

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7685498号  
(P7685498)

(45)発行日 令和7年5月29日(2025.5.29)

(24)登録日 令和7年5月21日(2025.5.21)

(51)国際特許分類

H 1 0 K	50/12 (2023.01)	H 1 0 K	50/12
H 1 0 K	85/60 (2023.01)	H 1 0 K	85/60
H 1 0 K	71/16 (2023.01)	H 1 0 K	71/16
C 0 9 K	11/06 (2006.01)	C 0 9 K	11/06
H 1 0 K	101/40 (2023.01)	H 1 0 K	101:40

請求項の数 18 (全93頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2022-534031(P2022-534031)  
 (86)(22)出願日 令和3年6月29日(2021.6.29)  
 (86)国際出願番号 PCT/JP2021/024526  
 (87)国際公開番号 WO2022/004709  
 (87)国際公開日 令和4年1月6日(2022.1.6)  
 審査請求日 令和6年5月24日(2024.5.24)  
 (31)優先権主張番号 特願2020-112859(P2020-112859)  
 (32)優先日 令和2年6月30日(2020.6.30)  
 (33)優先権主張国・地域又は機関  
 日本国(JP)

(73)特許権者 000006644  
 日鉄ケミカル&マテリアル株式会社  
 東京都中央区日本橋一丁目13番1号  
 (74)代理人 100132230  
 弁理士 佐々木 一也  
 (74)代理人 100088203  
 弁理士 佐野 英一  
 (74)代理人 100100192  
 弁理士 原 克己  
 (74)代理人 100198269  
 弁理士 久本 秀治  
 (74)代理人 100226894  
 弁理士 佐々木 夏詩子  
 (72)発明者 甲斐 孝弘  
 東京都中央区日本橋一丁目13番1号  
 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 有機電界発光素子

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

対向する陽極と陰極の間に、一つ以上の発光層を含む有機電界発光素子において、少なくとも一つの発光層が、第1ホスト材料、第2ホスト材料、及び第3ホスト材料を含むホスト材料と、発光性ドーパント材料を含有し、第1ホスト材料のLUMOエネルギーが-1.95eV以下であること、第2ホスト材料のLUMOエネルギーが-1.54eV以上であること、第1ホスト材料、第2ホスト材料、及び第3ホスト材料のLUMOエネルギーを、それぞれLM1、LM2及びLM3とするとき、LM2-LM3-LM1を満足することを特徴とする有機電界発光素子。

## 【請求項2】

前記第3ホスト材料のLUMOエネルギーが-1.94~-1.77eV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。

## 【請求項3】

第1ホスト材料、第2ホスト材料、及び第3ホスト材料の三重項励起(T1)エネルギーが2.55eV以上であ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4】

対向する陽極と陰極の間に、一つ以上の発光層を含む有機電界発光素子において、少なくとも一つの発光層が、第1ホスト材料、第2ホスト材料、及び第3ホスト材料と、発光性ドーパント材料を含有し、該発光層中に含まれる少なくとも三つの材料が、一つの蒸着源より蒸着され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】

前記第1ホスト材料、第2ホスト材料、及び第3ホスト材料が、一つの蒸着源より蒸着されることを特徴とする請求項4に記載の有機電界発光素子。

## 【請求項 6】

発光性ドーパント材料が、熱活性化遅延蛍光材料を含む蛍光発光材料であることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の有機電界発光素子。

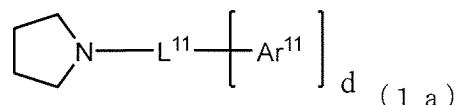
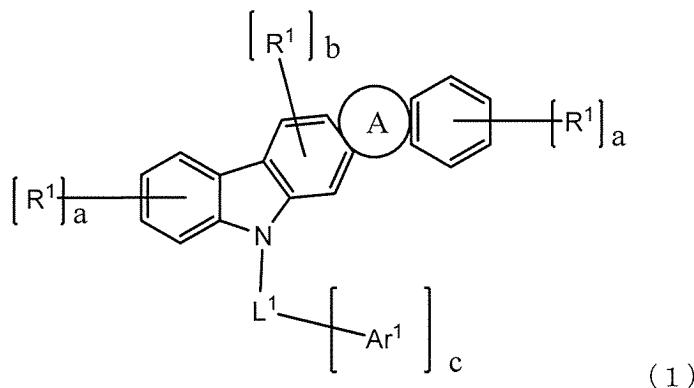
## 【請求項 7】

発光性ドーパント材料が、磷光発光材料であることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の有機電界発光素子。

## 【請求項 8】

第1ホスト材料が、下記一般式(1)で表される化合物であることを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載の有機電界発光素子。

## 【化1】



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

R¹は独立に、重水素、炭素数1～10の脂肪族炭化水素基、置換もしくは未置換の炭素数6～30の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数3～17の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が2～5個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基であり、a、c及びdは各々独立して0～4の整数を表し、bは0～2の整数を表し、

L¹及びL¹¹は、独立に、置換若しくは未置換の炭素数6～30の芳香族炭化水素基、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、少なくとも一方は該芳香族複素環基である。

Ar¹及びAr¹¹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、又はこれらの芳香族環が2～7個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基を表す。

## 【請求項 9】

L¹及びL¹¹の少なくとも一方が、置換若しくは未置換の含窒素6員環基、又は含窒素6員環を含む置換もしくは未置換の縮環芳香族複素環基である請求項8に記載の有機電界発光素子。

## 【請求項 10】

一般式(1)が、下記式(11)であることを特徴とする請求項8に記載の有機電界発光素子。

10

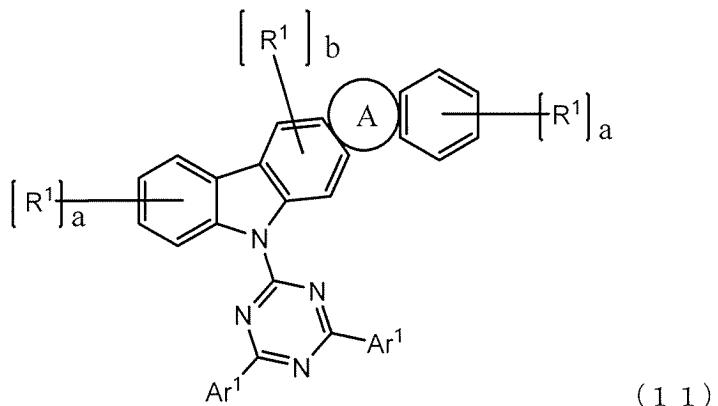
20

30

40

50

【化 2】

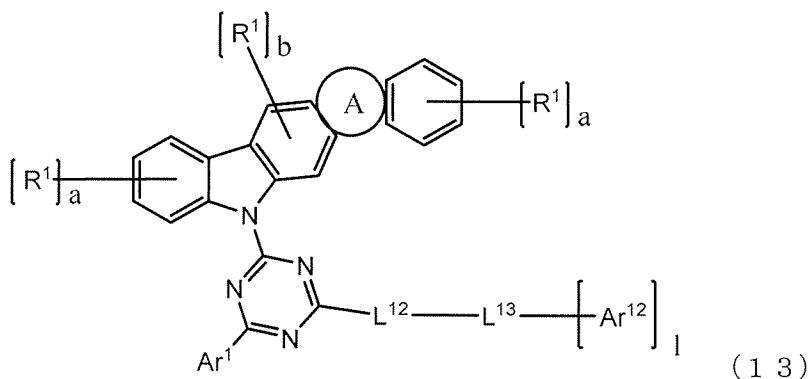
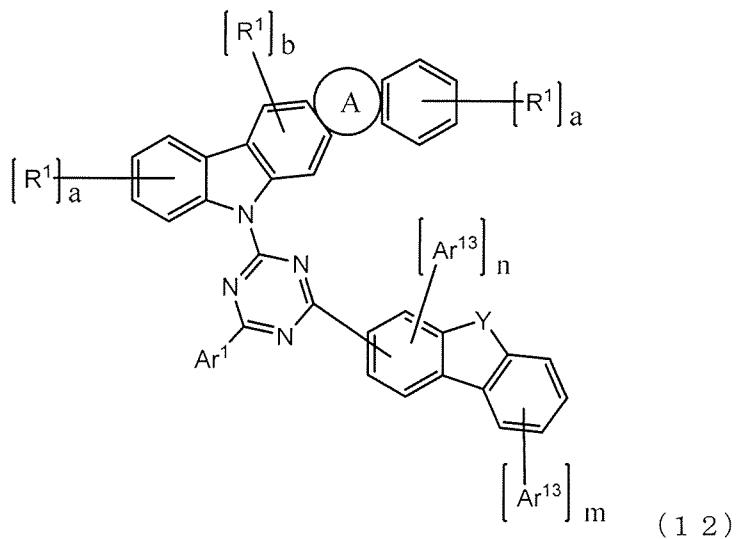


ここで、R<sup>1</sup>、環A、Ar<sup>1</sup>、a、及びbは一般式(1)と同意である。

【請求項 11】

式(11)が、下記式(12)もしくは式(13)で表される化合物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。

【化 3】



ここで、R<sup>1</sup>、環A、Ar<sup>1</sup>、a及びbは一般式(1)と同意であり、  
YはO、S、NAr<sup>14</sup>、又はCAR<sup>15</sup>Ar<sup>16</sup>を表し、

Ar<sup>13</sup>、Ar<sup>14</sup>、Ar<sup>15</sup>、及びAr<sup>16</sup>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6～30の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数3～17の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が2～5個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基を表し、

$m$  は 0 ~ 4 の整数を表し、 $n$  は 0 ~ 3 の整数を表し、1 は 0 ~ 4 の整数を表す。

$L^{12}$  は、置換若しくは未置換の炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基を表し、

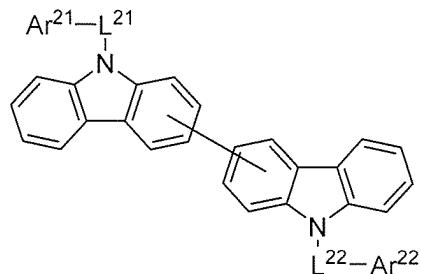
$L^{13}$  は含窒素 6 員環基を表し、

$Ar^{12}$  は独立に、置換若しくは未置換の炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が 2 ~ 5 個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基を表す。

【請求項 12】

第 2 ホスト材料が、下記一般式(2)、一般式(3)、又は一般式(4)で表される化合物であ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。

【化 4】

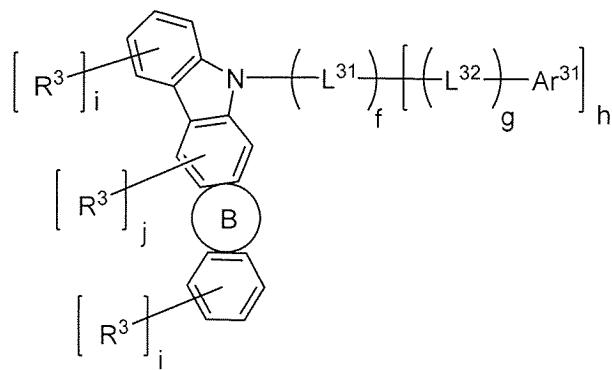


(2)

10

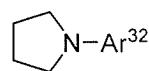
ここで、 $Ar^{21}$  及び  $Ar^{22}$  は独立に水素、重水素、置換若しくは未置換の炭素数 6 ~ 14 の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基、又はこれら芳香族環が 2 個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基を表す。 $L^{21}$  及び  $L^{22}$  は独立に直接結合、又はフェニレン基を示す。

【化 5】



(3)

30



(3a)

40

ここで、環 B は式(3a)で表される複素環であり、環 B は隣接する環と任意の位置で縮合し、

$R^3$  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 ~ 30 の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が 2 ~ 5 個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基であり、

$L^{31}$  は独立に、置換若しくは未置換の炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基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、

$L^{32}$  は独立に置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り、

$Ar^{31}$  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、置換もしくは未置換のカルバゾリル基、又はこれらの芳香族環が 2 ~ 5 個連結した置換若しくは未置換の連

50

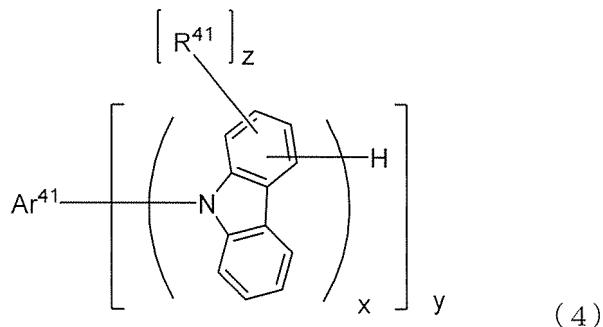
結芳香族基であり、

$A_{r^{32}}$  は置換若しくは未置換の炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が 2 ~ 5 個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基であり、

$i$  は 0 ~ 4 の整数を表し、 $j$  は 0 ~ 2 の整数を表し、

$f$  は繰り返し数で、1 ~ 3 の整数を表し、 $g$  は繰り返し数で、独立して 0 ~ 3 の整数を表し、 $h$  は置換数で、0 ~ 7 の整数を表す。

【化 6】



ここで、 $A_{r^{41}}$  は置換若しくは未置換の炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が 2 ~ 5 連結してなる連結芳香族基である。 $A_{r^{41}}$  が水素原子を有する場合、該水素原子が重水素で置換されてもよい。

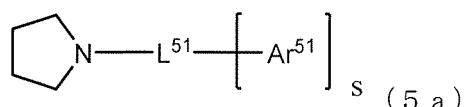
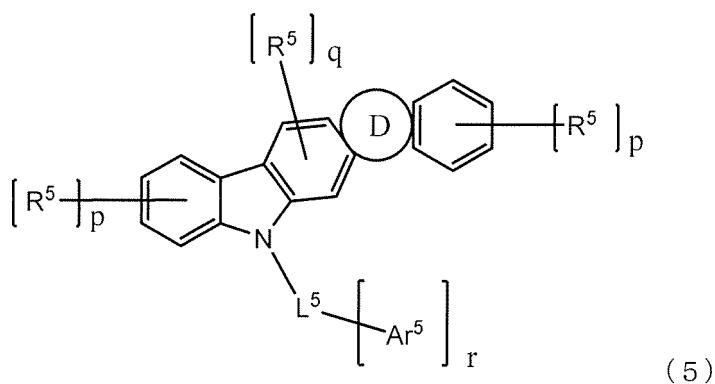
$R^{41}$  はそれぞれ独立して、重水素、炭素数 1 ~ 10 の脂肪族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基であるが、カルバゾリル基であることはない。

$x$  は繰り返し数で、独立して 1 ~ 4 の整数を示すが、少なくとも 1 つの  $x$  は 2 ~ 4 の整数である。 $y$  は置換数であり、1 ~ 4 の整数を示す。 $x$  及び  $y$  が 2 以上の場合、式中の複数のカルバゾリル基は同一であっても異なっていてもよい。 $z$  は 0 ~ 3 の整数である。

【請求項 13】

第 3 ホスト材料が、一般式 (5) で表される化合物であることを特徴とする請求項 1 ~ 12 のいずれかに記載の有機電界発光素子。

【化 7】



ここで、環 D は式 (5 a) で表される複素環であり、環 D は隣接する環と任意の位置で縮合し、

10

20

30

40

50

$R^5$  は独立に重水素、炭素数 1 ~ 10 の脂肪族炭化水素基、置換もしくは未置換の炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、置換もしくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が 2 ~ 5 個連結した置換もしくは未置換の連結芳香族基であり、 $p$ 、 $r$  及び  $s$  は独立して 0 ~ 4 の整数を表し、 $q$  は 0 ~ 2 の整数を表し、 $L^5$  及び  $L^{51}$  は、置換もしくは未置換の炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、又は置換もしくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基である。 $Ar^5$  及び  $Ar^{51}$  はそれぞれ独立に、置換もしくは未置換の炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、置換も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 ~ 7 個連結した置換もしくは未置換の連結芳香族基を表す。

## 【請求項 14】

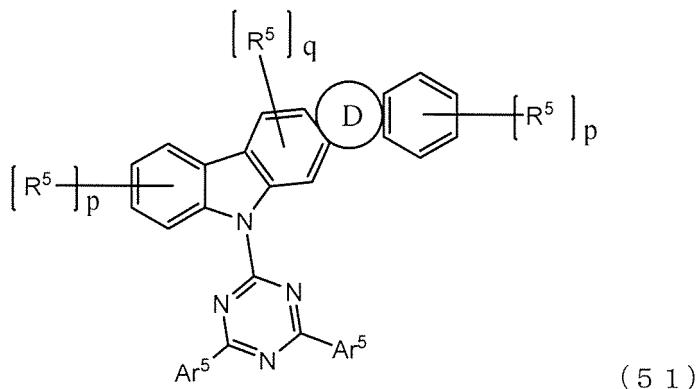
10

$L^5$  及び  $L^{51}$  の少なくとも一方が、置換もしくは未置換の含窒素 6 員環、又は含窒素 6 員環を含む縮環芳香族複素環基である請求項 1\_3 に記載の有機電界発光素子。

## 【請求項 15】

第 3 ホスト材料が、下記式 (51) で表される化合物であることを特徴とする請求項 1\_3 に記載の有機電界発光素子。

## 【化 8】



20

ここで、 $R^5$ 、 $D$ 、 $Ar^5$ 、 $p$ 、及び  $q$  は一般式 (5) と同意である。

## 【請求項 16】

30

第 1 ホスト材料、第 2 ホスト材料、及び第 3 ホスト材料の合計に対し、第 1 ホスト材料の割合が 1.0 wt% を超え、30 wt% 未満であり、第 3 ホスト材料の割合が 5.0 wt% を超え、80 wt% 未満であることを特徴とする請求項 1\_1\_5 のいずれかに記載の有機電界発光素子。

## 【請求項 17】

40

対向する陽極と陰極の間に、一つ以上の発光層を含み、少なくとも一つの発光層が、第 1 ホスト材料、第 2 ホスト材料、及び第 3 ホスト材料を含むホスト材料と、発光性ドーパント材料を含む有機電界発光素子を製造するにあたり、第 1 ホスト材料の LUMO エネルギーが -1.95 eV 以下であること、第 2 ホスト材料の LUMO エネルギーが -1.54 eV 以上であること、第 1 ホスト材料、第 2 ホスト材料、及び第 3 ホスト材料の LUMO エネルギーを、それぞれ LM1、LM2 及び LM3 とするとき、LM2 > LM3 > LM1 であることを満足するホスト材料組成物と、発光性ドーパント材料を蒸着させて発光層を形成することを特徴とする有機電界発光素子の製造方法。

## 【請求項 18】

請求項 1\_7 に記載の有機電界発光素子の製造方法に使用されるためのホスト材料組成物。

## 【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 E\_L 素子という）に関するものである。

## 【背景技術】

50

## 【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、内部量子効率は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。

## 【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素子が知られている。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。

特許文献1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。現在、実用化されている蛍光材料、燐光材料を利用した素子に対しては更なる効率特性、電圧特性及び駆動寿命の向上、またTADF機構を利用した素子に対しては実用レベルの特性の実現が求められている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【文献】WO2011/070963号公報

【文献】WO2013/062075号公報

【文献】US公開2014/0374728号公報

【文献】WO2011/136755号公報

【文献】WO2016/194604号公報

【文献】WO2018/0198844号公報

【文献】US公開2017/098778号公報

【文献】KR公開2020-017727号公報

## 【非特許文献】

## 【0005】

【文献】Adv. Mater., 2011, 23, 3590-3596

## 【0006】

特許文献2、3ではビスカルバゾール化合物を混合ホスト材料として使用することを開示している。

特許文献4ではインドロカルバゾール化合物を含む複数のホスト材料を予備混合したホスト材料の使用を開示している。

特許文献5、6では、インドロカルバゾール化合物とビスカルバゾール化合物を含む混合ホスト材料の使用を開示している。

特許文献7、8及び非特許文献1では、3種のホスト材料を含む混合ホスト材料の使用を開示している。

しかしながら、いずれも十分なものとは言えず、更なる改良が望まれている。

## 【発明の概要】

## 【0007】

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、または光源に応用するためには素子の駆動電圧ならびに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

10

20

30

40

50

必要がある。本発明は、低駆動電圧、高効率でありながら長駆動寿命特性を示す有機EL素子とそれに適した有機EL素子用材料を提供することを目的とする。

有機EL素子の寿命特性向上のためには、使用する材料の荷電状態や励起状態等といった基底状態より活性な状態での安定性を高めるとともに、一分子当たりの活性な状態となる頻度を下げること、つまり活性な状態を多くの分子へ分散させることができると有効である。特に励起状態を分散させるためには、発光層内への電子と正孔の注入性及び輸送性を適切に調整すること、つまり電荷バランスを調整することが重要である。更に、電荷バランスを調整することで周辺層への電子、正孔ならびに励起子の漏れが抑えられ、このことも寿命向上につながり、さらには効率向上の効果も得られる。

これを実現するために、現在は燐光系の発光層を中心に電子注入輸送性ホストと正孔注入輸送性ホストの組合せからなる二種類のホスト材料を混合し、混合比率を調整することで電荷バランスを最適化する手法がとられている。一方で、二種ホスト材料の混合により、寿命特性は向上するものの電荷の注入輸送性が悪化しそれにより駆動電圧が上昇する問題がある。

#### 【 0 0 0 8 】

本発明者らは、鋭意検討した結果、特定の第1ホスト材料、第2ホスト材料、及び第3ホスト材料を使用することで優れた特性を示す有機EL素子となることを見出し、本発明を完成するに至った。

#### 【 0 0 0 9 】

本発明は、対向する陽極と陰極の間に、一つ以上の発光層を含む有機電界発光素子において、少なくとも一つの発光層が、第1ホスト材料、第2ホスト材料、及び第3ホスト材料を含むホスト材料と、発光性ドーパント材料を含有し、第1ホスト材料のLUMOエネルギーが-1.95eV以下であること、第1ホスト材料、第2ホスト材料、及び第3ホスト材料のLUMOエネルギーを、それぞれLM1、LM2及びLM3とするとき、LM2-LM3-LM1を満足することを特徴とする有機電界発光素子である。

#### 【 0 0 1 0 】

前記第2ホスト材料のLUMOエネルギーが-1.54eV以上であること、前記第3ホスト材料のLUMOエネルギーが-1.94~-1.77eVであること、又は第1ホスト材料、第2ホスト材料、及び第3ホスト材料の三重項励起(T1)エネルギーが2.55eV以上であることは、好ましい態様である。

#### 【 0 0 1 1 】

第1ホスト材料、第2ホスト材料、及び第3ホスト材料と、発光性ドーパント材料の少なくとも三つの材料が、一つの蒸着源より蒸着されること、又は第1ホスト材料、第2ホスト材料、及び第3ホスト材料が、一つの蒸着源より蒸着されることは、好ましい態様である。

#### 【 0 0 1 2 】

発光性ドーパント材料としては、熱活性化遅延蛍光を含む蛍光発光材料又は燐光発光材料が挙げられる。

#### 【 0 0 1 3 】

第1ホスト材料は、下記一般式(1)で表される化合物であることができる。

10

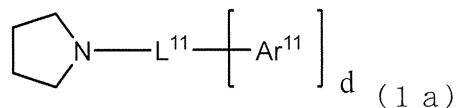
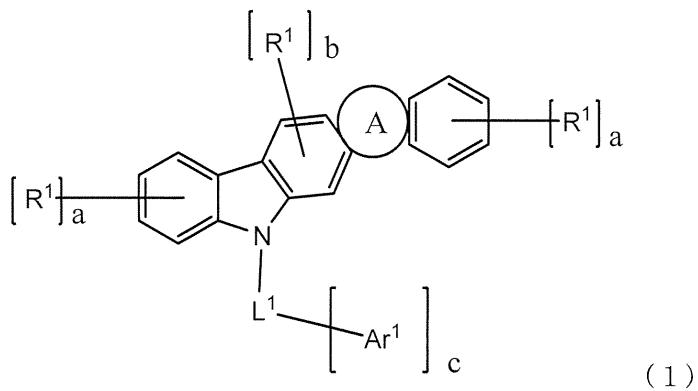
20

30

40

50

## 【化 1】



## 【0014】

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

R¹ は独立に、重水素、炭素数 1 ~ 10 の脂肪族炭化水素基、置換もしくは未置換の炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、置換もしくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が 2 ~ 5 個連結した置換もしくは未置換の連結芳香族基であり、a、c 及び d は各々独立して 0 ~ 4 の整数を表し、b は 0 ~ 2 の整数を表し、

L¹ 及び L¹¹ は、独立に、置換もしくは未置換の炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、又は置換もしくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基であり、少なくとも一方は該芳香族複素環基である。

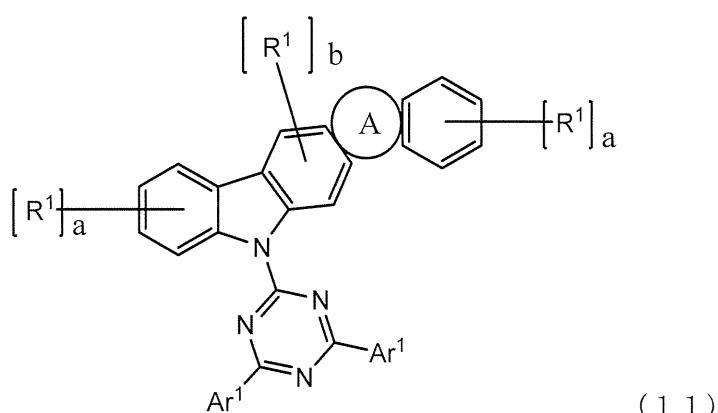
A r¹ 及び A r¹¹ はそれぞれ独立に、置換もしくは未置換の炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、置換もしくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が 2 ~ 7 個連結した置換もしくは未置換の連結芳香族基を表す。

ここで、L¹ 及び L¹¹ の少なくとも一方が、置換もしくは未置換の含窒素 6 員環基、又は含窒素 6 員環を含む置換もしくは未置換の縮環芳香族複素環基であることが好ましい。

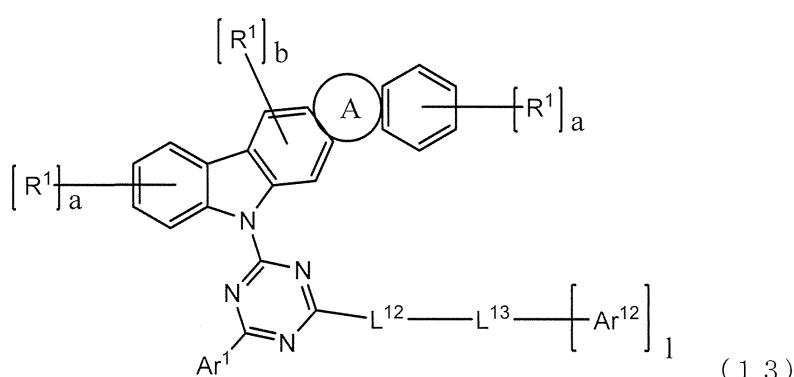
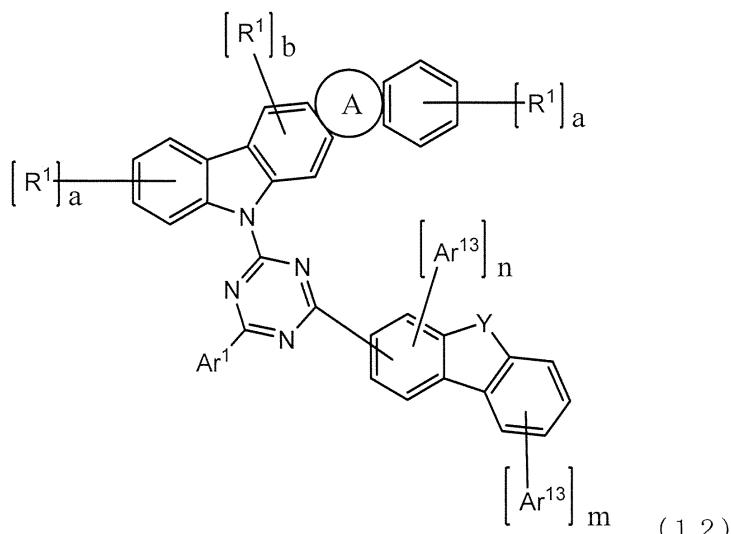
## 【0015】

一般式 (1) で表される化合物としては、下記式 (11)、式 (12) 又は式 (13) で表される化合物がある。

## 【化 2】



【化 3】



【 0 0 1 6 】

ここで、 $R^1$ 、環  $A$ 、 $Ar^1$ 、 $a$ 及び  $b$  は一般式 (1) と同意であり、  
 $Y$  は  $O$ 、 $S$ 、 $NAr^14$ 、又は  $CAr^15Ar^16$  を表し、

Ar<sup>13</sup>、Ar<sup>14</sup>、Ar<sup>15</sup>、及びAr<sup>16</sup>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6～30の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数3～17の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が2～5個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基を表し、

$m$ は0～4の整数を表し、 $n$ は0～3の整数を表し、 $l$ は0～4の整数を表す。

L<sup>1,2</sup>は、置換若しくは未置換の炭素数6～30の芳香族炭化水素基を表し、

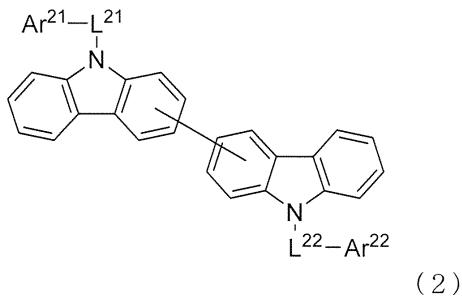
L<sup>13</sup> は含窒素 6員環基を表し、

$\text{Ar}^{1,2}$  は独立に、置換若しくは未置換の炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が 2 ~ 5 個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基を表す。

〔 0 0 1 7 〕

第2ホスト材料は、下記一般式(2)、一般式(3)、又は一般式(4)で表される化合物であることができる。

## 【化4】



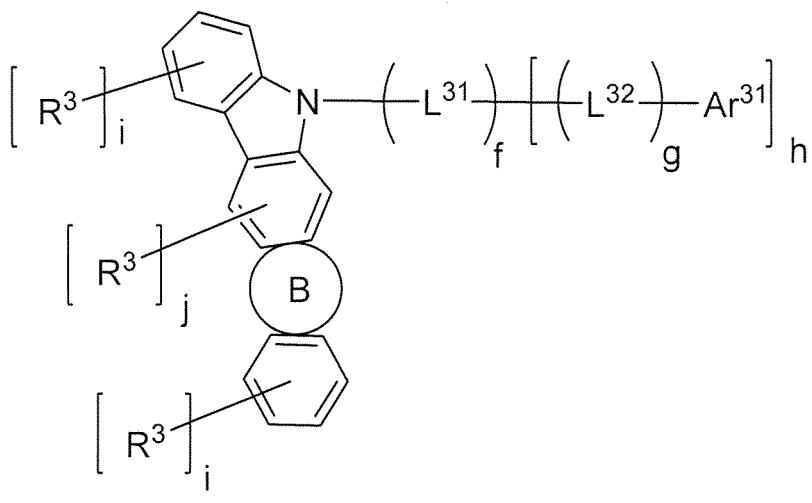
10

## 【0018】

ここで、 $Ar^{21}$  及び  $Ar^{22}$  は独立に水素、重水素、置換若しくは未置換の炭素数6～14の芳香族炭化水素基、3～17の芳香族複素環基、又はこれら芳香族環が2個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基を表す。 $L^{21}$  及び  $L^{22}$  は独立に直接結合、もしくはフェニレン基を示す。

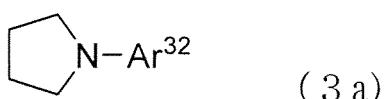
## 【0019】

## 【化5】



20

30



## 【0020】

ここで、環Bは式(3a)で表される複素環であり、環Bは隣接する環と任意の位置で縮合し、

40

$R^3$ 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6～30の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数3～17の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が2～5個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基であり、

$L^{31}$ は独立に、置換若しくは未置換の炭素数6～30の芳香族炭化水素基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、

$L^{32}$ は独立に置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り、

$Ar^{31}$ 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、置換もしくは未置換のカルバゾリル基、又はこれらの芳香族環が2～5個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基であり、

50

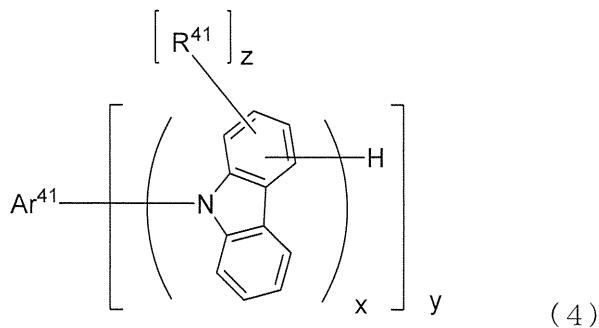
$\text{Ar}^{32}$  は置換若しくは未置換の炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が 2 ~ 5 個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基であり、

$i$  は 0 ~ 4 の整数を表し、 $j$  は 0 ~ 2 の整数を表し、

$f$  は繰り返し数で、1 ~ 3 の整数を表し、 $g$  は繰り返し数で、独立して 0 ~ 3 の整数を表し、 $h$  は置換数で、0 ~ 7 の整数を表す。

【0021】

【化6】



【0022】

ここで、 $\text{Ar}^{41}$  は置換若しくは未置換の炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が 2 ~ 5 連結してなる連結芳香族基である。 $\text{Ar}^{41}$  が水素原子を有する場合、該水素原子が重水素で置換されていてもよい。

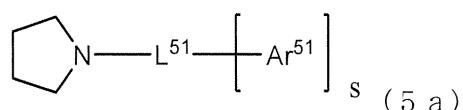
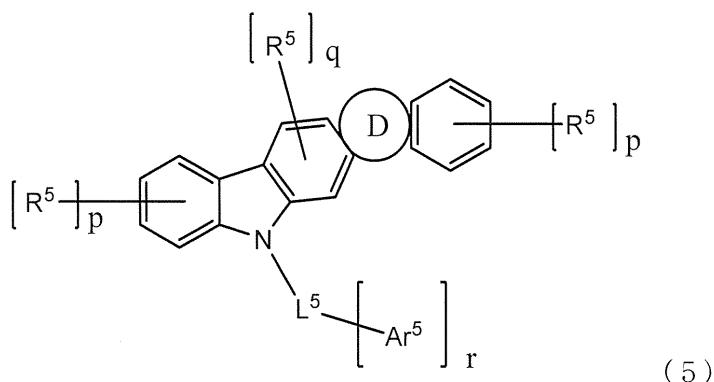
$\text{R}^{41}$  はそれぞれ独立して、重水素、炭素数 1 ~ 10 の脂肪族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基であるが、カルバゾリル基であることはない。

$x$  は繰り返し数で、独立して 1 ~ 4 の整数を示すが、少なくとも 1 つの  $x$  は 2 ~ 4 の整数である。 $y$  は置換数であり、1 ~ 4 の整数を示す。 $x$  及び  $y$  が 2 以上の場合、式中の複数のカルバゾリル基は同一であっても異なっていても良い。 $z$  は 0 ~ 3 の整数である。

【0023】

第 3 ホスト材料は、下記一般式 (5) で表される化合物であることができる。

【化7】



【0024】

10

20

30

40

50

ここで、環 D は式 (5 a) で表される複素環であり、環 D は隣接する環と任意の位置で縮合し、

R<sup>5</sup> は独立に重水素、炭素数 1 ~ 10 の脂肪族炭化水素基、置換もしくは未置換の炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、置換もしくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が 2 ~ 5 個連結した置換もしくは未置換の連結芳香族基であり、p、r 及び s は独立して 0 ~ 4 の整数を表し、q は 0 ~ 2 の整数を表し、

L<sup>5</sup> 及び L<sup>5</sup><sup>1</sup> は、置換もしくは未置換の炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、又は置換もしくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基であり、少なくとも一方は該芳香族複素環基である。

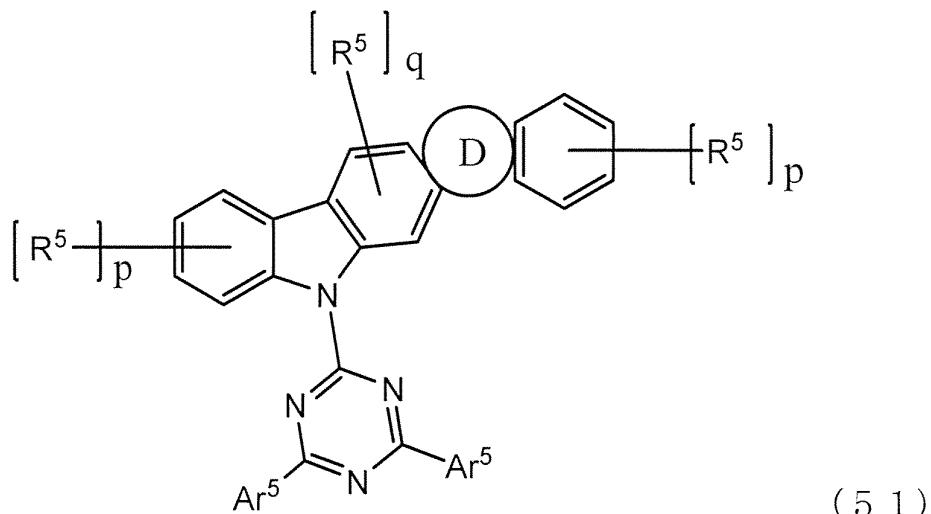
A<sub>r</sub><sup>5</sup> 及び A<sub>r</sub><sup>5</sup><sup>1</sup> はそれぞれ独立に、置換もしくは未置換の炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、置換もしくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が 2 ~ 7 個連結した置換もしくは未置換の連結芳香族基を表す。

L<sup>5</sup> 及び L<sup>5</sup><sup>1</sup> の少なくとも一方が、置換もしくは未置換の含窒素 6 員環、又は含窒素 6 員環を含む縮環芳香族複素環基であることは好ましい態様である。

【0025】

第 3 ホスト材料が、下記式 (5 1) で表される化合物であることができる。

【化 8】



ここで、R<sup>5</sup>、D、A<sub>r</sub><sup>5</sup>、p、及びq は一般式 (5) と同意である。

【0026】

第 1 ホスト材料、第 2 ホスト材料、及び第 3 ホスト材料の合計に対し、第 1 ホスト材料の割合が 1.0 wt% を超え、30 wt% 未満であり、第 3 ホスト材料の割合が 5.0 wt% を超え、80 wt% 未満であることができる。

【0027】

また本発明は、対向する陽極と陰極の間に、一つ以上の発光層を含み、少なくとも一つの発光層が、ホスト材料と、発光性ドーパント材料を含む有機電界発光素子を製造するにあたり、該ホスト材料が第 1 ホスト材料、第 2 ホスト材料、及び第 3 ホスト材料を含み、第 1 ホスト材料の LUMO エネルギーが -1.95 eV 以下であるホスト材料組成物と、発光性ドーパント材料を蒸着させて発光層を形成することを特徴とする有機電界発光素子の製造方法である。更に本発明は、上記の有機電界発光素子の製造方法に使用されるためのホスト材料組成物である。

【0028】

現在、焼光発光素子を中心に実用されている二種ホスト材料の混合使用では、寿命特性は向上するものの電荷の注入輸送性が悪化することで、駆動電圧が上昇する問題がある。

10

20

30

40

50

つまり、寿命特性と駆動電圧はトレードオフの関係になっているケースが多い。

これに対して、本発明では、小さいLUMOエネルギーを有するホスト材料を含む三種類の混合ホスト材料を用いることにより良好な効率、寿命特性を維持しながら、駆動電圧を改善することが可能となる。

寿命特性向上に有効な電荷バランスの最適化のために電子輸送性ホストと正孔輸送性ホストの二種を混合する従来法では特に電子、正孔の輸送速度が低下し、その結果、駆動電圧が上昇するが、これにLUMOエネルギーが小さいホスト材料を適量混合させることで、電荷バランスは最適化されたままで、良好な効率特性および寿命特性を維持しながら、電子の注入性が改善し、駆動電圧の低減が可能となったと考えられる。

【図面の簡単な説明】

10

【0029】

【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】

【0030】

本発明の有機EL素子は、対向する陽極と陰極の間に複数の層からなる有機層を有するが、複数の層の少なくとも1層は、発光層であり、発光層は複数あってもよい。そして、発光層の少なくとも一つは、第1ホスト材料、第2ホスト材料、及び第3ホスト材料と、発光性ドーパント材料を含有する。発光層は蒸着層からなることがよい。

本明細書において、第1ホスト材料、第2ホスト材料、及び第3ホスト材料を含む材料をまとめてホスト材料という。また、発光層を蒸着法で形成するために使用される第1ホスト材料、第2ホスト材料、及び第3ホスト材料を含む材料を、ホスト材料組成物という。

20

【0031】

上記第1ホスト材料、第2ホスト材料、及び第3ホスト材料のLUMOエネルギーを、それぞれLM1、LM2及びLM3とするとき、LM2 > LM3 > LM1を満足する。好ましくは、LM2 > LM3 > LM1を満足する。

【0032】

第1ホスト材料のLUMOエネルギーLM1は、-1.95 eV以下である。好ましくは、-1.97 eV以下、さらに好ましくは-2.00 eV以下である。

【0033】

第2ホスト材料のLUMOエネルギーLM2は、-1.54 eV以上であることがよく、好ましくは、-1.30 eV以上、さらに好ましくは-1.07 eV以上である。

30

【0034】

第3ホスト材料のLUMOエネルギーLM3は、-1.94 ~ -1.77 eVであることがよく、好ましくは、-1.94 ~ -1.83 eV、さらに好ましくは-1.94 ~ -1.87 eVである。

【0035】

第1ホスト材料、第2ホスト材料、及び第3ホスト材料の三重項励起(T1)エネルギーは2.55 eV以上であることが好ましく、2.60 eV以上がより好ましく、2.65 eV以上がさらに好ましい。

【0036】

40

第1ホスト材料、第2ホスト材料、及び第3ホスト材料としては、上記特性を満たすものであればよいが、以下に示すような化合物が好ましい。

【0037】

第1ホスト材料として適する化合物としては、上記一般式(1)で表される化合物がある。

一般式(1)において、

$A r^1$ 及び $A r^{11}$ 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、又はこれらの芳香族環が2~7個連結した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6~10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

50

芳香族複素環基又はこれらの芳香族環が2～7個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基である。

【0038】

Ar<sup>1</sup>及びAr<sup>11</sup>が未置換の芳香族炭化水素基、未置換の芳香族複素環基、又は未置換の連結芳香族基である具体例としては、ベンゼン、ペンタレン、インデン、ナフタレン、アズレン、ヘプタレン、オクタレン、インダセン、アセナフチレン、フェナレン、フェナンスレン、アントラセン、トリinden、フルオランテン、アセフェナントリレン、アセアントリレン、トリフェニレン、ピレン、クリセン、テトラフェン、テトラセン、ブレイアデン、ピセン、ペリレン、ペンタフェン、ペンタセン、テトラフェニレン、コラントリレン、ヘリセン、ヘキサフェン、ルビセン、コロネン、トリナフチレン、ヘプタフェン、ピラントレン、フラン、ベンゾフラン、イソベンゾフラン、キサンテン、オキサトレン、ジベンゾフラン、ペリキサンテノキサンテン、チオフェン、チオキサンテン、チアントレン、フェノキサチイン、チオナフテン、イソチアナフテン、チオフテン、チオファントレン、ジベンゾチオフェン、ピロール、ピラゾール、テルラゾール、セレナゾール、チアゾール、イソチアゾール、オキサゾール、フラザン、インドリジン、インドール、イソインドール、インダゾール、プリン、キノリジン、イソキノリン、イミダゾール、ナフチリジン、フタラジン、カルバゾール、ベンゾジアゼピン、キノキサリン、シンノリン、キノリン、ブテリジン、フェナントリジン、アクリジン、ペリミジン、フェナントロリン、フェナジン、カルボリン、フェノテルラジン、フェノセレナジン、フェノチアジン、フェノキサジン、アンチリジン、ベンゾチアゾール、ベンゾイミダゾール、ベンゾオキサゾール、ベンゾイソオキサゾール、ベンゾイソチアゾール、又はこれらが2～7個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、ピリジン、ピリミジン、トリアジン、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、カルバゾール、ベンゼン、ナフタレン、又はこれらが2～7個連結して構成される化合物から生じる基である。

10

20

30

【0039】

R<sup>1</sup>は独立に、重水素、炭素数1～10の脂肪族炭化水素基、置換もしくは未置換の炭素数6～30の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数3～17の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が2～5個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基である。好ましくは、炭素数1～6の脂肪族炭化水素基、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。

【0040】

R<sup>1</sup>が脂肪族炭化水素基である場合、直鎖状、分岐状、または環状であってもよく、好ましくは、炭素数1～8の脂肪族炭化水素基であり、さらに好ましくは炭素数1～6のアルキル基である。

脂肪族炭化水素基の具体例としては、メチル、エチル、プロピル、ブチル、t-ブチル、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、又はデシルが挙げられる。好ましくはメチル、エチル、プロピル、ブチル、t-ブチル、ペンチル、ヘキシル、シクロヘキシル、ヘプチル、又はオクチルであり、さらに好ましくはメチル、エチル、プロピル、ブチル、t-ブチル、ペンチル、ヘキシル、及びシクロヘキシルである。

【0041】

R<sup>1</sup>が未置換の炭素数6～30の芳香族炭化水素基、未置換の炭素数3～17の芳香族複素環基、又は未置換の連結芳香族基である場合の具体例としては、連結芳香族基の芳香族環が2～5個連結することを除いて、Ar<sup>1</sup>及びAr<sup>11</sup>の場合と同様である。

40

【0042】

a、b、c及びdは、置換数を表し、a、c及びdは各々独立して0～4の整数を表し、好ましくは0～3の整数であり、さらに好ましくは0～1である。bは0～2の整数を表し、好ましくは0～1である。

【0043】

本明細書において、連結芳香族基は、芳香族基の芳香族環が単結合で結合して連結した芳香族基をいう。芳香族基が2以上連結した芳香族基であり、これらは直鎖状であっても

50

、分岐してもよい。芳香族基は芳香族炭化水素基であっても、芳香族複素環基であってもよく、複数の芳香族基は同一であっても、異なってもよい。

【0044】

本明細書において、上記のような未置換の芳香族炭化水素基、芳香族複素環基、含窒素6員環基、縮合芳香族複素環基、カルバゾリル基、又は連結芳香族基は、それぞれ置換基を有してもよい。置換基を有する場合の置換基は、炭素数1～10の脂肪族炭化水素基、炭素数1～5のアルコキシ基、炭素数2～5のアルケニル基、炭素数12～44のジアリールアミノ基、重水素、ハロゲン、又はシアノ基である。

なお、置換基の数は0～5、好ましくは0～3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。

10

【0045】

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、ブチル、ペンチル、ヘキシル、ヘプチル、オクチル、ノニル、デシル、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。

【0046】

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。したがって、一般式(1)～(5)等において、インドロカルバゾール環やカルバゾール環等の骨格、R<sup>1</sup>、L<sup>11</sup>、Ar<sup>11</sup>等の基が水素を有する場合、その一部又は全部が重水素であってもよい。

20

【0047】

L<sup>1</sup>及びL<sup>11</sup>は、独立に置換若しくは未置換の炭素数6～30の芳香族炭化水素基、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、少なくとも一方は芳香族複素環基である。好ましくは、L<sup>1</sup>及びL<sup>11</sup>の少なくとも一方が、置換若しくは未置換の含窒素6員環、又は含窒素6員環を含む置換もしくは未置換の縮環芳香族複素環基である。

【0048】

L<sup>1</sup>及びL<sup>11</sup>が未置換の芳香族基、又は未置換の芳香族複素環基の具体例としては、c+1価又はd+1価であることを除いて、Ar<sup>1</sup>及びAr<sup>11</sup>の場合と同様である。好ましくは、ピリジン、ピリミジン、トリアジン、キノリン、イソキノリン、キノキサリン、ナフチリジン、フェナジン、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、カルバゾール、ベンゼン、又はナフタレンから生じる基である。

30

【0049】

未置換の含窒素6員環基、又は含窒素6員環を含む未置換の縮環芳香族複素環基の具体例としては、ピリジン、ピリミジン、トリアジン、キノリン、イソキノリン、キノキサリン、ナフチリジン、又はフェナジンが挙げられる。

【0050】

上記一般式(1)の好ましい態様として式(11)があり、式(11)の好ましい態様として式(12)、又は式(13)がある。

40

ここで、式(11)～式(13)において、一般式(1)と共通する記号は同じ意味を有する。

すなわち、R<sup>1</sup>、環A、Ar<sup>1</sup>、a、及びbは一般式(1)と同意である。

【0051】

式(12)において、YはO、S、NAr<sup>14</sup>、CAr<sup>15</sup>、Ar<sup>16</sup>を表し、好ましくはO、S、又はNAr<sup>14</sup>であり、さらに好ましくはO又はSである。

【0052】

Ar<sup>13</sup>、Ar<sup>14</sup>、Ar<sup>15</sup>、及びAr<sup>16</sup>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6～30の芳香族炭化水素基、置換若しく

50

は未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が 2 ~ 5 個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基を表す。好ましくは、置換若しくは未置換の炭素数 6 ~ 24 の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が 2 ~ 5 個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基であり、置換若しくは未置換の炭素数 6 ~ 18 の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数 3 ~ 12 の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が 2 ~ 5 個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基であることがより好ましい。

【 0 0 5 3 】

$\text{Ar}^{13}$ 、 $\text{Ar}^{14}$ 、 $\text{Ar}^{15}$ 、及び $\text{Ar}^{16}$ が未置換の芳香族炭化水素基、未置換の芳香族複素環基、又は未置換の連結芳香族基である場合の具体例としては、 $\text{Ar}^1$ 及び $\text{Ar}^{11}$ の場合と同様である。但し、連結芳香族基の場合は、芳香族環が2～5個連結する。脂肪族炭化水素基である場合の具体例としては、 $\text{R}^1$ が脂肪族炭化水素基である場合と同様である。

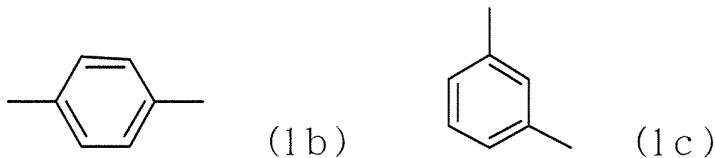
【 0 0 5 4 】

mは0～4の整数を表し、nは0～3の整数を表し、m、nは好ましくは0～2であり、さらに好ましくは0～1である。

【 0 0 5 5 】

式(13)において、 $L^{12}$ は、置換若しくは未置換の炭素数6～30の芳香族炭化水素基を表し、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であり、さらに好ましくは式(1b)若しくは式(1c)のいずれかで表されるフェニレン基である。

【化 9】



【 0 0 5 6 】

$L^{13}$  は、含窒素 6 員環基を表し、好ましくはピリジン基もしくはトリアジン基であり、さらに好ましくはトリアジン基である。

【 0 0 5 7 】

Ar<sup>1,2</sup>は独立に、置換若しくは未置換の炭素数6～30の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数3～17の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が2～5個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基を表す。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の芳香族環が2～5個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基である。

【 0 0 5 8 】

$\text{Ar}^{1,2}$  が未置換の芳香族炭化水素基、未置換の芳香族複素環基、又は未置換の連結芳香族基である場合の具体例としては、連結芳香族基の芳香族環が 2 ~ 5 個連結することを除いて、 $\text{Ar}^{1}$  及び  $\text{Ar}^{1,1}$  の場合と同様である。

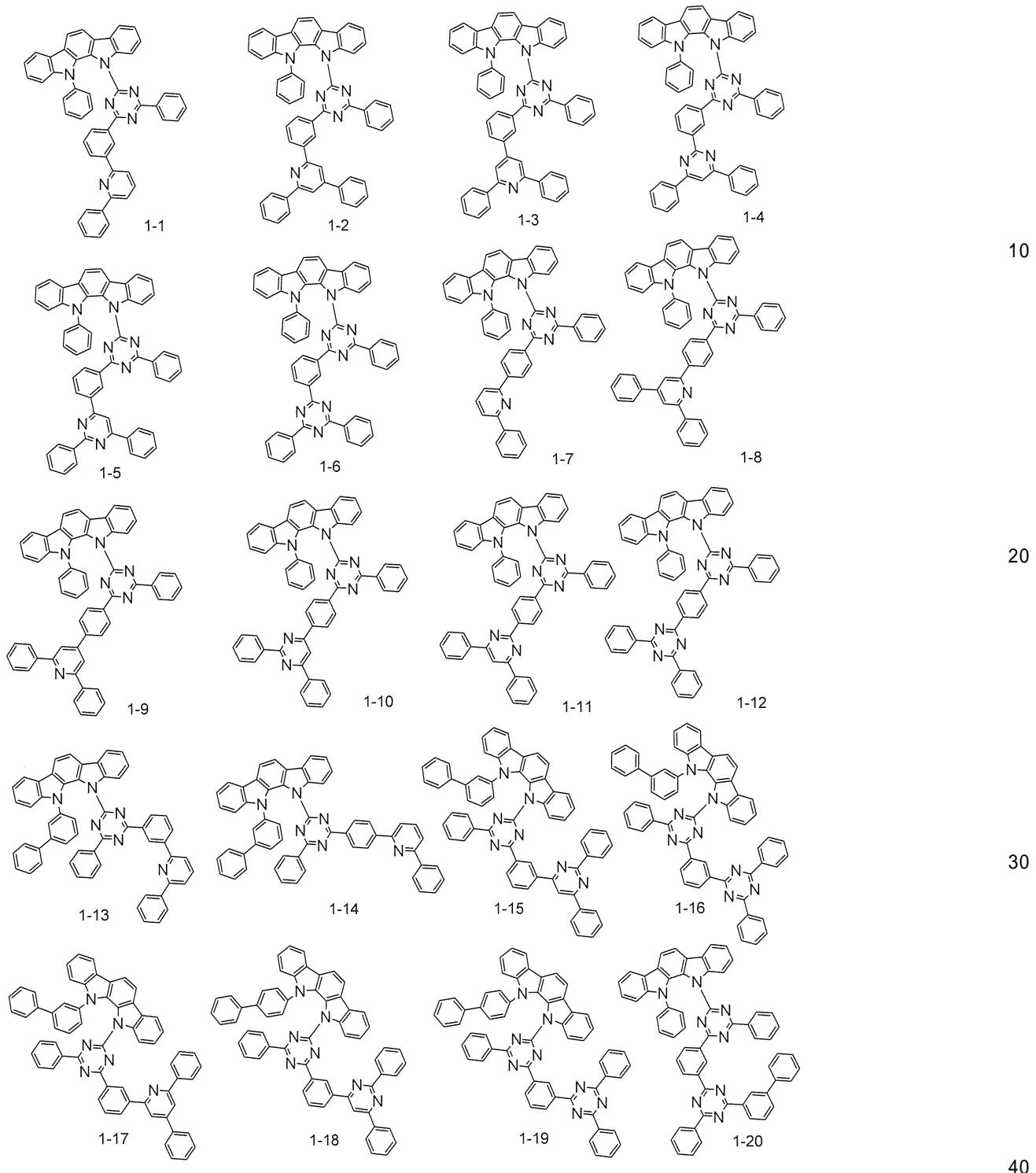
1 は 0 ~ 4 の整数を表し、好みしくは 0 ~ 2 である。

【 0 0 5 9 】

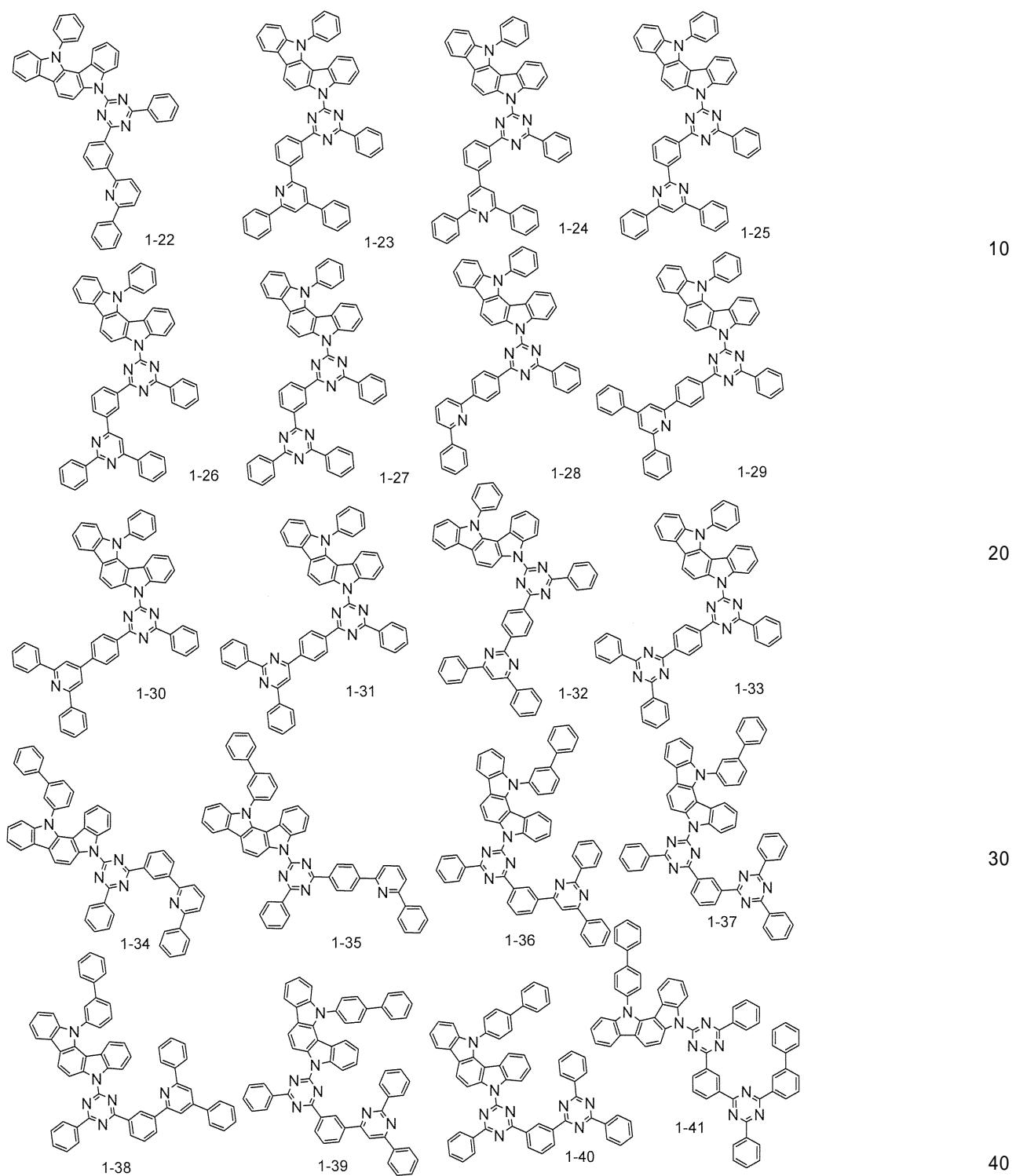
一般式(1)で表される化合物の具体的な例を以下に示すが、これら例示化合物に限定されるものではない。

〔 0 0 6 0 〕

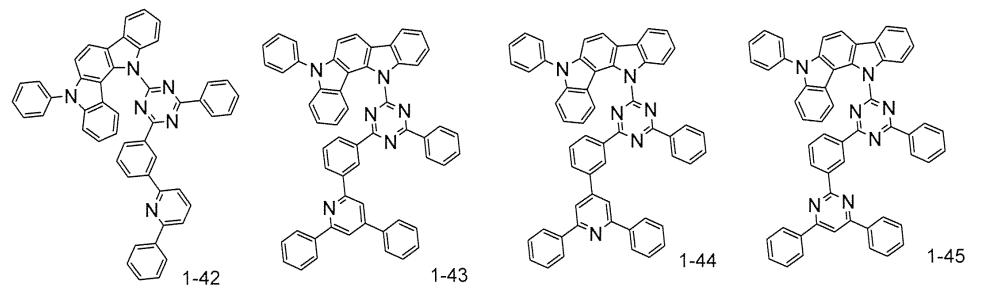
## 【化 10】



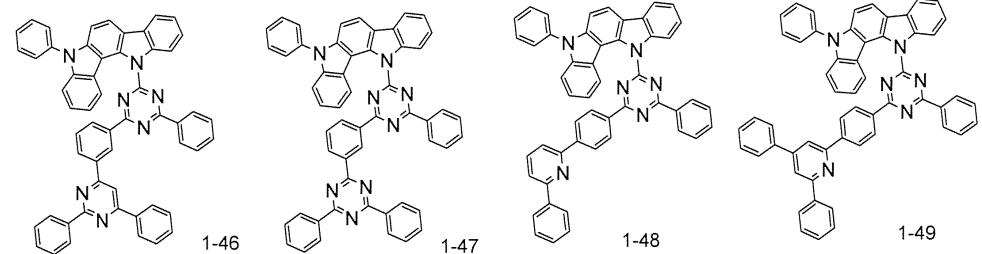
## 【化 1 1】



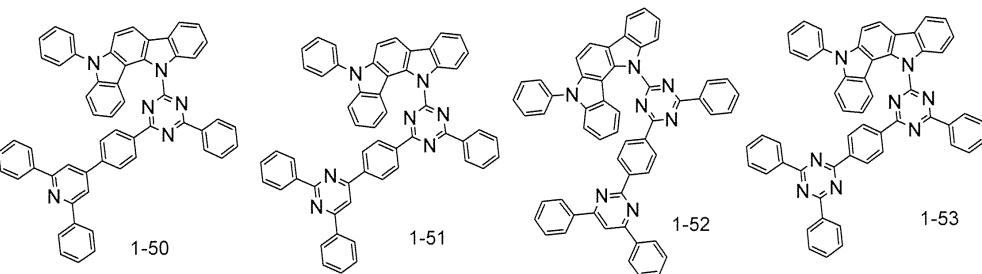
## 【化 1 2】



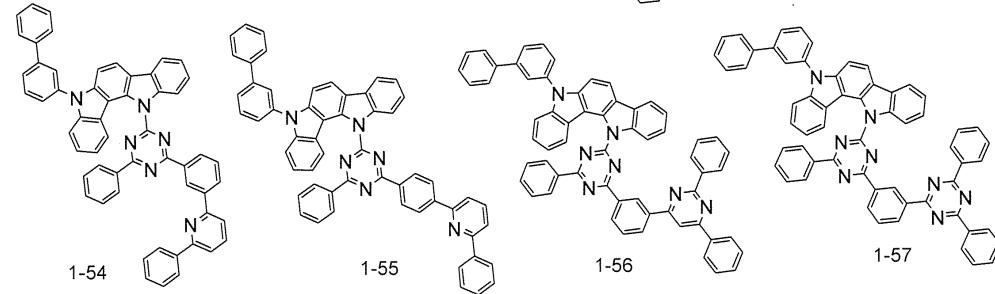
10



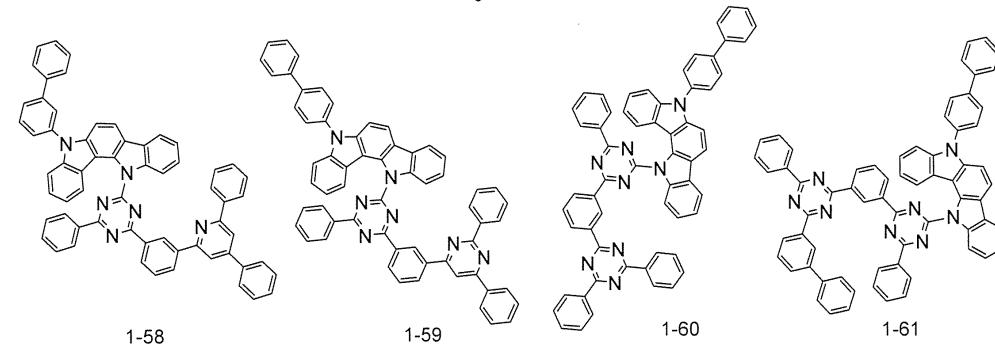
20



30



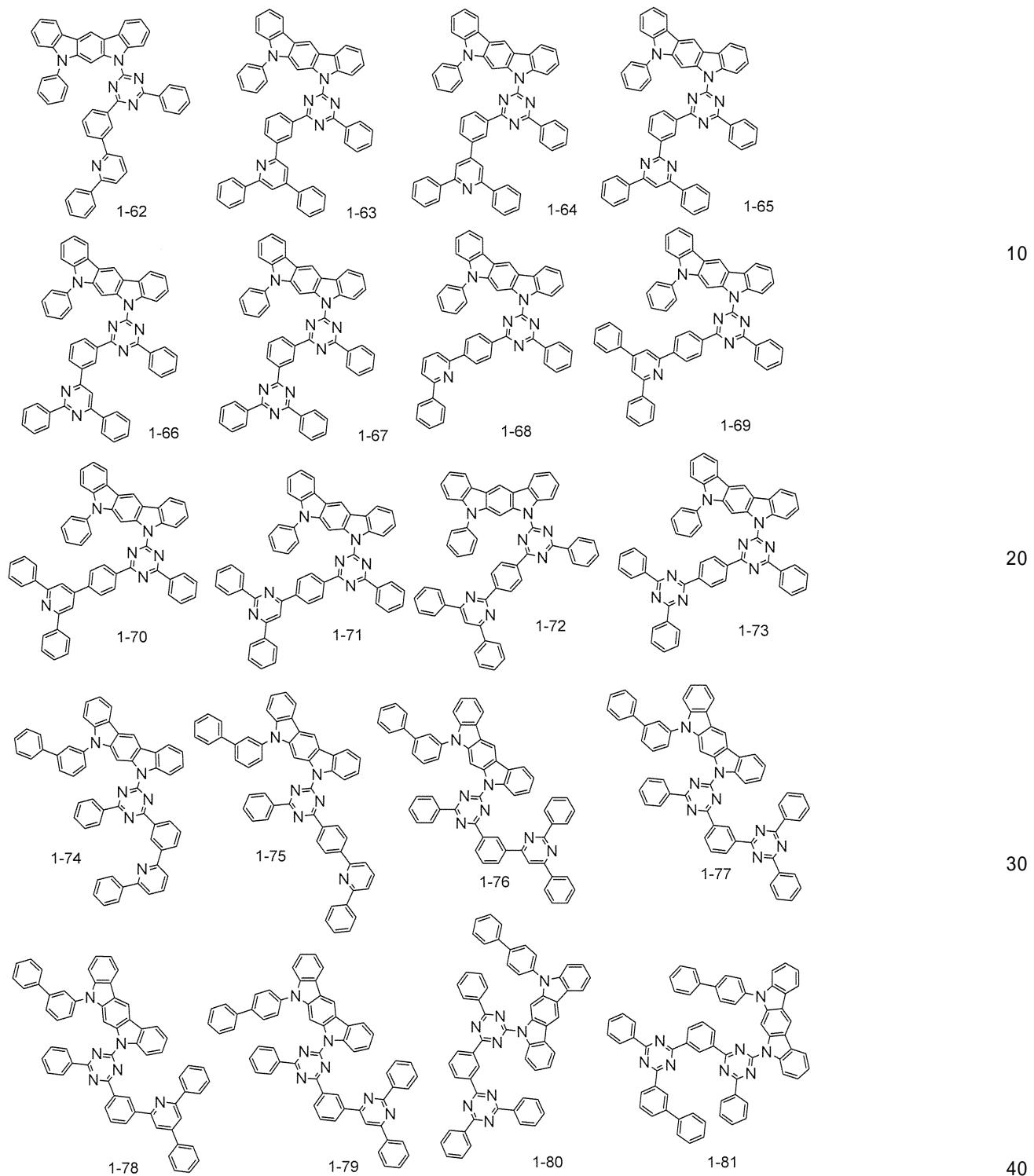
40



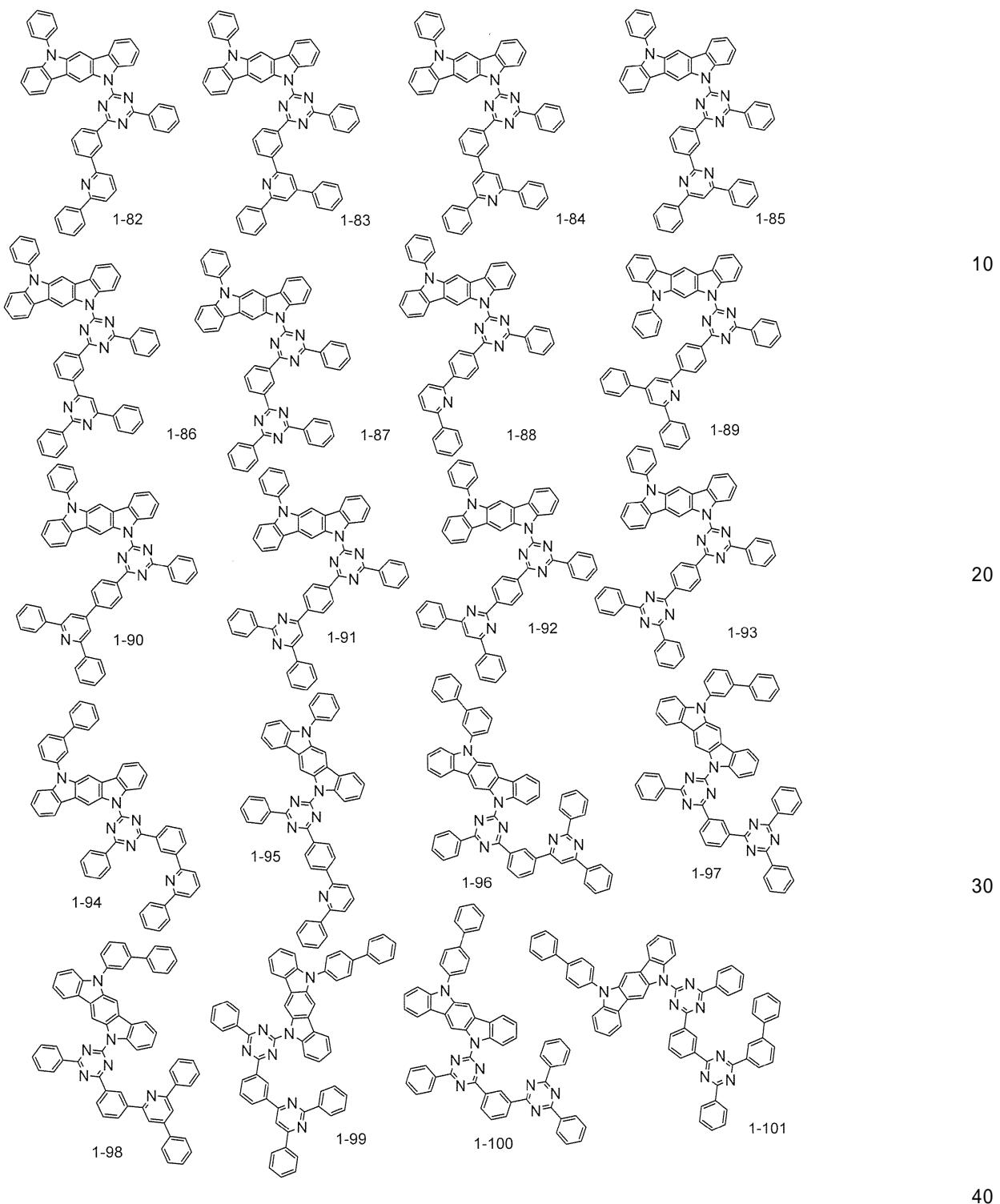
## 【0 0 6 1】

50

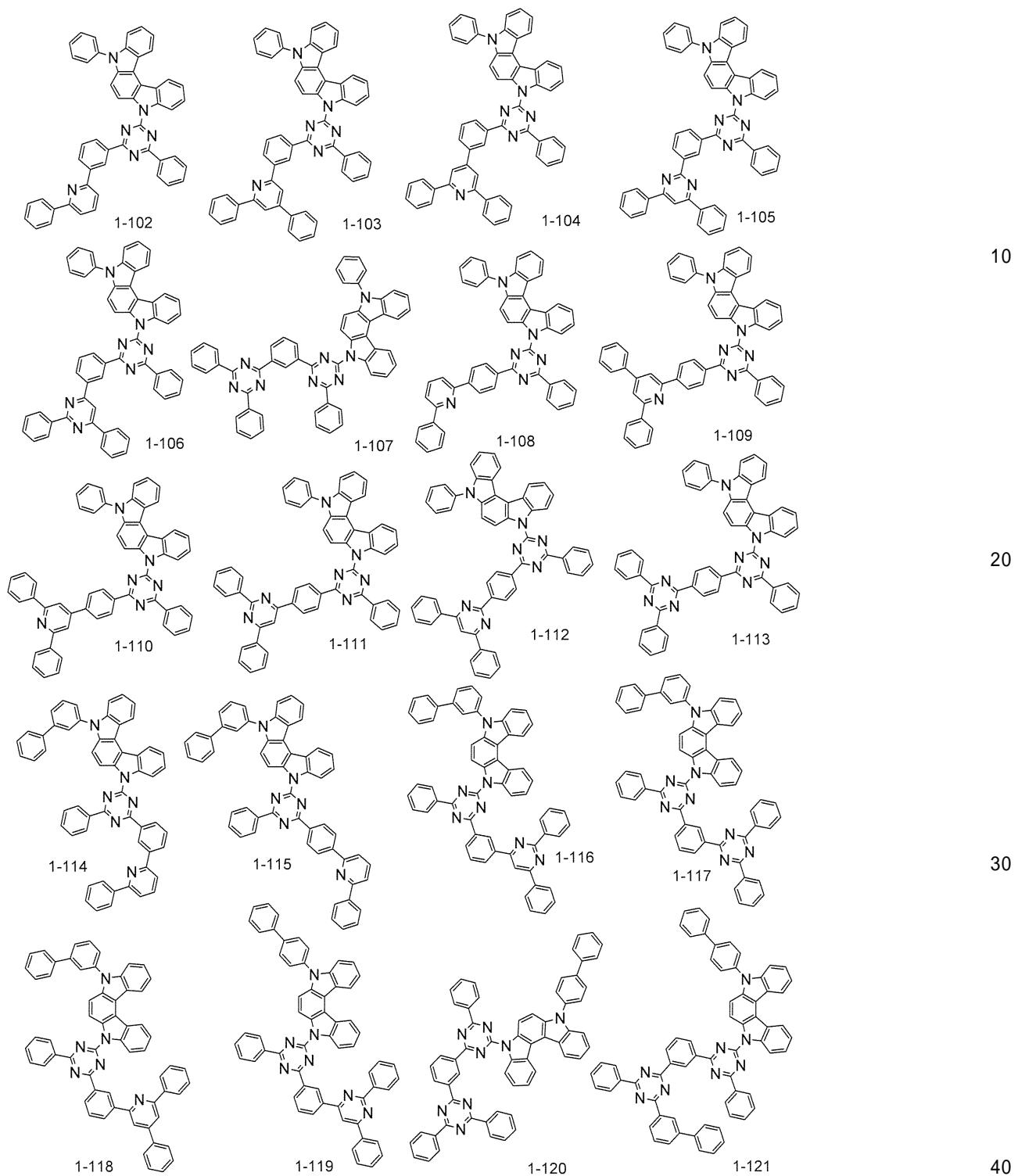
## 【化 1 3】



## 【化 14】

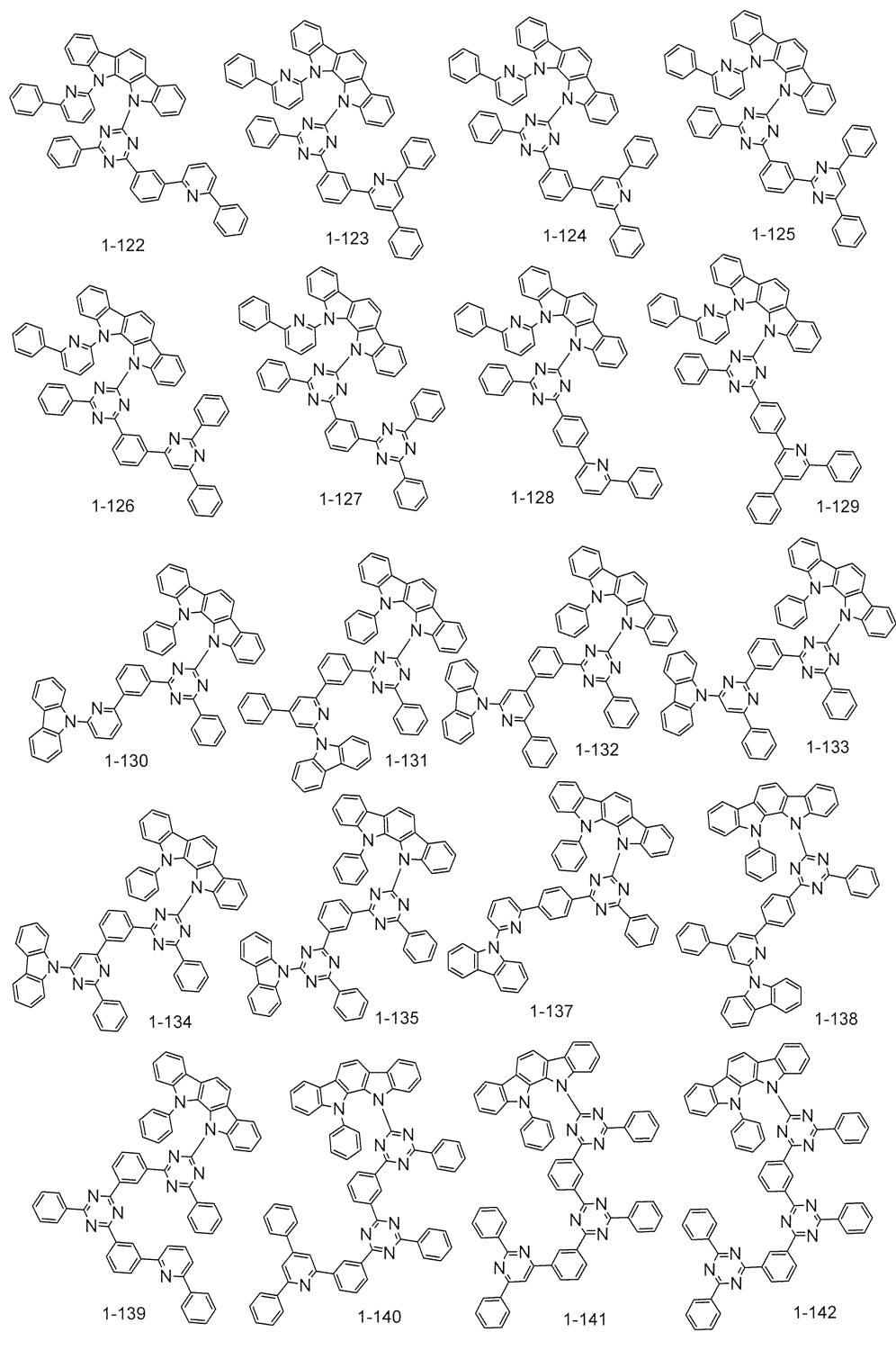


【化 15】

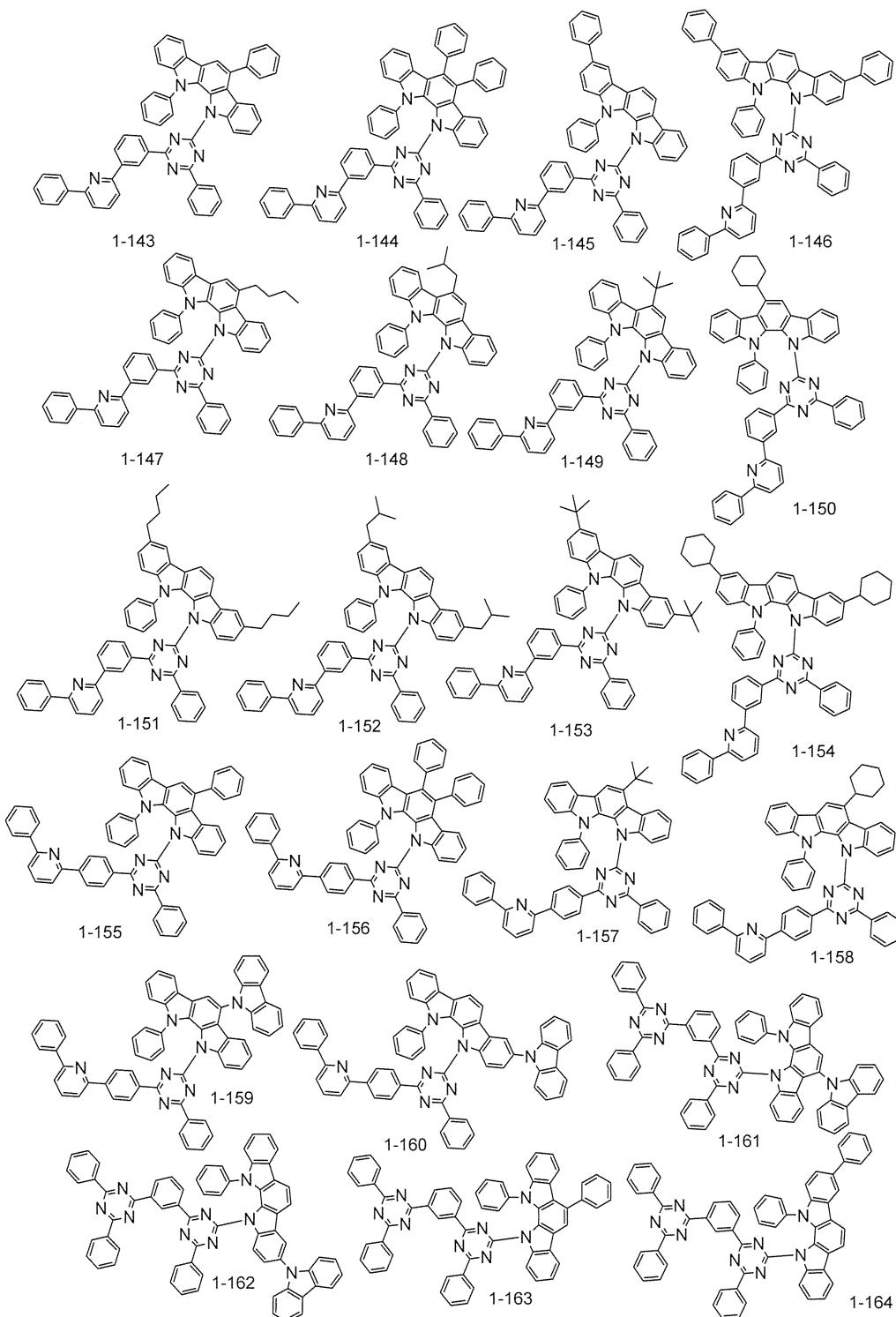


【0062】

## 【化 1 6】



## 【化 17】



10

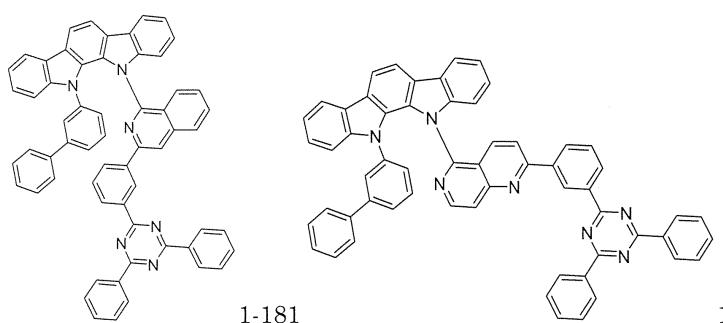
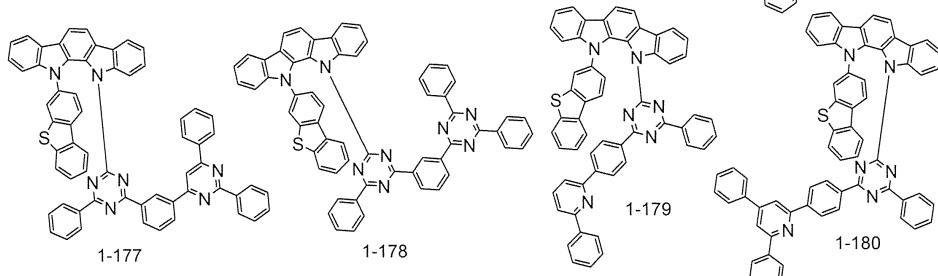
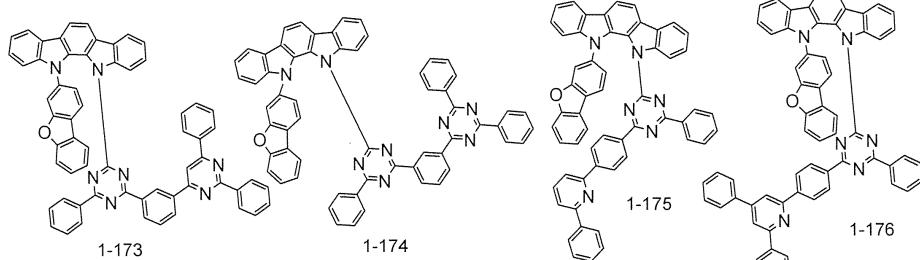
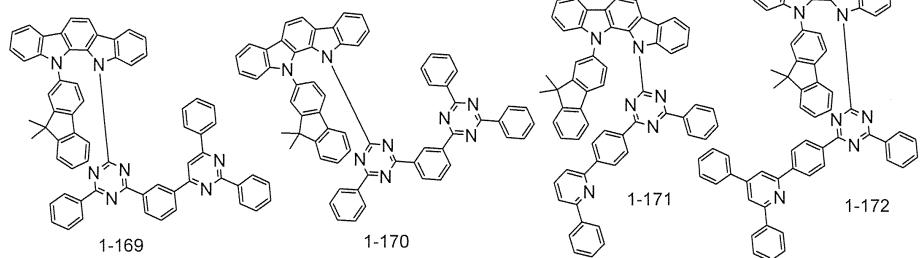
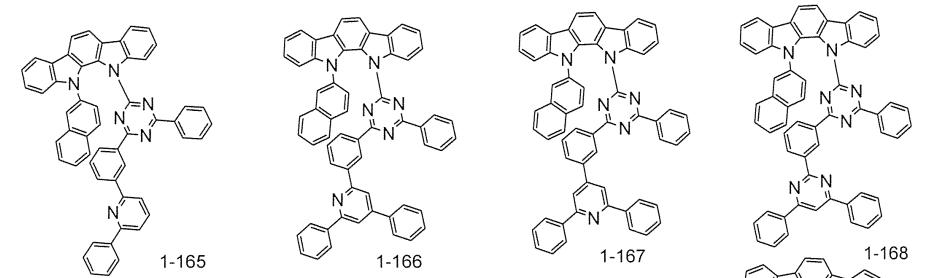
20

30

40

50

## 【化 1 8】



10

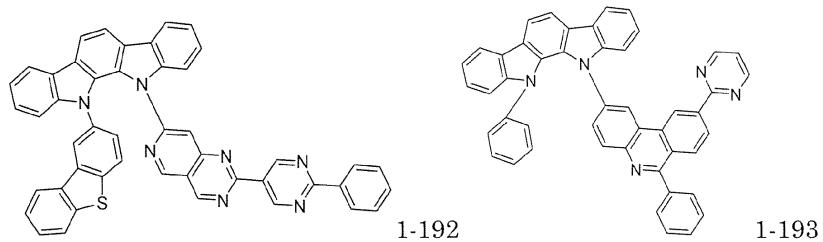
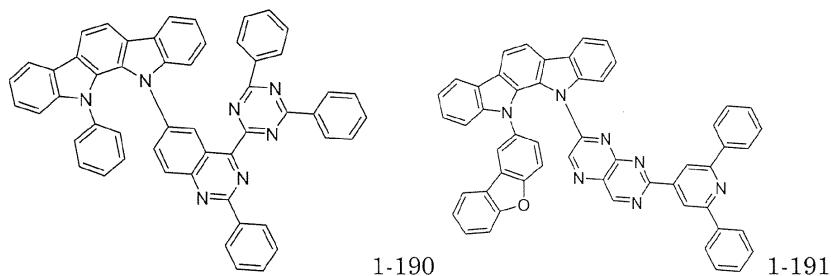
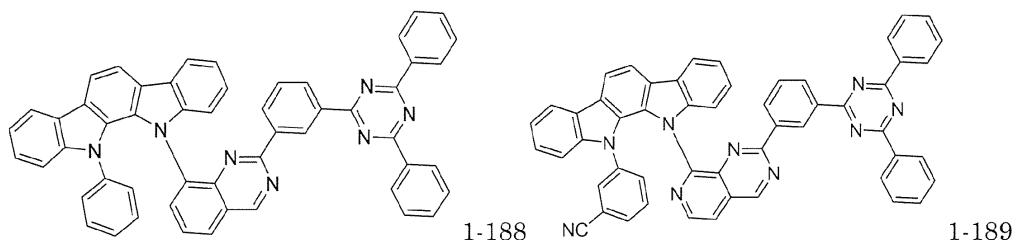
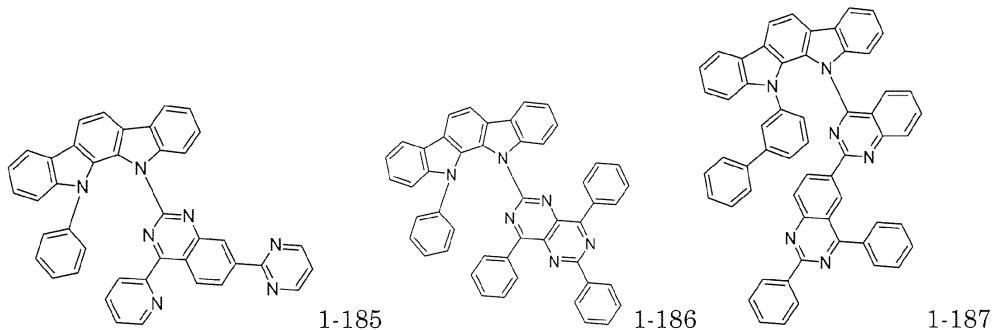
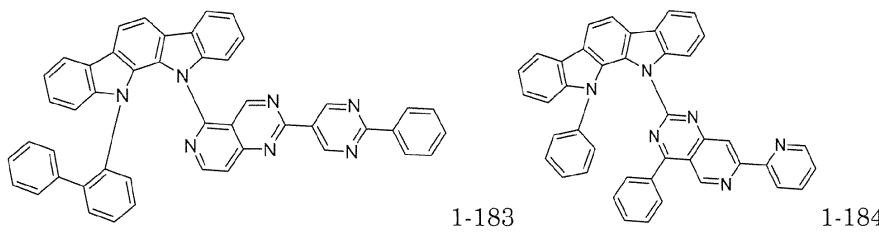
20

30

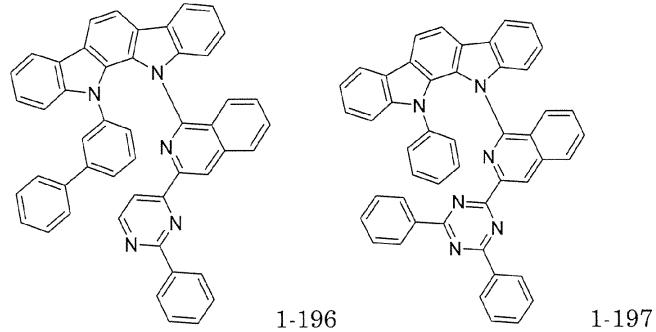
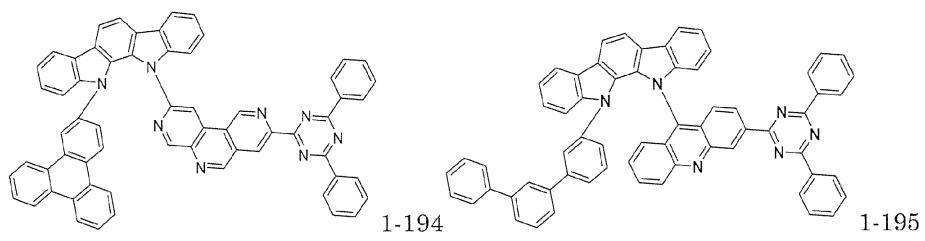
40

## 【0 0 6 3】

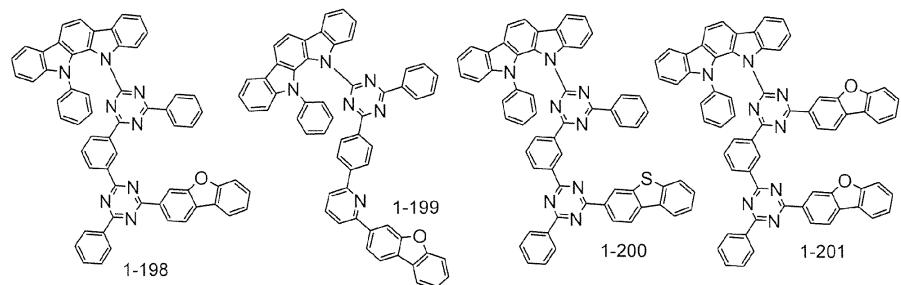
【化 19】



## 【化 2 0】



10



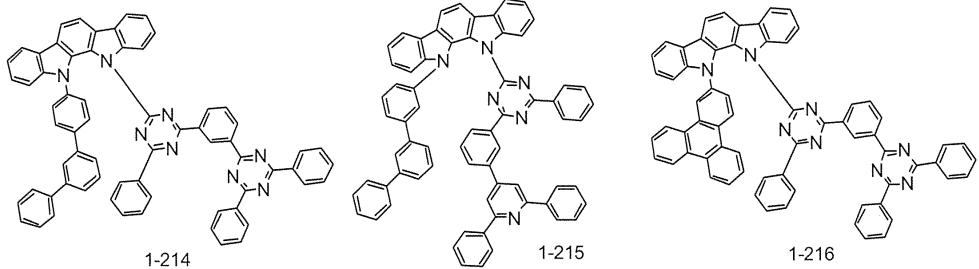
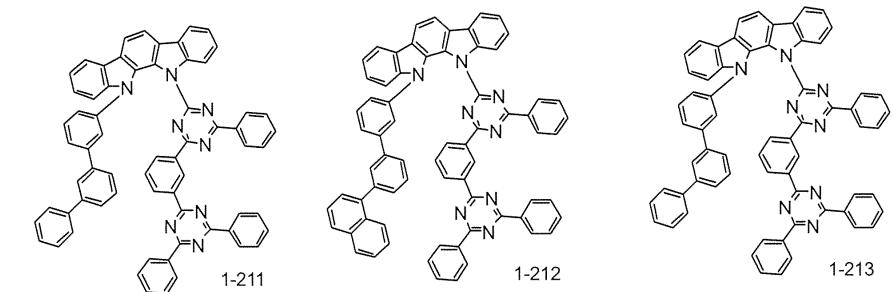
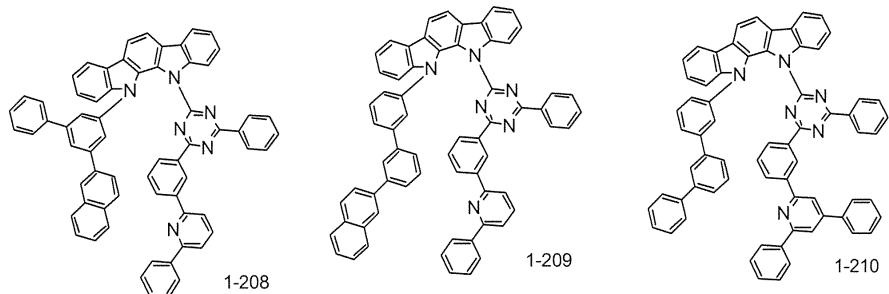
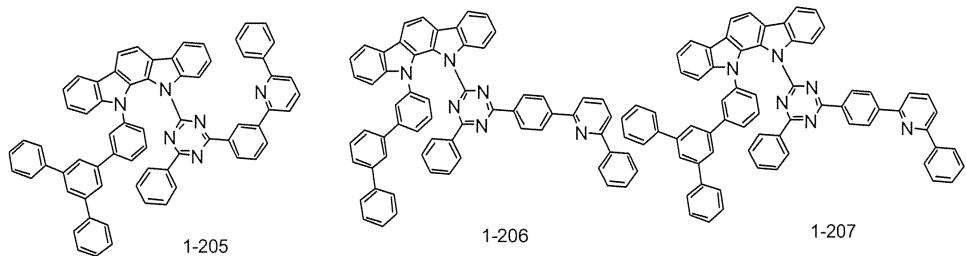
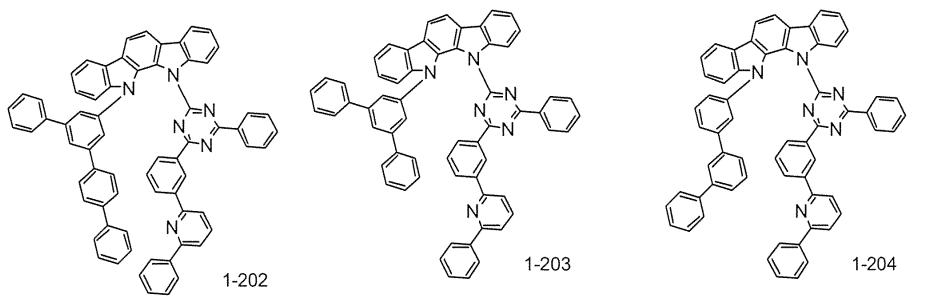
20

30

40

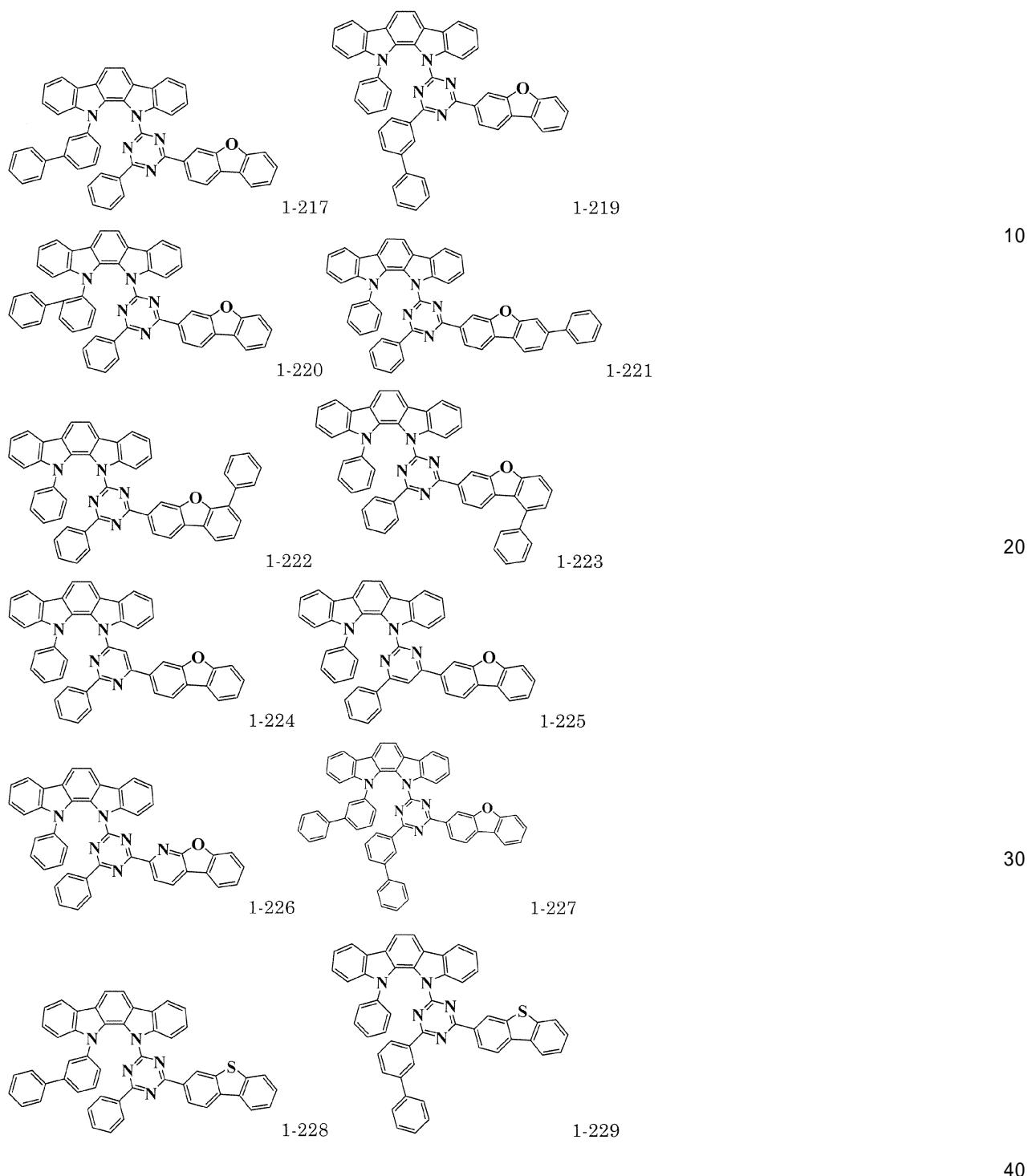
50

## 【化 2 1】

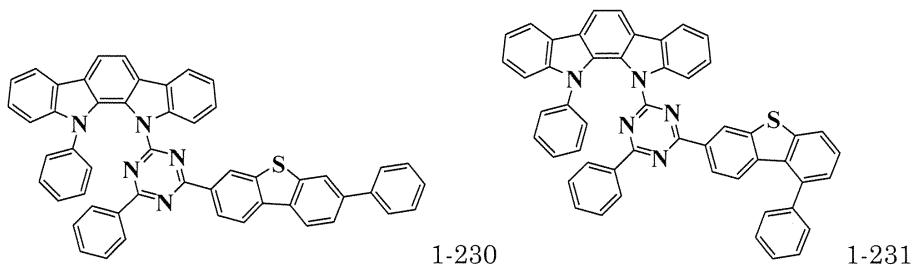


## 【0 0 6 4】

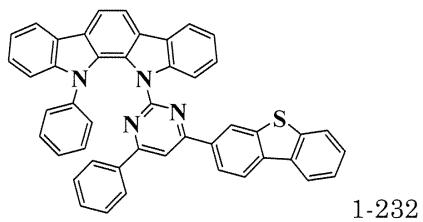
## 【化 2 2】



## 【化 2 3】

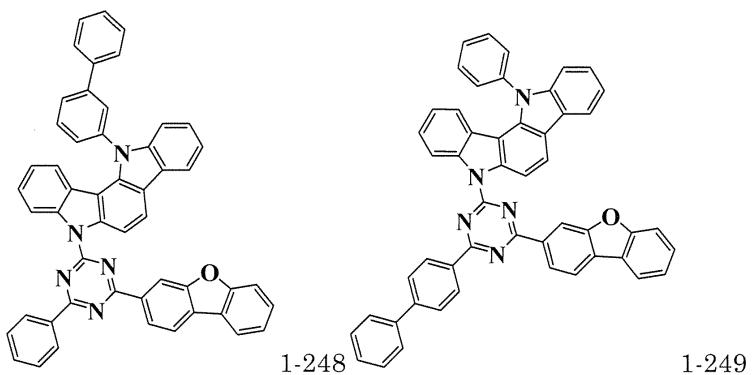


10



## 【化 2 4】

20



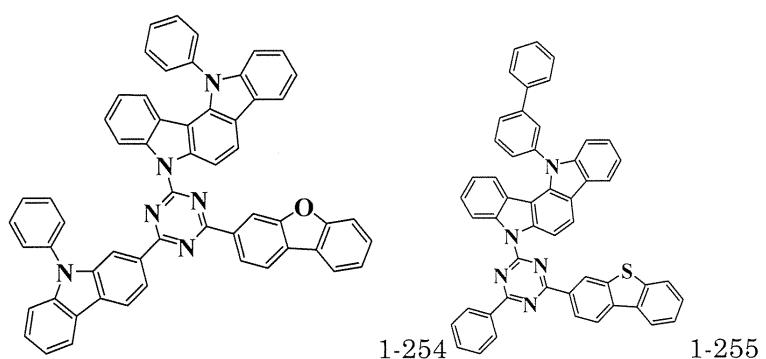
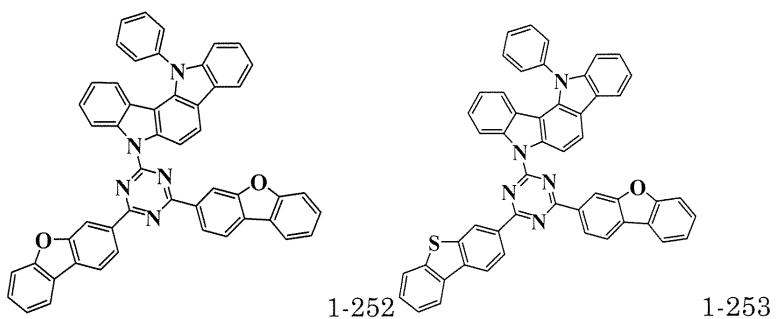
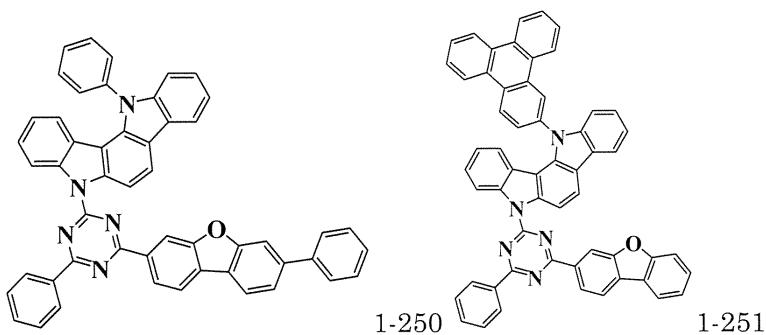
30

## 【0065】

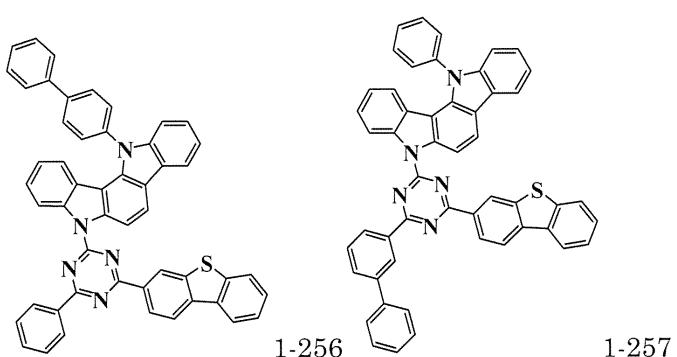
40

50

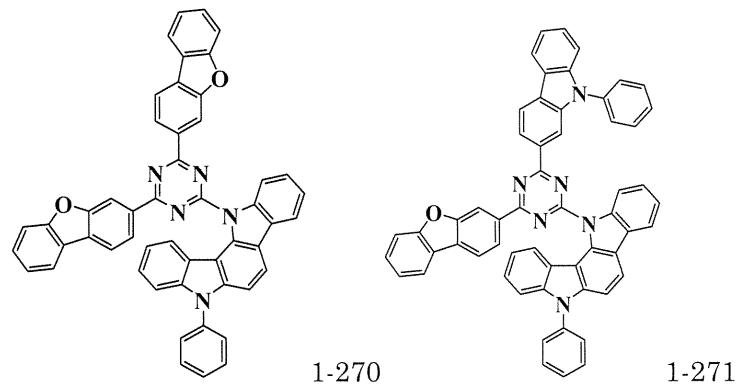
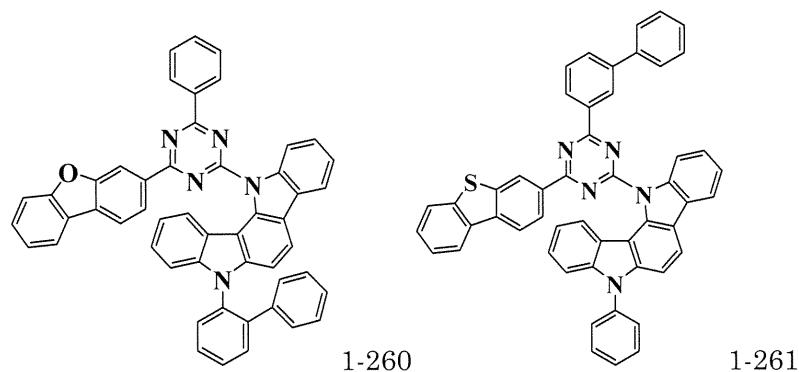
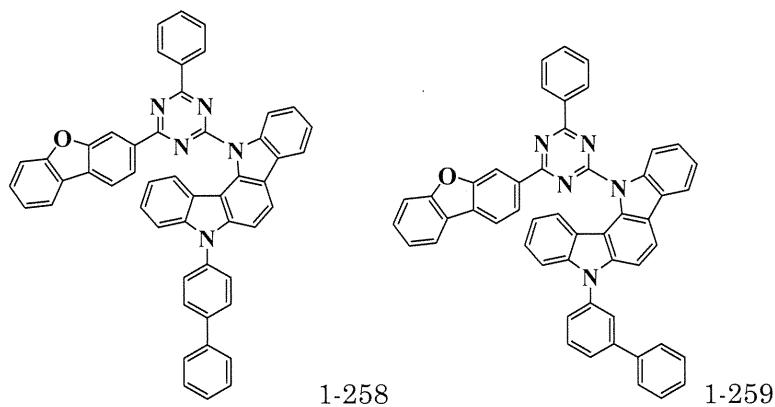
## 【化 2 5】



## 【化 2 6】

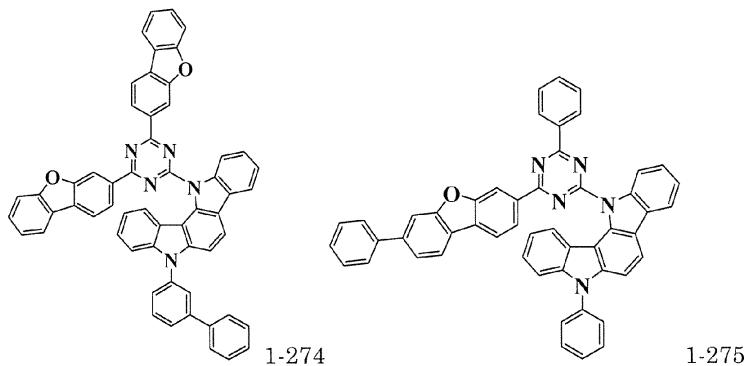


【化 2 7】

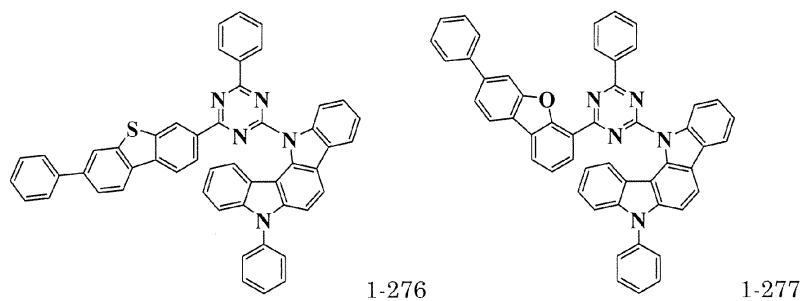


【0066】

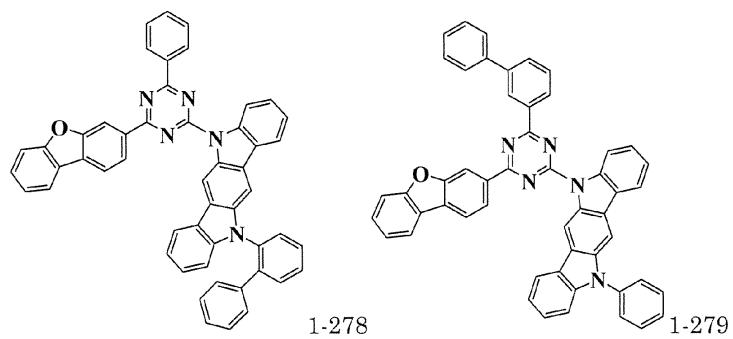
## 【化 2 8】



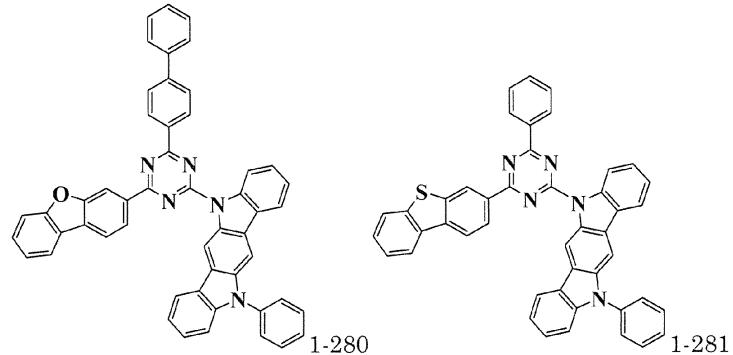
10



20



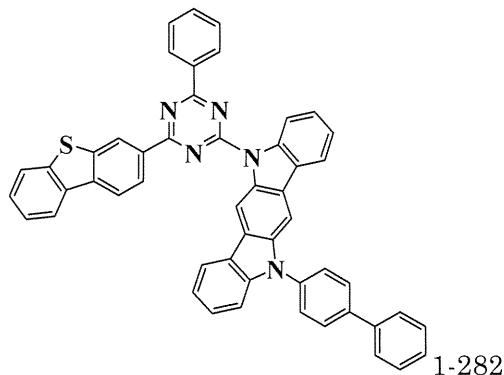
30



40

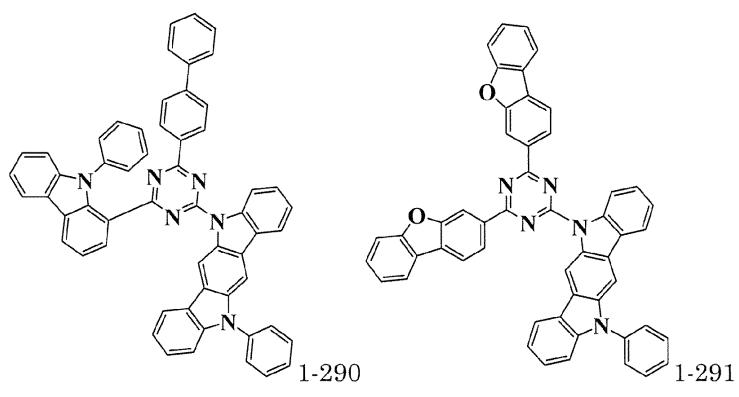
50

【化 2 9】

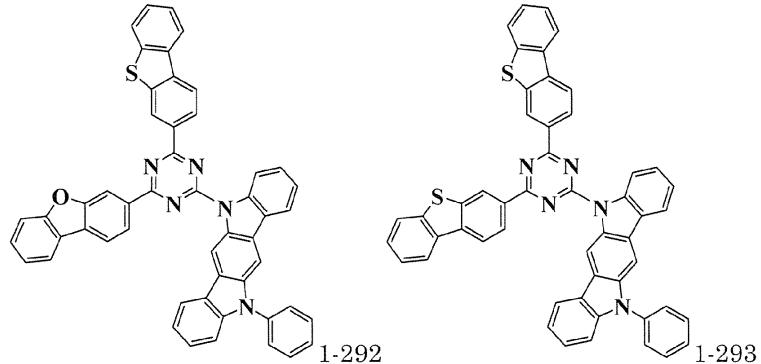


10

【化 3 0】



20



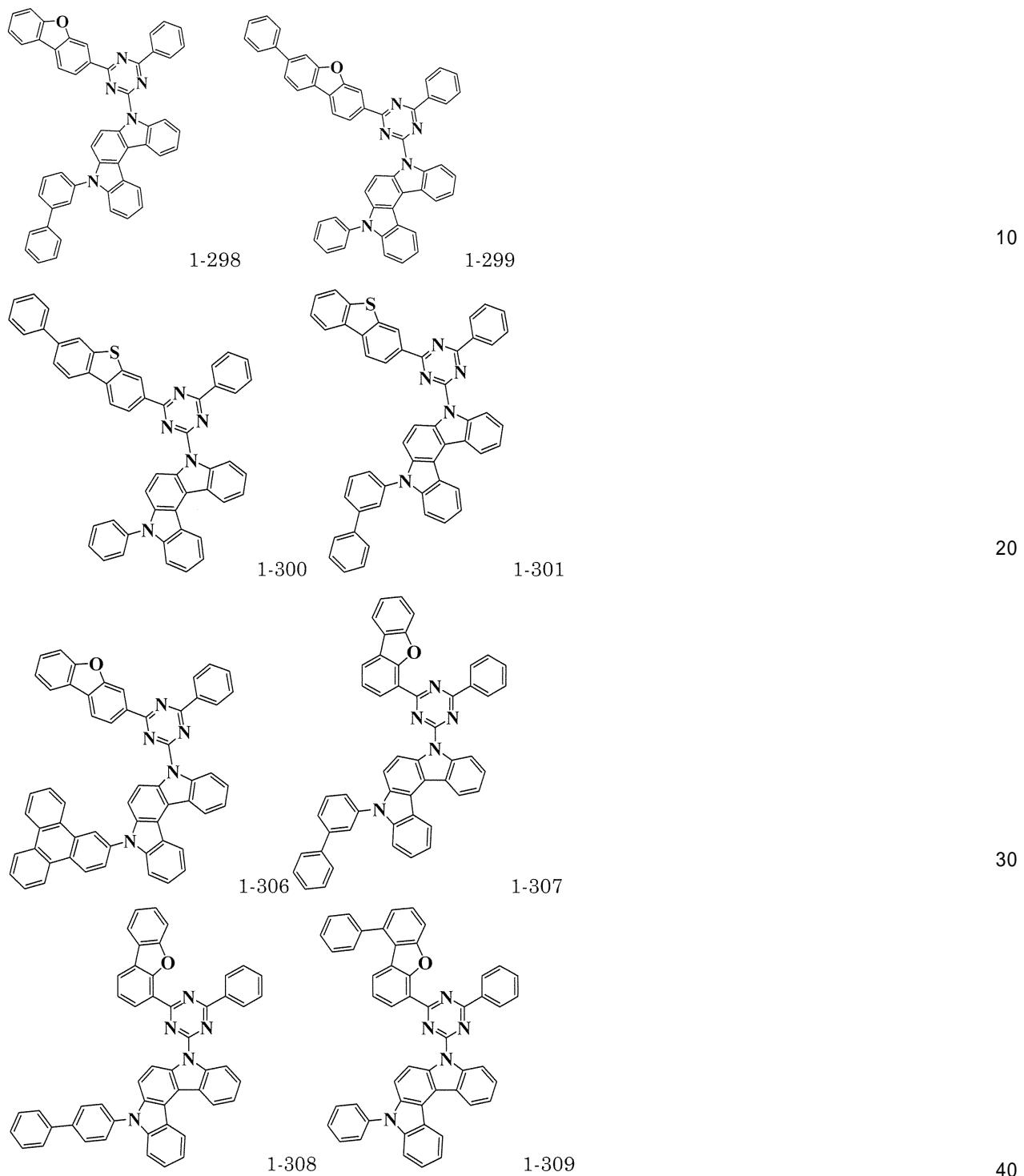
30

【0 0 6 7】

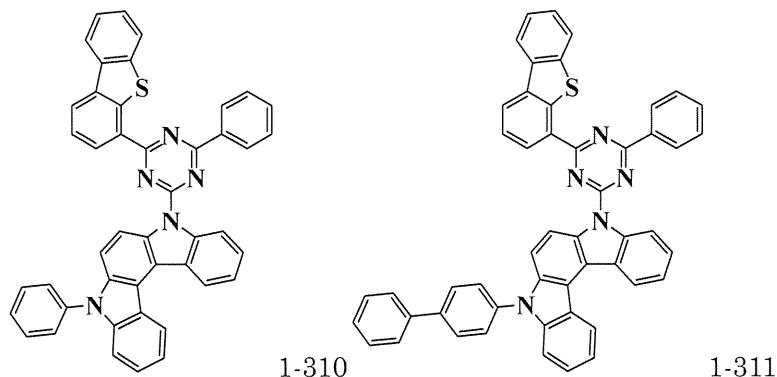
40

50

## 【化 3 1】

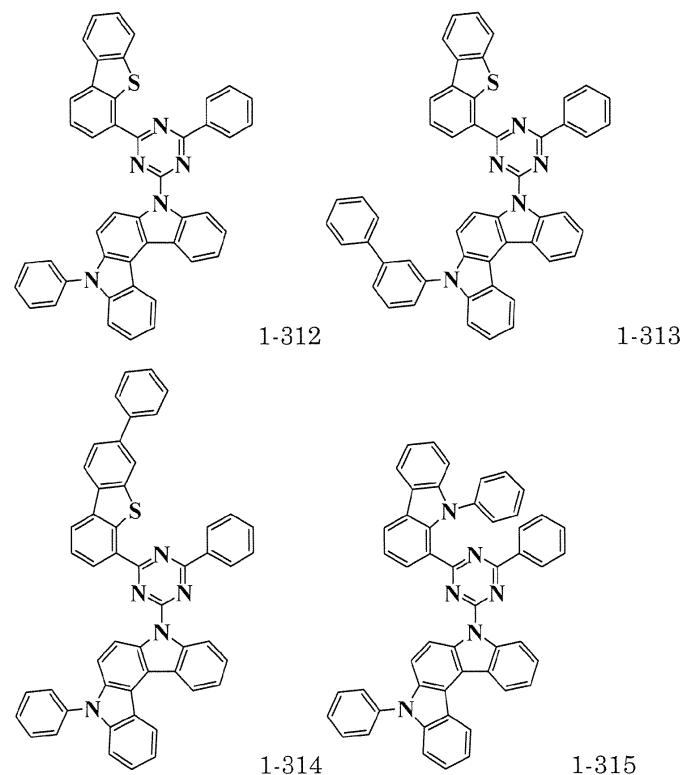


## 【化 3 2】



10

## 【化 3 3】

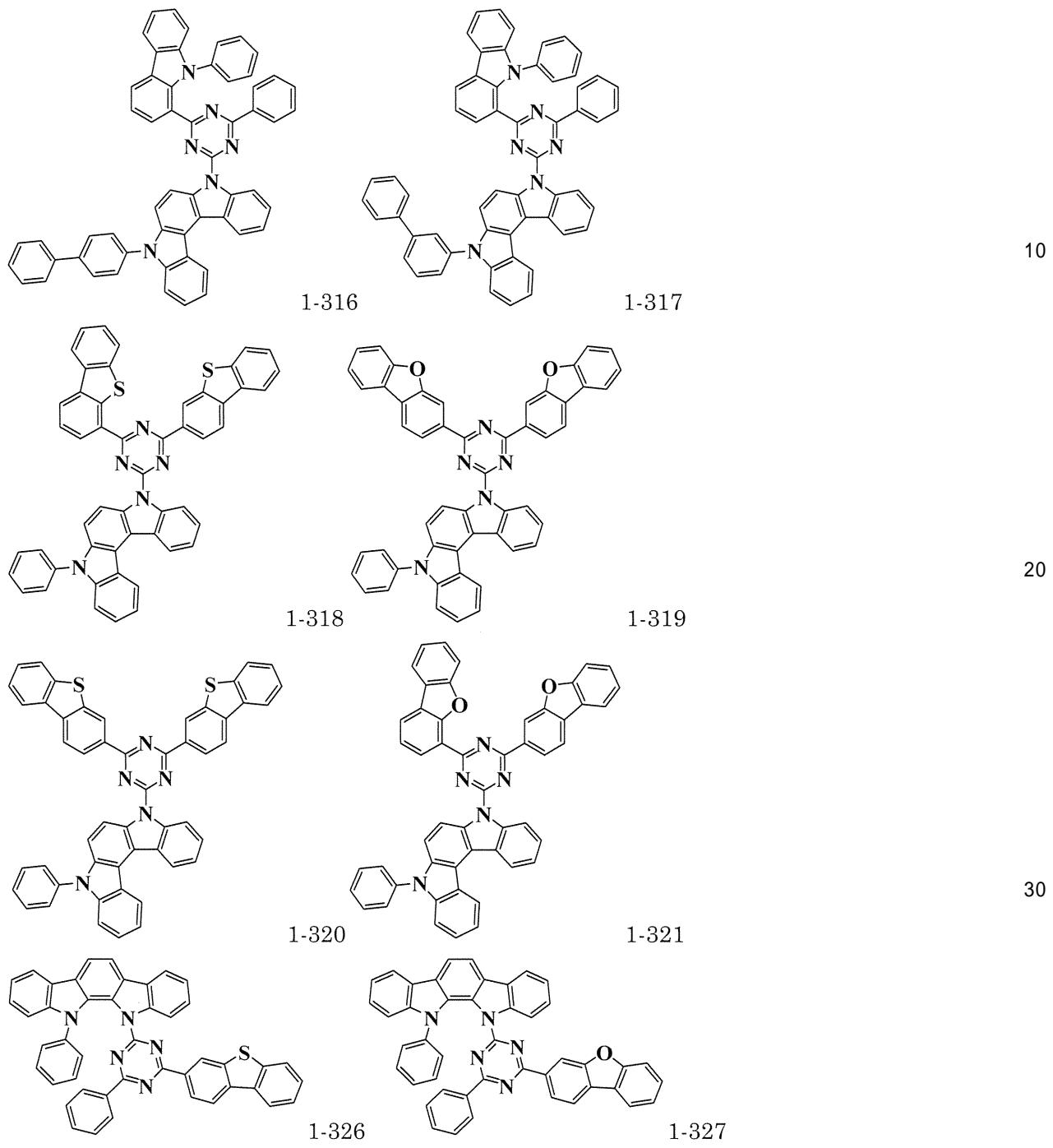


## 【0068】

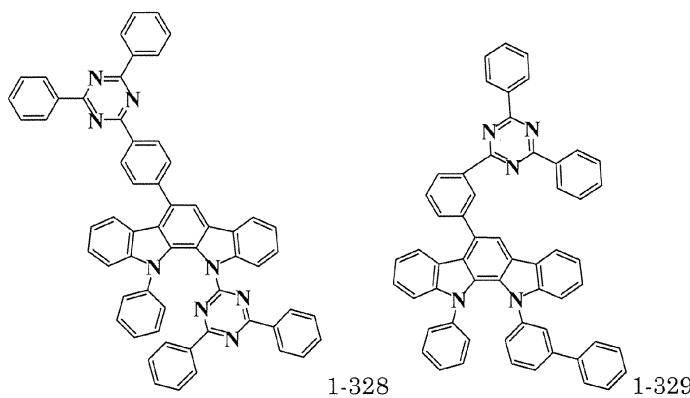
40

50

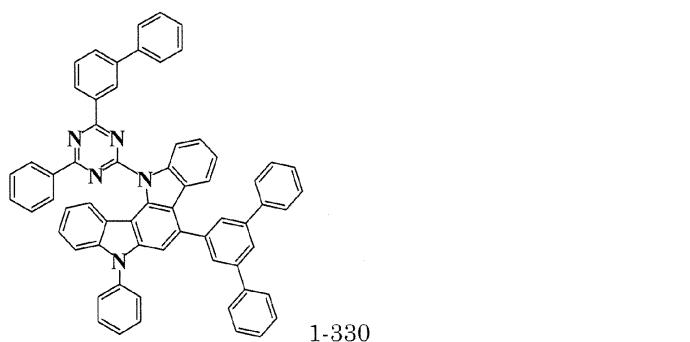
【化 3 4】



## 【化 3 5】



10



20

## 【0069】

第2ホスト材料としては、一般式(2)、一般式(3)又は一般式(4)で表される化合物が好ましい。

## 【0070】

一般式(2)において、 $Ar^{21}$ 、及び $Ar^{22}$ は独立に、水素、重水素、置換若しくは未置換の炭素数6～14の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の3～17の芳香族複素環基、又はこれら芳香族環が2個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基を表す。好ましくは、水素、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3～17の芳香族複素環基、又はこれら芳香族環が2個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基であり、より好ましくは水素、置換若しくは未置換の炭素数6～10の芳香族炭化水素基、又はこれらが2個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基である。

30

## 【0071】

$Ar^{21}$ 、及び $Ar^{22}$ が未置換の芳香族炭化水素基、未置換の芳香族複素環基、又は未置換の連結芳香族基である場合の具体例は、ベンゼン、ナフタレン、アントラセン、フェナントレン、フルオレン、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、カルバゾール、ピリジン、又はこれら芳香族環が2個連結した化合物からHを1個とて生じる連結芳香族基が挙げられる。好ましくは、ベンゼン、ナフタレン、ピリジン、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、カルバゾールから生じる芳香族基又はこれらの芳香族環が2個連結した連結芳香族基が挙げられ、より好ましくはベンゼン、又はナフタレンから生じる芳香族基である。 $Ar^{21}$ 、又は $Ar^{22}$ は水素であってもよいが、その場合は、他方は上記芳香族基(芳香族炭化水素基又は芳香族複素環基をいう。)又は連結芳香族基であることがよい。

40

## 【0072】

$L^{21}$ 及び $L^{22}$ は、直接結合、もしくはフェニレン基であるが、フェニレン基はo-フェニレン基、m-フェニレン基及びp-フェニレン基のいずれでもよい。好ましくは、p-フェニレン基又はm-フェニレン基である。また、 $L^{21}$ 及び $L^{22}$ が直接結合のとき、 $Ar^{21}$ 及び $Ar^{22}$ は、水素又は重水素ではないことが好ましい。

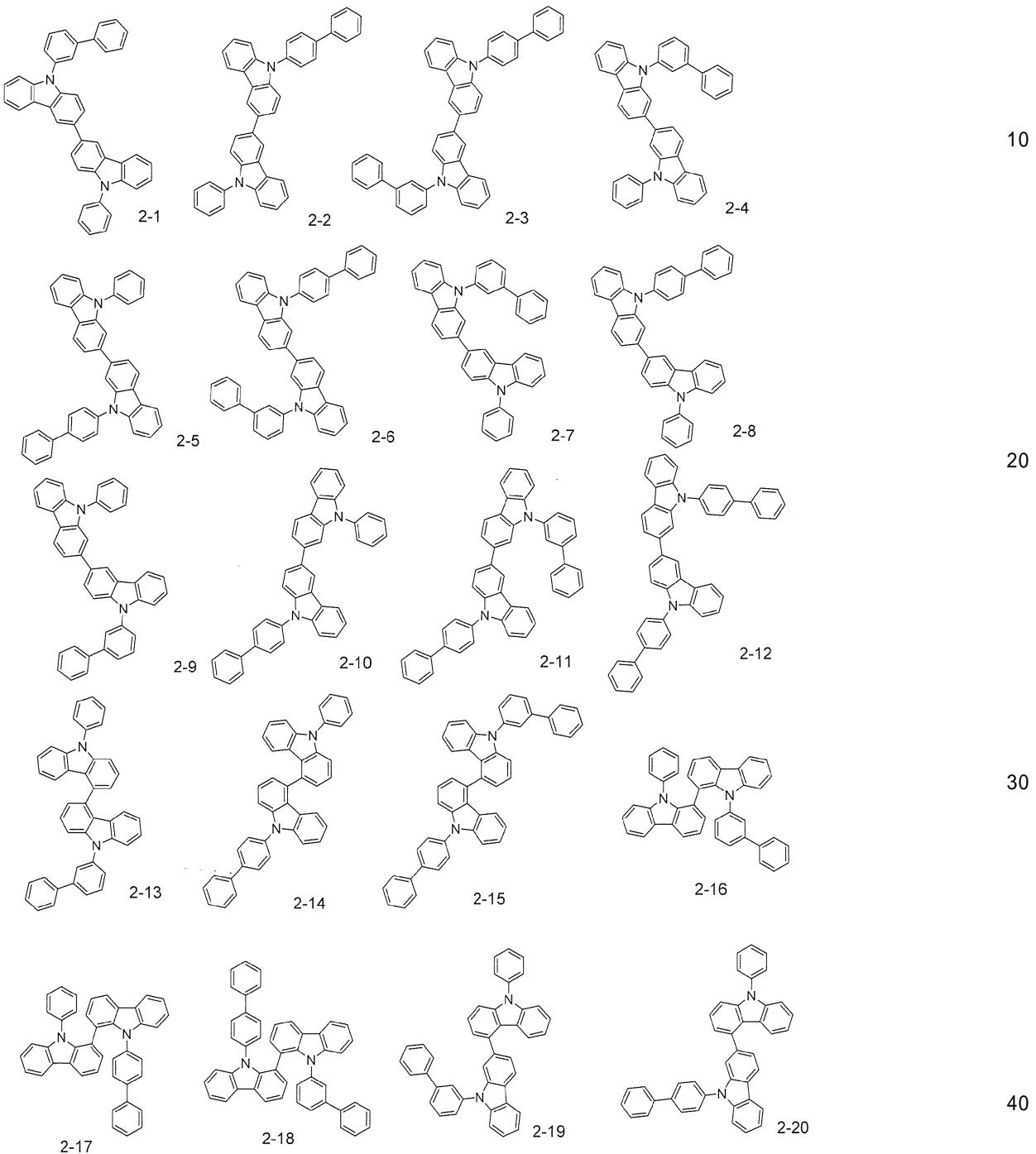
50

## 【0073】

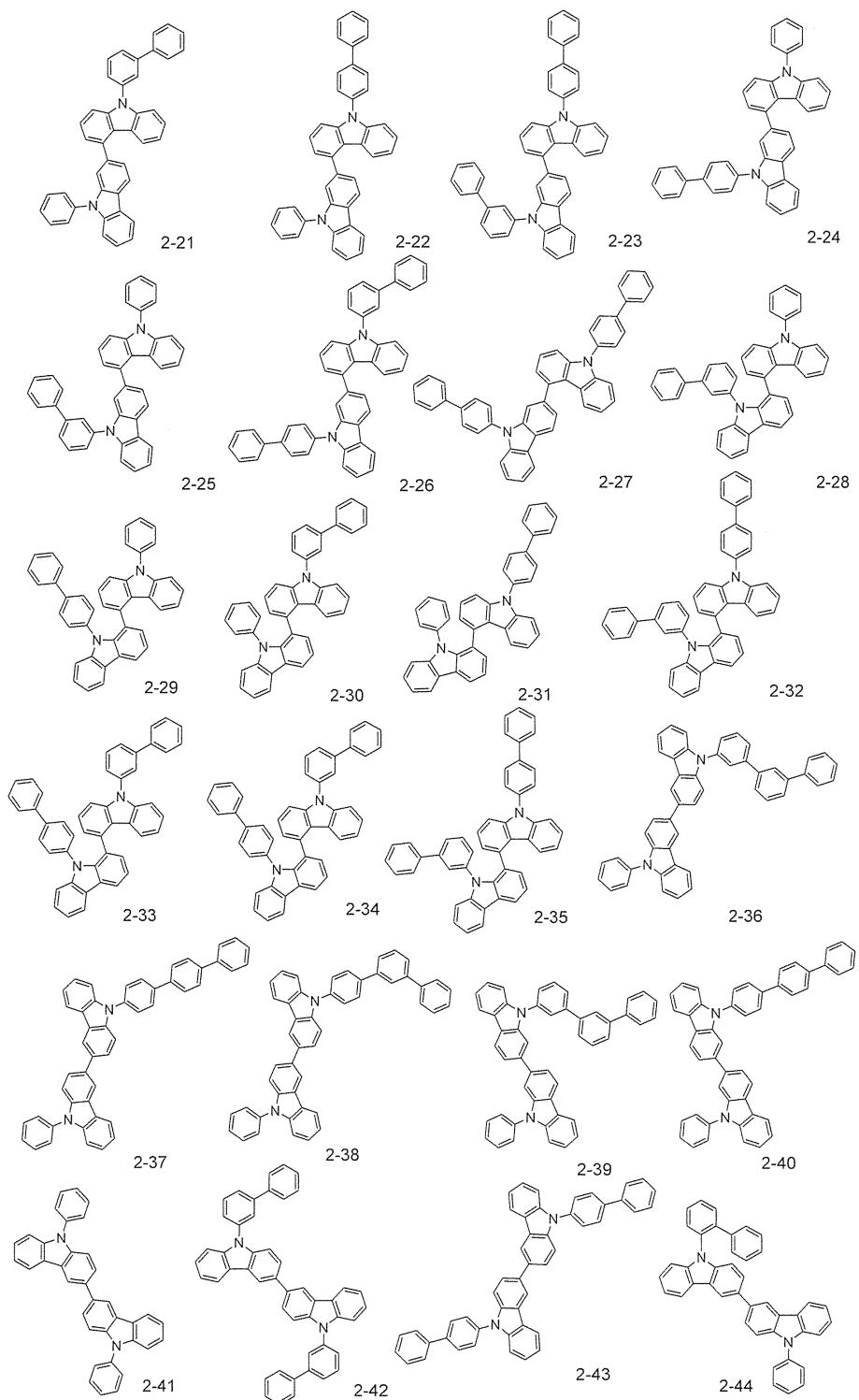
一般式(2)で表される化合物の具体的な例を以下に示すが、これら例示化合物に限定されるものではない。

## 【0074】

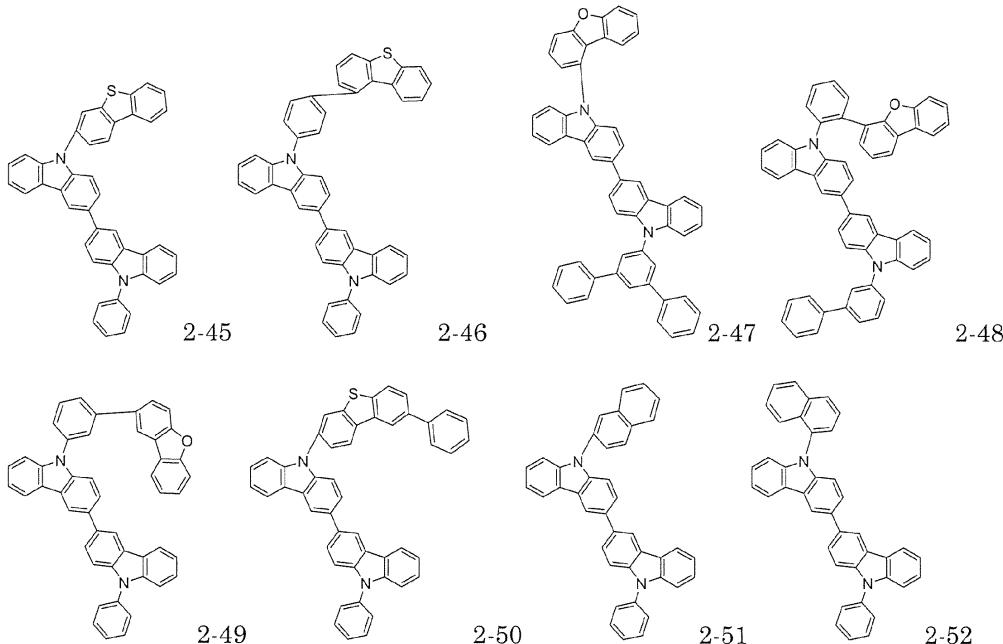
## 【化36】



## 【化 3 7】



## 【化 3 8】



## 【0075】

上記一般式(3)において、環Bは式(3a)で表される複素環であり、環Bは隣接する環と任意の位置で縮合する。

## 【0076】

$R^3$ 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6～30の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数3～17の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が2～5個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基である。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6～10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。より好ましくは、炭素数1～6の脂肪族炭化水素基、置換若しくは未置換のフェニル基、又は置換若しくは未置換の炭素数3～6の芳香族複素環基である。

30

## 【0077】

$R^3$ が脂肪族炭化水素基、芳香族炭化水素基、芳香族複素環基、又は連結芳香族基である場合の具体例としては、上記 $R^1$ の場合と同様である。

## 【0078】

$L^3$ は独立に、置換若しくは未置換の炭素数6～30の芳香族炭化水素基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6～10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。

40

## 【0079】

$L^3$ は独立に置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り、好ましくはベンゼンから生じる基である。

## 【0080】

$A^3$ 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、置換もしくは未置換のカルバゾリル基、又はこれらの芳香族環が2～5個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基である。ここで、上記芳香族環は、芳香族炭化水素環とカルバゾール環から選ばれる。

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、カルバゾリル基、又はこれらの芳香族環が2～3個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基である。

未置換の芳香族炭化水素基の具体例としては、フェニル基やナフチル基が挙げられる。

50

## 【0081】

$A_{r^{32}}$  は置換若しくは未置換の炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数 3 ~ 17 の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が 2 ~ 5 個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基である。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、又はこれらの芳香族環が 2 ~ 5 個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基である。

## 【0082】

$R^3$ 、 $L^{31}$ 、及び  $A_{r^{32}}$  が未置換の芳香族炭化水素基又は芳香族複素環基である場合の具体例としては、 $L^{31}$  が 2 倍又は  $h+1$  倍の基であることを除いて、 $A_{r^1}$  及び  $A_{r^{11}}$  の場合と同様である。また  $A_{r^{32}}$  及び  $R^3$  が未置換の連結芳香族基である場合の具体例としては、2 ~ 5 個の芳香族環が連結することを除いて  $A_{r^1}$  及び  $A_{r^{11}}$  の場合と同様である。

10

## 【0083】

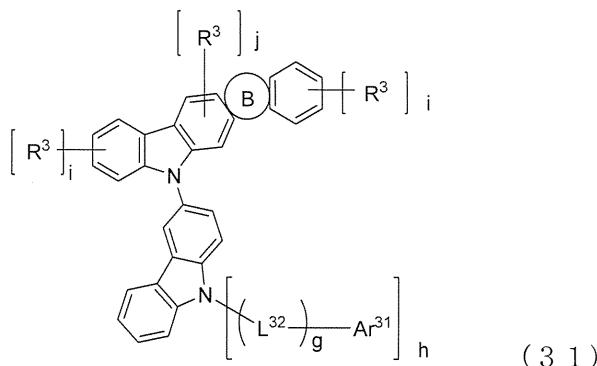
$f$  は繰り返し数で、1 ~ 3 の整数を表し、 $g$  は繰り返し数で 0 ~ 3 の整数を表し、 $h$  は置換数を表し、各々独立して 0 ~ 7 の整数を表す。好ましくは、 $f$  は 1 であり、 $g$  は 0 ~ 1 であり、 $h$  は 0 ~ 2 である。 $i$  は 0 ~ 4 の整数を表し、 $j$  は 0 ~ 2 の整数を表し、好ましくは、 $i$  は 0 又は 1、 $j$  は 0 又は 1 である。

## 【0084】

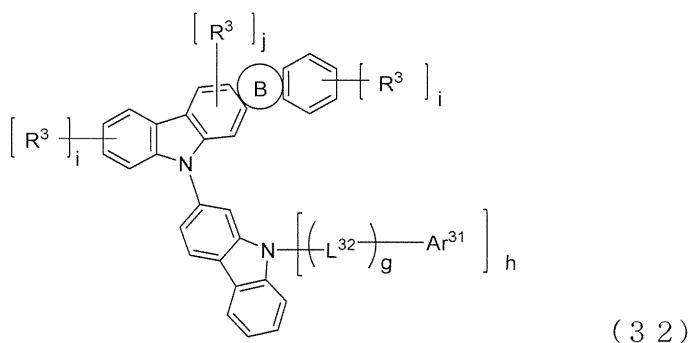
一般式 (3) で表される化合物としては、下記式 (31) 又は式 (32) で表される化合物が好ましく挙げられる。

20

## 【化39】



30



40

式 (31) 又は式 (32) において、環 B、 $R^3$ 、 $L^{32}$ 、 $A_{r^{31}}$ 、 $g$ 、 $h$ 、 $i$  及び  $j$  は一般式 (3) と同意である。

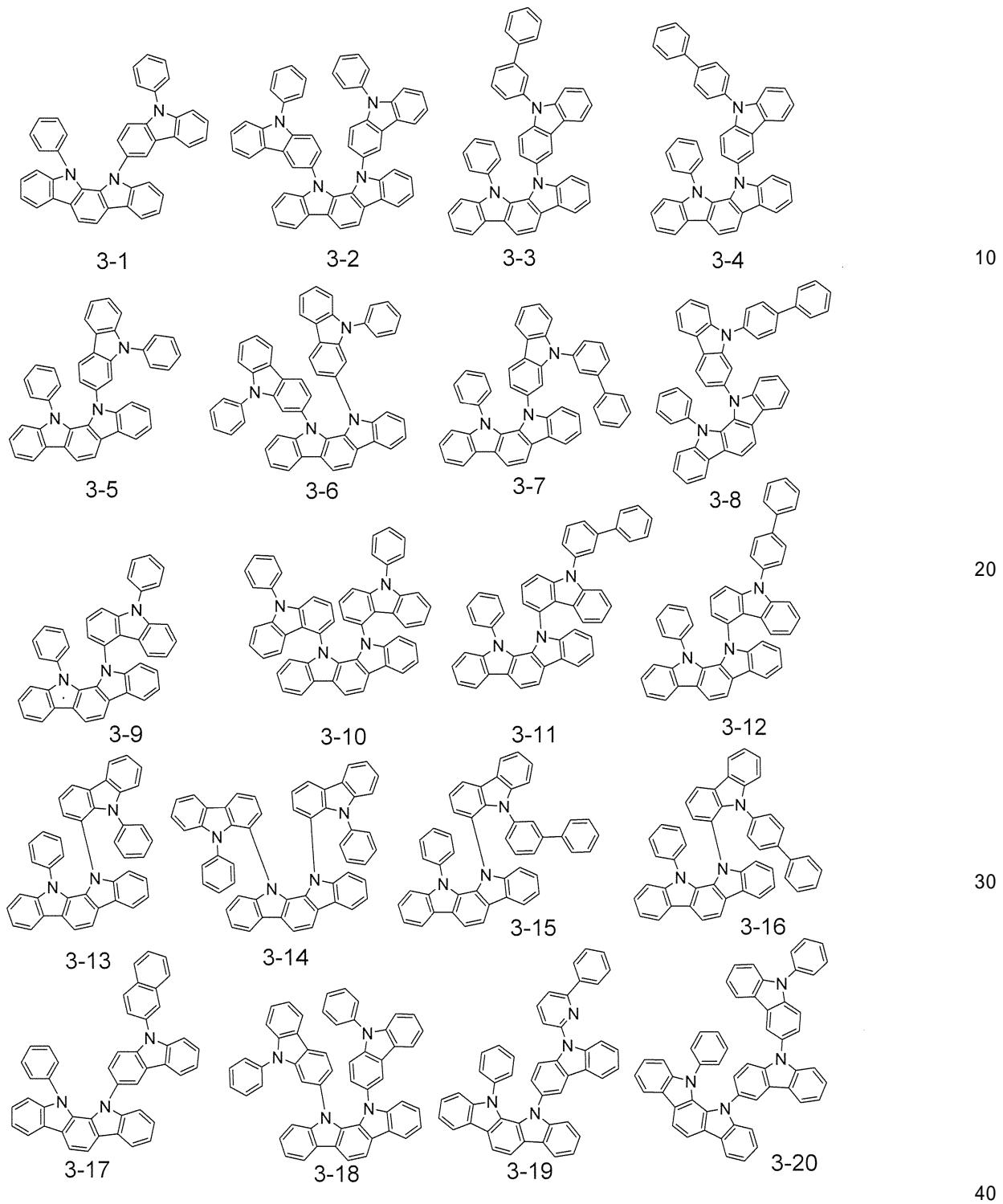
## 【0085】

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。

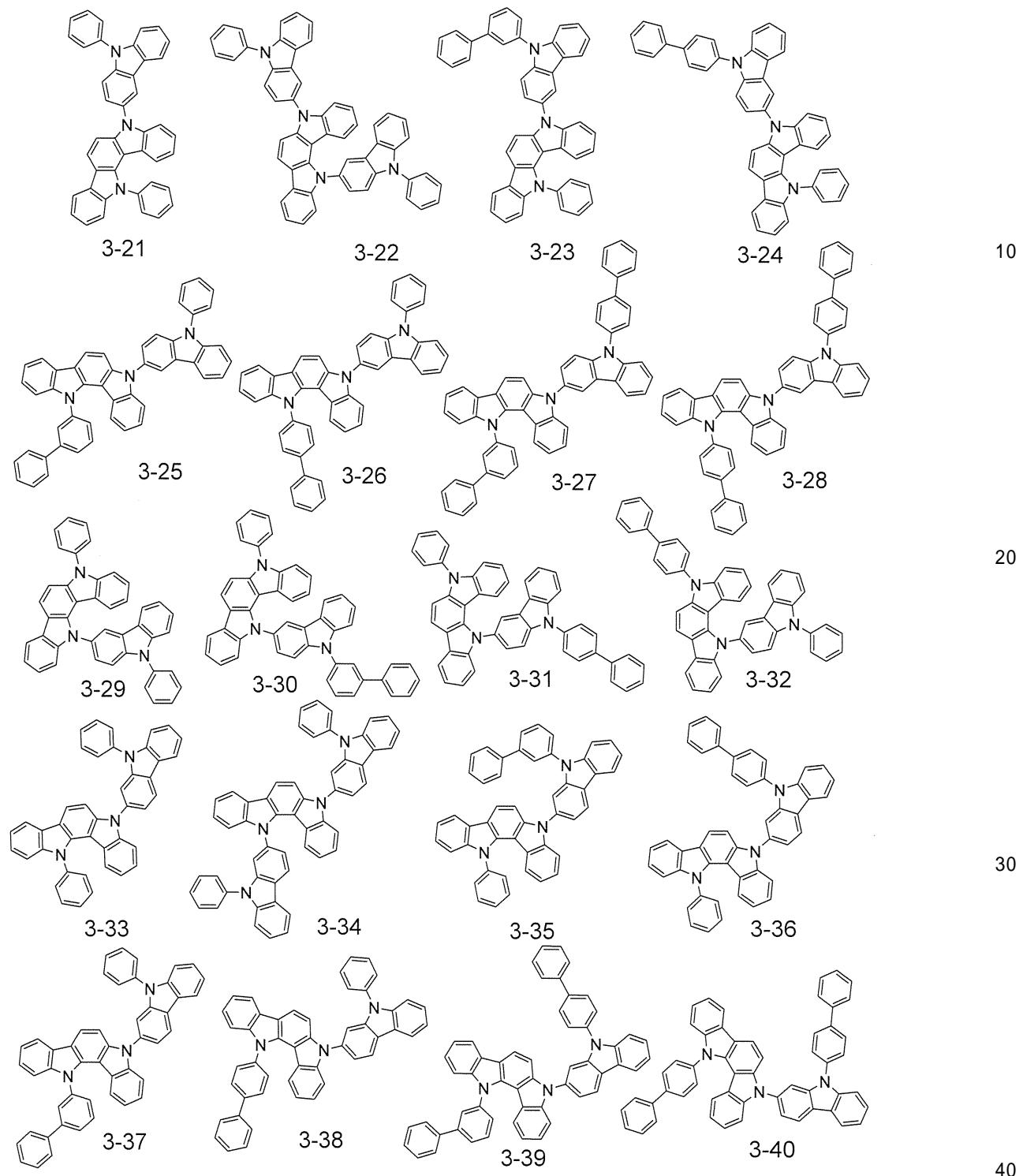
## 【0086】

50

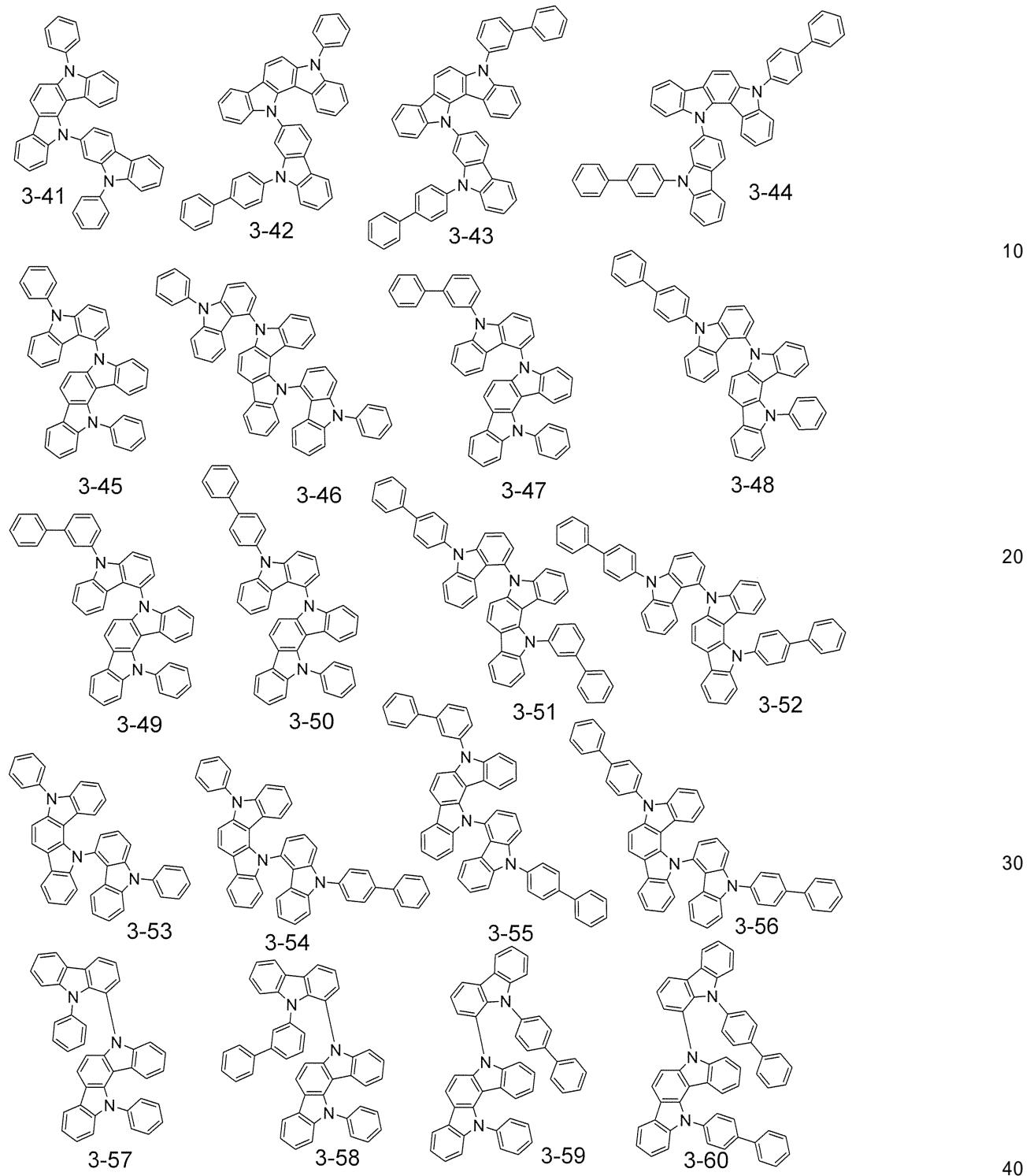
【化 4 0】



## 【化 4 1】

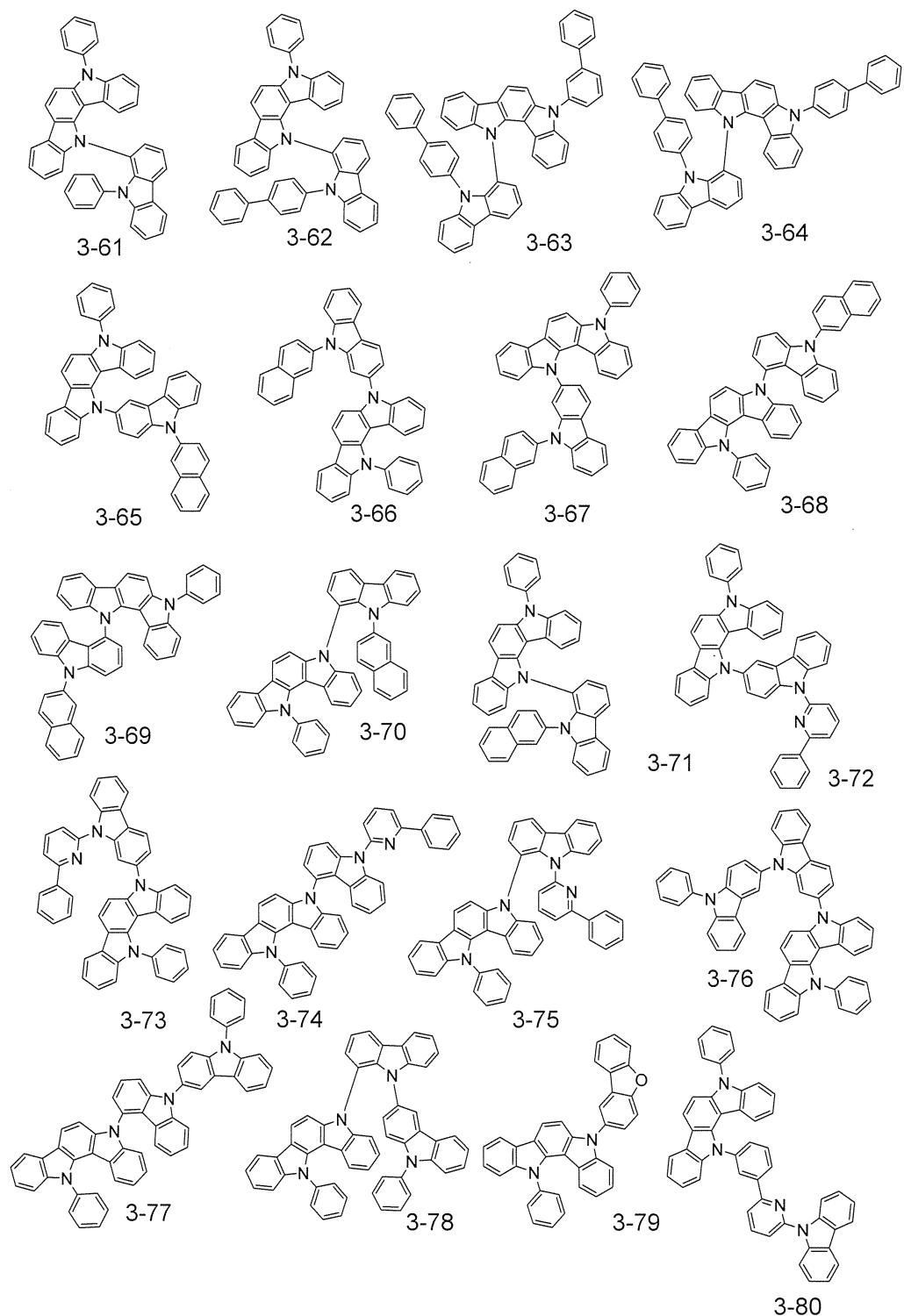


【化 4 2】

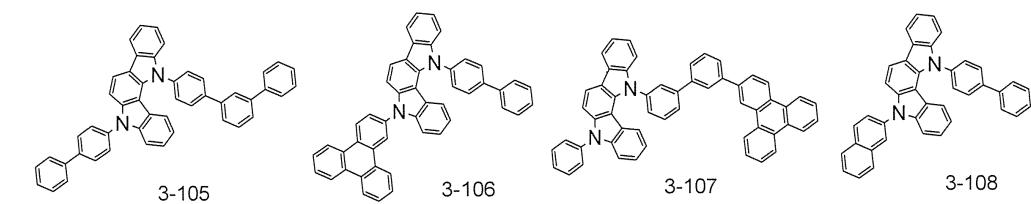
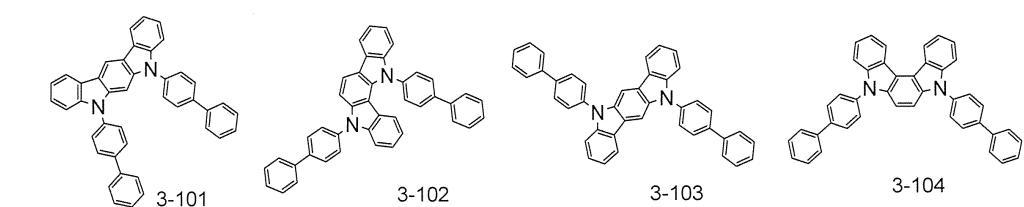
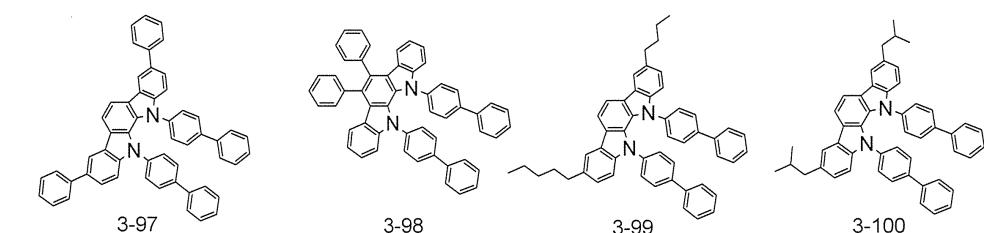
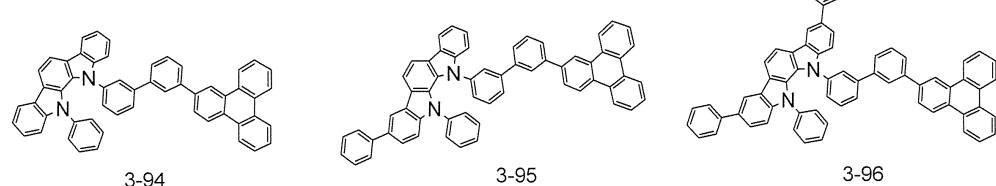
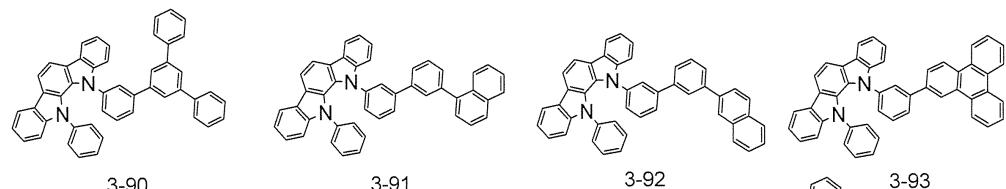
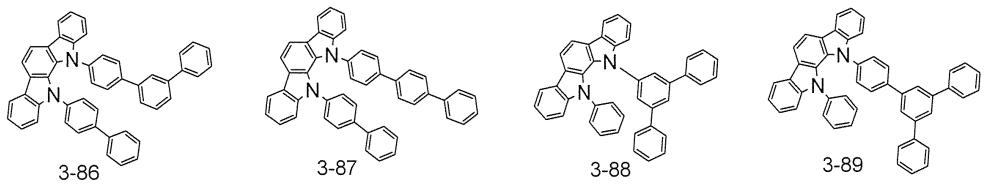
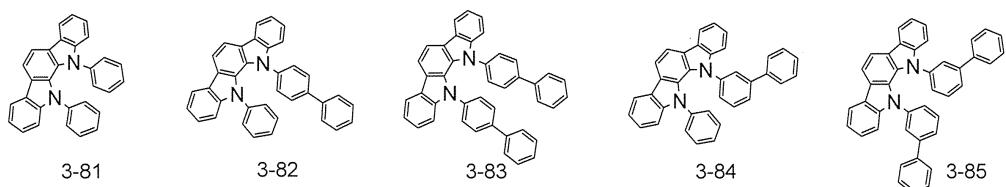


【0 0 8 7】

【化 4 3】



## 【化 4 4】



10

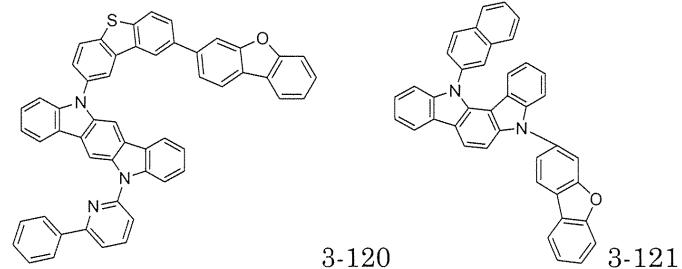
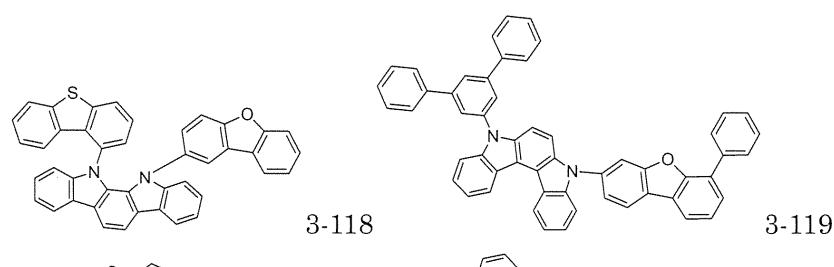
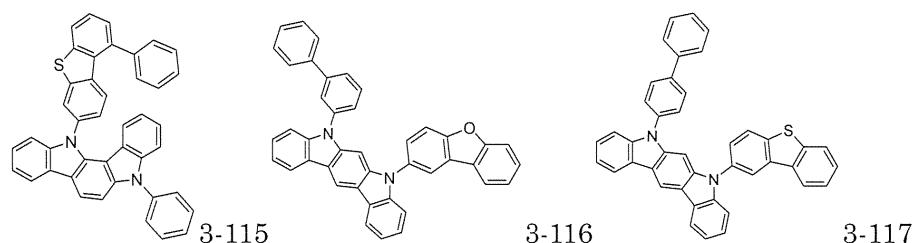
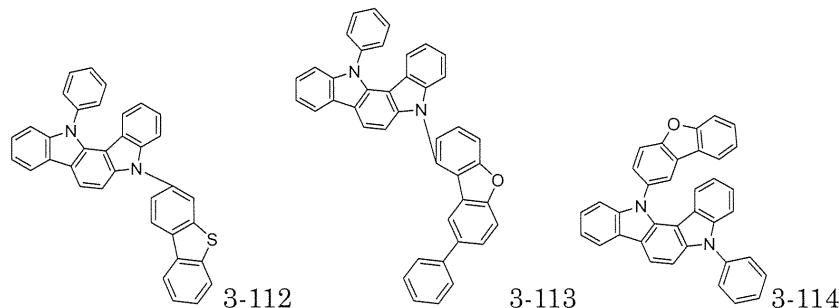
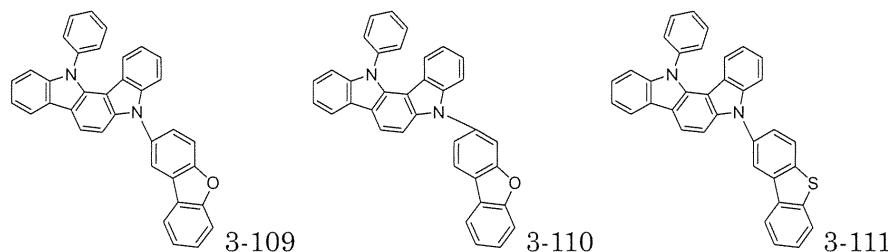
20

30

40

50

## 【化45】



## 【0088】

40

次に、上記一般式(4)について説明する。

一般式(4)において、 $Ar^{41}$ は置換若しくは未置換の炭素数6～30の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数3～17の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が2～5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6～10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の芳香族環が2～5個連結した置換若しくは未置換の連結芳香族基である。

## 【0089】

50

$Ar^{41}$ が未置換の芳香族炭化水素基、未置換の芳香族複素環基、又は未置換の連結芳香族基である場合の具体例としては、y価であること、及び連結芳香族基の場合2～5個の芳香族環が連結することを除いて、 $Ar^1$ 及び $Ar^{11}$ と同様である。好ましくは、ピリ

ジン、ピリミジン、トリアジン、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、ベンゼン、ナフタレン、又はこれらが2～5個連結して構成される化合物から生じる基である。

【0090】

$R^{41}$ は、それぞれ独立して、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6～30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が、カルバゾール基であることはない。有利にはカルバゾール環を含む基であることはない。好ましくは、炭素数1～6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3～17の芳香族複素環基である。

【0091】

$R^{41}$ が脂肪族炭化水素基である場合の具体例は、 $R^1$ の場合と同様である。

$R^{41}$ が未置換の芳香族炭化水素基又は芳香族複素環基である場合の具体例は、カルバゾールを含まない点を除いて、 $A^r$ 及び $A^{r1}$ の場合と同様である。

【0092】

$y$ は置換数で、1～4の整数を表す。好ましくは1又は2であり、より好ましくは1である。

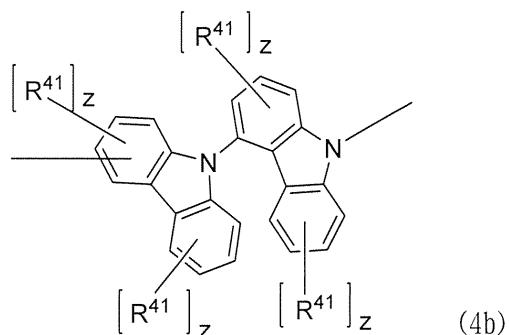
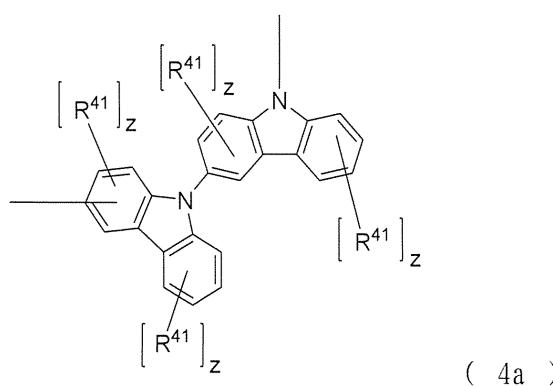
$x$ は繰り返し数であり、それぞれ独立して1～4の整数を表す。好ましくは、1～3である。しかし、少なくとも1つの $x$ は2～4の整数である。 $z$ は0～3の整数であるが、好ましくは0又は1である。

$x$ の総和（カルバゾリル基の総数）は2～12の整数であることができ、好ましくは2～9であり、より好ましくは2～6である。

【0093】

一般式(4)において、式中に少なくとも1つの下記式(4a)又は式(4b)で表される結合構造を有することが好ましい。カルバゾリル基間の全ての結合構造が式(4a)、又は式(4b)で表される結合構造であることがより好ましい。

【化46】



（ここで、 $R^{41}$ 及び $z$ は一般式(4)と同意である。）

【0094】

一般式(4)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。

【0095】

10

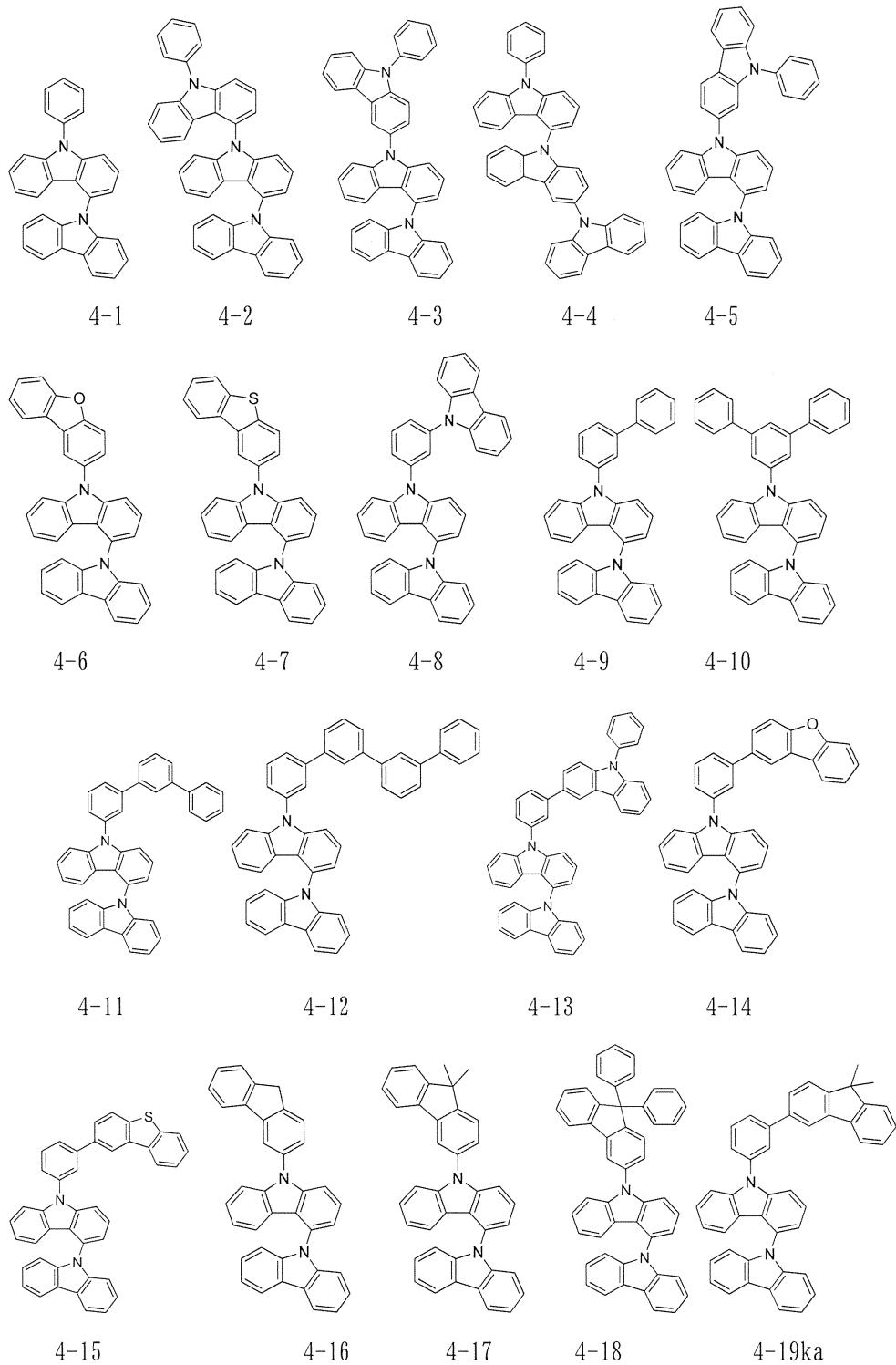
20

30

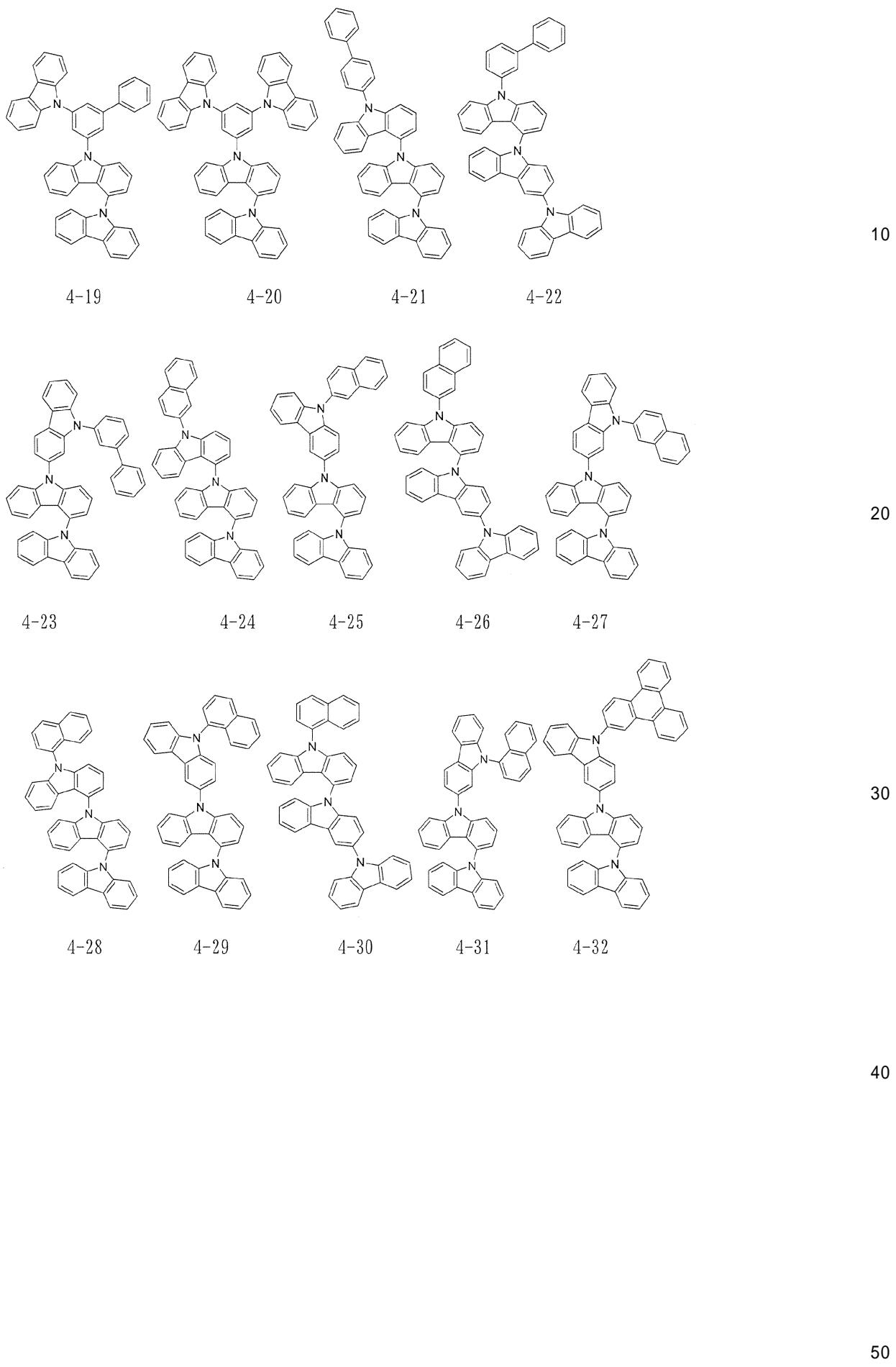
40

50

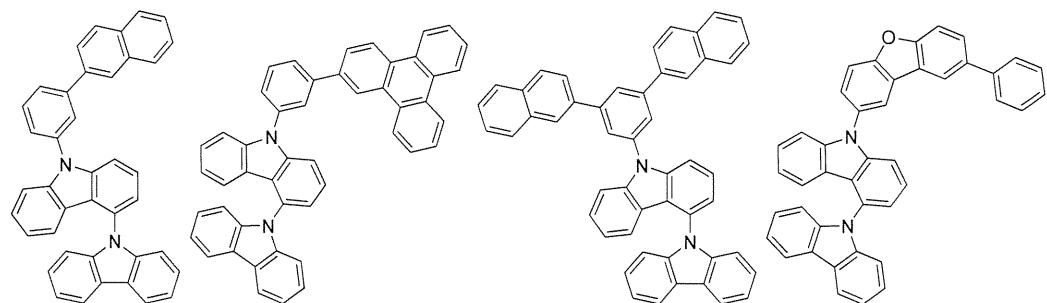
## 【化 4 7】



【化 4 8】



【化 4 9】



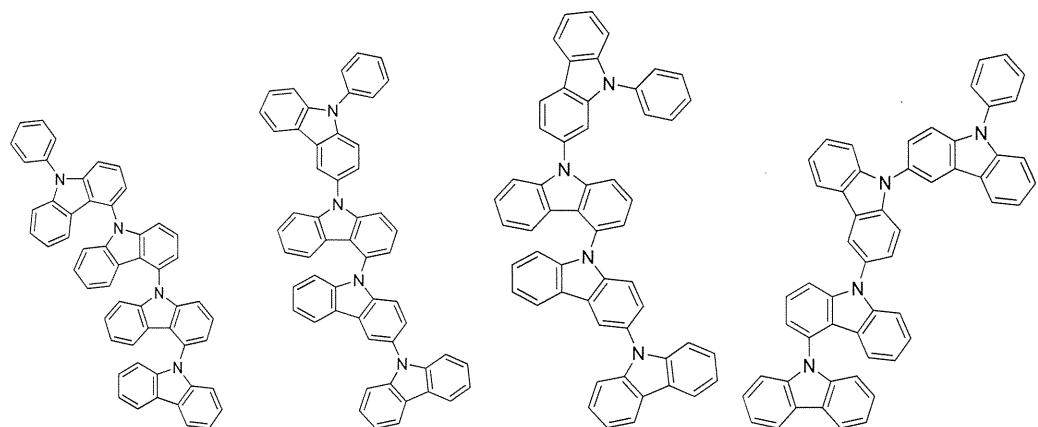
4-33

4-34

4-35

4-36

10



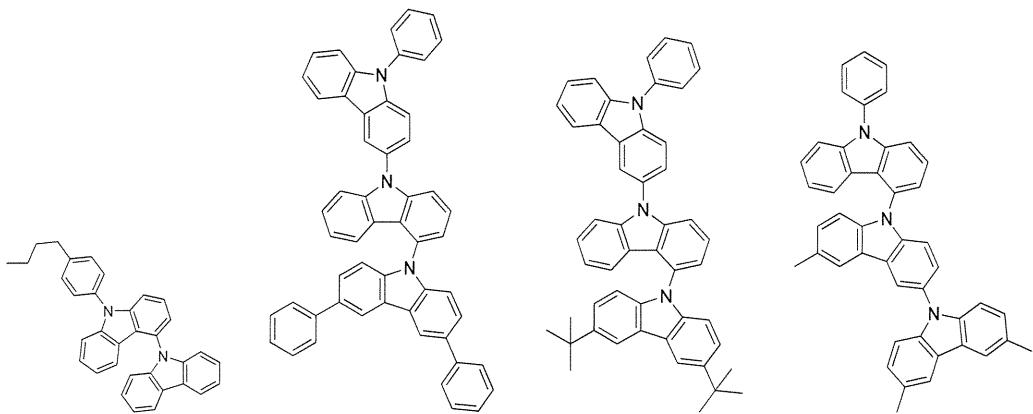
4-37

4-38

4-39

4-40

20



4-41

4-42

4-43

4-44

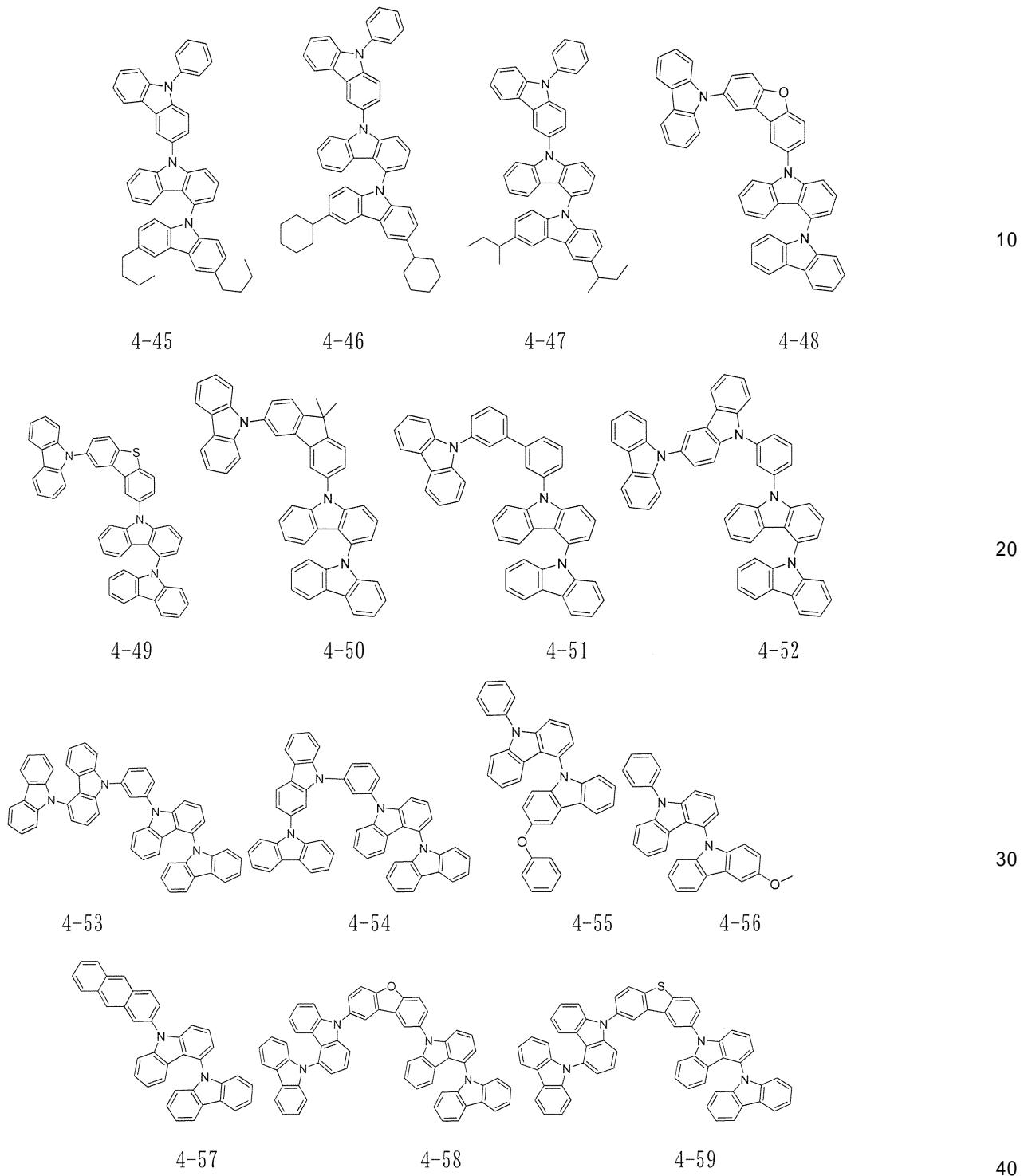
30

【 0 0 9 6 】

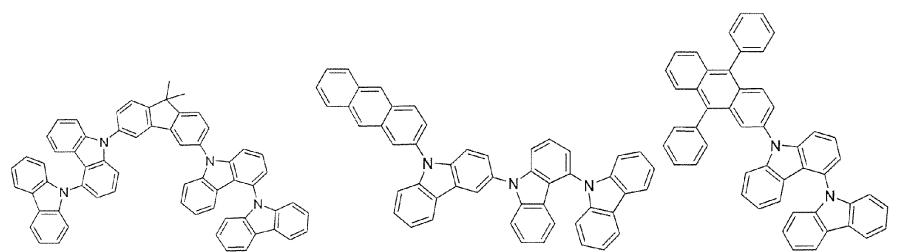
40

50

【化 5 0】



## 【化 5 2】

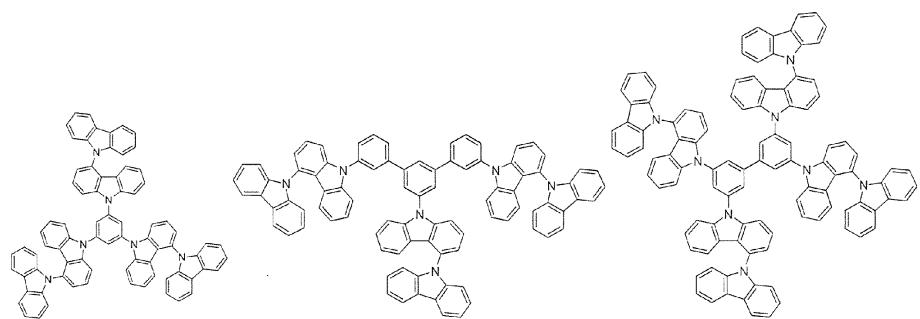


4-60

4-61

4-62

10

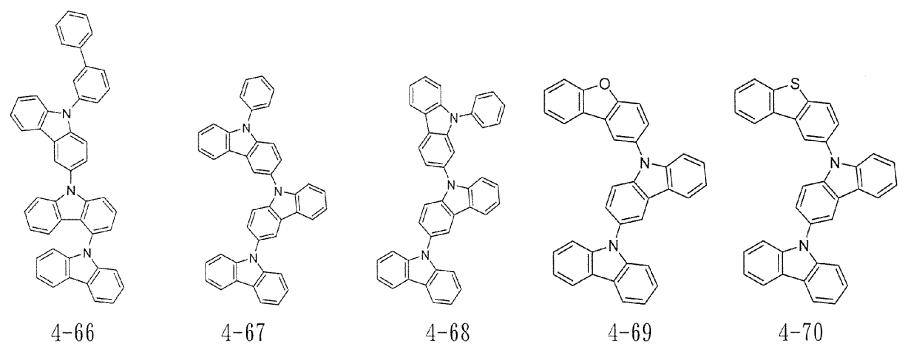


4-63

4-64

4-65

20



4-66

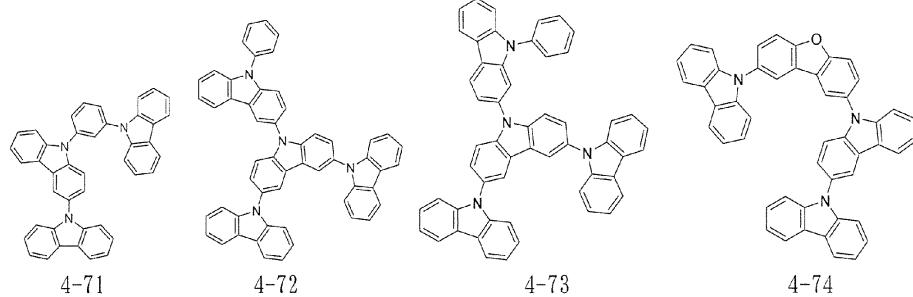
4-67

4-68

4-69

4-70

30



4-71

4-72

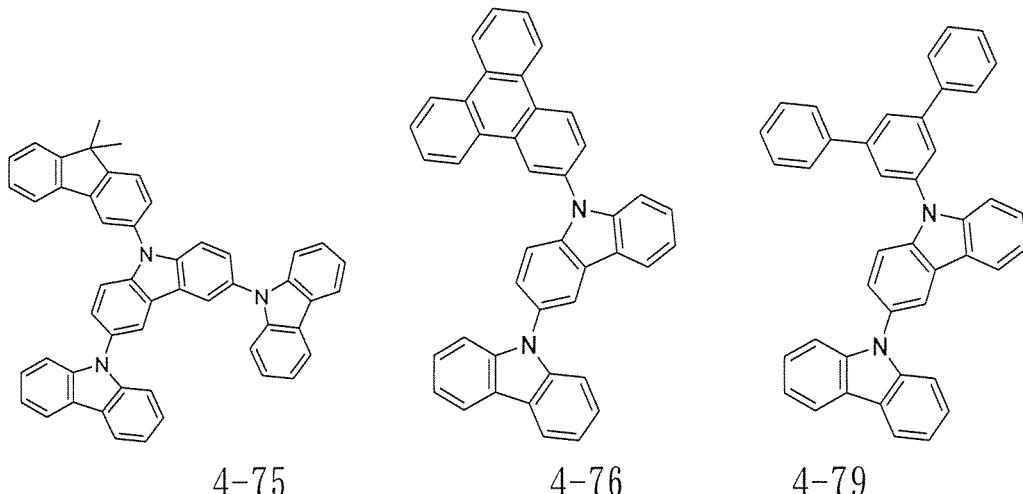
4-73

4-74

40

50

## 【化 5 3】



10

## 【0097】

第2ホスト材料について、好ましくは一般式(2)又は一般式(3)で表される化合物である。

## 【0098】

第3ホスト材料としては、上記一般式(5)で表される化合物が適する。好ましくは上記式(51)で表される化合物である。

## 【0099】

一般式(5)と式(51)において、共通する記号は同じ意味を有する。

環Dは式(5a)で表される複素環であり、環Dは隣接する環と任意の位置で縮合する。

R<sup>5</sup>は独立に、重水素、炭素数1～10の脂肪族炭化水素基、置換もしくは未置換の炭素数6～30の芳香族炭化水素基、又は置換も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、水素、炭素数1～6の脂肪族炭化水素基、置換も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もしくは未置換の炭素数3～10の芳香族複素環基である。

30

## 【0100】

R<sup>5</sup>が脂肪族炭化水素基である場合の具体例としては、R<sup>1</sup>と同様である。

R<sup>5</sup>が未置換の炭素数6～30の芳香族炭化水素基、炭素数3～17の芳香族複素環基、又はこれらの芳香族環が2～5個連結した置換もしくは未置換の連結芳香族基である場合の具体例としては、2～5個の芳香族環が連結することを除いて、Ar<sup>1</sup>及びAr<sup>11</sup>の場合と同様である。

## 【0101】

p, r, 及びsは、置換数を表し、各々独立して0～4の整数を表す。好ましくは0～3の整数であり、さらに好ましくは0～2である。qは0～2の整数を表し、好ましくは0～1の整数である。

40

## 【0102】

Ar<sup>5</sup>、Ar<sup>51</sup>は独立に、置換もしくは未置換の炭素数6～30の芳香族炭化水素基、置換も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2～7個連結した置換もしくは未置換の連結芳香族基を表す。好ましくは置換もしくは未置換の炭素数6～10の芳香族炭化水素基、置換も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2～7個連結した置換もしくは未置換の連結芳香族基である。

## 【0103】

Ar<sup>5</sup>及びAr<sup>51</sup>が未置換の芳香族炭化水素基、未置換の連結芳香族基、及び未置換の連結芳香族基である場合の具体例としては、Ar<sup>1</sup>及びAr<sup>11</sup>の場合と同様である。好ましくは、ピリジン、ピリミジン、トリアジン、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、カル

50

バゾール、ベンゼン、ナフタレン、又はこれらが2～7個連結して構成される化合物から生じる基である。

【0104】

$L^5$  及び  $L^{51}$  は、独立に置換若しくは未置換の炭素数6～30の芳香族炭化水素基、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、少なくとも一方は芳香族複素環基である。好ましくは、 $L^5$  及び  $L^{51}$  の少なくとも一方が、置換若しくは未置換の含窒素6員環または含窒素6員環が縮重した置換若しくは未置換の縮環芳香族複素環基である。

【0105】

未置換の含窒素6員環、又は含窒素6員環を含む未置換の縮環芳香族複素環基の具体例としては、ピリジン、ピリミジン、トリアジン、キノリン、イソキノリン、キノキサリン、ナフチリジン、又はフェナジンが挙げられる。

10

【0106】

未置換の芳香族炭化水素基、又は芳香族複素環基の具体例としては、 $r+1$ 価又は $s+1$ 価であることを除いて、 $A^{r1}$  及び  $A^{r11}$  がこれらである場合と同様である。好ましくは、ピリジン、ピリミジン、トリアジン、キノリン、イソキノリン、キノキサリン、ナフチリジン、フェナジン、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、カルバゾール、ベンゼン、又はナフタレンから生じる基である。

【0107】

一般式(5)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。

20

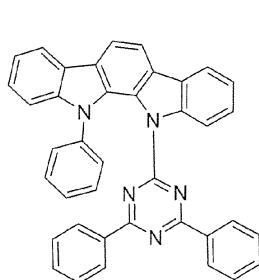
【0108】

30

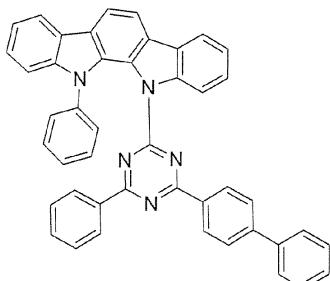
40

50

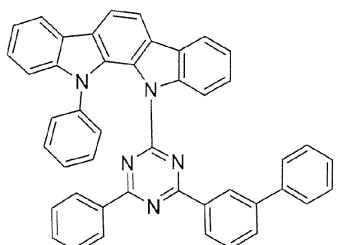
## 【化 5 4】



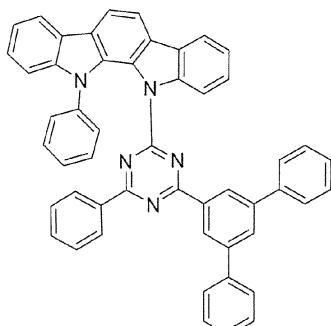
5-1



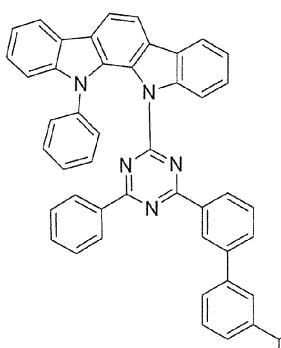
5-2



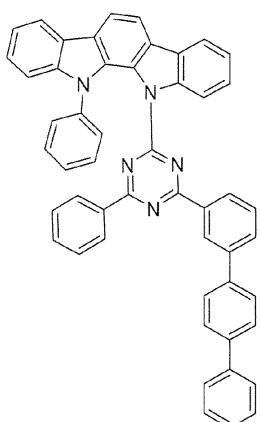
5-3



5-4



5-5



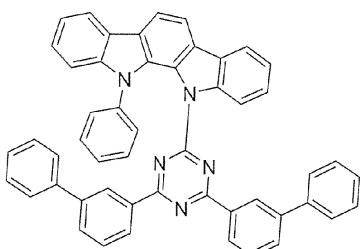
5-6

10

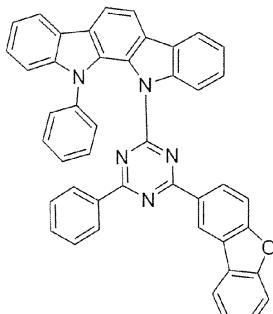
20

30

## 【化 5 5】

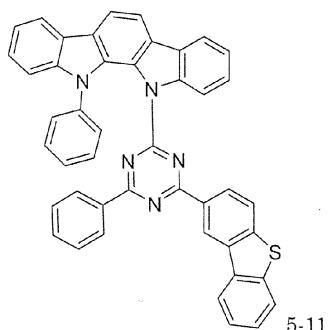


5-7



5-8

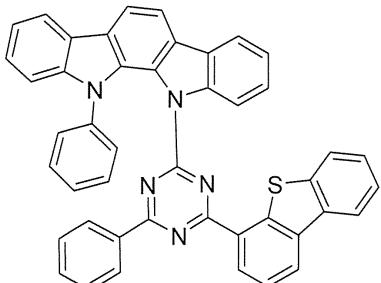
40



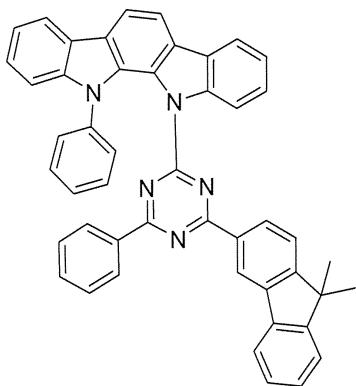
5-11

50

【化 5 6】

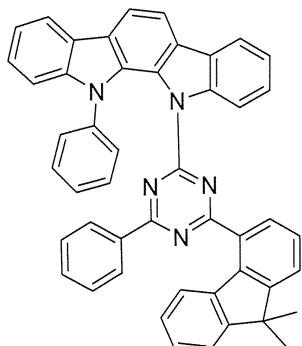


5-12

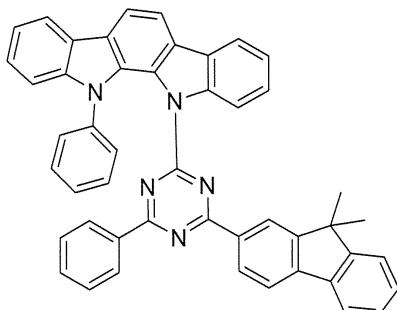


5-13

10

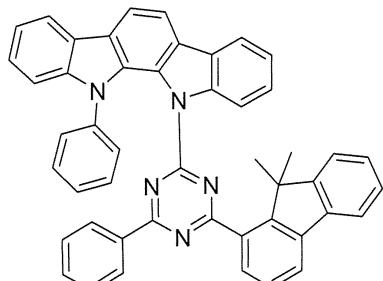


5-14



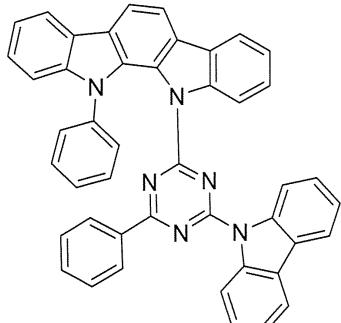
5-15

20

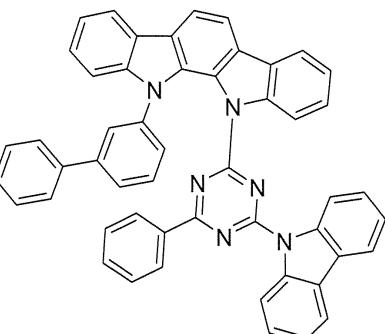


5-16

30



5-17



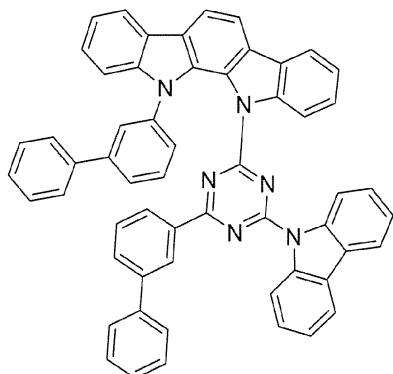
5-18

40

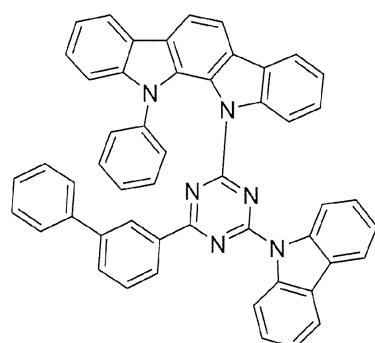
【0109】

50

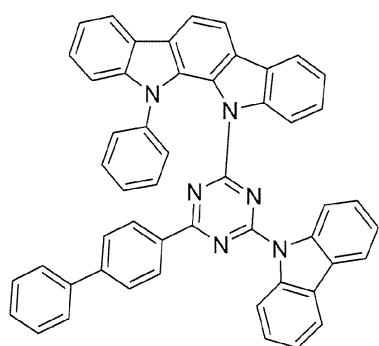
## 【化 5 7】



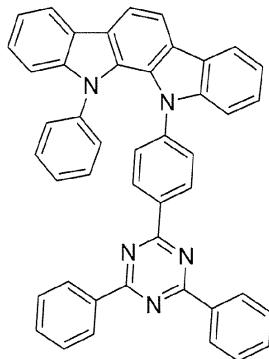
5-19



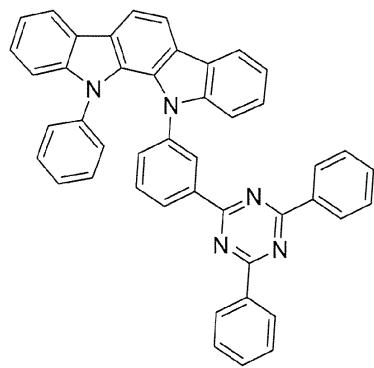
5-20



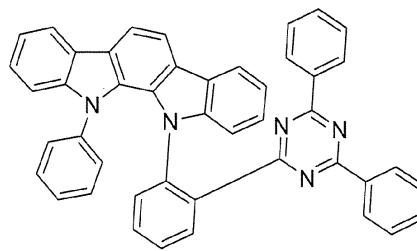
5-21



5-22



5-23



5-24

10

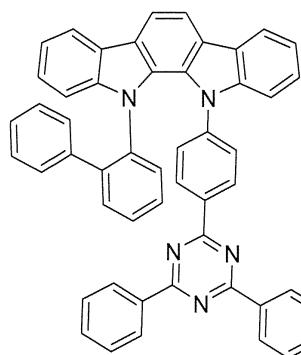
20

30

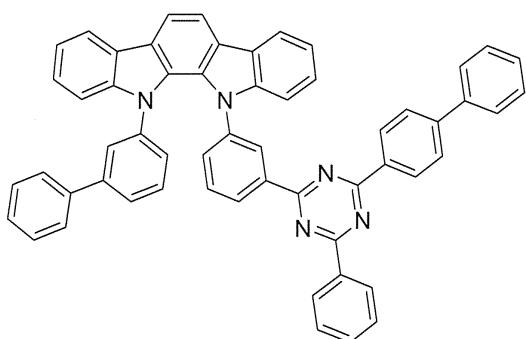
40

50

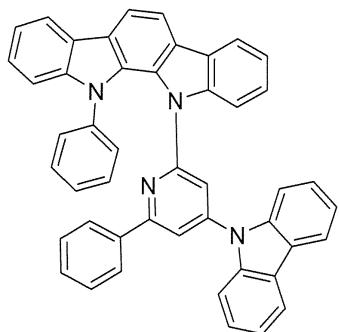
【化 5 8】



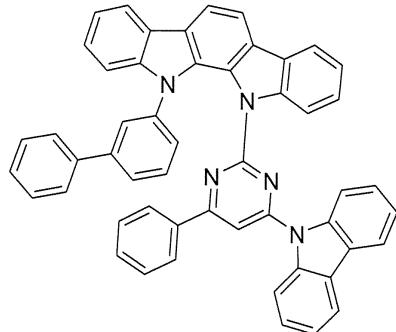
5-25



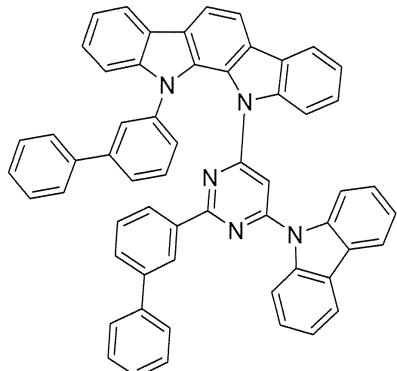
5-26



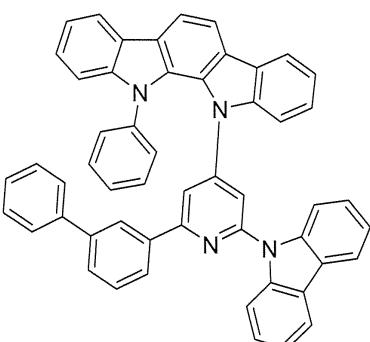
5-27



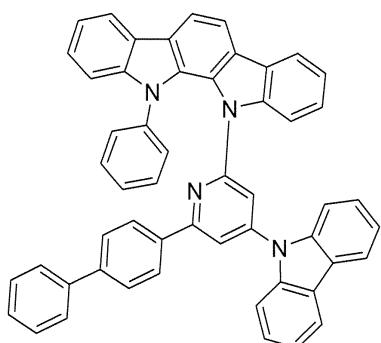
5-28



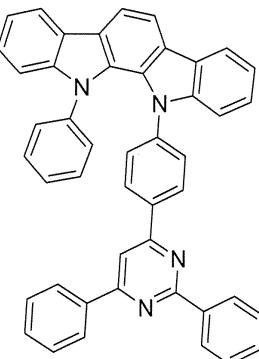
5-29



5-30



5-31



5-32

10

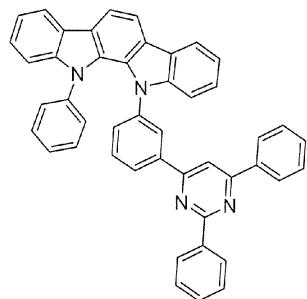
20

30

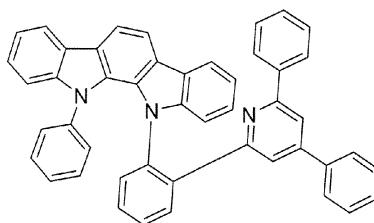
40

50

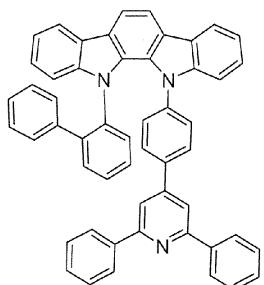
【化 5 9】



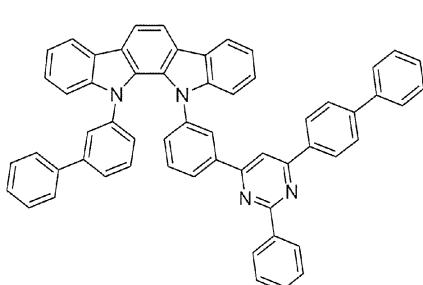
5-33



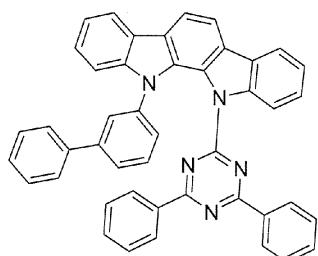
5-34



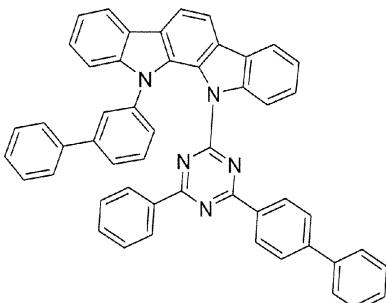
5-35



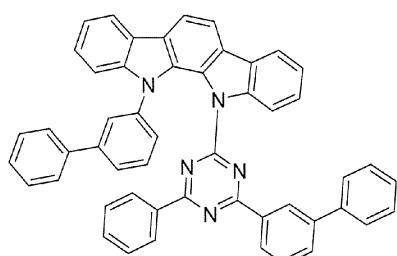
5-36



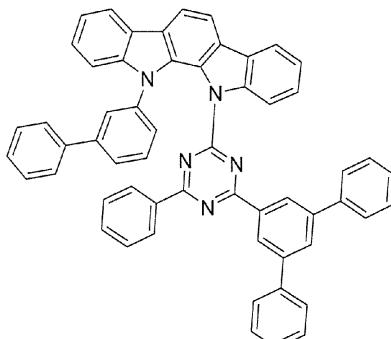
5-37



5-38



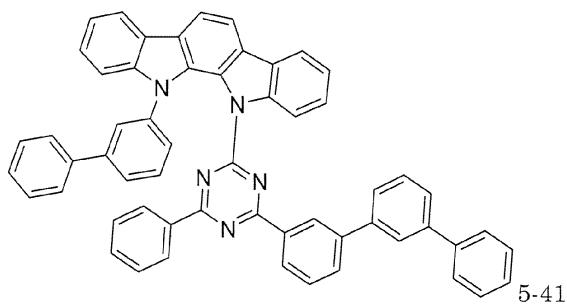
5-39



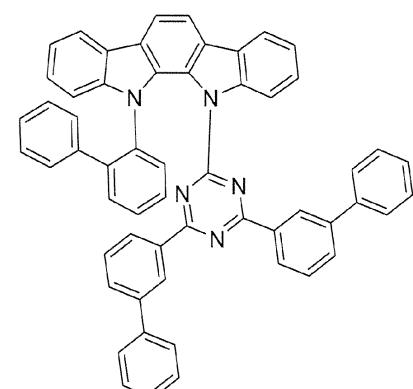
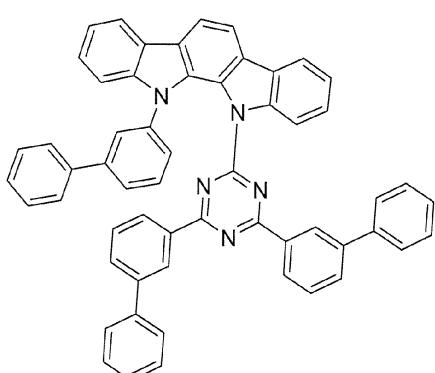
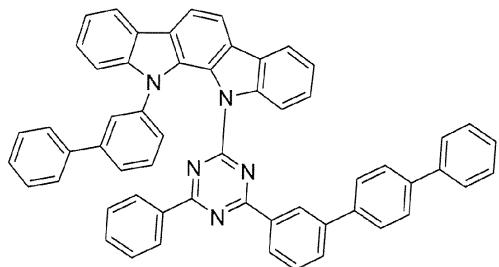
5-40

【0110】

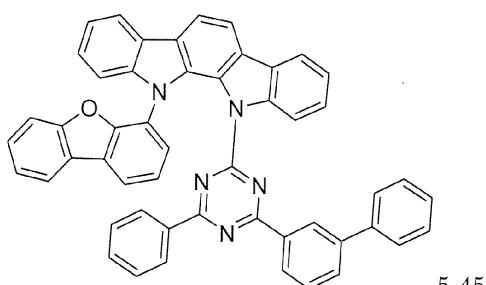
【化 6 0】



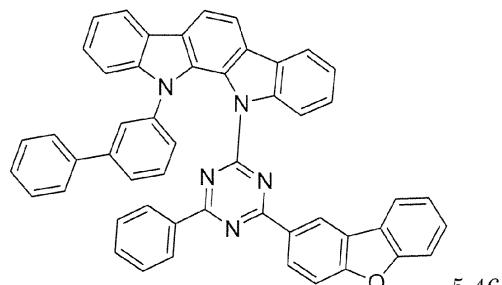
10



20



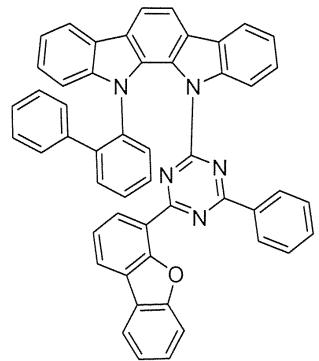
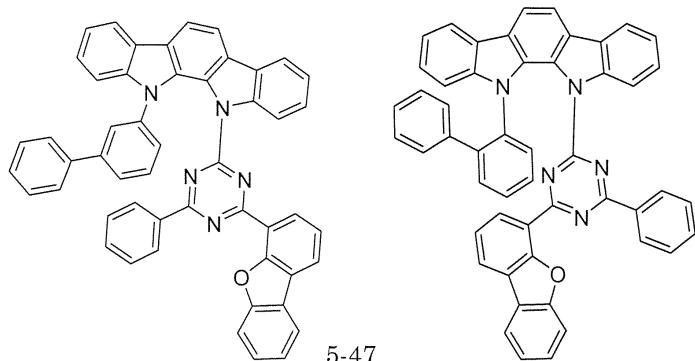
30



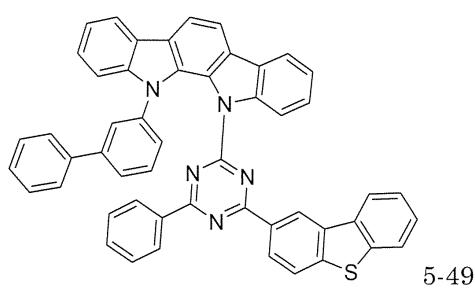
40

50

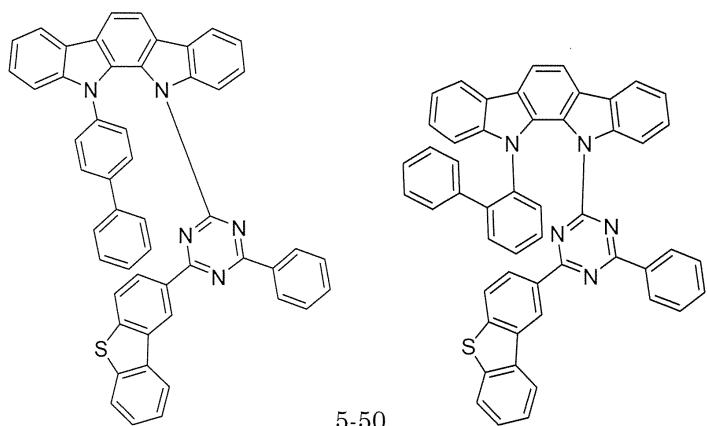
【化 6 1】



10

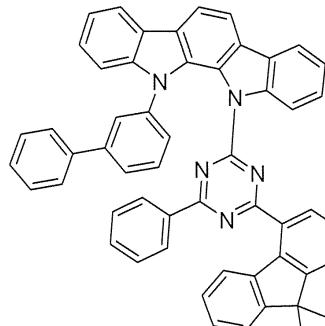
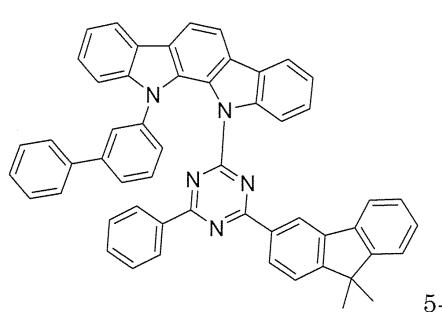


20



5-51

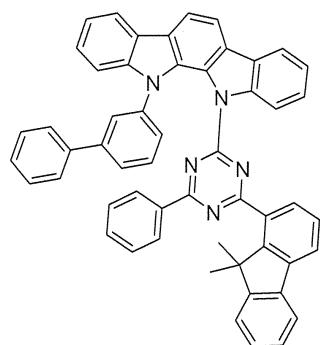
30



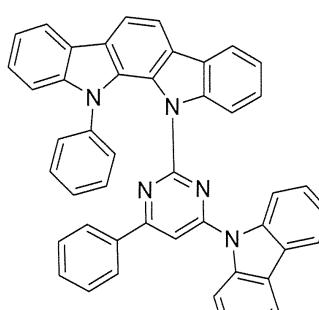
40

50

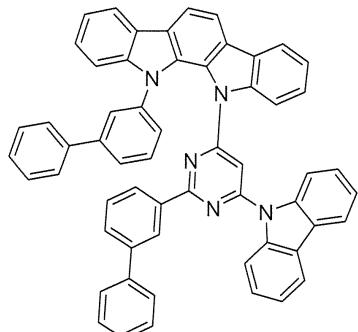
【化 6 2】



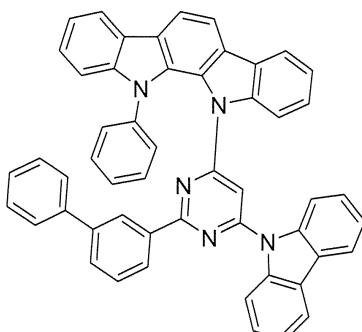
5-54



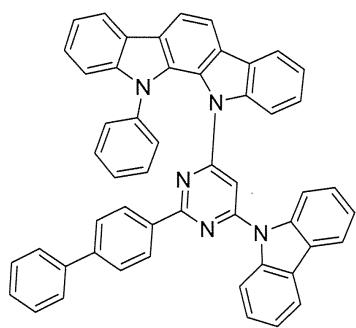
5-55



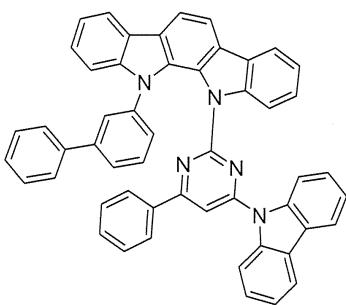
5-56



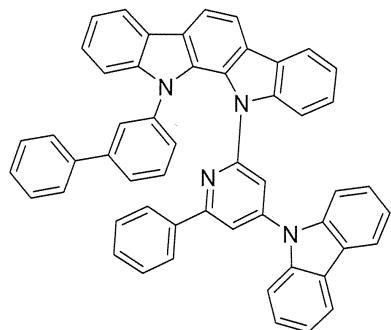
5-57



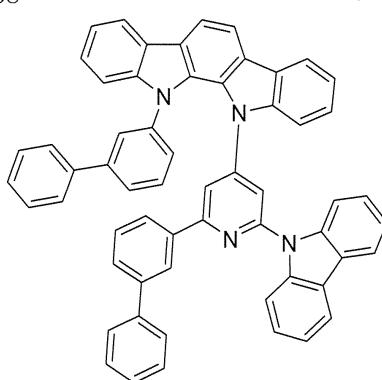
5-58



5-59



5-60



5-61

10

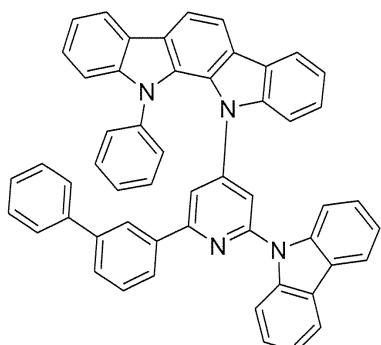
20

30

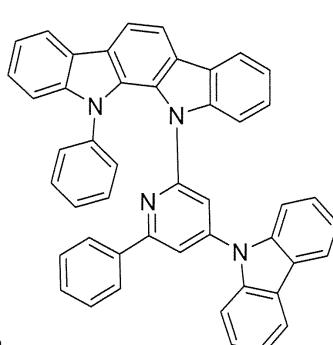
40

【0 1 1 1】

【化 6 3】

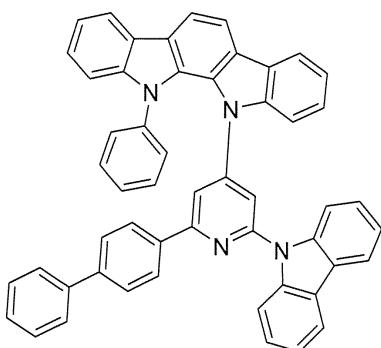


5-62

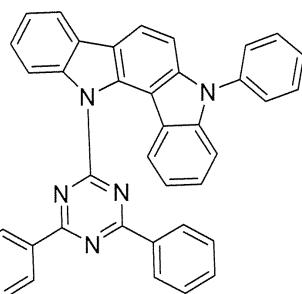


5-63

10

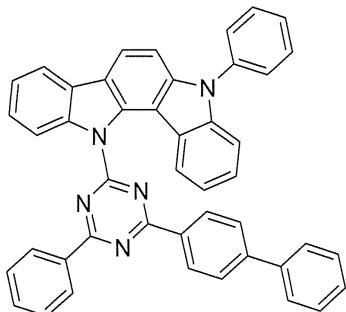


5-64

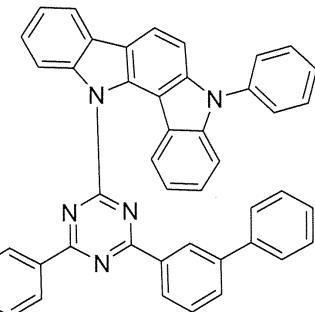


5-65

20

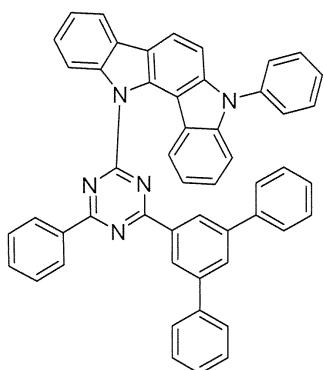


5-66

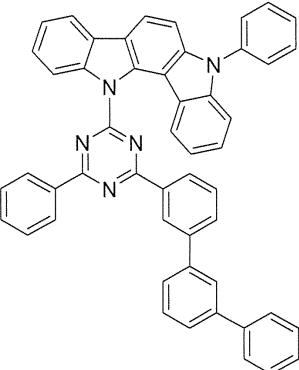


5-67

30



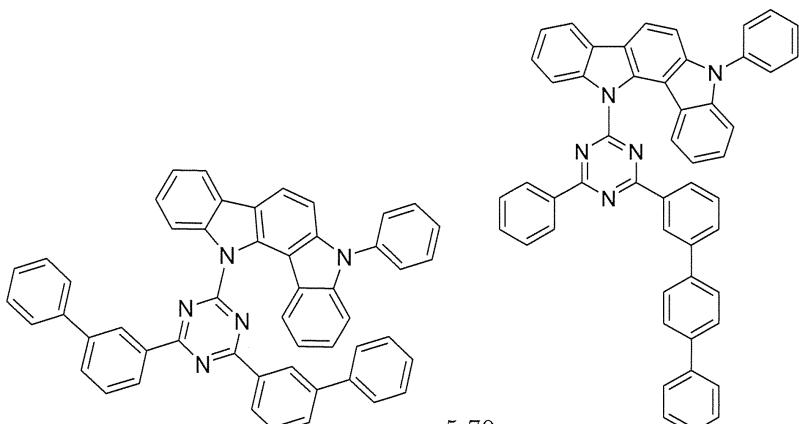
5-68



5-69

40

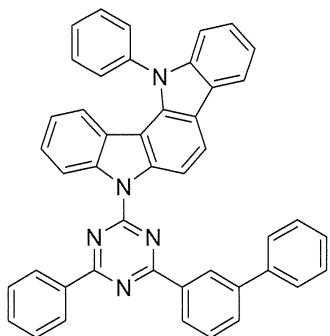
【化 6 4】



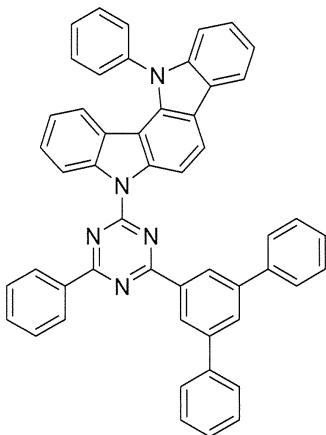
10

5-70

5-71

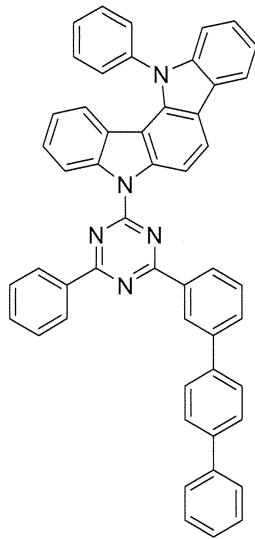


5-72

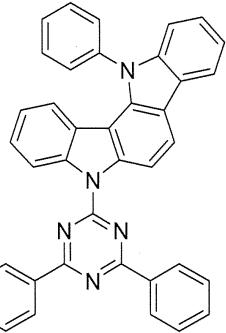


20

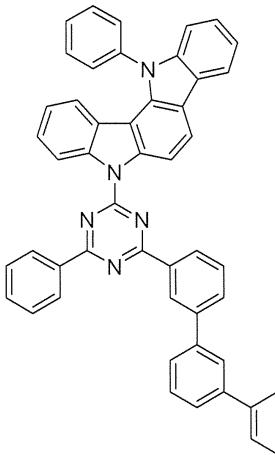
5-72b



5-73



5-74



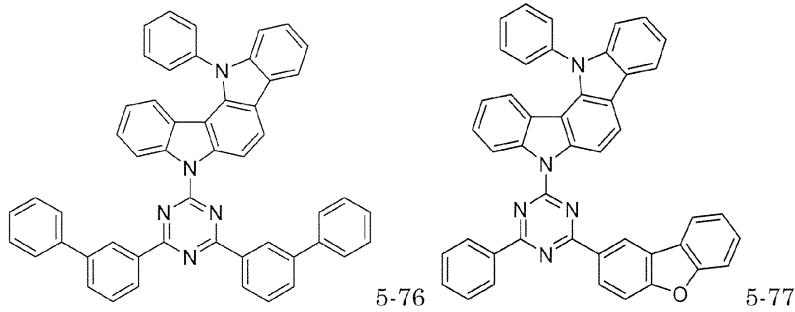
5-75

30

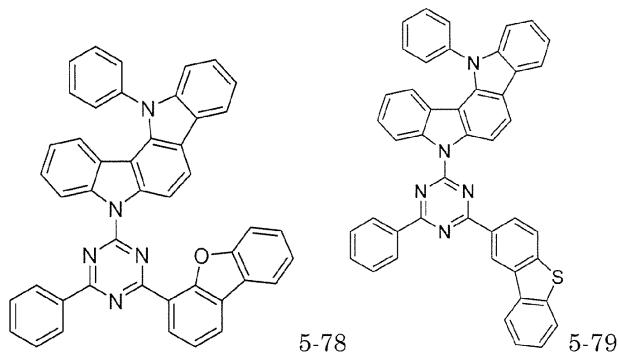
40

50

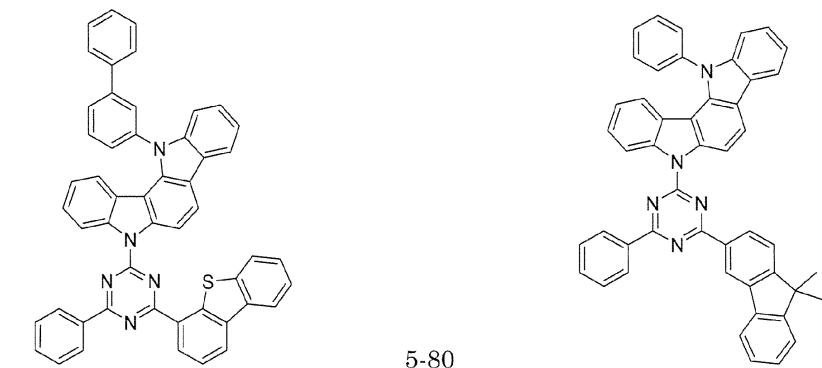
【化 6 5】



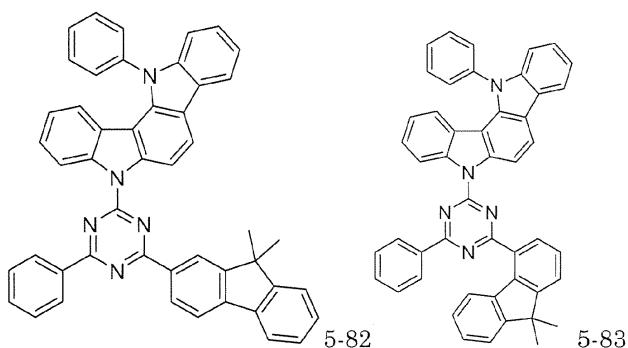
10



20



30

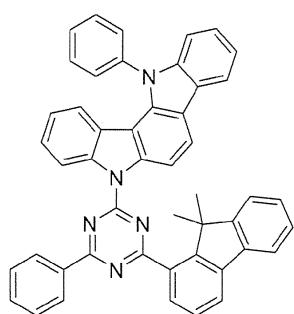


40

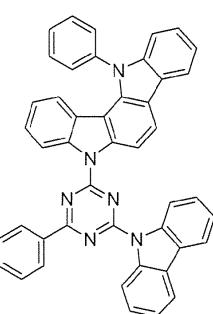
【0 1 1 2】

50

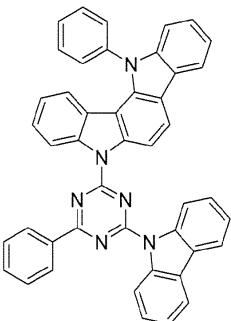
## 【化 6 6】



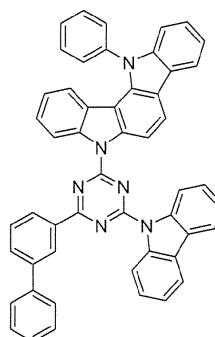
5-84



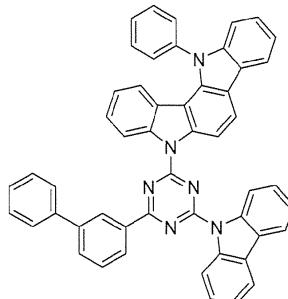
5-85



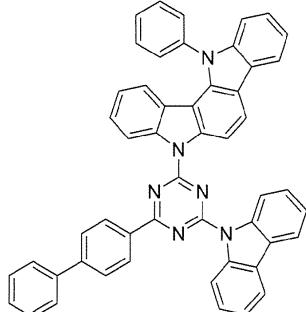
5-86



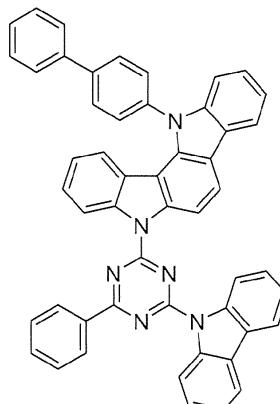
5-87



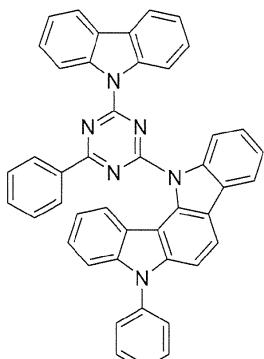
5-88



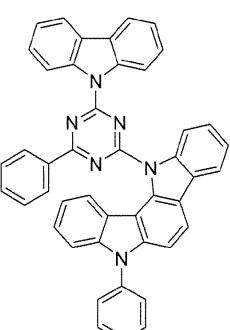
5-89



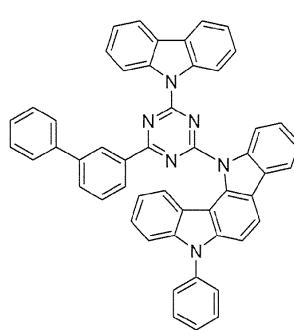
5-90



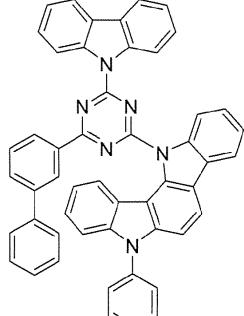
5-91



5-92



5-93



5-94

10

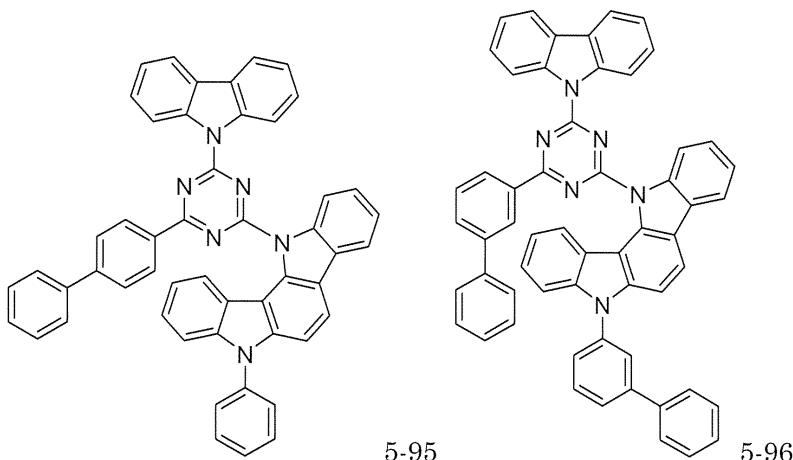
20

30

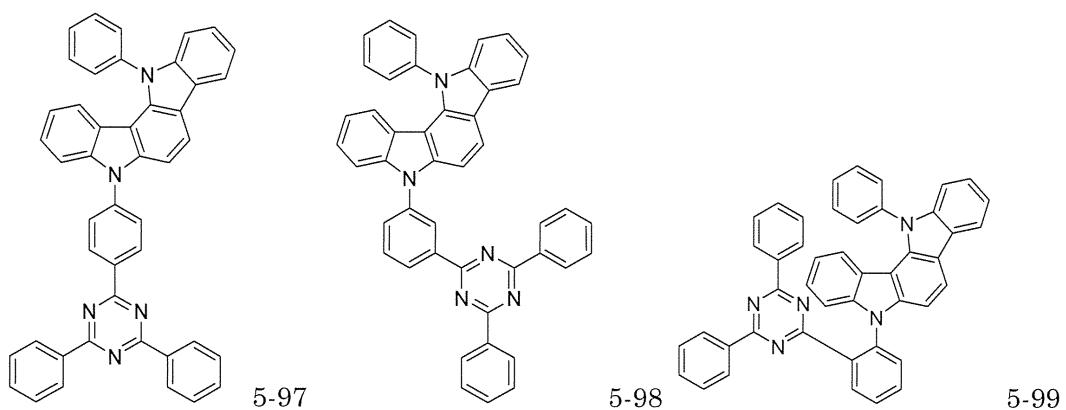
40

50

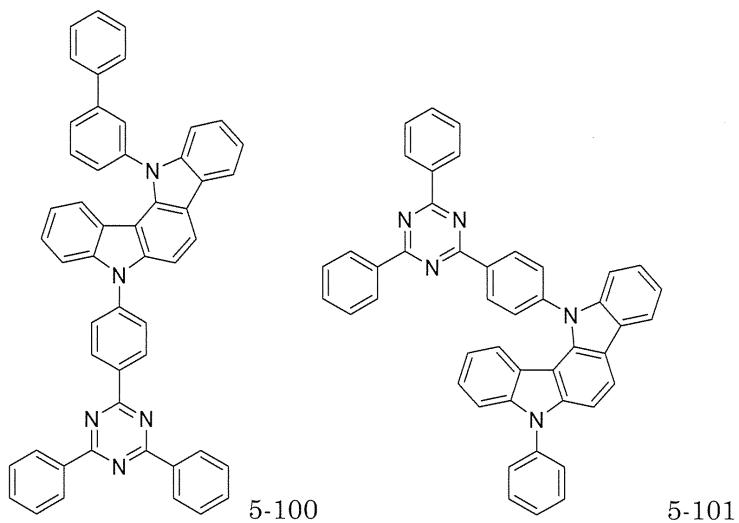
【化 6 7】



10



20

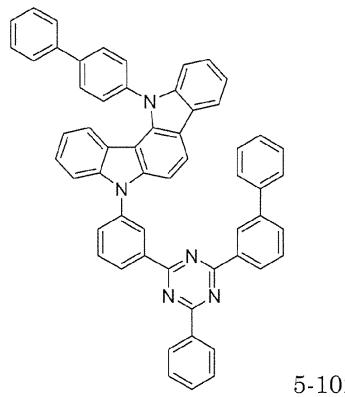


30

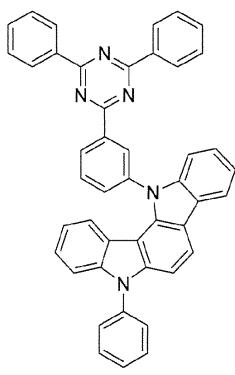
40

50

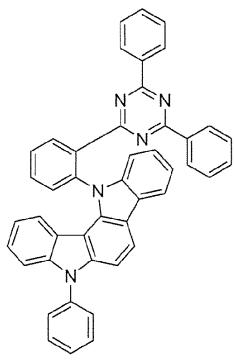
【化 6 8】



5-102

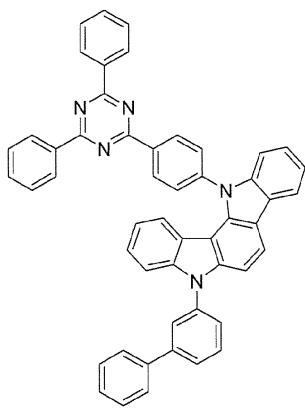


5-103

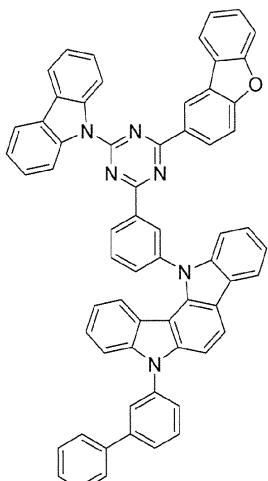


5-104

10

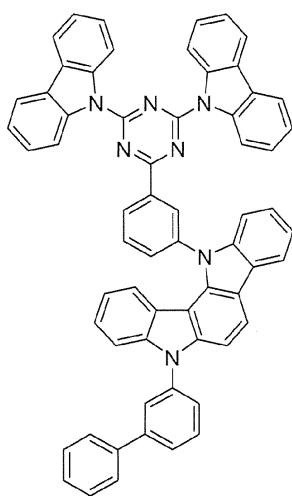


5-105

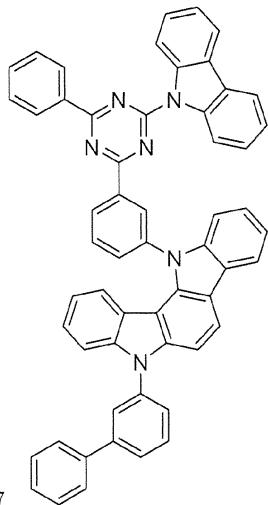


5-106

20



5-107



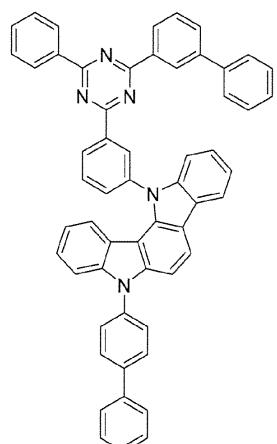
5-108

30

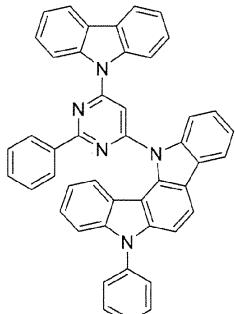
〔 0 1 1 3 〕

40

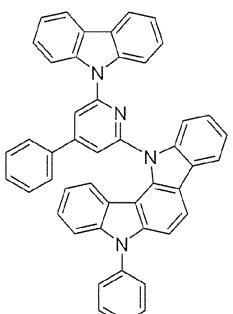
## 【化 6 9】



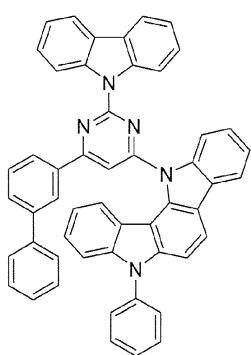
5-109



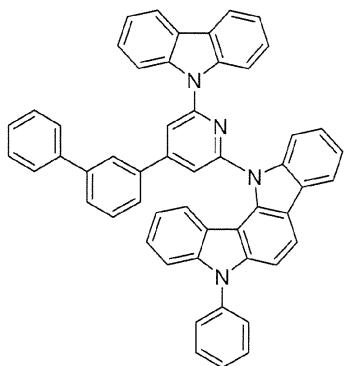
5-110



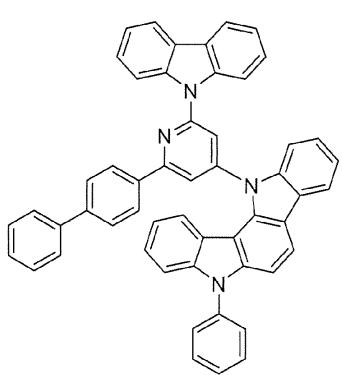
5-111



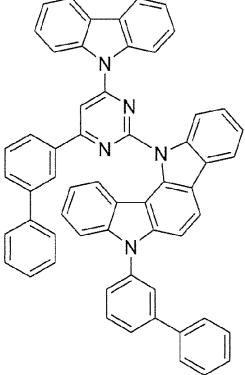
5-112



5-113



5-114



5-115

10

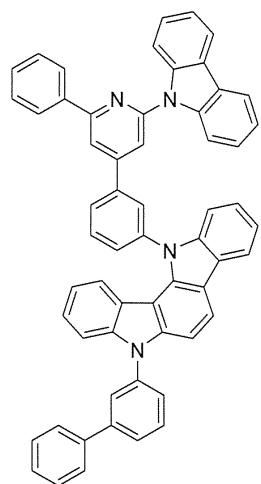
20

30

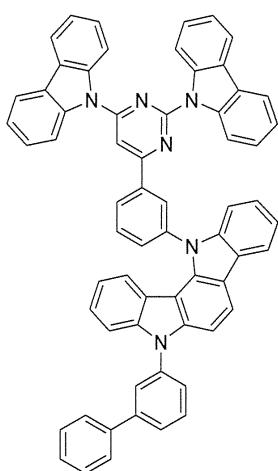
40

50

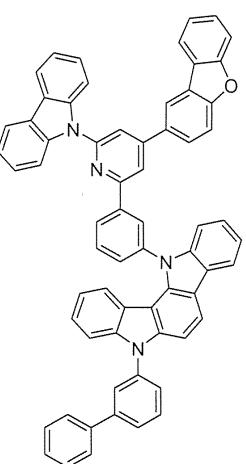
【化 7 0】



5-116

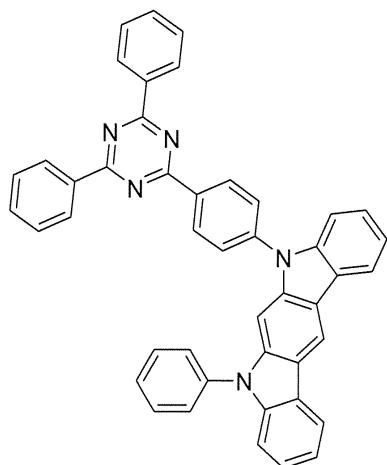


5-117

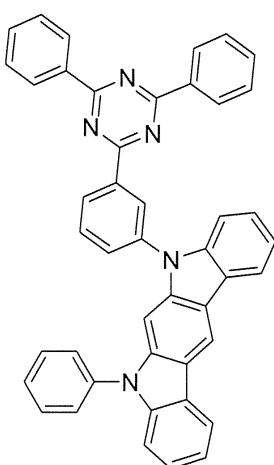


5-118

10

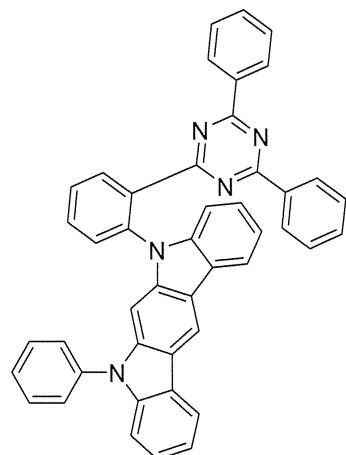


5-119

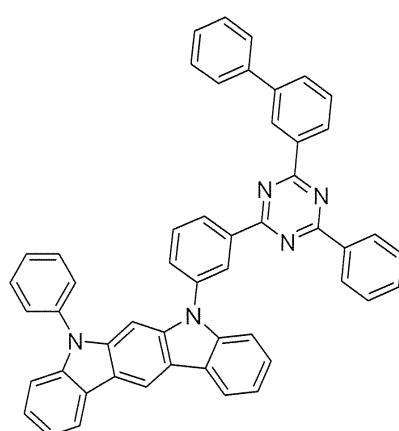


5-120

20



5-121



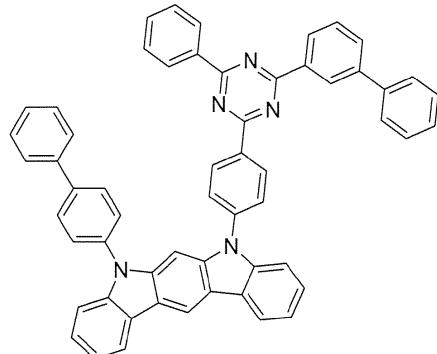
5-122

30

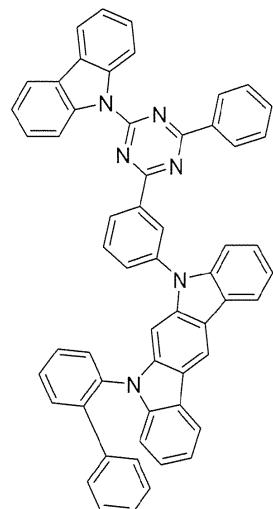
40

50

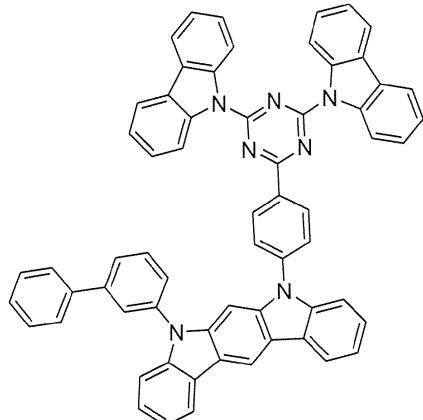
【化 7 1】



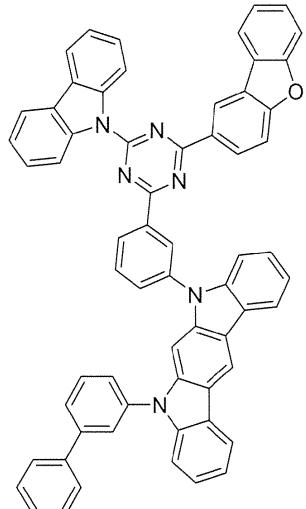
5-123



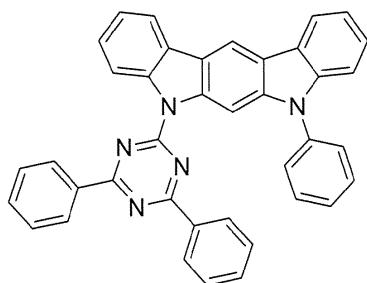
5-124



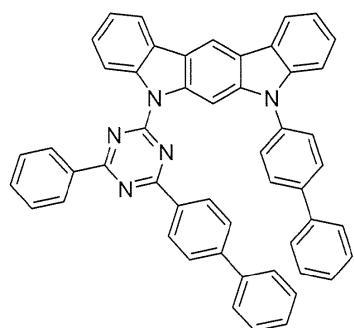
5-125



5-126



5-127



5-128

10

20

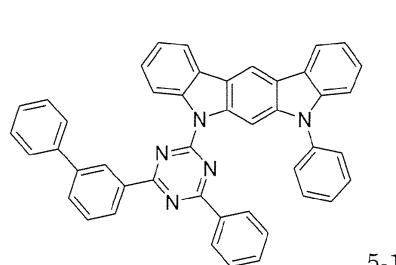
30

40

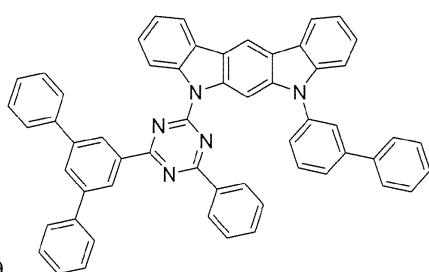
【0 1 1 4】

50

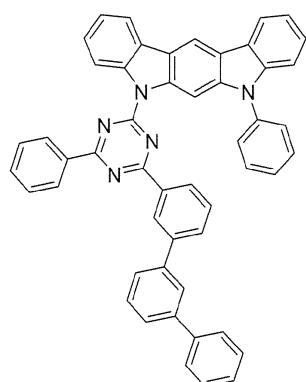
【化 7 2】



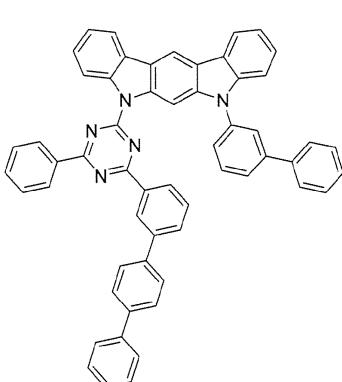
5-129



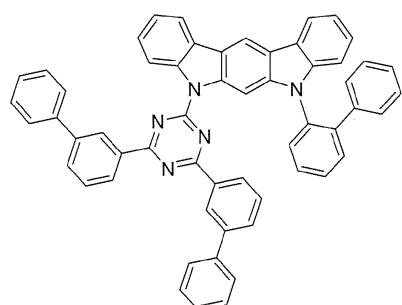
5-130



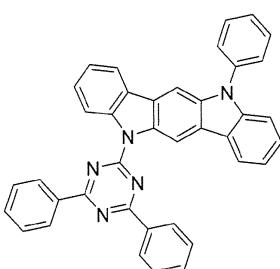
5-131



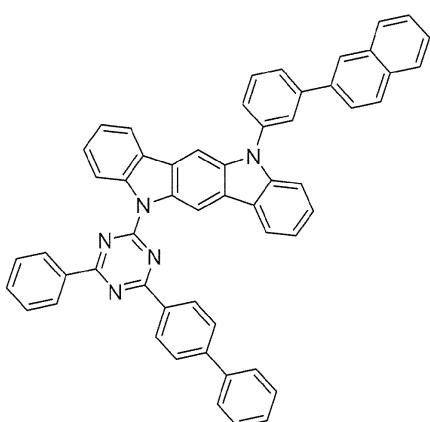
5-132



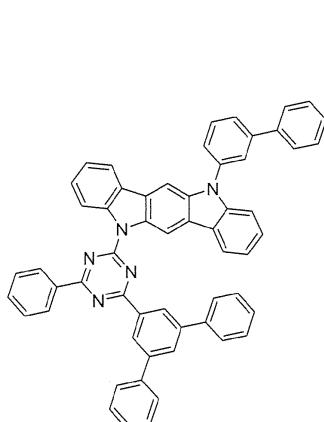
5-133



5-134



5-135



5-136

10

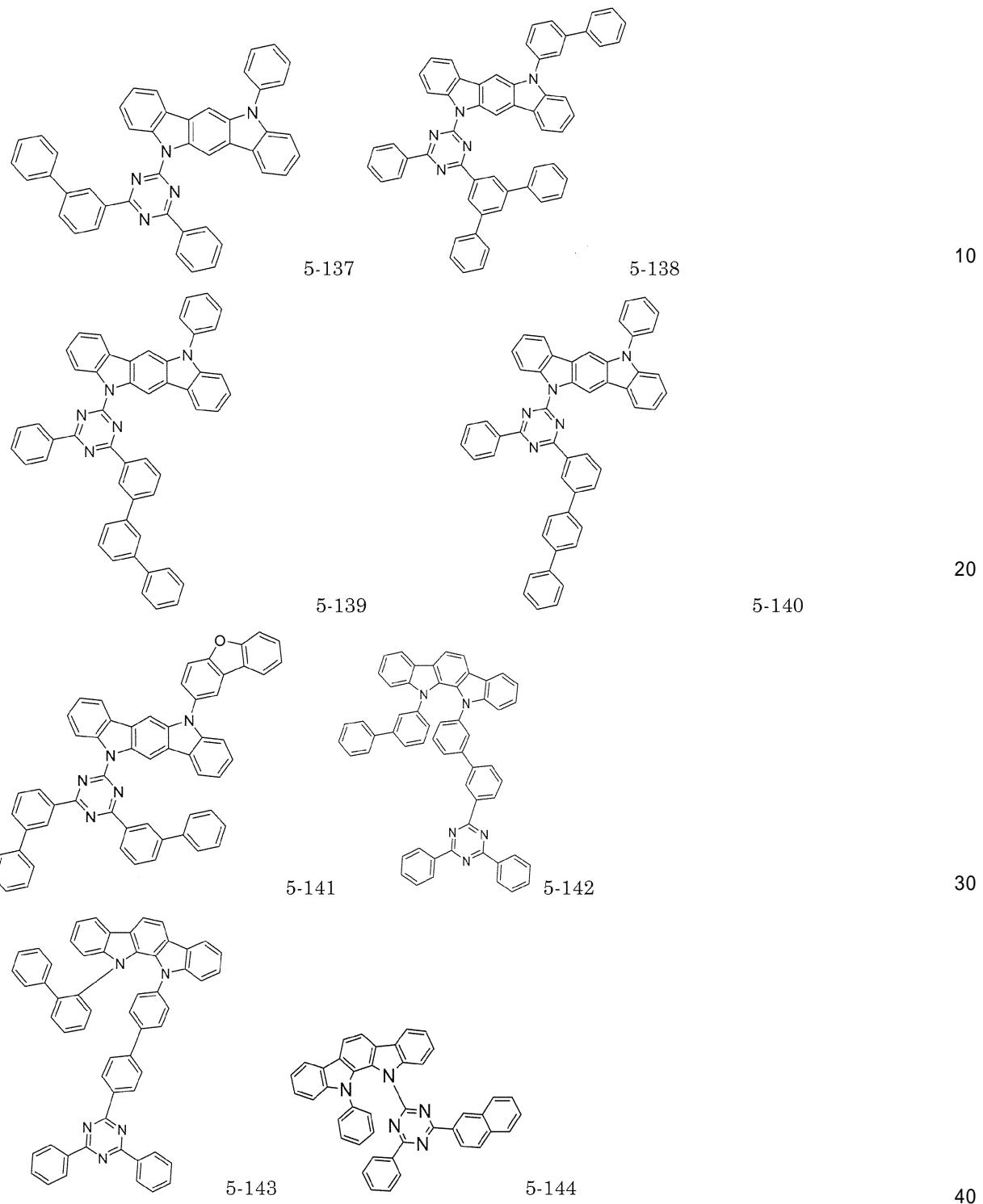
20

30

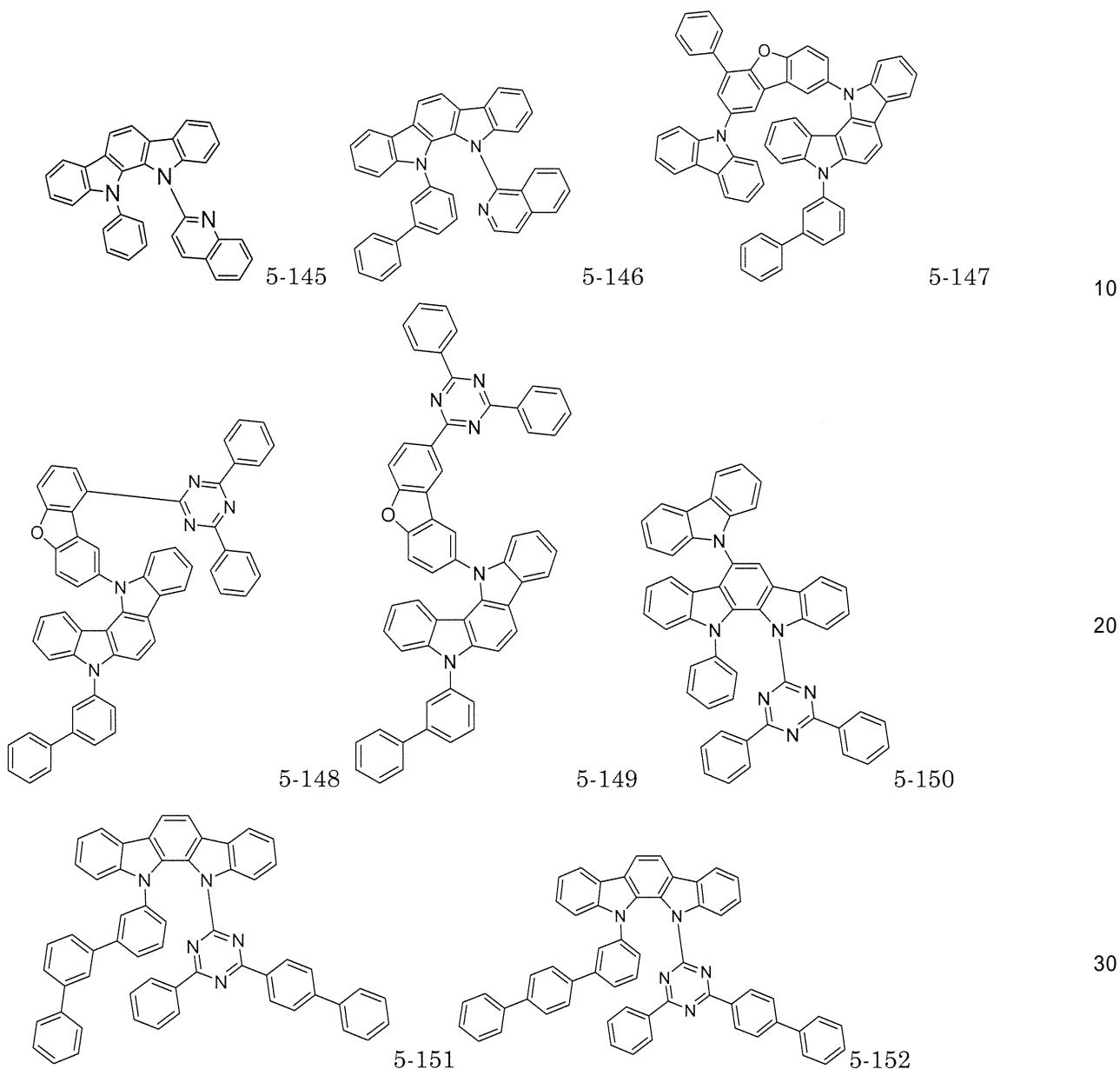
40

50

【化 7 3】



## 【化 7 4】



## 【0115】

本発明の有機電界発光素子の製造方法は、上記第1ホスト材料、第2ホスト材料、及び第3ホスト材料を含むホスト材料組成物と、発光性ドーパント材料を蒸着させて発光層を形成する方法である。

## 【0116】

本発明のホスト材料組成物は、上記有機電界発光素子の製造方法に使用されるためのホスト材料組成物である。ホスト材料組成物は第1ホスト材料、第2ホスト材料、及び第3ホスト材料を含めばよく、必要によりドーパント材料など他の材料を含んでもよい。

## 【0117】

第1ホスト材料、第2ホスト材料、第3ホスト材料、及び発光性ドーパント材料は、個々に異なる蒸着源から蒸着するなどして使用することもできるが、蒸着前に予備混合してホスト材料組成物（予備混合物ともいう。）とし、その予備混合物を1つの蒸着源から同時に蒸着して発光層を形成することが好ましい。この場合、ホスト材料同士を予備混合物とすることが好ましいが、発光性ドーパント材料とホスト材料を混合させてもよく、所望の蒸気圧となる温度に大きな差がある場合は、別の蒸着源から蒸着させることがよい。

40

50

## 【0118】

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。

## 【0119】

ここで、第1ホスト材料はLUMOエネルギーが-1.95 eV以下であり、第1、第2、及び第3ホスト材料のうち、最もLUMOエネルギーが小さいホスト材料である。第3ホスト材料はLUMOエネルギーが-1.94~-1.77 eVであり、第1ホスト材料に次いでLUMOエネルギーが小さい材料である。第2ホスト材料はLUMOエネルギーが-1.54 eV以上であり、第1、第2、及び第3ホスト材料のうち、最もLUMOエネルギーが大きいホスト材料となる。

10

## 【0120】

また、第1ホスト材料、第2ホスト材料、及び第3ホスト材料の混合比（重量比）は、第1ホスト材料、第2ホスト材料及び第3ホスト材料の合計に対し、第1ホスト材料の割合が1.0 wt %を超える、30 wt %未満であり、第3ホスト材料の割合が5.0 wt %を超える、80 wt %未満である。好ましくは第1ホスト材料の割合が2~20 wt %、第3ホスト材料の割合が10~70 wt %であり、より好ましくは、第1ホスト材料の割合が5~20 wt %、第3ホスト材料の割合が10~60 wt %である。第2ホスト材料の割合は、100 wt %から第1ホスト材料及び第3ホスト材料の割合を差し引いた値となり、19~80 wt %が好ましい。

20

## 【0121】

また、第1ホスト材料、第2ホスト材料、及び第3ホスト材料の三重項励起（T1）エネルギーが、いずれも2.55 eV以上であることが好ましい。

## 【0122】

上記LUMOエネルギー及びT1エネルギーは量子化学計算により得ることができる。本明細書で規定するLUMOエネルギーは、分子軌道法プログラムGaussian03を用い、密度汎関数理論（DFT）により、B3LYP/6-31G\*レベルの構造最適化計算を行うことにより算出された値とする。

## 【0123】

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。

30

## 【0124】

図1は本発明に用いられる一般的な有機EL素子の構造例を示す断面図であり、1は基板、2は陽極、3は正孔注入層、4は正孔輸送層、5は発光層、6は電子輸送層、7は陰極を表す。本発明の有機EL素子は発光層と隣接して励起子阻止層を有してもよく、また発光層と正孔注入層との間に電子阻止層を有してもよい。励起子阻止層は発光層の陰極側、陰極側のいずれにも挿入することができ、両方同時に挿入することも可能である。本発明の有機EL素子では、陽極、発光層、そして陰極を必須の層として有するが、必須の層以外に正孔注入輸送層、電子注入輸送層を有することがよく、更に発光層と電子注入輸送層の間に正孔阻止層を有することがよい。なお、正孔注入輸送層は、正孔注入層と正孔輸送層のいずれか、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

## 【0125】

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。

## 【0126】

## 基板

本発明の有機EL素子は、基板に支持されていることが好ましい。この基板については特に制限はなく、従来から有機EL素子に用いられているものであれば良く、例えばガラ

50

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。

【0127】

陽極

有機EL素子における陽極材料としては、仕事関数の大きい(4eV以上)金属、合金、電気伝導性化合物又はこれらの混合物からなる材料が好ましく用いられる。このような電極材料の具体例としてはAu等の金属、CuI、インジウムチンオキシド(ITO)、SnO<sub>2</sub>、ZnO等の導電性透明材料が挙げられる。また、IDIXO(In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZnO)等の非晶質で、透明導電膜を作成可能な材料を用いてもよい。陽極はこれらの電極材料を蒸着やスパッタリング等の方法により、薄膜を形成させ、フォトリソグラフィー法で所望の形状のパターンを形成しても良く、あるいはパターン精度をあまり必要としない場合(100μm以上程度)は、上記電極材料の蒸着やスパッタリング時に所望の形状のマスクを介してパターンを形成してもよい。あるいは有機導電性化合物のような塗布可能な物質を用いる場合には印刷方式、コーティング方式等湿式成膜法を用いることもできる。この陽極より発光を取り出す場合には、透過率を10%より大きくすることが望ましく、また陽極としてのシート抵抗は数百 / 以下が好ましい。膜厚は材料にもよるが、通常10~1000nm、好ましくは10~200nmの範囲で選ばれる。

【0128】

陰極

一方、陰極材料としては仕事関数の小さい(4eV以下)金属(電子注入性金属)、合金、電気伝導性化合物又はこれらの混合物からなる材料が用いられる。このような電極材料の具体例としては、ナトリウム、ナトリウムカリウム合金、マグネシウム、リチウム、マグネシウム/銅混合物、マグネシウム/銀混合物、マグネシウム/アルミニウム混合物、マグネシウム/インジウム混合物、アルミニウム/酸化アルミニウム(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)混合物、インジウム、リチウム/アルミニウム混合物、希土類金属等が挙げられる。これらの中で、電子注入性及び酸化等に対する耐久性の点から、電子注入性金属とこれより仕事関数の値が大きく安定な金属である第二金属との混合物、例えばマグネシウム/銀混合物、マグネシウム/アルミニウム混合物、マグネシウム/インジウム混合物、アルミニウム/酸化アルミニウム混合物、リチウム/アルミニウム混合物、アルミニウム等が好適である。陰極はこれらの陰極材料を蒸着やスパッタリング等の方法により薄膜を形成させることにより、作製することができる。また、陰極としてシート抵抗は数百 / 以下が好ましく、膜厚は通常10nm~5μm、好ましくは50~200nmの範囲で選ばれる。なお、発光した光を透過させるため、有機EL素子の陽極又は陰極のいずれか一方が透明又は半透明であれば発光輝度は向上し、好都合である。

【0129】

また、陰極に上記金属を1~20nm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。

【0130】

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有機発光性ドーパント材料とホスト材料を含む。

【0131】

ホスト材料には、上記第1ホスト材料、第2ホスト材料、及び第3ホスト材料を使用する。

第1ホスト材料としての一般式(1)で表される化合物は、1種を使用してもよく、2種以上を使用してもよい。同様に、第2ホスト材料としての一般式(2)~(4)で表されるカルバゾール化合物又はインドロカルバゾール化合物は1種を使用してもよく、2種以上を使用してもよい。第3ホスト材料としての一般式(5)で表される化合物は、1種を使用してもよく、2種以上を使用してもよい。

10

20

30

40

50

必要により、第1ホスト材料、第2ホスト材料、及び第3ホスト材料以外の材料を追加してもよい。

【0132】

複数のホスト材料又はホスト材料とドーパントを予備混合して使用する場合は、良好な特性を有する有機EL素子を再現性良く作製するために、これらの50%重量減少温度( $T_{50}$ )の差が小さいことが望ましい。50%重量減少温度は、窒素気流減圧(1Pa)下でのTG-DTA測定において、室温から毎分10°の速度で550°まで昇温したとき、重量が50%減少した際の温度をいう。この温度付近では、蒸発又は昇華による気化が最も盛んに起こると考えられる。

【0133】

予備混合物に使用する材料は、上記50%重量減少温度の差が15°以内であることが好ましく、12°以内であることがより好ましい。

【0134】

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。

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

【0135】

発光性ドーパント材料として燐光発光ドーパントを使用する場合、燐光発光ドーパントとしては、ルテニウム、ロジウム、パラジウム、銀、レニウム、オスミウム、イリジウム、白金及び金から選ばれる少なくとも1つの金属を含む有機金属錯体を含有するものが多い。具体的には、J.Am.Chem.Soc.2001,123,4304や特表2013-530515号公報に記載されているイリジウム錯体が好適に用いられるが、これらに限定されない。

【0136】

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

【0137】

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

【0138】

10

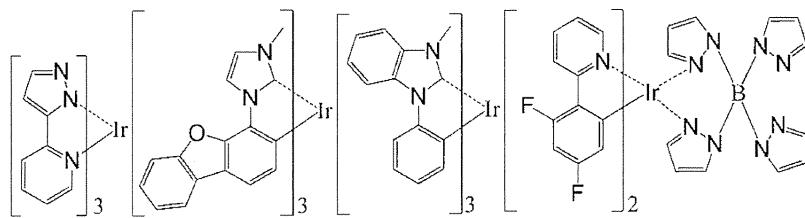
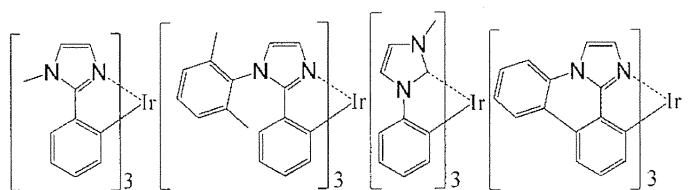
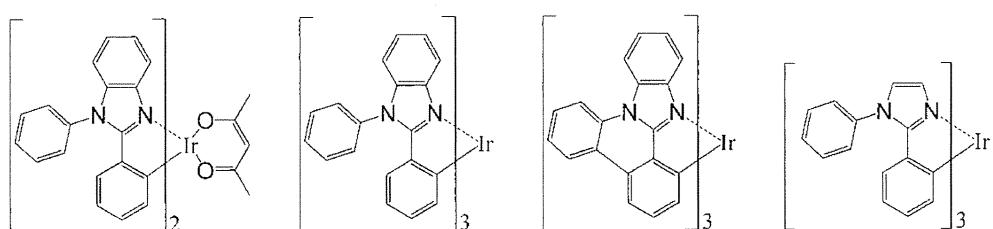
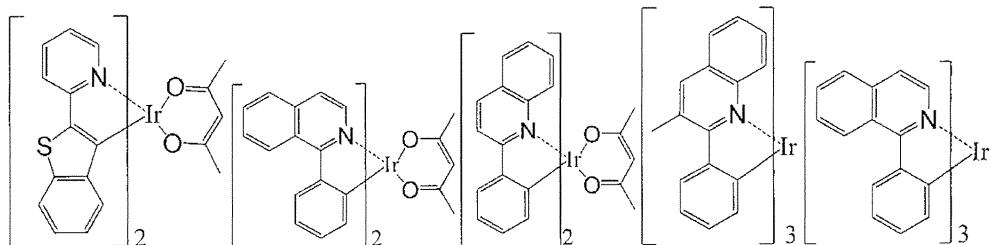
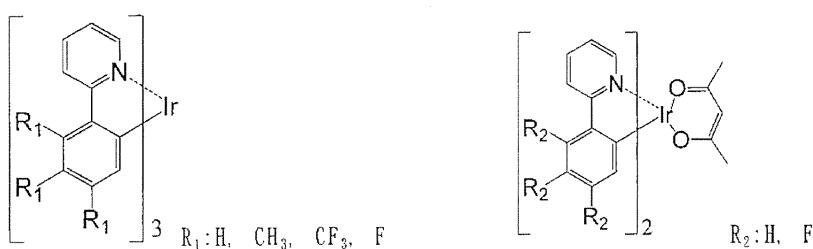
20

30

40

50

## 【化 7 5】



10

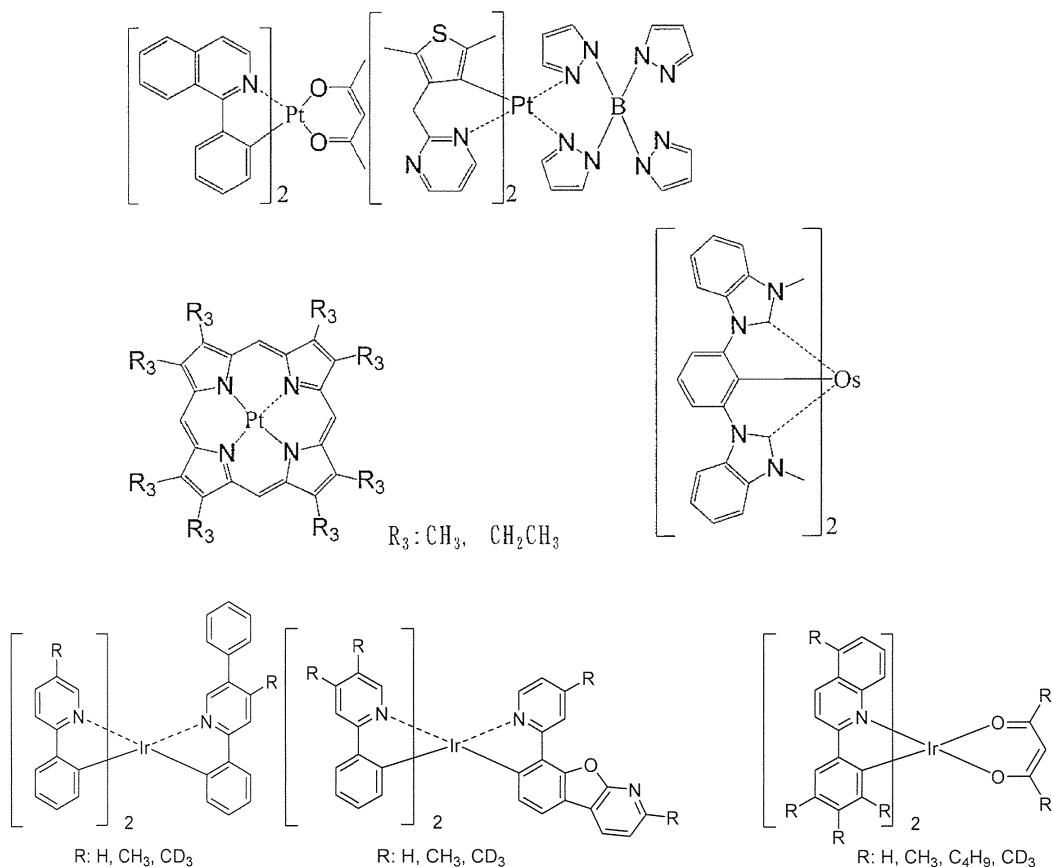
20

30

40

50

## 【化76】



## 【0139】

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

## 【0140】

蛍光発光ドーパント材料は、発光層中に1種類のみが含有されても良いし、2種類以上を含有しても良い。蛍光発光ドーパント材料の含有量は、ホスト材料に対して0.1~20%であることが好ましく、1~10%であることがより好ましい。

## 【0141】

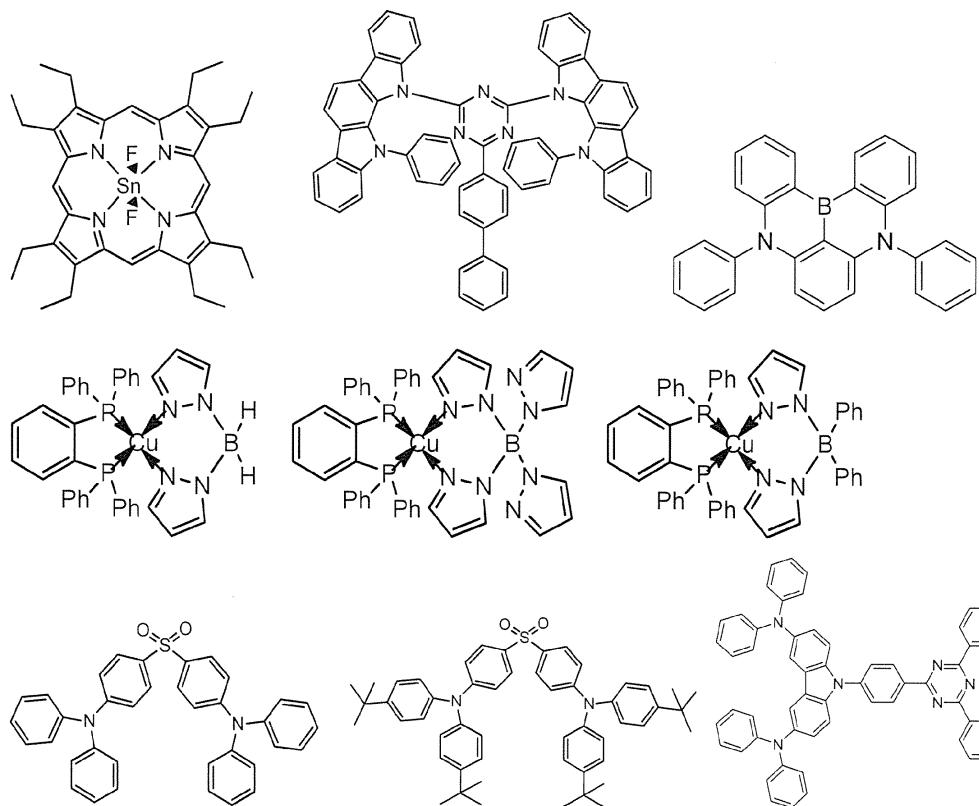
発光性ドーパント材料として熱活性化遅延蛍光発光ドーパントを使用する場合、熱活性化遅延蛍光発光ドーパントとしては、特に限定されないがスズ錯体や銅錯体等の金属錯体や、WO2011/070963号公報に記載のインドロカルバゾール誘導体、Nature 2012, 49 2,234に記載のシアノベンゼン誘導体、カルバゾール誘導体、Nature Photonics 2014, 8,326に記載のフェナジン誘導体、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、スルホン誘導体、フェノキサジン誘導体、アクリジン誘導体等が挙げられる。

#### 【0142】

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

#### 【0143】

#### 【化77】



10

20

30

#### 【0144】

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

40

#### 【0145】

##### -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。

#### 【0146】

##### -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

50

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の電子と正孔の再結合確率を向上させることができる。

【0147】

正孔阻止層には、公知の正孔阻止層材料を用いることができる。

【0148】

- 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。

【0149】

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

10

【0150】

- 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。

【0151】

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

20

【0152】

- 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。

【0153】

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

30

【0154】

- 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。

40

【0155】

電子輸送材料(正孔阻止材料を兼ねる場合もある)としては、陰極より注入された電子を発光層に伝達する機能を有していればよい。電子輸送層には、従来公知の化合物の中から任意のものを選択して用いることができ、例えば、ナフタレン、アントラセン、フェナントロリン等の多環芳香族誘導体、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(III)誘導体、ホスフィンオキサイド誘導体、ニトロ置換フルオレン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、チオピランジオキシド誘導体、カルボジイミド、フレオレニリデンメタン誘導体、ア

50

ントラキノジメタン及びアントロン誘導体、ビピリジン誘導体、キノリン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ベンゾイミダゾール誘導体、ベンゾチアゾール誘導体、インドロカルバゾール誘導体等が挙げられる。更にこれらの材料を高分子鎖に導入した、又はこれらの材料を高分子の主鎖とした高分子材料を用いることもできる。

【実施例】

【0156】

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

配合割合及び濃度における%は、wt%である。

10

【0157】

実施例1

第1ホスト材料、第2ホスト材料、及び第3ホスト材料として使用した化合物について、分子軌道法プログラムGaussian03を用い、密度汎関数理論(DFT)により、B3LYP/6-31G\*レベルの構造最適化計算を行い、LUMOエネルギー、T1エネルギーを算出した。結果を表1に示す。

また、比較例において使用した化合物のLUMOエネルギー、T1エネルギーを表1に示す。

【0158】

【表1】

20

化合物	LUMO (eV)	T1 (eV)
1-326	-2.01	2.68
1-327	-1.98	2.70
1-217	-2.00	2.66
1-6	-1.98	2.75
3-21	-0.94	2.97
3-33	-0.96	2.96
4-69	-1.32	3.16
2-3	-0.98	3.01
2-51	-1.26	2.65
2-2	-0.98	3.01
2-43	-0.99	3.00
5-2	-1.93	2.73
5-3	-1.88	2.81
5-38	-1.92	2.73
5-151	-1.93	2.73
5-152	-1.93	2.73
A	-2.02	2.38
B	-1.20	3.01
C	-2.15	2.49

30

40

【0159】

実施例2

50

膜厚110nmのITOからなる陽極が形成されたガラス基板上に、各薄膜を真空蒸着法にて、真空度 $4.0 \times 10^{-5}$ Paで積層した。まず、ITO上に正孔注入層としてHAT-CNを25nmの厚さに形成し、次に正孔輸送層としてNPDを30nmの厚さに形成した。次に電子阻止層としてHT-1を10nmの厚さに形成した。次に、第1ホスト材料として化合物1-326を、第2ホスト材料として化合物3-21を、第3ホスト材料として5-2を、発光ドーパントとしてIr(ppy)<sub>3</sub>をそれぞれ異なる蒸着源から共蒸着し、40nmの厚さに発光層を形成した。この時、Ir(ppy)<sub>3</sub>の濃度が10%、ホスト材料の濃度が90%（第1ホスト材料、第2ホスト材料及び第3ホスト材料の比率が5%:70%:25%）となる蒸着条件で共蒸着した。次に電子輸送層としてET-1を20nmの厚さに形成した。更に電子輸送層上に電子注入層としてLiFを1nmの厚さに形成した。最後に、電子注入層上に、陰極としてAlを70nmの厚さに形成し、有機EL素子を作製した。

10

#### 【0160】

##### 実施例3～17

第1ホスト材料、第2ホスト材料、及び第3ホスト材料、および第1ホスト材料、第2ホスト材料及び第3ホスト材料の割合を表2に示すようにした他は、実施例2と同様にして有機EL素子を作製した。

#### 【0161】

実施例2～17で作製した有機EL素子の輝度、駆動電圧、発光効率、寿命特性を表2に示す。表中で輝度、駆動電圧、発光効率は駆動電流20mA/cm<sup>2</sup>時の値であり、初期特性である。LT70は、初期輝度9000cd/m<sup>2</sup>時に輝度が初期輝度の70%まで減衰するまでにかかる時間であり、寿命特性を表す。以下の表も同じである。

20

第1ホスト、第2ホスト、及び第3ホストの欄において、カッコ内に数字は配合割合である。

#### 【0162】

30

40

50

【表 2】

実施例	第1ホスト	第2ホスト	第3ホスト	輝度 (cd/m <sup>2</sup> )	電圧 (V)	電力効率 (lm/W)	LT70 (h)
2	1-326 (5%)	3-21 (70%)	5-2 (25%)	11,830	4.4	42.1	3,270
3	1-326 (10%)	3-21 (70%)	5-2 (20%)	11,520	4.3	41.9	3,300
4	1-326 (20%)	3-21 (70%)	5-2 (10%)	11,510	4.1	43.9	3,250
5	1-326 (10%)	3-21 (80%)	5-2 (10%)	12,330	4.3	40.1	3,460
6	1-326 (10%)	3-33 (70%)	5-3 (20%)	12,140	4.4	43.2	3,220
7	1-327 (10%)	4-69 (70%)	5-2 (20%)	11,830	4.6	40.2	3,560
8	1-327 (20%)	4-69 (70%)	5-2 (10%)	11,840	4.4	42.1	3,500
9	1-217 (10%)	2-3 (70%)	5-3 (20%)	12,330	4.4	43.9	3,720
10	1-217 (20%)	2-3 (70%)	5-3 (10%)	12,350	4.2	46.0	3,700
11	1-327 (10%)	2-51 (70%)	5-3 (20%)	12,160	4.4	43.3	3,040
12	1-6 (10%)	2-3 (70%)	5-38 (20%)	11,970	4.2	44.6	4,040
13	1-6 (10%)	2-3 (80%)	5-38 (10%)	11,830	4.4	42.1	4,070
14	1-6 (10%)	2-3 (70%)	5-151 (20%)	11,330	4.6	38.5	3,520
15	1-327 (10%)	2-2 (70%)	5-38 (20%)	11,470	4.4	40.8	4,020
16	1-6 (10%)	2-43 (70%)	5-152 (20%)	11,220	4.4	39.3	3,380
17	1-6 (3%)	2-43 (70%)	5-152 (27%)	11,340	4.6	38.6	3,520

10

20

30

40

## 【0163】

## 実施例 18

第1ホスト材料、第2ホスト材料、第3ホスト材料として使用した化合物の50%重量減少温度( $T_{50}$ )を測定した。結果を表3に記す。

## 【0164】

【表 3】

化合物	T <sub>50</sub> [°C]
1-6	312
2-3	315
5-151	312
2-2	279
5-38	278
2-43	316
5-152	311
1-327	273

10

## 【0165】

## 実施例 19

第1ホスト材料1-6(0.10g)、第2ホスト材料2-3(0.70g)、第3ホスト材料5-151(0.20g)を量りとり、乳鉢ですり潰しながら混合することにより予備混合物H1を調製した。

20

膜厚110nmのITOからなる陽極が形成されたガラス基板上に、各薄膜を真空蒸着法にて、真空度 $4.0 \times 10^{-5}$ Paで積層した。まず、ITO上に正孔注入層としてHAT-CNを25nmの厚さに形成し、次に正孔輸送層としてNPDを30nmの厚さに形成した。次に電子阻止層としてHT-1を10nmの厚さに形成した。次に、予備混合物H1と発光ドーパントとしてIr(ppy)<sub>3</sub>をそれぞれ異なる蒸着源から共蒸着し、40nmの厚さに発光層を形成した。この時、Ir(ppy)<sub>3</sub>の濃度が10t%、ホスト材料の濃度が90%となる蒸着条件で共蒸着した。次に電子輸送層としてET-1を20nmの厚さに形成した。更に電子輸送層上に電子注入層としてLiFを1nmの厚さに形成した。最後に、電子注入層上に、陰極としてAlを70nmの厚さに形成し、有機EL素子を作製した。

30

## 【0166】

## 実施例 20～23

第1ホスト材料、第2ホスト材料、及び第3ホスト材料の種類、及び配合割合を表4に示すようにした他は実施例19と同様にして予備混合物H2～H5を調製した。

予備混合物H2～H5を使用した他は、実施例19と同様にして有機EL素子を作製した。

## 【0167】

40

50

【表4】

予備混合物	第1ホスト	第2ホスト	第3ホスト
H1	1-6 (10%)	2-3 (70%)	5-151 (20%)
H2	1-6 (20%)	2-3 (70%)	5-151 (10%)
H3	1-327 (10%)	2-2 (70%)	5-38 (20%)
H4	1-327 (20%)	2-2 (70%)	5-38 (10%)
H5	1-6 (10%)	2-43 (70%)	5-152 (20%)

10

## 【0168】

実施例19～23で作製した有機EL素子の評価結果を表5に示す。

20

## 【0169】

【表5】

実施例	予備混合物	輝度 (cd/m <sup>2</sup> )	電圧 (V)	電力効率 (lm/W)	LT70 (h)
19	H1	11,300	4.4	40.2	3,790
20	H2	11,230	4.2	41.8	3,850
21	H3	11,480	4.2	42.8	4,050
22	H4	11,450	4.0	44.8	4,040
23	H5	11,280	4.3	41.1	3,830

30

## 【0170】

比較例1～5

第1ホスト材料、第2ホスト材料、及び第3ホスト材料の種類と配合割合を表6に示すようにした他は、実施例2と同様にして有機EL素子を作製した。

40

作製した有機EL素子の評価結果を表6に示す。

## 【0171】

50

【表 6】

比較例	第1ホスト	第2ホスト	第3ホスト	輝度 (cd/m <sup>2</sup> )	電圧 (V)	電力効率 (lm/W)	LT70 (h)
1	—	3-33 (70%)	5-3 (30%)	11,070	4.9	35.4	3,210
2	—	2-43 (70%)	5-152 (30%)	11,150	4.9	35.6	3,460
3	1-6 (30%)	2-3 (70%)	—	10,900	4.0	42.6	2,450
4	A (10%)	B (70%)	C (20%)	530	4.3	1.9	2,150
5	—	2-3 (70%)	5-2 (10%) 5-151 (20%)	11,200	5.0	35.1	3,580

10

20

## 【0172】

比較例 7 ~ 8

ホスト材料の種類、及び配合割合を表7に示すようにした他は実施例19と同様にして予備混合物H6~H7を調製した。

## 【0173】

【表7】

予備混合物	第2ホスト	第3ホスト
H6	2-3 (70%)	5-151 (30%)
H7	2-3 (70%)	5-152 (10%) 5-151 (20%)

30

## 【0174】

この予備混合物H6~H7を使用した他は、実施例19と同様にして有機EL素子を作製した。

作製した有機EL素子の評価結果を表8に示す。

## 【0175】

40

50

【表 8】

比較例	予備混合物	輝度 (cd/m <sup>2</sup> )	電圧 (V)	電力効率 (lm/W)	LT70 (h)
8	H6	11,230	4.9	35.9	3,600
9	H7	11,250	4.9	35.9	3,550

10

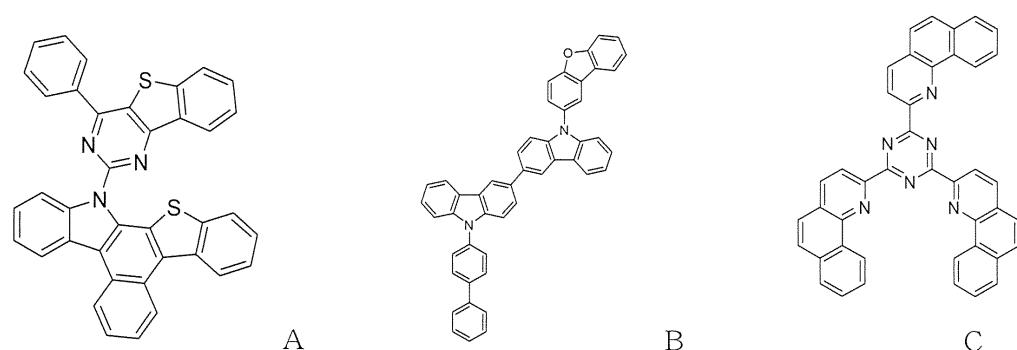
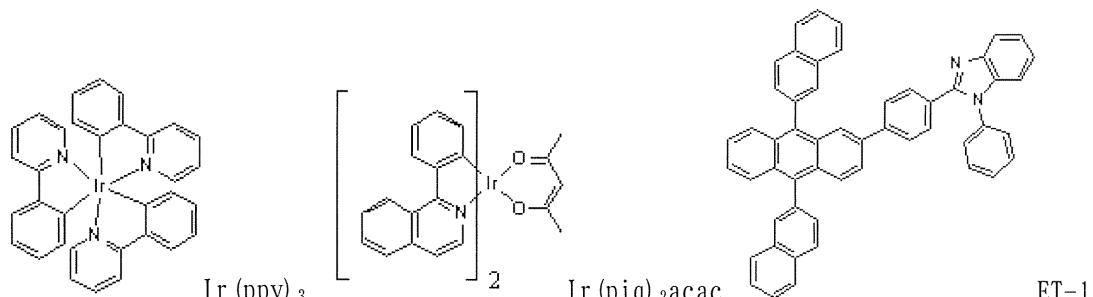
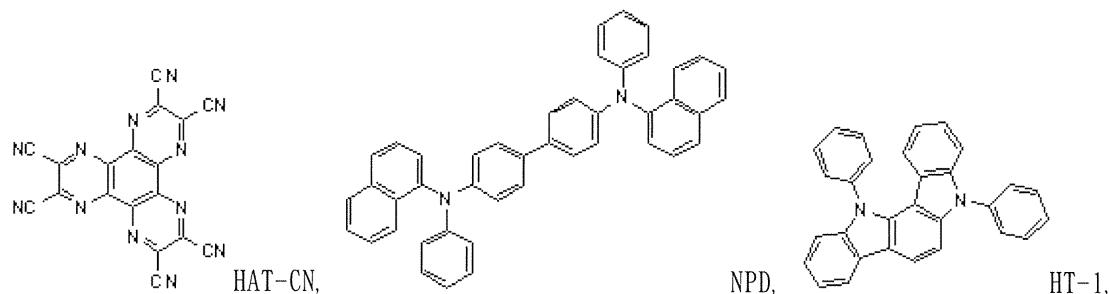
## 【0176】

上記から実施例は、比較例と同等以上の寿命特性を示しながら、駆動電圧、電力効率が改善することが分かる。つまり本発明は、寿命特性、駆動電圧、電力効率の各特性を良好な水準で併せ持つ有機電荷発光素子を実現する。

## 【0177】

実施例、および比較例で使用した化合物を次に示す。

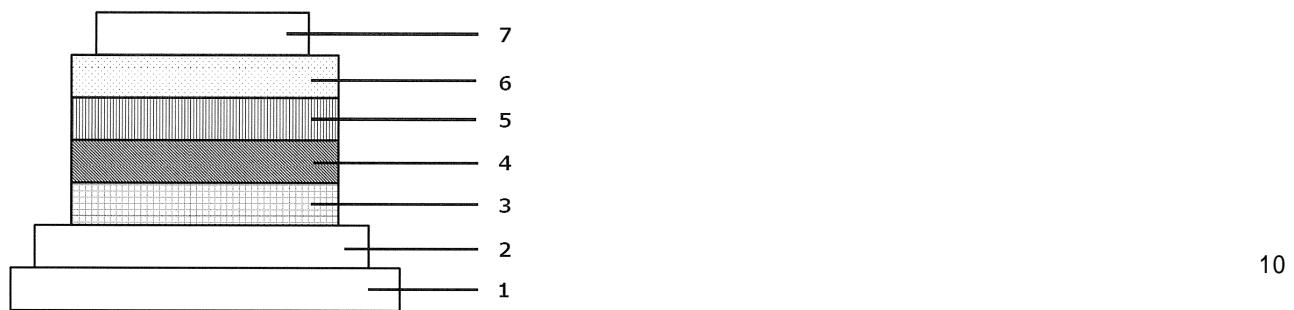
## 【化34】



50

【図面】

【図 1】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

## (51)国際特許分類

H 1 0 K	101/30	(2023.01)	F I	H 1 0 K	101:30
H 1 0 K	101/20	(2023.01)		H 1 0 K	101:20
H 1 0 K	101/10	(2023.01)		H 1 0 K	101:10

日鉄ケミカル&マテリアル株式会社内

## (72)発明者 林 健太郎

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 小川 淳也

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 日鉄ケミカル&マテリアル株式会社内

## (72)発明者 池永 裕士

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 日鉄ケミカル&マテリアル株式会社内

## (72)発明者 寺田 紗香

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 吉田 和成

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 北原 いくみ

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 泉 遥

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 野口 勝秀

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 川田 敦志

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 日鉄ケミカル&マテリアル株式会社内

## 審査官 岩井 好子

## (56)参考文献 米国特許出願公開第2014/0374728(US, A1)

韓国公開特許第10-2020-0017727(KR, A)

国際公開第2016/158191(WO, A1)

米国特許出願公開第2017/0098778(US, A1)

国際公開第2018/198844(WO, A1)

韓国登録特許第10-2054806(KR, B1)

## (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H 1 0 K 5 0 / 1 2

H 1 0 K 8 5 / 6 0

H 1 0 K 7 1 / 1 6

C 0 9 K 1 1 / 0 6

H 1 0 K 1 0 1 / 4 0

H 1 0 K 1 0 1 / 3 0

H 1 0 K 1 0 1 / 2 0

H 1 0 K 1 0 1 / 1 0

C A p l u s / R E G I S T R Y ( S T N )