(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年1月19日(19.01.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/010438 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 51/50 (2006.01) *C07C 211/54* (2006.01)
C07C 15/28 (2006.01) *C07C 255/37* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/070348

(22) 国際出願日: 2016年7月8日(08.07.2016)

(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 2015-139245 2015年7月10日(10.07.2015) JP

(71) 出願人: 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: 池田 剛(IKEDA Takeshi); 〒2990293 千葉県袖ケ浦市上泉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).

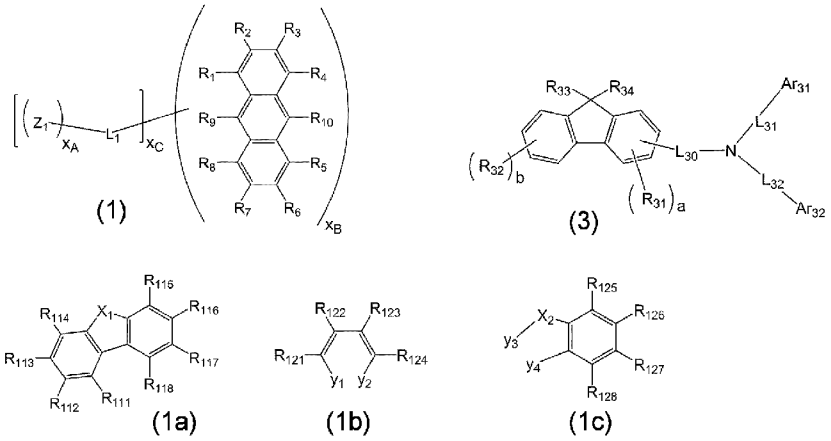
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第21条(3)）

(54) **Title**: ORGANIC ELECTROLUMINESCENCE ELEMENT AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 発明の名称 : 有機エレクトロルミネッセンス素子および電子機器



(57) **Abstract**: Provided is an organic electroluminescence element having a positive electrode, a negative electrode, a light-emitting layer that is included between the positive electrode and the negative electrode, and a hole transport layer that is included between the positive electrode and the light-emitting layer, the light-emitting layer containing a first compound represented by general formula (1) and a second compound exhibiting fluorescent properties, and the hole transport layer containing a third compound represented by general formula (3). In general formula (1), Z_1 is represented by general formula (1a). A ring structure represented by general formula (1b) or (1c) may be condensed with Z_1. X_1 and X_2 are oxygen atoms, sulfur atoms, NR_A, or CR_BR_C.

(57) 要約: 陽極と、陰極と、前記陽極および前記陰極の間に含まれる発光層と、前記陽極および前記発光層の間に含まれる正孔輸送層と、を有し、前記発光層は、一般式（１）で表される第一の化合物と、蛍光発光性を示す第二の化合物とを含有し、前記正孔輸送層は、一般式（３）で表される第三の化合物を含有する、有機エレクトロルミネッセンス素子。一般式（１）中、Z_1は、一般式（１ａ）で表され、一般式（１ｂ）または（１ｃ）で表される環構造がZ_1に縮合してもよく、X_1およびX_2は、酸素原子、硫黄原子、NR_AまたはCR_BR_Cである。

WO 2017/010438 A1

明　細　書

発明の名称 ： 有機エレクトロルミネッセンス素子および電子機器

技術分野

[0001]　本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子および電子機器に関する。

背景技術

[0002]　有機物質を使用した有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、有機ＥＬ素子と略記する場合がある。）は、固体発光型の安価な大面積フルカラー表示素子としての用途が有望視され、多くの開発が行われている。一般に有機ＥＬ素子は、発光層および該発光層を挟んだ一対の対向電極（陽極および陰極）を含む。両電極間に電界が印加されると、陰極側から電子が注入され、陽極側から正孔が注入される。電子および正孔が発光層において再結合すると、励起状態が生成される。励起状態から基底状態へ戻る際のエネルギーが光として放出される。

[0003]　従来、有機ＥＬ素子は、無機発光ダイオードに比べて駆動電圧が高く、発光輝度や発光効率も低かった。最近の有機ＥＬ素子においては、有機層の形成に用いる化合物の改良がなされている。例えば、特許文献１～３においては、有機ＥＬ素子の性能向上を図るため、発光層に含まれるアントラセン誘導体および発光材料に関して検討されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第２０１４／０３４８９３号

特許文献2：国際公開第２０１４／１４１７２５号

特許文献3：国際公開第２０１０／１３７２８５号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

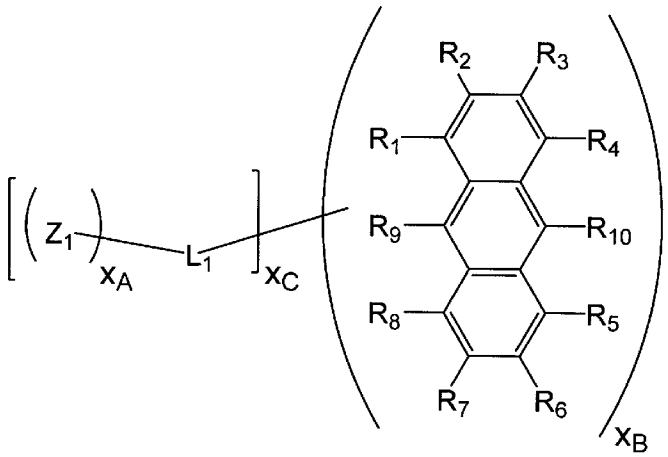
[0005]　本発明の目的は、駆動電圧が低く、発光効率が高い有機エレクトロルミネッセンス素子を提供すること、並びに当該有機エレクトロルミネッセンス素

子を備える電子機器を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一態様によれば、陽極と、陰極と、前記陽極および前記陰極の間に含まれる発光層と、前記陽極および前記発光層の間に含まれる正孔輸送層と、を有し、前記発光層は、下記一般式（１）で表される第一の化合物と、蛍光発光性を示す第二の化合物とを含有し、前記正孔輸送層は、下記一般式（３）で表される第三の化合物を含有する、有機エレクトロルミネッセンス素子が提供される。

[0007] [化1]



(1)

[0008] ［前記一般式（１）中、

R_1～R_{10}のいずれか１つはL_1との結合に用いられる単結合であり、L_1との結合に用いられないR_1～R_{10}は、それぞれ独立に、水素原子又は置換基であり、

置換基である場合のR_1～R_{10}は、それぞれ独立に、

ハロゲン原子、

ヒドロキシル基、

シアノ基、

置換もしくは無置換のアミノ基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルコキシ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０のアリールオキシ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０のアリールチオ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、および

置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基からなる群から選択され、

L_1は、単結合又は連結基であり、

連結基である場合のL_1は、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、または

置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基であり、

Z_1は、下記一般式（１ａ）で表され、

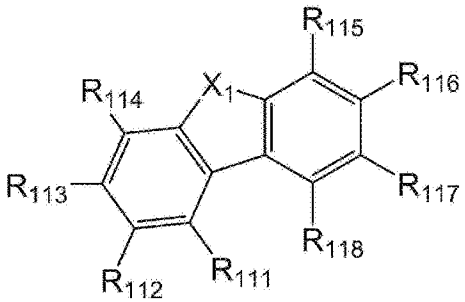
x_A、x_Bおよびx_Cは、それぞれ独立に、１以上４以下の整数であり、

複数のZ_1は、同一でも異なっていてもよく、

複数の［（Z_1）x_A－L_1－］で表される構造は、同一でも異なっていてもよく、

添え字x_Bの括弧で括られた複数の環構造は、同一でも異なっていてもよい。］

[0009] [化2]



(1a)

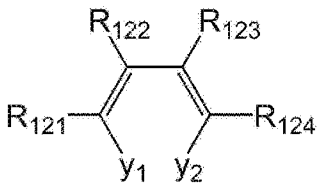
[0010] ［前記一般式（１ａ）中、X_1は、酸素原子、硫黄原子、NR_AまたはCR_BR_Cであり、

R_{111}～R_{118}、R_A、R_B、およびR_Cは、それぞれ独立に、水素原子、置換基、又はL_1と結合する単結合であり、置換基である場合のR_{111}～R_{118}

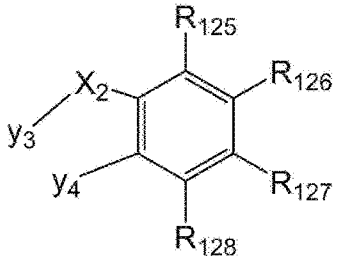
、R_A、R_B、およびR_Cは、それぞれ独立に、置換基である場合のR_1～R_{10}について列挙した置換基の群から選択され、

R_{111}およびR_{112}の組、R_{112}およびR_{113}の組、R_{113}およびR_{114}の組、R_{115}およびR_{116}の組、R_{116}およびR_{117}の組、並びにR_{117}およびR_{118}の組の少なくともいずれかの組において互いに置換基である場合に、当該置換基同士が結合して、下記一般式（１ｂ）又は（１ｃ）で表される環を形成してもよい。]

[0011] [化3]



(1b)



(1c)

[0012] ［前記一般式（１ｂ）において、y_1およびy_2は、前記一般式（１ａ）で表されるZ_1の環構造との結合位置を表し、

前記一般式（１ｃ）において、y_3およびy_4は、前記一般式（１ａ）で表されるZ_1の環構造との結合位置を表し、X_2は、酸素原子、硫黄原子、NR_DまたはCR_ER_Fであり、

前記一般式（１ｂ）および（１ｃ）において、

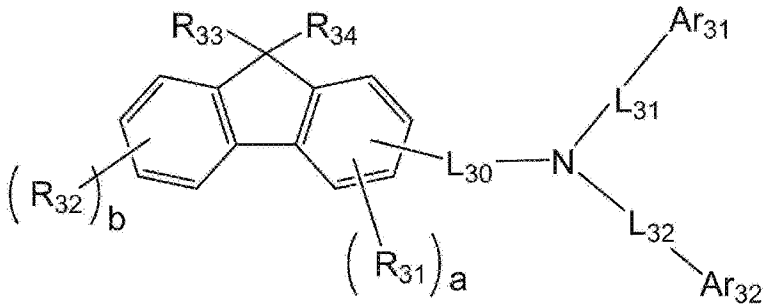
R_{121}～R_{124}、R_{125}～R_{128}、R_D、R_E、およびR_Fは、それぞれ独立に、水素原子、置換基、又はL_1と結合する単結合であり、置換基である場合のR_{121}～R_{124}、R_{125}～R_{128}、R_D、R_E、およびR_Fは、それぞれ独立に、置換基である場合のR_1～R_{10}について列挙した置換基の群から選択され、

ただし、前記一般式（１ｂ）で表される環を形成する場合、環を形成しないR_{111}～R_{118}およびR_{121}～R_{124}のいずれか１つは、L_1と結合する単結合であり、

前記一般式（１ｃ）で表される環を形成する場合、環を形成しないR_{111}～R_{118}およびR_{125}～R_{128}のいずれか１つは、L_1と結合する単結合である。

]

[0013] [化4]



(3)

[0014] （前記一般式（３）中、R_{31}～R_{32}は、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、置換基である場合のR_{31}～R_{32}は、それぞれ独立に、置換基である場合のR_1～R_8について列挙した置換基の群から選択され、

ａは、３であり、

複数のR_{31}は、互いに同一でも異なっていてもよく、

置換基であるR_{31}同士が結合して環構造を形成してもよく、

ｂは、４であり、

複数のR_{32}は、互いに同一でも異なっていてもよく、

置換基であるR_{32}同士が結合して環構造を形成してもよく、

R_{33}～R_{34}は、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、置換基である場合のR_{33}～R_{34}は、それぞれ独立に、

置換もしくは無置換の炭素数１～２０のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数１～２０のフルオロアルキル基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～５０の芳香族炭化水素基、

置換もしくは無置換の環形成原子数３～５０の複素環基、および

シアノ基からなる群から選択され、

置換基であるR_{33}およびR_{34}は、互いに結合して環構造を形成してもよく、

L_{30}、L_{31}およびL_{32}は、それぞれ独立に、単結合または連結基であり、

連結基である場合のL_{30}、L_{31}およびL_{32}は、それぞれ独立に、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、また

は置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基であり、

Ar_{31}およびAr_{32}は、それぞれ独立に、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、または置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基である。）

[0015] 本発明の別の一態様によれば、前述の本発明の一態様に係る有機エレクトロルミネッセンス素子を備える電子機器が提供される。

[0016] 本発明の一態様によれば、駆動電圧が低く、発光効率が高い有機エレクトロルミネッセンス素子を提供すること、並びに当該有機エレクトロルミネッセンス素子を備える電子機器を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]第一実施形態に係る有機ＥＬ素子の一例の概略構成を示す図である。

[図2]第二実施形態に係る有機ＥＬ素子の一例の概略構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0018] 〔第一実施形態〕

［有機ＥＬ素子］

有機ＥＬ素子は、陽極および陰極の両電極間に有機層を備える。この有機層は、有機化合物で構成される層を一つ以上有する。有機層は、無機化合物をさらに含んでいてもよい。本実施形態の有機ＥＬ素子は、有機層として少なくとも一つの発光層および少なくとも一つの正孔輸送層を含む。有機層は、例えば、発光層および正孔輸送層だけで構成されていてもよいし、有機ＥＬ素子で採用される層、例えば、正孔注入層、電子注入層、電子輸送層、正孔障壁層、および電子障壁層等のいずれかの層を有していてもよい。有機ＥＬ素子は、各層を一つずつ有していてもよいし、複数有していてもよく、例えば、有機ＥＬ素子は、第一の正孔輸送層および第二の正孔輸送層のように２つの正孔輸送層を有していてもよい。

[0019] 図１に、本実施形態に係る有機ＥＬ素子の一例の概略構成を示す。

有機ＥＬ素子１は、透光性の基板２と、陽極３と、陰極４と、陽極３と陰極４との間に配置された有機層１０と、を含む。有機層１０は、陽極３側か

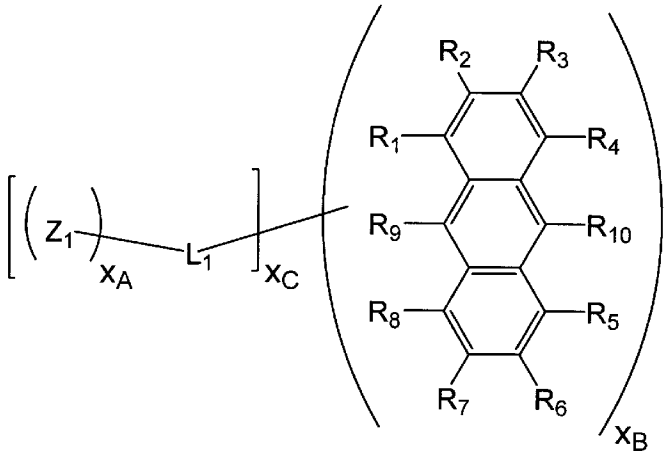
ら順に、正孔注入層５、正孔輸送層６、発光層７、電子輸送層８、および電子注入層９が、この順番で積層されて構成される。

[0020] ＜発光層＞

有機ＥＬ素子１の発光層７は、下記一般式（１）で表される第一の化合物と、蛍光発光性を示す第二の化合物とを含有する。

[0021] （第一の化合物）

[0022] [化5]



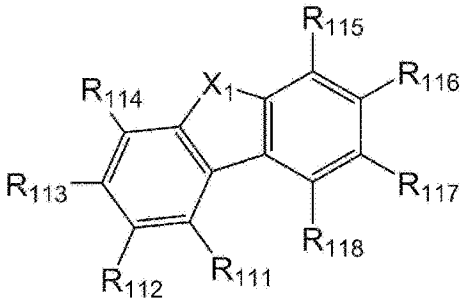
(1)

[0023] 前記一般式（１）において、R_1～R_{10}のいずれか１つはL_1との結合に用いられる単結合であり、L_1との結合に用いられないR_1～R_{10}は、それぞれ独立に、水素原子または置換基である。置換基である場合のR_1～R_{10}は、それぞれ独立に、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、置換もしくは無置換のアミノ基、置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルコキシ基、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０のアリールチオ基、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、および置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基からなる群から選択される。

L_1は、単結合または連結基である。連結基である場合のL_1は、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基または置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基である。

[0024] Z_1は、下記一般式（１ａ）で表され、x_A、x_Bおよびx_Cは、それぞれ独立に、１以上４以下の整数であり、複数のZ_1は、同一でも異なっていてもよく、複数の［（Z_1）x_A－L_1－］で表される構造は、同一でも異なっていてもよく、添え字x_Bの括弧で括られた複数の環構造は、同一でも異なっていてもよい。

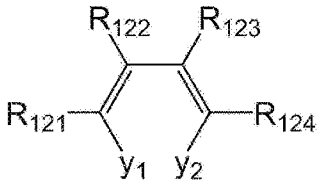
[0025] [化6]



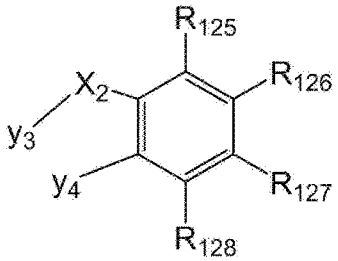
(1a)

[0026] 前記一般式（１ａ）中、X_1は、酸素原子、硫黄原子、NR_AまたはCR_BR_Cであり、R_{111}～R_{118}、R_A、R_B、およびR_Cは、それぞれ独立に、水素原子、置換基、又はL_1と結合する単結合であり、置換基である場合のR_{111}～R_{118}、R_A、R_B、およびR_Cは、それぞれ独立に、置換基である場合のR_1～R_{10}について列挙した置換基の群から選択され、R_{111}およびR_{112}の組、R_{112}およびR_{113}の組、R_{113}およびR_{114}の組、R_{115}およびR_{116}の組、R_{116}およびR_{117}の組、並びにR_{117}およびR_{118}の組の少なくともいずれかの組において互いに置換基である場合に、当該置換基同士が結合して、下記一般式（１ｂ）又は（１ｃ）で表される環を形成してもよい。

[0027] [化7]



(1b)



(1c)

[0028] 前記一般式（１ｂ）において、y_1およびy_2は、前記一般式（１ａ）で表

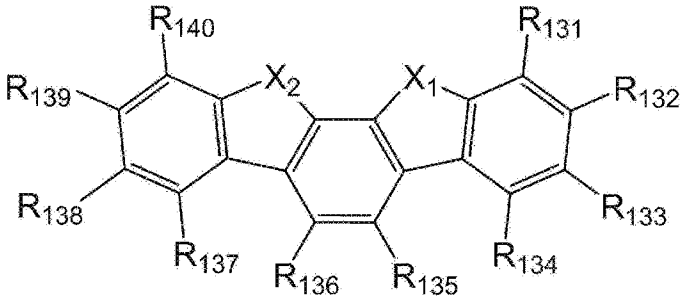
されるＺ$_1$の環構造との結合位置を表し、前記一般式（１ｃ）において、ｙ$_3$およびｙ$_4$は、前記一般式（１ａ）で表されるＺ$_1$の環構造との結合位置を表し、Ｘ$_2$は、酸素原子、硫黄原子、ＮＲ$_D$またはＣＲ$_E$Ｒ$_F$であり、前記一般式（１ｂ）および（１ｃ）において、Ｒ$_{121}$～Ｒ$_{124}$、Ｒ$_{125}$～Ｒ$_{128}$、Ｒ$_D$、Ｒ$_E$、およびＲ$_F$は、それぞれ独立に、水素原子、置換基、又はＬ$_1$と結合する単結合であり、置換基である場合のＲ$_{121}$～Ｒ$_{124}$、Ｒ$_{125}$～Ｒ$_{128}$、Ｒ$_D$、Ｒ$_E$、およびＲ$_F$は、それぞれ独立に、置換基である場合のＲ$_1$～Ｒ$_{10}$について列挙した置換基の群から選択され、ただし、前記一般式（１ｂ）で表される環を形成する場合、環を形成しないＲ$_{111}$～Ｒ$_{118}$およびＲ$_{121}$～Ｒ$_{124}$のいずれか１つは、Ｌ$_1$と結合する単結合であり、前記一般式（１ｃ）で表される環を形成する場合、環を形成しないＲ$_{111}$～Ｒ$_{118}$およびＲ$_{125}$～Ｒ$_{128}$のいずれか１つは、Ｌ$_1$と結合する単結合である。

[0029] 前記一般式（１ａ）において、Ｒ$_{111}$およびＲ$_{112}$の組、Ｒ$_{112}$およびＲ$_{113}$の組、Ｒ$_{113}$およびＲ$_{114}$の組、Ｒ$_{115}$およびＲ$_{116}$の組、Ｒ$_{116}$およびＲ$_{117}$の組、並びにＲ$_{117}$およびＲ$_{118}$の組のうち少なくとも１組は、互いに置換基であり、互いに置換基である場合のＲ$_{111}$およびＲ$_{112}$の組、互いに置換基である場合のＲ$_{112}$およびＲ$_{113}$の組、互いに置換基である場合のＲ$_{113}$およびＲ$_{114}$の組、互いに置換基である場合のＲ$_{115}$およびＲ$_{116}$の組、互いに置換基である場合のＲ$_{116}$およびＲ$_{117}$の組、並びに互いに置換基である場合のＲ$_{117}$およびＲ$_{118}$の組のうち少なくとも１組は、当該置換基同士が結合して、前記一般式（１ｂ）又は（１ｃ）で表される環を形成することが好ましい。

[0030] 第一の化合物におけるＺ$_1$が、下記一般式（１１）～（１３）で表される基からなる群から選択される基であることが好ましい。

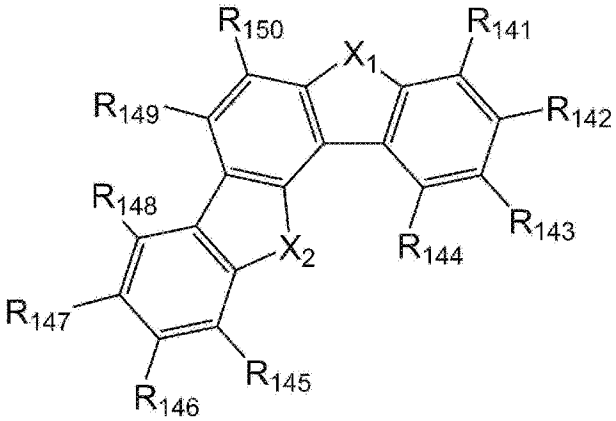
[0031]

[化8]



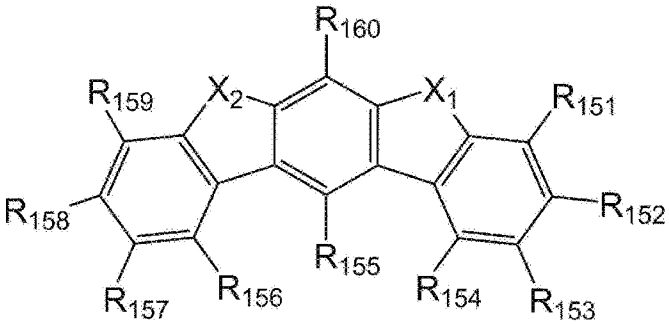
(11)

[0032] [化9]



(12)

[0033] [化10]



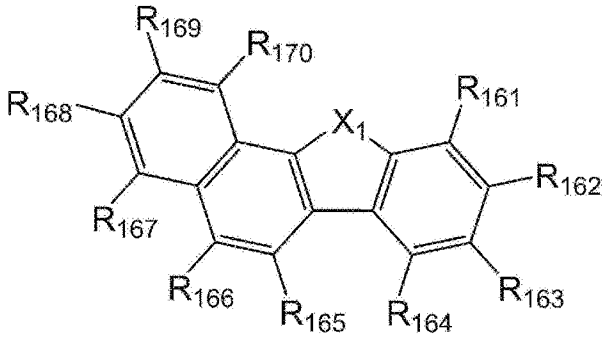
(13)

[0034] 前記一般式（１１）～（１３）中、R_{131}～R_{140}、R_{141}～R_{150}、R_{151}～R_{160}は、それぞれ、前記一般式（１）においてL_1との結合に用いられないR_1～R_{10}と同義であり、ただし、R_{131}～R_{140}のいずれか１つ、R_{141}～R_{150}のいずれか１つ、R_{151}～R_{160}のいずれか１つは、L_1との結合に用いられ、L_1との結合に用いられる基は単結合であり、X_1は、前記一般式（１ａ）におけるX_1と同義であり、X_2は、前記一般式（１ｃ）におけるX_2と同義であり、X_1とX_2は、同一または異なる。

[0035] 第一の化合物において、前記一般式（１ｃ）で表される環を形成する場合、X_1およびX_2は、酸素原子であることが好ましい。

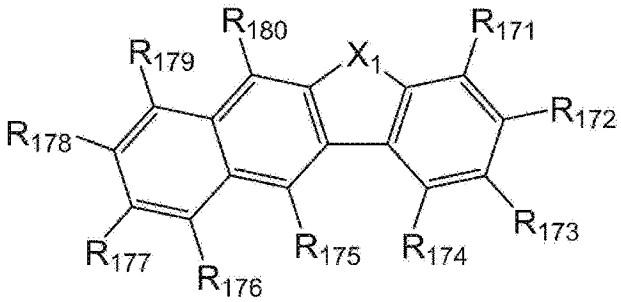
[0036] 第一の化合物におけるZ_1が、下記一般式（１４）～（１６）で表される基からなる群から選択される基であることが好ましい。

[0037] [化11]



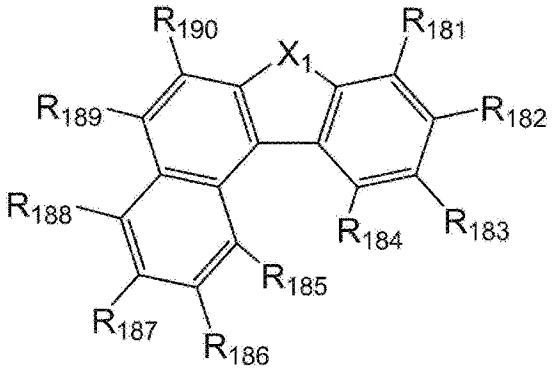
(14)

[0038] [化12]



(15)

[0039] [化13]



(16)

[0040] 前記一般式（１４）～（１６）中、R_{161}～R_{170}、R_{171}～R_{180}、R_{181}～R_{190}は、それぞれ独立に、前記一般式（１）においてL_1との結合に用いられないR_1～R_{10}と同義である。ただし、R_{161}～R_{170}のいずれか１つ、R_{171}～R_{180}のいずれか１つ、R_{181}～R_{190}のいずれか１つは、L_1と結合

する単結合であり、前記一般式（１４）～（１６）中、X_1は、前記一般式（１ａ）におけるX_1と同義である。

[0041] 第一の化合物におけるx_Bが１であることが好ましい。

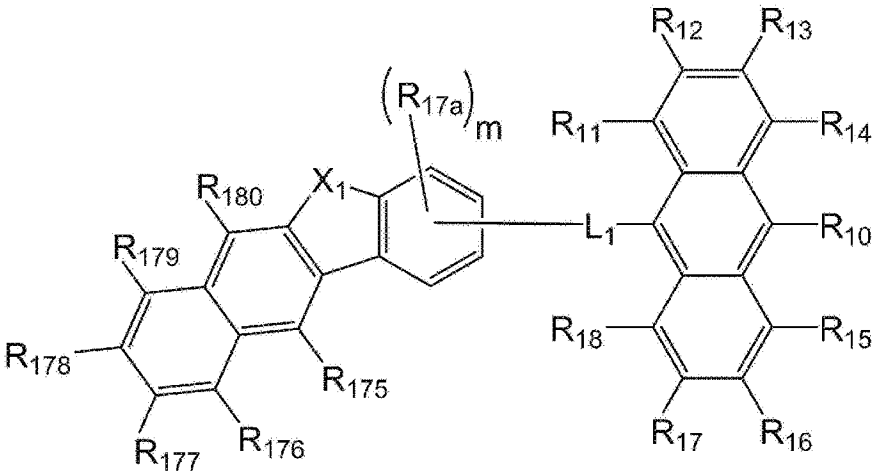
[0042] 第一の化合物におけるx_Aが１または２であることが好ましい。

[0043] 第一の化合物におけるL_1がR_1～R_4のいずれかと結合することが好ましく、L_1がR_2と結合することがより好ましい。

[0044] 第一の化合物におけるL_1がR_9と結合することが好ましい。

[0045] 第一の化合物は、下記一般式（１０）で表されることが好ましい。

[0046] [化14]



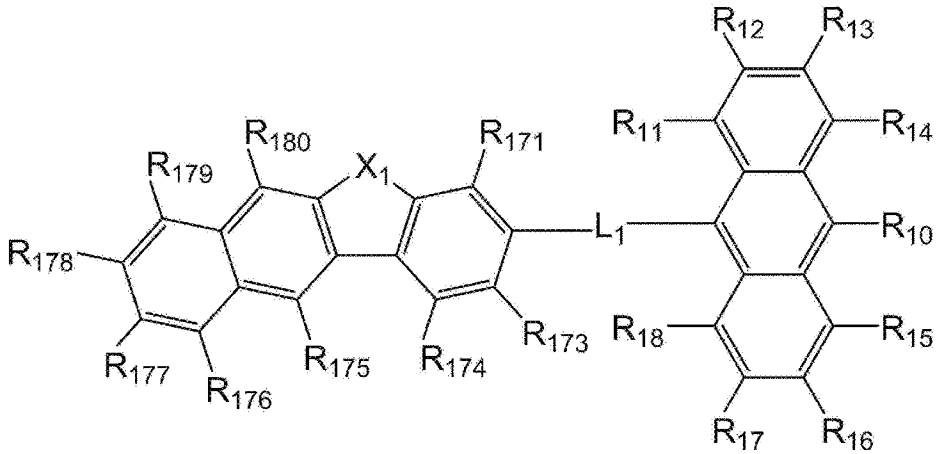
(10)

[0047] 前記一般式（１０）において、R_{11}～R_{18}は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基である場合のR_{11}～R_{18}は、それぞれ独立に、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、置換もしくは無置換のアミノ基、置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルコキシ基、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０のアリールチオ基、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、および置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基からなる群から選択され、L_1は、単結合または連結基であり、連結基である場合のL_1は、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基または置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基であり、R_{10}は、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、または置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基であり、R_{17a}は、水素原子、置換基またはL_1と結合する単結合であり、置換基である場合のR_{17a}は、置換基である場合のR_{11}～R_{18}について列挙した置換基の群から選択され、ｍは、３であり、複数のR_{17a}は、互いに同一でも異なっていてもよく、X_1は、前記一般式（１ａ）におけるX_1と同義であり、R_{175}～R_{180}は、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、置換基である場合のR_{175}～R_{180}は、それぞれ独立に、置換基である場合のR_{11}～R_{18}について列挙した置換基の群から選択される。

[0048]　第一の化合物は、下記一般式（１０１）または下記一般式（１０２）で表されることが好ましい。

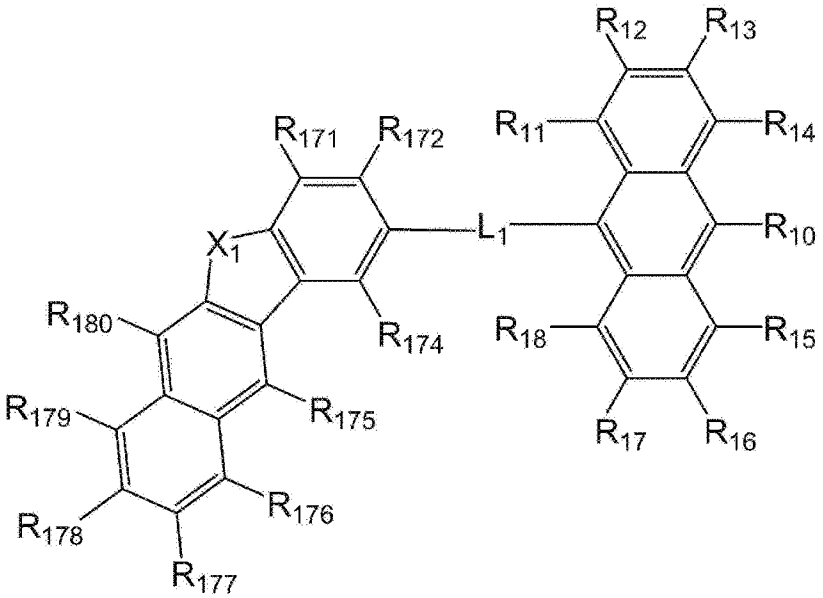
[0049] [化15]



(101)

[0050]

[化16]



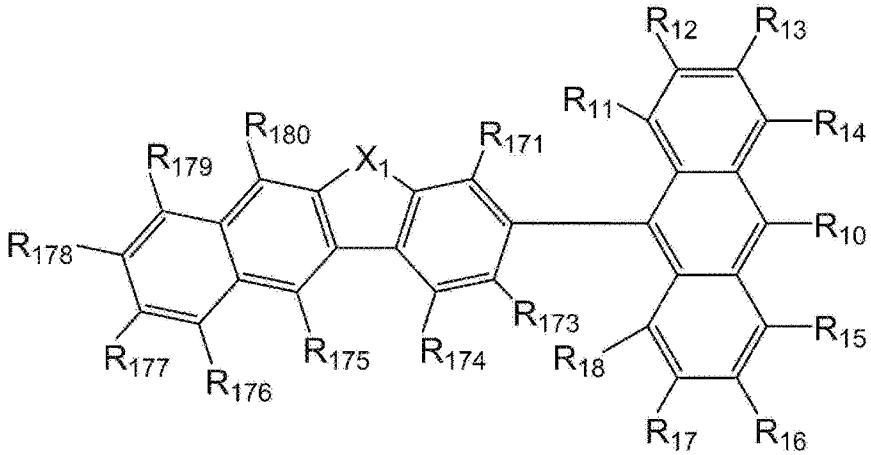
(102)

[0051] 前記一般式（１０１）および（１０２）において、R_{10}、R_{11}～R_{18}、L_1、X_1、R_{175}～R_{180}は、それぞれ、前記一般式（１０）におけるR_{10}、R_{11}～R_{18}、L_1、X_1、R_{175}～R_{180}と同義であり、R_{171}～R_{174}は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基である場合のR_{171}～R_{174}は、置換基である場合のR_{11}～R_{18}について列挙した置換基の群から選択される。

[0052] L_1は、単結合であることも好ましい。

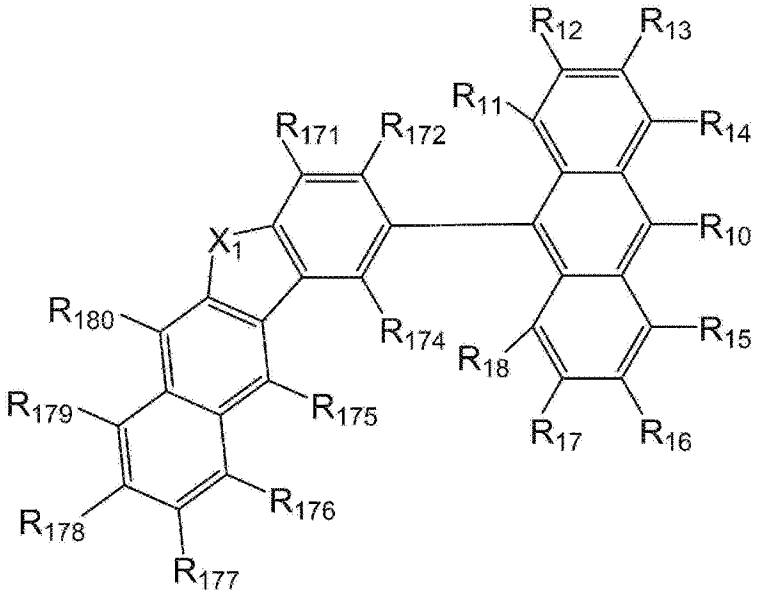
[0053] 第一の化合物は、下記一般式（１０３）または下記一般式（１０４）で表されることも好ましい。

[0054] [化17]



(103)

[0055] [化18]



(104)

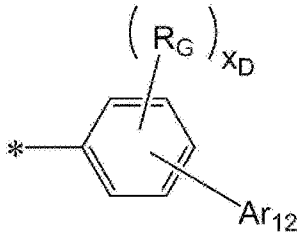
[0056] 前記一般式（１０３）および（１０４）において、R_{10}、R_{11}～R_{18}、X_1、R_{175}～R_{180}は、それぞれ、前記一般式（１０）におけるR_{10}、R_{11}～R_{18}、X_1、R_{175}～R_{180}と同義であり、R_{171}～R_{174}は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基である場合のR_{171}～R_{174}は、置換基である場合のR_{11}～R_{18}について列挙した置換基の群から選択される。

[0057] 第一の化合物におけるR_{10}が、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、および置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基からなる群から選択される基であることが好ましく、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～２０の芳香族炭化水素基であることがより好ましく、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～１４の芳香族炭化水素基であることが更に好ましく、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～１２の芳香族炭化水素基であることがより更に好ましい。

[0058] 第一の化合物におけるR_{10}が、下記一般式（１ｄ）で表される基であることが好ましい。

[0059]

[化19]



(1d)

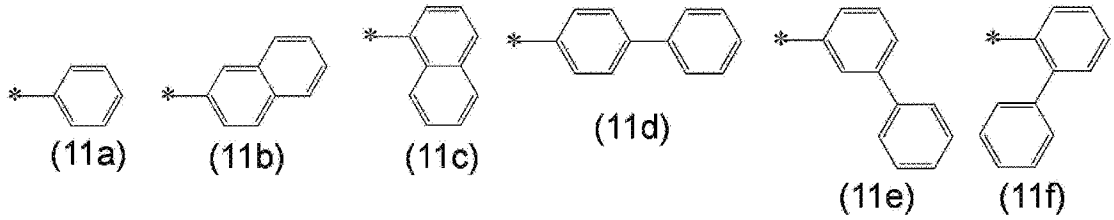
[0060] 前記一般式（１ｄ）において、Ａｒ$_{12}$は、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、および置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基からなる群から選択される基であり、Ｒ$_{G}$は、水素原子または置換基であり、置換基である場合のＲ$_{G}$は、置換基である場合のＲ$_{1}$～Ｒ$_{10}$について列挙した置換基の群から選択され、ｘ$_{D}$は、４であり、複数のＲ$_{G}$は、同一でも異なっていてもよい。

[0061] 第一の化合物におけるＲ$_{10}$が、置換もしくは無置換の環形成炭素数１０～３０の縮合芳香族炭化水素基であることも好ましく、置換もしくは無置換のナフチル基、置換もしくは無置換のフェナントリル基、置換もしくは無置換のベンズアントリル基、および置換もしくは無置換の９，９－ジメチルフルオレニル基、からなる群から選択されるいずれかの置換基であることも好ましい。

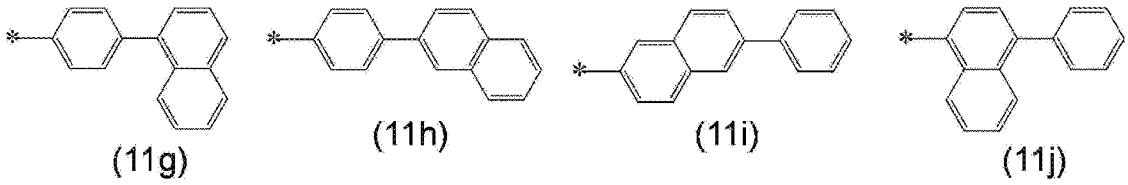
[0062] Ｒ$_{10}$において「置換もしくは無置換の」という場合における置換基としては、芳香族炭化水素基、アルキル基、ハロゲン原子、アルキルシリル基、アリールシリル基、およびシアノ基からなる群から選択されるいずれかの基であることが好しく、芳香族炭化水素基およびアルキル基からなる群から選択されるいずれかの基であることがより好しい。また、Ｒ$_{10}$は、無置換であることも好ましい。

[0063] Ｒ$_{10}$は、下記一般式（１１ａ）～（１１ｋ），（１１ｍ），（１１ｎ），（１１ｐ）で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であることも好ましい。下記一般式（１１ａ）～（１１ｋ），（１１ｍ），（１１ｎ），（１１ｐ）中、＊は、アントラセン環の９位または１０位における結合位置を示す。

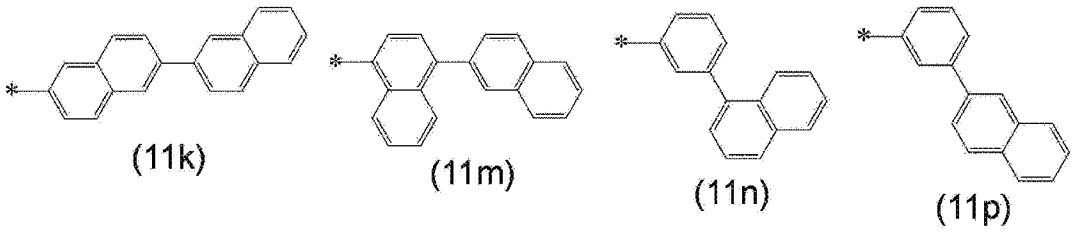
[0064] [化20]



[0065] [化21]



[0066] [化22]



[0067] R_{11}～R_{18}は、水素原子または炭素数１～３０のアルキル基であることが好ましく、水素原子であることがより好ましい。

[0068] R_{171}～R_{180}は、L_1と結合する単結合である場合を除き、水素原子または炭素数１～３０のアルキル基であることが好ましく、水素原子であることがより好ましい。

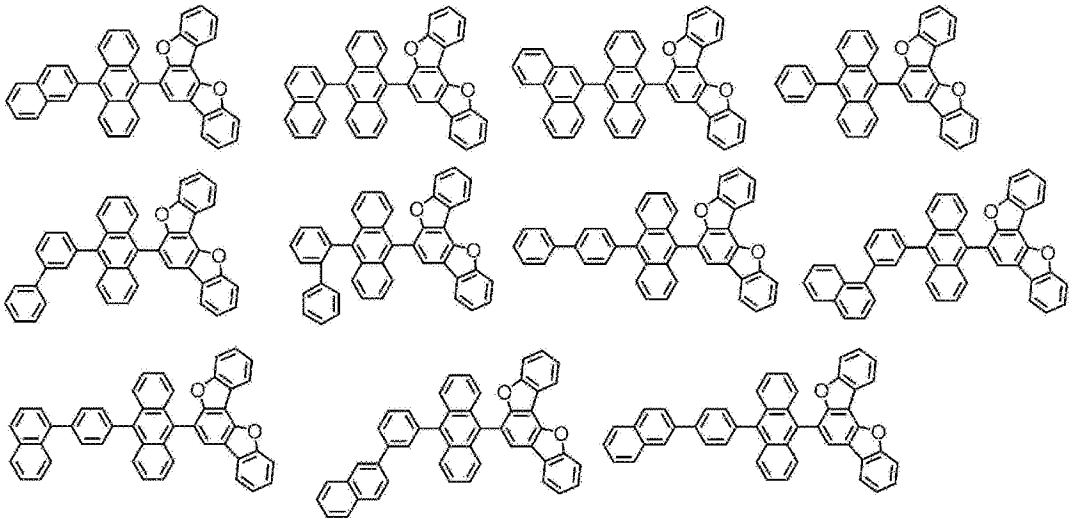
[0069] X_1は、酸素原子または硫黄原子であることが好ましく、酸素原子であることがより好ましい。

X_1が酸素原子または硫黄原子である場合の第一の化合物によれば、ナフトベンゾフランやナフトベンゾチオフェン骨格がアントラセン骨格の所定の位置（９位または１０位）に結合することにより、分子の平面性の拡がりが得られ、分子間のパッキングが向上し、電子注入能および電子輸送能が向上すると考えられる。それゆえ、第一の化合物を用いた有機ＥＬ素子は、駆動電圧が低くなり、発光効率が高くなると考えられる。

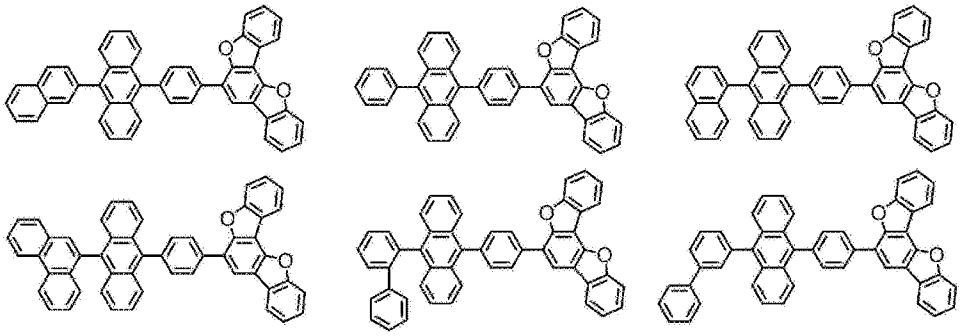
[0070] 第一の化合物の例を以下に示す。なお、本発明に係る第一の化合物は、こ

れらの例に限定されない。

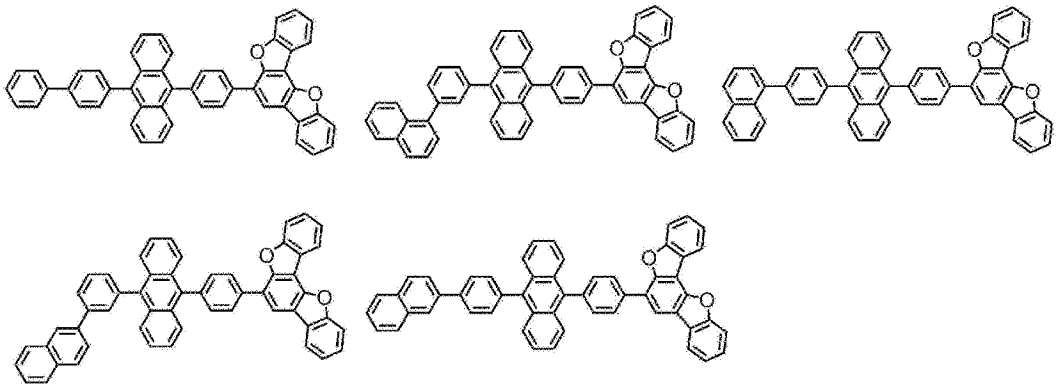
[0071] [化23]



[0072] [化24]

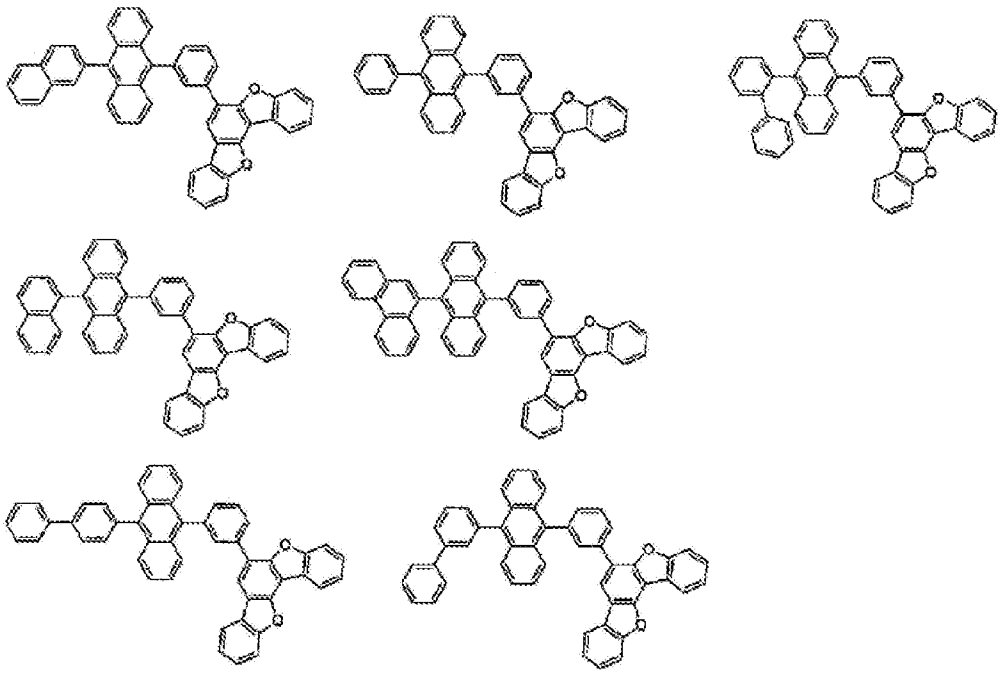


[0073] [化25]

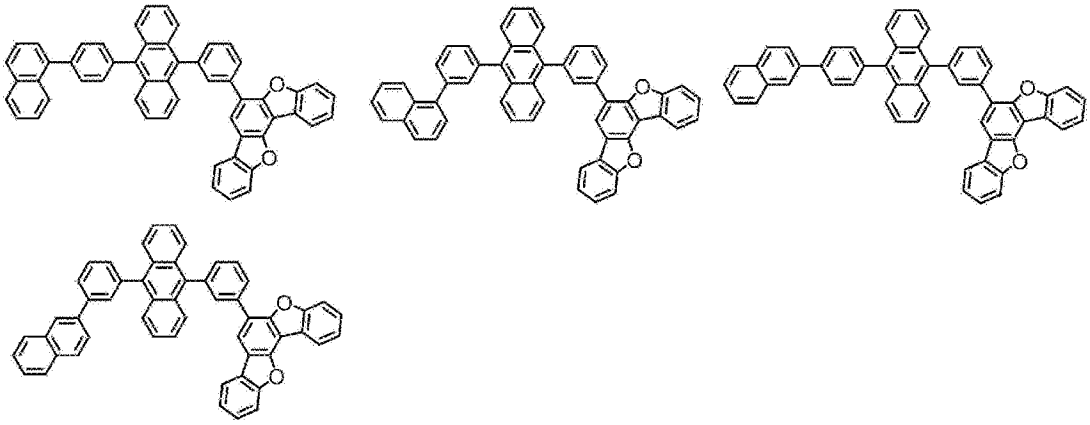


[0074]

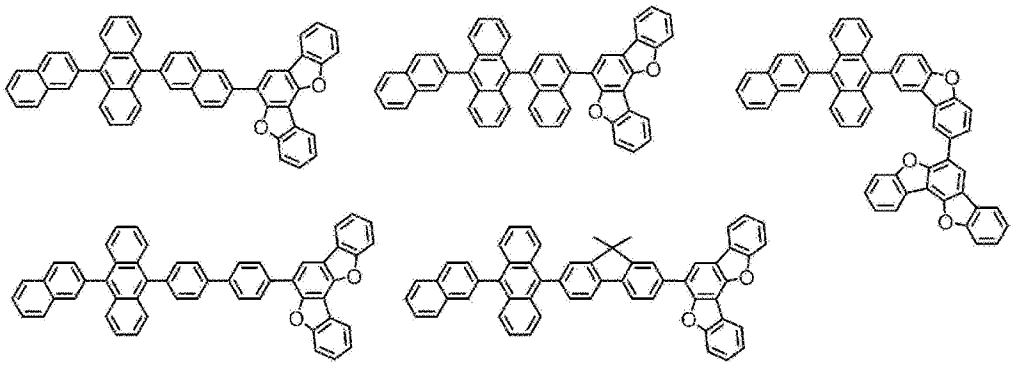
[化26]



[0075] [化27]

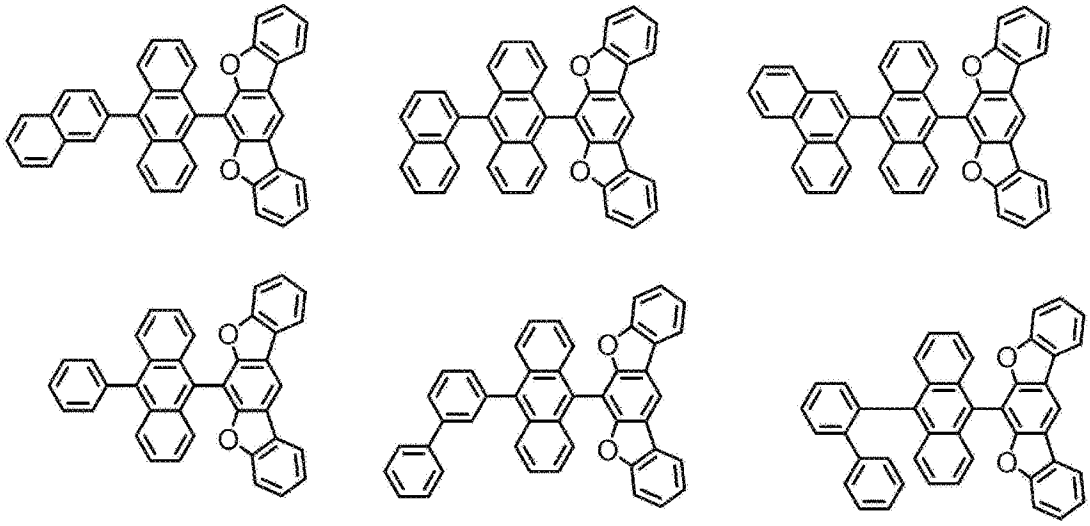


[0076] [化28]

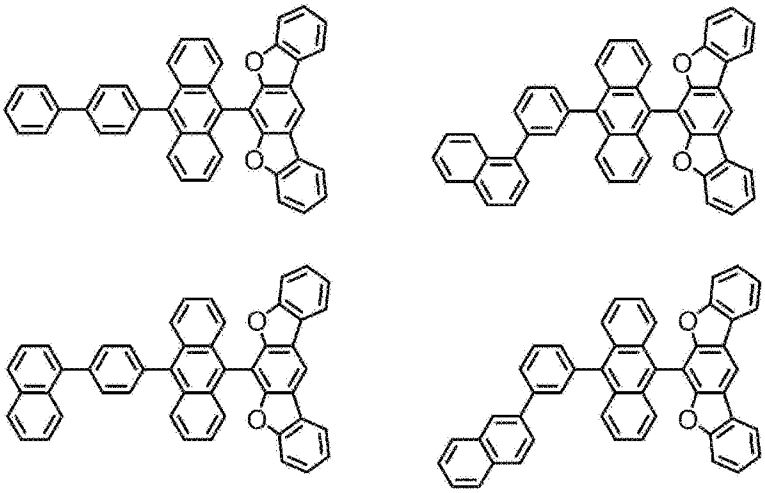


[0077]

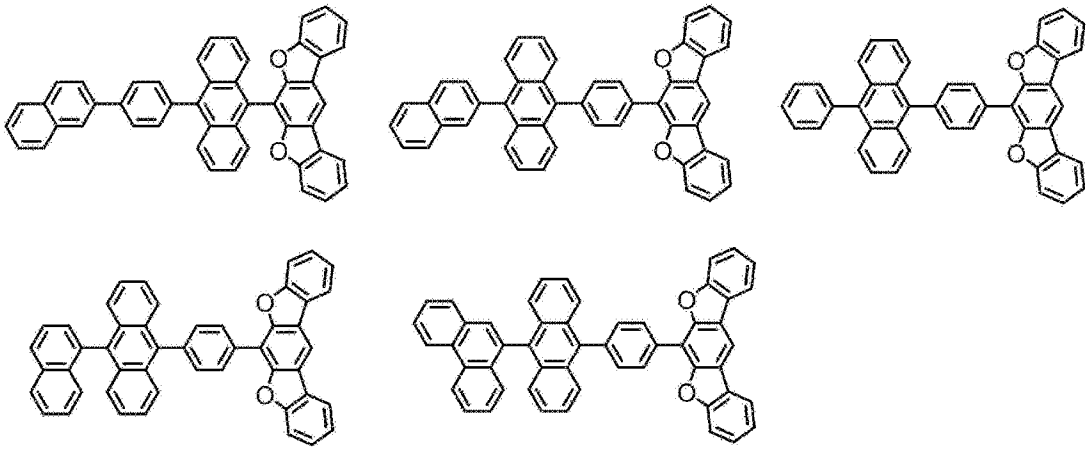
[化29]



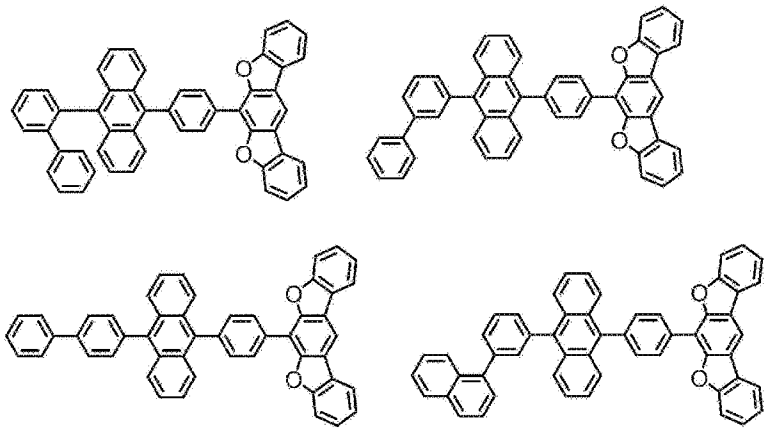
[0078] [化30]



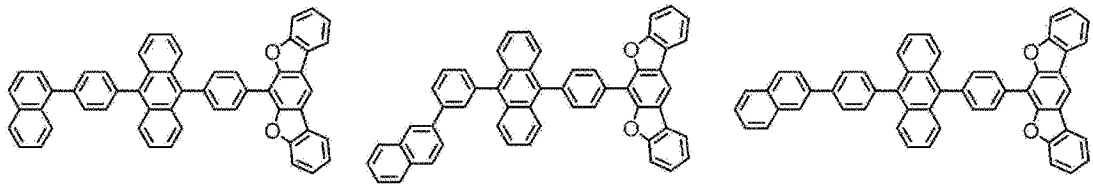
[0079] [化31]



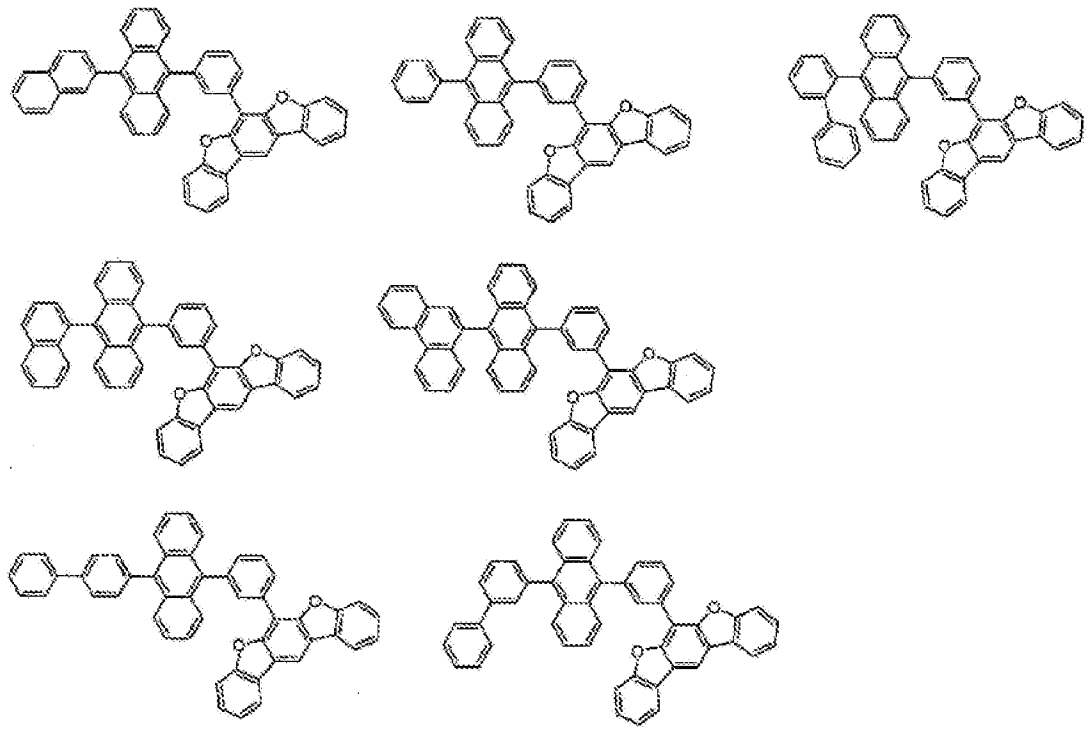
[0080] [化32]



[0081] [化33]

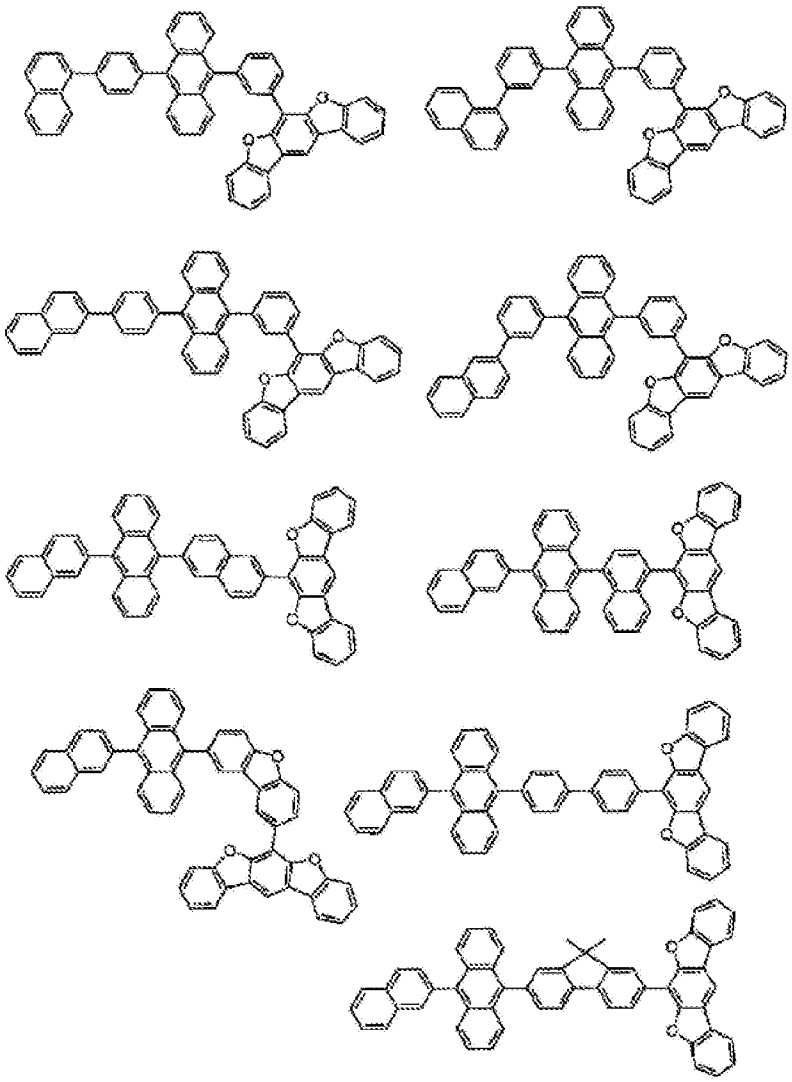


[0082] [化34]

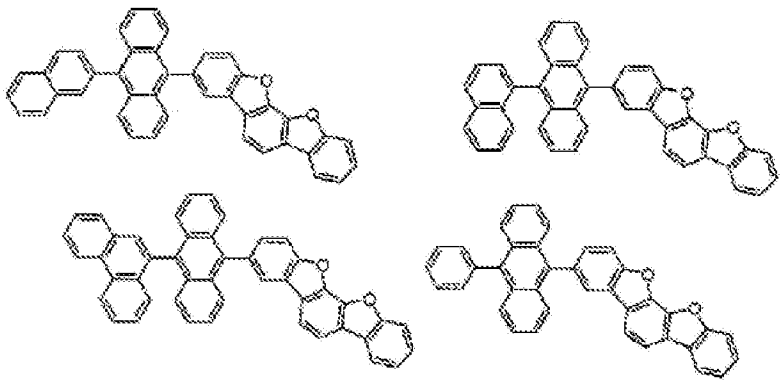


[0083]

[化35]

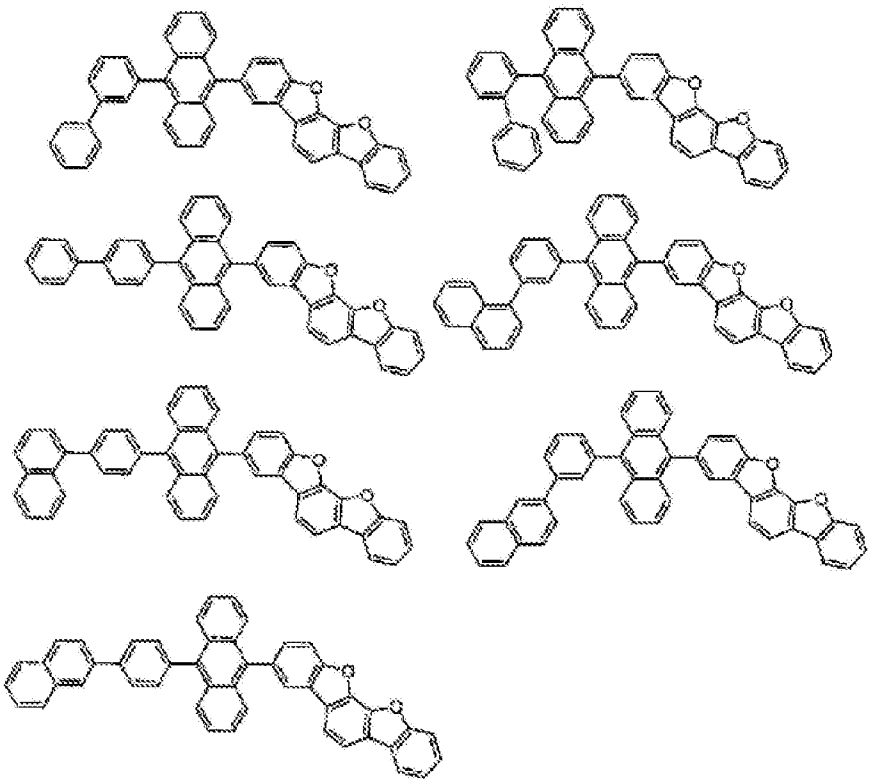


[0084] [化36]

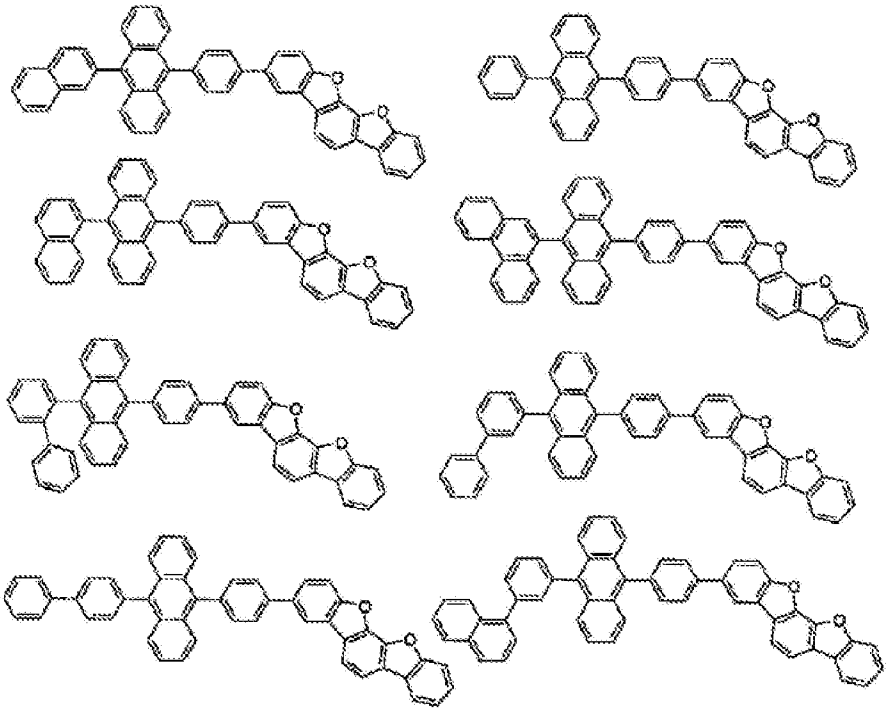


[0085]

[化37]

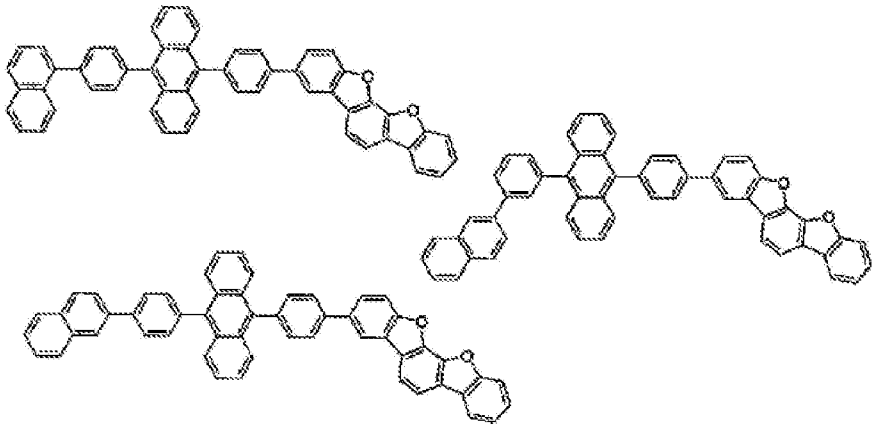


[0086] [化38]

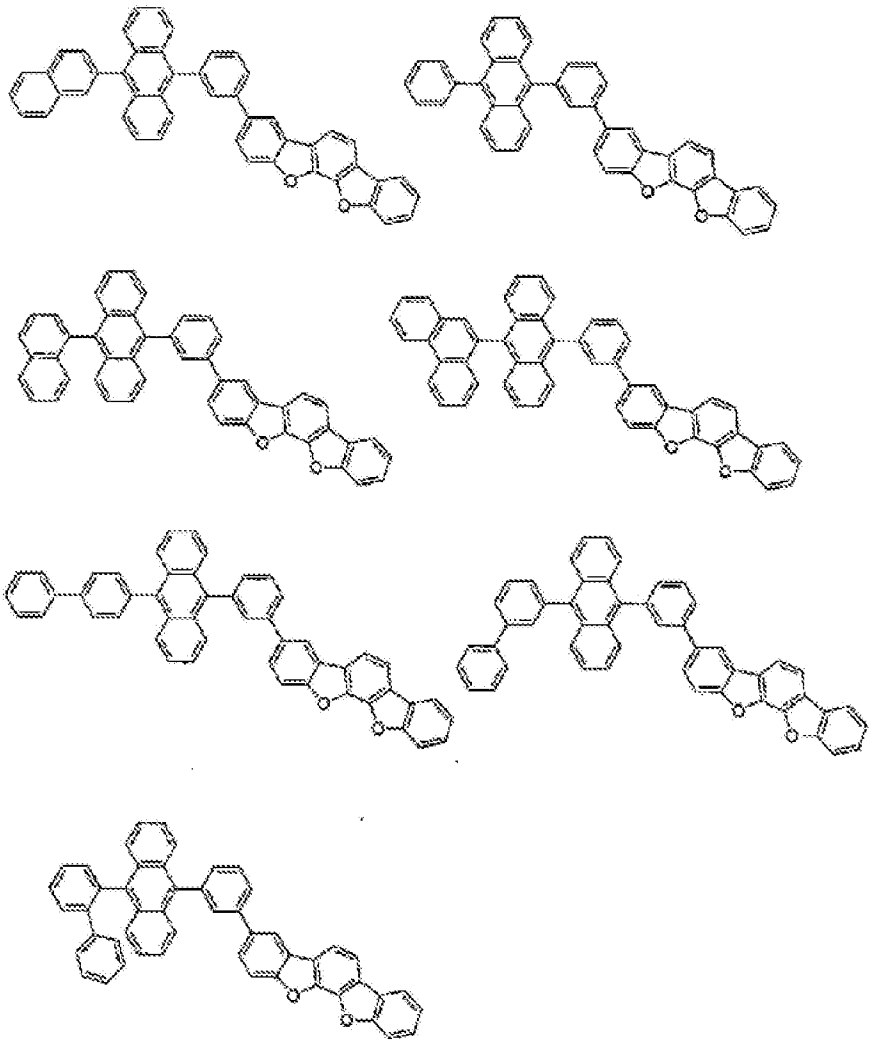


[0087]

[化39]

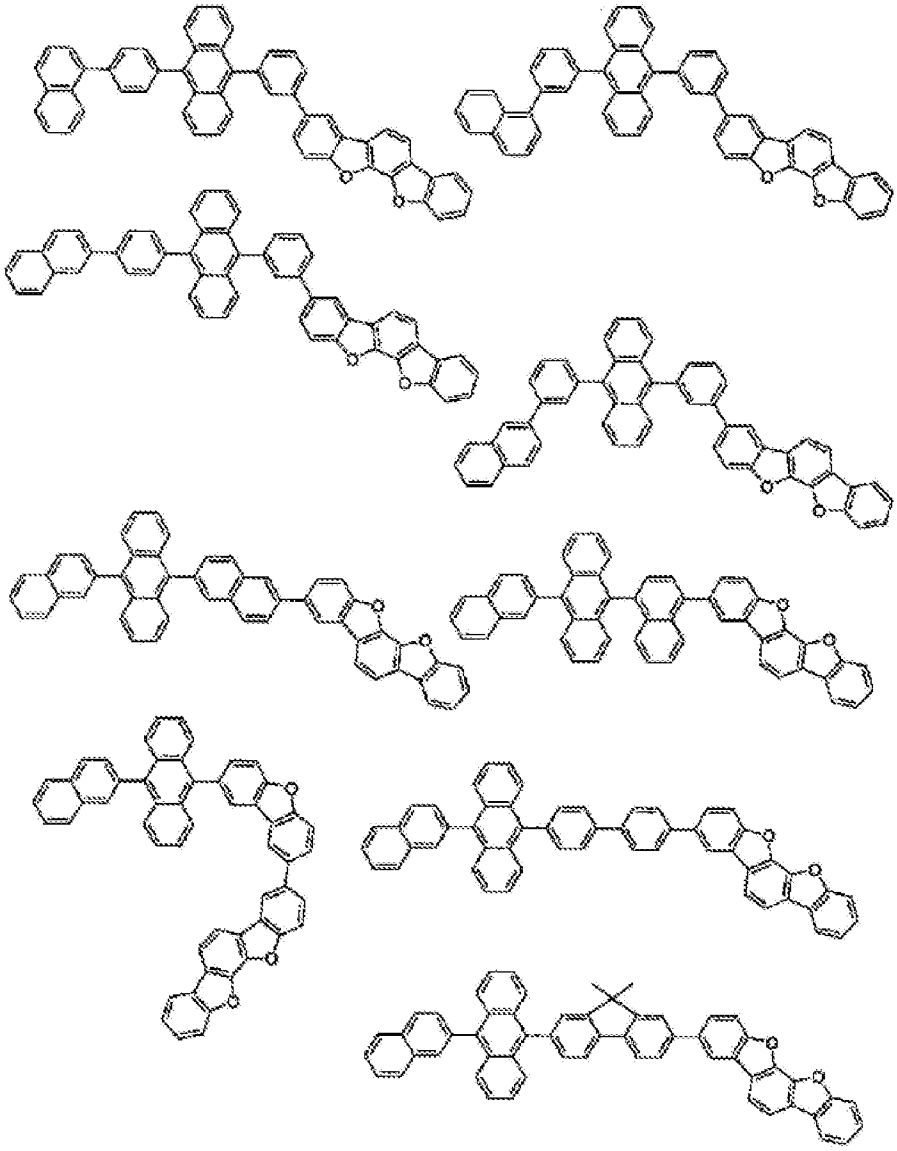


[0088] [化40]

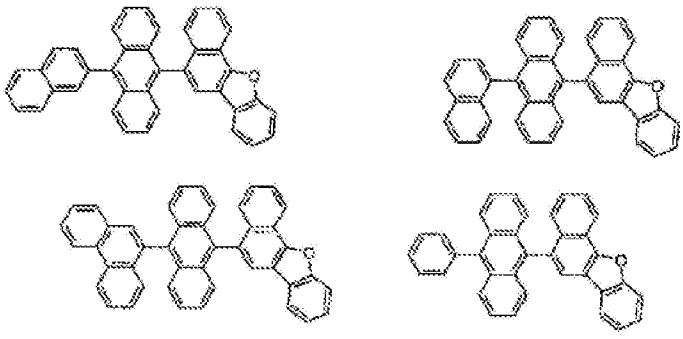


[0089]

[化41]

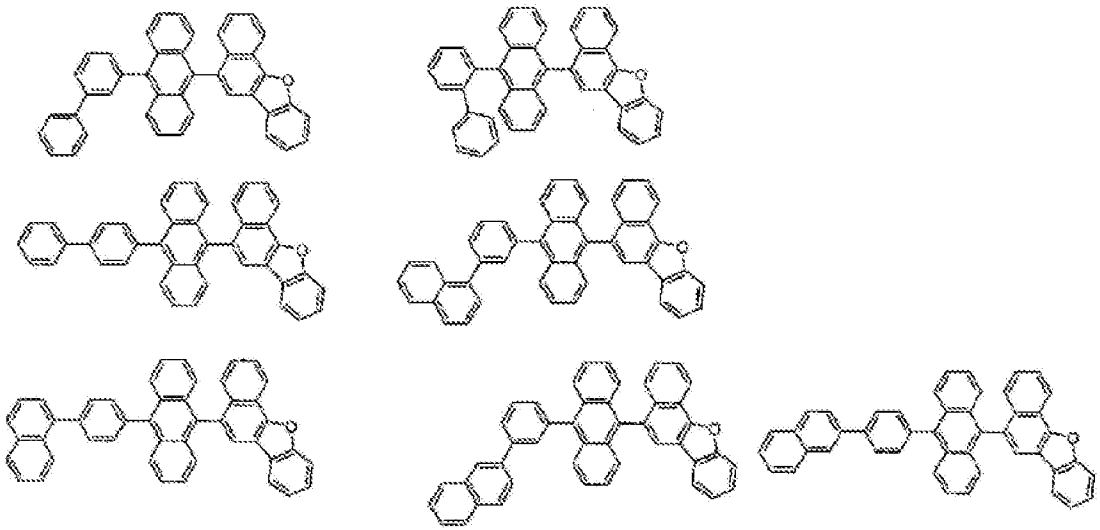


[0090] [化42]

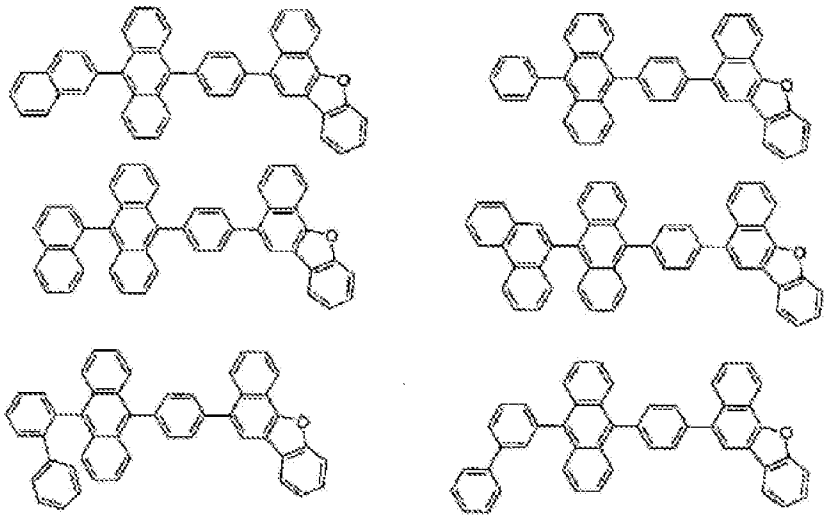


[0091]

[化43]

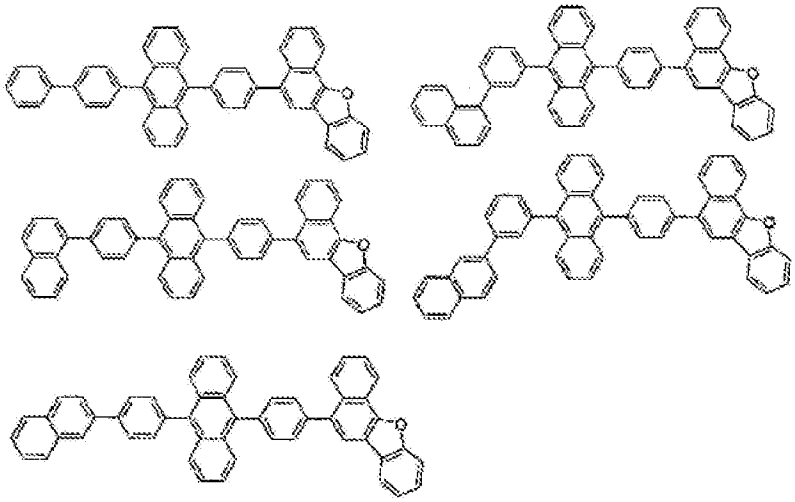


[0092] [化44]

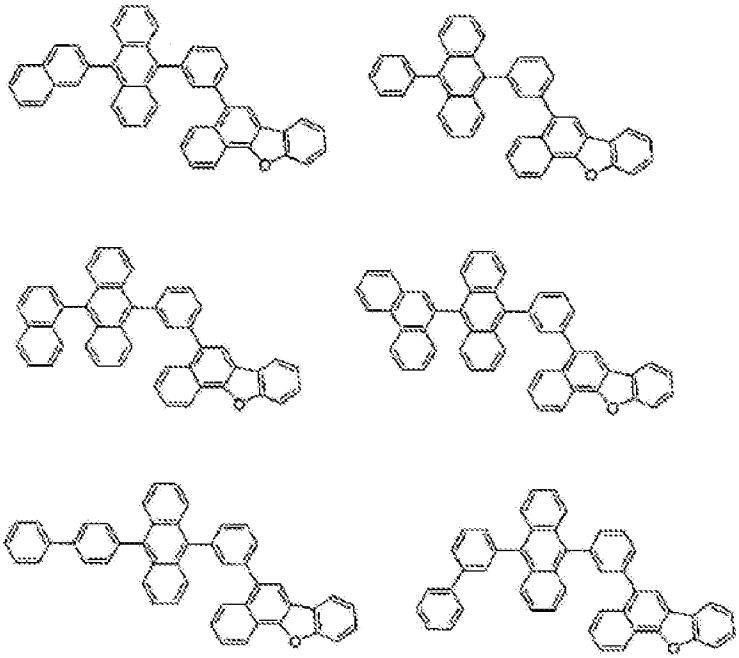


[0093]

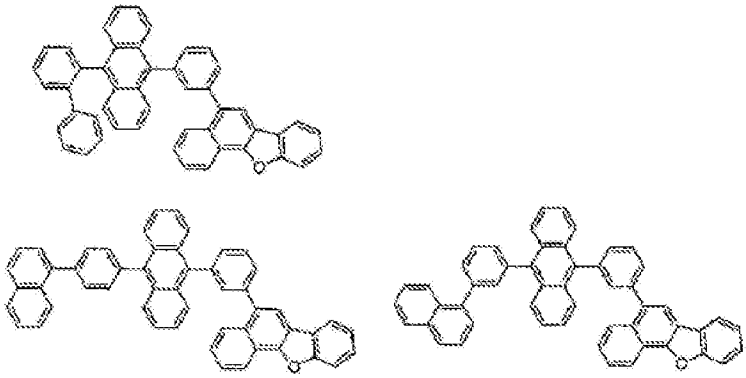
[化45]



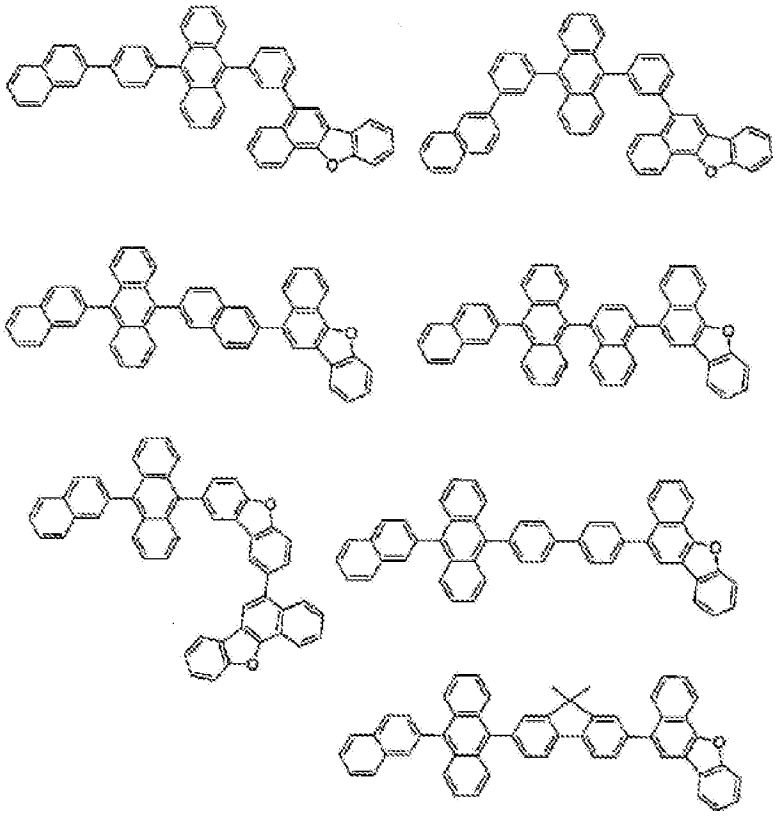
[0094] [化46]



[0095] [化47]

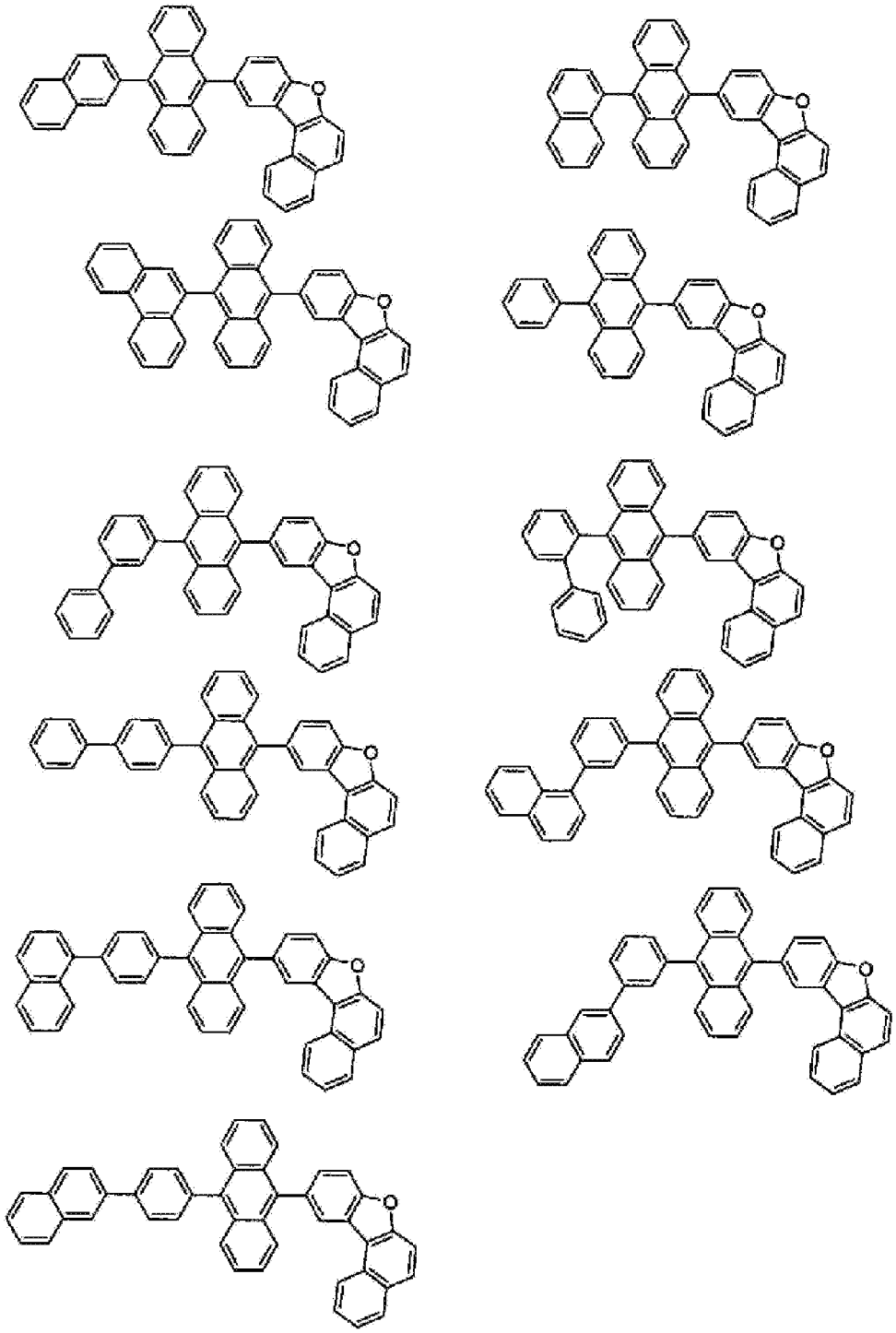


[0096] [化48]



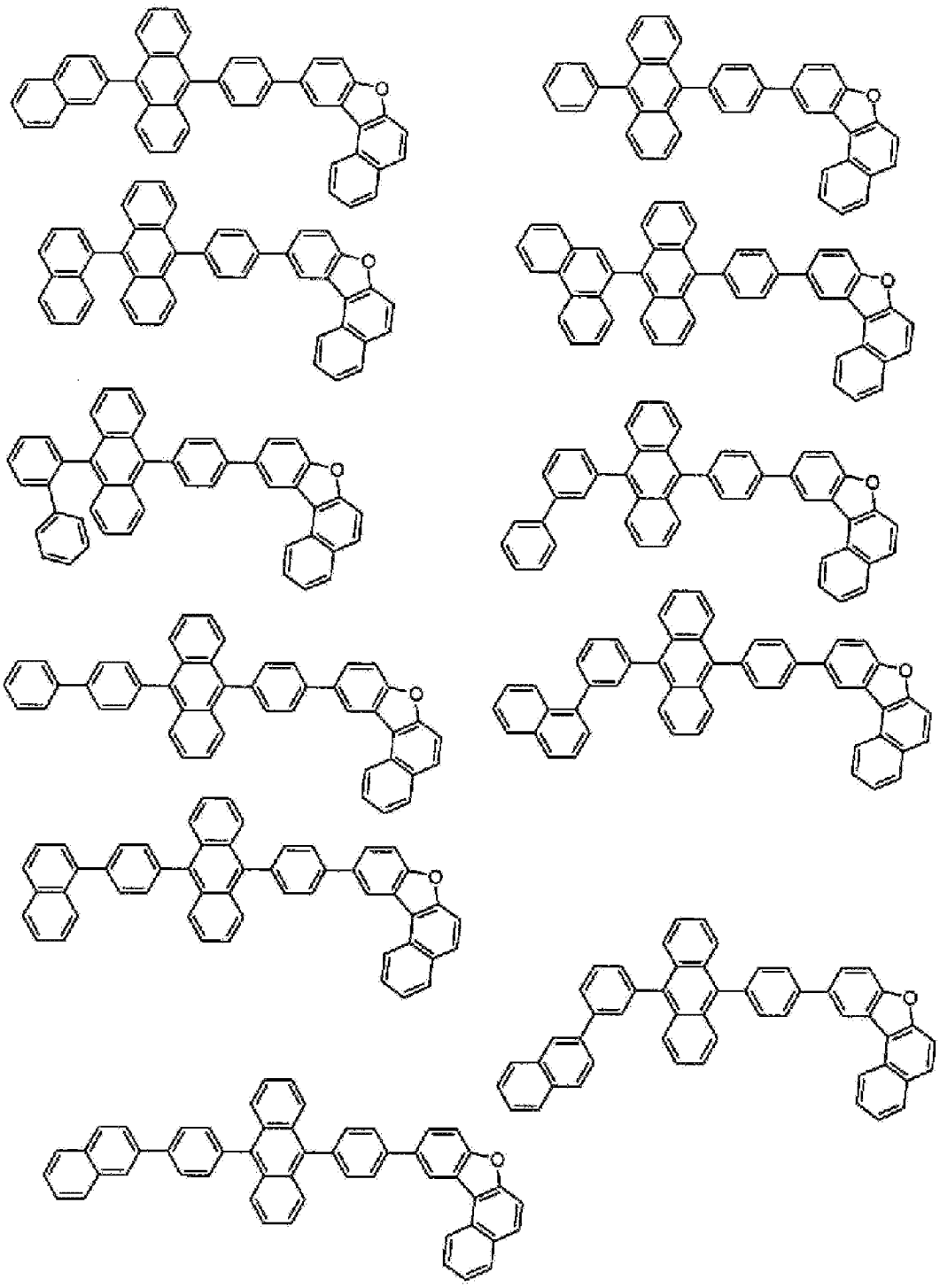
[0097]

[化49]



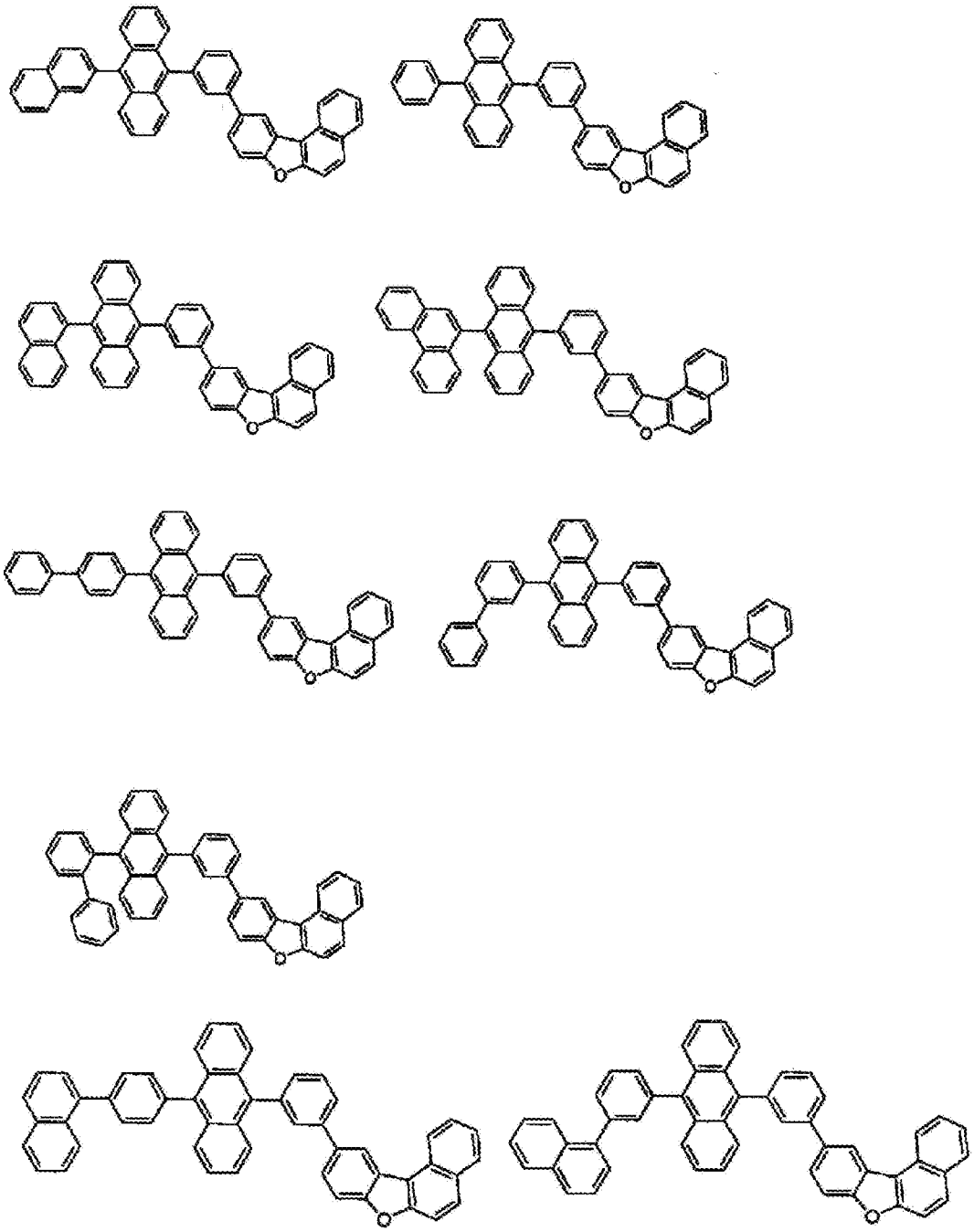
[0098]

[化50]



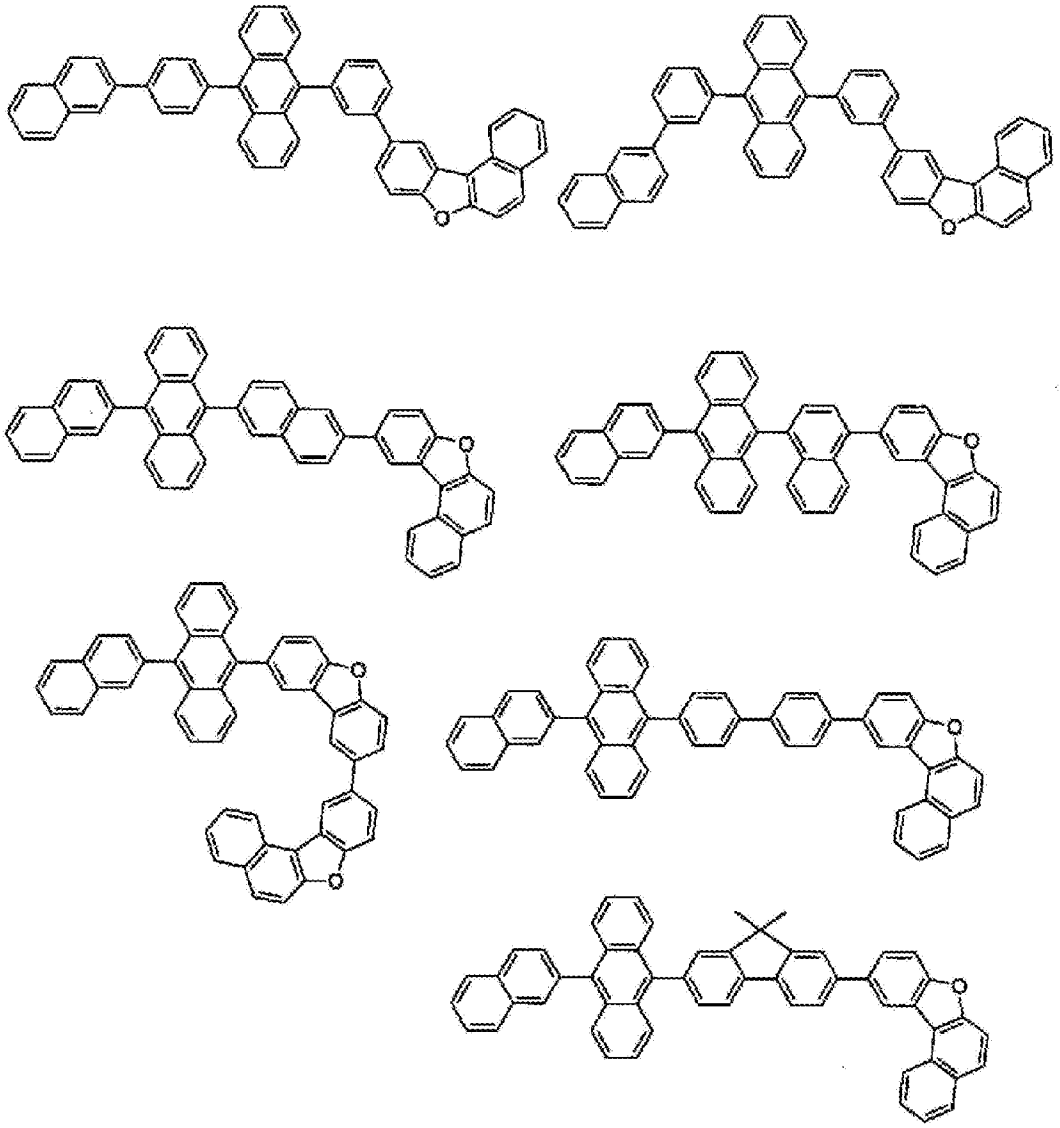
[0099]

[化51]



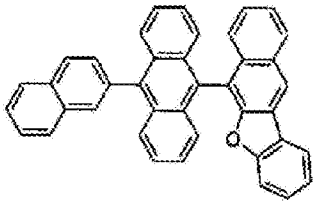
[0100]

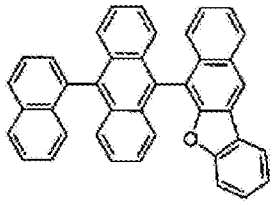
[化52]

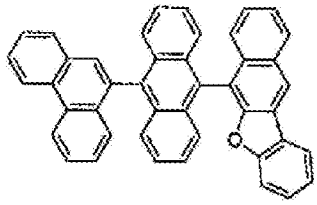


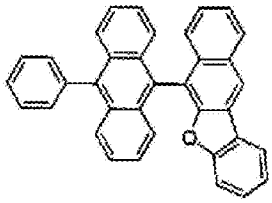
[0101]

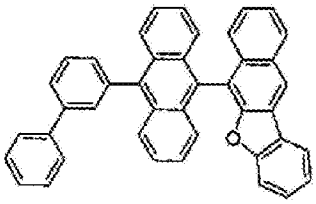
[化53]

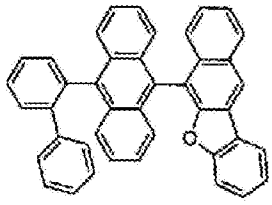


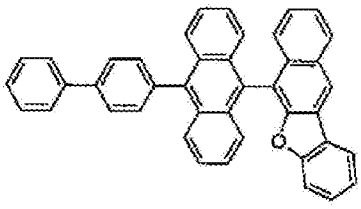


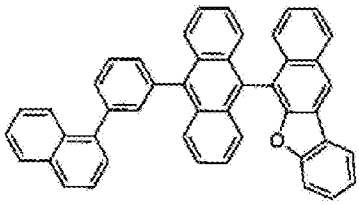


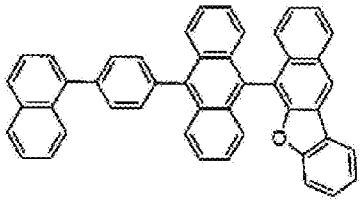


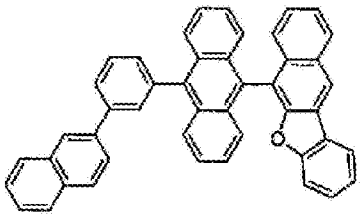


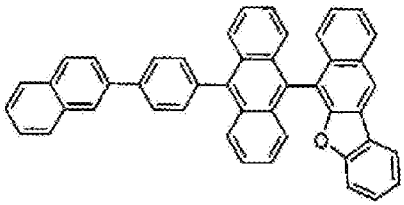






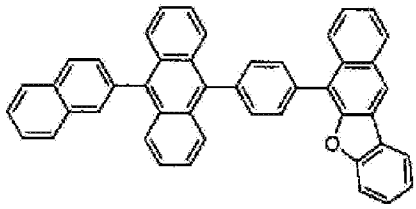


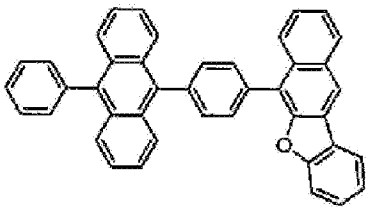


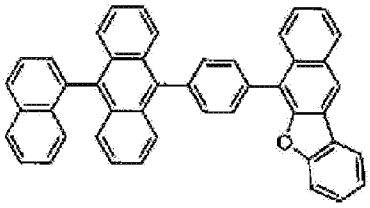


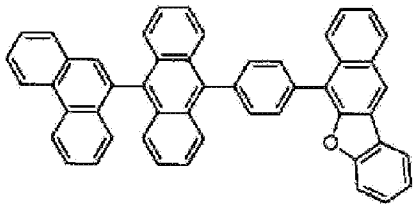
[0102]

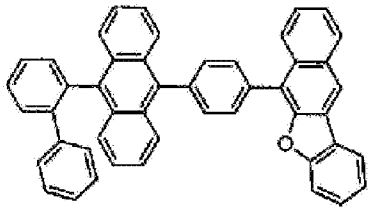
[化54]

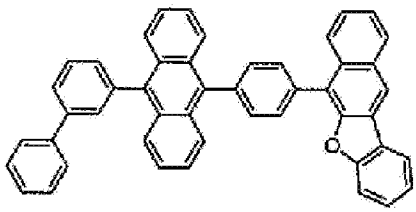


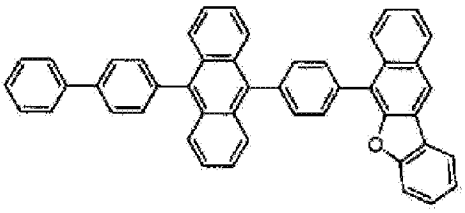


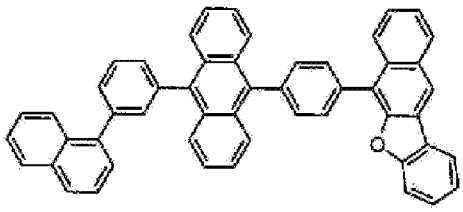


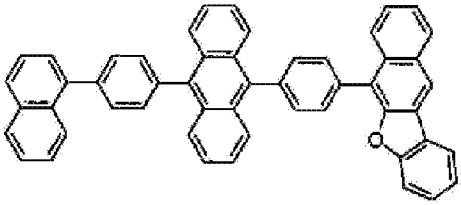


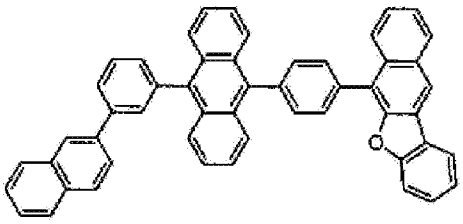


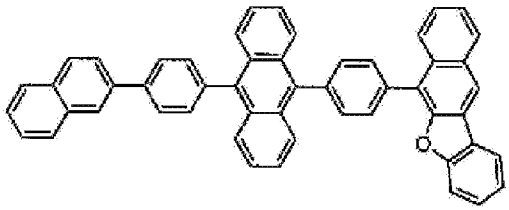






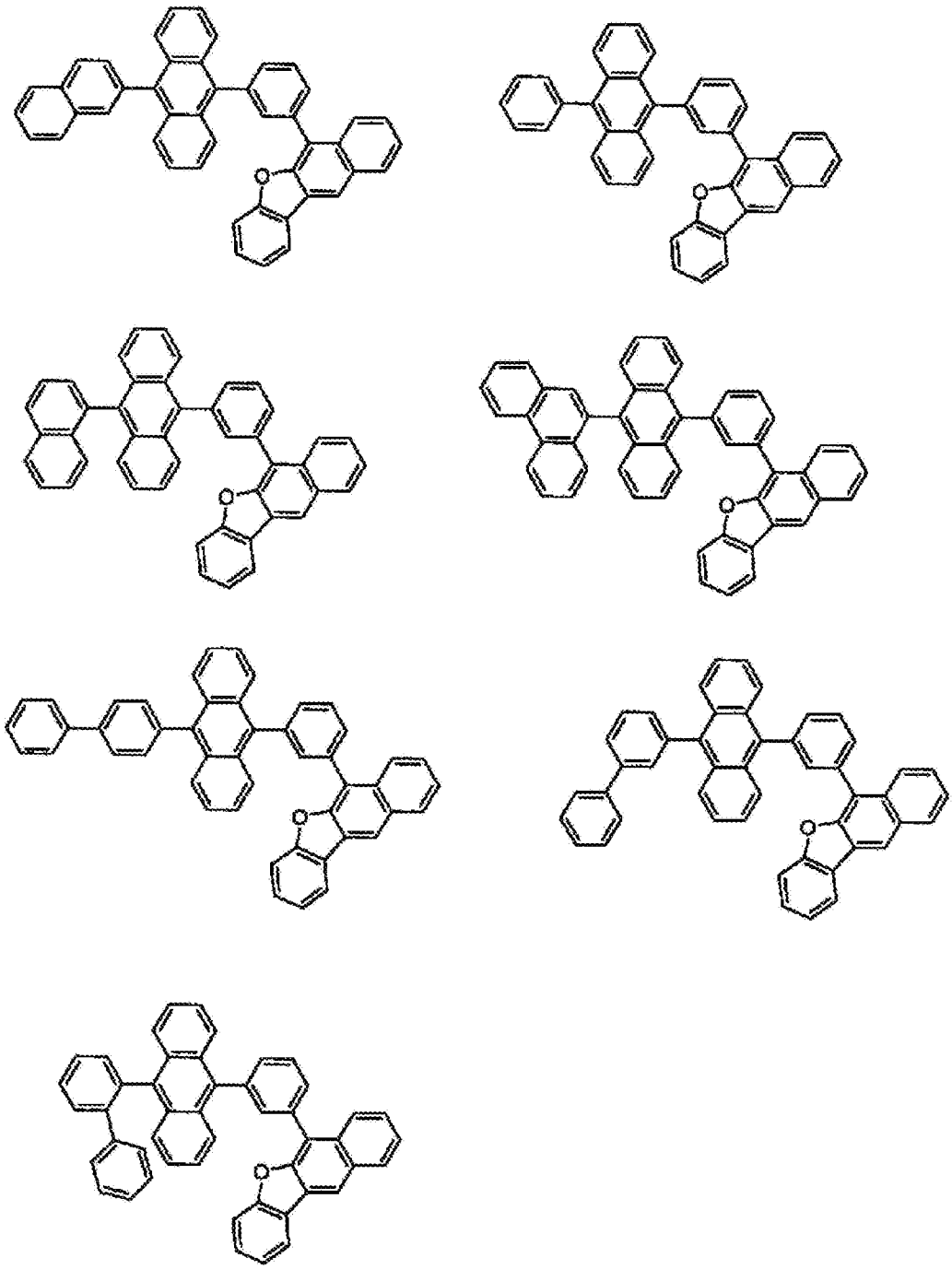






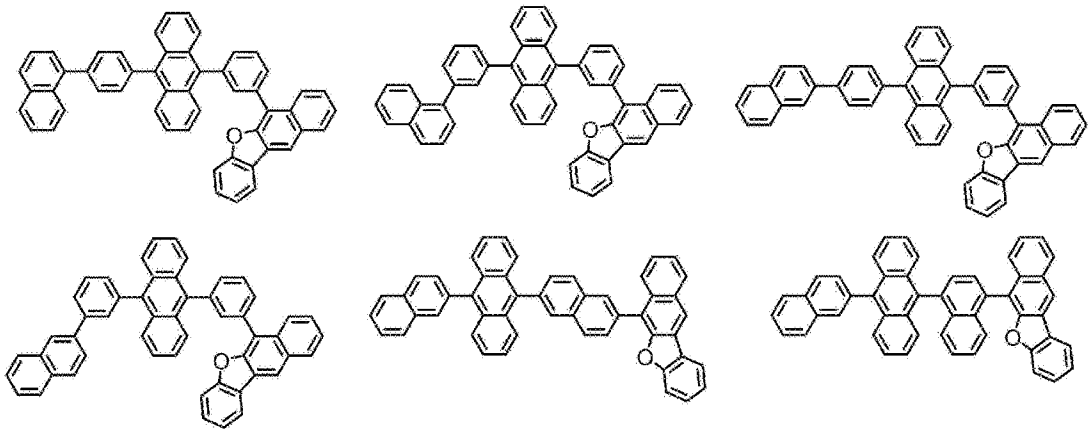
[0103]

[化55]

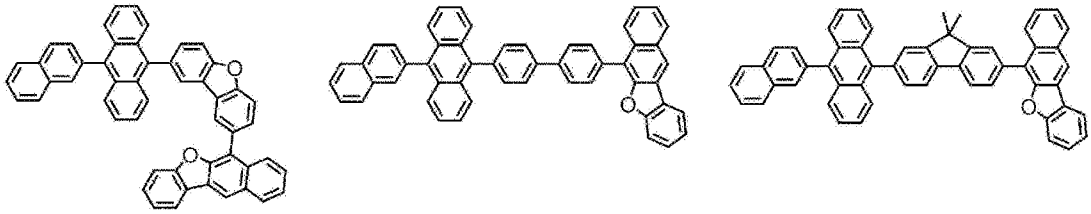


[0104]

[化56]

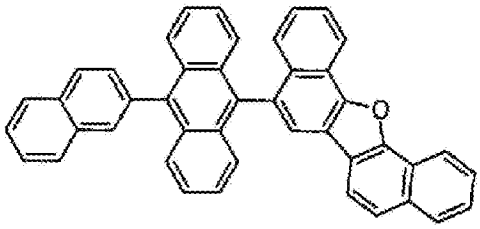


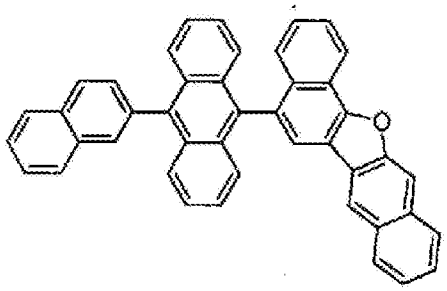
[0105] [化57]

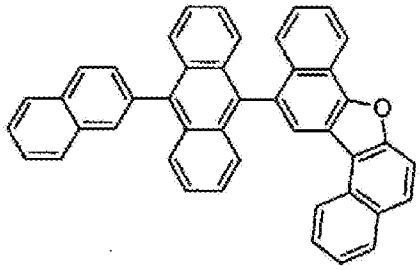


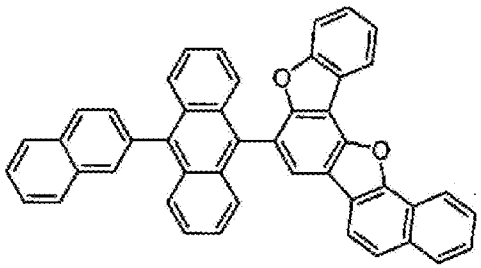
[0106]

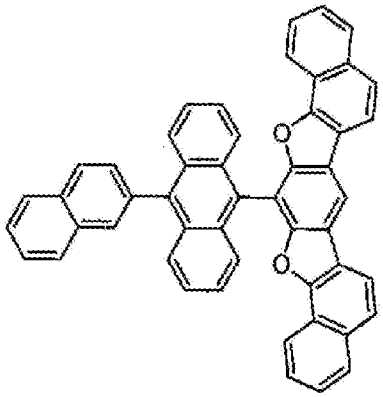
[化58]

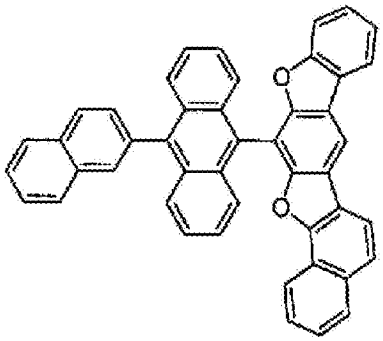






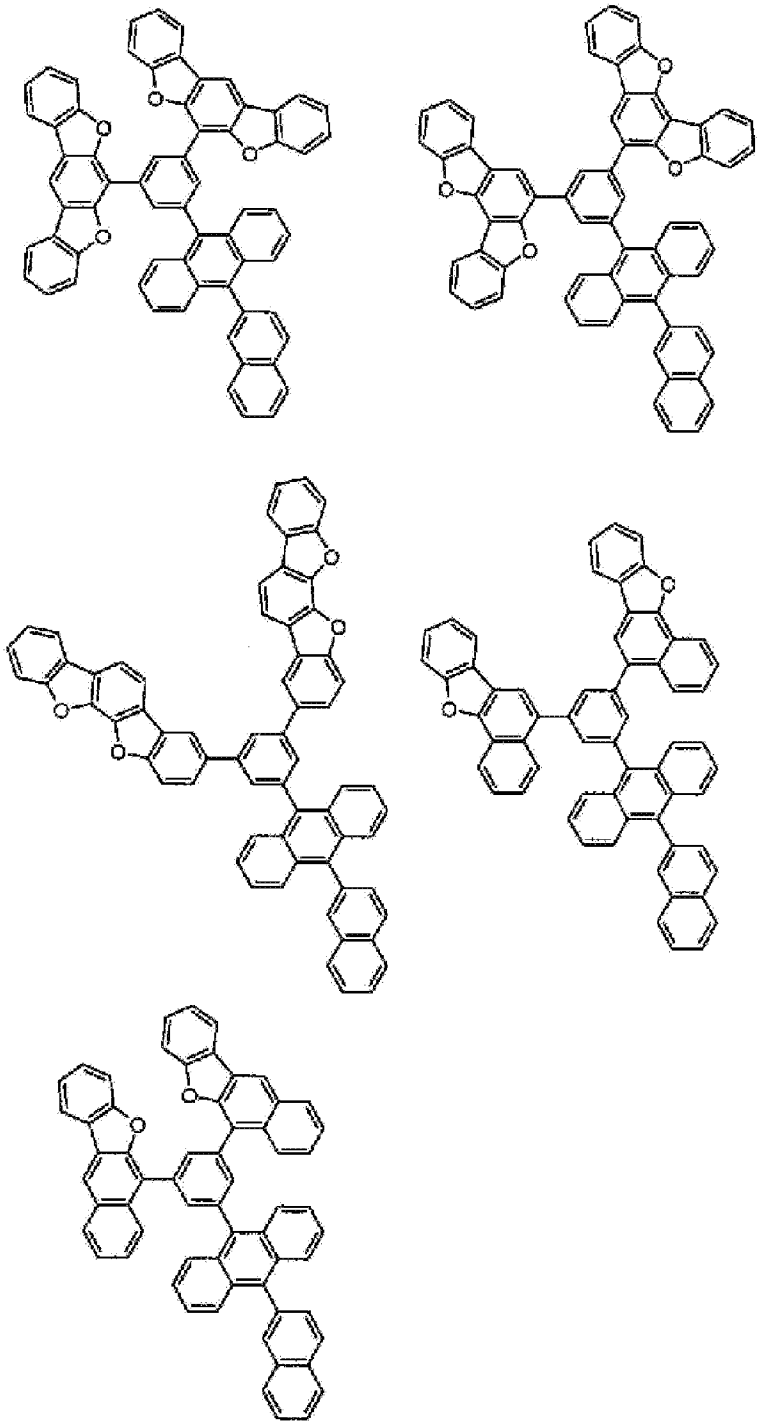






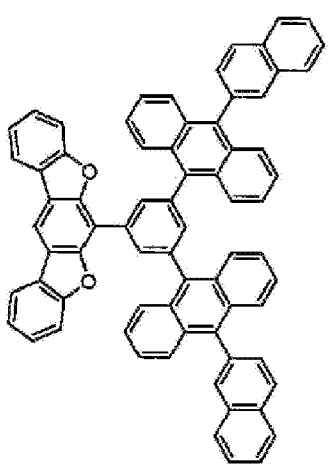
[0107]

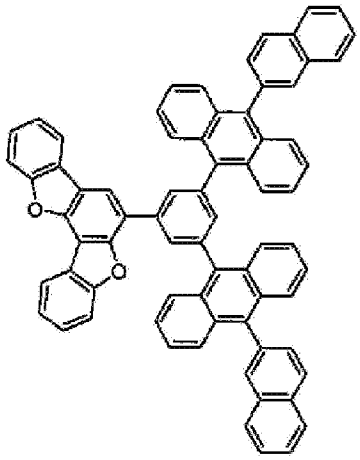
[化59]

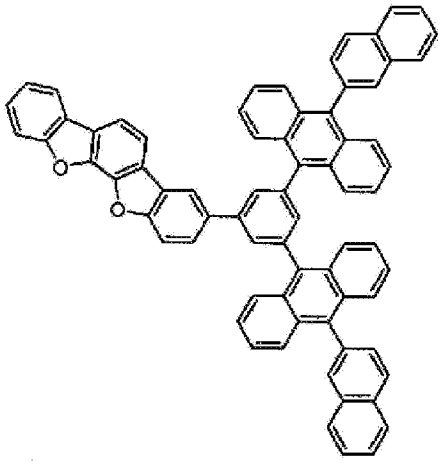


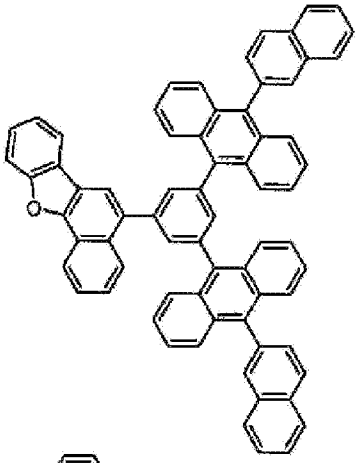
[0108]

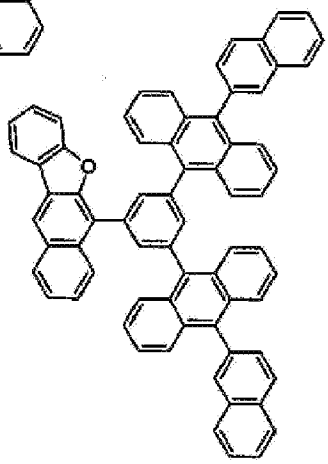
[化60]





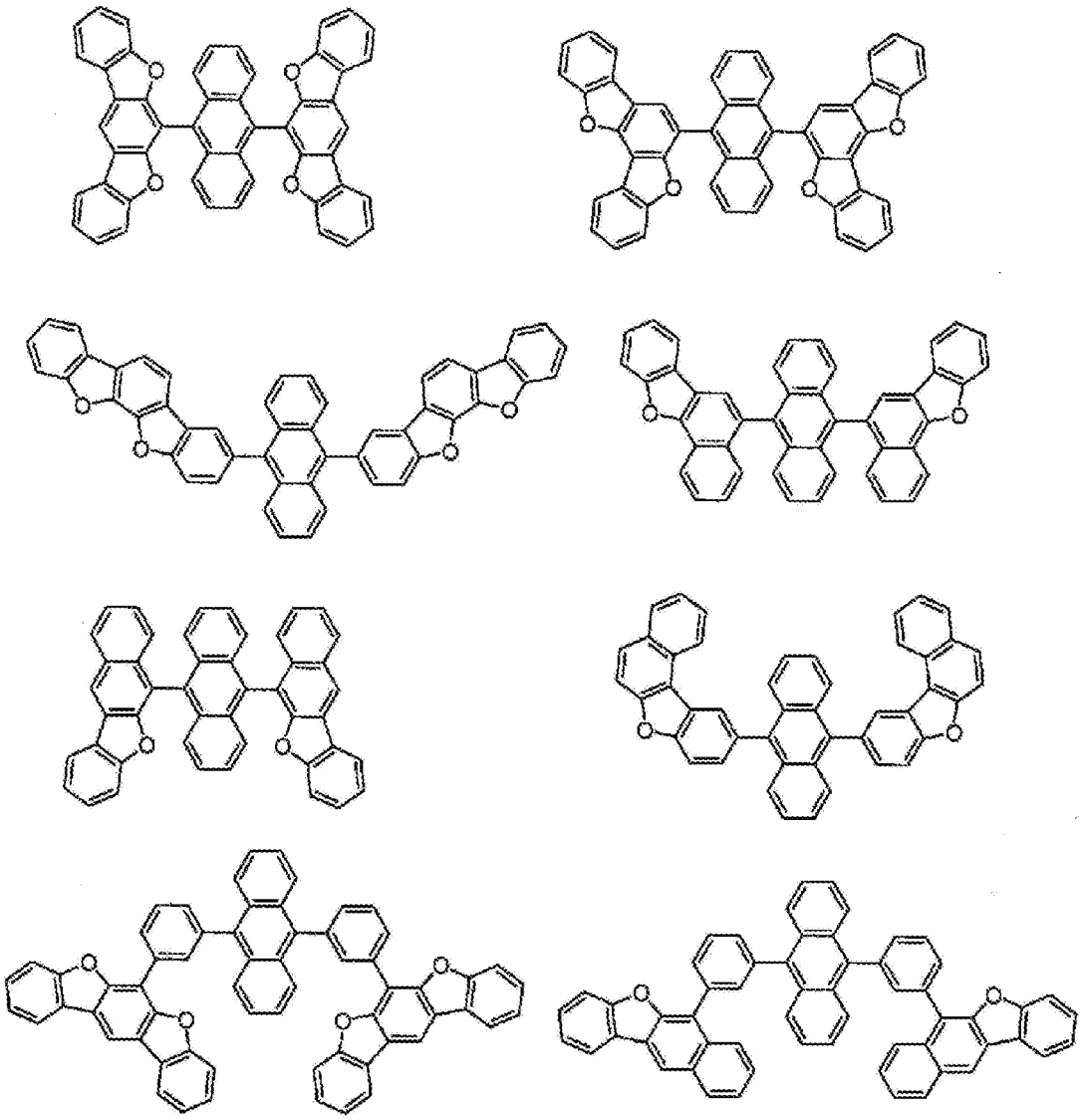






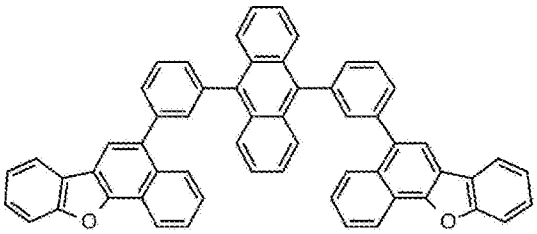
[0109]

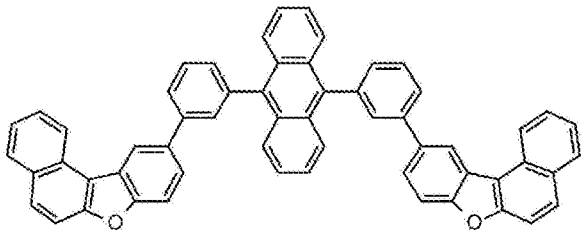
[化61]

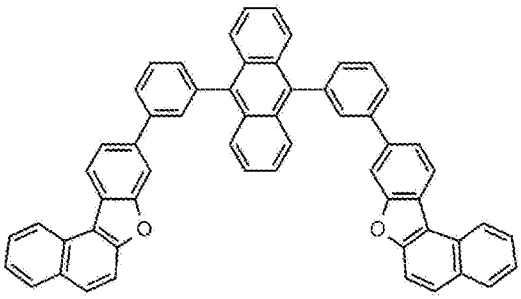


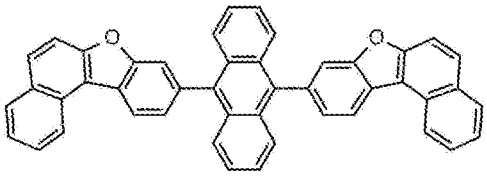
[0110]

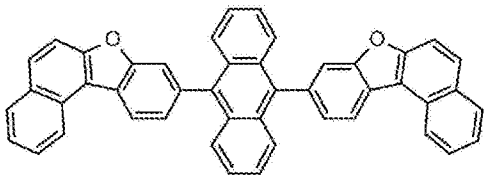
[化62]



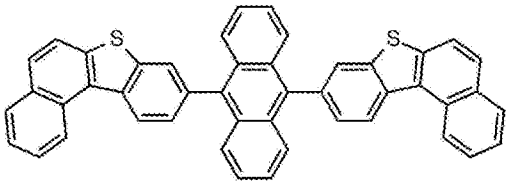


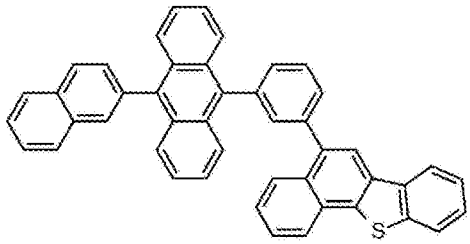


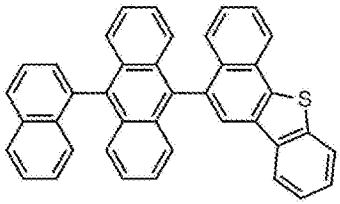


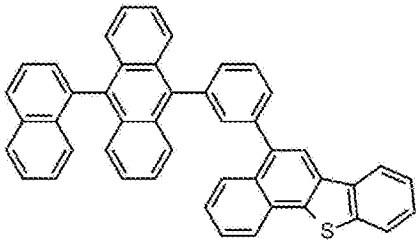


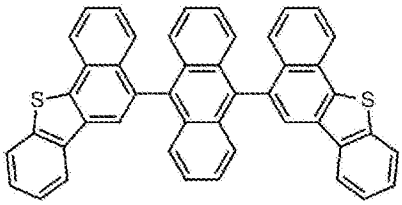
[0111] [化63]



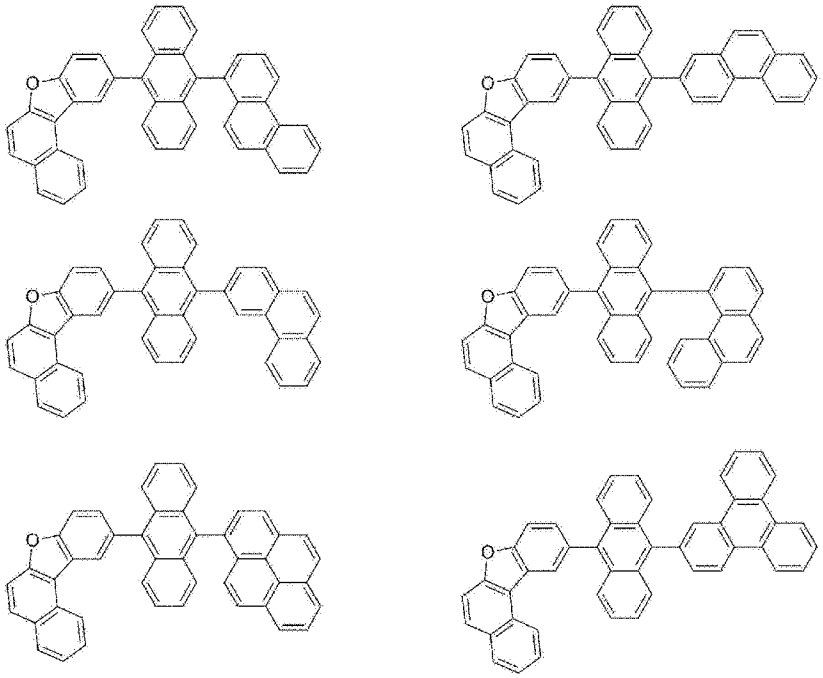




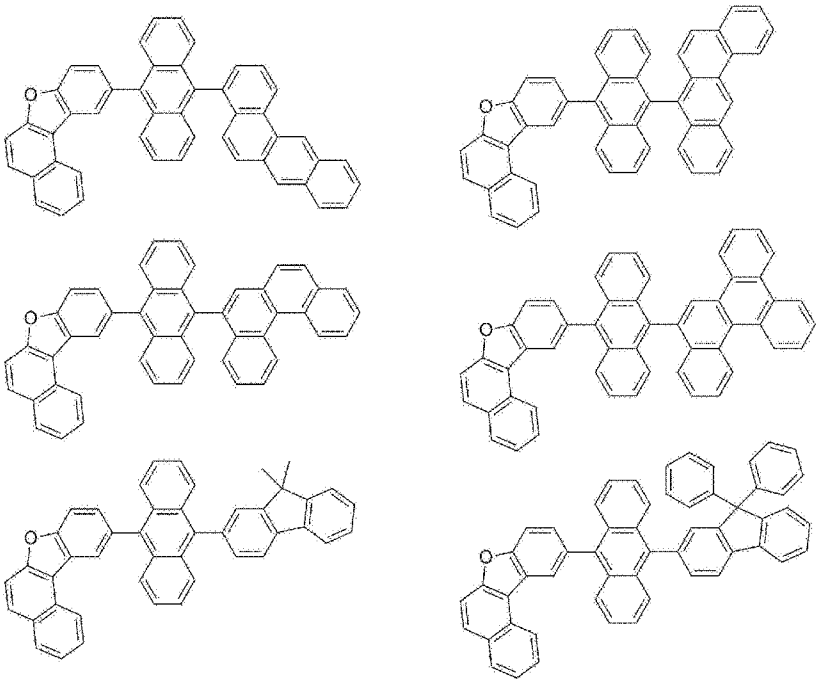




[0112] [化64]

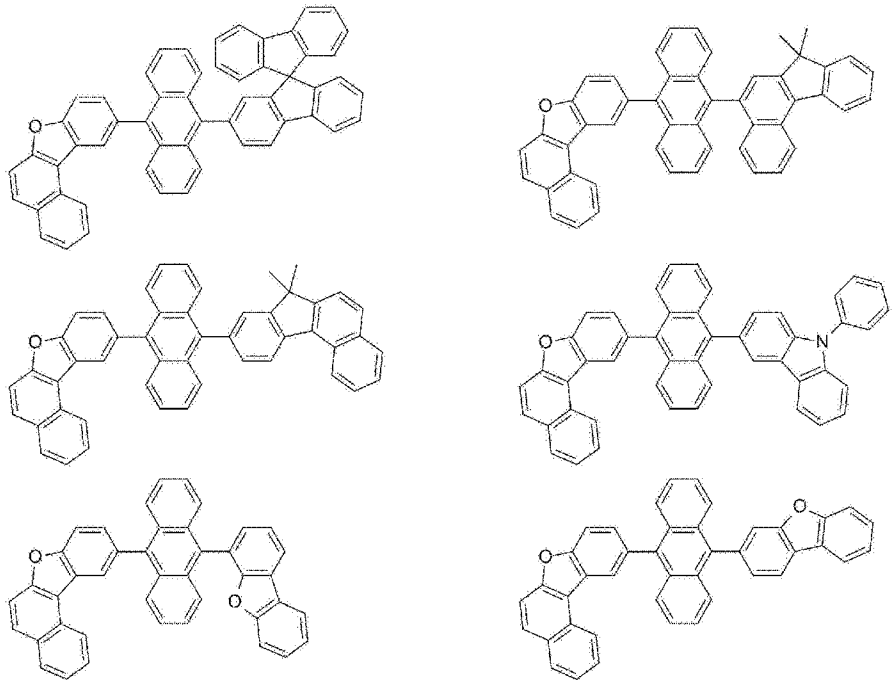


[0113] [化65]

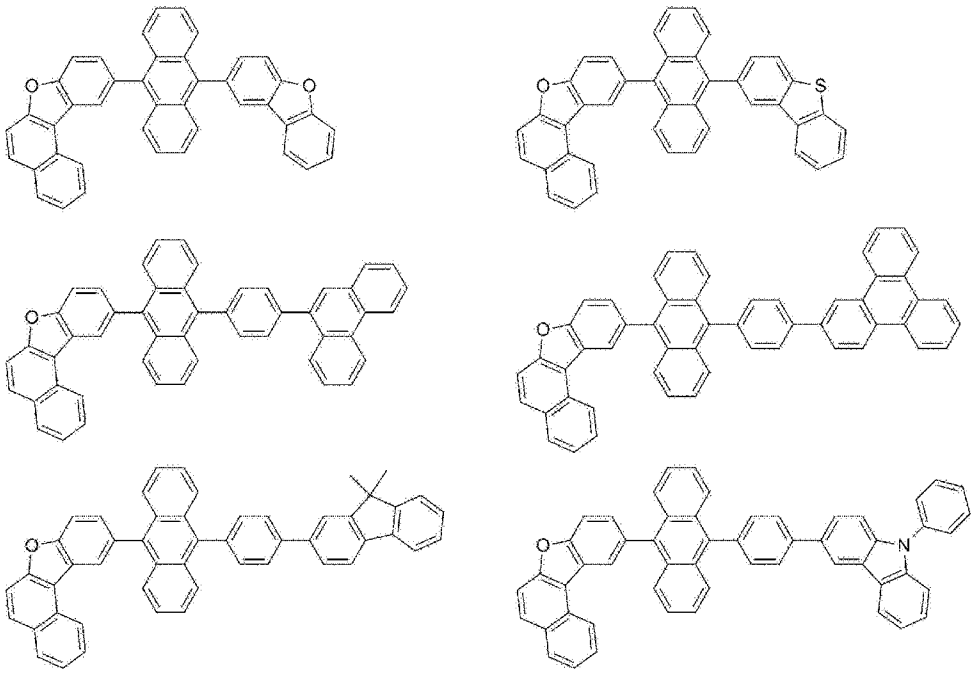


[0114]

[化66]

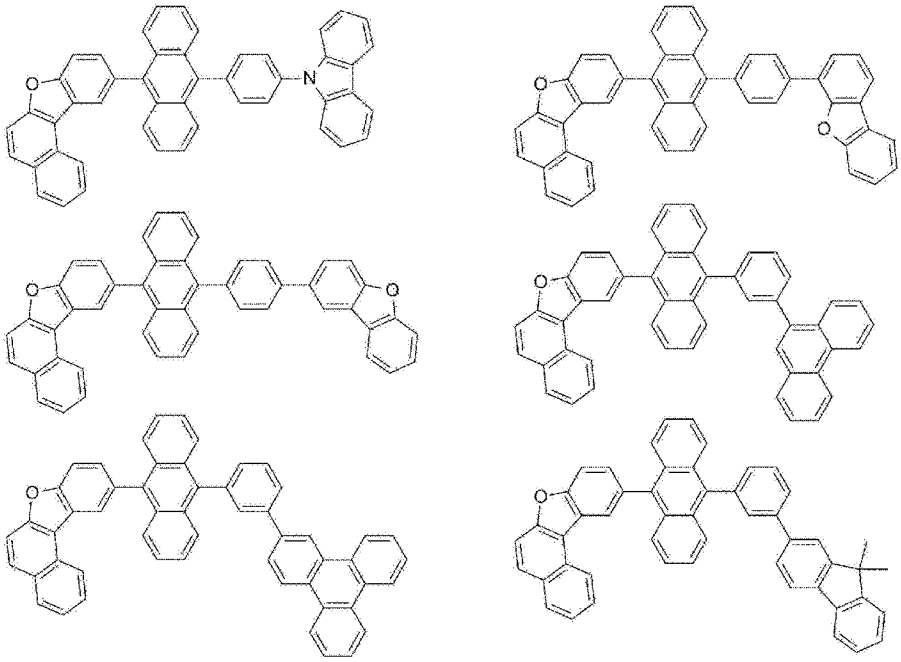


[0115] [化67]

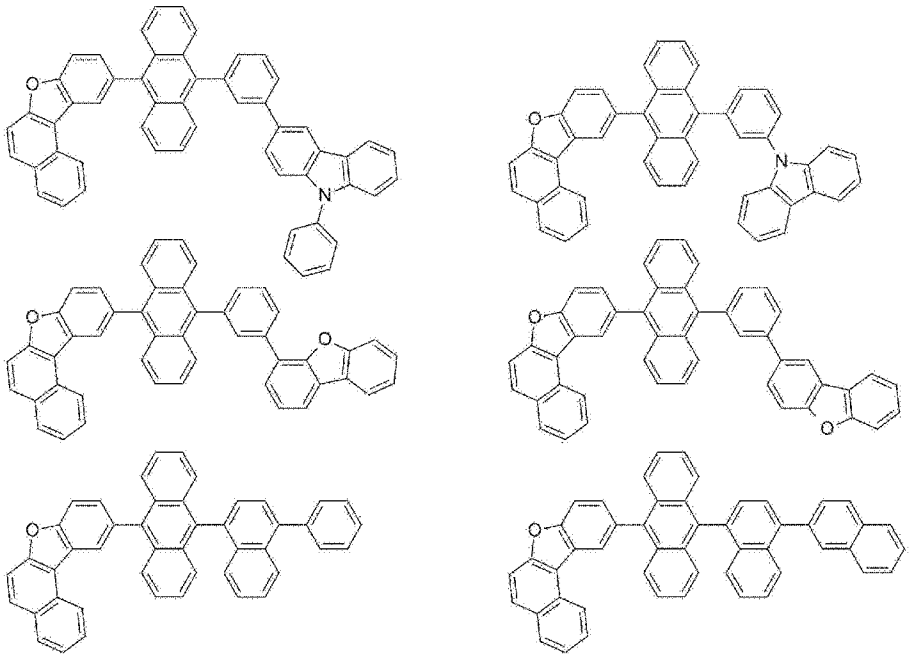


[0116]

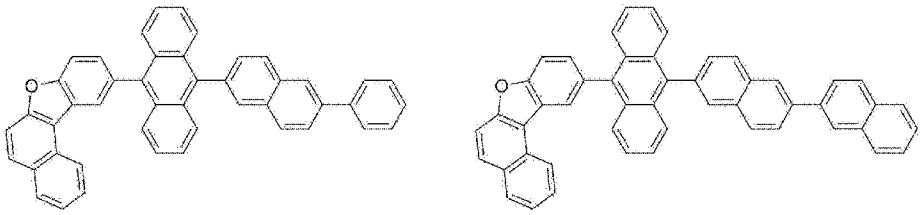
[化68]



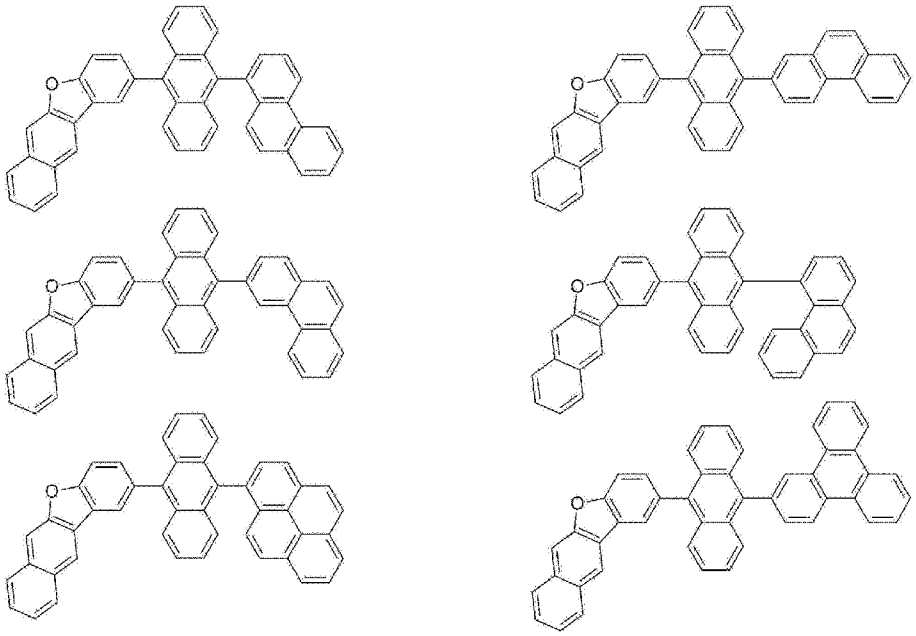
[0117] [化69]



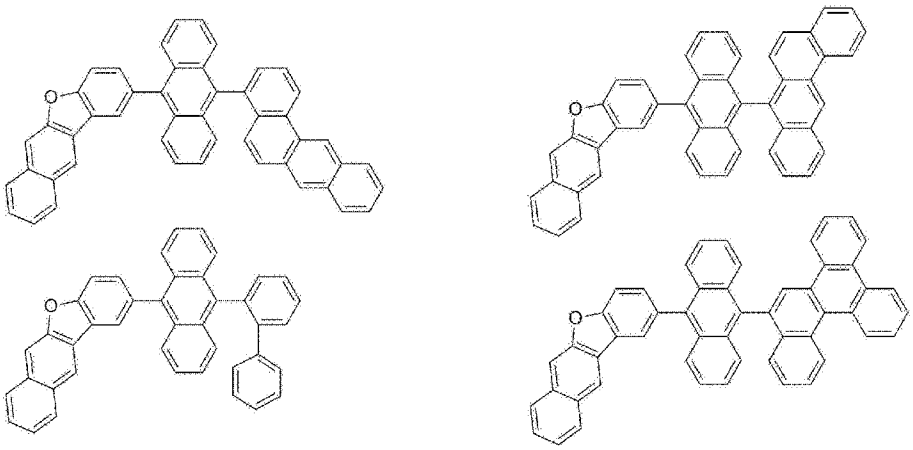
[0118] [化70]



[0119] [化71]

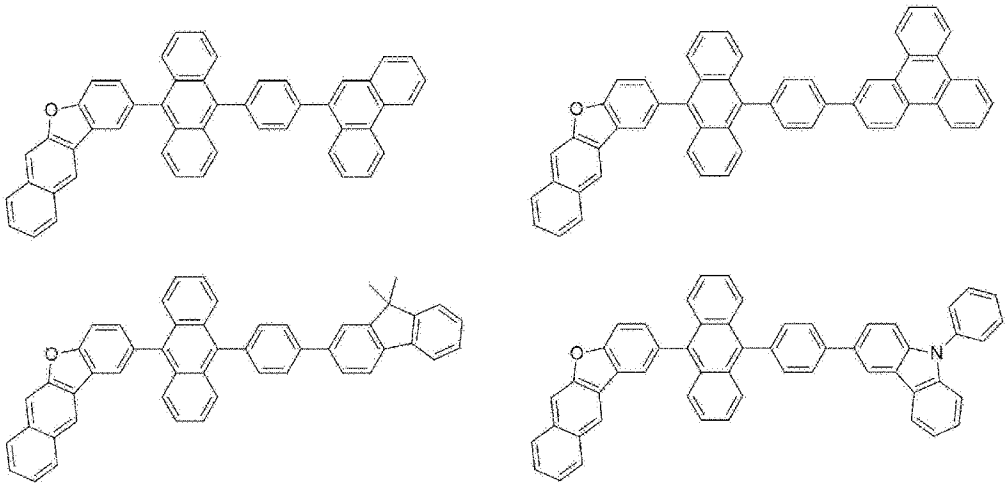


[0120] [化72]

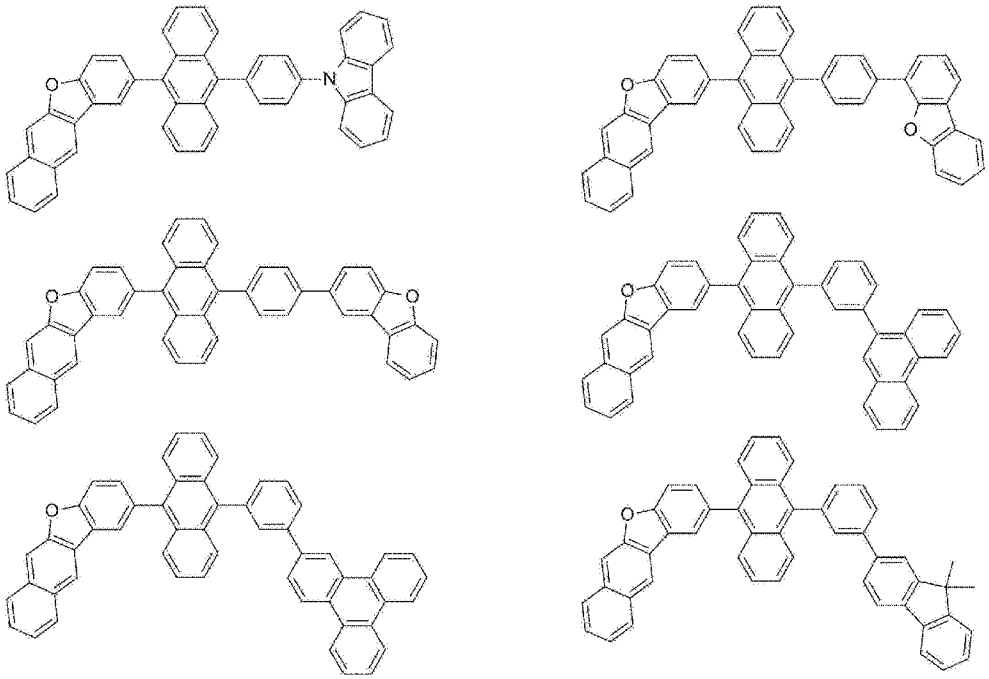


[0121]

[化73]

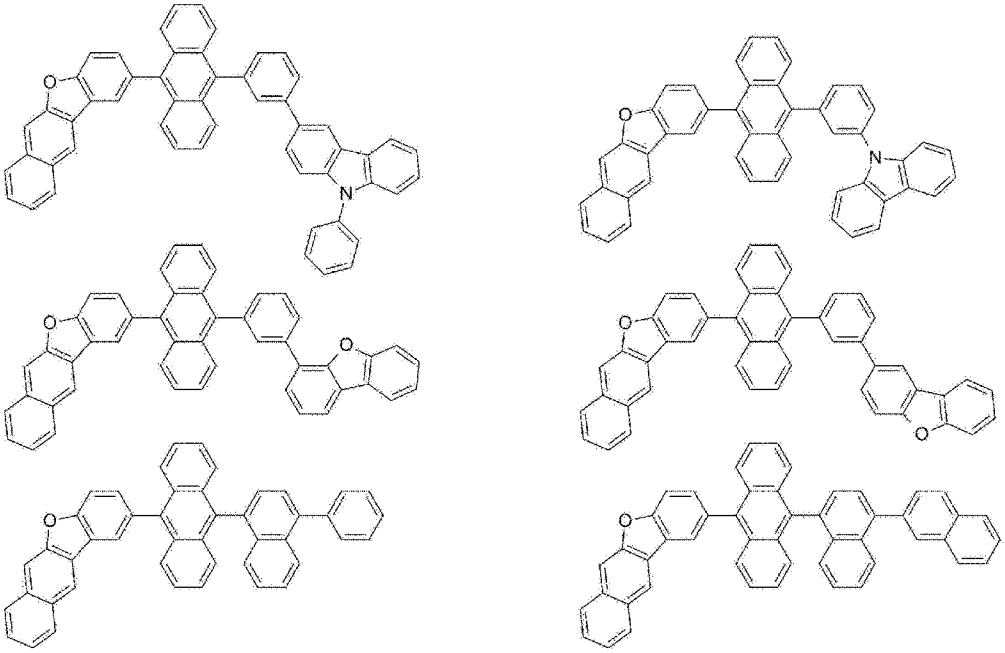


[0122] [化74]

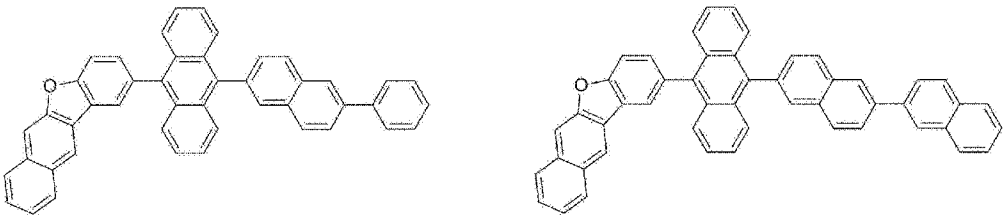


[0123]

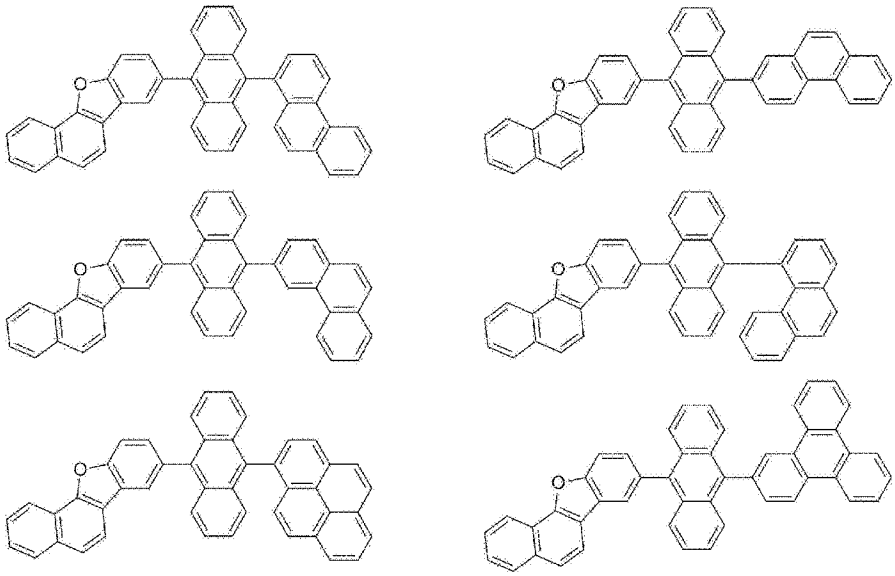
[化75]



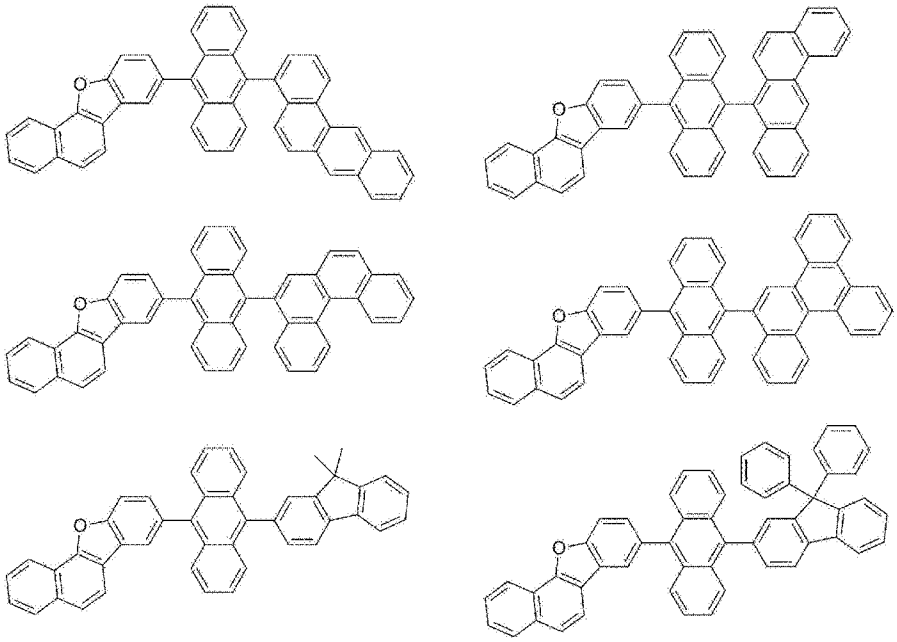
[0124] [化76]



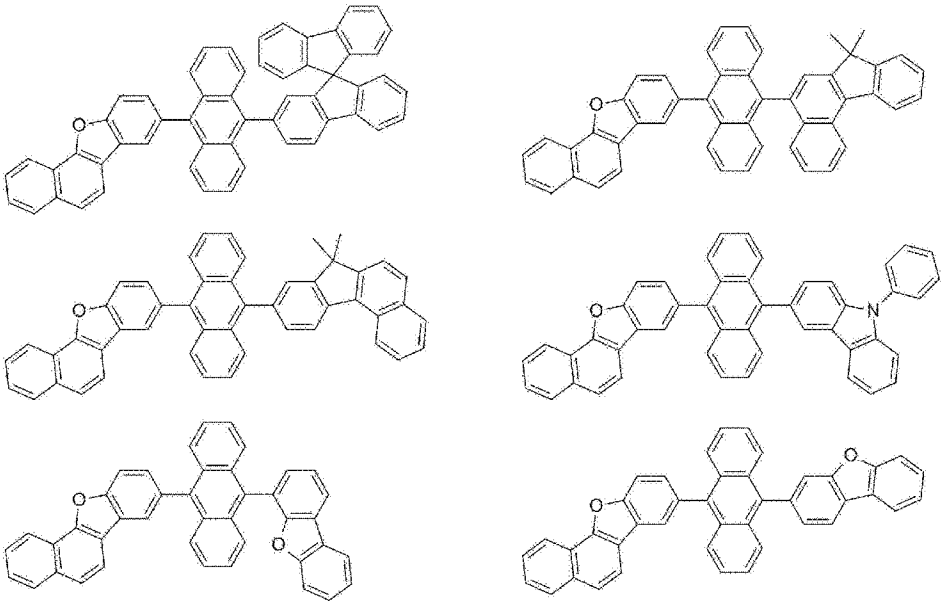
[0125] [化77]



[0126] [化78]

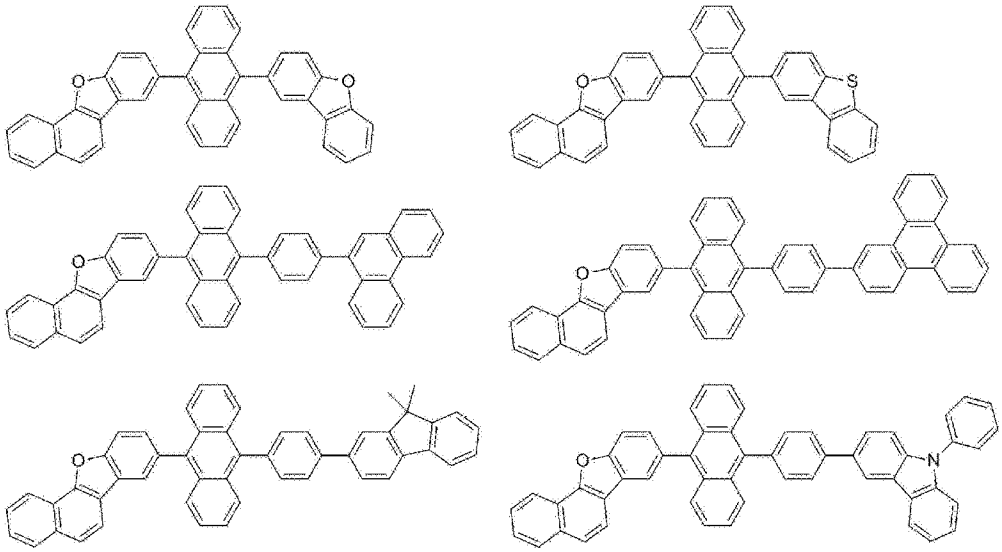


[0127] [化79]

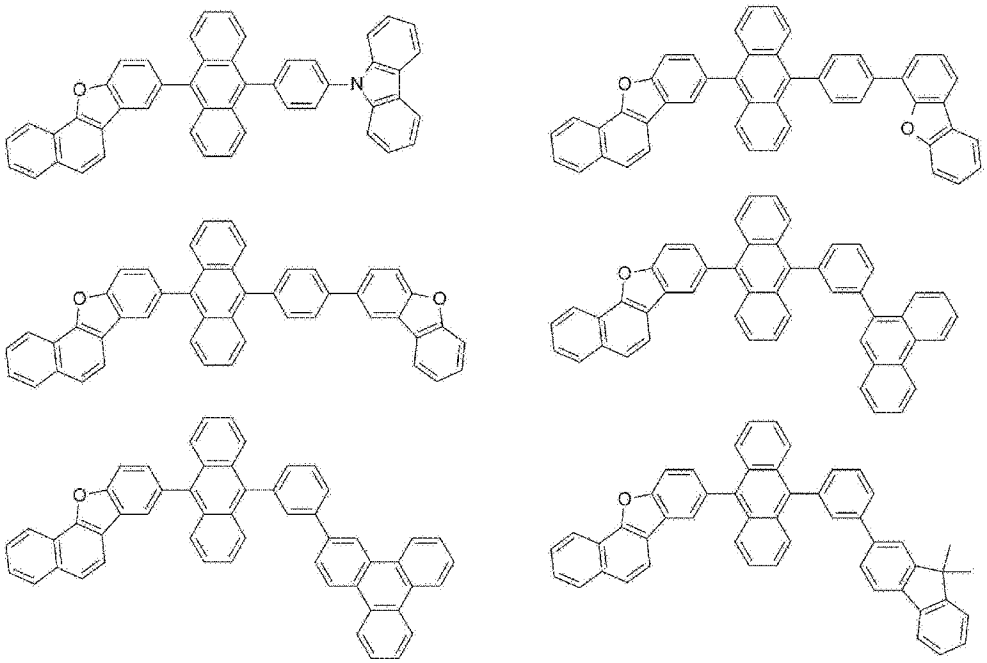


[0128]

[化80]

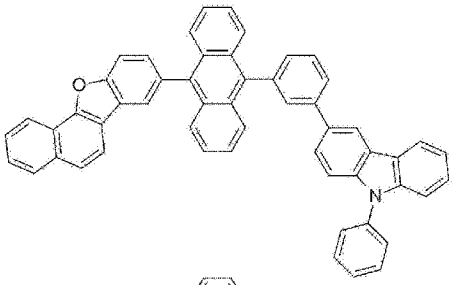


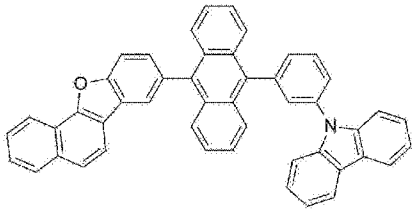
[0129] [化81]

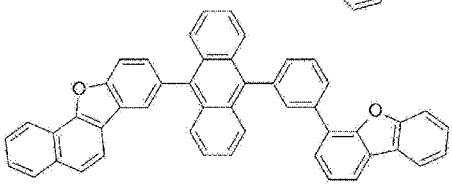


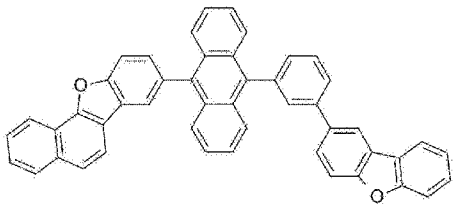
[0130]

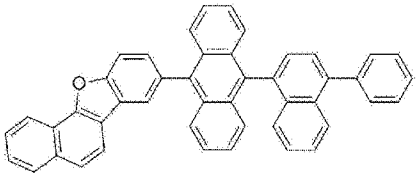
[化82]

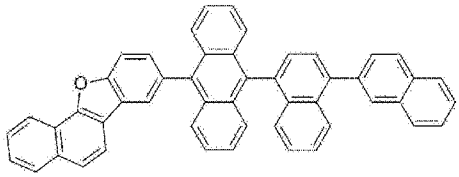




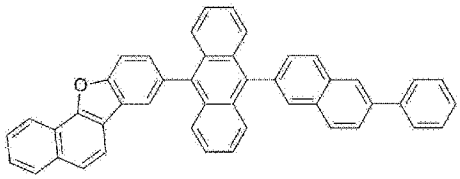


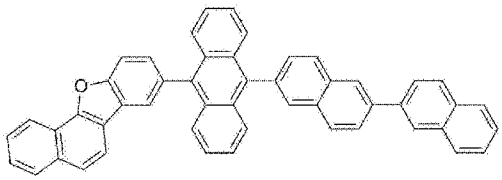


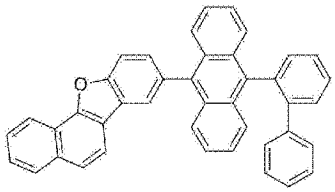


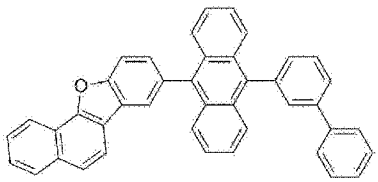


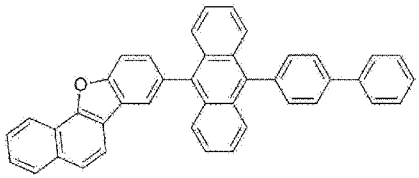
[0131] [化83]

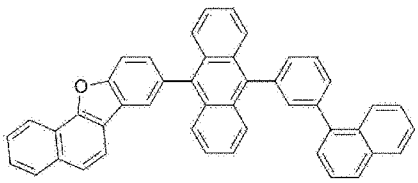






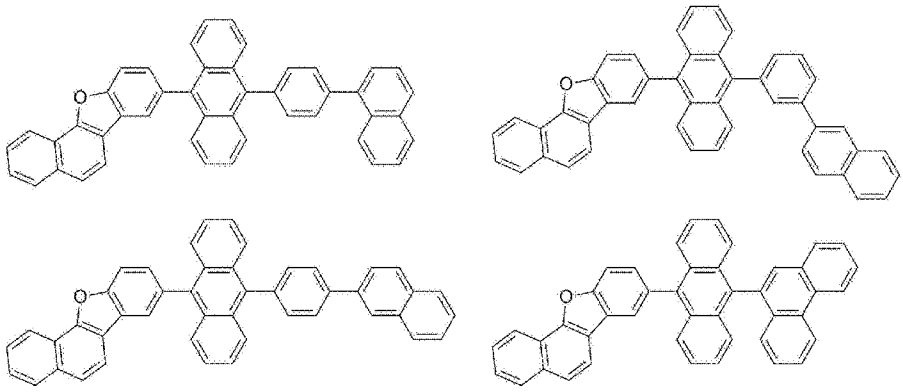




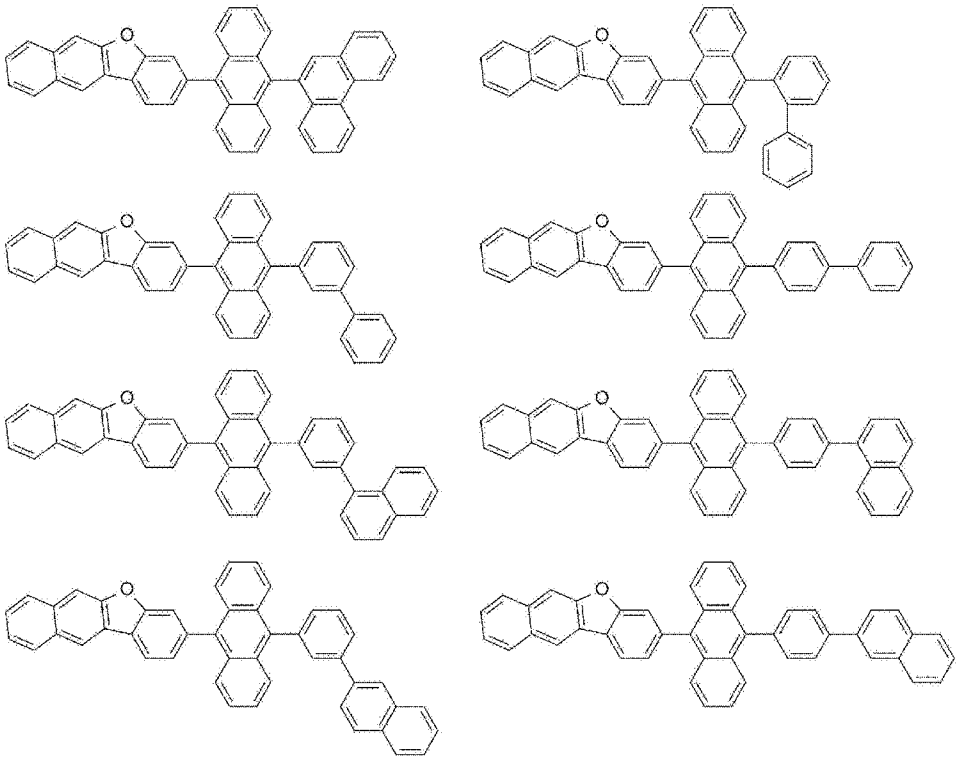


[0132]

[化84]

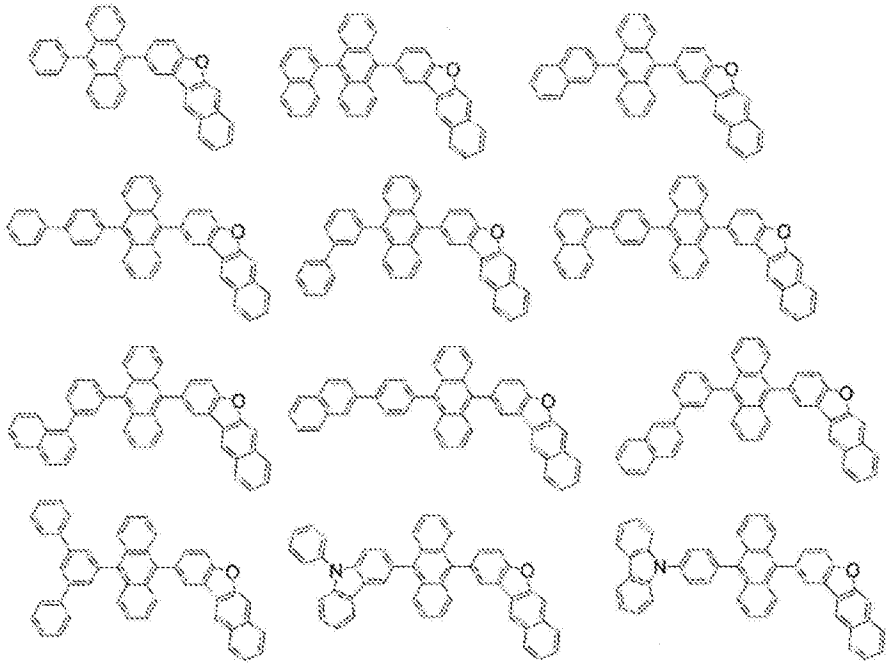


[0133] [化85]

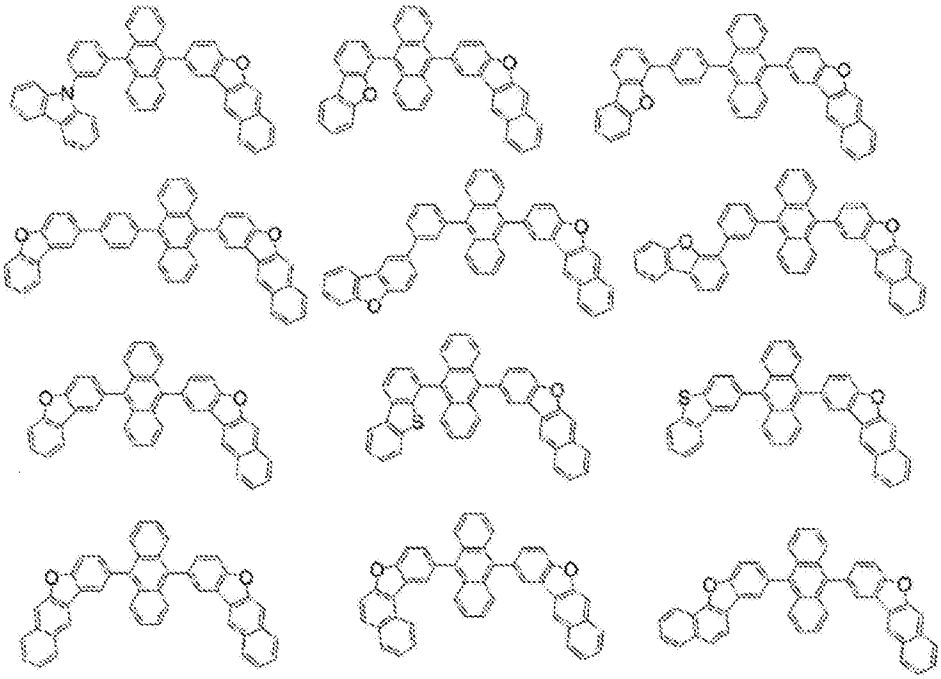


[0134]

[化86]

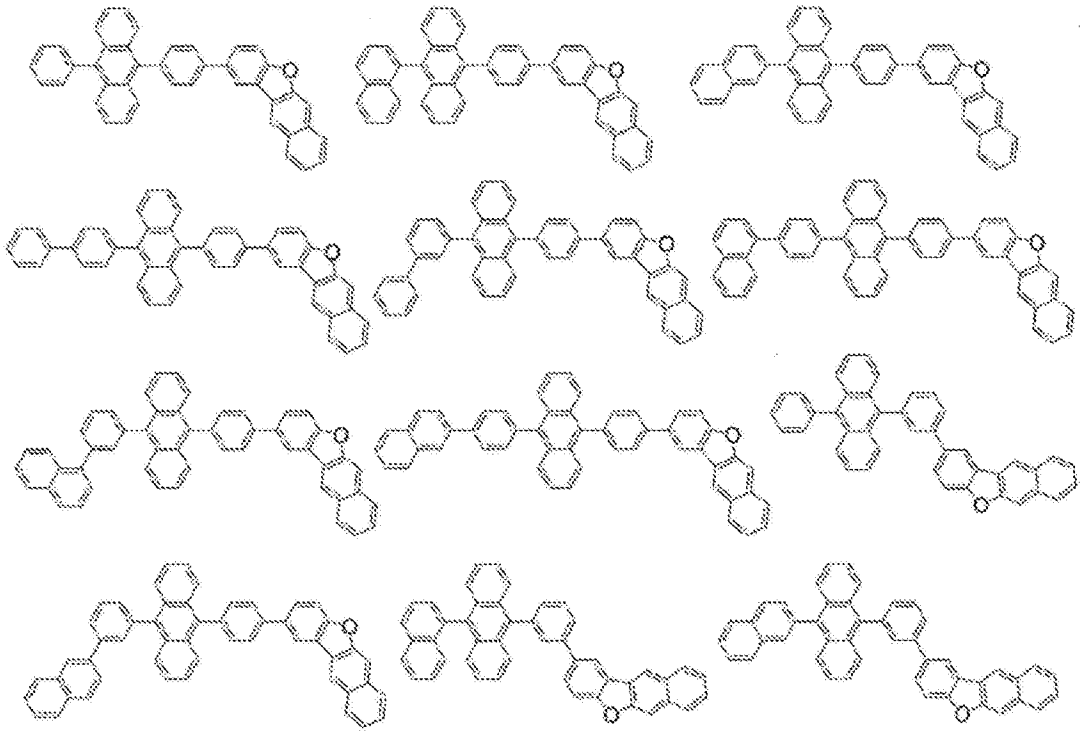


[0135] [化87]

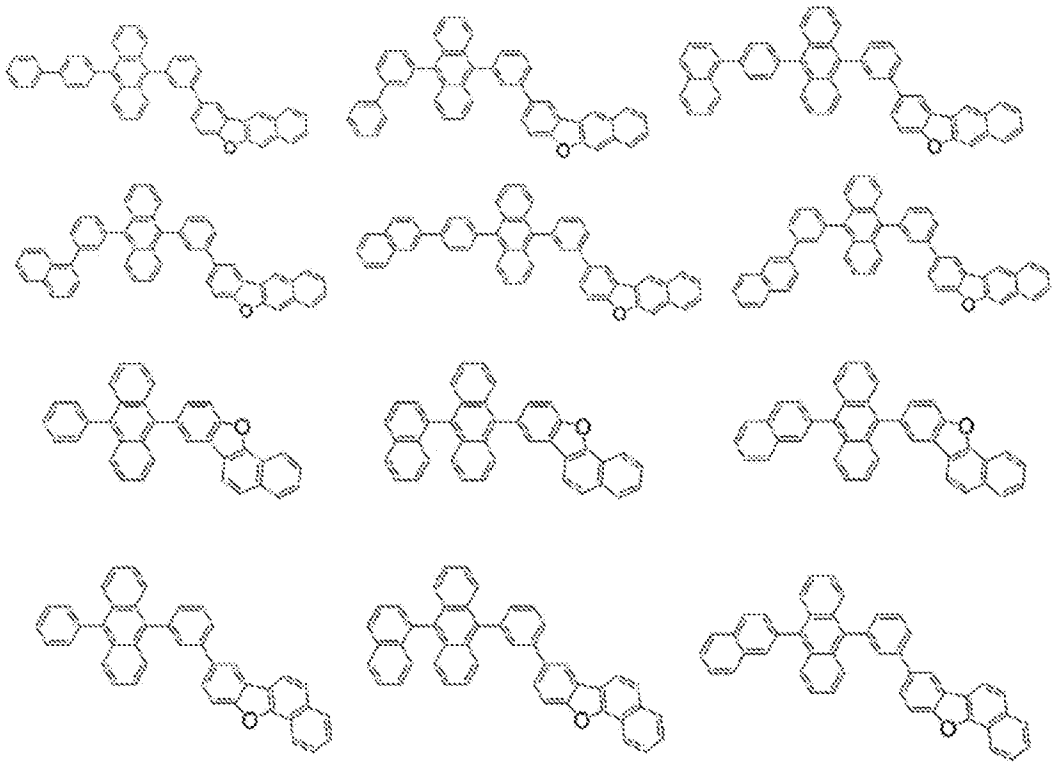


[0136]

[化88]

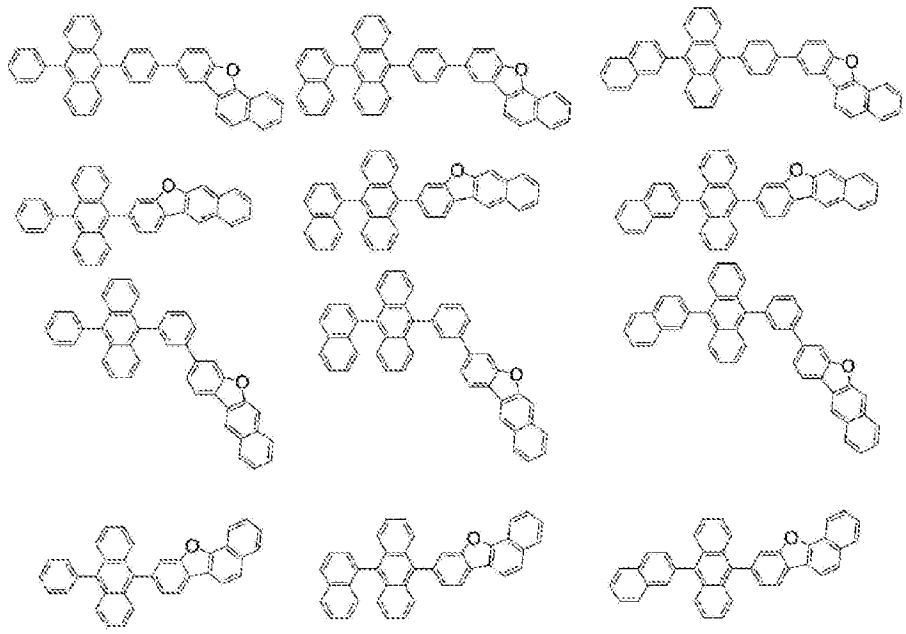


[0137] [化89]

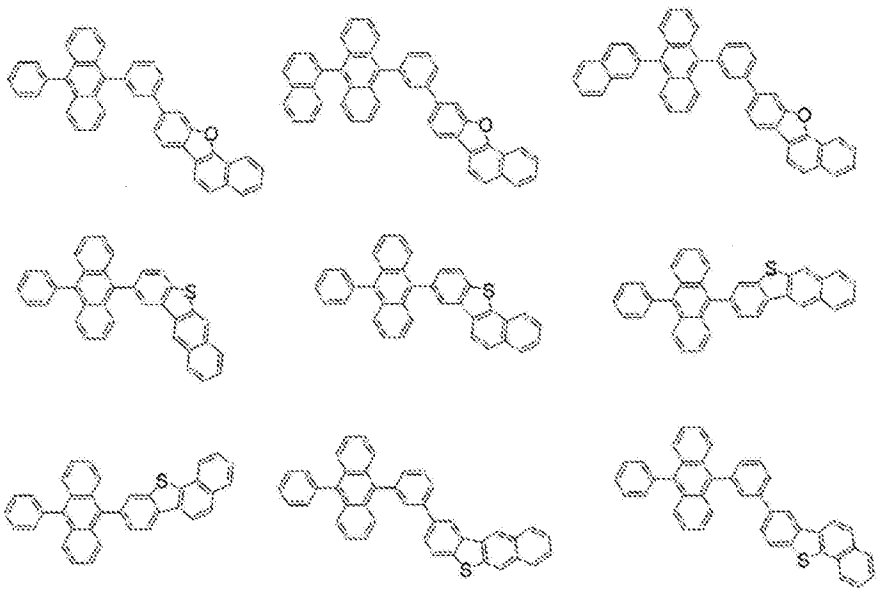


[0138]

[化90]

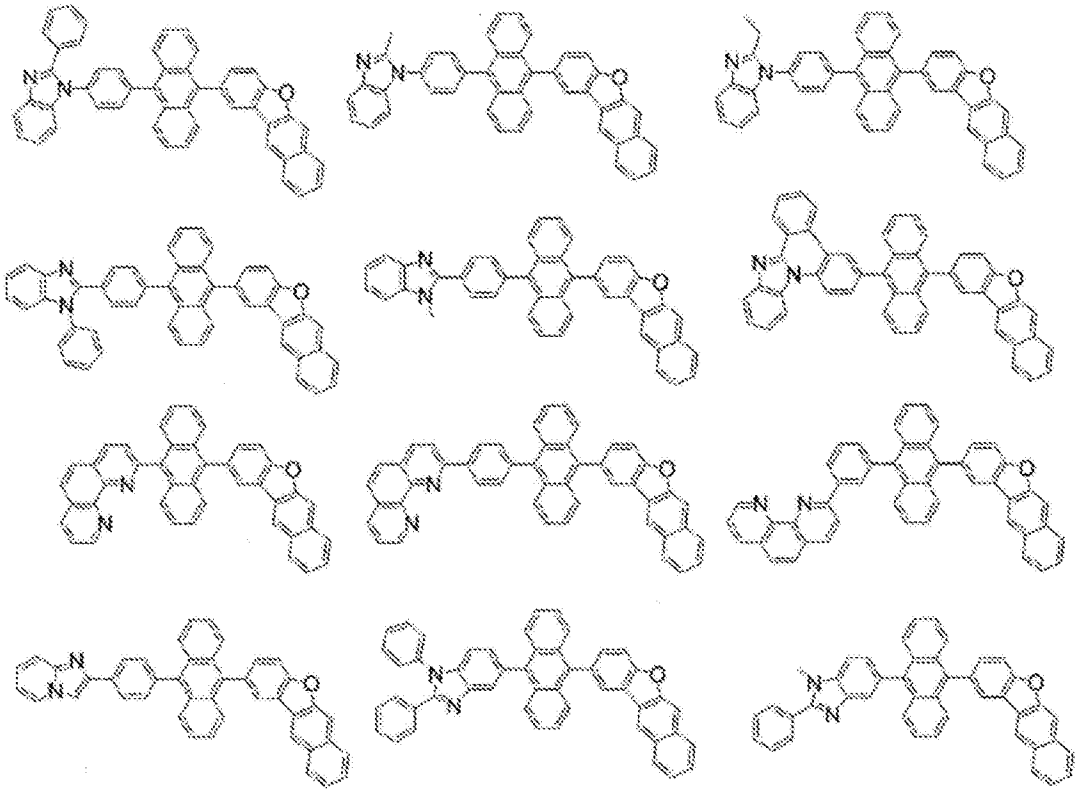


[0139] [化91]

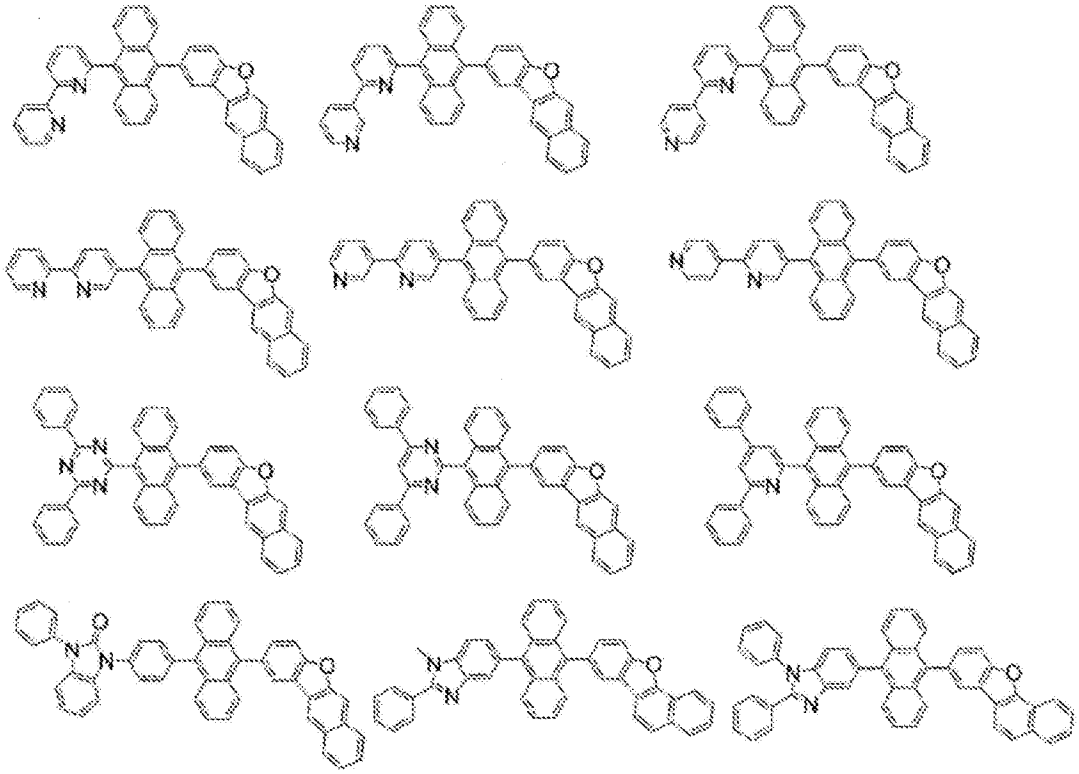


[0140]

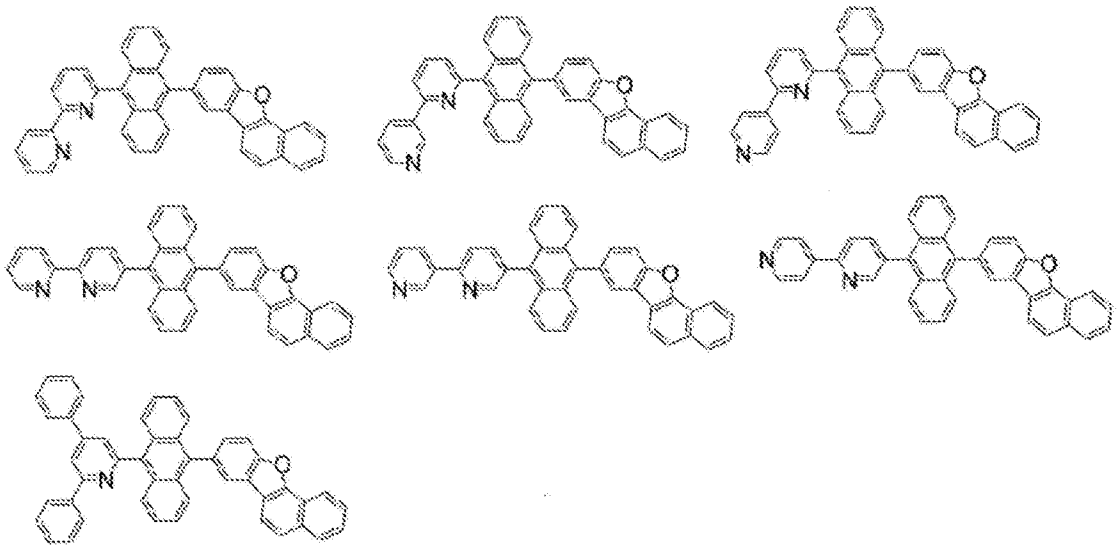
[化92]



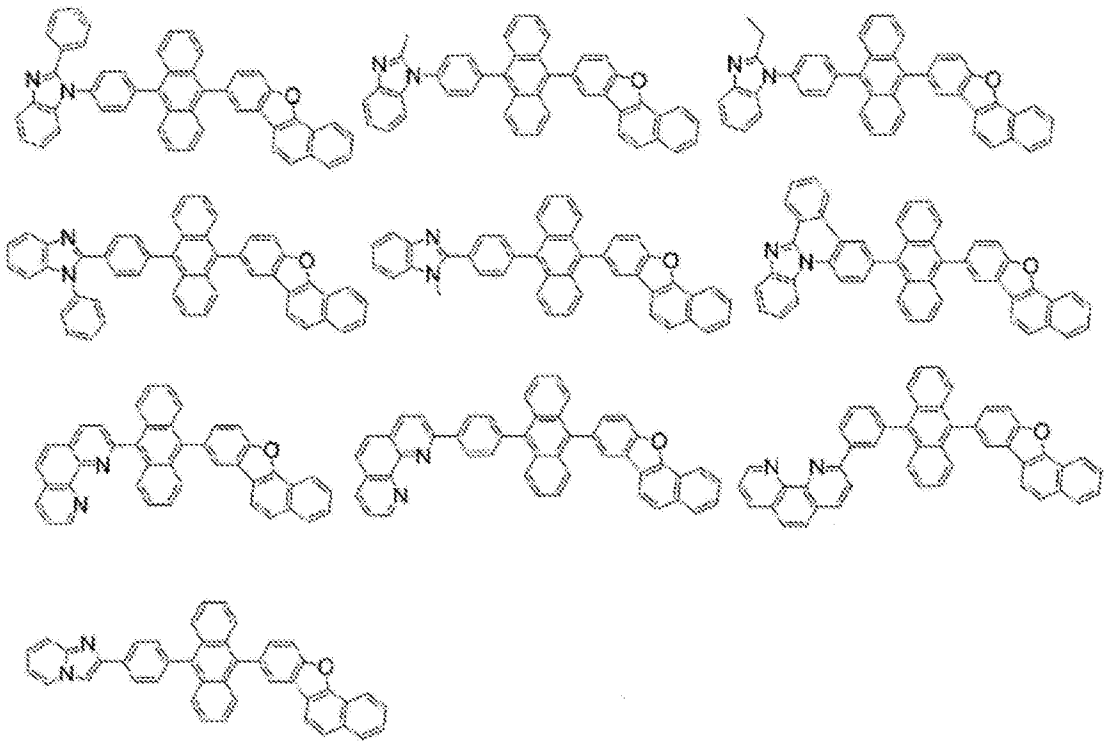
[0141] [化93]



[0142] [化94]

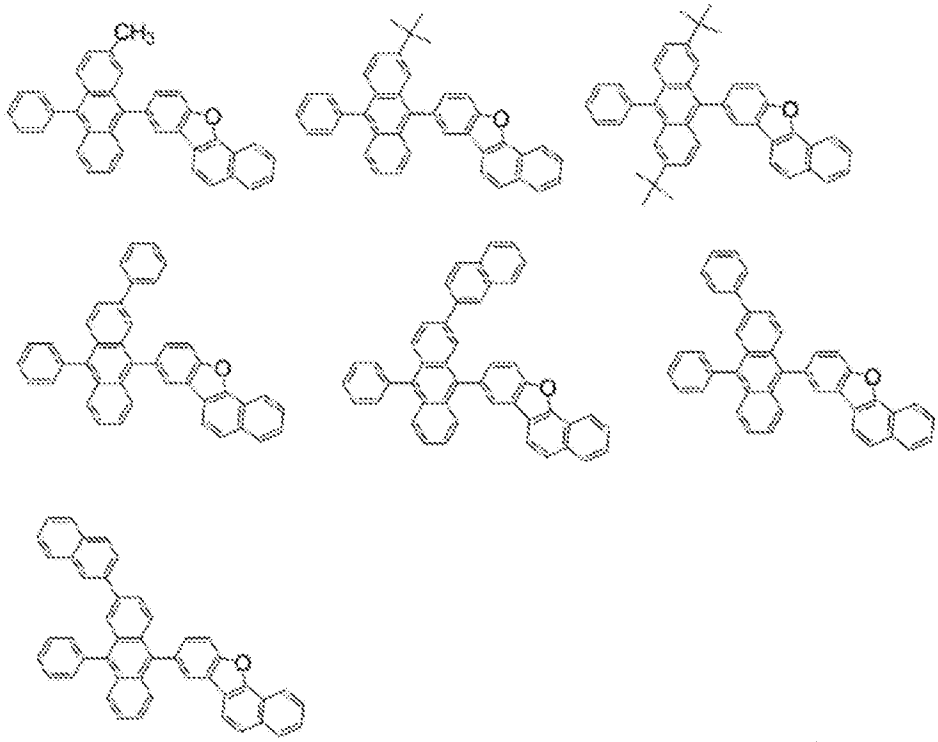


[0143] [化95]

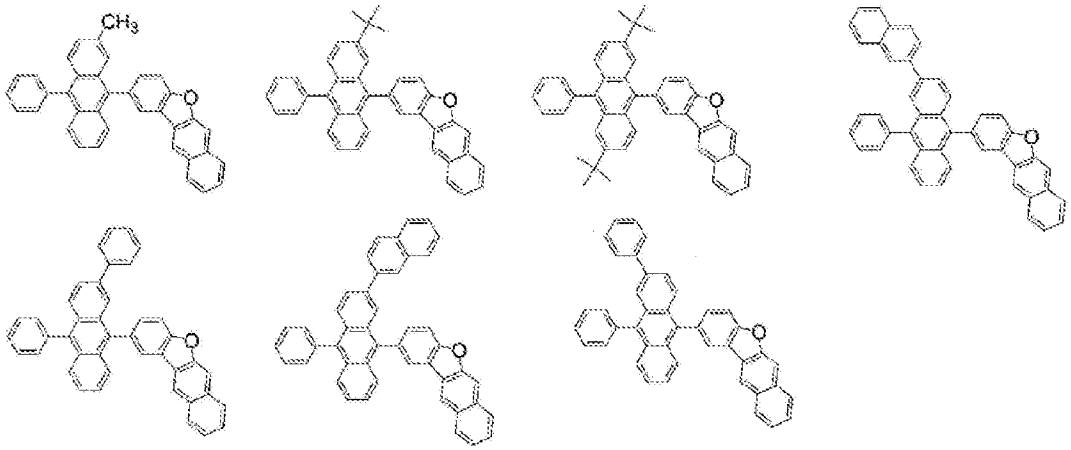


[0144]

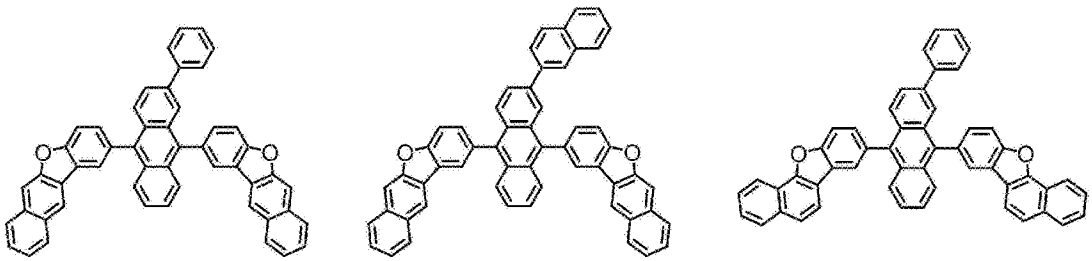
[化96]



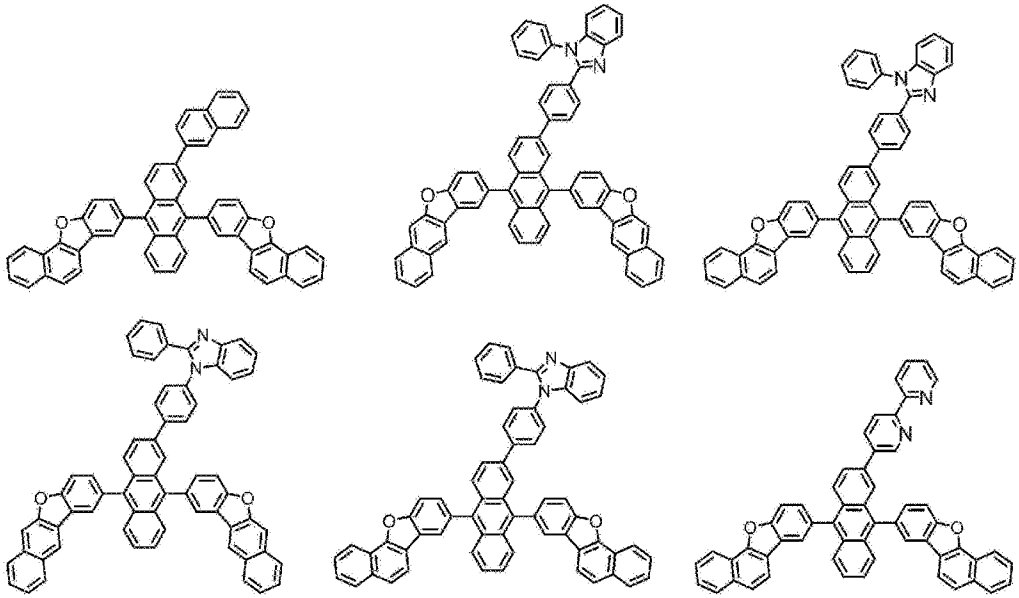
[0145] [化97]



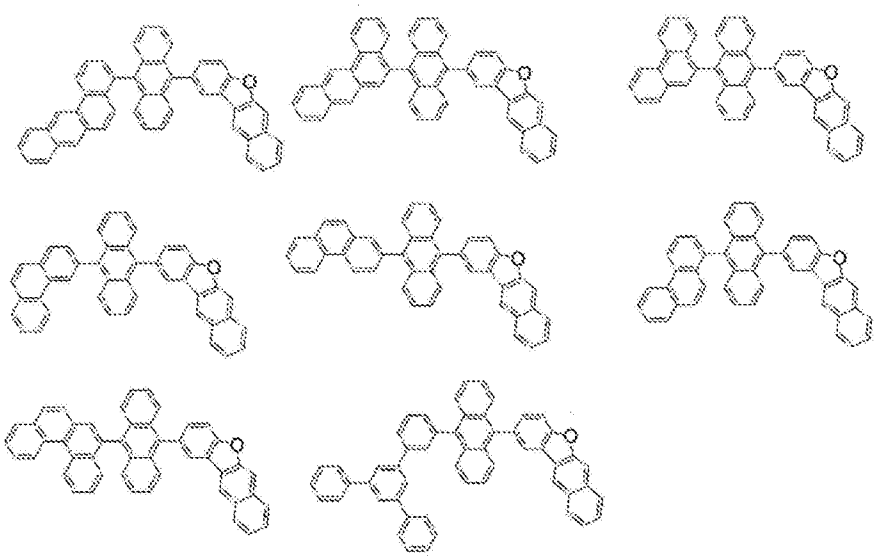
[0146] [化98]



[0147] [化99]

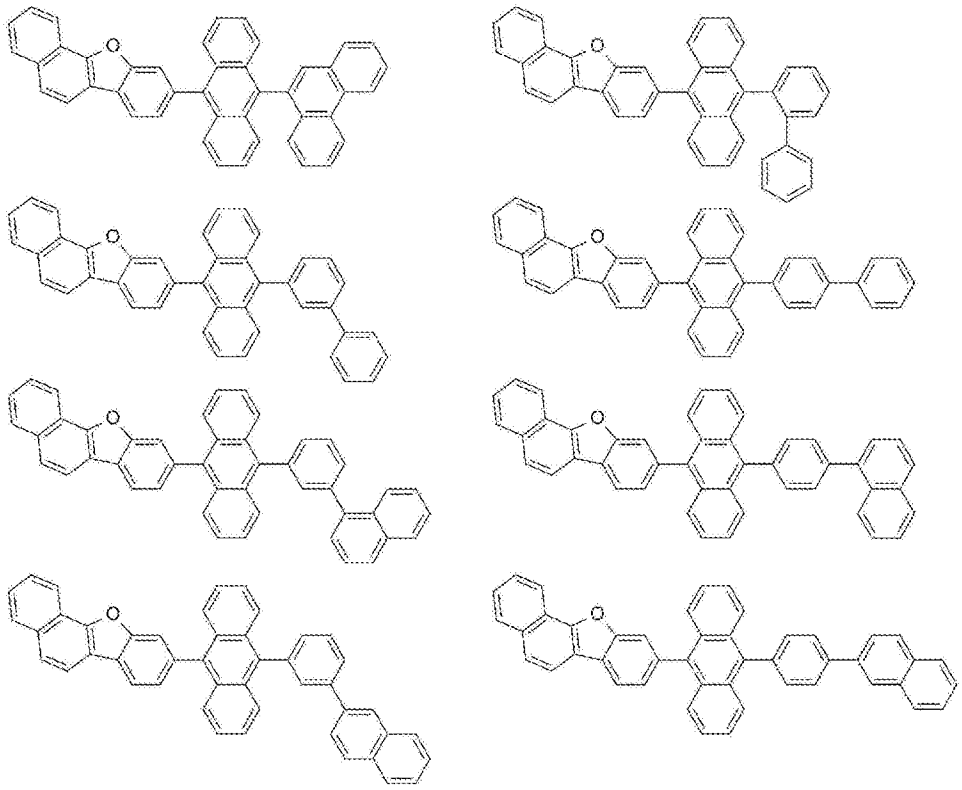


[0148] [化100]

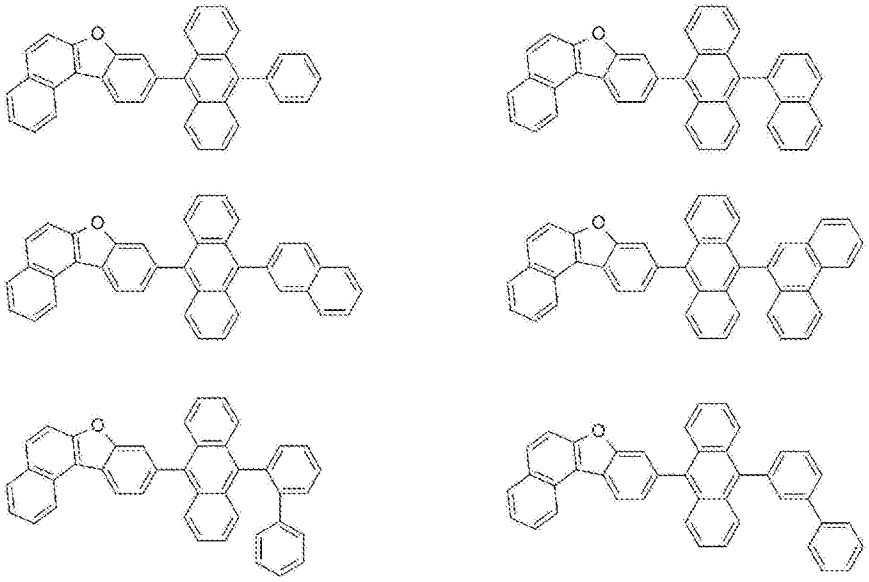


[0149]

[化101]

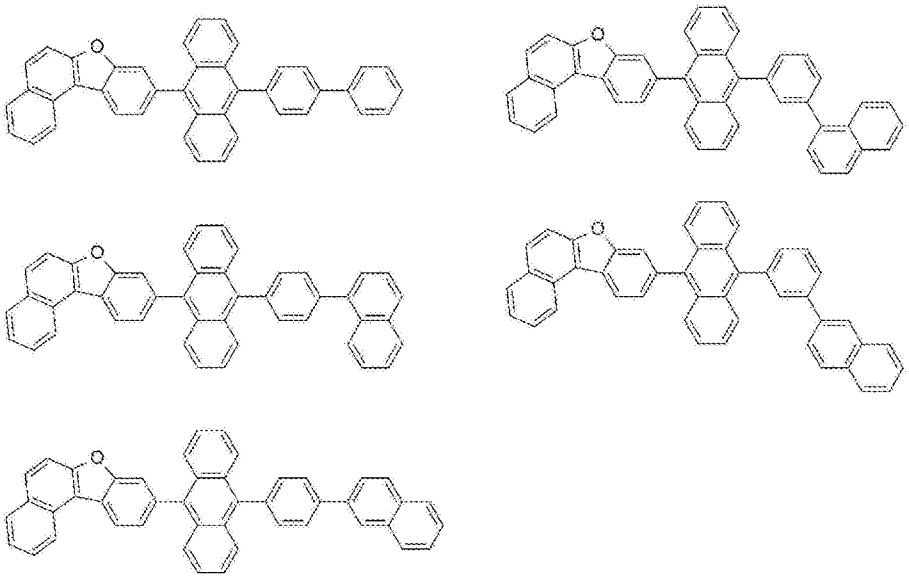


[0150] [化102]

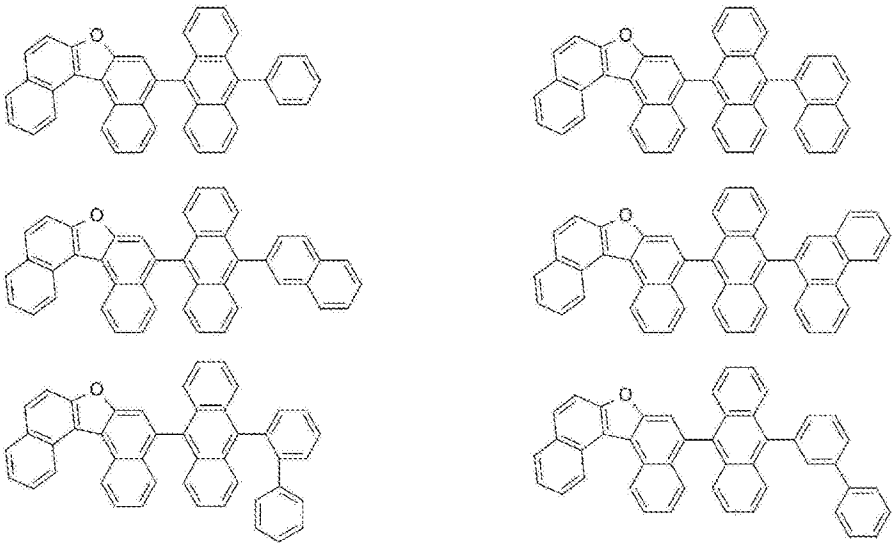


[0151]

[化103]

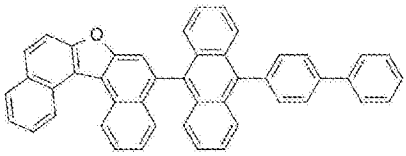


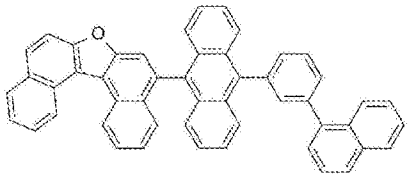
[0152] [化104]

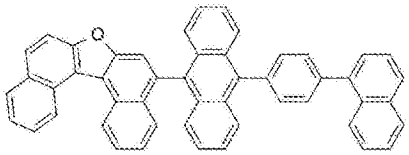


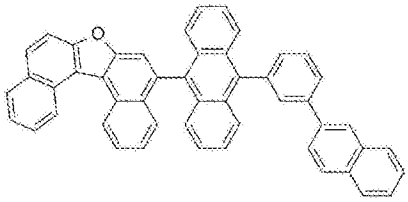
[0153]

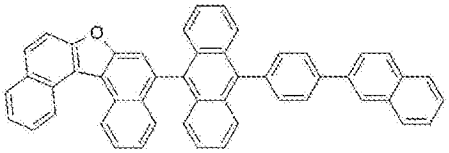
[化105]



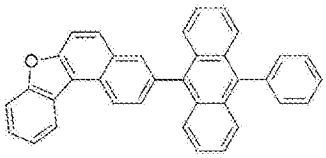


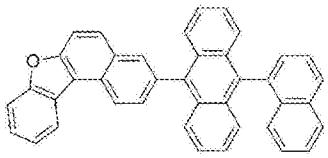


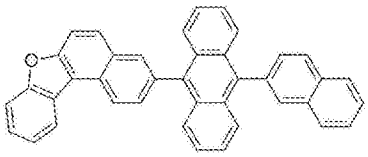


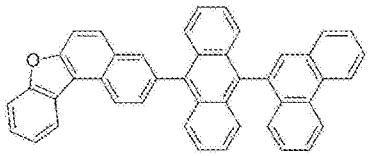


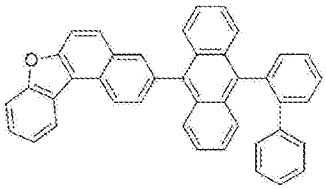
[0154] [化106]

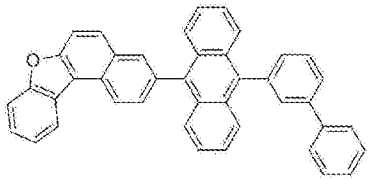






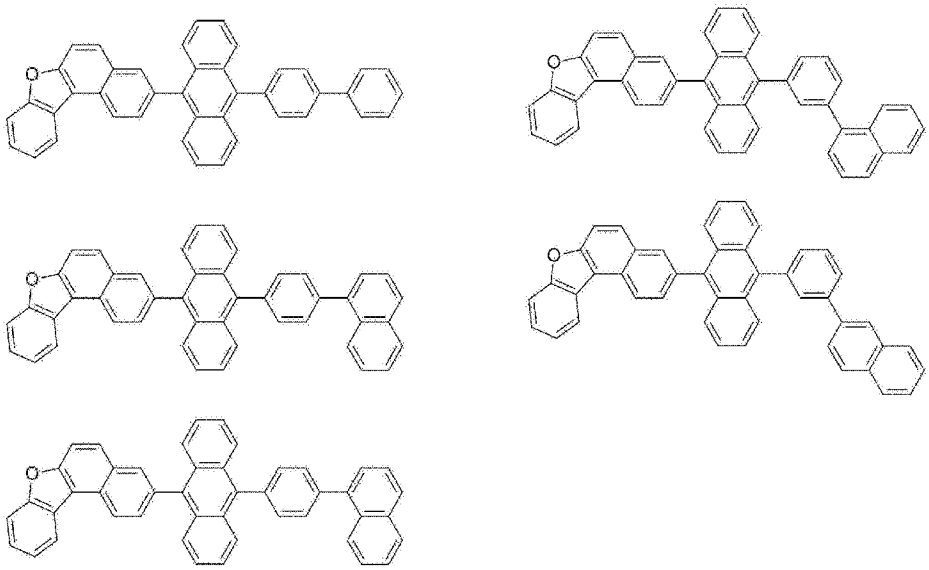




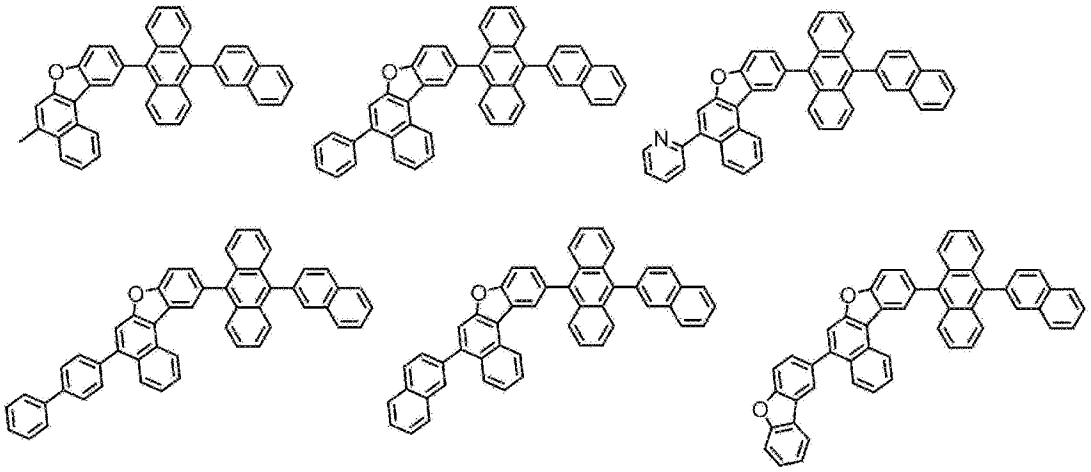


[0155]

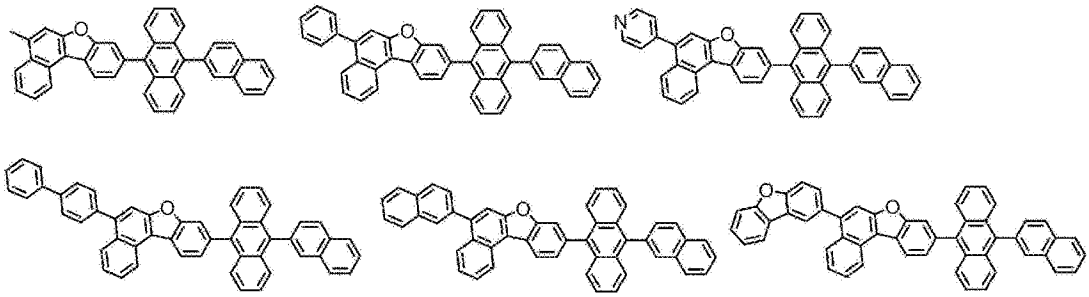
[化107]



[0156] [化108]

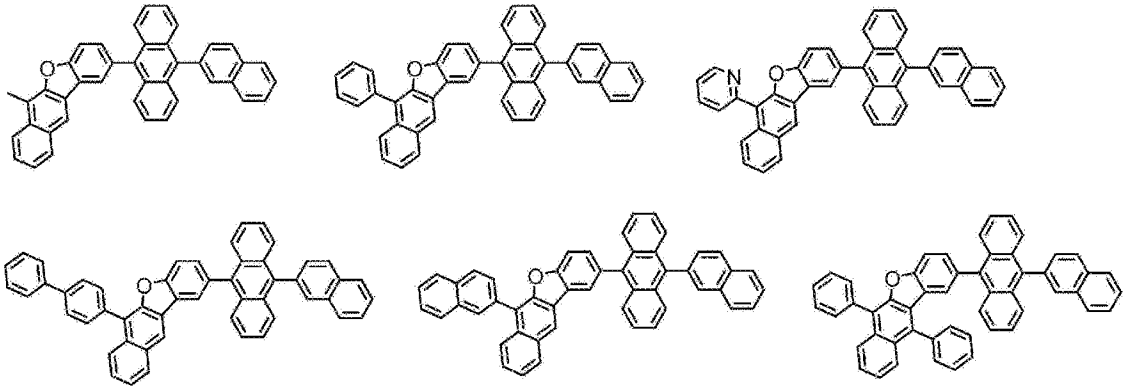


[0157] [化109]

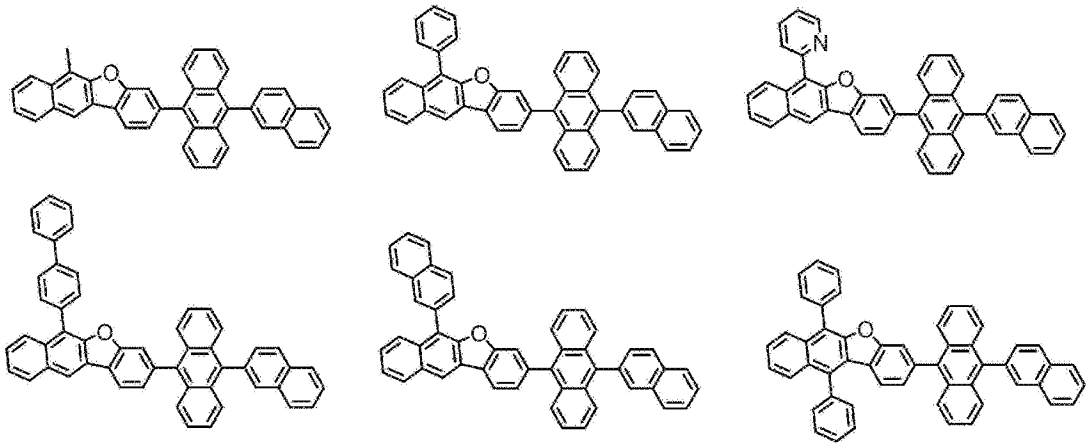


[0158]

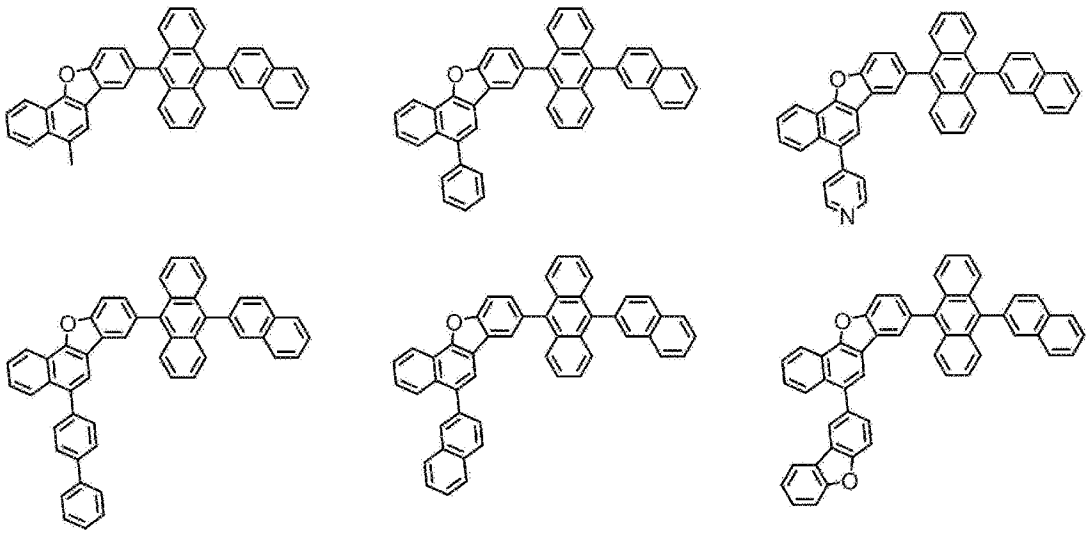
[化110]



[0159] [化111]

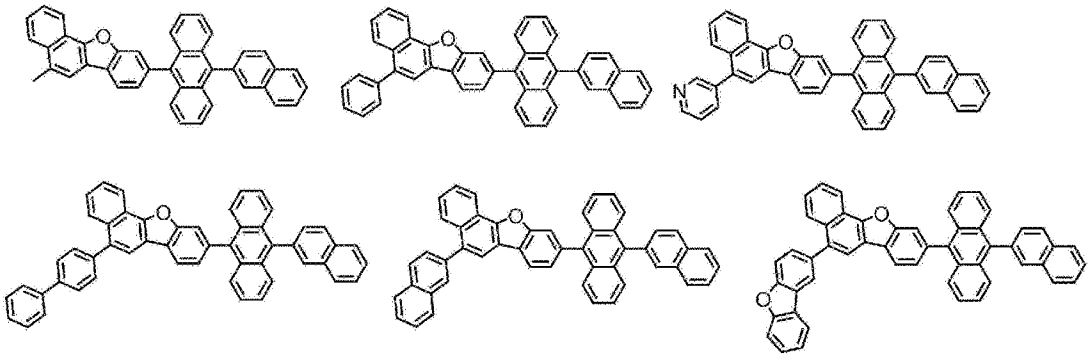


[0160] [化112]

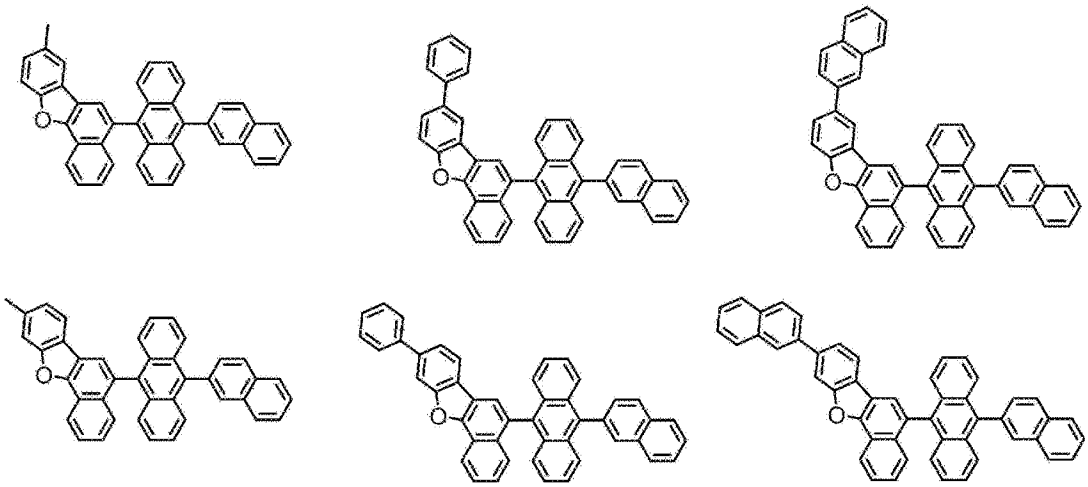


[0161]

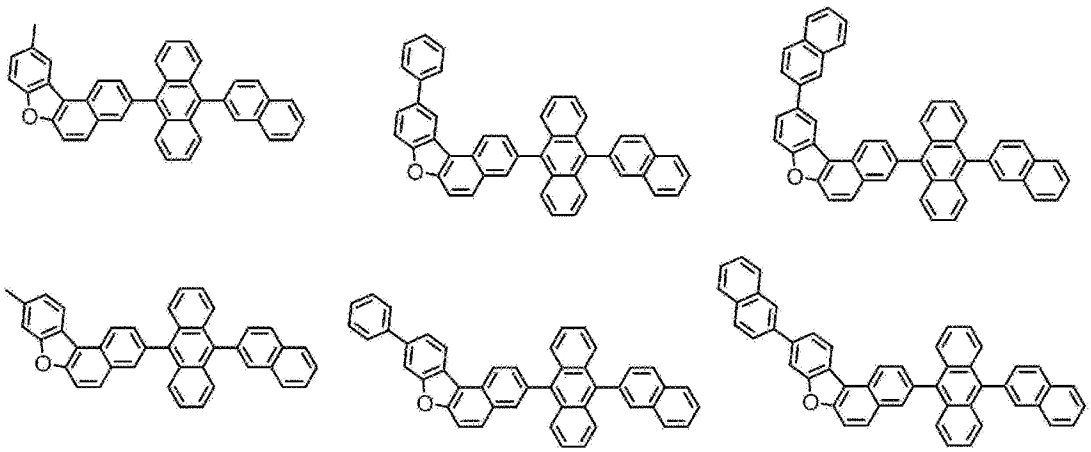
[化113]



[0162] [化114]

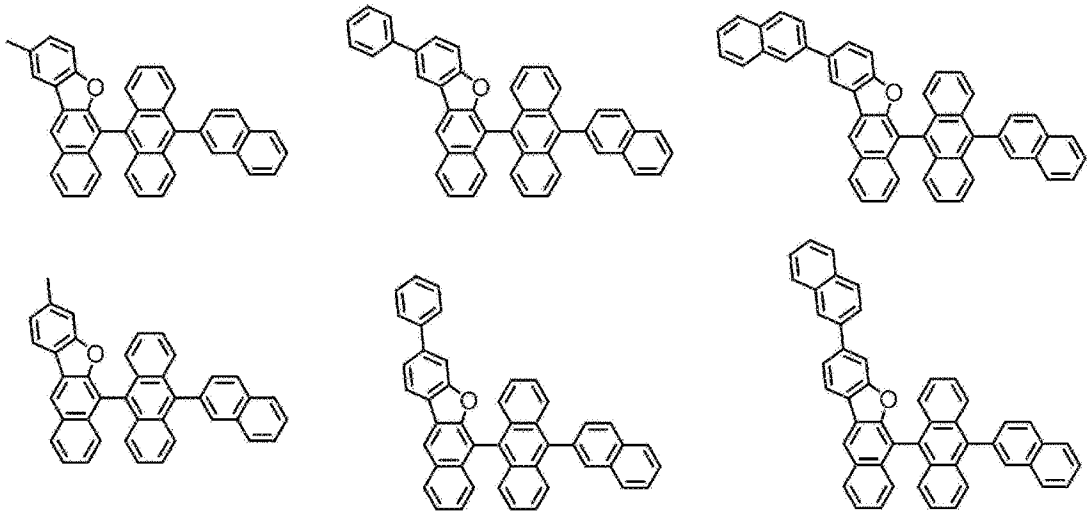


[0163] [化115]

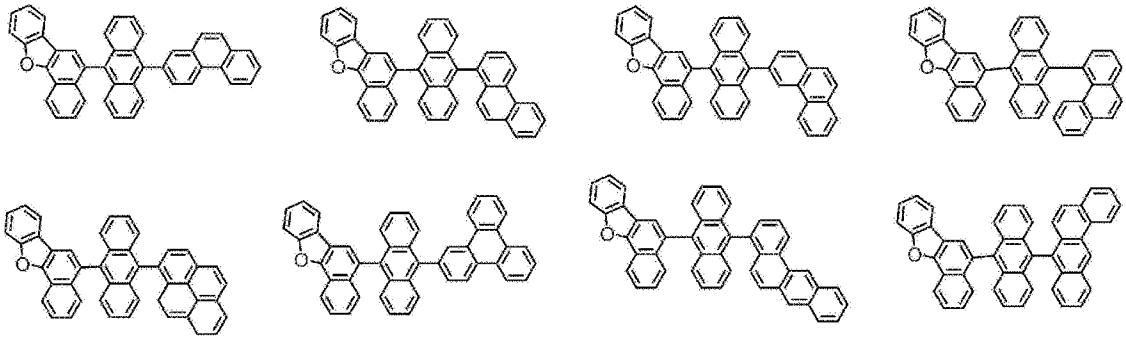


[0164]

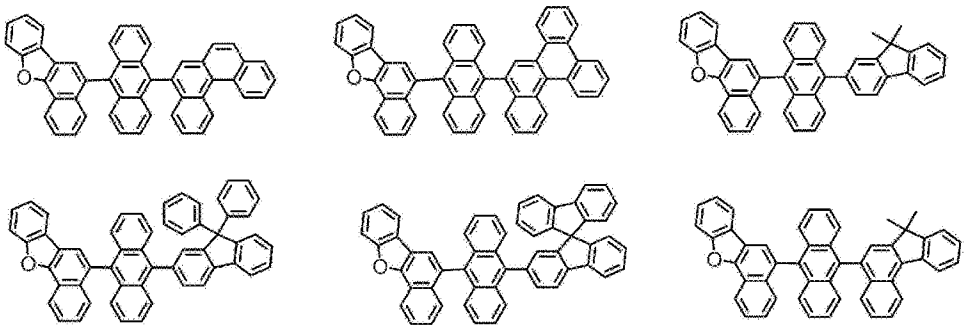
[化116]



[0165] [化117]

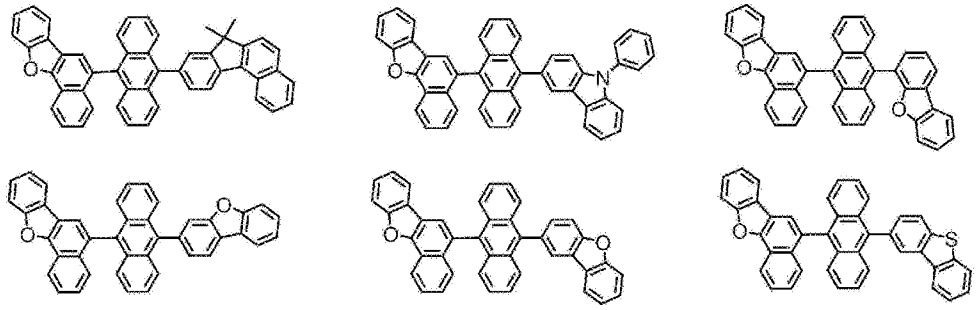


[0166] [化118]

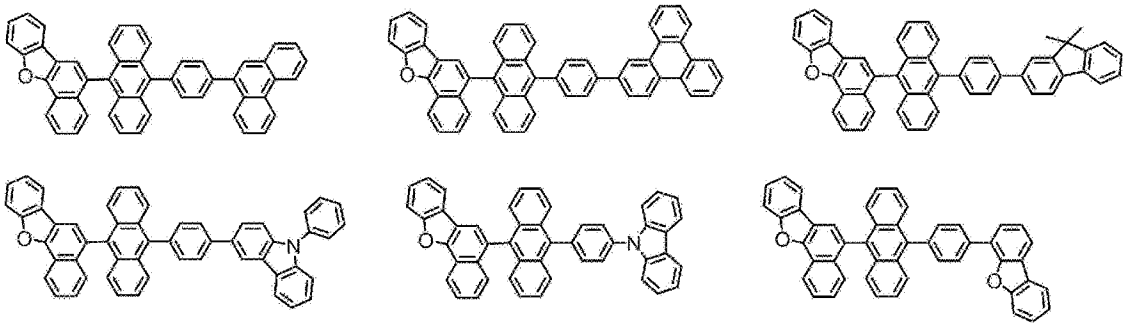


[0167]

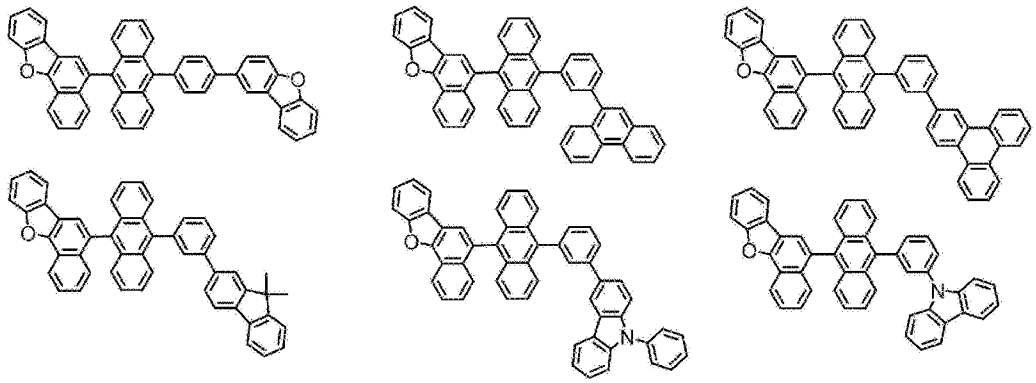
[化119]



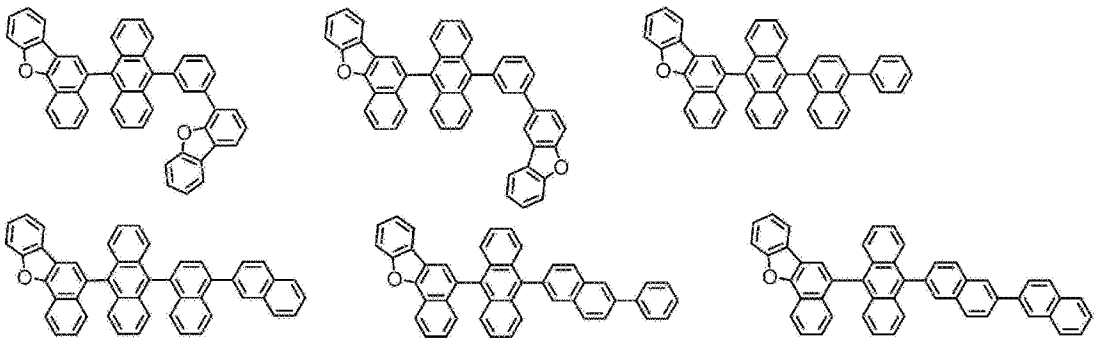
[0168] [化120]



[0169] [化121]

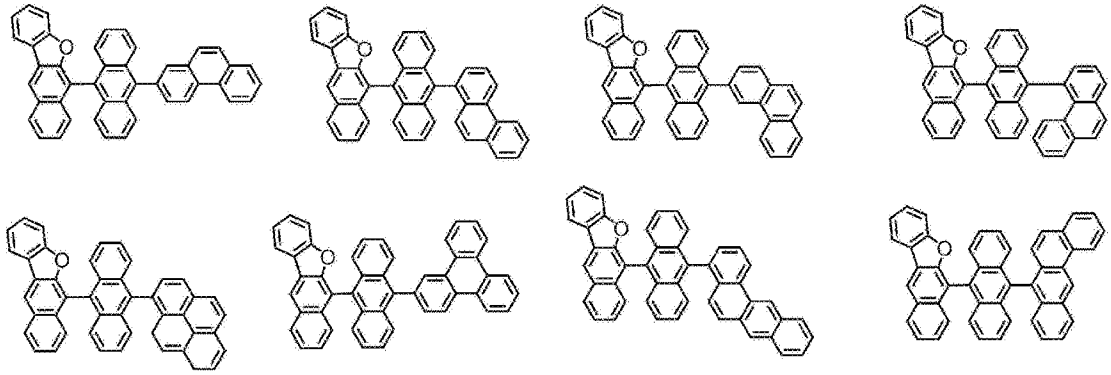


[0170] [化122]

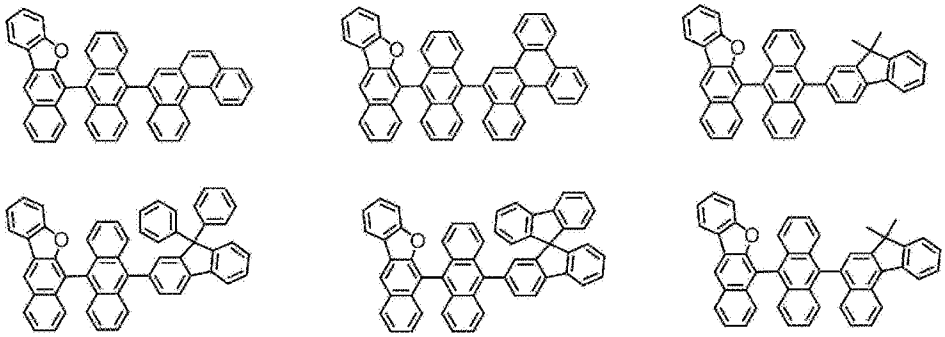


[0171]

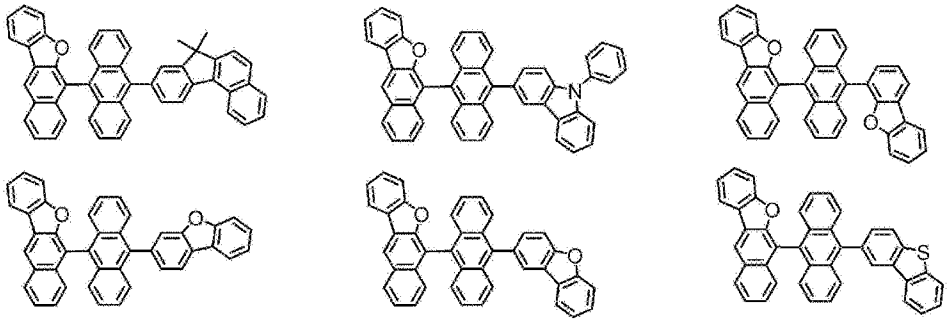
[化123]



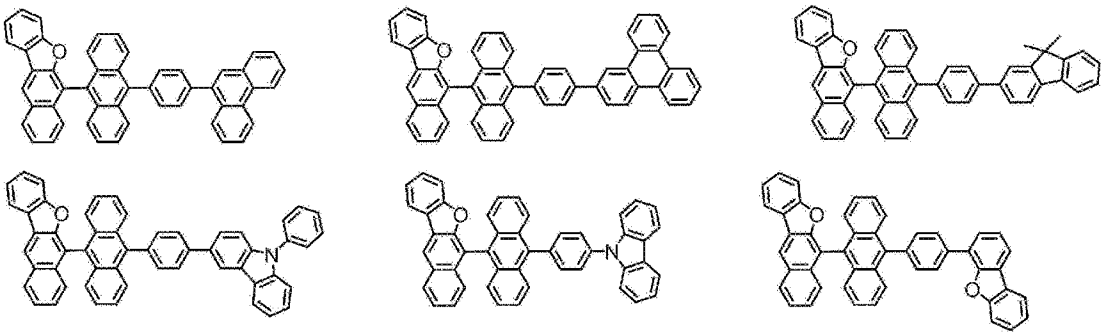
[0172] [化124]



[0173] [化125]

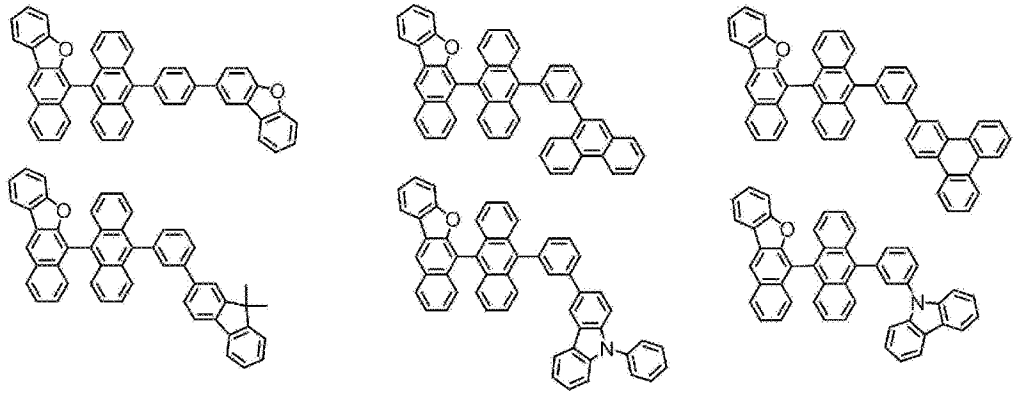


[0174] [化126]

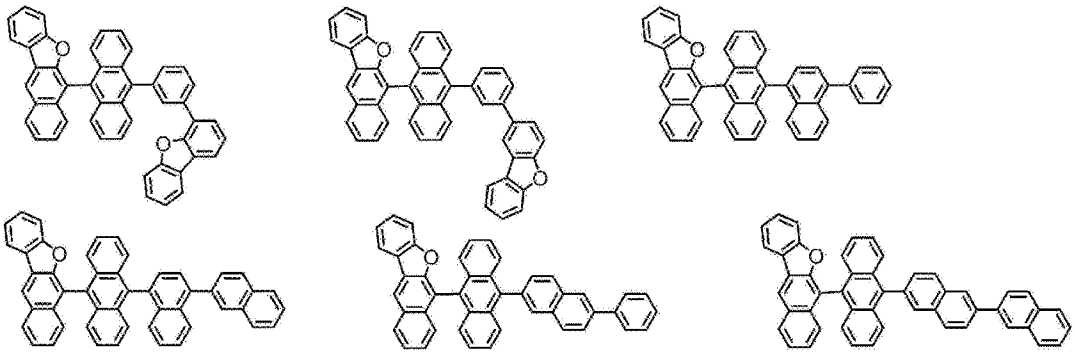


[0175]

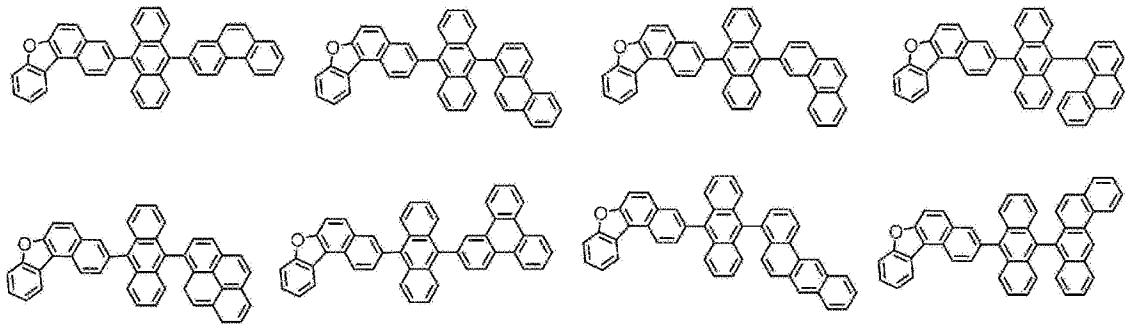
[化127]



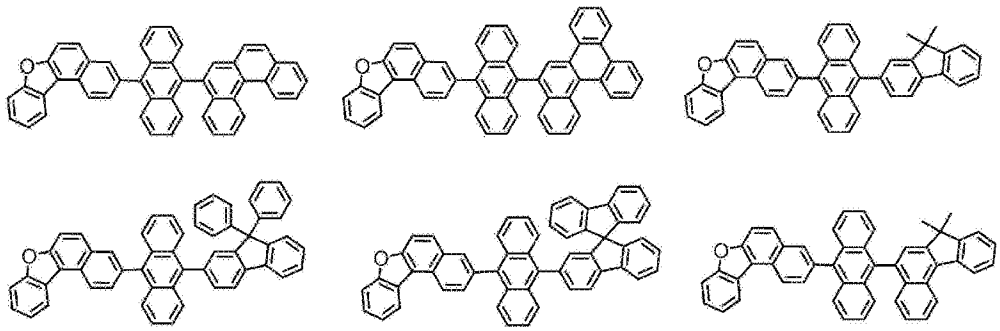
[0176] [化128]



[0177] [化129]

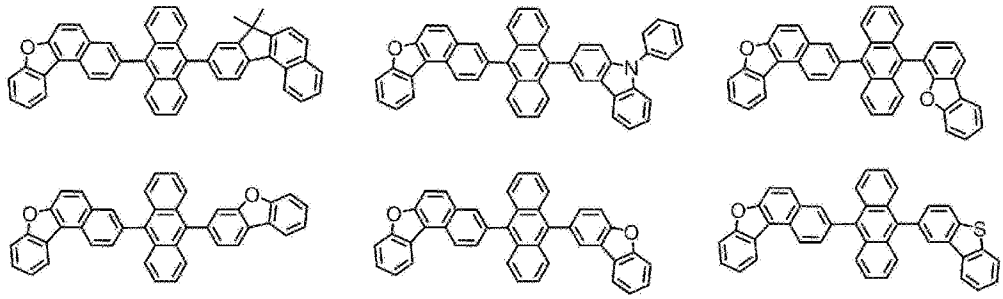


[0178] [化130]

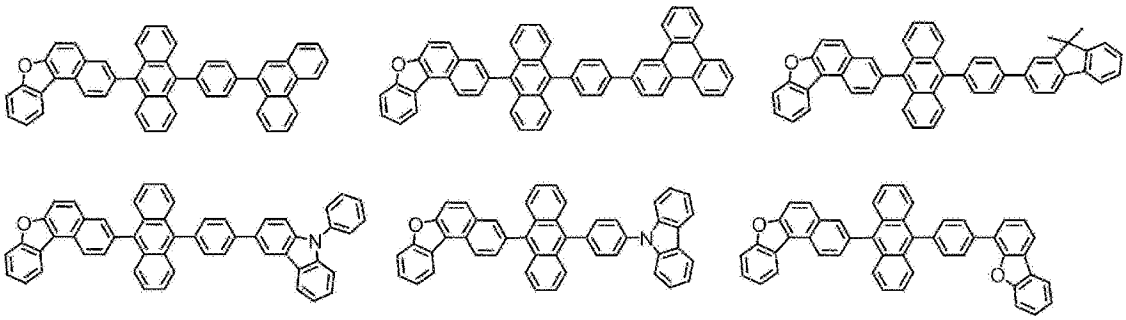


[0179]

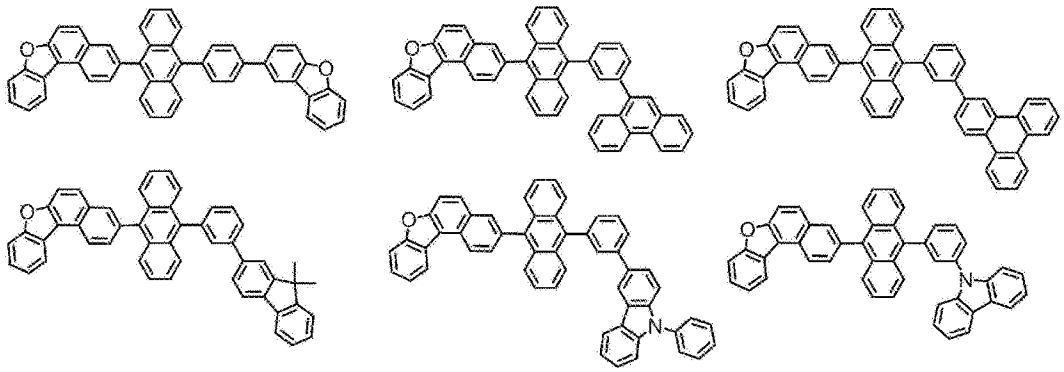
[化131]



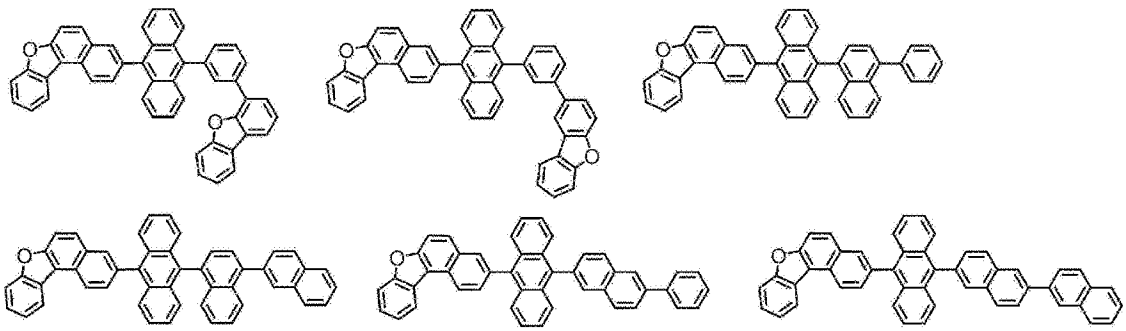
[0180] [化132]



[0181] [化133]

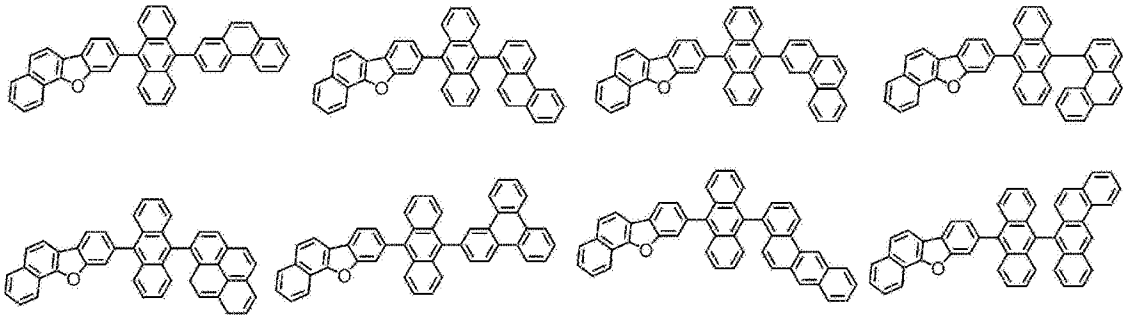


[0182] [化134]

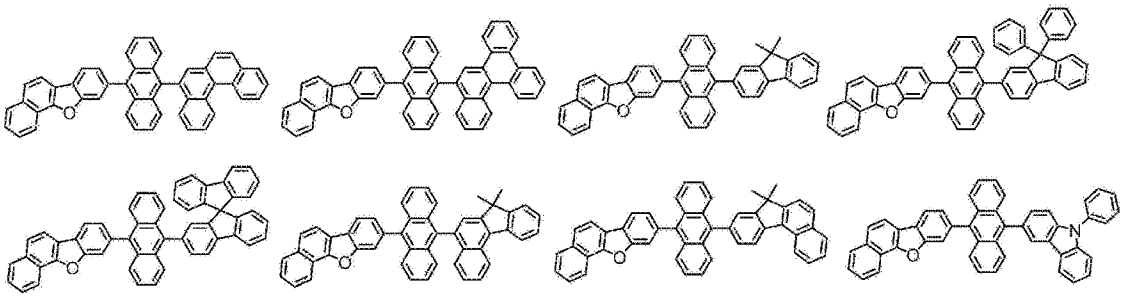


[0183]

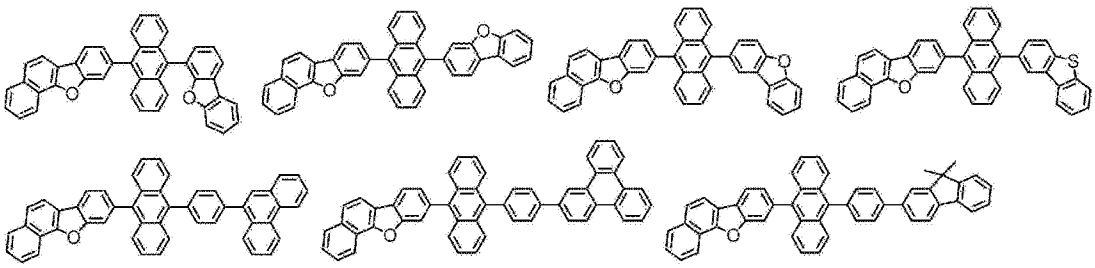
[化135]



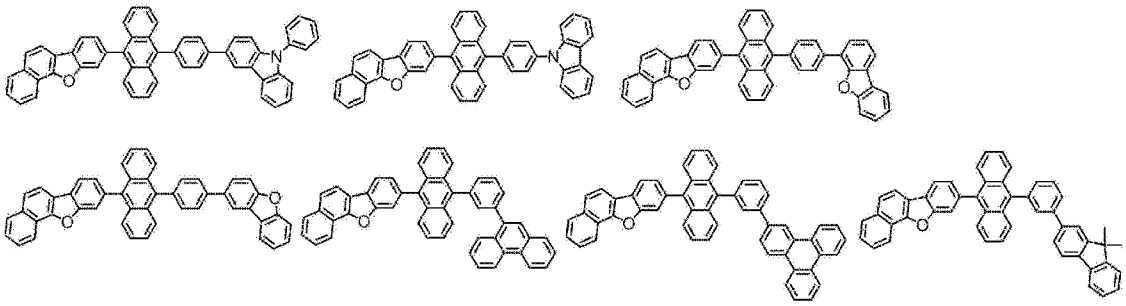
[0184] [化136]



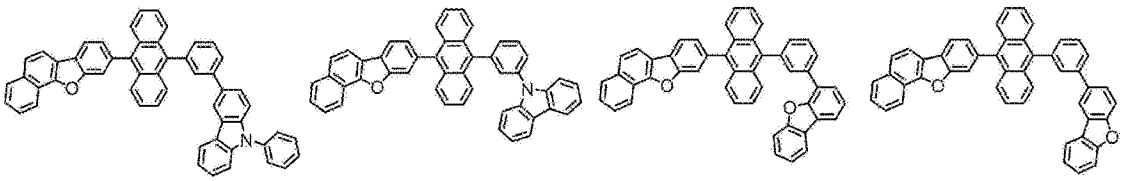
[0185] [化137]



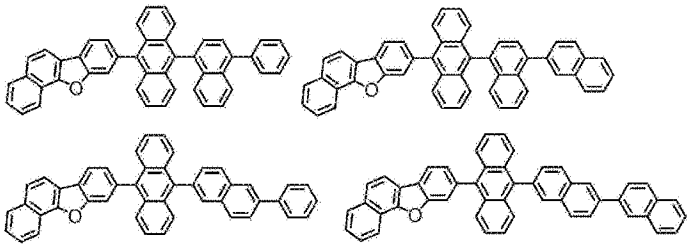
[0186] [化138]



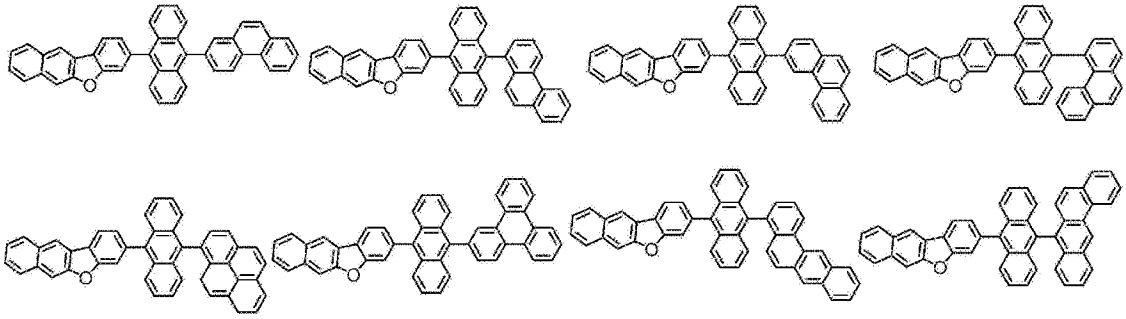
[0187] [化139]



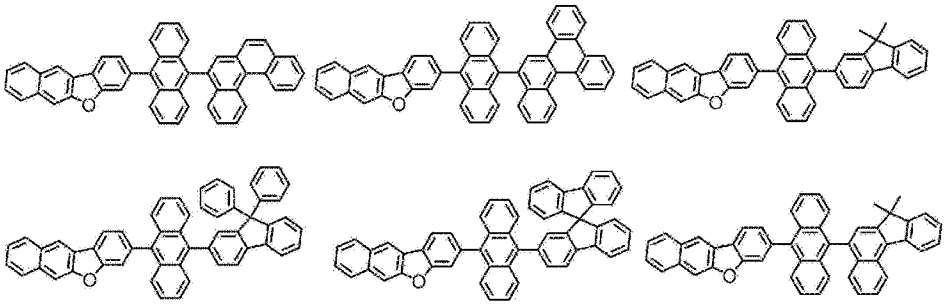
[0188] [化140]



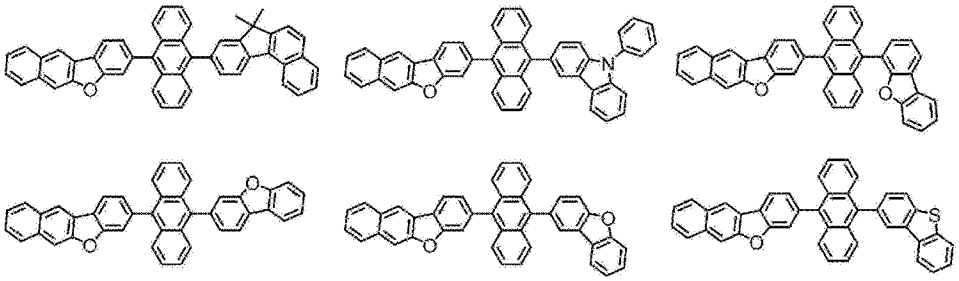
[0189] [化141]



[0190] [化142]

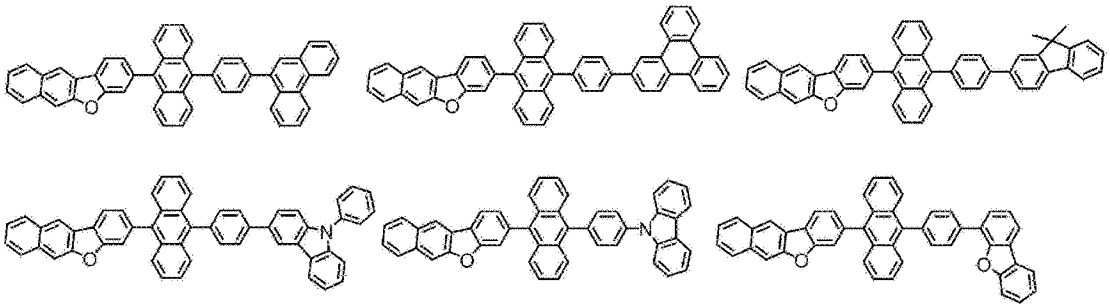


[0191] [化143]

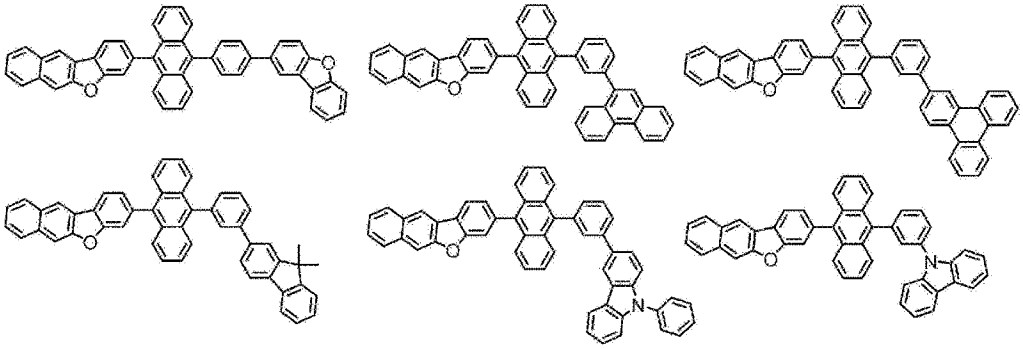


[0192]

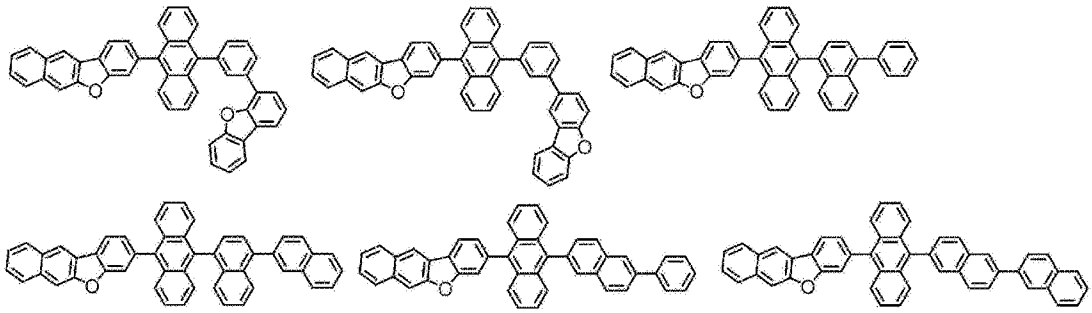
[化144]



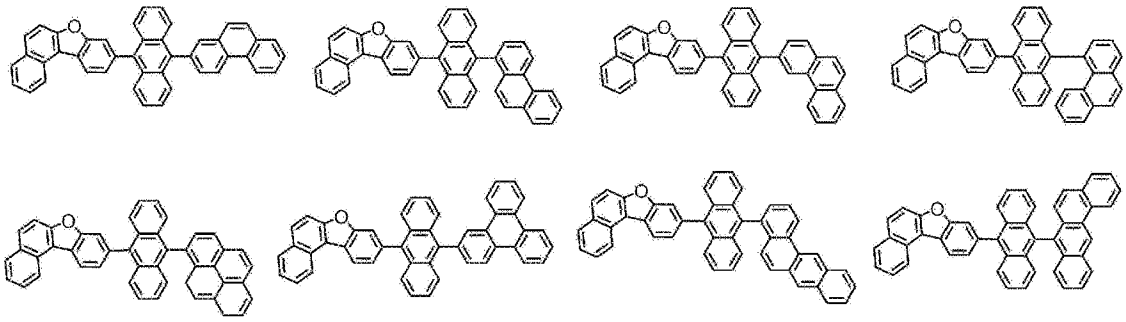
[0193] [化145]



[0194] [化146]

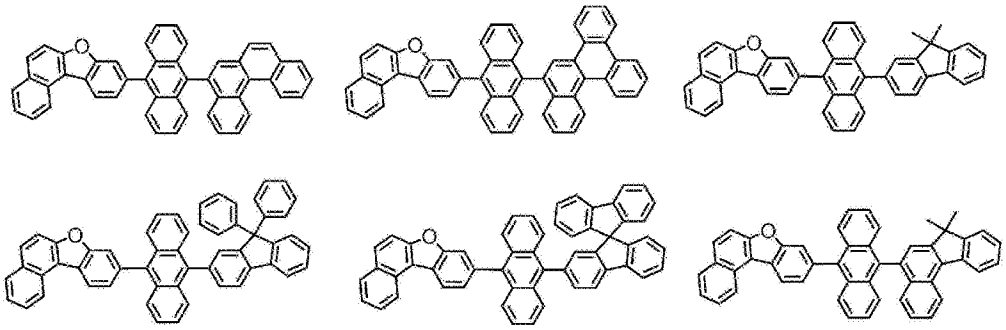


[0195] [化147]

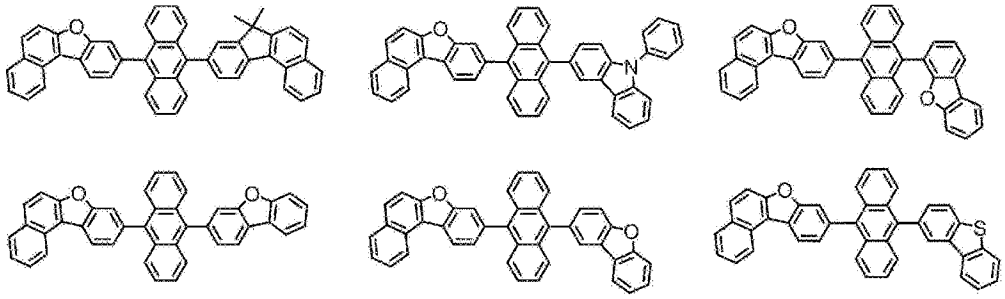


[0196]

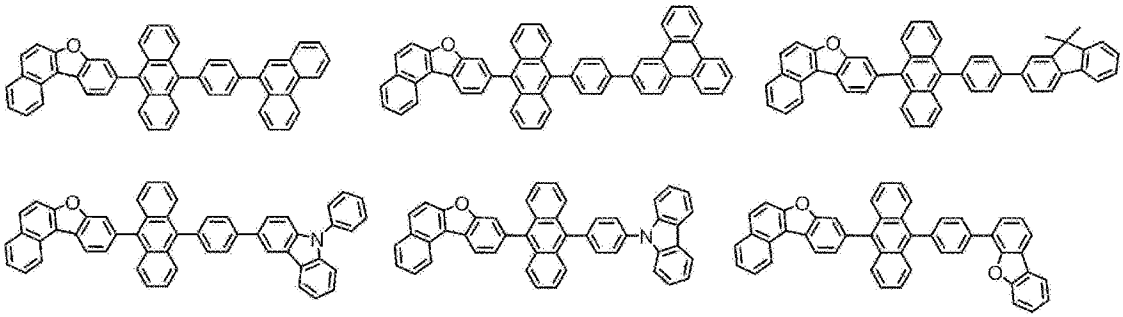
[化148]



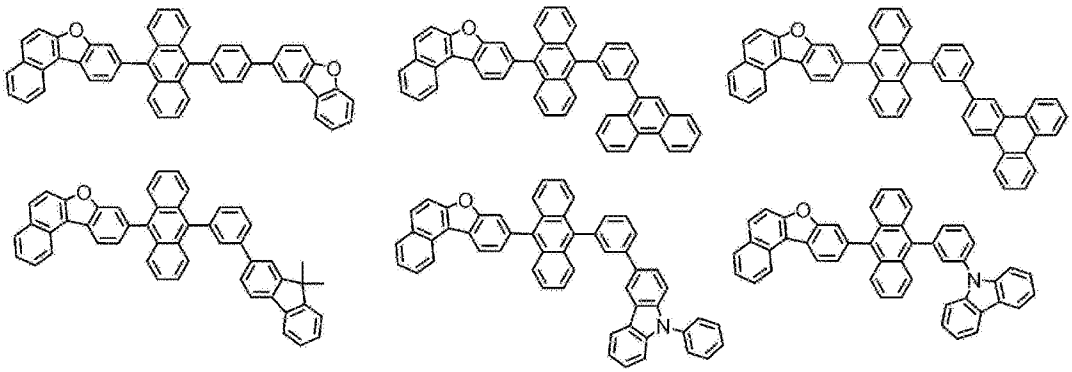
[0197] [化149]



[0198] [化150]

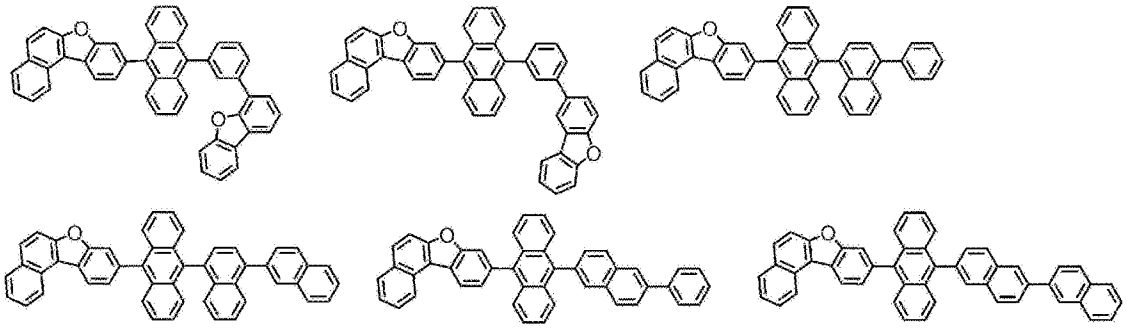


[0199] [化151]

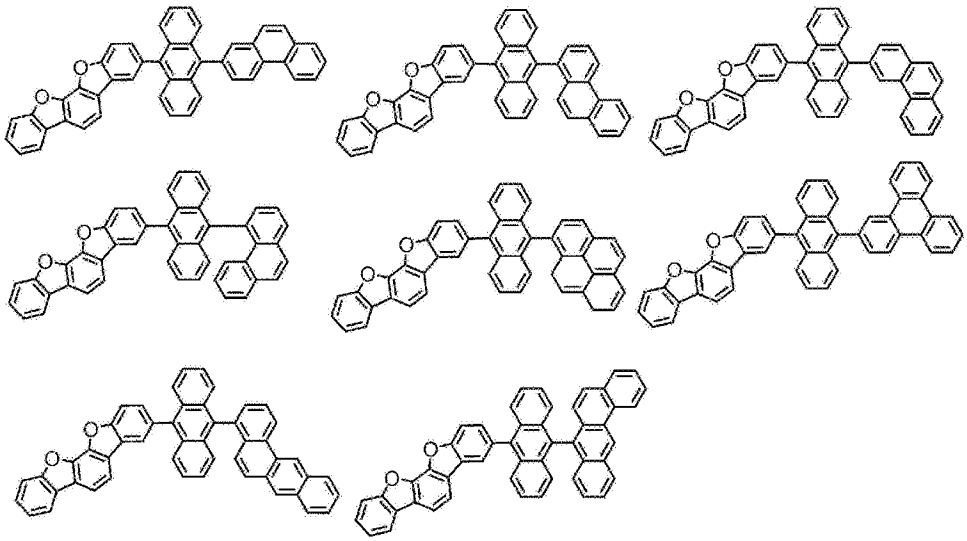


[0200]

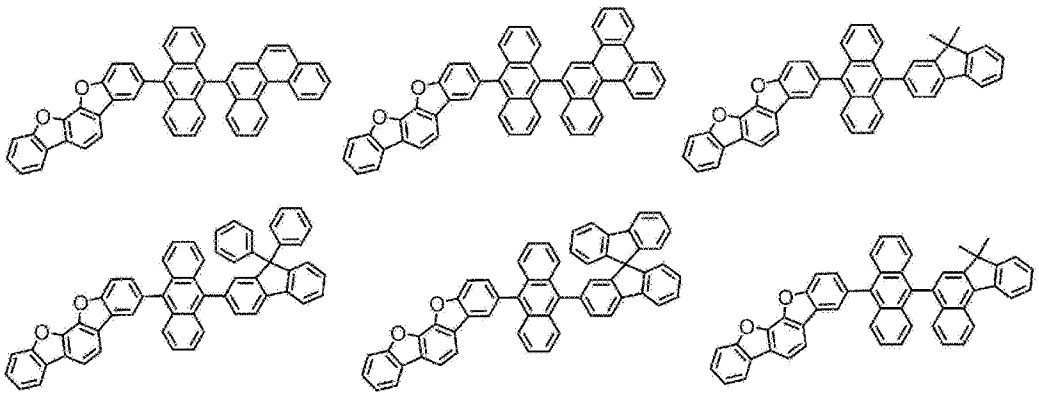
[化152]



[0201] [化153]

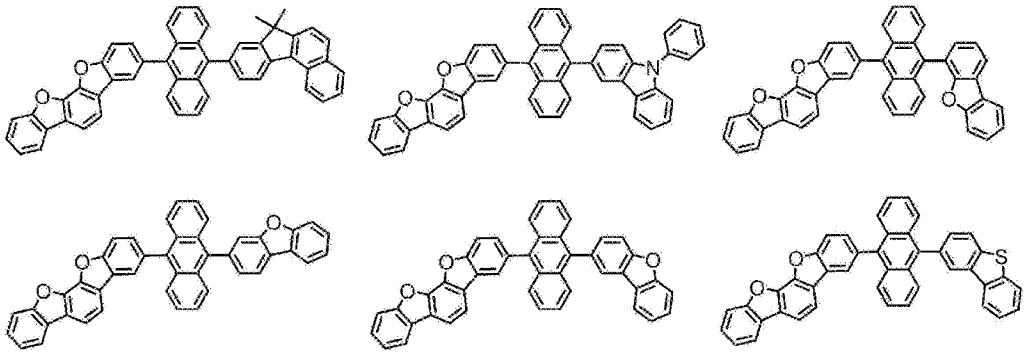


[0202] [化154]

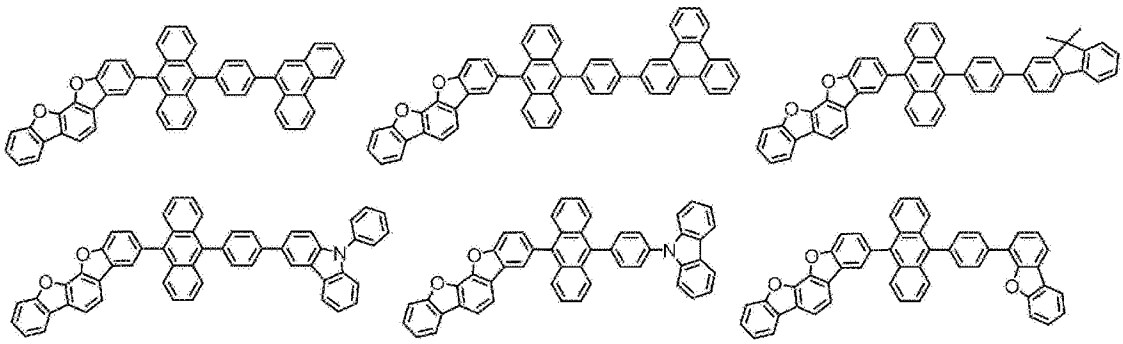


[0203]

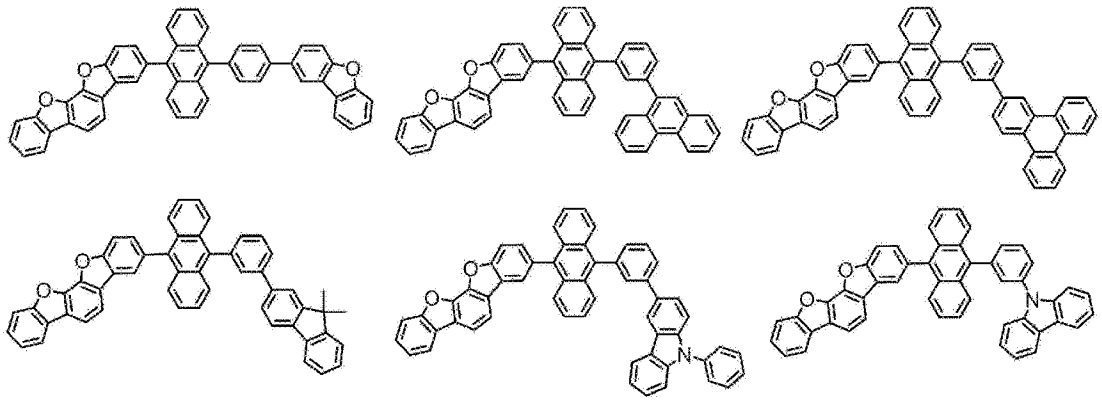
[化155]



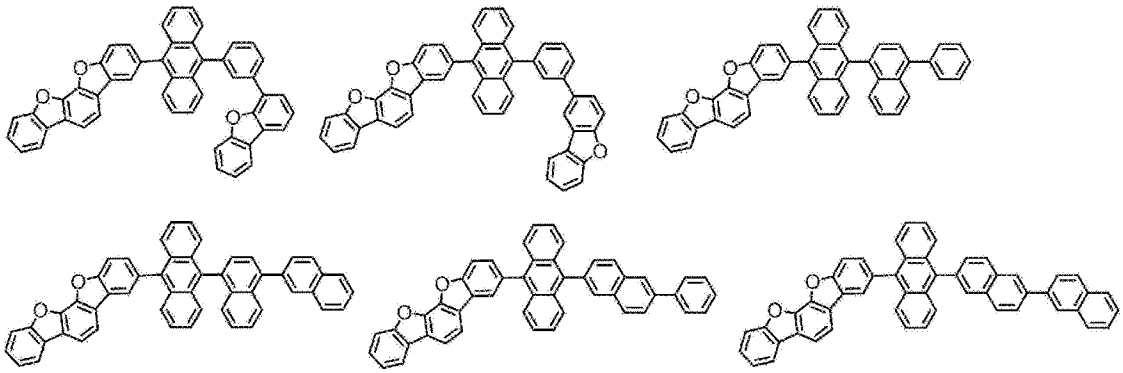
[0204] [化156]



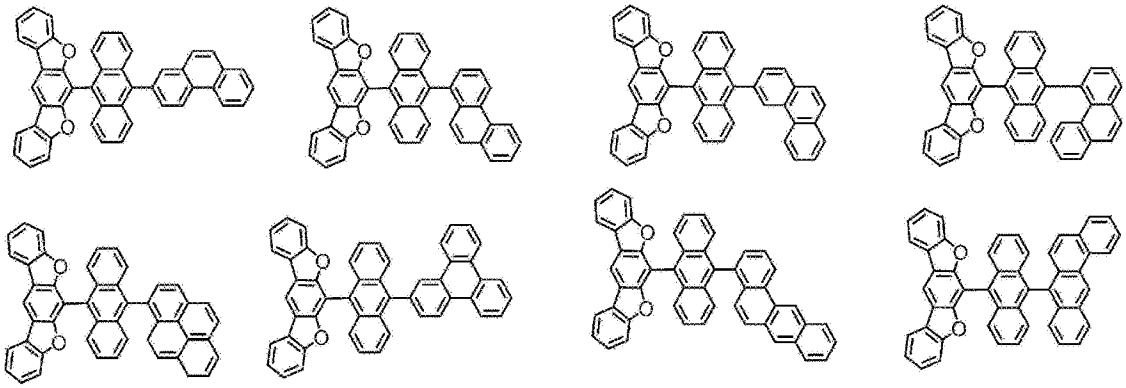
[0205] [化157]



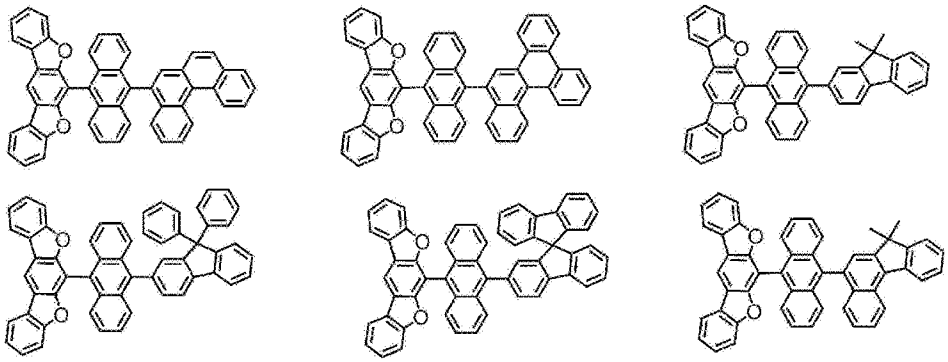
[0206] [化158]



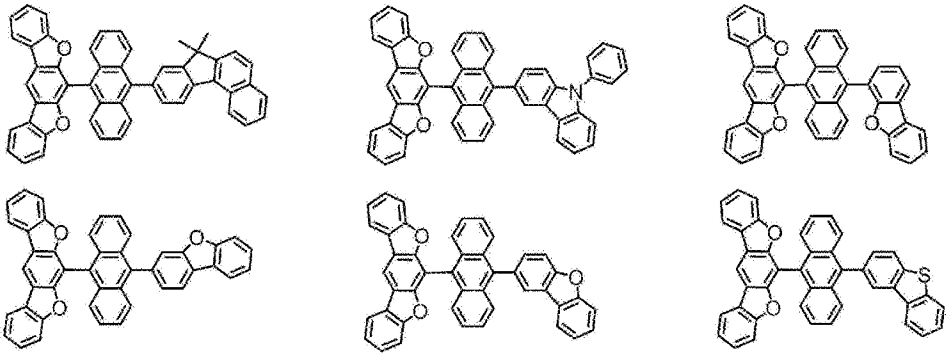
[0207] [化159]



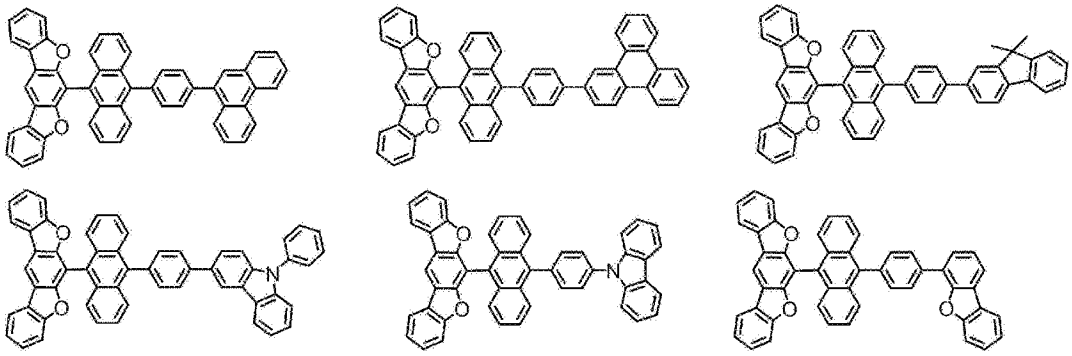
[0208] [化160]



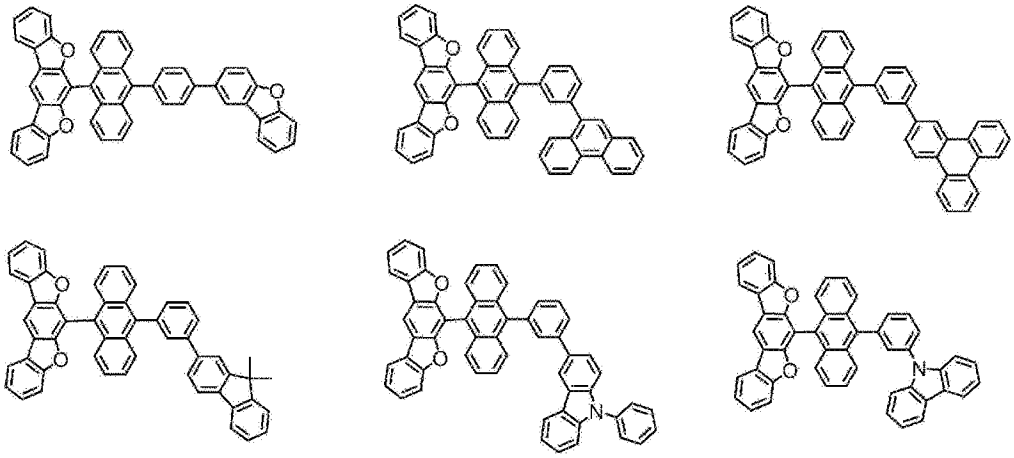
[0209] [化161]



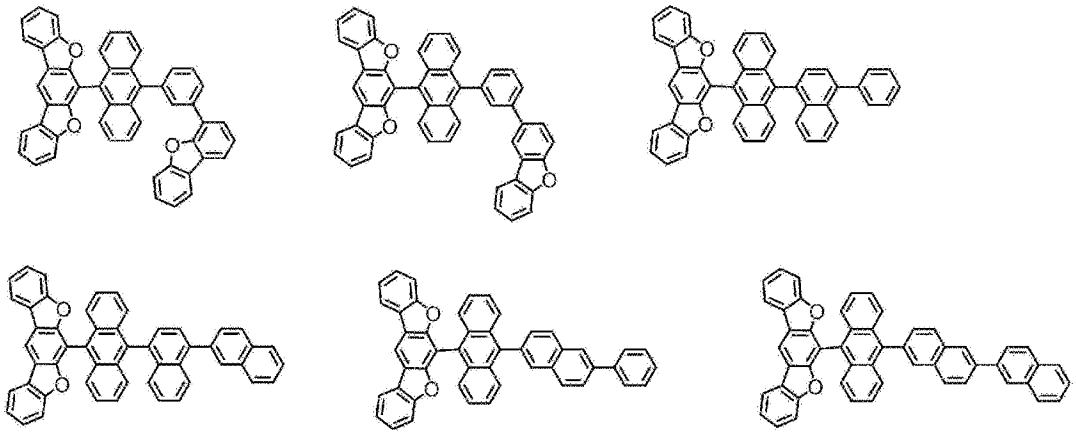
[0210] [化162]



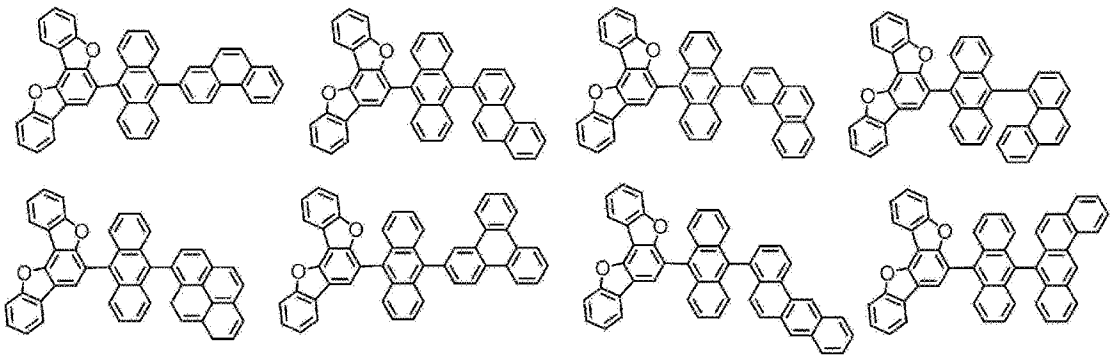
[0211] [化163]



[0212] [化164]

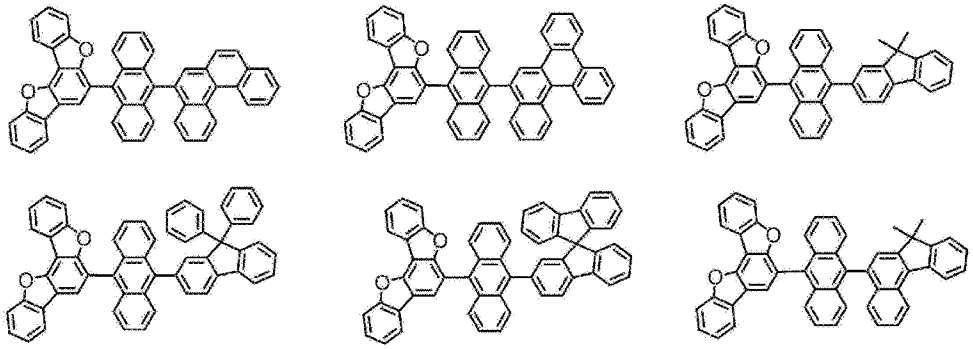


[0213] [化165]

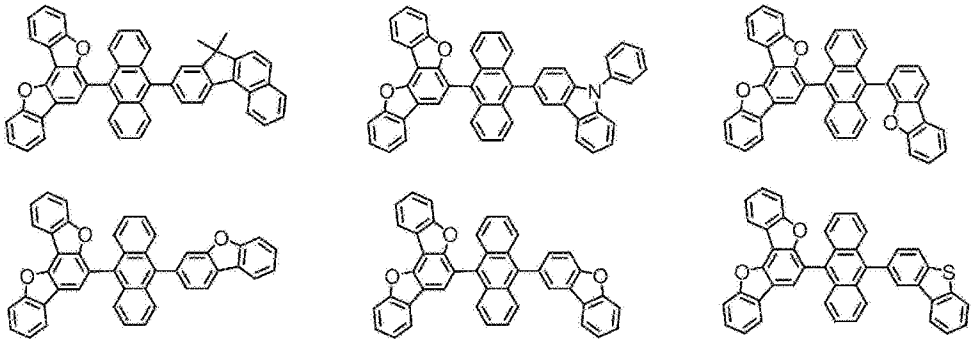


[0214]

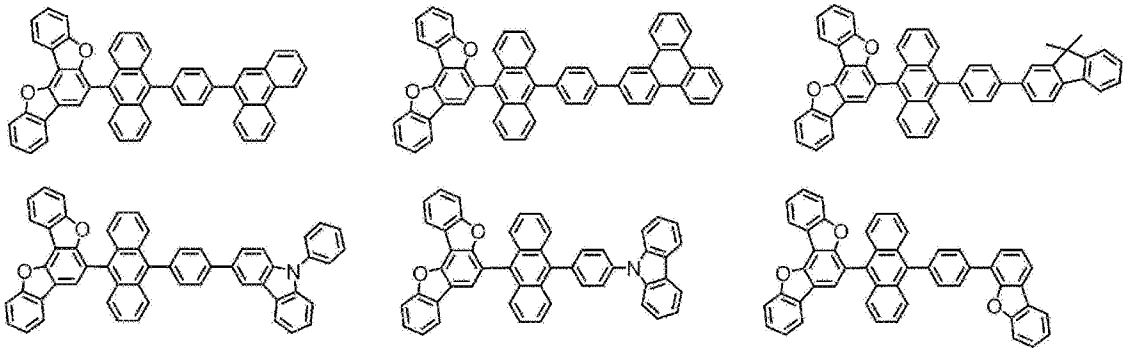
[化166]



[0215] [化167]

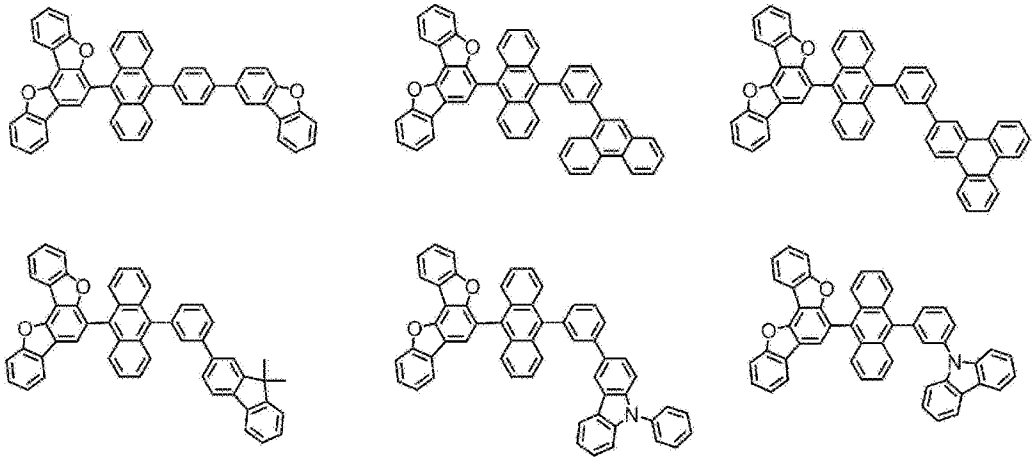


[0216] [化168]

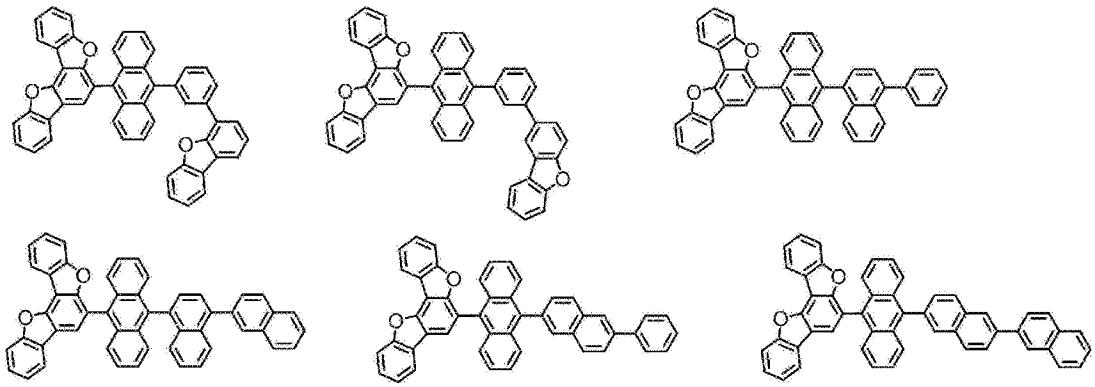


[0217]

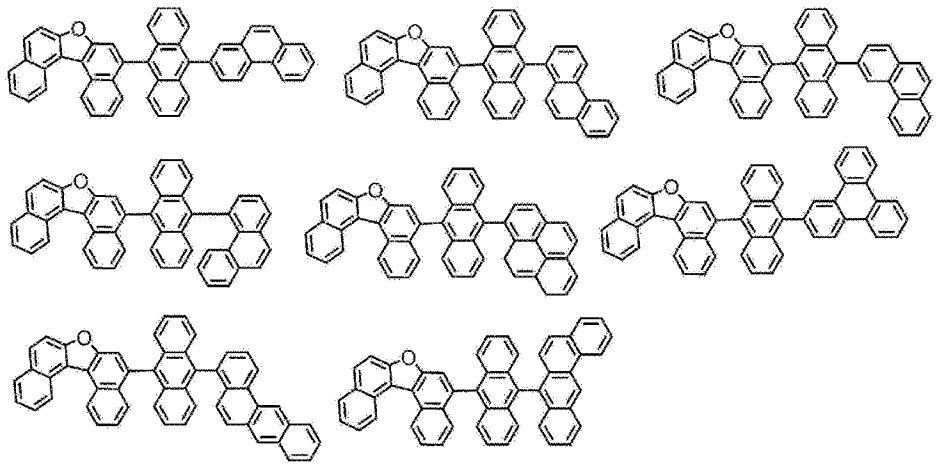
[化169]



[0218] [化170]

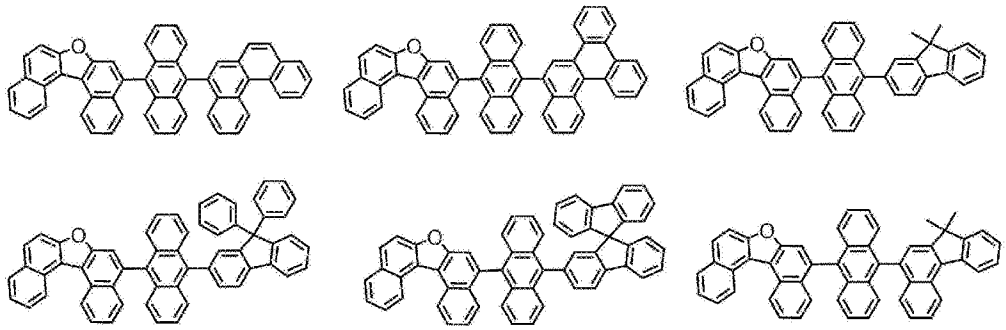


[0219] [化171]

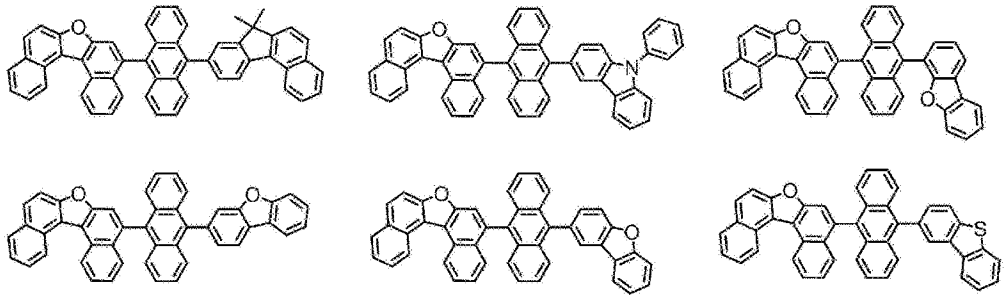


[0220]

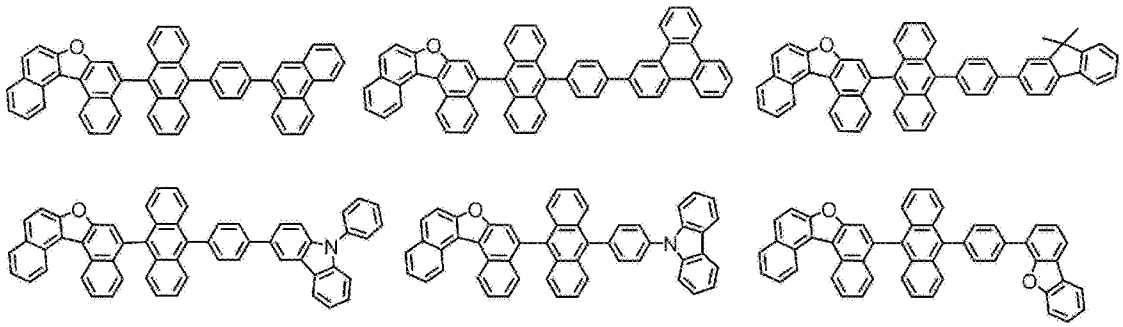
[化172]



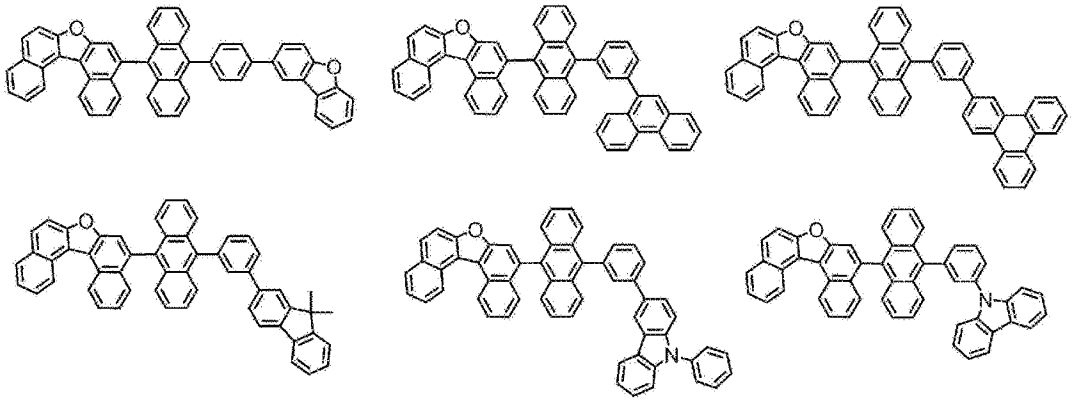
[0221] [化173]



[0222] [化174]

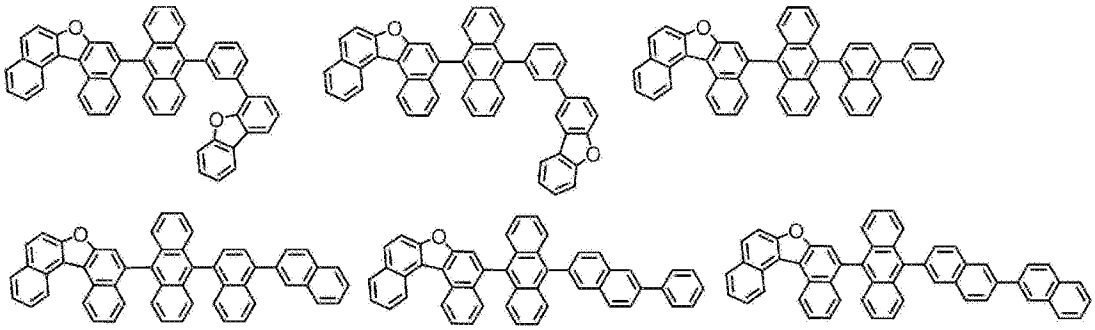


[0223] [化175]

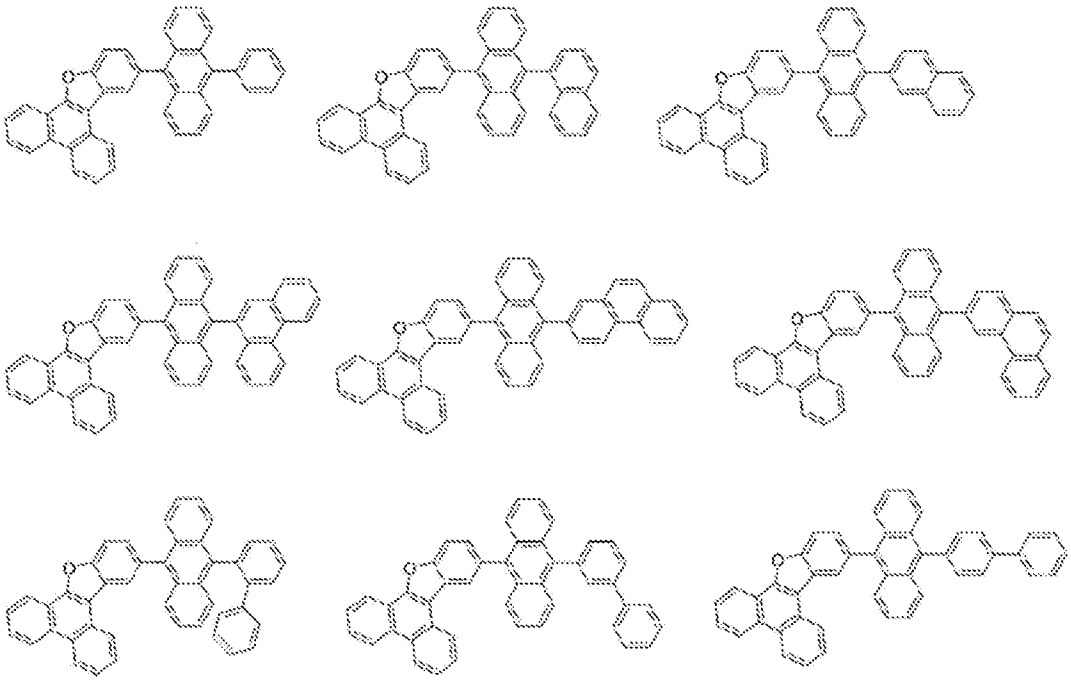


[0224]

[化176]

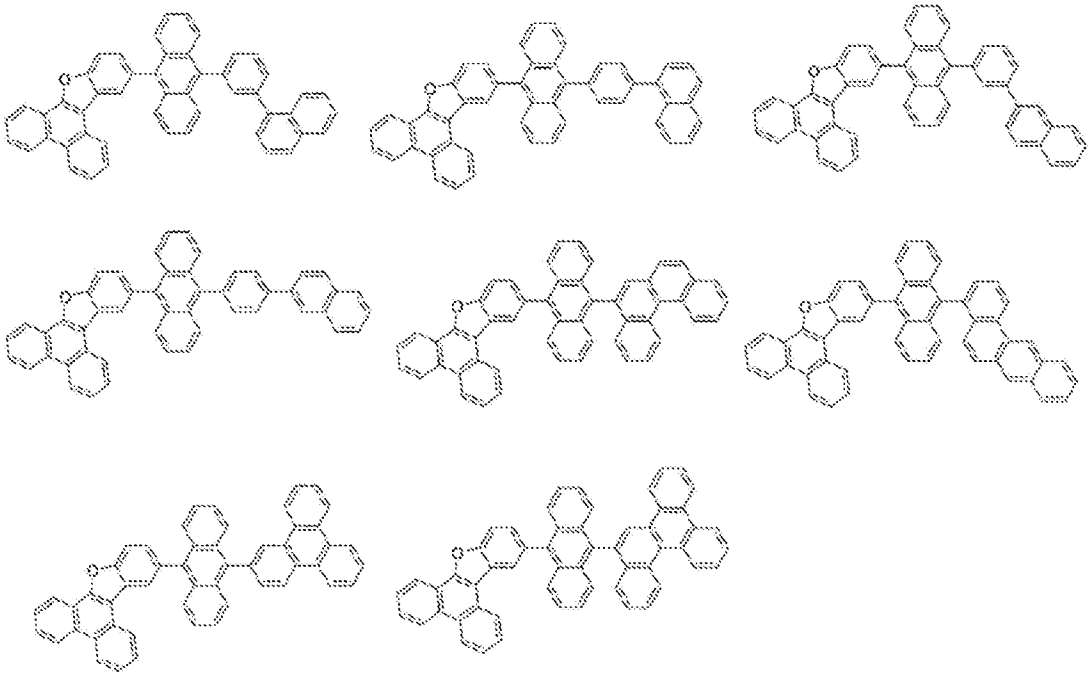


[0225] [化177]

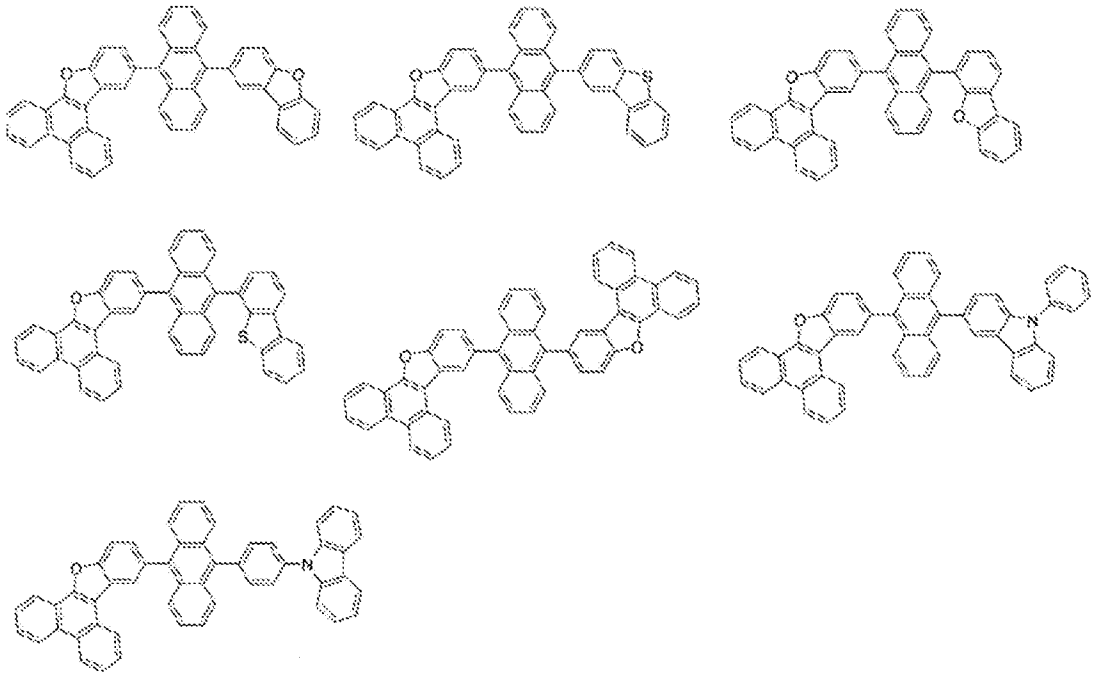


[0226]

[化178]

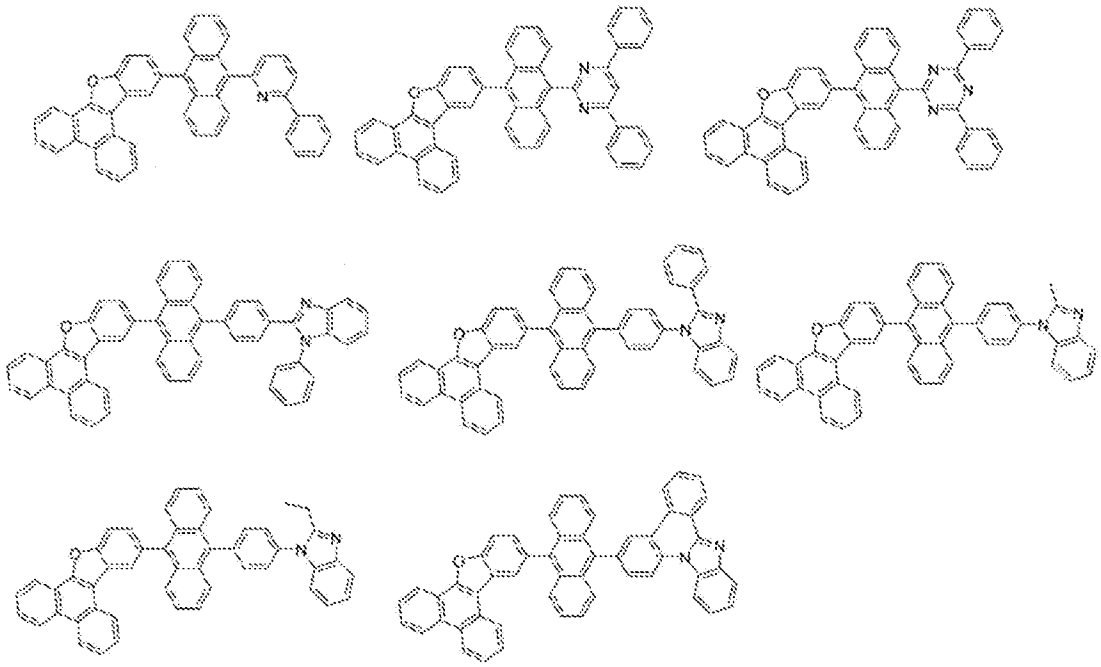


[0227] [化179]

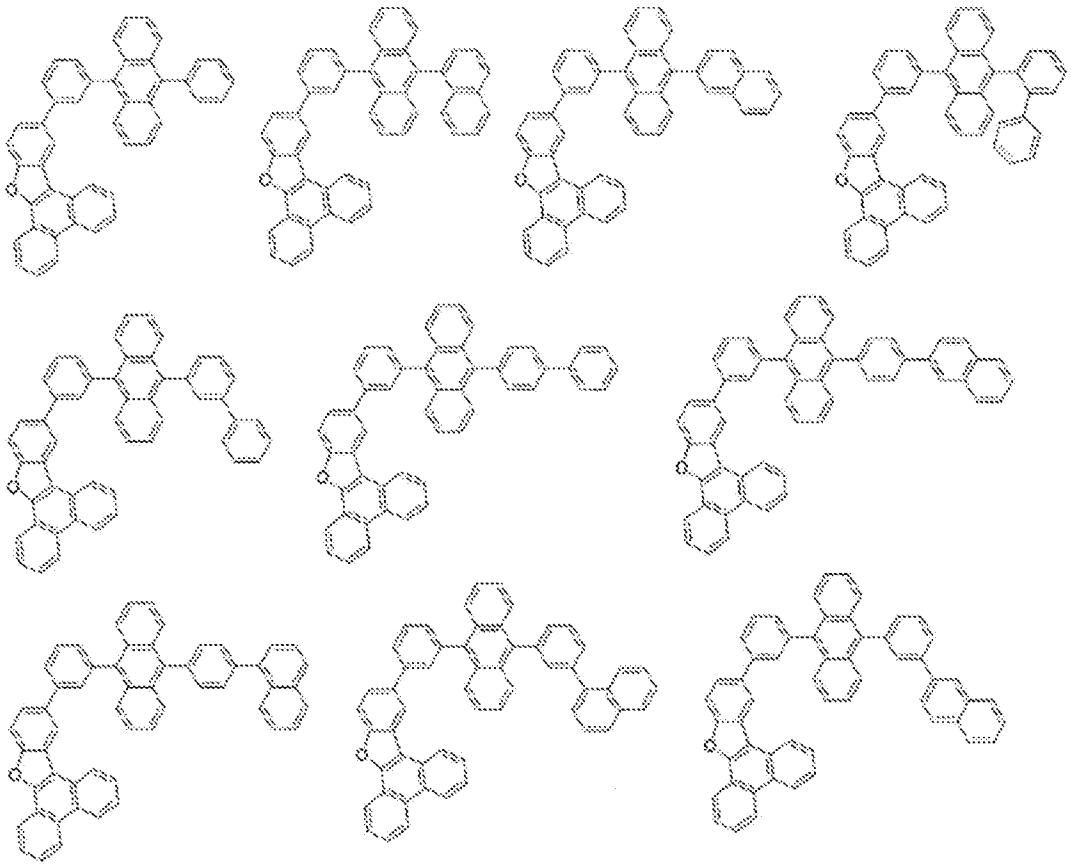


[0228]

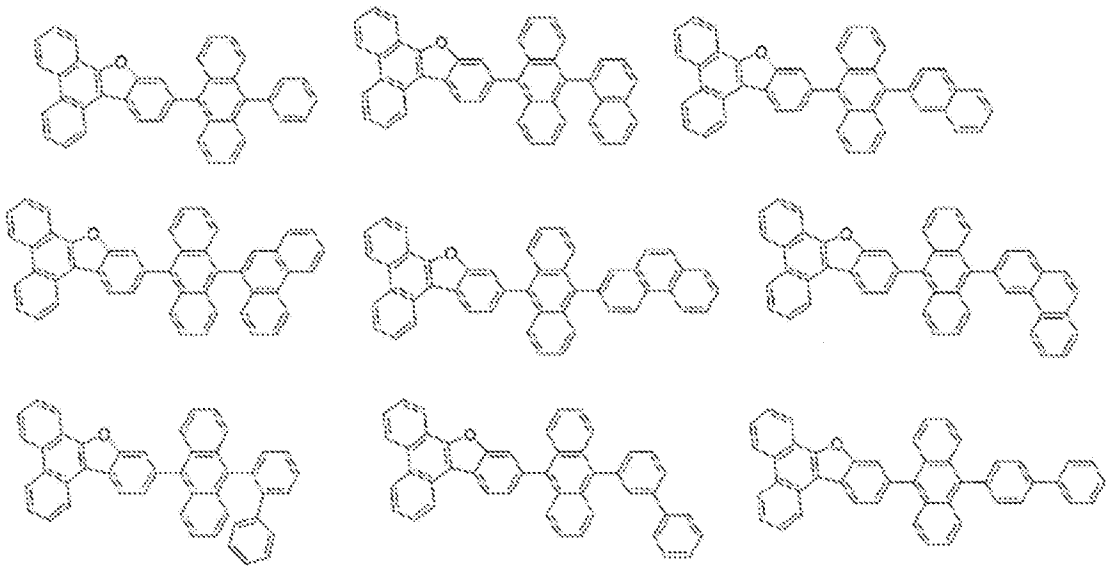
[化180]



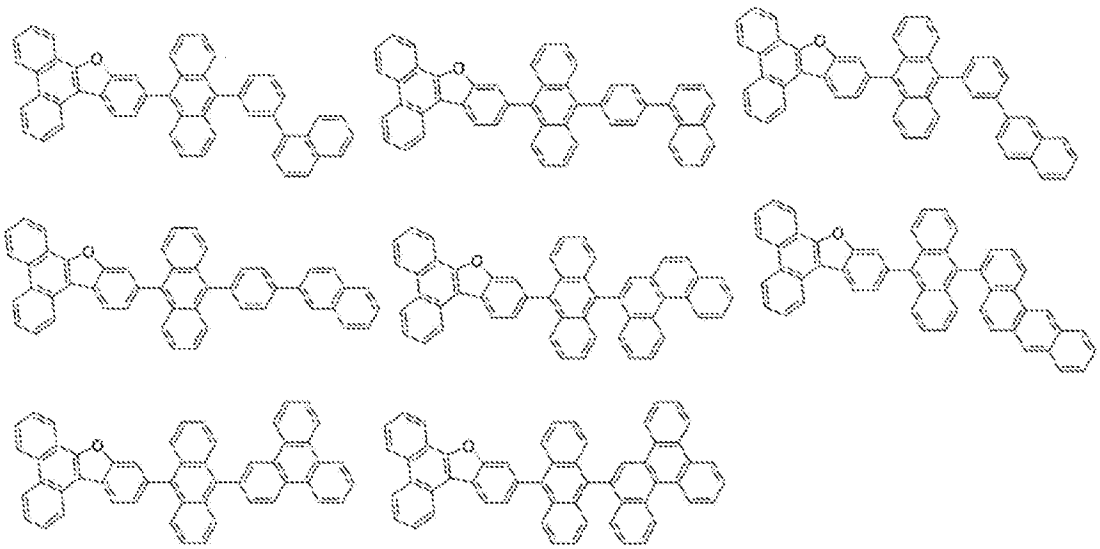
[0229] [化181]



[0230] [化182]

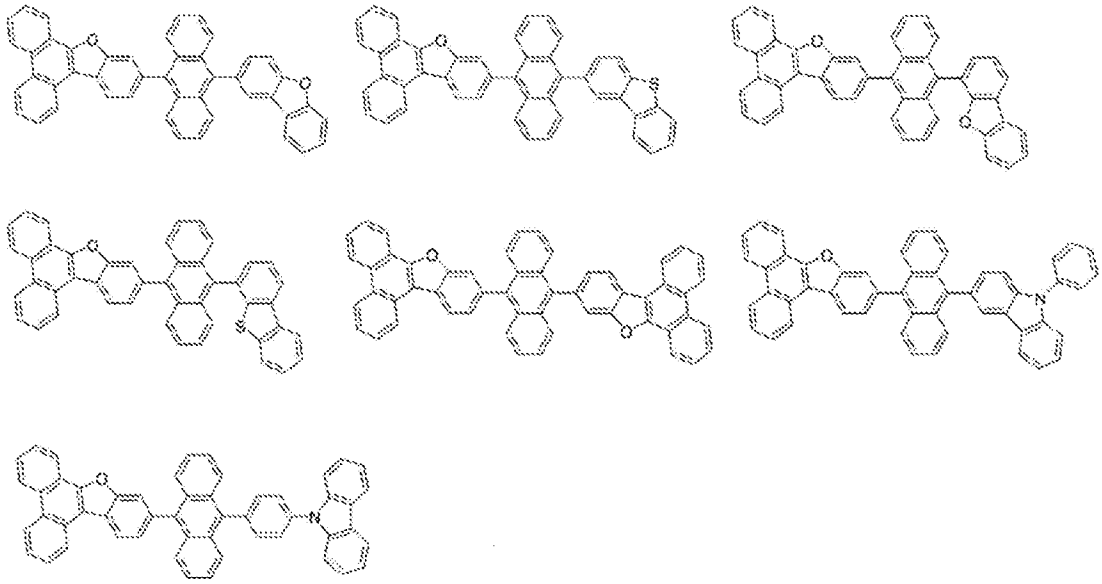


[0231] [化183]

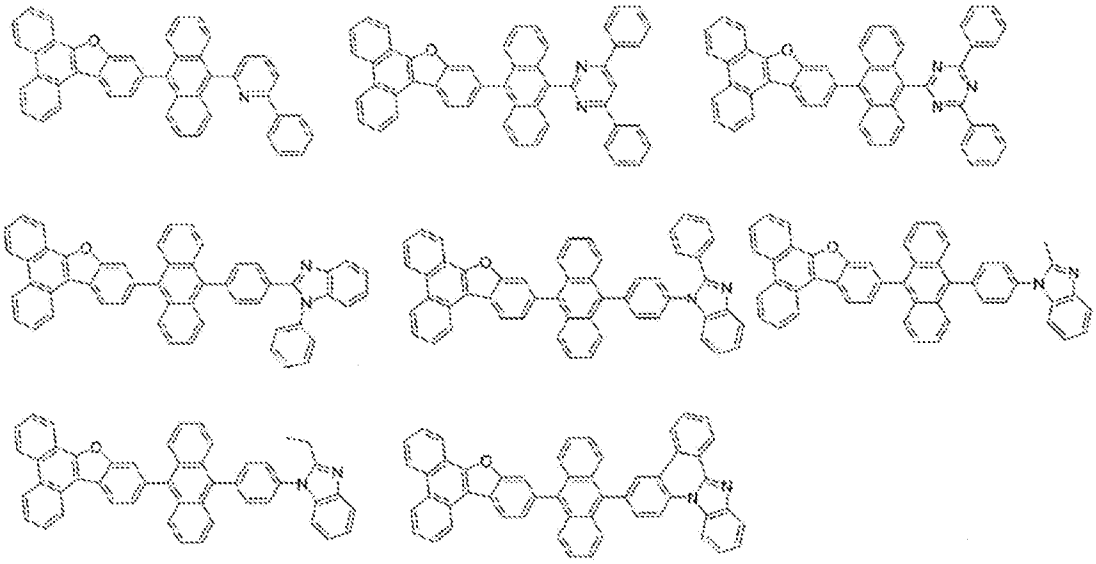


[0232]

[化184]

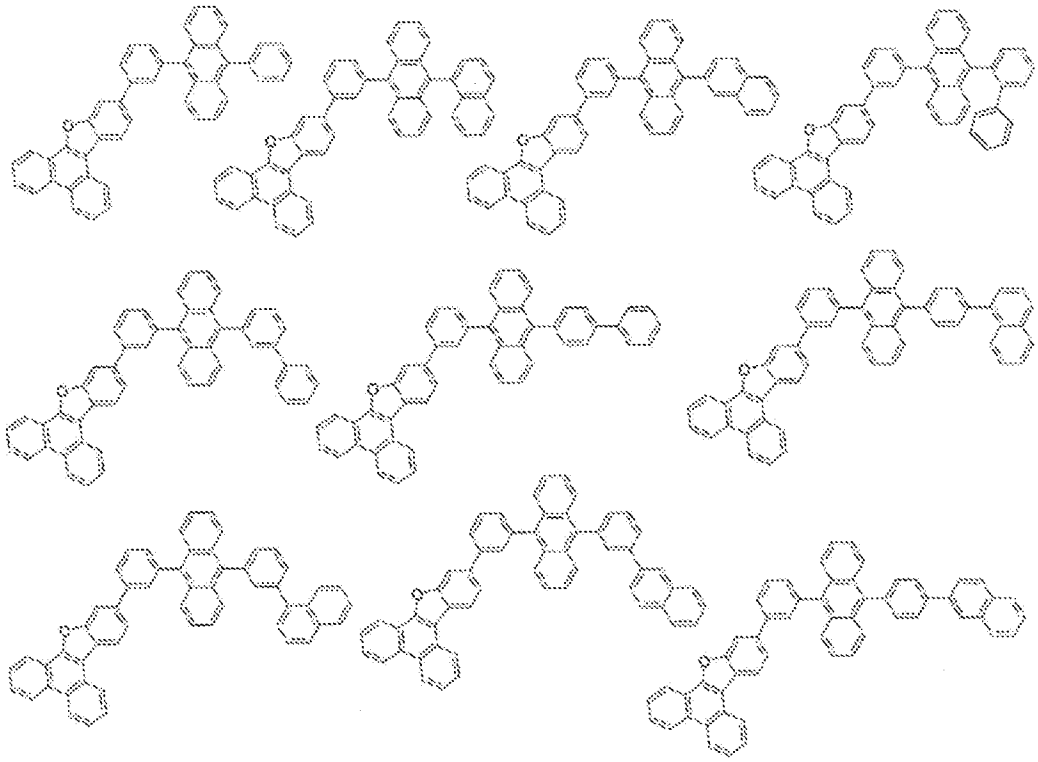


[0233] [化185]

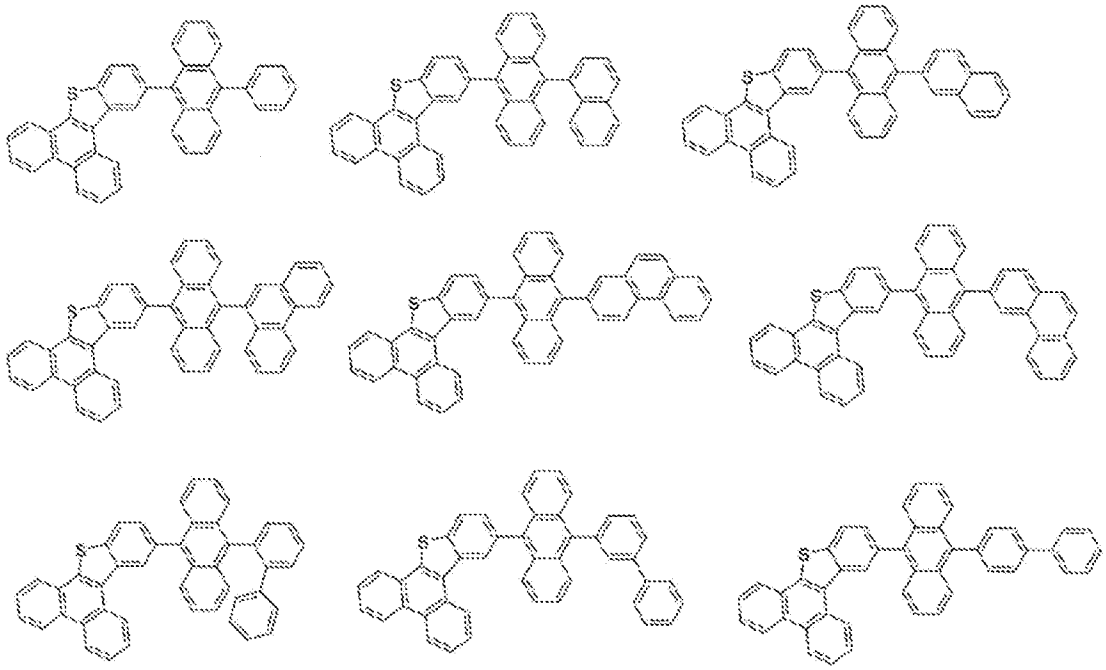


[0234]

[化186]

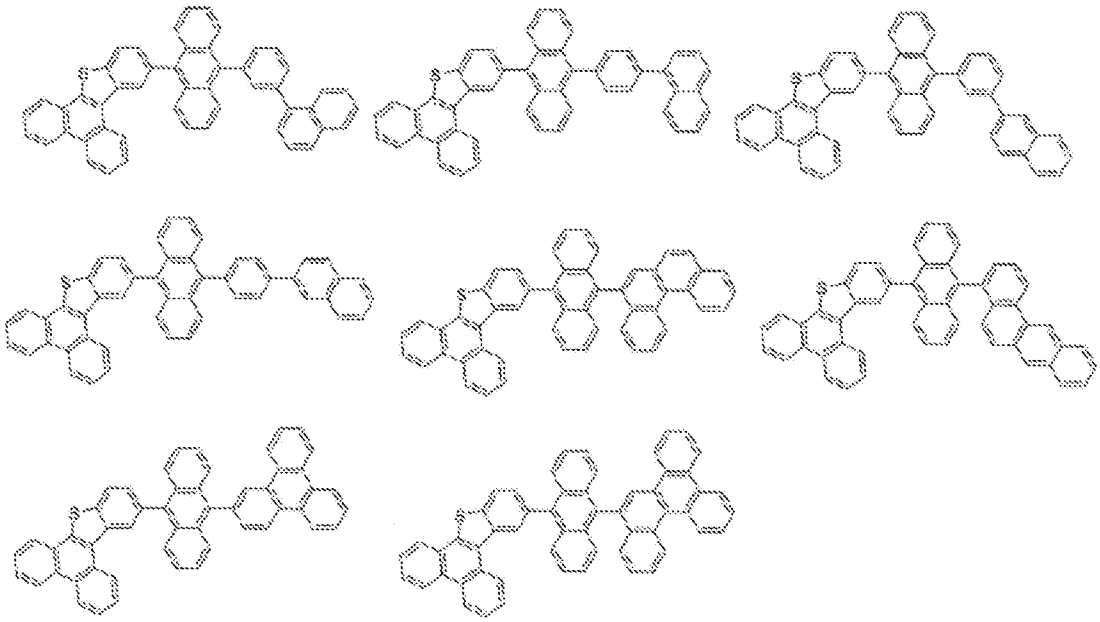


[0235] [化187]

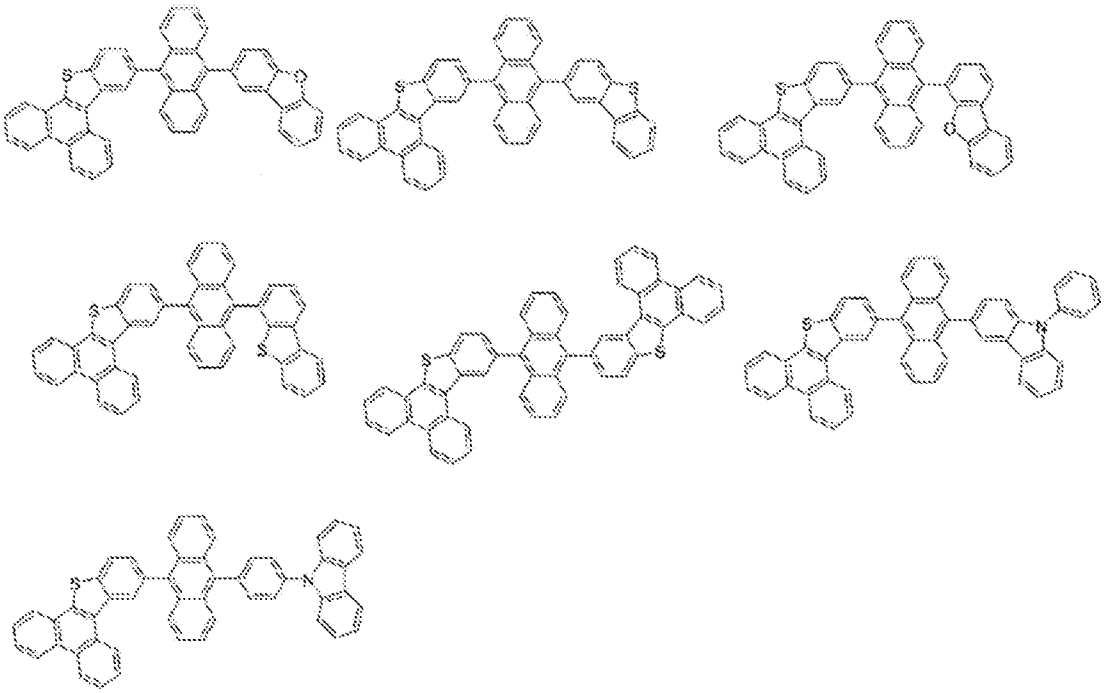


[0236]

[化188]

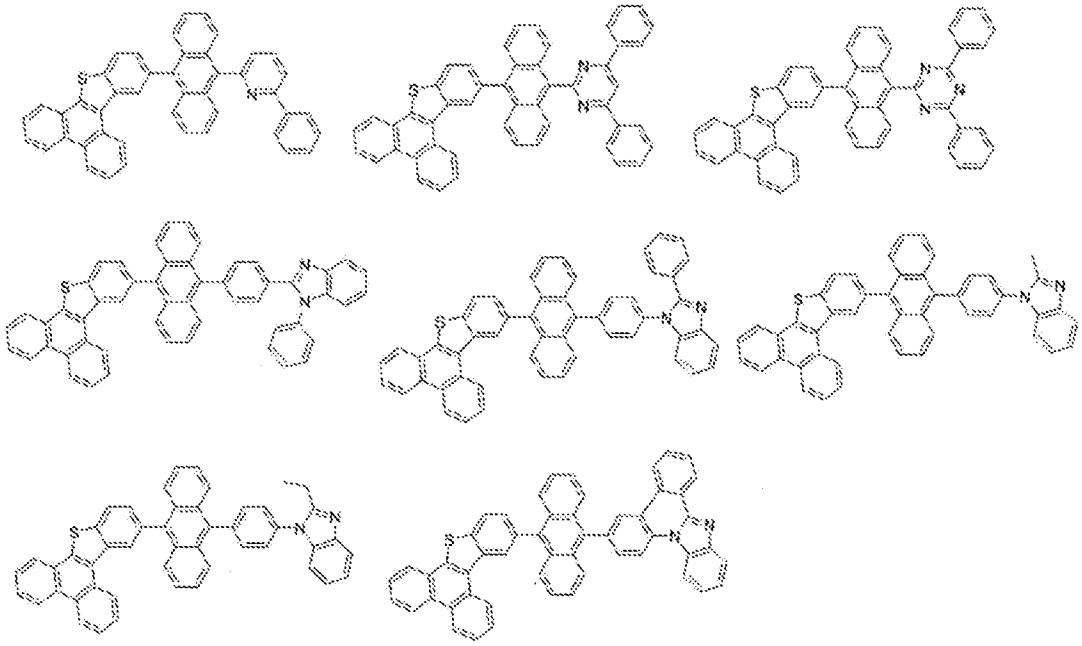


[0237] [化189]

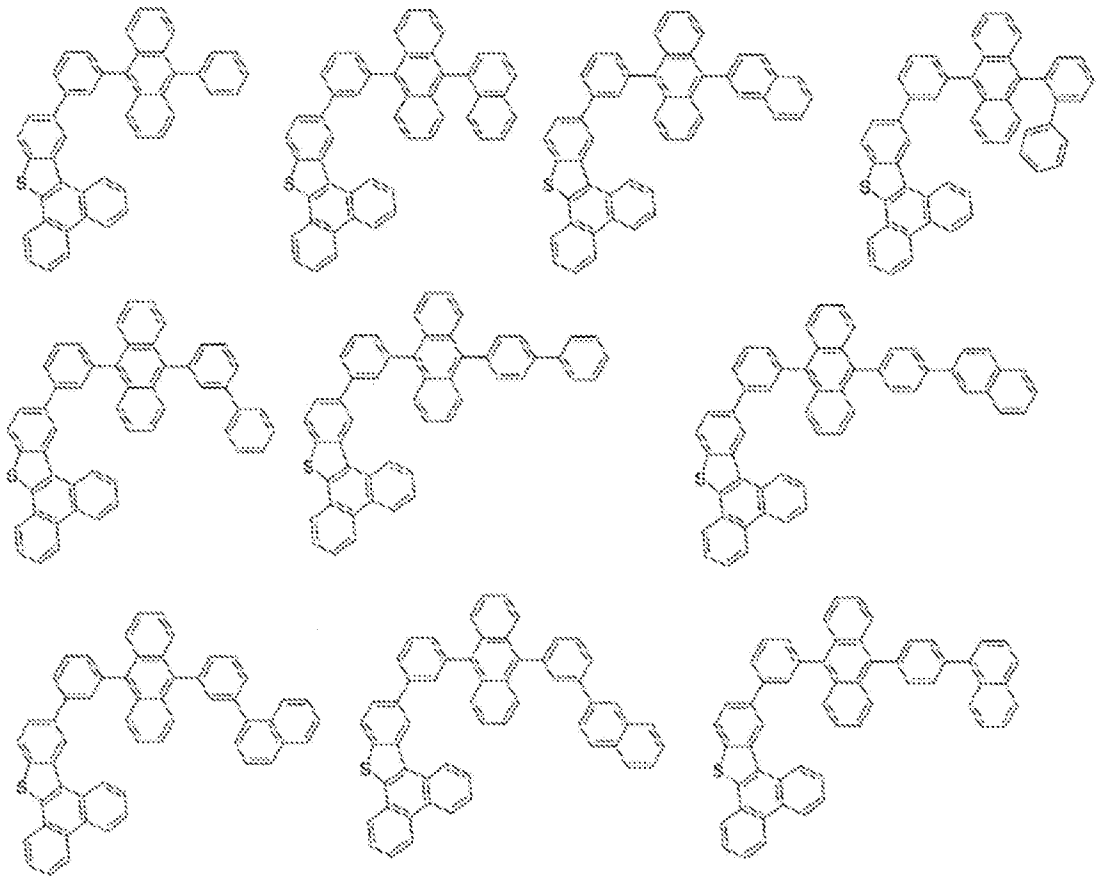


[0238]

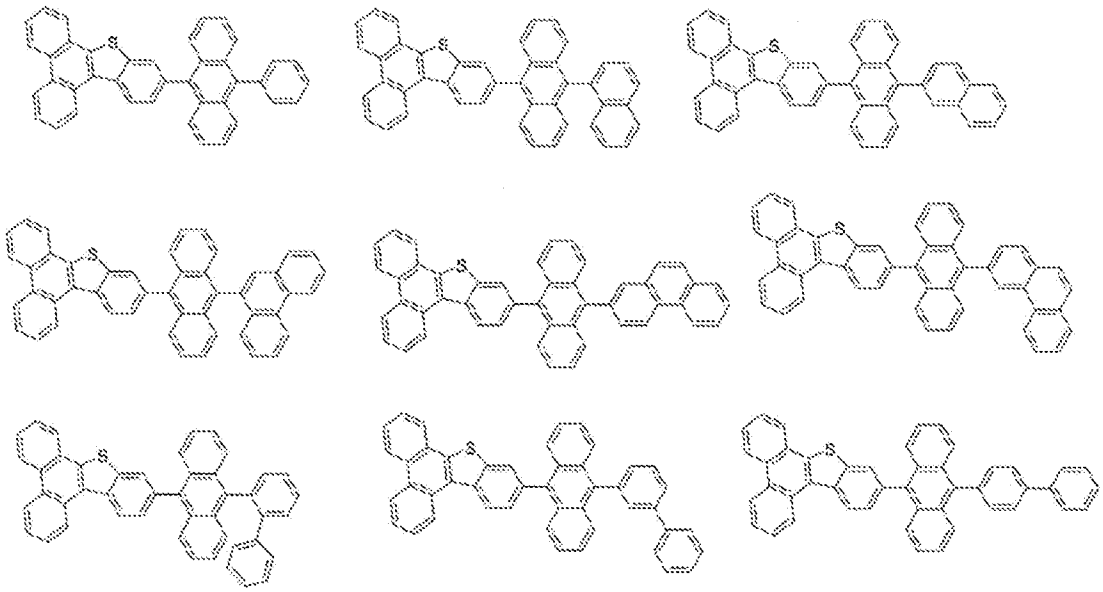
[化190]



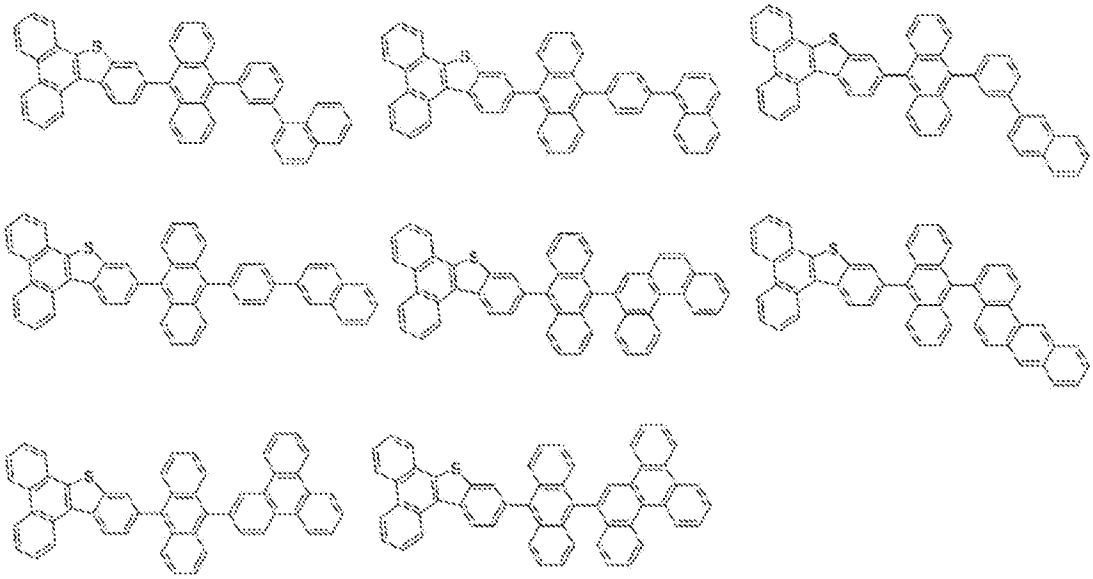
[0239] [化191]



[0240] [化192]

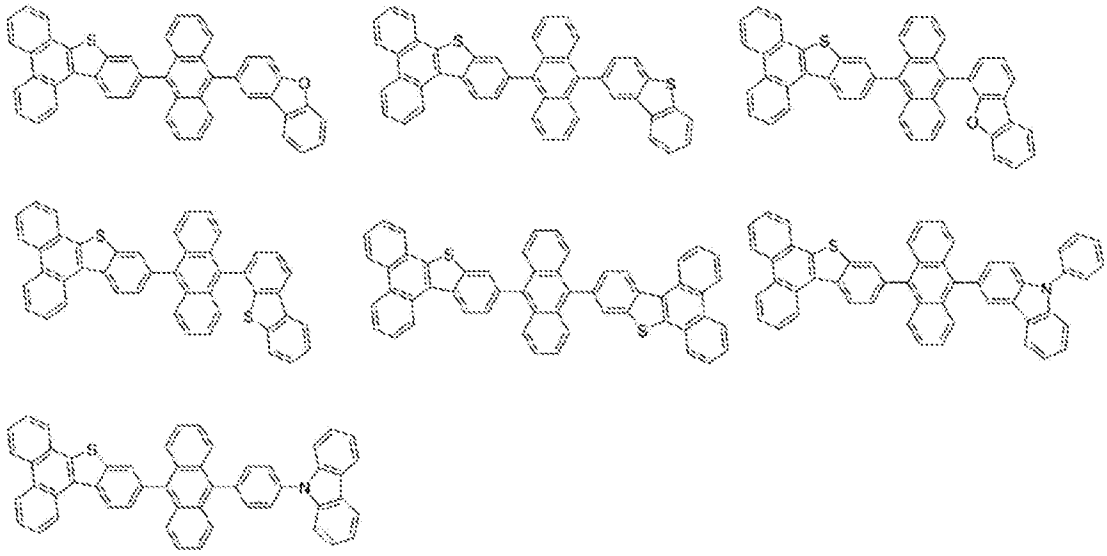


[0241] [化193]

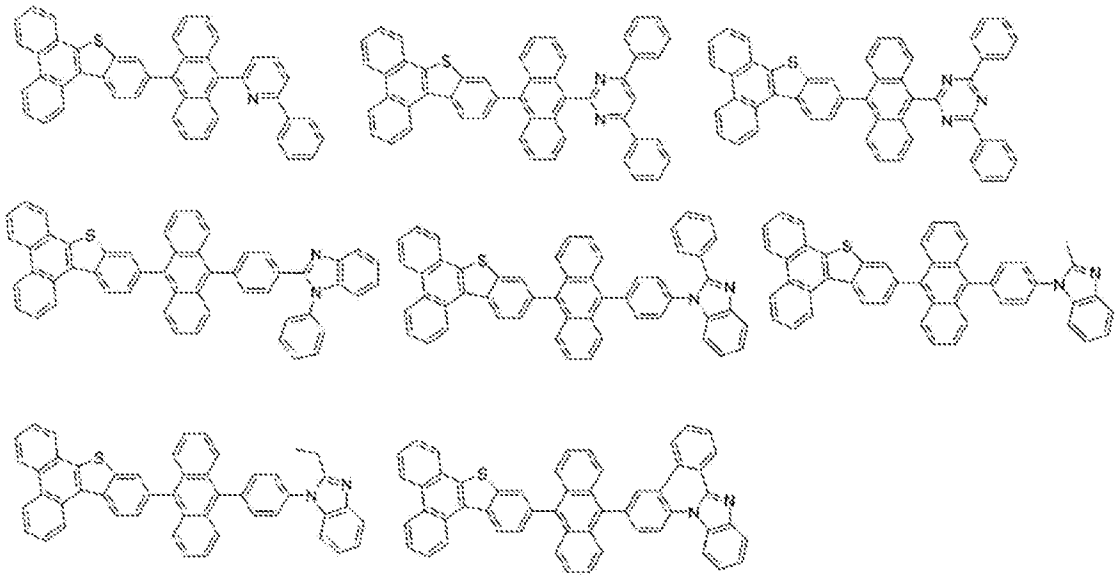


[0242]

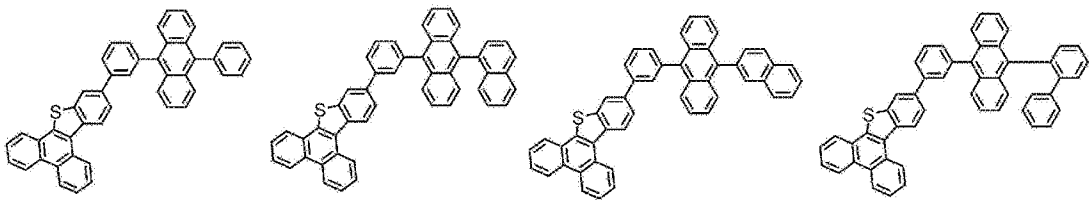
[化194]



[0243] [化195]

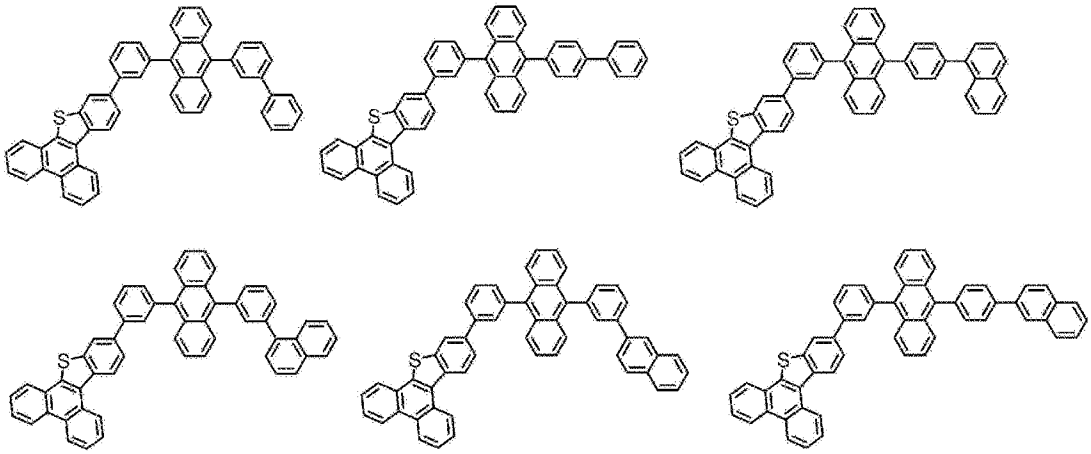


[0244] [化196]

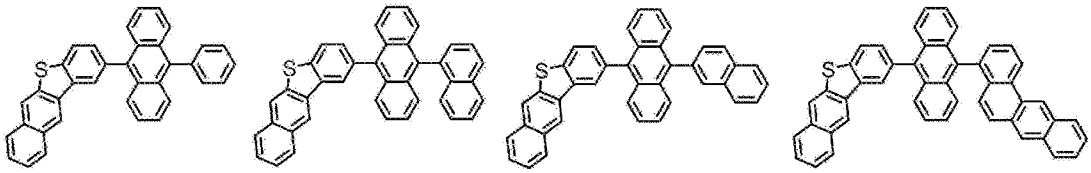


[0245]

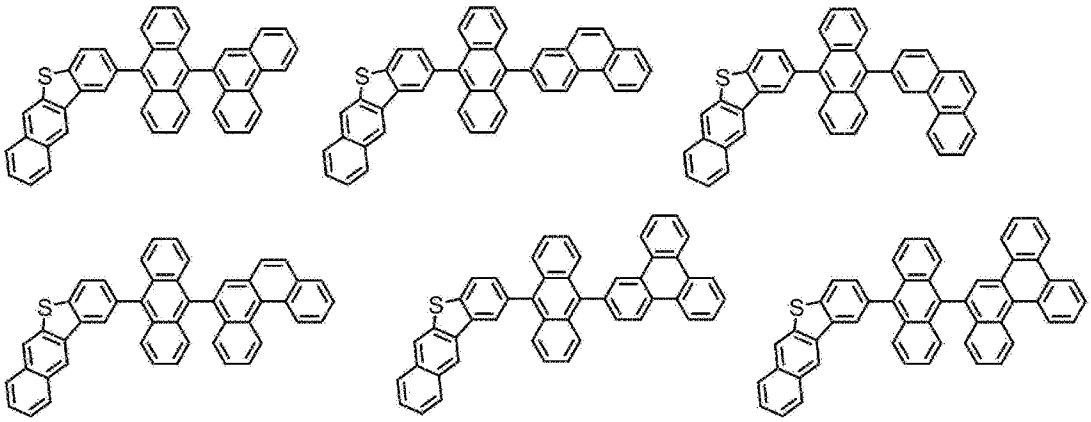
[化197]



[0246] [化198]

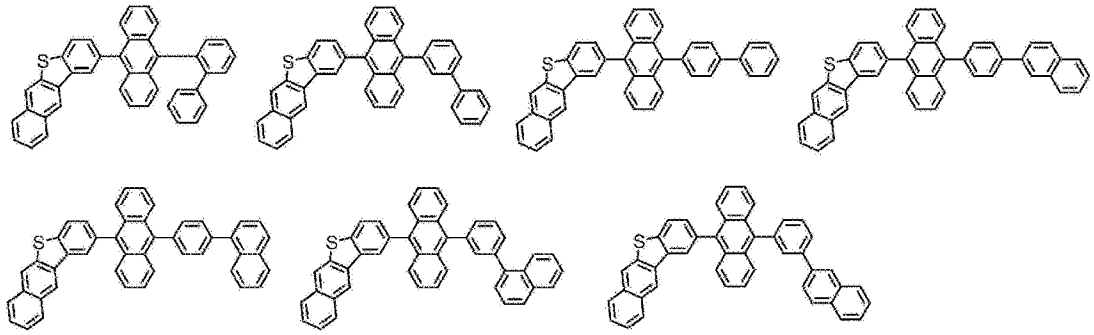


[0247] [化199]

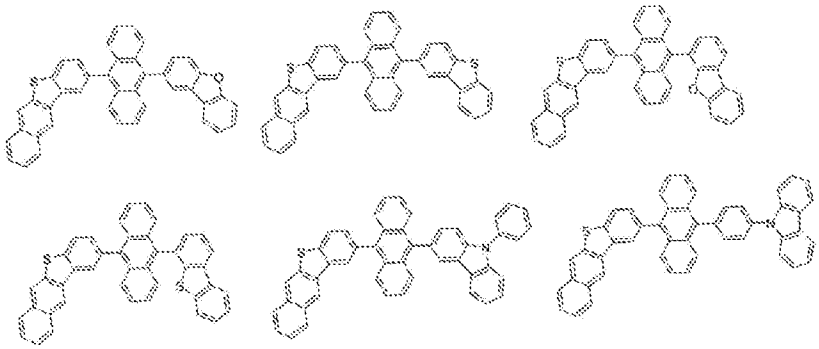


[0248]

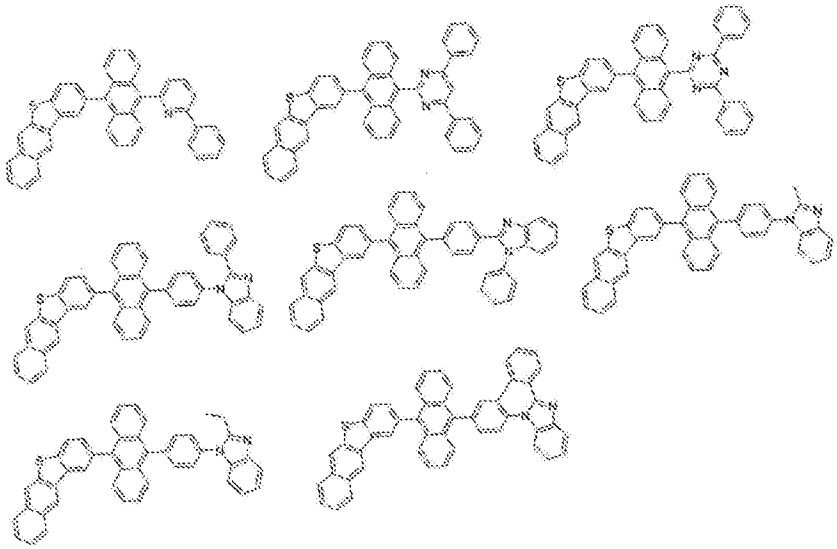
[化200]



[0249] [化201]

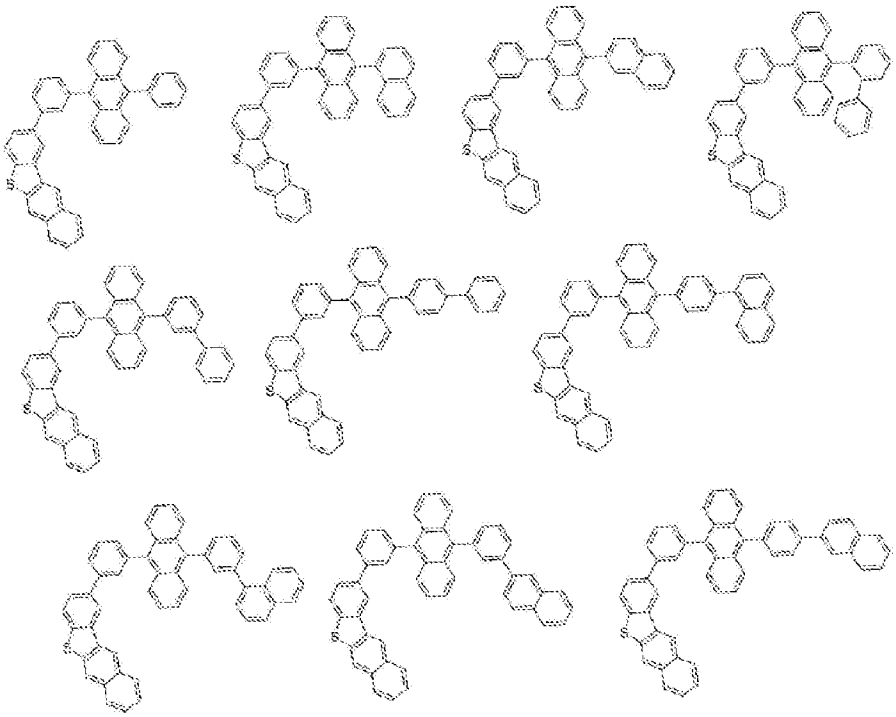


[0250] [化202]

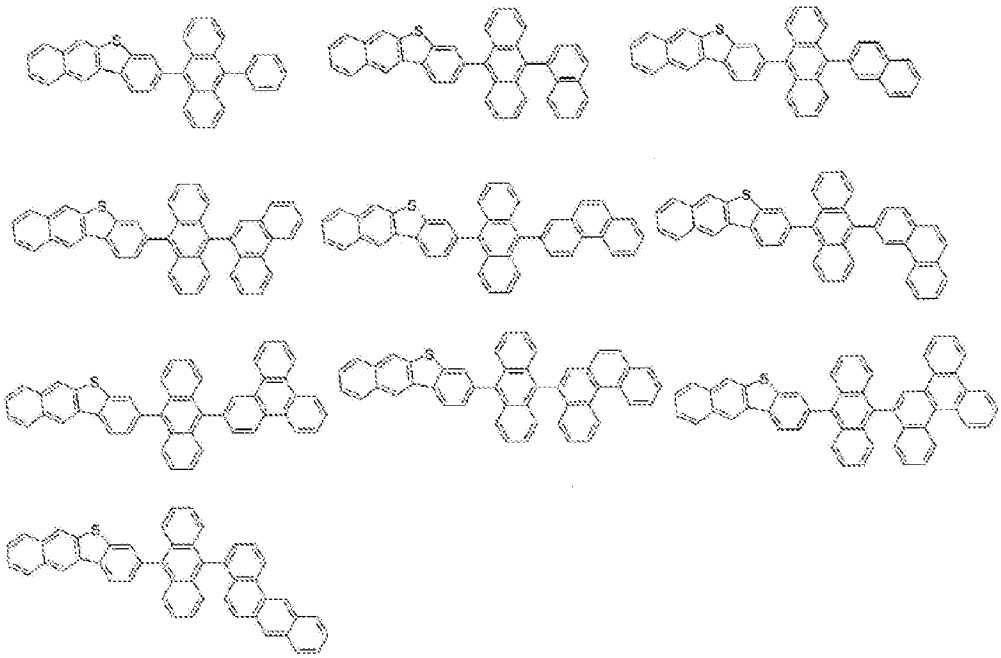


[0251]

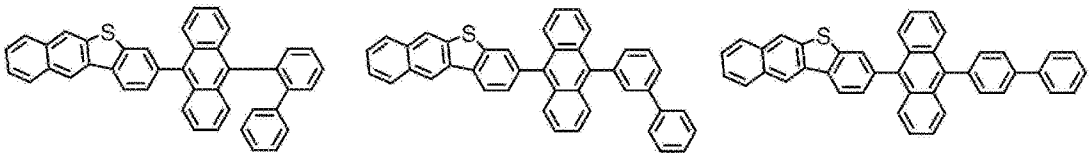
[化203]



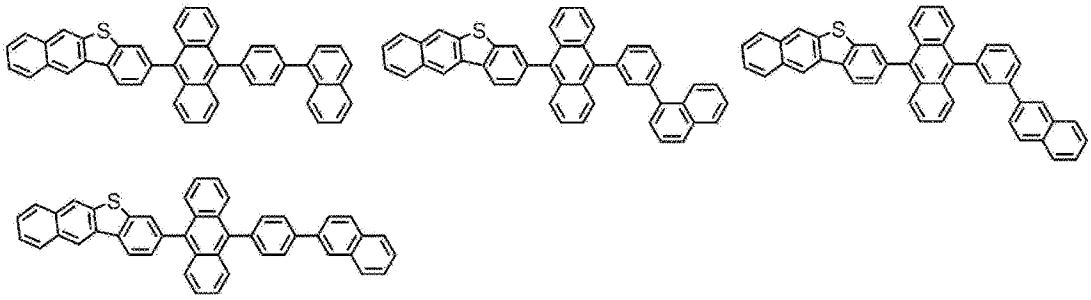
[0252] [化204]



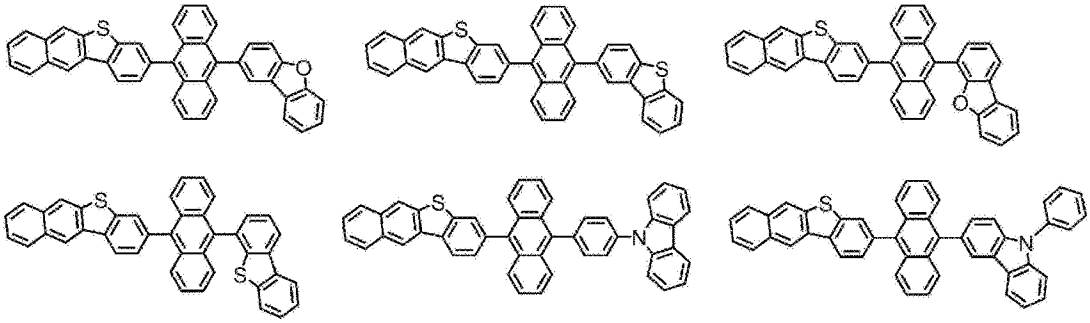
[0253] [化205]



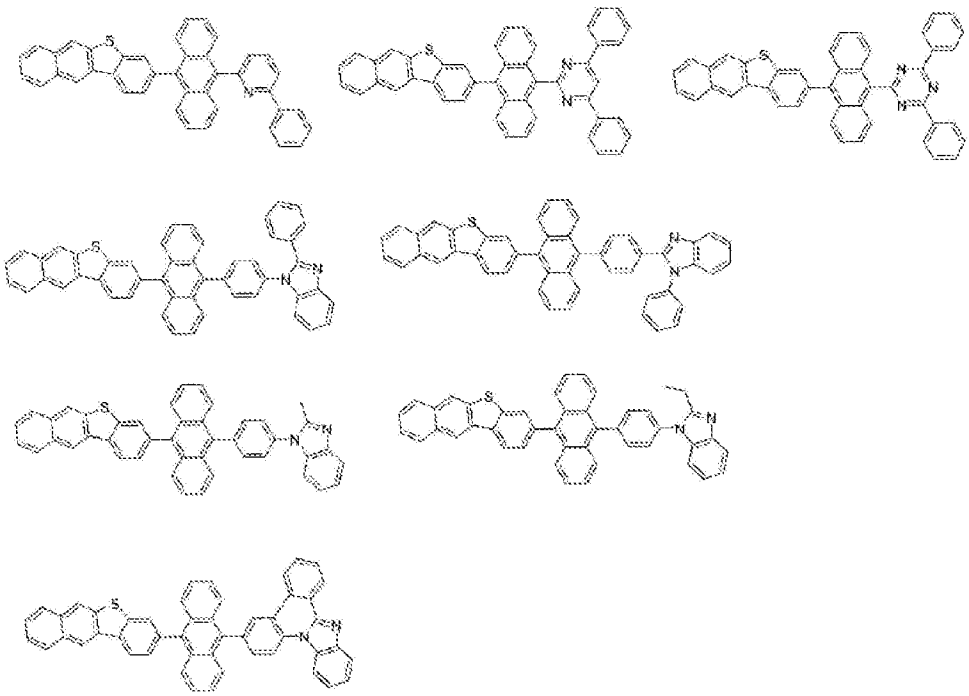
[0254] [化206]



[0255] [化207]

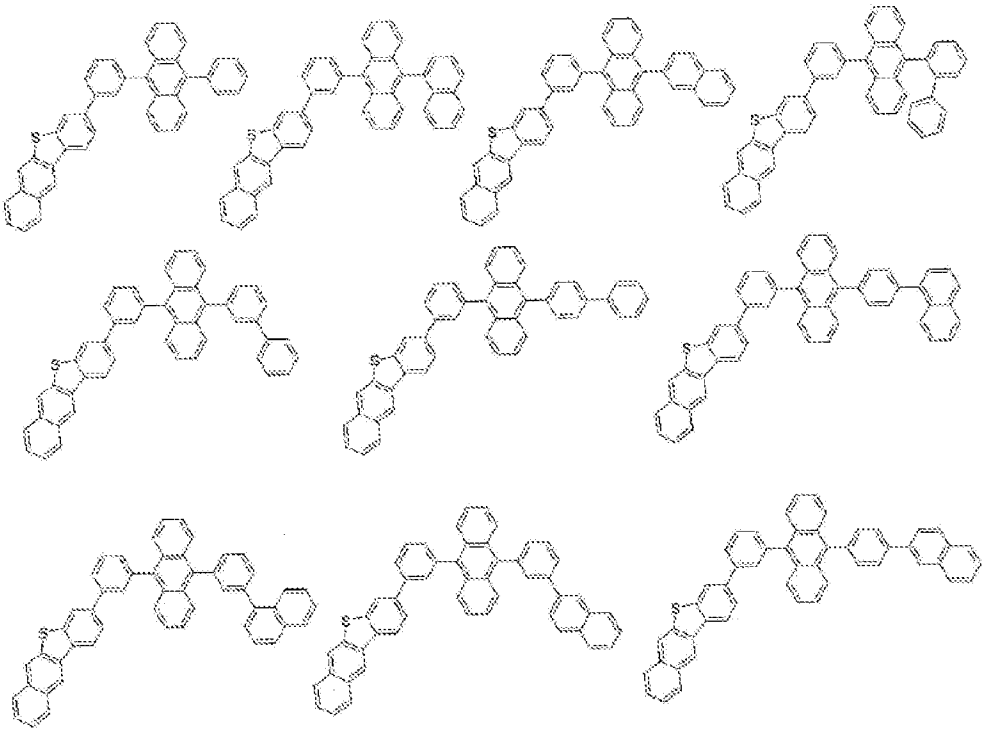


[0256] [化208]

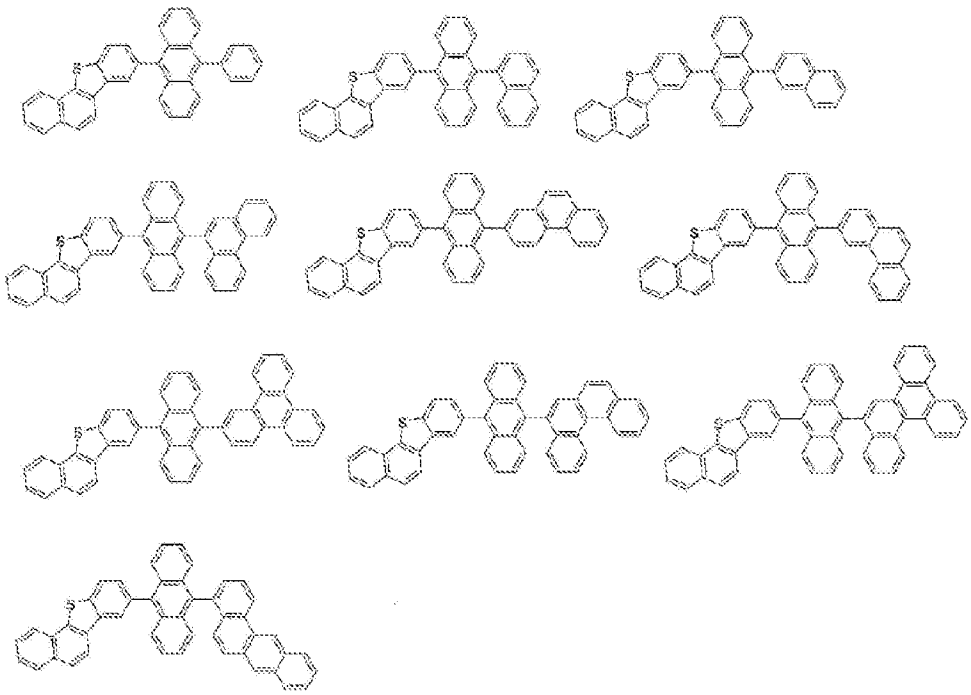


[0257]

[化209]

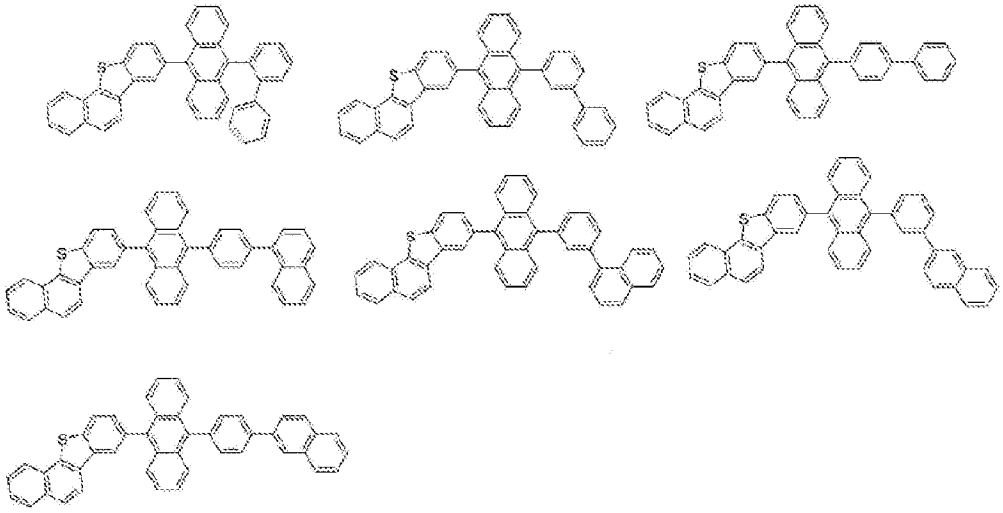


[0258] [化210]

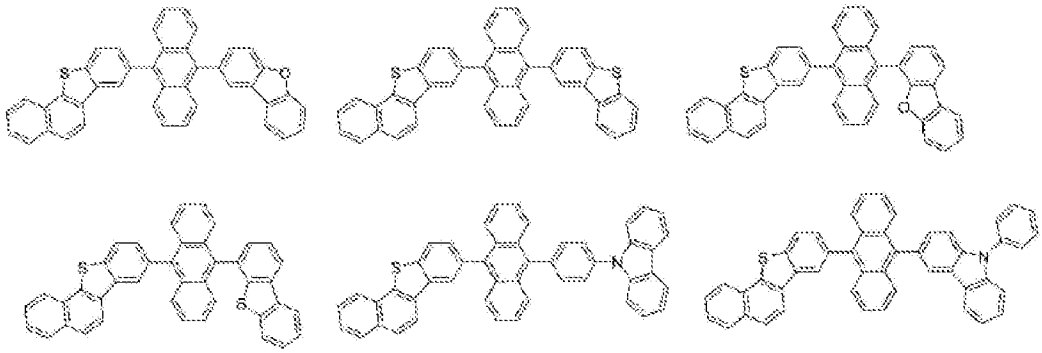


[0259]

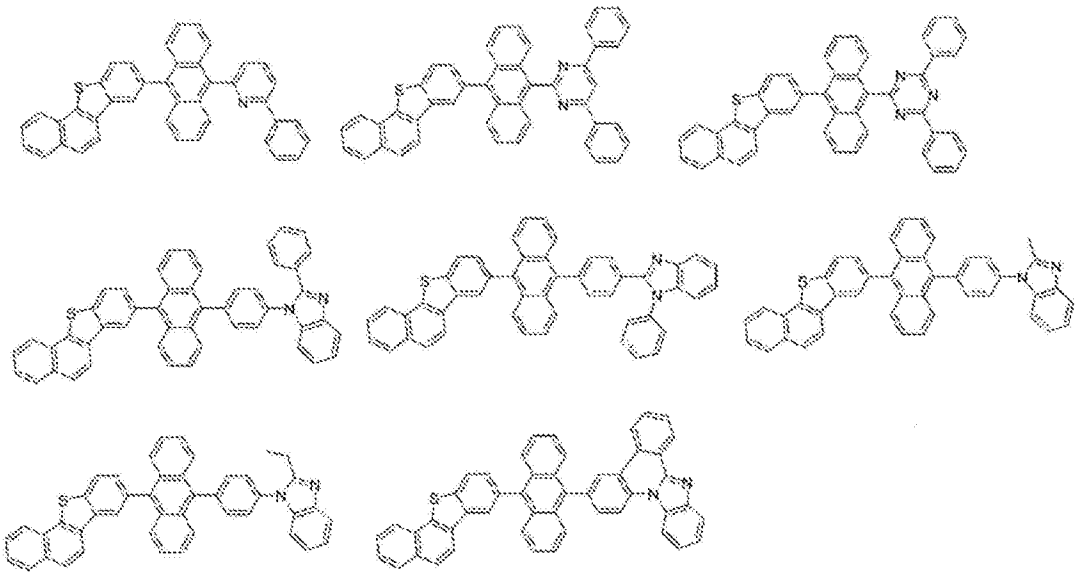
[化211]



[0260] [化212]

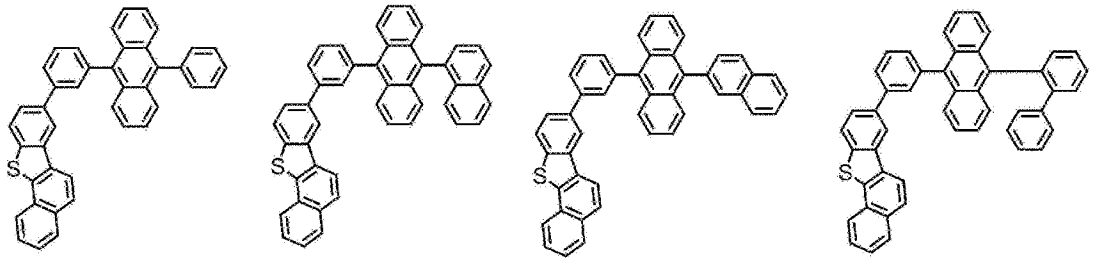


[0261] [化213]

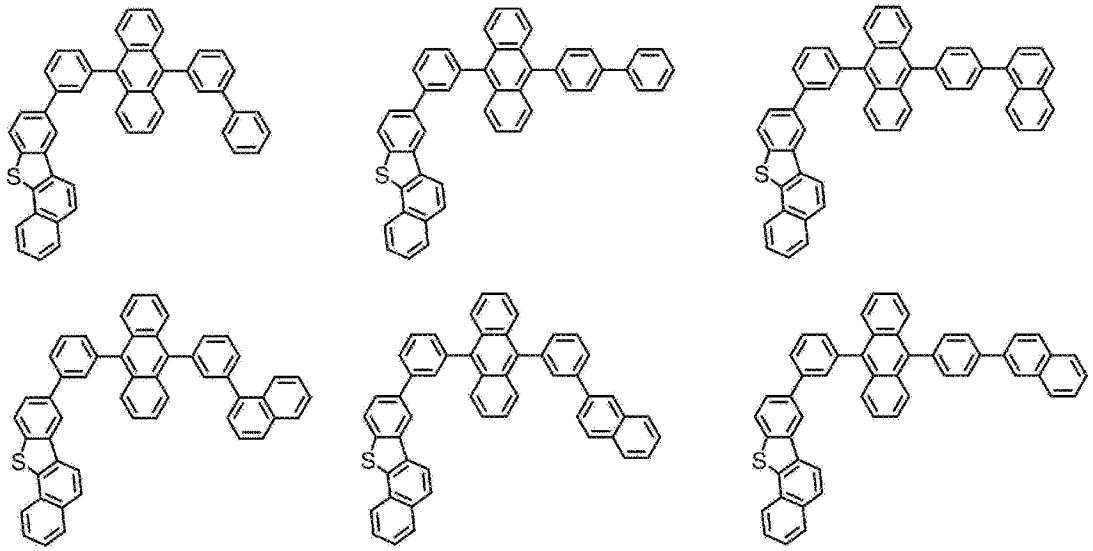


[0262]

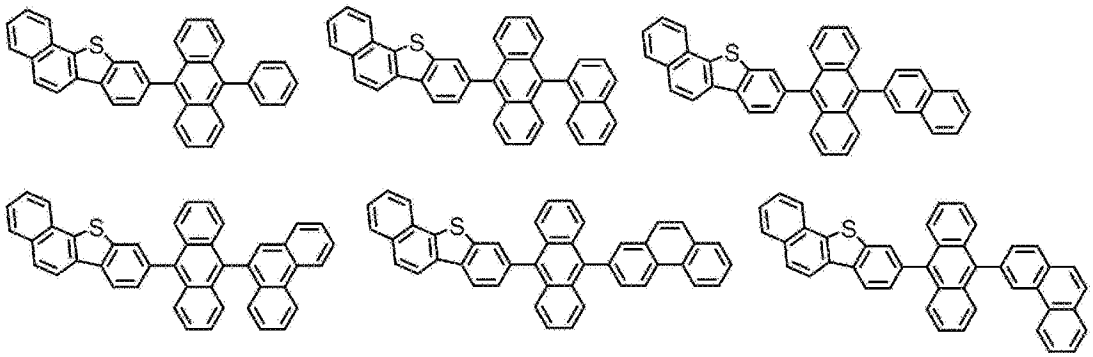
[化214]



[0263] [化215]

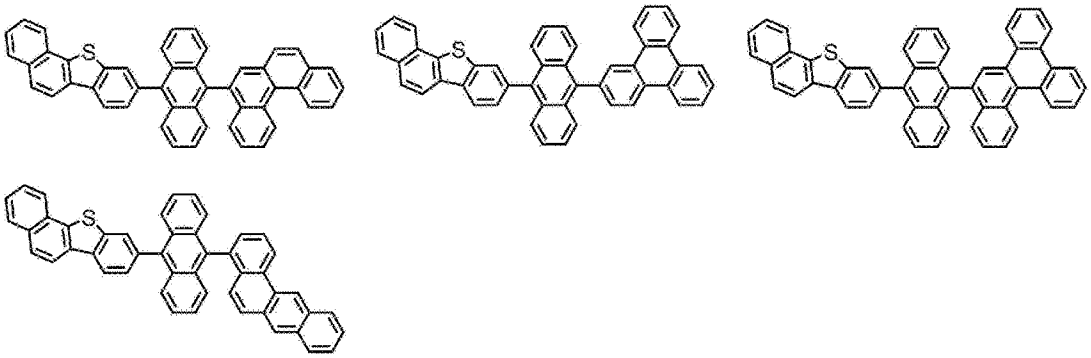


[0264] [化216]

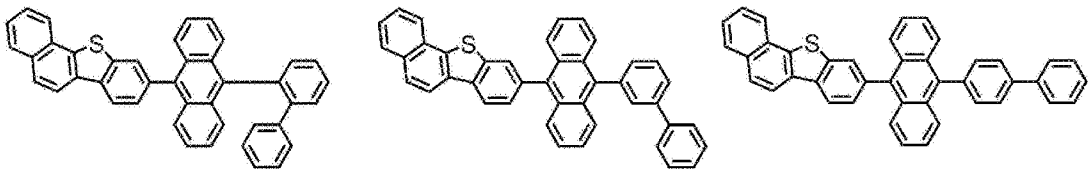


[0265]

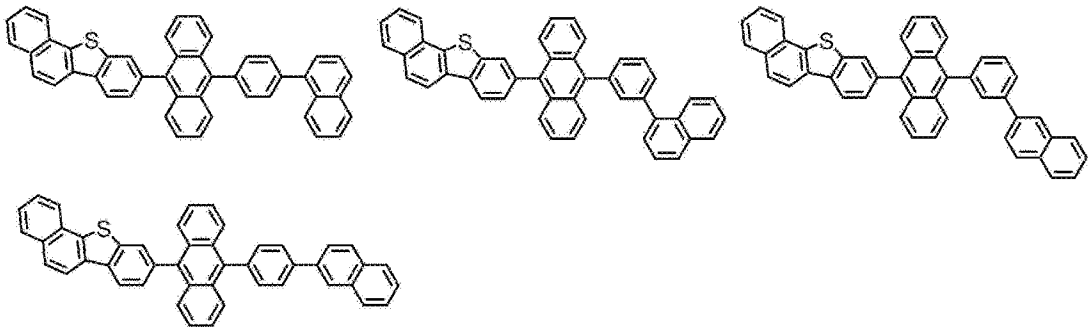
[化217]



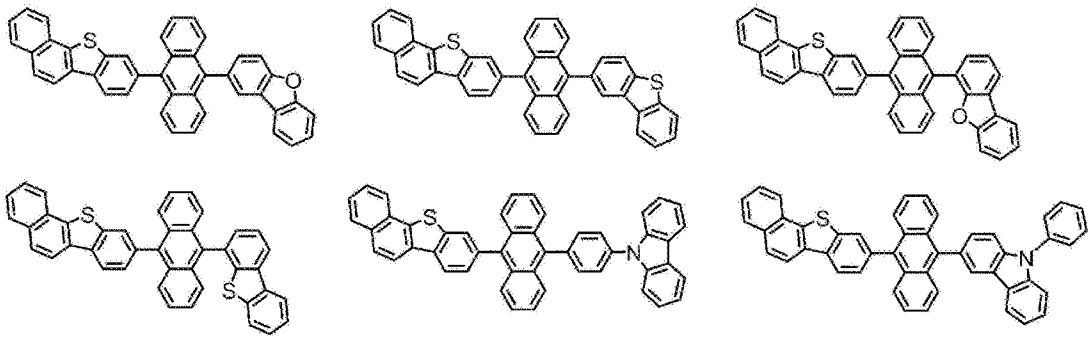
[0266] [化218]



[0267] [化219]

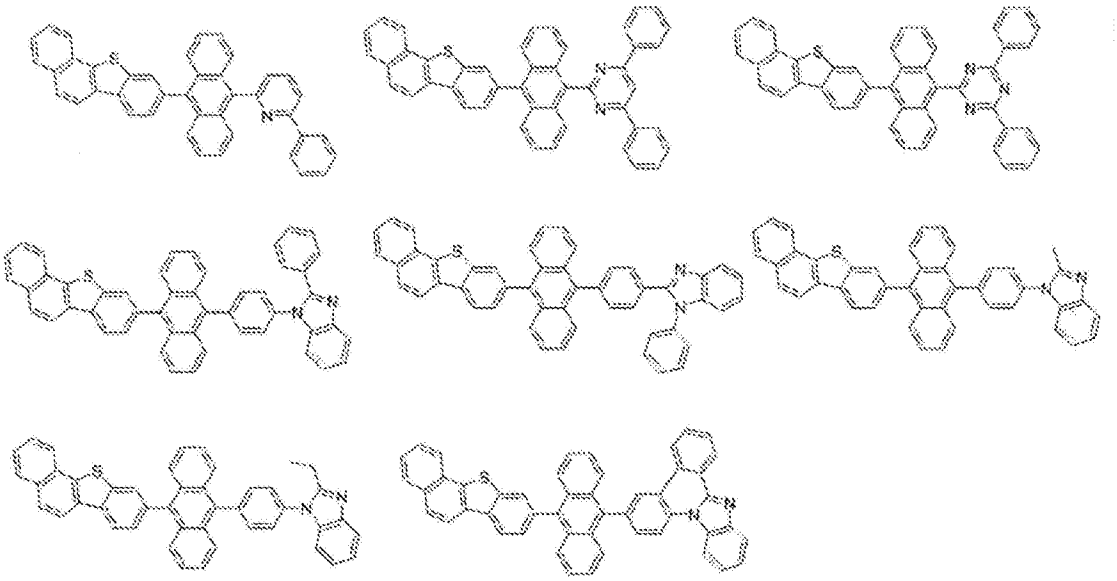


[0268] [化220]

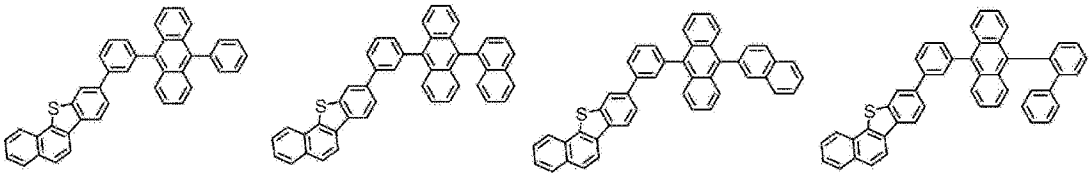


[0269]

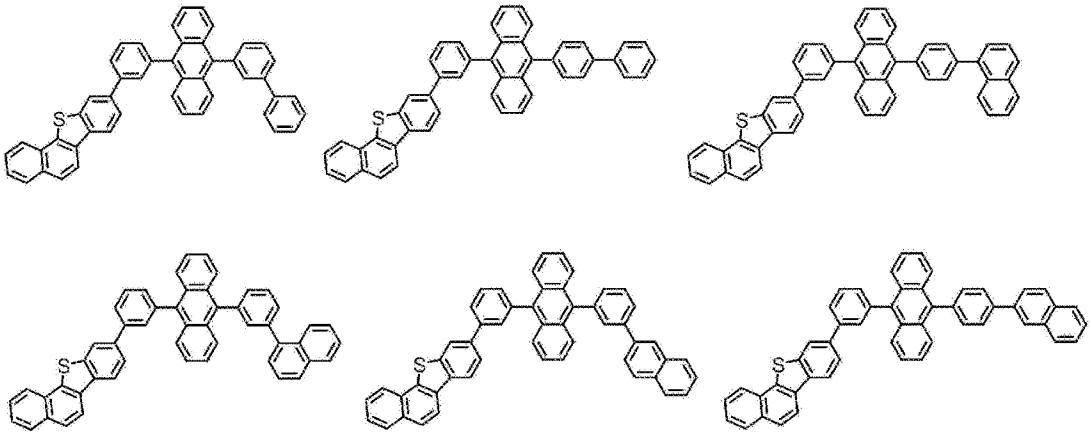
[化221]



[0270] [化222]

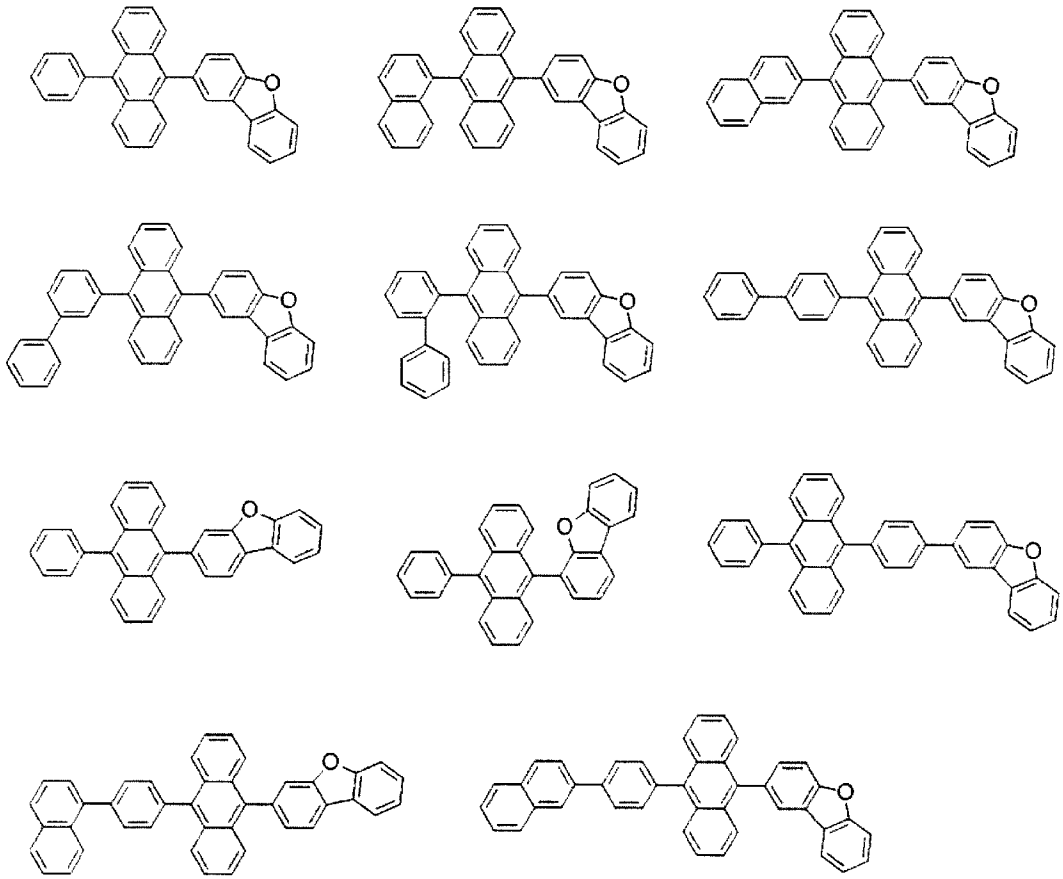


[0271] [化223]



[0272]

[化224]



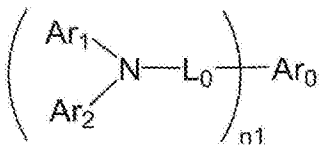
[0273] （第二の化合物）

第二の化合物は、蛍光を発光する蛍光性化合物である。蛍光性化合物は一重項励起状態から発光可能な化合物である。第二の化合物が発光する蛍光の色は、特に限定されない。

本実施形態の有機ＥＬ素子において、第二の化合物は、青色の蛍光発光性を示す化合物であることが好ましい。

[0274] 第二の化合物は、下記一般式（２１）で表される化合物であることが好ましい。

[0275] [化225]



(21)

[0276] 前記一般式（２１）において、

ｎ１は１以上の整数であり、

Ar_0は、ベンゾフルオレン骨格、フルオランテン骨格、ピレン骨格、またはクリセン骨格を有する基であり、

Ar_1およびAr_2は、それぞれ独立に、

置換または無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、

置換または無置換の環形成原子数５～３０の複素環基、

置換または無置換の炭素数１～３０のアルキル基、および

置換または無置換の炭素数７～３０のアラルキル基からなる群から選択される置換基であり、Ar_1とAr_2とが結合して飽和または不飽和の環を形成してもよく、ｎ１が２以上の場合、複数のAr_1は、互いに同一または異なり、複数のAr_2は、互いに同一または異なり、

L_0は、単結合または連結基であり、L_0が連結基である場合の連結基は、

置換または無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、および

置換または無置換の環形成原子数５～３０の複素環基からなる群から選択され、ｎ１が２以上の場合、複数のL_0は、互いに同一または異なる。

[0277] 本実施形態において、前記一般式（２１）中のAr_0は、ピレン骨格またはクリセン骨格を有する基であることが好ましい。

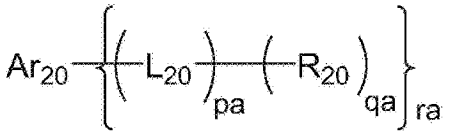
また、本実施形態において、前記一般式（２１）中のｎ１が２であり、L_0がいずれも単結合であることも好ましい。

Ar_0がピレン骨格であり、ｎ１が２であり、L_0が単結合である場合、前記一般式（２１）中の窒素原子は、ピレン骨格の３位および８位に結合することが好ましく、Ar_0がクリセン骨格であり、ｎ１が２であり、L_0が単結合である場合、前記一般式（２１）中の窒素原子は、クリセン骨格の６位および１２位に結合することが好ましい。

[0278] 本実施形態において、第二の化合物は、下記一般式（２３）で表される化合物であることも好ましい。

[0279]

[化226]



(23)

[0280] 前記一般式（２３）において、

ｐａは０～５の整数であり、

ｑａおよびｒａは、それぞれ独立に、１～５の整数であり、

Ar_{20}は、ベンゾフルオレン骨格、フルオランテン骨格、ピレン骨格、またはクリセン骨格を有する基であり、

R_{20}は、

置換または無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、

置換または無置換の環形成原子数５～３０の複素環基、

置換または無置換の炭素数１～３０のアルキル基、および

置換または無置換の炭素数７～３０のアラルキル基からなる群から選択される置換基であり、複数のR_{20}は互いに同一または異なり、R_{20}同士が結合して飽和または不飽和の環を形成してもよく、

ｐａが０のとき、Ar_{20}とR_{20}とは単結合で結合し、

ｐａが１～５の整数のとき、L_{20}は、

置換または無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、および

置換または無置換の環形成原子数５～３０の複素環基からなる群から選択される連結基であり、複数のL_{20}は互いに同一または異なり、L_{20}同士が結合して飽和または不飽和の環を形成してもよい。

[0281] 前記一般式（２３）で表される化合物の結合様式の一例として、例えば下記に示す結合様式（２３Ａ）～（２３Ｋ）が挙げられる。

[0282]

[化227]

pa=0, qa=1, ra=1 $Ar_{20}—R_{20}$ (23A)

pa=1, qa=1, ra=1 $Ar_{20}—L_{20}—R_{20}$ (23B)

pa=0, qa=2, ra=1
$Ar_{20}—R_{20}—R_{20}$ (23C)
Ar_{20} (—R_{20}, —R_{20}) (23D)

pa=1, qa=2, ra=1
$Ar_{20}—L_{20}—R_{20}—R_{20}$ (23E)
$Ar_{20}—L_{20}$ (—R_{20}, —R_{20}) (23F)

[0283] [化228]

pa=1, qa=1, ra=2
Ar_{20} (—$L_{20}—R_{20}$, —$L_{20}—R_{20}$) (23G)
$Ar_{20}—L_{20}—R_{20}—L_{20}—R_{20}$ (23H)

pa=0, qa=2, ra=2 Ar_{20} (—$R_{20}—R_{20}$, —$R_{20}—R_{20}$) (23I)

pa=1, qa=2, ra=2 Ar_{20} (—$L_{20}—R_{20}—R_{20}$, —$L_{20}—R_{20}—R_{20}$) (23J)

pa=2, qa=2, ra=2 Ar_{20} (—$L_{20}—L_{20}—R_{20}—R_{20}$, —$L_{20}—L_{20}—R_{20}—R_{20}$) (23K)

[0284] ・発光層の膜厚

本実施形態の有機ＥＬ素子１における発光層７の膜厚は、好ましくは５ｎｍ以上１００ｎｍ以下、より好ましくは７ｎｍ以上１００ｎｍ以下、さらに好ましくは１０ｎｍ以上１００ｎｍ以下である。膜厚が５ｎｍ以上であれば

、発光層７を形成し易くなり、色度を調整し易くなる。膜厚が１００ｎｍ以下であれば、駆動電圧の上昇を抑制できる。

[0285] ・発光層における化合物の含有率

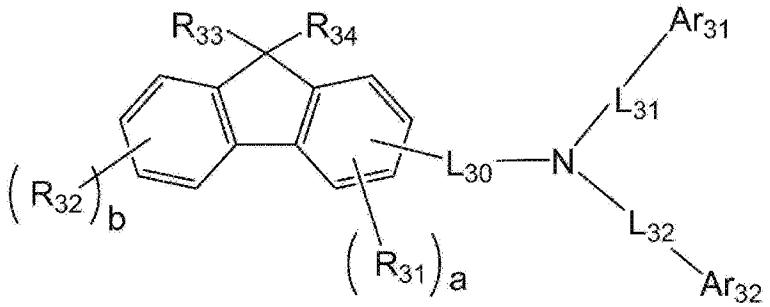
本実施形態の有機ＥＬ素子１では、発光層７において、第一の化合物の含有率は、５０質量％以上、９９質量％以下であることが好ましく、８５％質量以上、９９％質量以下であることがより好ましい。第二の化合物の含有率は、１％質量以上５０％質量以下であることが好ましく、１％質量以上１５％質量以下であることがさらに好ましい。なお、本実施形態は、発光層７に、第一の化合物および第二の化合物以外の材料が含まれることを除外しない。

[0286] ＜正孔輸送層＞

有機ＥＬ素子１の正孔輸送層６は、下記一般式（３）で表される第三の化合物を含有する。

[0287] （第三の化合物）

[0288] [化229]



(3)

[0289] 前記一般式（３）中、R_{31}～R_{32}は、それぞれ独立に、水素原子、または置換基である。置換基である場合のR_{31}～R_{32}は、それぞれ独立に、置換基である場合のR_{11}～R_{18}について列挙した置換基の群から選択される。

ａは、３であり、複数のR_{31}は、互いに同一でも異なっていてもよい。置換基であるR_{31}同士が結合して環構造を形成してもよい。

ｂは、４であり、複数のR_{32}は、互いに同一でも異なっていてもよい。置換基であるR_{32}同士が結合して環構造を形成してもよい。

R_{33}～R_{34}は、それぞれ独立に、水素原子、または置換基である。置換基

である場合のＲ$_{33}$～Ｒ$_{34}$は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の炭素数１～２０のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数１～２０のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～５０の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の環形成原子数３～５０の複素環基、およびシアノ基からなる群から選択される。置換基であるＲ$_{33}$およびＲ$_{34}$は、互いに結合して環構造を形成してもよい。

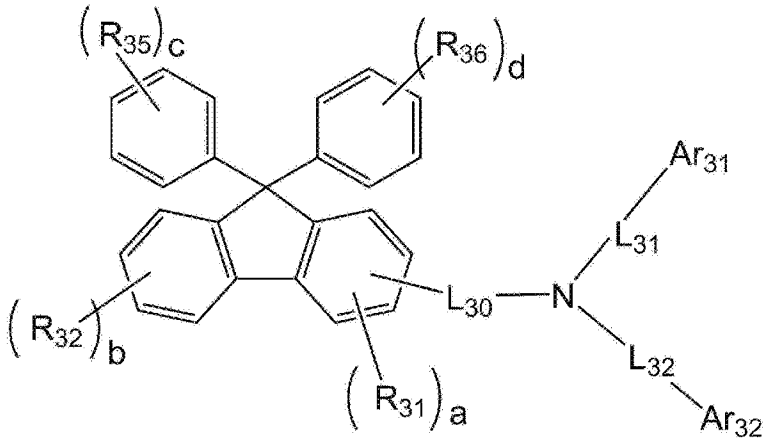
Ｌ$_{30}$、Ｌ$_{31}$およびＬ$_{32}$は、それぞれ独立に、単結合または連結基である。連結基である場合のＬ$_{30}$、Ｌ$_{31}$およびＬ$_{32}$は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、または置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基である。

Ａｒ$_{31}$およびＡｒ$_{32}$は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、または置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基である。

[0290] Ｒ$_{33}$およびＲ$_{34}$は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基であることが好ましく、置換もしくは無置換の環形成炭素数が６～２０の芳香族炭化水素基であることがより好ましく、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～１４の芳香族炭化水素基であることがさらに好ましく、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～１２の芳香族炭化水素基であることがよりさらに好ましい。

[0291] 第三の化合物は、下記一般式（３０）で表されることも好ましい。

[0292] [化230]



(30)

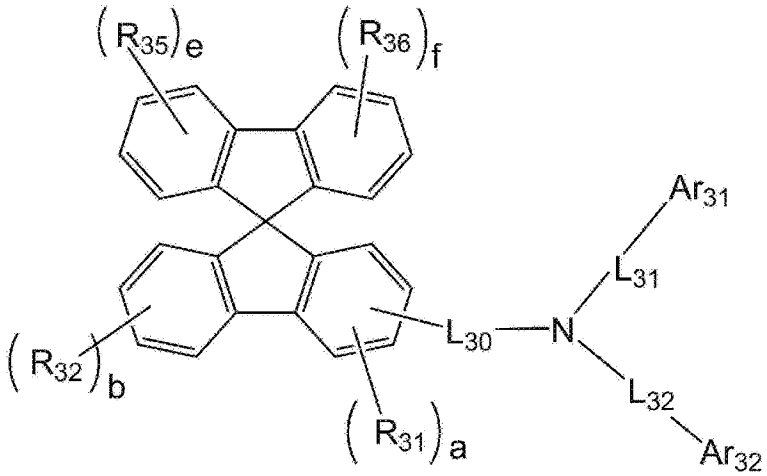
[0293] 前記一般式（３０）において、R_{31}、R_{32}、ａ、ｂ、Ar_{31}、Ar_{32}、L_{30}、L_{31}およびL_{32}は、それぞれ、前記一般式（３）におけるR_{31}、R_{32}、ａ、ｂ、Ar_{31}、Ar_{32}、L_{30}、L_{31}およびL_{32}と同義である。R_{35}およびR_{36}は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基である場合のR_{35}およびR_{36}は、それぞれ独立に、置換基である場合のR_1～R_8について列挙した置換基の群から選択される。ｃは、５であり、複数のR_{35}は、互いに同一でも異なっていてもよく、置換基であるR_{35}同士が結合して環構造を形成してもよい。ｄは、５であり、複数のR_{36}は、互いに同一でも異なっていてもよく、置換基であるR_{36}同士が結合して環構造を形成してもよい。

[0294] 第三の化合物は、前記一般式（３０）中、R_{35}が結合している芳香環とR_{36}が結合している芳香環とが単結合により結合した構造を有していてもよく、例えば、スピロフルオレン環を有していることが好ましい。

また、第三の化合物は、前記一般式（３０）中、R_{35}が結合している芳香環とR_{36}が結合している芳香環とが結合していないことも好ましく、例えば、９，９－ジフェニルフルオレン環を有していることも好ましい。

[0295] 第三の化合物は、下記一般式（３１）で表されることも好ましい。

[0296] [化231]



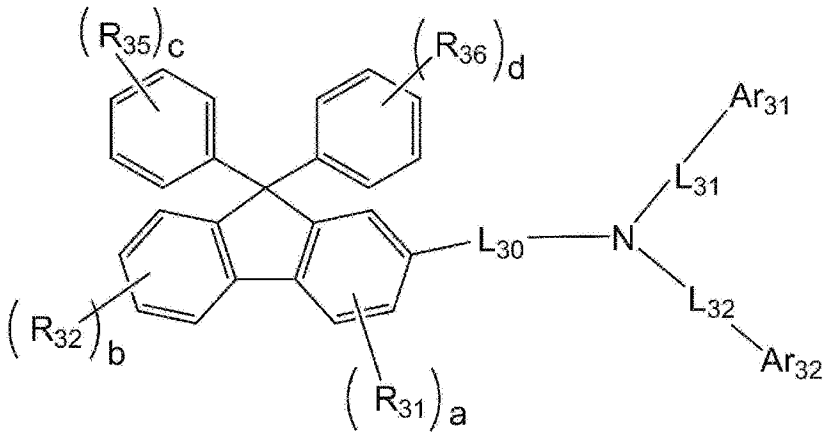
(31)

[0297] 前記一般式（３１）において、R_{31}～R_{32}、ａ、ｂ、L_{30}～L_{32}、Ar_{31}、Ar_{32}は、それぞれ、前記一般式（３）におけるR_{31}～R_{32}、ａ、ｂ、Ｌ

$_{30}$～L_{32}、Ar_{31}、Ar_{32}と同義である。R_{35}およびR_{36}は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基である場合のR_{35}およびR_{36}は、それぞれ独立に、置換基である場合のR_1～R_8について列挙した置換基の群から選択される。ｅおよびｆは、４である。複数のR_{35}は、互いに同一でも異なっていてもよく、置換基であるR_{35}同士が結合して環構造を形成してもよい。複数のR_{36}は、互いに同一でも異なっていてもよく、置換基であるR_{36}同士が結合して環構造を形成してもよい。

[0298] 第三の化合物は、下記一般式（３２）で表されることも好ましい。

[0299] [化232]

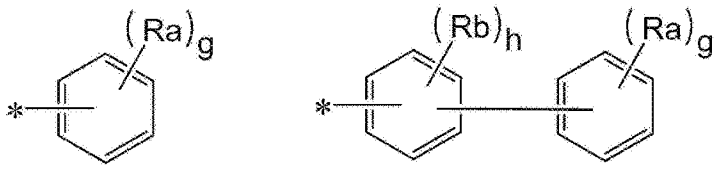


(32)

[0300] 前記一般式（３２）において、R_{31}～R_{32}、ａ、ｂ、L_{30}～L_{32}、Ar_{31}、Ar_{32}は、それぞれ、前記一般式（３）におけるR_{31}～R_{32}、ａ、ｂ、L_{30}～L_{32}、Ar_{31}、Ar_{32}と同義である。R_{35}およびR_{36}は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基である場合のR_{35}およびR_{36}は、それぞれ独立に、置換基である場合のR_1～R_8について列挙した置換基の群から選択される。ｃは、５であり、ｄは、５である。複数のR_{35}は、互いに同一でも異なっていてもよく、置換基であるR_{35}同士が結合して環構造を形成してもよい。複数のR_{36}は、互いに同一でも異なっていてもよく、置換基であるR_{36}同士が結合して環構造を形成してもよい。

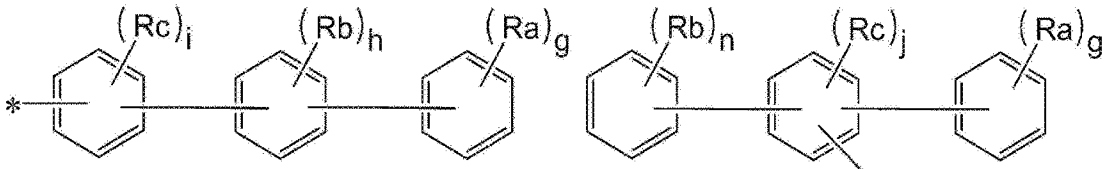
[0301] Ar_{31}およびAr_{32}は、それぞれ独立に、下記一般式（３１ａ）～（３１ｋ），（３１ｍ）で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であることが好ましい。

[0302] [化233]



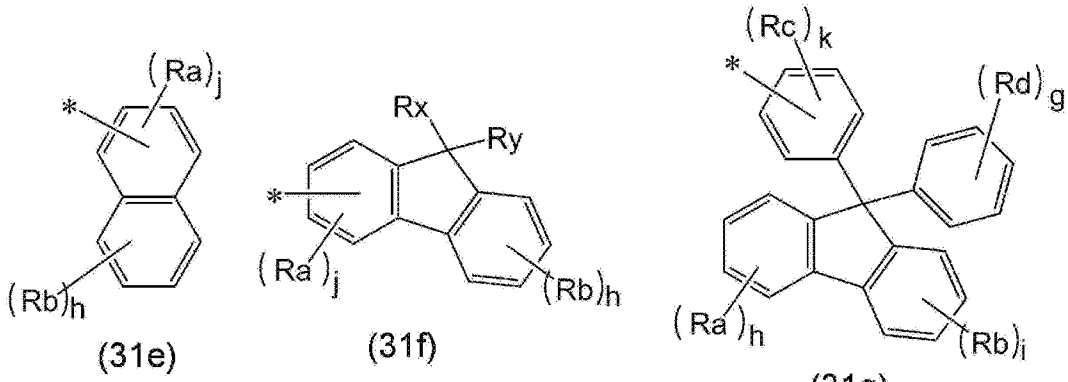
(31a) (31b)

[0303] [化234]



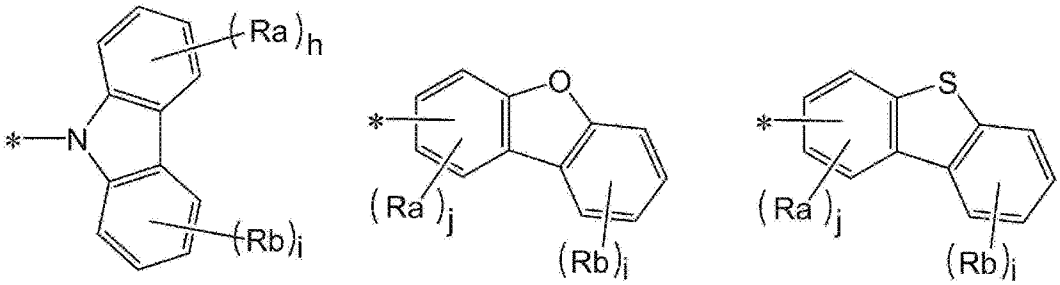
(31c) (31d)

[0304] [化235]



(31e) (31f) (31g)

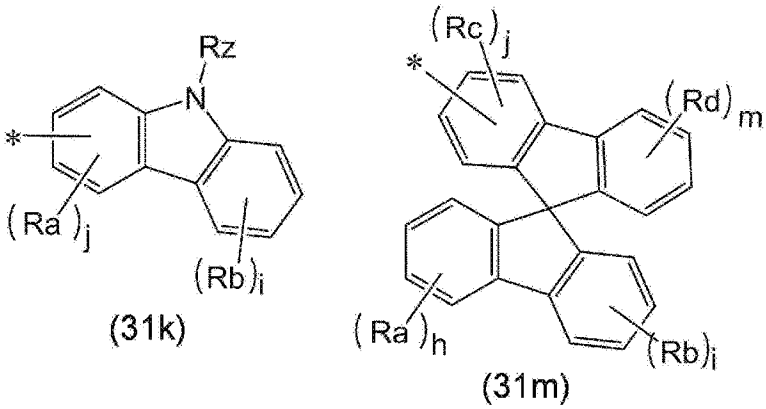
[0305] [化236]



(31h) (31i) (31j)

[0306]

[化237]



[0307] 前記一般式（３１ａ）～（３１ｋ），（３１ｍ）において、Ｒａ、Ｒｂ、ＲｃおよびＲｄは、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、置換基である場合のＲａ、Ｒｂ、ＲｃおよびＲｄは、置換基である場合のR_1～R_8について列挙した置換基の群から選択される。

ＲｘおよびＲｙは、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、置換基である場合のＲｘおよびＲｙは、置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、および置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基からなる群から選択される。

Ｒｚは、水素原子、または置換基であり、置換基である場合のＲｚは、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、および置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基からなる群から選択される。

ｇは、５であり、ｈは、４であり、ｉは、４であり、ｊは、３であり、ｋは、４であり、ｍは、４であり、ｎは、５である。

複数のＲａは、互いに同一でも異なっていてもよい。置換基であるＲａ同士が結合して環構造を形成してもよい。

複数のＲｂは、互いに同一でも異なっていてもよい。置換基であるＲｂ同士が結合して環構造を形成してもよい。

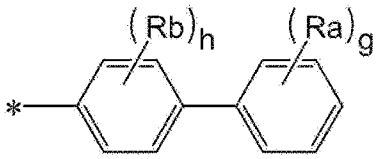
複数のＲｃは、互いに同一でも異なっていてもよい。置換基であるＲｃ同士が結合して環構造を形成してもよい。

複数のＲｄは、互いに同一でも異なっていてもよい。置換基であるＲｄ同士が結合して環構造を形成してもよい。

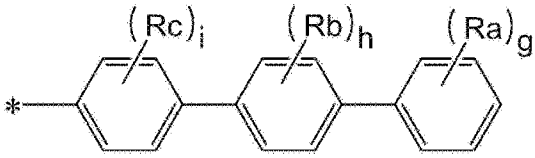
＊は、L_{31}またはL_{32}との結合位置を示す。

[0308] Ar_{31}およびAr_{32}は、それぞれ独立に、下記一般式（３１ｎ），（３１ｐ）～（３１ｗ）で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であることが好ましい。

[0309] [化238]

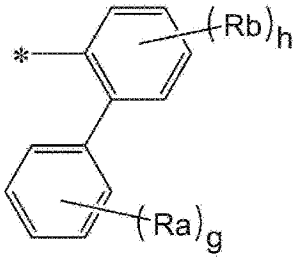


(31n)

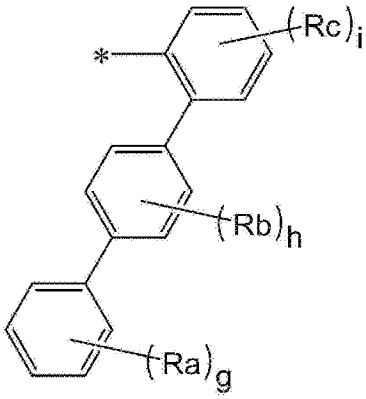


(31p)

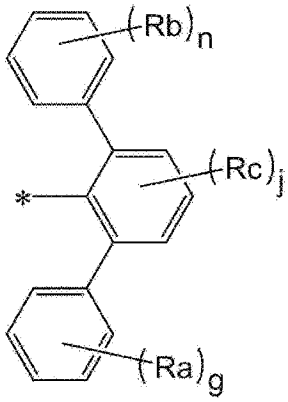
[0310] [化239]



(31q)

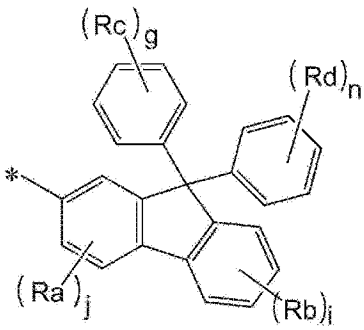


(31r)

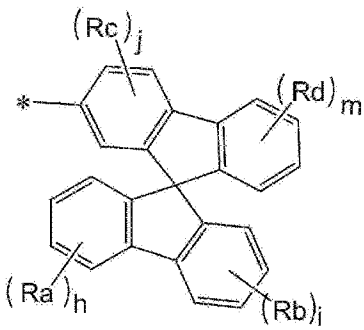


(31s)

[0311] [化240]



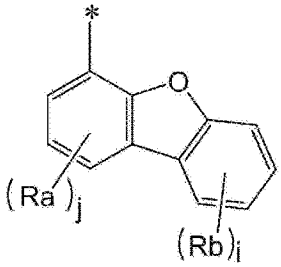
(31t)



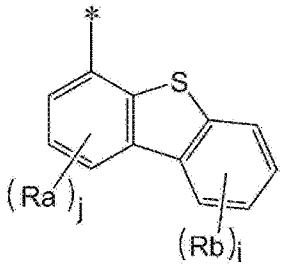
(31u)

[0312]

[化241]



(31v)



(31w)

[0313] 前記一般式（３１ｎ），（３１ｐ）～（３１ｗ）中のＲａ、Ｒｂ、Ｒｃ、Ｒｄ、ｇ、ｈ、ｉ、ｊ、ｍ、ｎ、＊は、それぞれ前記一般式（３１ａ）～（３１ｋ），（３１ｍ）中のＲａ、Ｒｂ、Ｒｃ、Ｒｄ、ｇ、ｈ、ｉ、ｊ、ｍ、ｎ、＊と同義である。

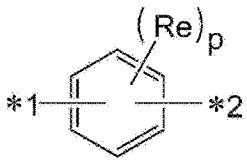
[0314] Ｒａ、Ｒｂ、ＲｃおよびＲｄは、水素原子であることが好ましい。

Ｒｘ、ＲｙおよびＲｚは、置換基であることが好ましい。

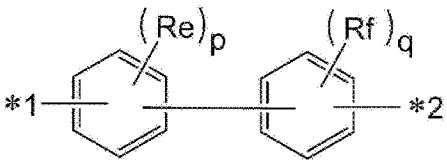
[0315] L_{30}、L_{31}およびL_{32}は、それぞれ独立に、単結合または連結基であり、連結基である場合のL_{30}、L_{31}およびL_{32}は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基であることが好ましい。

[0316] 連結基である場合のL_{30}、L_{31}およびL_{32}は、それぞれ独立に、下記一般式（３１ｘ）～（３１ｚ）で表される基からなる群から選択されるいずれかの連結基であることが好ましい。

[0317] [化242]



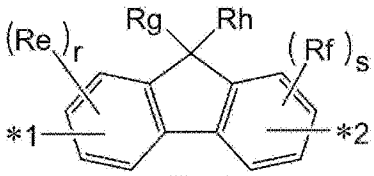
(31x)



(31y)

[0318]

[化243]



(31z)

[0319] 前記一般式（３１ｘ）～（３１ｚ）において、ＲｅおよびＲｆは、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、置換基である場合のＲｅおよびＲｆは、置換基である場合のR_1～R_8について列挙した置換基の群から選択される。

ＲｇおよびＲｈは、それぞれ独立に、水素原子、または置換基である。置換基である場合のＲｇおよびＲｈは、置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、および置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基からなる群から選択される。

ｐは、４であり、ｑは、４であり、ｒは、３であり、ｓは、３である。

複数のＲｅは、互いに同一でも異なっていてもよい。置換基であるＲｅ同士が結合して環構造を形成してもよい。

複数のＲｆは、互いに同一でも異なっていてもよい。置換基であるＲｆ同士が結合して環構造を形成してもよい。

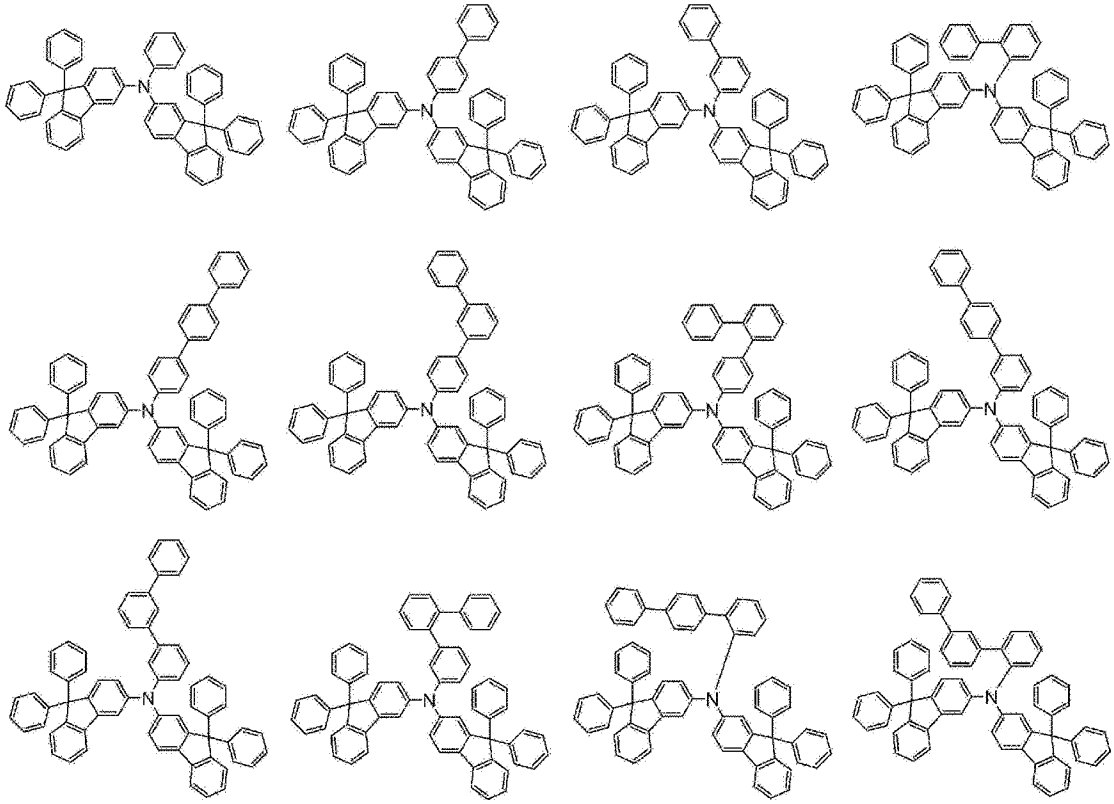
＊１および＊２は、前記一般式（３）で表される構造中の窒素原子、Ar_{31}、Ar_{32}、またはフルオレン環との結合位置を示す。

[0320] L_{30}が単結合である場合、フルオレン骨格が窒素原子に直接結合すると第三の化合物のイオン化ポテンシャルが小さくなる。そのため、陽極３あるいは正孔注入層５とのエネルギー障壁が小さくなり、発光層７への電子注入が容易になり、その結果、有機ＥＬ素子１の駆動電圧が低くなる。

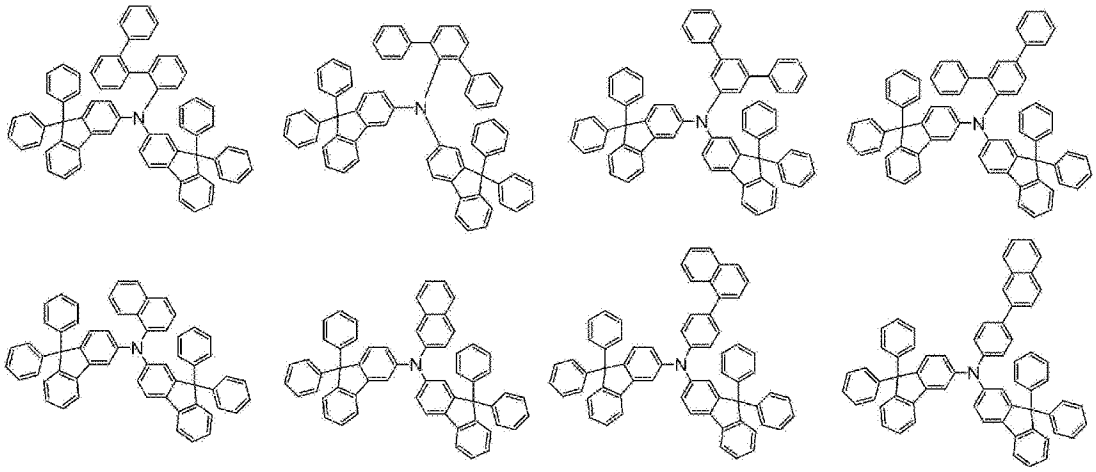
前記一般式（３１ｔ）または（３１ｕ）で表される基も、窒素原子に直接結合することが好ましい。

[0321] 第三の化合物の例を以下に示す。なお、本発明に係る第三の化合物は、これらの例に限定されない。

[0322] [化244]

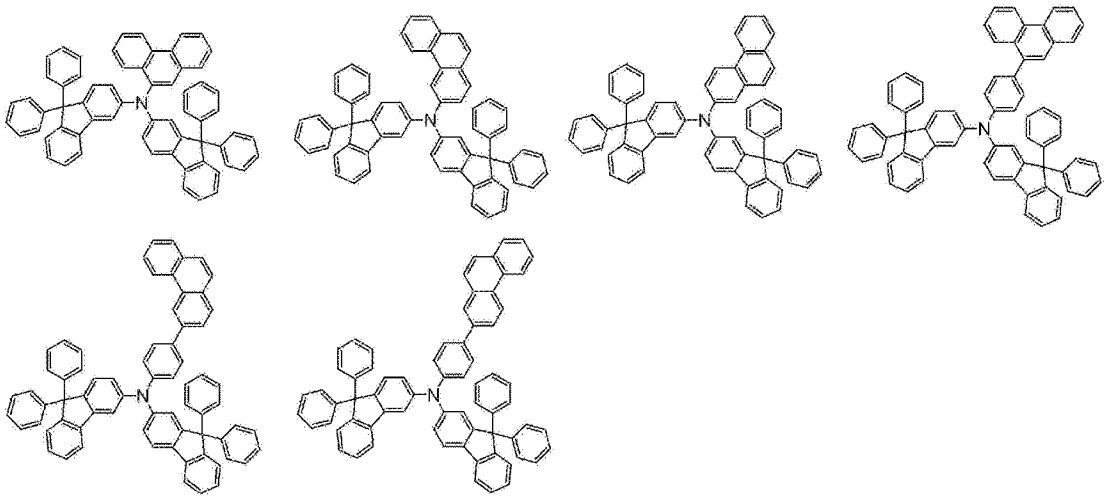


[0323] [化245]

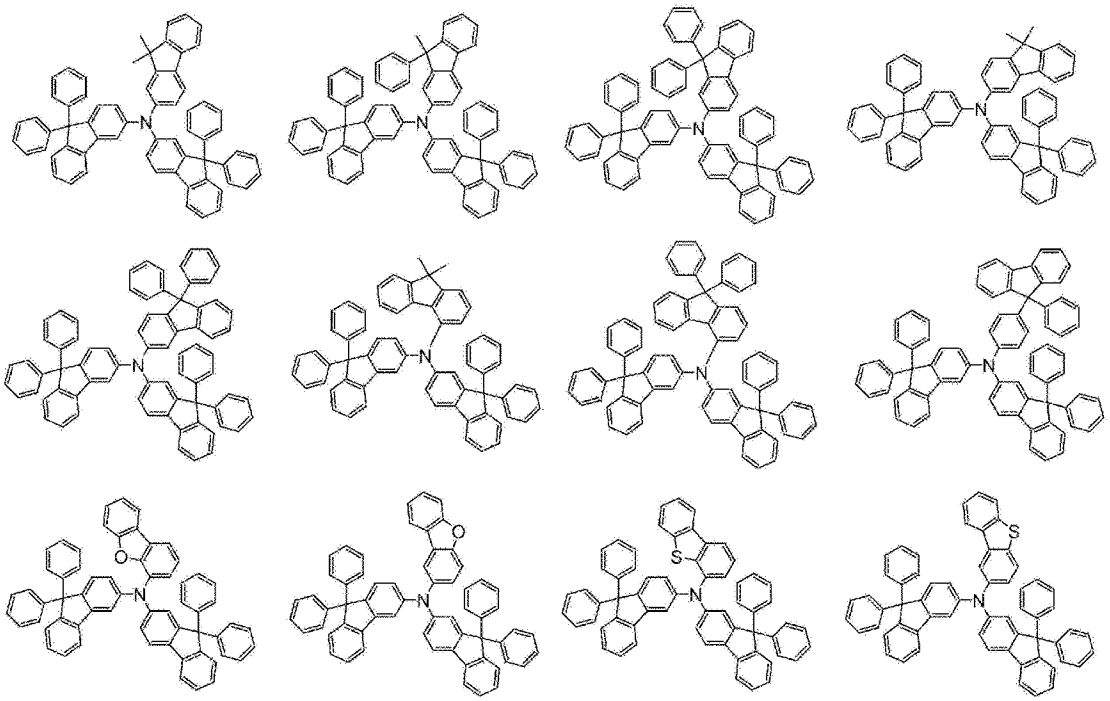


[0324]

[化246]

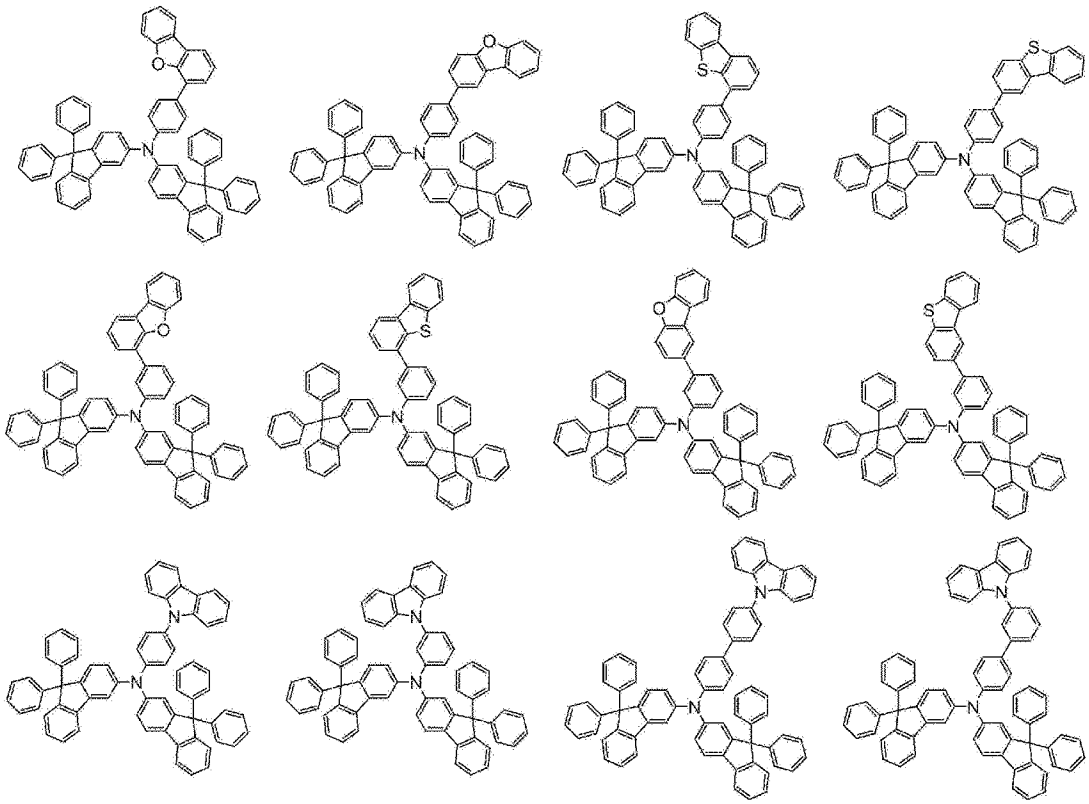


[0325] [化247]

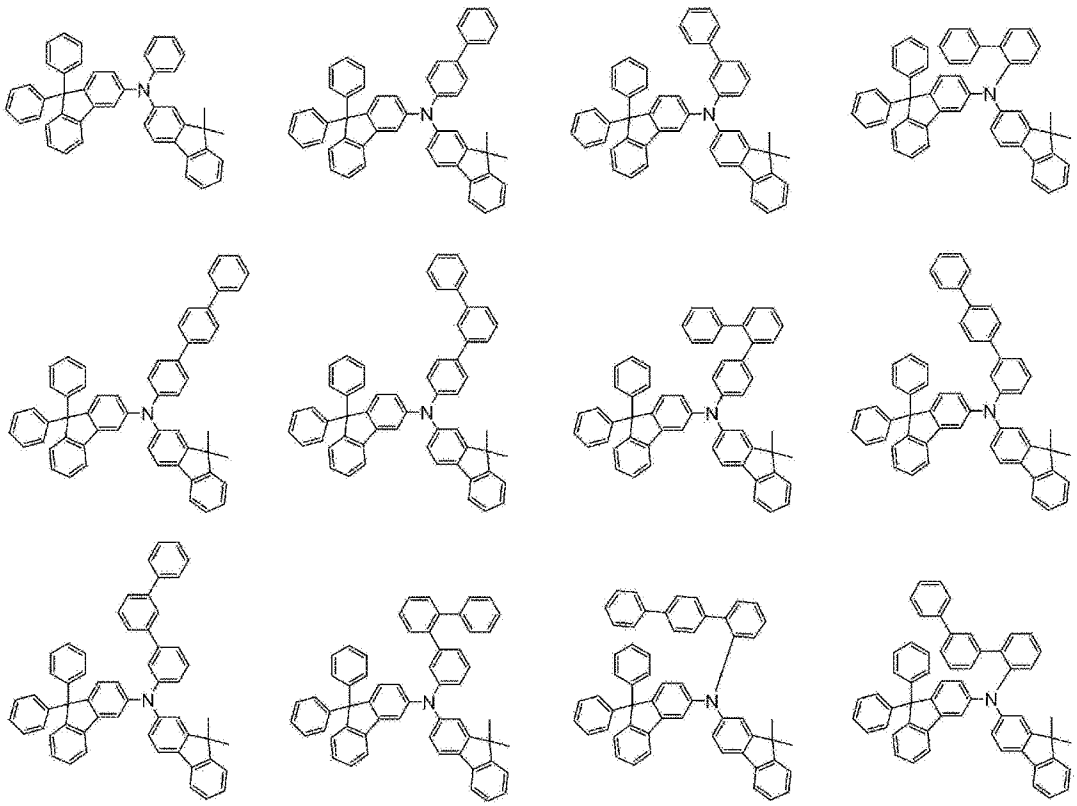


[0326]

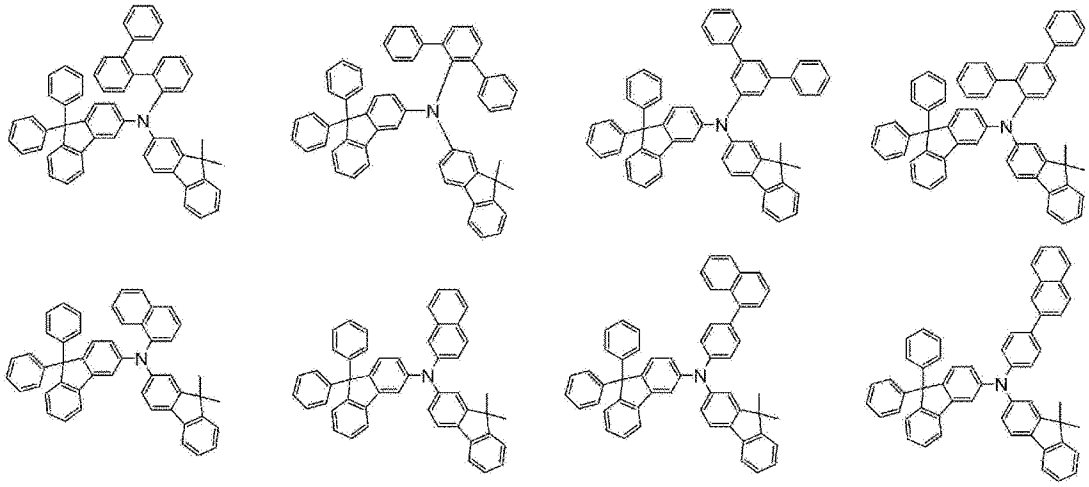
[化248]



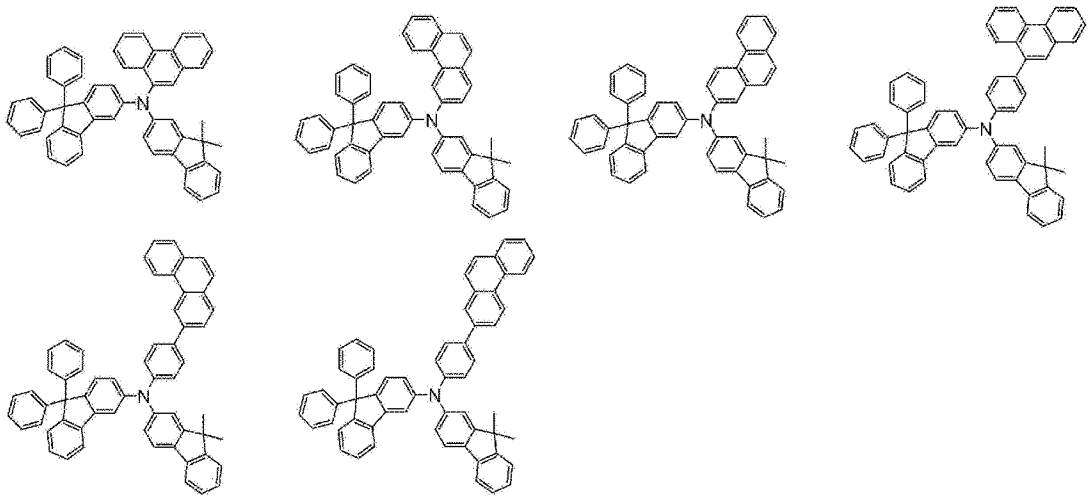
[0327] [化249]



[0328] [化250]

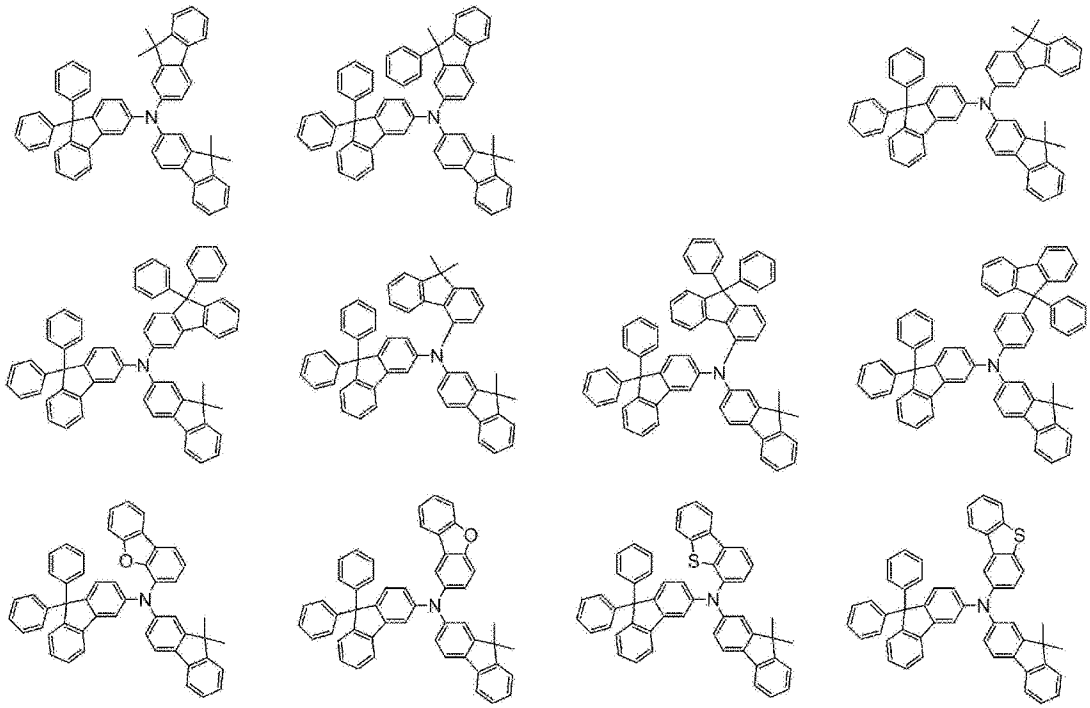


[0329] [化251]

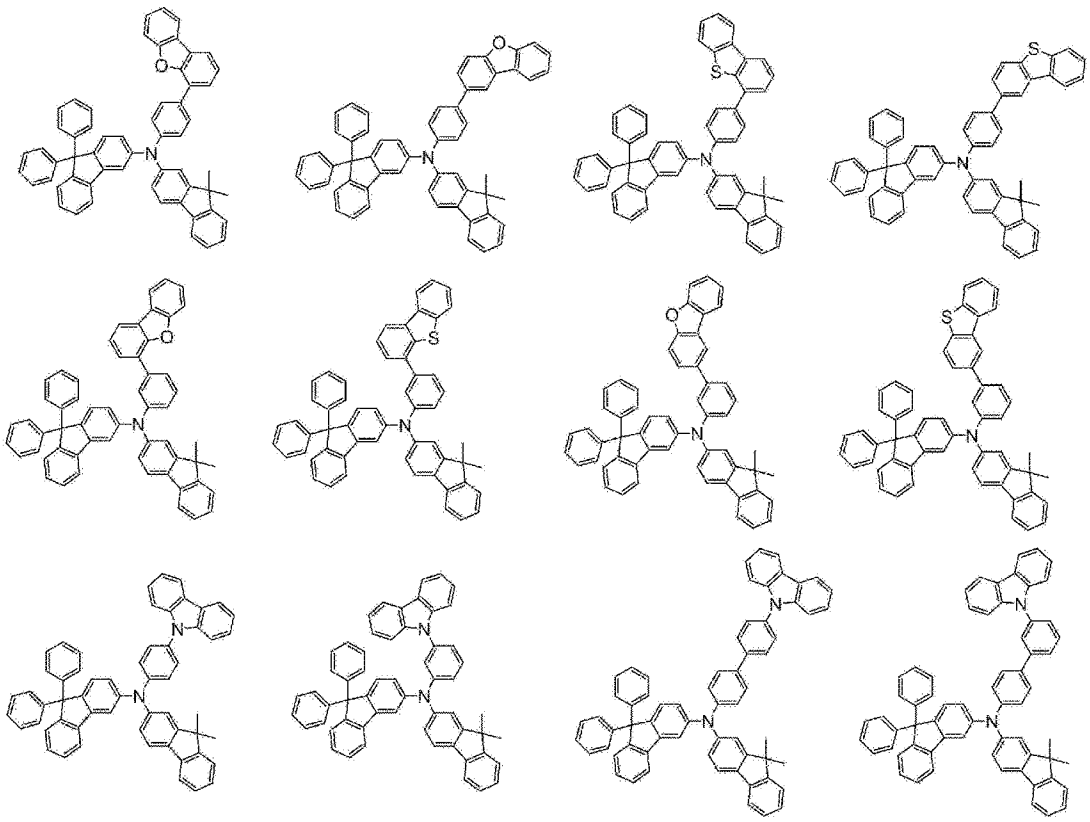


[0330]

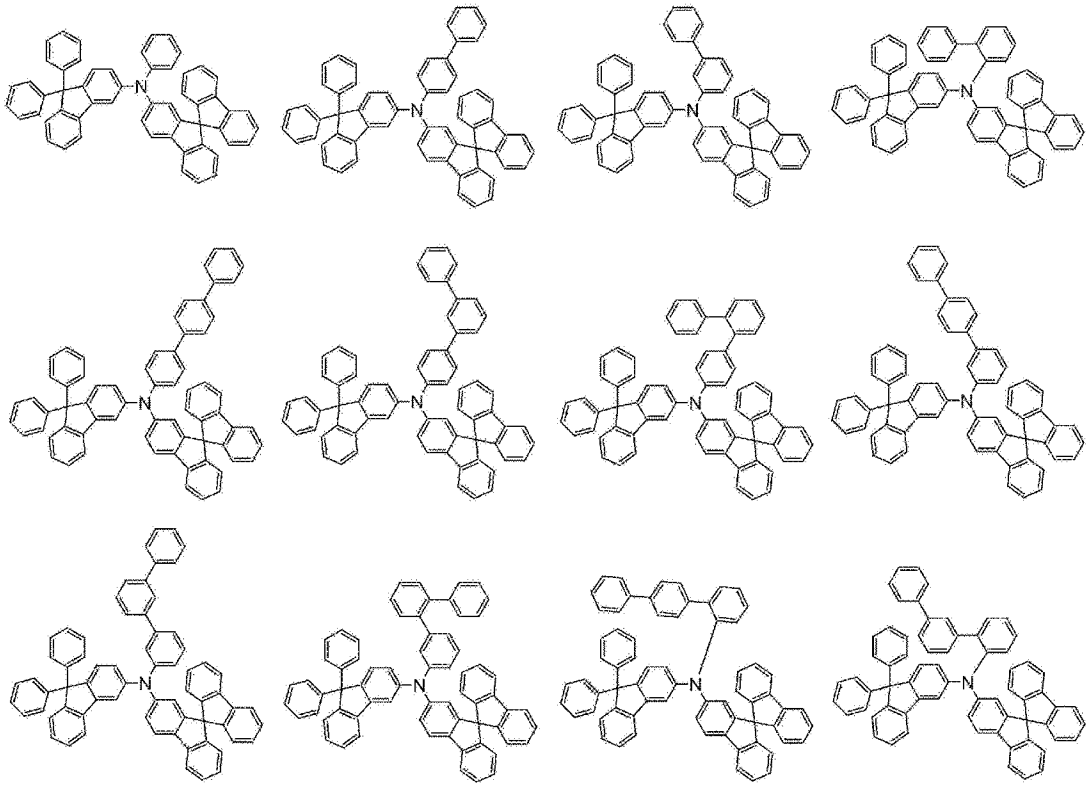
[化252]



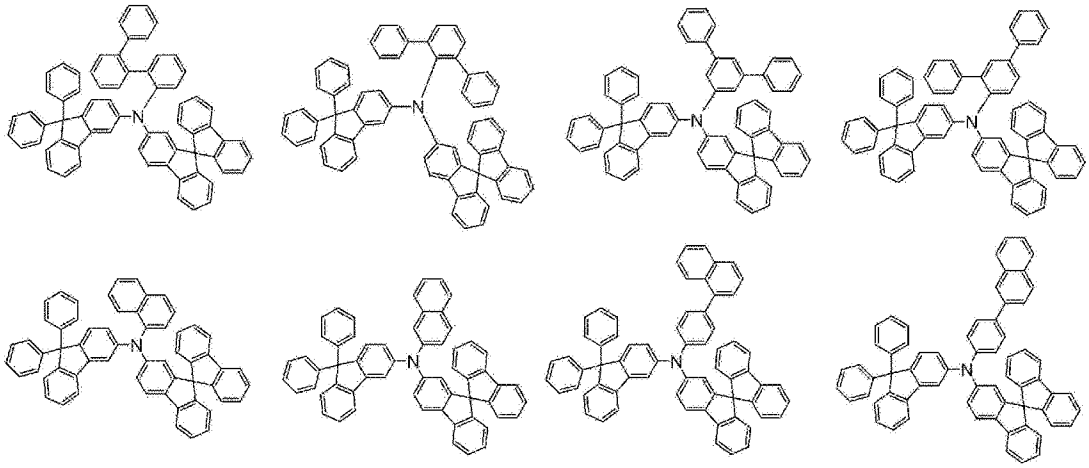
[0331] [化253]



[0332] [化254]

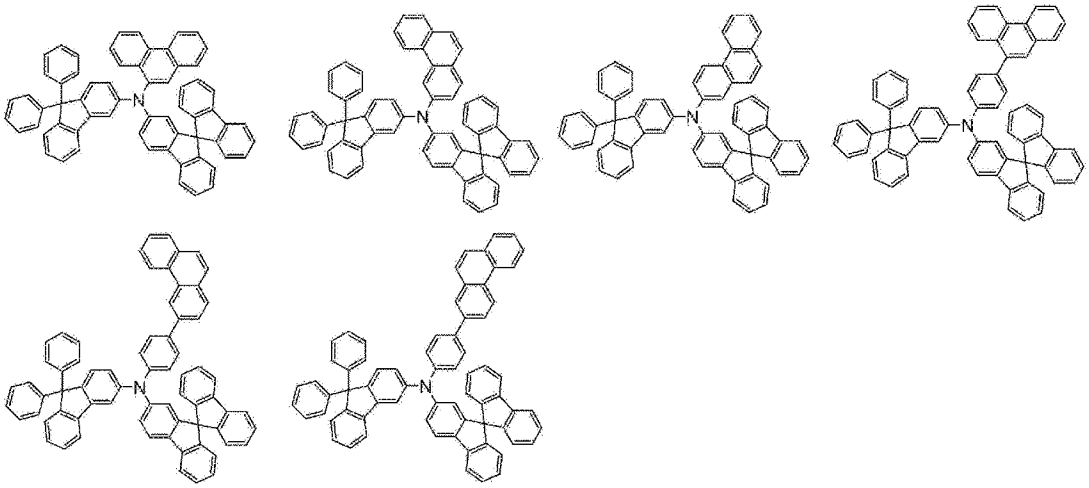


[0333] [化255]

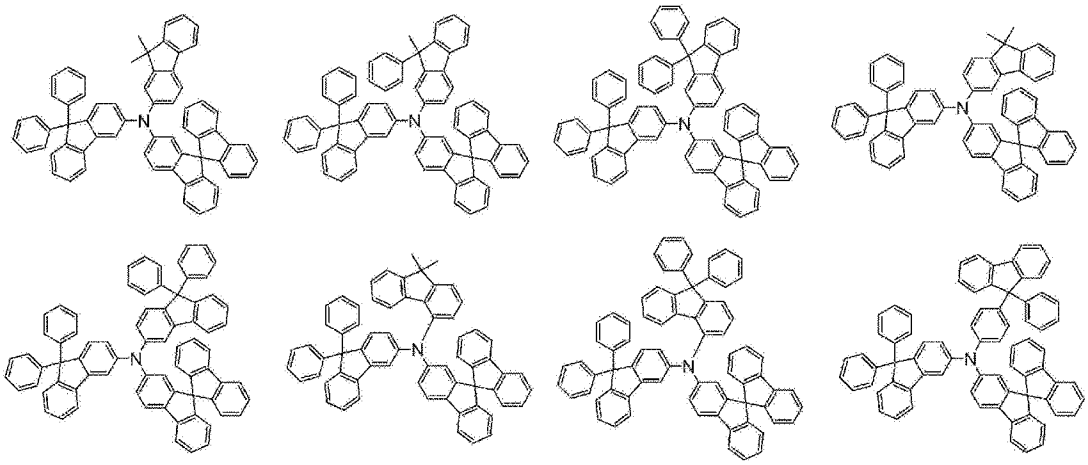


[0334]

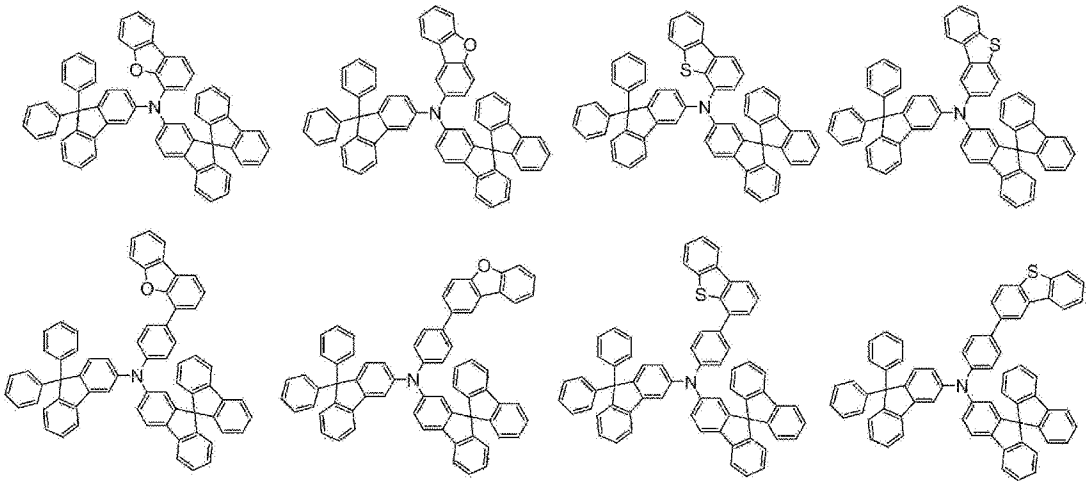
[化256]



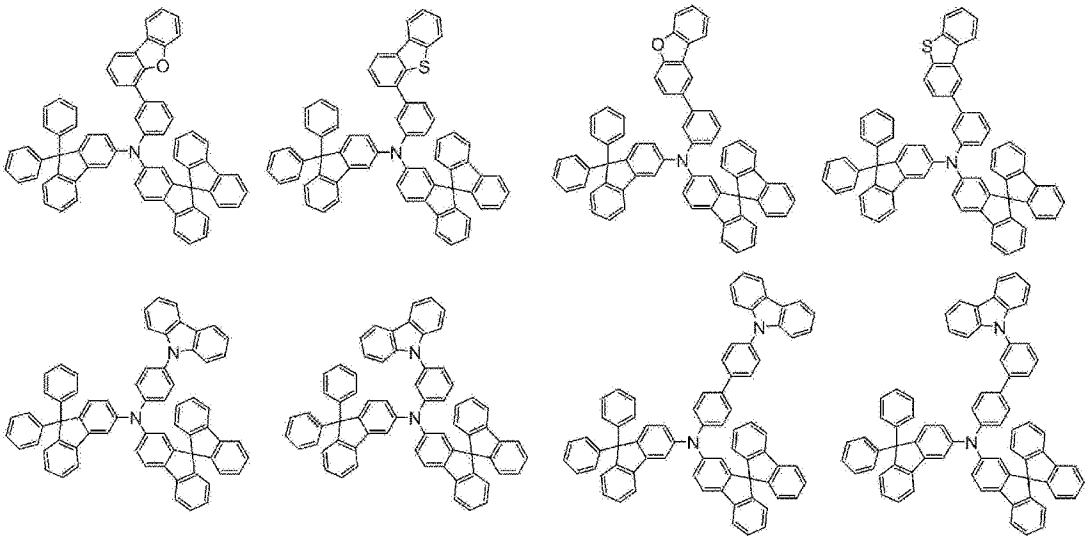
[0335] [化257]



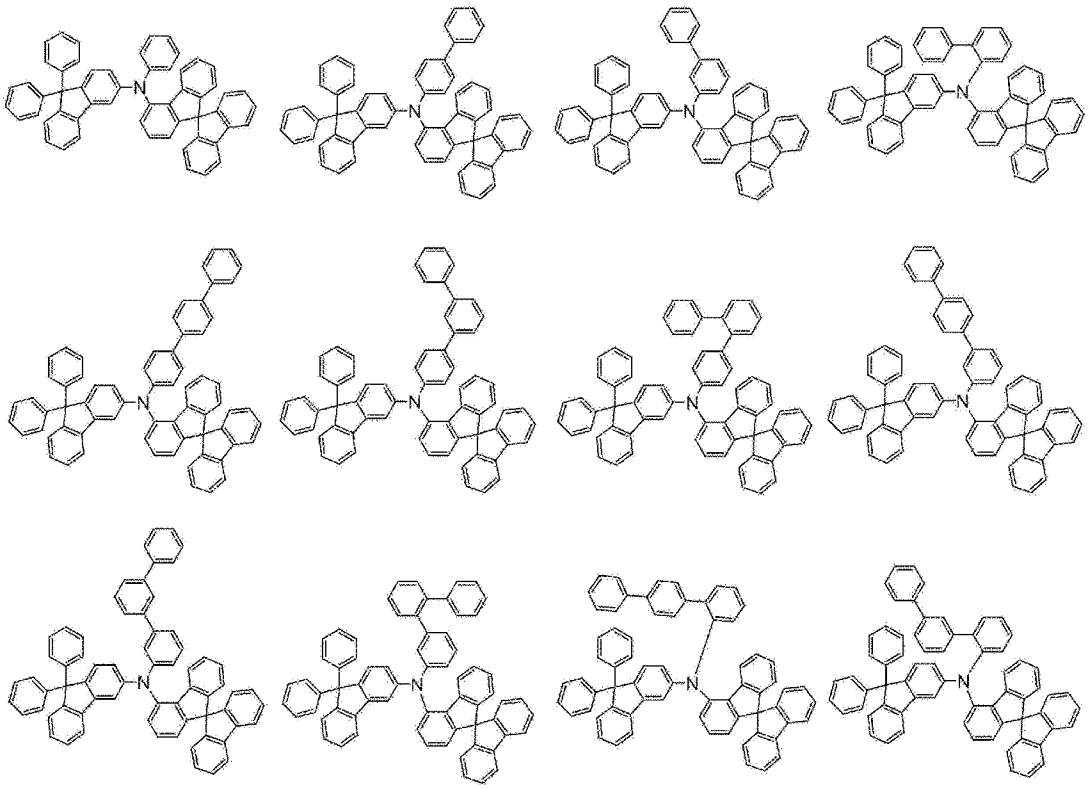
[0336] [化258]



[0337] [化259]

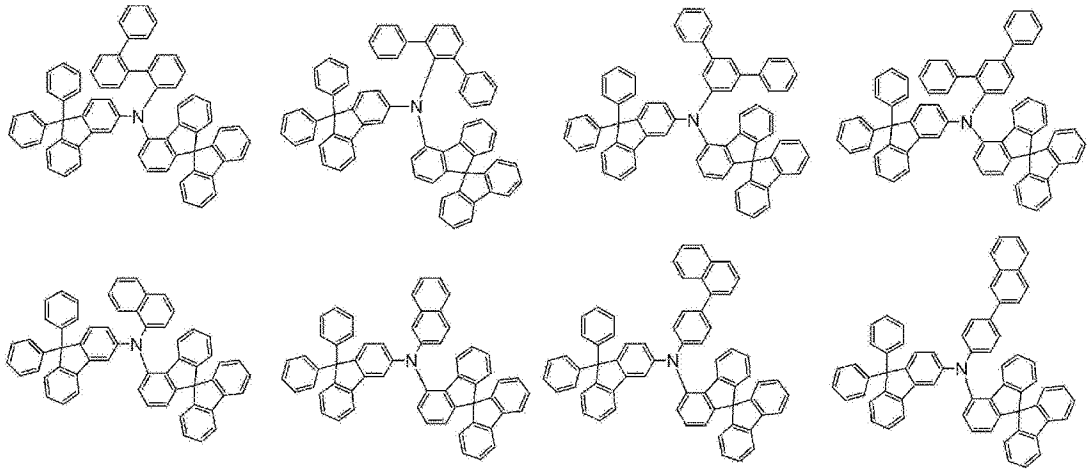


[0338] [化260]

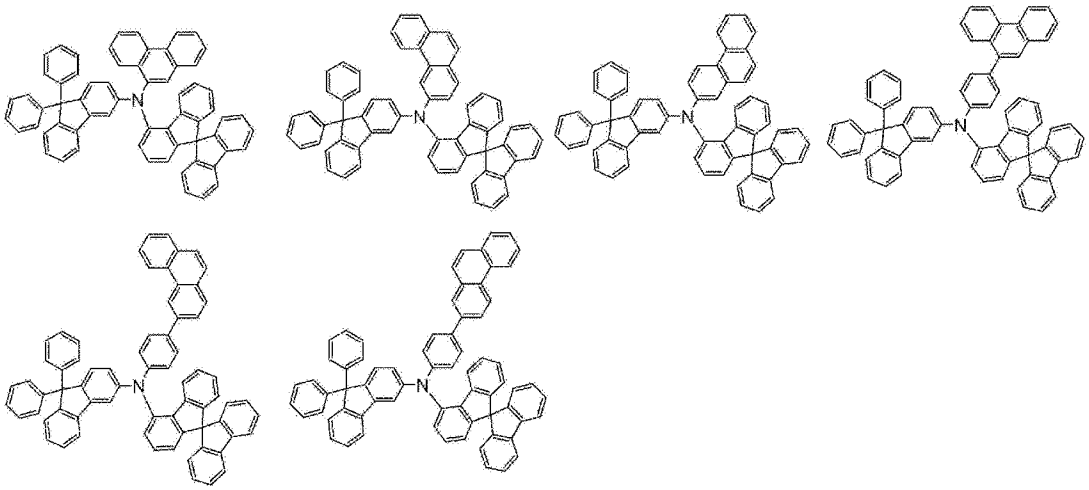


[0339]

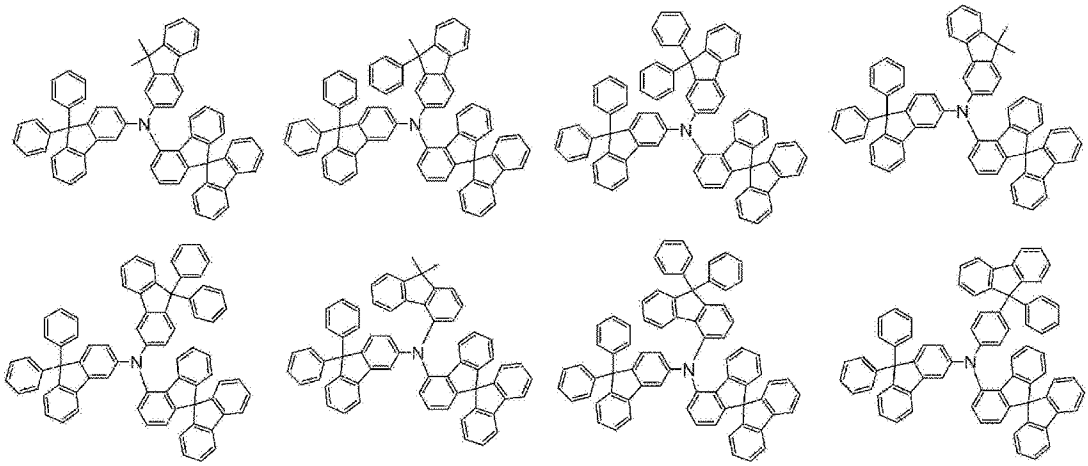
[化261]



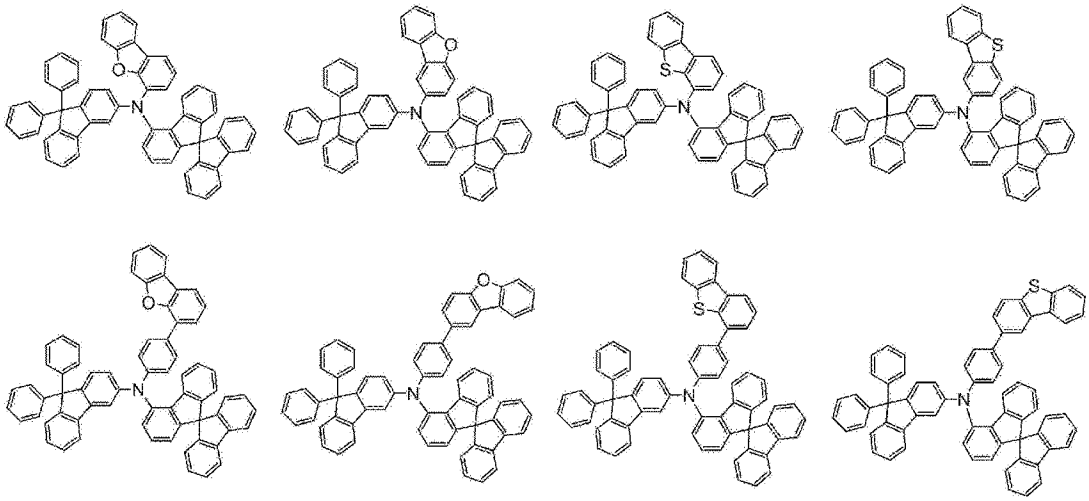
[0340] [化262]



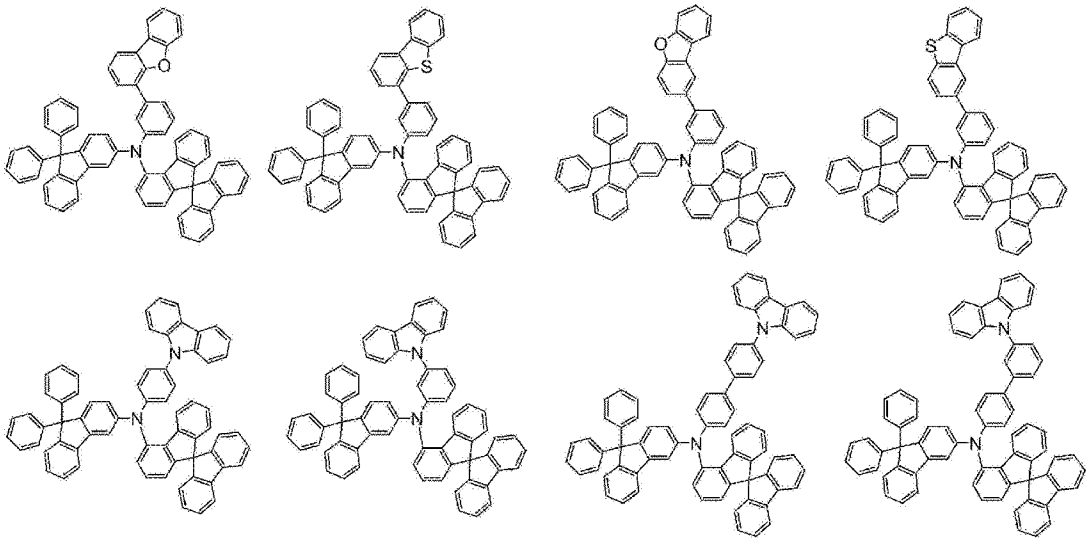
[0341] [化263]



[0342] [化264]

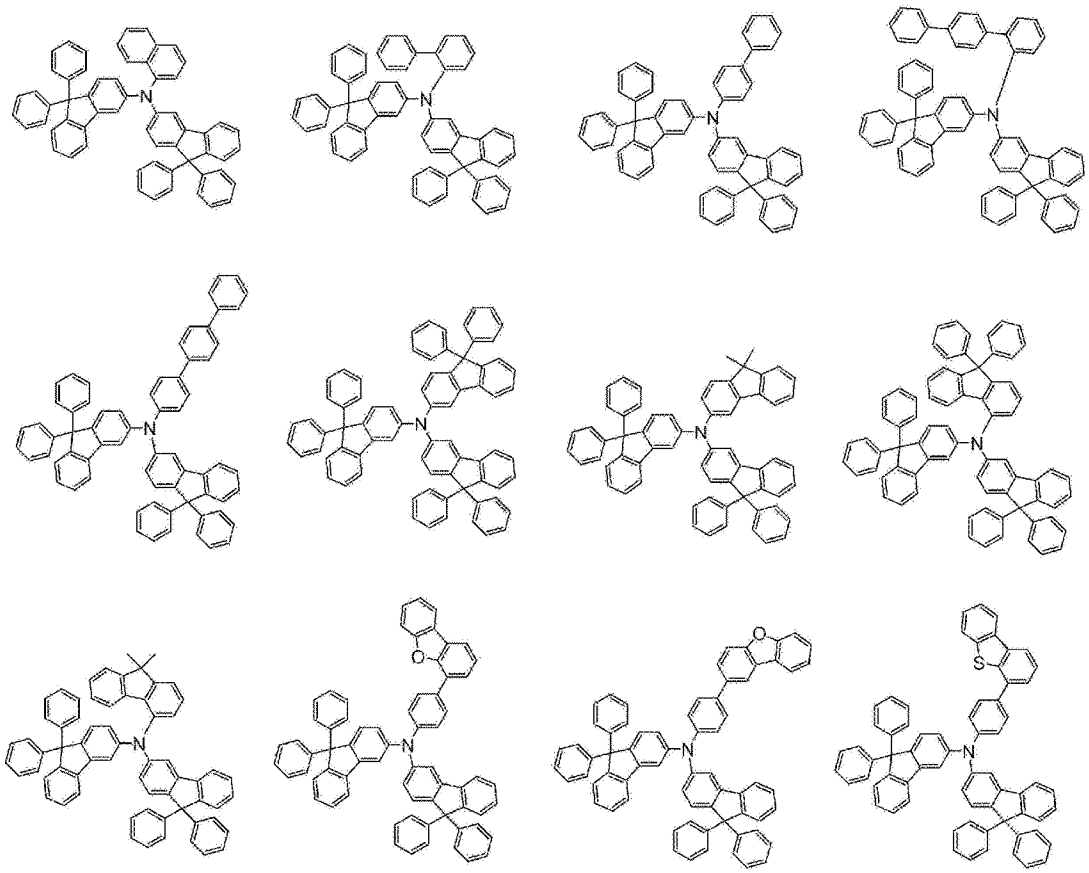


[0343] [化265]



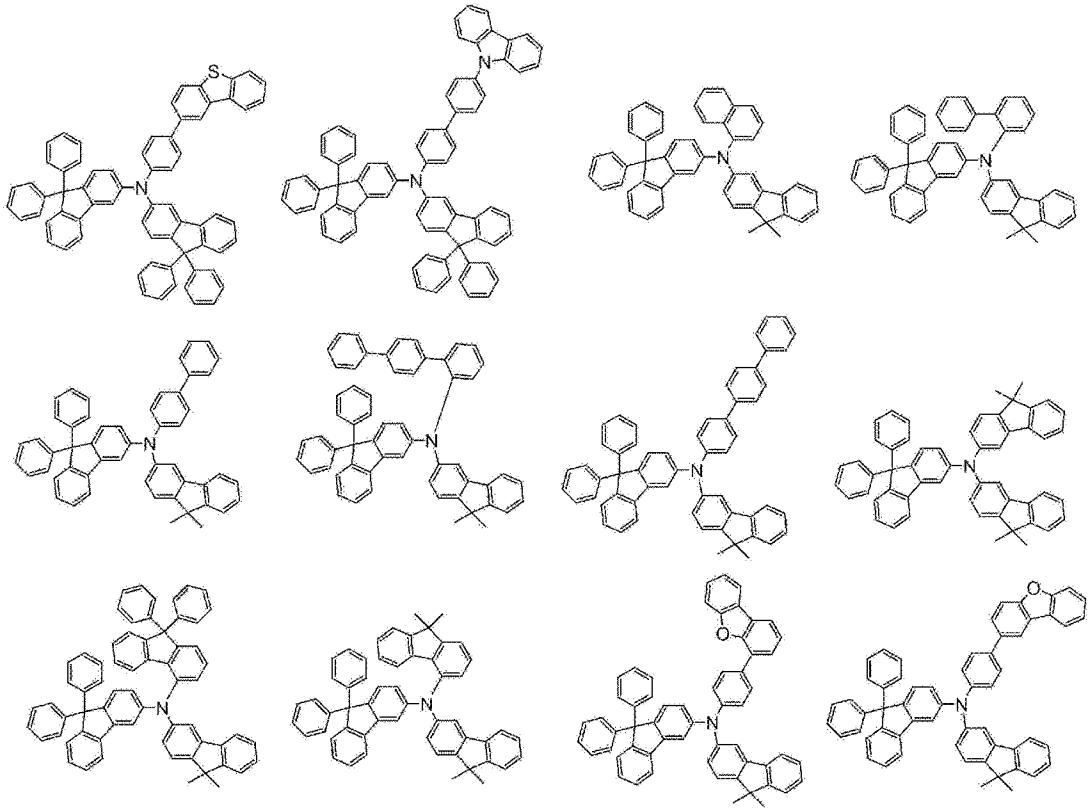
[0344]

[化266]

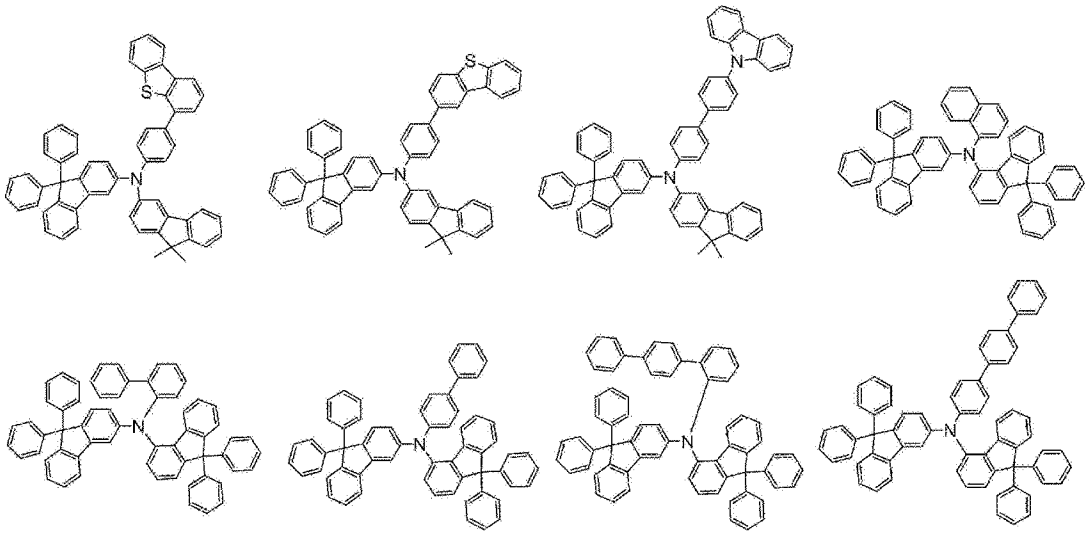


[0345]

[化267]

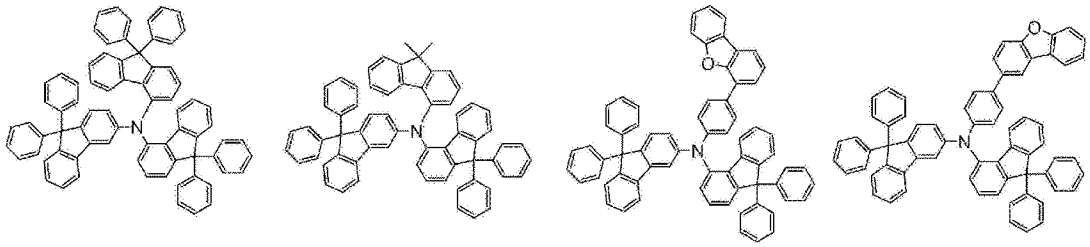


[0346] [化268]

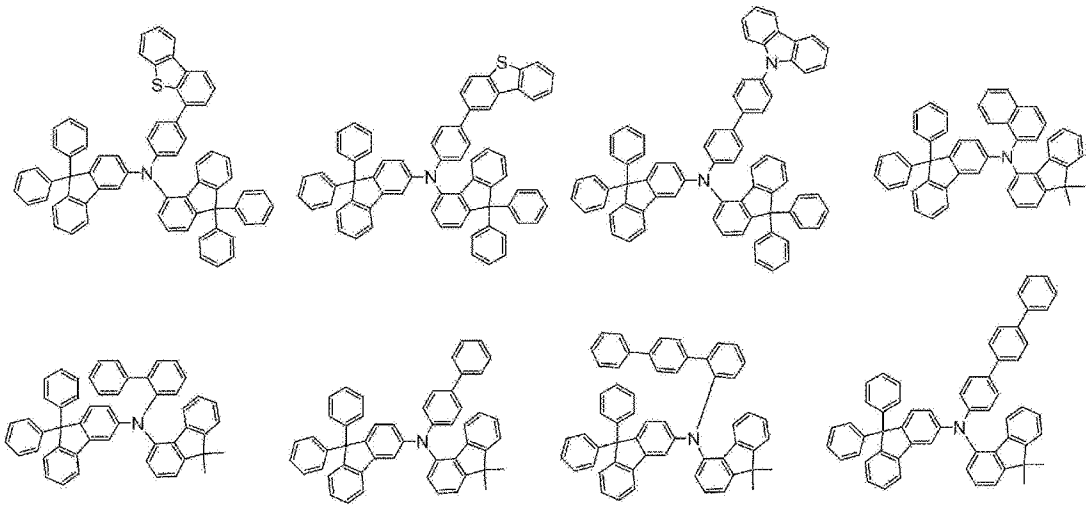


[0347]

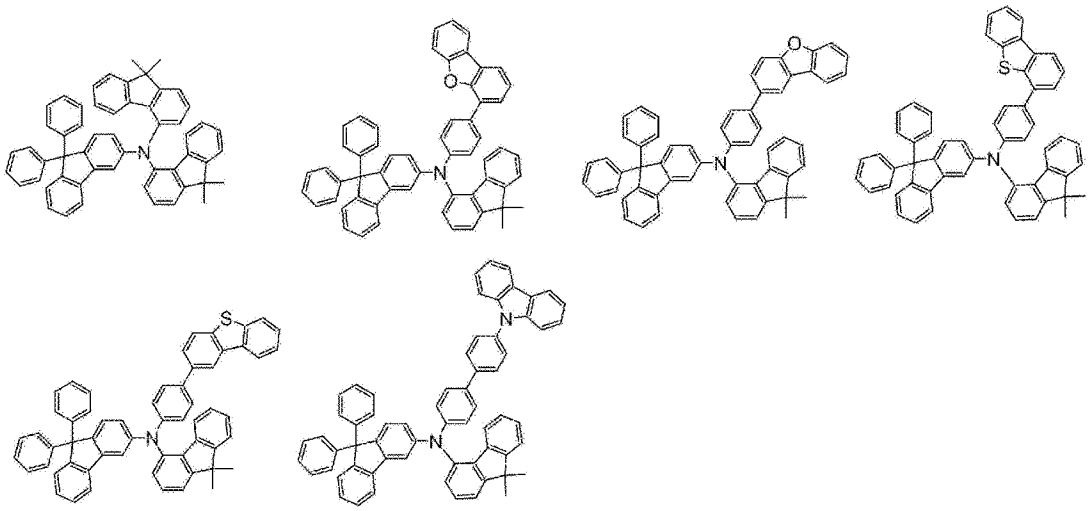
[化269]



[0348] [化270]

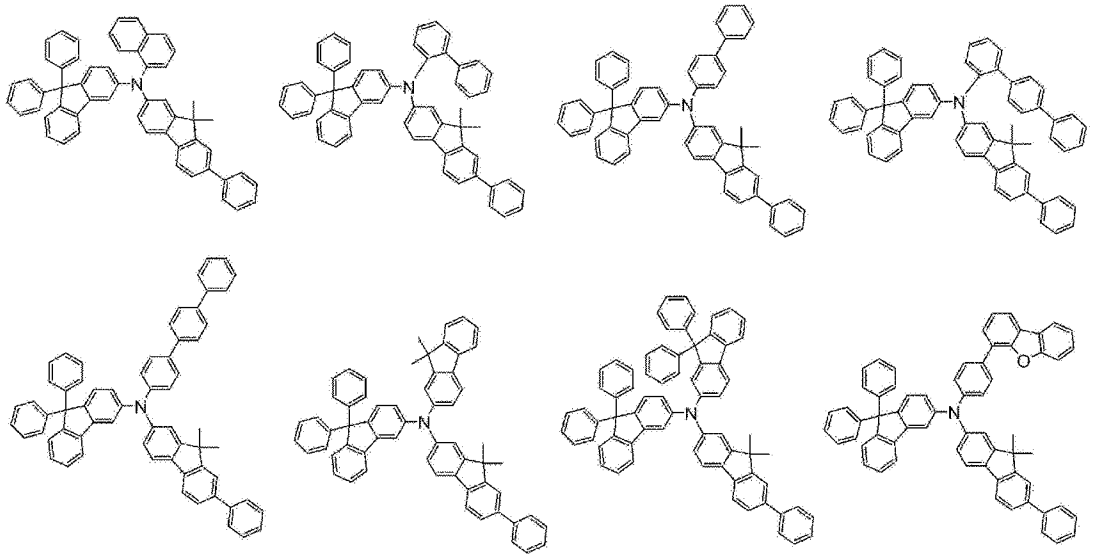


[0349] [化271]

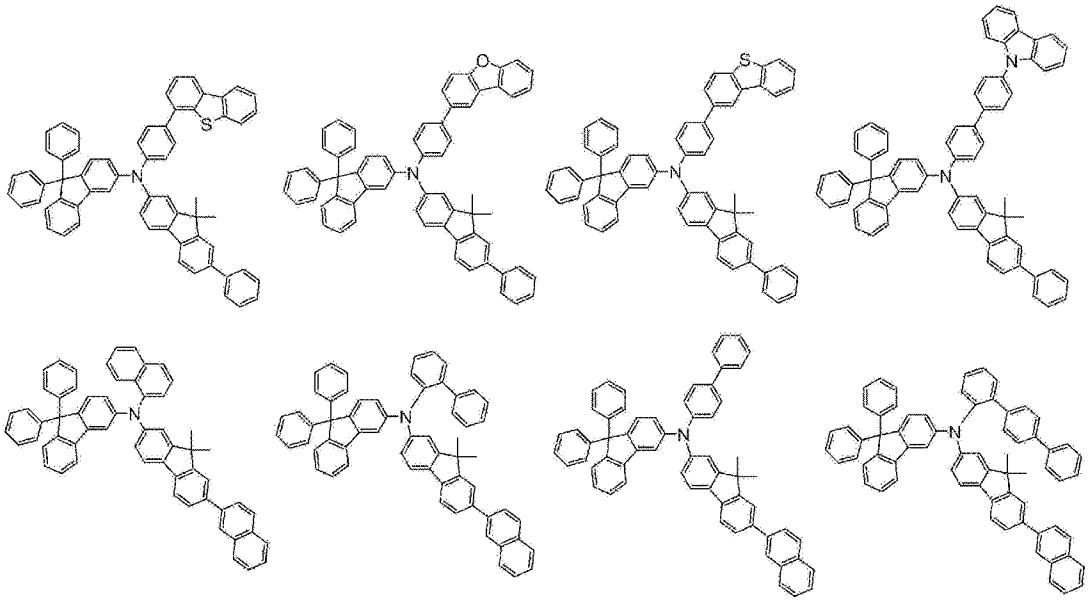


[0350]

[化272]

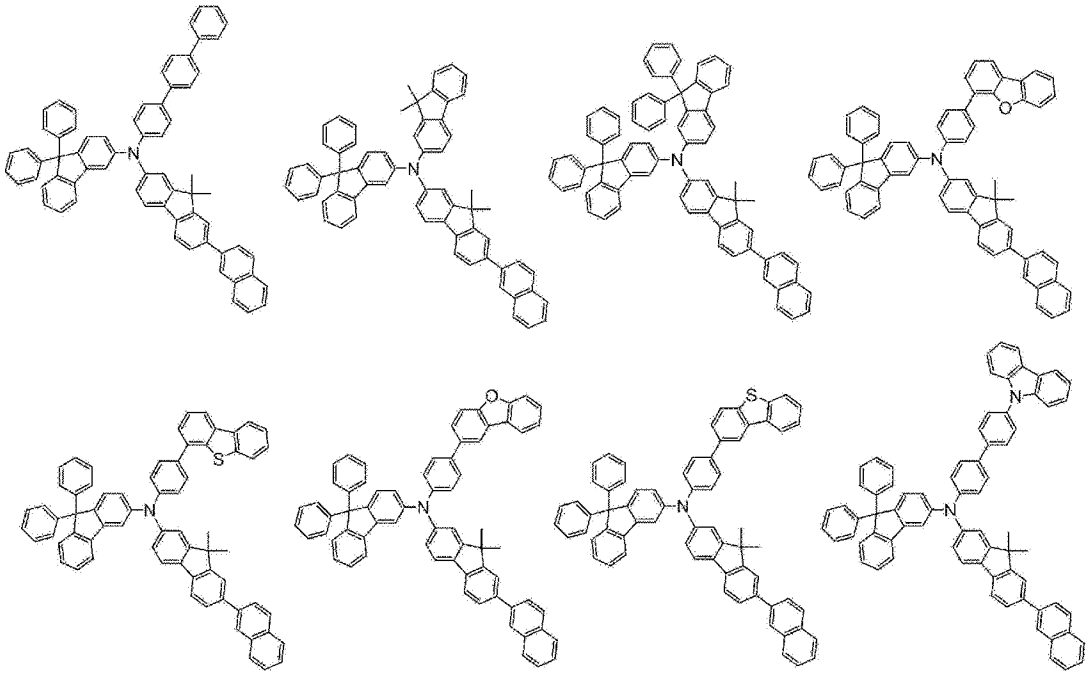


[0351] [化273]

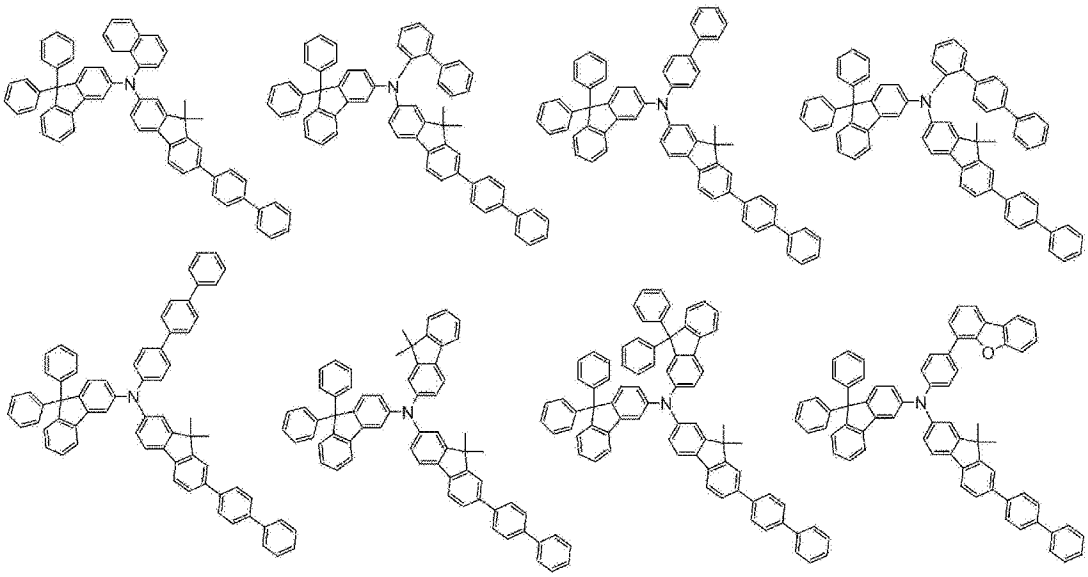


[0352]

[化274]

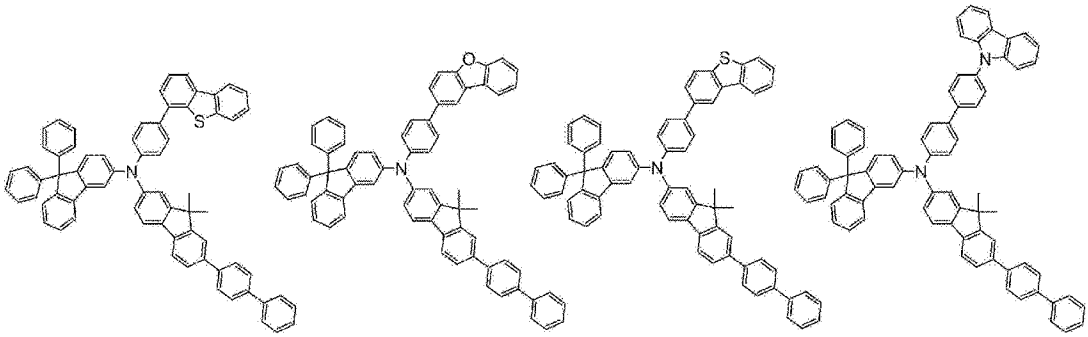


[0353] [化275]

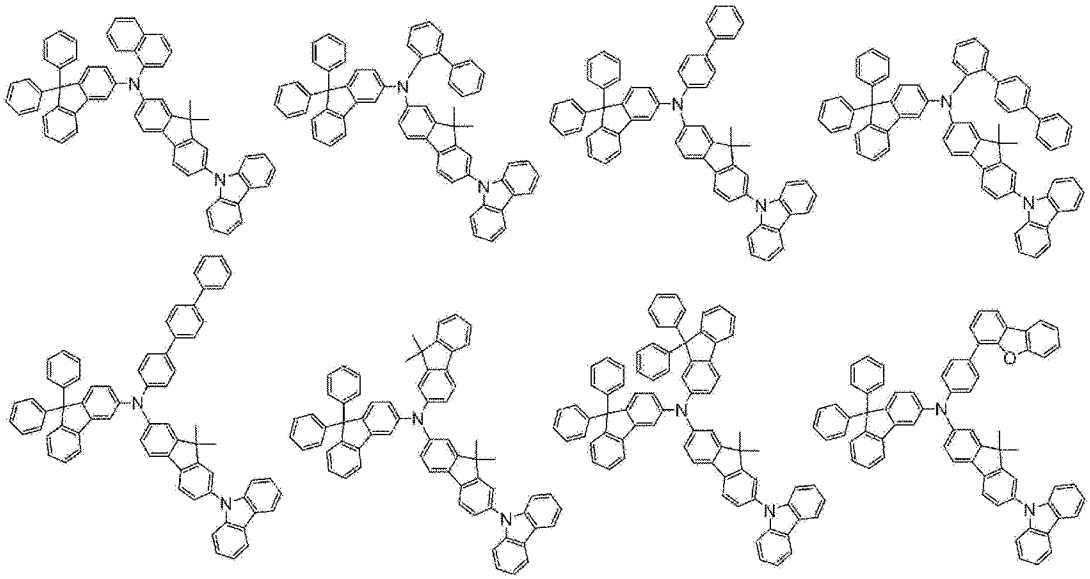


[0354]

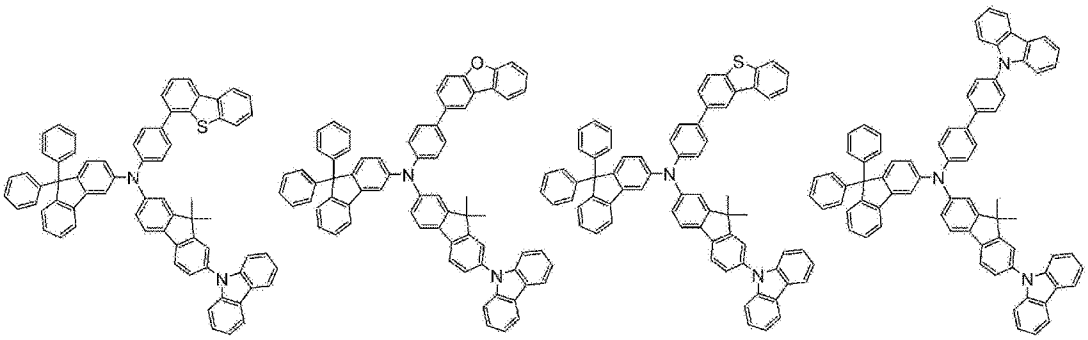
[化276]



[0355] [化277]

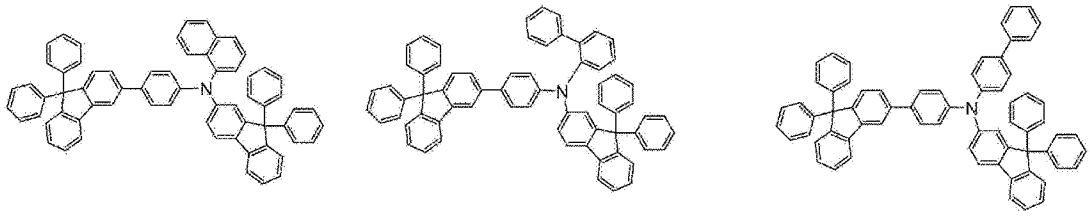


[0356] [化278]

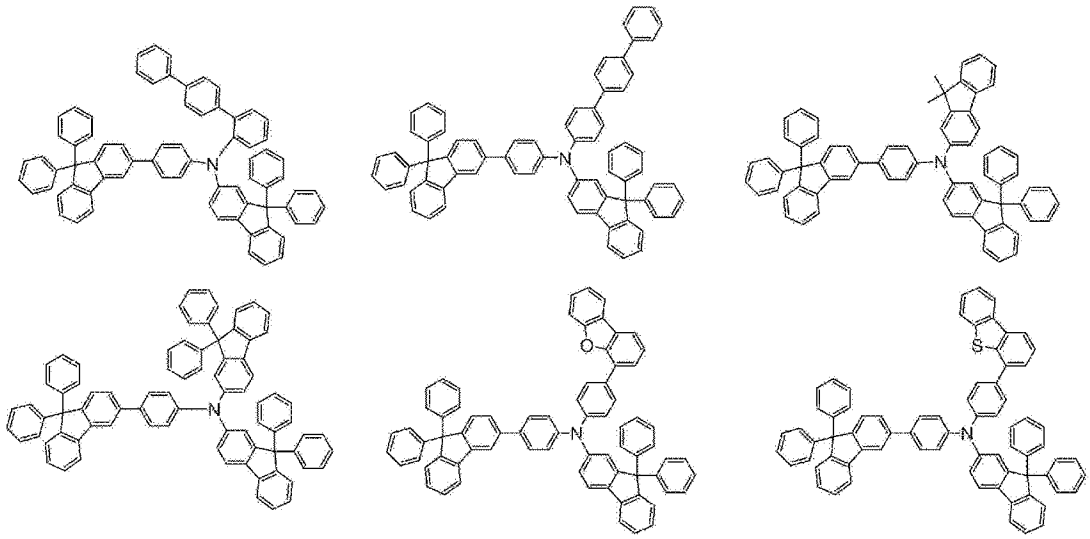


[0357]

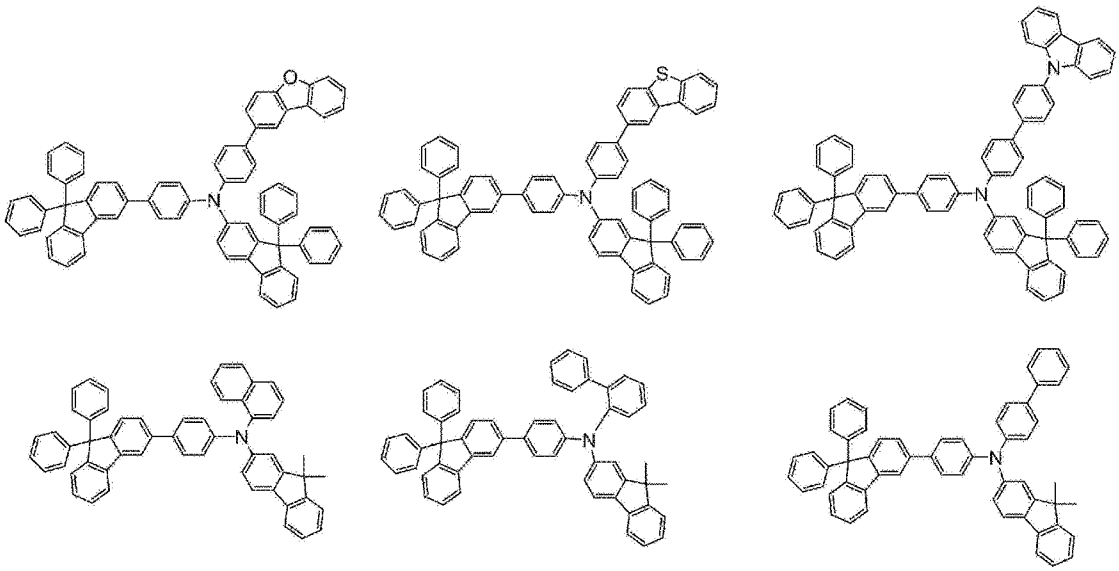
[化279]



[0358] [化280]

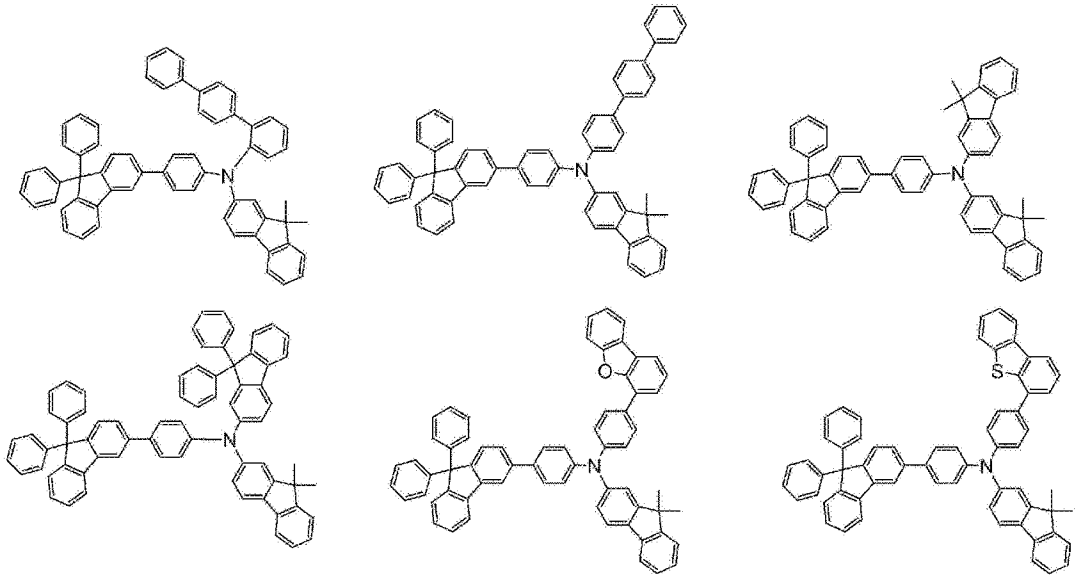


[0359] [化281]

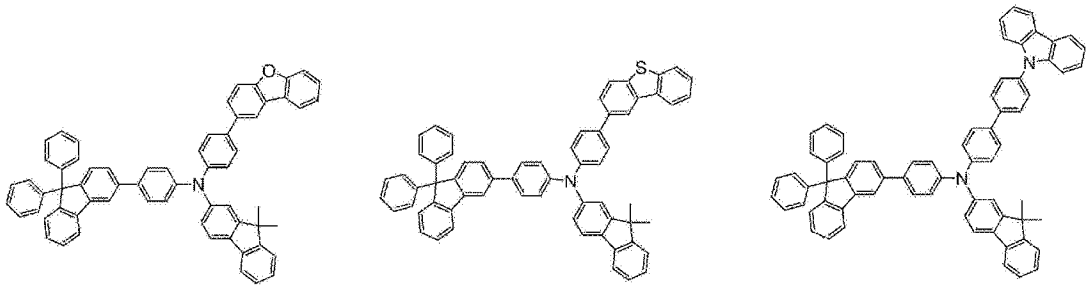


[0360]

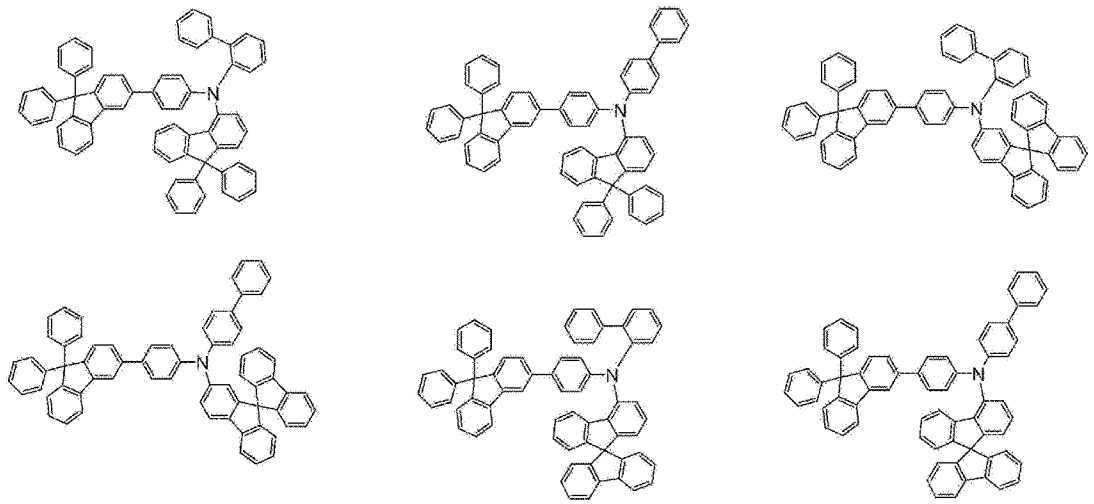
[化282]



[0361] [化283]

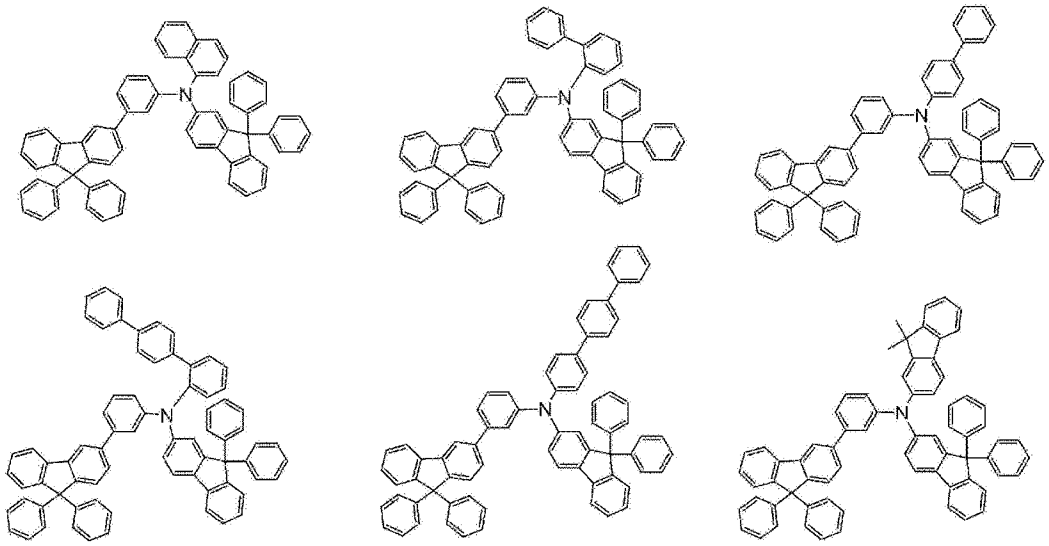


[0362] [化284]

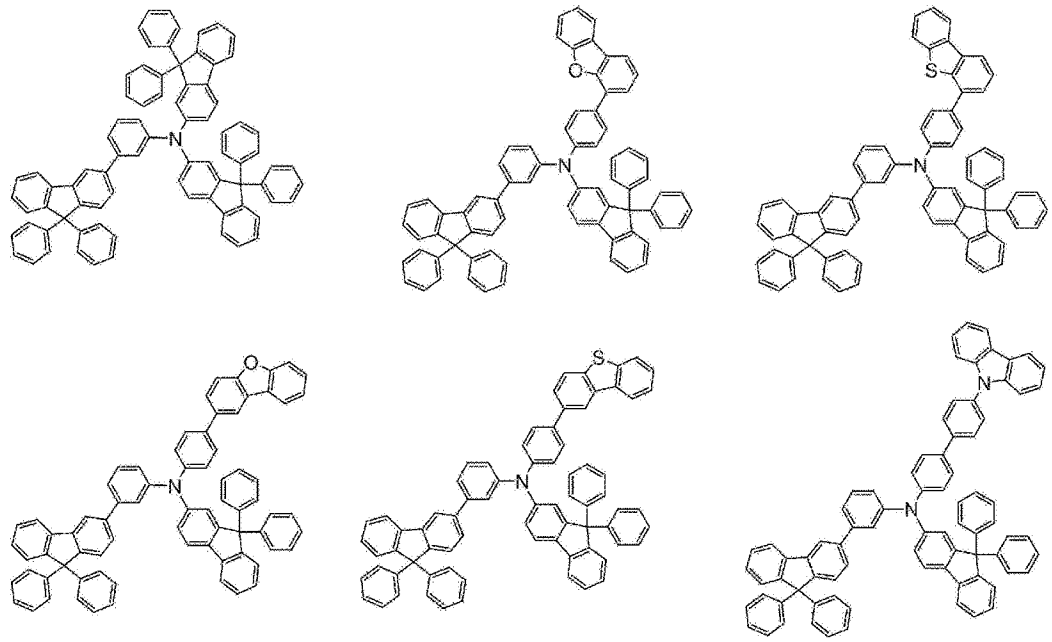


[0363]

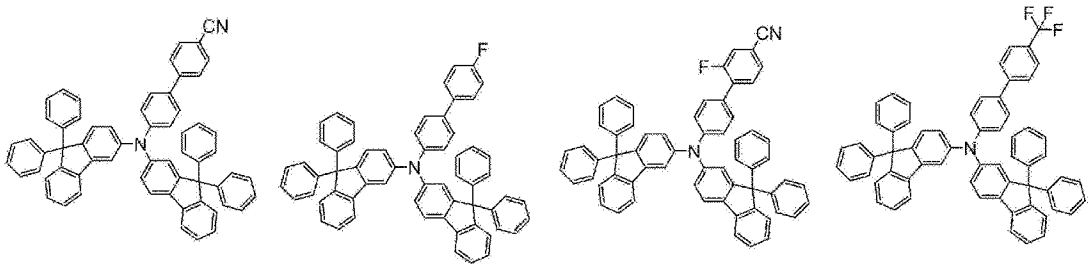
[化285]



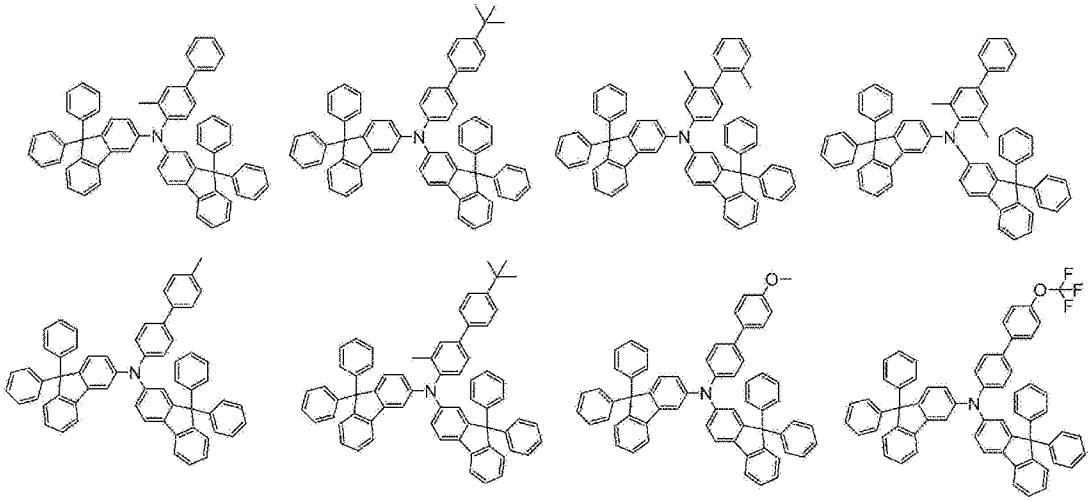
[0364] [化286]



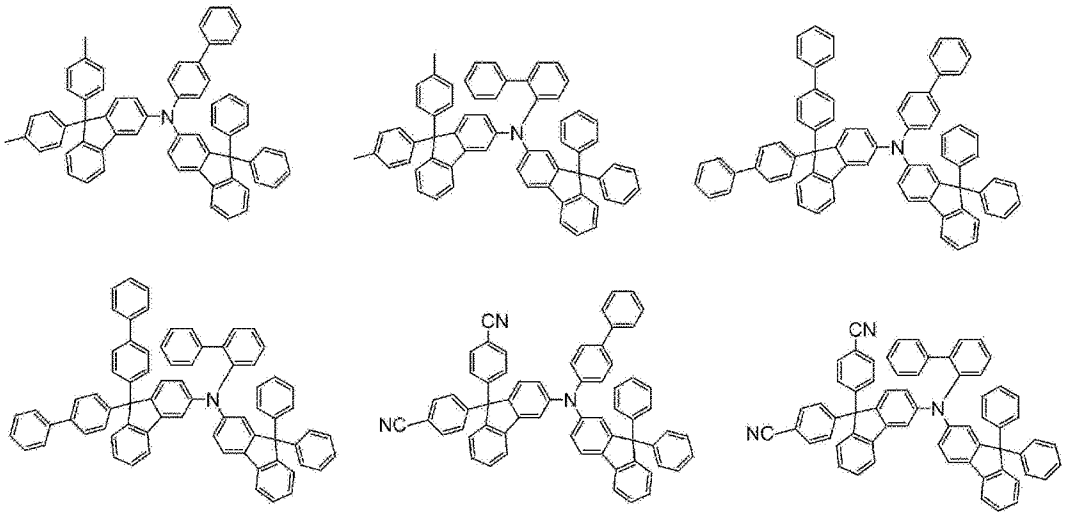
[0365] [化287]



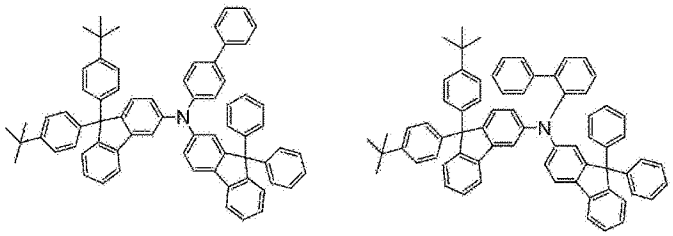
[0366] [化288]



[0367] [化289]

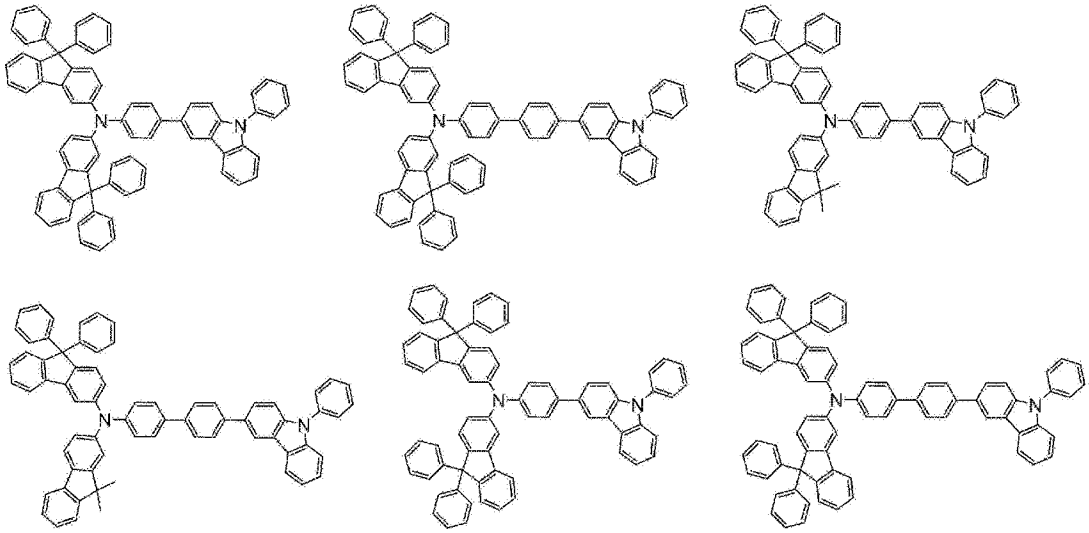


[0368] [化290]

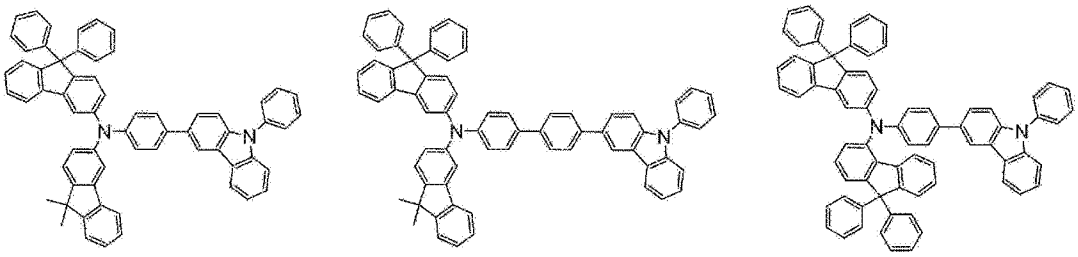


[0369]

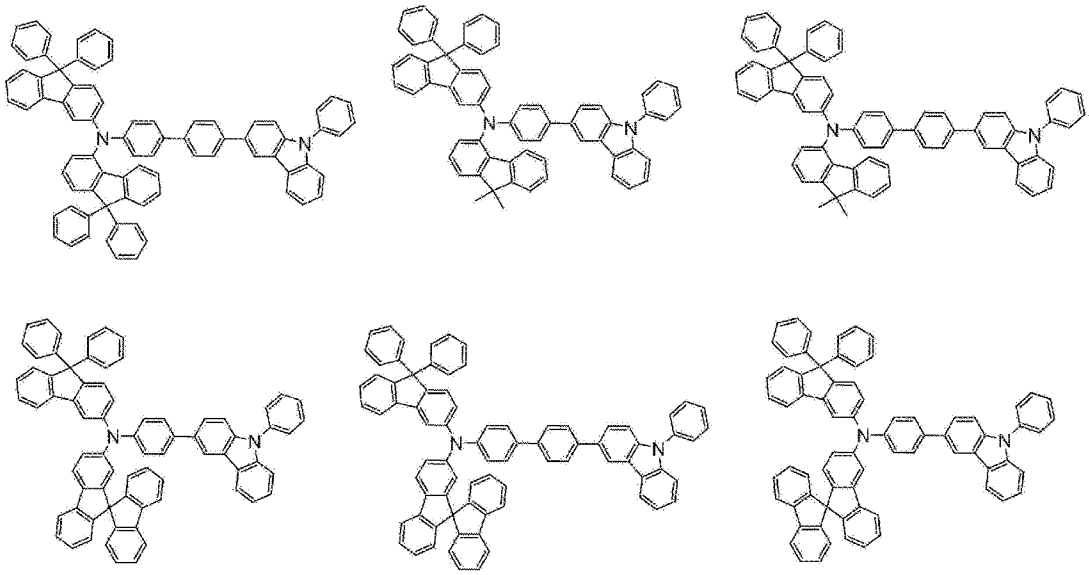
[化291]



[0370] [化292]

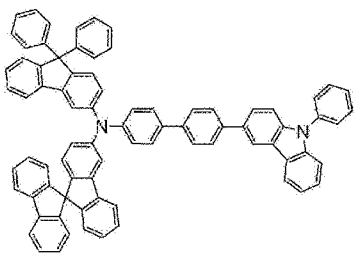
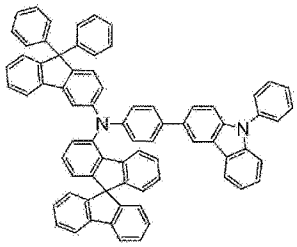
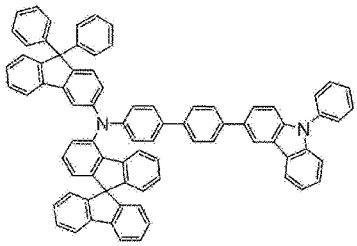


[0371] [化293]

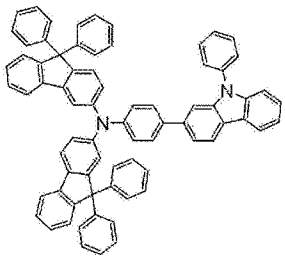
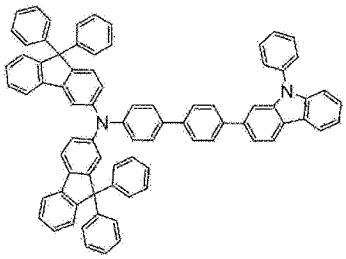
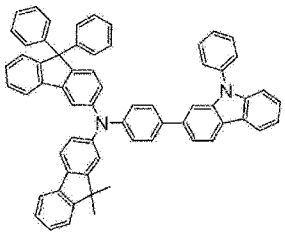
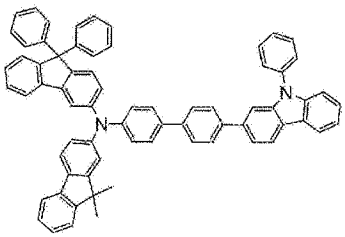
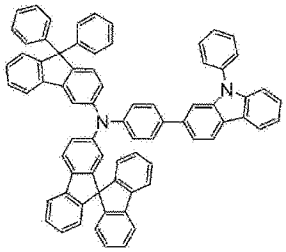
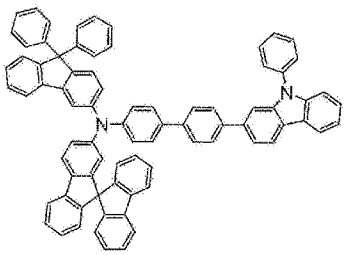


[0372]

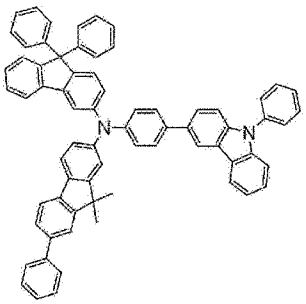
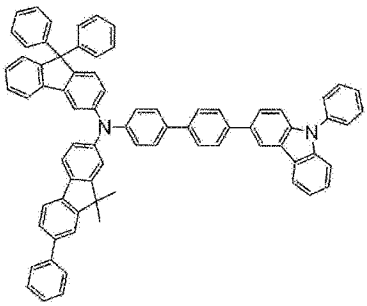
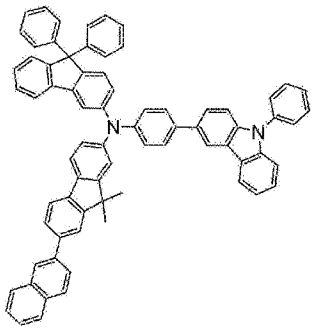
[化294]

[0373] [化295]

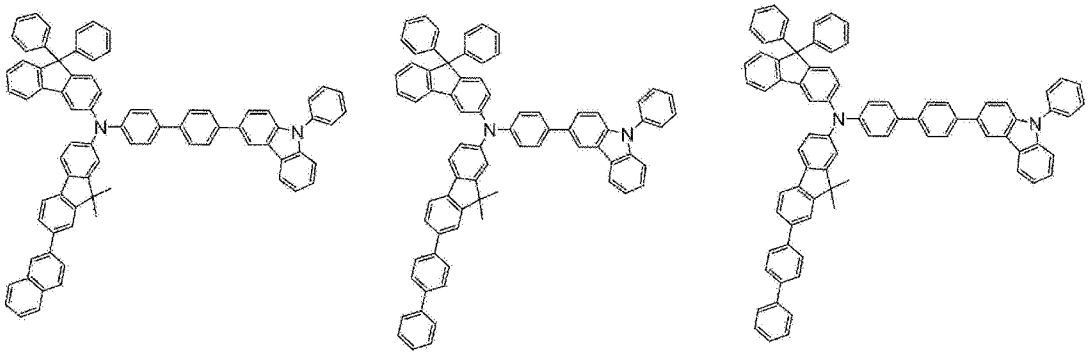







[0374] [化296]

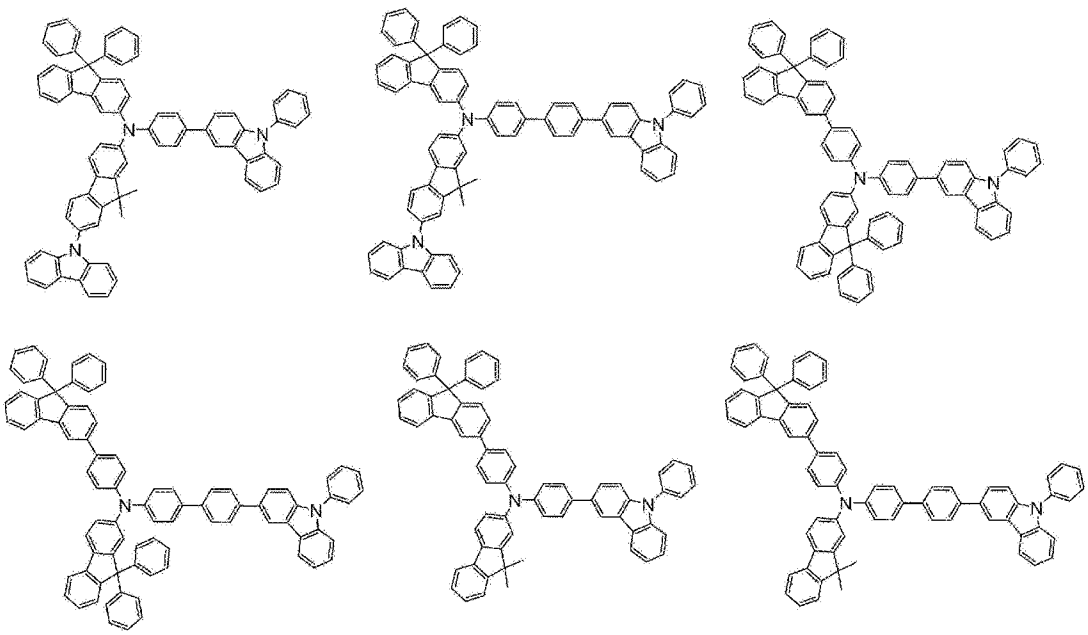




[0375]

[化297]

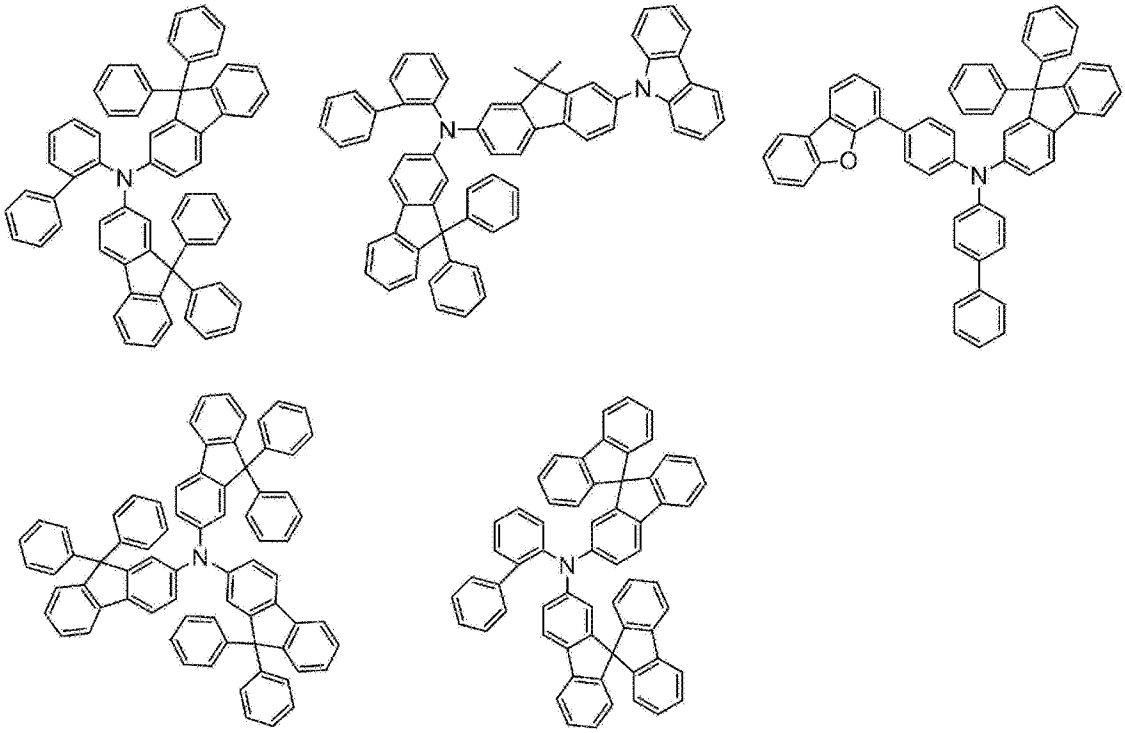


[0376] [化298]



[0377]

[化299]



[0378] 第三の化合物を正孔輸送層６に含有させる量は、正孔輸送層６の全成分に対して、３０モル％以上１００モル％以下であることが好ましく、５０モル％以上１００モル％以下であることがより好ましく、８０モル％以上１００モル％以下であることがさらに好ましい。第三の化合物と共に正孔輸送層６に含まれる他の化合物としては、後述する正孔輸送性の化合物であることが好ましい。

正孔輸送層６は、第三の化合物を実質的に１００モル％含んでいることが特に好ましい。実質的にとは、第三の化合物だけが含まれる場合や、例えば、正孔輸送層６を形成する際の原料に由来して不可避的に混入してしまう不純物等も微量ながら含まれる場合も意味する。

[0379] ＜基板＞

基板２は、有機ＥＬ素子１の支持体として用いられる。基板２としては、例えば、ガラス、石英、プラスチック等を用いることができる。また、可撓性基板を用いてもよい。可撓性基板とは、折り曲げることができる（フレキシブル）基板である。可撓性基板としては、例えば、ポリカーボネート、ポ

リアリレート、ポリエーテルスルフォン、ポリプロピレン、ポリエステル、ポリフッ化ビニル、ポリ塩化ビニル、ポリイミド、またはポリエチレンナフタレート等からなるプラスチック基板等が挙げられる。また、基板２として、無機蒸着フィルムを用いることもできる。

[0380] ＜陽極＞

基板２上に形成される陽極３には、仕事関数の大きい（具体的には４．０ｅＶ以上）金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物等を用いることが好ましい。具体的には、例えば、酸化インジウム－酸化スズ（ＩＴＯ：Ｉｎｄｉｕｍ　Ｔｉｎ　Ｏｘｉｄｅ）、珪素もしくは酸化珪素を含有した酸化インジウム－酸化スズ、酸化インジウム－酸化亜鉛、酸化タングステン、および酸化亜鉛を含有した酸化インジウム、グラフェン等が挙げられる。この他、金（Ａｕ）、白金（Ｐｔ）、ニッケル（Ｎｉ）、タングステン（Ｗ）、クロム（Ｃｒ）、モリブデン（Ｍｏ）、鉄（Ｆｅ）、コバルト（Ｃｏ）、銅（Ｃｕ）、パラジウム（Ｐｄ）、チタン（Ｔｉ）、または金属材料の窒化物（例えば、窒化チタン）等が挙げられる。

これらの材料は、通常、スパッタリング法により成膜される。例えば、酸化インジウム－酸化亜鉛は、酸化インジウムに対し１質量％以上１０質量％以下の酸化亜鉛を加えたターゲットを用いることにより、スパッタリング法で形成することができる。また、例えば、酸化タングステン、および酸化亜鉛を含有した酸化インジウムは、酸化インジウムに対し酸化タングステンを０．５質量％以上５質量％以下、酸化亜鉛を０．１質量％以上１質量％以下含有したターゲットを用いることにより、スパッタリング法で形成することができる。その他、陽極３は、真空蒸着法、塗布法、インクジェット法、スピンコート法などにより作製してもよい。

陽極３上に形成される有機層のうち、陽極３に接して形成される正孔注入層５は、陽極３の仕事関数に関係なく正孔（ホール）注入が容易である複合材料を用いて形成されるため、電極材料として可能な材料（例えば、金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物、その他、元素周期表の第

１族または第２族に属する元素も含む）を用いることもできる。

陽極３には、仕事関数の小さい材料である、元素周期表の第１族または第２族に属する元素を用いることもできる。例えば、陽極３には、リチウム（Ｌｉ）やセシウム（Ｃｓ）等のアルカリ金属、およびマグネシウム（Ｍｇ）、カルシウム（Ｃａ）、ストロンチウム（Ｓｒ）等のアルカリ土類金属、これらアルカリ金属およびアルカリ土類金属の少なくともいずれかを含む合金（例えば、ＭｇＡｇ、ＡｌＬｉ）、ユーロピウム（Ｅｕ）、イッテルビウム（Ｙｂ）等の希土類金属、並びにこれらを含む合金等を用いることもできる。なお、アルカリ金属、アルカリ土類金属、およびこれらを含む合金を用いて陽極３を形成する場合には、真空蒸着法やスパッタリング法を用いることができる。さらに、銀ペーストなどを用いる場合には、塗布法やインクジェット法などを用いることができる。

[0381] ＜正孔注入層＞

正孔注入層５は、正孔注入性の高い物質を含む層である。正孔注入性の高い物質としては、モリブデン酸化物、チタン酸化物、バナジウム酸化物、レニウム酸化物、ルテニウム酸化物、クロム酸化物、ジルコニウム酸化物、ハフニウム酸化物、タンタル酸化物、銀酸化物、タングステン酸化物、マンガン酸化物等を用いることができる。

また、正孔注入性の高い物質としては、低分子の有機化合物である４，４’，４’’－トリス（Ｎ，Ｎ－ジフェニルアミノ）トリフェニルアミン（略称：ＴＤＡＴＡ）、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（略称：ＭＴＤＡＴＡ）、４，４’－ビス［Ｎ－（４－ジフェニルアミノフェニル）－Ｎ－フェニルアミノ］ビフェニル（略称：ＤＰＡＢ）、４，４’－ビス（Ｎ－｛４－［Ｎ’－（３－メチルフェニル）－Ｎ’－フェニルアミノ］フェニル｝－Ｎ－フェニルアミノ）ビフェニル（略称：ＤＮＴＰＤ）、１，３，５－トリス［Ｎ－（４－ジフェニルアミノフェニル）－Ｎ－フェニルアミノ］ベンゼン（略称：ＤＰＡ３Ｂ）、３－［Ｎ－（９－フェニルカルバゾール－３－イル）－Ｎ－

フェニルアミノ］－９－フェニルカルバゾール（略称：ＰＣｚＰＣＡ１）、３，６－ビス［Ｎ－（９－フェニルカルバゾール－３－イル）－Ｎ－フェニルアミノ］－９－フェニルカルバゾール（略称：ＰＣｚＰＣＡ２）、３－［Ｎ－（１－ナフチル）－Ｎ－（９－フェニルカルバゾール－３－イル）アミノ］－９－フェニルカルバゾール（略称：ＰＣｚＰＣＮ１）等の芳香族アミン化合物等やジピラジノ［２，３－ｆ：２０，３０－ｈ］キノキサリン－２，３，６，７，１０，１１－ヘキサカルボニトリル（ＨＡＴ－ＣＮ）も挙げられる。

また、正孔注入性の高い物質としては、高分子化合物（オリゴマー、デンドリマー、ポリマー等）を用いることもできる。例えば、ポリ（Ｎ－ビニルカルバゾール）（略称：ＰＶＫ）、ポリ（４－ビニルトリフェニルアミン）（略称：ＰＶＴＰＡ）、ポリ［Ｎ－（４－｛Ｎ’－［４－（４－ジフェニルアミノ）フェニル］フェニル－Ｎ’－フェニルアミノ｝フェニル）メタクリルアミド］（略称：ＰＴＰＤＭＡ）、ポリ［Ｎ，Ｎ’－ビス（４－ブチルフェニル）－Ｎ，Ｎ’－ビス（フェニル）ベンジジン］（略称：Ｐｏｌｙ－ＴＰＤ）などの高分子化合物が挙げられる。また、ポリ（３，４－エチレンジオキシチオフェン）／ポリ（スチレンスルホン酸）（ＰＥＤＯＴ／ＰＳＳ）、ポリアニリン／ポリ（スチレンスルホン酸）（ＰＡｎｉ／ＰＳＳ）等の酸を添加した高分子化合物を用いることもできる。

[0382] ＜電子輸送層＞

電子輸送層８は、電子輸送性の高い物質を含む層である。電子輸送層８には、１）アルミニウム錯体、ベリリウム錯体、亜鉛錯体等の金属錯体、２）イミダゾール誘導体、ベンゾイミダゾール誘導体、アジン誘導体、カルバゾール誘導体、フェナントロリン誘導体等の複素芳香族化合物、３）高分子化合物を使用することができる。具体的には低分子の有機化合物として、ＡＩｑ、トリス（４－メチル－８－キノリノラト）アルミニウム（略称：ＡＩｍｑ$_3$）、ビス（１０－ヒドロキシベンゾ［ｈ］キノリナト）ベリリウム（略称：ＢｅＢｑ$_2$）、ＢＡＩｑ、Ｚｎｑ、ＺｎＰＢＯ、ＺｎＢＴＺなどの金属錯体

等を用いることができる。また、金属錯体以外にも、２－（４－ビフェニリル）－５－（４－ｔｅｒｔ－ブチルフェニル）－１，３，４－オキサジアゾール（略称：ＰＢＤ）、１，３－ビス［５－（ｐｔｅｒｔ－ブチルフェニル）－１，３，４－オキサジアゾール－２－イル］ベンゼン（略称：ＯＸＤ－７）、３－（４－ｔｅｒｔ－ブチルフェニル）－４－フェニル－５－（４－ビフェニリル）－１，２，４－トリアゾール（略称：ＴＡＺ）、３－（４－ｔｅｒｔ－ブチルフェニル）－４－（４－エチルフェニル）－５－（４－ビフェニリル）－１，２，４－トリアゾール（略称：ｐ－ＥｔＴＡＺ）、バソフェナントロリン（略称：ＢＰｈｅｎ）、バソキュプロイン（略称：ＢＣＰ）、４，４’－ビス（５－メチルベンゾオキサゾール－２－イル）スチルベン（略称：ＢｚＯｓ）などの複素芳香族化合物も用いることができる。本実施態様においては、ベンゾイミダゾール化合物を好適に用いることができる。ここに述べた物質は、主に10^{-6}ｃｍ^{2}／（Ｖ・ｓ）以上の電子移動度を有する物質である。なお、正孔輸送性よりも電子輸送性の高い物質であれば、上記以外の物質を電子輸送層８として用いてもよい。また、電子輸送層８は、単層だけでなく、上記物質からなる層が二層以上積層した層としてもよい。

また、電子輸送層８には、高分子化合物を用いることもできる。例えば、ポリ［（９，９－ジヘキシルフルオレン－２，７－ジイル）－ｃｏ－（ピリジン－３，５－ジイル）］（略称：ＰＦ－Ｐｙ）、ポリ［（９，９－ジオクチルフルオレン－２，７－ジイル）－ｃｏ－（２，２’－ビピリジン－６，６’－ジイル）］（略称：ＰＦ－ＢＰｙ）などを用いることができる。

[0383] ＜電子注入層＞

電子注入層９は、電子注入性の高い物質を含む層である。電子注入層９には、リチウム（Ｌｉ）、セシウム（Ｃｓ）、カルシウム（Ｃａ）、フッ化リチウム（ＬｉＦ）、フッ化セシウム（ＣｓＦ）、フッ化カルシウム（CaF_2）、リチウム酸化物（ＬｉＯｘ）等のようなアルカリ金属、アルカリ土類金属、またはそれらの化合物を用いることができる。その他、電子輸送性を有

する物質にアルカリ金属、アルカリ土類金属、またはそれらの化合物を含有させた物質、具体的にはＡｌｑ中にマグネシウム（Ｍｇ）を含有させた物質等を用いてもよい。なお、この場合には、陰極４からの電子注入をより効率よく行うことができる。

あるいは、電子注入層９に、有機化合物と電子供与体（ドナー）とを混合してなる複合材料を用いてもよい。このような複合材料は、電子供与体によって有機化合物に電子が発生するため、電子注入性および電子輸送性に優れている。この場合、有機化合物としては、発生した電子の輸送に優れた材料であることが好ましく、具体的には、例えば上述した電子輸送層８を構成する物質（金属錯体や複素芳香族化合物等）を用いることができる。電子供与体としては、有機化合物に対し電子供与性を示す物質であればよい。具体的には、アルカリ金属やアルカリ土類金属や希土類金属が好ましく、リチウム、セシウム、マグネシウム、カルシウム、エルビウム、イッテルビウム等が挙げられる。また、アルカリ金属酸化物やアルカリ土類金属酸化物が好ましく、リチウム酸化物、カルシウム酸化物、バリウム酸化物等が挙げられる。また、酸化マグネシウムのようなルイス塩基を用いることもできる。また、テトラチアフルバレン（略称：ＴＴＦ）等の有機化合物を用いることもできる。

[0384] ＜陰極＞

陰極４には、仕事関数の小さい（具体的には３．８ｅＶ以下）金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などを用いることが好ましい。このような陰極材料の具体例としては、元素周期表の第１族または第２族に属する元素、すなわちリチウム（Ｌｉ）やセシウム（Ｃｓ）等のアルカリ金属、およびマグネシウム（Ｍｇ）、カルシウム（Ｃａ）、ストロンチウム（Ｓｒ）等のアルカリ土類金属、およびこれらを含む合金（例えば、ＭｇＡｇ、ＡｌＬｉ）、ユーロピウム（Ｅｕ）、イッテルビウム（Ｙｂ）等の希土類金属およびこれらを含む合金等が挙げられる。

なお、アルカリ金属、アルカリ土類金属、これらを含む合金を用いて陰極

４を形成する場合には、真空蒸着法やスパッタリング法を用いることができる。また、銀ペーストなどを用いる場合には、塗布法やインクジェット法などを用いることができる。

なお、電子注入層９を設けることにより、仕事関数の大小に関わらず、Ａｌ、Ａｇ、ＩＴＯ、グラフェン、珪素もしくは酸化珪素を含有した酸化インジウム－酸化スズ等様々な導電性材料を用いて陰極４を形成することができる。これらの導電性材料は、スパッタリング法やインクジェット法、スピンコート法等を用いて成膜することができる。

[0385] ＜層形成方法＞

本実施形態の有機ＥＬ素子１の各層の形成方法としては、上記で特に言及した以外には制限されず、乾式成膜法や湿式成膜法等の公知の方法を採用できる。乾式成膜法としては、真空蒸着法、スパッタリング法、プラズマ法、イオンプレーティング法などが挙げられる。湿式成膜法としては、スピンコーティング法、ディッピング法、フローコーティング法、インクジェット法などが挙げられる。

[0386] ＜膜厚＞

本実施形態の有機ＥＬ素子１の各有機層の膜厚は、上記で特に言及した以外には制限されない。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、膜厚は、数ｎｍから１μｍの範囲が好ましい。

[0387] ＜本実施形態に係る化合物の製造方法＞

本実施形態に係る化合物は、例えば、従来公知の方法により製造することができる。本実施形態に係る化合物は、従来公知の方法に倣い、目的物に合わせた既知の代替反応や原料を用いることで、合成することができる。

[0388] 本明細書において、水素原子とは、中性子数の異なる同位体、すなわち、軽水素（Ｐｒｏｔｉｕｍ）、重水素（Ｄｅｕｔｅｒｉｕｍ）、三重水素（Ｔｒｉｔｉｕｍ）を包含する。

[0389] 本明細書において、「環形成炭素」とは飽和環、不飽和環、または芳香環

を構成する炭素原子を意味する。

[0390] 本明細書において、環形成炭素数とは、原子が環状に結合した構造の化合物（例えば、単環化合物、縮合環化合物、架橋化合物、炭素環化合物、複素環化合物）の当該環自体を構成する原子のうちの炭素原子の数を表す。当該環が置換基によって置換される場合、置換基に含まれる炭素は環形成炭素数には含まない。以下で記される「環形成炭素数」については、特筆しない限り同様とする。例えば、ベンゼン環は環形成炭素数が６であり、ナフタレン環は環形成炭素数が１０であり、ピリジニル基は環形成炭素数５であり、フラニル基は環形成炭素数４である。また、ベンゼン環やナフタレン環に置換基として例えばアルキル基が置換している場合、当該アルキル基の炭素数は、環形成炭素数の数に含めない。また、フルオレン環に置換基として例えばフルオレン環が結合している場合（スピロフルオレン環を含む）、置換基としてのフルオレン環の炭素数は環形成炭素数の数に含めない。

[0391] 本明細書において、「環形成原子」とはヘテロ環（飽和環、不飽和環、および芳香環を含む）を構成する炭素原子およびヘテロ原子を意味する。

[0392] 本明細書において、環形成原子数とは、原子が環状に結合した構造（例えば単環、縮合環、環集合）の化合物（例えば単環化合物、縮合環化合物、架橋化合物、炭素環化合物、複素環化合物）の当該環自体を構成する原子の数を表す。環を構成しない原子（例えば環を構成する原子の結合手を終端する水素原子）や、当該環が置換基によって置換される場合の置換基に含まれる原子は環形成原子数には含まない。以下で記される「環形成原子数」については、特筆しない限り同様とする。例えば、ピリジン環は、環形成原子数が６であり、キナゾリン環は、環形成原子数が１０であり、フラン環は、環形成原子数が５である。ピリジン環やキナゾリン環の炭素原子にそれぞれ結合している水素原子や置換基を構成する原子については、環形成原子数の数に含めない。また、フルオレン環に置換基として例えばフルオレン環が結合している場合（スピロフルオレン環を含む）、置換基としてのフルオレン環の原子数は環形成原子数の数に含めない。

次に前記一般式に記載の各置換基について説明する。

[0393] 本実施形態における環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基（アリール基と称する場合がある。）としては、例えば、フェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基、アントリル基、フェナントリル基、フルオレニル基、ピレニル基、クリセニル基、フルオランテニル基、ベンゾ［ａ］アントリル基、ベンゾ［ｃ］フェナントリル基、トリフェニレニル基、ベンゾ［ｋ］フルオランテニル基、ベンゾ［ｇ］クリセニル基、ベンゾ［ｂ］トリフェニレニル基、ピセニル基、ペリレニル基などが挙げられる。

本実施形態におけるアリール基としては、環形成炭素数が６～２０であることが好ましく、６～１４であることがより好ましく、６～１２であることが更に好ましい。上記アリール基の中でもフェニル基、ビフェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、ターフェニル基、フルオレニル基が特に好ましい。１－フルオレニル基、２－フルオレニル基、３－フルオレニル基および４－フルオレニル基については、９位の炭素原子に、後述する本実施形態における置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基や置換もしくは無置換の環形成炭素数６～１８のアリール基が置換されていることが好ましい。

[0394] 本実施形態における環形成原子数５～３０の複素環基（ヘテロアリール基、ヘテロ芳香族環基、または芳香族複素環基と称する場合がある。）は、ヘテロ原子として、窒素、硫黄、酸素、ケイ素、セレン原子、およびゲルマニウム原子からなる群から選択される少なくともいずれかの原子を含むことが好ましく、窒素、硫黄、および酸素からなる群から選択される少なくともいずれかの原子を含むことがより好ましい。

本実施形態における環形成原子数５～３０のヘテロアリール基としては、例えば、ピリジル基、ピリミジニル基、ピラジニル基、ピリダジニル基、トリアジニル基、キノリル基、イソキノリニル基、ナフチリジニル基、フタラジニル基、キノキサリニル基、キナゾリニル基、フェナントリジニル基、アクリジニル基、フェナントロリニル基、ピロリル基、イミダゾリル基、ピラ

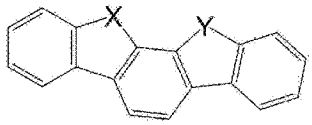
ゾリル基、トリアゾリル基、テトラゾリル基、インドリル基、ベンズイミダゾリル基、インダゾリル基、イミダゾピリジニル基、ベンズトリアゾリル基、カルバゾリル基、フリル基、チエニル基、オキサゾリル基、チアゾリル基、イソキサゾリル基、イソチアゾリル基、オキサジアゾリル基、チアジアゾリル基、ベンゾフラニル基、ベンゾチオフェニル基、ベンゾオキサゾリル基、ベンゾチアゾリル基、ベンゾイソキサゾリル基、ベンゾイソチアゾリル基、ベンゾオキサジアゾリル基、ベンゾチアジアゾリル基、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチオフェニル基、ピペリジニル基、ピロリジニル基、ピペラジニル基、モルホリル基、フェナジニル基、フェノチアジニル基、フェノキサジニル基などが挙げられる。

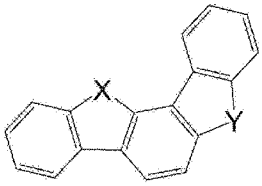
本実施形態におけるヘテロアリール基の環形成原子数は、５～２０であることが好ましく、５～１４であることがさらに好ましい。上記複素環基の中でも１－ジベンゾフラニル基、２－ジベンゾフラニル基、３－ジベンゾフラニル基、４－ジベンゾフラニル基、１－ジベンゾチオフェニル基、２－ジベンゾチオフェニル基、３－ジベンゾチオフェニル基、４－ジベンゾチオフェニル基、１－カルバゾリル基、２－カルバゾリル基、３－カルバゾリル基、４－カルバゾリル基、９－カルバゾリル基が特に好ましい。１－カルバゾリル基、２－カルバゾリル基、３－カルバゾリル基および４－カルバゾリル基については、９位の窒素原子に、本実施形態における置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０のアリール基または置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基が置換されていることが好ましい。

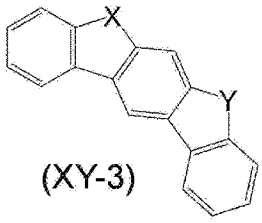
[0395] また、本実施形態において、ヘテロアリール基は、例えば、下記一般式（ＸＹ－１）～（ＸＹ－１８）で表される部分構造から誘導される基であってもよい。

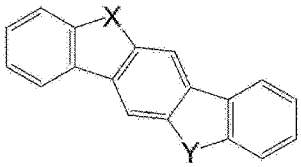
[0396]

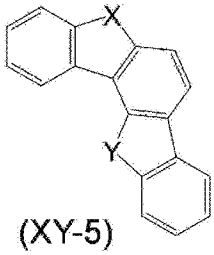
[化300]

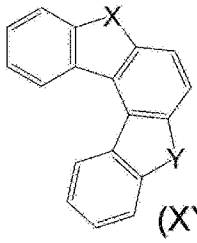

(XY-1)


(XY-2)

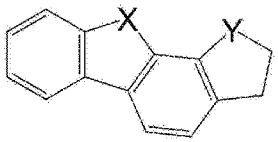

(XY-3)

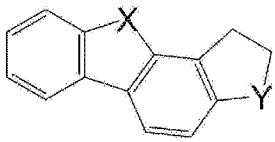

(XY-4)

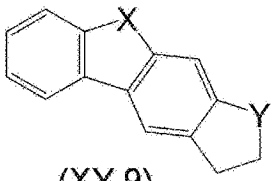

(XY-5)

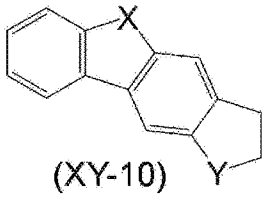

(XY-6)

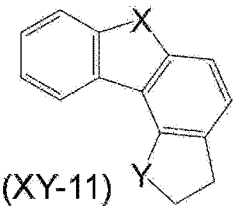
[0397] [化301]

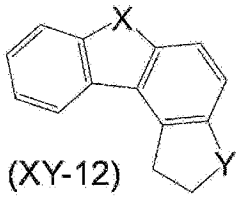

(XY-7)


(XY-8)

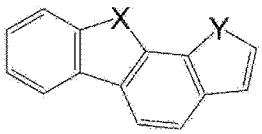

(XY-9)

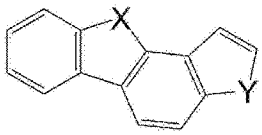

(XY-10)

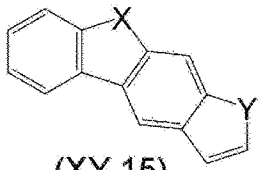

(XY-11)

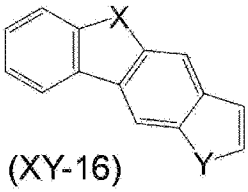

(XY-12)

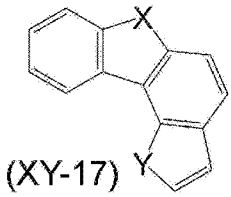
[0398] [化302]

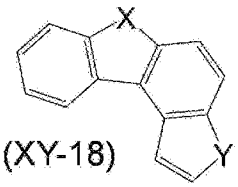

(XY-13)


(XY-14)


(XY-15)


(XY-16)

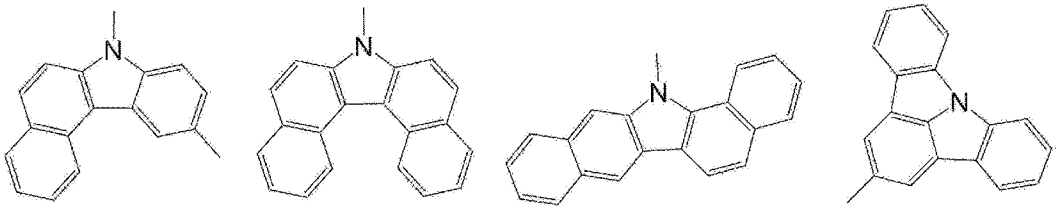

(XY-17)


(XY-18)

[0399] 前記一般式（ＸＹ－１）～（ＸＹ－１８）において、ＸおよびＹは、それぞれ独立に、ヘテロ原子であり、窒素原子、酸素原子、硫黄原子、セレン原子、ケイ素原子、またはゲルマニウム原子であることが好ましい。前記一般式（ＸＹ－１）～（ＸＹ－１８）で表される部分構造は、任意の位置で結合手を有してヘテロアリール基となり、このヘテロアリール基は、置換基を有していてもよい。

[0400] また、本実施形態において、置換もしくは無置換のカルバゾリル基としては、例えば、下記式で表されるようなカルバゾール環に対してさらに環が縮合した基も含み得る。このような基も置換基を有していてもよい。また、結合手の位置も適宜変更され得る。

[0401] [化303]



[0402] 本実施形態における炭素数１～３０のアルキル基としては、直鎖、分岐鎖または環状のいずれであってもよい。直鎖または分岐鎖のアルキル基としては、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、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、アミル基、イソアミル基、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、が挙げられる。

本実施形態における直鎖または分岐鎖のアルキル基の炭素数は、１～１０であることが好ましく、１～６であることがさらに好ましい。上記直鎖また

は分岐鎖のアルキル基の中でもメチル基、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、アミル基、イソアミル基、ネオペンチル基が特に好ましい。

本実施形態における炭素数３～３０のシクロ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、４－メチルシクロヘキシル基、アダマンチル基、ノルボルニル基等が挙げられる。シクロアルキル基の環形成炭素数は、３～１０であることが好ましく、５～８であることがさらに好ましい。上記シクロアルキル基の中でも、シクロペンチル基やシクロヘキシル基が特に好ましい。

本実施形態における炭素数１～３０のハロゲン化アルキル基としては、例えば、上記炭素数１～３０のアルキル基が１以上のハロゲン原子で置換された基が挙げられる。具体的には、例えば、フルオロメチル基、ジフルオロメチル基、トリフルオロメチル基、フルオロエチル基、トリフルオロメチルメチル基、トリフルオロエチル基、ペンタフルオロエチル基等が挙げられる。

[0403] ハロゲン原子としては、フッ素原子、塩素原子、臭素原子、およびヨウ素原子等が挙げられ、フッ素原子が好ましい。

[0404] 置換アミノ基としては、炭素数２～３０のアルキルアミノ基および環形成炭素数６～６０のアリールアミノ基が挙げられる。

炭素数２～３０のアルキルアミノ基は、$-NHR_V$、または$-N(R_V)_2$と表される。このR_Vの例として、上記炭素数１～３０のアルキル基が挙げられる。

環形成炭素数６～６０のアリールアミノ基は、$-NHR_W$、または$-N(R_W)_2$と表される。このR_Wの例として、上記環形成炭素数６～３０のアリール基が挙げられる。

[0405] 炭素数１～３０のアルコキシ基は、$-OZ_1$と表される。このZ_1の例として、上記炭素数１～３０のアルキル基が挙げられる。アルコキシ基は、例えばメトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、ブトキシ基、ペンチルオキシ基

、ヘキシルオキシ基があげられる。アルコキシ基の炭素数は、１～２０であることが好ましい。

アルコキシ基がハロゲン原子で置換されたハロゲン化アルコキシ基としては、例えば、上記炭素数１～３０のアルコキシ基が１以上のフッ素原子で置換された基が挙げられる。

[0406] 環形成炭素数６～３０のアリールオキシ基は、－ＯＺ$_2$と表される。このＺ$_2$の例として、上記環形成炭素数６～３０のアリール基が挙げられる。アリールオキシ基の環形成炭素数は、６～２０であることが好ましい。このアリールオキシ基としては、例えば、フェノキシ基が挙げられる。

[0407] 環形成炭素数６～３０のアリールチオ基は、－ＳＲ$_W$と表される。このＲ$_W$の例として、上記環形成炭素数６～３０のアリール基が挙げられる。アリールチオ基の環形成炭素数は、６～２０であることが好ましい。

[0408] 本明細書において、「置換もしくは無置換の」という場合における「無置換」とは前記置換基で置換されておらず、水素原子が結合していることを意味する。

本明細書において、「置換もしくは無置換の炭素数ＸＸ～ＹＹのＺＺ基」という表現における「炭素数ＸＸ～ＹＹ」は、ＺＺ基が無置換である場合の炭素数を表し、置換されている場合の置換基の炭素数は含めない。ここで、「ＹＹ」は「ＸＸ」よりも大きく、「ＸＸ」と「ＹＹ」はそれぞれ１以上の整数を意味する。

本明細書において、「置換もしくは無置換の原子数ＸＸ～ＹＹのＺＺ基」という表現における「原子数ＸＸ～ＹＹ」は、ＺＺ基が無置換である場合の原子数を表し、置換されている場合の置換基の原子数は含めない。ここで、「ＹＹ」は「ＸＸ」よりも大きく、「ＸＸ」と「ＹＹ」はそれぞれ１以上の整数を意味する。

[0409] 本明細書において、「置換もしくは無置換の」という場合における置換基としては、芳香族炭化水素基、複素環基、アルキル基（直鎖または分岐鎖のアルキル基、シクロアルキル基、ハロゲン化アルキル基）、シアノ基、アミ

ノ基、置換アミノ基、ハロゲン原子、アルコキシ基、アリールオキシ基、アリールチオ基、アラルキル基、置換ホスフォリル基、置換シリル基、ニトロ基、カルボキシ基、アルケニル基、アルキニル基、アルキルチオ基、アルキルシリル基、アリールシリル基、ヒドロキシル基などが挙げられる。

ここで挙げた「置換もしくは無置換の」という場合における置換基の中では、芳香族炭化水素基、複素環基、アルキル基、ハロゲン原子、アルキルシリル基、アリールシリル基、シアノ基が好ましく、各置換基について好ましいとされた具体的な置換基がより好ましい。

これらの「置換もしくは無置換の」という場合における置換基は、芳香族炭化水素基、複素環基、アルキル基（直鎖または分岐鎖のアルキル基、シクロアルキル基、ハロゲン化アルキル基）、置換ホスフォリル基、アルキルシリル基、アリールシリル基、アルコキシ基、アリールオキシ基、アルキルアミノ基、アリールアミノ基、アルキルチオ基、アリールチオ基、アルケニル基、アルキニル基、アラルキル基、ハロゲン原子、シアノ基、ヒドロキシル基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択される少なくともいずれかの基によって更に置換されてもよい。また、これらの置換基は、複数が互いに結合して環を形成してもよい。

[0410] アルケニル基としては、炭素数２～３０のアルケニル基が好ましく、直鎖、分岐鎖、または環状のいずれであってもよく、例えば、ビニル基、プロペニル基、ブテニル基、オレイル基、エイコサペンタエニル基、ドコサヘキサエニル基、スチリル基、２，２－ジフェニルビニル基、１，２，２－トリフェニルビニル基、２－フェニル－２－プロペニル基、シクロペンタジエニル基、シクロペンテニル基、シクロヘキセニル基、シクロヘキサジエニル基等が挙げられる。

[0411] アルキニル基としては、炭素数２～３０のアルキニル基が好ましく、直鎖、分岐鎖、または環状のいずれであってもよく、例えば、エチニル、プロピニル、２－フェニルエチニル等が挙げられる。

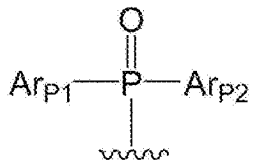
[0412] 炭素数１～３０のアルキルチオ基は、－ＳＲ$_{V}$と表される。このＲ$_{V}$の例と

して、上記炭素数１～３０のアルキル基が挙げられる。アルキルチオ基の炭素数は、１～２０であることが好ましい。

[0413] 置換もしくは無置換の炭素数７～３０のアラルキル基としては、$-Z_3-Z_4$と表される。このZ_3の例として、上記炭素数１～３０のアルキル基に対応するアルキレン基が挙げられる。このZ_4の例として、上記環形成炭素数６～３０のアリール基の例が挙げられる。炭素数７～３０のアラルキル基において、Z_4としてのアリール基部分の環形成炭素数が、６～２０であることが好ましく、６～１２であることがより好ましく、Z_3としてのアルキル基部分の炭素数が、１～２０であることが好ましく、１～１０であることがより好ましく、１～６であることがさらに好ましい。アラルキル基としては、例えば、ベンジル基、２－フェニルプロパン－２－イル基、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などが挙げられる。

[0414] 置換ホスフォリル基は、下記一般式（Ｐ）で表される。

[0415] [化304]



(P)

[0416] 前記一般式（Ｐ）において、Ar_{P1}およびAr_{P2}は、それぞれ独立に、置換基であり、炭素数１～３０のアルキル基、および環形成炭素数６～３０のアリール基からなる群から選択される置換基であることが好ましく、炭素数１～１０のアルキル基、および環形成炭素数６～２０のアリール基からなる群から選択される置換基であることがより好ましく、炭素数１～６のアルキル基、および環形成炭素数６～１４のアリール基からなる群から選択される

置換基であることがさらに好ましい。

[0417] 置換シリル基としては、炭素数３～３０のアルキルシリル基、または環形成炭素数６～３０のアリールシリル基が挙げられる。

本実施形態における炭素数３～３０のアルキルシリル基としては、上記炭素数１～３０のアルキル基で例示したアルキル基を有するトリアルキルシリル基が挙げられ、具体的にはトリメチルシリル基、トリエチルシリル基、トリ－ｎ－ブチルシリル基、トリ－ｎ－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－ｎ－プロピルシリル基、ジメチル－ｎ－ブチルシリル基、ジメチル－ｔ－ブチルシリル基、ジエチルイソプロピルシリル基、ビニルジメチルシリル基、プロピルジメチルシリル基、トリイソプロピルシリル基等が挙げられる。トリアルキルシリル基における３つのアルキル基は、それぞれ同一でも異なっていてもよい。

[0418] 本実施形態における環形成炭素数６～３０のアリールシリル基としては、ジアルキルアリールシリル基、アルキルジアリールシリル基、トリアリールシリル基が挙げられる。

ジアルキルアリールシリル基は、例えば、上記炭素数１～３０のアルキル基で例示したアルキル基を２つ有し、上記環形成炭素数６～３０のアリール基を１つ有するジアルキルアリールシリル基が挙げられる。ジアルキルアリールシリル基の炭素数は、８～３０であることが好ましい。

アルキルジアリールシリル基は、例えば、上記炭素数１～３０のアルキル基で例示したアルキル基を１つ有し、上記環形成炭素数６～３０のアリール基を２つ有するアルキルジアリールシリル基が挙げられる。アルキルジアリールシリル基の炭素数は、１３～３０であることが好ましい。

トリアリールシリル基は、例えば、上記環形成炭素数６～３０のアリール基を３つ有するトリアリールシリル基が挙げられる。トリアリールシリル基の炭素数は、１８～３０であることが好ましい。

[0419] 本明細書において、連結基としての芳香族炭化水素基および複素環基は、

前述の一価の芳香族炭化水素基および複素環基から、１つ以上の原子を除いて得られる二価以上の基が挙げられる。

[0420] 本明細書において、置換基同士が互いに結合して環構造が形成される場合、環構造は、飽和環、不飽和環、芳香族炭化水素環、または複素環である。また、置換基同士が互いに結合して形成された環構造は、置換基を有していてもよい。

[0421] 本明細書において、芳香族炭化水素環および複素環としては、上述した一価の基の由来となる環構造が挙げられる。

[0422] ［電子機器］

本実施形態に係る有機ＥＬ素子１は、表示装置や発光装置等の電子機器に使用できる。表示装置としては、例えば、有機ＥＬパネルモジュール等の表示部品、テレビ、携帯電話、タブレットもしくはパーソナルコンピュータ等が挙げられる。発光装置としては、例えば、照明、もしくは車両用灯具等が挙げられる。

[0423] 本実施形態によれば、発光層７に前記一般式（１）で表される第一の化合物と、蛍光発光性の第二の化合物を含み、正孔輸送層６に前記一般式（３）で表される第三の化合物を含んでいるので、有機ＥＬ素子１の駆動電圧が低く、外部量子効率（ＥＱＥ）が高くなる。

[0424] 従来、蛍光発光層のホスト材料としては、分子構造が炭化水素骨格だけからなるアントラセン誘導体が用いられている（以下、このようなアントラセン誘導体を、炭化水素系アントラセン誘導体と称する場合がある。）。

第一の化合物は、炭化水素系アントラセン誘導体に比べると、電子移動度が大きいと考えられる。そのため、第一の化合物を発光層に含んでいる場合、駆動電圧の低下が期待できる。しかしながら、正孔輸送層から発光層への正孔の注入が不足すると、発光層の正孔輸送層側において生成した励起子と電子とが衝突するおそれがある。励起子と電子との衝突により励起子が失活すると、発光効率が低くなると考えられる。

第一の化合物のイオン化ポテンシャルに対してより適切なイオン化ポテン

シャルを有する正孔輸送性の材料を正孔輸送層に用いることで、正孔が発光層へ注入され易くなると考えられる。そこで、本実施形態では、正孔輸送層に用いる第三の化合物として、前記一般式（３）で表される化合物を用いている。第三の化合物を正孔輸送層に用いることで、発光層への正孔注入が容易になり、前述の励起子失活も抑制されると考えられる。その結果、本実施形態に係る有機ＥＬ素子によれば、第一の化合物を発光層に含んでいることによる低駆動電圧を維持しながら、発光効率が高くなると考えられる。

[0425] 〔第二実施形態〕

第二実施形態に係る有機ＥＬ素子の構成について説明する。第二実施形態の説明において第一実施形態と同一の構成要素は、同一符号や名称を付す等して説明を省略もしくは簡略化する。また、第二実施形態では、特に言及されない材料や化合物については、第一実施形態で説明した材料や化合物と同様の材料や化合物を用いることができる。

[0426] 図２には、本実施形態に係る有機ＥＬ素子１Ａの概略構成が示されている。

本実施形態の有機ＥＬ素子１Ａと、第一実施形態の有機ＥＬ素子１とは、有機層の構成において相違する。具体的には、有機ＥＬ素子１Ａの有機層１０Ａにおいては第１正孔輸送層６Ａおよび第２正孔輸送層６Ｂが積層された構成であるのに対し、有機ＥＬ素子１においては正孔輸送層６が１つの層である点で相違する。

[0427] 第三の化合物は、第１正孔輸送層６Ａおよび第２正孔輸送層６Ｂの少なくともいずれかに含まれている。第三の化合物は、第１正孔輸送層６Ａおよび第２正孔輸送層６Ｂのいずれか一方に含まれていてもよいし、両方に含まれていてもよい。第１正孔輸送層６Ａおよび第２正孔輸送層６Ｂの両方に含まれている場合、各層に含まれる第三の化合物は、前記一般式（３）で表される構造の条件を満たす範囲において、互いに異なる構造を有することが好ましい。

[0428] 正孔輸送層は、正孔輸送性の高い物質を含む層である。第１正孔輸送層６

Ａおよび第２正孔輸送層６Ｂのいずれか一方には、第三の化合物とは異なる正孔輸送性の化合物が含まれていることも好ましい。

正孔輸送層には、芳香族アミン化合物、カルバゾール誘導体、アントラセン誘導体等を使用する事ができる。具体的には、４，４’－ビス［Ｎ－（１－ナフチル）－Ｎ－フェニルアミノ］ビフェニル（略称：ＮＰＢ）やＮ，Ｎ’－ビス（３－メチルフェニル）－Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－［１，１’－ビフェニル］－４，４’－ジアミン（略称：ＴＰＤ）、４－フェニル－４’－（９－フェニルフルオレン－９－イル）トリフェニルアミン（略称：ＢＡＦＬＰ）、４，４’－ビス［Ｎ－（９，９－ジメチルフルオレン－２－イル）－Ｎ－フェニルアミノ］ビフェニル（略称：ＤＦＬＤＰＢｉ）、４，４’，４’’－トリス（Ｎ，Ｎ－ジフェニルアミノ）トリフェニルアミン（略称：ＴＤＡＴＡ）、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（略称：ＭＴＤＡＴＡ）、４，４’－ビス［Ｎ－（スピロ－９，９’－ビフルオレン－２－イル）－Ｎ－フェニルアミノ］ビフェニル（略称：ＢＳＰＢ）などの芳香族アミン化合物等を用いることができる。ここに述べた物質は、主に10^{-6}ｃｍ^{2}／（Ｖ・ｓ）以上の正孔移動度を有する物質である。

正孔輸送層には、ＣＢＰ、９－［４－（Ｎ－カルバゾリル）］フェニル－１０－フェニルアントラセン（ＣｚＰＡ）、９－フェニル－３－［４－（１０－フェニル－９－アントリル）フェニル］－９Ｈ－カルバゾール（ＰＣｚＰＡ）のようなカルバゾール誘導体や、ｔ－ＢｕＤＮＡ、ＤＮＡ、ＤＰＡｎｔｈのようなアントラセン誘導体を用いてもよい。ポリ（Ｎ－ビニルカルバゾール）（略称：ＰＶＫ）やポリ（４－ビニルトリフェニルアミン）（略称：ＰＶＴＰＡ）等の高分子化合物を用いることもできる。

但し、電子よりも正孔の輸送性の高い物質であれば、これら以外の物質を用いてもよい。

正孔輸送層を二層以上配置する場合、エネルギーギャップのより大きい材料を含む層が、発光層７により近く配置されていることが好ましい。

[0429] 本実施形態によれば、発光層７に前記一般式（１）で表される第一の化合物と、蛍光発光性の第二の化合物を含み、第１正孔輸送層６Ａおよび第２正孔輸送層６Ｂの少なくともいずれかに前記一般式（３）で表される第三の化合物を含んでいるので、有機ＥＬ素子１Ａの駆動電圧が低く、外部量子効率（ＥＱＥ）が高くなる。本実施形態に係る有機ＥＬ素子１Ａは、表示装置や発光装置等の電子機器に使用できる。

[0430] 〔実施形態の変形〕

なお、本発明は、上述の実施形態に限定されず、本発明の目的を達成できる範囲での変更、改良などは、本発明に含まれる。

[0431] 有機ＥＬ素子の構成は、前記実施形態で説明した構成に限定されない。

例えば、発光層の陽極側や陰極側に障壁層を隣接させて設けてもよい。障壁層は、発光層に接して配置され、正孔、電子および励起子の少なくともいずれかを阻止することが好ましい。

例えば、発光層の陰極側で接して障壁層が配置された場合、当該障壁層は、電子を輸送し、正孔が当該障壁層よりも陰極側の層（例えば、電子輸送層）に到達することを阻止する。有機ＥＬ素子が、電子輸送層を含む場合は、発光層と電子輸送層との間に当該障壁層を含むことも好ましい。

また、励起エネルギーが発光層からその周辺層に漏れ出さないように、障壁層を発光層に隣接させて設けてもよい。発光層で生成した励起子が、当該障壁層よりも電極側の層（例えば、電子輸送層や正孔輸送層）に移動することを阻止する。

発光層と障壁層とは接合していることが好ましい。

[0432] その他、本発明の実施における具体的な構造および形状などは、本発明の目的を達成できる範囲で他の構造などとしてもよい。

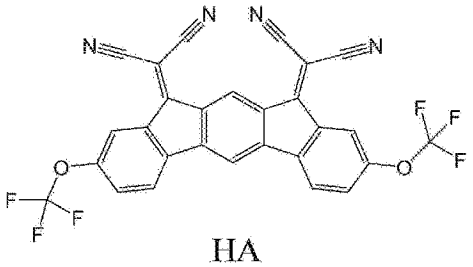
実施例

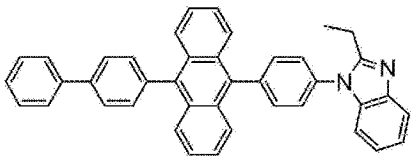
[0433] 本発明に係る実施例を説明する。本発明はこれらの実施例によって限定されない。

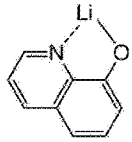
[0434] ＜有機ＥＬ素子の作製１＞

有機ＥＬ素子の作製に用いた化合物と次に示す。

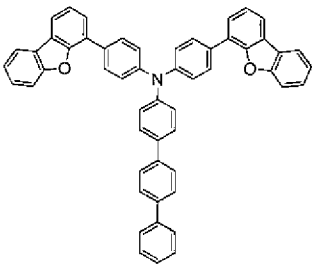
[0435] [化305]

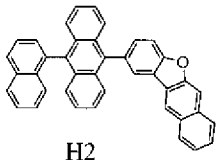

HA

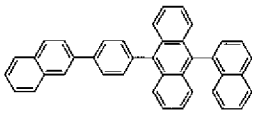

ET


Liq

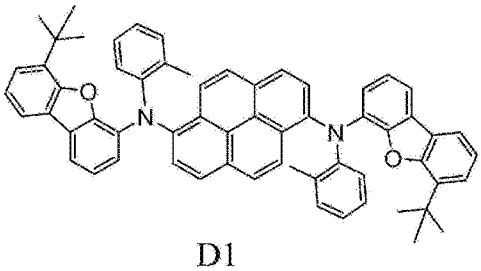
[0436] [化306]

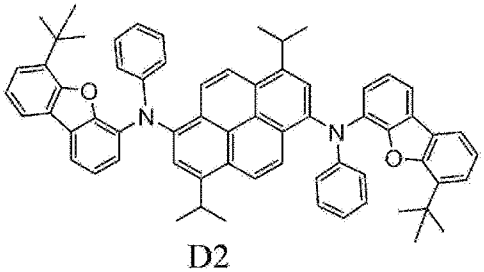

HT2


H2

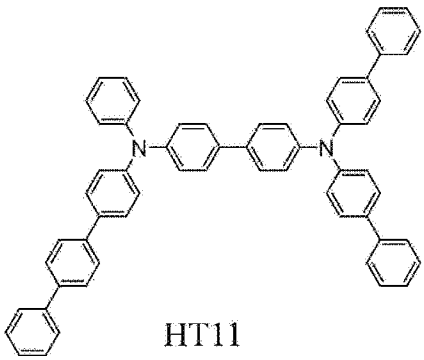

H1

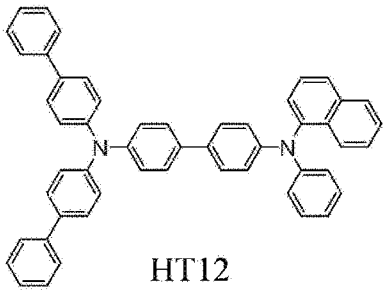
[0437] [化307]


D1


D2

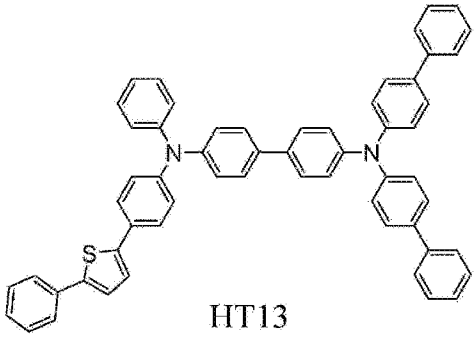
[0438] [化308]


HT11

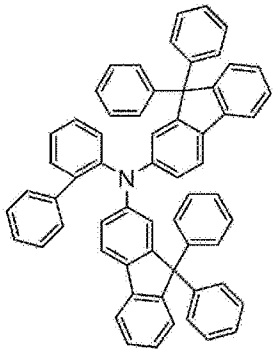

HT12

[0439]

[化309]

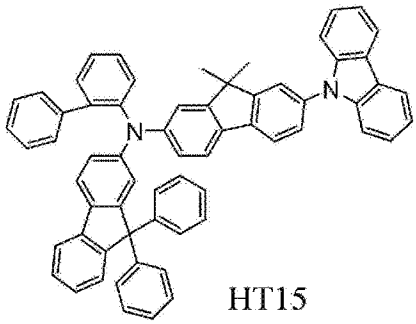


HT13

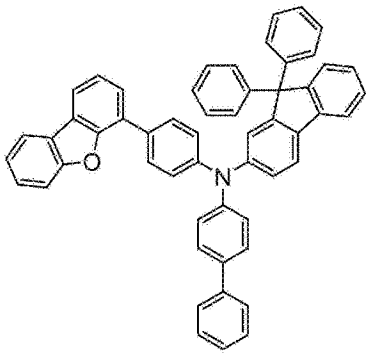


HT14

[0440] [化310]

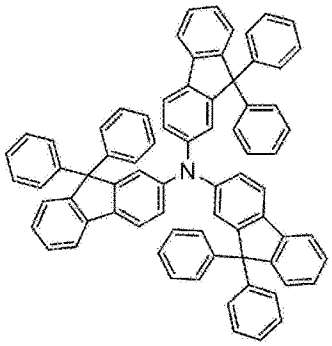


HT15

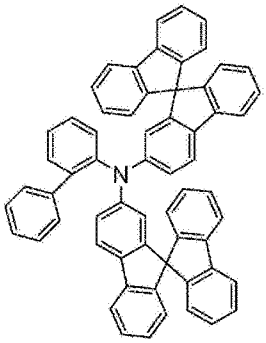


HT16

[0441] [化311]



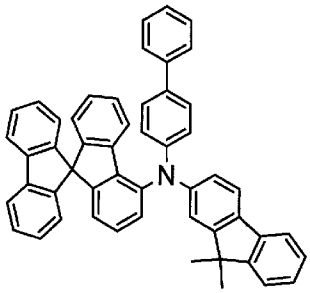
HT17



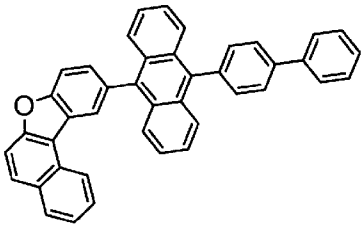
HT18

[0442]

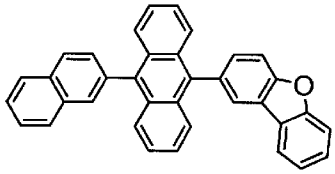
[化312]



HT19



H3



H4

[0443]（実施例１）

２５ｍｍ×７５ｍｍ×１．１ｍｍ厚のＩＴＯ透明電極（陽極）付きガラス基板（ジオマティック社製）をイソプロピルアルコール中で超音波洗浄を５分間行なった後、ＵＶオゾン洗浄を３０分間行なった。ＩＴＯの膜厚は、１３０ｎｍとした。

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前記透明電極を覆うようにして化合物ＨＡを蒸着して膜厚５ｎｍのＨＡ膜を成膜し、正孔注入層を形成した。

次に、この正孔注入層の上に、化合物ＨＴ１４を蒸着して膜厚８０ｎｍのＨＴ１４膜を成膜し、第１正孔輸送層を形成した。

次に、この第１正孔輸送層の上に、化合物ＨＴ２を蒸着して膜厚１０ｎｍのＨＴ２膜を成膜し、第２正孔輸送層を形成した。

次に、この第２正孔輸送層の上に、化合物Ｈ２及び青色蛍光発光性の化合物Ｄ１を共蒸着により成膜し、膜厚２５ｎｍの発光層を形成した。発光層に含まれる化合物Ｄ１の濃度は、４質量％とした。

この発光層の成膜に続けて、化合物ＥＴと８－キノリノラトリチウム（Ｌｉｑ）とを共蒸着により成膜し、膜厚２５ｎｍの電子輸送層を形成した。電子輸送層に含まれるＬｉｑの濃度は、５０質量％とした。

この電子輸送層の上にＬｉｑを蒸着して、膜厚１ｎｍの電子注入層を形成

した。

この電子注入層の上に金属ＡＩを蒸着して、膜厚８０ｎｍの金属陰極を形成した。

このようにして、実施例１に係る有機ＥＬ素子を作製した。

実施例１の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO(130)/HA(5)/HT14(80)/HT2(10)/H2:D1(25, 4%)/ET:Liq(25, 50%)/Liq(1)/Al(80)

なお、括弧内の数字は、膜厚（単位：ｎｍ）を示す。また、同じく括弧内において、パーセント表示された数字は、発光層における化合物Ｄ１の濃度（質量%）、または電子輸送層におけるＬｉｑの濃度（質量%）を示す。

[0444] （実施例２）

実施例２の有機ＥＬ素子は、実施例１の第１正孔輸送層における化合物ＨＴ１４の代わりに化合物ＨＴ１５を用いたこと以外は、実施例１と同様にして作製した。

実施例２の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO(130)/HA(5)/HT15(80)/HT2(10)/H2:D1(25, 4%)/ET:Liq(25, 50%)/Liq(1)/Al(80)

[0445] （比較例１）

比較例１の有機ＥＬ素子は、実施例１の第１正孔輸送層における化合物ＨＴ１４の代わりに化合物ＨＴ１１を用いたこと、および発光層における化合物Ｈ２の代わりに化合物Ｈ１を用いたこと以外は、実施例１と同様にして作製した。

比較例１の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO(130)/HA(5)/HT11(80)/HT2(10)/H1:D1(25, 4%)/ET:Liq(25, 50%)/Liq(1)/Al(80)

[0446] （比較例２）

比較例２の有機ＥＬ素子は、比較例１の発光層における化合物Ｈ１の代わりに化合物Ｈ２を用いたこと以外は、比較例１と同様にして作製した。

比較例２の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO(130)/HA(5)/HT11(80)/HT2(10)/H2:D1(25, 4%)/ET:Liq(25, 50%)/Liq(1)/Al(80)

[0447] （比較例３）

比較例３の有機ＥＬ素子は、比較例２の第１正孔輸送層における化合物ＨＴ１１の代わりに化合物ＨＴ１２を用いたこと以外は、比較例２と同様にして作製した。

比較例３の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO(130)/HA(5)/HT12(80)/HT2(10)/H2:D1(25, 4%)/ET:Liq(25, 50%)/Liq(1)/Al(80)

[0448] （比較例４）

比較例４の有機ＥＬ素子は、比較例２の第１正孔輸送層における化合物ＨＴ１１の代わりに化合物ＨＴ１３を用いたこと以外は、比較例２と同様にして作製した。

比較例４の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO(130)/HA(5)/HT13(80)/HT2(10)/H2:D1(25, 4%)/ET:Liq(25, 50%)/Liq(1)/Al(80)

[0449] 〔有機ＥＬ素子の評価１〕

実施例１～２及び比較例１～４において作製した有機ＥＬ素子について、以下の評価を行った。評価結果を表１に示す。

[0450] ・駆動電圧

電流密度が１０ｍＡ／ｃｍ^{2}となるようにＩＴＯ透明電極と金属ＡＩ陰極と

の間に通電したときの電圧（単位：Ｖ）を計測した。

[0451] ・外部量子効率ＥＱＥ

電流密度が１０ｍＡ／ｃｍ^{2}となるように素子に電圧を印加した時の分光放射輝度スペクトルを分光放射輝度計ＣＳ－１０００（コニカミノルタ株式会社製）で計測した。得られた上記分光放射輝度スペクトルから、ランバシアン放射を行なったと仮定し外部量子効率ＥＱＥ（単位：％）を算出した。

[0452] [表1]

	化合物		電圧	EQE
	第1正孔輸送層	発光層	[V]	[%]
実施例1	HT14	H2	3.29	9.2
実施例2	HT15	H2	3.20	10.0
比較例1	HT11	H1	3.67	7.6
比較例2	HT11	H2	3.37	7.2
比較例3	HT12	H2	3.26	7.3
比較例4	HT13	H2	3.25	6.9

[0453] 比較例１の有機ＥＬ素子においては、発光層に化合物Ｈ１を用いた。この化合物Ｈ１は、前述の炭化水素系アントラセン誘導体であり、分子中に化合物Ｈ２のようなナフトベンゾフラン骨格を有していない。そのため、比較例１の有機ＥＬ素子は、実施例１および２、並びに比較例２～４に比べて、駆動電圧が高かったと考えられる。

比較例２に係る有機ＥＬ素子においては、化合物Ｈ１を化合物Ｈ２に変更したことにより比較例１に比べて駆動電圧が低下したが、外部量子効率が低下した。

そこで、比較例３や比較例４の有機ＥＬ素子においては、第１正孔輸送層に用いる化合物を化合物ＨＴ１２や化合物ＨＴ１３に変更した。しかしながら、外部量子効率は、比較例２と同等、もしくは低下した。

一方、実施例１および２の有機ＥＬ素子は、比較例１～４の有機ＥＬ素子に比べて、駆動電圧が低く、外部量子効率（ＥＱＥ）が高かった。実施例１および２の有機ＥＬ素子は、発光層に前記一般式（１）で表される第一の化合物と、青色蛍光発光性の第二の化合物を含み、第１正孔輸送層に前記一般

式（３）で表される第三の化合物を含んでいることから、有機ＥＬ素子の性能が向上したと考えられる。

[0454] ＜有機ＥＬ素子の作製２＞

（実施例３）

２５ｍｍ×７５ｍｍ×１．１ｍｍ厚のＩＴＯ透明電極（陽極）付きガラス基板（ジオマティック社製）をイソプロピルアルコール中で超音波洗浄を５分間行なった後、ＵＶオゾン洗浄を３０分間行なった。ＩＴＯの膜厚は、１３０ｎｍとした。

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前記透明電極を覆うようにして化合物ＨＡを蒸着して膜厚５ｎｍのＨＡ膜を成膜し、正孔注入層を形成した。

次に、この正孔注入層の上に、化合物ＨＴ１６を蒸着して膜厚１０５ｎｍのＨＴ１６膜を成膜し、第１正孔輸送層を形成した。

次に、この第１正孔輸送層の上に、化合物ＨＴ２を蒸着して膜厚１５ｎｍのＨＴ２膜を成膜し、第２正孔輸送層を形成した。

次に、この第２正孔輸送層の上に、化合物Ｈ２及び青色蛍光発光性の化合物Ｄ２を共蒸着により成膜し、膜厚２０ｎｍの発光層を形成した。発光層に含まれる化合物Ｄ２の濃度は、４質量％とした。

この発光層の成膜に続けて、化合物ＥＴと８－キノリノラトリチウム（Ｌｉｑ）とを共蒸着により成膜し、膜厚３０ｎｍの電子輸送層を形成した。電子輸送層に含まれる化合物Ｌｉｑの濃度は、３３質量％とした。

この電子輸送層の上にＬｉｑを蒸着して、膜厚１ｎｍの電子注入層を形成した。

この電子注入層の上に金属ＡＩを蒸着して、膜厚８０ｎｍの金属陰極を形成した。

このようにして、実施例３に係る有機ＥＬ素子を作製した。

実施例３の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである

。

ITO(130)/HA(5)/HT16(105)/HT2(15)/H2:D2(20,4%)/ET:Liq(30,33%)/Liq(1)/Al(80)

なお、括弧内の数字は、膜厚（単位：ｎｍ）を示す。また、同じく括弧内において、パーセント表示された数字は、発光層における化合物Ｄ２の濃度（質量％）、または電子輸送層におけるＬｉｑの濃度（質量％）を示す。

[0455]（実施例４）

実施例４の有機ＥＬ素子は、実施例３の第１正孔輸送層における化合物ＨＴ１６の代わりに化合物ＨＴ１７を用いたこと以外は、実施例３と同様にして作製した。

実施例４の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO(130)/HA(5)/HT17(105)/HT2(15)/H2:D2(20,4%)/ET:Liq(30,33%)/Liq(1)/Al(80)

[0456]（実施例５）

実施例５の有機ＥＬ素子は、実施例３の第１正孔輸送層における化合物ＨＴ１６の代わりに化合物ＨＴ１８を用いたこと以外は、実施例３と同様にして作製した。

実施例５の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO(130)/HA(5)/HT18(105)/HT2(15)/H2:D2(20,4%)/ET:Liq(30,33%)/Liq(1)/Al(80)

[0457]（比較例５）

比較例５の有機ＥＬ素子は、実施例３の第１正孔輸送層における化合物ＨＴ１６の代わりに化合物ＨＴ１１を用いたこと以外は、実施例３と同様にして作製した。

比較例５の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO(130)/HA(5)/HT11(105)/HT2(15)/H2:D2(20,4%)/ET:Liq(30,33%)/Liq(1)/Al(80)

[0458] 〔有機ＥＬ素子の評価２〕

実施例３～５及び比較例５において作製した有機ＥＬ素子についても前述と同様の評価を行った。評価結果を表２に示す。

[0459] [表2]

	化合物		電圧	EQE
	第1正孔輸送層	発光層	[V]	[%]
実施例3	HT16	H2	3.28	8.4
実施例4	HT17	H2	3.29	8.8
実施例5	HT18	H2	3.16	8.5
比較例5	HT11	H2	3.35	6.8

[0460] 青色蛍光発光性の化合物として、化合物Ｄ２を用いた有機ＥＬ素子においても、実施例３～５の有機ＥＬ素子は、比較例５の有機ＥＬ素子に比べて、駆動電圧が低く、外部量子効率（ＥＱＥ）が高かった。実施例３～５の有機ＥＬ素子も、発光層に前記一般式（１）で表される第一の化合物と、青色蛍光発光性の第二の化合物を含み、第１正孔輸送層に前記一般式（３）で表される第三の化合物を含んでいることから、有機ＥＬ素子の性能が向上したと考えられる。

[0461] ＜有機ＥＬ素子の作製３＞

（実施例６）

実施例６の有機ＥＬ素子は、実施例１の第１正孔輸送層における化合物ＨＴ１４の代わりに化合物ＨＴ１９を用いたこと、および発光層における化合物Ｈ２の代わりに化合物Ｈ３を用いたこと以外は、実施例１と同様にして作製した。

実施例６の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO(130)/HA(5)/HT19(80)/HT2(10)/H3:D1(25, 4%)/ET:Liq(25, 50%)/Liq(1)/Al(80)

[0462] （実施例７）

実施例７の有機ＥＬ素子は、実施例１の発光層における化合物Ｈ２の代わりに化合物Ｈ３を用いたこと以外は、実施例１と同様にして作製した。

実施例７の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO(130)/HA(5)/HT14(80)/HT2(10)/H3:D1(25, 4%)/ET:Liq(25, 50%)/Liq(1)/Al(80)

[0463] （実施例８）

実施例８の有機ＥＬ素子は、実施例１の第１正孔輸送層における化合物ＨＴ１４の代わりに化合物ＨＴ１９を用いたこと、および発光層における化合物Ｈ２の代わりに化合物Ｈ４を用いたこと以外は、実施例１と同様にして作製した。

実施例８の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO(130)/HA(5)/HT19(80)/HT2(10)/H4:D1(25, 4%)/ET:Liq(25, 50%)/Liq(1)/Al(80)

[0464] （実施例９）

実施例９の有機ＥＬ素子は、実施例１の発光層における化合物Ｈ２の代わりに化合物Ｈ４を用いたこと以外は、実施例１と同様にして作製した。

実施例９の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO(130)/HA(5)/HT14(80)/HT2(10)/H4:D1(25, 4%)/ET:Liq(25, 50%)/Liq(1)/Al(80)

[0465] 〔有機ＥＬ素子の評価３〕

実施例６～９において作製した有機ＥＬ素子についても前述と同様の評価を行った。評価結果を表３に示す。

[0466]

[表3]

	化合物		電圧 [V]	EQE [%]
	第1正孔輸送層	発光層		
実施例6	HT19	H3	3.33	9.3
実施例7	HT14	H3	3.20	9.0
実施例8	HT19	H4	3.41	9.4
実施例9	HT14	H4	3.24	9.4

[0467] 実施例６～９の有機ＥＬ素子も、実施例１の有機ＥＬ素子と同様に、発光層に前記一般式（１）で表される第一の化合物と、青色蛍光発光性の第二の化合物を含み、第１正孔輸送層に前記一般式（３）で表される第三の化合物を含んでいることから、実施例６～９の有機ＥＬ素子において、実施例１の有機ＥＬ素子と同程度の駆動電圧および外部量子効率（ＥＱＥ）が得られた。

[0468] 前述の実施例が示すように、発光層に用いる第一の化合物と正孔輸送層に用いる第三の化合物の組み合せを本願発明のように規定することにより、駆動電圧が低く、外部量子効率（ＥＱＥ）が高い有機ＥＬ素子を提供できることが分かった。

符号の説明

[0469] １…有機ＥＬ素子、３…陽極、４…陰極、６…正孔輸送層、７…発光層、１０…有機層。

請求の範囲

［請求項1］　陽極と、

陰極と、

前記陽極および前記陰極の間に含まれる発光層と、

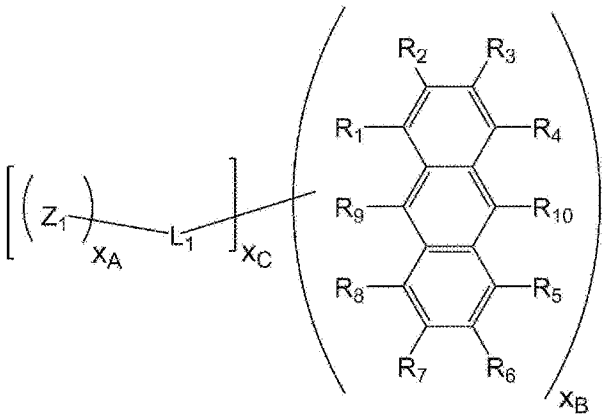
前記陽極および前記発光層の間に含まれる正孔輸送層と、を有し、

前記発光層は、下記一般式（１）で表される第一の化合物と、蛍光発光性を示す第二の化合物とを含有し、

前記正孔輸送層は、下記一般式（３）で表される第三の化合物を含有する、

有機エレクトロルミネッセンス素子。

［化1］



(1)

［前記一般式（１）中、

R_1～R_{10}のいずれか１つはL_1との結合に用いられる単結合であり、L_1との結合に用いられないR_1～R_{10}は、それぞれ独立に、水素原子又は置換基であり、

置換基である場合のR_1～R_{10}は、それぞれ独立に、

ハロゲン原子、

ヒドロキシル基、

シアノ基、

置換もしくは無置換のアミノ基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルコキシ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０のアリールオキシ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０のアリールチオ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、および

置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基からなる群から選択され、

L_1は、単結合又は連結基であり、

連結基である場合のL_1は、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、または

置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基であり、

Z_1は、下記一般式（１ａ）で表され、

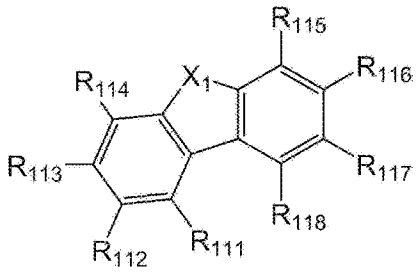
x_A、x_Bおよびx_Cは、それぞれ独立に、１以上４以下の整数であり、

複数のZ_1は、同一でも異なっていてもよく、

複数の［（Z_1）x_A－L_1－］で表される構造は、同一でも異なっていてもよく、

添え字x_Bの括弧で括られた複数の環構造は、同一でも異なっていてもよい。］

[化2]



(1a)

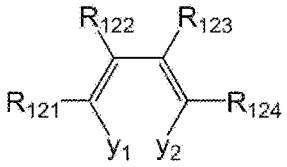
［前記一般式（１ａ）中、X_1は、酸素原子、硫黄原子、NR_Aまた

はＣＲ$_B$Ｒ$_C$であり、

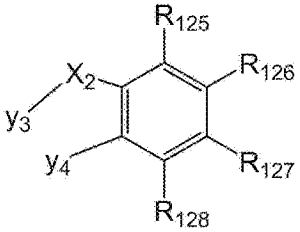
Ｒ$_{111}$～Ｒ$_{118}$、Ｒ$_A$、Ｒ$_B$、およびＲ$_C$は、それぞれ独立に、水素原子、置換基、又はＬ$_1$と結合する単結合であり、置換基である場合のＲ$_{111}$～Ｒ$_{118}$、Ｒ$_A$、Ｒ$_B$、およびＲ$_C$は、それぞれ独立に、置換基である場合のＲ$_1$～Ｒ$_{10}$について列挙した置換基の群から選択され、

Ｒ$_{111}$およびＲ$_{112}$の組、Ｒ$_{112}$およびＲ$_{113}$の組、Ｒ$_{113}$およびＲ$_{114}$の組、Ｒ$_{115}$およびＲ$_{116}$の組、Ｒ$_{116}$およびＲ$_{117}$の組、並びにＲ$_{117}$およびＲ$_{118}$の組の少なくともいずれかの組において互いに置換基である場合に、当該置換基同士が結合して、下記一般式（１ｂ）又は（１ｃ）で表される環を形成してもよい。]

[化3]



(1b)



(1c)

［前記一般式（１ｂ）において、ｙ$_1$およびｙ$_2$は、前記一般式（１ａ）で表されるＺ$_1$の環構造との結合位置を表し、

前記一般式（１ｃ）において、ｙ$_3$およびｙ$_4$は、前記一般式（１ａ）で表されるＺ$_1$の環構造との結合位置を表し、Ｘ$_2$は、酸素原子、硫黄原子、ＮＲ$_D$またはＣＲ$_E$Ｒ$_F$であり、

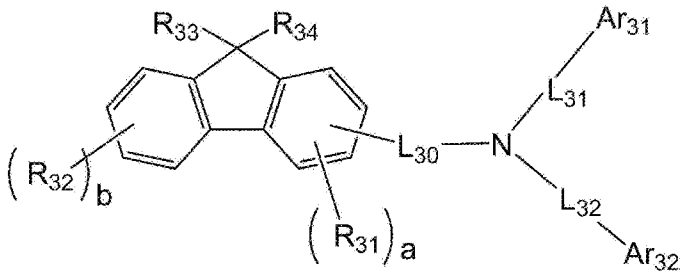
前記一般式（１ｂ）および（１ｃ）において、

Ｒ$_{121}$～Ｒ$_{124}$、Ｒ$_{125}$～Ｒ$_{128}$、Ｒ$_D$、Ｒ$_E$、およびＲ$_F$は、それぞれ独立に、水素原子、置換基、又はＬ$_1$と結合する単結合であり、置換基である場合のＲ$_{121}$～Ｒ$_{124}$、Ｒ$_{125}$～Ｒ$_{128}$、Ｒ$_D$、Ｒ$_E$、およびＲ$_F$は、それぞれ独立に、置換基である場合のＲ$_1$～Ｒ$_{10}$について列挙した置換基の群から選択され、

ただし、前記一般式（１ｂ）で表される環を形成する場合、環を形成しないＲ$_{111}$～Ｒ$_{118}$およびＲ$_{121}$～Ｒ$_{124}$のいずれか１つは、Ｌ$_1$と結合する単結合であり、

前記一般式（１ｃ）で表される環を形成する場合、環を形成しないＲ$_{111}$～Ｒ$_{118}$およびＲ$_{125}$～Ｒ$_{128}$のいずれか１つは、Ｌ$_1$と結合する単結合である。]

[化4]



(3)

（前記一般式（３）中、Ｒ$_{31}$～Ｒ$_{32}$は、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、置換基である場合のＲ$_{31}$～Ｒ$_{32}$は、それぞれ独立に、置換基である場合のＲ$_1$～Ｒ$_8$について列挙した置換基の群から選択され、

ａは、３であり、

複数のＲ$_{31}$は、互いに同一でも異なっていてもよく、

置換基であるＲ$_{31}$同士が結合して環構造を形成してもよく、

ｂは、４であり、

複数のＲ$_{32}$は、互いに同一でも異なっていてもよく、

置換基であるＲ$_{32}$同士が結合して環構造を形成してもよく、

Ｒ$_{33}$～Ｒ$_{34}$は、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、置換基である場合のＲ$_{33}$～Ｒ$_{34}$は、それぞれ独立に、

置換もしくは無置換の炭素数１～２０のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数１～２０のフルオロアルキル基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～５０の芳香族炭化水素基、

置換もしくは無置換の環形成原子数３～５０の複素環基、および
シアノ基からなる群から選択され、

置換基であるR_{33}およびR_{34}は、互いに結合して環構造を形成してもよく、

L_{30}、L_{31}およびL_{32}は、それぞれ独立に、単結合または連結基であり、

連結基である場合のL_{30}、L_{31}およびL_{32}は、それぞれ独立に、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、または置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基であり、

Ar_{31}およびAr_{32}は、それぞれ独立に、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、または置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基である。）

[請求項2] X_1は、酸素原子または硫黄原子である、請求項１に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項3] X_1は、酸素原子である、請求項１に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項4] X_1およびX_2は、酸素原子である、請求項１に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

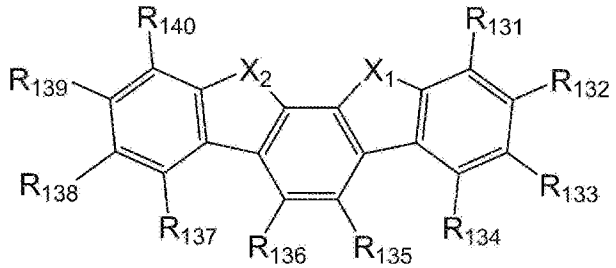
[請求項5] R_{111}およびR_{112}の組、R_{112}およびR_{113}の組、R_{113}およびR_{114}の組、R_{115}およびR_{116}の組、R_{116}およびR_{117}の組、並びにR_{117}およびR_{118}の組のうち少なくとも１組は、互いに置換基であり、

互いに置換基である場合のR_{111}およびR_{112}の組、互いに置換基である場合のR_{112}およびR_{113}の組、互いに置換基である場合のR_{113}およびR_{114}の組、互いに置換基である場合のR_{115}およびR_{116}の組、互いに置換基である場合のR_{116}およびR_{117}の組、並びに互

いに置換基である場合のR_{117}およびR_{118}の組のうち少なくとも１組は、当該置換基同士が結合して、前記一般式（１ｂ）又は（１ｃ）で表される環を形成する、請求項１から請求項４のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

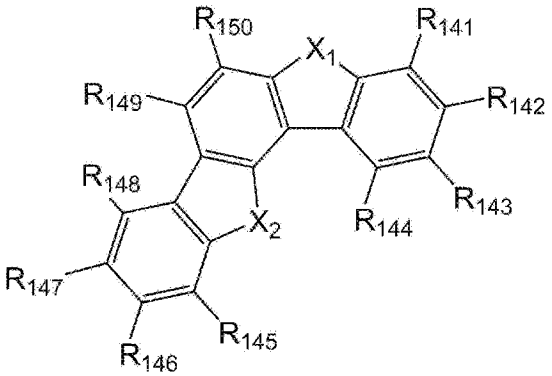
[請求項6] 前記第一の化合物におけるZ_1が、下記一般式（１１）～（１３）で表される基からなる群から選択される基である、請求項１から請求項５のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化5]



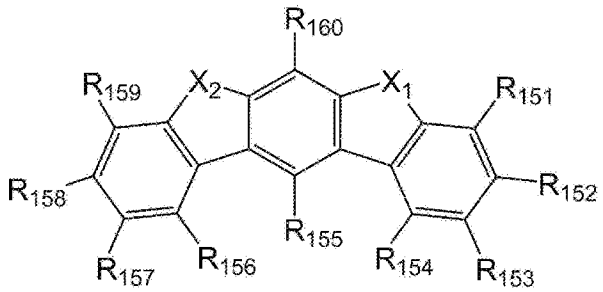
(11)

[化6]



(12)

[化7]



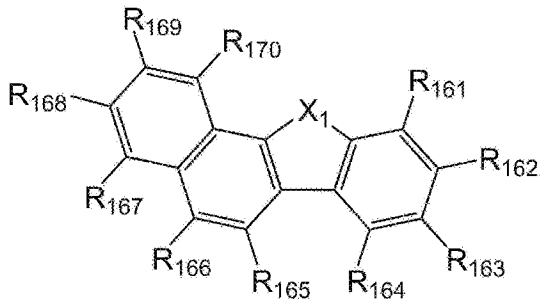
(13)

（前記一般式（１１）～（１３）中、R_{131}～R_{140}、R_{141}～R_{150}、R_{151}～R_{160}は、それぞれ、前記一般式（１）においてL_1との結

合に用いられないR$_1$～R$_{10}$と同義であり、ただし、R$_{131}$～R$_{140}$のいずれか１つ、R$_{141}$～R$_{150}$のいずれか１つ、R$_{151}$～R$_{160}$のいずれか１つは、L$_1$との結合に用いられ、L$_1$との結合に用いられる基は単結合であり、X$_1$は、前記一般式（１ａ）におけるX$_1$と同義であり、X$_2$は、前記一般式（１ｃ）におけるX$_2$と同義であり、X$_1$とX$_2$は、同一または異なる。）

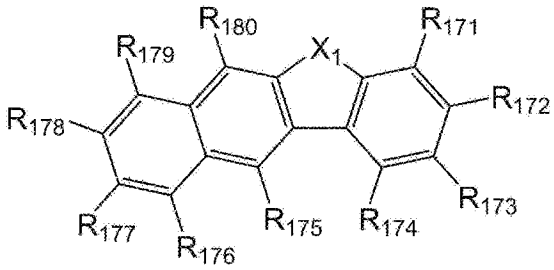
[請求項7] 前記第一の化合物におけるZ$_1$が、下記一般式（１４）～（１６）で表される基からなる群から選択される基である、請求項１から請求項３のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化8]



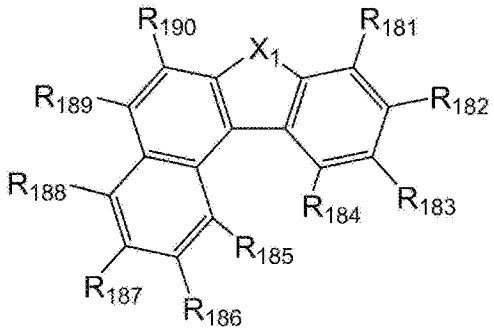
(14)

[化9]



(15)

[化10]



(16)

（前記一般式（１４）～（１６）中、R$_{161}$～R$_{170}$、R$_{171}$～R$_{180}$

、R_{181}～R_{190}は、それぞれ独立に、前記一般式（１）においてL_1との結合に用いられないR_1～R_{10}と同義である。ただし、R_{161}～R_{170}のいずれか１つ、R_{171}～R_{180}のいずれか１つ、R_{181}～R_{190}のいずれか１つは、L_1と結合する単結合であり、X_1は、前記一般式（１ａ）におけるX_1と同義である。）

[請求項8] 前記第一の化合物におけるx_Bが１である、請求項１から請求項７のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項9] 前記第一の化合物におけるx_Aが１または２である、請求項１から請求項８のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

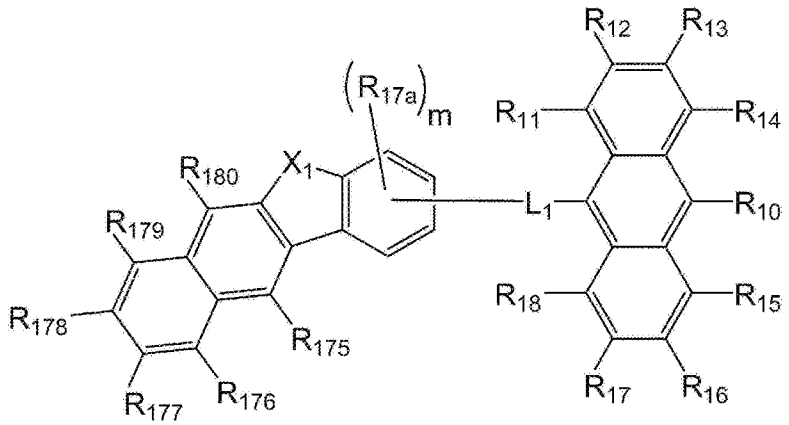
[請求項10] 前記第一の化合物におけるL_1がR_9と結合する、請求項１から請求項９のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項11] 前記第一の化合物におけるL_1がR_1～R_4のいずれかと結合する、請求項１から請求項９のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項12] 前記第一の化合物におけるL_1がR_2と結合する、請求項１１に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項13] 前記第一の化合物は、下記一般式（１０）で表される、請求項１から請求項３のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化11]



(10)

（前記一般式（１０）において、R_{11}～R_{18}は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基である場合のR_{11}～R_{18}は、それぞれ独立に、

ハロゲン原子、

ヒドロキシル基、

シアノ基、

置換もしくは無置換のアミノ基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルコキシ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０のアリールオキシ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０のアリールチオ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、および

置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基からなる群から選択され、

L_1は、単結合または連結基であり、

連結基である場合のL_1は、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基または置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基であり、

R_{10}は、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、または置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基であり、

R_{17a}は、水素原子、置換基またはL_1と結合する単結合であり、置換基である場合のR_{17a}は、置換基である場合のR_{11}～R_{18}について列挙した置換基の群から選択され、

ｍは、３であり、複数のR_{17a}は、互いに同一でも異なっていてもよく、

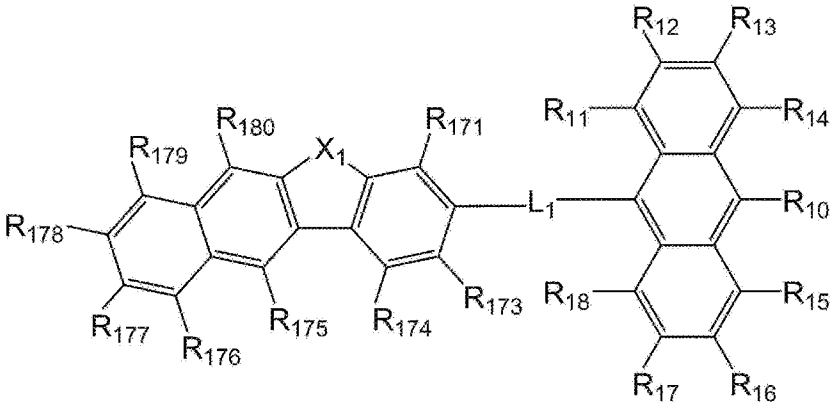
X_1は、前記一般式（１ａ）におけるX_1と同義であり、R_{175}～R

$_{180}$は、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、置換基である場合のR_{175}～R_{180}は、それぞれ独立に、置換基である場合のR_{11}～R_{18}について列挙した置換基の群から選択される。）

[請求項14] 前記第一の化合物は、下記一般式（１０１）または下記一般式（１０２）で表される、

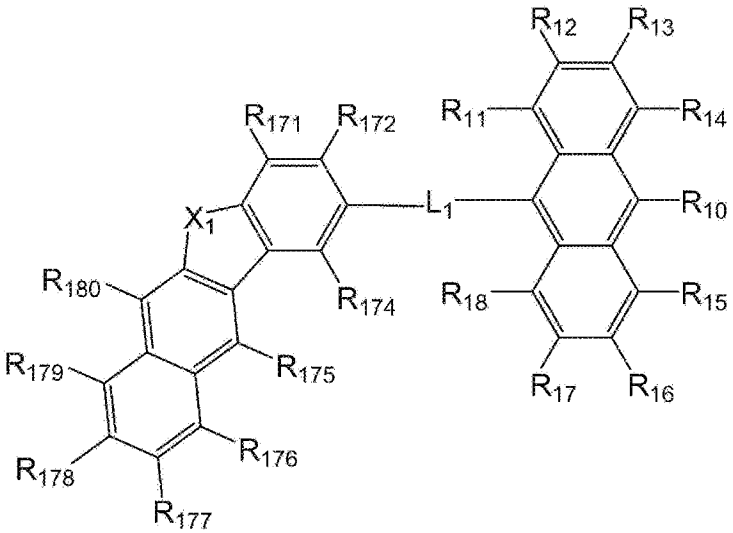
請求項１３に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化12]



(101)

[化13]



(102)

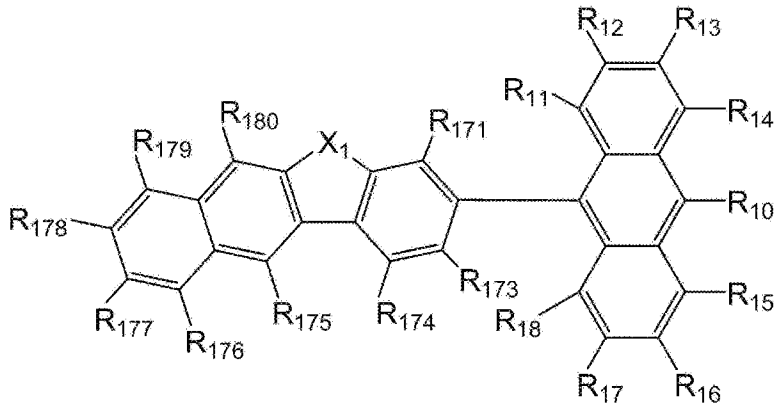
（前記一般式（１０１）および（１０２）において、R_{10}、R_{11}～R_{18}、L_1、X_1、R_{175}～R_{180}は、それぞれ、前記一般式（１０）におけるR_{10}、R_{11}～R_{18}、L_1、X_1、R_{175}～R_{180}と同義であり、R_{171}～R_{174}は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であ

り、置換基である場合のR_{171}～R_{174}は、置換基である場合のR_{11}～R_{18}について列挙した置換基の群から選択される。）

[請求項15] 前記第一の化合物は、下記一般式（１０３）または下記一般式（１０４）で表される、

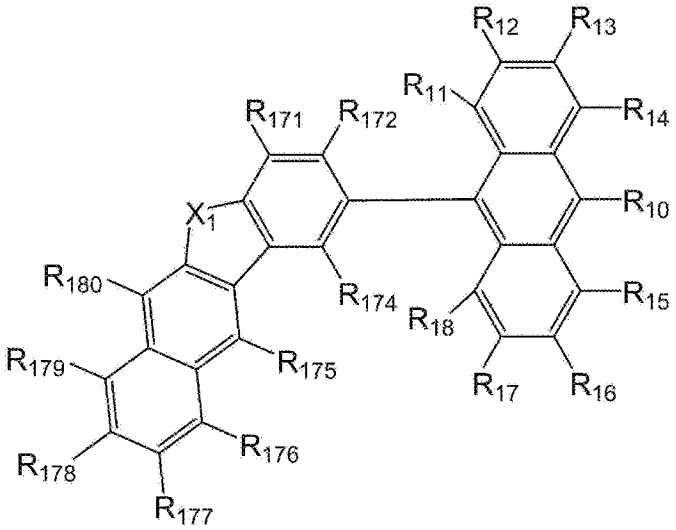
請求項１４に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化14]



(103)

[化15]



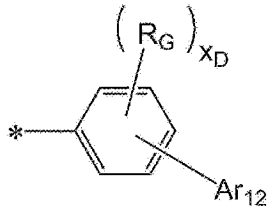
(104)

（前記一般式（１０３）および（１０４）において、R_{10}、R_{11}～R_{18}、X_1、R_{175}～R_{180}は、それぞれ、前記一般式（１０）におけるR_{10}、R_{11}～R_{18}、X_1、R_{175}～R_{180}と同義であり、R_{171}～R_{174}は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基である場合のR_{171}～R_{174}は、置換基である場合のR_{11}～R_{18}について列挙した置換基の群から選択される。）

[請求項16] 前記第一の化合物におけるR_{10}が、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、および置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基からなる群から選択される基である、請求項１から請求項１５のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項17] 前記第一の化合物におけるR_{10}が、下記一般式（１ｄ）で表される基である、請求項１から請求項１５のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化16]



(1d)

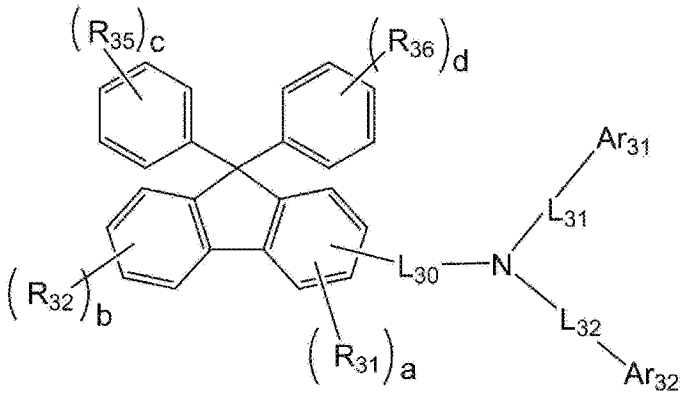
（前記一般式（１ｄ）において、Ar_{12}は、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、および置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基からなる群から選択される基であり、R_Gは、水素原子または置換基であり、置換基である場合のR_Gは、置換基である場合のR_1～R_{10}について列挙した置換基の群から選択され、x_Dは、４であり、複数のR_Gは、同一でも異なっていてもよい。）

[請求項18] 前記第一の化合物におけるR_{10}が、置換もしくは無置換の環形成炭素数１０～３０の縮合芳香族炭化水素基である、請求項１６に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項19] 前記第一の化合物におけるR_{10}が、置換もしくは無置換のナフチル基、置換もしくは無置換のフェナントリル基、置換もしくは無置換のベンズアントリル基、および置換もしくは無置換の９，９－ジメチルフルオレニル基からなる群から選択されるいずれかの置換基である、請求項１８に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項20] 前記第三の化合物は、下記一般式（３０）で表される、請求項１から請求項１９のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化17]



(30)

（前記一般式（３０）において、R_{31}、R_{32}、ａ、ｂ、Ar_{31}、Ar_{32}、L_{30}、L_{31}およびL_{32}は、それぞれ、前記一般式（３）におけるR_{31}、R_{32}、ａ、ｂ、Ar_{31}、Ar_{32}、L_{30}、L_{31}およびL_{32}と同義であり、

R_{35}およびR_{36}は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基である場合のR_{35}およびR_{36}は、それぞれ独立に、置換基である場合のR_1～R_8について列挙した置換基の群から選択され、

ｃは、５であり、

複数のR_{35}は、互いに同一でも異なっていてもよく、

置換基であるR_{35}同士が結合して環構造を形成してもよく、

ｄは、５であり、

複数のR_{36}は、互いに同一でも異なっていてもよく、

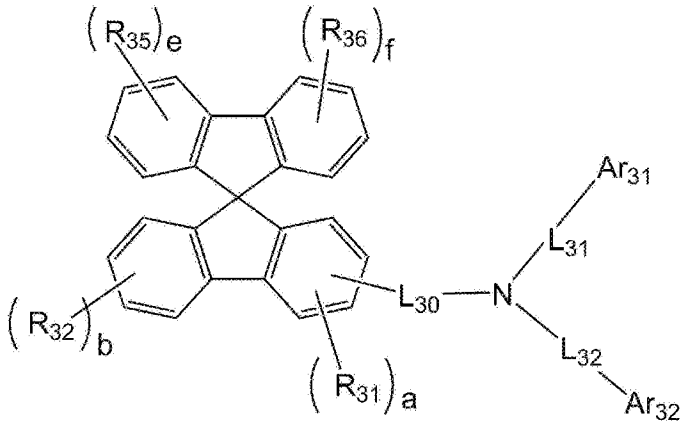
置換基であるR_{36}同士が結合して環構造を形成してもよく、

R_{35}が結合している芳香環とR_{36}が結合している芳香環とが単結合により結合していてもよい。）

[請求項21] 前記第三の化合物は、下記一般式（３１）で表される、請求項１から請求項２０のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス

素子。

[化18]



(31)

（前記一般式（３１）において、R_{31}～R_{32}、ａ、ｂ、L_{30}～L_{32}、Ar_{31}、Ar_{32}は、それぞれ、前記一般式（３）におけるR_{31}～R_{32}、ａ、ｂ、L_{30}～L_{32}、Ar_{31}、Ar_{32}と同義であり、

R_{35}およびR_{36}は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基である場合のR_{35}およびR_{36}は、それぞれ独立に、置換基である場合のR_{1}～R_{8}について列挙した置換基の群から選択され、

ｅおよびｆは、４であり、

複数のR_{35}は、互いに同一でも異なっていてもよく、

置換基であるR_{35}同士が結合して環構造を形成してもよく、

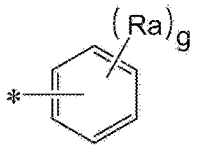
複数のR_{36}は、互いに同一でも異なっていてもよく、

置換基であるR_{36}同士が結合して環構造を形成してもよい。）

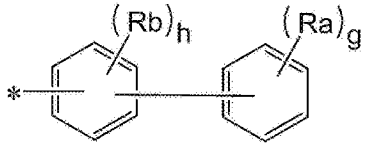
[請求項22] 前記一般式（３０）において、R_{35}が結合している芳香環とR_{36}が結合している芳香環とが結合していない、請求項２０に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項23] Ar_{31}およびAr_{32}は、それぞれ独立に、下記一般式（３１ａ）～（３１ｋ），（３１ｍ）で表される基からなる群から選択されるいずれかの基である、請求項１から請求項２２のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化19]

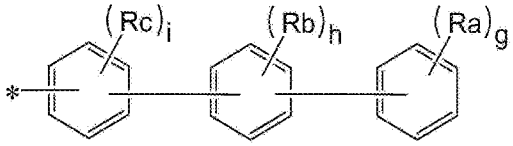


(31a)

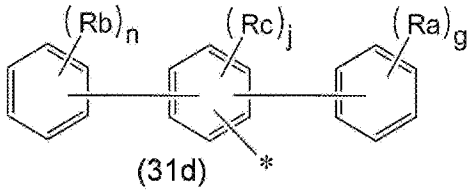


(31b)

[化20]

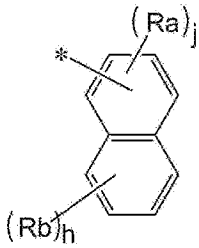


(31c)

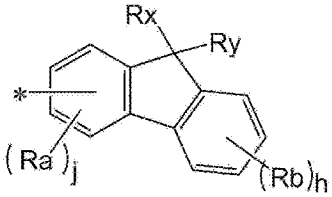


(31d)

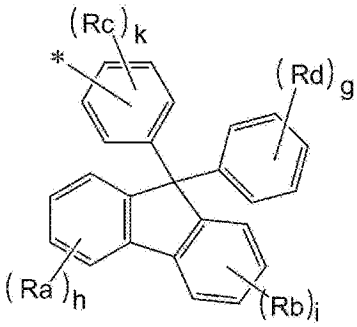
[化21]



(31e)

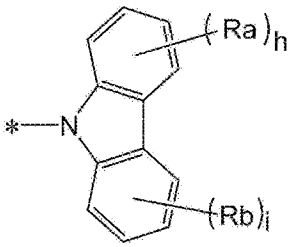


(31f)

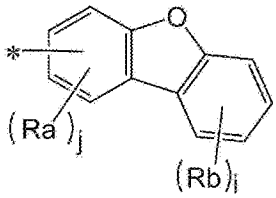


(31g)

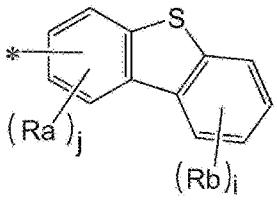
[化22]



(31h)

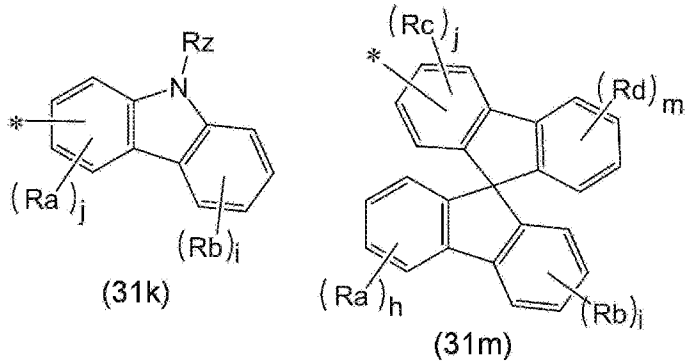


(31i)



(31j)

[化23]



（前記一般式（３１ａ）～（３１ｋ），（３１ｍ）において、Ｒａ、Ｒｂ、ＲｃおよびＲｄは、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、置換基である場合のＲａ、Ｒｂ、ＲｃおよびＲｄは、置換基である場合のR_1～R_8について列挙した置換基の群から選択され、

ＲｘおよびＲｙは、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、置換基である場合のＲｘおよびＲｙは、置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、および置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基からなる群から選択され、

Ｒｚは、水素原子、または置換基であり、置換基である場合のＲｚは、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、および置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基からなる群から選択され、

ｇは、５であり、ｈは、４であり、ｉは、４であり、ｊは、３であり、ｋは、４であり、ｍは、４であり、ｎは、５であり、

複数のＲａは、互いに同一でも異なっていてもよく、

置換基であるＲａ同士が結合して環構造を形成してもよく、

複数のＲｂは、互いに同一でも異なっていてもよく、

置換基であるＲｂ同士が結合して環構造を形成してもよく、

複数のＲｃは、互いに同一でも異なっていてもよく、

置換基であるＲｃ同士が結合して環構造を形成してもよく、

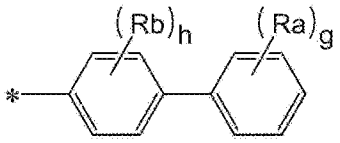
複数のＲｄは、互いに同一でも異なっていてもよく、

置換基であるＲｄ同士が結合して環構造を形成してもよく、

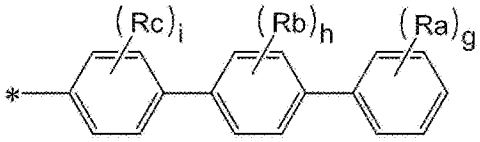
＊は、L_{31}またはL_{32}との結合位置を示す。）

[請求項24] Ar_{31}およびAr_{32}は、それぞれ独立に、下記一般式（３１ｎ），（３１ｐ）～（３１ｗ）で表される基からなる群から選択されるいずれかの基である、請求項２３に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化24]

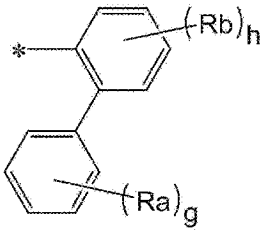


(31n)

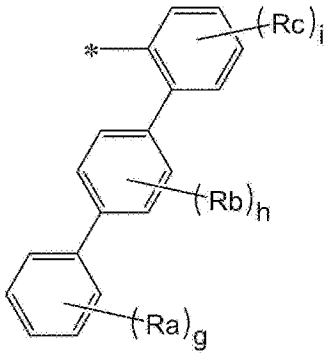


(31p)

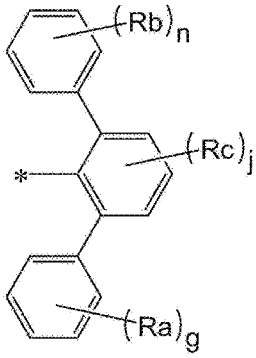
[化25]



(31q)

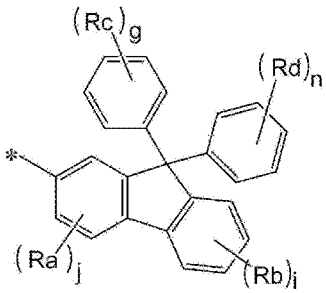


(31r)

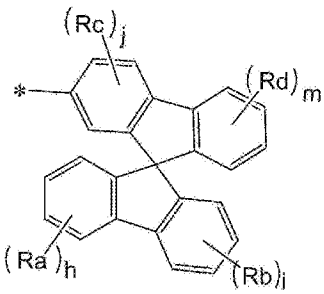


(31s)

[化26]

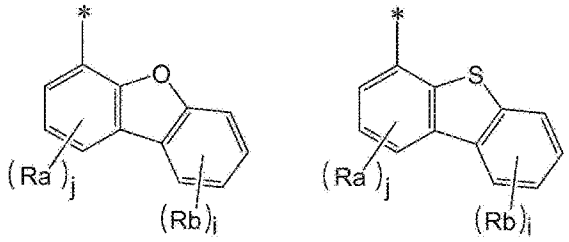


(31t)



(31u)

[化27]



(31v) (31w)

（前記一般式（３１ｎ），（３１ｐ）～（３１ｗ）中のＲａ、Ｒｂ、Ｒｃ、Ｒｄ、ｇ、ｈ、ｉ、ｊ、ｍ、ｎ、＊は、それぞれ前記一般式（３１ａ）～（３１ｋ），（３１ｍ）中のＲａ、Ｒｂ、Ｒｃ、Ｒｄ、ｇ、ｈ、ｉ、ｊ、ｍ、ｎ、＊と同義である。）

[請求項25] L_{30}、L_{31}およびL_{32}は、それぞれ独立に、単結合または連結基であり、

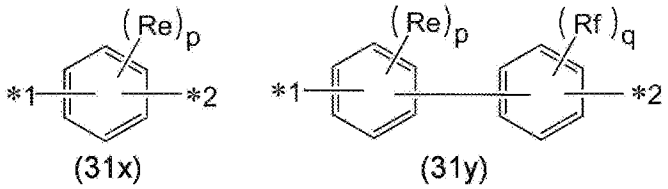
連結基である場合のL_{30}、L_{31}およびL_{32}は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基である、

請求項１から請求項２４のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項26] L_{30}、L_{31}およびL_{32}は、それぞれ独立に、下記一般式（３１ｘ）～（３１ｚ）で表される連結基からなる群から選択されるいずれかの連結基である、

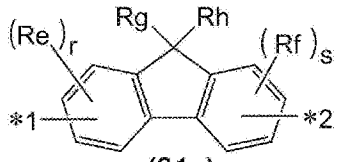
請求項１から請求項２５のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化28]



(31x) (31y)

[化29]



(31z)

（前記一般式（３１ｘ）～（３１ｚ）において、ＲｅおよびＲｆは、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、置換基である場合のＲｅおよびＲｆは、置換基である場合のR_1～R_8について列挙した置換基の群から選択され、

ＲｇおよびＲｈは、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、置換基である場合のＲｇおよびＲｈは、置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、および置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基からなる群から選択され、

ｐは、４であり、ｑは、４であり、ｒは、３であり、ｓは、３であり、

複数のＲｅは、互いに同一でも異なっていてもよく、

置換基であるＲｅ同士が結合して環構造を形成してもよく、

複数のＲｆは、互いに同一でも異なっていてもよく、

置換基であるＲｆ同士が結合して環構造を形成してもよく、

＊１および＊２は、前記一般式（３）で表される構造中の窒素原子、Ar_{31}、Ar_{32}、またはフルオレン環との結合位置を示す。）

[請求項27] 前記陰極と前記発光層との間に電子輸送層を含む、

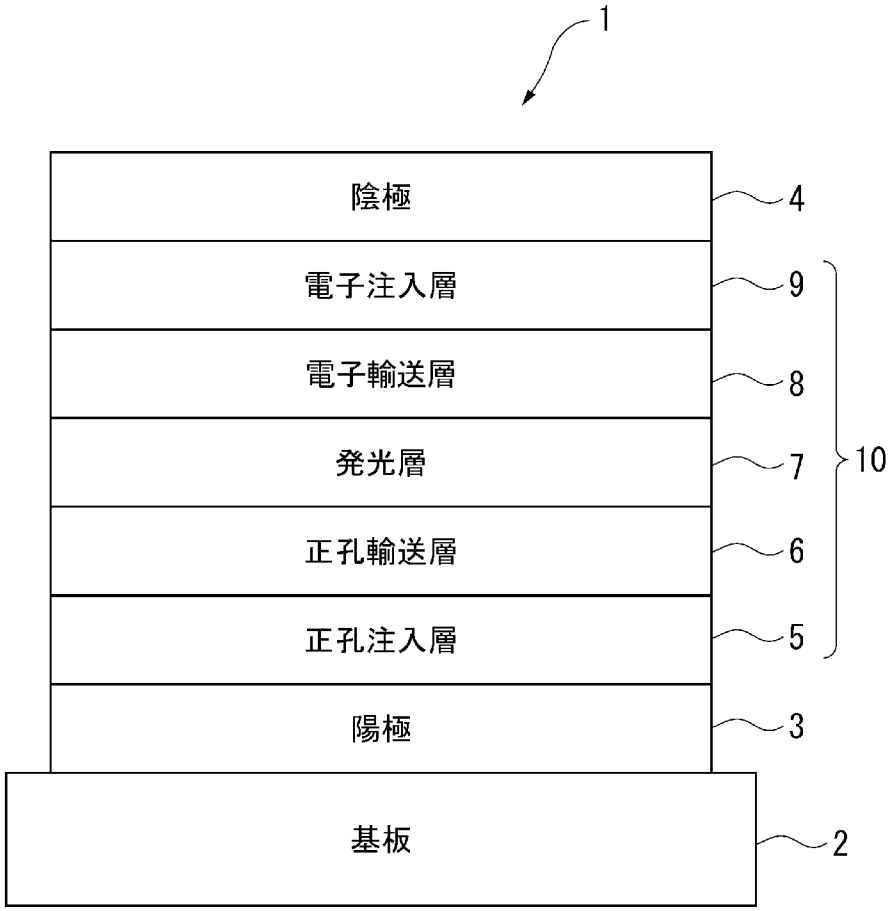
請求項１から請求項２６のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項28] 前記正孔輸送層と前記発光層との間に第二の正孔輸送層を含む、

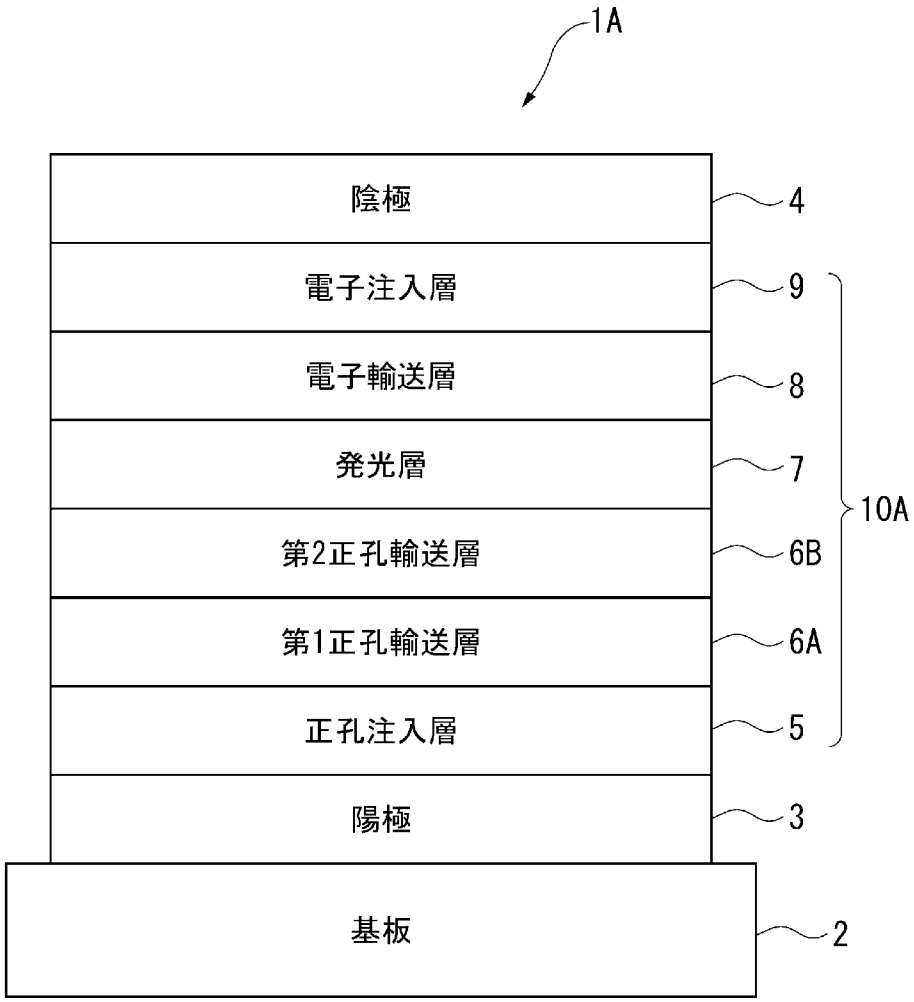
請求項１から請求項２７のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項29] 請求項１から請求項２８のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を備える電子機器。

[図1]



[図2]


1A
陰極
4
電子注入層
9
電子輸送層
8
発光層
7
10A
第2正孔輸送層
6B
第1正孔輸送層
6A
正孔注入層
5
陽極
3
基板
2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/070348

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L51/50(2006.01)i, *C07C15/28*(2006.01)n, *C07C211/54*(2006.01)n, *C07C255/37*(2006.01)n

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, C07C15/28, C07C211/54, C07C255/37

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	WO 2014/073306 A1 (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 15 May 2014 (15.05.2014), claims; paragraphs [0026] to [0199]; examples & JP 2014-96418 A	1,5-29 2-4
X	WO 2014/073307 A1 (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 15 May 2014 (15.05.2014), claims; paragraphs [0028] to [0153]; examples & JP 2014-96417 A	1,5-19,25, 27-29
X	JP 2013-232521 A (UDC Ireland Ltd.), 14 November 2013 (14.11.2013), claims; paragraphs [0092] to [0137]; examples (Family: none)	1-3,8-10, 16-17,20, 22-23,25-27, 29

☒ 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 21 September 2016 (21.09.16)	Date of mailing of the international search report 04 October 2016 (04.10.16)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/070348

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2015/083025 A1 (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.), 11 June 2015 (11.06.2015), claims; example 4 & JP 2016-54138 A & US 2015/0155511 A1 claims; example 4	1,5,7-10,16, 23,25,27,29
X	WO 2015/029808 A1 (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.), 05 March 2015 (05.03.2015), claims; example 3 & JP 2016-6758 A & JP 2016-58404 A & US 2015/0053958 A1 claims; example 3	1,5,7-10,16, 23,25,27,29
X	JP 2009-099967 A (Semiconductor Energy Laboratory), 07 May 2009 (07.05.2009), claims; example 1 & JP 2014-53625 A & JP 2015-65457 A & JP 2016-119487 A & US 2009/0085474 A1 claims; example 1 & EP 2045847 A2 & CN 101399319 A	1,8-10,16, 20-21,23,25, 27-29
X	JP 2015-113345 A (Samsung Display Co., Ltd.), 22 June 2015 (22.06.2015), claims; paragraphs [0094] to [0119]; examples & US 2015/0171337 A1 claims; entire text & KR 10-2015-0068893 A & CN 104710397 A	1-3,8-10, 16-19,23, 25-27,29
Y	WO 2010/137285 A1 (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 02 December 2010 (02.12.2010), claims; general formula (1); paragraphs [0059] to [0061] & JP 5280526 B & JP 2013-209397 A & US 2012/0138914 A1 claims; general formula (1); paragraphs [0097] to [0101] & US 2014/0159005 A1 & US 2015/0005512 A1 & US 2015/0372237 A1	2-4
A	WO 2014/034893 A1 (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 06 March 2014 (06.03.2014), claims; general formula (1); paragraphs [0055] to [0208] & US 2014/0061622 A1 claims; general formula (1); paragraphs [0068] to [0117]	1-29

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
JP2016/070348

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2014/141725 A1 (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 18 September 2014 (18.09.2014), claims; general formula (1); paragraphs [0043], [0051] to [0053] & JP 5847354 B & US 2015/0325800 A1 claims; general formula (1); paragraphs [0090], [0098] to [0101] & EP 2924029 A1	1-29
P,X	US 2015/0255736 A1 (Samsung Display Co., Ltd.), 10 September 2015 (10.09.2015), claims; examples 22 to 27; host compounds H20 to 34, H60 & KR 10-2015-0105584 A	1-3,8-10, 16-19,23, 25-29
P,X	WO 2016/013735 A1 (SAMSUNG SDI CO., LTD.), 28 January 2016 (28.01.2016), claims; entire text & KR 10-2016-0012846 A	1-3,8-10, 16-20,22-29
P,X	WO 2015/142040 A1 (ROHM AND HAAS ELECTRONIC MATERIALS KOREA LTD.), 24 September 2015 (24.09.2015), claims; entire text & KR 10-2015-0108332 A	1-3,5-6, 8-12,16-19, 23,25,27,29
E,X	US 2016/0211454 A1 (Samsung Display Co., Ltd.), 21 July 2016 (21.07.2016), claims; entire text & US 2016/0218297 A & EP 3048654 A	1-10,13-19, 20-27,29

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０７０３４８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L51/50(2006.01)i, C07C15/28(2006.01)n, C07C211/54(2006.01)n, C07C255/37(2006.01)n

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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L51/50, C07C15/28, C07C211/54, C07C255/37

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６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）

CAplus/REGISTRY (STN)

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	関連する請求項の番号
X Y	WO 2014/073306 A1 (出光興産株式会社) 2014.05.15, 請求の範囲, 段落[0026]-[0199], 実施例 & JP 2014-96418 A	1,5-29 2-4
X	WO 2014/073307 A1 (出光興産株式会社) 2014.05.15, 請求の範囲, 段落[0028]-[0153], 実施例 & JP 2014-96417 A	1,5-19,25,27-29
X	JP 2013-232521 A (ユー・ディー・シー　アイルランド　リミテッド) 2013.11.14, 請求の範囲, 段落[0092]-[0137], 実施例 (ファミリーなし)	1-3,8-10,16-17,20,22-23,25-27,29

☑　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	国際調査報告の発送日
２１．０９．２０１６	０４．１０．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　２Ｏ　４１６０
岩井　好子
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	関連する請求項の番号
X	WO 2015/083025 A1 (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.) 2015.06.11, 請求の範囲,実施例 4 & JP 2016-54138 A & US 2015/0155511 A1,請求の範囲,実施例 4	1,5,7-10,16,23,25,27,29
X	WO 2015/029808 A1 (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.) 2015.03.05, 請求の範囲,実施例 3 & JP 2016-6758 A & JP 2016-58404 A & US 2015/0053958 A1,請求の範囲,実施例 3	1,5,7-10,16,23,25,27,29
X	JP 2009-099967 A (半導体エネルギー研究所) 2009.05.07, 請求の範囲,実施例 1 & JP 2014-53625 A & JP 2015-65457 A & JP 2016-119487 A & US 2009/0085474 A1,請求の範囲,実施例 1 & EP 2045847 A2 & CN 101399319 A	1,8-10,16,20-21,23,25,27-29
X	JP 2015-113345 A (三星ディスプレイ株式會社) 2015.06.22, 請求の範囲,段落[0094]-[0119],実施例 & US 2015/0171337 A1,請求の範囲,全文 & KR 10-2015-0068893 A & CN 104710397 A	1-3,8-10,16-19,23,25-27,29
Y	WO 2010/137285 A1 (出光興産株式会社) 2010.12.02, 請求の範囲,一般式(1),段落[0059]-[0061] & JP 5280526 B & JP 2013-209397 A & US 2012/0138914 A1,請求の範囲,一般式(1),段落[0097]-[0101] & US 2014/0159005 A1 & US 2015/0005512 A1 & US 2015/0372237 A1	2-4
A	WO 2014/034893 A1 (出光興産株式会社) 2014.03.06, 請求の範囲,一般式(1),段落[0055]-[0208] & US 2014/0061622 A1,請求の範囲,一般式(1),段落[0068]-[0117]	1-29
A	WO 2014/141725 A1 (出光興産株式会社) 2014.09.18, 請求の範囲,一般式(1),段落[0043],[0051]-[0053] & JP 5847354 B & US 2015/0325800 A1,請求の範囲,一般式(1),段落[0090],[0098]-[0101] & EP 2924029 A1	1-29
PX	US 2015/0255736 A1 (SAMSUNG DISPLAY CO., LTD.) 2015.09.10, 請求の範囲,実施例 22-27,ホスト化合物 H20-34,H60 & KR 10-2015-0105584 A	1-3,8-10,16-19,23,25-29
PX	WO 2016/013735 A1 (SAMSUNG SDI CO., LTD.) 2016.01.28, 請求の範囲,全文 & KR 10-2016-0012846 A	1-3,8-10,16-20,22-29
PX	WO 2015/142040 A1 (ROHM AND HAAS ELECTRONIC MATERIALS KOREA LTD.) 2015.09.24, 請求の範囲,全文 & KR 10-2015-0108332 A	1-3,5-6,8-12,16-19,23,25,27,29

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	関連する請求項の番号
EX	US 2016/0211454 A1 (SAMSUNG DISPLAY CO., LTD.) 2016.07.21, 請求の範囲,全文 & US 2016/0218297 A & EP 3048654 A	1-10,13-19,20-27,29