

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2018年9月27日(27.09.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/173882 A1

(51) 国際特許分類:

C07D 401/10 (2006.01) C09K 11/06 (2006.01)  
C07D 239/26 (2006.01) H01L 51/50 (2006.01)  
C07D 251/24 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/009952

(22) 国際出願日: 2018年3月14日(14.03.2018)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願 2017-054059 2017年3月21日(21.03.2017) JP  
特願 2018-037670 2018年3月2日(02.03.2018) JP

(71) 出願人: 東 ソ ー 株 式 会 社 (TOSOH CORPORATION) [JP/JP]; 〒7468501 山口県周南市開成町4 5 6 0 番地 Yamaguchi (JP).

(72) 発明者: 服 部 一 希 (HATTORI Kazuki); 〒2521123 神奈川県綾瀬市早川2 7 4 3 - 1 東ソー株式会社 東京研究センター内 Kanagawa

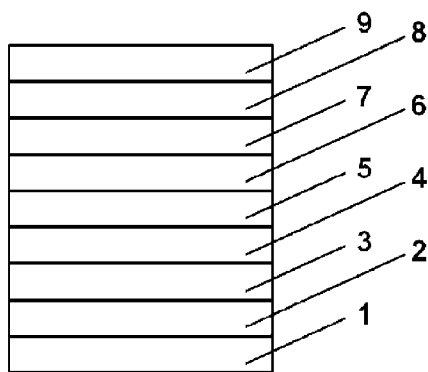
(JP). 田中剛(TANAKA Tsuyoshi); 〒2521123 神奈川県綾瀬市早川2 7 4 3 - 1 東ソー株式会社 東京研究センター内 Kanagawa (JP). 野村桂甫(NOMURA Keisuke); 〒2521123 神奈川県綾瀬市早川2 7 4 3 - 1 東ソー株式会社 東京研究センター内 Kanagawa (JP). 太田恵理子(OHTA Eriko); 〒2521123 神奈川県綾瀬市早川2 7 4 3 - 1 東ソー株式会社 東京研究センター内 Kanagawa (JP).

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

(54) Title: CYCLIC AZINE COMPOUND, MATERIAL FOR ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT, AND ELECTRON TRANSPORT MATERIAL FOR ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT

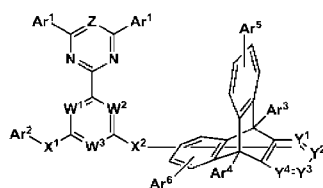
(54) 発明の名称: 環状アジン化合物、有機電界発光素子用材料、有機電界発光素子用電子輸送材料

[図1]



(57) Abstract: Provided is a cyclic azine compound having exceptional heat resistance, a long service life in an organic electroluminescent element, and exceptional low-voltage drive properties or luminous efficiency. A cyclic azine compound having a specific structure represented by formula (1).

(57) 要約: 耐熱性に優れ、有機電界発光素子の長寿命性、低電圧駆動性又は発光効率に優れる環状アジン化合物を提供すること。式(1)で示される特定の構造を有する有環状アジン化合物。



(1)

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

## 明 細 書

発明の名称：

環状アジン化合物、有機電界発光素子用材料、有機電界発光素子用電子輸送材料

### 技術分野

[0001] 本開示は、環状アジン化合物、有機電界発光素子用材料、有機電界発光素子用電子輸送材料に関する。

### 背景技術

[0002] 有機電界発光素子は、発光材料を含有する発光層を、正孔輸送層と電子輸送層で挟み、さらにその外側に陽極と陰極を取付けたものを基本構成とし、発光層に注入された正孔及び電子の再結合により生ずる励起子が失活する際の光の放出（蛍光又は燐光）を利用する発光素子であり、既に小型のディスプレイだけでなく大型テレビや照明等の用途へ用いられている。なお、前記正孔輸送層は正孔輸送層と正孔注入層に、前記発光層は、電子ブロック層と発光層と正孔ブロック層に、前記電子輸送層は電子輸送層と電子注入層に分割して構成される場合もある。また、有機電界発光素子のキャリア輸送層（電子輸送層又は正孔輸送層）として、金属、有機金属化合物又はその他有機化合物をドーピングした共蒸着膜を用いる場合もある。

有機電界発光素子用材料として、特許文献1又は2等で開示された環状アジン化合物が報告されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特開2011-063584号公報  
特許文献2：日本国特表2007-520875号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 従来の有機電界発光素子は、無機発光ダイオードに比べて駆動電圧が高く、発光輝度や発光効率も低く、素子寿命も著しく低く、実用化には至っていなかった。最近の有機電界発光素子は徐々に改良されているものの、発光効率特性、駆動電圧特性、長寿命特性において、さらに優れた材料が求められている。また、車載用途等、用途によっては非常に高い耐熱性を要する場合もあり、材料は高いガラス転移温度（ $T_g$ ）を求められている。さらには、安達らによる熱活性化遅延蛍光（TADF）を利用した有機電界発光素子、燐光を利用した青色電界発光素子に関して、近年盛んに研究が行われている。これら有機電界発光素子における材料では、エネルギーの閉じ込めのため、高い三重項励起準位を求められている。

[0005] 特許文献1で開示された環状アジン化合物については、ガラス転移温度、三重項励起準位の点で更なる改良が求められており、有機電界発光素子に用いた場合の素子の寿命、及び発光効率の改善が求められている。

[0006] 特許文献2で開示された非平面構造を有する環状アジン化合物については、有機電界発光素子に用いた場合の素子の長寿命化、及び高発光効率化の点で更なる改良が求められている。また、トリプチセンを含有する化合物に関しては、具体的な合成例、有機電界発光素子用電子輸送材料としての特性、ガラス転移温度、及び三重項励起準位は記載されておらず、それら物性に関しては不明である。

[0007] 本発明の各態様における目的は、従来公知の化合物に比べて、高いガラス転移温度、及び高い三重項励起準位を有する環状アジン化合物、有機電界発光素子用材料、有機電界発光素子用電子輸送材料を提供することである。

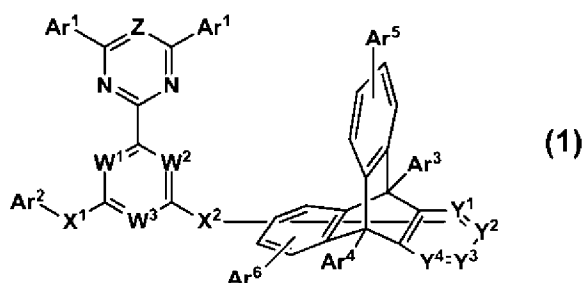
### 課題を解決するための手段

[0008] 本発明者らは、先の課題を解決すべく鋭意検討を重ねた結果、トリプチセン構造を有する基が結合した環状アジン化合物（以下、「環状アジン化合物（1）」ともいう）のガラス転移温度が極めて高く、高い三重項励起準位を有し、当該化合物を電子輸送材料として用いた有機電界発光素子が、従来公知の材料を用いた場合に比べて低駆動電圧化、高発光効率化、高耐熱性化、

又は長寿命化することを見だし、本発明の各態様を完成させるに至った。

[0009] 本発明の第1の態様にかかる環状アジン化合物は、式(1)で示される環状アジン化合物：

[0010] [化1]



[0011] 式(1)中、

Ar<sup>1</sup>は、各々独立に、置換もしくは無置換の、フェニル基、ナフチル基、又はピリジル基を表す；

Ar<sup>2</sup>は、

置換もしくは無置換の炭素数6～24の単環若しくは縮環芳香族炭化水素基、

置換もしくは無置換の6員環のみからなる炭素数4～25の単環若しくは縮環含窒素ヘテロ芳香族基、

置換もしくは無置換のH、C、O、及びSからなる原子群から選ばれる原子で構成される炭素数3～25の単環若しくは縮環ヘテロ芳香族基、又は水素原子を表す；

Ar<sup>3</sup>、及びAr<sup>4</sup>は、各々独立に、

置換もしくは無置換の、フェニル基、ナフチル基、ピリジル基、水素原子、

無置換の炭素数1～4のアルキル基、又は、

X<sup>2</sup>と結合する単結合を表す；

Ar<sup>5</sup>、及びAr<sup>6</sup>は、各々独立に、

置換もしくは無置換の、フェニル基、ナフチル基、ピリジル基、

水素原子、

無置換の炭素数 1 ～ 4 のアルキル基、又は、

$X^2$  と結合する単結合を表す；

$W^1$ 、 $W^2$ 、及び  $W^3$  は、

各々独立に、C－H、又は窒素原子を表し、

少なくとも 2 つは C－H を表す；

$X^1$ 、及び  $X^2$  は、各々独立に、

置換もしくは無置換の、フェニレン基、ナフチレン基、ビフェニレン基、  
ピリジレン基、又は、

単結合を表す；

$Y^1$ 、 $Y^2$ 、 $Y^3$ 、及び  $Y^4$  は、各々独立に、

C－R で表される基、又は、

窒素原子を表す；

R は、各々独立に、

置換もしくは無置換の、フェニル基、ナフチル基、ピリジル基、

水素原子、

無置換の炭素数 1 ～ 4 のアルキル基、又は、

無置換の炭素数 1 ～ 4 のアルケニル基を表す；

R は、互いに結合し、芳香環を形成していてもよい；

Z は、窒素原子又は C－H を表す；

$A_{r1}$ 、 $A_{r3} \sim A_{r6}$ 、 $X^1 \sim X^2$ 、R が置換基を有する場合、該置換基は、  
フッ素原子、メチル基、又はフェニル基である；

$A_{r2}$  が置換基を有する場合、該置換基は、フェニル基、トリル基、ピリジル基、メチルピリジル基、ジメチルピリジル基、フッ素原子、炭素数 1 ～ 4 のアルキル基、又は炭素数 1 ～ 4 のアルコキシ基である。

[0012] 本発明の第 2 の態様にかかる環状アジン化合物は、

Z が、窒素原子である、上記第 1 の態様に記載の環状アジン化合物である

。

- [0013] 本発明の第3の態様にかかる環状アジン化合物は、  
2つの $A r^1$ が、同じ基を表し、かつ、置換もしくは無置換の、フェニル基、ナフチル基、又はピリジル基であり、  
 $A r^1$ が置換基を有する場合、該置換基は、フッ素原子、メチル基、又はフェニル基である、上記第1、又は第2の態様に記載の環状アジン化合物である。
- [0014] 本発明の第4の態様にかかる環状アジン化合物は、  
2つの $A r^1$ が、いずれもフェニル基である、上記第1～第3の態様のいずれか1つに記載の環状アジン化合物である。
- [0015] 本発明の第5の態様にかかる環状アジン化合物は、  
 $A r^2$ が、  
水素原子、または、  
置換もしくは無置換の、フェニル基、ナフチル基、フルオレニル基、アントリル基、フェナントリル基、ベンゾフルオレニル基、ピレニル基、ペリレニル基、フルオランテニル基、トリフェニレニル基、ピリミジル基、ピリジル基、ピラジル基、キノリル基、イソキノリル基、ベンゾフラニル基、ベンゾチエニル基、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチエニル基であり、  
 $A r^2$ が置換基を有する場合、該置換基は、フェニル基、トリル基、ピリジル基、メチルピリジル基、ジメチルピリジル基、フッ素原子、炭素数1～4のアルキル基、又は炭素数1～4のアルコキシ基である、上記第1～第4の態様のいずれか1つに記載の環状アジン化合物である。
- [0016] 本発明の第6の態様にかかる環状アジン化合物は、  
 $A r^2$ が、置換もしくは無置換の、フルオレニル基、ベンゾフルオレニル基、ピリジル基、キノリル基、イソキノリル基、ベンゾフラニル基、ベンゾチエニル基、ジベンゾフラニル基、又はジベンゾチエニル基であり、  
 $A r^2$ が置換基を有する場合、該置換基は、フェニル基、トリル基、ピリジル基、メチルピリジル基、ジメチルピリジル基、フッ素原子、炭素数1～4のアルキル基、又は炭素数1～4のアルコキシ基である、上記第1～第5の

態様のいずれか 1 つに記載の環状アジン化合物である。

[0017] 本発明の第 7 の態様にかかる環状アジン化合物は、

$A r^3$ 、及び  $A r^4$  が、各々独立に、

水素原子；

無置換のフェニル基、ナフチル基、ピリジル基；又は、

$X^2$  と結合する単結合；である、上記第 1 ～第 6 の態様のいずれか 1 つに記載の環状アジン化合物である。

[0018] 本発明の第 8 の態様にかかる環状アジン化合物は、

$X^1$ 、及び  $X^2$  が、各々独立に、

単結合；

無置換の、フェニレン基、ナフチレン基、ビフェニレン基、又はピリジレン基；である、上記第 1 ～第 7 の態様のいずれか 1 つに記載の環状アジン化合物である。

[0019] 本発明の第 9 の態様にかかる環状アジン化合物は、

$Y^1$ 、 $Y^2$ 、 $Y^3$ 、及び  $Y^4$  が、全て  $C-R$  で表される基であり、

該  $R$  は、各々独立に、

水素原子；

無置換の、炭素数 1 ～4 のアルキル基、炭素数 1 ～4 のアルケニル基、フェニル基、ナフチル基、又はピリジル基；である上記第 1 ～第 8 の態様のいずれか 1 つに記載の環状アジン化合物である。

[0020] 本発明の第 10 の態様にかかる環状アジン化合物は、

$W^1$ 、 $W^2$ 、及び  $W^3$  が、全て  $C-H$  である、上記第 1 ～第 9 の態様のいずれか 1 つに記載の環状アジン化合物である。

[0021] 本発明の第 11 の態様にかかる環状アジン化合物は、

上記第 1 ～第 10 の態様のいずれか 1 つに記載の式 (1) で示される環状アジン化合物を含む有機電界発光素子用材料。

[0022] 本発明の第 12 の態様にかかる環状アジン化合物は、

上記第 1 ～第 10 の態様のいずれか 1 つに記載の式 (1) で示される環状



アジン化合物を含む有機電界発光素子用電子輸送材料。

## 発明の効果

[0023] 本発明の各態様によれば、膜質の耐熱性に極めて優れ、高い三重項励起準位を有する環状アジン化合物、およびそれを含む有機電界発光素子用材料、有機電界発光素子用電子輸送材料を提供することができ、低駆動電圧、高発光効率、高耐熱性、又は長寿命に優れる有機電界発光素子を提供に資する。

## 図面の簡単な説明

[0024] [図1]実施例で作製した単層素子の断面図である。

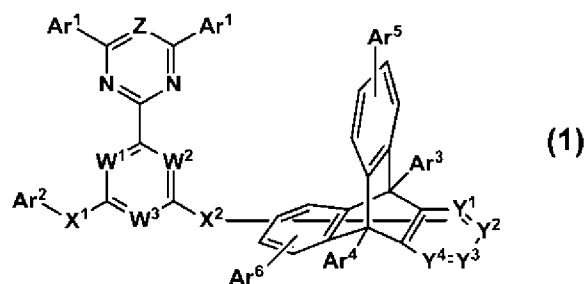
## 発明を実施するための形態

[0025] 以下、本発明を実施するための例示的な各態様を詳細に説明する。

[0026] 本発明の各態様は、式（１）で示される環状アジン化合物（環状アジン化合物（１））、その製造方法、及び当該材料を含む有機電界発光素子用材料に関するものである。

本発明の一態様にかかる環状アジン化合物は、式（１）で示される環状アジン化合物：

[0027] [化2]



[0028] 式（１）中、

Ar<sup>1</sup>は、各々独立に、置換もしくは無置換の、フェニル基、ナフチル基、又はピリジル基を表す；

Ar<sup>2</sup>は、

置換もしくは無置換の炭素数 6 ～ 24 の単環若しくは縮環芳香族炭化水

素基、

置換もしくは無置換の6員環のみからなる炭素数4～25の単環若しくは縮環含窒素ヘテロ芳香族基、

置換もしくは無置換のH、C、O、及びSからなる原子群から選ばれる原子で構成される炭素数3～25の単環若しくは縮環ヘテロ芳香族基、又は水素原子を表す；

$A r^3$ 、及び $A r^4$ は、各々独立に、

置換もしくは無置換の、フェニル基、ナフチル基、ピリジル基、水素原子、

無置換の炭素数1～4のアルキル基、又は、

$X^2$ と結合する単結合を表す；

$A r^5$ 、及び $A r^6$ は、各々独立に、

置換もしくは無置換の、フェニル基、ナフチル基、ピリジル基、水素原子、

無置換の炭素数1～4のアルキル基、又は、

$X^2$ と結合する単結合を表す；

$W^1$ 、 $W^2$ 、及び $W^3$ は、

各々独立に、C—H、又は窒素原子を表し、

少なくとも2つはC—Hを表す；

$X^1$ 、及び $X^2$ は、各々独立に、

置換もしくは無置換の、フェニレン基、ナフチレン基、ビフェニレン基、ピリジレン基、又は、

単結合を表す；

$Y^1$ 、 $Y^2$ 、 $Y^3$ 、及び $Y^4$ は、各々独立に、

C—Rで表される基、又は、

窒素原子を表す；

Rは、各々独立に、

置換もしくは無置換の、フェニル基、ナフチル基、ピリジル基、

水素原子、

無置換の炭素数 1 ～ 4 のアルキル基、又は、

無置換の炭素数 1 ～ 4 のアルケニル基を表す；

R は、互いに結合し、芳香環を形成していてもよい；

Z は、窒素原子又は C-H を表す；

$A r^1$ 、 $A r^3 \sim A r^6$ 、 $X^1 \sim X^2$ 、R が置換基を有する場合、該置換基は、フッ素原子、メチル基、又はフェニル基である；

$A r^2$  が置換基を有する場合、該置換基は、フェニル基、トリル基、ピリジル基、メチルピリジル基、ジメチルピリジル基、フッ素原子、炭素数 1 ～ 4 のアルキル基、又は炭素数 1 ～ 4 のアルコキシ基である。

[0029] 本発明の一態様にかかる環状アジン化合物（1）における置換基はそれぞれ以下のように定義される。

[0030] 式（1）中、 $A r^1$  は、各々独立に、フェニル基、ナフチル基、又はピリジル基（これらの基は、フッ素原子、メチル基、又はフェニル基で置換されていてもよい。）を表す。

$A r^1$  における、フッ素原子で置換されたフェニル基、ナフチル基、又はピリジル基としては、特に限定するものではないが、例えば、フルオロフェニル基、ペンタフルオロフェニル基、ジフルオロフェニル基、フルオロナフチル基、ジフルオロナフチル基、フルオロピリジル基、又はジフルオロピリジル基等が好ましい例として挙げられる。

$A r^1$  における、メチル基で置換されたフェニル基、ナフチル基、又はピリジル基としては、特に限定するものではないが、例えば、トリル基、メチルナフチル基、ジメチルフェニル基、ジメチルナフチル基、メチルピリジル基、又はジメチルピリジル基等が好ましい例として挙げられる。

$A r^1$  における、フェニル基で置換されたフェニル基、ナフチル基、又はピリジル基としては、特に限定するものではないが、例えば、ビフェニル基、フェニルナフチル基、ターフェニル基、ジフェニルナフチル基、又はフェニルピリジル基等が好ましい例として挙げられる。

[0031] 2つのA<sup>r1</sup>が、同じ基を表し、かつ、置換もしくは無置換の、フェニル基、ナフチル基、又はピリジル基であり、A<sup>r1</sup>が置換基を有する場合、該置換基は、フッ素原子、メチル基、又はフェニル基であることが好ましい。

[0032] A<sup>r1</sup>については、電子輸送性材料特性に優れる点で、各々独立に、フェニル基、トリル基、ナフチル基、又はビフェニル基であることがより好ましく、2つのA<sup>r1</sup>が、同一であって、フェニル基、トリル基、ナフチル基、又はビフェニル基であることがより好ましく、合成が容易な点で、2つのA<sup>r1</sup>の両方がフェニル基であることがさらに好ましい。

[0033] A<sup>r1</sup>は、合成が容易である点で、同じ基を表すことが好ましい。

[0034] A<sup>r1</sup>の具体例としては、特に限定するものではないが、例えば、各々独立に、フェニル基、p-トリル基、m-トリル基、o-トリル基、2,4-ジメチルフェニル基、3,5-ジメチルフェニル基、メシチル基、2-フルオロフェニル基、3-フルオロフェニル基、4-フルオロフェニル基、2,4-ジフルオロフェニル基、3,5-ジフルオロフェニル基、ビフェニル-2-イル基、ビフェニル-3-イル基、ビフェニル-4-イル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-フェニルナフタレン-2-イル基、1-フェニルナフタレン-3-イル基、1-フェニルナフタレン-4-イル基、1-フェニルナフタレン-5-イル基、1-フェニルナフタレン-6-イル基、1-フェニルナフタレン-7-イル基、1-フェニルナフタレン-8-イル基、2-フェニルナフタレン-1-イル基、2-フェニルナフタレン-3-イル基、2-フェニルナフタレン-4-イル基、2-フェニルナフタレン-5-イル基、2-フェニルナフタレン-6-イル基、2-フェニルナフタレン-7-イル基、2-フェニルナフタレン-8-イル基、1-メチルナフタレン-4-イル基、1-メチルナフタレン-5-イル基、1-メチルナフタレン-6-イル基、1-メチルナフタレン-7-イル基、1-メチルナフタレン-8-イル基、2-メチルナフタレン-1-イル基、2-メチルナフタレン-3-イル基、2-メチルナフタレン-4-イル基、2-メチルナフタレン-5-イル基、2-メチルナフタレン-6-イル基、2-メチルナフタレン-

ン-7-イル基、2-メチルナフタレン-8-イル基、2-ピリジル基、3-ピリジル基、4-ピリジル基、2-メチルピリジン-3-イル基、2-メチルピリジン-4-イル基、2-メチルピリジン-5-イル基、2-メチルピリジン-6-イル基、3-メチルピリジン-2-イル基、3-メチルピリジン-4-イル基、3-メチルピリジン-5-イル基、3-メチルピリジン-6-イル基、4-メチルピリジン-2-イル基、4-メチルピリジン-3-イル基、2,6-ジメチルピリジン-3-イル基、2,6-ジメチルピリジン-4-イル基、3,6-ジメチルピリジン-2-イル基、3,6-ジメチルピリジン-4-イル基、3,6-ジメチルピリジン-5-イル基、2-フェニルピリジン-6-イル基、3-フェニルピリジン-6-イル基、4-フェニルピリジン-6-イル基、5-フェニルピリジン-6-イル基、2-フェニルピリジン-3-イル基、2-フェニルピリジン-5-イル基、3-フェニルピリジン-5-イル基、4-フェニルピリジン-3-イル基、3-フェニルピリジン-4-イル基、又は2-フェニルピリジン-4-イル基等が好ましい例として挙げられる。これらの置換基のうち、電子輸送性材料特性に優れる点で、各々独立に、フェニル基、p-トリル基、ビフェニル-3-イル基、ビフェニル-4-イル基、1-ナフチル基、又は2-ナフチル基が好ましく、各々独立に、フェニル基、ビフェニル-3-イル基、ビフェニル-4-イル基、1-ナフチル基、又は2-ナフチル基がより好ましく、合成が容易である点で、フェニル基が特に好ましい。

[0035]  $A r^2$ は、炭素数6~24の単環若しくは縮環芳香族炭化水素基、6員環のみからなる炭素数4~25の単環若しくは縮環含窒素ヘテロ芳香族基、又はH、C、O、及びSからなる原子群から選ばれる原子で構成される炭素数3~25の単環若しくは縮環ヘテロ芳香族基（これらの基は、フェニル基、トリル基、ピリジル基、メチルピリジル基、ジメチルピリジル基、フッ素原子、炭素数1~4のアルキル基、又は炭素数1~4のアルコキシ基を有していてもよい。）、又は水素原子を表す。

[0036]  $A r^2$ における、炭素数6~24の単環若しくは縮環芳香族炭化水素基とし

ては、特に限定するものではないが、例えば、フェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、アントリル基、ピレニル基、トリフェニレニル基、クリセニル基、フルオランテニル基、アセナフチル基、フルオレニル基、又はベンゾフルオレニル基等が好ましい例として挙げられる。なお、上述の通り、これらの置換基は、フェニル基、トリル基、ピリジル基、メチルピリジル基、ジメチルピリジル基、フッ素原子、炭素数1～4のアルキル基、又は炭素数1～4のアルコキシ基で置換されていてもよい。

[0037]  $A r^2$ における、6員環のみからなる炭素数4～25の単環若しくは縮環含窒素ヘテロ芳香族基としては、特に限定するものではないが、例えば、ピリジル基、ピラジル基、ピリミジル基、ピリダジル基、キノリル基、イソキノリル基、フェナントリジル基、ベンゾキノリル基、又はアクリジニル基等が好ましい例として挙げられる。なお、カルバゾリル基は、5員環を含むヘテロ芳香族基であり、本発明の一態様にかかる6員環のみからなる炭素数4～25の単環若しくは縮環含窒素ヘテロ芳香族基には含まれない。また、上述の通り、これらの置換基は、フェニル基、トリル基、ピリジル基、メチルピリジル基、ジメチルピリジル基、フッ素原子、炭素数1～4のアルキル基、又は炭素数1～4のアルコキシ基で置換されていてもよい。

[0038]  $A r^2$ における、H、C、O、及びSからなる原子群から選ばれる原子で構成される炭素数3～25の単環若しくは縮環ヘテロ芳香族基としては、特に限定するものではないが、例えば、チエニル基、フリル基、ビチエニル基、ビフリル基、ベンゾチエニル基、ベンゾフリル基、ジベンゾチエニル基、又はジベンゾフリル基等が好ましい例として挙げられる。なお、上述の通り、これらの置換基は、フェニル基、トリル基、ピリジル基、メチルピリジル基、ジメチルピリジル基、フッ素原子、炭素数1～4のアルキル基、又は炭素数1～4のアルコキシ基で置換されていてもよい。

[0039]  $A r^2$ における、炭素数1～4のアルキル基としては、特に限定するものではないが、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、又は*t*-ブチル基等が好ましい例として挙げられる。

[0040]  $A r^2$ における、炭素数1～4のアルコキシ基としては、特に限定するものではないが、メトキシ基、エトキシ基、*n*-プロポキシ基、イソプロポキシ基、*n*-ブトキシ基、又は*t*-ブトキシ基等が好ましい例として挙げられる。

[0041]  $A r^2$ は、水素原子、炭素数6～24の単環若しくは縮環芳香族炭化水素基、6員環のみからなる炭素数4～25の単環若しくは縮環含窒素ヘテロ芳香族基、又はH、C、O、及びSからなる原子群から選ばれる原子で構成される炭素数3～25の単環若しくは縮環ヘテロ芳香族基であることが好ましい。また、ガラス転移温度が高い点で、 $A r^2$ は、炭素数6～24の単環若しくは縮環芳香族炭化水素基、6員環のみからなる炭素数4～25の単環若しくは縮環含窒素ヘテロ芳香族基、又はH、C、O、及びSからなる原子群から選ばれる原子で構成される炭素数3～25の単環若しくは縮環ヘテロ芳香族基であることが好ましい。

[0042] 具体的には、 $A r^2$ が、水素原子；フェニル基、ナフチル基、ビフェニル基、フルオレニル基、アントリル基、フェナントリル基、ベンゾフルオレニル基、ピレニル基、ペリレニル基、フルオランテニル基、トリフェニレニル基、ピリミジル基、ピラジル基、ピリジル基、キノリル基、イソキノリル基、ベンゾフラニル基、ベンゾチエニル基、ジベンゾフラニル基、又はジベンゾチエニル基（これらの基は、フェニル基、トリル基、ピリジル基、メチルピリジル基、ジメチルピリジル基、フッ素原子、炭素数1～4のアルキル基、又は炭素数1～4のアルコキシ基を有していてもよい）；であることが好ましい。 $A r^2$ が、フェニル基、ナフチル基、ビフェニル基、フルオレニル基、アントリル基、フェナントリル基、ベンゾフルオレニル基、ピレニル基、ペリレニル基、フルオランテニル基、トリフェニレニル基、ピリミジル基、ピラジル基、ピリジル基、キノリル基、イソキノリル基、ベンゾフラニル基、ベンゾチエニル基、ジベンゾフラニル基、又はジベンゾチエニル基（これらの基は、フェニル基、トリル基、ピリジル基、メチルピリジル基、ジメチルピリジル基、フッ素原子、炭素数1～4のアルキル基、又は炭素数1～4の

アルコキシ基を有していてもよい) であることがより好ましい。A r<sup>2</sup>が、フェニル基、ナフチル基、フルオレニル基、アントリル基、フェナントリル基、ベンゾフルオレニル基、ピレニル基、ペリレニル基、フルオランテニル基、トリフェニレニル基、ピリミジル基、ピラジル基、ピリジル基、キノリル基、イソキノリル基、ベンゾフラニル基、ベンゾチエニル基、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチエニル基、ビフェニル基、ピリジルフェニル基、又はターフェニル基であることがさらに好ましい。

[0043] また、A r<sup>2</sup>については、電子輸送性材料特性に優れる点で、フルオレニル基、ベンゾフルオレニル基、ピリジル基、キノリル基、イソキノリル基、ベンゾフラニル基、ベンゾチエニル基、ジベンゾフラニル基、又はジベンゾチエニル基（これらの基は、フェニル基、トリル基、ピリジル基、メチルピリジル基、フッ素原子、炭素数1～4のアルキル基、又は炭素数1～4のアルコキシ基を有していてもよい）であることが好ましい。A r<sup>2</sup>が、ピリジル基であることがより好ましい。

[0044] A r<sup>2</sup>の具体例としては、特に限定するものではないが、水素原子、フェニル基、p-トリル基、m-トリル基、o-トリル基、2,4-ジメチルフェニル基、3,5-ジメチルフェニル基、メシチル基、2-エチルフェニル基、3-エチルフェニル基、4-エチルフェニル基、2,4-ジエチルフェニル基、3,5-ジエチルフェニル基、2-プロピルフェニル基、3-プロピルフェニル基、4-プロピルフェニル基、2,4-ジプロピルフェニル基、3,5-ジプロピルフェニル基、2-イソプロピルフェニル基、3-イソプロピルフェニル基、4-イソプロピルフェニル基、2,4-ジイソプロピルフェニル基、3,5-ジイソプロピルフェニル基、2-ブチルフェニル基、3-ブチルフェニル基、4-ブチルフェニル基、2,4-ジブチルフェニル基、3,5-ジブチルフェニル基、2-tert-ブチルフェニル基、3-tert-ブチルフェニル基、4-tert-ブチルフェニル基、2,4-ジtert-ブチルフェニル基、3,5-ジtert-ブチルフェニル基、ビフェニル-2-イル基、ビフェニル-3-イル基、ビフェニル-4-



イル基、3-メチルビフェニル-4-イル基、2'-メチルビフェニル-4-イル基、4'-メチルビフェニル-4-イル基、2,2'-ジメチルビフェニル-4-イル基、6-メチルビフェニル-3-イル基、5-メチルビフェニル-3-イル基、2'-メチルビフェニル-3-イル基、4'-メチルビフェニル-3-イル基、6,2'-ジメチルビフェニル-3-イル基、5-メチルビフェニル-2-イル基、6-メチルビフェニル-2-イル基、2'-メチルビフェニル-2-イル基、4'-メチルビフェニル-2-イル基、6,2'-ジメチルビフェニル-2-イル基、3-エチルビフェニル-4-イル基、6-エチルビフェニル-3-イル基、5-エチルビフェニル-2-イル基、3-プロピルビフェニル-4-イル基、6-プロピルビフェニル-3-イル基、5-プロピルビフェニル-2-イル基、3-イソプロピルビフェニル-4-イル基、6-イソプロピルビフェニル-3-イル基、5-イソプロピルビフェニル-2-イル基、3-ブチルビフェニル-4-イル基、6-ブチルビフェニル-3-イル基、5-ブチルビフェニル-2-イル基、3-tert-ブチルビフェニル-4-イル基、4'-tert-ブチルビフェニル-4-イル基、6-tert-ブチルビフェニル-3-イル基、5-tert-ブチルビフェニル-2-イル基、2-ピリジル基、3-ピリジル基、4-ピリジル基、2-メチルピリジン-3-イル基、2-メチルピリジン-4-イル基、2-メチルピリジン-5-イル基、2-メチルピリジン-6-イル基、3-メチルピリジン-2-イル基、3-メチルピリジン-4-イル基、3-メチルピリジン-5-イル基、3-メチルピリジン-6-イル基、4-メチルピリジン-2-イル基、4-メチルピリジン-3-イル基、2,6-ジメチルピリジン-3-イル基、2,6-ジメチルピリジン-4-イル基、3,6-ジメチルピリジン-2-イル基、3,6-ジメチルピリジン-4-イル基、3,6-ジメチルピリジン-5-イル基、2-フェニルピリジン-6-イル基、3-フェニルピリジン-6-イル基、4-フェニルピリジン-6-イル基、5-フェニルピリジン-6-イル基、2-フェニルピリジン-3-イル基、2-フェニルピリジン-5-イル基、3-フェニル

ピリジン-5-イル基、4-フェニルピリジン-3-イル基、3-フェニルピリジン-4-イル基、2-フェニルピリジン-4-イル基、2-(2-ピリジル)フェニル基、3-(2-ピリジル)フェニル基、4-(2-ピリジル)フェニル基、2-(3-ピリジル)フェニル基、3-(3-ピリジル)フェニル基、4-(3-ピリジル)フェニル基、2-(4-ピリジル)フェニル基、3-(4-ピリジル)フェニル基、4-(4-ピリジル)フェニル基、2-(3-メチル-2-ピリジル)フェニル基、3-(3-メチル-2-ピリジル)フェニル基、4-(3-メチル-2-ピリジル)フェニル基、2-(4-メチル-2-ピリジル)フェニル基、3-(4-メチル-2-ピリジル)フェニル基、4-(4-メチル-2-ピリジル)フェニル基、2-(5-メチル-2-ピリジル)フェニル基、3-(5-メチル-2-ピリジル)フェニル基、4-(5-メチル-2-ピリジル)フェニル基、2-(6-メチル-2-ピリジル)フェニル基、3-(6-メチル-2-ピリジル)フェニル基、4-(6-メチル-2-ピリジル)フェニル基、2-(2-メチル-3-ピリジル)フェニル基、3-(2-メチル-3-ピリジル)フェニル基、4-(2-メチル-3-ピリジル)フェニル基、2-(4-メチル-3-ピリジル)フェニル基、3-(4-メチル-3-ピリジル)フェニル基、4-(4-メチル-3-ピリジル)フェニル基、2-(5-メチル-3-ピリジル)フェニル基、3-(5-メチル-3-ピリジル)フェニル基、4-(5-メチル-3-ピリジル)フェニル基、2-(6-メチル-3-ピリジル)フェニル基、3-(6-メチル-3-ピリジル)フェニル基、4-(6-メチル-3-ピリジル)フェニル基、2-(2-メチル-4-ピリジル)フェニル基、3-(2-メチル-4-ピリジル)フェニル基、4-(2-メチル-4-ピリジル)フェニル基、2-(3-メチル-4-ピリジル)フェニル基、3-(3-メチル-4-ピリジル)フェニル基、4-(3-メチル-4-ピリジル)フェニル基、2, 6-ジフェニルピリジン-3-イル基、2, 6-ジフェニルピリジン-4-イル基、4, 6-ジフェニルピリジン-2-イル基、3, 6-ジフェニルピリジン-4-イル

基、3, 6-ジフェニルピリジン-5-イル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-フェニルナフタレン-2-イル基、1-フェニルナフタレン-3-イル基、1-フェニルナフタレン-4-イル基、1-フェニルナフタレン-5-イル基、1-フェニルナフタレン-6-イル基、1-フェニルナフタレン-7-イル基、1-フェニルナフタレン-8-イル基、2-フェニルナフタレン-1-イル基、2-フェニルナフタレン-3-イル基、2-フェニルナフタレン-4-イル基、2-フェニルナフタレン-5-イル基、2-フェニルナフタレン-6-イル基、2-フェニルナフタレン-7-イル基、2-フェニルナフタレン-8-イル基、1-メチルナフタレン-4-イル基、1-メチルナフタレン-5-イル基、1-メチルナフタレン-6-イル基、1-メチルナフタレン-7-イル基、1-メチルナフタレン-8-イル基、2-メチルナフタレン-1-イル基、2-メチルナフタレン-3-イル基、2-メチルナフタレン-4-イル基、2-メチルナフタレン-5-イル基、2-メチルナフタレン-6-イル基、2-メチルナフタレン-7-イル基、2-メチルナフタレン-8-イル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、

1-フェニルフェナントレン-2-イル基、1-フェニルフェナントレン-3-イル基、1-フェニルフェナントレン-4-イル基、1-フェニルフェナントレン-5-イル基、1-フェニルフェナントレン-6-イル基、1-フェニルフェナントレン-7-イル基、1-フェニルフェナントレン-8-イル基、1-フェニルフェナントレン-9-イル基、1-フェニルフェナントレン-10-イル基、2-フェニルフェナントレン-1-イル基、2-フェニルフェナントレン-3-イル基、2-フェニルフェナントレン-4-イル基、2-フェニルフェナントレン-5-イル基、2-フェニルフェナントレン-6-イル基、2-フェニルフェナントレン-7-イル基、2-フェニルフェナントレン-8-イル基、2-フェニルフェナントレン-9-イル基、2-フェニルフェナントレン-10-イル基、3-フェニルフェナントレ

ン-1-イル基、3-フェニルフェナントレン-2-イル基、3-フェニルフェナントレン-4-イル基、3-フェニルフェナントレン-5-イル基、3-フェニルフェナントレン-6-イル基、3-フェニルフェナントレン-7-イル基、3-フェニルフェナントレン-8-イル基、3-フェニルフェナントレン-9-イル基、3-フェニルフェナントレン-10-イル基、4-フェニルフェナントレン-1-イル基、4-フェニルフェナントレン-2-イル基、4-フェニルフェナントレン-3-イル基、4-フェニルフェナントレン-5-イル基、4-フェニルフェナントレン-6-イル基、4-フェニルフェナントレン-7-イル基、4-フェニルフェナントレン-8-イル基、4-フェニルフェナントレン-9-イル基、4-フェニルフェナントレン-10-イル基、1-メチルフェナントレン-2-イル基、1-メチルフェナントレン-3-イル基、1-メチルフェナントレン-4-イル基、1-メチルフェナントレン-5-イル基、1-メチルフェナントレン-6-イル基、1-メチルフェナントレン-7-イル基、1-メチルフェナントレン-8-イル基、1-メチルフェナントレン-9-イル基、1-メチルフェナントレン-10-イル基、2-メチルフェナントレン-1-イル基、2-メチルフェナントレン-3-イル基、2-メチルフェナントレン-4-イル基、2-メチルフェナントレン-5-イル基、2-メチルフェナントレン-6-イル基、2-メチルフェナントレン-7-イル基、2-メチルフェナントレン-8-イル基、2-メチルフェナントレン-9-イル基、2-メチルフェナントレン-10-イル基、3-メチルフェナントレン-1-イル基、3-メチルフェナントレン-2-イル基、3-メチルフェナントレン-4-イル基、3-メチルフェナントレン-5-イル基、3-メチルフェナントレン-6-イル基、3-メチルフェナントレン-7-イル基、3-メチルフェナントレン-8-イル基、3-メチルフェナントレン-9-イル基、3-メチルフェナントレン-10-イル基、4-メチルフェナントレン-1-イル基、4-メチルフェナントレン-2-イル基、4-メチルフェナントレン-3-イル基、4-メチルフェナントレン-5-イル基、4-メチルフェナント

レン-6-イル基、4-メチルフェナントレン-7-イル基、4-メチルフェナントレン-8-イル基、4-メチルフェナントレン-9-イル基、4-メチルフェナントレン-10-イル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、

1-フェニルアントラセン-2-イル基、1-フェニルアントラセン-3-イル基、1-フェニルアントラセン-4-イル基、1-フェニルアントラセン-5-イル基、1-フェニルアントラセン-6-イル基、1-フェニルアントラセン-7-イル基、1-フェニルアントラセン-8-イル基、1-フェニルアントラセン-9-イル基、1-フェニルアントラセン-10-イル基、2-フェニルアントラセン-1-イル基、2-フェニルアントラセン-3-イル基、2-フェニルアントラセン-4-イル基、2-フェニルアントラセン-5-イル基、2-フェニルアントラセン-6-イル基、2-フェニルアントラセン-7-イル基、2-フェニルアントラセン-8-イル基、2-フェニルアントラセン-9-イル基、2-フェニルアントラセン-10-イル基、9-フェニルアントラセン-1-イル基、9-フェニルアントラセン-2-イル基、9-フェニルアントラセン-3-イル基、9-フェニルアントラセン-4-イル基、9-フェニルアントラセン-5-イル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、1-フェニルピレン-2-イル基、1-フェニルピレン-3-イル基、1-フェニルピレン-4-イル基、1-フェニルピレン-5-イル基、1-フェニルピレン-6-イル基、1-フェニルピレン-7-イル基、1-フェニルピレン-8-イル基、1-フェニルピレン-9-イル基、1-フェニルピレン-10-イル基、2-フェニルピレン-1-イル基、2-フェニルピレン-3-イル基、2-フェニルピレン-4-イル基、2-フェニルピレン-5-イル基、2-フェニルピレン-6-イル基、2-フェニルピレン-7-イル基、2-フェニルピレン-8-イル基、2-フェニルピレン-9-イル基、2-フェニルピレン-10-イル基、9-フェニルピレン-1-イル基、9-フェニルピレン-2-イル基、9-フェニルピレン-3-イル基、9-フェニルピレン-4-イル基

、9-フェニルピレン-5-イル基、9-フェニルピレン-6-イル基、9-フェニルピレン-7-イル基、9-フェニルピレン-8-イル基、9-フェニルピレン-10-イル基、1-メチルピレン-2-イル基、1-メチルピレン-3-イル基、1-メチルピレン-4-イル基、1-メチルピレン-5-イル基、1-メチルピレン-6-イル基、1-メチルピレン-7-イル基、1-メチルピレン-8-イル基、1-メチルピレン-9-イル基、1-メチルピレン-10-イル基、2-メチルピレン-1-イル基、2-メチルピレン-3-イル基、2-メチルピレン-4-イル基、2-メチルピレン-5-イル基、2-メチルピレン-6-イル基、2-メチルピレン-7-イル基、2-メチルピレン-8-イル基、2-メチルピレン-9-イル基、2-メチルピレン-10-イル基、9-メチルピレン-1-イル基、9-メチルピレン-2-イル基、9-メチルピレン-3-イル基、9-メチルピレン-4-イル基、9-メチルピレン-5-イル基、9-メチルピレン-6-イル基、9-メチルピレン-7-イル基、9-メチルピレン-8-イル基、9-メチルピレン-10-イル基、フルオランテン-1-イル基、フルオランテン-1-イル基、フルオランテン-2-イル基、フルオランテン-3-イル基、フルオランテン-4-イル基、フルオランテン-5-イル基、フルオランテン-6-イル基、フルオランテン-7-イル基、フルオランテン-8-イル基、フルオランテン-9-イル基、フルオランテン-10-イル基、トリフェニレン-1-イル基、トリフェニレン-2-イル基、アセナフチレン-1-イル基、アセナフチレン-3-イル基、アセナフチレン-4-イル基、アセナフチレン-5-イル基、クリセン-1-イル基、クリセン-2-イル基、クリセン-5-イル基、クリセン-6-イル基、2-キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、キノキサリン-2-イル基、キノキサリン-5-イル基、キノキサリン-6-イル基、キナゾリン

ー2-イル基、キナゾリンー4-イル基、キナゾリンー5-イル基、キナゾリンー6-イル基、キナゾリンー7-イル基、キナゾリンー8-イル基、ピラジンー2-イル基、5-メチルピラジンー2-イル基、5, 6-ジフェニルピラジンー2-イル基、ピリミジンー2-イル基、ピリミジンー4-イル基、ピリミジンー5-イル基、2, 4-ジフェニルピリミジンー6-イル基、4, 6-ジフェニルピリミジンー2-イル基、アクリジンー1-イル基、アクリジンー1-イル基、アクリジンー2-イル基、アクリジンー3-イル基、アクリジンー4-イル基、アクリジンー9-イル基、フェナントリジンー1-イル基、フェナントリジンー1-イル基、フェナントリジンー2-イル基、フェナントリジンー3-イル基、フェナントリジンー4-イル基、フェナントリジンー6-イル基、フェナントリジンー7-イル基、フェナントリジンー8-イル基、フェナントリジンー9-イル基、フェナントリジンー10-イル基、フェナジンー1-イル基、フェナジンー2-イル基、ベンゾ[h]キノリンー2-イル基、ベンゾ[h]キノリンー3-イル基、ベンゾ[h]キノリンー4-イル基、ベンゾ[h]キノリンー5-イル基、ベンゾ[h]キノリンー6-イル基、ベンゾ[h]キノリンー7-イル基、ベンゾ[h]キノリンー8-イル基、ベンゾ[h]キノリンー9-イル基、ベンゾ[h]キノリンー10-イル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-フリル基、3-フリル基、ベンゾチオフェンー2-イル基、ベンゾチオフェンー3-イル基、ベンゾチオフェンー4-イル基、ベンゾチオフェンー5-イル基、ベンゾチオフェンー6-イル基、ベンゾチオフェンー7-イル基、ベンゾフランー2-イル基、ベンゾフランー3-イル基、ベンゾフランー4-イル基、ベンゾフランー5-イル基、ベンゾフランー6-イル基、ベンゾフランー7-イル基、ジベンゾチオフェンー1-イル基、ジベンゾチオフェンー2-イル基、ジベンゾチオフェンー3-イル基、ジベンゾフランー1-イル基、ジベンゾフランー2-イル基、ジベンゾフランー3-イル基、3-メチルチオフェンー2-イル基、4-メチルチオフェンー2-イル基、5-メチルチオフェンー2-イル基、2-メチルチオフェンー3-イル基、4-メ

チルチオフェン-3-イル基、5-メチルチオフェン-3-イル基、3-メチルフラン-2-イル基、4-メチルフラン-2-イル基、5-メチルフラン-2-イル基、2-メチルフラン-3-イル基、4-メチルフラン-3-イル基、5-メチルフラン-3-イル基、

3-メチルベンゾチオフェン-2-イル基、4-メチルベンゾチオフェン-2-イル基、5-メチルベンゾチオフェン-2-イル基、6-メチルベンゾチオフェン-2-イル基、7-メチルベンゾチオフェン-2-イル基、2-メチルベンゾチオフェン-3-イル基、4-メチルベンゾチオフェン-3-イル基、5-メチルベンゾチオフェン-3-イル基、6-メチルベンゾチオフェン-3-イル基、7-メチルベンゾチオフェン-3-イル基、2-メチルベンゾチオフェン-4-イル基、3-メチルベンゾチオフェン-4-イル基、5-メチルベンゾチオフェン-4-イル基、6-メチルベンゾチオフェン-4-イル基、7-メチルベンゾチオフェン-4-イル基、2-メチルベンゾチオフェン-5-イル基、3-メチルベンゾチオフェン-5-イル基、4-メチルベンゾチオフェン-5-イル基、6-メチルベンゾチオフェン-5-イル基、7-メチルベンゾチオフェン-5-イル基、2-メチルベンゾチオフェン-6-イル基、3-メチルベンゾチオフェン-6-イル基、4-メチルベンゾチオフェン-6-イル基、5-メチルベンゾチオフェン-6-イル基、7-メチルベンゾチオフェン-6-イル基、2-メチルベンゾチオフェン-7-イル基、3-メチルベンゾチオフェン-7-イル基、4-メチルベンゾチオフェン-7-イル基、5-メチルベンゾチオフェン-7-イル基、6-メチルベンゾチオフェン-7-イル基、3-メチルベンゾフラン-2-イル基、4-メチルベンゾフラン-2-イル基、5-メチルベンゾフラン-2-イル基、6-メチルベンゾフラン-2-イル基、7-メチルベンゾフラン-2-イル基、2-メチルベンゾフラン-3-イル基、4-メチルベンゾフラン-3-イル基、5-メチルベンゾフラン-3-イル基、6-メチルベンゾフラン-3-イル基、7-メチルベンゾフラン-3-イル基、2-メチルベンゾフラン-4-イル基、3-メチルベンゾフラン-4-イル基、



5-メチルベンゾフラン-4-イル基、6-メチルベンゾフラン-4-イル基、7-メチルベンゾフラン-4-イル基、2-メチルベンゾフラン-5-イル基、3-メチルベンゾフラン-5-イル基、4-メチルベンゾフラン-5-イル基、6-メチルベンゾフラン-5-イル基、7-メチルベンゾフラン-5-イル基、2-メチルベンゾフラン-6-イル基、3-メチルベンゾフラン-6-イル基、4-メチルベンゾフラン-6-イル基、5-メチルベンゾフラン-6-イル基、7-メチルベンゾフラン-6-イル基、2-メチルベンゾフラン-7-イル基、3-メチルベンゾフラン-7-イル基、4-メチルベンゾフラン-7-イル基、5-メチルベンゾフラン-7-イル基、6-メチルベンゾフラン-7-イル基、2-メチルジベンゾチオフェン-1-イル基、3-メチルジベンゾチオフェン-1-イル基、4-メチルジベンゾチオフェン-1-イル基、6-メチルジベンゾチオフェン-1-イル基、7-メチルジベンゾチオフェン-1-イル基、8-メチルジベンゾチオフェン-1-イル基、9-メチルジベンゾチオフェン-1-イル基、1-メチルジベンゾチオフェン-2-イル基、3-メチルジベンゾチオフェン-2-イル基、4-メチルジベンゾチオフェン-2-イル基、6-メチルジベンゾチオフェン-2-イル基、7-メチルジベンゾチオフェン-2-イル基、8-メチルジベンゾチオフェン-2-イル基、9-メチルジベンゾチオフェン-2-イル基、1-メチルジベンゾチオフェン-3-イル基、2-メチルジベンゾチオフェン-3-イル基、4-メチルジベンゾチオフェン-3-イル基、6-メチルジベンゾチオフェン-3-イル基、7-メチルジベンゾチオフェン-3-イル基、8-メチルジベンゾチオフェン-3-イル基、9-メチルジベンゾチオフェン-3-イル基、2-メチルジベンゾフラン-1-イル基、3-メチルジベンゾフラン-1-イル基、4-メチルジベンゾフラン-1-イル基、6-メチルジベンゾフラン-1-イル基、7-メチルジベンゾフラン-1-イル基、8-メチルジベンゾフラン-1-イル基、9-メチルジベンゾフラン-1-イル基、1-メチルジベンゾフラン-2-イル基、3-メチルジベンゾフラン-2-イル基、4-メチルジベンゾフラン

ー2-イル基、6-メチルジベンゾフラン-2-イル基、7-メチルジベンゾフラン-2-イル基、8-メチルジベンゾフラン-2-イル基、9-メチルジベンゾフラン-2-イル基、1-メチルジベンゾフラン-3-イル基、2-メチルジベンゾフラン-3-イル基、4-メチルジベンゾフラン-3-イル基、6-メチルジベンゾフラン-3-イル基、7-メチルジベンゾフラン-3-イル基、8-メチルジベンゾフラン-3-イル基、9-メチルジベンゾフラン-3-イル基、3-フェニルチオフェン-2-イル基、4-フェニルチオフェン-2-イル基、5-フェニルチオフェン-2-イル基、2-フェニルチオフェン-3-イル基、4-フェニルチオフェン-3-イル基、5-フェニルチオフェン-3-イル基、3-フェニルフラン-2-イル基、4-フェニルフラン-2-イル基、5-フェニルフラン-2-イル基、2-フェニルフラン-3-イル基、4-フェニルフラン-3-イル基、5-フェニルフラン-3-イル基、3-フェニルベンゾチオフェン-2-イル基、4-フェニルベンゾチオフェン-2-イル基、5-フェニルベンゾチオフェン-2-イル基、6-フェニルベンゾチオフェン-2-イル基、7-フェニルベンゾチオフェン-2-イル基、2-フェニルベンゾチオフェン-3-イル基、4-フェニルベンゾチオフェン-3-イル基、5-フェニルベンゾチオフェン-3-イル基、6-フェニルベンゾチオフェン-3-イル基、7-フェニルベンゾチオフェン-3-イル基、2-フェニルベンゾチオフェン-4-イル基、3-フェニルベンゾチオフェン-4-イル基、5-フェニルベンゾチオフェン-4-イル基、6-フェニルベンゾチオフェン-4-イル基、7-フェニルベンゾチオフェン-4-イル基、2-フェニルベンゾチオフェン-5-イル基、3-フェニルベンゾチオフェン-5-イル基、4-フェニルベンゾチオフェン-5-イル基、6-フェニルベンゾチオフェン-5-イル基、7-フェニルベンゾチオフェン-5-イル基、2-フェニルベンゾチオフェン-6-イル基、3-フェニルベンゾチオフェン-6-イル基、4-フェニルベンゾチオフェン-6-イル基、5-フェニルベンゾチオフェン-6-イル基、7-フェニルベンゾチオフェン-6-イル基、2-フェニルベ

ンゾチオフエン-7-イル基、3-フェニルベンゾチオフエン-7-イル基、4-フェニルベンゾチオフエン-7-イル基、5-フェニルベンゾチオフエン-7-イル基、6-フェニルベンゾチオフエン-7-イル基、3-フェニルベンゾフラン-2-イル基、4-フェニルベンゾフラン-2-イル基、5-フェニルベンゾフラン-2-イル基、6-フェニルベンゾフラン-2-イル基、7-フェニルベンゾフラン-2-イル基、2-フェニルベンゾフラン-3-イル基、4-フェニルベンゾフラン-3-イル基、5-フェニルベンゾフラン-3-イル基、6-フェニルベンゾフラン-3-イル基、7-フェニルベンゾフラン-3-イル基、2-フェニルベンゾフラン-4-イル基、3-フェニルベンゾフラン-4-イル基、5-フェニルベンゾフラン-4-イル基、6-フェニルベンゾフラン-4-イル基、7-フェニルベンゾフラン-4-イル基、2-フェニルベンゾフラン-5-イル基、3-フェニルベンゾフラン-5-イル基、4-フェニルベンゾフラン-5-イル基、6-フェニルベンゾフラン-5-イル基、7-フェニルベンゾフラン-5-イル基、2-フェニルベンゾフラン-6-イル基、3-フェニルベンゾフラン-6-イル基、4-フェニルベンゾフラン-6-イル基、5-フェニルベンゾフラン-6-イル基、7-フェニルベンゾフラン-6-イル基、2-フェニルベンゾフラン-7-イル基、3-フェニルベンゾフラン-7-イル基、4-フェニルベンゾフラン-7-イル基、5-フェニルベンゾフラン-7-イル基、6-フェニルベンゾフラン-7-イル基、2-フェニルジベンゾチオフエン-1-イル基、3-フェニルジベンゾチオフエン-1-イル基、4-フェニルジベンゾチオフエン-1-イル基、6-フェニルジベンゾチオフエン-1-イル基、7-フェニルジベンゾチオフエン-1-イル基、8-フェニルジベンゾチオフエン-1-イル基、9-フェニルジベンゾチオフエン-1-イル基、1-フェニルジベンゾチオフエン-2-イル基、3-フェニルジベンゾチオフエン-2-イル基、4-フェニルジベンゾチオフエン-2-イル基、6-フェニルジベンゾチオフエン-2-イル基、7-フェニルジベンゾチオフエン-2-イル基、8-フェニル

ジベンゾチオフェン-2-イル基、9-フェニルジベンゾチオフェン-2-イル基、1-フェニルジベンゾチオフェン-3-イル基、2-フェニルジベンゾチオフェン-3-イル基、4-フェニルジベンゾチオフェン-3-イル基、6-フェニルジベンゾチオフェン-3-イル基、7-フェニルジベンゾチオフェン-3-イル基、8-フェニルジベンゾチオフェン-3-イル基、9-フェニルジベンゾチオフェン-3-イル基、2-フェニルジベンゾフラン-1-イル基、3-フェニルジベンゾフラン-1-イル基、4-フェニルジベンゾフラン-1-イル基、6-フェニルジベンゾフラン-1-イル基、7-フェニルジベンゾフラン-1-イル基、8-フェニルジベンゾフラン-1-イル基、9-フェニルジベンゾフラン-1-イル基、1-フェニルジベンゾフラン-2-イル基、3-フェニルジベンゾフラン-2-イル基、4-フェニルジベンゾフラン-2-イル基、6-フェニルジベンゾフラン-2-イル基、7-フェニルジベンゾフラン-2-イル基、8-フェニルジベンゾフラン-2-イル基、9-フェニルジベンゾフラン-2-イル基、1-フェニルジベンゾフラン-3-イル基、2-フェニルジベンゾフラン-3-イル基、4-フェニルジベンゾフラン-3-イル基、6-フェニルジベンゾフラン-3-イル基、7-フェニルジベンゾフラン-3-イル基、8-フェニルジベンゾフラン-3-イル基、9-フェニルジベンゾフラン-3-イル基、3-(2-ピリジル)チオフェン-2-イル基、4-(2-ピリジル)チオフェン-2-イル基、5-(2-ピリジル)チオフェン-2-イル基、2-(2-ピリジル)チオフェン-3-イル基、4-(2-ピリジル)チオフェン-3-イル基、5-(2-ピリジル)チオフェン-3-イル基、3-(2-ピリジル)フラン-2-イル基、4-(2-ピリジル)フラン-2-イル基、5-(2-ピリジル)フラン-2-イル基、2-(2-ピリジル)フラン-3-イル基、4-(2-ピリジル)フラン-3-イル基、5-(2-ピリジル)フラン-3-イル基、3-(2-ピリジル)ベンゾチオフェン-2-イル基、4-(2-ピリジル)ベンゾチオフェン-2-イル基、5-(2-ピリジル)ベンゾチオフェン-2-イル基、6-(2-ピリジル)ベンゾ

チオフェン-2-イル基、7-(2-ピリジル)ベンゾチオフェン-2-イル基、2-(2-ピリジル)ベンゾチオフェン-3-イル基、4-(2-ピリジル)ベンゾチオフェン-3-イル基、5-(2-ピリジル)ベンゾチオフェン-3-イル基、6-(2-ピリジル)ベンゾチオフェン-3-イル基、7-(2-ピリジル)ベンゾチオフェン-3-イル基、2-(2-ピリジル)ベンゾチオフェン-4-イル基、3-(2-ピリジル)ベンゾチオフェン-4-イル基、5-(2-ピリジル)ベンゾチオフェン-4-イル基、6-(2-ピリジル)ベンゾチオフェン-4-イル基、7-(2-ピリジル)ベンゾチオフェン-4-イル基、2-(2-ピリジル)ベンゾチオフェン-5-イル基、3-(2-ピリジル)ベンゾチオフェン-5-イル基、4-(2-ピリジル)ベンゾチオフェン-5-イル基、6-(2-ピリジル)ベンゾチオフェン-5-イル基、7-(2-ピリジル)ベンゾチオフェン-5-イル基、2-(2-ピリジル)ベンゾチオフェン-6-イル基、3-(2-ピリジル)ベンゾチオフェン-6-イル基、4-(2-ピリジル)ベンゾチオフェン-6-イル基、5-(2-ピリジル)ベンゾチオフェン-6-イル基、7-(2-ピリジル)ベンゾチオフェン-6-イル基、2-(2-ピリジル)ベンゾチオフェン-7-イル基、3-(2-ピリジル)ベンゾチオフェン-7-イル基、4-(2-ピリジル)ベンゾチオフェン-7-イル基、5-(2-ピリジル)ベンゾチオフェン-7-イル基、6-(2-ピリジル)ベンゾチオフェン-7-イル基、3-(2-ピリジル)ベンゾフラン-2-イル基、4-(2-ピリジル)ベンゾフラン-2-イル基、5-(2-ピリジル)ベンゾフラン-2-イル基、6-(2-ピリジル)ベンゾフラン-2-イル基、7-(2-ピリジル)ベンゾフラン-2-イル基、2-(2-ピリジル)ベンゾフラン-3-イル基、4-(2-ピリジル)ベンゾフラン-3-イル基、5-(2-ピリジル)ベンゾフラン-3-イル基、6-(2-ピリジル)ベンゾフラン-3-イル基、7-(2-ピリジル)ベンゾフラン-3-イル基、2-(2-ピリジル)ベンゾフラン-4-イル基、3-(2-ピリジル)ベンゾフラン-4-イル基、5-(2-ピリジル)ベンゾフ

ラン-4-イル基、6-(2-ピリジル)ベンゾフラン-4-イル基、7-(2-ピリジル)ベンゾフラン-4-イル基、2-(2-ピリジル)ベンゾフラン-5-イル基、3-(2-ピリジル)ベンゾフラン-5-イル基、4-(2-ピリジル)ベンゾフラン-5-イル基、6-(2-ピリジル)ベンゾフラン-5-イル基、7-(2-ピリジル)ベンゾフラン-5-イル基、2-(2-ピリジル)ベンゾフラン-6-イル基、3-(2-ピリジル)ベンゾフラン-6-イル基、4-(2-ピリジル)ベンゾフラン-6-イル基、5-(2-ピリジル)ベンゾフラン-6-イル基、7-(2-ピリジル)ベンゾフラン-6-イル基、2-(2-ピリジル)ベンゾフラン-7-イル基、

3-(2-ピリジル)ベンゾフラン-7-イル基、4-(2-ピリジル)ベンゾフラン-7-イル基、5-(2-ピリジル)ベンゾフラン-7-イル基、6-(2-ピリジル)ベンゾフラン-7-イル基、2-(2-ピリジル)ジベンゾチオフエン-1-イル基、3-(2-ピリジル)ジベンゾチオフエン-1-イル基、4-(2-ピリジル)ジベンゾチオフエン-1-イル基、6-(2-ピリジル)ジベンゾチオフエン-1-イル基、7-(2-ピリジル)ジベンゾチオフエン-1-イル基、8-(2-ピリジル)ジベンゾチオフエン-1-イル基、9-(2-ピリジル)ジベンゾチオフエン-1-イル基、1-(2-ピリジル)ジベンゾチオフエン-2-イル基、3-(2-ピリジル)ジベンゾチオフエン-2-イル基、4-(2-ピリジル)ジベンゾチオフエン-2-イル基、6-(2-ピリジル)ジベンゾチオフエン-2-イル基、7-(2-ピリジル)ジベンゾチオフエン-2-イル基、8-(2-ピリジル)ジベンゾチオフエン-2-イル基、9-(2-ピリジル)ジベンゾチオフエン-2-イル基、1-(2-ピリジル)ジベンゾチオフエン-3-イル基、2-(2-ピリジル)ジベンゾチオフエン-3-イル基、4-(2-ピリジル)ジベンゾチオフエン-3-イル基、6-(2-ピリジル)ジベンゾチオフエン-3-イル基、7-(2-ピリジル)ジベンゾチオフエン-3-イル基、8-(2-ピリジル)ジベンゾチオフエン-3-イル基、

9-(2-ピリジル)ジベンゾチオフェン-3-イル基、2-(2-ピリジル)ジベンゾフラン-1-イル基、3-(2-ピリジル)ジベンゾフラン-1-イル基、4-(2-ピリジル)ジベンゾフラン-1-イル基、6-(2-ピリジル)ジベンゾフラン-1-イル基、7-(2-ピリジル)ジベンゾフラン-1-イル基、8-(2-ピリジル)ジベンゾフラン-1-イル基、9-(2-ピリジル)ジベンゾフラン-1-イル基、1-(2-ピリジル)ジベンゾフラン-2-イル基、3-(2-ピリジル)ジベンゾフラン-2-イル基、4-(2-ピリジル)ジベンゾフラン-2-イル基、6-(2-ピリジル)ジベンゾフラン-2-イル基、7-(2-ピリジル)ジベンゾフラン-2-イル基、8-(2-ピリジル)ジベンゾフラン-2-イル基、9-(2-ピリジル)ジベンゾフラン-2-イル基、1-(2-ピリジル)ジベンゾフラン-3-イル基、2-(2-ピリジル)ジベンゾフラン-3-イル基、4-(2-ピリジル)ジベンゾフラン-3-イル基、6-(2-ピリジル)ジベンゾフラン-3-イル基、7-(2-ピリジル)ジベンゾフラン-3-イル基、8-(2-ピリジル)ジベンゾフラン-3-イル基、9-(2-ピリジル)ジベンゾフラン-3-イル基、3-(3-ピリジル)チオフェン-2-イル基、4-(3-ピリジル)チオフェン-2-イル基、5-(3-ピリジル)チオフェン-2-イル基、2-(3-ピリジル)チオフェン-3-イル基、4-(3-ピリジル)チオフェン-3-イル基、5-(3-ピリジル)チオフェン-3-イル基、3-(3-ピリジル)フラン-2-イル基、4-(3-ピリジル)フラン-2-イル基、5-(3-ピリジル)フラン-2-イル基、2-(3-ピリジル)フラン-3-イル基、4-(3-ピリジル)フラン-3-イル基、5-(3-ピリジル)フラン-3-イル基、3-(3-ピリジル)ベンゾチオフェン-2-イル基、4-(3-ピリジル)ベンゾチオフェン-2-イル基、5-(3-ピリジル)ベンゾチオフェン-2-イル基、6-(3-ピリジル)ベンゾチオフェン-2-イル基、7-(3-ピリジル)ベンゾチオフェン-2-イル基、2-(3-ピリジル)ベンゾチオフェン-3-イル基、4-(3-ピリジル)ベンゾチオフェン-3

ーイル基、5-(3-ピリジル)ベンゾチオフェン-3-イル基、6-(3-ピリジル)ベンゾチオフェン-3-イル基、7-(3-ピリジル)ベンゾチオフェン-3-イル基、2-(3-ピリジル)ベンゾチオフェン-4-イル基、3-(3-ピリジル)ベンゾチオフェン-4-イル基、5-(3-ピリジル)ベンゾチオフェン-4-イル基、6-(3-ピリジル)ベンゾチオフェン-4-イル基、7-(3-ピリジル)ベンゾチオフェン-4-イル基、2-(3-ピリジル)ベンゾチオフェン-5-イル基、3-(3-ピリジル)ベンゾチオフェン-5-イル基、4-(3-ピリジル)ベンゾチオフェン-5-イル基、6-(3-ピリジル)ベンゾチオフェン-5-イル基、7-(3-ピリジル)ベンゾチオフェン-5-イル基、2-(3-ピリジル)ベンゾチオフェン-6-イル基、3-(3-ピリジル)ベンゾチオフェン-6-イル基、4-(3-ピリジル)ベンゾチオフェン-6-イル基、5-(3-ピリジル)ベンゾチオフェン-6-イル基、7-(3-ピリジル)ベンゾチオフェン-6-イル基、2-(3-ピリジル)ベンゾチオフェン-7-イル基、3-(3-ピリジル)ベンゾチオフェン-7-イル基、4-(3-ピリジル)ベンゾチオフェン-7-イル基、5-(3-ピリジル)ベンゾチオフェン-7-イル基、6-(3-ピリジル)ベンゾチオフェン-7-イル基、3-(3-ピリジル)ベンゾフラン-2-イル基、4-(3-ピリジル)ベンゾフラン-2-イル基、5-(3-ピリジル)ベンゾフラン-2-イル基、6-(3-ピリジル)ベンゾフラン-2-イル基、7-(3-ピリジル)ベンゾフラン-2-イル基、2-(3-ピリジル)ベンゾフラン-3-イル基、4-(3-ピリジル)ベンゾフラン-3-イル基、5-(3-ピリジル)ベンゾフラン-3-イル基、6-(3-ピリジル)ベンゾフラン-3-イル基、7-(3-ピリジル)ベンゾフラン-3-イル基、2-(3-ピリジル)ベンゾフラン-4-イル基、3-(3-ピリジル)ベンゾフラン-4-イル基、5-(3-ピリジル)ベンゾフラン-4-イル基、6-(3-ピリジル)ベンゾフラン-4-イル基、7-(3-ピリジル)ベンゾフラン-4-イル基、2-(3-ピリジル)ベンゾフラン-5-イル基、3-(3-



ーピリジル) ベンゾフランー5ーイル基、4ー(3ーピリジル) ベンゾフランー5ーイル基、6ー(3ーピリジル) ベンゾフランー5ーイル基、7ー(3ーピリジル) ベンゾフランー5ーイル基、2ー(3ーピリジル) ベンゾフランー6ーイル基、3ー(3ーピリジル) ベンゾフランー6ーイル基、4ー(3ーピリジル) ベンゾフランー6ーイル基、5ー(3ーピリジル) ベンゾフランー6ーイル基、7ー(3ーピリジル) ベンゾフランー6ーイル基、2ー(3ーピリジル) ベンゾフランー7ーイル基、3ー(3ーピリジル) ベンゾフランー7ーイル基、4ー(3ーピリジル) ベンゾフランー7ーイル基、5ー(3ーピリジル) ベンゾフランー7ーイル基、6ー(3ーピリジル) ベンゾフランー7ーイル基、

2ー(3ーピリジル) ジベンゾチオフエンー1ーイル基、3ー(3ーピリジル) ジベンゾチオフエンー1ーイル基、4ー(3ーピリジル) ジベンゾチオフエンー1ーイル基、6ー(3ーピリジル) ジベンゾチオフエンー1ーイル基、7ー(3ーピリジル) ジベンゾチオフエンー1ーイル基、8ー(3ーピリジル) ジベンゾチオフエンー1ーイル基、9ー(3ーピリジル) ジベンゾチオフエンー1ーイル基、1ー(3ーピリジル) ジベンゾチオフエンー2ーイル基、3ー(3ーピリジル) ジベンゾチオフエンー2ーイル基、4ー(3ーピリジル) ジベンゾチオフエンー2ーイル基、6ー(3ーピリジル) ジベンゾチオフエンー2ーイル基、7ー(3ーピリジル) ジベンゾチオフエンー2ーイル基、8ー(3ーピリジル) ジベンゾチオフエンー2ーイル基、9ー(3ーピリジル) ジベンゾチオフエンー2ーイル基、1ー(3ーピリジル) ジベンゾチオフエンー3ーイル基、2ー(3ーピリジル) ジベンゾチオフエンー3ーイル基、4ー(3ーピリジル) ジベンゾチオフエンー3ーイル基、6ー(3ーピリジル) ジベンゾチオフエンー3ーイル基、7ー(3ーピリジル) ジベンゾチオフエンー3ーイル基、8ー(3ーピリジル) ジベンゾチオフエンー3ーイル基、9ー(3ーピリジル) ジベンゾチオフエンー3ーイル基、2ー(3ーピリジル) ジベンゾフランー1ーイル基、3ー(3ーピリジル) ジベンゾフランー1ーイル基、4ー(3ーピリジル) ジベンゾフランー

1-イル基、6-(3-ピリジル)ジベンゾフラン-1-イル基、7-(3-ピリジル)ジベンゾフラン-1-イル基、8-(3-ピリジル)ジベンゾフラン-1-イル基、9-(3-ピリジル)ジベンゾフラン-1-イル基、1-(3-ピリジル)ジベンゾフラン-2-イル基、3-(3-ピリジル)ジベンゾフラン-2-イル基、4-(3-ピリジル)ジベンゾフラン-2-イル基、6-(3-ピリジル)ジベンゾフラン-2-イル基、7-(3-ピリジル)ジベンゾフラン-2-イル基、8-(3-ピリジル)ジベンゾフラン-2-イル基、9-(3-ピリジル)ジベンゾフラン-2-イル基、1-(3-ピリジル)ジベンゾフラン-3-イル基、2-(3-ピリジル)ジベンゾフラン-3-イル基、4-(3-ピリジル)ジベンゾフラン-3-イル基、6-(3-ピリジル)ジベンゾフラン-3-イル基、7-(3-ピリジル)ジベンゾフラン-3-イル基、8-(3-ピリジル)ジベンゾフラン-3-イル基、9-(3-ピリジル)ジベンゾフラン-3-イル基、3-(4-ピリジル)チオフェン-2-イル基、4-(4-ピリジル)チオフェン-2-イル基、5-(4-ピリジル)チオフェン-2-イル基、2-(4-ピリジル)チオフェン-3-イル基、4-(4-ピリジル)チオフェン-3-イル基、5-(4-ピリジル)チオフェン-3-イル基、3-(4-ピリジル)フラン-2-イル基、4-(4-ピリジル)フラン-2-イル基、5-(4-ピリジル)フラン-2-イル基、2-(4-ピリジル)フラン-3-イル基、4-(4-ピリジル)フラン-3-イル基、5-(4-ピリジル)フラン-3-イル基、3-(4-ピリジル)ベンゾチオフェン-2-イル基、4-(4-ピリジル)ベンゾチオフェン-2-イル基、5-(4-ピリジル)ベンゾチオフェン-2-イル基、6-(4-ピリジル)ベンゾチオフェン-2-イル基、7-(4-ピリジル)ベンゾチオフェン-2-イル基、2-(4-ピリジル)ベンゾチオフェン-3-イル基、4-(4-ピリジル)ベンゾチオフェン-3-イル基、5-(4-ピリジル)ベンゾチオフェン-3-イル基、6-(4-ピリジル)ベンゾチオフェン-3-イル基、7-(4-ピリジル)ベンゾチオフェン

ー3-イル基、2-(4-ピリジル)ベンゾチオフエン-4-イル基、3-(4-ピリジル)ベンゾチオフエン-4-イル基、5-(4-ピリジル)ベンゾチオフエン-4-イル基、6-(4-ピリジル)ベンゾチオフエン-4-イル基、7-(4-ピリジル)ベンゾチオフエン-4-イル基、2-(4-ピリジル)ベンゾチオフエン-5-イル基、3-(4-ピリジル)ベンゾチオフエン-5-イル基、4-(4-ピリジル)ベンゾチオフエン-5-イル基、6-(4-ピリジル)ベンゾチオフエン-5-イル基、7-(4-ピリジル)ベンゾチオフエン-5-イル基、2-(4-ピリジル)ベンゾチオフエン-6-イル基、3-(4-ピリジル)ベンゾチオフエン-6-イル基、4-(4-ピリジル)ベンゾチオフエン-6-イル基、5-(4-ピリジル)ベンゾチオフエン-6-イル基、7-(4-ピリジル)ベンゾチオフエン-6-イル基、2-(4-ピリジル)ベンゾチオフエン-7-イル基、3-(4-ピリジル)ベンゾチオフエン-7-イル基、4-(4-ピリジル)ベンゾチオフエン-7-イル基、5-(4-ピリジル)ベンゾチオフエン-7-イル基、6-(4-ピリジル)ベンゾチオフエン-7-イル基、3-(4-ピリジル)ベンゾフラン-2-イル基、4-(4-ピリジル)ベンゾフラン-2-イル基、5-(4-ピリジル)ベンゾフラン-2-イル基、6-(4-ピリジル)ベンゾフラン-2-イル基、7-(4-ピリジル)ベンゾフラン-2-イル基、2-(4-ピリジル)ベンゾフラン-3-イル基、4-(4-ピリジル)ベンゾフラン-3-イル基、5-(4-ピリジル)ベンゾフラン-3-イル基、6-(4-ピリジル)ベンゾフラン-3-イル基、7-(4-ピリジル)ベンゾフラン-3-イル基、2-(4-ピリジル)ベンゾフラン-4-イル基、3-(4-ピリジル)ベンゾフラン-4-イル基、5-(4-ピリジル)ベンゾフラン-4-イル基、6-(4-ピリジル)ベンゾフラン-4-イル基、7-(4-ピリジル)ベンゾフラン-4-イル基、2-(4-ピリジル)ベンゾフラン-5-イル基、3-(4-ピリジル)ベンゾフラン-5-イル基、4-(4-ピリジル)ベンゾフラン-5-イル基、6-(4-ピリジル)ベンゾフラン-5-イル基、7-(4-ピリジ

ル) ベンゾフラン-5-イル基、2-(4-ピリジル) ベンゾフラン-6-イル基、3-(4-ピリジル) ベンゾフラン-6-イル基、4-(4-ピリジル) ベンゾフラン-6-イル基、5-(4-ピリジル) ベンゾフラン-6-イル基、7-(4-ピリジル) ベンゾフラン-6-イル基、2-(4-ピリジル) ベンゾフラン-7-イル基、3-(4-ピリジル) ベンゾフラン-7-イル基、4-(4-ピリジル) ベンゾフラン-7-イル基、5-(4-ピリジル) ベンゾフラン-7-イル基、6-(4-ピリジル) ベンゾフラン-7-イル基、2-(4-ピリジル) ジベンゾチオフエン-1-イル基、3-(4-ピリジル) ジベンゾチオフエン-1-イル基、4-(4-ピリジル) ジベンゾチオフエン-1-イル基、6-(4-ピリジル) ジベンゾチオフエン-1-イル基、7-(4-ピリジル) ジベンゾチオフエン-1-イル基、

8-(4-ピリジル) ジベンゾチオフエン-1-イル基、9-(4-ピリジル) ジベンゾチオフエン-1-イル基、1-(4-ピリジル) ジベンゾチオフエン-2-イル基、3-(4-ピリジル) ジベンゾチオフエン-2-イル基、4-(4-ピリジル) ジベンゾチオフエン-2-イル基、6-(4-ピリジル) ジベンゾチオフエン-2-イル基、7-(4-ピリジル) ジベンゾチオフエン-2-イル基、8-(4-ピリジル) ジベンゾチオフエン-2-イル基、9-(4-ピリジル) ジベンゾチオフエン-2-イル基、1-(4-ピリジル) ジベンゾチオフエン-3-イル基、2-(4-ピリジル) ジベンゾチオフエン-3-イル基、4-(4-ピリジル) ジベンゾチオフエン-3-イル基、6-(4-ピリジル) ジベンゾチオフエン-3-イル基、7-(4-ピリジル) ジベンゾチオフエン-3-イル基、8-(4-ピリジル) ジベンゾチオフエン-3-イル基、9-(4-ピリジル) ジベンゾチオフエン-3-イル基、2-(4-ピリジル) ジベンゾフラン-1-イル基、3-(4-ピリジル) ジベンゾフラン-1-イル基、4-(4-ピリジル) ジベンゾフラン-1-イル基、6-(4-ピリジル) ジベンゾフラン-1-イル基、7-(4-ピリジル) ジベンゾフラン-1-イル基、8-(4-ピリジ

ル) ジベンゾフラン-1-イル基、9-(4-ピリジル) ジベンゾフラン-1-イル基、1-(4-ピリジル) ジベンゾフラン-2-イル基、3-(4-ピリジル) ジベンゾフラン-2-イル基、4-(4-ピリジル) ジベンゾフラン-2-イル基、6-(4-ピリジル) ジベンゾフラン-2-イル基、7-(4-ピリジル) ジベンゾフラン-2-イル基、8-(4-ピリジル) ジベンゾフラン-2-イル基、9-(4-ピリジル) ジベンゾフラン-2-イル基、1-(4-ピリジル) ジベンゾフラン-3-イル基、2-(4-ピリジル) ジベンゾフラン-3-イル基、4-(4-ピリジル) ジベンゾフラン-3-イル基、6-(4-ピリジル) ジベンゾフラン-3-イル基、7-(4-ピリジル) ジベンゾフラン-3-イル基、8-(4-ピリジル) ジベンゾフラン-3-イル基、又は9-(4-ピリジル) ジベンゾフラン-3-イル基等が好ましい例として挙げられる。これらの置換基のうち、電子輸送性材料特性に優れる点で、水素原子、フェニル基、p-トリル基、ビフェニル-2-イル基、ビフェニル-3-イル基、ビフェニル-4-イル基、3-(2-ピリジル) フェニル基、4-(2-ピリジル) フェニル基、3-(3-ピリジル) フェニル基、4-(3-ピリジル) フェニル基、2-ピリジル基、3-ピリジル基、4-ピリジル基、2-フェニルピリジン-6-イル基、2-フェニルピリジン-5-イル基、2-フェニルピリジン-4-イル基、3-フェニルピリジン-5-イル基、3-フェニルピリジン-6-イル基、2,6-ジフェニルピリジン-4-イル基、4,6-ジフェニルピリジン-2-イル基、2-ピリミジル基、2-ピラジル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、3-キノリル基、4-キノリル基、3-イソキノリル基、2-ベンゾチエニル基、2-ベンゾフリル基、2-フルオレニル基、9,9-ジメチルフルオレン-2-イル基、9,9-ジフェニルフルオレン-2-イル基、9-アントラニル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、9-フェナントリル基、2-ジベンゾチエニル基、2-ジベンゾフリル基、4-ジベンゾチエニル基、4-ジベンゾフリル基、3-フルオランテニル基、1-ピレニル基、又は2-トリフェニレニル基等

が好ましい。また、 $Ar^2$ は、これらの置換基のうち、フェニル基、p-トリル基、ビフェニル-2-イル基、ビフェニル-3-イル基、ビフェニル-4-イル基、3-(2-ピリジル)フェニル基、4-(2-ピリジル)フェニル基、3-(3-ピリジル)フェニル基、4-(3-ピリジル)フェニル基、2-ピリジル基、3-ピリジル基、4-ピリジル基、2-フェニルピリジン-6-イル基、2-フェニルピリジン-5-イル基、2-フェニルピリジン-4-イル基、3-フェニルピリジン-5-イル基、3-フェニルピリジン-6-イル基、2,6-ジフェニルピリジン-4-イル基、4,6-ジフェニルピリジン-2-イル基、2-ピリミジル基、2-ピラジル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、3-キノリル基、4-キノリル基、3-イソキノリル基、2-ベンゾチエニル基、2-ベンゾフリル基、2-フルオレニル基、9,9-ジメチルフルオレン-2-イル基、9,9-ジフェニルフルオレン-2-イル基、9-アントラニル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、9-フェナントリル基、2-ジベンゾチエニル基、2-ジベンゾフリル基、4-ジベンゾチエニル基、4-ジベンゾフリル基、3-フルオランテニル基、1-ピレニル基、又は2-トリフェニレニル基等が好ましい。さらに、3-(2-ピリジル)フェニル基、4-(2-ピリジル)フェニル基、3-(3-ピリジル)フェニル基、4-(3-ピリジル)フェニル基、2-ピリジル基、3-ピリジル基、4-ピリジル基、2-フェニルピリジン-6-イル基、2-フェニルピリジン-5-イル基、2-フェニルピリジン-4-イル基、3-フェニルピリジン-5-イル基、3-フェニルピリジン-6-イル基、3-キノリル基、4-キノリル基、3-イソキノリル基、2-ベンゾチエニル基、2-ベンゾフリル基、2-フルオレニル基、9,9-ジメチルフルオレン-2-イル基、9,9-ジフェニルフルオレン-2-イル基、2-ジベンゾチエニル基、2-ジベンゾフリル基、4-ジベンゾチエニル基、4-ジベンゾフリル基等が特に好ましい。

[0045]  $Ar^3$ 、及び $Ar^4$ は、各々独立に、フェニル基、ナフチル基、ピリジル基

(これらの基は、フッ素原子、メチル基、又はフェニル基で置換されていてもよい。)、水素原子、炭素数1～4のアルキル基、又は $X^2$ と形成する単結合を表す。

[0046]  $A r^3$ 、及び $A r^4$ における、炭素数1～4のアルキル基としては、特に限定するものではないが、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、 $n$ -ブチル基、又は $t$ -ブチル基等が好ましい例として挙げられる。

$A r^3$ 、及び $A r^4$ における、フッ素原子で置換されたフェニル基、ナフチル基、及びピリジル基としては、特に限定するものではないが、 $A r^1$ と同様の基が挙げられる。

$A r^3$ 、及び $A r^4$ における、メチル基で置換されたフェニル基、ナフチル基、及びピリジル基としては、特に限定するものではないが、 $A r^1$ と同様の基が挙げられる。

$A r^3$ 、及び $A r^4$ における、フェニル基で置換されたフェニル基、ナフチル基、及びピリジル基としては、特に限定するものではないが、 $A r^1$ と同様の基が挙げられる。

[0047]  $A r^3$ 、及び $A r^4$ は、電子輸送性材料特性に優れる点で、各々独立に、水素原子、フェニル基、ナフチル基、ビフェニル基、ピリジル基、又は $X^2$ と形成する単結合であることが好ましい。  $A r^3$ 、及び $A r^4$ は、合成が容易な点で、各々独立に、水素原子、又は $X^2$ と形成する単結合であることがさらに好ましい。

[0048]  $A r^3$ 、及び $A r^4$ におけるフェニル基、ナフチル基、又はピリジル基(これらの基は、フッ素原子、メチル基、又はフェニル基で置換されていてもよい。)の具体例としては、特に限定するものではないが、 $A r^1$ と同様の基が挙げられる。これらの置換基のうち、電子輸送性材料特性に優れる点で、フェニル基、ビフェニル-3-イル基、ビフェニル-4-イル基、2-ピリジル基、3-ピリジル基、4-ピリジル基、1-ナフチル基、又は2-ナフチル基が好ましく、合成が容易である点で、フェニル基が特に好ましい。

[0049]  $A r^5$ 、及び $A r^6$ は、各々独立に、フェニル基、ナフチル基、ピリジル基

(これらの基は、フッ素原子、メチル基、又はフェニル基で置換されていてもよい。)、水素原子、又は炭素数1～4のアルキル基を表す。

[0050]  $A r^5$ 、及び $A r^6$ における、炭素数1～4のアルキル基としては、特に限定するものではないが、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、 $n$ -ブチル基、又は $t$ -ブチル基等が好ましい例として挙げられる。

$A r^5$ 、及び $A r^6$ における、フッ素原子で置換されたフェニル基、ナフチル基、及びピリジル基としては、特に限定するものではないが、 $A r^1$ と同様の基が挙げられる。

$A r^5$ 、及び $A r^6$ における、メチル基で置換されたフェニル基、ナフチル基、及びピリジル基としては、特に限定するものではないが、 $A r^1$ と同様の基が挙げられる。

$A r^5$ 、及び $A r^6$ における、フェニル基で置換されたフェニル基、ナフチル基、及びピリジル基としては、特に限定するものではないが、 $A r^1$ と同様の基が挙げられる。

[0051]  $A r^5$ 、及び $A r^6$ は、電子輸送性材料特性に優れる点で、各々独立に、水素原子、フェニル基、トリル基、ナフチル基、ビフェニル基、又はピリジル基であることが好ましく、合成が容易な点で水素原子であることがさらに好ましい。

[0052]  $W^1$ 、 $W^2$ 、及び $W^3$ は、各々独立に、C-H、又は窒素原子を表し、 $W^1$ 、 $W^2$ 、及び $W^3$ は、全てC-Hを表すか、又は $W^1$ 、 $W^2$ 、 $W^3$ のいずれか1つが窒素原子を表し、残り2つがC-Hを表す。すなわち、 $W^1$ 、 $W^2$ 、及び $W^3$ は、各々独立に、C-H、又は窒素原子を表し、少なくとも2つはC-Hを表す。

$W^1$ 、 $W^2$ 、及び $W^3$ は、合成が容易である点で、全てC-Hであることが好ましい。

[0053]  $X^1$ 、及び $X^2$ は、各々独立に、フェニレン基、ナフチレン基、ビフェニレン基、ピリジレン基(これらの基は、フッ素原子、メチル基、又はフェニル基で置換されていてもよい。)、又は単結合を表す。



$X^1$ 、及び $X^2$ が、各々独立に、

単結合；

無置換の、フェニレン基、ナフチレン基、ビフェニレン基、又はピリジレン基；であることが好ましい。

これらの基のうち、原料の入手が容易な点で、各々独立に、単結合、フェニレン基、又はピリジレン基であることがより好ましい。

[0054] Zは、窒素原子又はC-Hを表す。このうち、電子輸送材料特性に優れる点で、Zが窒素原子であることが好ましい。

[0055]  $Y^1$ 、 $Y^2$ 、 $Y^3$ 、及び $Y^4$ は、各々独立に、C-Rで表される基、又は窒素原子を表す。Rは、フェニル基、ナフチル基、又はピリジル基（これらの基はフッ素原子、メチル基、又はフェニル基で置換されていてもよい）、水素原子、炭素数1～4のアルキル基、炭素数1～4のアルケニル基を表す。

[0056] また、 $Y^1$ 、 $Y^2$ 、 $Y^3$ 、及び $Y^4$ のいずれかが窒素原子を表すとき、 $Y^1$ 、 $Y^2$ 、 $Y^3$ 、及び $Y^4$ のうち1つだけが窒素原子であり、残りはC-Rで表される基（Rは、各々独立に、水素原子、炭素数1～4のアルキル基、炭素数1～4のアルケニル基、フェニル基、ナフチル基、又はピリジル基を表す。フェニル基、ナフチル基、又はピリジル基はフッ素原子、メチル基、又はフェニル基で置換されていてもよい）であることが、合成が容易である点で好ましい。

[0057] このうち、合成が容易な点で、 $Y^1$ 、 $Y^2$ 、 $Y^3$ 、及び $Y^4$ が、全てC-Rで表される基（Rは、各々独立に、水素原子、炭素数1～4のアルキル基、炭素数1～4のアルケニル基、フェニル基、ナフチル基、又はピリジル基を表す。）であることが好ましい。 $Y^1$ 、 $Y^2$ 、 $Y^3$ 、及び $Y^4$ が、全てC-Hで表される基であることがより好ましい。

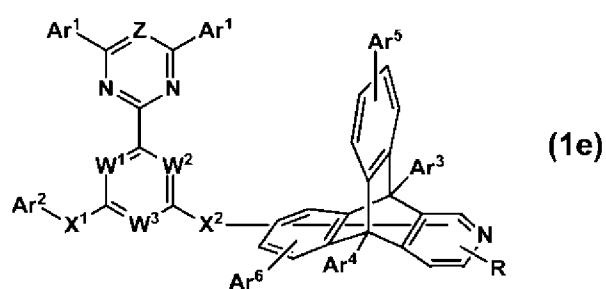
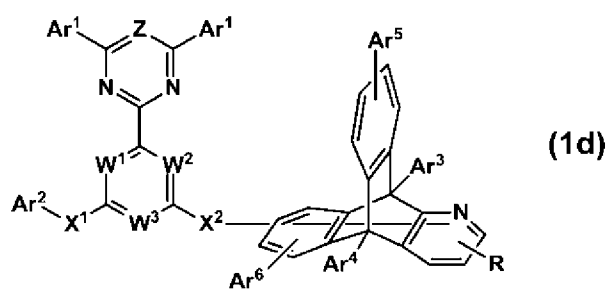
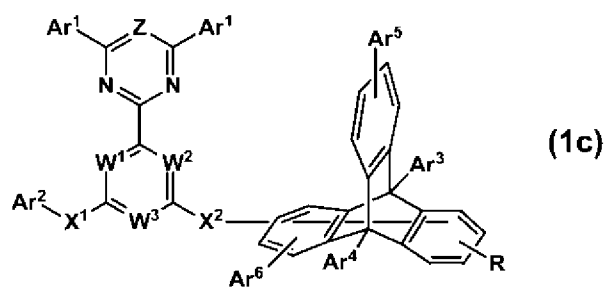
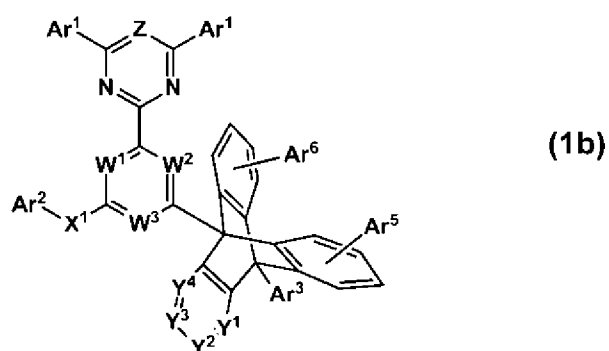
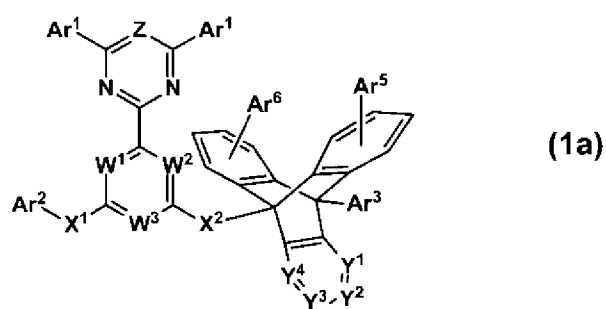
[0058] Rは、互いに結合し、芳香環を形成していてもよい。なお、Rが互いに結合して芳香環を形成した化合物として、特に限定するものではないが、例えば、後述する式(1 f)、又は(1 g)等が挙げられる。

[0059] 式(1)で表される化合物は、特に限定するものではないが、例えば、下

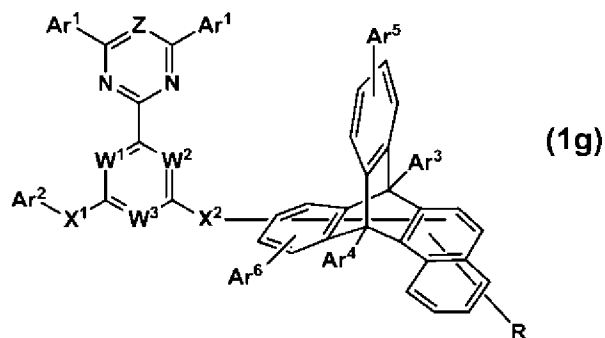
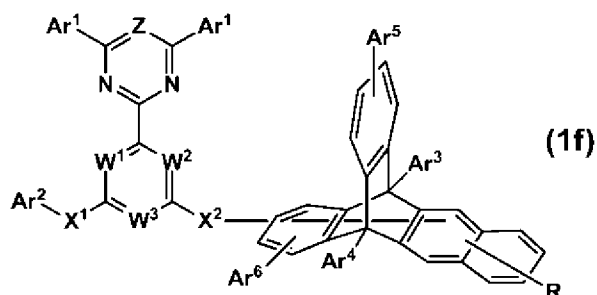
記の通り式 (1 a)、(1 b)、(1 c)、(1 d)、(1 e)、(1 f)、又は (1 g) 等で表される化合物に具体化することができる。

[0060]

[化3]



[0061] [化4]



[0062] (式(1a)、(1b)、(1c)、(1d)、(1e)、(1f)、及び(1g)中、Ar<sup>1</sup>、Ar<sup>2</sup>、Ar<sup>3</sup>、Ar<sup>4</sup>、Ar<sup>5</sup>、Ar<sup>6</sup>、X<sup>1</sup>、X<sup>2</sup>、Z、Y<sup>1</sup>、Y<sup>2</sup>、Y<sup>3</sup>、Y<sup>4</sup>、及びRは、前記式(1)と同義である。)

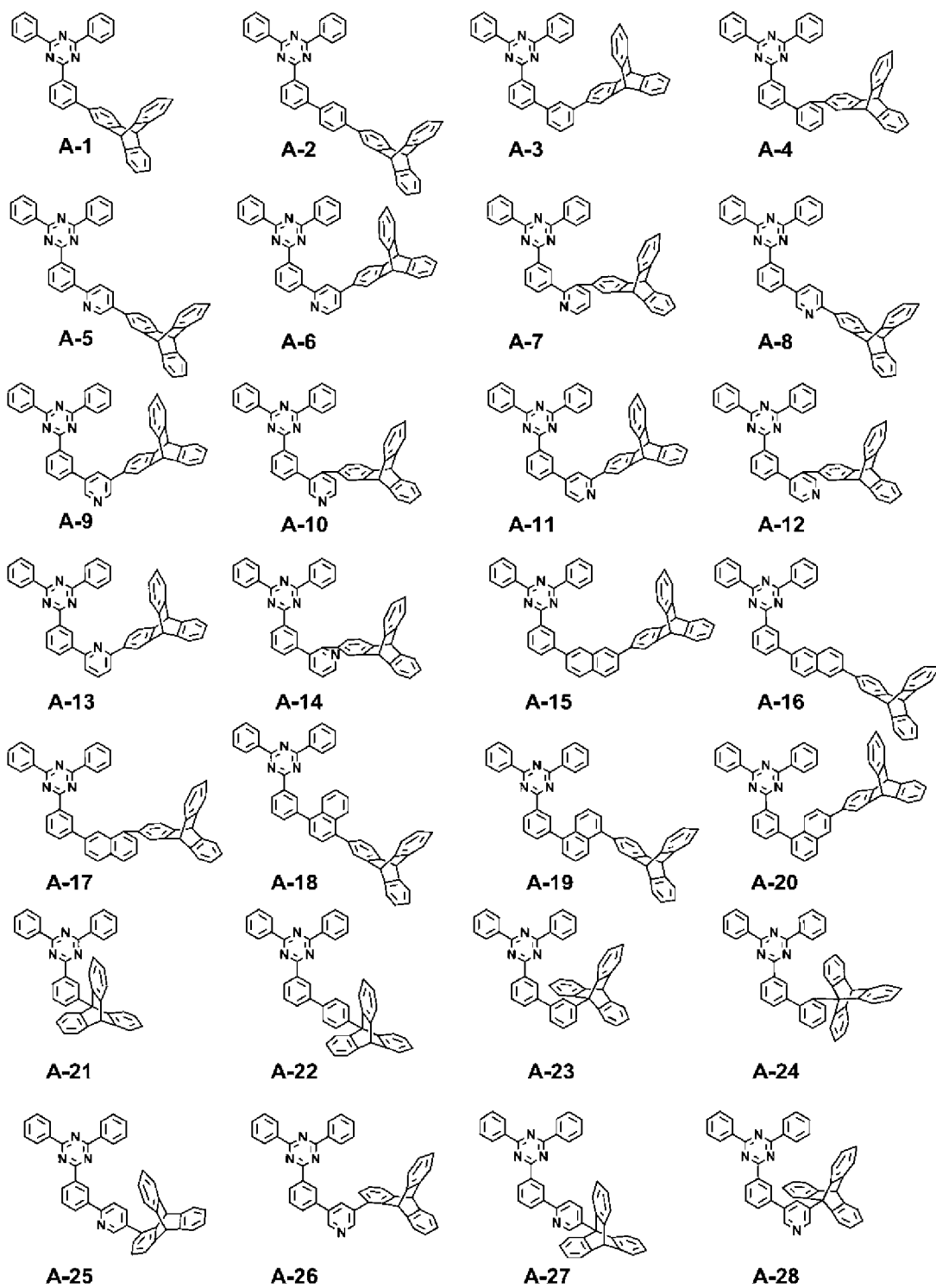
[0063] 式(1a)、(1b)、(1c)、(1d)、(1e)、(1f)、又は(1g)において、各定義の好ましい範囲については、式(1)で示した好ましい範囲と同じである。

[0064] 本発明の一態様にかかる環状アジン化合物(1)は有機電界発光素子の構成成分の一部として用いると、高発光効率化、長寿命化、低電圧化等の効果が得られる。特に、電子輸送層、または正孔阻止層として用いた場合にこの効果が顕著に現れる。

[0065] 式(1)で示される化合物のうち、特に好ましい化合物の具体例としては、次の(A-1)から(A-1356)を例示できるが、本開示これらに限定されるものではない。

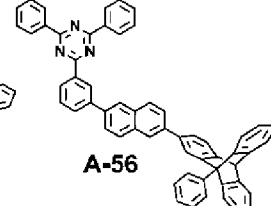
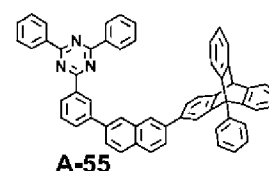
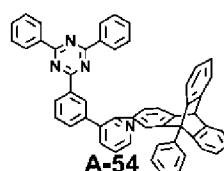
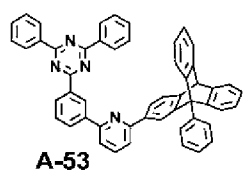
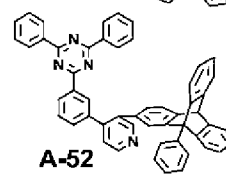
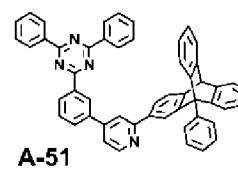
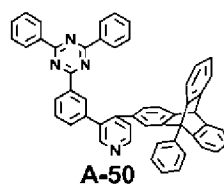
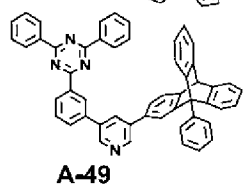
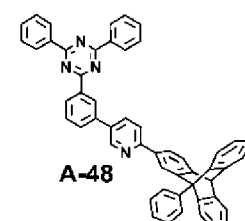
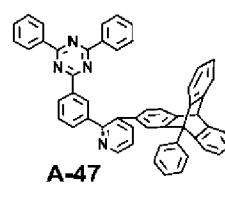
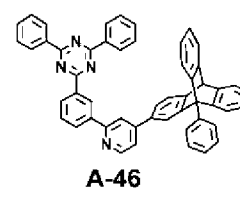
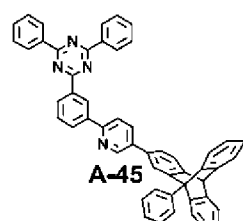
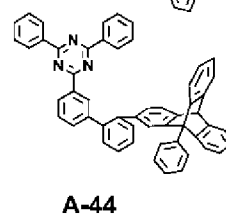
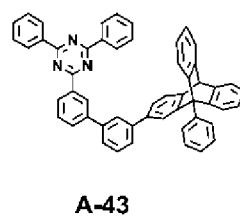
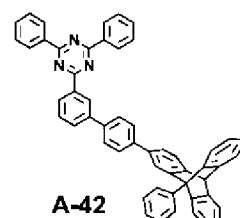
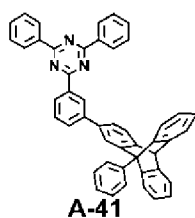
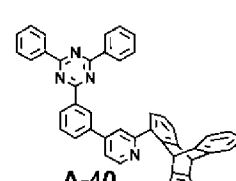
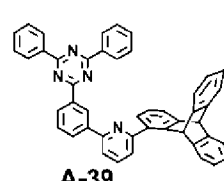
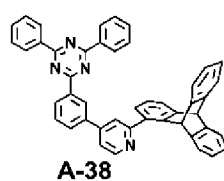
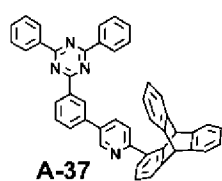
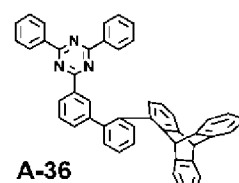
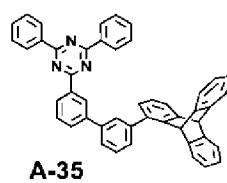
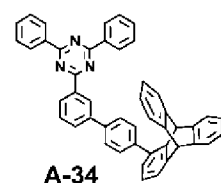
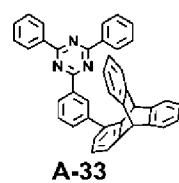
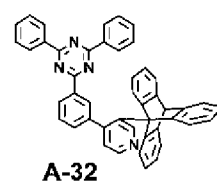
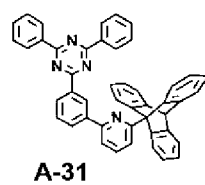
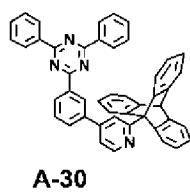
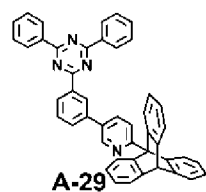
[0066]

[化5]



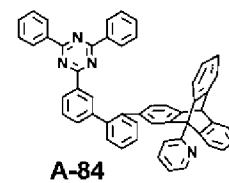
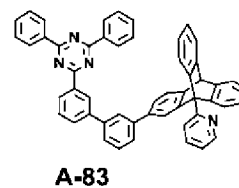
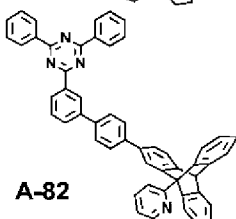
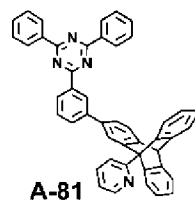
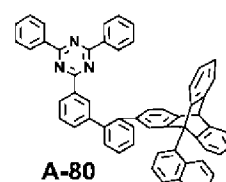
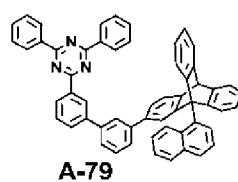
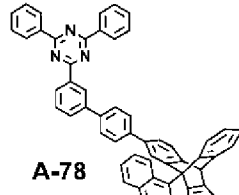
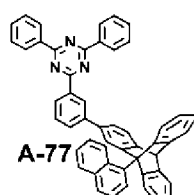
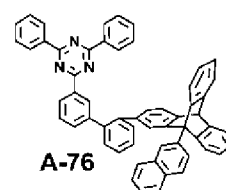
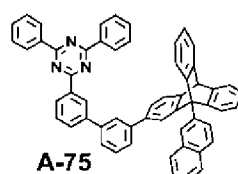
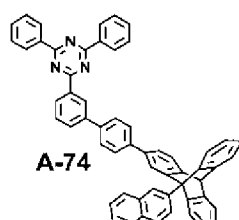
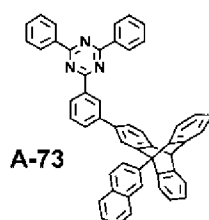
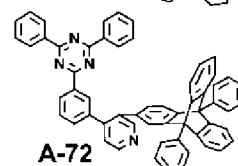
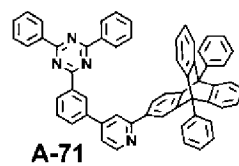
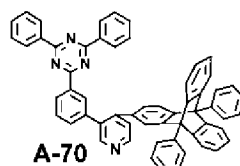
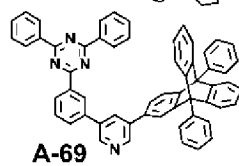
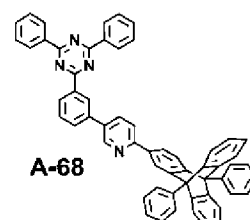
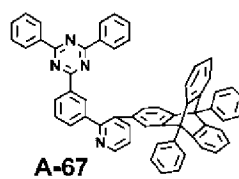
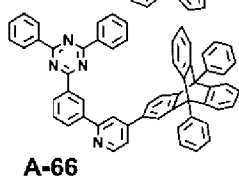
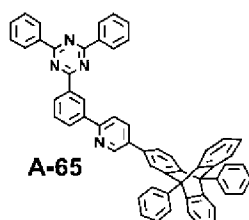
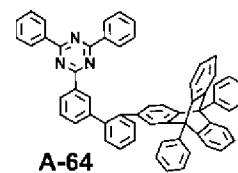
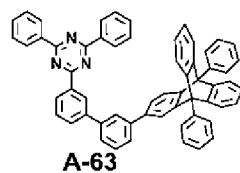
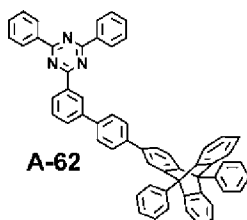
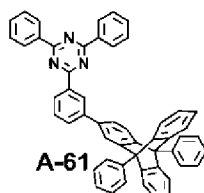
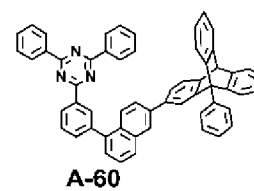
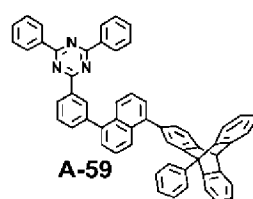
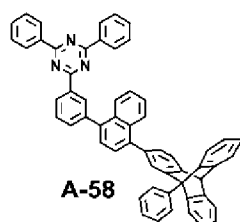
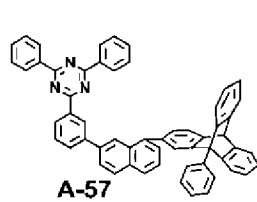
[0067]

[化6]



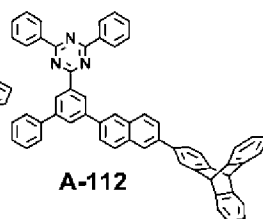
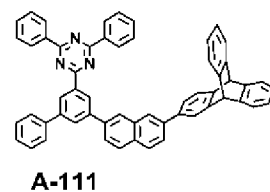
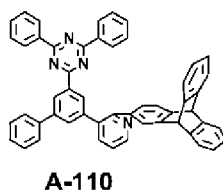
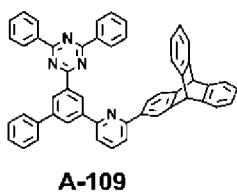
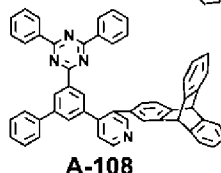
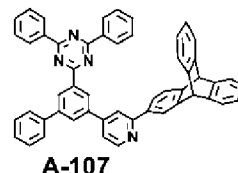
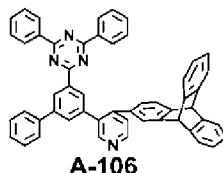
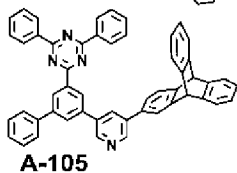
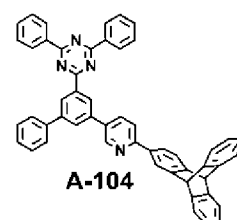
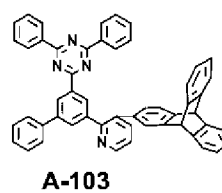
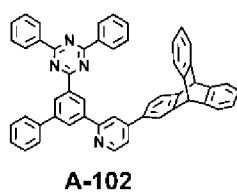
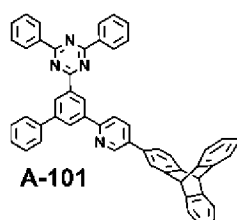
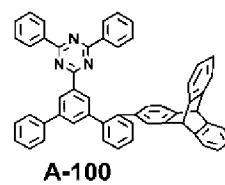
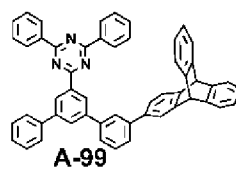
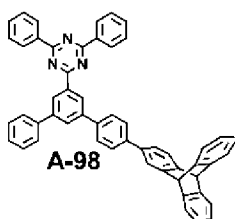
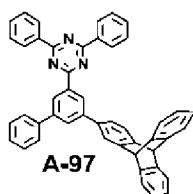
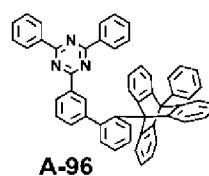
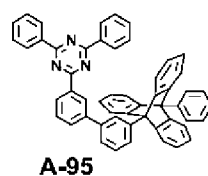
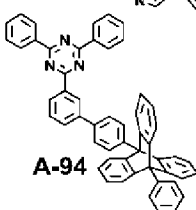
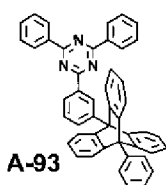
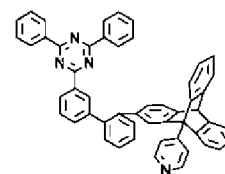
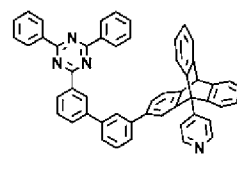
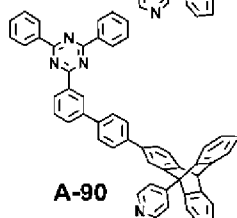
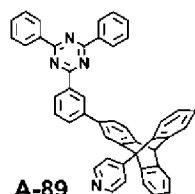
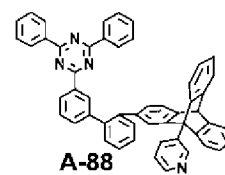
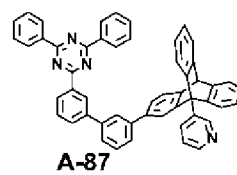
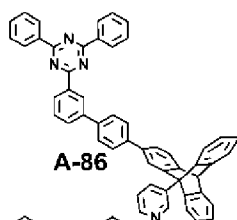
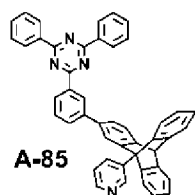
[0068]

[化7]



[0069]

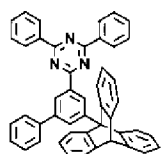
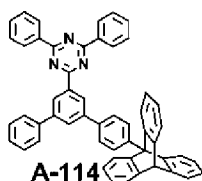
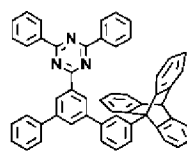
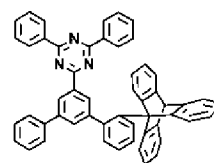
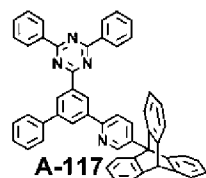
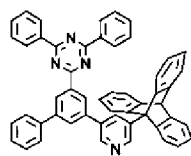
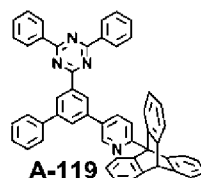
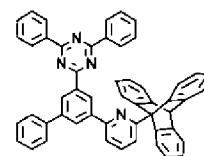
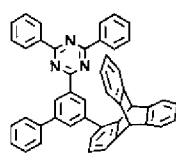
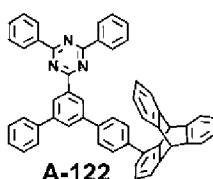
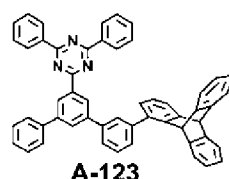
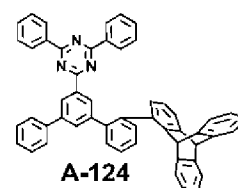
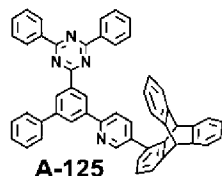
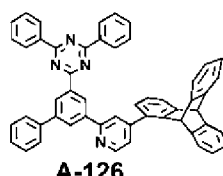
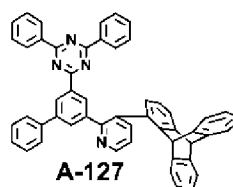
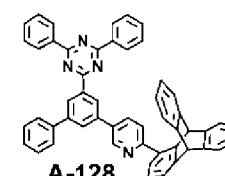
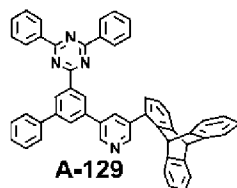
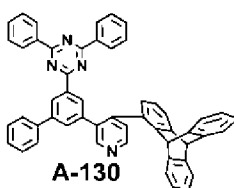
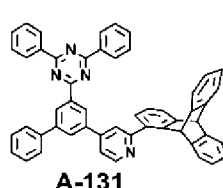
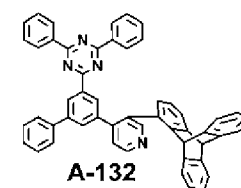
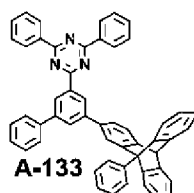
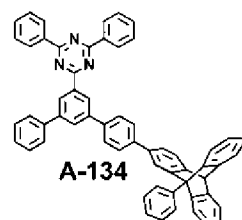
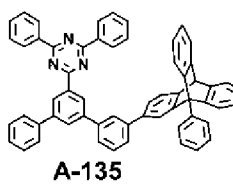
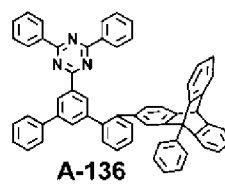
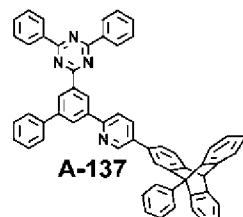
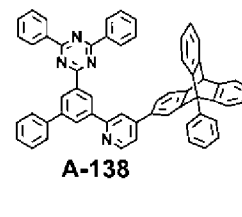
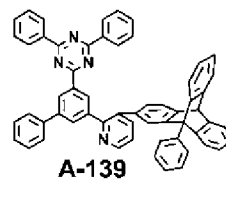
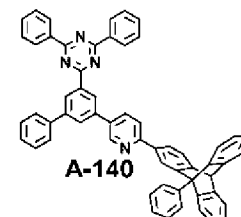
[化8]



[0070]

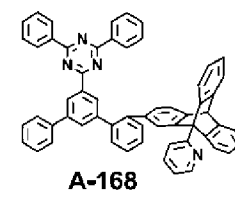
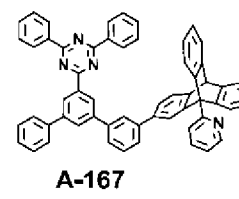
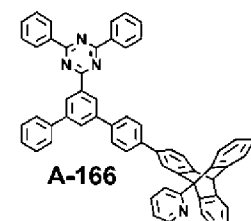
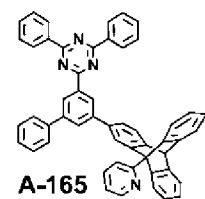
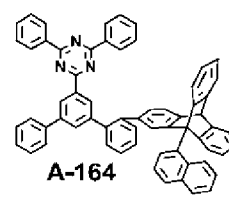
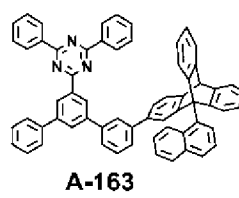
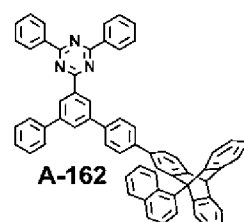
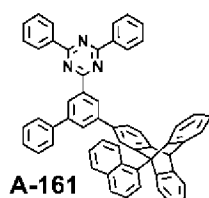
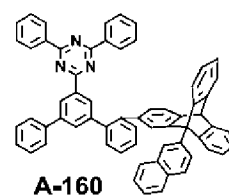
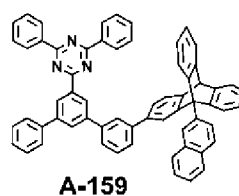
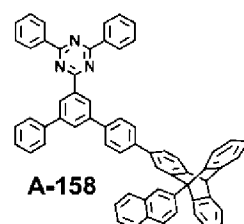
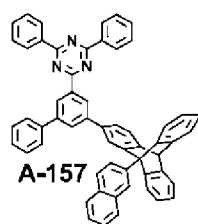
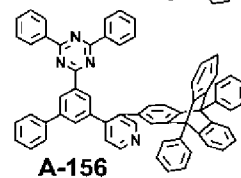
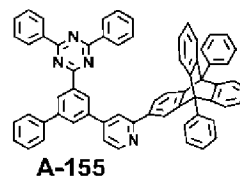
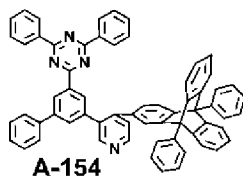
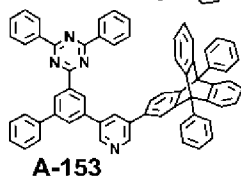
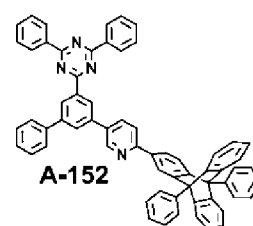
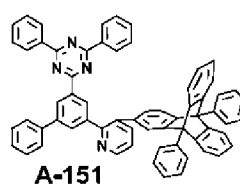
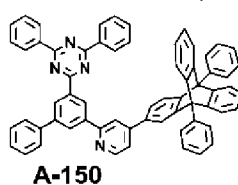
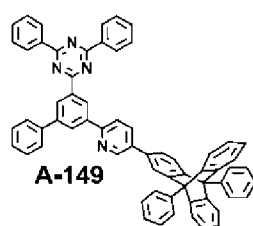
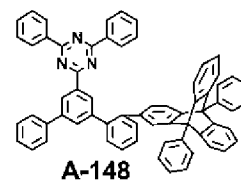
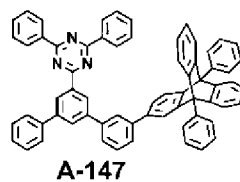
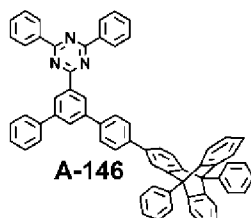
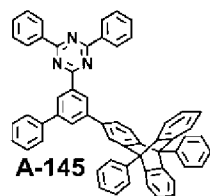
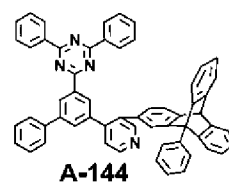
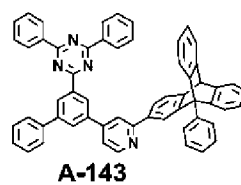
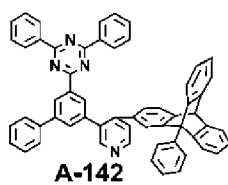
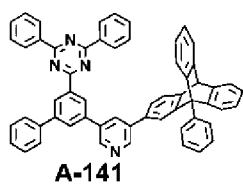


[化9]

**A-113****A-114****A-115****A-116****A-117****A-118****A-119****A-120****A-121****A-122****A-123****A-124****A-125****A-126****A-127****A-128****A-129****A-130****A-131****A-132****A-133****A-134****A-135****A-136****A-137****A-138****A-139****A-140**

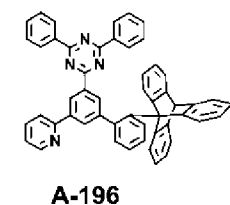
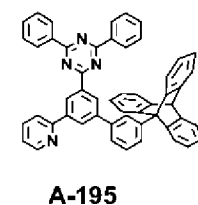
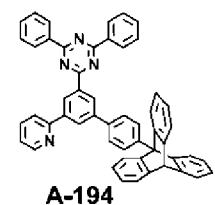
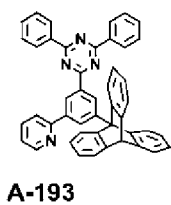
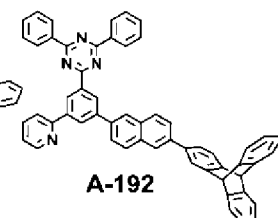
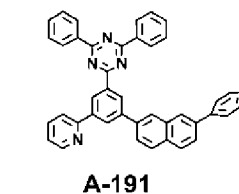
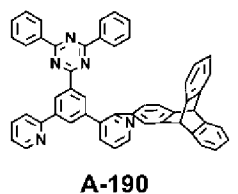
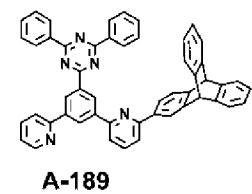
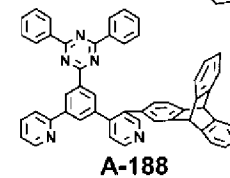
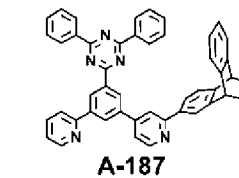
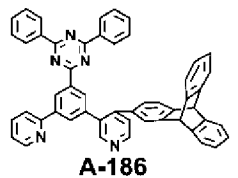
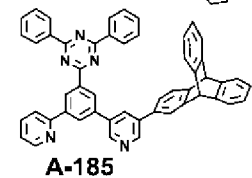
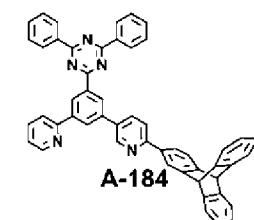
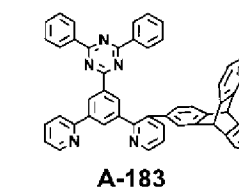
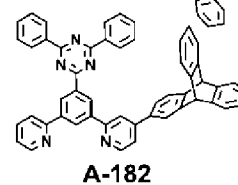
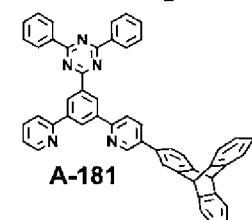
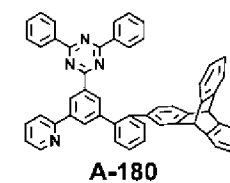
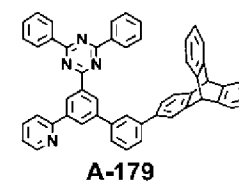
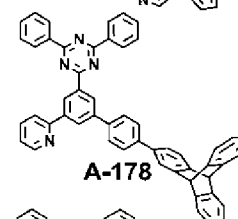
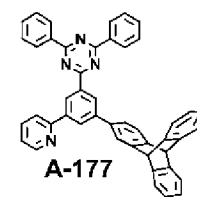
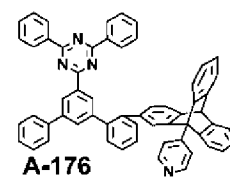
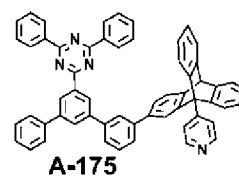
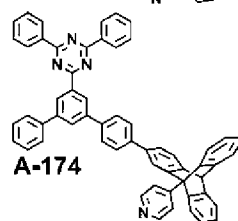
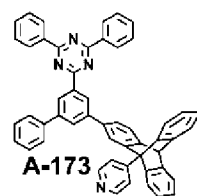
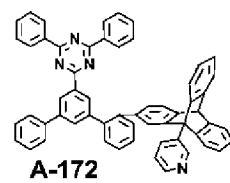
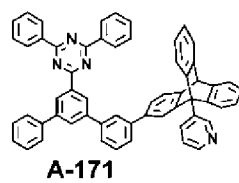
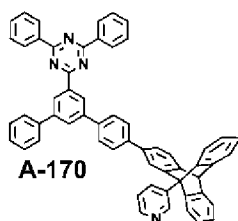
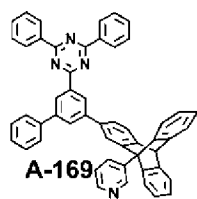
[0071]

[化10]



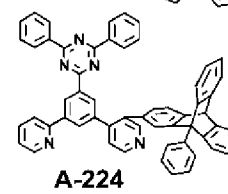
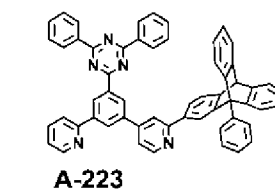
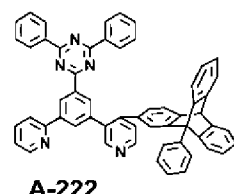
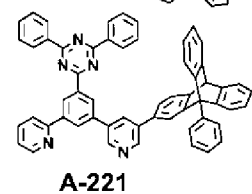
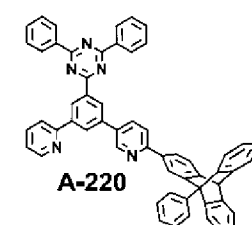
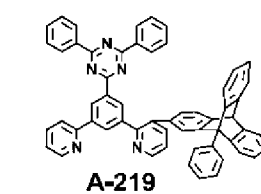
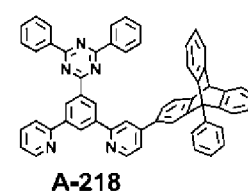
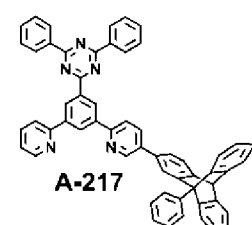
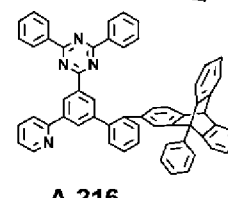
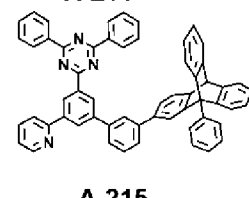
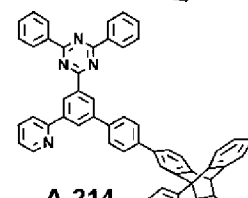
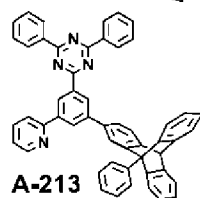
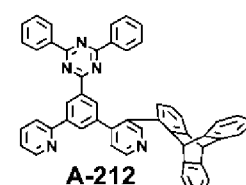
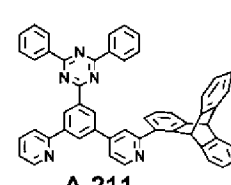
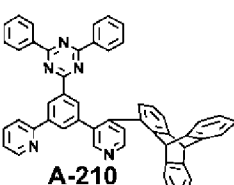
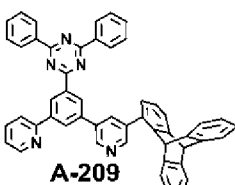
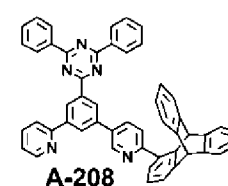
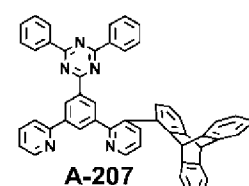
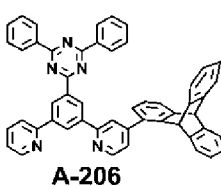
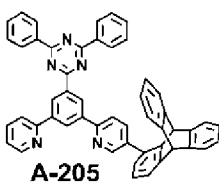
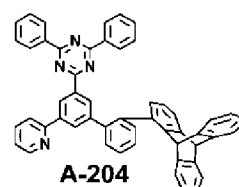
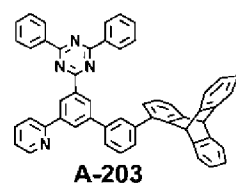
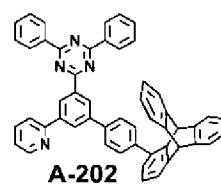
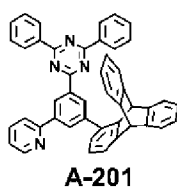
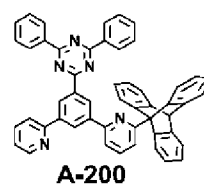
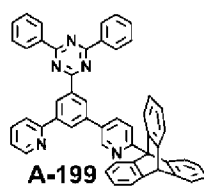
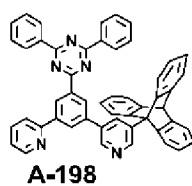
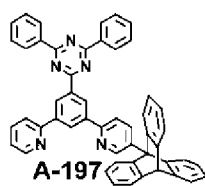
[0072]

[化11]



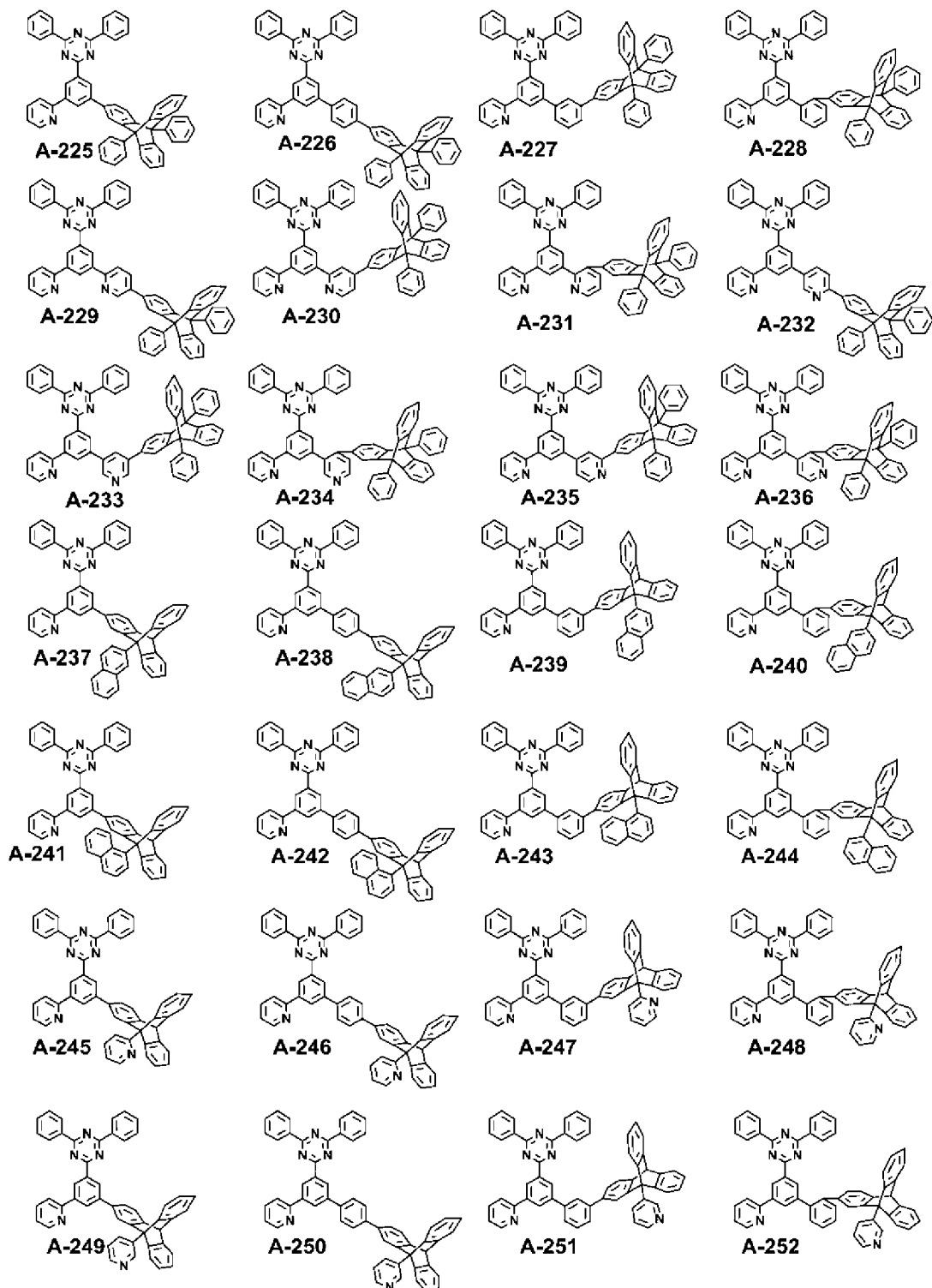
[0073]

[化12]



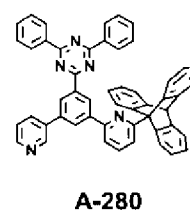
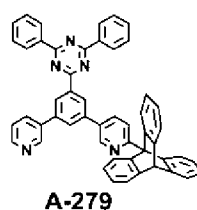
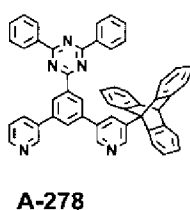
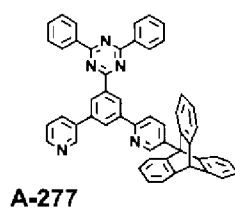
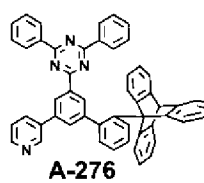
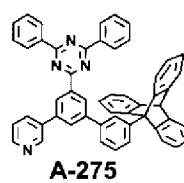
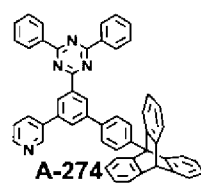
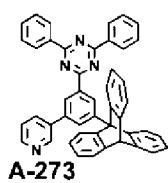
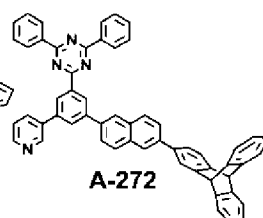
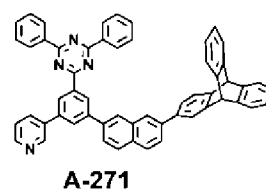
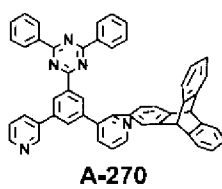
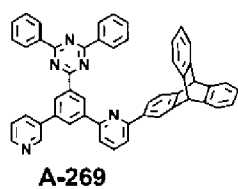
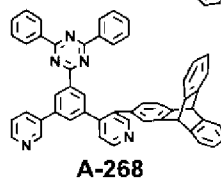
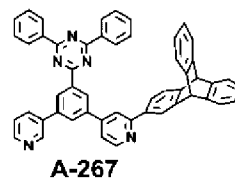
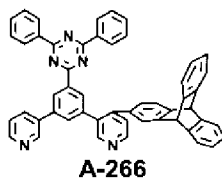
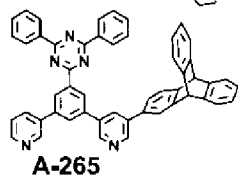
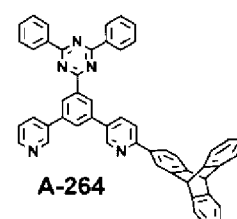
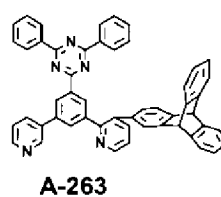
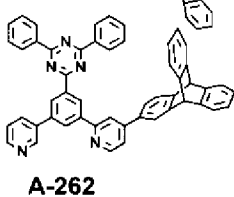
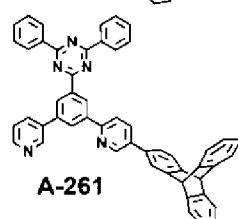
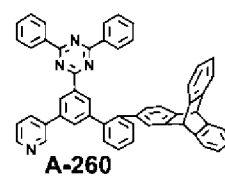
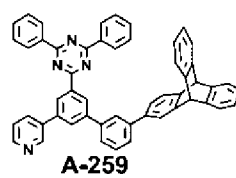
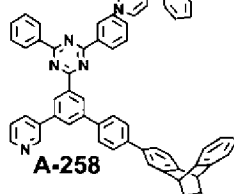
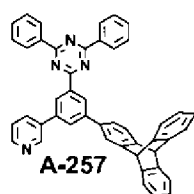
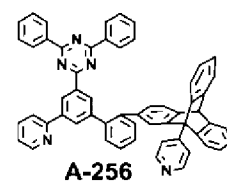
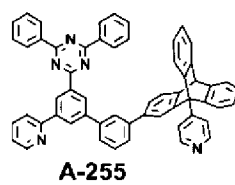
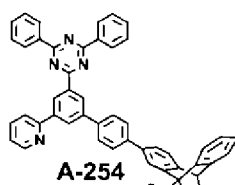
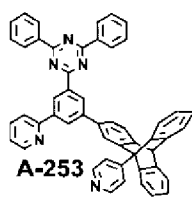
[0074]

[化13]



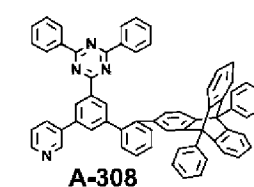
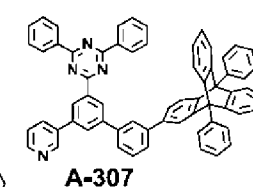
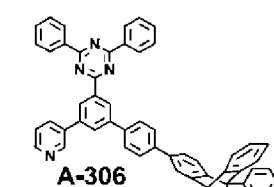
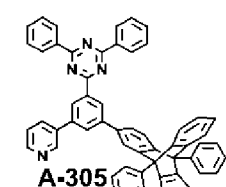
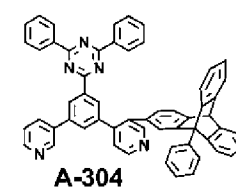
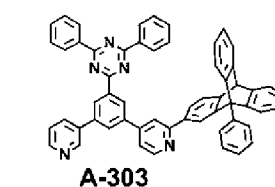
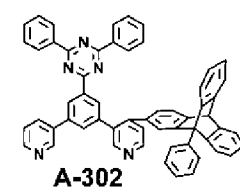
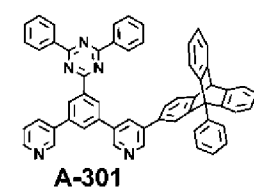
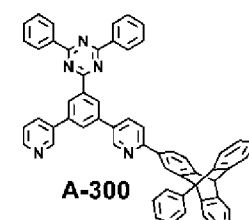
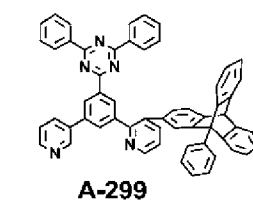
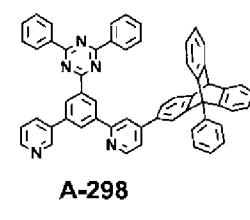
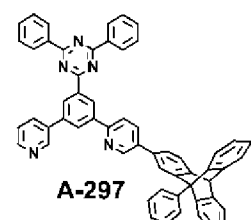
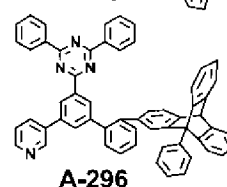
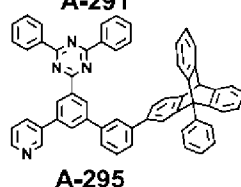
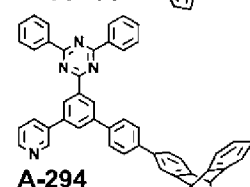
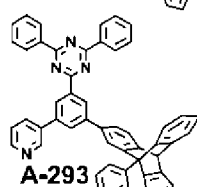
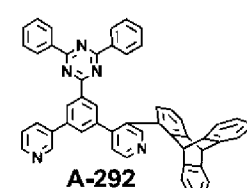
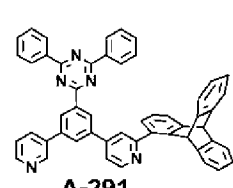
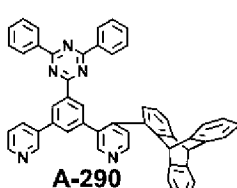
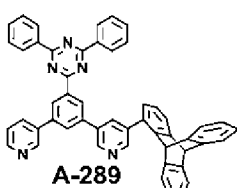
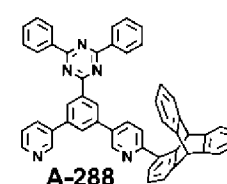
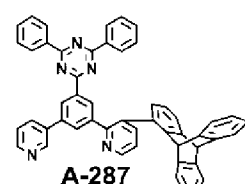
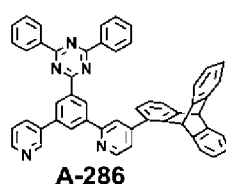
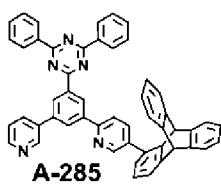
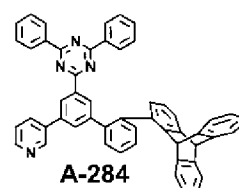
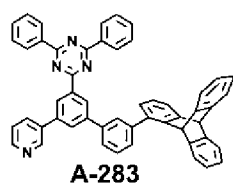
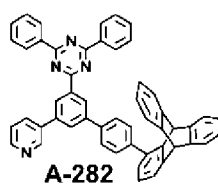
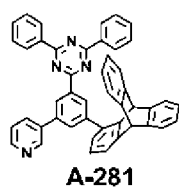
[0075]

[化14]



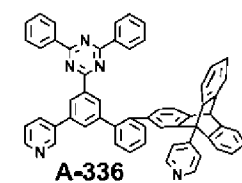
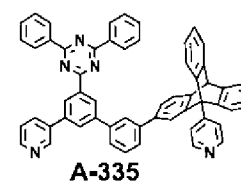
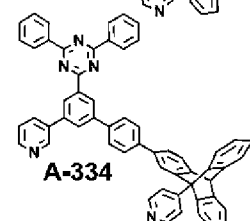
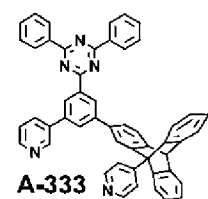
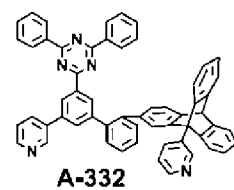
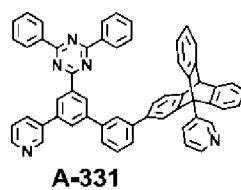
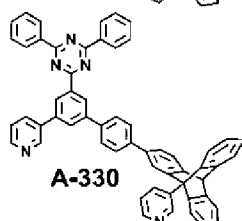
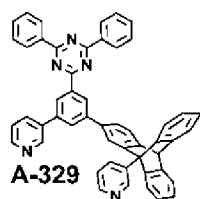
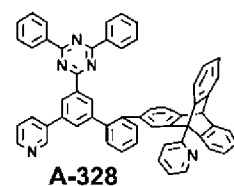
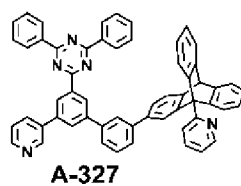
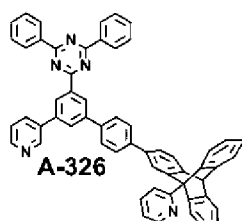
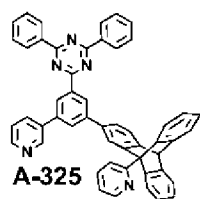
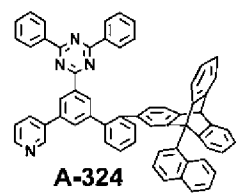
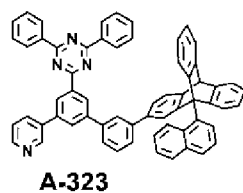
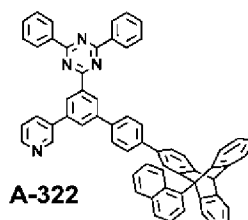
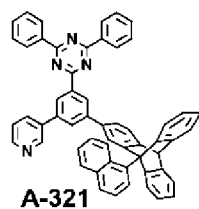
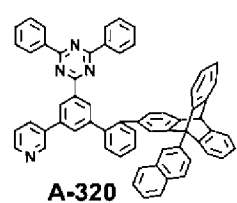
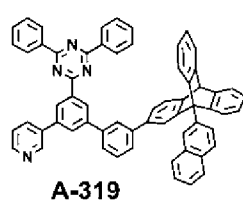
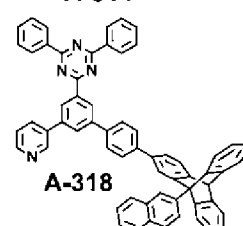
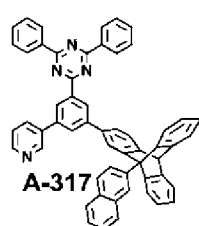
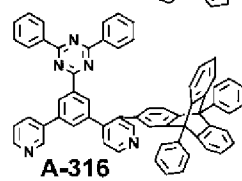
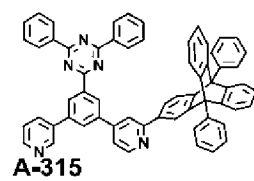
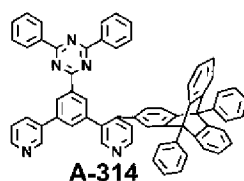
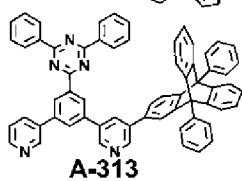
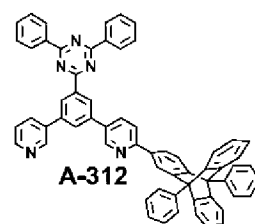
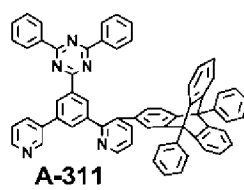
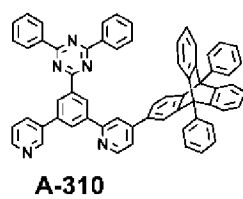
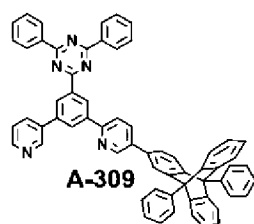
[0076]

[化15]



[0077]

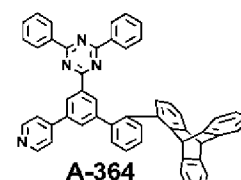
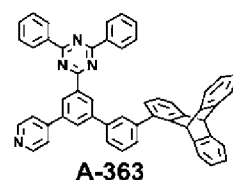
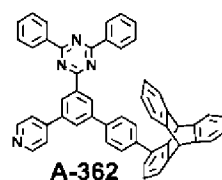
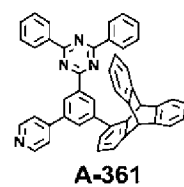
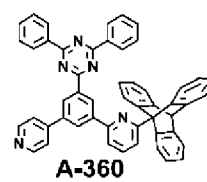
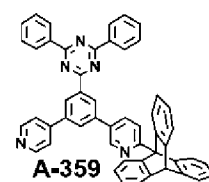
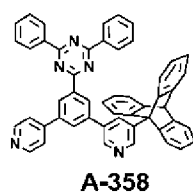
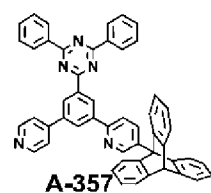
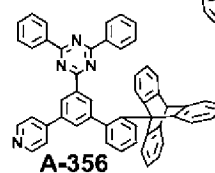
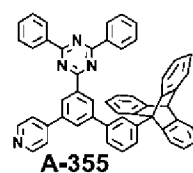
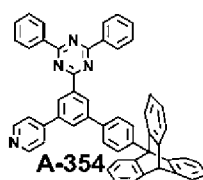
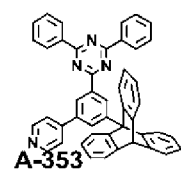
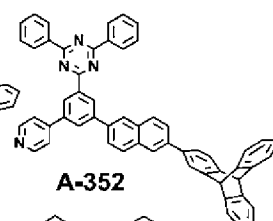
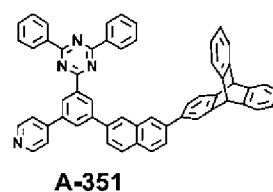
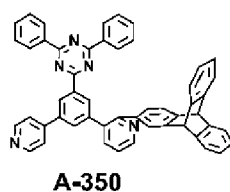
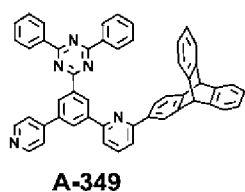
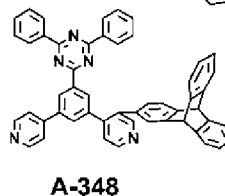
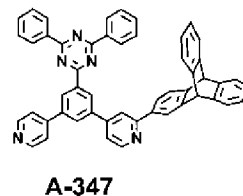
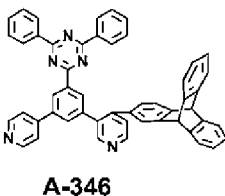
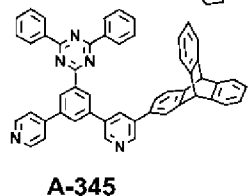
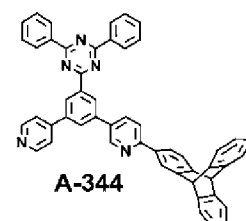
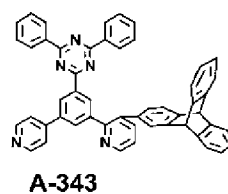
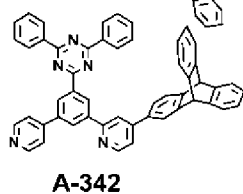
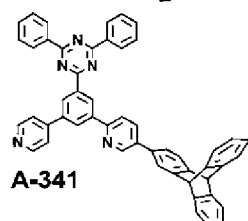
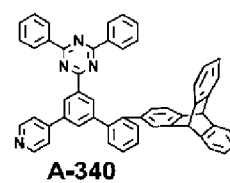
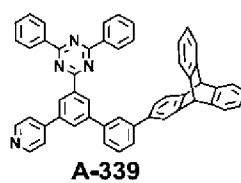
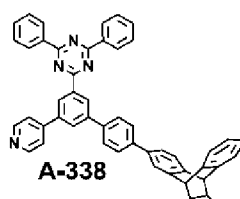
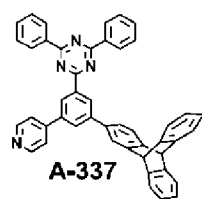
[化16]



[0078]

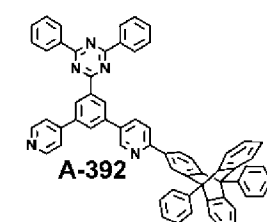
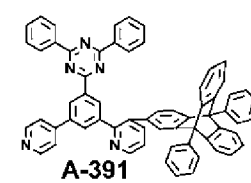
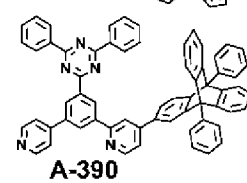
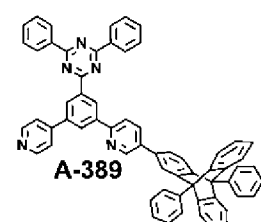
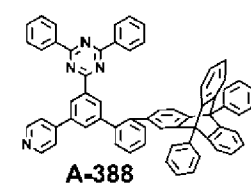
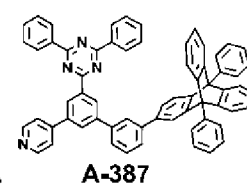
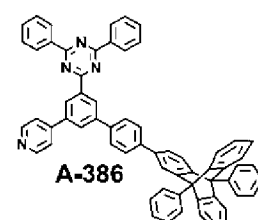
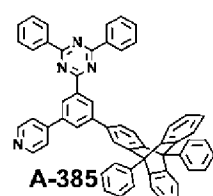
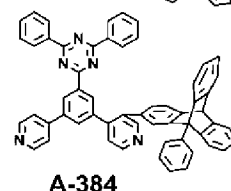
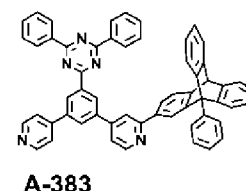
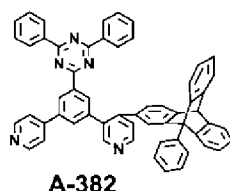
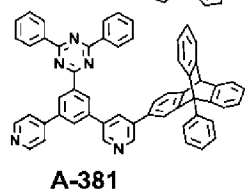
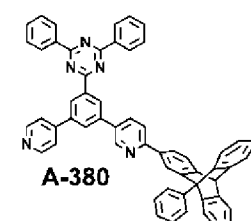
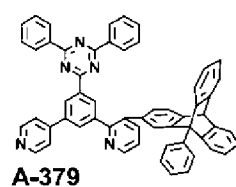
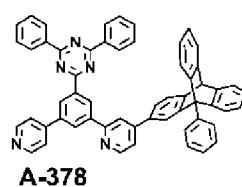
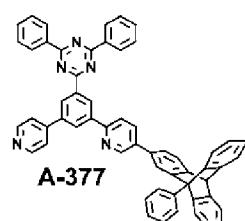
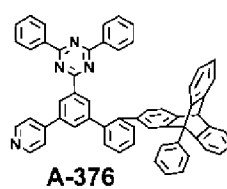
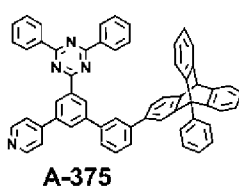
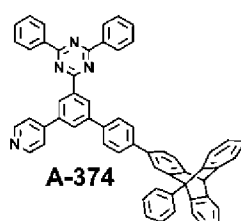
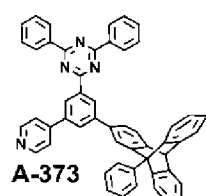
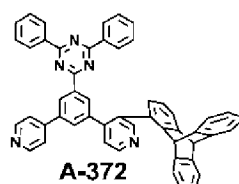
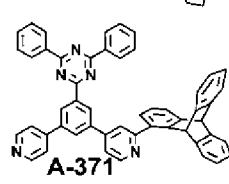
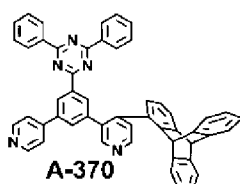
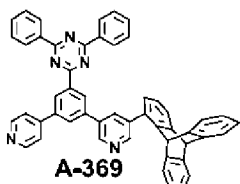
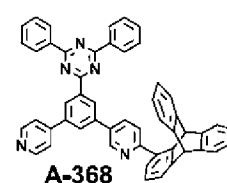
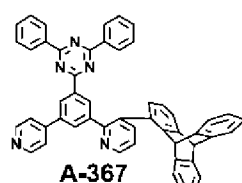
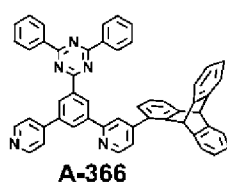
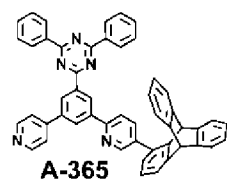


[化17]



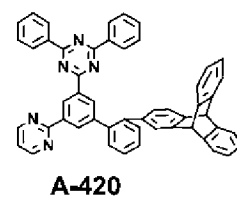
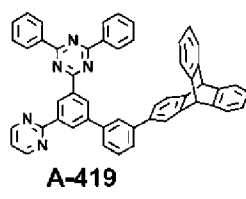
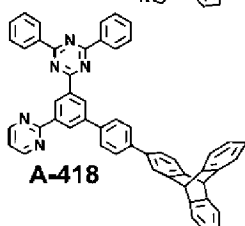
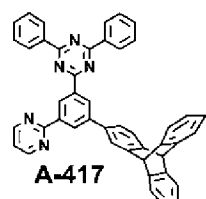
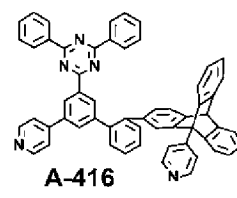
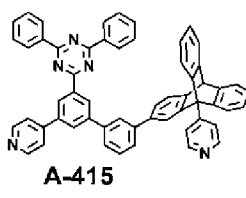
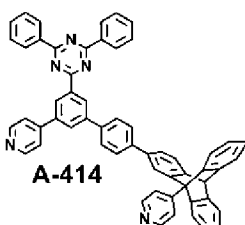
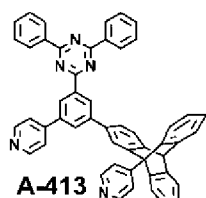
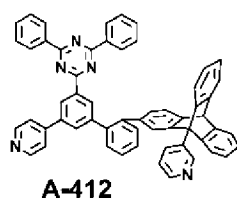
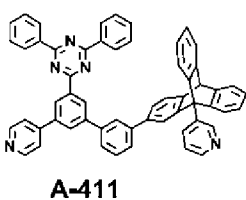
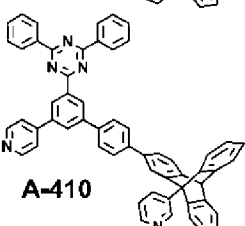
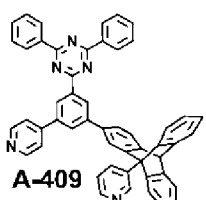
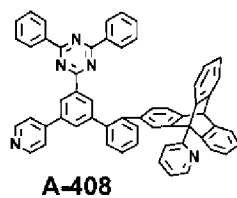
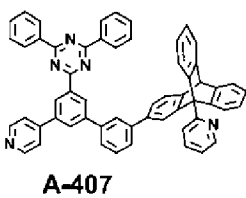
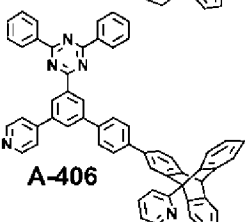
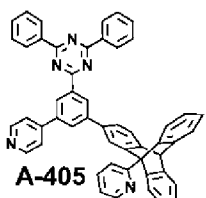
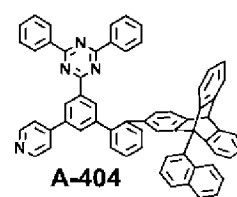
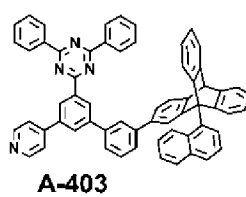
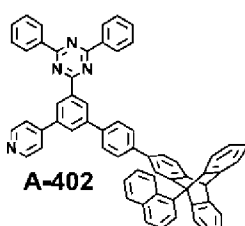
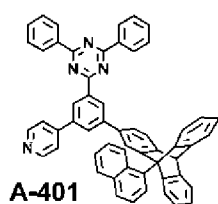
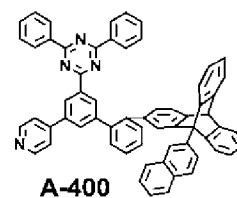
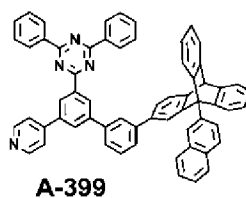
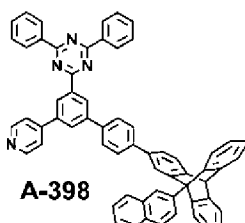
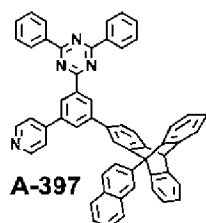
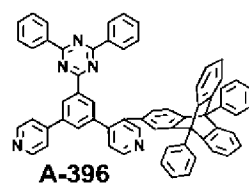
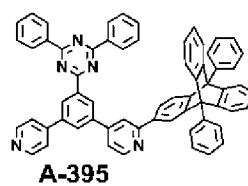
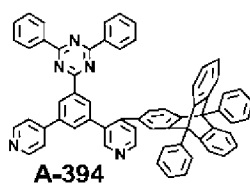
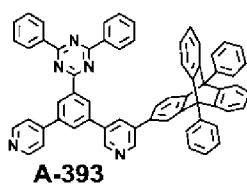
[0079]

[化18]



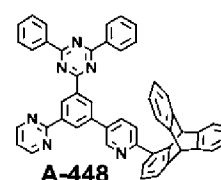
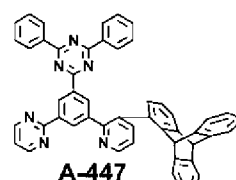
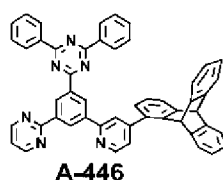
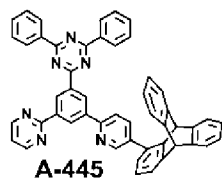
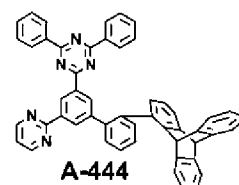
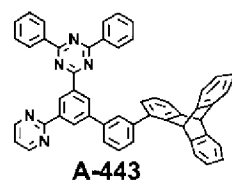
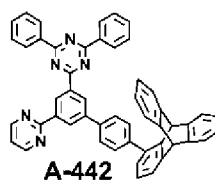
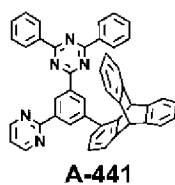
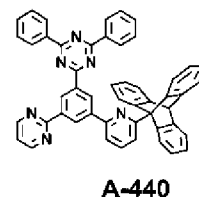
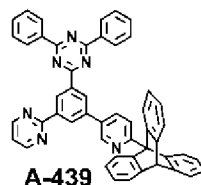
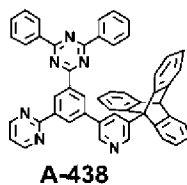
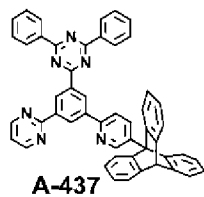
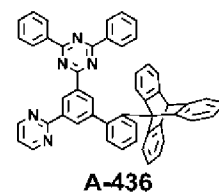
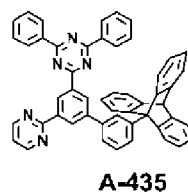
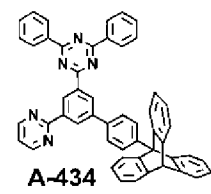
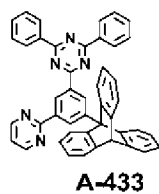
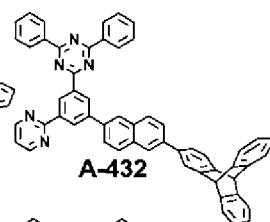
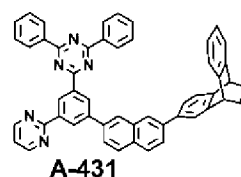
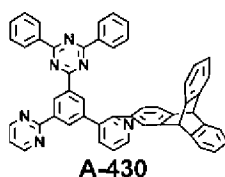
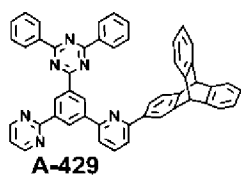
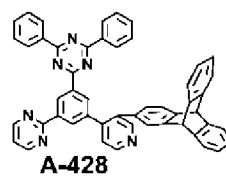
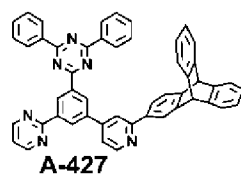
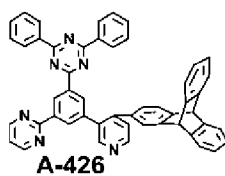
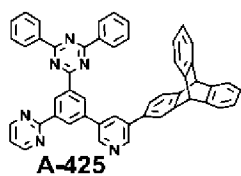
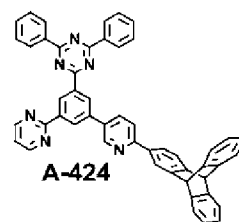
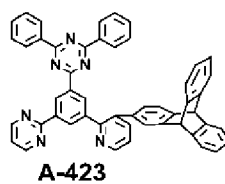
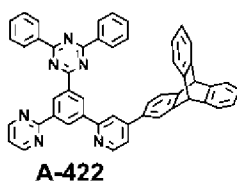
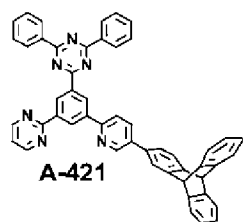
[0080]

[化19]



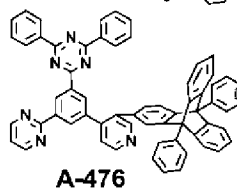
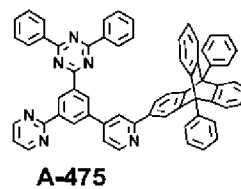
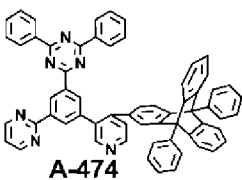
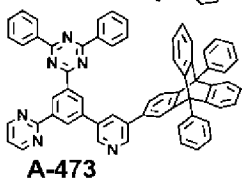
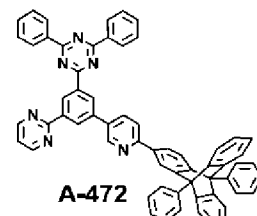
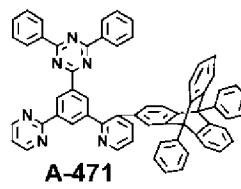
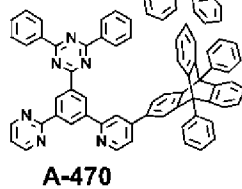
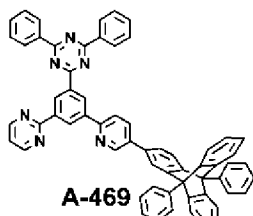
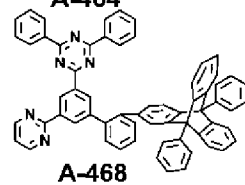
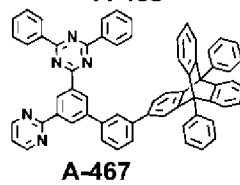
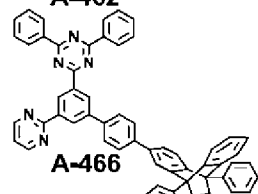
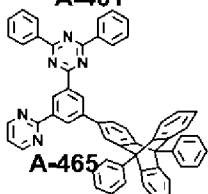
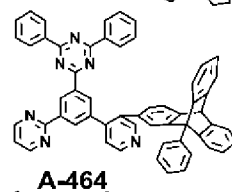
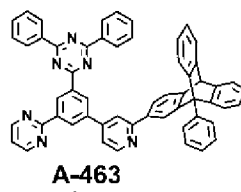
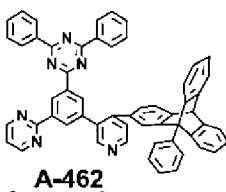
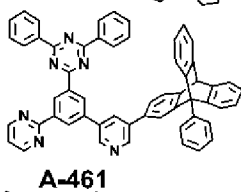
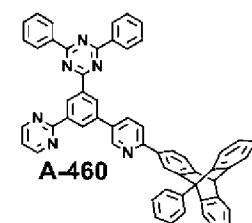
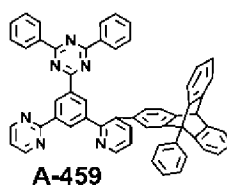
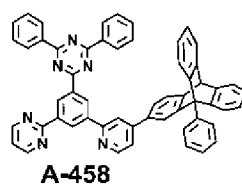
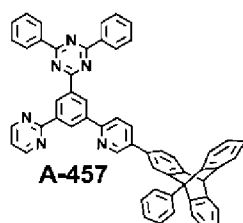
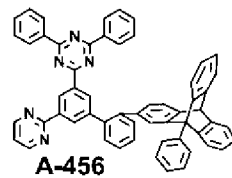
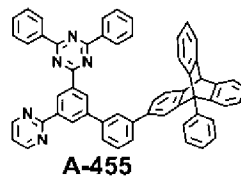
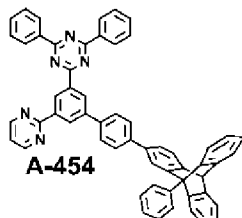
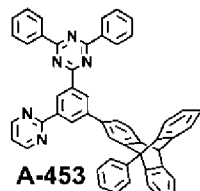
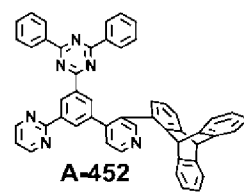
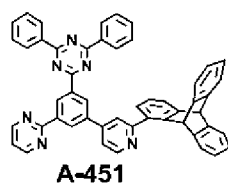
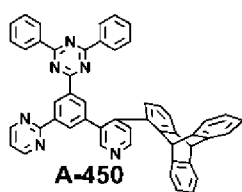
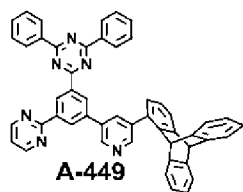
[0081]

[化20]



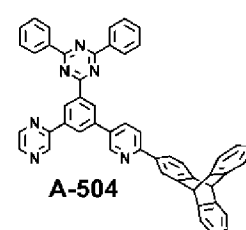
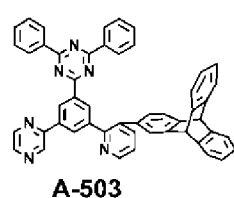
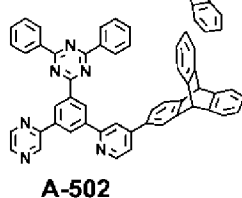
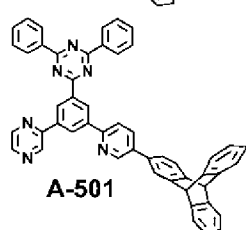
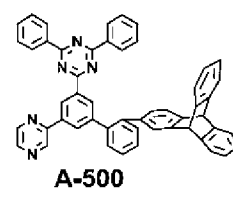
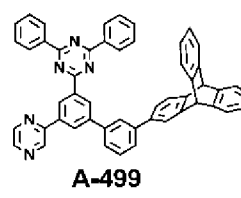
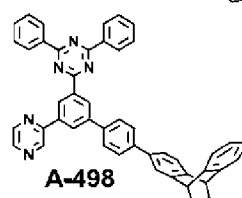
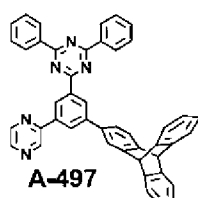
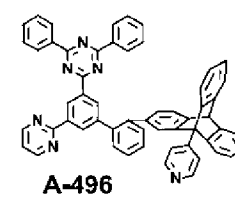
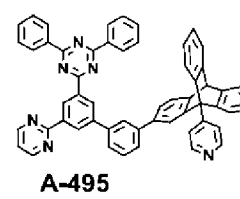
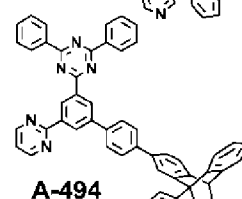
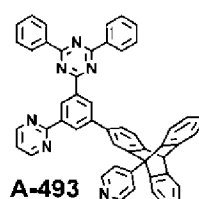
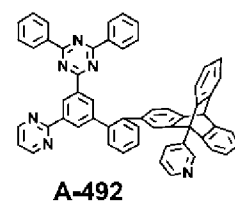
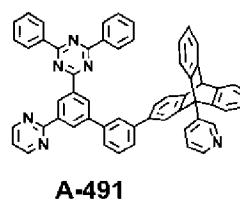
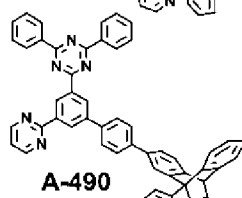
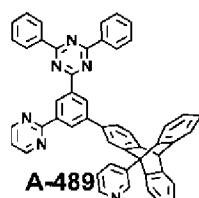
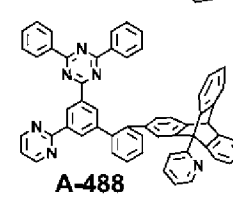
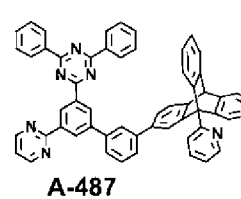
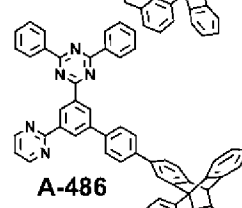
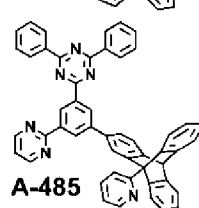
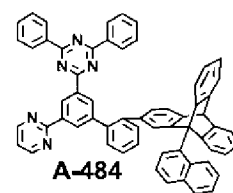
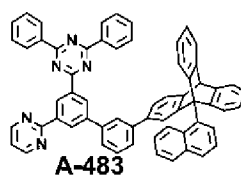
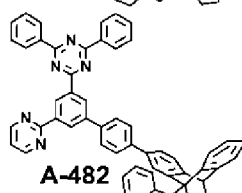
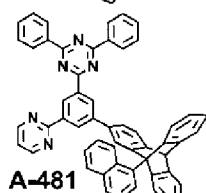
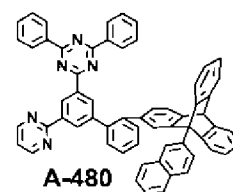
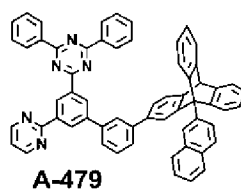
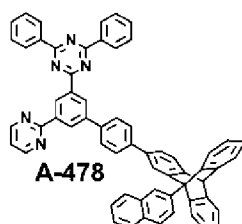
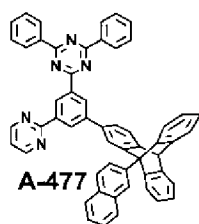
[0082]

[化21]



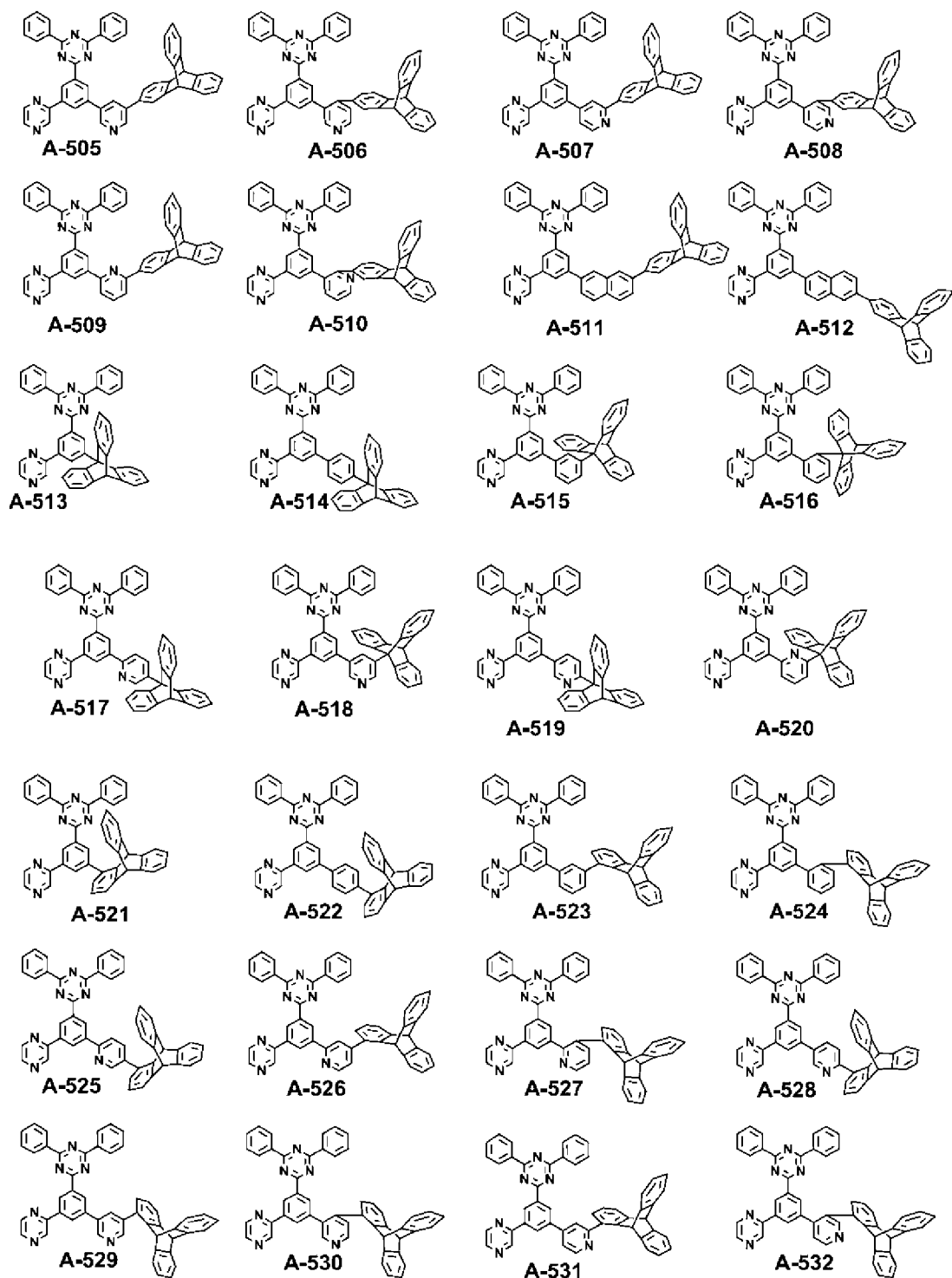
[0083]

[化22]



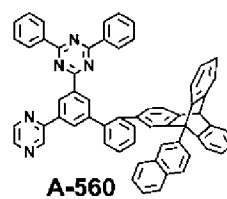
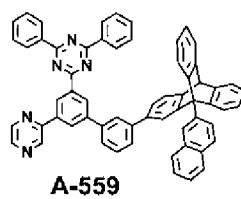
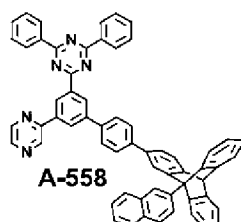
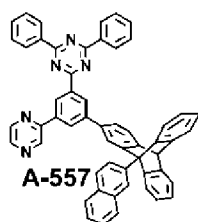
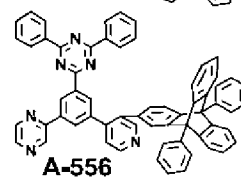
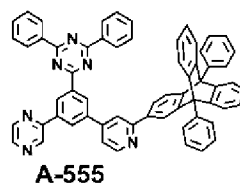
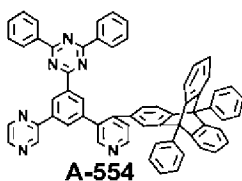
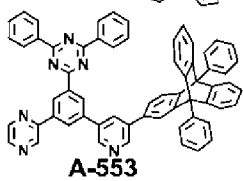
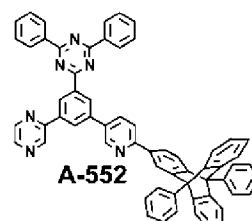
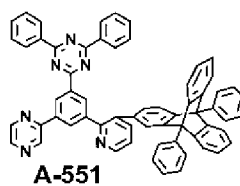
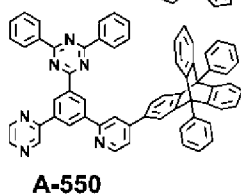
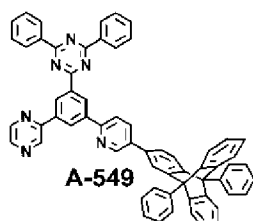
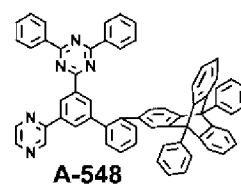
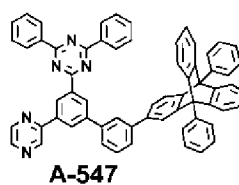
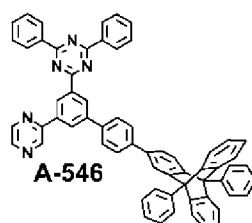
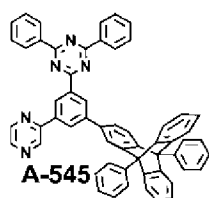
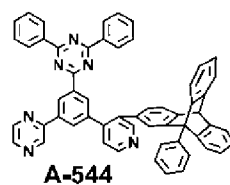
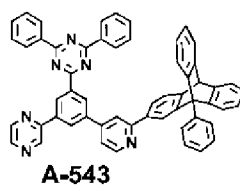
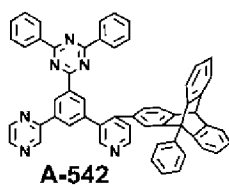
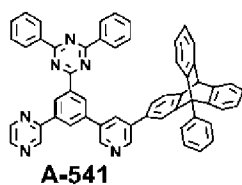
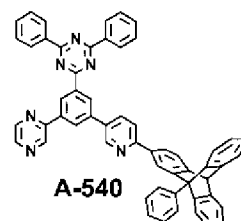
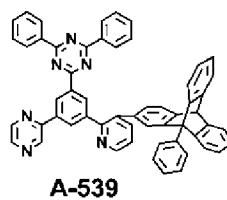
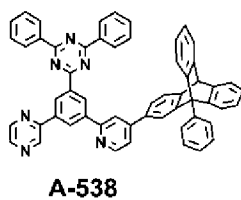
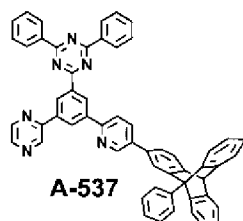
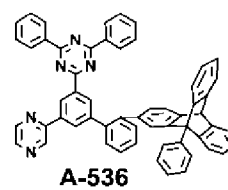
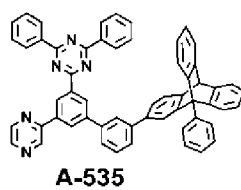
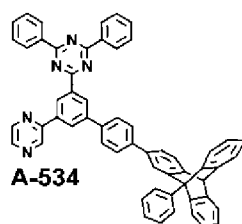
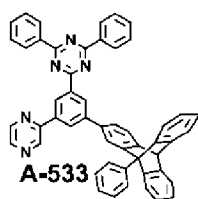
[0084]

[化23]



[0085]

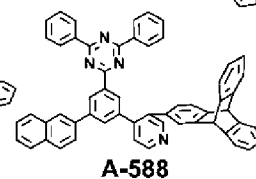
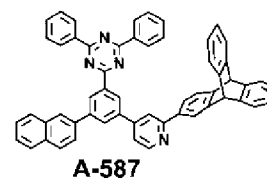
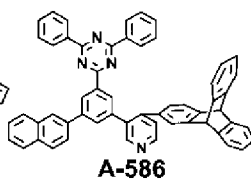
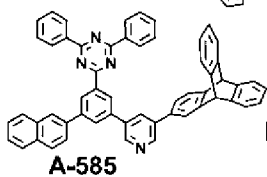
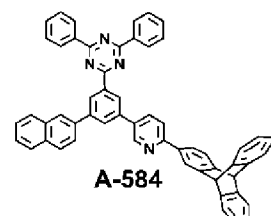
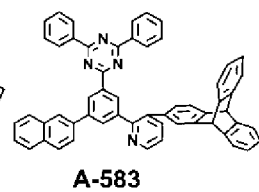
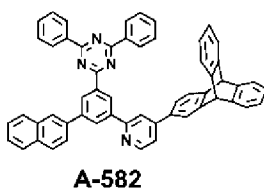
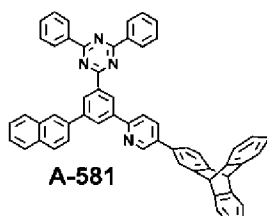
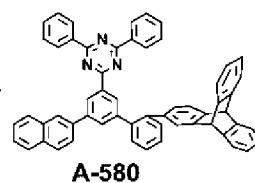
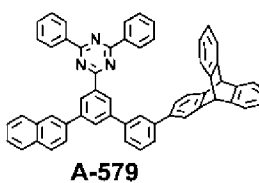
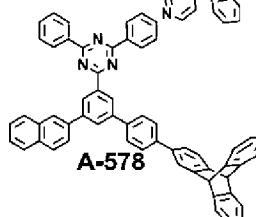
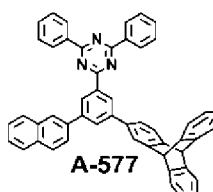
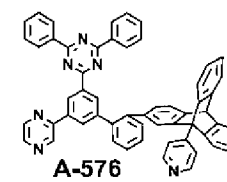
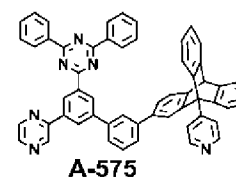
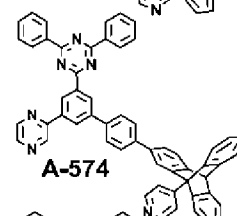
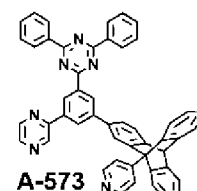
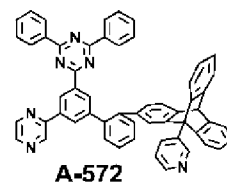
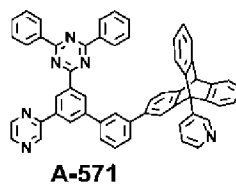
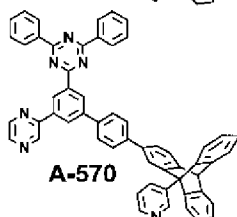
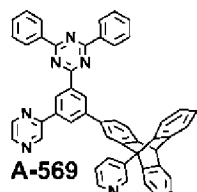
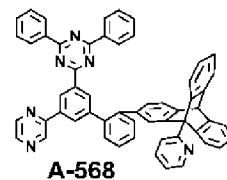
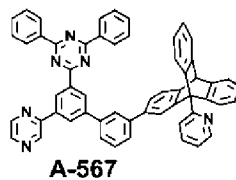
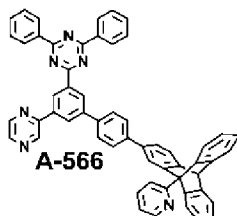
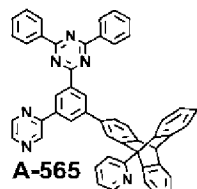
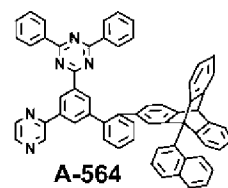
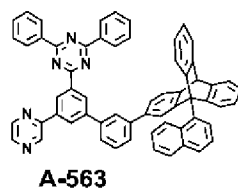
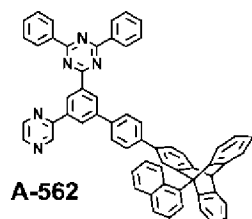
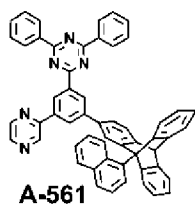
[化24]



[0086]

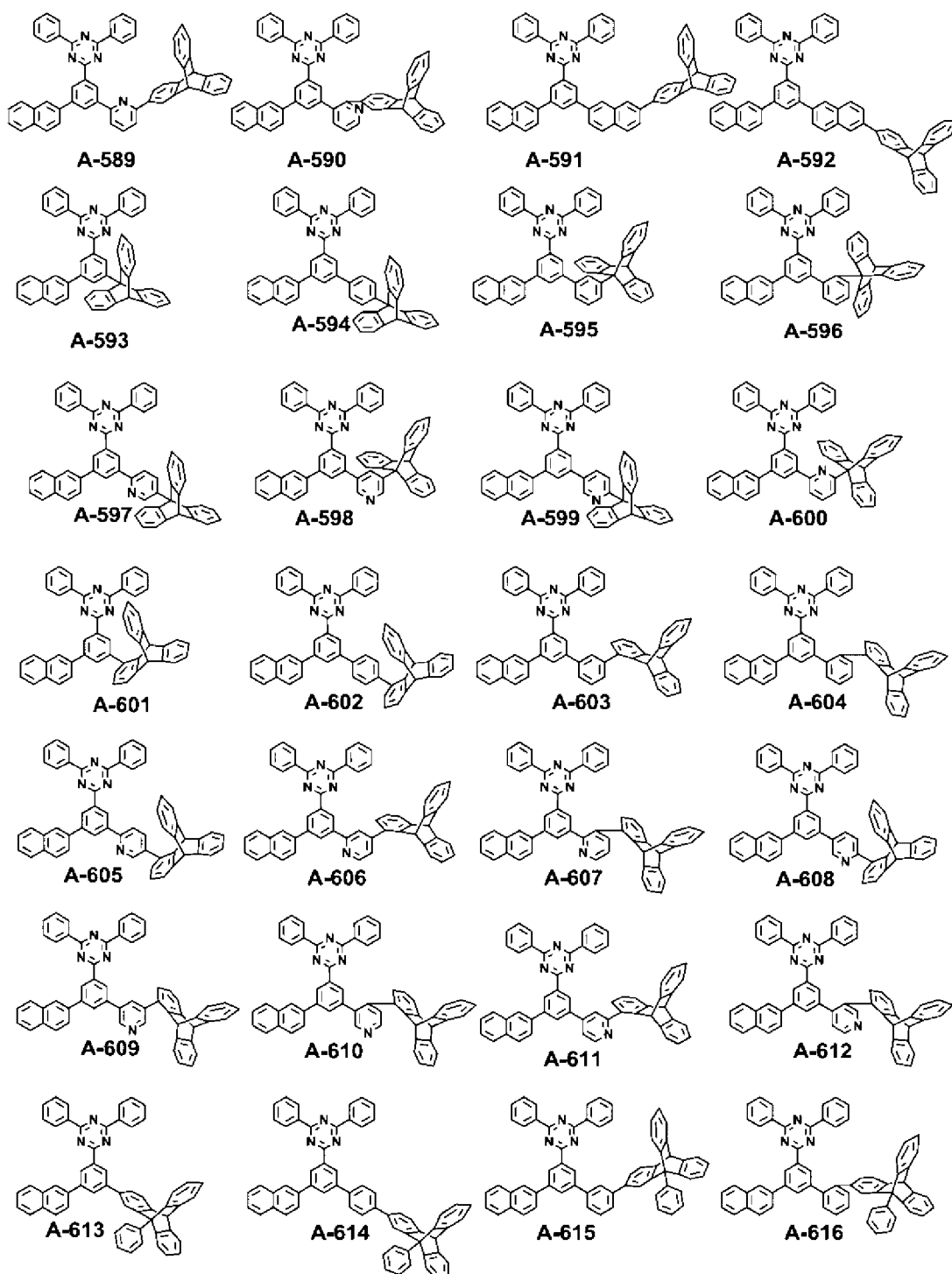


[化25]



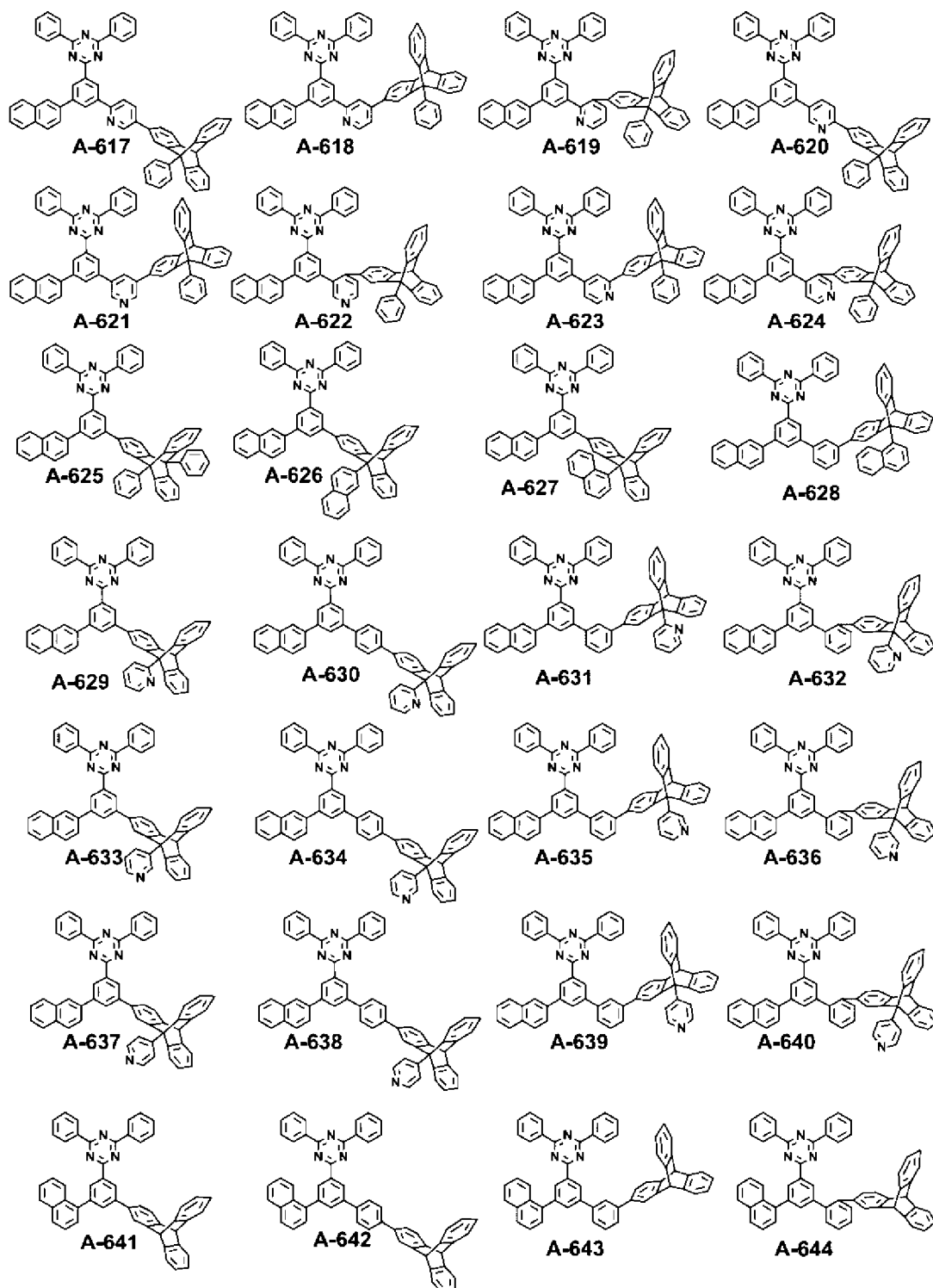
[0087]

[化26]



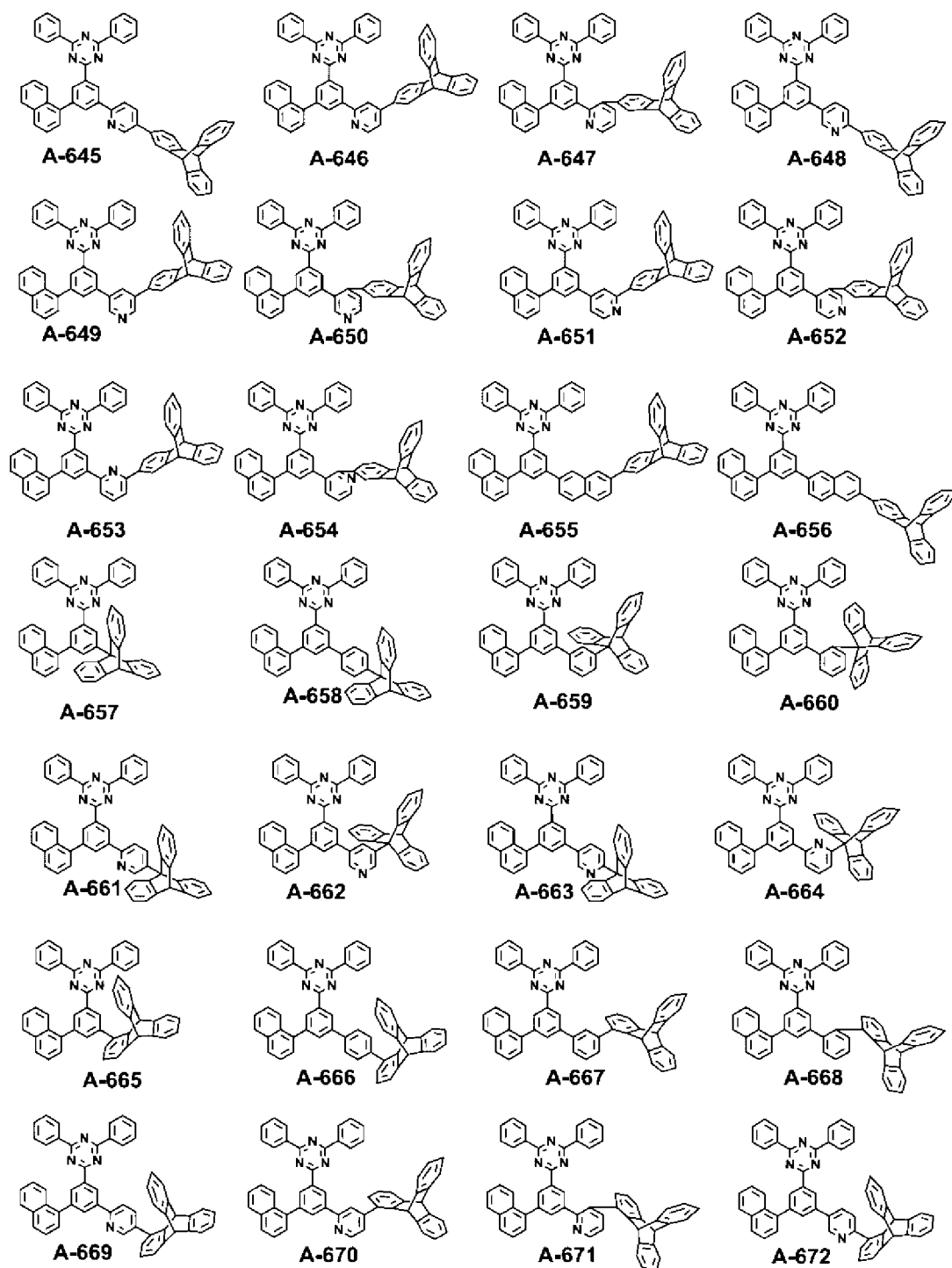
[0088]

[化27]



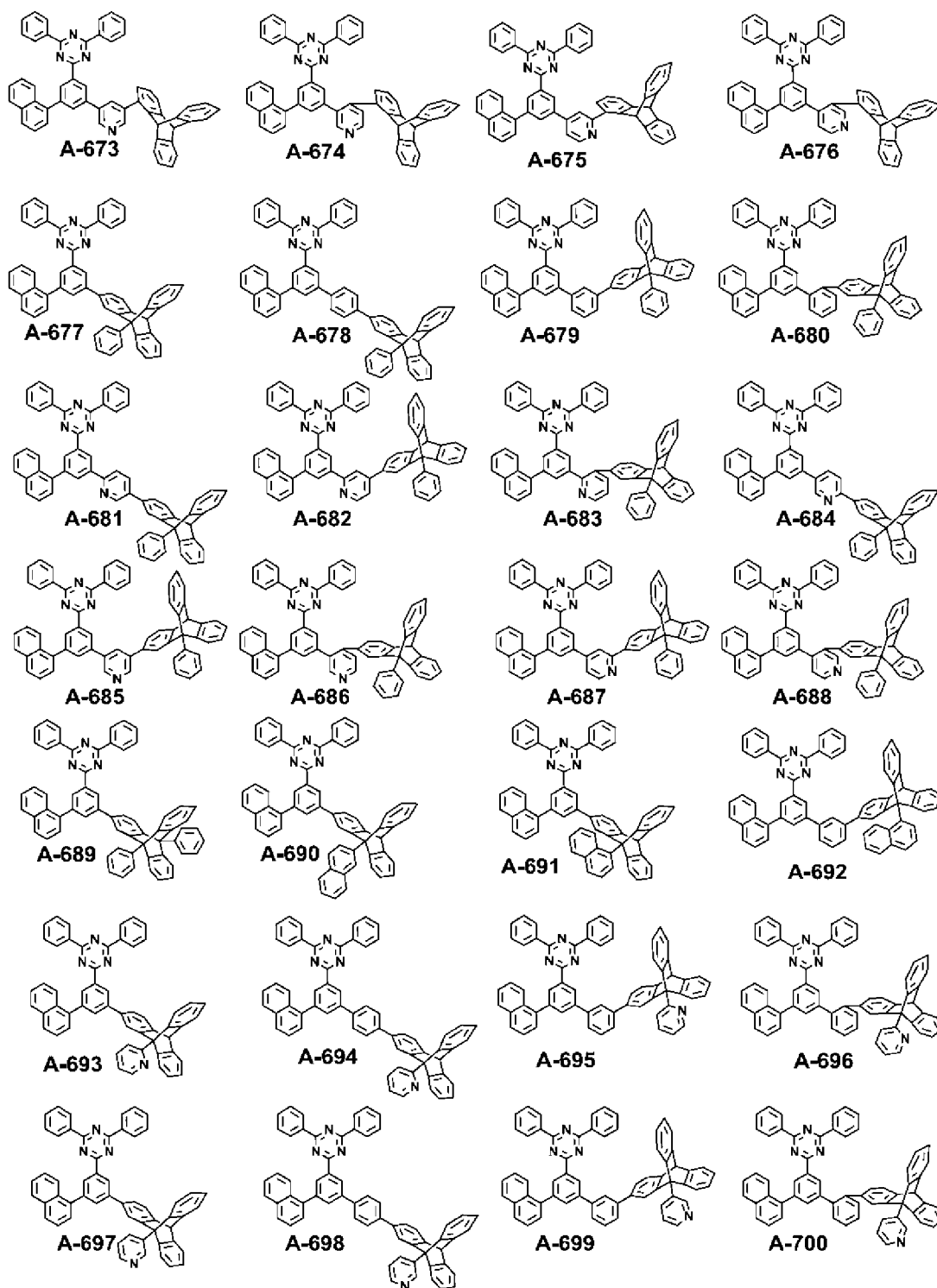
[0089]

[化28]



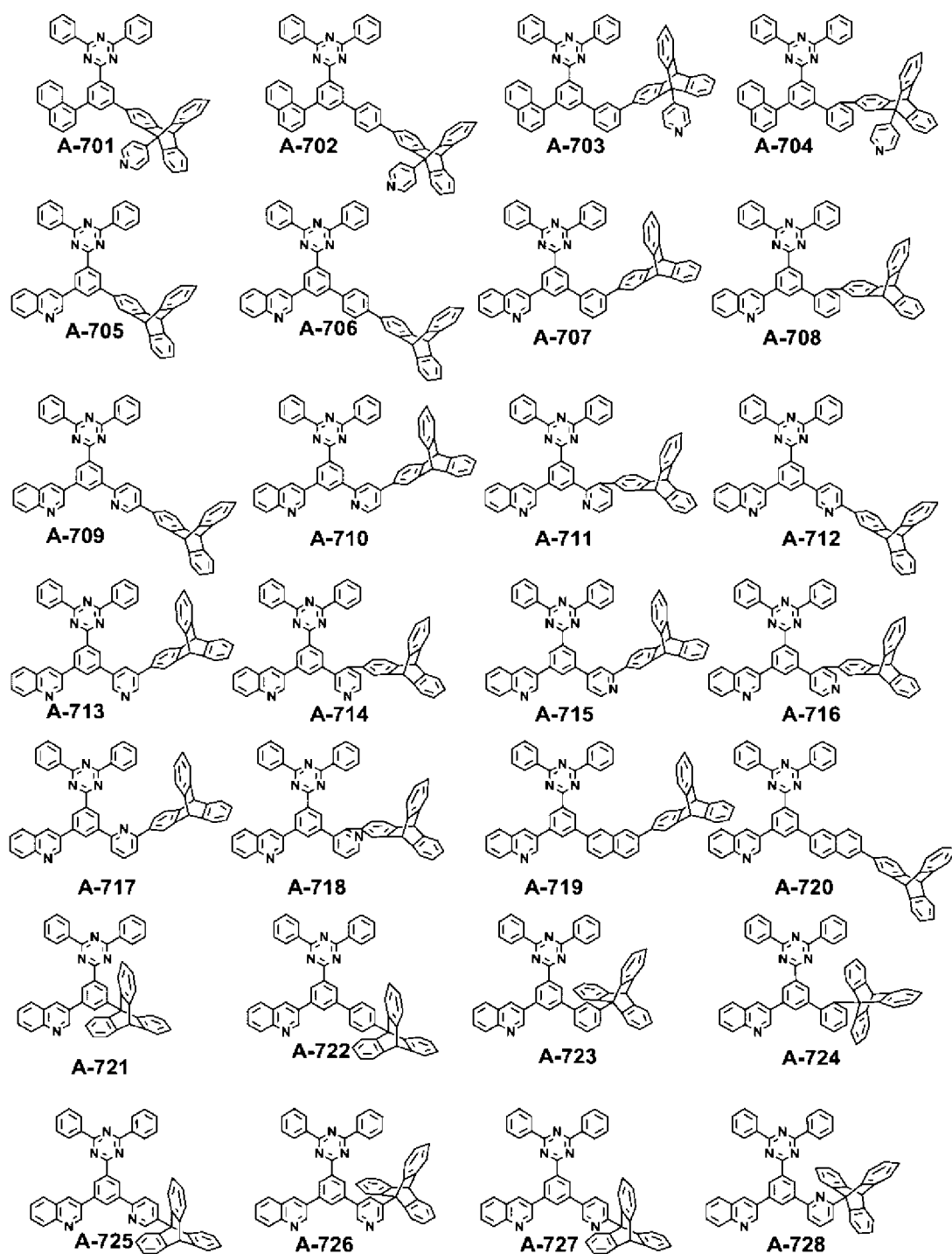
[0090]

[化29]



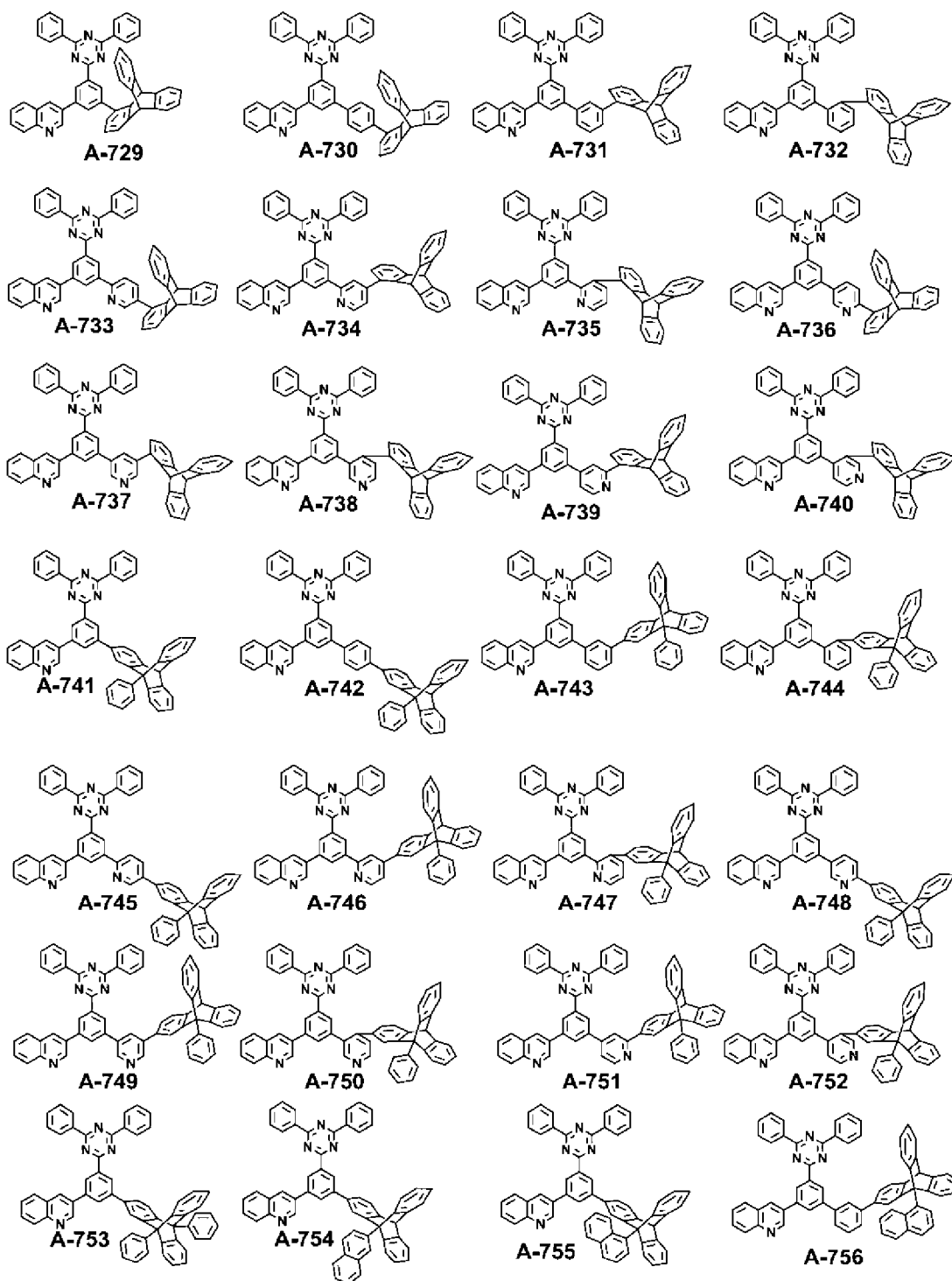
[0091]

[化30]



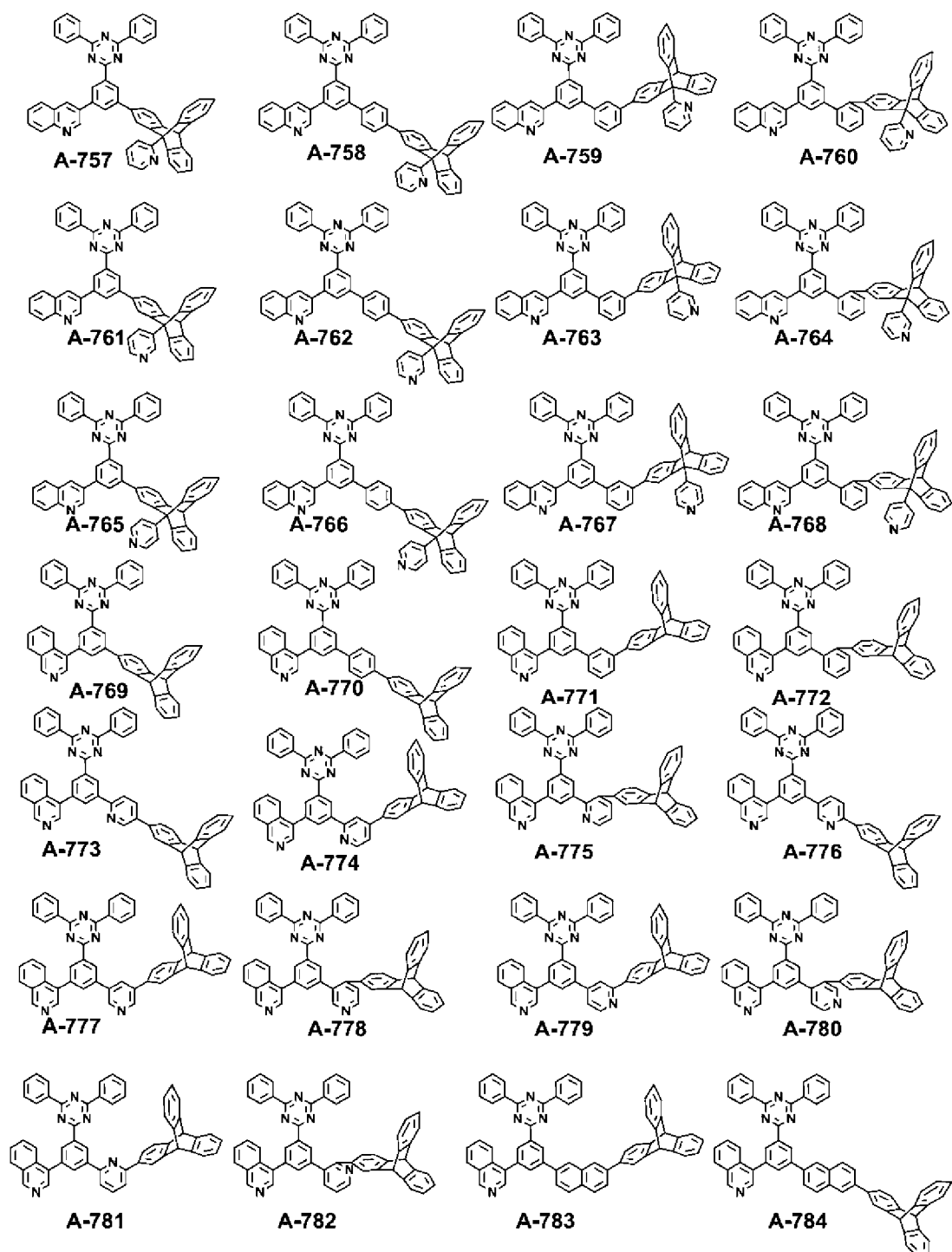
[0092]

[化31]



[0093]

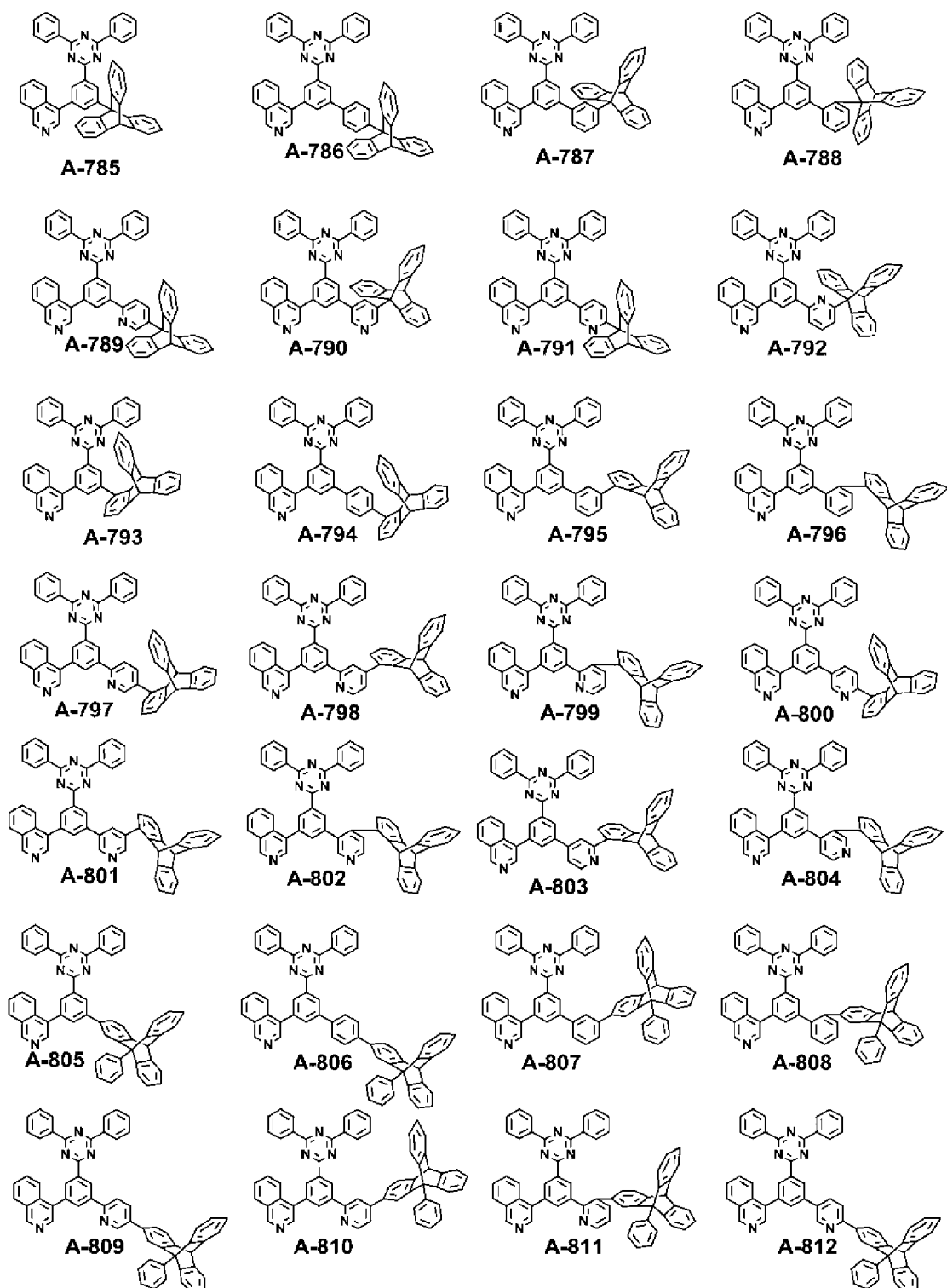
[化32]



[0094]

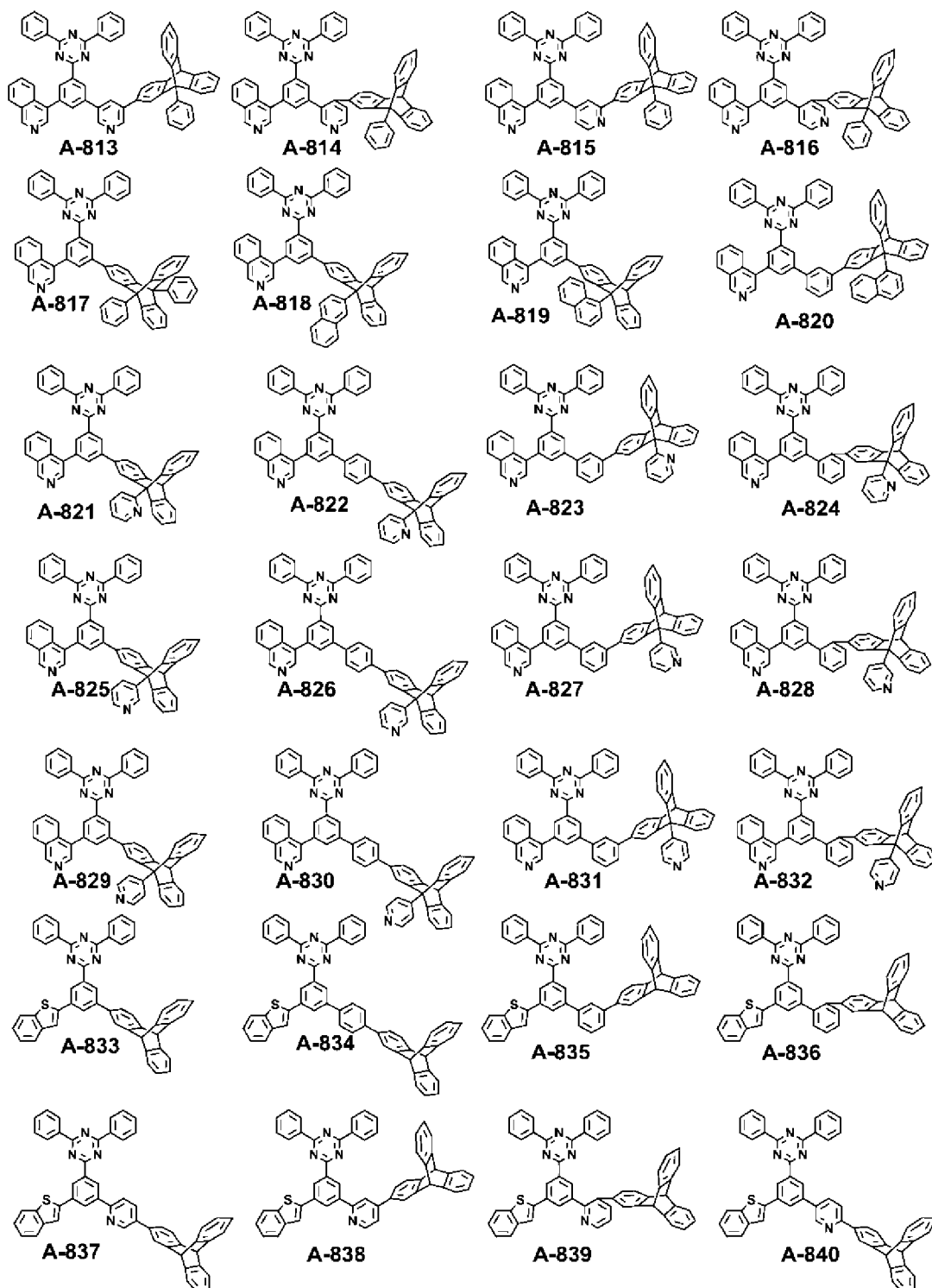


[化33]



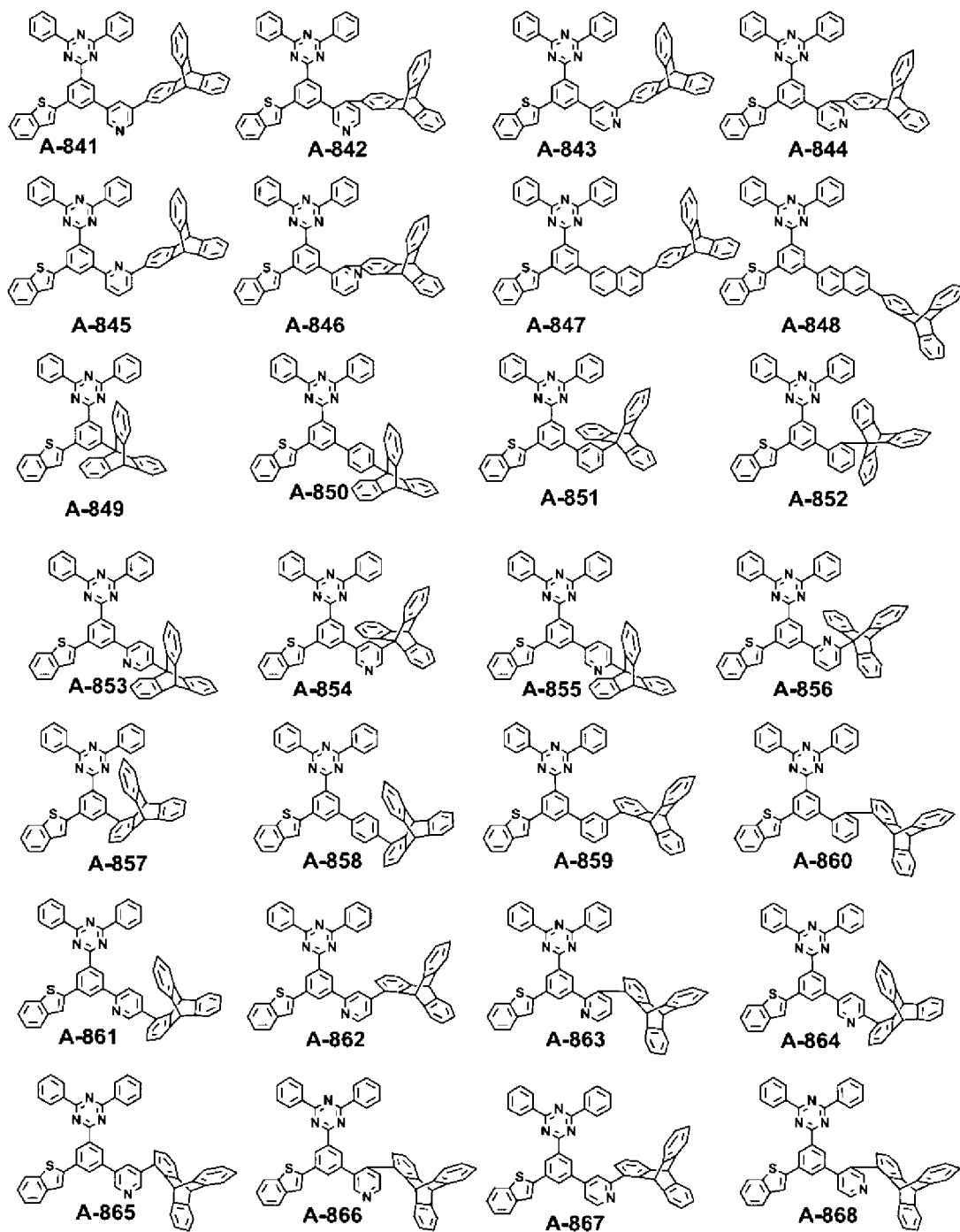
[0095]

[化34]



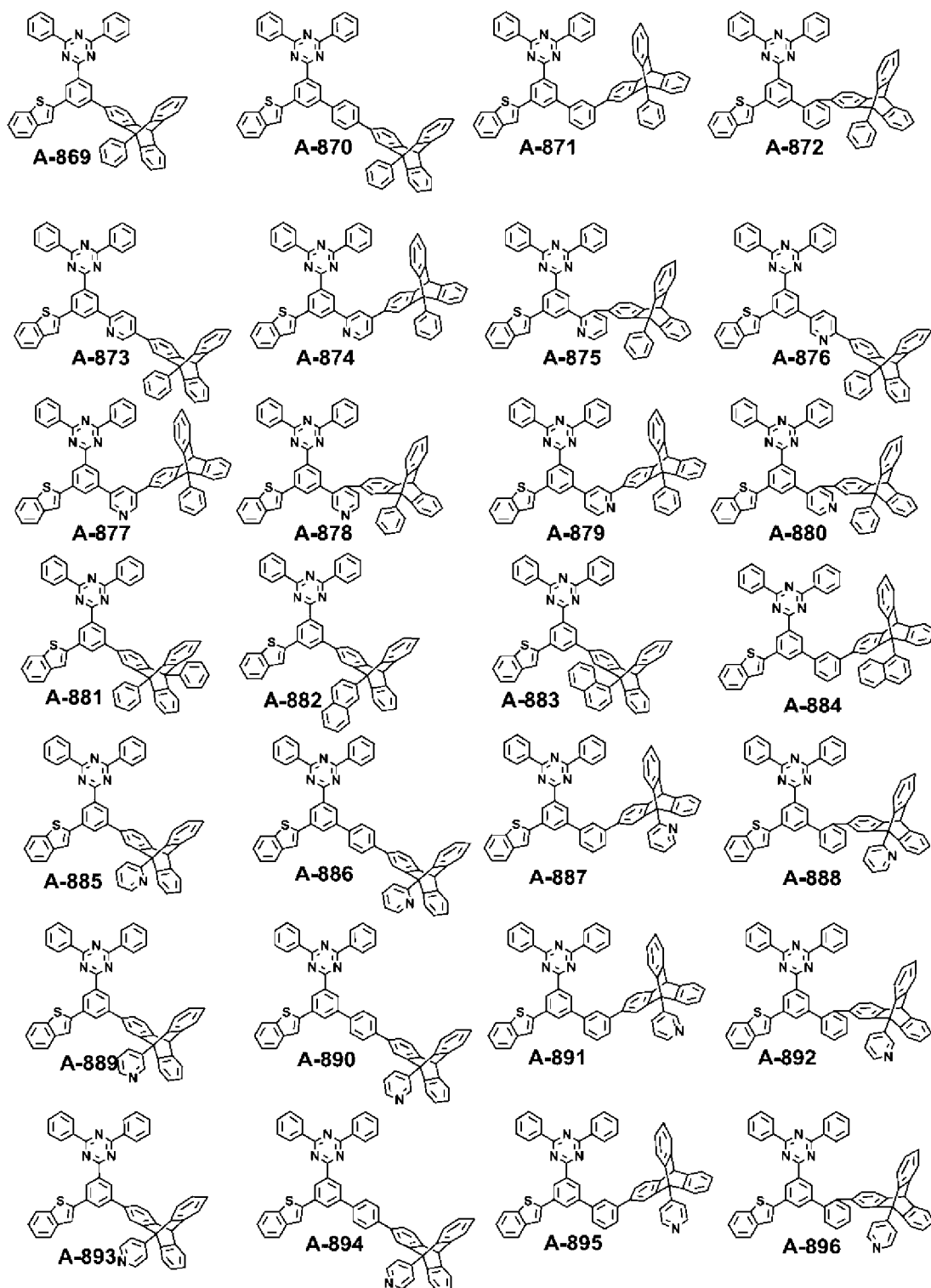
[0096]

[化35]



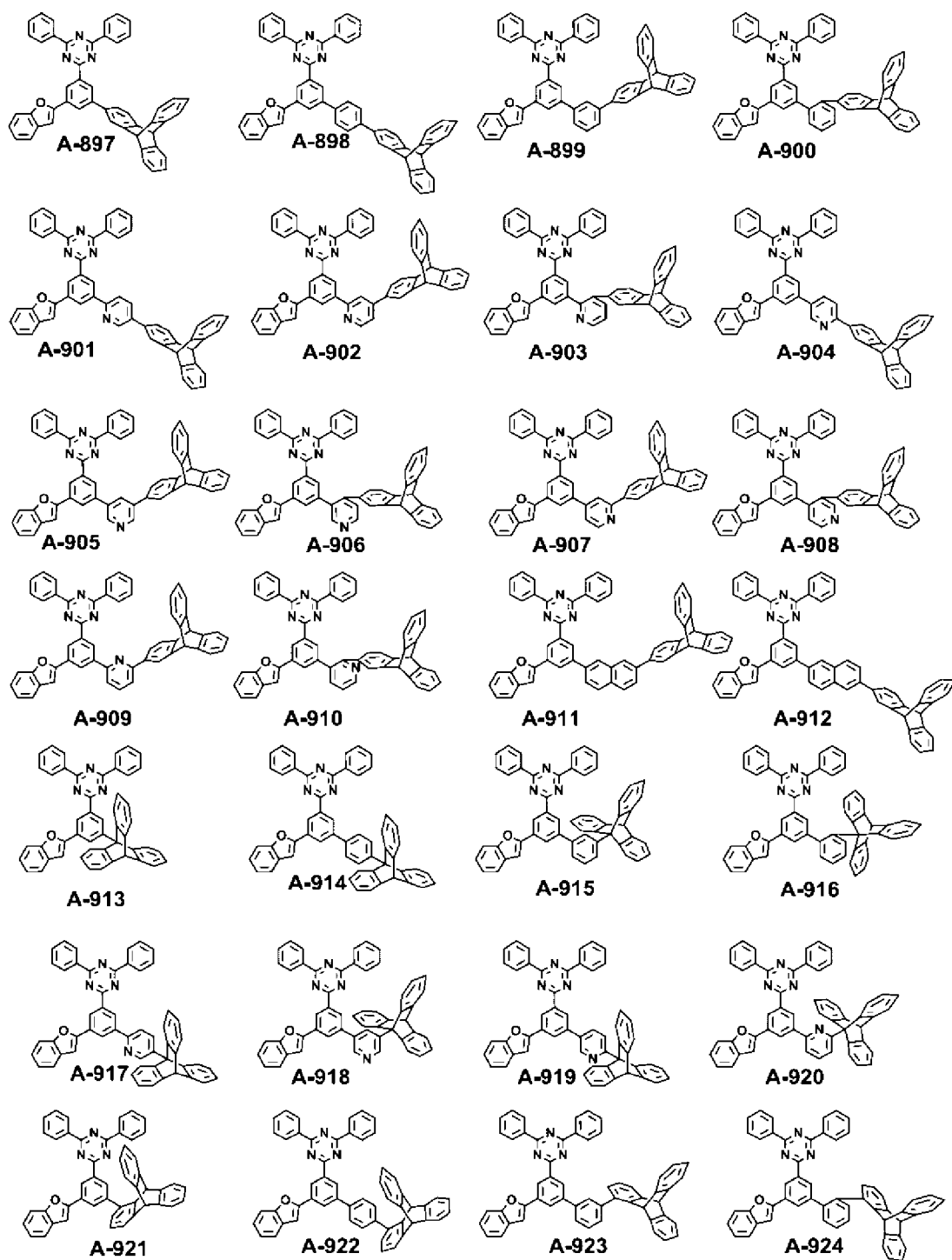
[0097]

[化36]



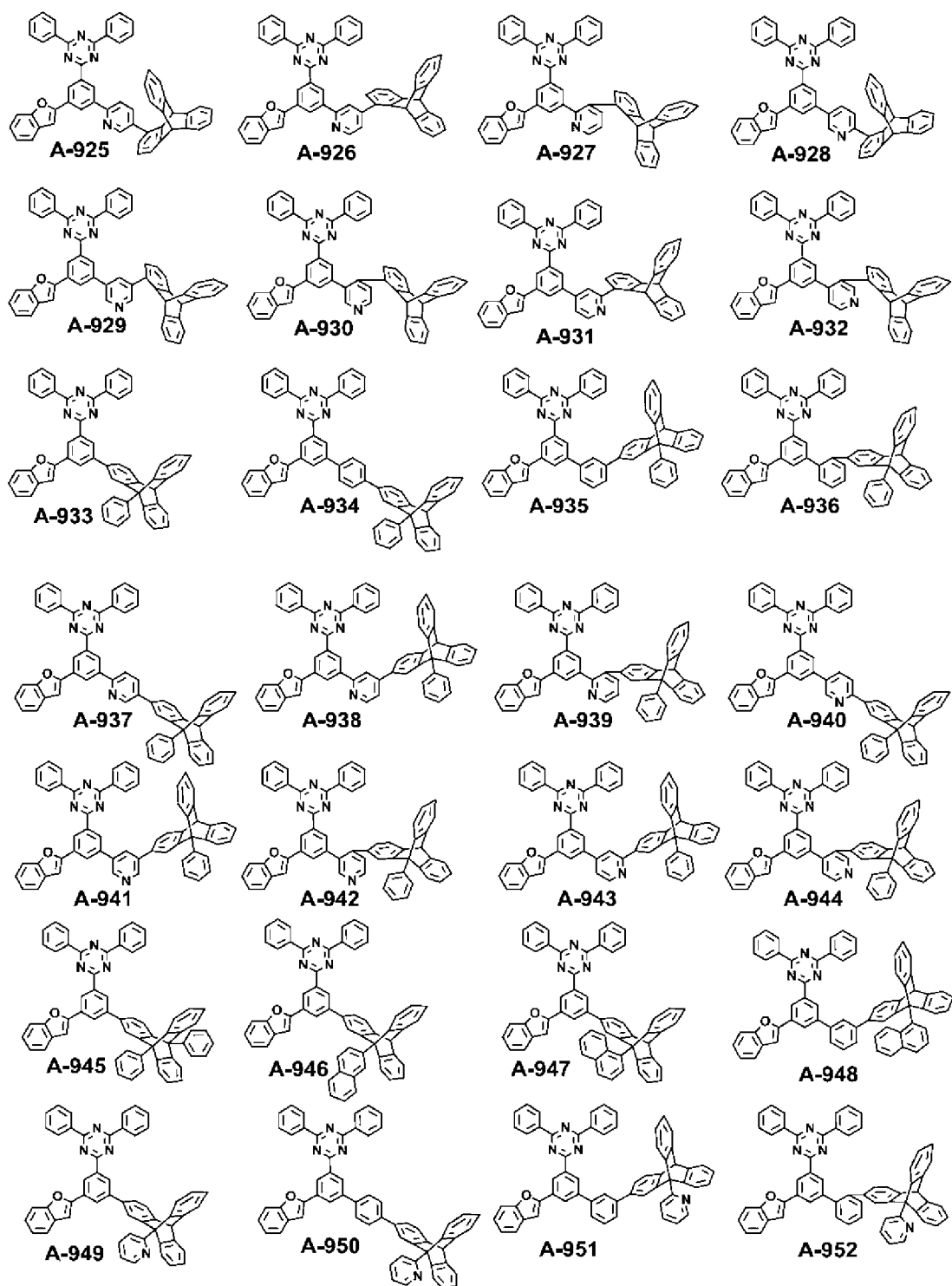
[0098]

[化37]



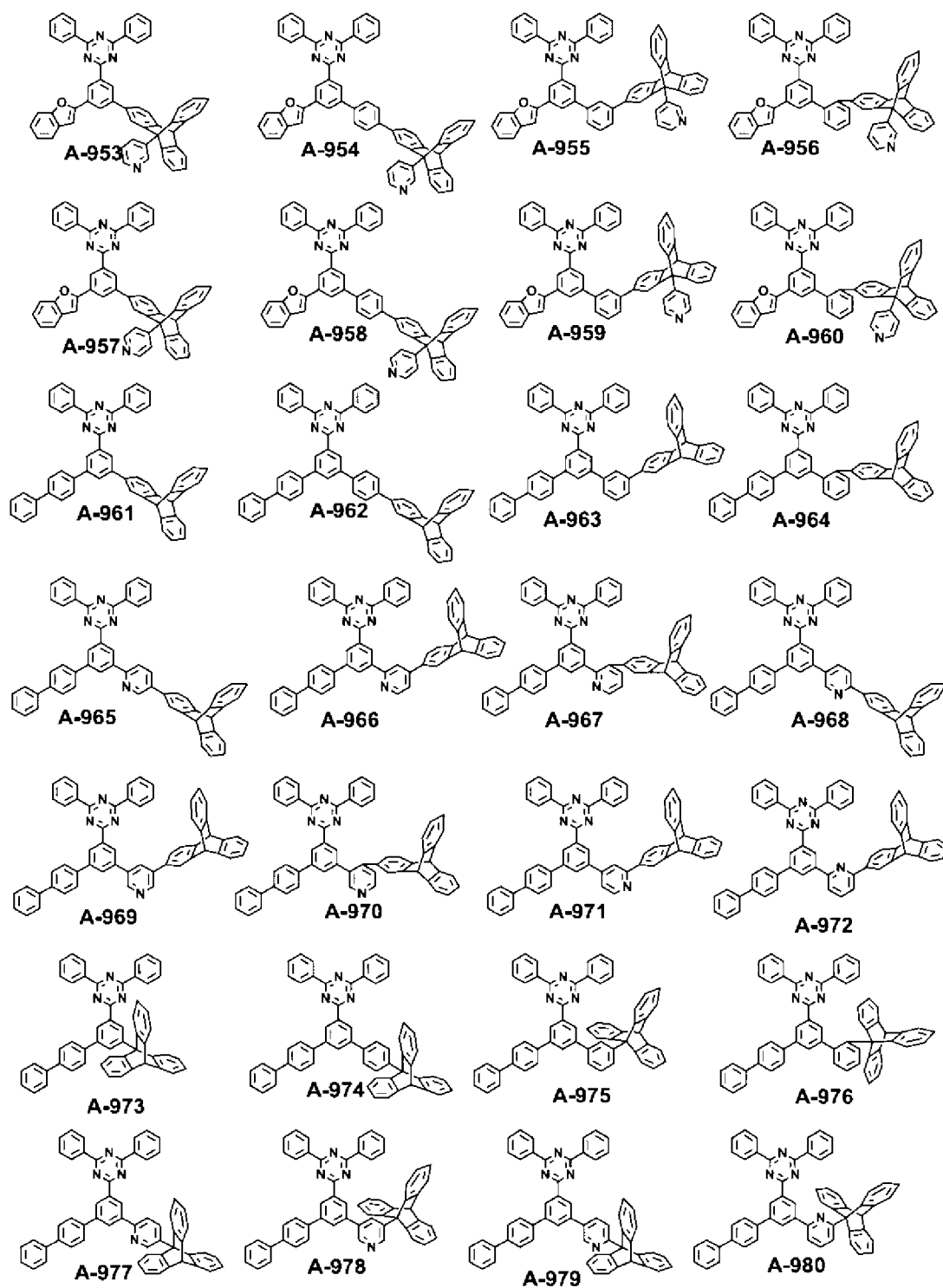
[0099]

[化38]



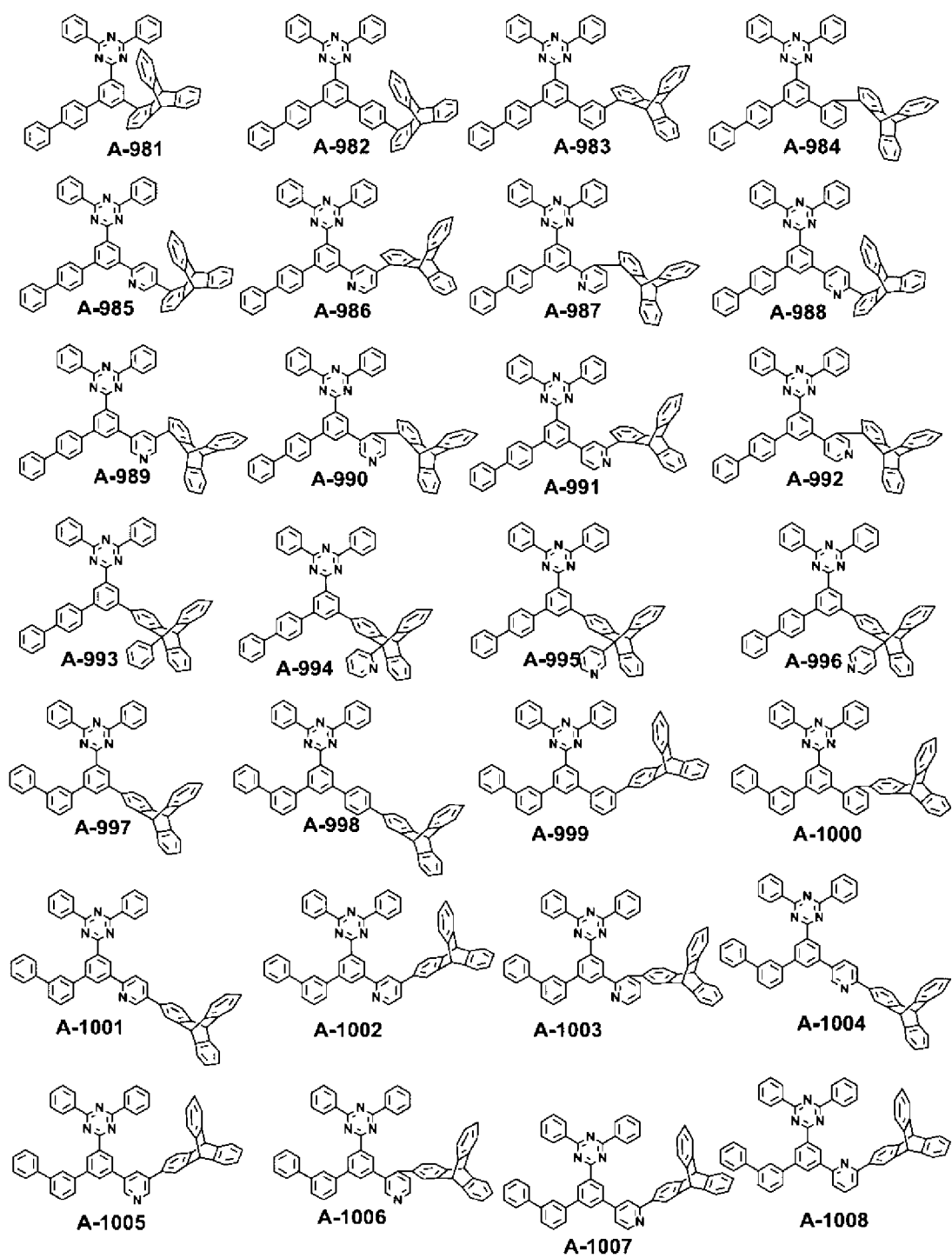
[0100]

[化39]



[0101]

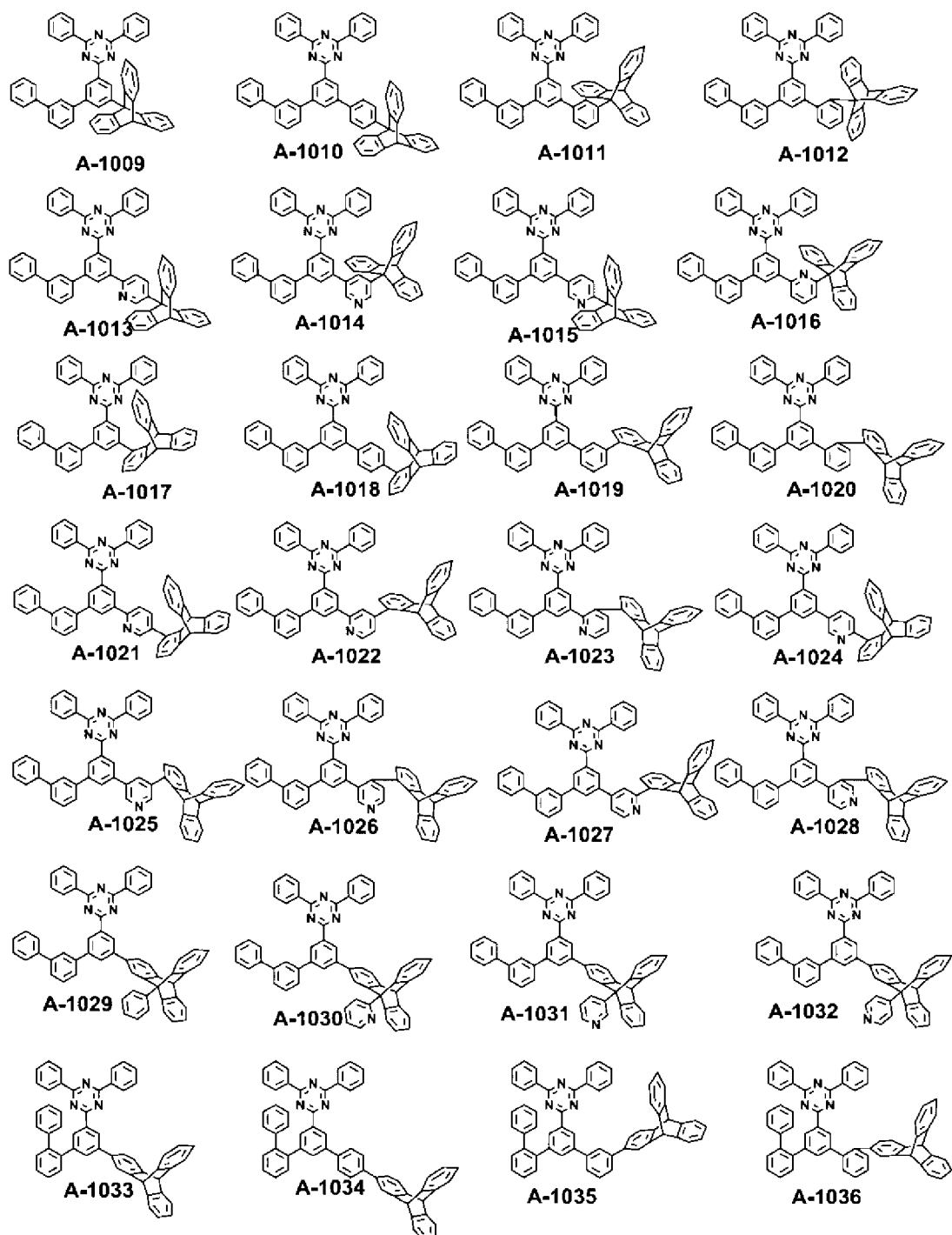
[化40]



[0102]

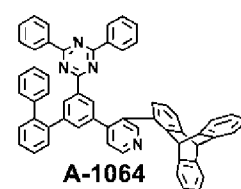
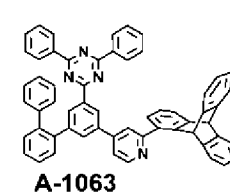
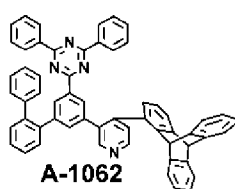
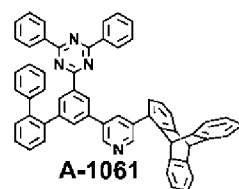
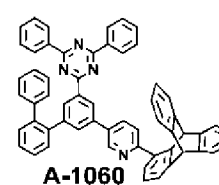
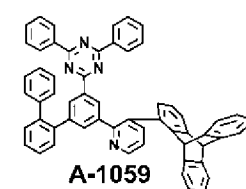
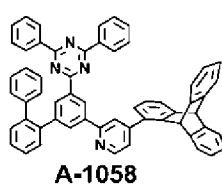
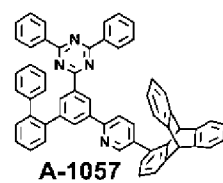
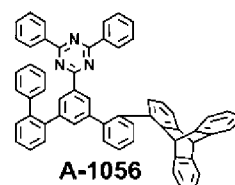
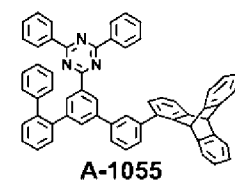
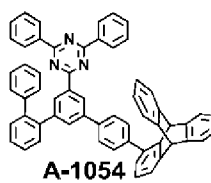
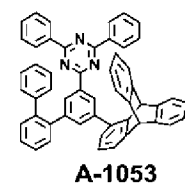
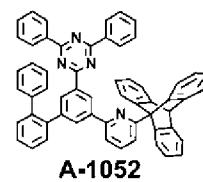
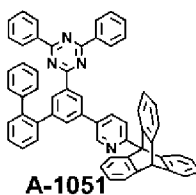
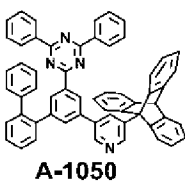
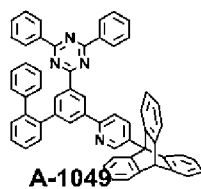
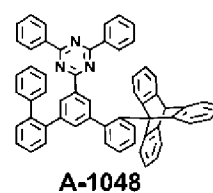
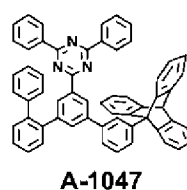
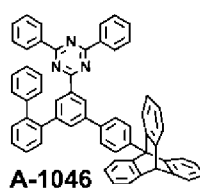
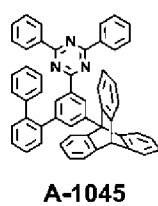
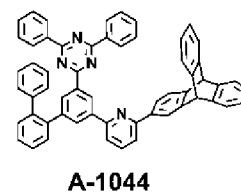
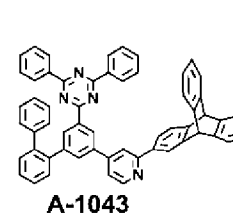
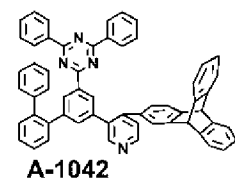
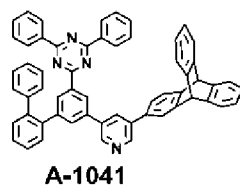
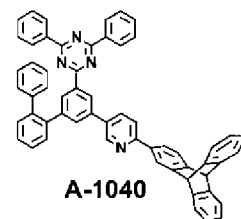
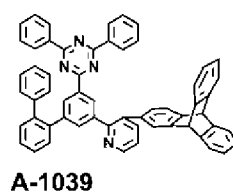
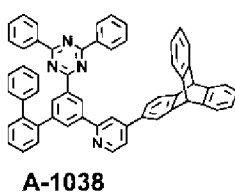
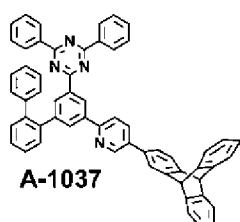


[化41]



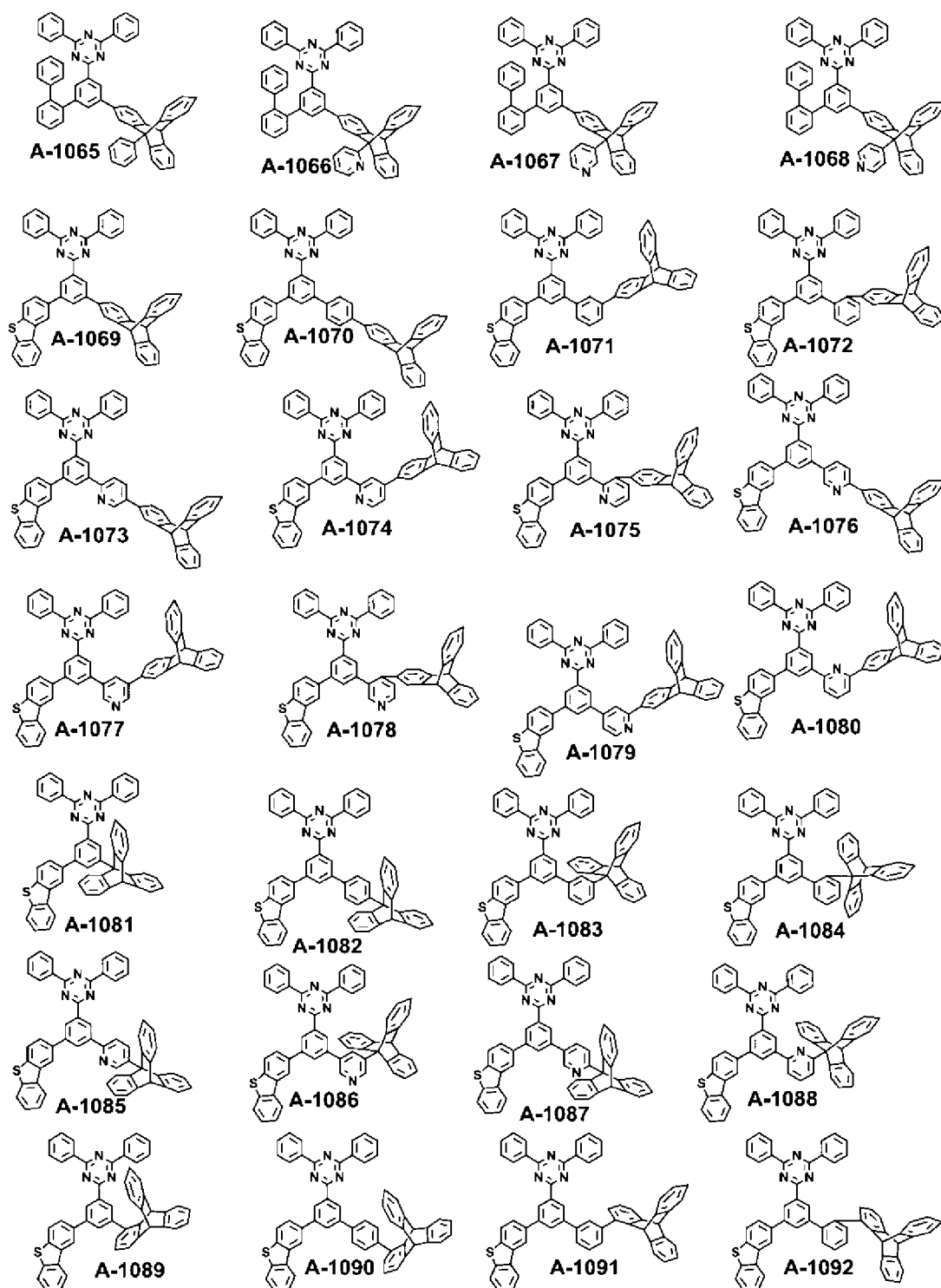
[0103]

[化42]



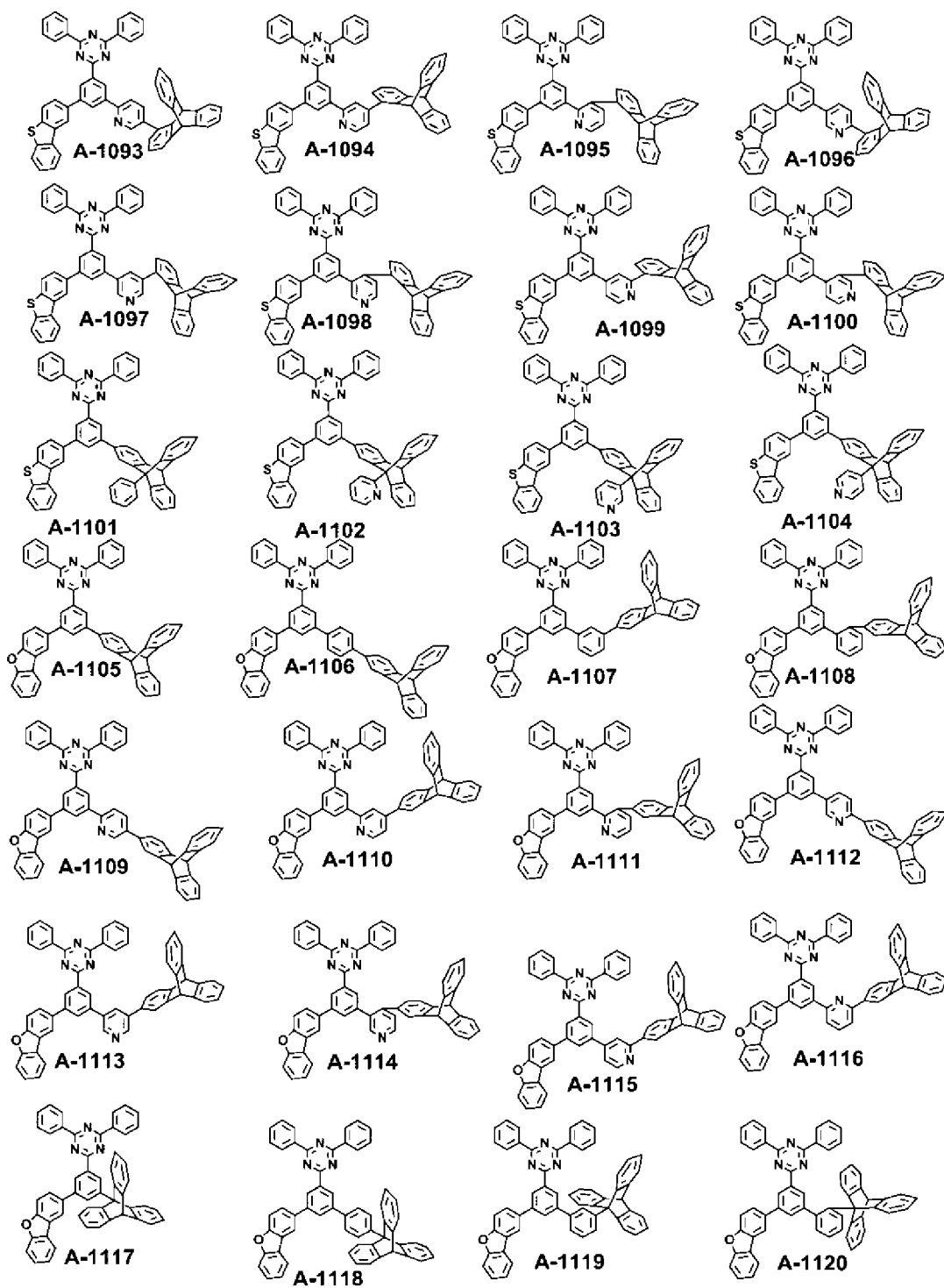
[0104]

[化43]



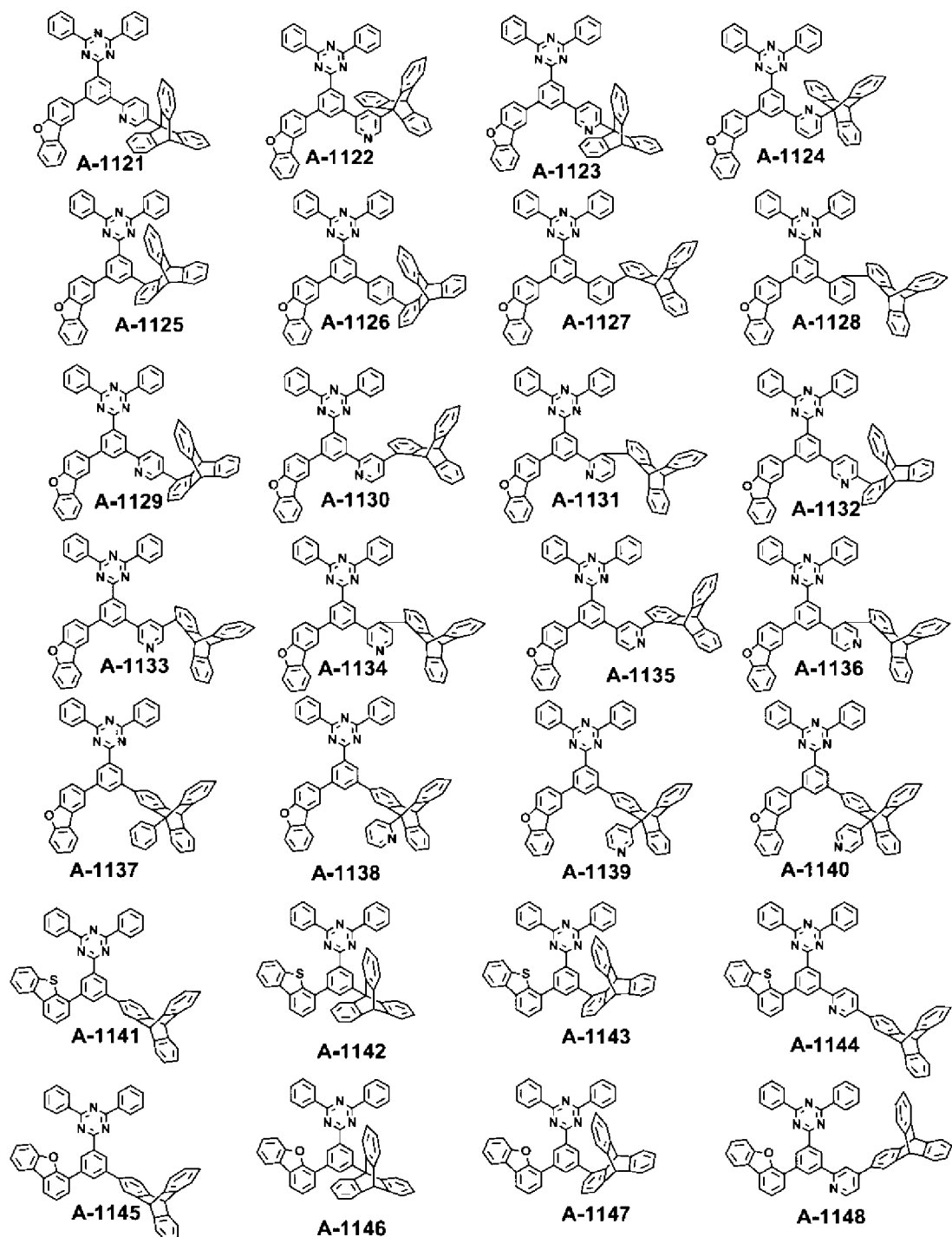
[0105]

[化44]



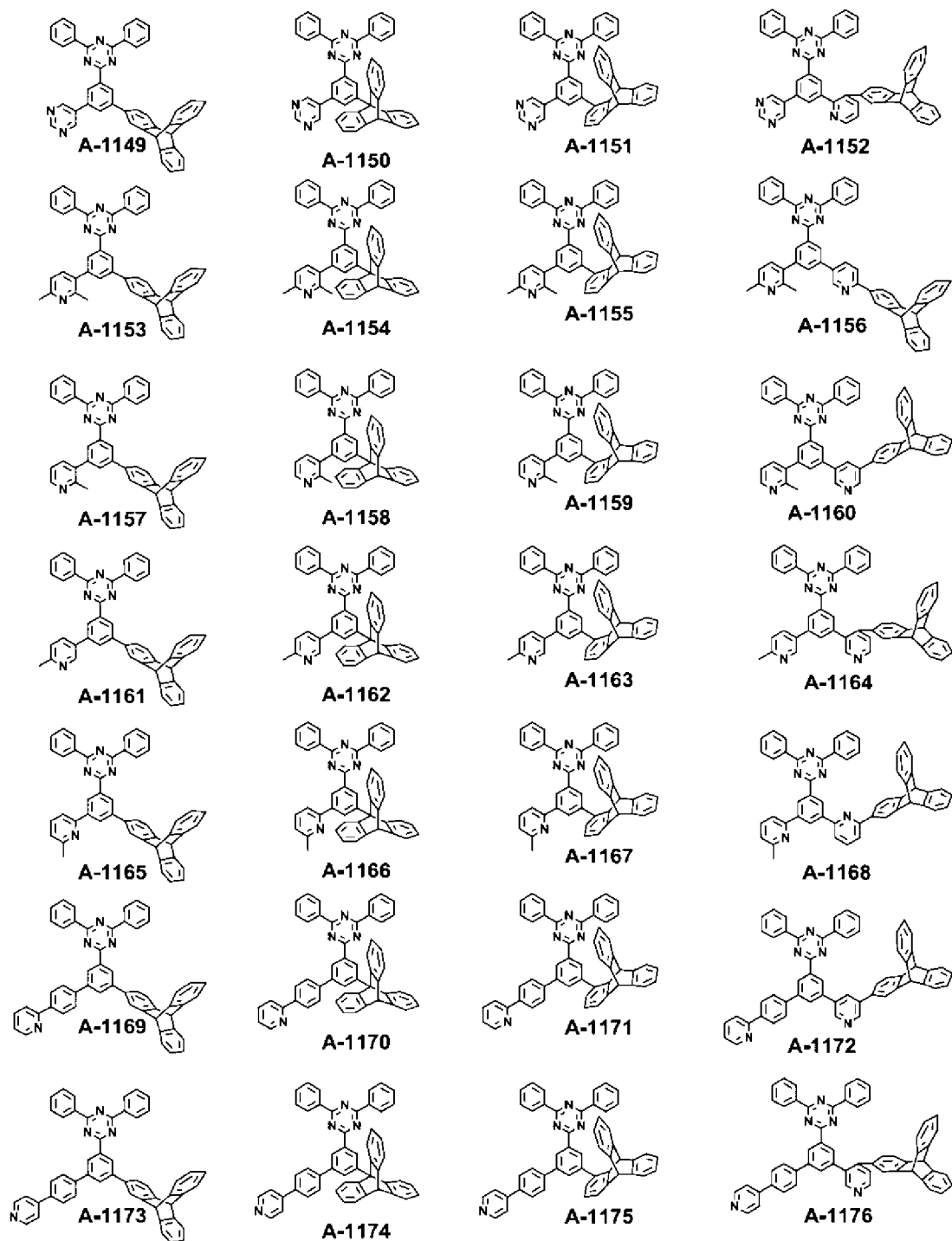
[0106]

[化45]



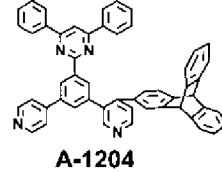
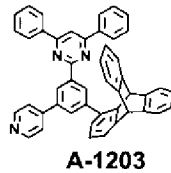
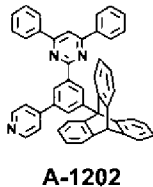
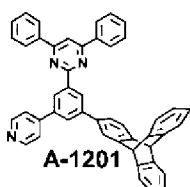
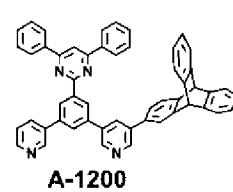
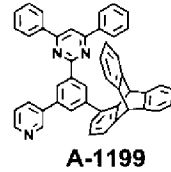
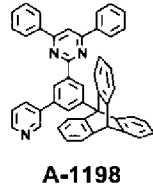
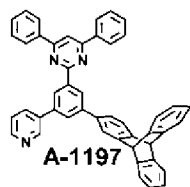
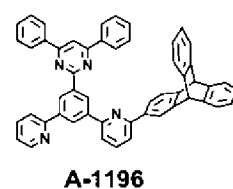
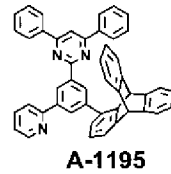
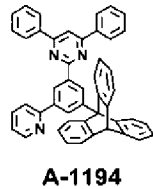
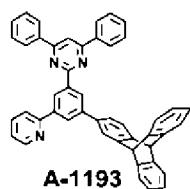
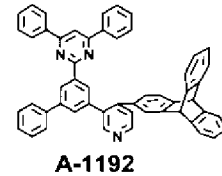
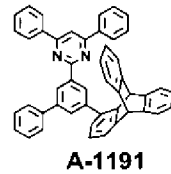
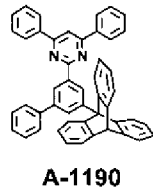
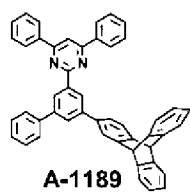
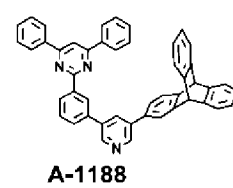
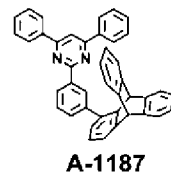
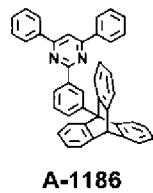
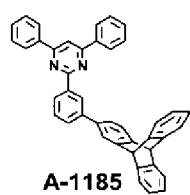
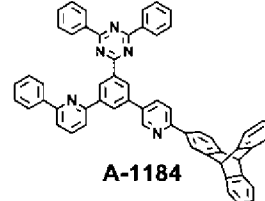
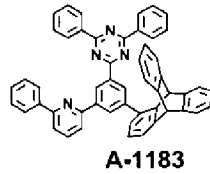
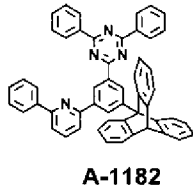
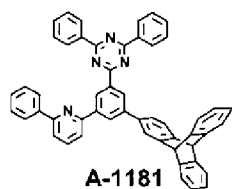
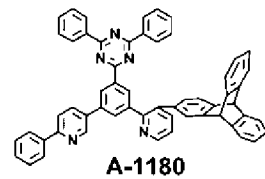
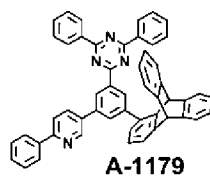
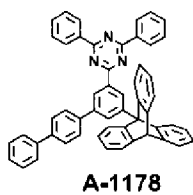
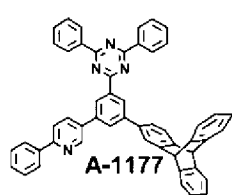
[0107]

[化46]



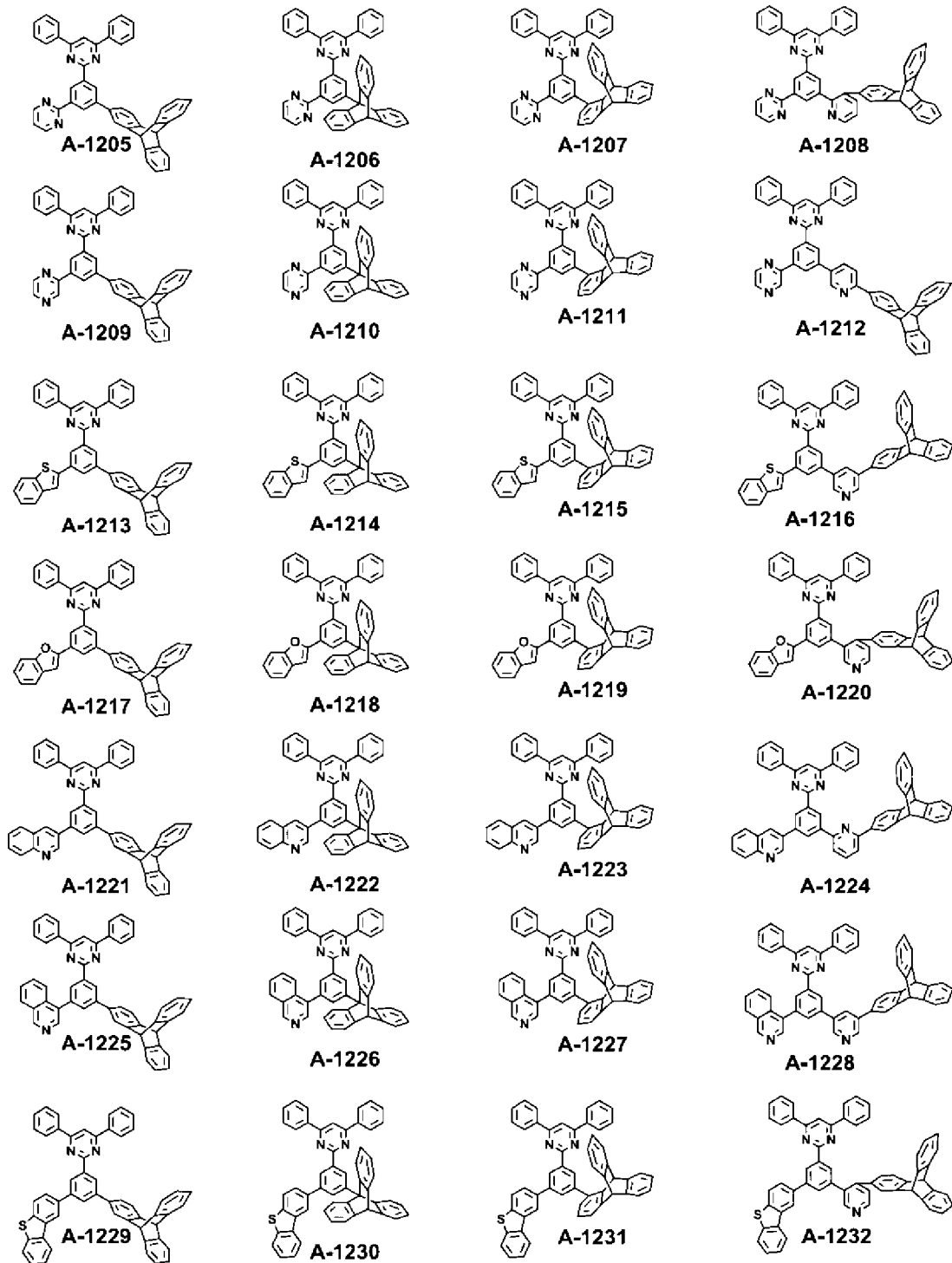
[0108]

[化47]



[0109]

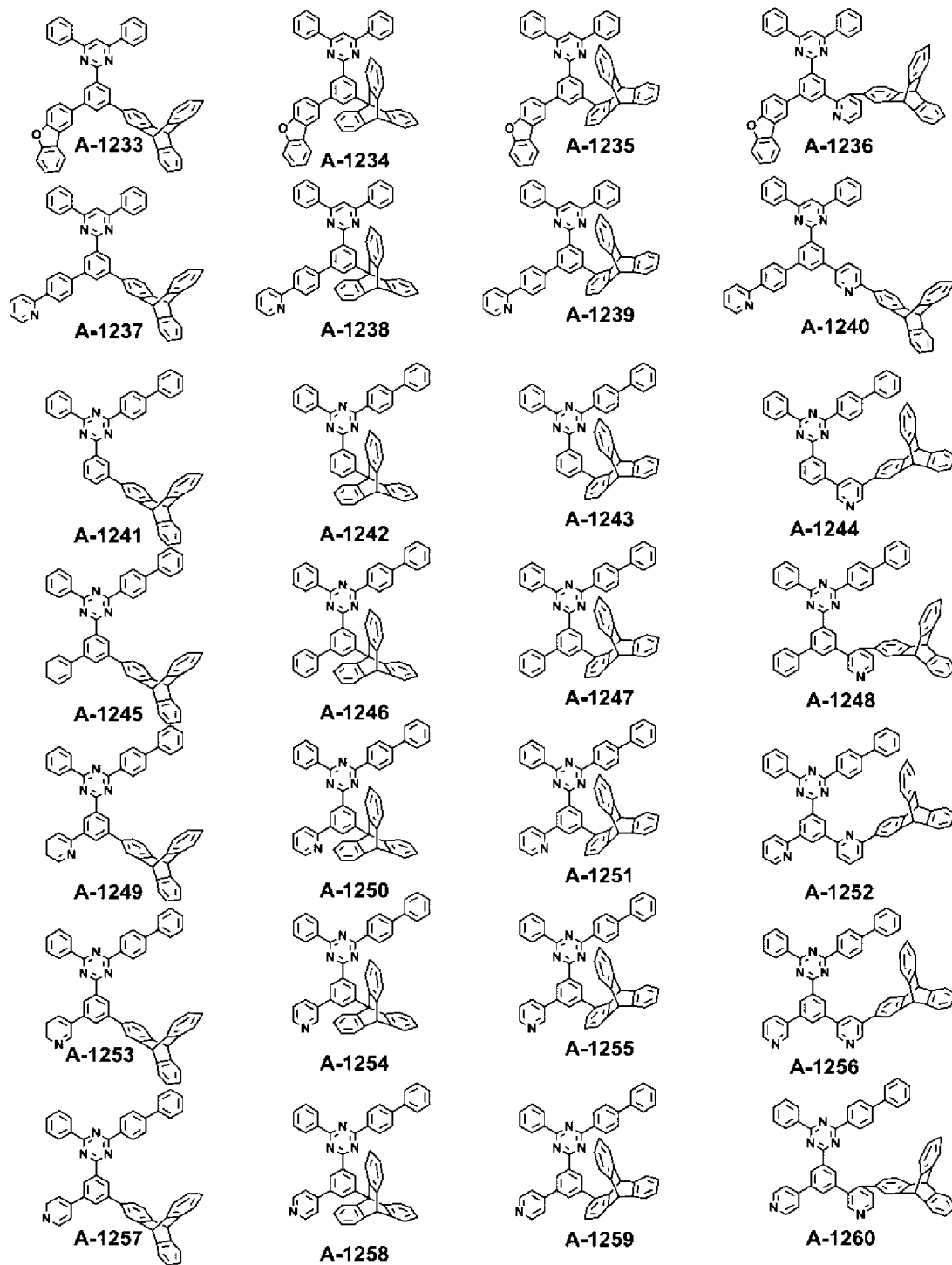
[化48]



[0110]

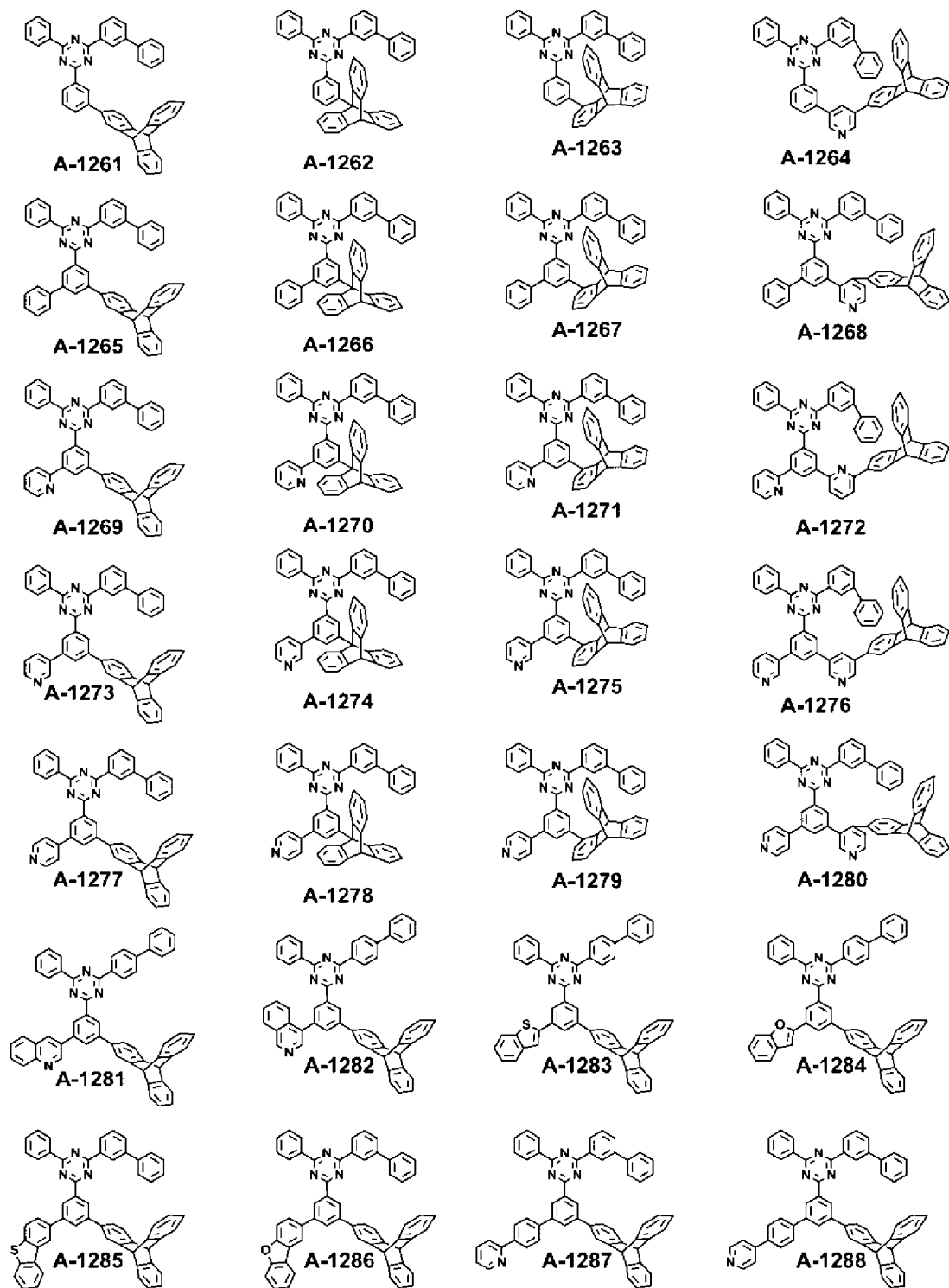


[化49]



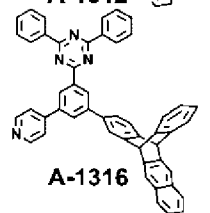
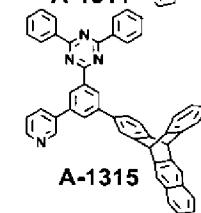
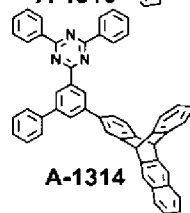
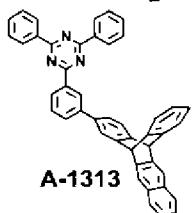
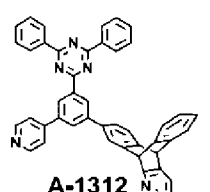
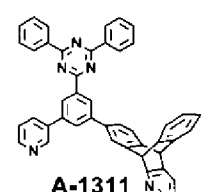
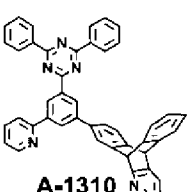
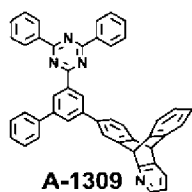
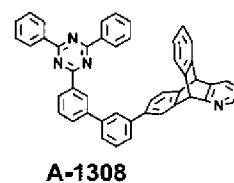
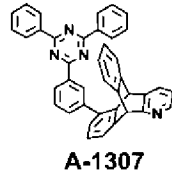
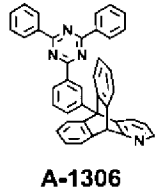
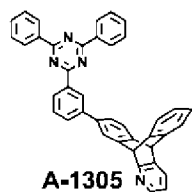
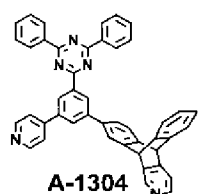
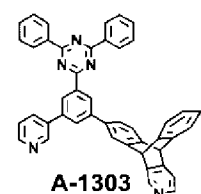
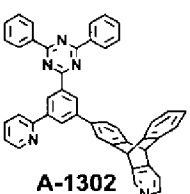
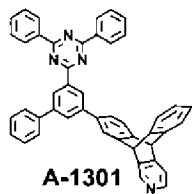
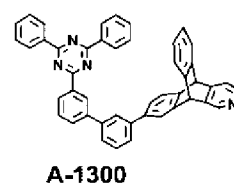
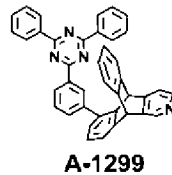
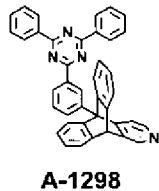
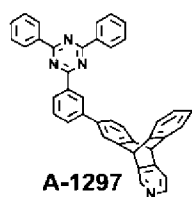
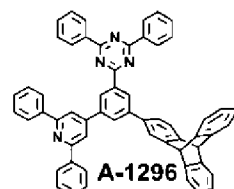
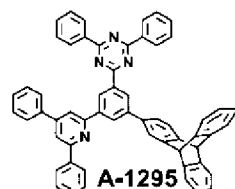
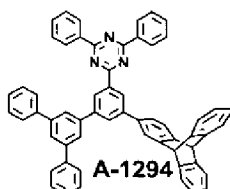
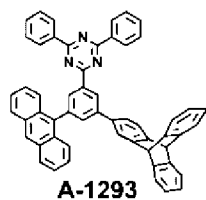
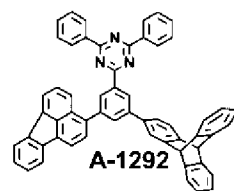
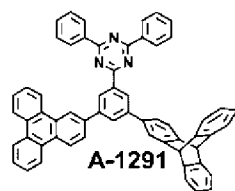
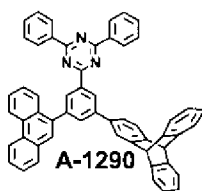
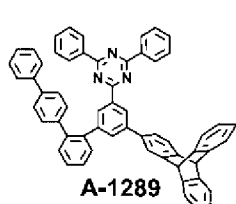
[0111]

[化50]



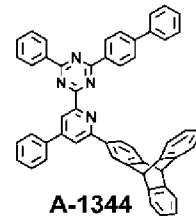
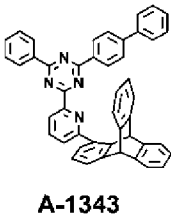
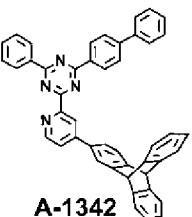
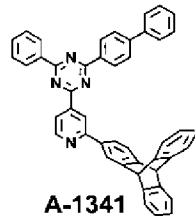
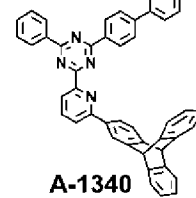
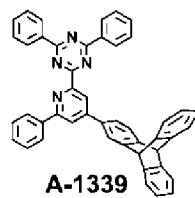
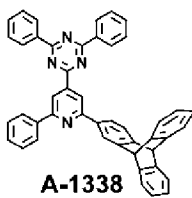
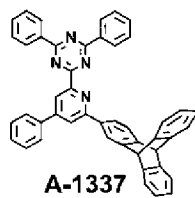
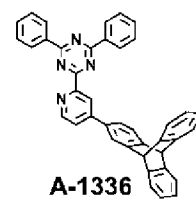
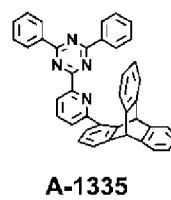
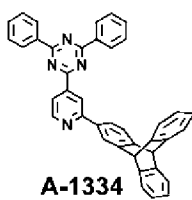
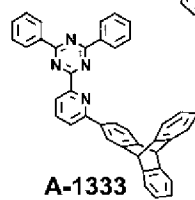
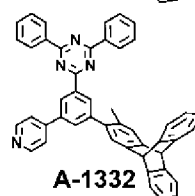
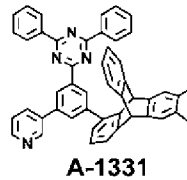
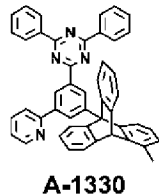
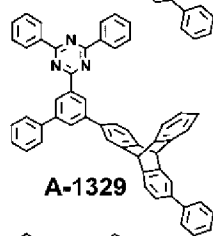
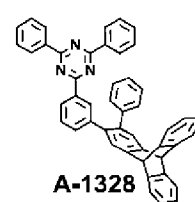
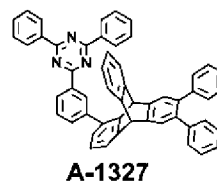
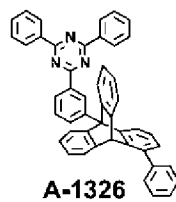
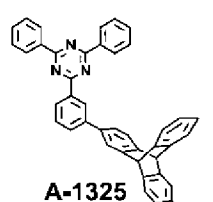
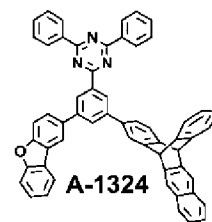
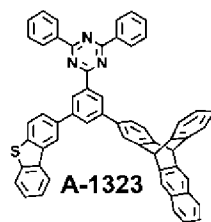
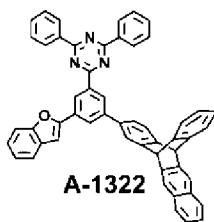
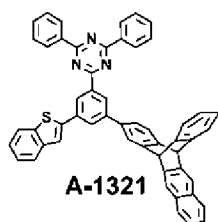
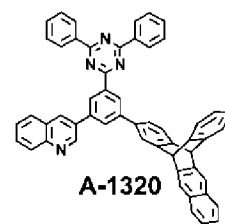
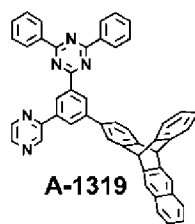
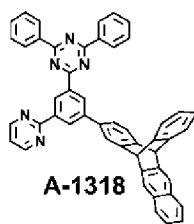
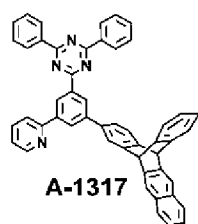
[0112]

[化51]



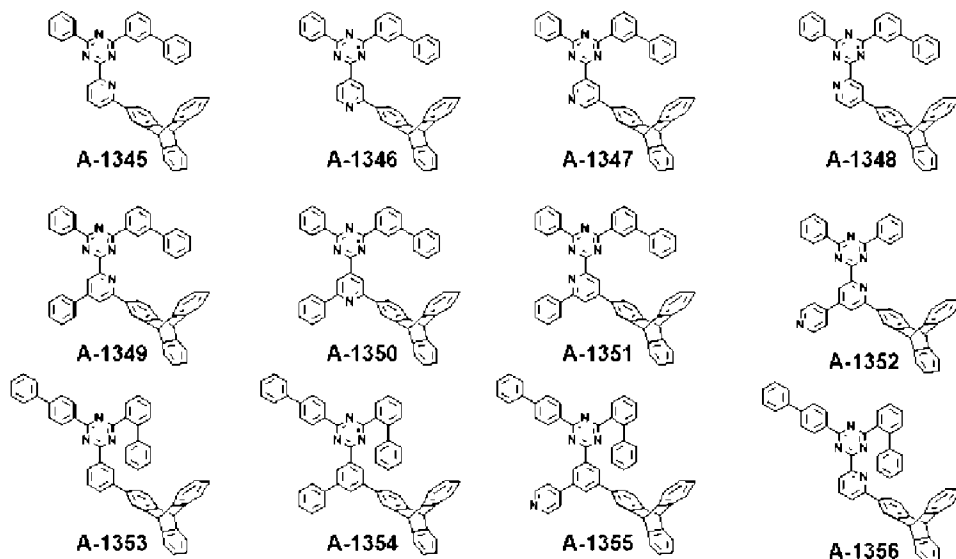
[0113]

[化52]



[0114]

[化53]



[0115] 以下、環状アジン化合物（１）の用途について説明する。

本発明の一態様にかかる環状アジン化合物（１）については、特に限定するものではないが、例えば、有機電界発光素子用の材料として用いることができる。

したがって、本発明の一態様にかかる有機電界発光素子用材料は、環状アジン化合物（１）を含む。

[0116] 有機電界発光素子における発光層は、広義の意味では、陰極と陽極からなる電極に電流を流した際に発光する層のことを指す。具体的には、陰極と陽極からなる電極に電流を流した際に発光する蛍光性化合物を含有する層のこ

とを指す。通常、有機電界発光素子是一对の電極の間に発光層を挟持した構造をとる。

[0117] 本発明の一態様にかかる有機電界発光素子は、必要に応じ発光層の他に、正孔輸送層、電子輸送層、陽極バッファ層及び陰極バッファ層等を有し、陰極と陽極で挟持された構造をとる。具体的には以下に示される構造が挙げられる。

(i) 陽極／発光層／陰極

(i i) 陽極／正孔輸送層／発光層／陰極

(i i i) 陽極／発光層／電子輸送層／陰極

(i v) 陽極／正孔輸送層／発光層／電子輸送層／陰極

(v) 陽極／陽極バッファ層／正孔輸送層／発光層／電子輸送層／陰極バッファ層／陰極

[0118] 発光層には、従来公知の発光材料を用いることができる。発光層を形成する方法としては、例えば蒸着法、スピコート法、キャスト法、LB法などの公知の方法により薄膜を形成する方法がある。

[0119] 又、この発光層は、樹脂などの結着材と共に発光材料を溶剤に溶かして溶液とした後、これをスピコート法などにより塗布して薄膜形成することにより得ることができる。

[0120] このようにして形成された発光層の膜厚については特に制限はなく、状況に応じて適宜選択することができるが、通常は5 nm～5 μmの範囲である。

[0121] 次に正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層、電子輸送層等、発光層と組み合わせ有機電界発光素子を構成するその他の層について説明する。

[0122] 正孔注入層、正孔輸送層は、陽極より注入された正孔を発光層に伝達する機能を有し、この正孔注入層、正孔輸送層を陽極と発光層の間に介在させることにより、より低い電界で多くの正孔が発光層に注入される。

[0123] また、陰極から注入され、電子注入層及び／又は電子輸送層より発光層に輸送された電子は、発光層と正孔注入層もしくは正孔輸送層の界面に存在す

る電子の障壁により、正孔注入層もしくは正孔輸送層に漏れることなく発光層内の界面に累積され、発光効率が向上するなど発光性能の優れた素子となる。

[0124] 上記正孔注入材料、正孔輸送材料は、正孔の注入もしくは輸送、電子の障壁性の何れかを有するものであり、有機物、無機物の何れであってもよい。この正孔注入材料、正孔輸送材料としては、例えばトリアゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、ポリアリールアルカン誘導体、ピラゾリン誘導体及びピラゾロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリールアミン誘導体、アミノ置換カルコン誘導体、オキサゾール誘導体、スチリルアントラセン誘導体、フルオレノン誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体、シラザン誘導体、アニリン系共重合体、又、導電性高分子オリゴマー、特にチオフェンオリゴマーなどが挙げられる。正孔注入材料、正孔輸送材料としては、上記のものを使用することができるが、ポルフィリン化合物、芳香族第三級アミン化合物及びスチリルアミン化合物、特に芳香族第三級アミン化合物を用いることが好ましい。

[0125] 上記芳香族第三級アミン化合物及びスチリルアミン化合物の代表例としては、N, N, N', N' -テトラフェニル-4, 4' -ジアミノフェニル、N, N' -ジフェニル-N, N' -ビス(3-メチルフェニル)-[1, 1'-ビフェニル]-4, 4' -ジアミン(TPD)、2, 2-ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)プロパン、1, 1-ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)シクロヘキサン、N, N, N', N' -テトラ-p-トリル-4, 4' -ジアミノビフェニル、1, 1-ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)-4-フェニルシクロヘキサン、ビス(4-ジメチルアミノ-2-メチルフェニル)フェニルメタン、ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)フェニルメタン、N, N' -ジフェニル-N, N' -ジ(4-メトキシフェニル)-4, 4' -ジアミノビフェニル、N, N, N', N' -テトラフェニル-4, 4' -ジアミノジフェニルエーテル、4, 4' -ビス(ジフェニルアミノ)クオードリフェニル、N, N, N-トリ(p-トリ

ル) アミン、4-(ジ-*p*-トリルアミノ)-4'-[4-(ジ-*p*-トリルアミノ)スチリル]スチルベン、4-N,N-ジフェニルアミノ-(2-ジフェニルビニル)ベンゼン、3-メトキシ-4'-N,N-ジフェニルアミノスチルベンゼン、N-フェニルカルバゾール、4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル(NPD)、4,4',4''-トリス[N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ]トリフェニルアミン(MTDATA)などがあげられる。

[0126] 又、*p*型-Si、*p*型-SiCなどの無機化合物も正孔注入材料、正孔輸送材料として使用することができる。この正孔注入層、正孔輸送層は、上記正孔注入材料、正孔輸送材料を、例えば真空蒸着法、スピンコート法、キャスト法、LB法などの公知の方法により、薄膜化することにより形成することができる。正孔注入層、正孔輸送層の膜厚については特に制限はないが、通常は5 nm～5 μm程度である。この正孔注入層、正孔輸送層は、上記材料の一種又は二種以上からなる一層構造であってもよく、同一組成又は異種組成の複数層からなる積層構造であってもよい。

[0127] 本発明の一態様にかかる有機電界発光素子において、電子輸送層は、上記式(1)で表される環状アジン化合物を含むものであることが好ましい。したがって、本発明の一態様にかかる有機電界発光素子用電子輸送材料は、環状アジン化合物(1)を含む。なお、本発明の一態様にかかる環状アジン化合物(1)については、有機電界発光素子の電子輸送層以外に用いることもできる。

[0128] 当該電子輸送層は、上記式(1)で表される環状アジン化合物を、例えば真空蒸着法、スピンコート法、キャスト法、LB法などの公知の薄膜形成法により成膜して形成することができる。電子輸送層の膜厚は特に制限はないが、通常は5 nm～5 μmの範囲で選ばれる。また、この電子輸送層は、式(1)で表される環状アジン化合物を含むものが好ましく、かつ従来公知の電子輸送材料を含んでいてもよく、一種又は二種以上からなる一層構造であってもよいし、或いは、同一組成又は異種組成の複数層からなる積層構造で



あってもよい。

[0129] 又、発光材料は発光層のみに限定することではなく、発光層に隣接した正孔輸送層、又は電子輸送層に1種含有させてもよく、それにより更に有機電界発光素子の発光効率を高めることができる。

[0130] 基板は、ガラス、プラスチックなどの種類には特に限定はなく、又、透明のものであれば特に制限はない。本発明の一態様にかかる有機電界発光素子に好ましく用いられる基板としては例えばガラス、石英、光透過性プラスチックフィルムを挙げることができる。

[0131] 光透過性プラスチックフィルムとしては、例えばポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリエーテルスルホン（PES）、ポリエーテルイミド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリフェニレンスルフィド、ポリアリレート、ポリイミド、ポリカーボネート（PC）、セルローストリアセテート（TAC）、セルロースアセテートプロピオネート（CAP）等からなるフィルム等が挙げられる。

[0132] 有機電界発光素子を作製する好適な例を説明する。例として、前記の陽極／正孔注入層／正孔輸送層／発光層／電子輸送層／電子注入層／陰極からなる有機電界発光素子の作製法について説明する。

[0133] まず適当な基板上に、所望の電極用物質、例えば陽極用物質からなる薄膜を、 $1\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $10\sim 200\text{nm}$ の範囲の膜厚になるように、蒸着やスパッタリングなどの方法により形成させて陽極を作製する。次に、この上に素子材料である正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層／電子注入層からなる薄膜を形成させる。

[0134] なお、陽極と発光層又は正孔注入層の間、及び、陰極と発光層又は電子注入層との間にはバッファ層（電極界面層）を存在させてもよい。

[0135] 更に上記基本構成層の他に必要に応じてその他の機能を有する層を積層してもよく、例えば正孔ブロック層、電子ブロック層などのような機能層を有していてもよい。

[0136] 次に、本発明の一態様にかかる有機電界発光素子の電極について説明する

。有機電界発光素子における陽極としては、仕事関数の大きい（4 e V以上）金属、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが好ましく用いられる。このような電極物質の具体例としてはAuなどの金属、CuI、酸化インジウムスズ（ITO）、SnO<sub>2</sub>、ZnOなどの導電性透明材料が挙げられる。

[0137] 上記陽極は蒸着やスパッタリングなどの方法によりこれらの電極物質の薄膜を形成させ、フォトリソグラフィ法で所望の形状のパターンを形成してもよく、或いは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。

[0138] 一方、陰極としては、仕事関数の小さい（4 e V以下）金属（電子注入性金属と称する）、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが好ましく用いられる。このような電極物質の具体例としては、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、希土類金属などが挙げられる。これらの中で、電子注入性及び酸化など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（Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）混合物、リチウム／アルミニウム混合物などが好適である。上記陰極は、これらの電極物質を蒸着やスパッタリングなどの方法で薄膜を形成させることにより作製することができる。

[0139] 前記の様に、適当な基板上に所望の電極用物質、例えば陽極用物質からなる薄膜を1 μm以下、好ましくは10～200 nmの範囲の膜厚になるように、蒸着やスパッタリングなどの方法により形成させて陽極を作製した後、該陽極上に前記の通り正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層／電子注入層からなる各層薄膜を形成させた後、その上に陰極用物質からなる薄膜

を1  $\mu\text{m}$ 以下、好ましくは50～200 nmの範囲の膜厚になるように、例えば蒸着やスパッタリングなどの方法により形成させて陰極を設け、所望の有機電界発光素子が得られる。

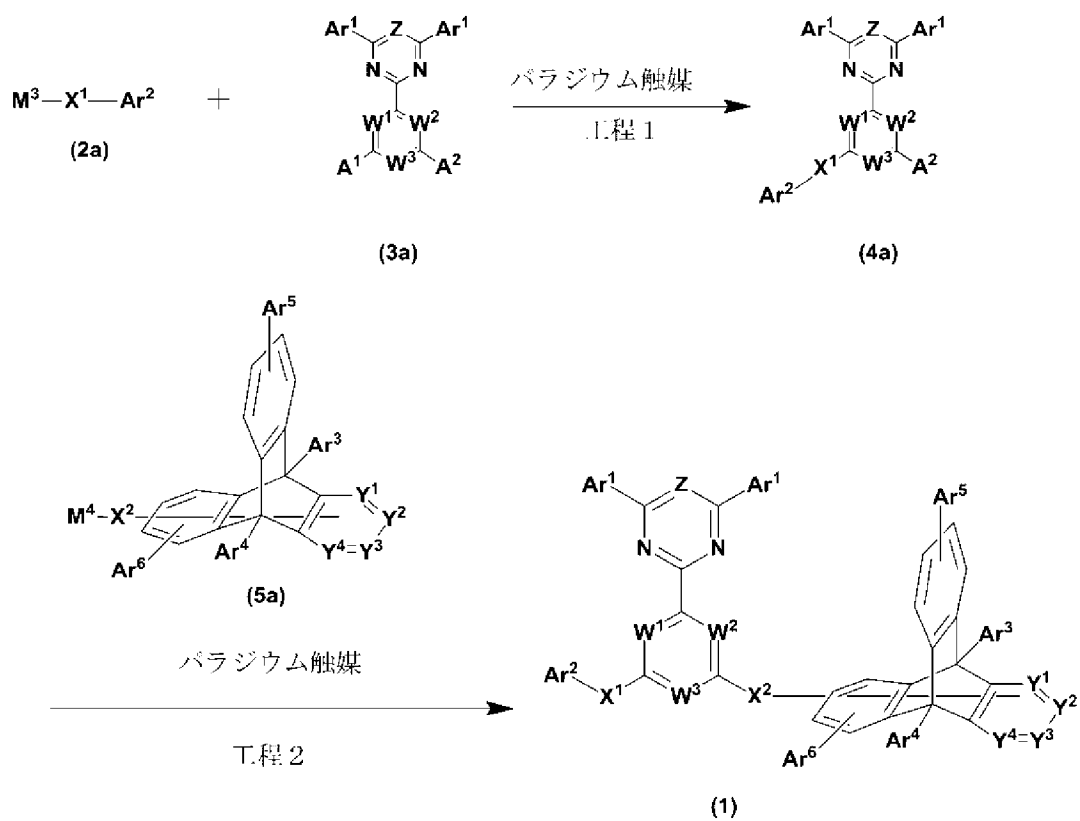
[0140] 本発明の一態様にかかる有機電界発光素子は、照明用や露光光源のような一種のランプとして使用してもよいし、画像を投影するタイプのプロジェクション装置や、静止画像や動画像を直接視認するタイプの表示装置（ディスプレイ）として使用してもよい。動画再生用の表示装置として使用する場合は、駆動方式は単純マトリクス（パッシブマトリクス）方式でもアクティブマトリクス方式でもどちらでもよい。又、異なる発光色を有する本発明の一態様にかかる有機電界発光素子を2種以上使用することにより、フルカラー表示装置を作製することが可能である。

[0141] 次に、本発明の一態様にかかる製造方法について説明する。

本発明の一態様にかかる環状アジン化合物（1）は、特に限定するものではないが、例えば、塩基の存在下又は非存在下に、パラジウム触媒の存在下で、次の反応式（1）～（4）等のいずれかで示される方法により製造することができる。

[0142]

[化54]

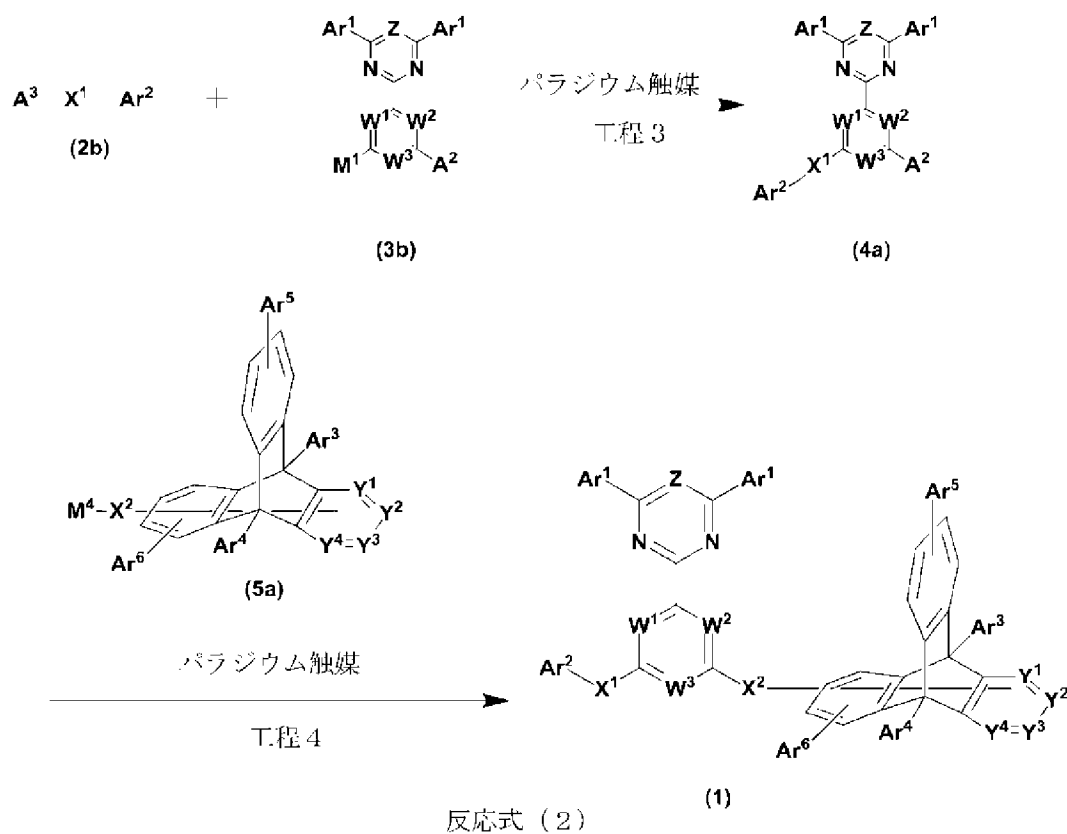


反応式 (1)

[0143] (反応式 (1) 中、 $Ar^1$ 、 $Ar^2$ 、 $Ar^3$ 、 $Ar^4$ 、 $Ar^5$ 、 $Ar^6$ 、 $X^1$ 、 $X^2$ 、 $Z$ 、 $W^1$ 、 $W^2$ 、 $W^3$ 、 $Y^1$ 、 $Y^2$ 、 $Y^3$ 、及び $Y^4$ は、前記式 (1) と同じ置換基を表す。 $A^1$ 、及び $A^2$ は、後述する脱離基を表す。 $M^3$ 、及び $M^4$ は、後述する置換基を表す。)

[0144]

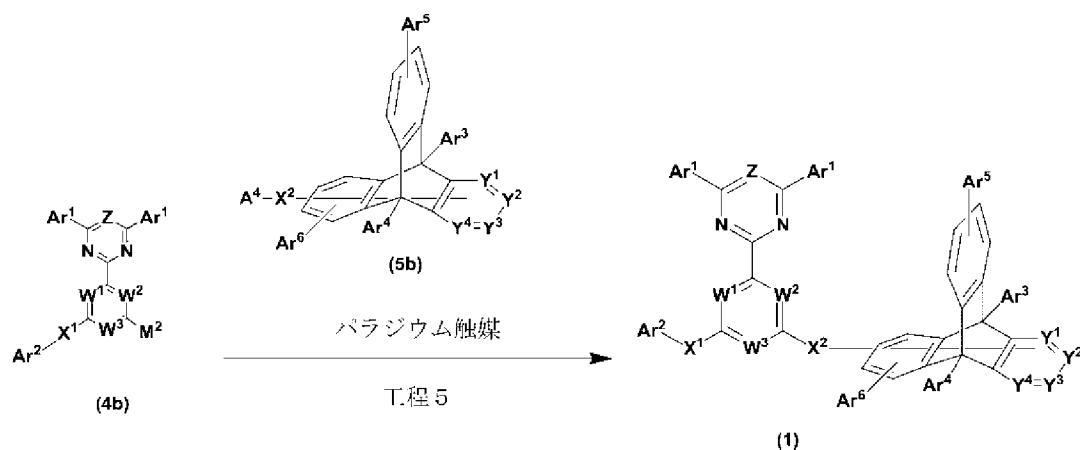
[化55]



[0145] (反応式 (2) 中、 $\text{Ar}^1$ 、 $\text{Ar}^2$ 、 $\text{Ar}^3$ 、 $\text{Ar}^4$ 、 $\text{Ar}^5$ 、 $\text{Ar}^6$ 、 $\text{X}^1$ 、 $\text{X}^2$ 、 $\text{Z}$ 、 $\text{W}^1$ 、 $\text{W}^2$ 、 $\text{W}^3$ 、 $\text{Y}^1$ 、 $\text{Y}^2$ 、 $\text{Y}^3$ 、及び $\text{Y}^4$ は、前記式 (1) と同じ置換基を表す。 $\text{A}^2$ 、及び $\text{A}^3$ は、後述する脱離基を表す。 $\text{M}^1$ 、及び $\text{M}^4$ は、後述する置換基を表す。)

[0146]

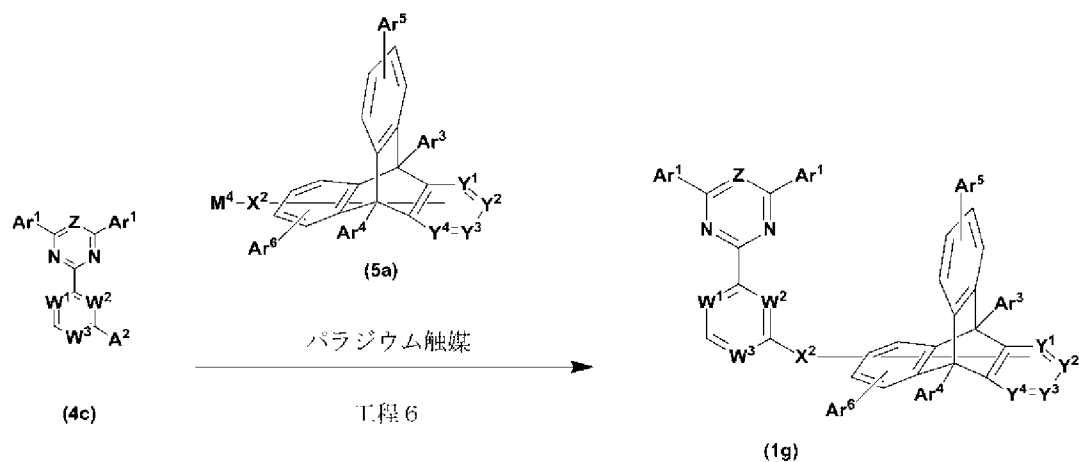
[化56]



反応式 (3)

[0147] (反応式 (3) 中、 $Ar^1$ 、 $Ar^2$ 、 $Ar^3$ 、 $Ar^4$ 、 $Ar^5$ 、 $Ar^6$ 、 $X^1$ 、 $X^2$ 、 $Z$ 、 $W^1$ 、 $W^2$ 、 $W^3$ 、 $Y^1$ 、 $Y^2$ 、 $Y^3$ 、及び $Y^4$ は、前記式 (1) と同じ置換基を表す。 $A^4$ は、後述する脱離基を表す。 $M^2$ は、後述する置換基を表す。)

[0148] [化57]



反応式 (4)

[0149] (反応式 (4) 中、 $Ar^1$ 、 $Ar^2$ 、 $Ar^3$ 、 $Ar^4$ 、 $Ar^5$ 、 $Ar^6$ 、 $X^1$ 、 $X^2$ 、 $Z$ 、 $W^1$ 、 $W^2$ 、 $W^3$ 、 $Y^1$ 、 $Y^2$ 、 $Y^3$ 、及び $Y^4$ は、前記式 (1) と同じ置換基を表す。 $A^2$ は、後述する脱離基を表す。 $M^4$ は、後述する置換基を表す。)

[0150] また、以降、式(2a)で表される化合物については化合物(2a)と称する。化合物(3a)、化合物(4a)、化合物(5a)、化合物(3b)、化合物(4b)、化合物(5b)、化合物(4c)、及び化合物(1g)等についても同義とする。以下、これらの化合物の定義について説明する。

[0151]  $A^1$ 、 $A^2$ 、 $A^3$ 、及び $A^4$ は、脱離基を表し、特に限定するものではないが、例えば、各々独立に、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子、又はトリフレート等が挙げられる。このうち、反応収率がよい点で、各々独立に、臭素原子又は塩素原子が好ましい。但し、原料の入手性からトリフレートを用いた方が好ましい場合もある。

[0152]  $M^1$ 、 $M^2$ 、 $M^3$ 、及び $M^4$ は、脱離基を表し、特に限定するものではないが、例えば、各々独立して、 $ZnR^1$ 、 $MgR^2$ 、 $Sn(R^3)_3$ 又は $B(OR^4)_2$ が挙げられる。但し、前記の $R^1$ 及び $R^2$ は、各々独立に塩素原子、臭素原子又はヨウ素原子を表し、前記の $R^3$ は、炭素数1から4のアルキル基又はフェニル基を表し、前記の $R^4$ は水素原子、炭素数1から4のアルキル基又はフェニル基を表し、 $B(OR^4)_2$ の2つの $R^4$ は同一又は異なってもよい。また、2つの $R^4$ は一体となって酸素原子及びホウ素原子を含んで環を形成することもできる。

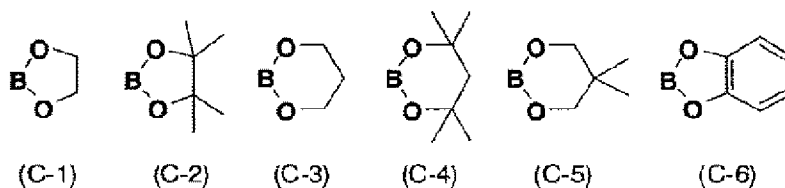
[0153]  $ZnR^1$ 、 $MgR^2$ としては、特に限定するものではないが、例えば、 $ZnCl$ 、 $ZnBr$ 、 $ZnI$ 、 $MgCl$ 、 $MgBr$ 、 $MgI$ 等が例示できる。

[0154]  $Sn(R^3)_3$ としては、特に限定するものではないが、例えば、 $Sn(Me)_3$ 、 $Sn(Bu)_3$ 等が例示できる。

[0155]  $B(OR^4)_2$ としては、特に限定するものではないが、例えば、 $B(OH)_2$ 、 $B(OMe)_2$ 、 $B(OiPr)_2$ 、 $B(Obu)_2$ 等が例示できる。また、2つの $R^4$ が一体となって酸素原子及びホウ素原子を含んで環を形成した場合の $B(OR^4)_2$ の例としては、次の(C-1)から(C-6)で示される基が例示でき、収率がよい点で(C-2)で示される基が望ましい。

[0156]

[化58]



[0157] 反応式(1)で用いられる化合物(5a)は、例えば、J. Am. Chem. Soc., 1963, 85(10), 1549、WO2010/082621号報の段落番号[0091]～[0103]、又は特開2013-223458号公報の段落番号[0045]～[0067]に開示されている方法を組み合わせて製造することができる。

[0158] 続いて、反応式(1)について説明する。反応式(1)は「工程1」に続いて「工程2」を実施することで、本発明の一態様にかかる環状アジン化合物(1)を得る方法である。「工程1」は化合物(2a)を、塩基の存在下又は非存在下に、パラジウム触媒の存在下に、化合物(3a)と反応させ、化合物(4a)を得る方法であり、鈴木-宮浦反応、根岸反応、玉尾-熊田反応、スチレ反応等の、一般的なカップリング反応の反応条件を適用することにより、収率よく目的物を得ることができる。

[0159] 「工程1」で用いることのできるパラジウム触媒としては、特に限定するものではないが、例えば、塩化パラジウム、酢酸パラジウム、トリフルオロ酢酸パラジウム、硝酸パラジウム等の塩を例示することができる。さらに、 $\pi$ -アリルパラジウムクロリドダイマー、パラジウムアセチルアセトナト、トリス(ジベンジリデンアセトン)ジパラジウム、ジクロロビス(トリフェニルホスフィン)パラジウム、テトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム及びジクロロ(1,1'-ビス(ジフェニルホスフィノ)フェロセン)パラジウム等の錯化合物を例示することができる。中でも、第三級ホスフィンを配位子として有するパラジウム錯体は反応収率がよい点でさらに好ましく、入手容易であり、反応収率がよい点で、トリフェニルホスフィンを配位子として有するパラジウム錯体が特に好ましい。



第三級ホスフィン配位子として有するパラジウム錯体は、パラジウム塩又は錯化合物に第三級ホスフィンを添加し、反応系中で調製することもできる。この際用いることのできる第三級ホスフィンとしては、特に限定するものではないが、例えば、トリフェニルホスフィン、トリメチルホスフィン、トリブチルホスフィン、トリ(*tert*-ブチル)ホスフィン、トリシクロヘキシルホスフィン、*tert*-ブチルジフェニルホスフィン、9,9-ジメチル-4,5-ビス(ジフェニルホスフィノ)キサンテン、2-(ジフェニルホスフィノ)-2'-(*N,N*-ジメチルアミノ)ビフェニル、2-(ジ-*tert*-ブチルホスフィノ)ビフェニル、2-(ジシクロヘキシルホスフィノ)ビフェニル、ビス(ジフェニルホスフィノ)メタン、1,2-ビス(ジフェニルホスフィノ)エタン、1,3-ビス(ジフェニルホスフィノ)プロパン、1,4-ビス(ジフェニルホスフィノ)ブタン、1,1'-ビス(ジフェニルホスフィノ)フェロセン、トリ(2-フリル)ホスフィン、トリ(オトリル)ホスフィン、トリス(2,5-キシリル)ホスフィン、(±)-2,2'-ビス(ジフェニルホスフィノ)-1,1'-ビナフチル、2-ジシクロヘキシルホスフィノ-2',4',6'-トリイソプロピルビフェニル等が例示できる。入手容易であり、反応収率がよい点で、2-ジシクロヘキシルホスフィノ-2',4',6'-トリイソプロピルビフェニル又はトリフェニルホスフィンが好ましい。第三級ホスフィンとパラジウム塩又は錯化合物とのモル比は、1:10~10:1が好ましく、反応収率がよい点で1:2~5:1がさらに好ましい。

[0160] 「工程1」で用いることのできる塩基としては、特に限定するものではないが、例えば、水酸化ナトリウム、水酸化カリウム、炭酸ナトリウム、炭酸カリウム、炭酸リチウム、炭酸セシウム、リン酸カリウム、リン酸ナトリウム、フッ化ナトリウム、フッ化カリウム、フッ化セシウム等を例示することができ、収率がよい点で炭酸カリウムが望ましい。塩基と化合物(3a)とのモル比は、1:2から10:1が望ましく、収率がよい点で1:1から3:1がさらに望ましい。

- [0161] 「工程 1」で用いる化合物（2 a）と化合物（3 a）とのモル比は、特に限定するものではないが、例えば、1 : 2 から 5 : 1 が望ましく、収率がよい点で 1 : 2 から 2 : 1 がさらに望ましい。
- [0162] 「工程 1」で用いることのできる溶媒として、特に限定するものではないが、例えば、水、ジメチルスルホキシド、ジメチルホルムアミド、テトラヒドロフラン、1, 4-ジオキサン、ジメトキシエタン、トルエン、ベンゼン、ジエチルエーテル、エタノール、メタノール又はキシレン等が例示でき、これらを適宜組み合わせて用いてもよい。収率がよい点でジオキサン又はテトラヒドロフランと水の混合溶媒を用いることが望ましい。
- [0163] 「工程 1」は、特に限定するものではないが、例えば、0℃から 150℃から適宜選ばれた温度で実施することができ、収率がよい点で 50℃から 100℃で行うことがさらに望ましい。
- [0164] 化合物（4 a）は、「工程 1」の終了後に通常の実施をすることで得られる。必要に応じて、再結晶、カラムクロマトグラフィー又は昇華等で精製してもよい。
- [0165] 「工程 2」は「工程 1」で得られた化合物（4 a）を、塩基の存在下又は非存在下に、パラジウム触媒の存在下に、化合物（5 a）と反応させ、本発明の一態様にかかる環状アジン化合物（1）を得る方法であり、鈴木-宮浦反応、根岸反応、玉尾-熊田反応、スティレ反応等の、一般的なカップリング反応の反応条件を適用することにより、収率よく目的物を得ることができる。「工程 2」は「工程 1」で挙げた条件のうち、化合物（2 a）を化合物（5 a）及び化合物（3 a）を化合物（4 a）に置き換えた条件を適用することができる。但し、「工程 1」と同じ反応条件である必要はない。「工程 2」の終了後、必要に応じて、再結晶、カラムクロマトグラフィー又は昇華等で精製してもよい。

反応式（2）における反応条件などについては、それぞれ、反応式（1）のものと同様である。すなわち、反応式（2）における「工程 3」は「工程 1」で挙げた条件のうち、化合物（2 a）を化合物（3 b）に置き換え、化

合物（３ a）を化合物（２ b）に置き換えた条件を適用することができる。  
反応式（２）における「工程４」は「工程１」で挙げた条件と同じ反応条件を適用することができる。「工程４」の終了後、必要に応じて、再結晶、カラムクロマトグラフィー又は昇華等で精製してもよい。

反応式（３）における反応条件などについては、それぞれ、反応式（１）のものと同様である。すなわち、反応式（３）における「工程５」は、「工程１」で挙げた条件のうち、それぞれ化合物（２ a）を化合物（５ b）に置き換え、化合物（３ a）を化合物（４ b）に置き換えた条件を適用することができる。但し、「工程１」と同じ反応条件である必要はない。「工程５」の終了後、必要に応じて、再結晶、カラムクロマトグラフィー又は昇華等で精製してもよい。

[0166] 反応式（４）は「工程６」を実施することで、本発明の一態様にかかる環状アジン化合物（１ g）を得る方法である。反応式（４）における反応条件などについては、それぞれ、反応式（１）のものと同様である。すなわち、反応式（４）における「工程６」は、「工程１」で挙げた条件のうち、それぞれ化合物（２ a）を化合物（５ a）に置き換え、化合物（３ a）を化合物（４ c）に置き換えた条件を適用することができる。但し、「工程１」と同じ反応条件である必要はない。「工程５」の終了後、必要に応じて、再結晶、カラムクロマトグラフィー又は昇華等で精製してもよい。

## 実施例

[0167] 以下、本発明の各態様を実施例に基づきさらに詳細に説明するが、本発明の各態様はこれら実施例により何ら限定して解釈されるものではない。

[0168]  $^1\text{H-NMR}$ 測定は、Gemini 200（バリアン社製）を用いて行った。

ガラス転移温度測定は、DSC 7020（日立ハイテクサイエンス社製）を用いて行った。

三重項励起準位測定は、FP-6500（日本分光社製）を用いて行った。  
。三重項励起準位の換算式は以下の通りである。

$$\text{三重項励起準位 (eV)} = 1241.6 / \lambda_{\text{onset}}$$

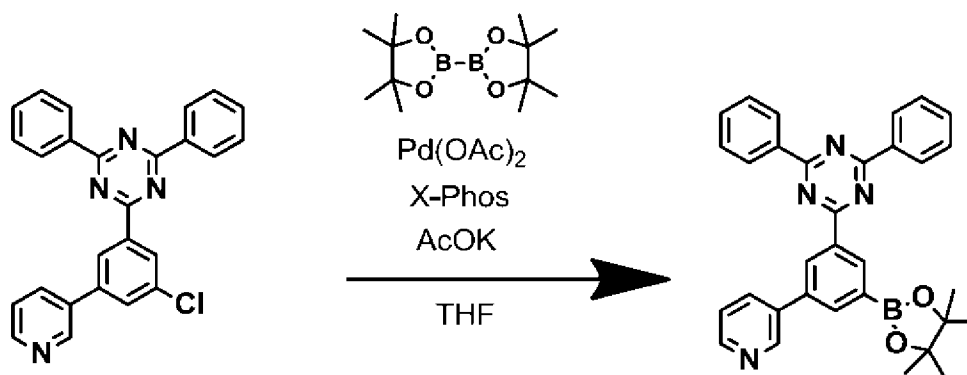
「 $\lambda_{\text{onset}}$ 」は、縦軸にりん光強度、横軸に波長をとった、りん光スペクトルにおいて、短波長側の立ち上がりに対して接線を引き、その接線と横軸の交点の波長値を表す。

三重項励起準位の分子軌道計算による算出は、Gaussian 09 (Gaussian社製) を用いて行った。

有機電界発光素子の発光特性は、室温下、作製した素子に直流電流を印加し、LUMINANCE METER (BM-9) (TOPCON社製) の輝度計を用いて評価した。

[0169] 合成例－1

[0170] [化59]

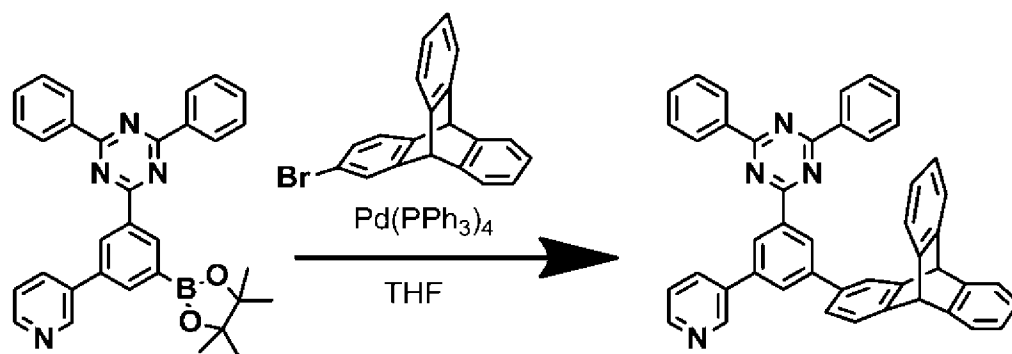


[0171] アルゴン気流下、2-[3-クロロ-5-(3-ピリジル)フェニル]-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン (5.01 g, 11.9 mmol)、ビス(ピナコラト)ジボロン (3.32 g, 13.1 mmol)、酢酸カリウム (3.50 g, 35.6 mmol)、酢酸パラジウム (26.7 mg, 0.119 mmol)、及び2-ジシクロヘキシルホスフィノ-2',4',6'-トリイソプロピルビフェニル (113.7 mg, 0.238 mmol) をテトラヒドロフラン (70 mL) に懸濁し、75℃で22時間攪拌した。室温まで放冷後、反応溶液を減圧濃縮した。得られたスラリーにトルエン (100 mL) を加え、100℃で攪拌し、固体を濾別した。得られたろ液を減圧濃縮し、この濃縮液が乾固して得られた固体を再結晶 (ト

ルエン)で精製することで、目的の4, 6-ジフェニル-2-[3-(3-ピリジル)-5-(4, 4, 5, 5-テトラメチル-1, 3, 2-ジオキサボロラン-2-イル)フェニル]-1, 3, 5-トリアジンの白色固体(収量5.01g, 収率82%)を得た。

[0172] 合成実施例-1

[0173] [化60]



[0174] アルゴン気流下、4, 6-ジフェニル-2-[3-(3-ピリジル)-5-(4, 4, 5, 5-テトラメチル-1, 3, 2-ジオキサボロラン-2-イル)フェニル]-1, 3, 5-トリアジン(1.10g, 2.15mmol)、2-ブロモ-9, 10-ジヒドロ-9, 10-[1, 2]ベンゼノアントラセン(0.84g, 2.53mmol)、及びテトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム(90.3mg, 0.078mmol)をテトラヒドロフラン(60mL)に懸濁した。これに、2Mの炭酸カリウム水溶液(4.2mL, 8.4mmol)を加え、75℃で72時間攪拌した。室温まで放冷後、反応溶液を減圧濃縮した。得られた濃縮液に水(100mL)を加え、78℃で攪拌し、析出した固体を濾別した。得られた固体を水(30mL)、メタノール(30mL)、ヘキサン(30mL)で洗浄した。この固体をクロロホルム(100mL)に溶解し、シリカゲルを加えたのち、セライトろ過し、ろ液を減圧濃縮した。この濃縮液が乾固して得られた固体を再結晶(トルエン)で2回精製することで、目的の2-[3-(9, 10-ジヒドロ-9, 10-[1, 2]ベンゼノアントラセン-2-イル)-

5-(3-ピリジル)フェニル]-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン(化合物A-257)の白色固体(収量0.81g, 収率59%)を得た。

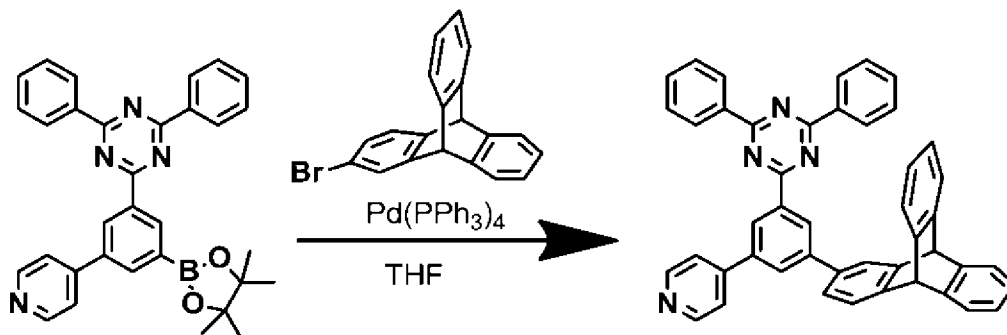
[0175]  $^1\text{H-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  (ppm) : 5.50 (d,  $J=19.8\text{ Hz}$ , 2H), 6.95–7.00 (m, 4H), 7.34 (d,  $J=7.6\text{ Hz}$ , 1H), 7.36–7.42 (m, 4H), 7.49–7.59 (m, 8H), 7.72 (s, 1H), 7.85 (s, 1H), 8.18 (s, 1H), 8.63 (d,  $J=5.1\text{ Hz}$ , 1H), 8.71 (d,  $J=5.1\text{ Hz}$ , 4H), 8.85 (s, 1H), 8.89 (s, 1H), 9.00 (s, 1H).

化合物A-257のガラス転移温度は158℃であった。

化合物A-257の三重項励起準位は2.9 eVであった。

[0176] 合成実施例-2

[0177] [化61]



[0178] 4,6-ジフェニル-2-[3-(3-ピリジル)-5-(4,4,5,5-テトラメチル-1,3,2-ジオキサボロラン-2-イル)フェニル]-1,3,5-トリアジンを4,6-ジフェニル-2-[3-(4-ピリジル)-5-(4,4,5,5-テトラメチル-1,3,2-ジオキサボロラン-2-イル)フェニル]-1,3,5-トリアジンに変更した以外は合成実施例-1と同様の実験操作を行って、2-[3-(9,10-ジヒドロ-9,10-[1,2]ベンゼノアントラセン-2-イル)-5-(4-ピリ

ジル) フェニル] -4, 6-ジフェニル-1, 3, 5-トリアジン (化合物 A-337) の白色固体 (収量 0.83 g, 収率 67%) を得た。

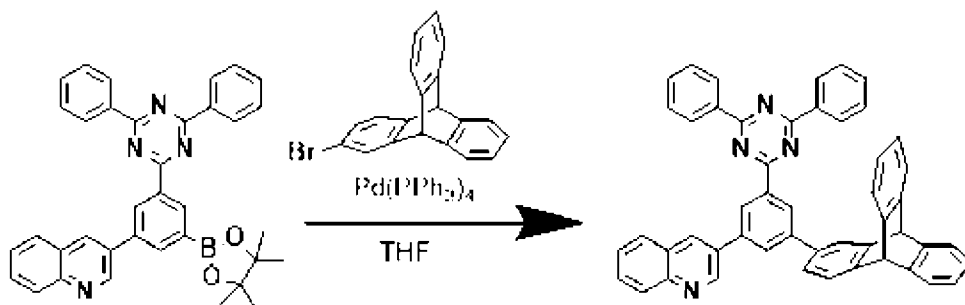
[0179]  $^1\text{H-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  (ppm) : 5.50 (d,  $J=19.8$  Hz, 2H), 6.96–7.00 (m, 4H), 7.33 (d,  $J=7.6$  Hz, 1H), 7.37–7.41 (m, 4H), 7.51–7.61 (m, 7H), 7.70 (s, 1H), 7.93 (s, 1H), 7.97 (d,  $J=6.1$  Hz, 2H), 8.70 (d,  $J=7.5$  Hz, 4H), 8.75 (d,  $J=5.1$  Hz, 2H), 8.96 (d,  $J=11.9$  Hz, 2H) .

化合物 A-337 のガラス転移温度は 167℃であった。

化合物 A-337 の三重項励起準位は 2.9 eV であった。

[0180] 合成実施例-3

[0181] [化62]



[0182] 4, 6-ジフェニル-2-[3-(3-ピリジル)-5-(4, 4, 5, 5-テトラメチル-1, 3, 2-ジオキサボロラン-2-イル) フェニル]-1, 3, 5-トリアジンを4, 6-ジフェニル-2-[3-(3-キノリル)-5-(4, 4, 5, 5-テトラメチル-1, 3, 2-ジオキサボロラン-2-イル) フェニル]-1, 3, 5-トリアジンに変更した以外は合成実施例-1と同様の実験操作を行って、2-[3-(9, 10-ジヒドロ-9, 10-[1, 2]ベンゼノアントラセン-2-イル)-5-(3-キノリル) フェニル]-4, 6-ジフェニル-1, 3, 5-トリアジン (化合物 A-705) の白色固体 (収量 4.44 g, 収率 73%) を得た。

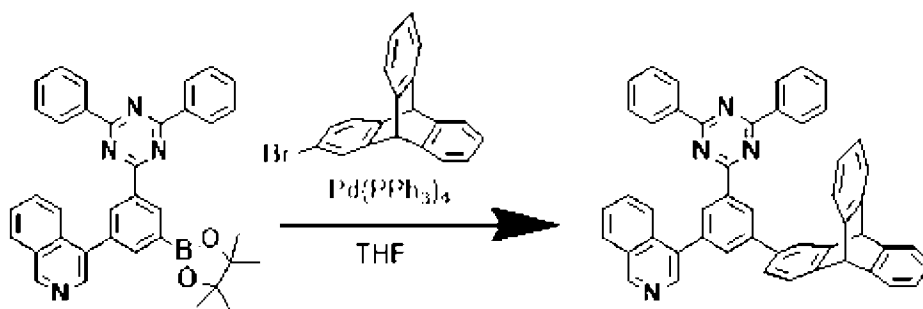
[0183]  $^1\text{H-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  (ppm) : 5.50 (d,  $J=19.9$  Hz,

z, 2H), 6.95–6.99 (m, 4H), 7.36–7.41 (m, 5H), 7.50–7.58 (m, 8H), 7.71 (t,  $J=7.6$  Hz, 1H), 7.76 (s, 1H), 7.90 (d,  $J=8.1$  Hz, 1H), 7.98 (s, 1H), 8.12 (d,  $J=8.0$  Hz, 1H), 8.41 (s, 1H), 8.72 (d,  $J=6.5$  Hz, 4H), 8.88 (s, 1H), 8.98 (s, 1H), 9.30 (s, 1H).

化合物A-705のガラス転移温度は163℃であった。

[0184] 合成実施例-4

[0185] [化63]



4,6-ジフェニル-2-[3-(3-ピリジル)-5-(4,4,5,5-テトラメチル-1,3,2-ジオキサボロラン-2-イル)フェニル]-1,3,5-トリアジンを4,6-ジフェニル-2-[3-(4-イソキノリル)-5-(4,4,5,5-テトラメチル-1,3,2-ジオキサボロラン-2-イル)フェニル]-1,3,5-トリアジンに変更した以外は合成実施例-1と同様の実験操作を行って、2-[3-(9,10-ジヒドロ-9,10-[1,2]ベンゼノアントラセン-2-イル)-5-(4-イソキノリル)フェニル]-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン(化合物A-769)の白色固体(収量4.11g, 収率73%)を得た。

$^1\text{H-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  (ppm): 5.46 (d,  $J=15.3$  Hz, 2H), 6.93–6.98 (m, 4H), 7.34–7.38 (m, 5H), 7.48–7.56 (m, 7H), 7.72–7.84 (m, 4H), 8.03 (d,  $J=8.2$  Hz, 1H), 8.17 (d,  $J=7.9$  Hz, 1H), 8.59 (s, 1H), 8.68 (d,  $J=6.6$  Hz, 4H)



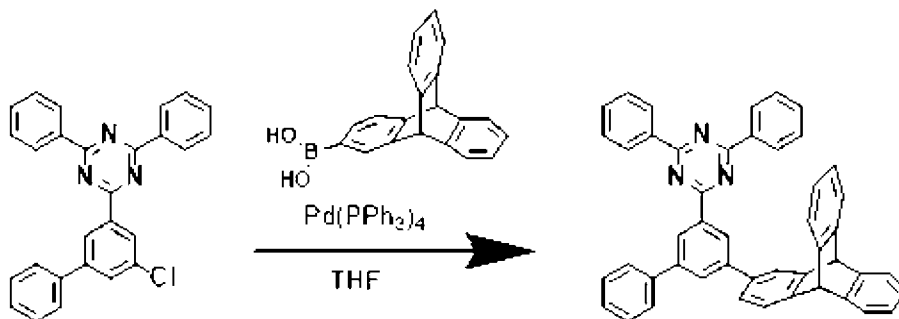
), 8.76 (s, 1H), 8.99 (s, 1H), 9.36 (s, 1H)

.

化合物A-769のガラス転移温度は171℃であった。

[0186] 合成実施例-5

[0187] [化64]



[0188] アルゴン気流下、2-〔3-クロロ-1, 1'-ビフェニル-5-イル〕-4, 6-ジフェニル-1, 3, 5-トリアジン (4.00 g, 9.53 mmol)、2-(9, 10-ジヒドロ-9, 10-[1, 2]ベンゼノアントラセン) ボロン酸 (3.12 g, 10.48 mmol)、酢酸パラジウム (22.2 mg, 0.099 mmol)、及び2-ジシクロヘキシルホスフィノ-2', 4', 6'-トリイソプロピルビフェニル (92.8 mg, 0.195 mmol) をテトラヒドロフラン (190 mL) に懸濁し、75℃で6時間攪拌した。室温まで放冷後、反応溶液を減圧濃縮した。得られたスラリーに水 (100 mL) を加え、室温で攪拌し、固体を濾別した。得られた固体を水 (50 mL)、メタノール (50 mL)、ヘキサン (50 mL) で洗浄した。この固体をo-キシレン (200 mL) に溶解し、シリカゲルを加えたのち、セライトろ過し、ろ液を減圧濃縮した。この濃縮液が乾固して得られた固体を再結晶 (トルエン) で精製することで、2-〔5-(9, 10-ジヒドロ-9, 10-[1, 2]ベンゼノアントラセン-2-イル)-1, 1'-ビフェニル-3-イル〕-4, 6-ジフェニル-1, 3, 5-トリアジン (化合物A-97) の白色固体 (収量5.58 g, 収率92%) を得た。

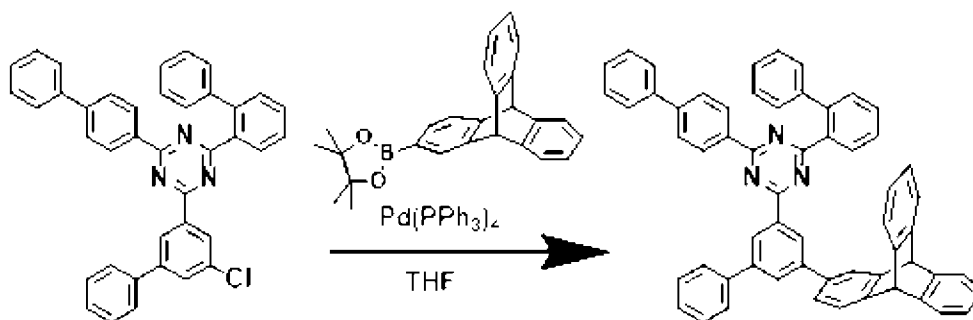
[0189]  $^1\text{H-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  (ppm) : 5.46 (d,  $J=15.7\text{ Hz}$ , 2H), 6.92–6.97 (m, 4H), 7.31–7.38 (m, 6H), 7.43–7.56 (m, 9H), 7.66–7.71 (m, 3H), 7.85 (s, 1H), 8.70 (d,  $J=6.7\text{ Hz}$ , 4H), 8.77 (s, 1H), 8.83 (s, 1H).

化合物A-97のガラス転移温度は155℃であった。

化合物A-97の三重項励起準位は2.9 eVであった。

[0190] 合成実施例-6

[0191] [化65]



[0192] 2-[3-クロロ-1,1'-ビフェニル-5-イル]-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジンと2-(2-ビフェニル)-4-(4-ビフェニル)-6-[3-クロロ-1,1'-ビフェニル-5-イル]-1,3,5-トリアジン、2-(9,10-ジヒドロ-9,10-[1,2]ベンゼノアントラセン)ボロン酸と2-(4,4,5,5-テトラメチル-1,3,2-ジオキサボロラン-2-イル)-9,10-ジヒドロ-9,10-[1,2]ベンゼノアントラセンに変更した以外は合成実施例-5と同様の実験操作を行って、2-(2-ビフェニル)-4-(4-ビフェニル)-6-[5-(9,10-ジヒドロ-9,10-[1,2]ベンゼノアントラセン-2-イル)-1,1'-ビフェニル-3-イル]-1,3,5-トリアジン(化合物A-1354)の白色固体(収量0.55g, 収率79%)を得た。

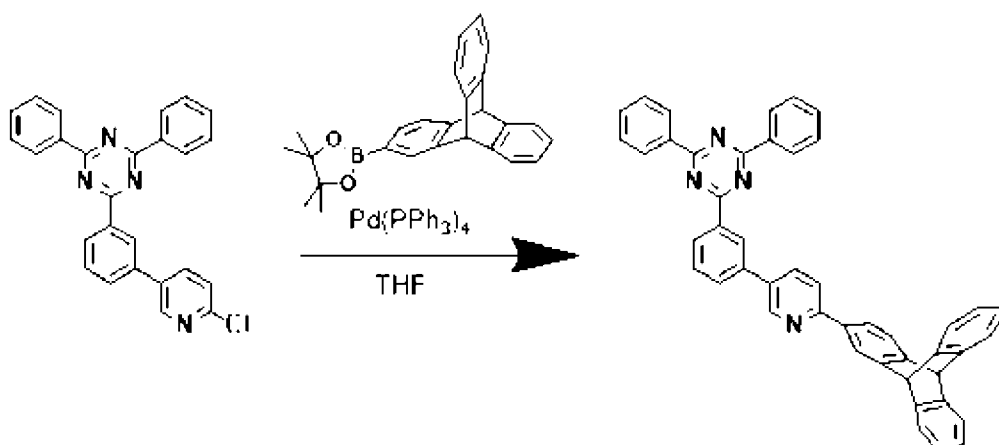
[0193]  $^1\text{H-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  (ppm) : 5.55 (d,  $J=14.9\text{ Hz}$

z, 2H), 7.01–7.06 (m, 4H), 7.11 (t, J=7.3 Hz, 1H), 7.24 (t, J=7.9 Hz, 2H), 7.32–7.36 (m, 3H), 7.39–7.70 (m, 20H), 7.73 (s, 1H), 7.86 (s, 1H), 8.33 (d, J=7.6 Hz, 1H), 8.42 (d, J=8.4 Hz, 2H), 8.49 (s, 2H).

化合物A-1354のガラス転移温度は159℃であった。

[0194] 合成実施例-7

[0195] [化66]



[0196] 2-(2-ビフェニル)-4-(4-ビフェニル)-6-[3-クロロ-1,1'-ビフェニル-5-イル]-1,3,5-トリアジンを4,6-ジフェニル-2-[3-(4-クロロ-3-ピリジル)]フェニル-1,3,5-トリアジン、2-(9,10-ジヒドロ-9,10-[1,2]ベンゼノアントラセン)ボロン酸を2-(4,4,5,5-テトラメチル-1,3,2-ジオキサボロラン-2-イル)-9,10-ジヒドロ-9,10-[1,2]ベンゼノアントラセンに変更した以外は合成実施例-5と同様の実験操作を行って、2-{3-[4-(9,10-ジヒドロ-9,10-[1,2]ベンゼノアントラセン-2-イル)-3-ピリジル]フェニル}-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン(化合物A-8)の白色固体(収量3.28g, 収率62%)を得た。

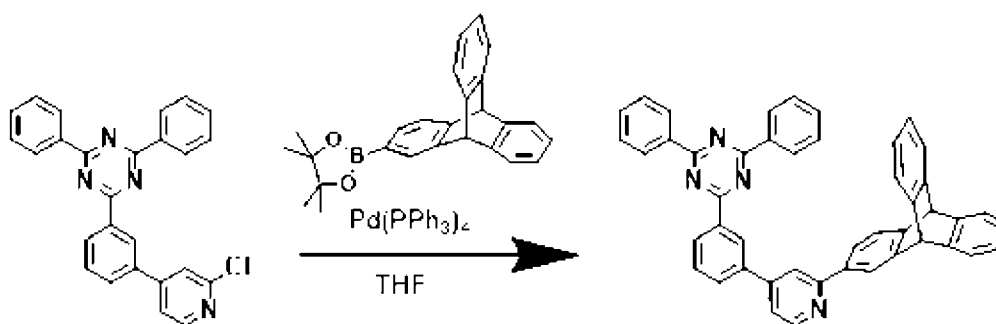
[0197]  $^1\text{H-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  (ppm): 5.47 (d, J=24.1 Hz, 2H), 6.93–6.97 (m, 4H), 7.34–7.38 (m,

4 H), 7.45 (d,  $J=7.9$  Hz, 1 H), 7.50–7.65 (m, 8 H), 7.75 (d,  $J=8.3$  Hz, 1 H), 7.80 (d,  $J=8.1$  Hz, 1 H), 8.00 (d,  $J=8.1$  Hz, 1 H), 8.13 (s, 1 H), 8.72–8.76 (m, 5 H), 8.98 (s, 1 H), 9.00 (s, 1 H).

化合物 A-8 のガラス転移温度は 148℃であった。

[0198] 合成実施例-8

[0199] [化67]



[0200] 2-(2-ビフェニル)-4-(4-ビフェニル)-6-[3-クロロ-1,1'-ビフェニル-5-イル]-1,3,5-トリアジンと4,6-ジフェニル-2-[3-(3-クロロ-4-ピリジル)]フェニル-1,3,5-トリアジン、2-(9,10-ジヒドロ-9,10-[1,2]ベンゼノアントラセン)ボロン酸を2-(4,4,5,5-テトラメチル-1,3,2-ジオキサボロラン-2-イル)-9,10-ジヒドロ-9,10-[1,2]ベンゼノアントラセンに変更した以外は合成実施例-5と同様の実験操作を行って、2-{3-[3-(9,10-ジヒドロ-9,10-[1,2]ベンゼノアントラセン-2-イル)-4-ピリジル]フェニル}-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン(化合物 A-11)の白色固体(収量3.28 g, 収率62%)を得た。

[0201]  $^1\text{H-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  (ppm): 5.47 (d,  $J=22.9$  Hz, 2 H), 6.92–6.97 (m, 4 H), 7.32–7.37 (m, 4 H), 7.46 (d,  $J=7.3$  Hz, 1 H), 7.50–7.59 (m

, 7 H), 7.64–7.67 (m, 2 H), 7.82 (d, J=8.0 Hz, 1 H), 7.92 (s, 1 H), 8.12 (s, 1 H), 8.71–8.74 (m, 5 H), 8.81 (d, J=8.0 Hz, 1 H), 8.96 (s, 1 H).

化合物 A-11 のガラス転移温度は 148℃であった。

[0202] 合成実施例-1～合成実施例-8 および参考例-1 で得られた化合物のガラス転移温度を表 1 に示す。

[0203] [表1]

|         | 化合物    | ガラス転移温度 (℃) |
|---------|--------|-------------|
| 合成実施例-1 | A-257  | 158         |
| 合成実施例-2 | A-337  | 167         |
| 合成実施例-3 | A-705  | 163         |
| 合成実施例-4 | A-769  | 171         |
| 合成実施例-5 | A-97   | 155         |
| 合成実施例-6 | A-1354 | 159         |
| 合成実施例-7 | A-8    | 148         |
| 合成実施例-8 | A-11   | 148         |
| 参考例-1   | ETL-3  | 122         |

[0204] 特開 2011-063584 に記載されている 2-[5-(9-フェナントリル)-3-(4-ピリジル)フェニル]-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン (ETL-3) と比較すると、本発明の一態様にかかるトリプチセン構造を有する基が結合した環状アジン化合物は、極めて高いガラス転移温度を有していることがわかる。

[0205] 合成実施例-1, 2, 5, 8 および参考例-1、並びに、実施例 9～14 (化合物 A-1、化合物 A-21、化合物 A-33、化合物 A-1185、化合物 A-1305、化合物 A-1333) で得られた化合物の三重項励起準位を表 2、表 3 に示す。

[0206] [表2]

|         | 化合物   | 三重項励起準位 (eV) |
|---------|-------|--------------|
| 合成実施例 1 | A-257 | 2.9          |
| 合成実施例 2 | A-337 | 2.9          |
| 合成実施例 5 | A-97  | 2.9          |
| 合成実施例 8 | A-11  | 2.9          |
| 参考例 1   | ETL-3 | 2.6          |

[0207] [表3]

|         | 化合物    | 三重項励起準位 (eV) |
|---------|--------|--------------|
| 合成実施例 1 | A-257  | 2.9          |
| 合成実施例 2 | A-337  | 2.9          |
| 合成実施例 5 | A-97   | 2.9          |
| 合成実施例 8 | A-11   | 2.9          |
| 実施例 9   | A-1    | 2.9          |
| 実施例 10  | A-21   | 3.0          |
| 実施例 11  | A-33   | 3.0          |
| 実施例 12  | A-1185 | 2.9          |
| 実施例 13  | A-1305 | 2.9          |
| 実施例 14  | A-1333 | 2.9          |
| 参考例 1   | ETL-3  | 2.6          |

[0208] 特開2011-063584に記載されている2-[5-(9-フェナン  
トリル)-3-(4-ピリジル)フェニル]-4,6-ジフェニル-1,3  
,5-トリアジン(ETL-3)と比較すると、トリプチセン構造を有する  
基が結合した本発明の一態様にかかる環状アジン化合物は、高い三重項励起  
準位を有していることが分かる。

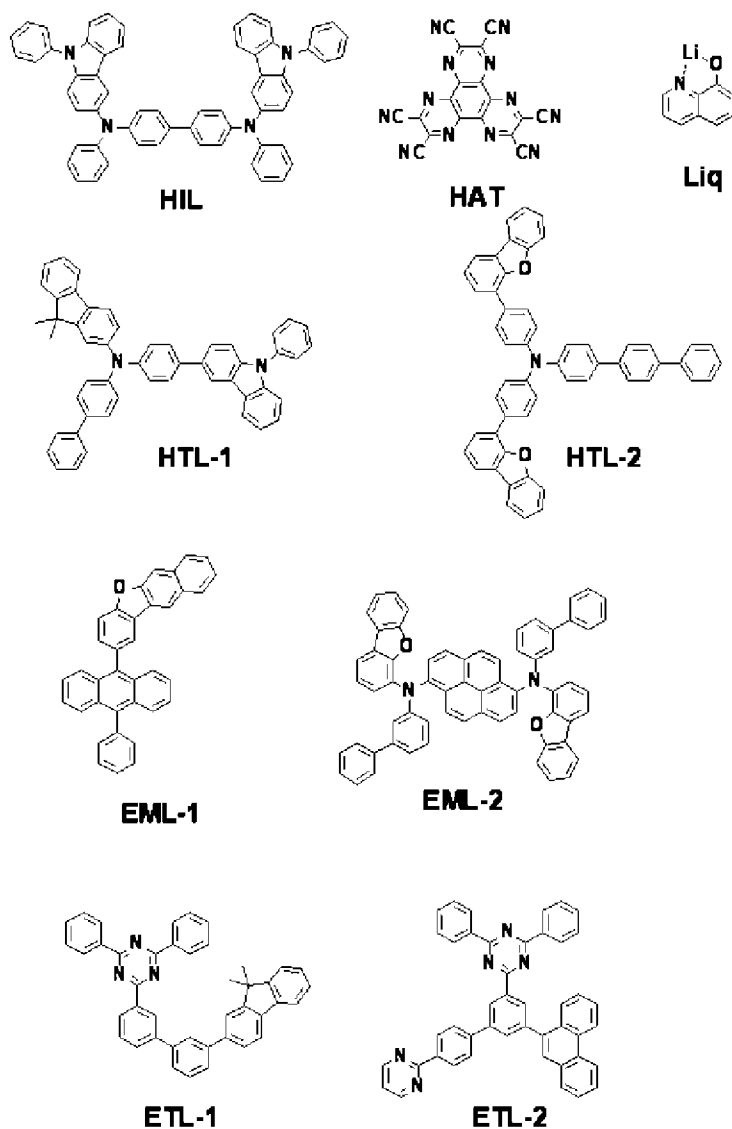
ただし、表2における三重項励起準位は、前述のFP-6500(日本分  
光社製)を用いて測定した実測値である。

表3における三重項励起準位は、Gaussian09 (Gaussian社製)を用いて行ったDFT計算(B3LYP/6-31G(d))による値である。

[0209] 次に素子評価について記載する。

素子評価に用いた化合物の構造式及びその略称を以下に示す。

[0210] [化68]



[0211] 素子実施例－1

基板には、2mm幅の酸化インジウムスズ(ITO)膜(膜厚110nm)がストライプ状にパターンされたITO透明電極付きガラス基板を用い

た。この基板をイソプロピルアルコールで洗浄した後、オゾン紫外線洗浄にて表面処理を行った。洗浄後の基板に、真空蒸着法で各層の真空蒸着を行い、断面図を図1に示すような発光面積4 mm<sup>2</sup>有機電界発光素子を作製した。なお、各有機材料は抵抗加熱方式により成膜した。

まず、真空蒸着槽内に前記ガラス基板を導入し、 $1.0 \times 10^{-4}$  Paまで減圧した。

その後、図1の1で示すITO透明電極付きガラス基板上に有機化合物層として、正孔注入層2、電荷発生層3、第一正孔輸送層4、第二正孔輸送層5、発光層6、第一電子輸送層7、第二電子輸送層8、及び陰極層9を、この順番に積層させながら、いずれも真空蒸着で成膜した。

[0212] 正孔注入層2としては、昇華精製したHILを0.15 nm/秒の速度で55 nm成膜した。

電荷発生層3としては、昇華精製したHATを0.05 nm/秒の速度で5 nm成膜した。

第一正孔輸送層4としては、HTL-1を0.15 nm/秒の速度で10 nm成膜した。

第二正孔輸送層5としては、HTL-2を0.15 nm/秒の速度で10 nm成膜した。

発光層6としては、EML-1とEML-2を95:5の割合で25 nm成膜した（成膜速度0.18 nm/秒）。

第一電子輸送層7としては、ETL-1を0.15 nm/秒の速度で5 nm成膜した。

第二電子輸送層8としては、合成実施例-1で合成した2-[3-(9,10-ジヒドロ-9,10-[1,2]ベンゼノアントラセン-2-イル)-5-(3-ピリジル)フェニル]-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン（化合物A-257）及びLi qを50:50（重量比）の割合で25 nm成膜した（成膜速度0.15 nm/秒）。



[0213] 最後に、ITOストライプと直行するようにメタルマスクを配し、陰極層9を成膜した。

陰極層9は、銀／マグネシウム（重量比1／10）と銀を、この順番に、それぞれ80nm（成膜速度0.5nm／秒）と20nm（成膜速度0.2nm／秒）で成膜し、2層構造とした。

それぞれの膜厚は、触針式膜厚測定計（DEKTA）で測定した。

[0214] さらに、この素子を酸素及び水分濃度1ppm以下の窒素雰囲気グローブボックス内で封止した。封止は、ガラス製の封止キャップと前記成膜基板エポキシ型紫外線硬化樹脂（ナガセケムテックス社製）を用いた。

[0215] 上記のようにして作製した有機電界発光素子に直流電流を印加し、TOPCON社製のLUMINANCE METER（BM-9）の輝度計を用いて発光特性を評価した。発光特性として、電流密度10mA／cm<sup>2</sup>を流した時の電圧（V）、電流効率（cd／A）を測定し、連続点灯時の素子寿命（h）を測定した。なお、表4の素子寿命は、作製した素子を初期輝度1000cd／m<sup>2</sup>で駆動したときの連続点灯時の輝度減衰時間を測定し、輝度（cd／m<sup>2</sup>）が10％減じるまでに要した時間を測定した。電圧、電流効率、及び素子寿命は、後述の素子参考例1における結果を基準値（100）とした相対値で示した。結果を表4に示す。

#### [0216] 素子実施例－2

素子実施例1において、化合物A-257の代わりに合成実施例－2で合成した2－[3－（9，10－ジヒドロ－9，10－[1，2]ベンゼノアントラセン－2－イル）－5－（4－ピリジル）フェニル]－4，6－ジフェニル－1，3，5－トリアジン（化合物A-337）を用いた以外は、素子実施例－1と同じ方法で有機電界発光素子を作製し、評価した。結果を表4に示す。なお、電圧、電流効率、及び素子寿命は、後述の素子参考例－1における結果を基準値（100）とした相対値で示した。

#### [0217] 素子実施例－3

素子実施例1において、化合物A-257の代わりに合成実施例－3で合

成した2-[3-(9,10-ジヒドロ-9,10-[1,2]ベンゼノアントラセン-2-イル)-5-(3-キノリル)フェニル]-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン(化合物A-705)を用いた以外は、素子実施例-1と同じ方法で有機電界発光素子を作製し、評価した。結果を表4に示す。なお、電圧、電流効率、及び素子寿命は、後述の素子参考例-1における結果を基準値(100)とした相対値で示した。

[0218] 素子実施例-4

素子実施例1において、化合物A-257の代わりに合成実施例-4で合成した2-[3-(9,10-ジヒドロ-9,10-[1,2]ベンゼノアントラセン-2-イル)-5-(4-イソキノリル)フェニル]-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン(化合物A-769)を用いた以外は、素子実施例-1と同じ方法で有機電界発光素子を作製し、評価した。結果を表4に示す。なお、電圧、電流効率、及び素子寿命は、後述の素子参考例-1における結果を基準値(100)とした相対値で示した。

[0219] 素子実施例-5

素子実施例1において、化合物A-257の代わりに合成実施例-6で合成した2-(2-ビフェニル)-4-(4-ビフェニル)-6-[5-(9,10-ジヒドロ-9,10-[1,2]ベンゼノアントラセン-2-イル)-1,1'-ビフェニル-3-イル]-1,3,5-トリアジン(化合物A-1354)を用いた以外は、素子実施例-1と同じ方法で有機電界発光素子を作製し、評価した。結果を表4に示す。なお、電圧、電流効率、及び素子寿命は、後述の素子参考例-1における結果を基準値(100)とした相対値で示した。

[0220] 素子実施例-6

素子実施例1において、化合物A-257の代わりに合成実施例-7で合成した2-{3-[4-(9,10-ジヒドロ-9,10-[1,2]ベンゼノアントラセン-2-イル)-3-ピリジル]フェニル}-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン(化合物A-8)を用いた以外は、素子実

施例－１と同じ方法で有機電界発光素子を作製し、評価した。結果を表４に示す。なお、電圧、電流効率、及び素子寿命は、後述の素子参考例－１における結果を基準値（１００）とした相対値で示した。

[0221] 素子実施例－７

素子実施例１において、化合物Ａ－２５７の代わりに合成実施例－８で合成した２－{３－[３－（９，１０－ジヒドロ－９，１０－[１，２]ベンゼノアントラセン－２－イル）－４－ピリジル]フェニル}－４，６－ジフェニル－１，３，５－トリアジン（化合物Ａ－１１）を用いた以外は、素子実施例－１と同じ方法で有機電界発光素子を作製し、評価した。結果を表４に示す。なお、電圧、電流効率、及び素子寿命は、後述の素子参考例－１における結果を基準値（１００）とした相対値で示した。

[0222] 素子参考例－１

素子実施例－１において、化合物Ａ－２５７の代わりに特開２０１１－０６３５８４に記載されている２－[５－（９－フェナントリル）－４’－（２－ピリミジル）ビフェニル－３－イル]－４，６－ジフェニル－１，３，５－トリアジン（ＥＴＬ－２）を用いた以外は、素子実施例－１と同じ方法で有機電界発光素子を作製し、評価した。結果を表４に示した。なお、電圧、電流効率、及び素子寿命については、本素子参考例－１の結果を基準値（１００）とした。

[0223] [表４]

|         | 化合物    | 電圧  | 電流効率 | 素子寿命 |
|---------|--------|-----|------|------|
| 素子実施例 １ | A-257  | 100 | 107  | 279  |
| 素子実施例 ２ | A-337  | 96  | 109  | 196  |
| 素子実施例 ３ | A-705  | 100 | 104  | 207  |
| 素子実施例 ４ | A-769  | 112 | 96   | 541  |
| 素子実施例 ５ | A-1354 | 96  | 108  | 143  |
| 素子実施例 ６ | A-8    | 99  | 109  | 143  |
| 素子実施例 ７ | A-11   | 102 | 105  | 183  |
| 素子参考例 １ | ETL-2  | 100 | 100  | 100  |

[0224] 本発明の一態様にかかる環状アジン化合物（１）は膜質の耐熱性に極めて

優れ、当該化合物を用いることによって長寿命性及び発光効率に優れる有機電界発光素子を提供することができる。

また、本発明の一態様にかかる環状アジン化合物（１）は、低駆動電圧に優れる有機電界発光素子用電子輸送材料として利用される。さらに、本発明の一態様によれば、消費電力に優れる有機電界発光素子を提供することができる。

また、本発明の一態様にかかる環状アジン化合物は、昇華精製時の熱安定性が良いために昇華精製の操作性に優れ、有機電界発光素子の素子劣化の原因となる不純物の少ない材料を提供することができる。また、本発明の一態様にかかる環状アジン化合物は蒸着膜の安定性に優れるために長寿命な有機電界発光素子を提供することができる。

また、本発明の一態様にかかる環状アジン化合物（１）から成る薄膜は、電子輸送能、正孔ブロック能、酸化還元耐性、耐水性、耐酸素性、電子注入特性等に優れるため、有機電界発光素子の材料として有用であり、電子輸送材、正孔ブロック材、発光ホスト材等として有用である。とりわけ電子輸送材と用いた際に有用である。

また本発明の一態様にかかる環状アジン化合物（１）はワイドバンドギャップであり、かつ高い三重項励起準位を有するため、従来の蛍光素子用途のみならず、燐光素子や熱活性化遅延蛍光（TADF）を利用した有機電界発光素子へ好適に用いることができる。

[0225] 本発明を詳細に、また特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の本質と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。

[0226] なお、2017年3月21日に出願された日本国特許出願2017-054059号の明細書、特許請求の範囲、図面及び要約書、ならびに、2018年3月2日に出願された日本国特許出願2018-037670号の明細書、特許請求の範囲、図面及び要約書の全内容をここに引用し、本発明の明細書の開示として、取り入れるものである。

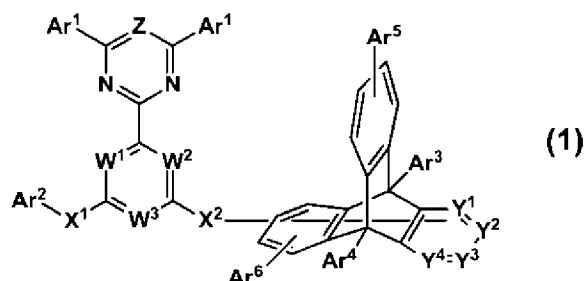
## 符号の説明

- [0227]    1. ITO透明電極付きガラス基板
2. 正孔注入層
3. 電荷発生層
4. 第一正孔輸送層
5. 第二正孔輸送層
6. 発光層
7. 第一電子輸送層
8. 第二電子輸送層
9. 陰極層

## 請求の範囲

[請求項1] 式(1)で示される環状アジン化合物：

[化1]



式(1)中、

$Ar^1$ は、各々独立に、置換もしくは無置換の、フェニル基、ナフチル基、又はピリジル基を表す；

$Ar^2$ は、

置換もしくは無置換の炭素数6～24の単環若しくは縮環芳香族炭化水素基、

置換もしくは無置換の6員環のみからなる炭素数4～25の単環若しくは縮環含窒素ヘテロ芳香族基、

置換もしくは無置換のH、C、O、及びSからなる原子群から選ばれる原子で構成される炭素数3～25の単環若しくは縮環ヘテロ芳香族基、又は

水素原子を表す；

$Ar^3$ 、及び $Ar^4$ は、各々独立に、

置換もしくは無置換の、フェニル基、ナフチル基、ピリジル基、水素原子、

無置換の炭素数1～4のアルキル基、又は、

$X^2$ と結合する単結合を表す；

$Ar^5$ 、及び $Ar^6$ は、各々独立に、

置換もしくは無置換の、フェニル基、ナフチル基、ピリジル基、

水素原子、  
無置換の炭素数 1 ～ 4 のアルキル基、又は、  
 $X^2$  と結合する単結合を表す；  
 $W^1$ 、 $W^2$ 、及び  $W^3$  は、  
各々独立に、C－H、又は窒素原子を表し、  
少なくとも 2 つは C－H を表す；  
 $X^1$ 、及び  $X^2$  は、各々独立に、  
置換もしくは無置換の、フェニレン基、ナフチレン基、ビフェニ  
レン基、ピリジレン基、又は、  
単結合を表す；  
 $Y^1$ 、 $Y^2$ 、 $Y^3$ 、及び  $Y^4$  は、各々独立に、  
C－R で表される基、又は、  
窒素原子を表す；  
R は、各々独立に、  
置換もしくは無置換の、フェニル基、ナフチル基、ピリジル基、  
水素原子、  
無置換の炭素数 1 ～ 4 のアルキル基、又は、  
無置換の炭素数 1 ～ 4 のアルケニル基を表す；  
R は、互いに結合し、芳香環を形成していてもよい；  
Z は、窒素原子又は C－H を表す；  
 $A_{r^1}$ 、 $A_{r^3} \sim A_{r^6}$ 、 $X^1 \sim X^2$ 、R が置換基を有する場合、該置  
換基は、フッ素原子、メチル基、又はフェニル基である；  
 $A_{r^2}$  が置換基を有する場合、該置換基は、フェニル基、トリル基  
、ピリジル基、メチルピリジル基、ジメチルピリジル基、フッ素原子  
、炭素数 1 ～ 4 のアルキル基、又は炭素数 1 ～ 4 のアルコキシ基であ  
る。

[請求項2] Z が、窒素原子である、請求項 1 に記載の環状アジン化合物。

[請求項3] 2 つの  $A_{r^1}$  が、同じ基を表し、かつ、置換もしくは無置換の、フ

エニル基、ナフチル基、又はピリジル基であり、

$A r^1$ が置換基を有する場合、該置換基は、フッ素原子、メチル基、又はフェニル基である、請求項1、又は2に記載の環状アジン化合物。

[請求項4] 2つの $A r^1$ が、いずれもフェニル基である、請求項1～3のいずれか1項に記載の環状アジン化合物。

[請求項5]  $A r^2$ が、

水素原子、または、

置換もしくは無置換の、フェニル基、ナフチル基、フルオレニル基、アントリル基、フェナントリル基、ベンゾフルオレニル基、ピレニル基、ペリレニル基、フルオランテニル基、トリフェニレニル基、ピリミジル基、ピリジル基、ピラジル基、キノリル基、イソキノリル基、ベンゾフラニル基、ベンゾチエニル基、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチエニル基であり、

$A r^2$ が置換基を有する場合、該置換基は、フェニル基、トリル基、ピリジル基、メチルピリジル基、ジメチルピリジル基、フッ素原子、炭素数1～4のアルキル基、又は炭素数1～4のアルコキシ基である、請求項1～4のいずれか1項に記載の環状アジン化合物。

[請求項6]  $A r^2$ が、置換もしくは無置換の、フルオレニル基、ベンゾフルオレニル基、ピリジル基、キノリル基、イソキノリル基、ベンゾフラニル基、ベンゾチエニル基、ジベンゾフラニル基、又はジベンゾチエニル基であり、

$A r^2$ が置換基を有する場合、該置換基は、フェニル基、トリル基、ピリジル基、メチルピリジル基、ジメチルピリジル基、フッ素原子、炭素数1～4のアルキル基、又は炭素数1～4のアルコキシ基である、請求項1～5のいずれか1項に記載の環状アジン化合物。

[請求項7]  $A r^3$ 、及び $A r^4$ が、各々独立に、

水素原子；



無置換の、フェニル基、ナフチル基、ピリジル基；、又は、  
 $X^2$ と結合する単結合；である、請求項1～6のいずれか1項に  
記載の環状アジン化合物。

[請求項8]  $X^1$ 、及び $X^2$ が、各々独立に、  
単結合；

無置換の、フェニレン基、ナフチレン基、ビフェニレン基、又は  
ピリジレン基；である、請求項1～7のいずれか1項に記載の環状ア  
ジン化合物。

[請求項9]  $Y^1$ 、 $Y^2$ 、 $Y^3$ 、及び $Y^4$ が、全てC-Rで表される基であり、  
該Rは、各々独立に、  
水素原子；

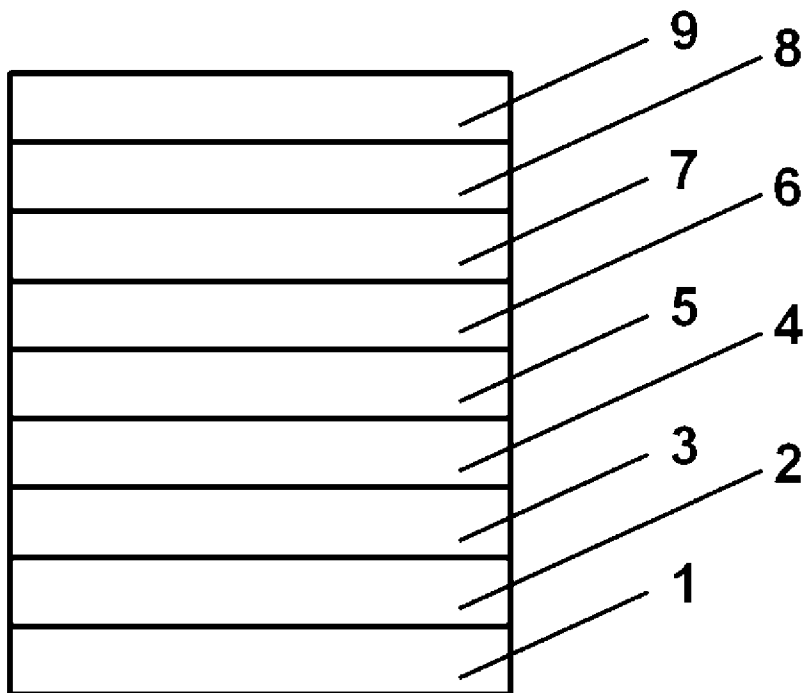
無置換の、炭素数1～4のアルキル基、炭素数1～4のアルケニ  
ル基、フェニル基、ナフチル基、又はピリジル基；である請求項1～  
8のいずれか1項に記載の環状アジン化合物。

[請求項10]  $W^1$ 、 $W^2$ 、及び $W^3$ が、全てC-Hである、請求項1～9のいずれ  
か1項に記載の環状アジン化合物。

[請求項11] 請求項1～10のいずれか1項に記載の式(1)で示される環状ア  
ジン化合物を含む有機電界発光素子用材料。

[請求項12] 請求項1～10のいずれか1項に記載の式(1)で示される環状ア  
ジン化合物を含む有機電界発光素子用電子輸送材料。

[図1]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/009952

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. C07D401/10 (2006.01) i, C07D239/26 (2006.01) i,  
C07D251/24 (2006.01) i, C09K11/06 (2006.01) i, H01L51/50 (2006.01) i

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

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. C07D401/10, C07D239/26, C07D251/24, C09K11/06, H01L51/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| Published examined utility model applications of Japan   | 1922-1996 |
| Published unexamined utility model applications of Japan | 1971-2018 |
| Registered utility model specifications of Japan         | 1996-2018 |
| Published registered utility model applications of Japan | 1994-2018 |

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

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580/JSTChina(JDreamIII), CAPLUS/REGISTRY (STN)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                   | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | US 2009/0105488 A1 (CHENG, Chien-Hong) 23 April 2009, claims, examples, paragraphs [0050]-[0051] (Family: none)                                                      | 1-12                  |
| Y         | JP 2004-95554 A (CANON INC.) 25 March 2004, claims, paragraphs [0024], [0043] & US 2004/0048099 A1, claims, paragraphs [0018], [0028] & EP 1413617 A1 & CN 1479561 A | 1-12                  |
| Y         | JP 2010-74111 A (FUJIFILM CORP.) 02 April 2010, claims, paragraph [0059] (Family: none)                                                                              | 1-12                  |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
08 June 2018 (08.06.2018)

Date of mailing of the international search report  
19 June 2018 (19.06.2018)

Name and mailing address of the ISA/  
Japan Patent Office  
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/009952

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                   | Relevant to claim No. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | JP 2001-520255 A (AXIVA GMBH) 30 October 2001, claims & US 6509110 B1, claims & WO 1999/019419 A1 & EP 1027399 A1 & DE 19744792 A1 & CN 1274383 A & KR 10-2001-0030987 A                                                             | 1-12                  |
| Y         | JP 2011-63584 A (TOSOH CORP.) 31 March 2011, claims, examples, paragraphs [0008]-[0009] & US 2012/0214993 A1, claims, examples, paragraph [0026] & WO 2011/021689 A1 & EP 2468731 A1 & KR 10-2012-0046778 A & CN 102574813 A         | 1-12                  |
| Y         | JP 2007-520875 A (MERCK PATENT GMBH) 26 July 2007, claims, examples 27-28, paragraph [0028] & US 2007/0051944 A1, claims, examples 27-28, paragraph [0043] & WO 2005/053055 A1 & EP 1687857 A1 & KR 10-2006-0122874 A & CN 1954446 A | 1-12                  |
| Y         | WO 2010/082621 A1 (NIPPON STEEL CHEMICAL CO., LTD.) 22 July 2010, paragraph [0075] & US 2011/0272680 A1, paragraph [0064] & EP 2388842 A1 & CN 102282695 A & KR 10-2011-0119713 A                                                    | 1-12                  |
| Y         | WO 2015/182547 A1 (TORAY INDUSTRIES, INC.) 03 December 2015, claims, page 76, compounds 11, 12 & EP 3150579 A1, claims, page 50, compounds 11, 12 & CN 106458899 A & KR 10-2017-0013236 A & TW 201544574 A                           | 1-12                  |

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C07D401/10(2006.01)i, C07D239/26(2006.01)i, C07D251/24(2006.01)i, C09K11/06(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C07D401/10, C07D239/26, C07D251/24, C09K11/06, H01L51/50

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |            |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報   | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2018年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2018年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2018年 |

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580/JSTChina (JDreamIII), CAplus/REGISTRY (STN)

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                                                                     | 関連する<br>請求項の番号 |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Y               | US 2009/0105488 A1 (CHENG, Chien-Hong) 2009.04.23, Claims, Examples, Paragraph[0050]-[0051] (ファミリーなし)                                                 | 1-12           |
| Y               | JP 2004-95554 A (キヤノン株式会社) 2004.03.25, 特許請求の範囲, 段落【0024】, 【0043】 & US 2004/0048099 A1, Claims, Paragraph[0018], [0028] & EP 1413617 A1 & CN 1479561 A | 1-12           |
| Y               | JP 2010-74111 A (富士フイルム株式会社) 2010.04.02, 特許請求の範囲, 段落【0059】 (ファミリーなし)                                                                                  | 1-12           |

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

08.06.2018

国際調査報告の発送日

19.06.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

水野 浩之

電話番号 03-3581-1101 内線 3443

4H

4862

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                                                                                                                                |                |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                                                                                                                                              | 関連する<br>請求項の番号 |
| Y                     | JP 2001-520255 A (アクシーバ・ゲーエムベーハー) 2001.10.30,<br>特許請求の範囲 & US 6509110 B1, Claims<br>& WO 1999/019419 A1 & EP 1027399 A1 & DE 19744792 A1<br>& CN 1274383 A & KR 10-2001-0030987 A                                              | 1-12           |
| Y                     | JP 2011-63584 A (東ソー株式会社) 2011.03.31, 特許請求の範囲,<br>実施例, 段落【0008】－【0009】 & US 2012/0214993 A1,<br>Claims, Examples, Paragraph[0026] & WO 2011/021689 A1<br>& EP 2468731 A1 & KR 10-2012-0046778 A & CN 102574813 A               | 1-12           |
| Y                     | JP 2007-520875 A (メルク パテント ゲーエムベーハー)<br>2007.07.26, 特許請求の範囲, 例27－28, 段落【0028】<br>& US 2007/0051944 A1, Claims, Example 27-28, Paragraph [0043]<br>& WO 2005/053055 A1 & EP 1687857 A1 & KR 10-2006-0122874 A<br>& CN 1954446 A | 1-12           |
| Y                     | WO 2010/082621 A1 (新日鐵化学株式会社) 2010.07.22,<br>段落 [0075] & US 2011/0272680 A1, Paragraph [0064]<br>& EP 2388842 A1 & CN 102282695 A & KR 10-2011-0119713 A                                                                       | 1-12           |
| Y                     | WO 2015/182547 A1 (東レ株式会社) 2015.12.03, 特許請求の範囲,<br>第76頁化合物[11], [12] & EP 3150579 A1, Claims, Page 50<br>Compound [11], [12] & CN 106458899 A & KR 10-2017-0013236 A<br>& TW 201544574 A                                       | 1-12           |