

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-40735

(P2010-40735A)

(43) 公開日 平成22年2月18日(2010.2.18)

(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 33/14 B	3 K 1 0 7
H 0 5 B 33/24 (2006.01)	H 0 5 B 33/24	
H 0 5 B 33/12 (2006.01)	H 0 5 B 33/12 B	
C 0 9 K 11/06 (2006.01)	C 0 9 K 11/06 6 6 0	
	C 0 9 K 11/06 6 9 0	
審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 49 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2008-201493 (P2008-201493)
 (22) 出願日 平成20年8月5日(2008.8.5)

(71) 出願人 000002185
 ソニー株式会社
 東京都港区港南1丁目7番1号
 (74) 代理人 100098785
 弁理士 藤島 洋一郎
 (74) 代理人 100109656
 弁理士 三反崎 泰司
 (74) 代理人 100130915
 弁理士 長谷部 政男
 (74) 代理人 100155376
 弁理士 田名網 孝昭
 (72) 発明者 吉永 禎彦
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社社内

最終頁に続く

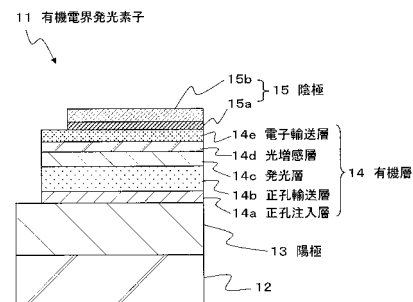
(54) 【発明の名称】 有機電界発光素子および表示装置

(57) 【要約】

【課題】発光効率および色純度が十分に良好な赤色発光の有機電界発光素子、およびこれを用いてなる表示装置を提供する。

【解決手段】陽極13と陰極15との間に発光層14cを備えた有機層14を挟持してなる赤色発光性の有機電界発光素子11において、発光層14cは、赤色の発光性ゲスト材料と共に、ホスト材料として母骨格が環員数4～7の多環式芳香族炭化水素化合物を含有している。また有機材料からなる燐光発光材料を含有する光増感層14dが、発光層14cに隣接して設けられている。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

陽極と、

赤色の発光性ゲスト材料と共に、母骨格が環員数 4 ～ 7 の多環式芳香族炭化水素化合物からなるホスト材料を含有する発光層と、

有機材料からなる燐光発光材料を含有し前記発光層に隣接して積層された光増感層と、前記陽極との間に前記発光層および前記光増感層を挟持する状態で設けられた陰極とを有する

有機電界発光素子。

【請求項 2】

10

前記燐光発光材料は、前記赤色の発光性ゲスト材料よりも短波長の燐光を発光する請求項 1 に記載の有機電界発光素子。

【請求項 3】

前記燐光発光材料は、イリジウム錯体、白金錯体、レニウム錯体、オスミウム錯体、ルテニウム錯体、および金錯体から選択される

請求項 1 または 2 に記載の有機電界発光素子。

【請求項 4】

前記光増感層は、前記発光層に隣接して当該発光層と前記陰極との間に設けられている請求項 1 ～ 3 のうちの何れか 1 項に記載の有機電界発光素子。

【請求項 5】

20

前記光増感層は、前記燐光発光材料を発光性ゲスト材料とし、炭素数 6 以上 60 以下の芳香族炭化水素の誘導体またはその連結からなる有機材料をホスト材料として含有している

請求項 1 ～ 4 のうちの何れか 1 項に記載の有機電界発光素子。

【請求項 6】

前記発光層のホスト材料を構成する多環式芳香族炭化水素化合物の母骨格が、ピレン、ベンゾピレン、クリセン、ナфтаセン、ベンゾナфтаセン、ジベンゾナфтаセン、ペリレン、コロネンから選択された

請求項 1 ～ 5 のうちの何れか 1 項に記載の有機電界発光素子。

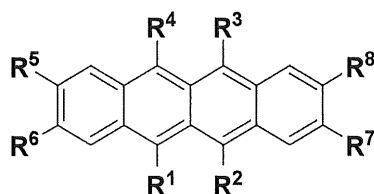
【請求項 7】

30

前記発光層のホスト材料として、下記一般式 (1) に示す化合物が用いられている

請求項 1 ～ 6 のうちの何れか 1 項に記載の有機電界発光素子。

【化 1】



一般式(1)

40

ただし、一般式 (1) 中において、 $R^1 \sim R^8$ はそれぞれ独立に、水素、ハロゲン、ヒドロキシル基、炭素数 20 以下の置換あるいは無置換のカルボニル基、炭素数 20 以下の置換あるいは無置換のカルボニルエステル基、炭素数 20 以下の置換あるいは無置換のアルキル基、炭素数 20 以下の置換あるいは無置換のアルケニル基、炭素数 20 以下の置換あるいは無置換のアルコキシル基、シアノ基、ニトロ基、炭素数 30 以下の置換あるいは無置換のシリル基、炭素数 30 以下の置換あるいは無置換のアリール基、炭素数 30 以下の置換あるいは無置換の複素環基、もしくは炭素数 30 以下の置換あるいは無置換のアミノ基を示す。

【請求項 8】

前記発光層で発生した赤色の発光光が、前記陽極と陰極との間の何れかの層間において

50

多重干渉して当該陽極または陰極の一方側から取り出される

請求項 1 ~ 7 のうちの何れか 1 項に記載の有機電界発光素子。

【請求項 9】

陽極と、

赤色の発光性ゲスト材料と共に、母骨格が環員数 4 ~ 7 の多環式芳香族炭化水素化合物からなるホスト材料を含有する発光層と、

有機材料からなる燐光発光材料を含有し前記発光層に隣接して積層された光増感層と、

前記陽極との間に前記発光層および前記光増感層を挟持する状態で設けられた陰極と、

前記陰極と前記陽極との間に前記発光層と前記光増感層とを挟持してなる有機電界発光素子が配列される基板とを備えた

表示装置。

【請求項 10】

前記有機電界発光素子が、赤色発光素子として複数の画素のうちの一部の画素に設けられている

請求項 9 に記載の表示装置。

【請求項 11】

前記赤色発光素子として設けられた前記有機電界発光素子の光増感層は、前記基板上に設けられた当該赤色発光素子以外の有機電界発光素子における発光層として、複数の画素にわたる連続パターンの形状で設けられている

請求項 10 に記載の表示装置。

【請求項 12】

前記基板上には、前記赤色発光素子と共に、青色発光性の有機電界発光素子および緑色発光性の有機電界発光素子が設けられている

請求項 10 または 11 に記載の表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

有機電界発光素子および表示装置に関し、特に赤色発光の有機電界発光素子、およびこれを用いた表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、軽量で高効率のフラットパネル型表示装置として、有機電界発光素子（いわゆる有機 EL 素子）を用いた表示装置が注目されている。

【0003】

このような表示装置を構成する有機電界発光素子は、例えばガラス等からなる透明な基板上に設けられており、基板側から順にITO（Indium Tin Oxide：透明電極）からなる陽極、有機層、および陰極を積層してなる。有機層は、陽極側から順に、正孔注入層、正孔輸送層および電子輸送性の発光層を順次積層させた構成を有している。このように構成された有機電界発光素子では、陰極から注入された電子と陽極から注入された正孔とが発光層において再結合し、この再結合の際に生じる光が陽極を介して基板側から取り出される。

【0004】

有機電界発光素子としては、このような構成を有するものの他に、基板側から順に、陰極、有機層、陽極を順次積層した構成、さらには上方に位置する電極（陰極または陽極としての上部電極）を透明材料で構成することによって、基板と反対側の上部電極側から光を取り出すようにした、いわゆる上面発光型もある。特に、基板上に薄膜トランジスタ（Thin Film Transistor：TFT）を設けてなるアクティブマトリックス型の表示装置においては、TFTが形成された基板上に上面発光型の有機電界発光素子を設けた、いわゆるTop Emission構造とすることが、発光部の開口率を向上させる上で有利になる。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 5 】

ところで、有機 E L ディスプレイの実用化を考慮した場合、有機電界発光素子の開口を広げて光取り出しを高めることのほかに、有機電界発光素子の発光効率を向上させる必要がある。そこで、発光効率を高める様々な材料および層構成の検討がなされてきた。

【 0 0 0 6 】

例えば赤色発光素子であれば、従来から知られている D C J T B に代表されるピラン誘導体になる新たな赤色発光材料として、ナフタセン誘導体(ルブレン誘導体を含む)をドーパント材料として用いる構成が提案されている(例えば下記特許文献 1, 2 参照)。

【 0 0 0 7 】

また特許文献 2 には、ルブレン誘導体をドーパント材料として用いた第 1 の発光層に、ペニレン誘導体とアントラセン誘導体とを含む第 2 の発光層を積層させることにより、白色発光を得る構成も提案されている。

10

【 0 0 0 8 】

さらに青色発光層に隣接された電子輸送層や正孔輸送層に、ルブレン誘導体をドーパさせることにより、白色発光を得る構成も提案されている(下記特許文献 3 参照)。

【 0 0 0 9 】

【特許文献 1】2 0 0 0 - 2 6 3 3 4 号公報

【特許文献 2】2 0 0 3 - 5 5 6 5 2 号公報(特に第 0 3 5 3 ~ 0 3 5 7 段落、表 1 1 参照)

【特許文献 3】2 0 0 4 - 1 3 4 3 9 6 号公報

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 0 】

ところで、以上のような表示装置においてフルカラー表示を行う上では、三原色(赤色、緑色、青色)に発光する各色の有機電界発光素子を配列して用いるか、または白色発光の有機電界発光素子と各色のカラーフィルタまたは色変換層とを組み合わせる用いることになる。このうち、発光光の取り出し効率の観点からは、各色に発光する有機電界発光素子を用いる構成が有利である。

【 0 0 1 1 】

しかしながら、上述したナフタセン誘導体(ルブレン誘導体)を用いた赤色発光素子の発光は、電流効率は 6 . 7 c d / A 程度であり、発光色は赤色発光というよりはむしろ橙色発光であった。

30

【 0 0 1 2 】

そこで本発明は、発光効率および色純度が十分に良好な赤色発光の有機電界発光素子、およびこれを用いてなる表示装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

このような目的を達成するための本発明の有機電界発光素子は、陽極と陰極との間に発光層を備えた有機層を挟持してなる赤色発光性の有機電界発光素子である。この発光層は、赤色の発光性ゲスト材料と共に、母骨格が環員数 4 ~ 7 の多環式芳香族炭化水素化合物からなるホスト材料を含有している。また、有機層内においては、有機材料からなる燐光発光材料を含有した光増感層が、発光層に隣接して積層されている。

40

【 0 0 1 4 】

このような構成の有機電界発光素子においては、以降の実施例で詳細に説明するように、光増感層を設けていない構成と比較して電流効率が上昇し、しかも発光材料を含有する光増感層に影響されずに発光層で発生した赤色の発光光のみが素子から取り出されることがわかった。

【 0 0 1 5 】

これは、発光層に隣接して光増感層を設けたことにより、光増感層での燐光発光の発光エネルギーが発光層で吸収され、発光層においての発光効率に寄与するためである。この

50

際、三重項励起子を経由した燐光発光材料での燐光発光は、一重項励起子を経由した蛍光発光と比較して発光効率が低い。したがって、原理的に蛍光材料よりも発光効率の高い燐光材料を光増感層として用いることで、発光層からの発光効率を効果的に高めることが出来る。

【 0 0 1 6 】

また、本発明は、上述した構成の有機電界発光素子を基板上に複数配列して設けた表示装置でもある。

【 0 0 1 7 】

このような表示装置では、上述したように、輝度および色純度が高い有機電界発光素子を赤色発光素子として用いた表示装置が構成されるため、他の緑色発光素子および青色発光素子と組み合わせることで、色再現性の高いフルカラー表示が可能になる。

10

【 発明の効果 】

【 0 0 1 8 】

以上説明したように本発明の有機電界発光素子によれば、色純度を保ちつつ赤色の発光の発光効率を効果的に向上させることが可能になる。

【 0 0 1 9 】

そして、本発明の表示装置によれば、上述したように色純度および発光効率の高い赤色発光素子となる有機電界発光素子と共に、緑色発光素子および青色発光素子を１組にして画素を構成することにより、色再現性の高いフルカラー表示が可能になる。

20

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 0 】

以下、本発明の実施の形態を、有機電界発光素子およびこれを用いた表示装置の順に図面に基づいて詳細に説明する。

【 0 0 2 1 】

有機電界発光素子

図１は、本発明の有機電界発光素子を模式的に示す断面図である。この図に示す有機電界発光素子１１は、基板１２上に、陽極１３、有機層１４、および陰極１５をこの順に積層してなる。このうち有機層１４は、陽極１３側から順に、例えば正孔注入層１４a、正孔輸送層１４b、発光層１４c、光増感層１４d、および電子輸送層１４eを積層してなるものである。

30

【 0 0 2 2 】

本発明においては、発光層１４cの構成と、これに接して光増感層１４dを設けた構成とに特徴がある。以下においては、このような積層構成の有機電界発光素子１１が、基板１２と反対側から光を取り出す上面発光型の素子として構成されていることとし、この場合の各層の詳細を基板１２側から順に説明する。

【 0 0 2 3 】

< 基板 >

基板１２は、その一主面側に有機電界発光素子１１が配列形成される支持体であって、公知のものであって良く、例えば、石英、ガラス、金属箔、もしくは樹脂製のフィルムやシートなどが用いられるこの中でも石英やガラスが好ましく、樹脂製の場合には、その材質としてポリメチルメタクリレート（PMMA）に代表されるメタクリル樹脂類、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリブチレンナフタレート（PBN）などのポリエステル類、もしくはポリカーボネート樹脂などが挙げられるが、透水性や透ガス性を抑える積層構造、表面処理を行うことが必要である。

40

【 0 0 2 4 】

< 陽極 >

陽極１３には、効率良く正孔を注入するために電極材料の真空準位からの仕事関数が高いもの、例えばアルミニウム（Al）、クロム（Cr）、モリブテン（Mo）、タングステン（W）、銅（Cu）、銀（Ag）、金（Au）の金属およびその合金さらにはこれらの金属や合金の酸化物等、または、酸化スズ（SnO₂）とアンチモン（Sb）との合

50

金、ITO（インジウムチンオキシド）、InZnO（インジウム亜鉛オキシド）、酸化亜鉛（ZnO）とアルミニウム（Al）との合金、さらにはこれらの金属や合金の酸化物等が、単独または混在させた状態で用いられる。

【0025】

また、陽極13は、光反射性に優れた第1層と、この上部に設けられた光透過性を有すると共に仕事関数の大きい第2層との積層構造であっても良い。

【0026】

第1層は、アルミニウムを主成分とする合金からなる。その副成分は、主成分であるアルミニウムよりも相対的に仕事関数が小さい元素を少なくとも一つ含むものでも良い。このような副成分としては、ランタノイド系元素が好ましい。ランタノイド系元素の仕事関数は、大きくないが、これらの元素を含むことで陽極の安定性が向上し、かつ陽極のホール注入性も満足する。また副成分として、ランタノイド系元素の他に、シリコン（Si）、銅（Cu）などの元素を含んでも良い。

10

【0027】

第1層を構成するアルミニウム合金層における副成分の含有量は、例えば、アルミニウムを安定化させるNdやNi、Ti等であれば、合計で約10wt%以下であることが好ましい。これにより、アルミニウム合金層においての反射率を維持しつつ、有機電界発光素子の製造プロセスにおいてアルミニウム合金層を安定的に保ち、さらに加工精度および化学的安定性も得ることができる。また、陽極13の導電性および基板12との密着性も改善することが出来る。

20

【0028】

また第2層は、アルミニウム合金の酸化物、モリブデンの酸化物、ジルコニウムの酸化物、クロムの酸化物、およびタンタルの酸化物の少なくとも一つからなる層を例示できる。ここで、例えば、第2層が副成分としてランタノイド系元素を含むアルミニウム合金の酸化物層（自然酸化膜を含む）である場合、ランタノイド系元素の酸化物の透過率が高いため、これを含む第2層の透過率が良好となる。このため、第1層の表面において、高反射率を維持することが可能である。さらに、第2層は、ITO（Indium Tin Oxide）やIZO（Indium Zinc Oxide）などの透明導電層であっても良い。これらの導電層は、陽極13の電子注入特性を改善することができる。

30

【0029】

また陽極13は、基板11と接する側に、陽極13と基板12との間の密着性を向上させるための導電層を設けて良い。このような導電層としては、ITOやIZOなどの透明導電層が挙げられる。

【0030】

そして、この有機電界発光素子11を用いて構成される表示装置の駆動方式がアクティブマトリックス方式である場合には、陽極13は画素毎にパターニングされ、基板12に設けられた駆動用の薄膜トランジスタに接続された状態で設けられている。またこの場合、陽極13の上には、ここでの図示を省略したが絶縁膜が設けられ、この絶縁膜の開口部から各画素の陽極13の表面が露出されるように構成されていることとする。

40

【0031】

<正孔注入層>

正孔注入層14aは、発光層14cへの正孔注入効率を高めるためのものである。このような正孔注入層14aの材料としては、例えば、ベンジン、スチリルアミン、トリフェニルアミン、ポルフィリン、トリフェニレン、アザトリフェニレン、テトラシアノキノジメタン、トリアゾール、イミダゾール、オキサジアゾール、ポリアリーールアルカン、フェニレンジアミン、アリーールアミン、オキサゾール、アントラセン、フルオレノン、ヒドラゾン、スチルベンあるいはこれらの誘導体、または、ポリシラン系化合物、ビニルカルバゾール系化合物、チオフェン系化合物あるいはアニリン系化合物等の複素環式共役系のモノマー、オリゴマーあるいはポリマーを用いることができる。

50

【0032】

また、上記正孔注入層 14 a のさらに具体的な材料としては、 α -ナフチルフェニルフェニレンジアミン、ポルフィリン、金属テトラフェニルポルフィリン、金属ナフタロシニン、ヘキサシアノアザトリフェニレン、7,7,8,8-テトラシアノキノジメタン(TCNQ)、7,7,8,8-テトラシアノ-2,3,5,6-テトラフルオロキノジメタン(F4-TCNQ)、テトラシアノ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、N,N,N',N'-テトラキス(p-トリル)p-フェニレンジアミン、N,N,N',N'-テトラフェニル-4,4'-ジアミノビフェニル、N-フェニルカルバゾール、4-ジ-p-トリルアミノスチルベン、ポリ(パラフェニレンビニレン)、ポリ(チオフェンビニレン)、ポリ(2,2'-チエニルピロール)等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

10

【0033】

< 正孔輸送層 >

正孔輸送層 14 b は、正孔注入層 14 a と同様に発光層 14 c への正孔注入効率を高めるためのものである。このような正孔輸送層 14 b は、上述した正孔注入層 14 a と同様の材料の中から選択した材料を用いて構成される。

【0034】

< 発光層 >

発光層 14 c は、陽極 13 と陰極 15 とに対する電圧印加時に、陽極 13 側から注入された正孔と、陰極 15 側から注入された電子とが再結合する領域である。本実施形態においては、この発光層 14 c の構成が一つの特徴である。つまり発光層 14 c は、母骨格が環員数 4 ~ 7 の多環式芳香族炭化水素化合物をホスト材料として用いたもので、このホスト材料に対して赤色の発光性ゲスト材料がドーピングされており、赤色の発光光を発生する。

20

【0035】

このうち、発光層 14 c を構成するホスト材料は、母骨格が環員数 4 ~ 7 の多環式芳香族炭化水素化合物であり、ピレン、ベンゾピレン、クリセン、ナフタセン、ベンゾナフタセン、ジベンゾナフタセン、ペリレン、コロネンから選択されることとする。

【0036】

また発光層 14 c を構成するホスト材料は、母骨格が環員数 4 ~ 7 の多環式芳香族炭化水素化合物であり、ピレン、ベンゾピレン、クリセン、ナフタセン、ベンゾナフタセン、ジベンゾナフタセン、ペリレン、コロネンから選択されることとする。

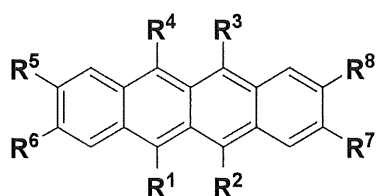
30

【0037】

なかでも、下記一般式(1)に示すナフタセン誘導体をホスト材料として用いることが好ましい。

【0038】

【化1】



一般式(1)

40

【0039】

ただし、一般式(1)中において、 $R^1 \sim R^8$ はそれぞれ独立に、水素、ハロゲン、ヒドロキシル基、炭素数 20 以下の置換あるいは無置換のカルボニル基、炭素数 20 以下の置換あるいは無置換のカルボニルエステル基、炭素数 20 以下の置換あるいは無置換のアルキル基、炭素数 20 以下の置換あるいは無置換のアルケニル基、炭素数 20 以下の置換あるいは無置換のアルコキシル基、シアノ基、ニトロ基、炭素数 30 以下の置換あるいは無置換のシリル基、炭素数 30 以下の置換あるいは無置換のアリール基、炭素数 30 以下の

50

置換あるいは無置換の複素環基、もしくは炭素数 30 以下の置換あるいは無置換のアミノ基を示す。

【0040】

一般式(1)における $R^1 \sim R^8$ が示すアリール基は、例えば、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、フルオレニル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナфтаセニル基、2-ナфтаセニル基、9-ナфтаセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、1-クリセニル基、6-クリセニル基、2-フルオランテニル基、3-フルオランテニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-t-ブチルフェニル基等が挙げられる。

10

【0041】

また、 $R^1 \sim R^8$ が示す複素環基は、ヘテロ原子としてO、N、Sを含有する5員環または6員環の芳香族複素環基、炭素数2~20の縮合多環芳香族複素環基が挙げられる。また、芳香族複素環基および縮合多環芳香族複素環基としては、チエニル基、フリル基、ピロリル基、ピリジル基、キノリル基、キノキサリル基、イミダゾピリジル基、ベンゾチアゾール基が挙げられる。代表的なものとしては、1-ピロリル基、2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジニル基、2-ピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、1-インドリル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、2-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキサリニル基、5-キノキサリニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、9-カルバゾリル基、1-フェナンスリジニル基、2-フェナンスリジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェナンスリジニル基、6-フェナンスリジニル基、7-フェナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-フェナンスリジニル基、10-フェナンスリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、などが挙げられる。

20

30

【0042】

$R^1 \sim R^8$ が示すアミノ基は、アルキルアミノ基、アリールアミノ基、アラルキルアミノ基等のいずれでもよい。これらは、総炭素数1~6の脂肪族および/または1~4環の芳香族炭素環を有することが好ましい。このような基としては、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ジブチルアミノ基、ジフェニルアミノ基、ジトリルアミノ基、ビスビフェニルアミノ基、ジナフチルアミノ基が挙げられる。

40

【0043】

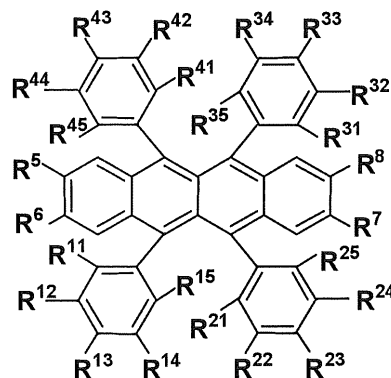
尚、上記置換基の2種以上は縮合環を形成していても良く、さらに置換基を有していてもよい。

【0044】

また特に、上記一般式(1)で表されるナфтаセン誘導体は、以下の一般式(1a)で表されるルブレン誘導体であることが好ましい。

【0045】

【化 2】



一般式(1a)

10

【0046】

一般式(1a)中、 $R^{11} \sim R^{15}$ 、 $R^{21} \sim R^{25}$ 、 $R^{31} \sim R^{35}$ 、 $R^{41} \sim R^{45}$ は、それぞれ独立に水素原子、アリール基、複素環基、アミノ基、アリールオキシ基、アルキル基、またはアルケニル基を示す。ただし、 $R^{11} \sim R^{15}$ 、 $R^{21} \sim R^{25}$ 、 $R^{31} \sim R^{35}$ 、 $R^{41} \sim R^{45}$ は、それぞれ同一であることが好ましい。

【0047】

また一般式(1a)中 $R^5 \sim R^8$ は、それぞれ独立に水素原子、置換基を有していてもよいアリール基、または置換基を有していてもよいアルキル基またはアルケニル基であることとする。

20

【0048】

一般式(1a)におけるアリール基、複素環基、およびアミノ基の好ましい態様は、一般式(1)の $R^1 \sim R^8$ と同様であって良い。尚、 $R^{11} \sim R^{15}$ 、 $R^{21} \sim R^{25}$ 、 $R^{31} \sim R^{35}$ 、 $R^{41} \sim R^{45}$ がアミノ基である場合、アルキルアミノ基、アリールアミノ基、またはアラキルアミノ基であることとする。これらは、総炭素数1～6の脂肪族や1～4環の芳香族炭素環を有することが好ましい。このような基としては、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ジブチルアミノ基、ジフェニルアミノ基、ジトリルアミノ基、ビスピフェニルアミノ基が挙げられる。

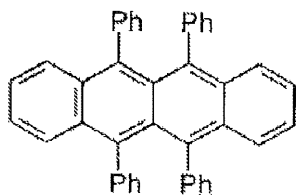
30

【0049】

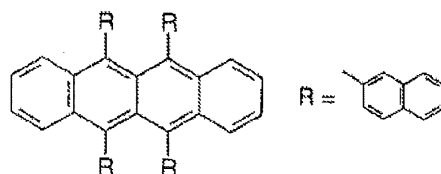
発光層14cのホスト材料として好適に用いられるナфтаセン誘導体のより具体的な他の例としては、一般式(1a)のルブレン誘導体の一つである下記化合物(1)-1のルブレンが挙げられるが、この他にも以下の化合物(1)-2～(1)-4が例示される。

【0050】

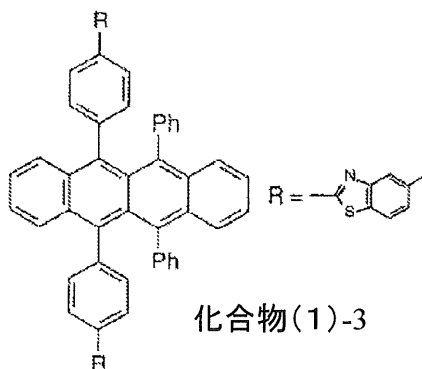
【化 3】



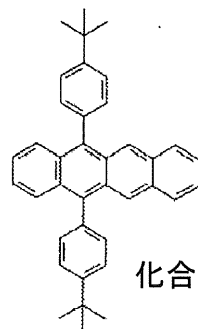
化合物(1)-1



化合物(1)-2



化合物(1)-3



化合物(1)-4

10

【0051】

また、発光層 14 c を構成する赤色の発光性ゲスト材料としては、次に説明する一般式 (2) のペリレン誘導体、一般式 (3) のジケトピロロピロール誘導体、一般式 (4) のピロメテン錯体、一般式 (5) のピラン誘導体、または一般式 (6) のスチリル誘導体を用いられる。以下、赤色の発光性ゲスト材料の詳細を説明する。

20

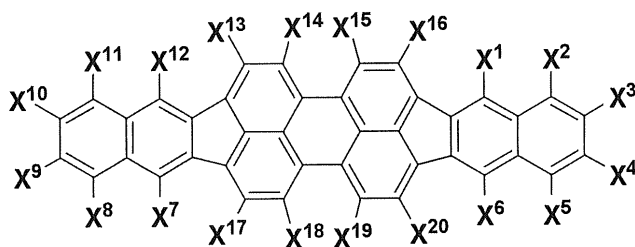
【0052】

- ペリレン誘導体 -

赤色の発光性ゲスト材料として、例えば下記一般式 (2) に示す化合物 (ジインデノ [1,2,3-cd] ペリレン誘導体) が用いられる。

【0053】

【化 4】



一般式 (2)

30

【0054】

ただし、一般式 (2) 中において、 $X^1 \sim X^{20}$ はそれぞれ独立に、水素、ハロゲン、ヒドロキシ基、炭素数 20 以下の置換あるいは無置換のカルボニル基、炭素数 20 以下の置換あるいは無置換のカルボニルエステル基、炭素数 20 以下の置換あるいは無置換のアルキル基、炭素数 20 以下の置換あるいは無置換のアルケニル基、炭素数 20 以下の置換あるいは無置換のアルコキシ基、シアノ基、ニトロ基、炭素数 30 以下の置換あるいは無置換のシリル基、炭素数 30 以下の置換あるいは無置換のアリール基、炭素数 30 以下の置換あるいは無置換の複素環基、もしくは炭素数 30 以下の置換あるいは無置換のアミノ基を示す。

40

【0055】

一般式 (2) における $X^1 \sim X^{20}$ が示すアリール基は、例えば、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、フルオレニル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-

50

アントリル基、1 - フェナントリル基、2 - フェナントリル基、3 - フェナントリル基、4 - フェナントリル基、9 - フェナントリル基、1 - ナфтаセニル基、2 - ナфтаセニル基、9 - ナфтаセニル基、1 - ピレニル基、2 - ピレニル基、4 - ピレニル基、1 - クリセニル基、6 - クリセニル基、2 - フルオランテニル基、3 - フルオランテニル基、2 - ビフェニルイル基、3 - ビフェニルイル基、4 - ビフェニルイル基、o - トリル基、m - トリル基、p - トリル基、p - t - ブチルフェニル基等が挙げられる。

【0056】

また $X^1 \sim X^{20}$ 示す複素環基は、ヘテロ原子として O、N、S を含有する 5 員環または 6 員環の芳香族複素環基、炭素数 2 ~ 20 の縮合多環芳香複素環基が挙げられる。これらの芳香族複素環基および縮合多環芳香複素環基としては、チエニル基、フリル基、ピロリル基、ピリジル基、キノリル基、キノキサリル基、イミダゾピリジル基、ベンゾチアゾール基が挙げられる。代表的なものとしては、1 - ピロリル基、2 - ピロリル基、3 - ピロリル基、ピラジニル基、2 - ピリジニル基、3 - ピリジニル基、4 - ピリジニル基、1 - インドリル基、2 - インドリル基、3 - インドリル基、4 - インドリル基、5 - インドリル基、6 - インドリル基、7 - インドリル基、1 - イソインドリル基、2 - イソインドリル基、3 - イソインドリル基、4 - イソインドリル基、5 - イソインドリル基、6 - イソインドリル基、7 - イソインドリル基、2 - フリル基、3 - フリル基、2 - ベンゾフラニル基、3 - ベンゾフラニル基、4 - ベンゾフラニル基、5 - ベンゾフラニル基、6 - ベンゾフラニル基、7 - ベンゾフラニル基、1 - イソベンゾフラニル基、3 - イソベンゾフラニル基、4 - イソベンゾフラニル基、5 - イソベンゾフラニル基、6 - イソベンゾフラニル基、7 - イソベンゾフラニル基、キノリル基、3 - キノリル基、4 - キノリル基、5 - キノリル基、6 - キノリル基、7 - キノリル基、8 - キノリル基、1 - イソキノリル基、3 - イソキノリル基、4 - イソキノリル基、5 - イソキノリル基、6 - イソキノリル基、7 - イソキノリル基、8 - イソキノリル基、2 - キノキサリニル基、5 - キノキサリニル基、6 - キノキサリニル基、1 - カルバゾリル基、2 - カルバゾリル基、3 - カルバゾリル基、4 - カルバゾリル基、9 - カルバゾリル基、1 - フェナンスリジニル基、2 - フェナンスリジニル基、3 - フェナンスリジニル基、4 - フェナンスリジニル基、6 - フェナンスリジニル基、7 - フェナンスリジニル基、8 - フェナンスリジニル基、9 - フェナンスリジニル基、10 - フェナンスリジニル基、1 - アクリジニル基、2 - アクリジニル基、3 - アクリジニル基、4 - アクリジニル基、9 - アクリジニル基、などが挙げられる。

【0057】

$X^1 \sim X^{20}$ が示すアミノ基は、アルキルアミノ基、アリールアミノ基、アララルキルアミノ基等のいずれでもよい。これらは、総炭素数 1 ~ 6 の脂肪族および / または 1 ~ 4 環の芳香族炭素環を有することが好ましい。このような基としては、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ジブチルアミノ基、ジフェニルアミノ基、ジトリルアミノ基、ビスビフェニルアミノ基、ジナフチルアミノ基が挙げられる。

【0058】

尚、上記置換基の 2 種以上は縮合環を形成していても良く、さらに置換基を有していても良い。

【0059】

発光層 14c における赤色の発光性ゲスト材料として好適に用いられるジインデノ[1,2,3-cd]ペリレン誘導体の具体例として、以下の化合物(2)-1 ~ (2)-8 が例示される。ただし本発明は、なんらこれらに限定されるものではない。

【0060】

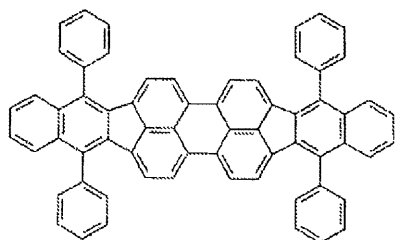
10

20

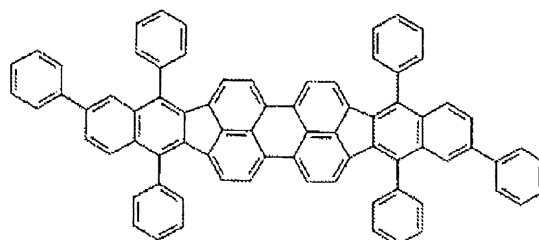
30

40

【化 5】

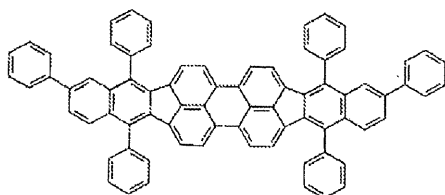


化合物(2)-1

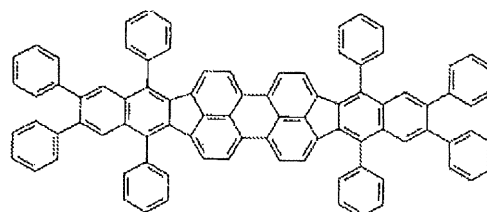


化合物(2)-2

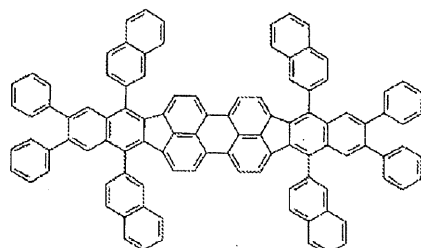
10



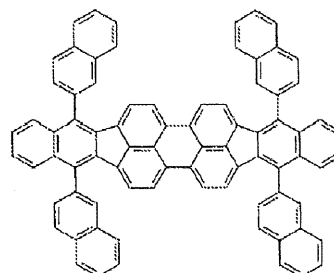
化合物(2)-3



化合物(2)-4

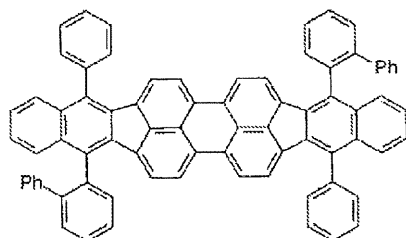


化合物(2)-5

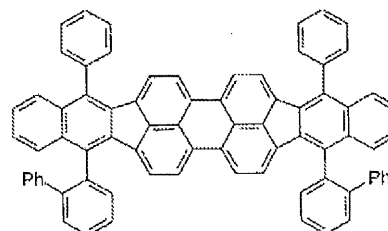


化合物(2)-6

20



化合物(2)-7



化合物(2)-8

30

【 0 0 6 1 】

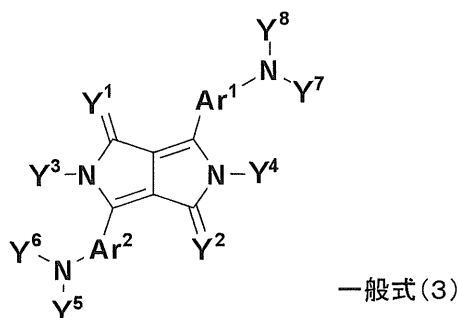
- ジケトピロロピロール誘導体 -

赤色の発光性ゲスト材料として、例えば下記一般式(3)に示す化合物(ジケトピロロピロール誘導体)が用いられる。

40

【 0 0 6 2 】

【化 6】



10

【0063】

ただし、一般式(3)中において、 Y^1 および Y^2 は、それぞれ独立に酸素原子、または置換もしくは未置換のイミノ基を表す。また、 $Y^3 \sim Y^8$ は、それぞれ独立に水素、ハロゲン、炭素数20以下の置換あるいは無置換のアルキル基、炭素数20以下の置換あるいは無置換のアルケニル基、炭素数30以下の置換あるいは無置換のアリール基、炭素数30以下の置換あるいは無置換の複素環基、もしくは炭素数30以下の置換あるいは無置換のアミノ基を示す。

【0064】

また一般式(3)中において、 Ar^1 および Ar^2 は、置換もしくは未置換の芳香族炭化水素基、置換もしくは未置換の芳香族複素環基より選ばれる2価の基を示す。

20

【0065】

尚、一般式(3)における、 $Y^3 \sim Y^8$ が示す置換あるいは無置換のアリール基、 $Y^3 \sim Y^8$ が示す複素環基、さらには $Y^3 \sim Y^8$ が示すアミノ基は、一般式(2)のペリレン誘導体で示した基と同様である。また、上記置換基の2種以上は縮合環を形成していても良く、さらに置換基を有していても良いことも同様である。

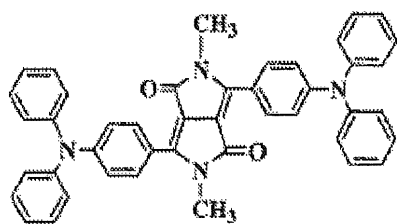
【0066】

発光層14cにおける赤色の発光性ゲスト材料として好適に用いられるジケトピロロピロール誘導体の具体例として、以下の化合物(3)-1~(3)-14が例示される。ただし本発明は、なんらこれらに限定されるものではない。

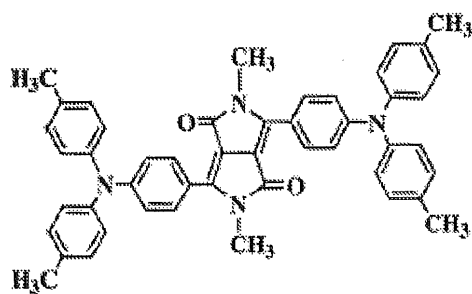
【0067】

30

【化 7 - 1】

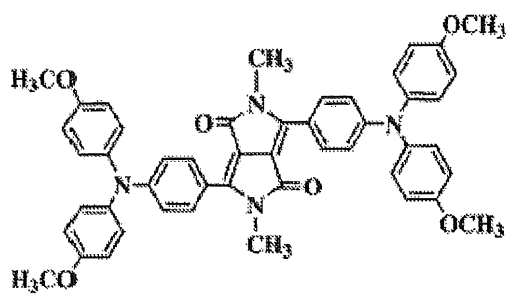


化合物(3)-1

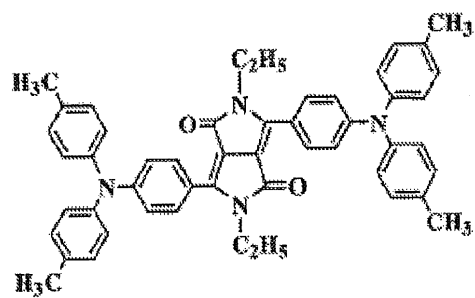


化合物(3)-2

10

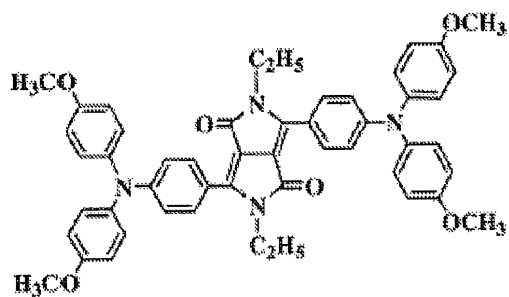


化合物(3)-3

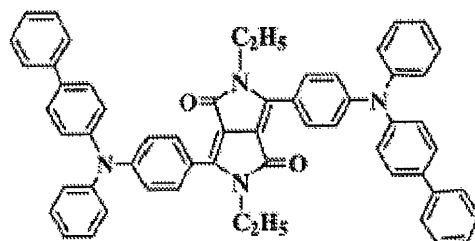


化合物(3)-4

20

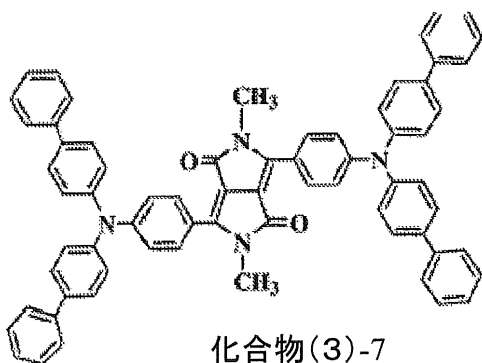


化合物(3)-5

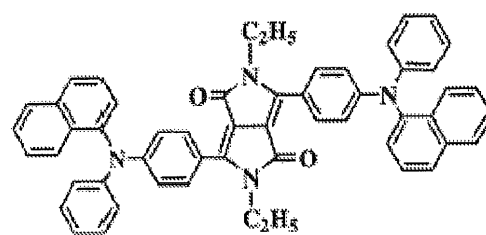


化合物(3)-6

30



化合物(3)-7

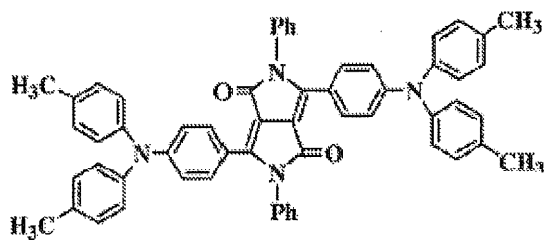


化合物(3)-8

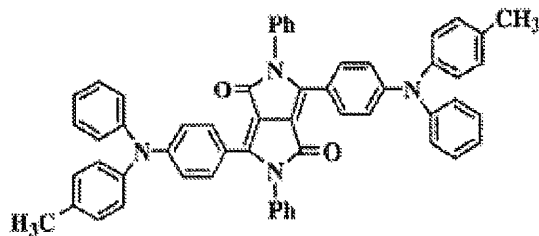
40

【 0 0 6 8 】

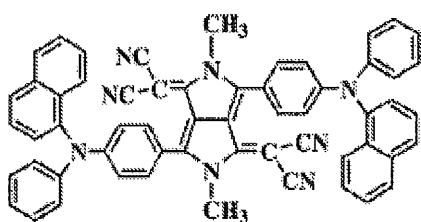
【化 7 - 2】



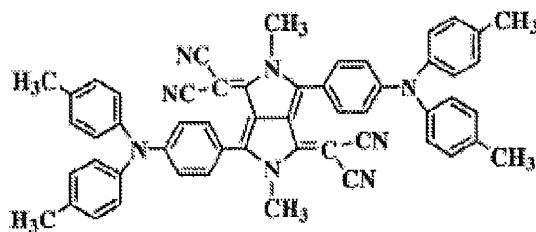
化合物(3)-9



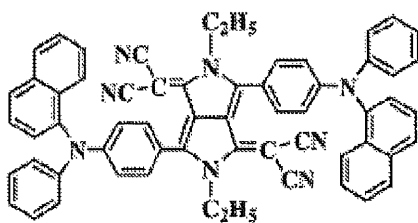
化合物(3)-10



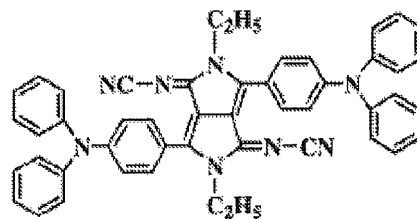
化合物(3)-11



化合物(3)-12



化合物(3)-13



化合物(3)-14

【 0 0 6 9 】

- ピロメテン 錯体 -

赤色の発光性ゲスト材料として、例えば下記一般式(4)に示す化合物(ピロメテン錯体)が用いられる。

【 0 0 7 0 】

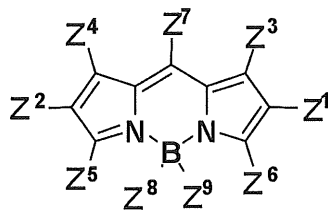
10

20

30

40

【化 8】



一般式(4)

【0071】

ただし、一般式(4)中において、 $Z^1 \sim Z^9$ はそれぞれ独立に、水素、ハロゲン、炭素数20以下の置換あるいは無置換のアルキル基、炭素数20以下の置換あるいは無置換のアルケニル基、炭素数20以下の置換あるいは無置換のアルコキシル基、シアノ基、ニトロ基、炭素数30以下の置換あるいは無置換のシリル基、炭素数30以下の置換あるいは無置換のアリール基、炭素数30以下の置換あるいは無置換の複素環基、もしくは炭素数30以下の置換あるいは無置換のアミノ基を示す。

10

【0072】

尚、一般式(7)における、 $Z^1 \sim Z^9$ が示す置換あるいは無置換のアリール基、 $Z^1 \sim Z^9$ が示す複素環基、および $Z^1 \sim Z^9$ が示すアミノ基は、一般式(2)のペリレン誘導体で示した基と同様である。また、上記置換基の2種以上は縮合環を形成していても良く、さらに置換基を有していても良いことも同様である。

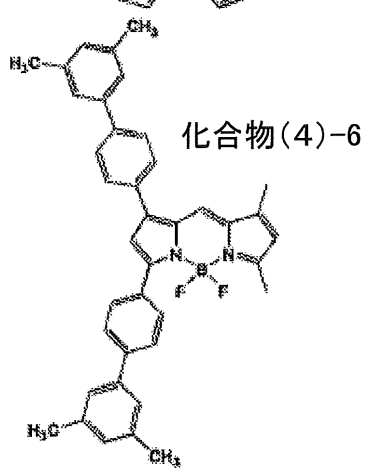
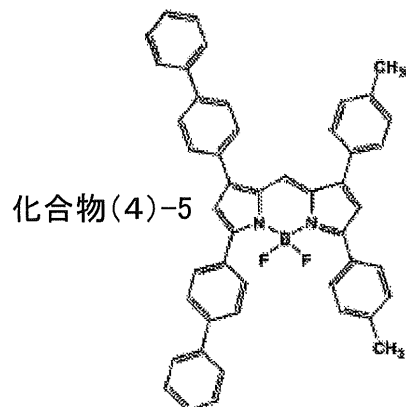
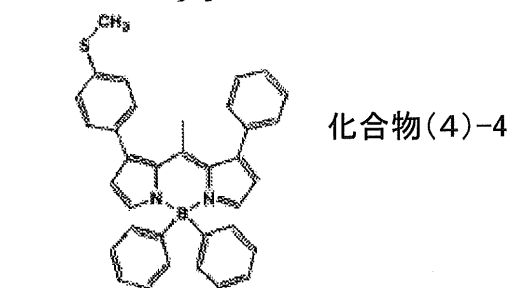
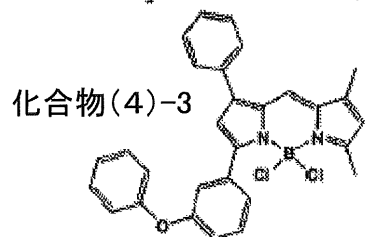
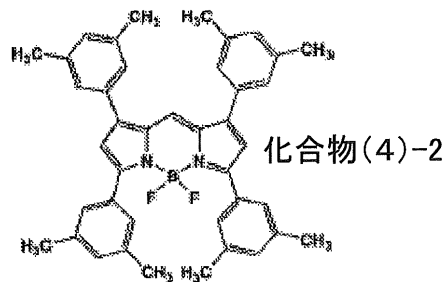
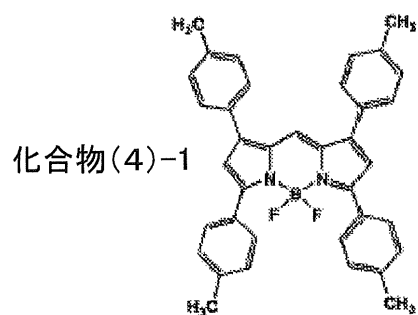
20

【0073】

発光層14cにおける赤色の発光性ゲスト材料として好適に用いられるピロメテン錯体の具体例として、以下の化合物(4)-1~(4)-68が例示される。ただし本発明は、なんらこれらに限定されるものではない。

【0074】

【化 9 - 1】



10

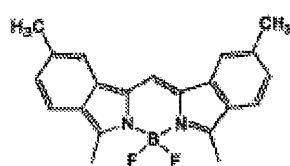
20

【 0 0 7 5 】

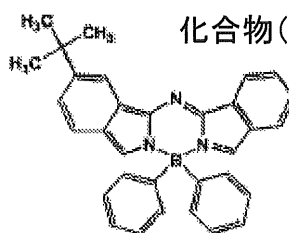
30

【化 9 - 2】

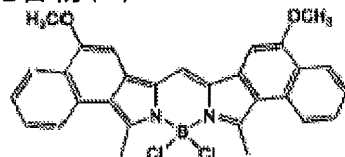
化合物(4)-7



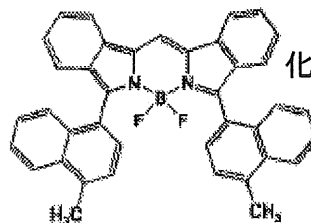
化合物(4)-8



化合物(4)-9



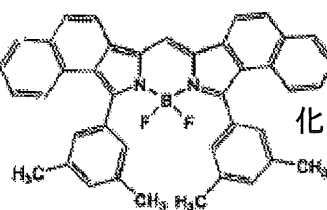
化合物(4)-10



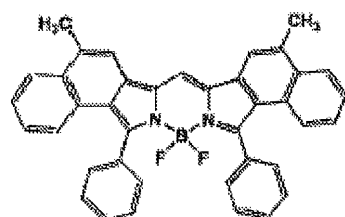
化合物(4)-11



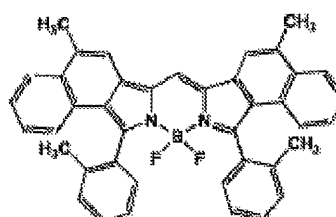
化合物(4)-12



化合物(4)-13



化合物(4)-14



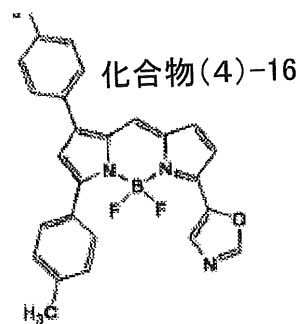
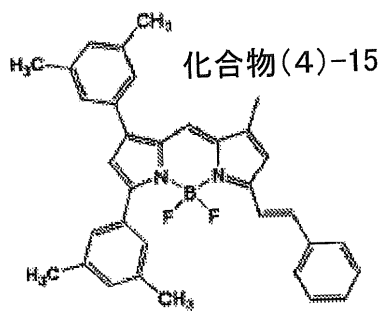
【 0 0 7 6 】

10

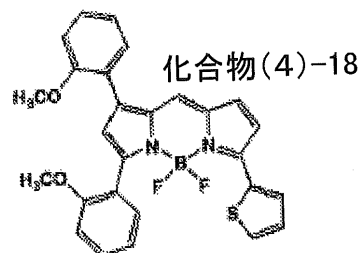
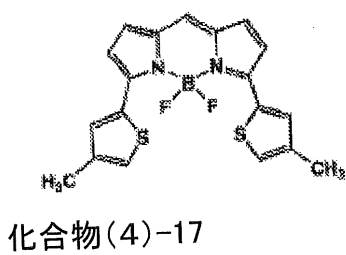
20

30

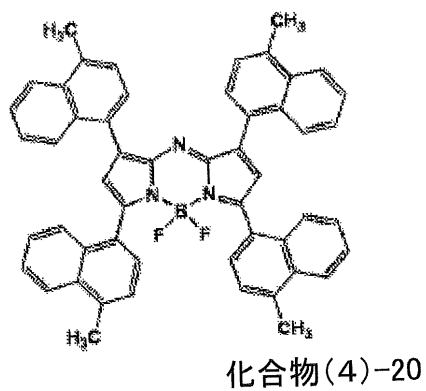
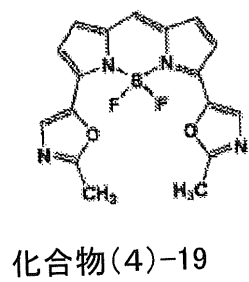
【化 9 - 3】



10



20

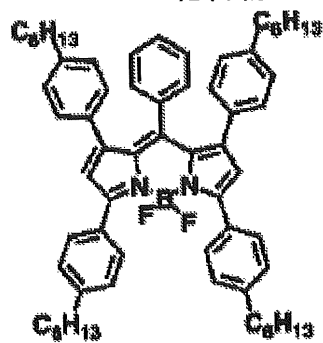


30

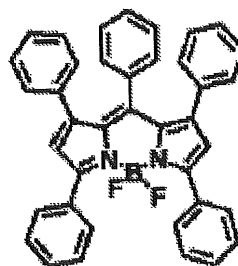
【 0 0 7 7 】

【化 9 - 4】

化合物(4)-21

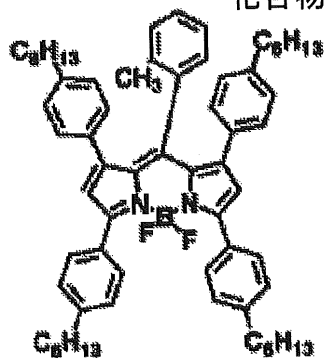


化合物(4)-22

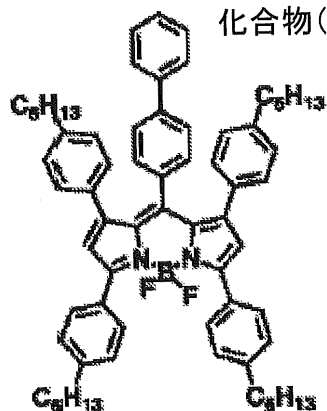


10

化合物(4)-23

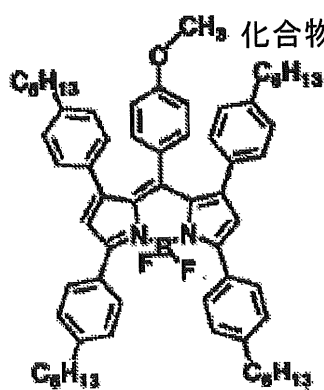


化合物(4)-24

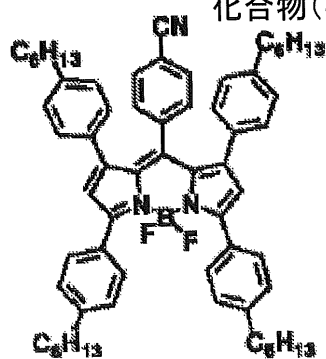


20

化合物(4)-25



化合物(4)-26

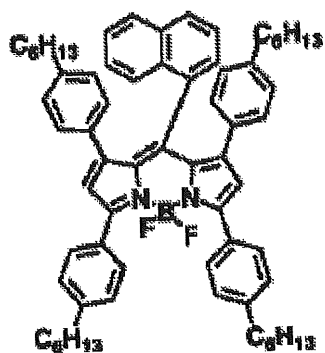


30

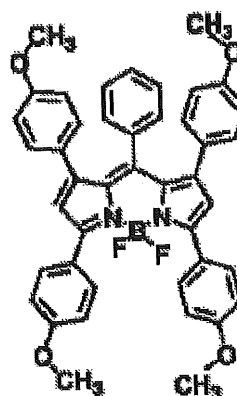
【 0 0 7 8】

【化 9 - 5】

化合物(4)-27

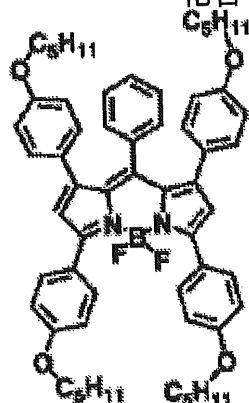


化合物(4)-28

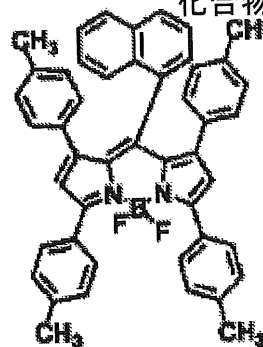


10

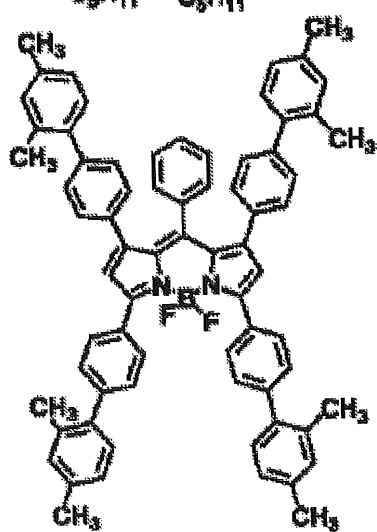
化合物(4)-29



化合物(4)-30

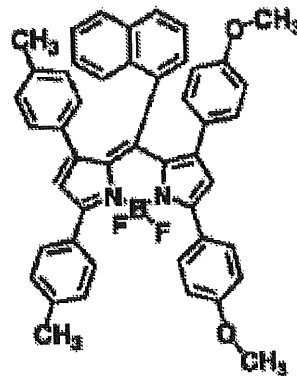


20



30

化合物(4)-32



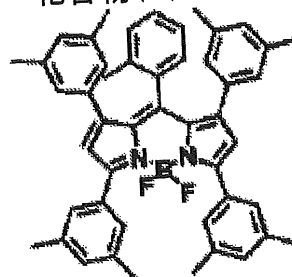
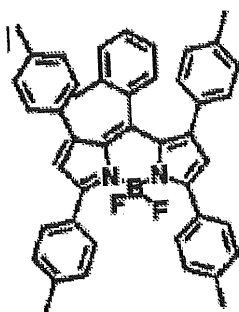
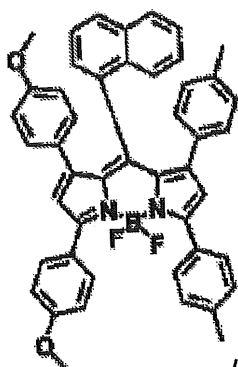
化合物(4)-31

【 0 0 7 9】

40

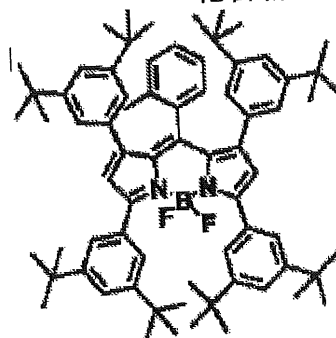
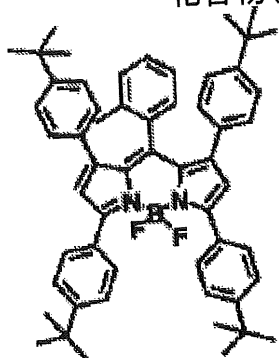
10

化合物(4)-35

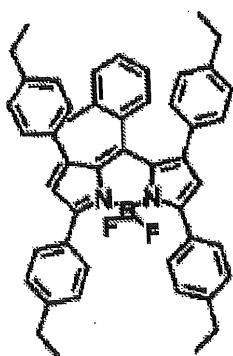


化合物(4)-36

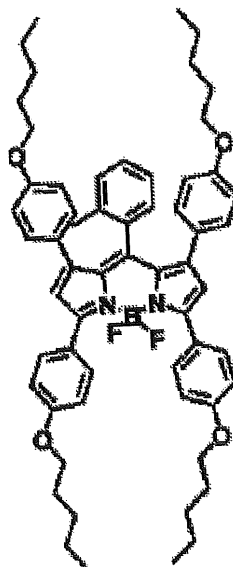
化合物(4)-37



化合物(4)-38



化合物(4)-39



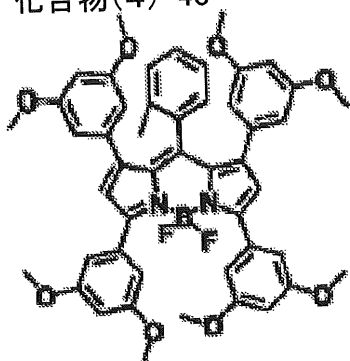
20

30

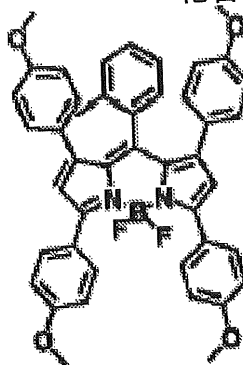
【 0 0 8 0 】

【化 9 - 7】

化合物(4)-40

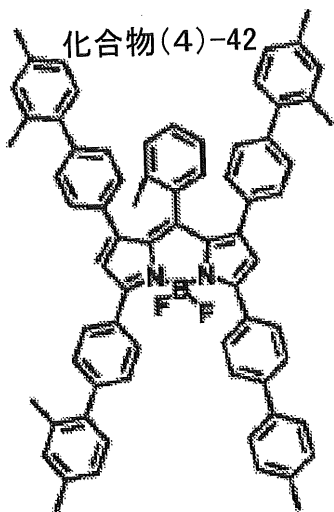


化合物(4)-41

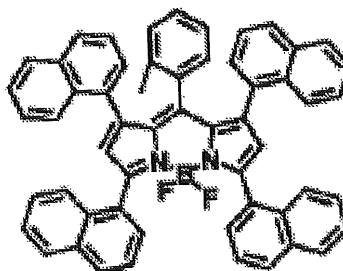


10

化合物(4)-42

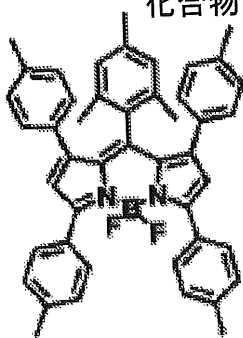


化合物(4)-43

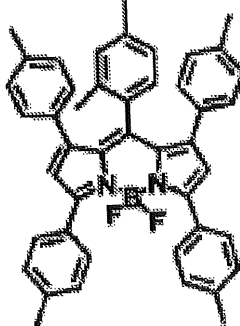


20

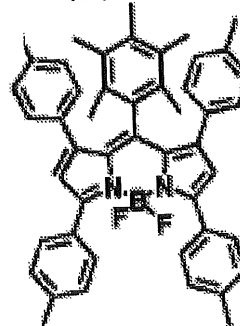
化合物(4)-44



化合物(4)-45



化合物(4)-46

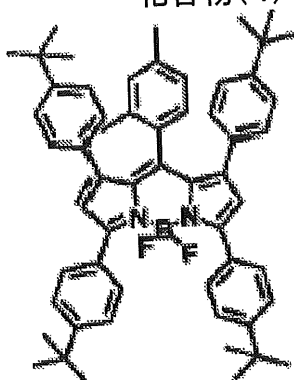


30

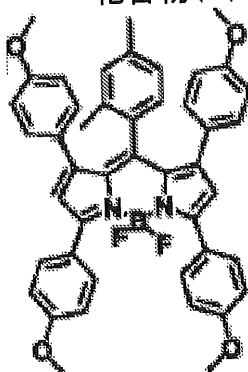
【 0 0 8 1】

【化 9 - 8】

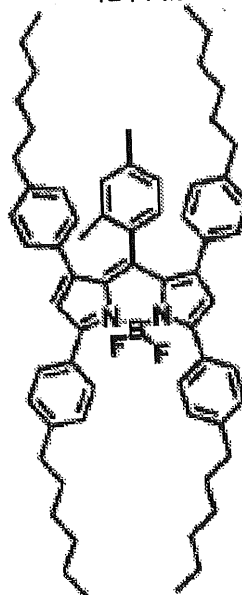
化合物(4)-47



化合物(4)-48

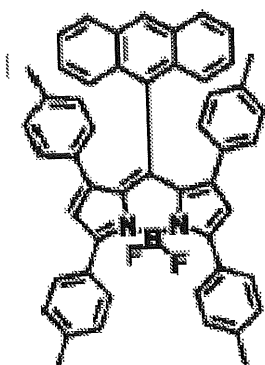


化合物(4)-50

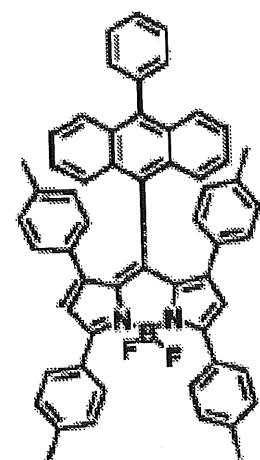


10

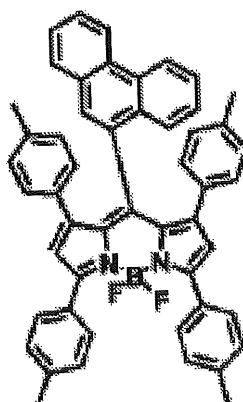
化合物(4)-49



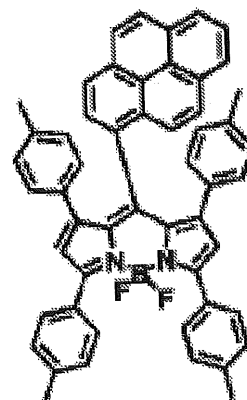
20



化合物(4)-51



化合物(4)-52



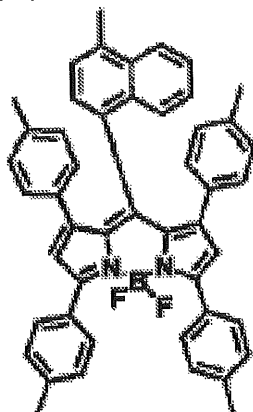
化合物(4)-53

30

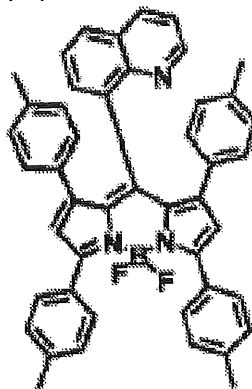
【 0 0 8 2 】

【化 9 - 9】

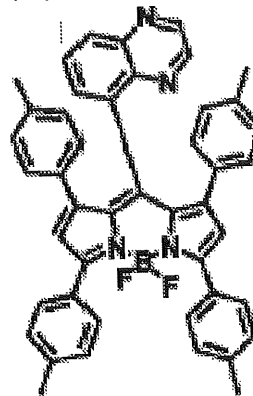
化合物(4)-54



化合物(4)-55

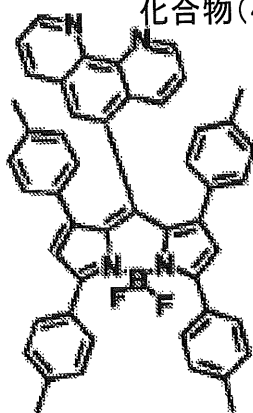


化合物(4)-56

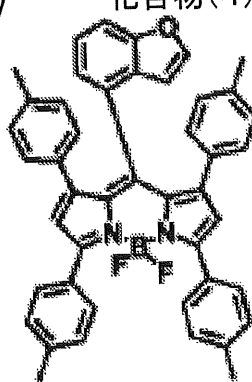


10

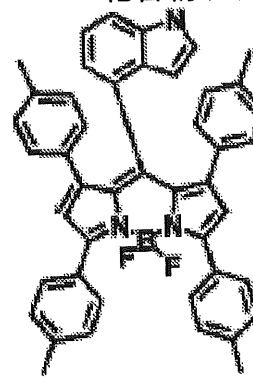
化合物(4)-57



化合物(4)-58

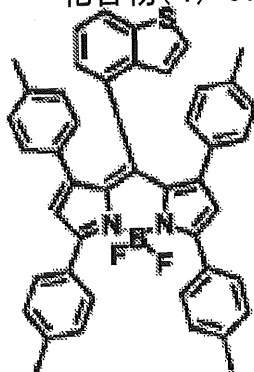


化合物(4)-59

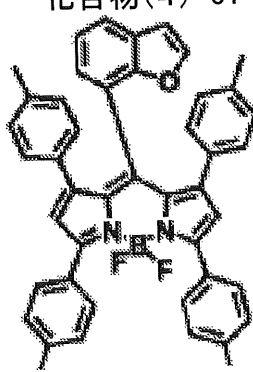


20

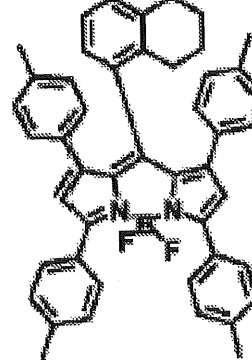
化合物(4)-60



化合物(4)-61



化合物(4)-62

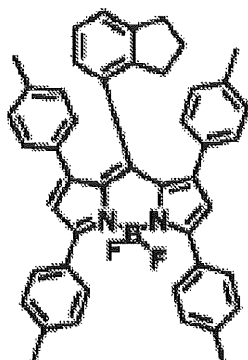


30

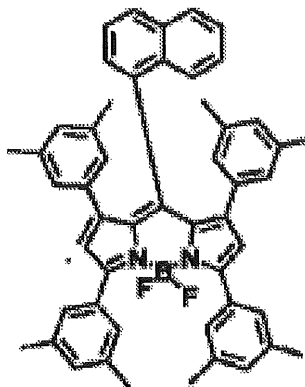
【 0 0 8 3 】

【化 9 - 1 0】

化合物(4)-63

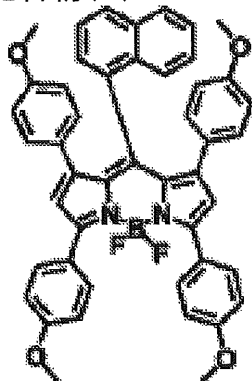


化合物(4)-64

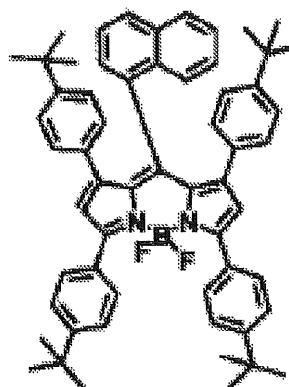


10

化合物(4)-65

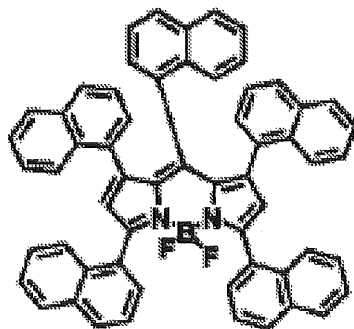


化合物(4)-66

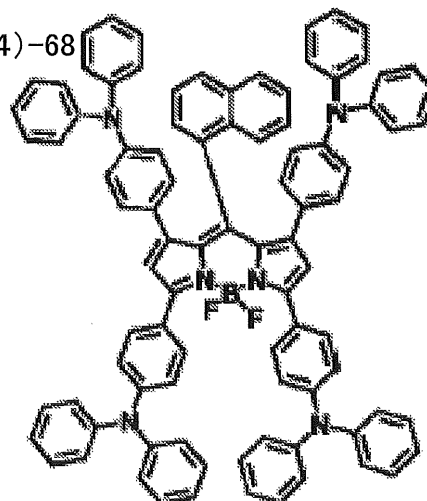


20

化合物(4)-67



化合物(4)-68



30

40

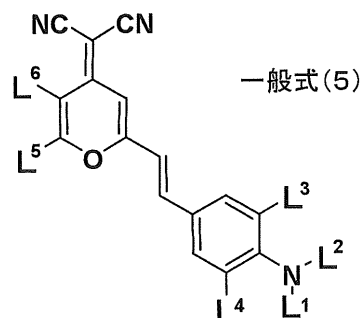
【 0 0 8 4】

- ピラン誘導体 -

赤色の発光性ゲスト材料として、例えば下記一般式(5)に示す化合物(ピラン誘導体)が用いられる。

【 0 0 8 5】

【化 1 0】



10

【0086】

ただし、一般式(5)中において、 $L^1 \sim L^6$ はそれぞれ独立に、水素、炭素数20以下の置換あるいは無置換のアルキル基、炭素数20以下の置換あるいは無置換のアルケニル基、炭素数20以下の置換あるいは無置換のアルコキシル基、シアノ基、ニトロ基、炭素数30以下の置換あるいは無置換のシリル基、炭素数30以下の置換あるいは無置換のアリール基、炭素数30以下の置換あるいは無置換の複素環基、もしくは炭素数30以下の置換あるいは無置換のアミノ基を示す。また、 L^1 と L^4 または L^2 と L^3 は炭化水素を通じて環状構造をとってもよい。

【0087】

尚、一般式(5)における、 $L^1 \sim L^6$ が示す置換あるいは無置換のアリール基、 $L^1 \sim L^6$ が示す複素環基、および $L^1 \sim L^6$ が示すアミノ基は、一般式(2)のペリレン誘導体で示した基と同様である。 L^1 と L^4 または L^2 と L^3 は炭化水素を通じて環状構造をとっても良い他、上記置換基の2種以上は縮合環を形成していても良く、さらに置換基を有していても良い。

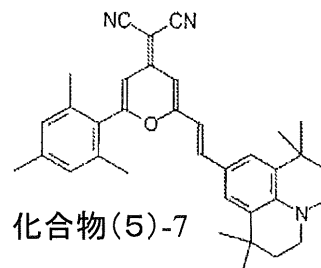
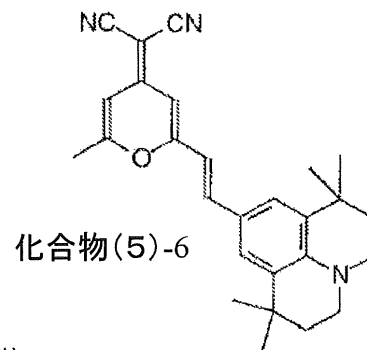
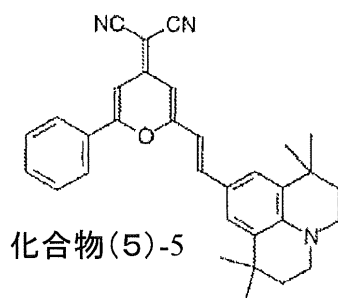
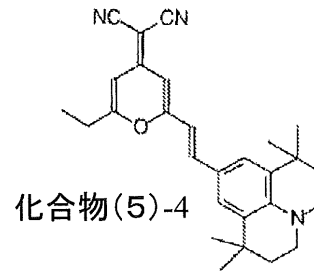
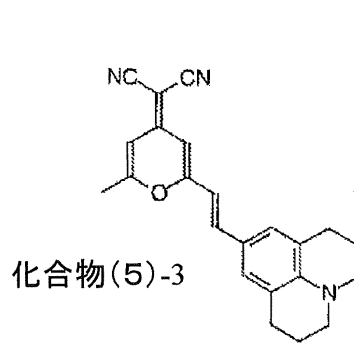
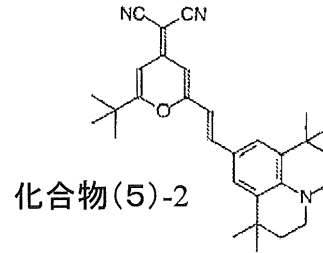
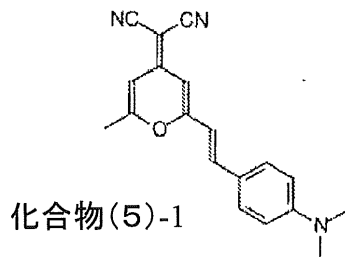
20

【0088】

発光層14cにおける赤色の発光性ゲスト材料として好適に用いられるピラン誘導体の具体例として、以下の化合物(5)-1~(5)-7が例示される。ただし本発明は、なんらこれらに限定されるものではない。

【0089】

【化 1 1】



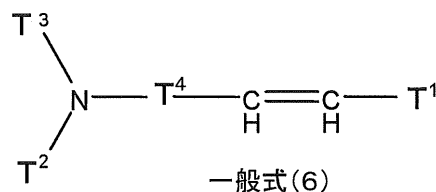
【0090】

- スチリル誘導体 -

赤色の発光性ゲスト材料として、例えば下記一般式(6)に示す化合物(スチリル誘導体)が用いられる。

【0091】

【化 1 2】



【0092】

ただし、一般式(9)中において、 $T^1 \sim T^3$ は炭素数30以下の置換あるいは無置換のアリール基もしくは炭素数30以下の置換あるいは無置換の複素環基を示す。また、 T^4 は、 T^2 および T^3 と環状構造を有してもよい置換あるいは無置換のフェニレン部位を示す。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 3 】

一般式 (9) における、 $T^1 \sim T^3$ が示す置換あるいは無置換のアリール基、 $T^1 \sim T^3$ が示す複素環基は、一般式 (2) のペリレン誘導体で示した基と同様である。

【 0 0 9 4 】

尚、上記置換基の 2 種以上は縮合環を形成していても良く、さらに置換基を有していても良い。この場合に、さらに $T^1 \sim T^4$ に置換される基としては、例えば、水素、ハロゲン、ヒドロキシル基、炭素数 20 以下の置換あるいは無置換のカルボニル基、炭素数 20 以下の置換あるいは無置換のカルボニルエステル基、炭素数 20 以下の置換あるいは無置換のアルキル基、炭素数 20 以下の置換あるいは無置換のアルケニル基、炭素数 20 以下の置換あるいは無置換のアルコキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基などが挙げられる。その他にも、アミノ基としては、アルキルアミノ基、アリールアミノ基、アラルキルアミノ基等のいずれでもよい。これらは、総炭素数 1 ~ 6 の脂肪族および / または 1 ~ 4 環の芳香族炭素環を有することが好ましい。このような基としては、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ジブチルアミノ基、ジフェニルアミノ基、ジトリルアミノ基、ビスピフェニルアミノ基、ジナフチルアミノ基が挙げられる。

10

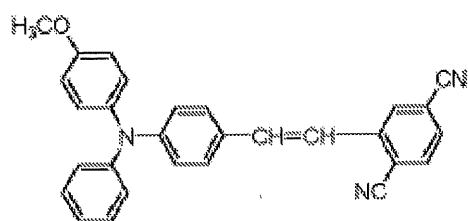
【 0 0 9 5 】

発光層 14 c における赤色の発光性ゲスト材料として好適に用いられるスチリル誘導体の具体例として、以下の化合物 (6) -1 ~ (6) -35 が例示される。ただし本発明は、なんらこれらに限定されるものではない。

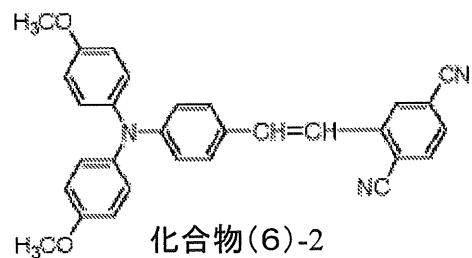
【 0 0 9 6 】

20

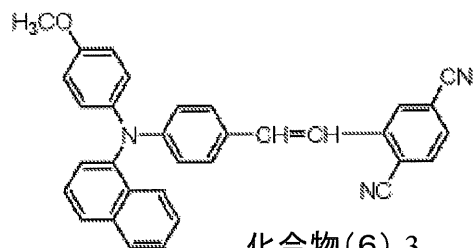
【化 1 3 - 1】



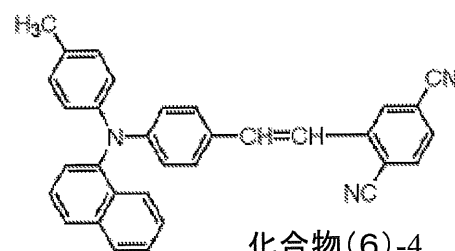
化合物(6)-1



化合物(6)-2

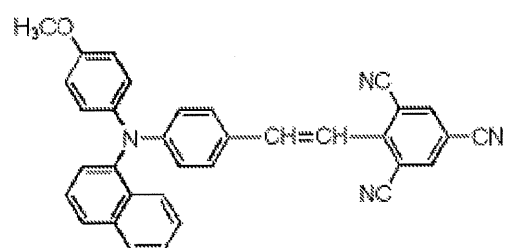


化合物(6)-3

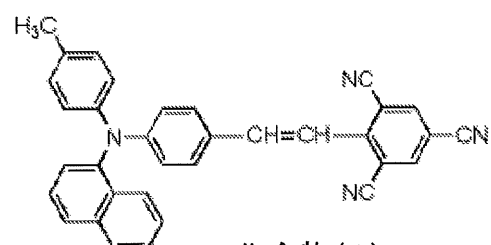


化合物(6)-4

10

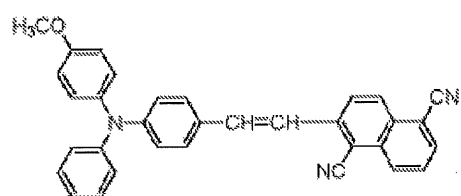


化合物(6)-5

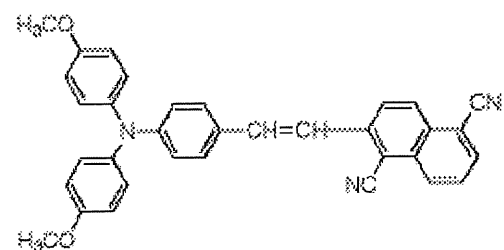


化合物(6)-6

20



化合物(6)-7

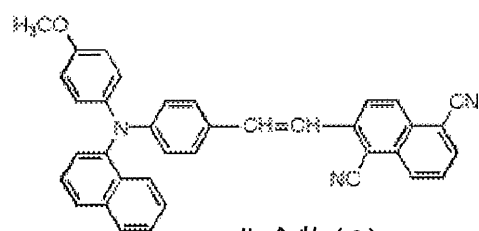


化合物(6)-8

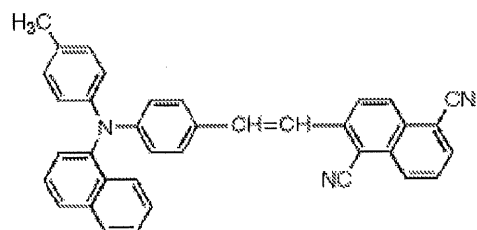
30

【 0 0 9 7 】

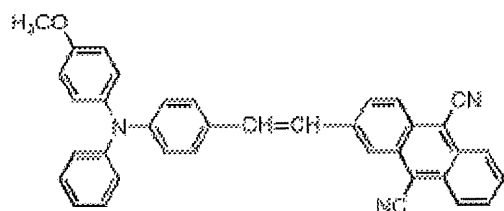
【化 1 3 - 2】



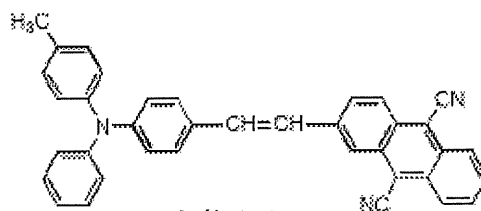
化合物(6)-9



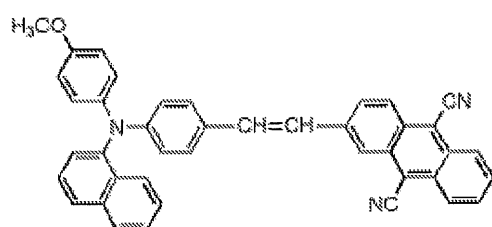
化合物(6)-10



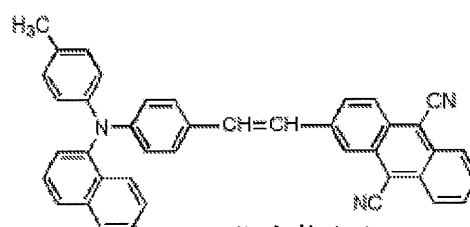
化合物(6)-11



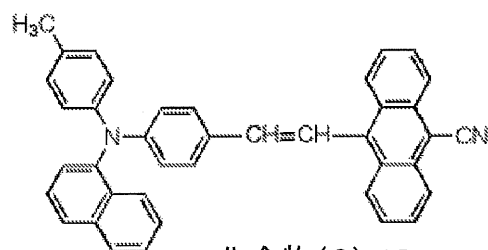
化合物(6)-12



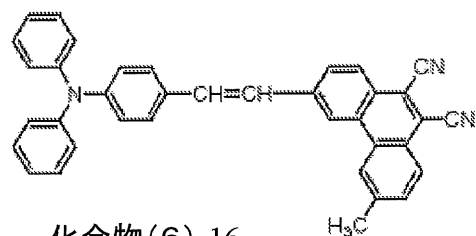
化合物(6)-13



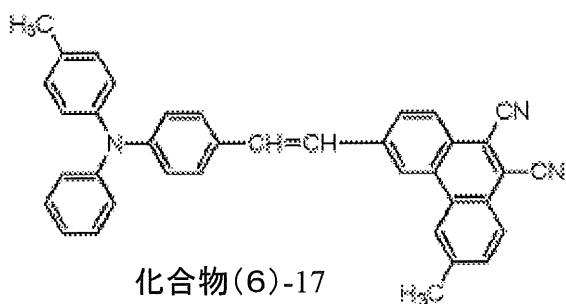
化合物(6)-14



化合物(6)-15



化合物(6)-16



化合物(6)-17

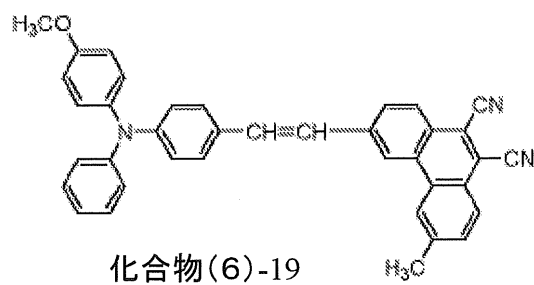
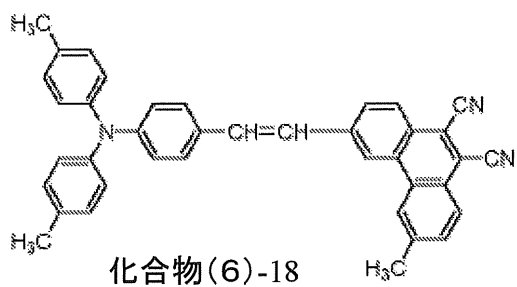
10

20

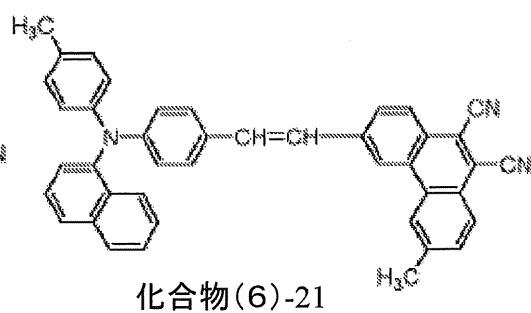
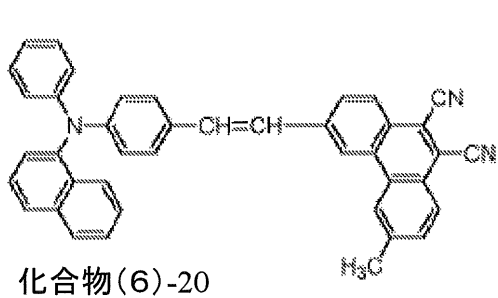
30

40

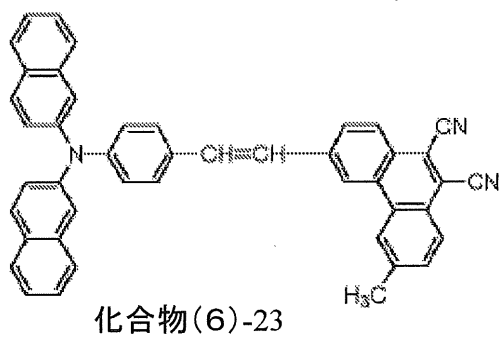
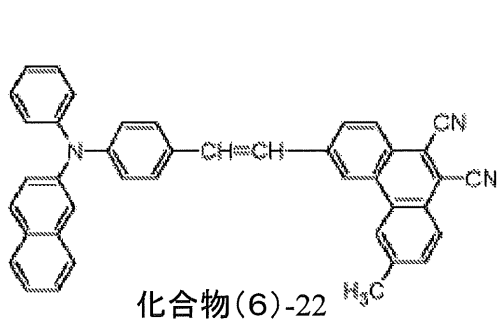
【化 1 3 - 3】



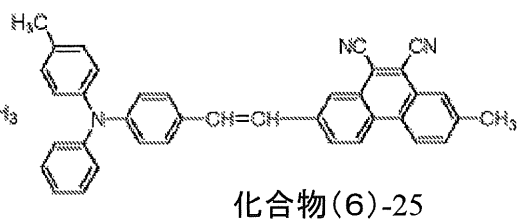
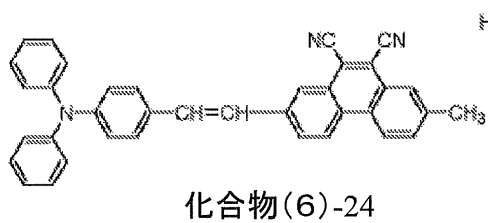
10



20

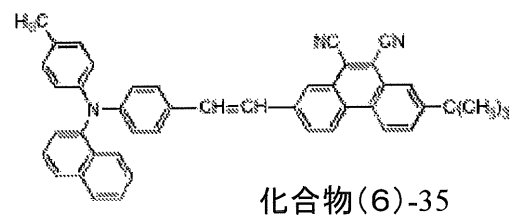
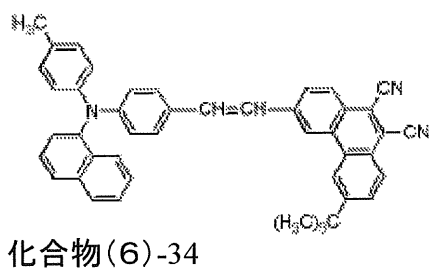
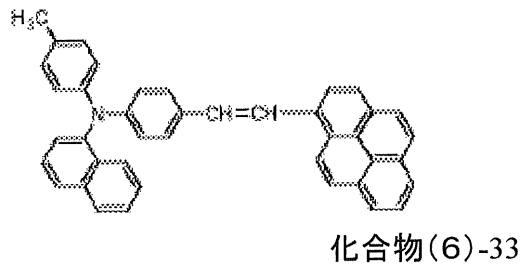
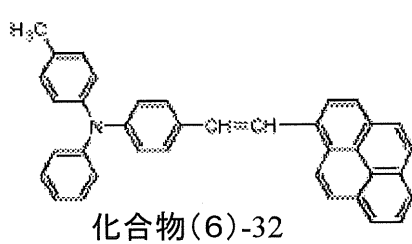
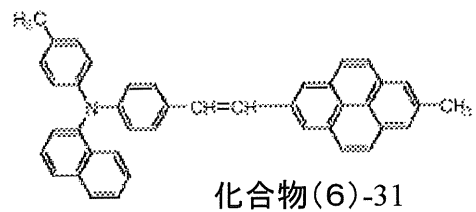
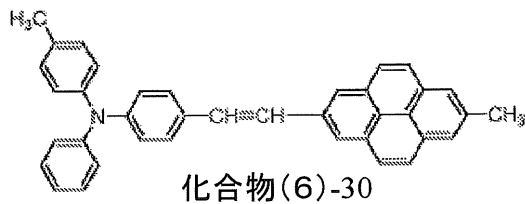
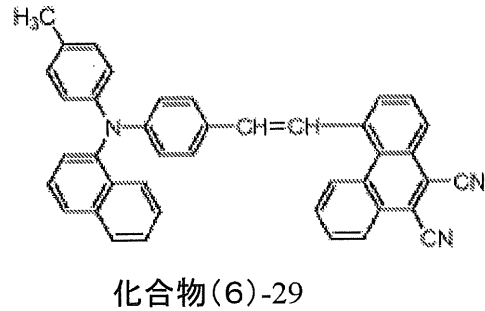
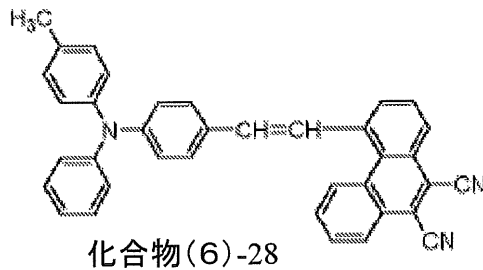
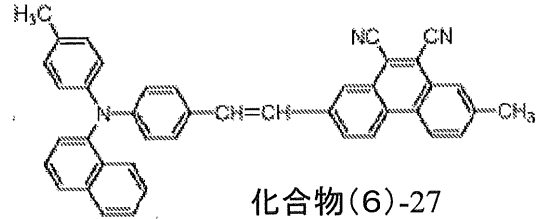
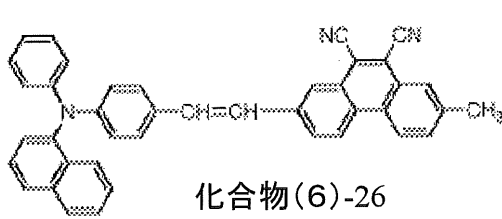


30



【 0 0 9 9 】

【化 1 3 - 4】



【 0 1 0 0 】

尚、以上説明したような、発光層 1 4 c における赤色の発光性ゲスト材料として用いる一般式 (2) のペリレン誘導体、一般式 (3) のジケトピロロピロール誘導体、一般式 (4) のピロメテン錯体、一般式 (5) のピラン誘導体、または一般式 (6) のスチリル誘導体は、分子量が 2 0 0 0 以下のものが好ましく、1 5 0 0 以下がさらに好ましく、1 0 0 0 以下が特に好ましい。この理由として、分子量が大きいと、蒸着によって素子を作成しようとした場合の蒸着性が悪くなるといった懸念が考えられるためである。

【 0 1 0 1 】

< 光増感層 >

光増感層 1 4 d は、発光層 1 4 c に対してエネルギーを移動させ、発光層 1 4 c におけ

10

20

30

40

50

る発光効率を向上させるための層である。本実施形態においては、燐光発光材料を用いて光増感層 14 d が構成されているところが 1 つの特徴である。これにより、原理的に蛍光材料よりも発光効率の高い燐光材料を光増感層として用いることで、発光層 14 c からの発光効率を飛躍的に高めることが出来る。

【0102】

このような光増感層 14 d は、燐光発光材料を発光性ゲスト材料とし、これをホスト材料中にドーピングしてなるゲスト - ホストの関係となっている。

【0103】

このうち、光増感層 14 d を構成する燐光発光材料（発光性ゲスト材料）は、赤色の発光性ゲスト材料を含有する発光層 14 c で発生する赤色光よりも短波長の燐光を発光するものが好適に用いられる。

10

【0104】

図 2 には、発光層 14 c に含有される発光性ゲスト材料、および光増感層 14 d に含有される燐光発光材料（発光性ゲスト材料）のエネルギーレベルの模式図を示す。この図に示すように、発光層 14 c に含有される発光性ゲスト材料において、一重項励起状態 S_1 （14 c）、基底状態 S_0 （14 c）とする。一方、光増感層 14 d に含有される燐光発光材料（発光性ゲスト材料）において、三重項励起状態 T_1 （14 d）、基底状態 S_0 （14 d）とする。そして、それぞれの励起状態と基底状態とのエネルギー差が、 $|T_1(14 d) - S_0(14 d)| > |S_1(14 c) - S_0(14 c)|$ の関係であることが望ましい。

20

【0105】

これは、光増感層 14 d での燐光発光の波長が、発光層 14 c での発光光の波長よりも短波長であることを示している。この関係にあるとき、光増感層 14 d で生じたエネルギーは、効率的に発光層 14 c へ移動され、発光効率の向上を図ることが出来る。

【0106】

このような燐光発光材料の具体例としては、イリジウム錯体、白金錯体、レニウム錯体、オスミウム錯体、ルテニウム錯体、および金錯体から選択される。またこれらの材料の中から、発光効率が高い燐光材料を選択して用いることが好ましく、例えば、イリジウム錯体から選択される。

【0107】

30

一方、光増感層 14 d を構成するホスト材料は、炭素数 6 以上 60 以下の芳香族炭化水素の誘導体、もしくはその連結からなる有機材料である。その具体的な例としては、例えばカルバゾール誘導体、インデン誘導体、フェナントレン誘導体、ピレン誘導体、ナフタセン誘導体、トリフェニレン誘導体、アントラセン誘導体、ペリレン誘導体、ピセン誘導体、フルオランテン誘導体、アセフェナントリレン誘導体、ペンタフェン誘導体、ペンタセン誘導体、コロネン誘導体、ブタジエン誘導体、スチルベン誘導体、トリス（8 - キノリノラト）アルミニウム錯体、ビス（ベンゾキノリノラト）ベリリウム錯体などを用いることができる。

【0108】

40

以上のホスト材料は、発光性ゲスト材料毎に最も発光効率が高くなるホスト材料が選択して用いられることとする。このようなホスト材料としては、カルバゾール誘導体が好ましく用いられる。

【0109】

また、このような構成の光増感層 14 d は、発光層 14 c に対して接して設けられていることが重要である。このため、この光増感層 14 d は、例えば発光層 14 c と陰極 15 との間に設けられる。しかしながら、光増感層 14 d は、発光層 14 c に対して接して設けられていることが重要であるため、発光層 14 c と陽極 13 との間において発光層 14 c に接して設けられていても良い。

【0110】

< 電子輸送層 >

50

電子輸送層 14 e は、陰極 15 から注入される電子を発光層 14 c に輸送するためのものである。電子輸送層 14 e の材料としては、例えば、キノリン、ペリレン、フェナントロリン、ビススチリル、ピラジン、トリアゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、フルオレノン、またはこれらの誘導体や金属錯体が挙げられる。具体的には、トリス(8-ヒドロキシキノリン)アルミニウム(略称 Alq3)、アントラセン、ナフタレン、フェナントレン、ピレン、アントラセン、ペリレン、プタジエン、クマリン、アクリジン、スチルベン、1,10-フェナントロリンまたはこれらの誘導体や金属錯体が挙げられる。

【0111】

尚、有機層 14 は、このような層構造に限定されることはなく、少なくとも発光層 14 c と、これに接して光増感層 14 d が設けられていれば良く、その他必要に応じた積層構造を選択することができる。

10

【0112】

また、発光層 14 c は、正孔輸送性の発光層、電子輸送性の発光層、あるいは両電荷輸送性の発光層として有機電界発光素子 11 に設けられていても良い。さらに、以上の有機層 14 を構成する各層、例えば正孔注入層 14 a、正孔輸送層 14 b、発光層 14 c、光増感層 14 d、および電子輸送層 14 e は、それぞれが複数層からなる積層構造であっても良い。

【0113】

<陰極>

次に、このような構成の有機層 14 上に設けられる陰極 15 は、例えば、有機層 14 側から順に第 1 層 15 a、第 2 層 15 b を積層させた 2 層構造で構成されている。

20

【0114】

第 1 層 15 a は、仕事関数が小さく、かつ光透過性の良好な材料を用いて構成される。このような材料としては、例えばリチウム(Li)の酸化物である酸化リチウム(Li₂O)や、セシウム(Cs)の複合酸化物である炭酸セシウム(Cs₂CO₃)、さらにはこれらの酸化物および複合酸化物の混合物を用いることができる。また、第 1 層 15 a は、このような材料に限定されることはなく、例えば、カルシウム(Ca)、バリウム(Ba)等のアルカリ土類金属、リチウム、セシウム等のアルカリ金属、さらにはインジウム(In)、マグネシウム(Mg)等の仕事関数の小さい金属、さらにはこれらの金属の酸化物および複合酸化物、フッ化物等を、単体でまたはこれらの金属および酸化物および複合酸化物、フッ化の混合物や合金として安定性を高めて使用しても良い。

30

【0115】

第 2 層 15 b は、例えば、MgAg などの光透過性を有する層を用いた薄膜により構成されている。この第 2 層 15 b は、さらに、アルミキノリン錯体、スチリルアミン誘導体、フタロシアニン誘導体等の有機発光材料を含有した混合層であっても良い。この場合には、さらに第 3 層として MgAg のような光透過性を有する層を別途有していてもよい。

【0116】

以上のような陰極 15 は、この有機電界発光素子 11 を用いて構成される表示装置の駆動方式がアクティブマトリックス方式である場合、陰極 15 は、有機層 14 とここでの図示を省略した上述の絶縁膜とによって、陽極 13 と絶縁された状態で基板 12 上にベタ膜状に形成され、各画素の共通電極として用いられる。

40

【0117】

尚、陰極 15 は上記のような積層構造に限定されることはなく、作製されるデバイスの構造に応じて最適な組み合わせ、積層構造を取れば良いことは言うまでもない。例えば、上記実施形態の陰極 15 の構成は、電極各層の機能分離、すなわち有機層 14 への電子注入を促進させる無機層(第 1 層 15 a)と、電極を司る無機層(第 2 層 15 b)とを分離した積層構造である。しかしながら、有機層 14 への電子注入を促進させる無機層が、電極を司る無機層を兼ねても良く、これらの層を単層構造として構成しても良い。また、この単層構造上にITOなどの透明電極を形成した積層構造としても良い。

【0118】

50

そして上記した構成の有機電界発光素子 11 に印加する電流は、通常、直流であるが、パルス電流や交流を用いてもよい。電流値、電圧値は、素子が破壊されない範囲内であれば特に制限はないが、有機電界発光素子の消費電力や寿命を考慮すると、なるべく小さい電気エネルギーで効率良く発光させることが望ましい。

【0119】

また、この有機電界発光素子 11 が、キャビティ構造となっている場合、陰極 15 が半透過半反射材料を用いて構成される。そして、陽極 13 側の光反射面と、陰極 15 側の光反射面との間で多重干渉させた発光光が陰極 15 側から取り出される。この場合、陽極 13 側の光反射面と陰極 15 側の光反射面との間の光学的距離は、取り出したい光の波長によって規定され、この光学的距離を満たすように各層の膜厚が設定されていることとする。そして、このような上面発光型の有機電界発光素子においては、このキャビティ構造を積極的に用いることにより、外部への光取り出し効率の改善や発光スペクトルの制御を行うことが可能である。また、光増感層 14d においての赤色発光よりの短波長の燐光発光が陰極 15 側から取り出されることを防止する効果もある。

【0120】

さらに、ここでの図示は省略したが、このような構成の有機電界発光素子 11 は、大気中の水分や酸素等による有機材料の劣化を防止するため保護層（パッシベーション層）で覆われた状態で用いることが好ましい。保護膜には、窒化珪素（代表的には、 Si_3N_4 ）、酸化珪素（代表的には、 SiO_2 ）膜、窒化酸化珪素（ SiN_xO_y ：組成比 $x > y$ ）膜、酸化窒化珪素（ SiO_xN_y ：組成比 $x > y$ ）膜、または DLC（Diamond like Carbon）のような炭素を主成分とする薄膜、CN（Carbon Nano tube）膜等が用いられる。これらの膜は、単層または積層させた構成とすることが好ましい。なかでも、窒化物からなる保護層は膜質が緻密であり、有機電界発光素子 11 に悪影響を及ぼす水分、酸素、その他不純物に対して極めて高いブロッキング効果を有するため好ましく用いられる。

【0121】

尚、以上の実施形態においては、有機電界発光素子が上面発光型である場合を例示して本発明を詳細に説明した。しかしながら、本発明の有機電界発光素子は、上面発光型への適用に限定されるものではなく、陽極と陰極との間に少なくとも発光層を有する有機層を挟持してなる構成に広く適用可能である。したがって、基板側から順に、陰極、有機層、陽極を順次積層した構成のものや、基板側に位置する電極（陰極または陽極としての下部電極）を透明材料で構成し、基板と反対側に位置する電極（陰極または陽極としての上部電極）を反射材料で構成することによって、下部電極側からのみ光を取り出すようにした、下面発光型と同様に対応下さい。の有機電界発光素子にも適用可能である。

【0122】

さらに、本発明の有機電界発光素子とは、一对の電極（陽極と陰極）、およびその電極間に有機層が挟持されることによって形成される素子であれば良い。このため、一对の電極および有機層のみで構成されたものに限定されることはなく、本発明の効果を損なわない範囲で他の構成要素（例えば、無機化合物層や無機成分）が共存することを排除するものではない。

【0123】

以上のように構成された有機電界発光素子 11 では、以降の実施例で詳細に説明するように、光増感層 14d を設けていない構成の素子と比較して、電流効率が上昇することが確認された。

【0124】

しかも、赤色の発光層 14c に対して、緑色に発光する光増感層 14d を積層させた構造をとるものの、電界を印加しても光増感層 14d からの発光による混色は生じず、赤色の発光を得ることができる。これは、光増感層 14d においては、赤色の発光層 14c を貫いてきた正孔と電子輸送層 14e を介在して注入された電子とが再結合しているものの、その再結合によって放出されるエネルギーは、隣接する赤色の発光層 14c を構成する

ホスト材料の電子を励起させるように作用し、赤色の発光層 14 c においての発光に寄与しているためであると考えられる。尚、このような現象は、以下の実施例に対する比較例として示すように、光増感層 14 d をホスト材料のみによって構成した場合には、目的である赤色の発光層が殆ど発光しなくなる現象から類推することが出来る。

【0125】

以上から、上述した構成の有機電界発光素子 11 によれば、色純度を保ちつつ赤色の発光の発光効率の向上を図ることが可能である。

【0126】

また、このような発光効率の大幅な改善により、有機電界発光素子 11 の輝度寿命の向上と消費電力の低減を達成可能である。

【0127】

表示装置の概略構成

図 3 は、実施形態の表示装置 10 の一例を示す図であり、図 3 (A) は概略構成図、図 3 (B) は画素回路の構成図である。ここでは、発光素子として有機電界発光素子 11 を用いたアクティブマトリックス方式の表示装置 10 に本発明を適用した実施形態を説明する。

【0128】

図 3 (A) に示すように、この表示装置 10 の基板 12 上には、表示領域 12 a とその周辺領域 12 b とが設定されている。表示領域 12 a は、複数の走査線 21 と複数の信号線 23 とが縦横に配線されており、それぞれの交差部に対応して 1 つの画素 a が設けられた画素アレイ部として構成されている。これらの各画素 a に、有機電界発光素子 11 R (11), 11 G, 11 B のうちの 1 つが設けられている。また周辺領域 12 b には、走査線 21 を走査駆動する走査線駆動回路 b と、輝度情報に応じた映像信号 (すなわち入力信号) を信号線 23 に供給する信号線駆動回路 c とが配置されている。

【0129】

図 3 (B) に示すように、各画素 a に設けられる画素回路は、例えば各有機電界発光素子 11 R (11), 11 G, 11 B のうちの 1 つと、駆動トランジスタ Tr 1、書き込みトランジスタ (サンプリングトランジスタ) Tr 2、および保持容量 Cs で構成されている。そして、走査線駆動回路 b による駆動により、書き込みトランジスタ Tr 2 を介して信号線 23 から書き込まれた映像信号が保持容量 Cs に保持され、保持された信号量に応じた電流が各有機電界発光素子 11 R (11), 11 G, 11 B に供給され、この電流値に応じた輝度で有機電界発光素子 11 R (11), 11 G, 11 B が発光する。

【0130】

尚、以上のような画素回路の構成は、あくまでも一例であり、必要に応じて画素回路内に容量素子を設けたり、さらに複数のトランジスタを設けて画素回路を構成しても良い。また、周辺領域 2 b には、画素回路の変更に応じて必要な駆動回路が追加される。

【0131】

表示装置の断面構成 - 1

図 4 には、上記表示装置 10 の表示領域における主要部の断面構成の第 1 の例を示す。

【0132】

有機電界発光素子 11 R (11), 11 G, 11 B が設けられる基板 12 の表示領域には、ここでの図示を省略したが、上述した画素回路を構成するように駆動トランジスタ、書き込みトランジスタ、走査線、および信号線が設けられ (図 3 参照)、これらを覆う状態で絶縁膜が設けられている。

【0133】

この絶縁膜で覆われた基板 12 上に、有機電界発光素子 11 R (11), 11 G, 11 B が配列形成されている。各有機電界発光素子 11 R (11)、11 G、11 B は、基板 12 と反対側から光を取り出す上面発光型の素子として構成される。

【0134】

各有機電界発光素子 11 R (11), 11 G, 11 B の陽極 13 は、素子毎にパターン

10

20

30

40

50

形成されている。各陽極 13 は、基板 12 の表面を覆う絶縁膜に形成された接続孔を介して画素回路の駆動トランジスタに接続されている。

【0135】

各陽極 13 は、その周縁部が絶縁膜 30 で覆われており、絶縁膜 30 に設けた開口部分に陽極 13 の中央部が露出された状態となっている。そして、陽極 13 の露出部分を覆う状態で、有機層 14 がパターン形成され、各有機層 14 を覆う共通層として陰極 15 が設けられた構成となっている。

【0136】

これらの有機電界発光素子 11R (11), 11G, 11B のうち、特に赤色発光素子 11R が上記図 1 を用いて説明した実施形態の有機電界発光素子 (11) として構成されている。これに対して、緑色発光素子 11G および青色発光素子 11B は、通常の素子構成であって良い。

10

【0137】

つまり、赤色発光素子 11R (11) において、陽極 13 上に設けられた有機層 14 は、例えば陽極 13 側から順に、正孔注入層 14a、正孔輸送層 14b、ホスト材料としてナフタセン誘導体を用いた赤色の発光層 14c-R (14c)、緑色領域の発光を生じる発光性ゲスト材料をホスト材料にドーピングしてなる光増感層 14d、および電子輸送層 14e を積層させている。

【0138】

一方、緑色発光素子 11G および青色発光素子 11B における有機層は、例えば陽極 13 側から順に、正孔注入層 14a、正孔輸送層 14b、各色の発光層 14c-G, 14c-B、および電子輸送層 14e をこの順に積層させている。

20

【0139】

尚、赤色発光素子 11R (11) における光増感層 14d は、緑色の燐光発光材料が発光性ゲスト材料としてドーピングされたものであり、例えば緑発光素子 11G における緑色の発光層 14c-G と同一構成 (材料) であって良く、また別構成であっても良い。またこの他にも、発光層 14c-R, 14c-G, 14c-B、および光増感層 14d 以外の各層は、陽極 13 および陰極 15 も含めて各有機電界発光素子 11R, 11G, 11B において同一材料で構成されていて良く、図 1 を用いて説明した各材料を用いて構成される。

【0140】

そして、以上のように設けられた複数の有機電界発光素子 11R (11), 11G, 11B は、保護膜 (図示省略) で覆われていることとする。尚、この保護膜は、有機電界発光素子 11R, 11G, 11B が設けられた表示領域の全体を覆って設けられていることとする。

30

【0141】

ここで、赤色発光素子 11R (11)、緑色発光素子 11G、および青色発光素子 11B を構成する陽極 13 ~ 陰極 15 までの各層は、真空蒸着法、イオンビーム法 (EB 法)、分子線エピタキシー法 (MBE 法)、スパッタ法、Organic Vapor Phase Deposition (OVPD) 法などのドライプロセスによって形成できる。

【0142】

また、以上のように各有機電界発光素子 11R (11), 11G, 11B 毎にパターン形成された有機層 14 は、例えばマスクを用いた蒸着法や転写法によって形成される。

40

【0143】

さらに有機層 14c は、以上の方法に加えてレーザー転写法、スピンコート法、ディッピング法、ドクターブレード法、吐出コート法、スプレーコート法などの塗布法、インクジェット法、オフセット印刷法、凸版印刷法、凹版印刷法、スクリーン印刷法、マイクログラビアコート法などの印刷法などのウェットプロセスによる形成も可能であり、各有機層や各部材の性質に応じて、ドライプロセスとウェットプロセスを併用しても構わない。

【0144】

このように構成された第 1 の例の表示装置 10 では、赤色発光素子 11R として、図 1

50

を用いて説明した本発明構成の有機電界発光素子(11)を用いている。この赤色発光素子11R(11)は、上述したように赤色の発光色を保ちつつも発光効率が高い。このため、この赤色発光素子11R(11)と共に、緑色発光素子11Gおよび青色発光素子11Bを組み合わせることで、色表現性の高いフルカラー表示を行うことが可能になる。

【0145】

また、発光効率の高い有機電界発光素子(11)を用いたことにより、表示装置10において輝度寿命を改善できるとともに消費電力を低減させる効果をもたらす。したがって、壁掛けテレビ等のフラットパネルディスプレイや平面発光体として好適に使用することができ、複写機やプリンター等の光源、液晶ディスプレイや計器類等の光源、表示板、標識灯等への応用が可能となる。

【0146】

表示装置の断面構成 - 2

図5には、表示装置10の表示領域における主要部の断面構成の第2の例を示す。

【0147】

図5に示す第2の例の表示装置10が、図4に示した第1の例と異なるところは、赤色発光素子11R(11)の光増感層14d(14c-G)と、緑色発光素子11Gの発光層14c-Gとを、共通の連続パターンとして形成したところにある。またさらに、電子輸送層14eも、全画素に共通層の連続パターンとして形成している。それ以外は、第1の例と同様の構成であって良い。

【0148】

このように構成された第2の例の表示装置10であっても、第1の例と同様の効果を得ることができる。さらに各有機電界発光素子11R(11)、11Gにおいて光増感層14d(14c-G)と発光層14c-Gを共通層として連続パターンで形成し、さらに電子輸送層14eを全画素で同時に成膜させることが可能であるため、表示装置10の製造工程の簡略化を図ることが可能である。

【0149】

表示装置の断面構成 - 3

図6には、表示装置10の表示領域における主要部の断面構成の第3の例を示す。

【0150】

図6に示す第3の例の表示装置10では、各有機電界発光素子11R(11)、11G、11Bにおいて、陽極13および発光層14c-R、14c-G、14c-B以外の層を共通層としており、他の構成は図5に示した第2の例と同様であって良い。つまり、図5の第2の例に対して、さらに発光層よりも下層の正孔注入層14a、正孔輸送層14bも共通層として用いているのである。

【0151】

このように構成された第3の例の表示装置10であっても、第2の例と同様の効果を得ることができ、第2の例よりもさらに製造工程の簡略化を図ることができる。

【0152】

表示装置の断面構成 - 4

図7には、表示装置10の表示領域における主要部の断面構成の第4の例を示す。

【0153】

この図に示すように、各有機電界発光素子11R、11G、11Bは、発光層14c-R、14c-Bよりも上方の層を共通層としても良い。この場合、光増感層14dを兼ねた緑色の発光層14c-G、電子輸送層14e、および陰極15を、全表示領域に共通の連続パターンとして形成し、それ以外はパターンニングされた層として用いる。

【0154】

全画素の共通層となる緑色の発光層14c-Gは、赤色発光素子11R(11)においては光増感層14dとして設けられることになる。一方、青色発光素子11Bにも緑色の発光層14c-Gが積層されることになる。このような構成であっても、青色の発光層14c-Bの膜厚が十分に厚い場合、または青色発光中心が正孔輸送層14b界面に局在する場合

10

20

30

40

50

には、この様な構成をとった場合でも色度の良い青色発光を得ることは十分に可能である。さらに、各有機電界発光素子 1 1 R (1 1) , 1 1 G , 1 1 B においては、有機層の構造を各色の発光光を取り出すキャビティ構造として構成することにより、青色発光素子 1 1 B からは青色の発光光のみが取り出されるように構成しても良い。

【 0 1 5 5 】

このような構成の表示装置 1 0 の製造においては、緑色の発光層 1 4 c -G (光増感層 1 4 d) から上層の各層は、大口径のエリアマスクを用いて表示領域に対して一括成膜することができる。したがって、表示装置 1 0 の製造工程の簡略化を図ることが可能である。

【 0 1 5 6 】

尚、第 4 の例においても、発光層よりも下層の正孔注入層 1 4 a や正孔輸送層 1 4 b を全表示領域の共通層 (連続的パターン) として用いることも可能であり、これによってさらなる表示装置 1 0 の製造工程の簡略化を図ることが可能である。

【 0 1 5 7 】

また、以上の第 1 の例 ~ 第 4 の例においては、アクティブマトリックス型の表示装置に本発明を適用した実施形態を説明した。しかしながら、本発明の表示装置は、パッシブマトリックス型の表示装置への適用も可能であり、同様の効果を得ることができる。

【 0 1 5 8 】

以上説明した本発明に係る表示装置は、図 8 に開示したような、封止された構成のモジュール形状のものをも含む。例えば、画素アレイ部である表示領域 1 2 a を囲むようにシーリング部 3 1 が設けられ、このシーリング部 3 1 を接着剤として、透明なガラス等の対向部 (封止基板 3 2) に貼り付けられ形成された表示モジュールが該当する。この透明な封止基板 3 2 には、カラーフィルタ、保護膜、遮光膜等が設けられてもよい。尚、表示領域 1 2 a が形成された表示モジュールとしての基板 1 2 には、外部から表示領域 1 2 a (画素アレイ部) への信号等を入出力するためのフレキシブルプリント基板 3 3 が設けられていても良い。

【 0 1 5 9 】

適用例

また以上説明した本発明に係る表示装置は、図 9 ~ 図 1 3 に示す様々な電子機器、例えば、デジタルカメラ、ノート型パーソナルコンピュータ、携帯電話等の携帯端末装置、ビデオカメラなど、電子機器に入力された映像信号、若しくは、電子機器内で生成した映像信号を、画像若しくは映像として表示するあらゆる分野の電子機器の表示装置に適用することが可能である。以下に、本発明が適用される電子機器の一例について説明する。

【 0 1 6 0 】

図 9 は、本発明が適用されるテレビを示す斜視図である。本適用例に係るテレビは、フロントパネル 1 0 2 やフィルターガラス 1 0 3 等から構成される映像表示画面部 1 0 1 を含み、その映像表示画面部 1 0 1 として本発明に係る表示装置を用いることにより作成される。

【 0 1 6 1 】

図 1 0 は、本発明が適用されるデジタルカメラを示す図であり、(A) は表側から見た斜視図、(B) は裏側から見た斜視図である。本適用例に係るデジタルカメラは、フラッシュ用の発光部 1 1 1、表示部 1 1 2、メニュースイッチ 1 1 3、シャッターボタン 1 1 4 等を含み、その表示部 1 1 2 として本発明に係る表示装置を用いることにより作製される。

【 0 1 6 2 】

図 1 1 は、本発明が適用されるノート型パーソナルコンピュータを示す斜視図である。本適用例に係るノート型パーソナルコンピュータは、本体 1 2 1 に、文字等を入力するとき操作されるキーボード 1 2 2、画像を表示する表示部 1 2 3 等を含み、その表示部 1 2 3 として本発明に係る表示装置を用いることにより作製される。

【 0 1 6 3 】

図 1 2 は、本発明が適用されるビデオカメラを示す斜視図である。本適用例に係るビデ

10

20

30

40

50

カメラは、本体部 1 3 1、前方を向いた側面に被写体撮影用のレンズ 1 3 2、撮影時のスタート/ストップスイッチ 1 3 3、表示部 1 3 4 等を含み、その表示部 1 3 4 として本発明に係る表示装置を用いることにより作製される。

【 0 1 6 4 】

図 1 3 は、本発明が適用される携帯端末装置、例えば携帯電話機を示す図であり、(A) は開いた状態での正面図、(B) はその側面図、(C) は閉じた状態での正面図、(D) は左側面図、(E) は右側面図、(F) は上面図、(G) は下面図である。本適用例に係る携帯電話機は、上側筐体 1 4 1、下側筐体 1 4 2、連結部(ここではヒンジ部) 1 4 3、ディスプレイ 1 4 4、サブディスプレイ 1 4 5、ピクチャーライト 1 4 6、カメラ 1 4 7 等を含み、そのディスプレイ 1 4 4 やサブディスプレイ 1 4 5 として本発明に係る表示装置を用いることにより作製される。

10

【実施例】

【 0 1 6 5 】

本発明の具体的な実施例および比較例の有機電界発光素子の製造手順を、図 1 を参照して説明し、次にこれらの評価結果を説明する。

【 0 1 6 6 】

< 実施例 1 ~ 3 >

先ず、30 mm × 30 mm のガラス板からなる基板 1 2 上に、陽極 1 3 として、膜厚が 190 nm の A g 合金(反射層)上に、膜厚 12.5 nm の I T O 透明電極を積層した上面発光用の有機電界発光素子用のセルを作製した。

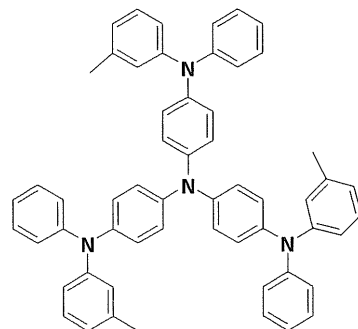
20

【 0 1 6 7 】

次に、真空蒸着法により、有機層 1 4 の正孔注入層 1 4 a として、下記構造式(1 0 1)に示される m - M T D A T A よりなる膜を 12 nm の膜厚(蒸着速度 0.2 ~ 0.4 nm / s e c)で形成した。ただし、m - M T D A T A は、4、4'、4'' - トリス(フェニル - m - トリルアミノ)トリフェニルアミンである。

【 0 1 6 8 】

【化 1 4】



構造式(101) MADATA

30

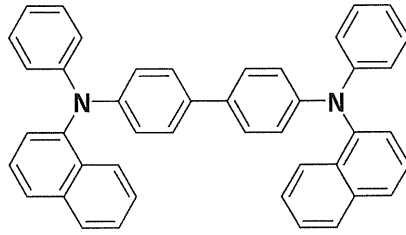
【 0 1 6 9 】

次いで、正孔輸送層 1 4 b として、下記構造式(1 0 2)に示される α - N P D よりなる膜を 12 nm の膜厚(蒸着速度 0.2 ~ 0.4 nm / s e c)で形成した。ただし、α - N P D は、N、N' - ビス(1 - ナフチル) - N、N' - ジフェニル[1、1' - ビフェニル] - 4、4' - ジアミンである。

40

【 0 1 7 0 】

【化 1 5】

構造式(102) α -NPD

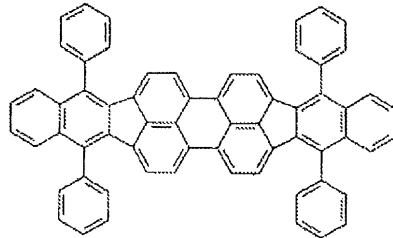
【 0 1 7 1】

10

次に、正孔輸送層 1 4 b 上に、膜厚 3 0 n m の発光層 1 4 c を蒸着成膜した。この際、ルブレンをホスト材料として用い、これに下記構造式 (1 0 3) に示されるジベンゾ[f , f ']ジインデノ[1 , 2 , 3 - c d : 1 ' , 2 ' , 3 ' - l m]ペリレン誘導体を赤色の発光性ゲスト材料として相対膜厚比で 1 % ドーピングした。

【 0 1 7 2】

【化 1 6】



20

構造式(103) ペリレン誘導体

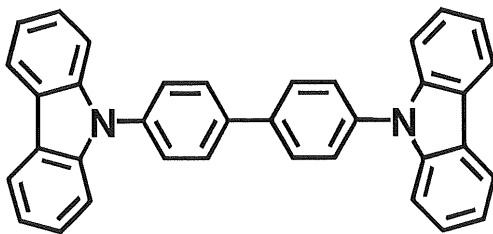
【 0 1 7 3】

このようにして形成された発光層 1 4 c 上に、膜厚 2 5 n m の光増感層 1 4 d を蒸着成膜した。この際、下記構造式 (1 0 4) に示される 4 , 4 ' - ビス(カルバゾール - 9 - イル) - ビフェニル(C B P) をホスト材料として用い、これに下記構造式 (1 0 5) に示される $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ を発光性ゲスト材料(燐光発光材料)としてドーピングした。発光性ゲスト材料(燐光発光材料)は、実施例 1 ~ 3 において 5 %、1 0 %、1 5 % の各ドーピング量(相対膜厚比)とした。

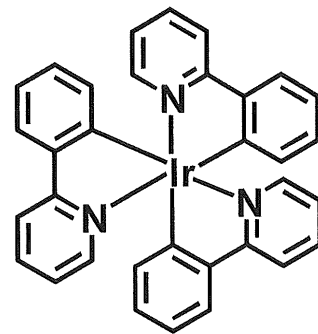
30

【 0 1 7 4】

【化 1 7】



構造式(104) CBP

構造式(105) $\text{Ir}(\text{ppy})_3$

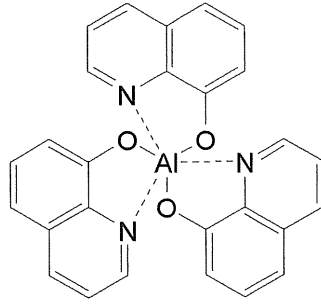
40

【 0 1 7 5】

次いで、電子輸送層 1 4 e として、下記構造式 (1 0 6) に示す A l q 3 (8 - ヒドロキシキノリンアルミニウム) を 1 0 n m の膜厚で蒸着した。

【 0 1 7 6】

【化 1 8】



構造式(106) Alq3

10

【0177】

以上のようにして、正孔注入層 14 a、正孔輸送層 14 b、発光層 14 c、光増感層 14 d、および電子輸送層 14 e を順次積層してなる有機層 14 を形成した後、陰極 15 の第 1 層 15 a として、LiF よりなる膜を真空蒸着法により約 0.3 nm (蒸着速度 0.01 nm/sec.) の膜厚で形成した。最後に、真空蒸着法により、第 1 層 15 a 上に陰極 15 の第 2 層 15 b として膜厚 10 nm の MgAg 膜を形成した。

【0178】

以上のようにして、実施例 1 ~ 3 の有機電界発光素子を作製した。

【0179】

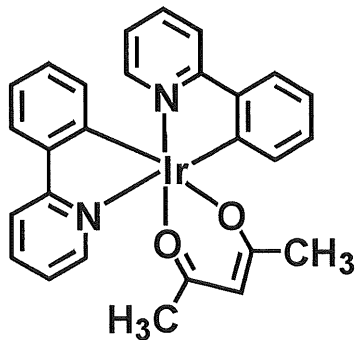
20

< 実施例 4, 5 >

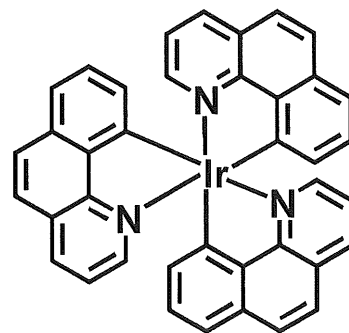
実施例 1 ~ 3 で説明した有機電界発光素子の作製手順における光増感層 14 d の形成で、発光性ゲスト材料 (燐光発光材料) として構造式 (107), 構造式 (108) に示す材料をそれぞれ用いた。発光性ゲスト材料 (燐光発光材料) のドーピング量は、実施例 4, 5 とともに 10% とした。これ以外は、実施例 1 ~ 3 と同様にして有機電界発光素子を作製した。

【0180】

【化 1 9】



構造式(107)



構造式(108)

30

【0181】

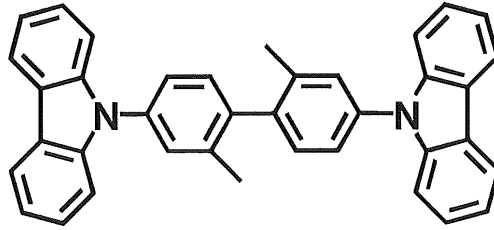
< 実施例 6, 7 >

実施例 1 ~ 3 で説明した有機電界発光素子の作製手順における光増感層 14 d の形成で、ホスト材料として構造式 (109) に示す材料を用い、発光性ゲスト材料 (燐光発光材料) として構造式 (110), 構造式 (111) に示す材料をそれぞれ用いた。発光性ゲスト材料のドーピング量は、実施例 6, 7 とともに 10% とした。これ以外は、実施例 1 ~ 3 と同様にして有機電界発光素子を作製した。

【0182】

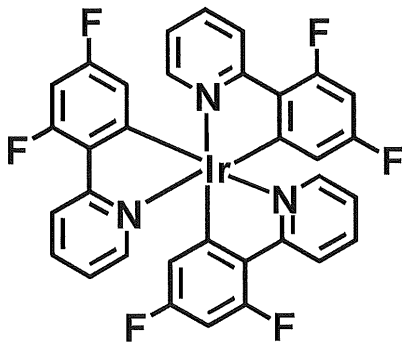
40

【化 2 0】

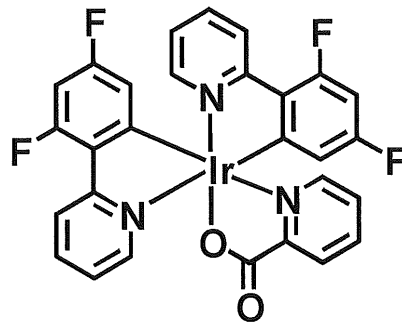


構造式(109)

10



構造式(111)



構造式(110)

20

【0183】

< 比較例 1 >

実施例 1 ~ 3 で説明した有機電界発光素子の作製手順における光増感層 14 d の形成を行わず、代わりに Alq3 (8 - ヒドロキシキノリンアルミニウム) からなる電子輸送層の膜厚を 45 nm に厚膜化した。これ以外は、実施例 1 ~ 3 と同様に行った。

【0184】

< 比較例 2 >

実施例 1 ~ 3 で説明した有機電界発光素子の作製手順における光増感層 14 d の形成で、発光性ゲスト材料 (燐光発光材料) をドーパントせずにホスト材料のみで光増感層 14 d を形成した。これ以外は、実施例 1 ~ 3 と同様に行った。

【0185】

< 評価結果 >

以上の実施例 1 ~ 7 および比較例 1, 2 で作製した各有機電界発光素子について、電流密度 10 mA/cm²での駆動時における駆動電圧 (V)、電流効率 (cd/A)、色座標 (x、y) を測定した。この結果を、下記表 1 に示す。

【0186】

30

【表 1】

	発光層14c		光増感層14d			駆動電圧	電流効率	色座標
	ホスト	ゲスト	ホスト	ゲスト	ゲスト比	[V]	[cd/A]	(x, y)
実施例1	ルブレン	構造式(103)	構造式(104)	構造式(105)	5%	7.9	14.6	(0.64,0.34)
実施例2					10%	7./8	13.9	(0.64,0.34)
実施例3					15%	7.6	13.6	(0.64,0.34)
実施例4				構造式(107)	10%	7.7	13.2	(0.64,0.34)
実施例5				構造式(108)	10%	7.6	11.5	(0.64,0.34)
実施例6			構造式(109)	構造式(110)	10%	7.8	12.7	(0.64,0.34)
実施例7				構造式(111)	10%	7.9	13.6	(0.64,0.34)
比較例1			—	—	—	7.4	6.5	(0.64,0.33)
比較例2			構造式(104)	—	—	7.8	★	(0.66,0.38)

10

20

【0187】

以上の表1に示すように、本発明を適用した実施例1～7の有機電界発光素子の何れにおいても、本発明の適用がない比較例1, 2の有機電界発光素子よりも、同程度の駆動電圧で電流効率が2倍近い高い値を示した。このことは、ホスト材料に対して燐光発光材料を発光性ゲスト材料としてドーピングしてなる光増感層14dで再結合されたエネルギーが、発光層14cにおいての光増感(発光量増加)の効果をもたらすことを示している。

【0188】

また、実施例1～7の有機電界発光素子では、ホスト材料中に緑色または青色の燐光発光材料を発光性ゲスト材料としてドーパントした光増感層14dを、赤色の発光層14cに積層させたにもかかわらず、発光光の色座標は(0.64, 0.34)の赤色の発光が観測され、緑色の発光に由来する混色の影響はなかった。特に、光増感層14dにドーパントする発光性ゲスト材料(燐光発光材料)の種類を変更した実施例4～7の何れの有機電界発光素子においても、発光光の色座標が(0.64, 0.34)であった。このことからすれば、本発明の構成によれば、光増感層14dの発光性ゲスト材料(燐光発光材料)にかかわらず、赤色の発光層14cで発生した赤色の発光が取り出されることが確認された。

30

【0189】

以上説明した各実施例および比較例の評価結果から、赤色の発光層14cを構成するホスト材料およびドーパント材料として公知の有機材料の中から選択された材料を使用し、この発光層14cに隣接させて種々の緑色または青色の発光性ゲスト材料(燐光発光材料)を含有させた光増感層14dを設けた本発明の構成では、赤色の色純度を維持しつつも、大幅な発光効率(電流効率)の向上を図ることが可能であることが確認された。

40

【0190】

またこれは、この有機電界発光素子とともに、緑色発光素子および青色発光素子を1組にして画素を構成することにより、色再現性の高いフルカラー表示が可能になることを示している。

【図面の簡単な説明】

【0191】

50

【図 1】実施形態の有機電界発光素子の断面図である。

【図 2】実施形態の有機電界発光素子において、発光層に含有される発光性ゲスト材料、および光増感層に含有される燐光発光材料（発光性ゲスト材料）のエネルギーレベルの模式図である。

【図 3】実施形態の表示装置の回路構成の一例を示す図である。

【図 4】実施形態の表示装置における主要部の断面構成の第 1 の例を示す図である。

【図 5】実施形態の表示装置における主要部の断面構成の第 2 の例を示す図である。

【図 6】実施形態の表示装置における主要部の断面構成の第 3 の例を示す図である。

【図 7】実施形態の表示装置における主要部の断面構成の第 4 の例を示す図である。

【図 8】本発明が適用される封止された構成のモジュール形状の表示装置を示す構成図である。

10

【図 9】本発明が適用されるテレビを示す斜視図である。

【図 10】本発明が適用されるデジタルカメラを示す図であり、（A）は表側から見た斜視図、（B）は裏側から見た斜視図である。

【図 11】本発明が適用されるノート型パーソナルコンピュータを示す斜視図である。

【図 12】本発明が適用されるビデオカメラを示す斜視図である。

【図 13】本発明が適用される携帯端末装置、例えば携帯電話機を示す図であり、（A）は開いた状態での正面図、（B）はその側面図、（C）は閉じた状態での正面図、（D）は左側面図、（E）は右側面図、（F）は上面図、（G）は下面図である。

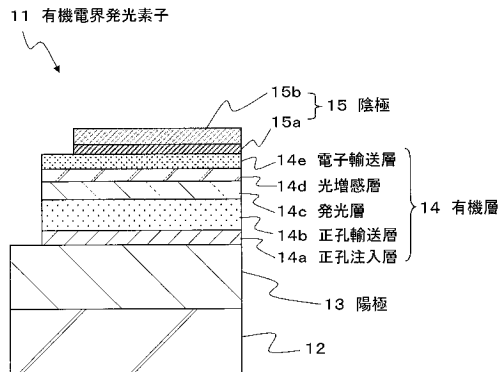
20

【符号の説明】

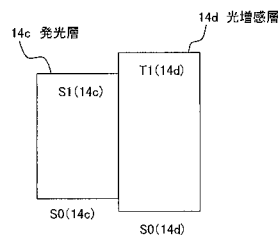
【0192】

10 ... 表示装置、11 ... 有機電界発光素子、11R ... 赤色発光素子、11B ... 青色発光素子（青色発光の有機電界発光素子）、11G ... 緑色発光素子（緑色発光の有機電界発光素子）、12 ... 基板、13 ... 陽極、14 ... 有機層、14c ... 発光層、14d ... 光増感層、15 ... 陰極

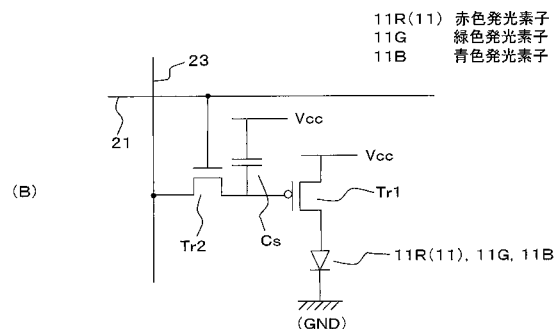
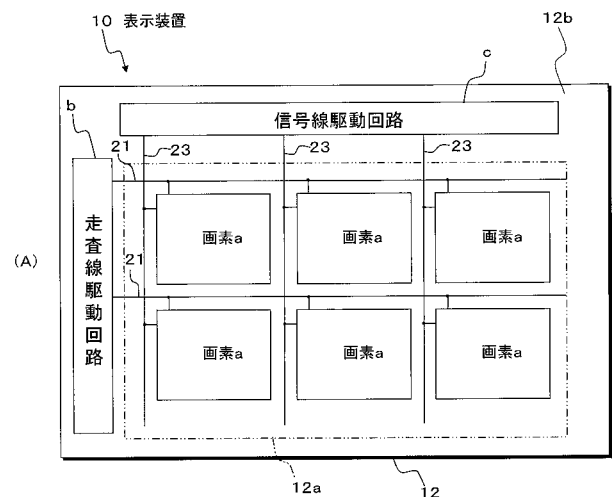
【図 1】



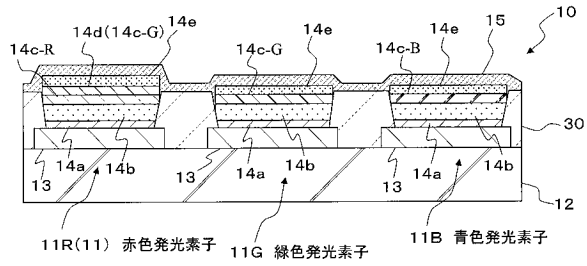
【図 2】



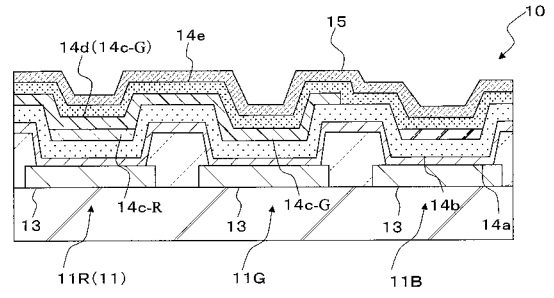
【図 3】



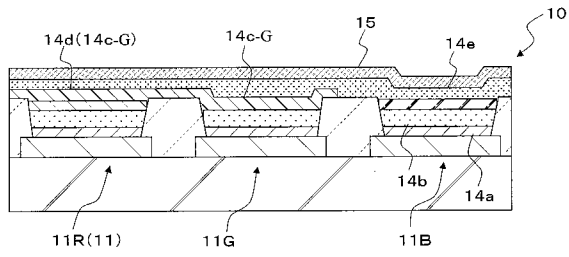
【図 4】



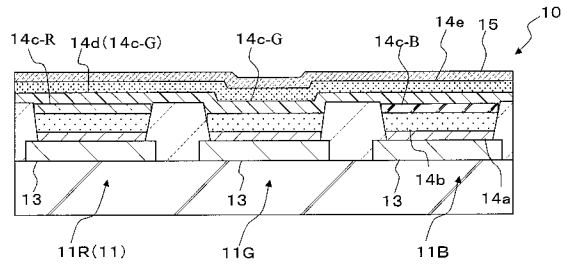
【図 6】



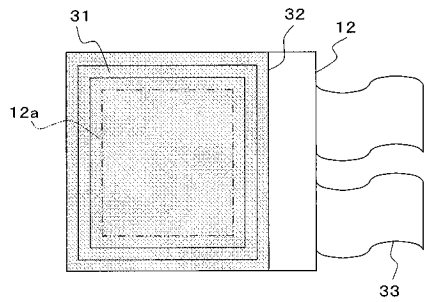
【図 5】



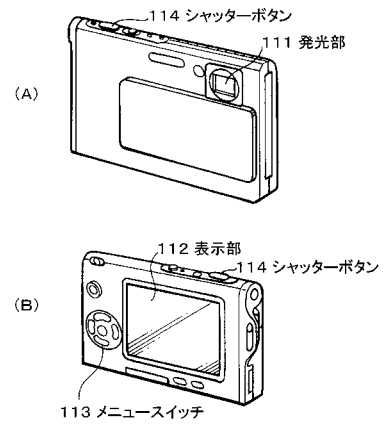
【図 7】



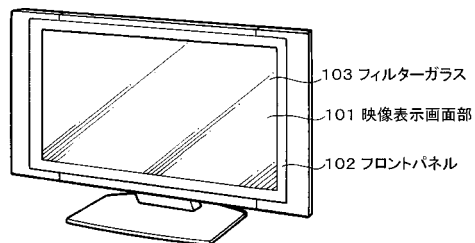
【図 8】



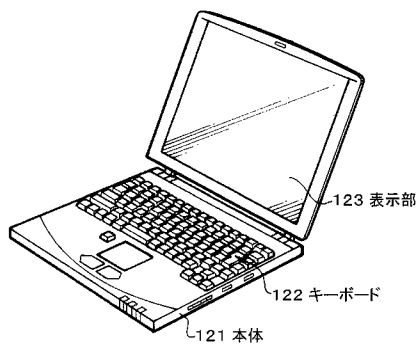
【図 10】



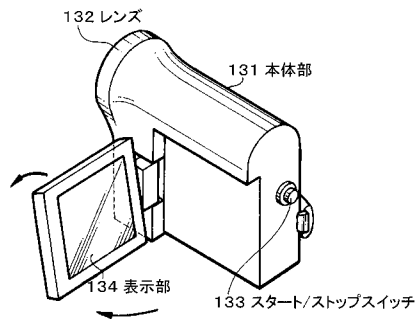
【図 9】



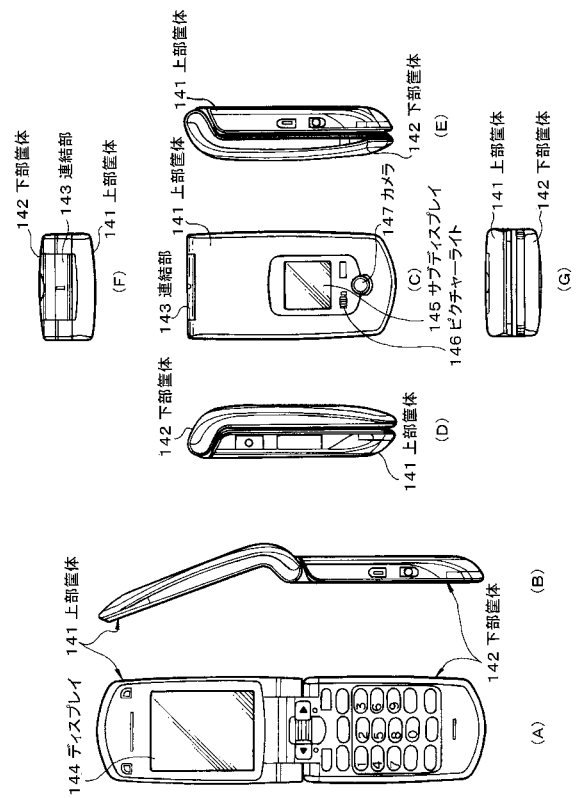
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
C 0 9 K 11/06 6 2 5

(72)発明者 松波 成行
東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 ソニー株式会社内

(72)発明者 鬼島 靖典
東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 ソニー株式会社内

F ターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC04 CC07 DD10 DD51 DD53 DD59 DD64 DD66
DD67 DD68 DD69 EE07 FF13

专利名称(译)	有机电致发光器件和显示器件		
公开(公告)号	JP2010040735A	公开(公告)日	2010-02-18
申请号	JP2008201493	申请日	2008-08-05
[标]申请(专利权)人(译)	索尼公司		
申请(专利权)人(译)	索尼公司		
[标]发明人	吉永禎彦 松波成行 鬼島靖典		
发明人	吉永 禎彦 松波 成行 鬼島 靖典		
IPC分类号	H01L51/50 H05B33/24 H05B33/12 C09K11/06		
CPC分类号	H01L51/0056 H01L51/0081 H01L51/0085 H01L51/5016 H01L51/5036		
FI分类号	H05B33/14.B H05B33/24 H05B33/12.B C09K11/06.660 C09K11/06.690 C09K11/06.625 H01L27/32		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC04 3K107/CC07 3K107/DD10 3K107/DD51 3K107/DD53 3K107/DD59 3K107/DD64 3K107/DD66 3K107/DD67 3K107/DD68 3K107/DD69 3K107/EE07 3K107/FF13		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种具有令人满意的良好发光效率和色纯度的红光发射有机电致发光器件，并提供一种使用该装置的显示装置。解决方案：在包括正电极13和负电极15的红光发射有机电致发光器件11和其间保持有发光层14c的有机层14中，发光层14c包含作为主体材料的有机电致发光器件11。具有4-7个环的骨架的多环芳烃化合物与发红光的客体材料一起。另外，与发光层14c相邻地设置包含由有机材料制成的磷光材料的光敏化层14d。Ž

