

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5113913号
(P5113913)

(45) 発行日 平成25年1月9日(2013.1.9)

(24) 登録日 平成24年10月19日(2012.10.19)

(51) Int.Cl.		F I	
HO 5 B 33/12	(2006.01)	HO 5 B 33/12	C
HO 1 L 51/50	(2006.01)	HO 5 B 33/14	A

請求項の数 10 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2010-544995 (P2010-544995)	(73) 特許権者	510048417
(86) (22) 出願日	平成21年1月19日(2009.1.19)		グローバル・オーエーイーディー・テクノロジー・リミテッド・ライアビリティ・カンパニー
(65) 公表番号	特表2011-511414 (P2011-511414A)		GLOBAL OLED TECHNOLOGY LLC.
(43) 公表日	平成23年4月7日(2011.4.7)		アメリカ合衆国、バージニア州、ハーンドン、パーク・センター・ロード 13873、スイート 330
(86) 国際出願番号	PCT/US2009/000292		13873 Park Center Road, Suite 330, Herndon, VA 20171, United States of America
(87) 国際公開番号	W02009/097084		
(87) 国際公開日	平成21年8月6日(2009.8.6)		
審査請求日	平成23年8月3日(2011.8.3)		
(31) 優先権主張番号	12/022, 427		
(32) 優先日	平成20年1月30日(2008.1.30)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
早期審査対象出願			

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 中間接続層をもつタンデム式OLED装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

- (a) アノードと、
(b) カソードと、

(c) 前記アノードと前記カソードとの間に配置される少なくとも2つのエレクトロルミネッセンスユニットであって、各エレクトロルミネッセンスユニットが、少なくとも1つの正孔輸送層及び1つの有機発光層を含むエレクトロルミネッセンスユニットと、

(d) 隣接するエレクトロルミネッセンスユニットの間に配置される中間接続層であって、前記中間接続層がn-ドープ有機層及び電子受容層を含み、前記電子受容層がn-ドープ有機層よりも前記カソードに近接して配置され、前記n-ドープ有機層がアルカリ金属及び有機アルカリ金属錯体を含み、且つ前記中間接続層が、前記アノードに近接する側に前記n-ドープ層と接触する非ドープ層をさらに含む中間接続層と

を含むタンデム式OLED装置。

【請求項2】

前記有機アルカリ金属錯体はフェナントロリン誘導体を含む請求項1に記載のタンデム式OLED装置。

【請求項3】

前記アルカリ金属はリチウムである請求項2に記載のタンデム式OLED装置。

【請求項4】

前記有機アルカリ金属錯体はリチウムを含む請求項3に記載のタンデム式OLED装置

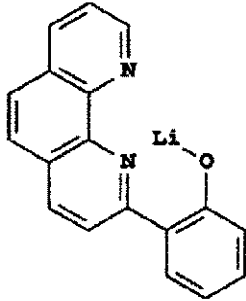
【請求項 5】

前記 n - ドープ有機層は非荷電フェナントロリン誘導体をさらに含む請求項 4 に記載のタンデム式 OLED 装置。

【請求項 6】

前記有機アルカリ金属錯体は、下記式：

【化 1】



10

による化合物を含む請求項 1 に記載のタンデム式 OLED 装置。

【請求項 7】

前記非ドープ層はアントラセン誘導体を含む請求項 1 に記載のタンデム式 OLED 装置

20

【請求項 8】

前記非ドープ層は有機アルカリ金属錯体をさらに含む請求項 7 に記載のタンデム式 OLED 装置。

【請求項 9】

前記非ドープ層中の前記有機アルカリ金属錯体は、ヒドロキノリンの塩である請求項 8 に記載のタンデム式 OLED 装置。

【請求項 10】

前記電子受容層はヘキサアザトリフェニレン誘導体を含む請求項 1 に記載のタンデム式 OLED 装置。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、タンデム式 OLED 装置、及びそれらの間の中間接続層に関する。

【背景技術】

【0002】

有機発光ダイオード装置は、OLEDとも称され、アノード、カソード、及びアノードとカソードとの間に挟まれる有機エレクトロルミネッセンス(EL)ユニットを一般に含む。有機ELユニットは、正孔輸送層(HTL)、発光層(LEL)、及び電子輸送層(ETL)を一般に含む。OLED装置は、低駆動電圧、高輝度、広視野角、並びにフルカラーディスプレイ(full-color displays)及び他の用途の可能性の観点から魅力的である。タン(Tang)らは、米国特許第4,769,292号及び同第4,885,211号において、この多層OLED装置を記載している。

40

【0003】

OLEDは、そのLELの発光特性に応じて、赤色、緑色、青色又は白色などの様々な色を発光し得る。近年、固体光源、カラーディスプレイ、又はフルカラーディスプレイなどの様々な用途に組み込まれる広帯域OLEDへの要求が高まっている。広帯域発光というのは、光がフィルター又は変色モジュールと共に用いられ、少なくとも2種の色を有するディスプレイ又はフルカラーディスプレイを製造し得るように、OLEDが可視スペクトル領域全体にわたって十分に広い光を発光することを意味する。特に、スペクトルの赤色、緑色、青色部分に大きな発光がある広帯域発光OLED(又は広帯域OLED)、す

50

なわち、白色発光 O L E D (白色 O L E D) が必要とされている。カラーフィルターをもつ白色 O L E D の使用は、個別にパターン化される赤色、緑色及び青色エミッタ (emitter) を有する O L E D よりも単純な製造方法を与える。これは、より高い処理量、収量増大、コスト削減をもたらす。白色 O L E D は、例えば、キド (Kido) らによるアプライド・フィジックス・レターズ (Applied Physics Letters)、第 64 巻、第 815 頁、1994 年において、ジェイ・シ (J. Shi) らによる米国特許第 5,683,823 号において、佐藤らによる特開平 07-142169 号公報において、デシュパンデ (Deshpande) らによるアプライド・フィジックス・レターズ、第 75 巻、第 888 頁、1999 年において、トキト (Tokito) らによるアプライド・フィジックス・レターズ、第 83 巻、第 2459 頁、2003 年において報告されている。

10

【0004】

O L E D からの広帯域発光を実現するためには、1 種類を超える (2 種類以上の) 分子を励起させなければならない。これは、各種類の分子は、通常の条件下において比較的狭いスペクトルの光しか発光しないためである。1 種類のホスト材料と 1 種以上のルミネセンスドーパントとを有する発光層は、ホスト及びドーパントの両方からの発光を実現できるため、ホスト材料からドーパントへのエネルギー移動が不十分であれば可視スペクトルの広帯域発光となる。単一の発光層を有する白色 O L E D を達成するためには、発光ドーパントの濃度を注意深く制御しなければならない。これは、製造の困難性を生む。2 つ以上の発光層を有する白色 O L E D は、1 つの発光層をもつ装置よりも良好な色及び発光効率を有することができ、ドーパント濃度の変動許容量も大きい。2 つの発光層を有する白色 O L E D が、単一の発光層を有する O L E D よりも典型的により安定であることも見出されている。しかしながら、スペクトルの赤色、緑色及び青色部分に強い強度をもつ発光を達成することが困難である。2 つの発光層をもつ白色 O L E D は、2 つの強い発光ピークを典型的に有する。

20

【0005】

タンデム式 O L E D 構造 (時々、積層式 O L E D 又はカスケード式 O L E D と呼ばれる) は、ジョーンズ (Jones) らによる米国特許第 6,337,492 号において、タナカ (Tanaka) らによる米国特許第 6,107,734 号において、城戸らによる特開 2003-045676 号公報及び米国特許出願公開第 2003/0189401A1 号において、並びにリヤオ (Liao) らによる米国特許第 6,717,358 号及び米国特許出願公開第 2003/0170491A1 号において開示されている。このタンデム式 O L E D は、個別の O L E D ユニットの垂直にいくつが積層させることによって製造され、単一の電源を用いてその積層物を駆動させる。その利点は、発光効率、寿命又はその両方が増大されることである。しかしながら、タンデム式構造は、一緒に積層される O L E D ユニットの数に概ね比例して駆動電圧を増大させる。

30

【0006】

マツモト (Matsumoto) 及びキド (Kido) らは、S I D 09 ダイジェスト、第 979 頁、2003 年において、装置中で緑青色 E L ユニットとオレンジ色 E L ユニットの接続することによってタンデム式白色 O L E D を構成し、この装置を単一の電源で駆動することによって白色発光が実現されることを報告した。このタンデム式 O L E D 装置では、発光効率は増大したが、スペクトルの緑色及び赤色の成分が弱い。リヤオらは、米国特許出願公開第 2003/0170491A1 号において、装置中で赤色 E L ユニット、緑色 E L ユニット及び青色 E L ユニットの直列に接続することによって形成したタンデム式白色 O L E D 構造を記載している。このタンデム式白色 O L E D を単一の電源で駆動すると、赤色 E L ユニット、緑色 E L ユニット及び青色 E L ユニットからのスペクトルの組合せによって白色発光が形成される。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

これらの開発にも関わらず、良好な広帯域発光を維持しつつ、タンデム式 O L E D 装置の

50

効率及び駆動電圧を改善する必要性が残っている。

したがって、本発明の目的は、改善された効率及び発光安定性 (luminance stability) をもつ O L E D 装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この目的は、

(a) アノードと、

(b) カソードと、

(c) 前記アノードと前記カソードとの間に配置される少なくとも2つのエレクトロルミネッセンスユニットであって、各エレクトロルミネッセンスユニットが、少なくとも1つの正孔輸送層及び1つの有機発光層を含むエレクトロルミネッセンスユニットと、

(d) 隣接するエレクトロルミネッセンスユニットの間に配置される中間接続層であって、前記中間接続層が n - ドープ有機層及び電子受容層を含み、前記電子受容層が n - ドープ有機層よりも前記カソードに近接して配置され、前記 n - ドープ有機層がアルカリ金属及び有機アルカリ金属錯体を含む中間接続層とを含むタンデム式 O L E D 装置によって達成される。

【発明の効果】

【0009】

この発明の利点は、当該 O L E D 装置が、改善された効率若しくは低駆動電圧、又はその両方を与え得ることである。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】この発明による1つの実施形態のタンデム式 O L E D 装置の断面図を示す。

【図2】この発明による他の実施形態のタンデム式 O L E D 装置の断面図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0011】

装置の特徴的な寸法(例えば、層厚)は、サブミクロン範囲のことがしばしばあるため、図面は、寸法を正確にというよりもむしろ見易いように縮尺化してある。

【0012】

「O L E D 装置」という用語は、画素として有機発光ダイオードを含むディスプレイ装置の、従来技術で認識されている意味で用いられる。それは、単一の画素を有する装置を意味し得る。「タンデム式 O L E D 装置」という用語は、垂直に積層された少なくとも2つの O L E D 装置ユニットを含み、単一の電源によって駆動されるディスプレイ装置の、従来技術で認識されている意味で用いられる。本明細書で使用される場合、「O L E D 装置」という用語は、様々な色からなり得る複数の画素を含む O L E D 装置を意味する。カラー O L E D 装置は、少なくとも1つの色の光を発光する。「画素」という用語は、他の区域と無関係に発光するように促進される表示パネルの区域を指定するために従来技術で認識されている用法で使用される。フルカラーシステムにおいては、様々な色のいくつかの画素が一緒に用いられ、広範囲の色を生じさせ、観察者は、かかるグループを単独画素と称するであろうことが認識される。この議論の目的で、かかるグループはいくつかの異なる色の画素とみなされるであろう。この開示に従い、広帯域発光は、可視スペクトルの多数の部分(例えば、青色及び緑色)において重要な要素を有する光である。また、広帯域発光は、白色光を生じさせるために、スペクトルの赤色、緑色及び青色部分で発光する状況を含み得る。白色光は、白色を有すると消費者に認識される光、又はカラーフィルターと組み合わせて使用され、実際のフルカラーディスプレイを製造するのに十分な発光スペクトルを有する光である。本明細書で使用される場合、「白色発光」という用語は、白色光を内部に生じる装置に向けられるが、かかる光の一部は、観察される前にカラーフィルターによって除去され得る。

【0013】

次に図1を見ると、本発明の1つの実施形態によるタンデム式白色発光 O L E D 10の

画素の断面図が示されている。OLED装置10は、基板20と、アノード30及びカソード90である離間した2つの電極と、電極間に配置される少なくとも2つのエレクトロルミネッセンスユニット70及び75と、隣接するエレクトロルミネッセンスユニット70及び75間に配置される中間接続層80とを含む。ハットワー(Hatwar)らは、上記で引用した米国特許出願第11/393,767号において、この配置の多数のエレクトロルミネッセンスユニットの使用を記載している。各エレクトロルミネッセンスユニットは、少なくとも1つの正孔輸送層(例えば、正孔輸送層40及び45)を含む。また、アノード30に最も近いエレクトロルミネッセンスユニット70は、正孔注入層35を含み得る。また、カソード90に最も近いエレクトロルミネッセンスユニット75は、電子輸送層55を含み得る。各エレクトロルミネッセンスユニットは、少なくとも1つの有機発光層を含む。エレクトロルミネッセンスユニット70及び75はそれぞれ、異なる発光スペクトルを生じるが、それはこの発明に要求されない。この実施形態において、エレクトロルミネッセンスユニット70は、青色発光化合物を含む青色発光層50bと、黄色発光化合物を含む黄色発光層50yとを含む。本明細書で使用される場合、「黄色発光化合物」という用語は、黄色領域~赤色領域(すなわち、570nm~700nm)に主要な発光を有する物質のことを言う。この実施形態において、エレクトロルミネッセンスユニット75は、緑色発光化合物を含み且つ緑色発光を生じる緑色発光層51gと、赤色発光化合物を含み且つ赤色発光を生じる赤色発光層51rと、青色発光化合物を含み且つ青色発光を生じる青色発光層51bとを含む。本明細書に記載されている発明は、この発光層の組合せに限定されず、当業者に知られているように、多くの異なる発光層及び発光層の組合せが使用され得る。

10

20

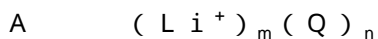
【0014】

タンデム式OLED装置10は、隣接するエレクトロルミネッセンスユニット70及び75間に配置される中間接続層80をさらに含む。中間接続層80は、隣接するエレクトロルミネッセンスユニットに効果的なキャリア注入を与える。金属、金属化合物又は他の無機化合物がキャリア注入に効果的である。しかしながら、これらの材料はしばしば、低抵抗率を有し、それらは60000であることができ、画素クロストークをもたらず。また、中間接続層80を構成する層の光透過性は、エレクトロルミネッセンスユニットに生じる放射を装置に放出することができるようにできるだけ高くすべきである。したがって、中間接続層80中で主に有機物質を使用することがしばしば好ましい。中間接続層80は、n-ドープ有機層95と、電子受容層38とを含む。電子受容層38は、n-ドープ有機層95よりもカソードに近接して配置される。

30

【0015】

中間接続層80において、n-ドープ有機層95は、アルカリ金属及び有機アルカリ金属錯体を含む。有機アルカリ金属錯体のアルカリ金属は、周期表の第1族に属する。これらの中でも、リチウムが最も好ましい。この発明に有用な有機アルカリ金属錯体は、式A



(式中、Qはアニオン性有機配位子であり、m及びnは、錯体に中性電荷を与えるように独立的に選択された整数である。)による有機リチウム化合物を含む。

40

【0016】

アニオン性有機配位子Qは、最も適切にはモノアニオン性であり、酸素、窒素又は炭素からなる少なくとも1つのイオン性部分を含有する。酸素を含有するエノラート又は他の互変異性系の場合、それは酸素に結合したリチウムと見なされて描かれるが、リチウムは他の部分に結合してキレートを形成してもよい。また、配位子は、リチウムと配位結合又は供与結合を形成し得る少なくとも1つの窒素原子を含有することが望ましい。整数m及びnは1超過であることができ、それはクラスター錯体を形成するためのいくつかの有機リチウム化合物についての公知の傾向を示す。

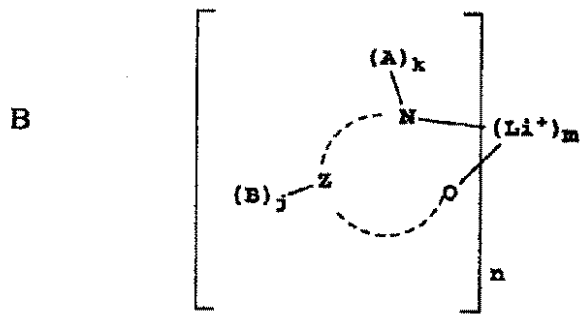
【0017】

他の実施形態において、式Bは、有機アルカリ金属錯体を表す。

50

【 0 0 1 8 】

【 化 1 】



10

【 0 0 1 9 】

式中、Z及び破線は、2～4個の原子を表し、且つリチウムカチオンと共に5～7員環を完成するのに必要な結合を表し、

各Aは水素又は置換基を表し、各Bは水素、又はZ原子上の独立して選択された置換基を表し、ただし、2つ以上の置換基は結合して縮合環又は縮合環系を形成することができ、

jは0～3であり、kは1又は2であり、

m及びnは、錯体に中性電荷を与えるように独立して選択された整数である。

【 0 0 2 0 】

20

式Bの化合物の中でも、置換基A及びBが一緒になって追加の環系 (additional rings system) を形成することが最も望ましい。この追加の環系は、追加のヘテロ原子をさらに含有してリチウムと配位結合又は供与結合する多座配位子を形成し得る。望ましいヘテロ原子は、窒素又は酸素である。式Bの有用な化合物は、米国特許出願公開第2006/086405号においてベグレイ (Begley) によって記載されており、その開示は参照することによって本明細書中に援用される。式Bにおいて、示された酸素は、ヒドロキシル基、カルボキシル基又はケト基の一部であることが好ましい。適切な窒素配位子の例は、8-ヒドロキシキノリン、2-ヒドロキシメチルピリジン、ピペコリン酸、又はピリジンカルボン酸である。

【 0 0 2 1 】

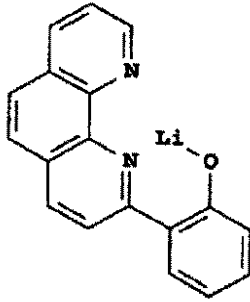
30

有用な有機アルカリ金属錯体の具体例は以下の通りである。

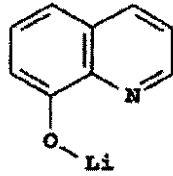
【 0 0 2 2 】

【化 2】

C1

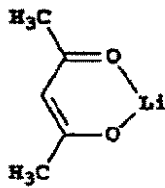


C2



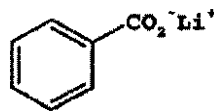
10

C3

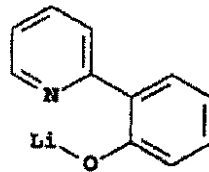


20

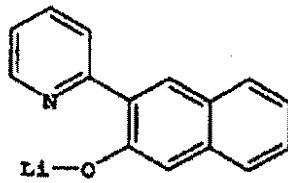
C4



C5

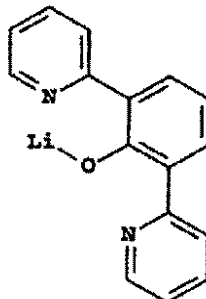


C7



30

C8

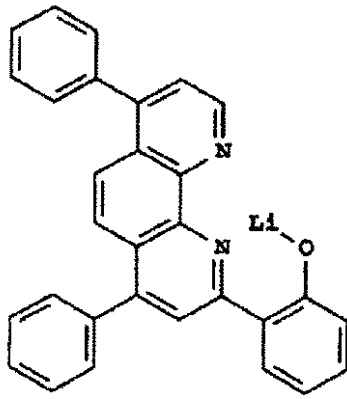


40

【 0 0 2 3 】

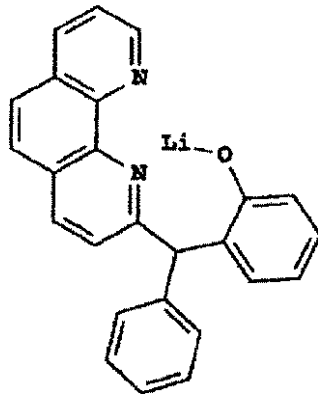
【化 3】

C9



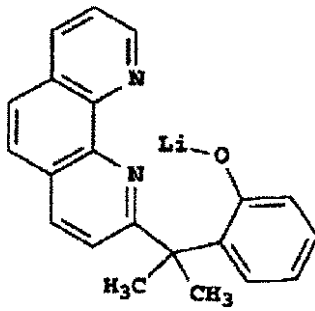
10

C10



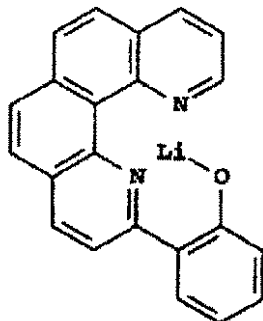
20

C11



30

C12

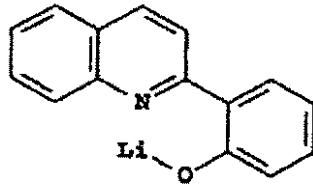


40

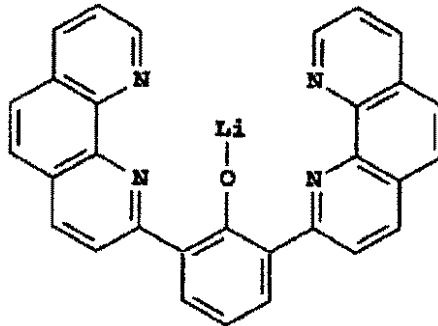
【 0 0 2 4 】

【化 4】

C13

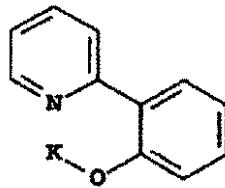


C14



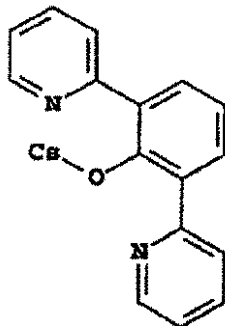
10

C15



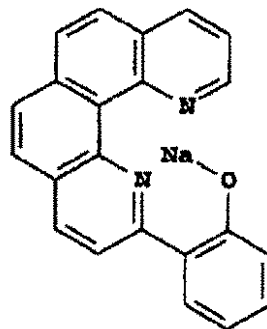
20

C16



30

C17

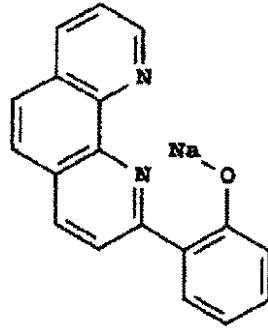


【 0 0 2 5 】

40

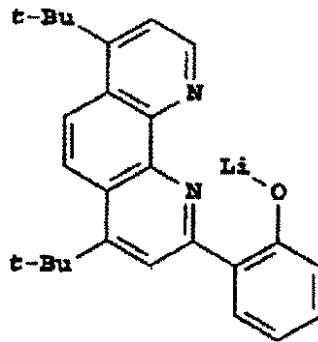
【化5】

C18



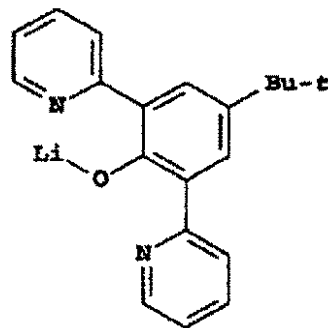
10

C19



20

C20



【0026】

30

上記のうち特に有用なものは、フェナントロリン誘導体（例えば、C1及び関連錯体）である。他の例は、ベグレイによって記載されている。

【0027】

n - ドープ有機層95中のアルカリ金属は、好ましくはリチウムである。Li金属の濃度は、ホスト材料組成物の0.1～5体積%であり、好ましくは0.5～2体積%の範囲内である。

【0028】

いくつかの実施形態において、n - ドープ有機層95は、非荷電（uncharged）フェナントロリン誘導体をさらに含み得る。かかるフェナントロリン誘導体は、電子輸送層に有用であるとして公知である。有用な非荷電フェナントロリン誘導体は、バソフェン又はBphenとしても知られている4,7 - ジフェニル - 1,10 - フェナントロリンである。

40

【0029】

電子受容層38は、無機化合物（例えば、金属酸化物、金属窒化物、金属炭化物、金属イオンと有機配位子との錯体、遷移金属イオンと有機配位子との錯体）を含み得る。電子受容層38に使用するのに適切な物質としては、米国特許第6,208,075号に記載されているようなプラズマ蒸着フルオロカーボンポリマー（CF_x）、米国特許第6,720,573B2号及び米国特許公開第2004/113547A1号に記載されているような強力な酸化剤（例えば、ヘキサアザトリフェニレン誘導体（構造D））、又は他の強力な酸化剤（例えば、F₄TCNQのような有機物、又は酸化モリブデン、FeCl₃若

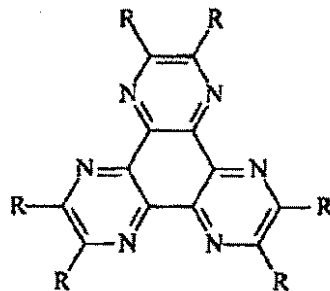
50

しくは FeF_3 のような無機物) が挙げられ得る。電子受容物質としても知られる他の有用な酸化剤は、リヤオらによる同一出願人の米国特許第 11 / 867, 707 号に記載されており、その開示は、参照することによって本明細書中に援用される。

【0030】

【化6】

D



10

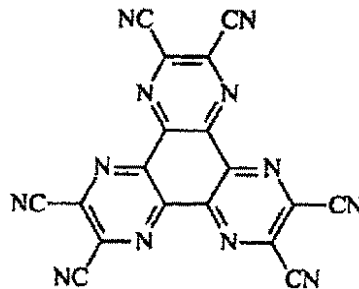
【0031】

この目的のために有用なヘキサアザトリフェニレン誘導体は、次の構造を有するヘキサシアノヘキサアザトリフェニレンである。

【0032】

【化7】

E



20

【0033】

また、必要ではないが、電子受容層 38 は、2つの成分(例えば、ジピラジノ[2,3-f:2',3'-h]キノザリンヘキサカルボニトリル、 F_4TCNQ 又は $FeCl_3$ などの強力な酸化剤をドープした、アミン化合物などの上記有機物質の1つ)から構成され得る。

30

【0034】

OLED装置は、支持基板、例えば、OLED基板 20 上に一般に形成される。基板と接する電極は、便宜上、下部電極と呼ばれる。基板 20 は、発光の意図する方向に応じ、光透過性であっても不透明であってもよい。光透過特性は、基板を通して EL 発光を見るのに好ましい。透明なガラス又はプラスチックは、このような場合に一般に使用される。EL 発光が上部電極を通して見られる応用に関しては、下部支持体の透過特性は重要ではないため、光透過性、光吸収性又は光反射性であり得る。この場合において使用される基板としては、ガラス、プラスチック、半導体材料、シリコン、セラミックス、及び回路基板材料が挙げられるが、これらに限定されない。もちろん、これらの装置構成においては、光透過性上部電極を与える必要がある。

40

【0035】

アノード 30 は、基板 20 の上方に形成される。EL 発光がアノードを通して見られるなら、興味のある発光のために、アノードは透明又はほぼ透明でなければならない。本発明に使用される共通の透明アノード物質は、インジウムスズ酸化物 (ITO)、インジウム亜鉛酸化物 (IZO) 及びスズ酸化物であるが、他の金属酸化物 (アルミニウム - 又はインジウム - ドープ亜鉛酸化物、マグネシウム - インジウム酸化物及びニッケル - タングステン酸化物が挙げられるが、これらに限定されない) が働き得る。これらの酸化物に加えて、金属窒化物 (例えば、窒化ガリウム)、金属セレン化物 (例えば、セレン化亜鉛)、及び金属硫化物 (例えば、硫化亜鉛) が、アノードとして使用され得る。EL 発光がカ

50

ソード電極を通してのみ見られる応用に関しては、アノードの透過特性は重要ではなく、透明、不透明又は反射性 (reflective) であるかに関らず、多くの導電性物質が使用され得る。本発明のための導電性物質 (conductor) の例としては、金、銀、イリジウム、モリブデン、パラジウム、及び白金が挙げられるが、これらに限定されない。透過性又は他の場合の典型的なアノード物質は、4.0 eV以上の仕事関数を有する。所望のアノード物質は、蒸発、スパッタリング、化学気相蒸着、又は電気化学析出などの任意の適切な方法によって堆積され得る。必要なら、アノード物質は、公知のフォトリソグラフィープロセスを用いてパターン化され得る。

【0036】

カソード90は、他のOLED層の上方に形成される。装置が表面発光 (トップエミッション) であるなら、電極は、透明又はほぼ透明でなければならない。かかる応用に関して、金属は、薄く (好ましくは25nm未満) なければならないか、又は透明な導電性酸化物 (例えば、インジウムスズ酸化物、インジウム亜鉛酸化物) 若しくはこれらの物質の組み合わせを使用しなければならない。任意に透明なカソードは、米国特許第5,776,623号に、より詳細に記載されている。装置が底面発光 (ボトムエミッション) であるなら、カソードは、アルミニウム、モリブデン、金、イリジウム、銀、マグネシウム、上記の透明な導電性酸化物、又はこれらの組み合わせなどの金属を含む、OLED装置に有用であると知られている任意の導電性物質であり得る。所望の物質は、低電圧で電子注入を促進し、効果的な安定性を有する。有用なカソード物質は、低仕事関数金属 (< 4.0 eV) 又は金属合金をしばしば含有する。蒸発、スパッタリング又は化学気相蒸着によってカソード物質を堆積させることができる。必要なら、多くの公知の方法 (米国特許第5,276,380号及び欧州特許第0732868号に記載されているようなスルーマスク堆積 (through-mask deposition)、集積シャドーマスク (integral shadow masking)、レーザーアブレーション、及び選択化学気相蒸着が挙げられるが、これらに限定されない) を通じてパターンニングが達成され得る。

【0037】

正孔注入層35は、有機物質又は無機物質の単一又は混合物から形成され得る。正孔注入層は、いくつかの層に分けることができ、各層は、同一又は異なる物質のいずれかから構成される。正孔注入物質は、それに続く有機層の膜形成特性を改善するため、及び正孔輸送層への正孔の注入を容易にするために役立ち得る。正孔注入層に使用するのに適切な物質は、電子不足物質 (米国特許第4,720,432号に記載されているようなポルフィリン及びフタロシアニン化合物、ホスファゼン化合物、従来の正孔輸送層物質よりも強い電子ドナーである特定の芳香族アミン化合物 (例えば、N,N,N,N-テトラアリアルベンジジン化合物) が挙げられるが、これらに限定されない) である。他の有用な実施形態において、正孔注入層としては、欧州特許第0891121A1号及び欧州特許第1029909A1号に教示されているようなパラ-フェニレンジアミン、ジヒドロフェナジン、2,6-ジアミノナフタレン、2,6-ジアミノアントラセン、2,6,9,10-テトラアミノアントラセン、アニリノエチレン、N,N,N,N-テトラアリアルベンジジン、モノ若しくはポリアミノ化ペリレン、モノ若しくはポリアミノ化コロネン、ポリアミノ化ピレン、モノ若しくはポリアミノ化フルオランテン、モノ若しくはポリアミノ化クリセン、モノ若しくはポリアミノ化アントラセン、モノ若しくはポリアミノ化トリフェニレン、又はモノ若しくはポリアミノ化テトラセン部分を組み込んだ化合物が挙げられ、さらに、第2物質が、N,N,N,N-テトラアリアルベンジジン又はN-アリアルカルバゾール部分のいずれかを含有するアミン化合物を含む。

【0038】

正孔注入層35は、金属酸化物、金属窒化物、金属炭化物、金属イオンと有機配位子との錯体、及び遷移金属イオンと有意配位子との錯体などの無機化合物を含み得る。

【0039】

また、正孔注入層に使用するのに適切な物質としては、米国特許第6,208,075号に記載されているようなプラズマ蒸着フルオロカーボンポリマー (CF_x)、米国特許

10

20

30

40

50

第6,720,573B2号及び米国特許公開第2004/113547A1号に記載されているような強力な酸化剤(例えば、ヘキサアザトリフェニレン誘導体(上記の構造D))、又は他の強力な酸化剤(例えば、 F_4TCNQ のような有機物、又は酸化モリブデン、 $FeCl_3$ 若しくは FeF_3 のような無機物)が挙げられ得る。この目的のために有用なヘキサアザトリフェニレン誘導体は、ヘキサシアノヘキサアザトリフェニレン(上記の構造E)である。

【0040】

また、必要ではないが、正孔注入層は、2つの成分(例えば、ジピラジノ[2,3-f:2',3'-h]キノザリンヘキサカルボニトリル、 F_4TCNQ 又は $FeCl_3$ などの強力な酸化剤をドーピングした、アミン化合物などの上記有機物質の1つ)から構成され得る。

10

【0041】

正孔輸送層40は、OLED装置に有用な任意の正孔輸送物質を含むことができ、その多くの例は当業者に公知である。所望の正孔輸送物質は、蒸発、スパッタリング、化学気相蒸着、電気化学プロセス、ドナー物質からの熱転写(thermal transfer)又はレーザー熱転写などの任意の適切な方法によって堆積され得る。正孔輸送層に有用な正孔輸送物質は、芳香族第3級アミンなどの化合物を含むことが公知であり、芳香族第3級アミンは、炭素原子のみに結合した少なくとも1つの3価窒素原子を含有し、その少なくとも1つが芳香環の一部である化合物であると理解される。1つの形態において、芳香族第3級アミンは、モノアリアルアミン、ジアリアルアミン、トリアリアルアミン、又はポリマーアリアルアミン(polymeric arylamine)などのアリアルアミンであり得る。典型的なモノマートリアリアルアミン(monomeric triarylamine)は、米国特許第3,180,730号においてクルプフェル(Klupfel)らによって説明されている。1つ以上のビニル基で置換された、及び/又は少なくとも1つの活性水素含有基を含む他の適切なトリアリアルアミンは、米国特許第3,567,450号及び同第3,658,520号においてブラントレイ(Brantley)らによって開示されている。

20

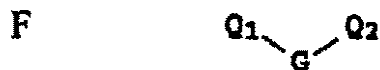
【0042】

芳香族第3級アミンのより好ましい類は、米国特許第4,720,432号及び同第5,061,569号に記載されているような、少なくとも2つの芳香族第3級アミン部分を含むものである。かかる化合物としては、構造式Fによって表されるものが挙げられる。

30

【0043】

【化8】



【0044】

式中、 Q_1 及び Q_2 は、独立して選択された芳香族第3級アミン部分であり、Gは、炭素-炭素結合のアリーレン、シクロアルキレン又はアルキレン基などの結合基である。

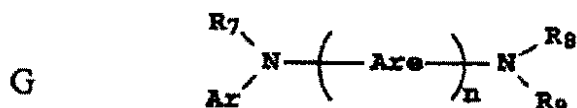
【0045】

かかる芳香族第3級アミンの1つの類は、テトラアリアルジアミンである。所望のテトラアリアルジアミンは、アリーレン基を介して結合した2つのジアリアルアミノ基を含む。有用なテトラアリアルジアミンとしては、式Gによって表されるものが挙げられる。

40

【0046】

【化9】



【0047】

50

式中、各 Ar は、フェニレン又はアントラセン部分などの、独立して選択されたアリーレン基であり、 n は 1 ~ 4 の整数であり、 Ar 、 R_7 、 R_8 及び R_9 は、独立して選択されたアリール基である。

【0048】

上記の構造式 F 及び G の様々なアルキル、アルキレン、アリール及びアリーレン部分は、それぞれ順に置換され得る。典型的な置換基としては、アルキル基、アルコキシ基、アリール基、アリーロキシ基、並びにフッ化物、塩化物及び臭化物などのハロゲンが挙げられる。様々なアルキル及びアルキレン部分は、1 ~ 6 個の炭素原子を典型的に含有する。シクロアルキル部分は、3 ~ 10 個の炭素原子を含有し得るが、5 個、6 個又は 7 個の炭素原子（例えば、シクロペンチル、シクロヘキシル及びシクロヘプチル環構造）を典型的に含有する。アリール及びアリーレン部分は、通常、フェニル及びフェニレン部分である。有用には、正孔輸送ホスト物質は、 N, N, N', N' -テトラアリールベンジジンであり、式 G の Ar がフェニレン基を表し、 n が 2 であるものである。

10

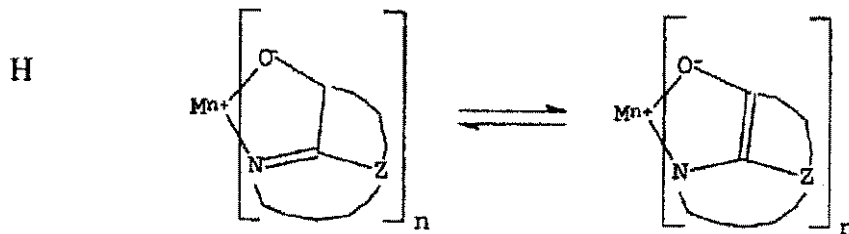
【0049】

電子輸送層 55 は、OLED 装置に有用な任意の電子輸送物質を含むことができ、その多くの例は当業者に公知である。電子輸送層 55 は、オキシニン自体（8-キノリノール又は 8-ヒドロキシキノリンとも一般に称される）のキレートを含む、1 つ以上の金属キレートオキシノイド化合物を含有し得る。かかる化合物は、電子の注入及び輸送を促し、高水準の性能を示し、薄膜の形状に容易に製造される。典型的な意図するオキシノイド化合物は、構造式 H を満足するものである。

20

【0050】

【化10】



【0051】

式中、 M は金属を表し、 n は 1 ~ 3 の整数であり、それぞれ存在する Z は、少なくとも 2 つの縮合芳香環を有する核 (nucleus) を完成する原子を独立して表す。

30

【0052】

上記から、金属は、1 価、2 価又は 3 価の金属であり得ることが明らかである。金属は、例えば、リチウム、ナトリウム若しくはカリウムなどのアルカリ金属；マグネシウム若しくはカルシウムなどのアルカリ土類金属；又はホウ素若しくはアルミニウムなどの土類金属であり得る。一般に、有用なキレート金属 (chelating metal) であると知られている任意の 1 価、2 価又は 3 価の金属が使用され得る。

【0053】

Z は、少なくとも 2 つの縮合芳香環を含有する複素環を完成し、その少なくとも 1 つはアゾール又はアジン環である。もし必要なら、脂肪族環及び芳香環の両方を含む追加の環が、2 つの要求される環と縮合され得る。機能を改善することなしの分子バルク (molecular bulk) の増加を避けるために、環原子の数は、通常 18 以下に保持される。

40

【0054】

有用なキレートオキシノイド化合物の例は以下の通りである。

CO-1: アルミニウムトリソキシシン [別名: トリス(8-キノリノラト)アルミニウム (III)]、

CO-2: マグネシウムピオキシシン [別名: ビス(8-キノリノラト)マグネシウム (II)]、

CO-3: ビス[ベンゾ{f}-8-キノリノラト]亜鉛 (II)、

50

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

CO-5:インジウムトリソキシシ[別名:トリス(8-キノリノラト)インジウム]

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

CO-7:リチウムオキシシ[別名:(8-キノリノラト)リチウム(I)]、

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

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

10

【0055】

他の電子輸送物質としては、米国特許第4,356,429号に開示されている様々なブタジエン誘導体や、米国特許第4,539,507号に記載されている様々な複素環式光学的光沢剤が挙げられる。ベンズアゾール、オキサジアゾール、トリアゾール、ピリジンチアジアゾール、トリアジン、フェナントロリン誘導体、及びいくつかのシロール誘導体もまた、有用な電子輸送物質である。電子輸送物質として有用であることが知られている置換1,10-フェナントロリン化合物は、特開2003-115387号公報、特開2004-311184号公報、特開2001-267080号公報、及び国際公開第2002/043449号に開示されている。

20

【0056】

本明細書に示される実施形態は、4つの有機発光層:青色発光層50b及び51b、黄色発光層50y、緑色発光層51g及び赤色発光層51rを含む。しかしながら、この発明は、この配置に限定されない。多種多様な発光層が当該技術分野において公知であり、この発明において使用され得る。かかる発光層としては、赤色発光層、黄色発光層、緑色発光層、青色発光層、又はこれらの組合せが挙げられ得る。本明細書に記載されたもののような発光層は、電子-正孔再結合に応じて光を生じる。蒸発、スパッタリング、化学気相蒸着、電気化学析出、又はドナー物質からの放射熱転写(radiation thermal transfer)などの任意の適切な方法によって、所望の有機発光物質を堆積させ得る。この発明の発光層は、1つ以上の発光ゲスト化合物をドーブした1つ以上のホスト物質、又は発光がド

30

【0057】

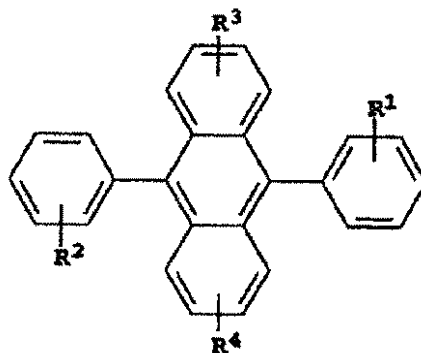
発光層は、アントラセンホスト、望ましくは9,10-ジアリールアントラセンを含むことができ、その特定の誘導体(式I)は、エレクトロルミネッセンスを支持し得る有用なホスト物質群を構成することが知られており、400nmより長い波長の発光(例えば、青色、緑色、黄色、橙色又は赤色)に特に適している。

【0058】

【化11】

40

I



50

【 0 0 5 9 】

式中、 R^1 、 R^2 、 R^3 及び R^4 は、各環における1つ以上の置換基を表し、各置換基は下記の群からそれぞれ選択される。

第1群：水素、又は1～24個の炭素原子を有するアルキル

第2群：5～20個の炭素原子を有するアリール又は置換アリール

第3群：アントラセニル、ピレニル又はペリレニルの縮合芳香環を完成するのに必要な4～24個の炭素原子

第4群：フリル、チエニル、ピリジル、キノリニル又は他の複素環系の縮合芳香族複素環を完成するのに必要な5～24個の炭素原子を有するヘテロアリール又は置換ヘテロアリール

第5群：1～24個の炭素原子を有するアルコキシルアミノ、アルキルアミノ又はアリールアミノ

第6群：フッ素又はシアノ

【 0 0 6 0 】

特に有用なのは、 R^1 及び R^2 、並びにいくつかの場合において R^3 及び R^4 が追加の芳香環を表す化合物である。

【 0 0 6 1 】

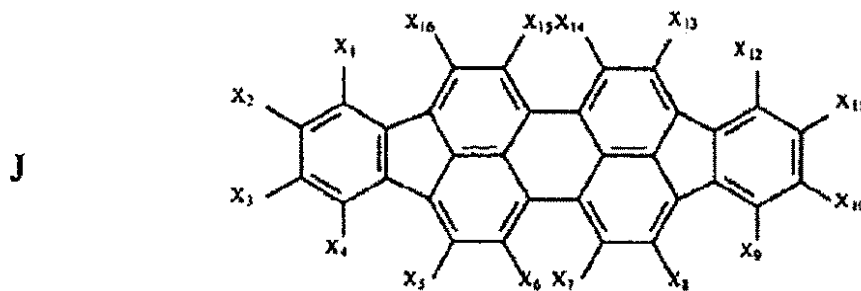
ホスト又は共同ホスト (co-host) 物質として有用なのは、芳香族第3級アミン (例えば、上記の構造F及びG) などの特定の正孔輸送物質、及びキレート化されたオキシノイド化合物 (例えば、上記の構造H) などの特定の電子輸送物質である。

【 0 0 6 2 】

上記のホスト物質に加えて、発光層はまた、第1発光物質として1つ以上のドーパントを含む。赤色発光ドーパントは、以下の構造Jのジインデノペリレン化合物を含み得る。

【 0 0 6 3 】

【 化 1 2 】



【 0 0 6 4 】

式中、 $X_1 - X_{16}$ は、水素、又は1～24個の炭素原子を有するアルキル基、5～20個の炭素原子を有するアリール又は置換アリール基、1つ以上の縮合芳香環又は環系を完成する、4～24個の炭素原子を含有する炭化水素基、若しくはハロゲンなどの置換基から独立して選択され、ただし、置換基は560 nm～640 nmの最大発光を与えるように選択される。

【 0 0 6 5 】

ハットワー (Hatwar) らは、米国特許第7,247,394号において (その内容は参照することによって本明細書に援用される)、この種類の有用な赤色ドーパントについての説明に役立つ実例を示す。

【 0 0 6 6 】

いくつかの他の赤色ドーパントは、式Kによって表される染料のDCM類 (DCM class) に属する。

【 0 0 6 7 】

10

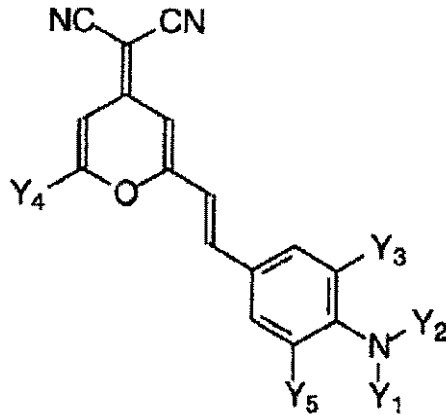
20

30

40

【化13】

K



10

【0068】

式中、 $Y_1 - Y_5$ は、水素 (hydro)、アルキル、置換アルキル、アリール、又は置換アリールから独立して選択される1つ以上の基を表し； $Y_1 - Y_5$ は、アクリル基を独立して含むか、又は一対で結合して (joined pairwise) 1つ以上の縮合環を形成することができ；ただし、 Y_3 及び Y_5 は一緒になって縮合環を形成しない。リックス (Ricks) らは、米国特許第7,252,893号において (その内容は参照することによって本明細書に援用される)、DCM類の特に有用なドーパントの構造を示す。

20

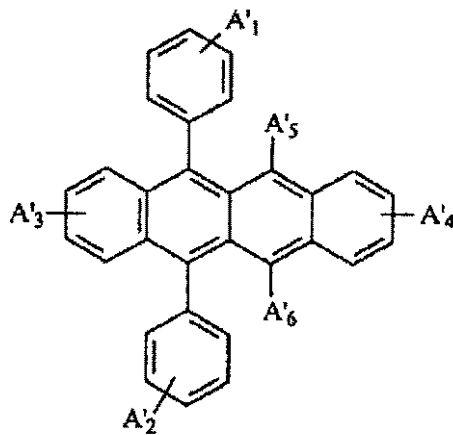
【0069】

黄色発光ドーパントは、以下の構造の化合物を含み得る。

【0070】

【化14】

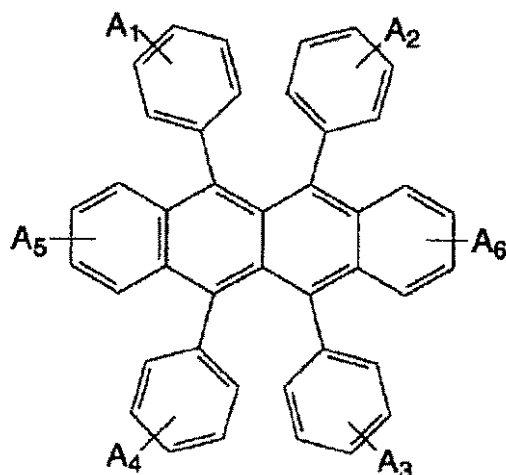
L1



30

又は

L2



40

【0071】

50

式中、 $A_1 - A_6$ 及び $A'_1 - A'_6$ は、各環における1つ以上の置換基を表し、各置換基は、以下の群の1つから個別に選択される。

第1群：水素、又は1～24個の炭素原子を有するアルキル

第2群：5～20個の炭素原子を有するアリール又は置換アリール

第3群：縮合芳香環又は環系を完成する、4～24個の炭素原子を含有する炭化水素

第4群：単結合を介して結合されるか、又は縮合芳香族複素環を完成する、チアゾリル、フリル、チエニル、ピリジル、キノリニル又は他の複素環系などの5～24個の炭素原子を有するヘテロアリール又は置換ヘテロアリール

第5群：1～24個の炭素原子を有するアルコキシルアミノ、アルキルアミノ又はアリールアミノ

第6群：フルオロ又はシアノ

【0072】

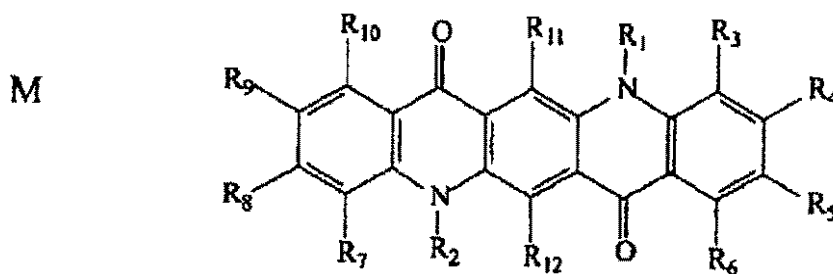
特に有用な黄色ドーパントの例は、米国特許第7,252,893号においてリックス(Ricks)らにより示されている。

【0073】

緑色発光ドーパントは、キナクリドン化合物、例えば、以下の構造の化合物を含み得る。

【0074】

【化15】



【0075】

式中、置換基 R_1 及び R_2 は独立して、アルキル、アルコキシル、アリール又はヘテロアリールであり；置換基 $R_3 \sim R_{12}$ は独立して、水素、アルキル、アルコキシル、ハロゲン、アリール、又はヘテロアリールであり、隣接した置換基 $R_3 \sim R_{10}$ は任意に接続されて、縮合芳香環及び縮合芳香族複素環などの1つ以上の環系(ring systems)を形成することができ、ただし、置換基は510nm～540nmの最大発光を与えるように選択される。アルキル、アルコキシル、アリール、ヘテロアリール、縮合芳香環及び縮合芳香族複素環置換基は、さらに置換され得る。有用なキナクリドンのいくつかの例としては、米国特許第5,593,788号及び米国特許出願公開第2004/0001969A1に開示されているものが挙げられる。有用なキナクリドン緑色ドーパントの例としては、以下のものが挙げられる。

【0076】

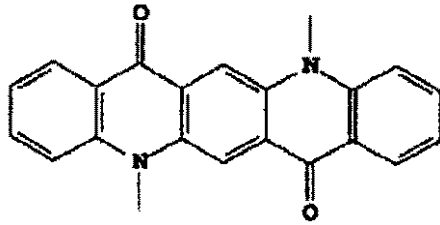
10

20

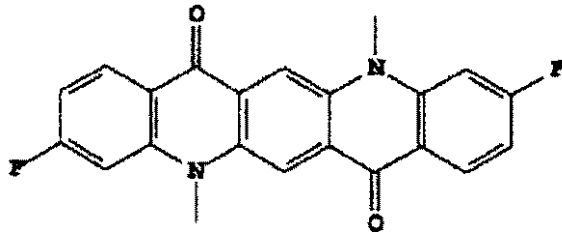
30

【化16】

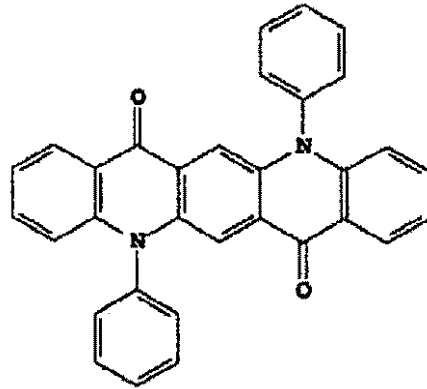
N1



N2



N3

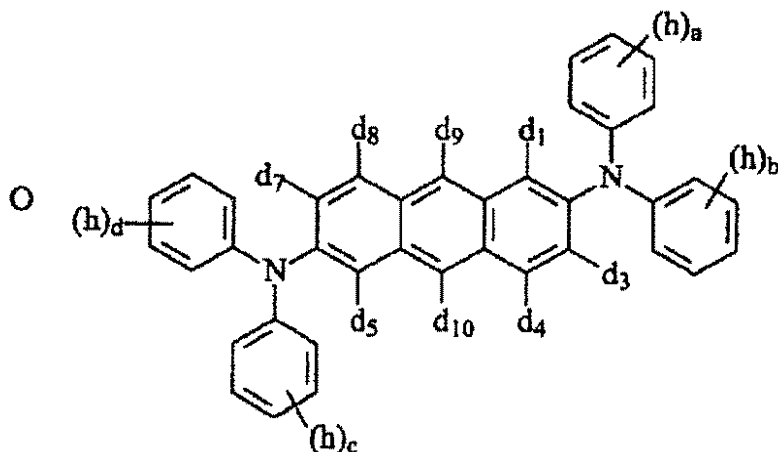


【0077】

また、緑色発光ドーパントは、以下の式によって表されるような、2,6-ジアミノアントラセン発光ドーパントを含み得る。

【0078】

【化17】



式中、 d_1 、 $d_3 \sim d_5$ 及び $d_7 \sim d_{10}$ は、同一でも異なってもよく、それぞれ水素又は独立して選択される置換基を表し、各 h は、同一でも異なってもよく、それぞれ、1つ以上の独立して選択される置換基を表し、ただし、2つの置換基は結合して環基を形成することができ、 $a \sim d$ は独立して0~5である。

【0079】

青色発光ドーパントは、構造Pのビス(アジニル)アゼンボロン錯体化合物を含み得る。

【0080】

10

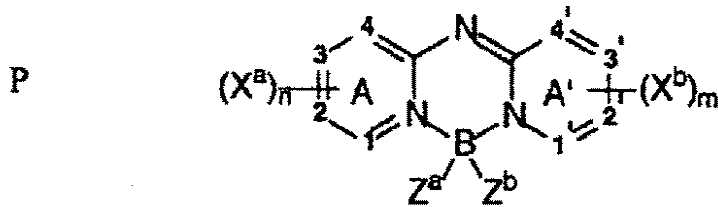
20

30

40

50

【化18】



【0081】

式中、A及びA'は、少なくとも1つの窒素を含有する6員芳香環系に相当する独立したアジン環系を表し； $(X^a)_n$ 及び $(X^b)_m$ は、1つ以上の独立して選択された置換基を表し、且つアクリル置換基を含むか、又は結合してA又はA'と縮合した環を形成し；m及びnは独立して0~4であり； Z^a 及び Z^b は、独立して選択された置換基であり；1、2、3、4、1'、2'、3'及び4'は、炭素又は窒素原子のいずれかとして独立に選択され；ただし、 X^a 、 X^b 、 Z^a 及び Z^b 、1、2、3、4、1'、2'、3'及び4'は、青色発光を与えるように選択される。

10

【0082】

リックス(Ricks)らは、上記類のドーパントのいくつかの例を開示する。発光層におけるこの類のドーパントの濃度は、望ましくは0.1%~5%である。

【0083】

他の類の青色ドーパントは、ペリレン類である。ペリレン類の特に有用な青色ドーパントは、ペリレン及びテトラ-t-ブチルペリレン(TBP)を含む。

20

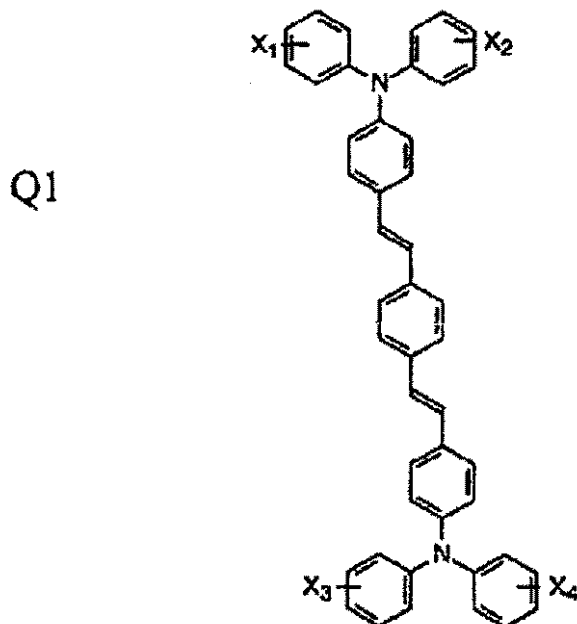
【0084】

他の類の青色ドーパントとしては、米国特許第5,121,029号及び米国特許出願公開第2006/0093856号においてヘルバー(Helber)らによって記載された化合物を含む、ジスチリルベンゼン、スチリルビフェニル、及びジスチリルビフェニルなどのスチリルアレンやジスチリルアレンの青色発光誘導体が挙げられる。青色発光を与えるこれらの誘導体の中でも、第2発光層52において特に有用なのは、ジアリールアミノ基で置換されたものであり、本明細書ではアミノスチリルアレンドーパントと称する。例としては、以下に示される一般構造Q1のビス[2-[4-[N,N-ジアリールアミノ]フェニル]ビニル]-ベンゼン：

30

【0085】

【化19】



40

【0086】

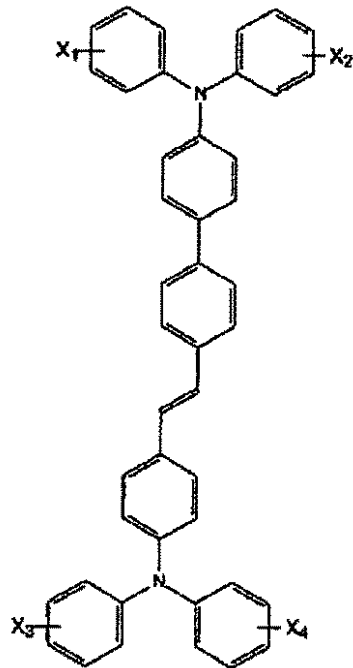
50

以下に示される一般構造 Q2 の [N , N - ジアリールアミノ] [2 - [4 - [N , N - ジアリールアミノ] フェニル] ビニル] ビフェニル :

【 0 0 8 7 】

【 化 2 0 】

Q2



10

20

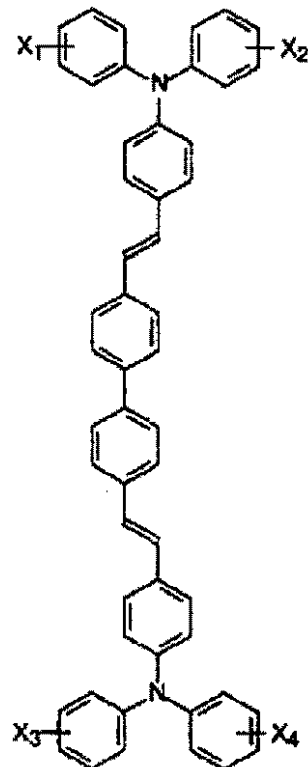
【 0 0 8 8 】

及び以下に示される一般構造 Q3 のビス [2 - [4 - [N , N - ジアリールアミノ] フェニル] ビニル] ビフェニル :

【 0 0 8 9 】

【 化 2 1 】

Q3



30

40

【 0 0 9 0 】

が挙げられる。

50

【0091】

式Q1～Q3において、 $X_1 - X_4$ は同一でも異なっていてもよく、アルキル、アリール、縮合アリール、ハロ(halo)、又はシアノなどの1つ以上の置換基をそれぞれ表す。好ましい実施形態において、 $X_1 - X_4$ はそれぞれ、1～10個の炭素原子をそれぞれ含有するアルキル基である。リックス(Ricks)らは、米国特許第7,252,893号において、この類の特に好ましい青色ドーパントを開示する。

【0092】

さらに、OLED装置10は、他の層を含み得る。例えば、アルカリ金属若しくはアルカリ土類金属、アルカリハロゲン化物塩、又はアルカリ金属若しくはアルカリ土類金属ドーパント有機層などの電子注入層もまた、カソード90と電子輸送層55との間に存在し得る。

10

【0093】

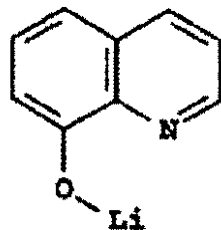
次に図2を見ると、本発明に従う他の実施形態のタンデム式OLED装置15の断面図が示されている。この実施形態において、中間接続層85は、n-ドーパ層95と接触し且つカソード90よりもアノード30に近接する非ドーパ層65をさらに含む。非ドーパ層65は、芳香族炭化水素誘導体、望ましくは構造Iのために上記したようなアントラセン誘導体を含む。また、非ドーパ層65は、構造Aのために上記したような有機アルカリ金属錯体を含み得る。非ドーパ層65に有用な有機アルカリ金属錯体の例は、ヒドロキノリンの塩、例えば、8-キノリノラトリチウムである。

【0094】

20

【化22】

R



【実施例】

【0095】

30

本発明及びその利益が、以下の比較例によって、より良く理解され得る。実施例3～6は本発明の代表例であるが、実施例1及び2は、比較目的の独創性のないタンデム式OLEDの例である。真空蒸着されるとされる層は、約 10^{-6} Torrの真空下で加熱ポートからの蒸発によって蒸着させた。OLED層の蒸着の後、カプセル化のために各装置をドライボックスに移した。OLEDは、 10 mm^2 の発光領域を有する。装置は、電極間に 20 mA/cm^2 の電流を適用することによって試験した。実施例1～6の結果を表1に与える。

【0096】

【 表 1 】

表1-20mA/cm²で測定された装置データ

装置#	輝度 (cd/m ²)	電圧	発光効率 (cd/A)	電力効率 (W/A)	CIEx	CIEy	Im/W	QE%
実施例1 (比較)	2955	9.3	14.8	0.150	0.312	0.346	5.0	6.6
実施例2 (比較)	3005	9.2	15.0	0.153	0.311	0.346	5.1	6.7
実施例3 (発明品)	3072	8.6	15.3	0.149	0.327	0.363	5.6	6.6
実施例4 (発明品)	3036	8.8	15.2	0.148	0.320	0.361	5.5	6.5
実施例5 (発明品)	3446	9.1	17.2	0.164	0.333	0.374	6.0	7.3
実施例6 (発明品)	3377	8.9	16.9	0.165	0.328	0.359	6.0	7.3

【 0 0 9 7 】

< 実施例 1 (比較) >

1. きれいなガラス基板にインジウムスズ酸化物 (I T O) をスパッタリングにより堆積させ、60 nmの厚さの透明電極を形成した。
2. 上記で調製した I T O 表面を酸素プラズマエッチングで処理した。
3. 上記で調製した基板を、正孔注入層 (H I L) としてヘキサシアノヘキサアザトリフェニレン (C H A T P) の 1 0 n m 層を真空蒸着することによってさらに処理した。

【 0 0 9 8 】

10

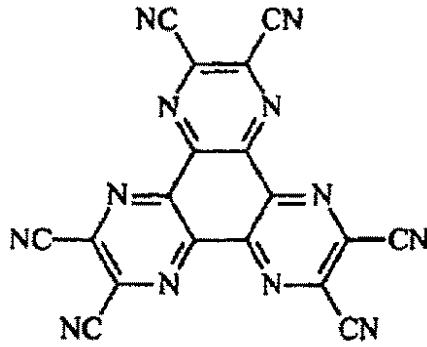
20

30

40

【化23】

CHATP



10

【0099】

4. 上記で調製した基板を、正孔輸送層 (HTL) として 4,4'-ビス [N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ] ビフェニル (NPB) の 150 nm 層を真空蒸着することによってさらに処理した。

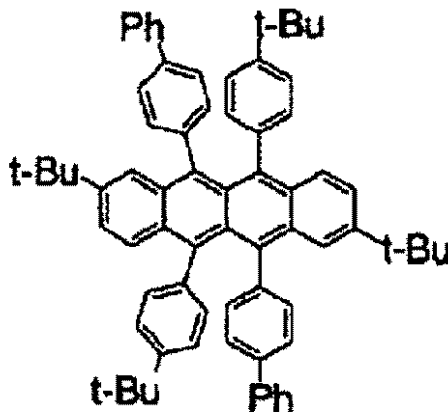
5. 上記で調製した基板を、48%のNPB (ホストとして)、48%の9-(1-ナフチル)-10-(2-ナフチル)アントラセン (NNA) (共同ホストとして)、4%の黄色発光ドーパントであるジフェニルテトラ-t-ブチルルプレン (PTBR) 含む 20 nm の黄色発光層を真空蒸着することによってさらに処理した。

【0100】

20

【化24】

PTBR



30

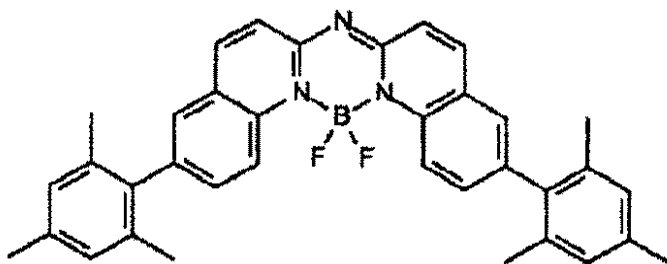
【0101】

6. 上記で調製した基板を、91%のNNAホスト、8%のNPB共同ホスト、青色発光ドーパントとして1%のBEPを含む30 nmの青色発光層を真空蒸着することによってさらに処理した。

【0102】

【化25】

BEP



40

【0103】

7. 49%の4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン (バソフェン又は Bphenとしても知られている)、共同ホストとして49%のトリス(8-キノリノラト)

50

アルミニウム (I I I) (A L Q)、2 % の L i 金属を含む 4 0 n m の n ドープ有機層を真空蒸着した。

8 . 上記で調製した基板を、電子受容層として C H A T P の 1 0 n m 層を真空蒸着することによってさらに処理した。

9 . 上記で調製した基板を、正孔輸送層 (H T L) として N P B の 1 0 n m 層を真空蒸着することによってさらに処理した。

1 0 . 上記で調製した基板を、9 4 . 5 % の N P B、黄色発光ドーパントとして 5 % の P T B R、及び赤色発光ドーパントとして 0 . 5 % のジベンゾ { [f , f '] - 4 , 4 ' , 7 , 7 ' - テトラフェニル } ジンデノ - [1 , 2 , 3 - c d : 1 ' , 2 ' , 3 ' - 1 m] ペリレン (T P D B P) を含む 2 0 n m の赤色発光層を真空蒸着することによってさらに処理した。

10

【 0 1 0 4 】

1 1 . 上記で調製した基板を、8 4 . 4 % の 2 - フェニル - 9 , 1 0 - ビス (2 - ナフチル) アントラセン (P B N A)、1 5 % の N P B、緑色発光ドーパントとして 0 . 6 % のジフェニルキナクリドン (D P Q) を含む 1 5 n m の緑色発光層を真空蒸着することによってさらに処理した。

1 2 . 上記で調製した基板を、9 9 % の P B N A、青色発光ドーパントとして 1 % の B E P を含む 2 0 n m の青色発光層を真空蒸着することによってさらに処理した。

1 3 . 共同ホストとして 4 9 % の B p h e n 及び 4 9 % の A L Q、2 % の L i 金属を含む 3 5 n m の混合電子輸送層を真空蒸着した。

20

1 4 . 基板上に 1 0 0 n m のアルミニウム層を蒸発によって堆積させ、カソード層を形成した。

【 0 1 0 5 】

< 実施例 2 (比較) >

工程 7 を以下のようにしたこと以外は、実施例 1 で上記した通りにして O L E D 装置を作製した。

7 . ホストとして 9 8 % の B p h e n、2 % の L i 金属を含む 4 0 n m の n ドープ有機層を真空蒸着した。

【 0 1 0 6 】

< 実施例 3 (発明品) >

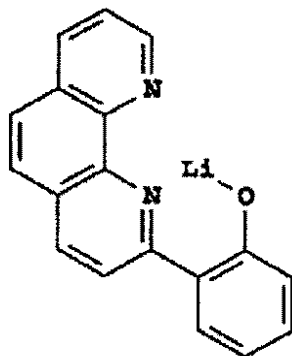
工程 7 を以下のようにしたこと以外は、実施例 1 で上記した通りにして O L E D 装置を作製した。

30

7 . ホストとして 9 8 % の 2 - (2 - ヒドロキシフェニル) - 1 , 1 0 - フェナントロリンのリチウム塩 (L i - H P P)、2 % の L i 金属を含む 4 0 n m の n ドープ有機層を真空蒸着した。

【 0 1 0 7 】

【 化 2 6 】



Li-HPP

40

【 0 1 0 8 】

< 実施例 4 (発明品) >

工程 7 を以下のようにしたこと以外は、実施例 1 で上記した通りにして O L E D 装置を

50

作製した。

7. 49%のLi-HPP、共同ホストとして49%のALQ、2%のLi金属を含む40nmのnドープ有機層を真空蒸着した。

【0109】

<実施例5(発明品)>

以下の工程6aを工程6の後に加え、工程7を以下のようにしたこと以外は、実施例1で上記した通りにしてOLED装置を作製した。

6a. 上記で調製した基板を、30nmのPBNAの非ドープ層を真空蒸着することによってさらに処理した。

7. ホストとして98%のLi-HPP、2%のLi金属を含む10nmのnドープ有機層を真空蒸着した。

10

【0110】

<実施例6(発明品)>

以下の工程6aを工程6の後に加え、工程7を以下のようにしたこと以外は、実施例1で上記した通りにしてOLED装置を作製した。

6a. 上記で調製した基板を、50%のPBNA及び50%の8-キノリノラトリチウム(LiQ)の20nmの非ドープ層を真空蒸着することによってさらに処理した。

7. ホストとして98%のLi-HPP、2%のLi金属を含む20nmのnドープ有機層を真空蒸着した。

【0111】

20

これらの実施例を試験した結果を以下の表1に示す。

【0112】

本発明の実施例は、それらの各々の比較例と比較して、改善された輝度、発光効率、及びルーメン/ワット(lumens/watt)を示す。また、ほとんどが改善された駆動電圧を示し、いくつかは改善された電力効率及び量子効率を示す。

【符号の説明】

【0113】

10 OLED装置

15 OLED装置

20 基板

30 アノード

35 正孔注入層

38 電子受容層

40 正孔輸送層

45 正孔輸送層

50y 黄色発光層

50b 青色発光層

51r 赤色発光層

51g 緑色発光層

51b 青色発光層

55 電子輸送層

65 非ドープ層

70 ルミネッセンスユニット

75 ルミネッセンスユニット

80 中間接続層

85 中間接続層

90 カソード

95 nドープ有機層

30

40

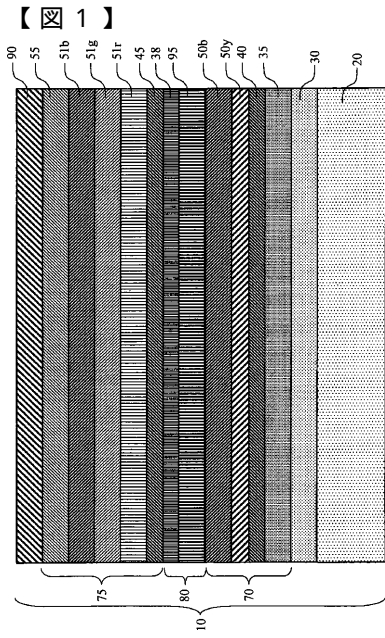


FIG. 1

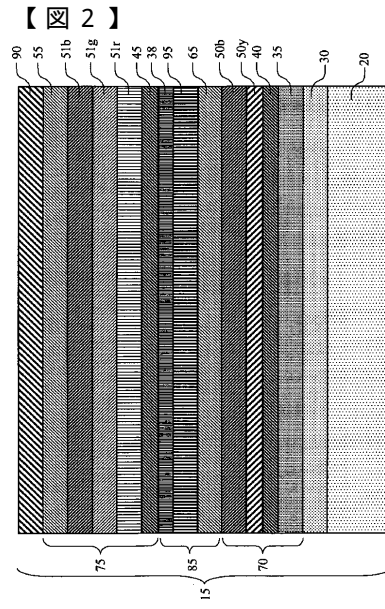


FIG. 2

フロントページの続き

- (74)代理人 100110423
弁理士 曾我 道治
- (74)代理人 100084010
弁理士 古川 秀利
- (74)代理人 100094695
弁理士 鈴木 憲七
- (74)代理人 100111648
弁理士 梶並 順
- (74)代理人 100122437
弁理士 大宅 一宏
- (74)代理人 100161115
弁理士 飯野 智史
- (72)発明者 ハトワル、トゥカラム・キサン
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ロチェスター、ステイト・ストリート 343
- (72)発明者 スピンドラー、ジェフリー・ポール
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ロチェスター、ステイト・ストリート 343
- (72)発明者 ベグリー、ウィリアム・ジェイムズ
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ロチェスター、ステイト・ストリート 343

審査官 濱野 隆

- (56)参考文献 特表2009-506513(JP,A)
特表2009-500790(JP,A)
特開2006-156828(JP,A)
特開2005-251730(JP,A)
特表2008-511100(JP,A)
特開2007-59848(JP,A)
特表2009-532825(JP,A)
特開2004-342614(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H05B 33/12
H01L 51/50