(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
2016 年 10 月 6 日(06.10.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/158191 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 51/50 (2006.01) *C09K 11/06* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/056643

(22) 国際出願日: 2016 年 3 月 3 日(03.03.2016)

(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 2015-070126 2015 年 3 月 30 日(30.03.2015) JP

(71) 出願人: 新日鉄住金化学株式会社(NIPPON STEEL & SUMIKIN CHEMICAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1010021 東京都千代田区外神田四丁目１４番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 小川　淳也(OGAWA Junya); 〒8048503 福岡県北九州市戸畑区大字中原先の浜４６－８０ 新日鉄住金化学株式会社内 Fukuoka (JP). 甲斐 孝弘(KAI Takahiro); 〒8048503 福岡県北九州市戸畑区大字中原先の浜４６－８０ 新日鉄住金化学株式会社内 Fukuoka (JP). 堀田　正則(HOTTA Masanori); 〒8048503 福岡県北九州市戸畑区大字中原先の浜４６－８０ 新日鉄住金化学株式会社内 Fukuoka (JP). 池永　裕士(IKENAGA Yuji); 〒8048503 福岡県北九州市戸畑区大字中原先の浜４６－８０ 新日鉄住金化学株式会社内 Fukuoka (JP). 坂井　満(SAKAI Mitsuru); 〒8048503 福岡県北九州市戸畑区大字中原先の浜４６－８０ 新日鉄住金化学株式会社内 Fukuoka (JP). 多田　匡志(TADA Masashi); 〒8048503 福岡県北九州市戸畑区大字中原先の浜４６－８０ 新日鉄住金化学株式会社内 Fukuoka (JP). 上田　季子(UEDA Tokiko); 〒8048503 福岡県北九州市戸畑区大字中原先の浜４６－８０ 新日鉄住金化学株式会社内 Fukuoka (JP). 野口　勝秀(NOGUCHI Katsuhide); 〒8048503 福岡県北九州市戸畑区大字中原先の浜４６－８０ 新日鉄住金化学株式会社内 Fukuoka (JP).

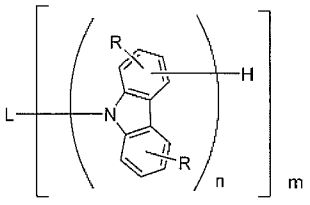
(74) 代理人: 佐々木　一也, 外(SASAKI Kazuya et al.); 〒1030001 東京都中央区日本橋小伝馬町６番１０号　丸森ビル７階 Tokyo (JP).

(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,

[続葉有]

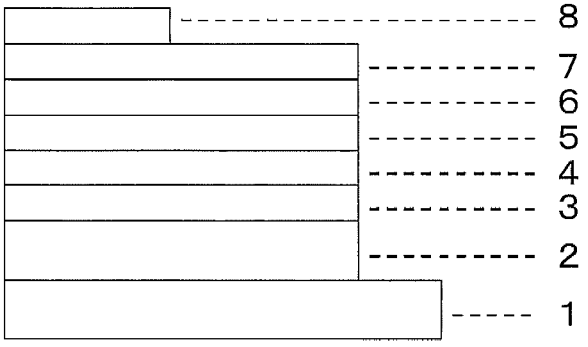
(54) **Title**: ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT

(54) 発明の名称 : 有機電界発光素子



(3)

[図1]



(57) **Abstract**: Provided is an organic EL element which exhibits high efficiency and high drive stability, while being low voltage. The organic electroluminescent element includes at least one luminescent layer between a positive electrode and a negative electrode which face each other. The at least one luminescent layer includes a host material and a luminescent dopant. A first host (i) comprising an indolocarbazole compound having one or two indolocarbazole rings, and a second host (ii) comprising a carbazole compound which has a plurality of carbazole rings, and which has a bond structure represented by general formula (3) are used as the host material.

(57) 要約:　低電圧でありながら高効率かつ高い駆動安定性を有した有機ＥＬ素子を提供する。対向する陽極と陰極の間に、１つ以上の発光層を含む有機電界発光素子において、少なくとも１つの発光層が、ホスト材料と発光性ドーパントを含有し、このホスト材料として、(i)インドロカルバゾール環を１又は２個有するインドロカルバゾール化合物からなる第１ホストと、(ii)カルバゾール環を複数有し、下記一般式（３）で表される結合構造を有するカルバゾール化合物からなる第２ホストを使用する。

WO 2016/158191 A1

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)）

明　細　書

発明の名称 ： 有機電界発光素子

技術分野

[0001] 本発明は有機電界発光素子（以下、有機ＥＬ素子という）に関するものであり、詳しくは、複数の化合物からなるホスト材料を含む発光層を有する有機ＥＬ素子に関するものである。

背景技術

[0002] 一般に、有機ＥＬ素子は、その最も簡単な構造としては発光層及び該層を挟んだ一対の対向電極から構成されている。すなわち、有機ＥＬ素子では、両電極間に電界が印加されると、陰極から電子が注入され、陽極から正孔が注入され、これらが発光層において再結合される際にエネルギーとして光を放出する現象を利用する。

[0003] 近年、有機薄膜を用いた有機ＥＬ素子の開発が行われるようになった。特に、発光効率を高めるため、電極からキャリアー注入の効率向上を目的として電極の種類の最適化を行い、芳香族ジアミンからなる正孔輸送層と８－ヒドロキシキノリンアルミニウム錯体（Ａｌｑ$_3$）からなる発光層兼電子輸送層とを電極間に薄膜として設けた素子の開発により、従来のアントラセン等の単結晶を用いた素子と比較して大幅な発光効率の改善がなされた。そこで、自発光・高速応答性といった特徴を持つ高性能フラットパネルへの実用化を目指して開発が進められてきた。

[0004] 素子の発光効率を上げる試みとして、蛍光発光材料ではなく燐光発光材料を用いることも検討されている。上記の芳香族ジアミンからなる正孔輸送層とＡｌｑ$_3$からなる発光層とを設けた素子をはじめとした多くの素子が蛍光発光を利用したものであったが、燐光発光を用いる、すなわち、三重項励起状態からの発光を利用することにより、従来の蛍光（一重項）を用いた素子と比べて、３～４倍程度の効率向上が期待される。この目的のためにクマリン誘導体やベンゾフェノン誘導体を発光層とすることが検討されてきたが、極

めて低い輝度しか得られなかった。その後、三重項状態を利用する試みとして、ユーロピウム錯体を用いることが検討されてきたが、これも高効率の発光には至らなかった。この燐光発光を利用した研究は、燐光発光ドーパントとしては、特許文献１に挙げられるようなイリジウム錯体等の有機金属錯体を中心に研究が多数行われており、高効率に発光するものも見出されてきている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：WO01／041512号公報

特許文献2：WO2008/056746号公報

特許文献3：WO2011/049325号公報

特許文献4：WO2011/057706号公報

特許文献5：特開2012-49518号公報

特許文献6：WO2012/077520号公報

特許文献7：WO2009/086028号公報

特許文献8：WO2009/136596号公報

特許文献9：WO2010/098246号公報

特許文献10：US2015/0001488A1

[0006] 特許文献２は、インドロカルバゾール化合物をホスト材料として使用することを開示している。特許文献３～７は、カルバゾール化合物をホスト材料として使用することを開示している。また、特許文献８、９は、２種類のインドロカルバゾール化合物を混合したホスト材料を開示している。特許文献１０は、特定のインドロカルバゾール化合物と特定カルバゾール化合物を混合したホスト材料を開示している。

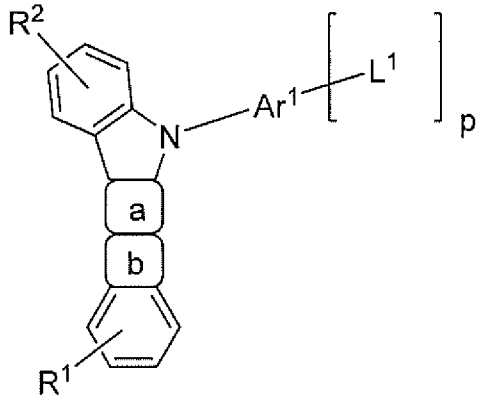
[0007] しかし、インドロカルバゾール化合物と、カルバゾール化合物の４位にカルバゾールの９位が置換した化合物を混合してホスト材料とすることを教えるものはない。

発明の開示

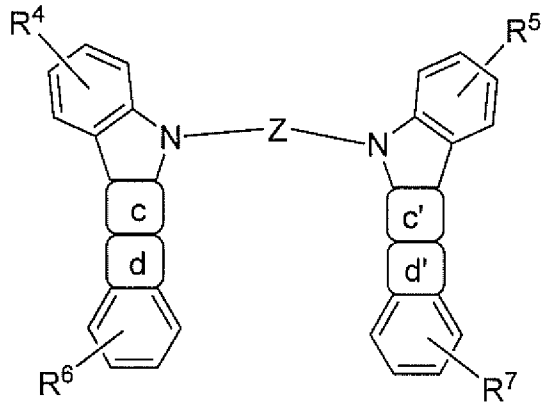
[0008] 有機ＥＬ素子をフラットパネルディスプレイ等の表示素子に応用するためには、素子の発光効率を改善すると同時に駆動時の安定性を十分に確保する必要がある。本発明は、上記現状に鑑み、低電圧でありながら高効率かつ高い駆動安定性を有した実用上有用な有機ＥＬ素子を提供することを目的とする。

[0009] 本発明は、対向する陽極と陰極の間に、１つ以上の発光層を含む有機電界発光素子において、少なくとも１つの発光層が、少なくとも２種のホスト化合物を含むホスト材料と少なくとも１つの発光性ドーパントを含有し、該ホスト材料が、(i)下記一般式（１）又は（２）で表される化合物と、(ii)下記一般式（３）で表される化合物を含むものであることを特徴とする有機電界発光素子に関する。

[化1]

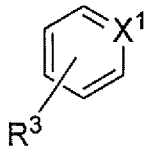


（１）

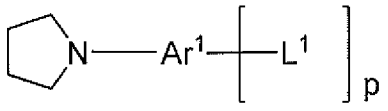


（２）

[化2]



（ａ１）



（ｂ１）

[0010] 一般式（１）又は（２）において、環ａ、環ｃ、環ｃ’は独立に、２つの隣接環と任意の位置で縮合する式（ａ１）で表される芳香環を示し、X^1はＣ－R^8又はＮを示し、

環ｂ、環ｄ、環ｄ’は独立に、２つの隣接環と任意の位置で縮合する式（ｂ１）で表される複素環を示し、

Ar^1は独立に、ｐ＋１価の置換若しくは未置換の炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数３～１６の芳香族複素環基を示し、

Ｚは２価の置換若しくは未置換の炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数３～１６の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が２～１０連結してなる置換若しくは未置換の連結芳香族基を示し、

L^1は独立に、置換若しくは未置換の炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数３～１６の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が２～１０連結してなる置換若しくは未置換の連結芳香族基を示し、

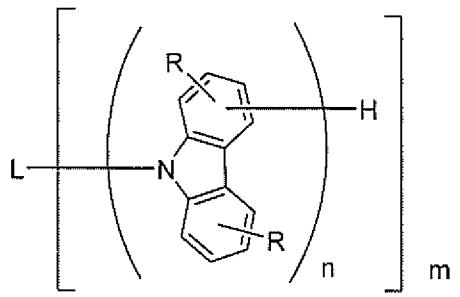
ｐは独立に、置換数であり、０～７の整数を示し、

R^1～R^8は独立に、水素、炭素数１～２０のアルキル基、炭素数７～３８のアラルキル基、炭素数２～２０のアルケニル基、炭素数２～２０のアルキニル基、炭素数２～４０のジアルキルアミノ基、炭素数１２～４４のジアリールアミノ基、炭素数１４～７６のジアラルキルアミノ基、炭素数２～２０のアシル基、炭素数２～２０のアシルオキシ基、炭素数１～２０のアルコキシ基、炭素数２～２０のアルコキシカルボニル基、炭素数２～２０のアルコキシカルボニルオキシ基、炭素数１～２０のアルキルスルホニル基、炭素数６～

３０の芳香族炭化水素基、又は炭素数３～１７の芳香族複素環基を示し、水素以外の基である場合は、置換基を有してもよく、R^1、R^2、R^4～R^7がフェニル基の場合は、フェニル基が置換する芳香環と縮環を形成してもよい。

Ar^1、Z、L^1において、芳香族炭化水素基、芳香族炭化水素基又は連結芳香族基が置換基を有する場合の置換基は、炭素数１～１２のアルキル基、炭素数１～１２のアルコキシ基、又は炭素数２～１３のアシル基であり、R^1～R^8において、置換基を有する場合の置換基は、炭素数１～１２のアルキル基、炭素数１～１２のアルコキシ基、炭素数２～１３のアシル基、炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、又は炭素数３～１７の芳香族複素環基であり、置換基は複数であってもよく、複数の置換基は同一であっても異なっていてもよい。

[0011] [化3]

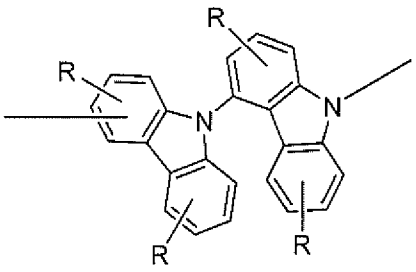


（３）

[0012] 一般式（３）において、Ｌはｍ価の置換若しくは未置換の炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数３～１６の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が２～１０連結してなる置換若しくは未置換の連結芳香族基であるが、カルバゾール環を含む基であることはない。Ｒはそれぞれ独立して水素、炭素数１～１０のアルキル基又は炭素数３～１１のシクロアルキル基である。ｍは置換数であり、１～３の整数を示す。ｎは繰り返し数であり、それぞれ独立して１～４の整数であるが、少なくとも1つのｎは２～４の整数であり、式中に少なくとも１つの式（ｃ１）で表される結合構造を有する。

[0013]

[化4]

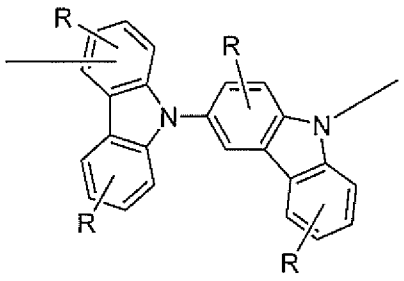


（ｃ１）

[0014] 一般式（１）及び（２）において、X^1がＣ－Ｒであること、Ar^1の少なくとも一つが炭素数３～１６の芳香族複素環基であること、又はＺが炭素数３～１６の芳香族複素環基であることは、好ましい態様である。

[0015] 一般式（３）において、一般式（３）中、ｍは１～２の整数であり、ｎはそれぞれ独立して１～３の整数であること、少なくとも1つのｎは２～３の整数であって、カルバゾリル基間の全ての結合構造が式（ｃ１）、又は式（ｃ１）及び下記式（ｄ１）で表される結合構造であることは好ましい態様である。

[0016] [化5]

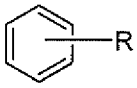


（ｄ１）

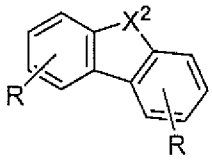
[0017] 一般式（３）において、Ｌが式（４）～（７）のいずれか１つの化合物からｍ個の水素を除いて生じるｍ価の基であることが好ましい態様である。ｍ個の水素は、芳香環を構成する炭素から除かれる。

[0018]

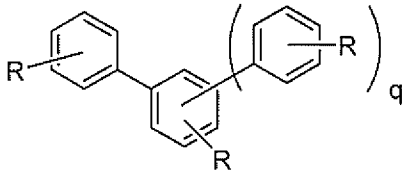
[化6]



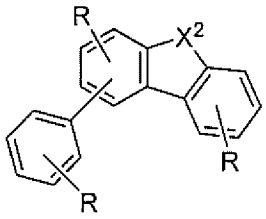
（４）



（５）



（６）



（７）

ここで、Ｒは一般式（３）のＲと同意である。X^2は酸素又は硫黄を表し、ｑは０～２の整数を表す。

[0019] また、少なくとも２つのホスト材料が、一般式（１）で表される化合物及び一般式（３）で表される化合物であることが望ましい。更に、発光性ドーパントが、ルテニウム、ロジウム、パラジウム、銀、レニウム、オスミウム、イリジウム、白金及び金から選ばれる少なくとも一つの金属を含む有機金属錯体であることが望ましい。

[0020] 上記２種のホスト材料を予備混合し、これを蒸着したとき、２種のホスト材料の混合比率が、蒸着前の予備混合比率と比べてその変化量が５％以内であることが望ましい。

[0021] また、一般式（１）又は（２）化合物と、一般式（３）で表される化合物

の気化温度（蒸発と昇華を含む）の差が３０℃以内であることが望ましく、１０℃以内であることがより望ましい。

[0022] 素子特性向上のためには、周辺層への励起子および電荷の漏れを抑えることが重要である。この電荷/励起子の漏れ抑制には発光層中における発光領域の偏りの改善が有効で、そのためには両電荷（電子/正孔）注入量を好ましい範囲に制御することが必要である。

ここで、インドロカルバゾール化合物は、骨格の安定性が高く、異性体や置換基によって電子/正孔注入輸送性をある程度制御することができる。しかし、インドロカルバゾール化合物単独では、上述のように両電荷注入量を好ましい範囲に制御するのは難しい。一方で、一般式（３）に代表される特定のカルバゾール化合物は、４－（９－カルバゾリル）カルバゾール構造を有する。複数のカルバゾールが連結した化合物については、特許文献５にも示すような３－（９－カルバゾリル）カルバゾール構造のみからなる化合物が知られている。本発明で使用するカルバゾール化合物は、４－（９－カルバゾリル）カルバゾール構造を有することにより他の位置のみでカルバゾールが連結する場合と比較して、高い正孔輸送性を示すと考えられる。また、連結基Ｌを特定の芳香族基に変化させることにより、高い正孔輸送性を担保しながら電子輸送性も向上させ、素子の電荷注入輸送性が高いレベルで制御できる。加えてインドロカルバゾール化合物と同様に骨格安定性が高いため、このカルバゾール化合物とインドロカルバゾール化合物を混合ホストとして用いることで、発光層への両電荷注入量を精密に調節することができ、それらを単独で用いたときよりもさらに好ましい範囲に制御できる。

[0023] 本発明の有機ＥＬ素子は、特定の化合物を混合ホストとして用いることで、低電圧を達成できる。また、燐光発光ＥＬ素子の場合にあっては、最低励起三重項エネルギー(Ｔ１エネルギー)を閉じ込めるのに十分高い最低励起三重項エネルギーを有していることから、発光層内からのエネルギー流出がなく、高効率かつ長寿命を達成できる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]有機ＥＬ素子の一例を示した模式断面図。

発明を実施するための形態

[0025] 本発明の有機電界発光素子は、対向する陽極と陰極の間に、少なくとも２種のホスト化合物を含むホスト材料と少なくとも１つの発光性ドーパントを含有する少なくとも１つの発光層を有する。この発光層に含まれるホスト材料は、ホスト化合物として上記一般式（１）～（２）のいずれかで表される化合物から選ばれるホスト材料（第１のホスト材料）と、上記一般式（３）で表される化合物から選ばれるホスト材料（第２のホスト材料）を含む混合物である。なお、第１のホスト材料と第２のホスト材料は、それぞれが２種以上の化合物からなる混合物であってもよい。

[0026] 以下、上記一般式（１）、（２）について説明する。一般式（１）、（２）において、共通する記号は同じ意味を有する。

[0027] 環ａ、環ｃ、環ｃ’は２つの隣接環の任意の位置で縮合する式（ａ１）で表される芳香環（芳香族炭化水素環、芳香族複素環又は両者を意味する。）を示す。ここで、式（ａ１）において、X^1はＣ－R^8又はＮを示すが、Ｃ－R^8であることが好ましい。

[0028] 環ｂ、環ｄ、環ｄ’は２つの隣接環の任意の位置で縮合する式（ｂ１）で表される複素環を示す。ここで、環ｃと環ｃ’、環ｄと環ｄ’は同一であっても異なっていてもよい。

[0029] 式（ａ１）で表される芳香環は、２つの隣接環と任意の位置で縮合することができるが、構造的に縮合できない位置がある。式（ａ１）で表される芳香環は、６つの辺を有するが、隣接する２つの辺で２つの隣接環と縮合することはない。また、式（ｂ１）で表される複素環は２つの隣接環と任意の位置で縮合することができるが、構造的に縮合できない位置がある。すなわち、この複素環は、５つの辺を有するが、隣接する２つの辺で２つの隣接環と縮合することはなく、また、窒素原子を含む辺で隣接環と縮合することはない。したがって、一般式（１）、（２）で表される化合物の異性体の骨格の種類は限られる。

[0030] Ａｒ[1]は独立に、ｐ＋１価の置換若しくは未置換の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の芳香族複素環基である。芳香族炭化水素基の炭素数は、６～３０であり、好ましくは６～２２であり、より好ましくは６～１８である。芳香族複素環基の炭素数は、３～１６であることが好ましい。

[0031] Ａｒ[1]の具体例としては、ベンゼン、ペンタレン、インデン、ナフタレン、アズレン、ヘプタレン、オクタレン、インダセン、アセナフチレン、フェナレン、フェナンスレン、アントラセン、トリンデン、フルオランテン、アセフェナントリレン、アセアントリレン、トリフェニレン、ピレン、クリセン、テトラフェン、テトラセン、プレイアデン、ピセン、ペリレン、ペンタフェン、ペンタセン、テトラフェニレン、コラントリレン、ヘリセン、ヘキサフェン、ルビセン、コロネン、トリナフチレン、ヘプタフェン、ピラントレン、フラン、ベンゾフラン、イソベンゾフラン、キサンテン、オキサトレン、ジベンゾフラン、ペリキサンテノキサンテン、チオフェン、チオキサンテン、チアントレン、フェノキサチイン、チオナフテン、イソチアナフテン、チオフテン、チオファントレン、ジベンゾチオフェン、ピロール、ピラゾール、テルラゾール、セレナゾール、チアゾール、イソチアゾール、オキサゾール、フラザン、ピリジン、ピラジン、ピリミジン、ピリダジン、トリアジン、インドリジン、インドール、イソインドール、インダゾール、プリン、キノリジン、イソキノリン、カルバゾール、イミダゾール、ナフチリジン、フタラジン、キナゾリン、ベンゾジアゼピン、キノキサリン、シンノリン、キノリン、プテリジン、フェナントリジン、アクリジン、ペリミジン、フェナントロリン、フェナジン、カルボリン、フェノテルラジン、フェノセレナジン、フェノチアジン、フェノキサジン、アンチリジン、ベンゾチアゾール、ベンゾイミダゾール、ベンゾオキサゾール、ベンゾイソオキサゾール、又はベンゾイソチアゾール等の芳香族化合物からｐ＋１個の水素を除いて生じる基が挙げられる。好ましくはベンゼン、ナフタレン、アントラセン、ピリジン、ピラジン、ピリミジン、ピリダジン、トリアジン、カルバゾール、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、キノリン、イソキノリン、キノキサリ

ン、キナゾリン又はナフチリジンからｐ＋１個の水素を除いて生じる基である。

[0032] Ｌ[1]は、それぞれ独立に置換若しくは未置換の炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数３～１６の芳香族複素環基、又はそれらの芳香族環が２～１０連結してなる置換若しくは未置換の連結芳香族基を示す。好ましくは炭素数６～１８の芳香族炭化水素基、炭素数３～１６の芳香族複素環基、又はそれらの芳香族環が２～７連結してなる連結芳香族基である。

[0033] Ｌ[1]の具体例としては、ベンゼン、ペンタレン、インデン、ナフタレン、アズレン、ヘプタレン、オクタレン、インダセン、アセナフチレン、フェナレン、フェナンスレン、アントラセン、トリンデン、フルオランテン、アセフェナントリレン、アセアントリレン、トリフェニレン、ピレン、クリセン、テトラフェン、テトラセン、プレイアデン、ピセン、ペリレン、ペンタフェン、ペンタセン、テトラフェニレン、コラントリレン、ヘリセン、ヘキサフェン、ルビセン、コロネン、トリナフチレン、ヘプタフェン、ピラントレン、フラン、ベンゾフラン、イソベンゾフラン、キサンテン、オキサトレン、ジベンゾフラン、ペリキサンテノキサンテン、チオフェン、チオキサンテン、チアントレン、フェノキサチイン、チオナフテン、イソチアナフテン、チオフテン、チオファントレン、ジベンゾチオフェン、ピロール、ピラゾール、テルラゾール、セレナゾール、チアゾール、イソチアゾール、オキサゾール、フラザン、ピリジン、ピラジン、ピリミジン、ピリダジン、トリアジン、インドリジン、インドール、イソインドール、インダゾール、プリン、キノリジン、イソキノリン、カルバゾール、イミダゾール、ナフチリジン、フタラジン、キナゾリン、ベンゾジアゼピン、キノキサリン、シンノリン、キノリン、プテリジン、フェナントリジン、アクリジン、ペリミジン、フェナントロリン、フェナジン、カルボリン、フェノテルラジン、フェノセレナジン、フェノチアジン、フェノキサジン、アンチリジン、ベンゾチアゾール、ベンゾイミダゾール、ベンゾオキサゾール、ベンゾイソオキサゾール、ベン

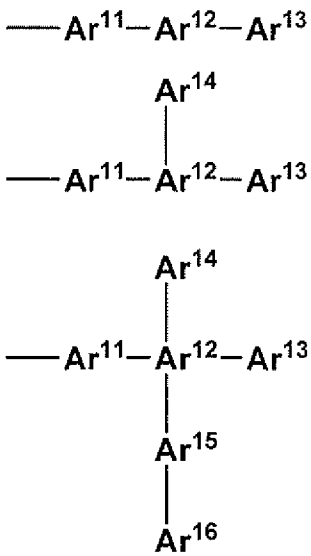
ゾイソチアゾール等の芳香族化合物、又はこれら芳香族化合物の芳香族環が複数連結された芳香族化合物から１個の水素を除いて生じる連結芳香族基が挙げられる。

[0034] 本明細書でいう連結芳香族基は、単環又は縮合環構造の芳香族化合物の芳香族環（芳香族炭化水素環、芳香族複素環、又は両者をいう。）が複数連結された基である。芳香族環が連結するとは、芳香族基の芳香族環が直接結合で結合して連結することを意味する。芳香族環が置換の芳香族環である場合、置換基が芳香族環であることはない。

連結芳香族基は直鎖状であっても分岐状であってもよく、連結する芳香族環は同一であっても異なっていてもよく、芳香族炭化水素環と芳香族複素環の一方又は両方を有してもよく、置換基を有してもよい。

[0035] 連結芳香族基が１価の基である場合、例えば下記で示すような連結様式が挙げられる。

[化7]



（８）

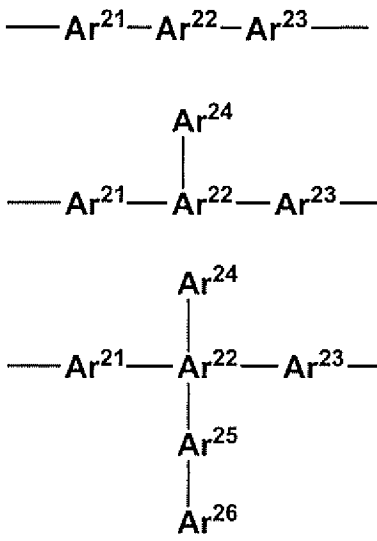
（９）

（１０）

[0036] 連結芳香族基が２価の基である場合、例えば下記で示すような連結様式が挙げられる。３価以上の基である場合は、上記から理解される。

[0037]

[化8]



（１１）

（１２）

（１３）

[0038] 式（８）～（１３）中、Ａｒ[11]～Ａｒ[16]、Ａｒ[21]～Ａｒ[26]は置換または未置換の芳香族環（芳香族基）を示し、芳香族環の環構成原子が直接結合で結合する。また、結合手は芳香族環の環構成原子から出る。芳香族環（芳香族基）は芳香族炭化水素基、又は芳香族複素環基を意味し、１価以上の基であることができる。

式（８）～（１３）では、結合手はＡｒ[11]、Ａｒ[21]、又はＡｒ[23]から出ているが、それ以外の芳香族環から出ることも可能である。また、２価以上の基である場合、１つの芳香族環から２以上の結合手が出てもよい。

[0039] 連結芳香族基の具体例としては、例えばビフェニル、ターフェニル、クアテルフェニル、ビピリジン、ビピリミジン、ビトリアジン、ターピリジン、フェニルターフェニル、ビナフタレン、フェニルピリジン、ジフェニルピリジン、フェニルピリミジン、ジフェニルピリミジン、フェニルトリアジン、ジフェニルトリアジン、フェニルナフタレン、ジフェニルナフタレン、カルバゾリルベンゼン、ビスカルバゾリルベンゼン、ビスカルバゾリルトリアジン、ジベンゾフラニルベンゼン、ビスジベンゾフラニルベンゼン、ジベンゾチオフェニルベンゼン、ビスジベンゾチオフェニルベンゼン等の芳香族化合物から１又は１２以上の水素を除いて生じる基が挙げられる。

[0040] 上記の連結芳香族基に関する説明は、一般式（２）および（３）における

説明で現れる連結芳香族基に共通する。

[0041] 一般式（２）中、Ｚは２価の置換若しくは未置換の炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数３～１６の芳香族複素環基、又はそれらが２～１０連結してなる置換若しくは未置換の連結芳香族基を示す。好ましくは、２価の炭素数６～１８の芳香族炭化水素基、炭素数３～１６の芳香族複素環基、又はそれらが２～７連結してなる連結芳香族基である。

[0042] Ｚの具体例としては、L^1の説明で例示した芳香族化合物、又はこれらが複数連結された芳香族化合物等から２個の水素を除いて生じる２価の基が挙げられる。

[0043] 一般式（１）、式（ｂ１）において、ｐは置換数であり、独立に０～７の整数を示す。好ましくは０～５であり、より好ましくは０～３である。式（ｂ１）を一般式（１）、（２）に組み込むと、一般式（１）には$(L^1)_p$が２つあり、一般式（２）にはそれが１つあることになる。ｐが０であるときは、L^1は存在しないことになるが、一般式（１）にあっては、１つのｐが０であるときは、他方のｐは１以上であることが好ましい。

[0044] Ar^1、Ｚ、及びL^1が、置換の芳香族炭化水素基、置換の芳香族複素環基又は置換の連結芳香族基である場合、置換基は、炭素数１～１２の脂肪族炭化水素基、炭素数１～１２のアルコキシ基、炭素数２～１３のアシル基から選ばれる基である。好ましくは、炭素数１～１０の脂肪族炭化水素基、炭素数１～１０のアルコキシ基、又は炭素数２～１１のアシル基であり、置換基の数は０～５であることがよく、好ましくは０～２である。なお、置換基が更に置換基を有することは望ましくない。

[0045] 本明細書において、炭素数の計算は置換基の炭素数を含まないと理解される。しかし、置換基の炭素数を含む総炭素数が、上記炭素数の範囲にあることが好ましい。

[0046] 上記置換基の具体例を以下に示す。

脂肪族炭化水素基は、飽和アルキル基、不飽和アルキル基、環状アルキル基があり、直鎖状、分岐状であってもよく、メチル基、エチル基、プロピル

基、イソプロピル基、ブチル基、ｔ－ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基、オクチル基等の炭素数１～１０の飽和アルキル基、エテニル基、プロペニル基等の炭素数２～１０の不飽和アルキル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基等の炭素数５～１０のシクロアルキル基が好ましく挙げられる。

[0047] アルコキシ基は、直鎖状、分岐状であってもよく、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、イソプロポキシ基、ブトキシ基、ｔ－ブトキシ基、ペントキシ基、２－エチルブトキシ基、ヘキシロキシ基、オクトキシ基等の炭素数１～１０のアルコキシ基が好ましく挙げられる。

[0048] アシル基は、直鎖状、分岐状であってもよく、アセチル基、エチルカルボニル基、プロピルカルボニル基、イソプロピルカルボニル基、ブチルカルボニル基、ｔ－ブチルカルボニル基、ペンチルカルボニル基、２－エチルブチルカルボニル基、ヘキシルカルボニル基、オクチルカルボニル基等の炭素数２～１１のアシル基が好ましく挙げられる。

[0049] R^1～R^8は独立に、水素、炭素数１～２０のアルキル基、炭素数７～３８のアラルキル基、炭素数２～２０のアルケニル基、炭素数２～２０のアルキニル基、炭素数２～４０のジアルキルアミノ基、炭素数１２～４４のジアリールアミノ基、炭素数１４～７６のジアラルキルアミノ基、炭素数２～２０のアシル基、炭素数２～２０のアシルオキシ基、炭素数１～２０のアルコキシ基、炭素数２～２０のアルコキシカルボニル基、炭素数２～２０のアルコキシカルボニルオキシ基、炭素数１～２０のアルキルスルホニル基、炭素数６～３０の芳香族炭化水素基又は炭素数３～１７の芳香族複素環基である。好ましくは、水素、炭素数１～１０のアルキル基、炭素数７～２４のアラルキル基、炭素数１～１０のアルコキシ基、炭素数２～１１のアシル基、炭素数１２～３６のジアリールアミノ基、炭素数６～１８の芳香族炭化水素基又は炭素数３～１６の芳香族複素環基であり、より好ましくは、水素、炭素数６～１８の芳香族炭化水素基又は炭素数３～１６の芳香族複素環基である。

また、R^1～R^2，及びR^4～R^7がフェニル基（置換フェニル基を含む）である場合、これが置換する芳香環と縮環を形成してもよい。

[0050] R^1～R^8が、炭素数１～２０のアルキル基、炭素数７～３８のアラルキル基、炭素数２～２０のアルケニル基、炭素数２～２０のアルキニル基、炭素数２～４０のジアルキルアミノ基、炭素数１２～４４のジアリールアミノ基、炭素数１４～７６のジアラルキルアミノ基、炭素数２～２０のアシル基、炭素数２～２０のアシルオキシ基、炭素数１～２０のアルコキシ基、炭素数２～２０のアルコキシカルボニル基、炭素数２～２０のアルコキシカルボニルオキシ基、炭素数１～２０のアルキルスルホニル基である場合の具体例を、以下に示す。

[0051] メチル、エチル、プロピル、ブチル、ペンチル、ヘキシル、ヘプチル、オクチル、ノニル、デシル、ウンデシル、ドデシル、トリデシル、テトラデシル、ペンタデシル、ヘキサデシル、ヘプタデシル、オクタデシル、ノナデシル、イコシル、フェニルメチル、フェニルエチル、フェニルイコシル、ナフチルメチル、アントラニルメチル、フェナンスレニルメチル、ピレニルメチル、ビニル、プロペニル、ブテニル、ペンテニル、デセニル、イコセニル、エチニル、プロパルギル、ブチニル、ペンチニル、デシニル、イコシニル、ジメチルアミノ、エチルメチルアミノ、ジエチルアミノ、ジプロピルアミノ、ジブチルアミノ、ジペンチニルアミノ、ジデシルアミノ、ジイコシルアミノ、ジフェニルアミノ、ナフチルフェニルアミノ、ジナフチルアミノ、ジアントラニルアミノ、ジフェナンスレニルアミノ、ジピレニルアミノ、ジフェニルメチルアミノ、ジフェニルエチルアミノ、フェニルメチルフェニルエチルアミノ、ジナフチルメチルアミノ、ジアントラニルメチルアミノ、ジフェナンスレニルメチルアミノ、アセチル、エチルカルボニル、プロピルカルボニル、イソプロピルカルボニル、ブチルカルボニル、ｔ－ブチルカルボニル、ペンチルカルボニル、２－エチルブチルカルボニル、ヘキシルカルボニル、オクチルカルボニル、バレリル、ベンゾイル、アセチルオキシ、プロピオニルオキシ、ブチリルオキシ、バレリルオキシ、ベンゾイルオキシ、メトキシカルボニル、エトキシカルボニル、プロポキシカルボニル、ブトキシカルボニル、ペントキシカルボニル、メトキシカルボニルオキシ、エトキシカル

ボニルオキシ、プロポキシカルボニルオキシ、ブトキシカルボニルオキシ、ペントキシカルボニルオキシ、メチルスルホニル、エチルスルホニル、プロピルスルホニル、ブチルスルホニル、ペンチルスルホニル等が挙げられる。好ましくは、メチル、エチル、プロピル、ブチル、ペンチル、ヘキシル、ヘプチル、オクチル、ノニル、デシル等のＣ１～１０のアルキル基、フェニルメチル、フェニルエチル、ナフチルメチル、アントラニルメチル、フェナンスレニルメチル、ピレニルメチル等のＣ７～２０のアラルキル基、メトキシ、エトキシ、プロポキシ、ブトキシ、ペントキシ、ヘキソキシ、ヘプトキシ、オクトキシ、ノノキシ、デコキシ等のＣ1～１０のアルコキシ基、アセチル、エチルカルボニル、プロピルカルボニル、イソプロピルカルボニル、ブチルカルボニル、ｔ－ブチルカルボニル、ペンチルカルボニル、２－エチルブチルカルボニル、ヘキシルカルボニル、オクチルカルボニル等の炭素数２～１１のアシル基、ジフェニルアミノ、ナフチルフェニルアミノ、ジナフチルアミノ、ジアントラニルアミノ、ジフェナンスレニルアミノ等のＣ６～１５の芳香族炭化水素基を２つ有するジアリールアミノ基が挙げられる。

[0052] R^1～R^8が、炭素数６～３０の芳香族炭化水素基又は炭素数３～１７の芳香族複素環基である場合の具体例としては、ベンゼン、ペンタレン、インデン、ナフタレン、アズレン、インダセン、アセナフチレン、フェナレン、フェナンスレン、アントラセン、トリンデン、フルオランテン、アセフェナントリレン、アセアントリレン、トリフェニレン、ピレン、クリセン、テトラフェン、テトラセン、プレイアデン、ピセン、ペリレン、ペンタフェン、ペンタセン、テトラフェニレン、コラントリレン、フラン、ベンゾフラン、イソベンゾフラン、キサンテン、オキサトレン、ジベンゾフラン、ペリキサンテノキサンテン、チオフェン、チオキサンテン、チアントレン、フェノキサチイン、チオナフテン、イソチアナフテン、チオフテン、チオファントレン、ジベンゾチオフェン、ピロール、ピラゾール、テルラゾール、セレナゾール、チアゾール、イソチアゾール、オキサゾール、フラザン、チアジアゾール、ピリジン、ピラジン、ピリミジン、ピリダジン、トリアジン、インドリジ

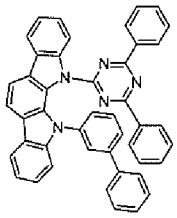
ン、インドール、イソインドール、インダゾール、プリン、キノリジン、イソキノリン、カルバゾール、イミダゾール、ナフチリジン、フタラジン、キナゾリン、ベンゾジアゼピン、キノキサリン、シンノリン、キノリン、プテリジン、フェナントリジン、アクリジン、ペリミジン、フェナントロリン、フェナジン、カルボリン、フェノテルラジン、フェノセレナジン、フェノチアジン、フェノキサジン、アンチリジン、ベンゾチアゾール、ベンゾイミダゾール、ベンゾオキサゾール、ベンゾイソオキサゾール、又はベンゾイソチアゾール等の芳香族化合物から水素を除いて生じる基が挙げられる。好ましくはベンゼン、ナフタレン、アントラセン、ピリジン、ピラジン、ピリミジン、ピリダジン、トリアジン、イソインドール、インダゾール、プリン、イソキノリン、イミダゾール、ナフチリジン、フタラジン、キナゾリン、ベンゾジアゼピン、キノキサリン、シンノリン、キノリン、プテリジン、フェナントリジン、アクリジン、ペリミジン、フェナントロリン、フェナジン、カルボリン、インドール、カルバゾール、ジベンゾフラン、又はジベンゾチオフェンから水素を除いて生じる基が挙げられる。

[0053] R^1～R^8が水素以外の基である場合は、置換基を有してもよい。その置換基は、上記Ar^1、Z、及びL^1が、置換の芳香族炭化水素基、置換の芳香族複素環基である場合の置換基と同様な基の他、炭素数６～３０、好ましくは６～１８の芳香族炭化水素基、炭素数３～１７、好ましくは３～１５の芳香族複素環基が挙げられる。なお、置換基の数はR^1～R^8の１つ当たり、０～３が好ましく、０～２がより好ましい。

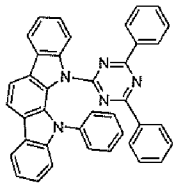
[0054] 一般式（１）及び（２）で表される化合物の好ましい具体例を以下に示すが、これらに限定されるものではない。

[0055]

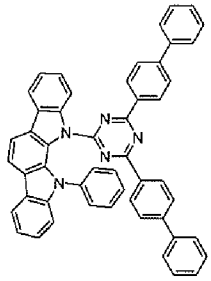
[化9]



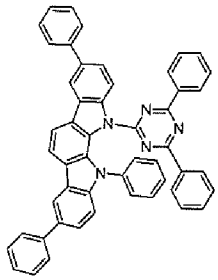
1－1



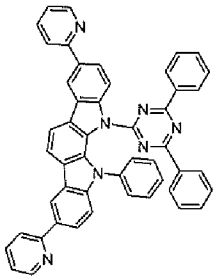
1－2



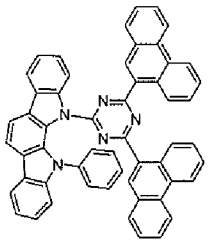
1－3



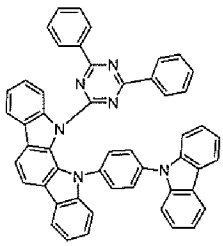
1－4



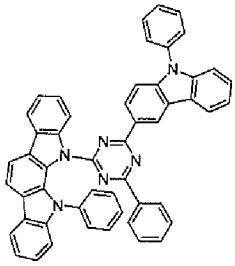
1－5



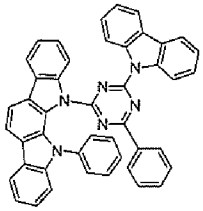
1－6



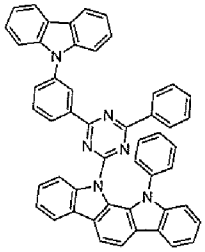
1－7



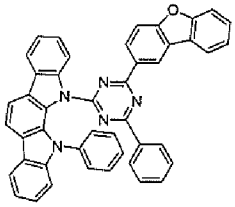
1－8



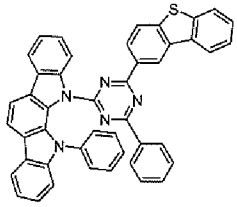
1－9



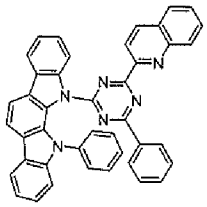
1－10



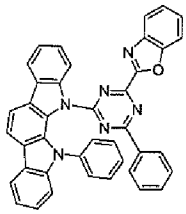
1－11



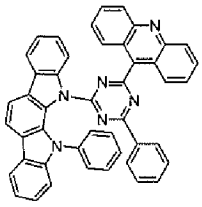
1－12



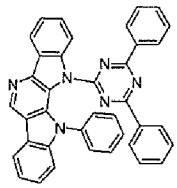
1－13



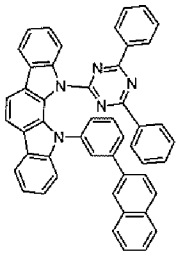
1－14



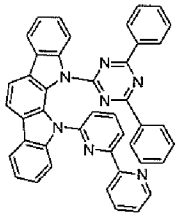
1－15



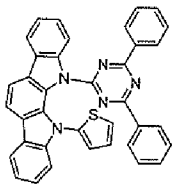
1－16



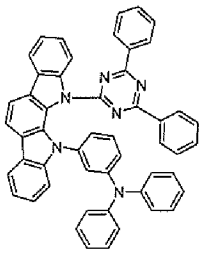
1－17



1－18

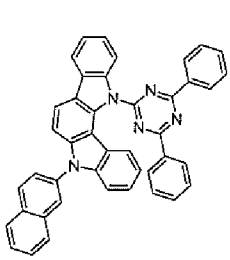


1－19

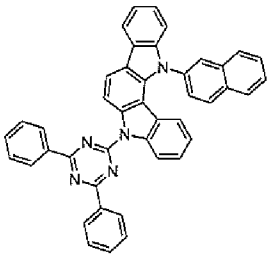


1－20

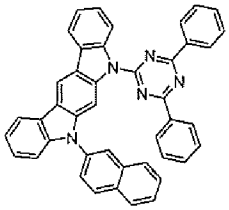
[化10]



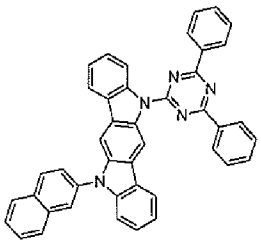
1－21



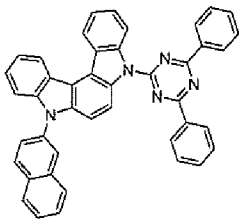
1－22



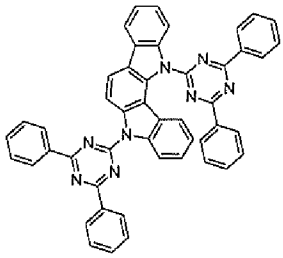
1－23



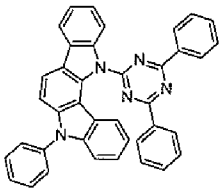
1－24



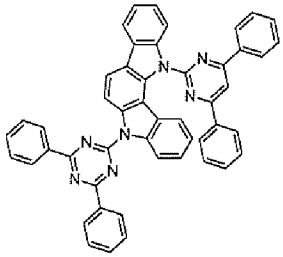
1－25



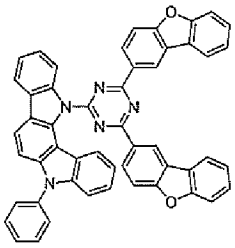
1－26



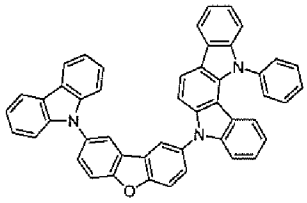
1－27



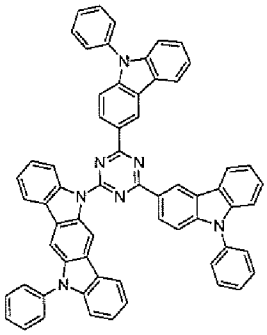
1－28



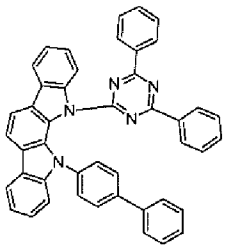
1－29



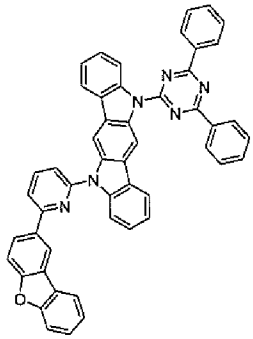
1－30



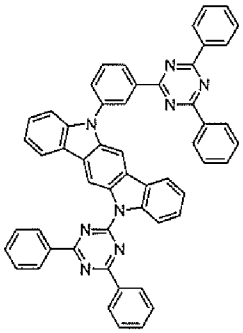
1－31



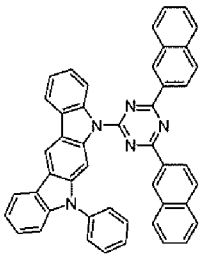
1－32



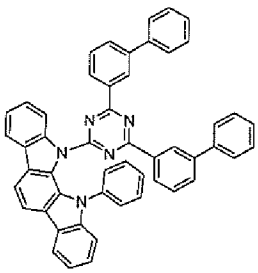
1－33



1－34

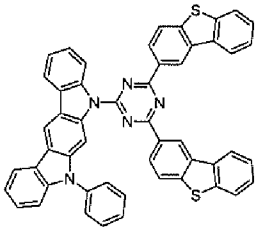


1－35

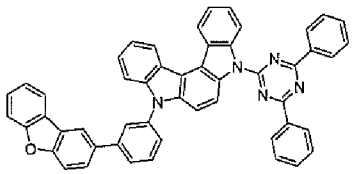


1－36

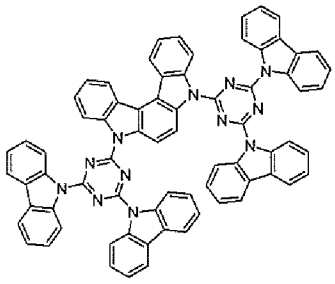
[化11]



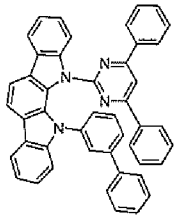
1－37



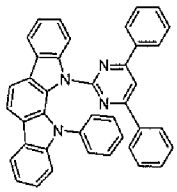
1－38



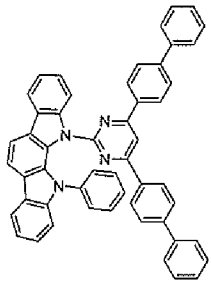
1－39



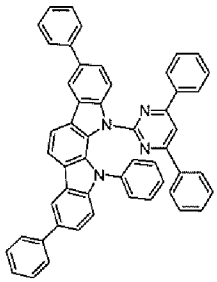
1－40



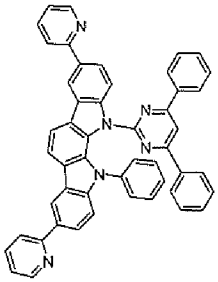
1－41



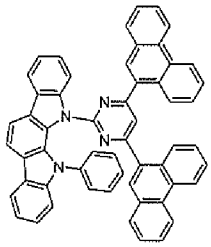
1－42



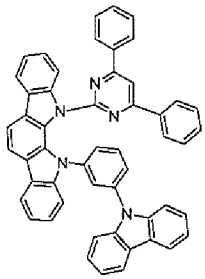
1－43



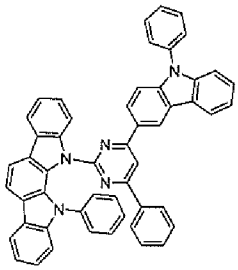
1－44



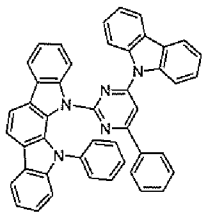
1－45



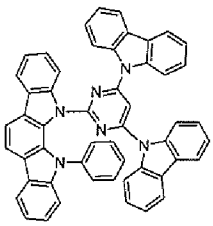
1－46



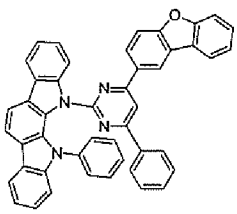
1－47



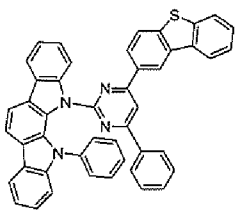
1－48



1－49



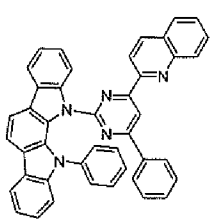
1－50



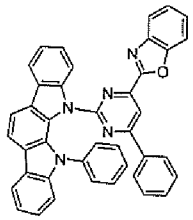
1－51

[0056]

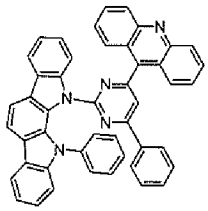
[化12]



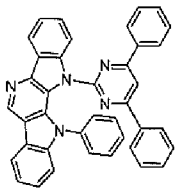
1－52



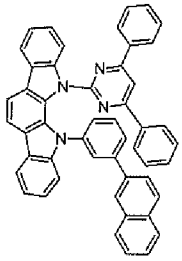
1－53



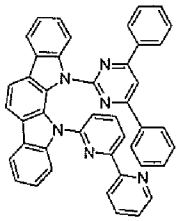
1－54



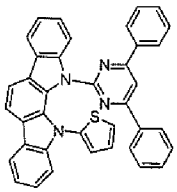
1－55



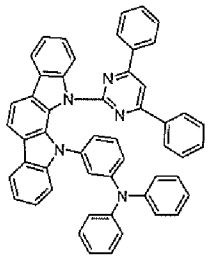
1－56



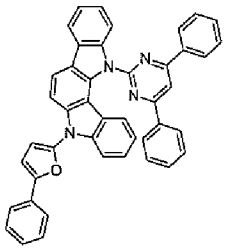
1－57



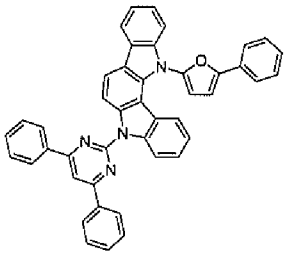
1－58



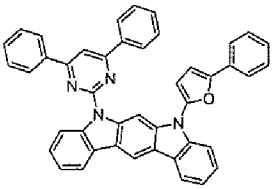
1－59



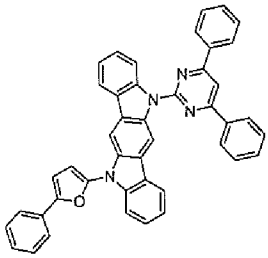
1－60



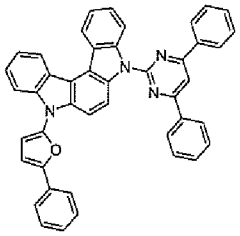
1－61



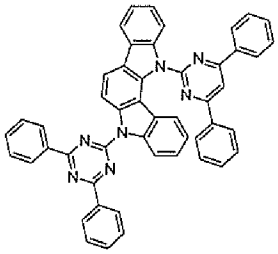
1－62



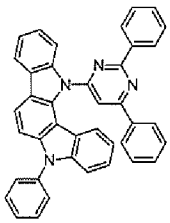
1－63



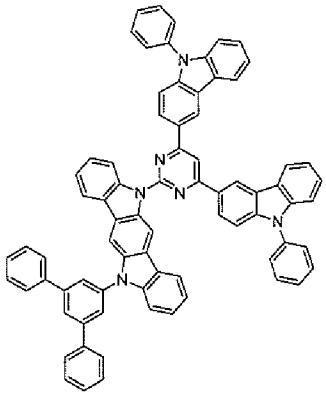
1－64



1－65

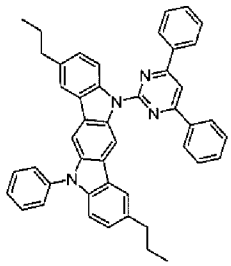


1－66

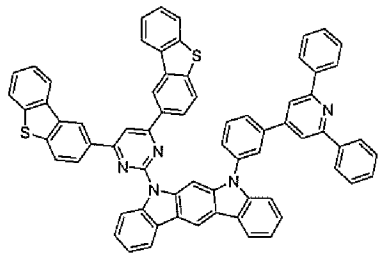


1－67

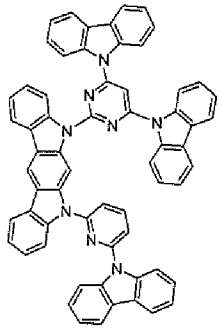
[化13]



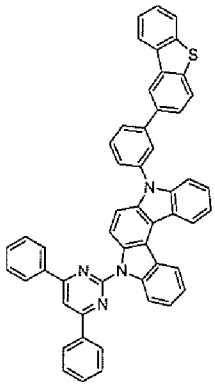
1－68



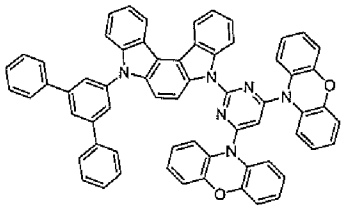
1－69



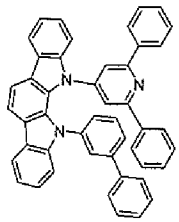
1－70



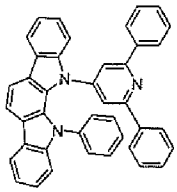
1－71



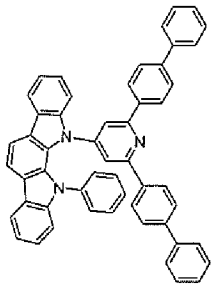
1－72



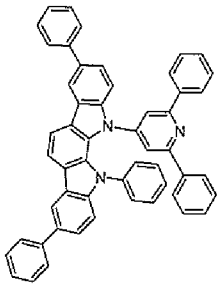
1－72A



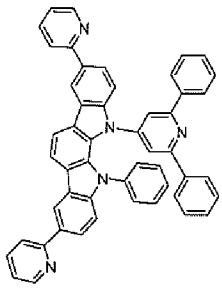
1－73



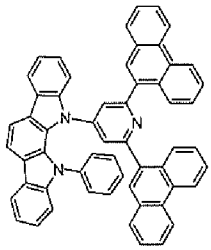
1－74



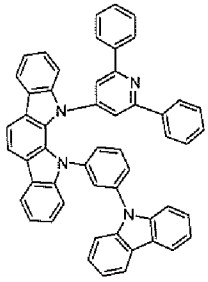
1－75



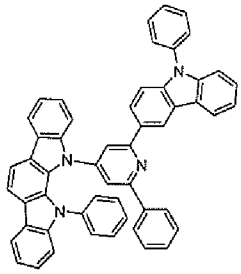
1－76



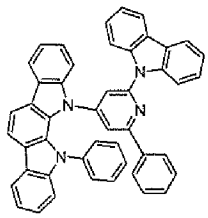
1－77



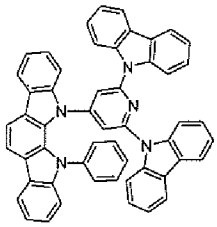
1－78



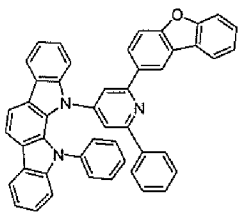
1－79



1－80

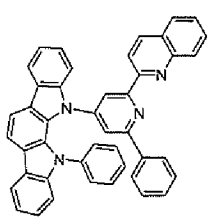


1－81

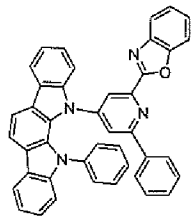


1－82

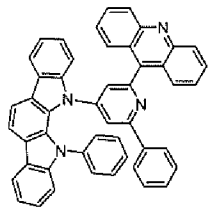
[化14]



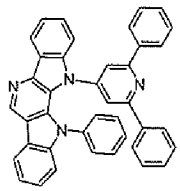
1－83



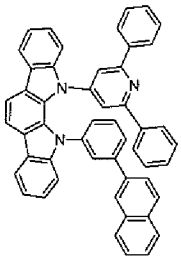
1－84



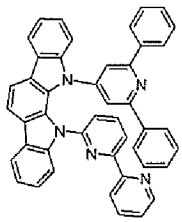
1－85



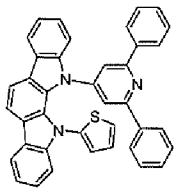
1－86



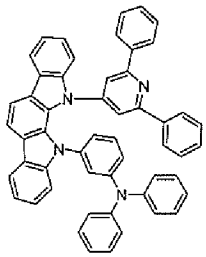
1－87



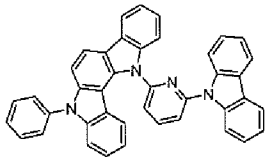
1－88



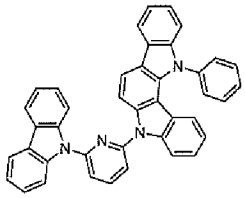
1－89



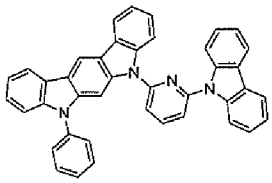
1－90



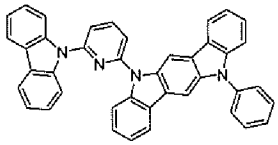
1－91



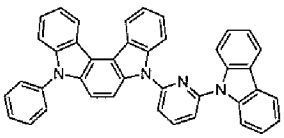
1－92



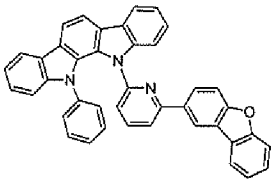
1－93



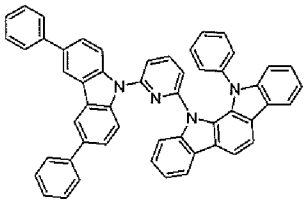
1－94



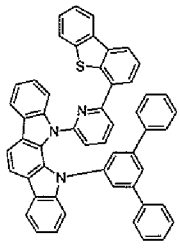
1－95



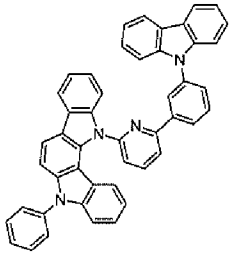
1－96



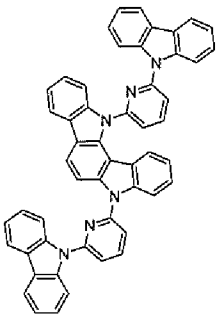
1－97



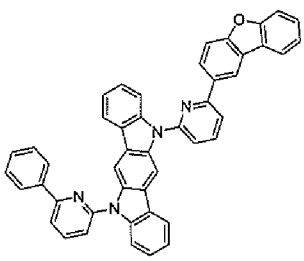
1－98



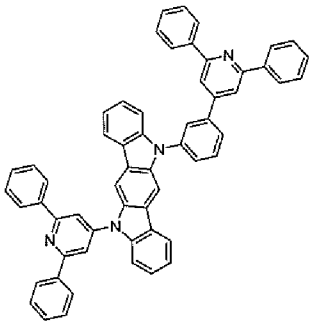
1－99



1－100

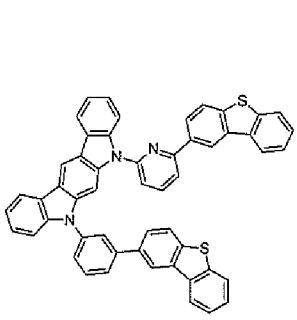


1－101

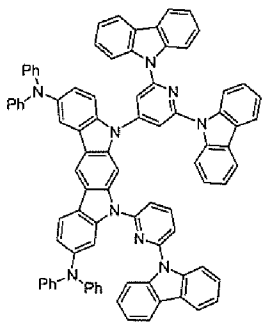


1－102

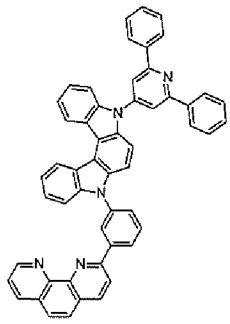
[化15]



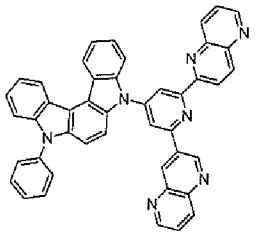
1－103



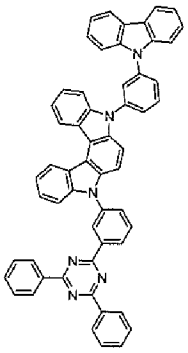
1－104



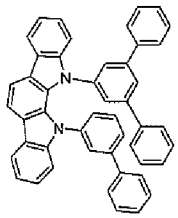
1－105



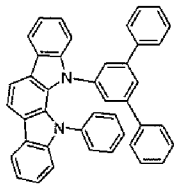
1－106



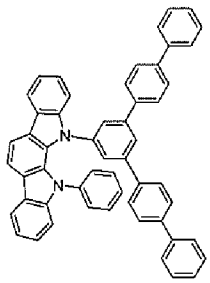
1－107



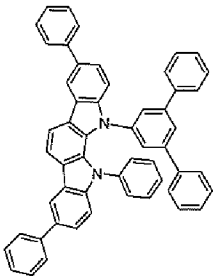
1－108



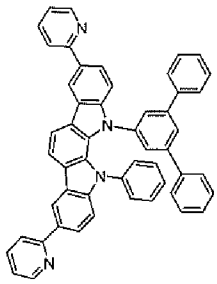
1－109



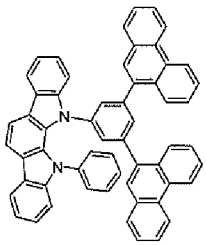
1－110



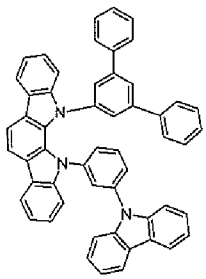
1－111



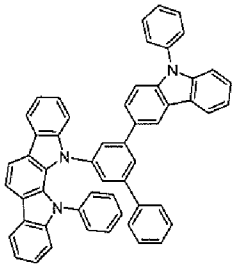
1－112



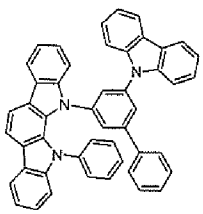
1－113



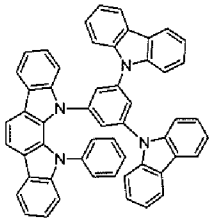
1－114



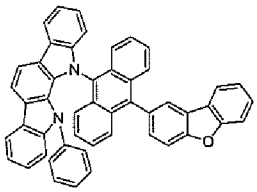
1－115



1－116



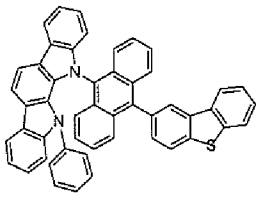
1－117



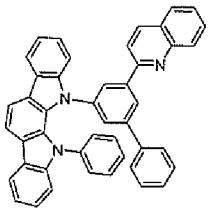
1－118

[0057]

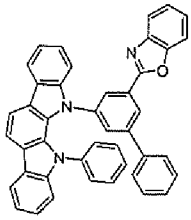
[化16]



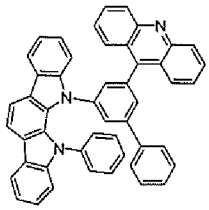
1－119



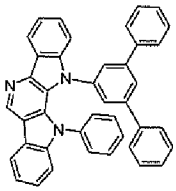
1－120



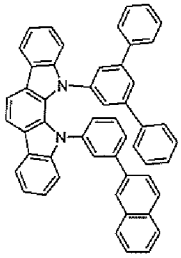
1－121



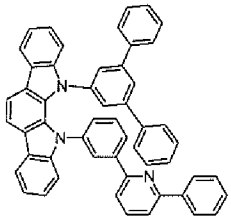
1－122



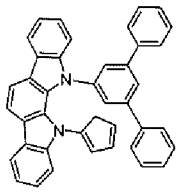
1－123



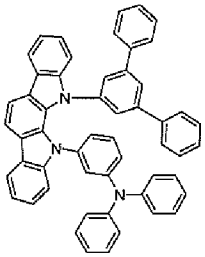
1－124



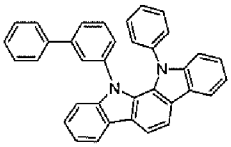
1－125



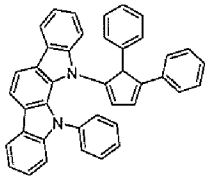
1－126



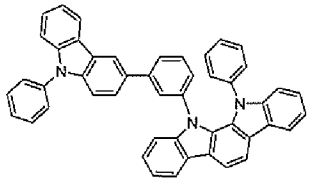
1－127



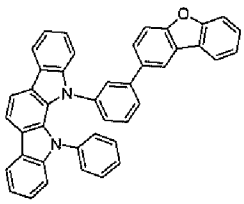
1－128



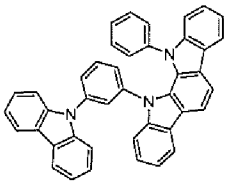
1－129



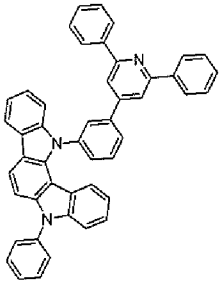
1－130



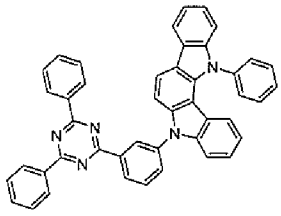
1－131



1－132

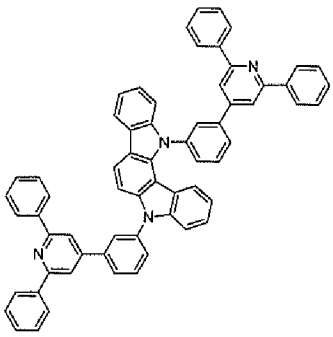


1－133

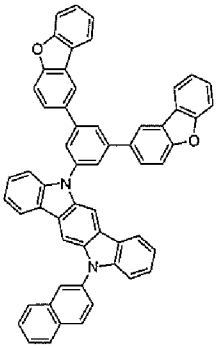


1－134

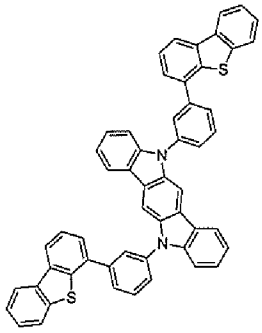
[化17]



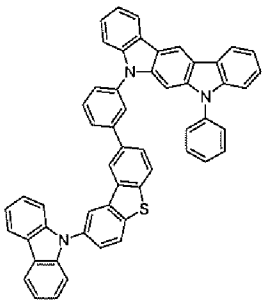
1－135



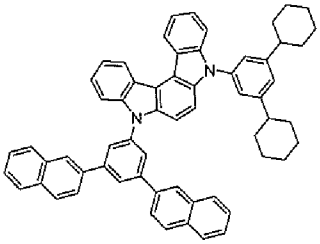
1－136



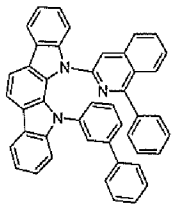
1－137



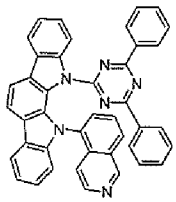
1－138



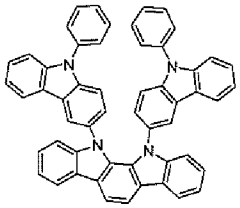
1－139



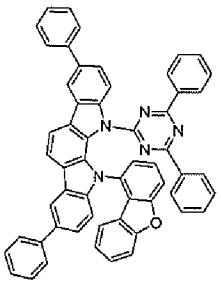
1－140



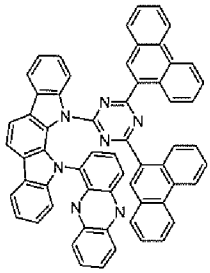
1－141



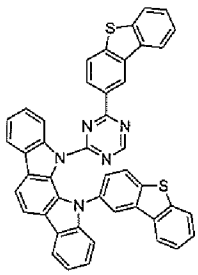
1－142



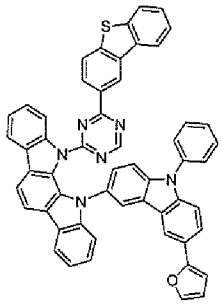
1－143



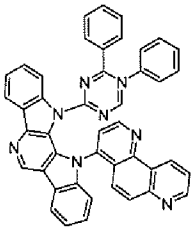
1－144



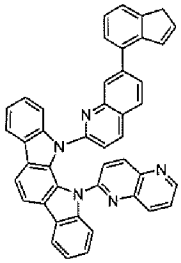
1－145



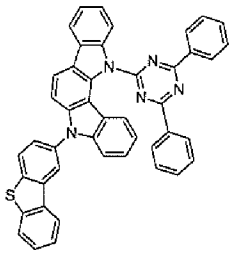
1－146



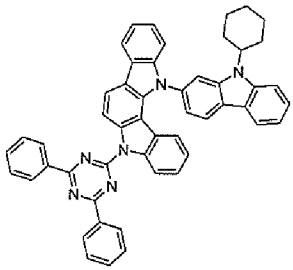
1－147



1－148

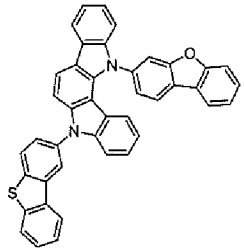


1－149

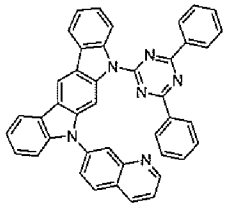


1－150

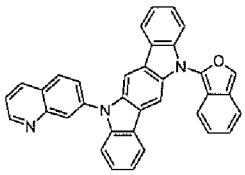
[化18]



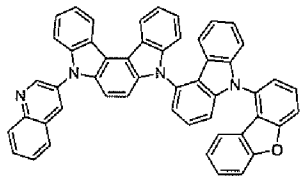
1－151



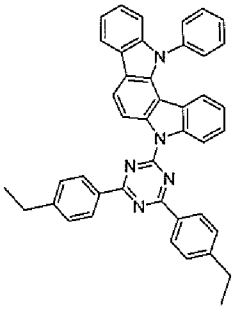
1－152



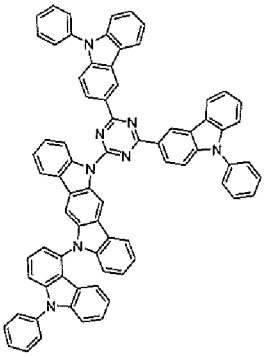
1－153



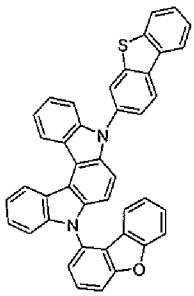
1－154



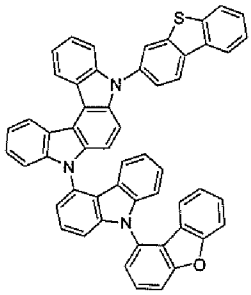
1－155



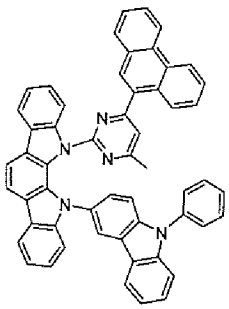
1－156



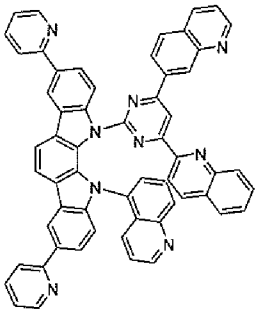
1－157



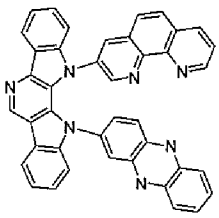
1－158



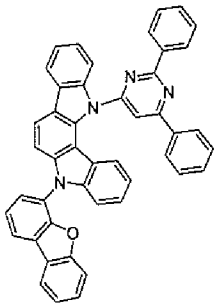
1－159



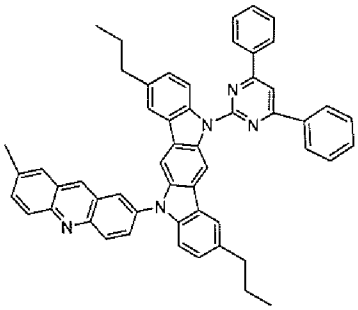
1－160



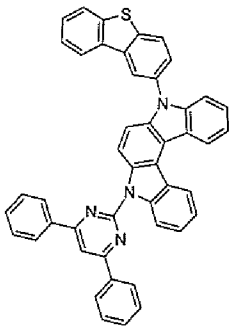
1－161



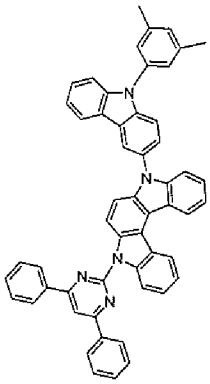
1－162



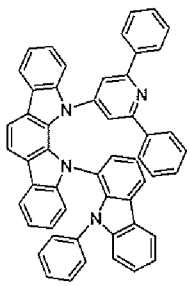
1－163



1－164

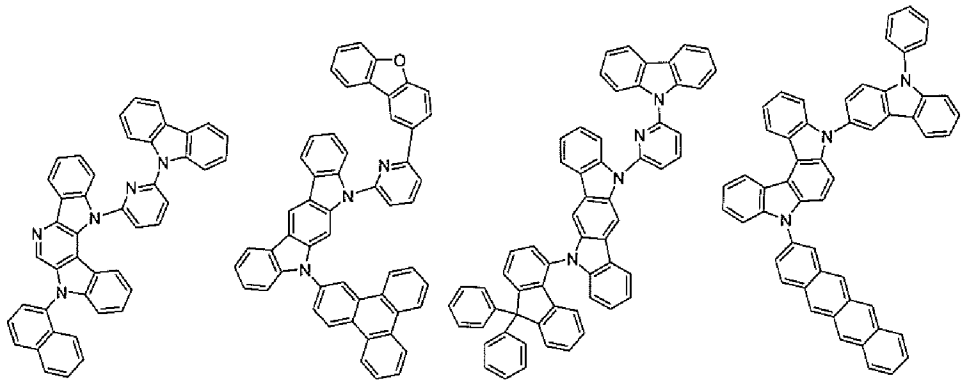


1－165

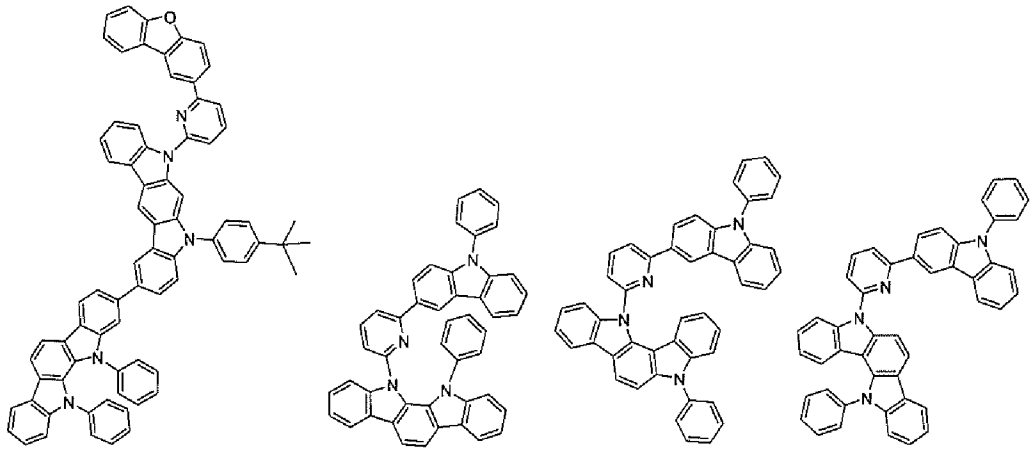


1－166

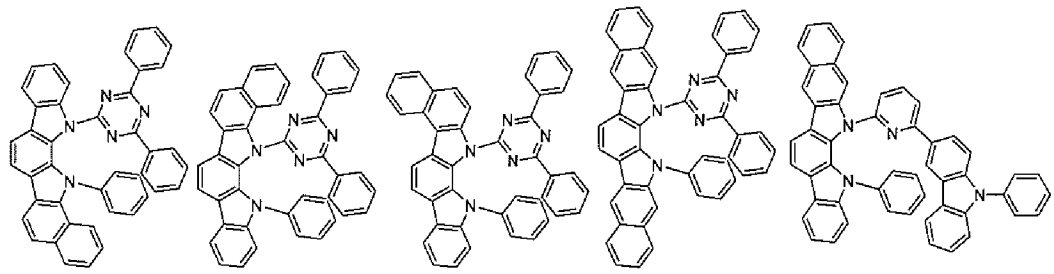
[化19]



1－167 1－168 1－169 1－170



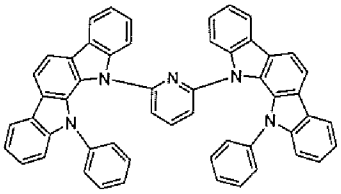
1－171 1－172 1－173 1－174



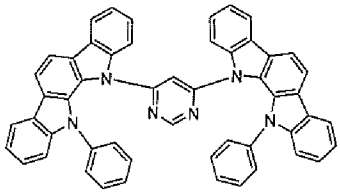
1－175 1－176 1－177 1－178 1－179

[0058]

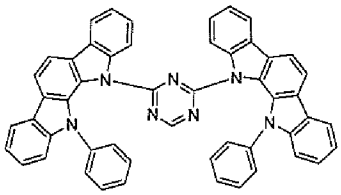
[化20]



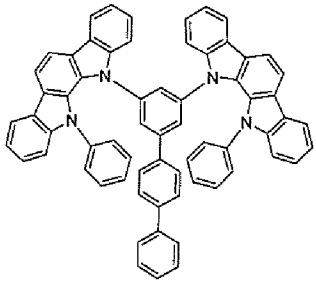
2－1



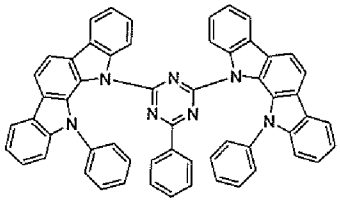
2－2



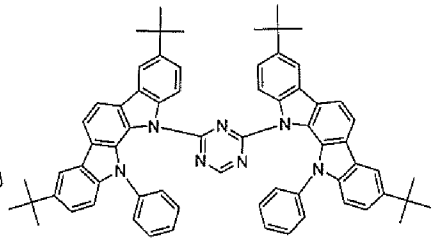
2－3



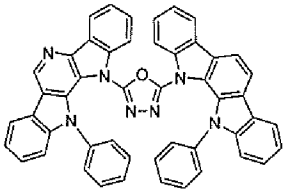
2－4



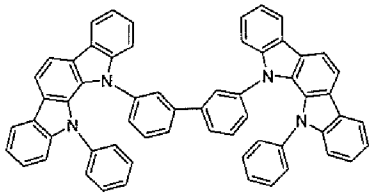
2－5



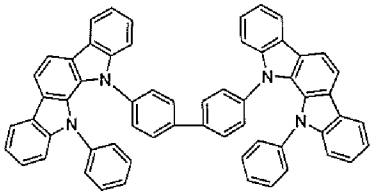
2－6



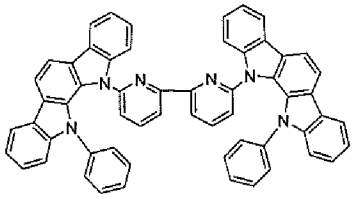
2－7



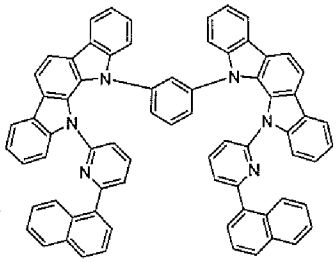
2－8



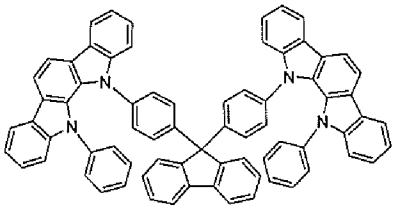
2－9



2－10

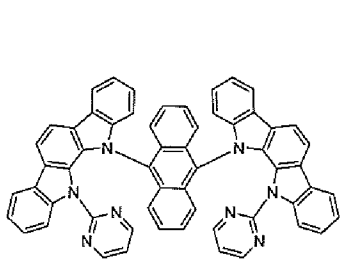


2－11

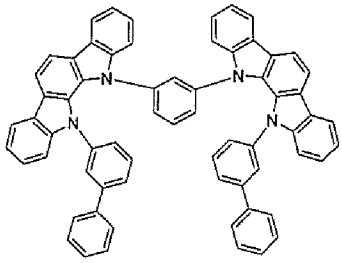


2－12

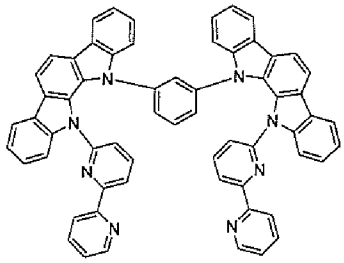
[化21]



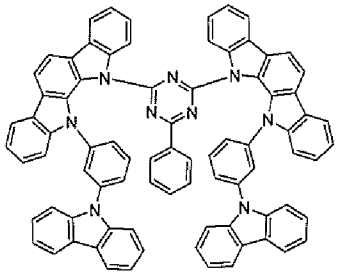
2－13



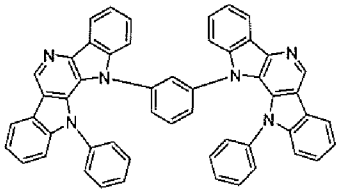
2－14



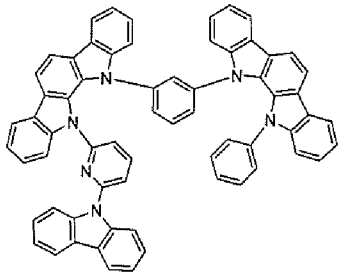
2－15



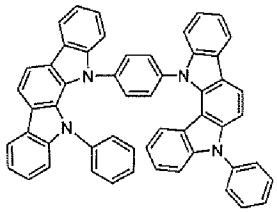
2－16



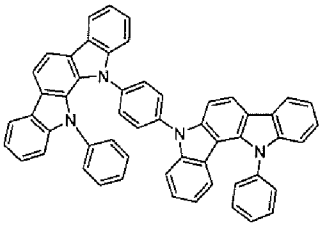
2－17



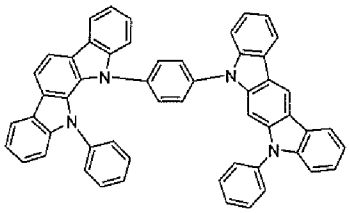
2－18



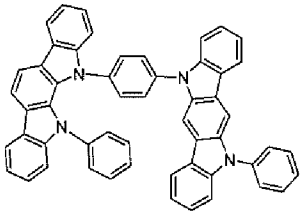
2－19



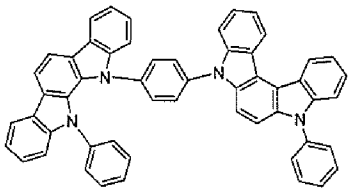
2－20



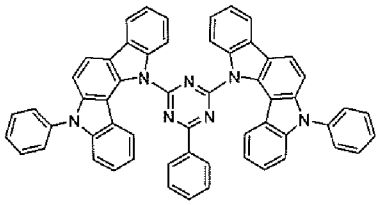
2－21



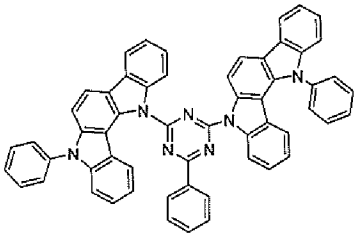
2－22



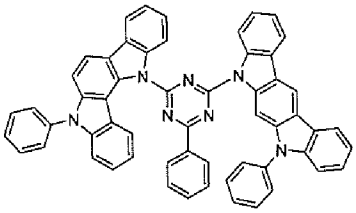
2－23



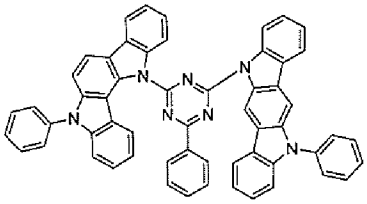
2－24



2－25

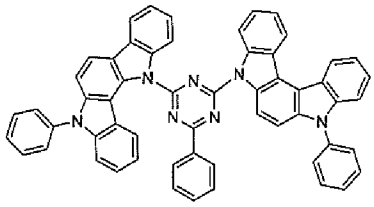


2－26

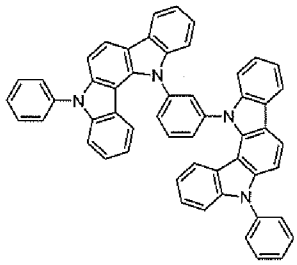


2－27

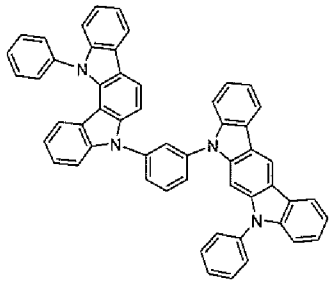
[化22]



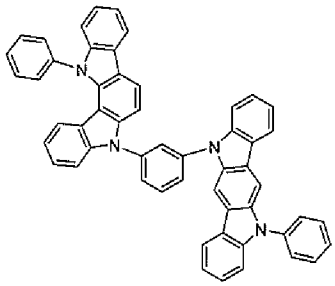
2－28



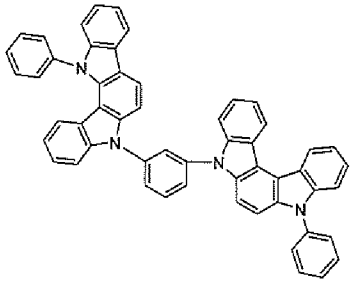
2－29



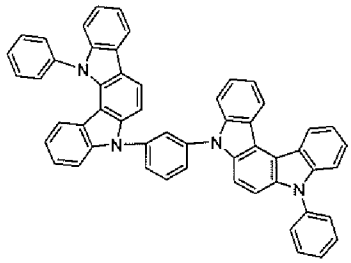
2－30



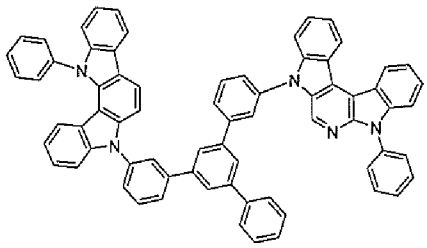
2－31



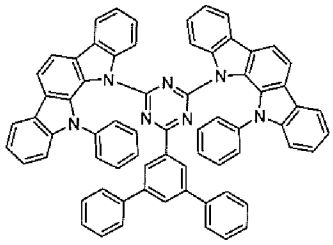
2－32



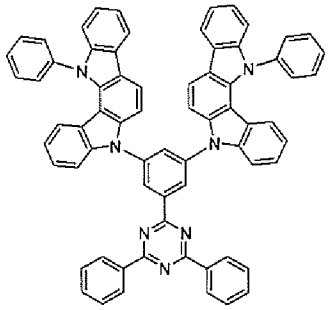
2－33



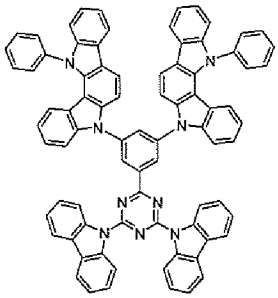
2－34



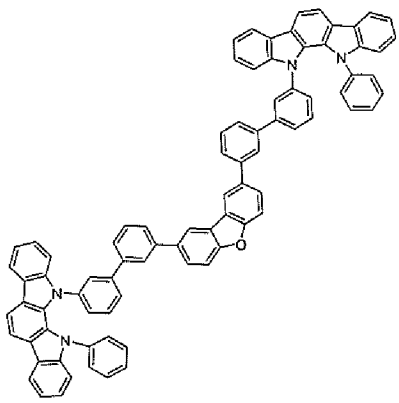
2－35



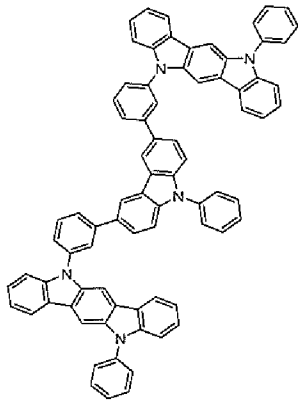
2－36



2－37



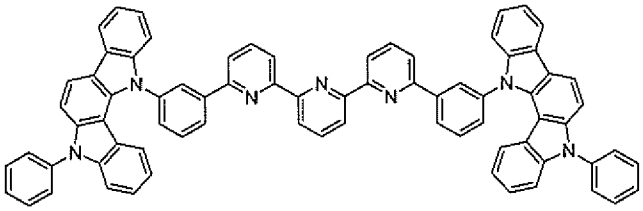
2－38



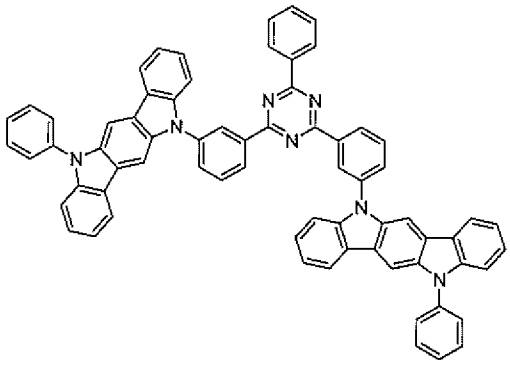
2－39

[0059]

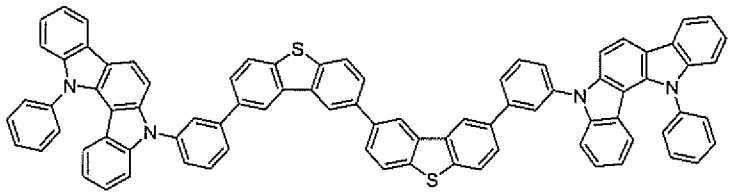
[化23]



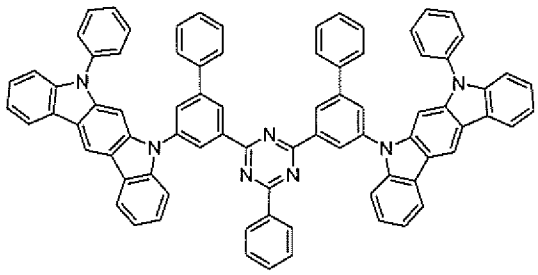
2－40



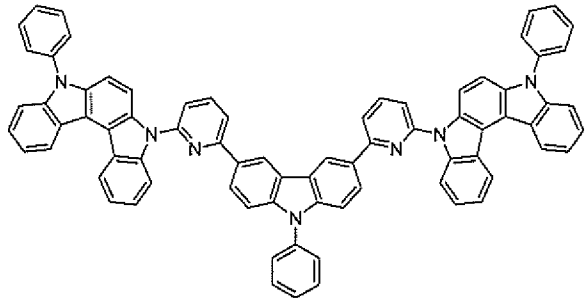
2－41



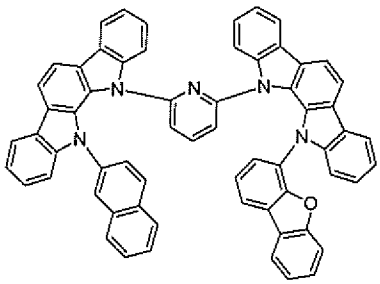
2－42



2－43

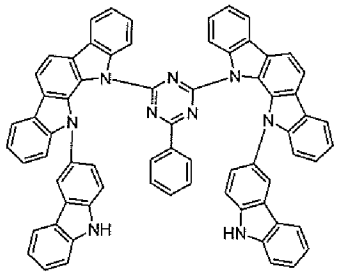


2－44

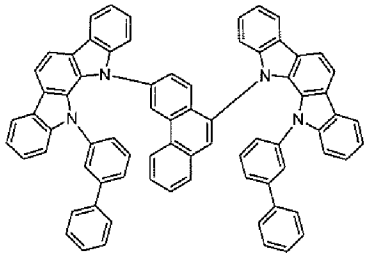


2－45

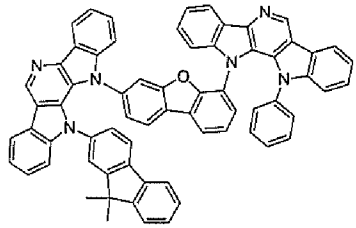
[化24]



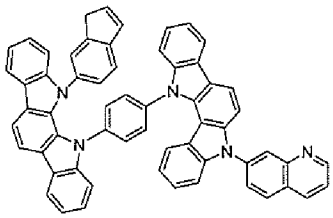
2－46



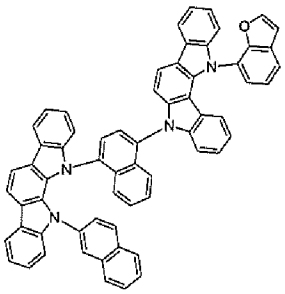
2－47



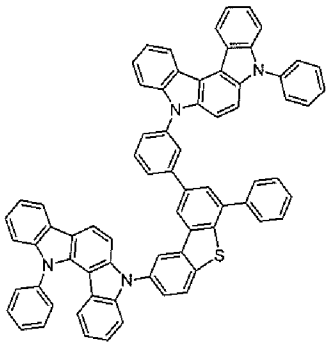
2－48



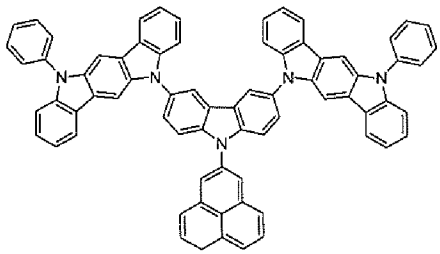
2－49



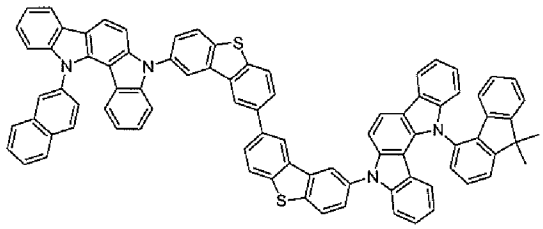
2－50



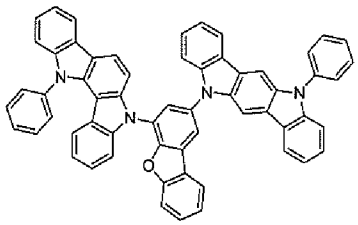
2－51



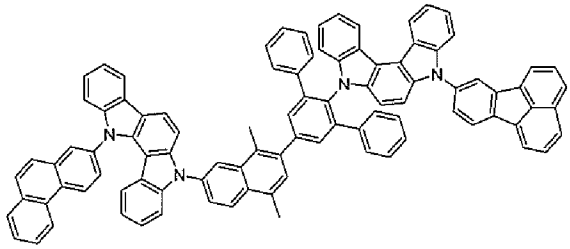
2－52



2－53

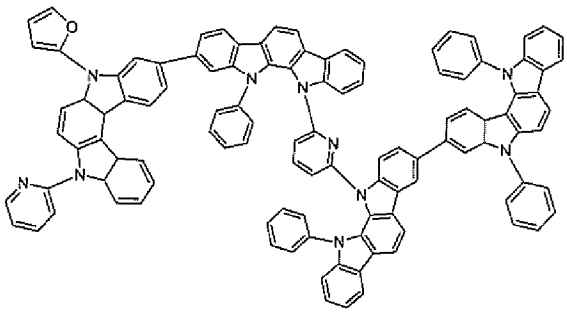


2－54

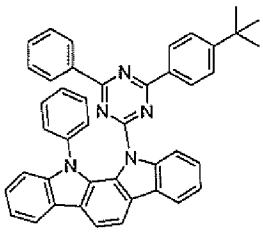


2－55

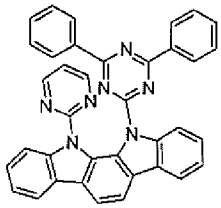
[化25]



2－56



2－57



2－58

[0060] 次に、上記一般式（３）について説明する。

[0061] 一般式（３）において、Ｌは炭素数６～３０の芳香族炭化水素又は炭素数３～１６の芳香族複素環化合物からｍ個の水素をとって生じるｍ価の芳香族炭化水素基又は芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が２～１０個連結したｍ価の連結芳香族基を表す。好ましくは、炭素数６～１８の芳香族炭化水素基又は炭素数３～１５の芳香族複素環基又はこれらの芳香族環が２～１０個連結した連結芳香族基である。ここで、芳香族炭化水素基又は芳香族複素環基は、置換基を有してもよく、Ｌが芳香族複素環基である場合、含窒素複素環基であることが好ましく、Ｌはカルバゾール環を含む基であることはない。ここでいうカルバゾール環を含む基は、置換若しくは未置換のカルバゾールからｍ個の水素をとって生じるｍ価の基、又は置換若しくは未置換のカルバゾールから１個以上の水素をとって生じる基を含む基である。Ｌが置換基を有する場合の置換基は、式（１）のＡｒ[1]、Ｚ、及びＬ[1]が、置換の芳香族炭化水素基、置換の芳香族複素環基である場合の置換基と同様な基である。なお、置換基の数は芳香族環の１つ当たり、０～３が好ましく、０～２がより好ましい。

[0062] 芳香族炭化水素又は芳香族複素環化合物の具体例としては、ベンゼン、ペンタレン、インデン、ナフタレン、アズレン、ヘプタレン、オクタレン、インダセン、アセナフチレン、フェナレン、フェナンスレン、アントラセン、トリンデン、フルオランテン、アセフェナントリレン、アセアントリレン、

トリフェニレン、ピレン、クリセン、テトラフェン、テトラセン、プレイアデン、ピセン、ペリレン、ペンタフェン、ペンタセン、テトラフェニレン、コラントリレン、ヘリセン、ヘキサフェン、ルビセン、コロネン、トリナフチレン、ヘプタフェン、ピラントレン、フラン、ベンゾフラン、イソベンゾフラン、キサンテン、オキサトレン、ジベンゾフラン、ペリキサンテノキサンテン、チオフェン、チオキサンテン、チアントレン、フェノキサチイン、チオナフテン、イソチアナフテン、チオフテン、チオファントレン、ジベンゾチオフェン、ピロール、ピラゾール、テルラゾール、セレナゾール、チアゾール、イソチアゾール、オキサゾール、フラザン、インドリジン、インドール、イソインドール、インダゾール、プリン、キノリジン、イソキノリン、イミダゾール、ナフチリジン、フタラジン、ベンゾジアゼピン、キノキサリン、シンノリン、キノリン、プテリジン、フェナントリジン、アクリジン、ペリミジン、フェナントロリン、フェナジン、カルボリン、フェノテルラジン、フェノセレナジン、フェノチアジン、フェノキサジン、アンチリジン、ベンゾチアゾール、ベンゾイミダゾール、ベンゾオキサゾール、ベンゾイソオキサゾール、ベンゾイソチアゾール又はこれら芳香環が複数連結された芳香族化合物等が挙げられる。

[0063] なお、芳香環が複数連結された芳香族化合物である場合、連結される数は２～１０が好ましく、より好ましくは２～７であり、連結される芳香環は同一であっても異なっていても良い。その場合、式（３）中、ｍ個のカルバゾリル基と結合する結合位置は限定されず、連結された芳香環の末端部の環であっても中央部の環であってもよい。ここで、芳香環は芳香族炭化水素環及び芳香族複素環を総称する意味である。また、連結された芳香環に少なくとも1つの複素環が含まれる場合は芳香族複素環に含める。

[0064] 上記芳香環が複数連結されて生じる基の具体例としては、例えばビフェニル、ターフェニル、クアテルフェニル、ビナフタレン、フェニルトリフェニレン、フェニルジベンゾフラン、フェニルジベンゾチオフェン、ビスジベンゾフラン、ビスジベンゾチオフェン等から水素を除いて生じる１価の基が挙

げられる。

[0065] 一般式（３）において、好ましいＬの形態としては、上記式（４）～（７）、好ましくは式（４）～（６）で表される芳香族化合物から生じるｍ価の基が挙げられる。これらのｍ価の基は、式（４）～（７）中に現れる環を形成する炭素からｍ個の水素を除いて生じるｍ価の基であり、ｍが２以上の場合、除かれる水素は同一の環でも異なっていても良い。

[0066] 式（５）及び（７）において、X^2は酸素又は硫黄を表す。式（６）中、ｑは０～２の整数を表すが、好ましくは０又は１である。

[0067] 一般式（３）において、好ましいＬを与える芳香族化合物の具体例は、ベンゼン、ナフタレン、アントラセン、ビフェニル、ターフェニル、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、フェニルジベンゾフラン、フェニルジベンゾチオフェンが挙げられる。より好ましくは、ベンゼン、ビフェニル、ターフェニルが挙げられる。

[0068] 一般式（３）において、ｍは１～３の整数を表す。好ましくは、１又は２であり、より好ましくは、１である。

[0069] 一般式（３）において、ｎはそれぞれ独立して１～４の整数を表す。好ましくは、１～３である。しかし、少なくとも1つのｎは２～４の整数であり、式中に少なくとも１つの式（ｃ１）で表される結合構造を有する。カルバゾール環間の全ての結合構造が式（ｃ１）、又は式（ｃ１）及び式（ｄ１）で表される結合構造であることが好ましい。ｎとｍの積（ｎ×ｍ）は２～１２の整数であるが、好ましくは２～９であり、より好ましくは２～６である。この数は、一般式（３）の括弧内に現れるカルバゾール環の総数である。

[0070] 一般式（３）において、上記式（ｃ１）で表される結合構造を有する必要があるが、ｎが２以上の場合、全部が式（ｃ１）で表される結合構造であるか、式（ｃ１）及び式（ｄ１）で表される結合構造であることが好ましい。ここで、ｎが３以上の場合、結合構造が２以上存在することになるが、それぞれが上記結合構造であることが好ましい。なお、式（ｃ１）及び式（ｄ１）で表される結合構造において、一方のカルバゾール環が末端のカルバゾー

ル環である場合は、一つの結合は水素と結合する。

[0071] 一般式（３）～（７）、式（ｃ１）～（ｄ１）において、Ｒはそれぞれ独立して水素、炭素数１～１０のアルキル基又は炭素数３～１１のシクロアルキル基を表す。好ましくは水素、炭素数１～８のアルキル基又は炭素数３～８のシクロアルキル基であり、より好ましくは水素、炭素数１～４のアルキル基又は炭素数５～７のシクロアルキル基である。

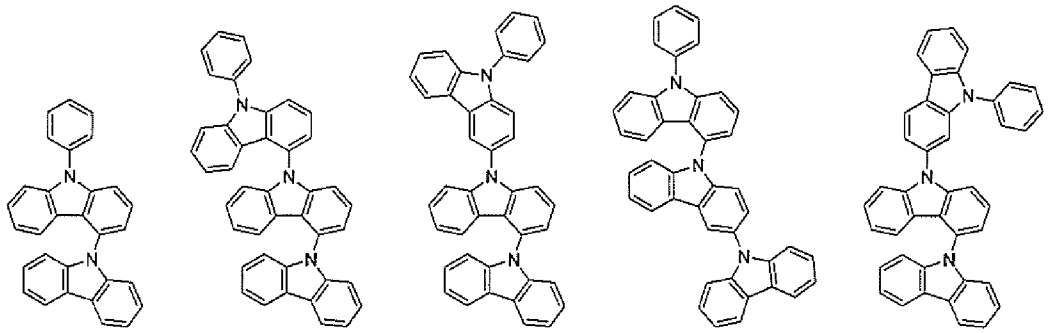
[0072] アルキル基の具体例としては、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基、ヘプチル基、オクチル基、ノニル基、デシル基が挙げられ、好ましくはメチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基、ヘプチル基、オクチル基が挙げられる。上記アルキル基は直鎖であっても、分岐していてもよい。

[0073] シクロアルキル基の具体例としては、シクロプロピル基、シクロブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、シクロヘプチル基、シクロオクチル基、メチルシクロヘキシル基が挙げられ、好ましくはシクロヘキシル基、メチルシクロヘキシル基が挙げられる。

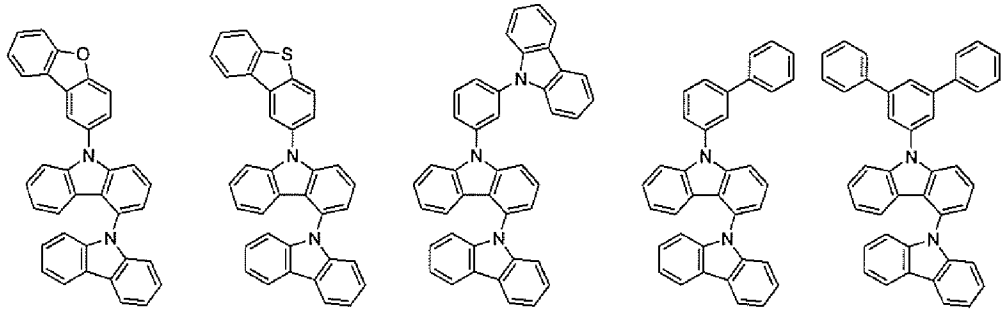
[0074] 一般式（３）で表されるカルバゾール化合物の具体例を以下に示すが、これらに限定されるものではない

[0075]

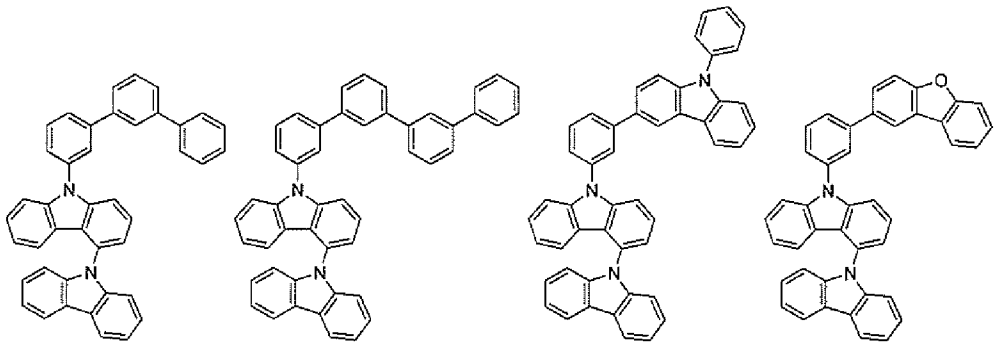
[化26]



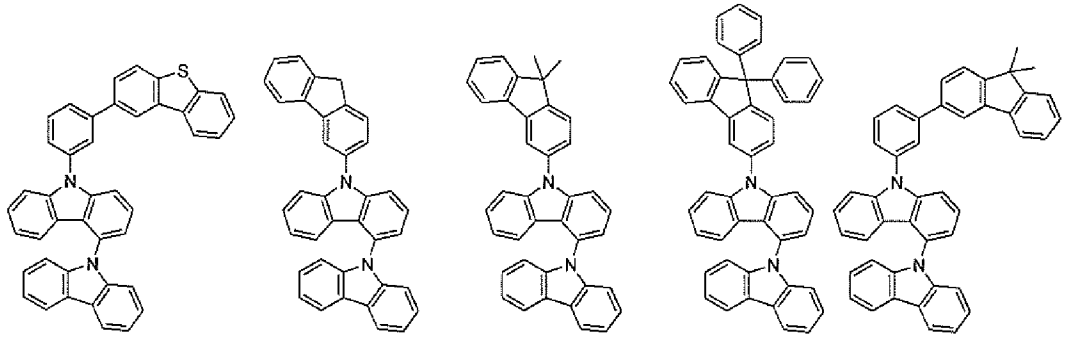
3－1 3－2 3－3 3－4 3－5



3－6 3－7 3－8 3－9 3－10

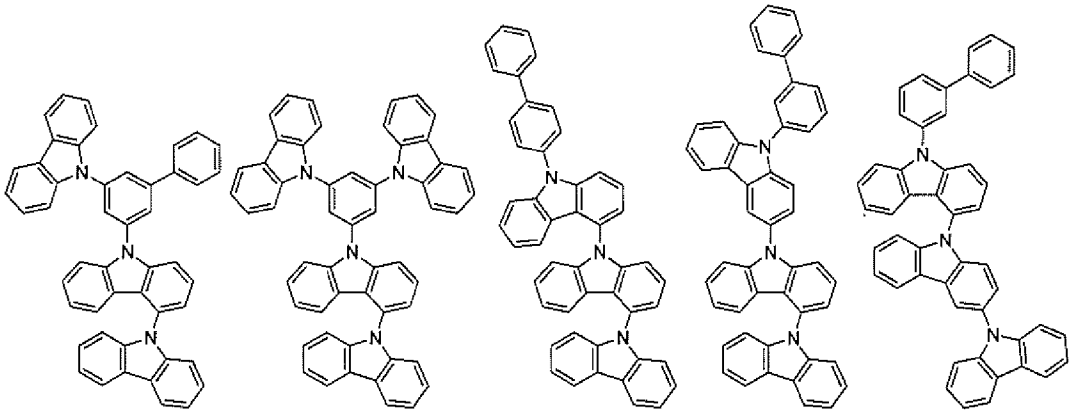


3－11 3－12 3－13 3－14

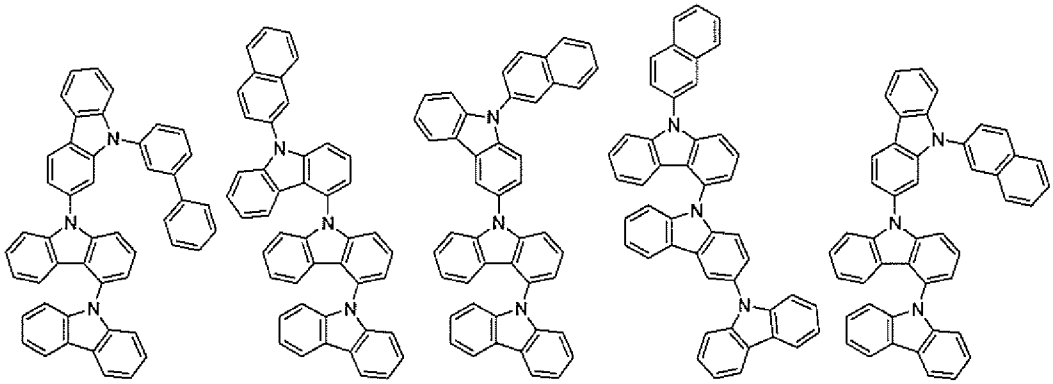


3－15 3－16 3－17 3－18 3－19

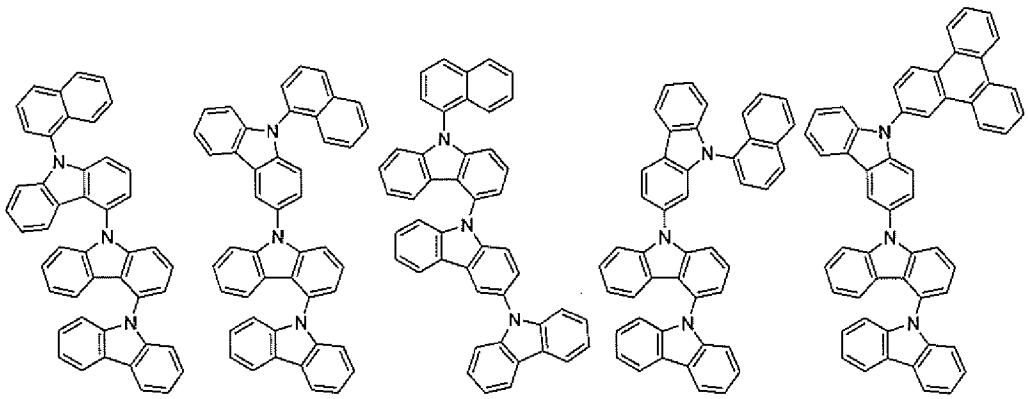
[化27]



3－19 3－20 3－21 3－22 3－23

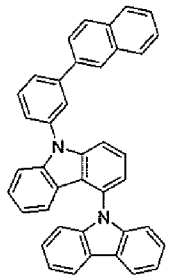


3－23 3－24 3－25 3－26 3－27

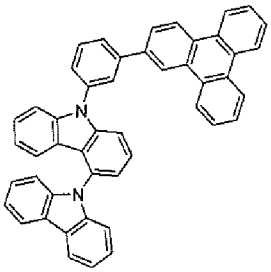


3－28 3－29 3－30 3－31 3－32

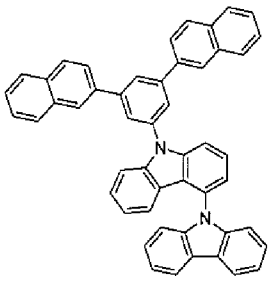
[化28]



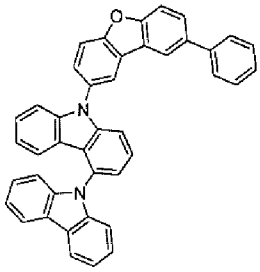
3－33



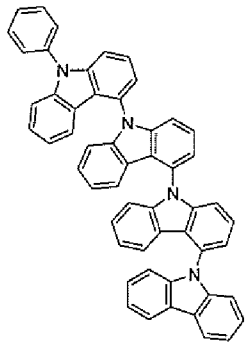
3－34



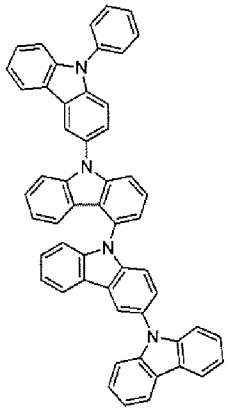
3－35



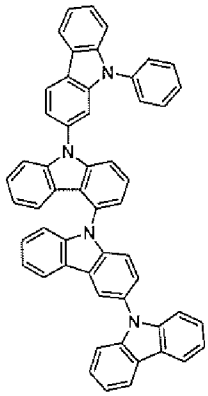
3－36



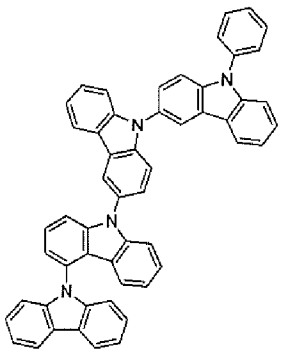
3－37



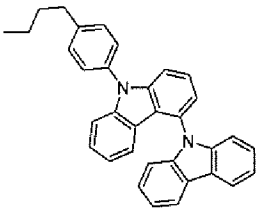
3－38



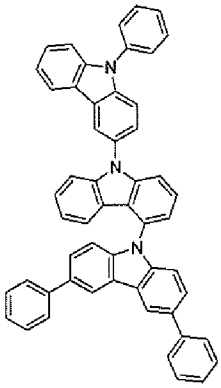
3－39



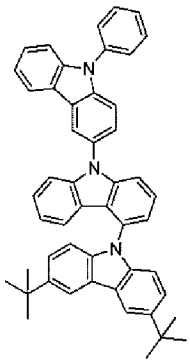
3－40



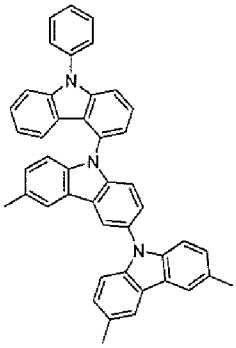
3－41



3－42



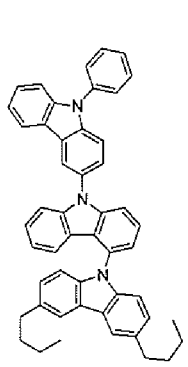
3－43



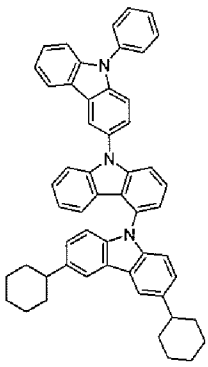
3－44

[0076]

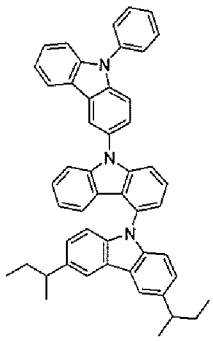
[化29]



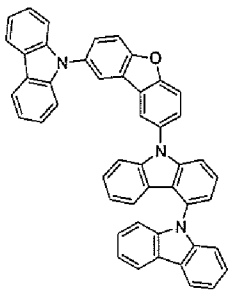
3－45



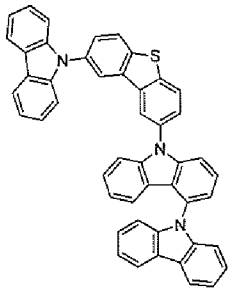
3－46



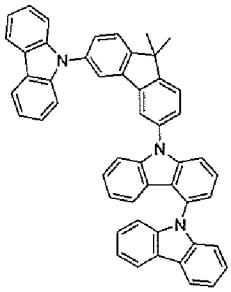
3－47



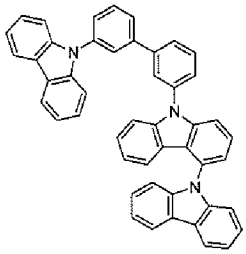
3－48



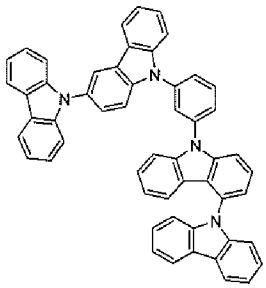
3－49



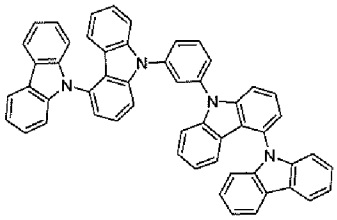
3－50



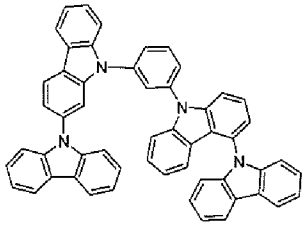
3－51



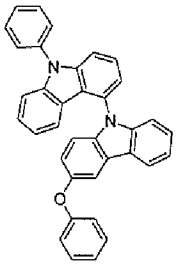
3－52



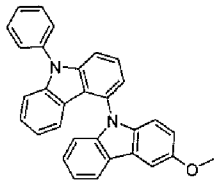
3－53



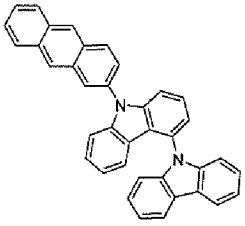
3－54



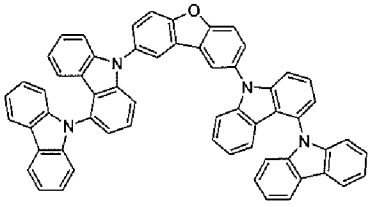
3－55



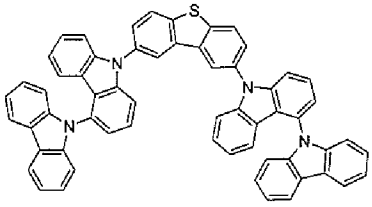
3－56



3－57



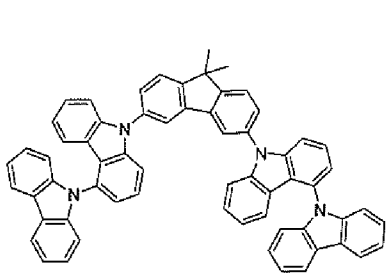
3－58



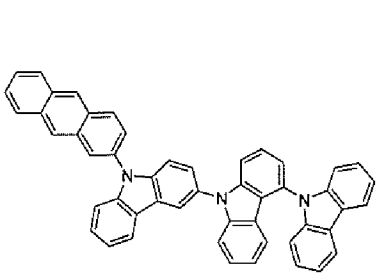
3－59

[0077]

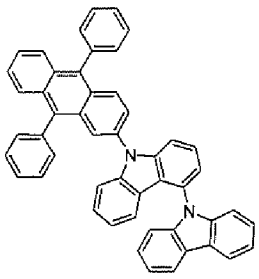
[化30]



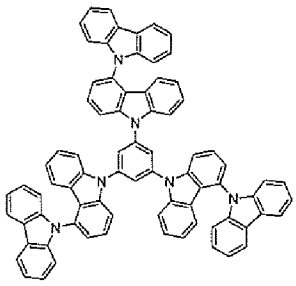
3－60



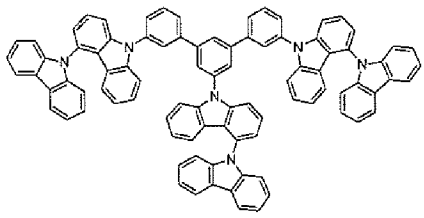
3－61



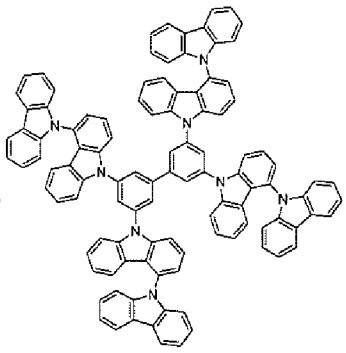
3－62



3－63



3－64



3－65

[0078] 第１のホスト材料（H1）と第２のホスト材料（H2)を含むホスト材料は、素子を作成する前に混合して１つの蒸着源を用いて蒸着してもよく、複数の蒸着源を用いた共蒸着等の操作により素子を作成する時点で混合してもよい。ホスト材料の混合比（重量比）について、特に制限はないが、９５：５～５：９５の範囲が好ましい。

[0079] 次に、本発明の有機ＥＬ素子の構造について、図面を参照しながら説明するが、本発明の有機ＥＬ素子の構造は何ら図示のものに限定されるものではない。

[0080] （１）有機ＥＬ素子の構成

図１は一般的な有機ＥＬ素子の構造例を模式的に示す断面図であり、１は基板、２は陽極、３は正孔注入層、４は正孔輸送層、５は発光層、６は電子輸送層、７は電子注入層、８は陰極を各々示す。本発明の有機ＥＬ素子では、陽極、発光層、及び陰極を必須の層として有するが、必要により他の層を

設けてもよい。他の層とは、例えば正孔注入輸送層や電子阻止層及び正孔阻止層が挙げられるが、これらに限定されるものではない。なお、正孔注入輸送層は、正孔注入層と正孔輸送層のいずれか又は両者を意味する。好ましくは、図１に示される層を必須の層として有する。

[0081] （２）基板

基板１は有機電界発光素子の支持体となるものであり、石英やガラスの板、金属板や金属箔、プラスチックフィルムやシートなどが用いられる。特にガラス板や、ポリエステル、ポリメタクリレート、ポリカーボネート、ポリスルホンなどの平滑で透明な合成樹脂の板が好ましい。合成樹脂基板を使用する場合にはガスバリア性に留意する必要がある。基板のガスバリア性が小さすぎると、基板を通過した外気により有機電界発光素子が劣化することがあるので好ましくない。このため、合成樹脂基板の少なくとも片面に緻密なシリコン酸化膜等を設けてガスバリア性を確保する方法も好ましい方法の一つである。

[0082] （３）陽極

基板１上には陽極２が設けられるが、陽極は正孔輸送層への正孔注入の役割を果たすものである。この陽極は、通常、アルミニウム、金、銀、ニッケル、パラジウム、白金等の金属、インジウム及び／又はスズの酸化物、インジウム及び／又は亜鉛の酸化物などの金属酸化物、ヨウ化銅などのハロゲン化金属、カーボンブラック、あるいは、ポリ（3-メチルチオフェン）、ポリピロール、ポリアニリン等の導電性高分子などにより構成される。陽極の形成は通常、スパッタリング法、真空蒸着法などにより行われることが多い。また、銀などの金属微粒子、ヨウ化銅などの微粒子、カーボンブラック、導電性の金属酸化物微粒子、導電性高分子微粉末などの場合には、適当なバインダー樹脂溶液に分散し、基板上に塗布することにより陽極を形成することもできる。更に、導電性高分子の場合は電解重合により直接基板上に薄膜を形成したり、基板１上に導電性高分子を塗布して陽極を形成することもできる。陽極は異なる物質で積層して形成することも可能である。陽極の厚みは

、必要とする透明性により異なる。透明性が必要とされる場合は、可視光の透過率を、通常、60%以上、好ましくは80%以上とすることが望ましく、この場合、厚みは、通常、5～1000nm、好ましくは10～500nm程度である。不透明でよい場合には、陽極は基板と同一でもよい。また、更には上記の陽極の上に異なる導電材料を積層することも可能である。

[0083] （４）正孔輸送層

陽極２の上に正孔輸送層４が設けられる。両者の間には、正孔注入層３を設けることもできる。正孔輸送層の材料に要求される条件としては、陽極からの正孔注入効率が高く、かつ、注入された正孔を効率よく輸送することができる材料であることが必要である。そのためには、イオン化ポテンシャルが小さく、可視光の光に対して透明性が高く、しかも正孔移動度が大きく、更に安定性に優れ、トラップとなる不純物が製造時や使用時に発生しにくいことが要求される。また、発光層５に接するために発光層からの発光を消光したり、発光層との間でエキサイプレックスを形成して効率を低下させないことが求められる。上記の一般的要求以外に、車載表示用の応用を考えた場合、素子には更に耐熱性が要求される。従って、Tgとして85℃以上の値を有する材料が望ましい。

[0084] 正孔輸送材料としては、従来この層に用いられている公知の化合物を用いることができる。例えば、２個以上の３級アミンを含み２個以上の縮合芳香族環が窒素原子に置換した芳香族ジアミン、4,4',4"-トリス(1-ナフチルフェニルアミノ)トリフェニルアミン等のスターバースト構造を有する芳香族アミン化合物、トリフェニルアミンの四量体からなる芳香族アミン化合物、2,2',7,7'-テトラキス-(ジフェニルアミノ)-9,9'-スピロビフルオレン等のスピロ化合物等が挙げられる。これらの化合物は、単独で用いてもよいし、必要に応じて、各々、混合して用いてもよい。

また、上記の化合物以外に、正孔輸送層の材料として、ポリビニルカルバゾール、ポリビニルトリフェニルアミン、テトラフェニルベンジジンを含有するポリアリーレンエーテルサルホン等の高分子材料が挙げられる。

[0085] 正孔輸送層を塗布法で形成する場合は、正孔輸送材料を１種又は２種以上と、必要により正孔のトラップにならないバインダー樹脂や塗布性改良剤などの添加剤とを添加し、溶解して塗布溶液を調製し、スピンコート法などの方法により陽極上に塗布し、乾燥して正孔輸送層を形成する。バインダー樹脂としては、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリエステル等が挙げられる。バインダー樹脂は添加量が多いと正孔移動度を低下させるので、少ない方が望ましく、通常、５０重量％以下が好ましい。

[0086] 真空蒸着法で形成する場合は、正孔輸送材料を真空容器内に設置されたルツボに入れ、真空容器内を適当な真空ポンプで10^{-4}Pa程度にまで排気した後、ルツボを加熱して、正孔輸送材料を蒸発させ、ルツボと向き合って置かれた、陽極が形成された基板上に正孔輸送層を形成させる。正孔輸送層の膜厚は、通常、1～300nm、好ましくは 5～100nmである。この様に薄い膜を一様に形成するためには、一般に真空蒸着法がよく用いられる。

[0087] （５）正孔注入層

正孔注入の効率を更に向上させ、かつ、有機層全体の陽極への付着力を改善させる目的で、正孔輸送層４と陽極２との間に正孔注入層３を挿入することも行われている。正孔注入層を挿入することで、初期の素子の駆動電圧が下がると同時に、素子を定電流で連続駆動した時の電圧上昇も抑制される効果がある。正孔注入層に用いられる材料に要求される条件としては、陽極とのコンタクトがよく均一な薄膜が形成でき、熱的に安定、すなわち、ガラス転移温度が高く、ガラス転移温度としては100℃以上が要求される。更に、イオン化ポテンシャルが低く陽極からの正孔注入が容易なこと、正孔移動度が大きいことが挙げられる。

[0088] この目的のために、これまでに銅フタロシアニン等のフタロシアニン化合物、ポリアニリン、ポリチオフェン等の有機化合物や、スパッタ・カーボン膜や、バナジウム酸化物、ルテニウム酸化物、モリブデン酸化物等の金属酸化物、１，４，５，８－ナフタレンテトラカルボン酸二無水物（ＮＴＣＤＡ）やヘキサニトリルヘキサアザトリフェニレン（ＨＡＴ）などのＰ型有機物

が報告されている。これらの化合物は、単独で用いてもよいし、必要に応じて、混合して用いてもよい。正孔注入層の場合も、正孔輸送層と同様にして薄膜形成可能であるが、無機物の場合には、更に、スパッタ法や電子ビーム蒸着法、プラズマＣＶＤ法が用いられる。以上の様にして形成される正孔注入層の膜厚は、通常、1～300nm、好ましくは 5～100nmである。

[0089] （６）発光層

正孔輸送層４の上に発光層５が設けられる。発光層は、単一の発光層から形成されていてもよいし、複数の発光層を直接接するように積層して構成されていてもよい。発光層は、ホスト材料と発光性ドーパントを含む。発光性ドーパントとしては、蛍光発光材料、遅延蛍光発光材料及び燐光発光材料の場合がある。発光性ドーパントは、２種以上を組み合わせて使用してもよい。

[0090] 上記ホスト材料は、上記一般式（１）～（２）のいずれかで表される化合物から選ばれる第１のホスト材料（H1）と、上記一般式（３）で表される化合物から選ばれる第２のホスト材料（H2）を含む。好ましくは、第１のホスト材料として、一般式（１）又は（２）の化合物を使用し、第２のホスト材料として、一般式（３）の化合物を使用することがよい。これらの化合物は、上記式に含まれる２以上の化合物を含んでいてもよい。

第１のホスト材料（H1）と、第２のホスト材料（H2）の使用割合（重量比）は、H1；H2＝10～90：90～10の範囲が好ましく、より好ましくは、20～80：80～20である。

[0091] 第１のホスト材料（Ｈ１）と、第２のホスト材料（Ｈ２）は、予備混合し、一つの蒸発源から蒸着させることできる（予備混合蒸発）。第１のホスト材料（Ｈ１）と、第２のホスト材料（Ｈ２）を予備混合する場合、Ｈ１とＨ２の使用割合（混合比率）が、蒸着前の予備混合比率と比べて変化量が５％以内であることが好ましい。この変化量は、Ｈ１又はＨ２の蒸着前の予備混合比率と、蒸着物の混合比率の差から求められる。

[0092] 第１のホスト材料（Ｈ１）と、第２のホスト材料（Ｈ２）を予備混合して

蒸着する場合、Ｈ１とＨ２の気化温度（蒸発と昇華を含む）の差が３０℃以内であることが好ましく、より好ましくは１０℃以内である。

[0093] 蛍光発光有機ＥＬ素子の場合、ホスト材料に添加する蛍光性発光材料としては、ペリレン、ルブレンなどの縮合環誘導体、キナクリドン誘導体、フェノキサゾン６６０、ＤＣＭ１、ペリノン、クマリン誘導体、ピロメテン（ジアザインダセン）誘導体、シアニン色素などが使用できる。

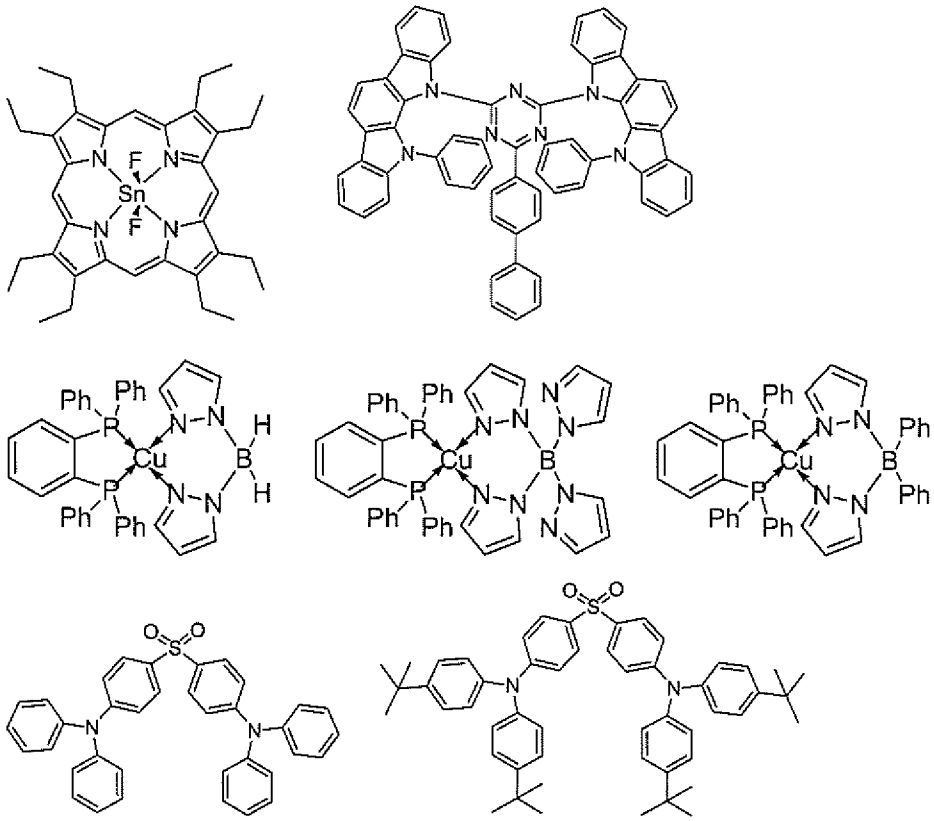
[0094] 遅延蛍光発光有機ＥＬ素子の場合、発光層における遅延蛍光発光材料としては、例えば、カルボラン誘導体、スズ錯体、インドロカルバゾール誘導体、銅錯体、カルバゾール誘導体等が挙げられる。具体的には、以下の文献に記載されている化合物が挙げられるが、これらの化合物に限定されるものではない。

[0095] 1）Adv. Mater. 2009, 21, 4802-4806、2）Appl. Phys. Lett. 98, 083302（2011）、3）特開2011-213643号公報、4）J. Am. Chem. Soc. 2012, 134, 14706-14709。

[0096] 遅延発光材料の具体的な例を示すが、下記の化合物に限定されるものではない。

[0097]

[化31]



[0098] 前記遅延蛍光発光材料を遅延蛍光発光ドーパントとして使用し、ホスト材料を含む場合、遅延蛍光発光ドーパントが発光層中に含有される量は、０．０１～５０重量%、好ましくは０．１～２０重量%、より好ましくは０．０１～１０%の範囲であることがよい。

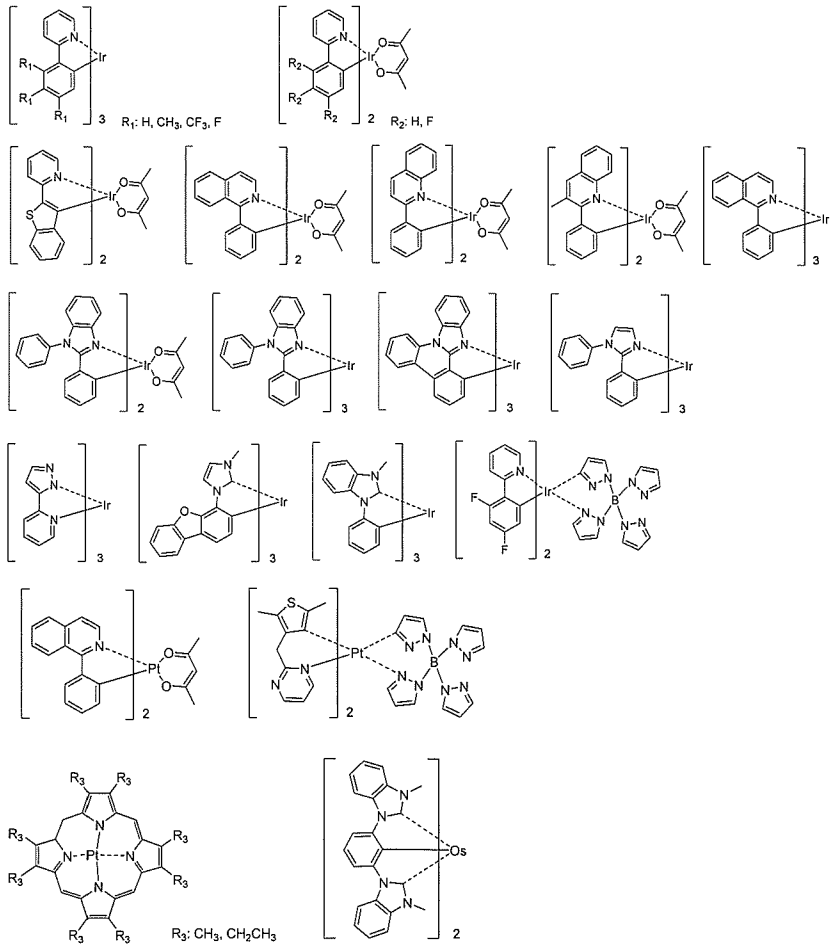
[0099] 燐光発光有機EL素子の場合、燐光性発光性ドーパントとしては、ルテニウム、ロジウム、パラジウム、銀、レニウム、オスミウム、イリジウム、白金及び金などから選ばれる少なくとも一つの金属を含む有機金属錯体を含有するものがよい。具体的には以下の特許公報に記載されている化合物が挙げられるが、これらの化合物に限定されない。

[0100] WO2009/073245号公報、WO2009/046266号公報、WO2007/095118号公報、WO2008/156879号公報、WO2008/140657号公報、US2008/261076号公報、特表2008-542203号公報、WO2008/054584号公報、特表2008-505925号公報、特表2007-522126号公報、特表2004-506305号公報、特表2006-513278号公報、特表2006-505

96号公報、WO2006/046980号公報、WO2005/113704号公報、US2005/260449号公報、US2005/2260448号公報、US2005/214576号公報、WO2005/076380号公報等。

[0101] 好ましい燐光発光ドーパントとしては、Ir等の貴金属元素を中心金属として有するIr(ppy)3等の錯体類、Ir(bt)2・acac3等の錯体類、PtOEt3等の錯体類が挙げられる。これらの錯体類の具体例を以下に示すが、下記の化合物に限定されない。

[0102] [化32]



[0103] 前記燐光発光ドーパントが発光層中に含有される量は、２～４０重量%、好ましくは５～３０重量%の範囲にあることがよい。

[0104] 発光層の膜厚については特に制限はないが、通常、1～300nm、好ましくは5～100nmであり、正孔輸送層と同様の方法にて薄膜形成される。

[0105] （７）電子輸送層

素子の発光効率を更に向上させることを目的として、発光層５と陰極８の間に、電子輸送層６が設けられる。電子輸送層としては、陰極からスムーズに電子を注入できる電子輸送性材料が好ましく、一般的に使用される任意の材料を用いることができる。このような条件を満たす電子輸送材料としては、Ａｌｑ３などの金属錯体、１０－ヒドロキシベンゾ［ｈ］キノリンの金属錯体、オキサジアゾール誘導体、ジスチリルビフェニル誘導体、シロール誘導体、３－又は５－ヒドロキシフラボン金属錯体、ベンズオキサゾール金属錯体、ベンゾチアゾール金属錯体、トリスベンズイミダゾリルベンゼン、キノキサリン化合物、フェナントロリン誘導体、２－ｔ－ブチル－９，１０－Ｎ，Ｎ’－ジシアノアントラキノンジイミン、ｎ型水素化非晶質炭化シリコン、ｎ型硫化亜鉛、ｎ型セレン化亜鉛などが挙げられる。

[0106] 電子輸送層の膜厚は、通常、1～300nm、好ましくは5～100 nmである。電子輸送層は、正孔輸送層と同様にして塗布法あるいは真空蒸着法により発光層上に積層することにより形成される。通常は、真空蒸着法が用いられる。

[0107] （８）陰極

陰極８は、電子輸送層６に電子を注入する役割を果たす。陰極として用いられる材料は、前記陽極２に使用される材料を用いることが可能であるが、効率よく電子注入を行なうには、仕事関数の低い金属が好ましく、スズ、マグネシウム、インジウム、カルシウム、アルミニウム、銀等の適当な金属又はそれらの合金が用いられる。具体例としては、マグネシウム－銀合金、マグネシウム－インジウム合金、アルミニウム－リチウム合金等の低仕事関数合金電極が挙げられる。

陰極の膜厚は通常、陽極と同様である。低仕事関数金属からなる陰極を保護する目的で、この上に更に、仕事関数が高く大気に対して安定な金属層を積層することは素子の安定性を増す。この目的のために、アルミニウム、銀、銅、ニッケル、クロム、金、白金等の金属が使われる。

更に、電子注入層７として、陰極８と電子輸送層６の間にLiF 、MgF_2、Li_2O

等の極薄絶縁膜（0.1～5nm）を挿入することも素子の効率を向上させる有効な方法である。

[0108] なお、図１とは逆の構造、すなわち、基板１上に陰極８、電子注入層７、電子輸送層６、発光層５、正孔輸送層４、正孔注入層３、陽極２の順に積層することも可能である。この場合も、必要により層を追加したり、省略したりすることが可能である。

[0109] 本発明の有機ＥＬ素子は、単一の素子、アレイ状に配置された構造からなる素子、陽極と陰極がＸ－Ｙマトリックス状に配置された構造のいずれでもあることができる。本発明の有機ＥＬ素子によれば、発光層を２つのホスト材料からなる混合ホストとし、そのホスト材料の内少なくとも一つに特定の化合物を用いることで、低い電圧であっても発光効率が高くかつ駆動安定性においても大きく改善された素子が得られ、フルカラーあるいはマルチカラーのパネルへの応用において優れた性能を発揮できる。

実施例

[0110] 以下、本発明を実施例によって更に詳しく説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではなく、その要旨を越えない限りにおいて、種々の形態で実施することが可能である。

[0111] 実施例１

膜厚 70nm の 酸化インジウムスズ（ITO）からなる陽極が形成されたガラス基板上に、各薄膜を真空蒸着法にて、真空度2.0×10^{-5} Pa で積層させた。まず、ITO 上に正孔注入層として、銅フタロシアニン（CuPC）を 30 nm の厚さに形成した。次に、正孔輸送層として４,４－ビス［Ｎ－（１－ナフチル）－Ｎ－フェニルアミノ］ビフェニル（NPB）を 15 nm の厚さに形成した。次に発光層として、第１ホスト（H1）として化合物１－３０を、第２ホスト（H2）として化合物３－２を、発光層ゲスト（dopant）として青色燐光材料であるイリジウム錯体[イリジウム(III)ビス(4,6-ジ-フルオロフェニル)-ピリジネート-N,C2']ピコリネート]（FIrpic）とを異なる蒸着源から、共蒸着し、30 nm の厚さに発光層を形成した。この時、第１ホストと第２ホストとFIrpic

の蒸着速度比は、４７：４７：６であった。次に、電子輸送層として Alq_3 を 25 nm厚さに形成した。更に、電子輸送層上に、電子注入層としてフッ化リチウム（LiF）を 1.0 nm厚さに形成した。最後に、電子注入層上に、電極としてアルミニウム（Al）を70 nm厚さに形成し、有機ＥＬ素子を作製した。

[0112] 実施例２～１１

発光層の第２ホストとして表１に記載した化合物を用いた以外は実施例１と同様にして有機ＥＬ素子を作製した。

[0113] 実施例１２～２４

発光層の第１ホストとして化合物１－９９を、第２ホストとして表１に記載した化合物を用いた以外は実施例１と同様にして有機ＥＬ素子を作製した。

[0114] 実施例２５

発光層の第１ホストとして化合物１－９１を、第２ホストとして３－３を用いた以外は実施例１と同様にして有機ＥＬ素子を作成した。

[0115] 実施例２６

発光層の第１ホストと第２ホストを予備混合し、一つの蒸発源から蒸着した以外は実施例２５と同様にして有機ＥＬ素子を作成した。

[0116] 得られた有機ＥＬ素子に外部電源を接続し直流電圧を印加したところ、いずれの有機ＥＬ素子からも極大波長475 nmの発光スペクトルが観測され、FIrpicからの発光が得られていることがわかった。表１に作製した有機ＥＬ素子の特性を示す。

[0117] 比較例１～１５

発光層ホストとして表２に記載した化合物を単独で用いた以外は実施例１と同様にして有機ＥＬ素子を作製した。なお、ホスト量は、実施例１における第1ホストと第2ホストの合計と同じ量とし、ゲスト量は同様とした。得られた有機ＥＬ素子に電源を接続し直流電圧を印加したところ、いずれの有機ＥＬ素子からも極大波長475ｎｍの発光スペクトルが観測され、FIrpicからの発光が得られていることがわかった。表２に作製した有機ＥＬ素子の特性を

示す。

[0118] 表１及び２において、輝度、電圧、及び発光効率は、駆動電流2.5 mA/cm^{2}時での値であり、輝度半減時間は、初期輝度1000 cd/m^{2}のときの値である。化合物No.は上記化学式に付した番号である。H1は第１ホストであり、H2は第２ホストである。特段の断りがない限り、表３以下も同様である。

[0119]

[表1]

実施例	H1 化合物 No.	H2 化合物 No.	輝度 (cd/m²)	電圧 (V)	視感発光 効率 (lm/W)	輝度半減 時間 (h)
1	1－30	3－2	560	8.0	8.8	3000
2	1－30	3－3	560	8.9	7.9	3000
3	1－30	3－4	564	8.9	8.0	3000
4	1－30	3－5	543	8.8	7.7	3000
5	1－30	3－6	558	8.0	8.8	2500
6	1－30	3－8	564	8.9	8.0	3000
7	1－30	3－10	558	8.4	8.4	3000
8	1－30	3－13	557	8.6	8.2	3000
9	1－30	3－17	535	8.4	8.0	2000
10	1－30	3－22	560	8.6	8.2	3000
11	1－30	3－38	560	8.9	7.9	3000
12	1－99	3－52	557	8.9	7.9	2000
13	1－99	3－2	520	8.0	8.2	2400
14	1－99	3－3	520	8.9	7.4	2400
15	1－99	3－4	523	8.9	7.4	2400
16	1－99	3－5	504	8.8	7.2	2400
17	1－99	3－6	518	8.0	8.1	2000
18	1－99	3－8	523	8.9	7.4	2400
19	1－99	3－10	518	8.4	7.8	2400
20	1－99	3－13	518	8.6	7.6	2400
21	1－99	3－17	497	8.4	7.5	1600
22	1－99	3－22	520	8.6	7.6	2400
23	1－99	3－38	520	8.9	7.4	2400
24	1－99	3－52	517	8.9	7.3	1600
25	1－91	3－3	560	9.8	7.2	2300
26	1－91	3－3	550	9.7	7.1	2300

[0120]

[表2]

比較例	ホスト化合物 No.	輝度 (cd/m²)	電圧 (V)	視感発光効率 (lm/W)	輝度半減時間 (h)
1	1－30	380	8.5	5.6	600
2	1－91	378	10.0	4.8	480
3	1－99	376	9.0	5.2	600
4	3－2	400	9.0	5.6	600
5	3－3	400	9.9	5.1	600
6	3－4	403	9.9	5.1	600
7	3－5	388	9.8	5.0	600
8	3－6	399	9.0	5.6	500
9	3－8	403	9.9	5.1	600
10	3－10	398	9.4	5.3	600
11	3－13	398	9.6	5.2	600
12	3－17	382	9.4	5.1	400
13	3－22	400	9.6	5.2	600
14	3－38	400	9.9	5.1	600
15	3－52	398	9.9	5.1	400

[0121] 表１及び２から実施例１～２６は、輝度及び寿命特性が向上し、良好な特性を示すことが分かる。

[0122] 実施例２７

膜厚 70nmの酸化インジウムスズ（ITO）からなる陽極が形成されたガラス基板上に、各薄膜を真空蒸着法にて、真空度2.0×10^{-5} Pa で積層させた。まず、ITO 上に正孔注入層として、CuPCを30 nm の厚さに形成した。次に、正孔輸送層としてNPBを 15 nm の厚さに形成した。次に発光層として、第１ホストとして化合物２－２９を、第２ホストとして化合物３－２を、発光層ゲストとしてFIrpicとを異なる蒸着源から、共蒸着し、30 nm の厚さに発光層を形成した。この時、第１ホストと第２ホストとFIrpicの蒸着速度比は、４７：４７：６であった。次に、電子輸送層として Alq_3 を 25 nm厚さに形成し

た。更に、電子輸送層上に、電子注入層としてLiFを 1.0 nm厚さに形成した。最後に、電子注入層上に、電極としてAlを70 nm厚さに形成し、有機ＥＬ素子を作製した。

[0123] 実施例２８～３８

発光層の第２ホストとして表１に記載した化合物を用いた以外は実施例２７と同様にして有機ＥＬ素子を作製した。

得られた有機ＥＬ素子に外部電源を接続し直流電圧を印加したところ、いずれの有機ＥＬ素子からも極大波長475 nmの発光スペクトルが観測され、FIrpicからの発光が得られていることがわかった。

[0124] 比較例１６

発光層ホストとして表３に記載した化合物を単独で用いた以外は実施例２７と同様にして有機ＥＬ素子を作製した。なお、ホスト量は、実施例２５における第1ホストと第2ホストの合計と同じ量とし、ゲスト量は同様とした。得られた有機ＥＬ素子に電源を接続し直流電圧を印加したところ、いずれの有機ＥＬ素子からも極大波長475ｎｍの発光スペクトルが観測され、FIrpicからの発光が得られていることがわかった。

[0125] 表３に作製した有機ＥＬ素子の特性を示す。

[0126]

[表3]

実施例	H1 化合物 No.	H2 化合物 No.	輝度 (cd/m^2)	電圧 (V)	視感発光 効率 (lm/W)	輝度半減 時間 (h)
２７	２－２９	３－２	560	8.3	8.5	3000
２８	２－２９	３－３	560	9.2	7.7	3000
２９	２－２９	３－４	564	9.2	7.7	3000
３０	２－２９	３－５	543	9.1	7.5	3000
３１	２－２９	３－６	558	8.3	8.5	2500
３２	２－２９	３－８	564	9.2	7.7	3000
３３	２－２９	３－１０	558	8.7	8.1	3000
３４	２－２９	３－１３	557	8.9	7.9	3000
３５	２－２９	３－１７	535	8.7	7.8	2000
３６	２－２９	３－２２	560	8.9	7.9	3000
３７	２－２９	３－３８	560	9.2	7.7	3000
３８	２－２９	３－５２	557	9.2	7.6	2000
比較例１６	２－２９	—	380	11.8	4.0	500

[0127] 表３から実施例２７～３８は、輝度及び寿命特性が向上し、良好な特性を示すことが分かる。

[0128] 実施例３９

膜厚１５０ｎｍのＩＴＯからなる陽極が形成されたガラス基板上に、各薄膜を真空蒸着法にて、真空度４．０×１０$^{-4}$Ｐａで積層させた。まず、ＩＴＯ上に正孔注入層としてＣｕＰｃを２０ｎｍの厚さに形成し、次に正孔輸送層としてＮＰＢを２０ｎｍの厚さに形成した。次に発光層として、第１ホストとして化合物１－２を、第２ホストとして化合物３－２を、発光層ゲストとしてトリス（２－フェニルピリジン）イリジウム（III）（Ｉｒ（ＰＰｙ）$_3$）をそれぞれ異なる蒸着源から共蒸着し、３０ｎｍの厚さに形成した。この時、第１ホストと第２ホストとＩｒ（ＰＰｙ）$_3$の蒸着速度比は、４７：４７：６であった。次に、正孔阻止層としてアルミニウム（III）ビス（２－メチル－８－キノリナト）４－フェニルフェノラート（ＢＡｌｑ）を１０ｎｍの厚さに形成した。次に、電子輸送層としてＡｌｑ$_3$を４０ｎｍの厚さに形成した

。更に、電子輸送層上に、電子注入層としてＬｉＦを０．５ｎｍの厚さに形成した。最後に、電子注入層上に、陰極としてＡｌを１００ｎｍの厚さに形成し、有機ＥＬ素子を作製した。

得られた有機ＥＬ素子に外部電源を接続し直流電圧を印加したところ、極大波長５１７ｎｍの発光スペクトルが観測され、Ｉｒ（ＰＰｙ）$_3$からの発光が得られていることがわかった。

[0129] 実施例４０～５０

発光層の第２ホストとして表４に記載した化合物を用いた以外は実施例３９と同様にして有機ＥＬ素子を作製した。

[0130] 実施例５１～６２

発光層の第１ホストとして化合物１－３を、第２ホストとして表１に記載した化合物を用いた以外は実施例３９と同様にして有機ＥＬ素子を作製した。

得られた有機ＥＬ素子に外部電源を接続し直流電圧を印加したところ、いずれの有機ＥＬ素子からも極大波長５１７ｎｍの発光スペクトルが観測され、Ｉｒ（ＰＰｙ）$_3$からの発光が得られていることがわかった。

[0131] 実施例６３～６５

発光層の第２ホストとして化合物３－３を、第１ホストとして表４に記載した化合物を用いた以外は実施例３９と同様にして有機ＥＬ素子を作製した。

得られた有機ＥＬ素子に外部電源を接続し直流電圧を印加したところ、いずれの有機ＥＬ素子からも極大波長５１７ｎｍの発光スペクトルが観測され、Ｉｒ（ＰＰｙ）$_3$からの発光が得られていることがわかった。

[0132] 実施例６６～６８

発光層の第１ホストと第２ホストを予備混合し、発光層の第１ホストと第２ホストを予備混合し、一つの蒸発源から蒸着した以外は実施例３９と同様にして有機ＥＬ素子を作成した。

得られた有機ＥＬ素子に外部電源を接続し直流電圧を印加したところ、い

ずれの有機ＥＬ素子からも極大波長５１７ｎｍの発光スペクトルが観測され、Ｉｒ（ＰＰｙ）$_3$からの発光が得られていることがわかった。

[0133] 比較例１７～３３

発光層ホストとして表５に記載した化合物を単独で用いた以外は実施例３９と同様にして有機ＥＬ素子を作製した。なお、ホスト量は、実施例３９における第1ホストと第2ホストの合計と同じ量とし、ゲスト量は同様とした。得られた有機ＥＬ素子に電源を接続し直流電圧を印加したところ、いずれの有機ＥＬ素子からも極大波長５１７ｎｍの発光スペクトルが観測され、Ｉｒ（ＰＰｙ）$_3$からの発光が得られていることがわかった。

[0134] 表４及び表５に作製した有機ＥＬ素子の特性を示す。表４及び５において、輝度、電圧、及び発光効率は、駆動電流２０ｍＡ／ｃｍ^{2}時での値であり、輝度半減時間は、初期輝度１０００ｃｄ／ｍ^{2}のときの値である。

[0135]

[表4]

実施例	H1 化合物 No.	H2 化合物 No.	輝度 (cd/m^2)	電圧 (V)	視感発光 効率 (lm/W)	輝度半減 時間 (h)
39	1－2	3－2	10200	3.9	40.6	30000
40	1－2	3－3	10200	3.9	41.1	30000
41	1－2	3－4	10300	3.9	41.5	30000
42	1－2	3－5	9900	3.9	40.1	30000
43	1－2	3－6	10200	3.6	45.1	25000
44	1－2	3－8	10300	3.9	41.5	30000
45	1－2	3－10	10200	3.7	43.3	30000
46	1－2	3－13	10200	3.8	42.4	30000
47	1－2	3－17	9800	3.7	41.6	20000
48	1－2	3－22	10200	3.8	42.4	30000
49	1－2	3－38	10200	3.9	41.1	30000
50	1－2	3－52	10200	4.8	33.4	21000
51	1－3	3－2	10200	3.7	43.7	29000
52	1－3	3－3	10200	3.7	43.1	29000
53	1－3	3－4	10300	3.7	43.6	29000
54	1－3	3－5	9900	3.7	41.7	29000
55	1－3	3－6	10200	4.1	39.4	24000
56	1－3	3－8	10300	3.7	43.6	29000
57	1－3	3－10	10200	3.9	41.0	29000
58	1－3	3－13	10200	3.8	41.9	29000
59	1－3	3－17	9800	3.9	39.4	19000
60	1－3	3－22	10200	3.8	41.9	29000
61	1－3	3－38	10200	3.7	43.1	29000
62	1－3	3－52	10200	3.7	43.1	19000
63	1－1	3－3	10200	4.2	38.1	30000
64	1－103	3－3	10200	3.8	42.6	30000
65	1－104	3－3	10200	4.1	38.9	30000
66	1－1	3－3	10100	4.1	38.6	30000
67	1－103	3－3	10100	3.7	43.3	30000
68	1－104	3－3	10100	4.0	39.5	30000

[0136] [表5]

比較例	ホスト化合物 No.	輝度 (cd/m²)	電圧 (V)	視感発光効率 (lm/W)	輝度半減時間 (h)
１７	１－１	9000	5.5	25.7	4000
１８	１－２	9000	5.5	25.7	5000
１９	１－３	8000	5.0	25.1	4000
２０	１－１０３	8800	5.0	27.8	4000
２１	１－１０４	9100	5.4	26.5	5000
２２	３－２	10200	7.3	22.0	3000
２３	３－３	10200	7.2	22.3	3000
２４	３－４	10200	7.2	22.3	3000
２５	３－５	9900	7.2	21.7	3000
２６	３－６	10100	6.6	24.2	2500
２７	３－８	10200	7.2	22.3	3000
２８	３－１０	10100	6.8	23.2	3000
２９	３－１３	10100	7.0	22.7	3000
３０	３－１７	9700	6.8	22.3	2000
３１	３－２２	10200	7.0	23.0	3000
３２	３－３８	10200	7.2	22.3	3000
３３	３－５２	10100	7.2	22.1	2000

[0137] 表４及び５から実施例３９～６８は、輝度及び寿命特性が向上し、良好な特性を示すことが分かる。

[0138] 実施例６９

膜厚１５０ｎｍのＩＴＯからなる陽極が形成されたガラス基板上に、各薄膜を真空蒸着法にて、真空度４．０×１０$^{-4}$ Ｐａで積層させた。まず、ＩＴＯ上に正孔注入層としてＣｕＰｃを２０ｎｍの厚さに形成し、次に正孔輸送層としてＮＰＢを２０ｎｍの厚さに形成した。次に発光層として、第１ホストとして化合物２－５を、第２ホストとして化合物３－２を、発光層ゲストとしてＩｒ（ＰＰｙ）$_3$をそれぞれ異なる蒸着源から共蒸着し、３０ｎｍの厚

さに形成した。この時、第１ホストと第２ホストとＩｒ（ＰＰｙ）$_3$の蒸着速度比は、４７：４７：６であった。次に、正孔阻止層としてＢＡＩｑを１０ｎｍの厚さに形成した。次に、電子輸送層としてＡＩｑ$_3$を４０ｎｍの厚さに形成した。更に、電子輸送層上に、電子注入層としてＬｉＦを０．５ｎｍの厚さに形成した。最後に、電子注入層上に、陰極としてＡＩを１００ｎｍの厚さに形成し、有機ＥＬ素子を作製した。

得られた有機ＥＬ素子に外部電源を接続し直流電圧を印加したところ、極大波長５１７ｎｍの発光スペクトルが観測され、Ｉｒ（ＰＰｙ）$_3$からの発光が得られていることがわかった。表６に作製した有機ＥＬ素子の特性を示す。

[0139] 実施例７０～８０

発光層第２ホストとして表６に記載した化合物を用いた以外は実施例６９と同様にして有機ＥＬ素子を作製した。

[0140] 実施例８１～９２

発光層の第１ホストとして化合物２－２９を、第２ホストとして表６に記載した化合物を用いた以外は実施例６９と同様にして有機ＥＬ素子を作製した。

[0141] 実施例９３

第１ホストと第２ホストを予備混合し、一つの蒸発源から蒸着して発光層を形成した他は実施例６９と同様にして有機ＥＬ素子を作成した。

得られた有機ＥＬ素子に外部電源を接続し直流電圧を印加したところ、いずれの有機ＥＬ素子からも極大波長５１７ｎｍの発光スペクトルが観測され、Ｉｒ（ＰＰｙ）$_3$からの発光が得られていることがわかった。

[0142] 比較例３４～３５

発光層ホストとして表６に記載した化合物を単独で用いた以外は実施例６９と同様にして有機ＥＬ素子を作製した。なお、ホスト量は、実施例６９における第1ホストと2ホストの合計と同じ量とした。得られた有機ＥＬ素子に外部電源を接続し直流電圧を印加したところ、いずれの有機ＥＬ素子からも

極大波長５１７ｎｍの発光スペクトルが観測され、Ｉｒ（ＰＰｙ）$_3$からの発光が得られていることがわかった。

[0143] 表６に作製した有機ＥＬ素子の輝度、外部量子効率及び輝度半減寿命を示す。輝度及び外部量子効率は、駆動電流２０ｍＡ／ｃｍ^{2}時での値であり、輝度半減時間は、初期輝度１０００ｃｄ／ｍ^{2}のときの値である。

[0144]

[表6]

実施例	H1 化合物 No.	H2 化合物 No.	輝度 (cd/m²)	電圧 (V)	視感発光 効率 (lm/W)	輝度半減 時間 (h)
69	2－5	3－2	10100	3.8	41.4	24000
70	2－5	3－3	10100	3.9	40.8	24000
71	2－5	3－4	10100	3.9	40.8	24000
72	2－5	3－5	9800	3.9	39.4	24000
73	2－5	3－6	10000	4.3	36.4	20000
74	2－5	3－8	10100	3.9	40.8	24000
75	2－5	3－10	10000	4.1	38.1	24000
76	2－5	3－13	10000	4.0	39.1	24000
77	2－5	3－17	9600	4.1	36.6	16000
78	2－5	3－22	10100	4.0	39.4	24000
79	2－5	3－38	10100	3.9	40.8	24000
80	2－5	3－52	10000	3.9	40.4	16000
81	2－29	3－2	12500	4.8	40.7	27000
82	2－29	3－3	12500	4.7	41.5	27000
83	2－29	3－4	12600	4.7	41.9	27000
84	2－29	3－5	12200	4.7	40.7	27000
85	2－29	3－6	12500	4.1	48.0	22500
86	2－29	3－8	12600	4.7	41.9	27000
87	2－29	3－10	12500	4.4	45.0	27000
88	2－29	3－13	12500	4.5	43.5	27000
89	2－29	3－17	12100	4.4	43.5	18000
90	2－29	3－22	12500	4.5	43.5	27000
91	2－29	3－38	12500	4.7	41.5	27000
92	2－29	3－52	12500	4.7	41.5	18000
93	2－5	3－3	10100	3.8	41.8	24000
比較例 34	2－5	—	9100	5.6	25.4	5000
35	2－29	—	9600	8.2	18.5	4000

[0145] 表６から実施例６９～９３は、輝度及び寿命特性が向上し、良好な特性を示すことが分かる。

産業上の利用分野

[0146] 本発明の有機ＥＬ素子は、フラットパネルディスプレイ（携帯電話表示素子、車載表示素子、ＯＡコンピュータ表示素子やテレビ等）、面発光体としての特徴を生かした光源（照明、複写機の光源、液晶ディスプレイや計器類のバックライト光源）、表示板や標識灯等への応用において、その技術的価値は大きいものである。

符号の説明

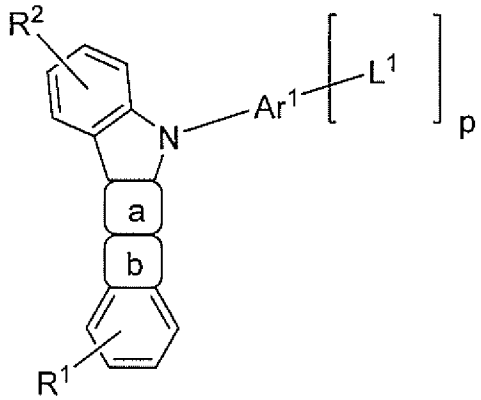
[0147]

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

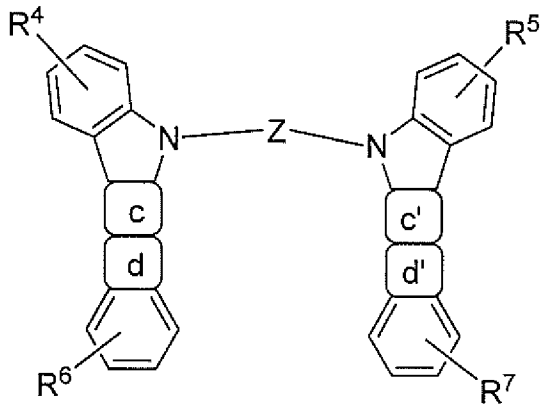
請求の範囲

[請求項1] 対向する陽極と陰極の間に、１つ以上の発光層を含む有機電界発光素子において、少なくとも１つの発光層が、ホスト材料と発光性ドーパントを含有し、該ホスト材料が、(i)下記一般式（１）又は（２）で表される化合物と、(ii)下記一般式（３）で表される化合物を含むものであることを特徴とする有機電界発光素子。

[化1]

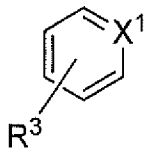


（１）

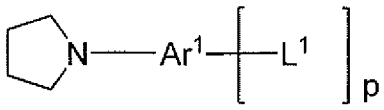


（２）

[化2]



（ａ１）



（ｂ１）

一般式（１）又は（２）において、

環ａ、環ｃ、環ｃ’は独立に、２つの隣接環と任意の位置で縮合する式（ａ１）で表される芳香環を示し、X^1はＣ－R^8又はＮを示し、

環ｂ、環ｄ、環ｄ’は独立に、２つの隣接環と任意の位置で縮合する式（ｂ１）で表される複素環を示し、

Ar^1は独立に、ｐ＋１価の置換若しくは未置換の炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数３～１６の芳香族複素環基を示し、

Ｚは２価の置換若しくは未置換の炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数３～１６の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が２～１０連結してなる置換若しくは未置換の連結芳香族基を示し、

L^1は独立に、置換若しくは未置換の炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数３～１６の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が２～１０連結してなる置換若しくは未置換の連結芳香族基を示し、

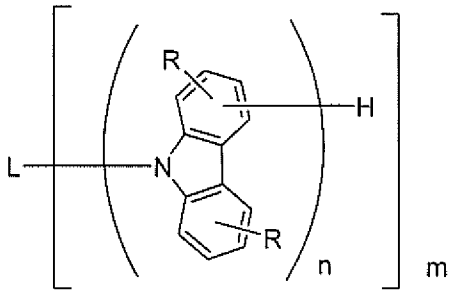
ｐは独立に、置換数であり、０～７の整数を示し、

R^1～R^8独立に、水素、炭素数１～２０のアルキル基、炭素数７～３８のアラルキル基、炭素数２～２０のアルケニル基、炭素数２～２０のアルキニル基、炭素数２～４０のジアルキルアミノ基、炭素数１２～４４のジアリールアミノ基、炭素数１４～７６のジアラルキルアミ

ノ基、炭素数２～２０のアシル基、炭素数２～２０のアシルオキシ基、炭素数１～２０のアルコキシ基、炭素数２～２０のアルコキシカルボニル基、炭素数２～２０のアルコキシカルボニルオキシ基、炭素数１～２０のアルキルスルホニル基、炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、又は炭素数３～１７の芳香族複素環基を示し、水素以外の基である場合は、置換基を有してもよく、R^1、R^2、R^4～R^7がフェニル基の場合は、このフェニル基が置換する芳香環と縮環を形成してもよい。

Ar^1、Z、L^1において、芳香族炭化水素基、芳香族炭化水素基又は連結芳香族基が置換基を有する場合の置換基は、炭素数１～１２のアルキル基、炭素数１～１２のアルコキシ基、又は炭素数２～１３のアシル基であり、R^1～R^8おいて、置換基を有する場合の置換基は、炭素数１～１２のアルキル基、炭素数１～１２のアルコキシ基、炭素数２～１３のアシル基、炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、又は炭素数３～１７の芳香族複素環基であり、置換基は複数であってもよく、複数の置換基は同一であっても異なっていてもよい。）

[化3]

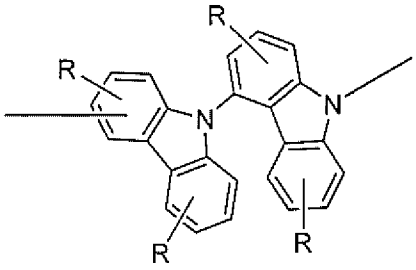


（３）

一般式（３）において、Ｌはｍ価の置換若しくは未置換の炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数３～１６の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が２～１０連結してなる置換若しくは未置換の連結芳香族基であるが、カルバゾール環を含む基であることはない。Ｒはそれぞれ独立して水素、炭素数１～１０のアル

キル基又は炭素数３～１１のシクロアルキル基である。ｍは置換数であり、１～３の整数を示す。ｎは繰り返し数であり、それぞれ独立して１～４の整数であるが、少なくとも1つのｎは２～４の整数であり、式中に少なくとも１つの式（ｃ１）で表される結合構造を有する。）

[化4]



（ｃ１）

ここで、Ｒは一般式（３）と同意である。

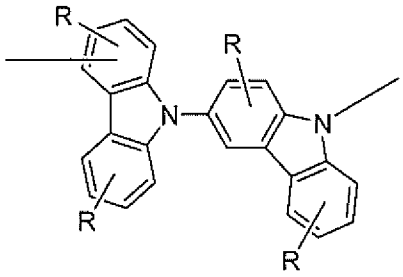
[請求項2] 一般式（１）及び（２）中、X^1がＣ－Ｒである請求項１に記載の有機電界発光素子。

[請求項3] 一般式（１）のAr^1の少なくとも一つ、又は一般式（２）のＺが炭素数３～１６の芳香族複素環基である請求項１に記載の有機電界発光素子。

[請求項4] 一般式（３）中、ｍは１～２の整数であり、ｎはそれぞれ独立して１～３の整数であり、少なくとも1つのｎは２～３の整数である請求項１に記載の有機電界発光素子。

[請求項5] 一般式（３）におけるｎ個のカルバゾール環間の全ての結合構造が式（ｃ１）、又は式（ｃ１）及び下記式（ｄ１）で表される結合構造である請求項４に記載の有機電界発光素子。

[化5]

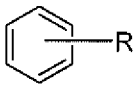


（ｄ１）

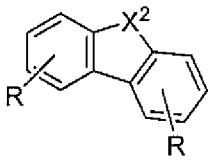
ここで、Ｒは一般式（３）と同意である。

[請求項6] 一般式（３）中、Ｌが式（４）～（７）のいずれか１つの芳香族化合物からｍ個の水素を除いて生じるｍ価の基である請求項１に記載の有機電界発光素子。

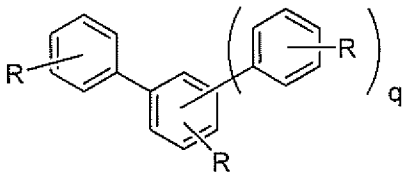
[化6]



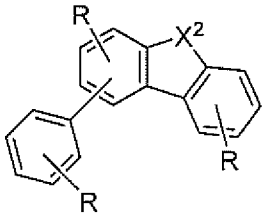
（４）



（５）



（６）



（７）

式（４）～（７）中、Ｒはそれぞれ独立して水素、炭素数１～１０

のアルキル基又は炭素数３～１１のシクロアルキル基を表す。X^2は酸素又は硫黄を表し、ｑは０～２の整数を表す。

[請求項7] 一般式（３）中、Ｌが式（４）、（５）又は（６）のいずれか１つの芳香族化合物から生じるｍ価の基である請求項６に記載の有機電界発光素子。

[請求項8] 一般式（３）中、ｎとｍの積（ｎ×ｍ）が２～６の整数である請求項１に記載の有機電界発光素子。

[請求項9] ホスト材料が、(i)一般式（１）で表される化合物と、(ii)一般式（３）で表される化合物を含むものである請求項１に記載の有機電界発光素子。

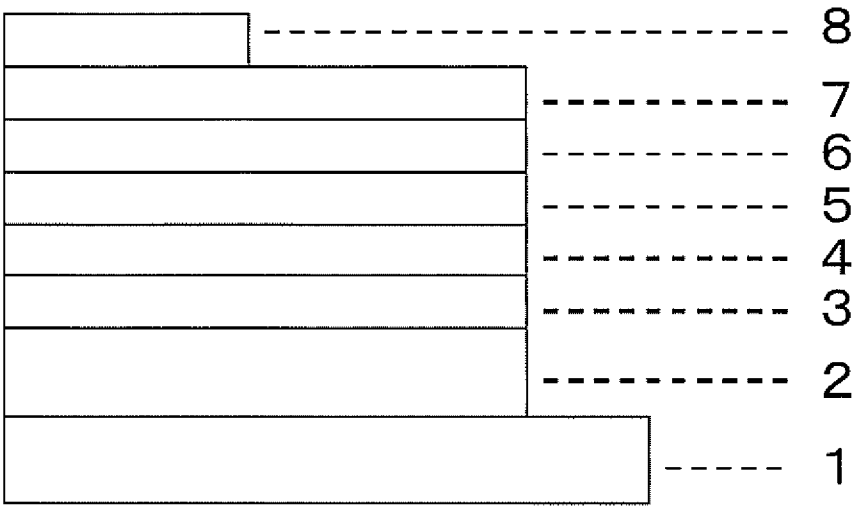
[請求項10] 前記一般式（１）又は（２）で表される化合物と、前記一般式（３）で表される化合物を含むホスト材料を予備混合し、一つの蒸発源から蒸着させることで製膜された発光層を有し、発光層中の一般式（１）又は（２）の化合物と、一般式（３）で表される化合物の混合比率が、蒸着前の予備混合比率と比べて変化量が５％以内である請求項１に記載の有機電界発光素子。

[請求項11] 前記一般式（１）又は（２）で表される化合物と、前記一般式（３）で表される化合物の気化温度の差が３０℃以内である請求項１に記載の有機電界発光素子。

[請求項12] 前記気化温度の差が１０℃以内である請求項１１に記載の有機電界発光素子。

[請求項13] 発光性ドーパントが、ルテニウム、ロジウム、パラジウム、銀、レニウム、オスミウム、イリジウム、白金及び金から選ばれる少なくとも一つの金属を含む有機金属錯体であることを特徴とする請求項１に記載の有機電界発光素子。

[図1]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/056643

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L51/50(2006.01)i, *C09K11/06*(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L51/50, C09K11/06

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.
Y	JP 2013-510803 A (Merck Patent GmbH), 28 March 2013 (28.03.2013), claims; paragraphs [0012], [0055], [0079] to [0080] & US 2012/0223276 A1 claims; paragraphs [0012], [0066], [0091] to [0092] & WO 2011/057706 A2 & DE 102009053382 A & DE 112010004381 A & TW 201134823 A & CN 102770427 A & KR 10-2012-0104246 A	1-13

☒ 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	Date of mailing of the international search report
12 May 2016 (12.05.16)	24 May 2016 (24.05.16)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/056643

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2008/056746 A1 (Nippon Steel Chemical Co., Ltd.), 15 May 2008 (15.05.2008), claims & US 2010/0187977 A1 claims & EP 2080762 A1 & CN 101511834 A & KR 10-2009-0086057 A & JP 4388590 B	1-13
Y	WO 2007/063754 A1 (Nippon Steel Chemical Co., Ltd.), 07 June 2007 (07.06.2007), claims & US 2009/0302742 A1 claims & EP 1956022 A1 & CN 101321755 A & KR 10-2008-0085001 A & CN 102633820 A & JP 4593631 B	1-13
Y	WO 2012/077520 A1 (Nippon Steel Chemical Co., Ltd.), 14 June 2012 (14.06.2012), paragraphs [0017] to [0022], [0044] to [0050], [0060] to [0065] & US 2013/0248845 A1 paragraphs [0019] to [0025], [0050] to [0051], [0061] to [0064] & EP 2650941 A1 & CN 103262283 A & KR 10-2013-0127992 A & TW 201245150 A & JP 5834023 B	1-13
Y	JP 2012-195140 A (Nitto Denko Corp.), 11 October 2012 (11.10.2012), claims; paragraph [0054] (Family: none)	10-12
Y	JP 2002-025770 A (Eastman Kodak Co.), 25 January 2002 (25.01.2002), claims; paragraphs [0025] to [0026]; fig. 3 & US 2004/0016907 A1 claims; paragraphs [0039] to [0040]; fig. 3 & EP 1156536 A2 & TW 593622 B & CN 1336411 A	10-12

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０５６６４３

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, C09K11/06(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L51/50, C09K11/06

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
Y	JP 2013-510803 A (メルク　パテント　ゲーエムベーハー) 2013.03.28, [特許請求の範囲],段落[0012],[0055],[0079]-[0080] & US 2012/0223276 A1 Claims, [0012],[0066],[0091]-[0092] & WO 2011/057706 A2 & DE 102009053382 A & DE 112010004381 A & TW 201134823 A & CN 102770427 A & KR 10-2012-0104246 A	1-13
Y	WO 2008/056746 A1 (新日鐵化学株式会社) 2008.05.15, [特許請求の範囲] & US 2010/0187977 A1 [Claims]	1-13

☑　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 １２．０５．２０１６	国際調査報告の発送日 ２４．０５．２０１６
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　４７４９ 横川　美穂 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
	& EP 2080762 A1 & CN 101511834 A & KR 10-2009-0086057 A & JP 4388590 B	
Y	WO 2007/063754 A1 (新日鐵化学株式会社) 2007.06.07, [特許請求の範囲] & US 2009/0302742 A1 [Claims] & EP 1956022 A1 & CN 101321755 A & KR 10-2008-0085001 A & CN 102633820 A & JP 4593631 B	1-13
Y	WO 2012/077520 A1 (新日鐵化学株式会社) 2012.06.14, 段落[0017]-[0022],[0044]-[0050],[0060]-[0065] & US 2013/0248845 A1 [0019]-[0025],[0050]-[0051],[0061]-[0064] & EP 2650941 A1 & CN 103262283 A & KR 10-2013-0127992 A & TW 201245150 A & JP 5834023 B	1-13
Y	JP 2012-195140 A (日東電工株式会社) 2012.10.11, [特許請求の範囲],段落[0054] (ファミリーなし)	10-12
Y	JP 2002-025770 A (イーストマン　コダック　カンパニー) 2002.01.25, [特許請求の範囲],段落[0025]-[0026],[図3] & US 2004/0016907 A1 Claims, [0039]-[0040], FIG.3 & EP 1156536 A2 & TW 593622 B & CN 1336411 A	10-12