

(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2012-204793

(P2012-204793A)

(43) 公開日 平成24年10月22日(2012.10.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H 0 1 L 51/50 (2006.01)	H 0 5 B 33/22 B	3 K 1 0 7
H 0 5 B 33/12 (2006.01)	H 0 5 B 33/14 B	
C 0 9 K 11/06 (2006.01)	H 0 5 B 33/12 C	
	C 0 9 K 11/06 6 9 0	
	C 0 9 K 11/06 6 1 0	
審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全 60 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2011-70689 (P2011-70689)
(22) 出願日 平成23年3月28日 (2011. 3. 28)

(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 神戸 江美子
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

最終頁に続く

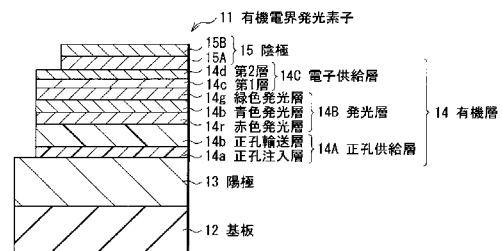
(54) 【発明の名称】 有機電界発光素子および表示装置

(57) 【要約】

【課題】色度の電流密度依存性を抑制し、且つ駆動電圧の上昇を抑制することが可能な有機電界発光素子および表示装置を提供する。

【解決手段】陽極13と陰極15との間に有機層14を有する。有機層14は正孔供給層14A、発光層14Bおよび電子供給層14Cからなる。電子供給層14Cは電子移動度が $1.0 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の含窒素複素環式化合物を含む。電子供給層14Cに電子移動度が高い化合物を用いることにより、各発光層における正孔および電子のキャリアバランスが調整される。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

陽極と陰極との間に互いに異なる発光色を示す複数の発光層を有する有機層を備えた有機電界発光素子であって、

前記発光層が少なくともアントラセン誘導体を含む 2 種以上のホスト材料を含有しており、

前記陰極と発光層との間に、含窒素複素環式化合物を含むと共に、電子移動度が $1.0 \times 10^{-4} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の電子供給層を有する

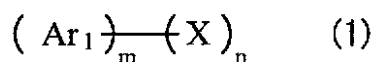
有機電界発光素子。

【請求項 2】

10

前記電子供給層に用いられる含窒素複素環式化合物は、式 (1) で表わされる化合物である、請求項 1 に記載の有機電界発光素子。

【化 1】



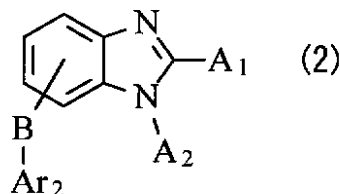
(Ar1 は核炭素数 6 ~ 50 個の芳香族炭化水素基あるいはその誘導体である。X は少なくともピリジニル基を含有する芳香族複素環基あるいはその誘導体である。m は 1 ~ 5 の整数であり、n は 1 ~ 6 の整数である。但し、m が 2 以上の場合には Ar1 はそれぞれ同一の基あるいは異なる基でもよい。n が 2 以上の場合には X はそれぞれ同一の基あるいは異なる基でもよい。)

20

【請求項 3】

前記電子供給層は、前記式 (1) で表わされる化合物を含む第 1 電子供給層と、式 (2) で表わされる化合物を含む第 2 電子供給層とからなる、請求項 2 に記載の有機電界発光素子。

【化 2】



30

(A1 および A2 は、各々独立して水素原子、炭素数 60 個以下のアリール基、炭素数 60 個以下の複素環基、炭素数 1 ~ 20 個のアルキル基または炭素数 1 ~ 20 の個アルコキシ基あるいはそれらの誘導体である。B は 2 価のパラフェニレン基であり、Ar2 は 2, 6 位においてパラフェニレン基に結合されたアントラセンまたはその誘導体である。)

【請求項 4】

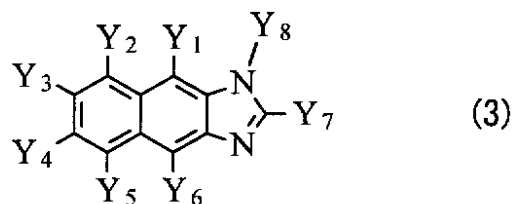
前記電子供給層は、前記陽極側から前記第 1 電子供給層、前記第 2 電子供給層の順に積層された構成を有している、請求項 2 に記載の有機電界発光素子。

40

【請求項 5】

前記電子供給層は、前記陽極側から式 (3) で表わされる化合物を含む第 3 電子供給層、前記第 1 電子供給層の順に積層され構成を有している、請求項 2 に記載の有機電界発光素子。

【化 3】



(Y 1 ~ Y 8 は、各々独立して炭素数 6 ~ 6 0 個のアリール基、アルケニル基、ピリジル基、キノリル基、炭素数 1 ~ 2 0 個のアルキル基、炭素数 1 ~ 2 0 個のアルコキシ基、炭素数 5 ~ 6 0 個の脂肪族環基または炭素数 5 ~ 6 0 個以下の複素環基あるいはそれらの誘導体である。なお、Y 7 および Y 8 は連結基を介して環状構造を形成してもよい。)

10

【請求項 6】

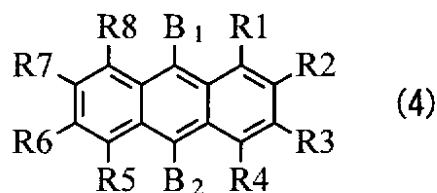
前記電子供給層は、前記陽極側から前記第 3 電子供給層、前記第 1 電子供給層、前記第 2 電子供給層の順に積層された構成を有している、請求項 3 に記載の有機電界発光素子。

【請求項 7】

前記アントラセン誘導体は、式 (4) で表わされる化合物である、請求項 1 に記載の有機電界発光素子。

【化 4】

20



(R 2 4 ~ R 2 9 は各々独立して、水素原子、ハロゲン原子、水酸基、シアノ基、ニトロ基、または炭素数 2 0 以下のカルボニル基を有する基、カルボニルエステル基を有する基、アルキル基、アルケニル基、アルコキシ基あるいはそれらの誘導体、炭素数 3 0 以下のシリル基を有する基、アリール基を有する基、複素環基を有する基、アミノ基を有する基あるいはそれらの誘導体である。)

30

【請求項 8】

前記発光層は、ホスト材料として少なくとも正孔輸送性材料を含む、請求項 1 に記載の有機電界発光素子。

【請求項 9】

前記正孔輸送性材料は、イオン化ポテンシャルが 5 . 6 e V 未満である、請求項 8 に記載の有機電界発光素子。

【請求項 1 0】

40

前記発光層は、ホスト材料として少なくともりん光材料を含む、請求項 1 に記載の有機電界発光素子。

【請求項 1 1】

前記りん光材料は、カルバゾール誘導体あるいはキノリン錯体誘導体である、請求項 1 0 に記載の有機電界発光素子。

【請求項 1 2】

前記正孔輸送性材料は、母骨格が環員数 4 以上 7 以下の多環式芳香族炭化水素化合物である、請求項 8 に記載の有機電界発光素子。

【請求項 1 3】

前記多環式芳香族炭化水素化合物の母骨格は、ピレン、ベンゾピレン、クリセン、ナフ

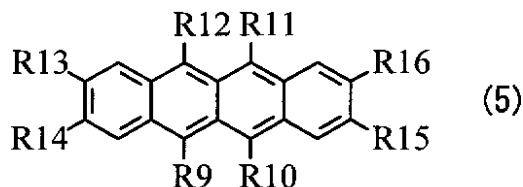
50

タセン、ベンゾナフタセン、ジベンゾナフタセン、ペリレンまたはコロネンである、請求項 13 に記載の有機電界発光素子。

【請求項 14】

前記正孔輸送性材料は、式(5)で表わされる化合物である、請求項 12 に記載の有機電界発光素子。

【化 5】



10

(R1~R8は各々独立して、水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシ基、炭素数1以上20以下のカルボニル基、炭素数1以上20以下のカルボニルエステル基、炭素数1以上20以下アルキル基、炭素数1以上20以下のアルケニル基、炭素数1以上20以下のアルコキシ基、シアノ基、ニトロ基、炭素数5以上30以下のシリル基、炭素数6以上30以下のアリール基、複素環基または炭素数1以上30以下のアミノ基、あるいはそれらの誘導体である。)

20

【請求項 15】

前記正孔輸送性材料を含む発光層は、ゲスト材料としてペリレン誘導体、ジケトピロロピロール誘導体、ピロメテン錯体、ピラン誘導体またはスチリル誘導体である、請求項 14 に記載の有機電界発光素子。

【請求項 16】

前記複数の発光層は、陽極側から赤色発光層、青色発光層、緑色発光層の順に積層されている、請求項 1 に記載の有機電界発光素子。

【請求項 17】

前記有機層を、電荷発生層を介して少なくとも2層以上積層したタンデム構造を有する、請求項 1 に記載の有機電界発光素子。

30

【請求項 18】

前記電荷発生層は前記陽極側から順に電子供給層および正孔注入層を積層した構造を有する、請求項 17 に記載の有機電界発光素子。

【請求項 19】

基板上に複数の有機電界発光素子を備え、

前記有機電界発光素子は、

陽極と陰極との間に互いに異なる発光色を示す複数の発光層を有する有機層を備えた有機電界発光素子であって、

前記発光層が少なくともアントラセン誘導体を含む2種以上のホスト材料を含有しており、

40

前記陰極と発光層との間に、含窒素複素環式化合物を含むと共に、電子移動度が $1.0 \times 10^{-4} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の電子供給層を有する

表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス(EL; Electro Luminescence)現象を利用して発光する有機電界発光素子および表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

50

白色の有機電界発光素子は照明用およびカラーフィルタを使用したフルカラー表示装置等に使用でき、且つ製造工程もRGBの塗りわけで作製する白色素子と比較して容易であるため積極的に開発が行われている。

【0003】

この白色有機電界発光素子をフルカラー表示装置に用いる場合には、白色有機電界発光素子の発光層を構成する赤色発光層、緑色発光層および青色発光層それぞれの色純度を高く、且つ、均一に発光させることが求められている。そこで、例えば特許文献1では、青色発光層に正孔注入輸送性および/または電子注入輸送性を有する化合物をホスト化合物として用いることにより青色発光光を安定して得られる有機電界発光素子が開示され、フルカラー表示装置に適用されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2006-140434号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1に挙げた有機電界発光素子をはじめとする従来の有機電界発光素子では、電流密度の変化によって各色の発光層におけるキャリアバランスが変化し、励起子分布の変動による色度変化が起こるという問題があった。フルカラー表示装置における高効率なRGB発光のためには色度変化の低減、即ちキャリアバランスの調整が必要である。キャリアバランスの調整は、例えば、発光層の膜厚を調整することによって可能であるが、その膜厚は発光層を構成する化合物の分子の大きさと同等の1nm~2nm薄さであるため制御が極めて難しく、膜厚の調整以外の調整方法が求められていた。

20

【0006】

また、有機電界発光素子はダイオード特性を持つため、電圧の変化に対して大幅に電流密度が変化する。また、有機電界発光素子の駆動電圧は有機電界発光素子内の抵抗成分の増大により経時的に変化し、通常0.2V~1V上昇する。そのため、アクティブ駆動のパネルにおいては有機電界発光素子専用の定電流駆動回路を使用する必要がある。また、より安価な定電圧駆動回路を用いるには一定な電流供給を得るために、駆動による電圧上昇を0.1V未満、より好ましくは0.05V未満に抑える必要があった。

30

【0007】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、色度の電流密度依存性を抑制し、且つ、駆動電圧の上昇を抑制することが可能な有機電界発光素子およびこれを用いた表示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】

本発明による有機電界発光素子は、陽極と陰極との間に互いに異なる発光色を示す複数の発光層を有する有機層を備えた有機電界発光素子であって、発光層が少なくともアントラセン誘導体を含む2種以上のホスト材料から形成されており、陰極と発光層との間に、含窒素複素環式化合物を含むと共に、電子移動度が $1.0 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の電子供給層を有するものである。

40

【0009】

本発明の表示装置は、上記有機電界発光素子を基板上に複数設けたものである。

【0010】

本発明の有機電界発光素子およびこれを備えた表示装置では、少なくとも1層にアントラセン誘導体を含む互いに異なる発光色を示す複数の発光層上に、含窒素複素環式化合物を含む電子供給層が設けられ、この電子供給層の電子移動度が $1.0 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上であるので、各発光層における正孔および電子のキャリアバランスが調整される。

【発明の効果】

50

【 0 0 1 1 】

本発明の有機電界発光素子およびこれを備えた表示装置では、陽極と陰極との間に互いに異なる発光色を示す複数の発光層を有する有機層を備え、発光層が少なくともアントラセン誘導体を含む２種以上のホスト材料を含有させ、且つ、陰極と発光層との間に、含窒素複素環式化合物を含むと共に、電子移動度が $1.0 \times 10^{-4} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の電子移動度の高い化合物からなる電子供給層を設けるようにしたので、各発光層における正孔と電子のキャリアバランスが調整される。これにより、励起子分布の変化が抑制され、電流密度の変化による色度変化が抑制される。また、キャリアバランスが調整されることにより励起子が発光層内でのみ再結合するため、発光層以外の層を励起することが抑えられる。これにより、有機層内における劣化因子の発生が低減され、駆動電圧の上昇が抑えられる。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態に係る有機電界発光素子の断面図である。

【図 2】図 1 に示した有機電界発光素子を備えた表示装置の構成を表す図である。

【図 3】図 2 に示した画素駆動回路の一例を表す図である。

【図 4】図 2 に示した表示装置の断面構成の一例を表す図である。

【図 5】本発明の第 2 の実施の形態に係る有機電界発光素子の断面図の一例である。

【図 6】上記有機電界発光素子の断面図の他の例である。

【図 7】本発明の第 3 の実施の形態に係る有機電界発光素子の断面図である。

20

【図 8】上記実施の形態の表示装置を含むモジュールの概略構成を表す平面図である。

【図 9】上記実施の形態の表示装置の適用例 1 の外観を表す斜視図である。

【図 10】(A) は適用例 2 の表側から見た外観を表す斜視図であり、(B) は裏側から見た外観を表す斜視図である。

【図 11】適用例 3 の外観を表す斜視図である。

【図 12】適用例 4 の外観を表す斜視図である。

【図 13】(A) は適用例 5 の開いた状態の正面図、(B) はその側面図、(C) は閉じた状態の正面図、(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。

30

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

本発明の実施の形態について図面を参照して以下の順に詳細に説明する。

1. 第 1 の実施の形態

(陽極および陰極の間に正孔供給層、発光層および 2 層からなる電子供給層を含む有機層を単層挟持した有機電界発光素子)

1 - 1 (有機電界発光素子)

1 - 2 (表示装置)

2. 第 2 の実施の形態

(3 層からなる電子供給層を含む有機層を有する有機電界発光素子)

3. 第 3 の実施の形態

(タンデム構造の有機層を有する有機電界発光素子)

40

【 0 0 1 4 】

(第 1 の実施の形態)

(有機電界発光素子)

図 1 は本発明の第 1 の実施の形態に係る有機電界発光素子 11 の断面構成を表したものである。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 をこの順に積層した構造を有する。このうち有機層 14 は、陽極 13 側から順に例えば正孔供給層 14 A (正孔注入層 14 a, 正孔輸送層 14 b), 発光層 14 B, 電子供給層 14 C (第 1 層 14 c および第 2 層 14 d) を積層してなるものである。

【 0 0 1 5 】

50

この有機電界発光素子 11 は、陽極 13 から注入された正孔と、陰極 15 から注入された電子とが発光層 14B 内で再結合する際に生じた発光光を基板 12 と反対側（陰極 15 側）から光を取り出す上面発光方式（トップエミッション方式）の有機電界発光素子である。

【0016】

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る。基板 12 を構成する材料は公知のものでよく、例えば、石英、ガラス、金属箔、また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、またはポリカーボネート樹脂等が挙げられる。但し、透水性や透ガス性を抑えるため積層構造とするか、あるいは表面処理を行うことが必要となる。

10

【0017】

陽極 13 は、効率よ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大きいものを用いることが好ましい。具体的には、例えばクロム（Cr）、金（Au）、酸化スズ（ SnO_2 ）とアンチモン（Sb）との合金、酸化亜鉛（ZnO）とアルミニウム（Al）との合金、銀（Ag）合金、あるいはこれらの金属や合金の酸化物等を、単独または混在させた状態で用いることができる。

20

【0018】

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な第 2 層との積層構造としてもよい。ここで第 1 層は、主に Al を主成分とする合金を用いることが好ましい。副成分としては、主成分である Al よりも相対的に仕事関数が小さい元素を用いる。このような副成分としては、ランタノイド系列の元素を用いることが好ましい。ランタノイド系列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、且つ、陽極の正孔注入性も向上する。また、副成分としてはランタノイド系列の元素の他に、シリコン（Si）、銅（Cu）等の元素を用いてもよい。

【0019】

第 1 層を構成する Al 合金層における副成分の含有量は、例えば、Al を安定化させるネオジム（Nd）やニッケル（Ni）、チタン（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、第 1 層である Al 合金層における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 Al 合金層を安定的に保つことができる。また、加工精度および化学的安定性が得られる。更に、陽極 13 の導電性および基板 12 との密着性も改善される。なお、上記 Nd 等の金属は仕事関数が小さいため、後述する正孔供給層 14A に一般的に用いられるアミン系の材料では正孔注入障壁が大きくなってしまう。その際には、アミン形の材料に 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）等のアクセプタ材料を混合した層や、ポリエチレンジオキシチオフェン - ポリスチレンスルホン酸（PEDOT-PSS）等の p ドープ層を陽極 13 の界面に形成することで正孔注入障壁が低減され、駆動電圧の上昇を抑えることができる。この他、後述するアザトリフェニレン誘導体を用いることで、駆動電圧の上昇を抑えつつ素子を安定化することが可能となる。

30

40

【0020】

第 2 層は、Al 合金の酸化物、モリブデン（Mo）の酸化物、ジルコニウム（Zr）の酸化物、Cr の酸化物、およびタンタル（Ta）の酸化物を用いることができる。例えば、第 2 層が副成分としてランタノイド系列の元素を含む Al 合金の酸化物層（自然酸化膜を含む）である場合、ランタノイド系列元素の酸化物は光の透過率が高いため、これを含む第 2 層の光の透過率が良好となる。これにより、第 1 層の表面における反射率が高く維持される。また、第 2 層に ITO（Indium Tin Oxide）や IZO（Indium Zinc Oxide）などの透明導電層を用いることにより陽極 13 の電子注入特性が改善される。なお、IT

50

○およびI Z Oは仕事関数が大きいため基板12と接する側、即ち、第1層に用いることによりキャリアの注入効率を高めると共に、陽極13と基板12との間の密着性を向上することができる。

【0021】

なお、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(図示なし)に接続された状態で設けられている。この場合には、陽極13の上には隔壁16(図4参照)が設けられ、隔壁16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る。

【0022】

正孔供給層14A(正孔注入層14aおよび正孔輸送層14b)は、発光層14Bへの正孔注入効率を高めると共に、リークを防止するためのバッファ層である。正孔供給層14Aの膜厚は素子の全体構成、特に後述する電子供給層14Cとの関係によるが、例えば5nm~300nmであることが好ましく、より好ましくは10nm~200nmである。

【0023】

正孔供給層14Aの構成材料は、電極や隣接する層の材料との関係で適宜選択すればよく、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、ポリアリーラルカン、フェニレンジアミン、アリーラルアミン、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。

【0024】

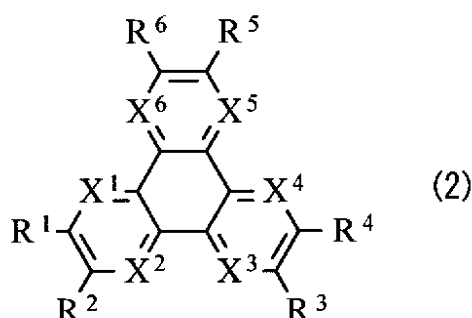
また、上記正孔供給層14Aのさらに具体的な材料としては、 α -ナフチルフェニルフェニレンジアミン、ポルフィリン、金属テトラフェニルポルフィリン、金属ナフタロシアニン、ヘキサシアノアザトリフェニレン、7,7,8,8-テトラシアノキノジメタン(TCNQ)、F4-TCNQ、テトラシアノ4,4,4-トリス(3-メチルフェニルフェニルアミノ)トリフェニルアミン、N,N,N',N'-テトラキス(p-トリル)p-フェニレンジアミン、N,N,N',N'-テトラフェニル-4,4'-ジアミノビフェニル、N-フェニルカルバゾール、4-ジ-p-トリルアミノスチルベン、ポリ(パラフェニレンビニレン)、ポリ(チオフェンビニレン)、ポリ(2,2'-チエニルピロール)等が挙げられる。

【0025】

但し、下記式(2)~(5)に示した化合物を用いることにより後述する電子供給層14Cから発光層14Bへの電子供給に対して、正孔供給層14Aから発光層14Bへの正孔供給が最適化される。

【0026】

【化1】



10

20

30

40

50

(R 1 ~ R 6 は各々独立して、水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシ基、アミノ基、アリールアミノ基、炭素数 2 0 以下のカルボニル基、炭素数 2 0 以下のカルボニルエステル基、炭素数 2 0 以下のアルキル基、炭素数 2 0 以下のアルケニル基、炭素数 2 0 以下のアルコキシ基、炭素数 3 0 以下のアリール基、炭素数 3 0 以下の複素環基、ニトリル基、シアノ基、ニトロ基、またはシリル基から選ばれる置換基あるいはそれらの誘導体である。隣接する R 1 ~ R 6 は互いに結合して環状構造を形成してもよい。X 1 ~ X 6 は各々独立して、炭素原子または窒素原子である。)

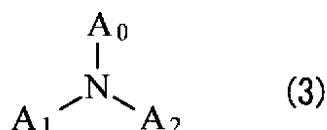
【 0 0 2 7 】

なお、上記式 (2) に示したアザトリフェニレン誘導体は X が窒素原子に置換されることにより、化合物中の窒素含有率が高くなるため正孔注入層 1 4 a に好適に用いられる。

10

【 0 0 2 8 】

【 化 2 】

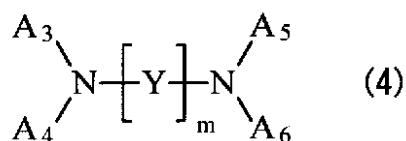


(A 0 ~ A 2 は、各々独立して、水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシ基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボニルエステル基、アルキル基、アルケニル基、環状アルキル基、アルコキシ基、アリール基、アミノ基、複素環基、シアノ基、ニトリル基、ニトロ基、あるいはシリル基によって置換された炭素数 6 ~ 3 0 の芳香族炭化水素基である。)

20

【 0 0 2 9 】

【 化 3 】



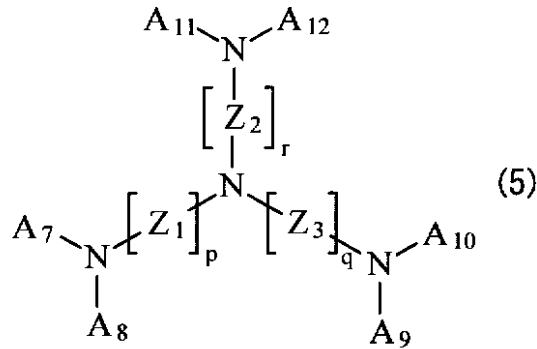
(A 3 ~ A 6 は、各々独立して、水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシ基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボニルエステル基、アルキル基、アルケニル基、環状アルキル基、アルコキシ基、アリール基、アミノ基、複素環基、シアノ基、ニトリル基、ニトロ基、あるいはシリル基によって置換された炭素数 6 ~ 2 0 の芳香族炭化水素基である。 A 3 および A 4、A 5 および A 6 は各々連結基を介して結合していてもよい。Y は N との結合部位以外の環炭素に、各々独立して水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシ基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボニルエステル基、アルキル基、アルケニル基、環状アルキル基、アルコキシ基、アリール基、アミノ基、複素環基、シアノ基、ニトリル基、ニトロ基、またはシリル基によって置換されたベンゼン、ナフタレン、アントラセン、フェナントレン、ナフタセン、フルオランテンまたはペリレンからなる 2 価の芳香族炭化水素基である。m は 1 以上の整数である。)

30

40

【 0 0 3 0 】

【化 4】



10

(A 7 ~ A 1 2 は各々独立して水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシ基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボニルエステル基、アルキル基、アルケニル基、環状アルキル基、アルコキシ基、アリール基、アミノ基、複素環基、シアノ基、ニトリル基、ニトロ基、あるいはシリル基によって置換された炭素数 6 ~ 2 0 の芳香族炭化水素基である。隣接する A 7 および A 8、A 9 および A 1 0、A 1 1 および A 1 2 は、各々連結基を介して結合していてもよい。Z 1 ~ Z 3 は N との結合部位以外の環炭素に、各々独立して水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシ基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボニルエステル基、アルキル基、アルケニル基、環状アルキル基、アルコキシ基、アリール基、アミノ基、複素環基、シアノ基、ニトリル基、ニトロ基、またはシリル基によって置換されたベンゼン、ナフタレン、アントラセン、フェナントレン、ナフタセン、フルオランテンまたはペリレンからなる 2 価の芳香族炭化水素基である。p、q および r は 1 以上の整数である。)

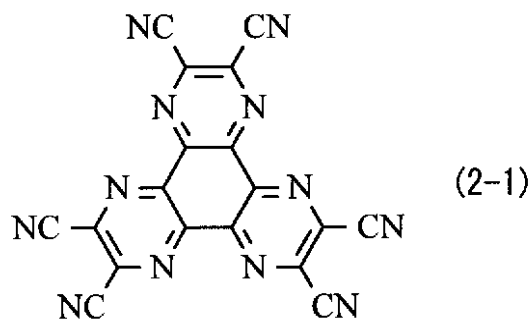
20

【0031】

式(2)に示したアザトリフェニレン誘導体の具体例としては、以下の式(2-1)などの化合物が挙げられる。

【0032】

【化 5】



30

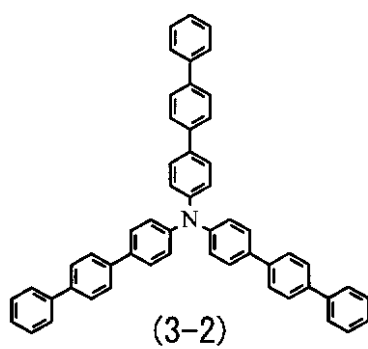
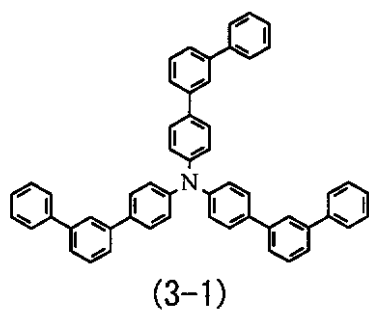
【0033】

式(3)に示したアミン誘導体の具体例としては、以下の式(3-1)~式(3-9)などの化合物が挙げられる。

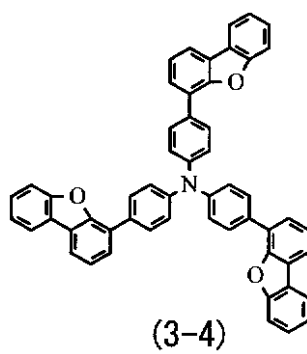
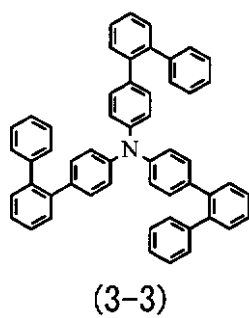
40

【0034】

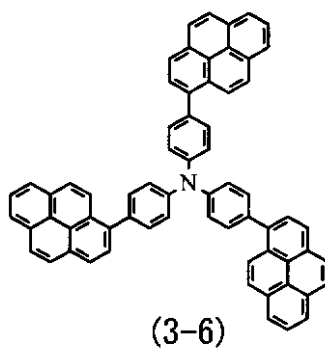
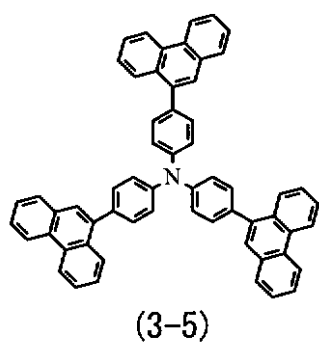
【化 6】



10



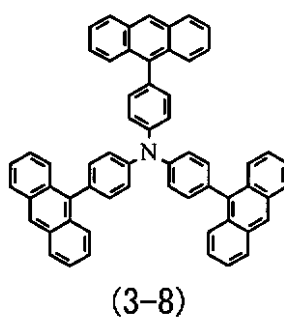
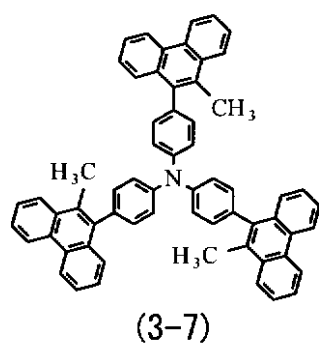
20



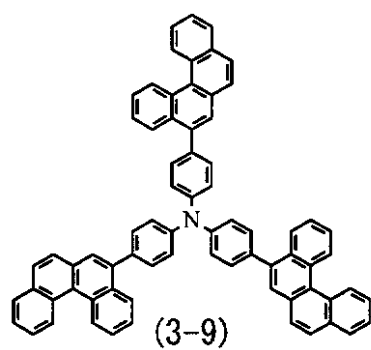
30

【 0 0 3 5 】

【化 7】



10



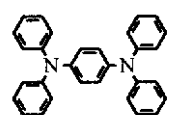
20

【 0 0 3 6 】

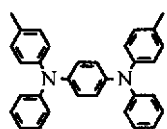
式(4)に示したジアミン誘導体の具体例としては、以下の式(4-1)～式(4-8)などの化合物が挙げられる。

【 0 0 3 7 】

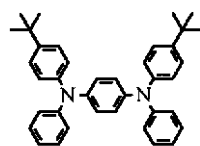
【化 8】



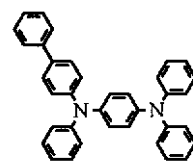
(4-1)



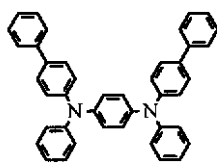
(4-2)



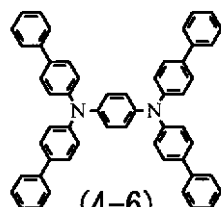
(4-3)



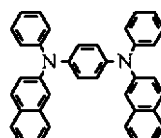
(4-4)



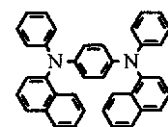
(4-5)



(4-6)

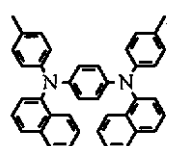


(4-7)

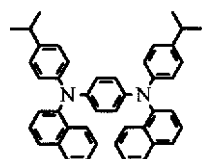


(4-8)

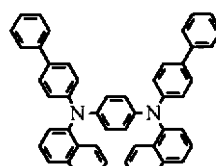
10



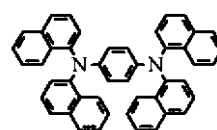
(4-9)



(4-10)

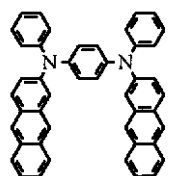


(4-11)

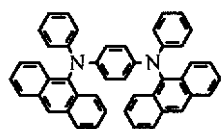


(4-12)

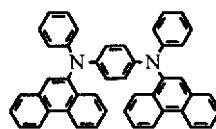
20



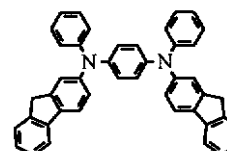
(4-13)



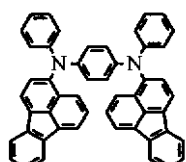
(4-14)



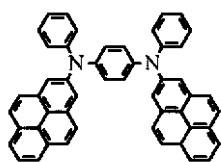
(4-15)



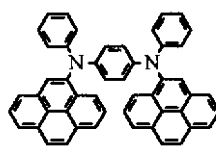
(4-16)



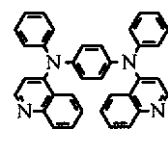
(4-17)



(4-18)

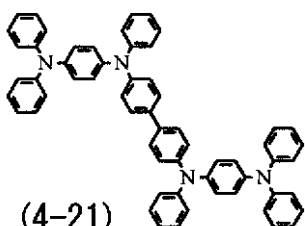


(4-19)

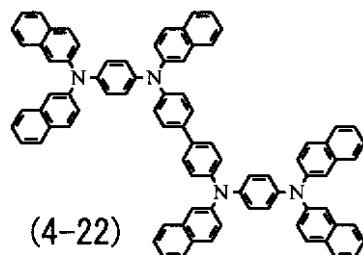


(4-20)

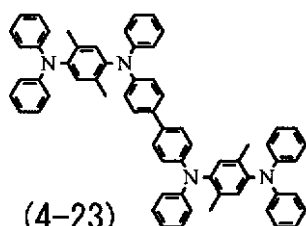
30



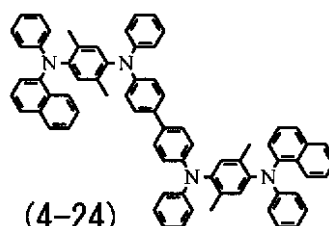
(4-21)



(4-22)



(4-23)

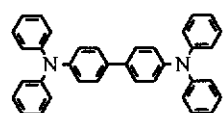


(4-24)

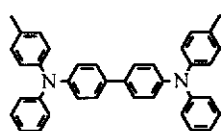
40

【 0 0 3 8 】

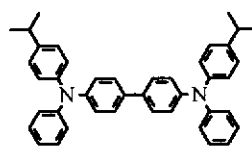
【化 9】



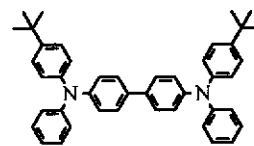
(4-25)



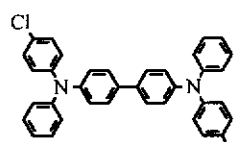
(4-26)



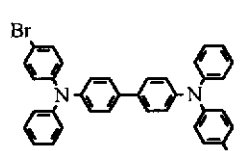
(4-27)



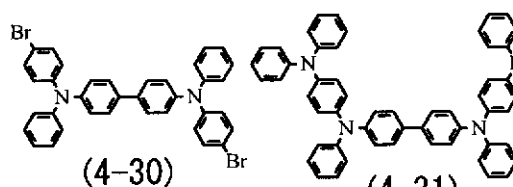
(4-28)



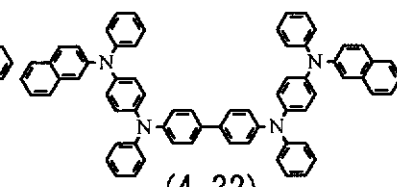
(4-29)



(4-30)

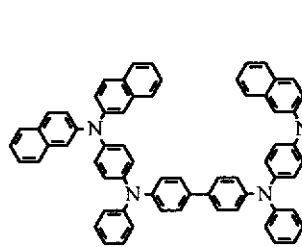


(4-31)

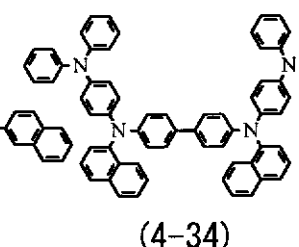


(4-32)

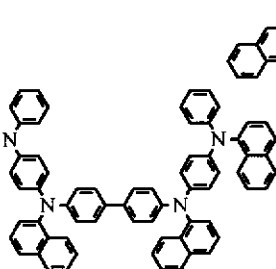
10



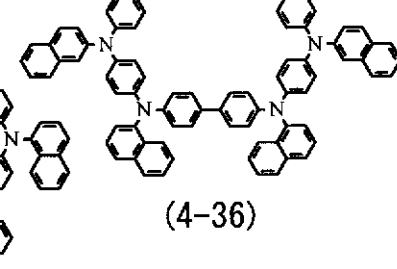
(4-33)



(4-34)

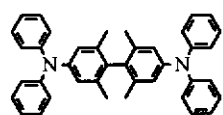


(4-35)

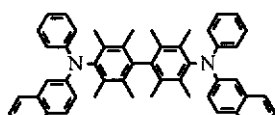


(4-36)

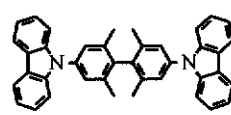
20



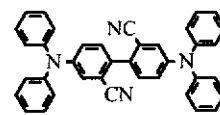
(4-37)



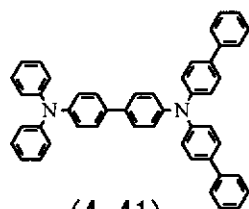
(4-38)



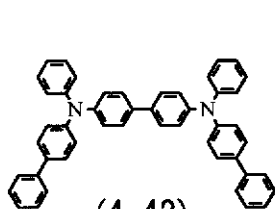
(4-39)



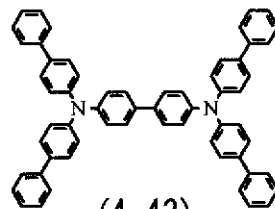
(4-40)



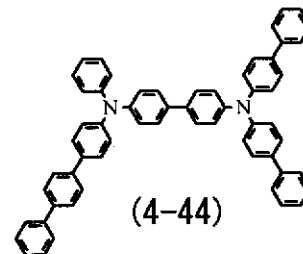
(4-41)



(4-42)

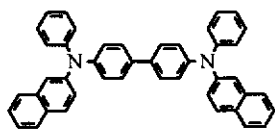


(4-43)

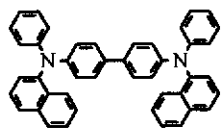


(4-44)

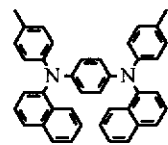
30



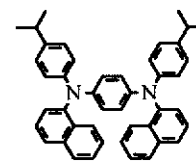
(4-45)



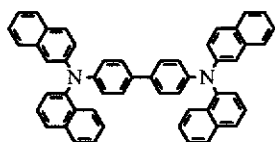
(4-46)



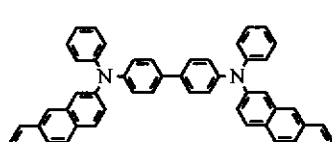
(4-47)



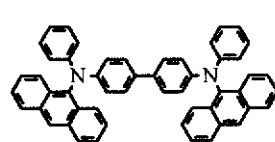
(4-48)



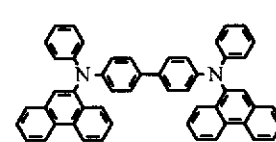
(4-49)



(4-50)



(4-51)

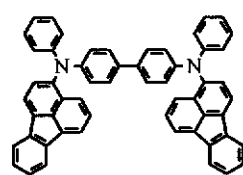


(4-52)

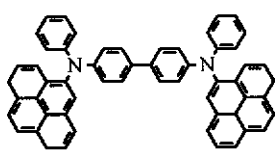
40

【 0 0 3 9 】

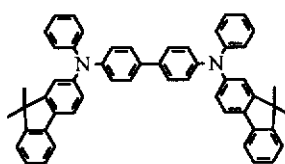
【化 1 0】



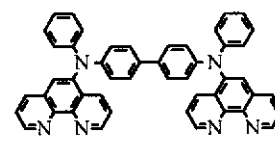
(4-53)



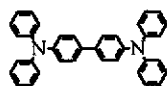
(4-54)



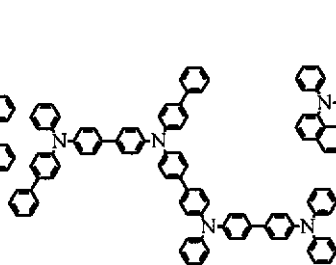
(4-55)



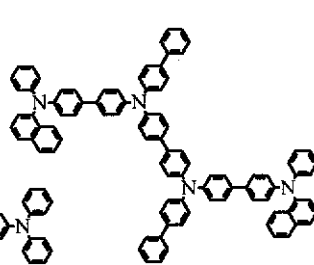
(4-56)



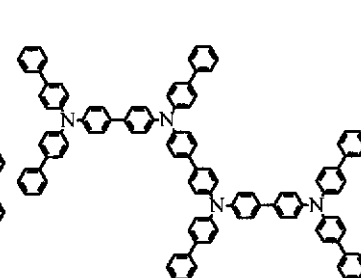
(4-57)



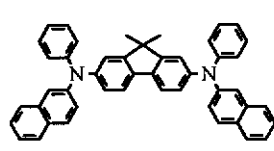
(4-58)



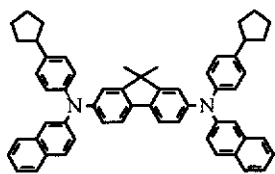
(4-59)



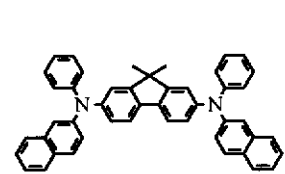
(4-60)



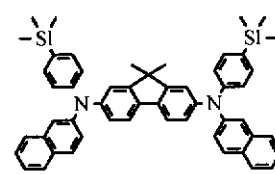
(4-61)



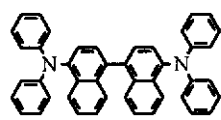
(4-62)



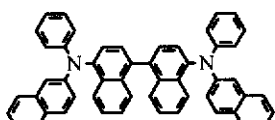
(4-63)



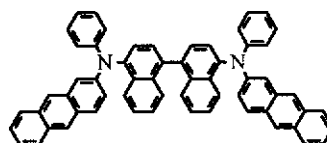
(4-64)



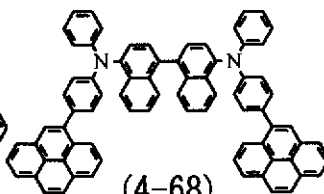
(4-65)



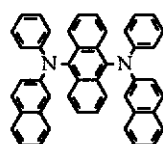
(4-66)



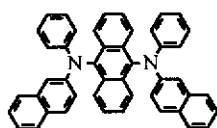
(4-67)



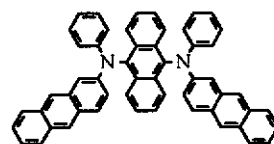
(4-68)



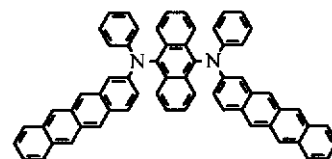
(4-69)



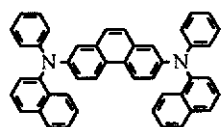
(4-70)



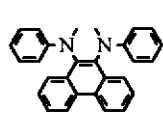
(4-71)



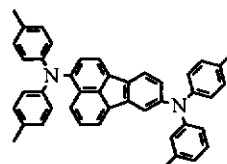
(4-72)



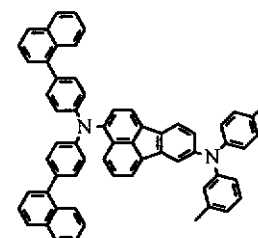
(4-73)



(4-74)



(4-75)



(4-76)

10

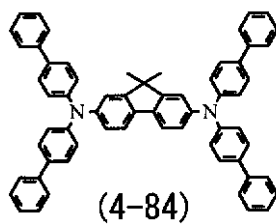
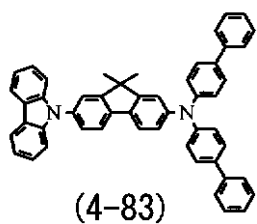
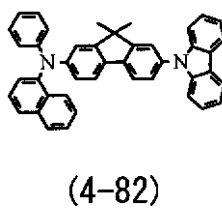
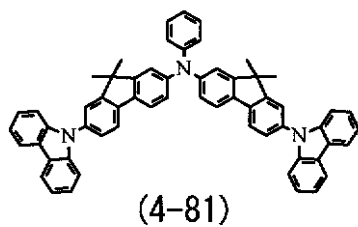
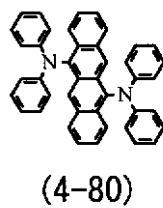
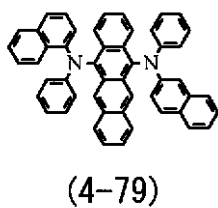
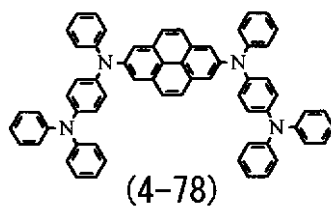
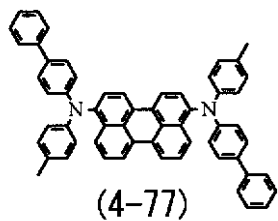
20

30

40

【 0 0 4 0】

【化 1 1】



10

20

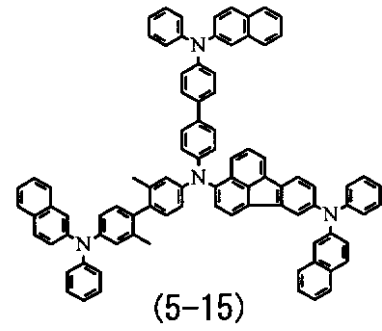
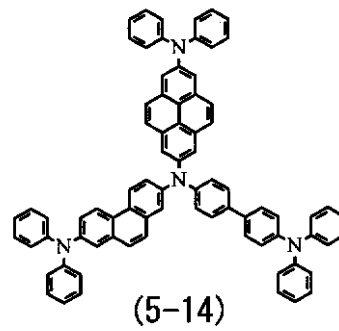
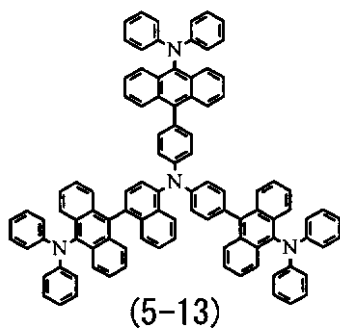
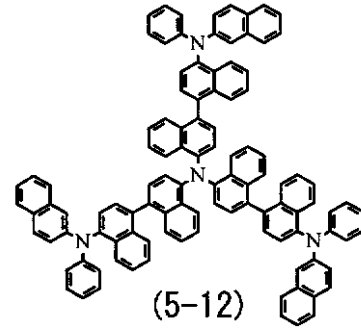
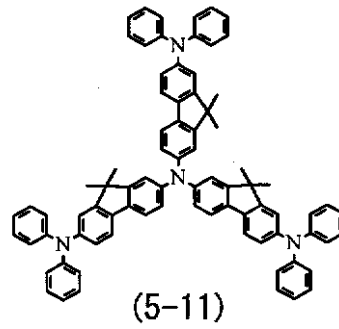
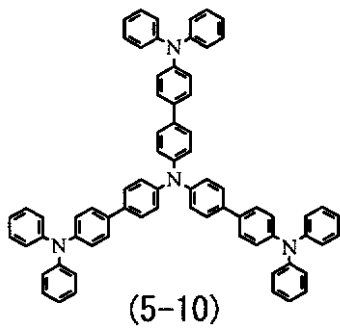
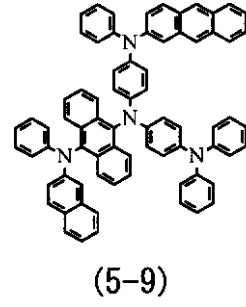
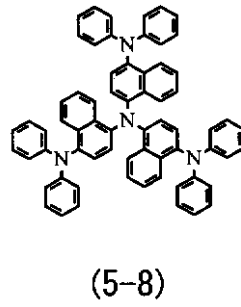
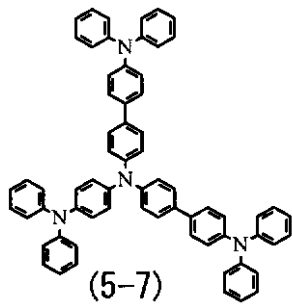
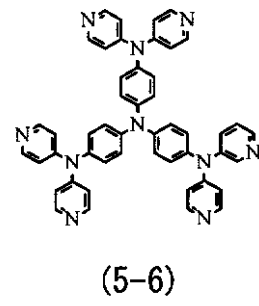
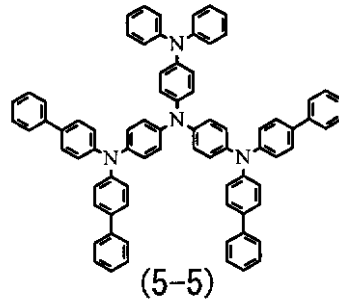
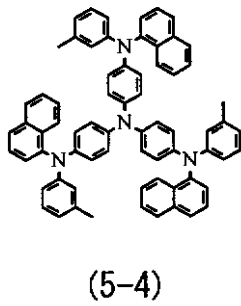
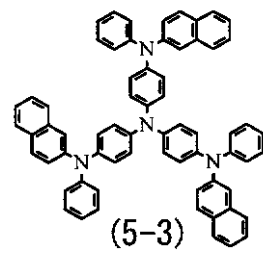
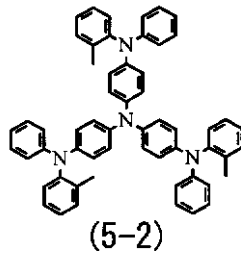
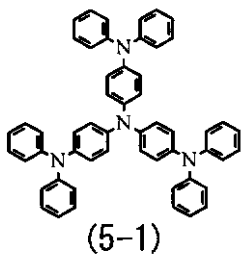
30

【 0 0 4 1】

式(5)に示したトリアリールアミン多量体の具体例としては、以下の式(5-1)～式(5-15)などの化合物が挙げられる。

【 0 0 4 2】

【化 1 2】



【 0 0 4 3】

これらの化合物は正孔注入層 1 4 a および正孔輸送層 1 4 b のどちらに用いてもよいが、窒素含有率の高い組成の化合物を正孔注入層 1 4 a に用いることが好ましい。

【 0 0 4 4】

10

20

30

40

50

発光層 14 B は、陽極 13 および陰極 15 に対する電界印加時に陽極 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。発光層 14 B は発光色の異なる複数の発光層（ここでは 3 層）14 r, 14 g, 14 b が設けられている。発光層 14 r は赤色発光層であり、発光層 14 g は緑色発光層、発光層 14 b は青色発光層である。発光層 14 r, 14 g, 14 b の積層順序は各発光層 14 r, 14 g, 14 b のキャリア輸送性および光取り出しの発光波長に応じた光路長調整から適宜決定される。ここでは、例えば陽極 13 側から順に赤色発光層 11 r, 青色発光層 11 b, 緑色発光層 11 g が積層されている。また、赤色発光層 14 r, 緑色発光層 14 g, 青色発光層 14 b の間には、それぞれ発光層分離層（図示なし）を設けてもよい。発光層分離層は、例えばアミン誘導体からなり、厚みは、0.1 nm ~ 20 nm であることが好ましく、さらに好ましくは 1 ~ 10 nm である。発光層 14 B の厚みは、素子の全体構成にもよるが、例えば 3 nm ~ 30 nm であることが好ましく、さらに好ましくは 5 nm ~ 20 nm である。このうち、各色の発光層 14 r, 14 g, 14 b の膜厚は以下の膜厚とすることが好ましい。例えば、赤色発光層 14 r は 5 nm ~ 15 nm、緑色発光層 14 g は 5 nm ~ 15 nm、青色発光層 14 b は 5 nm ~ 15 nm であるがこれに限らない。

10

20

30

40

50

【0045】

発光層 14 B を構成する材料としては、電荷の注入機能（電界印加時に陽極 13 あるいは正孔供給層 14 A から正孔を注入することができ、陰極 15 あるいは電子供給層 14 C から電子を注入することができる機能）、輸送機能（注入された正孔および電子を電界の力で移動させる機能）、発光機能（電子と正孔の再結合の場を提供し、これらを発光につなげる機能）を有することが好ましい。

【0046】

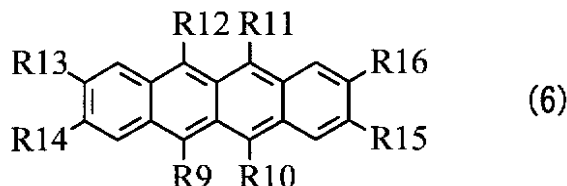
特に、複数の発光層 14 r, 14 g, 14 b のうち陽極側の発光層には、ホスト材料として正孔輸送性の材料を用いることが好ましい。これにより、陽極 13 からの正孔注入が安定する。このような材料としては、具体的には、例えばスチリル誘導体、アントラセン誘導体、ナフタセン誘導体または芳香族アミンが挙げられる。特に、スチリル誘導体はジスチル誘導体、トリスチル誘導体、テトラスチル誘導体およびスチリルアミン誘導体を用いることが好ましい。また、アントラセン誘導体、特に非対称アントラセン系化合物を用いることにより優れたキャリアバランスを保つことができる。更に、芳香族アミンでは芳香族環基で置換された窒素原子を 2 ~ 4 個有する化合物であることが好ましい。これらのうち、特に、母骨格が環員数 4 以上 7 以下の多環式芳香族炭化水素化合物を用いることが好ましい。環員数が 4 以上 7 以下の母骨格としては、例えば、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、ペリレンまたはコロネン等が挙げられる。

【0047】

また、正孔供給性の材料としては、下記式（6）に示した化合物を用いることができる。

【0048】

【化 13】



（R9 ~ R16 は各々独立して、水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、炭素数 1 以上 20 以下のカルボニル基、炭素数 1 以上 20 以下のカルボニルエステル基、炭素数 1 以上 20 以下アルキル基、炭素数 1 以上 20 以下のアルケニル基、炭素数 1 以上 20 以下のアルコキシ基、シアノ基、ニトロ基、炭素数 5 以上 30 以下のシリル基、炭素数 6 以上

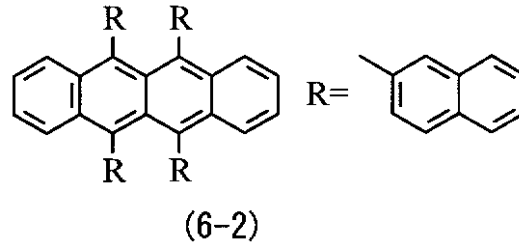
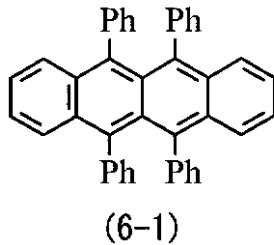
30以下のアリール基、複素環基または炭素数1以上30以下のアミノ基、あるいはそれらの誘導体である。)

【0049】

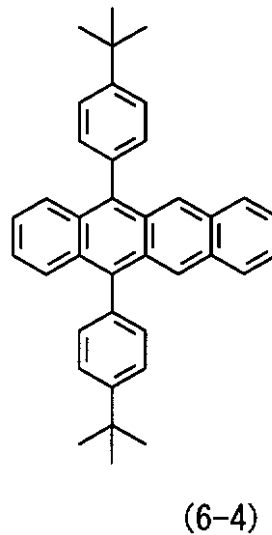
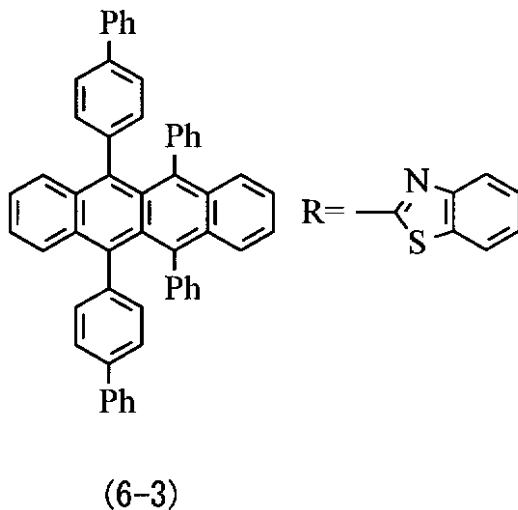
式(6)で表わした化合物の具体例としては、以下の式(6-1)～式(6-4)などの化合物が挙げられる。

【0050】

【化14】



10



20

30

【0051】

上記のような正孔輸送性材を用いることにより、陽極13からの正孔注入が安定する。なお、これらの正孔輸送性材料のうち、特にイオン化ポテンシャルが5.6 eV未満であることが好ましい。

【0052】

また、赤色発光層14rは上記正孔輸送性材料を用いてもよく、緑色発光層14gは蛍光発光材料またはりん光発光材料を用いてもよい。蛍光発光材料(蛍光ホスト材料)としては、例えば、下記式(7)に示したアントラセン化合物を用いることができる。りん光発光材料(りん光ホスト材料)としては、例えば、カルバゾール誘導体あるいはインドロカルバゾール誘導体が挙げられる。

40

【0053】

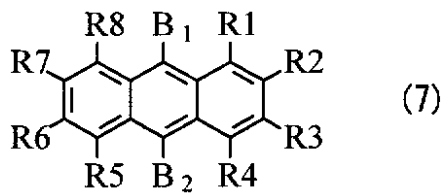
青色発光層14bでは、例えばアントラセン化合物をホスト材料とし、これに青色の蛍光性色素のゲスト材料をドーピングすることによって、青色の発光を発生する。

【0054】

なお、青色発光層14bおよび緑色発光層14gを構成するホスト材料としては、下記式(7)に示したアントラセン化合物をホスト材料として用いることが好ましい。

【0055】

【化 15】



(B 1 , B 2 は各々独立して、炭素数 6 以上 2 0 以下の芳香族環基あるいはその誘導体である。 R 1 ~ R 8 は各々独立して、水素原子、ハロゲン原子、水酸基、シアノ基、ニトロ基、または炭素数 5 0 以下のカルボニル基を有する基、カルボニルエステル基を有する基、アルキル基、アルケニル基、アルコキシル基あるいはそれらの誘導体、炭素数 3 0 以下のシリル基を有する基、アリール基を有する基、複素環基を有する基、アミノ基を有する基あるいはそれらの誘導体である。)

【 0 0 5 6 】

式 (7) に示した化合物における R 1 ~ R 8 が示すアリール基を有する基としては、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 - ビフェニル基、3 - ビフェニル基、4 - ビフェニル基、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。

【 0 0 5 7 】

また、R 1 ~ R 8 が示す複素環基を有する基としては、ヘテロ原子として酸素原子 (O)、窒素原子 (N)、硫黄原子 (S) を含有する 5 員環または 6 員環の芳香環基であり、炭素数 2 ~ 2 0 の縮合多環芳香環基が挙げられる。このような複素環基としては、例えばチエニル基、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、1 0 - 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。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 8 】

R 1 ~ R 8 が示すアミノ基を有する基としては、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、炭素数 1 ~ 6 個の脂肪族炭化水素基および / または 1 ~ 4 個の芳香環基を有することが好ましい。このような基としては、具体的には、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，ビスビフェニリルアミノ基、ジナフチルアミノ基が挙げられる。なお、上記置換基は 2 以上の置換基からなる縮合環を形成していてもよく、さらにその誘導体でもよい。

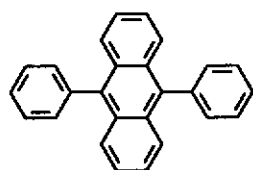
【 0 0 5 9 】

式 (7) に示した化合物の具体例としては、以下の式 (7 - 1) ~ 式 (7 - 6 4) などの化合物が挙げられる。

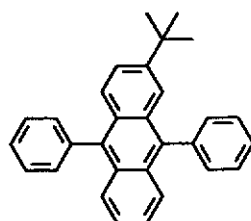
10

【 0 0 6 0 】

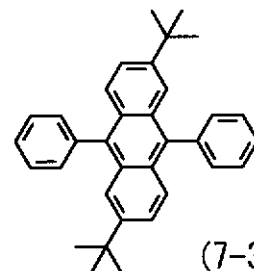
【化 1 6】



(7-1)

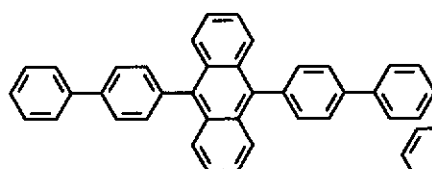


(7-2)

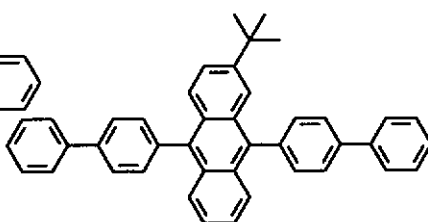


(7-3)

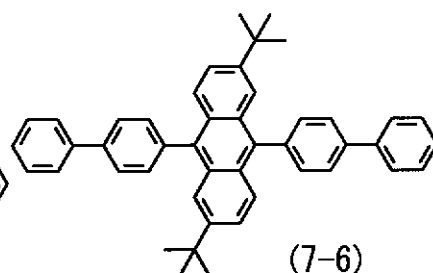
10



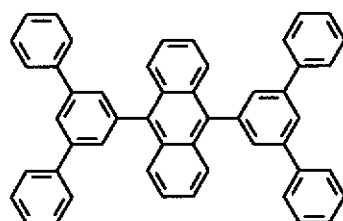
(7-4)



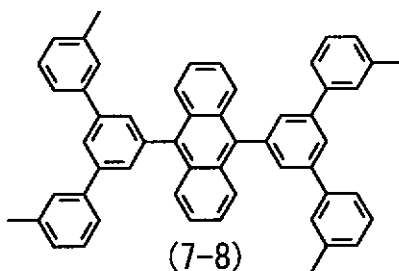
(7-5)



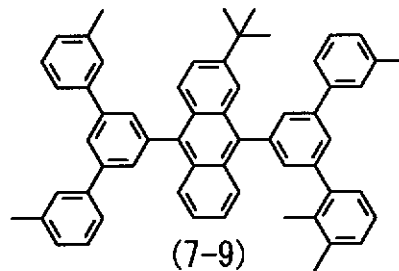
(7-6)



(7-7)

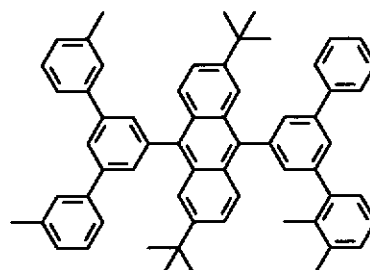


(7-8)

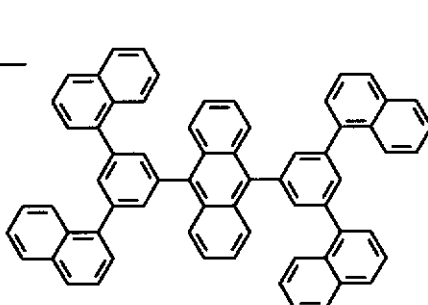


(7-9)

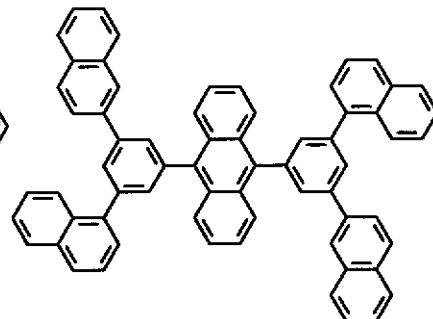
20



(7-10)

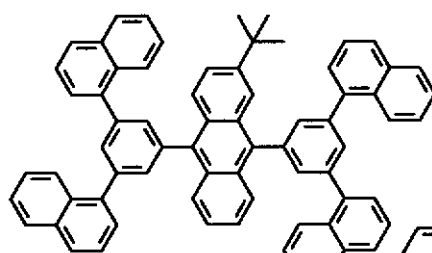


(7-11)

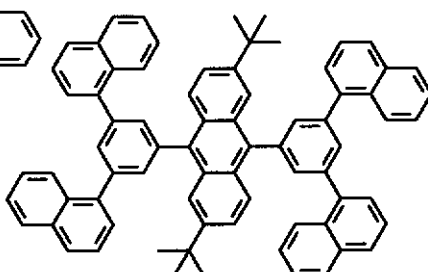


(7-12)

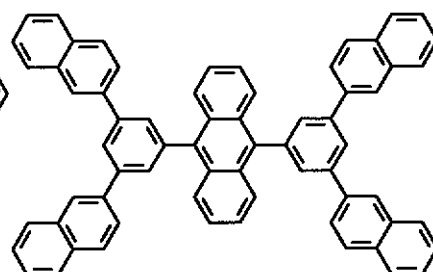
30



(7-13)



(7-14)

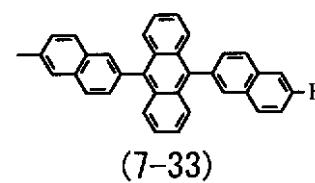
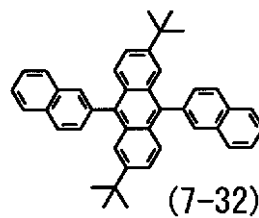
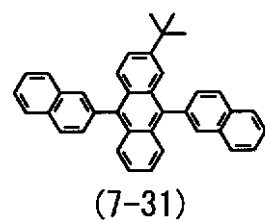
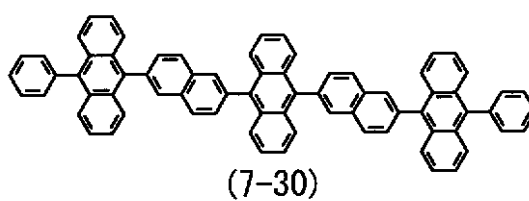
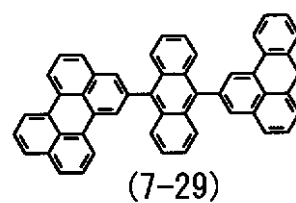
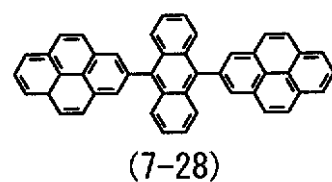
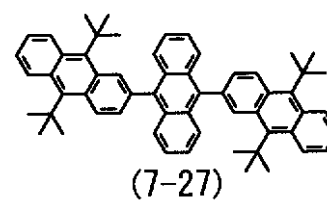
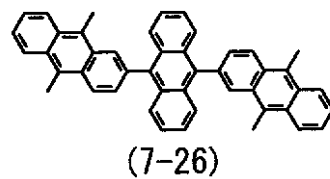
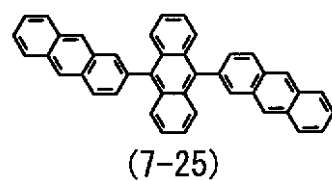
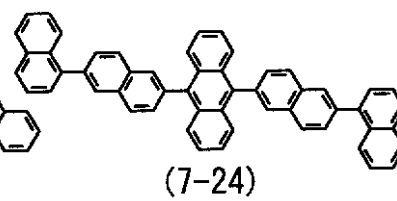
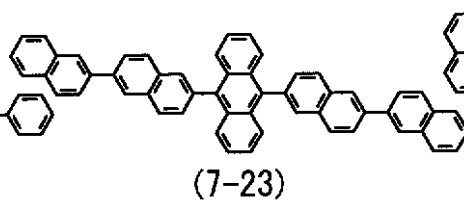
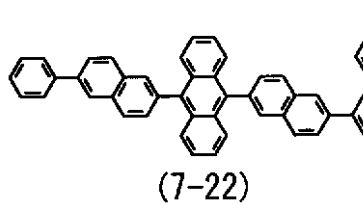
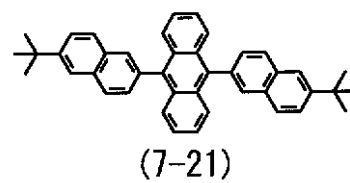
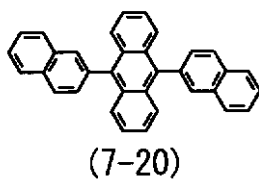
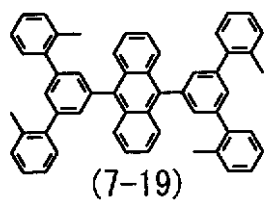
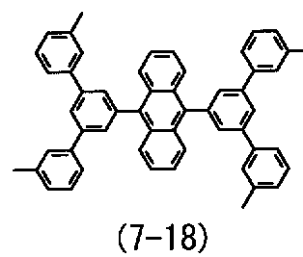
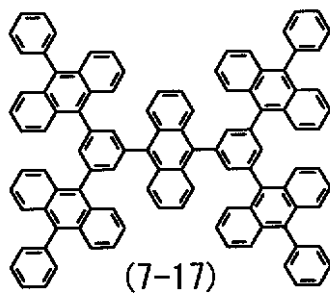
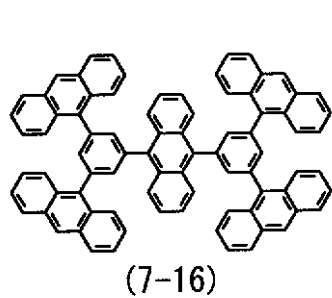


(7-15)

40

【 0 0 6 1 】

【化 17】



【 0 0 6 2 】

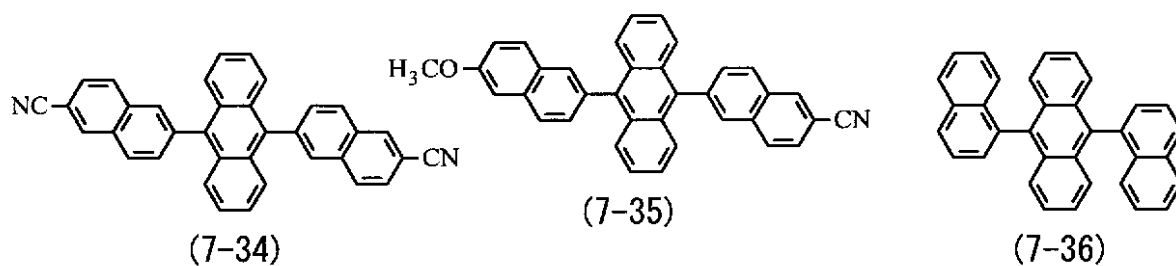
10

20

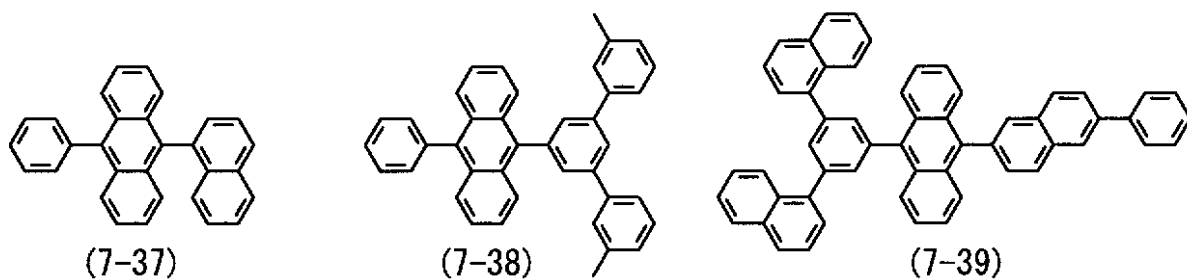
30

40

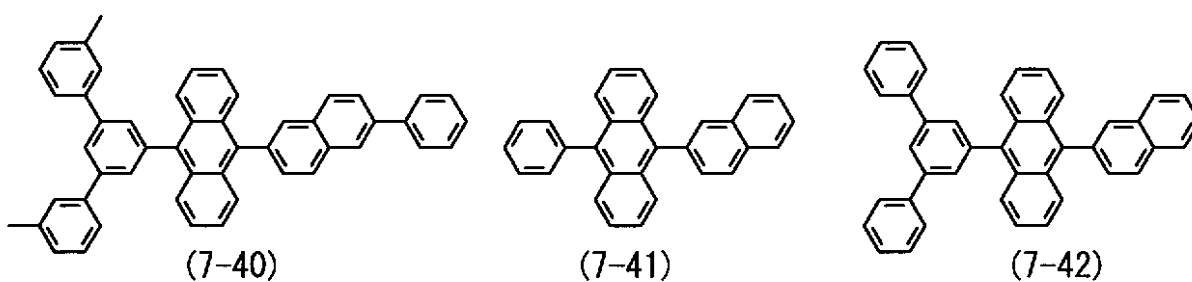
【化 1 8】



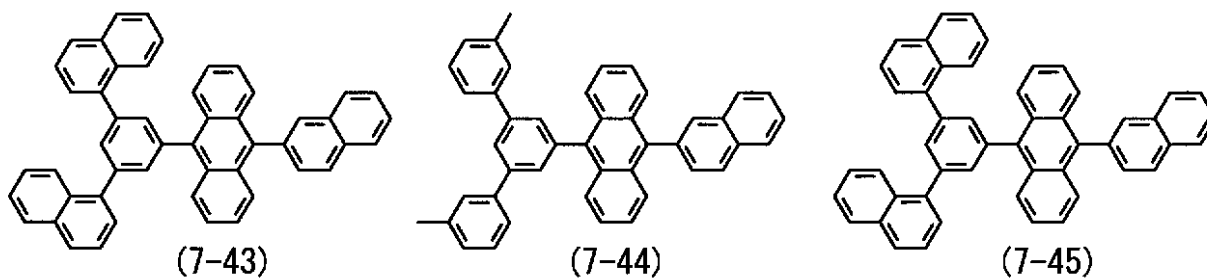
10



20

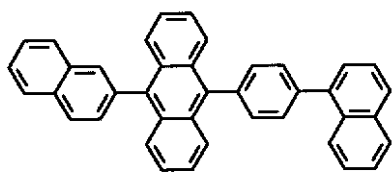


30

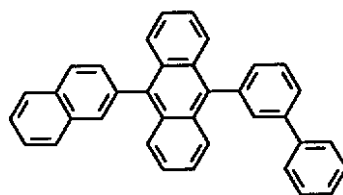


【 0 0 6 3 】

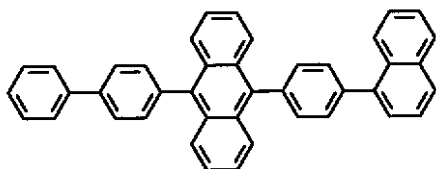
【化 1 9】



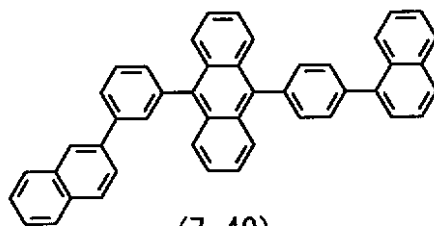
(7-46)



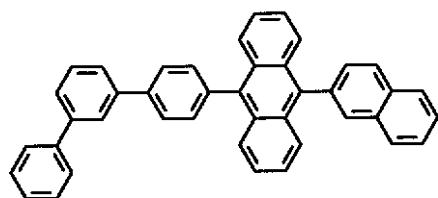
(7-47)



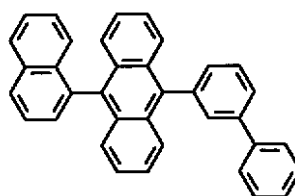
(7-48)



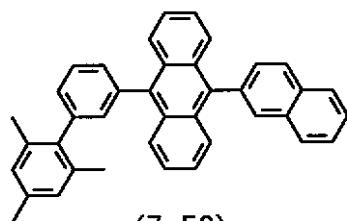
(7-49)



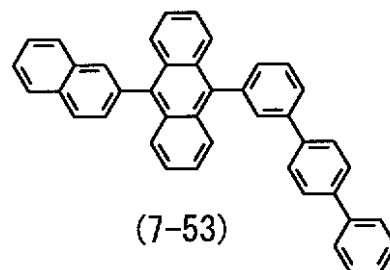
(7-50)



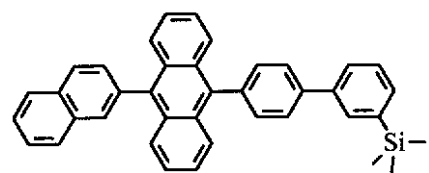
(7-51)



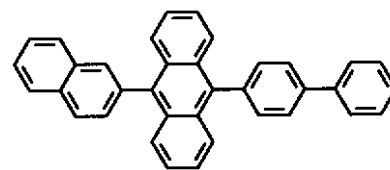
(7-52)



(7-53)



(7-54)



(7-55)

【 0 0 6 4 】

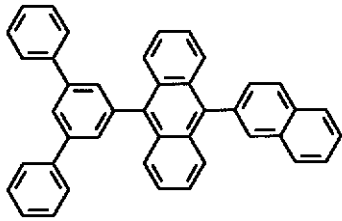
10

20

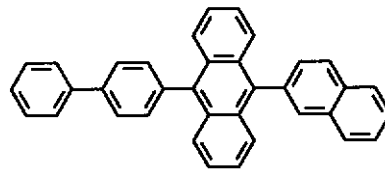
30

40

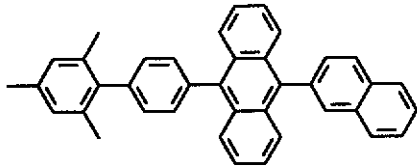
【化 2 0】



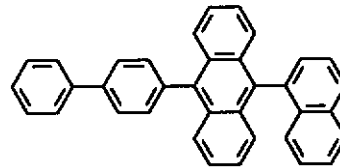
(7-56)



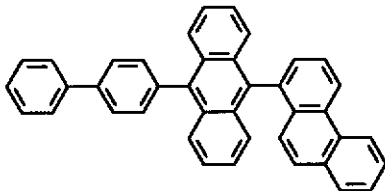
(7-57)



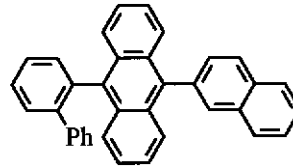
(7-58)



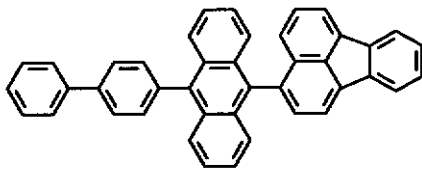
(7-59)



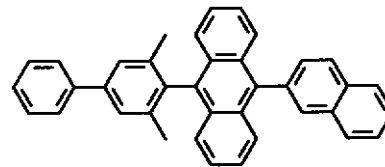
(7-60)



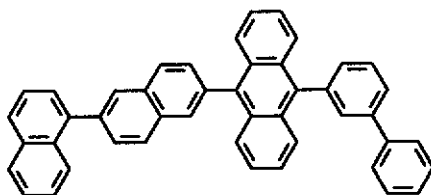
(7-61)



(7-62)



(7-63)



(7-64)

【 0 0 6 5】

ゲスト材料としては、例えば、スチリルベンゼン系色素，オキサゾール系色素，ペリレン系色素，クマリン系色素，アクリジン系色素などのレーザー用色素，アントラセン誘導体，ナフタセン誘導体，ペンタセン誘導体，クリセン誘導体，ジケトピロロピロール誘導体，ピラン誘導体またはスチリル誘導体などの多芳香族炭化水素系材料，ピロメテン骨格化合物もしくは金属錯体，キナクリドン誘導体，シアノメチレンピラン系誘導体（DCM，DCJTB），ベンゾチアゾール系化合物，ベンゾイミダゾール系化合物，金属キレート化オキシノイド化合物などの蛍光材料から適宜選択して用いることができる。これらの蛍光材料のそれぞれのドーブ濃度は、膜厚比で0.5%以上15%以下であることが好ま

10

20

30

40

50

しい。また、所望の発光色を有する既知のりん光ドーパントも用いることができる。具体的には、例えば、スチルベン構造を有するアミン，芳香族アミン，ペリレン誘導体，クマリン誘導体，ボラン誘導体，ピラン誘導体，イリジウム錯体，白金錯体またはレニウム錯体が挙げられる。中でもイリジウム錯体，白金錯体およびレニウム錯体のりん光ドーパント材料を用いることが好ましい。

【 0 0 6 6 】

ここで、青色の発光性ゲスト材料としては、約 4 0 0 n m ~ 4 9 0 n m の範囲に発光ピークを有する化合物を示す。このよう化合物としては、ナフタレン誘導体，アントラセン誘導体，ナフタセン誘導体，スチリルアミン誘導体，ビス（アジニル）メテンハウ素錯体などの有機物質が挙げられる。なかでも、アミノナフタレン誘導体，アミノアントラセン誘導体，アミノクリセン誘導体，アミノピレン誘導体，スチリルアミン誘導体，ビス（アジニル）メテンハウ素錯体を用いることが好ましい。

10

【 0 0 6 7 】

電子供給層 1 4 C は、陰極 1 5 から注入される電子を発光層 1 4 B に輸送するためのものであり、ここでは 2 層、第 1 層 1 4 c ，第 2 層 1 4 d が設けられている。第 1 層 1 4 c および第 2 層 1 4 d は陽極 1 3 側からこの順に積層されている。電子供給層 1 4 C の膜厚は素子の全体構成によるが、例えば 1 0 n m ~ 2 0 0 n m であることが好ましく、より好ましくは 2 0 n m ~ 1 8 0 n m である。

【 0 0 6 8 】

第 1 層 1 4 c の材料としては、優れた電子輸送能を有する有機材料を用いることが好ましい。これにより複数積層された発光層 1 4 r ， 1 4 g ， 1 4 b を同時に発光させ、電流密度依存性の少ない素子を形成することができる。このような有機材料としては、具体的には電子移動度が $1 \cdot 0 \times 10^{-4} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の含窒素複素環誘導体を用いることができる。なお、電子移動度の上限値は特に限定されないが、下記材料を用いることにより $1 \cdot 0 \times 10^{-3} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 程度を得ることができる。また、電子供給層 1 4 C はここでは 2 層としたが、第 1 層 1 4 c のみの単層としてもよい。

20

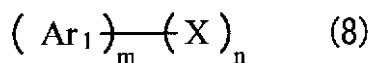
【 0 0 6 9 】

具体的には下記式（ 8 ）で示したアリールピリジン誘導体を用いることが好ましい。これにより、発光層 1 4 B への電子供給が安定化し、高効率でありながら安定した駆動が補償される。

30

【 0 0 7 0 】

【 化 2 1 】



（ A r 1 は核炭素数 6 ~ 5 0 個の芳香族炭化水素基あるいはその誘導体である。 X は少なくともピリジニル基を含有する芳香族複素環基あるいはその誘導体である。 m は 1 ~ 5 の整数であり、 n は 1 ~ 6 の整数である。但し、 m が 2 以上の場合には A r 1 はそれぞれ同一の基あるいは異なる基でもよい。 n が 2 以上の場合には X はそれぞれ同一の基あるいは異なる基でもよい。）

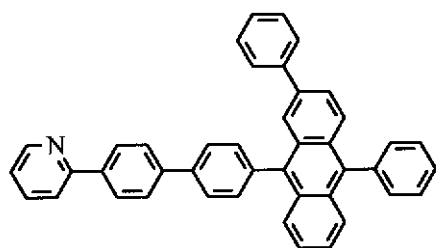
40

【 0 0 7 1 】

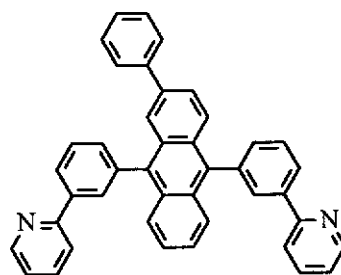
式（ 8 ）に示したアリールピリジン誘導体の具体例としては、以下の式（ 8 - 1 ） ~ 式（ 8 - 5 5 ）などの化合物が挙げられる。

【 0 0 7 2 】

【化 2 2】

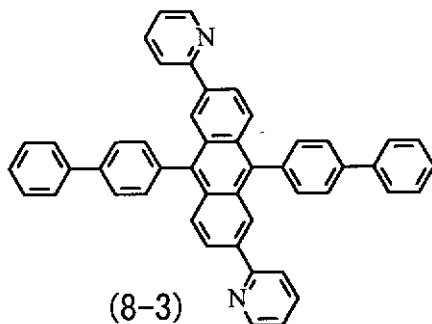


(8-1)

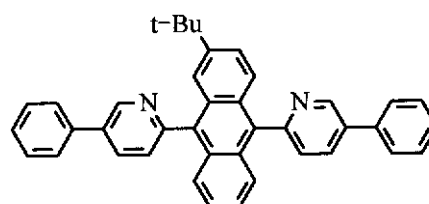


(8-2)

10

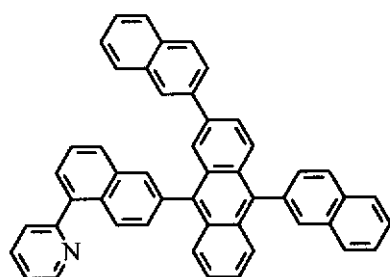


(8-3)

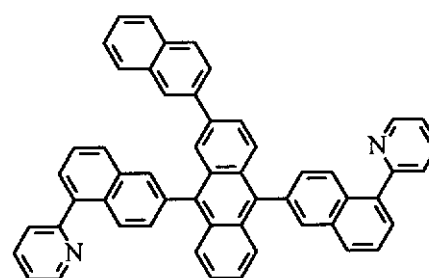


(8-4)

20

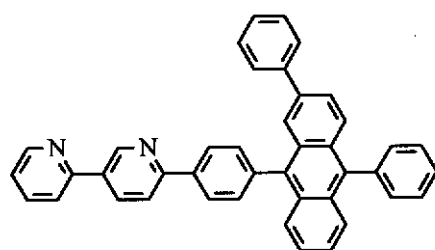


(8-5)

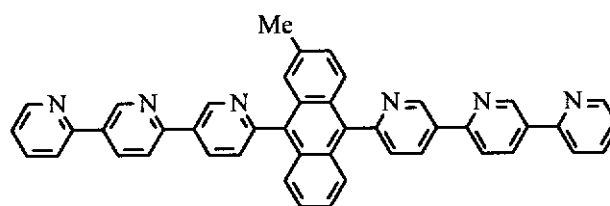


(8-6)

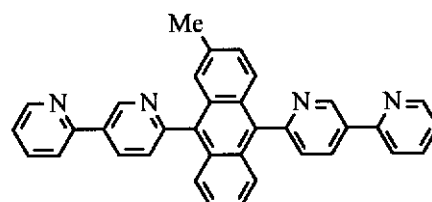
30



(8-7)



(8-8)

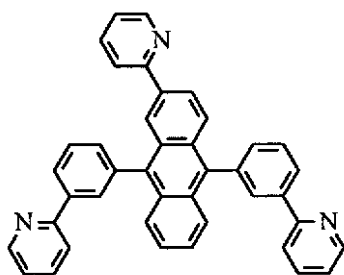


(8-9)

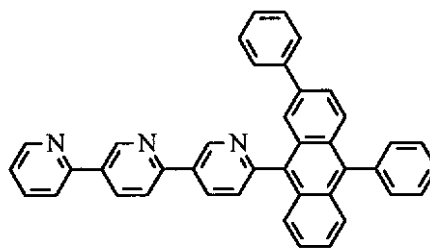
40

【 0 0 7 3 】

【化 2 3】

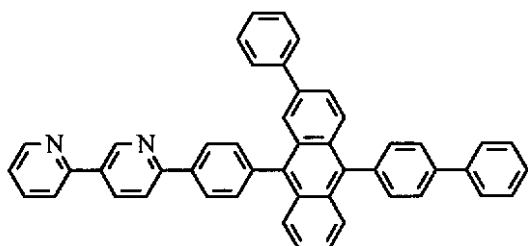


(8-10)

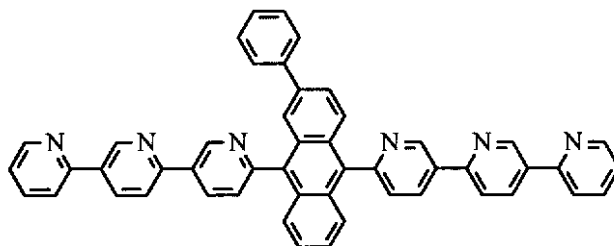


(8-11)

10

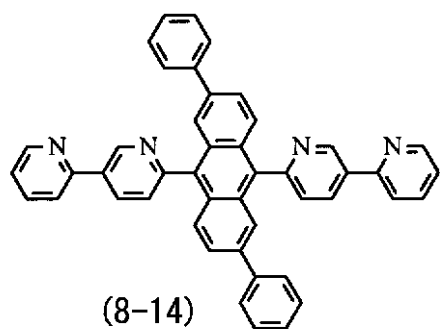


(8-12)

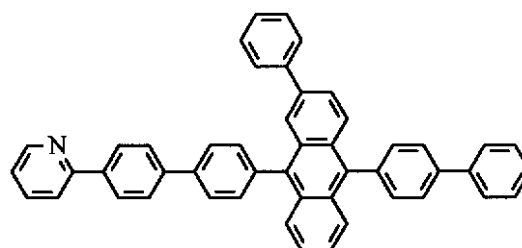


(8-13)

20

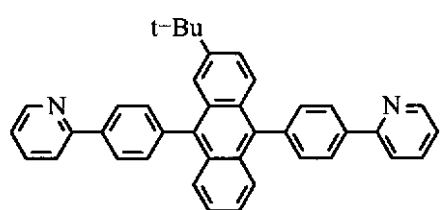


(8-14)

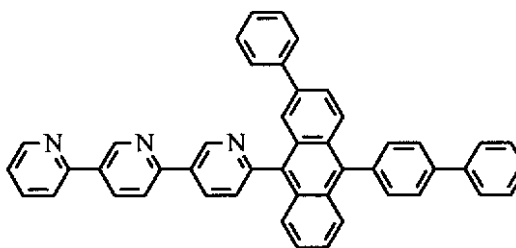


(8-15)

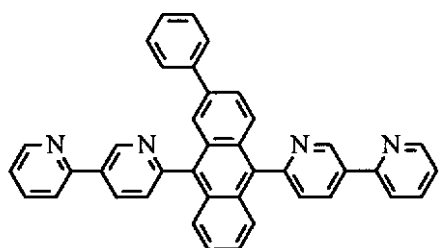
30



(8-16)



(8-17)

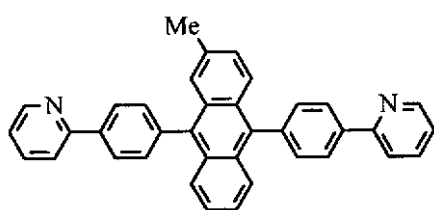


(8-18)

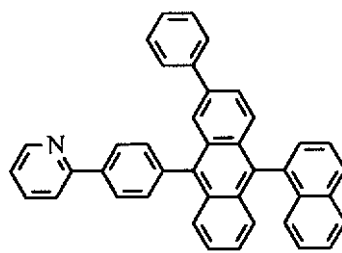
40

【 0 0 7 4 】

【化 2 4】

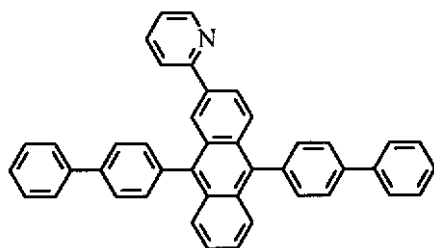


(8-19)

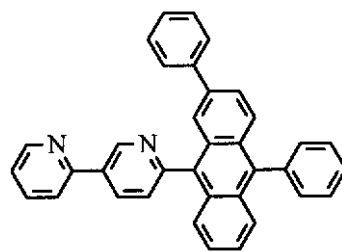


(8-20)

10

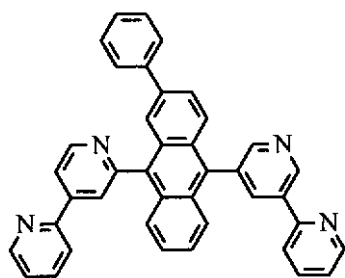


(8-21)

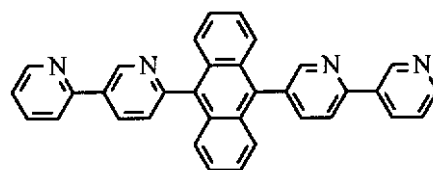


(8-22)

20

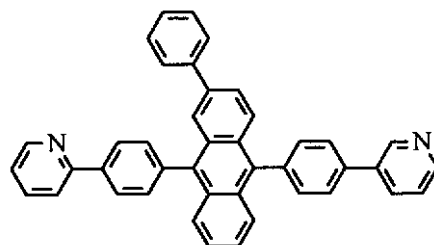


(8-23)

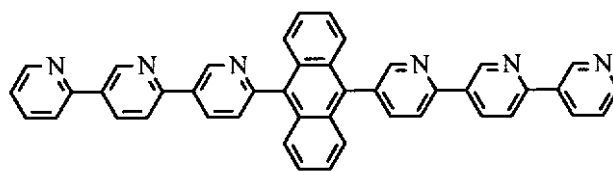


(8-24)

30

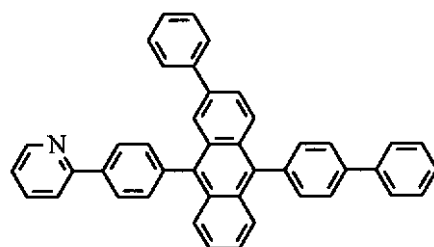


(8-25)

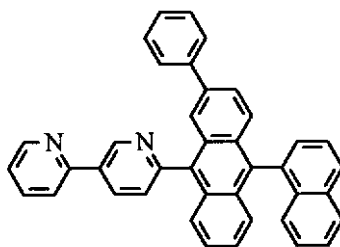


(8-26)

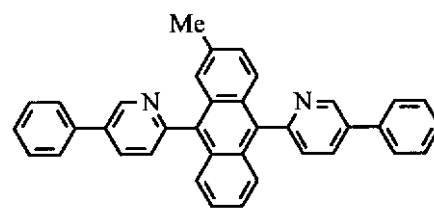
40



(8-27)



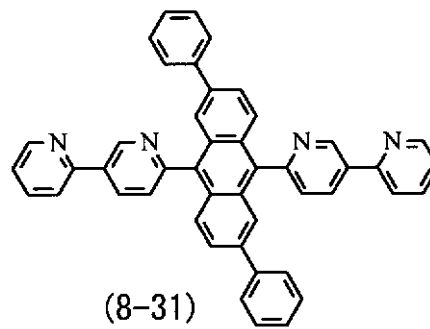
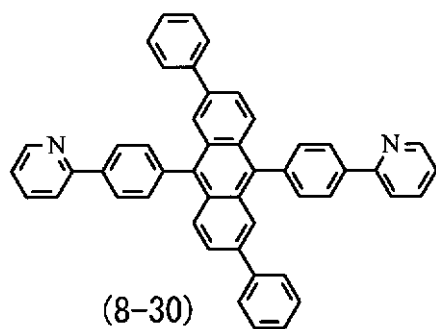
(8-28)



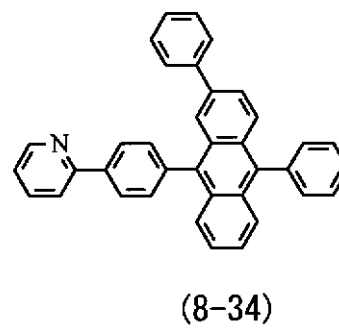
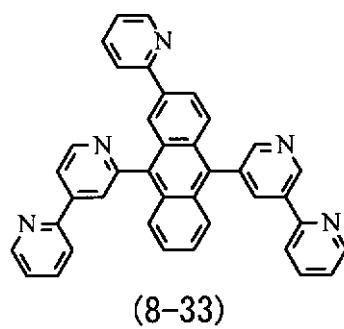
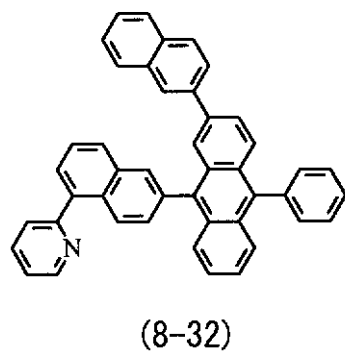
(8-29)

【 0 0 7 5 】

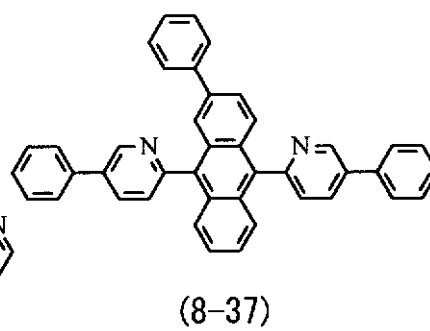
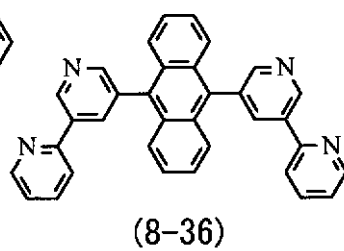
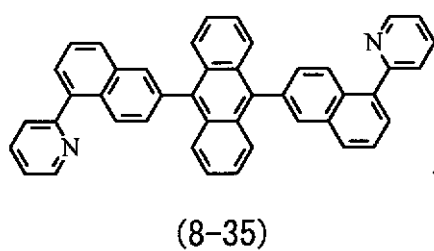
【化 2 5】



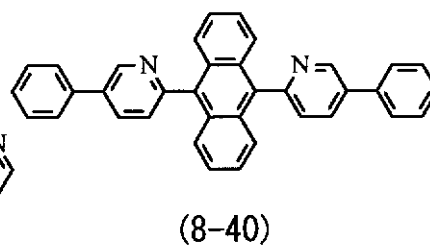
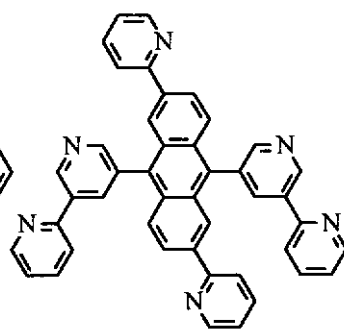
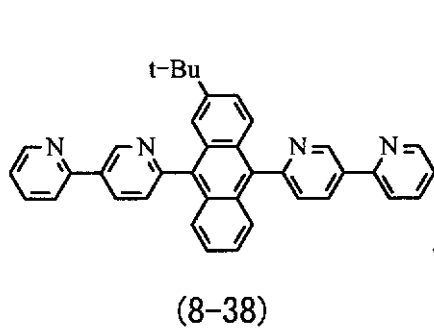
10



20



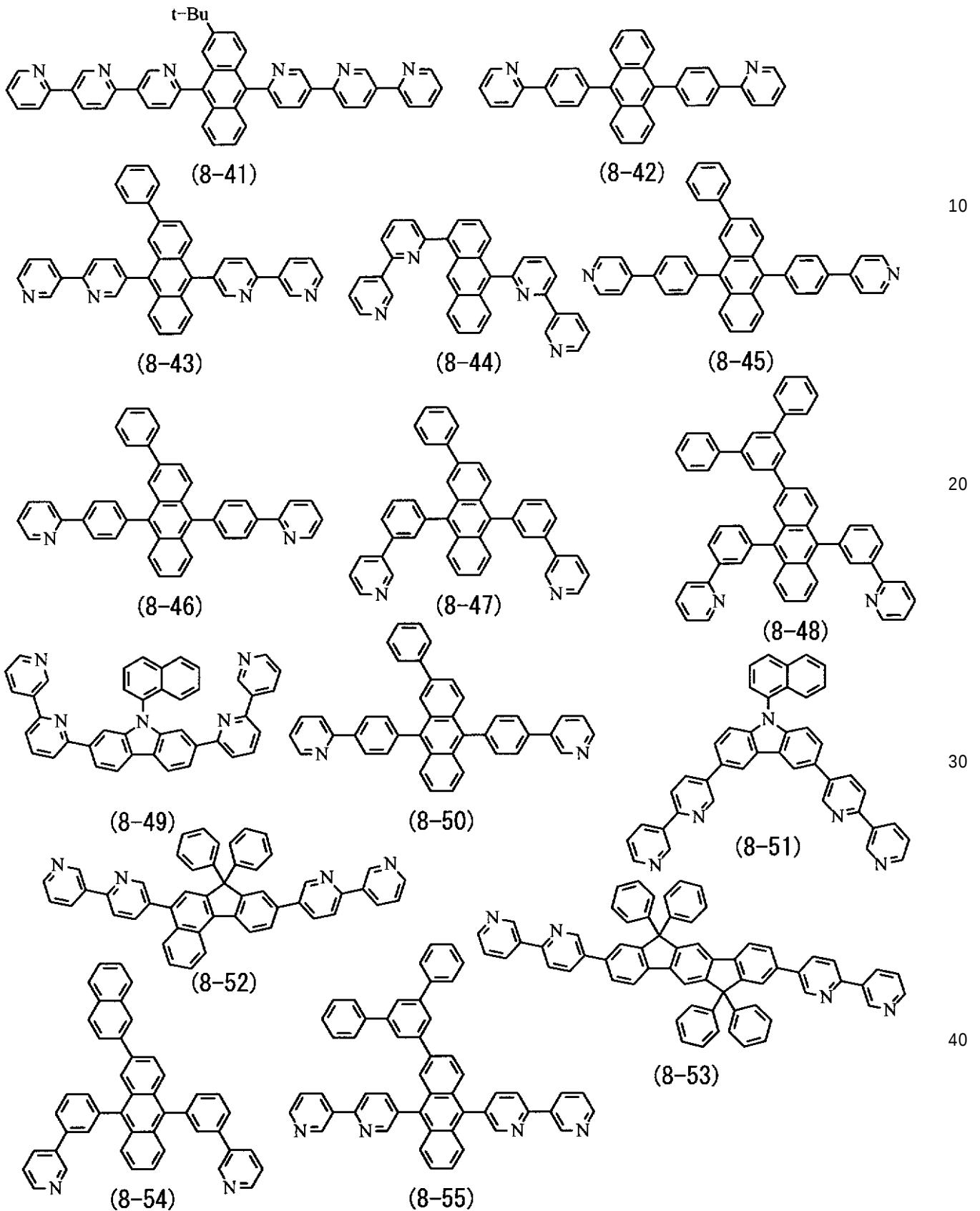
30



【 0 0 7 6 】

40

【化 2 6】



【0077】

上記のような高い電子供給能を有するアリールピリジン誘導体を用いることにより、低い駆動電圧でも高い電子の供給効率が維持される。なお、電子供給層14Cは式(1)に示したアリールピリジン誘導体以外の化合物を含んでいてもよい。アリールピリジン誘導

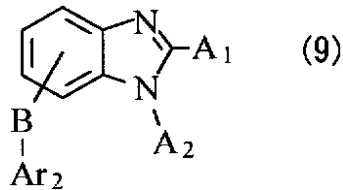
体以外の化合物としては、アルカリ金属，アルカリ土類金属，希土類金属およびその酸化物，複合酸化物，フッ化物，炭酸塩等が挙げられる。

【 0 0 7 8 】

第 2 層 1 4 d の材料としては、優れた電子輸送能を有する有機材料を用いることが好ましく、具体的には下記式 (9) で示したベンゾイミダゾール誘導体を用いることが好ましい。これにより、発光層 1 4 B への電子の供給量が安定化し、高効率でありながら安定した駆動が補償される。

【 0 0 7 9 】

【 化 2 7 】



(A 1 および A 2 は、各々独立して水素原子、炭素数 6 0 個以下のアリール基、炭素数 6 0 個以下の複素環基、炭素数 1 ~ 2 0 個のアルキル基または炭素数 1 ~ 2 0 の個アルコキシ基あるいはそれらの誘導体である。 B は 2 価のパラフェニレン基であり、 A r 2 は 2 , 6 位においてパラフェニレン基に結合されたアントラセンまたはその誘導体である。)

【 0 0 8 0 】

式 (9) に示したベンゾイミダゾール誘導体の具体例としては、以下の式 (9 - 1) ~ 式 (9 - 4 2) などの化合物が挙げられる。なお、 H A r は式 (9) 中の A 1 , A 2 を含むベンゾイミダゾール骨格に、 L は式 (9) 中の B に対応する。 A r 3 は式 (9) 中の A r 2 に対応し、 A r 1 , A r 2 の順に B に結合する。

【 0 0 8 1 】

【化 2 8】

	HAr-L-Ar ³			
	HAr	L	Ar ³	
			Ar ¹	Ar ²
9-1				
9-2				
9-3				
9-4				
9-5				
9-6				
9-7				
9-8				
9-9				
9-10				
9-11				

10

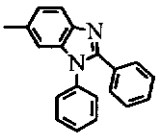
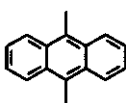
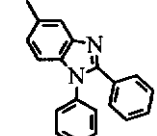
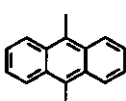
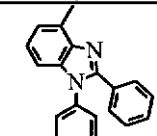
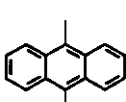
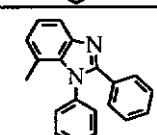
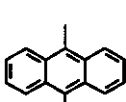
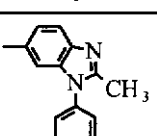
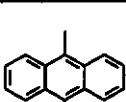
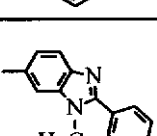
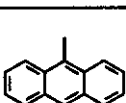
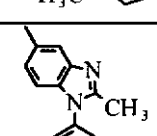
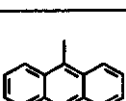
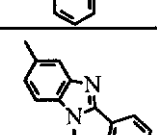
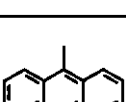
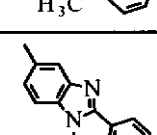
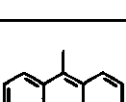
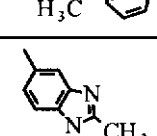
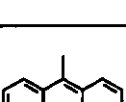
20

30

40

【 0 0 8 2 】

【化 2 9】

	HAr-L-Ar ³			
	HAr	L	Ar ³	
			Ar ¹	Ar ²
9-12		—		
9-13		—		
9-14		—		
9-15		—		
9-16		—		
9-17		—		
9-18		—		
9-19		—		
9-20		—		
9-21		—		

10

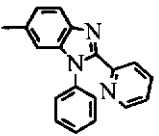
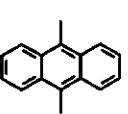
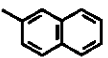
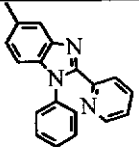
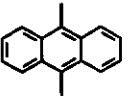
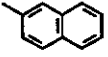
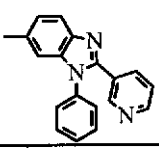
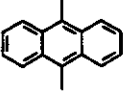
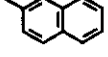
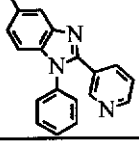
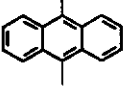
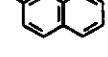
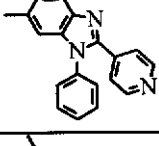
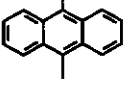
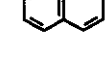
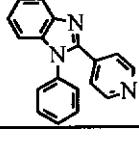
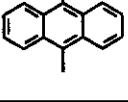
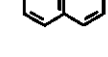
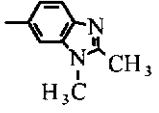
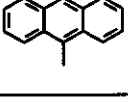
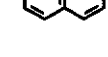
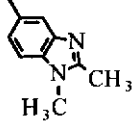
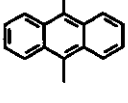
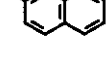
20

30

40

【0083】

【化 3 0】

	HAr-L-Ar ³			
	HAr	L	Ar ³	
			Ar ¹	Ar ²
9-22		—		
9-23		—		
9-24		—		
9-25		—		
9-26		—		
9-27		—		
9-28		—		
9-29		—		

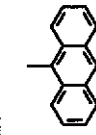
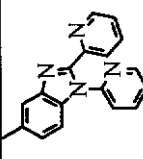
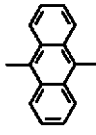
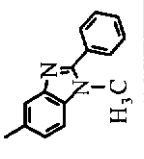
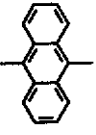
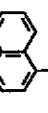
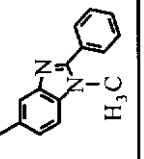
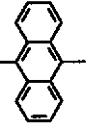
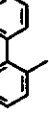
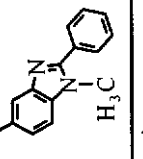
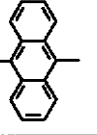
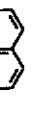
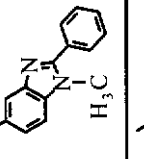
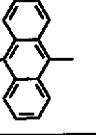
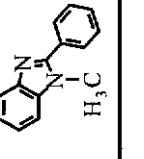
10

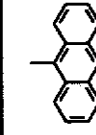
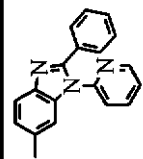
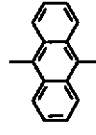
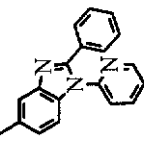
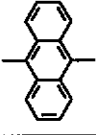
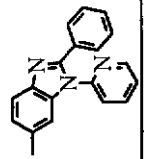
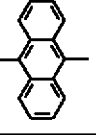
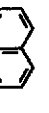
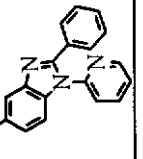
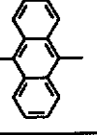
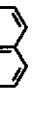
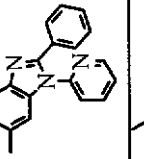
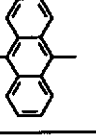
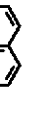
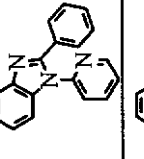
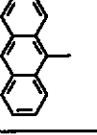
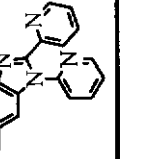
20

30

【 0 0 8 4 】

【化 3 1】

HAr-L-Ar ³						
L	Ar ³		HAr	9-37	9-38	9-39
	Ar ¹	Ar ²				
/						
/						
/						
/						
/						
/						

HAr-L-Ar ³						
L	Ar ³		HAr	9-30	9-31	9-32
	Ar ¹	Ar ²				
/						
/						
/						
/						
/						
/						
/						

【0085】

陰極 15 は、例えば、厚みが 2 nm ~ 15 nm であり、光透過性が良好で仕事関数が小さい材料により構成されている。陰極 15 は単層でもよいが、ここでは例えば陽極 13 側から順に第 1 層 15 A、第 2 層 15 B と積層した構造となっている。

【0086】

第 1 層 15 A は、仕事関数が小さく、且つ、光透過性の良好な材料により形成されることが好ましい。具体的には、例えば Li_2O 、 Cs_2CO_3 、 Cs_2SO_4 、 MgF 、 LiF や CaF_2 等のアルカリ金属酸化物、アルカリ金属弗化物、アルカリ土類金属酸化物、アルカリ土類弗化物が挙げられる。また、第 2 層 15 B は、薄膜の Mg Ag 電極や Ca 電極などの光透過性を有し、且つ、導電性が良好な材料で構成されている。

【0087】

なお、第1層15Aおよび第2層15Bは、真空蒸着法、スパッタリング法、またはプラズマCVD法等の手法によって形成される。また、この有機電界発光素子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、陽極13の周縁を覆う隔壁16および有機層14によって、陽極13に対して絶縁された状態で基板12上にベタ膜状で形成され、各画素に対する共通電極として用いてもよい。

【0088】

また、陰極15は、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としてもよい。この場合には、更に、第3層(図示なし)としてMgAgのような光透過性を有する層を別途設けてもよい。また、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および積層構造を取ればよいことは言うまでもない。例えば、本実施の形態の陰極15は、電極各層の機能分離、即ち有機層14への電子注入を促進させる無機層(第1層15A)と、電極を司る無機層(第2層15B)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よく、これらの層を単層構造として構成してもよい。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よい。

10

【0089】

更に、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には、陰極15には半透過半反射材料を用いることが好ましい。これにより、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。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となる。

20

【0090】

(表示装置)

図2は、本実施の形態の有機電界発光素子11(赤色有機電界発光素子11R, 緑色有機電界発光素子11G, 青色有機電界発光素子11B)を備えた表示装置10の構成を表すものである。この表示装置10は、有機ELテレビジョン装置などとして用いられるものであり、例えば、基板12の上に、表示領域110として、複数の有機電界発光素子11がマトリクス状に配置されたものである。表示領域110の周辺には、映像表示用のドライバである信号線駆動回路120および走査線駆動回路130が設けられている。なお、隣り合う有機電界発光素子11の組み合わせが一つの画素(ピクセル)を構成している。

30

【0091】

表示領域110内には画素駆動回路140が設けられている。図3は、画素駆動回路140の一例を表したものである。画素駆動回路140は、陽極13の下層に形成されたアクティブ型の駆動回路である。すなわち、この画素駆動回路140は、駆動トランジスタTr1および書き込みトランジスタTr2と、これらトランジスタTr1, Tr2の間のキャパシタ(保持容量)Csと、第1の電源ライン(Vcc)および第2の電源ライン(GND)の間において駆動トランジスタTr1に直列に接続された有機電界発光素子11(11R, 11G, 11B)とを有する。駆動トランジスタTr1および書き込みトランジスタTr2は、一般的な薄膜トランジスタ(TFT(Thin Film Transistor))により構成され、その構成は例えば逆スタガ構造(いわゆるボトムゲート型)でもよいしスタガ構造(トップゲート型)でもよく特に限定されない。

40

【0092】

画素駆動回路140において、列方向には信号線120Aが複数配置され、行方向には走査線130Aが複数配置されている。各信号線120Aと各走査線130Aとの交差点が、各有機電界発光素子11のいずれか1つ(サブピクセル)に対応している。各信号線

50

120Aは、信号線駆動回路120に接続され、この信号線駆動回路120から信号線120Aを介して書き込みトランジスタTr2のソース電極に画像信号が供給されるようになっている。各走査線130Aは走査線駆動回路130に接続され、この走査線駆動回路130から走査線130Aを介して書き込みトランジスタTr2のゲート電極に走査信号が順次供給されるようになっている。

【0093】

図4は、図2に示した表示領域110の断面構成の一部を表したものである。各有機電界発光素子11(11R, 11G, 11B)は、それぞれ、基板12の側から、画素駆動回路140の駆動トランジスタTr1および平坦化絶縁膜(図示せず)を間にして、上述のように陽極13, 隔壁16, 発光層14Bを含む有機層14および陰極15がこの順に積層された構成を有している。更に、有機電界発光素子11は保護層20により被覆され、更にこの保護層20上に熱硬化型樹脂または紫外線硬化型樹脂などの接着層(図示せず)を間にしてガラスなどよりなる封止用基板30が全面にわたって貼り合わされることにより封止されている。保護層20には、窒化ケイ素(代表的には、 Si_3N_4)膜、酸化ケイ素(代表的には、 SiO_2)膜、窒化酸化ケイ素(SiN_xO_y : 組成比 $X > Y$)膜、酸化窒化ケイ素(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 Nanotube)膜等が用いられる。これらの膜は、単層または積層した構成とすることが好ましい。特に、窒化物からなる保護層20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、酸素および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。

10

20

【0094】

保護層20は、例えば厚みが2~3 μm であり、絶縁性材料または導電性材料のいずれにより構成されていてもよい。絶縁性材料としては、無機アモルファス性の絶縁性材料、例えばアモルファスシリコン($\alpha\text{-Si}$)、アモルファス炭化シリコン($\alpha\text{-SiC}$)、アモルファス窒化シリコン($\alpha\text{-Si}_{1-x}\text{N}_x$)、アモルファスカーボン($\alpha\text{-C}$)などが好ましい。このような無機アモルファス性の絶縁性材料は、グレインを構成しないため透水性が低く、良好な保護膜となる。

【0095】

封止用基板30は、有機電界発光素子11の陰極15の側に位置しており、接着層(図示せず)と共に有機電界発光素子11を封止するものである。封止用基板30は、有機電界発光素子11で発生した光に対して透明なガラスなどの材料により構成されている。封止用基板30には、例えば、カラーフィルタおよびブラックマトリクスとしての遮光膜(いずれも図示せず)が設けられており、有機電界発光素子11で発生した光を取り出すと共に、各有機電界発光素子11間の配線において反射された外光を吸収し、コントラストを改善するようになっている。

30

【0096】

カラーフィルタは、赤色フィルタ、緑色フィルタおよび青色フィルタ(いずれも図示せず)を有しており、順に配置されている。赤色フィルタ、緑色フィルタおよび青色フィルタは、それぞれ例えば矩形形状で隙間なく形成されている。これら赤色フィルタ、緑色フィルタおよび青色フィルタは、顔料を混入した樹脂によりそれぞれ構成されており、顔料を選択することにより、目的とする赤、緑あるいは青の波長域における光透過率が高く、他の波長域における光透過率が低くなるように調整されている。なお、各有機電界発光素子11R, 11G, 11B上には、対応する色のカラーフィルタが設けられている。

40

【0097】

遮光膜は、例えば黒色の着色剤を混入した光学濃度が1以上の黒色の樹脂膜、または薄膜の干渉を利用した薄膜フィルタにより構成されている。このうち黒色の樹脂膜により構成するようにすれば、安価で容易に形成することができるので好ましい。薄膜フィルタは、例えば、金属、金属窒化物あるいは金属酸化物よりなる薄膜を1層以上積層し、薄膜の干渉を利用して光を減衰させるものである。薄膜フィルタとしては、具体的には、Crと

50

酸化クロム (I I I) (Cr_2O_3) とを交互に積層したものが挙げられる。

【 0 0 9 8 】

ここで、有機電界発光素子 1 1 を構成する陽極 1 3 から陰極 1 5 までの各層は、真空蒸着法、イオンビーム法 (E B 法) 、分子線エピタキシー法 (M B E 法) 、スパッタ法、O V P D (Organic Vapor Phase Deposition) 法などのドライプロセスによって形成できる。

【 0 0 9 9 】

また、有機層 1 4 は、上記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。

10

【 0 1 0 0 】

この表示装置 1 0 では、各画素に対して走査線駆動回路 1 3 0 から書き込みトランジスタ $\text{Tr} 2$ のゲート電極を介して走査信号が供給されると共に、信号線駆動回路 1 2 0 から画像信号が書き込みトランジスタ $\text{Tr} 2$ を介して保持容量 C_s に保持される。すなわち、この保持容量 C_s に保持された信号に応じて駆動トランジスタ $\text{Tr} 1$ がオンオフ制御され、これにより、有機電界発光素子 1 1 に駆動電流 I_d が注入され、正孔と電子とが再結合して発光が起こる。この光は、下面発光 (ボトムエミッション) の場合には陽極 1 3 および基板 1 2 を透過して、上面発光 (トップエミッション) の場合には陰極 1 5 , カラーフ

20

【 0 1 0 1 】

従来用いられている有機電界発光素子は、例えば陽極側に赤色から黄色を示す発光層を形成し、陰極側に青色の発光層が積層された構成を有する。このような構成の有機電界発光素子では、色純度の高い白色光を得るために、例えば赤色から黄色を示す発光層の膜厚を薄く (例えば、 $1 \sim 2 \text{ nm}$) したり、ドーパ濃度を低くする方法が用いられていた。しかしながら、上述のように発光層の膜厚は非常に薄く、発光層に用いられる分子サイズとほぼ同等の厚さであるため膜厚の制御による色純度の調整は非常に困難であった。

【 0 1 0 2 】

また、前述のように、有機電界発光素子はダイオード特性を持つため、電圧の変化に対し電流密度が大幅に変化する。例えば、定電流駆動試験では有機電界発光素子内の抵抗成分の増大により、数時間程度で通常 $0.2 \sim 1 \text{ V}$ 程度の駆動電圧の上昇が発生する。有機電界発光素子を定電圧駆動回路で駆動させた場合には、この電圧変化は電流劣化成分だけで $10 \sim 50 \%$ の変化に相当する。更に、素子の駆動劣化としてはこの電流劣化に輝度劣化成分も加わるため、有機電界発光素子の駆動にコストの低い定電圧駆動回路を選択することは困難となり、よりコストの高い定電流駆動回路を用いる必要があった。

30

【 0 1 0 3 】

これに対して本実施の形態では、赤色、緑色、青色等の異なる色の発光層 1 4 r , 1 4 b , 1 4 g を含む発光層 1 4 B 上に、電子移動度が $1.0 \times 10^{-4} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の含窒素複素環式化合物を用いた電子供給層 1 4 C を設けている。これにより各発光層における正孔および電子のキャリアバランスを調整することが可能となる。

40

【 0 1 0 4 】

このように本実施の形態の有機電界発光素子 1 1 およびこれを備えた表示装置 1 0 では、少なくともアントラセン誘導体を含む 2 種以上のホスト材料を含有すると共に、互いに異なる発光色を示す複数の発光層 1 4 r , 1 4 b , 1 4 g を有する有機層 1 4 のうち、陰極 1 5 側に電子移動度の高い含窒素複素環式化合物を含む電子供給層を設けるようにした。このため、各発光層への電子の注入効率が向上し、キャリアバランスが調整される。これにより、有機電界発光素子 1 1 内に設けられた異なる色の複数の発光層が均一に発光するようになり色純度が向上する。また、励起子分布の変化が抑制されるため電流密度の変化による色度変化を抑制することが可能となる。更に、発光層 1 4 B 以外の層を励起する

50

ことが抑えられるため、有機層 1 4 内での劣化因子の発生が低減される。これにより電流電圧特性を一定に、即ち、駆動電圧の上昇が抑えられ、コストの低い定電圧駆動回路を選択することが可能となる。即ち、低輝度から高輝度までの色度変化が少なく、安価で信頼性の高い表示装置 1 0 を作製することが可能となる。

【 0 1 0 5 】

以下、第 2 の実施の形態および第 3 の実施の形態について説明するが、上記第 1 の実施の形態と同一の構成要素については同一符号を付してその説明は省略する。

【 0 1 0 6 】

(第 2 の実施の形態)

図 5 は、第 2 の実施の形態における有機電界発光素子 2 1 を備えた表示装置 2 0 の断面構成の一部を表したものである。有機電界発光素子 2 1 は第 1 の実施の形態と同様に、基板 1 2 上に陽極 1 3、有機層 2 4 および陰極 1 5 がこの順に積層された構成を有している。この有機電界発光素子 2 1 は、電子供給層 2 4 c が 3 層積層されている点が第 1 の実施の形態と異なる。

10

【 0 1 0 7 】

具体的には、陽極 1 3 側から第 3 層 2 4 e、第 1 層 2 4 c、第 2 層 2 4 d の順に積層されている。第 1 層 2 4 c および第 2 層 2 4 d は上記第 1 の実施の形態で説明した第 1 層 1 4 c および第 2 層 1 4 d と同様の構成および材料が用いられる。

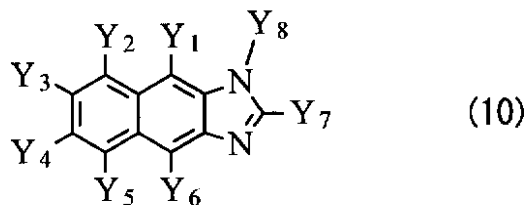
【 0 1 0 8 】

第 3 層 2 4 e の材料としては、優れた電子輸送能を有すると共に、高い電荷バランス調整能を有する有機材料を用いることが好ましい。これにより発光層 1 4 B、特に赤色発光層 1 4 r および緑色発光層 1 4 g への電子の輸送効率を高めることにことができる。このような有機材料としては、具体的には下記式 (1 0) に示したジベンゾイミダゾール誘導体を用いることが好ましい。

20

【 0 1 0 9 】

【 化 3 2 】



30

(Y 1 ~ Y 8 は、各々独立して炭素数 6 ~ 6 0 個のアリール基、アルケニル基、ピリジル基、キノリル基、炭素数 1 ~ 2 0 個のアルキル基、炭素数 1 ~ 2 0 個のアルコキシ基、炭素数 5 ~ 6 0 個の脂肪族環基または炭素数 5 ~ 6 0 個以下の複素環基あるいはそれらの誘導体である。なお、Y 7 および Y 8 は連結基を介して環状構造を形成してもよい。)

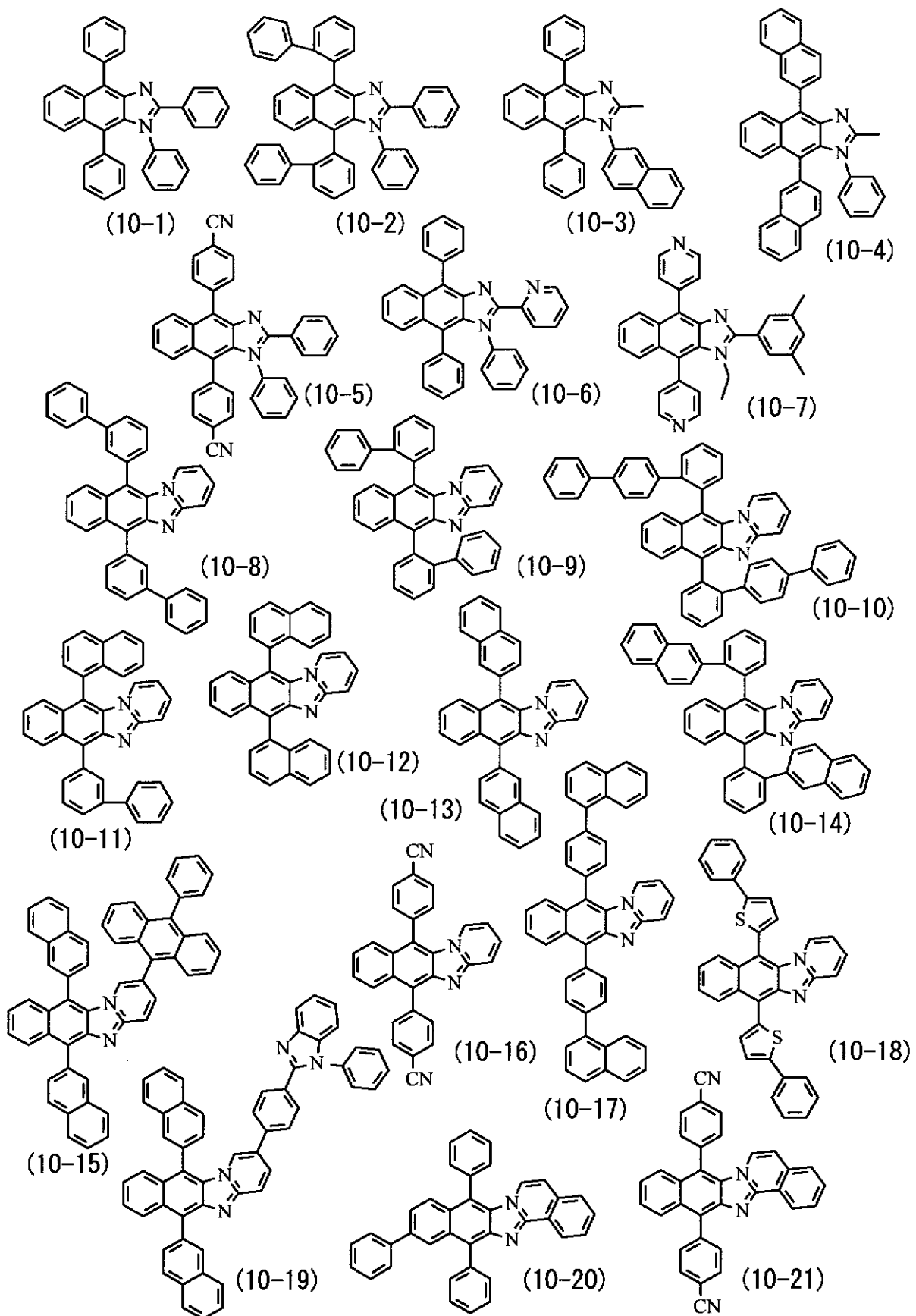
【 0 1 1 0 】

式 (1 0) に示したジベンゾイミダゾール誘導体の具体例としては、以下の式 (1 0 - 1) ~ 式 (1 0 - 2 1) 等の化合物が挙げられる。

40

【 0 1 1 1 】

【化 3 3】



【 0 1 1 2 】

また、電子供給層 2 4 C はここでは 3 層としたが、図 6 に示した表示装置 2 0 A のよう

に第3層24eおよび第1層24c層からなる2層構造としてもよい。

【0113】

本実施の形態の有機電界発光素子21（表示装置20，20A）では、電子供給層24Cとして上記第1の実施の形態で説明した第1層14cおよび第2層14dと同様の材料を用いて形成された第1層24cおよび第2層24dに加えて、発光層24Bと第1層24cとの間に上記式（10）に示したジベンゾイミダゾール誘導体を含む第3層24eを設けるようにした。即ち、電子供給層24Cを陽極13側から順に第3層24e，第1層24c，第2層24dに積層した3層構造とした。これにより、上記第1の実施の形態の有機電界発光素子11よりも、更に発光層24Bへの供給される電荷のバランスの調整を良好に行うことができ、高効率および長寿命を両立することが可能となる。

10

【0114】

（第3の実施の形態）

図7（A）は、第3の実施の形態における有機電界発光素子31の断面構成を表したものである。有機電界発光素子31は第1の実施の形態と同様に、基板12上に陽極13、有機層34および陰極15がこの順に積層された構成を有している。この有機電界発光素子21は、有機層34が2層（第1有機層34-1，第2有機層34-2）積層されたタンデム構造となっている点が第1の実施の形態と異なる。

【0115】

具体的には、例えば上記第1の実施の形態で説明した有機層14と同様の構成をした第1有機層34-1および第2有機層34-2が、電子供給層17Aと、正孔注入層17Bとを積層した構成を有する電荷発生層17によって挟持されている。

20

【0116】

電子供給層17Aは、陽極13側に設けられると共に、第1有機層34-1側の発光層34B1に電子を供給するものである。電子供給層17Aの材料としては、アルカリ金属，アルカリ土類金属または希土類金属等の電子供与性金属あるいはその化合物が挙げられる。具体的には、例えばマグネシウム（Mg）をドーブしたAlq3等を用いることができる。また、電子供給層17Aは電子供与性金属の他に有機材料を添加した混合層としてもよい。電子供給層17Aに添加可能な有機材料は、例えば上述した電子供給層24Cの第1層14cの材料として示した式（8-1）～式（8-55）および第2層14dの材料として示した式（9-1）～式（9-32）が挙げられる。

30

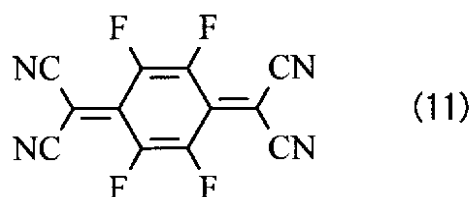
【0117】

正孔注入層17Bは、陰極15側に設けられると共に、第2有機層34-2側の発光層34B2への正孔の注入するものである。具体的には、正孔注入層17Bは、第2有機層34-2側から電子を引き抜き、電子供給層17Aを介して第1有機層34-1側へ電子を供給する。この電子の引き抜きによって生じた正孔が第2有機層34-2の発光層34B2へ供給される。正孔注入層17Bの材料としては、4.5eVより大きなLUMO準位を有する化合物が好ましく、具体的には、上記式（2-1）に示したヘキサニトリルアザトリフェニレンまたは下記式（11）に示した化合物を用いることができる。

【0118】

【化34】

40



【0119】

なお、電荷発生層17は図7（B）に示した有機電界発光素子31Aのように、電子供給層17Aと、第1有機層34-1の電子供給層34C1との間に電子注入性の材料から

50

なる電子注入層 17C を設けてもよい。電子注入層 17C の材料としては、例えば酸化リチウム (LiO_2) や炭酸セシウム (CsCO_3)、あるい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、電子注入層 17C はこれら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、 Li 、 Cs 等のアルカリ金属、インジウム (In)、 Mg 等の仕事関数が小さい金属、あるいはこれらの酸化物および複合酸化物を用いてもよい。更に、これら酸化物および複合酸化物を 2 種以上組み合わせて安全性を高めた混合物あるいは合金を用いてもよい。

【0120】

本実施の形態の有機電界発光素子 31、31A では、有機層 34 を 2 層 (第 1 有機層 34-1、第 2 有機層 34-3) 積層したタンデム構造とするようにしたので、上記第 1 の実施の形態の効果に加えて発光効率が更に向上する。

10

【0121】

なお、ここでは有機層 34 を 2 層積層した場合を示したがこれに限らず、3 層またはそれ以上積層しても構わない。積層数を多くすることによって発光効率を更に向上することが可能となる。本実施の形態の有機電界発光素子 21 のように有機層 34 を 2 層積層した場合の理論上の発光効率は 1 m/W は変ることなく、電流効率 cd/A は 2 倍に、また 3 層積層した場合には、3 倍となる。

【0122】

(モジュールおよび適用例)

以下、上記実施の形態で説明した有機 EL 表示装置の適用例について説明する。上記実施の形態の有機 EL 表示装置は、テレビジョン装置、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あるいはビデオカメラなど、外部から入力された映像信号あるいは内部で生成した映像信号を、画像あるい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。

20

【0123】

(モジュール)

上記実施の形態の表示装置は、例えば、図 8 に示したようなモジュールとして、後述する適用例 1 ~ 5 などの種々の電子機器に組み込まれる。このモジュールは、例えば、基板 11 の一辺に、保護層 20 および封止用基板 310 から露出した領域 210 を設け、この露出した領域 210 に、信号線駆動回路 120 および走査線駆動回路 130 の配線を延長して外部接続端子 (図示せず) を形成したものである。外部接続端子には、信号の入出力のためのフレキシブルプリント配線基板 (FPC; Flexible Printed Circuit) 220 が設けられていてもよい。

30

【0124】

(適用例 1)

図 9 は、上記実施の形態の表示装置が適用されるテレビジョン装置の外観を表したものである。このテレビジョン装置は、例えば、フロントパネル 310 およびフィルターガラス 320 を含む映像表示画面部 300 を有しており、この映像表示画面部 300 は、上記実施の形態に係る表示装置により構成されている。

【0125】

40

(適用例 2)

図 10 は、上記実施の形態の表示装置が適用されるデジタルカメラの外観を表したものである。このデジタルカメラは、例えば、フラッシュ用の発光部 410、表示部 420、メニュースイッチ 430 およびシャッターボタン 440 を有しており、その表示部 420 は、上記実施の形態に係る表示装置により構成されている。

【0126】

(適用例 3)

図 11 は、上記実施の形態の表示装置が適用されるノート型パーソナルコンピュータの外観を表したものである。このノート型パーソナルコンピュータは、例えば、本体 510、文字等の入力操作のためのキーボード 520 および画像を表示する表示部 530 を有し

50

ており、その表示部 5 3 0 は、上記実施の形態に係る表示装置により構成されている。

【0 1 2 7】

(適用例 4)

図 1 2 は、上記実施の形態の表示装置が適用されるビデオカメラの外観を表したものである。このビデオカメラは、例えば、本体部 6 1 0、この本体部 6 1 0 の前方側面に設けられた被写体撮影用のレンズ 6 2 0、撮影時のスタート/ストップスイッチ 6 3 0 および表示部 6 4 0 を有しており、その表示部 6 4 0 は、上記実施の形態に係る表示装置により構成されている。

【0 1 2 8】

(適用例 5)

図 1 3 は、上記実施の形態の表示装置が適用される携帯電話機の外観を表したものである。この携帯電話機は、例えば、上側筐体 7 1 0 と下側筐体 7 2 0 とを連結部（ヒンジ部）7 3 0 で連結したものであり、ディスプレイ 7 4 0、サブディスプレイ 7 5 0、ピクチャーライト 7 6 3 0 およびカメラ 7 7 0 を有している。そのディスプレイ 7 4 0 またはサブディスプレイ 7 5 0 は、上記実施の形態に係る表示装置により構成されている。

【0 1 2 9】

(実施例 1)

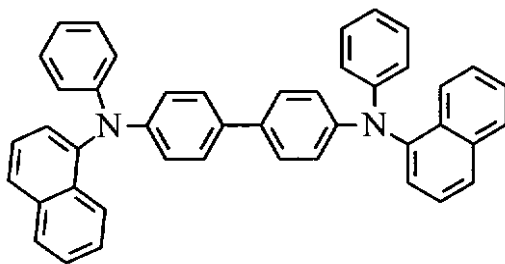
次に本発明の実施例 1 について説明する。実施例 1 および比較例 1 は第 1 の実施の形態に対応するものである。この有機電界発光素子 1 1 は、陽極 1 3 から注入された正孔と陰極 1 5 から注入された電子が発光層 1 4 C 内で再結合する際に生じた発光を陽極 1 3 と陰極 1 5 との間で共振させて基板 1 2 と反対側の陰極 1 5 側から取り出す共振器構造で構成される上面発光方式の有機電界発光素子である。なお、これは後述する実施例 2 についても同様である。

【0 1 3 0】

まず、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 A 1 層を 200 nm の膜厚で形成したのち、次に、SiO₂ 蒸着により 2 mm × 2 mm の発光領域以外を絶縁膜（図示なし）でマスクした有機電界発光素子用のセルを作製した。続いて陽極 1 3 上に、正孔供給層 1 4 a として式（2 - 1）に示したヘキサニトリルアザトリフェニレンを蒸着速度 0.2 ~ 0.4 nm/sec, 10 nm の膜厚で形成したのち、正孔輸送層 1 4 b として式（12）に示した化合物を真空蒸着法により蒸着速度 0.2 ~ 0.4 nm/sec, 30 nm の膜厚で形成した。

【0 1 3 1】

【化 3 5】



(12)

【0 1 3 2】

次に、発光層 1 4 B として、赤色発光層 1 4 r、青色発光層 1 4 b、緑色発光層 1 4 g を各発光層の電荷輸送能に応じて適宜積層した。なお、赤色発光層 1 4 r と上層発光層（青色発光層 1 4 b および緑色発光層 1 4 g）との間には発光層分離層を設けた。また、各膜厚はここではそれぞれ 10 nm である。具体的には、赤色発光層 1 4 r では、例えばホスト材料として式（6 - 1）で示した化合物を、ゲスト材料として式（13）で示した化合物をドーパ濃度 1 % となるように形成したのち、発光層分離層として式（4 - 42）で示した化合物を用いて形成し、厚さ 5 nm とした。続いて、青色発光層 1 4 b では、ホス

10

20

30

40

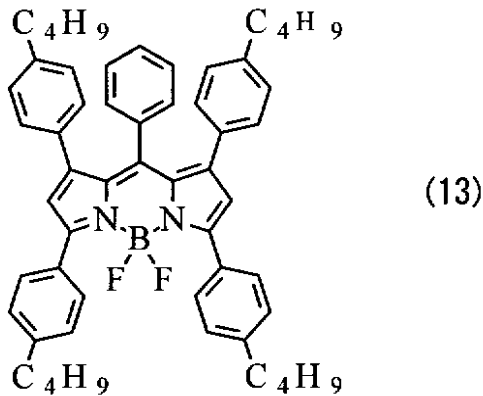
50

ト材料として、例えば式(7-46)で示した化合物を用い、ゲスト材料に例えば式(15)に示した蛍光材料をそれぞれドーブ濃度5%となるように形成した。次に、緑色発光層14gでは、ホスト材料として、例えば青色発光層14bと同様に式(7-46)で示した化合物を用い、ゲスト材料として、例えば式(16)に示した化合物をドーブ濃度5%になるように形成した。または、式(19)に示したホスト材料に式(17)に示したりん光材料をドーブ濃度5%となるように形成し、発光層14Bとした。なお、赤色発光層14r、青色発光層14bおよび緑色発光層14gのホスト材料には実施の形態内に示した化合物のほかに、下記式(18)~(20)に示した化合物を用いた。

【0133】

【化36】

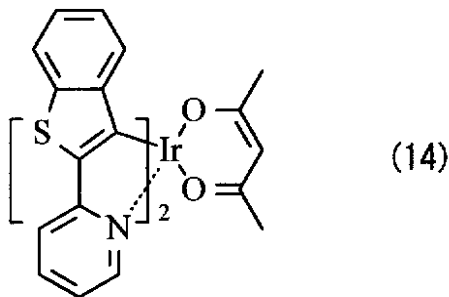
10



20

【0134】

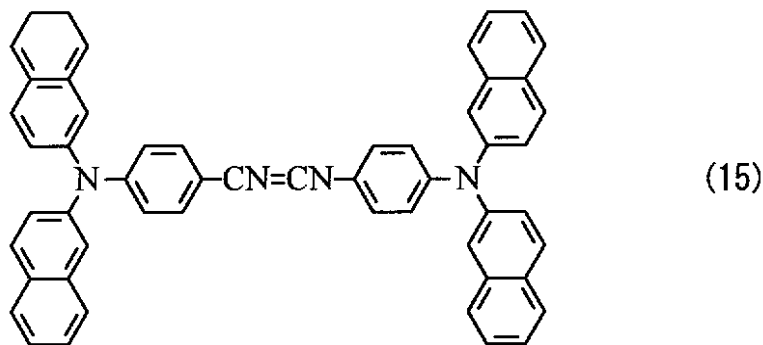
【化37】



30

【0135】

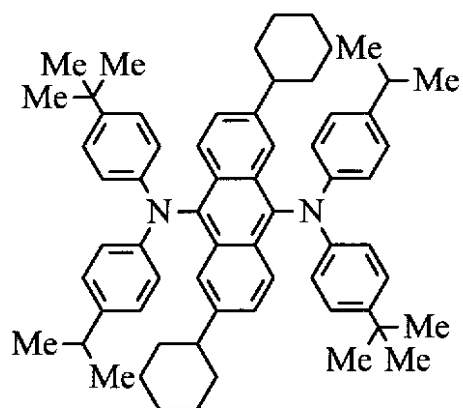
【化38】



40

【0136】

【化 3 9】

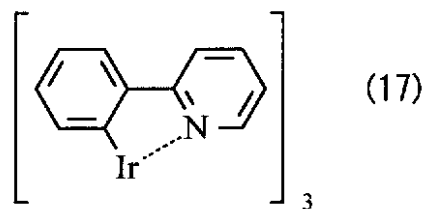


(16)

10

【 0 1 3 7 】

【化 4 0】

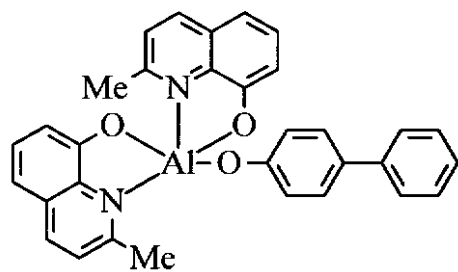


(17)

20

【 0 1 3 8 】

【化 4 1】

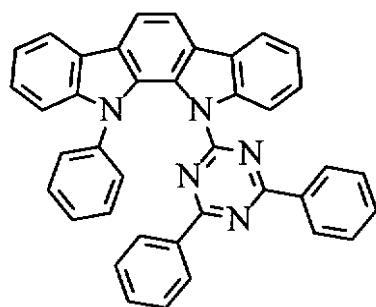


(18)

30

【 0 1 3 9 】

【化 4 2】

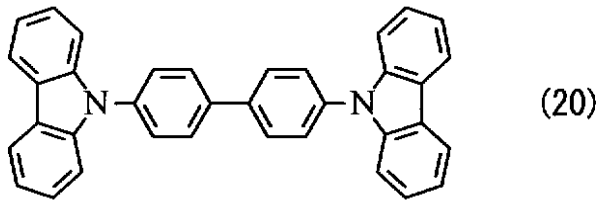


(19)

40

【 0 1 4 0 】

【化 4 3】



【 0 1 4 1】

次に、発光層 1 4 B 上に電子供給層 1 4 C として例えば式 (8 - 1 8) に示した化合物を用いて形成した (実施例 1 - 1 , 1 - 2)。また、式 (8 - 1 8) からなる第 1 層 1 4 c 上に更に式 (9 - 3 9) に示した化合物を用いて形成した第 2 層 1 4 d を積層した 2 層からなる電子供給層 1 4 C を形成した (実施例 1 - 4)。更に、式 (1 0 - 1) からなる第 3 層 2 4 e , 式 (8 - 3 6) からなる第 1 層 2 4 c および式 (9 - 1 0) からなる第 2 層 2 4 d を積層した 3 層からなる電子供給層 2 4 C を形成した (実施例 1 - 7)。

10

【 0 1 4 2】

続いて有機層 1 4 を形成したのち、陰極 1 5 の第 1 層 1 5 a として、LiF を真空蒸着法により約 0 . 3 nm (蒸着速度 ~ 0 . 0 1 nm / sec) の膜厚で形成し、次いで、第 2 層 1 5 b として MgAg を真空蒸着法により 1 0 nm の膜厚で形成し、2 層構造の陰極 1 5 を設けた。この場合には、第 2 層 1 5 b の有機層 1 4 側の面が、共振器構造の第 2 端面 P 2 となる。以上のようにして有機電界発光素子 1 1 を作製した。

20

【 0 1 4 3】

(実施例 2)

実施例 2 および比較例 2 は有機層 3 4 がタンデム構造を有する第 3 の実施の形態に対応するものである。まず、3 0 mm × 3 0 mm のガラス板からなる基板 1 2 上に、陽極 1 3 として Al 層を 2 0 0 nm の膜厚で形成したのち、次に、SiO₂ 蒸着により 2 mm × 2 mm の発光領域以外を絶縁膜 (図示なし) でマスクした有機電界発光素子用のセルを作製した。続いて陽極 1 3 上に、正孔供給層 1 4 a として式 (2 - 1) に示したヘキサニトリルアザトリフェニレンを蒸着速度 0 . 2 ~ 0 . 4 nm / sec , 1 0 nm の膜厚で形成したのち、正孔輸送層 1 4 b として式 1 0 に示した化合物を真空蒸着法により蒸着速度 0 . 2 ~ 0 . 4 nm / sec , 3 0 nm の膜厚で形成した。

30

【 0 1 4 4】

次に、第 1 の発光層 3 4 B 1 として青色発光層を 1 0 nm の膜厚で形成した。具体的には、例えば青色発光層では、ホスト材料として、例えば式 (7 - 5 5) で示した化合物を用い、ゲスト材料として、例えば式 (1 5) に示した化合物を用いて形成したのち、発光層 4 4 B 1 上に例えば式 (8 - 5 4) に示した化合物を用いて電子供給層 3 4 C 1 を厚さ 4 0 nm で形成した。

【 0 1 4 5】

以上のように第 1 有機層 3 4 - 1 を形成したのち、その電子供給層 3 4 C 1 上に電荷発生層 1 7 を形成した。具体的には、電子注入層 1 7 C として LiF 層を厚さ 0 . 5 nm , 電子供給層 1 7 A として Alq₃ + Mg (1 0 %) 層を厚さ 1 0 nm および正孔注入層 1 7 B としてヘキサニトリルアザトリフェニレン層を厚さ 1 0 nm で順次蒸着した。

40

【 0 1 4 6】

次に、同様の方法を用いて正孔供給層 3 4 A 2 を形成したのち、発光層 3 4 B 2 として赤色発光層および緑色発光層をこの順に積層した。なお、赤色発光層と青色発光層との間には発光層分離層を設けた。また、各膜厚はここではそれぞれ 1 0 nm である。具体的には、赤色発光層では、例えばホスト材料として式 (6 - 1) で示した化合物を、ゲスト材料として式 (1 3) で示した化合物をドープ濃度 1 % となるように形成したのち、式 (4 - 4 2) で示した化合物を用いて発光層分離層を厚さ 5 nm で形成した。

【 0 1 4 7】

50

続いて、緑色発光層では、ホスト材料として例えば青色発光層 3 4 b と同様に式 (7 - 5 5) に示した化合物を用い、ゲスト材料として、例えば式 (1 6) に示した化合物を用いてドーブ濃度 5 %、厚さ 1 0 n m となるように形成した。または、式 (1 9) で示した化合物と式 (1 7) に示したりん光材料とを用いドーブ濃度 1 5 %、厚さ 1 0 n m となるように形成し、発光層 3 4 B 2 とした。次に発光層 3 4 B 2 上に同様の方法を用いて電子供給層 3 4 C 2 を形成し第 2 有機層 3 4 - 2 とした。

【 0 1 4 8 】

最後に、実施例 1 と同様の方法を用いて有機層 3 4 - 2 上に陰極 1 5 の第 1 層 1 5 a として、L i F を真空蒸着法により約 0 . 3 n m (蒸着速度 ~ 0 . 0 1 n m / s e c) の膜厚で形成し、次いで、第 2 層 1 5 b として M g A g を真空蒸着法により 1 0 n m の膜厚で形成した。

10

【 0 1 4 9 】

以上のように作製した有機電界発光素子において、 1 mA cm^{-2} および 100 mA cm^{-2} の電流密度における色度および 10 mA cm^{-2} の電流密度における電圧 (V)、電流効率 (c d / A) を測定した。また、5 0 、 30 mA cm^{-2} の定電流駆動 1 0 0 0 時間後の駆動電圧を測定し、初期電圧との差を算出した。

【 0 1 5 0 】

なお、表 1 , 2 は実施例 1 , 2 および比較例 1 , 2 の発光層 1 4 B、2 4 B , 3 4 B 1 , 3 4 B 2 および電子供給層 1 4 C , 2 4 C , 3 4 C として用いた材料および膜厚の一覧である。表 3 , 4 は実施例 1 , 2 および比較例 1 , 2 の測定結果の一覧である。

20

【 0 1 5 1 】

【表 1】

	発光層 1				発光層 2				発光層 3			電子供給層	
	ホスト材料	ゲスト材料	ゲスト濃度		ホスト材料	ゲスト材料	ゲスト濃度		ホスト材料	ゲスト材料	ゲスト濃度	材料	膜厚 (nm)
実施例 1-1	式 6-1	式 13	1%		式 7-46	式 15	5%		式 7-46	式 16	5%	式 8-18	180
実施例 1-2	式 6-1	式 13	1%		式 7-48	式 15	5%		式 7-48	式 16	5%	式 8-54	40
実施例 1-3	式 6-1	式 13	1%		式 7-49	式 15	5%		式 7-49	式 16	5%	式 8-43/式 9-39	150/30
実施例 1-4	式 6-1	式 13	1%		式 7-48	式 15	5%		式 7-48	式 16	5%	式 8-18/式 9-39	20/20
実施例 1-5	式 6-1	式 13	1%		式 7-49	式 16	5%		式 7-49	式 15	5%	式 8-46	180
実施例 1-6	式 6-1	式 13	1%		式 19	式 17	5%		式 7-46	式 15	5%	式 8-46	180
実施例 1-7	式 6-1	式 13	1%		式 7-50	式 15	5%		式 7-50	式 16	5%	式 10-1/式 8-36 /式 9-10	30/120/30
実施例 1-8	式 6	式 13	1%		式 7-53	式 15	5%		式 7-53	式 16	5%	式 10-1/式 8-36	30/150
比較例 1-1	式 6	式 13	1%		式 7-46	式 15	5%		式 7-46	式 16	5%	Alq3	180
比較例 1-2	式 7-46	式 13	1%		式 7-46	式 15	5%		式 7-46	式 16	5%	式 8-18	180
比較例 1-3	式 6-1	式 13	1%		Alq3	式 15	5%		Alq3	式 16	5%	式 9-39	180
比較例 1-4	式 6-1	式 13	1%		—				式 20	式 17	5%	式 8-18	180

【 0 1 5 2 】

10

20

30

40

【表 2】

	第1有機層						第2有機発光層					
	発光層			電子供給層			発光層1			発光層2		
	ホスト材料	ゲスト材料	ゲスト濃度	材料	膜厚 (nm)		ホスト材料	ゲスト材料	ゲスト濃度	ホスト材料	ゲスト材料	ゲスト濃度
実施例 2-1	式 7-55	式 15	5%	式 8-54	40		式 6-1	式 13	1%	式 7-55	式 16	5%
実施例 2-2	式 7-55	式 15	5%	式 8-54	40		式 6-1	式 13	1%	式 19	式 17	15%
比較例 2-1	式 7-55	式 15	5%	式 8-54	40		式 6-1	式 13	1%	式 7-55	式 16	5%
比較例 2-2	式 7-55	式 15	5%	Alq3	40		式 7-55	式 13	1%	式 7-55	式 16	5%
										式 8-54/ 式 9-39	材料	膜厚 (nm)
										式 8-43/ 式 9-39		40/10
										Alq3		80
										Alq3		80

【 0 1 5 3 】

10

20

30

40

【表 3】

	色度		電圧(V)	効率(cd/A)	1000 時間後の電圧上昇 (ΔV)
	1mA/cm ²	100mA/cm ²			
実施例 1-1	(0.26, 0.31)	(0.26, 0.31)	8	15	0.03
実施例 1-2	(0.29, 0.34)	(0.29, 0.34)	6	15	0.02
実施例 1-3	(0.26, 0.31)	(0.26, 0.31)	7	15	0.01
実施例 1-4	(0.29, 0.34)	(0.29, 0.34)	5.5	15	0.01
実施例 1-5	(0.27, 0.33)	(0.27, 0.33)	8	11	0.03
実施例 1-6	(0.27, 0.33)	(0.30, 0.28)	9.5	21	0.03
実施例 1-7	(0.29, 0.31)	(0.29, 0.31)	7	12	0.01
実施例 1-8	(0.29, 0.30)	(0.29, 0.30)	7	11	0.01
比較例 1-1	(0.35, 0.60)	(0.29, 0.66)	17.2	2	7.23
比較例 1-2	(0.20, 0.18)	(0.20, 0.32)	7.6	3	1.15
比較例 1-3	(0.50, 0.40)	(0.45, 0.40)	9.5	5.1	1.8
比較例 1-4	(0.30, 0.65)	(0.35, 0.70)	12	32	3.2

【 0 1 5 4 】

10

20

30

40

【表 4】

	色度		電圧 (V)	効率 (cd/A)	1000 時間後の電圧上昇 (ΔV)
	1mA/cm ²	100mA/cm ²			
実施例 2-1	(0.28, 0.30)	(0.28, 0.30)	13	28	0.08
実施例 2-2	(0.32, 0.38)	(0.32, 0.38)	14	42	0.08
比較例 2-1	(0.25, 0.65)	(0.38, 0.50)	19	16	7.23
比較例 2-2	(0.35, 0.45)	発光せず	23	3	200 時間で発光せず

【0155】

表 3, 4 から発光層 14B (24B, 34B1, 34B2) のひとつに正孔輸送性のホスト材料を用い、電子移動度が $1.0 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の化合物を用いることによって低電流密度および高電流密度における色度変化が低減されることがわかった。また、 10 mA cm^{-2} の電流密度における電圧も低く抑えられ、発光効率も高い。特に、駆動電圧の経時変化が抑えられている。また、ジベンゾイミダゾール化合物を積層した実施例 1-7 および実施例 1-8 では顕著な改善が見られた。

【0156】

10

20

30

40

50

一方、このような結果は比較例では得られていない。これは、比較例 1 - 1 では従来用いられている電子移動度が低い A 1 q 3 を電子供給層に用いたため、電界を印加した際の発光領域が電子供給層内に留まってしまい、低電流密度において 3 色発光が得られないためと考えられる。また、比較例 1 - 2 における色度は各色の発光層に同一のホスト材料を用いたことにより発光領域が 1 ヶ所に集中し、3 色発光が得られないためと考えられる。比較例 1 - 3 , 1 - 4 においては電子輸送層として高移動度のアリアルピリジン化合物を用いたものの発光層にアントラセン化合物を用いないことにより励起子が一箇所に集中し、3 色発光が得られていないためと考えられる。また、駆動中の励起子バランスの安定性も得られないことから色度の変化、発光効率の低下および駆動電圧の上昇が生じたと考えられる。更に、比較例 2 - 1 , 2 - 2 においても、電子移動度の低い A 1 q 3 を用いたため、大幅な駆動電圧の上昇と電流密度依存による色度の変化が生じたと考えられる。

10

【 0 1 5 7 】

以上、第 1 ~ 3 の実施の形態および実施例を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施の形態等に限定されるものではなく、種々変形が可能である。

【 0 1 5 8 】

例えば、上記実施の形態等において説明した各層の材料および厚み、または成膜方法および成膜条件などは限定されるものではなく、他の材料および厚みとしてもよく、または他の成膜方法および成膜条件としてもよい。

【 0 1 5 9 】

また、上記実施の形態等では、有機電界発光素子 1 1 (2 1 , 3 1) の構成を具体的に挙げて説明したが、全ての層を備える必要はなく、また、他の層を更に備えていてもよい。

20

【 0 1 6 0 】

更に、上記実施の形態等では、アクティブマトリックス型の表示装置の場合について説明したが、本発明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る。更にまた、アクティブマトリックス駆動のための画素駆動回路の構成は、上記実施の形態で説明したものに限られず、必要に応じて容量素子やトランジスタを追加してもよい。その場合、画素駆動回路の変更に応じて、上述した信号線駆動回路 1 2 0 や走査線駆動回路 1 3 0 のほかに、必要な駆動回路を追加してもよい。

【 0 1 6 1 】

なお上記実施の形態等で説明した有機電界発光素子 1 1 (2 1 , 3 1) では、陽極 1 3 と陰極 1 5 との間で発光光を共振させて取り出す共振器構造とすることで、取り出し光の色純度を向上させ、共振の中心波長付近の取り出し光の強度を向上させることが可能となる。この場合、陽極 1 3 の発光層 1 4 B 側の反射端面を第 1 端部 P 1 (図示なし)、陰極 1 5 の発光層 1 4 B 側の反射端面を第 2 端部 P 2 (図示なし) とし、有機層 1 4 を共振部として、発光層 1 4 B で発生した光を共振させて第 2 端部 P 2 側から取り出す共振器構造とした場合には、共振器の第 1 端部 P 1 と第 2 端部 P 2 との間の光学的距離 L を下記式 (1) を満たすように設定する。光学的距離 L は、実際には、式 (1) を満たす正の最小値となるように選択することが好ましい。

30

【 0 1 6 2 】

【 数 1 】

40

$$(2L)/\lambda + \Phi/(2\pi) = m \quad \cdots \text{数式(1)}$$

【 0 1 6 3 】

上記式 (1) 中において、L は第 1 端部 P 1 と第 2 端部 P 2 との間の光学的距離、 Φ は第 1 端部 P 1 で生じる反射光の位相シフト Φ_1 と第 2 端部 P 2 で生じる反射光の位相シフト Φ_2 との和 ($\Phi = \Phi_1 + \Phi_2$) (r a d)、 λ は第 2 端部 P 2 の側から取り出したい光のスペクトルのピーク波長、m は L が正となる整数をそれぞれ表す。尚、式 (1) において L および λ は単位が共通すればよいが、例えば (n m) を単位とする。

50

【 0 1 6 4 】

また、有機発光素子 1 1 では、発光層 1 4 B の最大発光位置と第 1 端部 P 1 との間の光学的距離 L_1 が下記式 (2) を満たし、最大発光位置と第 2 端部 P 2 との間の光学的距離 L_2 が下記式 (3) を満たすように調整されている。ここで、最大発光位置とは、発光領域のうちで最も発光強度が大きい位置を言う。例えば、発光層 1 4 B の陽極 1 3 側と陰極 1 5 側との両方の界面で発光する場合には、そのうち発光強度の大きい方の界面となる。

【 0 1 6 5 】

【 数 2 】

$$\left. \begin{aligned} L_1 &= tL_1 + a_1 \\ (2tL_1)/\lambda &= -\phi_1/(2\pi) + m_1 \end{aligned} \right\} \cdots \text{数式(2)} \quad 10$$

【 0 1 6 6 】

上記式 (2) 中において、 tL_1 は第 1 端部 P 1 と最大発光位置との間の光学的理論距離、 a_1 は発光層 1 4 B における発光分布に基づく補正量、 λ は取り出したい光のスペクトルのピーク波長、 ϕ_1 は第 1 端部 P 1 で生じる反射光の位相シフト (r a d)、 m_1 は 0 または整数をそれぞれ表す。

【 0 1 6 7 】

【 数 3 】

$$\left. \begin{aligned} L_2 &= tL_2 + a_2 \\ (2tL_2)/\lambda &= -\phi_2/(2\pi) + m_2 \end{aligned} \right\} \cdots \text{数式(3)} \quad 20$$

【 0 1 6 8 】

上記式 (3) 中において、 tL_2 は第 2 端部 P 2 と最大発光位置 1 3 E との間の光学的理論距離、 a_2 は発光層 1 4 B における発光分布に基づく補正量、 λ は取り出したい光のスペクトルのピーク波長、 ϕ_2 は第 2 端部 P 2 で生じる反射光の位相シフト (r a d)、 m_2 は 0 または整数をそれぞれ表す。

30

【 0 1 6 9 】

上記式 (2) は、発光層 1 4 B で発生した光のうち陽極 1 3 の方へ向かう光が第 1 端部 P 1 で反射して戻ってきたときに、その戻り光の位相と発光時の位相とが同一となり、発光した光のうち陰極 1 5 の方へ向かう光と強め合う関係となるようにするためのものである。また、式 (3) は、発光層 1 4 B で発生した光のうち陰極 1 5 の方へ向かう光が第 2 端部 P 2 で反射して戻ってきたときに、その戻り光の位相と発光時の位相とが同一となり、発光した光のうち陽極 1 3 の方へ向かう光と強め合う関係となるようにするためのものである。

【 0 1 7 0 】

本実施形態の有機電界発光素子 1 1 では、電子輸送層 1 4 d を正孔供給層 1 4 A のトータル膜厚よりも厚く形成することで、上記式 (2)、(3) の $m_1 > m_2$ となるように設計することが可能である。これにより、光の取り出し効率を高めることができる。

40

【 0 1 7 1 】

なお、式 (2) の光学的理論距離 tL_1 および式 (3) の光学的理論距離 tL_2 は、発光領域に広がりがないと考えた場合に、第 1 端部 P 1 または第 2 端部 P 2 での位相変化量と、進行することでの位相変化量がちょうど打ち消し合い、戻り光の位相と発光時の位相とが同一となる理論値である。ただし、発光部分には通常広がりがあるので、式 (2) および式 (3) では、発光分布に基づく補正量 a_1 、 a_2 が加えられている。

【 0 1 7 2 】

補正量 a_1 、 a_2 は発光分布により異なるが、最大発光位置が発光層 1 4 B の陰極 1 5 側

50

にあり、発光分布が最大発光位置から陽極 1 3 側に広がっている場合、または最大発光位置が発光層 1 4 B の陽極 1 3 側にあり、発光分布が最大発光位置から陰極 1 5 側に広がっている場合には、例えば下記式 (4) により求められる。

【 0 1 7 3 】

【 数 4 】

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= b (\log_e(s)) \\ a_2 &= -a_1 \end{aligned} \right\} \cdots \text{数式(4)}$$

10

【 0 1 7 4 】

式 (4) 中において、 b は発光層 1 4 B における発光分布が最大発光位置から陽極 1 3 の方向へ広がっている場合には $2n - b - 6n$ の範囲内の値、最大発光位置から陰極 1 5 の方向へ広がっている場合には $-6n - b - 2n$ の範囲内の値であり、 s は発光層 1 3 C における発光分布に関する物性値 ($1/e$ 減衰距離)、 n は取り出したい光のスペクトルのピーク波長 λ における第 1 端部 P 1 と第 2 端部 P 2 との間の平均屈折率である。

【 0 1 7 5 】

なお、陽極 1 3 と陰極 1 5 との間で発光光を共振させて取り出す共振器構造で構成される上面発光素子の場合には、陰極 1 5 は以下のような構成とすることが好ましい。例えば Mg - Ag のような半透過性反射材料を用いて第 2 陰極 1 5 B を構成し、第 2 陰極 1 5 B と陽極 1 3 の間で発光光を共振させる。また、上記第 2 陰極 1 5 B は、例えば透明な Si N x 化合物からなり、電極の劣化抑制のための封止電極として形成される。

20

【 0 1 7 6 】

また、上記実施の形態等では、有機電界発光素子 1 1 (1 1 R , 1 1 G , 1 1 B) および各カラーフィルタとして、赤色、緑色、青色を例に示したが、これに限らず、黄色または白色の有機電界発光素子およびカラーフィルタを用いてもよい。なお、白色の場合にはカラーフィルタを設けなくてもよい。

【 0 1 7 7 】

また、上記実施の形態等では上面発光型の有機電界発光素子 1 1 (2 1 , 3 1) について説明したが、これ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有機電界発光素子に広く適用可能である。即ち、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 (いわゆる透過型) の有機電界発光素子にも適用可能である。

30

【 0 1 7 8 】

更に、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た有機電界発光素子であれば、他の構成要素 (例えば、無機化合物層や無機成分) が含まれていても構わない。

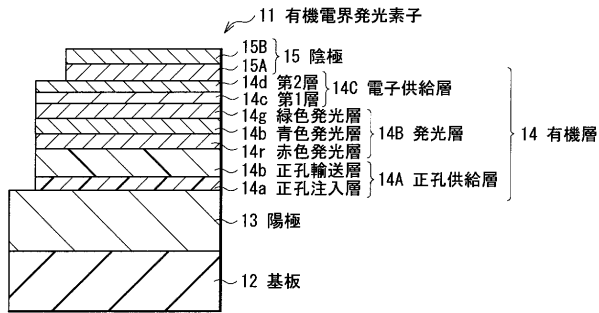
40

【 符号の説明 】

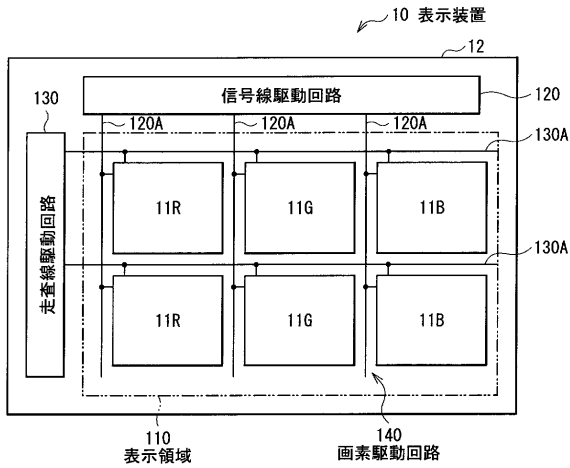
【 0 1 7 9 】

1 1 , 2 1 , 3 1 ... 有機電界発光素子、1 2 ... 基板、1 3 ... 陽極、1 4 ... 有機層、1 4 A ... 正孔供給層、1 4 B ... 発光層、1 4 C , 2 4 C , 3 4 C ... 電子供給層、1 5 ... 陰極、1 6 ... 隔壁、1 7 ... 接続層、3 0 ... 保護層、4 0 ... 封止用基板

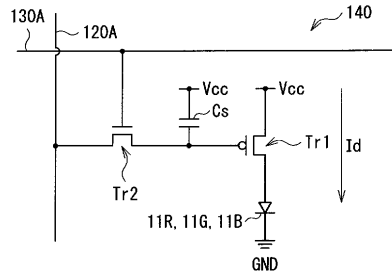
【 図 1 】



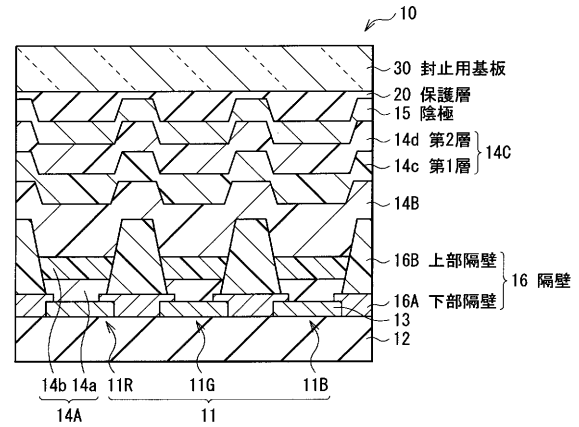
【 図 2 】



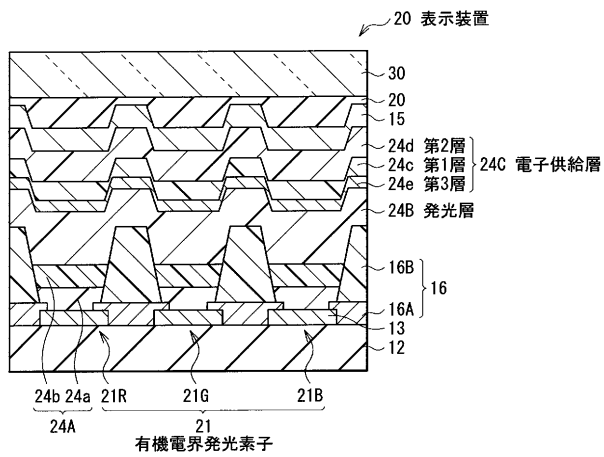
【 図 3 】



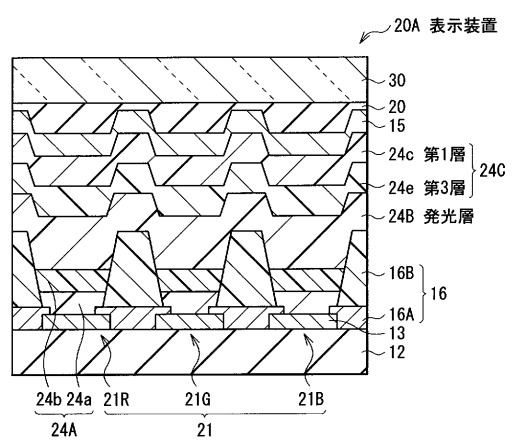
【 図 4 】



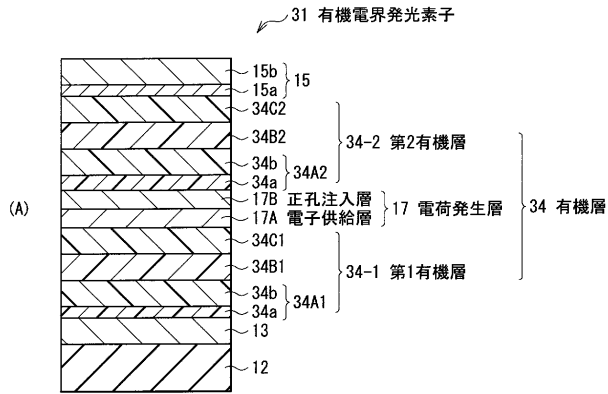
【 図 5 】



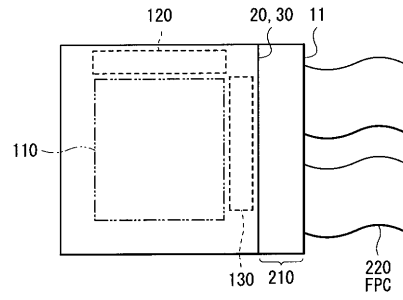
【 図 6 】



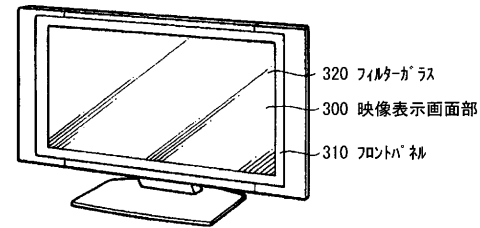
【図 7】



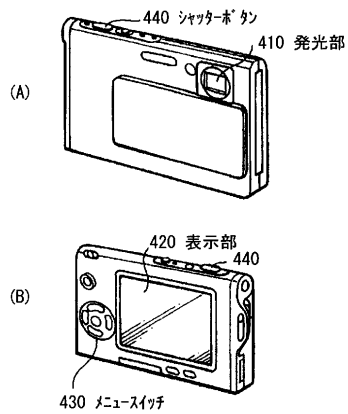
【図 8】



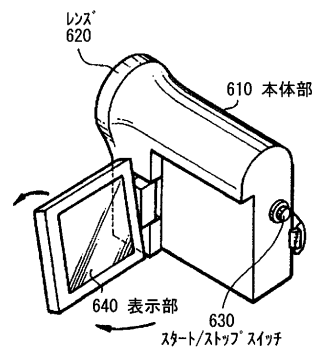
【図 9】



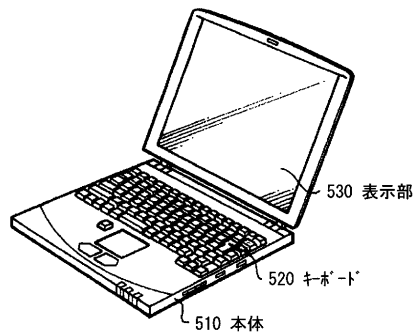
【図 10】



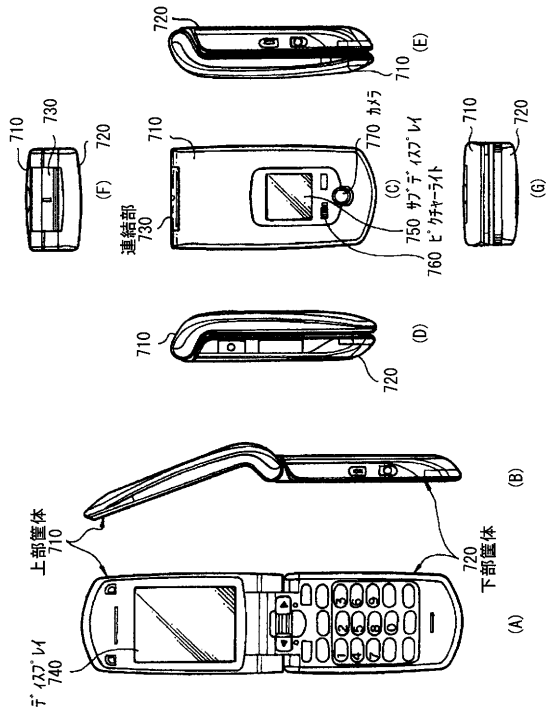
【図 12】



【図 11】



【図 13】



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 6 0
	C 0 9 K 11/06	6 2 5
	C 0 9 K 11/06	6 4 0
	C 0 9 K 11/06	6 4 5
	C 0 9 K 11/06	6 2 0

(72)発明者 中村 雅人

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 CC08 CC12 DD51 DD52 DD53 DD59 DD64 DD67
DD68 DD69 DD74 DD75 DD78 FF04 FF19

专利名称(译)	有机电致发光器件和显示器件		
公开(公告)号	JP2012204793A	公开(公告)日	2012-10-22
申请号	JP2011070689	申请日	2011-03-28
[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	神戸江美子 中村雅人		
发明人	神戸 江美子 中村 雅人		
IPC分类号	H01L51/50 H05B33/12 C09K11/06		
CPC分类号	Y02T90/168 Y04S30/12		
FI分类号	H05B33/22.B H05B33/14.B H05B33/12.C C09K11/06.690 C09K11/06.610 C09K11/06.660 C09K11/06.625 C09K11/06.640 C09K11/06.645 C09K11/06.620 H01L27/32		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC08 3K107/CC12 3K107/DD51 3K107/DD52 3K107/DD53 3K107/DD59 3K107/DD64 3K107/DD67 3K107/DD68 3K107/DD69 3K107/DD74 3K107/DD75 3K107/DD78 3K107/FF04 3K107/FF19		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供一种有机电致发光元件和显示装置，其能够抑制色度的电流密度依赖性并抑制驱动电压的增加。有机层（14）设置在阳极（13）和阴极（15）之间。有机层14包括空穴供应层14A，发光层14B和电子供给层14C。电子供给层14C含有电子迁移率为 $1.0 \times 10^{-4} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上的含氮杂环化合物。通过将具有高电子迁移率的化合物用于电子供给层14C，调节每个发光层中的空穴和电子的载流子平衡。点域1

