

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2009年1月15日 (15.01.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/008347 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 51/50 (2006.01) H05B 33/12 (2006.01)
C09K 11/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/062135
- (22) 国際出願日: 2008年7月4日 (04.07.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2007-179112 2007年7月7日 (07.07.2007) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 出光興産株式会社 (IDEMITSU KOSAN CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1008321 東京都千代田区丸の内三丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 西村 和樹 (NISHIMURA, Kazuki) [JP/JP]; 〒2990293 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地 Chiba (JP). 岩隈 俊裕

(IWAKUMA, Toshihiro) [JP/JP]; 〒2990293 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地 Chiba (JP). 河村 昌宏 (KAWAMURA, Masahiro) [JP/JP]; 〒2990293 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地 Chiba (JP). 福岡 賢一 (FUKUOKA, Kenichi) [JP/JP]; 〒2990293 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地 Chiba (JP). 細川 地潮 (HOSOKAWA, Chishio) [JP/JP]; 〒2990293 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地 Chiba (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人樹之下知的財産事務所 (KINOSHITA & ASSOCIATES); 〒1670051 東京都杉並区荻窪五丁目26番13号 荻窪TMビル3階 Tokyo (JP).

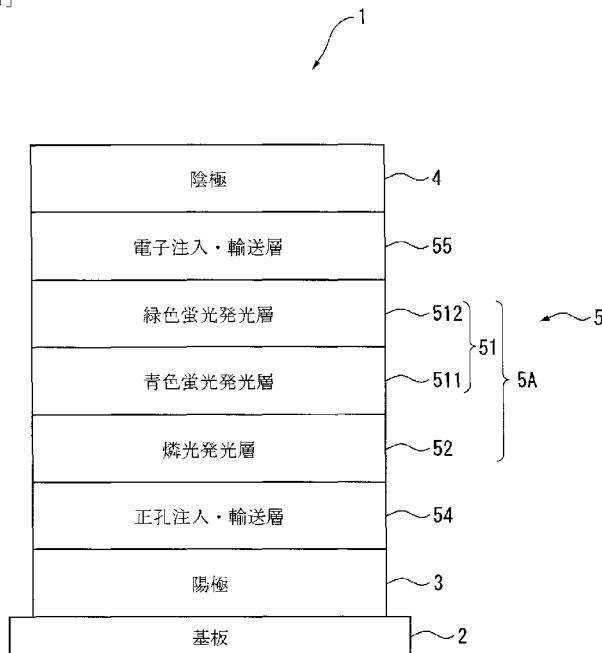
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA,

[続葉有]

(54) Title: ORGANIC EL DEVICE

(54) 発明の名称: 有機EL素子

[図1]



4 CATHODE
55 ELECTRON INJECTION/TRANSPORT LAYER
512 GREEN FLUORESCENT LIGHT-EMITTING LAYER
511 BLUE FLUORESCENT LIGHT-EMITTING LAYER
52 PHOSPHORESCENT LIGHT-EMITTING LAYER
54 HOLE INJECTION/TRANSPORT LAYER
3 ANODE
2 SUBSTRATE

(57) Abstract: Disclosed is an organic EL device (1) comprising an anode (3), a cathode (4) and an organic thin film layer (5) arranged between the anode (3) and the cathode (4). The organic EL device (1) is characterized in that the organic thin film layer (5) has a fluorescent light-emitting layer (51), which is composed of one or more layers and contains one or more fluorescent hosts and two or more fluorescent dopants emitting fluorescent light, and a phosphorescent light-emitting layer (52) containing a phosphorescent host and a phosphorescent dopant emitting red phosphorescent light. The organic EL device (1) is further characterized in that the lowest excited triplet energy gap E_{gFH} of at least one of the fluorescent hosts and the lowest excited triplet energy gap E_{gPD} of the phosphorescent dopant satisfy the following relation: $E_{gPD} < E_{gFH}$.

(57) 要約: 陽極(3)と、陰極(4)と、陽極(3)と陰極(4)との間に設けられた有機薄膜層(5)と、を備えた有機EL素子(1)であって、有機薄膜層(5)は、1または複数の蛍光ホストと蛍光発光を示す2以上の蛍光ドーパントとを含み、1層または複数層で構成される蛍光発光層(51)と、燐光ホストと赤色の燐光発光を示す燐光ドーパントとを含む燐光発光層(52)と、を有し、蛍光ホストの少なくとも1種の最低励起三重項エネルギーギャップ E_{gFH} と、燐光ドーパントの最低励起三重項エネルギーギャップ E_{gPD} とが、 $E_{gPD} < E_{gFH}$ の関係を満たすことを特徴とする。



MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE,
SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE,
SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

有機EL素子

技術分野

[0001] 本発明は、有機EL素子に関する。特に、蛍光発光層と燐光発光層とを備えた有機EL素子に関する。

背景技術

[0002] 従来、互いに異なる波長の発光を示す複数の発光層を備え、これらの発光層の発光を混合した混合色の光が得られる有機EL素子が知られている。例えば、積層された赤色発光層、緑色発光層および青色発光層を有し、これらの発光層の発光が混合された白色光が得られる有機EL素子が知られている。

ところで、有機化合物の励起状態には、励起一重項状態と励起三重項状態とがある。励起一重項状態からの発光は蛍光と呼ばれ、励起三重項状態からの発光は燐光と呼ばれる。通常、励起一重項状態と励起三重項状態とは、1:3の割合で生じる。

[0003] ここで、従来の有機EL素子においては、主に蛍光を放出する蛍光発光材料を用いていた。このような蛍光発光を用いた有機EL素子においては、発光層で生成される励起のうちの25%である励起一重項のみが発光に寄与し、残りの75%である励起三重項は光を放出することなく失活していた。

そこで、有機EL素子の発光効率を向上するため、励起三重項からの発光である燐光を放出する燐光発光材料が開発されている(例えば、特許文献1)。例えば、赤色の発光を示す燐光発光材料や、緑色の発光を示す燐光発光材料が報告されている。ただし、青色発光を示す燐光発光材料については、未だ実用レベルのものが得られていない。

[0004] このような燐光発光材料を適用すれば、混合色の有機EL素子においても、発光効率を向上することができる。

例えば、青色発光を示す蛍光発光材料と、赤色～緑色の発光を示す燐光発光材料とを用いて白色発光を得る有機EL素子が知られている。これによれば、赤色～緑色の発光についての量子効率が高くなり、有機EL素子全体の発光効率を向上する

ことができる。

しかし、このような混合色の有機EL素子においても、赤色～緑色の発光層の励起三重項からの発光が得られる一方、青色発光層の励起三重項は発光に寄与することなく失活していた。

[0005] そこで、青色発光層の励起三重項を赤色および緑色の発光層に拡散させ、これにより赤および緑の燐光を得る有機EL素子が提案されている（例えば、特許文献2、3、非特許文献1）。このような有機EL素子によれば、通常は発光に寄与することなく失活していた青色発光層の励起三重項のエネルギーを利用して赤および緑の燐光を得ることができ、有機EL素子全体の発光効率を向上することができる。

非特許文献1に記載の有機EL素子は、青色蛍光発光層、障壁層、赤色燐光発光層、緑色燐光発光層、障壁層、青色蛍光発光層、をこの順に備える。この文献によれば、青色蛍光発光層の励起一重項から青色の蛍光発光が得られ、かつ、青色蛍光発光層の励起三重項は、障壁層を介して赤色および緑色の燐光発光層に拡散される。すると、赤色および緑色の燐光発光層の励起三重項が生成され、赤色および緑色の燐光発光が得られる。そして、青色蛍光発光と赤色および緑色の燐光発光とが混色され、全体として白色の発光が得られると報告されている。

[0006] 特許文献1:米国出願2002/182441号公開公報

特許文献2:WO2006/038020号公報

特許文献3:WO2004/060026号公報

非特許文献1:nature vol440 p. 908

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0007] 非特許文献1に記載されたような従来の有機EL素子においては、青色蛍光発光層の励起三重項を赤色および緑色の燐光発光層に拡散させ、赤色および緑色の燐光発光を得ているが、 Ir(ppy)_3 等の緑色燐光ドーパントを用いた素子は、緑色蛍光ドーパントを用いた素子に比べ寿命が短い。

そのため、蛍光発光層と燐光発光層を組み合わせた素子において、実用的な発光効率と発光寿命とを両立した素子の実現が切望されていた。

[0008] そこで、本発明は、蛍光発光層と燐光発光層とを備えて高い発光効率を示し、かつ、実用的な発光寿命を有する有機EL素子を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の有機EL素子は、陽極と、陰極と、前記陽極と前記陰極との間に設けられた有機薄膜層と、を備えた有機EL素子であつて、前記有機薄膜層は、1または複数の蛍光ホストと蛍光発光を示す2以上の蛍光ドーパントとを含み、1層または複数層で構成される蛍光発光層と、燐光ホストと赤色の燐光発光を示す燐光ドーパントとを含む燐光発光層と、を有し、前記蛍光ホストの少なくとも1種の最低励起三重項エネルギーギャップ $E_{g_{FH}}$ と、前記燐光ドーパントの最低励起三重項エネルギーギャップ $E_{g_{PD}}$ とが、 $E_{g_{PD}} < E_{g_{FH}}$ の関係を満たすことを特徴とする。

[0010] 本発明によれば、 $E_{g_{FH}}$ が $E_{g_{PD}}$ よりも大きいため、蛍光ホストの励起三重項エネルギーは、赤色燐光ドーパントに移動することが可能である。

このため、本発明の有機EL素子では、赤色の燐光発光のみが、蛍光ホストからの励起三重項エネルギー移動により達成される。

そして、蛍光発光層においては、通常の電子と正孔との再結合によって、蛍光発光が得られる。

このような本発明の有機EL素子は、蛍光発光層と燐光発光層とを備えて高い発光効率を示すとともに、素子の寿命を低下させるおそれのある緑色の燐光ドーパントを用いないため、実用的な発光寿命を有する。

蛍光発光層には、2以上の蛍光ドーパントが含まれているので、青色の蛍光発光を示すもの、および緑色の蛍光発光を示すものを選択すれば、有機EL素子全体としては、白色の発光を得ることができる。

[0011] ここで、赤色の燐光ドーパントは緑色の燐光ドーパントに比べて励起三重項エネルギーギャップが狭い。

すなわち、赤色燐光ドーパントのみへの励起三重項エネルギー移動を利用する本発明の有機EL素子においては、小さい励起三重項エネルギーギャップの蛍光ホスト材料を使用した場合でも、赤色の燐光ドーパントへの励起三重項エネルギー移動を確保することが可能である。

[0012] 材料の三重項エネルギーギャップ $E_g(T)$ は、燐光発光スペクトルに基づいて規定することが例として挙げられ、例えば、本発明にあつては以下のように規定することが例として挙げられる。

すなわち、各材料をEPA溶媒(容積比でジエチルエーテル:イソペンタン:エタノール=5:5:2)に $10\mu\text{mol/L}$ で溶解し、燐光測定用試料とする。

そして、燐光測定用試料を石英セルに入れ、77Kに冷却し、励起光を照射し、放射される燐光の波長を測定する。

得られた燐光スペクトルの短波長側の立ちあがりに対して接線を引き、この接線とベースラインとの交点の波長値をエネルギーに換算した値を三重項エネルギーギャップ $E_g(T)$ とする。

なお、測定には、例えば、市販の測定装置F-4500(日立製)を用いることができる。

ただし、このような規定によらず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で三重項エネルギーギャップとして定義できる値であればよい。

[0013] なお、蛍光発光層は、一層に青色発光ドーパントと緑色発光ドーパントとが含有されていてもよく、あるいは、青色発光層と緑色発光層とが別々に設けられていてもよい。

[0014] 蛍光発光層に対して燐光発光層が陽極側に配設されている場合には、燐光ホストの正孔移動度が大きいことが好ましい。これにより燐光発光層を抜けて励起子生成層である蛍光発光層への正孔注入を容易にでき、電荷の再結合確率を高めることができる。この場合、燐光ホストの正孔移動度は、 $1\times 10^4\sim 1\times 10^6\text{V/cm}$ の電界強度において、 $1\times 10^{-5}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上であることが好ましい。特に、 $1\times 10^{-4}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上であることがより好ましく、 $1\times 10^{-3}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上であることがさらに好ましい。

また、蛍光発光層に対して燐光発光層が陰極側に配設されている場合には、燐光ホストの電子移動度が大きいことが好ましい。これにより燐光発光層を抜けて励起子生成層である蛍光発光層への電子注入を容易にでき、電荷の再結合確率を高めることができる。この場合、燐光ホストの電子移動度は、 $1\times 10^4\sim 1\times 10^6\text{V/cm}$ の電界強度において、 $1\times 10^{-5}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上であることが好ましい。特に、 $1\times 10^{-4}\text{cm}^2$

／Vs以上であることがより好ましく、 $1 \times 10^{-3} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上であることがさらに好ましい。

[0015] 蛍光発光層の膜厚は、燐光発光層の膜厚よりも薄くすることが好ましい。

蛍光発光層は、蛍光発光層の蛍光ホストで生成された励起三重項エネルギーを燐光発光層に移動させるために薄いことが好ましく、その一方、燐光発光層は蛍光発光層から拡散してくる三重項エネルギーを受け止める必要があるため厚みをもっていることが好ましいからである。

また、燐光発光層によって電荷がトラップされ、蛍光発光層への電荷注入量が減少することを防止するため、燐光ドーパントは、燐光ホストに対して質量比で10%以下であることが好ましく、5%以下であることがより好ましい。

蛍光ドーパントの濃度は、特に制限されないが、蛍光ホストに対して10%以下であることが好ましい。

[0016] 有機薄膜層は、蛍光発光層と燐光発光層との間に、中間層（バッファ層という場合がある）を備えていてもよい。

中間層の励起三重項エネルギーギャップ E_{g_M} と、蛍光ホストの励起三重項エネルギーギャップ $E_{g_{FH}}$ と、燐光ドーパントの励起三重項エネルギーギャップ $E_{g_{PD-R}}$ とは、発光効率の面で、 $E_{g_{PD-R}} < E_{g_M} \leq E_{g_{FH}}$ の関係を満たすことが好ましい。

この場合、蛍光ホストの励起三重項エネルギーは、中間層を介して燐光ドーパントへ移動するが、燐光ドーパントの励起三重項エネルギーは、中間層や蛍光ホストへ移動できない。したがって、蛍光ホストにおいて生成され燐光ドーパントへ移動された励起三重項エネルギーが、再び蛍光ホストに戻って失活することを防止できる。

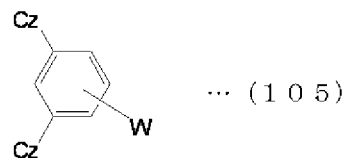
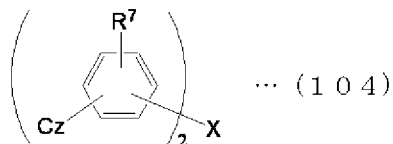
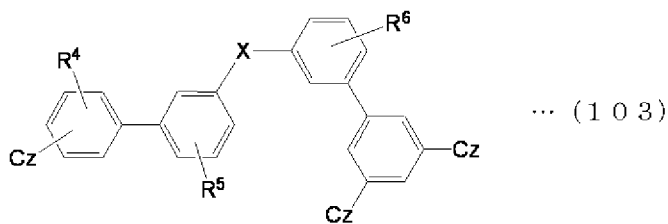
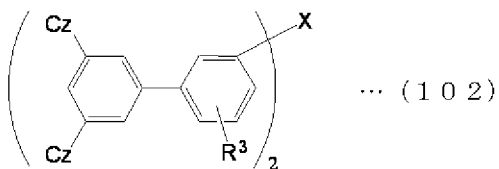
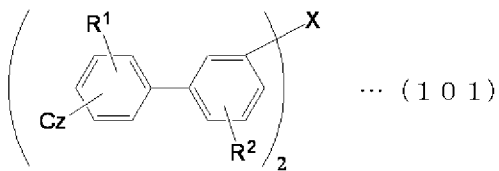
[0017] また、正孔注入・輸送層を設ける場合、正孔注入・輸送層のイオン化ポテンシャル(I_p)と、蛍光ホストまたは燐光ホストの I_p との差が小さいことが好ましい。両者の I_p の差が大きいと、素子の駆動電圧が上昇し好ましくない。

[0018] 本発明では、前記1または複数の蛍光ホストのうち前記燐光発光層に最も近接する前記蛍光ホストの最低励起三重項エネルギーギャップ $E_{g_{FH}}$ と、前記燐光ドーパントの最低励起三重項エネルギーギャップ $E_{g_{PD}}$ とが、 $E_{g_{PD}} < E_{g_{FH}}$ の関係を満たすことが好ましい。

これにより、赤色の燐光ドーパントへの励起三重項エネルギー移動を確保することが可能である。

[0019] 本発明の蛍光ホストとして、あるいは燐光ホストとして利用可能なホスト材料として、例えば、下記式(101)～(105)のいずれかにより表されるカルバゾール誘導体等が挙げられる。

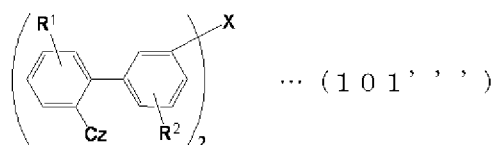
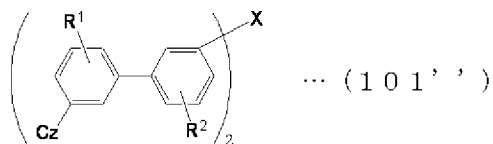
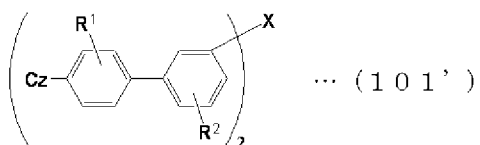
[0020] [化1]



[0021] 特に、上記式(101)または(103)で表される化合物が燐光ホストとして好適に用いられる。

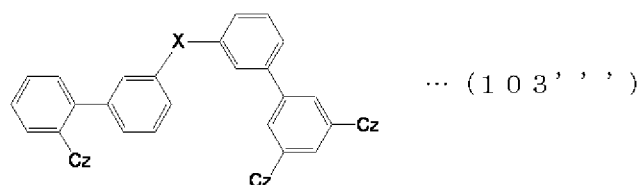
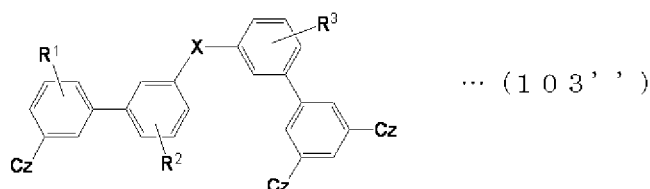
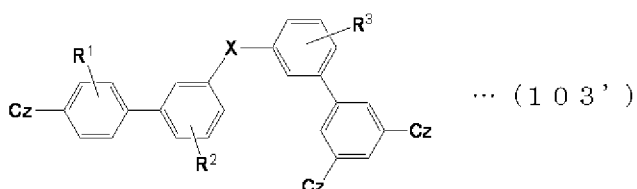
上記式(101)としては、下記構造のうちのいずれかである。

[0022] [化2]



[0023] 前記式(103)としては、下記構造のうちのいずれかである。

[0024] [化3]



[0025] これらのうち、特に、前記一般式(101')又は(103')で表される化合物からなるものが好ましい。

[0026] 式(101)～(104)中、 $\text{R}^1 \sim \text{R}^7$ は、は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、置換基を有しても良い炭素数1～40(好ましくは炭素数1～30)のアルキル基、置換基を有しても良い炭素数3～30(好ましくは炭素数3～20)の複素環基、置換基を有しても良い炭素数1～40(好ましくは炭素数1～30)のアルコキシ基、置換基を有しても良い炭素数6～40(好ましくは炭素数6～30)のアリール基、置換基を有しても良

い炭素数6~40(好ましくは炭素数6~30)のアリールオキシ基、置換基を有しても良い炭素数7~40(好ましくは炭素数7~30)のアラルキル基、置換基を有しても良い炭素数2~40(好ましくは炭素数2~30)のアルケニル基、置換基を有しても良い炭素数1~80(好ましくは炭素数1~60)のアルキルアミノ基、置換基を有しても良い炭素数6~80(好ましくは炭素数6~60)のアリールアミノ基、置換基を有しても良い炭素数7~80(好ましくは炭素数7~60)のアラルキルアミノ基、置換基を有しても良い炭素数3~10(好ましくは炭素数3~9)のアルキルシリル基、置換基を有しても良い炭素数6~30のアリールシリル基(好ましくは炭素数8~20)又はシアノ基である。 $R^1 \sim R^7$ は、それぞれ複数であっても良く、隣接するもの同士で飽和もしくは不飽和の環状構造を形成していても良い。

[0027] $R^1 \sim R^7$ のハロゲン原子としては、例えば、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素等が挙げられる。

$R^1 \sim R^7$ の置換基を有しても良い炭素数1~40のアルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、s-ブチル基、イソブチル基、t-ブチル基、n-ペンチル基、n-ヘキシル基、n-ヘプチル基、n-オクチル基、n-ノニル基、n-デシル基、n-ウンデシル基、n-ドデシル基、n-トリデシル基、n-テトラデシル基、n-ペンタデシル基、n-ヘキサデシル基、n-ヘプタデシル基、n-オクタデシル基、ネオペンチル基、1-メチルペンチル基、2-メチルペンチル基、1-ペンチルヘキシル基、1-ブチルペンチル基、1-ヘプチルオクチル基、3-メチルペンチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1, 2-ジヒドロキシエチル基、1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-ジヒドロキシ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、ブロモメチル基、1-ブロモエチル基、2-ブロモエチル基、2-ブロモイソブチル基、1, 2-ジブロモエチル基、1, 3-ジブロモイソプロピル基、2, 3-ジブロモ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリブロモプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、

1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、1, 2-ジニトロエチル基、2, 3-ジニトロ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、シクロオクチル基、3, 5-テトラメチルシクロヘキシル基等が挙げられる。

これらの中でも好ましくは、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、*s*-ブチル基、イソブチル基、*t*-ブチル基、*n*-ペンチル基、*n*-ヘキシル基、*n*-ヘプチル基、*n*-オクチル基、*n*-ノニル基、*n*-デシル基、*n*-ウンデシル基、*n*-ドデシル基、*n*-トリデシル基、*n*-テトラデシル基、*n*-ペンタデシル基、*n*-ヘキサデシル基、*n*-ヘプタデシル基、*n*-オクタデシル基、ネオペンチル基、1-メチルペンチル基、1-ペンチルヘキシル基、1-ブチルペンチル基、1-ヘプチルオクチル基、シクロヘキシル基、シクロオクチル基、3, 5-テトラメチルシクロヘキシル基等が挙げられる。

[0028] $R^1 \sim R^7$ の置換基を有しても良い炭素数3~30の複素環基としては、例えば、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、1-イミダゾリル基、2-イミダゾリル基、1-ピラゾリル基、1-インドリジニル基、2-インドリジニル基、3-インドリジニル基、5-インドリジニル基、6-インドリジニル基、7-インドリジニル基、8-インドリジニル基、2-イミダゾピリジニル基、3-イミダゾピリジニル基、5-イミダゾピリジニル基、6-イミダゾピリジニル基、7-イミダゾピリジニル基、8-イミダゾピリジニル基、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、2-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、 β -カルボリン-1-イル、 β -カルボリン-3-イル、 β -カルボリン-4-イル、 β -カルボリン-5-イル、 β -カルボリン-6-イル、 β -カルボリン-7-イル、 β -カルボリン-6-イル、 β -カルボリン-9-イル、1-フェナンスリジニル基、2-フェナンスリジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェナンスリジニル基、6-フェナンスリジニル基、7-フェナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-フェナンスリジニル基、10-フェナンスリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1, 7-フェナンスロリン-2-イル基、1, 7-フェナンスロリン-3-イル基、1, 7-フェナンスロリン-4-イル基、1, 7-フェナンスロリン-5-イル基、1, 7-フェナンスロリン-6-イル基、1, 7-フェナンスロリン-8-イル基、1, 7-フェナンスロリン-9-イル基、1, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1, 8-フェナンスロリン-2-イル基、1, 8-フェナンスロリン-3-イル基、1, 8-フェナンスロリン-4-イル基、1, 8-フェナンスロリン-5-イル基、1, 8-フェナンスロリン-6-イル基、1, 8-フェナンスロリン-7-イル基、1, 8-フェナンスロリン-9-イル基、1, 8-フェナンスロリン-10-イル基、1, 9-フェナンスロリン-2-イル基、1, 9-フェナンスロリン-3-イル基、1, 9-フェナンスロリン-4-イル基、1, 9-フェナンスロリン-5-イル基、1, 9-フェナンスロリン-6-イル基、1, 9-フェナンスロリン-7-イル基、1, 9-フェナンスロリン-8-イル基、1, 9-フェナンスロリン-10-イル基、1, 10-フェナンスロリン-2-イル基、1, 10-フェナンスロリン-3-イル基、1, 10-フェナンスロリン-4-イル基、1, 10-フェナンスロリン

ー5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-1-イル基、2, 9-フェナンスロリン-3-イル基、2, 9-フェナンスロリン-4-イル基、2, 9-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-6-イル基、2, 9-フェナンスロリン-7-イル基、2, 9-フェナンスロリン-8-イル基、2, 9-フェナンスロリン-10-イル基、2, 8-フェナンスロリン-1-イル基、2, 8-フェナンスロリン-3-イル基、2, 8-フェナンスロリン-4-イル基、2, 8-フェナンスロリン-5-イル基、2, 8-フェナンスロリン-6-イル基、2, 8-フェナンスロリン-7-イル基、2, 8-フェナンスロリン-9-イル基、2, 8-フェナンスロリン-10-イル基、2, 7-フェナンスロリン-1-イル基、2, 7-フェナンスロリン-3-イル基、2, 7-フェナンスロリン-4-イル基、2, 7-フェナンスロリン-5-イル基、2, 7-フェナンスロリン-6-イル基、2, 7-フェナンスロリン-8-イル基、2, 7-フェナンスロリン-9-イル基、2, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、10-フェノチアジニル基、1-フェノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、10-フェノキサジニル基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-メチルピロールー1-イル基、2-メチルピロールー3-イル基、2-メチルピロールー4-イル基、2-メチルピロールー5-イル基、3-メチルピロールー1-イル基、3-メチルピロールー2-イル基、3-メチルピロールー4-イル基、3-メチルピロールー5-イル基、2-t-ブチルピロールー4-イル基、3-(2-フェニルプロピル)ピロールー1-イル基、2-メチルー1-インドリル基、4-メチルー1-インドリル基、2-メチルー3-インドリル基、4-メチルー3-インドリル基、2-t-ブチルー1-インドリル基、4-t-ブチルー1-インドリル基、2-t-ブチルー3-インドリル基、4-t-ブチルー3-インドリル基等が挙げられる。

これらの中でも好ましくは、2-ピリジニル基、1-インドリジニル基、2-インドリジニル基、3-インドリジニル基、5-インドリジニル基、6-インドリジニル基、7-インドリジニル基、8-インドリジニル基、2-イミダゾピリジニル基、3-イミダゾピリジニル基、

5-イミダゾピリジニル基、6-イミダゾピリジニル基、7-イミダゾピリジニル基、8-イミダゾピリジニル基、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、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-カルバゾリル基等が挙げられる。

[0029] $R^1 \sim R^7$ の置換基を有しても良い炭素数1~40のアルコキシ基は-OYと表される基であり、Yの具体例としては、前記アルキル基で説明したものと同様のものが挙げられ、好ましい例も同様である。

$R^1 \sim R^7$ の置換基を有しても良い炭素数6~40のアリール基としては、例えば、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、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-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、p-ターフェニル-4-イル基、p-ターフェニル-3-イル基、p-ターフェニル-2-イル基、m-ターフェニル-4-イル基、m-ターフェニル-3-イル基、m-ターフェニル-2-イル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-t-ブチルフェニル基、p-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、4"-t-ブチル-p-ターフェニル-4-イル基、o-クメニル基、m-クメニル基、p-クメニル基、2, 3-キシリル基、3, 4-キシリル基、2, 5-キシリル基、メシチル基等が挙げられる。

これらの中でも好ましくは、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、9-フェナントリル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、p-トリル基、3, 4-キシリル基等が挙げられる。

[0030] $R^1 \sim R^7$ の置換基を有しても良い炭素数6~40のアリールオキシ基は-OArと表される基であり、Arの具体例としては、前記アリール基で説明したものと同様のものが

挙げられ、好ましい例も同様である。

$R^1 \sim R^7$ の置換基を有しても良い炭素数7~40のアラルキル基としては、例えば、ベンジル基、1-フェニルエチル基、2-フェニルエチル基、1-フェニルイソプロピル基、2-フェニルイソプロピル基、フェニル-*t*-ブチル基、 α -ナフチルメチル基、1- α -ナフチルエチル基、2- α -ナフチルエチル基、1- α -ナフチルイソプロピル基、2- α -ナフチルイソプロピル基、 β -ナフチルメチル基、1- β -ナフチルエチル基、2- β -ナフチルエチル基、1- β -ナフチルイソプロピル基、2- β -ナフチルイソプロピル基、1-ピロリルメチル基、2-(1-ピロリル)エチル基、*p*-メチルベンジル基、*m*-メチルベンジル基、*o*-メチルベンジル基、*p*-クロロベンジル基、*m*-クロロベンジル基、*o*-クロロベンジル基、*p*-ブロモベンジル基、*m*-ブロモベンジル基、*o*-ブロモベンジル基、*p*-ヨードベンジル基、*m*-ヨードベンジル基、*o*-ヨードベンジル基、*p*-ヒドロキシベンジル基、*m*-ヒドロキシベンジル基、*o*-ヒドロキシベンジル基、*p*-アミノベンジル基、*m*-アミノベンジル基、*o*-アミノベンジル基、*p*-ニトロベンジル基、*m*-ニトロベンジル基、*o*-ニトロベンジル基、*p*-シアノベンジル基、*m*-シアノベンジル基、*o*-シアノベンジル基、1-ヒドロキシ-2-フェニルイソプロピル基、1-クロロ-2-フェニルイソプロピル基等が挙げられる。

これらの中でも好ましくは、ベンジル基、*p*-シアノベンジル基、*m*-シアノベンジル基、*o*-シアノベンジル基、1-フェニルエチル基、2-フェニルエチル基、1-フェニルイソプロピル基、2-フェニルイソプロピル基等が挙げられる。

[0031] $R^1 \sim R^7$ の置換基を有しても良い炭素数2~40のアルケニル基としては、ビニル基、アリル基、1-ブテニル基、2-ブテニル基、3-ブテニル基、1, 3-ブタンジエニル基、1-メチルビニル基、スチリル基、2, 2-ジフェニルビニル基、1, 2-ジフェニルビニル基、1-メチルアリル基、1, 1-ジメチルアリル基、2-メチルアリル基、1-フェニルアリル基、2-フェニルアリル基、3-フェニルアリル基、3, 3-ジフェニルアリル基、1, 2-ジメチルアリル基、1-フェニル-1-ブテニル基、3-フェニル-1-ブテニル基等が挙げられ、好ましくは、スチリル基、2, 2-ジフェニルビニル基、1, 2-ジフェニルビニル基等が挙げられる。

$R^1 \sim R^7$ の置換基を有しても良い炭素数1~80のアルキルアミノ基、置換基を有し

ても良い炭素数6～80のアリールアミノ基、置換基を有しても良い炭素数7～80のアラルキルアミノ基としては $-NQ^1Q^2$ と表され、 Q^1 、 Q^2 の具体例としては、それぞれ独立に、前記アルキル基、前記アリール基、前記アラルキル基で説明したものと同様のものが挙げられ、好ましい例も同様である。

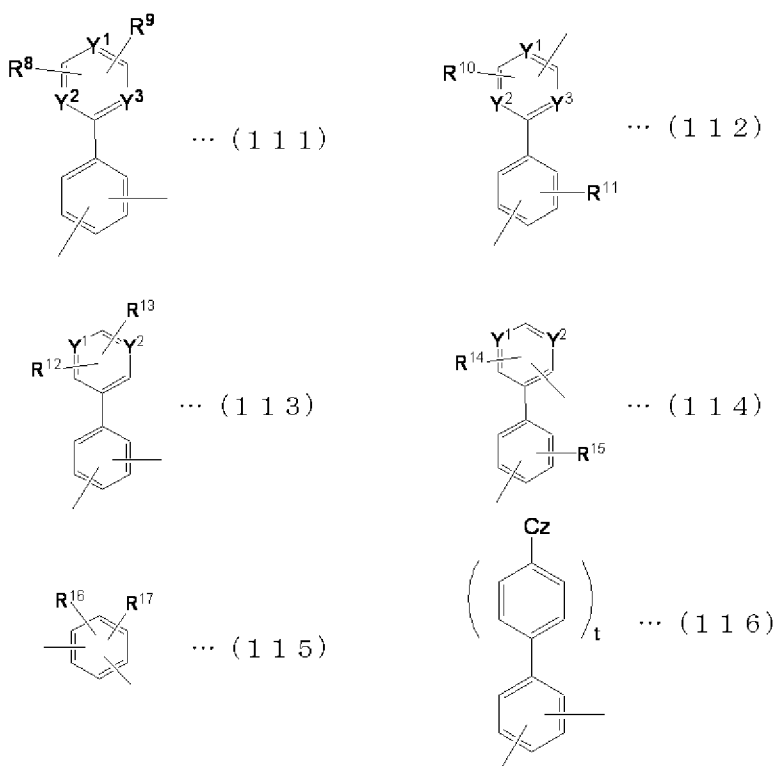
$R^1 \sim R^7$ の置換基を有しても良い炭素数3～10のアルキルシリル基としては、トリメチルシリル基、トリエチルシリル基、*t*-ブチルジメチルシリル基、ビニルジメチルシリル基、プロピルジメチルシリル基等が挙げられる。

$R^1 \sim R^7$ の置換基を有しても良い炭素数6～30のアリールシリル基としては、トリフェニルシリル基、フェニルジメチルシリル基、*t*-ブチルジフェニルシリル基等が挙げられる。

また、 $R^1 \sim R^7$ が複数あった場合に形成される環状構造としては、ベンゼン環等の不飽和6員環の他、飽和もしくは不飽和の5員環又は7員環構造等が挙げられる。

[0032] 式(101)～(104)中、Xは、下記一般式(111)～(116)のいずれかで表される基である。

[0033] [化4]



[0034] 式(111)～(116)中、 $R^8 \sim R^{17}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、置

換基を有しても良い炭素数1～40(好ましくは炭素数1～30)のアルキル基、置換基を有しても良い炭素数3～30(好ましくは炭素数3～20)の複素環基、置換基を有しても良い炭素数1～40(好ましくは炭素数1～30)のアルコキシ基、置換基を有しても良い炭素数6～40(好ましくは炭素数6～30)のアリール基、置換基を有しても良い炭素数6～40(好ましくは炭素数6～30)のアリールオキシ基、置換基を有しても良い炭素数7～40(好ましくは炭素数7～30)のアラルキル基、置換基を有しても良い炭素数2～40(好ましくは炭素数2～30)のアルケニル基、置換基を有しても良い炭素数1～80(好ましくは炭素数1～60)のアルキルアミノ基、置換基を有しても良い炭素数6～80(好ましくは炭素数6～60)のアリールアミノ基、置換基を有しても良い炭素数7～80(好ましくは炭素数7～60)のアラルキルアミノ基、置換基を有しても良い炭素数3～10(好ましくは炭素数3～9)のアルキルシリル基、置換基を有しても良い炭素数6～30のアリールシリル基(好ましくは炭素数8～20)又はシアノ基である。 $R^8 \sim R^{17}$ は、それぞれ複数であっても良く、隣接するもの同士で飽和もしくは不飽和の環状構造を形成していても良い。

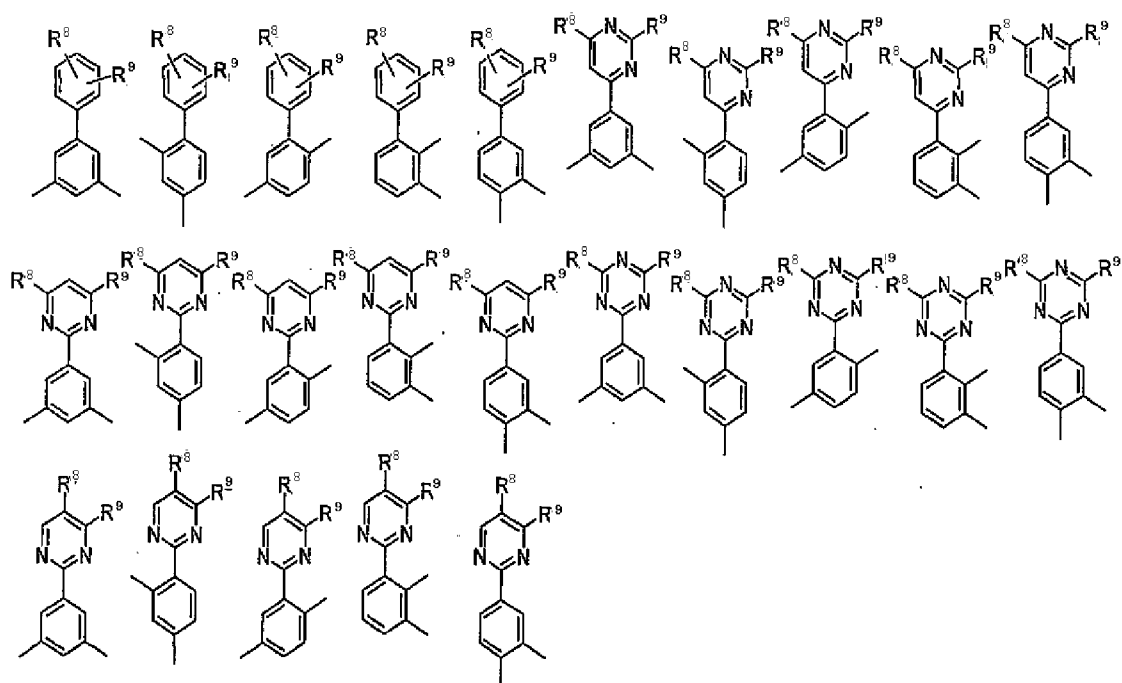
$R^8 \sim R^{17}$ の示す各基の具体例としては、前記 $R^1 \sim R^7$ で説明したものと同様のものが挙げられ、好ましい例も同様である。

[0035] 式(111)～(114)中、 $Y^1 \sim Y^3$ は、それぞれ独立に、 $-CR$ (R は、水素原子、前記一般式(101)～(104)において X に結合している基又は前記 $R^8, R^9, R^{10}, R^{12}, R^{13}, R^{14}$ のいずれかである。)又は窒素原子であり、窒素原子である場合は、その数は同一環に少なくとも2つである。 Cz は下記と同じである。

一般式(116)において、 t は0～1の整数である。

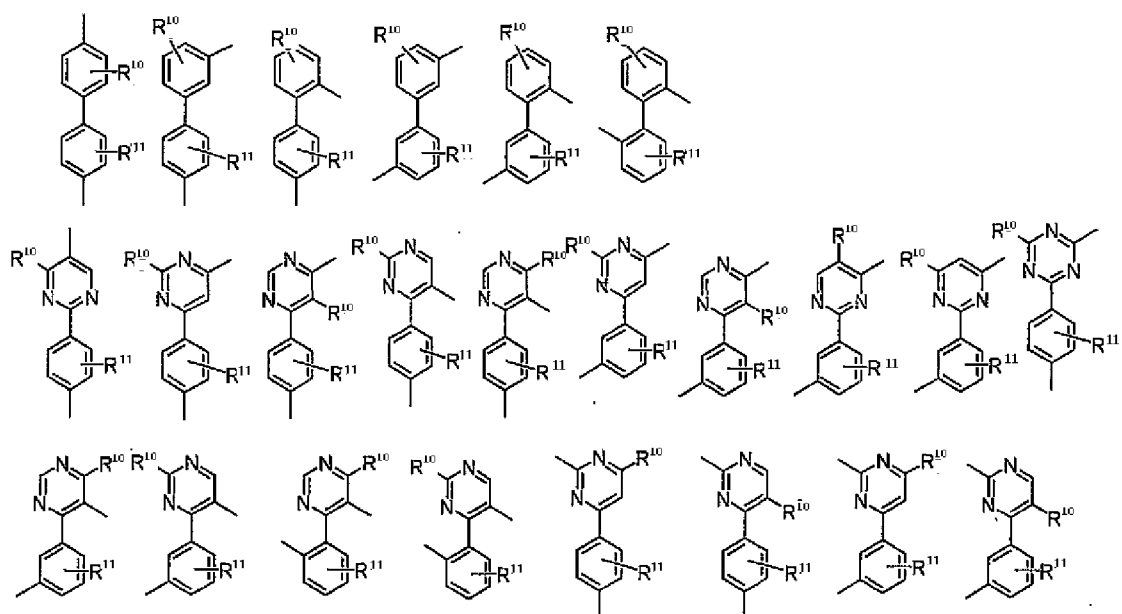
[0036] 一般式(111)で表される基としては、下記構造のうちのいずれかであると好ましい。

[0037] [化5]



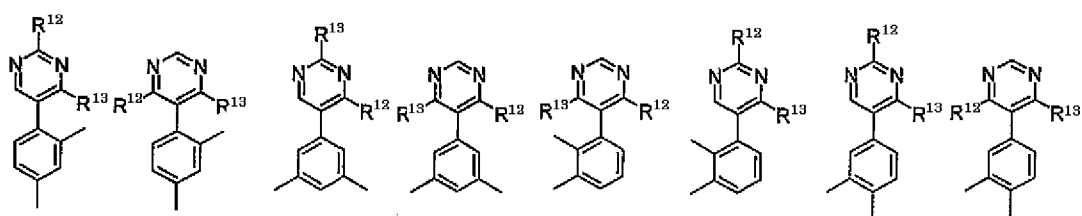
[0038] 一般式(112)で表される基としては、下記構造のうちのいずれかであると好ましい。

[0039] [化6]



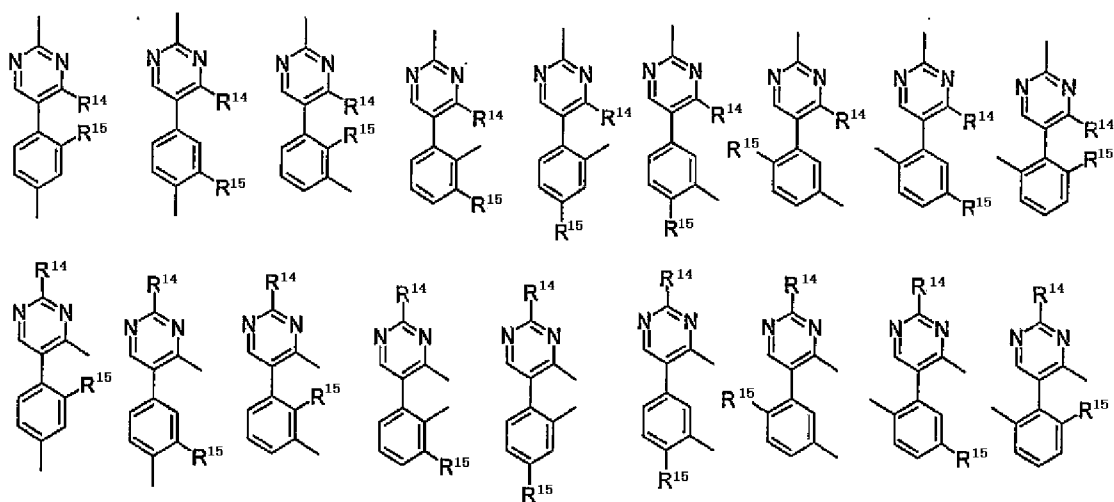
[0040] 一般式(113)で表される基としては、下記構造のうちのいずれかであると好ましい。

[0041] [化7]



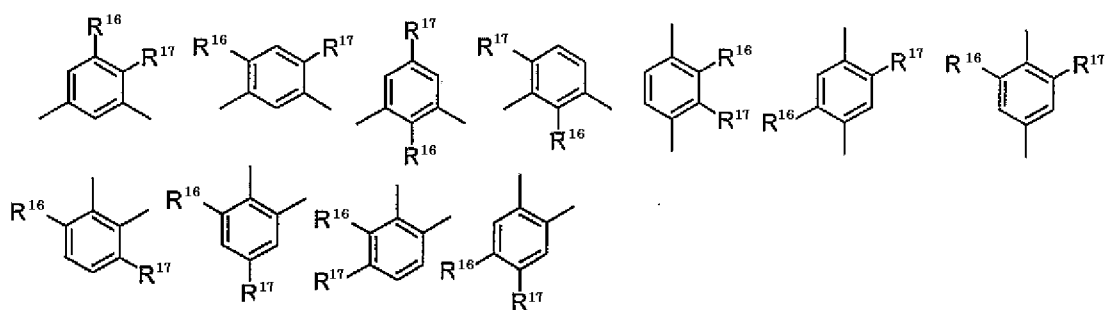
[0042] 一般式(114)で表される基としては、下記構造のうちのいずれかであると好ましい。

[0043] [化8]



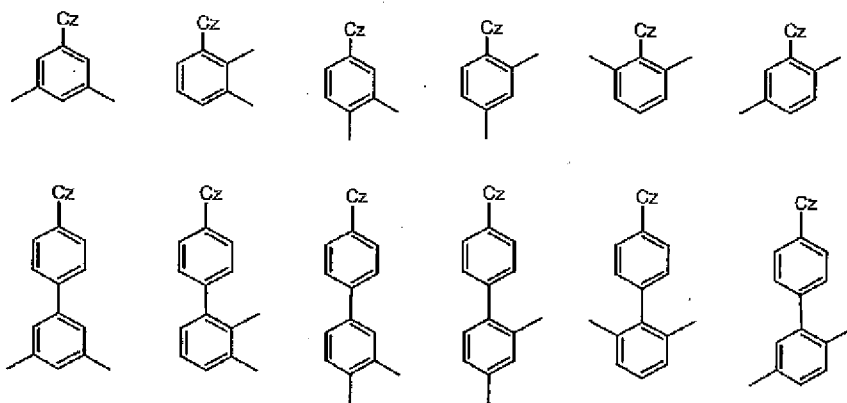
[0044] 一般式(115)で表される基としては、下記構造のうちのいずれかであると好ましい。

[0045] [化9]



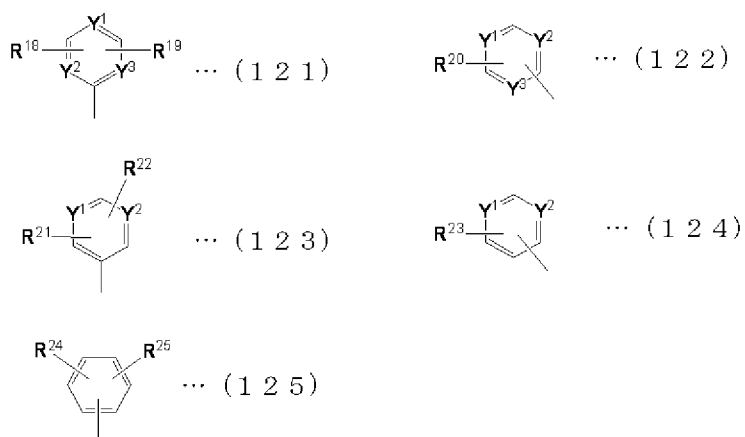
[0046] 一般式(116)で表される基としては、下記構造のうちのいずれかであると好ましい。

[0047] [化10]



[0048] 式(105)中、Wは、下記一般式(121)～(125)のいずれかで表される基である。

[0049] [化11]

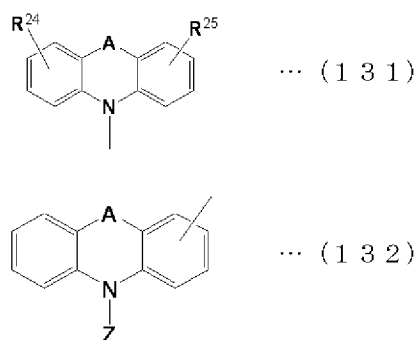


[0050] 式(121)～(125)中、 $\text{R}^{18} \sim \text{R}^{25}$ は、 $\text{R}^8 \sim \text{R}^{17}$ と同様の基である。 $\text{Y}^1 \sim \text{Y}^3$ は、式(111)～(114)の $\text{Y}^1 \sim \text{Y}^3$ と同様である。

$\text{R}^{18} \sim \text{R}^{25}$ の示す各基の具体例としては、前記 $\text{R}^1 \sim \text{R}^7$ で説明したものと同様のものが挙げられ、好ましい例も同様である。

[0051] 式(101)～(105)中、Czは下記一般式(131)又は(132)で表される基である。

[0052] [化12]



[0053] 式(131)および(132)中、Aは、単結合、 $-(CR^{26}R^{27})_n-$ (n は1～3の整数)、 $-SiR^{28}R^{29}-$ 、 $-NR^{30}-$ 、 $-O-$ 又は $-S-$ を表し、 R^{26} と R^{27} 、 R^{28} と R^{29} は互いに結合して飽和もしくは不飽和の環状構造を形成してもよい。 $R^{24} \sim R^{30}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、置換基を有しても良い炭素数1～40のアルキル基、置換基を有しても良い炭素数3～30の複素環基、置換基を有しても良い炭素数1～40のアルコキシ基、置換基を有しても良い炭素数6～40のアリール基、置換基を有しても良い炭素数6～40のアリールオキシ基、置換基を有しても良い炭素数7～40のアラルキル基、置換基を有しても良い炭素数2～40のアルケニル基、置換基を有しても良い炭素数1～80のアルキルアミノ基、置換基を有しても良い炭素数6～80のアリールアミノ基、置換基を有しても良い炭素数7～80のアラルキルアミノ基、置換基を有しても良い炭素数3～10のアルキルシリル基、置換基を有しても良い炭素数6～30のアリールシリル基又はシアノ基である。 $R^{24} \sim R^{25}$ は、それぞれ複数であっても良く、隣接するもの同士で飽和もしくは不飽和の環状構造を形成していても良い。

[0054] 式(132)中、Zは、置換しても良い炭素数1～20のアルキル基、置換しても良い炭素数6～18のアリール基、又は置換基を有しても良い炭素数7～40のアラルキル基を表す。

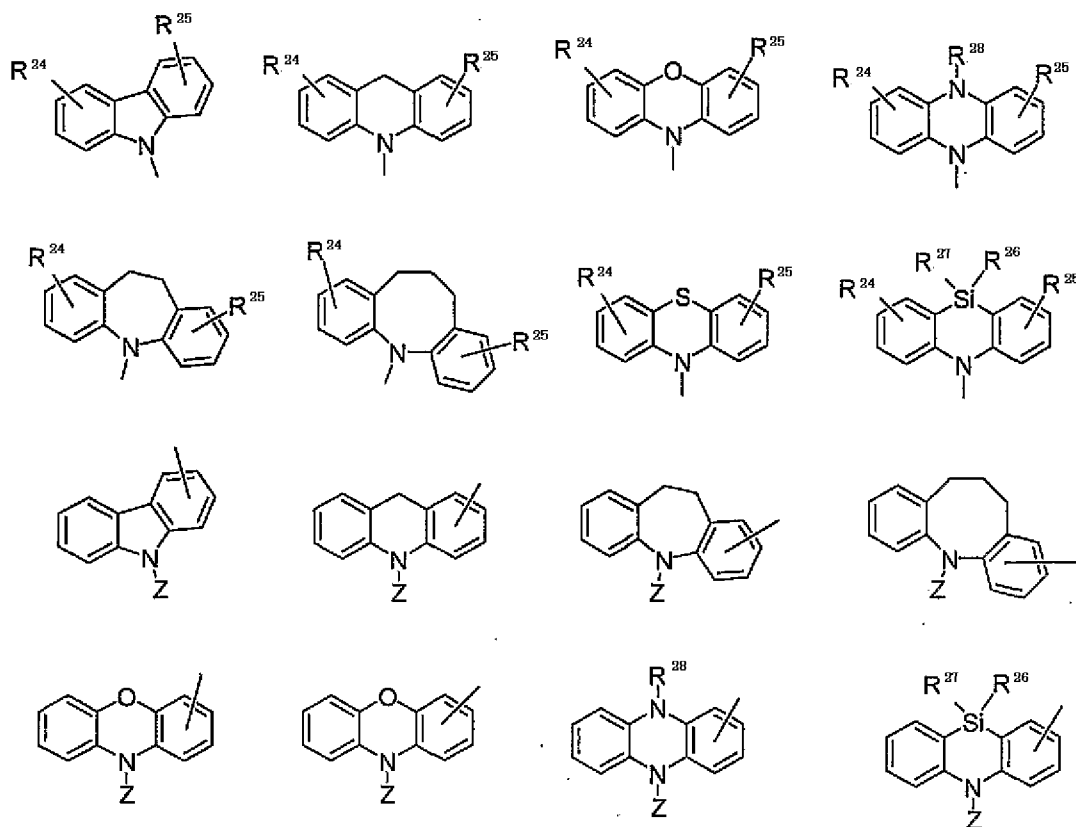
Zの炭素数1～20のアルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、 n -ブチル基、 s -ブチル基、イソブチル基、 t -ブチル基、 n -ペンチル基、 n -ヘキシル基、 n -ヘプチル基、 n -オクチル基、 n -ノニル基、 n -デシル基、 n -ウンデシル基、 n -ドデシル基、 n -トリデシル基、 n -テトラデシル基、 n -ペンタデシル基、 n -ヘキサデシル基、 n -ヘプタデシル基、 n -オクタデシル基、ネオペンチル基、1-メチルペンチル基、2-メチルペンチル基、1-ペンチルヘキシル基、1-ブチルペンチル基、1-ヘプチルオクチル基、3-メチルペンチル基等が挙げられ、好ましくは、メチル基、エチル基、プロピル基、 n -ヘキシル基、 n -ヘプチル基等が挙げられる。

Zのアリール基としては、例えば、フェニル基、ナフチル基、トリル基、ビフェニル基、ターフェニル基等が挙げられ、好ましくは、フェニル基、ビフェニル基、トリル基等が挙げられる。

Zのアラルキル基としては、例えば、 α -ナフチルメチル基、1- α -ナフチルエチル基、2- α -ナフチルエチル基、1- α -ナフチルイソプロピル基、2- α -ナフチルイソプロピル基、 β -ナフチルメチル基、1- β -ナフチルエチル基、2- β -ナフチルエチル基、1- β -ナフチルイソプロピル基、2- β -ナフチルイソプロピル基、ベンジル基、p-シアノベンジル基、m-シアノベンジル基、o-シアノベンジル基、1-フェニルエチル基、2-フェニルエチル基、1-フェニルイソプロピル基、2-フェニルイソプロピル基等が挙げられ、好ましくは、ベンジル基、p-シアノベンジル基等が挙げられる。

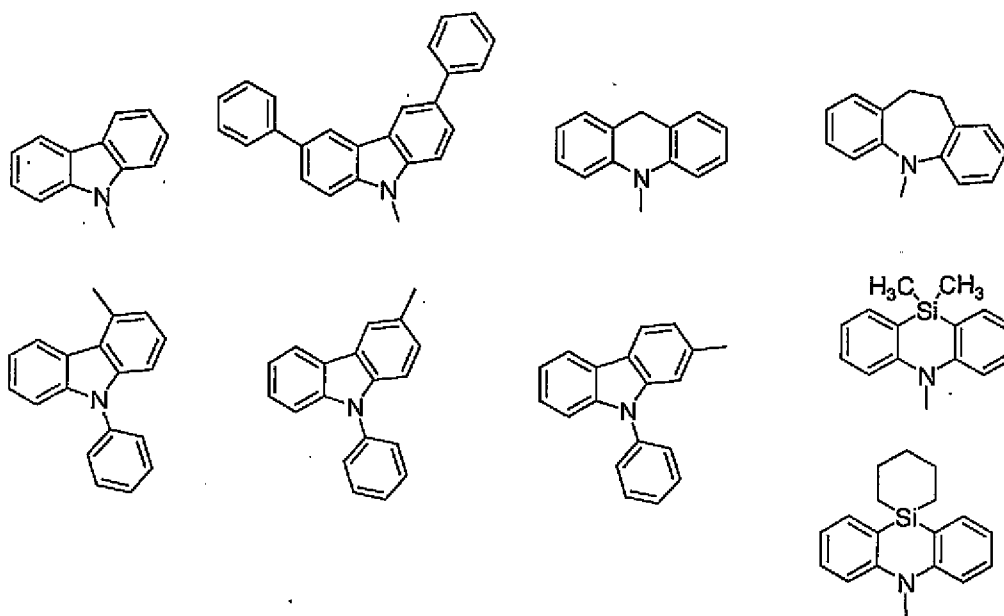
[0055] 前記Czとしては、下記構造

[0056] [化13]



[0057] のうちのいずれかであると好ましく、下記構造のうちのいずれかであるとさらに好ましい。

[0058] [化14]

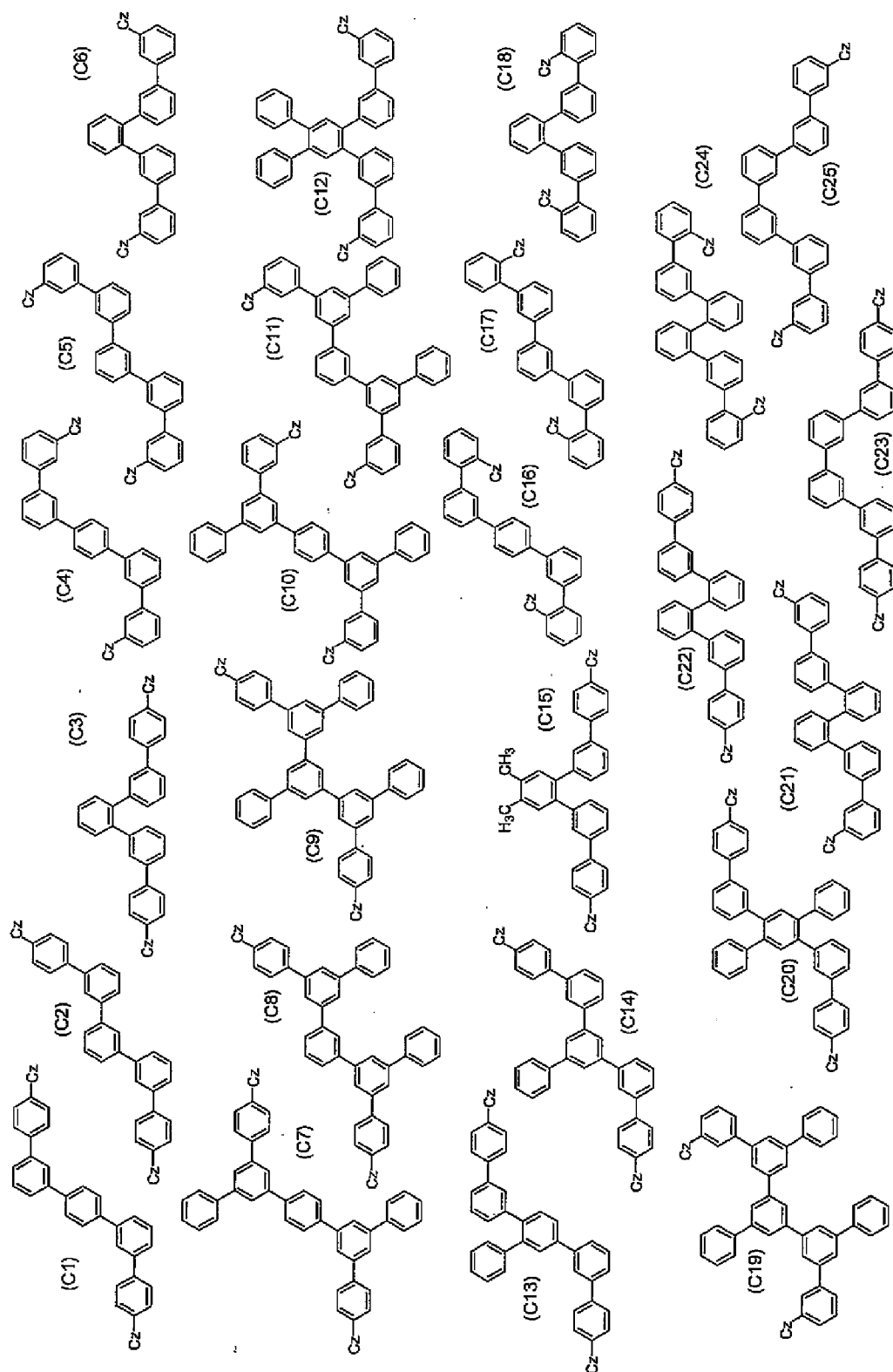


[0059] また、Czが、置換基を有していても良いカルバゾリル基、又は置換基を有していても良いアリールカルバゾリル基であると特に好ましい。

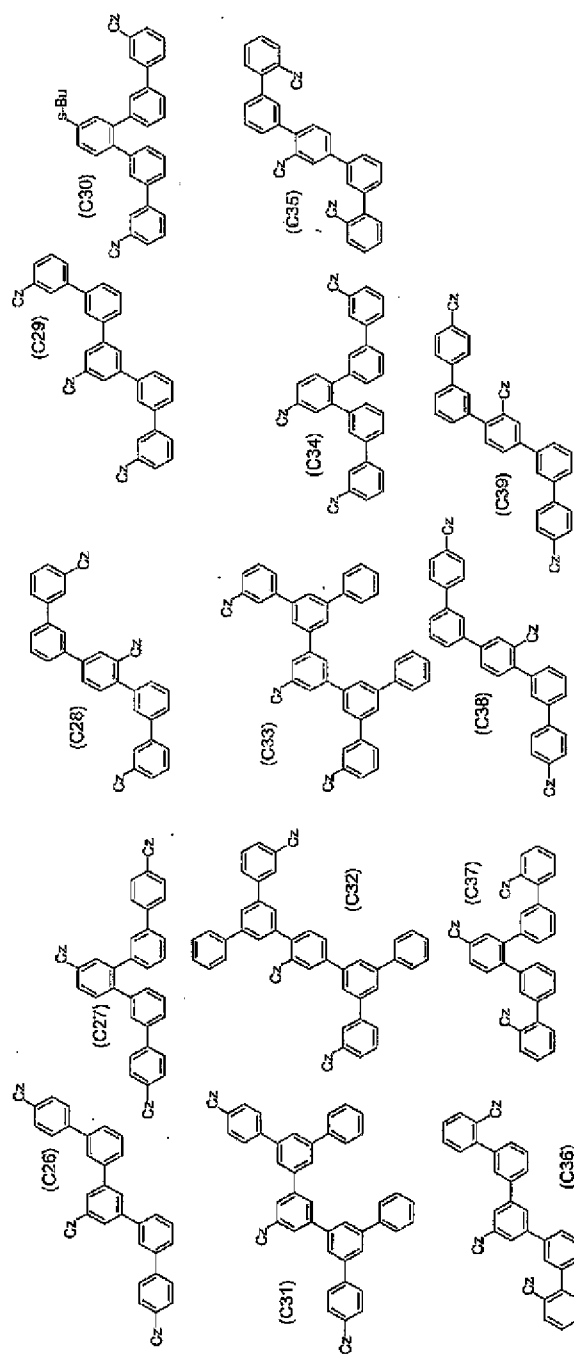
[0060] 前記一般式(101)～(105)において例示した各基の置換基としては、例えば、ハロゲン原子、ヒドロキシ基、アミノ基、ニトロ基、シアノ基、アルキル基、アルケニル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、芳香族炭化水素基、芳香族複素環基、アラルキル基、アリールオキシ基、アルコシキカルボニル基等が挙げられる。

本発明の一般式(101)～(105)のいずれかで表される化合物からなる有機EL素子用材料の具体例を以下に示すが、これら例示化合物に限定されるものではない。

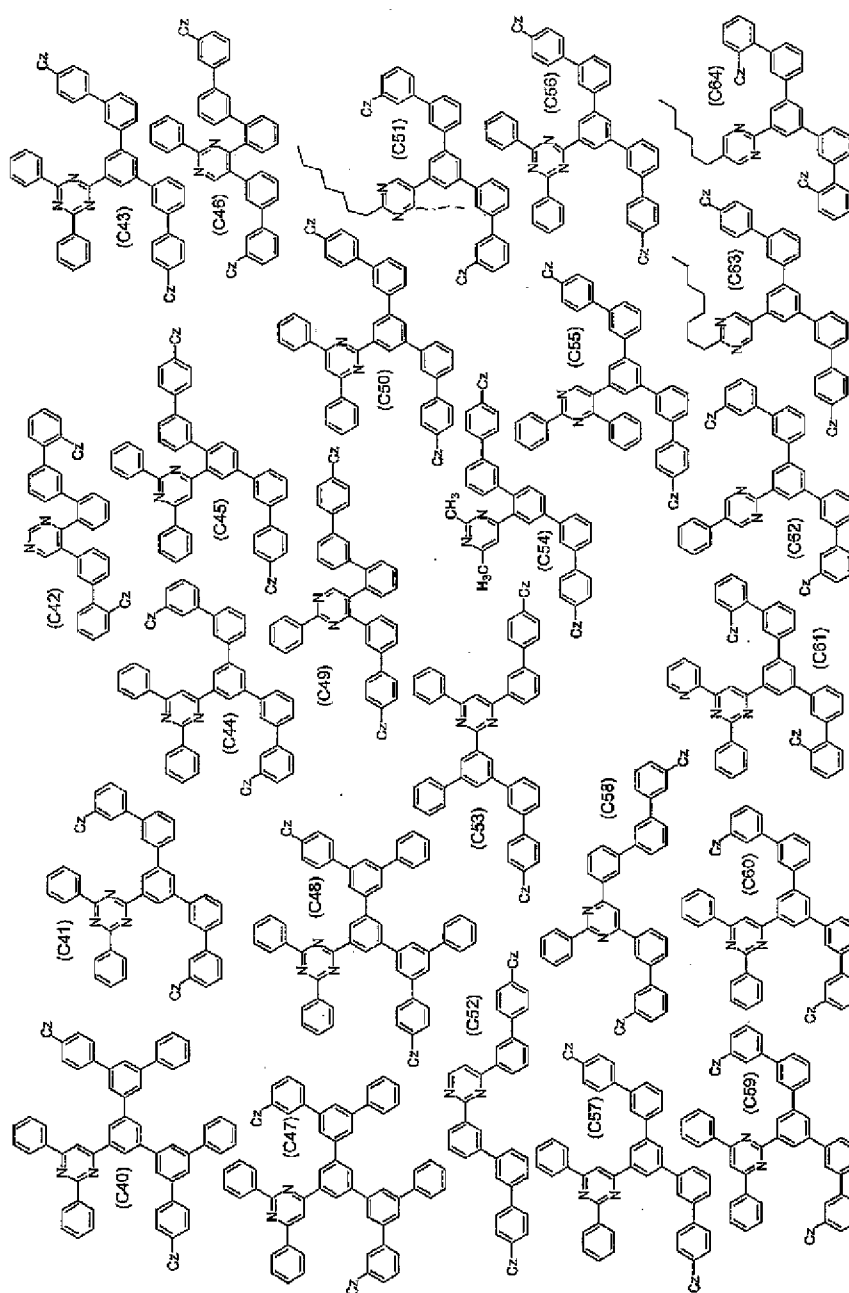
[0061] [化15]



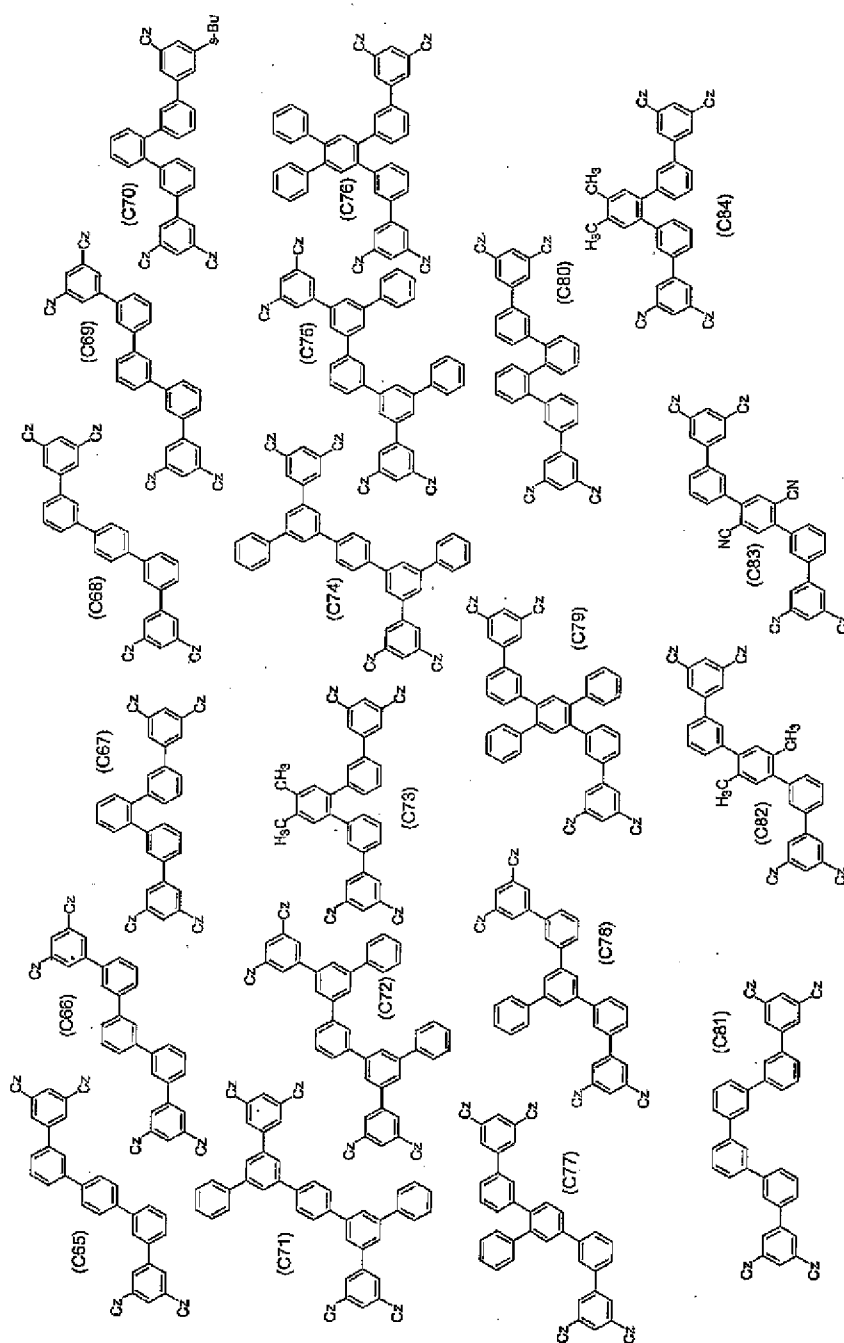
[0062] [化16]



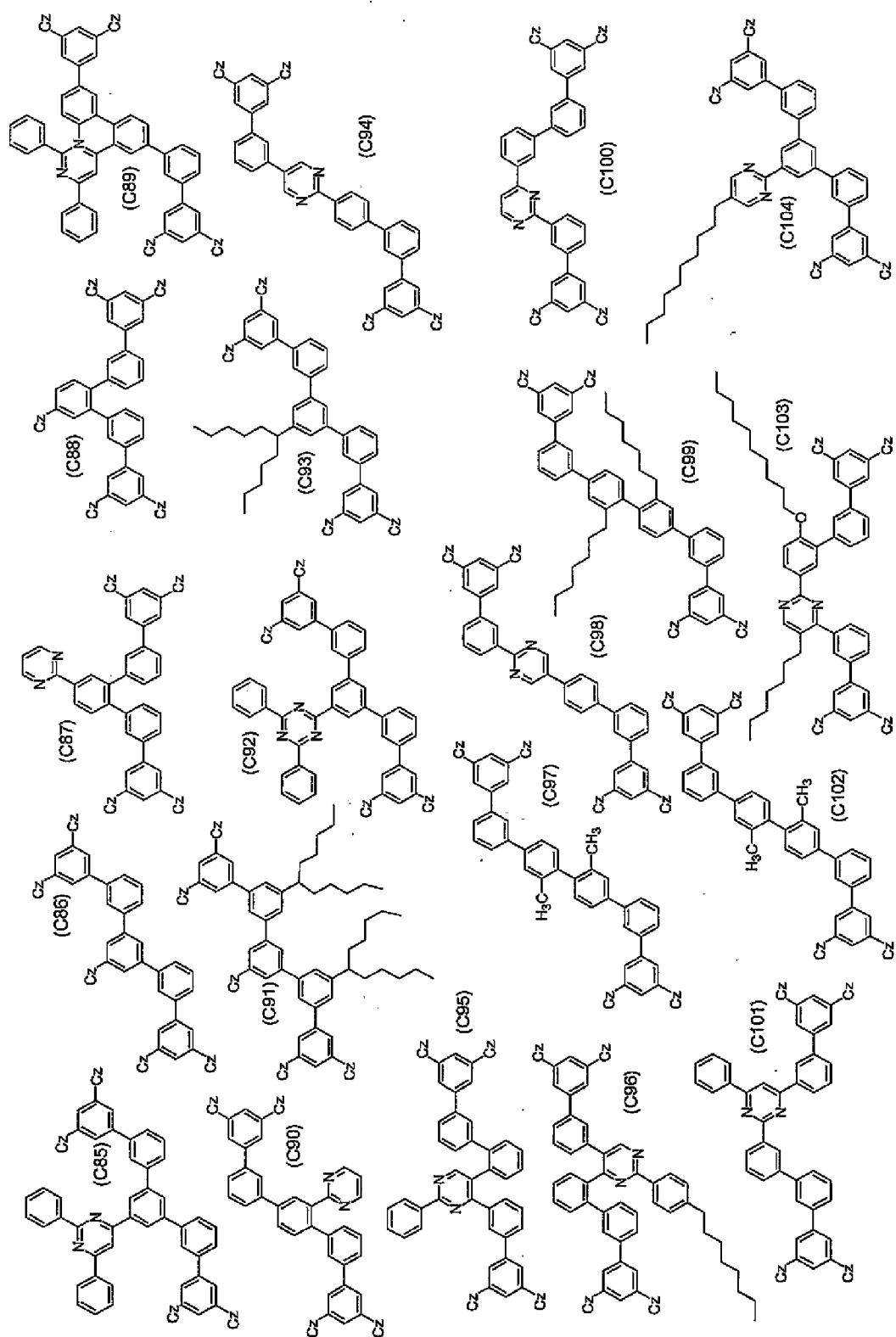
[0063] [化17]

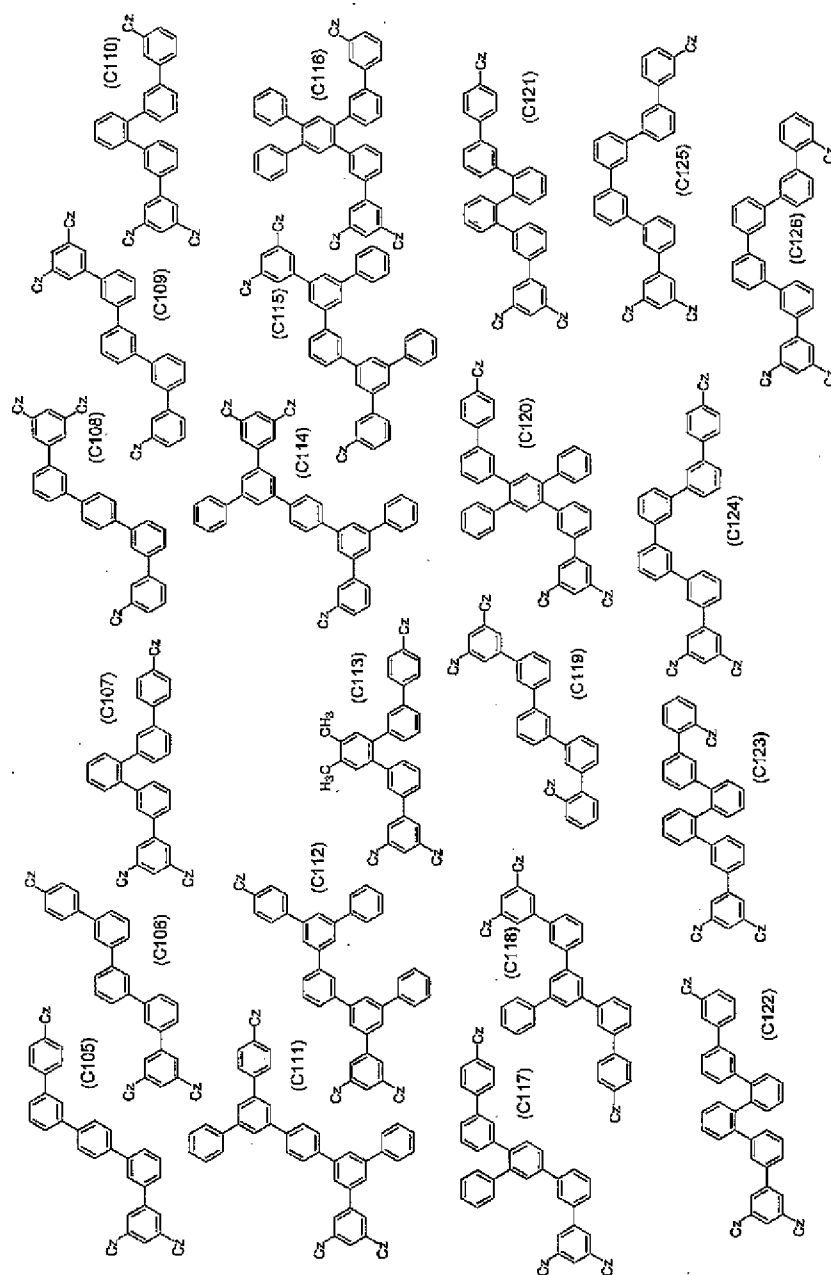


[0064] [化18]

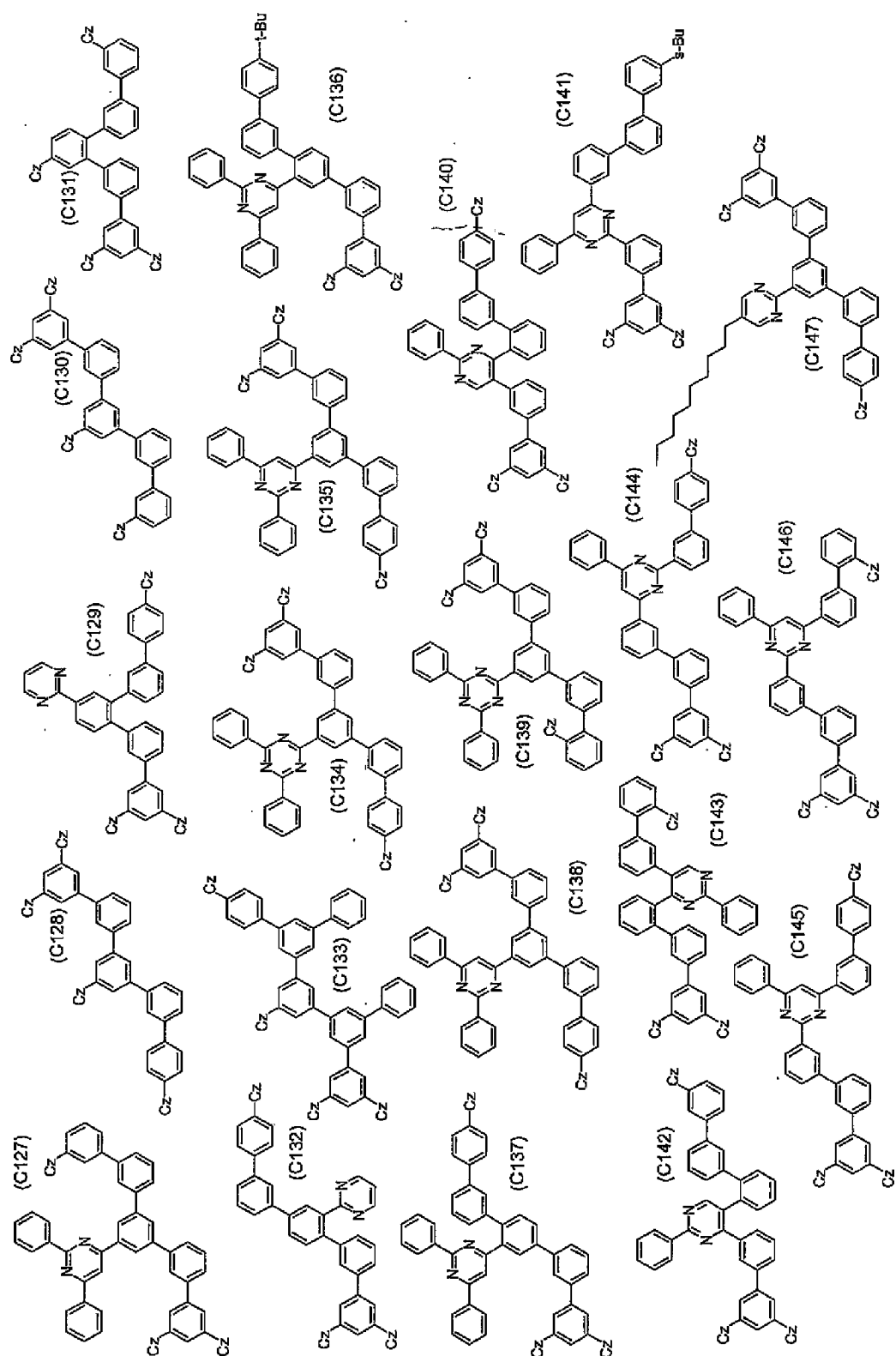


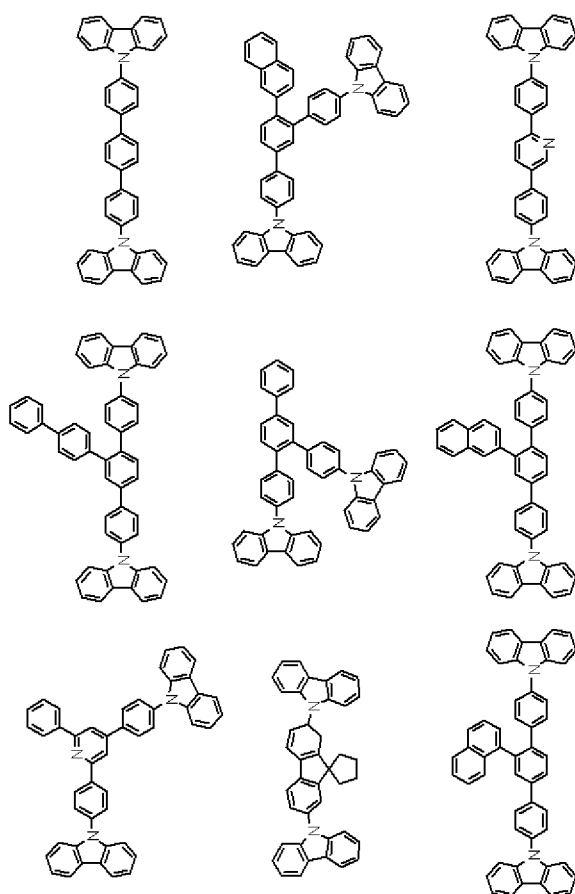
[0065] [化19]



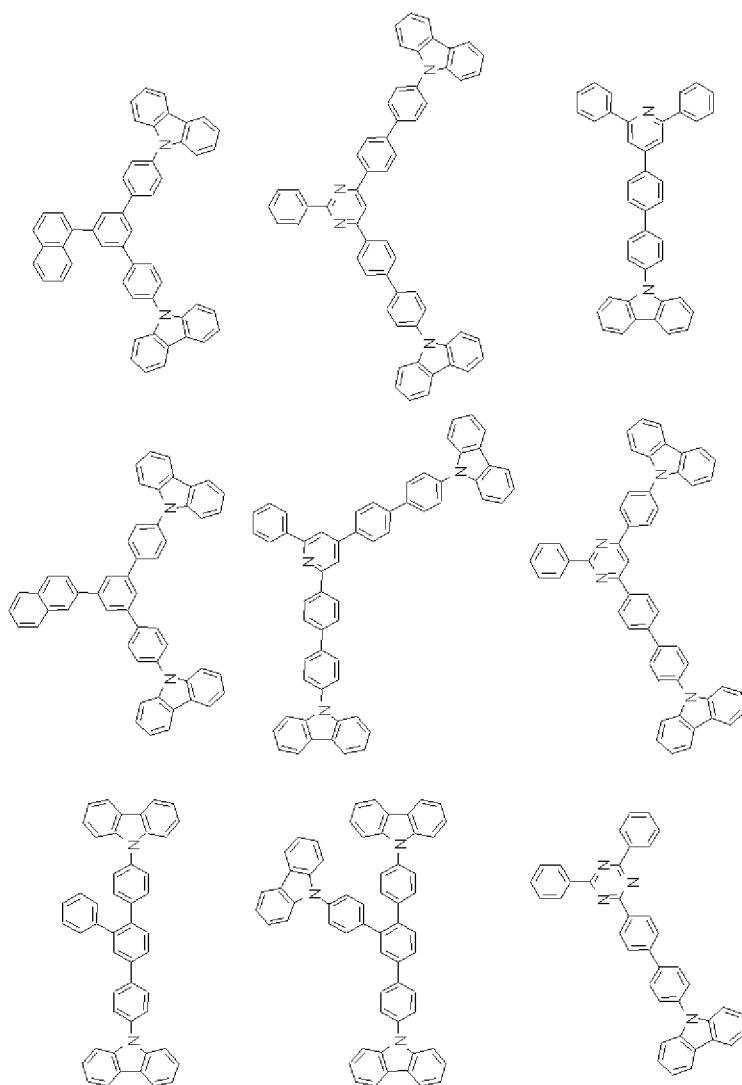


[0067] [化21]

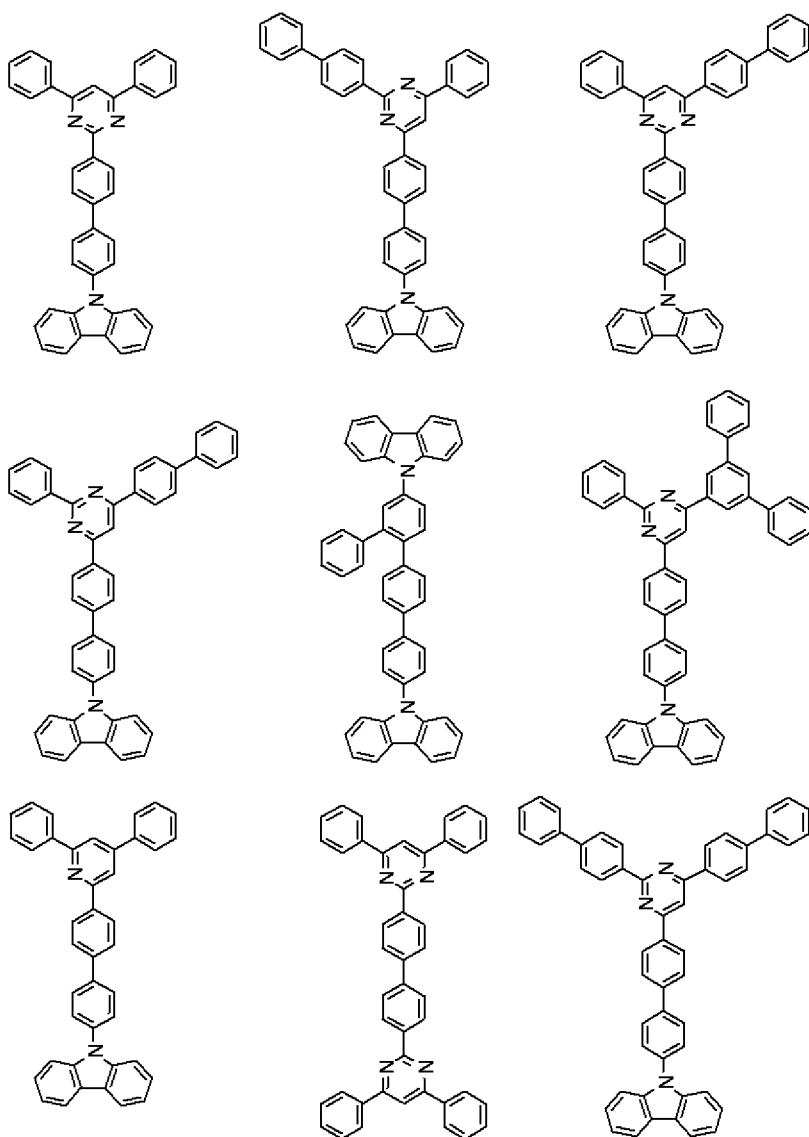




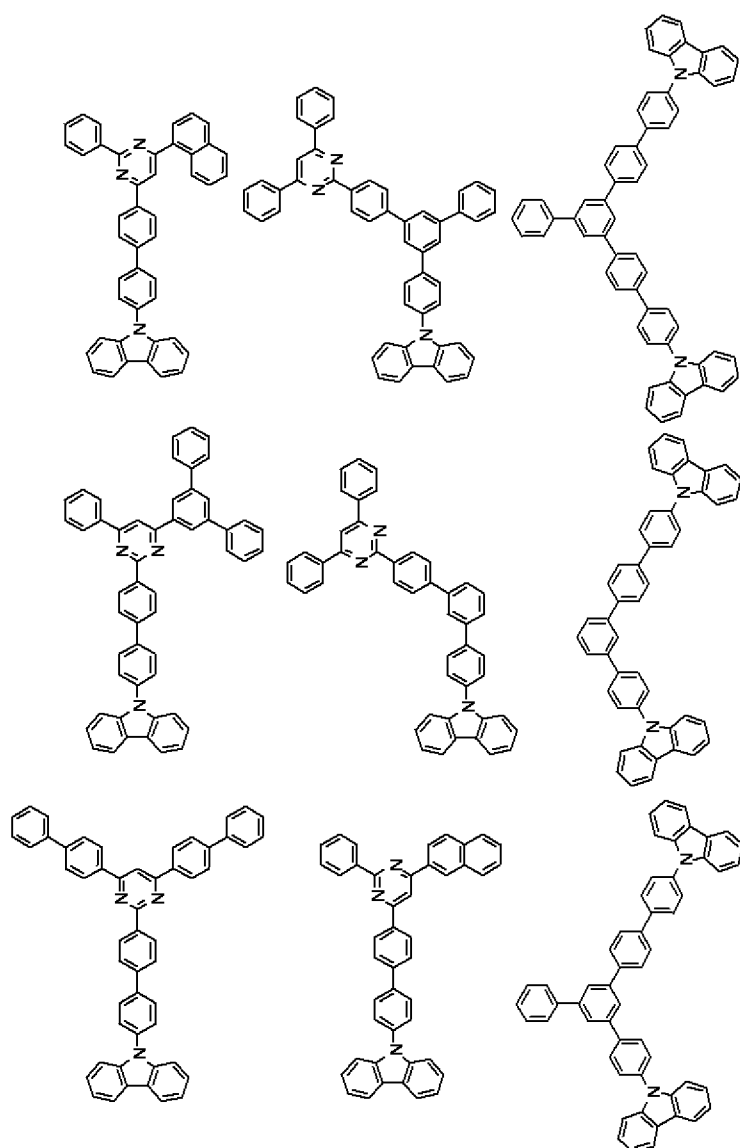
[0069] [化23]



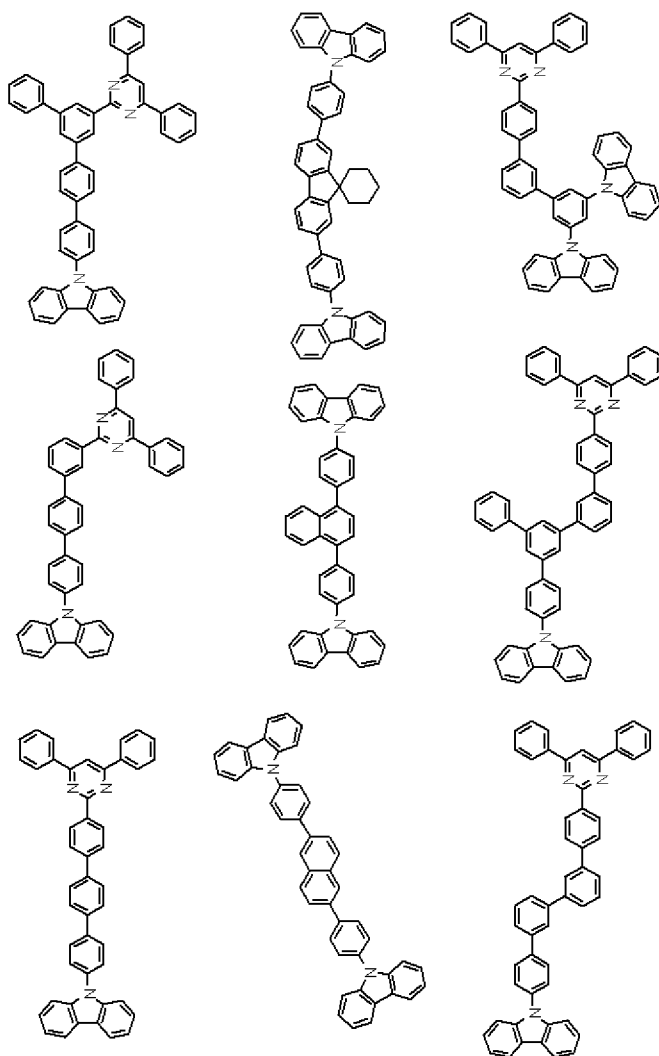
[0070] [化24]



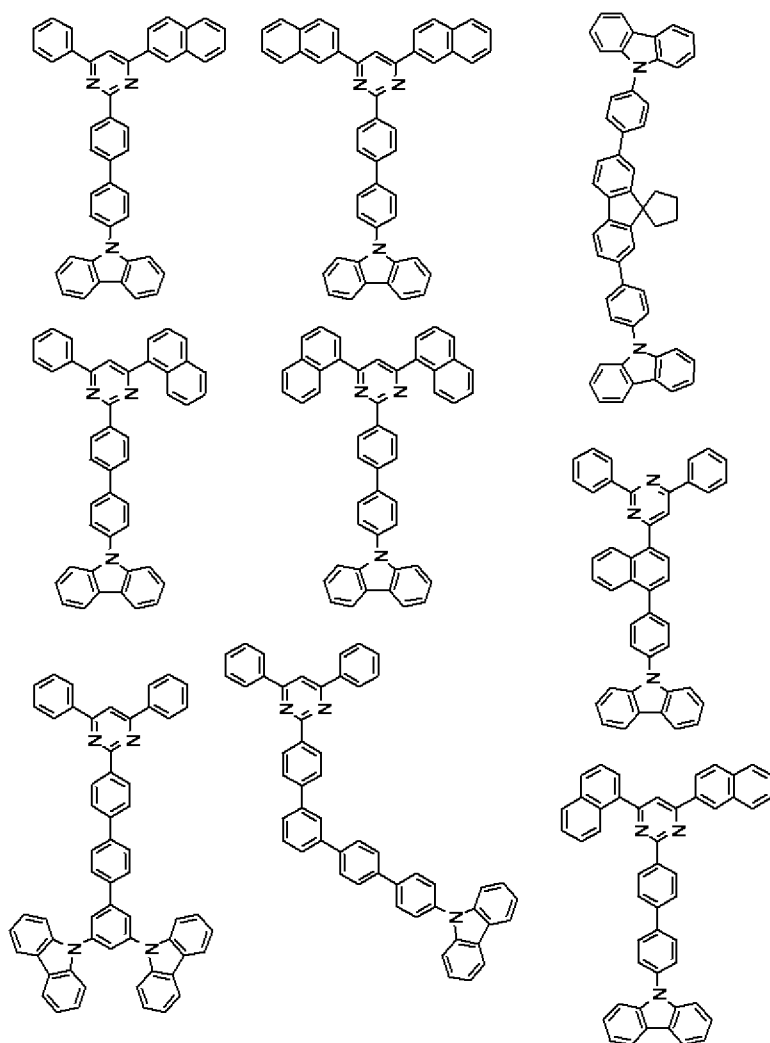
[0071] [化25]



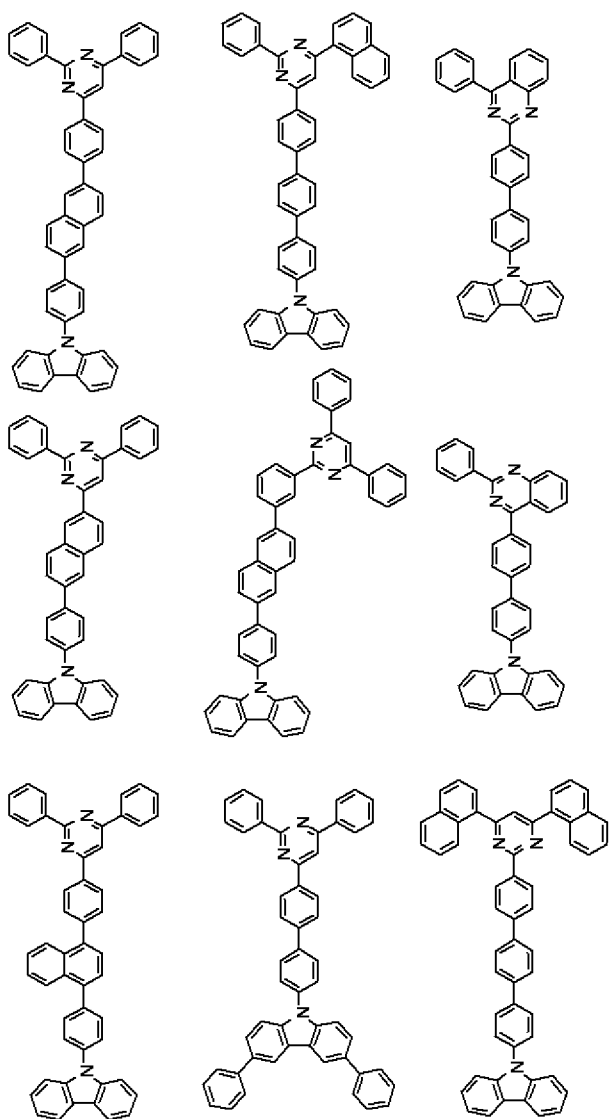
[0072] [化26]



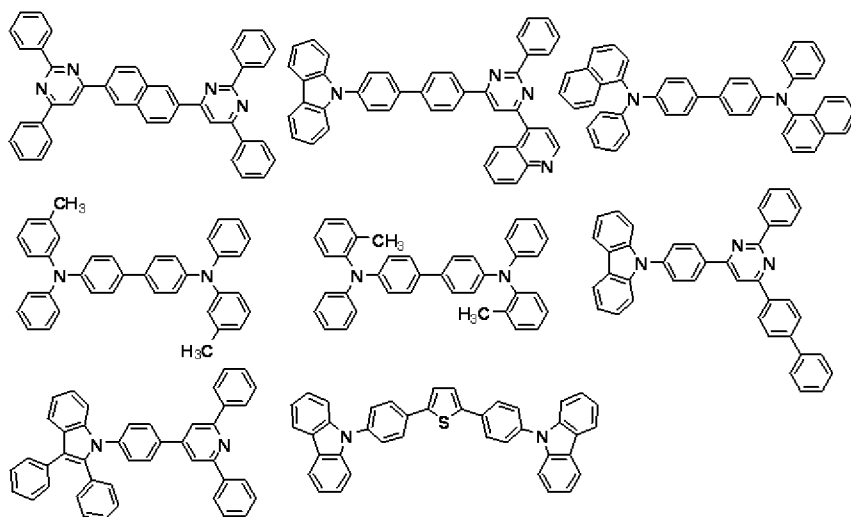
[0073] [化27]



[0074] [化28]



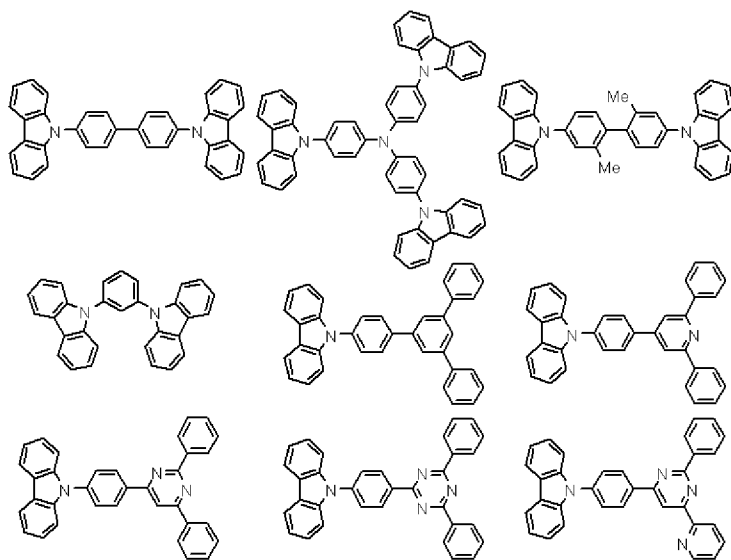
[0075] [化29]



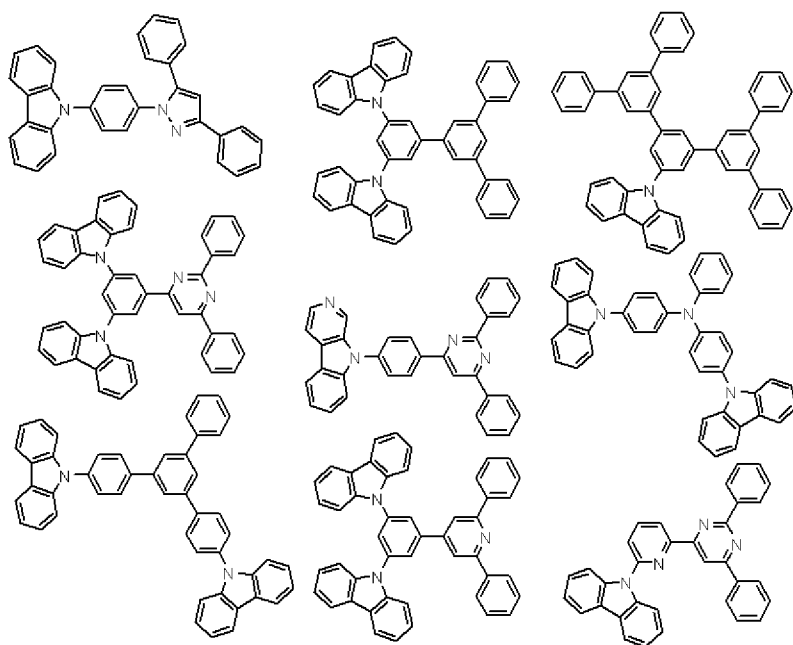
[0076] 燐光ホストとして、あるいは蛍光ホストとして利用可能なホスト材料としては、例えば

、さらに下記のもものが挙げられる。

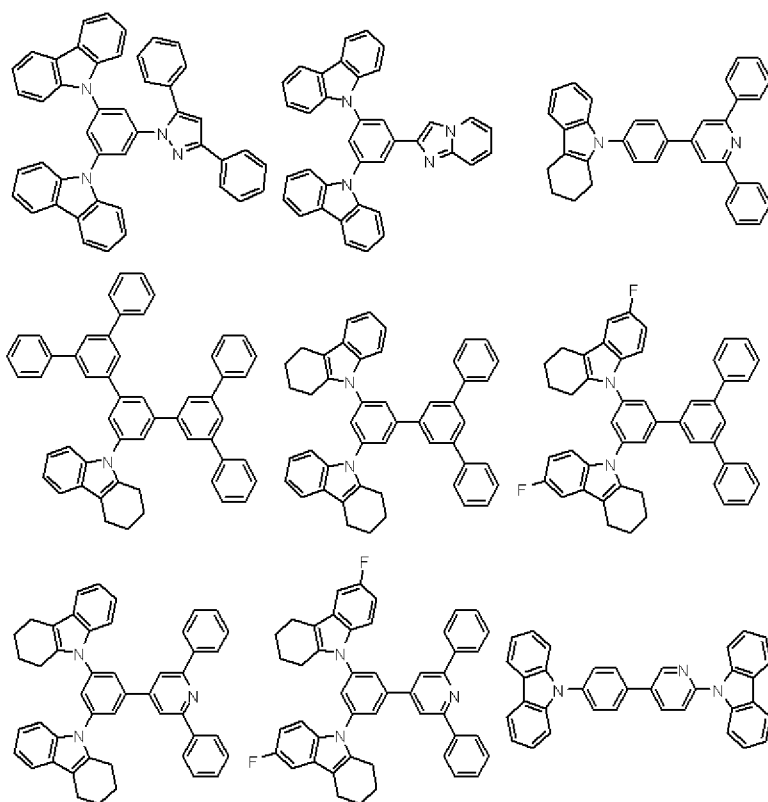
[0077] [化30]



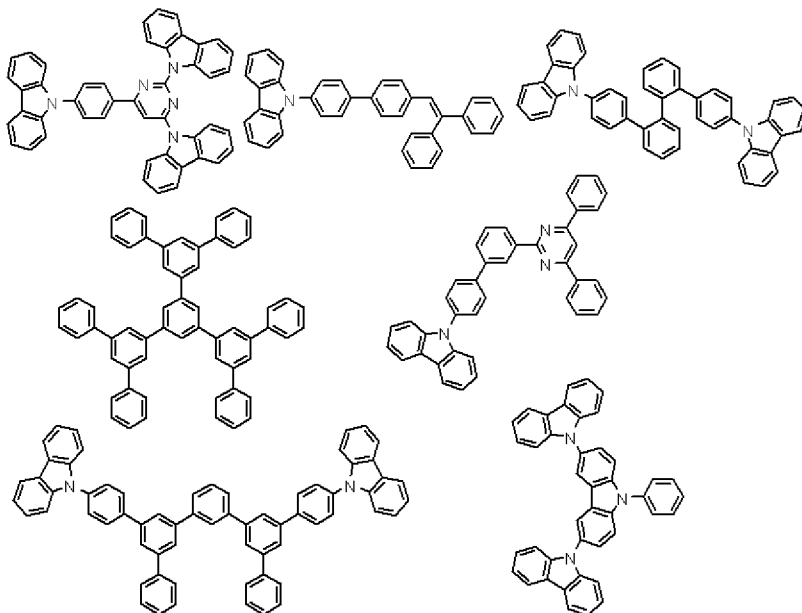
[0078] [化31]



[0079] [化32]

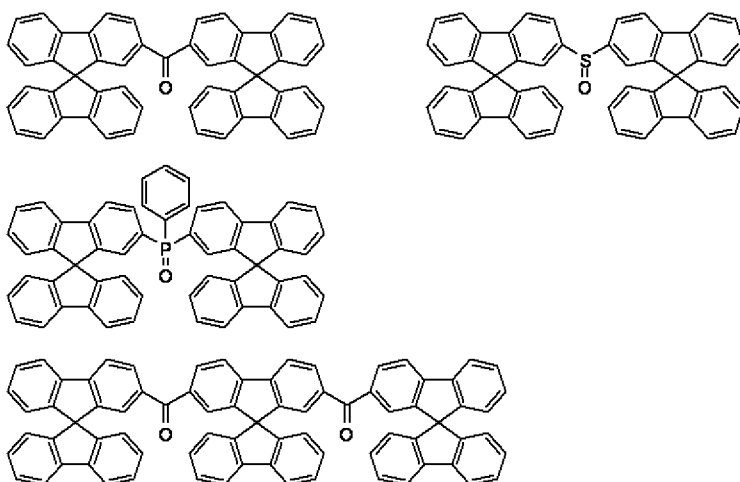


[0080] [化33]



[0081] また、以下のようなフルオレン化合物が挙げられる。

[0082] [化34]



[0083] 本発明では、前記蛍光ホストあるいは燐光ホストは、置換または無置換の多環式縮合芳香族骨格部を有するホスト材料を含有し、前記ホスト材料は、最低励起三重項エネルギーギャップが2.1eV以上3.0eV以下であることが好ましい。

[0084] このような構成において、ホスト材料を多環式縮合芳香族とすることにより、分子の安定性を高くし素子寿命を長くすることができる。

従来、蛍光発光のみを用いる場合には生成される励起エネルギーの25%しか光として利用することができなかった。

また、燐光材料を用いることで励起エネルギーを100%利用することも可能であるが、燐光材料としては短波長の発光色を得る実用的な材料がないという問題があった。

そして、燐光ドーパントのホスト材料として三重項エネルギーギャップが大きい材料としてはCBPが代表的に知られているが、寿命が短くなる場合があった。

この点、本発明では、蛍光発光層のホストで生成される励起エネルギーを一重項励起子も三重項励起子も利用するので単に蛍光ドーパントのみを用いる場合に比べて効率を向上させることができる。

さらに、蛍光発光層のホスト材料を分子の安定性が高い多環式縮合芳香族とすることにより素子の寿命を長くすることができる。

[0085] なお、置換または無置換の多環式縮合芳香族骨格部を有する化合物の最低励起三重項エネルギーギャップは、好適には2.1eV以上3.0eV以下であればよいが、2.1eV以上2.7eV以下であることが好ましく、2.1eV以上2.5eV以下であることが

更に好ましい。

[0086] このように本発明によれば、素子寿命が長く、高効率で混色発光を得る有機EL素子を実現することができる。

[0087] 本発明では、前記多環式縮合芳香族骨格部は、2価以上の基として化学構造式中に含まれることも好ましい。

[0088] 多環式縮合芳香族骨格部の置換基としては、例えば、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、置換若しくは無置換のアミノ基、ニトロ基、シアノ基、置換若しくは無置換のアルキル基、置換若しくは無置換のアルケニル基、置換若しくは無置換のシクロアルキル基、置換若しくは無置換のアルコキシ基、置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の芳香族複素環基、置換若しくは無置換のアラルキル基、置換若しくは無置換のアリールオキシ基、置換若しくは無置換のアルコキシカルボニル基、又は、カルボキシル基が挙げられる。多環式縮合芳香族骨格部が複数の置換基を有する場合、それらの内の2つで環を形成していてもよい。

[0089] ハロゲン原子としては、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素が挙げられる。

[0090] 置換又は無置換のアミノ基は $-NX_1X_2$ と表され、 X_1 、 X_2 の例としてはそれぞれ独立に、水素原子、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、s-ブチル基、イソブチル基、t-ブチル基、n-ペンチル基、n-ヘキシル基、n-ヘプチル基、n-オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1, 2-ジヒドロキシエチル基、1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-ジヒドロキシ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、ブロモメチル基、1-ブロモエチル基、2-ブロモエチル基、2-ブロモイソブチル基、1, 2-ジブロモエチル基、1, 3-ジブロモイソプロピル基、2, 3-ジブロモ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリブロモプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード-t-ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエ

チル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1, 2-ジニトロエチル基、1, 3-ジニトロイソプロピル基、2, 3-ジニトロ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、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-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、4-スチリルフェニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、*p*-ターフェニル-4-イル基、*p*-ターフェニル-3-イル基、*p*-ターフェニル-2-イル基、*m*-ターフェニル-4-イル基、*m*-ターフェニル-3-イル基、*m*-ターフェニル-2-イル基、*o*-トリル基、*m*-トリル基、*p*-トリル基、*p*-*t*-ブチルフェニル基、*p*-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、4''-*t*-ブチル-*p*-ターフェニル-4-イル基、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、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、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、2-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、1-フェナンスリジニル基、2-フェナンスリジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェナンスリジニル基、6-フェナンスリジニル基、7-フェナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-フェナンスリジニル基、10-フェナンスリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1, 7-フェナンスロリン-2-イル基、1, 7-フェナンスロリン-3-イル基、1, 7-フェナンスロリン-4-イル基、1, 7-フェナンスロリン-5-イル基、1, 7-フェナンスロリン-6-イル基、1, 7-フェナンスロリン-8-イル基、1, 7-フェナンスロリン-9-イル基、1, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1, 8-フェナンスロリン-2-イル基、1, 8-フェナンスロリン-3-イル基、1, 8-フェナンスロリン-4-イル基、1, 8-フェナンスロリン-5-イル基、1, 8-フェナンスロリン-6-イル基、1, 8-フェナンスロリン-7-イル基、1, 8-フェナンスロリン-9-イル基、1, 8-フェナンスロリン-10-イル基、1, 9-フェナンスロリン-2-イル基、1, 9-フェナンスロリン-3-イル基、1, 9-フェナンスロリン-4-イル基、1, 9-フェナンスロリン-5-イル基、1, 9-フェナンスロリン-6-イル基、1, 9-フェナンスロリン-7-イル基、1, 9-フェナンスロリン-8-イル基、1, 9-フェナンスロリン-10-イル基、1, 10-フェナンスロリン-2-イル基、1, 10-フェナンスロリン-3-イル基、1, 10-フェナンスロリン-4-イル基、1, 10-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-1-イル基、2, 9-フェナンスロリン-3-イル基、2, 9-フェナンスロリン-4-イル基、2, 9-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-6-イル基、2, 9-フェナンスロリン-7-イル基、2, 9-フェナンスロリン-8-イル基、2, 9-フェナンスロリン-10-イル基、2, 8-フェナンスロリン-1-イル基、2, 8-フェナンスロリン-3-イル基、2, 8-フェナンスロリン-4-イル基、2, 8-フェナンスロリン-5-イル基、2, 8-フェナンスロリン-6-イル基、2, 8-フェナンスロリン-7-イル基、2, 8-フェナンスロリン-9-イル基、2, 8-フェナンスロリン-10-イル基、2, 7-フェナンスロリン-1-イル基、2, 7-フェナンスロリン-3-イル基、2, 7-フェナンスロリン-4-イル基、2, 7-フェナンスロリン-5-イル基、2, 7-フェナンスロリン-6-イ

ル基、2, 7-フェナンスロリン-8-イル基、2, 7-フェナンスロリン-9-イル基、2, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、1-フェノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-メチルピロール-1-イル基、2-メチルピロール-3-イル基、2-メチルピロール-4-イル基、2-メチルピロール-5-イル基、3-メチルピロール-1-イル基、3-メチルピロール-2-イル基、3-メチルピロール-4-イル基、3-メチルピロール-5-イル基、2-t-ブチルピロール-4-イル基、3-(2-フェニルプロピル)ピロール-1-イル基、2-メチル-1-インドリル基、4-メチル-1-インドリル基、2-メチル-3-インドリル基、4-メチル-3-インドリル基、2-t-ブチル-1-インドリル基、4-t-ブチル-1-インドリル基、2-t-ブチル-3-インドリル基、4-t-ブチル-3-インドリル基等が挙げられる。

[0091] 置換又は無置換のアルキル基の例としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、s-ブチル基、イソブチル基、t-ブチル基、n-ペンチル基、n-ヘキシル基、n-ヘプチル基、n-オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1, 2-ジヒドロキシエチル基、1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-ジヒドロキシ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、ブロモメチル基、1-ブロモエチル基、2-ブロモエチル基、2-ブロモイソブチル基、1, 2-ジブロモエチル基、1, 3-ジブロモイソプロピル基、2, 3-ジブロモ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリブロモプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード-t-ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、

1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1, 2-ジニトロエチル基、1, 3-ジニトロイソプロピル基、2, 3-ジニトロ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基等が挙げられる。

[0092] 置換又は無置換のアルケニル基の例としては、ビニル基、アリル基、1-ブテニル基、2-ブテニル基、3-ブテニル基、1, 3-ブタンジエニル基、1-メチルビニル基、スチリル基、4-ジフェニルアミノスチリル基、4-*ジ*-*p*-トリルアミノスチリル基、4-*ジ*-*m*-トリルアミノスチリル基、2, 2-ジフェニルビニル基、1, 2-ジフェニルビニル基、1-メチルアリル基、1, 1-ジメチルアリル基、2-メチルアリル基、1-フェニルアリル基、2-フェニルアリル基、3-フェニルアリル基、3, 3-ジフェニルアリル基、1, 2-ジメチルアリル基、1-フェニル-1-ブテニル基、3-フェニル-1-ブテニル基等が挙げられる。

[0093] 置換又は無置換のシクロアルキル基の例としては、シクロプロピル基、シクロブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、4-メチルシクロヘキシル基等が挙げられる。

[0094] 置換又は無置換のアルコキシ基は、-OYで表される基であり、Yの例としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、*s*-ブチル基、イソブチル基、*t*-ブチル基、*n*-ペンチル基、*n*-ヘキシル基、*n*-ヘプチル基、*n*-オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1, 2-ジヒドロキシエチル基、1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-ジヒドロキシ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、ブロモメチル基、1-ブロモエチル基、2-ブロモエチル基、2-ブロモイソブチル基、1, 2-ジブロモエチル基、1, 3-ジブロモイソプロピル基

、2,3-ジブローモ-*t*-ブチル基、1,2,3-トリブromoプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1,2-ジヨードエチル基、1,3-ジヨードイソプロピル基、2,3-ジヨード-*t*-ブチル基、1,2,3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1,2-ジアミノエチル基、1,3-ジアミノイソプロピル基、2,3-ジアミノ-*t*-ブチル基、1,2,3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1,2-ジシアノエチル基、1,3-ジシアノイソプロピル基、2,3-ジシアノ-*t*-ブチル基、1,2,3-トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1,2-ジニトロエチル基、1,3-ジニトロイソプロピル基、2,3-ジニトロ-*t*-ブチル基、1,2,3-トリニトロプロピル基等が挙げられる。

[0095] 置換又は無置換の芳香族炭化水素基の例としては、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、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-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、*p*-ターフェニル-4-イル基、*p*-ターフェニル-3-イル基、*p*-ターフェニル-2-イル基、*m*-ターフェニル-4-イル基、*m*-ターフェニル-3-イル基、*m*-ターフェニル-2-イル基、*o*-トリル基、*m*-トリル基、*p*-トリル基、*p*-*t*-ブチルフェニル基、*p*-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、4''-*t*-ブチル-*p*-ターフェニル-4-イル基等が挙げられる。

[0096] 置換又は無置換の芳香族複素環基の例としては、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、2-キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキサリニル基、5-キノキサリニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、9-カルバゾリル基、1-フェナンスリジニル基、2-フェナンスリジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェナンスリジニル基、6-フェナンスリジニル基、7-フェナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-フェナンスリジニル基、10-フェナンスリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1, 7-フェナンスロリン-2-イル基、1, 7-フェナンスロリン-3-イル基、1, 7-フェナンスロリン-4-イル基、1, 7-フェナンスロリン-5-イル基、1, 7-フェナンスロリン-6-イル基、1, 7-フェナンスロリン-8-イル基、1, 7-フェナンスロリン-9-イル基、1, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1, 8-フェナンスロリン-2-イル基、1, 8-フェナンスロリン-3-イル基、1, 8-フェナンスロリン-4-イル基、1, 8-フェナンスロリン-5-イル基、1, 8-フェナンスロリン-6-イル基、1, 8-フェナンスロリン-7-イル基、1, 8-フェナンスロリン-9-イル基、1, 8-フェナンスロリン-10-イル基、1, 9-フェナンスロリン-2-イル基、1, 9-フェナンスロリン-3-イル基、1, 9-フェナンスロリン-4-イル基、1, 9-フェナンスロリン-5-イル基、1, 9-フェナンスロリン-6-イル基、1, 9-フェナンスロリン-7-イル基、1, 9-フェナンスロリン-8-イル基、1, 9-フェナンスロリン-10-イル基、1, 10-フェナンスロリン-2-イル基、1, 10-フェナンスロリン-3-イル基、1, 10-フェナンスロリン-4-イル基、1, 10-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-1-イル基、2, 9-フェナンスロリン-3-イル基、2, 9-フェナンスロリン-4-イル基、2, 9-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン

ー6-イル基、2, 9-フェナンスロリン-7-イル基、2, 9-フェナンスロリン-8-イル基、2, 9-フェナンスロリン-10-イル基、2, 8-フェナンスロリン-1-イル基、2, 8-フェナンスロリン-3-イル基、2, 8-フェナンスロリン-4-イル基、2, 8-フェナンスロリン-5-イル基、2, 8-フェナンスロリン-6-イル基、2, 8-フェナンスロリン-7-イル基、2, 8-フェナンスロリン-9-イル基、2, 8-フェナンスロリン-10-イル基、2, 7-フェナンスロリン-1-イル基、2, 7-フェナンスロリン-3-イル基、2, 7-フェナンスロリン-4-イル基、2, 7-フェナンスロリン-5-イル基、2, 7-フェナンスロリン-6-イル基、2, 7-フェナンスロリン-8-イル基、2, 7-フェナンスロリン-9-イル基、2, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、10-フェノチアジニル基、1-フェノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、10-フェノキサジニル基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-メチルピロール-1-イル基、2-メチルピロール-3-イル基、2-メチルピロール-4-イル基、2-メチルピロール-5-イル基、3-メチルピロール-1-イル基、3-メチルピロール-2-イル基、3-メチルピロール-4-イル基、3-メチルピロール-5-イル基、2-t-ブチルピロール-4-イル基、3-(2-フェニルプロピル)ピロール-1-イル基、2-メチル-1-インドリル基、4-メチル-1-インドリル基、2-メチル-3-インドリル基、4-メチル-3-インドリル基、2-t-ブチル-1-インドリル基、4-t-ブチル-1-インドリル基、2-t-ブチル-3-インドリル基、4-t-ブチル-3-インドリル基等が挙げられる。

[0097] 置換又は無置換のアラルキル基の例としては、ベンジル基、1-フェニルエチル基、2-フェニルエチル基、1-フェニルイソプロピル基、2-フェニルイソプロピル基、フェニル-t-ブチル基、 α -ナフチルメチル基、1- α -ナフチルエチル基、2- α -ナフチルエチル基、1- α -ナフチルイソプロピル基、2- α -ナフチルイソプロピル基、 β -ナフチルメチル基、1- β -ナフチルエチル基、2- β -ナフチルエチル基、1- β -ナフチルイソプロピル基、2- β -ナフチルイソプロピル基、1-ピ

ロリルメチル基、2-(1-ピロリル)エチル基、p-メチルベンジル基、m-メチルベンジル基、o-メチルベンジル基、p-クロロベンジル基、m-クロロベンジル基、o-クロロベンジル基、p-ブロモベンジル基、m-ブロモベンジル基、o-ブロモベンジル基、p-ヨードベンジル基、m-ヨードベンジル基、o-ヨードベンジル基、p-ヒドロキシベンジル基、m-ヒドロキシベンジル基、o-ヒドロキシベンジル基、p-アミノベンジル基、m-アミノベンジル基、o-アミノベンジル基、p-ニトロベンジル基、m-ニトロベンジル基、o-ニトロベンジル基、p-シアノベンジル基、m-シアノベンジル基、o-シアノベンジル基、1-ヒドロキシ-2-フェニルイソプロピル基、1-クロロ-2-フェニルイソプロピル基等が挙げられる。

[0098] 置換又は無置換のアリールオキシ基は、-OZと表され、Zの例としてはフェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、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-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、p-ターフェニル-4-イル基、p-ターフェニル-3-イル基、p-ターフェニル-2-イル基、m-ターフェニル-4-イル基、m-ターフェニル-3-イル基、m-ターフェニル-2-イル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-t-ブチルフェニル基、p-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、4"-t-ブチル-p-ターフェニル-4-イル基、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、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、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、2-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、1-フェナンスリジニル基、2-フェナンスリジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェナンスリジニル基、6-フェナンスリジニル基、7-フェナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-フェナンスリジニル基、10-フェナンスリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1, 7-フェナンスロリン-2-イル基、1, 7-フェナンスロリン-3-イル基、1, 7-フェナンスロリン-4-イル基、1, 7-フェナンスロリン-5-イル基、1, 7-フェナンスロリン-6-イル基、1, 7-フェナンスロリン-8-イル基、1, 7-フェナンスロリン-9-イル基、1, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1, 8-フェナンスロリン-2-イル基、1, 8-フェナンスロリン-3-イル基、1, 8-フェナンスロリン-4-イル基、1, 8-フェナンスロリン-5-イル基、1, 8-フェナンスロリン-6-イル基、1, 8-フェナンスロリン-7-イル基、1, 8-フェナンスロリン-9-イル基、1, 8-フェナンスロリン-10-イル基、1, 9-フェナンスロリン-2-イル基、1, 9-フェナンスロリン-3-イル基、1, 9-フェナンスロリン-4-イル基、1, 9-フェナンスロリン-5-イル基、1, 9-フェナンスロリン-6-イル基、1, 9-フェナンスロリン-7-イル基、1, 9-フェナンスロリン-8-イル基、1, 9-フェナンスロリン-10-イル基、1, 10-フェナンスロリン-2-イル基、1, 10-フェナンスロリン-3-イル基、1, 10-フェナンスロリン-4-イル基、1, 10-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-1-イル基、2, 9-フェナンスロリン-3-イル基、2, 9-フェナンスロリン-4-イル基、2, 9-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-6-イル基、2, 9-フェナンスロリン-7-イル基、2, 9-フェナンスロリン-8-イル基、2, 9-フェナンスロリン-10-イル基、2, 8-フェナンスロリン-1-イル基、2, 8-フェナンスロリン-3-イル基、2, 8-フェナンスロリン-4-イル基、2, 8-フェナンスロリン-5-イル基、2, 8-フェナンスロリン-6-イル基、2, 8-フェナンスロリン-7-イル基、2, 8-フェナンス

スロリン-9-イル基、2, 8-フェナンスロリン-10-イル基、2, 7-フェナンスロリン-1-イル基、2, 7-フェナンスロリン-3-イル基、2, 7-フェナンスロリン-4-イル基、2, 7-フェナンスロリン-5-イル基、2, 7-フェナンスロリン-6-イル基、2, 7-フェナンスロリン-8-イル基、2, 7-フェナンスロリン-9-イル基、2, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、1-フェノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-メチルピロール-1-イル基、2-メチルピロール-3-イル基、2-メチルピロール-4-イル基、2-メチルピロール-5-イル基、3-メチルピロール-1-イル基、3-メチルピロール-2-イル基、3-メチルピロール-4-イル基、3-メチルピロール-5-イル基、2-t-ブチルピロール-4-イル基、3-(2-フェニルプロピル)ピロール-1-イル基、2-メチル-1-インドリル基、4-メチル-1-インドリル基、2-メチル-3-インドリル基、4-メチル-3-インドリル基、2-t-ブチル-1-インドリル基、4-t-ブチル-1-インドリル基、2-t-ブチル-3-インドリル基、4-t-ブチル-3-インドリル基等が挙げられる。

- [0099] 置換又は無置換のアルコキシカルボニル基は-COOYと表され、Yの例としてはメチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、s-ブチル基、イソブチル基、t-ブチル基、n-ペンチル基、n-ヘキシル基、n-ヘプチル基、n-オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1, 2-ジヒドロキシエチル基、1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-ジヒドロキシ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、ブロモメチル基、1-ブロモエチル基、2-ブロモエチル基、2-ブロモイソブチル基、1, 2-ジブロモエチル基、1, 3-ジブロモイソプロピル基、2, 3-ジブロモ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリブロモプロピル基、ヨードメチル基、1

ーヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード-tert-ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノ-tert-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノ-tert-ブチル基、1, 2, 3-トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1, 2-ジニトロエチル基、1, 3-ジニトロイソプロピル基、2, 3-ジニトロ-tert-ブチル基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基等が挙げられる。

[0100] 本発明では、前記多環式縮合芳香族骨格部は、置換基を有し、前記置換基は、置換または無置換のアリール基またはヘテロアリール基であることが好ましい。

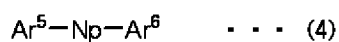
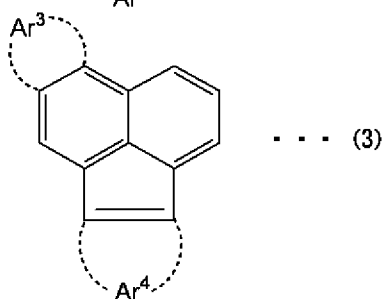
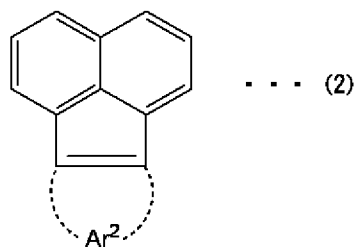
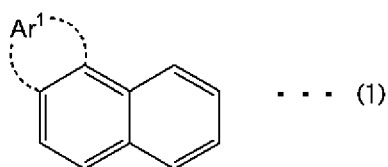
アリール基やヘテロアリール基を置換基として導入することにより、エネルギーギャップの調整や分子会合の防止による長寿命化を図ることができる。

[0101] 本発明では、前記多環式縮合芳香族骨格部は、置換または無置換のナフタレンジイル、フェナントレンジイル、クリセンジイル、フルオランテンンジイル、トリフェニレンジイルの群から選ばれることが好ましい。

また、前記多環式縮合芳香族骨格部は、ナフタレン、フェナントレン、クリセン、フルオランテン、トリフェニレンを有する基で置換されていることが好ましい。

[0102] 本発明では、前記多環式縮合芳香族骨格部は、下記の式(1)から式(4)のいずれかで表されることが好ましい。

[0103] [化35]

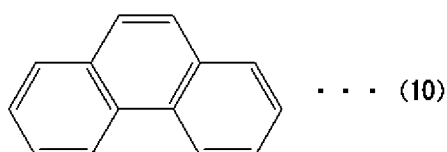


[0104] 式(1)～式(3)中、Ar¹～Ar⁴は、置換または無置換の核炭素数4から10の縮合環構造を表す。

式(4)中、Npは、置換もしくは無置換のナフタレンを示し、Ar⁵およびAr⁶は、それぞれ独立に、炭素数5から14の置換もしくは無置換のアリール基が単独または複数の組み合わせで構成される置換基を示す。ただし、Ar⁵およびAr⁶は、それぞれアントラセンを含まない。

[0105] 本発明では、前記多環式縮合芳香族骨格部は、下記式(10)で表されるフェナントレンの単体または誘導体であることが好ましい。

[0106] [化36]

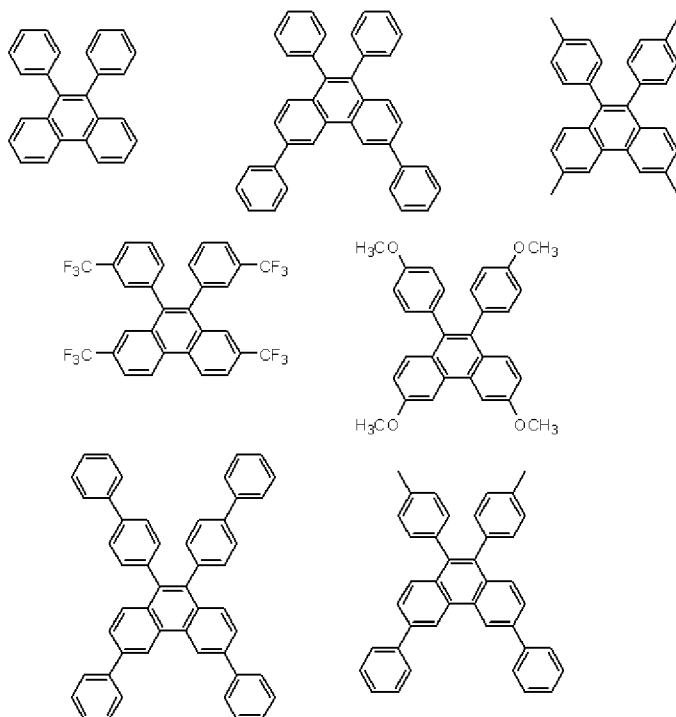


[0107] フェナントレン誘導体の置換基としては、例えば、アルキル基、シクロアルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、水酸基、メルカプト基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリールエーテル基、アリールチオエーテル基、アリール基、複素環基、ハロゲン、ハロアルカン、ハロアルケン、ハロアルキン、シア

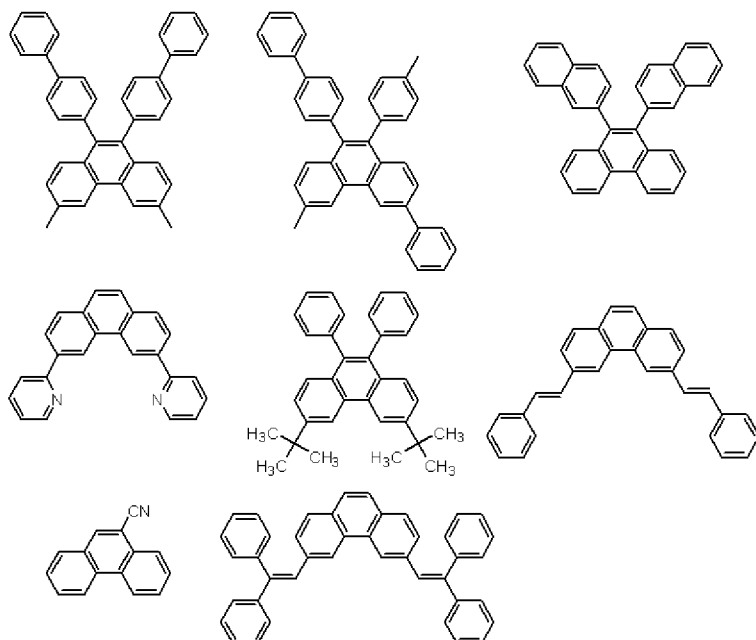
ノ基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボキシ基、エステル基、アミノ基、ニトロ基、シリル基、シロキサニル基が挙げられる。

このようなフェナントレン誘導体としては、例えば、下記のものが挙げられる。

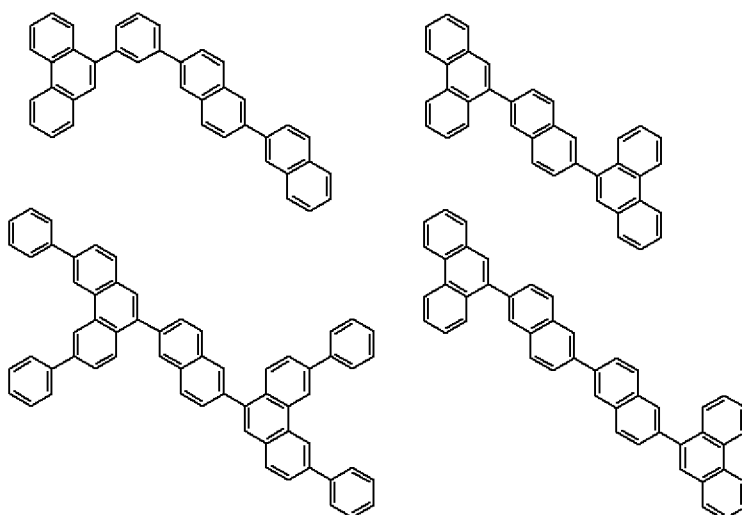
[0108] [化37]



[0109] [化38]

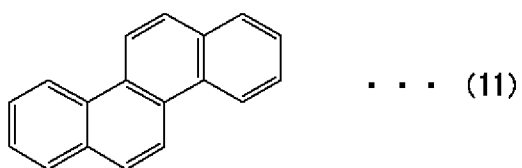


[0110] [化39]



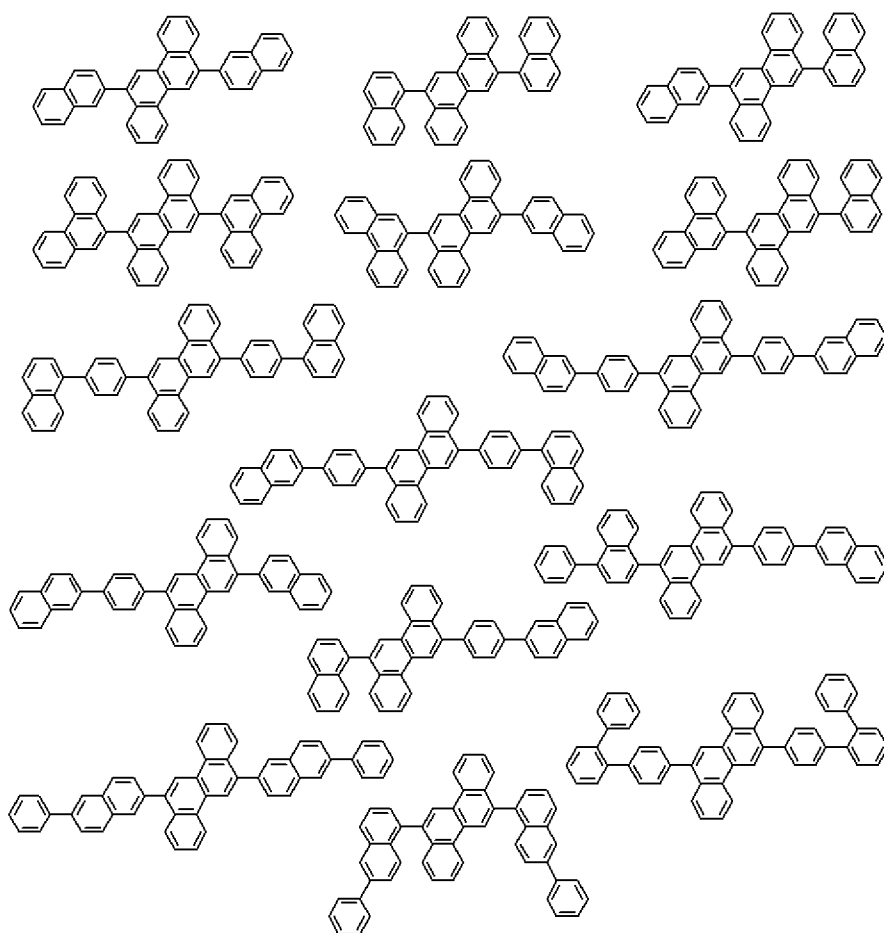
[0111] 本発明では、前記多環式縮合芳香族骨格部は、下記式(11)で表されるクリセンの単体または誘導体であることが好ましい。

[0112] [化40]

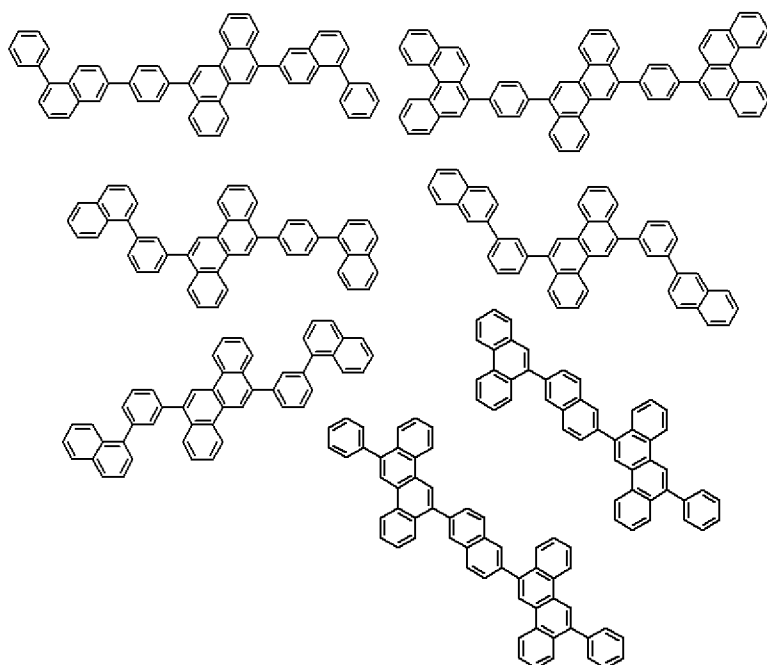


[0113] クリセン誘導体としては、例えば、下記のものが挙げられる。

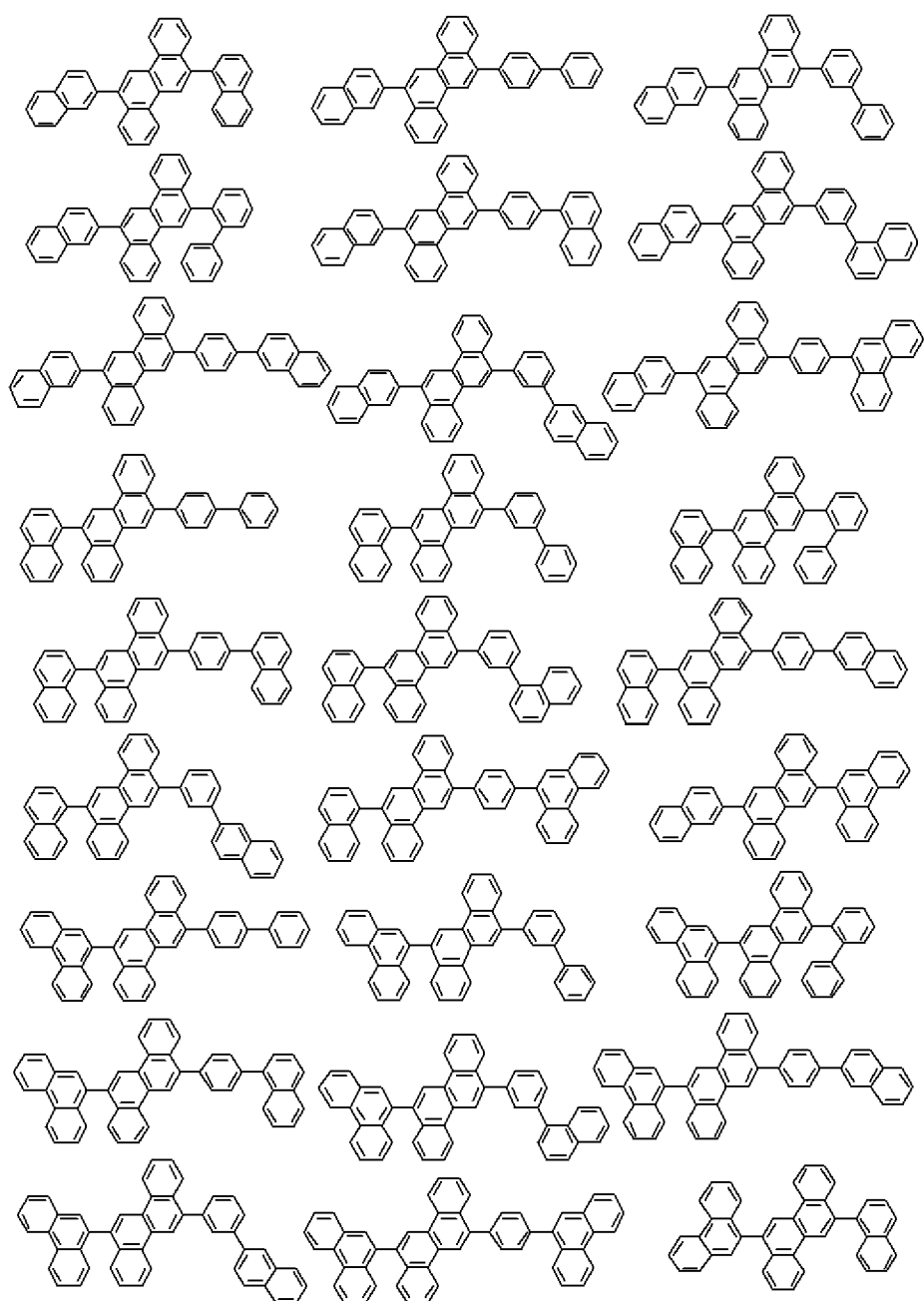
[0114] [化41]



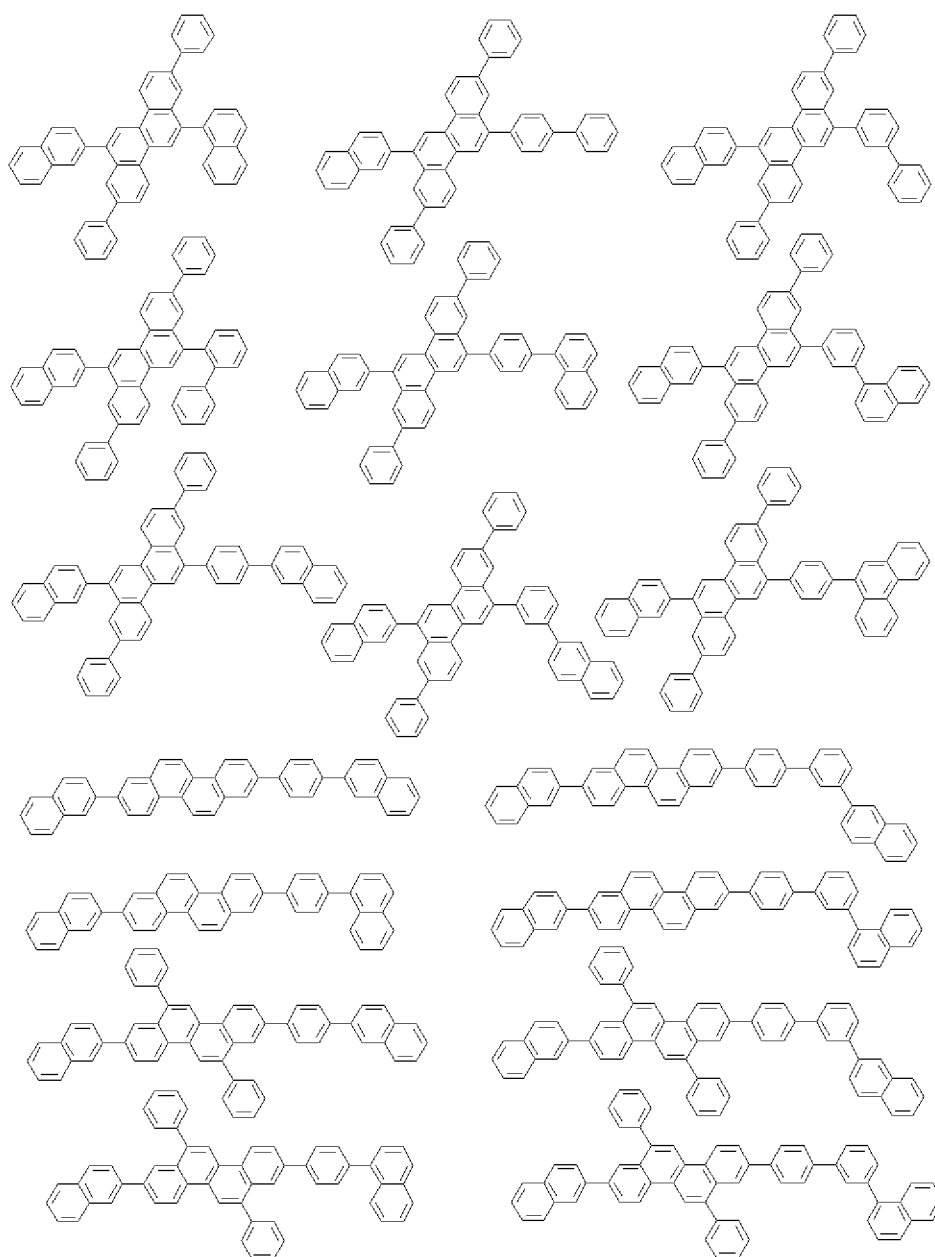
[0115] [化42]



[0116] [化43]

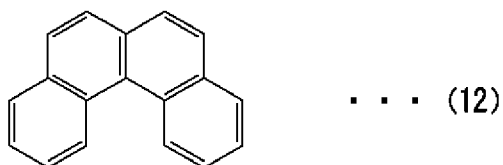


[0117] [化44]



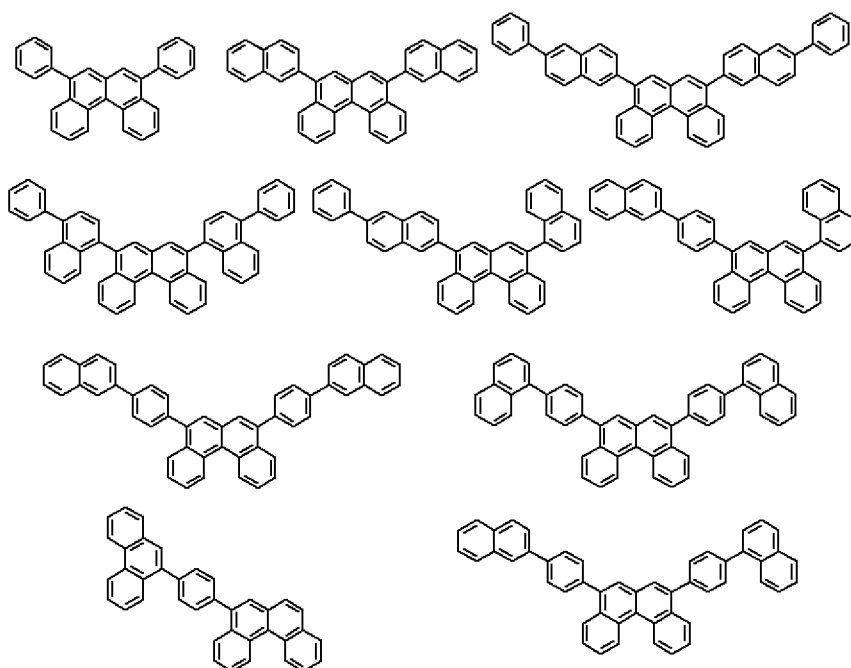
[0118] 本発明では、前記多環式縮合芳香族骨格部は、下記式(12)で表される化合物(ベンゾ[c]フェナントレン)の単体または誘導体であることが好ましい。

[0119] [化45]



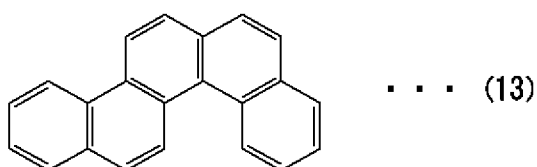
[0120] このような化合物の誘導体としては、例えば、下記のものが挙げられる。

[0121] [化46]



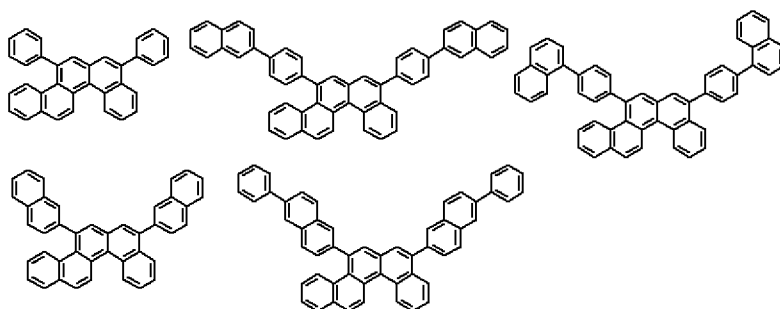
[0122] 本発明では、前記多環式縮合芳香族骨格部は、下記式(13)で表される化合物(ベンゾ[c]クリセン)の単体または誘導体であることが好ましい。

[0123] [化47]



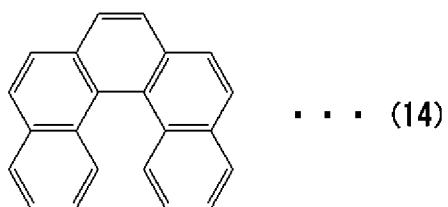
[0124] このような化合物の誘導体としては、例えば、下記のものが挙げられる。

[0125] [化48]



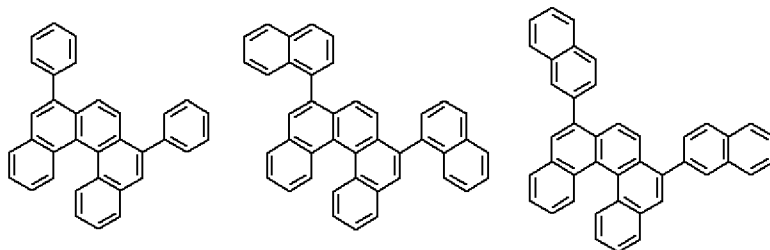
[0126] 本発明では、前記多環式縮合芳香族骨格部は、下記式(14)で表される化合物(ジベンゾ[c, g]フェナントレン)の単体または誘導体であることが好ましい。

[0127] [化49]



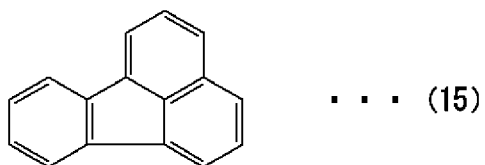
[0128] このような化合物の誘導体としては、例えば、下記のものが挙げられる。

[0129] [化50]



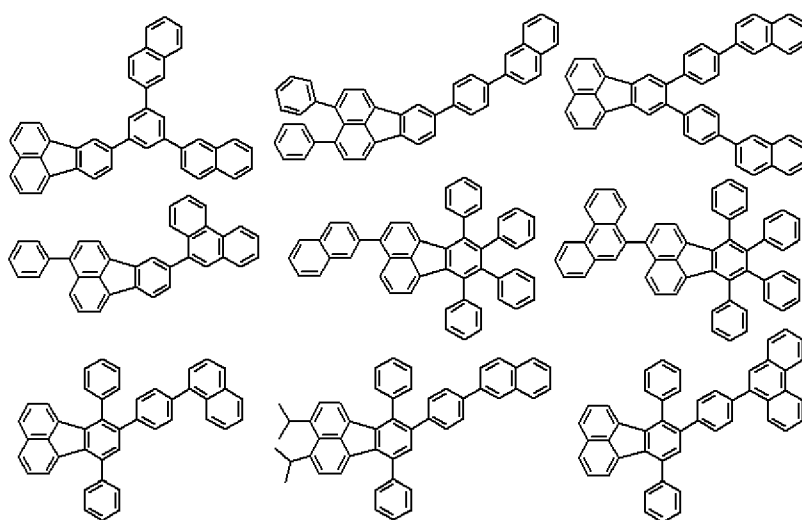
[0130] 本発明では、前記多環式縮合芳香族骨格部は、下記式(15)で表されるフルオランテンの単体または誘導体であることが好ましい。

[0131] [化51]

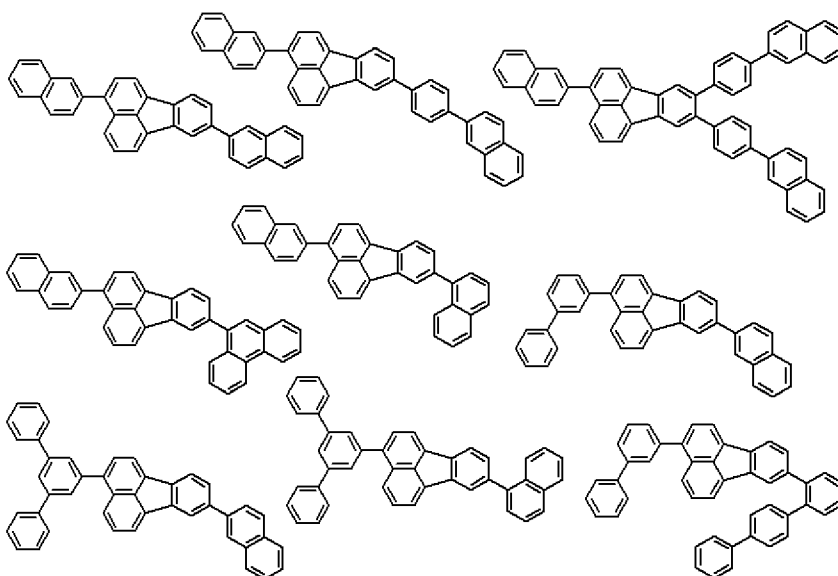


[0132] フルオランテン誘導体としては、例えば、下記のものが挙げられる。

[0133] [化52]

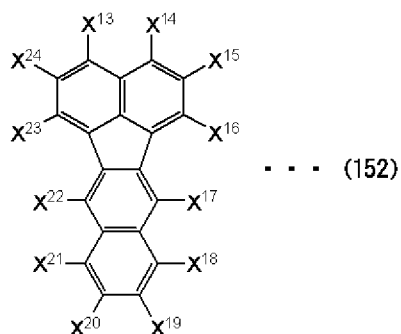
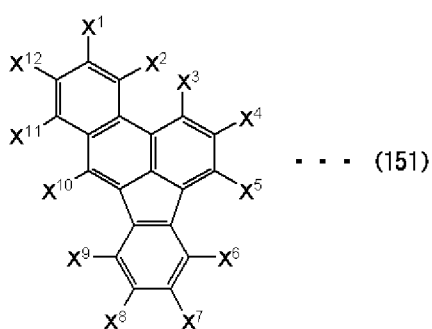


[0134] [化53]



[0135] 置換または無置換のベンゾフルオランテンとしては、例えば、下記式(151)で表されるベンゾ[b]フルオランテン誘導体や、式(152)で表されるベンゾ[k]フルオランテン誘導体が挙げられる。

[0136] [化54]



[0137] 式(151)および式(152)中、 $X^1 \sim X^{24}$ は水素原子、ハロゲン原子、直鎖、分岐または環状のアルキル基、直鎖、分岐または環状のアルコキシ基、あるいは置換または未置換のアリール基を表す。

なお、アリール基とは、例えば、フェニル基、ナフチル基などの炭素環式芳香族基、

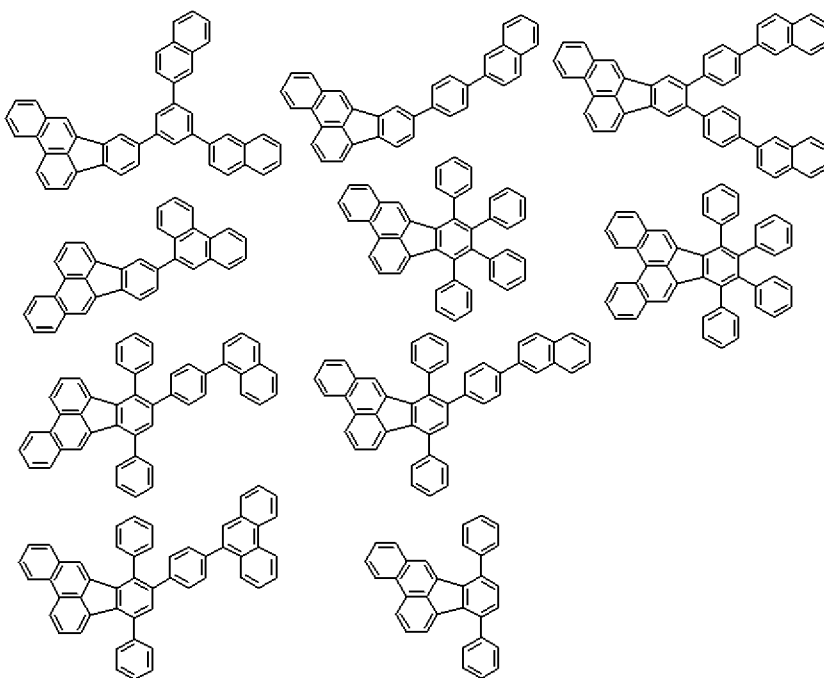
例えば、フリル基、チエニル基、ピリジル基などの複素環式芳香族基を表す。

- [0138] $X^1 \sim X^{24}$ は、好ましくは、水素原子、ハロゲン原子(例えば、フッ素原子、塩素原子、臭素原子)、炭素数1～16の直鎖、分岐または環状のアルキル基(例えば、メチル基、エチル基、*n*-プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、イソブチル基、*sec*-ブチル基、*tert*-ブチル基、*n*-ペンチル基、イソペンチル基、ネオペンチル基、*tert*-ペンチル基、シクロペンチル基、*n*-ヘキシル基、3, 3-ジメチルブチル基、シクロヘキシル基、*n*-ヘプチル基、シクロヘキシルメチル基、*n*-オクチル基、*tert*-オクチル基、2-エチルヘキシル基、*n*-ノニル基、*n*-デシル基、*n*-ドデシル基、*n*-テトラデシル基、*n*-ヘキサデシル基など)、炭素数1～16の直鎖、分岐または環状のアルコキシ基(例えば、メキシ基、エトキシ基、*n*-プロポキシ基、イソプロポキシ基、*n*-ブトキシ基、イソブトキシ基、*sec*-ブトキシ基、*n*-ペンチルオキシ基、ネオペンチルオキシ基、シクロペンチルオキシ基、*n*-ヘキシルオキシ基、3, 3-ジメチルブチルオキシ基、シクロヘキシルオキシ基、*n*-ヘプチルオキシ基、*n*-オクチルオキシ基、2-エチルヘキシルオキシ基、*n*-ノニルオキシ基、*n*-デシルオキシ基、*n*-ドデシルオキシ基、*n*-テトラデシルオキシ基、*n*-ヘキサデシルオキシ基など)、あるいは炭素数4～16の置換または未置換のアリール基(例えば、フェニル基、2-メチルフェニル基、3-メチルフェニル基、4-メチルフェニル基、4-エチルフェニル基、4-*n*-プロピルフェニル基、4-イソプロピルフェニル基、4-*n*-ブチルフェニル基、4-*tert*-ブチルフェニル基、4-イソペンチルフェニル基、4-*tert*-ペンチルフェニル基、4-*n*-ヘキシルフェニル基、4-シクロヘキシルフェニル基、4-*n*-オクチルフェニル基、4-*n*-デシルフェニル基、2, 3-ジメチルフェニル基、2, 4-ジメチルフェニル基、2, 5-ジメチルフェニル基、3, 4-ジメチルフェニル基、5-インダニル基、1, 2, 3, 4-テトラヒドロ-5-ナフチル基、1, 2, 3, 4-テトラヒドロ-6-ナフチル基、2-メトキシフェニル基、3-メトキシフェニル基、4-メトキシフェニル基、3-エトキシフェニル基、4-エトキシフェニル基、4-*n*-プロポキシフェニル基、4-イソプロポキシフェニル基、4-*n*-ブトキシフェニル基、4-*n*-ペンチルオキシフェニル基、4-*n*-ヘキシルオキシフェニル基、4-シクロヘキシルオキシフェニル基、4-*n*-ヘプチルオキシフェニル基、4-*n*-オクチルオキシフェニル基、4-*n*-デシルオキ

シフェニル基、2, 3-ジメトキシフェニル基、2, 5-ジメトキシフェニル基、3, 4-ジメトキシフェニル基、2-メトキシ-5-メチルフェニル基、3-メチル-4-メトキシフェニル基、2-フルオロフェニル基、3-フルオロフェニル基、4-フルオロフェニル基、2-クロロフェニル基、3-クロロフェニル基、4-クロロフェニル基、4-ブロモフェニル基、4-トリフルオロメチルフェニル基、3, 4-ジクロロフェニル基、2-メチル-4-クロロフェニル基、2-クロロ-4-メチルフェニル基、3-クロロ-4-メチルフェニル基、2-クロロ-4-メトキシフェニル基、4-フェニルフェニル基、3-フェニルフェニル基、4-(4'-メチルフェニル)フェニル基、4-(4'-メトキシフェニル)フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、4-エトキシ-1-ナフチル基、6-メトキシ-2-ナフチル基、7-エトキシ-2-ナフチル基、2-フリル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-ピリジル基、3-ピリジル基、4-ピリジル基など)であり、より好ましくは、水素原子、フッ素原子、塩素原子、炭素数1~10のアルキル基、炭素数1~10のアルコキシ基または炭素数6~12のアリール基であり、さらに好ましくは、水素原子、フッ素原子、塩素原子、炭素数1~6のアルキル基、炭素数1~6のアルコキシ基または炭素数6~10の炭素環式芳香族基である。

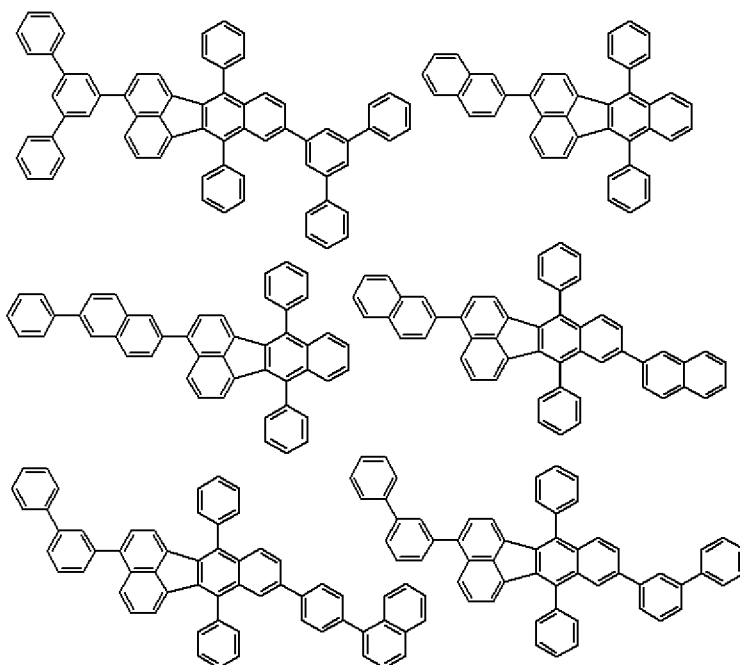
[0139] 式(151)で表されるベンゾ[b]フルオランテン誘導体としては、例えば、下記のものが挙げられる。

[0140] [化55]



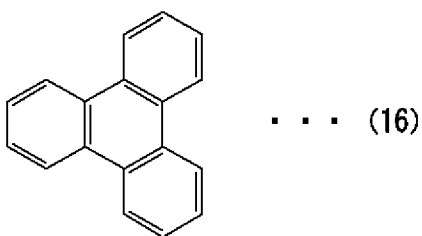
[0141] 式(152)で表されるベンゾ[k]フルオランテン誘導体としては、例えば、下記のものが挙げられる。

[0142] [化56]



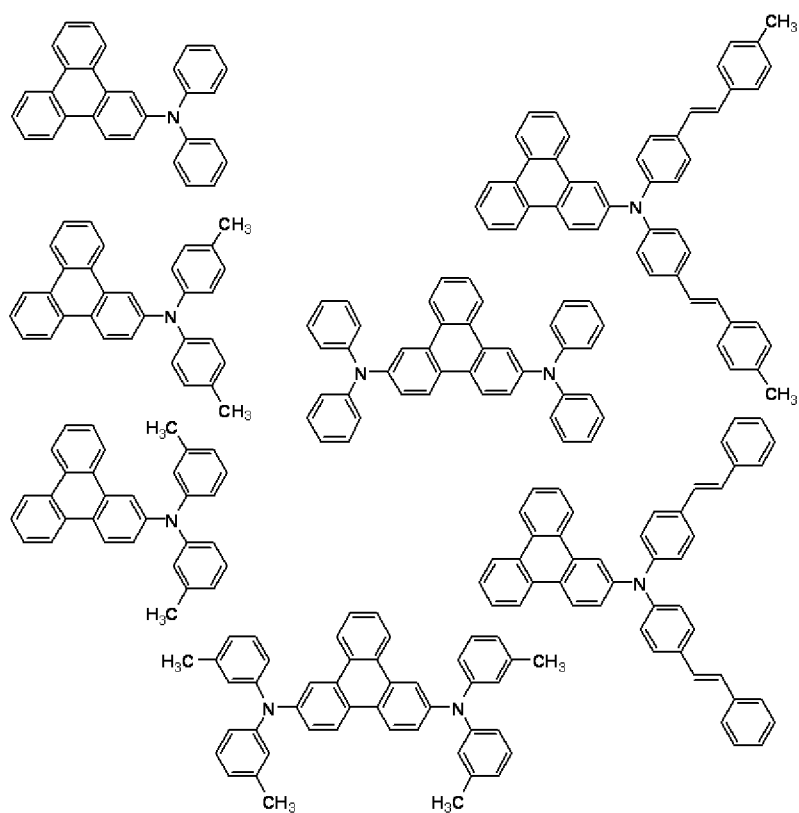
[0143] 本発明では、前記多環式縮合芳香族骨格部は、下記式(16)で表されるトリフェニレンの単体または誘導体であることが好ましい。骨格部の炭素の一部は窒素であってもよい。

[0144] [化57]

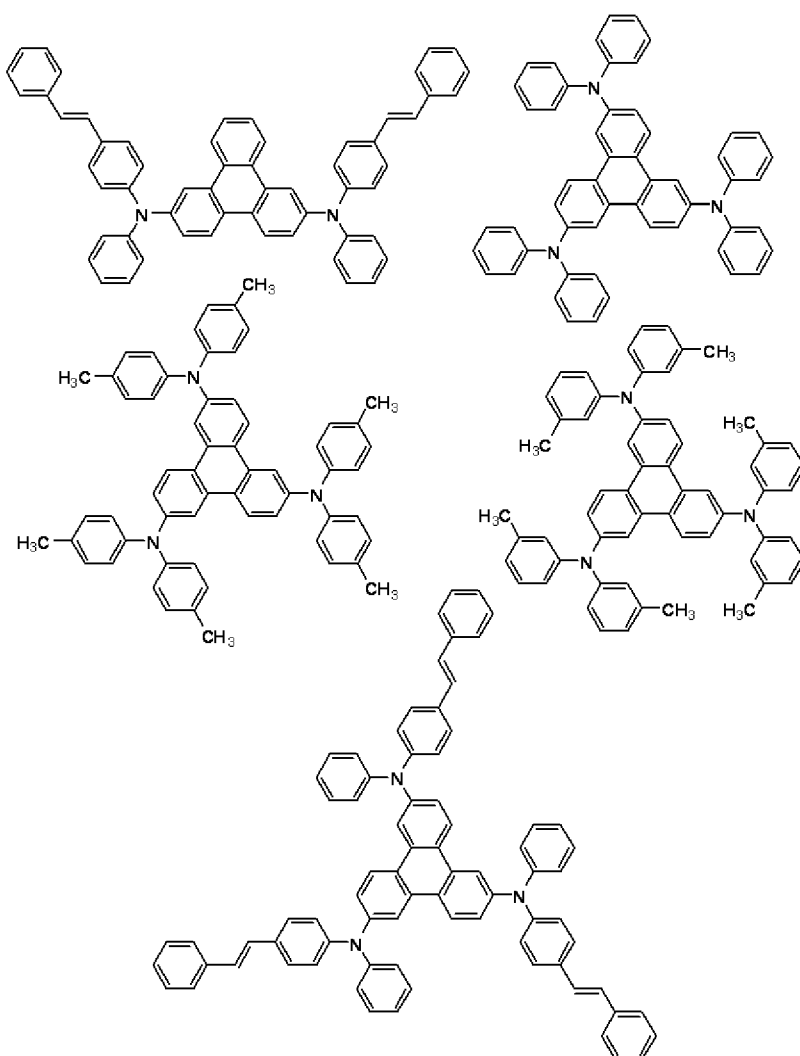


[0145] トリフェニレン誘導体としては、例えば、下記のものが挙げられる。

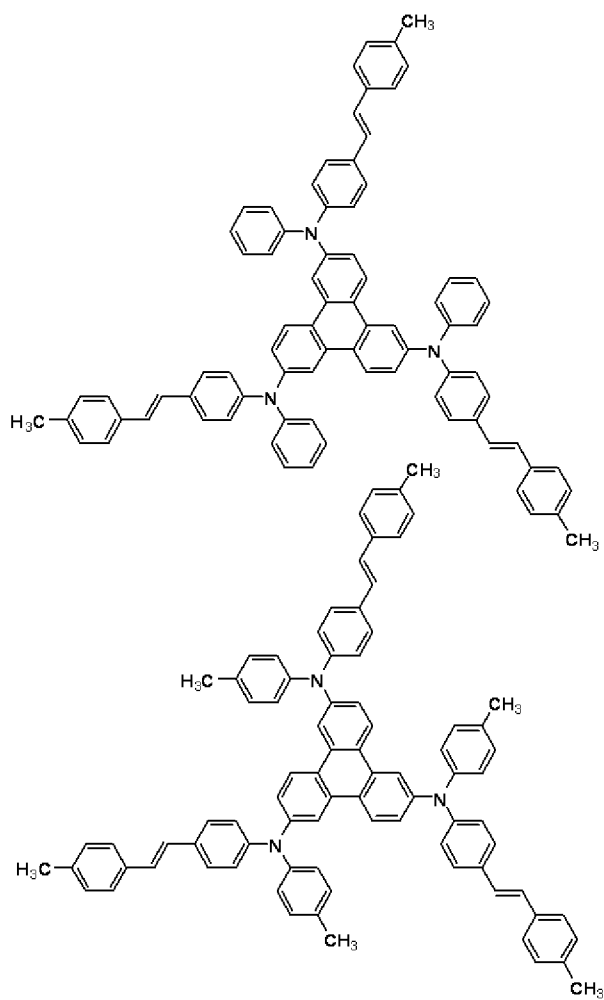
[0146] [化58]



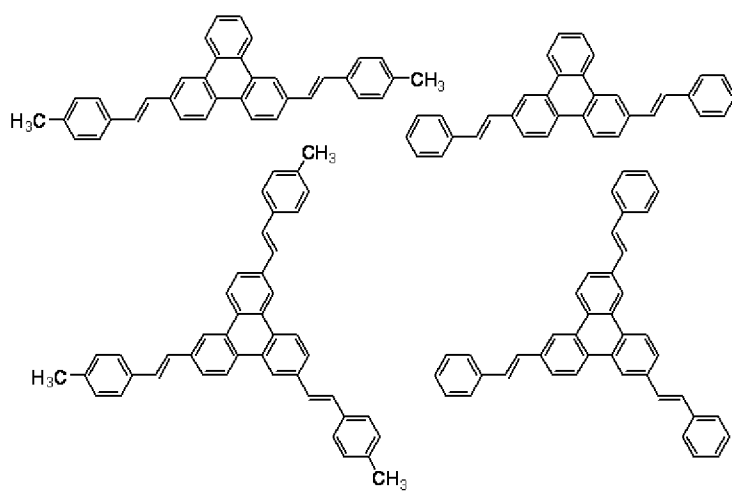
[0147] [化59]



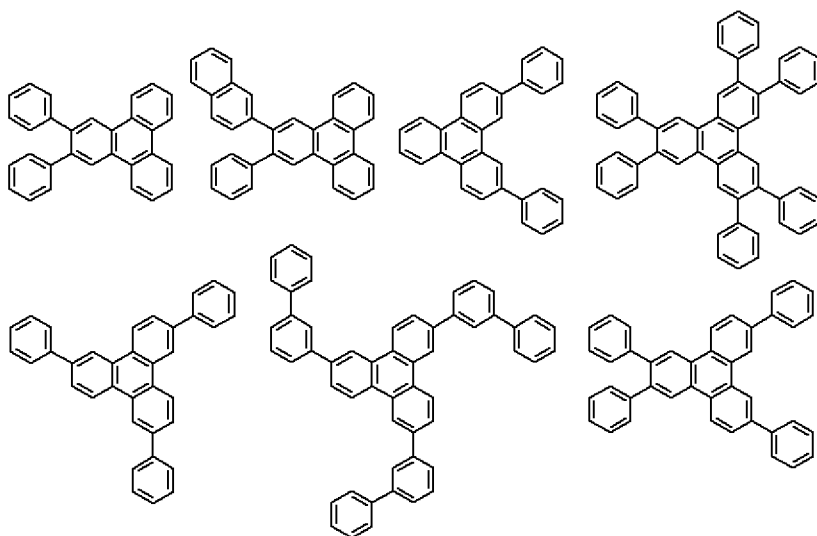
[0148] [化60]



[0149] [化61]

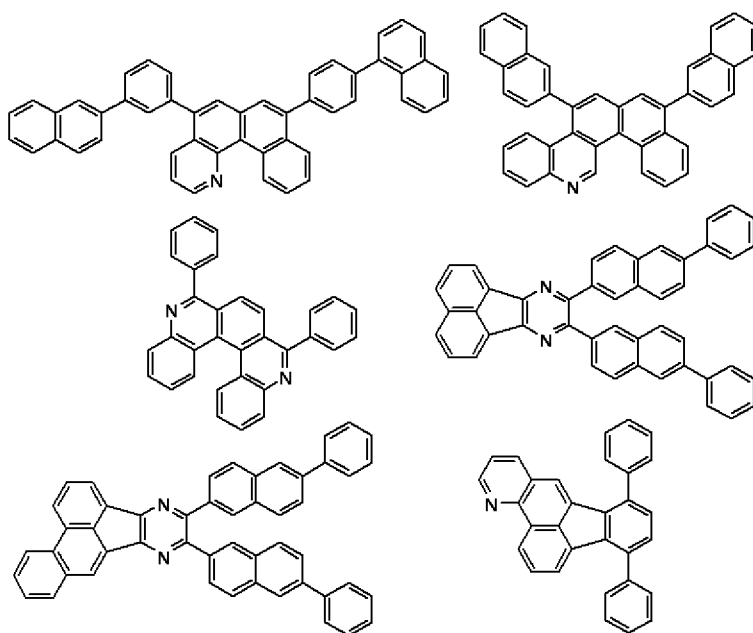


[0150] [化62]



[0151] なお、多環式縮合芳香族骨格部には、窒素原子が含まれていてもよく、例えば、下記のものであってもよい。

[0152] [化63]



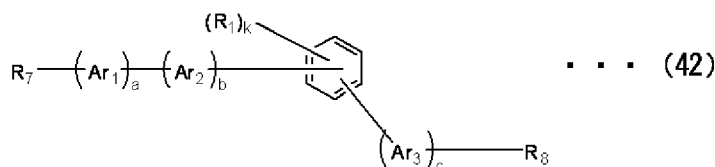
[0153] 式(4)の化合物としては、例えば、下記式(41)～式(48)で表される化合物が挙げられる。

[0154] [化64]



[0155] 式(41)中、Npは、置換もしくは無置換のナフタレンを示し、nは0から3の整数である。

[0156] [化65]

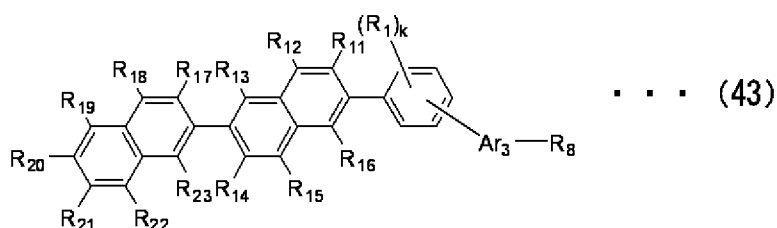


[0157] 式(42)中、 Ar_1 および Ar_2 はそれぞれ独立に置換されてもよいナフタレンまたは置換されてもよいフェナントレンを示す。 Ar_3 は置換されてもよい核炭素数6から30のアリール基を示す。

ただし、 Ar_1 、 Ar_2 、および Ar_3 のうち少なくともいずれか一つは、ナフタレンである。 R_1 、 R_7 、 R_8 は水素原子または置換基を示す。 a 、 b 、および c は、それぞれ1から3の整数である。

k は1から4の整数であり、 k が2以上のときは R_1 は同じでも異なってもよい。

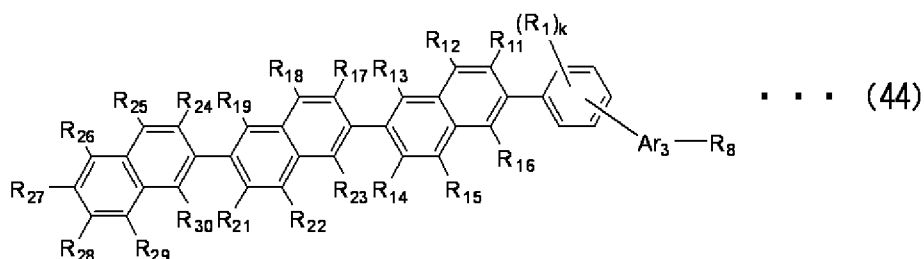
[0158] [化66]



[0159] 式(43)中、 Ar_3 は核炭素数6から30のアリール基を示し、 R_1 、 R_8 、 R_{11} から R_{23} は水素原子または置換基を示す。

k は1から4の整数であり、 k が2以上のとき R_1 は同じでも異なってもよい。

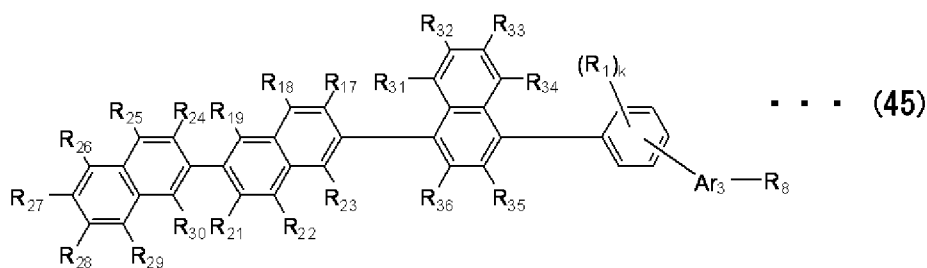
[0160] [化67]



[0161] 式(44)中、 Ar_3 は核炭素数6から30のアリール基を示し、 R_1 、 R_8 、 R_{11} から R_{19} 、 R_{21} から R_{30} は水素原子または置換基を示す。

k は1から4の整数であり、 k が2以上のとき R_1 は同じでも異なってもよい。

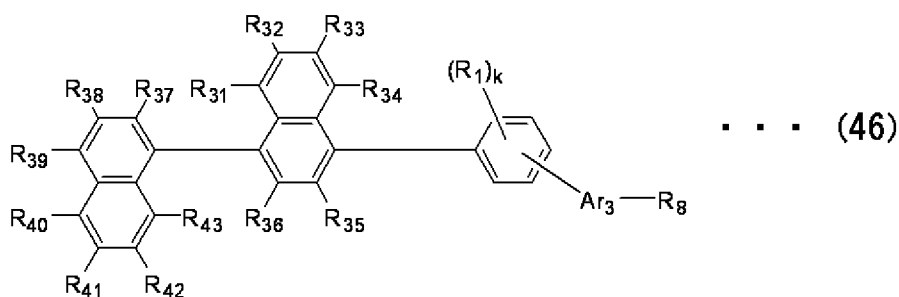
[0162] [化68]



[0163] 式(45)中、Ar₃は核炭素数6から30のアリール基を示し、R₁、R₈、R₁₇からR₁₉、R₂₁からR₃₆は水素原子または置換基を示す。

kは1から4の整数であり、kが2以上のときR₁は同じでも異なってもよい。

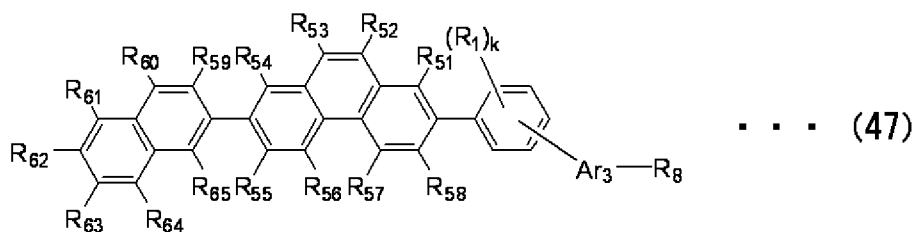
[0164] [化69]



[0165] 式(46)中、Ar₃は核炭素数6から30のアリール基を示し、R₁、R₈、R₃₁からR₄₃は水素原子または置換基を示す。

kは1から4の整数であり、kが2以上のときR₁は同じでも異なってもよい。

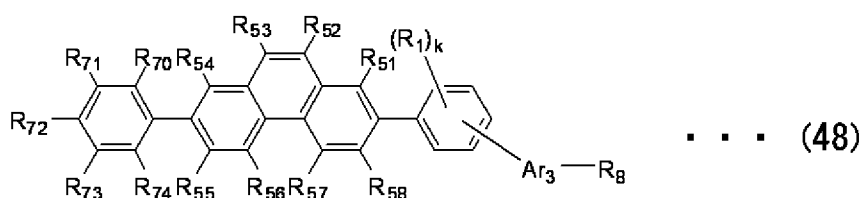
[0166] [化70]



[0167] 式(47)中、Ar₃は核炭素数6から30のアリール基を示し、R₁、R₈、R₅₁からR₆₅は水素原子または置換基を示す。

kは1から4の整数であり、kが2以上のときR₁は同じでも異なってもよい。

[0168] [化71]

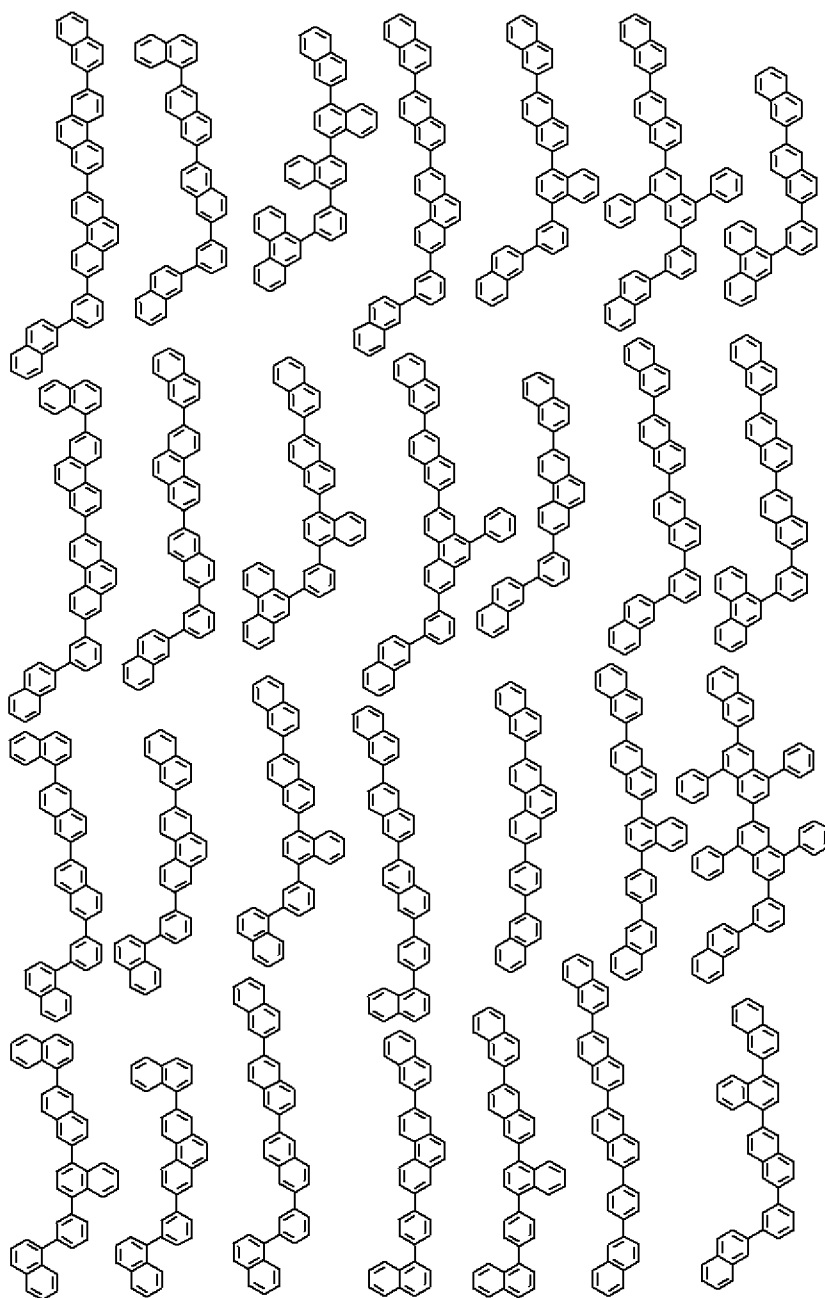


[0169] 式(48)中、 Ar_3 は核炭素数6から30のアリール基を示し、 R_1 、 R_8 、 R_{51} から R_{58} 、 R_{70} から R_{74} は水素原子または置換基を示す。

k は1から4の整数であり、 k が2以上のとき R_1 は同じでも異なってもよい。

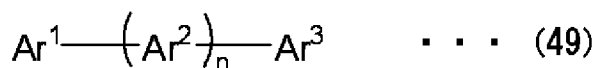
[0170] 具体的な化合物としては、例えば、以下のものが挙げられる。

[0171] [化72]



[0172] また、蛍光ホスト材料あるいは燐光ホスト材料としては、例えば、下記式(49)で表されるオリゴナフタレン誘導体を挙げるができる。

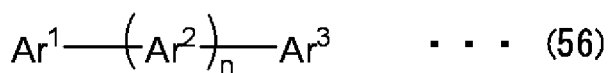
[0173] [化73]



[0174] (式中、nは1あるいは2であり、 Ar^1 は、一般式(50)または一般式(51)で表される置換基であり、 Ar^2 は一般式(52)または一般式(53)で表される置換基であり、 Ar^3 は一般式(54)または一般式(55)で表される置換基であり、 $\text{R}^1 \sim \text{R}^3$ は、それぞれ独立に、水素原子、炭素数6以下の直鎖状あるいは分岐を有するアルキル基、脂環式アルキル基、無置換あるいは置換基を有する芳香環、無置換あるいは置換基を有するヘテロ芳香環、アルコキシ基、アミノ基、シアノ基、シリル基、エステル基、カルボニル基、ハロゲンのいずれかを表す。)

[0175] また、オリゴナフタレン誘導体は、一般式(56)で示される構造を有するものでもよい。

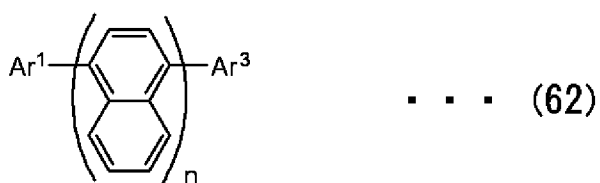
[0176] [化74]



[0177] (式中、nは1あるいは2であり、 Ar^1 は、一般式(57)または一般式(58)で表される置換基であり、 Ar^2 は一般式(59)で表される置換基であり、 Ar^3 は一般式(60)または一般式(61)で表される置換基であり、 $\text{R}^1 \sim \text{R}^3$ は、それぞれ独立に、水素原子、炭素数6以下の直鎖状あるいは分岐を有するアルキル基、脂環式アルキル基、無置換あるいは置換基を有する芳香環、無置換あるいは置換基を有するヘテロ芳香環、アルコキシ基、アミノ基、シアノ基、シリル基、エステル基、カルボニル基、ハロゲンのいずれかを表す。)

[0178] より具体的には、オリゴナフタレン誘導体としては、一般式(62)で示される構造が挙げられる。

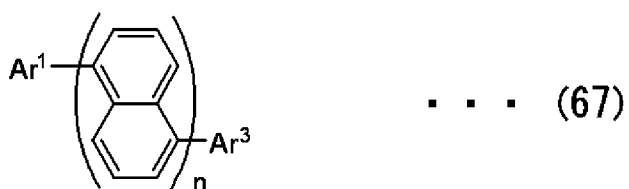
[0179] [化75]



[0180] (式中、nは1あるいは2であり、Ar¹は、一般式(63)または一般式(64)で表される置換基であり、Ar³は一般式(65)または一般式(66)で表される置換基であり、R¹およびR³は、それぞれ独立に、水素原子、炭素数6以下の直鎖状あるいは分岐を有するアルキル基、脂環式アルキル基、無置換あるいは置換基を有する芳香環、無置換あるいは置換基を有するヘテロ芳香環、アルコキシ基、アミノ基、シアノ基、シリル基、エステル基、カルボニル基、ハロゲンのいずれかを表す。)

[0181] また、オリゴナフタレン誘導体は、一般式(67)で示される構造を有してもよい。

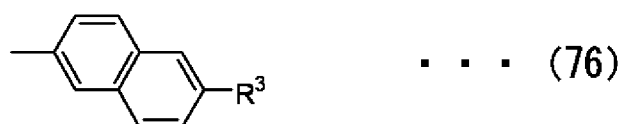
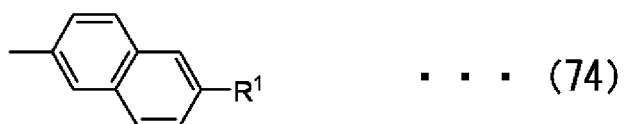
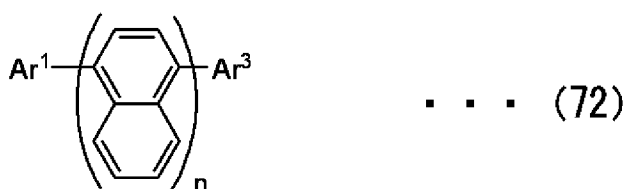
[0182] [化76]



[0183] (式中、nは1あるいは2であり、Ar¹は、一般式(68)または一般式(69)で表される置換基であり、Ar³は一般式(70)または一般式(71)で表される置換基であり、R¹およびR³は、それぞれ独立に、水素原子、炭素数6以下の直鎖状あるいは分岐を有するアルキル基、脂環式アルキル基、無置換あるいは置換基を有する芳香環、無置換あるいは置換基を有するヘテロ芳香環、アルコキシ基、アミノ基、シアノ基、シリル基、エステル基、カルボニル基、ハロゲンのいずれかを表す。)

[0184] 特に、一般式(72)で示される構造を有することが好ましい。

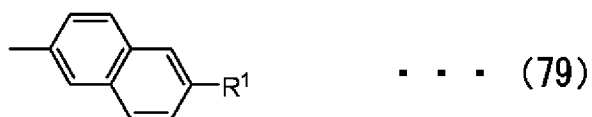
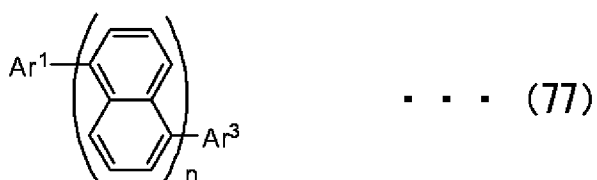
[0185] [化77]



[0186] (式中、nは1あるいは2であり、Ar¹は、一般式(73)または一般式(74)で表される置換基であり、Ar³は一般式(75)または一般式(76)で表される置換基であり、R¹およびR³は、それぞれ独立に、水素原子、炭素数6以下の直鎖状あるいは分岐を有するアルキル基、脂環式アルキル基、無置換あるいは置換基を有する芳香環、無置換あるいは置換基を有するヘテロ芳香環、アルコキシ基、アミノ基、シアノ基、シリル基、エステル基、カルボニル基、ハロゲンのいずれかを表す。)

[0187] さらに、一般式(77)で示される構造を有することが好ましい。

[0188] [化78]



[0189] (式中、nは1あるいは2であり、Ar¹は、一般式(78)または一般式(79)で表される置換基であり、Ar³は一般式(80)または一般式(81)で表される置換基であり、R¹およびR³は、それぞれ独立に、水素原子、炭素数6以下の直鎖状あるいは分岐を有するアルキル基、脂環式アルキル基、無置換あるいは置換基を有する芳香環、無置換あるいは置換基を有するヘテロ芳香環、アルコキシ基、アミノ基、シアノ基、シリル基、エステル基、カルボニル基、ハロゲンのいずれかを表す。)

[0190] 炭素数6以下のアルキル基としては、具体的には、メチル基、エチル基、n-プロピル基、i-プロピル基、n-ブチル基、i-ブチル基、sec-ブチル基、t-ブチル基、n-ペンチル基、i-ペンチル基、n-ヘキシル基などが挙げられる。

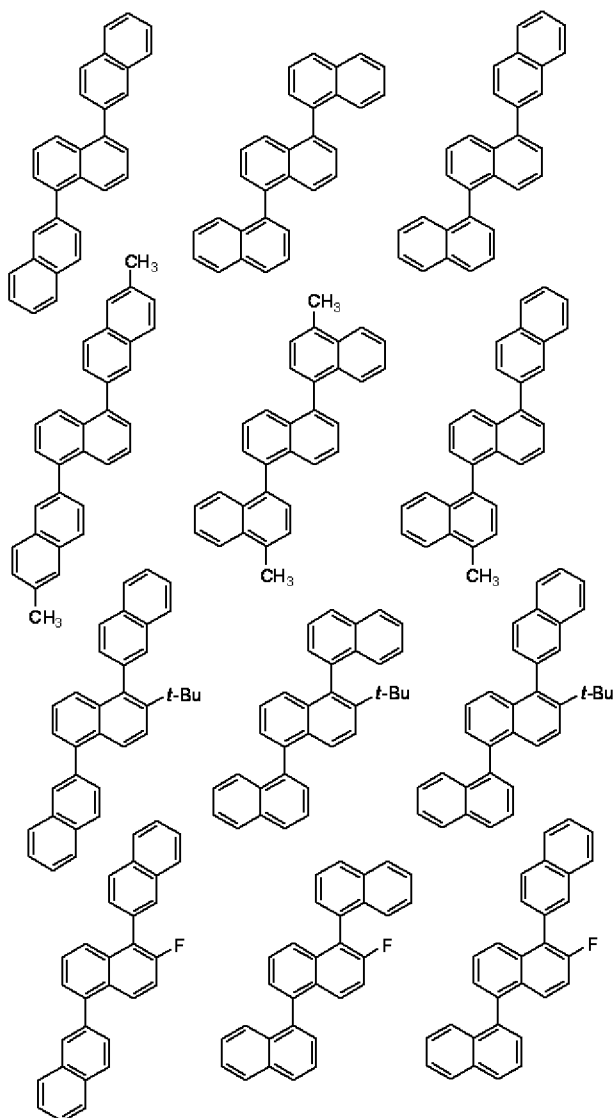
[0191] 脂環式アルキル基としては、シクロプロピル基、シクロブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基などが挙げられる。

[0192] 無置換あるいは置換基を有する芳香環としては、フェニル基、ナフチル基、アントラニル基、ピレニル基、スピロフルオレニル基などが挙げられる。

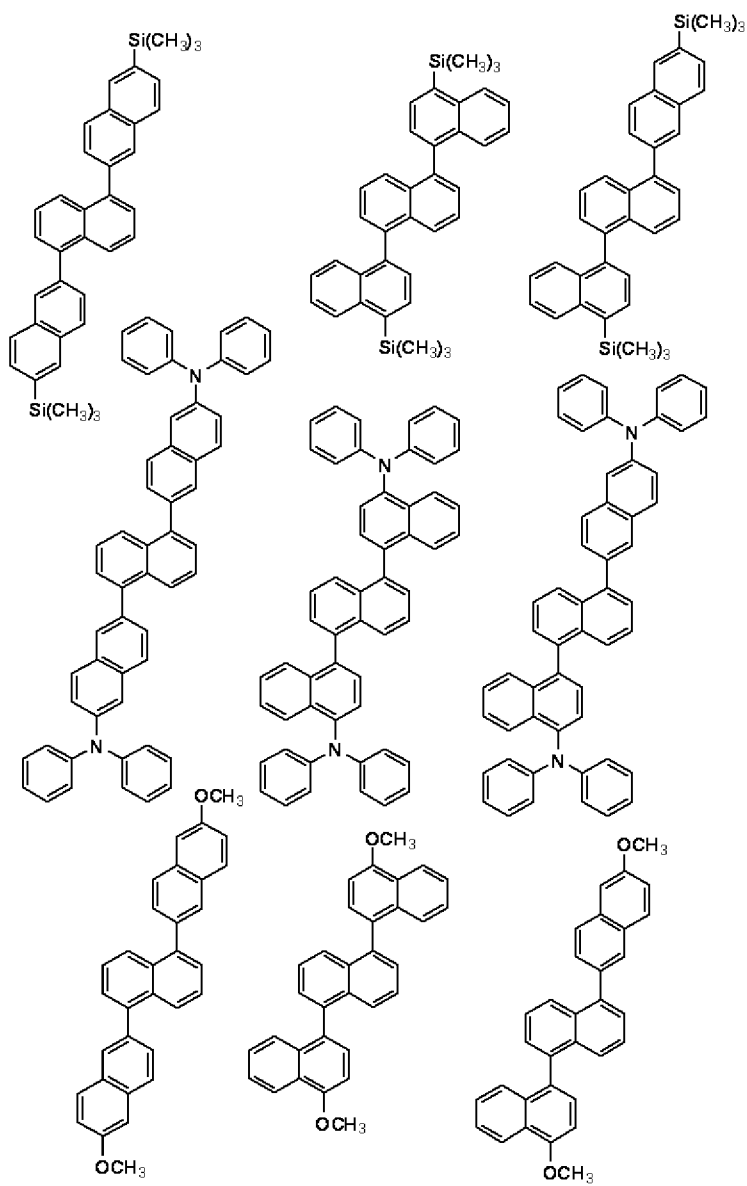
[0193] 無置換あるいは置換基を有するヘテロ芳香環としては、ピリジル基、インドリル基、カルバゾリル基、チエニル基、フリル基などが挙げられる。

また、一般式(49)で示されるオリゴナフタレン誘導体の具体例としては、下記の構造式に示されるオリゴナフタレン誘導体を挙げることができる。ただし、本発明はこれらに限定されない。

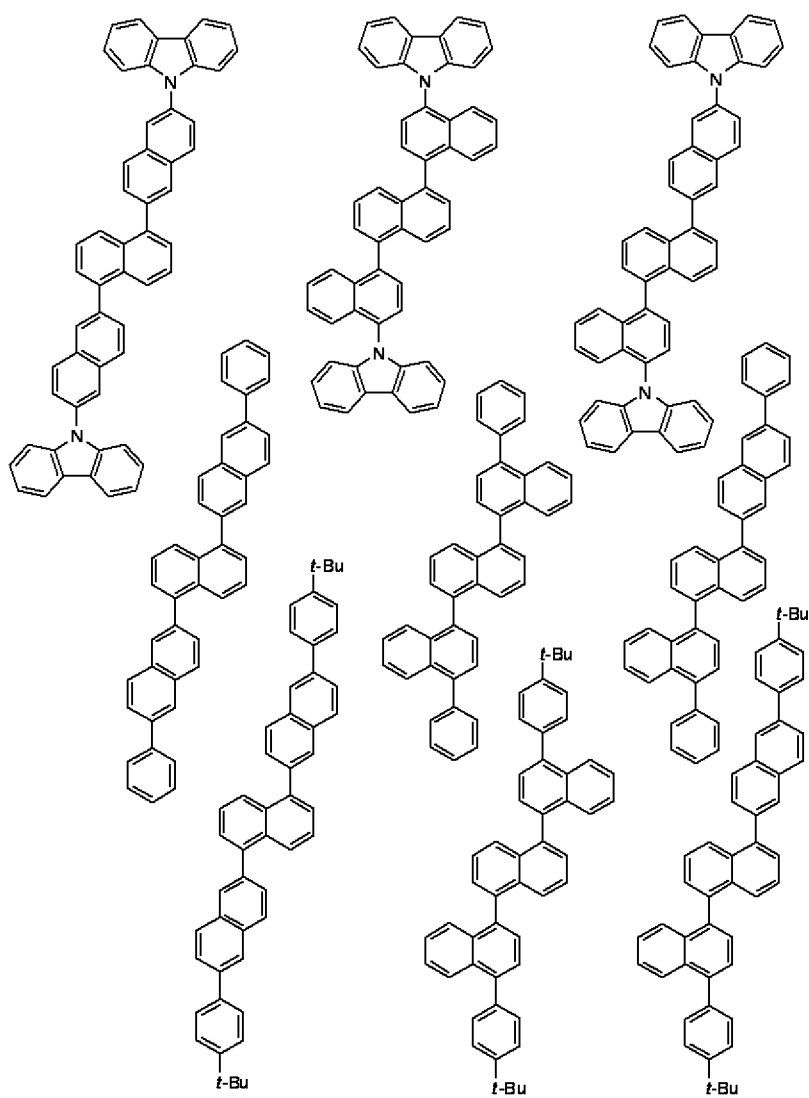
[0194] [化79]



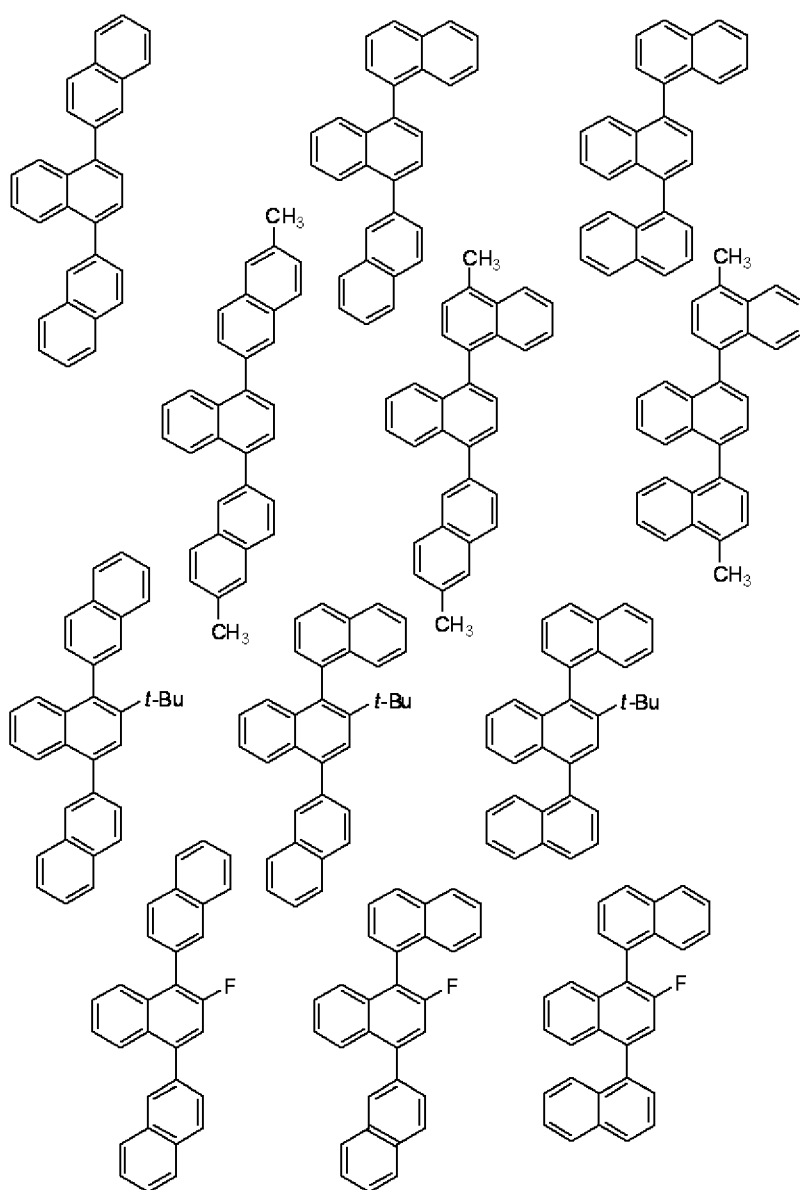
[0195] [化80]



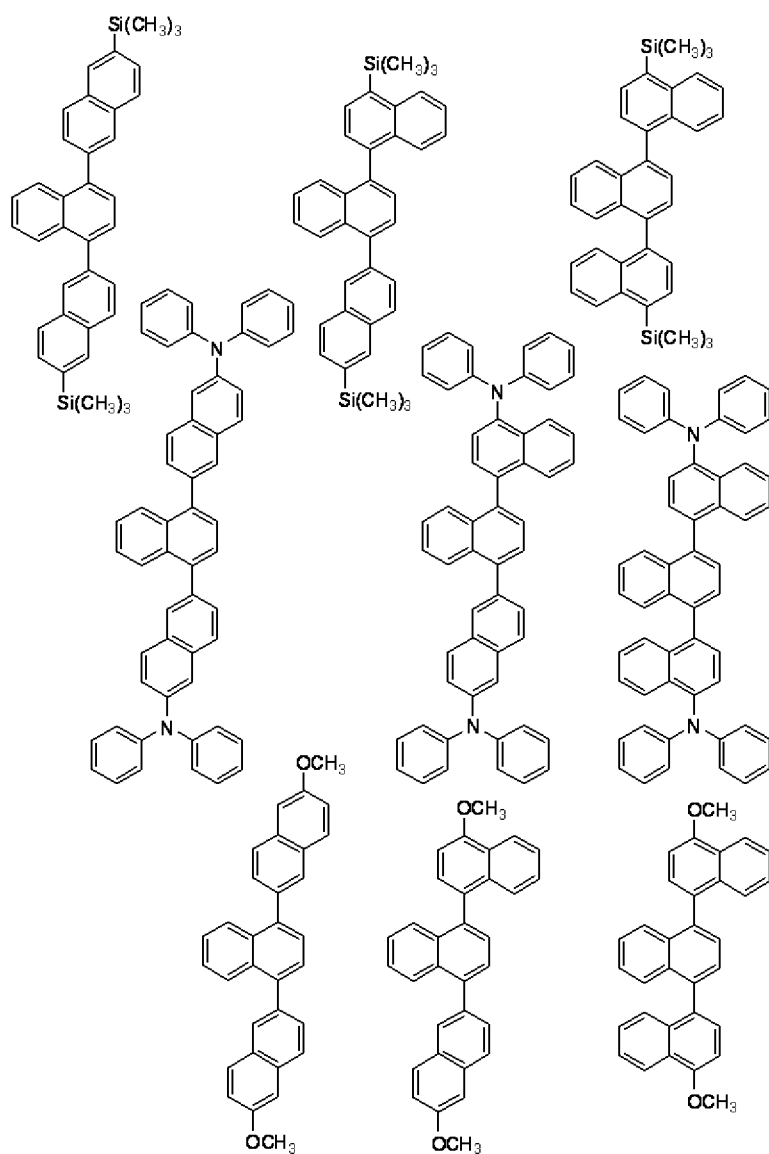
[0196] [化81]



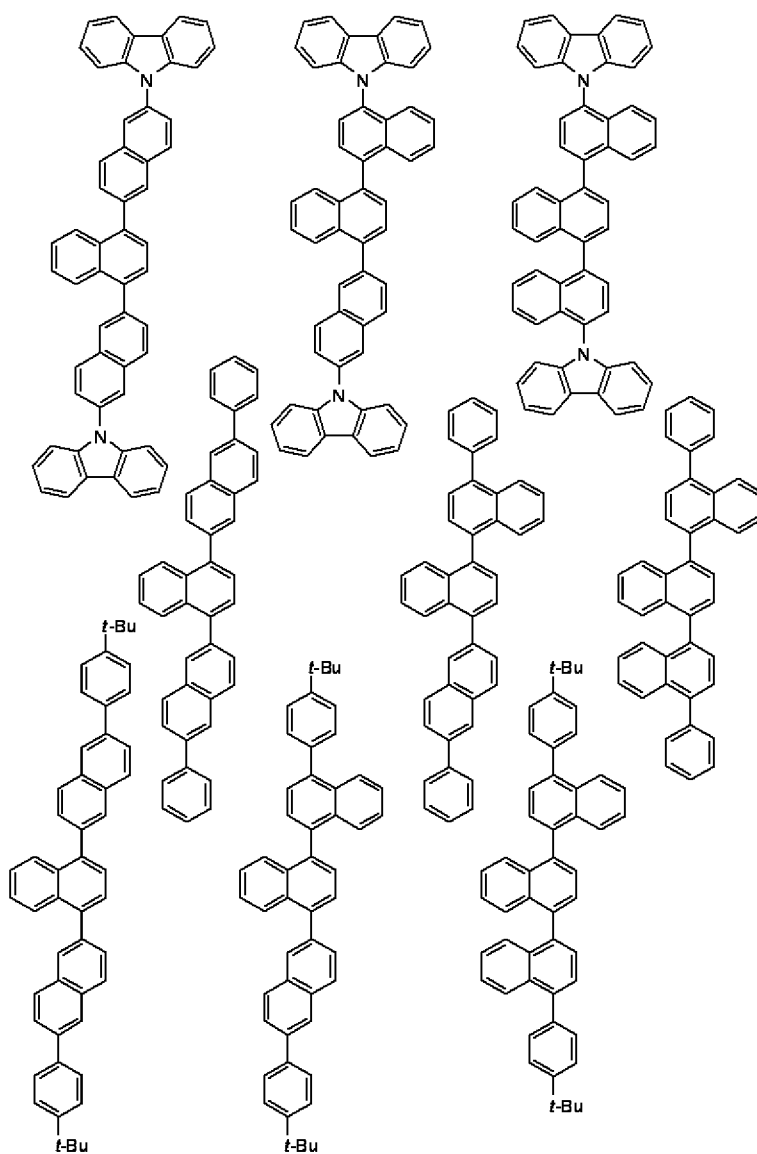
[0197] [化82]



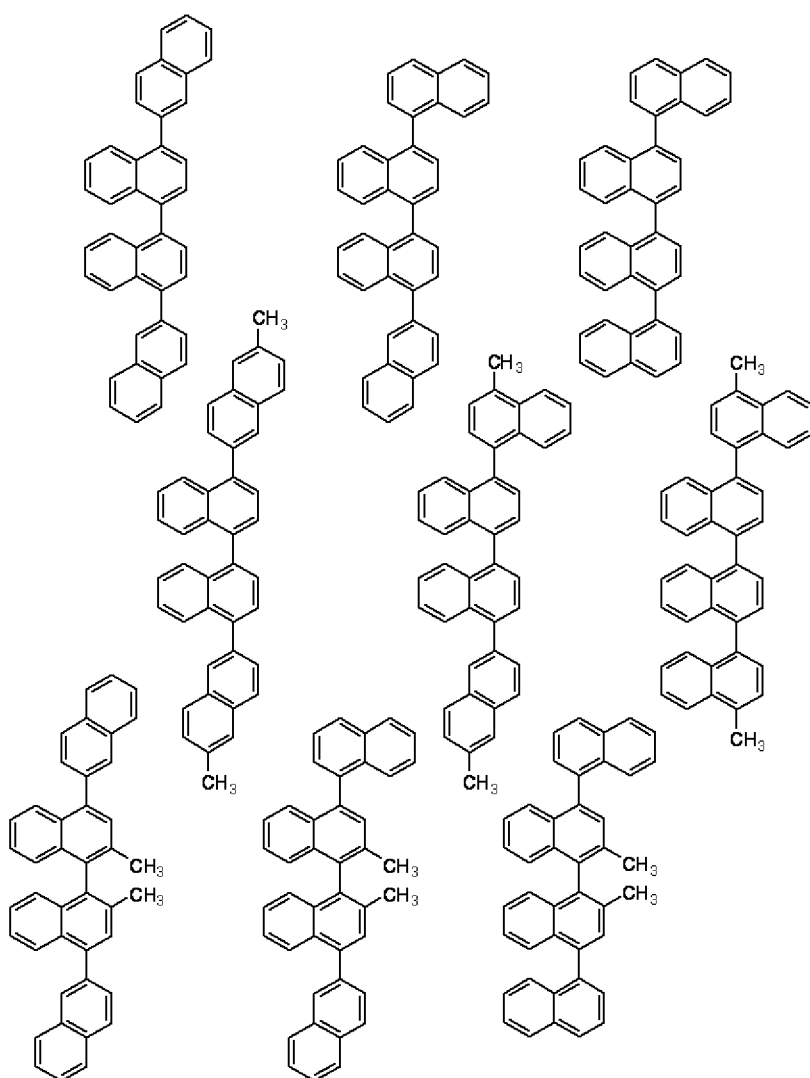
[0198] [化83]



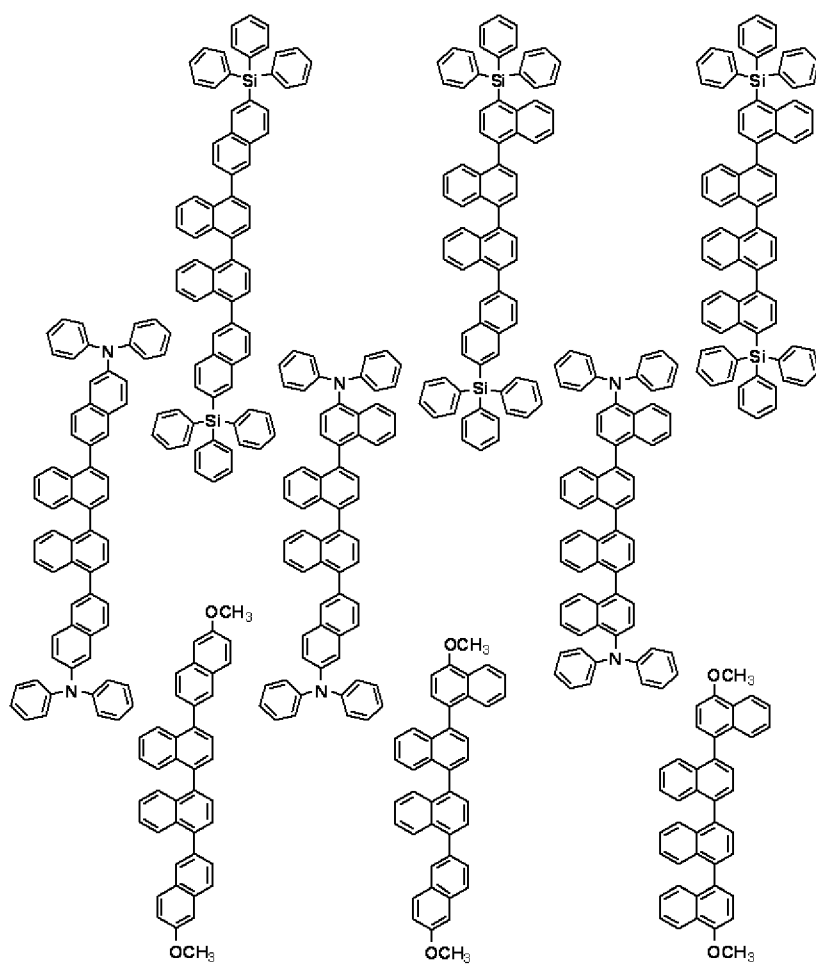
[0199] [化84]



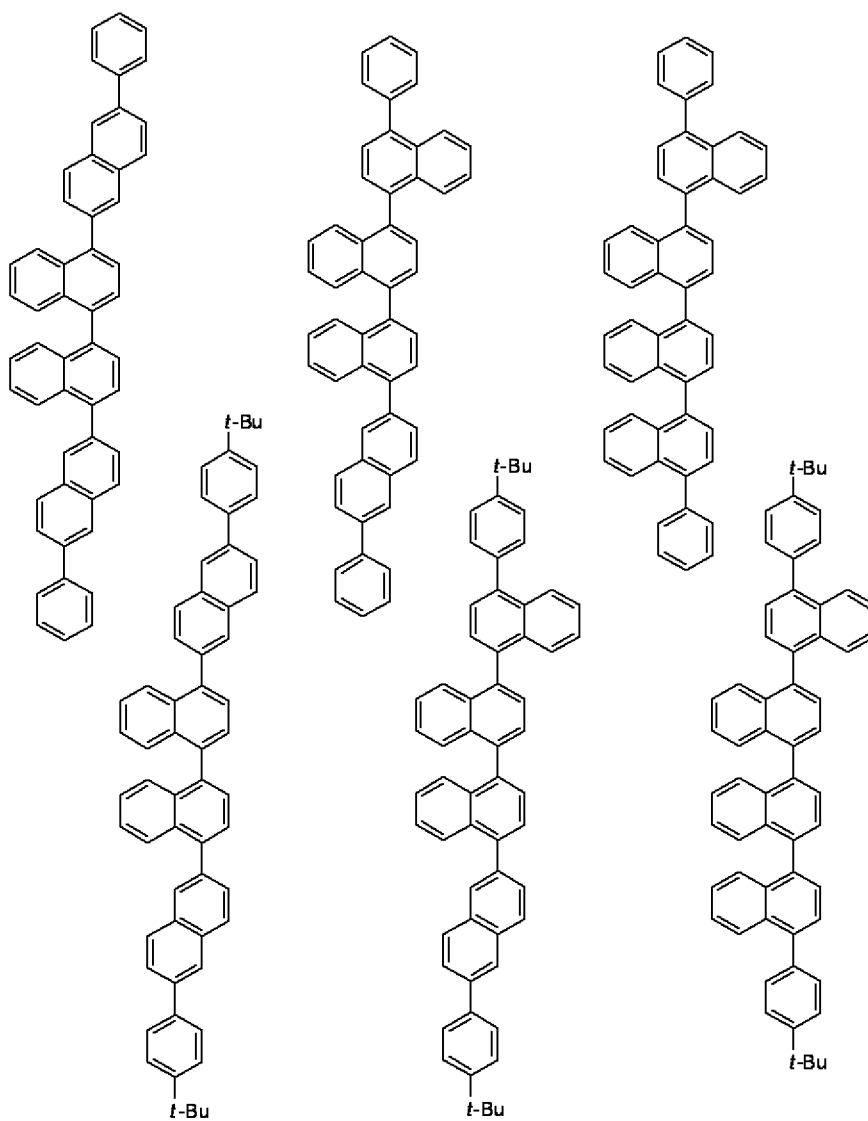
[0200] [化85]



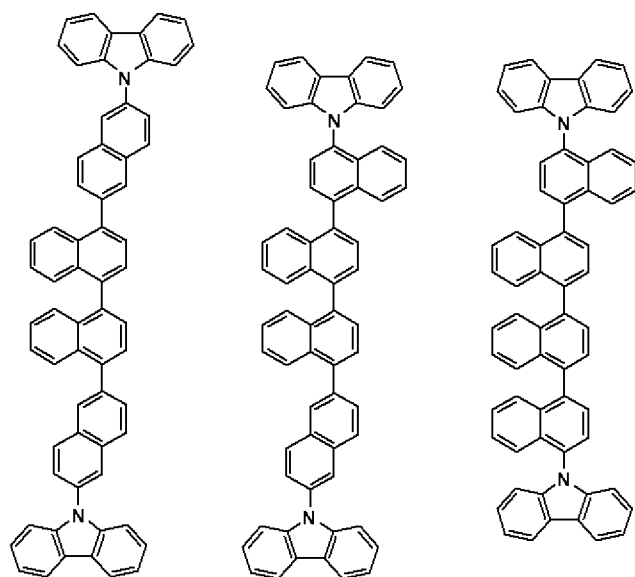
[0201] [化86]



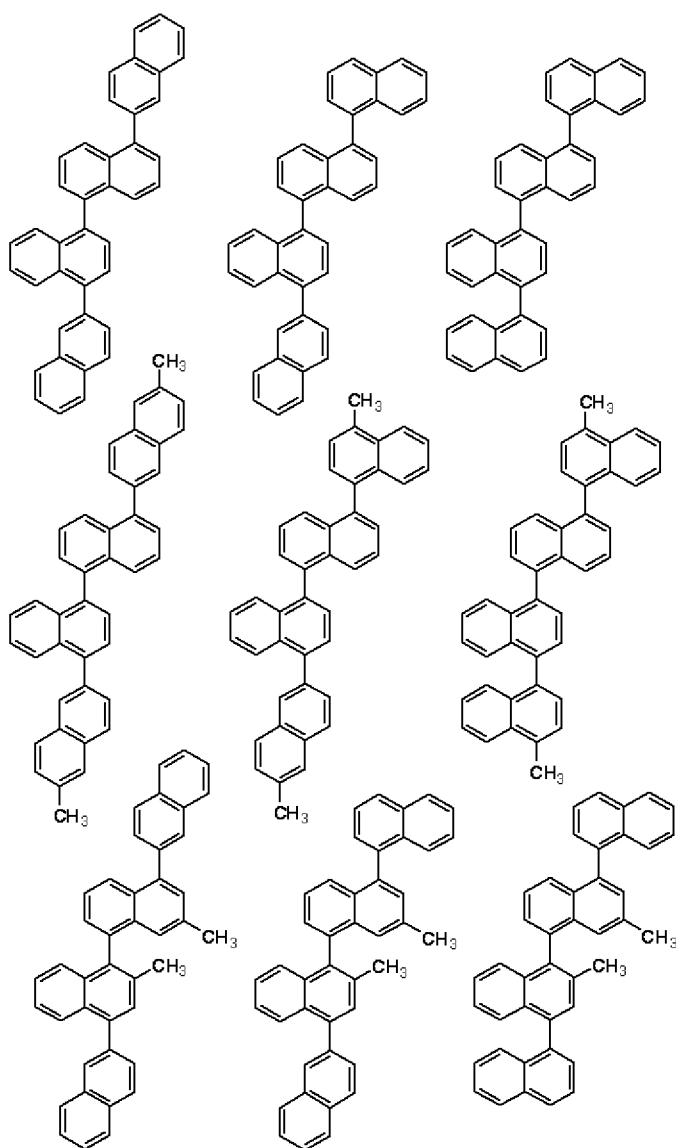
[0202] [化87]



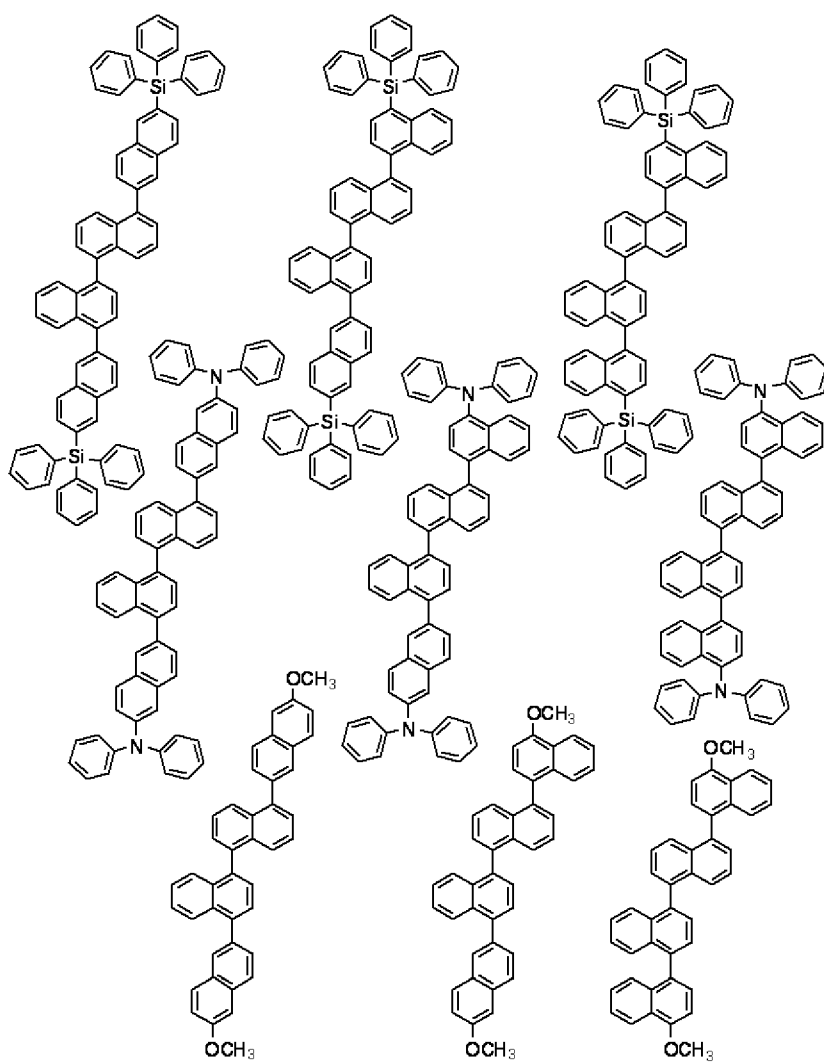
[0203] [化88]



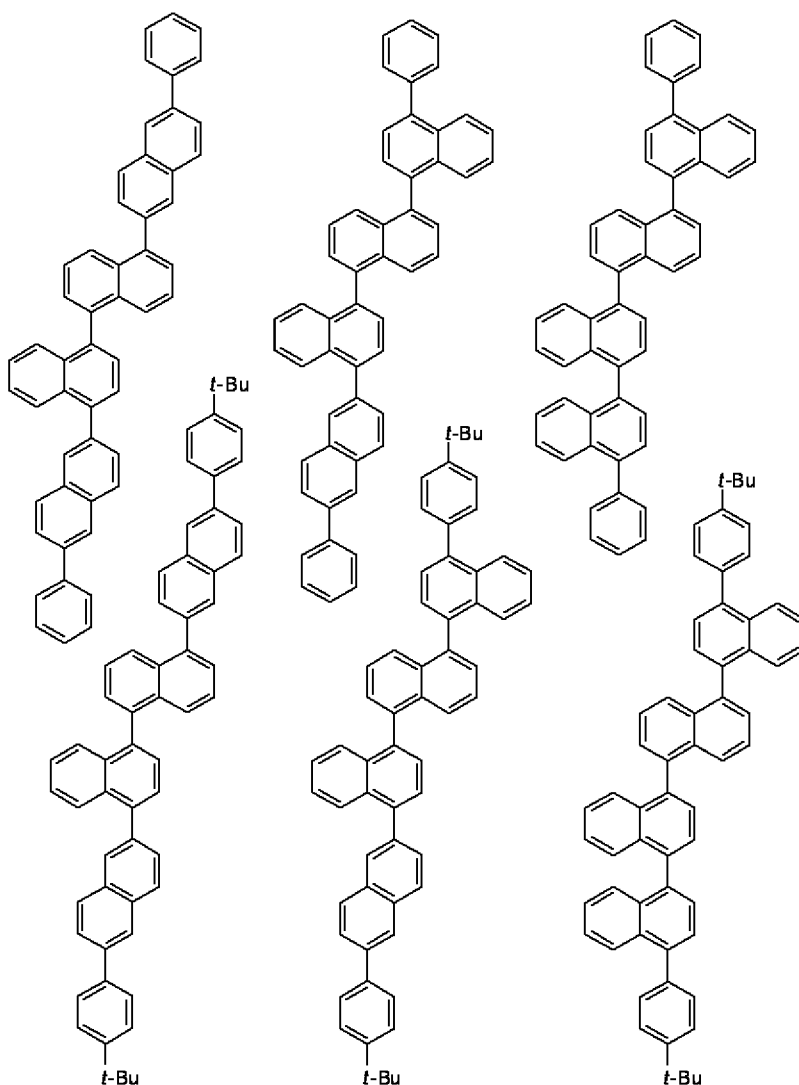
[0204] [化89]



[0205] [化90]

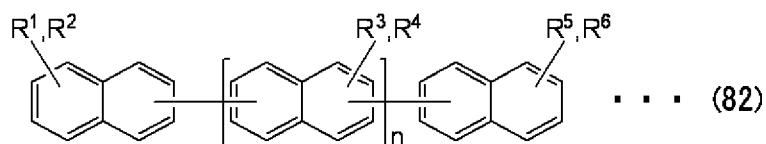


[0206] [化91]



[0207] また、オリゴナフタレン誘導体として、下記の式(82)で示されるものを挙げることができる。

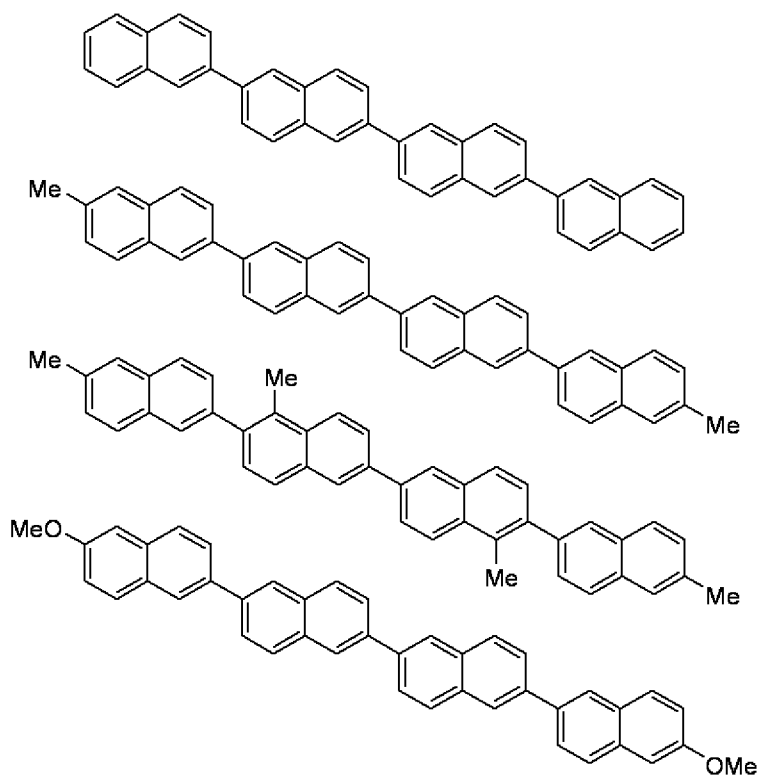
[0208] [化92]



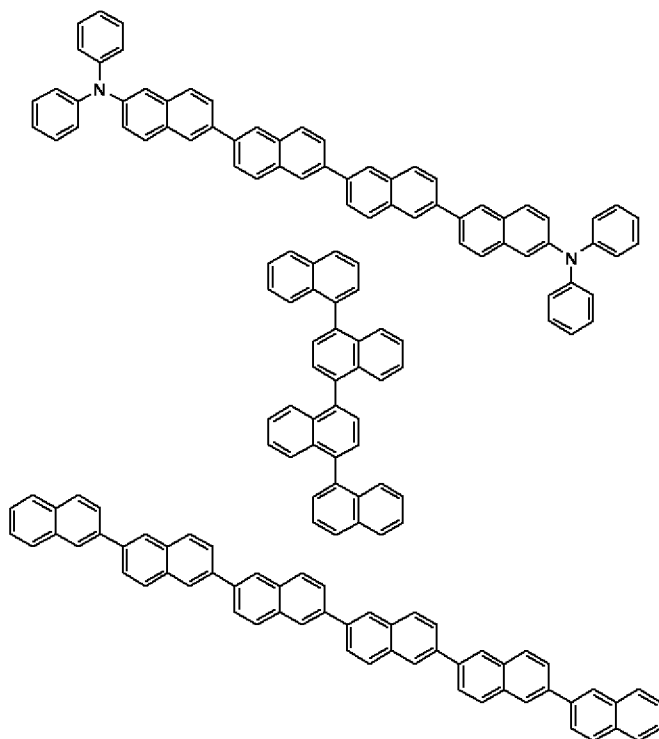
[0209] (式中 $R^1 \sim R^6$ はそれぞれ独立した基であって、水素、炭素数1～4のアルコキシ基、炭素数1～4のアルキル基、置換もしくは無置換のアミノ基から任意に選ばれた基であり、 n は2～4の整数である。)

[0210] このようなオリゴナフタレン化合物としては、例えば下記に表されるものが挙げられる。

[0211] [化93]



[0212] [化94]

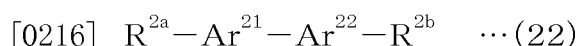


[0213] また、蛍光ホストあるいは燐光ホストとしては、例えば、下記式(21)～(24)に示す化合物が挙げられる。



[0215] 前記式(21)中、 R^{1a} 、 R^{1b} 、 Ar^{11} 、 Ar^{12} および Ar^{13} は、置換または無置換のベンゼン環、または、置換または無置換の、ナフタレン環、クリセン環、フルオランテン環、トリフェニレン環、フェナントレン環、ベンゾフェナントレン環、ジベンゾフェナントレン環、ベンゾトリフェニレン環、ベンゾ[b]フルオランテン環、ベンゾクリセン環およびピセン環から選択される縮合芳香族炭化水素環を表す。

Ar^{12} が、置換もしくは無置換のベンゼン環、または置換もしくは無置換の2, 7-フェナントレンジイル基またはトリフェニレン基の場合、 $[R^{1a}-Ar^{11}-]$ と $[R^{1b}-Ar^{13}-]$ とは、互いに異なる構造を有する基である。



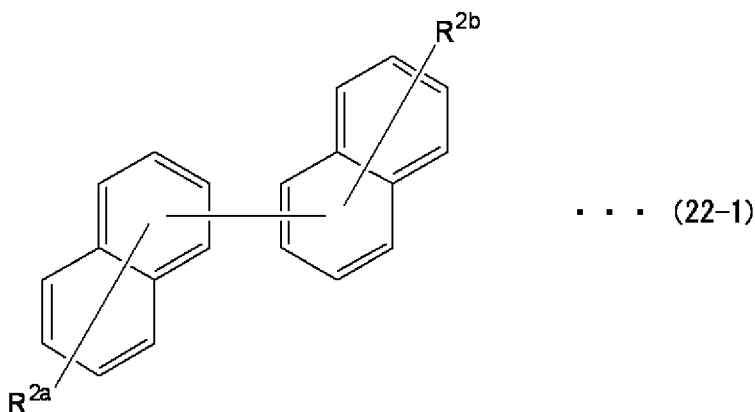
[0217] 前記式(22)中、 R^{2a} 、 Ar^{21} は、置換または無置換のナフタレン環である。

R^{2b} は、置換または無置換の、フェナントレン環、トリフェニレン環、ベンゾフェナントレン環、ジベンゾフェナントレン環、ベンゾトリフェニレン環、フルオランテン環、ベンゾクリセン環およびピセン環から選択される縮合芳香族炭化水素基を表す。

Ar^{22} は、置換または無置換の、ベンゼン環、ナフタレン環、クリセン環、フルオランテン環、トリフェニレン環、ベンゾフェナントレン環、ジベンゾフェナントレン環、ベンゾトリフェニレン環、ベンゾクリセン環、ベンゾ[b]フルオランテン環およびピセン環から選択される縮合芳香族炭化水素基を表す。

また、 R^{2a} 、 R^{2b} の置換基はアリール基でなく、 Ar^{21} または Ar^{22} がナフタレン環の場合は Ar^{21} および Ar^{22} の置換基はアリール基でない。

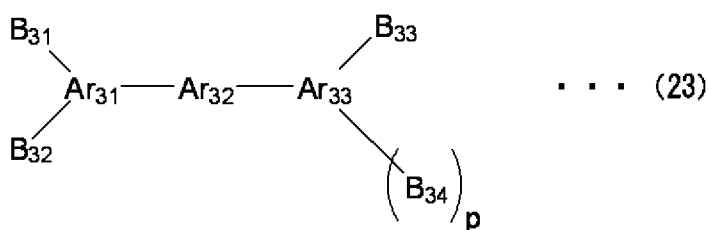
[0218] [化95]



前記式(22-1)中、 R^{2a} 、 R^{2b} は、置換または無置換の、フェナントレン環、トリフェニレン環、ベンゾフェナントレン環、ジベンゾフェナントレン環、ベンゾトリフェニレン環、ベンゾ[b]フルオランテン環、フルオランテン環、ベンゾクリセン環およびピセン環から選択される縮合芳香族炭化水素基を表す。

また、 R^{2a} 、 R^{2b} 、 Ar^{21} または Ar^{22} の置換基はアリール基でない。

[0219] [化96]



この式(23)中、 Ar_{31} 、 Ar_{32} 、 Ar_{33} 、 B_{31} 、 B_{32} 、 B_{33} 、 B_{34} が1つまたは複数の置換基を有する場合、前記置換基は、炭素数1～20のアルキル基、炭素数1～20のハロアルキル基、炭素数5～18のシクロアルキル基、炭素数3～20のシリル基、シアノ基またはハロゲン原子であることが好ましい。 Ar_{32} の置換基はさらに炭素数6～22のアリール基でもよい。

置換基が窒素原子を有さないので、より一層、ホスト材料の安定性を高くし素子寿命を長くすることができる。

なお、 Ar_{32} の複数のアリール置換基の数は好ましくは2つ以下であり、1つ以下がより好ましい。

[0220] 炭素数1～20のアルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、*s*-ブチル基、イソブチル基、*t*-ブチル基、*n*-ペンチル基、*n*-ヘキシル基、*n*-ヘプチル基、*n*-オクチル基、*n*-ノニル基、*n*-デシル基、*n*-ウンデシル基、*n*-ドデシル基、*n*-トリデシル基、*n*-テトラデシル基、*n*-ペンタデシル基、*n*-ヘキサデシル基、*n*-ヘプタデシル基、*n*-オクタデシル基、ネオペンチル基、1-メチルペンチル基、2-メチルペンチル基、1-ペンチルヘキシル基、1-ブチルペンチル基、1-ヘプチルオクチル基、3-メチルペンチル基等が挙げられる。

[0221] 炭素数1～20のハロアルキル基としては、例えば、クロロメチル基、1-クロロエチ

ル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ-tert-ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、ブロモメチル基、1-ブロモエチル基、2-ブロモエチル基、2-ブロモイソブチル基、1, 2-ジブロモエチル基、1, 3-ジブロモイソプロピル基、2, 3-ジブロモ-tert-ブチル基、1, 2, 3-トリブロモプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード-tert-ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基等が挙げられる。

[0222] 炭素数5~18のシクロアルキル基としては、例えば、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、シクロオクチル基、3, 5-テトラメチルシクロヘキシル基等が挙げられ、シクロヘキシル基、シクロオクチル基、3, 5-テトラメチルシクロヘキシル基等が挙げられる。

[0223] 炭素数3~20のシリル基としては、例えば、アルキルシリル基、アリールシリル基、又は、アラルキルシリル基が好ましく、例としては、トリメチルシリル基、トリエチルシリル基、トリブチルシリル基、トリオクチルシリル基、トリイソブチルシリル基、ジメチルエチルシリル基、ジメチルイソプロピルシリル基、ジメチルプロピルシリル基、ジメチルブチルシリル基、ジメチルターシャリーブチルシリル基、ジエチルイソプロピルシリル基、フェニルジメチルシリル基、ジフェニルメチルシリル基、ジフェニルターシャリーブチルシリル基、トリフェニルシリル基等があげられる。

ハロゲン原子としては、フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子が挙げられる。

[0224] 炭素数6~22のアリール置換基の例としては、フェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基、クリセニル基、フルオランテニル基、9, 10-ジアリールフルオレニル基、9, 10-ジアリールフルオレニル基、トリフェニレニル基、フェナントレニル基、ベンゾフェナントレニル基、ジベンゾフェナントレニル基、ベンゾトリフェニレニル基、ベンゾクリセニル基、ジベンゾフラニル基が好ましく、より好ましくは炭素数6~18のフェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基、クリセニル基、フルオランテニル基、9, 10-ジメチルフルオレニル基、トリフェニレニル基、フェナントレニル基

、ベンゾフェナントレニル基、ジベンゾフラニル基であり、さらにより好ましくは炭素数6～14のフェニル基、ビフェニル基、ナフチル基、フェナントレニル基、ジベンゾフラニル基である。

[0225] $R4a-Ar^{41}-R4b \quad \cdots (24)$

前記式(24)中、 $R4a$ 、 $R4b$ 、 Ar^{41} が1つまたは複数の置換基を有する場合、前記置換基は、炭素数1～20のアルキル基、炭素数1～20のハロアルキル基、炭素数5～18のシクロアルキル基、炭素数3～20のシリル基、シアノ基またはハロゲン原子であることが好ましい。 Ar^{41} の置換基はさらに炭素数6～22のアリール基でもよい。

置換基が窒素原子を有さないので、より一層、ホスト材料の安定性を高くし素子寿命を長くすることができる。

なお、 Ar^{41} の複数のアリール置換基の数は好ましくは2つ以下であり、1つ以下がより好ましい。

[0226] 炭素数1～20のアルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、 n -ブチル基、 s -ブチル基、イソブチル基、 t -ブチル基、 n -ペンチル基、 n -ヘキシル基、 n -ヘプチル基、 n -オクチル基、 n -ノニル基、 n -デシル基、 n -ウンデシル基、 n -ドデシル基、 n -トリデシル基、 n -テトラデシル基、 n -ペンタデシル基、 n -ヘキサデシル基、 n -ヘプタデシル基、 n -オクタデシル基、ネオペンチル基、1-メチルペンチル基、2-メチルペンチル基、1-ペンチルヘキシル基、1-ブチルペンチル基、1-ヘプチルオクチル基、3-メチルペンチル基等が挙げられる。

[0227] 炭素数1～20のハロアルキル基としては、例えば、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ- t -ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、ブロモメチル基、1-ブロモエチル基、2-ブロモエチル基、2-ブロモイソブチル基、1, 2-ジブロモエチル基、1, 3-ジブロモイソプロピル基、2, 3-ジブromo- t -ブチル基、1, 2, 3-トリブromoプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード- t -ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基等が

挙げられる。

[0228] 炭素数5～18のシクロアルキル基としては、例えば、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、シクロオクチル基、3, 5-テトラメチルシクロヘキシル基等が挙げられ、シクロヘキシル基、シクロオクチル基、3, 5-テトラメチルシクロヘキシル基等が挙げられる。

[0229] 炭素数3～20のシリル基としては、例えば、アルキルシリル基、アリアルシリル基、又は、アラルキルシリル基が好ましく、例としては、トリメチルシリル基、トリエチルシリル基、トリブチルシリル基、トリオクチルシリル基、トリイソブチルシリル基、ジメチルエチルシリル基、ジメチルイソプロピルシリル基、ジメチルプロピルシリル基、ジメチルブチルシリル基、ジメチルターシャリーブチルシリル基、ジエチルイソプロピルシリル基、フェニルジメチルシリル基、ジフェニルメチルシリル基、ジフェニルターシャリーブチルシリル基、トリフェニルシリル基等があげられる。

ハロゲン原子としては、フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子が挙げられる。

[0230] 炭素数6～22のアリアル置換基の例としては、フェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基、クリセニル基、フルオランテニル基、9, 10-ジアルキルフルオレニル基、9, 10-ジアリアルフルオレニル基、トリフェニレニル基、フェナントレニル基、ベンゾフェナントレニル基、ジベンゾフェナントレニル基、ベンゾトリフェニレニル基、ベンゾクリセニル基、ジベンゾフラニル基が好ましく、より好ましくは炭素数6～18のフェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基、クリセニル基、フルオランテニル基、9, 10-ジメチルフルオレニル基、トリフェニレニル基、フェナントレニル基、ベンゾフェナントレニル基、ジベンゾフラニル基であり、さらにより好ましくは炭素数6～14のフェニル基、ビフェニル基、ナフチル基、フェナントレニル基、ジベンゾフラニル基である。

[0231] 本発明では、前記蛍光ホストあるいは燐光ホストは、最低励起三重項エネルギーギャップが2.1eV以上2.7eV以下であり、前記多環式縮合芳香族骨格部の核原子数は14から30であることが好ましい。

[0232] 蛍光発光層から青色、燐光発光層から赤色の発光を得ようとする場合、ホストには

比較的広い励起三重項エネルギーギャップが必要になる。

ここで、 π 結合の共役が大きい材料は、励起三重項エネルギーギャップが狭く、燐光発光層の燐光ドーパントへのエネルギー移動が困難である。

このため、従来は、 π 結合の共有が少なく、励起三重項エネルギーギャップが広いCBPを燐光ホスト材料としていた。

[0233] これに対し、本発明では、多環式縮合芳香族骨格部の好ましい炭素数を14から30とし、好ましい最低三重項エネルギーギャップを2.1eV以上2.7eV以下としている。

このような本発明のホスト材料は、従来のホスト材料よりも励起三重項エネルギーギャップが狭いため、緑色燐光発光層を採用した場合、緑色燐光発光層の緑色燐光ドーパントへのエネルギー移動が確保できない可能性がある。

しかし、赤色燐光ドーパントは緑色燐光ドーパントに比べて励起三重項エネルギーギャップが狭い。このため、ホスト材料が2.1eV以上2.7eV以下程度の最低三重項エネルギーギャップを有していれば、赤色燐光ドーパントへのエネルギー移動を確保することは可能である。

[0234] また、2.1eV以上2.7eV以下程度の適度な最低励起三重項エネルギーギャップを有するので、励起一重項エネルギーギャップも適度な大きさとなる。これにより、励起一重項エネルギーギャップが大きすぎて、蛍光ドーパントへのエネルギー移動が効率的に行われず、発光効率が低下する問題を解消することができ、駆動電圧を下げて有機EL素子の寿命を向上することが出来る。

すなわち、本発明のホスト材料は、蛍光発光層と燐光発光層とを備えた素子において、蛍光発光層のホスト材料として適切なエネルギーギャップを有し、かつ、実用的な寿命を有する有機EL素子を構成することが可能な材料である。

[0235] 本発明によれば、上述のようなホスト材料を用いて蛍光発光層または燐光発光層を構成するので、蛍光発光層と燐光発光層とを備え、駆動電圧が低く実用的な発光効率と発光寿命とを両立した有機EL素子を得ることができる。

[0236] エネルギーギャップの大きいホスト材料を用いて蛍光発光層を形成した場合、ホスト材料のイオン化ポテンシャル(I_p)と正孔注入・輸送層等の I_p との差が大きくなり、蛍光発光層への正孔の注入が困難となる場合があり、十分な輝度を得るための駆動電

圧が上昇するおそれがある。

このような場合、蛍光発光層に、正孔注入・輸送性の電荷注入補助剤を含有させることで、蛍光発光層への正孔注入を容易にし、駆動電圧を低下させることができる。

[0237] 電荷注入補助剤としては、例えば、一般的な正孔注入・輸送材料等が利用できる。

具体例としては、トリアゾール誘導体(米国特許3, 112, 197号明細書等参照)、オキサジアゾール誘導体(米国特許3, 189, 447号明細書等参照)、イミダゾール誘導体(特公昭37-16096号公報等参照)、ポリアリールアルカン誘導体(米国特許3, 615, 402号明細書、同第3, 820, 989号明細書、同第3, 542, 544号明細書、特公昭45-555号公報、同51-10983号公報、特開昭51-93224号公報、同55-17105号公報、同56-4148号公報、同55-108667号公報、同55-156953号公報、同56-36656号公報等参照)、ピラゾリン誘導体及びピラズロン誘導体(米国特許第3, 180, 729号明細書、同第4, 278, 746号明細書、特開昭55-88064号公報、同55-88065号公報、同49-105537号公報、同55-51086号公報、同56-80051号公報、同56-88141号公報、同57-45545号公報、同54-112637号公報、同55-74546号公報等参照)、フェニレンジアミン誘導体(米国特許第3, 615, 404号明細書、特公昭51-10105号公報、同46-3712号公報、同47-25336号公報、特開昭54-53435号公報、同54-110536号公報、同54-119925号公報等参照)、アリールアミン誘導体(米国特許第3, 567, 450号明細書、同第3, 180, 703号明細書、同第3, 240, 597号明細書、同第3, 658, 520号明細書、同第4, 232, 103号明細書、同第4, 175, 961号明細書、同第4, 012, 376号明細書、特公昭49-35702号公報、同39-27577号公報、特開昭55-144250号公報、同56-119132号公報、同56-22437号公報、西独特許第1, 110, 518号明細書等参照)、アミノ置換カルコン誘導体(米国特許第3, 526, 501号明細書等参照)、オキサゾール誘導体(米国特許第3, 257, 203号明細書等)に開示のもの、スチリルアントラセン誘導体(特開昭56-46234号公報等参照)、フルオレノン誘導体(特開昭54-110837号公報等参照)、ヒドラゾン誘導体(米国特許第3, 717, 462号明細書、特開昭54-59143号公報、同55-52063号公報、同55-52064号公報、同55-46760号公報、同55-85495号公報、同57-11350号公報

、同57-148749号公報、特開平2-311591号公報等参照)、スチルベン誘導体(特開昭61-210363号公報、同第61-228451号公報、同61-14642号公報、同61-72255号公報、同62-47646号公報、同62-36674号公報、同62-10652号公報、同62-30255号公報、同60-93455号公報、同60-94462号公報、同60-174749号公報、同60-175052号公報等参照)、シラザン誘導体(米国特許第4,950,950号明細書)、ポリシラン系(特開平2-204996号公報)、アニリン系共重合体(特開平2-282263号公報)、特開平1-211399号公報に開示されている導電性高分子オリゴマー(特にチオフェンオリゴマー)等を挙げることができる。

[0238] 正孔注入性の材料としては上記のものを挙げることができるが、ポルフィリン化合物(特開昭63-295695号公報等の開示のもの)、芳香族第三級アミン化合物及びスチルルアミン化合物(米国特許第4,127,412号明細書、特開昭53-27033号公報、同54-58445号公報、同54-149634号公報、同54-64299号公報、同55-79450号公報、同55-144250号公報、同56-119132号公報、同61-295558号公報、同61-98353号公報、同63-295695号公報等参照)、特に芳香族第三級アミン化合物が好ましい。

また、米国特許第5,061,569号に記載されている2個の縮合芳香族環を分子内に有する、例えば、4,4'-ビス(N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ)ビフェニル(以下NPDと略記する)、また特開平4-308688号公報に記載されているトリフェニルアミンユニットが3つスターバースト型に連結された4,4',4"-トリス(N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ)トリフェニルアミン(以下MTDATAと略記する)等を挙げることができる。

また、特許公報第3614405号、3571977号または米国特許4,780,536に記載されているヘキサアザトリフェニレン誘導体等も正孔注入性の材料として好適に用いることができる。

また、p型Si、p型SiC等の無機化合物も正孔注入材料として使用することができる。

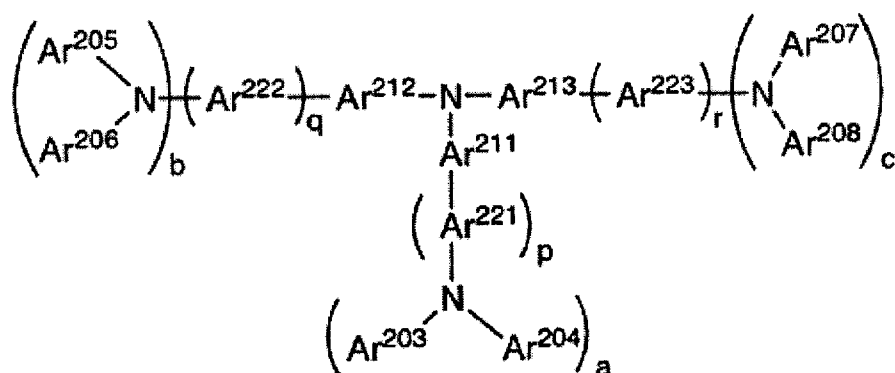
[0239] 正孔注入層及び正孔輸送層は、発光層への正孔注入を助け、発光領域まで輸送する層であって、正孔移動度が大きく、イオン化エネルギーが通常5.5eV以下と小

さい。このような正孔注入層及び正孔輸送層の材料としてはより低い電界強度で正孔を発光層に輸送する材料が好ましく、さらに正孔の移動度が、例えば $10^4 \sim 10^6 \text{ V/cm}$ の電界印加時に、 $10^{-4} \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{秒}$ 以上であるのが好ましい。

正孔注入層及び正孔輸送層の材料としては、特に制限はなく、従来、光導伝材料において正孔の電荷輸送材料として慣用されているものや、有機EL素子の正孔注入層及び正孔輸送層に使用されている公知のものの中から任意のものを選択して用いることができる。

[0240] 正孔注入層及び正孔輸送層に、例えば、下記式で表される芳香族アミン誘導体を使用できる。

[0241] [化97]



[0242] (式中、 $\text{Ar}^{211} \sim \text{Ar}^{213}$ および $\text{Ar}^{221} \sim \text{Ar}^{223}$ はそれぞれ置換もしくは無置換の核炭素数6～50のアリーレン基又は置換もしくは無置換の核原子数5～50のヘテロアリーレン基であり、 $\text{Ar}^{203} \sim \text{Ar}^{208}$ はそれぞれ置換もしくは無置換の核炭素数6～50のアリール基又は置換もしくは無置換の核原子数5～50のヘテロアリール基である。a～c及びp～rはそれぞれ0～3の整数である。 Ar^{203} と Ar^{204} 、 Ar^{205} と Ar^{206} 、 Ar^{207} と Ar^{208} はそれぞれ互いに連結して飽和もしくは不飽和の環を形成してもよい。)

[0243] 置換もしくは無置換の核炭素数6～50のアリール基の具体例としては、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、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-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-ビフェニル基、3-

ービフェニルイル基、4ービフェニルイル基、pーテルフェニルー4ーイル基、pーテルフェニルー3ーイル基、pーテルフェニルー2ーイル基、mーテルフェニルー4ーイル基、mーテルフェニルー3ーイル基、mーテルフェニルー2ーイル基、oートリル基、mートリル基、pートリル基、pーtーブチルフェニル基、pー(2ーフェニルプロピル)フェニル基、3ーメチルー2ーナフチル基、4ーメチルー1ーナフチル基、4ーメチルー1ーアントリル基、4'ーメチルビフェニルイル基、4''ーtーブチルーpーテルフェニル4ーイル基が挙げられる。

[0244] 置換もしくは無置換の核炭素数6～50のアリーレン基の具体例としては、上記アリアル基から1個の水素原子を除いて得られる基が挙げられる。

[0245] 置換もしくは無置換の核原子数5～50のヘテロアリアル基の具体例としては、1ーピロリル基、2ーピロリル基、3ーピロリル基、ピラジニル基、2ーピリジニル基、3ーピリジニル基、4ーピリジニル基、1ーインドリル基、2ーインドリル基、3ーインドリル基、4ーインドリル基、5ーインドリル基、6ーインドリル基、7ーインドリル基、1ーイソインドリル基、2ーイソインドリル基、3ーイソインドリル基、4ーイソインドリル基、5ーイソインドリル基、6ーイソインドリル基、7ーイソインドリル基、2ーフリル基、3ーフリル基、2ーベンゾフラニル基、3ーベンゾフラニル基、4ーベンゾフラニル基、5ーベンゾフラニル基、6ーベンゾフラニル基、7ーベンゾフラニル基、1ーイソベンゾフラニル基、3ーイソベンゾフラニル基、4ーイソベンゾフラニル基、5ーイソベンゾフラニル基、6ーイソベンゾフラニル基、7ーイソベンゾフラニル基、キノリル基、3ーキノリル基、4ーキノリル基、5ーキノリル基、6ーキノリル基、7ーキノリル基、8ーキノリル基、1ーイソキノリル基、3ーイソキノリル基、4ーイソキノリル基、5ーイソキノリル基、6ーイソキノリル基、7ーイソキノリル基、8ーイソキノリル基、2ーキノキサリニル基、5ーキノキサリニル基、6ーキノキサリニル基、1ーカルバゾリル基、2ーカルバゾリル基、3ーカルバゾリル基、4ーカルバゾリル基、9ーカルバゾリル基、1ーフェナントリジニル基、2ーフェナントリジニル基、3ーフェナントリジニル基、4ーフェナントリジニル基、6ーフェナントリジニル基、7ーフェナントリジニル基、8ーフェナントリジニル基、9ーフェナントリジニル基、10ーフェナントリジニル基、1ーアクリジニル基、2ーアクリジニル基、3ーアクリジニル基、4ーアクリジニル基、9ーアクリジニル基、1, 7ーフェナントロリンー 2ーイル基、1, 7ーフ

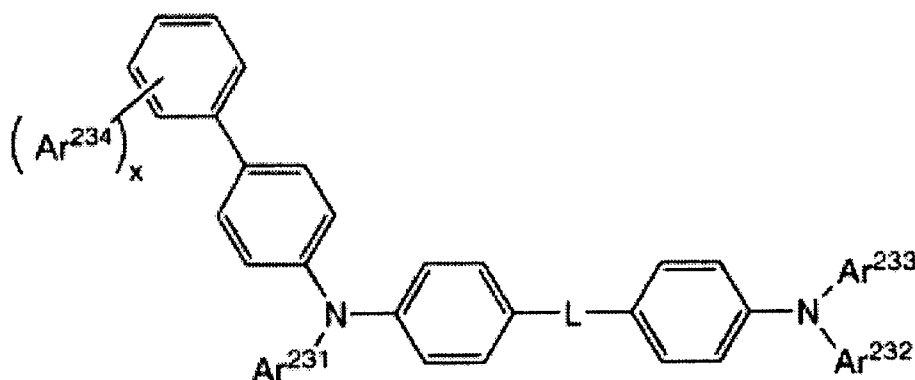
エナントロリン-3-イル基、1, 7-フェナントロリン-4-イル基、1, 7-フェナントロリン-5-イル基、1, 7-フェナントロリン-6-イル基、1, 7-フェナントロリン-8-イル基、1, 7-フェナントロリン-9-イル基、1, 7-フェナントロリン-10-イル基、1, 8-フェナントロリン-2-イル基、1, 8-フェナントロリン-3-イル基、1, 8-フェナントロリン-4-イル基、1, 8-フェナントロリン-5-イル基、1, 8-フェナントロリン-6-イル基、1, 8-フェナントロリン-7-イル基、1, 8-フェナントロリン-9-イル基、1, 8-フェナントロリン-10-イル基、1, 9-フェナントロリン-2-イル基、1, 9-フェナントロリン-3-イル基、1, 9-フェナントロリン-4-イル基、1, 9-フェナントロリン-5-イル基、1, 9-フェナントロリン-6-イル基、1, 9-フェナントロリン-7-イル基、1, 9-フェナントロリン-8-イル基、1, 9-フェナントロリン-10-イル基、1, 10-フェナントロリン-2-イル基、1, 10-フェナントロリン-3-イル基、1, 10-フェナントロリン-4-イル基、1, 10-フェナントロリン-5-イル基、2, 9-フェナントロリン-1-イル基、2, 9-フェナントロリン-3-イル基、2, 9-フェナントロリン-4-イル基、2, 9-フェナントロリン-5-イル基、2, 9-フェナントロリン-6-イル基、2, 9-フェナントロリン-7-イル基、2, 9-フェナントロリン-8-イル基、2, 9-フェナントロリン-10-イル基、2, 8-フェナントロリン-1-イル基、2, 8-フェナントロリン-3-イル基、2, 8-フェナントロリン-4-イル基、2, 8-フェナントロリン-5-イル基、2, 8-フェナントロリン-6-イル基、2, 8-フェナントロリン-7-イル基、2, 8-フェナントロリン-9-イル基、2, 8-フェナントロリン-10-イル基、2, 7-フェナントロリン-1-イル基、2, 7-フェナントロリン-3-イル基、2, 7-フェナントロリン-4-イル基、2, 7-フェナントロリン-5-イル基、2, 7-フェナントロリン-6-イル基、2, 7-フェナントロリン-8-イル基、2, 7-フェナントロリン-9-イル基、2, 7-フェナントロリン-10-イル基、1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、10-フェノチアジニル基、1-フェノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、10-フェノキサジニル基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、3-チ

エニル基、2-メチルピロール-1-イル基、2-メチルピロール-3-イル基、2-メチルピロール-4-イル基、2-メチルピロール-5-イル基、3-メチルピロール-1-イル基、3-メチルピロール-2-イル基、3-メチルピロール-4-イル基、3-メチルピロール-5-イル基、2-*t*-ブチルピロール-4-イル基、3-(2-フェニルプロピル)ピロール-1-イル基、2-メチル-1-インドリル基、4-メチル-1-インドリル基、2-メチル-3-インドリル基、4-メチル-3-インドリル基、2-*t*-ブチル-1-インドリル基、4-*t*-ブチル-1-インドリル基、2-*t*-ブチル-3-インドリル基、4-*t*-ブチル-3-インドリル基が挙げられる。

[0246] 置換もしくは無置換の核炭素数6～50のヘテロアリーレン基の具体例としては、上記ヘテロアリール基から1個の水素原子を除いて得られる基が挙げられる。

[0247] さらに、正孔注入層及び正孔輸送層は下記式で表される化合物を含んでいてもよい。

[0248] [化98]

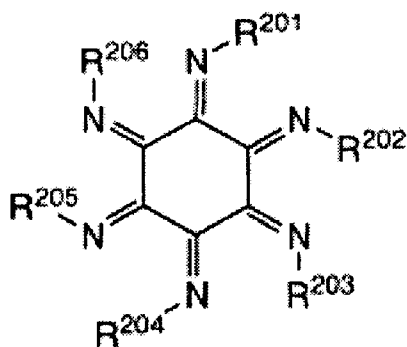


[0249] (式中、 $\text{Ar}^{231} \sim \text{Ar}^{234}$ はそれぞれ置換もしくは無置換の核炭素数6～50のアリール基又は置換もしくは無置換の核原子数5～50のヘテロアリール基である。Lは連結基であり、単結合、もしくは置換もしくは無置換の核炭素数6～50のアリーレン基又は置換もしくは無置換の核原子数5～50のヘテロアリーレン基である。xは0～5の整数である。)

Ar^{232} と Ar^{233} は互いに連結して飽和もしくは不飽和の環を形成してもよい。ここで置換もしくは無置換の核炭素数6～50のアリール基およびアリーレン基、及び置換もしくは無置換の核原子数5～50のヘテロアリール基およびヘテロアリーレン基の具体

例としては、前記と同様のものがあげられる。

- [0250] さらに、正孔注入層及び正孔輸送層の材料の具体例としては、例えば、トリアゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、ポリアリールアルカン誘導体、ピラゾリン誘導体、ピラズロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリールアミン誘導体、アミノ置換カルコン誘導体、オキサゾール誘導体、スチリルアントラセン誘導体、フルオレノン誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体、シラザン誘導体、アニリン系共重合体、導電性高分子オリゴマー(特にチオフェンオリゴマー)等を挙げることができる。
- [0251] 正孔注入層及び正孔輸送層の材料としては上記のものを使用することができるが、ポルフィリン化合物、芳香族第三級アミン化合物及びスチリルアミン化合物、特に芳香族第三級アミン化合物を用いることが好ましい。
- [0252] また2個の縮合芳香族環を分子内に有する化合物、例えばNPDや、トリフェニルアミンユニットが3つスターバースト型に連結された4, 4', 4''-トリス(N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ)トリフェニルアミン(以下MTDATAと略記する)等を用いることが好ましい。
- [0253] この他に下記式で表される含窒素複素環誘導体も用いることができる。
- [0254] [化99]

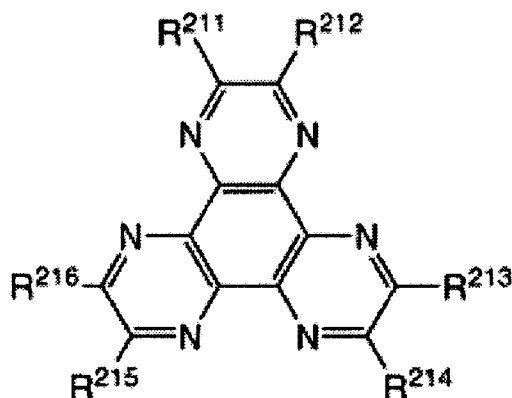


- [0255] 式中、 $R^{201} \sim R^{206}$ はそれぞれ置換もしくは無置換の炭素数1～50のアルキル基、置換もしくは無置換の核炭素数6～50のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数7～50のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数5～50の複素環基のいずれかを示す。 R^{201} と R^{202} 、 R^{203} と R^{204} 、 R^{205} と R^{206} 、 R^{201} と R^{206} 、 R^{202} と R^{203} 、又は R^{204} と R^{205}

²⁰⁵は縮合環を形成してもよい。

[0256] さらに、下記式の化合物も用いることができる。

[0257] [化100]



[0258] $R^{211} \sim R^{216}$ は置換基、好ましくはそれぞれシアノ基、ニトロ基、スルホニル基、カルボニル基、トリフルオロメチル基、ハロゲン等の電子吸引基である。

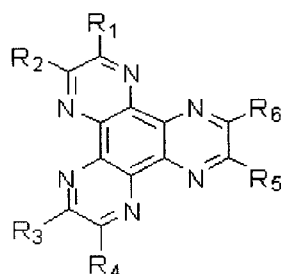
[0259] また、p型Si、p型SiC等の無機化合物も正孔注入層及び正孔輸送層の材料として使用することができる。正孔注入層及び正孔輸送層は上述した化合物を、真空蒸着法、スピコート法、キャスト法、LB法等の公知の方法により薄膜化することにより形成することができる。

正孔注入層及び正孔輸送層の膜厚は特に制限はないが、通常は5nm～5 μ mである。正孔注入層及び正孔輸送層は上述した材料の一種又は二種以上からなる一層で構成されてもよいし、異なる化合物からなる複数の正孔注入層及び正孔輸送層を積層したものであってもよい。

[0260] また、p型Si、p型SiC等の無機化合物も正孔注入層の材料として使用することができる。

[0261] 下記式の化合物も正孔注入層として好適である。

[0262] [化101]



[0263] 式中、 $R_1 \sim R_6$ は、ハロゲン、シアノ基、ニトロ基、アルキル基、トリフルオロメチル基を示し、それぞれ同一であっても異なってもよい。なお、 $R_1 \sim R_6$ は、シアノ基であることが好ましい。

[0264] 正孔注入層は上述した化合物を、例えば、真空蒸着法、スピコート法、キャスト法、LB法等の公知の方法により薄膜化することにより形成することができる。

正孔注入層としての膜厚は特に制限はないが、通常は5nm～5 μ mである。

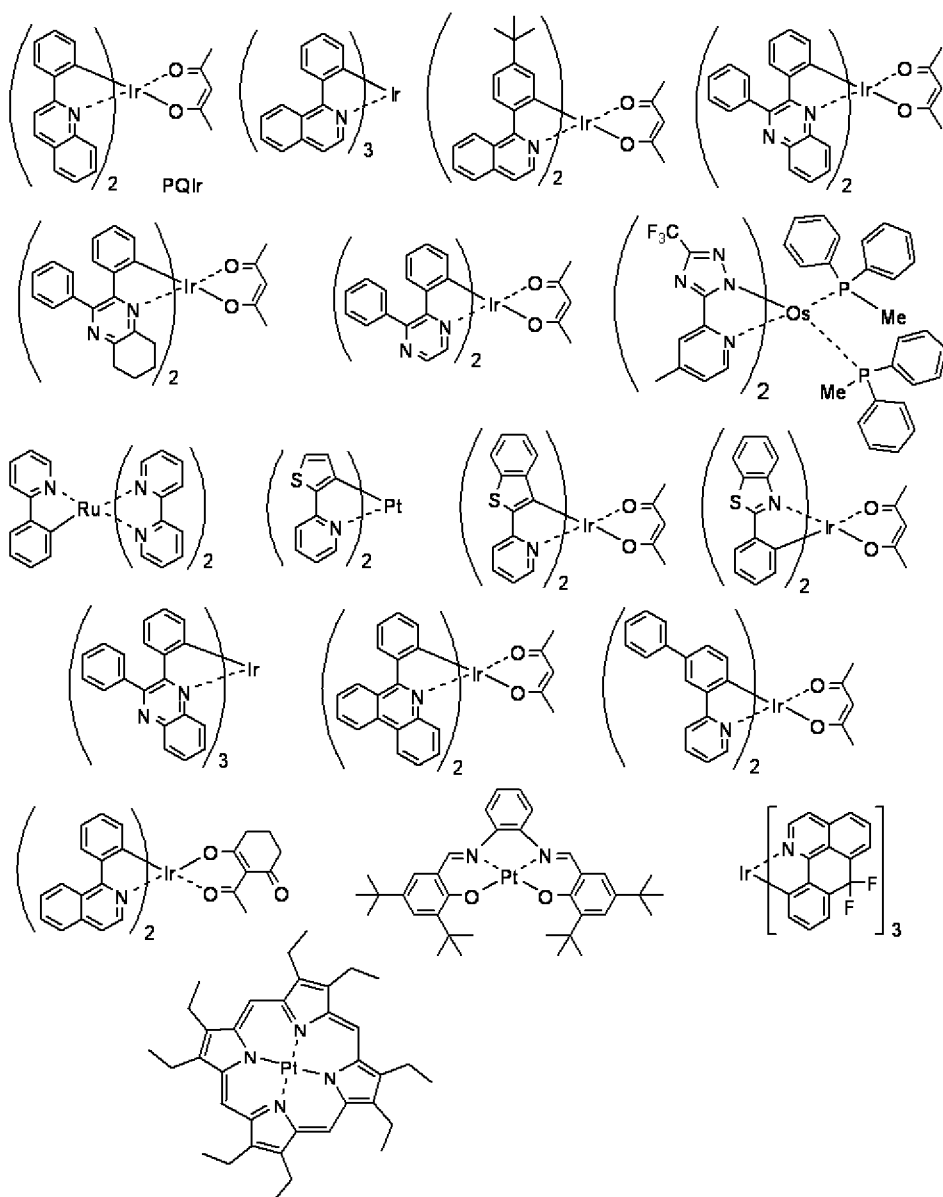
[0265] 本発明では、前記赤色燐光ドーパント、および素子構成の態様により採用することができる緑色燐光ドーパントは、Ir, Pt, Os, Au, Cu, Re, Ruから選択される金属と配位子とからなる金属錯体を含むことが好ましい。

そして、本発明では、前記赤色燐光ドーパントは、最高発光輝度の波長が580nm以上700nm以下であり、前記緑色燐光ドーパントは、最高発光輝度の波長が490nm以上580nm以下であることが好ましい。

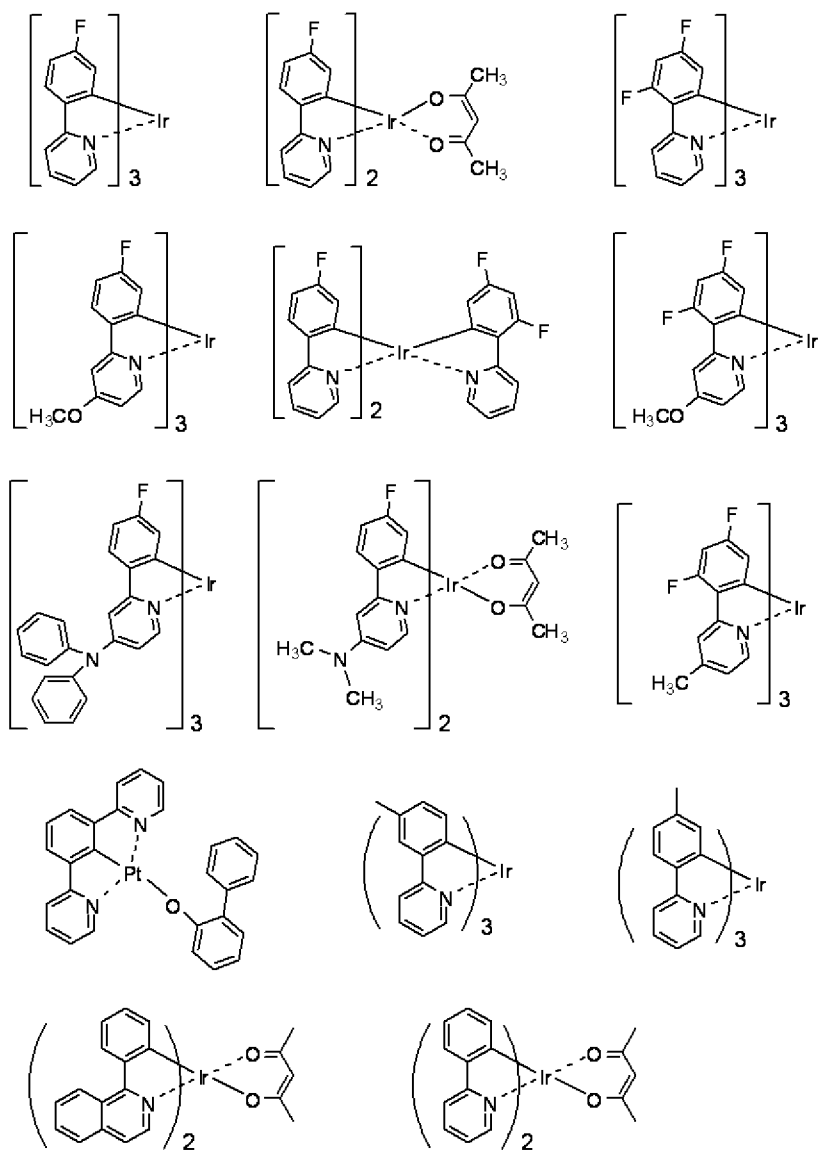
このような構成によれば、これらの金属錯体を燐光ドーパントとして、赤色および緑色の燐光発光を得ることができる。

[0266] 赤色および緑色の燐光ドーパントの具体例としては、例えば、PQIr(iridium(III) bis(2-phenyl quinolyl-N,C2') acetylacetonate)、Ir(ppy)₃ (fac-tris(2-phenylpyridine) iridium)の他、下記の化合物が挙げられる。

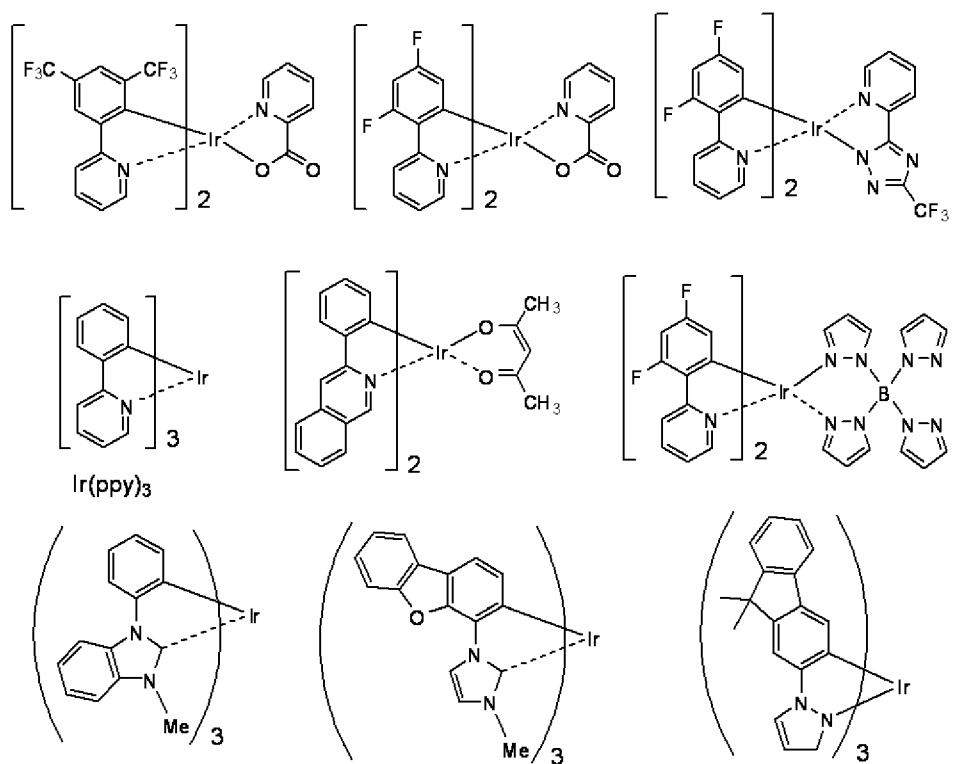
[0267] [化102]



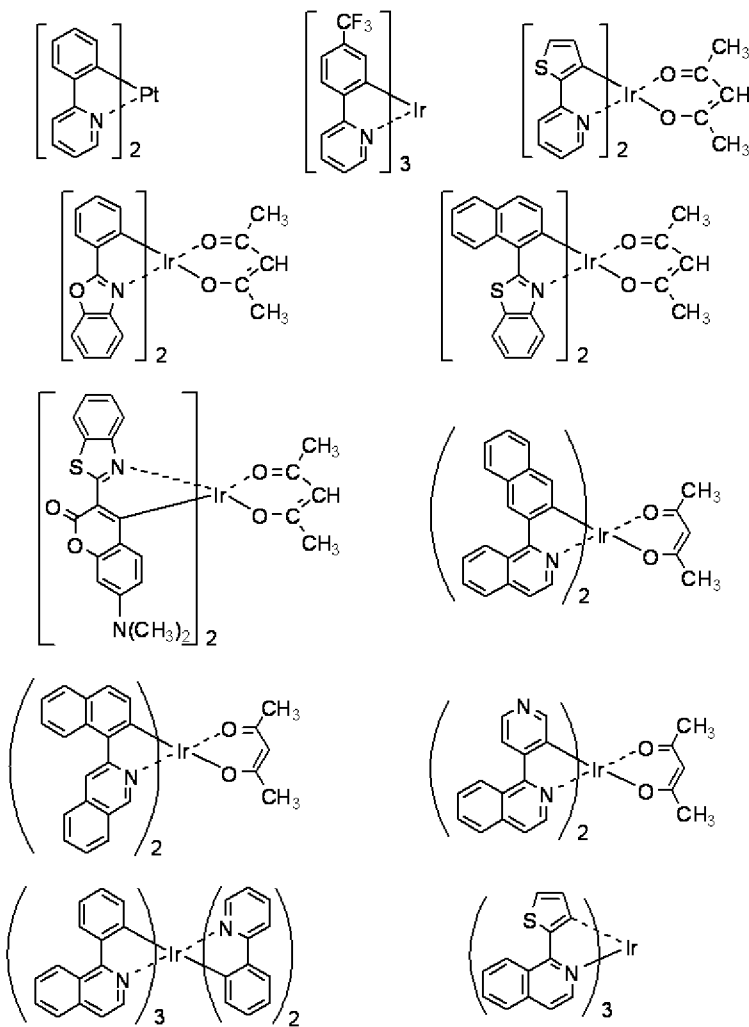
[0268] [化103]



[0269] [化104]



[0270] [化105]



[0271] 本発明では、前記蛍光発光層の前記2以上の蛍光ドーパントの少なくとも1つは、ピーク波長が410nm以上500nm以下の青色蛍光ドーパントであり、前記蛍光発光層の前記2以上の蛍光ドーパントの少なくとも1つは、ピーク波長が500nm以上560nm以下の緑色蛍光ドーパントであることが好ましい。

このような構成によれば、蛍光発光層において青色および緑色の蛍光を得ることができ、燐光発光層で得られる赤色の発光と合わせて、有機EL素子全体では白色の発光を得ることができる。

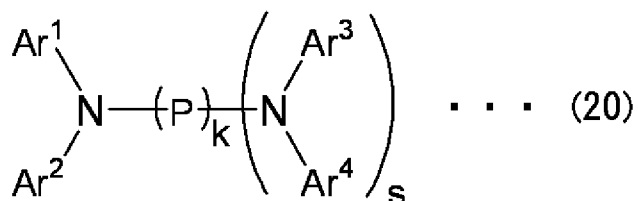
[0272] 本発明では、前記蛍光発光層は、青色蛍光ホストと前記青色蛍光ドーパントとを含む青色蛍光発光層と、緑色蛍光ホストと前記緑色蛍光ドーパントとを含む緑色蛍光発光層と、を有することが好ましい。

このような構成によれば、青色蛍光発光層から青色の発光を、緑色蛍光発光層から緑色の発光を得ることができ、燐光発光層で得られる赤色の発光と合わせて、有機E

L素子全体では白色の発光を得ることができる。

[0273] 青色蛍光ドーパント、または緑色蛍光ドーパントとしては、NPDなどの公知の化合物や式(20)の化合物を好適に使用できる。

[化106]



[0274] 式(20)中、Pは、置換もしくは無置換の核炭素数6～40の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の核原子数3～40の複素環基、又は置換もしくは無置換のスチリル基である。kは、1～3の整数である。

$\text{Ar}^1 \sim \text{Ar}^4$ は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の核炭素数6～40の芳香族炭化水素基又は置換もしくは無置換の核原子数3～40の複素環基であり、sは、0～4の整数である。

Ar^1 、 Ar^2 、Pの中の任意に選ばれる2つの隣接する置換基同士は互いに結合して環を形成してもよい。kが2以上のときは、Pは同一でも異なってもよい。

[0275] Pの芳香族炭化水素基及び複素環基の例としては、それぞれ、置換もしくは無置換の核炭素数6～40の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の核原子数3～40の複素環基、が挙げられ、例えば、ベンゼン、ビフェニル、ターフェニル、ナフタレン、フェナントレン、フルオランテン、アントラセン、ピレン、ペリレン、コロネン、クリセン、ピセン、ジナフチル、トリナフチル、フェニルアントラセン、ジフェニルアントラセン、フルオレン、トリフェニレン、ルビセン、ベンツアントラセン、ジベンツアントラセン、アセナフトフルオランテン、トリベンゾペンタフェン、フルオランテノフルオランテン、ベンゾジフルオランテン、ベンゾフルオランテン、ジインデノペリレンの残基が挙げられ、特に、ナフタレン、フェナントレン、フルオランテン、アントラセン、ピレン、ペリレン、クリセン、フェニルアントラセン、ジフェニルアントラセンの残基及びこれらを複数組み合わせた残基が好ましい。

[0276] 式(20)において、 $\text{Ar}^1 \sim \text{Ar}^4$ は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の核炭素数6～40の芳香族炭化水素基又は置換もしくは無置換の核原子数3～40の複素環基

であり、sは、0～4の整数である。

$Ar^1 \sim Ar^4$ の芳香族炭化水素基の例としては、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、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-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、p-ターフェニル-4-イル基、p-ターフェニル-3-イル基、p-ターフェニル-2-イル基、m-ターフェニル-4-イル基、m-ターフェニル-3-イル基、m-ターフェニル-2-イル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-t-ブチルフェニル基、p-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、4"-t-ブチル-p-ターフェニル-4-イル基等が挙げられる。

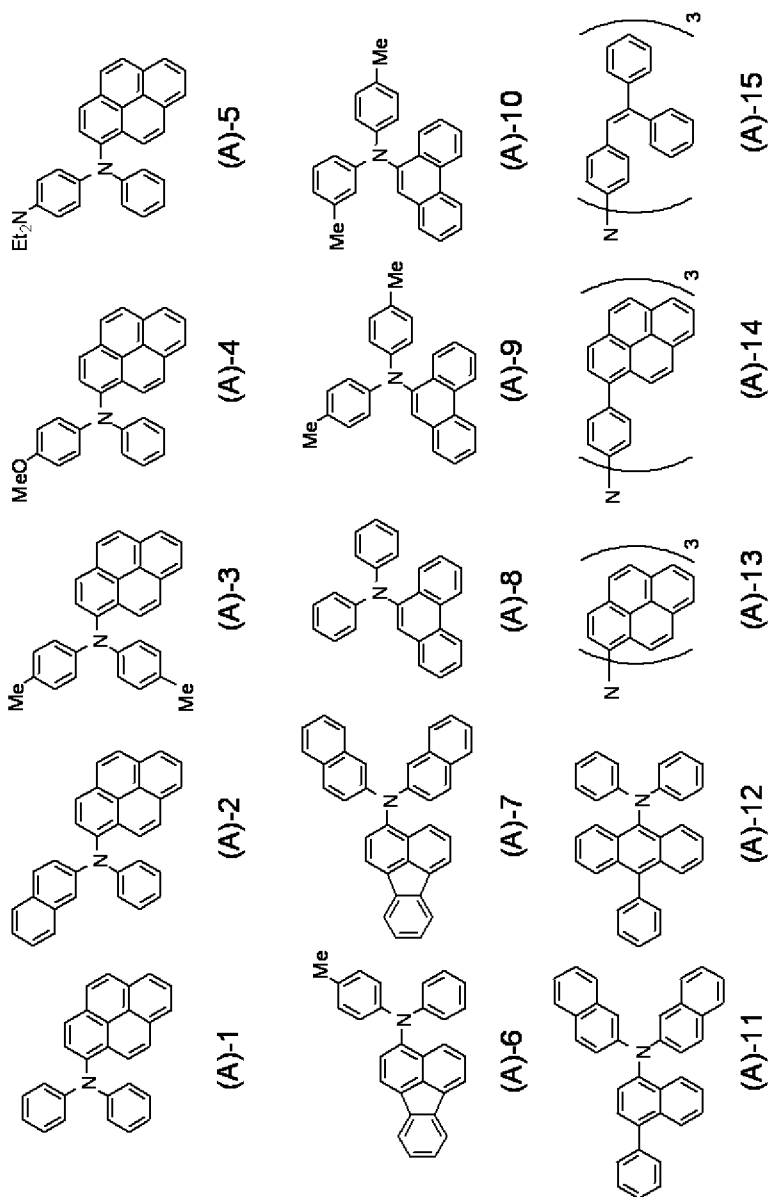
[0277] $Ar^1 \sim Ar^4$ の複素環基の例としては、1-ピロリル基、2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジニル基、2-ピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、1-インドリル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、2-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキサリニル基、5-キノキサリニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、9-カルバゾリル基、1-フェナンスリジニル基、2-フェナンスリジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェナンスリジニル基、6-フェナンスリジニル基、7-フェナンスリジニル基、8-フェナンス

リジニル基、9-フェナンスリジニル基、10-フェナンスリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1, 7-フェナンスロリン-2-イル基、1, 7-フェナンスロリン-3-イル基、1, 7-フェナンスロリン-4-イル基、1, 7-フェナンスロリン-5-イル基、1, 7-フェナンスロリン-6-イル基、1, 7-フェナンスロリン-8-イル基、1, 7-フェナンスロリン-9-イル基、1, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1, 8-フェナンスロリン-2-イル基、1, 8-フェナンスロリン-3-イル基、1, 8-フェナンスロリン-4-イル基、1, 8-フェナンスロリン-5-イル基、1, 8-フェナンスロリン-6-イル基、1, 8-フェナンスロリン-7-イル基、1, 8-フェナンスロリン-9-イル基、1, 8-フェナンスロリン-10-イル基、1, 9-フェナンスロリン-2-イル基、1, 9-フェナンスロリン-3-イル基、1, 9-フェナンスロリン-4-イル基、1, 9-フェナンスロリン-5-イル基、1, 9-フェナンスロリン-6-イル基、1, 9-フェナンスロリン-7-イル基、1, 9-フェナンスロリン-8-イル基、1, 9-フェナンスロリン-10-イル基、1, 10-フェナンスロリン-2-イル基、1, 10-フェナンスロリン-3-イル基、1, 10-フェナンスロリン-4-イル基、1, 10-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-1-イル基、2, 9-フェナンスロリン-3-イル基、2, 9-フェナンスロリン-4-イル基、2, 9-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-6-イル基、2, 9-フェナンスロリン-7-イル基、2, 9-フェナンスロリン-8-イル基、2, 9-フェナンスロリン-10-イル基、2, 8-フェナンスロリン-1-イル基、2, 8-フェナンスロリン-3-イル基、2, 8-フェナンスロリン-4-イル基、2, 8-フェナンスロリン-5-イル基、2, 8-フェナンスロリン-6-イル基、2, 8-フェナンスロリン-7-イル基、2, 8-フェナンスロリン-9-イル基、2, 8-フェナンスロリン-10-イル基、2, 7-フェナンスロリン-1-イル基、2, 7-フェナンスロリン-3-イル基、2, 7-フェナンスロリン-4-イル基、2, 7-フェナンスロリン-5-イル基、2, 7-フェナンスロリン-6-イル基、2, 7-フェナンスロリン-8-イル基、2, 7-フェナンスロリン-9-イル基、2, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、10-フェノチアジニル基、1-フェノキサジニル基、2-フェノキサジ

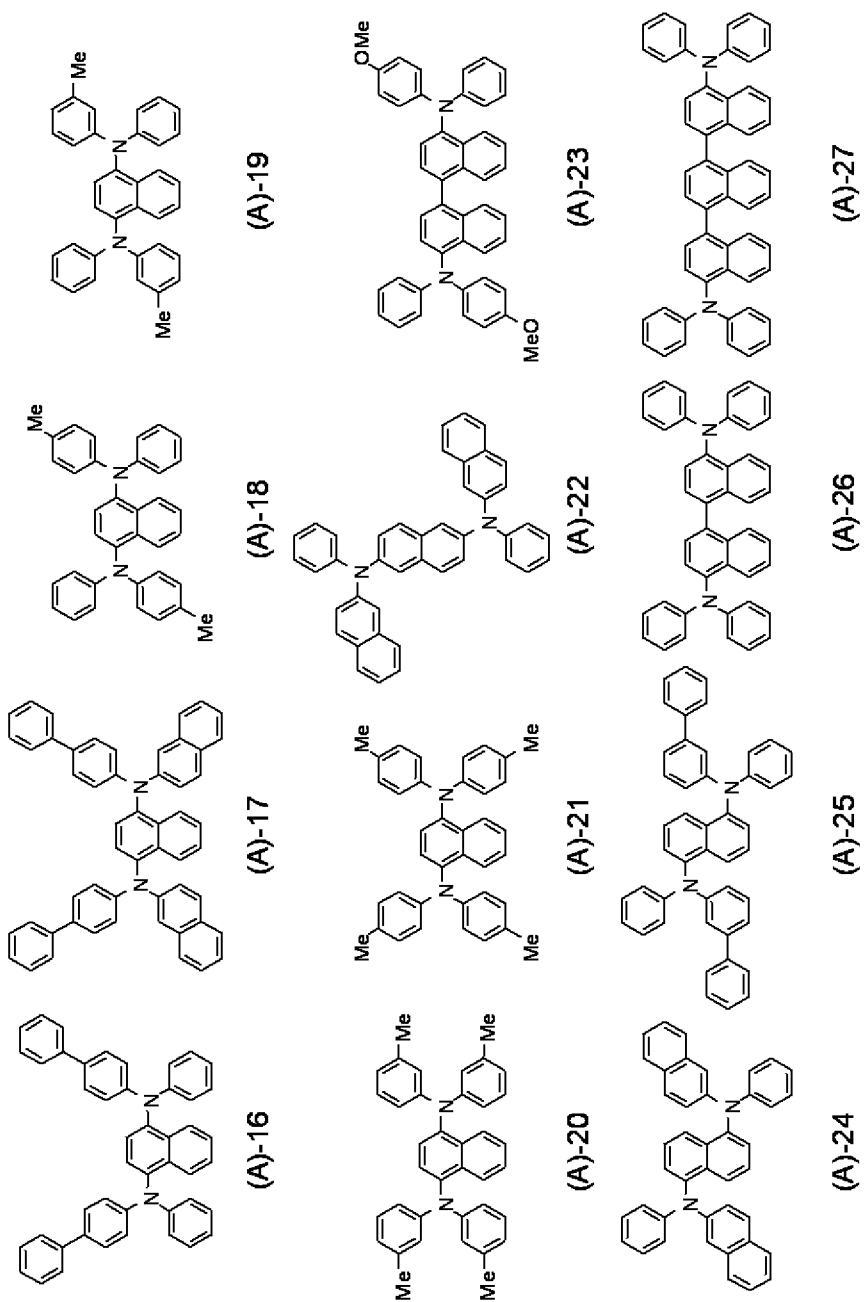
ニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、10-フェノキサジニル基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-メチルピロール-1-イル基、2-メチルピロール-3-イル基、2-メチルピロール-4-イル基、2-メチルピロール-5-イル基、3-メチルピロール-1-イル基、3-メチルピロール-2-イル基、3-メチルピロール-4-イル基、3-メチルピロール-5-イル基、2-t-ブチルピロール-4-イル基、3-(2-フェニルプロピル)ピロール-1-イル基、2-メチル-1-インドリル基、4-メチル-1-インドリル基、2-メチル-3-インドリル基、4-メチル-3-インドリル基、2-t-ブチル1-インドリル基、4-t-ブチル1-インドリル基、2-t-ブチル3-インドリル基、4-t-ブチル3-インドリル基等が挙げられる。

[0278] 以下に、式(20)で表されるアミン化合物の具体例として、縮合芳香族アミン、スチルルアミン、ベンジジン等を示すが、これらに限定されるものではない。なお、Meはメチル基を示す。

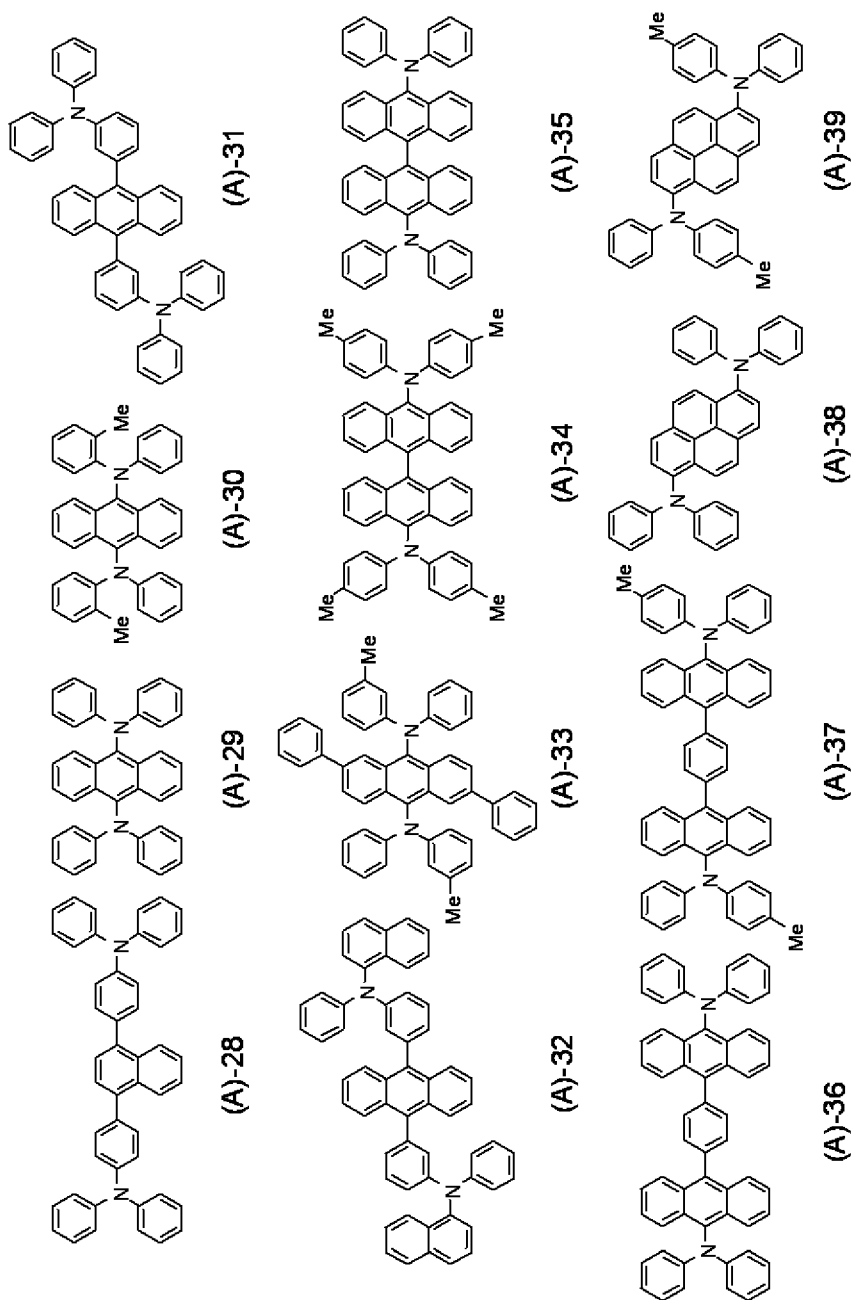
[0279] [化107]



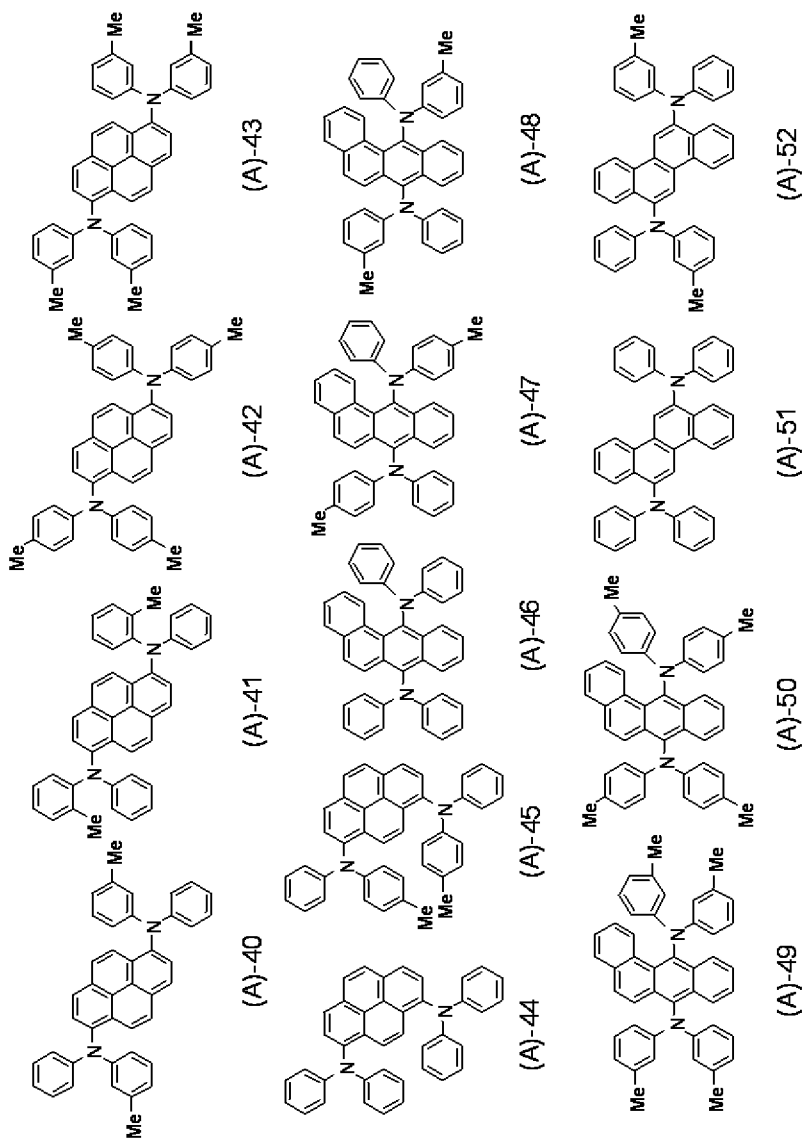
[0280] [化108]



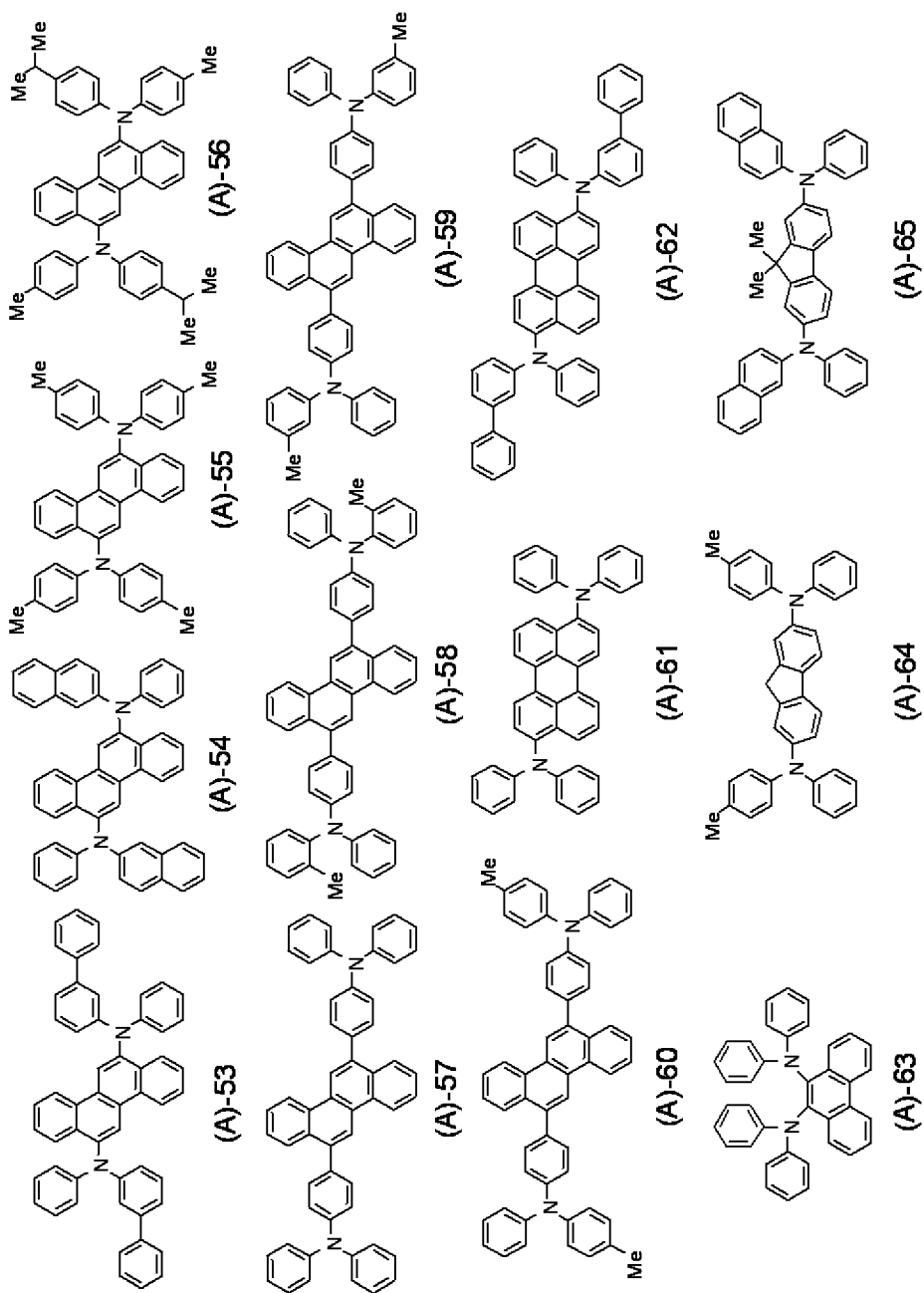
[0281] [化109]



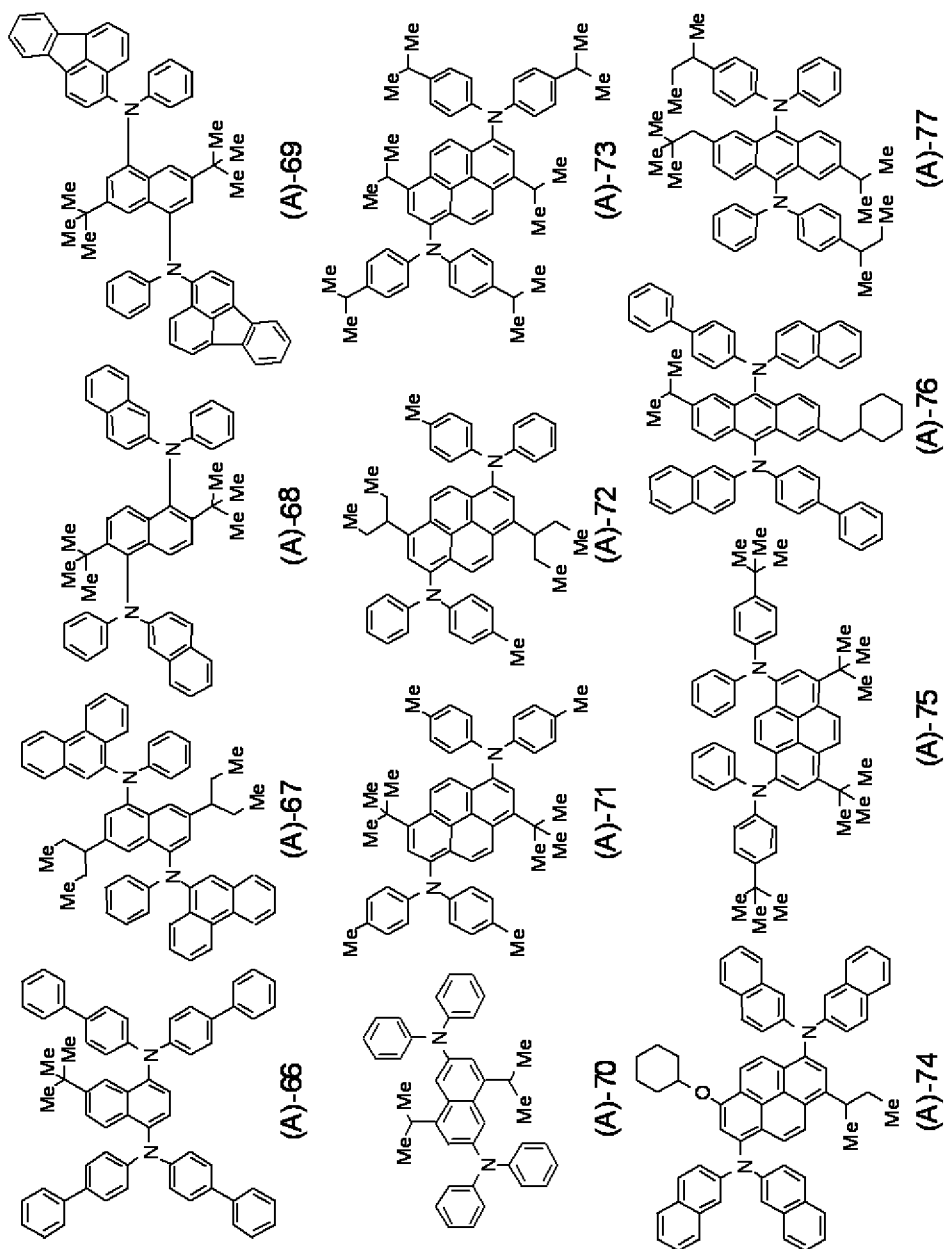
[0282] [化110]



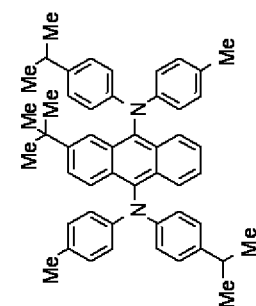
[0283] [化111]



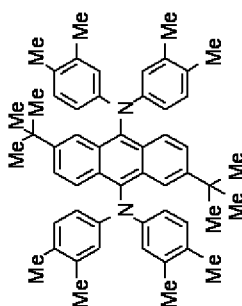
[0284] [化112]



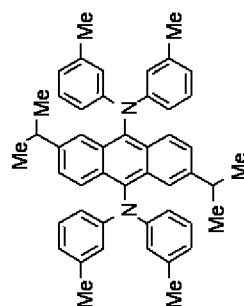
[0285] [化113]



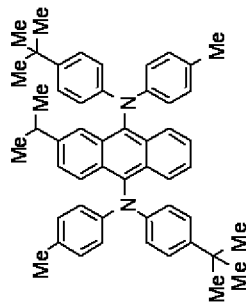
(A)-81



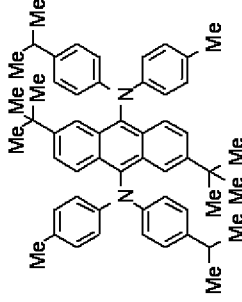
(A)-82



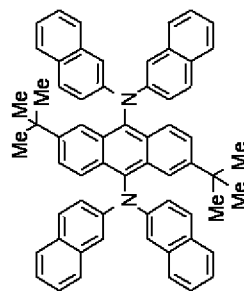
(A)-83



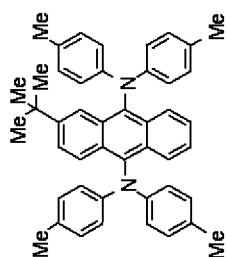
(A)-84



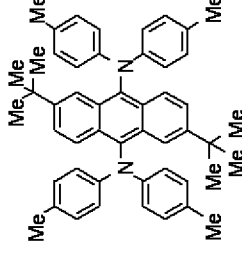
(A)-85



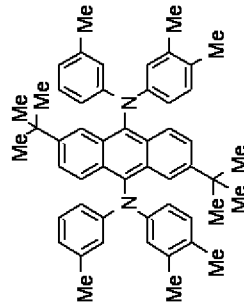
(A)-86



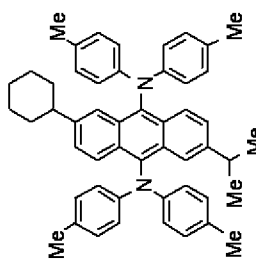
(A)-87



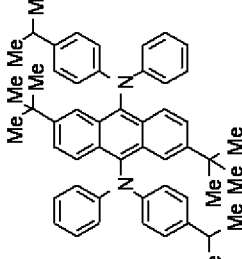
(A)-88



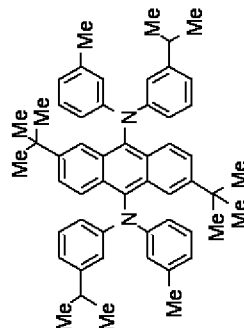
(A)-89



(A)-90

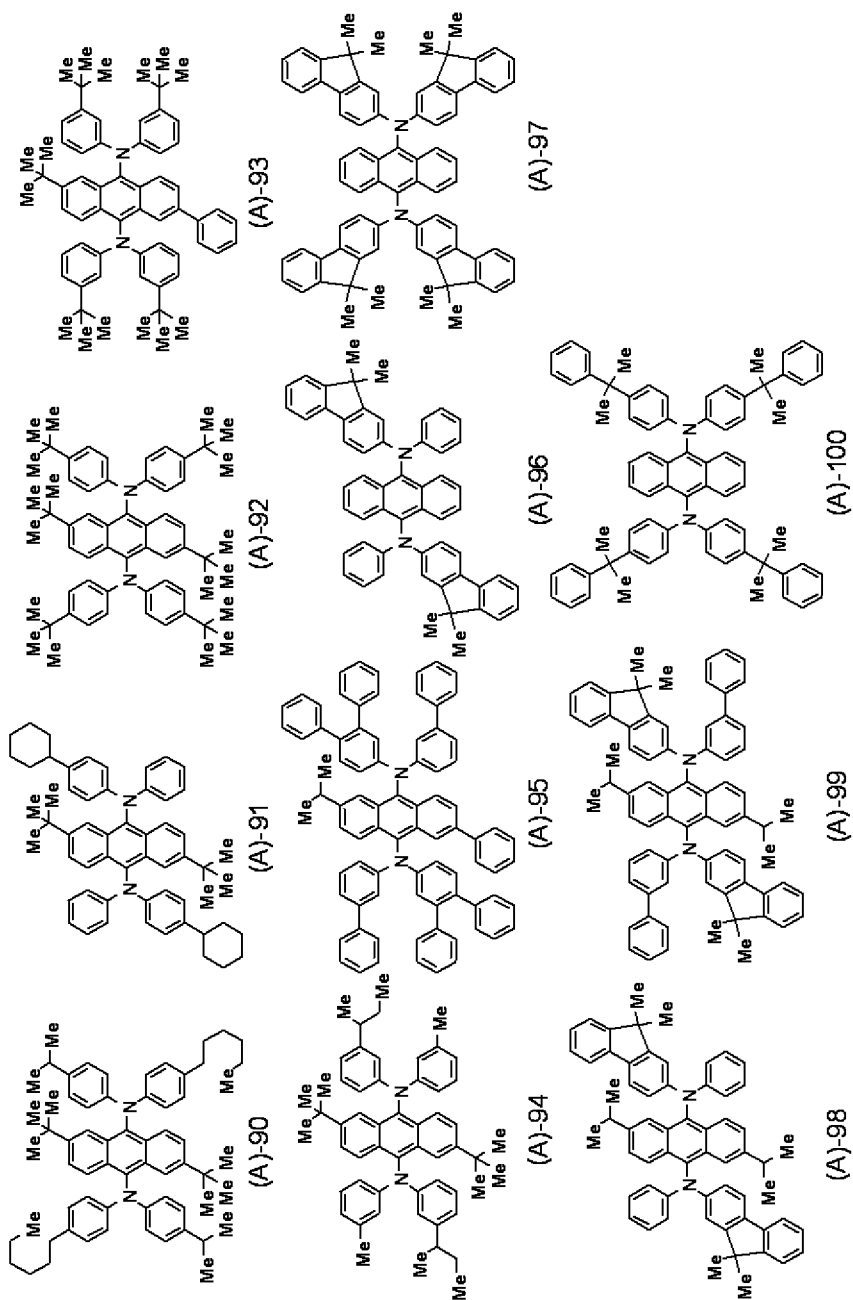


(A)-91

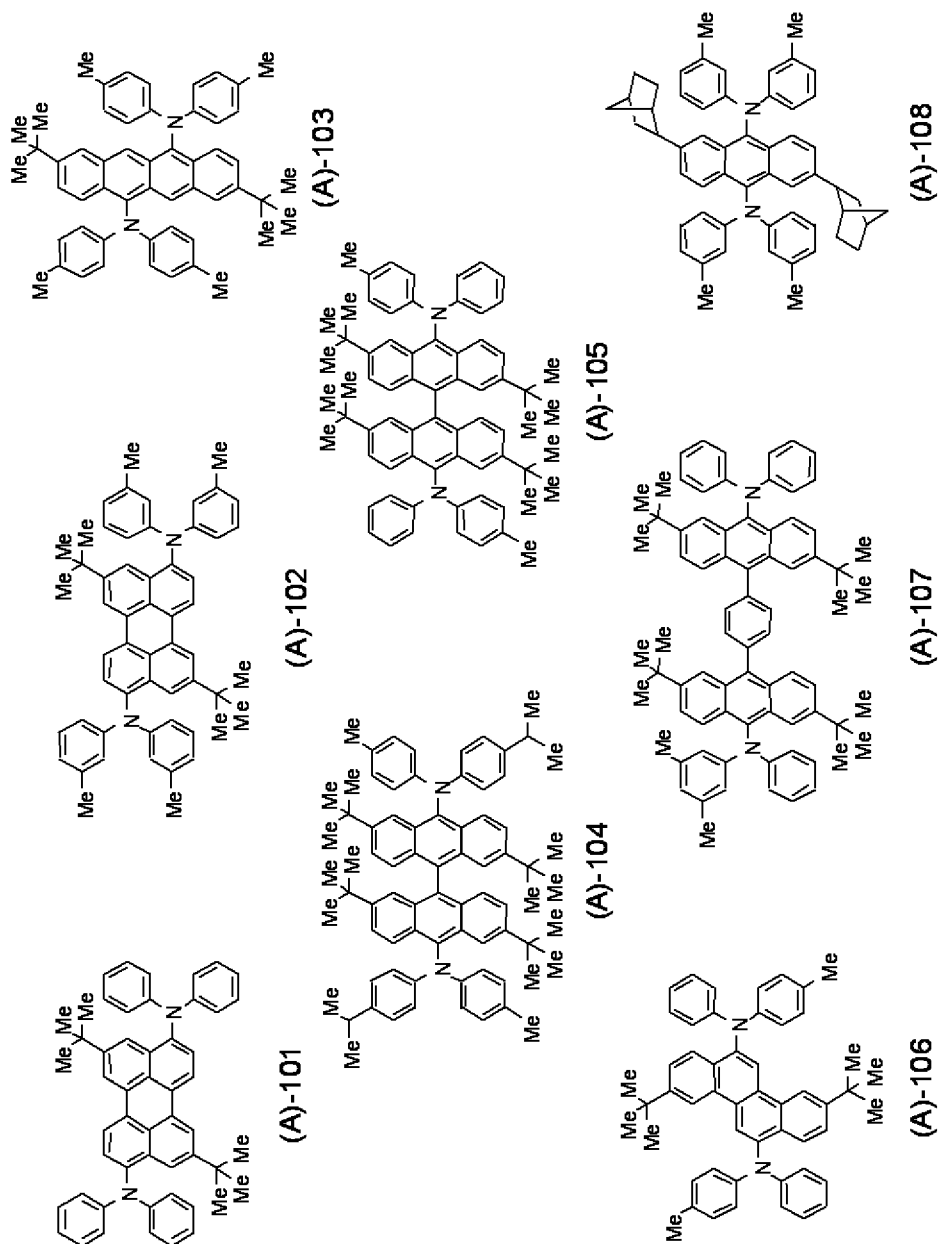


(A)-92

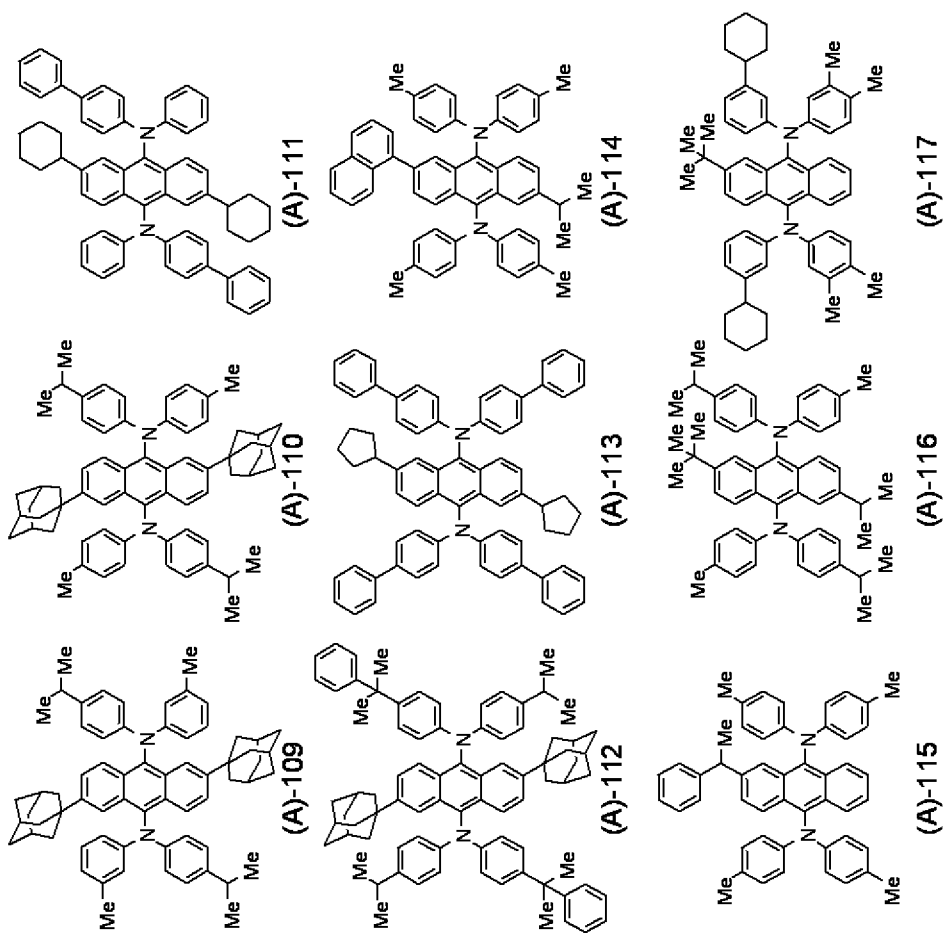
[0286] [化114]



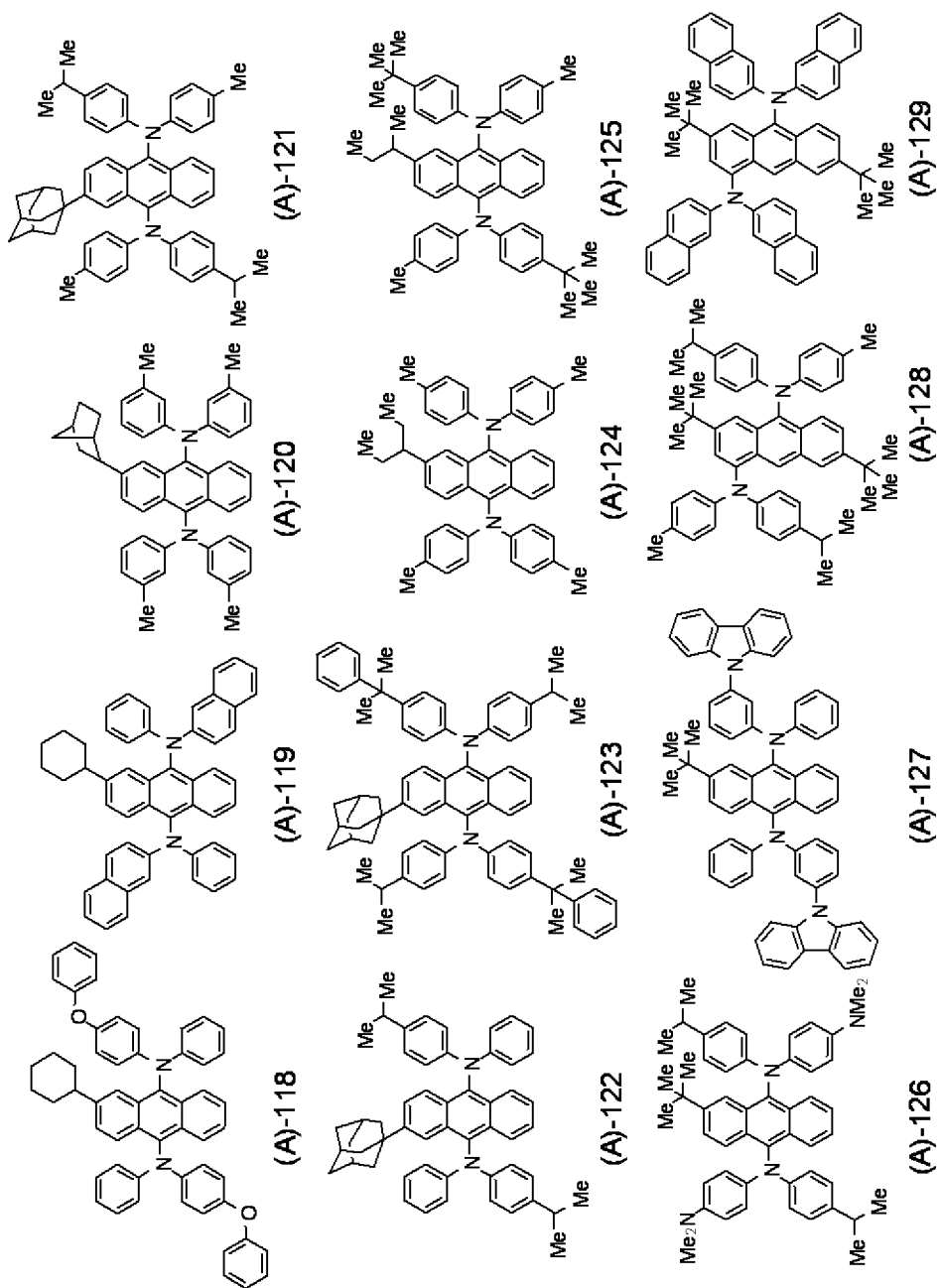
[0287] [化115]



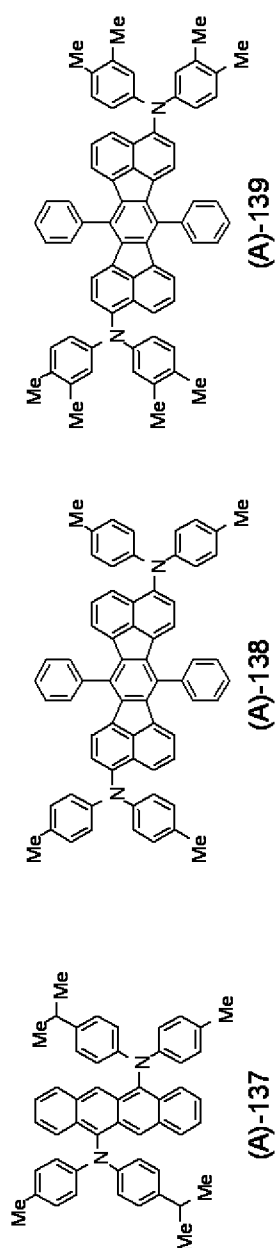
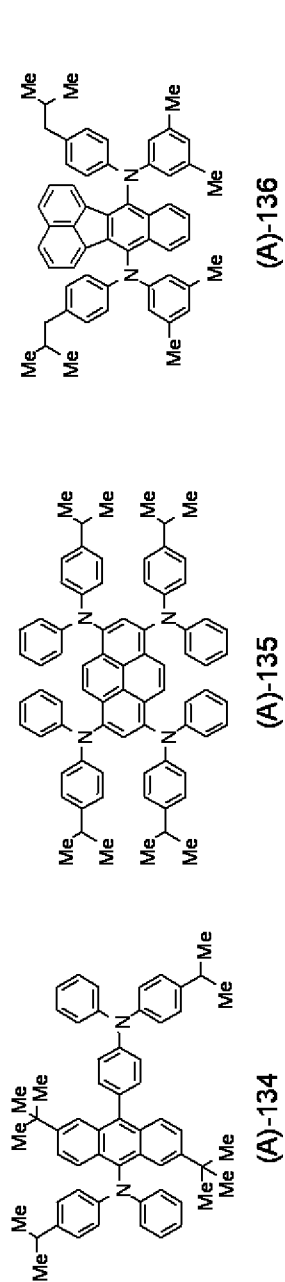
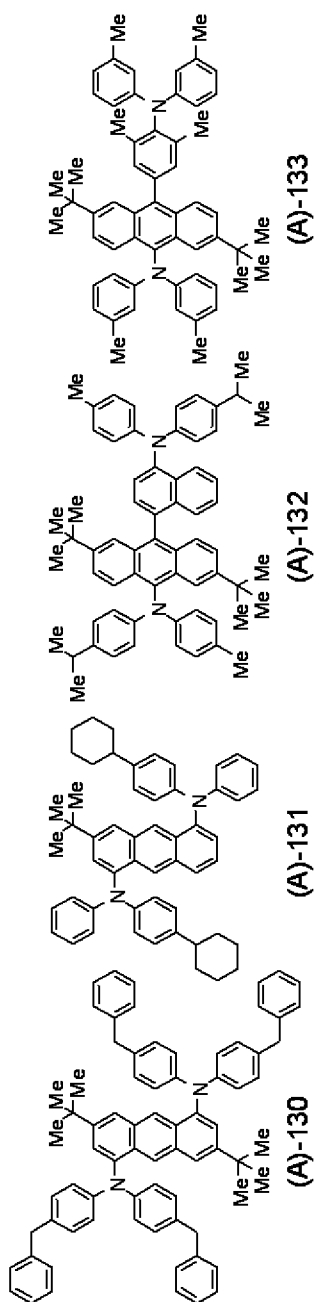
[0288] [化116]



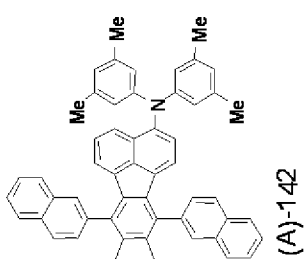
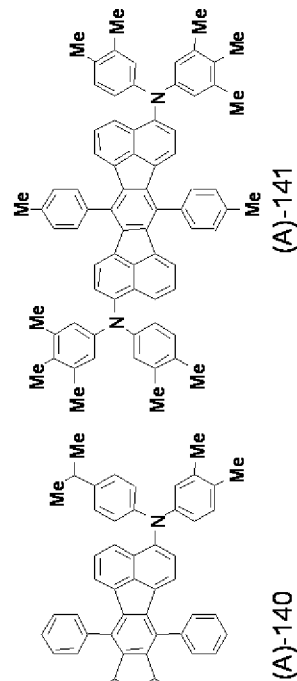
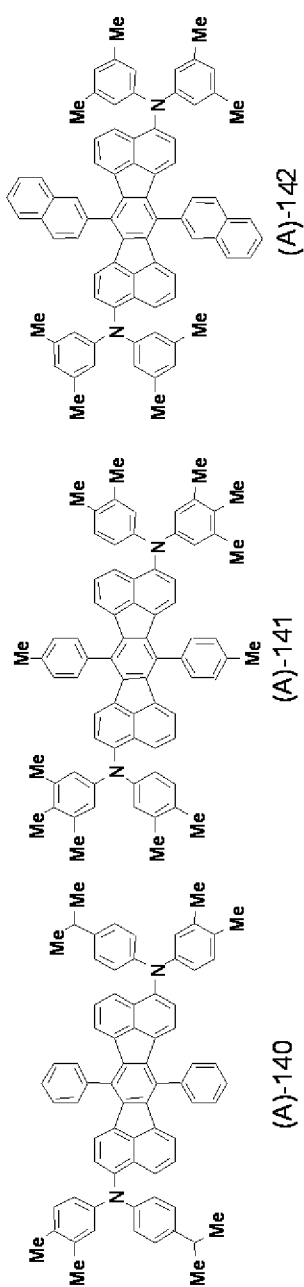
[0289] [化117]



[0290] [化118]



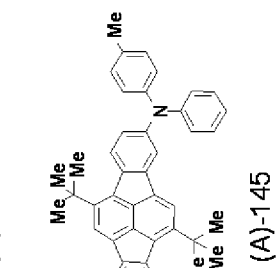
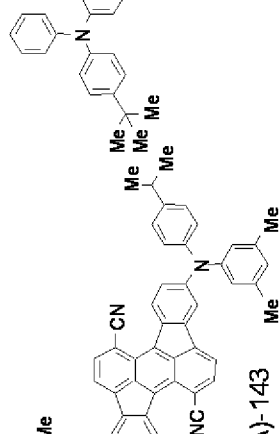
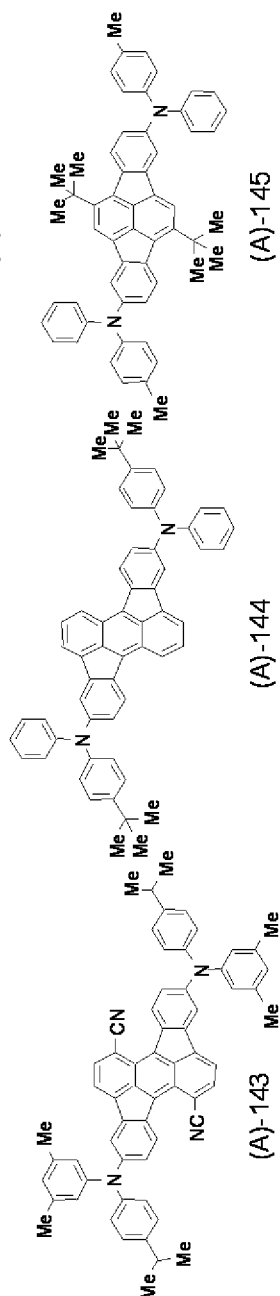
[0291] [化119]



(A)-140

(A)-141

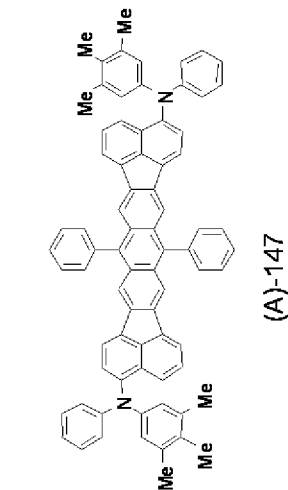
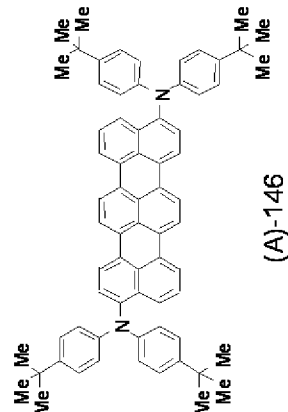
(A)-142



(A)-143

(A)-144

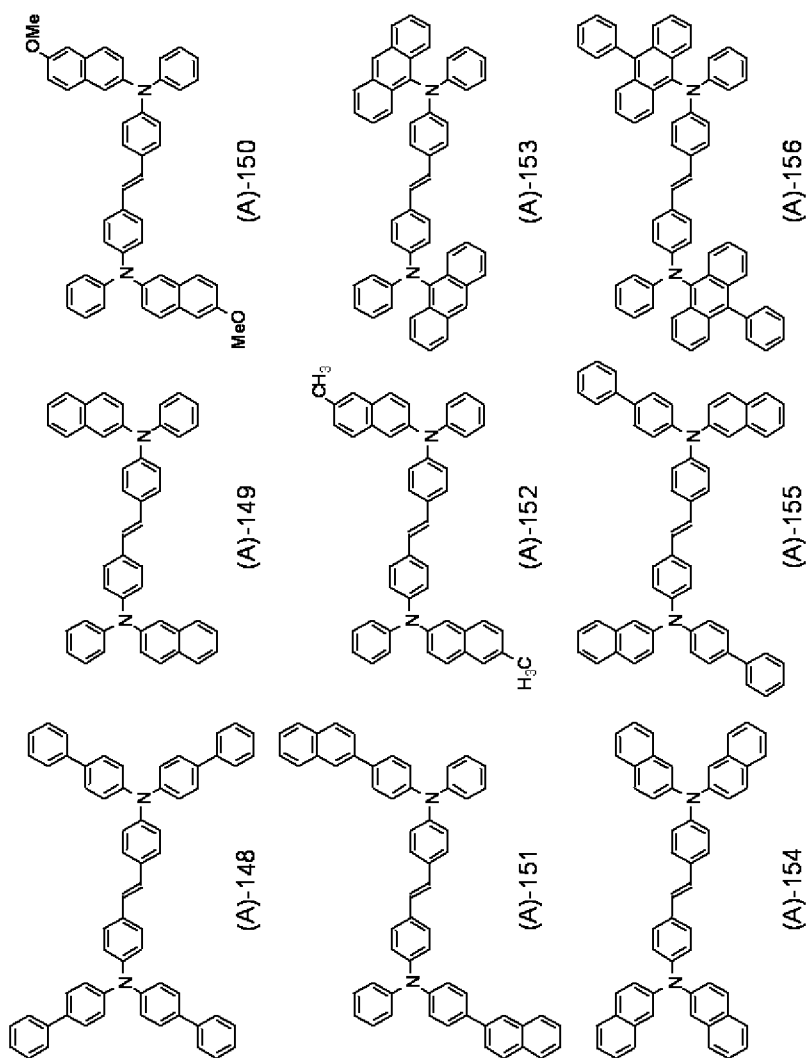
(A)-145



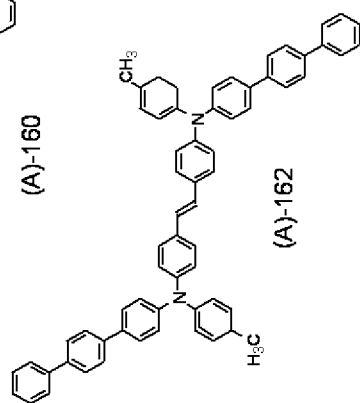
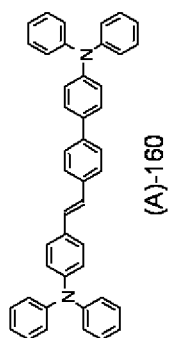
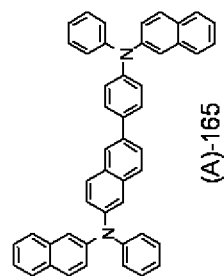
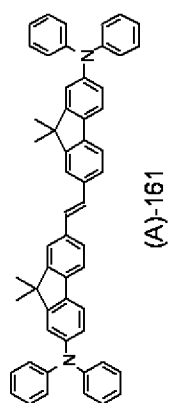
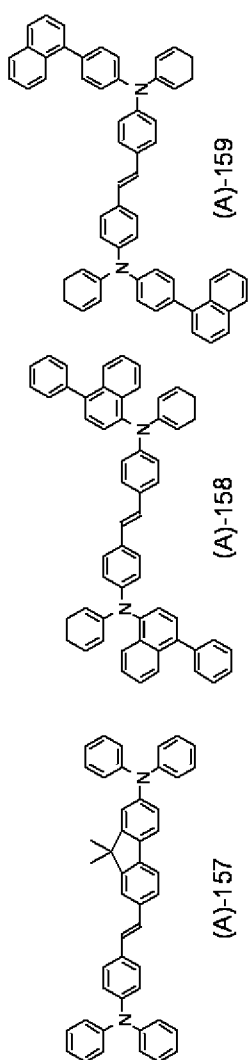
(A)-146

(A)-147

[0292] [化120]

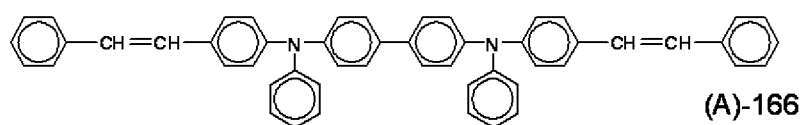


[0293] [化121]

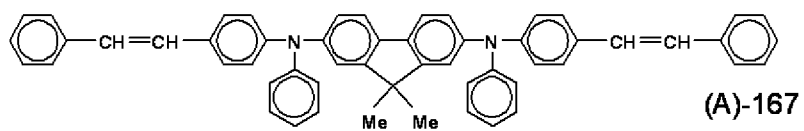


[0294] [化122]

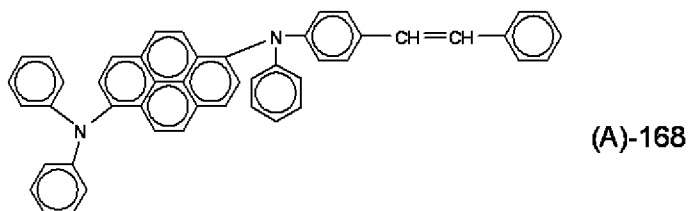
EM32



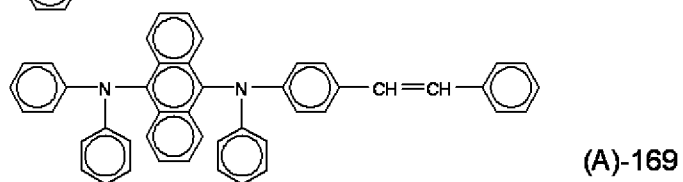
EM33



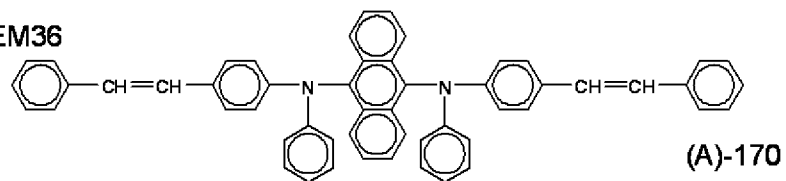
EM34



EM35

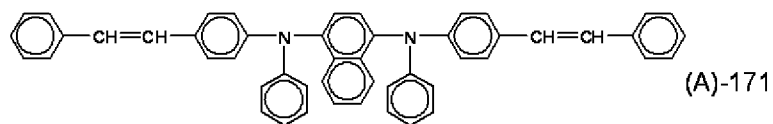


EM36

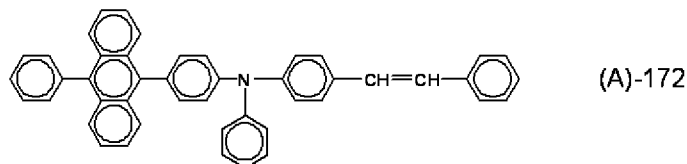


[0295] [化123]

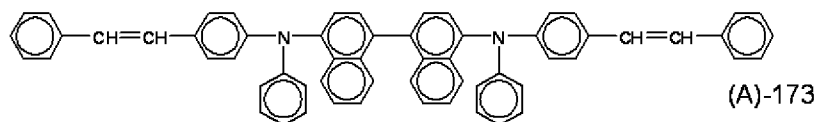
EM41



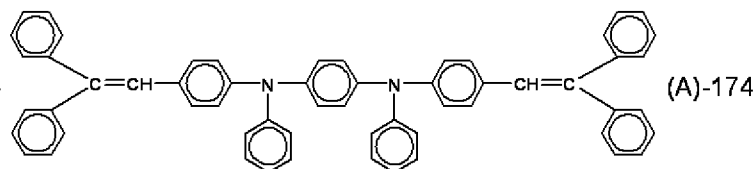
EM42



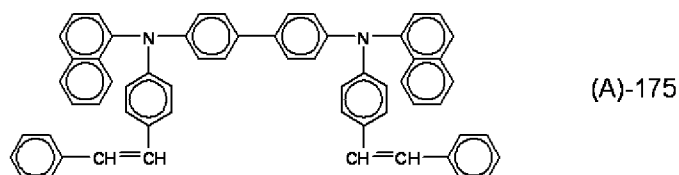
EM43



EM44

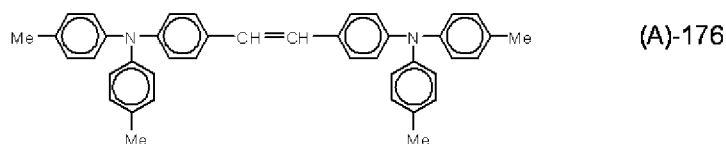


EM45

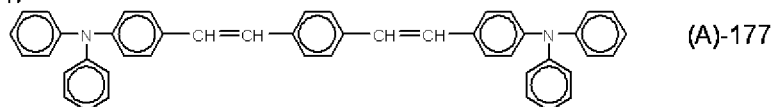


[0296] [化124]

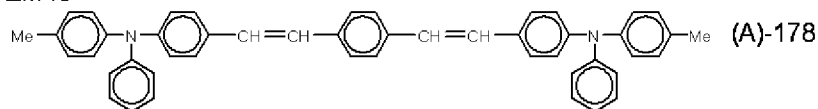
EM46



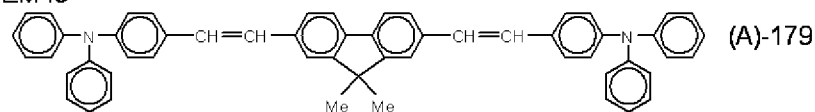
EM47



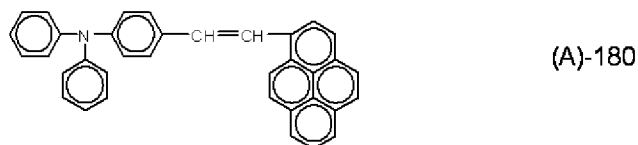
EM48



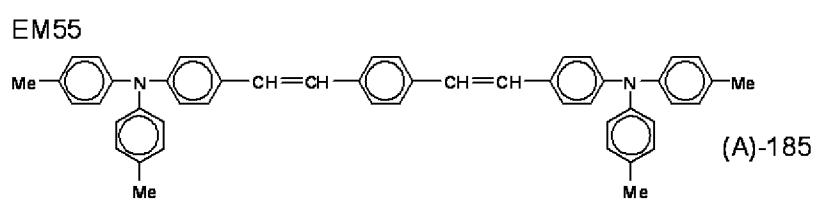
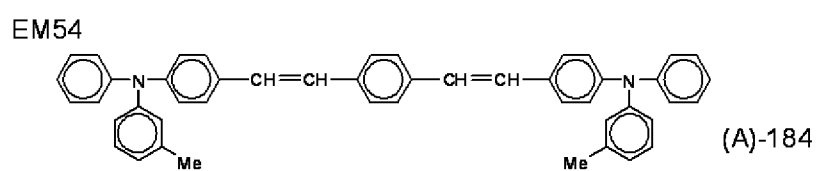
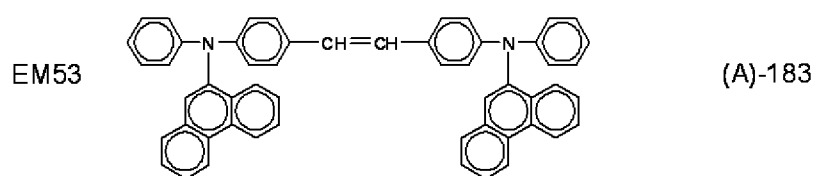
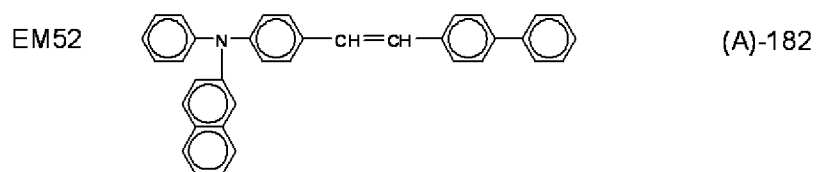
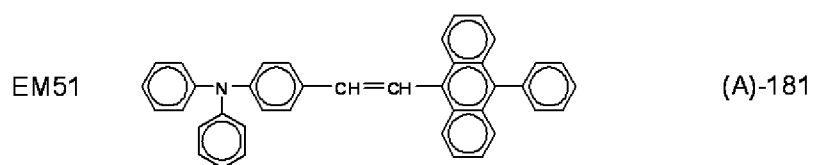
EM49



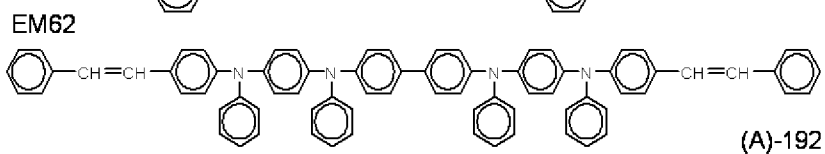
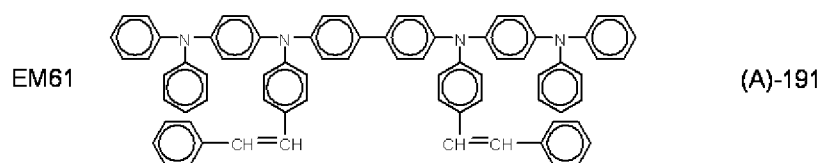
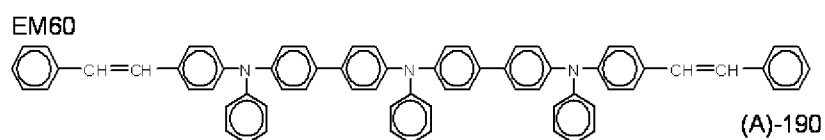
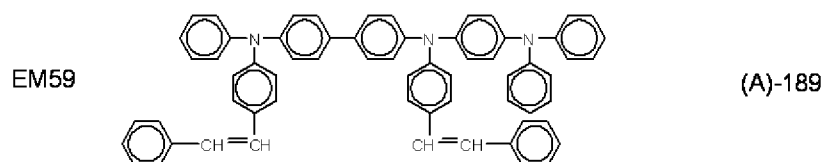
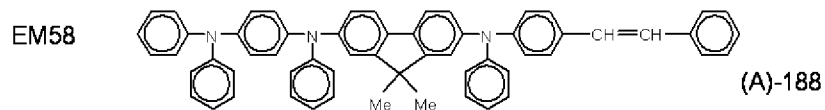
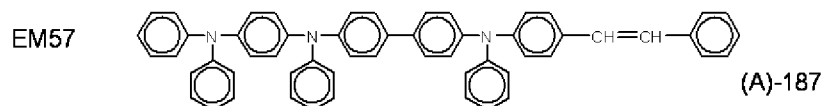
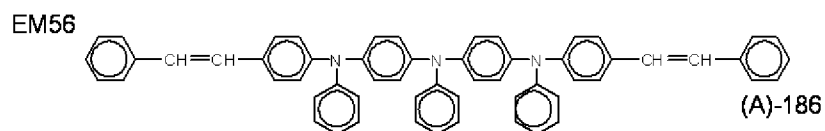
EM50



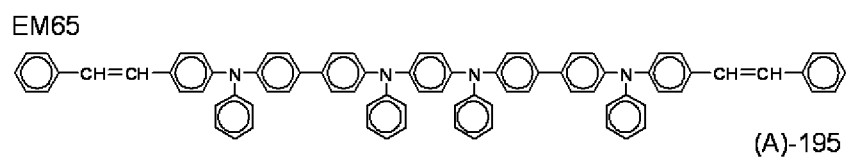
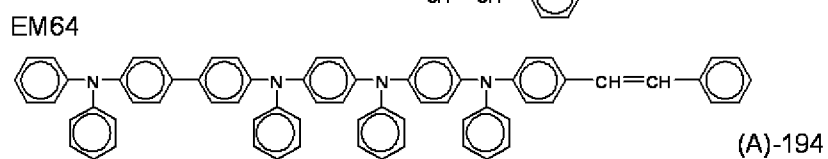
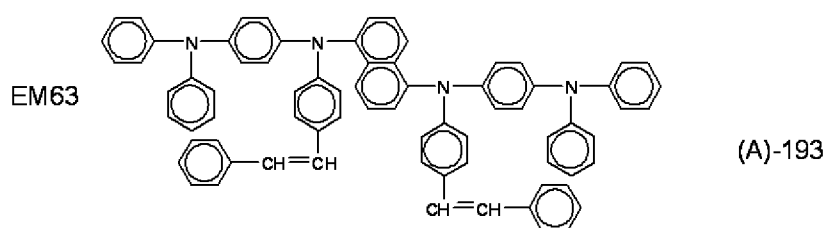
[0297] [化125]



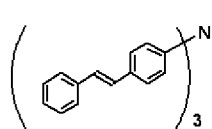
[0298] [化126]



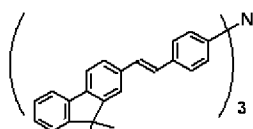
[0299] [化127]



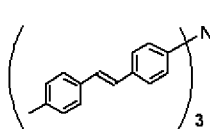
[0300] [化128]



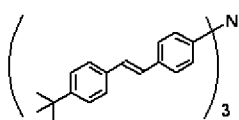
(A)-196



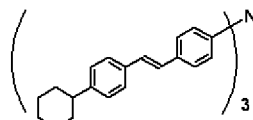
(A)-197



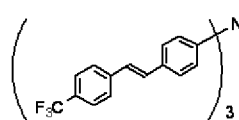
(A)-198



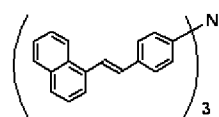
(A)-199



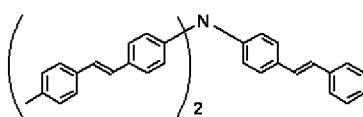
(A)-201



(A)-202



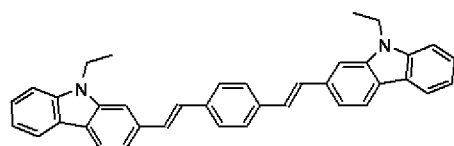
(A)-203



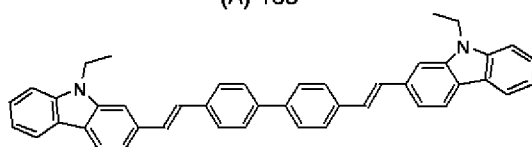
(A)-204

[0301] また、以下のようなカルバゾール基を含む化合物であってもよい。

[0302] [化129]



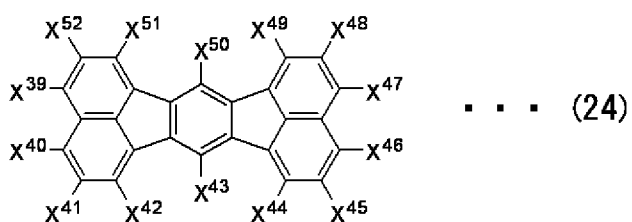
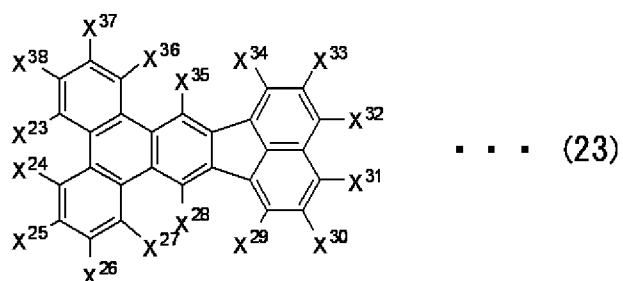
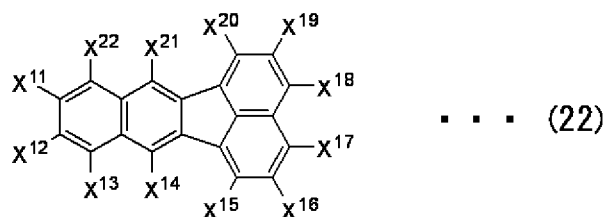
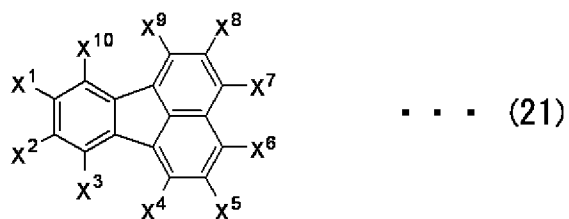
(A)-163



(A)-164

[0303] 本発明では、前記蛍光ドーパントは、下記式(21)～(24)のいずれかで表されるフルオランテン誘導体であることも好ましい。

[0304] [化130]

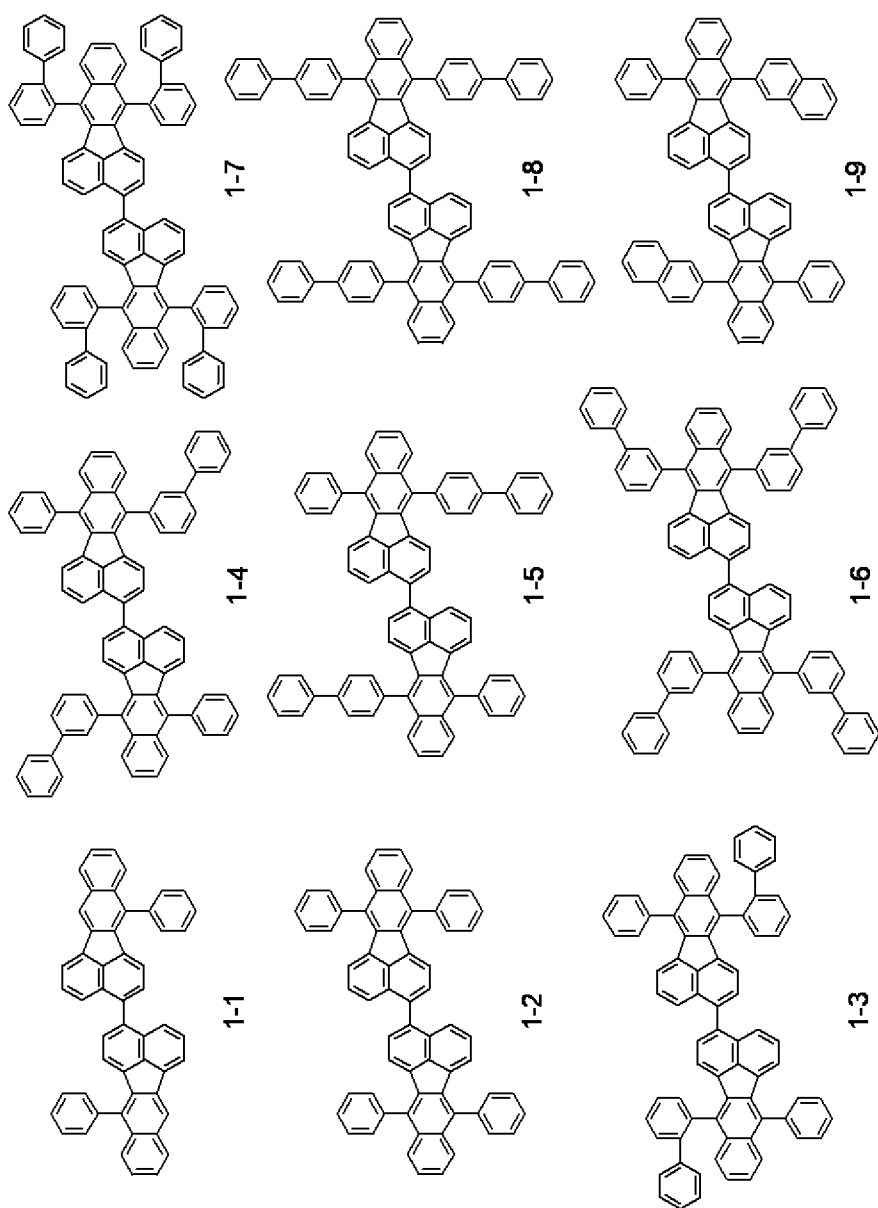


[0305] 式(21)～(24)において、 $X^1 \sim X^{52}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数1～30のアルコキシ基、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数1～30のアルキルチオ基、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数2～30のアルケニル基、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数2～30のアルケニルオキシ基、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数2～30のアルケニルチオ基、置換もしくは無置換の炭素原子数7～30のアラルキル基、置換もしくは無置換の炭素原子数7～30のアラルキルオキシ基、置換もしくは無置換の炭素原子数7～30のアラルキルチオ基、置換もしくは無置換の炭素原子数6～20のアリール基、置換もしくは無置換の炭素原子数6～20のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の炭素原子数6～20のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素原子数

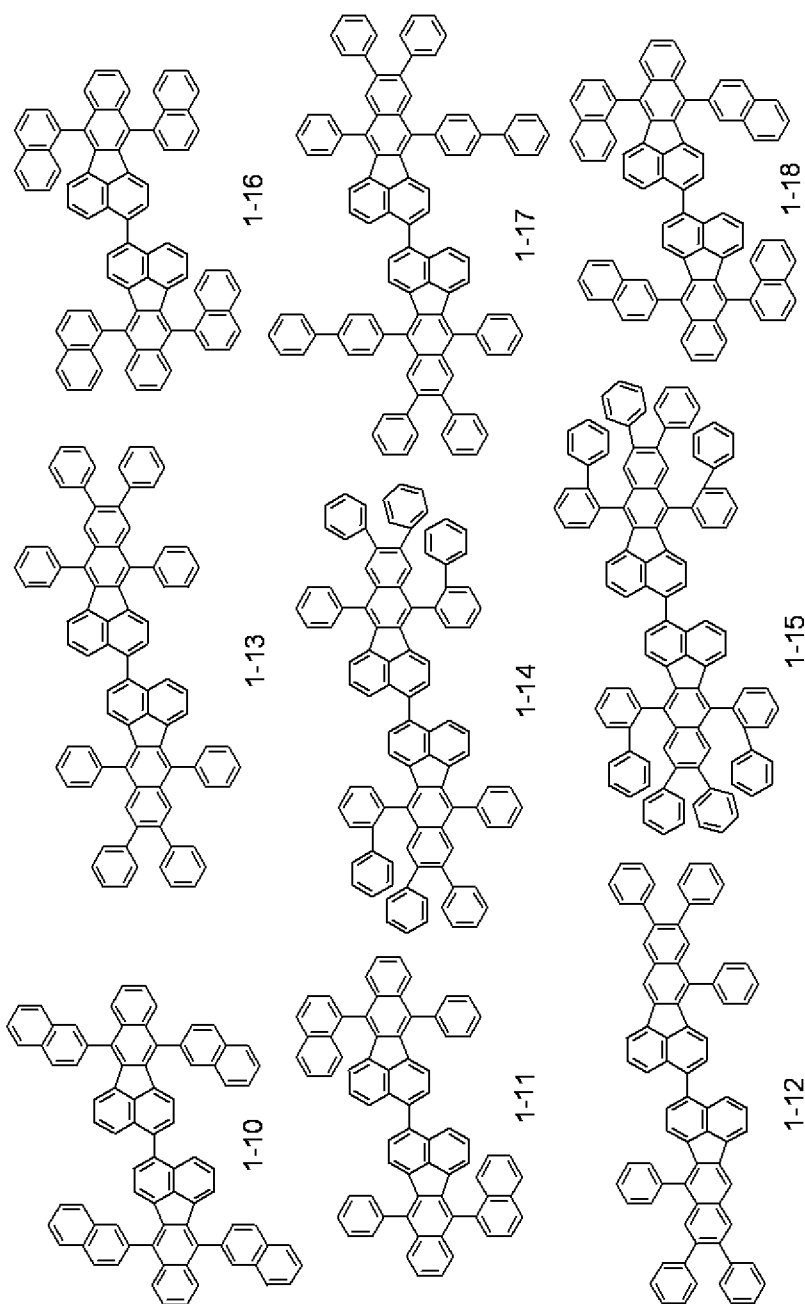
2～30のアミノ基、シアノ基、シリル基、水酸基、 $-\text{COOR}$ 基(基中、Rは水素原子、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数2～30のアルケニル基、置換もしくは無置換の炭素原子数7～30のアラルキル基、または、置換もしくは無置換の炭素原子数6～30のアリール基を表す)、 $-\text{COR}$ 基(基中、Rは水素原子、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数2～30のアルケニル基、置換もしくは無置換の炭素原子数7～30のアラルキル基、置換もしくは無置換の炭素原子数6～30のアリール基、または、アミノ基を表す)、 $-\text{OCOR}$ 基(基中、Rは置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数2～30のアルケニル基、置換もしくは無置換の炭素原子数7～30のアラルキル基、置換もしくは無置換の炭素原子数6～30のアリール基を表す)を表し、さらに、 $\text{X}^1 \sim \text{X}^{52}$ のうち、隣接する基及び各基の置換基は、互いに結合して、置換もしくは無置換の炭素環を形成していてもよい。

[0306] このようなフルオランテン誘導体としては、例えば、以下のものが挙げられる。

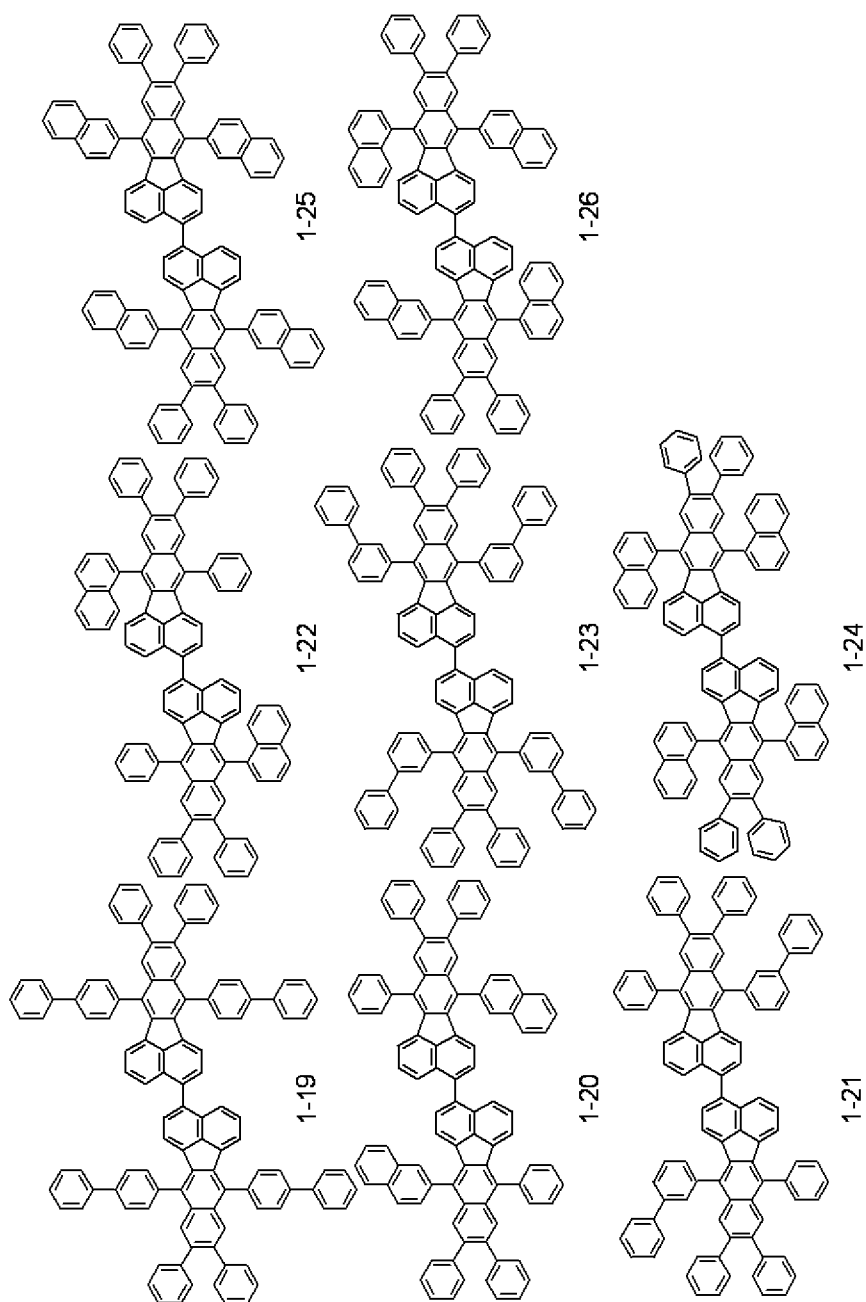
[0307] [化131]



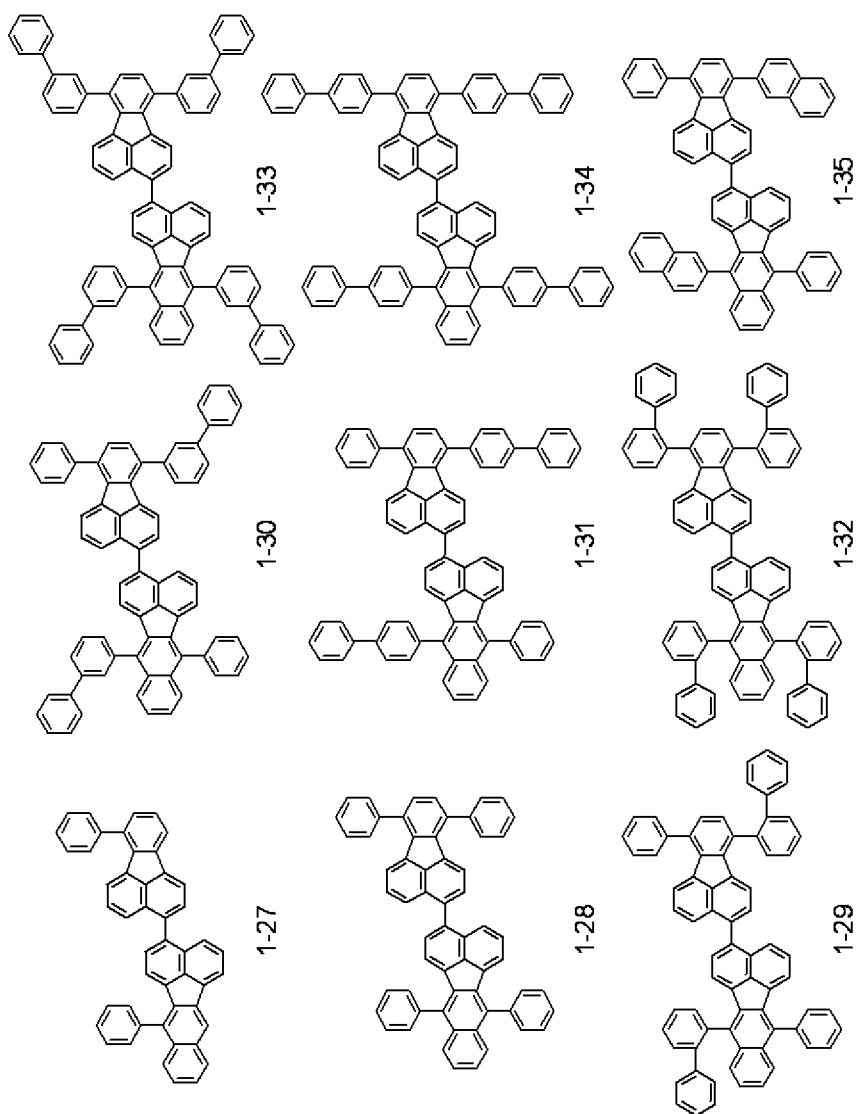
[0308] [化132]



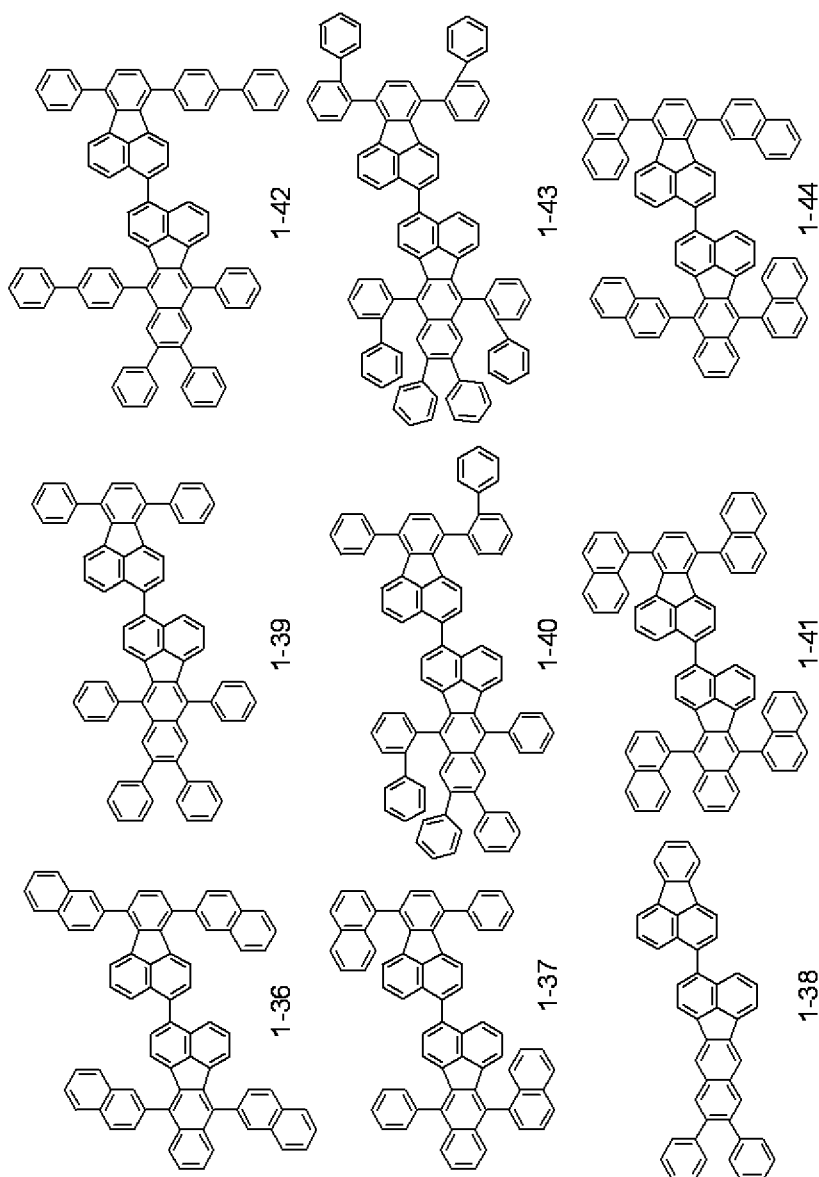
[0309] [化133]



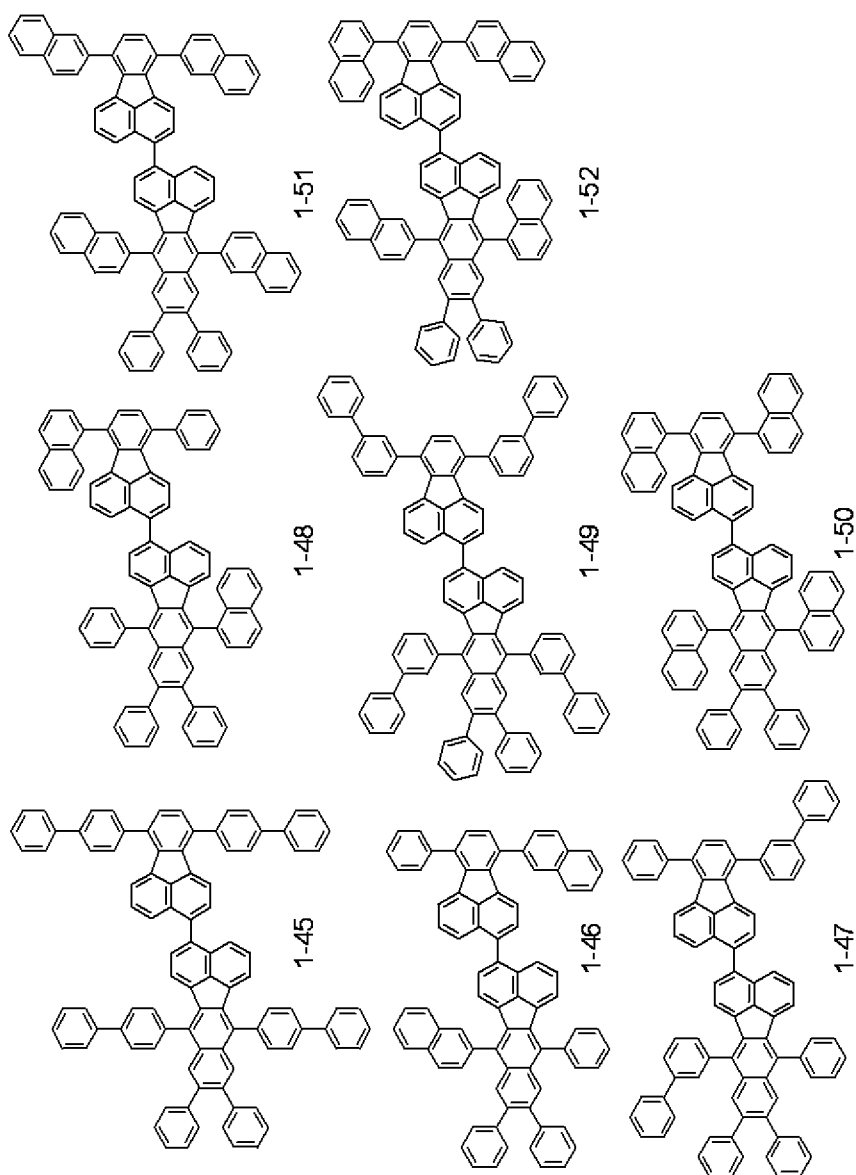
[0310] [化134]



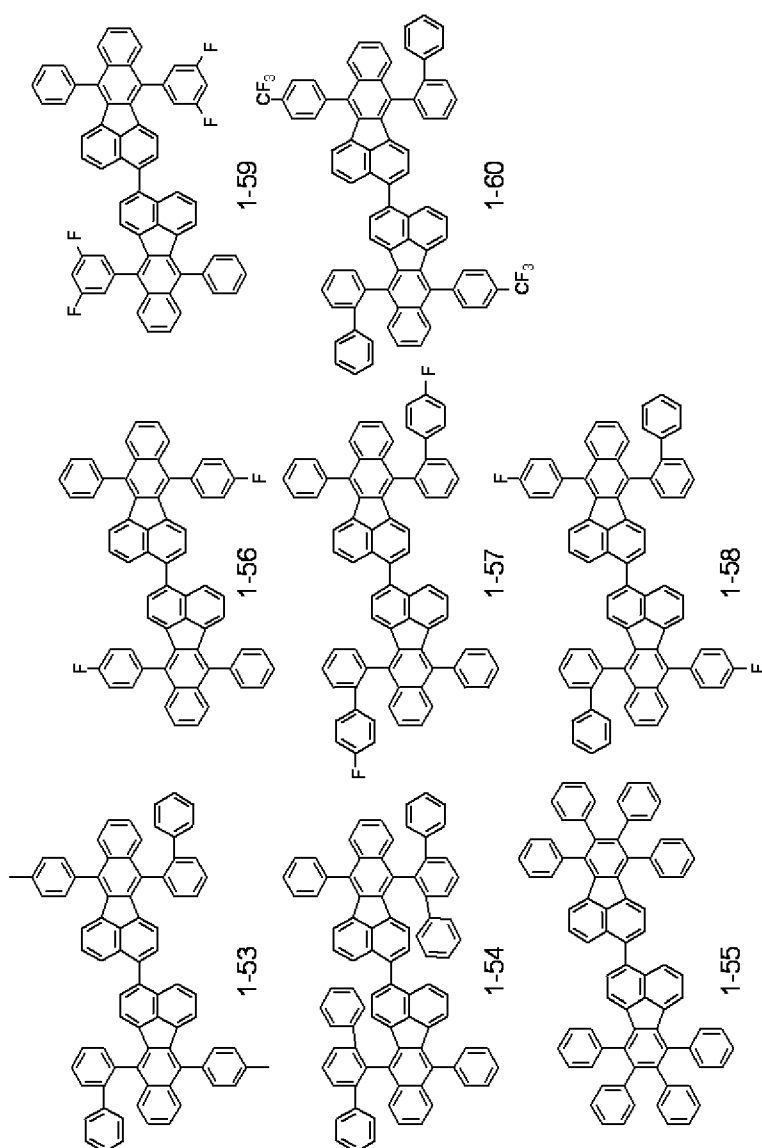
[0311] [化135]



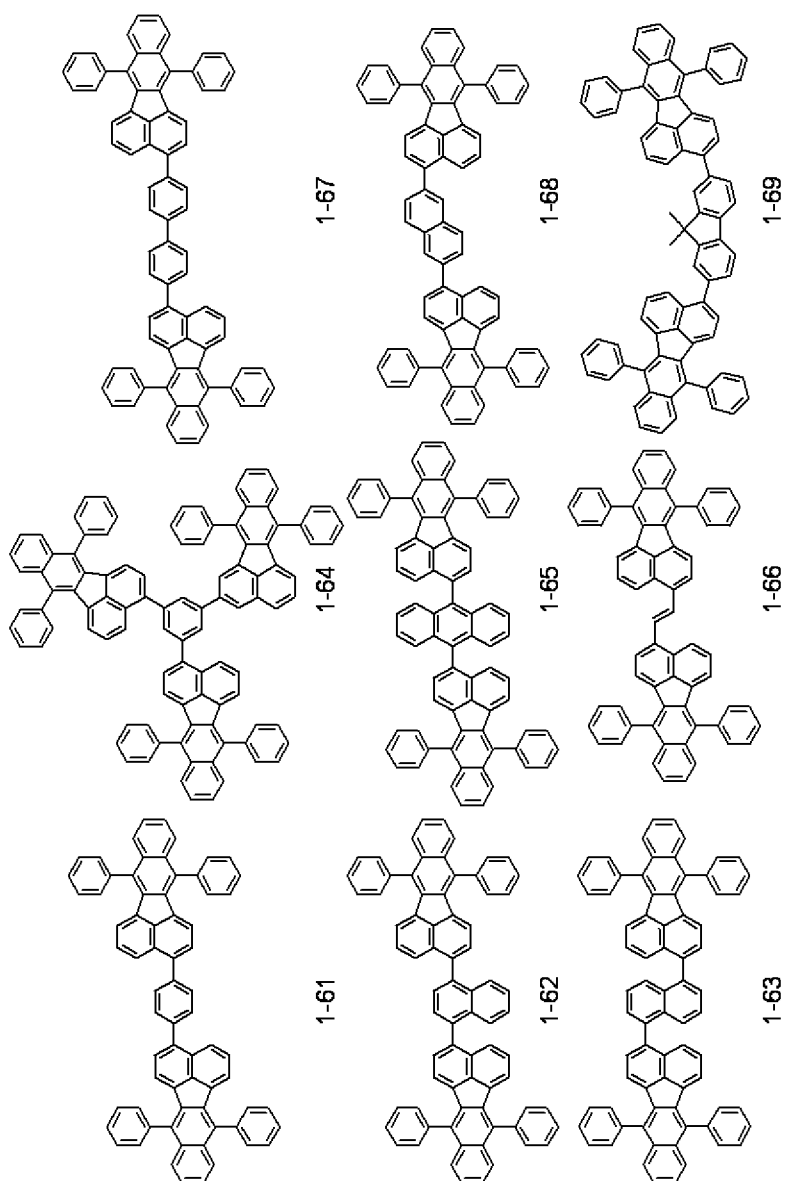
[0312] [化136]



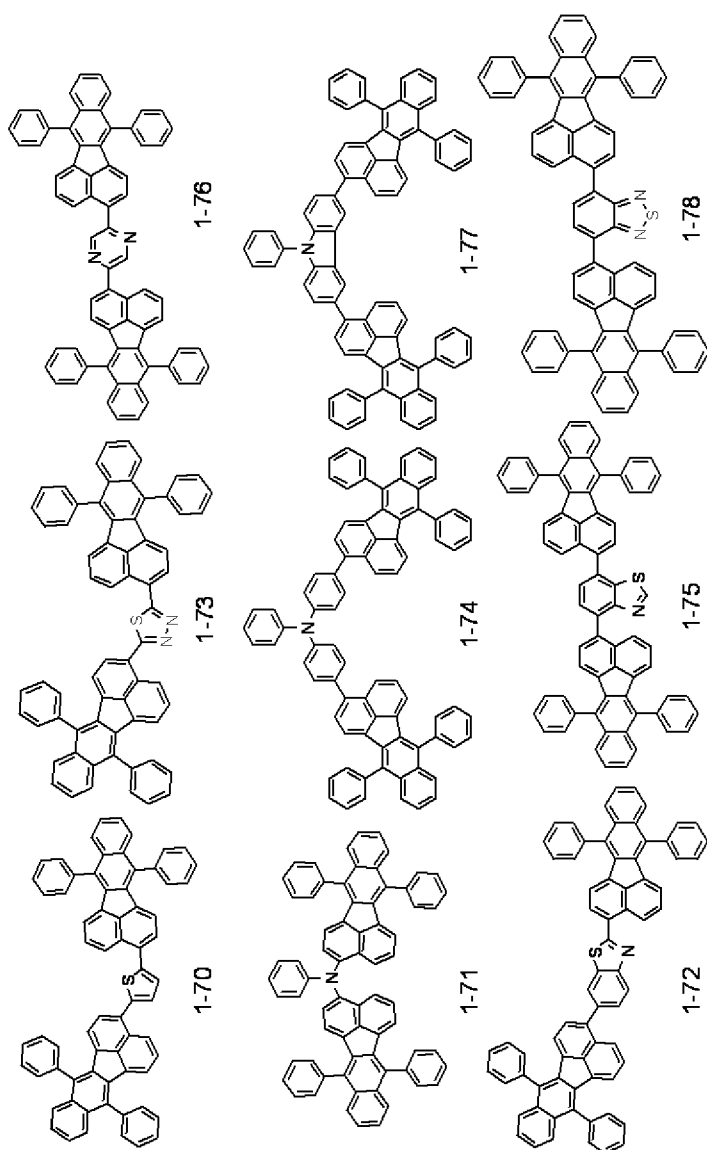
[0313] [化137]



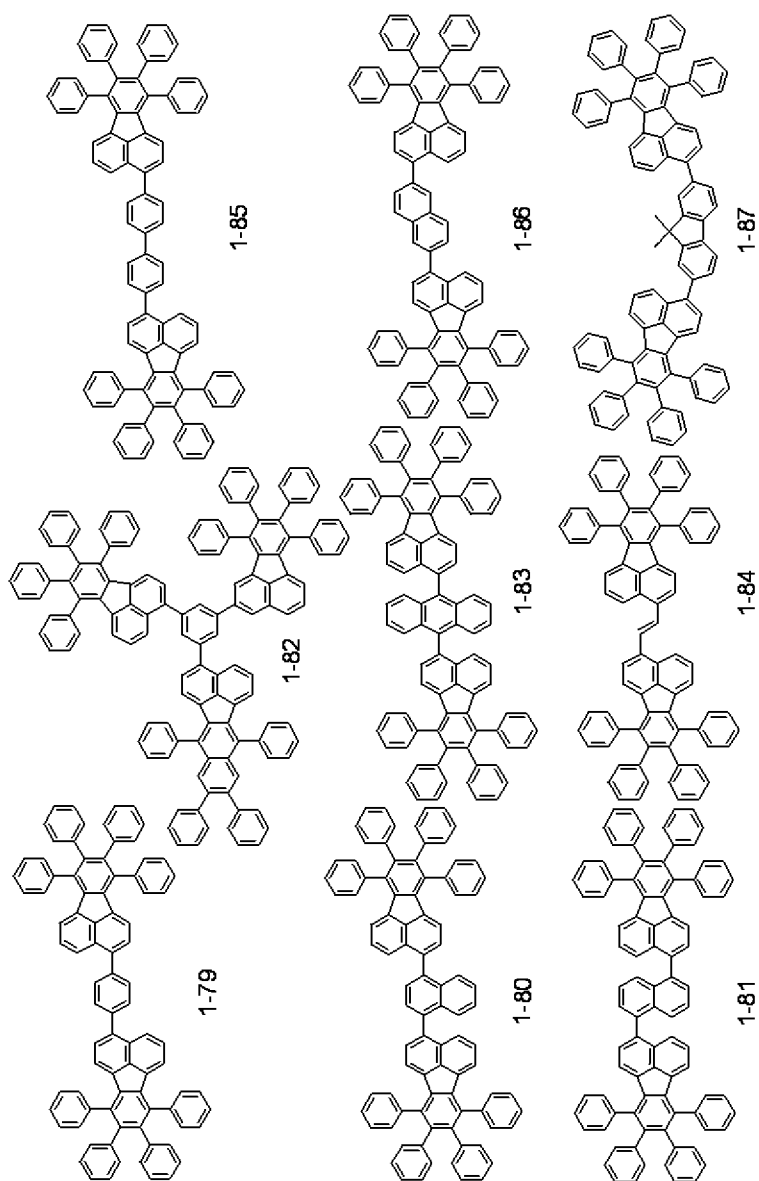
[0314] [化138]



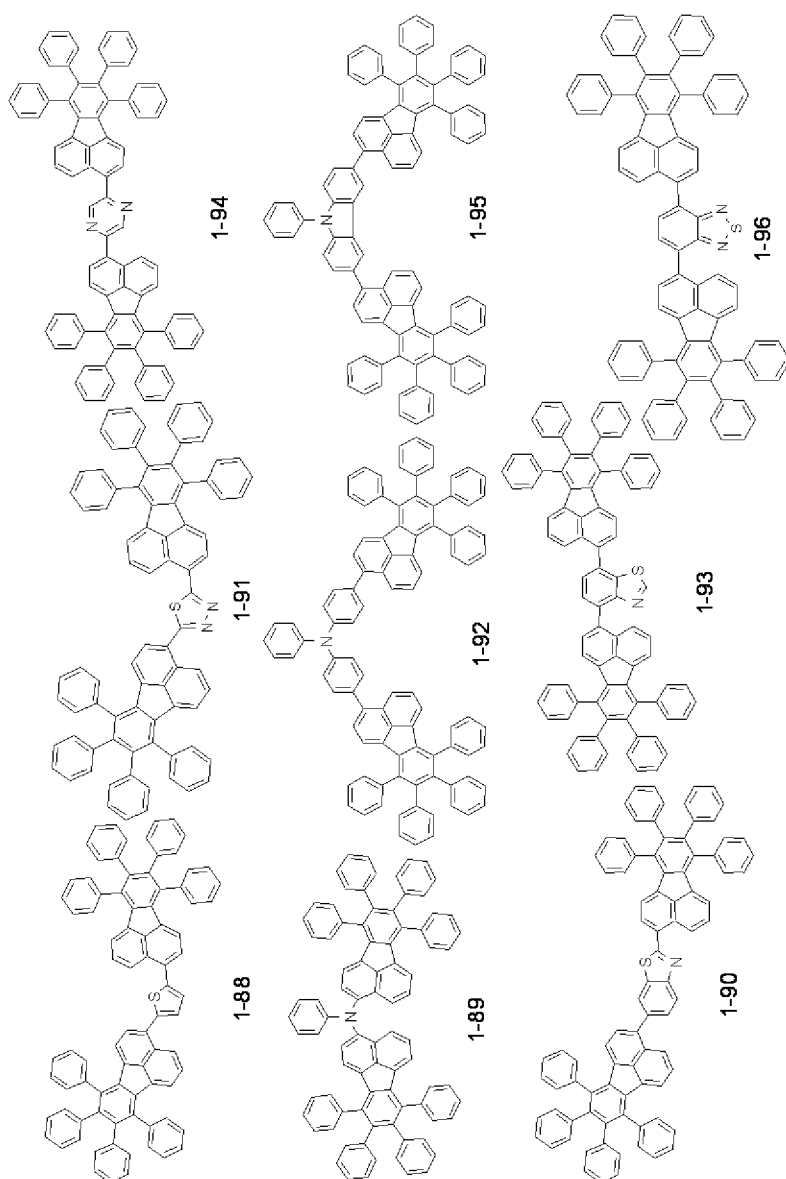
[0315] [化139]



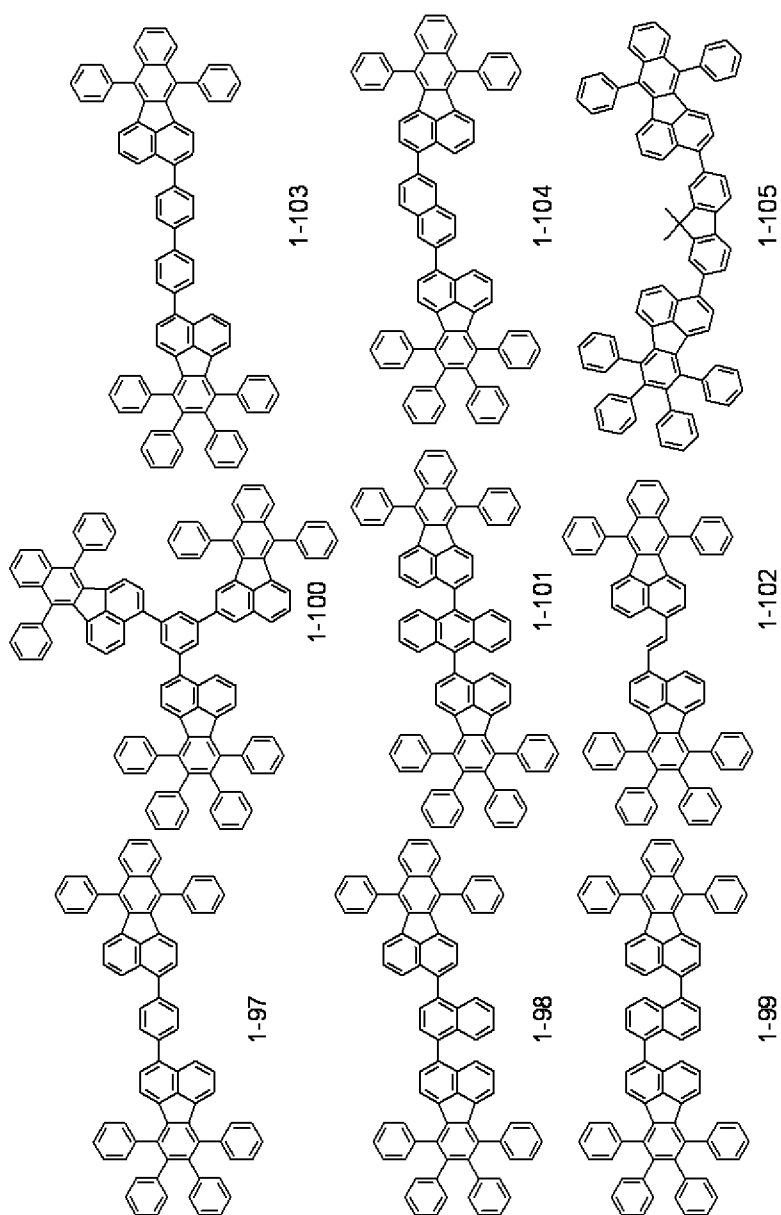
[0316] [化140]



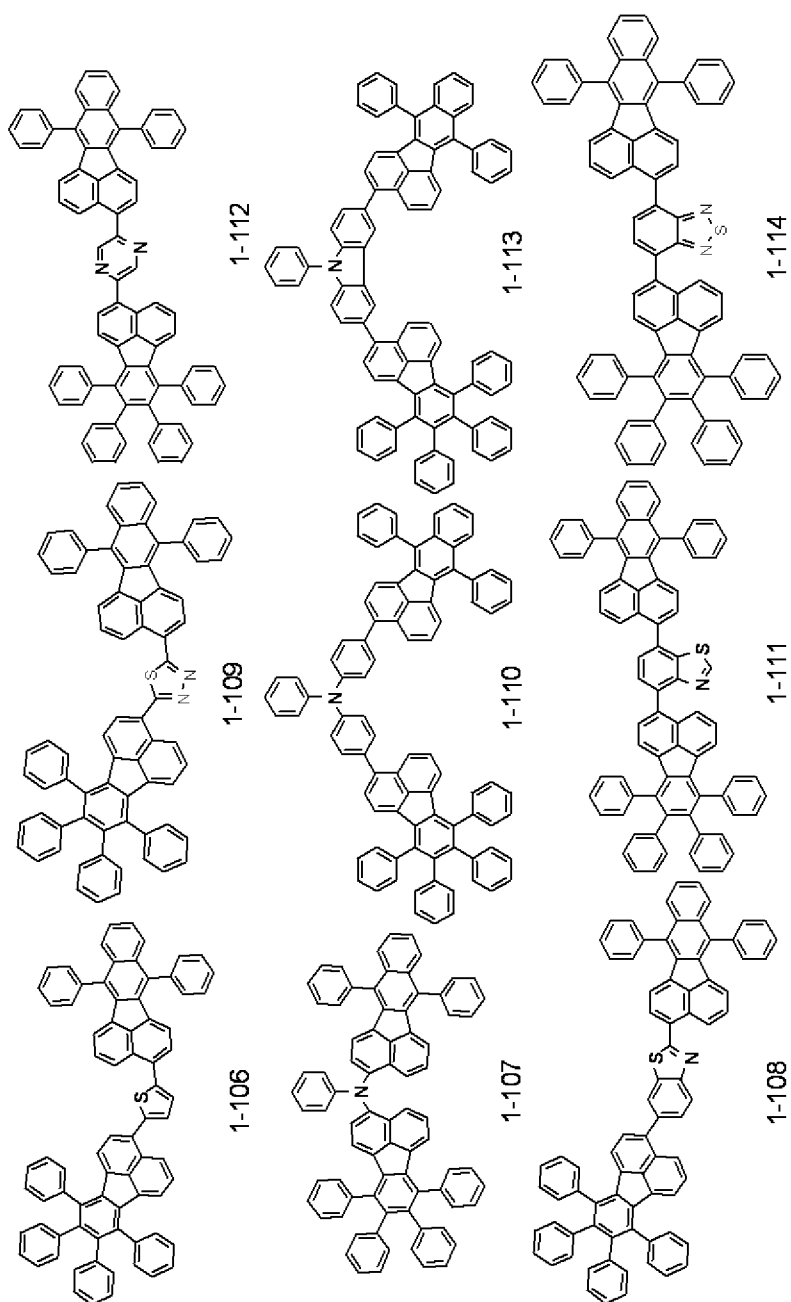
[0317] [化141]



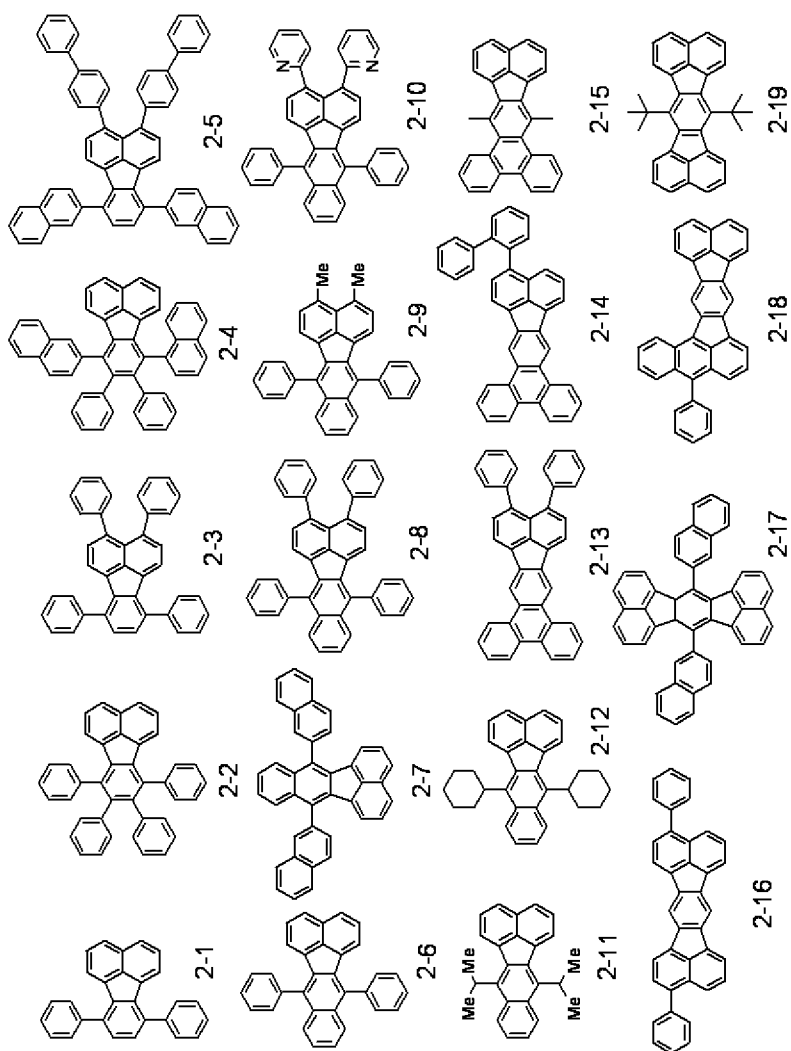
[0318] [化142]



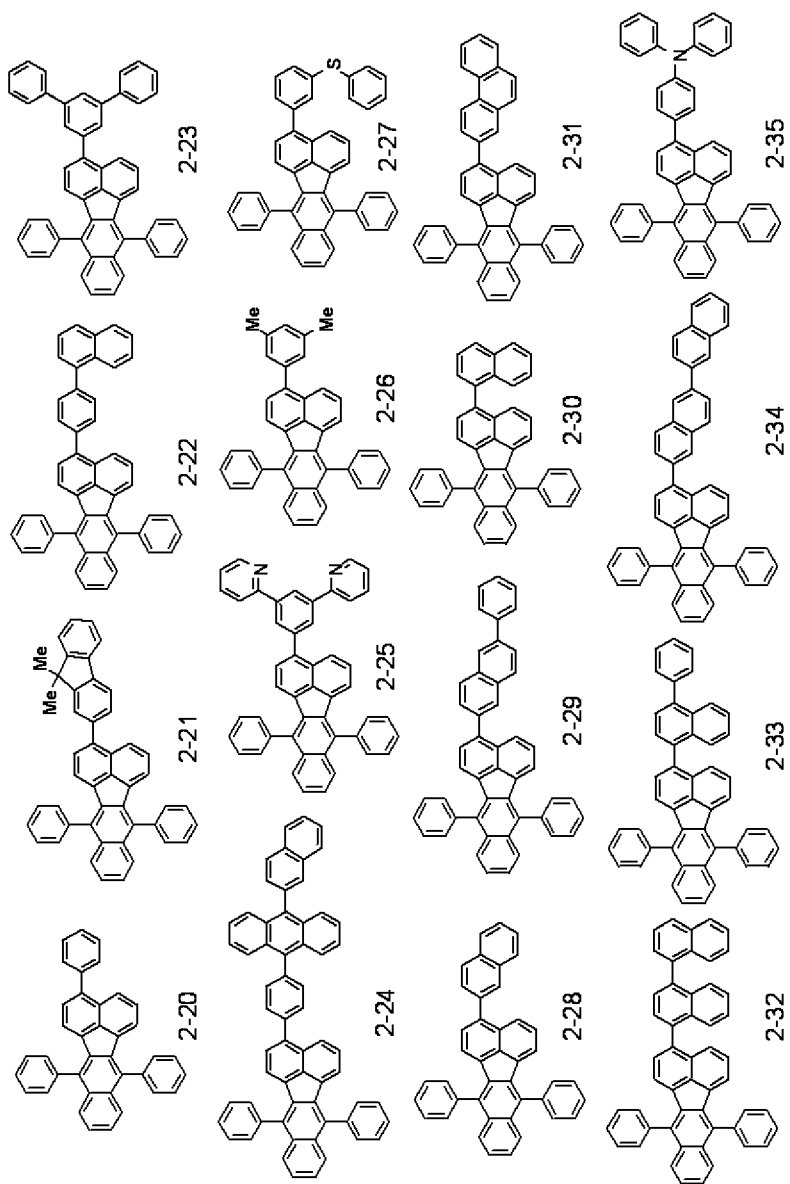
[0319] [化143]



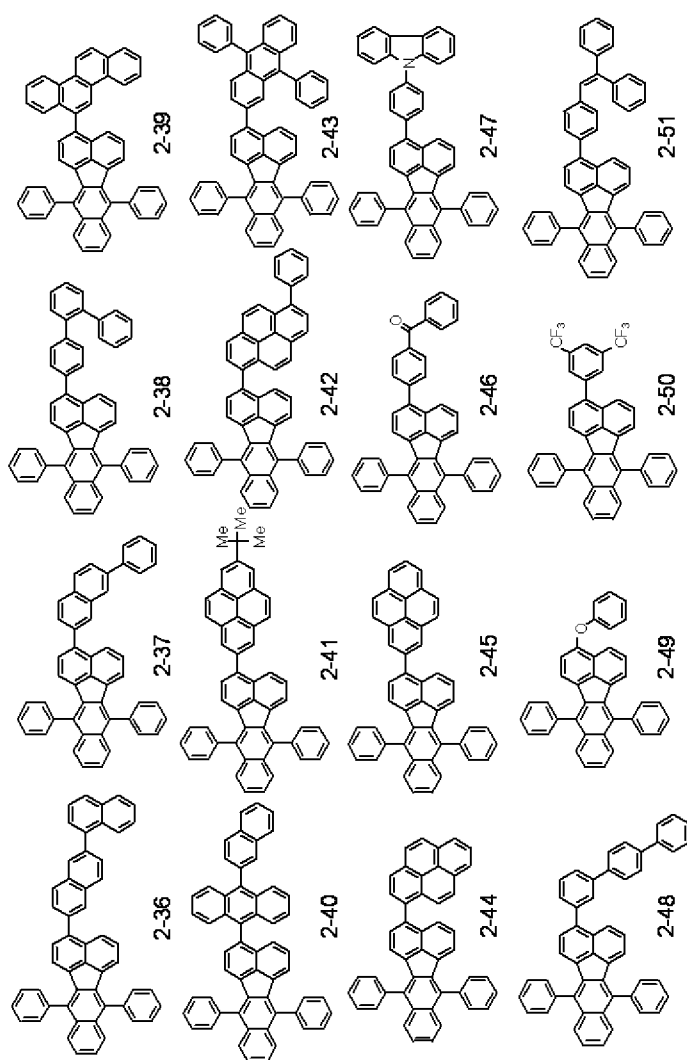
[0320] [化144]



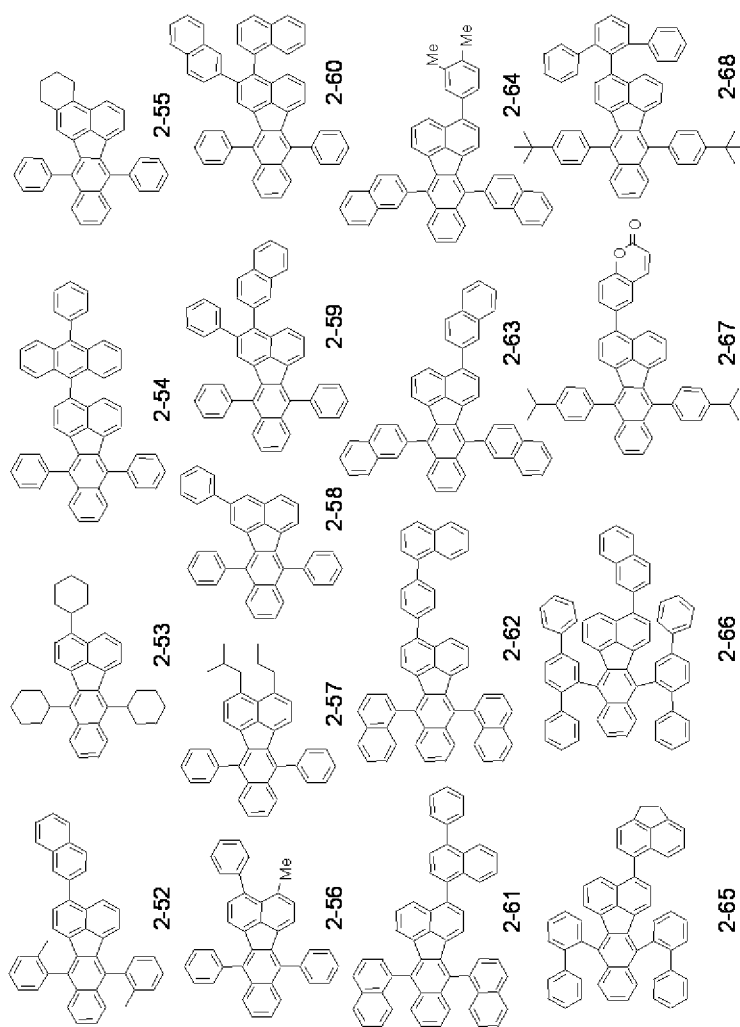
[0321] [化145]



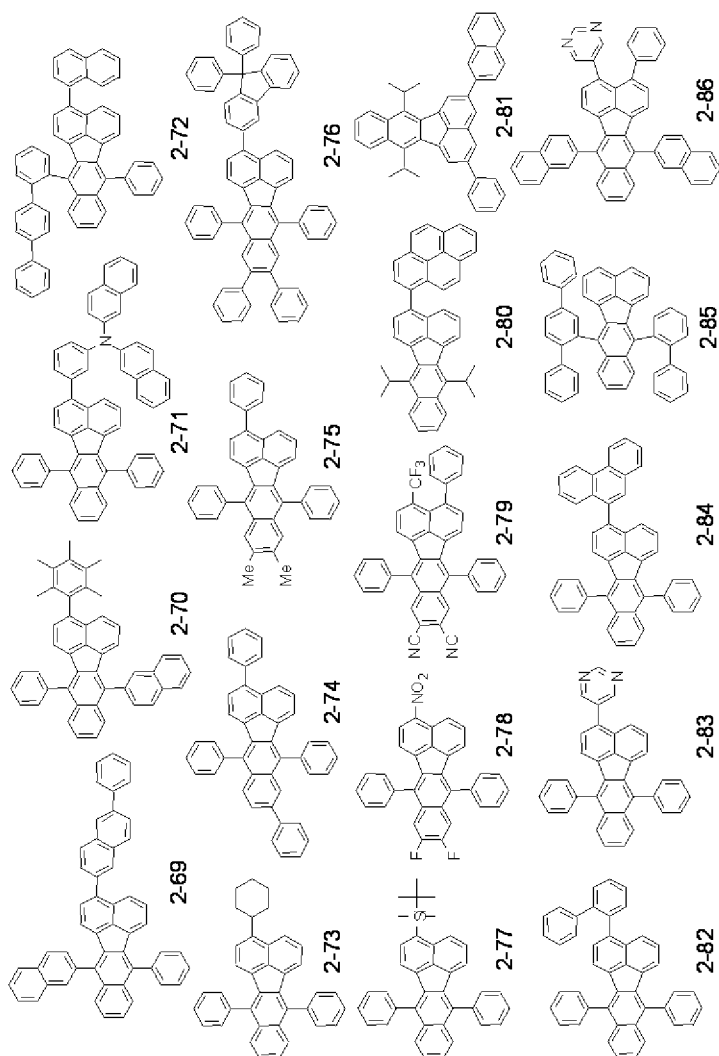
[0322] [化146]



[0323] [化147]

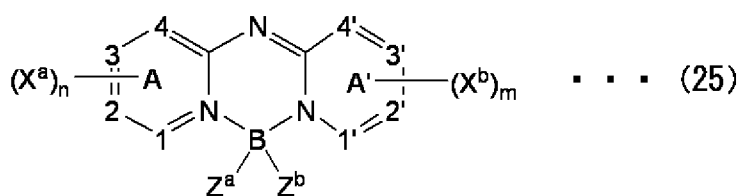


[0324] [化148]



[0325] 本発明では、前記蛍光ドーパントは、下記式(25)で表されるものであってもよい。

[0326] [化149]

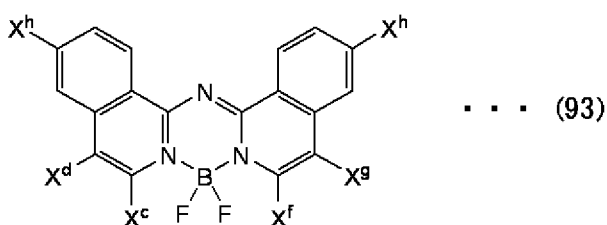
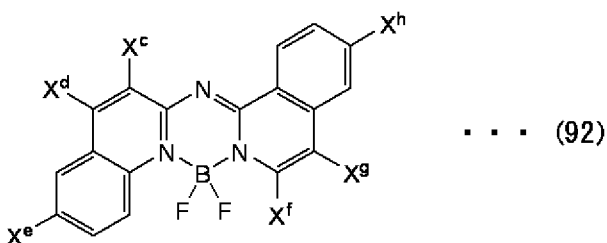
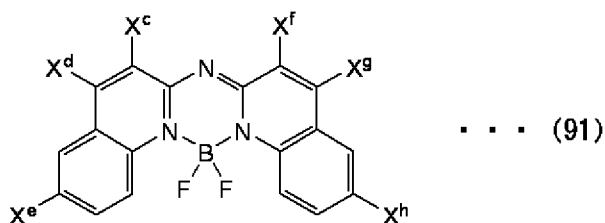


[0327] 式(25)中、AおよびA'は、1個以上の窒素を含有する6員芳香族環に対応する独立アジン環系を表し、X^aおよびX^bは、各々独立に選ばれた置換基であって、その二つが結合してAまたはA'に対する縮合環を形成することができるもの、を表し、mおよびnは、各々独立に0~4を表し、Z^aおよびZ^bは、各々独立に選ばれた置換基であり、1、2、3、4、1'、2'、3'および4'は、炭素原子または窒素原子のいずれかとして独立に選ばれる。

[0328] アジン環は、1、2、3、4、1'、2'、3'および4'がすべて炭素原子であり、mおよびnが2以上であり、かつ、 X^a および X^b が、芳香族環を形成するため結合する2以上の炭素置換基を表すような、キノリニル環またはイソキノリニル環であることが望ましい。 Z^a および Z^b は、フッ素原子であることが望ましい。

[0329] 好適な態様として、2つの縮合環系がキノリンまたはイソキノリン系であり、アリールまたはヘテロアリール置換基がフェニル基であり、6-6縮合環を形成するため結合する2個の X^a 基および2個の X^b 基が少なくとも存在し、縮合環系が、それぞれ1-2位、3-4位、1'-2'位または3'-4'位で縮合し、縮合環の一方または両方がフェニル基で置換されており、かつ、下記式(91)、(92)または(93)で表されるような蛍光ドーパントが挙げられる。

[0330] [化150]



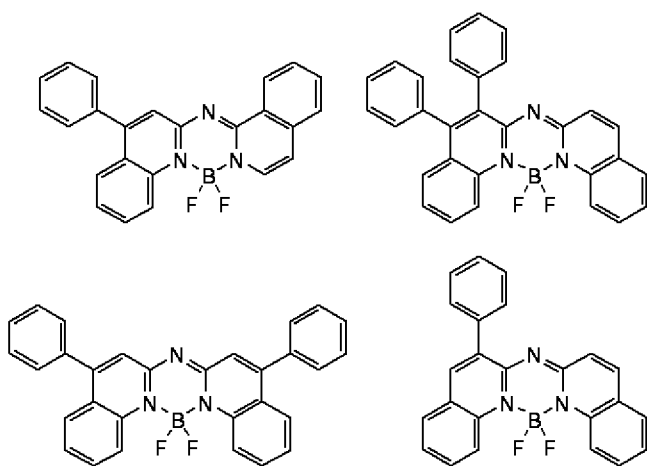
[0331] 式(91)～式(93)中、各 X^c 、 X^d 、 X^e 、 X^f 、 X^g および X^h は、水素または独立に選ばれた置換基であるが、そのうちの一つはアリール基またはヘテロアリール基でなければならない。

[0332] アジン環は、1、2、3、4、1'、2'、3'および4'がすべて炭素原子であり、mおよびnが2以上であり、 X^a および X^b が、芳香族環を形成するため結合する2以上の炭素置

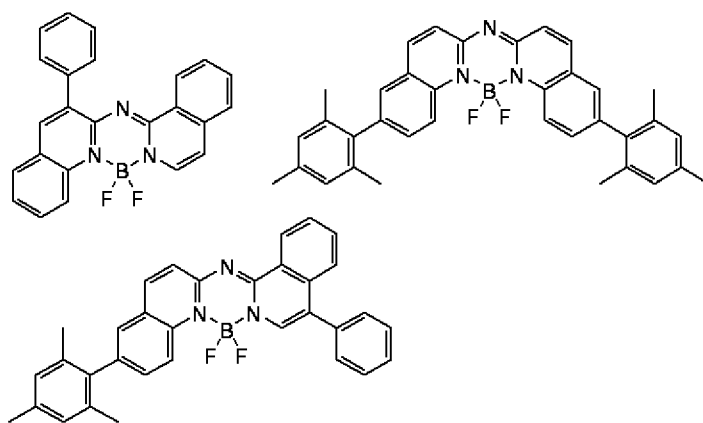
換基を表し、かつ、一つがアリールまたは置換アリール基であるような、キノリニル環またはイソキノリニル環であることが望ましい。ZaおよびZbは、フッ素原子であることが望ましい。

[0333] 以下、脱プロトン化ビス(アジニル)アミンリガンドの2つの環窒素で錯体化されたホウ素化合物であって、その2つの環窒素が、異なる6,6縮合環系であってその少なくとも一方の系がアリールまたはヘテロアリール置換基を含有するものの部員である、本発明において有用なホウ素化合物を例示する。

[0334] [化151]



[0335] [化152]



[0336] 本発明では、前記有機薄膜層は、前記陰極と前記蛍光発光層との間に電子注入・輸送層を有し、前記電子注入・輸送層は、含窒素複素環誘導体を含むことが好ましい。

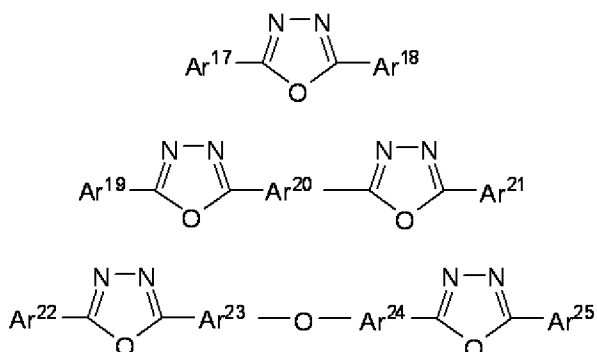
このような電子性能が高い含窒素複素環誘導体を電子注入輸送層として用いることにより、駆動電圧を低下させることができる。

特に、本発明においては、発光層(蛍光発光層および燐光発光層)が従来の蛍光発光層のホストよりもワイドギャップなホストで構成される場合があるため、電荷の注入障壁が大きくなり駆動電圧の上昇につながりやすい恐れがある。

この点、電子輸送性能の高い電子輸送層を備えることにより駆動電圧の上昇を回避することができる。

- [0337] 電子注入層又は電子輸送層は、発光層への電子の注入を助ける層であって、電子移動度が大きい。電子注入層はエネルギーレベルの急な変化を緩和する等、エネルギーレベルを調整するために設ける。電子注入層又は電子輸送層に用いられる材料としては、8-ヒドロキシキノリン又はその誘導体の金属錯体、オキサジアゾール誘導体、含窒素複素環誘導体が好適である。上記8-ヒドロキシキノリン又はその誘導体の金属錯体の具体例としては、オキシシン(一般に8-キノリノール又は8-ヒドロキシキノリン)のキレートを含む金属キレートオキシノイド化合物、例えばトリス(8-キノリノール)アルミニウムを用いることができる。そして、オキサジアゾール誘導体としては、下記のものを挙げることができる。

- [0338] [化153]

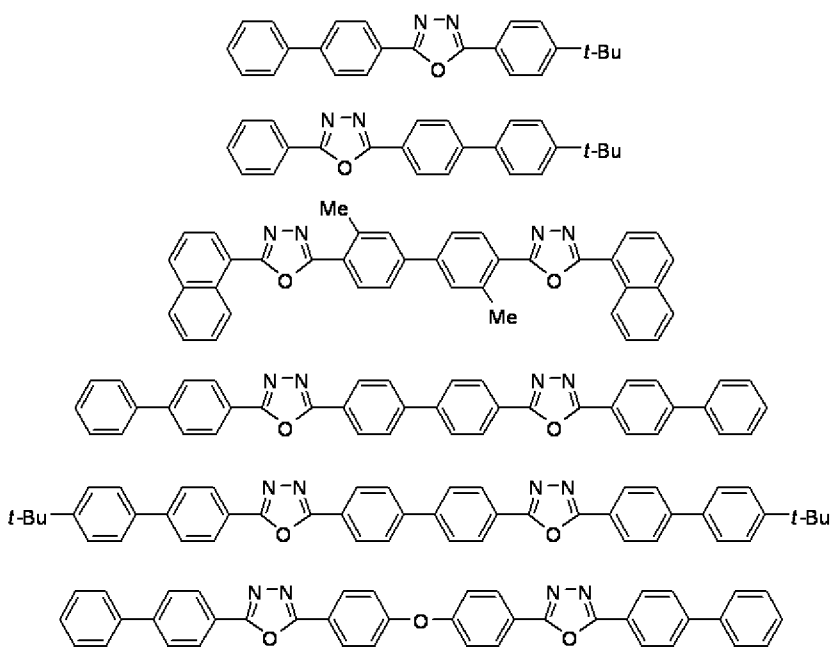


- [0339] (式中、 Ar^{17} 、 Ar^{18} 、 Ar^{19} 、 Ar^{21} 、 Ar^{22} 及び Ar^{25} は、それぞれ置換基を有する若しくは有しないアリール基を示し、 Ar^{17} と Ar^{18} 、 Ar^{19} と Ar^{21} 、 Ar^{22} と Ar^{25} は、たがいに同一でも異なってもよい。 Ar^{20} 、 Ar^{23} 及び Ar^{24} は、それぞれ置換基を有する若しくは有しないアリーレン基を示し、 Ar^{23} と Ar^{24} は、たがいに同一でも異なってもよい。)

これら一般式におけるアリール基としては、フェニル基、ビフェニル基、アントラニル基、ペリレニル基、ピレニル基などが挙げられる。また、アリーレン基としては、フェニ

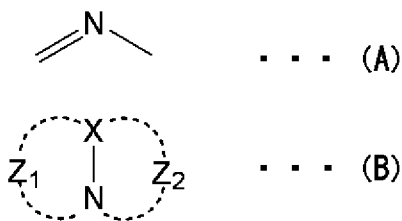
レン基、ナフチレン基、ビフェニレン基、アントラニレン基、ペリレニレン基、ピレニレン基などが挙げられる。そして、これらへの置換基としては炭素数1～10のアルキル基、炭素数1～10のアルコキシ基またはシアノ基等が挙げられる。この電子伝達化合物は、薄膜形成性の良好なものが好ましく用いられる。そして、これら電子伝達性化合物の具体例としては、下記のものを挙げることができる。

[0340] [化154]



[0341] 含窒素複素環誘導体としては、以下の一般式を有する有機化合物からなる含窒素複素環誘導体であって、金属錯体でない含窒素化合物が挙げられる。例えば、(A)に示す骨格を含有する5員環もしくは6員環や、式(B)に示す構造のものが挙げられる。

[0342] [化155]



[0343] (式中、Xは炭素原子もしくは窒素原子を表す。Z₁ならびにZ₂は、それぞれ独立に含窒素ヘテロ環を形成可能な原子群を表す。)

[0344] (式(B)中、Xは炭素原子もしくは窒素原子を表す。Z₁ならびにZ₂は、それぞれ独

立に含窒素ヘテロ環を形成可能な原子群を表す。)

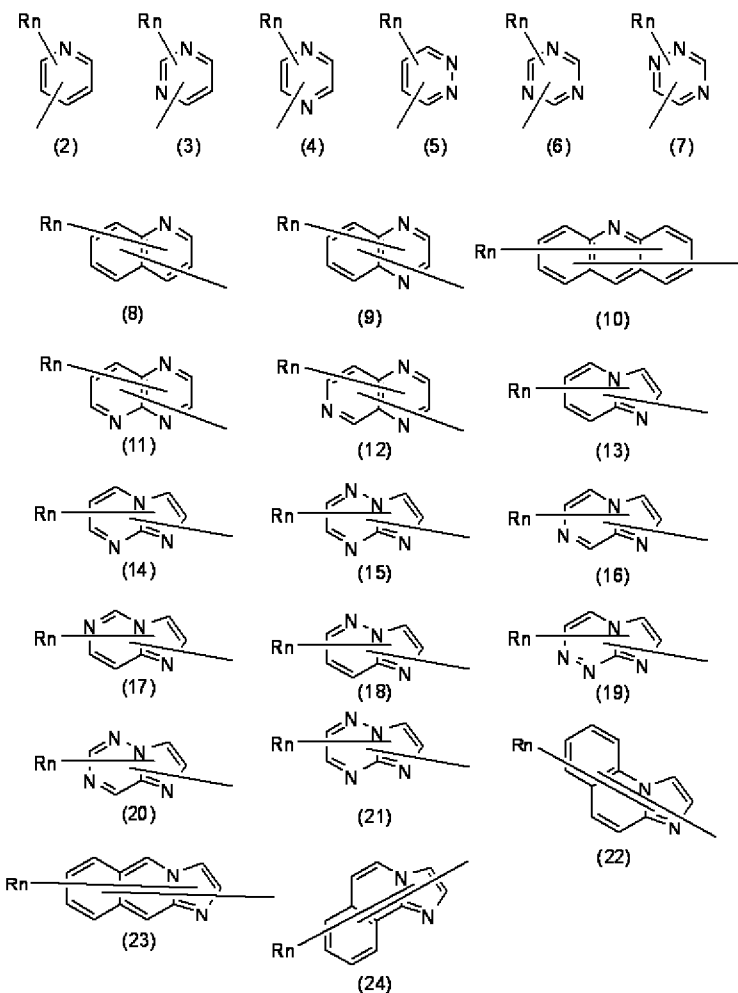
[0345] [化156]



[0346] 好ましくは、5員環もしくは6員環からなる含窒素芳香多環族を有し、窒素原子複数個の場合は隣接しない結合位に有する骨格を有する有機化合物。さらには、このような複数窒素原子を有する含窒素芳香多環族の場合は、上記(A)と(B)もしくは(A)と(C)を組み合わせた骨格を有する含窒素芳香多環有機化合物。

[0347] 含窒素有機化合物の含窒素基は、例えば、以下の一般式で表される含窒素複素環基から選択される。

[0348] [化157]

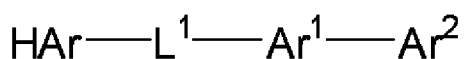


[0349] (上記含窒素有機化合物の一般式(2)から(24)中、Rは、炭素数6~40のアリー

ル基、炭素数3～40のヘテロアリール基、炭素数1～20のアルキル基又は炭素数1～20のアルコキシ基であり、nは0～5の整数であり、nが2以上の整数であるとき、複数のRは互いに同一又は異なってもよい。）

[0350] さらに、好ましい具体的な化合物として、下記式で表される含窒素複素環誘導体が挙げられる。

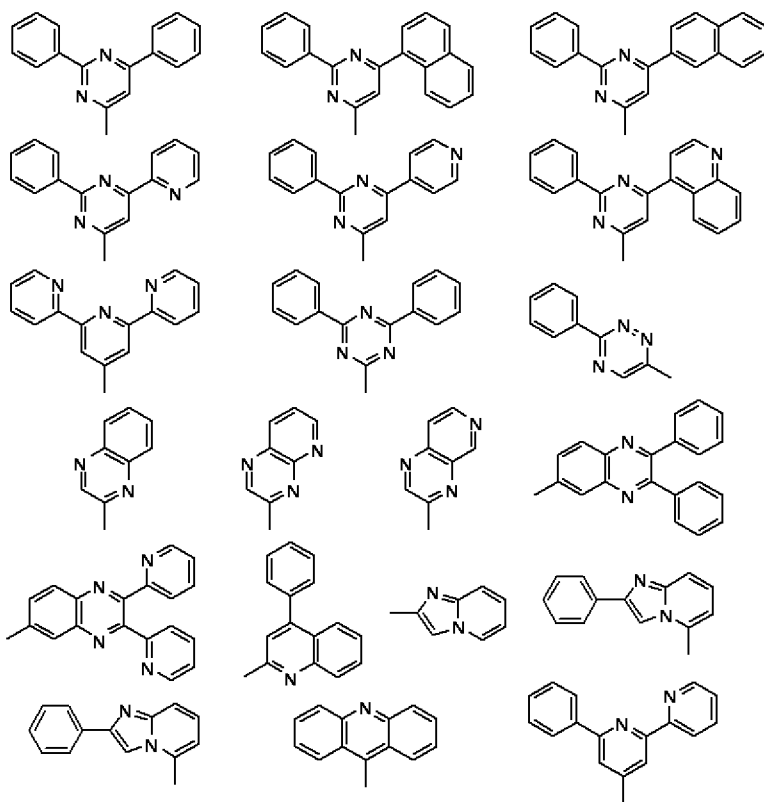
[0351] [化158]



[0352] (式中、HArは、置換基を有していても良い炭素数3～40の含窒素複素環であり、 L^1 は単結合、置換基を有していてもよい炭素数6～40のアリーレン基又は置換基を有していてもよい炭素数3～40のヘテロアリーレン基であり、 Ar^1 は置換基を有していても良い炭素数6～40の2価の芳香族炭化水素基であり、 Ar^2 は置換基を有していても良い炭素数6～40のアリール基又は置換基を有していてもよい炭素数3～40のヘテロアリール基である。)

[0353] HArは、例えば、下記の群から選択される。

[0354] [化159]



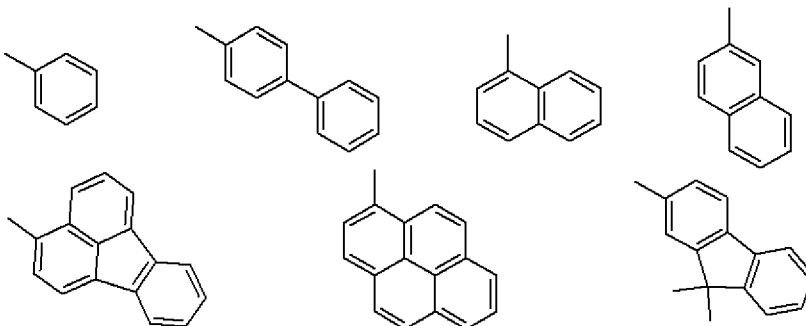
[0355] L^1 は、例えば、下記の群から選択される。

[0356] [化160]



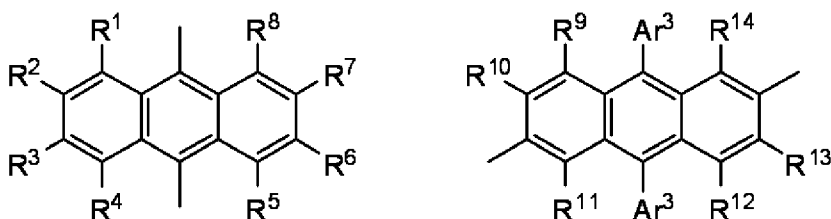
[0357] Ar^2 は、例えば、下記の群から選択される。

[0358] [化161]



[0359] Ar^1 は、例えば、下記のアリアルアントラニル基から選択される。

[0360] [化162]

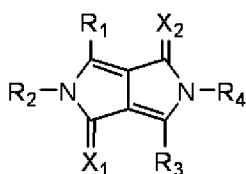


[0361] (式中、 $R^1 \sim R^{14}$ は、それぞれ独立して、水素原子、ハロゲン原子、炭素数1～20のアルキル基、炭素数1～20のアルコキシ基、炭素数6～40のアリアルオキシ基、置換基を有していてもよい炭素数6～40のアリアル基又は炭素数3～40のヘテロアリアル基であり、 Ar^3 は、置換基を有していてもよい炭素数6～40のアリアル基又は炭素数3～40のヘテロアリアル基である。)

また、上記式で表される Ar^1 において、 $R^1 \sim R^8$ は、いずれも水素原子である含窒素複素環誘導体。

[0362] この他、下記の化合物(特開平9-3448号公報参照)も好適に用いられる。

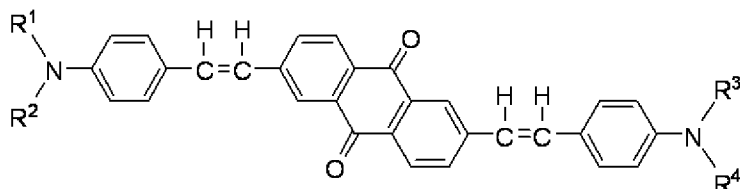
[0363] [化163]



[0364] (式中、 $R_1 \sim R_4$ は、それぞれ独立に、水素原子、置換もしくは未置換の脂肪族基、置換もしくは未置換の脂肪族式環基、置換もしくは未置換の炭素環式芳香族環基、置換もしくは未置換の複素環基を表し、 X_1 、 X_2 は、それぞれ独立に、酸素原子、硫黄原子もしくはジシアノメチレン基を表す。)

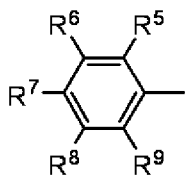
[0365] また、下記の化合物(特開2000-173774号公報参照)も好適に用いられる。

[0366] [化164]



[0367] 式中、 R^1 、 R^2 、 R^3 及び R^4 は互いに同一の又は異なる基であって、下記式で表わされるアリール基である。

[0368] [化165]



[0369] (式中、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 及び R^9 は互いに同一の又は異なる基であって、水素原子、或いはそれらの少なくとも1つが飽和または不飽和アルコキシル基、アルキル基、アミノ基又はアルキルアミノ基である。)

[0370] さらに、該含窒素複素環基もしくは含窒素複素環誘導体を含む高分子化合物であってもよい。

[0371] 電子注入層又は電子輸送層の膜厚は、特に限定されないが、好ましくは、1～100nmである。

[0372] 本発明では、前記陰極と前記有機薄膜層との界面領域に還元性ドーパントが添加されていることが好ましい。

このような構成によれば、有機EL素子における発光輝度の向上や長寿命化が図られる。

ここで、還元性ドーパントとは、電子輸送性化合物を還元ができる物質と定義される。したがって、一定の還元性を有するものであれば、様々なものが用いられ、例えば

、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、アルカリ金属の酸化物、アルカリ金属のハロゲン化物、アルカリ土類金属の酸化物、アルカリ土類金属のハロゲン化物、希土類金属の酸化物または希土類金属のハロゲン化物、アルカリ金属の有機錯体、アルカリ土類金属の有機錯体、希土類金属の有機錯体からなる群から選択される少なくとも一つの物質を好適に使用することができる。

[0373] また、より具体的に、好ましい還元性ドーパントとしては、Li(仕事関数:2.9eV)、Na(仕事関数:2.36eV)、K(仕事関数:2.28eV)、Rb(仕事関数:2.16eV)およびCs(仕事関数:1.95eV)からなる群から選択される少なくとも1つのアルカリ金属や、Ca(仕事関数:2.9eV)、Sr(仕事関数:2.0~2.5eV)、およびBa(仕事関数:2.52eV)からなる群から選択される少なくとも1つのアルカリ土類金属が挙げられる仕事関数が2.9eV以下のものが特に好ましい。これらのうち、より好ましい還元性ドーパントは、K、RbおよびCsからなる群から選択される少なくとも1つのアルカリ金属であり、さらに好ましくは、RbまたはCsであり、最も好ましいのは、Csである。これらのアルカリ金属は、特に還元能力が高く、電子注入域への比較的少量の添加により、有機EL素子における発光輝度の向上や長寿命化が図られる。また、仕事関数が2.9eV以下の還元性ドーパントとして、これら2種以上のアルカリ金属の組み合わせも好ましく、特に、Csを含んだ組み合わせ、例えば、CsとNa、CsとK、CsとRbあるいはCsとNaとKとの組み合わせであることが好ましい。Csを組み合わせることで含むことにより、還元能力を効率的に発揮することができ、電子注入域への添加により、有機EL素子における発光輝度の向上や長寿命化が図られる。

[0374] 本発明において、有機EL素子の陽極は、正孔を正孔輸送層または発光層に注入する役割を担うものであり、4.5eV以上の仕事関数を有することが効果的である。本発明に用いられる陽極材料の具体例としては、酸化インジウム錫合金(ITO)、酸化錫(NESA)、金、銀、白金、銅等が適用できる。また陰極としては、電子注入層または発光層に電子を注入する目的で、仕事関数の小さい材料が好ましい。陰極材料は特に限定されないが、具体的にはインジウム、アルミニウム、マグネシウム、マグネシウム-インジウム合金、マグネシウム-アルミニウム合金、アルミニウム-リチウム合金、アルミニウム-スカンジウム-リチウム合金、マグネシウム-銀合金等が使用できる。

。

[0375] 本発明の有機EL素子の各層の形成方法は特に限定されない。従来公知の真空蒸着法、スピンコーティング法等による形成方法を用いることができる。本発明の有機EL素子に用いる、前記式(1)で表される化合物を含有する有機薄膜層は、真空蒸着法、分子線蒸着法(MBE法)あるいは溶媒に解かした溶液のディッピング法、スピンコーティング法、キャストリング法、バーコート法、ロールコート法等の塗布法による公知の方法で形成することができる。

本発明の有機EL素子の各有機層の膜厚は特に制限されないが、一般に膜厚が薄すぎるとピンホール等の欠陥が生じやすく、逆に厚すぎると高い印加電圧が必要となり効率が悪くなるため、通常は数nmから1 μ mの範囲が好ましい。

[0376] 有機EL素子は、透光性の基板上に作製する。ここでいう透光性基板は有機EL素子を支持する基板であり、400～700nmの可視領域の光の透過率が50%以上で平滑な基板が好ましい。

具体的には、ガラス板、ポリマー板等が挙げられる。ガラス板としては、特にソーダ石灰ガラス、バリウム・ストロンチウム含有ガラス、鉛ガラス、アルミノケイ酸ガラス、ホウケイ酸ガラス、バリウムホウケイ酸ガラス、石英等が挙げられる。

またポリマー板としては、ポリカーボネート、アクリル、ポリエチレンテレフタレート、ポリエーテルサルファイド、ポリサルフォン等を挙げることができる。

図面の簡単な説明

[0377] [図1]本実施形態の有機EL素子の構成を示す図。

[図2]本実施形態の有機EL素子における三重項エネルギーの移動を示す図。

[図3]他の実施形態の有機EL素子における三重項エネルギーの移動を示す図。

符号の説明

- [0378]
- 1 有機EL素子
 - 2 基板
 - 3 陽極
 - 4 陰極
 - 5 有機薄膜層

- 5A 発光層
- 51 蛍光発光層
- 52 燐光発光層
- 511 青色蛍光発光層
- 512 緑色蛍光発光層
- 51B 蛍光ホストの三重項準位
- 511B 青色蛍光ホストの三重項準位
- 512B 緑色蛍光ホストの三重項準位
- 52B 赤色燐光ドーパントの三重項準位
- 54 正孔注入・輸送層
- 55 電子注入・輸送層

発明を実施するための最良の形態

[0379] 以下、本発明の好ましい実施形態について説明する。

[有機EL素子]

本実施形態の有機EL素子1は、図1に示すように、透明基板2上に設けられた陽極3と、陰極4と、陽極3と陰極4との間に設けられた有機薄膜層5と、を備える。

有機薄膜層5は蛍光発光層51と、燐光発光層52と、を有する発光層5Aを備えている。

蛍光発光層51は、青色蛍光ホストと青色蛍光ドーパントを含む青色蛍光発光層511と、緑色蛍光ホストと緑色蛍光ドーパントを含む緑色蛍光発光層512と、を有する。

燐光発光層52は、燐光ホストと、赤色の燐光発光を示す燐光ドーパントと、を含む。

[0380] この場合、正孔と電子との再結合は、青色蛍光発光層511と緑色蛍光発光層512とで起こる。青色蛍光発光層511および緑色蛍光発光層512で再結合されることにより励起された各エネルギーが青色蛍光ドーパントおよび緑色蛍光ドーパントの一重項エネルギー準位に移動する。これにより青色および緑色の蛍光発光が得られる。そして、図2に示すように、青色蛍光ホストおよび緑色蛍光ホストの三重項準位511B、512Bのエネルギーが赤色燐光ホストの三重項準位を通し、赤色燐光ドーパントの

三重項準位52Bに移動する。これにより赤色の燐光発光が得られる。

[0381] また、陽極3と発光層5Aとの間に正孔注入・輸送層54等、陰極4と発光層5Aとの間に電子注入・輸送層55等を備えていてもよい。

さらに、青色蛍光発光層511および緑色燐光発光層512よりも陽極3側に電子ブロック層を、青色蛍光発光層511および緑色燐光発光層512よりも陰極4側に正孔ブロック層を、それぞれ設けてもよい。これにより、電子や正孔を青色蛍光発光層511および緑色燐光発光層512に閉じ込めて、青色蛍光発光層511および緑色燐光発光層512における励起子の生成確率を高めることができる。

[0382] ここで、上述したホスト材料を青色蛍光ドーパントと組み合わせて青色蛍光発光層511を構成することにより、低電圧での青色の蛍光発光と、燐光発光層52への励起三重項エネルギー移動を発生させることができる。これにより、青色および緑色蛍光発光層511、512、燐光発光層52のそれぞれから、青、緑、赤の光が得られる。すなわち、本発明によれば、素子全体として白色の発光を示し、高発光効率かつ長寿命な有機EL素子1を構成することが可能となる。

[0383] なお、図1において、陽極2側から、燐光発光層52、青色蛍光発光層511、緑色蛍光発光層512が順に設けられた構成の発光層5Aを例示したが、この順序および構成に限定されない。

例えば、青色および緑色蛍光ドーパントを含む単層の蛍光発光層51を備える構成を採用してもよい。この場合、素子構成を単純化し、製造工程の簡略化を図ってコストを低減させることができる。

[0384] この場合も同様に、正孔と電子との再結合は、蛍光発光層51で起こり、青色および緑色の蛍光発光が得られる。そして、図3に示すように、蛍光ホストの三重項準位51Bのエネルギーが赤色燐光ドーパントの三重項準位52Bを通し、赤色燐光ドーパントの三重項準位に移動する。これにより赤色の燐光発光が得られる。

[0385] (実施例)

次に、実施例および比較例を挙げて本発明をさらに詳しく説明するが、本発明はこれらの実施例の記載内容に何ら制限されるものではない。

なお、下の表には、各材料の物性値を記載したところ、これら物性値は次のように

測定した。

三重項エネルギーギャップ $E_g(T)$ は、燐光発光スペクトルに基づいて規定した。

すなわち、各材料をEPA溶媒(容積比でジエチルエーテル:イソペンタン:エタノール=5:5:2)に $10\mu\text{mol/L}$ で溶解し、燐光測定用試料とする。

そして、燐光測定用試料を石英セルに入れ、77Kに冷却し、励起光を照射し、放射される燐光の波長を測定する。

得られた燐光スペクトルの短波長側の立ちあがりに対して接線を引き、この接線とベースラインとの交点の波長値をエネルギーに換算した値を三重項エネルギーギャップ $E_g(T)$ とする。

なお、測定には市販の測定装置F-4500(日立製)を用いた。

[0386] [実施例1]

25mm×75mm×1.1mm厚のITO透明電極付きガラス基板(ジオマテック社製)を、イソプロピルアルコール中で5分間、超音波洗浄した後、UVオゾン洗浄を30分間行なった。

洗浄後の透明電極ライン付きガラス基板を真空蒸着装置の基板ホルダーに装着し、まず透明電極ラインが形成されている側の面上に、透明電極を覆うようにして厚さ55nmの4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル膜(以下「NPD膜」と略記する。)を抵抗加熱蒸着により成膜した。このNPD膜は正孔注入・輸送層として機能する。

次に、NPD膜上に、赤色燐光ホストとして化合物Aを抵抗加熱蒸着により厚さ30nmで成膜した。同時に赤色燐光ドーパントとして $\text{Ir}(\text{tpiq})_2(\text{acac})$ を化合物Aに対し質量比で5%になるように蒸着した。この膜は、赤色燐光発光層として機能する。

次に、この赤色燐光発光層上に、バッファ層としてNPD(励起三重項エネルギーギャップ2.46eV)をノンドープで積層した。その厚みは5nmとした。その上に、青色蛍光ホストとして化合物Aを抵抗加熱蒸着により厚さ10nmで成膜した。同時に青色蛍光ドーパントとしてNPDを化合物Aに対し質量比で2%になるように蒸着した。この膜は、青色蛍光発光層として機能する。

その上に緑色蛍光ホストとして化合物Aを抵抗加熱蒸着により厚さ5nmで成膜した

。同時に緑色蛍光ドーパントとして化合物(GD)を化合物Aに対し質量比で5%になるように蒸着した。この膜は、緑色蛍光発光層として機能する。

この膜上に化合物Iを膜厚10nmで成膜した。これは正孔ブロック層として機能する。

さらに、この膜上に膜厚30nmのトリス(8-キノリノール)アルミニウム(Alq)錯体を成膜した。これは、電子輸送層として機能する。

この後、LiFを0.5nmで成膜した。このLiF膜上に金属Alを150nm蒸着させて金属陰極を形成し、有機EL発光素子を形成した。

[0387] [実施例2から実施例15]

実施例2から実施例15についても実施例1と同様にして素子を作製した。

その素子構成は表に示す。

ここで、実施例5、実施例14および実施例15は、青色蛍光ドーパントと緑色蛍光ドーパントが一層に含有されている場合である。

[0388] [比較例1]

比較例1についても実施例と同様に素子を作製した。

比較例1の素子構成も表に示す。

[0389] [表1]

実施例1	NPD	化合物A:Ir(tpiq)2(acac)	NPD	化合物A:NPD	化合物A:GD	化合物I	Alq3
実施例2	NPD	化合物A:Ir(tpiq)2(acac)		化合物A:NPD	化合物A:GD	化合物I	Alq3
実施例3	NPD	化合物A:GD		化合物A:NPD	化合物A:Ir(tpiq)2(acac)	化合物I	Alq3
実施例4	NPD	化合物A:NPD		化合物A:GD	化合物A:Ir(tpiq)2(acac)	化合物I	Alq3
実施例5	NPD	化合物A:NPD:GD		化合物A:Ir(tpiq)2(acac)		化合物I	Alq3
実施例6	NPD	化合物B:Ir(tpiq)2(acac)	NPD	化合物B:NPD	化合物B:GD	化合物I	Alq3
実施例7	NPD	化合物C:Ir(tpiq)2(acac)	NPD	化合物C:NPD	化合物C:GD	化合物I	Alq3
実施例8	NPD	化合物A:Ir(tpiq)2(acac)	NPD	化合物B:NPD	化合物B:GD	化合物I	Alq3
実施例9	NPD	化合物A:Ir(tpiq)2(acac)	NPD	化合物A:ドーパントA	化合物A:GD	化合物I	Alq3
実施例10	NPD	化合物A:GD		化合物A:NPD	BAIq:Ir(tpiq)2(acac)	化合物I	Alq3
実施例11	NPD	化合物A:GD		化合物A:NPD	CBP:Ir(tpiq)2(acac)	化合物I	Alq3
実施例12	NPD	NPD:Ir(tpiq)2(acac)	NPD	化合物A:NPD	化合物A:GD	化合物I	Alq3
実施例13	NPD	化合物A:Ir(tpiq)2(acac)	NPD	化合物B:NPD	化合物B:GD	化合物I	化合物J
実施例14	NPD	化合物D:NPD:GD		化合物D:Ir(tpiq)2(acac)		化合物I	Alq3
実施例15	NPD	化合物D:NPD:GD		化合物A:Ir(tpiq)2(acac)		化合物I	Alq3
比較例1	NPD	CBP:Ir(tpiq)2(acac)	CBP:Ir(ppy)3	CBP	CBP:NPD	化合物I	Alq3

[0390] [有機EL素子の評価]

以上のように作製した有機EL素子を、 $1\text{mA}/\text{cm}^2$ の直流電流により発光させ、発光色度と、輝度(L)と、電圧と、を測定した。これを基に、外部量子効率(EQE、%)

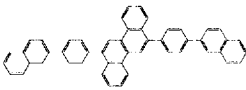
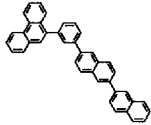
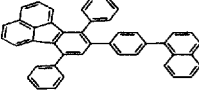
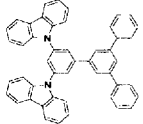
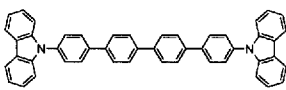
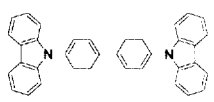
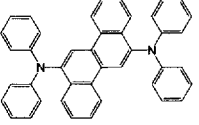
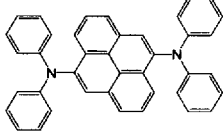
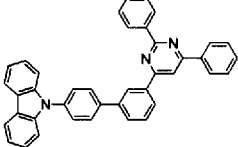
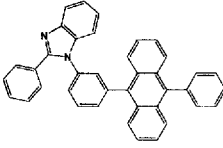
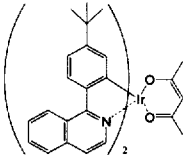
を求めた。また、初期輝度 $1000\text{cd}/\text{m}^2$ で直流の連続通電試験を行って各有機EL素子の半減寿命を測定した。

その結果を下記の表2に、また、化合物(FH1)～(FH3)および化合物(GD)、(PD)、CBPのイオン化ポテンシャル(I_p)、アフィニティ準位(E_a)、励起一重項エネルギーギャップ($E_g(S)$)、励起三重項エネルギーギャップ($E_g(T)$)を下記の表3に示す。

[0391] [表2]

	E.Q.E	半減寿命@1000nit	色度	
実施例1	6.9%	1000hr	0.309	0.545
実施例2	11.6%	900hr	0.295	0.209
実施例3	8.7%	1000hr	0.300	0.355
実施例4	5.5%	500hr	0.231	0.222
実施例5	15.5%	1200hr	0.335	0.258
実施例6	7.5%	850hr	0.300	0.549
実施例7	5.7%	1000hr	0.302	0.411
実施例8	8.3%	1200hr	0.300	0.435
実施例9	7.4%	1200hr	0.312	0.566
実施例10	6.5%	700hr	0.245	0.266
実施例11	6.7%	700hr	0.295	0.292
実施例12	6.6%	700hr	0.212	0.258
実施例13	8.5%	1200hr	0.298	0.417
実施例14	12.3%	500hr	0.343	0.391
実施例15	11.9%	750hr	0.328	0.369
比較例1	11.6%	150hr	0.370	0.391

[0392] [表3]

		Ip	Ea	Eg(S)	Eg(T)
化合物A		5.88	2.64	3.24	2.38
化合物B		6.04	2.55	3.49	2.44
化合物C		5.87	2.88	2.99	2.22
化合物D		5.98	2.41	3.57	2.89
化合物E		5.95	2.56	3.39	2.72
CBP		6.06	2.50	3.56	2.81
ドーパントA		5.47	2.67	2.80	-
GD		5.50	3.00	2.50	-
化合物I					
化合物J					
Ir(ppy)3					2.56
Ir(tpiq)2(acac)					2.03

[0393] 表から明らかなように、本発明の素子構成を採用した実施例1～15の有機EL素子は、寿命が長く効率が高い。

これに対し、従来のホスト材料であるCBPを用いて各発光層を構成した比較例1の有機EL素子では、効率は高いものの寿命が短いことが示された。

[0394] なお、本明細書において、蛍光ホストおよび燐光ホストの用語は、蛍光ドーパントと組み合わせられたときには蛍光ホストと称し、燐光ドーパントと組み合わせられたときには燐光ホストと称するものであり、分子構造のみから一義的に蛍光ホストや燐光ホストに限定的に区分されるものではない。

言い換えると、本明細書において、蛍光ホストとは、蛍光ドーパントを含有する蛍光発光層を構成する材料を意味し、蛍光材料のホストにしか利用できないものを意味しているわけではない。

同様に燐光ホストとは、燐光ドーパントを含有する燐光発光層を構成する材料を意味し、燐光材料のホストにしか利用できないものを意味しているわけではない。

産業上の利用可能性

[0395] 本発明は、蛍光発光層と燐光発光層とを備えた有機EL素子として利用できる。

請求の範囲

- [1] 陽極と、陰極と、前記陽極と前記陰極との間に設けられた有機薄膜層と、を備えた有機EL素子であって、
前記有機薄膜層は、
1または複数の蛍光ホストと蛍光発光を示す2以上の蛍光ドーパントとを含み、1層または複数層で構成される蛍光発光層と、
燐光ホストと赤色の燐光発光を示す燐光ドーパントとを含む燐光発光層と、を有し、
前記蛍光ホストの少なくとも1種の最低励起三重項エネルギーギャップ $E_{g_{FH}}$ と、前記燐光ドーパントの最低励起三重項エネルギーギャップ $E_{g_{PD}}$ とが、 $E_{g_{PD}} < E_{g_{FH}}$ の関係を満たす
ことを特徴とする有機EL素子。
- [2] 請求項1に記載の有機EL素子において、
前記1または複数の蛍光ホストのうち前記燐光発光層に最も近接する前記蛍光ホストの最低励起三重項エネルギーギャップ $E_{g_{FH}}$ と、前記燐光ドーパントの最低励起三重項エネルギーギャップ $E_{g_{PD}}$ とが、 $E_{g_{PD}} < E_{g_{FH}}$ の関係を満たす
ことを特徴とする有機EL素子。
- [3] 請求項1または請求項2に記載の有機EL素子において、
前記蛍光発光層の前記2以上の蛍光ドーパントの少なくとも1つは、ピーク波長が410nm以上500nm以下の青色蛍光ドーパントであり、
前記蛍光発光層の前記2以上の蛍光ドーパントの少なくとも1つは、ピーク波長が500nm以上560nm以下の緑色蛍光ドーパントである
ことを特徴とする有機EL素子。
- [4] 請求項3に記載の有機EL素子において、
前記蛍光発光層は、
青色蛍光ホストと前記青色蛍光ドーパントとを含む青色蛍光発光層と、
緑色蛍光ホストと前記緑色蛍光ドーパントとを含む緑色蛍光発光層と、を有する
ことを特徴とする有機EL素子。
- [5] 請求項1から請求項4のいずれかに記載の有機EL素子において、

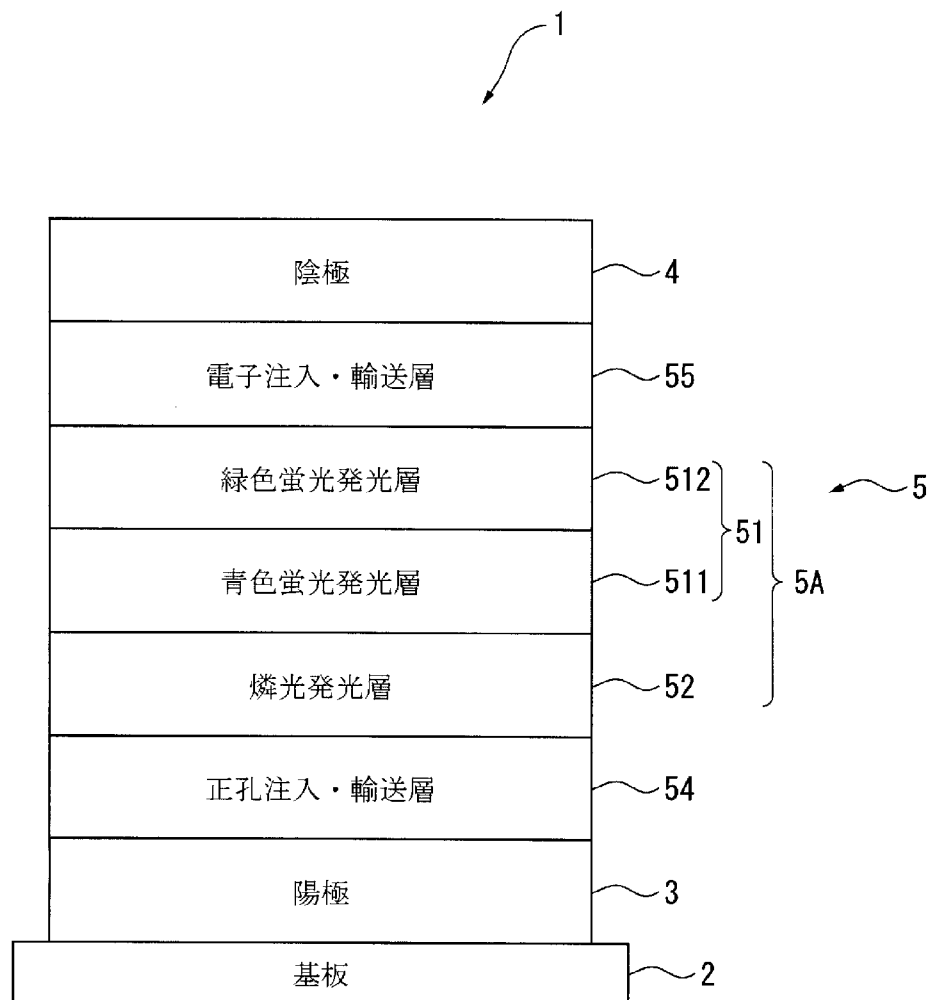
前記有機薄膜層は、前記陰極と前記蛍光発光層との間に電子注入・輸送層を有し

、

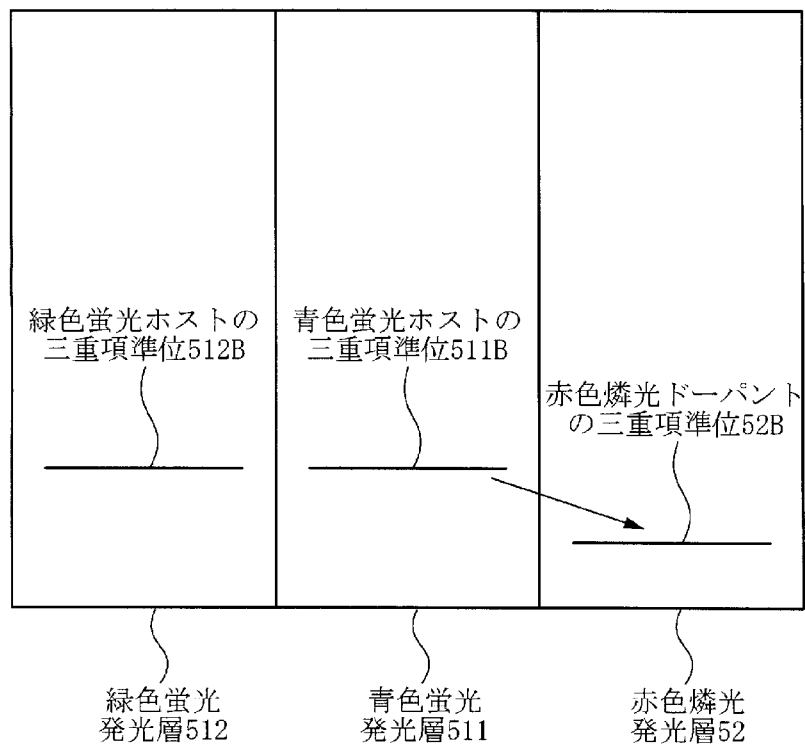
前記電子注入・輸送層は、含窒素複素環誘導体を含む

ことを特徴とする有機EL素子。

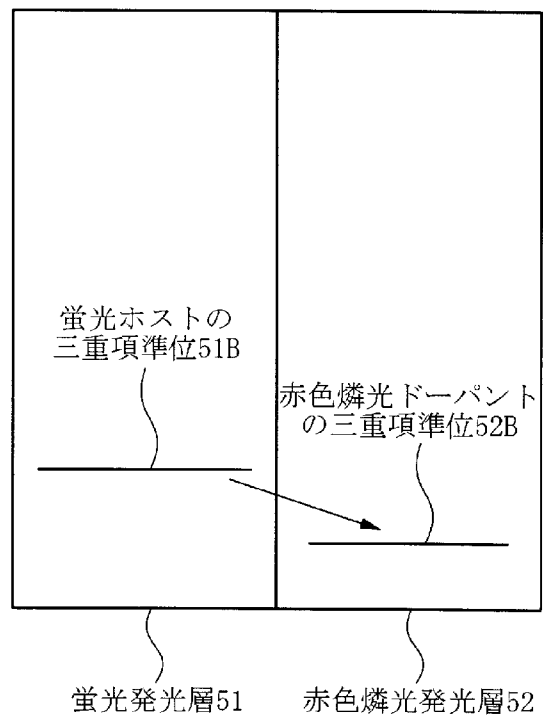
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/062135

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L51/50(2006.01) i, C09K11/06(2006.01) i, H05B33/12(2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L51/50, C09K11/06, H05B33/12

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

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2008

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2008 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2008

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-19070 A (Konica Minolta Holdings, Inc.), 25 January, 2007 (25.01.07), Claim 1; Par. Nos. [0010], [0011], [0014], [0023], [0156] to [0193] (Family: none)	1-5
Y	JP 2007-27620 A (Konica Minolta Holdings, Inc.), 01 February, 2007 (01.02.07), Claim 1; Par. Nos. [0021], [0038], [0045], [0055], [0158] to [0201] (Family: none)	1-5



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
12 September, 2008 (12.09.08)Date of mailing of the international search report
07 October, 2008 (07.10.08)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/062135

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-227814 A (Korai Kagi Kofun Yugenkoshi), 12 August, 2004 (12.08.04), Claim 30; Par. No. [0022] (Family: none)	1, 3, 4
Y	JP 2006-269294 A (Konica Minolta Holdings, Inc.), 05 October, 2006 (05.10.06), Par. Nos. [0009], [0010] (Family: none)	1, 3, 4
Y	JP 2004-235168 A (Toyota Industries Corp.), 19 August, 2004 (19.08.04), Claims 1, 2 (Family: none)	1, 3, 4
Y	JP 2006-518535 A (LG Electronics Inc.), 10 August, 2006 (10.08.06), Par. No. [0013] & EP 1595295 A	1, 3, 4
Y	WO 2007/029426 A1 (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 15 March, 2007 (15.03.07), Par. Nos. [0050] to [0071] & US 2007/0069638 A1	5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L51/50(2006.01)i, C09K11/06(2006.01)i, H05B33/12(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L51/50, C09K11/06, H05B33/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 8 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 8 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 8 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2007-19070 A（コニカミノルタホールディングス株式会社） 2007.01.25, 請求項1, 段落【0010】、【0011】、【0014】、 【0023】、【0156】－【0193】（ファミリーなし）	1－5
Y	JP 2007-27620 A（コニカミノルタホールディングス株式会社） 2007.02.01, 請求項1, 段落【0021】、【0038】、【0045】、 【0055】、【0158】－【0201】（ファミリーなし）	1－5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 2 . 0 9 . 2 0 0 8

国際調査報告の発送日

0 7 . 1 0 . 2 0 0 8

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

池田 博一

20

3491

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2004-227814 A (光磊科技股▲ふん▼有限公司) 2004.08.12, 請求項30, 段落【0022】 (ファミリーなし)	1, 3, 4
Y	JP 2006-269294 A (コニカミノルタホールディングス株式会社) 2006.10.05, 段落【0009】, 【0010】 (ファミリーなし)	1, 3, 4
Y	JP 2004-235168 A (株式会社豊田自動織機) 2004.08.19, 請求項1, 2 (ファミリーなし)	1, 3, 4
Y	JP 2006-518535 A (エルジー エレクトロニクス インコーポレーテッド) 2006.08.10, 段落【0013】 & EP 1595295 A	1, 3, 4
Y	WO 2007/029426 A1 (出光興産株式会社) 2007.03.15, 段落【0050】 - 【0071】 & US 2007/0069638 A1	5