

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7690461号
(P7690461)

(45)発行日 令和7年6月10日(2025.6.10)

(24)登録日 令和7年6月2日(2025.6.2)

(51)国際特許分類	F I
H 1 0 K 50/12 (2023.01)	H 1 0 K 50/12
H 1 0 K 85/30 (2023.01)	H 1 0 K 85/30
H 1 0 K 85/60 (2023.01)	H 1 0 K 85/60
H 1 0 K 101/20 (2023.01)	H 1 0 K 101:20
H 1 0 K 101/40 (2023.01)	H 1 0 K 101:40

請求項の数 12 (全105頁)

(21)出願番号	特願2022-511908(P2022-511908)	(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
(86)(22)出願日	令和3年3月19日(2021.3.19)	(74)代理人	100132230 弁理士 佐々木 一也
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/011289	(74)代理人	100088203 弁理士 佐野 英一
(87)国際公開番号	WO2021/200252	(74)代理人	100100192 弁理士 原 克己
(87)国際公開日	令和3年10月7日(2021.10.7)	(74)代理人	100198269 弁理士 久本 秀治
審査請求日	令和6年2月26日(2024.2.26)	(74)代理人	100226894 弁理士 佐々木 夏詩子
(31)優先権主張番号	特願2020-63320(P2020-63320)	(72)発明者	多田 匡志 日本国東京都中央区日本橋一丁目13番
(32)優先日	令和2年3月31日(2020.3.31)		最終頁に続く
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

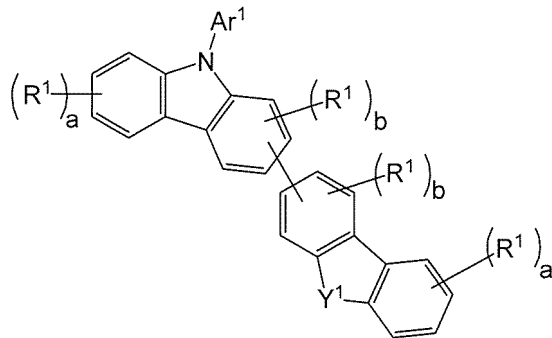
(54)【発明の名称】 有機電界発光素子

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

対向する陽極と陰極の間に、1つ以上の発光層を含む有機電界発光素子において、少なくとも1つの発光層がホストと発光性ドーパントを含み、ホストは一般式(1)又は一般式(2)で表される第一ホストと、一般式(3)で表される第二ホストを含み、発光性ドーパントは一般式(4)で表される構造を部分構造として有する下記式(5)で表される多環芳香族化合物を含むことを特徴とする有機電界発光素子。

【化1】



(ここで、Y¹はO、S、又はN Ar¹を表す。

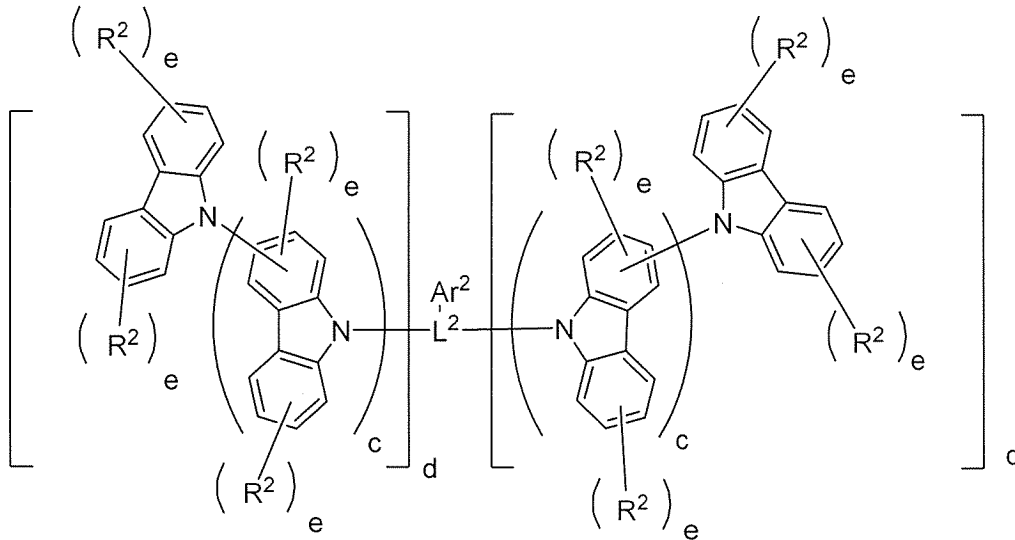
Ar¹は独立に、置換若しくは未置換の炭素数6~18の芳香族炭化水素基、置換若しくは

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 ~ 8 個連結して構成される連結芳香族基を表す。

R^1 は独立に重水素、炭素数 1 ~ 10 の脂肪族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数 6 ~ 18 の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基を表す。

a は独立に 0 ~ 4 の整数を表し、b は独立に 0 ~ 3 の整数を表す。)

【化 2】



(2)

(ここで、c は独立に 0 ~ 5 の整数であり、d は独立に 0 ~ 2 の整数であり、少なくとも 1 つの d は 1 以上である。e は独立に 0 ~ 2 の整数である。

R^2 は独立にシアノ基、炭素数 1 ~ 10 の脂肪族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数 6 ~ 18 の芳香族炭化水素基であり、

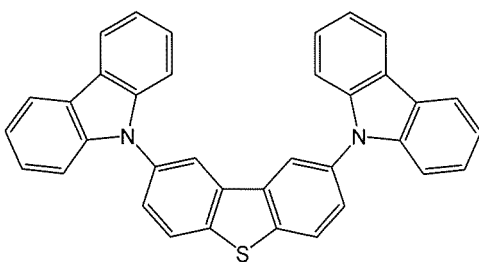
L^2 は置換若しくは未置換の炭素数 6 ~ 18 の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基である。

但し、 L^2 は、-Ph-Ph- (ここで、Ph はフェニレン基である。) で表されるビフェニレン基であることはない。

Ar^2 は水素、シアノ基、炭素数 1 ~ 10 の脂肪族炭化水素基、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 ~ 17 の芳香族複素環基、又はこれらが 2 ~ 3 個連結してなる連結芳香族基である。)

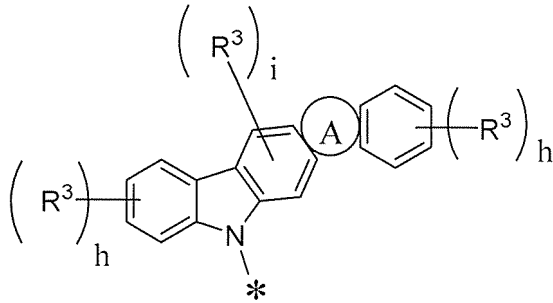
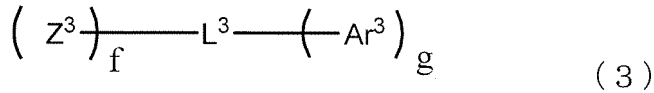
但し、下記式 H 1 で表される化合物を除く。

【化 3】

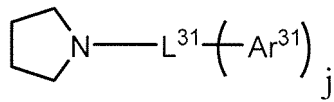


(H 1)

【化 4】



(3 a)



(3 b)

(ここで、 Z^3 は式(3 a)で表されるインドロカルバゾール環含有基であり、

*は L^3 との結合位置であり、

環Aは式(3 b)で表される複素環であり、隣接する環と任意の位置で縮合する。

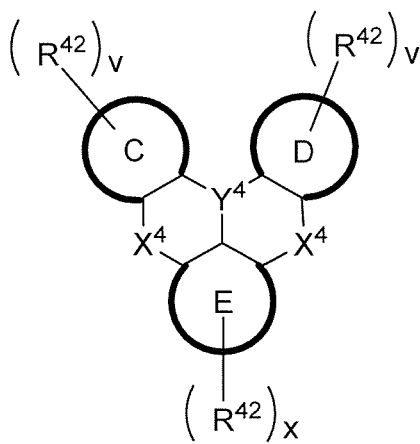
L^3 及び L^{31} は、それぞれ独立に置換若しくは未置換の炭素数6～30の芳香族炭化水素基又は置換若しくは未置換の炭素数3～17の芳香族複素環基である。

Ar^3 及び Ar^{31} は、それぞれ独立に置換若しくは未置換の炭素数6～30の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数3～17の芳香族複素環基、又はこれらが2～8個連結してなる連結芳香族基である。

R^3 は独立に炭素数1～10の脂肪族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数6～18の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数3～17の芳香族複素環基である。

fは1～3の整数を表し、gは0～3の整数を表し、hは独立に0～4の整数を表し、iは0～2の整数を表し、jは0～3の整数を表す。))

【化 5】



(4)

(ここで、C環、D環、及びE環は独立に、炭素数6～24の芳香族炭化水素環又は炭素数3～17の芳香族複素環であり、

Y^4 はB、P、 $P=O$ 、 $P=S$ 、Al、Ga、As、Si- R^4 、又はGe- R^{41} であり、

X^4 は独立に、O、N- Ar^4 、S、又はSeであり、

R^4 、及び R^{41} はそれぞれ独立に炭素数1～10の脂肪族炭化水素基、置換若しくは未置

10

20

30

40

50

換の炭素数 6 ~ 18 芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基であり、

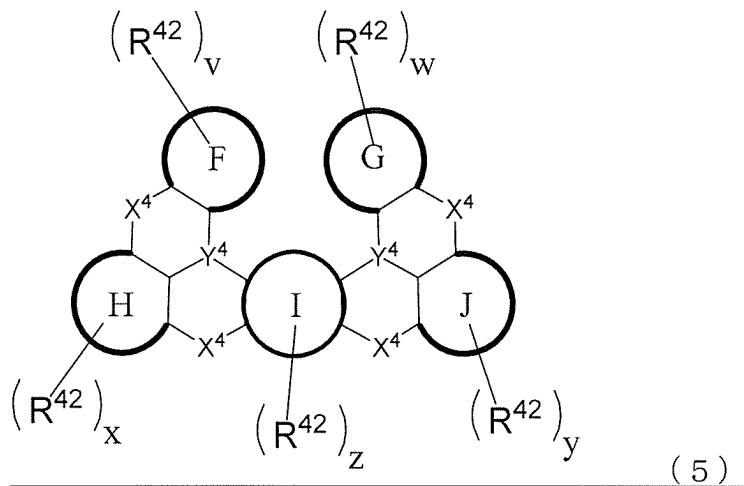
Ar^4 は独立に、置換若しくは未置換の炭素数 6 ~ 18 芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基、又はそれらが 2 ~ 8 個連結してなる連結芳香族基であり、 $N - Ar^4$ は C 環、D 環、又は E 環のいずれかと結合して N を含む複素環を形成してもよく、

R^{42} は、それぞれ独立に、シアノ基、重水素、炭素数 12 ~ 44 のジアリールアミノ基、炭素数 12 ~ 44 のアリールヘテロアリールアミノ基、炭素数 12 ~ 44 のジヘテロアリールアミノ基、炭素数 1 ~ 10 の脂肪族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数 6 ~ 18 の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基を表し、

v はそれぞれ独立して 0 ~ 4 の整数を表し、 x は 0 ~ 3 の整数を表す。

C 環、D 環、E 環、 R^4 、 R^{41} 、 R^{42} 、及び Ar^4 における少なくとも 1 つの水素がハロゲン又は重水素で置換されていてもよい。))

【化 6】



(ここで、F 環、G 環、H 環、I 環、及び J 環は、それぞれ独立して炭素数 6 ~ 24 の芳香族炭化水素環、又は炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環であり、

F 環、G 環、H 環、I 環、及び J 環における少なくとも 1 つの水素がハロゲン又は重水素で置換されていてもよい。

X^4 、 Y^4 、 R^{42} 、 x 、及び v は、一般式 (4) と同意であり、 w は 0 ~ 4 の整数を表し、 y は 0 ~ 3 の整数を表し、 z は 0 ~ 2 の整数を表す。))

【請求項 2】

一般式 (4) で表される構造を部分構造として有する多環芳香族化合物が、下記式 (6) で表されるホウ素含有多環芳香族化合物であることを特徴とする請求項 1 に記載の有機電界発光素子。

10

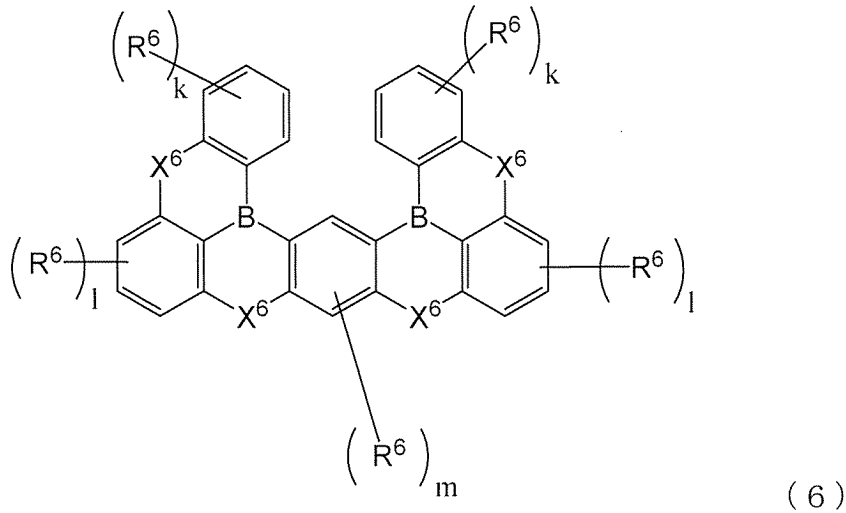
20

30

40

50

【化 7】



10

(ここで、 X^6 は独立にN - Ar^6 、O、又はSを表すが、少なくとも1つの X^6 はN - Ar^6 を表す。

Ar^6 は独立に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3～17の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が2～8個連結して構成される連結芳香族基を表し、N - Ar^6 は X^6 が結合する芳香族環と結合してNを含む複素環を形成してもよい。

20

R^6 は独立にシアノ基、重水素、炭素数12～44のジアリーールアミノ基、炭素数1～10の脂肪族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数6～18の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数3～17の芳香族複素環基を表す。

kは独立に0～4の整数を表し、lは独立に0～3の整数を表し、mは0～2の整数を表す。)

【請求項 3】

一般式(1)で表される第一ホストを含有することを特徴とする請求項1又は2に記載の有機電界発光素子。

30

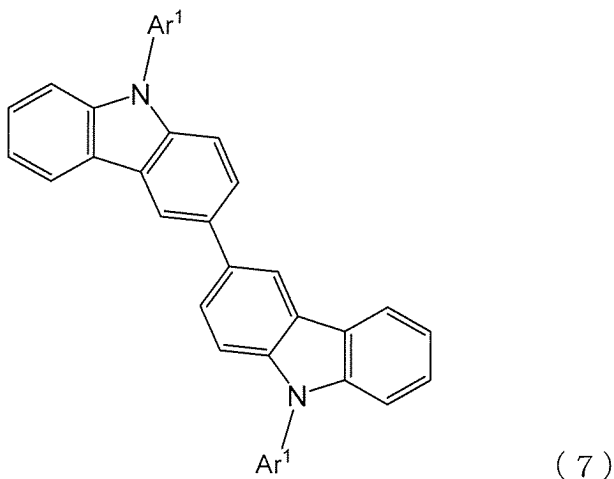
【請求項 4】

一般式(1)中の Y^1 がN - Ar^1 であることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の有機電界発光素子。

【請求項 5】

前記一般式(1)が、下記式(7)である請求項4に記載の有機電界発光素子。

【化 8】



40

50

(ここで、 Ar^1 は一般式(1)と同義である。)

【請求項6】

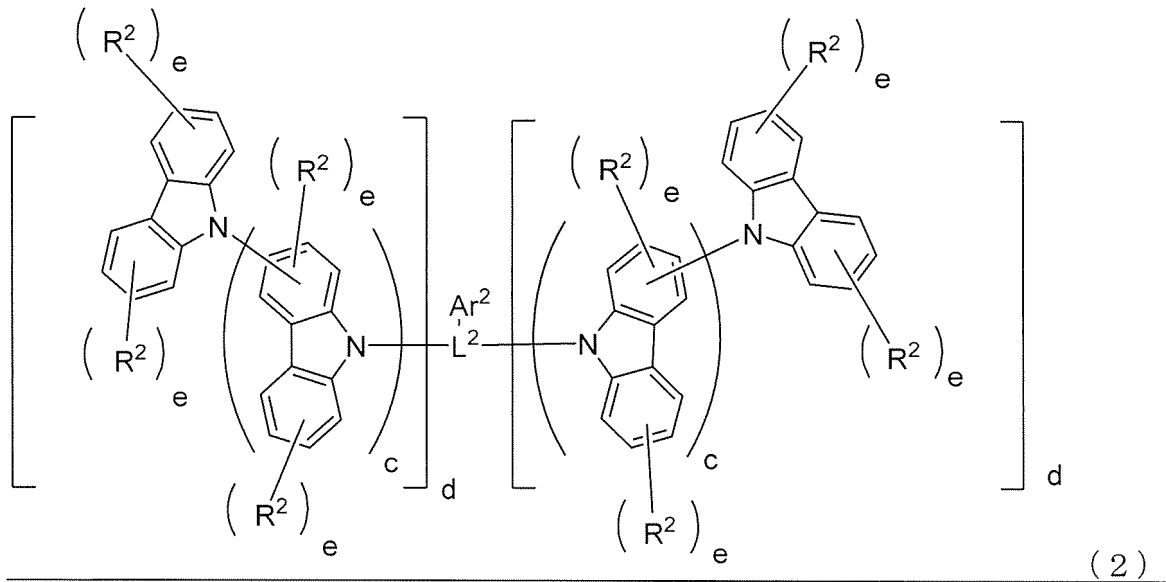
前記発光層が、一般式(2)で表される第一ホストと一般式(3)で表される第二ホストを含有することを特徴とする請求項1又は2に記載の有機電界発光素子。

【請求項7】

対向する陽極と陰極の間に、1つ以上の発光層を含む有機電界発光素子において、少なくとも1つの発光層がホストと発光性ドープantを含み、ホストは一般式(2)で表される第一ホストと、一般式(3)で表される第二ホストを含み、発光性ドープantは一般式(4)で表される多環芳香族化合物又は該一般式(4)で表される構造を部分構造として有する多環芳香族化合物を含み、前記一般式(2)が下記式(8)であることを特徴とする有機電界発光素子。

10

【化9】



20

(ここで、 c は独立に0~5の整数であり、 d は独立に0~2の整数であり、少なくとも1つの d は1以上である。 e は独立に0~2の整数である。)

30

R^2 は独立にシアノ基、炭素数1~10の脂肪族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数6~18の芳香族炭化水素基であり、

L^2 は置換若しくは未置換の炭素数6~18の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数3~17の芳香族複素環基である。

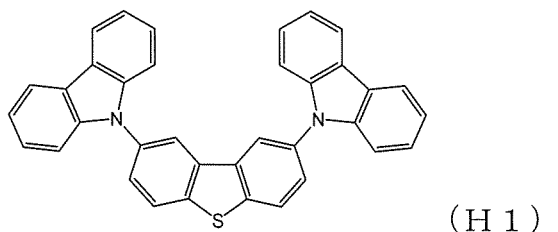
但し、 L^2 は、 $-Ph-Ph-$ (ここで、 Ph はフェニレン基である。) で表されるピフェニレン基であることはない。

Ar^2 は水素、シアノ基、炭素数1~10の脂肪族炭化水素基、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3~17の芳香族複素環基、又はこれらが2~3個連結してなる連結芳香族基である。)

40

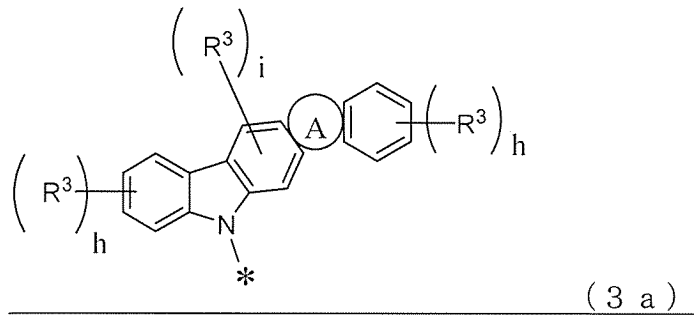
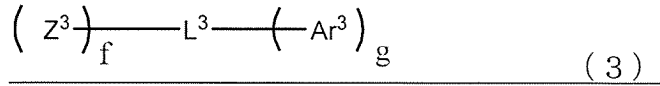
但し、下記式H1で表される化合物を除く。

【化10】



50

【化 1 1】



(ここで、 Z^3 は式(3 a)で表されるインドロカルバゾール環含有基であり、

*は L^3 との結合位置であり、

環Aは式(3 b)で表される複素環であり、隣接する環と任意の位置で縮合する。

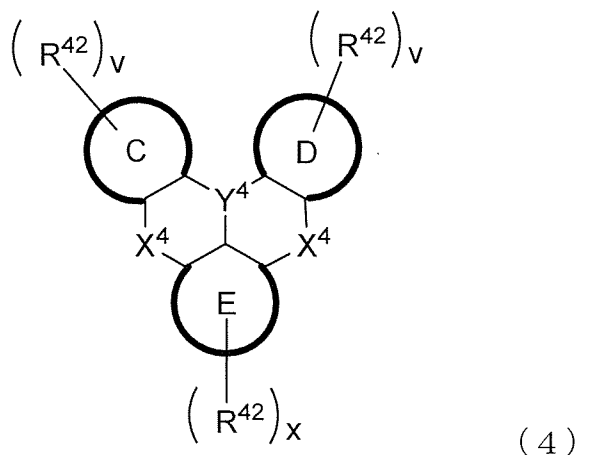
L^3 及び $L^{3.1}$ は、それぞれ独立に置換若しくは未置換の炭素数6～30の芳香族炭化水素基又は置換若しくは未置換の炭素数3～17の芳香族複素環基である。

Ar^3 及び $Ar^{3.1}$ は、それぞれ独立に置換若しくは未置換の炭素数6～30の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数3～17の芳香族複素環基、又はこれらが2～8個連結してなる連結芳香族基である。

R^3 は独立に炭素数1～10の脂肪族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数6～18の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数3～17の芳香族複素環基である。

fは1～3の整数を表し、gは0～3の整数を表し、hは独立に0～4の整数を表し、iは0～2の整数を表し、jは0～3の整数を表す。)

【化 1 2】



(ここで、C環、D環、及びE環は独立に、炭素数6～24の芳香族炭化水素環又は炭素数3～17の芳香族複素環であり、

Y^4 はB、P、P=O、P=S、Al、Ga、As、Si-R⁴、又はGe-R^{4.1}であり、

X^4 は独立に、O、N-Ar⁴、S、又はSeであり、

R⁴、及びR^{4.1}はそれぞれ独立に炭素数1～10の脂肪族炭化水素基、置換若しくは未置

換の炭素数 6 ~ 18 芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基であり、

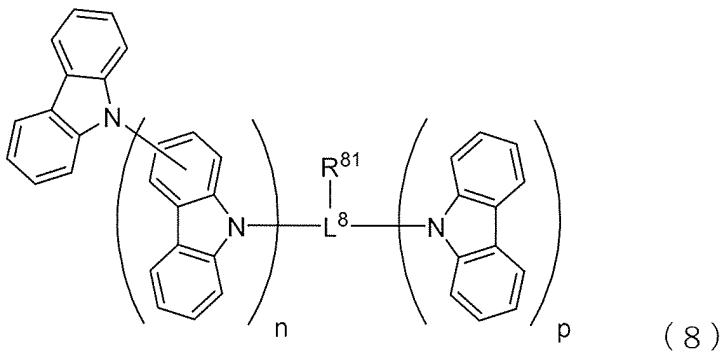
Ar^4 は独立に、置換若しくは未置換の炭素数 6 ~ 18 芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基、又はそれらが 2 ~ 8 個連結してなる連結芳香族基であり、 $N - Ar^4$ は C 環、D 環、又は E 環のいずれかと結合して N を含む複素環を形成してもよく、

$R^{4.2}$ は、それぞれ独立に、シアノ基、重水素、炭素数 12 ~ 44 のジアリールアミノ基、炭素数 12 ~ 44 のアリールヘテロアリールアミノ基、炭素数 12 ~ 44 のジヘテロアリールアミノ基、炭素数 1 ~ 10 の脂肪族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数 6 ~ 18 の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基を表し、

v はそれぞれ独立して 0 ~ 4 の整数を表し、 x は 0 ~ 3 の整数を表す。

C 環、D 環、E 環、 R^4 、 $R^{4.1}$ 、 $R^{4.2}$ 、及び Ar^4 における少なくとも 1 つの水素がハロゲン又は重水素で置換されていてもよい。

【化 13】



(ここで、 n は 1 ~ 5 の整数であり、 p は 0 ~ 1 の整数であり、

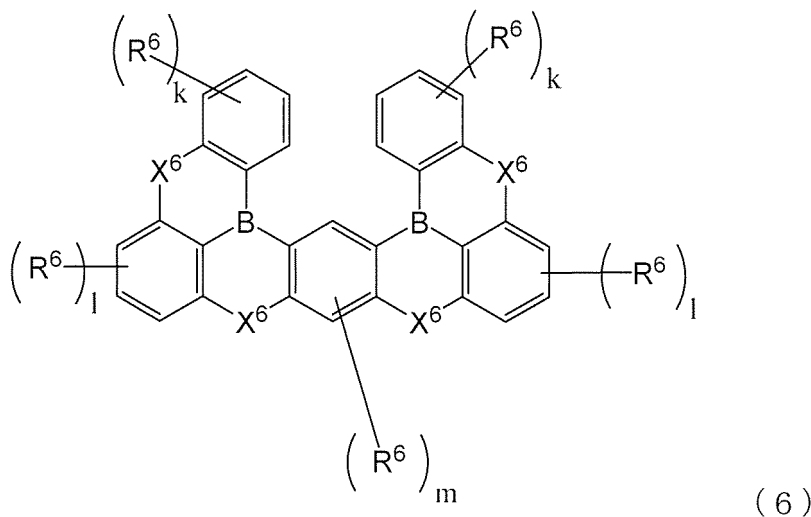
L^8 はベンゼン、ジベンゾフラン、又はジベンゾチオフェンから生じる基を表す。

$R^{8.1}$ は水素、又はベンゼン、ジベンゾフラン、もしくはジベンゾチオフェンから生じる基を表す。)

【請求項 8】

一般式 (4) で表される構造を部分構造として有する多環芳香族化合物が、下記式 (6) で表されるホウ素含有多環芳香族化合物であることを特徴とする請求項 7 に記載の有機電界発光素子。

【化 14】



(ここで、 X^6 は独立に $N - Ar^6$ 、O、又は S を表すが、少なくとも 1 つの X^6 は $N - A$

r^6 を表す。

Ar^6 は独立に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3～17の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が2～8個連結して構成される連結芳香族基を表し、 $N-Ar^6$ は X^6 が結合する芳香族環と結合してNを含む複素環を形成してもよい。

R^6 は独立にシアノ基、重水素、炭素数12～44のジアリールアミノ基、炭素数1～10の脂肪族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数6～18の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数3～17の芳香族複素環基を表す。

kは独立に0～4の整数を表し、lは独立に0～3の整数を表し、mは0～2の整数を表す。

10

【請求項9】

一般式(3)のfが1であることを特徴とする請求項1～8のいずれかに記載の有機電界発光素子。

【請求項10】

前記発光性ドーパントが、励起一重項エネルギー(S1)と励起三重項エネルギー(T1)の差(EST)が0.20eV以下であることを特徴とする請求項1～9のいずれかに記載の有機電界発光素子。

【請求項11】

前記ESTが0.10eV以下であることを特徴とする請求項10に記載の有機電界発光素子。

20

【請求項12】

発光性ドーパント0.10～10wt%に対し、ホスト99.9～90wt%で含有し、ホスト中、第一ホスト10～90wt%、第二ホスト90～10wt%で含有することを特徴とする請求項1～11のいずれかに記載の有機電界発光素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機電界発光素子(有機EL素子という)に関するものである。

【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、内部量子効率が100%まで高められることが知られている。

30

しかしながら、青色の燐光発光型有機EL素子に関しては、長寿命化が技術的な課題となっている。

【0003】

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、更なる効率の改良が求められている。

40

【0004】

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。し

50

かしながら燐光発光型素子と同様に寿命特性の更なる改善が求められている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】WO2010/134350号公報

【文献】WO2011/070963号公報

【文献】WO2017/138526号公報

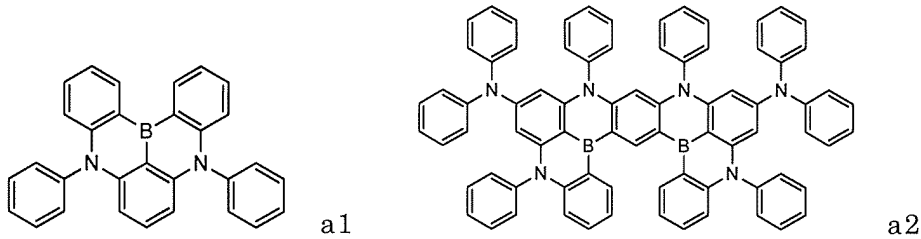
【文献】WO2018/198844号公報

【文献】WO2020/040298号公報

【0006】

特許文献3では、下記多環芳香族化合物に代表されるTADF材料を発光性ドーパントとして使用する有機EL素子が開示されているが、実用的な寿命特性は開示していない。

【化1】



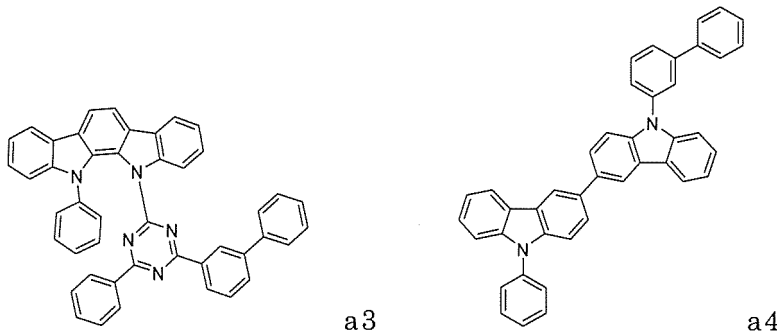
10

20

【0007】

特許文献4では、下記化合物に代表されるインドロカルバゾール化合物とカルバゾール化合物を発光層に混合して使用した燐光発光型の有機EL素子が開示されているが、一般式(4)で表される多環芳香族化合物を混合した発光層を有し、実用的な寿命特性を示す有機EL素子は開示していない。

【化2】



30

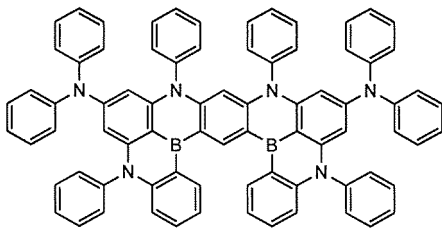
【0008】

特許文献5では、発光層にホウ素系化合物(a5)とTADF性化合物(a6)、カルバゾール化合物(a7)を混合して使用した有機EL素子が開示されているが、一般式(1)又は一般式(2)で表される第一ホストと、一般式(3)で表される第二ホストを混合して発光層に使用した実用的な寿命特性を示す有機EL素子は開示していない。

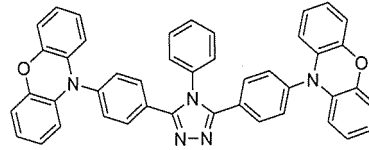
40

50

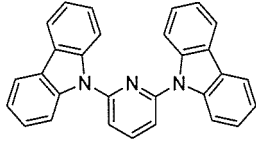
【化3】



a5



a6



a7

10

【発明の概要】

【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や光源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、高効率かつ長寿命な実用上有用な有機EL素子を提供することを目的とする。

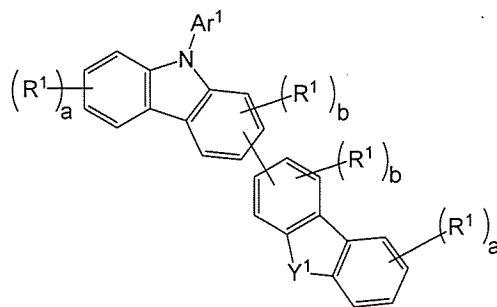
【0010】

本発明は、対向する陽極と陰極の間に、1つ以上の発光層を含む有機電界発光素子において、少なくとも1つの発光層がホストと発光性ドーパントを含み、ホストは一般式(1)又は一般式(2)で表される第一ホストと、一般式(3)で表される第二ホストを含み、発光性ドーパントは一般式(4)で表される多環芳香族化合物又は該一般式(4)で表される構造を部分構造として有する多環芳香族化合物を含むことを特徴とする有機電界発光素子である。

20

【0011】

【化4】



(1)

30

ここで、 Y^1 はO、S、又はN Ar^1 を表す。

Ar^1 は独立に、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3~17の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が2~8個連結して構成される連結芳香族基を表す。

40

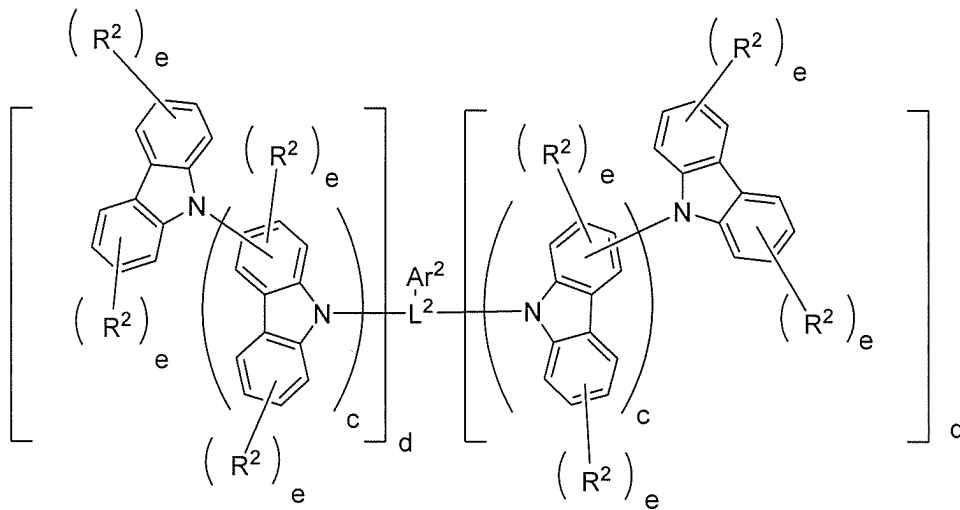
R^1 は独立に重水素、炭素数1~10の脂肪族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数6~18の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数3~17の芳香族複素環基を表す。

aは独立に0~4の整数を表し、bは独立に0~3の整数を表す。

【0012】

50

【化5】



10

ここで、 c は独立に0～5の整数であり、 d は独立に0～2の整数であり、少なくとも1つの d は1以上である。 e は独立に0～2の整数である。

R^2 は独立にシアノ基、炭素数1～10の脂肪族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数6～18の芳香族炭化水素基であり、

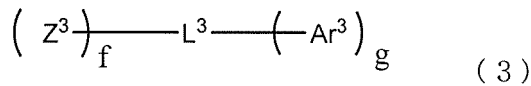
20

L^2 は置換若しくは未置換の炭素数6～18の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数3～17の芳香族複素環基である。

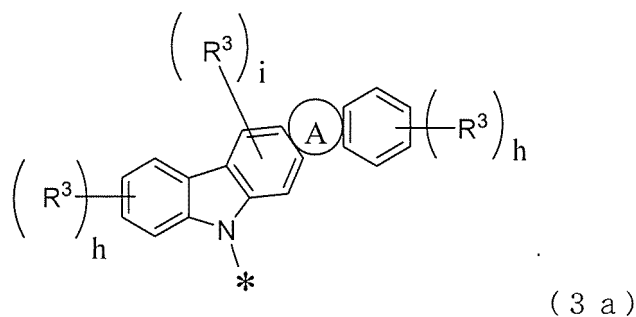
Ar^2 は水素、シアノ基、炭素数1～10の脂肪族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数6～18の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数3～17の芳香族複素環基、又はこれらが2～3個連結してなる連結芳香族基である。

【0013】

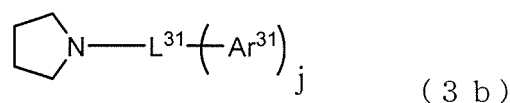
【化6】



30



40



ここで、 Z^3 は式(3 a)で表されるインドロカルバゾール環含有基であり、*は L^3 との結合位置であり、

環Aは式(3 b)で表される複素環であり、隣接する環と任意の位置で縮合する。

L^3 及び L^{31} は、それぞれ独立に置換若しくは未置換の炭素数6～30の芳香族炭化水素基又は置換若しくは未置換の炭素数3～17の芳香族複素環基である。

50

Ar^3 及び Ar^{31} は、それぞれ独立に置換若しくは未置換の炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基、又はこれらが 2 ~ 8 個連結してなる連結芳香族基である。

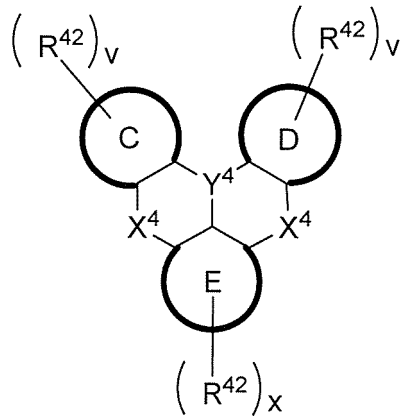
R^3 は独立に炭素数 1 ~ 10 の脂肪族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数 6 ~ 18 の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基である。

f は 1 ~ 3 の整数を表し、g は 0 ~ 3 の整数を表し、h は独立に 0 ~ 4 の整数を表し、i は 0 ~ 2 の整数を表し、j は 0 ~ 3 の整数を表す。

【0014】

【化7】

10



(4)

20

ここで、C環、D環、及びE環は独立に、炭素数 6 ~ 24 の芳香族炭化水素環又は炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環である。

Y^4 は B、P、 $P=O$ 、 $P=S$ 、AL、Ga、As、Si- R^4 、又は Ge- R^{41} であり、

X^4 は独立に、O、N- Ar^4 、S、又は Se であり、

R^4 、及び R^{41} はそれぞれ独立に、炭素数 1 ~ 10 の脂肪族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数 6 ~ 18 芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基であり、

30

Ar^4 は独立に、置換若しくは未置換の炭素数 6 ~ 18 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、又はそれらが 2 ~ 8 個連結してなる連結芳香族基であり、N- Ar^4 は C環、D環、又は E環のいずれかと結合して N を含む複素環を形成してもよく、

R^{42} は、それぞれ独立に、シアノ基、重水素、炭素数 12 ~ 44 のジアリーールアミノ基、炭素数 12 ~ 44 のアリーールヘテロアリーールアミノ基、炭素数 12 ~ 44 のジヘテロアリーールアミノ基、炭素数 1 ~ 10 の脂肪族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数 6 ~ 18 の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基を表し、

40

v はそれぞれ独立して 0 ~ 4 の整数を表し、x は 0 ~ 3 の整数を表す。

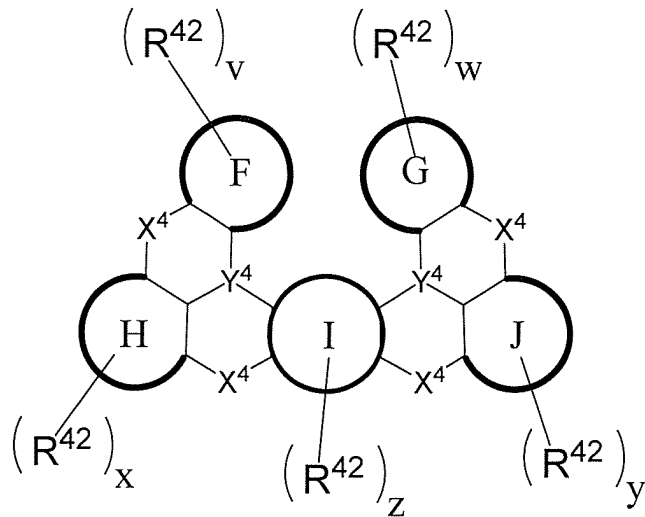
C環、D環、E環、 R^4 、 R^{41} 、 R^{42} 、及び Ar^4 における少なくとも 1 つの水素がハロゲン又は重水素で置換されていてもよい。

【0015】

一般式 (4) で表される構造を部分構造として有する多環芳香族化合物としては、下記式 (5) で表される多環芳香族化合物、又は下記式 (6) で表されるホウ素含有多環芳香族化合物が挙げられる。

50

【化 8】



10

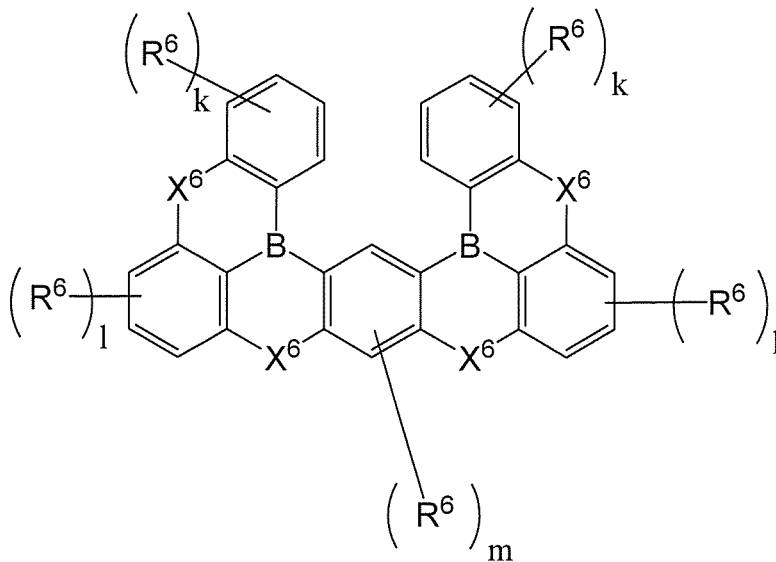
ここで、F環、G環、H環、I環、及びJ環は、それぞれ独立して炭素数6～24の芳香族炭化水素環、又は炭素数3～17の芳香族複素環であり、F環、G環、H環、I環、及びJ環における少なくとも1つの水素がハロゲン又は重水素で置換されていてもよい。

20

X^4 、 Y^4 、 R^{42} 、 x 、及び v は、一般式(4)と同意であり、 w は0～4の整数を表し、 y は0～3の整数を表し、 z は0～2の整数を表す。

【0016】

【化 9】



30

ここで、 X^6 は独立にN-Ar⁶、O、又はSを表すが、少なくとも1つの X^6 はN-Ar⁶を表す。Ar⁶は独立に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3～17の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が2～8個連結して構成される連結芳香族基を表し、N-Ar⁶は X^6 が結合する芳香族環と結合してNを含む複素環を形成してもよい。

R^6 は独立にシアノ基、重水素、炭素数12～44のジアリールアミノ基、炭素数1～10の脂肪族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数6～18の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数3～17の芳香族複素環基を表す。

k は独立に0～4の整数を表し、 l は独立に0～3の整数を表し、 m は0～2の整数を

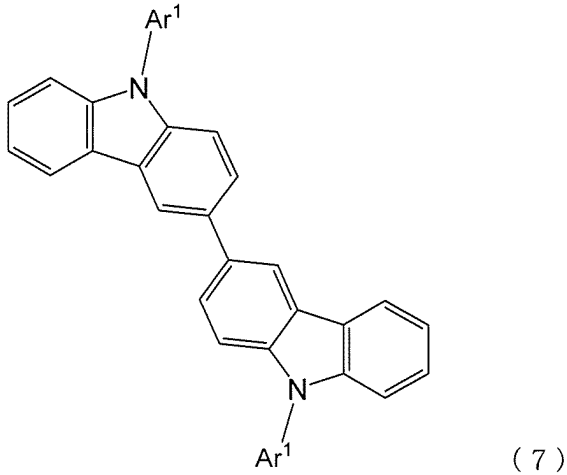
50

表す。

【0017】

第一ホストとしては、一般式(1)で表される第一ホストが好ましく、また、一般式(1)中の Y^1 が $N-Ar^1$ であることが好ましい。好ましい一般式(1)としては、下記式(7)が挙げられる。

【化10】



10

ここで、 Ar^1 は一般式(1)と同義である。

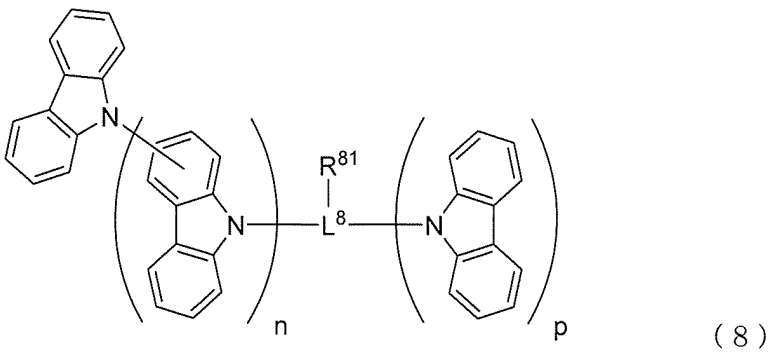
【0018】

また、本発明の他の態様は、前記発光層に一般式(2)で表される第一ホストと一般式(3)で表される第二ホストを含有することを特徴とする上記の有機電界発光素子である。

【0019】

好ましい一般式(2)としては、下記式(8)が挙げられる。

【化11】



30

ここで、 n は1~5の整数であり、 p は0~1の整数であり、

L^8 はベンゼン、ジベンゾフラン、又はジベンゾチオフェンから生じる基を表す。

R^{81} は水素、又はベンゼン、ジベンゾフラン、もしくはジベンゾチオフェンから生じる基を表す。

【0020】

前記発光性ドーパントが、励起一重項エネルギー(S_1)と励起三重項エネルギー(T_1)の差(EST)が0.20 eV以下であることが好ましく、0.10 eV以下であることがより好ましい。

【0021】

前記発光層には、発光性ドーパント0.10~10wt%に対し、ホスト99.9~90wt%で含有し、ホスト中、第一ホスト10~90wt%、第二ホスト90~10wt%で含有することがよい。

50

【0022】

また本発明は、対向する陽極と陰極の間に、1つ以上の発光層を含む有機EL素子において、少なくとも1つの発光層が、励起一重項エネルギー（S1）と励起三重項エネルギー（T1）の差（EST）が0.20eV以下である有機発光材料を発光性ドーパントと、上記第一ホストと第二ホストとを含有することを特徴とする有機EL素子である。

【0023】

本発明の有機EL素子は、発光層に特定の発光性ドーパントと複数の特定のホスト材料を含有するため、低駆動電圧、高発光効率で、長寿命な有機EL素子となることができたと考えられる。

本発明の有機EL素子が低駆動電圧となる要因は、第一ホスト材料であるカルバゾール化合物は正孔が注入されやすい特性を有し、第二ホスト材料であるインドロカルバゾール化合物は電子が注入されやすい特性を有すると考えられ、より低電圧で正孔と電子が注入され、励起子が生成されると想定される。

10

また本発明の有機EL素子が高発光効率となる要因は、カルバゾール化合物は正孔が注入されやすい特性を有し、インドロカルバゾール化合物は電子が注入されやすい特性を有していると考えられ、発光層中の正孔と電子の均衡を保つことができたためと考えられる。

本発明の有機EL素子が長寿命となる要因は、有機EL素子に電圧を印加したとき、カルバゾール化合物からなる第一ホストへ正孔、インドロカルバゾール化合物からなる第二ホスト電子が優先的に注入されることで、発光性ドーパントへの電気化学的負荷が軽減されるためであると考えられる。

20

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】有機EL素子の一例を示した模式断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

本発明の有機EL素子は、対向する陽極と陰極の間に、1つ以上の発光層を有し、少なくとも1つの発光層が、第一ホストと、第二ホストと、発光性ドーパントを含有する。

上記第一ホストは、一般式（1）又は一般式（2）で表される化合物から選択され、第二ホストは、一般式（3）で表される化合物から選択される。発光性ドーパントは、一般式（4）で表される多環芳香族化合物又は一般式（4）で表される構造を部分構造として有する多環芳香族化合物から選択される。一般式（4）で表される構造を部分構造として有する多環芳香族化合物を、部分構造型多環芳香族化合物ともいう。

30

【0026】

本発明において第1ホストとして使用する上記一般式（1）又は（2）で表される化合物について、説明する。

【0027】

一般式（1）中、Y¹はO、S、又はN-Ar¹を表す。好ましくは、O又は、N-Ar¹を表し、より好ましくはN-Ar¹を表す。

【0028】

一般式（1）の好ましい様態として、一般式（7）が挙げられる。一般式（1）と式（7）において、共通する記号は同じ意味を有する。

40

【0029】

Ar¹は、独立に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3～17の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が2～8個連結して構成される置換若しくは未置換の連結芳香族基を表す。好ましくは置換若しくは未置換の炭素数6～12の芳香族炭化水素基、又はこれらの芳香族環が2～4個連結して構成される置換若しくは未置換の連結芳香族基である。より好ましくは、フェニル基、ピフェニル基、又はターフェニル基である。

【0030】

Ar¹が未置換の芳香族炭化水素基、芳香族複素環基、又は連結芳香族基である場合の具

50

体例としては、ベンゼン、ナフタレン、アセナフテン、アセナフチレン、アズレン、アントラセン、クリセン、ピレン、フェナントレン、トリフェニレン、フルオレン、ベンゾ[a]アントラセン、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、キノリン、イソキノリン、キノキサリン、キナゾリン、チアジアゾール、フタラジン、テトラゾール、インドール、ピリジン、ピリミジン、トリアジン、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、プリン、ピラノン、クマリン、イソクマリン、クロモン、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2～8連結して構成される化合物から1個の水素を取って生じる基が挙げられる。好ましくは、ベンゼン、ナフタレン、アセナフテン、アセナフチレン、アズレン、又はこれらが2～4連結して構成される化合物から1個の水素を取って生じる基が挙げられる。より好ましくは、ベンゼン、ビフェニル又はターフェニルから生じる基が挙げられる。

【0031】

本明細書において、連結芳香族基は、芳香族炭化水素基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い、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。連結芳香族基に該当する場合は、置換の芳香族炭化水素基又は置換の芳香族複素環基とは異なる。

【0032】

R^1 は独立に重水素、炭素数1～10の脂肪族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数6～18の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数3～17の芳香族複素環基を表す。好ましくは、炭素数1～8の脂肪族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数6～12の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数3～15の芳香族複素環基である。より好ましくは、置換若しくは未置換の炭素数6～10の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数3～12の芳香族複素環基である。

なお、 Ar^1 及び R^1 は、ピリジン、ピリミジン、又はトリアジンから生じる基ではないことが好ましい。

【0033】

aは0～4の整数を表し、bは0～3の整数を表す。好ましくは、aは0～1の整数であり、bは0～1の整数である。

【0034】

R^1 が炭素数1～10の脂肪族炭化水素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、ヘキシル、ヘプチル、オクチル、又はノニルが挙げられる。好ましくは、メチル、エチル、プロピル、ブチル、ペンチル、ヘキシル、ヘプチル、又はオクチルが挙げられる。

【0035】

R^1 が未置換の炭素数6～18の芳香族炭化水素基、又は未置換の炭素数3～17の芳香族複素環基である場合の具体例としては、上記 Ar^1 でした説明と同様である。

【0036】

本明細書において、置換の芳香族炭化水素基又は芳香族複素環基又は連結芳香族基は、置換基を有してもよく、置換基としては、重水素、シアノ基、トリアリールシリル基、炭素数1～10の脂肪族炭化水素基、炭素数12～44のジアリールアミノ基が好ましい。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、環状であっても良い。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。

【0037】

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

10

20

30

40

50

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。

【0038】

本明細書において、水素は重水素であってもよいと理解される。すなわち、一般式(1)~(4)等において、カルバゾールのような骨格、 R^1 や Ar^1 のような置換基が有するHの一部又は全部は重水素であってもよい。

10

【0039】

一般式(1)で表される化合物の具体的な例を以下に示すが、これら例示化合物に限定されるものではない。

【0040】

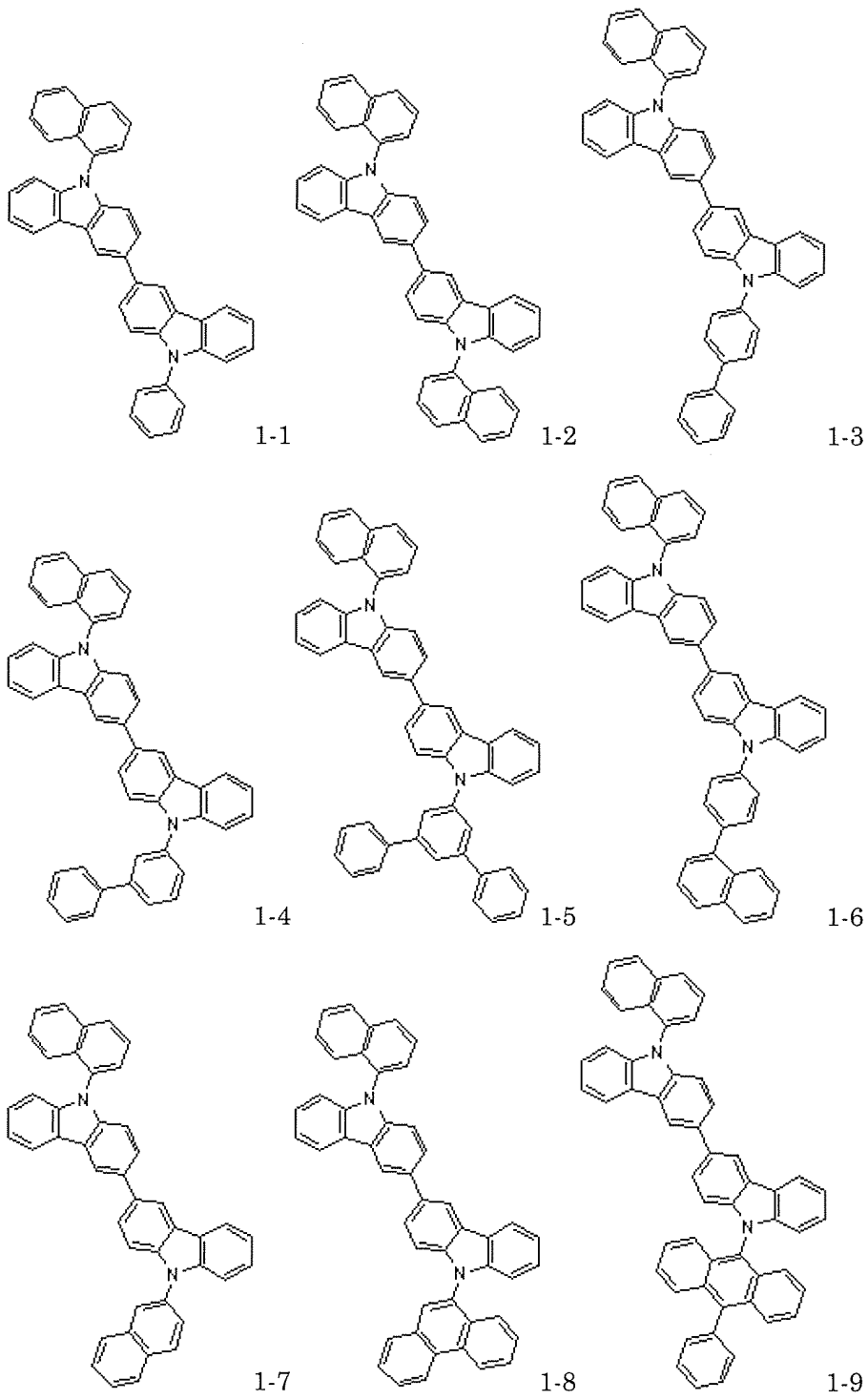
20

30

40

50

【化 1 2】



10

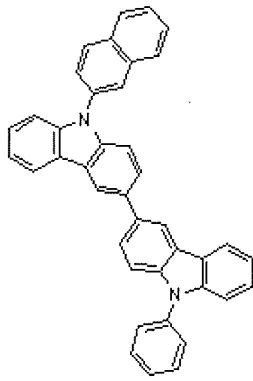
20

30

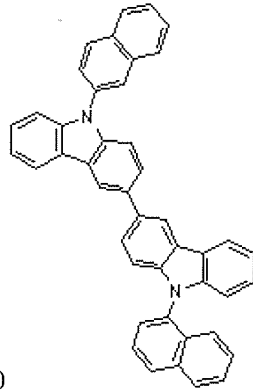
40

50

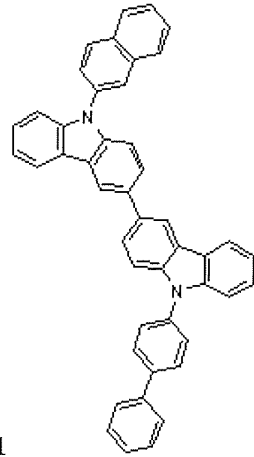
【化 1 3】



1-10

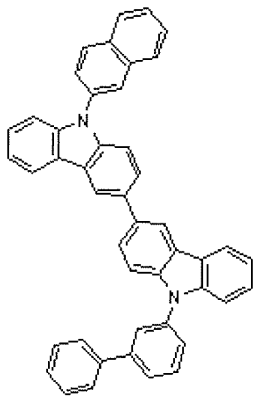


1-11

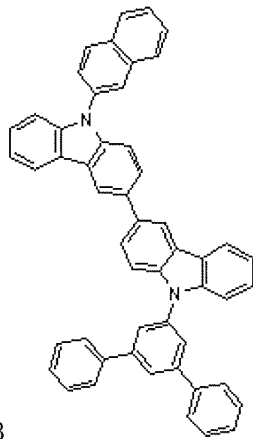


1-12

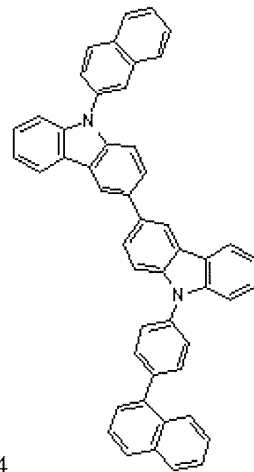
10



1-13

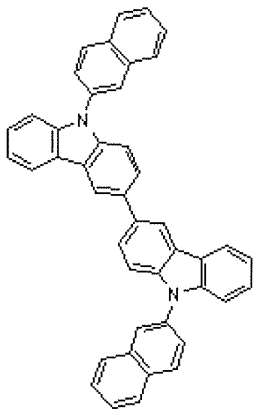


1-14

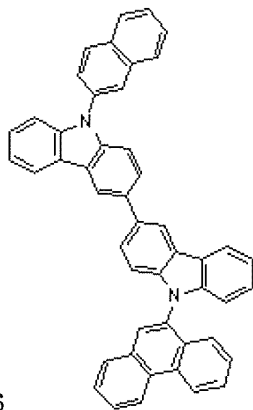


1-15

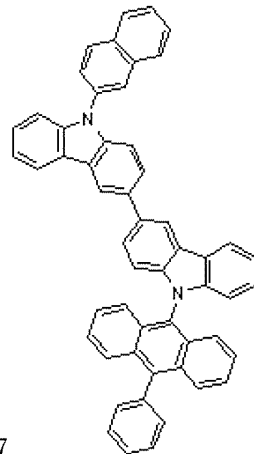
20



1-16



1-17



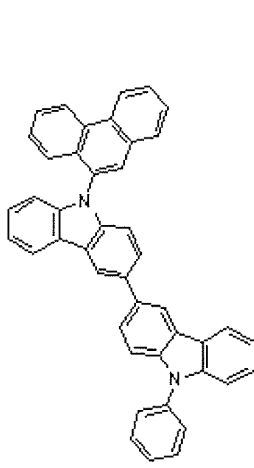
1-18

30

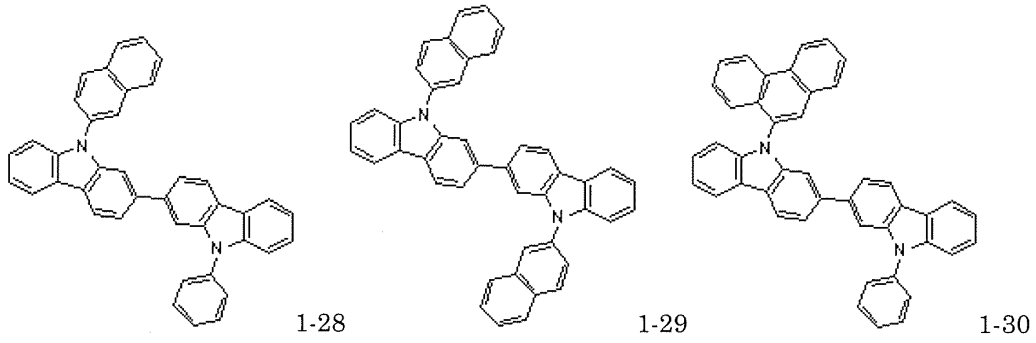
40

50

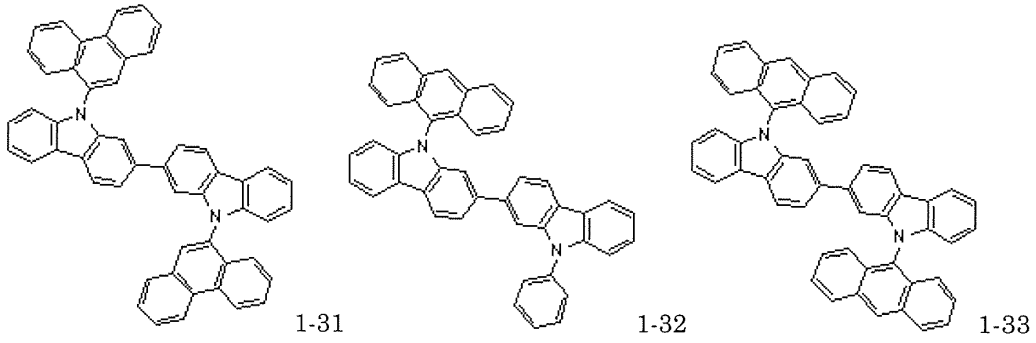
【化 1 4】



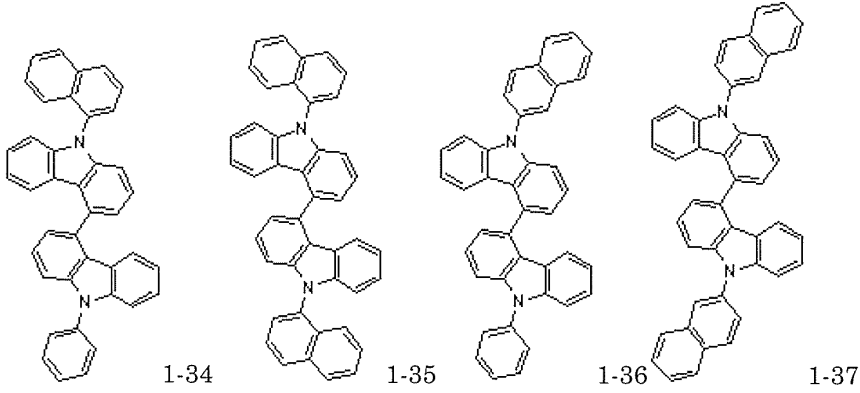
【化 1 5】



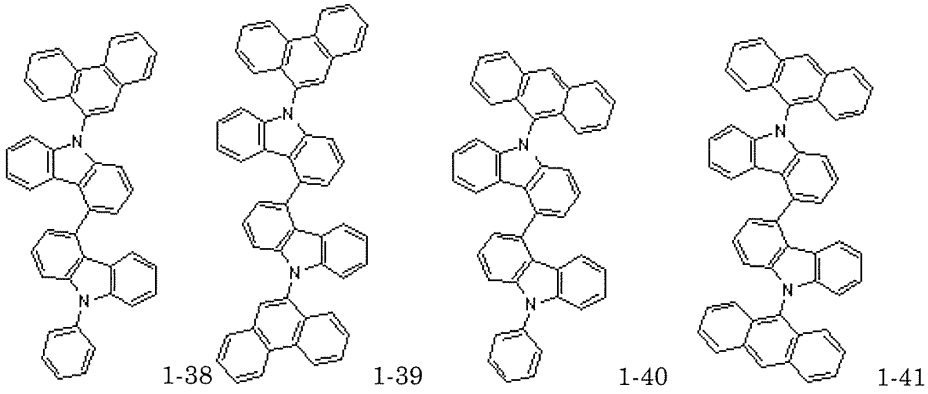
10



20

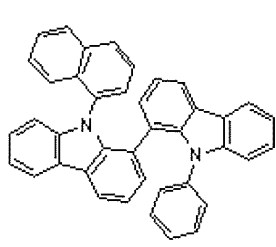


30

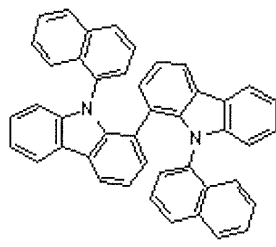


40

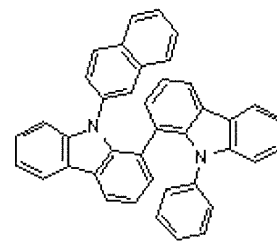
【化 1 6】



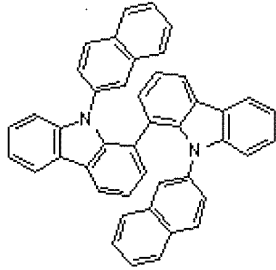
1-42



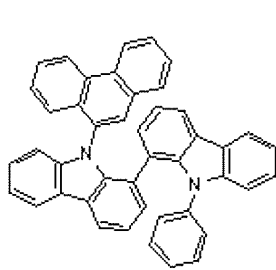
1-43



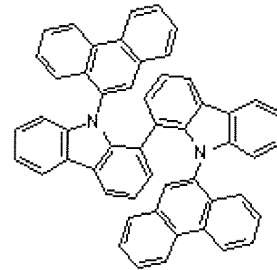
1-44



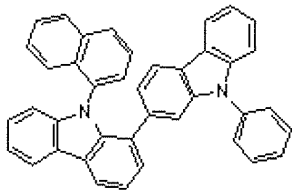
1-45



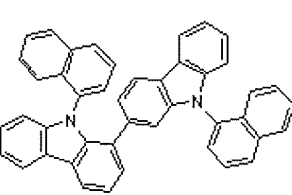
1-46



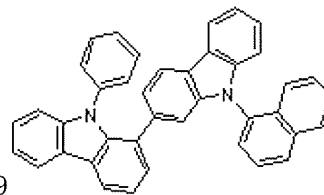
1-47



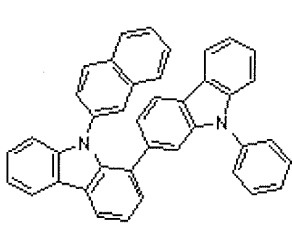
1-48



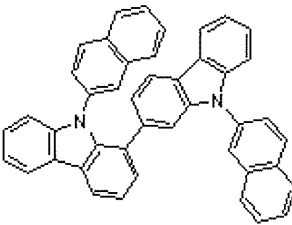
1-49



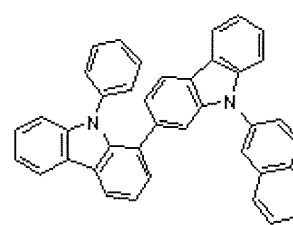
1-50



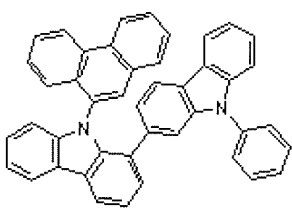
1-51



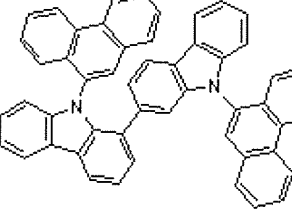
1-52



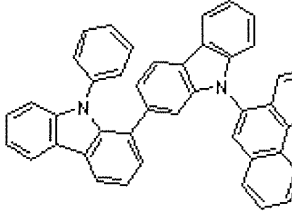
1-53



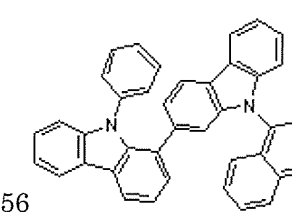
1-54



1-55



1-56



1-57

10

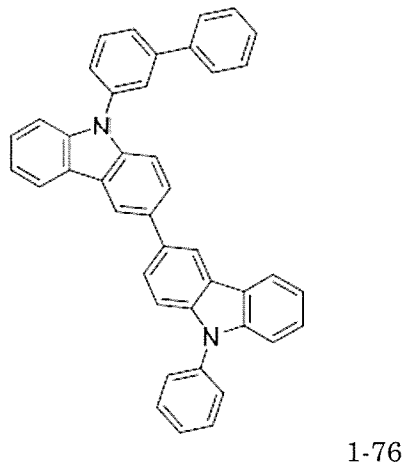
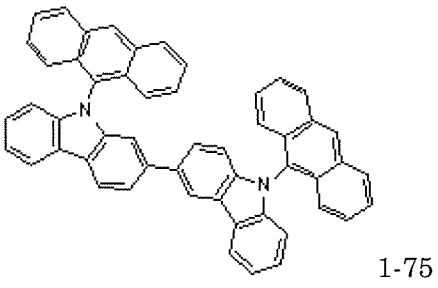
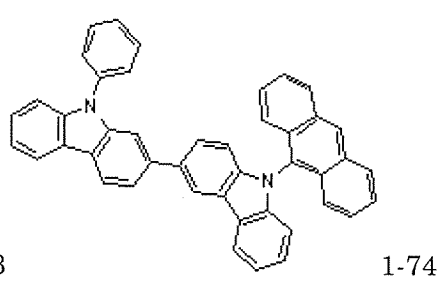
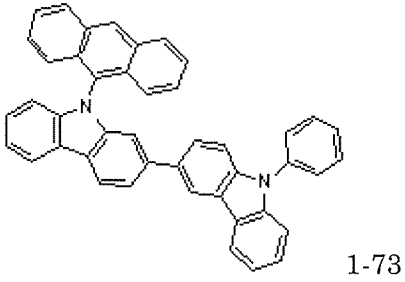
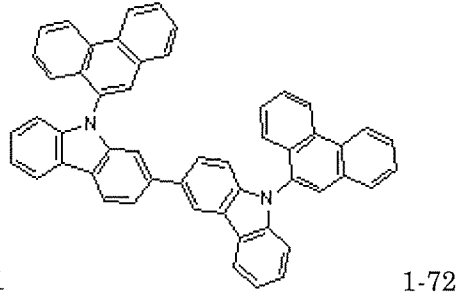
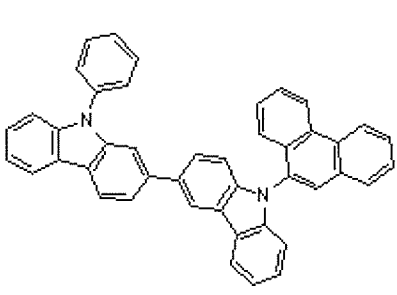
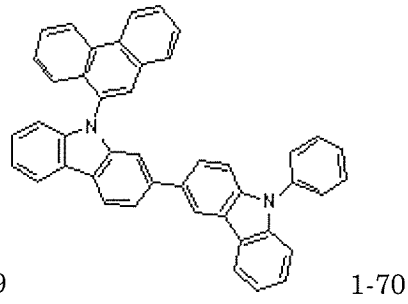
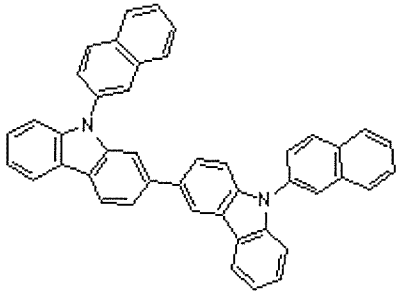
20

30

40

50

【化 1 8】



【 0 0 4 2】

10

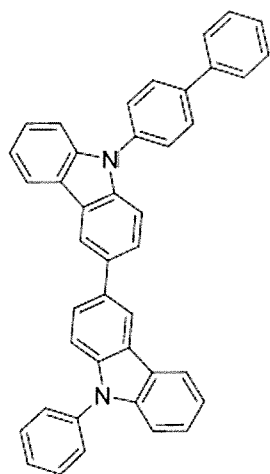
20

30

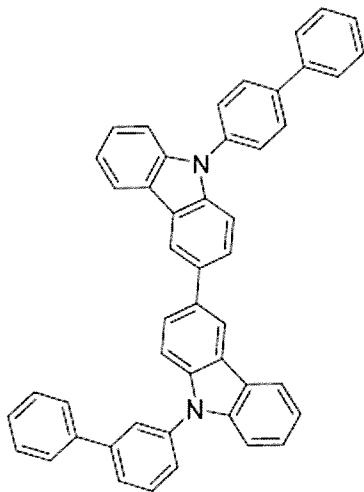
40

50

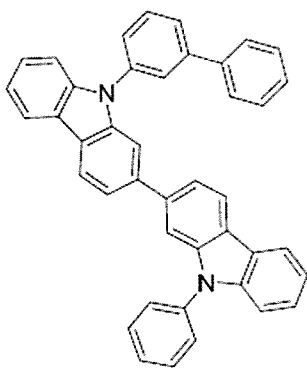
【化 19】



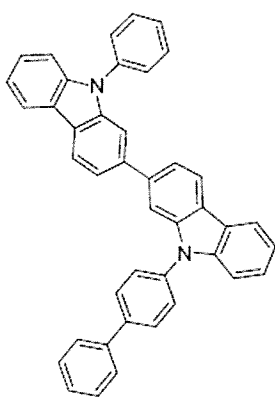
1-77



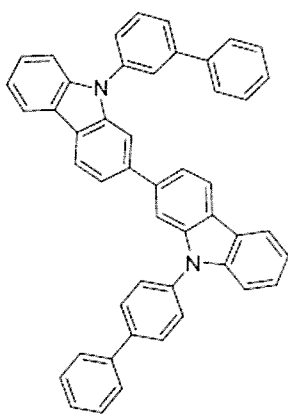
1-78



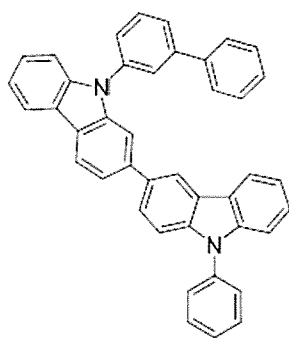
1-79



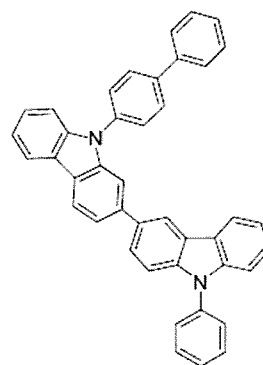
1-80



1-81



1-82



1-83

10

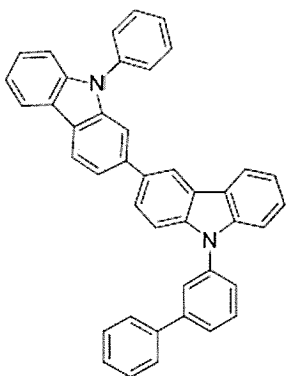
20

30

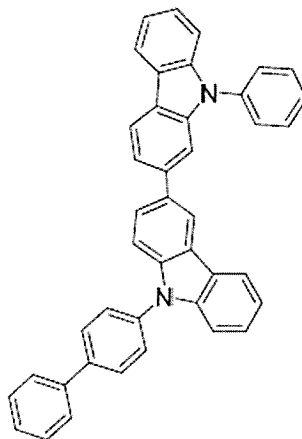
40

50

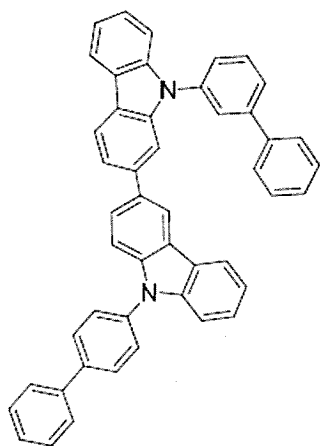
【化 2 0】



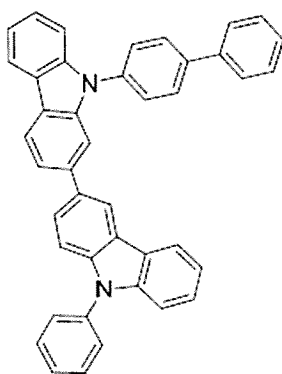
1-84



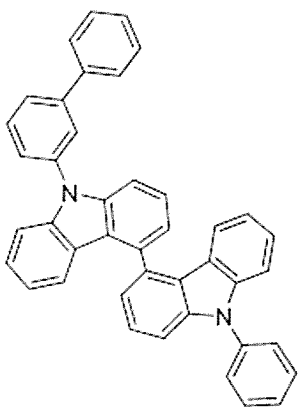
1-85



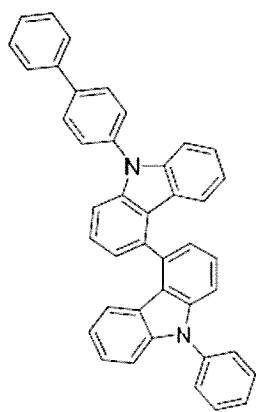
1-86



1-87



1-88



1-89

10

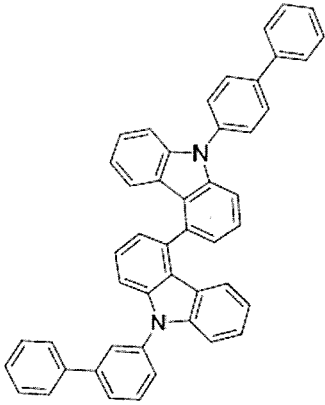
20

30

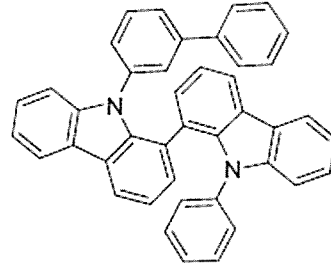
40

50

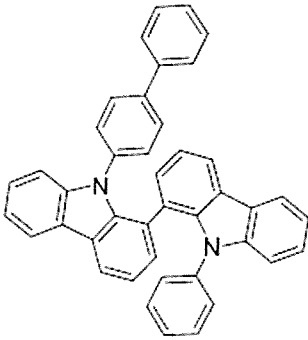
【化 2 1】



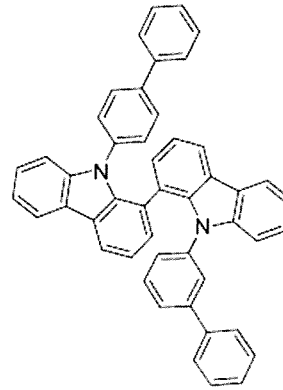
1-90



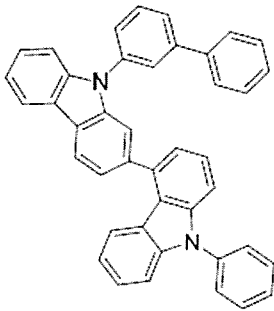
1-91



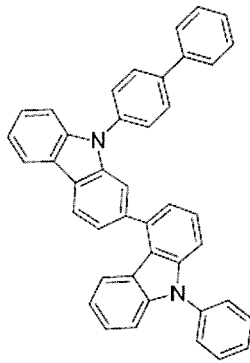
1-92



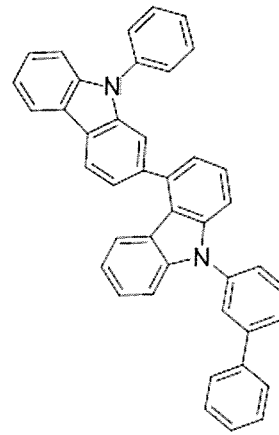
1-93



1-94



1-95



1-96

【 0 0 4 3 】

10

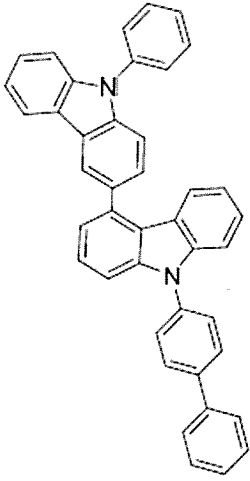
20

30

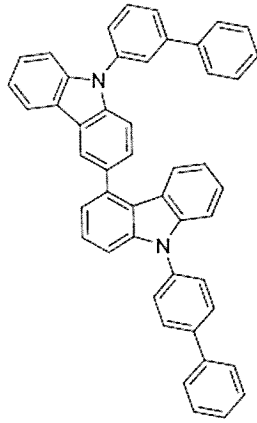
40

50

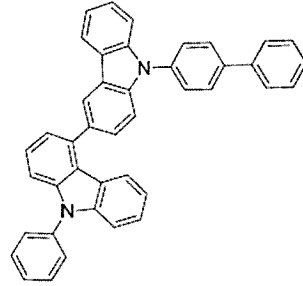
【化 2 2】



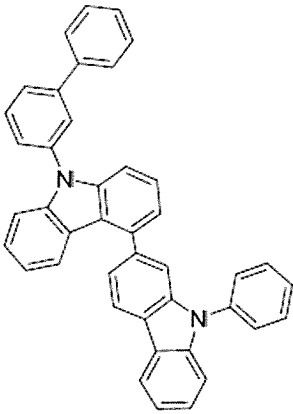
1-97



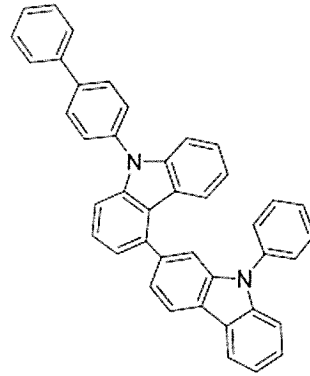
1-98



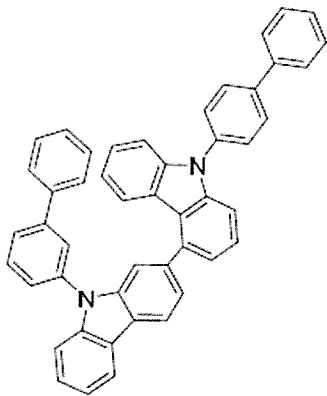
1-99



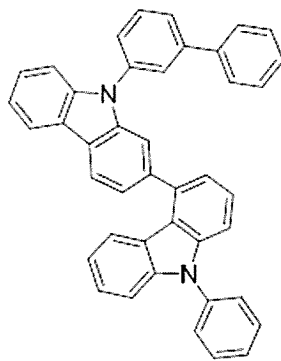
1-100



1-101



1-102



1-103

10

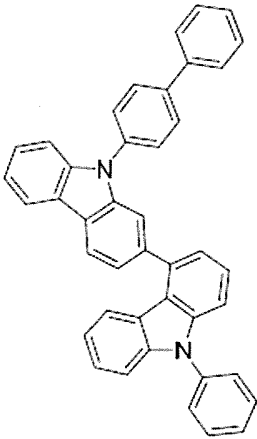
20

30

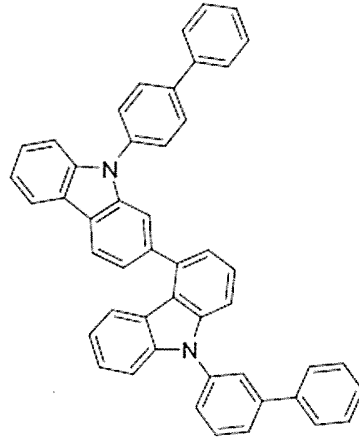
40

50

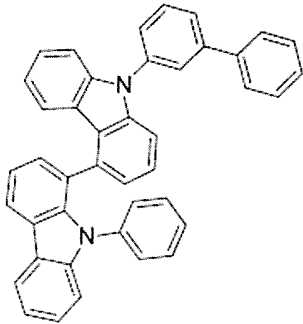
【化 2 3】



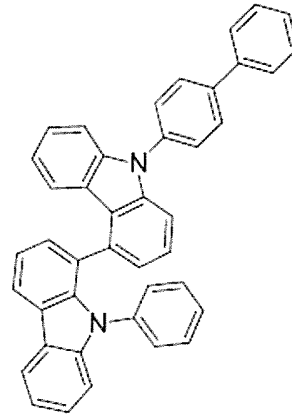
1-104



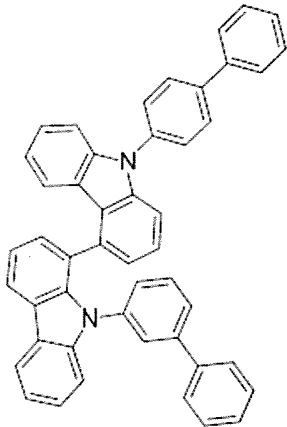
1-105



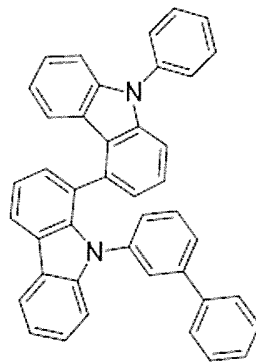
1-106



1-107



1-108



1-109

10

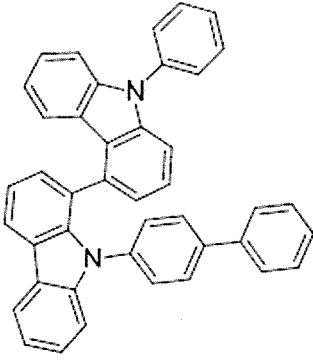
20

30

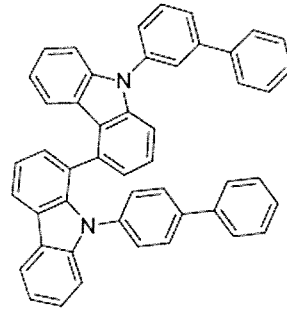
40

50

【化 2 4】

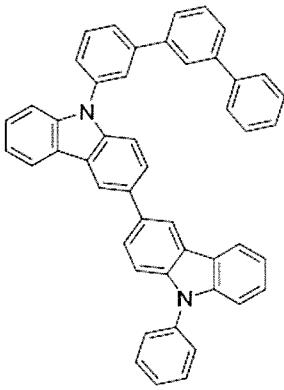


1-110

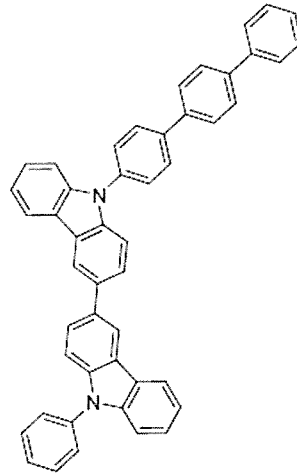


1-111

10

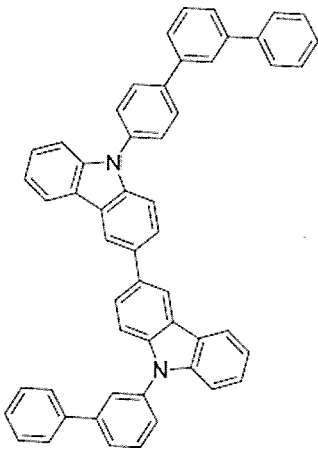


1-112

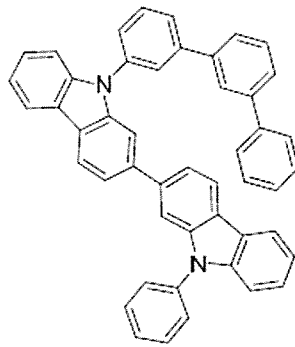


1-113

20



1-114



1-115

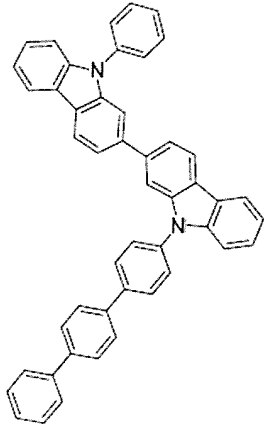
30

【 0 0 4 4】

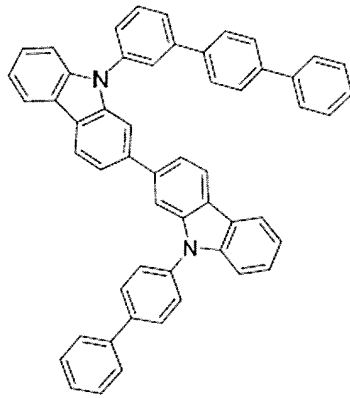
40

50

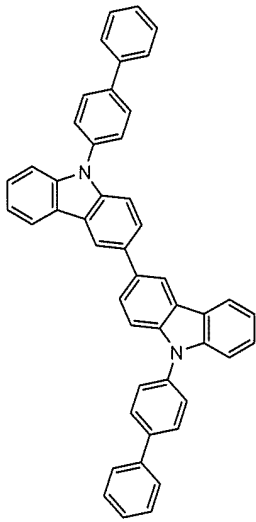
【化 2 5】



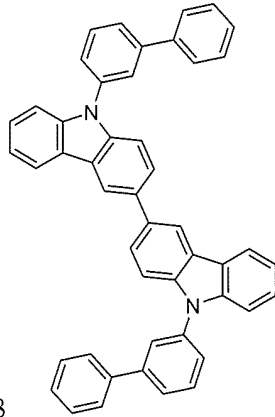
1-116



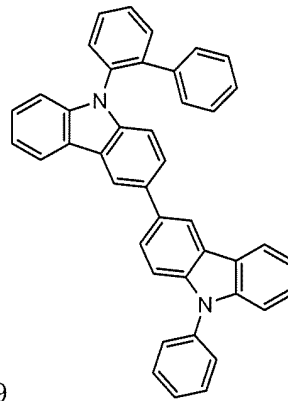
1-117



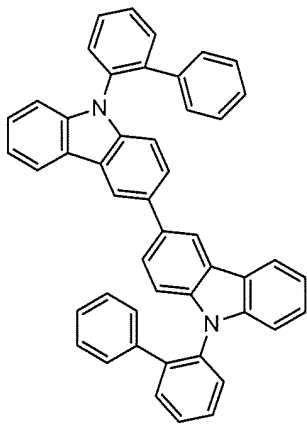
1-118



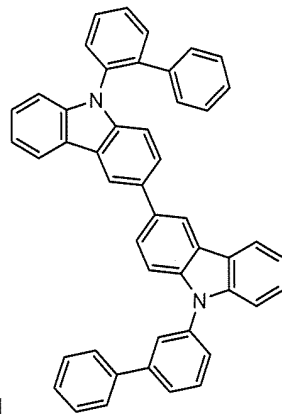
1-119



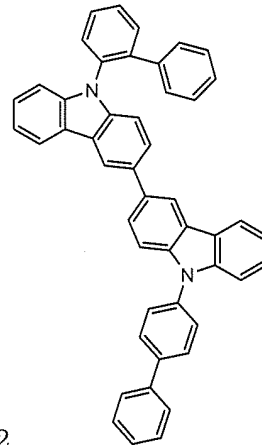
1-120



1-121



1-122



1-123

10

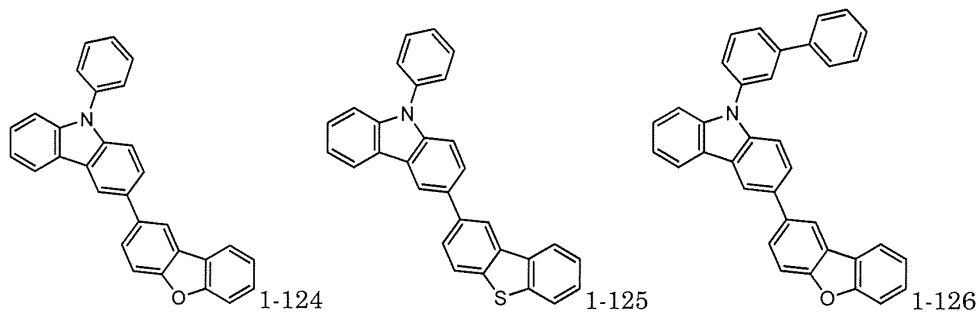
20

30

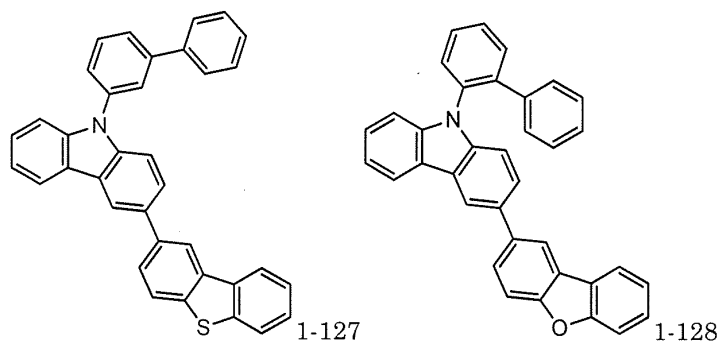
40

50

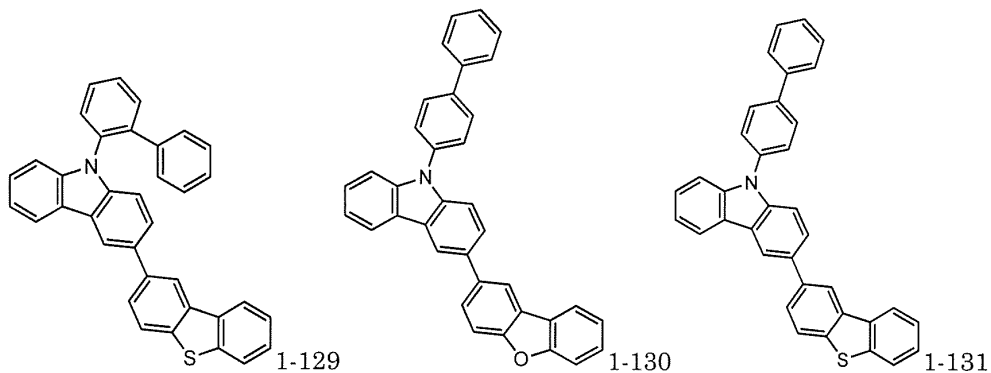
【化 2 6】



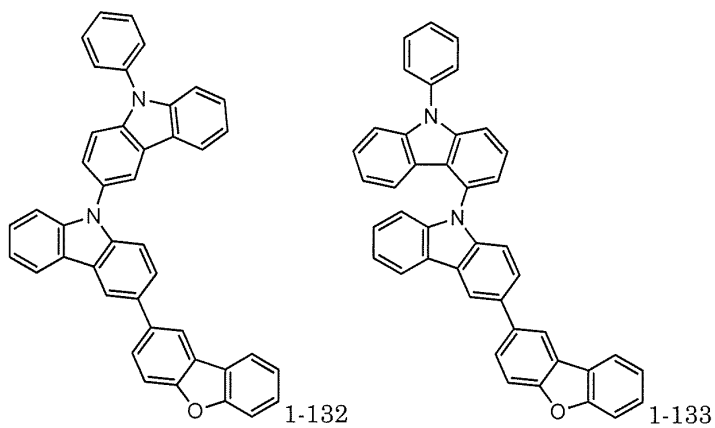
10



20



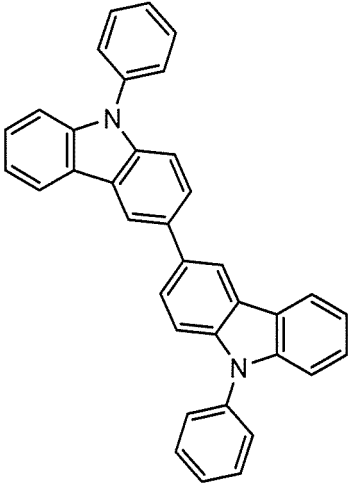
30



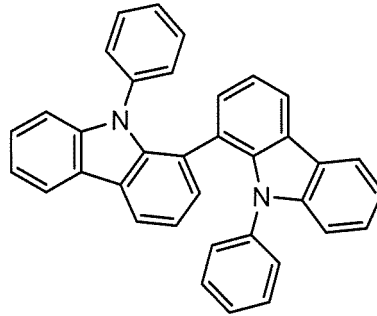
40

50

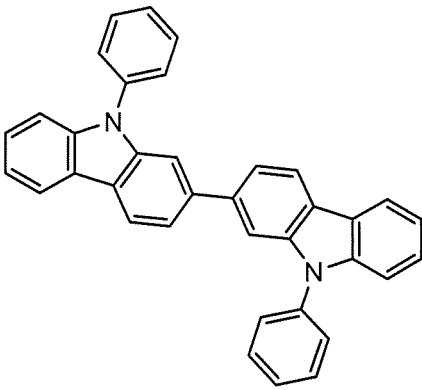
【化 2 7】



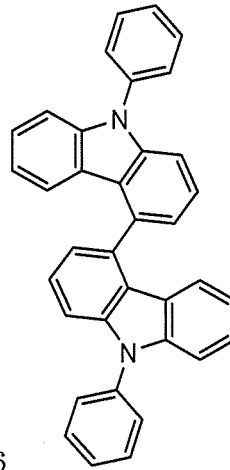
1-134



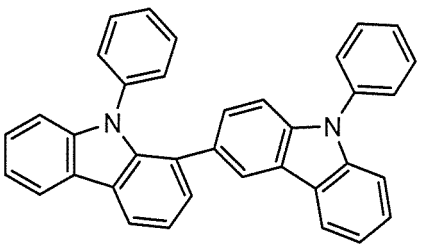
1-135



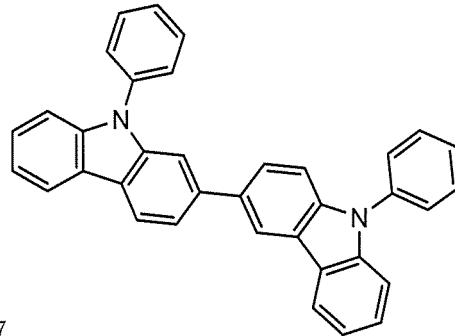
1-136



1-136



1-137



1-138

【 0 0 4 5】

10

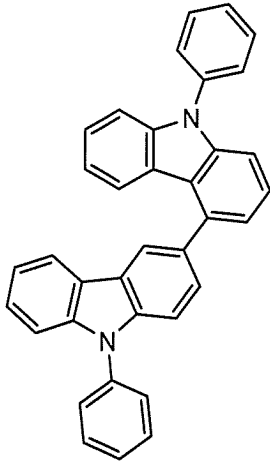
20

30

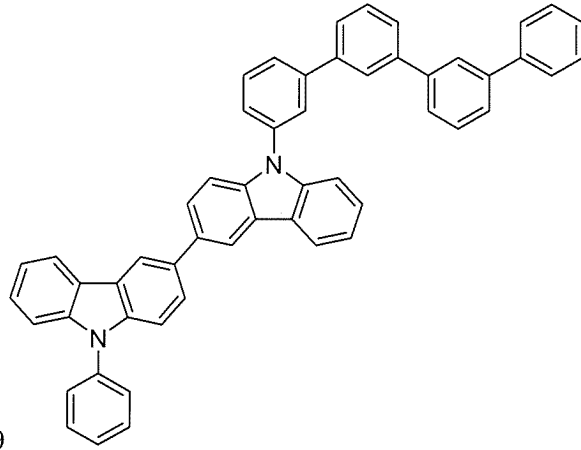
40

50

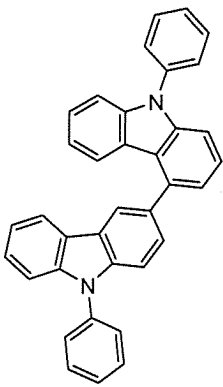
【化 2 8】



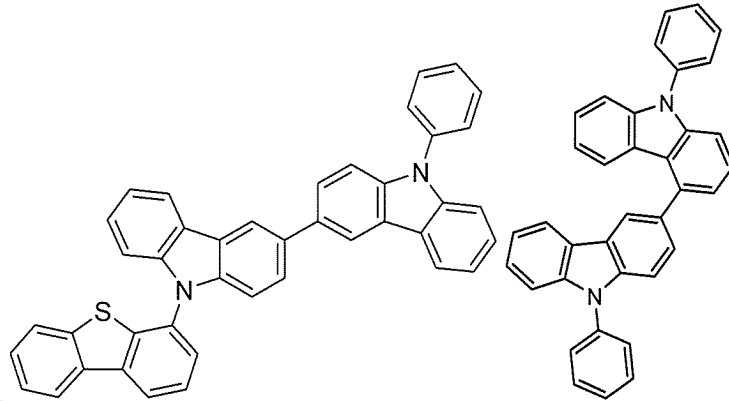
1-139



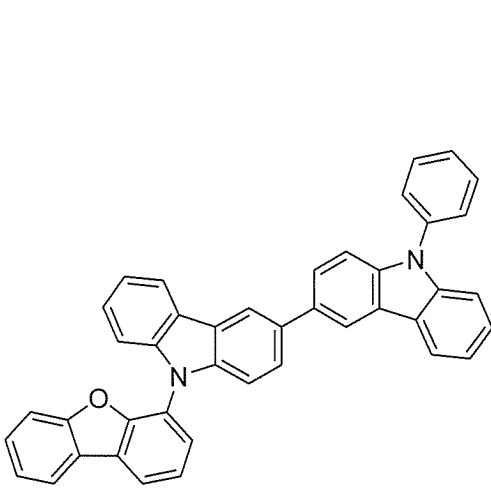
1-140



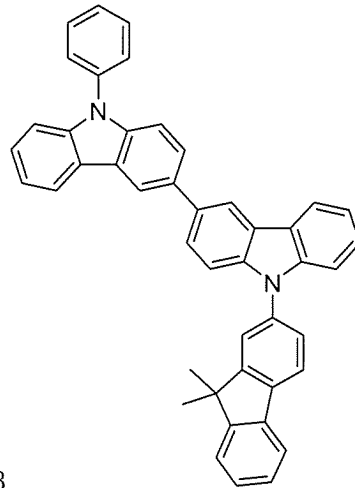
1-141



1-142



1-143



1-144

10

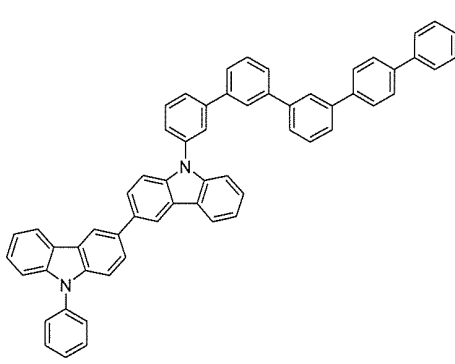
20

30

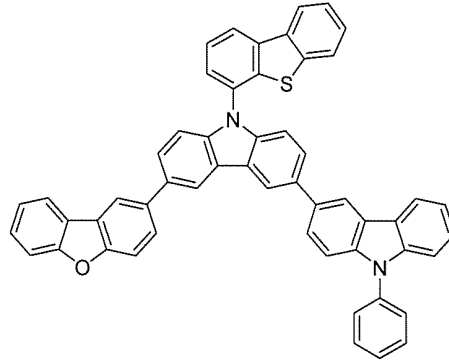
40

50

【化 2 9】

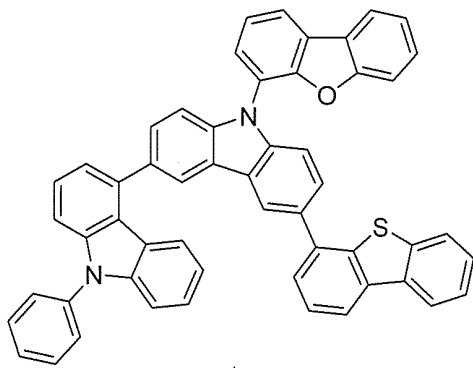


1-150

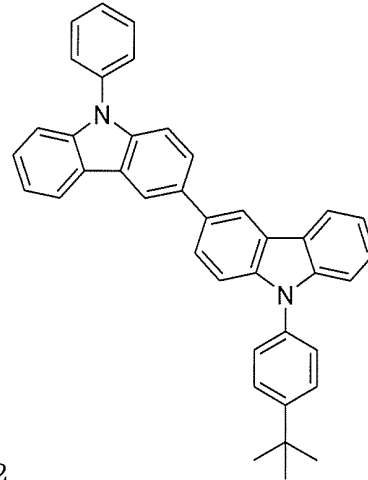


1-151

10

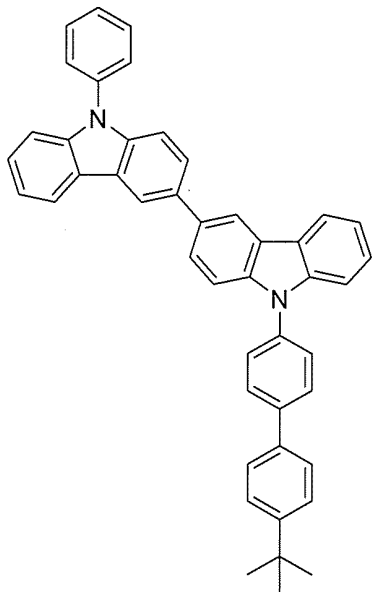


1-152

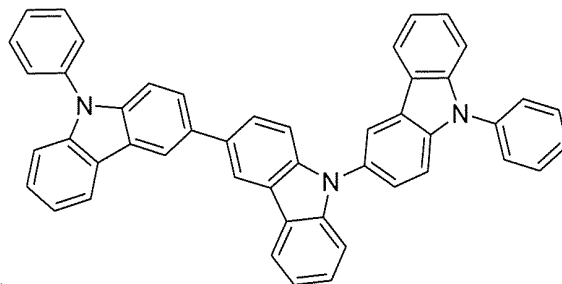


1-153

20



1-154



1-155

30

40

【0046】

前記一般式(2)で表される化合物について、説明する。

一般式(2)において、cは独立に0~5の整数であり、dは独立に0~2の整数であり、少なくとも1つのdは1以上である。eは独立に0~2の整数である。好ましくは、cは1~2の整数であり、2つのdの合計は1~4の整数であり、eは0~1の整数である。

【0047】

R²は独立にシアノ基、炭素数1~10の脂肪族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数6~18の芳香族炭化水素基である。好ましくは、炭素数1~8の脂肪族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数6~12の芳香族炭化水素基であり、より好ましくは、置

50

換若しくは未置換の炭素数 6 ~ 10 の芳香族炭化水素基である。

【0048】

R^2 が炭素数 1 ~ 10 の脂肪族炭化水素基である場合の具体例としては、一般式 (1) において、 R^1 がこれらである場合と同様である。

【0049】

R^2 が未置換の炭素数 6 ~ 18 の芳香族炭化水素基である場合の具体例としては、上記 $A r^1$ でした説明と同様である。

【0050】

L^2 は置換若しくは未置換の炭素数 6 ~ 18 の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基である。好ましくは、置換若しくは未置換の炭素数 6 ~ 12 の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数 3 ~ 15 の芳香族複素環基である。より好ましくは、置換若しくは未置換の炭素数 6 ~ 10 の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数 3 ~ 12 の芳香族複素環基である。

10

【0051】

L^2 が未置換の炭素数 6 ~ 18 の芳香族炭化水素基、又は未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基である場合の具体例としては、一般式 (1) において、 $A r^1$ がこれらである場合と同様である。なお、価数が相違することがある。 L^2 は $2d+1$ 価の基と解される。

【0052】

$A r^2$ は独立に、水素、重水素、炭素数 1 ~ 10 の脂肪族炭化水素基、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 ~ 17 の芳香族複素環基、又はこれらが 2 ~ 3 個連結してなる連結芳香族基を表す。好ましくは、炭素数 1 ~ 8 の脂肪族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数 6 ~ 12 の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数 3 ~ 15 の芳香族複素環基、又はこれらが 2 ~ 3 個連結してなる連結芳香族基である。より好ましくは、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 ~ 12 の芳香族複素環基、又はこれらが 2 ~ 3 個連結してなる連結芳香族基である。

20

なお、 $A r^2$ 、 L^2 、 R^2 は、ピリジン、ピリミジン、又はトリアジンから生じる基ではないことが好ましい。

【0053】

$A r^2$ が、炭素数 1 ~ 10 の脂肪族炭化水素基である場合の具体例は、一般式 (1) の R^1 がこれらである場合と同様である。また、 $A r^2$ が、置換若しくは未置換の炭素数 6 ~ 18 の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基である場合の具体例は、一般式 (1) の $A r^1$ がこれらである場合と同様である。

30

【0054】

一般式 (2) の好ましい様態として、式 (8) が挙げられる。

式 (8) において、 n は 1 ~ 5 の整数であり、 p は 0 ~ 1 の整数であり、好ましくは、 n は 1 ~ 2 の整数であり、 p は 0 である。

L^8 はベンゼン、ジベンゾフラン、又はジベンゾチオフエンから生じる基を表す。 R^{81} は水素、又はベンゼン、ジベンゾフラン又はジベンゾチオフエンから生じる基を表す。

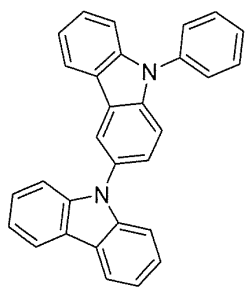
【0055】

一般式 (2) で表される化合物の具体的な例を以下に示すが、これら例示化合物に限定されるものではない。

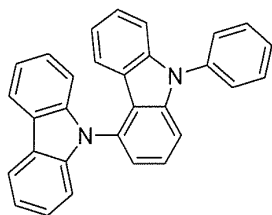
40

【0056】

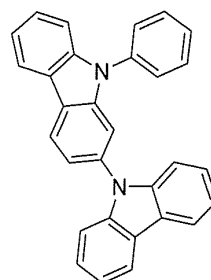
【化 3 0】



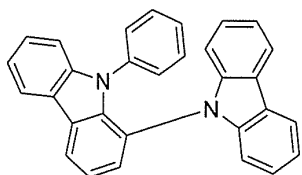
2-1



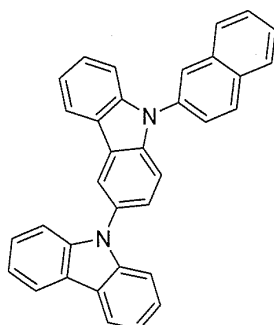
2-2



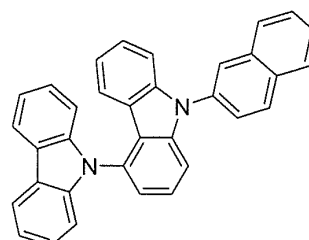
2-3



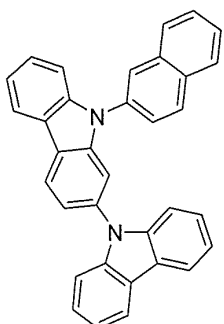
2-4



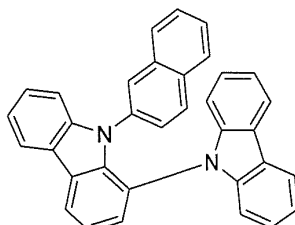
2-5



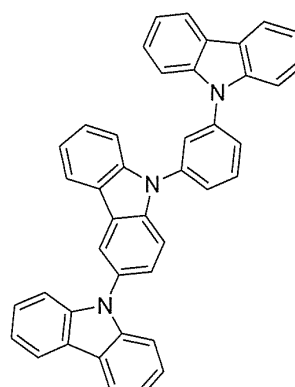
2-6



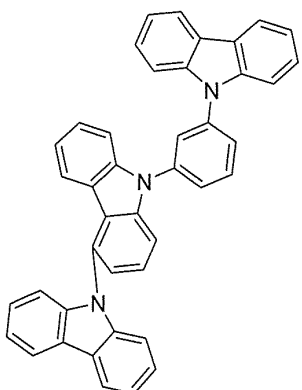
2-7



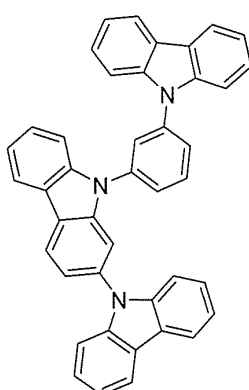
2-8



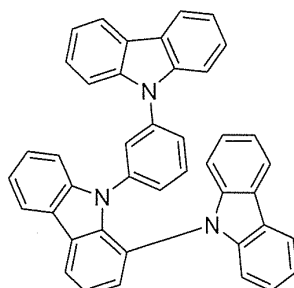
2-9



2-10



2-11



2-12

10

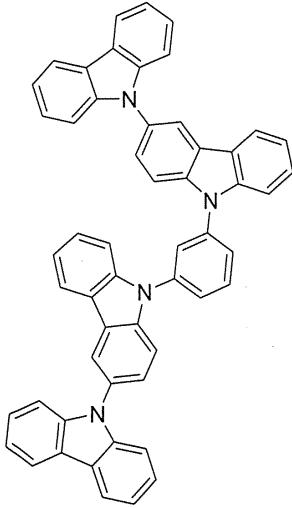
20

30

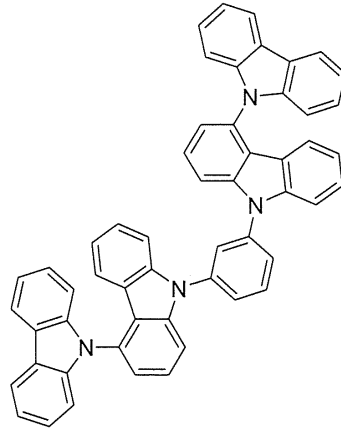
40

50

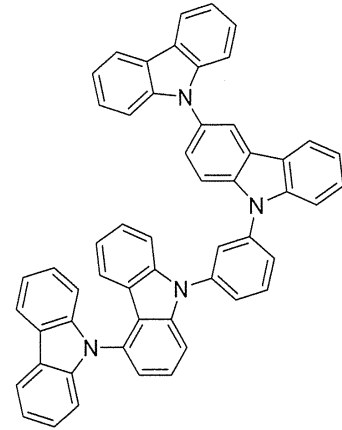
【化 3 1】



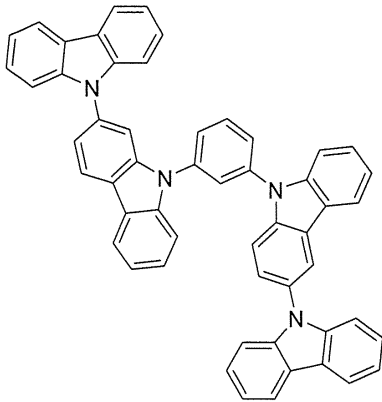
2-13



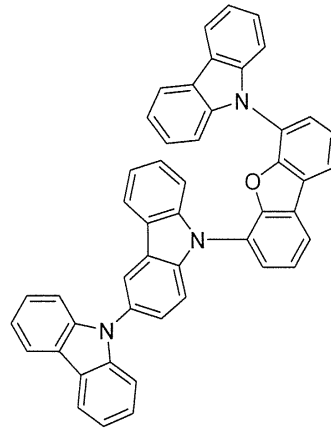
2-14



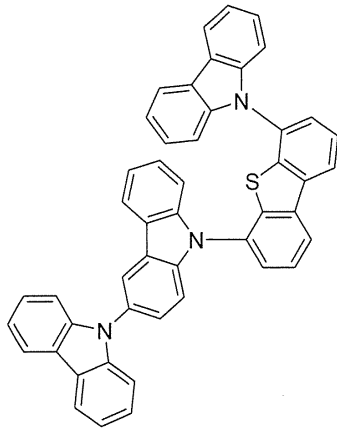
2-15



2-16



2-17



2-18

10

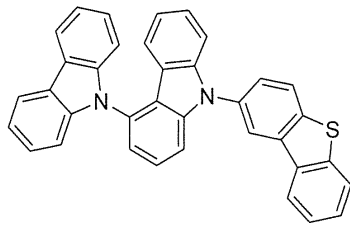
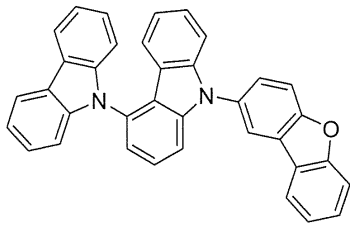
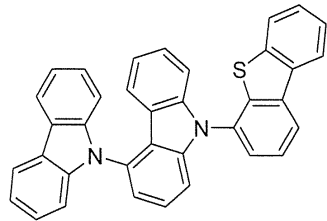
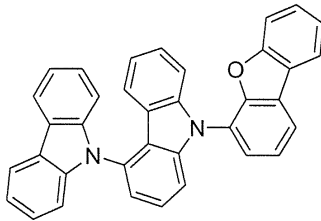
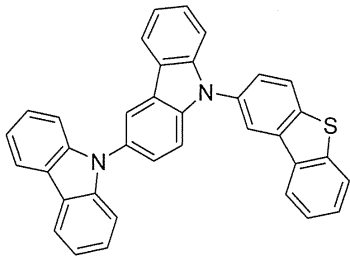
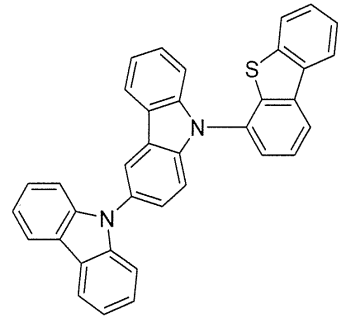
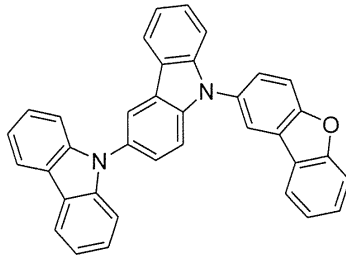
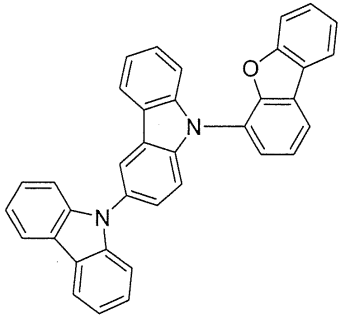
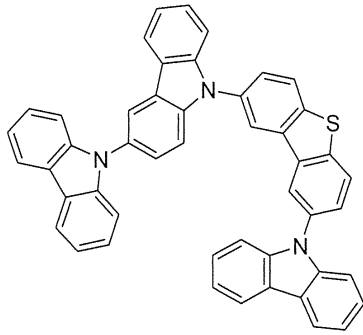
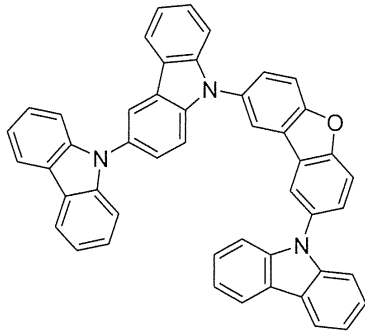
20

30

40

50

【化 3 2】



【 0 0 5 7 】

10

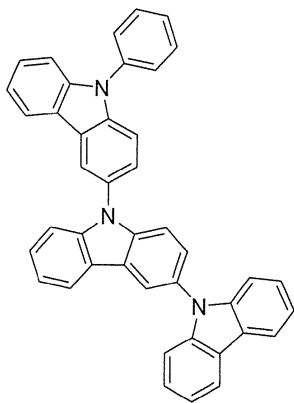
20

30

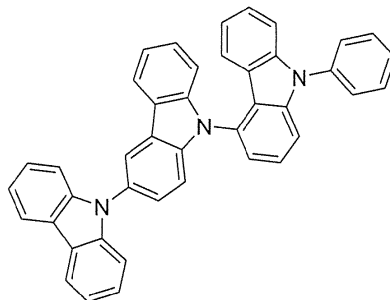
40

50

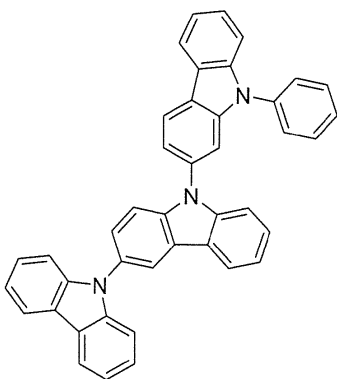
【化 3 3】



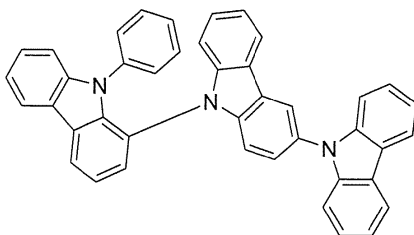
2-29



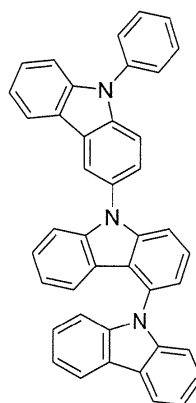
2-30



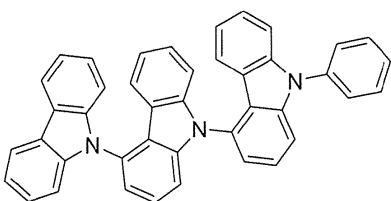
2-31



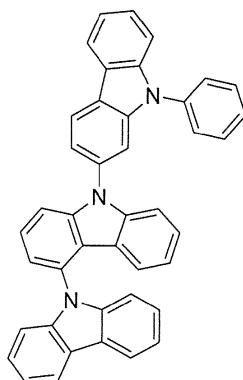
2-32



2-33



2-34



2-35

10

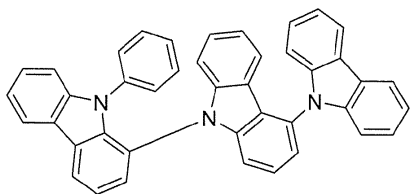
20

30

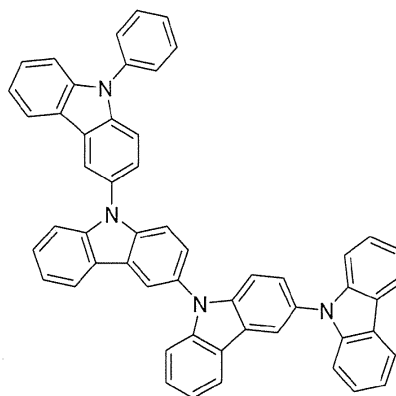
40

50

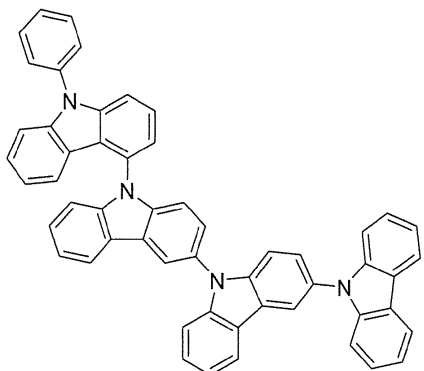
【化 3 4】



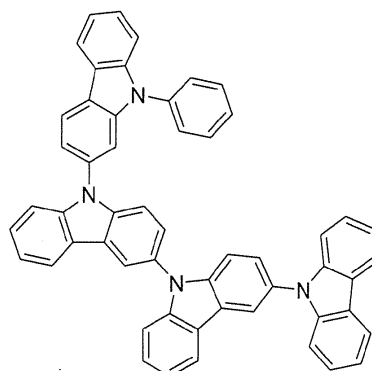
2-36



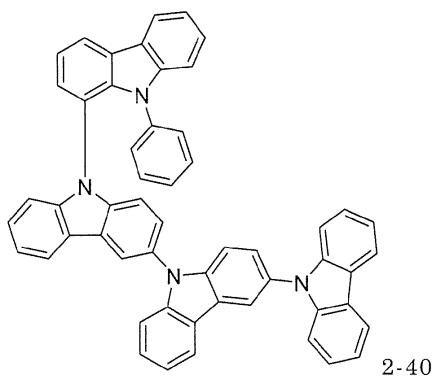
2-37



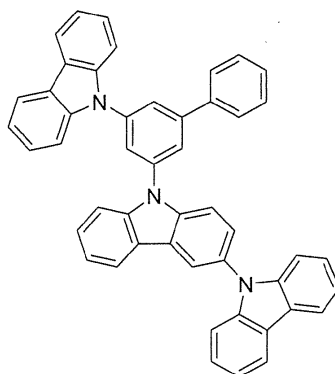
2-38



2-39



2-40



2-41

10

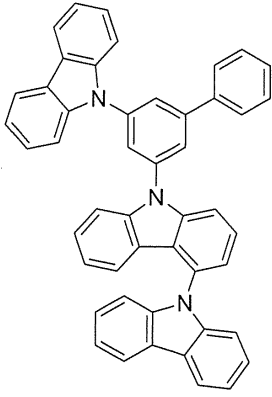
20

30

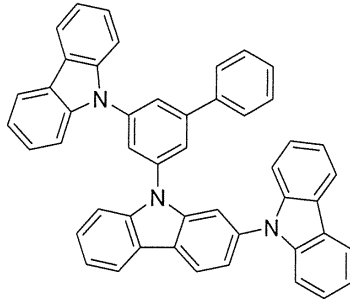
40

50

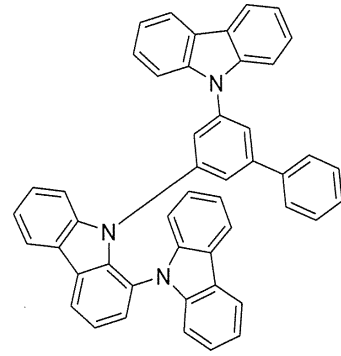
【化 3 5】



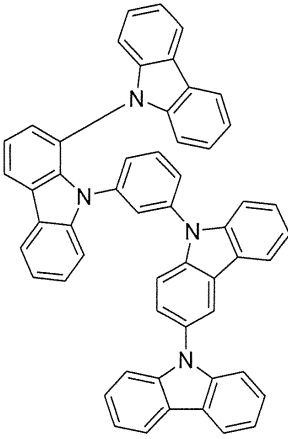
2-42



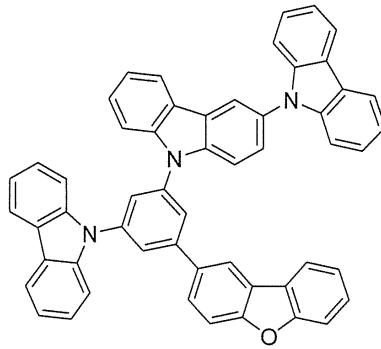
2-43



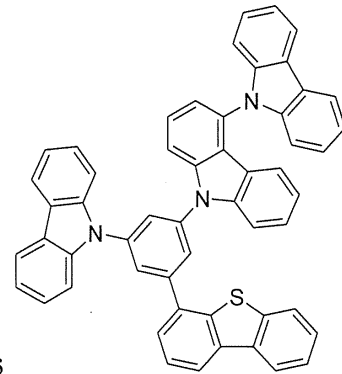
2-44



2-45



2-46



2-47

【 0 0 5 8】

10

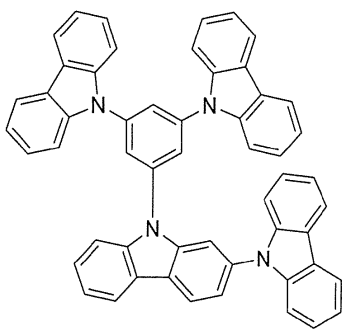
20

30

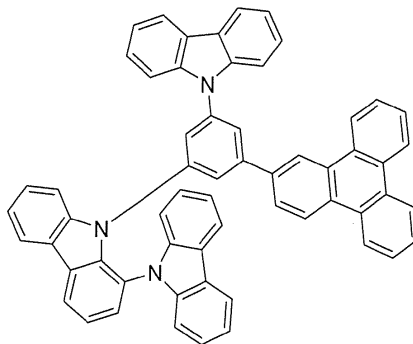
40

50

【化 3 6】

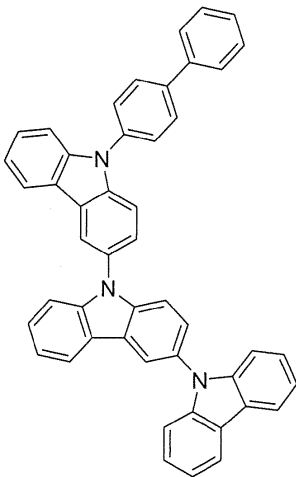


2-48

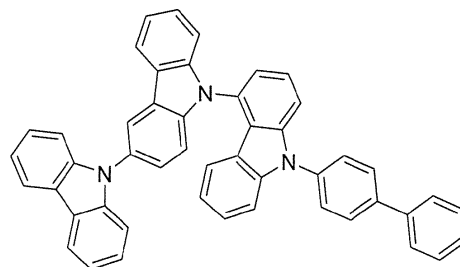


2-49

10

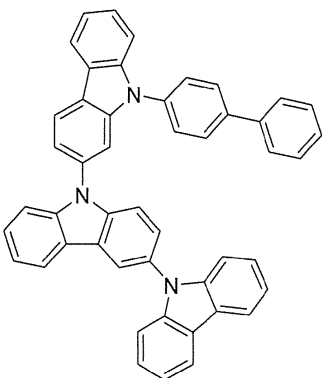


2-50

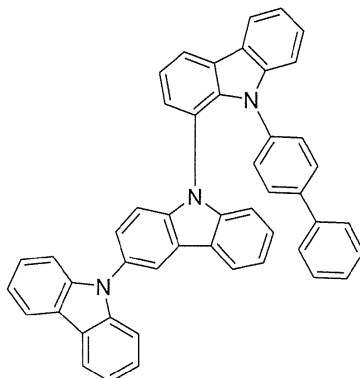


2-51

20



2-52



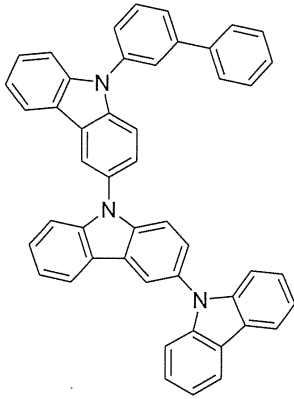
2-53

30

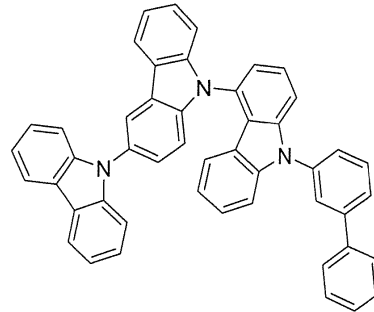
40

50

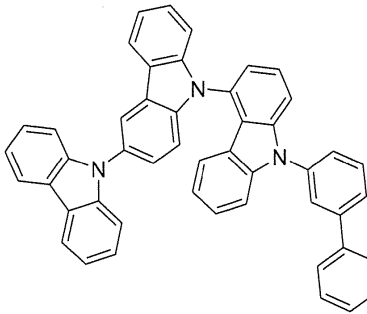
【化 3 7】



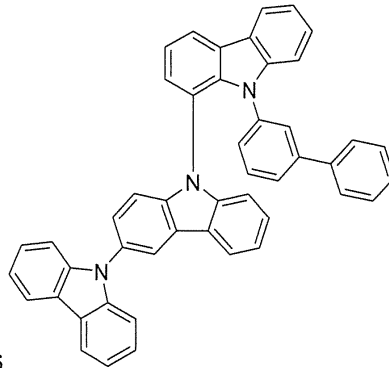
2-54



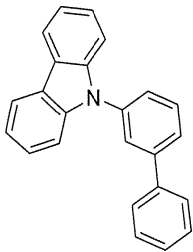
2-55



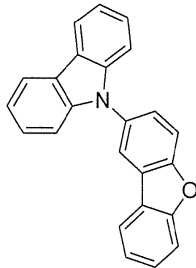
2-56



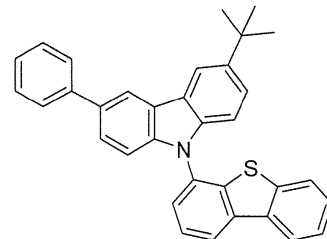
2-57



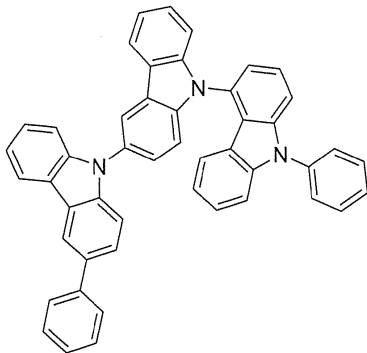
2-58



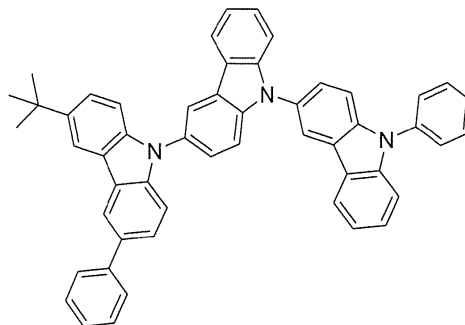
2-59



2-60



2-61



2-62

【 0 0 5 9 】

前記一般式(3)で表される化合物について、説明する。

一般式(3)において、 Z^3 は式(3a)で表されるインドロカルバゾール環含有基であり、*は L^3 との結合位置である。環Aは式(3b)で表される複素環であり、この複素環は隣接する環と任意の位置で縮合する。

fは1~3の整数を表し、好ましくは1である。gは0~3の整数を表し、jは0~3の整数を表す。好ましくは、gは0~2の整数であり、jは0~2の整数である。

【 0 0 6 0 】

好ましい一般式(3)としては、下記式(9)又は式(10)が挙げられる。

10

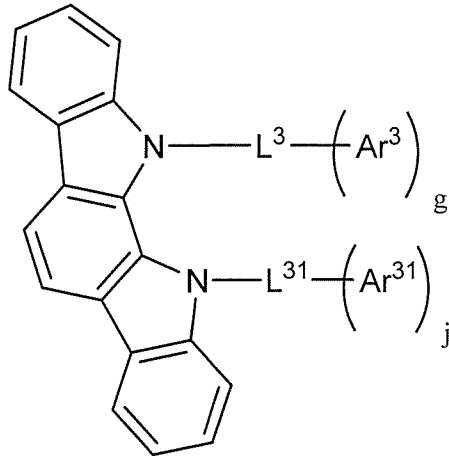
20

30

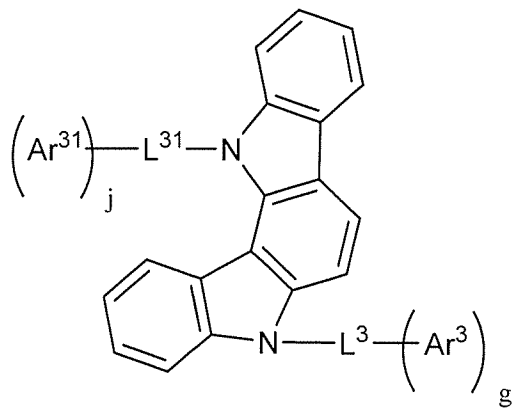
40

50

【化 3 8】



10



20

一般式(3)、式(9)及び式(10)において、共通する記号は同じ意味を有する。

【0061】

L^3 及び L^{31} はそれぞれ独立して置換若しくは未置換の炭素数6~30の芳香族炭化水素基又は置換若しくは未置換の炭素数3~17の芳香族複素環基を示す。好ましくは、炭素数6~20の芳香族炭化水素基、又は炭素数3~15の芳香族複素環基を示す。より好ましくは、ベンゼン、ナフタレン、ピリジン、トリアジン、ジベンゾフラン、又はカルバゾールから生じる基である。

30

【0062】

Ar^3 及び Ar^{31} はそれぞれ独立して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、又はそれらが2~8個連結してなる連結芳香族基である。好ましくは置換若しくは未置換の炭素数6~20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2~4個連結して構成される置換若しくは未置換の連結芳香族基であり、より好ましくは、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が2~3個連結してなる連結芳香族基である。

40

Ar^3 及び Ar^{31} は、好ましくはフェニル基、ピフェニル基、又はターフェニル基である。ターフェニル基は、直鎖状に連結しても、分岐してもよい。また、ベンゼン、カルバゾール、及びこれら芳香族環が2~3個連結した連結芳香族基が好ましい。

【0063】

L^3 及び L^{31} 又は Ar^3 及び Ar^{31} が、未置換の炭素数6~30の芳香族炭化水素基又は炭素数3~17の芳香族複素環基である場合の具体例としては、ベンゼン、ナフタレン、アセナフテン、アセナフチレン、アズレン、アントラセン、クリセン、ピレン、フェナントレン、トリフェニレン、フルオレン、ベンゾ[a]アントラセン、テトラセン、ペンタ

50

セン、ヘキサセン、コロネン、ヘプタセン、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、キノリン、イソキノリン、キノキサリン、キナゾリン、チアジアゾール、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、プリン、ピラノン、クマリン、イソクマリン、クロモン、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、又はカルバゾールから生じる基が挙げられる。

但し、 L^3 及び L^{31} は、 $g+f$ 価又は $j+1$ 価の基である。

Ar^3 及び Ar^{31} は、連結芳香族基であることができるが、連結芳香族基については、一般式(1)において、 Ar^1 が連結芳香族基である場合と連結芳香族基を構成する芳香族炭化水素基の炭素数が6~30である他は、同様である。

これらが置換基を有する場合の置換基については、一般式(1)において、 Ar^1 が置換基を有する場合の説明と同様である。

【0064】

R^3 はそれぞれ独立して炭素数1~10の脂肪族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数6~18の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数3~17の芳香族複素環基を表す。好ましくは、炭素数1~8の脂肪族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数6~12の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数3~15の芳香族複素環基である。より好ましくは、置換若しくは未置換の炭素数6~10の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数3~12の芳香族複素環基である。

h は独立に0~4の整数を表し、 i は0~2の整数を表す。好ましくは、 h は0~1の整数であり、 i は0~1の整数である。

【0065】

R^3 が炭素数1~10の脂肪族炭化水素基である具体例は R^1 の場合と同様であり、置換若しくは未置換の炭素数6~18の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数3~17の芳香族複素環基である場合の具体例は、一般式(1)において、 Ar^1 がこれらである場合と同様である。

【0066】

一般式(3)で表される化合物の具体的な例を以下に示すが、これら例示化合物に限定されるものではない。

【0067】

10

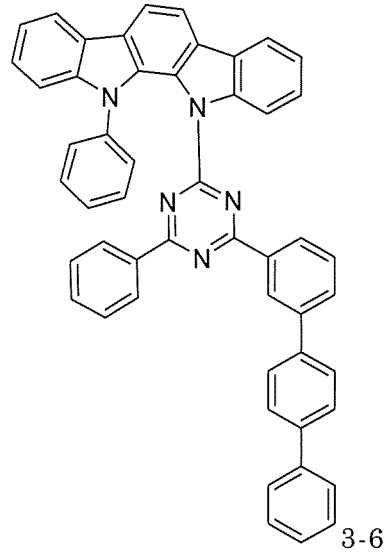
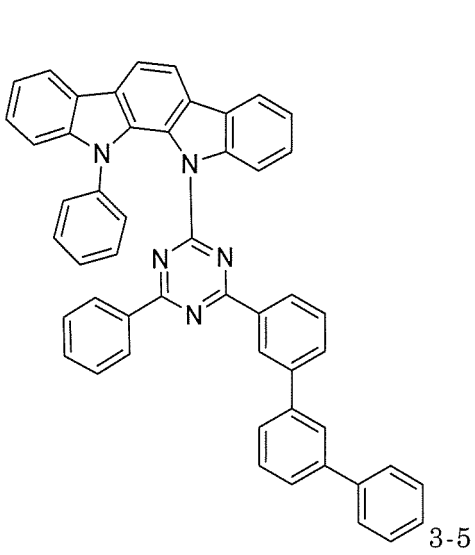
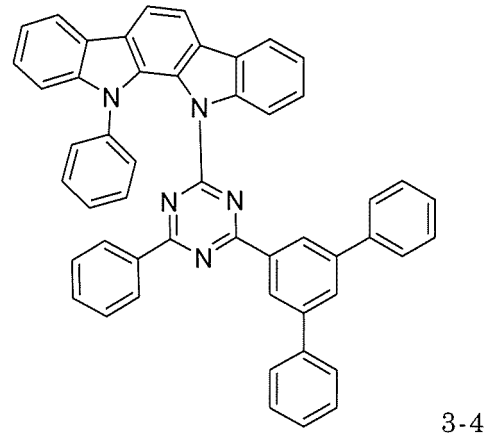
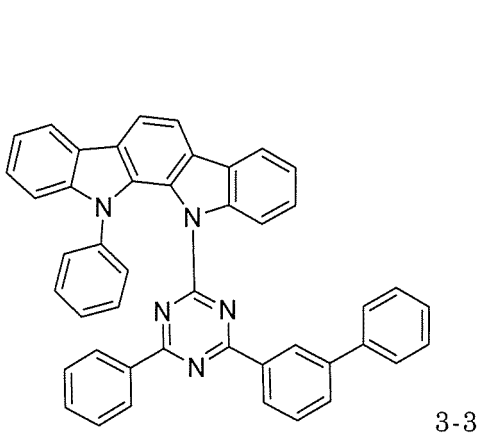
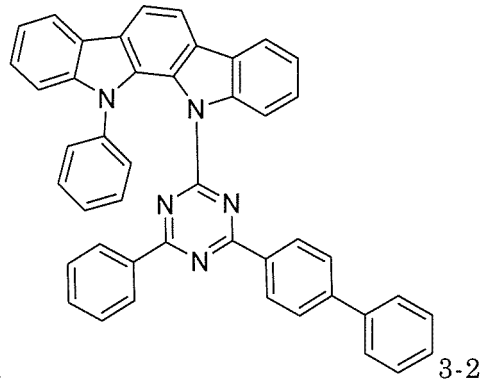
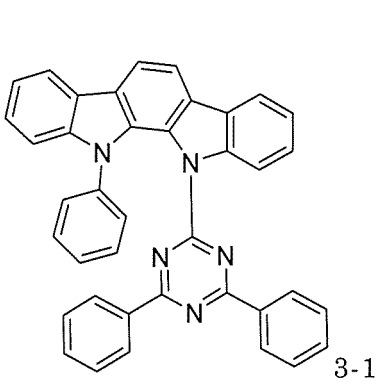
20

30

40

50

【化 3 9】



10

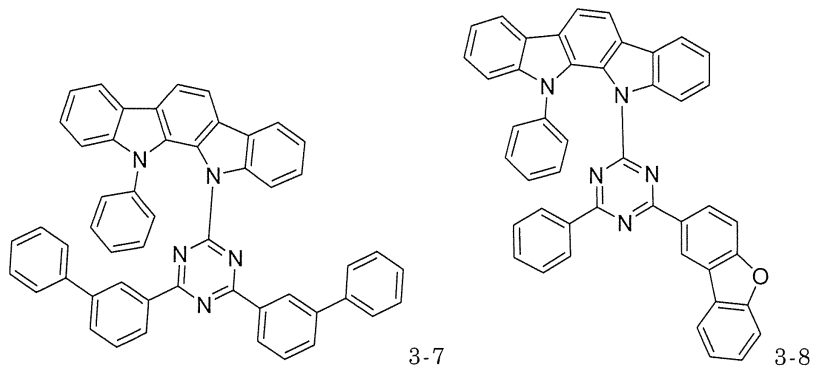
20

30

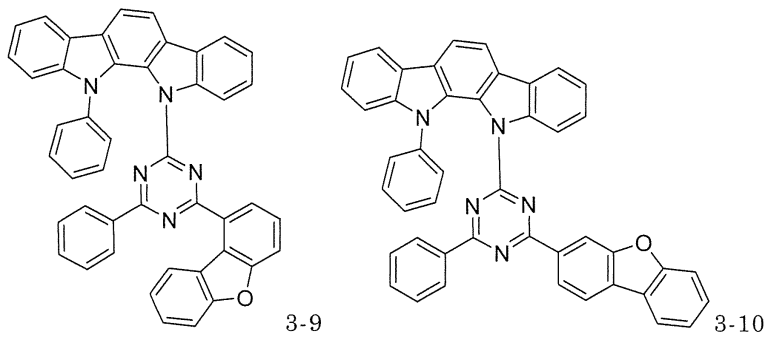
40

50

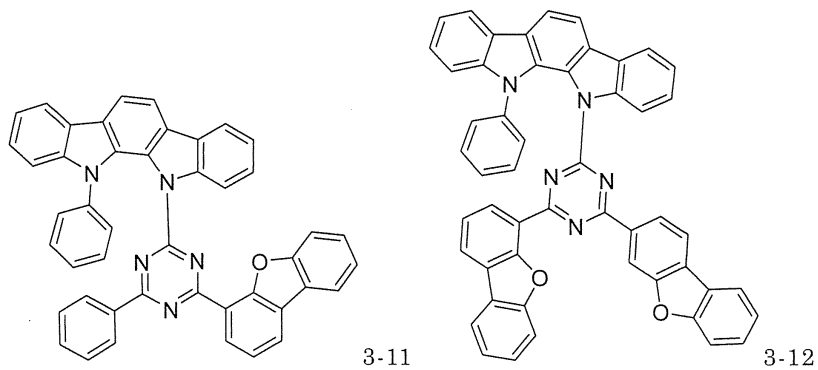
【化 4 0】



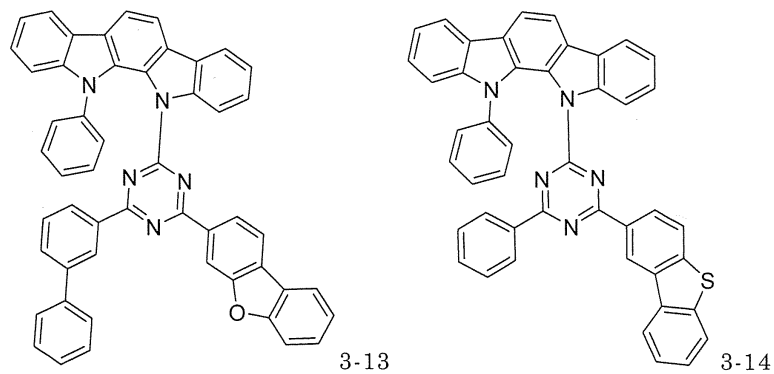
10



20

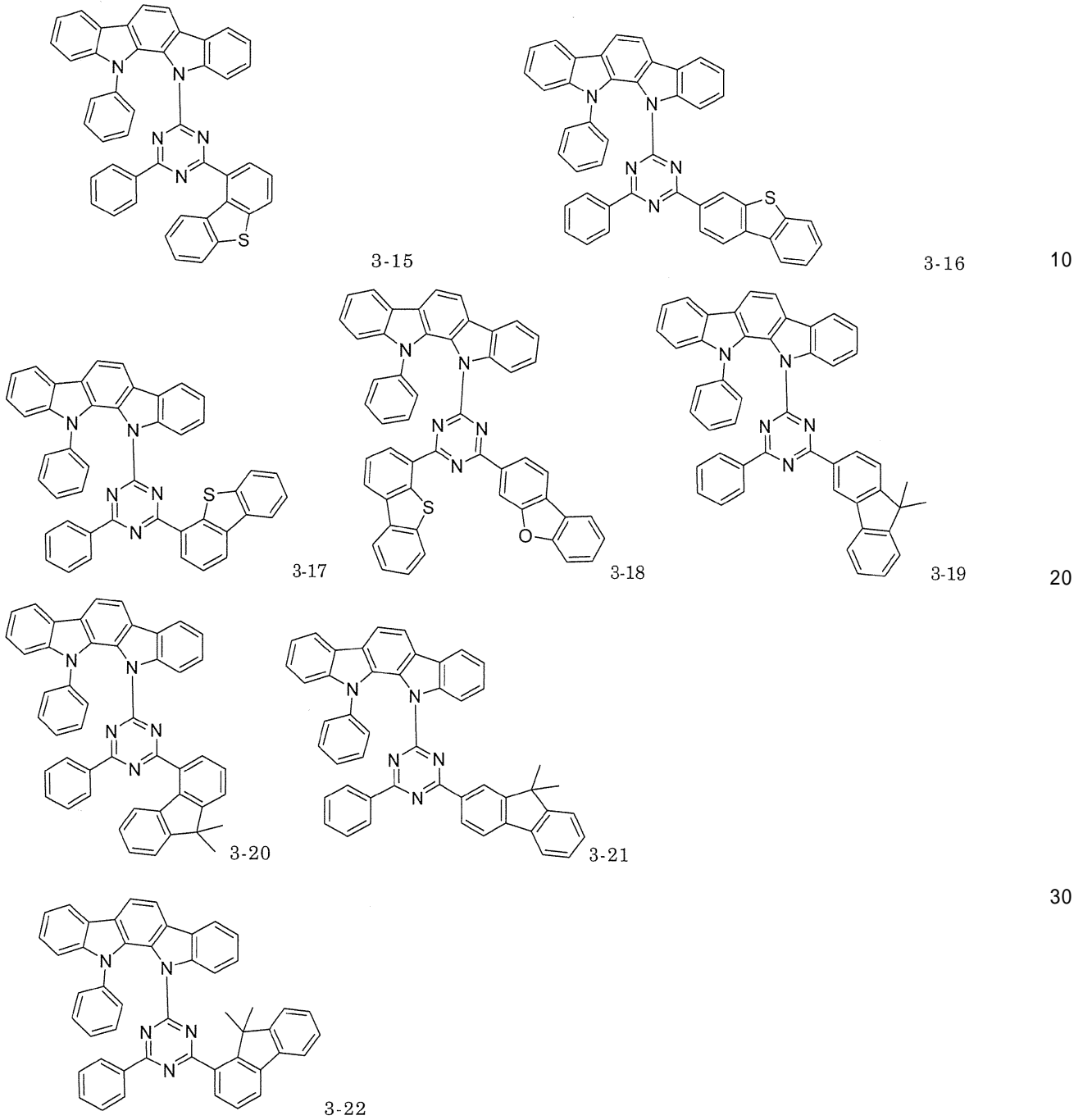


30



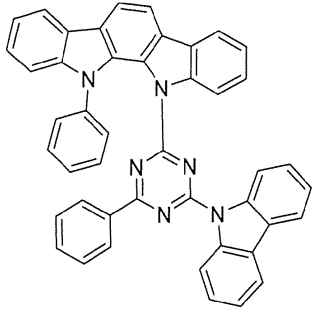
40

【化 4 1】

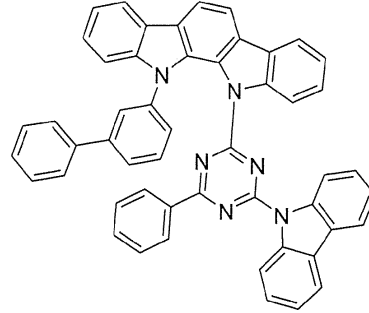


【 0 0 6 8 】

【化 4 2】

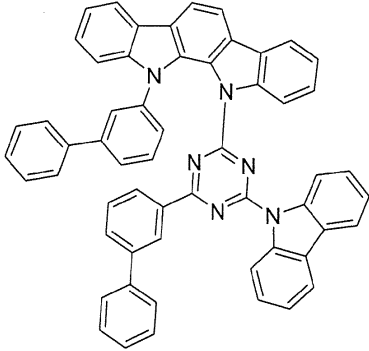


3-23

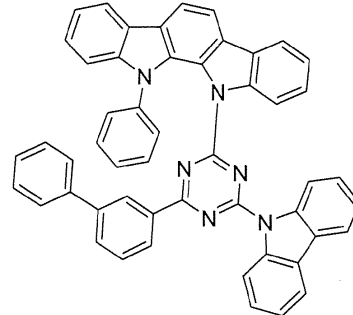


3-24

10

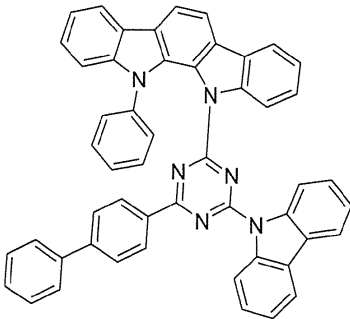


3-25

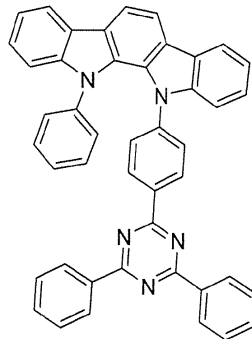


3-26

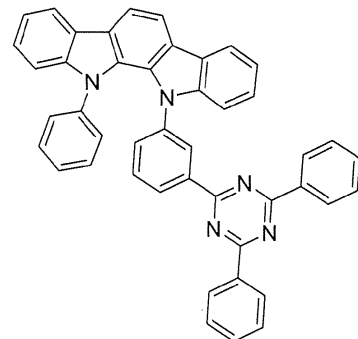
20



3-27

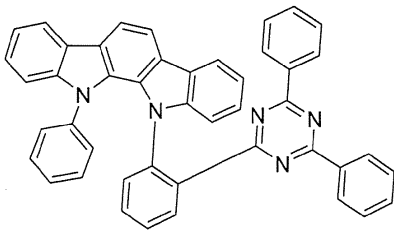


3-28



3-29

30

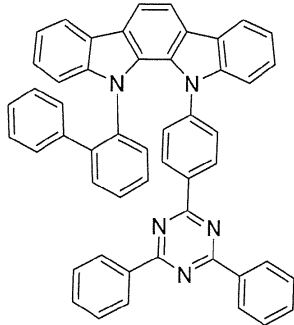


3-30

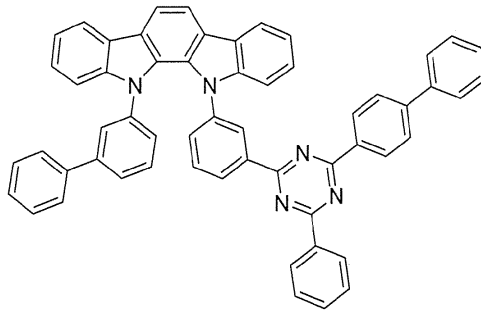
40

50

【化 4 3】

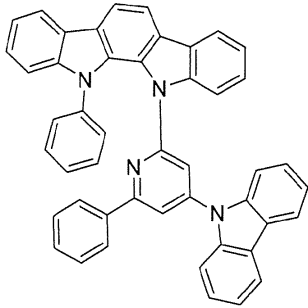


3-31

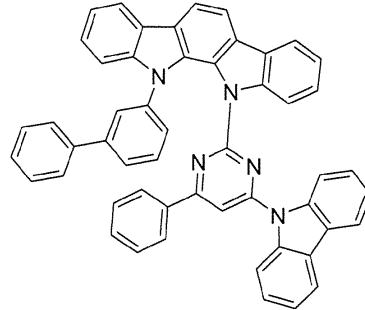


3-32

10

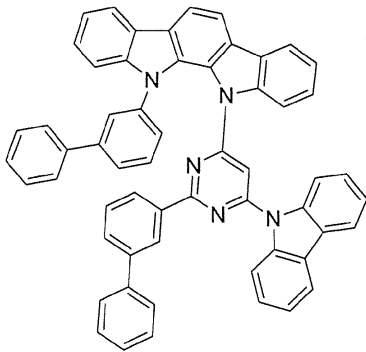


3-33

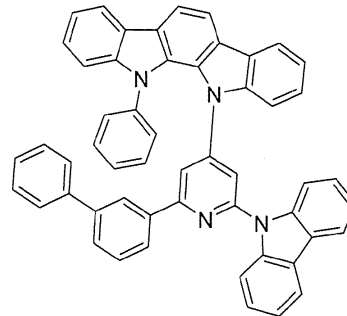


3-34

20

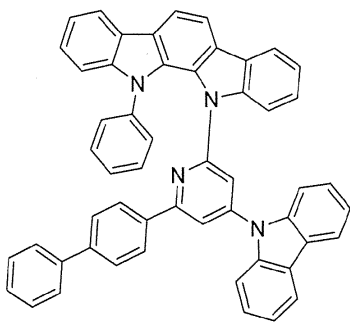


3-35

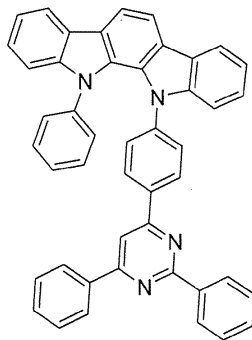


3-36

30



3-37

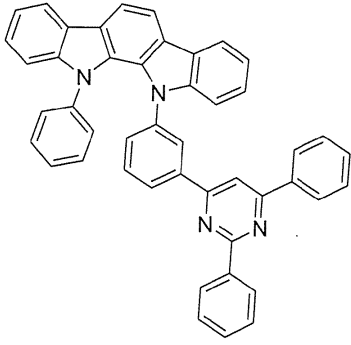


3-38

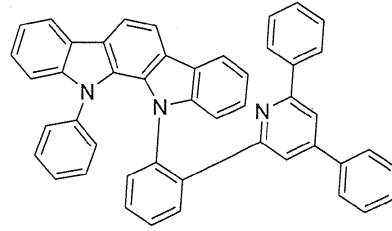
40

50

【化 4 4】

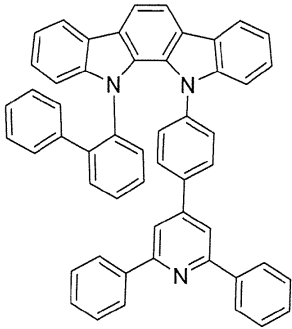


3-39

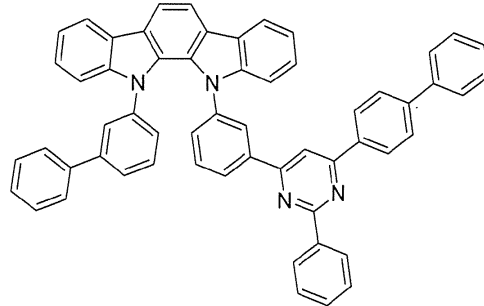


3-40

10

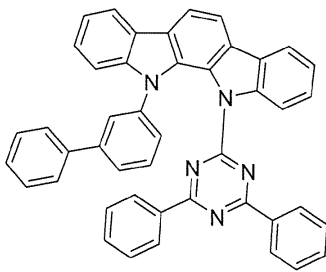


3-41

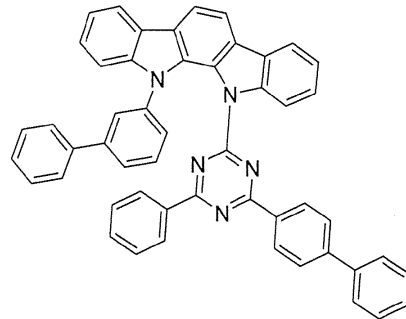


3-42

20

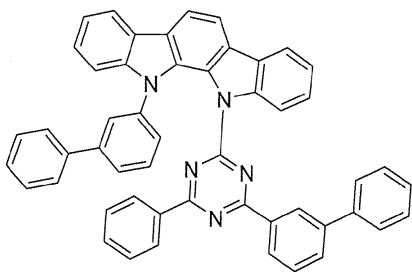


3-43

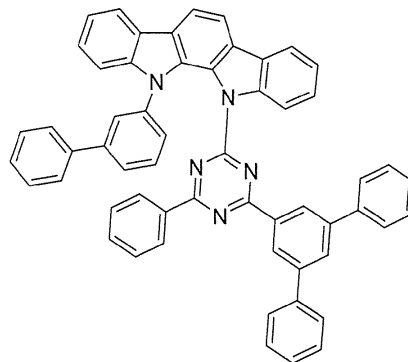


3-44

30



3-45

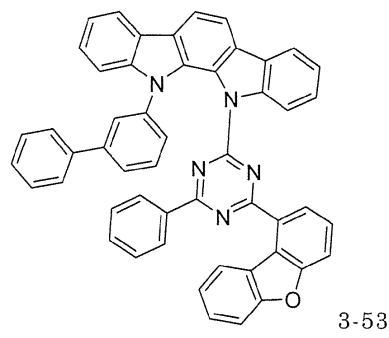
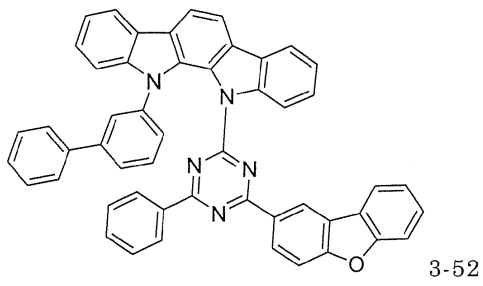
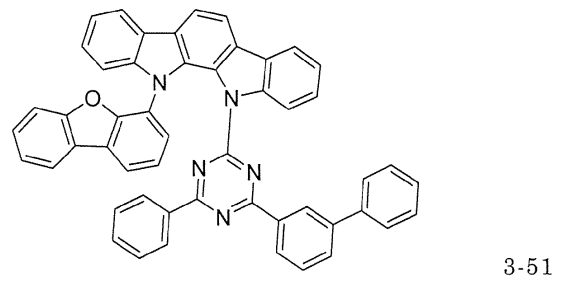
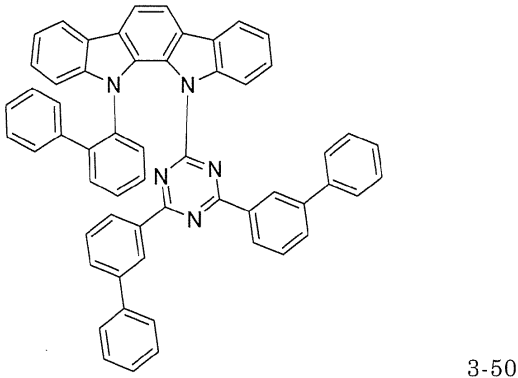
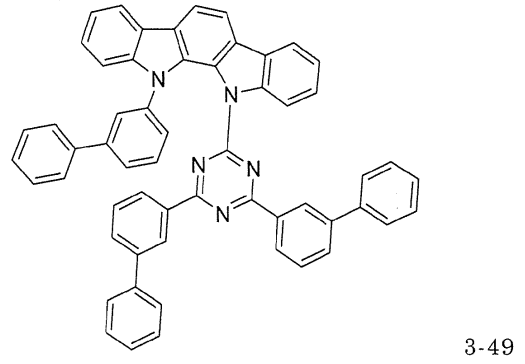
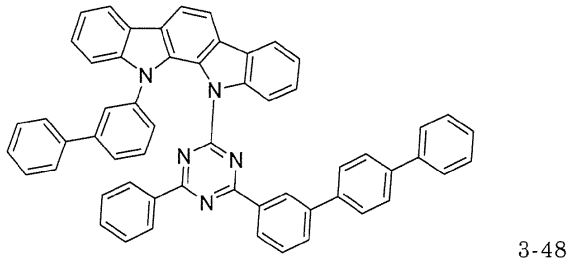
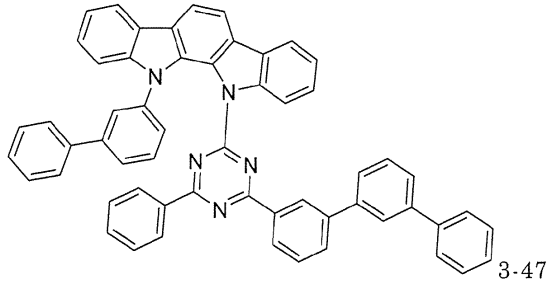


3-46

40

【 0 0 6 9 】

【化 4 5】



10

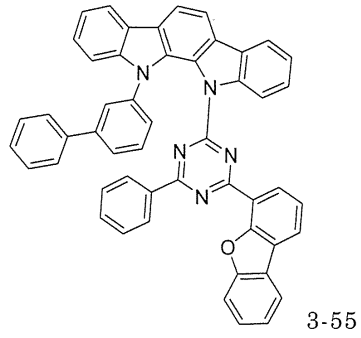
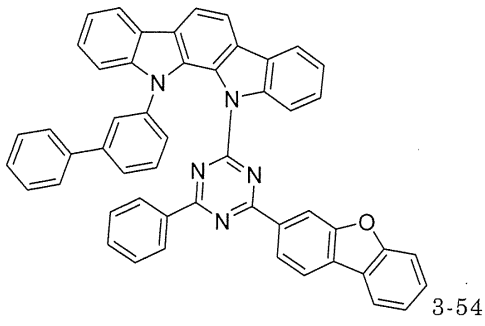
20

30

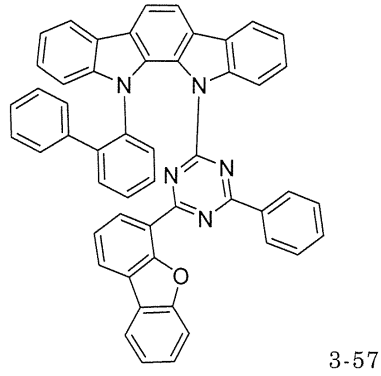
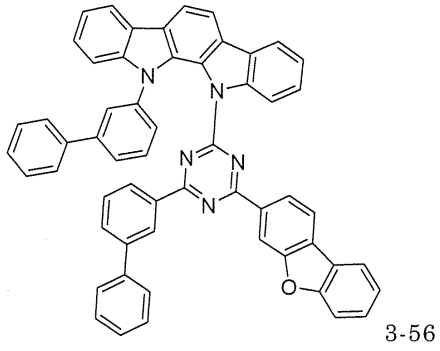
40

50

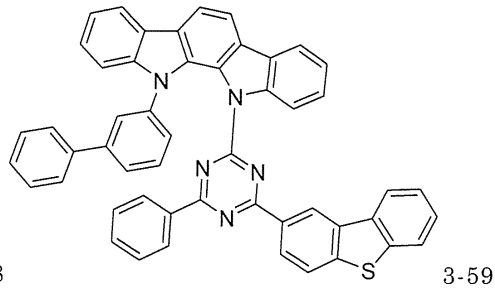
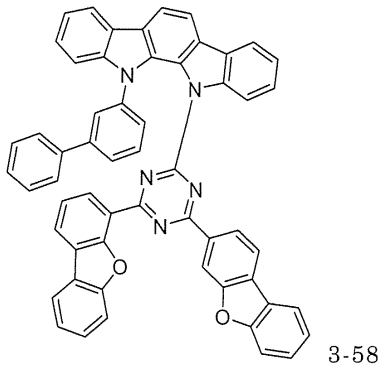
【化 4 6】



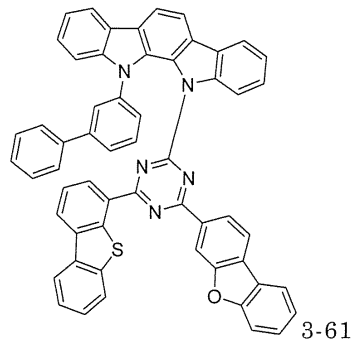
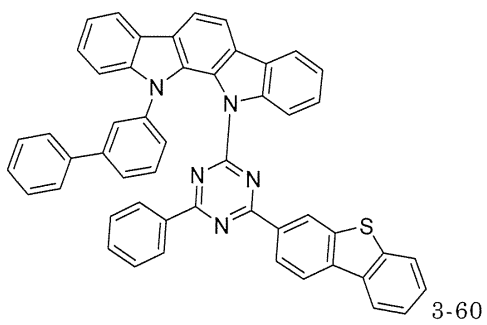
10



20

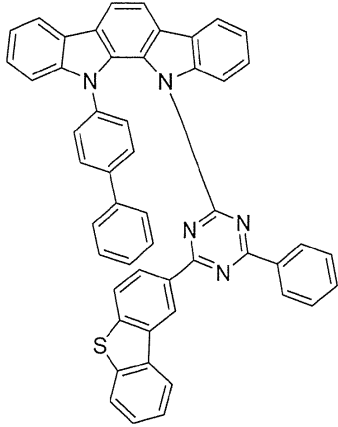


30

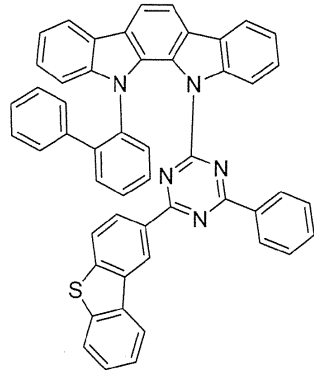


40

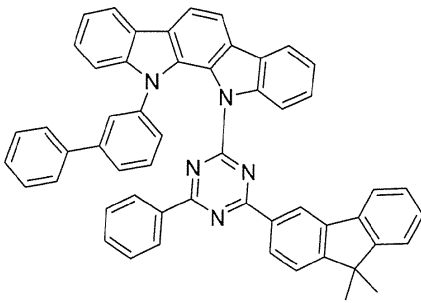
【化 4 7】



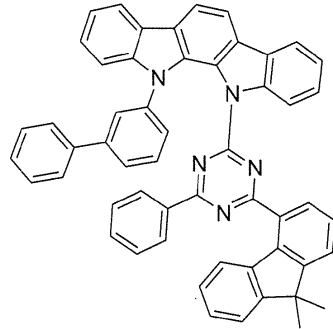
3-62



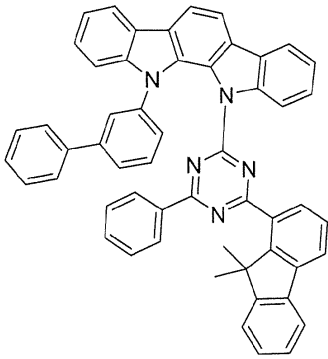
3-63



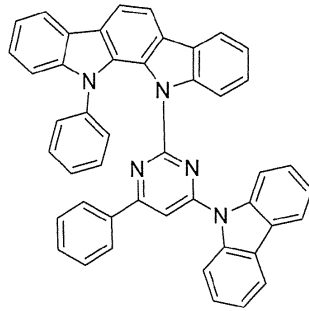
3-64



3-65



3-66



3-67

【 0 0 7 0 】

10

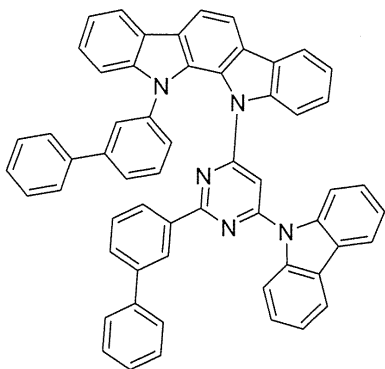
20

30

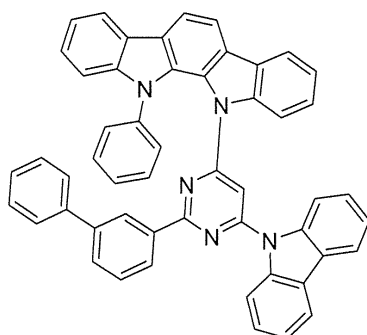
40

50

【化 4 8】

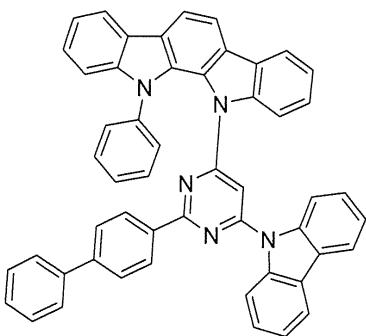


3-68

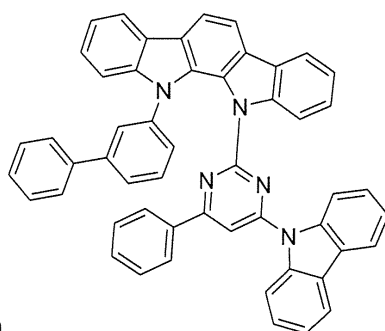


3-69

10

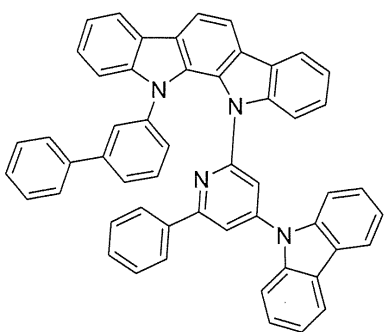


3-70

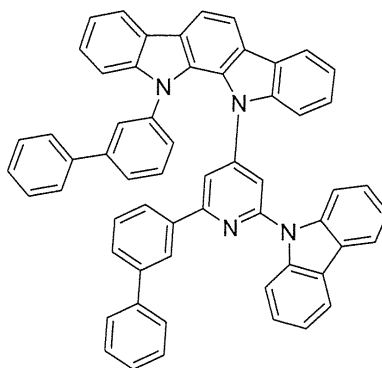


3-71

20

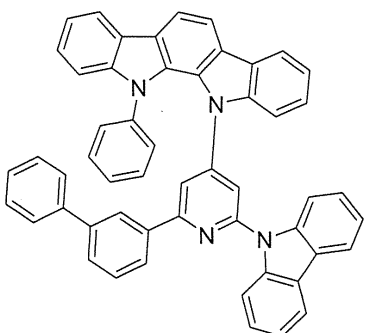


3-72

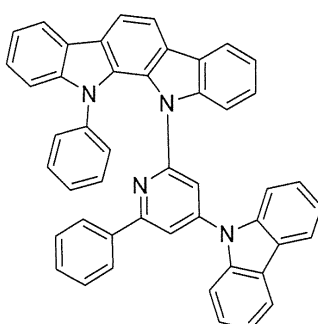


3-73

30



3-74

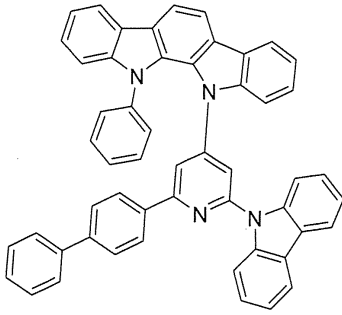


3-75

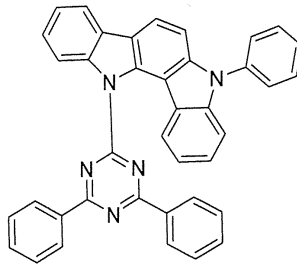
40

50

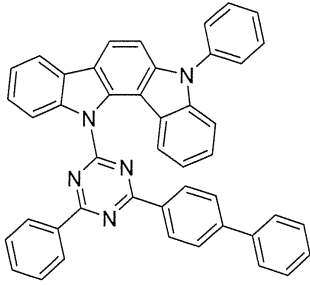
【化 4 9】



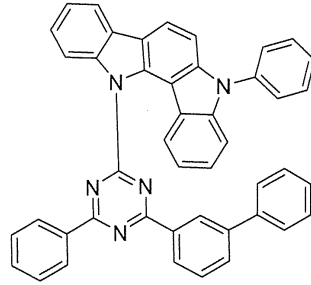
3-76



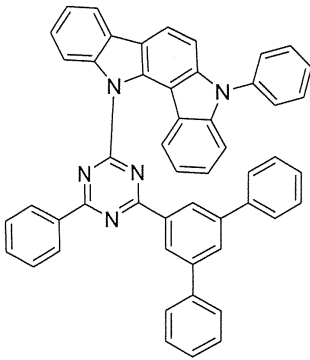
3-77



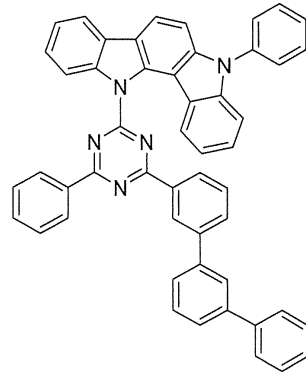
3-78



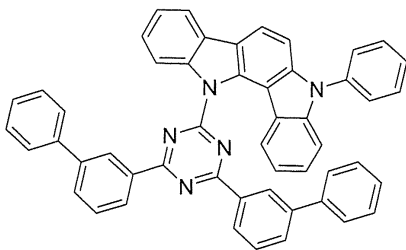
3-79



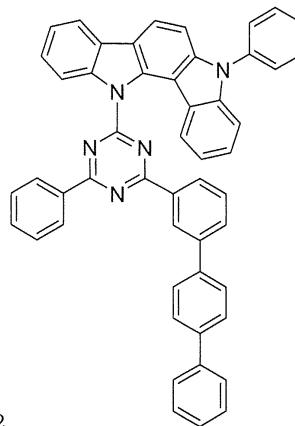
3-80



3-81



3-82



3-83

10

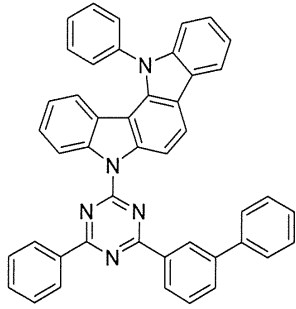
20

30

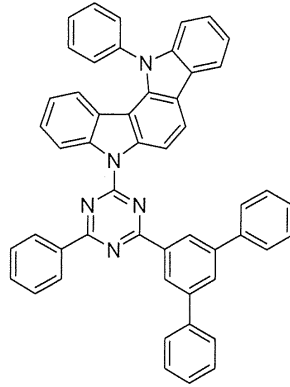
40

50

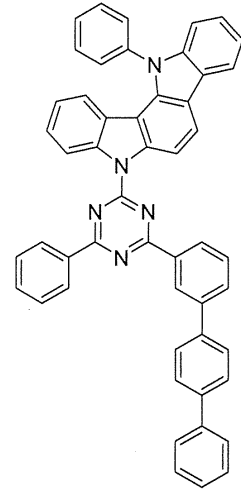
【化 5 0】



3-84

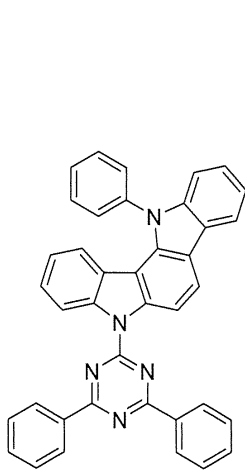


3-85

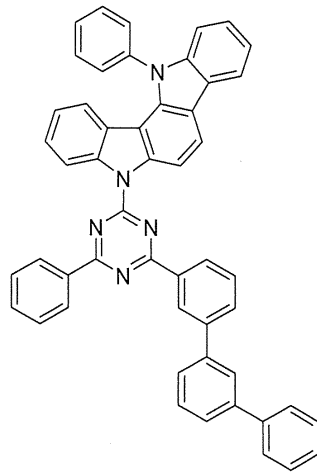


3-86

10

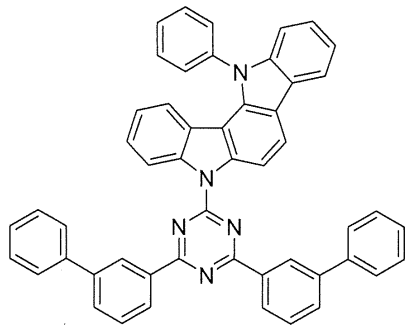


3-87

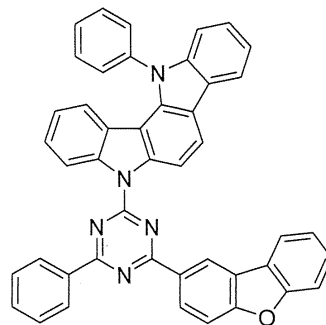


3-88

20



3-89



3-90

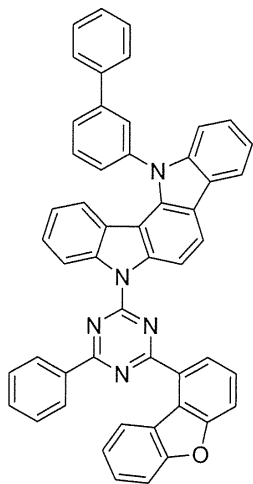
30

【 0 0 7 1】

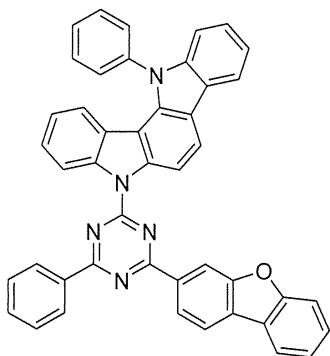
40

50

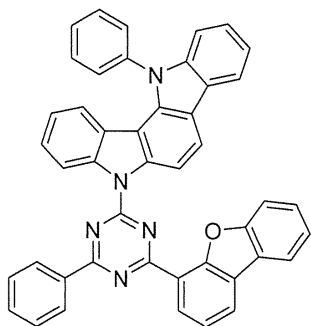
【化 5 1】



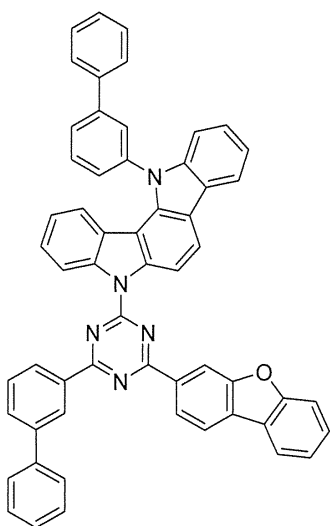
3-91



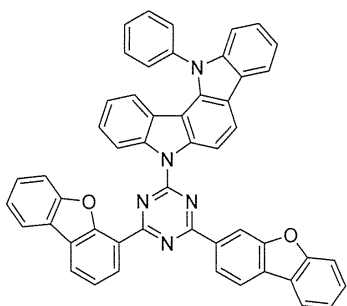
3-92



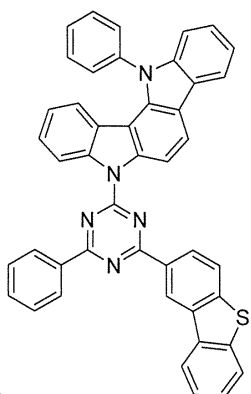
3-93



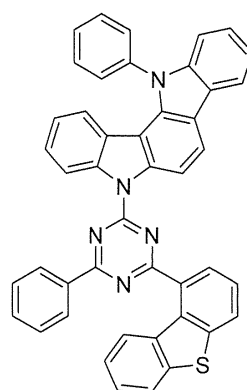
3-94



3-95



3-96



3-97

10

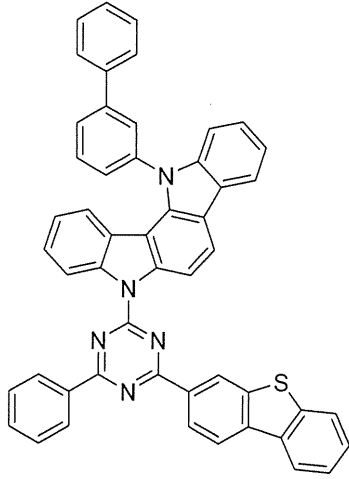
20

30

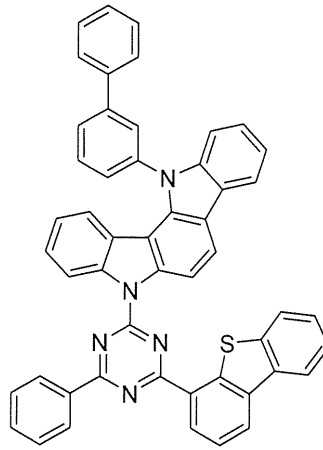
40

50

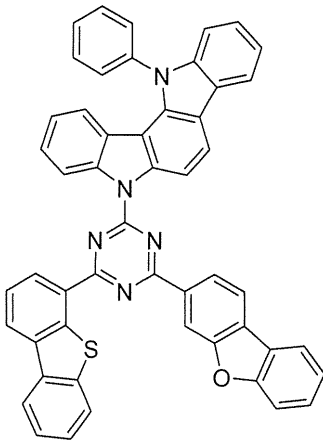
【化 5 2】



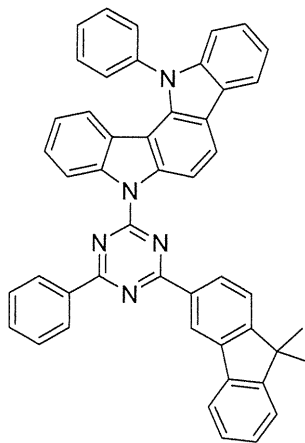
3-98



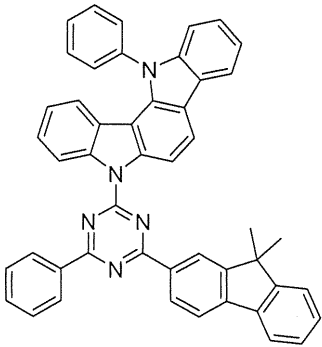
3-99



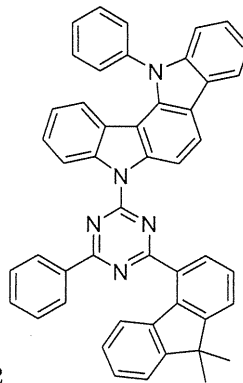
3-100



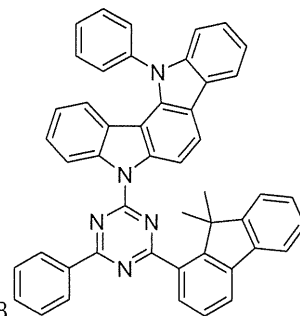
3-101



3-102



3-103



3-104

10

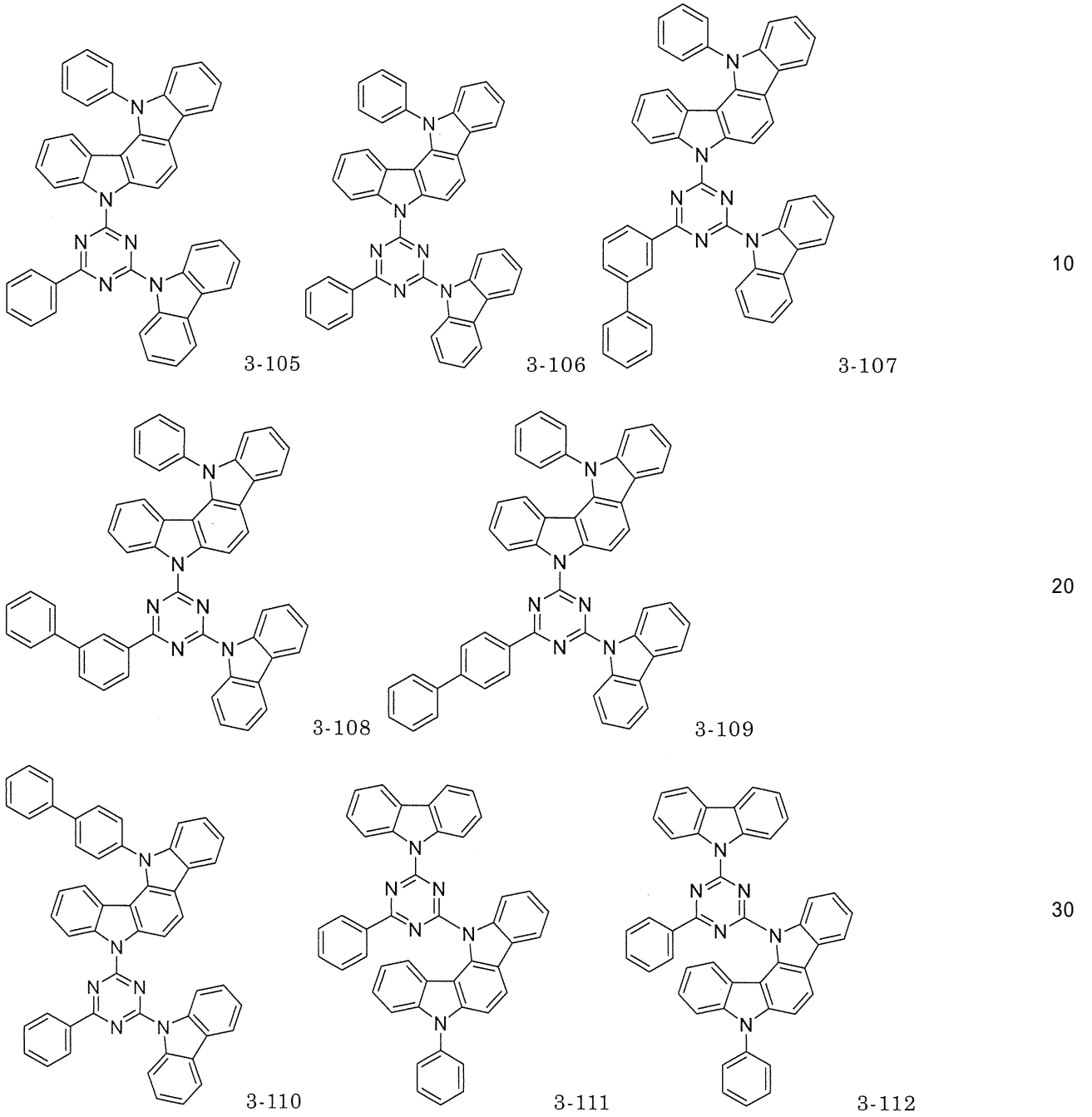
20

30

40

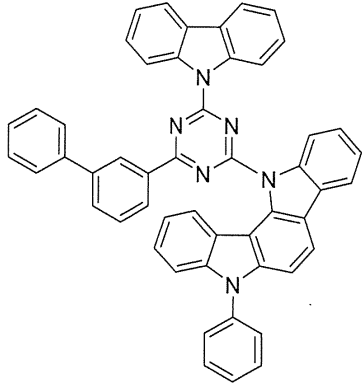
50

【化 5 3】

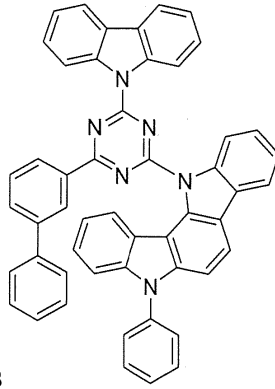


【 0 0 7 2 】

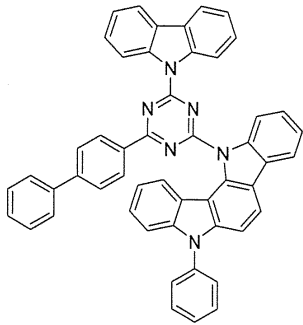
【化 5 4】



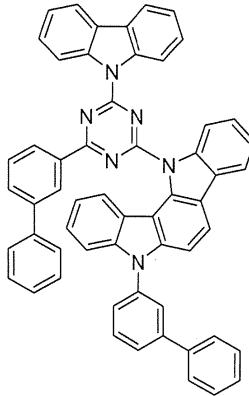
3-113



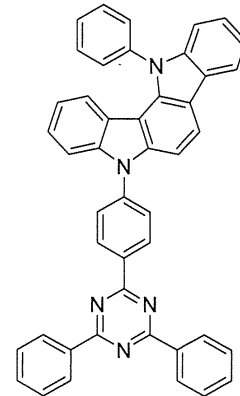
3-114



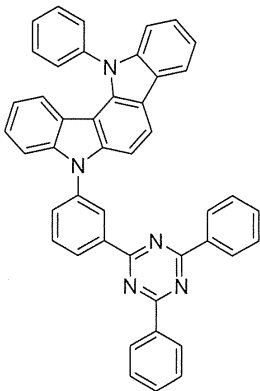
3-115



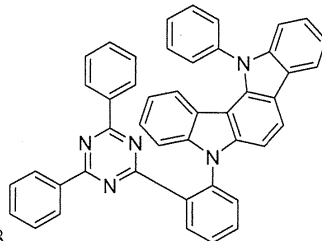
3-116



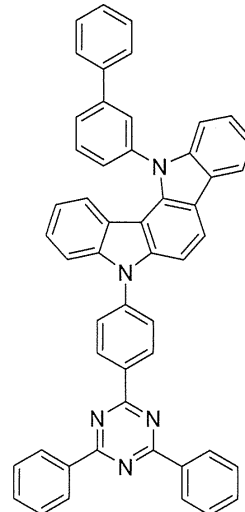
3-117



3-118



3-119



3-120

10

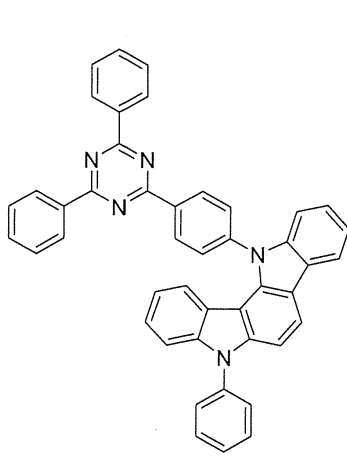
20

30

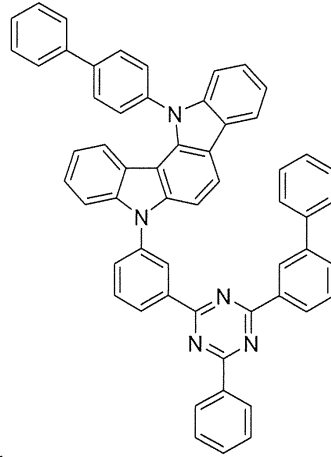
40

50

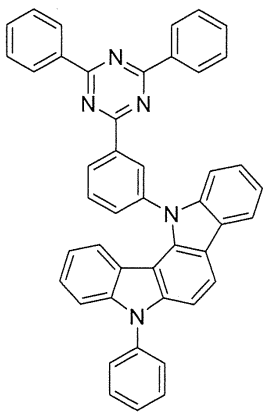
【化 5 5】



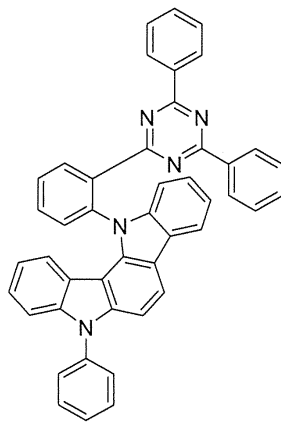
3-121



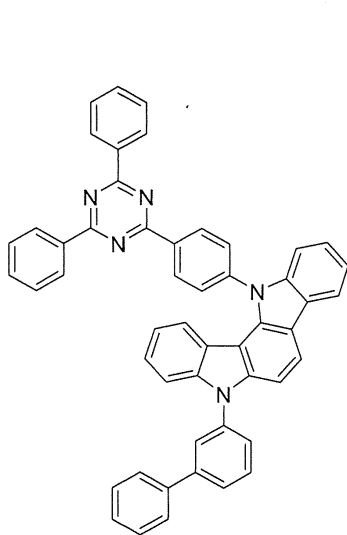
3-122



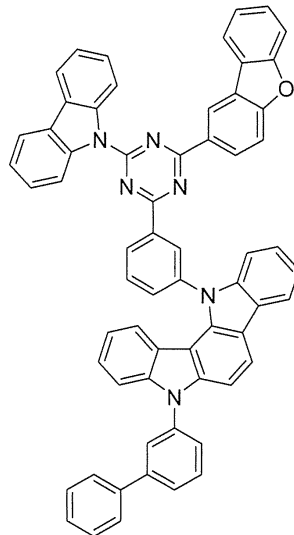
3-123



3-124



3-125



3-126

10

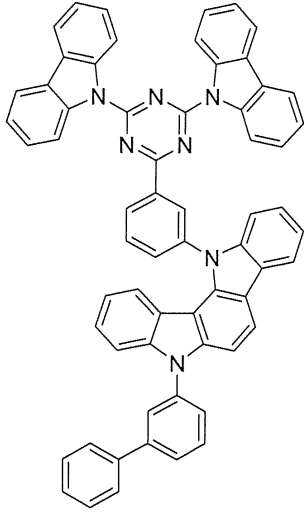
20

30

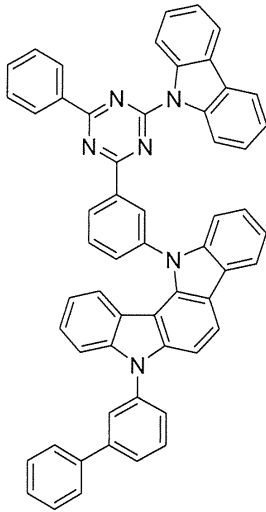
40

50

【化 5 6】

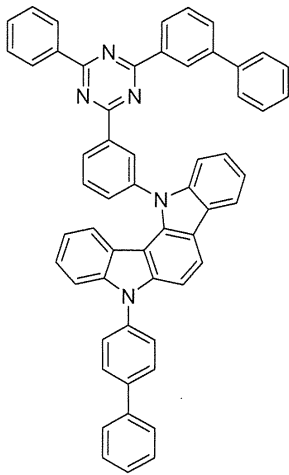


3-127

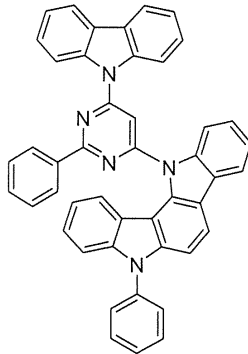


3-128

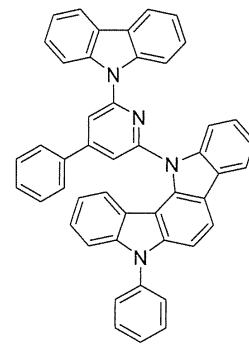
10



3-129

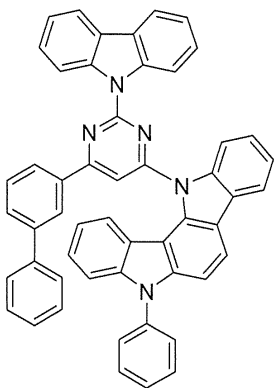


3-130

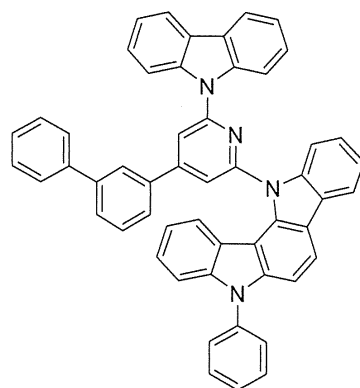


3-131

20



3-132



3-133

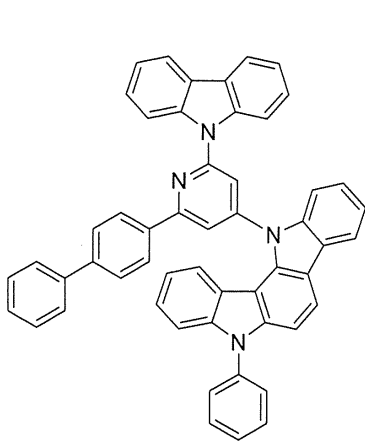
30

【 0 0 7 3 】

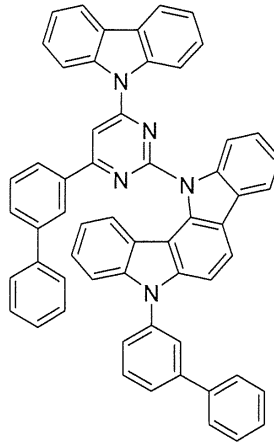
40

50

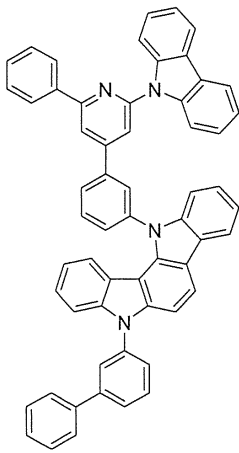
【化 5 7】



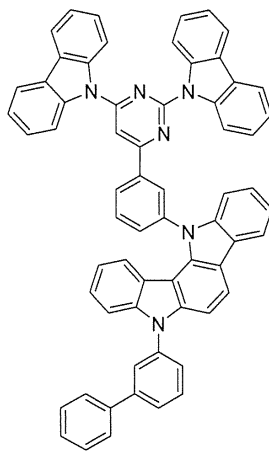
3-134



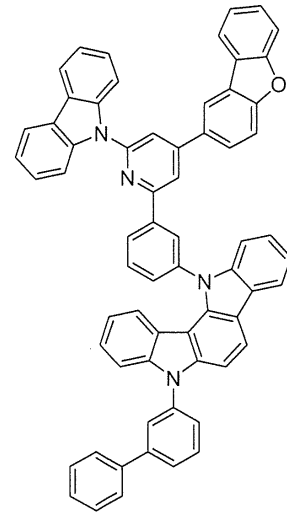
3-135



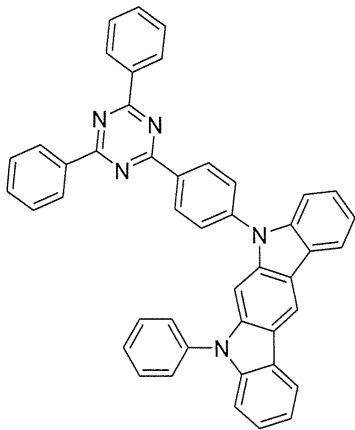
3-136



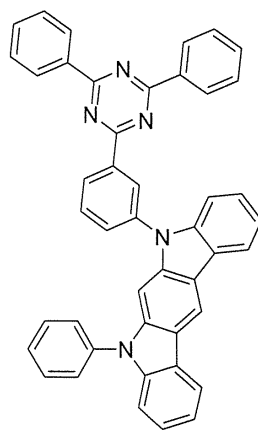
3-137



3-138



3-139



3-140

10

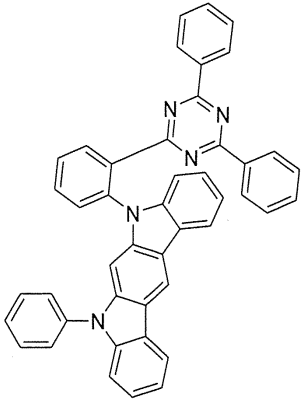
20

30

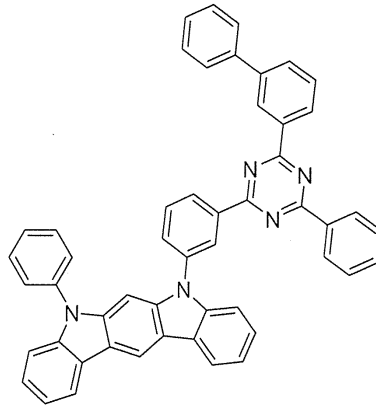
40

50

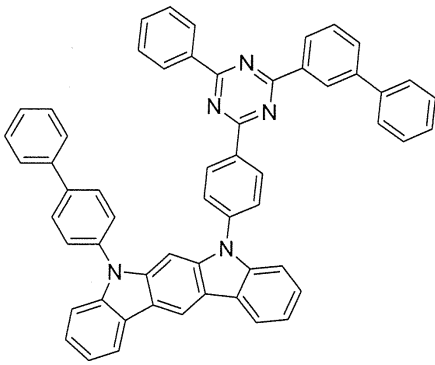
【化 5 8】



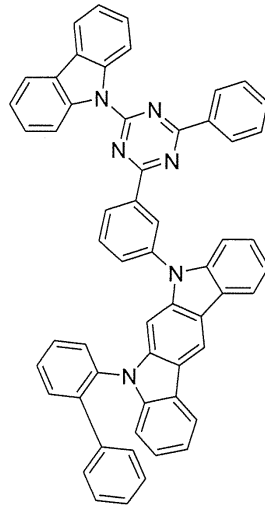
3-141



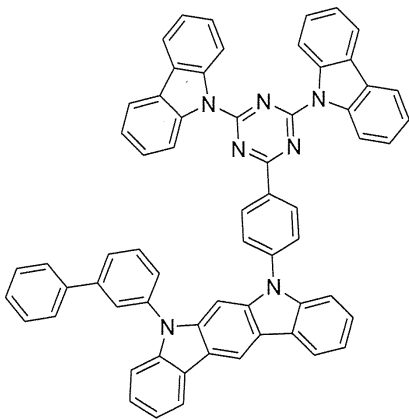
3-142



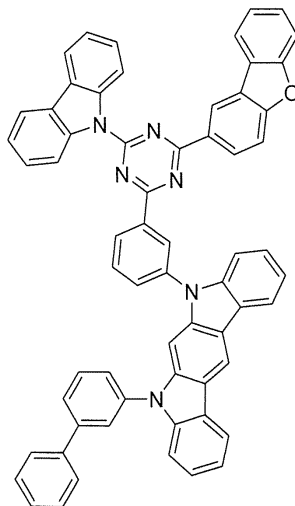
3-143



3-144



3-145



3-146

10

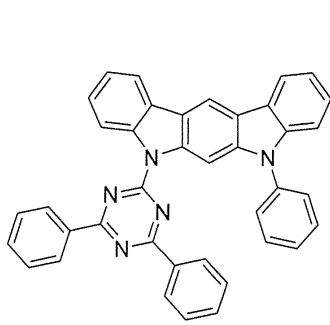
20

30

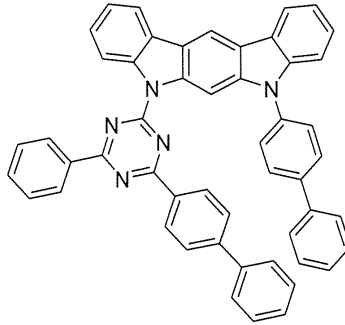
40

50

【化 5 9】

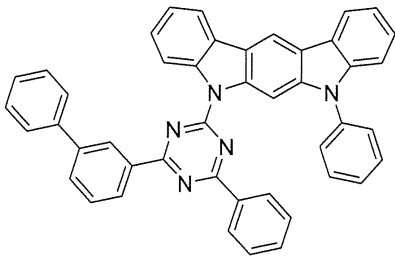


3-147

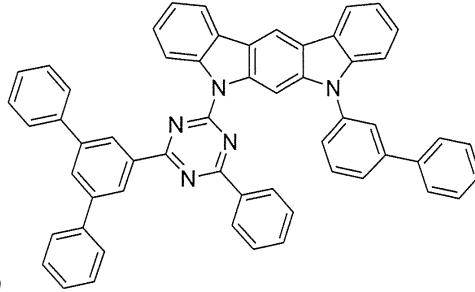


3-148

10

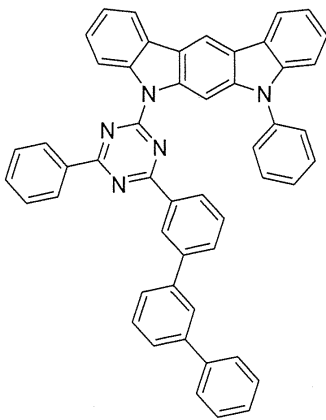


3-149

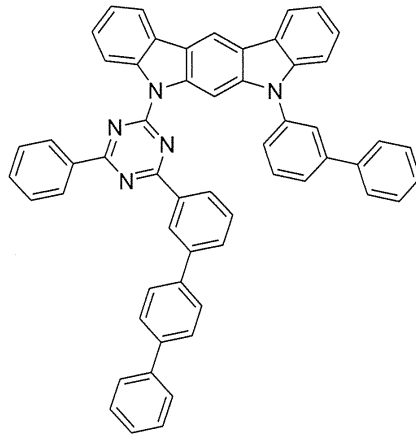


3-150

20

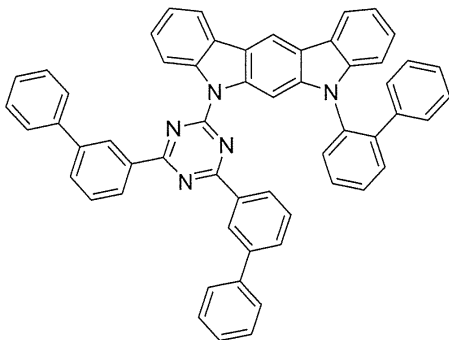


3-151

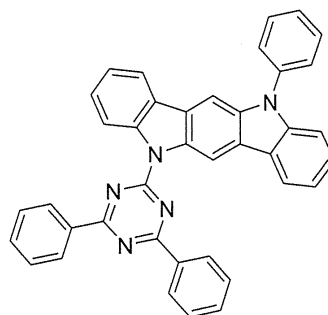


3-152

30



3-153



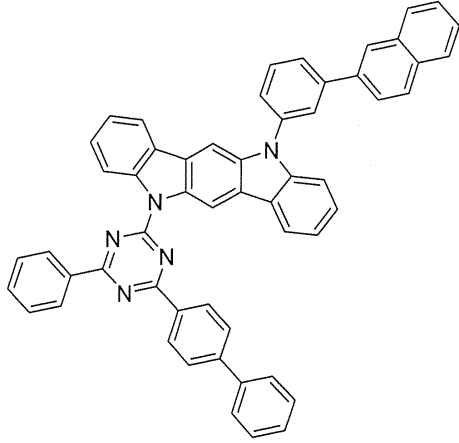
3-154

40

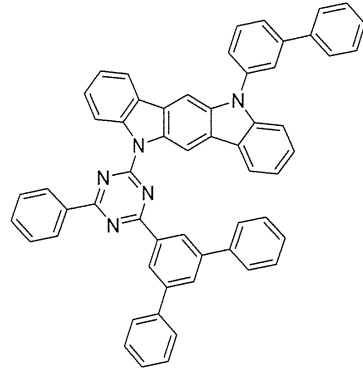
【 0 0 7 4】

50

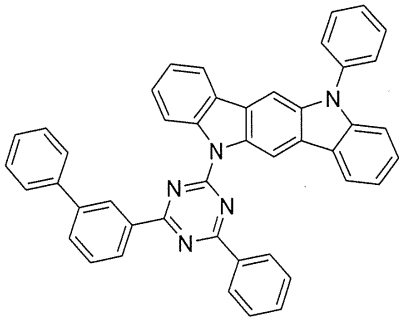
【化 6 0】



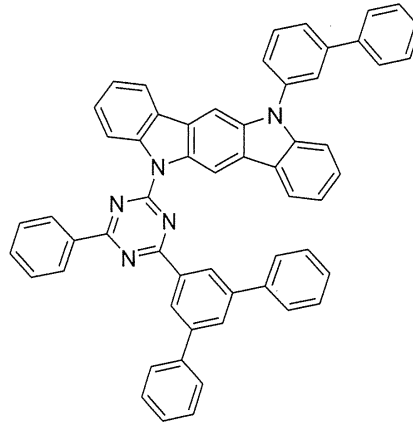
3-155



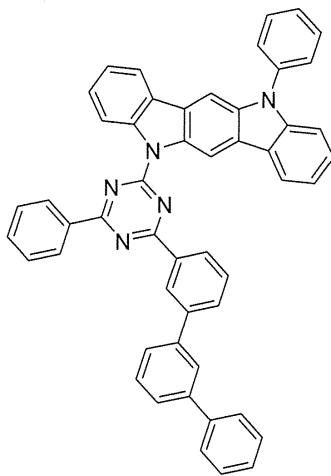
3-156



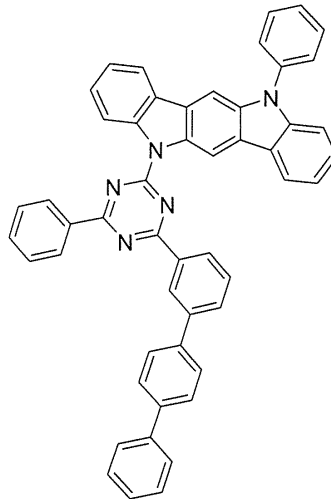
3-157



3-158



3-159



3-160

10

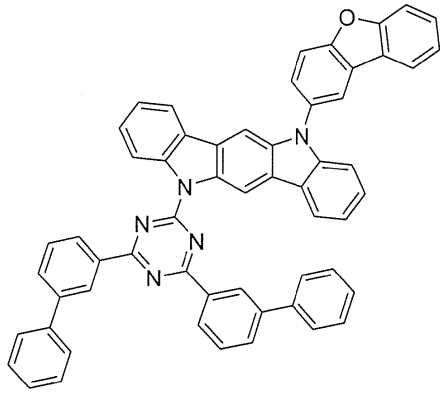
20

30

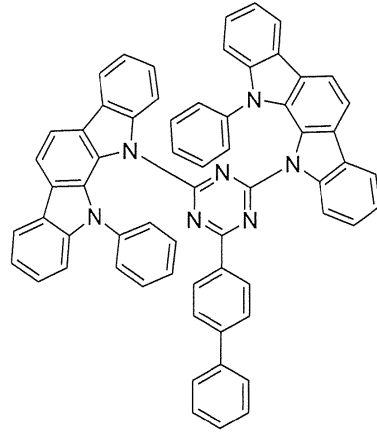
40

50

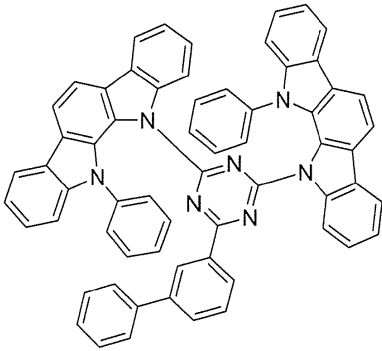
【化 6 1】



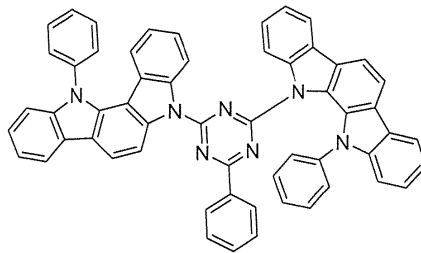
3-161



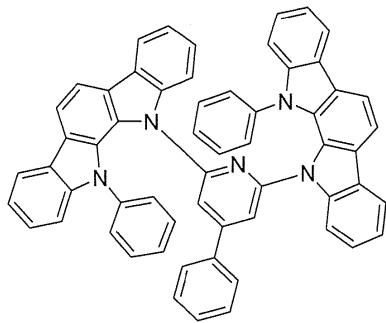
3-162



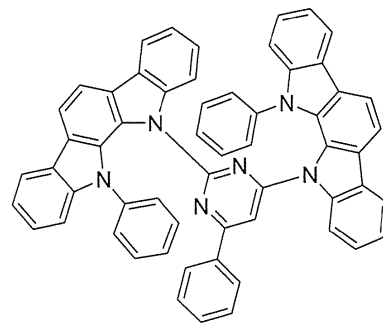
3-163



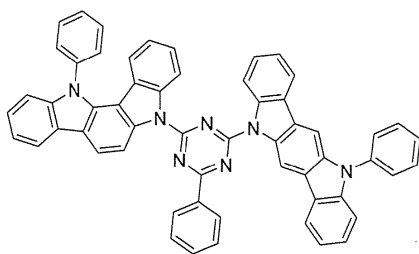
3-164



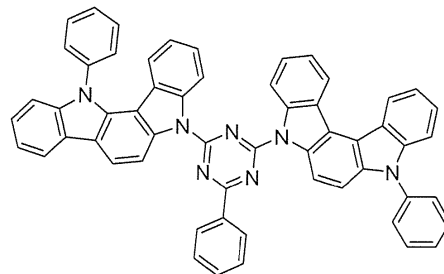
3-165



3-166



3-167



3-168

10

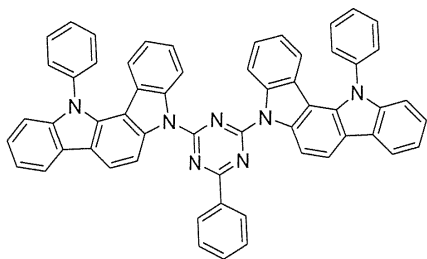
20

30

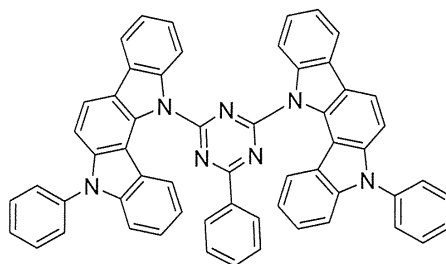
40

50

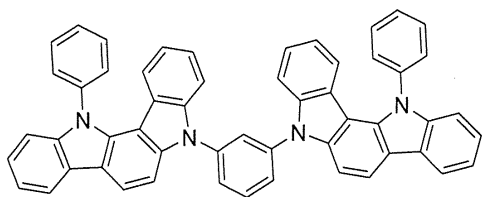
【化 6 2】



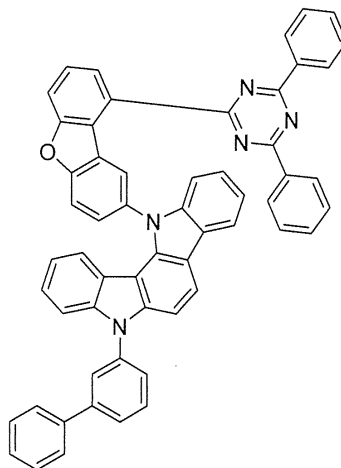
3-169



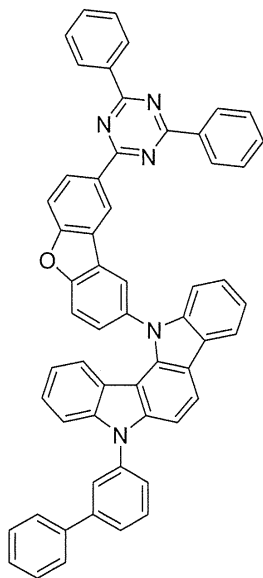
3-170



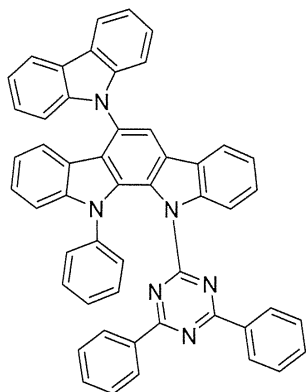
3-171



3-172



3-173



3-174

【 0 0 7 5】

10

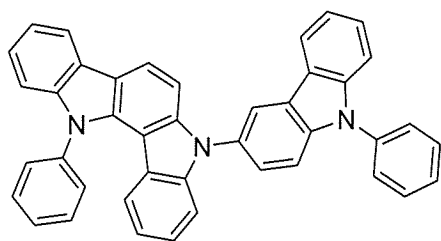
20

30

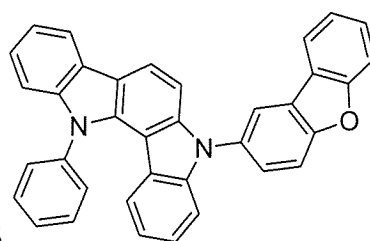
40

50

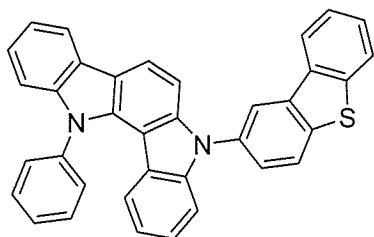
【化 6 3】



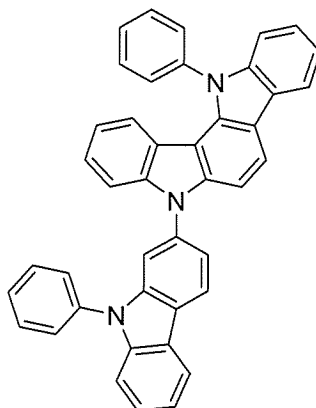
3-175



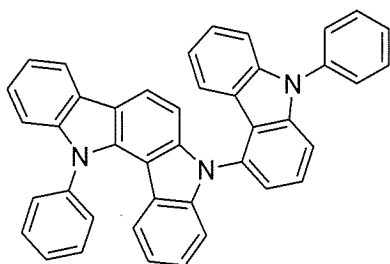
3-176



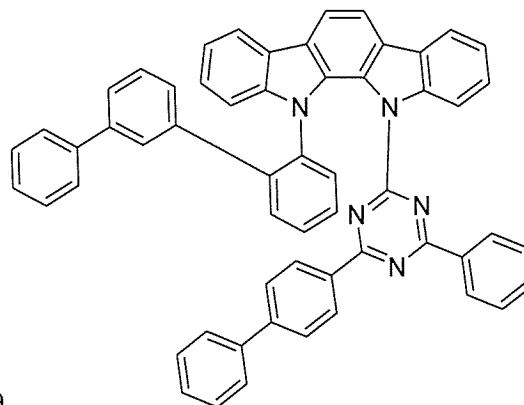
3-177



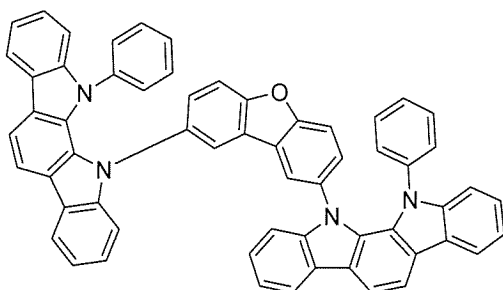
3-178



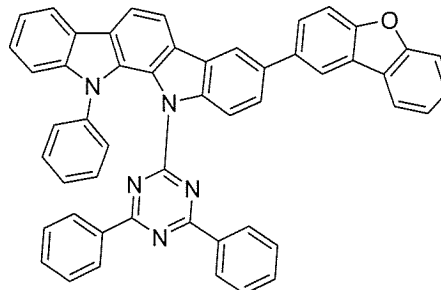
3-179



3-180



3-181



3-182

10

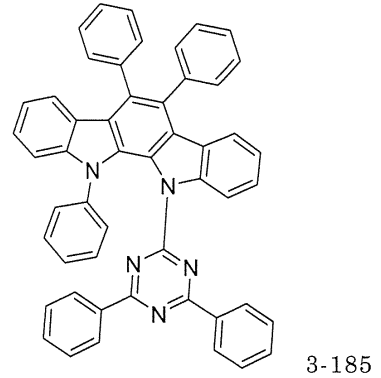
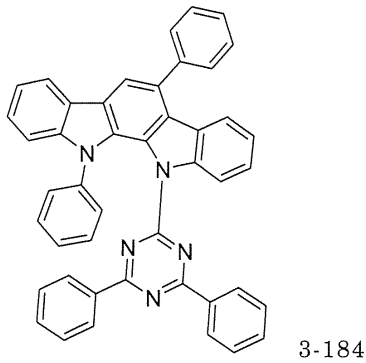
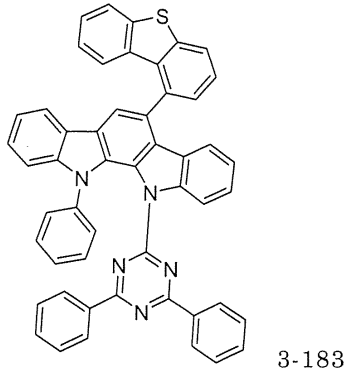
20

30

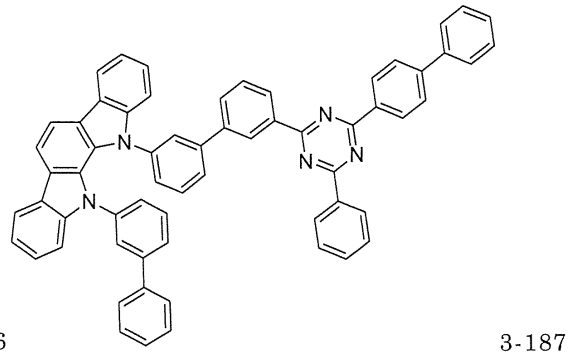
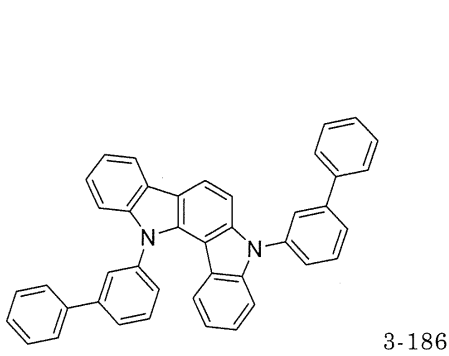
40

50

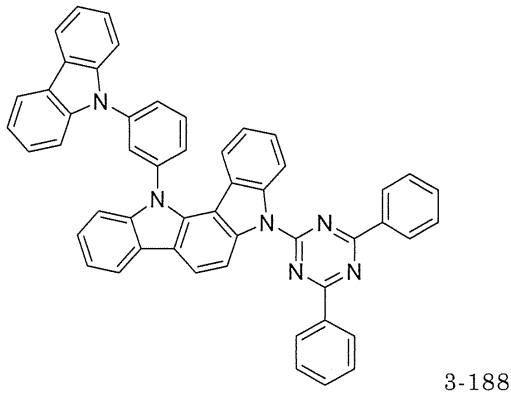
【化 6 4】



10



20



30

【0076】

本発明の有機EL素子に用いられる発光性ドーパントは前記一般式(4)で表される多環芳香族化合物又は前記一般式(4)で表される構造を部分構造として有する多環芳香族化合物である。

一般式(4)で表される構造を部分構造として有する多環芳香族化合物を、部分構造型多環芳香族化合物ともいう。この部分構造型多環芳香族化合物としては、好ましくは、前記式(5)で表される多環芳香族化合物であり、より好ましくは、前記式(6)で表されるホウ素含有多環芳香族化合物である。

40

【0077】

一般式(4)、一般式(5)において、C環、D環、E環、F環、G環、H環、I環及びJ環はそれぞれ独立して、炭素数6~24の芳香族炭化水素環、又は炭素数3~17の芳香族複素環であり、好ましくは、炭素数6~20の芳香族炭化水素環、又は炭素数3~15の芳香族複素環を示す。C環~J環は、上記のように芳香族炭化水素環又は芳香族複素環であるから、芳香族環ともいう。

【0078】

上記芳香族環の具体例としては、ベンゼン、ナフタレン、アセナフテン、アセナフチレン、アズレン、アントラセン、クリセン、ピレン、フェナントレン、トリフェニレン、フ

50

ルオレン、ベンゾ[a]アントラセンピリジン、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、キノリン、イソキノリン、キノキサリン、キナゾリン、チアジアゾール、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、ベンソトリアゾール、ベンゾイソチアゾール、ベンゾチアジアゾール、プリン、ピラノン、クマリン、イソクマリン、クロモン、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、又はカルバゾールからなる環が挙げられる。より好ましくは、ベンゼン環、ナフタレン環、アントラセン環、トリフェニレン環、フェナントレン環、ピレン環、ピリジン環、ジベンゾフラン環、ジベンゾチオフェン環、又はカルバゾール環である。

10

【0079】

一般式(4)において、 Y^4 はB、P、 $P=O$ 、 $P=S$ 、Al、Ga、As、Si- R^4 又はGe- R^{41} であり、好ましくは、B、P、 $P=O$ 又は $P=S$ であり、より好ましくはBである。

【0080】

R^4 及び R^{41} は炭素数1~10の脂肪族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数6~18の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数3~17の芳香族複素環基を表す。好ましくは、炭素数1~8の脂肪族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数6~12の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数3~15の芳香族複素環基である。より好ましくは、置換若しくは未置換の炭素数6~10の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数3~12の芳香族複素環基である。

20

【0081】

R^4 及び R^{41} が炭素数1~10の脂肪族炭化水素基である場合、置換若しくは未置換の炭素数6~18の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数3~17の芳香族複素環基である場合の具体例としては、一般式(1)における R^1 がこれらの基である場合と同様である。

【0082】

X^4 はそれぞれ独立してO、N- Ar^4 、S又はSeであり、好ましくは、O、N- Ar^4 又はSであり、より好ましくはO又はN- Ar^4 である。

30

【0083】

Ar^4 はそれぞれ独立に、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3~17の芳香族複素環基、又はそれらが2~8個連結してなる連結芳香族基である。好ましくは、好ましくは置換若しくは未置換の炭素数6~12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2~6連結して構成される置換若しくは未置換の連結芳香族基を表す。より好ましくは、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3~10の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が2~4連結して構成される置換若しくは未置換の連結芳香族基を表す。

より好ましくは、フェニル基、ビフェニル基、又はターフェニル基である。

40

【0084】

Ar^4 が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3~17の芳香族複素環基、又はそれらが2~8個連結してなる連結芳香族基である場合の具体例としては、一般式(1)における Ar^1 がこれらの基である場合と同様である。

【0085】

N- Ar^4 はC環、D環、又はE環から選ばれる芳香族環と結合してNを含む複素環を形成してもよい。また、C環、D環、E環、 R^4 、 R^{41} 、 R^{42} 、及び Ar^4 における少なくとも1つの水素がハロゲン又は重水素で置換されていてもよい。

【0086】

50

R^{42} は、C環、D環、及びE環の置換基を表し、それぞれ独立に、シアノ基、重水素、炭素数12～44のジアリールアミノ基、炭素数12～44のアリールヘテロアリールアミノ基、炭素数12～44のジヘテロアリールアミノ基、炭素数1～10の脂肪族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数6～18の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数3～17の芳香族複素環基を表す。好ましくは、炭素数12～36のジアリールアミノ基、炭素数12～36のアリールヘテロアリールアミノ基、炭素数12～36のジヘテロアリールアミノ基、置換若しくは未置換の炭素数6～12の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数3～15の芳香族複素環である。より好ましくは、炭素数12～24のジアリールアミノ基、炭素数12～24のアリールヘテロアリールアミノ基、炭素数12～24のジヘテロアリールアミノ基、置換若しくは未置換の炭素数6～10の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数3～12の芳香族複素環基である。

10

【0087】

R^{42} が炭素数1～10の脂肪族炭化水素基を表す場合の具体例としては、 R^1 の場合と同様である。

【0088】

R^{42} が置換若しくは未置換の炭素数6～18の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数3～17の芳香族複素環基を表す場合の具体例としては、 Ar^1 の場合と同様である。好ましくは、ベンゼン、ナフタレン、アセナフテン、アセナフチレン、アズレン、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、キノリン、イソキノリン、キノキサリン、キナゾリン、チアジアゾール、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、プリン、ピラノン、クマリン、イソクマリン、クロモン、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、又はカルバゾールから生じる基が挙げられる。より好ましくは、ベンゼン、又はナフタレンから生じる基が挙げられる。

20

【0089】

R^{42} が炭素数12～44のジアリールアミノ基、炭素数12～44のアリールヘテロアリールアミノ基、炭素数12～44のジヘテロアリールアミノ基、又は炭素数1～10の脂肪族炭化水素基を表す場合の具体例としては、ジフェニルアミノ、ジビフェニルアミノ、フェニルビフェニルアミノ、ナフチルフェニルアミノ、ジナフチルアミノ、ジアントラニルアミノ、ジフェナンスレニルアミノ、ジピレニルアミノ、ジベンゾフラニルフェニルアミノ、ジベンゾフラニルビフェニルアミノ、ジベンゾフラニルナフチルアミノ、ジベンゾフラニルアントラニルアミノ、ジベンゾフラニルフェナンスレニルアミノ、ジベンゾフラニルピレニルアミノ、ビスジベンゾフラニルアミノ、カルバゾリルフェニルアミノ、カルバゾリルナフチルアミノ、カルバゾリルアントラニルアミノ、カルバゾリルフェナンスレニルアミノ、カルバゾリルピレニルアミノ、ジカルバゾリルアミノ、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、又はノニルが挙げられる。好ましくは、ジフェニルアミノ、ジビフェニルアミノ、フェニルビフェニルアミノ、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、又はジピレニルアミノが挙げられる。より好ましくは、ジフェニルアミノ、ジビフェニルアミノ、フェニルビフェニルアミノ、ナフチルフェニルアミノ、ジナフチルアミノ、ジベンゾフラニルフェニルアミノ、又はカルバゾリルフェニルアミノが挙げられる。

30

40

【0090】

v はそれぞれ独立して0～4の整数を表し、好ましくは0～2の整数であり、より好ましくは0～1である。 x は0～3の整数を表し、好ましくは0～2の整数であり、より好ましくは0～1である

【0091】

50

一般式(4)で表される構造を部分構造として有する多環芳香族化合物について、説明する。この一般式(4)で表される構造を部分構造として有する多環芳香族化合物は、一般式(4)で表される化合物の縮合物又はその類似物と見ることができるので、部分構造型多環芳香族化合物ともいう。

この部分構造型多環芳香族化合物としては、上記式(5)又は式(6)で表される化合物がある。

【0092】

一般式(4)、式(5)及び式(6)において、共通する記号は同じ意味を有する。

式(5)において、wは0~4の整数を表し、yは0~3の整数を表し、zは0~2の整数を表す。好ましくは、wは0又は2、yは0又は1、zは0又は1である。

10

【0093】

式(5)において、F環~J環は、上記したとおりである。

F環、G環は、一般式(4)のC環、D環と同意であり、H環、J環はE環と同意であり、I環は共有された構造であるため4価の基(z=0のとき)となっている。

【0094】

式(6)において、X⁶は独立にN-Ar⁶、O、又はSを表すが、少なくとも1つのX⁶はN-Ar⁶を表す。好ましくは、O又は、N-Ar⁵を表し、より好ましくはN-Ar⁵を表す。Ar⁶は一般式(4)のAr⁴と同意である。N-Ar⁶は上記芳香族環と結合してNを含む複素環を形成してもよい。この場合、Ar³は上記芳香族環と直接結合してもよく、連結基を介して結合してもよい。

20

【0095】

R⁶は独立にシアノ基、重水素、炭素数12~44のジアリールアミノ基、炭素数1~10の脂肪族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数6~18の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数3~17の芳香族複素環基を表す。

その具体例は、R⁴²がこれらである場合と同様である。

【0096】

kは独立に0~4の整数を表し、lは独立に0~3の整数を表し、mは独立に0~2の整数を表す。好ましくは、kは独立に0~2の整数、lは0~2の整数を表し、mは0~1の整数である。

【0097】

部分構造型多環芳香族化合物を、式(5)及び式(6)を参照して以下説明する。

式(5)は、一般式(4)で表される構造と、その一部の構造とからなっている。別の観点からは、一般式(4)で表される構造が2つあるが、I環を共有した構造となっている。すなわち、一般式(4)で表される構造を部分構造としている。

式(6)も同様であり、中央のベンゼン環が共有された構造となっているが、一般式(4)で表される構造と、その一部の構造とからなっていると解することができる。

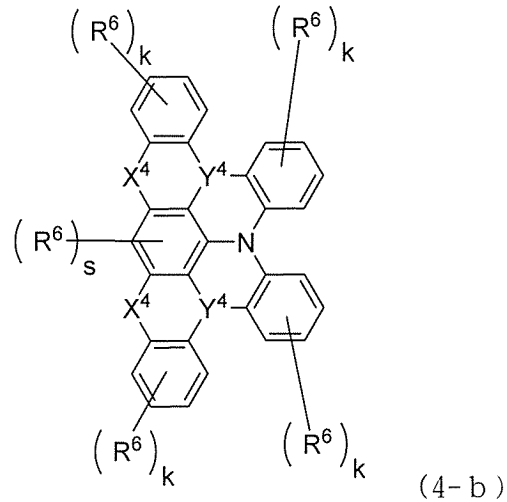
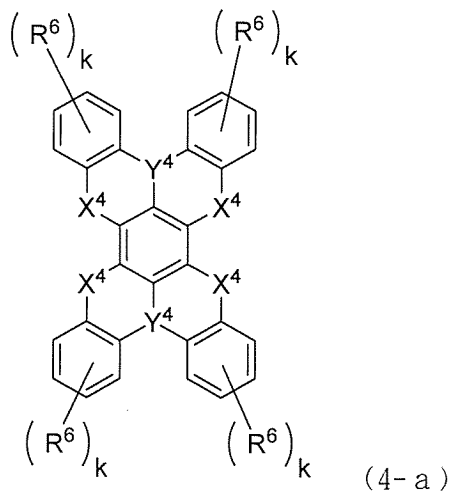
本発明でいう部分構造型多環芳香族化合物は、一般式(4)で表される構造を部分構造として有する。一般式(4)中のC環~E環のいずれかが欠けた構造を、他の部分構造として有するものが適する。そして、一般式(4)で表される構造を、部分構造として1つと、上記他の部分構造を1~3個有するものが好ましい。一般式(4)で表される構造と他の部分構造の結合は、1以上の環の縮合又は形成による結合であっても、1以上の結合手による結合であってもよい。

40

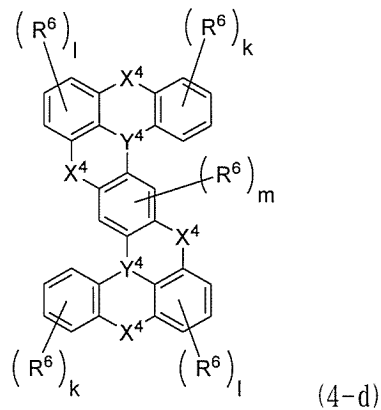
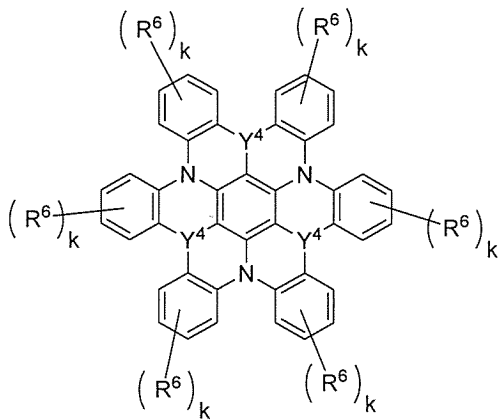
【0098】

上記一般式(4)、一般式(5)又は式(6)、又は部分構造型多環芳香族化合物の好ましい態様として、下記式(4-a)~式(4-h)がある。

【化65】



10



20

【0099】

上記式(4-a)で表される部分構造型多環芳香族化合物は、例えば後述する式(4-64)で表されるような化合物に対応する。すなわち、式(4-a)は、中央のベンゼン環で2つの一般式(4)の構造を共有する構造であるが、一般式(4)の構造単位を含み、且つその部分構造を1つ含む化合物であることが理解される。

【0100】

式(4-b)で表される部分構造型多環芳香族化合物は、例えば後述する式(4-65)で表されるような化合物に対応する。すなわち、式(4-b)は、中央のベンゼン環で2つの一般式(4)の構造を共有する構造であるが、一般式(4)の構造単位を含み、且つその部分構造を1つ含む化合物であることが理解される。一般式(4)で説明すれば、 X^4 の一つが $N-Ar^4$ で、これが他方の芳香族環と結合して環を形成した構造(縮合環構造)となっている。

40

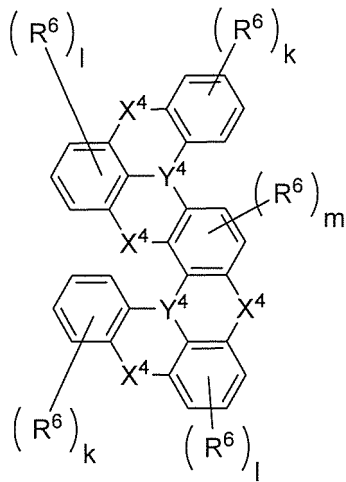
【0101】

式(4-c)で表される部分構造型多環芳香族化合物は、例えば後述する式(4-66)で表されるような化合物に対応する。すなわち、一般式(4)で説明すれば、E環であるベンゼン環を共有するようにして、三つの一般式(4)で表される単位構造を有する構造となっている。すなわち、一般式(4)で表される単位構造を部分構造として有し、且つ一般式(4)からベンゼン環を1つ除いた構造であるその部分構造を2つ含む化合物であることが理解される。また、 X^4 が $N-Ar^4$ であり、これが他方の隣接環と結合して環を形成した構造となっている。

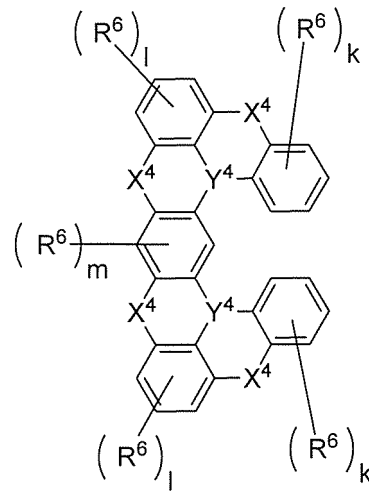
50

【 0 1 0 2 】

【 化 6 6 】

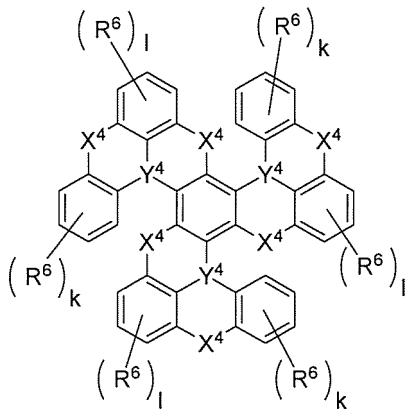


(4-e)

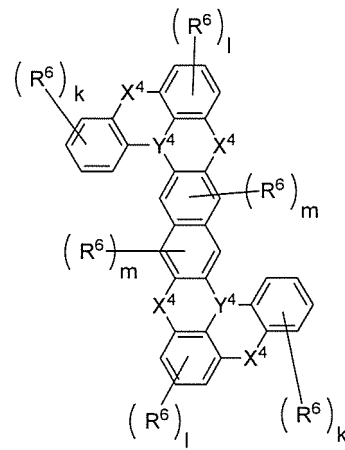


(4-f)

10



(4-g)



(4-h)

20

30

【 0 1 0 3 】

また、式(4-d)、式(4-e)、式(4-f)、式(4-g)で表される部分構造型多環芳香族化合物は、例えば後述する式(4-67)、式(4-68)、式(4-69)、式(4-70)で表されるような化合物に対応する。

すなわち、C環(又はD環)であるベンゼン環を共有するようにして、2つ又は3つの一般式(4)で表される単位構造を一つの化合物中に有する化合物である。すなわち、一般式(4)で表される単位構造を部分構造として有し、且つ一般式(4)からベンゼン環を1つ除いた構造であるその部分構造を1つ含む化合物であることが理解される。

【 0 1 0 4 】

式(4-h)で表される部分構造型多環芳香族化合物は、例えば後述する式(4-71)、式(4-72)、式(4-73)、式(4-74)、式(4-75)で表されるような化合物に対応する。すなわち、一般式(4)で説明すれば、C環がナフタレン環であって、その環を共有するようにして、2つの一般式(4)で表される単位構造を一つの化合物中に有する部分構造型多環芳香族化合物である。すなわち、一般式(4)で表される単位構造を部分構造として有し、且つ一般式(4)からC環(ナフタレン環)を1つ除いた構造であるその部分構造を1つ又は2つ含む化合物であることが理解される。

【 0 1 0 5 】

式(4-a)~式(4-h)において、X⁴及びY⁴は一般式(4)と同意であり、R⁶、k、l、及びmは、式(6)と同意である。sは0~1であり、好ましくは0である。

40

50

【0106】

本発明の部分構造型多環芳香族化合物は、複数の一般式(4)の化合物が、一般式(4)の構造単位中の環(C環~E環)の1つ又は2つを共有して連結した構造を有し、少なくとも1つ一般式(4)の構造単位を含むものであるということが出来る。

上記構造を形成する一般式(4)の化合物の数は、2~5であり、好ましくは2~3である。上記環(C環~E環)の共有は、1つであってもよいし、2つであってもよく、3つの環が共有されてもよい。

【0107】

一般式(4)、一般式(5)又は式(6)で表される多環芳香族化合物及びその他の部分構造型多環芳香族化合物の具体的な例を以下に示すが、これら例示化合物に限定されるものではない。

10

【0108】

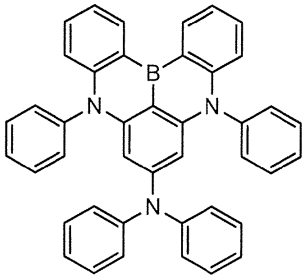
20

30

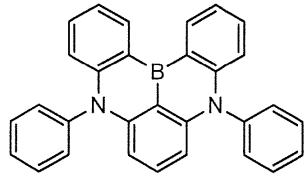
40

50

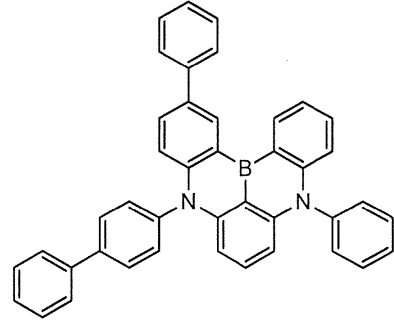
【化 6 7】



4-1

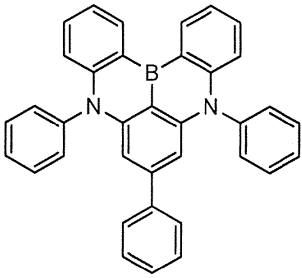


4-2

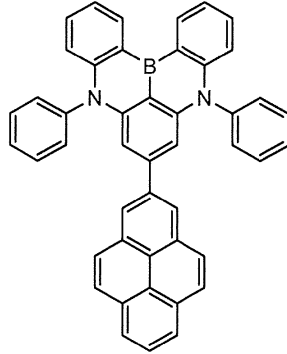


4-3

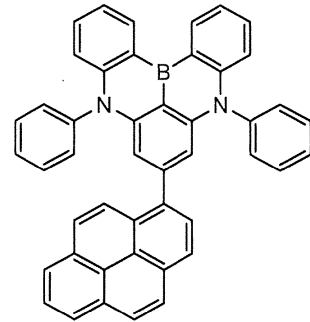
10



4-4

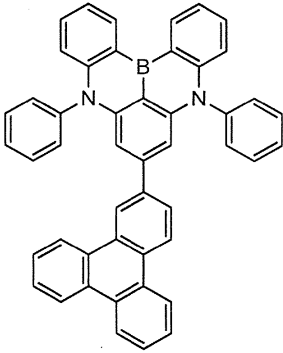


4-5

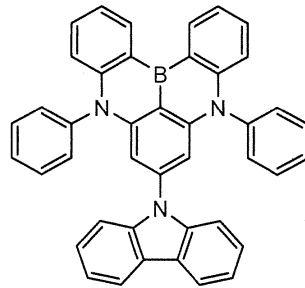


4-6

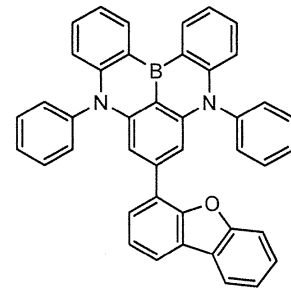
20



4-7

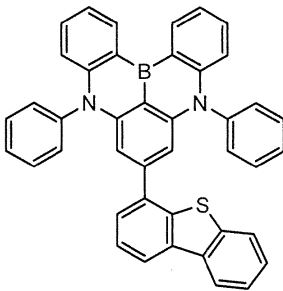


4-8



4-9

30

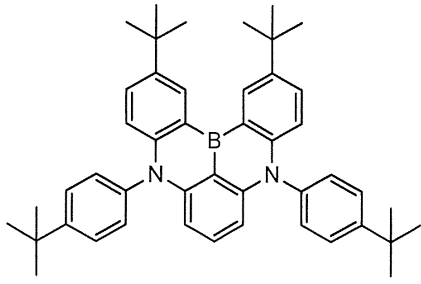


4-10

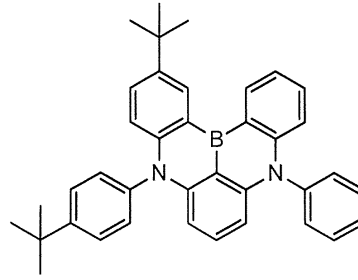
40

50

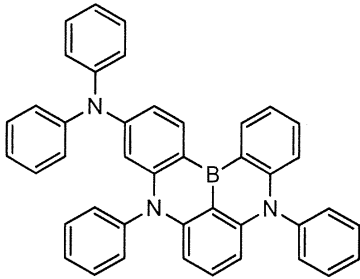
【化 6 8】



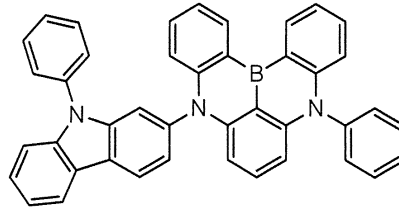
4-11



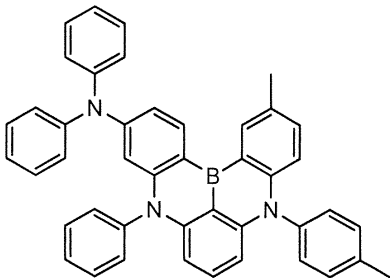
4-12



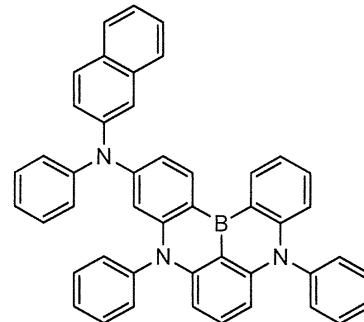
4-13



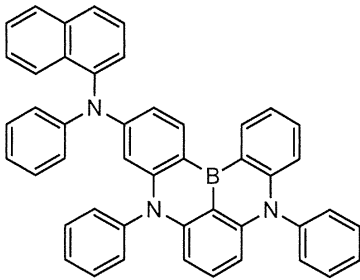
4-14



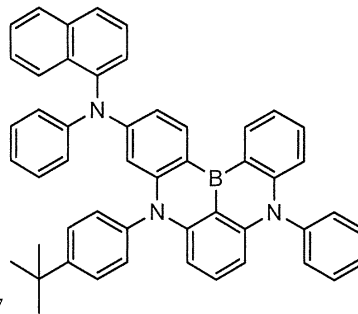
4-15



4-16



4-17



4-18

10

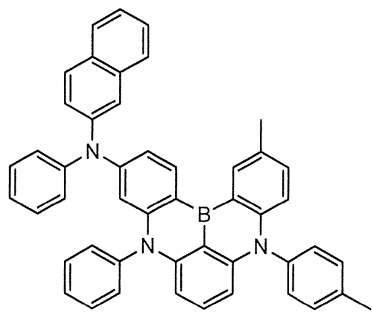
20

30

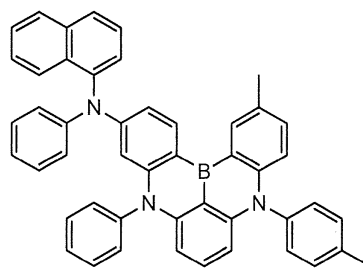
40

50

【化 6 9】

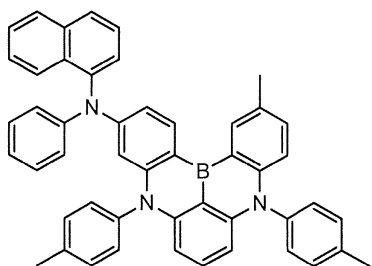


4-19

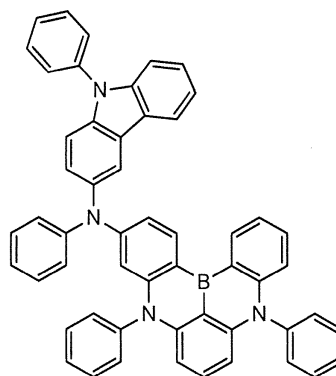


4-20

10

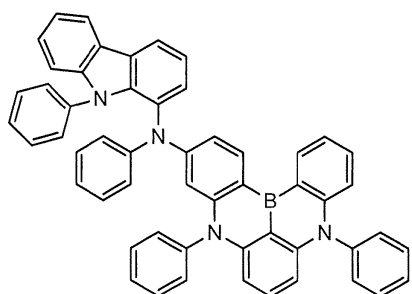


4-21

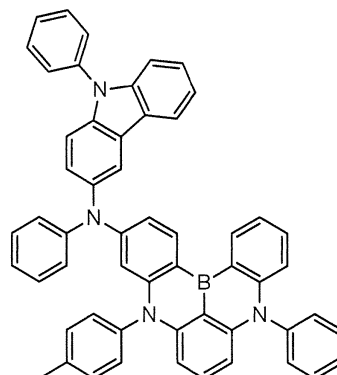


4-22

20

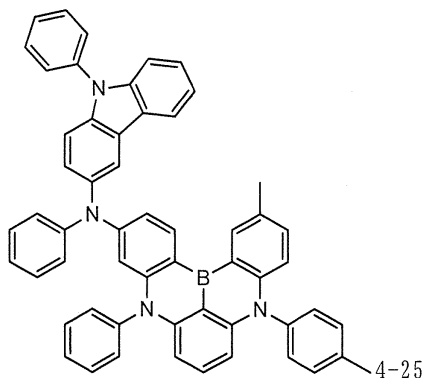


4-23

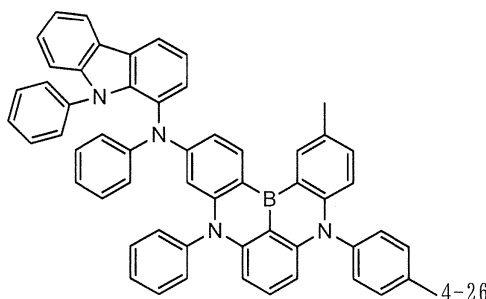


4-24

30



4-25

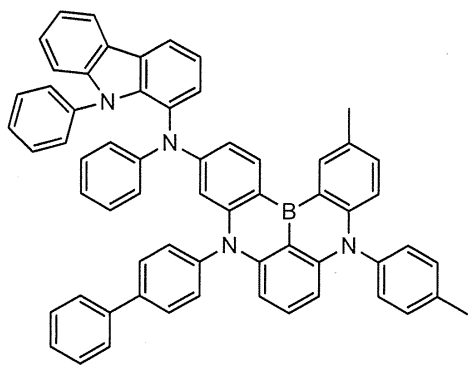


4-26

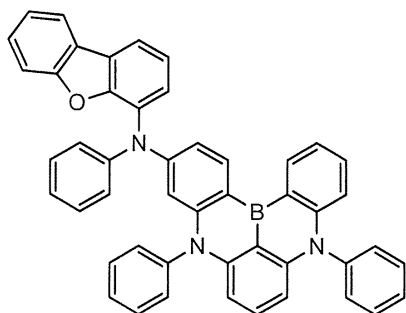
40

【 0 1 0 9】

【化 7 0】

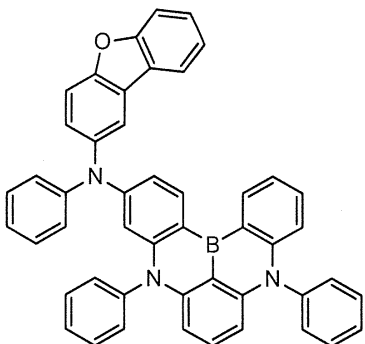


4-27

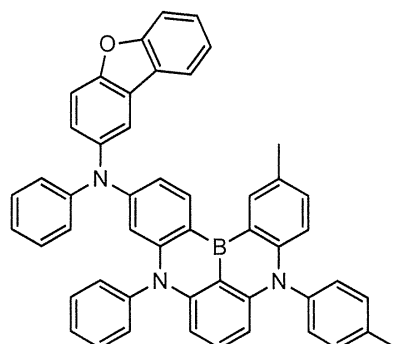


4-28

10

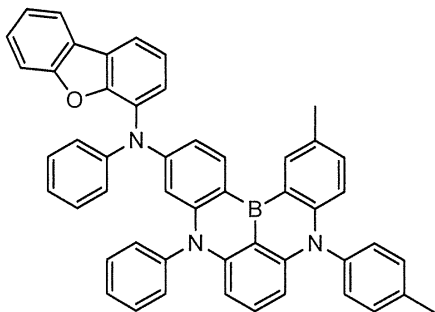


4-29

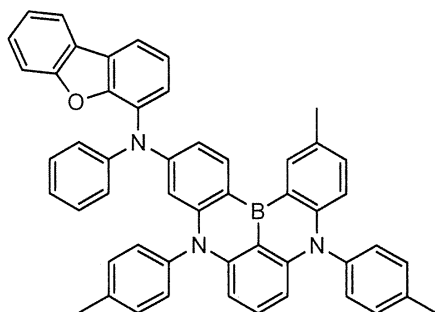


4-30

20

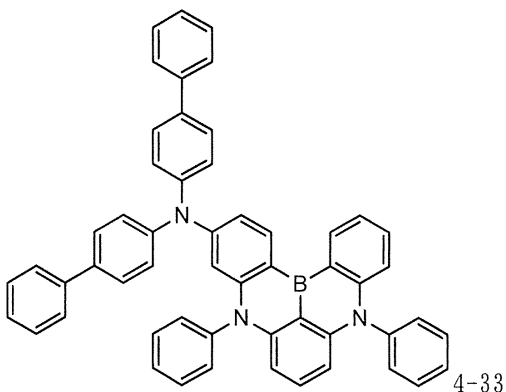


4-31

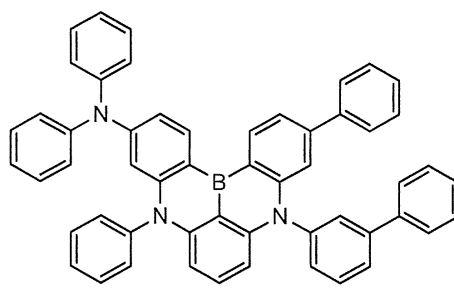


4-32

30



4-33

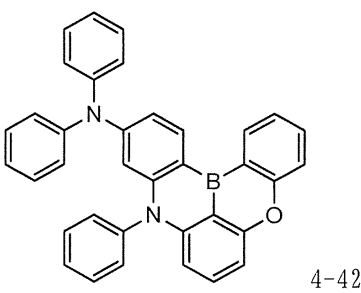
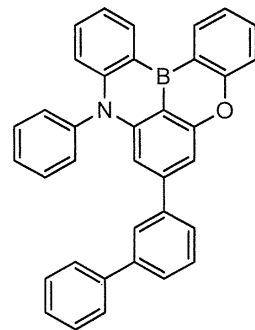
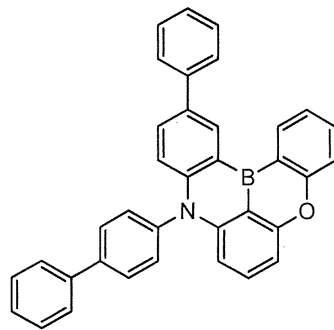
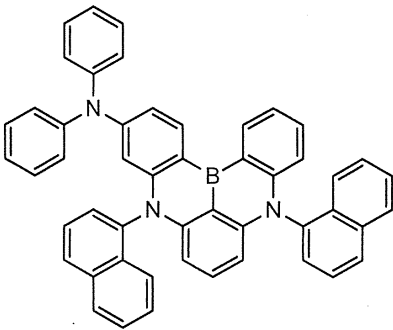
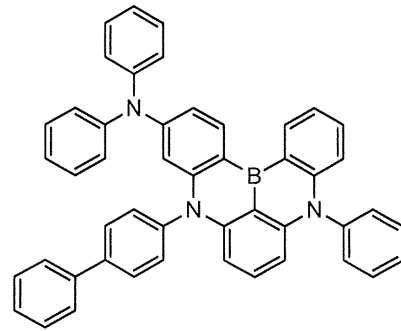
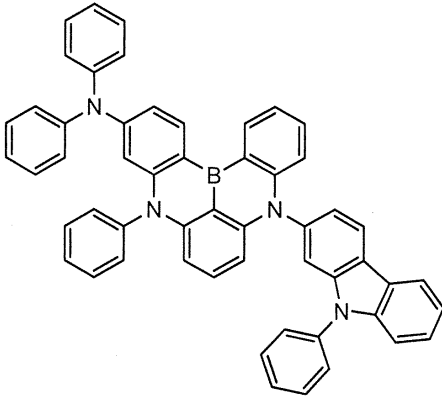
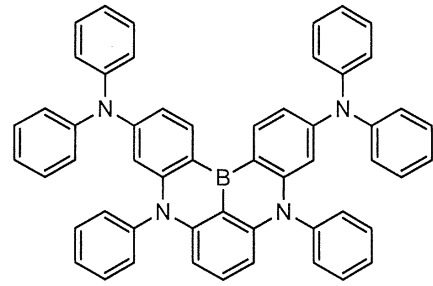
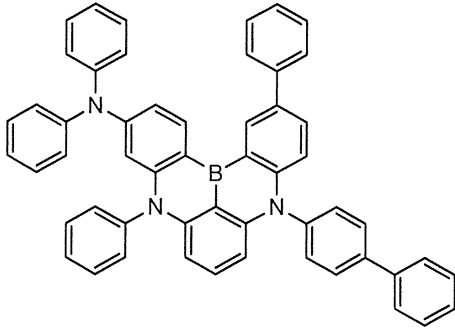


4-34

40

50

【化 7 1】



10

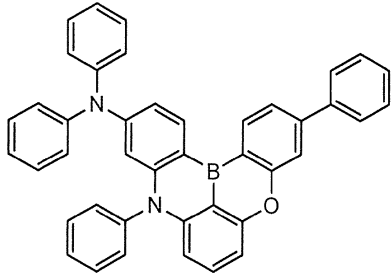
20

30

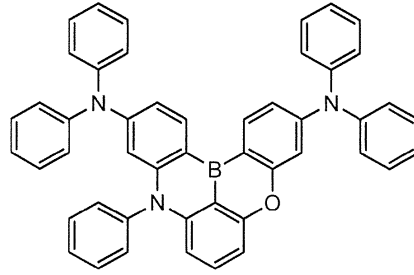
40

50

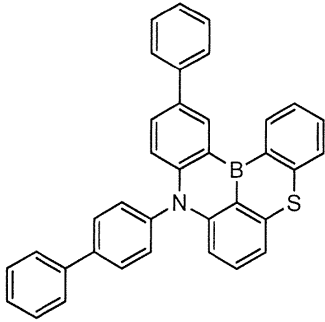
【化 7 2】



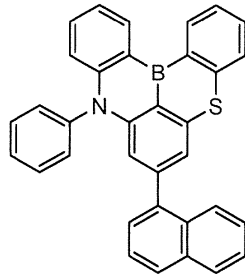
4-43



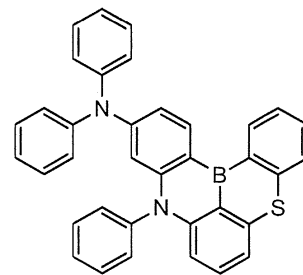
4-44



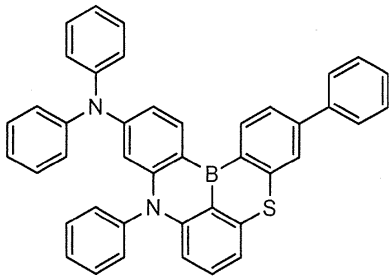
4-45



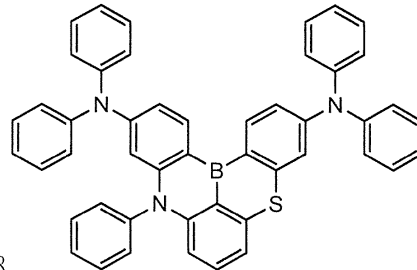
4-46



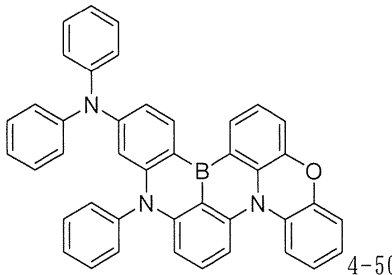
4-47



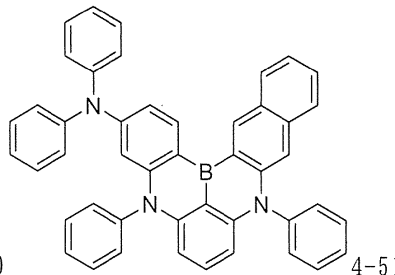
4-48



4-49



4-50



4-51

【 0 1 1 0 】

10

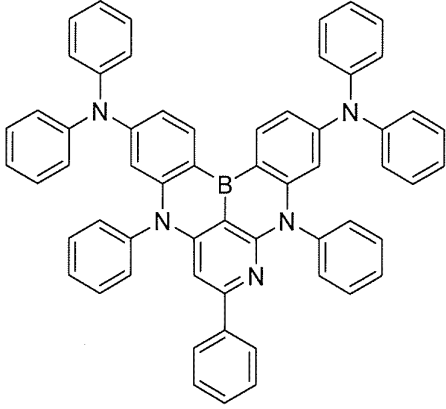
20

30

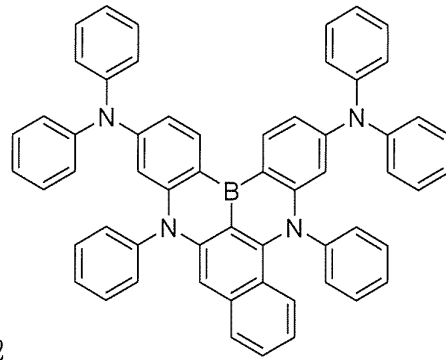
40

50

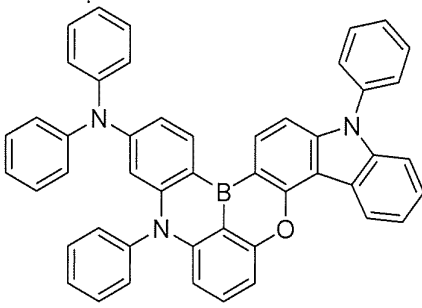
【化 7 3】



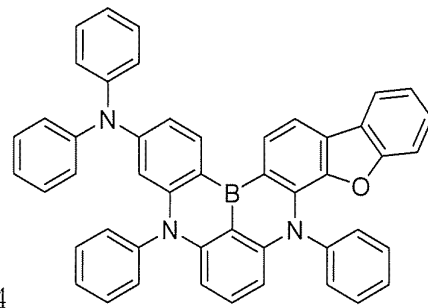
4-52



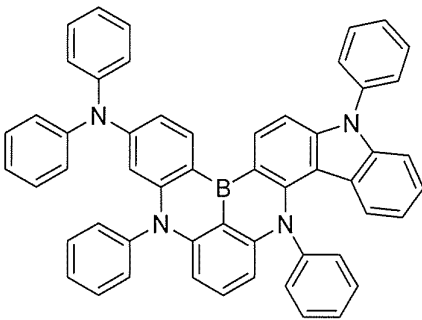
4-53



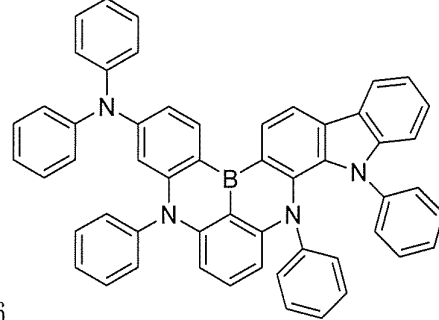
4-54



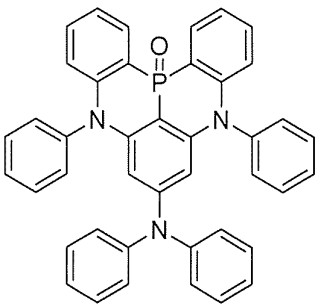
4-55



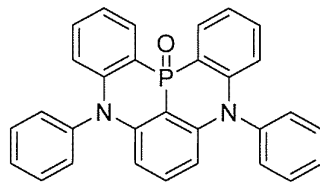
4-56



4-57



4-58



4-59

10

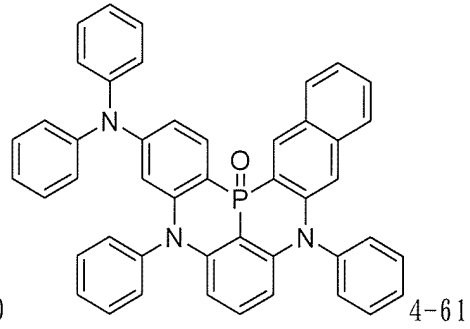
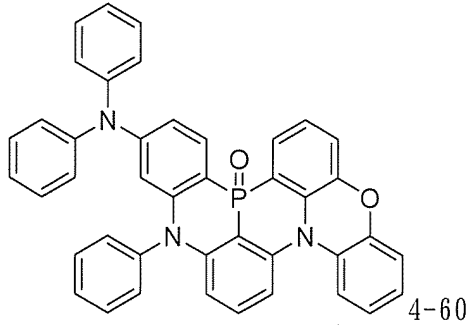
20

30

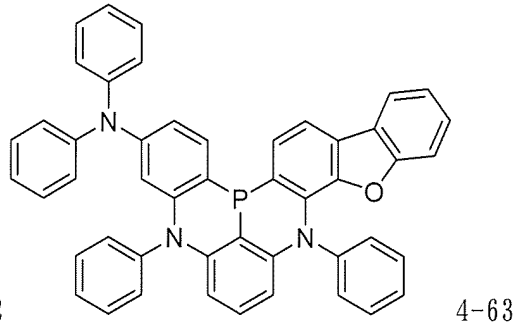
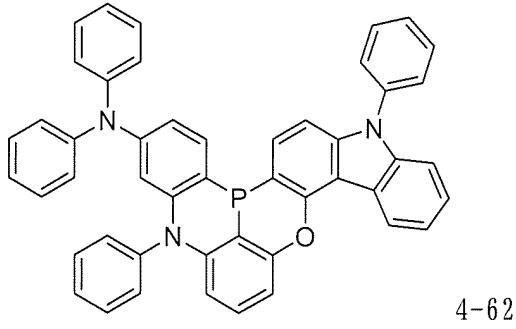
40

50

【化 7 4】

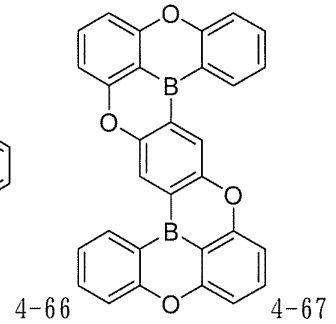
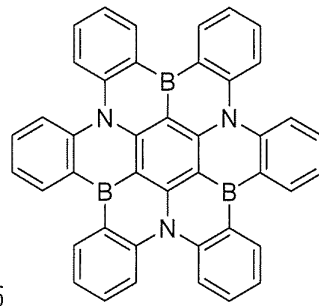
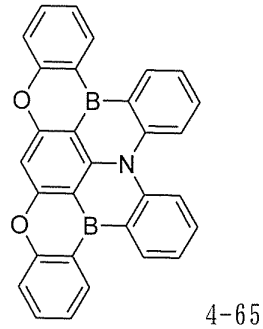
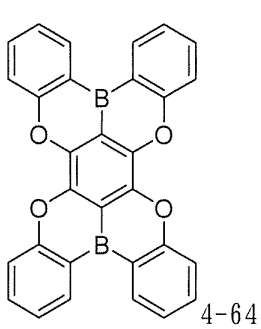


10

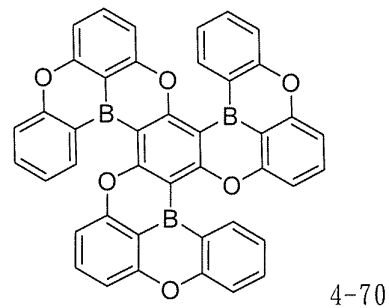
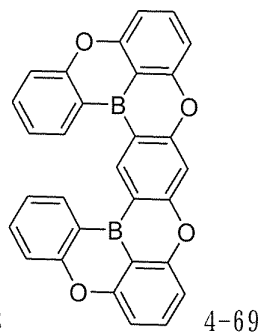
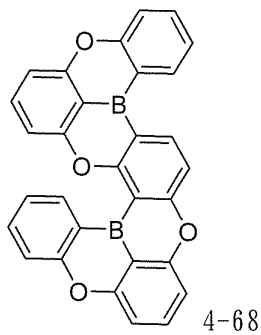


20

【化 7 5】



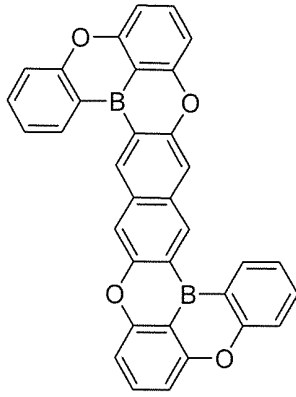
30



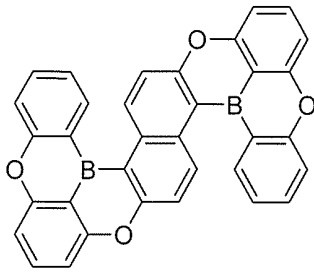
40

【 0 1 1 1 】

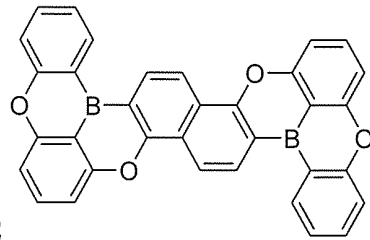
【化 7 6】



4-71

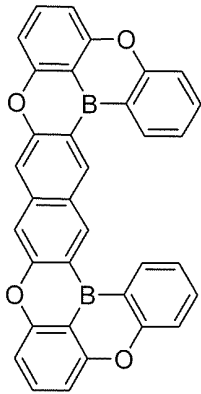


4-72

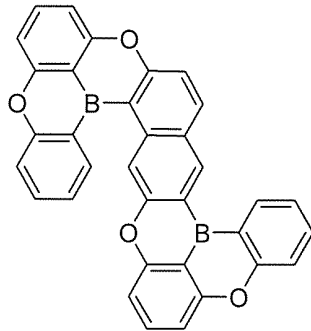


4-73

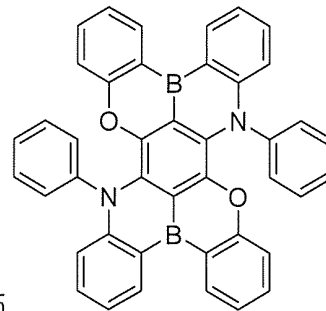
10



4-74

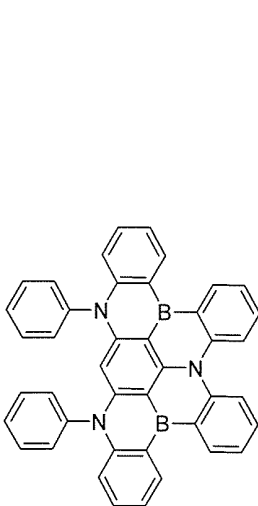


4-75

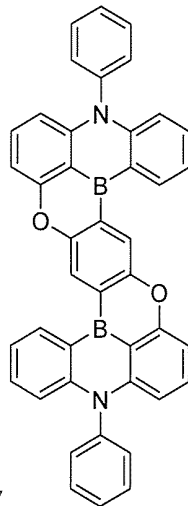


4-76

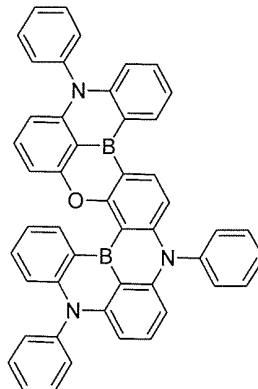
20



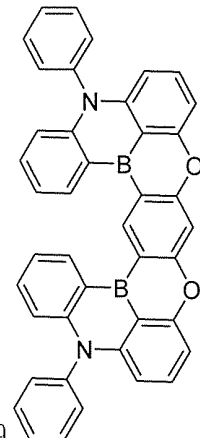
4-77



4-78



4-79



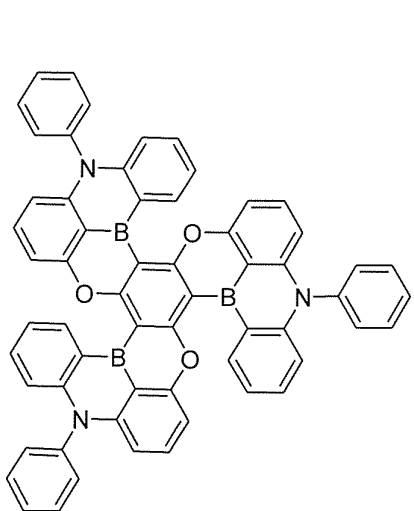
4-80

30

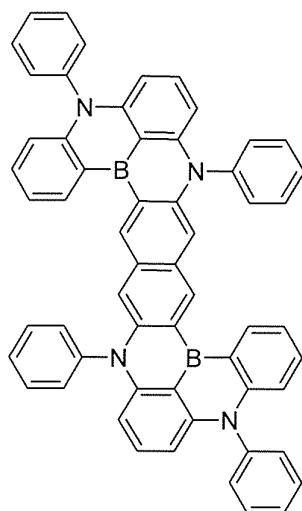
40

50

【化 7 7】

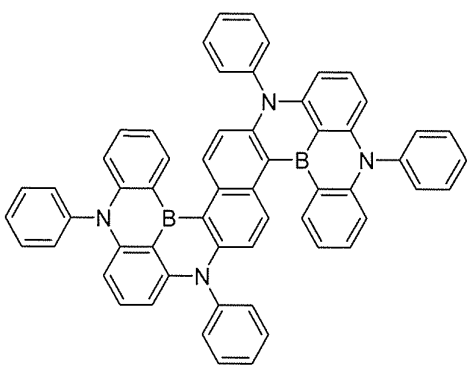


4-81

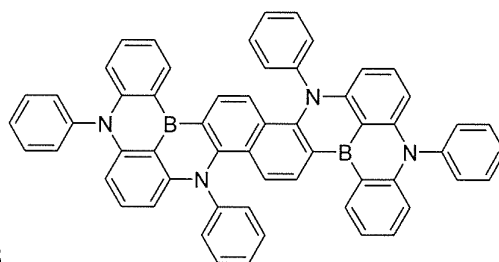


4-82

10

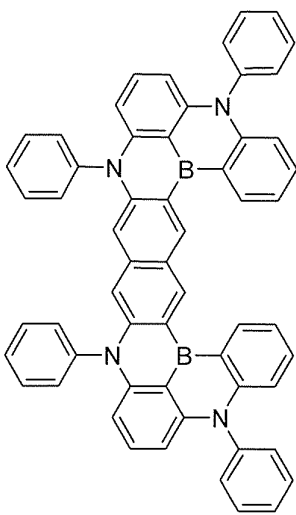


4-83

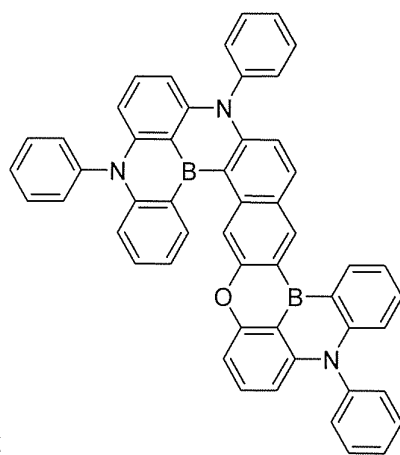


4-84

20



4-85



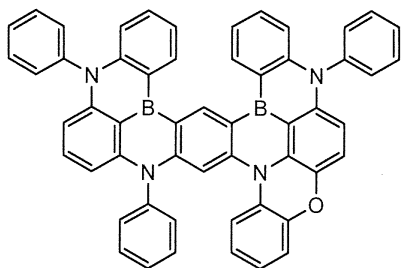
4-86

30

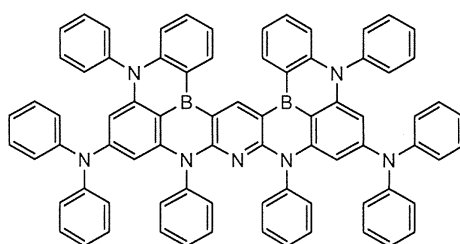
40

50

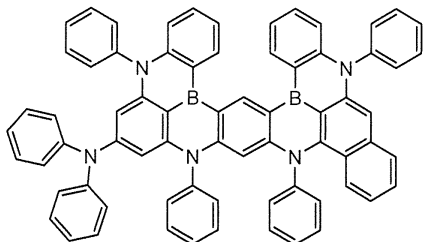
【化 7 8】



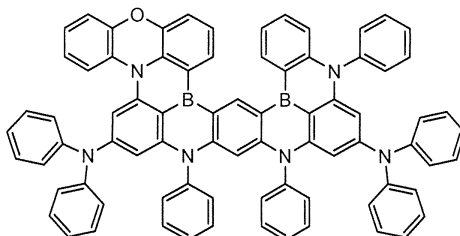
4-87



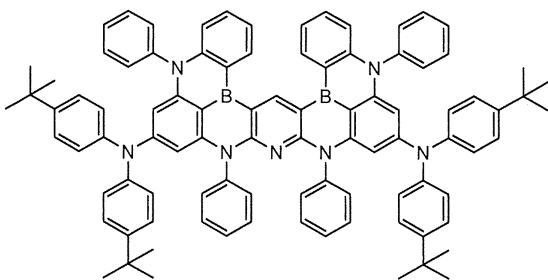
4-88



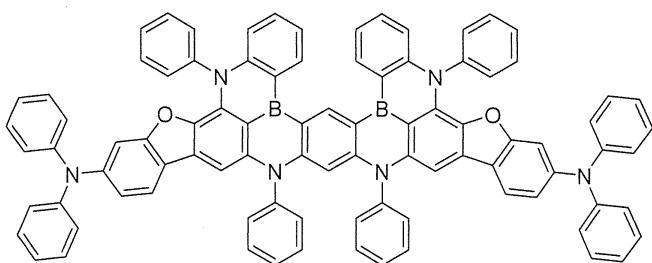
4-89



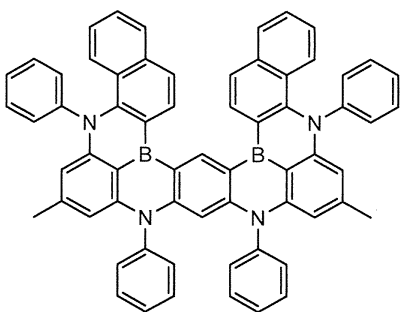
4-90



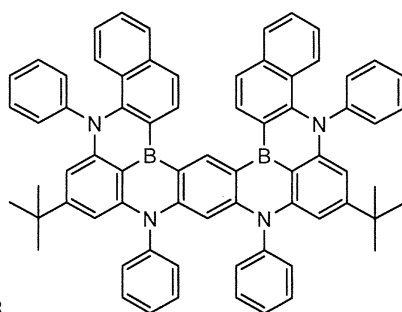
4-91



4-92



4-93



4-94

【 0 1 1 2】

10

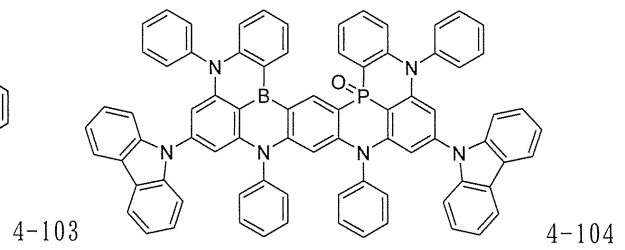
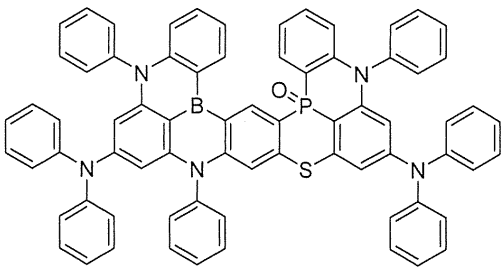
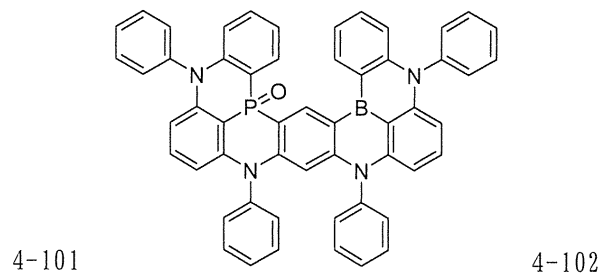
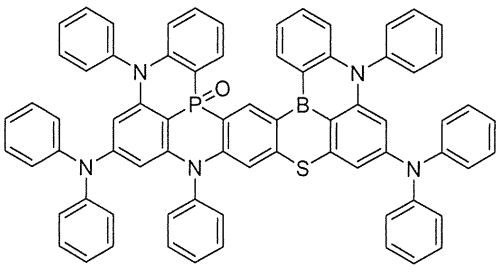
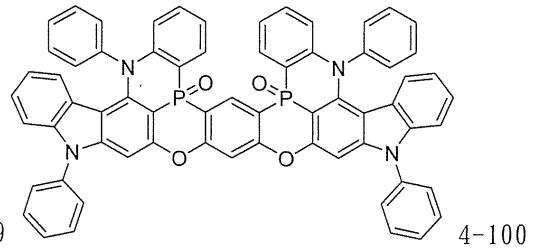
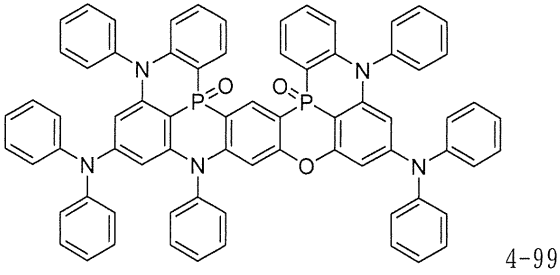
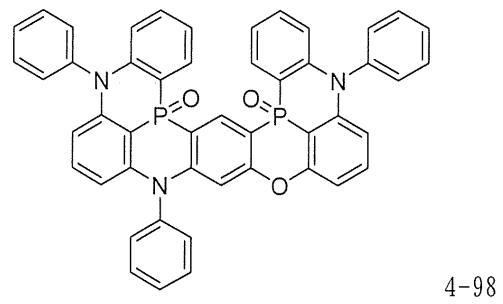
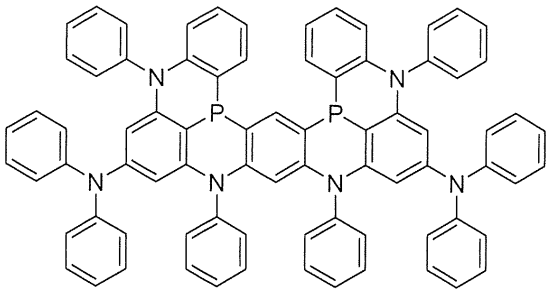
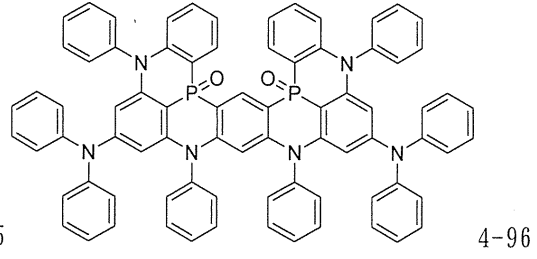
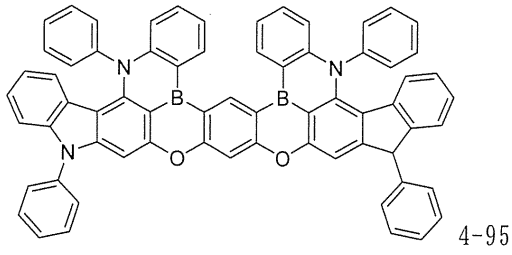
20

30

40

50

【化 7 9】



10

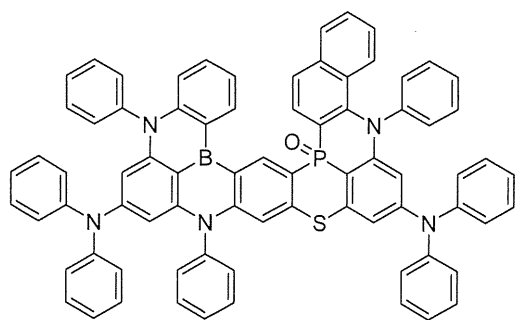
20

30

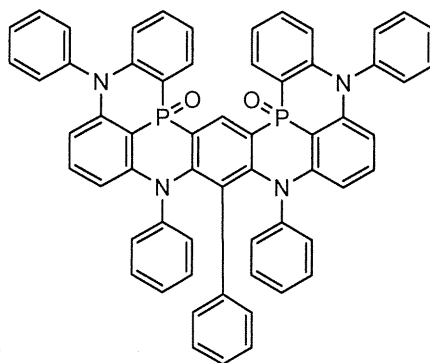
40

50

【化 8 0】

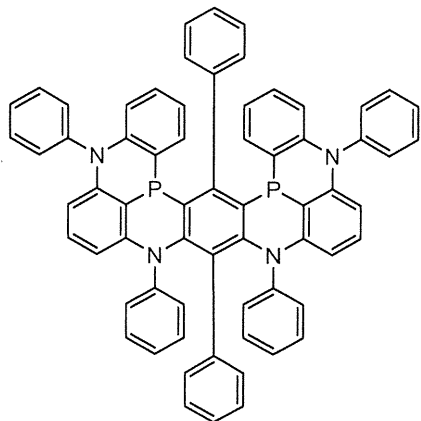


4-105

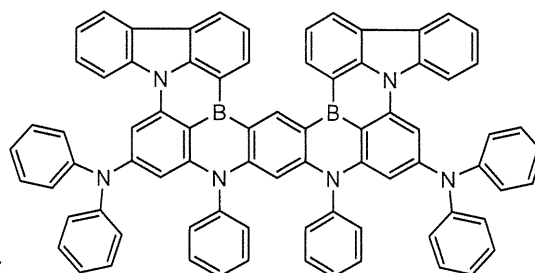


4-106

10



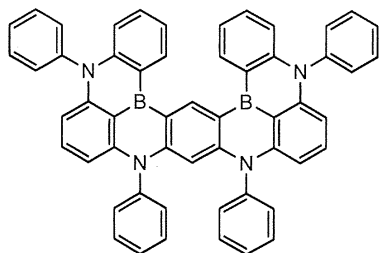
4-107



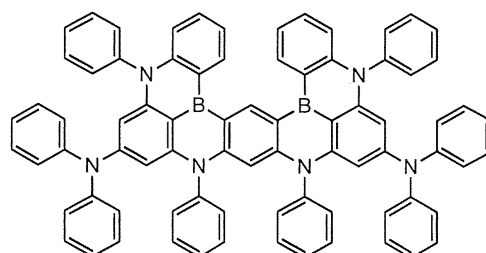
4-108

20

【化 8 1】

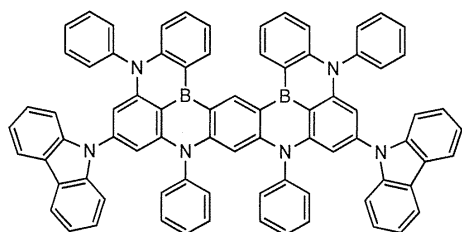


4-109

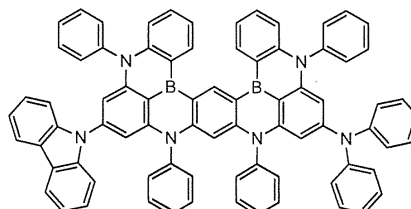


4-110

30



4-111



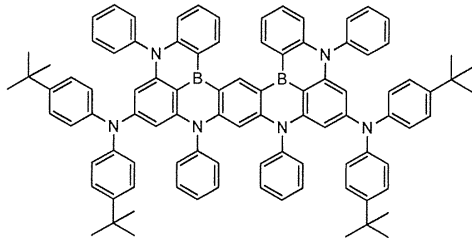
4-112

40

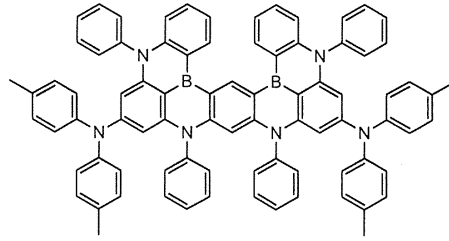
【 0 1 1 3】

50

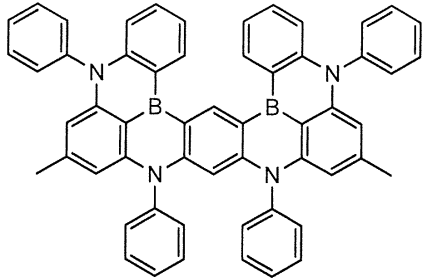
【化 8 2】



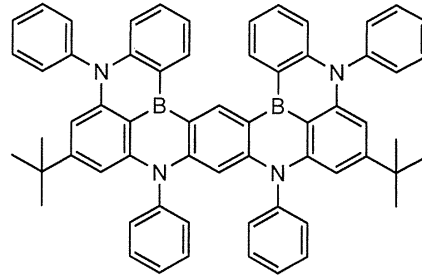
4-113



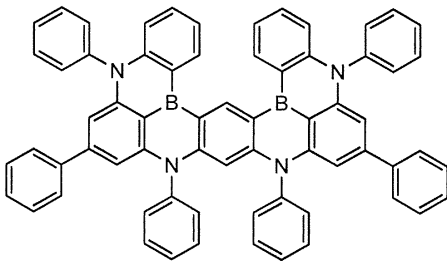
4-114



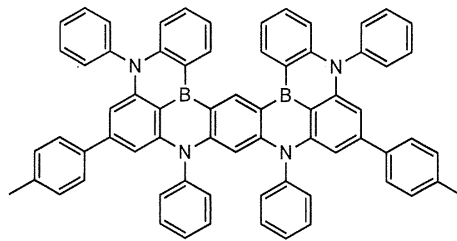
4-115



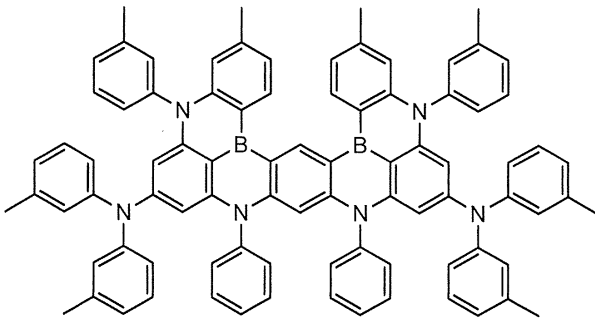
4-116



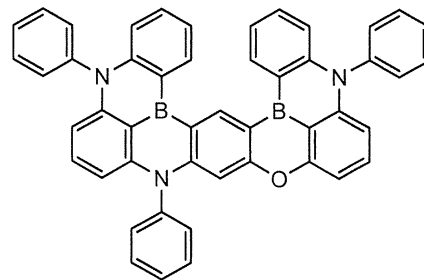
4-117



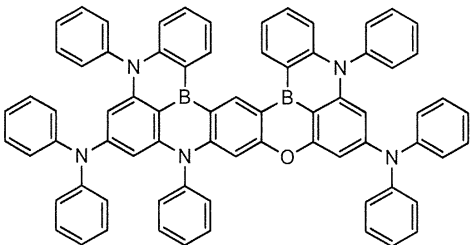
4-118



4-119



4-120



4-121

10

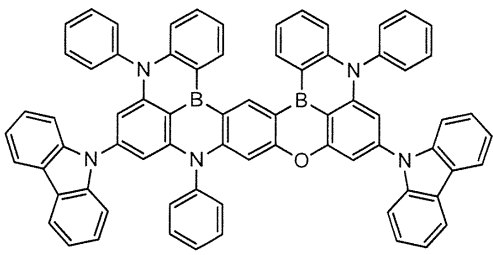
20

30

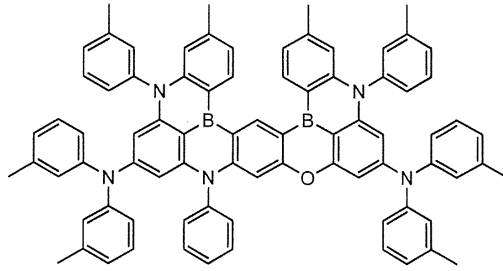
40

50

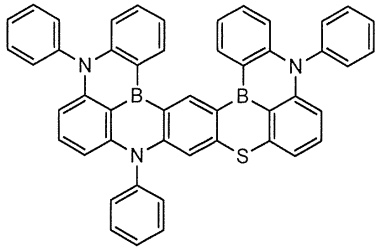
【化 8 3】



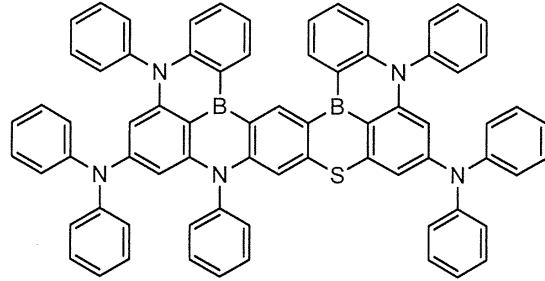
4-122



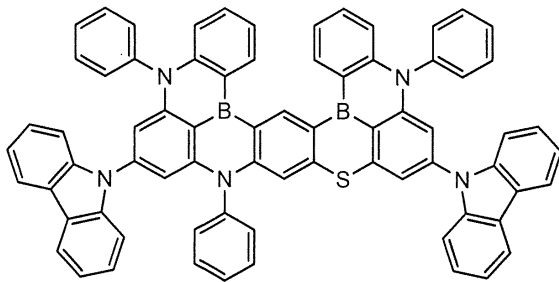
4-123



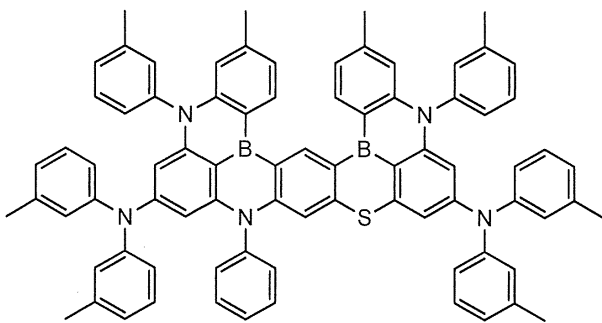
4-124



4-125



4-126



4-127

10

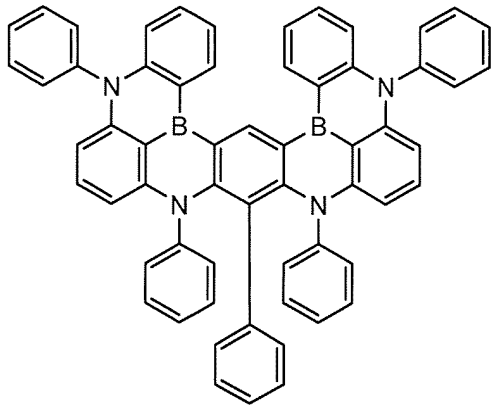
20

30

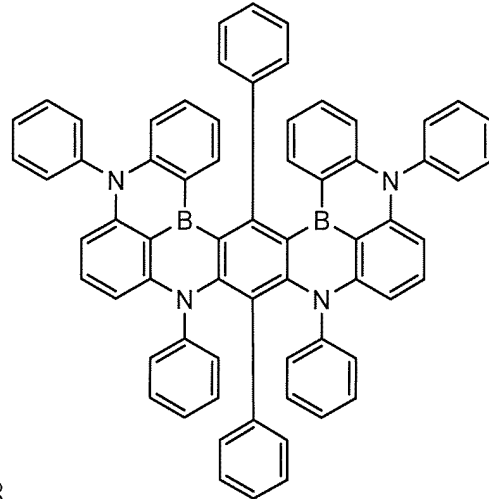
40

50

【化 8 4】



4-128



4-129

10

【0114】

本発明の有機EL素子に発光性ドーパントとして用いられる有機発光材料は、ESTが0.20 eVが好ましい。より好ましくは0.15 eV以下であり、さらに好ましくは0.10 eVである。

20

【0115】

ESTは、励起一重項エネルギー(S1)と励起三重項エネルギー(T1)の差を表す。ここでS1及びT1の測定条件は実施例に記載の方法による。

【0116】

前記一般式(3)で表される多環芳香族化合物又は部分構造型多環芳香族化合物から選ばれる材料(以下、多環芳香族化合物材料ともいう)を発光性ドーパントとして使用し、前記一般式(1)又は一般式(2)で表される化合物から選ばれる材料を第一ホスト、そして前記一般式(3)で表される化合物から選ばれる材料を第二ホストとして使用することで優れた有機EL素子を提供することができる。

【0117】

本発明の他の態様では、上記第一ホスト、第二ホストと共に、発光性ドーパントとしてESTが0.20 eV以下である化合物を使用する。この場合、発光性ドーパントとしての化合物は、上記多環芳香族化合物材料である必要はなく、ESTが0.20 eV以下、好ましくは0.15 eV以下、より好ましくは0.10 eVである化合物であればよい。かかる化合物は、特許文献2などの多くの文献で、遅延蛍光発光材料(TADF)として知られているので、それらから選択することができる。

30

【0118】

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。

【0119】

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良い。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良く、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、又は両者を意味し、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。

40

50

【 0 1 2 0 】

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。

【 0 1 2 1 】

基板

本発明の有機 E L 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 E L 素子に用いられているものであれば良く、例えばガラス、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。

【 0 1 2 2 】

陽極

有機 E L 素子における陽極材料としては、仕事関数の大きい (4 eV 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法で所望の形状のパターンを形成しても良く、あるいはパターン精度をあまり必要としない場合 (100 μm 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 / 以下が好ましい。膜厚は材料にもよるが、通常 10 ~ 1000 nm、好ましくは 10 ~ 200 nm の範囲で選ばれる。

【 0 1 2 3 】

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 (電子注入性金属と称する)、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 (Al₂O₃) 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 (Al₂O₃) 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 / 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 E L 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。

【 0 1 2 4 】

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。

【 0 1 2 5 】

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には発光性ドーパントとホストを含む。

発光性ドーパントとホストとは、例えば発光性ドーパントが 0 . 10 ~ 10 % で、ホス

10

20

30

40

50

トが99.9~90%となるように使用することができる。好ましくは発光性ドーパント1.0~5.0%、ホスト99~95%、より好ましくは発光性ドーパント1.0~3.0%、ホスト99~97%である。

本明細書において、%は別段の断りがない限り、質量%である。

【0126】

発光層におけるホストとしては、一般式(1)又は一般式(2)で表される第一ホストと一般式(3)で表される第二ホストを用いる。第1ホストと第2ホストとは、例えば第1ホスト10~90%、第2ホスト90~10%で使用することができる。好ましくは第1ホスト30~70%、第2ホスト70~30%、より好ましくは第1ホスト40~60%、第2ホスト60~40%である。

10

更に、上記以外の他のホストとして、公知のホストを1種又は複数種類併用しても良いが、その使用量はホスト材料の合計に対し、50%以下、好ましくは25%以下とすることがよい。

【0127】

ホストとしては、正孔輸送能、電子輸送能を有し、かつ高いガラス転移温度を有する化合物であり、発光性ドーパントのT1よりも大きいT1を有していることが好ましい。具体的には、ホストのT1が発光性ドーパントのT1よりも0.010eV以上高いことが好ましく、0.030eV以上高いことがより好ましく、0.10eV以上高いことがさらに好ましい。また、ホスト材料としてTADF活性化化合物を用いてもよく、この化合物は励起一重項エネルギー(S1)と励起三重項エネルギー(T1)の差(EST)が0.20eV以下であることが好ましい。

20

【0128】

上記の他のホストとしての公知のホストは、多数の特許文献等により知られているので、それらから選択することができる。ホストの具体例としては、特に限定されるものではないが、インドール誘導体、カルバゾール誘導体、インドロカルバゾール誘導体、トリアゾール誘導体、オキサゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリールアミン誘導体、スチリルアントラセン誘導体、フルオレノン誘導体、スチルベン誘導体、トリフェニレン誘導体、カルボラン誘導体、ポルフィリン誘導体、フタロシアニン誘導体、8キノリノール誘導体の金属錯体やメタルフタロシアニン、ベンゾオキサゾールやベンゾチアゾール誘導体の金属錯体に代表される各種金属錯体、ポリ(N-ビニルカルバゾール)誘導体、アニリン系共重合体、チオフェンオリゴマー、ポリチオフェン誘導体、ポリフェニレン誘導体、ポリフェニレンビニレン誘導体、ポリフルオレン誘導体等の高分子化合物等が挙げられる。

30

【0129】

ホストを複数種使用する場合は、それぞれのホスト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を同時に蒸着することもできる。

【0130】

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。

40

【0131】

発光層における発光性ドーパントとしては、上記多環芳香族化合物材料又はESTが0.20eV以下である有機発光材料を用いることができる。好ましくは、ESTが0.20eV以下を満たす上記多環芳香族化合物材料である。

【0132】

発光層における発光性ドーパントとしては、上記多環芳香族化合物材料を用いることがよい。好ましくは、前記式(5)で表される部分構造型多環芳香族化合物であり、より好ましくは、前記式(6)で表されるハウ素含有の部分構造型多環芳香族化合物である。上記多環芳香族化合物材料のESTは、0.20eV以下であることが好ましい。

50

【 0 1 3 3 】

発光層には、発光性ドーパントを2種類以上含有することができる。例えば、上記多環芳香族化合物材料と、他の化合物からなる発光性ドーパントであってもよい。この場合、上記他の化合物からなる発光性ドーパントは、ESTが0.20 eV以下であることが好ましいが、それに限らない。

【 0 1 3 4 】

発光性ドーパントを発光層中に2種類以上含有する場合、第1のドーパントは上記多環芳香族化合物材料とし、第2のドーパントには公知の化合物を他の発光性ドーパントとして併用しても良い。その含有量としては、好ましくは第1のドーパントは宿主材料に対して0.05～50%、第2のドーパントは宿主材料に対して0.050～50%であるのがよく、第1のドーパントと第2のドーパントの含有量の合計が宿主材料に対して50%を超えることはない。

10

【 0 1 3 5 】

このような他の発光性ドーパントは、多数の特許文献等により知られているので、それらから選択することができる。ドーパントの具体例としては、特に限定されるものではないが、フェナンスレン、アントラセン、ピレン、テトラセン、ペンタセン、ペリレン、ナフトピレン、ジベンゾピレン、ルブレンおよびクリセンなどの縮合環誘導体、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、ベンゾトリアゾール誘導体、オキサゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、チアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、チアジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、ピラゾリン誘導体、スチルベン誘導体、チオフェン誘導体、テトラフェニルブタジエン誘導体、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やジスチリルベンゼン誘導体などのビススチリル誘導体、ビススチリルアリーレン誘導体、ジアザインダセン誘導体、フラン誘導体、ベンゾフラン誘導体、イソベンゾフラン誘導体、ジベンゾフラン誘導体、クマリン誘導体、ジシアノメチレンピラン誘導体、ジシアノメチレンチオピラン誘導体、ポリメチン誘導体、シアニン誘導体、オキソベンゾアンスラセン誘導体、キサントゲン誘導体、ローダミン誘導体、フルオレセイン誘導体、ピリリウム誘導体、カルボスチリル誘導体、アクリジン誘導体、オキサジン誘導体、フェニレンオキサイド誘導体、キナクリドン誘導体、キナゾリン誘導体、ピロロピリジン誘導体、フロピリジン誘導体、1, 2, 5 - チアジアゾロピレン誘導体、ピロメテン誘導体、ペリノン誘導体、ピロロピロール誘導体、スクアリリウム誘導体、ピオラントロン誘導体、フェナジン誘導体、アクリドン誘導体、デアザフラビン誘導体、フルオレン誘導体およびベンゾフルオレン誘導体等が挙げられる。

20

30

【 0 1 3 6 】

有機発光性ドーパントと第1ホスト、もしくは第2ホストは、それぞれ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つの蒸着源から発光性ドーパントと第1ホスト、もしくは第2ホストを同時に蒸着することもできる。

【 0 1 3 7 】

- 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。

40

【 0 1 3 8 】

- 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。正孔阻止層には、公知の正孔阻止材料をすることができる。発光性ドーパントの特性を引き出すため、第2ホストとして使用する材料を、正孔阻止層の材料として用いることもできる。また正孔阻止材料を複数種類併用して用いても良い。

50

【 0 1 3 9 】

- 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。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る。発光性ドーパントの特性を引き出すため、第1ホストとして使用する材料を、電子阻止層の材料として用いることもできる。

電子阻止層の膜厚は好ましくは3 ~ 100 nmであり、より好ましくは5 ~ 30 nmである。

【 0 1 4 0 】

- 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。

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。

【 0 1 4 1 】

発光層に隣接する層としては、正孔阻止層、電子阻止層、励起子阻止層などがあるが、これらの層が設けられない場合は、正孔輸送層、電子輸送層などが隣接層となる。

【 0 1 4 2 】

- 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。

【 0 1 4 3 】

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、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、特にチオフエ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。

【 0 1 4 4 】

- 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。

【 0 1 4 5 】

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 - キノリノラート）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、ピピリジン誘導体、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。

10

20

30

40

50

【0146】

本発明の有機EL素子を作製する際の、各層の製膜方法は特に限定されず、ドライプロセス、ウェットプロセスのどちらで作製しても良い。

【実施例】

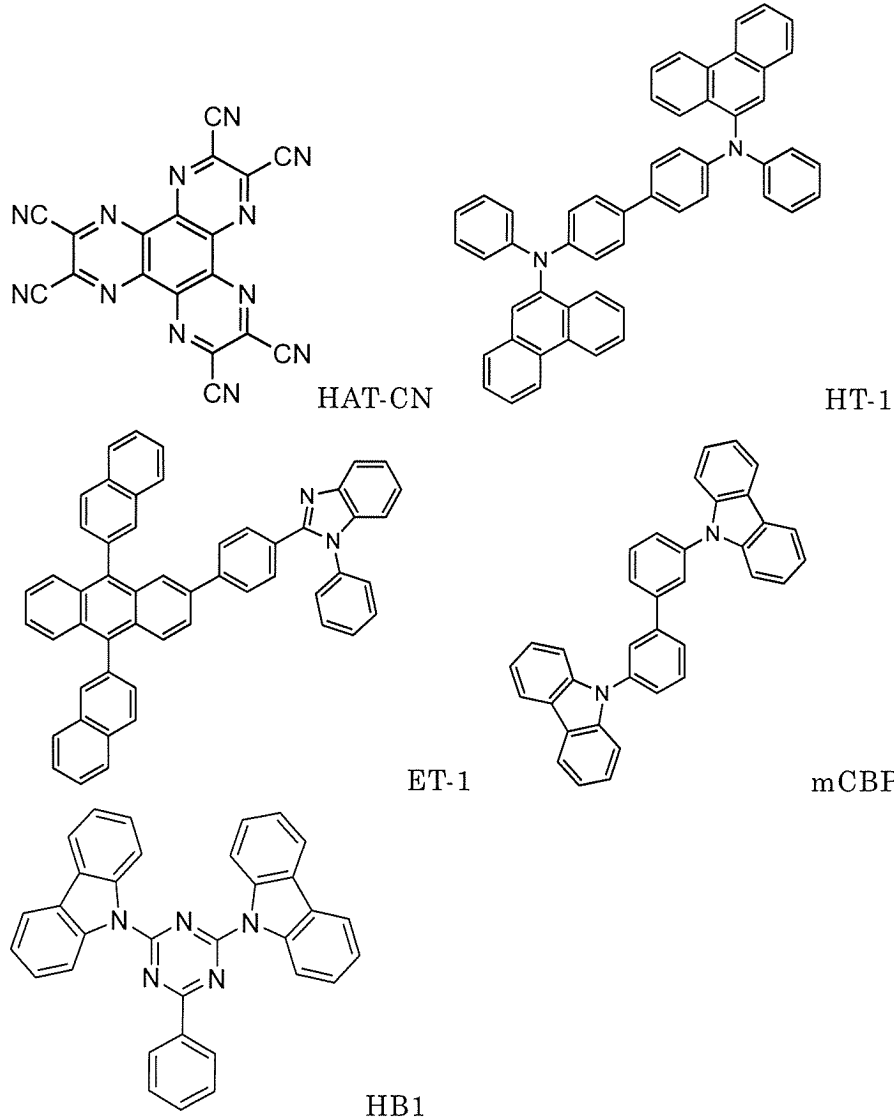
【0147】

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い。

【0148】

実施例及び比較例で用いた化合物を次に示す。

【化85】



【0149】

前記化合物(4-2)及び(4-110)のS1とT1を測定した。

S1、T1は次のようにして測定した。

石英基板上に真空蒸着法にて、真空度 10^{-4} Pa以下の条件にてホストとしての化合物(2-30)と発光性ドープメントとしての化合物(4-2)又は(4-110)をそれぞれ異なる蒸着源から共蒸着し、蒸着膜を100nmの厚さで形成した。この時、化合物(4-2)又は(4-110)の濃度が3%となる蒸着条件で共蒸着した。

S1は、この蒸着膜の発光スペクトルを測定し、この発光スペクトルの短波長側の立ち上がりに対して接線を引き、その接線と横軸の交点の波長値 edge[nm]を、次に示す式(i)に代入してS1を算出する。

10

20

30

40

50

$$S1[\text{eV}] = 1239.85 / \text{edge} \quad (\text{i})$$

T1は、上記の蒸着膜の燐光スペクトルを測定し、この燐光スペクトルの短波長側の立ち上がりに対して接線を引き、その接線と横軸の交点の波長値 $\text{edge}[\text{nm}]$ を、式(ii)に代入してT1を算出する。

$$T1[\text{eV}] = 1239.85 / \text{edge} \quad (\text{ii})$$

【 0 1 5 0 】

測定結果を表 1 に示す。

【表 1】

化合物	S1(eV)	T1(eV)	S1-T1(eV)
4-2	2.79	2.61	0.18
4-110	2.71	2.67	0.04

10

【 0 1 5 1 】

実施例 1

膜厚70nm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10nmの厚さに形成し、次に正孔輸送層としHT-1を25nmの厚さに形成した。次に、電子阻止層として化合物(1-77)を5nmの厚さに形成した。次に、第1ホストとして化合物(1-77)を、第2ホストとして化合物(3-3)を、そして発光性ドーパントとして化合物(4-110)をそれぞれ異なる蒸着源から共蒸着し、30nmの厚さに発光層を形成した。この時、化合物(4-110)の濃度が2%、第1ホストと第2ホストの重量比が50:50となる蒸着条件で共蒸着した。次に、正孔阻止層として化合物(HB1)を5nmの厚さに形成した。次に電子輸送層としてET-1を40nmの厚さに形成した。更に、電子輸送層上に電子注入層としてフッ化リチウム(LiF)を1nmの厚さに形成した。最後に、電子注入層上に、陰極としてアルミニウム(Al)を70nmの厚さに形成し、有機EL素子を作製した。

20

【 0 1 5 2 】

実施例 2 ~ 1 6

発光性ドーパント、第1ホスト、第2ホスト、及び第1ホストと第2ホストの重量比を表2に示す化合物とした他は、実施例1と同様にして有機EL素子を作製した。なお、実施例9は参考例である。

30

【 0 1 5 3 】

比較例 1

膜厚70nm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10nmの厚さに形成し、次に正孔輸送層としHT-1を25nmの厚さに形成した。次に、電子阻止層として化合物(2-30)を5nmの厚さに形成した。次に、第1ホストとして化合物(1-77)を、そして発光性ドーパントとして化合物(4-110)をそれぞれ異なる蒸着源から共蒸着し、30nmの厚さに発光層を形成した。この時、化合物(4-110)の濃度が2%となる蒸着条件で共蒸着した。次に、正孔阻止層として化合物(HB1)を5nmの厚さに形成した。次に電子輸送層としてET-1を40nmの厚さに形成した。更に、電子輸送層上に電子注入層としてフッ化リチウム(LiF)を1nmの厚さに形成した。最後に、電子注入層上に、陰極としてアルミニウム(Al)を70nmの厚さに形成し、有機EL素子を作製した。

40

【 0 1 5 4 】

比較例 2、3、4、7、8、9

発光性ドーパント、及び第1ホスト(第2ホストなし)を表2に示す化合物とした他は、比較例1と同様にして有機EL素子を作製した。

【 0 1 5 5 】

50

比較例 5、6、10

発光性ドーパント、第1ホスト、及び第2ホストを表2に示す化合物とした他は、実施例1と同様にして有機EL素子を作製した。

【0156】

【表2】

	ドーパント	第1ホスト	第2ホスト
実施例1	4-110	1-77(50%)	3-3(50%)
実施例2	4-110	1-77(30%)	3-3(70%)
実施例3	4-110	1-77(70%)	3-3(30%)
実施例4	4-110	1-132(50%)	3-3(50%)
実施例5	4-110	2-14(50%)	3-1(50%)
実施例6	4-110	2-30(50%)	3-3(50%)
実施例7	4-110	2-22(50%)	3-77(50%)
実施例8	4-110	2-27(50%)	3-111(50%)
実施例9	4-2	1-77(50%)	3-3(50%)
実施例10	4-110	1-77(50%)	3-162(50%)
実施例11	4-110	1-89(50%)	3-3(50%)
実施例12	4-110	1-77(70%)	3-24(30%)
実施例13	4-110	1-77(70%)	3-43(30%)
実施例14	4-110	2-30(70%)	3-188(30%)
実施例15	4-110	1-77(70%)	3-77(30%)
実施例16	4-110	1-153(70%)	3-79(30%)
比較例1	4-110	1-77	—
比較例2	4-110	3-3	—
比較例3	4-110	2-30	—
比較例4	4-110	mCBP	—
比較例5	4-110	mCBP(50%)	3-3(50%)
比較例6	4-110	mCBP(50%)	3-162(50%)
比較例7	4-2	1-77	—
比較例8	4-2	3-3	—
比較例9	4-2	mCBP	—
比較例10	4-2	mCBP(50%)	3-162(50%)

【0157】

実施例及び比較例で作製した有機EL素子の電圧、発光スペクトルの極大発光波長、外部量子効率、寿命を表3に示す。電圧、極大発光波長、外部量子効率は輝度が500cd/m²時の値であり、初期特性である。寿命は、初期輝度500cd/m²時に輝度が初期輝度の50%まで減衰するまでの時間を測定した。

10

20

30

40

50

【 0 1 5 8 】

【表 3】

	電圧 (V)	極大発光波長 (nm)	外部量子効率 (%)	寿命 (h)
実施例 1	3.8	472	24.1	211
実施例 2	3.8	472	24.6	205
実施例 3	3.8	473	21.1	199
実施例 4	3.8	471	24.4	132
実施例 5	3.9	472	23.6	104
実施例 6	3.8	470	22.1	188
実施例 7	3.7	472	23.9	240
実施例 8	3.7	473	21.9	228
実施例 9	3.8	462	19.0	113
実施例 1 0	3.7	472	21.0	101
実施例 1 1	3.8	472	20.2	156
実施例 1 2	3.9	472	19.1	147
実施例 1 3	3.9	472	19.3	200
実施例 1 4	3.9	472	22.2	215
実施例 1 5	3.9	472	23.5	223
実施例 1 6	3.9	472	23.9	197
比較例 1	4.5	473	23.0	50
比較例 2	4.0	471	18.9	26
比較例 3	4.7	471	13.6	18
比較例 4	4.0	472	17.2	31
比較例 5	4.1	472	12.3	10
比較例 6	4.2	460	13.3	70
比較例 7	4.8	459	8.5	8
比較例 8	4.4	461	10.2	32
比較例 9	4.0	461	9.2	32
比較例 1 0	4.2	461	8.3	5

【 0 1 5 9 】

表 3 から本発明の実施例の有機EL素子は、高効率、長寿命な特性を有することが分かり、極大発光波長から青色発光であることが分かる。

【符号の説明】

【 0 1 6 0 】

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

10

20

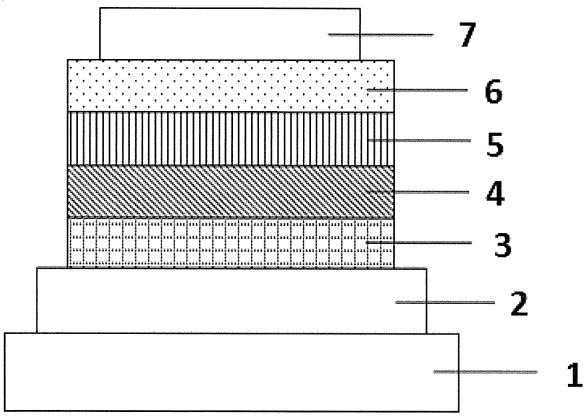
30

40

50

【図面】

【図 1】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 1号 日鉄ケミカル&マテリアル株式会社内
- (72)発明者 井上 棟智
日本国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 寺田 絢香
日本国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 相良 雄太
日本国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 藤岡 善行
- (56)参考文献 国際公開第2018/198844(WO, A1)
特開2020-167149(JP, A)
特開2020-167393(JP, A)
国際公開第2020/203210(WO, A1)
特開2020-120096(JP, A)
国際公開第2015/102118(WO, A1)
中国特許出願公開第109411634(CN, A)
中国特許出願公開第109192874(CN, A)
米国特許出願公開第2019/0378982(US, A1)
国際公開第2020/040298(WO, A1)
国際公開第2011/070963(WO, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H10K 50/12
H10K 85/30
H10K 85/60
C09K 11/06
CAplus/REGISTRY(STN)