナゾリン)から選択されるものである。

【0053】

一態様では、有機発光ダイオード(OLED)が提供される。当該有機発光ダイオード(OLED)は、発光層と、少なくとも2つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード(OLED)であって、第1の電子伝達層および第2の電子伝達層は、少なくとも1つのマトリクス化合物を含んでおり、上記第1の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第2の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物とは異なるものであり、上記第1の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび/またはリチウム有機複合体であるドーパントを含んでおり、上記第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでおらず、上記発光層は、発光性ドーパントを含んでおり、上記電子伝達層の積層体は、発光性ドーパントを含んでいない、有機発光ダイオード(OLED)である。上記マトリクス化合物は、アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたピリド[3,2-h]キナゾリン化合物(好ましくは、4-(ナフタレン-1-イル)-2,7,9-トリフェニルピリド[3,2-h]キナゾリン)から選択されるものである。

10

【0054】

一態様では、有機発光ダイオード(OLED)が提供される。当該有機発光ダイオード(OLED)は、発光層と、少なくとも2つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード(OLED)であって、第1の電子伝達層および第2の電子伝達層は、少なくとも1つのマトリクス化合物を含んでおり、上記第1の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第2の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物とは異なるものであり、上記第1の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび/またはリチウム有機複合体であるドーパントを含んでおり、上記第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでおらず、上記発光層は、発光性ドーパントを含んでおり、上記電子伝達層の積層体は、発光性ドーパントを含んでいない、有機発光ダイオード(OLED)である。上記マトリクス化合物は、アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたトリアジン化合物(好ましくは、4,4'-ビス(4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン-2-イル)ビフェニル、3-[4-(4,6-ジ-2-ナフタレニル-1,3,5-トリアジン-2-イル)フェニル]キノリン、および/または、2-[3-(6'-メチル[2,2'-ビピリジン]-5-イル)-5-(9-フェナントレニル)フェニル]-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン)から選択されるものである。

20

30

【0055】

一態様では、有機発光ダイオード(OLED)が提供される。当該有機発光ダイオード(OLED)は、発光層と、少なくとも2つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード(OLED)であって、第1の電子伝達層および第2の電子伝達層は、少なくとも1つのマトリクス化合物を含んでおり、上記第1の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第2の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物とは異なるものであり、上記第1の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび/またはリチウム有機複合体であるドーパントを含んでおり、上記第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでおらず、上記発光層は、発光性ドーパントを含んでおり、上記電子伝達層の積層体は、発光性ドーパントを含んでいない、有機発光ダイオード(OLED)である。上記マトリクス化合物は、アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたアクリジン化合物(好ましくは、7-(ナフタレン-2-イル)ジベンゾ[c,h]アクリジン)から選択されるものである。

40

【0056】

一態様では、有機発光ダイオード(OLED)が提供される。当該有機発光ダイオード

50

(OLED)は、発光層と、少なくとも2つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード(OLED)であって、第1の電子伝達層および第2の電子伝達層は、少なくとも1つのマトリクス化合物を含んでおり、上記第1の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第2の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物とは異なるものであり、上記第1の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび/またはリチウム有機複合体であるドーパントを含んでおり、上記第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでおらず、上記発光層は、発光性ドーパントを含んでおり、上記電子伝達層の積層体は、発光性ドーパントを含んでいない、有機発光ダイオード(OLED)である。(1)電子層の積層体(the electron layer stack)に含まれているマトリクス化合物、(2)上記第1の電子伝達層、上記第2の電子伝達層および上記第3の電子伝達層に含まれているマトリクス化合物、または、(3)上記第1の電子伝達層および上記第3の電子伝達層に含まれているマトリクス化合物は、アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたホスフィンオキシド化合物(好ましくは、(3-(ジベンゾ[c, h]アクリジン-7-イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、3-フェニル-3H-ベンゾ[b]ジナフト[2, 1-d:1', 2'-f]ホスフェピン-3-オキシド、フェニルジ(ピレン-1-イル)ホスフィンオキシド、ビス(4-(アントラセン-9-イル)フェニル)(フェニル)ホスフィンオキシド、(3-(9, 10-ジ(ナフタレン-2-イル)アントラセン-2-イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、フェニルジ(ピレン-1-イル)ホスフィンオキシド、ジフェニル(5-(ピレン-1-イル)ピリジン-2-イル)ホスフィンオキシド、ジフェニル(4'-(ピレン-1-イル)-[1, 1'-ビフェニル]-3-イル)ホスフィンオキシド、ジフェニル(4'-(ピレン-1-イル)-[1, 1'-ビフェニル]-3-イル)ホスフィンオキシド、(3'-(ジベンゾ[c, h]アクリジン-7-イル)-[1, 1'-ビフェニル]-4-イル)ジフェニルホスフィンオキシド、および/または、フェニルビス(3-(ピレン-1-イル)フェニル)ホスフィンオキシド)から選択されるものである。上記第2の電子伝達層に含まれているマトリクス材料は、上記第1の電子伝達層に含まれているマトリクス材料、および、任意構成である上記第3の電子伝達層に含まれているマトリクス材料とは異なるものである。

【0057】

一態様では、有機発光ダイオード(OLED)が提供される。当該有機発光ダイオード(OLED)は、発光層と、少なくとも2つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード(OLED)であって、第1の電子伝達層および第2の電子伝達層は、少なくとも1つのマトリクス化合物を含んでおり、上記第1の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第2の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物とは異なるものであり、上記第1の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび/またはリチウム有機複合体であるドーパントを含んでおり、上記第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでおらず、上記発光層は、発光性ドーパントを含んでおり、上記電子伝達層の積層体は、発光性ドーパントを含んでいない、有機発光ダイオード(OLED)である。ここで、

上記第1の電子伝達層は、以下の(a)~(b)からなる群より選択されるマトリクス材料を含んでおり：

(a)アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたホスフィンオキシド化合物。好ましくは、(3-(ジベンゾ[c, h]アクリジン-7-イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、3-フェニル-3H-ベンゾ[b]ジナフト[2, 1-d:1', 2'-f]ホスフェピン-3-オキシド、フェニルジ(ピレン-1-イル)ホスフィンオキシド、ビス(4-(アントラセン-9-イル)フェニル)(フェニル)ホスフィンオキシド、(3-(9, 10-ジ(ナフタレン-2-イル)アントラセン-2-イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、ジフェニル(5-(ピレン-1-イル)ピリジン-2-イル)ホスフィンオキシド、ジフェニル(4'-(ピレン-1-イル)-[1, 1'-ビフェニル]-3-イル)ホスフィンオキシド、フェニルビス(3-

(ピレン - 1 - イル)フェニル)ホスフィンオキシド、および/または、(3' - (ジベンゾ [c, h] アクリジン - 7 - イル) - [1, 1' - ビフェニル] - 4 - イル)ジフェニルホスフィンオキシド(好ましくは、(3 - (ジベンゾ [c, h] アクリジン - 7 - イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、または、(3' - (ジベンゾ [c, h] アクリジン - 7 - イル) - [1, 1' - ビフェニル] - 4 - イル)ジフェニルホスフィンオキシド) ; および/または、

(b) アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたベンズイミダゾール化合物。好ましくは、2 - (4 - (9, 10 - ジ(ナフタレン - 2 - イル)アントラセン - 2 - イル)フェニル) - 1 - フェニル - 1H - ベンゾ [d] イミダゾール、および/または、1 - (4 - (10 - ([1, 1' - ビフェニル] - 4 - イル)アントラセン - 9 - イル)フェニル) - 2 - エチル - 1H - ベンゾ [d] イミダゾール ;

上記第2の電子伝達層(162)は、以下の(c) ~ (j) からなる群より選択されるマトリクス材料を含んでおり :

(c) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたフェナントロリン化合物。好ましくは、2, 4, 7, 9 - テトラフェニル - 1, 10 - フェナントロリン、4, 7 - ジフェニル - 2, 9 - ジ - p - トリル - 1, 10 - フェナントロリン、2, 9 - ジ(ビフェニル - 4 - イル) - 4, 7 - ジフェニル - 1, 10 - フェナントロリン、および/または、3, 8 - ビス(6 - フェニル - 2 - ピリジニル) - 1, 10 - フェナントロリン ; および/または、

(d) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたキナゾリン化合物。好ましくは、9 - フェニル - 9' - (4 - フェニル - 2 - キナゾリニル) - 3, 3' - ビ - 9H - カルバゾール ; および/または、

(e) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたベンゾ [h] キナゾリン化合物。好ましくは、4 - (2 - ナフタレニル) - 2 - [4 - (3 - キノリニル)フェニル] - ベンゾ [h] キナゾリン ; および/または、

(f) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたピリド [3, 2 - h] キナゾリン化合物。好ましくは、4 - (ナフタレン - 1 - イル) - 2, 7, 9 - トリフェニルピリド [3, 2 - h] キナゾリン ; および/または、

(g) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたトリアジン化合物。好ましくは、4, 4' - ビス(4, 6 - ジフェニル - 1, 3, 5 - トリアジン - 2 - イル)ビフェニル、3 - [4 - (4, 6 - ジ - 2 - ナフタレニル - 1, 3, 5 - トリアジン - 2 - イル)フェニル]キノリン、および/または、2 - [3 - (6' - メチル [2, 2' - ビピリジン] - 5 - イル) - 5 - (9 - フェナントレニル)フェニル] - 4, 6 - ジフェニル - 1, 3, 5 - トリアジン ; および/または、

(h) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたアントラセン化合物。好ましくは、9, 10 - ジ(2 - ナフチル)アントラセン、および/または、3 - [3' - (10 - フェニル - 9 - アントラセニル) [1, 1' - ビフェニル] - 4 - イル] - キノリン ; および/または、

(i) アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたピレンホスフィンオキシド化合物。好ましくは、フェニルジ(ピレン - 1 - イル)ホスフィンオキシド、ジフェニル(5 - (ピレン - 1 - イル)ピリジン - 2 - イル)ホスフィンオキシド、ジフェニル(4' - (ピレン - 1 - イル) - [1, 1' - ビフェニル] - 3 - イル)ホスフィンオキシド、および/または、フェニルビス(3 - (ピレン - 1 - イル)フェニル)ホスフィンオキシド ; および/または、

(j) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたアクリジン化合物。好ましくは、7 - (ナフタレン - 2 - イル)ジベンゾ [c, h] アクリジン ;

任意構成である上記第3の電子伝達層は、以下の(k) ~ (1) から選択されるマトリクス材料を含んでおり :

(k) アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたホスフィンオキシド化合物。好ましくは、(3 - (ジベンゾ [c, h] アクリジン - 7 - イル)フェ

10

20

30

40

50

ニル)ジフェニルホスフィンオキシド、3-フェニル-3H-ベンゾ[b]ジナフト[2, 1-d:1', 2'-f]ホスフェピン-3-オキシド、フェニルジ(ピレン-1-イル)ホスフィンオキシド、ビス(4-(アントラセン-9-イル)フェニル)(フェニル)ホスフィンオキシド、(3-(9, 10-ジ(ナフタレン-2-イル)アントラセン-2-イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、ジフェニル(5-(ピレン-1-イル)ピリジン-2-イル)ホスフィンオキシド、ジフェニル(4'-(ピレン-1-イル)-[1, 1'-ビフェニル]-3-イル)ホスフィンオキシド、フェニルビス(3-(ピレン-1-イル)フェニル)ホスフィンオキシド、および/または、(3'-(ジベンゾ[c, h]アクリジン-7-イル)-[1, 1'-ビフェニル]-4-イル)ジフェニルホスフィンオキシド(好ましくは、(3-(ジベンゾ[c, h]アクリジン-7-イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、または、(3'-(ジベンゾ[c, h]アクリジン-7-イル)-[1, 1'-ビフェニル]-4-イル)ジフェニルホスフィンオキシド);および/または、

10

(1)アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたベンズイミダゾール化合物。好ましくは、2-(4-(9, 10-ジ(ナフタレン-2-イル)アントラセン-2-イル)フェニル)-1-フェニル-1H-ベンゾ[d]イミダゾール、および/または、1-(4-(10-([1, 1'-ビフェニル]-4-イル)アントラセン-9-イル)フェニル)-2-エチル-1H-ベンゾ[d]イミダゾール;

ここで、上記第2の電子伝達層のマトリクス材料は、上記第1の電子伝達層のマトリクス材料、および、任意構成である上記第3の電子伝達層のマトリクス材料とは異なるように選択される。

20

【0058】

一態様では、有機発光ダイオード(OLED)が提供される。当該有機発光ダイオード(OLED)は、発光層と、少なくとも2つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体と、を備えている有機発光ダイオード(OLED)であって、第1の電子伝達層および第2の電子伝達層は、少なくとも1つのマトリクス化合物を含んでおり、上記第1の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第2の電子伝達層に含まれている上記マトリクス化合物とは異なるものであり、上記第1の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび/またはリチウム有機複合体であるドーパントを含んでおり、上記第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでおらず、上記発光層は、発光性ドーパントを含んでおり、上記電子伝達層の積層体は、発光性ドーパントを含んでいない、有機発光ダイオード(OLED)である。ここで、

30

上記第1の電子伝達層は、3-(ジベンゾ[c, h]アクリジン-7-イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、フェニルビス(3-(ピレン-1-イル)フェニル)ホスフィンオキシド、3-フェニル-3H-ベンゾ[b]ジナフト[2, 1-d:1', 2'-f]ホスフェピン-3-オキシド、(3'-(ジベンゾ[c, h]アクリジン-7-イル)-[1, 1'-ビフェニル]-4-イル)ジフェニルホスフィンオキシド、および/または、2-(4-(9, 10-ジ(ナフタレン-2-イル)アントラセン-2-イル)フェニル)-1-フェニル-1H-ベンゾ[d]イミダゾールからなる群より選択されるマトリクス材料を含んでおり、

40

上記第2の電子伝達層は、9, 10-ジ(2-ナフチル)アントラセン、1-(4-(10-([1, 1'-ビフェニル]-4-イル)アントラセン-9-イル)フェニル)-2-エチル-1H-ベンゾ[d]イミダゾール、3-[3'-(10-フェニル-9-アントラセニル)[1, 1'-ビフェニル]-4-イル]-キノリン、ジフェニル(4'-(ピレン-1-イル)-[1, 1'-ビフェニル]-3-イル)ホスフィンオキシド、2, 4, 7, 9-テトラフェニル-1, 10-フェナントロリン、4, 7-ジフェニル-2, 9-ジ-p-トリル-1, 10-フェナントロリン、2, 9-ジ(ビフェニル-4-イル)-4, 7-ジフェニル-1, 10-フェナントロリン、9-フェニル-9'-(4-フェニル-2-キナゾリニル)-3, 3'-ビ-9H-カルバゾール、4-(2-ナフタレニル)-2-[4-(3-キノリニル)フェニル]-ベンゾ[h]キナゾリン、4-(

50

ナフタレン - 1 - イル) - 2, 7, 9 - トリフェニルピリド [3, 2 - h] キナゾリン、
4, 4' - ビス (4, 6 - ジフェニル - 1, 3, 5 - トリアジン - 2 - イル) ビフェニル
、 3 - [4 - (4, 6 - ジ - 2 - ナフタレニル - 1, 3, 5 - トリアジン - 2 - イル) フェ
ニル] キノリン、 7 - (ナフタレン - 2 - イル) ジベンゾ [c, h] アクリジン、およ
び / または、 2 - [3 - (6' - メチル [2, 2' - ビピリジン] - 5 - イル) - 5 - (9 -
フェナントレニル) フェニル] - 4, 6 - ジフェニル - 1, 3, 5 - トリアジンから
なる群より選択されるマトリクス材料を含んでおり、

任意構成である上記第 3 の電子伝達層は、 2 - (4 - (9, 10 - ジ (ナフタレン - 2
- イル) アントラセン - 2 - イル) フェニル) - 1 - フェニル - 1 H - ベンゾ [d] イミ
ダゾール、 3 - (ジベンゾ [c, h] アクリジン - 7 - イル) フェニル) ジフェニルホス
フィンオキシド、フェニルビス (3 - (ピレン - 1 - イル) フェニル) ホスフィンオキシ
ド、 (3' - (ジベンゾ [c, h] アクリジン - 7 - イル) - [1, 1' - ビフェニル]
- 4 - イル) ジフェニルホスフィンオキシド、および / または、 3 - フェニル - 3 H - ベ
ンゾ [b] ジナフト [2, 1 - d : 1', 2' - f] ホスフェピン - 3 - オキシドからな
る群より選択されるマトリクス材料を含んでおり、

ここで、上記第 2 の電子伝達層のマトリクス材料は、上記第 1 の電子伝達層のマトリク
ス材料、および、任意構成である上記第 3 の電子伝達層のマトリクス材料とも異なるよう
に選択される。

【 0 0 5 9 】

一態様では、有機発光ダイオード (O L E D) が提供される。当該有機発光ダイオード
(O L E D) は、発光層と、少なくとも 2 つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層
体と、を備えている有機発光ダイオード (O L E D) であって、第 1 の電子伝達層および
第 2 の電子伝達層は、少なくとも 1 つのマトリクス化合物を含んでおり、上記第 1 の電子
伝達層に含まれている上記マトリクス化合物は、上記第 2 の電子伝達層に含まれている上
記マトリクス化合物とは異なるものであり、上記第 1 の電子伝達層は、ハロゲン化リチウ
ムおよび / またはリチウム有機複合体であるドーパントを含んでおり、上記第 2 の電子伝
達層は、ドーパントを含んでおらず、上記発光層は、発光性ドーパントを含んでおり、上
記電子伝達層の積層体は、発光性ドーパントを含んでいない、有機発光ダイオード (O L
E D) である。ここで、上記電子注入層は、以下の (i) ~ (iv) の何れかである：

(i) アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されているホスフ
インオキシド化合物 (好ましくは、 3 - フェニル - 3 H - ベンゾ [b] ジナフト [2, 1
- d : 1', 2' - f] ホスフェピン - 3 - オキシド) であるマトリクス化合物であって
、ハロゲン化リチウムまたはリチウム有機複合体 (好ましくは、リチウム テトラ (1 H
- ピラゾール - 1 - イル) ボラート) がドーブされているマトリクス化合物を含んでいる
、電子注入層；

(ii) アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されているホスフ
インオキシド化合物 (好ましくは、 (3 - (ジベンゾ [c, h] アクリジン - 7 - イル)
フェニル) ジフェニルホスフィンオキシド、または、 3 - フェニル - 3 H - ベンゾ [b]
ジナフト [2, 1 - d : 1', 2' - f] ホスフェピン - 3 - オキシド) であるマトリク
ス化合物であって、アルカリ金属、アルカリ土類金属または希土類金属から選択される金
属元素 (好ましくは、 L i、C s、M g、C a、Y bまたは S m) がドーブされているマ
トリクス化合物を含んでいる、電子注入層；

(iii) ハロゲン化金属または金属有機複合体 (好ましくは、 L i Q、A l Q₃、Z r
Q₄、K Fまたは L i F、このとき、Q は、 8 - ヒドロキシキノラートである) からなる
電子注入層；

(iv) アルカリ金属、アルカリ土類金属または希土類金属 (好ましくは、 L i、C s、
M g、C a、Y bまたは S m) からなる電子注入層。

【 0 0 6 0 】

上記 O L E D の種々の態様によると、(1) 上記電子伝達層の積層体における上記電子
伝達層、(2) 好ましくは上記第 1 の電子伝達層および上記第 2 の電子伝達層、または、

10

20

30

40

50

(3) さらに好ましくは上記第1の電子伝達層、上記第2の電子伝達層および上記第3の電子伝達層は、類似または同一のエネルギー準位を有してよく、LUMO準位のオフセットが約0.3 eV以下であることがより好ましく、LUMO準位のオフセットが約0.2 eV以下であることがさらに好ましい。

【0061】

他の態様によると、有機発光ダイオード(OLED)が提供される。上記有機発光ダイオード(OLED)は、発光層と、少なくとも2つの電子伝達層(好ましくは2つの電子伝達層)を備えている電子伝達層の積層体と、を備えており;第1の電子伝達層および第2の電子伝達層は、少なくとも1つのホスフィンオキシド化合物であるマトリクス化合物を含んでおり;上記第1の電子伝達層の上記ホスフィンオキシドであるマトリクス化合物は、上記第2の電子伝達層の上記ホスフィンオキシドであるマトリクス化合物とは異なるものであり;上記第1の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムおよび/またはリチウム有機複合体である非発光性ドーパントを含んでおり;上記第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでいない。ここで、上記第1の電子伝達層、上記第2の電子伝達層、および任意構成の第3の電子伝達層は、類似または同一のエネルギー準位を有してよく、LUMO準位のオフセットが約0.3 eV以下であることがより好ましく、LUMO準位のオフセットが約0.2 eV以下であることがさらに好ましい。

10

【0062】

以下に定義されている用語に関して、これらの定義は、特許請求の範囲または本明細書の他の箇所において、他の定義が与えられていない限り適用されるべきである。

20

【0063】

本明細書において、上記マトリクス材料に関する用語「異なる」または「異なっている」("different" or "differs")は、上記マトリクス化合物が、構造式において異なっていることを意味する。

【0064】

本明細書において、電子伝達層(ETL)または電子伝達層の積層体に関して用いられている用語「ドーパント」は、非発光性ドーパントを意味する。非発光性ドーパントは、素子の発光スペクトルに寄与していない。換言すれば、上記非発光性ドーパントは、電磁スペクトルの可視領域(約380 nm以上、約780 nm以下の波長)において、基本的に放射を持たない。

30

【0065】

本明細書において、用語「基本的に放射を持たない」とは、上記素子に由来する発光スペクトルに対する上記非発光性ドーパントの寄与が、上記発光スペクトルの10%未満、好ましくは5%未満であることを意味する。

【0066】

上記非発光性ドーパントは、電磁スペクトルの紫外領域において、放射を有していてもよい。

【0067】

本明細書において、発光層(EML)に関して用いられている用語「ドーパント」は、発光ドーパントを意味する。

40

【0068】

本明細書において、上記リチウム化合物に関する用語「異なる」または「異なっている」("different" or "differs")は、上記リチウム化合物が、その構造式において異なっていることを意味する。

【0069】

外部量子効率(EQEとも称する)は、パーセント(%)で測定される。

【0070】

最初の輝度から、元の輝度の97%までの寿命(LTとも称する)は、時間(h)で測定される。

【0071】

50

電位 (Vとも称する) は、ボトム・エミッション型素子では10ミリアンペア毎平方センチメートル (mA / cm^2)、トップ・エミッション型素子に関しては $15 \text{ mA} / \text{cm}^2$ として、ボルト (V) で測定される。

【0072】

色空間は、CIE-xおよびCIE-y (国際照明委員会 1931) の座標によって記述される。青色光に関しては、上記CIE-yが特に重要である。CIE-yが小さいほど、青色が強くなる。

【0073】

最高被占軌道 (HOMOとも称する) および最低空軌道 (LUMOとも称する) は、電子ボルト (eV) で測定される。

10

【0074】

用語「OLED」および「有機発光ダイオード」は、同時に用いられ、同じ意味である。

【0075】

本明細書において用いられるとき、用語「電子伝達層の積層体」は、少なくとも2つの電子伝達層、または、少なくとも3つの電子伝達層を備えている。

【0076】

上記マトリクス化合物に関して用いられている用語「異なる化合物」(different compound) は、上記マトリクス化合物が、他のマトリクス化合物と、その化学式において異なっていることを意味する。

20

【0077】

本明細書において用いられるとき、「重量パーセント」「wt. %」およびこれに類する表現("weight percent", "wt.-%", "percent by weight", "% by weight", and variations thereof) は、組成物、成分、物質または薬剤に関し、それぞれの電子伝達層の成分、物質または薬剤の重量を、上記それぞれの電子伝達層自体の総重量で除し、100を乗じたものである。上記それぞれの電子伝達層の、全ての成分、物質および薬剤の重量パーセントを合計した量は、100重量%を超過しないように選択されることが判る。

【0078】

本明細書において、全ての数値は、明示的に示されているか否かに関わらず、用語「約」によって修飾されていることを前提とする。本明細書において用いられるとき、用語「約」は、発生しうる数量の変化量を表す。用語「約」で修飾されているか否かに関わらず、本願の特許請求の範囲には、量に対する均等物が含まれる。

30

【0079】

本明細書および添付の特許請求の範囲において用いられるとき、その趣旨が明らかに異なっていない限り、単数形(singular forms "a", "an", and "the")は、複数の対象をも含むことに注意すべきである。

【0080】

用語「含んでいない」("free of", "does not contain", "does not comprise") は、不純物を除外しない。不純物は、本発明によって獲得される対象に対して、技術上の効果を及ぼさない。

40

【0081】

用語「アルキル」は、直鎖または分鎖のアルキル基を表す。本明細書において用いられるとき、用語「炭素原子数が1個~20個」は、1個~20個の炭素原子を有している、直鎖または分鎖のアルキル基を表す。上記アルキル基は、メチル基、エチル基、ならびに、プロピル基、ブチル基またはペンチル基の異性体 (イソプロピル基、イソブチル基、tert-ブチル基、sec-ブチル基および/またはイソペンチル基など) を含む群より選択されうる。用語「アリール」は、芳香族基 (例えばフェニル基およびナフチル基) を表す。

【0082】

本明細書において、第1の要素が第2の要素の「上に」形成または配置されていると表

50

現されているとき、上記第 1 の要素は、上記第 2 の要素の上に直接配置されていてもよい。あるいは、1 つ以上の要素がその間に配置されていてもよい。第 1 の要素が第 2 の要素の「上に直接」形成または配置されていると表現されているとき、その間に他の要素は配置されていない。

【0083】

上記 O L E D の種々の態様では、上記電子伝達層および / または上記電子伝達層の積層体は、金属元素を含んでいない。

【0084】

上記 O L E D の種々の態様では、上記電子伝達層の積層体は、金属塩および / または金属有機複合体を含んでいない電子伝達層（好ましくは上記第 2 の電子伝達層）の少なくとも 1 つを、備えていてもよい。

10

【0085】

上記 O L E D の種々の態様では、上記電子伝達層の積層体は、ハロゲン化リチウムおよび / またはリチウム有機複合体の群から選択されるリチウム化合物を含んでいない電子伝達層（好ましくは上記第 2 の電子伝達層）の少なくとも 1 つを、備えていてもよい。

【0086】

上記電子伝達層がドーパント、金属塩および / または金属有機複合体を含んでいないことに関して、用語「含んでいない」は、いわゆる「含んでいない」電子伝達層が、約 5 重量 % 以下、好ましくは約 0 . 5 重量 % 以下、より好ましくは 0 . 0 5 重量 % 以下、さらに好ましくは 0 . 0 0 5 重量 % 以下のドーパント、金属塩および / または金属有機複合体を含みうることを意味する。そして、最も好ましくは、ドーパント、金属塩および / または金属有機複合体を含んでいないことを意味する。

20

【0087】

種々の態様では、有機発光ダイオードが提供される。上記有機発光ダイオードは、電荷生成層（C G L）を備えていなくてもよい。

【0088】

2 つの電子伝達層または 3 つの電子伝達層を備えている O L E D に関する、種々の態様では、上記 O L E D は、少なくとも 1 つの電子注入層を備えていてもよい。

【0089】

少なくとも 2 つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体に関する、種々の態様では、上記第 1 の電子伝達層は、発光層に対して最も近くに配置されている。また、上記第 2 の電子伝達層は、カソードに対して最も近くに配置されている。

30

【0090】

少なくとも 2 つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体に関する、種々の態様では、上記第 1 の電子伝達層は、発光層に対して直接接触している。また、上記第 2 の電子伝達層は、上記第 1 の電子伝達層に対して直接接触している。

【0091】

少なくとも 2 つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体に関する、種々の態様では、上記第 1 の電子伝達層は、発光層に対して直接接触している。また、上記第 2 の電子伝達層は、上記第 1 の電子伝達層に対して直接接触している。さらに、上記第 2 の電子伝達層は、第 3 の電子伝達層、電子注入層またはカソードに対して直接接触している。

40

【0092】

少なくとも 2 つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体に関する、種々の態様では、上記第 1 の電子伝達層は、発光層に対して直接接触している。また、上記第 2 の電子伝達層は、上記第 1 の電子伝達層に対して直接接触している。さらに、上記第 2 の電子伝達層は、電子注入層に対して直接接触している。加えて、上記電子注入層は、カソードに対して直接接触している。

【0093】

少なくとも 2 つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体に関する、種々の態様では、上記第 1 の電子伝達層は、発光層に対して直接接触している。また、上記第 2 の電子

50

伝達層は、上記第 1 の電子伝達層に対して直接接触している。さらに、上記第 2 の電子伝達層は、第 3 の電子伝達層に対して直接接触している。加えて、上記第 3 の電子伝達層は、カソードに対して直接接触している。

【0094】

3 つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体に関する、種々の態様では、上記第 1 の電子伝達層は、発光層に対して最も近くに配置されている。また、上記第 2 の電子伝達層は、上記第 1 の電子伝達層と上記第 3 の電子伝達層との間に挟み込まれている。さらに、上記第 3 の電子伝達層は、カソードに対して最も近くに配置されている。

【0095】

上記有機発光ダイオードは、ボトム・エミッション型 OLED であっても、トップ・エミッション型 OLED であってもよい。

【0096】

[ドープメント]

上記電子伝達層の積層体または上記電子伝達層に用いられうる、上記非発光性ドープメントは、燐光または蛍光を放射するドープメントではない。

【0097】

種々の態様では、非発光性ドープメントである上記ハロゲン化リチウムドープメントは、LiF、LiCl、LiBr または LiI からなる群より選択されうる。そして、好ましくは LiF である。

【0098】

種々の態様において、非発光性ドープメントである上記リチウム化合物のドープメントは、リチウム有機複合体でありうる。上記リチウム化合物のドープメントは、好ましくは、リチウムキノラート、リチウムボラート、リチウムフェノラート、リチウムピリジノラート、もしくはリチウムシッフ塩基、およびフッ化リチウムを含む群より選択されうる（そして好ましくは、リチウム 2 - (ジフェニルホスホリル)フェノラート、リチウム テトラ (1H - ピラゾール - 1 - イル)ボラート、式 (III) のリチウムキノラート、リチウム 2 - (ピリジン - 2 - イル)フェノラート、および LiF である)。上記リチウム化合物のドープメントは、より好ましくは、リチウム 2 - (ジフェニルホスホリル)フェノラート、リチウム テトラ (1H - ピラゾール - 1 - イル)ボラート、式 (III) のリチウムキノラート、リチウム 2 - (ピリジン - 2 - イル)フェノラートを含む群から選択される。

【0099】

より好ましくは、非発光性ドープメントである上記リチウム有機複合体は、リチウムキノラート、リチウムボラート、リチウムフェノラート、リチウムピリジノラート、またはリチウムシッフ塩基を含む群より選択されうる。そして、好ましくは、

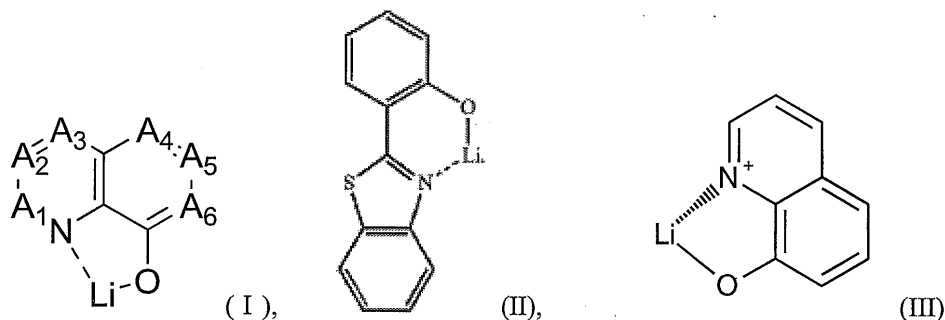
上記リチウム有機複合体は、リチウムキノラート、リチウムボラート、リチウムフェノラート、リチウムピリジノラート、またはリチウムシッフ塩基を含む群より選択される。

【0100】

上記リチウムキノラートは、好ましくは、式 I、式 II または式 III の構造を有している。

【0101】

【化 1】



10

20

30

40

50

【 0 1 0 2 】

ここで、A 1 ~ A 6 は、C H、C R、N および O からなる群より選択される同一のもの、または、当該群より独立に選択されるものであり；R は、水素、ハロゲン、炭素原子数が 1 個 ~ 2 0 個であるアルキル、炭素原子数が 1 個 ~ 2 0 個であるアリール、および、炭素原子数が 1 個 ~ 2 0 個であるヘテロアリールから選択される同一のもの、または、当該群より独立に選択されるものであり；より好ましくは、A 1 ~ A 6 は、C H である。

【 0 1 0 3 】

上記リチウムポラートは、好ましくは、リチウム テトラ (1 H - ピラゾール - 1 - イル) ポラートである。

【 0 1 0 4 】

上記リチウムフェノラートは、好ましくは、リチウム 2 - (ピリジン - 2 - イル) フェノラート、リチウム 2 - (ジフェニルホスホリル) フェノラート、リチウムイミダゾールフェノラート、または、リチウム 2 - (ピリジン - 2 - イル) フェノラートである。より好ましくは、リチウム 2 - (1 - フェニル - 1 H - ベンゾ [d] イミダゾール - 2 - イル) フェノラート、または、リチウム 2 - (ベンゾ [d] オキサゾール - 2 - イル) フェノラートである。

【 0 1 0 5 】

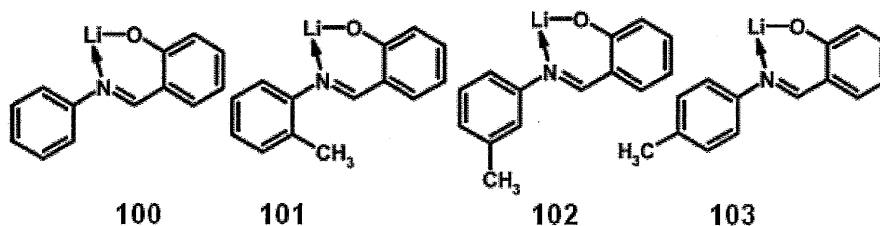
上記リチウムピリジノラートは、好ましくは、リチウム 2 - (ジフェニルホスホリル) ピリジン - 3 - オラートである。

【 0 1 0 6 】

上記リチウムシッフ塩基は、好ましくは、1 0 0、1 0 1、1 0 2 または 1 0 3 の構造を有している。

【 0 1 0 7 】

【 化 2 】



【 0 1 0 8 】

好適に用いられうるキノラートは、W O 2 0 1 3 / 0 7 9 2 1 7 A 1 に開示されている。

【 0 1 0 9 】

本発明の有機発光ダイオード (O L E D) の種々の実施形態では、非発光性ドーパントである上記リチウム有機複合体の有機リガンドは、ポラート系有機リガンドでありうる。好ましくは、非発光性ドーパントである上記リチウム有機複合体は、リチウム テトラ (1 H - ピラゾール - 1 - イル) ポラートである。好適に用いられうるポラート系有機リガンドは、W O 2 0 1 3 / 0 7 9 6 7 6 A 1 に開示されている。

【 0 1 1 0 】

本発明の有機発光ダイオード (O L E D) の種々の実施形態では、非発光性ドーパントである上記リチウム有機複合体の有機リガンドは、フェノラートリガンドでありうる。好ましくは、上記リチウム有機複合体は、リチウム 2 - (ジフェニルホスホリル) フェノラートである。好適に用いられうるフェノラートリガンドは、W O 2 0 1 3 / 0 7 9 6 7 8 A 1 に開示されている。

【 0 1 1 1 】

また、フェノラートリガンドは、ピリジノラートを含む群からも選択されることができ、好ましくは、2 - (ジフェニルホスホリル) ピリジン - 3 - オラートである。好適に用

10

20

30

40

50

いられうるピリジンフェノートリガンドは、JP 2008-195623に開示されている。

【0112】

さらに、フェノートリガンドは、イミダゾールフェノートを含む群からも選択されることができ、好ましくは、2-(1-フェニル-1H-ベンゾ[d]イミダゾール-2-イル)フェノートである。好適に用いられうるイミダゾールフェノートリガンドは、JP 2001-291593に開示されている。

【0113】

加えて、フェノートリガンドは、オキサゾールフェノートを含む群からも選択されることができ、好ましくは、2-(ベンゾ[d]オキサゾール-2-イル)フェノートである。好適に用いられうるオキサゾールフェノートリガンドは、US 2003/0165711に開示されている。

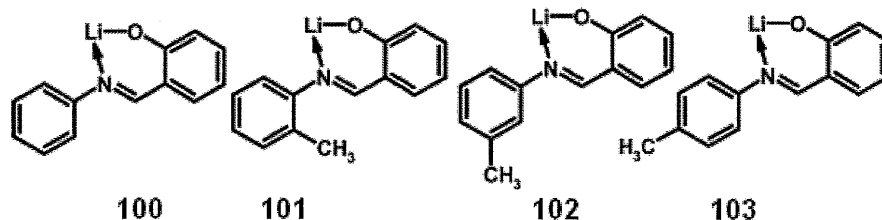
10

【0114】

リチウムシッフ塩基有機複合体を用いることができる。好適に用いられうる、非発光性ドーパントであるリチウムシッフ塩基有機複合体は、100、101、102または103の構造を有している。

【0115】

【化3】



20

【0116】

リチウム有機複合体を形成し、上記第1の電子伝達層および/または上記第2の電子伝達層に用いることのできる、非発光性ドーパントである好適な有機リガンドは、例えば、US 2014/0048792、および、「Kathirgamanathan, Poopathy; Arkley, Vincent; Surendrakumar, Sivagnanasundram; Chan, Yun F.; Ravichandran, Seenivasagam; Ganeshamurugan, Subramaniam; Kumaravel, Muttulingam; Antipan-Lara, Juan; Paramaswara, Gnanamolly; Reddy, Vanga R., Digest of Technical Papers - Society for Information Display International Symposium (2010), 41(Bk. 1), 465-468」に開示されている。

30

【0117】

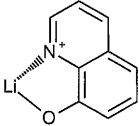
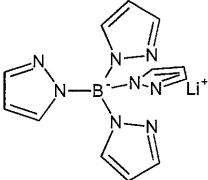
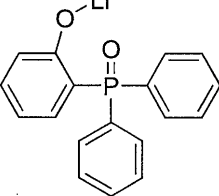
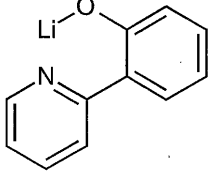
上記電子伝達層により好適に用いることができる、非発光性ドーパントである好適なリチウム有機複合体を、以下の表1にまとめた。

【0118】

【表 1】

表1

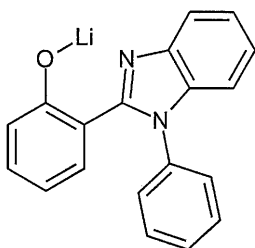
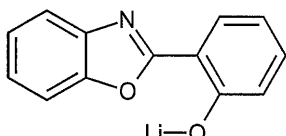
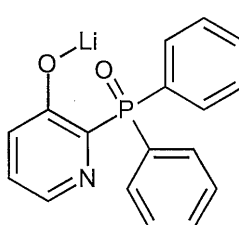
好適に用いられうるリチウム有機複合体

	IUPAC名	構造	出典
LiQ	リチウム 8-ヒドロキシキノラート		WO 2013/079217 A1
Li-1	リチウム テトラ(1H-ピラゾール-1-イル)ボラート		WO 2013/079676 A1
Li-2	リチウム 2-(ジフェニルホスホリル)フェノラート		WO 2013/079678 A1
Li-3	リチウム 2-(ピリジン-2-イル)フェノラート		JP 2008-195623

10

20

(表1の続き)

	IUPAC名	構造	出典
Li-4	リチウム 2-(1-フェニル-1H-ベンゾ[d]イミダゾール-2-イル)フェノレート		JP 2001-291593
Li-5	リチウム 2-(ベンゾ[d]オキサゾール-2-イル)フェノレート		US 2003/0165711
Li-6	リチウム 2-(ジフェニルホスホリル)ピリジン-3-オレート		EP 2724388

10

20

【0119】

上記有機発光ダイオードの種々の実施形態では、

上記第1の電子伝達層は、非発光性ドーパントであるハロゲン化リチウムまたはリチウム有機複合体を、約10重量%以上、約70重量%以下含んでいてよく、好ましくは約20重量%以上、約65重量%以下含んでおり、また好ましくは約50重量%以上、約60重量%以下含んでいる。あるいは；

30

上記第1の電子伝達層および上記第3の電子伝達層は、非発光性ドーパントであるハロゲン化リチウムまたはリチウム有機複合体を、各々約10重量%以上、約70重量%以下含んでいてよく、好ましくは各々約20重量%以上、約65重量%以下含んでおり、また好ましくは各々約50重量%以上、約60重量%以下含んでいる。

【0120】

ここで、上記ハロゲン化リチウムおよび上記リチウム有機複合体の重量%は、対応する電子伝達層の総重量を基準としている。

【0121】

[マトリクス化合物]

本発明の有機発光ダイオード(OLED)の種々の実施形態では、上記電子伝達層、または、電子伝達層の積層体における上記電子伝達層は、少なくとも1つのマトリクス化合物を、各々含んでいてよい。

40

【0122】

上記有機発光ダイオードの種々の実施形態では、上記第1の電子伝達層および/または上記第3の電子伝達層は、少なくとも1つのマトリクス化合物を含んでいてよい。

【0123】

上記有機発光ダイオードの種々の実施形態では、上記第1の電子伝達層および/または上記第3の電子伝達層は、各々独立に、1つ、2つ、3つまたはそれ以上のマトリクス化合物を含んでいてよく、好ましくは1つのマトリクス化合物を含んでいる。ここで、上記マトリクス化合物は、同じものを選択しても、異なるものを選択してもよい。

50

【 0 1 2 4 】

上記有機発光ダイオードの種々の実施形態では、上記第 2 の電子伝達層は、少なくとも 1 つのマトリクス化合物からなっていてよい。

【 0 1 2 5 】

種々の実施形態では、上記有機発光ダイオード (O L E D) は、少なくとも 2 つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体、または、少なくとも 3 つの電子伝達層を備えている電子伝達層の積層体、を備えていてよい。ここで、各電子伝達層は、少なくとも 1 つのマトリクス化合物を含んでいる。上記第 1 の電子伝達層の上記マトリクス化合物、および上記第 3 の電子伝達層の上記マトリクス化合物は、同じものを選択してもよく、異なるものを選択してもよい。一方、上記第 2 の電子伝達層の上記マトリクス化合物は、(1) 上記第 1 の電子伝達層のものとは異なっているか、(2) 上記第 1 の電子伝達層および上記第 3 の電子伝達層のものとは異なっているか、または (3) 他の全ての電子伝達層のものとは異なっている。

10

【 0 1 2 6 】

上記有機発光ダイオード (O L E D) の種々の実施形態では、上記マトリクス化合物は、下記の (a) ~ (j) から選択されうる：

(a) アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたアントラセン化合物。好ましくは、9, 10 - ジ (2 - ナフチル) アントラセン、および / または、3 - [3 ' - (10 - フェニル - 9 - アントラセニル) [1, 1 ' - ビフェニル] - 4 - イル] - キノリン；

20

(b) アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたベンズイミダゾール化合物。好ましくは、2 - (4 - (9, 10 - ジ (ナフタレン - 2 - イル) アントラセン - 2 - イル) フェニル) - 1 - フェニル - 1 H - ベンゾ [d] イミダゾール、および / または、1 - (4 - (10 - ([1, 1 ' - ビフェニル] - 4 - イル) アントラセン - 9 - イル) フェニル) - 2 - エチル - 1 H - ベンゾ [d] イミダゾール；

(c) アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたホスフィンオキシド化合物。好ましくは、(3 - (ジベンゾ [c, h] アクリジン - 7 - イル) フェニル) ジフェニルホスフィンオキシド、3 - フェニル - 3 H - ベンゾ [b] ジナフト [2, 1 - d : 1 ' , 2 ' - f] ホスフェピン - 3 - オキシド、フェニルジ (ピレン - 1 - イル) ホスフィンオキシド、ビス (4 - (アントラセン - 9 - イル) フェニル) (フェニル) ホスフィンオキシド、(3 - (9, 10 - ジ (ナフタレン - 2 - イル) アントラセン - 2 - イル) フェニル) ジフェニルホスフィンオキシド、フェニルジ (ピレン - 1 - イル) ホスフィンオキシド、ジフェニル (5 - (ピレン - 1 - イル) ピリジン - 2 - イル) ホスフィンオキシド、ジフェニル (4 ' - (ピレン - 1 - イル) - [1, 1 ' - ビフェニル] - 3 - イル) ホスフィンオキシド、ジフェニル (4 ' - (ピレン - 1 - イル) - [1, 1 ' - ビフェニル] - 3 - イル) ホスフィンオキシド、(3 ' - (ジベンゾ [c, h] アクリジン - 7 - イル) - [1, 1 ' - ビフェニル] - 4 - イル) ジフェニルホスフィンオキシド、および / または、フェニルビス (3 - (ピレン - 1 - イル) フェニル) ホスフィンオキシド；

30

(d) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたフェナントロリン化合物。好ましくは、2, 4, 7, 9 - テトラフェニル - 1, 10 - フェナントロリン、4, 7 - ジフェニル - 2, 9 - ジ - p - トリル - 1, 10 - フェナントロリン、2, 9 - ジ (ビフェニル - 4 - イル) - 4, 7 - ジフェニル - 1, 10 - フェナントロリン、および / または、3, 8 - ビス (6 - フェニル - 2 - ピリジニル) - 1, 10 - フェナントロリン；

40

(e) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたキナゾリン化合物。好ましくは、9 - フェニル - 9 ' - (4 - フェニル - 2 - キナゾリニル) - 3, 3 ' - ビ - 9 H - カルバゾール；

(f) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたベンゾ [h] キナゾリン化合物。好ましくは、4 - (2 - ナフタレニル) - 2 - [4 - (3 - キノリニル) フェニル] - ベンゾ [h] キナゾリン；

50

(g) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたピリド[3, 2-h]キナゾリン化合物。好ましくは、4-(ナフタレン-1-イル)-2, 7, 9-トリフェニルピリド[3, 2-h]キナゾリン；

(h) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたトリアジン化合物。好ましくは、4, 4'-ビス(4, 6-ジフェニル-1, 3, 5-トリアジン-2-イル)ビフェニル、3-[4-(4, 6-ジ-2-ナフタレニル-1, 3, 5-トリアジン-2-イル)フェニル]キノリン、および/または、2-[3-(6'-メチル[2, 2'-ピリジン]-5-イル)-5-(9-フェナントレニル)フェニル]-4, 6-ジフェニル-1, 3, 5-トリアジン；および/または、

(i) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたアクリジン化合物。好ましくは、7-(ナフタレン-2-イル)ジベンゾ[c, h]アクリジン。

【0127】

上記有機発光ダイオード(OLED)の種々の実施形態では、電子伝達層の積層体における、上記少なくとも2つの電子伝達層または上記少なくとも3つの電子伝達層は、少なくとも1つのマトリクス化合物を含んでいる。上記第1の電子伝達層の上記マトリクス化合物、および上記第3の電子伝達層の上記マトリクス化合物は、同じものを選択してもよく、異なるものを選択してもよい。一方、上記第2の電子伝達層の上記マトリクス化合物は、(1)上記第1の電子伝達層のものとは異なっているか、または(2)上記第1の電子伝達層および上記第3の電子伝達層のものとは異なっている。上記マトリクス化合物は、下記の(a)~(j)から選択されうる；

(a) アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたアントラセン化合物。好ましくは、9, 10-ジ(2-ナフチル)アントラセン、および/または、3-[3'-(10-フェニル-9-アントラセニル)[1, 1'-ビフェニル]-4-イル]-キノリン；

(b) アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたベンズイミダゾール化合物。好ましくは、2-(4-(9, 10-ジ(ナフタレン-2-イル)アントラセン-2-イル)フェニル)-1-フェニル-1H-ベンゾ[d]イミダゾール、および/または、1-(4-(10-(1, 1'-ビフェニル)-4-イル)アントラセン-9-イル)フェニル)-2-エチル-1H-ベンゾ[d]イミダゾール；

(c) アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたホスフィンオキシド化合物。好ましくは、(3-(ジベンゾ[c, h]アクリジン-7-イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、3-フェニル-3H-ベンゾ[b]ジナフト[2, 1-d:1', 2'-f]ホスフェピン-3-オキシド、フェニルジ(ピレン-1-イル)ホスフィンオキシド、ビス(4-(アントラセン-9-イル)フェニル)(フェニル)ホスフィンオキシド、(3-(9, 10-ジ(ナフタレン-2-イル)アントラセン-2-イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、フェニルジ(ピレン-1-イル)ホスフィンオキシド、ジフェニル(5-(ピレン-1-イル)ピリジン-2-イル)ホスフィンオキシド、ジフェニル(4'-(ピレン-1-イル)-[1, 1'-ビフェニル]-3-イル)ホスフィンオキシド、ジフェニル(4'-(ピレン-1-イル)-[1, 1'-ビフェニル]-3-イル)ホスフィンオキシド、(3'-(ジベンゾ[c, h]アクリジン-7-イル)-[1, 1'-ビフェニル]-4-イル)ジフェニルホスフィンオキシド、および/または、フェニルビス(3-(ピレン-1-イル)フェニル)ホスフィンオキシド；

(d) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたフェナントロリン化合物。好ましくは、2, 4, 7, 9-テトラフェニル-1, 10-フェナントロリン、4, 7-ジフェニル-2, 9-ジ-p-トリル-1, 10-フェナントロリン、2, 9-ジ(ビフェニル-4-イル)-4, 7-ジフェニル-1, 10-フェナントロリン、および/または、3, 8-ビス(6-フェニル-2-ピリジニル)-1, 10-フェナントロリン；

(e) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたキナゾリン化合物。好ましくは、9-フェニル-9'-(4-フェニル-2-キナゾリニル)-3, 3'-ビ-9

10

20

30

40

50

H - カルバゾール；

(f) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたベンゾ[h]キナゾリン化合物。好ましくは、4 - (2 - ナフタレニル) - 2 - [4 - (3 - キノリニル)フェニル] - ベンゾ[h]キナゾリン；

(g) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたピリド[3, 2 - h]キナゾリン化合物。好ましくは、4 - (ナフタレン - 1 - イル) - 2, 7, 9 - トリフェニルピリド[3, 2 - h]キナゾリン；

(h) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたトリアジン化合物。好ましくは、4, 4' - ビス(4, 6 - ジフェニル - 1, 3, 5 - トリアジン - 2 - イル)ビフェニル、3 - [4 - (4, 6 - ジ - 2 - ナフタレニル - 1, 3, 5 - トリアジン - 2 - イル)フェニル]キノリン、および/または、2 - [3 - (6' - メチル[2, 2' - ビピリジン] - 5 - イル) - 5 - (9 - フェナントレニル)フェニル] - 4, 6 - ジフェニル - 1, 3, 5 - トリアジン；および/または、

(i) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたアクリジン化合物。好ましくは、7 - (ナフタレン - 2 - イル)ジベンゾ[c, h]アクリジン。

【0128】

上記有機発光ダイオード(OLED)の種々の実施形態では、上記電子伝達層用のマトリクス化合物は、以下であることがより好ましくありうる。すなわち、(1)上記第1の電子伝達層のものとは異なっているか、(2)上記第1の電子伝達層および上記第3の電子伝達層のものとは異なっているか、または(3)他の全ての電子伝達層のものとは異なっている、上記第2の電子伝達層の上記マトリクス化合物は、アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されているホスフィンオキシド化合物から選択されうる。そして、好ましくは、(3 - (ジベンゾ[c, h]アクリジン - 7 - イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、3 - フェニル - 3H - ベンゾ[b]ジナフト[2, 1 - d: 1', 2' - f]ホスフェピン - 3 - オキシド、フェニルジ(ピレン - 1 - イル)ホスフィンオキシド、ビス(4 - (アントラセン - 9 - イル)フェニル)(フェニル)ホスフィンオキシド、(3 - (9, 10 - ジ(ナフタレン - 2 - イル)アントラセン - 2 - イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、ジフェニル(5 - (ピレン - 1 - イル)ピリジン - 2 - イル)ホスフィンオキシド、ジフェニル(4' - (ピレン - 1 - イル) - [1, 1' - ビフェニル] - 3 - イル)ホスフィンオキシド、ジフェニル(4' - (ピレン - 1 - イル) - [1, 1' - ビフェニル] - 3 - イル)ホスフィンオキシド、(3' - (ジベンゾ[c, h]アクリジン - 7 - イル) - [1, 1' - ビフェニル] - 4 - イル)ジフェニルホスフィンオキシド、および/または、フェニルビス(3 - (ピレン - 1 - イル)フェニル)ホスフィンオキシドから選択されうる。

【0129】

一実施態様では、上記電子伝達層の積層体における、上記電子伝達層用の上記マトリクス化合物は、アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されているホスフィンオキシド化合物から選択されうる。そして、好ましくは、(3 - (ジベンゾ[c, h]アクリジン - 7 - イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、3 - フェニル - 3H - ベンゾ[b]ジナフト[2, 1 - d: 1', 2' - f]ホスフェピン - 3 - オキシド、フェニルジ(ピレン - 1 - イル)ホスフィンオキシド、ビス(4 - (アントラセン - 9 - イル)フェニル)(フェニル)ホスフィンオキシド、(3 - (9, 10 - ジ(ナフタレン - 2 - イル)アントラセン - 2 - イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、ジフェニル(5 - (ピレン - 1 - イル)ピリジン - 2 - イル)ホスフィンオキシド、ジフェニル(4' - (ピレン - 1 - イル) - [1, 1' - ビフェニル] - 3 - イル)ホスフィンオキシド、(3' - (ジベンゾ[c, h]アクリジン - 7 - イル) - [1, 1' - ビフェニル] - 4 - イル)ジフェニルホスフィンオキシド、および/または、フェニルビス(3 - (ピレン - 1 - イル)フェニル)ホスフィンオキシドから選択されうる。

【0130】

他の態様では、上記第1の電子伝達層、上記第2の電子伝達層および上記第3の電子伝

10

20

30

40

50

達層における、上記電子伝達層用の上記マトリクス化合物は、アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されているホスフィンオキシド化合物から選択される。そして、好ましくは、(3-(ジベンゾ[c, h]アクリジン-7-イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、3-フェニル-3H-ベンゾ[b]ジナフト[2, 1-d:1', 2'-f]ホスフェピン-3-オキシド、フェニルジ(ピレン-1-イル)ホスフィンオキシド、ビス(4-(アントラセン-9-イル)フェニル)(フェニル)ホスフィンオキシド、(3-(9, 10-ジ(ナフタレン-2-イル)アントラセン-2-イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、ジフェニル(5-(ピレン-1-イル)ピリジン-2-イル)ホスフィンオキシド、ジフェニル(4'-(ピレン-1-イル)-[1, 1'-ビフェニル]-3-イル)ホスフィンオキシド、(3'-(ジベンゾ[c, h]アクリジン-7-イル)-[1, 1'-ビフェニル]-4-イル)ジフェニルホスフィンオキシド、および/または、フェニルビス(3-(ピレン-1-イル)フェニル)ホスフィンオキシドから選択される。

10

【0131】

他の態様では、上記第1の電子伝達層および上記第3の電子伝達層における、上記電子伝達層用の上記マトリクス化合物は、アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されているホスフィンオキシド化合物から選択される。そして、好ましくは、(3-(ジベンゾ[c, h]アクリジン-7-イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、3-フェニル-3H-ベンゾ[b]ジナフト[2, 1-d:1', 2'-f]ホスフェピン-3-オキシド、フェニルジ(ピレン-1-イル)ホスフィンオキシド、ビス(4-(アントラセン-9-イル)フェニル)(フェニル)ホスフィンオキシド、(3-(9, 10-ジ(ナフタレン-2-イル)アントラセン-2-イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、ジフェニル(5-(ピレン-1-イル)ピリジン-2-イル)ホスフィンオキシド、ジフェニル(4'-(ピレン-1-イル)-[1, 1'-ビフェニル]-3-イル)ホスフィンオキシド、(3'-(ジベンゾ[c, h]アクリジン-7-イル)-[1, 1'-ビフェニル]-4-イル)ジフェニルホスフィンオキシド、および/または、フェニルビス(3-(ピレン-1-イル)フェニル)ホスフィンオキシドから選択される。

20

【0132】

他の態様では、上記OLEDは、下記(1)、(2)および/または(3)を備えていてよい：

30

(1)以下の(a)~(b)から選択されるマトリクス材料を含んでいる、第1の電子伝達層；

(a)アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたホスフィンオキシド化合物。好ましくは、(3-(ジベンゾ[c, h]アクリジン-7-イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、3-フェニル-3H-ベンゾ[b]ジナフト[2, 1-d:1', 2'-f]ホスフェピン-3-オキシド、フェニルジ(ピレン-1-イル)ホスフィンオキシド、ビス(4-(アントラセン-9-イル)フェニル)(フェニル)ホスフィンオキシド、(3-(9, 10-ジ(ナフタレン-2-イル)アントラセン-2-イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、ジフェニル(5-(ピレン-1-イル)ピリジン-2-イル)ホスフィンオキシド、ジフェニル(4'-(ピレン-1-イル)-[1, 1'-ビフェニル]-3-イル)ホスフィンオキシド、フェニルビス(3-(ピレン-1-イル)フェニル)ホスフィンオキシド、および/または、(3'-(ジベンゾ[c, h]アクリジン-7-イル)-[1, 1'-ビフェニル]-4-イル)ジフェニルホスフィンオキシド。好ましくは、(3-(ジベンゾ[c, h]アクリジン-7-イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、または、(3'-(ジベンゾ[c, h]アクリジン-7-イル)-[1, 1'-ビフェニル]-4-イル)ジフェニルホスフィンオキシド；および/または、

40

(b)アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたベンズイミダゾール化合物。好ましくは、2-(4-(9, 10-ジ(ナフタレン-2-イル)ア

50

ントラセン - 2 - イル)フェニル) - 1 - フェニル - 1 H - ベンゾ [d] イミダゾール、および / または、1 - (4 - (10 - ([1 , 1 ' - ビフェニル] - 4 - イル)アントラセン - 9 - イル)フェニル) - 2 - エチル - 1 H - ベンゾ [d] イミダゾール；

(2) 以下の (c) ~ (j) から選択されるマトリクス材料を含んでいる、第 2 の電子伝達層；

(c) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたフェナントロリン化合物。好ましくは、2 , 4 , 7 , 9 - テトラフェニル - 1 , 10 - フェナントロリン、4 , 7 - ジフェニル - 2 , 9 - ジ - p - トリル - 1 , 10 - フェナントロリン、2 , 9 - ジ (ビフェニル - 4 - イル) - 4 , 7 - ジフェニル - 1 , 10 - フェナントロリン、および / または、3 , 8 - ビス (6 - フェニル - 2 - ピリジニル) - 1 , 10 - フェナントロリン；および / または、

(d) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたキナゾリン化合物。好ましくは、9 - フェニル - 9 ' - (4 - フェニル - 2 - キナゾリニル) - 3 , 3 ' - ビ - 9 H - カルバゾール；および / または、

(e) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたベンゾ [h] キナゾリン化合物。好ましくは、4 - (2 - ナフタレニル) - 2 - [4 - (3 - キノリニル) フェニル] - ベンゾ [h] キナゾリン；および / または、

(f) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたピリド [3 , 2 - h] キナゾリン化合物。好ましくは、4 - (ナフタレン - 1 - イル) - 2 , 7 , 9 - トリフェニルピリド [3 , 2 - h] キナゾリン；および / または、

(g) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたトリアジン化合物。好ましくは、4 , 4 ' - ビス (4 , 6 - ジフェニル - 1 , 3 , 5 - トリアジン - 2 - イル) ビフェニル、3 - [4 - (4 , 6 - ジ - 2 - ナフタレニル - 1 , 3 , 5 - トリアジン - 2 - イル) フェニル] キノリン、および / または、2 - [3 - (6 ' - メチル [2 , 2 ' - ビピリジン] - 5 - イル) - 5 - (9 - フェナントレニル) フェニル] - 4 , 6 - ジフェニル - 1 , 3 , 5 - トリアジン；および / または、

(h) アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたアントラセン化合物。好ましくは、2 - (4 - (9 , 10 - ジ (ナフタレン - 2 - イル) アントラセン - 2 - イル) フェニル) - 1 - フェニル - 1 H - ベンゾ [d] イミダゾール、9 , 10 - ジ (2 - ナフチル) アントラセン、1 - (4 - (10 - ([1 , 1 ' - ビフェニル] - 4 - イル) アントラセン - 9 - イル) フェニル) - 2 - エチル - 1 H - ベンゾ [d] イミダゾール、および / または、3 - [3 ' - (10 - フェニル - 9 - アントラセニル) [1 , 1 ' - ビフェニル] - 4 - イル] - キノリン。好ましくは、2 - (4 - (9 , 10 - ジ (ナフタレン - 2 - イル) アントラセン - 2 - イル) フェニル) - 1 - フェニル - 1 H - ベンゾ [d] イミダゾール；および / または、

(i) アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたピレンホスフィンオキシド化合物。好ましくは、フェニルジ (ピレン - 1 - イル) ホスフィンオキシド、ジフェニル (5 - (ピレン - 1 - イル) ピリジン - 2 - イル) ホスフィンオキシド、ジフェニル (4 ' - (ピレン - 1 - イル) - [1 , 1 ' - ビフェニル] - 3 - イル) ホスフィンオキシド、および / または、フェニルビス (3 - (ピレン - 1 - イル) フェニル) ホスフィンオキシド；および / または、

(j) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたアクリジン化合物。好ましくは、7 - (ナフタレン - 2 - イル) ジベンゾ [c , h] アクリジン；および / または、

(3) 以下の (k) ~ (l) から選択されるマトリクス材料を含んでいる、任意構成である第 3 の電子伝達層；

(k) アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたホスフィンオキシド化合物。好ましくは、(3 - (ジベンゾ [c , h] アクリジン - 7 - イル) フェニル) ジフェニルホスフィンオキシド、3 - フェニル - 3 H - ベンゾ [b] ジナフト [2 , 1 - d : 1 ' , 2 ' - f] ホスフェビン - 3 - オキシド、フェニルジ (ピレン - 1 -

10

20

30

40

50

イル)ホスフィンオキシド、ビス(4-(アントラセン-9-イル)フェニル)(フェニル)ホスフィンオキシド、(3-(9,10-ジ(ナフタレン-2-イル)アントラセン-2-イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、ジフェニル(5-(ピレン-1-イル)ピリジン-2-イル)ホスフィンオキシド、ジフェニル(4'-(ピレン-1-イル)-[1,1'-ビフェニル]-3-イル)ホスフィンオキシド、フェニルビス(3-(ピレン-1-イル)フェニル)ホスフィンオキシド、および/または、(3'-(ジベンゾ[c,h]アクリジン-7-イル)-[1,1'-ビフェニル]-4-イル)ジフェニルホスフィンオキシド。好ましくは、(3-(ジベンゾ[c,h]アクリジン-7-イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、または、(3'-(ジベンゾ[c,h]アクリジン-7-イル)-[1,1'-ビフェニル]-4-イル)ジフェニルホスフィンオキシド;および/または、

(1)アリアル基、ヘテロアリアル基またはアルキル基によって置換されたベンズイミダゾール化合物。好ましくは、2-(4-(9,10-ジ(ナフタレン-2-イル)アントラセン-2-イル)フェニル)-1-フェニル-1H-ベンゾ[d]イミダゾール、および/または、1-(4-(10-([1,1'-ビフェニル]-4-イル)アントラセン-9-イル)フェニル)-2-エチル-1H-ベンゾ[d]イミダゾール。

【0133】

ここで、上記第2の電子伝達層の上記マトリクス材料は、上記第1の電子伝達層の上記マトリクス材料、および、上記任意構成の第3の電子伝達層の上記マトリクス材料とは、異なって選択される。

【0134】

他の態様では、上記OLEDは、下記(1)~(3)を備えてよい:

(1)3-(ジベンゾ[c,h]アクリジン-7-イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、フェニルビス(3-(ピレン-1-イル)フェニル)ホスフィンオキシド、3-フェニル-3H-ベンゾ[b]ジナフト[2,1-d:1',2'-f]ホスフェピン-3-オキシド、(3'-(ジベンゾ[c,h]アクリジン-7-イル)-[1,1'-ビフェニル]-4-イル)ジフェニルホスフィンオキシド、および/または、2-(4-(9,10-ジ(ナフタレン-2-イル)アントラセン-2-イル)フェニル)-1-フェニル-1H-ベンゾ[d]イミダゾールの群から選択されるマトリクス材料を含んでいる、第1の電子伝達層;

(2)9,10-ジ(2-ナフチル)アントラセン、1-(4-(10-([1,1'-ビフェニル]-4-イル)アントラセン-9-イル)フェニル)-2-エチル-1H-ベンゾ[d]イミダゾール、3-[3'-(10-フェニル-9-アントラセニル)[1,1'-ビフェニル]-4-イル]-キノリン、ジフェニル(4'-(ピレン-1-イル)-[1,1'-ビフェニル]-3-イル)ホスフィンオキシド、2,4,7,9-テトラフェニル-1,10-フェナントロリン、4,7-ジフェニル-2,9-ジ-p-トリル-1,10-フェナントロリン、2,9-ジ(ビフェニル-4-イル)-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン、9-フェニル-9'-(4-フェニル-2-キナゾリニル)-3,3'-ビ-9H-カルバゾール、4-(2-ナフタレニル)-2-[4-(3-キノリニル)フェニル]-ベンゾ[h]キナゾリン、4-(ナフタレン-1-イル)-2,7,9-トリフェニルピリド[3,2-h]キナゾリン、4,4'-ビス(4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン-2-イル)ビフェニル、3-[4-(4,6-ジ-2-ナフタレニル-1,3,5-トリアジン-2-イル)フェニル]キノリン、および/または、2-[3-(6'-メチル[2,2'-ビピリジン]-5-イル)-5-(9-フェナントレニル)フェニル]-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン、および/または、7-(ナフタレン-2-イル)ジベンゾ[c,h]アクリジンの群から選択されるマトリクス材料を含んでいる、第2の電子伝達層;

(3)2-(4-(9,10-ジ(ナフタレン-2-イル)アントラセン-2-イル)フェニル)-1-フェニル-1H-ベンゾ[d]イミダゾール、(3-(ジベンゾ[c,h]アクリジン-7-イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、フェニルビス(

10

20

30

40

50

3 - (ピレン - 1 - イル)フェニル)ホスフィンオキシド、(3' - (ジベンゾ [c, h] アクリジン - 7 - イル) - [1, 1' - ビフェニル] - 4 - イル)ジフェニルホスフィンオキシド、および/または、3 - フェニル - 3 H - ベンゾ [b] ジナフト [2, 1 - d : 1', 2' - f] ホスフェピン - 3 - オキシドの群から選択されるマトリクス材料を含んでいる、任意構成の第3の電子伝達層。

【0135】

ここで、上記第2の電子伝達層の上記マトリクス材料は、上記第1の電子伝達層の上記マトリクス材料、および、上記任意構成の第3の電子伝達層の上記マトリクス材料とは、異なって選択される。

【0136】

他の態様では、上記第1の電子伝達層の上記マトリクス化合物、または、上記第1の電子伝達層および上記第3の電子伝達層の上記マトリクス化合物は、(3 - (ジベンゾ [c, h] アクリジン - 7 - イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、または、(3' - (ジベンゾ [c, h] アクリジン - 7 - イル) - [1, 1' - ビフェニル] - 4 - イル)ジフェニルホスフィンオキシドでありうる。上記第2の電子伝達層の上記マトリクス化合物は、4, 7 - ジフェニル - 2, 9 - ジ - p - トリル - 1, 10 - フェナントロリン、および/または、4 - (ナフタレン - 1 - イル) - 2, 7, 9 - トリフェニルピリド [3, 2 - h] キナゾリン、および/または、4, 4' - ビス (4, 6 - ジフェニル - 1, 3, 5 - トリアジン - 2 - イル) ビフェニル、および/または、3 - フェニル - 3 H - ベンゾ [b] ジナフト [2, 1 - d : 1', 2' - f] ホスフェピン - 3 - オキシドでありうる。

【0137】

他の態様では、上記第1の電子伝達層および上記第3の電子伝達層は、1つのマトリクス化合物および1つの非発光性ドーパントからなっていてよい。そしてさらに、上記第2の電子伝達層は、1つのマトリクス化合物からなっていてよい。

【0138】

他の態様では、上記第1の電子伝達層は、1つのマトリクス化合物および1つの非発光性ドーパントからなっていてよい。そしてさらに、上記第2の電子伝達層は、1つのマトリクス化合物からなっていてよい。

【0139】

他の態様では、上記第2の電子伝達層は、1つのマトリクス化合物からなっていてよい。

【0140】

上記電子伝達層に好適に用いることができる、好適なマトリクス化合物を、以下の表2にまとめた。

【0141】

10

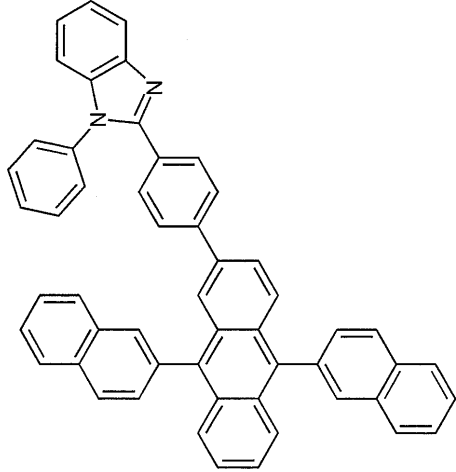
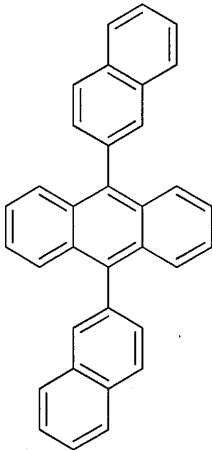
20

30

【表 2】

表2

好適に用いることのできるマトリクス化合物の化学構造

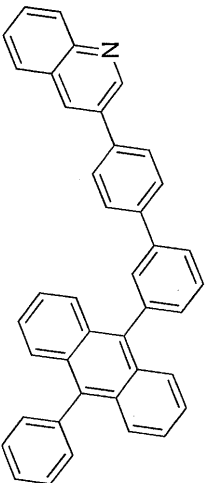
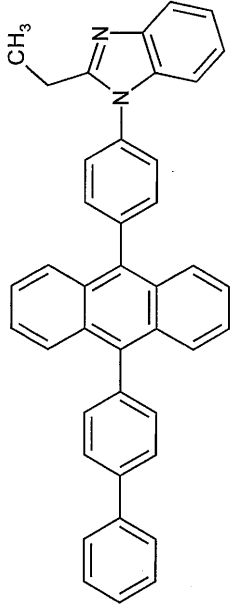
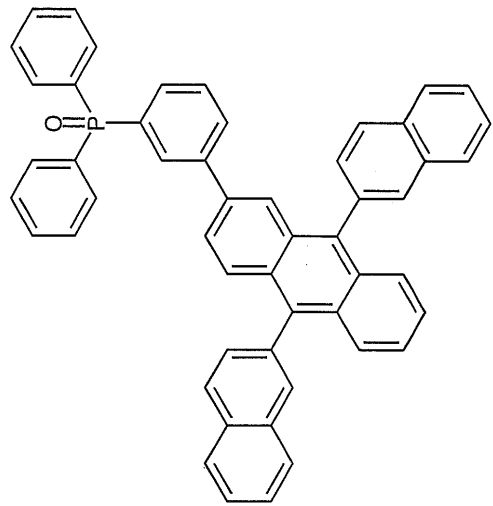
化合物	名称	構造	出典
MX 1	2-(4-(9, 10-ジ(ナフタレン-2-イル)アントラセン-2-イル)フェニル)-1-フェニル-1H-ベンゾ[d]イミダゾール		US 6878469
MX 2	9, 10-ジ(2-ナフチル)アントラセン		US 5935721

10

20

30

(表2の続き)

化合物	名称	構造	出典
MX 3	3-[3'-(10-フェニル-9-アントラセニル)[1,1'-ビフェニル]-4-イル]-キノリン		KR 2011-018195
MX 4	1-(4-(10-([1,1'-ビフェニル]-4-イル)アントラセン-9-イル)フェニル)-2-エチル-1H-ベンゾ[d]イミダゾール		WO 2010/134352
MX 5	(3-(9,10-ジ(ナフタレン-2-イル)アントラセン-2-イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド		EP 13187905.8

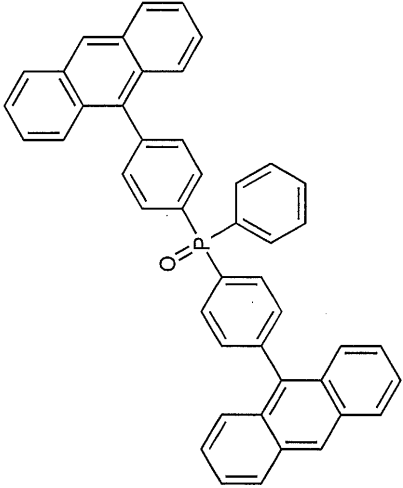
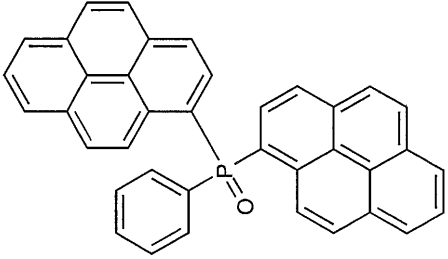
10

20

30

40

(表2の続き)

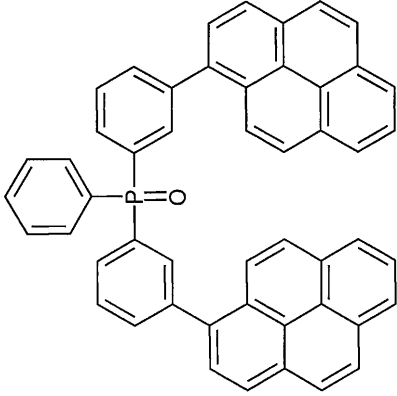
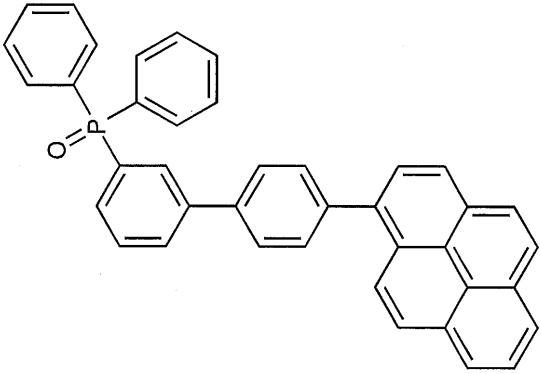
化合物	名称	構造	出典
MX 6	ビス (4- (アントラセン-9-イル) フェニル) (フェニル) ホスフィンオキシド		EP 13187905.8
MX 7	フェニルジ (ピレン-1-イル) ホスフィンオキシド		JP 4876333

10

20

30

(表2の続き)

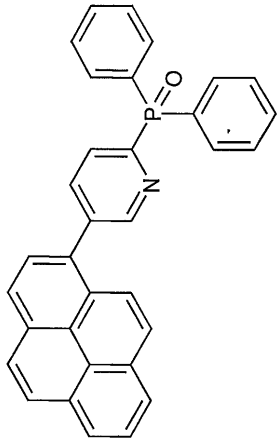
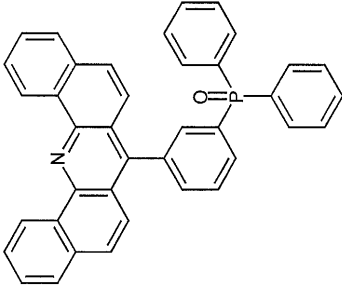
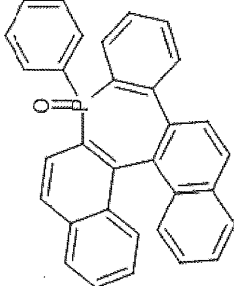
化合物	名称	構造	出典
MX 8	フェニルビス (3- (ピレン-1-イル) フェニル) ホスフィンオキシド		EP 13187905.8
MX 9	ジフェニル (4'- (ピレン-1-イル) - [1, 1'-ビフェニル] - 3-イル) ホスフィンオキシド		EP 13187905.8

10

20

30

(表2の続き)

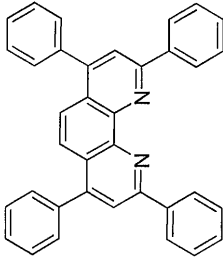
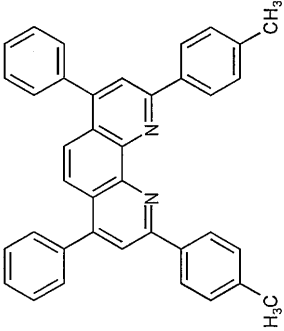
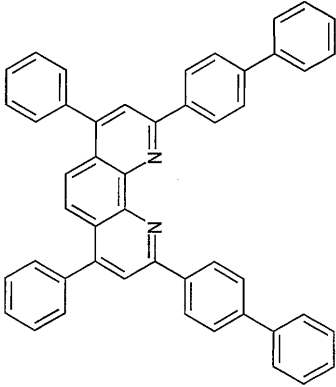
化合物	名称	構造	出典
MX 10	ジフェニル (5- (ピレン-1-イル) ピリジン-2-イル) ホスフィンオキシド		WO 2014/167020
MX 11	(3- (ジベンゾ [c, h] アクリジン-7-イル) フェニル) ジフェニルホスフィンオキシド		EP 2395571, WO 2013/079217
MX 12	3-フェニル-3H-ベンゾ [b] ジナフト [2, 1-d:1', 2'-f] ホスフィンオキシド		EP 13199361.0

10

20

30

(表2の続き)

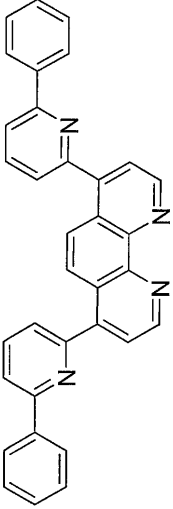
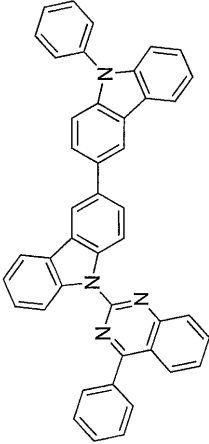
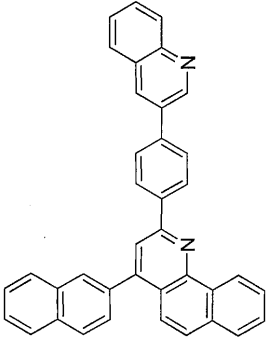
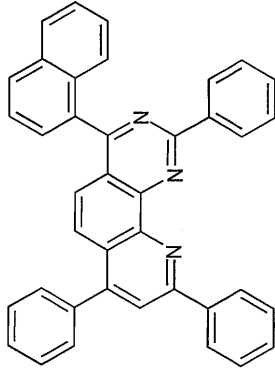
化合物	名称	構造	出典
MX 13	2, 4, 7, 9-テトラフェニル- 1, 10-フェナントロリン		EP 1786050
MX 14	4, 7-ジフェニル-2, 9-ジ- p-トリル-1, 10-フェナント ロリン		EP 1786050
MX 15	2, 9-ジ (ビフェニル-4-イ ル) -4, 7-ジフェニル-1, 1 0-フェナントロリン		EP 1786050

10

20

30

(表2の続き)

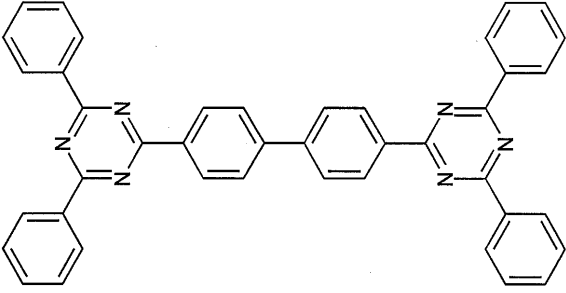
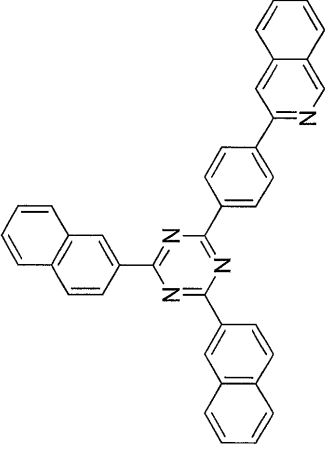
化合物	名称	構造	出典
MX 16	3, 8-ビス (6-フェニル-2-ピリジニル) -1, 10-フェナントリン		CN 102372708
MX 17	9-フェニル-9'-(4-フェニル-2-キナゾリニル) -3, 3'-ビ-9H-カルバゾール		KR 2012-102374
MX 18	4-(2-ナフタレニル)-2-[4-(3-キノリニル)フェニル]-ベンゾ[h]キナゾリン		KR 2014-076522
MX 19	4-(ナフタレン-1-イル)-2, 7, 9-トリフェニルピリド[3, 2-h]キナゾリン		EP 1970371

10

20

30

(表2の続き)

化合物	名称	構造	出典
MX 20	4, 4'-ビス (4, 6-ジフェニ ル-1, 3, 5-トリアジン-2- イル) ビフェニル		US 6225467
MX 21	3-[4-(4, 6-ジ-2-ナフ タレニル-1, 3, 5-トリアジン -2-イル) フェニル] キノリン		US 2011/0156013

10

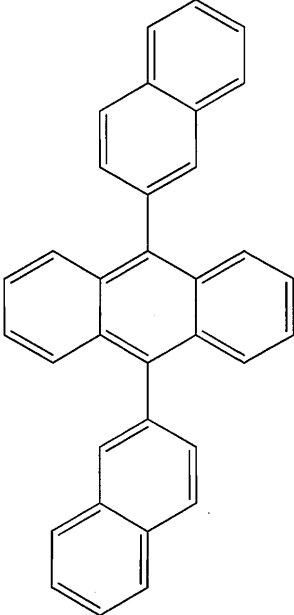
20

30

(表2の続き)

化合物	名称	構造	出典
MX 2 2	2- [3- (6'-メチル [2, 2'-ビピリジン] -5-イル) -5-(9-フェナントレニル) フェニル] -4, 6-ジフェニル-1, 3, 5-トリアジン		WO 2014/171541
MX 2 3	(3'- (ジベンゾ [c, h] アクリジン-7-イル) - [1, 1'-ビフェニル] -4-イル) ジフェニルホスフィンオキシド		EP 2395571, WO 2013/079217
MX 2 4	7- (ナフタレン-2-イル) ジベンゾ [c, h] アクリジン		EP 2395571

(表2の続き)

化合物	名称	構造	出典
MX 25			

10

20

30

40

【0142】

上記有機発光ダイオードの種々の実施形態では、

(1) 上記第1の電子伝達層は、約30重量%以上、約90重量%以下のマトリクス化合物を含んでいるか、あるいは、

(2) 上記第1の電子伝達層および上記第3の電子伝達層は、約30重量%以上、約90重量%以下のマトリクス化合物を、各々含んでいる。

【0143】

ここで、上記マトリクス化合物の重量%は、対応する伝達層(corresponding transport layer)の総重量を基準としている。

50

【 0 1 4 4 】

上記有機発光ダイオードの種々の実施形態では、

(1) 上記第 1 の電子伝達層は、約 3 5 重量 % 以上、約 8 0 重量 % 以下のマトリクス化合物を含んでいてもよい、あるいは、

(2) 上記第 1 の電子伝達層および上記第 3 の電子伝達層は、約 3 5 重量 % 以上、約 8 0 重量 % 以下のマトリクス化合物を、各々含んでいる。

【 0 1 4 5 】

ここで、上記マトリクス化合物の重量 % は、対応する伝達層 (corresponding transport layer) の総重量を基準としている。

【 0 1 4 6 】

10

上記有機発光ダイオードの種々の実施形態では、

(1) 上記第 1 の電子伝達層は、約 4 0 重量 % 以上、約 5 0 重量 % 以下のマトリクス化合物を含んでいてもよい、あるいは、

(2) 上記第 1 の電子伝達層および上記第 3 の電子伝達層は、約 4 0 重量 % 以上、約 5 0 重量 % 以下のマトリクス化合物を、各々含んでいる。

【 0 1 4 7 】

ここで、上記マトリクス化合物の重量 % は、対応する伝達層 (corresponding transport layer) の総重量を基準としている。

【 0 1 4 8 】

20

上記有機発光ダイオードの種々の実施形態では、

(1) 上記第 1 の電子伝達層は、約 1 0 重量 % 以上、約 7 0 重量 % 以下のハロゲン化リチウムまたはリチウム有機複合体を含んでいてもよい、あるいは、

(2) 上記第 1 の電子伝達層および上記第 3 の電子伝達層は、約 1 0 重量 % 以上、約 7 0 重量 % 以下のハロゲン化リチウムまたはリチウム有機複合体を、各々含んでいてもよい。

【 0 1 4 9 】

ここで、上記ハロゲン化リチウムおよび上記リチウム有機複合体の重量 % は、対応する上記電子伝達層の総重量を基準としている。

【 0 1 5 0 】

30

上記有機発光ダイオードの種々の実施形態では、

(1) 上記第 1 の電子伝達層は、約 2 0 重量 % 以上、約 6 5 重量 % 以下のハロゲン化リチウムまたはリチウム有機複合体を含んでいてもよい、あるいは、

(2) 上記第 1 の電子伝達層および上記第 3 の電子伝達層は、約 2 0 重量 % 以上、約 6 5 重量 % 以下のハロゲン化リチウムまたはリチウム有機複合体を、各々含んでいてもよい。

【 0 1 5 1 】

ここで、上記ハロゲン化リチウムおよび上記リチウム有機複合体の重量 % は、対応する上記電子伝達層の総重量を基準としている。

【 0 1 5 2 】

40

上記有機発光ダイオードの種々の実施形態では、

(1) 上記第 1 の電子伝達層は、約 5 0 重量 % 以上、約 6 0 重量 % 以下のハロゲン化リチウムまたはリチウム有機複合体を含んでいてもよい、あるいは、

(2) 上記第 1 の電子伝達層および上記第 3 の電子伝達層は、約 5 0 重量 % 以上、約 6 0 重量 % 以下のハロゲン化リチウムまたはリチウム有機複合体を、各々含んでいてもよい。

【 0 1 5 3 】

ここで、上記ハロゲン化リチウムおよび上記リチウム有機複合体の重量 % は、対応する上記電子伝達層の総重量を基準としている。

【 0 1 5 4 】

上記有機発光ダイオードの種々の実施形態では、

50

(1) 上記第1の電子伝達層、または、上記第1の電子伝達層および上記第3の電子伝達層は、(a) 約10重量%以上、約70重量%以下の非発光性ドーパントと、(b) 約30重量%以上、約90重量%以下のマトリクス化合物を含んでおり、

(2) ドーパントを含んでいない上記第2の電子伝達層は、上記第1の電子伝達層および任意構成である上記第3の電子伝達層のものとは異なって選択されている、マトリクス化合物を含んでいる。

【0155】

ここで、各々の電子伝達層の成分の重量%は、重量%の合計量が100重量%を超えないように選択される。また、上記成分の重量%は、対応する上記電子伝達層の総重量を基準としている。

10

【0156】

上記有機発光ダイオードの種々の実施形態では、

(1) 上記第1の電子伝達層、または、上記第1の電子伝達層および上記第3の電子伝達層は、(a) 約20重量%以上、約65重量%以下の非発光性ドーパントと、(b) 約35重量%以上、約80重量%以下のマトリクス化合物を含んでおり、

(2) ドーパントを含んでいない上記第2の電子伝達層は、上記第1の電子伝達層および任意構成である上記第3の電子伝達層のものとは異なって選択されている、マトリクス化合物を含んでいる。

【0157】

ここで、各々の電子伝達層の成分の重量%は、重量%の合計量が100重量%を超えないように選択される。また、上記成分の重量%は、対応する上記電子伝達層の総重量を基準としている。

20

【0158】

上記有機発光ダイオードの種々の実施形態では、

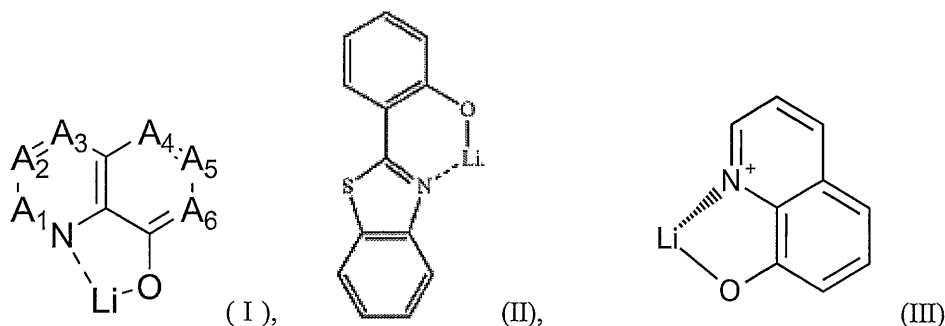
上記第1の電子伝達層、または、上記第1の電子伝達層および上記第3の電子伝達層は、下記(a)および(b)を含んでいる：

(a) 約10重量%以上、約70重量%以下、好ましくは約20重量%以上、約65重量%以下、また好ましくは約50重量%以上、約60重量%以下の、非発光性ドーパント。上記非発光性ドーパントは、LiF、LiCl、LiBrまたはLiIを含む群から選択されるハロゲン化リチウム（好ましくはLiF）、または、リチウムキノラート、リチウムボラート、リチウムフェノラート、リチウムピリジノラート、またはリチウムシッフ塩基であるリチウム有機複合体（好ましくは、下記式I、IIまたはIIIで表されるリチウムキノラート複合体）である。

30

【0159】

【化4】



40

【0160】

ここで、A1～A6は、CH、CR、NおよびOから選択される同一のもの、または、当該群より独立に選択されるものであり；Rは、水素、ハロゲン、炭素原子数が1個～20個であるアルキル、炭素原子数が1個～20個であるアリール、および、炭素原子数が1個～20個であるヘテロアリールから選択される同一のもの、または、当該群より独立に選択されるものであり、より好ましくは、リチウム8-ヒドロキシキノラートである

50

；および／または、

上記リチウム有機複合体は、リチウムボラートである。上記リチウムボラートは、より好ましくは、リチウム テトラ (1 H - ピラゾール - 1 - イル) ボラートである；

(b) 約 30 重量 % 以上、約 90 重量 % 以下、好ましくは約 35 重量 % 以上、約 80 重量 % 以下、また好ましくは約 40 重量 % 以上、約 50 重量 % 以下、また好ましくは約 40 重量 % 以上、約 50 重量 % 以下の、マトリクス化合物。上記マトリクス化合物は、下記 (i) ~ (ix) から選択される 1 つ以上である；

(i) アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたアントラセン化合物。好ましくは、9, 10 - ジ (2 - ナフチル) アントラセン、および／または、3 - [3' - (10 - フェニル - 9 - アントラセニル) [1, 1' - ビフェニル] - 4 - イル] - キノリン；

(ii) アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたベンズイミダゾール化合物。好ましくは、2 - (4 - (9, 10 - ジ (ナフタレン - 2 - イル) アントラセン - 2 - イル) フェニル) - 1 - フェニル - 1 H - ベンゾ [d] イミダゾール、および／または、1 - (4 - (10 - ([1, 1' - ビフェニル] - 4 - イル) アントラセン - 9 - イル) フェニル) - 2 - エチル - 1 H - ベンゾ [d] イミダゾール；

(iii) アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたホスフィンオキシド化合物。好ましくは、(3 - (ジベンゾ [c, h] アクリジン - 7 - イル) フェニル) ジフェニルホスフィンオキシド、3 - フェニル - 3 H - ベンゾ [b] ジナフト [2, 1 - d: 1', 2' - f] ホスフェピン - 3 - オキシド、フェニルジ (ピレン - 1 - イル) ホスフィンオキシド、ビス (4 - (アントラセン - 9 - イル) フェニル) (フェニル) ホスフィンオキシド、(3 - (9, 10 - ジ (ナフタレン - 2 - イル) アントラセン - 2 - イル) フェニル) ジフェニルホスフィンオキシド、フェニルジ (ピレン - 1 - イル) ホスフィンオキシド、ジフェニル (5 - (ピレン - 1 - イル) ピリジン - 2 - イル) ホスフィンオキシド、ジフェニル (4' - (ピレン - 1 - イル) - [1, 1' - ビフェニル] - 3 - イル) ホスフィンオキシド、ジフェニル (4' - (ピレン - 1 - イル) - [1, 1' - ビフェニル] - 3 - イル) ホスフィンオキシド、(3' - (ジベンゾ [c, h] アクリジン - 7 - イル) - [1, 1' - ビフェニル] - 4 - イル) ジフェニルホスフィンオキシド、および／または、フェニルビス (3 - (ピレン - 1 - イル) フェニル) ホスフィンオキシド；

(iv) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたフェナントロリン化合物。好ましくは、2, 4, 7, 9 - テトラフェニル - 1, 10 - フェナントロリン、4, 7 - ジフェニル - 2, 9 - ジ - p - トリル - 1, 10 - フェナントロリン、2, 9 - ジ (ビフェニル - 4 - イル) - 4, 7 - ジフェニル - 1, 10 - フェナントロリン、および／または、3, 8 - ビス (6 - フェニル - 2 - ピリジニル) - 1, 10 - フェナントロリン；

(v) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたキナゾリン化合物。好ましくは、9 - フェニル - 9' - (4 - フェニル - 2 - キナゾリニル) - 3, 3' - ビ - 9 H - カルバゾール；

(vi) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたベンゾ [h] キナゾリン化合物。好ましくは、4 - (2 - ナフタレニル) - 2 - [4 - (3 - キノリニル) フェニル] - ベンゾ [h] キナゾリン；

(vii) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたピリド [3, 2 - h] キナゾリン化合物。好ましくは、4 - (ナフタレン - 1 - イル) - 2, 7, 9 - トリフェニルピリド [3, 2 - h] キナゾリン；

(viii) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたトリアジン化合物。好ましくは、4, 4' - ビス (4, 6 - ジフェニル - 1, 3, 5 - トリアジン - 2 - イル) ビフェニル、3 - [4 - (4, 6 - ジ - 2 - ナフタレニル - 1, 3, 5 - トリアジン - 2 - イル) フェニル] キノリン、および／または、2 - [3 - (6' - メチル [2, 2' - ビピリジン] - 5 - イル) - 5 - (9 - フェナントレニル) フェニル] - 4, 6 - ジフェニル - 1, 3, 5 - トリアジン；および／または、

10

20

30

40

50

(ix) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたアクリジン化合物。好ましくは、7 - (ナフタレン - 2 - イル) ジベンゾ [c , h] アクリジン。

【 0 1 6 1 】

同時に、上記有機発光ダイオードの種々の実施形態では、ドーパントを含んでいない上記第 2 の電子伝達層 (1 6 2) は、マトリクス化合物を含んでいる。上記マトリクス化合物は、下記 (x) ~ (xviii) から選択される 1 つ以上である：

(x) アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたアントラセン化合物。好ましくは、9 , 1 0 - ジ (2 - ナフチル) アントラセン、および / または、3 - [3 ' - (1 0 - フェニル - 9 - アントラセニル) [1 , 1 ' - ビフェニル] - 4 - イル] - キノリン；

(xi) アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたベンズイミダゾール化合物。好ましくは、2 - (4 - (9 , 1 0 - ジ (ナフタレン - 2 - イル) アントラセン - 2 - イル) フェニル) - 1 - フェニル - 1 H - ベンゾ [d] イミダゾール、および / または、1 - (4 - (1 0 - ([1 , 1 ' - ビフェニル] - 4 - イル) アントラセン - 9 - イル) フェニル) - 2 - エチル - 1 H - ベンゾ [d] イミダゾール；

(xii) アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたホスフィンオキシド化合物。好ましくは、(3 - (ジベンゾ [c , h] アクリジン - 7 - イル) フェニル) ジフェニルホスフィンオキシド、3 - フェニル - 3 H - ベンゾ [b] ジナフト [2 , 1 - d : 1 ' , 2 ' - f] ホスフェピン - 3 - オキシド、フェニルジ (ピレン - 1 - イル) ホスフィンオキシド、ビス (4 - (アントラセン - 9 - イル) フェニル) (フェニル) ホスフィンオキシド、(3 - (9 , 1 0 - ジ (ナフタレン - 2 - イル) アントラセン - 2 - イル) フェニル) ジフェニルホスフィンオキシド、フェニルジ (ピレン - 1 - イル) ホスフィンオキシド、ジフェニル (5 - (ピレン - 1 - イル) ピリジン - 2 - イル) ホスフィンオキシド、ジフェニル (4 ' - (ピレン - 1 - イル) - [1 , 1 ' - ビフェニル] - 3 - イル) ホスフィンオキシド、ジフェニル (4 ' - (ピレン - 1 - イル) - [1 , 1 ' - ビフェニル] - 3 - イル) ホスフィンオキシド、(3 ' - (ジベンゾ [c , h] アクリジン - 7 - イル) - [1 , 1 ' - ビフェニル] - 4 - イル) ジフェニルホスフィンオキシド、および / または、フェニルビス (3 - (ピレン - 1 - イル) フェニル) ホスフィンオキシド；

(xiii) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたフェナントロリン化合物。好ましくは、2 , 4 , 7 , 9 - テトラフェニル - 1 , 1 0 - フェナントロリン、4 , 7 - ジフェニル - 2 , 9 - ジ - p - トリル - 1 , 1 0 - フェナントロリン、2 , 9 - ジ (ビフェニル - 4 - イル) - 4 , 7 - ジフェニル - 1 , 1 0 - フェナントロリン、および / または、3 , 8 - ビス (6 - フェニル - 2 - ピリジニル) - 1 , 1 0 - フェナントロリン；

(xiv) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたキナゾリン化合物。好ましくは、9 - フェニル - 9 ' - (4 - フェニル - 2 - キナゾリニル) - 3 , 3 ' - ビ - 9 H - カルバゾール；

(xv) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたベンゾ [h] キナゾリン化合物。好ましくは、4 - (2 - ナフタレニル) - 2 - [4 - (3 - キノリニル) フェニル] - ベンゾ [h] キナゾリン；

(xvi) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたピリド [3 , 2 - h] キナゾリン化合物。好ましくは、4 - (ナフタレン - 1 - イル) - 2 , 7 , 9 - トリフェニルピリド [3 , 2 - h] キナゾリン；

(xvii) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたトリアジン化合物。好ましくは、4 , 4 ' - ビス (4 , 6 - ジフェニル - 1 , 3 , 5 - トリアジン - 2 - イル) ビフェニル、3 - [4 - (4 , 6 - ジ - 2 - ナフタレニル - 1 , 3 , 5 - トリアジン - 2 - イル) フェニル] キノリン、および / または、2 - [3 - (6 ' - メチル [2 , 2 ' - ビピリジン] - 5 - イル) - 5 - (9 - フェナントレニル) フェニル] - 4 , 6 - ジフェニル - 1 , 3 , 5 - トリアジン；および / または、

10

20

30

40

50

(xviii) アリール基またはヘテロアリール基によって置換されたアクリジン化合物。
好ましくは、7-(ナフタレン-2-イル)ジベンゾ[c,h]アクリジン。

【0162】

これらのうち、アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたホスフィンオキシド化合物がより好ましく、3-フェニル-3H-ベンゾ[2,1-d:1',2'-f]ホスフェピン-3-オキシドが最も好ましい。

【0163】

ここで、上記第1の電子伝達層の上記マトリクス化合物、または、上記第1の電子伝達層および上記第3の電子伝達層の上記マトリクス化合物は、上記第2の電子伝達層のものとは異なって選択される。各々の電子伝達層の成分の重量%は、重量%の合計量が100重量%を超えないように選択される。また、上記成分の重量%は、対応する上記電子伝達層の総重量を基準としている。

10

【0164】

上記有機発光ダイオード(OLED)の種々の実施形態では、上記第1の電子伝達層および/または上記第2の電子伝達層および/または上記第3の電子伝達層の厚さは、同じまたは各々独立に、約1nm以上、約95nm以下の範囲とすることができる。

【0165】

上記有機発光ダイオード(OLED)の種々の実施形態では、上記第1の電子伝達層および/または上記第2の電子伝達層および/または上記第3の電子伝達層の厚さは、同じまたは各々独立に、約6nm以上、約80nm以下の範囲とすることができる。

20

【0166】

上記有機発光ダイオード(OLED)の種々の実施形態では、上記第1の電子伝達層および/または上記第2の電子伝達層および/または上記第3の電子伝達層の厚さは、同じまたは各々独立に、さらに好ましくは、約8nm以上、約60nm以下の範囲とすることができる。

【0167】

上記有機発光ダイオード(OLED)の種々の実施形態では、上記第1の電子伝達層および/または上記第2の電子伝達層および/または上記第3の電子伝達層の厚さは、同じまたは各々独立に、約10nm以上、約40nm以下の範囲とすることができる。

【0168】

上記有機発光ダイオード(OLED)の種々の実施形態では、上記第1の電子伝達層および/または上記第2の電子伝達層および/または上記第3の電子伝達層の厚さは、同じまたは各々独立に、約8nm以上、約20nm以下の範囲とすることができる。

30

【0169】

上記有機発光ダイオード(OLED)の種々の実施形態では、上記第1の電子伝達層および/または上記第2の電子伝達層および/または上記第3の電子伝達層の厚さは、同じまたは各々独立に、約10nm以上、約18nm以下の範囲とすることができる。

【0170】

上記有機発光ダイオード(OLED)の種々の実施形態では、上記電子伝達層の積層体の厚さは、約25nm以上、約100nm以下の範囲とすることができる。

40

【0171】

上記有機発光ダイオード(OLED)の種々の実施形態では、上記電子伝達層の積層体の厚さは、約30nm以上、約80nm以下の範囲とすることができる。

【0172】

上記有機発光ダイオード(OLED)の種々の実施形態では、上記電子伝達層の積層体の厚さは、約35nm以上、約60nm以下の範囲とすることができる。

【0173】

上記有機発光ダイオード(OLED)の種々の実施形態では、上記電子伝達層の積層体の厚さは、約36nm以上、約40nm以下の範囲とすることができる。

【0174】

50

本発明の有機発光ダイオード（OLED）の種々の実施形態では、上記電子伝達層の積層体は、2つ～4つの電子伝達層を有しており、より好ましくは2つ～3つの電子伝達層を有している。

【0175】

本発明の有機発光ダイオード（OLED）の種々の実施形態では、上記第2の電子伝達層を、上記第1の電子伝達層の直接上に配置することができる。また、任意構成である第3の電子伝達層を、上記第2の電子伝達層の直接上に配置することができる。このとき、上記第2の電子伝達層は、上記第1の電子伝達層と上記第3の電子伝達層との間に挟み込まれる。

【0176】

他の態様では、有機発光ダイオードが提供される。上記有機発光ダイオードは、基材と；上記基材の上に形成されているアノード電極と；上記アノード電極の上に電子伝達層の積層体が形成され、当該電子伝達層の積層体は、少なくとも2つの電子伝達層を備えているか、または、少なくとも2つの電子伝達層からなり；最後にカソード電極が形成され、を備えている有機発光ダイオードであって；上記電子伝達層の積層体は、上記カソード電極と上記アノード電極との間に挟み込まれており；任意構成である電子注入層が、上記電子伝達層と上記カソード電極との間に配置されている。

【0177】

種々の実施形態では、上記有機発光ダイオード（OLED）は、正孔注入層、正孔伝達層、発光層および正孔遮断層からなる群より選択される、少なくとも1つの層をさらに備えていてもよい。これらの層は、上記アノード電極と、上記電子伝達層との間に配置されている。

【0178】

他の態様では、有機発光ダイオードが提供される。上記有機発光ダイオードは、正孔注入層、正孔伝達層、発光層および正孔遮断層からなる群より選択される少なくとも1つの層を、さらに備えている。これらの層は、上記アノード電極と、上記電子伝達層の積層体との間に配置されている。

【0179】

種々の態様では、有機発光ダイオードが提供される。上記有機発光ダイオードは、電子注入層をさらに備えている。上記電子注入層は、上記電子伝達層と上記カソード電極との間に配置されている。

【0180】

他の態様では、有機発光ダイオードが提供される。上記有機発光ダイオードは、少なくとも2つの電子伝達層と、少なくとも1つの電子注入層とを備えている。

【0181】

好ましくは、上記発光ダイオードは、2つ～4つの電子伝達層を有する、電子伝達層の積層体を備えていてよい。より好ましくは、上記発光ダイオードは、2つの電子伝達層または3つの電子伝達層を有する、電子伝達層の積層体を備えていてよい。

【0182】

他の態様では、有機発光ダイオードが提供される。上記有機発光ダイオードは、少なくとも3つの電子伝達層を有する電子伝達層の積層体と、少なくとも1つの電子注入層を備えている。より好ましくは、上記有機発光ダイオードは、3つの電子伝達層を備えており、電子注入層を備えていないものでありうる。

【0183】

他の態様では、電子伝達層の積層体を備えている上記有機発光ダイオードは、電子注入層を備えていなくてもよい。

【0184】

本発明のOLEDの種々の実施形態では、上記OLEDは、電子注入層を備えていなくてもよい。

【0185】

10

20

30

40

50

本発明のO E L Dの種々の実施形態では、上記O L E Dは、電荷生成層を備えていなくてもよい。

【0186】

本発明のO E L Dの種々の実施形態では、上記O L E Dは、電子注入層および電荷生成層を備えていなくてもよい。

【0187】

他の態様では、有機発光ダイオード(O L E D)の製造方法が提供される。上記製造方法は、少なくとも3つの堆積材料；および/または、真空蒸着を介した堆積処理；および/または、溶液プロセスを介した堆積処理(上記プロセスは、好ましくは、スピンコーティング、キャストリング、プリンティングおよび/またはスロットダイコーティングから選択される)を用いる。

10

【0188】

種々の態様では、製造方法が提供される。上記製造方法は、上記マトリクス化合物を放出する第1の堆積材料、および、ハロゲン化リチウムまたはリチウム有機複合体を放出する第2の堆積材料、を用いる。また、上記製造方法は、電子伝達層の積層体を形成する工程を含む。ここで、上記第1の電子伝達層は、上記第1の堆積材料から上記マトリクス化合物を放出すること、および、上記第2の堆積材料から上記ハロゲン化リチウムまたはリチウム有機複合体を放出すること、によって形成される。上記第2の電子伝達層は、第3の堆積材料から上記マトリクス化合物を放出することによって、上記第1の電子伝達層の上に形成される。ここで、上記第1の電子伝達層の上記マトリクス化合物は、上記第2の電子伝達層の上記マトリクス化合物と同じものでない。

20

【0189】

種々の態様では、製造方法が提供される。上記方法は、(1)異なるマトリクス化合物を放出する、第1の堆積材料および第3の堆積材料、ならびに、(2)ハロゲン化リチウムまたはリチウム有機複合体(好ましくはリチウム有機複合体)を放出する、第2の堆積材料および第4の堆積材料、を用いる。ここで、上記ハロゲン化リチウムまたは上記リチウム有機複合体は、上記第2の堆積材料に用いられている上記ハロゲン化リチウムまたは上記リチウム有機複合体とは異なる。

【0190】

また、上記方法は、上記電子伝達層、または上記電子伝達層の積層体を形成する工程を含む。ここで、第1の電子伝達層は、第1の堆積材料から上記マトリクス化合物を放出すること、および、第2の堆積材料からハロゲン化リチウムまたはリチウム有機複合体を放出すること、によって形成される。第2の電子伝達層は、第3の堆積材料を介して、上記第1の電子伝達層のものとは異なるマトリクス化合物を放出することによって、上記第1の電子伝達層の上に形成される。さらに任意構成で、第3の電子伝達層は、(1)上記第1の堆積材料を介して、上記第1の電子伝達層に用いられている上記マトリクス化合物を放出すること、および、(2)上記第4の堆積材料を、上記第1の電子伝達層に用いられているものとは異なる上記ハロゲン化リチウムまたはリチウム有機複合体の放出に用いること、によって、上記第2の電子伝達層の上に形成される。ここで、上記第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでいない。

30

40

【0191】

種々の態様では、上記方法は、上記アノード電極の上に、発光層を形成することを含んでよい。同時に、上記方法は、上記アノード電極と上記電子伝達層の積層体との間に、正孔注入層を形成すること、正孔伝達層を形成すること、または正孔遮断層を形成することからなる群より選択される少なくとも1つの層(at least one layer selected from the group consisting of forming a hole injection layer, forming a hole transport layer, or forming a hole blocking layer, between the anode electrode and the electron transport layer stack)を、をさらに含んでよい。

【0192】

種々の態様では、上記方法は、有機発光ダイオード(O L E D)を形成するための工程

50

を、さらに含んでよい。すなわち、

(1) 基材の上に、アノード電極が形成される；

(2) 上記アノード電極の上に、発光層が形成される；

(3) 上記発光層の上に、少なくとも2つの電子伝達層が形成される。ここで、上記第2の電子伝達層は、ドーパントを含んでいない。さらに、上記第2の電子伝達層の直接上に、任意構成である第3の電子伝達層が形成される。ここで、上記第3の電子伝達層の上記マトリクス材料は、上記第2の電子伝達層の上記マトリクス材料とは異なる。また、上記第3の電子伝達層の上記マトリクス材料、ハロゲン化リチウムおよび/またはリチウム有機複合体は、上記第1の電子伝達層のものと、異なってもよいし、同じでもよい；

(4) 上記電子伝達層の積層体の上に、カソード電極が形成される；

10

(5) 上記アノード電極と上記電子伝達層の積層体との間に、任意構成である正孔注入層、正孔伝達層、発光層および正孔遮断層が形成される；

(6) 上記電子伝達層、または上記電子伝達層の積層体と、上記カソード電極との間に、任意構成である電子注入層が形成される。

【0193】

種々の態様では、上記方法は、有機発光ダイオード(OLED)を形成するための上記工程をさらに含んでもよい。上記工程において、電子注入層は、電子伝達層の積層体と上記カソード電極との間に形成される。

【0194】

種々の態様では、上記方法は、有機発光ダイオード(OLED)を形成するための上記工程をさらに含んでもよい。上記工程において、電子注入層は、上記電子伝達層の積層体と上記カソード電極との間に形成される。

20

【0195】

種々の態様では、上記方法は、有機発光ダイオード(OLED)を形成するための上記工程をさらに含んでもよい。上記工程においては、

(1) 基材の上に、アノード電極が形成される；

(2) 上記アノード電極の上に、発光層が形成される；

(3) 上記発光層の上に、少なくとも第1の電子伝達層および第2の伝達層を備えている、電子伝達層の積層体が形成される。ここで、上記第2の電子伝達層は、上記第1の電子伝達層の直接上に形成される。さらに、上記第2の電子伝達層の直接上に、任意構成である第3の電子伝達層が形成される；

30

(4) 上記電子伝達層の積層体の上に、カソード電極が形成される；

(5) 上記電子伝達層の積層体と上記カソード電極との間に、電子注入層が形成される；

(6) 上記アノード電極と上記電子伝達層の積層体との間に、任意構成である正孔注入層、正孔伝達層、発光層および正孔遮断層が形成される。

【0196】

しかし、本発明のOLEDの種々の実施形態では、2つの電子伝達層を備えている上記OLEDは、電荷生成層を備えていなくてもよい。また、本発明のOLEDの種々の実施形態では、3つ以上の電子伝達層を備えている上記OLEDは、電子注入層および/または電荷生成層を備えていなくてもよい。

40

【0197】

本発明の更なる態様および/または利点を、本明細書の以下の項目に示す。上記態様および/または利点のある程度は、本明細書から明白であり、あるいは本発明の実施により判るものでもありうる。

【0198】

〔図面の簡単な説明〕

以下の例示的な実施形態の説明と、添付の図面を合わせることによって、上述した、および/または、他の本発明の態様および利点が明白となり、より容易に理解される。

【0199】

50

図１は、本発明の例示的な実施形態に係る有機発光ダイオード（ＯＬＥＤ）の、断面を表す模式図である。上記有機発光ダイオード（ＯＬＥＤ）は、発光層および２つの電子伝達層を備えている。

【０２００】

図２は、本発明の例示的な実施形態に係るＯＬＥＤの、断面を表す模式図である。上記ＯＬＥＤは、発光層および３つの電子伝達層を備えている。

【０２０１】

図３は、本発明の例示的な実施形態に係る有機発光ダイオード（ＯＬＥＤ）の、断面を表す模式図である。上記有機発光ダイオード（ＯＬＥＤ）は、発光層、２つの電子伝達層および電子注入層を備えている。

【０２０２】

図４は、本発明の例示的な実施形態に係る有機発光ダイオード（ＯＬＥＤ）の、断面を表す模式図である。上記有機発光ダイオード（ＯＬＥＤ）は、発光層および２つの電子伝達層を備えている。

【０２０３】

図５は、本発明の例示的な実施形態に係るＯＬＥＤの、断面を表す模式図である。上記ＯＬＥＤは、発光層、３つの電子伝達層および電子注入層を備えている。

【０２０４】

図６は、本発明の例示的な実施形態に係るＯＬＥＤの、断面を表す模式図である。上記ＯＬＥＤは、発光層および２つの電子伝達層を備えており、電子注入層（ＥＩＬ）を有していない。

【０２０５】

図７は、本発明の例示的な実施形態に係るＯＬＥＤの、断面を表す模式図である。上記ＯＬＥＤは、３つの電子伝達層を備えており、電子注入層（ＥＩＬ）を有していない。

【０２０６】

〔詳細な説明〕

これから、例示的な態様に対して詳細に言及する。上記態様の例は、添付の図面に図示されている。上記図面を通して、同じ参照番号は、同じ要素を表している。上記態様を明らかにするために、上述の図を参照することによって、例示的な実施形態を以下に説明する。

【０２０７】

本明細書において、第１の要素が第２の要素の「上に」形成または配置されていると表現されているとき、上記第１の要素は、上記第２の要素の上に直接配置されていてもよい。あるいは、１つ以上の要素がその間に配置されていてもよい。第１の要素が第２の要素の「上に直接」形成または配置されていると表現されているとき、その間に他の要素は配置されていない。

【０２０８】

図１は、本発明の例示的な実施形態に係る有機発光ダイオード１００の、断面の模式図である。ＯＬＥＤ１００は、発光層１５０、および電子伝達層の積層体（ＥＴＬ）１６０を備えている。電子伝達層の積層体（ＥＴＬ）１６０は、第１の電子伝達層１６１、および第２の電子伝達層１６２を備えている。ここで、第２の電子伝達層１６２は、第１の電子伝達層１６１の上に直接配置されている。

【０２０９】

図２は、本発明の例示的な実施形態に係る有機発光ダイオード１００の、断面の模式図である。ＯＬＥＤ１００は、発光層１５０、および電子伝達層の積層体（ＥＴＬ）１６０を備えている。電子伝達層の積層体（ＥＴＬ）１６０は、第１の電子伝達層１６１、第２の電子伝達層１６２、および第３の電子伝達層１６３を備えている。ここで、第２の電子伝達層１６２は、第１の電子伝達層１６１の上に直接配置されている。また、第３の電子伝達層１６３は、第１の電子伝達層１６２の上に直接配置されている。

【０２１０】

10

20

30

40

50

図 3 は、本発明の例示的な実施形態に係る有機発光ダイオード 100 の、断面の模式図である。OLED 100 は、発光層 150、電子注入層 (EIL) 180、および電子伝達層の積層体 (ETL) 160 を備えている。電子伝達層の積層体 (ETL) 160 は、第 1 の電子伝達層 161、および第 2 の電子伝達層 162 を備えている。ここで、第 2 の電子伝達層 162 は、第 1 の電子伝達層 161 の上に直接配置されている。

【0211】

図 4 は、本発明の例示的な実施形態に係る有機発光ダイオード 100 の、断面の模式図である。OLED 100 は、基材 110、第 1 の電極 120、正孔注入層 (HIL) 130、正孔伝達層 (HTL) 140、発光層 (EML) 150、電子伝達層の積層体 (ETL) 160、電子注入層 (EIL) 180、および第 2 の電極 190 を備えている。電子伝達層の積層体 (ETL) 160 は、マトリクス化合物と、リチウム有機複合体である非発光性ドーパントと、を含んでいる、第 1 の電子伝達層 161 を備えている。電子伝達層の積層体 (ETL) 160 はまた、第 1 の電子伝達層 161 のものとは異なるマトリクス化合物を含んでおり、ドーパントを含んでいない、第 2 の電子伝達層 162 をも備えている。第 2 の電子伝達層 162 は、第 1 の電子伝達層 161 の上に形成されている。第 1 の層 161 は、EML 150 の上に直接形成されていてもよい。また、電子注入層 (EIL) 180 は、第 2 の電子伝達層 162 の上に直接形成されていてもよい。

【0212】

図 5 は、本発明の例示的な実施形態に係る有機発光ダイオード 100 の、断面の模式図である。OLED 100 は、基材 110、第 1 の電極 120、正孔注入層 (HIL) 130、正孔伝達層 (HTL) 140、発光層 (EML) 150、電子伝達層の積層体 (ETL) 160、電子注入層 (EIL) 180、および第 2 の電極 190 を備えている。電子伝達層の積層体 (ETL) 160 は、同じマトリクス化合物と、2 つの異なるリチウム有機複合体とを含んでいる、第 1 の電子伝達層 161 および第 3 の電子伝達層 163 を備えている。電子伝達層の積層体 (ETL) 160 はまた、第 1 の電子伝達層 161 / 第 2 の電子伝達層 162 とは異なるマトリクス化合物を含んでおり、ドーパントを含んでいない、第 2 の電子伝達層 162 を備えている。第 2 の電子伝達層 162 は、第 1 の電子伝達層 161 の上に直接形成されている。また、第 3 の電子伝達層 163 は、第 2 の電子伝達層 162 の上に直接形成されている。第 1 の層 161 は、発光層 EML 150 の上に直接形成されていてもよい。

【0213】

基材 110 は、有機発光ダイオードの製造において通常用いられている、任意の基材であってよい。光が上記基材を通して放射される場合は、基材 110 は透明な材料 (例えば、優れた機械強度、熱安定性、透明性、表面平滑性、扱い易さ、および防水性を有している、ガラス基材または透明プラスチック基材) であってよい。光が上部表面を通して放射される場合は、基材 110 は透明または不透明な材料 (例えば、ガラス基材、プラスチック基材、金属基材またはシリコン基材) であってよい。

【0214】

アノード電極 120 は、アノード電極 120 の形成に用いる化合物を堆積させることによって、または、上記化合物をスパッタリングすることによって、形成されてよい。正孔の注入を促進するために、アノード電極 120 の形成に用いる上記化合物は、仕事関数の大きい化合物であってよい。p 型にドーパされている HIL を用いる場合、アノード材料は、仕事関数の小さい材料 (すなわち、アルミニウム) から選択されてもよい。アノード電極 120 は、透明電極または反射電極であってよい。透明導電材料 (酸化インジウムスズ (ITO)、酸化インジウム亜鉛 (IZO)、二酸化スズ (SnO₂) および酸化亜鉛 (ZnO) など) を用いて、アノード電極 120 を形成してもよい。アノード電極 120 はまた、マグネシウム (Mg)、アルミニウム (Al) アルミニウム - リチウム (Al - Li)、カルシウム (Ca)、マグネシウム - インジウム (Mg - In)、マグネシウム - 銀 (Mg - Ag)、銀 (Ag)、金 (Au) などを用いて形成されていてもよい。

【0215】

H I L 1 3 0 は、真空蒸着、スピンコーティング、プリンティング、キャストリング、スロットダイコーティング、ラングミュア - プロジェクト (L B) 堆積などによって、アノード電極 1 2 0 の上に形成されてよい。真空蒸着を用いて H I L 1 3 0 を形成する場合、H I L 1 3 0 の形成に用いられている化合物、ならびに H I L 1 3 0 の所望の構造および温度特性によって、蒸着の条件は異なっていてよい。しかし、一般的には、真空蒸着の条件には、以下が包含されていてよい。蒸着温度：1 0 0 ~ 5 0 0 、圧力：1 0 ⁻⁸ Torr ~ 1 0 ⁻³ Torr (1 Torr は 1 3 3 . 3 2 2 Pa に等しい)、蒸着速度：0 . 1 nm / 秒 ~ 1 0 nm / 秒。

【 0 2 1 6 】

スピンコーティング、プリンティングを用いて H I L 1 3 0 を形成する場合、H I L 1 3 0 の形成に用いられている化合物、ならびに H I L 1 3 0 の所望の構造および温度特性によって、塗布の条件は異なっていてよい。例えば、上記塗布の条件には、以下が包含されていてよい。塗布速度：約 2 0 0 0 r p m ~ 約 5 0 0 0 r p m、熱処理温度：約 8 0 ~ 約 2 0 0 。熱処理により、塗布を行った後に溶媒が除去される。

【 0 2 1 7 】

H I L 1 3 0 は、H I L の形成に通常用いられる、任意の化合物から形成されていてよい。H I L 1 3 0 の形成に用いてもよい化合物の例には、以下が包含されている。フタロシアニン化合物 (銅フタロシアニン (C u P c) など)、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 (m - M T D A T A)、T D A T A、2 T - N A T A、ポリアニリン / ドデシルベンゼンスルホン酸 (P a n i / D B S A)、ポリ (3 , 4 - エチレンジオキシチオフェン) / ポリ (4 - スチレンスルホナート) (P E D O T / P S S)、ポリアニリン / カンファースルホン酸 (P a n i / C S A)、および、ポリアニリン / ポリ (4 - スチレンスルホナート) (P A N I / P S S)。

【 0 2 1 8 】

H I L 1 3 0 は、純粋な p 型ドーパントの層であってもよいし、あるいは、p 型ドーパントがドーピングされている正孔伝達マトリクス化合物から選択されてもよい。酸化還元種がドーピングされている (redox doped) 正孔伝達材料の、公知かつ典型的な例には、以下がある。テトラフルオロ - テトラシアノキノジメタン (F 4 T C N Q) (L U M O 準位：約 - 5 . 2 e V) がドーピングされている、銅フタロシアニン (C u P c) (H O M O 準位：約 - 5 . 2 e V)；F 4 T C N Q がドーピングされている、亜鉛フタロシアニン (Z n P c) (H O M O = - 5 . 2 e V)；F 4 T C N Q がドーピングされている、 α - N P D (N , N ' - ビス (ナフタレン - 1 - イル) - N - N ' - ビス (フェニル) - ベンジジン)；2 , 2 ' - (ベルフルオロナフタレン - 2 , 6 - ジイリデン) ジマロノニトリル (P D 1) がドーピングされている、 α - N P D；2 , 2 ' , 2 ' ' - (シクロプロパン - 1 , 2 , 3 - トリイリデン) トリス (2 - (p - シアノテトラフルオロフェニル) アセトニトリル) (P D 2) がドーピングされている、 α - N P D。ドーパントの濃度は、1 重量 % ~ 2 0 重量 % から選択することができ、より好ましくは 3 重量 % ~ 1 0 重量 % から選択される。

【 0 2 1 9 】

H I L 1 3 0 の厚さは、約 1 nm ~ 約 1 0 0 nm の範囲 (例えば、約 1 nm ~ 約 2 5 nm) であってよい。H I L 1 3 0 の厚さが上記の範囲にある場合、H I L 1 3 0 は、稼働電圧の実質的な上昇無しに、優れた正孔注入特性を有しうる。

【 0 2 2 0 】

正孔伝達層 (H T L) 1 4 0 は、真空蒸着、スピンコーティング、スロットダイコーティング、プリンティング、キャストリング、ラングミュア - プロジェクト (L B) 堆積などによって、H I L 1 3 0 の上に形成されてよい。真空蒸着またはスピンコーティングによって H T L 1 4 0 を形成する場合、蒸着および塗布の条件は、H I L 1 3 0 の形成のものと同様であってよい。しかし、真空蒸着または溶液堆積の条件は、H T L 1 4 0 の形成に用いられている化合物に応じて異なっていてよい。

【 0 2 2 1 】

H T L 1 4 0 は、H T L の形成に通常用いられる、任意の化合物から形成されていてよ

10

20

30

40

50

い。好適に用いることのできる化合物は、例えば、「Yasuhiko Shirota and Hiroshi Kagayama, Chem. Rev. 2007, 107, 953-1010」に開示されている。H T L 1 4 0 の形成に用いてもよい化合物の例には、以下がある。カルバゾール誘導体（N - フェニルカルバゾールまたはポリビニルカルバゾールなど）；芳香族縮合環を有するアミン誘導体（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（TPD）、または、N, N' - ジ（ナフタレン - 1 - イル） - N, N' - ジフェニルベンジジン（ α - NPD）など）；および、トリフェニルアミン系化合物（4, 4', 4'' - トリス（N - カルバゾリル）トリフェニルアミン（CTTA）など）。これらの化合物のうち、CTTAは、正孔を伝達することができ、かつ、EML中へと励起子が拡散されることを防止できる。

10

【0222】

好適に用いることのできる化合物を、表3にまとめた。

【0223】

【表3】

表3

名称	構造	出典
N4, N4''-ジ（ナフタレン-1-イル）-N4, N4''-ジフェニル-[1, 1':4', 1''-テルフェニル]-4, 4''-ジアミン		DE 102012101652 A1
ビフェニル-4-イル（9, 9-ジフェニル-9H-フルオレン-2-イル）-[4-（9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル）フェニル]-アミン		CAS 1242056-42-3
2, 2', 2''-（シクロプロパン-1, 2, 3-トリイリデン）トリス（2-（p-シアノテトラフルオロフェニル）アセトニトリル）		EP 1988587 A1, EP 2180029 A1

20

30

40

【0224】

H T L 1 4 0 の厚さは、約 5 nm ~ 約 250 nm の範囲であってよく、好ましくは約 10 nm ~ 約 200 nm の範囲であり、さらに好ましくは約 20 nm ~ 約 190 nm の範囲であり、さらに好ましくは約 40 nm ~ 約 180 nm の範囲であり、さらに好ましくは約 60 nm ~ 約 170 nm の範囲であり、さらに好ましくは約 80 nm ~ 約 160 nm の範

50

囲であり、さらに好ましくは約 100 nm ~ 約 160 nm の範囲であり、さらに好ましくは約 120 nm ~ 約 140 nm の範囲である。HTL 140 の好ましい厚さは、170 nm ~ 200 nm でありうる。

【0225】

HTL 140 の厚さが上記の範囲にある場合、HTL 140 は、稼働電圧の実質的な上昇無しに、優れた正孔伝達特性を有しうる。

【0226】

EML 150 は、真空蒸着、スピンコーティング、スロットダイコーティング、プリンティング、キャストリング、LB などによって、HTL 140 の上に形成されてよい。真空蒸着またはスピンコーティングを用いて EML 150 を形成する場合、蒸着および塗布の条件は、HIL 130 の形成のものと同様であってよい。しかし、上記蒸着および塗布の条件は、EML 150 の形成に用いられている化合物に応じて異なってもよい。

10

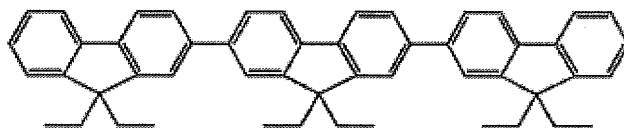
【0227】

発光層 (EML) 150 は、ホストとドーパントとの組み合わせから形成されていてよい。上記ホストの例としては、以下がある。Alq3、4,4'-N,N'-ジカルバゾール-ピフェニル (CBP)、ポリ(n-ビニルカルバゾール) (PVK)、9,10-ジ(ナフタレン-2-イル)アントラセン (ADN)、TCTA、1,3,5-トリス(N-フェニルベンゾイミダゾール-2-イル)ベンゼン (TPBI)、3-tert-ブチル-9,10-ジ-2-ナフチルアントラセン (TBADN)、ジスチリルアリーレン (DSA)、ビス(2-(2-ヒドロキシフェニル)ベンゾチアゾラート)亜鉛 (Zn(BTZ)₂)、下記 E3、ADN (式 1 で表される)、下記化合物 1、および、下記化合物 2。

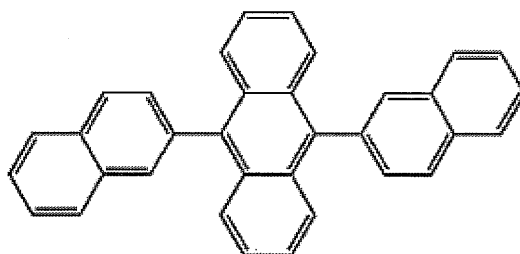
20

【0228】

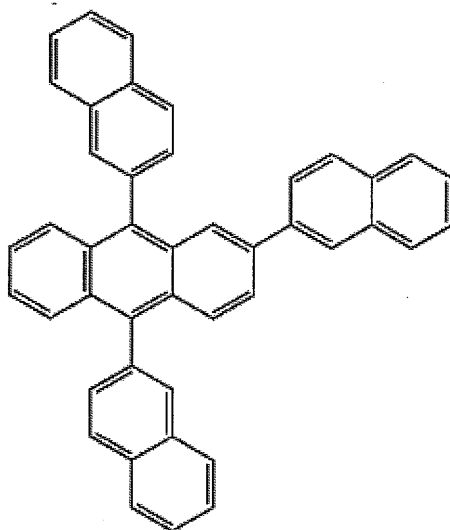
【化 5】



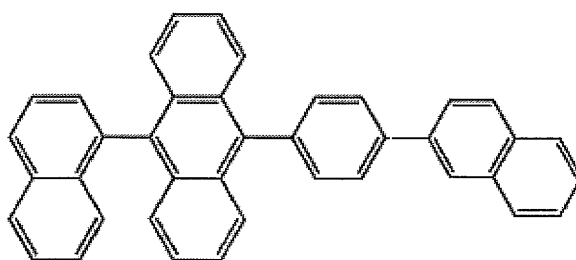
E 3



式1 (ADN)



化合物1



化合物2

【0229】

上記ドーパントは、燐光発光体または蛍光発光体であってよい。その効率の良さため、燐光発光体が好ましい。

【0230】

赤色ドーパントの例には、PtOEP、Ir(piq)₃ および Btp₂Ir(aca c) があるが、これらに限定されない。これらの化合物は、燐光発光体である。しかし、蛍光性の赤色ドーパントもまた、用いられうる。

【0231】

10

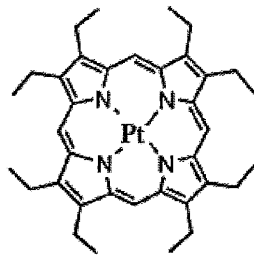
20

30

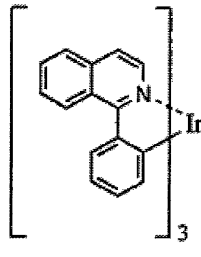
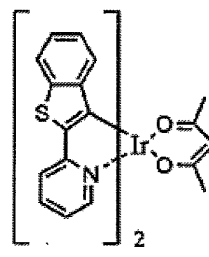
40

50

【化 6】



PtOEP

Ir(piq)₃Btp₂Ir(acac)

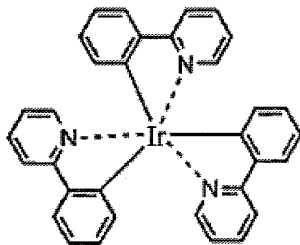
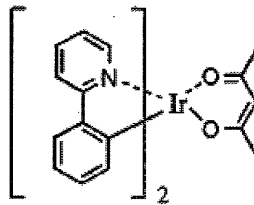
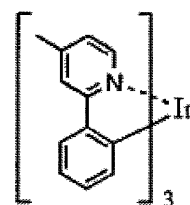
10

【 0 2 3 2】

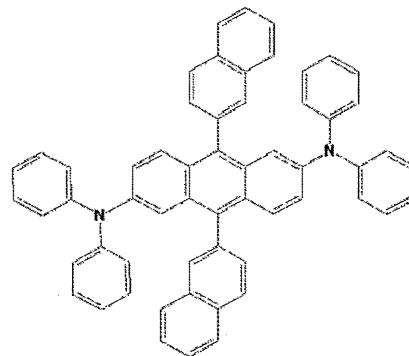
燐光性緑色ドーパントの例には、 $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ (ppy = フェニルピリジン)、 $\text{Ir}(\text{ppy})_2(\text{acac})$ 、 $\text{Ir}(\text{mpyp})_3$ があり、下記に示されている。化合物 3 は、蛍光性緑色発光体の例であり、その構造を下記に示す。

【 0 2 3 3】

【化 7】

Ir(ppy)₃Ir(ppy)₂(acac)Ir(mpyp)₃

20



化合物 3

30

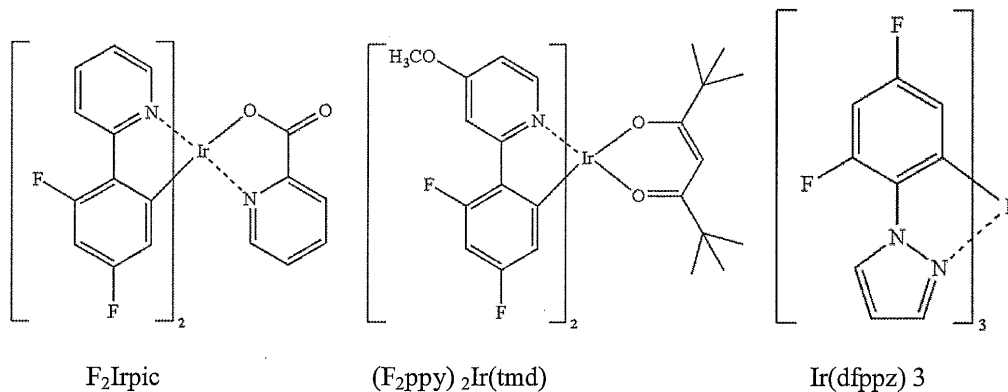
【 0 2 3 4】

燐光性青色ドーパントの例には、 F_2Irpic 、 $(\text{F}_2\text{ppy})_2\text{Ir}(\text{tmd})$ および $\text{Ir}(\text{dfppz})_3$ 、 ter -フルオレンがあり、その構造を下記に示す。4,4'-ビス(4-ジフェニルアミノスチリル)ビフェニル(DPAVBi)、2,5,8,11-テトラ- tert -ブチルペリレン(TBPe)、および下記化合物 4 は、蛍光性青色ドーパントの例である。

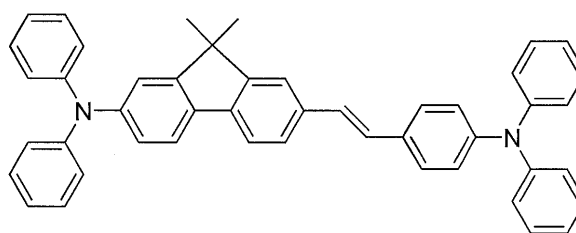
【 0 2 3 5】

40

【化 8】



10



化合物 4

20

【0236】

上記ドーパントの量は、上記ホスト100重量部に対して、約0.01重量部～約50重量部の範囲であってよい。EML150の厚さは、約10nm～約100nmの範囲（例えば、約20nm～約60nm）であってよい。EML150の厚さが上記の範囲にある場合、EML150は、稼働電圧の実質的な上昇無しに、優れた発光を呈しうる。

【0237】

EML150が燐光性ドーパントを含んでいる場合、真空蒸着、スピンコーティング、スロットダイコーティング、プリンティング、キャストリング、LB堆積などを用いて、正孔遮断層（HBL）（図示せず）を、EML150の上に形成してもよい。これは、ETL160中への、三重項状態の励起子または正孔の拡散を防止するためである。真空蒸着またはスピンコーティングを用いて上記HBLを形成する場合、蒸着および塗布の条件は、HIL130の形成のものと同様であってよい。しかし、上記蒸着および塗布の条件は、上記HBLの形成に用いられている化合物に応じて異なってもよい。HTLの形成に通常用いられる、任意の化合物を用いてよい。上記HBLを形成するための化合物の例には、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体およびフェナントロリン誘導体が包含される。

30

【0238】

上記HBLの厚さは、約5nm～約100nmであってよい（例えば、約10nm～約30nmであってよい）。上記HBLの厚さが上記の範囲にある場合、上記HBLは、稼働電圧の実質的な上昇無しに、優れた正孔遮断特性を有しうる。

40

【0239】

ETL160は、EML150の上に形成されてよい。あるいは、上記HBLが形成されるならば、上記HBLの上に形成されてもよい。

【0240】

ETL160は、積層構造を有しており、好ましくは2つのETL層（161/162）の積層構造を有している。このため、電子の注入および伝達を調和させることができ、かつ、正孔を効果的に遮断することができる。従来のOLEDは、電子および正孔の量が時間経過と共に異なるため、稼働開始後に、発光領域で生成する励起子の数が減少してしまう場合がある。その結果、キャリアバランスが維持されない場合があり、上記OLED

50

の寿命を縮めてしまう。

【0241】

しかし ETL 160 においては、第1の層161と第2の層162とは、類似または同一のエネルギー準位を有しうる。一般的に、第1の電子伝達層(161)用のマトリクス化合物と、第2の電子伝達層(162)用のマトリクス化合物とは、異なっている。

【0242】

好適に用いることのできる、第1の電子層161用の上記マトリクス化合物および第2の電子層162用の上記マトリクス化合物は、例えば、アントラセン化合物を含む群から選択される。好ましくは、上記アントラセン化合物は、2-(4-(9,10-ジ(ナフタレン-2-イル)アントラセン-2-イル)フェニル)-1-フェニル-1H-ベンゾ[d]イミダゾールである。ここで、第2の電子伝達層162の上記マトリクス材料は、第1の電子伝達層161の上記マトリクス材料、および、任意構成である第3の電子伝達層163の上記マトリクス材料とは、異なって選択される。

【0243】

上記第1の電子伝達層用および任意構成である上記第3の電子伝達層のための、上記電子伝達層の積層体における上記電子伝達層用の上記マトリクス化合物(The matrix compound for the electron transport layers of the electron layer stack for the first and the optional third electron transport layers)は、アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたホスフィンオキシド化合物から選択することができる。好ましくは、上記ホスフィンオキシド化合物は、(3-(ジベンゾ[c,h]アクリジン-7-イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、3-フェニル-3H-ベンゾ[b]ジナフト[2,1-d:1',2'-f]ホスフェピン-3-オキシド、フェニルジ(ピレン-1-イル)ホスフィンオキシド、ビス(4-(アントラセン-9-イル)フェニル)(フェニル)ホスフィンオキシド、(3-(9,10-ジ(ナフタレン-2-イル)アントラセン-2-イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、ジフェニル(5-(ピレン-1-イル)ピリジン-2-イル)ホスフィンオキシド、ジフェニル(4'-(ピレン-1-イル)-[1,1'-ビフェニル]-3-イル)ホスフィンオキシド、および/または、フェニルビス(3-(ピレン-1-イル)フェニル)ホスフィンオキシドである。ここで、上記第2の電子伝達層のマトリクス材料は、ホスフィンオキシド化合物ではない。

【0244】

マトリクス化合物として用いることのできるアントラセン化合物は、US 6878469 Bに開示されている。

【0245】

用いることのできる他のマトリクス化合物に、ジフェニルホスフィンオキシドがある。好ましくは、上記ジフェニルホスフィンオキシドは、(3-(ジベンゾ[c,h]アクリジン-7-イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、フェニルビス(3-(ピレン-1-イル)フェニル)ホスフィンオキシド、3-フェニル-3H-ベンゾ[b]ジナフト[2,1-d:1',2'-f]ホスフェピン-3-オキシド、ビス(4-(アントラセン-9-イル)フェニル)(フェニル)ホスフィンオキシド、フェニルジ(ピレン-1-イル)ホスフィンオキシドである。

【0246】

マトリクス化合物として用いることのできるジフェニルホスフィンオキシド化合物は、EP 2395571 A1、WO 2013/079217 A1、EP 1318790 5、EP 1319936 1およびJP 2002-063989 A1に開示されている(参照により組み込まれる)。用いることのできる他の好適なマトリクス化合物に、フェナントロリン化合物がある。好ましくは、上記フェナントロリン化合物は、2,4,7,9-テトラフェニル-1,10-フェナントロリン、および、2,9-ジ(ビフェニル-4-イル)-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリンを含む群から選択される。マトリクス化合物として用いることのできるフェナントロリン化合物は、EP 178

10

20

30

40

50

6050 A1に開示されている。

【0247】

用いることのできる他の好適なマトリクス化合物に、ピリド[3, 2-h]キナゾリン化合物がある。好ましくは、上記ピリド[3, 2-h]キナゾリン化合物は、4-(ナフタレン-1-イル)-2, 7, 9-トリフェニルピリド[3, 2-h]キナゾリンである。マトリクス化合物として用いることのできるピリド[3, 2-h]キナゾリン化合物は、EP 1970371に開示されている。用いることのできる他の好適なマトリクス化合物に、トリアジン化合物がある。好ましくは、上記トリアジン化合物は、4, 4'-ビス(4, 6-ジフェニル-1, 3, 5-トリアジン-2-イル)ビフェニルである。マトリクス化合物として用いることのできるトリアジン化合物は、US 6225467に開示されている。用いることのできる他の好適なマトリクス化合物に、アクリジン化合物がある。好ましくは、上記アクリジン化合物は、7-(ナフタレン-2-イル)ジベンゾ[c, h]アクリジンである。マトリクス化合物として用いることのできるアクリジン化合物は、EP 2395571に開示されている。

10

【0248】

第1の電子層(161)の上記マトリクス化合物および/または第2の電子伝達層(162)の上記マトリクス化合物は、電子を効率的に伝達する化合物(アントラセン系化合物、ジフェニルホスフィンオキシド化合物、トリアジン化合物、キナゾリン化合物またはフェナントロリン系化合物など)であってよい。好ましくは、上記マトリクス化合物は、表2に挙げられているマトリクス化合物である。ここで、第2の電子伝達層162の上記マトリクス材料は、第1の電子伝達層161の上記マトリクス材料、および、任意構成である第3の電子伝達層163の上記マトリクス材料とは、異なって選択される。

20

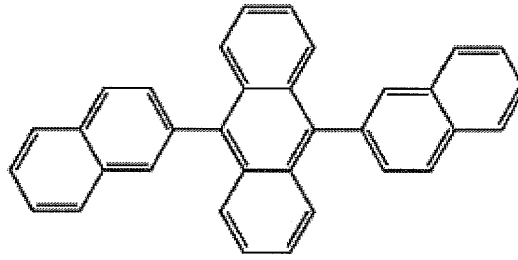
【0249】

例えば、上記第1の電子層の上記マトリクス化合物および/または上記第2の電子伝達層の上記マトリクス化合物は、ADN(式1に表される)、下記式2によって表される化合物、および、下記式3によって表される化合物からなる群より選択されてよい。ここで、上記第2の電子伝達層の上記マトリクス材料は、上記第1の電子伝達層の上記マトリクス材料、および、任意構成である上記第3の電子伝達層の上記マトリクス材料とは、異なって選択される。

【0250】

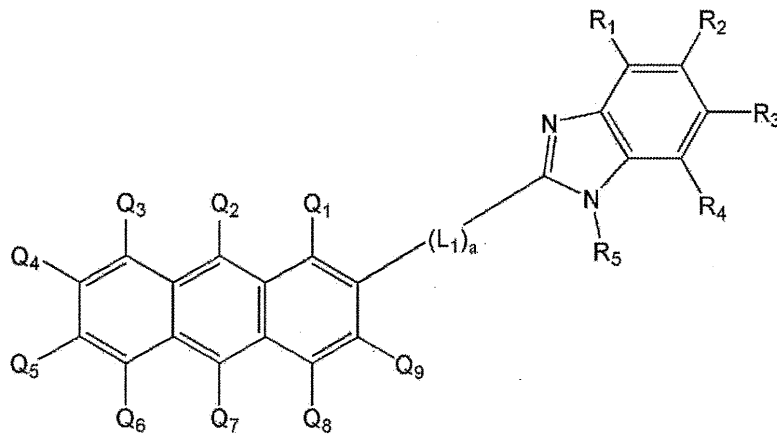
30

【化 9】



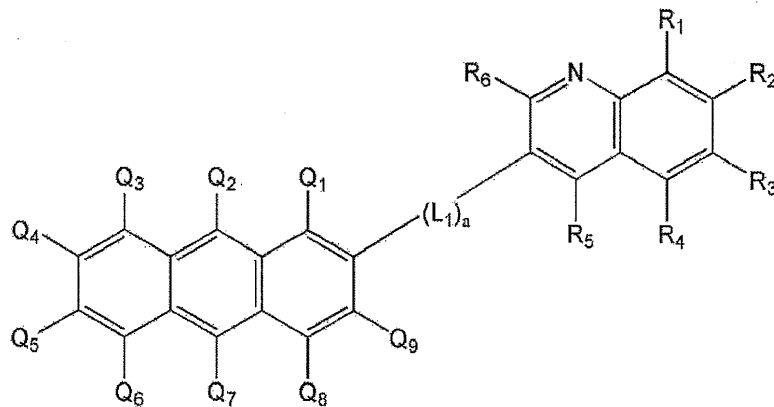
式 1 (ADN)

10



20

式 2



30

式 3

40

【 0 2 5 1 】

式 2 および式 3 中、 $R_1 \sim R_6$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシ基、シアノ基、置換もしくは非置換の $C_{1 \sim 30}$ アルキル基、置換もしくは非置換の $C_{1 \sim 30}$ アルコキシ基、置換もしくは非置換の $C_{1 \sim 30}$ アシル基、置換もしくは非置換の $C_{2 \sim 30}$ アルケニル基、置換もしくは非置換の $C_{2 \sim 30}$ アルキニル基、置換もしくは非置換の $C_{6 \sim 30}$ アリール基、または、置換もしくは非置換の $C_{3 \sim 30}$ ヘテロアリール基である。隣接している少なくとも 2 つの $R_1 \sim R_6$ の基は、任意で、互いに結合して飽和環または不飽和環を形成してよい。 L_1 は、結合、置換もしくは非置換の $C_{1 \sim 30}$ アルキレン基、置換もしくは非置換の $C_{6 \sim 30}$ アリーレン基、または、置換もしくは非置換の $C_{3 \sim 30}$ ヘテロアリーレン基である。 $Q_1 \sim Q_9$

50

は、それぞれ独立に、水素原子、置換もしくは非置換の $C_6 \sim C_{30}$ アリール基、または、置換もしくは非置換の $C_3 \sim C_{30}$ ヘテロアリール基である。a は、1 ~ 10 の整数である。

【0252】

例えば、 $R_1 \sim R_6$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシ基、シアノ基、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、メトキシ基、エトキシ基、プロボキシ基、ブトキシ基、フェニル基、ナフチル基、アントリル基、ピリジニル基およびピラジニル基からなる群より選択されてよい。

【0253】

具体的には、式2および/または式3中、 $R_1 \sim R_4$ は、それぞれ水素原子であってよく； R_5 は、ハロゲン原子、ヒドロキシ基、シアノ基、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、メトキシ基、エトキシ基、プロボキシ基、ブトキシ基、フェニル基、ナフチル基、アントリル基、ピリジニル基およびピラジニル基からなる群より選択されてよい。また、式3中、 $R_1 \sim R_6$ は、それぞれ水素原子であってよい。

10

【0254】

例えば、式2および/または式3中、 $Q_1 \sim Q_9$ は、それぞれ独立に、水素原子、フェニル基、ナフチル基、アントリル基、ピリジニル基およびピラジニル基であってよい。具体的には、式2および/または式3中、 Q_1 、 $Q_3 \sim Q_6$ 、 Q_8 および Q_9 は、水素原子であってよく； Q_2 および Q_7 は、それぞれ独立に、フェニル基、ナフチル基、アントリル基、ピリジニル基およびピラジニル基からなる群より選択されてよい。

20

【0255】

例えば、式2および/または式3中、 L_1 は、フェニレン基、ナフチレン基、アントリレン基、ピリジニレン基およびピラジニレン基からなる群より選択されてよい。具体的には、 L_1 は、フェニレン基またはピリジニレン基であってよい。例えば、a は、1、2 または 3 であってよい。

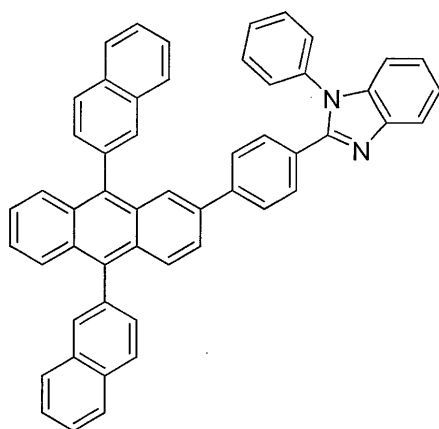
【0256】

上記マトリクス化合物は、下記化合物6または化合物7からさらに選択されてもよい。

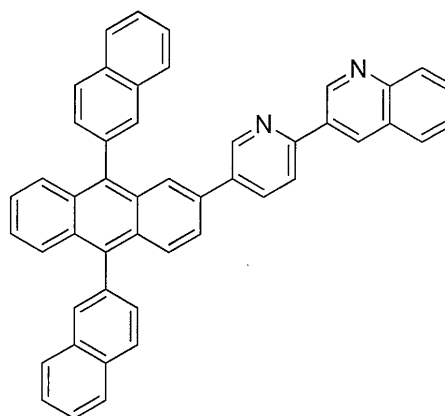
【0257】

【化10】

30



化合物6



化合物7

40

【0258】

第1の電子伝達層161は、ハロゲン化リチウムまたはリチウム有機複合体であるドーパントを含んでいる。第2の電子伝達層162は、ドーパントを含んでいない。

【0259】

他の態様では、第1の電子伝達層161は、ハロゲン化リチウムまたはリチウム有機複合体を含んでいる。第2の電子伝達層162は、ドーパントを含んでいない。第3の電子伝達層は、ハロゲン化リチウムまたはリチウム有機複合体を含んでおり、これは、第1の

50

電子伝達層 161 の上記ハロゲン化リチウムまたは上記リチウム有機複合体と同じである、または、異なっている。

【0260】

上記 ETL 層の積層体の厚さは、光の取り出しが最大になるように調節することができる。また、ETL 層の積層体の厚さは、所望の色調整のために（例えば、より強い青み（すなわち、より小さい CIE - y）を達成するために）、調節することができる。

【0261】

第 1 の電子伝達層 161、第 2 の電子伝達層 162 および / または第 3 の電子伝達層 163 の厚さは、約 1 nm 以上、約 95 nm 以下の範囲で、同じであってもよく、それぞれ独立であってもよい。上記範囲は、好ましくは約 3 nm 以上、約 80 nm 以下であり；さらに好ましくは約 5 nm 以上、約 60 nm 以下であり；また好ましくは約 6 nm 以上、約 40 nm 以下であり；また好ましくは約 8 nm 以上、約 20 nm 以下であり；より好ましくは約 10 nm 以上、約 18 nm 以下である。

10

【0262】

第 1 の電子伝達層 161、第 2 の電子伝達層 162 および / または第 3 の電子伝達層 163 の厚さが上記の範囲（好ましくは約 10 nm 以上、約 18 nm 以下の範囲）にある場合、電子伝達層の積層体 160 は、稼働電圧の実質的な上昇無しに、電子を効率的に注入および伝達しうる。

【0263】

青色光 OLED に関しては、上記 ETL 層の積層体の厚さは、10 nm ~ 50 nm であり、好ましくは 30 nm ~ 40 nm である。赤色光 OLED および緑色光 OLED に関しては、ETL の厚さは、20 nm ~ 100 nm であり、好ましくは 20 nm ~ 100 nm であり、より好ましくは 30 nm ~ 80 nm である。上記厚さは、発光の効率を最大化するように選択される。

20

【0264】

第 1 の電子伝達層 161 におけるリチウム有機複合体の総量は、第 1 の電子伝達層 161 の重量に対して、約 10 重量 % 以上、約 70 重量 % 以下の範囲であってよく、好ましくは約 20 重量 % 以上、約 65 重量 % 以下の範囲であり、また好ましくは約 50 重量 % 以上、約 60 重量 % 以下の範囲である。

【0265】

金属塩を含んでいない第 1 の電子伝達層 161 におけるリチウム有機複合体の総量は、第 1 の電子伝達層 161 の重量に対して、約 10 重量 % 以上、約 70 重量 % 以下の範囲であってよく、好ましくは約 20 重量 % 以上、約 65 重量 % 以下の範囲であり、また好ましくは約 50 重量 % 以上、約 60 重量 % 以下の範囲である。

30

【0266】

第 3 の電子伝達層 163 におけるリチウム有機複合体の総量は、第 3 の電子伝達層 163 の重量に対して、約 10 重量 % 以上、約 70 重量 % 以下の範囲であってよく、好ましくは約 20 重量 % 以上、約 65 重量 % 以下の範囲であり、また好ましくは約 50 重量 % 以上、約 60 重量 % 以下の範囲である。

【0267】

金属塩を含んでいない第 3 の電子伝達層 163 におけるリチウム有機複合体の総量は、第 3 の電子伝達層 163 の重量に対して、約 10 重量 % 以上、約 70 重量 % 以下の範囲であってよく、好ましくは約 20 重量 % 以上、約 65 重量 % 以下の範囲であり、また好ましくは約 50 重量 % 以上、約 60 重量 % 以下の範囲である。

40

【0268】

ETL の積層体 160 は、真空蒸着、スピンコーティング、スロットダイコーティング、プリンティング、キャストリングなどによって、EML 150 の上に形成されてよい。真空蒸着またはスピンコーティングによって ETL の積層体 160 を形成する場合、蒸着および塗布の条件は、HIL 130 の形成のものと同様であってよい。しかし、上記蒸着および塗布の条件は、ETL の積層体 160 の形成に用いられている化合物に応じて異な

50

っていてもよい。

【0269】

真空蒸着を用いる場合、(1)マトリクス化合物を堆積させる第1の堆積材料、および、(2)ハロゲン化リチウムまたはリチウム有機複合体を堆積させる第2の堆積材料を用いて、ETL160の第1の電子伝達層161を形成してよい。第1の電子伝達層161の混合堆積範囲がEML150の上に直接形成されるように、上記第1の堆積材料と上記第2の堆積材料とは、互いの相対位置が決まる(positioned relative to one another)。

【0270】

第3の堆積材料を用いて、ETL160の第2の電子伝達層162を形成してもよい。これは、第1の電子伝達層ETL161および任意構成である第3の電子伝達層ETL163とは、上記マトリクス化合物が異なっているからである。

10

【0271】

第1のETL161および第3のETL163の形成に用いる化合物が同一であるならば、同じ堆積材料を用いることができる。

【0272】

第1のETL161および第3のETL163の形成に用いる化合物が同一でないならば、第3のETL163のために、別の堆積材料を用いることができる。

【0273】

第2の電子伝達層162が第1の電子伝達層161の上に直接形成されるように、上記堆積材料は互いの相対位置が決まる。

20

【0274】

上記の積層工程は、従来法と比較して、より簡便かつ迅速に行われる。具体的には、1つのチャンバ内で複数のETL層をほぼ同時に堆積させうるため、それぞれの層を形成した後に、上記チャンバを排気する必要がない場合がある。

【0275】

カソードからの電子の注入を促進するEIL180は、ETL160の上に形成されていてよい。好ましくは、EIL180は、第2の電子伝達層162の上に直接形成されている。EIL180を形成するための材料の例には、周知の材料である、KF、LiF、NaCl、CsF、Li₂O、BaO、Ca、Ba、Yb、Mgが含まれる。EIL180を形成するための蒸着および塗布の条件は、HIL130の形成のものと同様である。しかし、上記蒸着および塗布の条件は、EIL180の形成に用いられている材料に応じて異なってもよい。

30

【0276】

一態様では、上記電子注入層は、アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたホスフィンオキシド化合物であるマトリクス化合物を含んでいてよい。好ましくは、上記ホスフィンオキシド化合物は、3-フェニル-3H-ベンゾ[b]ジナフト[2,1-d:1',2'-f]ホスフェピン-3-オキシドであり、かつ、ハロゲン化リチウムでドーブされているか、または、リチウム有機複合体(好ましくは、リチウムテトラ(1H-ピラゾール-1-イル)ボラート)でドーブされている。

【0277】

一態様では、上記電子注入層は、アリール基、ヘテロアリール基またはアルキル基によって置換されたホスフィンオキシド化合物であるマトリクス化合物を含んでいてよい。好ましくは、上記ホスフィンオキシド化合物は、(3-(ジベンゾ[c,h]アクリジン-7-イル)フェニル)ジフェニルホスフィンオキシド、または、3-フェニル-3H-ベンゾ[b]ジナフト[2,1-d:1',2'-f]ホスフェピン-3-オキシドであり、かつ、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属を含む群から選択される金属元素(好ましくは、Li、Cs、Mg、Ca、YbまたはSm)でドーブされている。

40

【0278】

一態様では、上記電子注入層は、ハロゲン化金属または金属有機複合体からなっていてよい。好ましくは、上記ハロゲン化金属または金属有機複合体は、LiQ、AlQ₃、Z

50

r Q 4、K FまたはL i Fである。ここで、Qは、8 - ヒドロキシキノラートである。

【0279】

一態様では、上記電子注入層は、アルカリ金属、アルカリ土類金属または希土類金属からなっていてよい。好ましくは、上記アルカリ金属、アルカリ土類金属または希土類金属は、L i、C s、M g、C a、Y bまたはS mである。

【0280】

好ましい実施形態では、2つの電子伝達層161 / 162である上記電子伝達層の積層体は、電子注入層180を備えていてよい。

【0281】

好ましい実施形態では、3つの電子伝達層161 / 162 / 163である上記電子伝達層の積層体は、電子注入層180を備えていない場合がある。

10

【0282】

E I L 180の厚さは、約0.1 nm ~ 10 nmの範囲（例えば0.5 nm ~ 9 nmの範囲、または、約0.5 nm以上、5 nm以下の範囲）であってよい。E I L 180の厚さが上記の範囲にある場合、E I L 180は、稼働電圧の実質的な上昇無しに、十分な電子注入特性を有しうる。

【0283】

カソード電極190は、E I L 180が存在するならば、E I L 180の上に形成される。カソード電極190は、電子注入電極であるカソードであってよい。第2の電極190は、金属、合金、電気伝導化合物、またはそれらの混合物から形成されていてよい。第2の電極190は、小さい仕事関数を有しうる。例えば、第2の電極190は、リチウム(L i)、マグネシウム(M g)、アルミニウム(A l)、アルミニウム(A l) - リチウム(L i)、カルシウム(C a)、バリウム(B a)、イッテルビウム(Y b)、マグネシウム(M g) - インジウム(I n)、マグネシウム(M g) - 銀(A g)などから形成されていてよい。また、第2の電極190は、透明導電性材料(I T OまたはI Z Oなど)から形成されていてもよい。

20

【0284】

カソード電極190の厚さは、約5 nm ~ 約1000 nmの範囲（例えば、10 nm ~ 100 nmの範囲）であってよい。カソード電極190が5 nm ~ 50 nmの範囲である場合、当該電極は、金属または合金を用いているとしても、透明となる。

30

【0285】

E T L 160の層は、類似または同一のエネルギー準位を有している。そのため、電子の注入および伝達を制御することができ、かつ、正孔を効果的に遮断することができる。したがって、O L E D 100は、長い寿命を有している。

【0286】

図6および図7は、本発明の他の例示的な実施形態に係るO L E D 200の、断面を表す模式図である。図7および図8のO L E D 200は、電子注入層(E I L)180を有していない。

【0287】

図6および図7を参照すると、O L E D 200は、基材110、第1の電極120、H I L 130、H T L 140、E M L 150、E T L 160および第2の電極190を備えている。図6のE T Lの積層体160は、第1のE T L層161および第2のE T L層162を備えている。図7のE T Lの積層体160は、第1のE T L層161、第2のE T L層162および第3のE T L層163を備えている。

40

【0288】

図6の電子伝達層の積層体160は、少なくとも2つの電子伝達層161および電子伝達層162を備えている。第1の電子伝達層161および第2の電子伝達層162は、少なくとも1つのマトリクス化合物を含んでいる。ここで、第2の電子伝達層162の上記マトリクス材料は、第1の電子伝達層161の上記マトリクス材料とは異なっている。さらに、

50

上記第 1 の電子伝達層は、ドーパントとして、少なくとも 1 つのリチウム有機複合体を含んでおり；かつ、

上記第 2 の電子伝達層は、ドーパントを含んでいない。ここで、上記第 1 の電子伝達層は、アノードの最も近くに配置されており、上記第 2 の電子伝達層は、カソードの最も近くに配置されている。

【0289】

図 7 の電子伝達層の積層体 160 は、少なくとも 3 つの電子伝達層 161、電子伝達層 162 および電子伝達層 163 を備えている。第 1 の電子伝達層 161、第 2 の電子伝達層 162 および第 3 の電子伝達層 163 は、少なくとも 1 つのマトリクス化合物を含んでいる。ここで、第 2 の電子伝達層 162 の上記マトリクス材料は、第 1 の電子伝達層 161 の上記マトリクス材料および第 3 の電子伝達層 163 の上記マトリクス化合物、とは異なっている。さらに、

第 1 の電子伝達層 161 は、ドーパントとして、ハロゲン化リチウムまたはリチウム有機複合体を含んでおり；

第 3 の電子伝達層 163 は、ドーパントとして、ハロゲン化リチウムまたはリチウム有機複合体を含んでおり；かつ、

第 2 の電子伝達層 162 は、ドーパントを含んでいない。ここで、

第 1 の電子伝達層 161 は、アノードの最も近くに配置されており、第 3 の電子伝達層は、カソードの最も近くに配置されている。

【0290】

ETL 161 および ETL 162 の層、または、ETL 161 および ETL 163 の層は、類似または同一のエネルギー準位を有している。

【0291】

OLED 200 は、OLED を効率よく作動させるための電圧が、顕著に低減されている。図 6 および図 7 の OLED 200 の、基材 110、第 1 の電極 120、正孔注入層 130、正孔伝達層 140、発光層 150、ならびに電子伝達層 161 および電子伝達層 162 は、図 4 および図 5 を参照して説明されている対応する要素と、それぞれ類似している。OLED 200 の構造および OLED 200 の製造方法は、図 4 および図 5 を参照して説明されているが、他の公知の方法を用いることもできる。例えば、ETL の積層体 160 は、3 つ以上の ETL 層を備えていてよい。しかし、好ましくは、2 つの ETL 層 (ETL 161 および ETL 162) または 3 つの ETL 層 (three two ETL layers) (ETL 161、ETL 162 および ETL 163) でありうる。

【0292】

上記の説明において、本発明の OLED の製造方法は、基材 110 の上にアノード電極 120 が形成され、アノード電極 120 の上に発光層 150 が形成されるところから始まっている。電子伝達層 161 または電子伝達層の積層体 160 は、発光層 150 の上に形成される。ここで、電子伝達層の積層体 160 の場合、第 1 の電子伝達層 161 は発光層 150 の上に形成され、第 2 の電子伝達層 162 は第 1 の電子伝達層 161 の上に直接形成される。この場合、電子伝達層の積層体 160 の上には、第 2 の電子伝達層 162 の上にカソード電極 190 が形成される。任意構成である正孔注入層 130 および正孔伝達層 140 は、アノード電極 120 と電子伝達層の積層体 160 との間に形成される。任意構成である正孔遮断層は、上記発光層と上記 ETL 層の積層体との間に形成される。電子注入層 180 は、電子伝達層 160 とカソード電極 190 との間に形成される。

【0293】

しかし、本発明の OLED はまた、逆から製造することもできる。すなわち、カソード電極 190 の上に、任意構成である電子注入層 180 を形成するところから始めることができる。カソード電極 190 の上に (または、存在するならば電子注入層 180 の上に)、電子伝達層の積層体 160 が形成される。ここで、第 2 の電子伝達層 162 の上に直接、第 1 の電子伝達層 161 が形成される。以降の工程に関しても同様である。

【0294】

3層の電子伝達層の積層体160の場合、第2の電子層162は第1の電子層161の上に形成され、第3の電子層163は第2の電子層162の上に形成される。その後、カソード電極190が形成される。任意構成である正孔注入層130および正孔伝達層140は、アノード電極120と電子伝達層の積層体160との間に形成される。任意構成である正孔遮断層は、上記発光層と上記ETL層の積層体との間に形成される。任意構成である電子注入層180は、電子伝達層160とカソード電極190との間に形成される。

【0295】

図4～図7には図示されていないが、OLED100、OLED200を封止するために、第2の電極190の上に封止層をさらに形成してもよい。また、他の種々の設計変更が、これに適用されうる。

【0296】

以下に、1つ以上の例示的な態様を、後述の実施例を参照しながら詳細に説明する。しかし、これらの実施例は、上記1つ以上の例示的な態様の、目的および範囲を制限することを意図するものではない。

【0297】

〔実施例〕

<比較例1～4、および、2つの電子伝達層を備えているETL積層体のための一般的な方法>

ボトム・エミッション型素子のために、100nmのITOを備えている $15\Omega/\text{cm}^2$ のガラス基材(Corning Co.製)を、50mm×50mm×0.7mmのサイズにカットした。当該カット産物を、5分間、イソプロピルアルコールを用いて超音波洗浄し、次いで、5分間、純水を用いて超音波洗浄した。さらに、当該カット産物を、30分間、UVオゾンを用いて洗浄し、これによって、第1の電極を作製した。

【0298】

トップ・エミッション型素子のために、上述した方法と同じ方法によって作製したガラス上にある100nmの銀から、アノード電極を形成した。

【0299】

次いで、92重量%のN4、N4''-ジ(ナフタレン-1-イル)-N4、N4''-ジフェニル-[1,1':4',1''-テルフェニル]-4,4''-ジアミン、および、8重量%の2,2',2''-(シクロプロパン-1,2,3-トリイリデン)トリス(2-(p-シアノテトラフルオロフェニル)アセトニトリル)を、ITO電極の上に真空蒸着することによって、厚さ10nmのHILを形成した。次いで、上記HILの上に、N4、N4''-ジ(ナフタレン-1-イル)-N4、N4''-ジフェニル-[1,1':4',1''-テルフェニル]-4,4''-ジアミンを真空蒸着することによって、厚さ130nmのHTLを形成した。ホストとして97重量%のABH113(Sun Fine Chemicals)、および、ドーパントとして3重量%のNUBD370(Sun Fine Chemicals)を上記HTLの上に堆積させることによって、厚さ20nmの青色発光EMLを形成した。

【0300】

次いで、第1の電子伝達層(ETL1)を堆積させることによって、電子伝達層の積層体が形成される。当該第1の電子伝達層(ETL1)は、実施例1～5、比較例1～2に係るマトリクス化合物を含んでいる。また、当該第1の電子伝達層(ETL1)は、第1の堆積材料に由来するマトリクス化合物、および、第2の堆積材料に由来するリチウム有機複合体を、上記EMLの上に直接堆積させることによって形成される。

【0301】

実施例1～5のための、マトリクス化合物を含んでいる第2の電子伝達層(ETL2)は、第3の堆積材料に由来するマトリクス化合物を堆積させることによって形成される。その理由は、マトリクス材料が、第1の電子伝達層(ETL1)のマトリクス材料と異なるからである。比較例1～2では、1つの電子伝達層であるETL1のみが形成される。ETL1におけるリチウム有機複合体の重量%は、表4から選ばれ得る。ここで、各々のリチウム有機複合体の重量%に対して、マトリクス化合物の重量%を加えると、100重

10

20

30

40

50

量%となる。つまり、ETL1の重量に基づいて、ETL1のリチウム有機複合体の重量%（所与の値）と、ETL1のマトリクス化合物の重量%とが、合計で100重量%になるような重量%の、ETL1のマトリクス化合物が加えられる。さらに、ETL1の厚さ d （nm）は、表4から選ばれ得る。カソードは、 10^{-7} barの超高真空にて蒸着した。それ故に、厚さが5～1000 nmである均質なカソードを作製するために、 $0.1 \sim 10$ nm/s（ $0.01 \sim 1$ /s）の速さにて、1種以上の金属による、熱による1回の同時蒸着（thermal single co-evaporation）を行った。トップ・エミッション型素子のために、13 nmの合金（マグネシウム（90体積%）および銀（10体積%））と、その次の60 nmのN4，N4''-ジ（ナフタレン-1-イル）-N4，N4''-ジフェニル-[1，1'：4'，1''-テルフェニル]-4，4''-ジアミンと、から、カソード電極を形成した。ボトム・エミッション型素子のために、100 nmのアルミニウムから、カソード電極を形成した。

10

【0302】

OLEDの積層体は、ガラス板を用いて素子を覆うことによって、周囲の環境から保護されている。これによって、空洞が形成される。当該空洞は、更なる保護のためのゲッタ材を備えている。

【0303】

従来技術と比較した本発明の実施例の性能を評価するために、環境条件下（20℃）における電流効率を測定する。電流電圧測定は、Keithley 2400 sourcemeterを用いて行い、「V」にて記録した。 15 mA/cm^2 にて、較正されている分光器CAS140（Instrument Systems）を用いて、CIE座標および輝度（カンデラ）を測定する。素子の寿命（LT）は、Keithley 2400 sourcemeterを用いて、環境条件（20℃）および 15 mA/cm^2 で測定し、時間単位で記録した。検量されている光ダイオードを用いて、素子の輝度を測定した。寿命（LT）は、素子の輝度が初期値の97%に減少するまでの時間と、規定する。

20

【0304】

ボトム・エミッション型素子においては、放射は、主にランベルト放射であり、当該放射は、外部量子効率（external quantum efficiency：EQE）の割合にて定量化される。EQEの効率をパーセントにて決定するために、 10 mA/cm^2 に検量されている光ダイオードを用いて、素子の光出力を測定する。

30

【0305】

トップ・エミッション型素子においては、放射は、前方へ向かう非ランベルト放射であり、当該放射は、微小な空洞に非常に依存している。それ故に、EQEの効率は、ボトム・エミッション型素子と比較して、一層高くなる。EQEの効率をパーセントにて決定するために、 15 mA/cm^2 に検量された光ダイオードを用いて、素子の光出力を測定する。

【0306】

表4では、第2のETLを備えていない比較例における素子の積層体が、第2のETLを備えている実施例における素子の積層体と比較されている。比較例1および比較例2は、単一のETLを備えている。比較例1の電圧は、EILをさらに備えている比較例2と同程度である。表4は、比較例2の電圧が、比較例1と比べて、 0.1 V 増加することを示している。EILは、電圧に対して、実際的には全く影響を及ぼさない。

40

【0307】

実施例1は、第1のETL、第2のETL、および、EILを備えている。比較例2と比較した場合、実施例1の電圧は、 0.49 V 減少している。第1のETLとEILとの間に第2のETLを挿入すると、伝導率において、明らかに有利な効果を示す。

【0308】

< ETL1に対する、ETL2のLUMO準位の効果 >

還元電位および酸化電位は、内部水準としてフェロセン/フェロセニウム（Fc/Fc⁺）酸化還元対を用いる、サイクリックボルタンメトリーを介して決定した。酸化還元電

50

位を、電子親和力およびイオン化ポテンシャルに変換するときには、単純な規則が頻繁に利用されている。その当該規則とは、「 $IP(eV) = 4.84 eV + e^* E_{ox}$ 」、および、「 $EA(eV) = 4.84 eV + e^* E_{red}$ 」である。ここで、「 E_{ox} 」は「電位 $v.s.$ フェロセン/フェロセニウム (Fc/Fc^+)」にて、「 E_{red} 」は、「電位 $v.s.$ (Fc/Fc^+)」にて、それぞれ与えられる(「B.W.D'Andrade, Org.Electron.6, 11-20(2005)」を参照)。「 e^* 」は、電気素量である。たとえ厳密には正確でないとしても、用語「HOMOのエネルギー： $E(HOMO)$ 」および「LUMOのエネルギー： $E(LUMO)$ 」は、各々、イオン化エネルギーおよび電子親和力の同義語として使用されることが、一般的な慣行である(Koopmans Theorem)。

【0309】

10

実施例1では、ETL2は、トリアジン マトリクス化合物から選択される。ETL2は、ETL1のLUMO準位よりも0.17 eV深い、LUMO準位を有する。このことは、真空準位から離れていることを意味している。

【0310】

実施例2では、ETL2は、ピリド[3, 2-h]キナゾリン マトリクス化合物から選択される。ETL2は、ETL1のLUMO準位よりも0.02 eV深い、LUMO準位を有する。実施例1と比較して、電圧は、0.54 V減少する。

【0311】

実施例3では、ETL2は、フェナントロリン マトリクス化合物から選択される。ETL2は、0.17 eV浅いLUMO準位を有する。このことは、ETL1のLUMO準位よりも、真空準位に近いことを意味している。実施例1と比較して、電圧は、0.52 V減少する。

20

【0312】

【表 4】

表 4
2つの電子伝達層を備えているポトム・エミッション型OLEDの、電圧、外部量子効率（EQE）および寿命

	ETL1	重量%リチウム有機複合体*1	d(ETL1) /nm	ETL2*2	d(ETL2) /nm	EIL	重量%リチウム有機複合体*3	d(EIL) /nm	10mA/cm ² /V におけるV	EQE*4 /%	LT /h
比較例 1	MX11: Li-2	50	36	—	—	—	—	—	4.77	6.8	98
比較例 2	MX11: Li-2	50	36	—	—	MX12: Li-1	30	2.4	4.87	6.7	103
実施例 1	MX11: Li-2	50	10	MX20	26	MX12: Li-1	30	2.4	4.36	6.1	170
実施例 2	MX11: Li-2	50	10	MX19	25	MX12: Li-1	30	3.2	3.82	6.9	35
実施例 3	MX11: Li-2	50	10	MX14	25	MX12: Li-1	30	3.2	3.84	7.2	30
実施例 4	MX12: Li-2	60.6	1	MX4	33	LiQ	—	2	3.65	6.9	17
実施例 5	MX-1: LiQ	50	5	ADN	31	MX12: Li-1	30	3	3.6	7	32

*1：マトリクス化合物MXの重量%、および、リチウム有機複合体Li-2の重量%は、ETL1の重量に基づく、合計100重量%である。

*2：第2の電子伝達層ETL2のマトリクス化合物の重量%は、ETL2の重量に基づく、100重量%である。

*3：マトリクス化合物MX12の重量%、および、リチウム有機複合体Li-1の重量%は、EILの重量に基づく、合計100重量%である。

*4：検量された光ダイオードによる、光出力効率の検出。

【0313】

〔本発明の技術的効果〕

10

20

30

40

50

< 2つの電子伝達層を備えているボトム・エミッション型素子 >

(1) マトリクス化合物MX11およびリチウム有機複合体Li-2を含む1つの電子伝達層(ETL1)を備えているボトム・エミッション型素子に関して、ならびに、(2) マトリクス化合物MX11およびリチウム有機複合体Li-2を含む第1の電子伝達層(ETL1)、および、マトリクス化合物MX20(実施例1)、マトリクス化合物MX19(実施例2)、マトリクス化合物MX14(実施例3)、マトリクス化合物MX4(実施例4)またはADN(実施例5)から形成されている第2の電子伝達層(ETL2)を備えているボトム・エミッション型素子に関して、結果を表4に示す。1つの電子伝達層(ETL1; マトリクス化合物MX11およびリチウム有機複合体Li-2を含んでいる)のみを備えている発光素子(比較例1および比較例2)と比較して、実施例1~5では、OLEDを稼働させるための電圧の低下が観察される。

10

【0314】

第2のETLを備えていない素子(比較例1および比較例2)と比較して、電圧の低下は、ETL1に対するETL2のLUMO準位とは無関係に達成される。

【0315】

実施例4では、ETL1は、ホスフィンオキシドであるマトリクスMX12、および、リチウム有機複合体Li-2を含んでいる。ETL1の厚さは、1nmである。ETL2は、ベンズイミダゾールであるマトリクス化合物MX4を含んでいる。電圧は、3.65Vに低下する。

【0316】

20

実施例5では、ETL1は、ベンズイミダゾールであるマトリクス化合物MX1、および、リチウム有機複合体LiQを含んでおり、かつ、ETL2は、アントラセンであるマトリクス化合物ADNを含んでいる。実施例1および実施例2と比較して、電圧が低下する。つまり、ETL1中のホスフィンオキシドおよびベンズイミダゾールであるマトリクス化合物によって、非常に低い電圧を実現し得る。

【0317】

電圧の低下には、OLEDを稼働させるために必要なエネルギーを低減できる、という利点がある。本発明のOLEDは、有意な電圧の低下を示しており、従来技術と比較して電気エネルギーを節約できる点が改良点である。

【0318】

30

他の態様は、少なくとも1つ、または、複数の有機発光ダイオード(OLED)を備えている装置である。有機発光ダイオードを備えている装置の例としては、ディスプレイを挙げることができる。

【0319】

< 3つの電子伝達層を備えているボトム・エミッション型素子 >

< 比較例3、および、3つの電子伝達層161、162、163を備えているETL積層体のための一般的な方法 >

ボトム・エミッション型素子のために、100nmのITOを備えている15Ω/cm²のガラス基材(Corning Co.製)を、50mm×50mm×0.7mmのサイズにカットした。当該カット産物を、5分間、イソプロピルアルコールを用いて超音波洗浄し、次いで、5分間、純水を用いて超音波洗浄した。さらに、当該カット産物を、30分間、UVオゾンを用いて洗浄し、これによって、第1の電極を作製した。

40

【0320】

次いで、92重量%のビフェニル-4-イル(9,9-ジフェニル-9H-フルオレン-2-イル)-[4-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)フェニル]-アミン、および、8重量%の2,2',2''-(シクロプロパン-1,2,3-トリイリデン)トリス(2-(p-シアノテトラフルオロフェニル)アセトニトリル)を、ITO電極の上に真空蒸着することによって、厚さ10nmのHILを形成した。次いで、HILの上にビフェニル-4-イル(9,9-ジフェニル-9H-フルオレン-2-イル)-[4-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)フェニル]-アミンを真空蒸着す

50

ることによって、厚さ 130 nm の HTL を形成した。ホストとして 97 重量 % の ABH 113 (Sun Fine Chemicals)、および、ドープアントとして 3 重量 % の NUBD370 (Sun Fine Chemicals) を上記 HTL の上に堆積させることによって、厚さ 20 nm の青色発光 EML を形成した。

【0321】

次いで、第 1 の電子伝達層および第 3 の電子伝達層 (ETL1 および ETL3) を堆積することによって、電子伝達層の積層体が形成される。当該第 1 の電子伝達層および第 3 の電子伝達層 (ETL1 および ETL3) は、実施例 6 ~ 11 に係るマトリクス化合物を含んでいる。また、当該第 1 の電子伝達層および第 3 の電子伝達層 (ETL1 および ETL3) は、第 1 の堆積材料に由来するマトリクス化合物、および、第 2 の堆積材料に由来するリチウム有機複合体を、上記 EML の上に直接堆積させることによって形成される。

10

【0322】

実施例 6 ~ 11 のための、マトリクス化合物を含んでいる第 2 の電子伝達層 (ETL2) は、第 3 の堆積材料に由来するマトリクス化合物を堆積することによって形成される。その理由は、マトリクス材料が、第 1 の電子伝達層および第 3 の電子伝達層 (ETL1 および ETL3) のマトリクス材料と異なるからである。比較例 3 では、1 つの電子伝達層である ETL1 のみが形成される。ETL1 および ETL3 におけるリチウム有機複合体の重量 % は、表 5 から選ばれ得る。ここで、各々のリチウム有機複合体の重量 % に対して、マトリクス化合物の重量 % を加えると、100 重量 % となる。つまり、ETL1 および ETL3 の重量に基づいて、ETL1 および ETL3 のリチウム有機複合体の重量 % (所与の値) と、ETL1 および ETL3 のマトリクス化合物の重量 % とが、合計で 100 重量 % になるような重量 % の、ETL1 および ETL3 のマトリクス化合物が加えられる。さらに、ETL1 および ETL3 の厚さ d (nm) は、表 5 から選ばれ得る。カソードは、 1.0×10^{-7} bar の超高真空にて蒸着した。それ故に、厚さが 5 ~ 1000 nm である均質なカソードを作製するために、 $0.1 \sim 10$ nm/s ($0.01 \sim 1$ /s) の速さにて、1 種以上の金属による、熱による 1 回の同時蒸着を行った。ボトム・エミッション型素子のために、100 nm のアルミニウムから、カソード電極を形成した。

20

【0323】

OLED の積層体は、ガラス板を用いて素子を覆うことによって、周囲の環境から保護されている。これによって、空洞が形成される。当該空洞は、更なる保護のためのゲッタ材を備えている。

30

【0324】

従来技術と比較したときの本発明の実施例の性能を、上述した < 2 つの電子伝達層を備えている ETL 積層体のための一般的な方法 > に記載の通り、評価した。

【0325】

表 5 にて、第 2 の ETL および第 3 の ETL を備えていない比較例の素子の積層体と、第 2 の ETL および第 3 の ETL を備えている実施例 6 ~ 11 の素子の積層体と、を比較した。

【0326】

【表 5】

表 5

3つの電子伝達層を備えており、かつ、EILを備えていないポトム・エミッション型OLEDの、電圧、外部量子効率(EQE)および寿命

	ETL1	重量%リチウム有機複合体 ^{*1}	d(ETL1) /nm	ETL2 ^{*2}	d(ETL2) /nm	ETL3	重量%リチウム有機複合体 ^{*3}	d(ETL3) /nm	10mA/cm ² /V におけるV	EQE ^{*4} /%	LT /h
比較例 3	MX23: LiQ	50	36	—	—	—	—	—	4.87	5.3	400
実施例 6	MX23: LiQ	50	21	MX24	13	MX23: LiQ	53	4	4.33	6.7	125
実施例 7	MX23: LiQ	50	21	MX19	13	MX23: LiQ	51	3	4.34	6.9	210
実施例 8	MX23: LiQ	50	15	MX19	19	MX23: LiQ	51	3	4.16	7.2	100
実施例 9	MX23: LiQ	50	11	MX19	23	MX23: LiQ	51	3	4.04	7.5	53
実施例 10	MX23: LiQ	50	5	MX19	29	MX23: LiQ	51	3	3.97	7.9	28
実施例 11	MX23: Li-2	50	21	MX19	13	MX23: Li-2	48	3	4.32	8.6	20

*1：マトリクス化合物MX23の重量%、および、リチウム有機複合体LiQまたはLi-2の重量%は、ETL1の重量に基づく、合計100重量%である。

*2：第2の電子伝達層ETL2のマトリクス化合物の重量%は、ETL2の重量に基づく、100重量%である。

*3：マトリクス化合物MX23の重量%、および、リチウム有機複合体LiQまたはLi-2の重量%は、EILの重量に基づく、合計100重量%である。

*4：検量された光ダイオードによる、光出力効率の検出。

比較例 3 は、1 つの E T L を備えている。表 5 に示す比較例 3 の電圧は、表 4 に示す比較例 1 の電圧に匹敵している。これらの結果は、性能が、用いられるマトリクス化合物およびリチウム有機複合体の構造そのものとは無関係であることを示している。

【0328】

実施例 6 は、第 1 の E T L、第 2 の E T L、および、第 3 の E T L を備えている。比較例 3 と比較して、実施例 6 の電圧は、0.54 V 低下している。第 1 の E T L とカソードとの間に、第 2 の E T L および第 3 の E T L を挿入すると、伝導率の観点から、明らかに有益である。

【0329】

実施例 7 では、第 2 の E T L に、実施例 4 とは異なるマトリクス化合物が含まれている。アクリジン化合物である 7 - (ナフタレン - 2 - イル) ジベンゾ [c, h] アクリジン (M X 2 4) の代わりに、ピリド [3, 2 - h] キナゾリン化合物である 4 - (ナフタレン - 1 - イル) - 2, 7, 9 - トリフェニルピリド [3, 2 - h] キナゾリン (M X 1 9) を用いた。M X 1 9 の L U M O 準位は、0.07 e V であって、M X 2 4 の L U M O 準位と比較して、より浅い (真空準位に近い)。表 5 から判るように、第 2 の E T L 中のマトリクス化合物の化学構造が大きく異なっていたとしても、電圧は、ほぼ同等である。

【0330】

実施例 7 ~ 9 では、異なる厚さの第 1 の E T L および第 2 の E T L が、比較されている。第 1 の E T L の厚さは、5 ~ 21 nm の間にて変化させた。第 2 の E T L の厚さは、13 ~ 29 nm の間にて変化させた。第 3 の E T L の厚さは、3 nm にて一定に維持した。E T L 層の積層体の全体の厚さは、37 nm にて一定に維持した。表 5 から判るように、第 1 の E T L および第 2 の E T L の厚さとは無関係に、電圧は、1 つの E T L を備えている比較例 3 よりも常に低い。電圧の観点において最も高い性能は、非常に薄い第 1 の E T L によって実現される (実施例 7 と比較した実施例 10 を参照)。第 1 の E T L の厚さは、16 nm 薄くなっており、電圧は、0.37 V 低下している。反対に、第 2 の E T L の厚さは、実施例 5 における 13 nm から、実施例 10 における 29 nm に増加する。第 2 の E T L における厚さの増加は、0.37 V の電圧の低下と関連している。

【0331】

要するに、第 1 の E T L および第 2 の E T L の厚さは、性能を低下させることなく、大幅に変更され得る。

【0332】

実施例 11 では、L i Q を用いる実施例 7 とは異なり、第 1 の E T L および第 3 の E T L 中のドーパントとして、L i - 2 が用いられている。表 5 から判るように、実施例 7 と実施例 11 とでは、電圧がほぼ同等である。比較例 3 と比べて向上している性能は、L i 有機複合体の化学構造そのものとは無関係に達成される。

【0333】

< 2 つの電子伝達層を備えているトップ・エミッション型素子 >

正孔注入層および正孔伝達層の中に用いられるマトリクス化合物を除いては、上述した通りにして、トップ・エミッション型素子を作製した。トップ・エミッション型素子においては、マトリクス化合物として、N 4, N 4'' - ジ (ナフタレン - 1 - イル) - N 4, N 4'' - ジフェニル - [1, 1' : 4', 1'' - テルフェニル] - 4, 4'' - ジアミンの代わりに、ピフェニル - 4 - イル (9, 9 - ジフェニル - 9 H - フルオレン - 2 - イル) - [4 - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) フェニル] - アミンが用いられている。

【0334】

2 つの電子伝達層を備えているトップ・エミッション型素子に関して、結果を表 6 に示す。

【0335】

比較例 4 では、ホスフィンオキシドであるマトリクス M X 1 2、および、リチウム有機複合体 L i - 2 を含んでいる、1 つの電子伝達層を用いている。電圧は、5.1 V である

。

【 0 3 3 6 】

実施例 1 2 では、比較例 4 と同じ組成を有する第 1 の電子伝達層が用いられている。ベンズイミダゾールであるマトリクス化合物 M X 4 を含んでいる第 2 の電子伝達層が用いられている。電子注入層は、リチウム有機複合体 L i Q を含んでいる。電圧は、4 . 2 V に低下している。

【 0 3 3 7 】

要するに、ボトム・エミッション型素子のみならず、トップ・エミッション型素子にも、電圧に関する技術的な利点が存在する。

【 0 3 3 8 】

表 6
2つの電子伝達層を備えているトップ・エミッション型OLEDの、電圧、外部量子効率（EQE）および寿命

	ETL1	重量%リチウム有機複合体*1	d(ETL1) /nm	ETL2*2	d(ETL2) /nm	EIL	d(EIL) /nm	10mA/cm ² /V におけるV	EQE*3 /%	LT /h
比較例 4	MX12: Li-2	60	37	—	—	—	—	5.1	9.25	260
実施例 12	MX12: Li-2	60	4	MX4	33	Liq	2	4.2	10	49

*1：マトリクス化合物MX12の重量%、および、リチウム有機複合体Li-2の重量%は、ETL1の重量に基づくと、合計100重量%である。
*2：第2の電子伝達層ETL2のマトリクス化合物の重量%は、ETL2の重量に基づくと、100重量%である。
*3：検量された光ダイオードによる、光出力効率の検出。

本発明の E T L 層の積層体は、また、他の発光色（例えば、緑色光、赤色光、または、白色光）の発光素子にも、採用されてよい。

【0340】

別の態様は、少なくとも 1 つの有機発光ダイオード（O L E D）を備えている装置である。有機発光ダイオード（O L E D）を備えている装置は、例えば、ディスプレイである。

【0341】

本発明の趣旨および範囲から離れること無く、本発明の組成物および方法に対して修飾および変更を加え得ることは、以上に詳述した実施形態および実施例から明らかである。それ故に、本発明の趣旨および範囲から離れることの無い、本発明の実施形態のあらゆる修飾、および / または、本発明の実施形態のあらゆる組み合わせも、添付の請求項の範囲に包含されることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【0342】

【図 1】図 1 は、本発明の例示的な実施形態に係る有機発光ダイオード（O L E D）の、断面を表す模式図である。上記有機発光ダイオード（O L E D）は、発光層および 2 つの電子伝達層を備えている。

【図 2】図 2 は、本発明の例示的な実施形態に係る O L E D の、断面を表す模式図である。上記 O L E D は、発光層および 3 つの電子伝達層を備えている。

【図 3】図 3 は、本発明の例示的な実施形態に係る有機発光ダイオード（O L E D）の、断面を表す模式図である。上記有機発光ダイオード（O L E D）は、発光層、2 つの電子伝達層および電子注入層を備えている。

【図 4】図 4 は、本発明の例示的な実施形態に係る有機発光ダイオード（O L E D）の、断面を表す模式図である。上記有機発光ダイオード（O L E D）は、発光層および 2 つの電子伝達層を備えている。

【図 5】図 5 は、本発明の例示的な実施形態に係る O L E D の、断面を表す模式図である。上記 O L E D は、発光層、3 つの電子伝達層および電子注入層を備えている。

【図 6】図 6 は、本発明の例示的な実施形態に係る O L E D の、断面を表す模式図である。上記 O L E D は、発光層および 2 つの電子伝達層を備えており、電子注入層（E I L）を有していない。

【図 7】図 7 は、本発明の例示的な実施形態に係る O L E D の、断面を表す模式図である。上記 O L E D は、3 つの電子伝達層を備えており、電子注入層（E I L）を有していない。

10

20

30

【 図 1 】

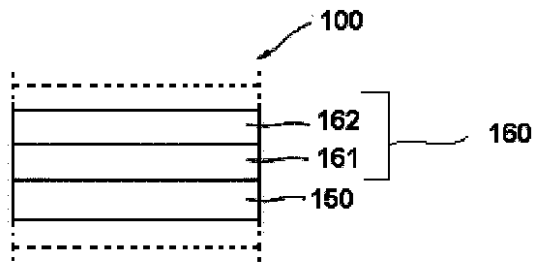


FIG. 1

【 図 2 】

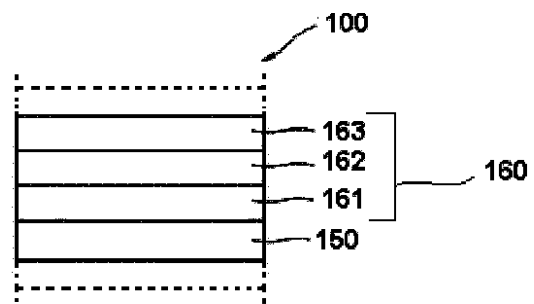


FIG. 2

【 図 3 】

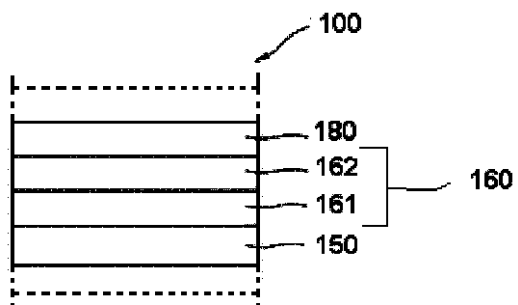


Fig. 3

【 図 4 】

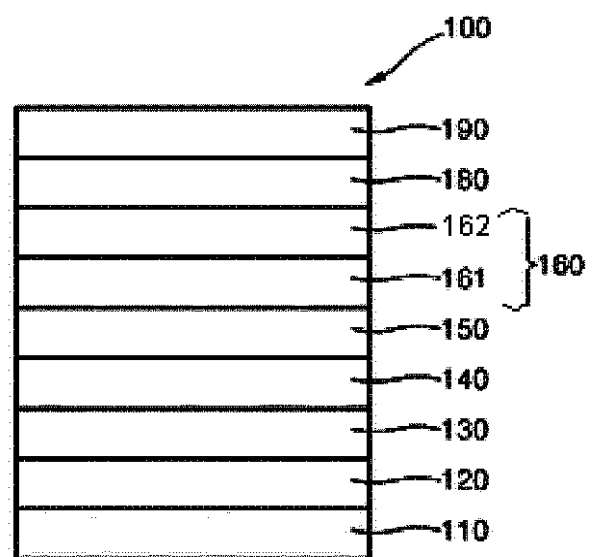


FIG. 4

【 図 5 】

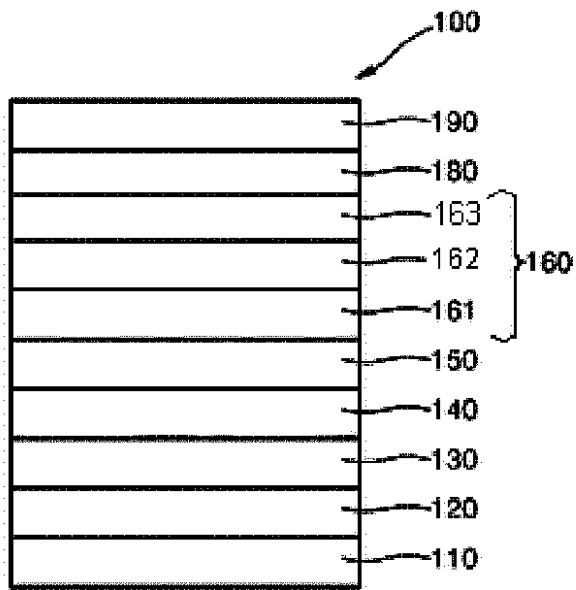


FIG. 5

【 図 6 】

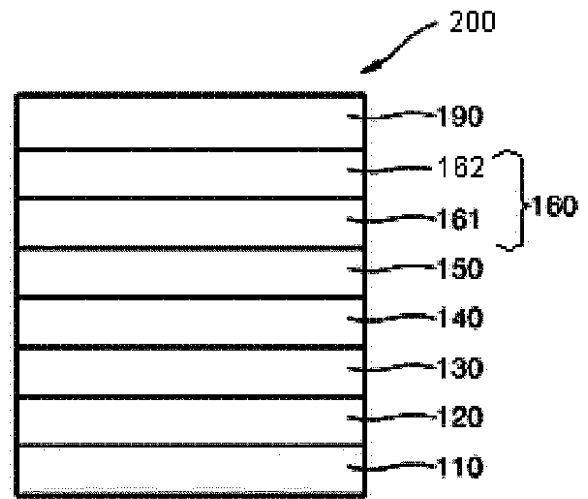


FIG. 6

【 図 7 】

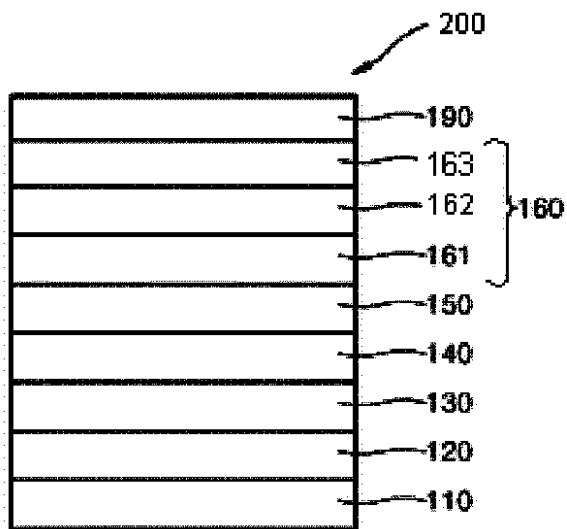


FIG. 7

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2015/079836

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01L51/50
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L C07C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2 790 236 A1 (NOVALED GMBH [DE]) 15 October 2014 (2014-10-15) page 25, paragraph 121 - paragraph 123; claims 1, 11, 12; example 1 page 11, paragraph 66; compounds A1, A2 page 10, paragraph 63; compound D1 -----	1-3, 5, 6, 8-19
X A	TW 201 448 309 A (SAMSUNG DISPLAY CO LTD [KR]) 16 December 2014 (2014-12-16) page 34, paragraph 120 - page 35, paragraph 128; example 1 -----	1-4, 7-19 5, 6



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 February 2016

Date of mailing of the international search report

22/02/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Parashkov, Radoslav

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/079836

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2790236	A1	15-10-2014	EP 2790236 A1 15-10-2014
		KR 20150142003 A	21-12-2015
		TW 201439110 A	16-10-2014
		WO 2014167020 A1	16-10-2014

TW 201448309	A	16-12-2014	CN 104241536 A 24-12-2014
		KR 20140144997 A	22-12-2014
		TW 201448309 A	16-12-2014
		US 2014367653 A1	18-12-2014

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

Fターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC04 CC12 DD71 DD75 DD76 DD78 DD84 DD87
FF14 GG04 GG06

专利名称(译)	含有不同基质化合物的电子传输层的有机发光二极管		
公开(公告)号	JP2018503255A	公开(公告)日	2018-02-01
申请号	JP2017531823	申请日	2015-12-15
[标]申请(专利权)人(译)	诺瓦莱德公开股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	诺瓦红有限公司		
[标]发明人	ヴェリケヴィッツボド ローテカルステン		
发明人	ヴェリケヴィッツ,ボド ローテ,カルステン		
IPC分类号	H01L51/50 H05B33/10		
CPC分类号	H01L51/5076 H01L51/508 H01L51/56 H01L51/0058 H01L51/0067 H01L51/0072 H01L51/0077 C07F1/02 H01L51/0071 H01L51/5024 H01L51/5056 H01L51/5092 H01L51/5096 H01L51/5218 H01L51/5234		
FI分类号	H05B33/22.B H05B33/14.A H05B33/10 H05B33/22.D		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC04 3K107/CC12 3K107/DD71 3K107/DD75 3K107/DD76 3K107/DD78 3K107/DD84 3K107/DD87 3K107/FF14 3K107/GG04 3K107/GG06		
优先权	2014198655 2014-12-17 EP		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

有机发光二极管技术领域本发明涉及有机发光二极管。有机发光二极管包括发光层和包括至少两个电子传输层的电子传输层的堆叠。第一电子传输层和第二电子传输层包括至少一种基质化合物。第一电子转移层的基质化合物不同于第二电子转移层的基质化合物。第一电子传输层包含为卤化锂和/或锂有机复合物的掺杂剂。第二电子传输层不包含掺杂剂。

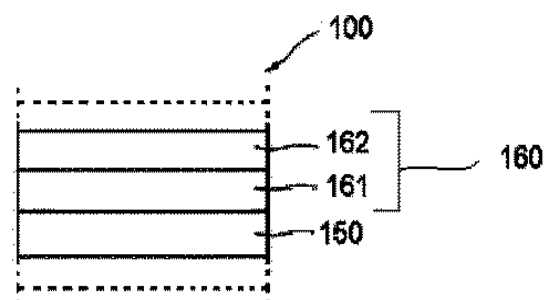


FIG. 1