

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7688620号

(P7688620)

(45)発行日 令和7年6月4日(2025.6.4)

(24)登録日 令和7年5月27日(2025.5.27)

(51)国際特許分類

F I

H 1 0 K 50/12 (2023.01)

H 1 0 K 50/12

C 0 9 K 11/06 (2006.01)

C 0 9 K 11/06 6 9 0

H 1 0 K 71/16 (2023.01)

H 1 0 K 71/16

H 1 0 K 85/60 (2023.01)

H 1 0 K 85/60

H 1 0 K 101/10 (2023.01)

H 1 0 K 101:10

請求項の数 11 (全69頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2022-511901(P2022-511901)

(86)(22)出願日 令和3年3月18日(2021.3.18)

(86)国際出願番号 PCT/JP2021/011250

(87)国際公開番号 WO2021/200243

(87)国際公開日 令和3年10月7日(2021.10.7)

審査請求日 令和6年2月26日(2024.2.26)

(31)優先権主張番号 特願2020-63315(P2020-63315)

(32)優先日 令和2年3月31日(2020.3.31)

(33)優先権主張国・地域又は機関

日本国(JP)

(73)特許権者 000006644

日鉄ケミカル&マテリアル株式会社

東京都中央区日本橋一丁目13番1号

(74)代理人 100132230

弁理士 佐々木 一也

(74)代理人 100088203

弁理士 佐野 英一

(74)代理人 100100192

弁理士 原 克己

(74)代理人 100198269

弁理士 久本 秀治

(74)代理人 100226894

弁理士 佐々木 夏詩子

(72)発明者 林 健太郎

東京都中央区日本橋一丁目13番1号

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 有機電界発光素子

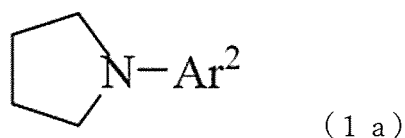
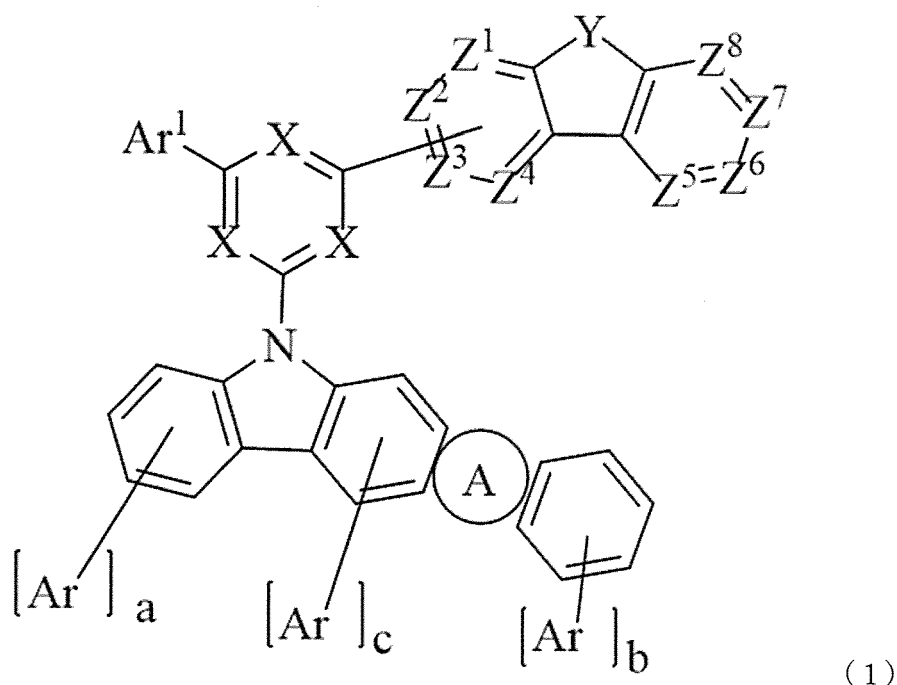
(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

陽極と陰極との間に複数の有機層を有する有機電界発光素子であって、有機層は少なくとも一つの発光層を有して、該発光層は互いに異なる2つのホスト材料とドーパント材料とを含み、前記ホスト材料の一方は下記一般式(1)で表される化合物であり、前記ホスト材料の他方は下記一般式(2)で表される化合物であることを特徴とする、有機電界発光素子。

ただし、一般式(1)で表される化合物と一般式(2)で表される化合物とは互いに異なるものである。

【化1】



〔ここで、環 A は式 (1 a) で表される複素環であり、環 A は隣接する環と任意の位置で縮合し、

X は N 又は C-Ar' を表し、X のうち少なくとも一つは N を表す。

Y は O、S、N-Ar³、又は C-Ar⁴Ar⁵ を表す。

Z¹～Z⁴ のうちいずれか一つは、X を含む六員環と結合する炭素原子であり、それ以外及び Z⁵～Z⁸ はそれぞれ独立に C-Ar'、又は N を表し、Ar' が複数存在する場合は同一であっても異なってもよい。

Ar、Ar' 及び Ar¹～Ar⁵ は、それぞれ独立に、水素、重水素、ハロゲン、シアノ基、ニトロ基、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、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 3～17 の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が 2～5 個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基を示す。なお、これらの基が水素原子を有する場合、該水素原子が重水素若しくはハロゲンで置換されていてもよい。

a、及び b は置換数を表し、それぞれ独立に 1～4 の整数を表す。また、c は置換数を表し、1～2 の整数を表す。

10

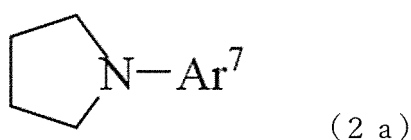
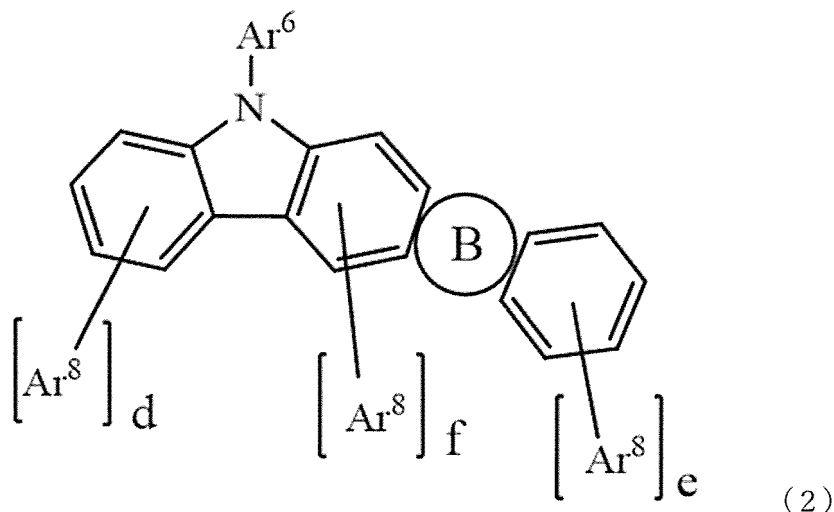
20

30

40

50

【化 2】



〔ここで、環 B は式 (2 a) で表される複素環であり、環 B は隣接する環と任意の位置で縮合し、

Ar^6 、及び Ar^7 は、それぞれ独立に、水素、重水素、ハロゲン、シアノ基、ニトロ基、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、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 3~17 の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が 2~5 個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基を示す。なお、これらの基が水素原子を有する場合、該水素原子が重水素若しくはハロゲンで置換されていてもよい。

d、及び e は置換数を表し、それぞれ 1~4 の整数を表す。また、f は置換数を表し、1~2 の整数を表す。

Ar^8 は、それぞれ独立に、水素、重水素、ハロゲン、シアノ基、ニトロ基、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、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 3~17 の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が 2~5 個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基を示す。〕

更に、前記一般式 (2) は、以下の一般式 (9) ~ (12) のいずれかで表される。

10

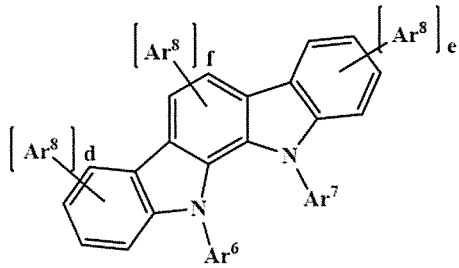
20

30

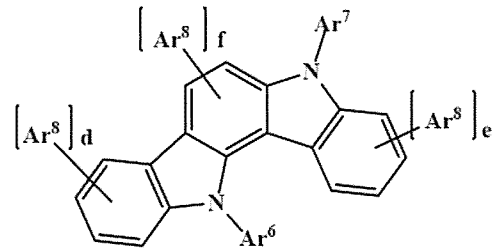
40

50

【化 3】

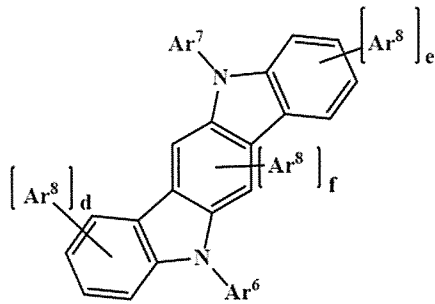


(9)

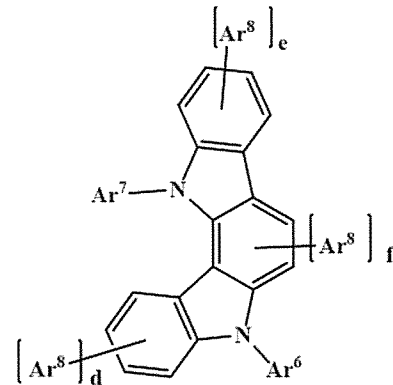


(10)

10



(11)



(12)

20

〔ここで、 Ar^8 、 d 、 e 、 f 、 Ar^6 、及び Ar^7 は式(2)と同義である。〕

【請求項 2】

前記一般式(1)において、 Z^1 、又は Z^2 のいずれかで、 X を含む六員環と連結する、請求項1に記載の有機電界発光素子。

【請求項 3】

前記式一般(1)において、 Y は O 、又は S である請求項1又は2に記載の有機電界発光素子。

【請求項 4】

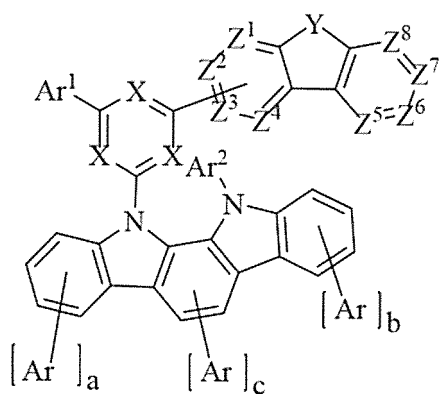
前記一般式(1)は、以下の一般式(4)～(8)のいずれかで表される請求項1に記載の有機電界発光素子。

30

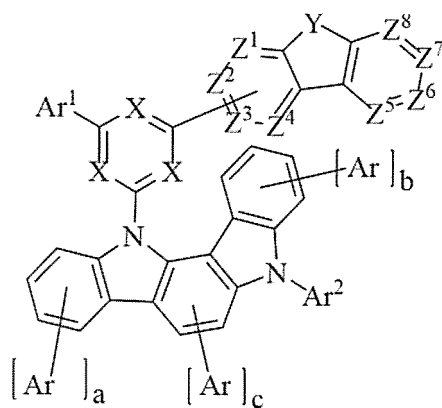
40

50

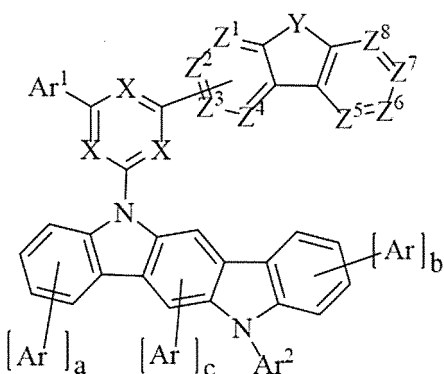
【化 4】



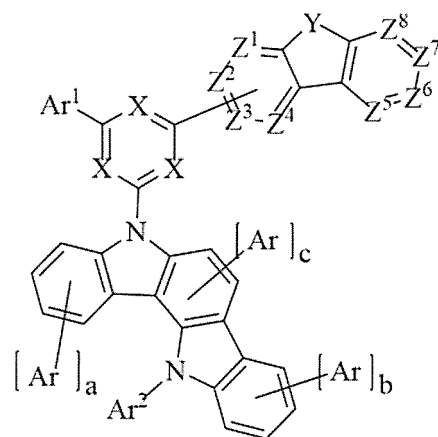
(4)



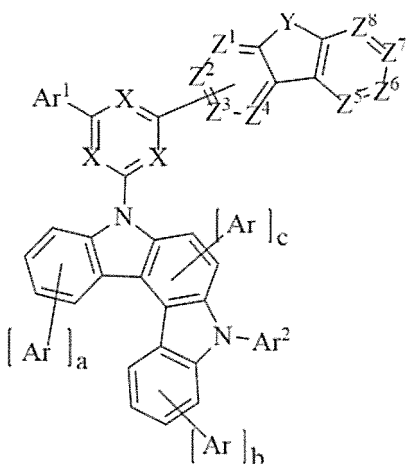
(5)



(6)



(7)



(8)

〔ここで、X、Y、Ar、Ar¹、Ar²、Z¹～Z⁸、a、b、及びcは前記一般式(1)と同義である。〕

【請求項 5】

前記一般式(4)～(8)において、Z²でXを含む六員環と連結する、請求項4に記載の有機電界発光素子。

【請求項 6】

前記一般式(4)～(8)において、Ar¹、及びAr²は、置換若しくは未置換の炭素数6～10の芳香族炭化水素基、又はこれらの芳香族環が2～5個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基である請求項5に記載の有機電界発光素子。

【請求項 7】

前記一般式(9)～(13)において、Ar⁶、及びAr⁷は、置換若しくは未置換の炭素数6～10の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数3～17の芳香族複素環基

10

20

30

40

50

、又はこれらの芳香族環が2～5個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基であり、 Ar^6 、及び Ar^7 のうち、少なくとも一方は、一つ以上の炭素数6～17の芳香族複素環を含む請求項1に記載の有機電界発光素子。

【請求項8】

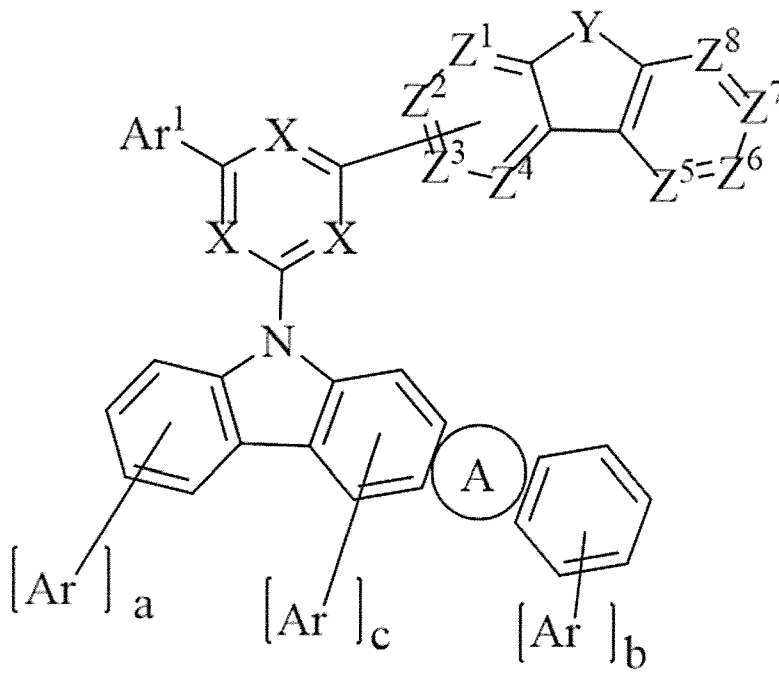
前記ドーパント材料が燐光発光性のドーパント材料であるか、又は熱活性化遅延蛍光発光を含む蛍光性のドーパント材料である請求項1に記載の有機電界発光素子。

【請求項9】

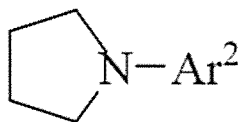
下記一般式(1)で表される化合物と、下記一般式(2)で表される化合物とを含むことを特徴とする、混合組成物。

ただし、一般式(1)で表される化合物と一般式(2)で表される化合物とは互いに異なるものである。

【化5】



(1)



(1 a)

〔ここで、環Aは式(1a)で表される複素環であり、環Aは隣接する環と任意の位置で縮合し、

XはN又はC- Ar' を表し、Xのうち少なくとも一つはNを表す。

YはO、S、N- Ar^3 、又はC- $Ar^4 Ar^5$ を表す。

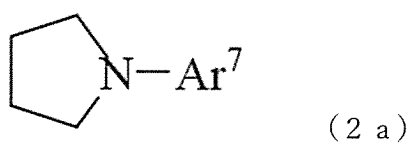
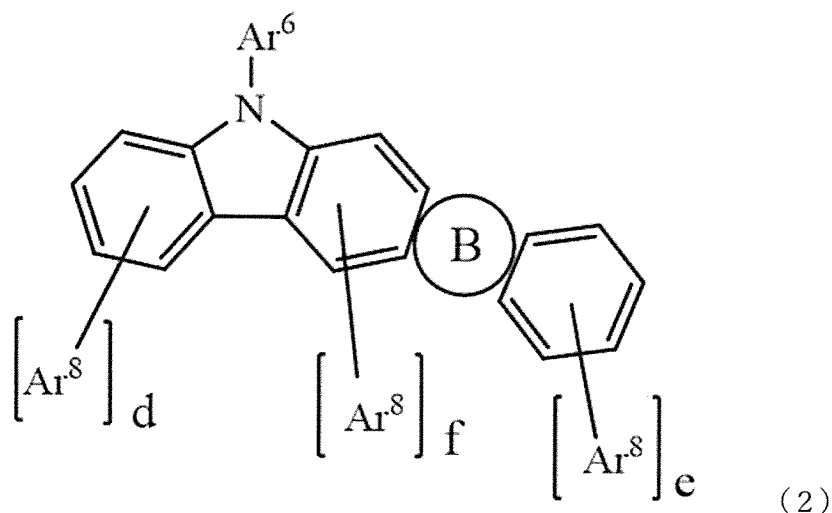
$Z^1 \sim Z^4$ のうちいずれか一つは、Xを含む六員環と結合する炭素原子であり、それ以外及び $Z^5 \sim Z^8$ はそれぞれ独立にC- Ar' 、又はNを表し、 Ar' が複数存在する場合は同一であっても異なってもよい。

Ar 、 Ar' 、及び $Ar^1 \sim Ar^5$ は、それぞれ独立に、水素、重水素、ハロゲン、シアノ基、ニトロ基、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、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3～17の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が2～5個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基を示す。なお、これらの基が水素原子を有する場合、該水素原子が重水素若しくはハロゲンで置換されていてもよい。

a、及びbは置換数を表し、それぞれ独立に1～4の整数を表す。また、cは置換数を表し、1～2の整数を表す。

【化6】



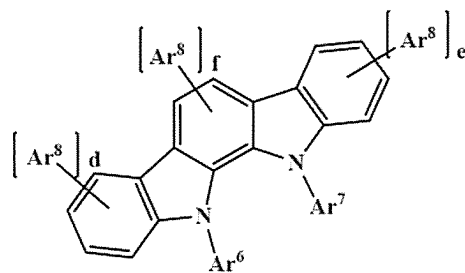
〔ここで、環Bは式(2a)で表される複素環であり、環Bは隣接する環と任意の位置で縮合し、

Ar⁶、及びAr⁷は、それぞれ独立に、水素、重水素、ハロゲン、シアノ基、ニトロ基、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、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3～17の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が2～5個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基を示す。なお、これらの基が水素原子を有する場合、該水素原子が重水素若しくはハロゲンで置換されていてもよい。

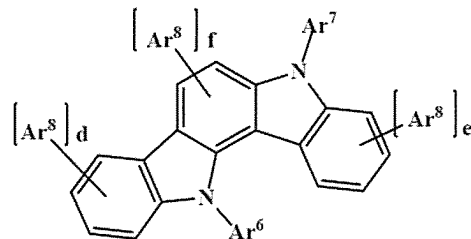
d、及びeは置換数を表し、それぞれ1～4の整数を表す。また、fは置換数を表し、1～2の整数を表す。

Ar⁸は、それぞれ独立に、水素、重水素、ハロゲン、シアノ基、ニトロ基、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、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3～17の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が2～5個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基を示す。〕

更に、前記一般式（２）は、以下の一般式（９）～（１２）のいずれかで表される。
【化 ７】

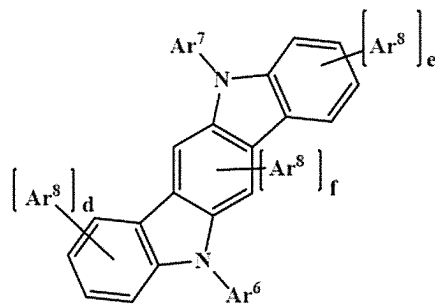


(9)

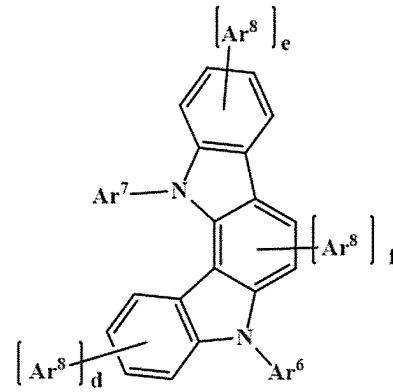


(10)

10



(11)



(12)

20

〔ここで、Ar 8、d、e、f、Ar 6、及び Ar 7 は式（２）と同義である。〕

【請求項 10】

前記一般式（１）で表される化合物と、前記一般式（２）で表される化合物とが、50%重量減少温度の差が20℃以内であることを特徴とする請求項 9 に記載の混合組成物。

【請求項 11】

請求項 9 に記載の混合組成物を使用して発光層を作製することを特徴とする有機電界発光素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

30

【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、特定の混合ホスト材料を含む有機 EL 素子に関するものである。

【背景技術】

【0002】

有機 EL 素子に電圧を印加することで、陽極から正孔が、陰極からは電子がそれぞれ発光層に注入される。そして発光層において、注入された正孔と電子が再結合し、励起子が生成される。この際、電子スピンの統計則により、一重項励起子及び三重項励起子が 1：3 の割合で生成する。一重項励起子による発光を用いる蛍光発光型の有機 EL 素子は、内部量子効率 25% が限界であるといわれている。一方で三重項励起子による発光を用いる燐光発光型の有機 EL 素子は、一重項励起子から項間交差が効率的に行われた場合には、内部量子効率 100% まで高められることが知られている。

40

【0003】

さらに最近では、遅延蛍光を利用した高効率の有機 EL 素子の開発がなされている。例えば特許文献 1 には、遅延蛍光のメカニズムの一つである TTF（Triplet-Triplet Fusion）機構を利用した有機 EL 素子が開示されている。TTF 機構は 2 つの三重項励起子の衝突によって一重項励起子が生成する現象を利用するものであり、理論上内部量子効率を 40% まで高められると考えられている。しかしながら、燐光発光型の有機 EL 素子と比較すると効率が低いため、更なる効率の改良、及び低電圧特性が求められている。

50

【0004】

また、特許文献2では、TADF (Thermally Activated Delayed Fluorescence) 機構を利用した有機EL素子が開示されている。TADF機構は一重項準位と三重項準位のエネルギー差が小さい材料において三重項励起子から一重項励起子への逆項間交差が生じる現象を利用するものであり、理論上内部量子効率を100%まで高められると考えられている。

【0005】

しかしながらいずれの機構においても、効率、寿命ともに向上の余地があり、加えて駆動電圧の低減についても改善が求められている。

【0006】

一方、特許文献3、4では縮合複素環を置換したインドロカルバゾール化合物について、ホスト材料としての使用を開示している。また、特許文献5、6ではインドロカルバゾール化合物を混合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7では含窒素6員環に縮合複素環が置換した化合物とカルバゾール化合物の混合ホスト材料を使用した有機EL素子を開示している。更に、特許文献8では含窒素6員環に縮合複素環が置換したインドロカルバゾール化合物と、アリール基が置換した特定のインドロカルバゾール化合物の混合ホスト材料を使用した有機EL素子を開示している。更にまた、特許文献9、及び10では、インドロカルバゾール化合物同士の混合ホスト材料を使用した有機EL素子を開示している。

【0007】

しかしながら、これらの有機EL素子では、いずれも十分な特性を有しているとは言えず、特に効率、電圧の更なる改良が望まれている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【文献】WO2010/134350号

【文献】WO2011/070963号

【文献】WO2013/137001号

【文献】WO2013/122402号

【文献】WO2016/023608号

【文献】WO2018/198844号

【文献】特開2014-157947号公報

【文献】WO2018236092号

【文献】WO2016042997号

【文献】WO2010098246号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

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、高効率で、低電圧特性を実現する実用上有用な有機EL素子を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明者らは、鋭意検討した結果、発光層に特定の混合ホスト材料を用いた有機電界発光素子によれば、上記課題を解決することができることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0011】

すなわち、本発明は、対向する陽極と陰極との間に複数の有機層を有する有機電界発光素子であって、有機層は少なくとも一つの発光層を有して、該発光層は互いに異なる2つ

10

20

30

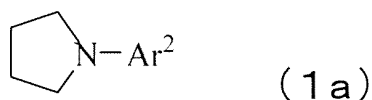
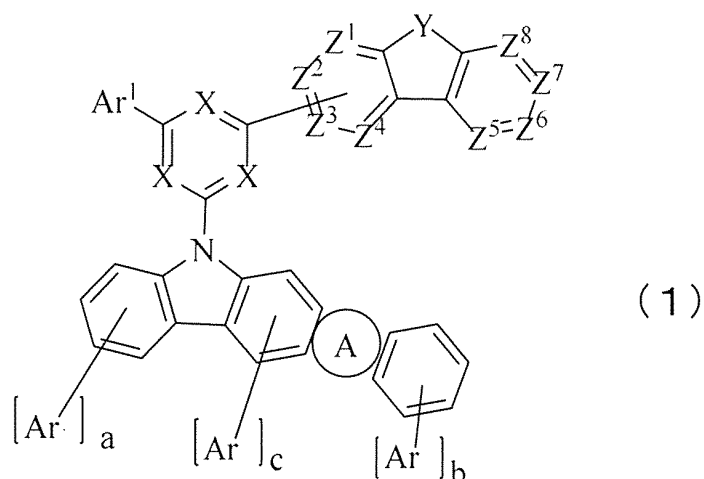
40

50

のホスト材料とドーパント材料とを含み、前記ホスト材料の一方は下記一般式（１）で表される化合物であり、前記ホスト材料の他方は下記一般式（２）で表される化合物であることを特徴とする、有機電界発光素子である。

【００１２】

【化１】



〔ここで、環 A は式（１ a）で表される複素環であり、環 A は隣接する環と任意の位置で縮合し、

X は N 又は C-Ar' を表し、X のうち少なくとも一つは N を表す。

Y は O、S、N-Ar³、又は C-Ar⁴Ar⁵ を表す。

Z¹～Z⁴ のうちいずれか一つは、X を含む六員環と結合する炭素原子であり、それ以外及び Z⁵～Z⁸ はそれぞれ独立に C-Ar'、又は N を表し、Ar' が複数存在する場合は同一であっても異なってもよい。

Ar、Ar' 及び Ar¹～Ar⁵ は、それぞれ独立に、水素、重水素、ハロゲン、シアノ基、ニトロ基、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 のアルコシカルボニル基、炭素数 2～20 のアルコ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、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 3～17 の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が 2～5 個連結した連結芳香族基を示す。なお、これらの基が水素原子を有する場合、該水素原子が重水素若しくはハロゲンで置換されていてもよい。

a、及び b は置換数を表し、それぞれ独立に 1～4 の整数を表す。また、c は置換数を表し、1～2 の整数を表す。

【００１３】

10

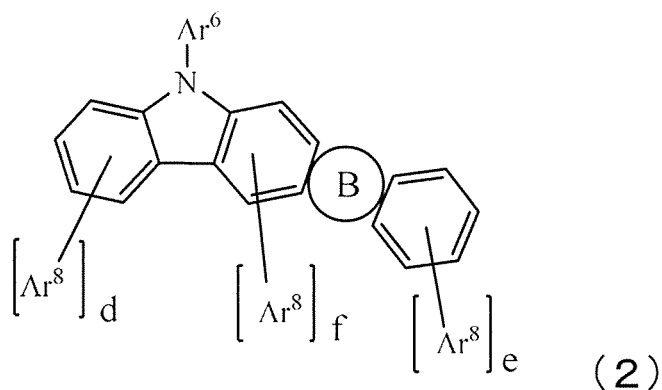
20

30

40

50

【化 2】



10



〔ここで、環 B は式 (2 a) で表される複素環であり、環 B は隣接する環と任意の位置で縮合し、

Ar⁶、及び Ar⁷ は、それぞれ独立に、水素、重水素、ハロゲン、シアノ基、ニトロ基、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、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 3~17 の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が 2~5 個連結した連結芳香族基を示す。なお、これらの基が水素原子を有する場合、該水素原子が重水素若しくはハロゲンで置換されていてもよい。

20

d、及び e は置換数を表し、それぞれ 1~4 の整数を表す。また、f は置換数を表し、1~2 の整数を表す。

30

Ar⁸ は、それぞれ独立に、水素、重水素、ハロゲン、シアノ基、ニトロ基、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、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 3~17 の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が 2~5 個連結した連結芳香族基を示す。〕

40

【0014】

前記一般式 (1) において、Z¹、又は Z² のいずれかで X を含む六員環と連結することが好ましい。

【0015】

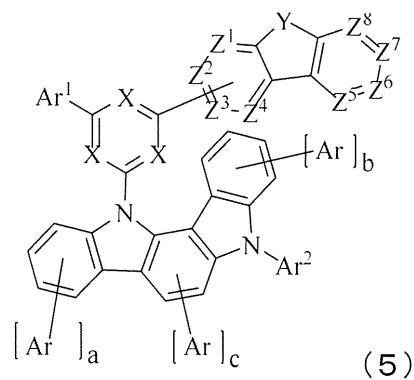
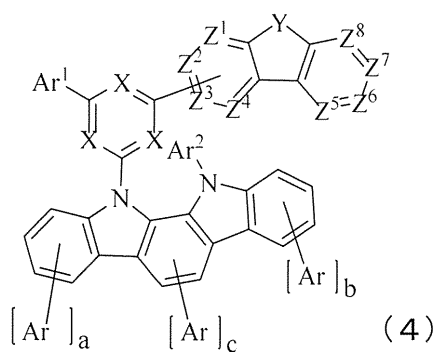
前記式一般 (1) において、Y は O、又は S であることが好ましい。

【0016】

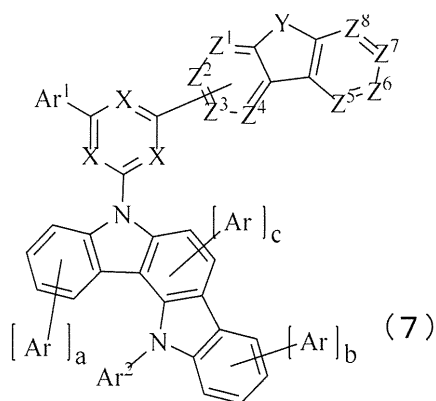
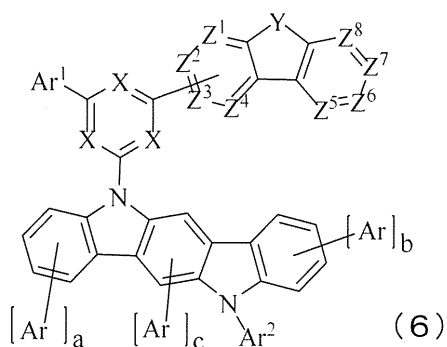
前記一般式 (1) は、以下の一般式 (4) ~ (8) のいずれかで表されるものであるのが好ましい。

50

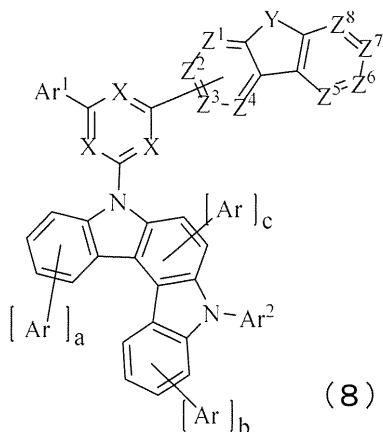
【化 3】



10



20



30

〔ここで、X、Y、Ar、Ar¹、Ar²、Z¹～Z⁸、a、b、及びcは前記一般式（1）と同義である。〕

【0017】

前記一般式（4）～（8）において、Z²でXを含む六員環と連結することが好ましい。

【0018】

前記一般式（4）～（8）において、Ar¹、及びAr²は、置換若しくは未置換の炭素数6～10の芳香族炭化水素基、又はこれらの芳香族環が2～5個連結した連結芳香族基であることがさらに好ましい。

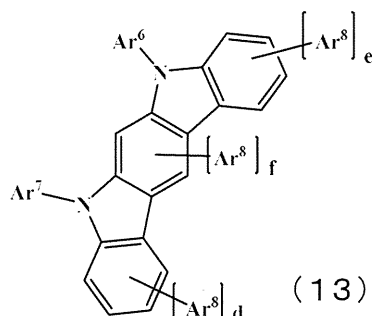
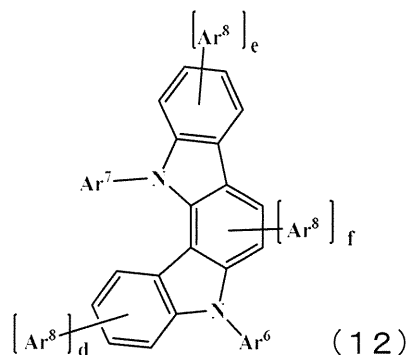
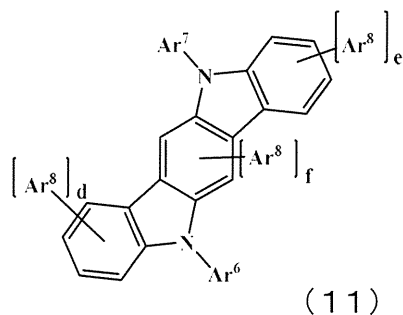
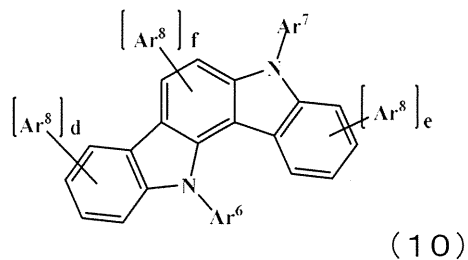
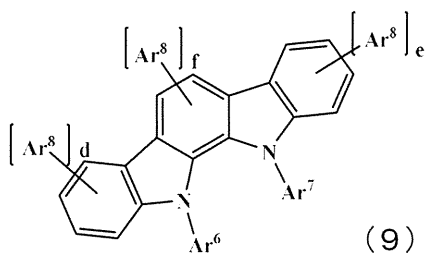
40

【0019】

前記一般式（2）は、以下の一般式（9）～（13）のいずれかで表されるものであるが好ましい。

50

【化 4】



〔ここで、 Ar^8 、 d 、 e 、 f 、 Ar^6 、及び Ar^7 は式(2)と同義である。〕

【0020】

前記一般式(9)～(13)において、 Ar^6 、及び Ar^7 は、好ましくは置換若しくは未置換の炭素数6～10の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数3～17の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が2～5個連結した連結芳香族基であり、 Ar^6 、及び Ar^7 のうち、少なくとも一方は、一つ以上の炭素数6～17の芳香族複素環を含むことが好ましい。

【0021】

前記ドーパント材料が燐光発光性のドーパント材料であるか、又は熱活性化遅延蛍光発光を含む蛍光性のドーパント材料であるのが好ましい。

【0022】

ここで、本発明の有機電界発光素子における好ましい態様を示す。すなわち、本発明に係る有機電界発光素子は、2種類の化合物を含んだ混合ホスト材料を有すると共に、ドーパント材料を有した発光層を備えたものである。このうち、混合ホスト材料として、一般式(1)で表される化合物と一般式(2)で表される化合物の合計に対して、一般式(1)で表される化合物の割合が10質量%以上70質量%未満であることが好ましく、20質量%以上60質量%未満であることがより好ましい。また、発光性のドーパント材料が、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、白金及び金からなる群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か、又は、熱活性化遅延蛍光を含む蛍光性のドーパント材料であることがより好ましい。

【0023】

また、上記の有機電界発光素子を製造するに当たり、一般式（１）で表される化合物と一般式（２）で表される化合物とを混合して予備混合物としたのち、これを含むホスト材料を蒸着させて発光層を形成する工程を有するのが好適である。

【0024】

上記有機電界発光素子の製造方法において、前記一般式（１）で表される化合物と前記一般式（２）で表される化合物の５０％重量減少温度の差が２０℃以内であることが適する。

【0025】

素子特性向上のためには、有機層に使用する材料の電荷に対する耐久性が高いことが必要であり、特に発光層においては周辺層への励起子及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、そのためには発光層への両電荷（電子／正孔）注入量若しくは発光層中における両電荷輸送量を好ましい範囲に制御することが必要である。

【0026】

ここで、本発明で用いられる一般式（１）、及び一般式（２）で表される化合物は、共にインドロカルバゾール構造を有する。インドロカルバゾール構造は、電荷に対する高い耐久性を有することが知られている。一般式（１）で表される化合物はインドロカルバゾール構造に縮合芳香族基が連結した含窒素６員環を置換することにより、電荷、特に電子の注入輸送性が向上し、低電圧でありながら安定して駆動する有機ＥＬ素子を作製することができると考えられる。さらに、一般式（２）で表されるインドロカルバゾール化合物を混合することで、電荷、特に正孔の注入輸送性を高め、低電圧でありながら安定して駆動する有機ＥＬ素子を作製することができ、インドロカルバゾール環の結合様式や該骨格への置換基の種類・数を変えることで電荷の注入輸送性を高いレベルで制御できると考えられるため、一般式（１）で表される化合物と一般式（２）で表される化合物を組み合わせることで、有機層への両電荷注入量を好ましい範囲に調整でき、発光層中における発光領域の偏りを改善できると推測される。特に、遅延蛍光発光ＥＬ素子や燐光発光ＥＬ素子の場合にあっては、発光層で生成する励起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、低電圧でありながら、高効率、長寿命な有機ＥＬ素子を作製することが可能となったと想定される。

【発明の効果】

【0027】

したがって、本発明によれば、有機ＥＬ素子の特性を高めることができるようになり、特に、発光効率や印加電圧に関して、従来に比べて改良を図ることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図１】有機ＥＬ素子の一例を示した模式断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0029】

本発明の有機ＥＬ素子は、陽極、有機層及び陰極が積層された構造を有し、この有機層の少なくとも１層に、所定の有機電界発光素子用材料を用いて形成された発光層を備える。すなわち、この有機ＥＬ素子は、対向する陽極と陰極の間に複数の層からなる有機層を有するが、複数の層の少なくとも１層は発光層であり、発光層は複数あってもよい。そして、発光層の少なくとも一つは、互いに異なる２つのホスト材料とドーパント材料とを含んだものであり、そのうちのホスト材料のひとつは、前述した一般式（１）で表される化合物（以下、第１ホスト材料という）からなり、他方は、同じく前述の一般式（２）で表される化合物（以下、第２ホスト材料という）からなり、これらについて、好適には、発光性のドーパント材料を含有する蒸着層として発光層を形成する。

【0030】

すなわち、上記発光層に含まれる第1ホスト材料は、一般式(1)で表される化合物から選ばれ、第2ホスト材料は一般式(2)で表される化合物から選ばれる。

【0031】

一般式(1)において、XはN又はC-Ar'を表し、Xのうち少なくとも一つはNを表すが、Xのうち二つ以上がNであることが好ましく、XがすべてNであることがより好ましい。

【0032】

a、及びbは置換数を表し、それぞれ独立に、1～4の整数を表し、好ましくは1～2であり、より好ましくは1である。同じくcは置換数を表し、1～2の整数を表し、好ましくは1である。

【0033】

Z¹～Z⁴のうち、いずれか一つは、Xを含む六員環と結合する炭素原子であり、それ以外のもの、及びZ⁵～Z⁸は、それぞれ独立にC-Ar'、又はNを表し、好ましくはC-Ar'である。なお、Ar'が複数存在する場合は同一であっても異なってもよい。

【0034】

一般式(1)において、Ar、Ar'及びAr¹～Ar⁵は、それぞれ独立に、水素、重水素、ハロゲン、シアノ基、ニトロ基、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、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3～17の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が2～5個連結した連結芳香族基を示す。

【0035】

このうち、Ar¹、及びAr²は、置換若しくは未置換の炭素数6～10の芳香族炭化水素基、又はこれらの芳香族環が2～5個連結した連結芳香族基であることがより好ましい。

【0036】

またAr、Ar'及びAr³～Ar⁵は、水素、重水素、炭素数1～20のアルキル基、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3～17の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が2～5個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基であることが好ましく、水素、重水素、置換若しくは未置換の炭素数6～18の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数3～12の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が2～5個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基であることがより好ましい。

【0037】

なお、本明細書において、連結芳香族基は、芳香族炭化水素基及び／又は芳香族複素環基の芳香族環が単結合で連結した基を言う。具体的には、置換若しくは未置換の炭素数6～30の芳香族炭化水素基の芳香族環が2～5個連結するか、置換若しくは未置換の炭素数3～17の芳香族複素環基の芳香族環が2～5個連結するか、或いは、これら芳香族炭化水素基の芳香族環と芳香族複素環基の芳香族環とが2～5個連結したものを表す。これらは直鎖状に連結しても、分岐状に連結してもよく、芳香族環は同一であっても、異なってもよい。

【0038】

Ar、Ar'及びAr¹～Ar⁵がハロゲン、シアノ基、ニトロ基、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としては、メチル、エチル、プロピル、ブチル、ペンチル、シクロペンチル、ヘキシル、シクロヘキシル、ヘプチル、オクチル、ノニル、デシル、ウンデシル、

10

20

30

40

50

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、イコシル等のアルキル基、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、ピレニルメチル等のアラルキル基、ビニル、プロペニル、ブテニル、ペンテニル、デセニル、イコセニル等のアルケニル基、エチニル、プロパルギル、ブチニル、ペンチニル、デシニル、イコシニル等のアルキニル基、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、ジイコシルアミノ等のジアルキルアミノ基、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、ジピレニルアミノ等のジアリールアミノ基、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等のジアラルキルアミノ基、アセチル、プロピオニル、ブチリル、バレリル、ベンゾイル等のアシル基、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、ベンゾイルオキシ等のアシルオキシ基、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、ノニロキシ、デカニロキシ等のアルコキシ基、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等のアルコキシカルボニル基、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等のアルコキシカルボニルオキシ基、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のアルキルスルホニル基、シアノ基、ニトロ基、フルオロ基、トシル基等が挙げられる。好ましくは、メチル、エチル、プロピル、ブチル、ペンチル、シクロペンチル、ヘキシル、シクロヘキシル、ヘプチル、オクチル、ノニル、デシル、ウンデシル、又はドデシルである。

【0039】

未置換のAr、Ar'及び未置換のAr³～Ar⁵が芳香族炭化水素基、芳香族複素環基、又は連結芳香族基である場合の具体例としては、ベンゼン、ナフタレン、ピリジン、ピリミジン、トリアジン、チオフェン、イソチアゾール、チアゾール、ピリダジン、ピロール、ピラゾール、イミダゾール、トリアゾール、チアジアゾール、ピラジン、フラン、イソキサゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、キノリン、イソキノリン、キノキサリン、キナゾリン、オキサジアゾール、チアジアゾール、ベンゾトリアジン、フタラジン、テトラゾール、インドール、ベンゾフラン、ベンゾチオフェン、ベンゾオキサゾール、ベンゾチアゾール、インダゾール、ベンズイミダゾール、ベンゾトリアゾール、ベンゾイソチアゾール、ベンゾチアジアゾール、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、ジベンゾセレノフェン、カルバゾール、又はこれらが2～5連結して構成される化合物から1個のHをとって生じる芳香族基が挙げられる。好ましくは、ベンゼン、ピリジン、ピリミジン、トリアジン、チオフェン、イソチアゾール、チアゾール、ピリダジン、ピロール、ピラゾール、イミダゾール、トリアゾール、チアジアゾール、ピラジン、フラン、イソキサゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、キノリン、イソキノリン、キノキサリン、キナゾリン、オキサジアゾール、チアジアゾール、ベンゾトリアジン、フタラジン、テトラゾール、インドール、ベンゾフラン、ベンゾチオフェン、ベンゾオキサゾール、ベンゾチアゾール、インダゾール、ベンズイミダゾール、ベンゾトリアゾール、ベンゾイソチアゾール、ベンゾチアジアゾール、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、ジベンゾセレノフェン、カルバゾール、又はこれらが2～5連結して構成される化合物から1個のHをとって生じる芳香族基が挙げられる。より好ましくは、ベンゼン、ピリジン、ピリミジン、トリアジン、チオフェン、イソチアゾール、チアゾール、ピリダジン、ピロール、ピラゾール、イミダゾール、トリアゾール、チアジアゾール、ピラジン、フラン、イソキサゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、カルバゾール、又はこれらが2～5連結して構成される化合物から1個のHをとって生じる芳香族基が挙げられる。

10

20

30

40

50

【0040】

未置換の Ar^1 及び Ar^2 が芳香族炭化水素基、芳香族複素環基、又は連結芳香族基である場合の具体例としては、未置換の Ar 、及び未置換の $Ar^3 \sim Ar^5$ と同様であり、好ましくは、ベンゼン、ナフタレン、ピリジン、ピリミジン、トリアジン、チオフェン、イソチアゾール、チアゾール、ピリダジン、ピロール、ピラゾール、イミダゾール、トリアゾール、チアジアゾール、ピラジン、フラン、イソキサゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、キノリン、イソキノリン、キノキサリン、キナゾリン、オキサジアゾール、チアジアゾール、ベンゾトリアジン、フタラジン、テトラゾール、インドール、ベンゾフラン、ベンゾチオフェン、ベンゾオキサゾール、ベンゾチアゾール、インダゾール、ベンズイミダゾール、ベンゾトリアゾール、ベンゾイソチアゾール、ベンゾチアジアゾール、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、ジベンゾセレノフェン、カルバゾール、又はこれらが2～5連結して構成される化合物から1個のHをとって生じる芳香族基が挙げられる。より好ましくは、ベンゼン、ナフタレン、又はこれらが2～5連結して構成される化合物から1個のHをとって生じる芳香族基である。

10

【0041】

本明細書において、上記のような未置換の芳香族炭化水素基又は芳香族複素環基は、それぞれ置換基を有してもよい。置換基を有する場合の置換基は、シアノ基、炭素数1～10の脂肪族炭化水素基、又は炭素数12～44のジアリールアミノ基である。

ここで、置換基が炭素数1～10の脂肪族炭化水素基である場合、直鎖状、分岐状、環状であってもよい。

20

なお、置換基の数は0～5、好ましくは0～2がよい。芳香族炭化水素基及び芳香族複素環基が置換基を有する場合の炭素数の計算には、置換基の炭素数を含まない。しかし、置換基の炭素数を含んだ合計の炭素数が上記範囲を満足することが好ましい。なお、これらの基が水素原子を有する場合、該水素原子が重水素若しくはハロゲンで置換されていてもよい。

【0042】

上記置換基の具体例としては、シアノ、メチル、エチル、プロピル、i-プロピル、ブチル、t-ブチル、ペンチル、シクロペンチル、ヘキシル、シクロヘキシル、ヘプチル、オクチル、ノニル、デシル、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、ジピレニルアミノ等が挙げられる。好ましくは、シアノ、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、ジフェニルアミノ、ナフチルフェニルアミノ、又はジナフチルアミノが挙げられる。

30

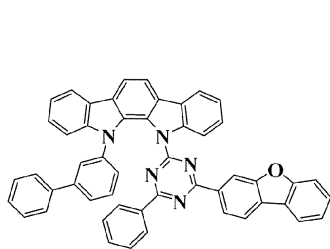
【0043】

以下に一般式(1)で表される化合物の具体例を示すが、これらに限定されない。

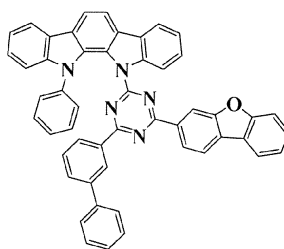
40

50

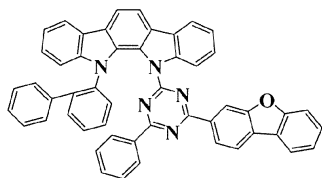
【化 5】



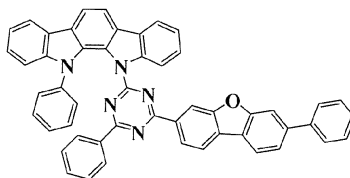
(1)-1



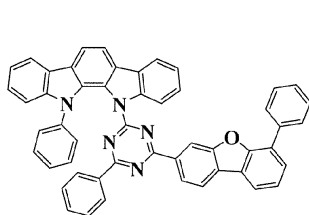
(1)-2



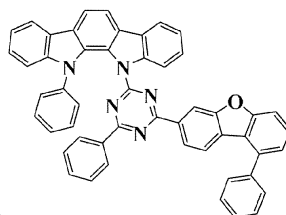
(1)-3



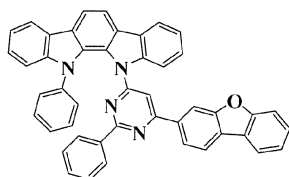
(1)-4



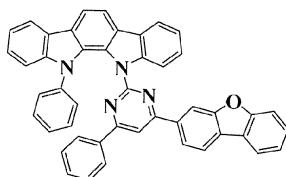
(1)-5



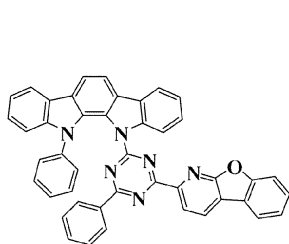
(1)-6



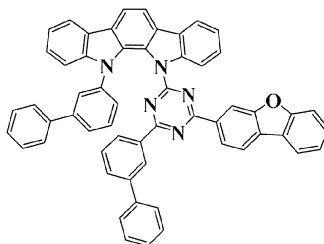
(1)-7



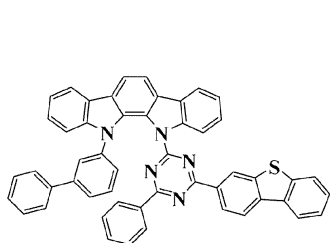
(1)-8



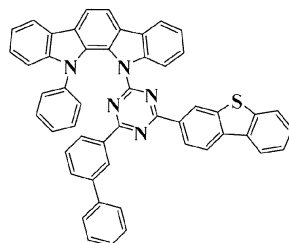
(1)-9



(1)-10



(1)-11



(1)-12

10

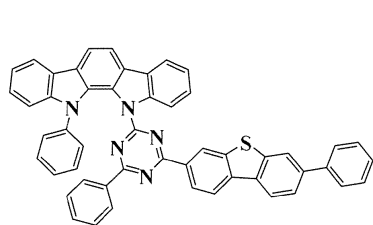
20

30

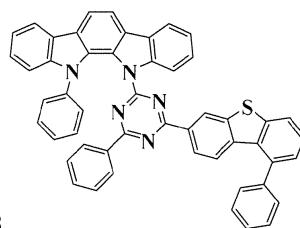
40

50

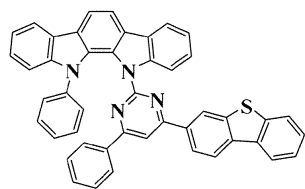
【化 6】



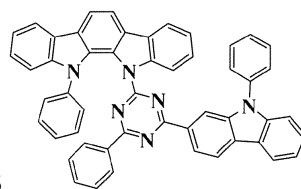
(1)-13



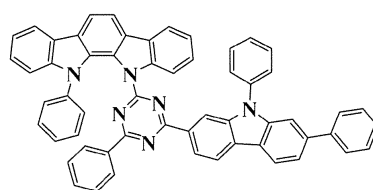
(1)-14



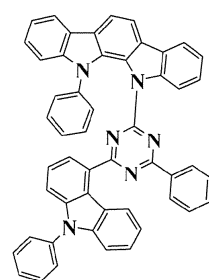
(1)-15



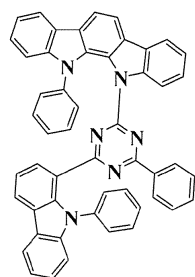
(1)-16



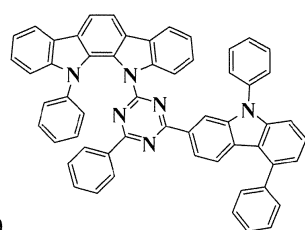
(1)-17



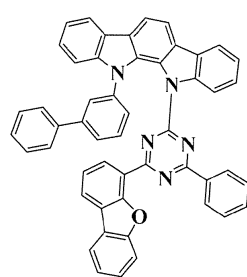
(1)-18



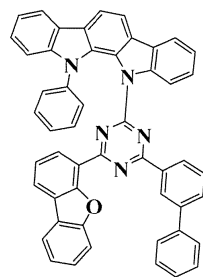
(1)-19



(1)-20



(1)-21



(1)-22

10

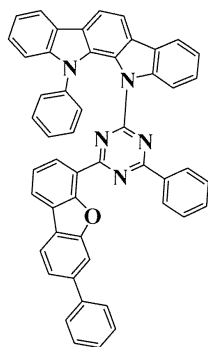
20

30

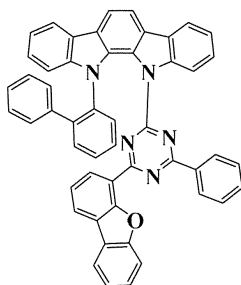
40

50

【化 7】

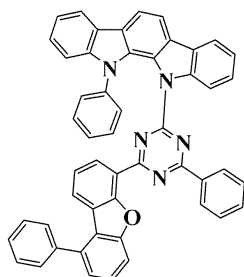


(1)-23

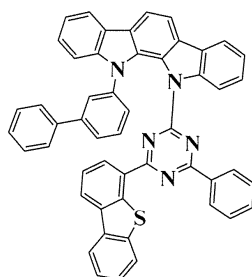


(1)-24

10

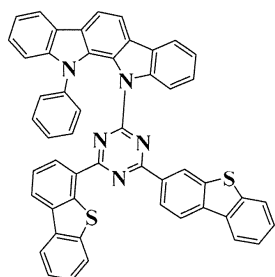


(1)-25

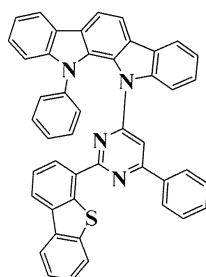


(1)-26

20

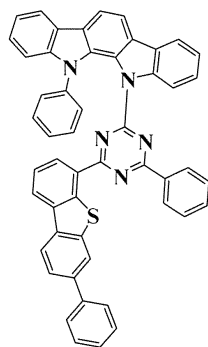


(1)-27

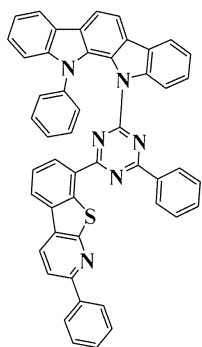


(1)-28

30



(1)-29

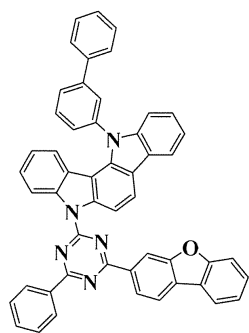


(1)-30

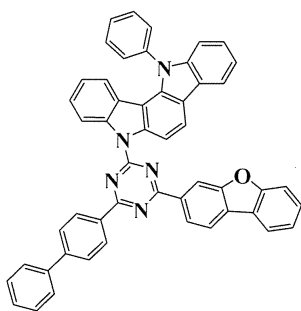
40

50

【化 8】

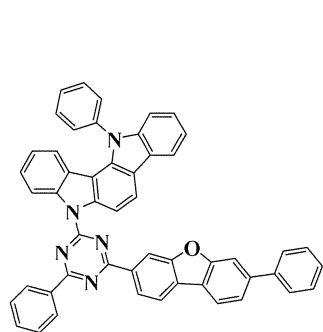


(1)-31

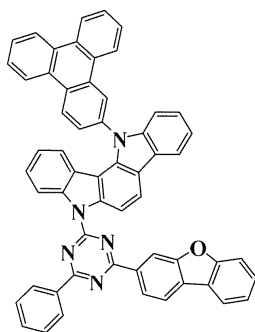


(1)-32

10

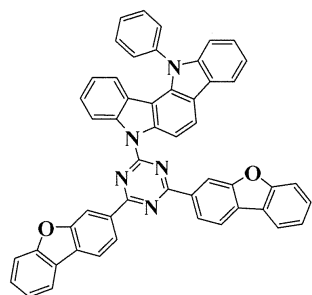


(1)-33

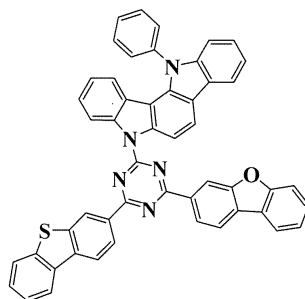


(1)-34

20

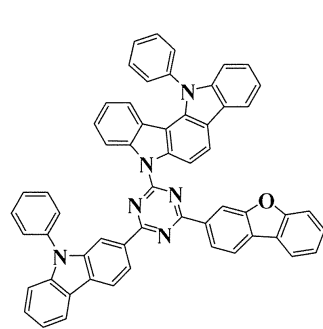


(1)-35

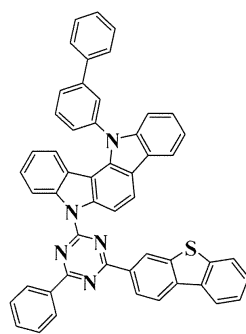


(1)-36

30



(1)-37

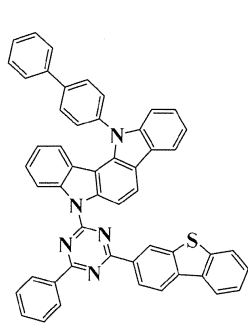


(1)-38

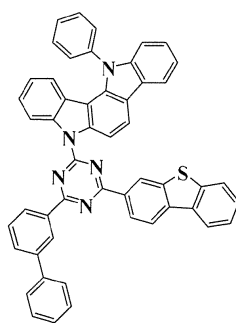
40

50

【化 9】

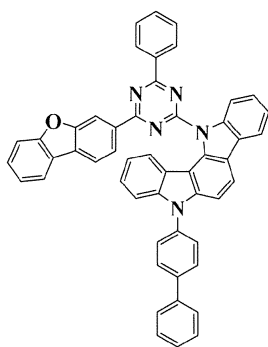


(1)-39

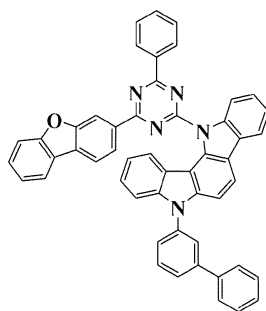


(1)-40

10

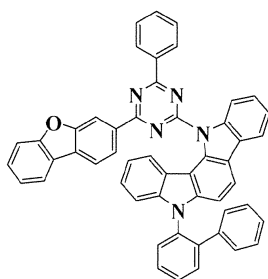


(1)-41

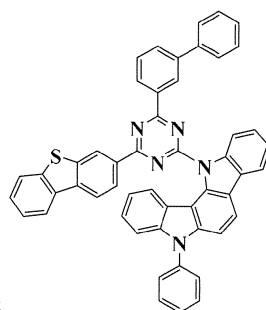


(1)-42

20

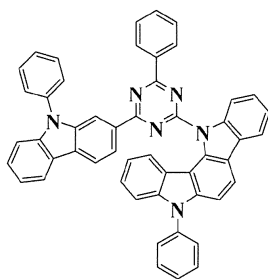


(1)-43

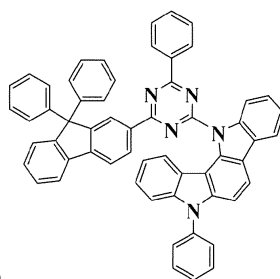


(1)-44

30



(1)-45

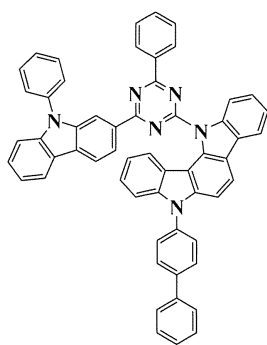


(1)-46

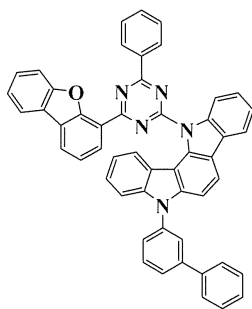
40

50

【化 10】

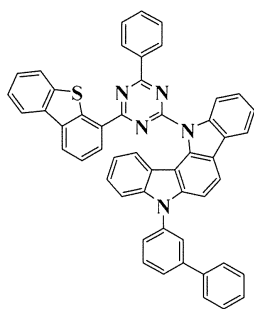


(1)-47

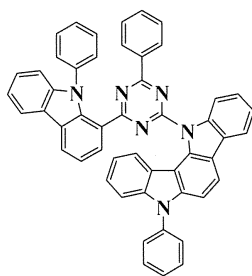


(1)-48

10

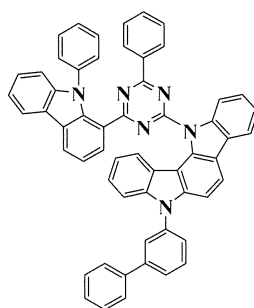


(1)-49

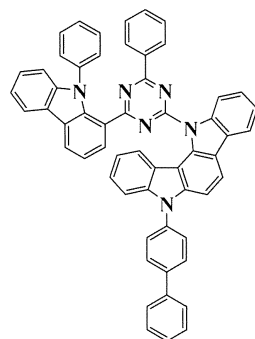


(1)-50

20

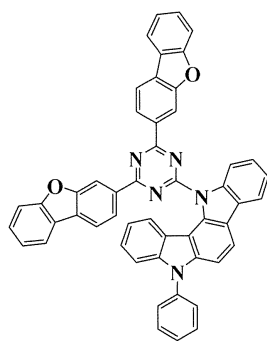


(1)-51

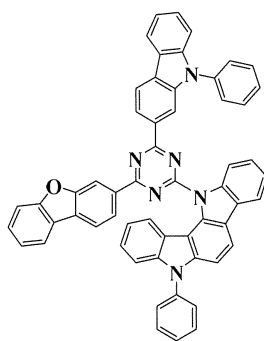


(1)-52

30



(1)-53

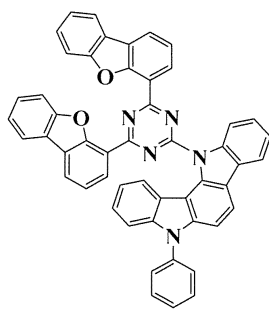


(1)-54

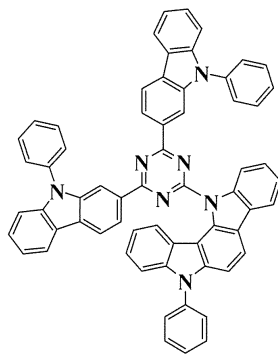
40

50

【化 1 1】

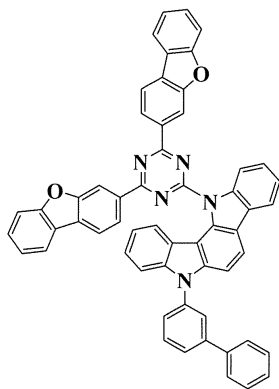


(1)-55

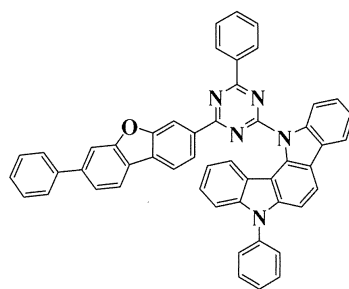


(1)-56

10

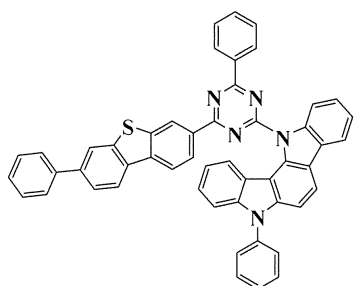


(1)-57

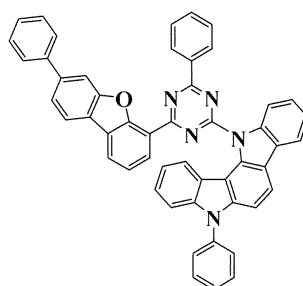


(1)-58

20

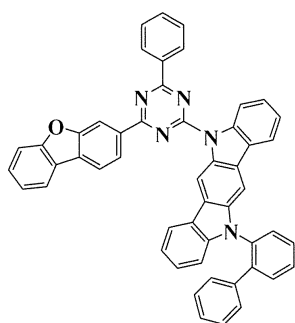


(1)-59

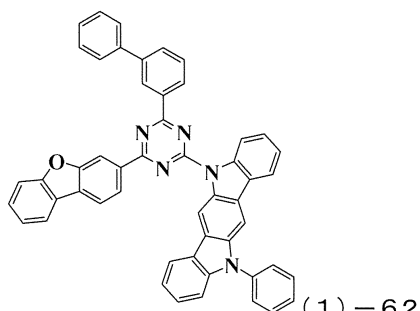


(1)-60

30



(1)-61

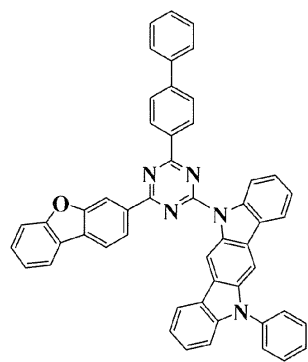


(1)-62

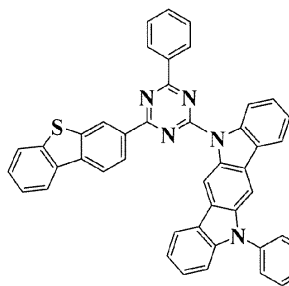
40

50

【化 1 2】

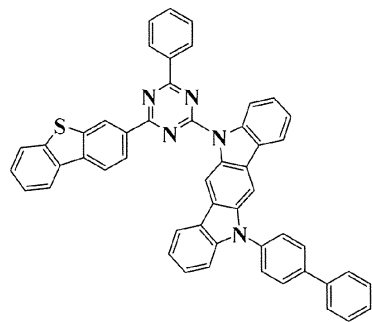


(1)-63

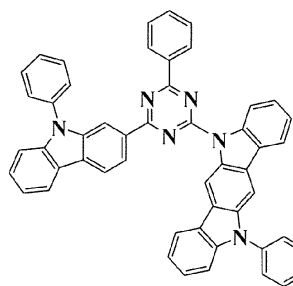


(1)-64

10

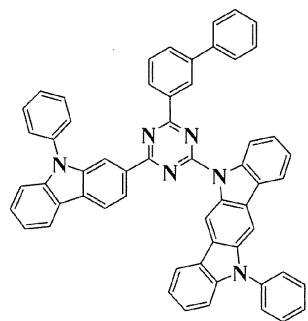


(1)-65

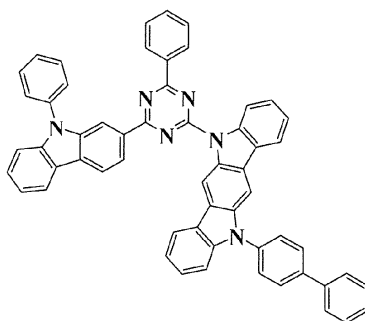


(1)-66

20

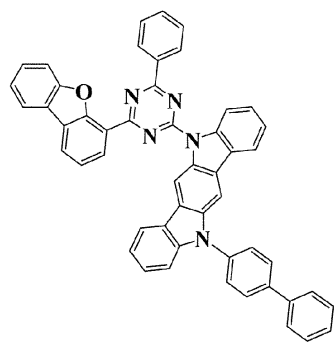


(1)-67

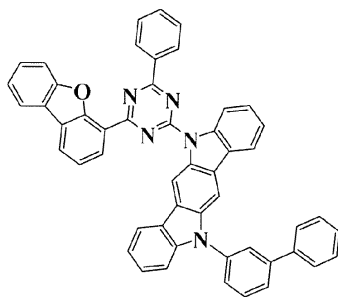


(1)-68

30



(1)-69

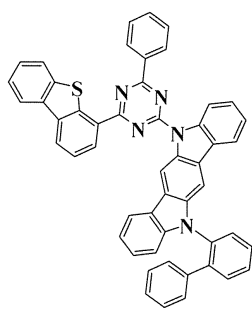


(1)-70

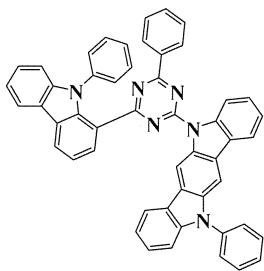
40

50

【化 1 3】

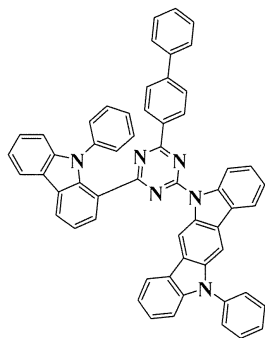


(1)-71

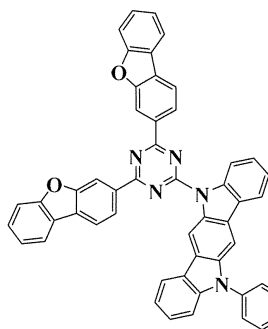


(1)-72

10

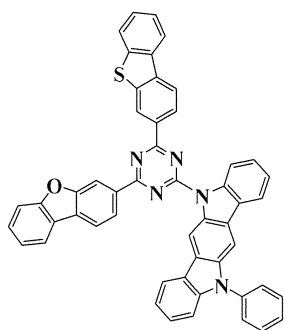


(1)-73

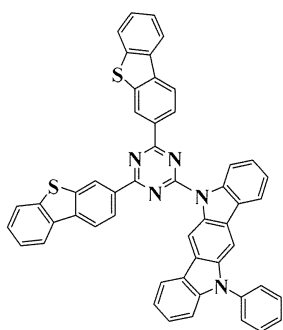


(1)-74

20

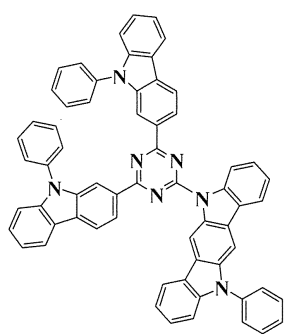


(1)-75

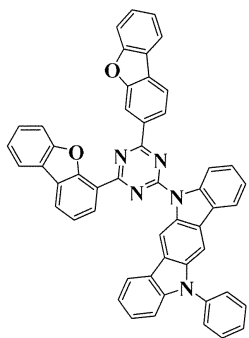


(1)-76

30



(1)-77

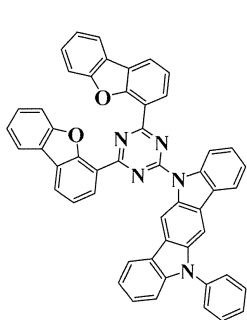


(1)-78

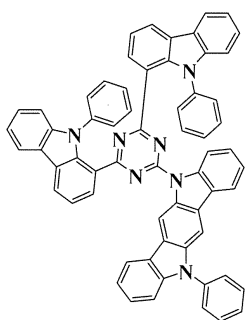
40

50

【化 1 4】

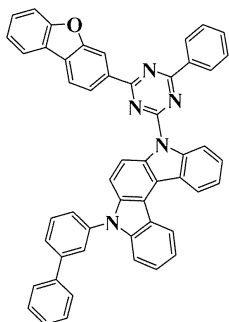


(1)-79

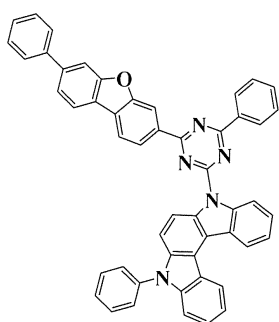


(1)-80

10

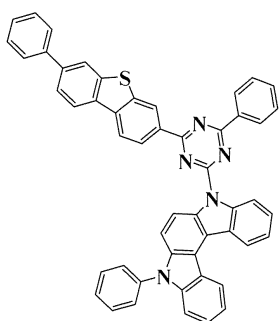


(1)-81

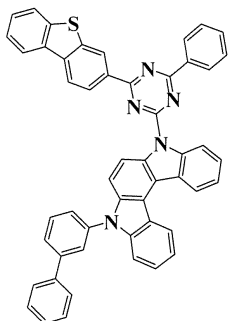


(1)-82

20

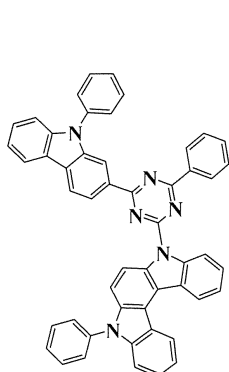


(1)-83

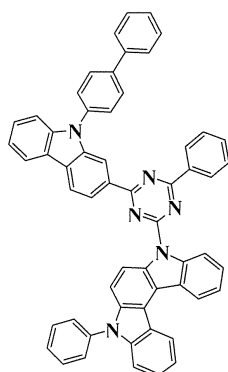


(1)-84

30



(1)-85

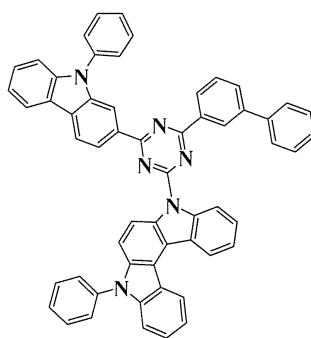
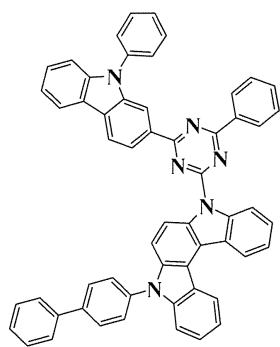


(1)-86

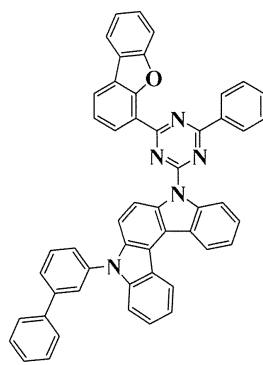
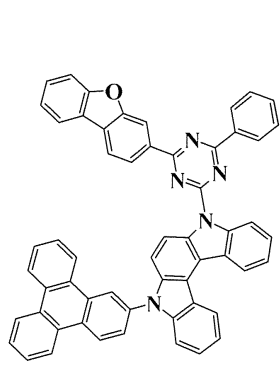
40

50

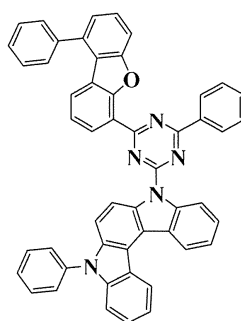
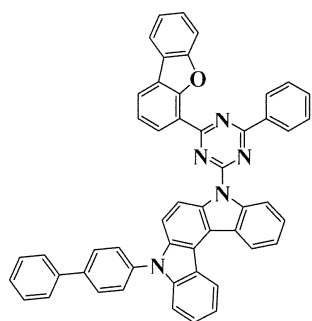
【化 1 5】



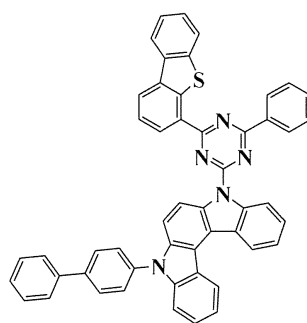
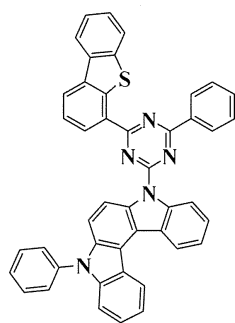
10



20



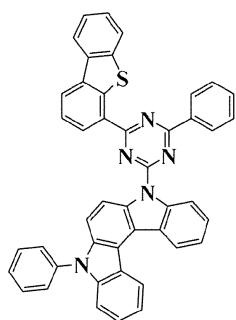
30



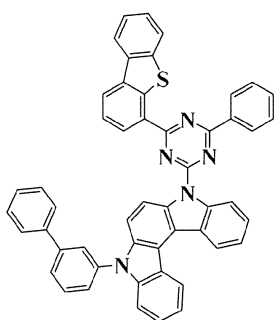
40

50

【化 1 6】

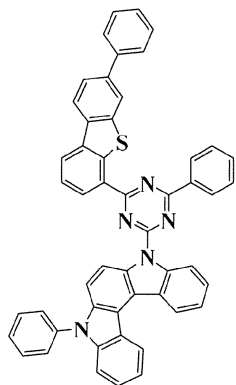


(1)-95

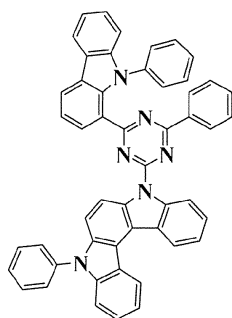


(1)-96

10

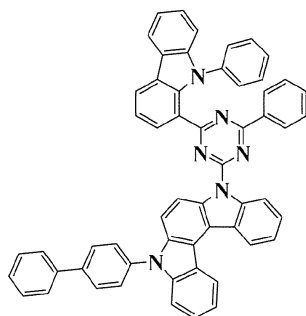


(1)-98

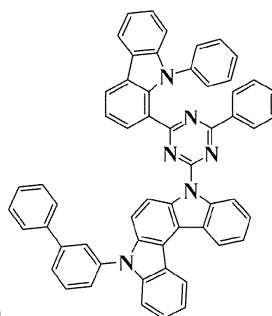


(1)-99

20

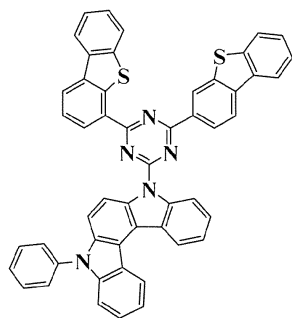


(1)-100

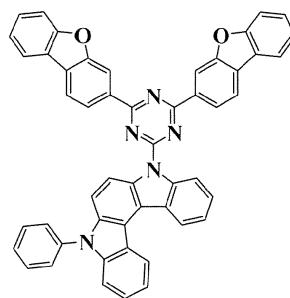


(1)-101

30



(1)-102

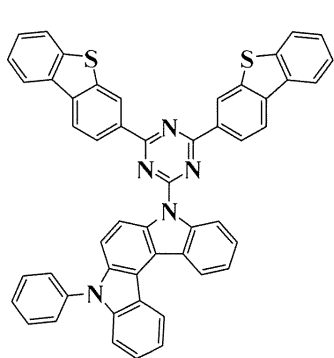


(1)-103

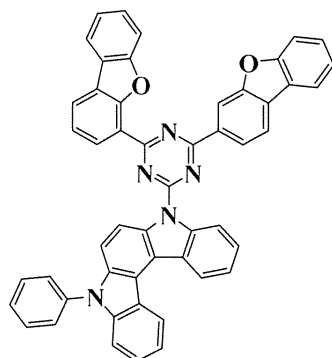
40

50

【化 17】

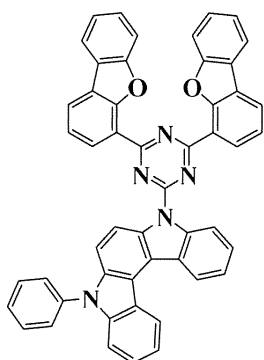


(1)-104

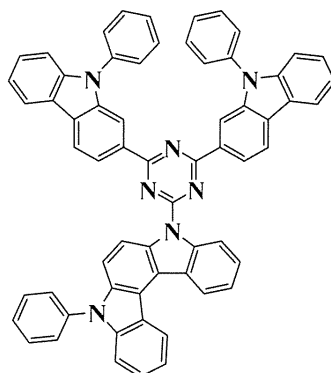


(1)-105

10

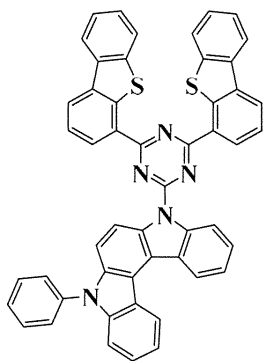


(1)-106

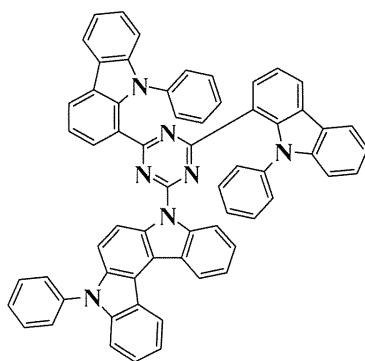


(1)-107

20

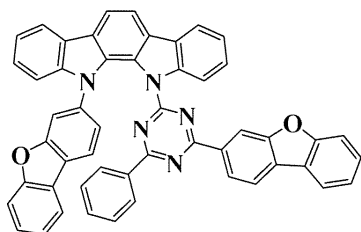


(1)-108

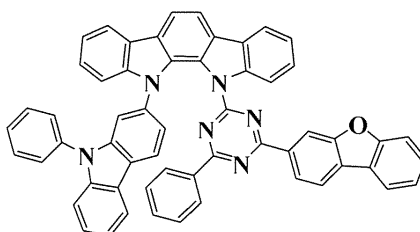


(1)-109

30



(1)-110

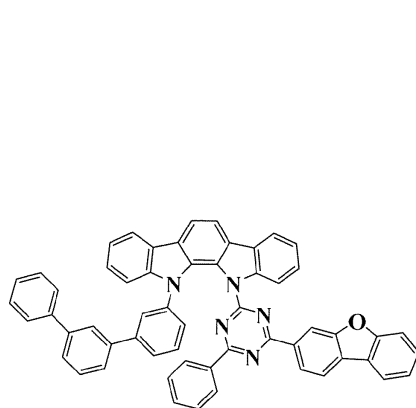


(1)-111

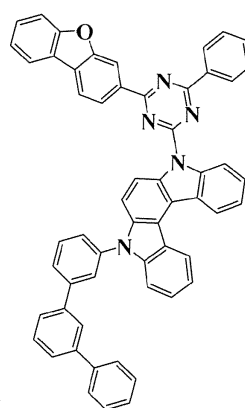
40

50

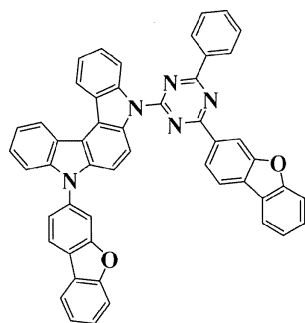
【化 1 8】



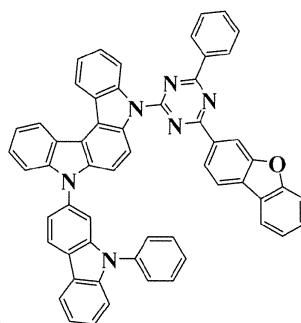
(1)-112



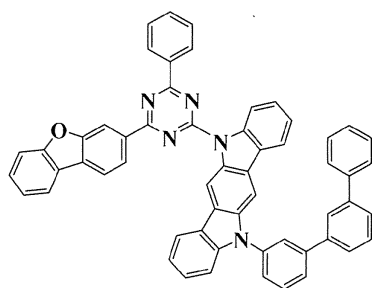
(1)-113



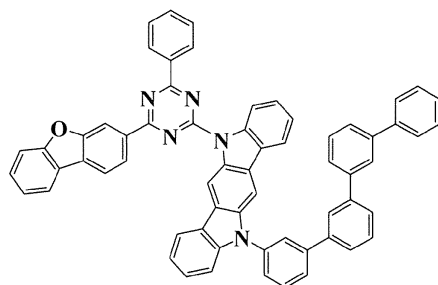
(1)-114



(1)-115



(1)-116



(1)-117

【0044】

一般式(2)において、 Ar^6 、及び Ar^7 は、それぞれ独立に、水素、重水素、ハロゲン、シアノ基、ニトロ基、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、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3~17の芳香族複素環基、又はこれらの芳香

族炭化水素基及び芳香族複素環基が2～5個連結した連結芳香族基であり、置換若しくは未置換の炭素数6～18の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数6～17の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族炭化水素基及び芳香族複素環基が2～5個連結した連結芳香族基であることが好ましく、 Ar^6 、及び Ar^7 のうち、少なくとも一方は、一つ以上の置換若しくは未置換の炭素数6～17の芳香族複素環を含むことがより好ましい。

【0045】

未置換の Ar^6 、及び Ar^7 が芳香族炭化水素基、芳香族複素環基、又は連結芳香族基である場合の具体例としては、ベンゼン、ナフタレン、ピリジン、ピリミジン、チオフェン、イソチアゾール、チアゾール、ピリダジン、ピロール、ピラゾール、イミダゾール、トリアゾール、チアジアゾール、ピラジン、フラン、イソキサゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、キノリン、イソキノリン、キノキサリン、キナゾリン、オキサジアゾール、チアジアゾール、ベンゾトリアジン、フタラジン、テトラゾール、インドール、ベンゾフラン、ベンゾチオフェン、ベンゾオキサゾール、ベンゾチアゾール、インダゾール、ベンズイミダゾール、ベンゾトリアゾール、ベンゾイソチアゾール、ベンゾチアジアゾール、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、ジベンゾセレノフェン、カルバゾール、又はこれらが2～5連結して構成される化合物から1個のHをとって生じる芳香族基が挙げられる。好ましくは、ベンゼン、ナフタレン、トリフェニレン、ピリジン、ピリミジン、チオフェン、イソチアゾール、チアゾール、ピリダジン、ピロール、ピラゾール、イミダゾール、トリアゾール、チアジアゾール、ピラジン、フラン、イソキサゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、キノリン、イソキノリン、キノキサリン、キナゾリン、オキサジアゾール、チアジアゾール、ベンゾトリアジン、フタラジン、テトラゾール、インドール、ベンゾフラン、ベンゾチオフェン、ベンゾオキサゾール、ベンゾチアゾール、インダゾール、ベンズイミダゾール、ベンゾトリアゾール、ベンゾイソチアゾール、ベンゾチアジアゾール、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、ジベンゾセレノフェン、カルバゾール、又はこれらが2～5連結して構成される化合物から1個のHをとって生じる芳香族基が挙げられる。より好ましくは、ベンゼン、カルバゾール、又はこれらが2～5連結して構成される化合物から1個のHをとって生じる芳香族基が挙げられる。

【0046】

d、及びeは置換数を表し、それぞれ1～4の整数を表し、好ましくは1～2であり、より好ましくは1である。同じく、fは置換数を表し、1～2の整数を表し、好ましくは1である。

【0047】

Ar^8 は、それぞれ独立に、水素、重水素、ハロゲン、シアノ基、ニトロ基、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、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3～17の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が2～5個連結した連結芳香族基を示す。

【0048】

また Ar^8 は、水素、重水素、炭素数1～20のアルキル基、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3～17の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が2～5個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基であることが好ましく、水素、重水素、置換若しくは未置換の炭素数6～18の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数3～12の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が2～5個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基であることがより好ましい。

【0049】

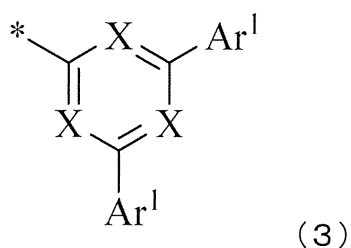
Ar^8 の具体例としては、 Ar で述べた場合と同様である。

【0050】

Ar⁶、及びAr⁷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としては、Ar、Ar' 及びAr¹～Ar⁵の場合と同様である。なお、本発明においては、2つのホスト材料を含んだ発光層を形成するため、一般式(1)で表される化合物と一般式(2)で表される化合物とは互いに異なるものである。そのため、両者が重複することを避ける趣旨からすれば、一般式(2)におけるAr⁶、及びAr⁷が下記式(3)で表されることはない。

10

【化19】



20

〔ここで、*は、一般式(2)との連結位置を表し、X及びAr¹は一般式(1)と同義である。〕

【0051】

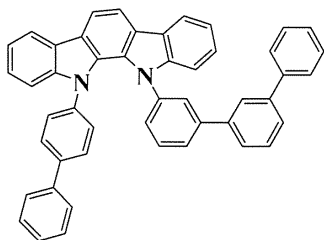
以下に一般式(2)で表される化合物の具体例を示すが、これらに限定されない。

30

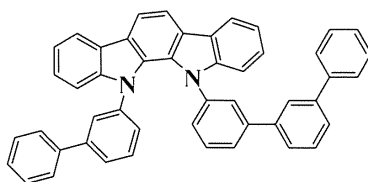
40

50

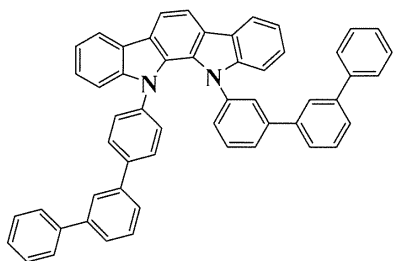
【化 2 0】



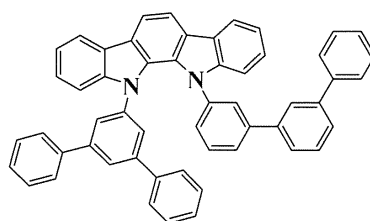
(2)-1



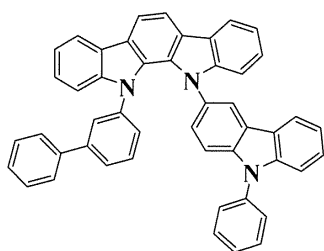
(2)-2



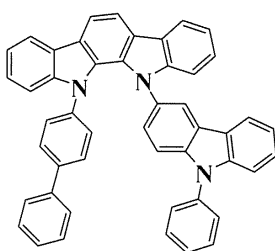
(2)-3



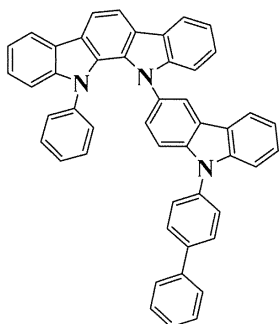
(2)-4



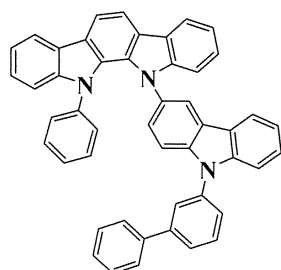
(2)-5



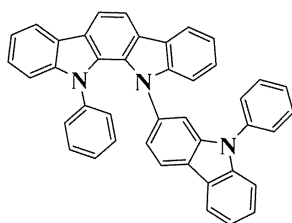
(2)-6



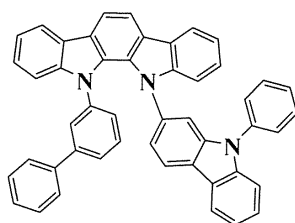
(2)-7



(2)-8



(2)-9



(2)-10

10

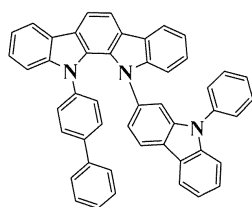
20

30

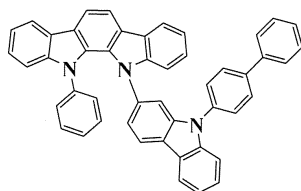
40

50

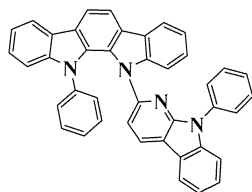
【化 2 1】



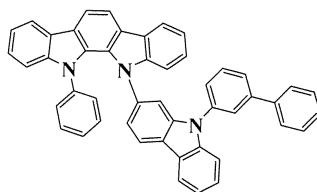
(2)-11



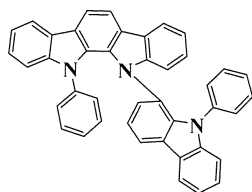
(2)-12



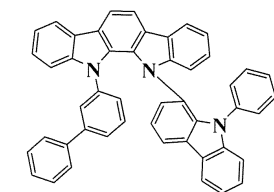
(2)-13



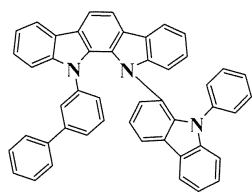
(2)-14



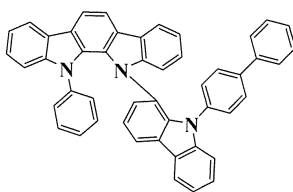
(2)-15



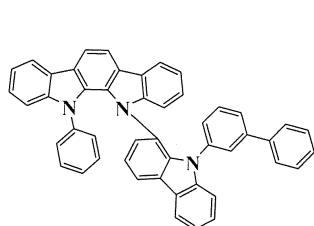
(2)-16



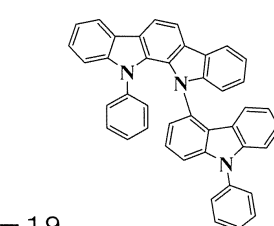
(2)-17



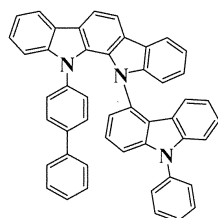
(2)-18



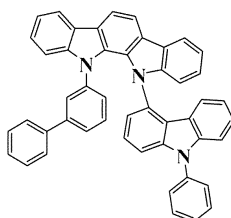
(2)-19



(2)-20



(2)-21



(2)-22

10

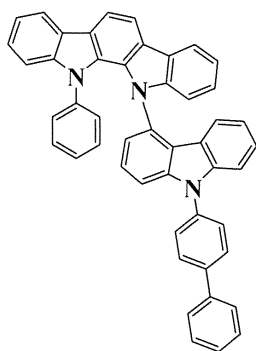
20

30

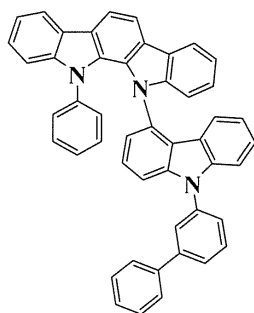
40

50

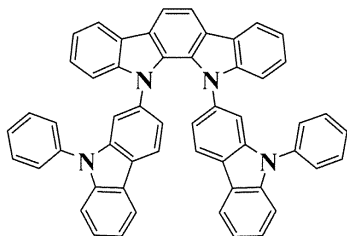
【化 2 2】



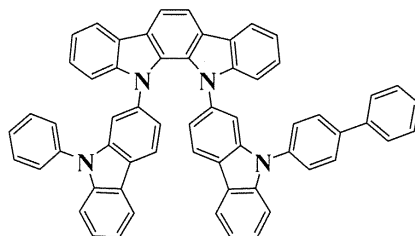
(2)-23



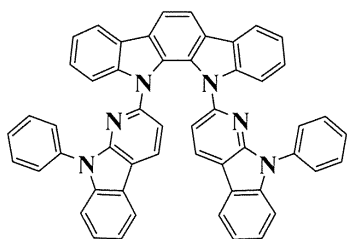
(2)-24



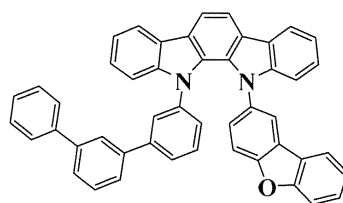
(2)-25



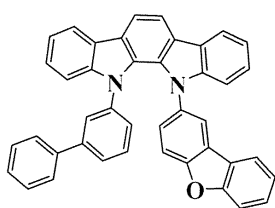
(2)-26



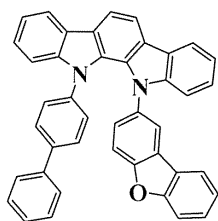
(2)-27



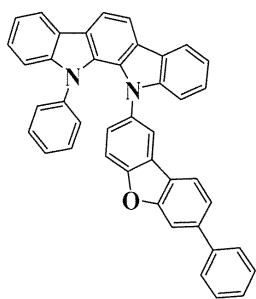
(2)-28



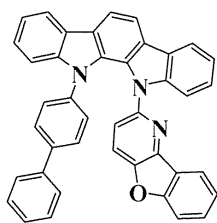
(2)-29



(2)-30



(2)-31



(2)-32

10

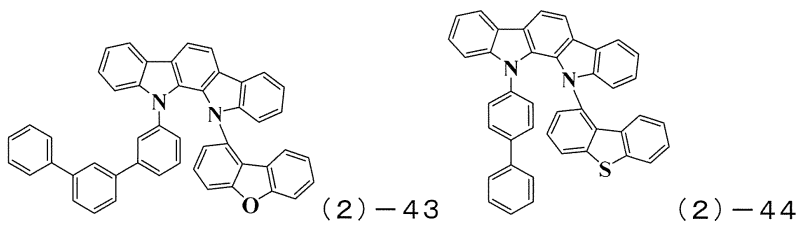
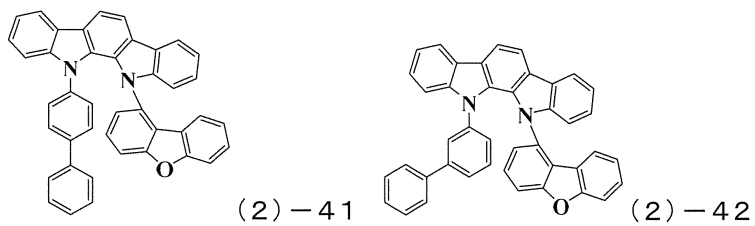
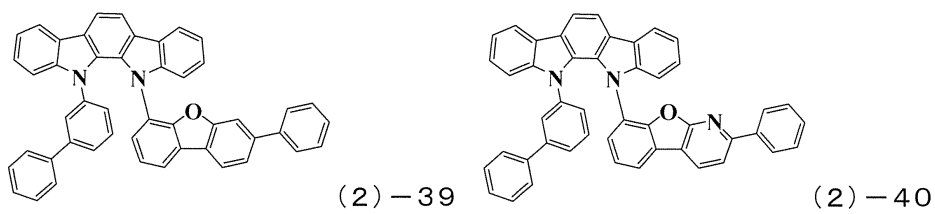
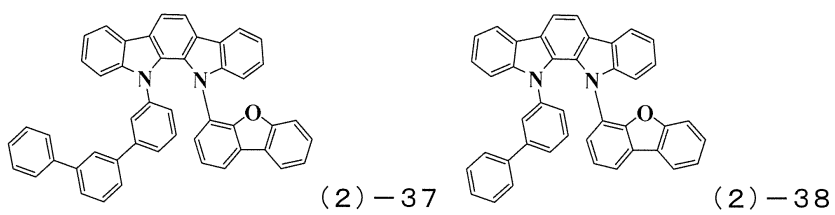
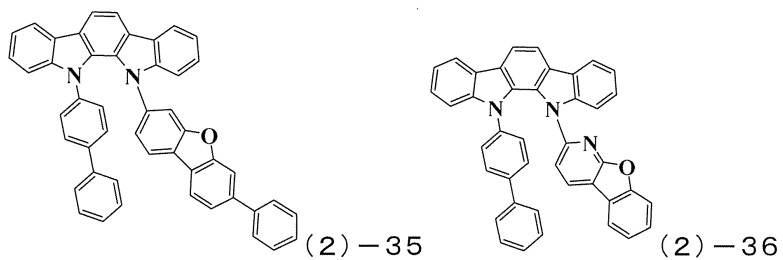
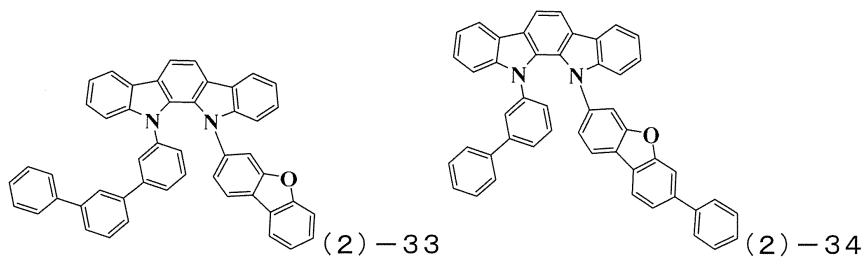
20

30

40

50

【化 2 3】



10

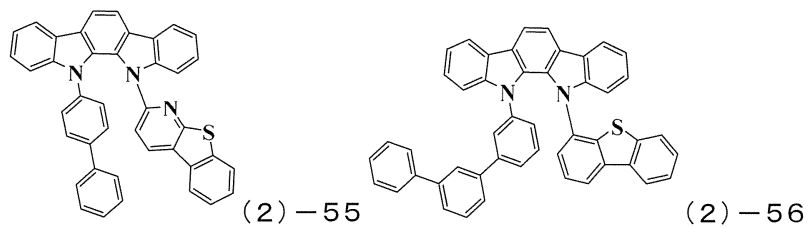
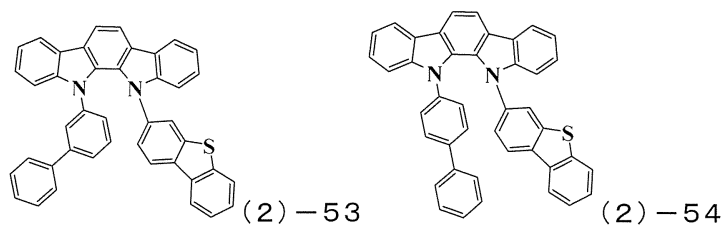
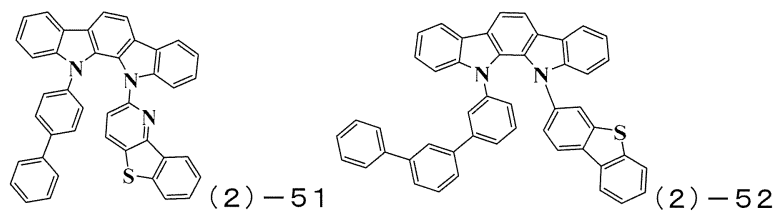
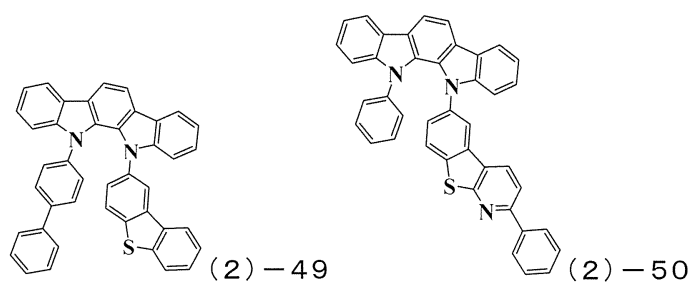
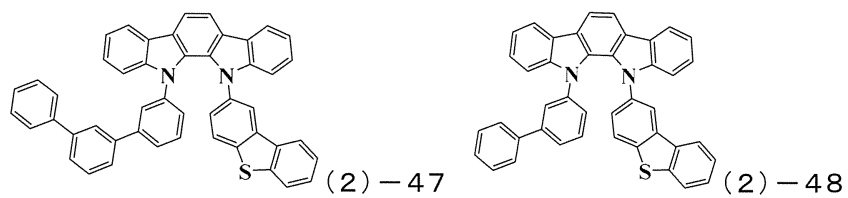
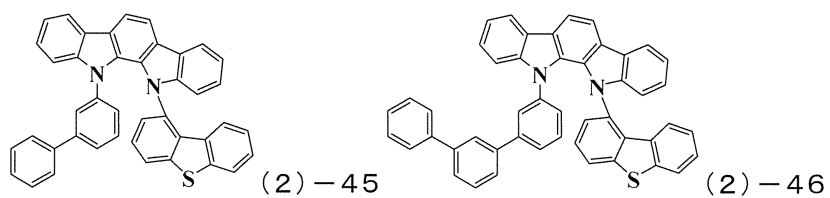
20

30

40

50

【化 2 4】



10

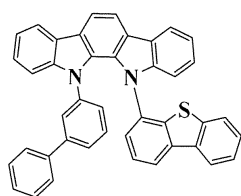
20

30

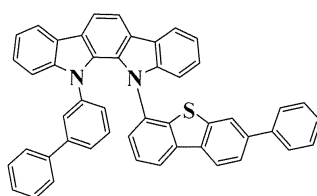
40

50

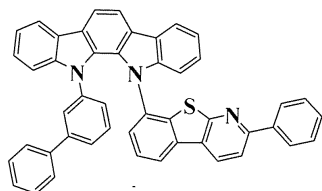
【化 2 5】



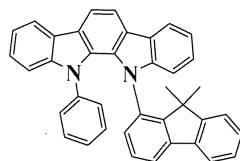
(2)-57



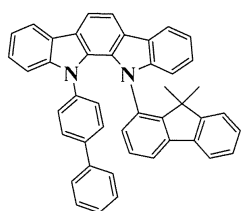
(2)-58



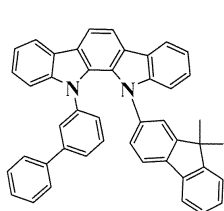
(2)-59



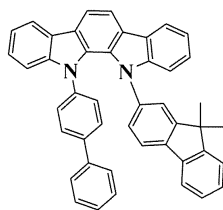
(2)-60



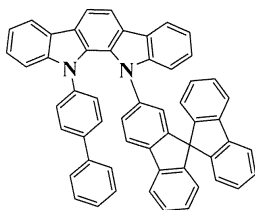
(2)-61



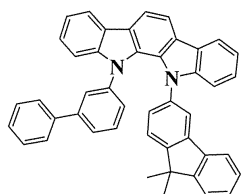
(2)-62



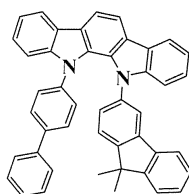
(2)-63



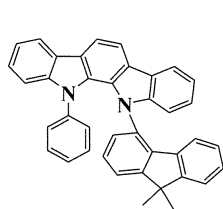
(2)-64



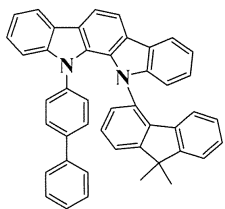
(2)-65



(2)-66



(2)-67



(2)-68

10

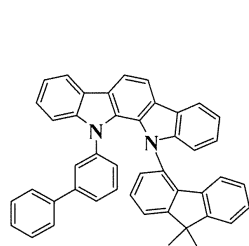
20

30

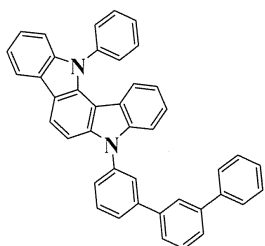
40

50

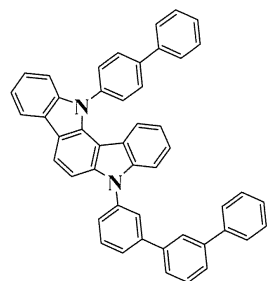
【化 2 6】



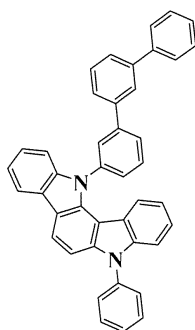
(2)-69



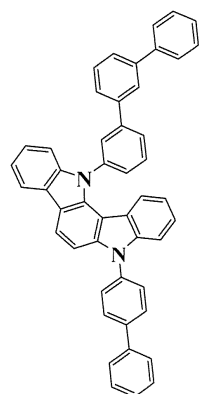
(2)-70



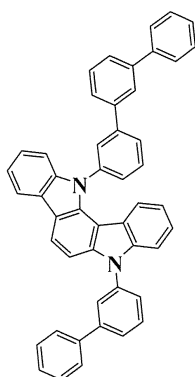
(2)-71



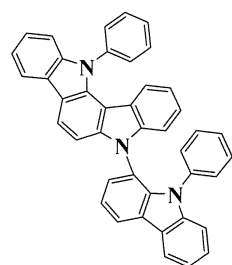
(2)-72



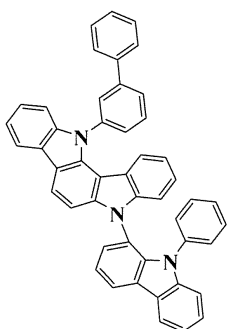
(2)-73



(2)-74



(2)-75



(2)-76

10

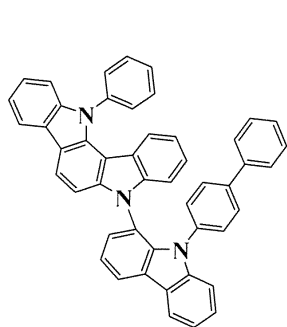
20

30

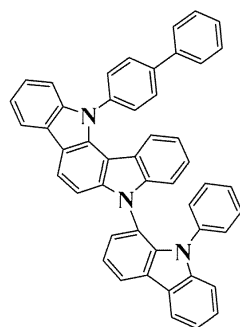
40

50

【化 2 7】

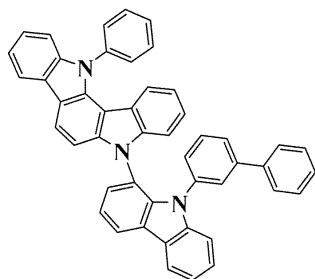


(2)-77

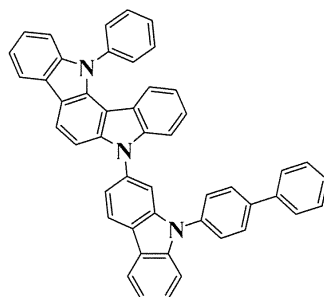


(2)-78

10

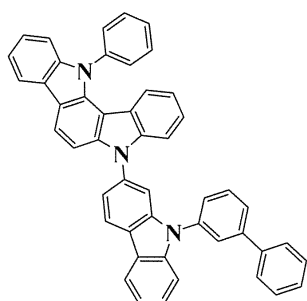


(2)-79

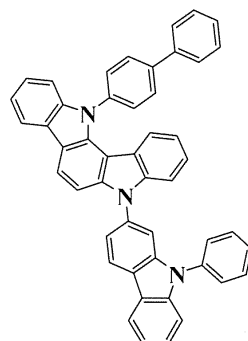


(2)-80

20

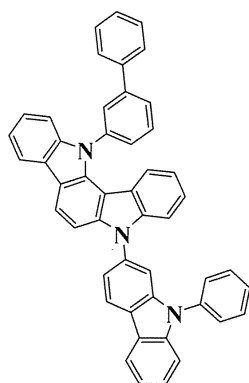


(2)-81

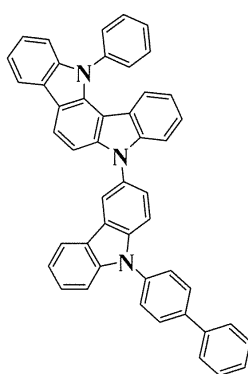


(2)-82

30



(2)-83

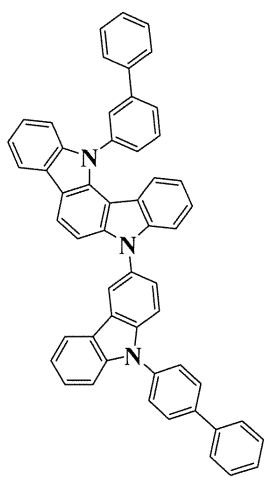


(2)-84

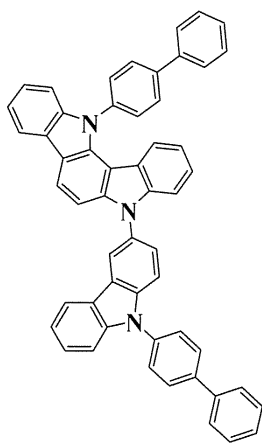
40

50

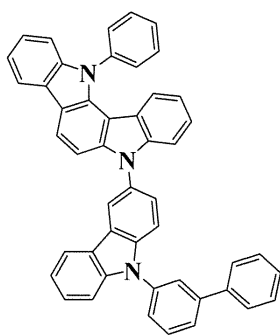
【化 2 8】



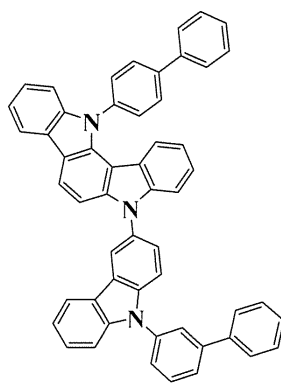
(2)-85



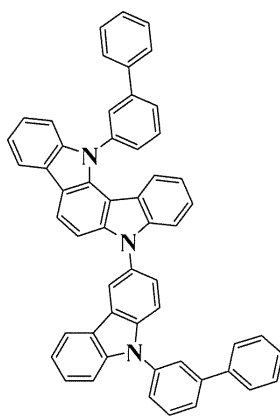
(2)-86



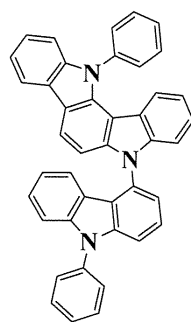
(2)-87



(2)-88



(2)-89



(2)-90

10

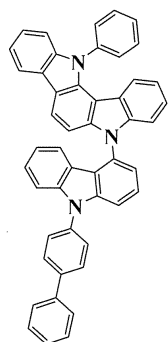
20

30

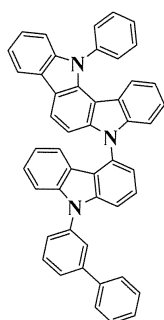
40

50

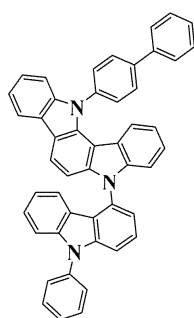
【化 2 9】



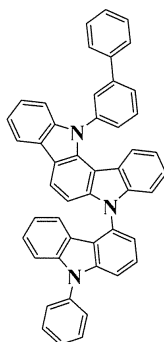
(2)-91



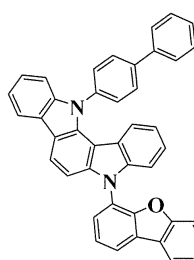
(2)-92



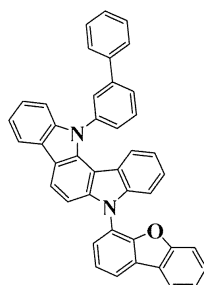
(2)-93



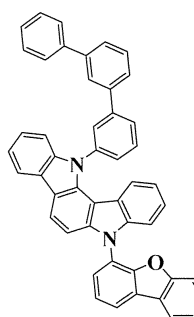
(2)-94



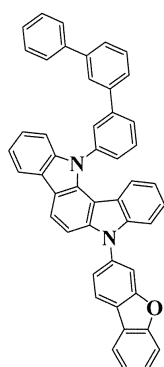
(2)-95



(2)-96



(2)-97



(2)-98

10

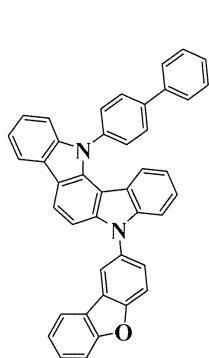
20

30

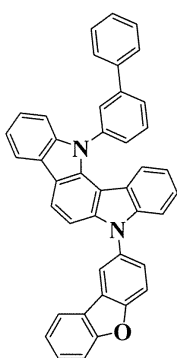
40

50

【化 3 0】

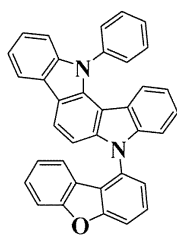


(2)-99

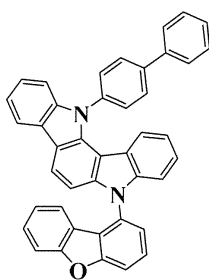


(2)-100

10

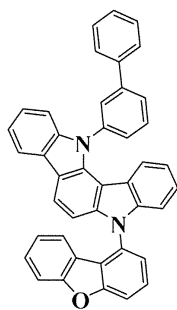


(2)-101

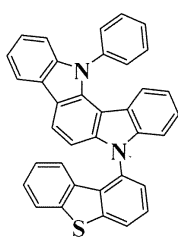


(2)-102

20

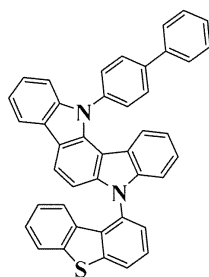


(2)-103

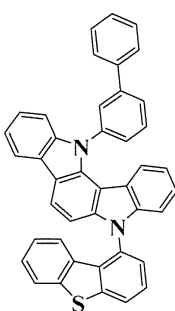


(2)-104

30



(2)-105

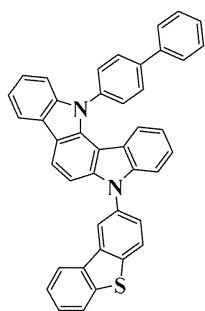


(2)-106

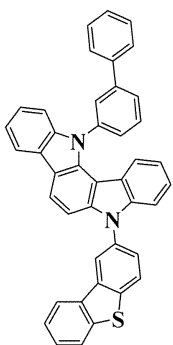
40

50

【化 3 1】

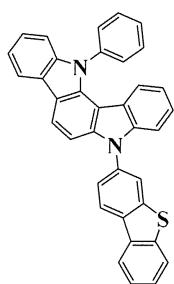


(2)-107

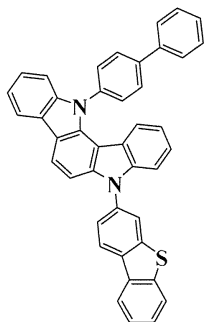


(2)-108

10

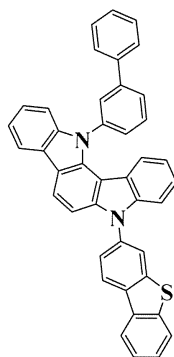


(2)-109

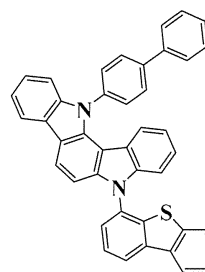


(2)-110

20

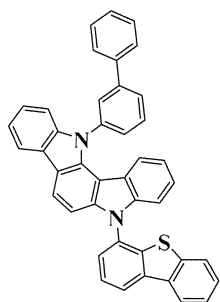


(2)-111

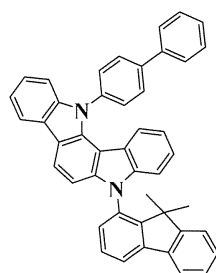


(2)-112

30



(2)-113

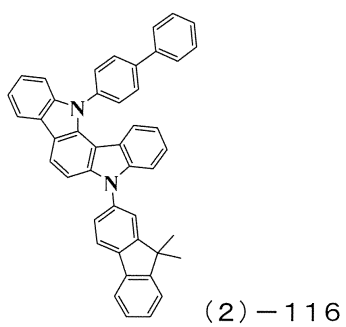
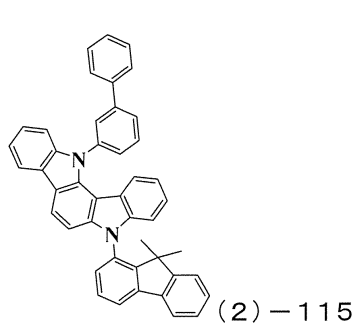


(2)-114

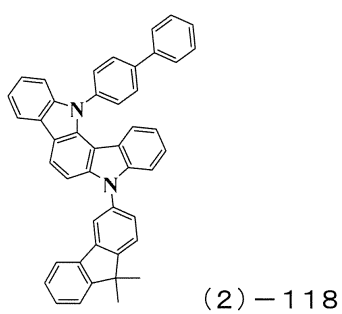
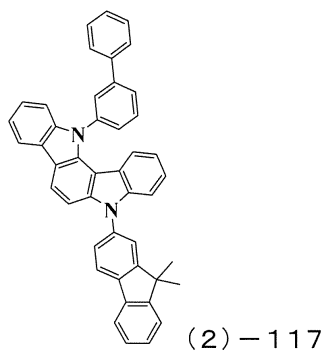
40

50

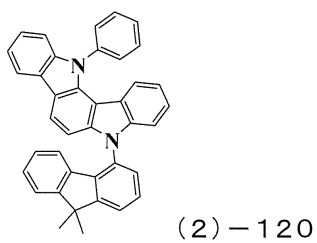
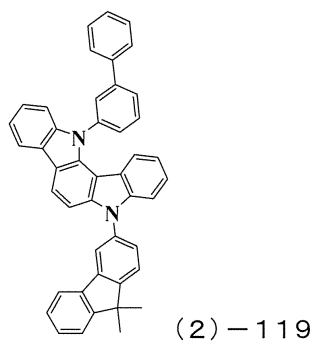
【化 3 2】



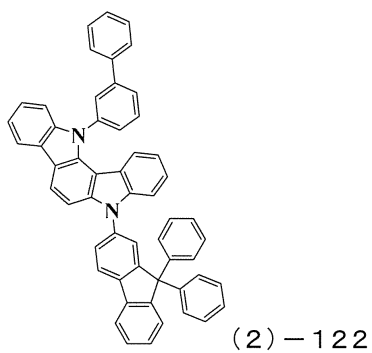
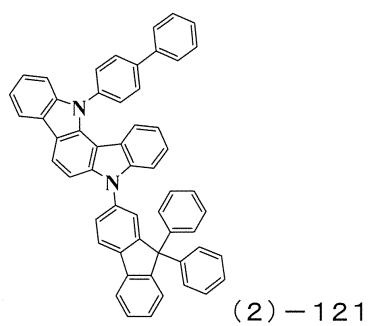
10



20



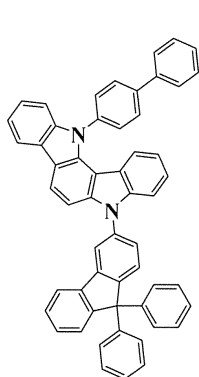
30



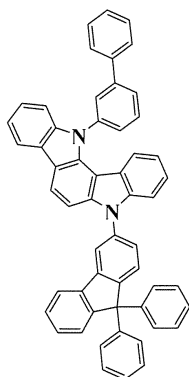
40

50

【化 3 3】

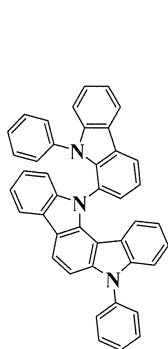


(2)-123

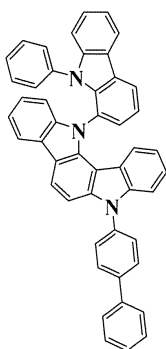


(2)-124

10

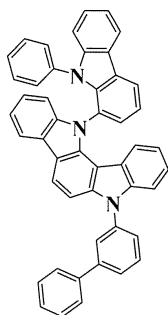


(2)-125

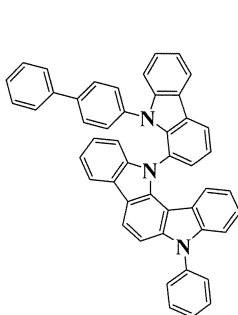


(2)-126

20

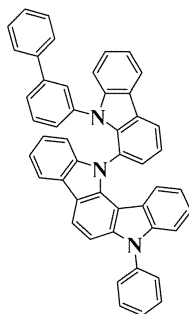


(2)-127

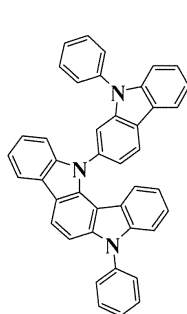


(2)-128

30



(2)-129

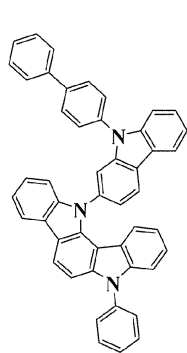


(2)-130

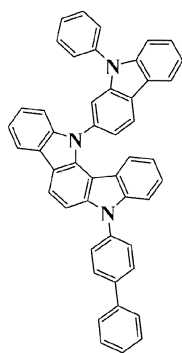
40

50

【化 3 4】

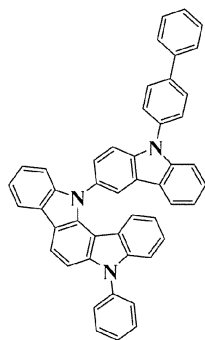


(2)-131

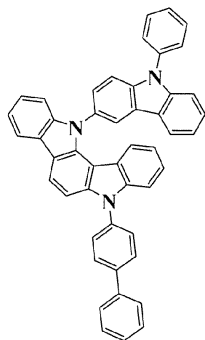


(2)-132

10

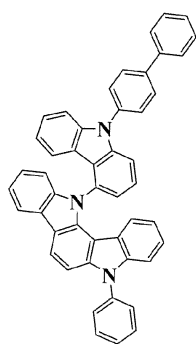


(2)-133

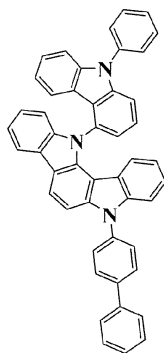


(2)-134

20

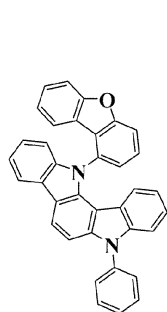


(2)-135

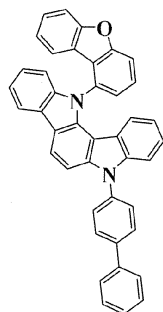


(2)-136

30



(2)-137

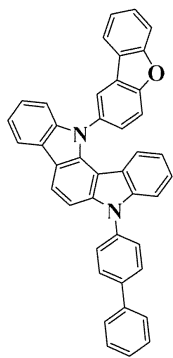


(2)-138

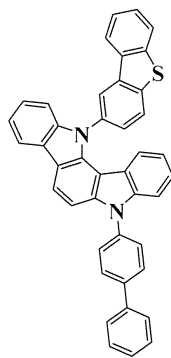
40

50

【化 3 5】

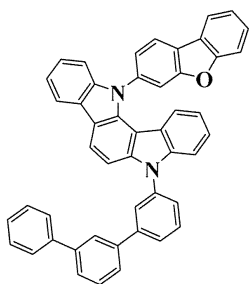


(2)-139

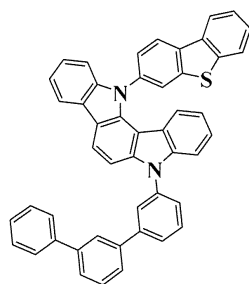


(2)-140

10

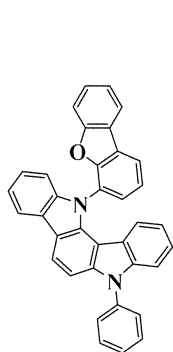


(2)-141

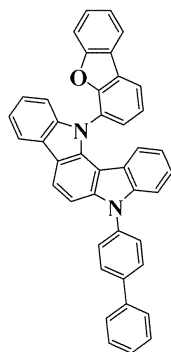


(2)-142

20

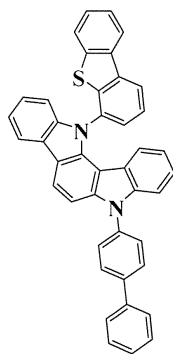


(2)-143

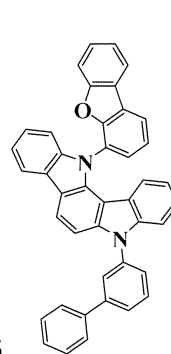


(2)-144

30



(2)-145

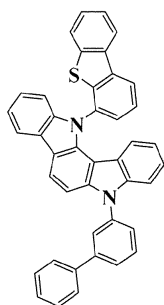


(2)-146

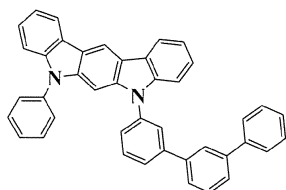
40

50

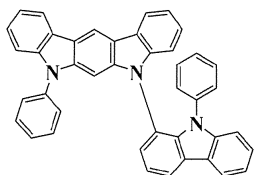
【化 3 6】



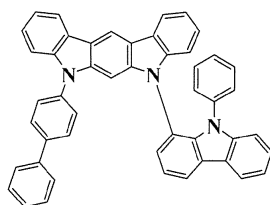
(2)-147



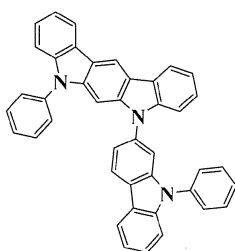
(2)-148



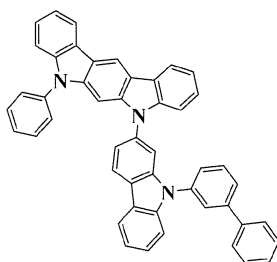
(2)-149



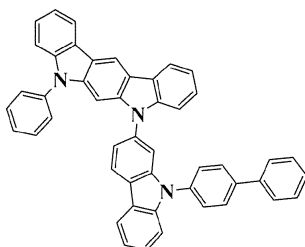
(2)-150



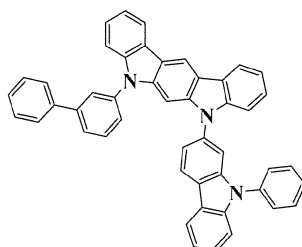
(2)-151



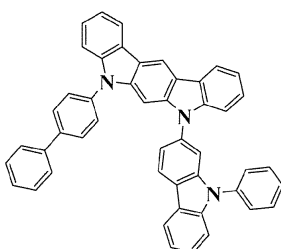
(2)-152



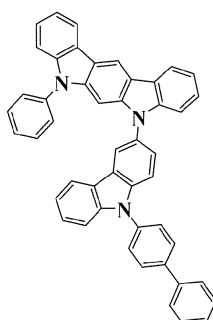
(2)-153



(2)-154



(2)-155



(2)-156

10

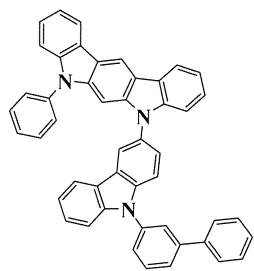
20

30

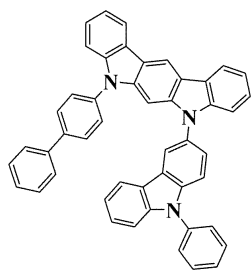
40

50

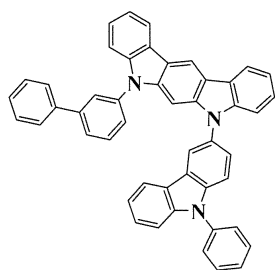
【化 3 7】



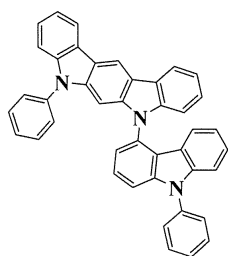
(2)-157



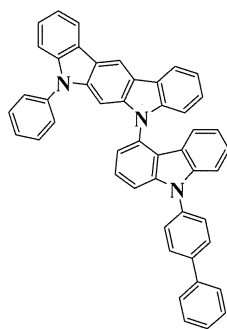
(2)-158



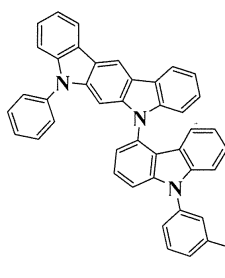
(2)-159



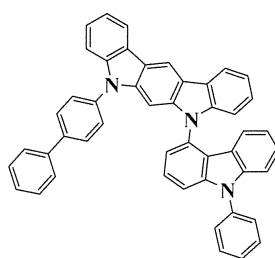
(2)-160



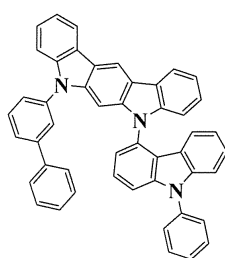
(2)-161



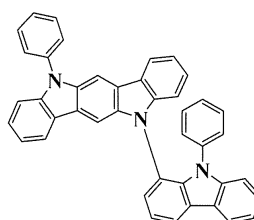
(2)-162



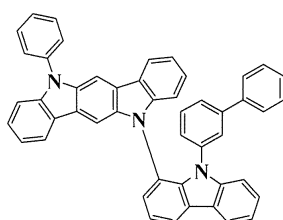
(2)-163



(2)-164



(2)-165



(2)-166

10

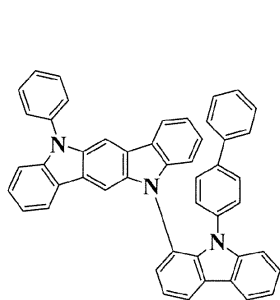
20

30

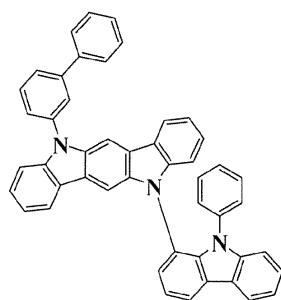
40

50

【化 3 8】

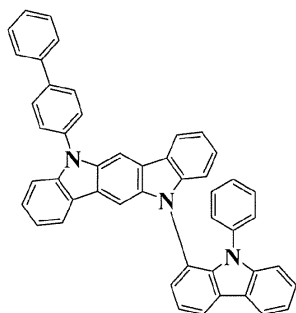


(2)-167

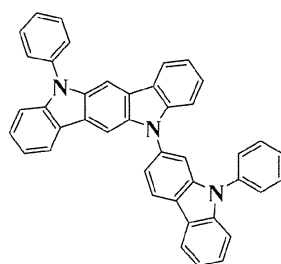


(2)-168

10

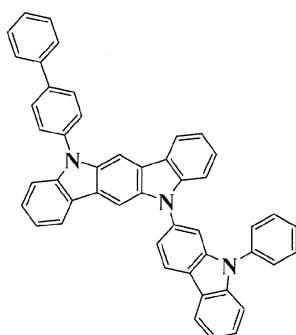


(2)-169

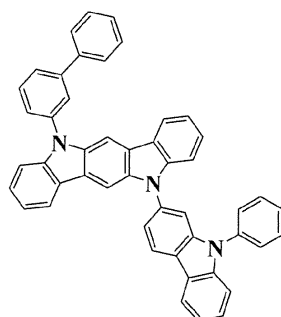


(2)-170

20

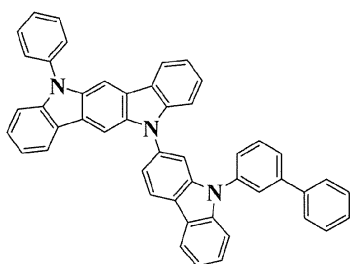


(2)-171

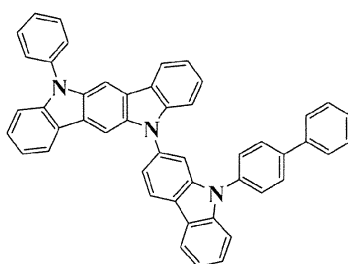


(2)-172

30



(2)-173

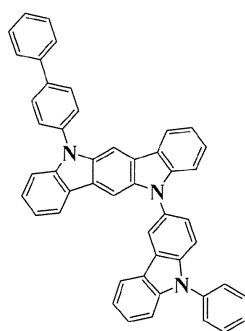


(2)-174

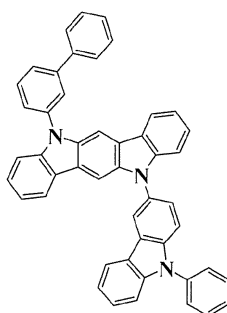
40

50

【化 3 9】

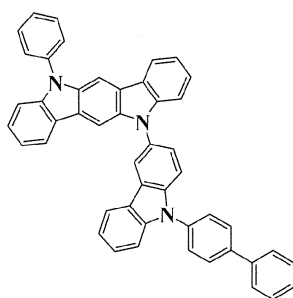


(2)-175

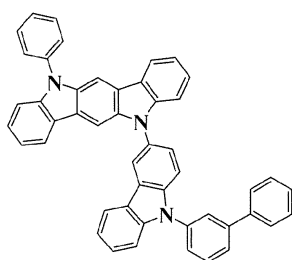


(2)-176

10

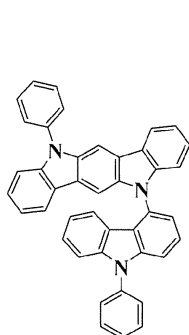


(2)-177

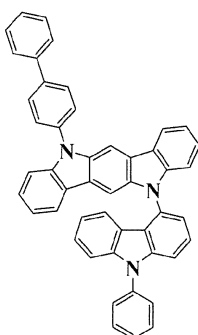


(2)-178

20

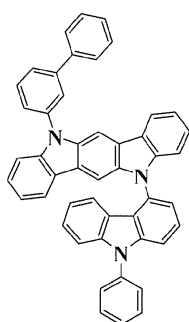


(2)-179

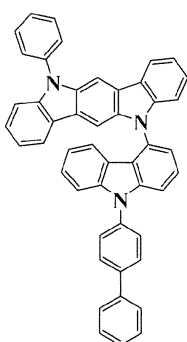


(2)-180

30



(2)-181

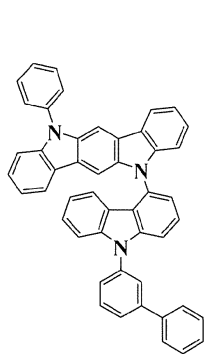


(2)-182

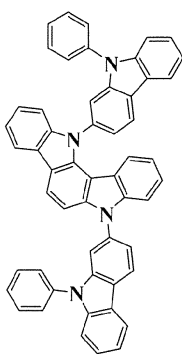
40

50

【化 4 0】

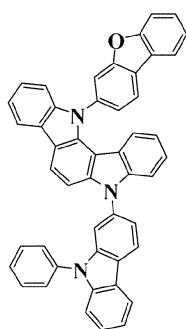


(2)-183

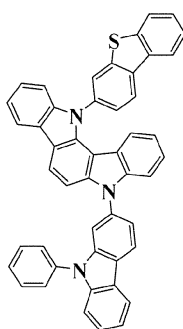


(2)-184

10

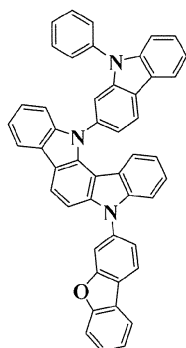


(2)-185

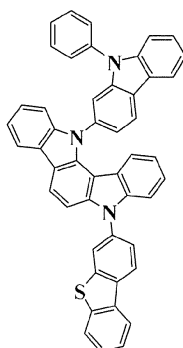


(2)-186

20

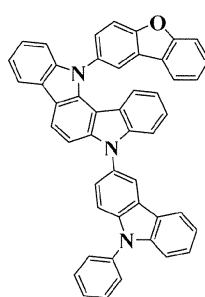


(2)-187

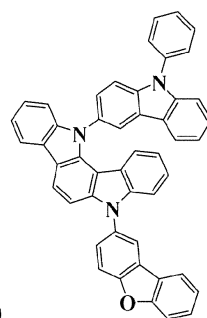


(2)-188

30



(2)-189

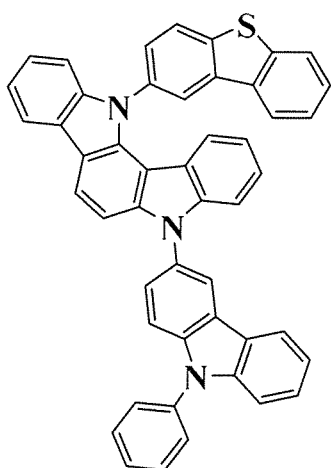


(2)-190

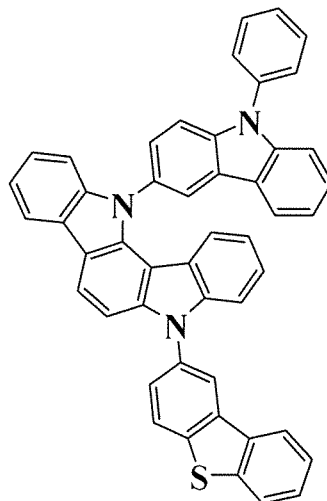
40

50

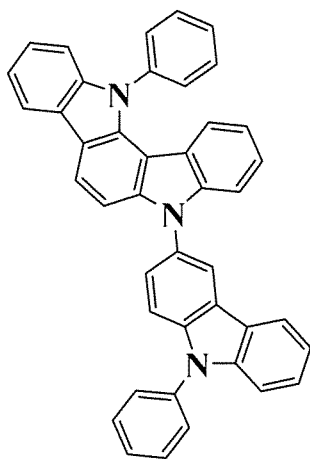
【化 4 1】



(2)－191



(2)－192



(2)－193

【0052】

本発明の有機電界発光素子は、一般式（１）で表される化合物と一般式（２）で表される化合物とドーパント材料を含む発光層を有するが、この発光層については、その他の成分として脂肪族有機化合物、芳香族炭化水素化合物、芳香族複素環化合物、有機金属錯体等を含んでもよい。その他の成分を含む場合は、当該発光層に占めるその他の化合物の合計の割合が３０質量％未満が好ましく、１０質量％未満がより好ましい。

【0053】

また、一般式（１）で表される化合物と一般式（２）で表される化合物の合計に対し、一般式（１）で表される化合物の割合が１０質量％以上７０質量％未満であることが好ましく、２０質量％以上６０質量％未満であることがより好ましい。

【0054】

発光性のドーパント材料については、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、白金及び金からなる群れ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、又は、熱活性化遅延蛍光を含む蛍光発光性のドーパント材料であることが好ましい。

【0055】

本発明の有機電界発光素子の発光層は、第１、第２のホスト材料やドーパント材料を蒸着源から蒸着して形成してもよく、これらを溶剤に溶解、或いは分散させてスピンコート法、バーコート法、スプレー法、インクジェット法、印刷法等により形成してもよい。

【0056】

本発明の有機電界発光素子の発光層を蒸着法により形成する場合、個々に異なる蒸着源から蒸着して使用することもできるが、蒸着前に材料を予備混合して予備混合物とし、その予備混合物を1つの蒸着源から同時に蒸着して発光層を形成することが好ましい。この場合、予備混合物には、発光層を形成するために必要な発光性ドーパント材料又は必要により使用される他のホスト材料を混合させてもよいが、所望の蒸気圧となる温度に大きな差がある場合は、別の蒸着源から蒸着させることがよい。

【0057】

本発明の有機電界発光素子の発光層を印刷法により形成する場合、一般式(1)で表される化合物と一般式(2)で表される化合物とドーパント材料とを溶媒に溶解、又は分散させて発光層インクとすることで、上記の印刷法により製膜することができる。

【0058】

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素子の構造はこれに限定されない。

【0059】

図1は本発明に用いられる一般的な有機EL素子の構造例を示す断面図であり、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は陰極を表す。本発明の有機EL素子は発光層と隣接して励起子阻止層を有してもよく、また発光層と正孔注入層との間に電子阻止層を有してもよい。励起子阻止層は発光層の陽極側、陰極側のいずれにも挿入することができ、両方同時に挿入することも可能である。本発明の有機EL素子では、陽極、発光層、そして陰極を必須の層として有するが、必須の層以外に正孔注入輸送層、電子注入輸送層を有することがよく、更に発光層と電子注入輸送層の間に正孔阻止層を有することがよい。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、または両者を意味し、電子注入輸送層は、電子注入層と電子輸送層のいずれか又は両者を意味する。

【0060】

図1とは逆の構造、すなわち基板1上に陰極7、電子輸送層6、発光層5、正孔輸送層4、陽極2の順に積層することも可能であり、この場合も必要により層を追加、省略することが可能である。

【0061】

－基板－

本発明の有機EL素子は、基板に支持されていることが好ましい。この基板については特に制限はなく、従来から有機EL素子に用いられているものであれば良く、例えば・BR>Kラス、透明プラスチック、石英等からなるものを用いることができる。

【0062】

－陽極－

有機EL素子における陽極材料としては、仕事関数の大きい(4eV以上)金属、合金、電気伝導性化合物又はこれらの混合物からなる材料が好ましく用いられる。このような電極材料の具体例としてはAu等の金属、CuI、インジウムチンオキシド(ITO)、SnO₂、ZnO等の導電性透明材料が挙げられる。また、IDIXO(In₂O₃-ZnO)等の非晶質で、透明導電膜を作成可能な材料を用いてもよい。陽極はこれらの電極材料を蒸着やスパッタリング等の方法により、薄膜を形成させ、フォトリソグラフィー法で所望の形状のパターンを形成してもよく、或いはパターン精度をあまり必要としない場合(100μm以上程度)は、上記電極材料の蒸着やスパッタリング時に所望の形状のマスクを介してパターンを形成してもよい。あるいは有機導電性化合物のような塗布可能な物質を用いる場合には印刷方式、コーティング方式等湿式成膜法を用いることもできる。この陽極より発光を取り出す場合には、透過率を10%より大きくすることが望ましく、また陽極としてのシート抵抗は数百Ω/□以下が好ましい。膜厚は材料にもよるが、通常10～1000nm、好ましくは10～200nmの範囲で選ばれる。

【0063】

－陰極－

一方、陰極材料としては仕事関数の小さい（4 eV以下）金属（電子注入性金属）、合金、電気伝導性化合物又はこれらの混合物からなる材料が用いられる。このような電極材料の具体例としては、ナトリウム、ナトリウム－カリウム合金、マグネシウム、リチウム、マグネシウム／銅混合物、マグネシウム／銀混合物、マグネシウム／アルミニウム混合物、マグネシウム／インジウム混合物、アルミニウム／酸化アルミニウム（ Al_2O_3 ）混合物、インジウム、リチウム／アルミニウム混合物、希土類金属等が挙げられる。これらの中で、電子注入性及び酸化等に対する耐久性の点から、電子注入性金属とこれより仕事関数の値が大きく安定な金属である第二金属との混合物、例えばマグネシウム／銀混合物、マグネシウム／アルミニウム混合物、マグネシウム／インジウム混合物、アルミニウム／酸化アルミニウム混合物、リチウム／アルミニウム混合物、アルミニウム等が好適である。陰極はこれらの陰極材料を蒸着やスパッタリング等の方法により薄膜を形成させることにより、作製することができる。また、陰極としてシート抵抗は数百 $\Omega/\square$ 以下が好ましく、膜厚は通常10 nm～5 μm 、好ましくは50～200 nmの範囲で選ばれる。なお、発光した光を透過させるため、有機EL素子の陽極又は陰極のいずれか一方が透明又は半透明であれば発光輝度は向上し、好都合である。

10

【0064】

また、陰極に上記金属を1～20 nmの膜厚で形成した後に、陽極の説明で挙げた導電性透明材料をその上に形成することで、透明又は半透明の陰極を作製することができ、これを応用することで陽極と陰極の両方が透過性を有する素子を作製することができる。

20

【0065】

－発光層－

発光層は陽極及び陰極のそれぞれから注入された正孔及び電子が再結合することにより励起子が生成した後、発光する層であり発光層は、一般式（1）で表される化合物と、一般式（2）で表される化合物と発光性ドーパント材料とを含む。

【0066】

一般式（1）で表される化合物、及び一般式（2）で表される化合物は、発光層のホスト材料として好適に用いられる。一般式（1）で表される化合物は、1種を使用してもよく、2種以上を使用してもよい。同様に、一般式（2）で表される化合物は1種を使用してもよく、2種以上を使用してもよい。

必要により、公知のホスト材料を1種又は複数種類併用してもよいが、その使用量は、一般式（1）で表される化合物と一般式（2）で表される化合物とを合わせたホスト材料の合計に対し、50質量％以下、好ましくは25質量％以下とすることがよい。

30

【0067】

一般式（1）で表される化合物と、一般式（2）で表される化合物を予備混合して使用する場合は、良好な特性を有する有機EL素子を再現性良く作製するために、それぞれの化合物の50％重量減少温度（ T_{50} ）の差が小さいことが望ましい。50％重量減少温度は、窒素気流減圧（1Pa）下でのTG-DTA測定において、室温から毎分10℃の速度で550℃まで昇温したとき、重量が50％減少した際の温度をいう。この温度付近では、蒸発又は昇華による気化が最も盛んに起こると考えられる。

【0068】

一般式（1）で表される化合物と、一般式（2）で表される化合物は、上記50％重量減少温度の差が30℃以内であることが好ましく、20℃以内であることがより好ましい。予備混合方法としては、粉碎混合等の公知の方法が採用できるが、可及的に均一に混合することが望ましい。なお、50％重量減少温度の差は絶対値を言うものとする。

40

【0069】

ホスト材料を複数種使用する場合は、それぞれのホスト材料を異なる蒸着源から蒸着するか、蒸着前に予備混合して予備混合物とすることで1つの蒸着源から複数種のホスト材料を同時に蒸着することもできる。

【0070】

予備混合の方法としては可及的に均一に混合できる方法が望ましく、粉碎混合や、減圧

50

下又は窒素のような不活性ガス雰囲気下で加熱溶融させる方法や、昇華等が挙げられるが、これらの方法に限定されるものではない。

【0071】

ホスト、及びその予備混合物の形態は、粉体、スティック状、または顆粒状であってもよい。

【0072】

発光性ドーパント材料として燐光発光ドーパント材料を使用する場合、燐光発光ドーパント材料としては、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、白金及び金から選ばれる少なくとも1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、J.Am.Chem.Soc.2001,123,4304や特表2013-53051号公報に記載されているイリジウム錯体が好適に用いられるが、これらに限定されない。

10

【0073】

燐光発光ドーパント材料は、発光層中に1種類のみが含有されてもよいし、2種類以上を含有してもよい。燐光発光ドーパント材料の含有量はホスト材料に対して0.10～30wt%であることが好ましく、1.0～20wt%であることがより好ましい。

【0074】

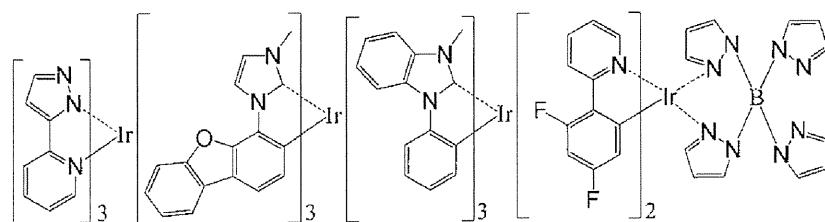
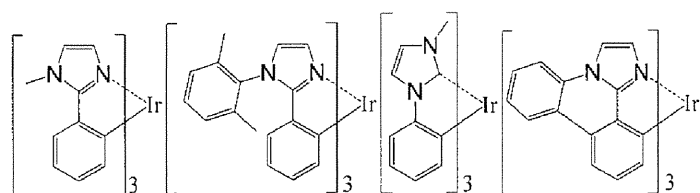
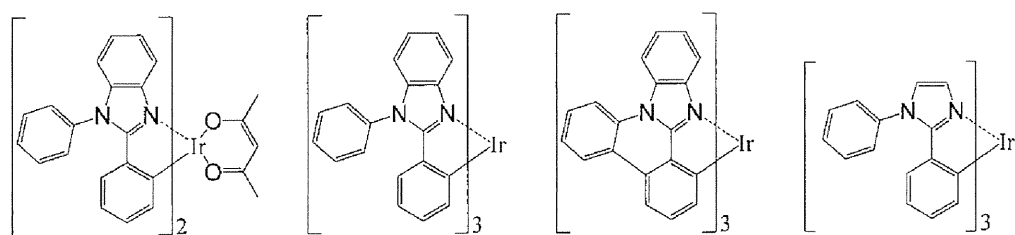
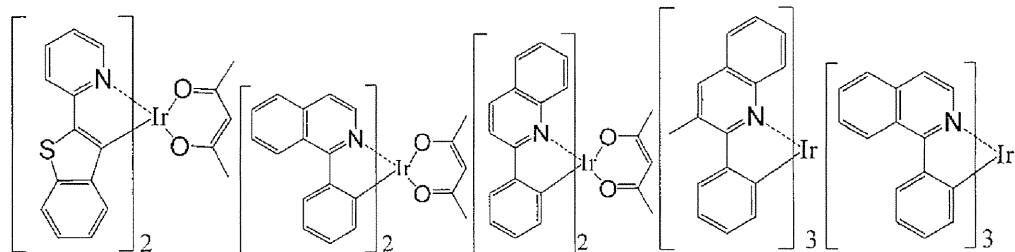
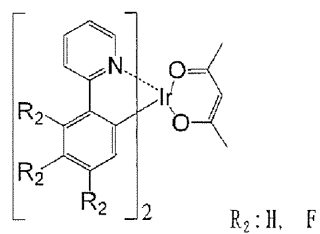
燐光発光ドーパント材料は、特に限定されるものではないが、具体的には以下のような例が挙げられる。

20

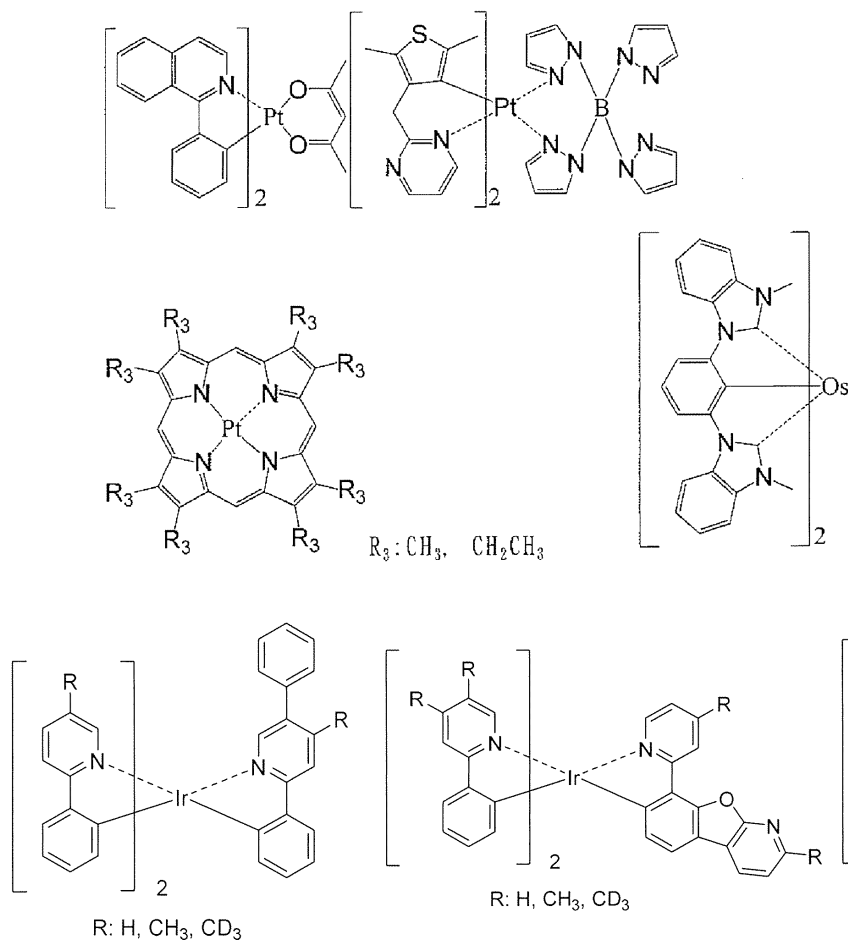
30

40

50

$$\left[\begin{array}{c} \text{Ph} \\ | \\ \text{N} \cdots \text{Ir} \\ | \\ \text{C}_6\text{H}_2(\text{R}_1)_3 \end{array} \right]_3 \quad \text{R}_1: \text{H}, \text{CH}_3, \text{CF}_3, \text{F}$$


【化 4 3】



【0075】

発光性ドーパント材料として蛍光発光ドーパント材料を使用する場合、蛍光発光ドーパント材料としては、特に限定されないが例えばベンゾオキサゾール誘導体、ベンゾチアゾール誘導体、ベンゾイミダゾール誘導体、スチリルベンゼン誘導体、ポリフェニル誘導体、ジフェニルブタジエン誘導体、テトラフェニルブタジエン誘導体、ナフタリイミド誘導体、クマリン誘導体、縮合芳香族化合物、ペリノン誘導体、オキサジアゾール誘導体、オキサジン誘導体、アルダジン誘導体、ピロリジン誘導体、シクロペンタジエン誘導体、ビススチリルアントラセン誘導体、キナクリドン誘導体、ピロロピリジン誘導体、チアジアゾロピリジン誘導体、スチリルアミン誘導体、ジケトピロロピロール誘導体、芳香族ジメチリジン化合物、8-キノリノール誘導体の金属錯体やピロメテン誘導体の金属錯体、希土類錯体、遷移金属錯体に代表される各種金属錯体等、ポリチオフェン、ポリフェニレン、ポリフェニレンビニレン等のポリマー化合物、有機シラン誘導体等が挙げられる。好ましくは縮合芳香族誘導体、スチリル誘導体、ジケトピロロピロール誘導体、オキサジン誘導体、ピロメテン金属錯体、遷移金属錯体、又はランタノイド錯体が挙げられ、より好ましくはナフタレン、ピレン、クリセン、トリフェニレン、ベンゾ[c]フェナントレン、ベンゾ[a]アントラセン、ペンタセン、ペリレン、フルオランテン、アセナフソフルオランテン、ジベンゾ[a,j]アントラセン、ジベンゾ[a,h]アントラセン、ベンゾ[a]ナフタレン、ヘキサセン、ナフト[2,1-f]イソキノリン、 α -ナフタフェナントリジン、フェナントロオキサゾール、キノリノ[6,5-f]キノリン、ベンゾチオファントレン等が挙げられる。これらは置換基としてアルキル基、アリール基、芳香族複素環基、又はジアリールアミノ基を有してもよい。

【0076】

蛍光発光ドーパント材料は、発光層中に1種類のみが含有されてもよいし、2種類以上

を含有してもよい。蛍光発光ドーパント材料の含有量は、ホスト材料に対して0.10～20%であることが好ましく、1.0～10%であることがより好ましい。

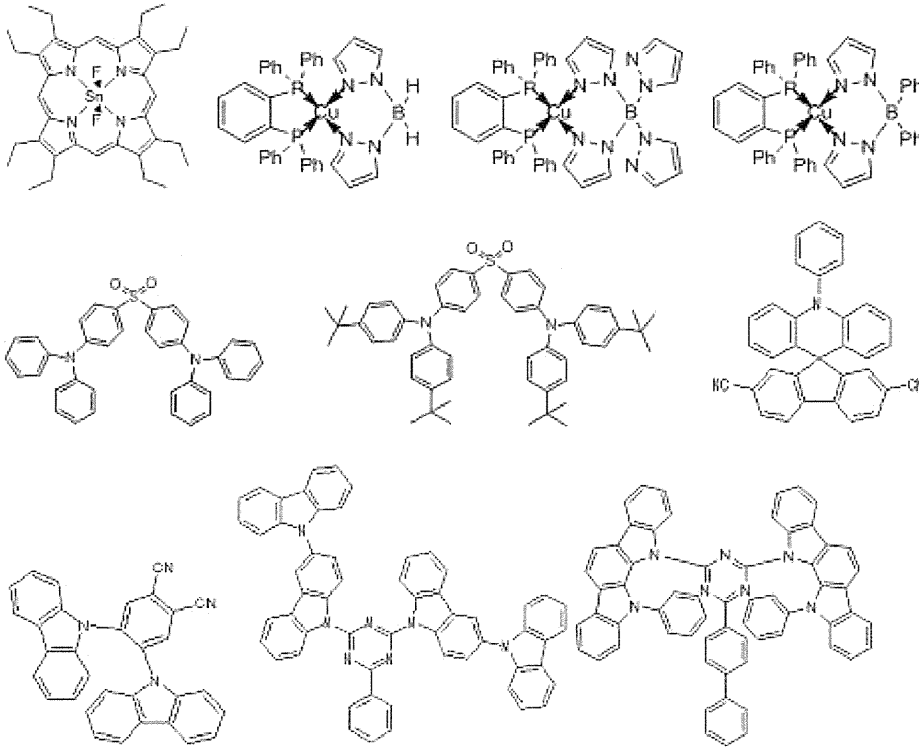
【0077】

発光性ドーパント材料として熱活性化遅延蛍光発光ドーパント材料を使用する場合、熱活性化遅延蛍光発光ドーパント材料としては、特に限定されないがスズ錯体や銅錯体等の金属錯体や、W02011/070963号公報に記載のインドロカルバゾール誘導体、Nature 2012,492,234に記載のシアノベンゼン誘導体、カルバゾール誘導体、Nature Photonics 2014,8,326に記載のフェナジン誘導体、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、スルホン誘導体、フェノキサジン誘導体、アクリジン誘導体等が挙げられる。

【0078】

熱活性化遅延蛍光発光ドーパント材料は、特に限定されるものではないが、具体的には以下のような例が挙げられる。

【化44】



10

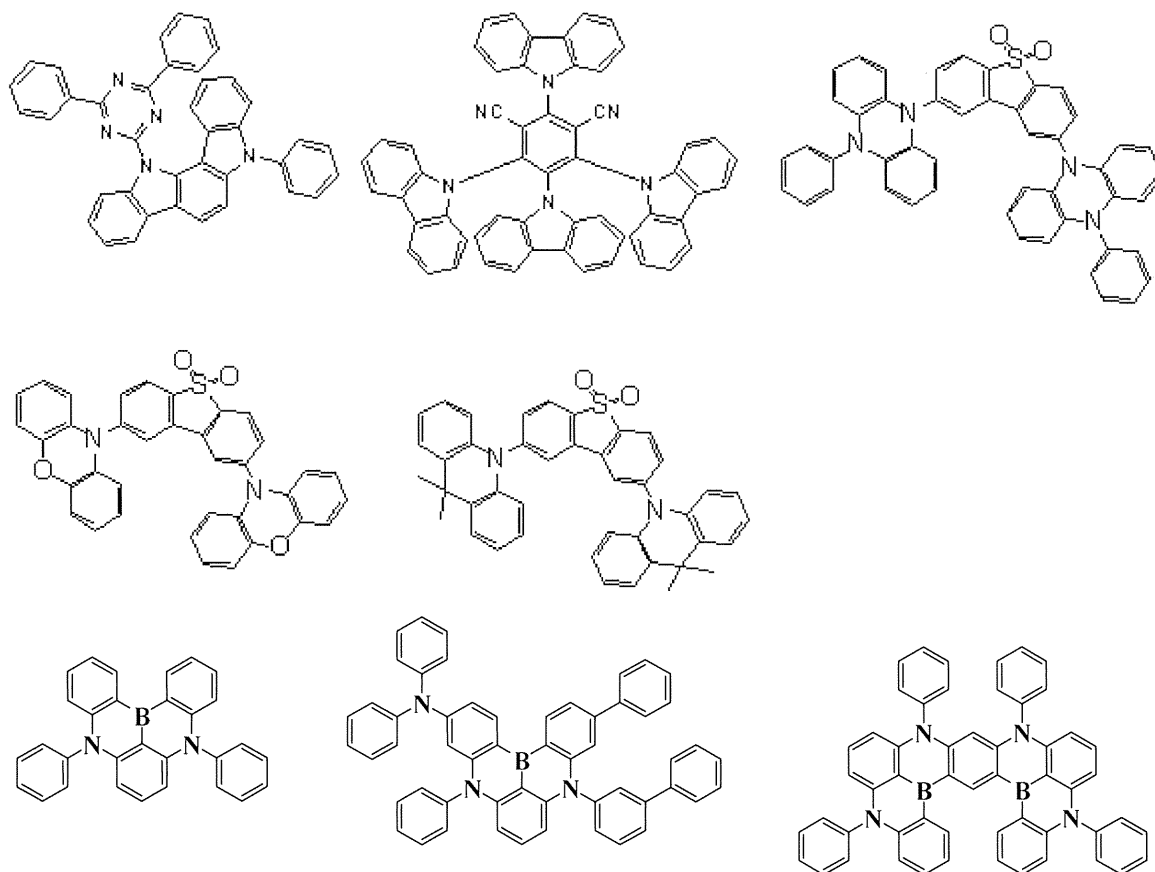
20

30

40

50

【化 4 5】



10

20

【0079】

熱活性化遅延蛍光発光ドーパント材料は、発光層中に1種類のみが含有されてもよいし、2種類以上を含有してもよい。また、熱活性化遅延蛍光発光ドーパント材料は燐光発光ドーパント材料や蛍光発光ドーパント材料と混合して用いてもよい。熱活性化遅延蛍光発光ドーパント材料の含有量は、ホスト材料に対して0.10～50質量%であることが好ましく、1.0～30質量%であることがより好ましい。

30

【0080】

－注入層－

注入層とは、駆動電圧低下や発光輝度向上のために電極と有機層間に設けられる層のことで、正孔注入層と電子注入層があり、陽極と発光層又は正孔輸送層の間、及び陰極と発光層又は電子輸送層との間に存在させてもよい。注入層は必要に応じて設けることができる。

【0081】

－正孔阻止層－

正孔阻止層とは広い意味では電子輸送層の機能を有し、電子を輸送する機能を有しつつ正孔を輸送する能力が著しく小さい正孔阻止材料からなり、電子を輸送しつつ正孔を阻止することで発光層中での電子と正孔の再結合確率を向上させることができる。

40

【0082】

正孔阻止層には、公知の正孔阻止層材料を用いることができるが、一般式(1)で表される化合物を含有させることが好ましい。

【0083】

－電子阻止層－

電子阻止層とは広い意味では正孔輸送層の機能を有し、正孔を輸送しつつ電子を阻止することで発光層中での電子と正孔が再結合する確率を向上させることができる。

【0084】

50

電子阻止層の材料としては、公知の電子阻止層材料を用いることができ、また後述する正孔輸送層の材料を必要に応じて用いることができる。電子阻止層の膜厚は好ましくは3～100nmであり、より好ましくは5～30nmである。

【0085】

－励起子阻止層－

励起子阻止層とは、発光層内で正孔と電子が再結合することにより生じた励起子が電荷輸送層に拡散することを阻止するための層であり、本層の挿入により励起子を効率的に発光層内に閉じ込めることが可能となり、素子の発光効率を向上させることができる。励起子阻止層は2つ以上の発光層が隣接する素子において、隣接する2つの発光層の間に挿入することができる。

【0086】

励起子阻止層の材料としては、公知の励起子阻止層材料を用いることができる。例えば、1,3-ジカルバゾリルベンゼン(mCP)や、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)－4-フェニルフェノラトアルミニウム(III)(BALq)が挙げられる。

【0087】

－正孔輸送層－

正孔輸送層とは正孔を輸送する機能を有する正孔輸送材料からなり、正孔輸送層は単層又は複数層設けることができる。

【0088】

正孔輸送材料としては、正孔の注入又は輸送、電子の障壁性のいずれかを有するものであり、有機物、無機物のいずれであってもよい。正孔輸送層には従来公知の化合物の中から任意のものを選択して用いることができる。かかる正孔輸送材料としては例えば、ポルフィリン誘導体、アリールアミン誘導体、トリアゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、ポリアリールアルカン誘導体、ピラゾリン誘導体及びピラゾロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリールアミン誘導体、アミノ置換カルコン誘導体、オキサゾール誘導体、スチリルアントラセン誘導体、フルオレノン誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体、シラザン誘導体、アニリン系共重合体、また導電性高分子オリゴマー、特にチオフェンオリゴマー等が挙げられるが、ポルフィリン誘導体、アリールアミン誘導体及びスチリルアミン誘導体を用いることが好ましく、アリールアミン化合物を用いることがより好ましい。

【0089】

－電子輸送層－

電子輸送層とは電子を輸送する機能を有する材料からなり、電子輸送層は単層又は複数層設けることができる。

【0090】

電子輸送材料(正孔阻止材料を兼ねる場合もある)としては、陰極より注入された電子を発光層に伝達する機能を有していればよい。電子輸送層には、従来公知の化合物の中から任意のものを選択して用いることができ、例えば、ナフタレン、アントラセン、フェナントロリン等の多環芳香族誘導体、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(III)誘導体、ホスフィンオキサイド誘導体、ニトロ置換フルオレン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、チオピランジオキシド誘導体、カルボジイミド、フレオレニリデンメタン誘導体、アントラキノジメタン及びアントロン誘導体、ビピリジン誘導体、キノリン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ベンゾイミダゾール誘導体、ベンゾチアゾール誘導体、インドロカルバゾール誘導体等が挙げられる。更にこれらの材料を高分子鎖に導入した、又はこれらの材料を高分子の主鎖とした高分子材料を用いることもできる。

【実施例】

【0091】

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、その要旨を超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。

10

20

30

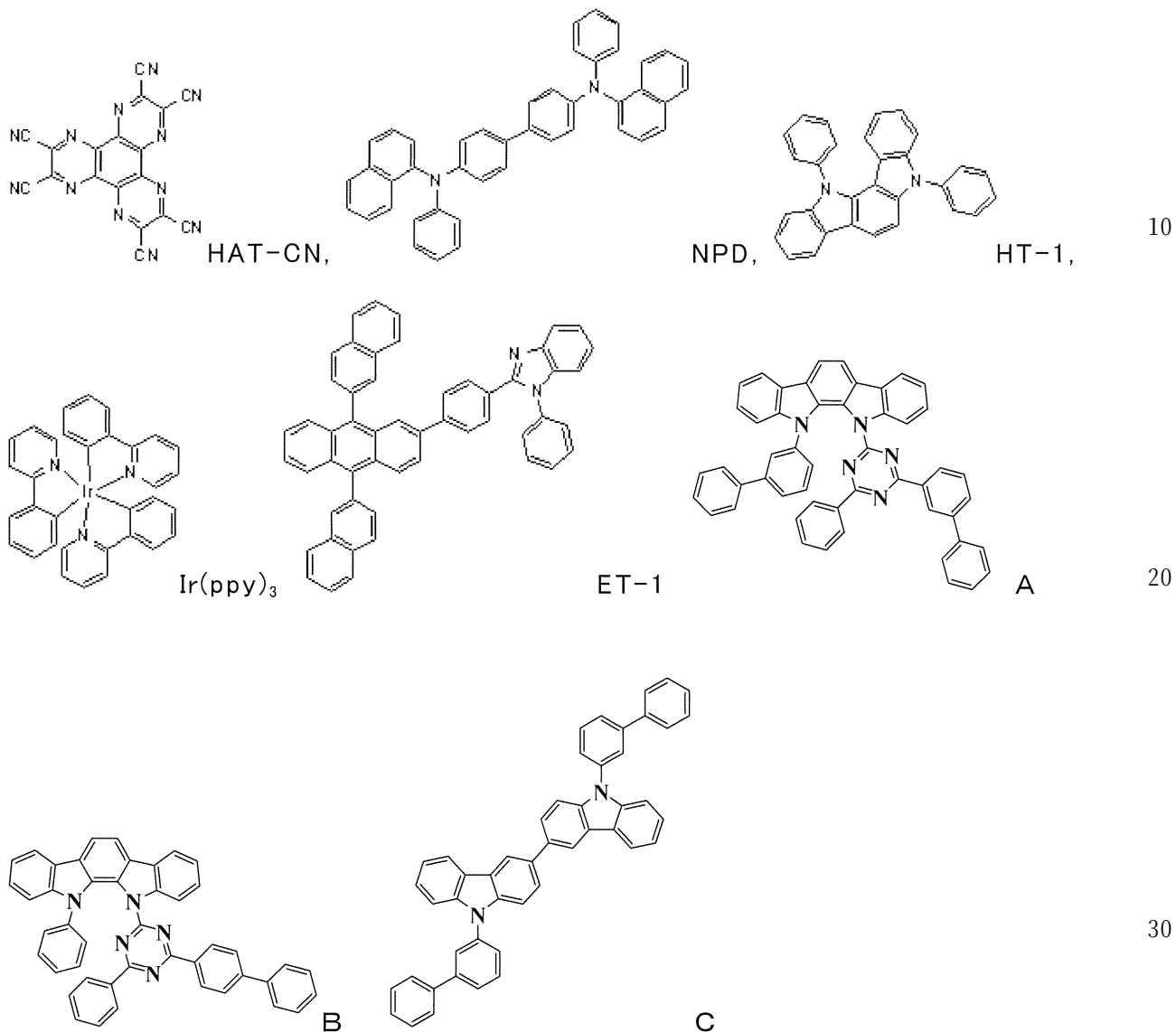
40

50

【0092】

以下に、実施例及び比較例で使用する化合物を次に示す。

【化46】



【0093】

表1に、前述した一般式(1)で表される化合物である化合物(1)-1、(1)-3等をはじめ、一般式(2)で表される化合物や上記の化合物A、Cの50%重量減少温度(T₅₀)を記す。ここで、50%重量減少温度は、窒素気流減圧(1Pa)下でのTG-DTA測定において、室温から毎分10℃の速度で550℃まで昇温したときに、重量が50%減少した際の温度である。

【0094】

40

【表 1】

化合物	T ₅₀ [°C]
(1)－1	290
(1)－2	310
(1)－3	280
(1)－31	319
(2)－6	265
(2)－82	300
(2)－84	308
化合物A	271
化合物C	312

10

【0095】

実施例 1

20

膜厚110nm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^{-5} Paで積層した。まず、ITO上に正孔注入層としてHAT-CNを25nmの厚さに形成し、次に正孔輸送層としてNPDを30nmの厚さに形成した。次に電子阻止層としてHT-1を10nmの厚さに形成した。次に、第1ホスト材料として化合物(1)－1を、第2ホスト材料として化合物(2)－6を、発光ドーパント材料としてIr(ppy)₃をそれぞれ異なる蒸着源から共蒸着し、40nmの厚さに発光層を形成した。この時、Ir(ppy)₃の濃度が10質量%、第1ホスト材料と第2ホスト材料からなる混合ホストの濃度が90質量%となるようにして、その内訳は第1ホスト材料と第2ホスト材料の質量比が30:70となる蒸着条件で共蒸着した。次に電子輸送層としてET-1を20nm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1nm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70nmの厚さに形成し、有機EL素子を作製した。

30

【0096】

実施例 2～6

実施例1において、第1ホスト材料及び第2ホスト材料として表2に示す化合物を使用した以外は実施例1と同様にして有機EL素子を作製した。

【0097】

実施例 7～13

実施例1において、第1ホスト材料及び第2ホスト材料として表2に示す化合物を使用し、第1ホスト材料と第2ホスト材料の質量比が表2に示す値となるように共蒸着した以外は実施例1と同様にして、有機EL素子を作製した。

40

【0098】

実施例 14～18

実施例1において、第1ホスト材料及び第2ホスト材料として表2に示す化合物を使用し、第1ホストと第2ホストを表2に示す質量比で事前に混合して予備混合物とした後、これを一つの蒸着源から蒸着した以外は、実施例1と同様にして有機EL素子を作製した。

【0099】

比較例 1～4

実施例1において、ホスト材料として表2に記載の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。発光層の厚み、発光ドーパント濃度は実施例1と同様である。

50

【0100】

比較例5～10

実施例1において、第1ホスト材料及び第2ホスト材料として表2に示す化合物を使用した以外は、実施例1と同様にして有機EL素子を作製した。

【0101】

比較例11～13

実施例1において、第1ホスト材料及び第2ホスト材料として表2に示す化合物を使用し、第1ホスト材料と第2ホスト材料を事前に混合して予備混合物とした後、これを一つの蒸着源から蒸着した以外は、実施例1と同様にして有機EL素子を作製した。

【0102】

作製した有機EL素子の評価結果を表2に示す。

表中で輝度、駆動電圧、電力効率は駆動電流20mA/cm²時の値であり、初期特性である。LT70は、初期輝度が70%まで減衰するまでにかかる時間であり、寿命特性を表す。

【0103】

10

20

30

40

50

【表 2】

	第 1 ホス ト材料	第 2 ホス ト材料	混合比 (質量%)	駆動電圧 (V)	輝度 (cd/m ²)	電力効率 (lm/W)	LT70 (h)
実施例 1	(1)-1	(2)-6	30/70	4.3	11900	43.4	1420
実施例 2	(1)-1	(2)-82	30/70	4.1	11600	44.7	2200
実施例 3	(1)-1	(2)-84	30/70	4.2	11800	44.2	2430
実施例 4	(1)-2	(2)-84	30/70	4.3	11500	42.4	2120
実施例 5	(1)-3	(2)-154	30/70	4.2	11600	43.0	1880
実施例 6	(1)-16	(2)-82	30/70	4.3	12000	43.9	2290
実施例 7	(1)-1	(2)-82	40/60	3.9	11700	47.2	1950
実施例 8	(1)-11	(2)-84	40/60	3.9	11600	47.3	1640
実施例 9	(1)-31	(2)-154	40/60	4.0	11400	44.5	1720
実施例 10	(1)-1	(2)-82	50/50	3.7	11800	50.8	1650
実施例 11	(1)-2	(2)-84	50/50	3.8	11800	48.6	1760
実施例 12	(1)-11	(2)-84	50/50	3.6	11500	49.6	1460
実施例 13	(1)-31	(2)-171	50/50	3.6	11200	48.9	1390
実施例 14	(1)-1	(2)-82	30/70	4.0	11700	45.5	2370
実施例 15	(1)-2	(2)-84	30/70	4.3	11500	42.3	2160
実施例 16	(1)-1	(2)-82	40/60	3.8	11800	48.8	2010
実施例 17	(1)-2	(2)-84	40/60	4.0	11600	46.1	1850
実施例 18	(1)-1	(2)-82	50/50	3.7	11900	51.1	1790
比較例 1	(1)-1		—	3.1	8900	45.1	1150
比較例 2	(1)-7		—	3.8	7500	31.0	200
比較例 3	(1)-16		—	3.3	9500	45.2	1220
比較例 4		(2)-6	—	6.1	7800	20.1	250
比較例 5	化合物 A	(2)-82	30/70	4.5	11400	40.2	1150
比較例 6	(1)-1	化合物 C	30/70	4.5	11600	40.8	1310
比較例 7	化合物 A	(2)-6	30/70	4.6	11600	39.4	950
比較例 8	化合物 A	(2)-82	40/60	4.4	11500	41.2	1180
比較例 9	化合物 B	(2)-193	40/60	4.3	10600	38.4	1450
比較例 10	化合物 A	(2)-171	50/50	3.9	10500	42.3	990
比較例 11	化合物 A	(2)-6	30/70	4.4	11200	39.8	1110
比較例 12	(1)-31	化合物 C	40/60	4.3	11400	42.1	880
比較例 13	(1)-2	化合物 C	40/60	4.2	11500	43.0	1030

【0104】

表 2 において、本発明の実施例と比較例 1～4 を比較すると、混合ホストを用いることで寿命特性が著しく向上していることが分かる。また、本発明の実施例と比較例 5～13 を比較すると、本発明で開示するホスト材料の組合せを適用した有機 EL 素子は、共蒸着、予備混合のいずれの場合においても、低い駆動電圧と高い輝度を両立しており、電力効率を大きく改善していることがわかる。また、寿命特性においても、非常に優れていることが分かる。

10

20

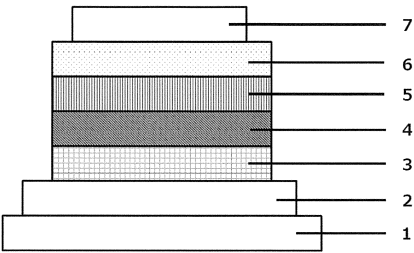
30

40

50

【図面】

【図 1】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

H 1 0 K 101/20 (2023.01)

H 1 0 K 101:20

H 1 0 K 101/60 (2023.01)

H 1 0 K 101:60

日鉄ケミカル&マテリアル株式会社内

(72)発明者 小川 淳也

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 日鉄ケミカル&マテリアル株式会社内

(72)発明者 池永 裕士

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 日鉄ケミカル&マテリアル株式会社内

審査官 岩井 好子

(56)参考文献

国際公開第2018/236092 (WO, A1)

米国特許出願公開第2017/0069848 (US, A1)

国際公開第2016/042997 (WO, A1)

米国特許出願公開第2017/0271598 (US, A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H 1 0 K 50/12

C 0 9 K 11/06

H 1 0 K 71/16

H 1 0 K 85/60

H 1 0 K 101/10

H 1 0 K 101/20

H 1 0 K 101/60

CAplus/REGISTRY (STN)