

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6008648号
(P6008648)

(45) 発行日 平成28年10月19日 (2016. 10. 19)

(24) 登録日 平成28年9月23日 (2016. 9. 23)

(51) Int. Cl.

F I

C O 7 D 209/86 (2006. 01)

C O 7 D 209/86 C S P

C O 7 D 401/12 (2006. 01)

C O 7 D 401/12

C O 7 D 401/14 (2006. 01)

C O 7 D 401/14

C O 7 D 403/12 (2006. 01)

C O 7 D 403/12

H O 1 L 51/50 (2006. 01)

H O 5 B 33/22

D

請求項の数 15 (全 81 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2012-174393 (P2012-174393)
 (22) 出願日 平成24年8月6日 (2012. 8. 6)
 (65) 公開番号 特開2013-35839 (P2013-35839A)
 (43) 公開日 平成25年2月21日 (2013. 2. 21)
 審査請求日 平成27年7月10日 (2015. 7. 10)
 (31) 優先権主張番号 10-2011-0078200
 (32) 優先日 平成23年8月5日 (2011. 8. 5)
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)
 (31) 優先権主張番号 10-2012-0002021
 (32) 優先日 平成24年1月6日 (2012. 1. 6)
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(73) 特許権者 512187343
 三星ディスプレイ株式会社
 Samsung Display Co.,
 Ltd.
 大韓民国京畿道龍仁市器興区三星路 1
 (74) 代理人 110000981
 アイ・ピー・ディー国際特許業務法人
 (72) 発明者 李 善英
 大韓民国京畿道龍仁市器興区三星二路95
 三星ディスプレイ株式会社内
 (72) 発明者 郭 允鉉
 大韓民国京畿道龍仁市器興区三星二路95
 三星ディスプレイ株式会社内

最終頁に続く

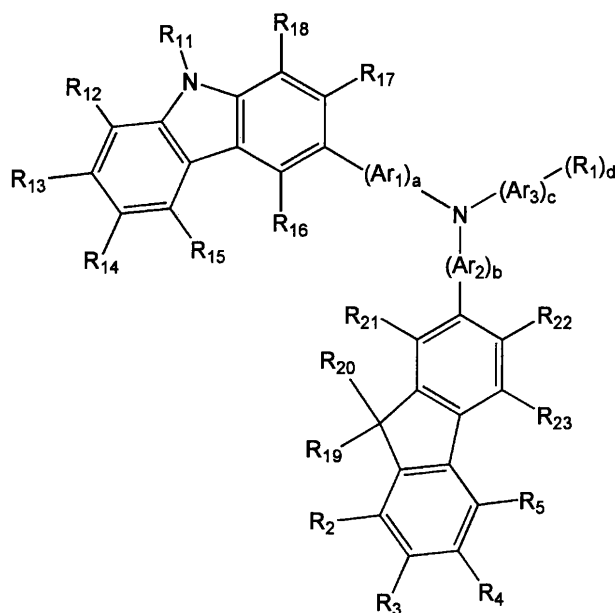
(54) 【発明の名称】 カルバゾール系化合物及び有機発光素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

下記化学式 1 で表されるカルバゾール系化合物。

【化 1】



・・・化学式 1

ここで、前記化学式 1 において、

Ar_1 及び Ar_2 は、互いに独立して、置換または非置換の $C_5 - C_{60}$ アリーレン基であり、

Ar_3 は、下記化学式 2 A ~ 2 I のうちいずれか 1 つで表される官能基であり、

a 及び b は互いに独立して、0 ~ 5 の整数であり、

c 及び d は互いに独立して、1 または 2 の整数であり、

$R_1 \sim R_5$ は互いに独立して、水素、重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、置換もしくは非置換の $C_1 - C_{60}$ アルキル基、置換もしくは非置換の $C_2 - C_{60}$ アルケニル基、置換もしくは非置換の $C_2 - C_{60}$ アルキニル基、置換もしくは非置換の $C_1 - C_{60}$ アルコキシ基、置換もしくは非置換の $C_3 - C_{60}$ シクロアルキル基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリール基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリールオキシ基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリールチオ基、 $-Si(R_{31})(R_{32})(R_{33})$ 、 $-N(R_{34})(R_{35})$ または下記化学式 4 A ~ 4 P のうちのいずれか 1 つで表される窒素含有基であるが、前記 $R_1 \sim R_3$ のうち少なくとも一つは、下記化学式 4 A ~ 4 P のうちのいずれか 1 つで表される窒素含有基であり、

$R_{11} \sim R_{23}$ は互いに独立して、水素、重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、置換もしくは非置換の $C_1 - C_{60}$ アルキル基、置換もしくは非置換の $C_2 - C_{60}$ アルケニル基、置換もしくは非置換の $C_2 - C_{60}$ アルキニル基、置換もしくは非置換の $C_1 - C_{60}$ アルコキシ基、置換もしくは非置換の $C_3 - C_{60}$ シクロアルキル基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリール基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリールオキシ基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリールチオ基、 $-Si(R_{36})(R_{37})(R_{38})$ または $-N(R_{39})(R_{40})$ であり、

前記 $R_{31} \sim R_{40}$ は互いに独立して、水素、重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、置換もしくは非置換の $C_1 - C_{60}$ アルキル基、置換もしくは非置換の $C_2 - C_{60}$ アルケニル基、置換もしくは非置換の $C_2 - C_{60}$ アルキニル基、置換もしくは非置換の $C_1 - C_{60}$ アルコキシ基、置換もし

10

20

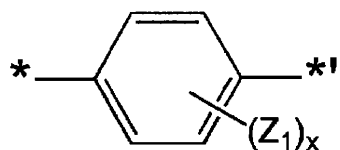
30

40

50

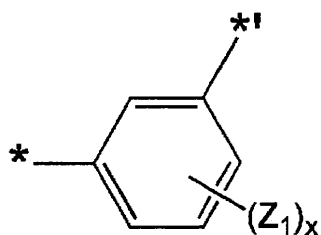
くは非置換の $C_3 - C_{60}$ シクロアルキル基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリール基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリールオキシ基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリールチオ基、または、置換もしくは非置換の $C_2 - C_{60}$ ヘテロアリール基である。

【化 2】



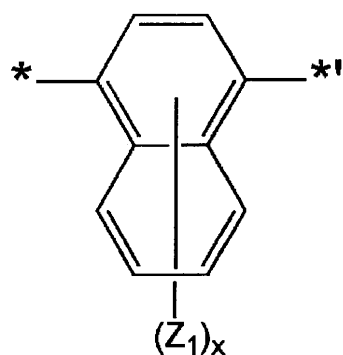
・・・化学式 2 A

10



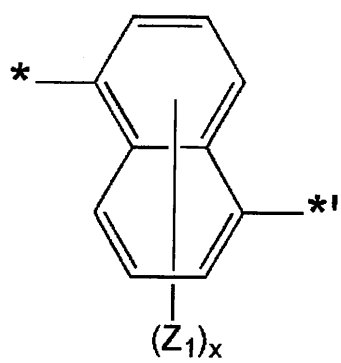
・・・化学式 2 B

20



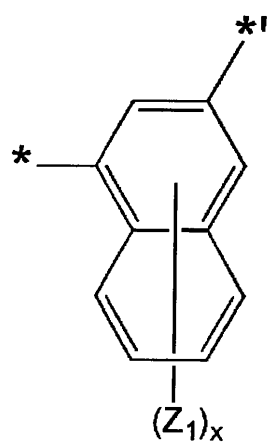
・・・化学式 2 C

30



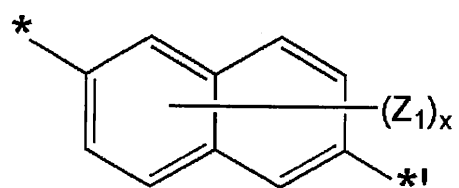
... 化学式 2 D

10



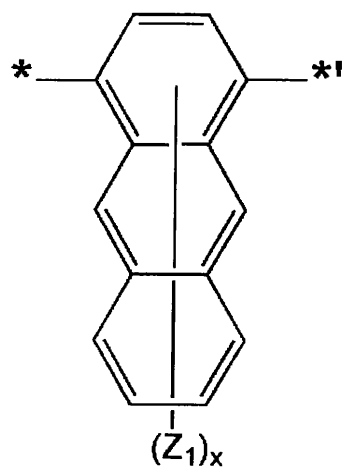
... 化学式 2 E

20



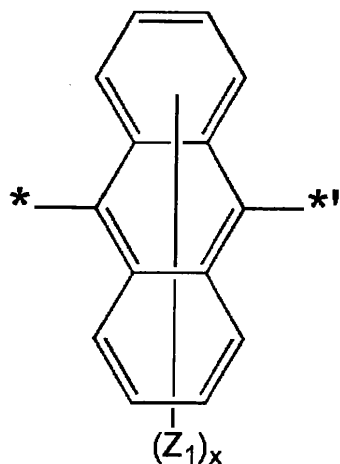
... 化学式 2 F

30



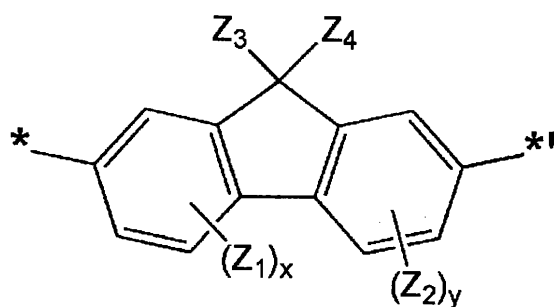
... 化学式 2 G

40



・・・化学式 2 H

10



・・・化学式 2 I

20

ここで、前記化学式 2 A ～ 2 I において、

$Z_1 \sim Z_4$ は互いに独立して、水素、重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、置換もしくは非置換の $C_1 - C_{60}$ アルキル基、置換もしくは非置換の $C_2 - C_{60}$ アルケニル基、置換もしくは非置換の $C_2 - C_{60}$ アルキニル基、置換もしくは非置換の $C_1 - C_{60}$ アルコキシ基、置換もしくは非置換の $C_3 - C_{60}$ シクロアルキル基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリール基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリールオキシ基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリールチオ基、 $-Si(Q_1)(Q_2)(Q_3)$ または $-N(Q_4)(Q_5)$ であり、

30

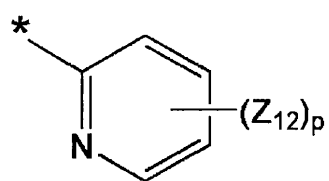
$Q_1 \sim Q_5$ は互いに独立して、水素、重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、置換もしくは非置換の $C_1 - C_{60}$ アルキル基、置換もしくは非置換の $C_2 - C_{60}$ アルケニル基、置換もしくは非置換の $C_2 - C_{60}$ アルキニル基、置換もしくは非置換の $C_1 - C_{60}$ アルコキシ基、置換もしくは非置換の $C_3 - C_{60}$ シクロアルキル基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリール基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリールオキシ基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリールチオ基、または、置換もしくは非置換の $C_2 - C_{60}$ ヘテロアリール基であり、

40

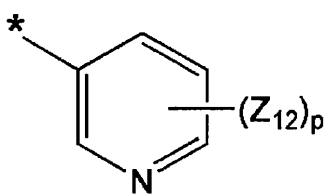
x は、1 ～ 8 の整数であり、

y は、1 ～ 3 の整数である。

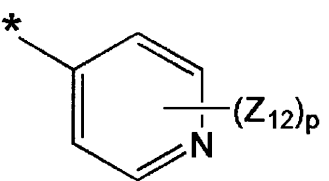
【化 3】



. . . 化学式 4 A



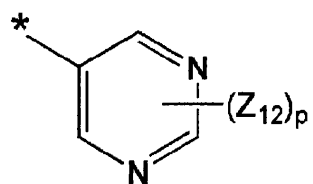
. . . 化学式 4 B



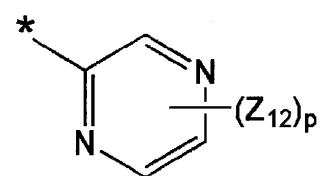
. . . 化学式 4 C

10

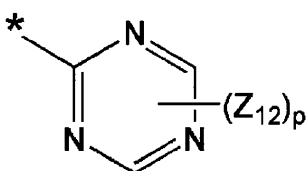
20



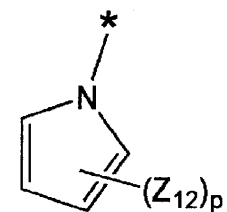
... 化学式 4 D



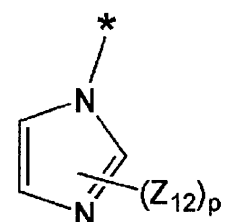
... 化学式 4 E



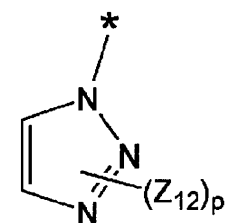
... 化学式 4 F



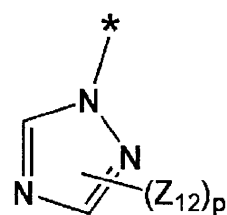
... 化学式 4 G



... 化学式 4 H



... 化学式 4 I



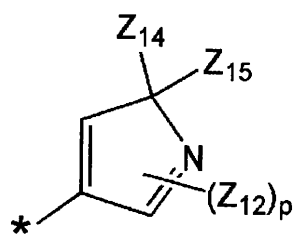
... 化学式 4 J

10

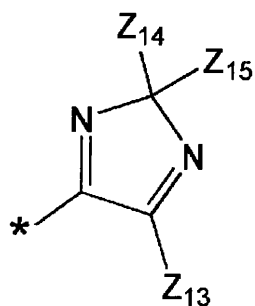
20

30

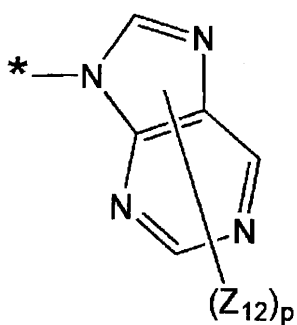
40



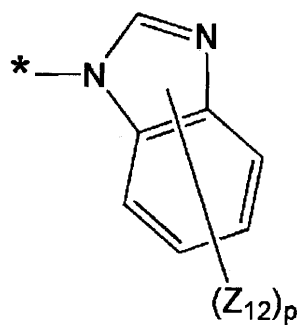
. . . 化学式 4 K



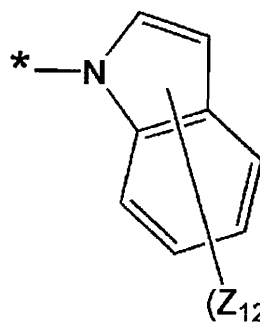
. . . 化学式 4 L



. . . 化学式 4 M



. . . 化学式 4 N



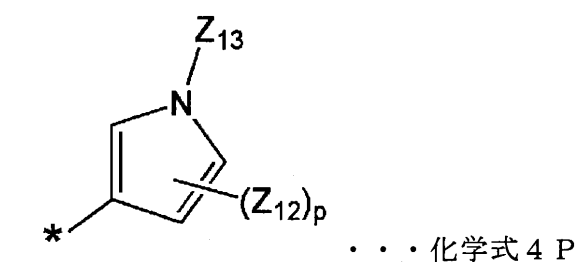
. . . 化学式 4 O

10

20

30

40



10

ここで、前記化学式 4 A ～ 4 P において、
 Z_{12} 、 Z_{13} 、 Z_{14} 及び Z_{15} は互いに独立して、水素、重水素、ハロゲン原子、
 ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、
 カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、置換もしくは非置
 換の $C_1 - C_{60}$ アルキル基、置換もしくは非置換の $C_2 - C_{60}$ アルケニル基、置換も
 しくは非置換の $C_2 - C_{60}$ アルキニル基、置換もしくは非置換の $C_1 - C_{60}$ アルコキ
 シ基、置換もしくは非置換の $C_3 - C_{60}$ シクロアルキル基、置換もしくは非置換の C_5
 $- C_{60}$ アリール基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリールオキシ基、または、置
 換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリールチオ基であり、
 p は、1 ～ 6 の整数である。

20

【請求項 2】

前記 Z_{12} 、 Z_{13} 、 Z_{14} 及び Z_{15} が互いに独立して、水素、重水素、ハロゲン原
 子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラ
 ザン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、置換もしくは
 非置換の $C_1 - C_{10}$ アルキル基、置換もしくは非置換の $C_1 - C_{10}$ アルコキシ基、ま
 たは、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{20}$ アリール基であることを特徴とする請求項 1 に
 記載のカルバゾール系化合物。

【請求項 3】

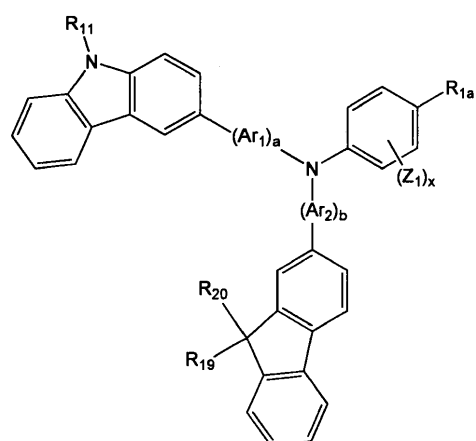
R_1 または R_3 が窒素含有基であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のカルバ
 ザール系化合物。

30

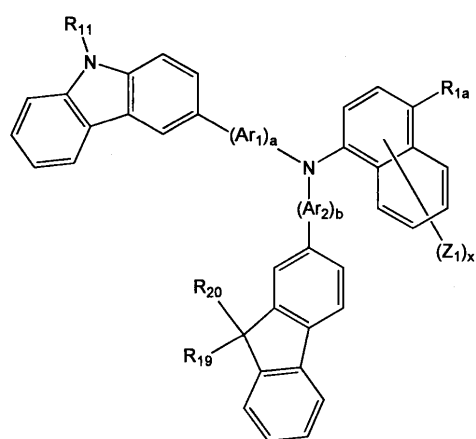
【請求項 4】

下記化学式 1 A ～ 1 K のうちいずれか一つで表されることを特徴とする請求項 1 ～ 3 の
 いずれか一項に記載のカルバゾール系化合物。

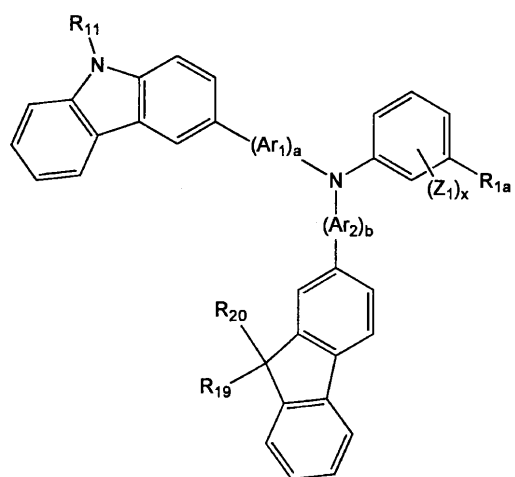
【化 4】



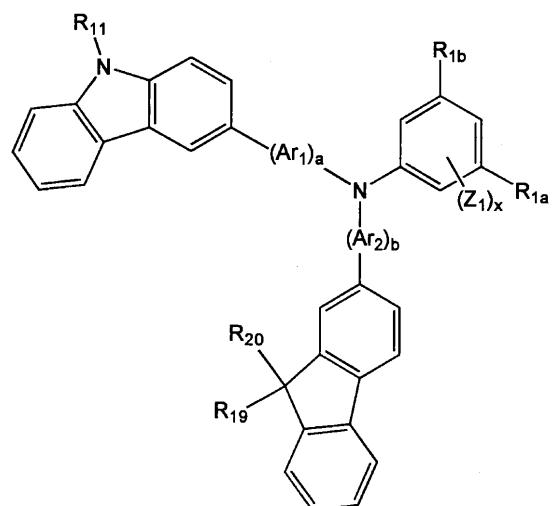
... 化学式 1 A



... 化学式 1 B

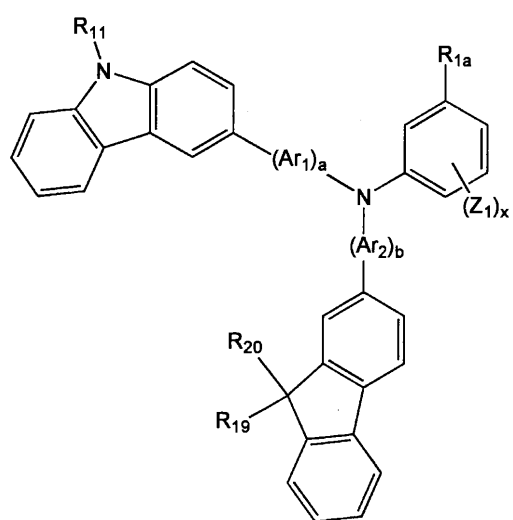


... 化学式 1 C



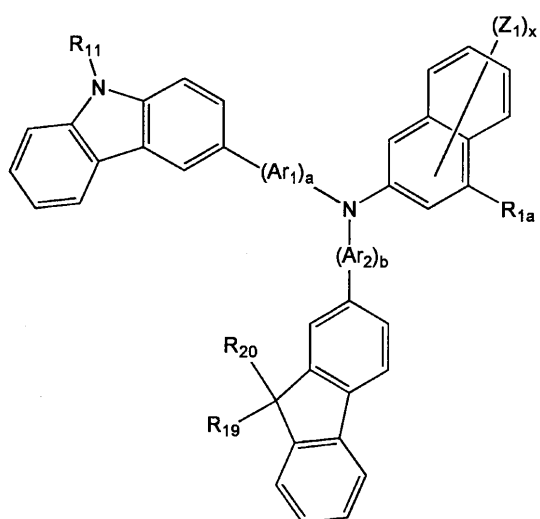
10

... 化学式 1 D



20

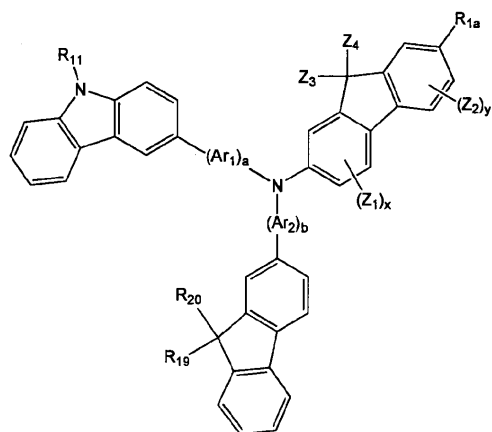
... 化学式 1 E



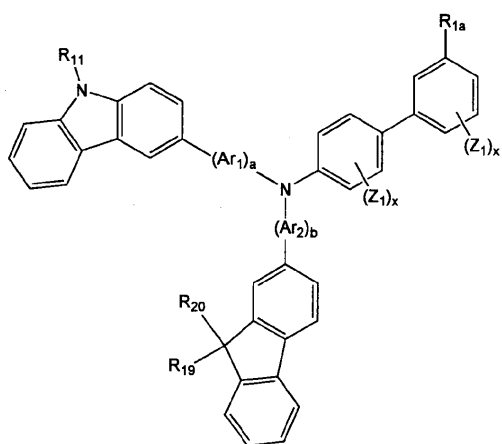
30

... 化学式 1 F

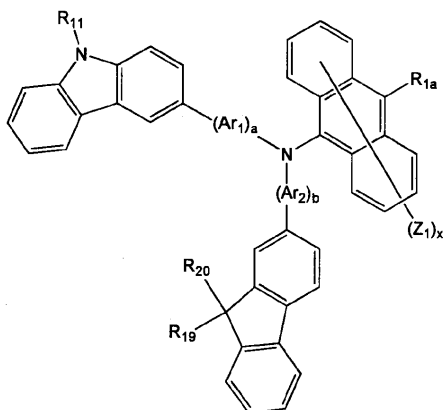
40



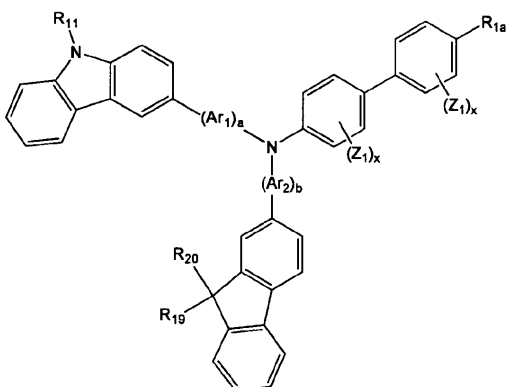
... 化学式 1 G



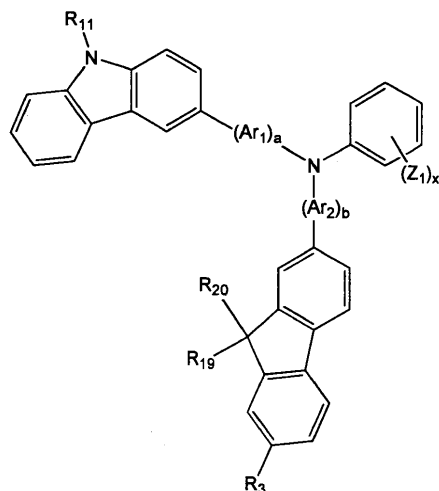
... 化学式 1 H



... 化学式 1 I



... 化学式 1 J



・・・化学式 1 K

10

ここで、前記化学式 1 A ～ 1 K において、

Ar_1 及び Ar_2 は互いに独立して、置換または非置換の $C_5 - C_{60}$ アリーレン基であり、

a 及び b は互いに独立して、0 ～ 5 の整数であり、

20

R_{1a} 、 R_{1b} 及び R_3 は、下記化学式 4 A ～ 4 P のうちのいずれか 1 つで表される窒素含有基であり、

R_{11} 、 R_{19} 及び R_{20} は互いに独立して、置換もしくは非置換の $C_1 - C_{60}$ アルキル基、または、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリール基であり、

$Z_1 \sim Z_4$ は互いに独立して、水素、重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、置換もしくは非置換の $C_1 - C_{60}$ アルキル基、置換もしくは非置換の $C_2 - C_{60}$ アルケニル基、置換もしくは非置換の $C_2 - C_{60}$ アルキニル基、置換もしくは非置換の $C_1 - C_{60}$ アルコキシ基、置換もしくは非置換の $C_3 - C_{60}$ シクロアルキル基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリール基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリールオキシ基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリールチオ基、 $-Si(Q_1)(Q_2)(Q_3)$ または $-N(Q_4)(Q_5)$ であり、

30

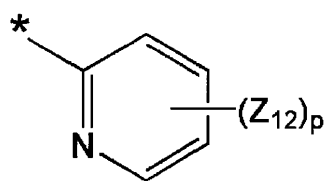
$Q_1 \sim Q_5$ は互いに独立して、水素、重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、置換もしくは非置換の $C_1 - C_{60}$ アルキル基、置換もしくは非置換の $C_2 - C_{60}$ アルケニル基、置換もしくは非置換の $C_2 - C_{60}$ アルキニル基、置換もしくは非置換の $C_1 - C_{60}$ アルコキシ基、置換もしくは非置換の $C_3 - C_{60}$ シクロアルキル基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリール基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリールオキシ基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリールチオ基、または、置換もしくは非置換の $C_2 - C_{60}$ ヘテロアリール基であり、

40

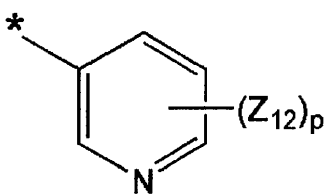
x は、1 ～ 8 の整数であり、

y は、1 ～ 3 の整数である。

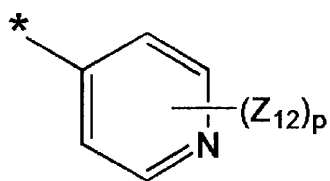
【化 5】



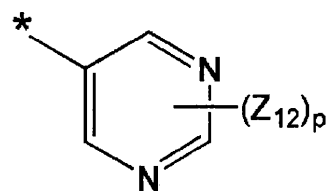
... 化学式 4 A



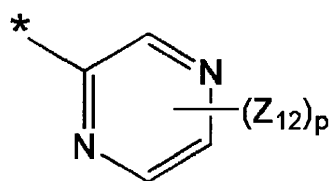
... 化学式 4 B



... 化学式 4 C



... 化学式 4 D

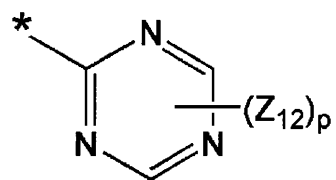


... 化学式 4 E

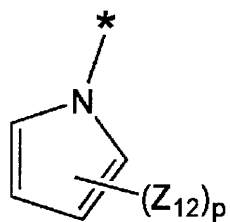
10

20

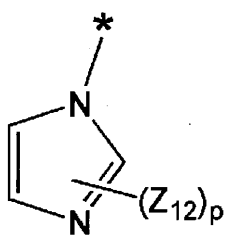
30



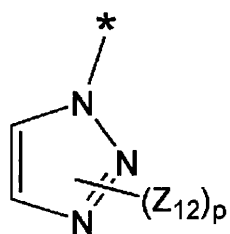
... 化学式 4 F



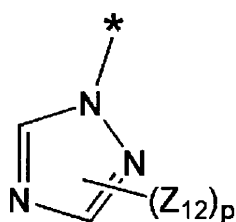
... 化学式 4 G



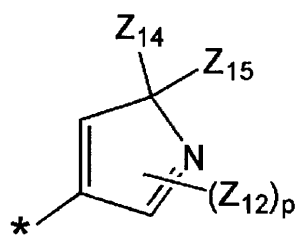
... 化学式 4 H



... 化学式 4 I



... 化学式 4 J



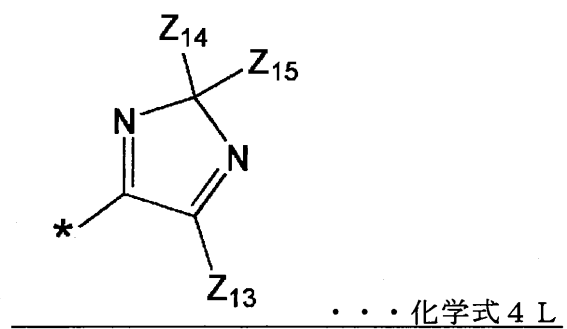
... 化学式 4 K

10

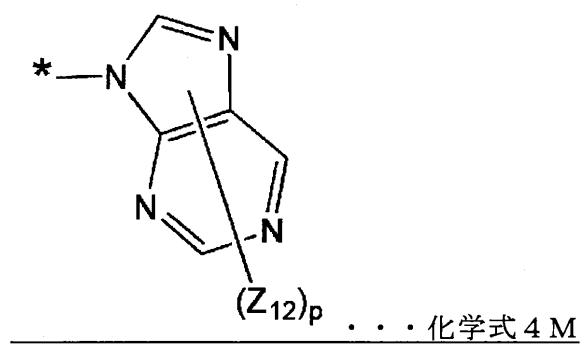
20

30

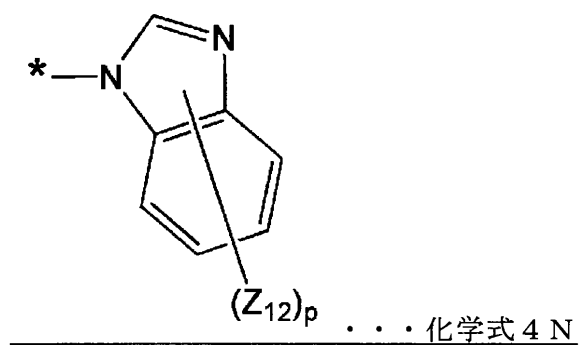
40



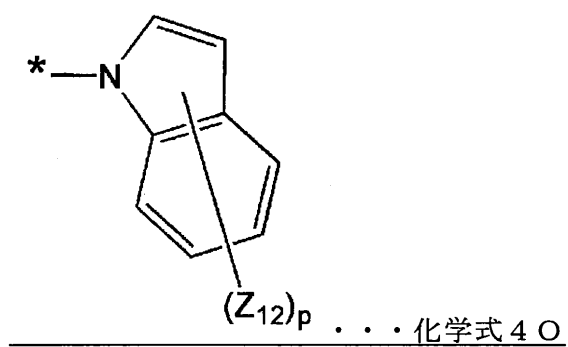
10



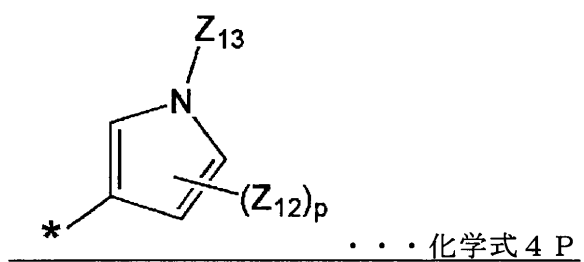
20



30



40



ここで、前記化学式 4 A ~ 4 P において、

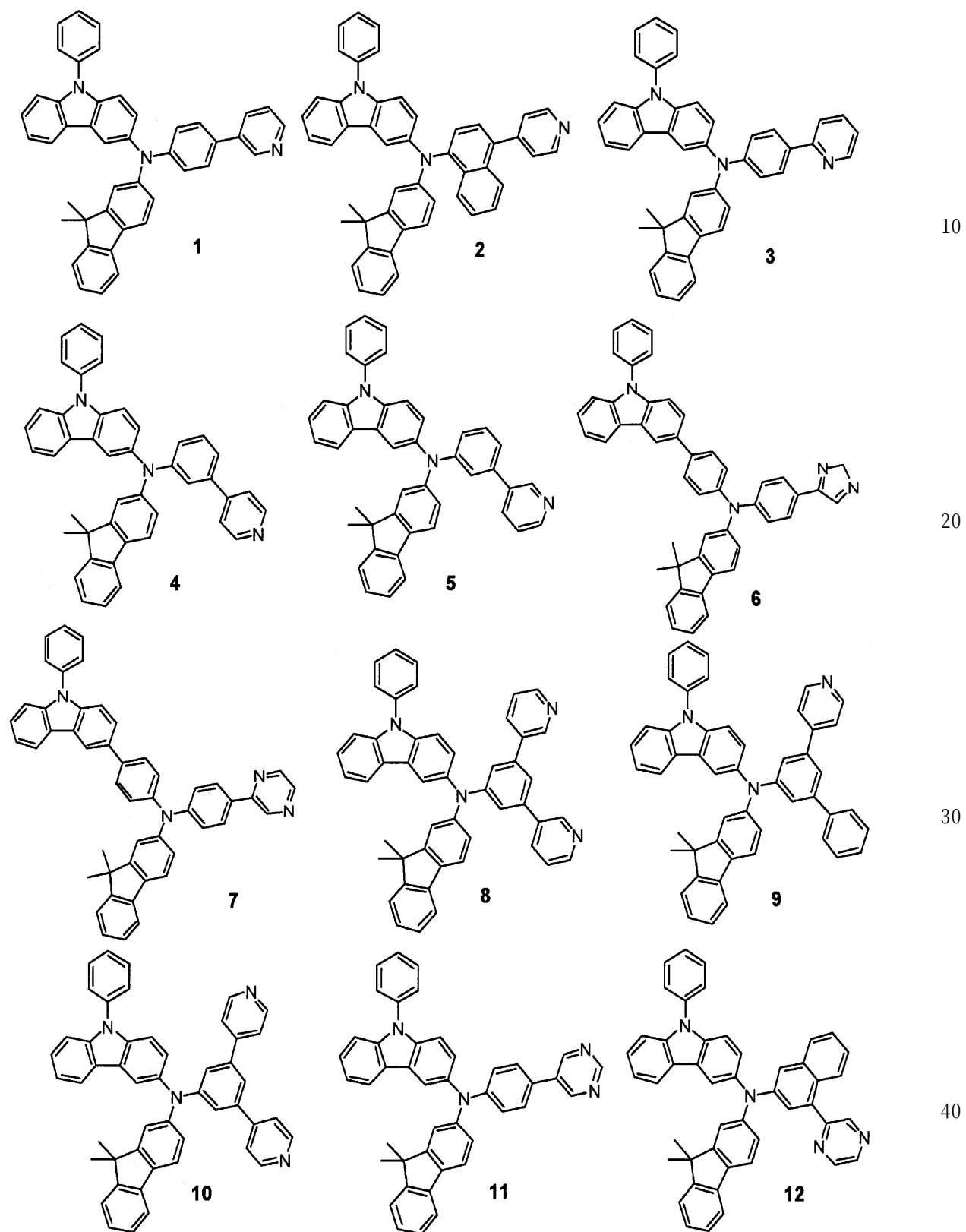
50

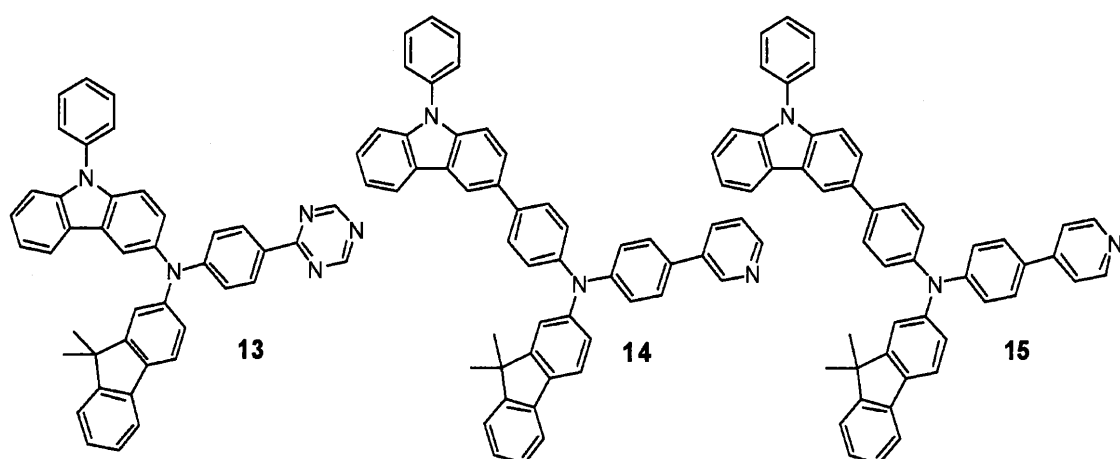
Z_{12} 、 Z_{13} 、 Z_{14} 及び Z_{15} は互いに独立して、水素、重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシ基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、置換もしくは非置換の C_1-C_{60} アルキル基、置換もしくは非置換の C_2-C_{60} アルケニル基、置換もしくは非置換の C_2-C_{60} アルキニル基、置換もしくは非置換の C_1-C_{60} アルコキシ基、置換もしくは非置換の C_3-C_{60} シクロアルキル基、置換もしくは非置換の C_5-C_{60} アリール基、置換もしくは非置換の C_5-C_{60} アリールオキシ基、または、置換もしくは非置換の C_5-C_{60} アリールチオ基であり、
 p は、 $1 \sim 6$ の整数である。

【請求項 5】

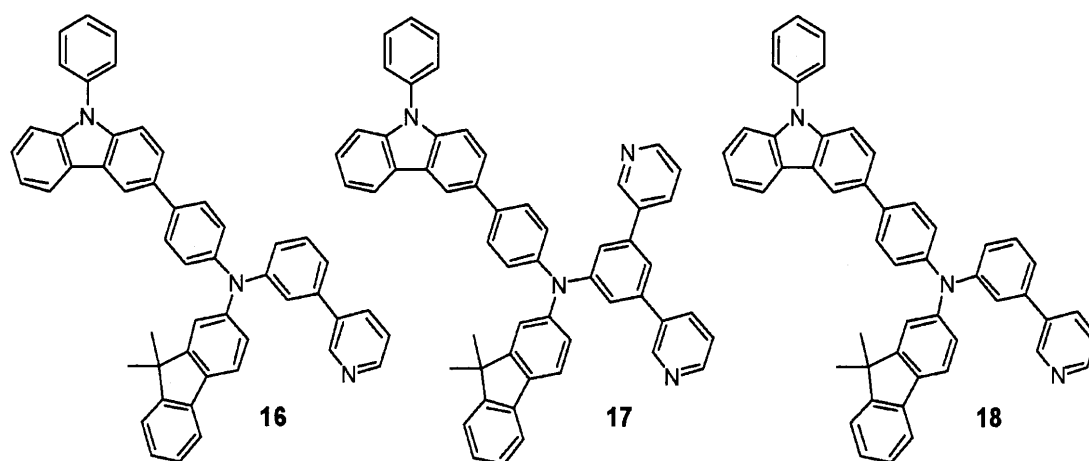
下記化合物 $1 \sim 32$ のうちのいずれか 1 つであることを特徴とする請求項 $1 \sim 4$ のいずれか一項に記載のカルバゾール系化合物。

【化 6】

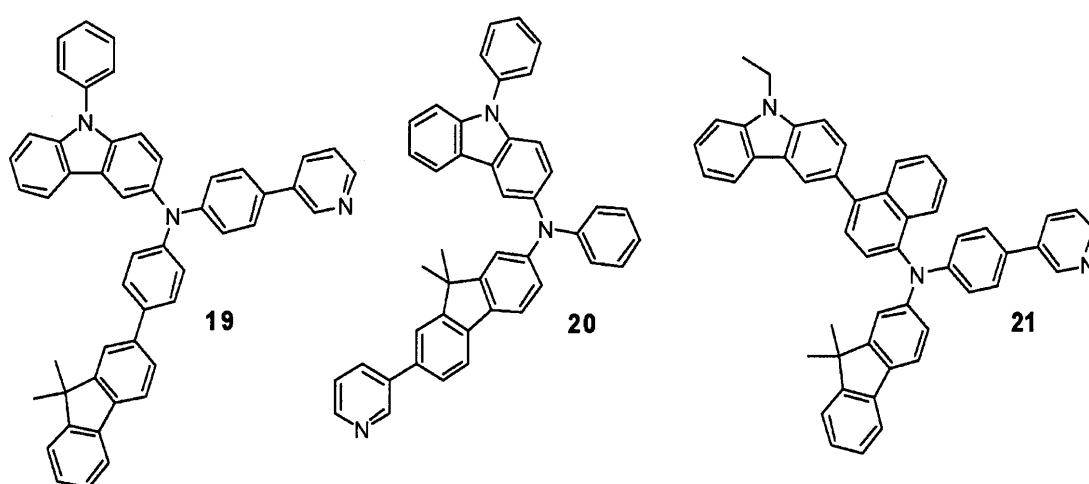




10

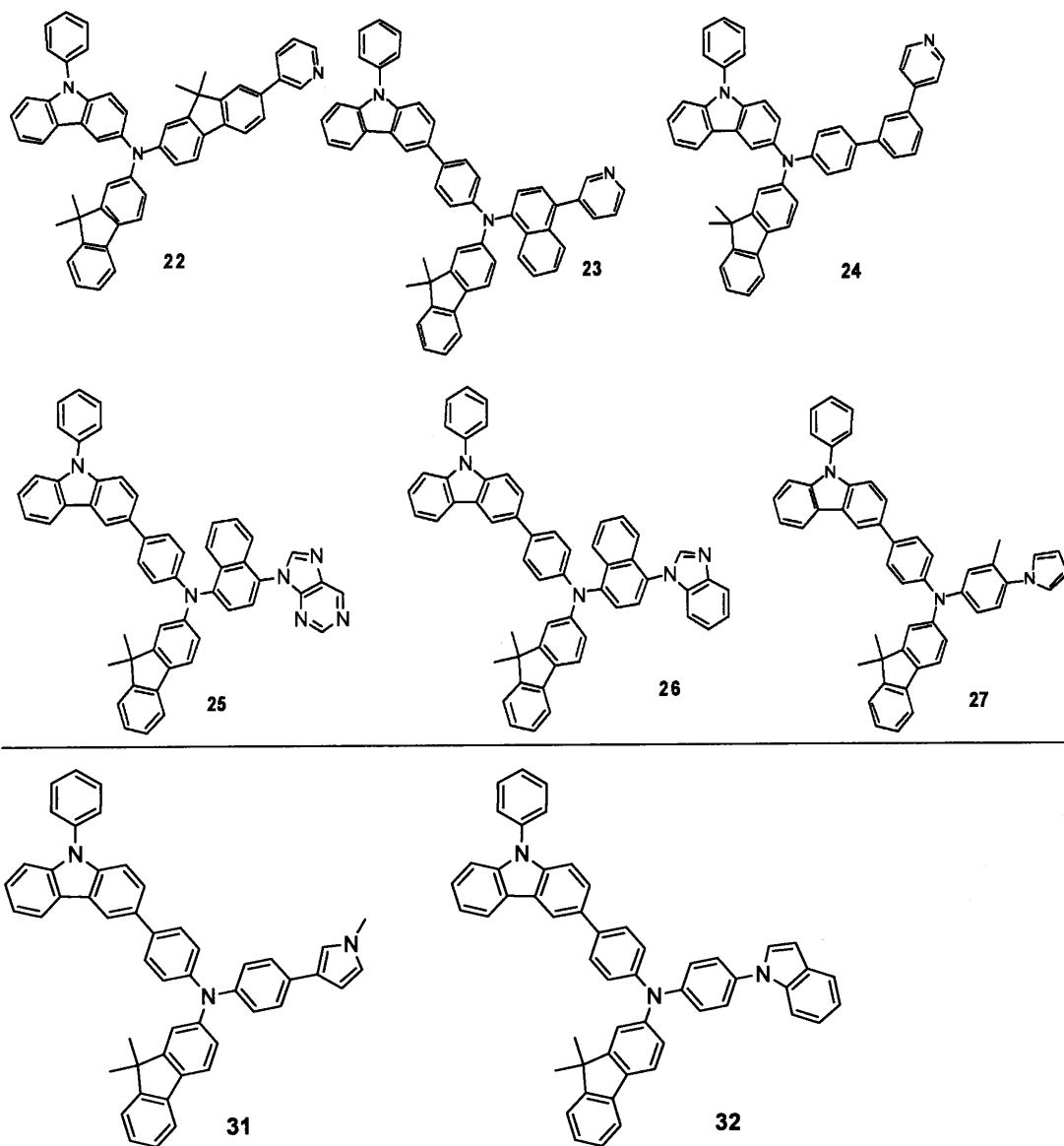


20



30

40



【請求項 6】

第 1 電極と、前記第 1 電極に対向した第 2 電極と、前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に介在する有機層と、を含み、前記有機層が請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載のカルバゾール系化合物を 1 種以上含んだ有機発光素子。

【請求項 7】

前記有機層が、正孔注入層、正孔輸送層、正孔注入能及び正孔輸送機能を有する機能層、バッファ層、電子阻止層、発光層、正孔阻止層、電子輸送層、電子注入層、及び電子注入及び電子輸送機能を有する機能層のうち少なくとも 1 層を含むことを特徴とする請求項 6 に記載の有機発光素子。

【請求項 8】

前記有機層が、正孔注入層、正孔輸送層、並びに正孔注入能及び正孔輸送機能を有する機能層のうち少なくとも 1 層と、発光層と、を含み、前記正孔注入層、前記正孔輸送層、並びに前記正孔注入能及び正孔輸送機能を有する機能層のうち少なくとも 1 層に、前記カルバゾール系化合物が含まれていることを特徴とする請求項 6 または 7 に記載の有機発光素子。

【請求項 9】

前記正孔注入層、前記正孔輸送層、並びに前記正孔注入能及び正孔輸送機能を有する機

10

20

30

40

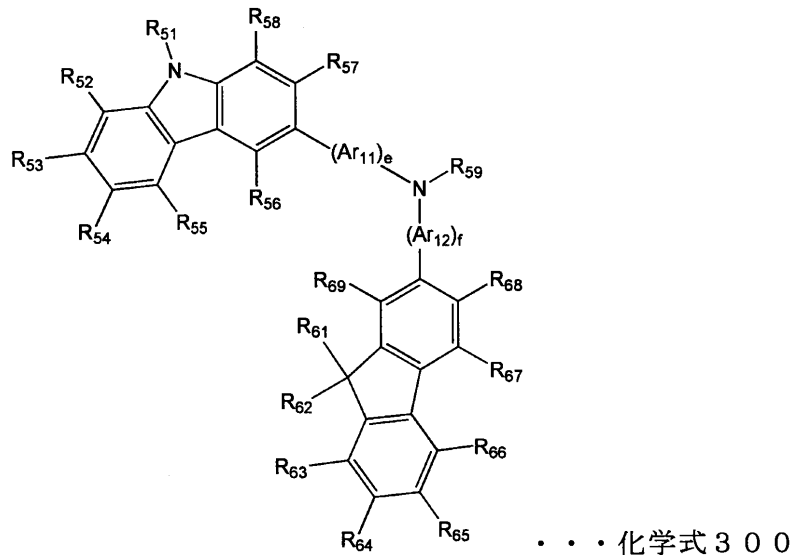
50

能層のうち少なくとも1層が、前記カルバゾール系化合物以外に、前記カルバゾール系化合物の正孔移動度及び伝導度よりも大きい正孔移動度及び伝導度を有する両極性化合物を、さらに含むことを特徴とする請求項8に記載の有機発光素子。

【請求項10】

前記両極性化合物が、下記化学式300で表されることを特徴とする請求項9に記載の有機発光素子。

【化7】



ここで、前記化学式300において、

Ar₁₁及びAr₁₂は互いに独立して、置換または非置換のC₅－C₆₀アリーレン基であり、

e及びfは互いに独立して、0～5の整数であり、

R₅₁～R₅₈、及びR₆₁～R₆₉は互いに独立して、水素、重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、置換もしくは非置換のC₁－C₆₀アルキル基、置換もしくは非置換のC₂－C₆₀アルケニル基、置換もしくは非置換のC₂－C₆₀アルキニル基、置換もしくは非置換のC₁－C₆₀アルコキシ基、置換もしくは非置換のC₃－C₆₀シクロアルキル基、置換もしくは非置換のC₅－C₆₀アリール基、置換もしくは非置換のC₅－C₆₀アリールオキシ基、または、置換もしくは非置換のC₅－C₆₀アリールチオ基であり、

R₅₉は、フェニル基、ナフチル基、アントリル基、ビフェニル基、ピリジル基、並びに重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、置換もしくは非置換のC₁－C₂₀アルキル基、及び置換もしくは非置換のC₁－C₂₀アルコキシ基のうち一つ以上で置換されたフェニル基、ナフチル基、アントリル基、ビフェニル基及びピリジル基のうち一つである。

【請求項11】

前記正孔注入層、前記正孔輸送層、並びに前記正孔注入能及び正孔輸送機能を有する機能層のうち少なくとも1層が、前記カルバゾール系化合物以外に、電荷生成物質をさらに含むことを特徴とする請求項8～10のいずれか一項に記載の有機発光素子。

【請求項12】

前記正孔注入層、正孔輸送層、並びに前記正孔注入能及び正孔輸送機能を有する機能層のうち少なくとも1層と前記発光層との間に、バッファ層が介在することを特徴とする請

求項 8 ～ 1 1 のいずれか一項に記載の有機発光素子。

【請求項 1 3】

前記発光層が、リン光ドーパントを含むことを特徴とする請求項 7 ～ 1 2 のいずれか一項に記載の有機発光素子。

【請求項 1 4】

前記有機層が電子輸送層を含み、前記電子輸送層に、前記カルバゾール系化合物が含まれることを特徴とする請求項 6 ～ 1 3 のいずれか一項に記載の有機発光素子。

【請求項 1 5】

前記有機層が電子輸送層を含み、前記電子輸送層が、電子輸送性有機化合物及び金属含有物質を含むことを特徴とする請求項 6 ～ 1 4 のいずれか一項に記載の有機発光素子。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、カルバゾール系化合物及び有機発光素子に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

有機発光素子（OLED：organic light emitting diode）は、自発光型素子であり、視野角が広く、応答時間が速く、コントラスト、輝度、駆動電圧及び応答速度特性に優れ、かつ多色化が可能であるという長所を有している。

【0 0 0 3】

20

一般的な有機発光素子は、基板上部にアノードが形成されており、このアノード上部に、正孔輸送層、発光層、電子輸送層及びカソードが順次に形成された構造を有する。ここで、正孔輸送層、発光層及び電子輸送層は、有機化合物からなる有機薄膜である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 4】

【特許文献 1】大韓民國特許公開第 2 0 0 5 - 0 0 9 7 6 7 0 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 5】

30

しかし、従来の有機発光素子は、低駆動電圧、高輝度を維持しつつ、高効率及び長寿命を達成することができないという問題があった。

【0 0 0 6】

そこで、本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、本発明の目的とするところは、低駆動電圧、高輝度、高効率及び長寿命である有機発光素子を実現する新規構造を有するカルバゾール系化合物及び有機発光素子を提供するものである。

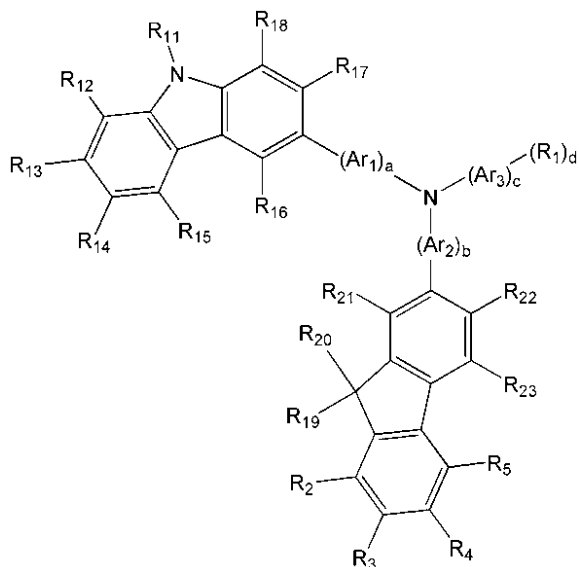
【課題を解決するための手段】

【0 0 0 7】

上記課題を解決するために、本発明のある観点によれば、下記化学式 1 で表されるカルバゾール系化合物が提供される。

40

【化 1】



前記化学式 1 で、 $Ar_1 \sim Ar_3$ は互いに独立して、置換または非置換の $C_5 - C_{60}$ アリーレン基であり、 a 及び b は互いに独立して、 $0 \sim 5$ の整数であり、 c は、 $1 \sim 5$ の整数であり、 $R_1 \sim R_5$ は互いに独立して、水素、重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、置換もしくは非置換の $C_1 - C_{60}$ アルキル基、置換もしくは非置換の $C_2 - C_{60}$ アルケニル基、置換もしくは非置換の $C_2 - C_{60}$ アルキニル基、置換もしくは非置換の $C_1 - C_{60}$ アルコキシ基、置換もしくは非置換の $C_3 - C_{60}$ シクロアルキル基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリール基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリールオキシ基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリールチオ基、 $-Si(R_{31})(R_{32})(R_{33})$ 、 $-N(R_{34})(R_{35})$ 、または窒素含有基であるが、前記 $R_1 \sim R_5$ のうち少なくとも一つは、窒素含有基であり、 d は、 $0 \sim 5$ の整数であり、 $R_{11} \sim R_{23}$ は互いに独立して、水素、重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、置換もしくは非置換の $C_1 - C_{60}$ アルキル基、置換もしくは非置換の $C_2 - C_{60}$ アルケニル基、置換もしくは非置換の $C_2 - C_{60}$ アルキニル基、置換もしくは非置換の $C_1 - C_{60}$ アルコキシ基、置換もしくは非置換の $C_3 - C_{60}$ シクロアルキル基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリール基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリールオキシ基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリールチオ基、 $-Si(R_{36})(R_{37})(R_{38})$ または $-N(R_{39})(R_{40})$ であり、前記 $R_{31} \sim R_{40}$ は互いに独立して、水素、重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、置換もしくは非置換の $C_1 - C_{60}$ アルキル基、置換もしくは非置換の $C_2 - C_{60}$ アルケニル基、置換もしくは非置換の $C_2 - C_{60}$ アルキニル基、置換もしくは非置換の $C_1 - C_{60}$ アルコキシ基、置換もしくは非置換の $C_3 - C_{60}$ シクロアルキル基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリール基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリールオキシ基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリールチオ基、または、置換もしくは非置換の $C_2 - C_{60}$ ヘテロアリール基であり、前記窒素含有基は、少なくとも 1 つの窒素を環原子 (ring atom) として含んだ 5 員 (5-membered) 芳香族環基、6 員 (6-membered) 芳香族環基、または 5 員芳香族基と 6 員芳香族基とが融合された (fused) 9 員 (9-membered) 芳香族環基である。

【0008】

上記課題を解決するために、本発明の別の観点によれば、第 1 電極と、前記第 1 電極に対向した第 2 電極と、及び前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に介在された有機層と、を

10

20

30

40

50

含み、前記有機層が、前記カルバゾール系化合物を１種以上含んだ有機発光素子が提供される。

【発明の効果】

【０００９】

以上、説明したように本発明によれば、低駆動電圧、高輝度、高効率及び長寿命を有する有機発光素子を実現するカルバゾール系化合物及び有機発光素子が提供される。

【図面の簡単な説明】

【００１０】

【図１】本発明に係る有機発光素子の構造を概略的に示した図面である。

【図２】実施例１１～１３及び比較例１１の有機発光素子の時間－輝度グラフである。

10

【発明を実施するための形態】

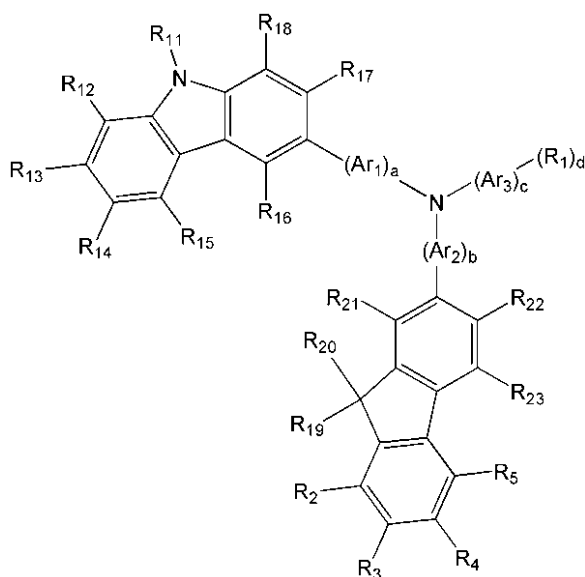
【００１１】

以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

【００１２】

本発明のカルバゾール系化合物は、下記化学式１で表される。

【化１】



20

【００１３】

前記化学式１で、 $Ar_1 \sim Ar_3$ は互いに独立して、置換または非置換の $C_5 - C_{60}$ アリーレン基である。

【００１４】

前記 $Ar_1 \sim Ar_3$ は互いに独立して、置換もしくは非置換のフェニレン基、置換もしくは非置換のペンタレニレン基 (pentalenylene)、置換もしくは非置換のインデニレン基 (indenylenylene)、置換もしくは非置換のナフチレン基 (naphthalenylene)、置換もしくは非置換のアズレニレン基 (azulenylene)、置換もしくは非置換のヘプタレニレン基 (heptalenylene)、置換もしくは非置換のインダセニレン基 (indacenylene)、置換もしくは非置換のアセナフチレン基 (acenaphthylene)、置換もしくは非置換のフルオレニレン基 (fluorenylenylene)、置換もしくは非置換のフェナレニレン基 (phenalenylene)、置換もしくは非置換のフェナントレニレン基 (phenanthrenylene)、置換もしくは非置換のアントリレン基 (anthrylene)、置換もしくは非置換のフルオランテニレン基 (fluoranthenylene)、置換もしくは非置換のトリフェニレニレン基 (triphenylenylene)、置換もしくは非置換のピレニレン基 (pyrenylene)、置換もしくは非置換のクリセニ

40

30

50

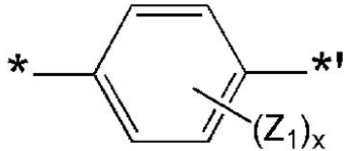
レン基 (chrysenylene)、置換もしくは非置換のナフタセニレン基 (naphthacenylenylene)、置換もしくは非置換のピセニレン基 (picenylenylene)、置換もしくは非置換のペリレニレン基 (peryleneylene)、置換もしくは非置換のペンタフェニレン基 (pentaphenylenylene)、または、置換もしくは非置換のヘキサセニレン基 (hexacenylenylene) であってもよい。

【0015】

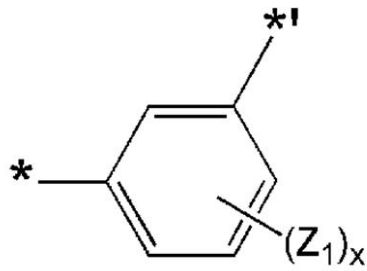
例えば、前記 $Ar_1 \sim Ar_3$ が互いに独立して、下記化学式 2 A ~ 2 I のうち一つで表されるが、本発明は、下記に限定されるものではない。

【化 2】

10

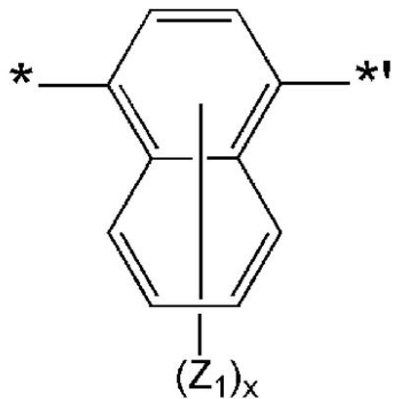


・・・化学式 2 A



20

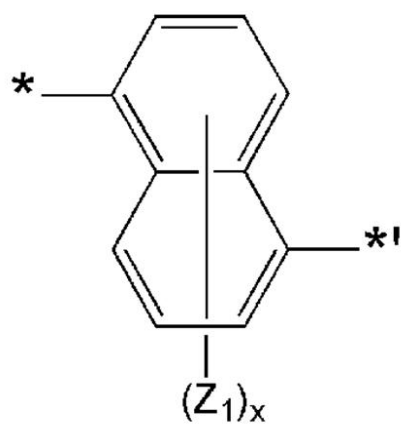
・・・化学式 2 B



30

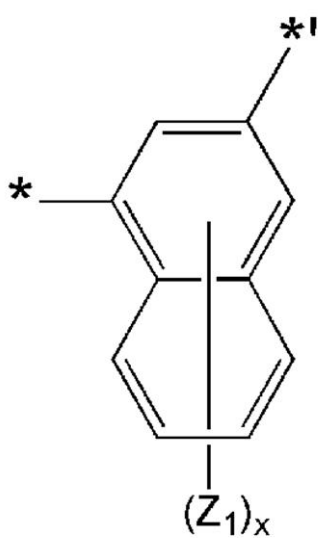
・・・化学式 2 C

40



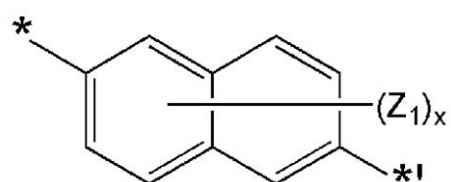
10

· · · 化学式 2 D



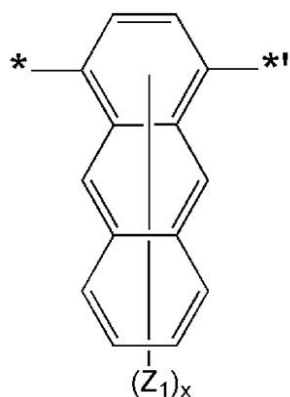
20

· · · 化学式 2 E



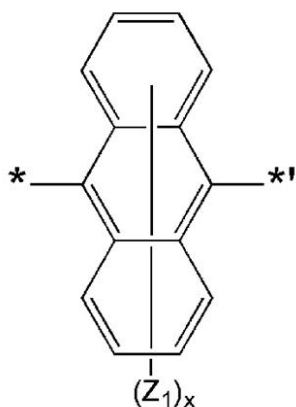
30

· · · 化学式 2 F



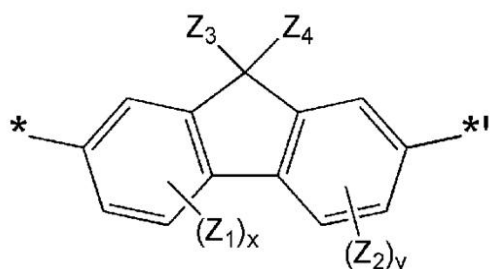
10

・・・化学式 2 G



20

・・・化学式 2 H



30

・・・化学式 2 I

【0016】

前記化学式 2 A～2 I で、 $Z_1 \sim Z_4$ は互いに独立して、水素、重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、置換もしくは非置換の $C_1 - C_{60}$ アルキル基、置換もしくは非置換の $C_2 - C_{60}$ アルケニル基、置換もしくは非置換の $C_2 - C_{60}$ アルキニル基、置換もしくは非置換の $C_1 - C_{60}$ アルコキシ基、置換もしくは非置換の $C_3 - C_{60}$ シクロアルキル基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリール基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリールオキシ基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリールチオ基、 $-Si(Q_1)(Q_2)(Q_3)$ または $-N(Q_4)(Q_5)$ であってもよい。ここで、 $Q_1 \sim Q_5$ は互いに独立して、水素、重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、置換もしくは非置換の $C_1 - C_{60}$ アルキル基、置換もしくは非置換の $C_2 - C_{60}$ アルケニル基、置換もしくは非置換の $C_2 - C_{60}$ アルキニル基、置換もしくは非置換の $C_1 - C_{60}$ アルコキシ基、置換もしくは非置換の $C_3 - C_{60}$ シクロアルキル基、置換もし

40

50

くは非置換の C_5-C_{60} アリール基、置換もしくは非置換の C_5-C_{60} アリールオキシ基、置換もしくは非置換の C_5-C_{60} アリールチオ基、または、置換もしくは非置換の C_2-C_{60} ヘテロアリール基であってもよい。

【0017】

例えば、前記化学式 2 A ~ 2 I で、 $Z_1 \sim Z_4$ は互いに独立して、水素、重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、置換もしくは非置換の C_1-C_{10} アルキル基、置換もしくは非置換の C_1-C_{10} アルコキシ基、または、置換もしくは非置換の C_5-C_{20} アリール基であってもよい。

【0018】

例えば、前記化学式 2 A ~ 2 I で、 $Z_1 \sim Z_4$ は互いに独立して、水素、重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、 C_1-C_{10} アルキル基（例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基など）、 C_1-C_{10} アルコキシ基（例えば、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、ブトキシ基、ペントキシ基など）、または重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、及びリン酸基やその塩のうち一つ以上で置換された C_1-C_{10} アルキル基及び C_1-C_{10} アルコキシ基、フェニル基、ナフチル基、アントリル基、フルオレニル基、ピレニル基、または重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、 C_1-C_{10} アルキル基及び C_1-C_{10} アルコキシ基のうち一つ以上で置換されたフェニル基、ナフチル基、アントリル基、フルオレニル基及びピレニル基のうち一つであってもよいが、それらに限定されるものではない。

【0019】

一実施形態によれば、前記化学式 2 A ~ 2 I で、 $Z_1 \sim Z_4$ は互いに独立して、水素、メチル基またはフェニル基であってもよい。

【0020】

前記化学式 2 A ~ 2 I で、 x は、1 ~ 8 の整数であり、 y は、1 ~ 3 の整数であってもよい。前記 x 及び y は、化学式 2 A ~ 2 I の構造を参照し、前記範囲で適切に選択される。 x が 2 以上である場合、2 以上の Z_1 は、互いに同一であってもよいし、異なってもよい。 y が 2 以上である場合、2 以上の Z_2 は、互いに同一であってもよいし、異なってもよい。

【0021】

前記化学式 2 A ~ 2 I で $*$ は、化学式 1 の中央に位置した窒素との結合サイトを表示したものであり、 $*'$ は、化学式 1 で、 R_1 、カルバゾール環またはフルオレン環との結合サイトを表したものである。

【0022】

前記化学式 1 で、 a 及び b は互いに独立して、0 ~ 5 の整数であってもよい。 a 及び／又は b が 0 である場合、化学式 1 のカルバゾール環及び／又はフルオレン環は、化学式 1 の中央に位置した窒素に、直接 (directly) 結合している。例えば、前記 a 及び b は、0、1 または 2 がさらに好ましいが、それらに限定されるものではない。 a が 2 以上である場合、2 以上の Ar_1 は、互いに同一であっても異なってもよい。 b が 2 以上である場合、2 以上の Ar_2 は、互いに同一であっても異なってもよい。

【0023】

前記化学式 1 で、 c は、1 ~ 5 の整数であってもよい。すなわち、化学式 1 で、 Ar_3 は必ず存在する。例えば、前記 c は、1 または 2 が例示できるが、それらに限定されるものではない。 c が 2 以上である場合、2 以上の Ar_3 は、互いに同一であっても異なってもよい。

10

20

30

40

50

【0024】

前記化学式1で、 $R_1 \sim R_5$ は互いに独立して、水素、重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、置換もしくは非置換の $C_1 - C_{60}$ アルキル基、置換もしくは非置換の $C_2 - C_{60}$ アルケニル基、置換もしくは非置換の $C_2 - C_{60}$ アルキニル基、置換もしくは非置換の $C_1 - C_{60}$ アルコキシ基、置換もしくは非置換の $C_3 - C_{60}$ シクロアルキル基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリール基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリールオキシ基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{60}$ アリールチオ基、 $-Si(R_{31})(R_{32})(R_{33})$ 、 $-N(R_{34})(R_{35})$ または窒素含有基であるが、前記 $R_1 \sim R_5$ のうち少なくとも一つは、窒素含有基である。

10

【0025】

例えば、前記 $R_1 \sim R_5$ は互いに独立して、水素、重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、置換もしくは非置換の $C_1 - C_{10}$ アルキル基、置換もしくは非置換の $C_1 - C_{10}$ アルコキシ基、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{20}$ アリール基、または窒素含有基であるが、前記 $R_1 \sim R_5$ のうち少なくとも一つは、窒素含有基である。

【0026】

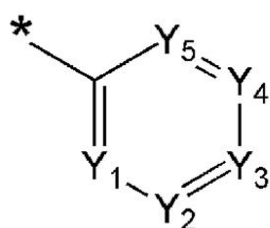
前記窒素含有基は、少なくとも1つの窒素を環原子(ring atom)として含んだ5員(5-membered)芳香族環基、6員(6-membered)芳香族環基、または5員芳香族基と6員芳香族基とが融合された(fused)9員(9-membered)環芳香族基である。本明細書において、「環原子」とは、環を構成している原子を意味するものである。

20

【0027】

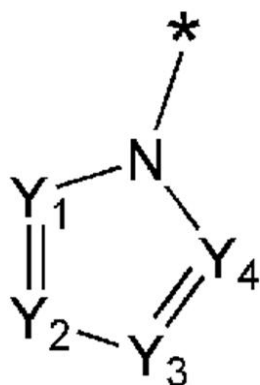
例えば、前記前記窒素含有基は、下記化学式3A～3Mのうちいずれか一つであってもよい。

【化3】



30

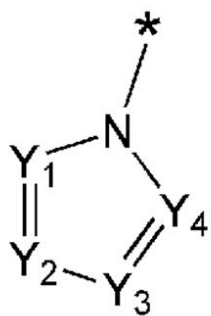
・・・化学式3A



40

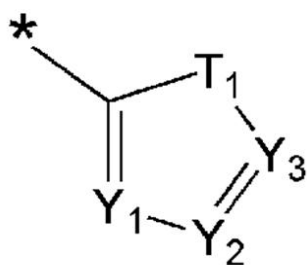
50

・ ・ ・ 化学式 3 B



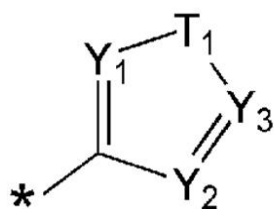
10

・ ・ ・ 化学式 3 C



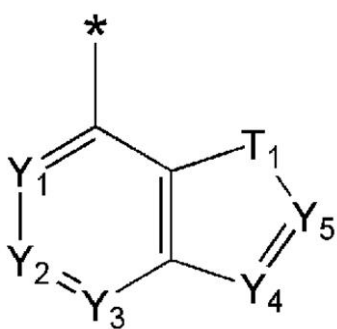
・ ・ ・ 化学式 3 D

20



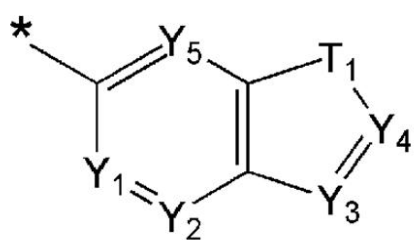
・ ・ ・ 化学式 3 E

30

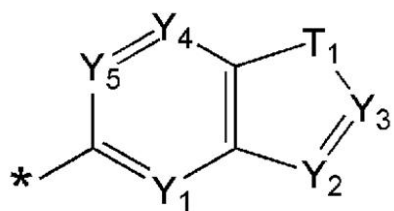


・ ・ ・ 化学式 3 F

40

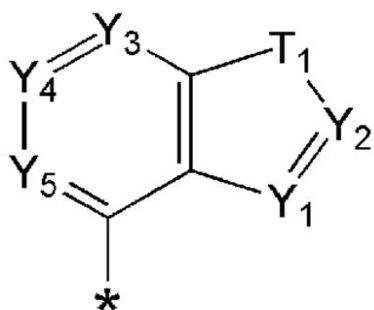


・ ・ ・ 化学式 3 G



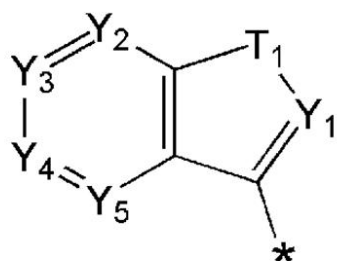
．．．化学式 3 H

10



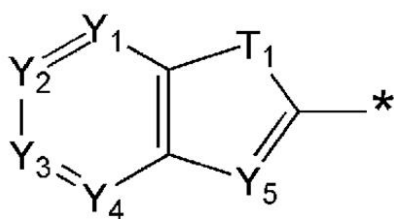
．．．化学式 3 I

20



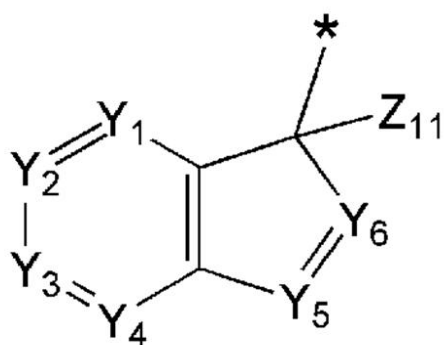
．．．化学式 3 J

30



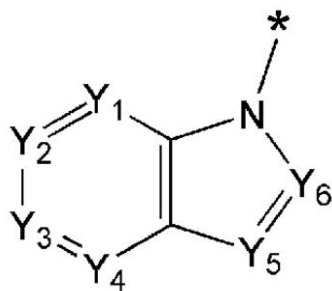
．．．化学式 3 K

40



．．．化学式 3 L

50



・・・化学式 3 M

10

【0028】

下記化学式 3 A～3 Mで、 $Y_1 \sim Y_6$ は互いに独立して、 $=N-$ または $=C(Z_{12})-$ であり、 T_1 は、 $-N(Z_{13})-$ または $-C(Z_{14})(Z_{15})-$ であってもよい。すなわち、前記窒素含有基の環原子は、窒素または炭素であってもよい。

【0029】

前記化学式 3 A～3 Mで、 $Z_{11} \sim Z_{15}$ は互いに独立して、水素、重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、置換もしくは非置換の C_1-C_{60} アルキル基、置換もしくは非置換の C_2-C_{60} アルケニル基、置換もしくは非置換の C_2-C_{60} アルキニル基、置換もしくは非置換の C_1-C_{60} アルコキシ基、置換もしくは非置換の C_3-C_{60} シクロアルキル基、置換もしくは非置換の C_5-C_{60} アリール基、置換もしくは非置換の C_5-C_{60} アリールオキシ基、または、置換もしくは非置換の C_5-C_{60} アリールチオ基であってもよい。

20

【0030】

例えば、前記 $Z_{11} \sim Z_{15}$ は互いに独立して、水素、重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、置換もしくは非置換の C_1-C_{10} アルキル基、置換もしくは非置換の C_1-C_{10} アルコキシ基、または、置換もしくは非置換の C_5-C_{20} アリール基であってもよい。

【0031】

30

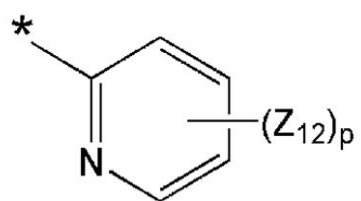
また、前記 $Z_{11} \sim Z_{15}$ は互いに独立して、水素、重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、 C_1-C_{10} アルキル基（例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基など）、 C_1-C_{10} アルコキシ基（例えば、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、ブトキシ基、ペントキシ基など）、または重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、及びリン酸基やその塩のうち一つ以上で置換された C_1-C_{10} アルキル基及び C_1-C_{10} アルコキシ基、フェニル基、ナフチル基、アントリル基、フルオレニル基、ピレニル基、または重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、 C_1-C_{10} アルキル基及び C_1-C_{10} アルコキシ基のうち一つ以上で置換されたフェニル基、ナフチル基、アントリル基、フルオレニル基及びピレニル基、のうち一つであるが、本発明は、上記に限定されるものではない。

40

【0032】

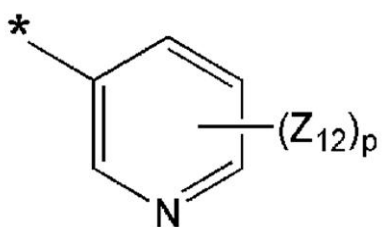
例えば、前記窒素含有基は、下記化学式 4 A～4 Pのうちいずれか一つであってもよい。

【化 4】

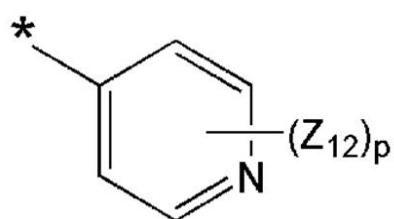


．．．化学式 4 A

10

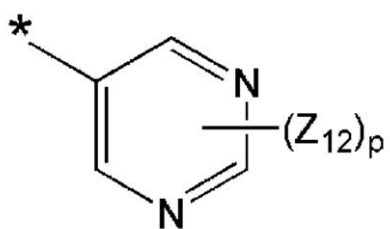


．．．化学式 4 B



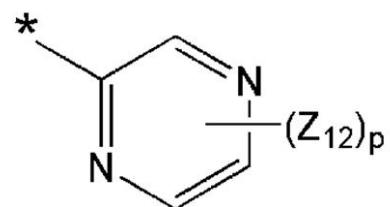
20

．．．化学式 4 C



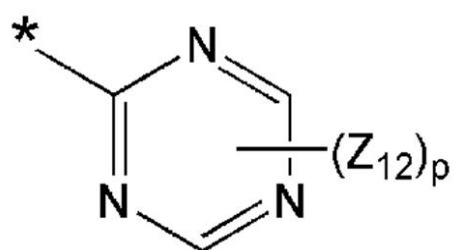
30

．．．化学式 4 D



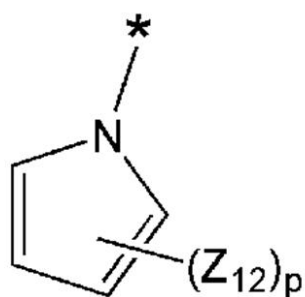
40

．．．化学式 4 E



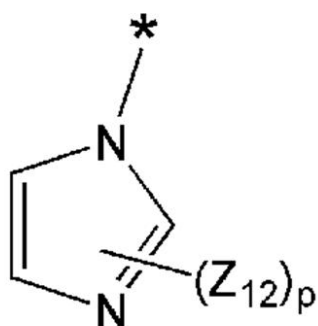
・ ・ ・ 化学式 4 F

10



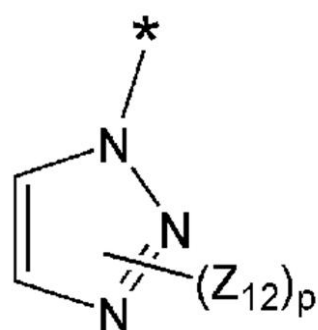
・ ・ ・ 化学式 4 G

20



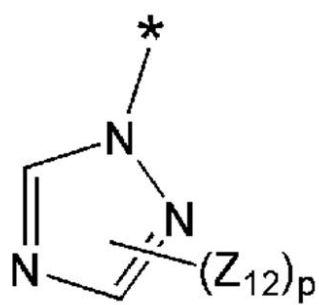
・ ・ ・ 化学式 4 H

30



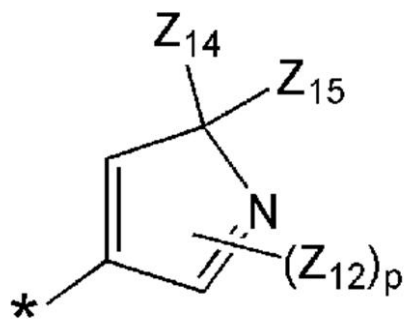
・ ・ ・ 化学式 4 I

40



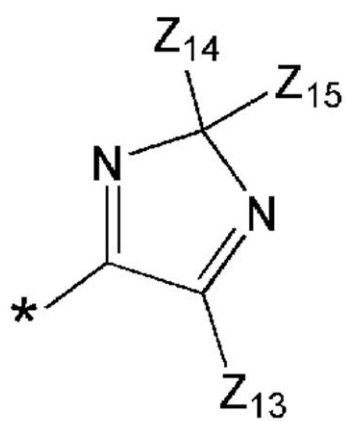
· · · 化学式 4 J

10



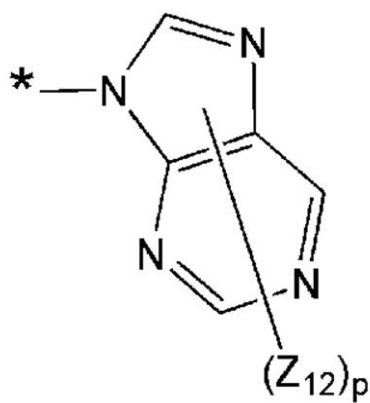
· · · 化学式 4 K

20



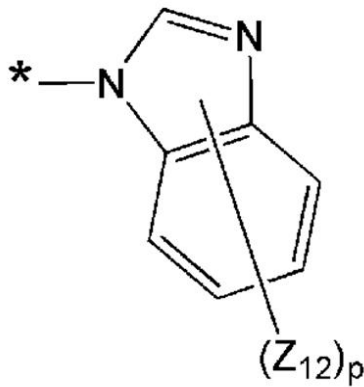
· · · 化学式 4 L

30



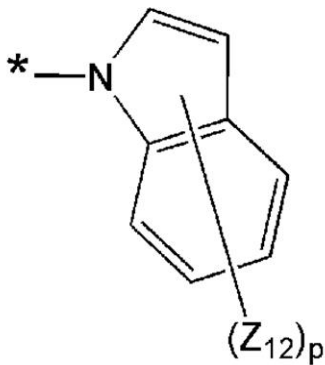
· · · 化学式 4 M

40



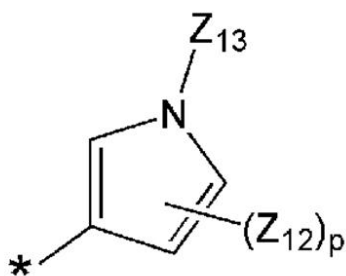
10

・・・化学式 4 N



20

・・・化学式 4 O



30

・・・化学式 4 P

【0033】

前記化学式 4 A～4 Pで、 Z_{12} 、 Z_{13} 、 Z_{14} 及び Z_{15} についての説明は、前述の通りである。

【0034】

一実施形態によれば、前記 Z_{12} 、 Z_{13} 、 Z_{14} 及び Z_{15} は、水素、重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、メチル基、エチル基、プロピル基、またはブチル基であってもよい。例えば、前記化学式 4 A～4 Pで、 Z_{12} 、 Z_{13} 、 Z_{14} 及び Z_{15} は、水素であってもよい。

40

【0035】

前記化学式 4 A～4 Pで、 p は、1～6の整数である。前記 p は、化学式 4 A～4 Pの構造によって、前記範囲内で適切に選択される。前記 p が2以上である場合、2以上の Z_{12} は、互いに同一であってもよいし、異なってもよい。

【0036】

前記化学式 1で d は、0～5の整数であってもよい。例えば、前記 d は、0、1または

50

2であるが、それらに限定されるものではない。前記dは、 $A r_3$ の構造によって、前記範囲内で適切に選択される。前記dが2以上である場合、2以上の R_1 は、互いに同一であってもよいし、異なってもよい。

【0037】

前記化学式1で、 $R_{11} \sim R_{23}$ は互いに独立して、水素、重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、置換もしくは非置換の C_1-C_{60} アルキル基、置換もしくは非置換の C_2-C_{60} アルケニル基、置換もしくは非置換の C_2-C_{60} アルキニル基、置換もしくは非置換の C_1-C_{60} アルコキシ基、置換もしくは非置換の C_3-C_{60} シクロアルキル基、置換もしくは非置換の C_5-C_{60} アリール基、置換もしくは非置換の C_5-C_{60} アリールオキシ基、置換もしくは非置換の C_5-C_{60} アリールチオ基、 $-Si(R_{36})(R_{37})(R_{38})$ または $-N(R_{39})(R_{40})$ であってもよい。

10

【0038】

例えば、前記 $R_{11} \sim R_{23}$ は互いに独立して、水素、重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、置換もしくは非置換の C_1-C_{10} アルキル基、置換もしくは非置換の C_1-C_{10} アルコキシ基、または、置換もしくは非置換の C_5-C_{20} アリール基であってもよい。

【0039】

20

また、前記 $R_{11} \sim R_{23}$ は互いに独立して、水素、重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、 C_1-C_{10} アルキル基（例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基など）、 C_1-C_{10} アルコキシ基（例えば、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、ブトキシ基、ペントキシ基など）、または重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、及びリン酸基やその塩のうち一つ以上で置換された C_1-C_{10} アルキル基及び C_1-C_{10} アルコキシ基、フェニル基、ナフチル基、アントリル基、フルオレニル基、ピレニル基、または重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、 C_1-C_{10} アルキル基及び C_1-C_{10} アルコキシ基のうち一つ以上で置換されたフェニル基、ナフチル基、アントリル基、フルオレニル基及びピレニル基のうち一つであるが、本発明は上記に限定されるものではない。

30

【0040】

例えば、前記化学式1で、 $R_{12} \sim R_{18}$ 、及び $R_{21} \sim R_{23}$ は互いに独立して、水素、重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、またはリン酸基やその塩であり、 R_{11} 、 R_{19} 及び R_{20} は互いに独立して、水素、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、ペンチル基、フェニル基、ナフチル基、アントリル基、フルオレニル基またはピレニル基であるが、本発明は上記に限定されるものではない。

40

【0041】

前記 $-Si(R_{31})(R_{32})(R_{33})$ 、 $-N(R_{34})(R_{35})$ 、 $-Si(R_{36})(R_{37})(R_{38})$ 及び $-N(R_{39})(R_{40})$ で、 $R_{31} \sim R_{40}$ は互いに独立して、水素、重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、置換もしくは非置換の C_1-C_{60} アルキル基、置換もしくは非置換の C_2-C_{60} アルケニル基、置換もしくは非置換の C_2-C_{60} アルキニル基、置換もしくは非置換の C_1-C_{60} アルコキシ基、置換もしくは非置換の C_3-C_{60} シクロアルキル基、置換もしくは非置換の C_5-C_{60} アリール基、置換もしくは非置換のC

50

C_5-C_{60} アリールオキシ基、置換もしくは非置換の C_5-C_{60} アリールチオ基、または、置換もしくは非置換の C_2-C_{60} ヘテロアリール基であってもよい。

【0042】

例えば、前記 $R_{31} \sim R_{40}$ は互いに独立して、水素、重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、置換もしくは非置換の C_1-C_{10} アルキル基、置換もしくは非置換の C_1-C_{10} アルコキシ基、または、置換もしくは非置換の C_5-C_{20} アリール基であってもよい。

【0043】

また、前記 $R_{31} \sim R_{40}$ は互いに独立して、水素、重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、 C_1-C_{10} アルキル基（例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基など）、 C_1-C_{10} アルコキシ基（例えば、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、ブトキシ基、ペントキシ基など）、または重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、及びリン酸基やその塩のうち一つ以上で置換された C_1-C_{10} アルキル基及び C_1-C_{10} アルコキシ基、フェニル基、ナフチル基、アントリル基、フルオレニル基、ピレニル基、または重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、 C_1-C_{10} アルキル基及び C_1-C_{10} アルコキシ基のうち一つ以上で置換されたフェニル基、ナフチル基、アントリル基、フルオレニル基及びピレニル基のうち一つであるが、本発明は上記に限定されるものではない。

【0044】

前記 $Q_1 \sim Q_5$ についての説明は、前記 R_{31} についての説明を参照することで、ここでの説明は省略する。

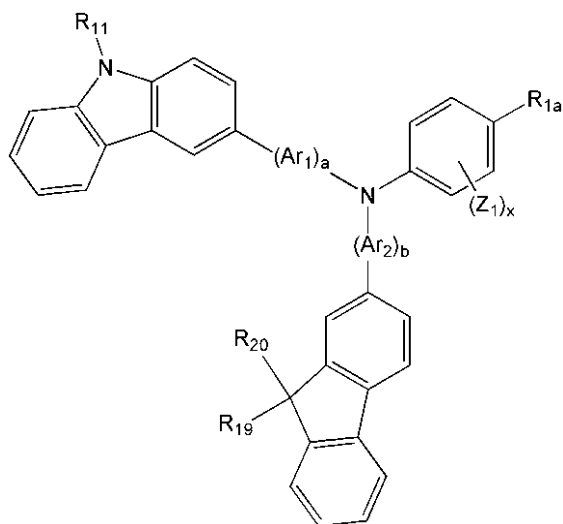
【0045】

前記化学式 1 で、 R_1 が窒素含有基であり、 c 及び d が互いに独立して、1 または 2 であってもよい。または前記化学式 1 で、 $R_2 \sim R_5$ のうち少なくとも一つが窒素含有基であってもよい。

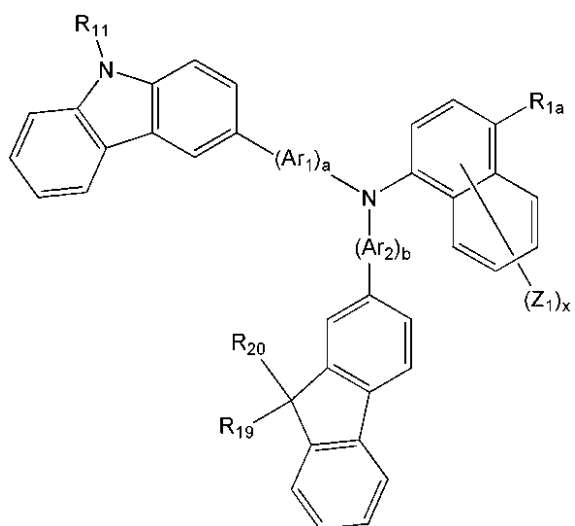
【0046】

前述のようなカルバゾール系化合物は、例えば、下記化学式 1A～1K のうちいずれか一つで表される。

【化 4】

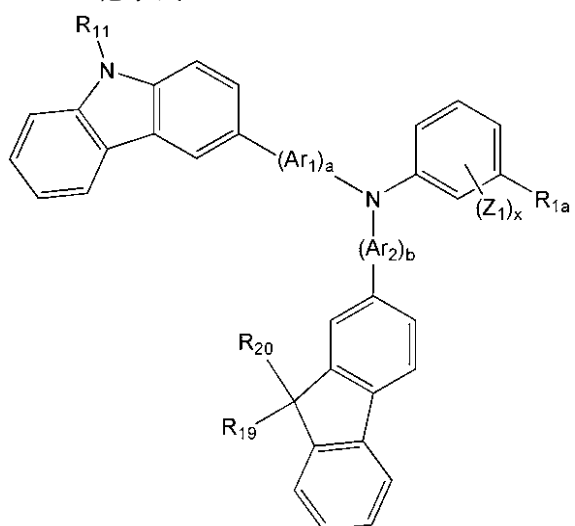


・・・化学式 1A



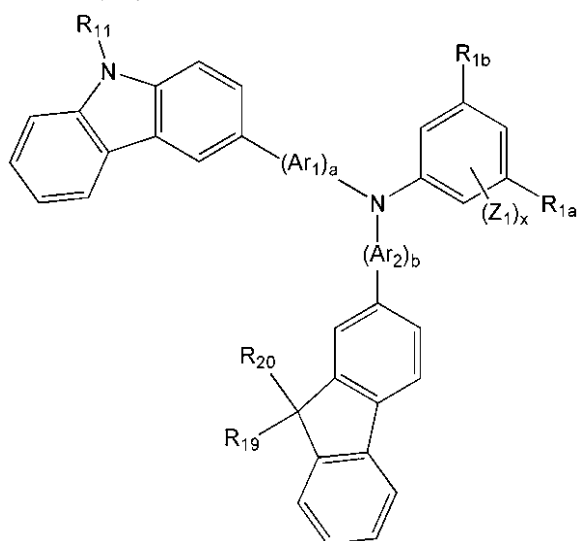
10

... 化学式 1 B



20

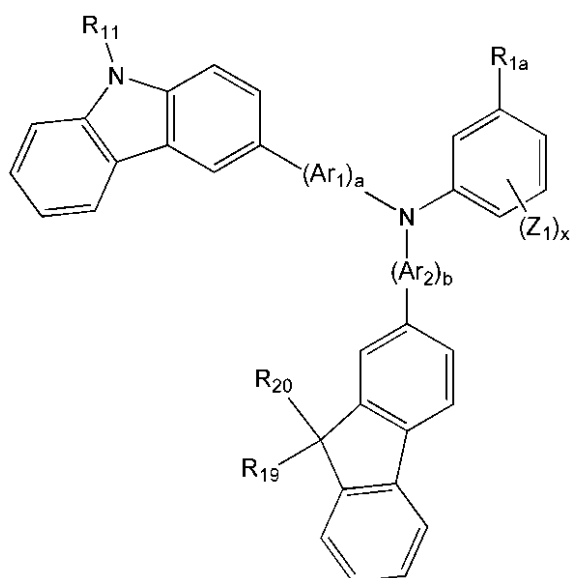
... 化学式 1 C



30

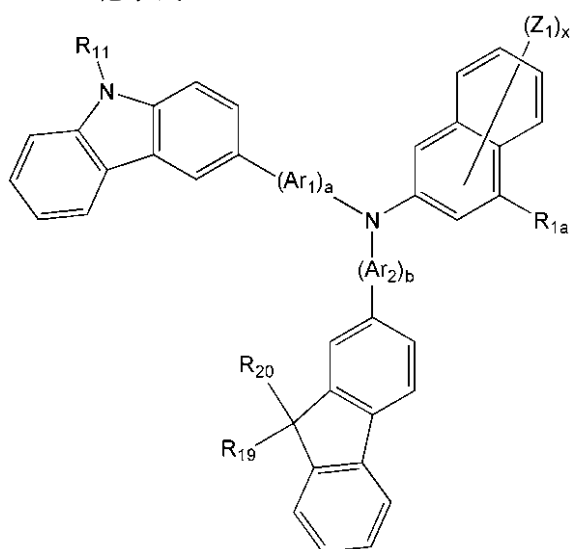
... 化学式 1 D

40



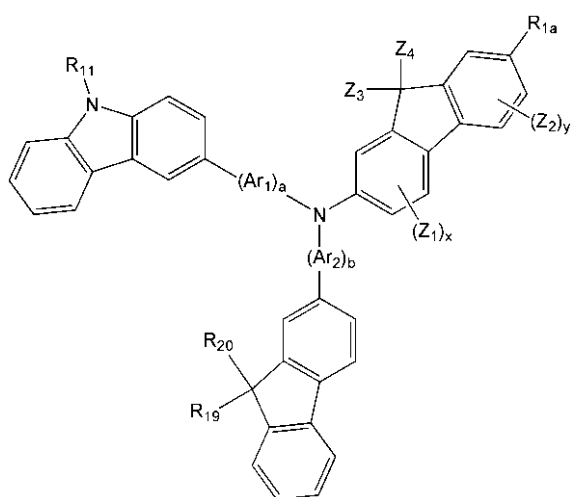
10

... 化学式 1 E



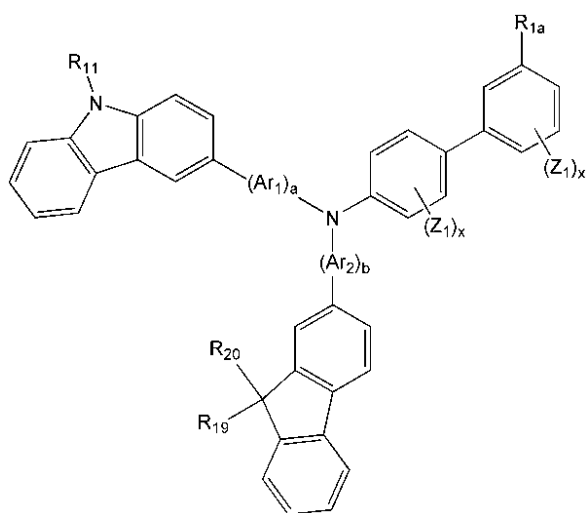
20

... 化学式 1 F



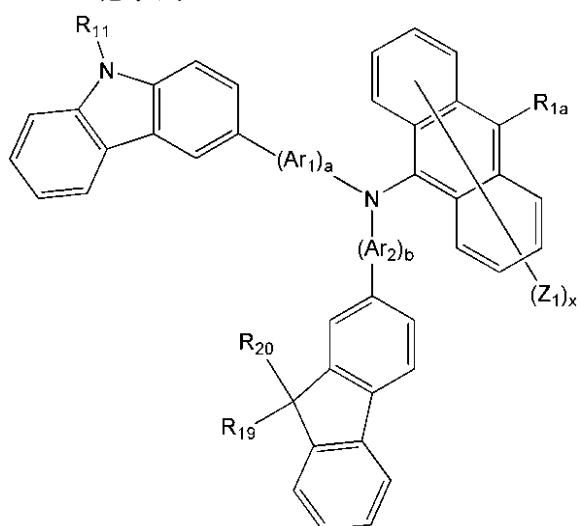
40

... 化学式 1 G



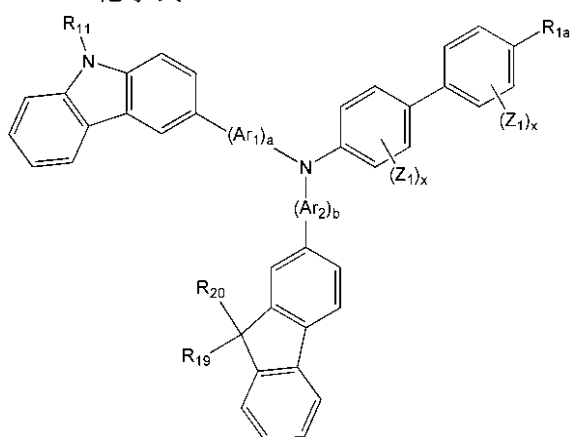
10

... 化学式 1 H



20

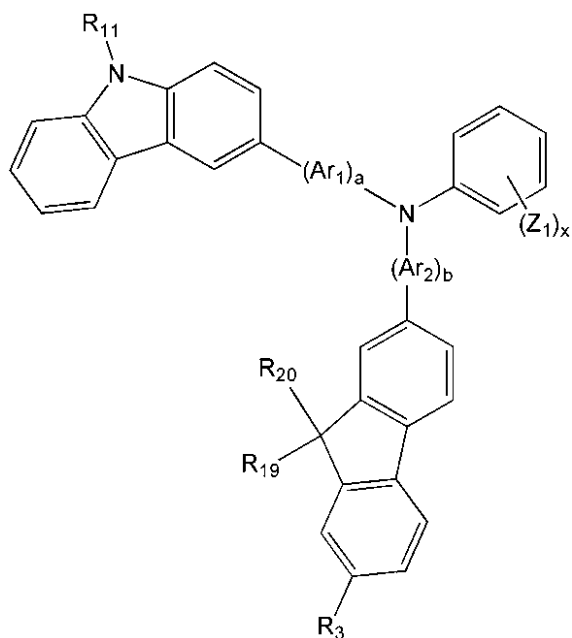
... 化学式 1 I



30

... 化学式 1 J

40



10

・・・化学式 1 K

【0047】

前記化学式 1 A～1 Kで、 Ar_1 、 Ar_2 、 a 、 b 、 R_{11} 、 R_{19} 、 R_{20} 、 $Z_1 \sim Z_4$ 、 $Q_1 \sim Q_5$ 及び x についての説明は、前述を参照することで、ここでの説明は省略する。

20

【0048】

前記化学式 1 A～1 Kで、 R_{1a} 、 R_{1b} 及び R_3 は、前述のような窒素含有基である。前記窒素含有基についての説明は、前述を参照することでここでの説明は省略する。

【0049】

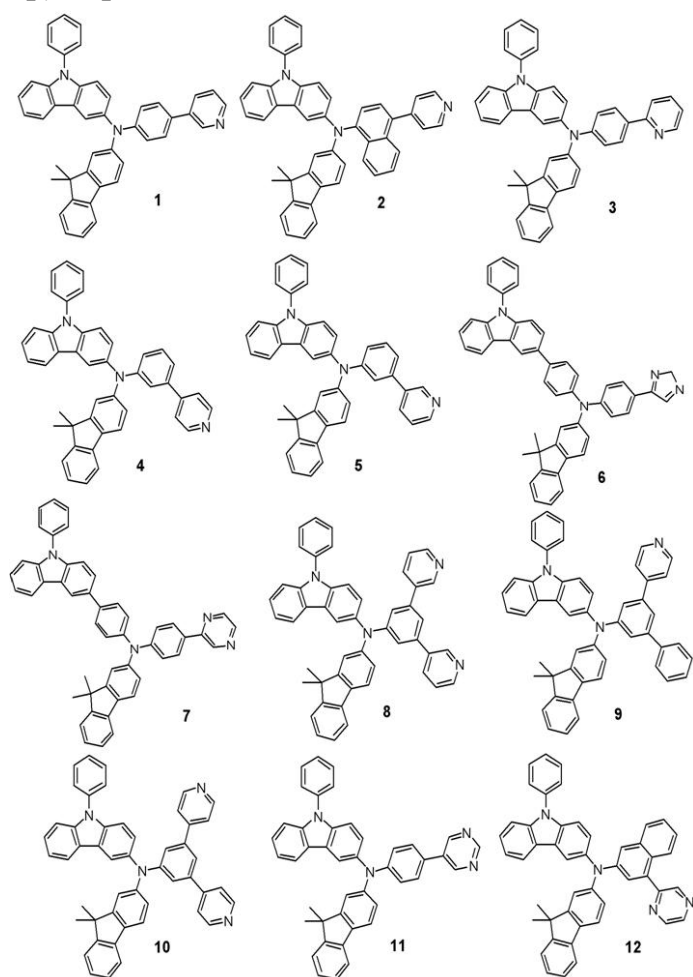
例えば、前記化学式 1 A～1 Kで、 Ar_1 及び Ar_2 は、前記化学式 2 A～2 I のうち一つであり、 a 及び b は互いに独立して、0 または 1 であり、 R_{1a} 、 R_{1b} 及び R_3 は互いに独立して、前記化学式 3 A～3 M のうちいずれか一つであり、 $Z_1 \sim Z_4$ は互いに独立して、水素、重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシ基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、置換もしくは非置換の $C_1 - C_{10}$ アルキル基、置換もしくは非置換の $C_1 - C_{10}$ アルコキシ基、または、置換もしくは非置換の $C_5 - C_{20}$ アリール基であり、 x は、1～8 の整数であるが、それらに限定されるものではない。

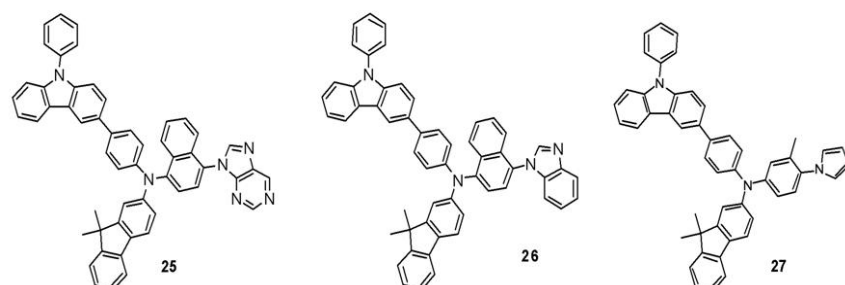
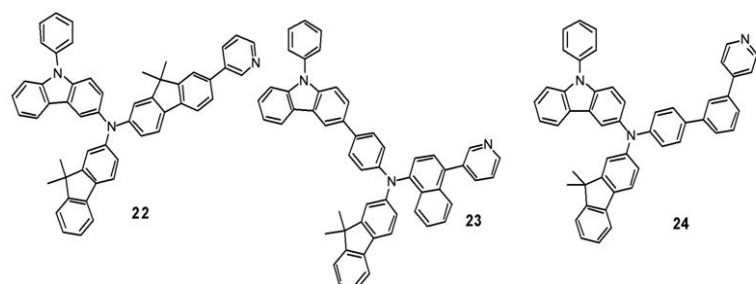
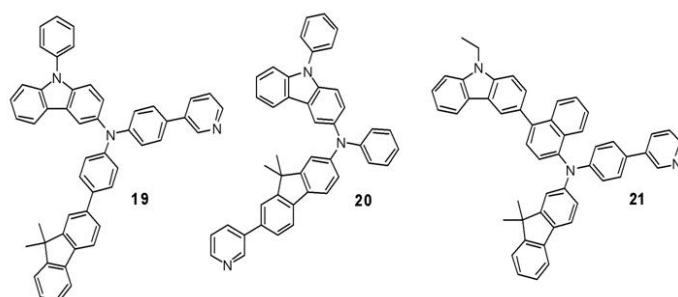
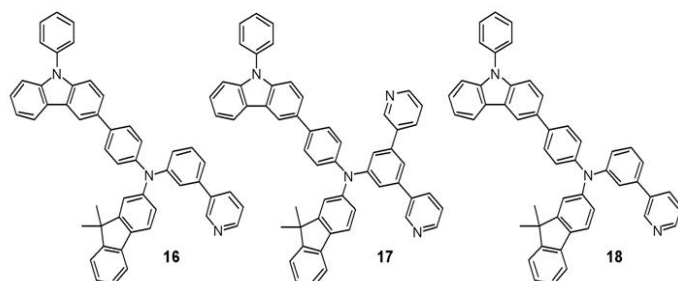
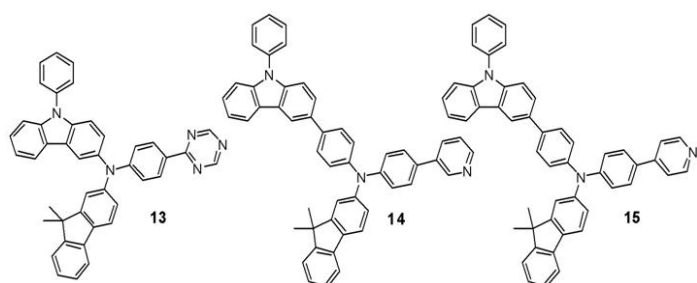
30

【0050】

前記化学式 1 で表されるカルバゾール系化合物は、例えば、下記化合物 1～33 のうちいずれか一つであるが、本発明は下記に限定されるものではない。

【化 5】



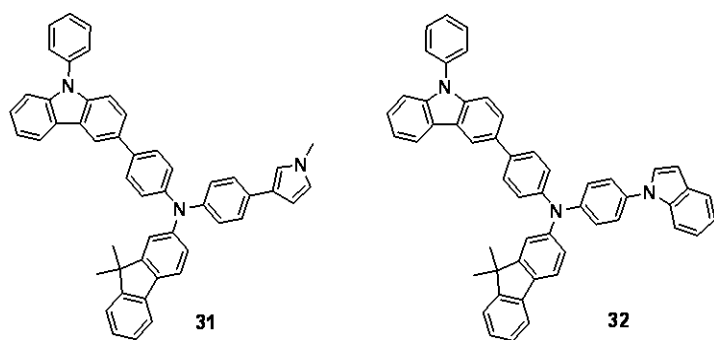


10

20

30

40



【0051】

前述のような化学式1で表されるカルバゾール系化合物は、トリアリールアミン構造を有しつつ、 $R_1 \sim R_5$ のうち少なくとも一つが、本質的に（*essentially*）前述の窒素含有基であるため、高いガラス転移温度及び／または融点を有しつつ、電子注入に対して安定している。従って、前記カルバゾール系化合物が、有機発光素子の1対の電極（アノード及びカソード）間に介在する場合、有機発光素子の駆動時に、電極間の有機層内、層間または有機層と電極との間に発生するジュール熱に対して高い耐熱性を有することができる。例えば、前記カルバゾール系化合物が、発光層とアノードとの間に介在する場合、発光層を通過して伝えられる電子によって、実質的に劣化されない。前記カルバゾール系化合物が、発光層とカソードとの間に介在する場合、発光層を通過して伝えられる正孔によって、実質的に劣化しない。

【0052】

また、前記化学式1で表されるカルバゾール系化合物は、フルオレン環を本質的に含むので、前記カルバゾール系化合物を含むフィルムは、高い平坦化度を有することができる。また、前記カルバゾール系化合物を含んだ有機発光素子は、優秀な電気的特性を有することができる。

【0053】

さらに、前記化学式1で表されるカルバゾール系化合物において、 $R_1 \sim R_5$ のうち少なくとも一つが、前述のような窒素含有基であるため、前記窒素含有基を介して、正孔移動度調節が容易になる。そのため、前記カルバゾール系化合物を採用した有機発光素子は、電荷（電子及び正孔）均衡（*balance*）が極大化され、発光層での発光効率が上昇する。一般的に、正孔移動速度は、電子移動速度に比べて相対的に速いので、アノードから注入された正孔は、電子に比べて発光層に過剰注入されうる。これにより、発光層において励起子形成領域がカソード側に偏ったり、過剰注入された正孔によって、発光層などの有機層が劣化され、有機発光素子の寿命が短縮したりする問題が発生し得た。しかし、前記化学式1で表されるカルバゾール系化合物は、 $R_1 \sim R_5$ のうち少なくとも一つ存在する窒素含有基によって、正孔移動度が制御（例えば、正孔移動度が相対的に低減する）されるため、発光層に達する正孔及び電子の均衡が極大化され、これにより、長寿命の有機発光素子を実現することができる。

【0054】

また、前記化学式1で表されるカルバゾール系化合物は、 $R_1 \sim R_5$ のうち少なくとも一つ存在する窒素含有基によって、発光層から拡散（*diffusion*）された電子が安定化されるため、長寿命の有機発光素子の実現にさらに効果的である。

【0055】

一方、前記化学式1で表されるカルバゾール系化合物において、 $R_1 \sim R_5$ のうち少なくとも一つ存在する窒素含有基は、前記化学式1の中央に位置した窒素に、直接（*directly*）結合されているのではなく、フルオレン環または Ar_3 を挟んで、化学式1の中央に位置した窒素と結合されている。これにより、 $R_1 \sim R_5$ のうち少なくとも一つ存在する窒素含有基が窒素と直接結合されることで発生しうる正孔移動特性などの正孔関連特性の変化を防止することができ、有機発光素子の効率が向上することができる。

【0056】

本明細書において、非置換の C_1-C_{60} アルキル基の具体的な例としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソブチル基、sec-ブチル基、ペンチル基、iso-アミル基、ヘキシル基のような C_1-C_{60} の直鎖または分枝型アルキル基を挙げることができ、置換された C_1-C_{60} アルキル基は、前記非置換の C_1-C_{60} アルキル基のうち一つ以上の水素原子が、重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、ニトロ基、シアノ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、 C_1-C_{60} アルキル基、 C_2-C_{60} アルケニル基、 C_2-C_{60} アルキニル基、 C_6-C_{60} アリール基、 C_2-C_{60} ヘテロアリール基、 $-N(Q_{11})(Q_{12})$ 、及び $-Si(Q_{13})(Q_{14})(Q_{15})$ （ここで、 $Q_{11} \sim Q_{15}$ は互いに独立して、水素、 C_1-C_{60} アルキル基、 C_2-C_{60} アルケニル基、 C_2-C_{60} アルキニル基、 C_5-C_{60} アリール基、及び C_2-C_{60} ヘテロアリール基からなる群から選択される）で置換されたものである。

10

【0057】

本明細書において、非置換の C_1-C_{60} アルコキシ基は、 $-OA$ （ただし、 A は、前述のような非置換の C_1-C_{60} アルキル基である）の化学式を有し、その具体的な例として、メトキシ基、エトキシ基、イソプロピルオキシ基などがあり、それらアルコキシ基のうち少なくとも一つ以上の水素原子は、前述の置換された C_1-C_{60} アルキル基の場合と同様の置換基で置換可能である。

20

【0058】

本明細書において、非置換の C_2-C_{60} アルケニル基は、前記非置換の C_2-C_{60} アルキル基の中間が末端に、一つ以上の炭素二重結合を含有しているものを意味する。例としては、エテニル基、プロペニル基、ブテニル基などがある。それら非置換の C_2-C_{60} アルケニル基のうち少なくとも一つ以上の水素原子は、前述の置換された C_1-C_{60} アルキル基の場合と同様の置換基で置換可能である。

【0059】

本明細書において、非置換の C_2-C_{60} アルキニル基は、前記定義されたような C_2-C_{60} アルキル基の中間か末端に、一つ以上の炭素三重結合を含有しているものを意味する。例としては、エチニル基（ethynyl）、プロピニル基（propynyl）などがある。それらアルキニル基のうち少なくとも一つ以上の水素原子は、前述の置換された C_1-C_{60} アルキル基の場合と同様の置換基で置換可能である。

30

【0060】

本明細書において、非置換の C_5-C_{60} アリール基は、一つ以上の芳香族環を含む C_5-C_{60} 炭素環芳香族系を有する一価（monovalent）基を意味し、非置換の C_5-C_{60} アリーレン基は、一つ以上の芳香族環を含む C_5-C_{60} 炭素環芳香族系を有する二価（divalent）基を意味する。前記アリール基及びアリーレン基が2以上の環を含む場合、2以上の環は、互いに融合される。前記アリール基及びアリーレン基のうち一つ以上の水素原子は、前述の置換された C_1-C_{60} アルキル基の場合と同様の置換基で置換可能である。

【0061】

40

前記置換または非置換の C_5-C_{60} アリール基の例としては、フェニル基、 C_1-C_{10} アルキルフェニル基（例えば、エチルフェニル基）、 C_1-C_{10} アルキルビフェニル基（例えば、エチルビフェニル基）、ハロフェニル基（例えば、*o*-、*m*-及び*p*-フルオロフェニル基、ジクロロフェニル基）、ジシアノフェニル基、トリフルオロメトキシフェニル基、*o*-、*m*-及び*p*-トリル基、*o*-、*m*-及び*p*-クメニル基、メシチル基、フェノキシフェニル基、（ α ， α -ジメチルベンゼン）フェニル基、（ N ， N' -ジメチル）アミノフェニル基、（ N ， N' -ジフェニル）アミノフェニル基、ペントレニル基、インデニル基、ナフチル基、ハロナフチル基（例えば、フルオロナフチル基）、 C_1-C_{10} アルキルナフチル基（例えば、メチルナフチル基）、 C_1-C_{10} アルコキシナフチル基（例えば、メトキシナフチル基）、アントラセニル基、アズレニル基、ヘプタレニ

50

ル基、アセナフチレニル基、フェナレニル基、フルオレニル基、アントラキノリル基、メチルアントリル基、フェナントリル基、トリフェニレニル基、ピレニル基、クリセニル基、エチルークリセニル基、ピセニル基、ペリレニル基、クロロペリレニル基、ペンタフェニル基、ペンタセニル基、テトラフェニレニル基、ヘキサフェニル基、ヘキサセニル基、ルビセニル基、コロネリル基、トリナフチレニル基、ヘプタフェニル基、ヘプタセニル基、ピラントレニル基、オバレニル基などを挙げることができる。また、置換された C_5-C_{60} アリール基の例は、前述のような非置換の C_5-C_{60} アリール基の例と、前記置換された C_1-C_{60} アルキル基の置換基とを参照することにより容易に理解することができるため、ここでの詳細な説明は省略する。さらに、前記置換または非置換の C_5-C_{60} アリーレン基の例も、前記置換または非置換の C_5-C_{60} アリール基の例を参照することにより、容易に理解することができるため、ここでの詳細な説明は省略する。

10

【0062】

本明細書において、非置換の C_2-C_{60} ヘテロアリール基は、N、O、PまたはSのうちから選択された1個以上のヘテロ原子を含み、残りの環原子がCである、一つ以上の芳香族環を有する一価基を意味する。非置換の C_2-C_{60} ヘテロアリーレン基は、N、O、PまたはSのうちから選択された1個以上のヘテロ原子を含み、残りの環原子がCである、一つ以上の芳香族環を有する二価基を意味する。ここで、前記ヘテロアリール基及びヘテロアリーレン基が2以上の環を含む場合、2以上の環は、互いに融合されてもよい。前記ヘテロアリール基及びヘテロアリーレン基のうち一つ以上の水素原子は、前述の C_1-C_{60} アルキル基の場合と同様の置換基で置換可能である。

20

【0063】

前記非置換の C_2-C_{60} ヘテロアリール基の例には、ピラゾリル基、イミダゾリル基、オキサゾリル基、チアゾリル基、トリアゾリル基、テトラゾリル基、オキサジアゾリル基、ピリジニル基、ピリダジニル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、カルバゾリル基、インドリル基、キノリニル基、イソキノリニル基、ベンゾイミダゾリル基、イミダゾピリジニル基、イミダゾピリミジニル基などを挙げることができる。前記非置換の C_2-C_{60} ヘテロアリーレン基の例は、前記置換または非置換の C_2-C_{60} アリーレン基の例を参照すれば、容易に理解可能である。

【0064】

前記置換または非置換の C_5-C_{60} アリールオキシ基は、 $-OA_2$ （ここで、 A_2 は、前記置換または非置換の C_5-C_{60} アリール基である）を指し、前記置換または非置換の C_5-C_{60} アリールチオ基は、 $-OA_3$ （ここで、 A_3 は、前記置換または非置換の C_5-C_{60} アリール基である）を指す。

30

【0065】

前記化学式1を有するカルバゾール系化合物は、公知の有機合成方法を利用して合成される。前記カルバゾール系化合物の合成方法は、後述する実施例を参照すれば、当業者にとっては容易に理解可能であろう。

【0066】

前記化学式1のカルバゾール系化合物は、有機発光素子における1対の電極間に使われてもよい。例えば、前記カルバゾール系化合物は、発光層、アノードと発光層との間及び／または発光層とカソードとの間に使われてもよい。例えば、前記カルバゾール系化合物は、正孔注入層、正孔輸送層、正孔注入能及び正孔輸送機能を同時に有する機能層及び／または電子輸送層に含まれてもよい。

40

【0067】

従って、第1電極、前記第1電極に対向した第2電極、及び前記第1電極と前記第2電極との間に介在する有機層を含み、前記有機層が、前述のような化学式1で表示されたカルバゾール系化合物を含んだ有機発光素子が提供される。

【0068】

前記有機層は、1種以上の前記カルバゾール系化合物を含んでもよい。例えば、前記有機発光素子は、前記カルバゾール系化合物として、化合物2だけを単一に含んでもよいし

50

、あるいは化合物 2 及び 8 の組み合わせを含んでもよい。例えば、前記有機発光素子が化合物 2 及び 8 を含む場合、前記化合物 2 及び 8 は、同じ層（例えば、正孔輸送層）に混合物の形態で存在したり、あるいは互いに異なる層にそれぞれ（例えば、化合物 2 は正孔輸送層に存在し、化合物 8 は電子輸送層に含まれるなど）含まれたり、多様な変形例が可能である。本明細書において、「前記有機層は、前記カルバゾール系化合物を 1 種以上含む」という表現は、前述を参照し、容易に理解されるであろう。

【0069】

前記有機層は、正孔注入層、正孔輸送層、正孔注入能及び正孔輸送機能を有する機能層（以下、「H-機能層（H-functional layer）」とする）、バッファ層、電子阻止層、発光層、正孔阻止層、電子輸送層、電子注入層、及び電子輸送機能及び電子注入能を有する機能層（以下、「E-機能層（E-functional layer）」とする）のうち少なくとも 1 層を含んでもよい。

10

【0070】

本明細書において、「有機層」は、有機発光素子において、第 1 電極と第 2 電極との間に介在する単一及び／または複数の層を指す用語である。

【0071】

前記有機層は、正孔注入層、正孔輸送層及び H-機能層のうち少なくとも 1 層及び発光層を含み、前記正孔注入層、正孔輸送層及び H-機能層のうち少なくとも 1 層に、前記カルバゾール系化合物が含まれていてもよい。例えば、前記有機層は、前記カルバゾール系化合物を含んだ正孔輸送層または H-機能層を含んでもよい。

20

【0072】

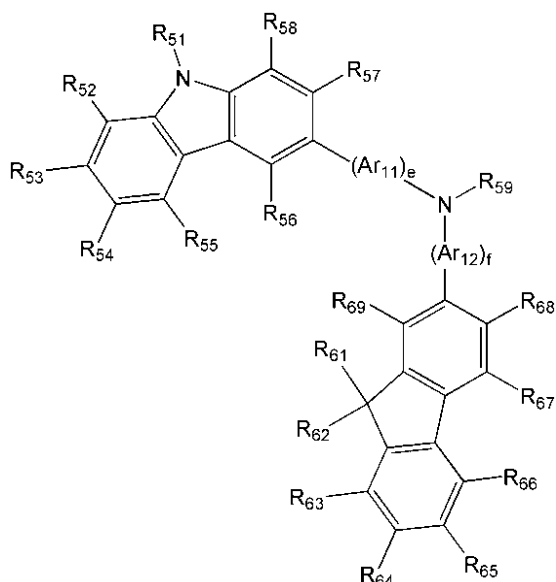
前記正孔注入層、正孔輸送層及び H-機能層のうち少なくとも 1 層は、前記カルバゾール系化合物以外に、前記カルバゾール系化合物の正孔移動度及び伝導度よりも大きい正孔移動度及び伝導度を有する両極性（bipolar）化合物をさらに含んでもよい。前記両極性化合物を追加することによって、正孔注入特性が向上し、有機発光素子の駆動電圧が低下する。このとき、前記両極性化合物と、前記化学式 1 で表されるカルバゾール系化合物とが共に使用されるので、両極性化合物によって多量の正孔が注入された場合であっても、前記化学式 1 で表されるカルバゾール系化合物によって、正孔移動度調節、電荷均衡（charge balance）及び／または電子安定化がなされるので、有機発光素子の効率及び寿命向上を図ることができる。従って、前記両極性化合物と、前記化学式 1 で表されるカルバゾール系化合物とを共に使用（例えば、アノードと発光層との間に採用する）することにより、駆動電圧低下、効率上昇及び寿命延長を同時に達成することができる。

30

【0073】

前記両極性化合物は、例えば、下記化学式 300 で表される。

【化 6】



10

・・・化学式 300

【0074】

前記化学式 300 で、 Ar_{11} 及び Ar_{12} は互いに独立して、置換または非置換の C_5-C_{60} アリーレン基である。前記 Ar_{11} 及び Ar_{12} についての説明は、前記 Ar_1 についての詳細な説明を参照することで、ここでの詳細な説明は省略する。

20

【0075】

前記化学式 300 で、前記 e 及び f は互いに独立して、0～5 の整数である。前記 e 及び f についての説明は、前記 a についての詳細な説明を参照することで、ここでの詳細な説明は省略する。

【0076】

前記化学式 300 で、 $R_{51} \sim R_{58}$ 、及び $R_{61} \sim R_{69}$ は互いに独立して、水素、重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、置換または非置換の C_1-C_{60} アルキル基、置換または非置換の C_2-C_{60} アルケニル基、置換または非置換の C_2-C_{60} アルキニル基、置換または非置換の C_1-C_{60} アルコキシ基、置換または非置換の C_3-C_{60} シクロアルキル基、置換または非置換の C_5-C_{60} アリール基、置換または非置換の C_5-C_{60} アリールオキシ基、または、置換または非置換の C_5-C_{60} アリールチオ基であってもよい。前記 $R_{51} \sim R_{58}$ 、及び $R_{61} \sim R_{69}$ についての詳細な説明は、前記 R_1 についての詳細な説明を参照することで、ここでの詳細な説明は省略する。

30

【0077】

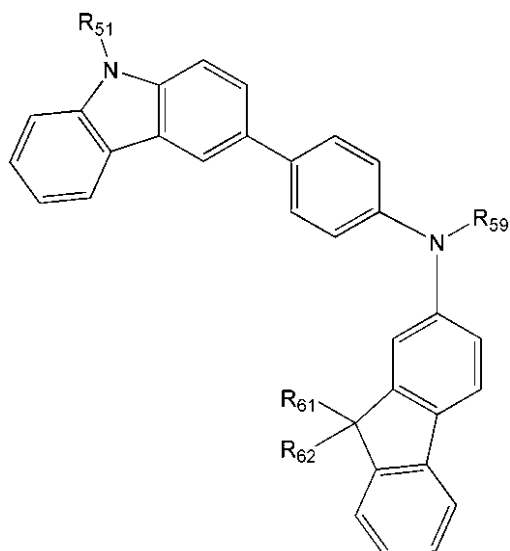
前記化学式 300 で、 R_{59} は、フェニル基、ナフチル基、アントリル基、ビフェニル基、ピリジル基、及び重水素、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボン酸基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸基やその塩、置換もしくは非置換の C_1-C_{20} アルキル基、並びに置換もしくは非置換の C_1-C_{20} アルコキシ基のうち一つ以上で置換されたフェニル基、ナフチル基、アントリル基、ビフェニル基及びピリジル基のうち一つであってもよい。

40

【0078】

一実施形態によれば、前記両極性化合物は、下記化学式 300A で表される。ただし、本発明は、化学式 300A に限定されるものではない。

【化 7】



10

・・・化学式 300A

【0079】

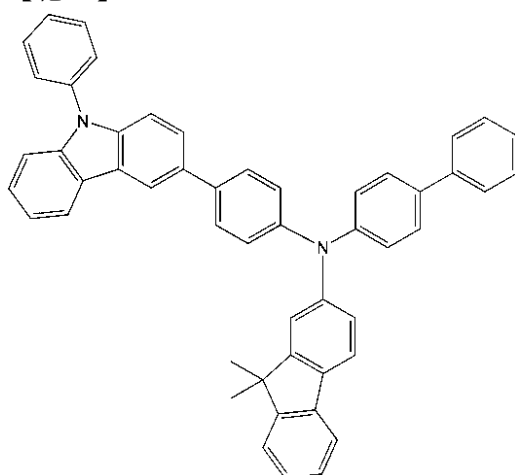
前記化学式 300A で、 R_{51} 、 R_{60} 、 R_{61} 及び R_{59} についての詳細な説明は、前述を参照することで、ここでの詳細な説明は省略する。

20

【0080】

例えば、前記両極性化合物は、下記化合物 300 である。ただし、本発明は、以下に限定されるものではない。

【化 8】



30

・・・化学式 300

【0081】

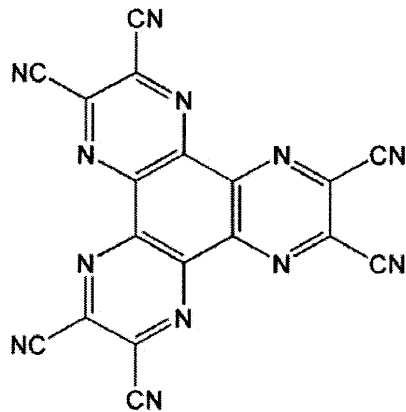
前記正孔注入層、正孔輸送層及び H-機能層のうち少なくとも 1 層は、前述のような化学式 1 のカルバゾール系化合物（両極性化合物を加えてもよい）以外に、膜の導電性などを向上させるために、電荷生成物質をさらに含んでもよい。

40

【0082】

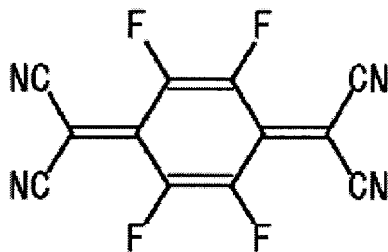
前記電荷生成物質は、例えば、p 型ドーパントであってもよい。前記 p 型ドーパントの非制限的な例としては、テトラシアノキノンジメタン (TCNQ)、及び 2, 3, 5, 6-テトラフルオロ-テトラシアノ-1, 4-ベンゾキノンジメタン (F4-CTNQ) のようなキノン誘導体、タングステン酸化物並びにモリブデン酸化物のような金属酸化物、及び下記化合物 200 のようなシアノ基含有化合物などを挙げることができる。ただし、本発明は上記に限定されるものではない。

【化 9】



10

・・・化学式 200



20

・・・4-C T N Q

30

【0083】

前記正孔注入層、前記正孔輸送層または前記H－機能層が、前記電荷生成物質をさらに含む場合、前記電荷生成物質は、正孔注入層、前記正孔輸送層または前記H－機能層中に均一に（homogeneous）分散されてもよいし、あるいは不均一に分布されてもよく、多様な変形が可能である。

【0084】

前記正孔注入層、正孔輸送層及びH－機能層のうち少なくとも1層と、前記発光層との間には、バッファ層が介在してもよい。前記バッファ層は、発光層から放出された光の波長による光学的共振距離を補償して効率を上昇させる役割を果たすことができる。前記バッファ層は、公知の正孔注入材料、正孔輸送材料を含んでもよい。または前記バッファ層は、バッファ層下部に形成された前記正孔注入層、正孔輸送層及びH－機能層に含まれた物質のうち一つと同じ物質を含んでもよい。

40

【0085】

前記バッファ層の厚みは、 $10 \text{ \AA}$ （ 1 nm ）～ $700 \text{ \AA}$ （ 70 nm ）、より好ましくは、 $20 \text{ \AA}$ （ 2 nm ）～ $500 \text{ \AA}$ （ 50 nm ）の範囲であるが、本発明は、それに限定されるものではない。前記バッファ層の厚みが前記範囲を満足する場合、発光層から放出される光の波長による光学的共振距離を効果的に補償し、有機発光素子の効率を向上させることができる。

【0086】

前記有機発光素子の第1電極（例えば、アノード）と第2電極（例えば、カソード）と

50

の間に、正孔輸送層が含まれる場合、前記正孔輸送層は、単一層構造または多層構造を有してもよい。

【0087】

例えば、前記正孔輸送層は、前記化学式1で表されるカルバゾール系化合物を含んだ単一層であるか、前記化学式1で表されるカルバゾール系化合物と、前記化学式300で表される両極性化合物とを含んだ単一層であってもよい。例えば、前記有機発光素子の第1電極と発光層との間の構造は、下記1)～4)の構造を有してもよいが、それらに限定されるものではない。

【0088】

1) 第1電極／正孔注入層／正孔輸送層（化学式1のカルバゾール系化合物）／発光層、 10

2) 第1電極／正孔注入層／正孔輸送層（化学式1のカルバゾール系化合物＋化学式300の両極性化合物）／発光層、

3) 第1電極／正孔注入層／正孔輸送層（化学式1のカルバゾール系化合物＋化学式300の両極性化合物）／バッファ層（化学式1のカルバゾール系化合物）／発光層、及び

4) 第1電極／正孔注入層／正孔輸送層（化学式1のカルバゾール系化合物＋化学式3の両極性化合物）／バッファ層（化学式300の両極性化合物）／発光層、

【0089】

前記1)～4)の構造において正孔輸送層は、前述のような電荷生成物質をさらに含んでもよい。 20

【0090】

また、前記正孔輸送層が多層構造を有する場合、前記正孔輸送層は、前記第1電極から順次に積層された第1正孔輸送層及び第2正孔輸送層を含んでもよい。前記第1正孔輸送層及び第2正孔輸送層は、前記化学式1で表されるカルバゾール系化合物と、前記化学式300で表される両極性化合物とのうち一つ以上を含んでもよい。例えば、前記有機発光素子の第1電極と発光層との間の構造は、下記5)～16)の構造を有してもよいが、本発明は以下に限定されるものではない。

【0091】

5) 第1電極／正孔注入層／第1正孔輸送層（化学式300の両極性化合物）／第2正孔輸送層（化学式1のカルバゾール系化合物）／発光層、 30

6) 第1電極／正孔注入層／第1正孔輸送層（化学式1のカルバゾール系化合物）／第2正孔輸送層（化学式300の両極性化合物）／発光層、

7) 第1電極／正孔注入層／第1正孔輸送層（化学式300の両極性化合物）／第2正孔輸送層（化学式1のカルバゾール系化合物＋化学式300の両極性化合物）／発光層、

8) 第1電極／正孔注入層／第1正孔輸送層（化学式1のカルバゾール系化合物）／第2正孔輸送層（化学式1のカルバゾール系化合物＋化学式300の両極性化合物）／発光層、

9) 第1電極／正孔注入層／第1正孔輸送層（化学式1のカルバゾール系化合物＋化学式300の両極性化合物）／第2正孔輸送層（化学式1のカルバゾール系化合物）／発光層、 40

10) 第1電極／正孔注入層／第1正孔輸送層（化学式1のカルバゾール系化合物＋化学式300の両極性化合物）／第2正孔輸送層（化学式300の両極性化合物）／発光層、

11) 第1電極／正孔注入層／第1正孔輸送層（化学式300の両極性化合物）／第2正孔輸送層（化学式1のカルバゾール系化合物）／バッファ層（化学式300の両極性化合物）／発光層、

12) 第1電極／正孔注入層／第1正孔輸送層（化学式1のカルバゾール系化合物）／第2正孔輸送層（化学式300の両極性化合物）／バッファ層（化学式1のカルバゾール系化合物） 50

ル系化合物) / 発光層、

13) 第1電極 / 正孔注入層 / 第1正孔輸送層 (化学式300の両極性化合物) / 第2正孔輸送層 (化学式1のカルバゾール系化合物 + 化学式300の両極性化合物) / バッファ層 (化学式1のカルバゾール系化合物) / 発光層、

14) 第1電極 / 正孔注入層 / 第1正孔輸送層 (化学式300の両極性化合物) / 第2正孔輸送層 (化学式1のカルバゾール系化合物 + 化学式300の両極性化合物) / バッファ層 (化学式300の両極性化合物) / 発光層、

15) 第1電極 / 正孔注入層 / 第1正孔輸送層 (化学式1のカルバゾール系化合物) / 第2正孔輸送層 (化学式1のカルバゾール系化合物 + 化学式300の両極性化合物) / バッファ層 (化学式1のカルバゾール系化合物) / 発光層、及び

16) 第1電極 / 正孔注入層 / 第1正孔輸送層 (化学式1のカルバゾール系化合物) / 第2正孔輸送層 (化学式1のカルバゾール系化合物 + 化学式300の両極性化合物) / バッファ層 (化学式300の両極性化合物) / 発光層。

【0092】

前記5) ~ 16) の構造において、第1正孔輸送層及び第2正孔輸送層のうち一つ以上は、前述のような電荷生成物質をさらに含んでもよい。

【0093】

前記第1正孔輸送層と第2正孔輸送層との厚み比は、1 : 9 ~ 9 : 1、より好ましくは、3 : 7 ~ 7 : 3であってもよい。例えば、前記第1正孔輸送層と第2正孔輸送層との厚み比は、約5 : 5である。

【0094】

前記有機発光素子の第1電極と第2電極との間に、H-機能層が含まれる場合、前記H-機能層は、単一層または多層構造を有することができる。

【0095】

例えば、前記H-機能層は、前記化学式1で表されるカルバゾール系化合物を含んだ単一層であるか、あるいは前記化学式1で表されるカルバゾール系化合物と、前記化学式300で表される両極性化合物とを含んだ単一層であってもよい。例えば、前記有機発光素子の第1電極と発光層との間の構造は、下記17) ~ 20) の構造であってもよい。ただし、本発明は、以下に限定されるものではない。

【0096】

17) 第1電極 / H-機能層 (化学式1のカルバゾール系化合物) / 発光層、

18) 第1電極 / H-機能層 (化学式1のカルバゾール系化合物 + 化学式300の両極性化合物) / 発光層、

19) 第1電極 / H-機能層 (化学式1のカルバゾール系化合物 + 化学式300の両極性化合物) / バッファ層 (化学式1のカルバゾール系化合物) / 発光層、及び

20) 第1電極 / H-機能層 (化学式1のカルバゾール系化合物 + 化学式300の両極性化合物) / バッファ層 (化学式300の両極性化合物) / 発光層。

【0097】

前記17) ~ 20) の構造においてH-機能層は、前述のような電荷生成物質をさらに含んでもよい。

【0098】

また、前記H-機能層が多層構造を有する場合、前記H-機能層は、前記第1電極から順次積層された第1H-機能層及び第2H-機能層を含んでもよい。前記第1H-機能層及び第2H-機能層は、前記化学式1で表されるカルバゾール系化合物と、前記化学式300で表される両極性化合物とのうち一つ以上を含んでもよい。例えば、前記有機発光素子の第1電極と発光層との間の構造は、下記21) ~ 32) の構造であってもよい。ただし、本発明は、以下に限定されるものではない。

【0099】

21) 第1電極 / 第1H-機能層 (化学式300の両極性化合物) / 第2H-機能層 (化学式1のカルバゾール系化合物) / 発光層、

22) 第1電極/第1H-機能層(化学式1のカルバゾール系化合物)/第2H-機能層(化学式300の両極性化合物)/発光層、

23) 第1電極/第1H-機能層(化学式300の両極性化合物)/第2H-機能層(化学式1のカルバゾール系化合物+化学式300の両極性化合物)/発光層、

24) 第1電極/第1H-機能層(化学式1のカルバゾール系化合物)/第2H-機能層(化学式1のカルバゾール系化合物+化学式300の両極性化合物)/発光層、

25) 第1電極/第1H-機能層(化学式1のカルバゾール系化合物+化学式300の両極性化合物)/第2H-機能層(化学式1のカルバゾール系化合物)/発光層、

26) 第1電極/第1H-機能層(化学式1のカルバゾール系化合物+化学式300の両極性化合物)/第2H-機能層(化学式300の両極性化合物)/発光層、

27) 第1電極/第1H-機能層(化学式300の両極性化合物)/第2H-機能層(化学式1のカルバゾール系化合物)/バッファ層(化学式300の両極性化合物)/発光層、

28) 第1電極/第1H-機能層(化学式1のカルバゾール系化合物)/第2H-機能層(化学式300の両極性化合物)/バッファ層(化学式1のカルバゾール系化合物)/発光層、

29) 第1電極/第1H-機能層(化学式300の両極性化合物)/第2H-機能層(化学式1のカルバゾール系化合物+化学式300の両極性化合物)/バッファ層(化学式1のカルバゾール系化合物)/発光層、

30) 第1電極/第1H-機能層(化学式300の両極性化合物)/第2H-機能層(化学式1のカルバゾール系化合物+化学式300の両極性化合物)/バッファ層(化学式300の両極性化合物)/発光層、

31) 第1電極/第1H-機能層(化学式1のカルバゾール系化合物)/第2H-機能層(化学式1のカルバゾール系化合物+化学式300の両極性化合物)/バッファ層(化学式1のカルバゾール系化合物)/発光層、及び

32) 第1電極/第1H-機能層(化学式1のカルバゾール系化合物)/第2H-機能層(化学式1のカルバゾール系化合物+化学式300の両極性化合物)/バッファ層(化学式300の両極性化合物)/発光層。

【0100】

前記21)～32)の構造において、第1H-機能層及び第2H-機能層のうち一つ以上は、前述のような電荷生成物質をさらに含んでもよい。

【0101】

前記第1H-機能層と第2H-機能層との厚み比は、1:9～9:1、より好ましくは、3:7～7:3である。例えば、前記第1H-機能層と第2H-機能層との厚み比は、約5:5である。

【0102】

前記発光層は、リン光ドーパントをさらに含み、前記発光層に含まれたカルバゾール系化合物は、リン光ホストの役割を行うことができる。前記リン光ドーパントは、Ir、Pt、Os、Re、Ti、Zr、Hfの有機金属錯体、またはそれらのうち2以上の組み合わせを含んだ有機金属錯体であるが、本発明は、上記に限定されるものではない。

【0103】

前記発光層は、赤色、緑色または青色の発光層であってもよい。例えば、前記発光層は、青色発光層である。前記カルバゾール系化合物は、リン光ドーパントを含んだ青色発光層と共に使われ、高効率、高輝度、高色純度及び長寿命を有する青色発光有機発光素子を提供することができる。

【0104】

また、前記有機層は、電子輸送層を含み、前記電子輸送層に、前記カルバゾール系化合物が存在してもよい。ここで、前記電子輸送層は、前記カルバゾール系化合物以外に、金属含有化合物をさらに含んでもよい。

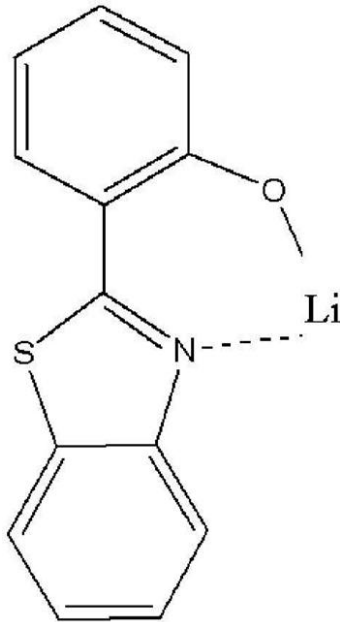
【0105】

または前記有機層は、電子輸送層を含む、前記電子輸送層に公知の電子輸送性有機化合物及び金属含有化合物を含んでもよい。

【0106】

前記金属含有化合物は、Li錯体であってもよい。前記Li錯体の例としては、キノリン酸リチウム（LiQ）または下記化合物203などを挙げることができる。

【化10】



10

20

・・・化学式203

【0107】

図1は、本発明の一具現例による有機発光素子10の断面図を概略的に図示したものである。以下、図1を参照しつつ、本発明の一実施形態による有機発光素子の構造及び製造方法について説明する。

【0108】

前記基板11としては、一般的な有機発光素子で使われる基板を使用することができる。例えば、機械的強度、熱的安定性、透明性、表面平滑性、取扱容易性及び防水性に優れたガラス基板または透明プラスチック基板を使用することができる。

30

【0109】

前記第1電極13は、基板上部に、第1電極用物質を蒸着法またはスパッタリング法などを利用して成膜することによって形成される。前記第1電極13がアノードである場合、正孔注入が容易なように、第1電極用物質は、仕事関数が高くなる物質が選択される。前記第1電極13は、反射型電極または透過型電極であってもよい。第1電極用物質として、透明であって伝導性にすぐれる酸化インジウムスズ（ITO）、酸化インジウム亜鉛（IZO）、酸化スズ（SnO₂）、酸化亜鉛（ZnO）などを利用することができる。または、マグネシウム（Mg）、アルミニウム（Al）、アルミニウム-リチウム（Al-Li）、カルシウム（Ca）、マグネシウム-インジウム（Mg-In）、マグネシウム-銀（Mg-Ag）などを利用し、前記第1電極13を反射型電極として形成することもできる。

40

【0110】

前記第1電極13は、単一層構造または2以上の多層構造を有することができる。例えば、前記第1電極13は、ITO/Ag/ITOの3層構造を有するが、本発明は、当該構造に限定されるものではない。

【0111】

前記第1電極13の上部には、有機層15が形成される。

【0112】

50

前記有機層 15 は、正孔注入層、正孔輸送層、バッファ層、発光層、電子輸送層及び電子注入層を含んでもよい。

【0113】

正孔注入層（HIL）は、前記第1電極13の上部に、真空蒸着法、スピンコーティング法、キャスト法、LB（Langmuir-Blodgett）法のような多様な方法を利用して形成される。

【0114】

真空蒸着法によって正孔注入層を形成する場合、その蒸着条件は、正孔注入層の材料として使用する化合物、目的とする正孔注入層の構造及び熱的特性などによって異なるが、例えば、蒸着温度約100～約500℃、真空度約 10^{-8} ～約 10^{-3} torr、蒸着速度約0.01～約100 Å（約10 nm）/secの範囲で選択される。ただし、本発明は上記に限定されるものではない。

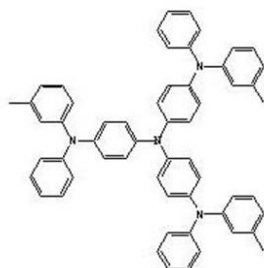
【0115】

スピンコーティング法によって正孔注入層を形成する場合、そのコーティング条件は、正孔注入層の材料として使用する化合物、目的とする正孔注入層の構造及び熱的特性によって異なるが、約2,000 rpm～約5,000 rpmのコーティング速度、コーティング後の溶媒除去のための熱処理温度は、約80℃～200℃の温度範囲で選択される。ただし、本発明は上記に限定されるものではない。

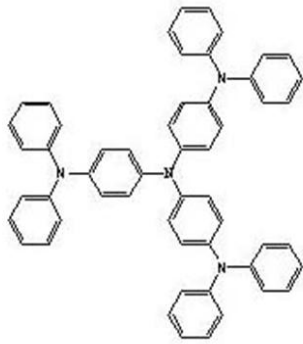
【0116】

正孔注入物質としては、公知の正孔注入物質を使用することができる。公知の正孔注入物質としては、例えば、N, N'-ジフェニル-N, N'-ビス-[4-(フェニル-m-トリル-アミノ)-フェニル]-ビフェニル-4, 4'-ジアミン（DNTPD）、銅フタロシアニンなどのフタロシアニン化合物、4, 4', 4''-トリス（3-メチルフェニルフェニルアミノ）トリフェニルアミン（m-MTDATA）、N, N'-ジ（1-ナフチル）-N, N'-ジフェニルベンジジン（NPB）、4, 4', 4''-トリス{N, Nジフェニルアミノ}トリフェニルアミン（TDATA）、4, 4'-ビス[N-(ナフチル)-N-フェニル-アミノ]ビフェニル（2-TNATA）、ポリアニリン/ドデシルベンゼンスルホン酸（Pani/DBSA）、ポリ（3, 4-エチレンジオキシチオフェン）/ポリ（4-スチレンスルホネート）（PEDOT/PSS）、ポリアニリン/カンファースルホン酸（Pani/CSA）またはポリアニリン/ポリ（4-スチレンスルホネート）（PANI:PSS）などを使用することができる。ただし、本発明は上記に限定されるものではない。

【化11】

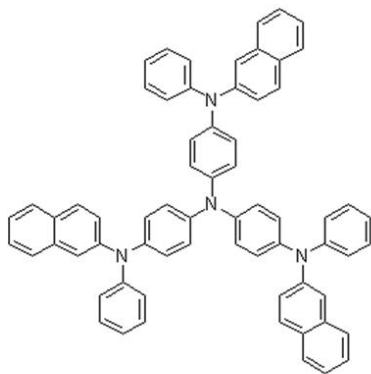


m-MTDATA



TDATA

10



2-TNATA

20

【0117】

前記正孔注入層の厚みは、約100 Å（約10 nm）～約10,000 Å（約1000 nm）、より好ましくは、約100 Å（約10 nm）～約1,000 Å（約100 nm）である。前記正孔注入層の厚みが、前述の範囲を満足する場合、実質的な駆動電圧を上昇させることなく、所望の正孔注入特性を得ることができる。

【0118】

30

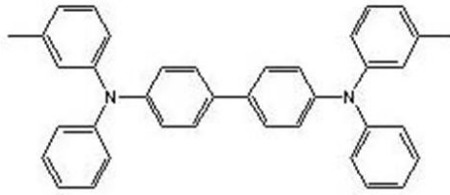
次に、前記正孔注入層の上部に、真空蒸着法、スピンコーティング法、キャスト法、LB法のような多様な方法を利用し、正孔輸送層（HTL）を形成する。真空蒸着法及びスピンコーティング法によって正孔輸送層を形成する場合、その蒸着条件及びコーティング条件は、使用する化合物によって異なるが、一般的に、正孔注入層の形成とほぼ同じ条件範囲を適用してもよい。

【0119】

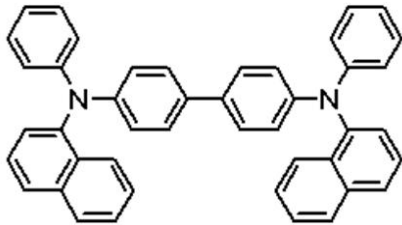
正孔輸送物質としては、前記化学式1で表されるカルバゾール系化合物、前記両極性化合物及び公知の正孔輸送物質のうちから、少なくとも一つを使用することができる。公知の正孔輸送材料としては、例えば、N-フェニルカルバゾール、ポリビニルカルバゾールなどのカルバゾール誘導体、N, N'-ビス（3-メチルフェニル）-N, N'-ジフェニル-〔1, 1'-ビフェニル〕-4, 4'-ジアミン（TPD）、4, 4', 4''-トリリス（N-カルバゾリル）トリフェニルアミン（TCTA）、N, N'-ジ（1-ナフチル）-N, N'-ジフェニルベンジジン（NPB）などを挙げることができるが、本発明は、上記に限定されるものではない。

40

【化 1 2】



TPD



NPB

【0 1 2 0】

前記正孔輸送層の厚みは、約 50 Å (約 5 nm) ~ 約 2,000 Å (約 200 nm)、より好ましくは、約 100 Å (約 10 nm) ~ 約 1,500 Å (約 150 nm) である。前記正孔輸送層の厚みが、前述の範囲を満足する場合、実質的な駆動電圧を上昇させることなく、所望の正孔輸送特性を得ることができる。

【0 1 2 1】

また、前記正孔輸送層の上部に、真空蒸着法、スピコーティング法、キャスト法、LB法のような多様な方法を利用し、バッファ層を形成することができる。真空蒸着法及びスピコーティング法によってバッファ層を形成する場合、その蒸着条件及びコーティング条件は、使用する化合物によって異なるが、一般的に、正孔注入層の形成とほぼ同じ条件範囲を適用してもよい。

【0 1 2 2】

前記バッファ層についての詳細な説明は、前述を参照し、ここでの説明は省略する。

【0 1 2 3】

また、前記バッファ層の上部に、真空蒸着法、スピコーティング法、キャスト法、LB法のような方法を利用し、発光層 (EML) を形成することができる。真空蒸着法及びスピコーティング法によって発光層を形成する場合、その蒸着条件は、使用する化合物によって異なるが、一般的に、正孔注入層の形成とほぼ同じ条件範囲を適用してもよい。

【0 1 2 4】

前記発光層物質としては、公知の発光材料 (ホスト及び/またはドーパント) のうち 1 種以上の物質を使用することができる。

【0 1 2 5】

公知のホストの例としては、トリス (8-キノリノラト) アルミニウム (Alq3)、4,4'-N,N'-ジカルバゾール-ビフェニル (CBP)、ポリ (n-ビニルカルバゾール) (PVK)、9,10-ジ (ナフタレン-2-イル) アントラセン (ADN)、4,4',4''-トリス (N-カルバゾリル) トリフェニルアミン (CTTA)、1,3,5-トリス (N-フェニルベンズイミダゾール-2-イル) ベンゼン (TPBI)、3-tert-ブチル-9,10-ジ (ナフト-2-イル) アントラセン (TBADN)、E3、ジスチルアアリーレン (DSA) などを使用することができるが、本発明は上記に

10

20

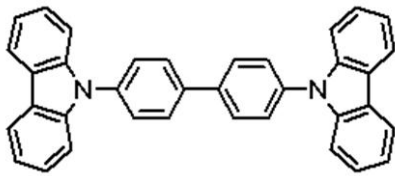
30

40

50

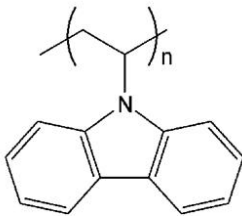
限定されるものではない。

【化 1 3】



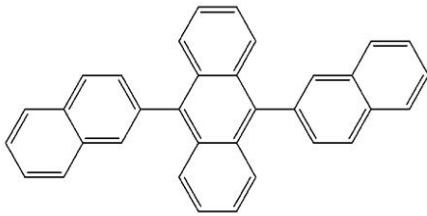
CBP

10



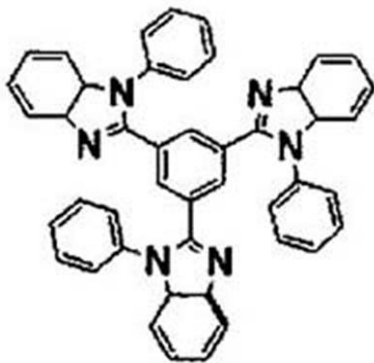
PVK

20



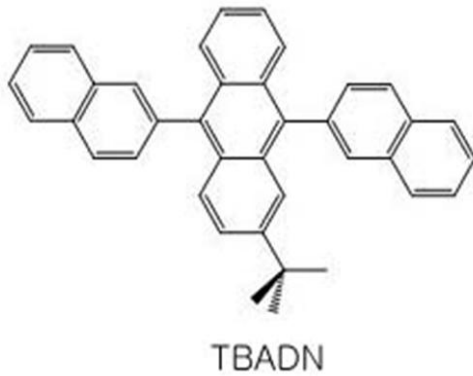
ADN

30

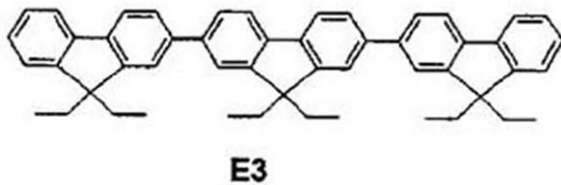


TPBI

40



10



【0126】

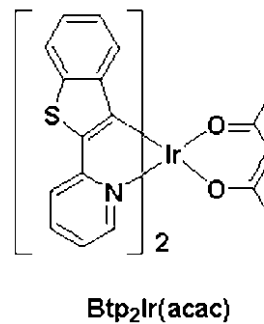
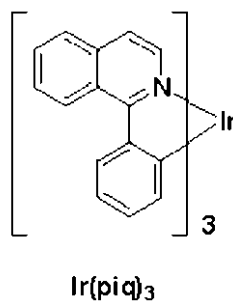
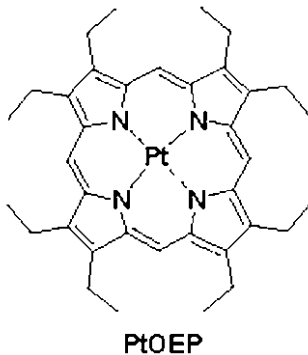
前記ドーパントは、蛍光ドーパント及びリン光ドーパントのうち、少なくとも一つであってもよい。

20

【0127】

公知の赤色ドーパントとして、PtOEP、Ir(piq)₃、Btp₂Ir(acac)などを利用することができる。ただし、本発明は上記に限定されるものではない。

【化14】



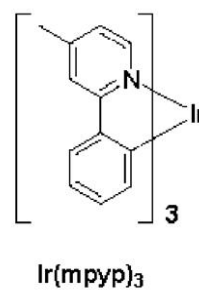
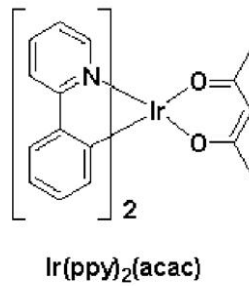
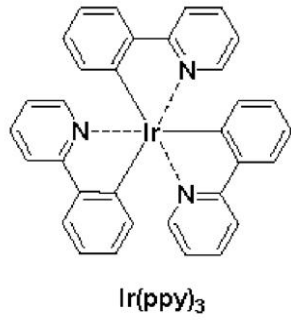
30

【0128】

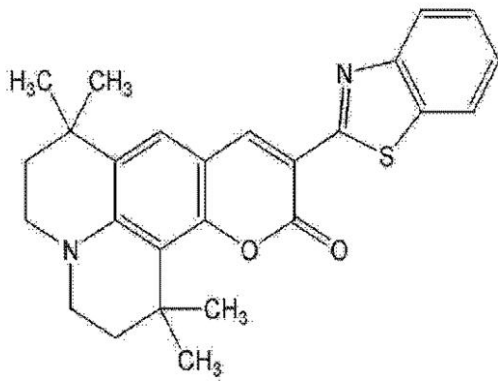
また、公知の緑色ドーパントとして、Ir(ppy)₃ (ppy=フェニルピリジン)、Ir(ppy)₂(acac)、Ir(mpyp)₃、10-(2-ベンゾチアゾリル)-1,1,7,7-テトラメチル-2,3,6,7-テトラヒドロ-1H,5H,11H-[1]ベンゾピラの[6,7,8-ij]キノリジン-11-オン(C545T)などを利用することができる。ただし、本発明は上記に限定されるものではない。

40

【化 1 5】



10



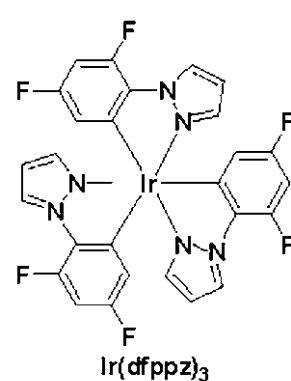
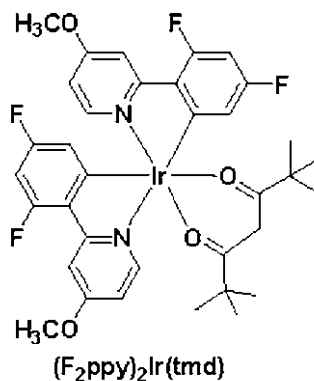
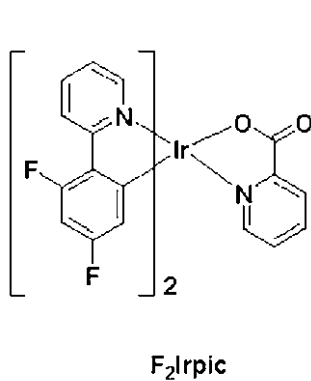
20

【0 1 2 9】

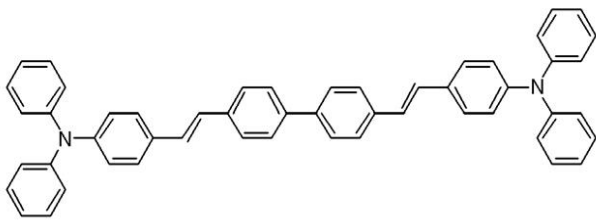
一方、公知の青色ドーパントとして、 F_2Irpic 、 $(\text{F}_2\text{ppy})_2\text{Ir(tmd)}$ 、 Ir(dfppz)_3 、 ter-フルオレン 、4, 4'-ビス(4-ジフェニルアミノスチリル)ビフェニル(DPAVBi)、2, 5, 8, 11-テトラ-tert-ブチルペリレン(TBPe)、1, 4-ビス-(2, 2-ジフェニルビニル)ビフェニル(DPVBi)などを利用することができる。ただし、本発明は上記に限定されるものではない。

30

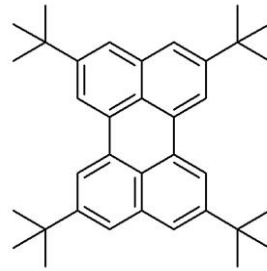
【化 1 6】



40

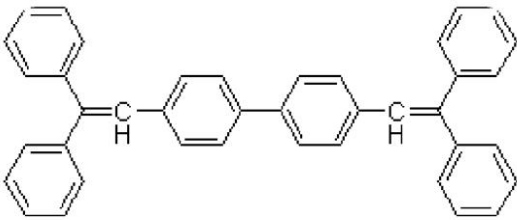


DPAVBi



TBPe

10



DPVBi

【0130】

20

前記発光層がホスト及びドーパントを含む場合、ドーパントの含有量は、一般的に、ホスト約100重量部を基準として、約0.01～約15重量部の範囲で選択されるが、それに限定されるものではない。

【0131】

前記発光層の厚みは、約100 Å（約10 nm）～約1,000 Å（約100 nm）、より好ましくは、約200 Å（約20 nm）～約600 Å（約60 nm）である。前記発光層の厚みが、前述のような範囲を満足する場合、実質的な駆動電圧を上昇させることなく、優秀な発光特性を得ることができる。

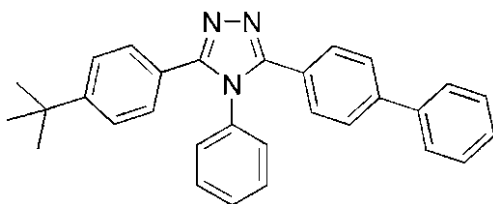
【0132】

次に、発光層の上部に、電子輸送層（ETL）を、真空蒸着法、スピンコーティング法、キャスト法などの多様な方法を利用して形成する。真空蒸着法及びスピンコーティング法によって電子輸送層を形成する場合、その条件は、使用する化合物によって異なるが、一般的に、正孔注入層の形成とほぼ同じ条件範囲を適用してもよい。前記電子輸送層材料としては、電子注入電極（カソード）から注入された電子を安定して輸送する機能を行うものであり、公知の電子輸送物質または前記化学式1のカルバゾール系化合物を利用することができる。公知の電子輸送物質の例としては、キノリン誘導体、特に、Alq3、1,2,4-トリアゾール誘導体（TAZ）、ビス（2-メチル-8-キノリノラト）-p-フェニルフェノラト）-アルミニウム（BALq）、ビス（10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリナト）-ベリリウム（BeBq2）、9,10-ジ（ナフタレン-2-イル）アントラセン（ADN）、化合物201、化合物202のような材料を使用することができる。ただし本発明は上記に限定されるものではない。

30

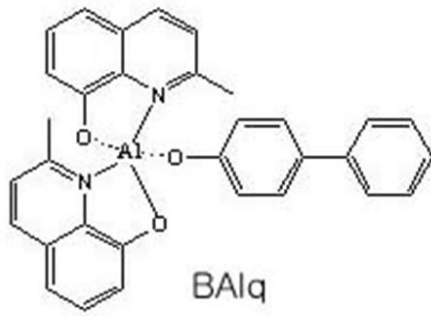
40

【化17】

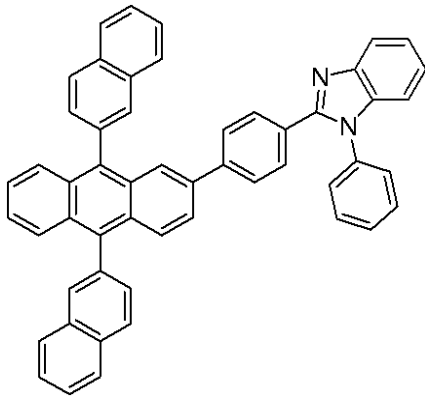


TAZ

50

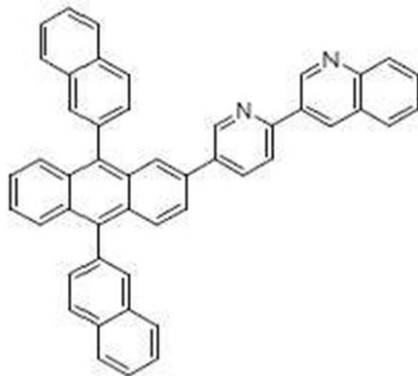


10



20

・・・化学式 201



30

・・・化学式 202

【0133】

前記電子輸送層の厚みは、約 100 Å (約 10 nm) ~ 約 1,000 Å (約 100 nm)、より好ましくは、約 150 Å (約 15 nm) ~ 約 500 Å (約 50 nm) である。前記電子輸送層の厚みが、前述のような範囲を満足する場合、実質的な駆動電圧を上昇させることなく、所望の電子輸送特性を得ることができる。

40

【0134】

または前記電子輸送層は、公知の電子輸送性有機化合物、または前記化学式 1 のカルバゾール系化合物以外に、金属含有物質をさらに含んでもよい。

【0135】

また、電子輸送層の上部に、カソードから電子の注入を容易にする機能を有する電子注入層 (EIL) が積層されてもよい。当該電子注入層は特別に材料を制限されない。

【0136】

前記電子注入層の形成材料としては、LiF、NaCl、CsF、Li₂O、BaO のような公知である任意の物質を利用することができる。前記電子注入層の蒸着条件は、使用する化合物によって異なるが、一般的に、正孔注入層の形成とほぼ同じ条件範囲を適用

50

してもよい。

【0137】

前記電子注入層の厚みは、約1 Å（約0.1 nm）～約100 Å（約10 nm）、より好ましくは約3 Å（約0.3 nm）～約90 Å（約9 nm）である。前記電子注入層の厚みが、前述のような範囲を満足する場合、実質的な駆動電圧を上昇させることなく、所望の電子注入特性を得ることができる。

【0138】

以上説明した有機層15の上部には、第2電極17が形成される。前記第2電極は、電子注入電極であるカソードであり、前記第2電極形成用の金属としては、小さい仕事関数を有する金属、合金、電気伝導性化合物及びそれらの混合物を使用することができる。具体的例としては、リチウム（Li）、マグネシウム（Mg）、アルミニウム（Al）、アルミニウム-リチウム（Al-Li）、カルシウム（Ca）、マグネシウム-インジウム（Mg-In）、マグネシウム-銀（Mg-Ag）などが使用でき、薄膜に形成することで透過型電極を得ることができる。一方、前面発光素子を得るために、ITO、IZOを利用した透過型電極を形成することもでき、多様な変形が可能である。

【0139】

以上、前記有機発光素子について、図1を参照しつつ説明したが、本発明は上記に限定されるものではない。

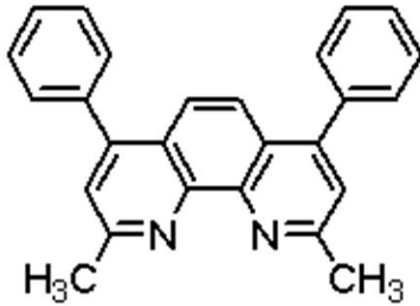
【0140】

例えば、前記有機発光素子の第1電極13と発光層との間の構造は、前述の1)～32)の構造のうち一つに変形することができる。このとき、H-機能層の厚みは、100 Å（約10 nm）～10,000 Å（約1000 nm）、より好ましくは、500 Å（約50 nm）～5,000 Å（約500 nm）である。前記H-機能層の厚みが、前述の範囲を満足する場合、駆動電圧を上昇させることなく、優秀な電気的特性の有機発光素子を製作することができる。

【0141】

また、発光層にリン光ドーパントを共に使用する場合には、三重項励起子または正孔が電子輸送層に拡散する現象を防止するために、前記正孔輸送層と発光層との間、またはH-機能層と発光層との間に、正孔阻止層（HBL）を形成することができる。正孔阻止層（HBL）は、真空蒸着法、スパインコーティング法、キャスト法、LB法のような公知の方法を利用し、形成することができる。真空蒸着法及びスパインコーティング法によって正孔阻止層を形成する場合、その条件は、使用する化合物によって異なるが、一般的に、正孔注入層の形成とほぼ同じ条件範囲を適用してもよい。正孔阻止材料としては公知の材料を使用することができ、その例としては、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体やフェナントロリン誘導体などを挙げることができる。例えば、下記のような2,9-ジメチル-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン（BCP）を正孔阻止層の材料として使用することができる。

【化 1 7】



10

BCP

【0 1 4 2】

前記正孔阻止層の厚みは、約 20 Å (約 2 nm) ~ 約 1,000 Å (約 100 nm)、より好ましくは、約 30 Å (約 3 nm) ~ 約 300 Å (約 30 nm) である。前記正孔阻止層の厚みが、前述のような範囲を満足する場合、実質的な駆動電圧を上昇させることなく、優秀な正孔阻止特性を得ることができる。

【0 1 4 3】

20

以下、合成例及び実施例を挙げて、本発明の一実施形態による有機発光素子について、さらに具体的に説明するが、本発明が、下記の合成例及び実施例に限定されるものではない。

【0 1 4 4】

[実施例]

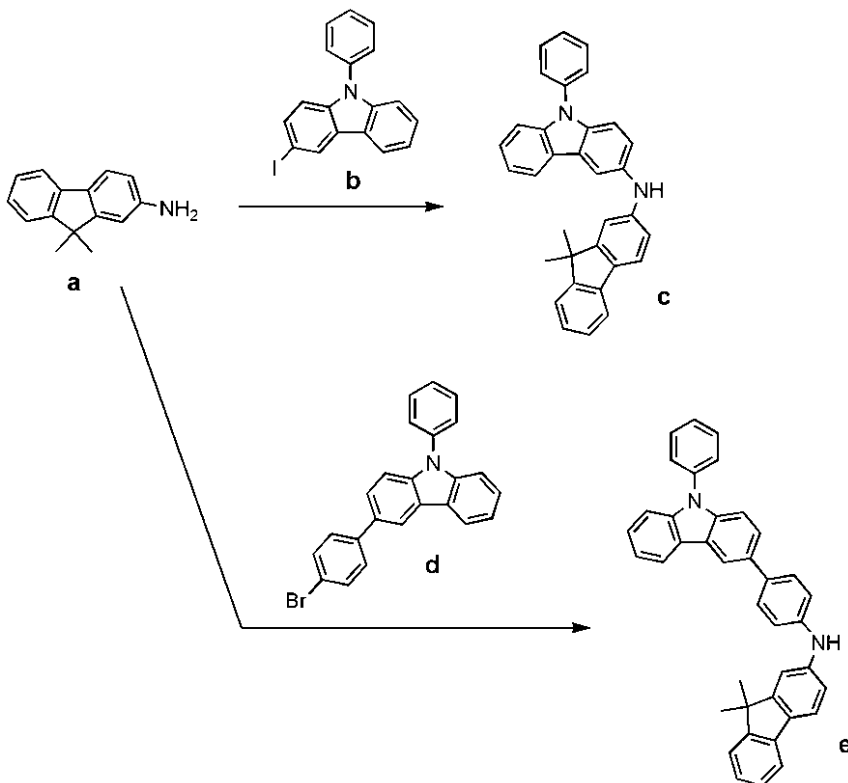
[中間体 a ~ j の合成]

下記反応式 1 によって、中間体 a ~ j を合成した。

[中間体合成の反応式]

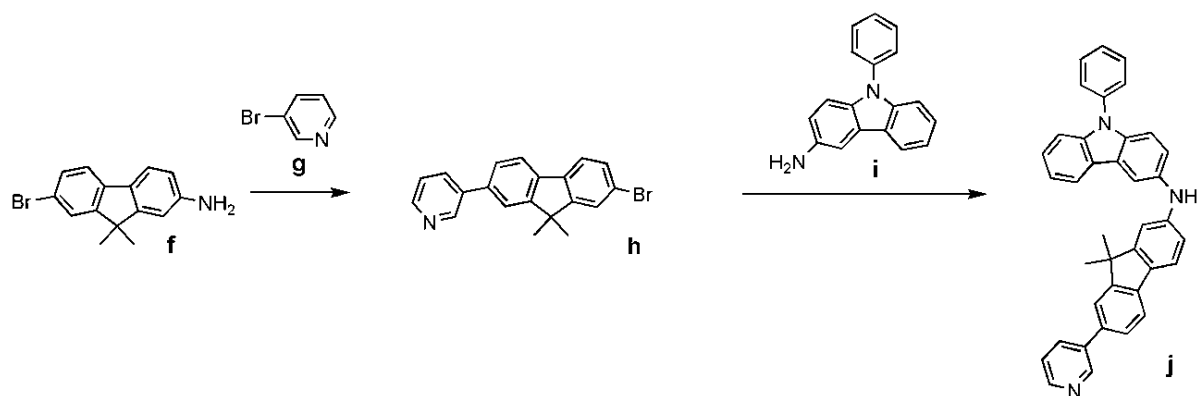
【化 1 8】

30



40

50



10

【0145】

[中間体cの合成]

中間体a 10.5 g (50 mmol)、中間体b 18.5 g (50 mmol)、トリス(ジベンジリデンアセトン)ジパレジウム(0) ($\text{Pd}_2(\text{dba})_3$) 1.35 g (3.0 mole%)、ナトリウムtert-ブトキシド 7.2 g (75 mmol)、トリ-tert-ブチルホスフィン ($\text{P}(\text{t-Bu})_3$) 300 mg (3.0 mole%) をトルエン(toluene) 300 mLに入れ、100℃で5時間還流撹拌した。反応液を常温まで冷却させた後、反応液に塩化メチレンと H_2O とを入れて抽出した後で硫酸マグネシウムを入れ、乾燥させた。溶媒を蒸発させて得た残留物をシリカゲル・カラムクロマトグラフィーで分離精製し、中間体c (18.5 g、収率82%)を得た。生成された物質はLC-MS(liquid chromatography-mass spectroscopy)によって確認した。

20

$\text{C}_{33}\text{H}_{26}\text{N}_2$: $\text{M}+450.21$

【0146】

[中間体eの合成]

中間体a 10.5 g (50 mmol)、中間体d 19.9 g (50 mmol)、 $\text{Pd}_2(\text{dba})_3$ 1.35 g (3.0 mole%)、ナトリウムtert-ブトキシド 7.2 g (75 mmol)、 $\text{P}(\text{t-Bu})_3$ 300 mg (3.0 mole%) をトルエン 300 mLに入れ、100℃で5時間還流撹拌した。反応液を常温まで冷却させた後、反応液に塩化メチレンと H_2O とを入れて抽出した後で硫酸マグネシウムを入れ、乾燥させた。溶媒を蒸発させて得た残留物をシリカゲル・カラムクロマトグラフィーで分離精製し、中間体e (22.5 g、収率85%)を得た。生成された物質はLC-MSによって確認した。

30

$\text{C}_{39}\text{H}_{30}\text{N}_2$: $\text{M}+526.24$

【0147】

[中間体hの合成]

中間体f 5.8 g (20 mmol)、中間体g 9.5 g (60 mmol)、 $\text{Pd}_2(\text{dba})_3$ 0.5 g (3.0 mole%)、ナトリウムtert-ブトキシド 2.9 g (75 mmol)、 $\text{P}(\text{t-Bu})_3$ 120 mg (3.0 mole%) をトルエン 100 mLに入れ、100℃で5時間還流撹拌した。反応液を常温まで冷却させた後、反応液に塩化メチレンと H_2O とを入れて抽出した後で硫酸マグネシウムを入れ、乾燥させた。溶媒を蒸発させて得た残留物をシリカゲル・カラムクロマトグラフィーで分離精製し、中間体h (4.3 g、収率74%)を得た。生成された物質はLC-MSによって確認した。

40

$\text{C}_{20}\text{H}_{18}\text{N}_2$: $\text{M}+286.15$

【0148】

[中間体jの合成]

中間体h 4.0 g (14 mmol)、中間体i 3.6 g (14 mmol)、 $\text{Pd}_2(\text{dba})_3$ 380 mg (3.0 mole%)、ナトリウムtert-ブトキシド 2.9 g (75 mmol) をトルエン 100 mLに入れ、100℃で5時間還流撹拌した。反応液を常温まで冷却させた後、反応液に塩化メチレンと H_2O とを入れて抽出した後で硫酸マグネシウムを入れ、乾燥させた。溶媒を蒸発させて得た残留物をシリカゲル・カラムクロマトグラフィーで分離精製し、中間体j (1.2 g、収率12%)を得た。生成された物質はLC-MSによって確認した。

50

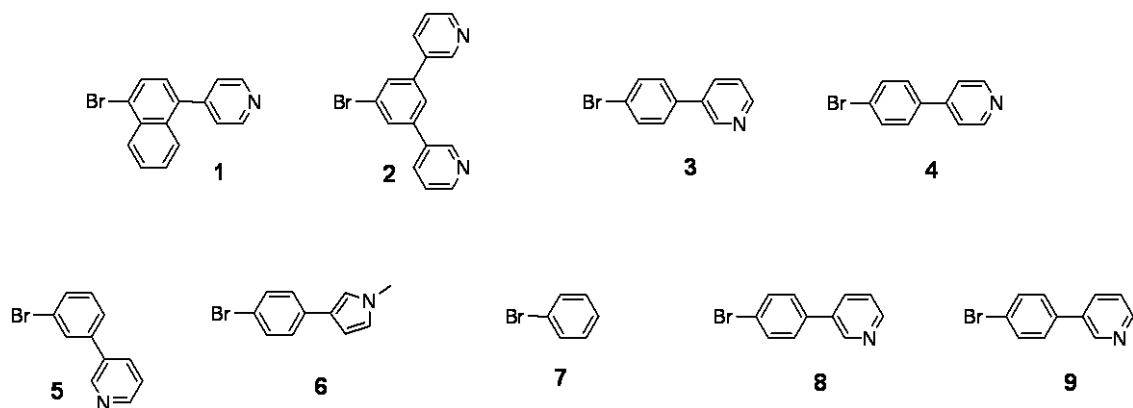
0 g (21 mmol)、 $P(t-Bu)_3$ 84 mg (3.0 mol%) をトルエン 100 mL に入れ、100 °C で 5 時間還流撹拌した。反応液を常温まで冷却させた後、反応液に塩化メチレンと H_2O とを入れて抽出した後で硫酸マグネシウムを入れ、乾燥させた。溶媒を蒸発させて得られた残留物をシリカゲル・カラムクロマトグラフィで分離精製し、中間体 j (6.1 g、収率 83%) を得た。生成された物質は LC-MS によって確認した。

$C_{38}H_{29}N_3$: M+527.24

【0149】

[中間体 1 ~ 9 の化学式]

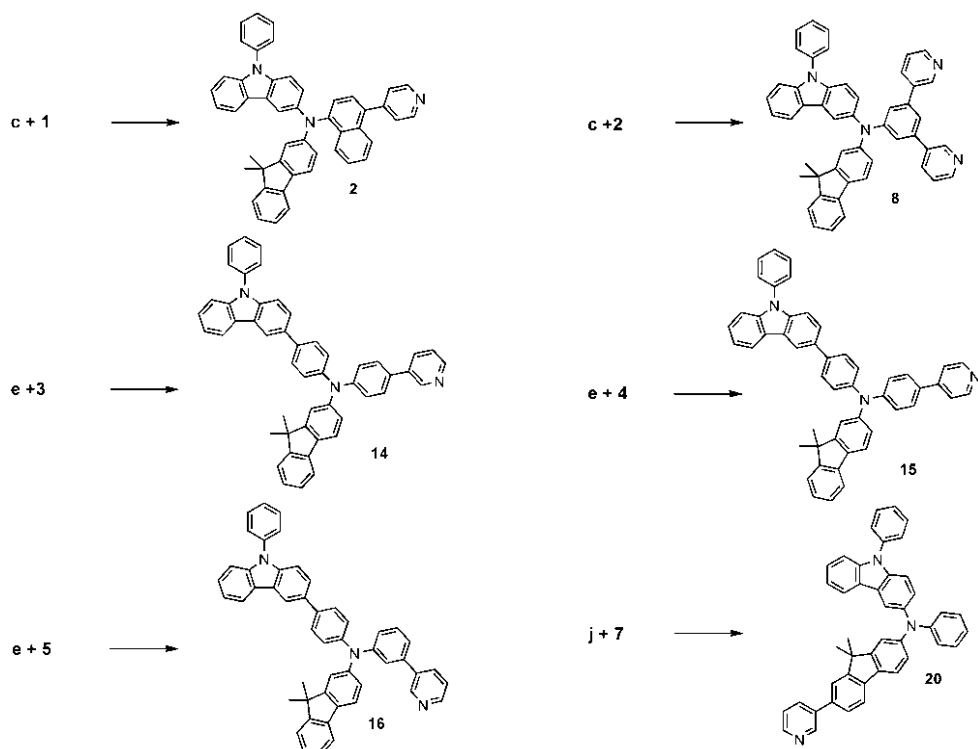
【化 19】

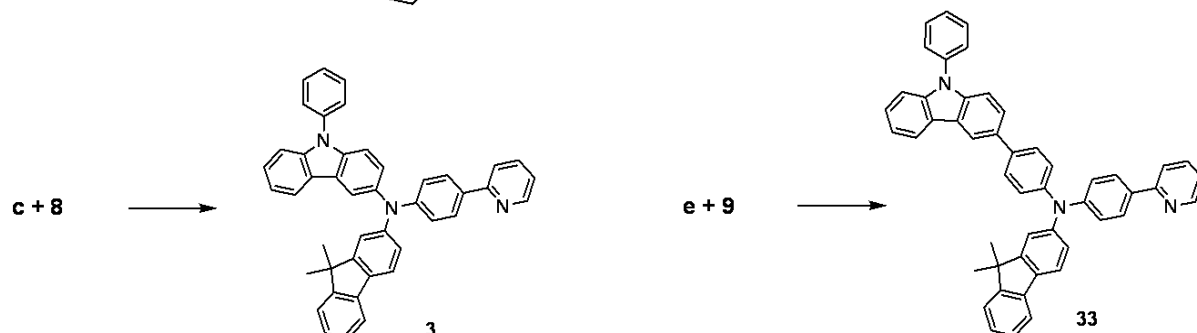


【0150】

[化合物 2, 3, 8, 14, 15, 16, 20, 31 及び 33 の合成のための反応式]

【化 20】





20

20

20

30

30

40

40

40

40

40

50

50

50

を利用し、化合物 14 (5.30 g、78%) を得た。生成された物質は、LC-MS と NMR によって確認した。

$C_{50}H_{37}N_3$: $M+679.30$

1H NMR ($CDCl_3$ 、400 MHz) δ (ppm) 8.90 (m, 1H)、8.60–8.58 (m, 1H)、8.24–8.22 (d, 1H)、8.15 (s, 1H)、7.93–7.91 (m, 1H)、7.78–7.84 (m, 2H)、7.67–7.64 (m, 1H)、7.58–7.54 (m, 3H)、7.52–7.46 (m, 5H)、7.38–7.24 (m, 6H)、7.21–7.19 (d, 1H)、7.13–7.10 (m, 2H)、6.71–6.64 (m, 3H)、6.58–6.54 (m, 2H)、6.42 (m, 1H)、1.61 (s, 6H)

10

【0154】

[化合物 15 の合成]

中間体 c 及び 1 の代わりに、中間体 e 5.27 g (10 mmol) 及び中間体 4 2.3 g (10 mmol) を使用したという点を除いては、化合物 2 の合成方法と同じ方法を利用し、化合物 15 (5.57 g、82%) を得た。生成された物質は、LC-MS と NMR によって確認した。

$C_{50}H_{37}N_3$: $M+679.30$

1H NMR ($CDCl_3$ 、400 MHz) δ (ppm) 8.72 (m, 2H)、8.24–8.22 (d, 1H)、8.15 (s, 1H)、7.78–7.73 (m, 2H)、7.67–7.64 (m, 1H)、7.58–7.55 (m, 7H)、7.51–7.47 (m, 4H)、7.39–7.27 (m, 4H)、7.21–7.19 (d, 1H)、7.13–7.10 (m, 2H)、6.71–6.66 (m, 3H)、6.58–6.54 (m, 2H)、6.42 (m, 1H)、1.61 (s, 6H)

20

【0155】

[化合物 16 の合成]

中間体 c 及び 1 の代わりに、中間体 e 5.27 g (10 mmol) 及び中間体 5 2.3 g (10 mmol) を使用したという点を除いては、化合物 2 の合成方法と同じ方法を利用し、化合物 16 (5.85 g、86%) を得た。生成された物質は、LC-MS と NMR によって確認した。

$C_{50}H_{37}N_3$: $M+679.30$

1H NMR ($CDCl_3$ 、400 MHz) δ (ppm) 8.86 (m, 1H)、8.65–8.64 (m, 1H)、8.24–8.22 (d, 1H)、8.15 (s, 1H)、7.85–7.74 (m, 1H)、7.78–7.73 (m, 2H)、7.67–7.64 (m, 1H)、7.58–7.55 (m, 3H)、7.51–7.47 (m, 4H)、7.43–7.11 (m, 8H)、7.07–7.04 (m, 3H)、6.74–6.70 (m, 1H)、6.58–6.54 (m, 2H)、6.49 (m, 1H)、6.23–6.21 (m, 1H)、1.61 (s, 6H)

30

【0156】

[化合物 20 の合成]

中間体 c 及び 1 の代わりに、中間体 j 5.27 g (10 mmol) 及び中間体 7 1.57 g (10 mmol) を使用したという点を除いては、化合物 2 の合成方法と同じ方法を利用し、化合物 20 (4.95 g、82%) を得た。生成された化合物は、LC-MS と NMR によって確認した。

40

$C_{44}H_{33}N_3$: $M+03.27$

1H NMR ($CDCl_3$ 、400 MHz) δ (ppm) 8.94 (s, 1H)、8.65–8.64 (m, 1H)、8.22–8.20 (d, 1H)、8.06–8.04 (m, 1H)、7.76–7.72 (m, 3H)、7.57–7.55 (m, 2H)、7.50–7.45 (m, 4H)、7.43–7.23 (m, 6H)、7.09–7.05 (m, 2H)、6.87–6.85 (m, 1H)、7.73–7.70 (m, 1H)、6.67–6.63 (m, 1H)、6.48–6.47 (m, 1H)、6.30–6.27 (m

50

, 2 H)、1.63 (s, 6 H)

【0157】

[化合物31の合成]

中間体c及び1の代わりに、中間体e 5.27 g (10 mmol) 及び化合物6 2.2 g (10 mmol) を使用したという点を除いては、化合物2の合成方法と同じ方法を利用し、化合物31 (5.04 g、74%) を収得した。生成された化合物は、LC-MSとNMRによって確認した。

$C_{50}H_{39}N_3$: M+681.31

1H NMR (CDCl₃, 400 MHz) δ (ppm) 8.24–8.22 (m, 1 H)、8.15 (m, 1 H)、7.78–7.73 (m, 2 H)、7.67–7.64 (m, 1 H)、7.58–7.55 (m, 3 H)、7.52–7.47 (m, 4 H)、7.39–7.27 (m, 4 H)、7.21–7.19 (m, 1 H)、7.14–7.09 (m, 2 H)、7.05–7.01 (m, 2 H)、6.90 (m, 1 H)、6.71–6.67 (m, 3 H)、6.58–6.51 (m, 4 H)、6.42–6.41 (m, 1 H)、3.47 (s, 3 H)、1.61 (s, 6 H) 10

【0158】

[化合物3の合成]

中間体1の代わりに、中間体8 2.34 g (10 mmol) を使用したという点を除いては、化合物2の合成方法と同じ方法を利用し、化合物3 5.31 g (88%) を得た。生成された化合物は、LC-MSとNMRによって確認した。 20

【0159】

$C_{44}H_{33}N_3$: M+603.27

1H NMR (CDCl₃, 400 MHz) δ (ppm) 8.56 (d, 1 H)、7.84–6.98 (m, 20 H)、6.75 (s, 2 H)、6.58–6.55 (m, 3 H)、6.28 (d, 1 H)、1.67 (s, 6 H)

【0160】

[化合物33の合成]

中間体c及び中間体1の代わりに、中間体e 5.27 g (10 mmol) 及び中間体9 2.34 g (10 mmol) をそれぞれ使用したという点を除いては、化合物2の合成方法と同じ方法を利用し、化合物33 6.05 g (89%) を得た。生成された化合物は、LC-MSとNMRによって確認した。 30

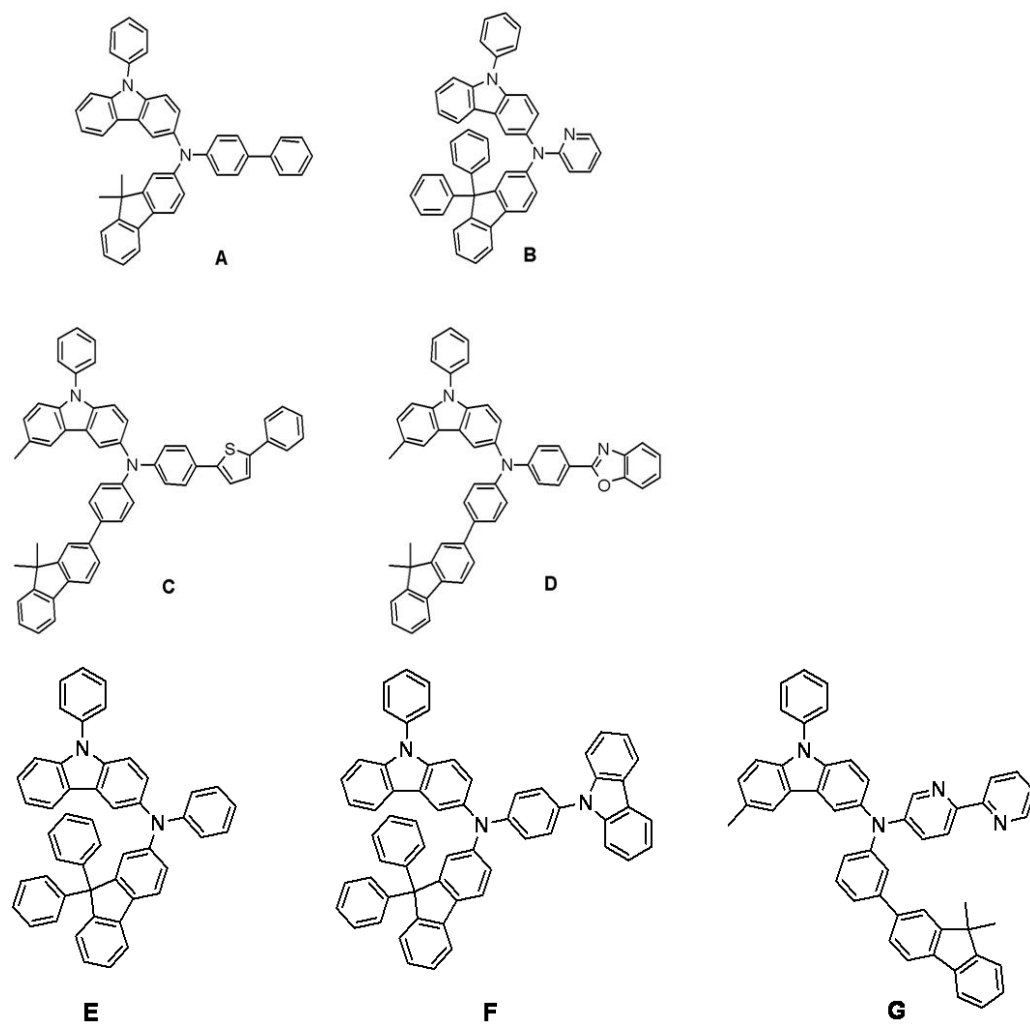
$C_{50}H_{37}N_3$: M+679.30

1H NMR (CDCl₃, 400 MHz) δ (ppm) 8.56 (d, 1 H)、7.84–6.98 (m, 24 H)、6.75 (s, 1 H)、6.58–6.52 (m, 5 H)、1.67 (s, 6 H)

【0161】

[化合物A～G]

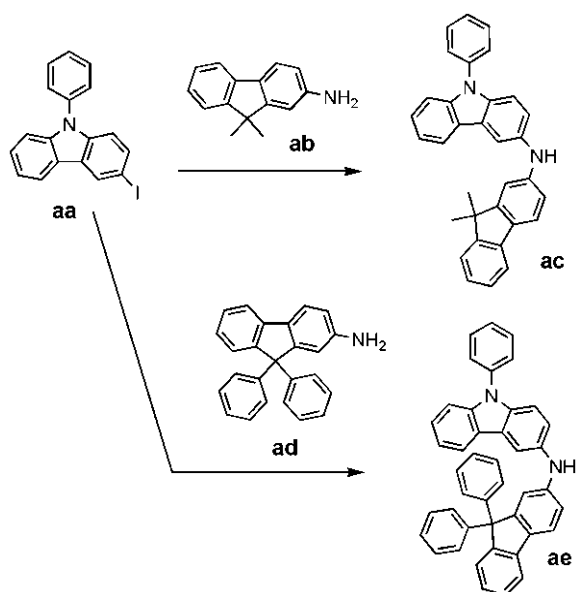
【化 2 1】

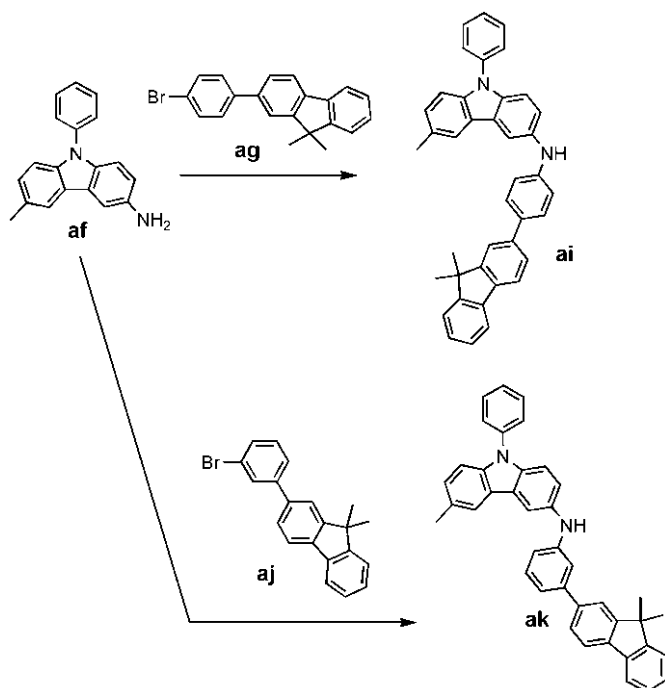


【 0 1 6 2】

[化合物 A ~ G の合成のための反応式]

【化 2 2】





10

【0163】

20

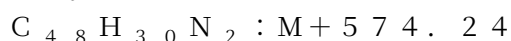
[中間体 a c の合成]

中間体 a c の合成方法は、中間体 c の合成方法と同一である（中間体 a a = 中間体 b、中間体 a b = 中間体 a）。

【0164】

[中間体 a e の合成]

中間体 a 及び d の代わりに、中間体 a a 18.5 g (50 mmol) 及び中間体 a d 16.7 g (50 mmol) を使用したという点を除いては、前記中間体 e の合成方法と同じ方法を利用して中間体 a e (12.1 g、収率 65%) を合成し、LC-MS で確認した。

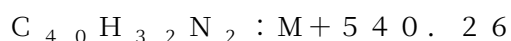


30

【0165】

[中間体 a i の合成]

中間体 a 及び d の代わりに、中間体 a f 13.6 g (50 mmol) 及び中間体 a g 17.5 g (50 mmol) を使用したという点を除いては、前記中間体 e の合成方法と同じ方法を利用して中間体 a i (16.5 g、収率 61%) を合成し、LC-MS で確認した。

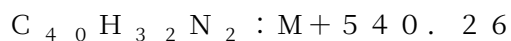


【0166】

[中間体 a k の合成]

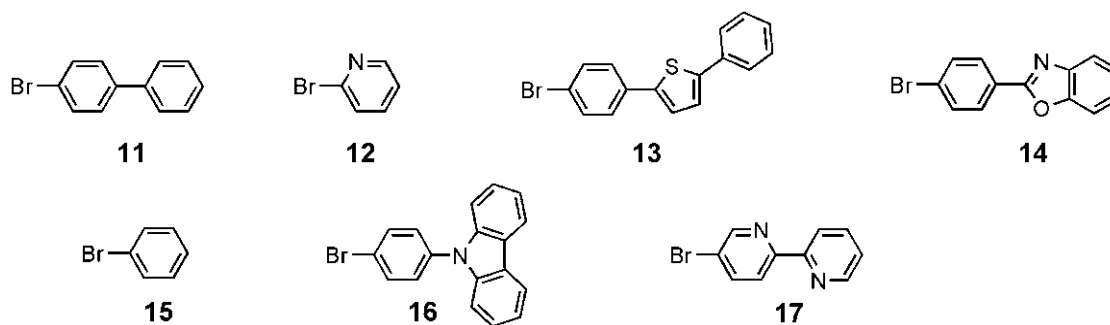
中間体 a 及び d の代わりに、中間体 a f 13.6 g (50 mmol) 及び中間体 a j 17.5 g (50 mmol) を使用したという点を除いては、前記中間体 e の合成方法と同じ方法を利用して中間体 a k (17.8 g、収率 66%) を合成し、LC-MS で確認した。

40



【0167】

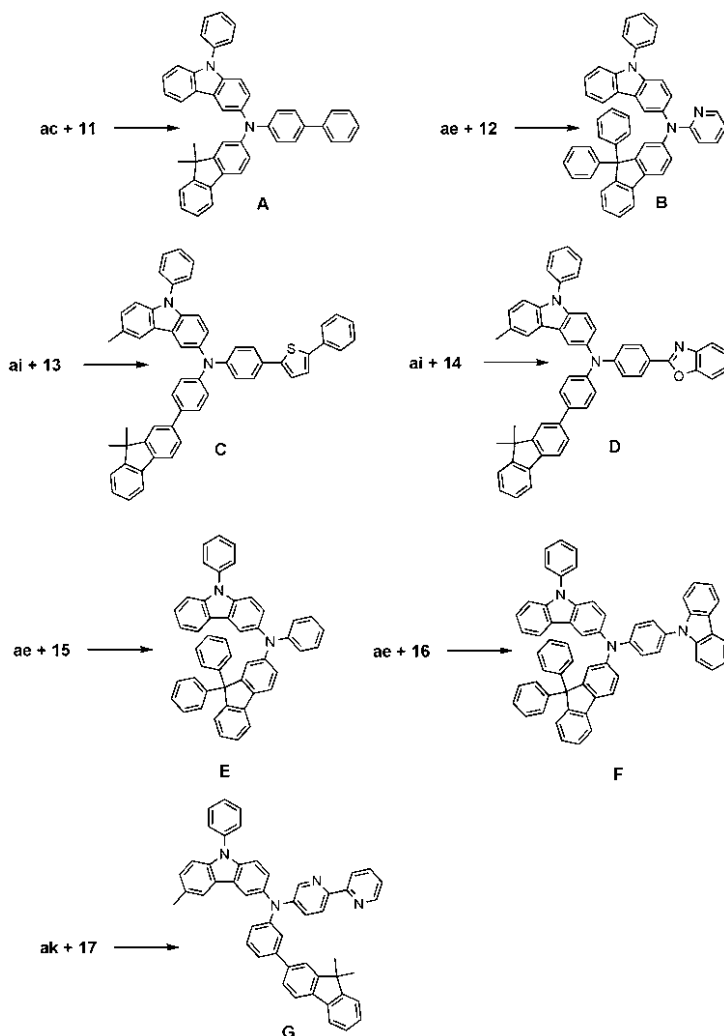
[中間体 11 ~ 17]



【0168】

10

[化合物A～G合成のための反応式]



20

30

【0169】

40

[化合物Aの合成]

中間体 ac 4.51 g (10 mmol)、中間体 11 2.33 g (10 mmol)、 $\text{Pd}_2(\text{dba})_3$ 270 mg (3.0 mole %)、ナトリウム *tert*-ブトキシド 1.4 g (15 mmol)、 $\text{P}(\text{t-Bu})_3$ 60 mg (3.0 mole %) をトルエン 100 mL に入れ、100 °C で 5 時間還流撹拌した。反応液を常温に冷却させた後、反応液に塩化メチレンと H_2O とを入れて抽出した後で硫酸マグネシウムを入れ、乾燥させた。溶媒を蒸発させて得た残留物を、シリカゲル・カラムクロマトグラフィで分離精製し、化合物 A (収率 87 %) を得た。生成された物質は、LC-MS と NMR によって確認した。

 $\text{C}_{45}\text{H}_{34}\text{N}_2 \quad \text{M} + 602.27$
 $^1\text{H} \text{ NMR (CDCl}_3, 400\text{ MHz}) \delta 8.23-8.20 \text{ (m, 1H)}, 7.$

50

8.2 (m, 1H)、7.78–7.76 (m, 1H)、7.64–7.72 (m, 2H)、7.58–7.56 (m, 1H)、7.53–7.24 (m, 1.3H)、7.14–7.08 (m, 3H)、6.96–6.93 (m, 2H)、6.76–6.73 (m, 1H)、6.59–6.56 (m, 2H)、6.52 (m, 1H)、1.61 (s, 6H)

【0170】

化合物Bの合成

中間体11の代わりに、中間体12 1.58 g (10 mmol)を使用したという点を除いては、前記化合物Aの合成方法と同じ方法を利用し、化合物B (収率73%)を得た。生成された物質は、LC-MSとNMRによって確認した。

$C_{48}H_{33}N_3$ M+651.27

1H NMR (CDCl₃, 400 MHz) δ 8.23–8.19 (m, 2H)、7.86–7.85 (m, 1H)、7.54–7.42 (m, 7H)、7.39–7.35 (m, 1H)、7.31–7.06 (m, 1.7H)、6.92–6.89 (m, 1H)、6.81–6.76 (m, 2H)、6.65–6.62 (m, 1H)、6.57 (m, 1H)

【0171】

[化合物Cの合成]

中間体ac及び中間体11の代わりに、中間体ai 5.41 g (10 mmol)及び中間体13 3.15 g (10 mmol)を使用したという点を除いては、前記化合物Aの合成方法と同じ方法を利用し、化合物C (収率71%)を得た。生成された物質は、LC-MSとNMRによって確認した。

$C_{56}H_{42}N_2S_1$ M+774.31

1H NMR (CDCl₃, 400 MHz) δ 7.81–7.79 (m, 1H)、7.77 (s, 1H)、7.73–7.70 (m, 1H)、7.65 (m, 1H)、7.61–7.59 (m, 2H)、7.52–7.09 (m, 2.1H)、7.07–7.06 (m, 1H)、6.69–6.65 (m, 2H)、6.61–6.56 (m, 2H)、2.56 (s, 4H)、1.57 (s, 6H)

【0172】

[化合物Dの合成]

中間体ac及び中間体11の代わりに、中間体ai 5.41 g (10 mmol)及び中間体14 2.74 g (10 mmol)を使用したという点を除いては、前記化合物Aの合成方法と同じ方法を利用し、化合物D (収率77%)を得た。生成された物質は、LC-MSとNMRによって確認した。

$C_{53}H_{39}N_3O_1$ M+733.31

1H NMR (CDCl₃, 400 MHz) δ 8.12–8.08 (m, 2H)、7.81–7.79 (m, 1H)、7.77 (s, 1H)、7.73–7.71 (m, 2H)、7.65 (m, 1H)、7.52–7.47 (m, 5H)、7.43–7.09 (m, 1.3H)、6.90–6.87 (m, 2H)、6.61–6.50 (m, 3H)、2.56 (s, 3H)、1.57 (s, 6H)

【0173】

[化合物Eの合成]

中間体ac及び中間体11の代わりに、中間体ae 5.75 g (10 mmol)及び中間体15 1.57 g (10 mmol)を使用したという点を除いては、前記化合物Aの合成方法と同じ方法を利用し、化合物E (収率84%)を得た。生成された物質は、LC-MSとNMRによって確認した。

$C_{49}H_{34}N_2$ M+650.27

1H NMR (CDCl₃, 400 MHz) δ 8.23–8.20 (m, 1H)、7.86–7.85 (m, 1H)、7.54–7.23 (m, 1.2H)、7.18–7.05 (m, 1.3H)、6.87–6.84 (m, 1H)、6.81–6.79 (m, 1H)、6.66–6.63 (m, 2H)、6.54 (m, 1H)、6.30–6.28 (m, 2

10

20

30

40

50

H)

【0174】

[化合物Fの合成]

中間体ac及び中間体11の代わりに、中間体ae 5.75g (10mmol)及び中間体16 3.22g (10mmol)を使用したという点を除いては、前記化合物Aの合成方法と同じ方法を利用し、化合物F (収率85%)を得た。生成された物質は、LC-MSとNMRによって確認した。



1H NMR (CDCl₃, 400MHz) δ 8.23–8.20 (m, 1H)、8.12–8.10 (d, 2H)、7.86–7.85 (m, 1H)、7.54–7.49 (m, 4H)、7.48–7.06 (m, 27H)、6.81–6.79 (m, 1H)、6.76–6.68 (m, 3H)、6.58 (m, 1H)、6.53–6.51 (m, 1H)

10

【0175】

[化合物Gの合成]

中間体ac及び中間体11の代わりに、中間体ak 5.41g (10mmol)及び中間体17 2.35g (10mmol)を使用したという点を除いては、前記化合物Aの合成方法と同じ方法を利用し、化合物G (収率72%)を得た。生成された物質は、LC-MSとNMRによって確認した。



1H NMR (CDCl₃, 400MHz) δ 8.71–8.70 (m, 1H)、8.38–8.36 (m, 1H)、8.17 (m, 1H)、8.12–8.10 (m, 1H)、7.84–7.79 (m, 3H)、7.77 (s, 1H)、7.70–7.68 (m, 1H)、7.64 (m, 1H)、7.52–7.41 (m, 6H)、7.35–7.09 (m, 11H)、7.02 (m, 1H)、6.65–6.63 (m, 1H)、6.31–6.26 (m, 1H)、2.56 (s, 3H)、1.57 (s, 6H)

20

【0176】

[実施例1]

アノードとして、コーニング15 Ω /cm² (1, 200Å (約120nm)) ITOガラス基板を、50mm × 50mm × 0.7mmサイズに切り、イソプロピルアルコールと純水とを利用し、それぞれ5分間超音波洗浄した後、30分間紫外線を照射してオゾンに曝露して洗浄し、真空蒸着装置にこのガラス基板を設置した。

30

【0177】

前記ITO層の上部に、4,4'-ビス[N-(ナフチル)-N-フェニル-アミノ]ビフェニル(2-TNATA)を蒸着し、600Å (60nm)厚の正孔注入層を形成した後、前記正孔注入層の上部に化合物2を蒸着し、300Å (30nm)厚の正孔輸送層を形成した。

【0178】

次に、前記正孔輸送層の上部に、9,10-ジ(ナフタレン-2-イル)アントラセン(ADN)及び1,4-ビス-(2,2-ジフェニルビニル)ビフェニル(DPVBi)を、重量比98:2で共蒸着し、300Å (30nm)厚の発光層を形成した。

40

【0179】

この後、前記発光層の上部にAlq₃を蒸着し、300Å (30nm)厚の電子輸送層を形成し、前記電子輸送層の上部にLiFを蒸着し、10Å (1nm)厚の電子注入層を形成し、前記電子注入層の上部にAlを蒸着し、3,000Å (300nm)厚の第2電極(カソード)を形成することによって、有機発光素子(青色発光)を製造した。

【0180】

[実施例2]

正孔輸送層の形成時に、前記化合物2の代わりに化合物8を利用したという点を除いては、実施例1と同じ方法を利用して有機発光素子を製作した。

50

【0181】

[実施例3]

正孔輸送層の形成時に、前記化合物2の代わりに化合物14を利用したという点を除いては、実施例1と同じ方法を利用して有機発光素子を製作した。

【0182】

[実施例4]

正孔輸送層の形成時に、前記化合物2の代わりに化合物15を利用したという点を除いては、実施例1と同じ方法を利用して有機発光素子を製作した。

【0183】

[実施例5]

正孔輸送層の形成時に、前記化合物2の代わりに化合物16を利用したという点を除いては、実施例1と同じ方法を利用して有機発光素子を製作した。

【0184】

[実施例6]

正孔輸送層の形成時に、前記化合物2の代わりに化合物20を利用したという点を除いては、実施例1と同じ方法を利用して有機発光素子を製作した。

【0185】

[実施例7]

正孔輸送層の形成時に、前記化合物2の代わりに化合物31を利用したという点を除いては、実施例1と同じ方法を利用して有機発光素子を製作した。

【0186】

[実施例8]

正孔輸送層の形成時に、前記化合物2の代わりに化合物3を利用したという点を除いては、実施例1と同じ方法を利用して有機発光素子を製作した。

【0187】

[実施例9]

正孔輸送層の形成時に、前記化合物2の代わりに化合物33を利用したという点を除いては、実施例1と同じ方法を利用して有機発光素子を製作した。

【0188】

[比較例1]

正孔輸送層の形成時に、前記化合物2の代わりに化合物Aを利用したという点を除いては、実施例1と同じ方法を利用して有機発光素子を製作した。

【0189】

[比較例2]

正孔輸送層の形成時に、前記化合物2の代わりに化合物Bを利用したという点を除いては、実施例1と同じ方法を利用して有機発光素子を製作した。

【0190】

[比較例3]

正孔輸送層の形成時に、前記化合物2の代わりに化合物Cを利用したという点を除いては、実施例1と同じ方法を利用して有機発光素子を製作した。

【0191】

[比較例4]

正孔輸送層の形成時に、前記化合物2の代わりに化合物Dを利用したという点を除いては、実施例1と同じ方法を利用して有機発光素子を製作した。

【0192】

[比較例5]

正孔輸送層の形成時に、前記化合物2の代わりに化合物Eを利用したという点を除いては、実施例1と同じ方法を利用して有機発光素子を製作した。

【0193】

[比較例6]

10

20

30

40

50

正孔輸送層の形成時に、前記化合物 2 の代わりに化合物 F を利用したという点を除いては、実施例 1 と同じ方法を利用して有機発光素子を製作した。

【0194】

[比較例 7]

正孔輸送層の形成時に、前記化合物 2 の代わりに化合物 G を利用したという点を除いては、実施例 1 と同じ方法を利用して有機発光素子を製作した。

【0195】

[評価例 1]

実施例 1～9、及び比較例 1～7 の有機発光素子の駆動電圧、電流密度、輝度、発光色、効率及び半減寿命 (@100mA/cm²) を PR650 Spectroscan Source Measurement Unit. (PhotoResearch 社製) を利用して評価した。その結果は、下記表 1 の通りである。

【0196】

【表 1】

	正孔輸送層	駆動電圧 (V)	電流密度 (mA/cm ²)	輝度 (cd/m ²)	効率 (cd/A)	発光 色	半減寿命 (hr)
実施例 1	化合物 2	6.67	50	2,433	4.87	青色	293
実施例 2	化合物 8	6.53	50	2,547	5.09	青色	302
実施例 3	化合物 14	6.58	50	2,663	5.33	青色	285
実施例 4	化合物 15	6.68	50	2,770	5.54	青色	334
実施例 5	化合物 16	6.71	50	2,598	5.20	青色	317
実施例 6	化合物 20	6.76	50	2,238	4.90	青色	287
実施例 7	化合物 31	6.62	50	2,552	5.10	青色	304
実施例 8	化合物 3	6.50	50	2,835	5.67	青色	359
実施例 9	化合物 33	6.47	50	2,865	5.71	青色	342
比較例 1	化合物 A	7.85	50	1,561	3.12	青色	113
比較例 2	化合物 B	8.04	50	1,316	2.63	青色	104
比較例 3	化合物 C	7.49	50	1,472	2.94	青色	97
比較例 4	化合物 D	7.27	50	1,245	2.49	青色	107
比較例 5	化合物 E	7.95	50	1,183	2.37	青色	95
比較例 6	化合物 F	7.74	50	1,627	3.25	青色	120
比較例 7	化合物 G	7.89	50	1,255	2.51	青色	109

【0197】

表 1 から、実施例 1～9 の有機発光素子は、比較例 1～7 の有機発光素子に比べ、優秀な駆動電圧、輝度、効率、色純度及び寿命特性を有することが確認できる。

【0198】

[実施例 11]

アノードとして、コーニング 15Ω/cm² (1,200 Å (120nm)) ITO ガラス基板を、50mm × 50mm × 0.7mm サイズに切り、イソプロピルアルコールと純水とを利用し、それぞれ 5 分間超音波洗浄した後、30 分間紫外線を照射してオゾンに曝露して洗浄し、真空蒸着装置にこのガラス基板を設けた。

【0199】

前記 ITO 層の上部に、2-TNATA を蒸着し、600 Å (60nm) 厚の正孔注入層を形成した後、前記正孔注入層の上部に、化合物 300、化合物 15 及び p 型ドーパントとして F4-C TNQ を共蒸着 (化合物 300 : 化合物 15 の重量比は、70 : 30 であり、p 型ドーパントの含有量は、1 重量% (化合物 300 と化合物 15 との総重量が 100 重量%である) である) し、1,140 Å (114nm) 厚の正孔輸送層を形成した。

。

【0200】

前記正孔輸送層の上部に化合物300を蒸着し、 $230\text{ \AA}$ (23 nm) 厚のバッファ層を形成した後、前記バッファ層の上部に、ADN及びDPVBiを、重量比98:2で共蒸着し、 $300\text{ \AA}$ (30 nm) 厚の発光層を形成した。

【0201】

この後、前記発光層の上部にAlq3を蒸着して、 $300\text{ \AA}$ (30 nm) 厚の電子輸送層を形成し、前記電子輸送層の上部にLiFを蒸着し、 $10\text{ \AA}$ (1 nm) 厚の電子注入層を形成した。さらに、前記電子注入層の上部にAlを蒸着し、 $3,000\text{ \AA}$ (300 nm) 厚の第2電極(カソード)を形成して、有機発光素子(青色発光)を製造した。

【0202】

10

[実施例12]

化合物300及び化合物16を共蒸着(化合物300:化合物16の重量比は、70:30である)して1, $320\text{ \AA}$ (32 nm) 厚の正孔輸送層を形成し、バッファ層の厚みを $50\text{ \AA}$ (5 nm) に変更したという点を除いては、前記実施例11と同じ方法を利用し、有機発光素子を製造した。

【0203】

[実施例13]

化合物300及び化合物16を共蒸着(化合物300:化合物16の重量比は、70:30である)して1, $270\text{ \AA}$ (27 nm) 厚の正孔輸送層を形成し、バッファ層の厚みを $100\text{ \AA}$ (10 nm) に変更したという点を除いては、前記実施例12と同じ方法を利用して有機発光素子を製造した。

20

【0204】

[比較例11]

化合物300及び化合物15の代わりに、NPBを使用したという点を除いては、前記実施例11と同じ方法を利用して有機発光素子を製造した。

【0205】

[評価例2]

実施例11~13、及び比較例11の有機発光素子の駆動電圧、電流密度、輝度、発光色、効率及び半減寿命($@100\text{ mA/cm}^2$)をPR650 Spectroscan Source Measurement Unit. (PhotoResearch社製)を利用して評価した。その結果は、下記表2の通りであり、実施例11~13及び比較例11の時間・寿命グラフは、図2に示した。

30

【0206】

【表 2】

	実施例 1 1	実施例 1 2	実施例 1 3	比較例 1 1
正孔注入層	2-TNATA (600 Å (60 nm))	2-TNATA (600 Å (60 nm))	2-TNATA (600 Å (60 nm))	2-TNATA (600 Å (60 nm))
正孔輸送層	化合物 300, 化合物 15 及び F4-CTNQ の 共蒸着 (1, 140 Å (114 nm))	化合物 300, 化合物 16 及び F4-CTNQ の 共蒸着 (1, 320 Å (132 nm))	化合物 300, 化合物 16 及び F4-CTNQ の 共蒸着 (1, 270 Å (127 nm))	NPB 及び F4-CTNQ の 共蒸着 (1, 140 Å (114 nm))
バッファ層	化合物 300 (230 Å (23 nm))	化合物 300 (50 Å (5 nm))	化合物 300 (100 Å (10 nm))	NPB (230 Å (23 nm))
駆動電圧 (V)	5.6	5.0	5.0	5.2
効率 (cd/A)	5.5	5.1	4.9	3.8
CIE _x	0.135	0.135	0.136	0.137
CIE _y	0.057	0.057	0.054	0.052
換算効率 (cd/A) / CIE _y	95.3	89.4	90.7	72.8
半減寿命 (hr) (@ 400 nit)	68.0	263	225	26.0

【0207】

表 2 及び図 2 から、実施例 1 1～1 3 の有機発光素子は、比較例 1 1 の有機発光素子に
比べ、優秀な駆動電圧、効率、色純度及び寿命特性を有することがわかる。

【0208】

以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について詳細に説明したが、本発明はかかる例に限定されない。本発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【産業上の利用可能性】

【0209】

本発明のカルバゾール系化合物及び有機発光素子は、発光素子関連の技術分野に効果的に適用可能することができる。

【符号の説明】

【0210】

- 10 有機発光素子
- 11 基板
- 13 第 1 電極
- 15 有機層
- 17 第 2 電極

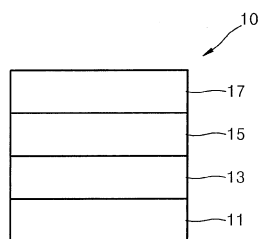
10

20

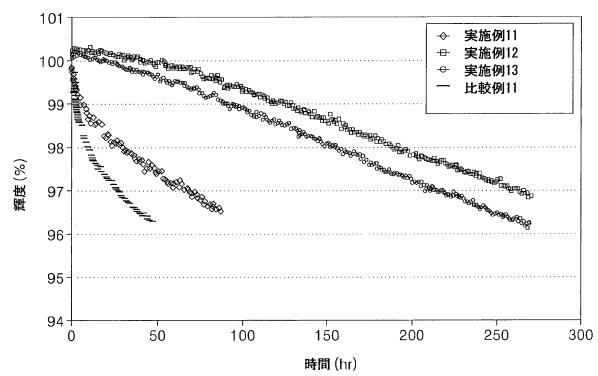
30

40

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
H 0 5 B 33/24	(2006.01)	H 0 5 B 33/22	B
C 0 9 K 11/06	(2006.01)	H 0 5 B 33/24	
		H 0 5 B 33/14	B
		C 0 9 K 11/06	6 4 5
		C 0 9 K 11/06	6 5 0

(72)発明者 朴 範雨
大韓民国京畿道龍仁市器興区三星二路95 三星ディスプレイ株式會社内

(72)発明者 申 大▲ユブ▼
大韓民国京畿道龍仁市器興区三星二路95 三星ディスプレイ株式會社内

(72)発明者 李 寛熙
大韓民国京畿道龍仁市器興区三星二路95 三星ディスプレイ株式會社内

(72)発明者 鄭 惠仁
大韓民国京畿道龍仁市器興区三星二路95 三星ディスプレイ株式會社内

(72)発明者 高 三一
大韓民国京畿道龍仁市器興区三星二路95 三星ディスプレイ株式會社内

(72)発明者 朴 美花
大韓民国京畿道龍仁市器興区三星二路95 三星ディスプレイ株式會社内

審査官 榎本 佳予子

(56)参考文献 国際公開第2010/041872 (WO, A1)
特開2007-318101 (JP, A)
特開2005-290000 (JP, A)
国際公開第2011/031086 (WO, A1)
特開2011-046689 (JP, A)
国際公開第2011/021520 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C 0 7 D
C 0 9 K 11/06
H 0 1 L 51/50
H 0 5 B 33/24
CAplus/REGISTRY/MARPAT (STN)