

(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
2016年10月6日(06.10.2016)



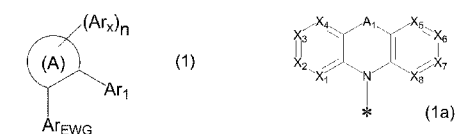
(10) 国際公開番号
WO 2016/158540 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 51/50 (2006.01) C07D 403/14 (2006.01)
C07D 403/10 (2006.01) C09K 11/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/058877
- (22) 国際出願日: 2016年3月18日(18.03.2016)
- (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 2015-067466 2015年3月27日(27.03.2015) JP
- (71) 出願人: 出光興産株式会社(IDEMITSU KOSAN CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1008321 東京都千代田区丸の内三丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 吉田 圭(YOSHIDA Kei); 〒2990293 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地 Chiba (JP). 橋本亮平(HASHIMOTO Ryohei); 〒2990293 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地 Chiba (JP). 荻原 俊成(OGIWARA Toshinari); 〒2990293 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地 Chiba (JP). 河村 祐一郎(KAWAMURA Yuichiro); 〒2990293 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地 Chiba (JP). 齊藤 雅俊(SAITO Masatoshi); 〒2990293 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地 Chiba (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人樹之下知的財産事務所(KINOSHITA & ASSOCIATES); 〒1670051 東京都杉並区荻窪五丁目26番13号 荻窪TMビル3階 Tokyo (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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,

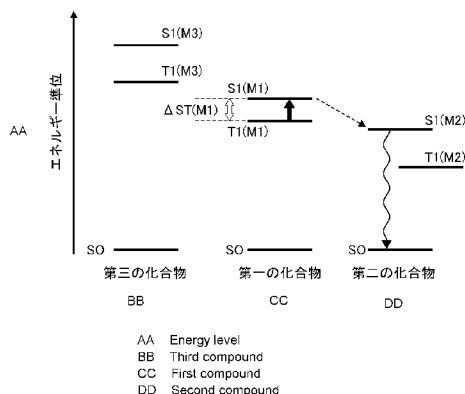
[続葉有]

(54) Title: ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT, ELECTRONIC DEVICE AND COMPOUND

(54) 発明の名称: 有機エレクトロルミネッセンス素子、電子機器、および化合物



[図5]



(57) Abstract: An organic electroluminescent element which comprises a positive electrode, a light emitting layer and a negative electrode, and wherein the light emitting layer contains a delayed fluorescent first compound represented by general formula (1) and a fluorescent second compound. In general formula (1), Ar₁ represents a substituted or unsubstituted aryl group having 6-30 ring-forming carbon atoms, or the like; Ar_{EWG} represents a substituted or unsubstituted heteroaryl group having 5-30 ring-forming atoms and containing one or more nitrogen atoms in the ring or an aryl group substituted by one or more cyano groups and having 6-30 ring-forming carbon atoms; and at least one of Ar₁ and Ar_x represents one group selected from the group consisting of groups represented by general formula (1a) and the like.

(57) 要約: 陽極と、発光層と、陰極と、を含み、前記発光層は、下記一般式(1)で表される遅延蛍光性の第一の化合物、及び蛍光発光性の第二の化合物を含み、下記一般式(1)において、Ar₁は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6~30のアリール基等であり、Ar_{EWG}は、環内に窒素原子を1個以上含む置換もしくは無置換の環形成原子数5~30のヘテロアリール基、または1個以上のシアノ基で置換されている環形成炭素数6~30のアリール基であり、Ar₁およびAr_xの少なくともいずれかは、下記一般式(1a)等で表される基からなる群から選択されるいずれかの基である、有機エレクトロルミネッセンス素子。



SL, 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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

有機エレクトロルミネッセンス素子、電子機器、および化合物

技術分野

[0001] 本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子、電子機器、および化合物に関する。

背景技術

[0002] 有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、「有機ＥＬ素子」という場合がある。）に電圧を印加すると、陽極から正孔が、また陰極から電子が、それぞれ発光層に注入される。そして、発光層において、注入された正孔と電子とが再結合し、励起子が形成される。このとき、電子スピンの統計則により、一重項励起子が２５％の割合で生成し、及び三重項励起子が７５％の割合で生成する。

一重項励起子からの発光を用いる蛍光型の有機ＥＬ素子は、携帯電話やテレビ等のフルカラーディスプレイへ応用されている。蛍光型の有機ＥＬ素子について、素子性能をさらに向上させるための検討が行われている。例えば、発光効率をさらに向上させるため、一重項励起子および三重項励起子を利用する有機ＥＬ素子が検討されている。

[0003] 遅延蛍光を利用した有機ＥＬ素子が提案され、研究がなされている。例えば、ＴＡＤＦ（Ｔｈｅｒｍａｌｌｙ Ａｃｔｉｖａｔｅｄ Ｄｅｌａｙｅｄ Ｆｌｕｏｒｅｓｃｅｎｃｅ、熱活性化遅延蛍光）機構が研究されている。このＴＡＤＦ機構は、一重項準位と三重項準位とのエネルギー差（ ΔST ）の小さな材料を用いた場合に、三重項励起子から一重項励起子への逆項間交差が熱的に生じる現象を利用する機構である。熱活性化遅延蛍光については、例えば、『安達千波矢編、「有機半導体のデバイス物性」、講談社、２０１２年３月２２日、２６１－２６２ページ』に記載されている。

ＴＡＤＦ機構を利用した有機ＥＬ素子は、例えば、特許文献１、特許文献

2、および特許文献3にも開示されている。特許文献1～3は、発光層において主に遅延蛍光発光性材料を発光させる方式の有機EL素子に関する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2014／092083号

特許文献2：国際公開第2014／106524号

特許文献3：国際公開第2015／022835号

発明の概要

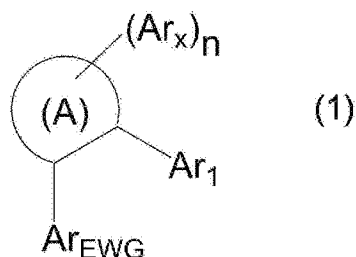
発明が解決しようとする課題

[0005] 本発明の目的は、発光効率を向上させることができる有機エレクトロルミネッセンス素子、および当該有機エレクトロルミネッセンス素子を備える電子機器を提供することである。また、本発明の目的は、有機エレクトロルミネッセンス素子の発光効率を向上させることができる化合物を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一態様によれば、陽極と、発光層と、陰極と、を含み、前記発光層は、下記一般式(1)で表される遅延蛍光性の第一の化合物、及び蛍光発光性の第二の化合物を含む、有機エレクトロルミネッセンス素子が提供される。

[0007] [化1]



[0008] [前記一般式(1)中、 Ar_1 は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは

無置換の炭素数 1 ～ 30 のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数 3 ～ 30 のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 7 ～ 30 のアラルキル基、置換ホスフォルル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、カルボキシ基、および下記一般式 (1 a) ～ (1 j) で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であり、

$A r_{EWG}$ は、環内に窒素原子を 1 個以上含む置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ～ 30 のヘテロアリール基、または 1 個以上のシアノ基で置換されている環形成炭素数 6 ～ 30 のアリール基であり、

$A r_x$ は、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、置換基としての $A r_x$ は、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ～ 30 のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ～ 30 のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 30 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 30 のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数 3 ～ 30 のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 7 ～ 30 のアラルキル基、置換ホスフォルル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、カルボキシ基、および下記一般式 (1 a) ～ (1 j) で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であり、

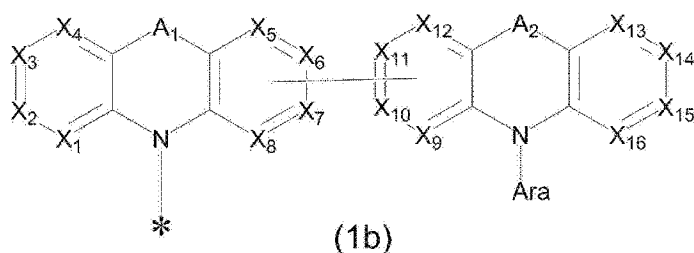
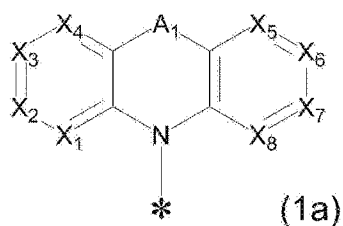
n は、0 以上 5 以下の整数を表し、

n が 2 以上である場合は、複数の $A r_x$ は、互いに同一であるか、または異なり、

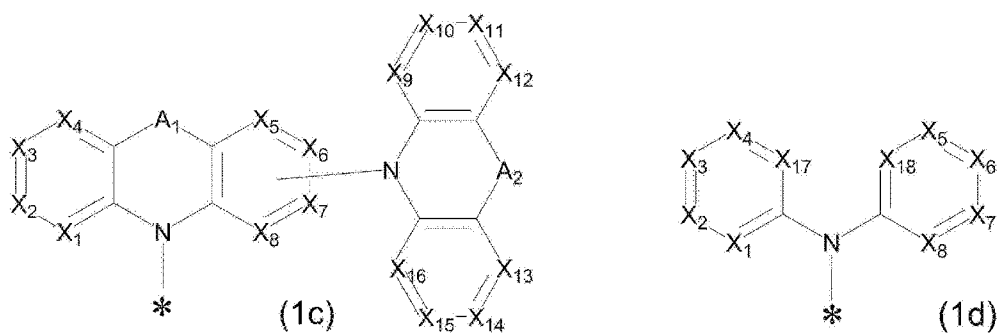
環 (A) は、5 員環、6 員環、または 7 員環であり、

$A r_1$ および $A r_x$ の少なくともいずれかは、下記一般式 (1 a) ～ (1 j) で表される基からなる群から選択されるいずれかの基である。]

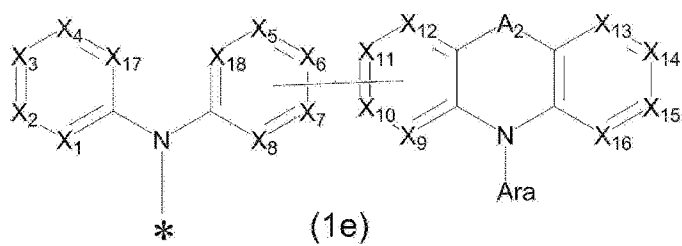
[0009] [化2]



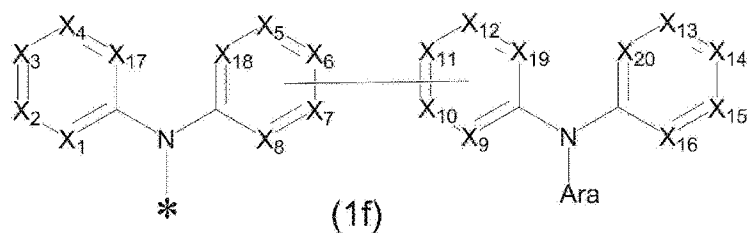
[0010] [化3]



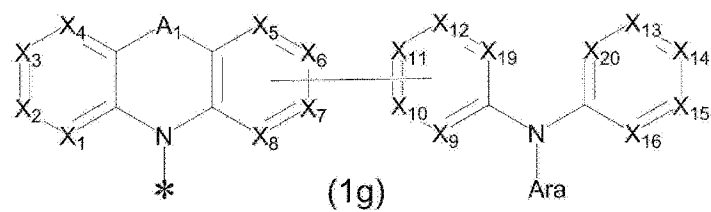
[0011] [化4]



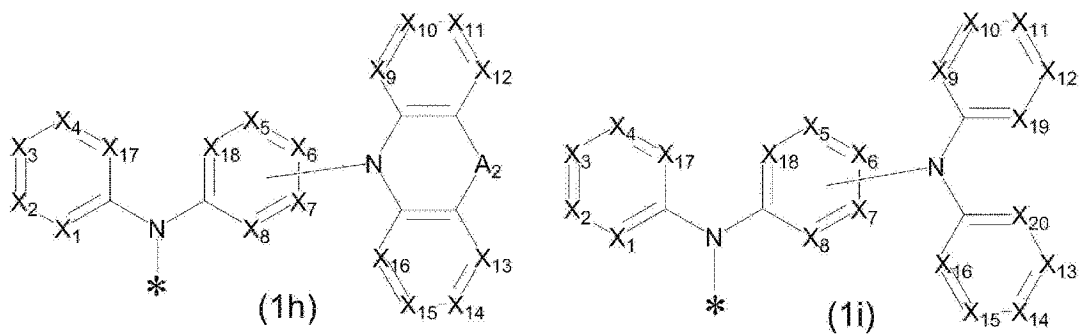
[0012] [化5]



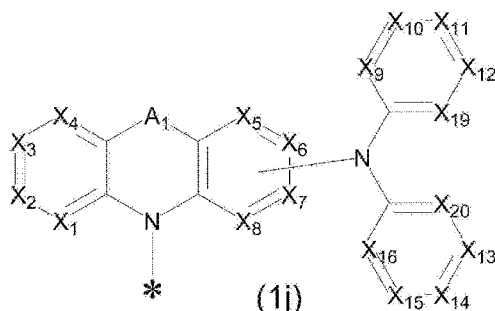
[0013] [化6]



[0014] [化7]



[0015] [化8]



[0016] [前記一般式 (1 a) ~ (1 j) 中、

$X_1 \sim X_{20}$ は、それぞれ独立に、NまたはC-R x であり、ただし、前記一般式 (1 b) において、 $X_5 \sim X_8$ のいずれかは、 $X_9 \sim X_{12}$ のいずれかと結合する炭素原子であり、 $X_9 \sim X_{12}$ のいずれかは、 $X_5 \sim X_8$ のいずれかと結合する炭素原子であり、前記一般式 (1 c) において、 $X_5 \sim X_8$ のいずれかは、 A_2 を含む環における窒素原子と結合する炭素原子であり、前記一般式 (1 e) において、 $X_5 \sim X_8$ および X_{18} のいずれかは、 $X_9 \sim X_{12}$ のいずれかと結合する炭素原子であり、 $X_9 \sim X_{12}$ のいずれかは、 $X_5 \sim X_8$ および X_{18} のいずれかと結合する炭素原子であり、前記一般式 (1 f) において、 $X_5 \sim X_8$ および X_{18} のいずれかは、 $X_9 \sim X_{12}$ および X_{19} のいずれかと結合する炭素原子であり、 $X_9 \sim X_{12}$ および X_{19} のいずれかは、 $X_5 \sim X_8$ および X_{18} のいずれかと結合する炭素原子であり、前記一般式 (1 g) において、 $X_5 \sim X_8$ のいずれかは、 $X_9 \sim X_{12}$ および X_{19} のいずれかと結合する炭素原子であり、 $X_9 \sim X_{12}$ および X_{19} のいずれかは、 $X_5 \sim X_8$ のいずれかと結合する炭素原子であり、前記一般式 (1 h) において、 $X_5 \sim X_8$ および X_{18} のいずれかは、 A_2 を含む環における窒素原子と結合する炭素原子であり、前記一般式 (1 i) において、 $X_5 \sim X_8$ および X_{18} のいずれかは、 $X_9 \sim X_{12}$ および X_{19} を含む環と $X_{13} \sim X_{16}$ および X_{20} を含む環とを連結する窒素原子と結合する炭素原子であり、前記一般式 (1 j) において、 $X_5 \sim X_8$ のいずれかは、 $X_9 \sim X_{12}$ および X_{19} を含む環と $X_{13} \sim X_{16}$ および X_{20} を含む環とを連結する窒素原子と結合する炭素原子であり、

R x は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基としての

R_xは、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスフォリル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択されるいずれかの基であり、置換基としての複数のR_xは、互いに同一であるか、または異なり、置換基としての複数のR_xは、互いに直接結合して環を形成するか、ヘテロ原子を介して環を形成するか、又は環を形成せず、

A₁およびA₂は、それぞれ独立に、単結合、O、S、C(R₁)(R₂)、Si(R₃)(R₄)、C(=O)、S(=O)、SO₂、またはN(R₅)であり、

R₁～R₅は、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、置換基としてのR₁～R₅は、それぞれ独立に、置換基もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスフォリル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択されるいずれかの基であり、

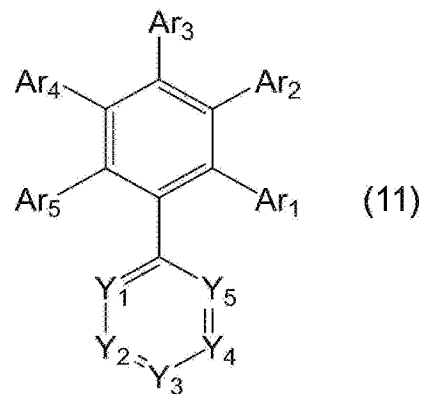
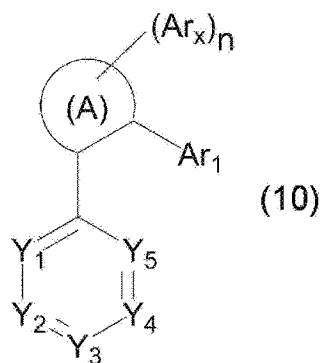
A_{ra}は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスフォリル基、および置換シリル基からなる群から選択されるいずれ

かの基である。]

[0017] 本発明の一態様に係る電子機器は、前述の本発明の一態様に係る有機エレクトロルミネッセンス素子を備える。

[0018] 本発明の一態様に係る化合物は、下記一般式（10）または下記一般式（11）で表される。

[0019] [化9]



[0020] [前記一般式（10）および（11）中、

$Y_1 \sim Y_5$ は、それぞれ独立に、N、C—CNまたはC—R_yであり、

$Y_1 \sim Y_5$ のうち、少なくとも1つは、NまたはC—CNであり、

R_yは、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基としてのR_yは、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスフォルイル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択される基であり、

複数のR_yは、互いに同一であるか、または異なり、

Ar₁は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～3

0のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスフォルル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、カルボキシ基、および下記一般式(1a)～(1c)で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であり、

$A r_x$ 、 $A r_2 \sim A r_5$ は、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、置換基としての $A r_x$ 、 $A r_2 \sim A r_5$ は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスフォルル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、カルボキシ基、および下記一般式(1a)～(1c)で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であり、

n は、0以上5以下の整数を表し、

n が2以上である場合は、複数の $A r_x$ は、互いに同一であるか、または異なり、

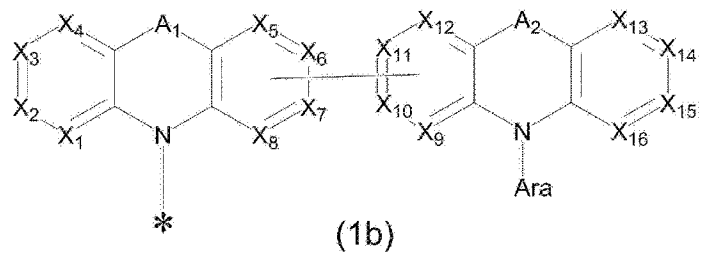
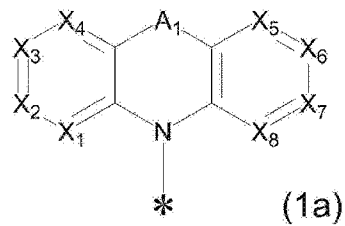
環(A)は、5員環、6員環、または7員環であり、

前記一般式(10)において、 $A r_1$ および $A r_x$ の少なくともいずれかは、下記一般式(1a)～(1c)で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であり、

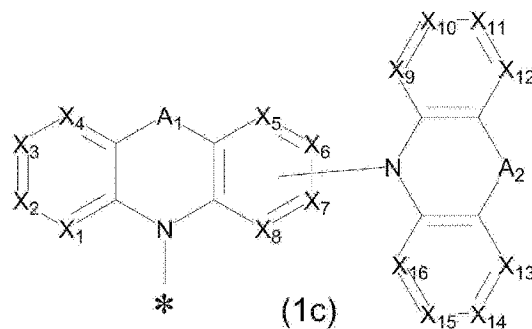
前記一般式(11)において、 $A r_1 \sim A r_5$ のうち少なくとも一つは、下記一般式(1a)～(1c)で表される基からなる群から選択されるいずれかの基である。]

[0021]

[化10]



[0022] [化11]



[0023] [前記一般式 (1 a) ~ (1 c) 中、

$X_1 \sim X_{16}$ は、それぞれ独立に、NまたはC-R $\times$ であり、
ただし、

前記一般式 (1 b) において、 $X_5 \sim X_8$ のいずれかは、 $X_9 \sim X_{12}$ のいずれかと結合する炭素原子であり、 $X_9 \sim X_{12}$ のいずれかは、 $X_5 \sim X_8$ のいずれかと結合する炭素原子であり、

前記一般式 (1 c) において、 $X_5 \sim X_8$ のいずれかは、 A_2 を含む環における窒素原子と結合する炭素原子であり、

R $\times$ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基としてのR $\times$ は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6~30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5~30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1~30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1~30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3~30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7~30のアラルキル基、置換ホスホリル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択されるいずれかの基であり、

置換基としての複数の R_x は、互いに同一であるか、または異なり、
置換基としての複数の R_x は、互いに直接結合して環を形成するか、ヘテロ原子を介して環を形成するか、又は環を形成せず、

A_1 および A_2 は、それぞれ独立に、単結合、O、S、C (R_1) (R_2)、
Si (R_3) (R_4)、C (=O)、S (=O)、SO₂、またはN (R_5) で
あり、

$R_1 \sim R_5$ は、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、置換基と
しての $R_1 \sim R_5$ は、それぞれ独立に、置換基もしくは無置換の環形成炭素数
6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテ
ロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換も
しくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換
の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数
7～30のアラルキル基、置換ホスフォル基、置換シリル基、シアノ基、
ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択されるいずれかの基で
あり、

A_{ra} は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置
換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしく
は無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～
30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30の
シクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、
置換ホスフォル基、および置換シリル基からなる群から選択されるいずれ
かの基である。]

[0024] 本発明の一態様によれば、発光効率を向上させることができる有機エレクトロルミネッセンス素子、および当該有機エレクトロルミネッセンス素子を備える電子機器を提供することができる。また、本発明の一態様によれば、有機エレクトロルミネッセンス素子の発光効率を向上させることができる化合物を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]第一実施形態に係る有機エレクトロルミネッセンス素子の一例の概略構成を示す図である。

[図2]過渡PLを測定する装置の概略図である。

[図3]過渡PLの減衰曲線の一例を示す図である。

[図4]第一実施形態の発光層に含まれる化合物同士のエネルギー準位およびエネルギー移動の関係を示す図である。

[図5]第二実施形態の発光層に含まれる化合物同士のエネルギー準位およびエネルギー移動の関係を示す図である。

[図6]実施例で用いた化合物の蛍光寿命の測定結果を示す図である。

発明を実施するための形態

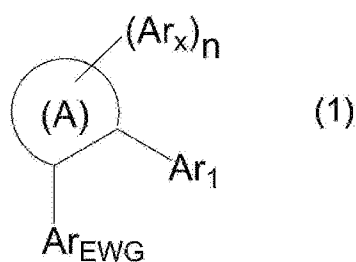
[0026] [第一実施形態]

[化合物]

本発明の第一実施形態に係る化合物について説明する。

本実施形態に係る化合物は、下記一般式(1)で表される。本実施形態に係る化合物は、遅延蛍光性の化合物である。

[0027] [化12]



[0028] 前記一般式(1)中、 Ar_1 は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスフォルル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、カルボキシ基、および下記一般式(1a)～(1j)で表される基から

なる群から選択されるいずれかの基である。

[0029] 前記一般式(1)中、 Ar_{EWG} は、環内に窒素原子を1個以上含む置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、または1個以上のシアノ基で置換されている環形成炭素数6～30のアリール基である。

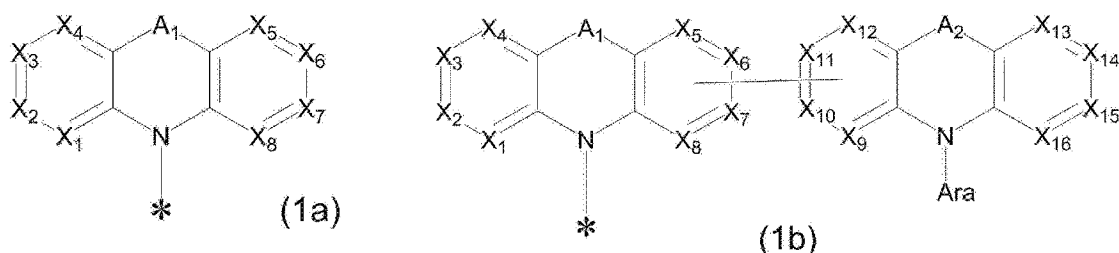
[0030] 前記一般式(1)中、 Ar_x は、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、置換基としての Ar_x は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスホリル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、カルボキシ基、および下記一般式(1a)～(1j)で表される基からなる群から選択されるいずれかの基である。

[0031] 前記一般式(1)中、 n は、0以上5以下の整数を表す。 n が2以上である場合は、複数の Ar_x は、互いに同一であるか、または異なる。

[0032] 前記一般式(1)中、環(A)は、5員環、6員環、または7員環である。環(A)は、芳香族炭化水素環であっても、複素環であってもよい。

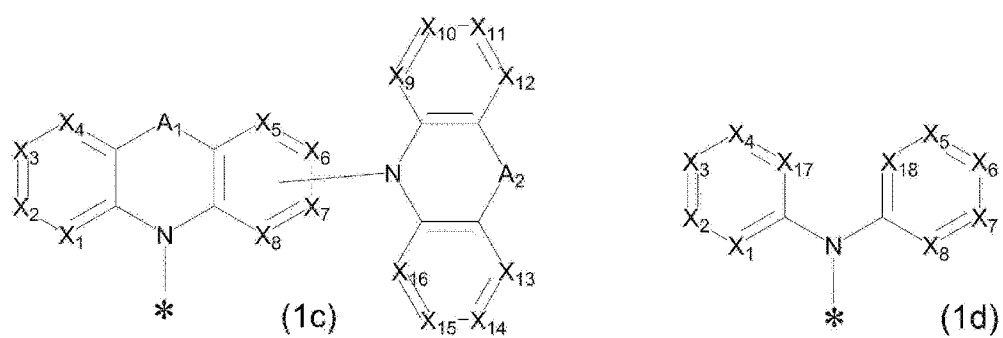
[0033] 前記一般式(1)中、 Ar_1 および Ar_x の少なくともいずれかは、下記一般式(1a)～(1j)で表される基からなる群から選択されるいずれかの基である。

[0034] [化13]

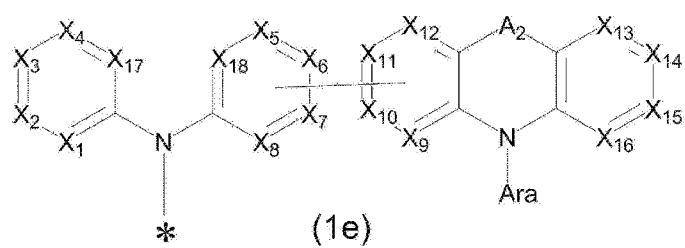


[0035]

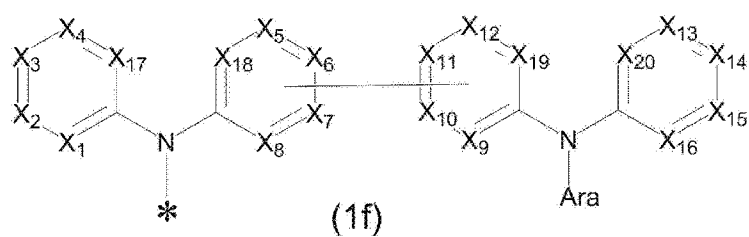
[化14]



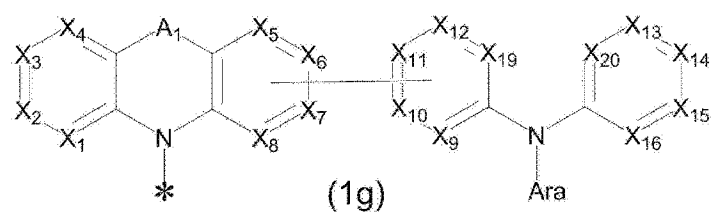
[0036] [化15]



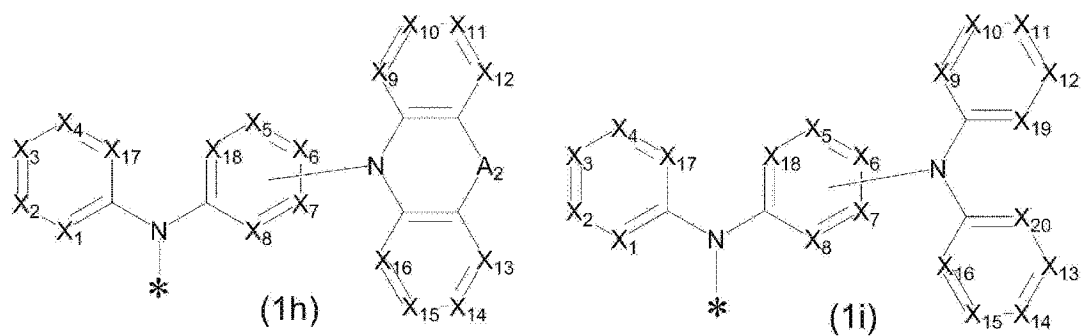
[0037] [化16]



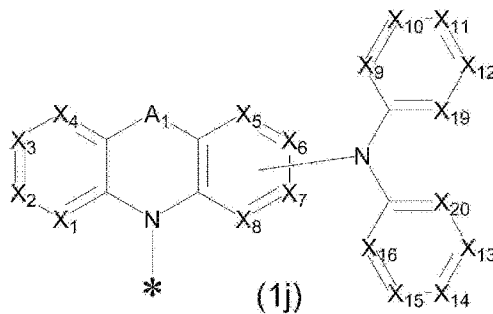
[0038] [化17]



[0039] [化18]



[0040] [化19]



[0041] 前記一般式(1a)～(1j)中、 $X_1 \sim X_{20}$ は、それぞれ独立に、窒素原子(N)または R_x が結合する炭素原子($C-R_x$)である。

前記一般式(1b)において、 $X_5 \sim X_8$ のいずれかは、 $X_9 \sim X_{12}$ のいずれかと結合する炭素原子であり、 $X_9 \sim X_{12}$ のいずれかは、 $X_5 \sim X_8$ のいずれかと結合する炭素原子である。

前記一般式(1c)において、 $X_5 \sim X_8$ のいずれかは、 A_2 を含む環における窒素原子と結合する炭素原子である。

前記一般式(1e)において、 $X_5 \sim X_8$ および X_{18} のいずれかは、 $X_9 \sim X_{12}$ のいずれかと結合する炭素原子であり、 $X_9 \sim X_{12}$ のいずれかは、 $X_5 \sim X_8$ および X_{18} のいずれかと結合する炭素原子である。

前記一般式(1f)において、 $X_5 \sim X_8$ および X_{18} のいずれかは、 $X_9 \sim X_{12}$ および X_{19} のいずれかと結合する炭素原子であり、 $X_9 \sim X_{12}$ および X_{19} のいずれかは、 $X_5 \sim X_8$ および X_{18} のいずれかと結合する炭素原子である。

前記一般式(1g)において、 $X_5 \sim X_8$ のいずれかは、 $X_9 \sim X_{12}$ および X_{19} のいずれかと結合する炭素原子であり、 $X_9 \sim X_{12}$ および X_{19} のいずれかは、 $X_5 \sim X_8$ のいずれかと結合する炭素原子である。

前記一般式(1h)において、 $X_5 \sim X_8$ および X_{18} のいずれかは、 A_2 を含む環における窒素原子と結合する炭素原子である。

前記一般式(1i)において、 $X_5 \sim X_8$ および X_{18} のいずれかは、 $X_9 \sim X_{12}$ および X_{19} を含む環と $X_{13} \sim X_{16}$ および X_{20} を含む環とを連結する窒素原子と結合する炭素原子である。

前記一般式(1j)において、 $X_5 \sim X_8$ のいずれかは、 $X_9 \sim X_{12}$ および $X_{13} \sim X_{16}$ を含む環と $X_{17} \sim X_{20}$ を含む環とを連結する窒素原子と結合する炭素原子である。

X_{19} を含む環と $X_{13} \sim X_{16}$ および X_{20} を含む環とを連結する窒素原子と結合する炭素原子である。

R_x は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基としての R_x は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスフォリル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択されるいずれかの基である。

置換基としての複数の R_x は、互いに同一であるか、または異なる。

置換基としての複数の R_x は、互いに直接結合して環を形成するか、ヘテロ原子を介して環を形成するか、又は環を形成しない。

前記一般式(1a)において、 $X_1 \sim X_8$ が、 R_x が結合する炭素原子($C-R_x$)である場合、置換基としての複数の R_x は、環を形成しない方が好ましい。

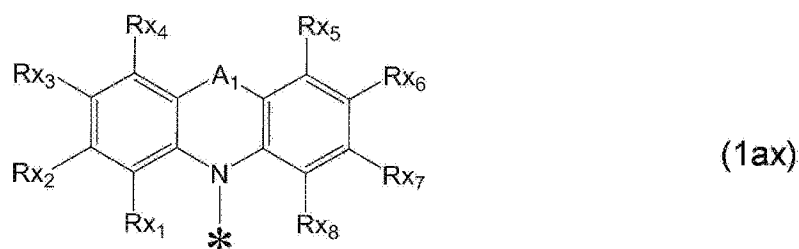
[0042] *は、環(A)との結合部位を表す。

[0043] 前記一般式(1a)～(1j)中、 A_1 および A_2 は、それぞれ独立に、単結合、酸素原子(O)、硫黄原子(S)、 $C(R_1)(R_2)$ 、 $Si(R_3)(R_4)$ 、 $C(=O)$ 、 $S(=O)$ 、 SO_2 、または $N(R_5)$ である。 $R_1 \sim R_5$ は、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、置換基としての $R_1 \sim R_5$ は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスフォリル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択されるいずれかの基である。

[0044] 前記一般式(1a)～(1j)中、Araは、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスフォルル基、および置換シリル基からなる群から選択されるいずれかの基である。Araとして好ましくは、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、または置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基である。

[0045] 前記一般式(1a)は、 $X_1 \sim X_8$ がC-Rxである場合、下記一般式(1ax)で表される。下記一般式(1ax)において、 $R_{x1} \sim R_{x8}$ は、Rxと同義であり、 $R_{x1} \sim R_{x8}$ は、互いに同一であるか、または異なる。下記一般式(1ax)において、置換基としての $R_{x1} \sim R_{x8}$ は、環を形成しない方が好ましい。

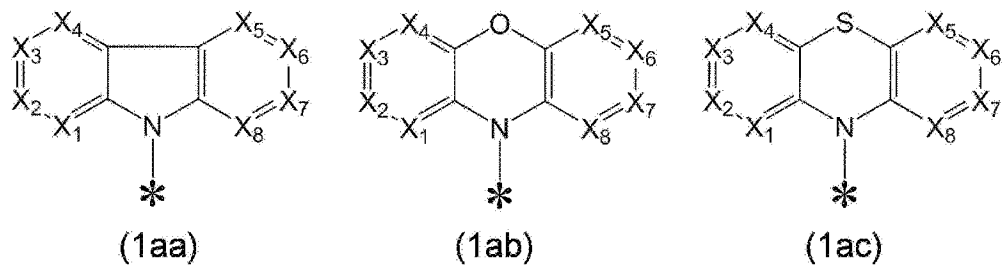
[0046] [化20]



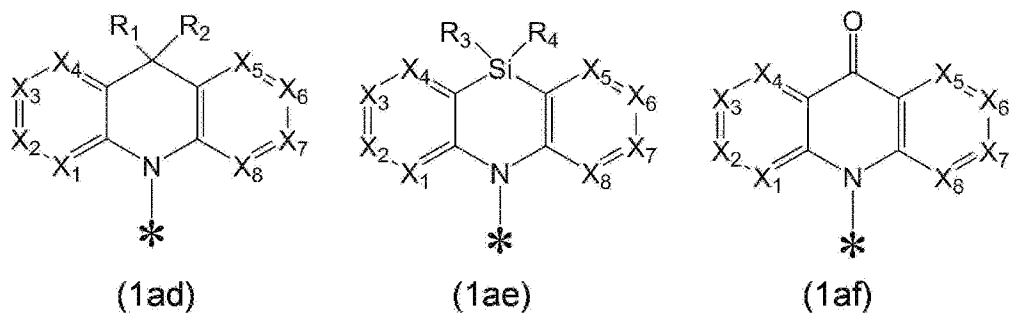
[0047] 前記一般式(1a)は、 A_1 が単結合である場合に下記一般式(1aa)で表され、 A_1 がOである場合に下記一般式(1ab)で表され、 A_1 がSである場合に下記一般式(1ac)で表され、 A_1 がC(R_1)(R_2)である場合に下記一般式(1ad)で表され、 A_1 がSi(R_3)(R_4)である場合に下記一般式(1ae)で表され、 A_1 がC(=O)である場合に下記一般式(1af)で表され、 A_1 がS(=O)である場合に下記一般式(1ag)で表され、 A_1 がSO₂である場合に下記一般式(1ah)で表され、 A_1 がN(R_5)である場合に下記一般式(1ai)で表される。これら下記一般式(1aa)～(1ai)において、 $X_1 \sim X_8$ 、および $R_1 \sim R_5$ は、前述と同義である。

。前記一般式（1b）、（1c）、（1e）、（1g）～（1j）についても、 A_1 および A_2 による環同士の連結態様は、下記一般式（1aa）～（1ai）と同様である。下記一般式（1aa）において、 $X_1 \sim X_8$ が、 R_x が結合する炭素原子（C- R_x ）である場合、置換基としての複数の R_x は、環を形成しない方が好ましい。

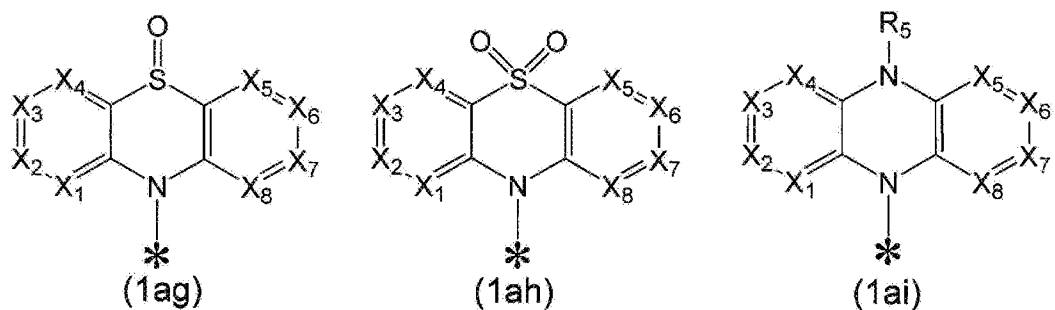
[0048] [化21]



[0049] [化22]



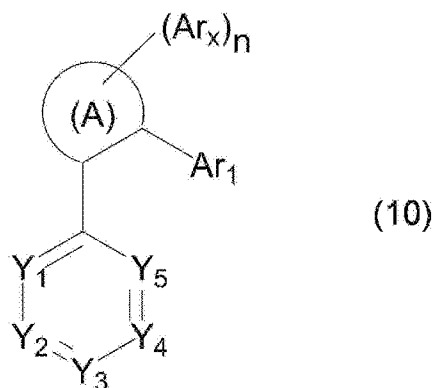
[0050] [化23]



[0051] 本実施形態に係る化合物は、下記一般式（10）で表されることが好ましい。

[0052]

[化24]



[0053] 前記一般式(10)中、 $Y_1 \sim Y_5$ は、それぞれ独立に、N、C-CNまたはC-R_yであり、 $Y_1 \sim Y_5$ のうち、少なくとも1つは、NまたはC-CNである。

R_yは、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基としてのR_yは、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスフォリル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択される基である。R_yとして好ましくは、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、または置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基である。複数のR_yは、互いに同一であるか、または異なる。

[0054] 前記一般式(10)中、Ar₁は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスフォリル基、置換シリル基、シアノ基、ニト

口基、カルボキシ基、および前記一般式（１ a）～（１ c）で表される基からなる群から選択されるいずれかの基である。

[0055] 前記一般式（１ ０）中、 Ar_x は、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、置換基としての Ar_x は、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ～ 30 のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ～ 30 のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 30 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 30 のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数 3 ～ 30 のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 7 ～ 30 のアラルキル基、置換ホスフォルル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、カルボキシ基、および前記一般式（１ a）～（１ c）で表される基からなる群から選択されるいずれかの基である。

[0056] 前記一般式（１ ０）中、 n は、0 以上 5 以下の整数を表し、 n が 2 以上である場合は、複数の Ar_x は、互いに同一であるか、または異なる。

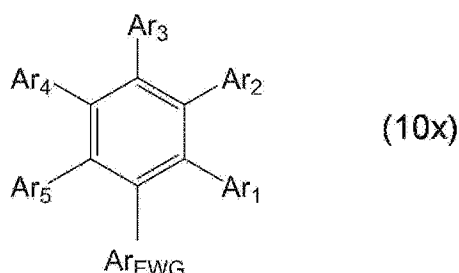
[0057] 前記一般式（１ ０）中、環（A）は、5 員環、6 員環、または 7 員環である。環（A）は、芳香族炭化水素環であっても、複素環であってもよい。

[0058] 前記一般式（１ ０）中、 Ar_1 および Ar_x の少なくともいずれかは、前記一般式（１ a）～（１ c）で表される基からなる群から選択されるいずれかの基である。

[0059] 本実施形態において、環（A）は、6 員環であることが好ましく、芳香族の 6 員環であることがより好ましい。

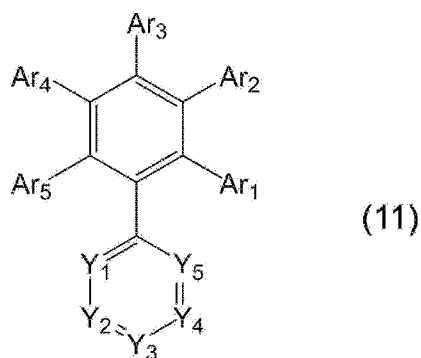
[0060] 本実施形態に係る化合物は、下記一般式（１ ０ x）で表されることも好ましい。下記一般式（１ ０ x）中、 Ar_1 、 Ar_{EWG} 、 $Ar_2 \sim Ar_5$ は、それぞれ、前述と同義である。

[0061] [化25]



[0062] 本実施形態に係る化合物は、下記一般式（１１）で表されることも好ましい。

[0063] [化26]



[0064] 前記一般式（１１）中、 $Y_1 \sim Y_5$ は、それぞれ独立に、窒素原子（N）、シアノ基が結合する炭素原子（C—CN）または R_y が結合する炭素原子（C— R_y ）であり、 $Y_1 \sim Y_5$ のうち、少なくとも１つは、NまたはC—CNである。複数の R_y は、互いに同一であるか、または異なる。

[0065] 前記一般式（１１）中、 R_y および Ar_1 は、前述と同義である。

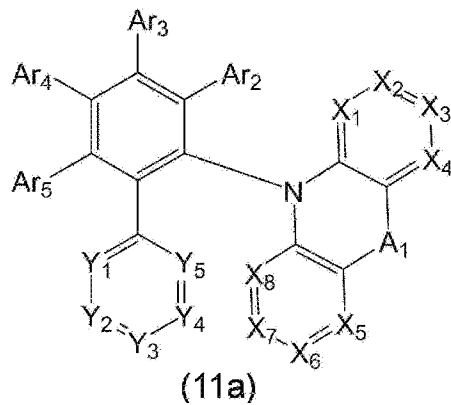
[0066] 前記一般式（１１）中、 $Ar_2 \sim Ar_5$ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基としての $Ar_2 \sim Ar_5$ は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスフォル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、カルボキシ基、および前記一般式（１a）～（１c）で表される基からなる群から選択されるいずれかの基である。

[0067] 前記一般式（１１）中、 $Ar_1 \sim Ar_5$ のうち少なくとも一つは、前記一般式（１a）～（１c）で表される基からなる群から選択されるいずれかの基である。

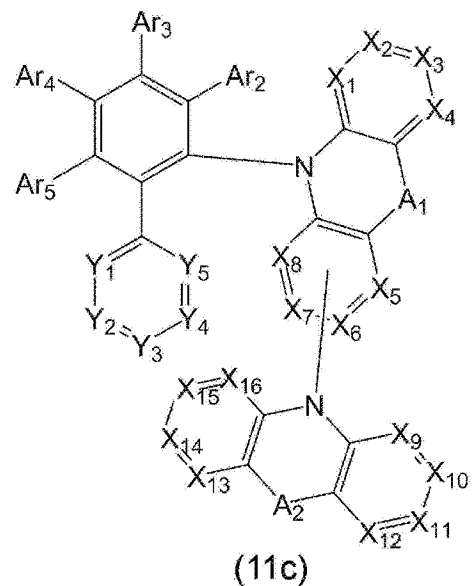
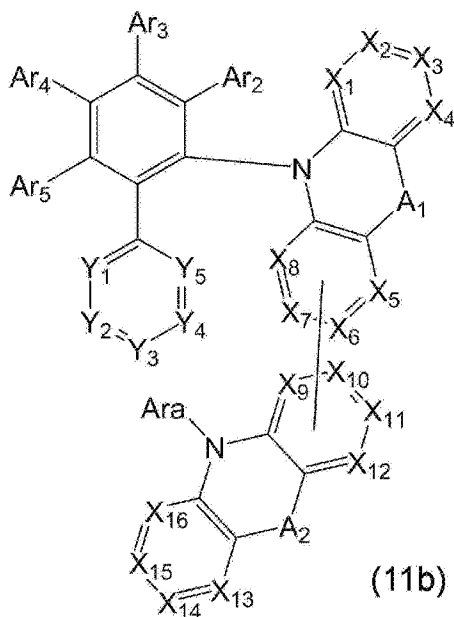
[0068] 本実施形態に係る化合物は、下記一般式（１１a）、下記一般式（１１b

）、または下記一般式（１１ｃ）で表される化合物であることも好ましい。

[0069] [化27]



[0070] [化28]

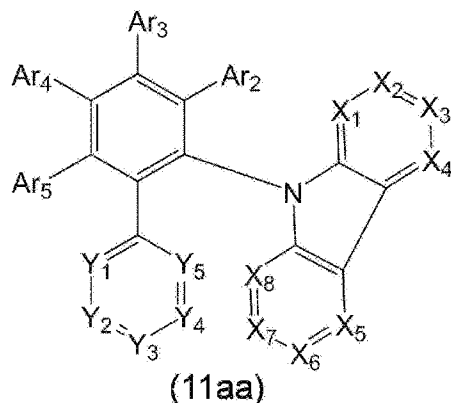


[0071] 前記一般式（１１ａ）、（１１ｂ）および（１１ｃ）中、 $Y_1 \sim Y_5$ 、 R_y 、 $Ar_2 \sim Ar_5$ 、 $X_1 \sim X_{16}$ 、 R_x 、 A_1 、 A_2 、 $R_1 \sim R_5$ 、および Ara は、それぞれ前述した $Y_1 \sim Y_5$ 、 R_y 、 $Ar_2 \sim Ar_5$ 、 $X_1 \sim X_{16}$ 、 R_x 、 A_1 、 A_2 、 $R_1 \sim R_5$ 、および Ara と同じ意味を表す。

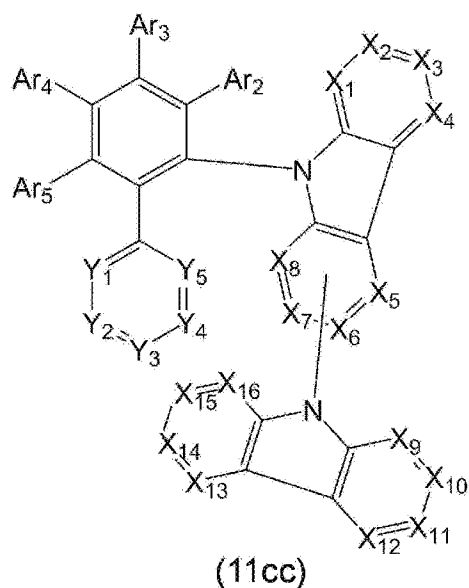
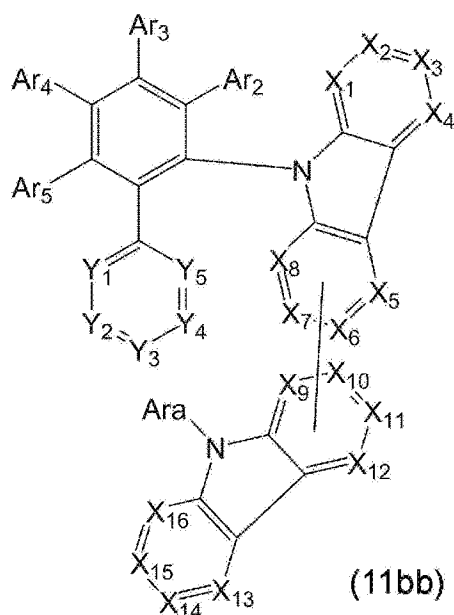
[0072] 本実施形態に係る化合物は、下記一般式（１１ａａ）、下記一般式（１１ｂｂ）、または下記一般式（１１ｃｃ）で表される化合物であることも好ましい。

[0073]

[化29]



[0074] [化30]



[0075] 前記一般式(11aa)、(11bb)および(11cc)中、 $Y_1 \sim Y_5$ 、 R_y 、 $Ar_2 \sim Ar_5$ 、 $X_1 \sim X_{16}$ 、 R_x 、およびAraは、それぞれ前述した $Y_1 \sim Y_5$ 、 R_y 、 $Ar_2 \sim Ar_5$ 、 $X_1 \sim X_{16}$ 、 R_x 、およびAraと同じ意味を表す。

[0076] 本実施形態において、 Ar_1 および Ar_2 が、前記一般式(1a)～(1j)で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であることも好ましい。この場合、 $Ar_3 \sim Ar_5$ が、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基としての $Ar_3 \sim Ar_5$ は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子

数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスフォリル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択されるいずれかの基であることも好ましい。

本実施形態において、 A_{r2} および A_{r3} が、前記一般式(1a)～(1j)で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であることも好ましい。この場合、 A_{r1} および $A_{r4} \sim A_{r5}$ が、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基としての A_{r1} および $A_{r4} \sim A_{r5}$ は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスフォリル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択されるいずれかの基であることも好ましい。

[0077] 本実施形態において、 A_{r1} および A_{r2} が、前記一般式(1a)～(1c)で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であることが好ましい。

本実施形態において、 A_{r1} および A_{r2} が、前記一般式(1a)～(1j)で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であるか、前記一般式(1a)～(1c)で表される基からなる群から選択されるいずれかの基である場合、 $A_{r3} \sim A_{r5}$ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基としての $A_{r3} \sim A_{r5}$ は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換

もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスフォルル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択されるいずれかの基であることが好ましい。

[0078] 本実施形態において、 $A r_1$ および $A r_2$ が、前記一般式(1a)～(1j)で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であるか、前記一般式(1a)～(1c)で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であるとき、 $A r_1$ と $A r_2$ とは互いに異なることも好ましい。

[0079] 本実施形態において、 $A r_1$ および $A r_2$ が、前記一般式(1a)～(1j)で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であるか、前記一般式(1a)～(1c)で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であるとき、 $A r_1$ および $A r_2$ のうち少なくとも一方は、前記一般式(1b)または(1c)で表される基であることも好ましい。

[0080] 本実施形態において、 $A r_2$ および $A r_3$ が、前記一般式(1a)～(1c)で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であることが好ましい。

本実施形態において、 $A r_2$ および $A r_3$ が、前記一般式(1a)～(1j)で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であるか、前記一般式(1a)～(1c)で表される基からなる群から選択されるいずれかの基である場合、 $A r_1$ は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスフォルル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択されるいずれかの基であり、 $A r_4 \sim A r_5$ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基としての $A r_4 \sim A r_5$ は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のア

リール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスフォルル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択されるいずれかの基であることが好ましい。

[0081] 本実施形態に係る化合物の分子中、前記一般式(1a)～(1j)で表される基が、1つ又は2つであるとき、本実施形態に係る化合物は、環内に窒素原子を1個以上含む置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、または1個以上のシアノ基で置換されている環形成炭素数6～30のアリール基を、1つ有することが好ましい。

[0082] 本実施形態において、 $A r_1$ 、 $A r_2$ および $A r_3$ が、前記一般式(1a)～(1j)で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であることが好ましく、前記一般式(1a)～(1c)で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であることがより好ましく、この場合、 $A r_1$ 、 $A r_2$ および $A r_3$ は、互いに同一であるかまたは異なる。

本実施形態において、 $A r_1$ 、 $A r_2$ および $A r_3$ が、前記一般式(1a)～(1j)で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であるか、前記一般式(1a)～(1c)で表される基からなる群から選択されるいずれかの基である場合、 $A r_4 \sim A r_5$ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基としての $A r_4 \sim A r_5$ は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスフォルル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択さ

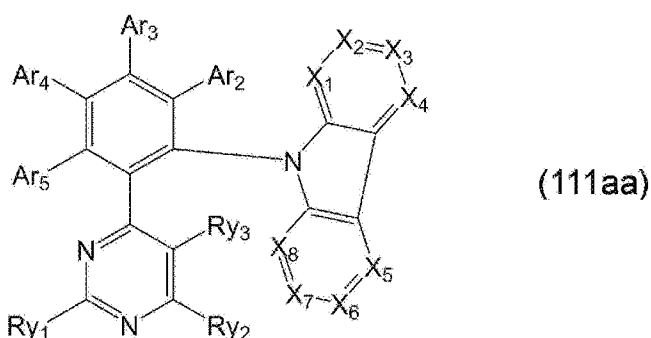
れるいずれかの基であることが好ましい。

[0083] 本実施形態において、 Y_1 、 Y_3 、および Y_5 のうち、少なくともいずれかは、窒素原子（N）であることが好ましい。

[0084] 本実施形態において、 Y_1 、および Y_3 は、Nであり、 Y_2 、 Y_4 、および Y_5 は、C-R_yであることが好ましい。

例えば、前記一般式（11aa）において、 Y_1 、および Y_3 は、Nであり、 Y_2 、 Y_4 、および Y_5 は、C-R_yである場合、下記一般式（111aa）で表され、R_{y1}～R_{y3}は、それぞれ独立に、前述のR_yと同義である。

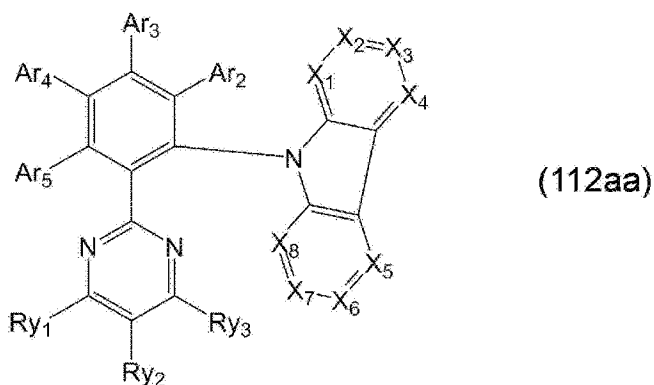
[0085] [化31]



[0086] 本実施形態において、 Y_1 、および Y_5 は、Nであり、 Y_2 、 Y_3 、および Y_4 は、C-R_yであることが好ましい。

例えば、前記一般式（11aa）において、 Y_1 、および Y_5 は、Nであり、 Y_2 、 Y_3 、および Y_4 は、C-R_yである場合、下記一般式（112aa）で表され、R_{y1}～R_{y3}は、それぞれ独立に、前述のR_yと同義である。

[0087] [化32]

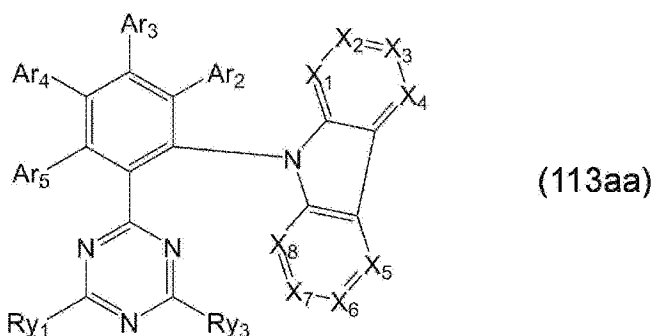


[0088] 本実施形態において、 Y_1 、 Y_3 、および Y_5 は、Nであり、 Y_2 、および Y_4

は、C-R_yであることが好ましい。

例えば、前記一般式(11aa)において、Y₁、Y₃、およびY₅は、Nであり、Y₂、およびY₄は、C-R_yである場合、下記一般式(113aa)で表され、R_{y1}およびR_{y3}は、それぞれ独立に、前述のR_yと同義である。

[0089] [化33]



[0090] 本実施形態において、X₁～X₂₀は、それぞれ独立に、R_xが結合する炭素原子(C-R_x)であることが好ましく、R_xがHであることがより好ましい。

[0091] 本実施形態において、Ar₁が、前記一般式(1a)～(1j)で表される基ではない場合、置換基としてのAr₁は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、および置換シリル基からなる群から選択される基であることが好ましく、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基であることがより好ましく、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基であることがさらに好ましく、よりさらに好ましくは、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～10のアリール基である。

本実施形態において、Ar₂、Ar₃、Ar₄およびAr₅の少なくともいずれかが、前記一般式(1a)～(1j)で表される基ではない場合、置換基

としての $A r_2 \sim A r_5$ は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ～ 30 のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ～ 30 のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 30 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 30 のフルオロアルキル基、および置換シリル基からなる群から選択される基であることが好ましく、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ～ 30 のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 30 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 30 のフルオロアルキル基、および置換シリル基からなる群から選択される基であることがより好ましく、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ～ 30 のアリール基であることがさらに好ましく、よりさらに好ましくは、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ～ 10 のアリール基である。本実施形態において、 $A r_2$ 、 $A r_3$ 、 $A r_4$ および $A r_5$ の少なくともいずれかが、前記一般式 (1 a) ～ (1 j) で表される基ではない場合、 $A r_2 \sim A r_5$ は、水素原子であることも好ましい。

[0092] ・ 本実施形態に係る化合物の製造方法

本実施形態に係る化合物は、例えば、下記実施例に記載した方法により製造することができる。また、下記実施例に記載した方法に倣い、目的物に合わせた既知の代替反応や原料を用いることで、本実施形態に係る化合物を製造することができる。

[0093] ・ 遅延蛍光発光性

遅延蛍光（熱活性化遅延蛍光）については、「有機半導体のデバイス物性」（安達千波矢編、講談社発行）の 261 ～ 268 ページで解説されている。その文献の中で、蛍光発光材料の励起一重項状態と励起三重項状態のエネルギー差 ΔE_{13} を小さくすることができれば、通常は遷移確率が低い励起三重項状態から励起一重項状態への逆エネルギー移動が高確率で生じ、熱活性化遅延蛍光（Thermally Activated delayed Fluorescence, TADF）が発現すると説明されている。さらに、当該文献中の図 10.38 で、遅延蛍光の発生メカニズムが説明され

ている。本実施形態における第一の化合物は、このようなメカニズムで発生する熱活性化遅延蛍光を示す化合物である。遅延蛍光の発光は過渡 P L (P h o t o L u m i n e s c e n c e) 測定により確認できる。

[0094] 過渡 P L 測定から得た減衰曲線に基づいて遅延蛍光の挙動を解析することもできる。過渡 P L 測定とは、試料にパルスレーザーを照射して励起させ、照射を止めた後の P L 発光の減衰挙動（過渡特性）を測定する手法である。T A D F 材料における P L 発光は、最初の P L 励起で生成する一重項励起子からの発光成分と、三重項励起子を経由して生成する一重項励起子からの発光成分に分類される。最初の P L 励起で生成する一重項励起子の寿命は、ナノ秒オーダーであり、非常に短い。そのため、当該一重項励起子からの発光は、パルスレーザーを照射後、速やかに減衰する。

一方、遅延蛍光は、寿命の長い三重項励起子を経由して生成する一重項励起子からの発光のため、ゆるやかに減衰する。このように最初の P L 励起で生成する一重項励起子からの発光と、三重項励起子を経由して生成する一重項励起子からの発光とでは、時間的に大きな差がある。そのため、遅延蛍光由来の発光強度を求めることができる。

[0095] 図 2 には、過渡 P L を測定するための例示的装置の概略図が示されている。

本実施形態の過渡 P L 測定装置 1 0 0 は、所定波長の光を照射可能なパルスレーザー部 1 0 1 と、測定試料を収容する試料室 1 0 2 と、測定試料から放射された光を分光する分光器 1 0 3 と、2 次元像を結像するためのストリークカメラ 1 0 4 と、2 次元像を取り込んで解析するパーソナルコンピュータ 1 0 5 と、を備える。なお、過渡 P L の測定は、本実施形態で説明する装置に限定されない。

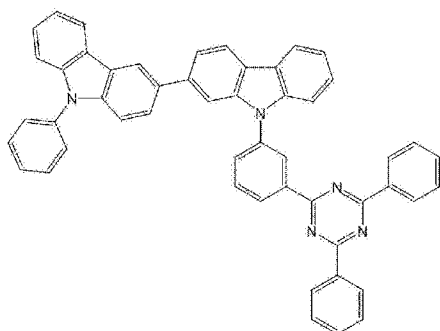
試料室 1 0 2 に収容される試料は、マトリックス材料に対し、ドーピング材料が 1 2 質量%の濃度でドーピングされた薄膜を石英基板に成膜することで得られる。

試料室 1 0 2 に収容された薄膜試料に対し、パルスレーザー部 1 0 1 から

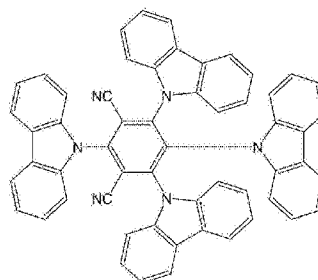
パルスレーザーを照射して、ドーピング材料を励起させる。励起光の照射方向に対して90度の方向へ発光を取り出し、取り出した光を分光器103で分光し、ストリークカメラ104内で2次元像を結像する。その結果、縦軸が時間に対応し、横軸が波長に対応し、輝点が発光強度に対応する2次元画像を得ることができる。この2次元画像を所定の時間軸で切り出すと、縦軸が発光強度であり、横軸が波長である発光スペクトルを得ることができる。また、当該2次元画像を波長軸で切り出すと、縦軸が発光強度の対数であり、横軸が時間である減衰曲線（過渡PL）を得ることができる。

[0096] 例えば、マトリックス材料として、下記参考化合物H1を用い、ドーピング材料として下記参考化合物D1を用いて上述のようにして薄膜試料Aを作製し、過渡PL測定を行った。

[0097] [化34]



(参考化合物 H1)



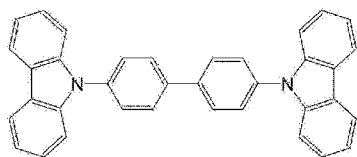
(化合物D1)

[0098] ここでは、前述の薄膜試料A、および薄膜試料Bを用いて減衰曲線を解析した。薄膜試料Bは、マトリックス材料として下記参考化合物H2を用い、ドーピング材料として前記参考化合物D1を用いて、上述のようにして薄膜試料を作製した。

図3には、薄膜試料Aおよび薄膜試料Bについて測定した過渡PLから得た減衰曲線が示されている。

[0099]

[化35]



(参考化合物 H2)

[0100] 上記したように過渡PL測定によって、縦軸を発光強度とし、横軸を時間とする発光減衰曲線を得ることができる。この発光減衰曲線に基づいて、光励起により生成した一重項励起状態から発光する蛍光と、三重項励起状態を経由し、逆エネルギー移動により生成する一重項励起状態から発光する遅延蛍光との、蛍光強度比を見積もることができる。遅延蛍光発光性の材料では、素早く減衰する蛍光の強度に対し、緩やかに減衰する遅延蛍光の強度の割合が、ある程度大きい。

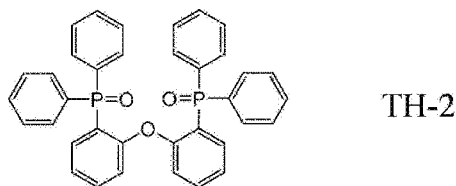
本実施形態における遅延蛍光発光量は、図2の装置を用いて求めることができる。本実施形態に係る化合物に関しては、当該化合物が吸収する波長のパルス光（パルスレーザーから照射される光）で励起された後、当該励起状態から即座に観察されるPrompt発光（即時発光）と、当該励起後、即座には観察されず、その後観察されるDelay発光（遅延発光）とが存在する。本実施形態においては、Delay発光（遅延発光）の量がPrompt発光（即時発光）の量に対して5%以上であることが好ましい。

Prompt発光とDelay発光の量は、“Nature 492, 234-238, 2012”に記載された方法と同様の方法により求めることができる。なお、Prompt発光およびDelay発光の量の算出に使用される装置は、前記文献に記載の装置に限定されない。

また、遅延蛍光発光性の測定に用いられる試料は、例えば、本実施形態に係る化合物と下記化合物TH-2とを、本実施形態に係る化合物の割合が12質量%となるように石英基板の上に共蒸着し、膜厚100nmの薄膜を形成した試料を使用することができる。

[0101]

[化36]



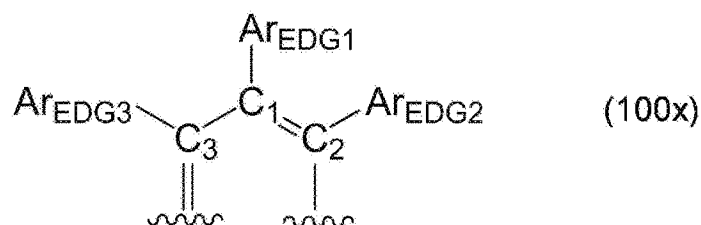
[0102] 本実施形態に係る化合物は、前記一般式（１）等で表される構造を有しているため、D e l a y 発光（遅延発光）成分が増大する。その理由は、以下のように推測される。本実施形態に係る化合物は、電子供与性基（前記一般式（１ a）～（１ j）で表される基）と、電子受容性基 A r_{EWG}とを分子内に有し、さらに、電子受容性基と置換基（電子供与性基でもよい。）とが前記一般式（１）等で表される結合位置の関係を満たすことにより、分子構造中にねじれが生じ、H O M O（Highest Occupied Molecular Orbital、最高被占軌道）とL U M O（Lowest Unoccupied Molecular Orbital、最低空起動）とが分離すると考えられる。H O M OとL U M Oとの分離により、Δ S Tが小さくなり、Δ S Tが小さくなった結果、逆項間交差が生じ易くなり、遅延蛍光発光量が増大すると推測される。

本実施形態に係る化合物としては、A r₁が電子供与性基（前記一般式（１ a）～（１ j）で表される基）であり、電子受容性基 A r_{EWG}との結合位置が前記一般式（１）等で表される構造であることが好ましく、A r₁が前記一般式（１ a）で表される基であることがより好ましく、前記一般式（１ a a）で表される基であることがさらに好ましい。

また、本実施形態に係る化合物は、分子中において、環（A）を構成する第一の原子および第一の原子の隣の第二の原子に電子供与性基（前記一般式（１ a）～（１ j）で表される基）が結合することが好ましく、第一の原子の隣の第三の原子（第二の原子とは異なる）にもさらに電子供与性基が結合することがより好ましい。このように環（A）において隣接する原子に電子供与性基が結合することで、電子供与性基同士の相互作用による電子供与性が向上し、分子中の電子受容性と電子供与性とのバランスが好適な状態になり、遅延蛍光発光量がさらに増大すると推測される。例えば、下記一般式（

100x) で表されるように、環 (A) が、第一の原子 C_1 と、第二の原子 C_2 と、第三の原子 C_3 とを有し、これらが隣り合っており、第一の原子 C_1 に結合する Ar_{EDG1} および第二の原子 C_2 に結合する Ar_{EDG2} が電子供与性基（前記一般式 (1a) ~ (1j) で表される基）であることが好ましく、さらに Ar_{EDG3} が電子供与性基であることがより好ましい。

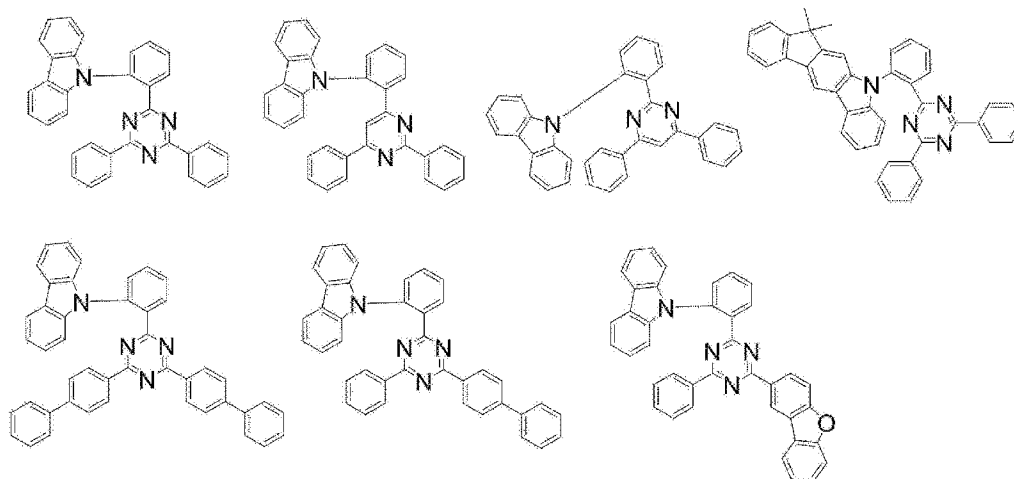
[0103] [化37]



[0104] 本実施形態に係る化合物を用いることで、有機エレクトロルミネッセンス素子の発光効率を向上させることができる。

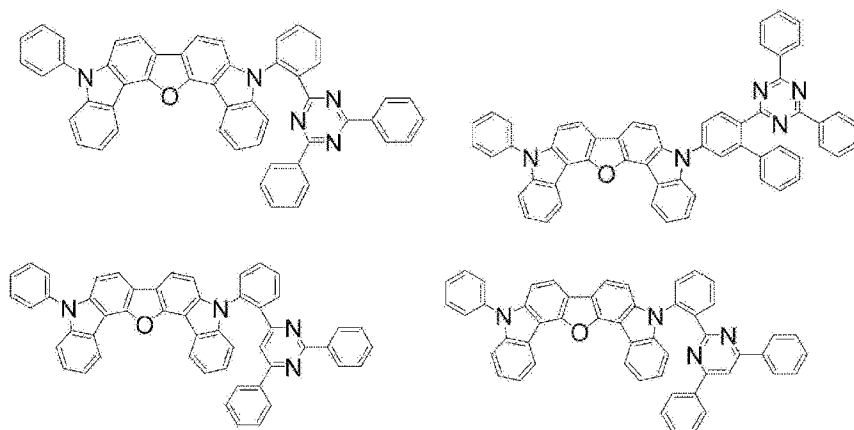
[0105] 本実施形態に係る化合物の具体的な例を以下に示す。なお、本発明に係る化合物は、これらの例に限定されない。

[0106] [化38]

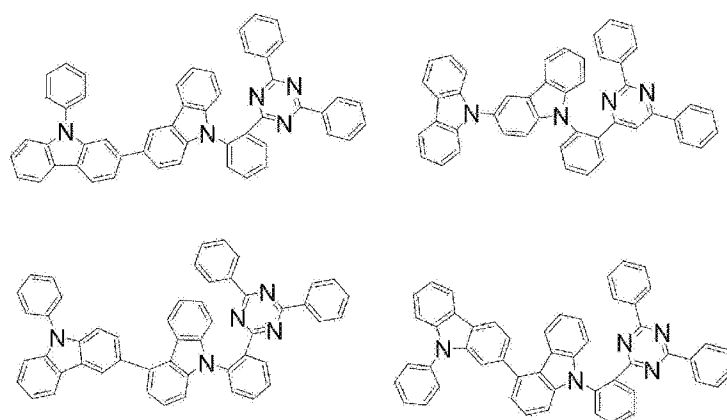


[0107]

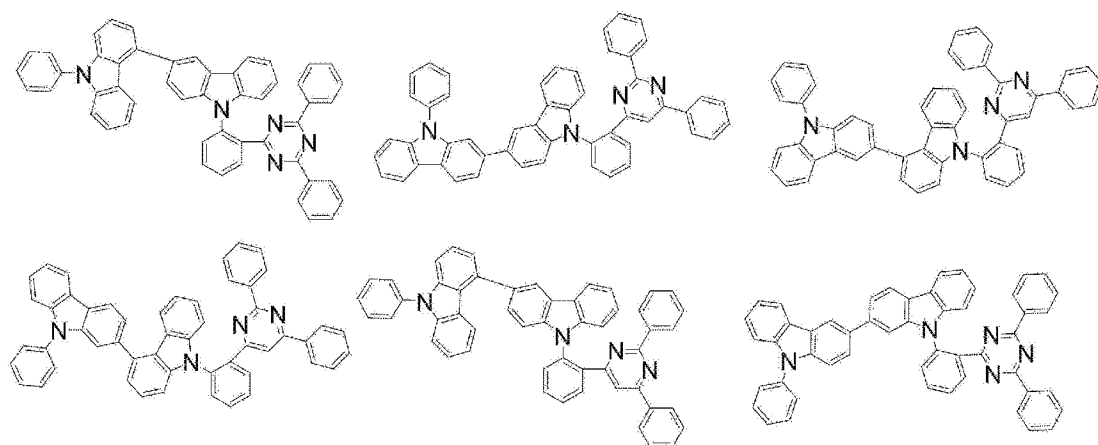
[化39]



[0108] [化40]

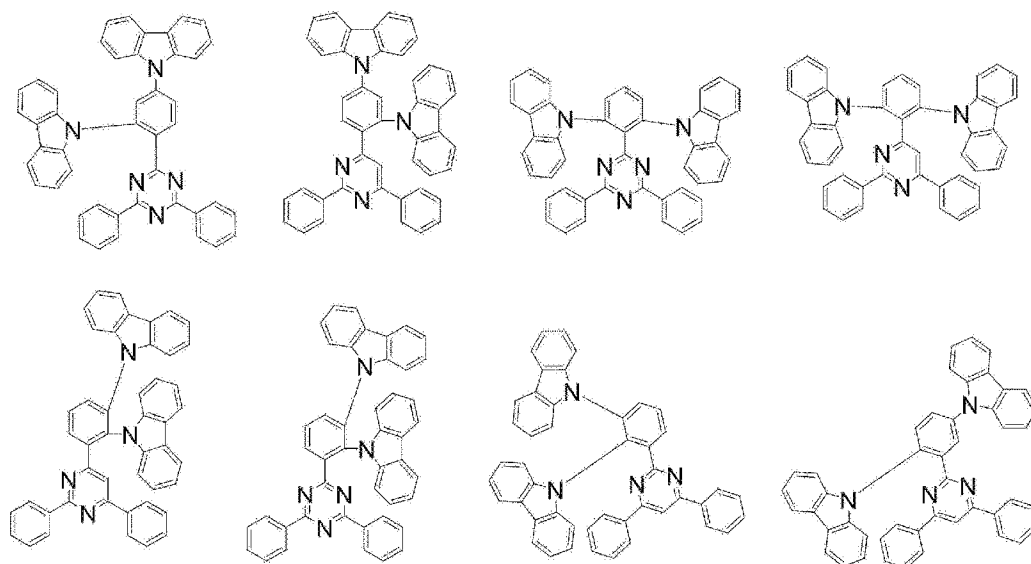


[0109] [化41]

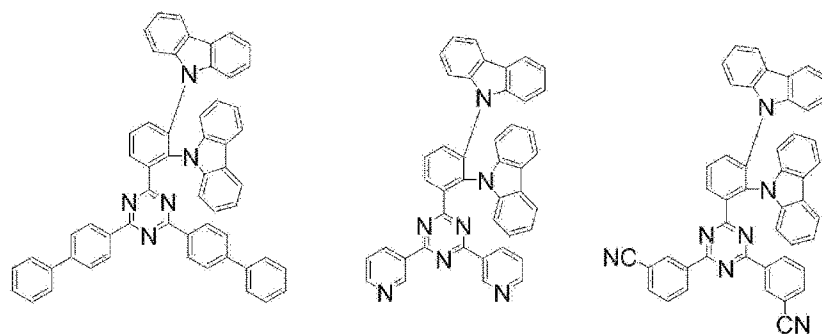


[0110]

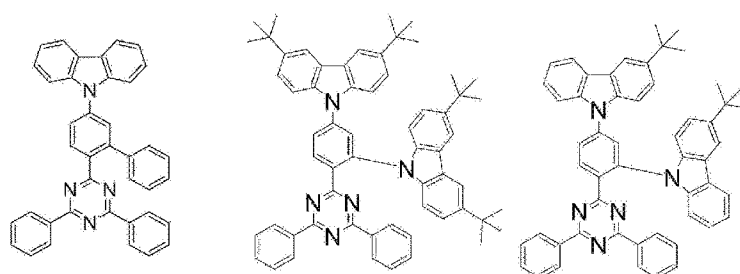
[化42]



[0111] [化43]

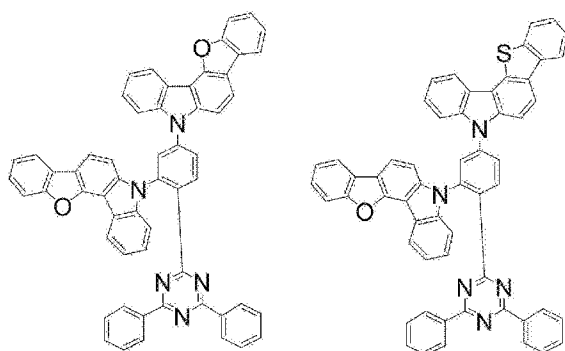


[0112] [化44]

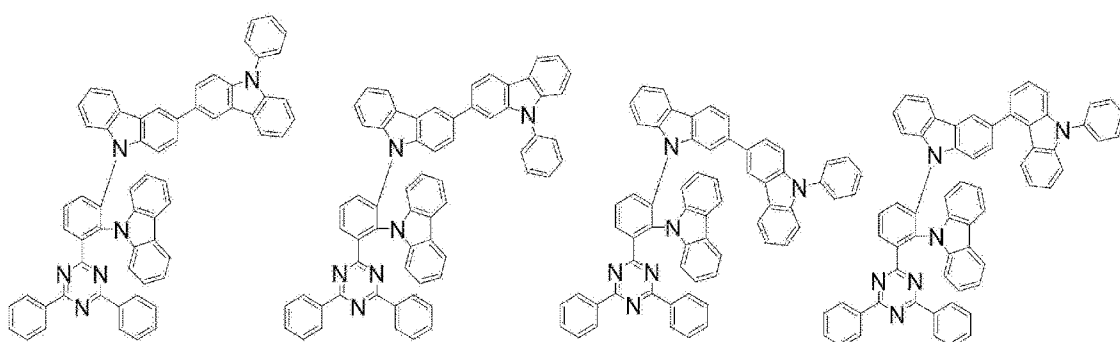


[0113]

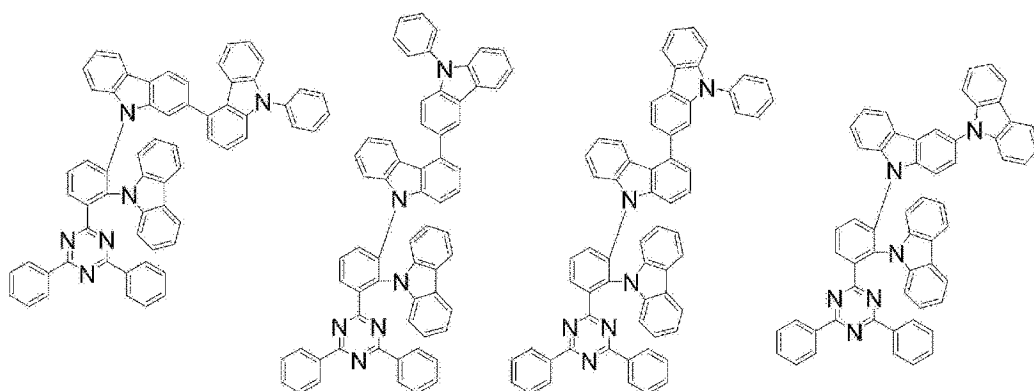
[化45]



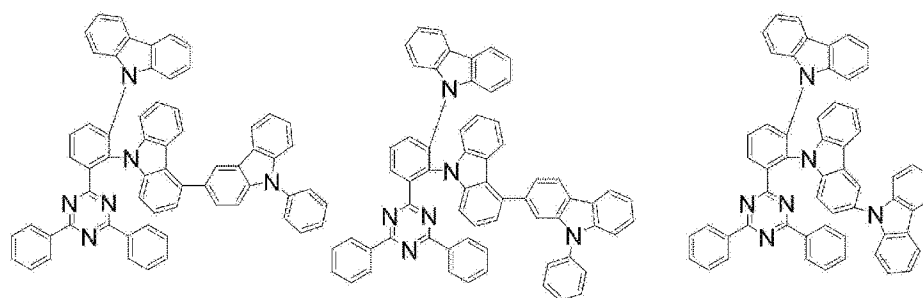
[0114] [化46]



[0115] [化47]

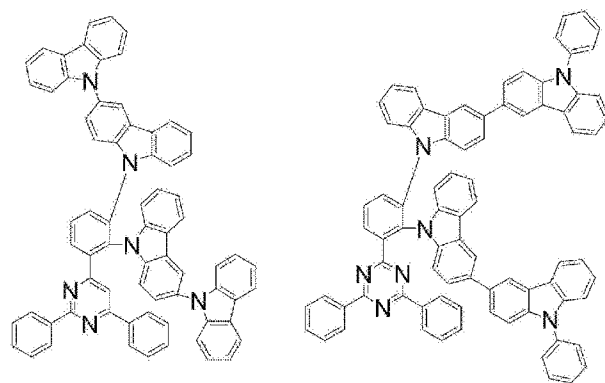


[0116] [化48]

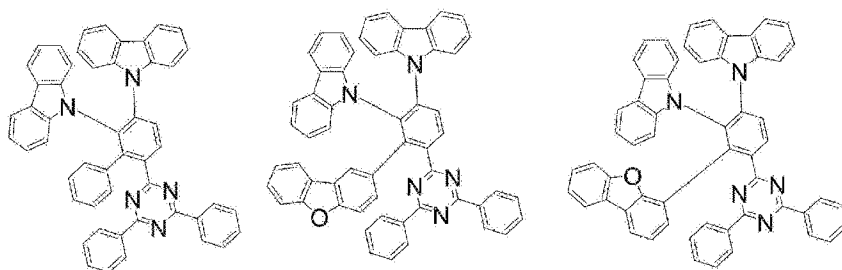


[0117]

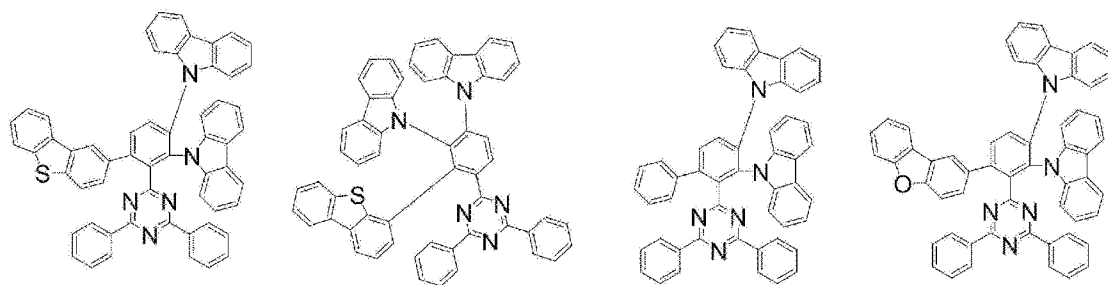
[化49]



[0118] [化50]

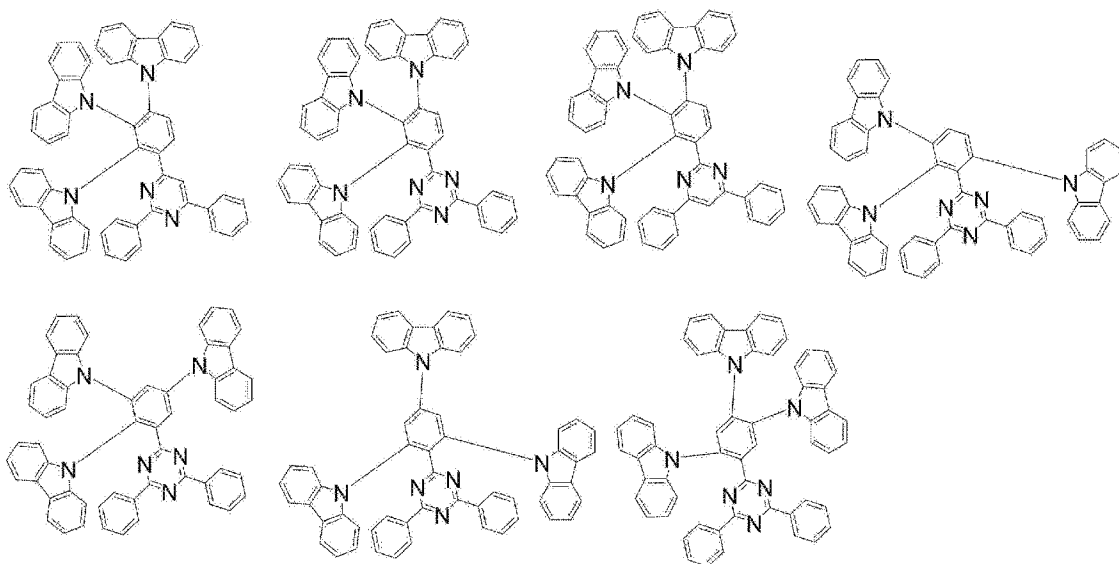


[0119] [化51]

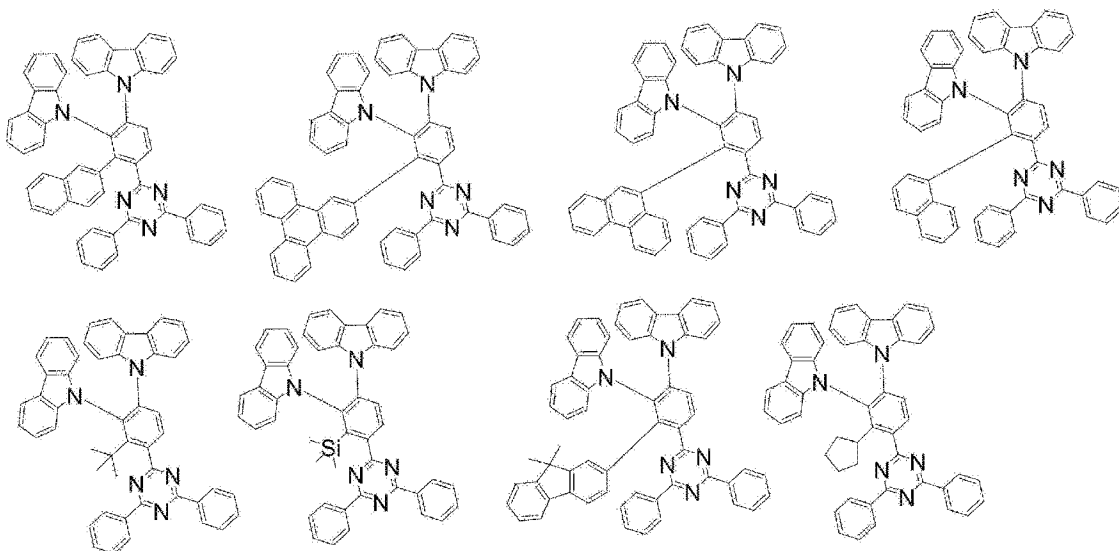


[0120]

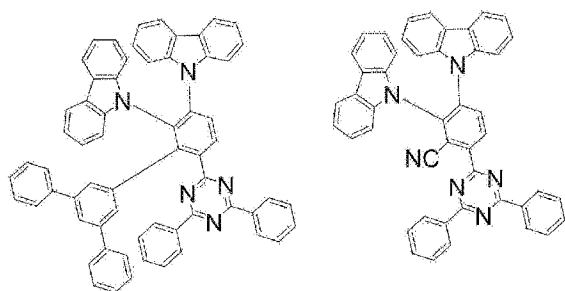
[化52]



[0121] [化53]

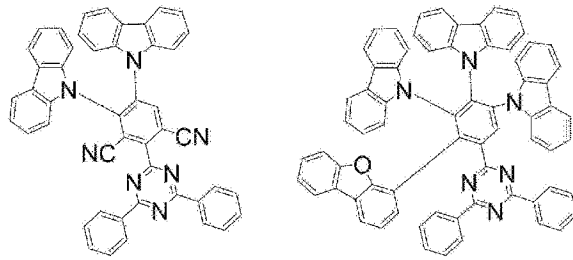


[0122] [化54]

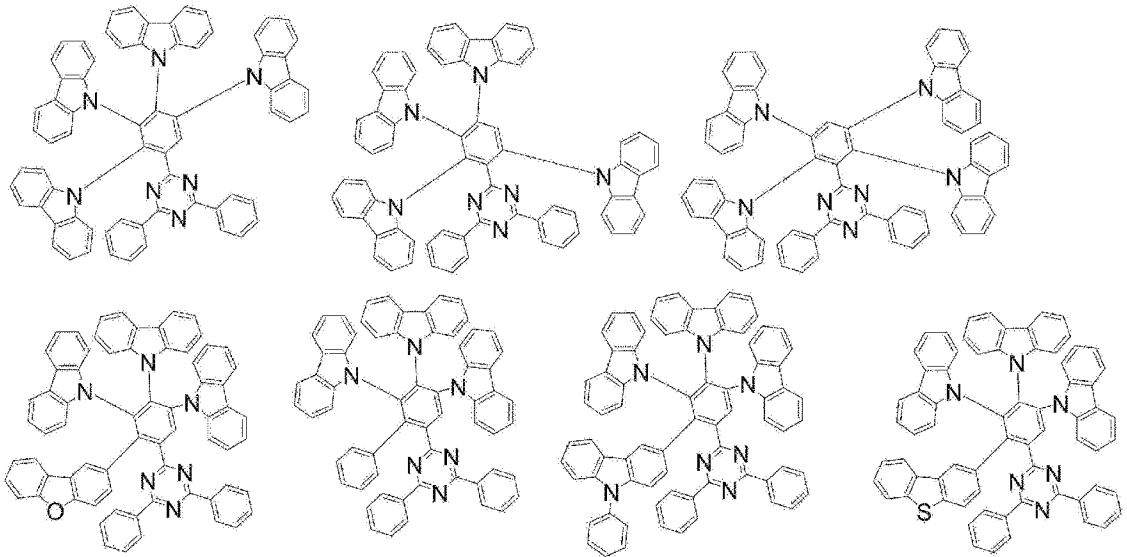


[0123]

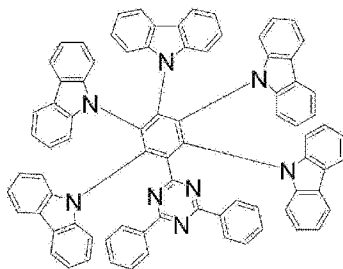
[化55]



[0124] [化56]



[0125] [化57]



[0126] [有機EL素子用材料]

本実施形態の化合物は、有機EL素子用材料として用いることができる。
 この場合、本実施形態の化合物を単独で有機EL素子用材料として用いてもよいし、本実施形態の化合物と他の材料との混合物を有機EL素子用材料として用いてもよい。

[0127] [有機EL素子]

本発明実施形態に係る有機EL素子の構成について説明する。

有機ＥＬ素子は、陽極および陰極の両電極間に有機層を備える。この有機層は、有機化合物で構成される層を一つ以上有する。有機層は、無機化合物をさらに含んでもよい。本実施形態の有機ＥＬ素子は、有機層として少なくとも一つの発光層を含む。有機層は、例えば、発光層だけで構成されていてもよいし、有機ＥＬ素子で採用される層、例えば、正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層、電子輸送層、正孔障壁層、および電子障壁層等のいずれかの層を有していてもよい。

[0128] 図１に、本実施形態に係る有機ＥＬ素子の一例の概略構成を示す。

有機ＥＬ素子１は、透光性の基板２と、陽極３と、陰極４と、陽極３と陰極４との間に配置された有機層１０と、を含む。有機層１０は、陽極３側から順に、正孔注入層６、正孔輸送層７、発光層５、電子輸送層８、および電子注入層９が、この順番で積層されて構成される。

[0129] <発光層>

有機ＥＬ素子１の発光層５は、前述の本実施形態に係る遅延蛍光性の化合物と、蛍光発光性の第二の化合物とを含む。本実施形態に係る化合物を、以下、第一の化合物と称する。

発光層５は、金属錯体を含んでもよい。本実施形態では、発光層５は、燐光発光性の金属錯体を含まないことが好ましい。

[0130] 本実施形態に係る有機ＥＬ素子によれば、発光層に前述の本実施形態に係る化合物（第一の化合物）と、蛍光発光性の第二の化合物とを含むので、発光効率を向上させることができる。前述のとおり、発光層に含まれる第一の化合物において逆項間交差が生じ易く、その結果、第一の化合物から第二の化合物への一重項励起エネルギー移動が増大し、蛍光発光性の第二の化合物が効率良く発光するため、発光効率が向上すると推測される。

[0131] ・第二の化合物

本実施形態の第二の化合物は、蛍光発光性の化合物であれば、特に限定されない。

第二の化合物は、主ピーク波長が５５０nm以下の蛍光発光を示すことが

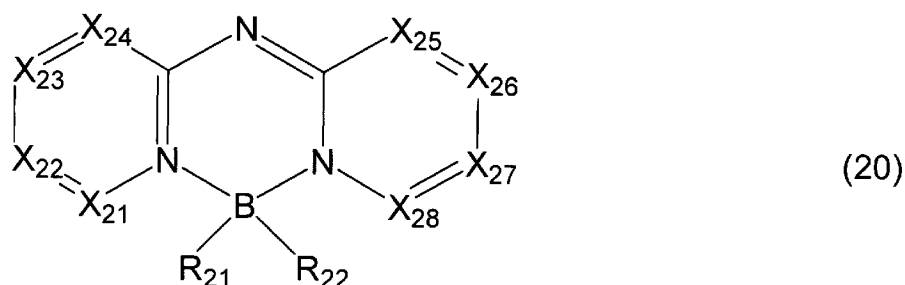
好ましい。また、第二の化合物は、主ピーク波長が430nm以上の蛍光発光を示すことが好ましい。主ピーク波長とは、第二の化合物が 10^{-6} モル／リットル以上 10^{-5} モル／リットル以下の濃度で溶解しているトルエン溶液について、測定した発光スペクトラムにおける発光強度が最大となる発光スペクトルのピーク波長をいう。

第二の化合物は、緑色または青色の蛍光発光を示すことが好ましい。また、第二の化合物は、発光量子収率の高い材料であることが好ましい。

[0132] 本実施形態に係る第二の化合物としては、蛍光発光性材料を用いることができる。青色の発光を呈する蛍光発光性化合物としては、例えば、ピレン誘導体、スチリルアミン誘導体、クリセン誘導体、フルオランテン誘導体、フルオレン誘導体、ジアミン誘導体、およびトリアリールアミン誘導体等が挙げられる。緑色の発光を呈する蛍光発光性化合物としては、例えば、クマリン誘導体、ピロメテンホウ素錯体、および芳香族アミン誘導体等が挙げられる。赤色の発光を呈する蛍光発光性化合物としては、例えば、テトラセン誘導体、ペリフランテン誘導体、ピロメテンホウ素錯体およびジアミン誘導体等が挙げられる。

[0133] 本実施形態に係る第二の化合物は、下記一般式(20)で表される化合物であることも好ましい。

[0134] [化58]



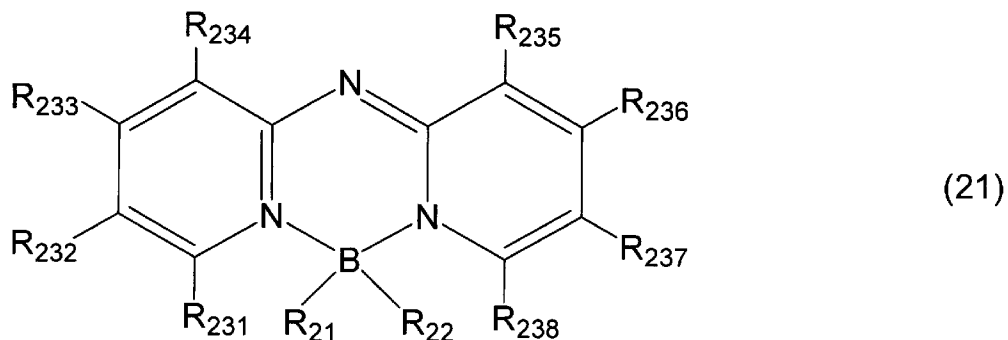
[0135] 前記一般式(20)において、 R_{21} および R_{22} は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基としての R_{21} および R_{22} は、それぞれ独立に、ハロゲン原子、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換

もしくは無置換の炭素数 1 ～ 30 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 30 のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数 3 ～ 30 のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 7 ～ 30 のアラルキル基、置換ホスフォルル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択されるいずれかの基であり、置換基としての R_{21} および R_{22} は、互いに直接結合して環を形成するか、又は環を形成せず、 $X_{21} \sim X_{28}$ は、それぞれ独立に、 R_{23} と結合する炭素原子 ($C - R_{23}$) または窒素原子であり、 R_{23} は、水素原子または置換基であり、置換基としての R_{23} は、ハロゲン原子、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ～ 30 のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ～ 30 のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 30 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 30 のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数 3 ～ 30 のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 7 ～ 30 のアラルキル基、置換ホスフォルル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択されるいずれかの基であり、置換基としての複数の R_{23} は、互いに同一であるか、または異なり、置換基としての複数の R_{23} は、互いに直接結合して環を形成するか、ヘテロ原子を介して環を形成するか、又は環を形成しない。置換基としての R_{21} および R_{22} が結合して形成される環、及び置換基としての複数の R_{23} が結合して形成される環は、5 員環、6 員環、または 7 員環であることが好ましく、脂肪族環であっても、芳香族炭化水素環であっても、複素環であってもよく、さらに置換基を有していてもよく、複数の環は、互いに同一であるか、または異なる。

[0136] 本実施形態において、 $X_{21} \sim X_{28}$ は、それぞれ独立に、 R_{23} と結合する炭素原子であることも好ましい。この場合、第二の化合物は、下記一般式 (21) で表される。下記一般式 (21) において、 $R_{231} \sim R_{238}$ は、それぞれ独立に、前述の R_{23} と同義であり、 R_{21} および R_{22} は、前述の R_{21} および R_{22} と同義である。

[0137]

[化59]

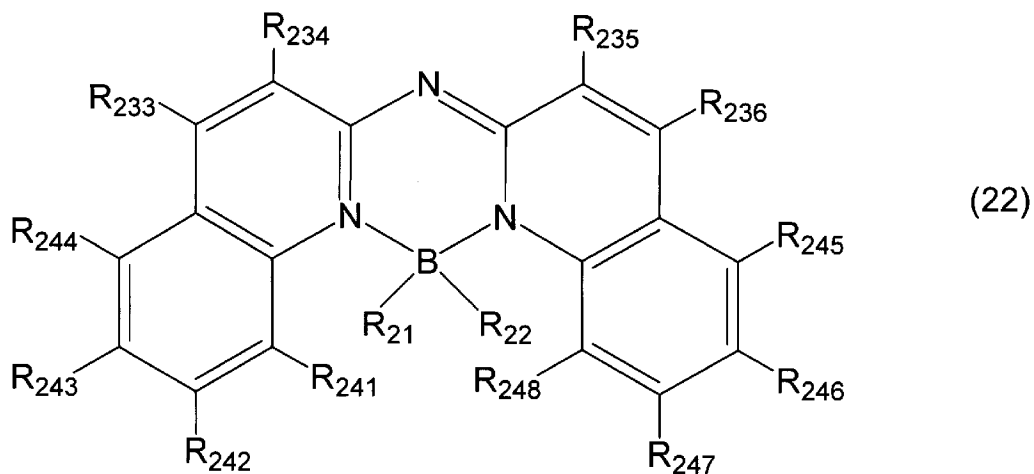


[0138] 本実施形態において、 $R_{231} \sim R_{234}$ のうちいずれかは、置換基であり、置換基同士が結合して環を形成しているか、または $R_{235} \sim R_{238}$ のうちいずれかは、置換基であり、置換基同士が結合して環を形成していることが好ましい。

[0139] 本実施形態において、 $R_{231} \sim R_{234}$ のうちのいずれかの置換基同士が結合して環を形成し、さらに、 $R_{235} \sim R_{238}$ のうちのいずれかの置換基同士が結合して環を形成していることも好ましい。この置換基同士が結合して形成する環は、芳香族炭化水素6員環であることが好ましい。この芳香族炭化水素6員環は、さらに置換基を有していてもよい。

[0140] 本実施形態において、第二の化合物は、下記一般式(22)で表される化合物であることも好ましい。

[0141] [化60]



[0142] 前記一般式(22)において、 $R_{233} \sim R_{236}$ 、および $R_{241} \sim R_{248}$ は、それぞれ独立に、前述の R_{23} と同義であり、 R_{21} および R_{22} は、前述の R_{21} および R_{22} と同義である。

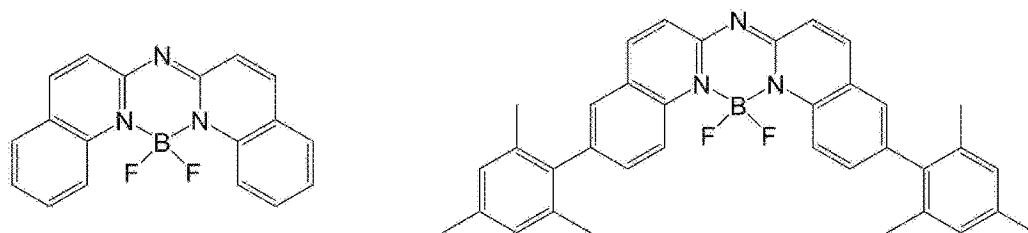
前記一般式(22)において、 R_{241} 、 R_{242} 、 R_{244} 、 R_{245} 、 R_{247} および R_{248} は、水素原子であり、 R_{243} および R_{246} は、置換基であることが好ましい。置換基としての R_{243} および R_{246} は、それぞれ独立に、ハロゲン原子、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスフォリル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択されるいずれかの基であり、置換基としての R_{243} および R_{246} は、それぞれ独立に、ハロゲン原子、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、および置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基からなる群から選択されるいずれかの基であることが好ましく、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基であることがより好ましい。

[0143] 本実施形態において、 R_{21} および R_{22} は、それぞれ独立に、ハロゲン原子、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、および置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基からなる群から選択される置換基であることが好ましく、ハロゲン原子であることがより好ましく、フッ素原子であることが更に好ましい。

[0144] 本実施形態に係る第二の化合物の具体的な例を以下に示す。なお、本発明に係る第二の化合物は、これらの例に限定されない。

[0145]

[化61]



[0146] ・ T A D F 機構

本実施形態の有機 E L 素子では、第一の化合物として $\Delta S T$ (M1) が小さい化合物を用いることが好ましく、外部から与えられる熱エネルギーによって、第一の化合物の三重項準位から第一の化合物の一重項準位への逆項間交差が起こり易くなる。有機 E L 素子内部の電気励起された励起子の励起三重項状態が、逆項間交差によって、励起一重項状態へスピン交換がされるエネルギー状態変換機構を T A D F 機構と呼ぶ。

図 4 は、発光層における第一の化合物および第二の化合物のエネルギー準位の関係の一例を示す図である。図 4 において、S 0 は、基底状態を表し、S 1 (M1) は、第一の化合物の最低励起一重項状態を表し、T 1 (M1) は、第一の化合物の最低励起三重項状態を表し、S 1 (M2) は、第二の化合物の最低励起一重項状態を表し、T 1 (M2) は、第二の化合物の最低励起三重項状態を表す。図 4 中の S 1 (M1) から S 1 (M2) へ向かう破線の矢印は、第一の化合物の最低励起一重項状態から第二の化合物の最低励起一重項状態へのフェルスター型エネルギー移動を表す。最低励起一重項状態 S 1 と最低励起三重項状態 T 1 との差を、 $\Delta S T$ として定義する。

図 4 に示すように、第一の化合物として $\Delta S T$ (M1) の小さな化合物を用いると、最低励起三重項状態 T 1 (M1) は、熱エネルギーにより、最低励起一重項状態 S 1 (M1) に逆項間交差が可能である。そして、第一の化合物の最低励起一重項状態 S 1 (M1) から第二の化合物の最低励起一重項状態 S 1 (M2) へのフェルスター型エネルギー移動が生じる。この結果、第二の化合物の最低励起一重項状態 S 1 (M2) からの蛍光発光を観測することができる。この T A D F 機構による遅延蛍光を利用することによっても

、理論的に内部効率を100%まで高めることができると考えられている。

[0147] 本実施形態において、第一の化合物の一重項エネルギー $S(M1)$ は、第二の化合物の一重項エネルギー $S(M2)$ よりも大きいことが好ましい。

また、本実施形態において、第一の化合物の77[K]におけるエネルギーギャップ $T_{77K}(M1)$ は、第二の化合物の77[K]におけるエネルギーギャップ $T_{77K}(M2)$ よりも大きいことが好ましい。 $T_{77K}(M1)$ は、2.0 eV以上であることが好ましく、2.2 eV以上であることがより好ましい。

[0148] ・三重項エネルギーと77[K]におけるエネルギーギャップとの関係

ここで、三重項エネルギーと77[K]におけるエネルギーギャップとの関係について説明する。本実施形態では、77[K]におけるエネルギーギャップは、通常定義される三重項エネルギーとは異なる点がある。

三重項エネルギーの測定は、次のようにして行われる。まず、測定対象となる化合物を石英基板上に蒸着した試料、または適切な溶媒中に溶解した溶液を石英ガラス管内に封入した試料を作製する。この試料について、低温(77[K])で燐光スペクトル(縦軸:燐光発光強度、横軸:波長とする。)を測定し、この燐光スペクトルの短波長側の立ち上がりに対して接線を引き、その接線と横軸との交点の波長値に基づいて、所定の換算式から三重項エネルギーを算出する。

ここで、本実施形態に用いる第一の化合物としては、 ΔST が小さい化合物であることが好ましい。 ΔST が小さいと、低温(77[K])状態でも、項間交差、及び逆項間交差が起こりやすく、励起一重項状態と励起三重項状態とが混在する。その結果、上記と同様にして測定されるスペクトルは、励起一重項状態および励起三重項状態の両者からの発光を含んでおり、いずれの状態から発光したのかについて峻別することは困難であるが、基本的には三重項エネルギーの値が支配的と考えられる。

そのため、本実施形態では、通常の三重項エネルギー T と測定手法は同じであるが、その厳密な意味において異なることを区別するため、次のように

して測定される値をエネルギーギャップ T_{77K} と称する。薄膜を用いて測定する場合には、測定対象となる化合物を石英基板上に膜厚 100 nm で蒸着して試料を作製する。この試料について、低温 (77 [K]) で燐光スペクトル (縦軸: 燐光発光強度、横軸: 波長とする。) を測定し、この燐光スペクトルの短波長側の立ち上がりに対して接線を引き、その接線と横軸との交点の波長値 λ_{edge} [nm] に基づいて、次の換算式 1 から算出されるエネルギー量をエネルギーギャップ T_{77K} とする。

$$\text{換算式 1: } T_{77K} [\text{eV}] = 1239.85 / \lambda_{edge}$$

燐光スペクトルの短波長側の立ち上がりに対する接線は以下のように引く。燐光スペクトルの短波長側から、スペクトルの極大値のうち、最も短波長側の極大値までスペクトル曲線上を移動する際に、長波長側に向けて曲線上の各点における接線を考える。この接線は、曲線が立ち上がるにつれ (つまり縦軸が増加するにつれ)、傾きが増加する。この傾きの値が極大値をとる点において引いた接線 (すなわち変曲点における接線) が、当該燐光スペクトルの短波長側の立ち上がりに対する接線とする。

なお、スペクトルの最大ピーク強度の 15% 以下のピーク強度をもつ極大点は、上述の最も短波長側の極大値には含めず、最も短波長側の極大値に最も近い、傾きの値が極大値をとる点において引いた接線を当該燐光スペクトルの短波長側の立ち上がりに対する接線とする。

燐光の測定には、(株) 日立ハイテクノロジー製の F-4500 形分光蛍光光度計本体を用いることができる。なお、測定装置はこの限りではなく、冷却装置及び低温用容器と、励起光源と、受光装置とを組み合わせることにより、測定してもよい。

[0149] ・一重項エネルギー S

一重項エネルギー S は、次のようにして測定される。

測定対象となる化合物の 10 μmol / L トルエン溶液を調製して石英セルに入れ、常温 (300 K) でこの試料の吸収スペクトル (縦軸: 発光強度、横軸: 波長とする。) を測定した。この吸収スペクトルの長波長側の立ち

下がりに対して接線を引き、その接線と横軸との交点の波長値 λ_{edge} [nm] を次に示す換算式 2 に代入して一重項エネルギーを算出した。

$$\text{換算式 2 : } S [\text{eV}] = 1239.85 / \lambda_{\text{edge}}$$

本実施例では、吸収スペクトルを日立社製の分光光度計（装置名：U3310）で測定した。なお、吸収スペクトル測定装置は、ここで用いた装置に限定されない。

[0150] 吸収スペクトルの長波長側の立ち下がりに対する接線は以下のように引く。吸収スペクトルの極大値のうち、最も長波長側の極大値から長波長方向にスペクトル曲線上を移動する際に、曲線上の各点における接線を考える。この接線は、曲線が立ち下がるにつれ（つまり縦軸の値が減少するにつれ）、傾きが減少しその後増加することを繰り返す。傾きの値が最も長波長側（ただし、吸光度が 0.1 以下となる場合は除く）で極小値をとる点において引いた接線を当該吸収スペクトルの長波長側の立ち下がりに対する接線とする。

なお、吸光度の値が 0.2 以下の極大点は、上記最も長波長側の極大値には含めない。

[0151] ・発光層の膜厚

本実施形態の有機 EL 素子 1 における発光層 5 の膜厚は、好ましくは 5 nm 以上 100 nm 以下、より好ましくは 7 nm 以上 100 nm 以下、さらに好ましくは 10 nm 以上 100 nm 以下である。膜厚が 5 nm 以上であれば発光層 5 を形成し易くなり、色度を調整し易くなる。膜厚が 100 nm 以下であれば駆動電圧の上昇を抑制できる。

[0152] ・発光層における化合物の含有率

本実施形態の有機 EL 素子 1 では、発光層 5 において、第一の化合物の含有率は、5 質量%以上であることが好ましく、10 質量%以上 80 質量%以下であることがより好ましく、40 質量%以上 60 質量%以下であることがさらに好ましい。第二の化合物の含有率は、1 質量%以上 10 質量%以下であることが好ましい。

発光層 5 において、実質的に第一の化合物および第二の化合物だけが含まれる場合、第一の化合物の含有率は、90質量%以上99質量%以下であることが好ましく、第二の化合物の含有率は、1質量%以上10質量%以下であることが好ましい。実質的にとは、第一の化合物および第二の化合物だけが含まれる場合や、例えば、発光層を形成する際の原料に由来して不可避免的に混入してしまう不純物等も微量ながら含まれる場合を意味する。発光層 5 における第一の化合物および第二の化合物の合計含有率の上限は、100質量%である。なお、本実施形態は、発光層 5 に、第一の化合物および第二の化合物以外の材料が含まれることを除外しない。

[0153] <基板>

基板 2 は、有機 EL 素子 1 の支持体として用いられる。基板 2 としては、例えば、ガラス、石英、プラスチック等を用いることができる。また、可撓性基板を用いてもよい。可撓性基板とは、折り曲げることができる（フレキシブル）基板である。可撓性基板としては、例えば、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリエーテルスルホン、ポリプロピレン、ポリエステル、ポリフッ化ビニル、ポリ塩化ビニル、ポリイミド、又はポリエチレンナフタレート等からなるプラスチック基板等が挙げられる。また、基板 2 として、無機蒸着フィルムを用いることもできる。

[0154] <陽極>

基板 2 上に形成される陽極 3 には、仕事関数の大きい（具体的には 4.0 eV 以上）金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物等を用いることが好ましい。具体的には、例えば、酸化インジウム－酸化スズ（ITO: Indium Tin Oxide）、珪素もしくは酸化珪素を含有した酸化インジウム－酸化スズ、酸化インジウム－酸化亜鉛、酸化タングステン、および酸化亜鉛を含有した酸化インジウム、グラフェン等が挙げられる。その他、金（Au）、白金（Pt）、ニッケル（Ni）、タングステン（W）、クロム（Cr）、モリブデン（Mo）、鉄（Fe）、コバルト（Co）、銅（Cu）、パラジウム（Pd）、チタン（Ti）、または金属材料の

窒化物（例えば、窒化チタン）等が挙げられる。

これらの材料は、通常、スパッタリング法により成膜される。例えば、酸化インジウム－酸化亜鉛は、酸化インジウムに対し1質量%以上10質量%以下の酸化亜鉛を加えたターゲットを用いることにより、スパッタリング法で形成することができる。また、例えば、酸化タングステン、および酸化亜鉛を含有した酸化インジウムは、酸化インジウムに対し酸化タングステンを0.5質量%以上5質量%以下、酸化亜鉛を0.1質量%以上1質量%以下含有したターゲットを用いることにより、スパッタリング法で形成することができる。その他、陽極3は、真空蒸着法、塗布法、インクジェット法、スピコート法などにより作製してもよい。

陽極3上に形成される有機層のうち、陽極3に接して形成される正孔注入層6は、陽極3の仕事関数に関係なく正孔（ホール）注入が容易である複合材料を用いて形成されるため、電極材料として可能な材料（例えば、金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物、その他、元素周期表の第1族または第2族に属する元素も含む）を用いることもできる。

仕事関数の小さい材料である、元素周期表の第1族または第2族に属する元素、すなわちリチウム（Li）やセシウム（Cs）等のアルカリ金属、およびマグネシウム（Mg）、カルシウム（Ca）、ストロンチウム（Sr）等のアルカリ土類金属、およびこれらを含む合金（例えば、MgAg、AlLi）、ユーロピウム（Eu）、イッテルビウム（Yb）等の希土類金属およびこれらを含む合金等を用いることもできる。なお、アルカリ金属、アルカリ土類金属、およびこれらを含む合金を用いて陽極3を形成する場合には、真空蒸着法やスパッタリング法を用いることができる。さらに、銀ペーストなどを用いる場合には、塗布法やインクジェット法などを用いることができる。

[0155] <正孔注入層>

正孔注入層6は、正孔注入性の高い物質を含む層である。正孔注入性の高い物質としては、モリブデン酸化物、チタン酸化物、バナジウム酸化物、レ

ニウム酸化物、ルテニウム酸化物、クロム酸化物、ジルコニウム酸化物、ハフニウム酸化物、タンタル酸化物、銀酸化物、タングステン酸化物、マンガン酸化物等を用いることができる。

また、正孔注入性の高い物質としては、低分子の有機化合物である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(略称: TDATA)、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(略称: MTDATA)、4, 4'-ビス[N-(4-ジフェニルアミノフェニル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル(略称: DPAB)、4, 4'-ビス(N-{4-[N'-(3-メチルフェニル)-N'-フェニルアミノ]フェニル}-N-フェニルアミノ)ビフェニル(略称: DNTPD)、1, 3, 5-トリス[N-(4-ジフェニルアミノフェニル)-N-フェニルアミノ]ベンゼン(略称: DPA3B)、3-[N-(9-フェニルカルバゾール-3-イル)-N-フェニルアミノ]-9-フェニルカルバゾール(略称: PCzPCA1)、3, 6-ビス[N-(9-フェニルカルバゾール-3-イル)-N-フェニルアミノ]-9-フェニルカルバゾール(略称: PCzPCA2)、3-[N-(1-ナフチル)-N-(9-フェニルカルバゾール-3-イル)アミノ]-9-フェニルカルバゾール(略称: PCzPCN1)等の芳香族アミン化合物等やジピラジノ[2, 3-f: 20, 30-h]キノキサリン-2, 3, 6, 7, 10, 11-ヘキサカルボニトリル(HAT-CN)も挙げられる。

また、正孔注入性の高い物質としては、高分子化合物(オリゴマー、 dendrimer、ポリマー等)を用いることもできる。例えば、ポリ(N-ビニルカルバゾール)(略称: PVK)、ポリ(4-ビニルトリフェニルアミン)(略称: PVTPA)、ポリ[N-(4-{N'-[4-(4-ジフェニルアミノ)フェニル]フェニル-N'-フェニルアミノ}フェニル)メタクリルアミド](略称: PTPDMA)、ポリ[N, N'-ビス(4-ブチルフェニル)-N, N'-ビス(フェニル)ベンジジン](略称: Poly-T

PD) などの高分子化合物が挙げられる。また、ポリ(3, 4-エチレンジオキシチオフェン)／ポリ(スチレンスルホン酸)(PEDOT/PSS)、ポリアニリン／ポリ(スチレンスルホン酸)(PAni/PSS)等の酸を添加した高分子化合物を用いることもできる。

[0156] <正孔輸送層>

正孔輸送層7は、正孔輸送性の高い物質を含む層である。正孔輸送層7には、芳香族アミン化合物、カルバゾール誘導体、アントラセン誘導体等を使用する事ができる。具体的には、4, 4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル(略称:NPB)や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(略称:TPD)、4-フェニル-4'-(9-フェニルフルオレン-9-イル)トリフェニルアミン(略称:BAFLP)、4, 4'-ビス[N-(9, 9-ジメチルフルオレン-2-イル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル(略称:DFLDPBi)、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(略称:TDATA)、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(略称:MTDATA)、4, 4'-ビス[N-(スピロ-9, 9'-ビフルオレン-2-イル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル(略称:BSPB)などの芳香族アミン化合物等を用いることができる。ここに述べた物質は、主に $10^{-6} \text{ cm}^2 / (\text{V} \cdot \text{s})$ 以上の正孔移動度を有する物質である。

正孔輸送層7には、CBP、9-[4-(N-カルバゾリル)]フェニル-10-フェニルアントラセン(CzPA)、9-フェニル-3-[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-9H-カルバゾール(PCzPA)のようなカルバゾール誘導体や、t-BuDNA、DNA、DPAnthのようなアントラセン誘導体を用いてもよい。ポリ(N-ビニルカルバゾール)(略称:PVK)やポリ(4-ビニルトリフェニルアミン)(略称:PVTPA)等の高分子化合物を用いることもできる。

但し、電子よりも正孔の輸送性の高い物質であれば、これら以外の物質を用いてもよい。なお、正孔輸送性の高い物質を含む層は、単層だけでなく、上記物質からなる層が二層以上積層した層としてもよい。

正孔輸送層を二層以上配置する場合、エネルギーギャップのより大きい材料を含む層を、発光層 5 に近い側に配置することが好ましい。

[0157] 本実施形態において、正孔輸送層 7 は、発光層 5 で生成する三重項励起子が正孔輸送層へ拡散することを防止し、三重項励起子を発光層 5 内に閉じ込める機能を有することが好ましい。

[0158] <電子輸送層>

電子輸送層 8 は、電子輸送性の高い物質を含む層である。電子輸送層 8 には、1) アルミニウム錯体、ベリリウム錯体、亜鉛錯体等の金属錯体、2) イミダゾール誘導体、ベンゾイミダゾール誘導体、アジン誘導体、カルバゾール誘導体、フェナントロリン誘導体等の複素芳香族化合物、3) 高分子化合物を使用することができる。具体的には低分子の有機化合物として、Alq、トリス(4-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(略称: Almq₃)、ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリナト)ベリリウム(略称: BeBq₂)、BAIq、Znq、ZnPBO、ZnBTZなどの金属錯体等を用いることができる。また、金属錯体以外にも、2-(4-ビフェニル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール(略称: PBD)、1,3-ビス[5-(p-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール-2-イル]ベンゼン(略称: OXD-7)、3-(4-tert-ブチルフェニル)-4-フェニル-5-(4-ビフェニル)-1,2,4-トリアゾール(略称: TAZ)、3-(4-tert-ブチルフェニル)-4-(4-エチルフェニル)-5-(4-ビフェニル)-1,2,4-トリアゾール(略称: p-EtTAZ)、バソフェナントロリン(略称: BPhen)、バソキュプロイン(略称: BCP)、4,4'-ビス(5-メチルベンゾオキサゾール-2-イル)スチルベン(略称: BzOs)などの複素芳香族化合物も用いることができる。本実

施態様においては、ベンゾイミダゾール化合物を好適に用いることができる。ここに述べた物質は、主に $10^{-6} \text{ cm}^2 / (\text{V} \cdot \text{s})$ 以上の電子移動度を有する物質である。なお、正孔輸送性よりも電子輸送性の高い物質であれば、上記以外の物質を電子輸送層 8 として用いてもよい。また、電子輸送層 8 は、単層だけでなく、上記物質からなる層が二層以上積層した層としてもよい。

また、電子輸送層 8 には、高分子化合物を用いることもできる。例えば、ポリ〔(9, 9-ジヘキシルフルオレン-2, 7-ジイル)-co-(ピリジン-3, 5-ジイル)〕(略称: PF-Py)、ポリ〔(9, 9-ジオクチルフルオレン-2, 7-ジイル)-co-(2, 2'-ビピリジン-6, 6'-ジイル)〕(略称: PF-BPy) などを用いることができる。

[0159] 本実施形態において、電子輸送層 8 は、発光層 5 で生成する三重項励起子が電子輸送層 8 や電子注入層 9 へ拡散することを防止し、三重項励起子を発光層 5 内に閉じ込める機能を有することが好ましい。

[0160] <電子注入層>

電子注入層 9 は、電子注入性の高い物質を含む層である。電子注入層 9 には、リチウム (Li)、セシウム (Cs)、カルシウム (Ca)、フッ化リチウム (LiF)、フッ化セシウム (CsF)、フッ化カルシウム (CaF₂)、リチウム酸化物 (LiO_x) 等のようなアルカリ金属、アルカリ土類金属、またはそれらの化合物を用いることができる。その他、電子輸送性を有する物質にアルカリ金属、アルカリ土類金属、またはそれらの化合物を含有させた物質、具体的には Alq 中にマグネシウム (Mg) を含有させた物質等を用いてもよい。なお、この場合には、陰極 4 からの電子注入をより効率よく行うことができる。

あるいは、電子注入層 9 に、有機化合物と電子供与体 (ドナー) とを混合してなる複合材料を用いてもよい。このような複合材料は、電子供与体によって有機化合物に電子が発生するため、電子注入性および電子輸送性に優れている。この場合、有機化合物としては、発生した電子の輸送に優れた材料

であることが好ましく、具体的には、例えば上述した電子輸送層8を構成する物質（金属錯体や複素芳香族化合物等）を用いることができる。電子供与体としては、有機化合物に対し電子供与性を示す物質であればよい。具体的には、アルカリ金属やアルカリ土類金属や希土類金属が好ましく、リチウム、セシウム、マグネシウム、カルシウム、エルビウム、イッテルビウム等が挙げられる。また、アルカリ金属酸化物やアルカリ土類金属酸化物が好ましく、リチウム酸化物、カルシウム酸化物、バリウム酸化物等が挙げられる。また、酸化マグネシウムのようなルイス塩基を用いることもできる。また、テトラシアフルバレン（略称：TTF）等の有機化合物を用いることもできる。

[0161] <陰極>

陰極4には、仕事関数の小さい（具体的には3.8 eV以下）金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などを用いることが好ましい。このような陰極材料の具体例としては、元素周期表の第1族または第2族に属する元素、すなわちリチウム（Li）やセシウム（Cs）等のアルカリ金属、およびマグネシウム（Mg）、カルシウム（Ca）、ストロンチウム（Sr）等のアルカリ土類金属、およびこれらを含む合金（例えば、MgAg、AlLi）、ユーロピウム（Eu）、イッテルビウム（Yb）等の希土類金属およびこれらを含む合金等が挙げられる。

なお、アルカリ金属、アルカリ土類金属、これらを含む合金を用いて陰極4を形成する場合には、真空蒸着法やスパッタリング法を用いることができる。また、銀ペーストなどを用いる場合には、塗布法やインクジェット法などを用いることができる。

なお、電子注入層9を設けることにより、仕事関数の大小に関わらず、Al、Ag、ITO、グラフェン、珪素もしくは酸化珪素を含有した酸化インジウム-酸化スズ等様々な導電性材料を用いて陰極4を形成することができる。これらの導電性材料は、スパッタリング法やインクジェット法、スピコート法等を用いて成膜することができる。

[0162] <層形成方法>

本実施形態の有機EL素子1の各層の形成方法としては、上記で特に言及した以外には制限されず、乾式成膜法や湿式成膜法等の公知の方法を採用できる。乾式成膜法としては、真空蒸着法、スパッタリング法、プラズマ法、イオンプレーティング法などが挙げられる。湿式成膜法としては、スピニング法、ディッピング法、フローコーティング法、インクジェット法などが挙げられる。

[0163] <膜厚>

本実施形態の有機EL素子1の各有機層の膜厚は、上記で特に言及した以外には制限されない。一般に膜厚が薄すぎるとピンホール等の欠陥が生じやすく、逆に厚すぎると高い印加電圧が必要となり効率が悪くなるため、通常、膜厚は、数nmから1 μ mの範囲が好ましい。

[0164] 本明細書において、水素原子とは、中性子数の異なる同位体、すなわち、軽水素（Protium）、重水素（Deuterium）、三重水素（Tritium）を包含する。

[0165] 本明細書において、「環形成炭素」とは飽和環、不飽和環、または芳香環を構成する炭素原子を意味する。

[0166] 本明細書において、環形成炭素数とは、原子が環状に結合した構造の化合物（例えば、単環化合物、縮合環化合物、架橋化合物、炭素環化合物、複素環化合物）の当該環自体を構成する原子のうちの炭素原子の数を表す。当該環が置換基によって置換される場合、置換基に含まれる炭素は環形成炭素数には含まない。以下で記される「環形成炭素数」については、特筆しない限り同様とする。例えば、ベンゼン環は環形成炭素数が6であり、ナフタレン環は環形成炭素数が10であり、ピリジニル基は環形成炭素数5であり、フラニル基は環形成炭素数4である。また、ベンゼン環やナフタレン環に置換基として例えばアルキル基が置換している場合、当該アルキル基の炭素数は、環形成炭素数の数に含めない。また、フルオレン環に置換基として例えばフルオレン環が結合している場合（スピロフルオレン環を含む）、置換基と

してのフルオレン環の炭素数は環形成炭素数の数に含めない。

[0167] 本明細書において、「環形成原子」とはヘテロ環（飽和環、不飽和環、および芳香環を含む）を構成する炭素原子およびヘテロ原子を意味する。

[0168] 本明細書において、環形成原子数とは、原子が環状に結合した構造（例えば単環、縮合環、環集合）の化合物（例えば単環化合物、縮合環化合物、架橋化合物、炭素環化合物、複素環化合物）の当該環自体を構成する原子の数を表す。環を構成しない原子（例えば環を構成する原子の結合手を終端する水素原子）や、当該環が置換基によって置換される場合の置換基に含まれる原子は環形成原子数には含まない。以下で記される「環形成原子数」については、特筆しない限り同様とする。例えば、ピリジン環は、環形成原子数が6であり、キナゾリン環は、環形成原子数が10であり、フラン環は、環形成原子数が5である。ピリジン環やキナゾリン環の炭素原子にそれぞれ結合している水素原子や置換基を構成する原子については、環形成原子数の数に含めない。また、フルオレン環に置換基として例えばフルオレン環が結合している場合（スピロフルオレン環を含む）、置換基としてのフルオレン環の原子数は環形成原子数の数に含めない。

次に前記一般式に記載の各置換基について説明する。

[0169] 本明細書において、環形成炭素数6～30のアリール基（芳香族炭化水素基と称する場合がある。）としては、例えば、フェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基、アントリル基、フェナントリル基、フルオレニル基、ピレニル基、クリセニル基、フルオランテニル基、ベンゾ[a]アントリル基、ベンゾ[c]フェナントリル基、トリフェニレニル基、ベンゾ[k]フルオランテニル基、ベンゾ[g]クリセニル基、ベンゾ[b]トリフェニレニル基、ピセニル基、ペリレニル基などが挙げられる。

本明細書におけるアリール基としては、環形成炭素数が6～20であることが好ましく、6～14であることがより好ましく、6～12であることが更に好ましい。上記アリール基の中でもフェニル基、ビフェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、ターフェニル基、フルオレニル基が特に好ましい

。1-フルオレニル基、2-フルオレニル基、3-フルオレニル基および4-フルオレニル基については、9位の炭素原子に、後述する本明細書における置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基や置換もしくは無置換の環形成炭素数6～18のアリール基が置換されていることが好ましい。

[0170] 本明細書において、環形成原子数5～30のヘテロアリール基（複素環基、ヘテロ芳香族環基、または芳香族複素環基と称する場合がある。）は、ヘテロ原子として、窒素、硫黄、酸素、ケイ素、セレン原子、およびゲルマニウム原子からなる群から選択される少なくともいずれかの原子を含むことが好ましく、窒素、硫黄、および酸素からなる群から選択される少なくともいずれかの原子を含むことがより好ましい。

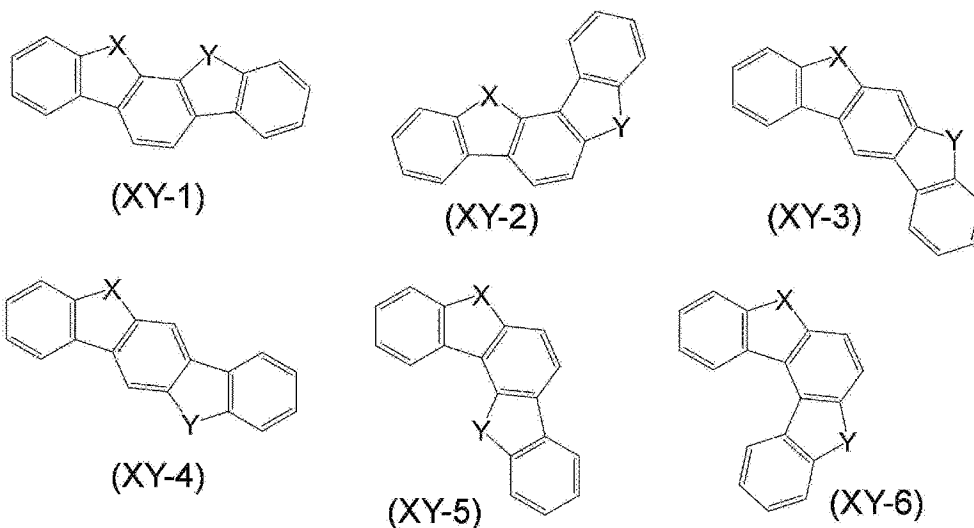
本明細書において、環形成原子数5～30のヘテロアリール基としては、例えば、ピリジル基、ピリミジニル基、ピラジニル基、ピリダジニル基、トリアジニル基、キノリル基、イソキノリニル基、ナフチリジニル基、フタラジニル基、キノキサリニル基、キナゾリニル基、フェナントリジニル基、アクリジニル基、フェナントロリニル基、ピロリル基、イミダゾリル基、ピラゾリル基、トリアゾリル基、テトラゾリル基、インドリル基、ベンズイミダゾリル基、インダゾリル基、イミダゾピリジニル基、ベンズトリアゾリル基、カルバゾリル基、フリル基、チエニル基、オキサゾリル基、チアゾリル基、イソキサゾリル基、イソチアゾリル基、オキサジアゾリル基、チアジアゾリル基、ベンゾフラニル基、ベンゾチオフェニル基、ベンゾオキサゾリル基、ベンゾチアゾリル基、ベンゾイソキサゾリル基、ベンゾイソチアゾリル基、ベンゾオキサジアゾリル基、ベンゾチアジアゾリル基、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチオフェニル基、ピペリジニル基、ピロリジニル基、ピペラジニル基、モルホリル基、フェナジニル基、フェノチアジニル基、フェノキサジニル基などが挙げられる。

本明細書において、ヘテロアリール基の環形成原子数は、5～20であることが好ましく、5～14であることがさらに好ましい。上記複素環基の中でも1-ジベンゾフラニル基、2-ジベンゾフラニル基、3-ジベンゾフラ

ニル基、4-ジベンゾフラニル基、1-ジベンゾチオフェニル基、2-ジベンゾチオフェニル基、3-ジベンゾチオフェニル基、4-ジベンゾチオフェニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、9-カルバゾリル基が特に好ましい。1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基および4-カルバゾリル基については、9位の窒素原子に、本明細書における置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基または置換もしくは無置換の環形成原子数5～30の複素環基が置換されていることが好ましい。

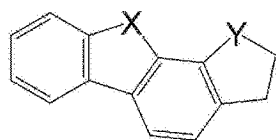
[0171] また、本明細書において、ヘテロアリール基は、例えば、下記一般式（XY-1）～（XY-18）で表される部分構造から誘導される基であってもよい。

[0172] [化62]

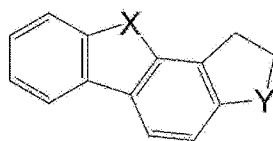


[0173]

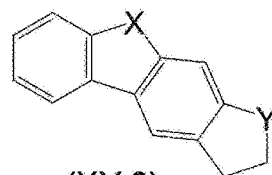
[化63]



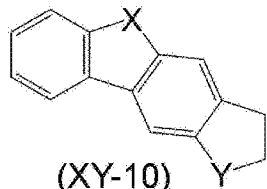
(XY-7)



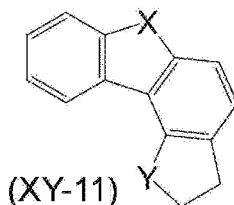
(XY-8)



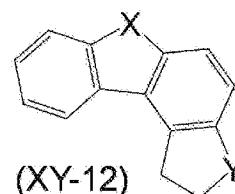
(XY-9)



(XY-10)

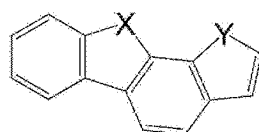


(XY-11)

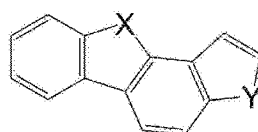


(XY-12)

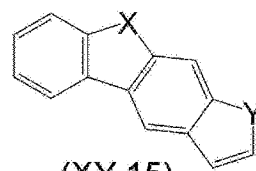
[0174] [化64]



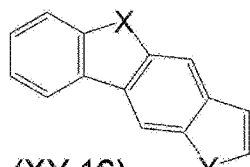
(XY-13)



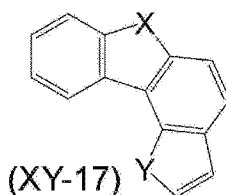
(XY-14)



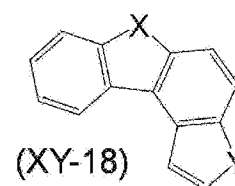
(XY-15)



(XY-16)



(XY-17)

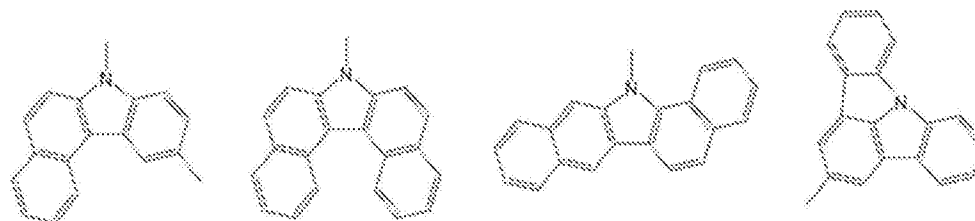


(XY-18)

[0175] 前記一般式 (XY-1) ~ (XY-18) において、XおよびYは、それぞれ独立に、ヘテロ原子であり、窒素原子、酸素原子、硫黄原子、セレン原子、ケイ素原子、またはゲルマニウム原子であることが好ましい。前記一般式 (XY-1) ~ (XY-18) で表される部分構造は、任意の位置で結合手を有してヘテロアリール基となり、このヘテロアリール基は、置換基を有していてもよい。

[0176] また、本明細書において、置換もしくは無置換のカルバゾリル基としては、例えば、下記式で表されるようなカルバゾール環に対してさらに環が縮合した基も含み得る。このような基も置換基を有していてもよい。また、結合手の位置も適宜変更され得る。

[0177] [化65]



[0178] 本明細書において、炭素数1～30のアルキル基としては、直鎖、分岐鎖または環状のいずれであってもよい。直鎖または分岐鎖のアルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、*n*-プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、*s*-ブチル基、イソブチル基、*t*-ブチル基、*n*-ペンチル基、*n*-ヘキシル基、*n*-ヘプチル基、*n*-オクチル基、*n*-ノニル基、*n*-デシル基、*n*-ウンデシル基、*n*-ドデシル基、*n*-トリデシル基、*n*-テトラデシル基、*n*-ペンタデシル基、*n*-ヘキサデシル基、*n*-ヘプタデシル基、*n*-オクタデシル基、ネオペンチル基、アミル基、イソアミル基、1-メチルペンチル基、2-メチルペンチル基、1-ペンチルヘキシル基、1-ブチルペンチル基、1-ヘプチルオクチル基、3-メチルペンチル基、が挙げられる。

本明細書において、直鎖または分岐鎖のアルキル基の炭素数は、1～10であることが好ましく、1～6であることがさらに好ましい。上記直鎖または分岐鎖のアルキル基の中でもメチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、*s*-ブチル基、イソブチル基、*t*-ブチル基、*n*-ペンチル基、*n*-ヘキシル基、アミル基、イソアミル基、ネオペンチル基が特に好ましい。

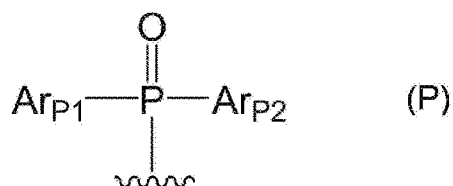
本明細書において、炭素数3～30のシクロアルキル基としては、シクロプロピル基、シクロブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、4-メチルシクロヘキシル基、アダマンチル基、ノルボルニル基等が挙げられる。シクロアルキル基の環形成炭素数は、3～10であることが好ましく、5～8であることがさらに好ましい。上記シクロアルキル基の中でも、シクロペンチル基やシクロヘキシル基が特に好ましい。

本明細書において、炭素数 1 ～ 30 のハロゲン化アルキル基としては、例えば、上記炭素数 1 ～ 30 のアルキル基が 1 以上のハロゲン原子で置換された基が挙げられる。具体的には、例えば、フルオロメチル基、ジフルオロメチル基、トリフルオロメチル基、フルオロエチル基、トリフルオロメチルメチル基、トリフルオロエチル基、ペンタフルオロエチル基等が挙げられる。

[0179] 置換もしくは無置換の炭素数 7 ～ 30 のアラルキル基としては、 $-Z_3-Z_4$ と表される。この Z_3 の例として、上記炭素数 1 ～ 30 のアルキル基に対応するアルキレン基が挙げられる。この Z_4 の例として、上記環形成炭素数 6 ～ 30 のアリール基の例が挙げられる。炭素数 7 ～ 30 のアラルキル基において、 Z_4 としてのアリール基部分の環形成炭素数が、6 ～ 20 であることが好ましく、6 ～ 12 であることがより好ましく、 Z_3 としてのアルキル基部分の炭素数が、1 ～ 20 であることが好ましく、1 ～ 10 であることがより好ましく、1 ～ 6 であることがさらに好ましい。アラルキル基としては、例えば、ベンジル基、2-フェニルプロパン-2-イル基、1-フェニルエチル基、2-フェニルエチル基、1-フェニルイソプロピル基、2-フェニルイソプロピル基、フェニル-*t*-ブチル基、 α -ナフチルメチル基、1- α -ナフチルエチル基、2- α -ナフチルエチル基、1- α -ナフチルイソプロピル基、2- α -ナフチルイソプロピル基、 β -ナフチルメチル基、1- β -ナフチルエチル基、2- β -ナフチルエチル基、1- β -ナフチルイソプロピル基、2- β -ナフチルイソプロピル基などが挙げられる。

[0180] 置換ホスホリル基は、下記一般式 (P) で表される。

[0181] [化66]



[0182] 前記一般式 (P) において、 $\text{Ar}_{\text{P}1}$ および $\text{Ar}_{\text{P}2}$ は、それぞれ独立に、置換基であり、炭素数 1 ～ 30 のアルキル基、および環形成炭素数 6 ～ 30 のアリール基からなる群から選択される置換基であることが好ましく、炭素数

1～10のアルキル基、および環形成炭素数6～20のアリール基からなる群から選択される置換基であることがより好ましく、炭素数1～6のアルキル基、および環形成炭素数6～14のアリール基からなる群から選択される置換基であることがさらに好ましい。

[0183] 置換シリル基としては、炭素数3～30のアルキルシリル基、または環形成炭素数6～30のアリールシリル基が挙げられる。

本明細書において、炭素数3～30のアルキルシリル基としては、上記炭素数1～30のアルキル基で例示したアルキル基を有するトリアルキルシリル基が挙げられ、具体的にはトリメチルシリル基、トリエチルシリル基、トリ-*n*-ブチルシリル基、トリ-*n*-オクチルシリル基、トリスブチルシリル基、ジメチルエチルシリル基、ジメチルイソプロピルシリル基、ジメチル-*n*-プロピルシリル基、ジメチル-*n*-ブチルシリル基、ジメチル-*t*-ブチルシリル基、ジエチルイソプロピルシリル基、ビニルジメチルシリル基、プロピルジメチルシリル基、トリスプロピルシリル基等が挙げられる。トリアルキルシリル基における3つのアルキル基は、それぞれ同一であるか、または異なる。

[0184] 本明細書において、環形成炭素数6～30のアリールシリル基としては、ジアルキルアリールシリル基、アルキルジアリールシリル基、トリアリールシリル基が挙げられる。

ジアルキルアリールシリル基は、例えば、上記炭素数1～30のアルキル基で例示したアルキル基を2つ有し、上記環形成炭素数6～30のアリール基を1つ有するジアルキルアリールシリル基が挙げられる。ジアルキルアリールシリル基の炭素数は、8～30であることが好ましい。

アルキルジアリールシリル基は、例えば、上記炭素数1～30のアルキル基で例示したアルキル基を1つ有し、上記環形成炭素数6～30のアリール基を2つ有するアルキルジアリールシリル基が挙げられる。アルキルジアリールシリル基の炭素数は、13～30であることが好ましい。

トリアリールシリル基は、例えば、上記環形成炭素数6～30のアリール

基を3つ有するトリアリールシリル基が挙げられる。トリアリールシリル基の炭素数は、18～30であることが好ましい。

[0185] ハロゲン原子としては、フッ素原子、塩素原子、臭素原子、およびヨウ素原子等が挙げられ、フッ素原子が好ましい。

[0186] 本明細書において、「置換もしくは無置換の」という場合における「無置換」とは前記置換基で置換されておらず、水素原子が結合していることを意味する。

本明細書において、「置換もしくは無置換の炭素数 $XX \sim YY$ の ZZ 基」という表現における「炭素数 $XX \sim YY$ 」は、 ZZ 基が無置換である場合の炭素数を表し、置換されている場合の置換基の炭素数は含めない。ここで、「 YY 」は「 XX 」よりも大きく、「 XX 」と「 YY 」はそれぞれ1以上の整数を意味する。

本明細書において、「置換もしくは無置換の原子数 $XX \sim YY$ の ZZ 基」という表現における「原子数 $XX \sim YY$ 」は、 ZZ 基が無置換である場合の原子数を表し、置換されている場合の置換基の原子数は含めない。ここで、「 YY 」は「 XX 」よりも大きく、「 XX 」と「 YY 」はそれぞれ1以上の整数を意味する。

[0187] 本明細書において、「置換もしくは無置換の」という場合における置換基としては、上述のようなアリール基、ヘテロアリール基、アルキル基（直鎖または分岐鎖のアルキル基、シクロアルキル基、ハロゲン化アルキル基）、アラルキル基、置換ホスフォルイル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、カルボキシ基、およびハロゲン原子の他に、例えば、置換アミノ基、アルコキシ基、アリールオキシ基、アルケニル基、アルキニル基、アルキルチオ基、アリールチオ基、およびヒドロキシル基などが挙げられる。

ここで挙げた「置換もしくは無置換の」という場合における置換基の中では、アリール基、ヘテロアリール基、アルキル基、ハロゲン原子、アルキルシリル基、アリールシリル基、シアノ基が好ましく、さらには、各置換基について好ましいとされた具体的な置換基が好ましい。

これらの「置換もしくは無置換の」という場合における置換基は、上記のアリール基、ヘテロアリール基、アルキル基（直鎖または分岐鎖のアルキル基、シクロアルキル基、ハロゲン化アルキル基）、置換ホスフォルル基、アルキルシリル基、アリールシリル基、アルコキシ基、アリールオキシ基、アルキルアミノ基、アリールアミノ基、アルキルチオ基、アリールチオ基、アルケニル基、アルキニル基、アラルキル基、ハロゲン原子、シアノ基、ヒドロキシル基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択される少なくともいずれかの基によって更に置換されてもよい。また、これらの置換基は、複数が互いに結合して環を形成してもよい。

[0188] 置換アミノ基としては、炭素数2～30のアルキルアミノ基および環形成炭素数6～60のアリールアミノ基が挙げられる。

炭素数2～30のアルキルアミノ基は、 $-NHR_v$ 、または $-N(R_v)_2$ と表される。この R_v の例として、上記炭素数1～30のアルキル基が挙げられる。

環形成炭素数6～60のアリールアミノ基は、 $-NHR_w$ 、または $-N(R_w)_2$ と表される。この R_w の例として、上記環形成炭素数6～30のアリール基が挙げられる。

[0189] 炭素数1～30のアルコキシ基は、 $-OZ_1$ と表される。この Z_1 の例として、上記炭素数1～30のアルキル基が挙げられる。アルコキシ基は、例えばメトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、ブトキシ基、ペンチルオキシ基、ヘキシルオキシ基があげられる。アルコキシ基の炭素数は、1～20であることが好ましい。

アルコキシ基がハロゲン原子で置換されたハロゲン化アルコキシ基としては、例えば、上記炭素数1～30のアルコキシ基が1以上のフッ素原子で置換された基が挙げられる。

[0190] 環形成炭素数6～30のアリールオキシ基は、 $-OZ_2$ と表される。この Z_2 の例として、上記環形成炭素数6～30のアリール基が挙げられる。アリールオキシ基の環形成炭素数は、6～20であることが好ましい。このアリール

ルオキシ基としては、例えば、フェノキシ基が挙げられる。

[0191] アルケニル基としては、炭素数2～30のアルケニル基が好ましく、直鎖、分岐鎖、または環状のいずれであってもよく、例えば、ビニル基、プロペニル基、ブテニル基、オレイル基、エイコサペンタエニル基、ドコサヘキサエニル基、スチリル基、2,2-ジフェニルビニル基、1,2,2-トリフェニルビニル基、2-フェニル-2-プロペニル基、シクロペンタジエニル基、シクロペンテニル基、シクロヘキセニル基、シクロヘキサジエニル基等が挙げられる。

[0192] アルキニル基としては、炭素数2～30のアルキニル基が好ましく、直鎖、分岐鎖、または環状のいずれであってもよく、例えば、エチニル、プロピニル、2-フェニルエチニル等が挙げられる。

[0193] 炭素数1～30のアルキルチオ基は、 $-SR_v$ と表される。この R_v の例として、上記炭素数1～30のアルキル基が挙げられる。アルキルチオ基の炭素数は、1～20であることが好ましい。

環形成炭素数6～30のアリールチオ基は、 $-SR_w$ と表される。この R_w の例として、上記環形成炭素数6～30のアリール基が挙げられる。アリールチオ基の環形成炭素数は、6～20であることが好ましい。

[0194] 本明細書において、置換基同士が互いに結合して環構造が形成される場合、環構造は、飽和環、不飽和環、芳香族炭化水素環、または複素環である。また、置換基同士が互いに結合して形成された環構造は、置換基を有していてもよい。

[0195] 本明細書において、芳香族炭化水素環および複素環としては、上述した一価の基の由来となる環構造が挙げられる。

[0196] <電子機器>

本発明の一実施形態に係る有機EL素子1は、表示装置や発光装置等の電子機器に使用できる。表示装置としては、例えば、有機ELパネルモジュール等の表示部品、テレビ、携帯電話、タブレットもしくはパーソナルコンピュータ等が挙げられる。発光装置としては、例えば、照明、もしくは車両用

灯具等が挙げられる。

[0197] 〔第二実施形態〕

第二実施形態に係る有機EL素子の構成について説明する。第二実施形態の説明において第一実施形態と同一の構成要素は、同一符号や名称を付す等して説明を省略もしくは簡略化する。また、第二実施形態では、特に言及されない材料や化合物については、第一実施形態で説明した材料や化合物と同様の材料や化合物を用いることができる。

[0198] 第二実施形態に係る有機EL素子は、発光層が、第三の化合物をさらに含んでいる点で、第一実施形態に係る有機EL素子と異なる。その他の点については第一実施形態と同様である。

[0199] (第三の化合物)

第三の化合物の一重項エネルギーは、第一の化合物の一重項エネルギーよりも大きい。

第二実施形態の有機EL素子によれば高効率な有機EL素子を提供できる。

第二実施形態の有機EL素子は、発光層に、遅延蛍光性の第一の化合物と、蛍光発光性の第二の化合物と、第一の化合物よりも大きな一重項エネルギーを有する第三の化合物と、を含んでおり、発光効率が向上する。発光効率が向上する理由としては、第三の化合物が含まれていることによって発光層のキャリアバランスが改善されるためと考えられる。

[0200] 図5は、発光層における第一の化合物、第二の化合物、および第三の化合物のエネルギー準位の関係の一例を示す図である。図5において、S0は、基底状態を表し、S1(M1)は、第一の化合物の最低励起一重項状態を表し、T1(M1)は、第一の化合物の最低励起三重項状態を表し、S1(M2)は、第二の化合物の最低励起一重項状態を表し、T1(M2)は、第二の化合物の最低励起三重項状態を表し、S1(M3)は、第三の化合物の最低励起一重項状態を表し、T1(M3)は、第三の化合物の最低励起三重項状態を表す。図5中のS1(M1)からS1(M2)へ向かう破線の矢印は

、第一の化合物の最低励起一重項状態から第二の化合物の最低励起一重項状態へのフェルスター型エネルギー移動を表す。

図5に示すように、第一の化合物として $\Delta S T (M1)$ の小さな化合物を用いると、最低励起三重項状態 $T1 (M1)$ は、熱エネルギーにより、最低励起一重項状態 $S1 (M1)$ に逆項間交差が可能である。そして、第一の化合物の最低励起一重項状態 $S1 (M1)$ から第二の化合物の最低励起一重項状態 $S1 (M2)$ へのフェルスター型エネルギー移動が生じる。この結果、第二の化合物の最低励起一重項状態 $S1 (M2)$ からの蛍光発光を観測することができる。このTADF機構による遅延蛍光を利用することによっても、理論的に内部効率を100%まで高めることができると考えられている。

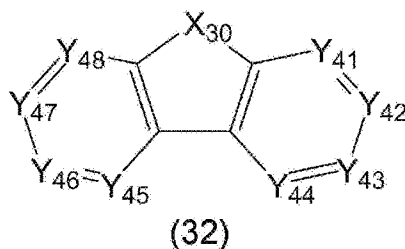
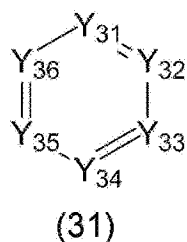
[0201] ・ 3つの成分の比率

本実施形態では、発光層において、第一の化合物の含有率は、10質量%以上80質量%以下であることが好ましく、第二の化合物の含有率は、1質量%以上10質量%以下であることが好ましく、第三の化合物の含有率は、10質量%以上80質量%以下であることが好ましい。第一の化合物の含有率は、20質量%以上80質量%以下であることがより好ましく、20質量%以上60質量%以下であることが更に好ましい。発光層における第一の化合物、第二の化合物、および第三の化合物の合計含有率の上限は、100質量%である。なお、本実施形態は、発光層に、第一の化合物、第二の化合物、および第三の化合物以外の材料が含まれることを除外しない。

[0202] 第三の化合物としては、特に限定されないが、アミン化合物以外の化合物であることが好ましい。また、例えば、第三の化合物としては、カルバゾール誘導体、ジベンゾフラン誘導体、およびジベンゾチオフェン誘導体からなる群から選択される誘導体を用いることができる。第三の化合物は、これら誘導体に限定されない。

[0203] 第三の化合物は、一つの分子中に下記一般式(31)で表される部分構造および下記一般式(32)で表される部分構造のうち少なくともいずれかを含有化合物であることも好ましい。

[0204] [化67]

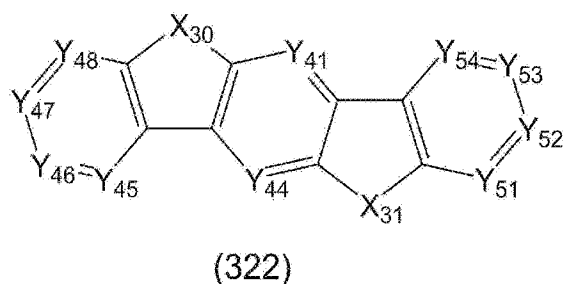
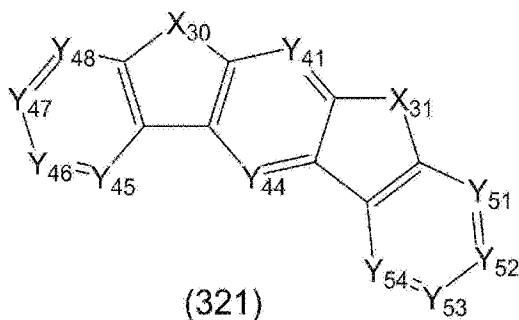


[0205] 前記一般式(31)において、 $Y_{31} \sim Y_{36}$ は、それぞれ独立に、窒素原子、または第三の化合物の分子中における他の原子と結合する炭素原子であり、ただし、 $Y_{31} \sim Y_{36}$ のうち少なくともいずれかは、第三の化合物の分子中における他の原子と結合する炭素原子であり、前記一般式(32)において、 $Y_{41} \sim Y_{48}$ は、それぞれ独立に、窒素原子、または第三の化合物の分子中における他の原子と結合する炭素原子であり、ただし、 $Y_{41} \sim Y_{48}$ のうち少なくともいずれかは、第三の化合物の分子中における他の原子と結合する炭素原子であり、 X_{30} は、窒素原子、酸素原子、または硫黄原子である。

[0206] 前記一般式(32)において、 $Y_{41} \sim Y_{48}$ のうち少なくとも2つが第三の化合物の分子中における他の原子と結合する炭素原子であり、当該炭素原子を含む環構造が構築されていることも好ましい。

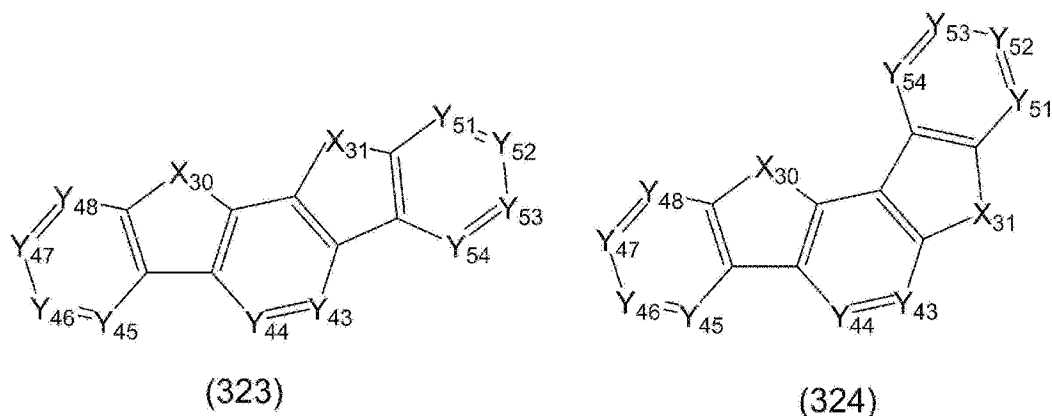
例えば、前記一般式(32)で表される部分構造が、下記一般式(321)、(322)、(323)、(324)、(325)および(326)で表される部分構造からなる群から選択されるいずれかの部分構造であることが好ましい。

[0207] [化68]

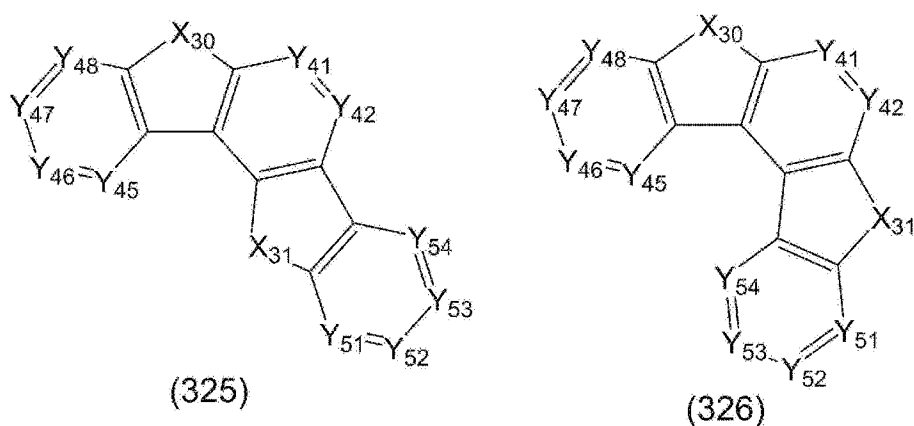


[0208]

[化69]



[0209] [化70]



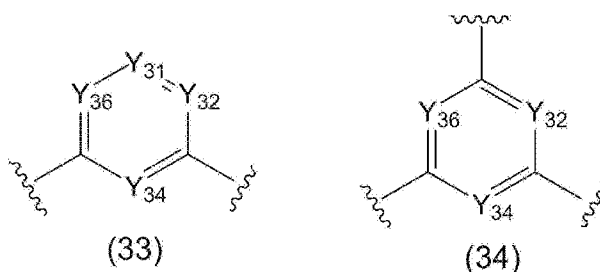
[0210] 前記一般式(321)～(326)において、 X_{30} は、窒素原子、酸素原子、または硫黄原子であり、 Y_{41} ～ Y_{48} は、それぞれ独立に、窒素原子、または第三の化合物の分子中における他の原子と結合する炭素原子であり、 X_{31} は、窒素原子、酸素原子、硫黄原子、または炭素原子であり、 Y_{51} ～ Y_{54} は、それぞれ独立に、窒素原子、または第三の化合物の分子中における他の原子と結合する炭素原子である。

本実施形態においては、第三の化合物は、前記一般式(321)～(326)のうち前記一般式(323)で表される部分構造を有することが好ましい。

[0211] 前記一般式(31)で表される部分構造は、下記一般式(33)で表される基および下記一般式(34)で表される基からなる群から選択される少なくともいずれかの基として第三の化合物に含まれることが好ましい。

下記一般式（３３）および下記一般式（３４）で表されるように、結合箇所が互いにメタ位に位置することは、７７[K]におけるエネルギーギャップ T_{77K} （M3）を高く保つことができるため、第三の化合物として好ましい。

[0212] [化71]



[0213] 前記一般式（３３）および前記一般式（３４）において、 Y_{31} 、 Y_{32} 、 Y_{34} および Y_{36} は、それぞれ独立に、窒素原子、または CR_{31} であり、 R_{31} は、水素原子または置換基であり、置換基としての R_{31} は、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基、置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数１～３０のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数３～３０のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数７～３０のアラルキル基、置換シリル基、置換ゲルマニウム基、置換ホスフィンオキシド基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択される置換基であり、ただし、前記 R_{31} における置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基は、非縮合環であることが好ましい。

前記一般式（３３）および前記一般式（３４）において、波線部分は、第三の化合物の分子中における他の原子または他の構造との結合箇所を表す。

[0214] 前記一般式（３３）において、前記 Y_{31} 、前記 Y_{32} 、前記 Y_{34} および前記 Y_{36} は、それぞれ独立に、 CR_{31} であることが好ましく、複数の R_{31} は、同一であるか、または異なる。

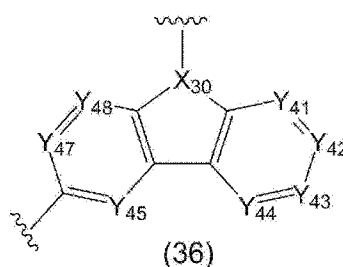
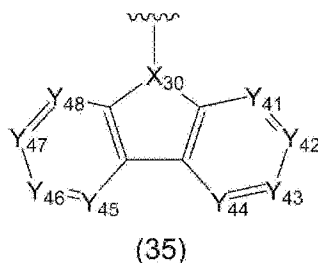
また、前記一般式（３４）において、前記 Y_{32} 、前記 Y_{34} および前記 Y_{36}

は、それぞれ独立に、 CR_{31} であることが好ましく、複数の R_{31} は、同一であるか、または異なる。

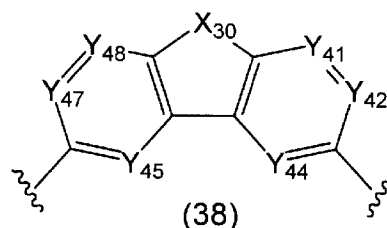
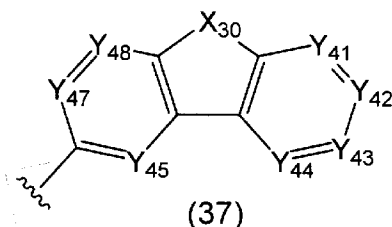
[0215] 置換ゲルマニウム基は、 $-\text{Ge}(\text{R}_{101})_3$ で表されることが好ましい。 R_{101} は、それぞれ独立に、置換基である。置換基 R_{101} は、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、または置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30の芳香族炭化水素基であることが好ましい。複数の R_{101} は、互いに同一であるか、または異なる。

[0216] 前記一般式(32)で表される部分構造は、下記一般式(35)で表される基、下記一般式(36)で表される基、下記一般式(37)で表される基、下記一般式(38)で表される基、下記一般式(39)で表される基、および下記一般式(30a)で表される基からなる群から選択される少なくともいずれかの基として第三の化合物に含まれることが好ましい。

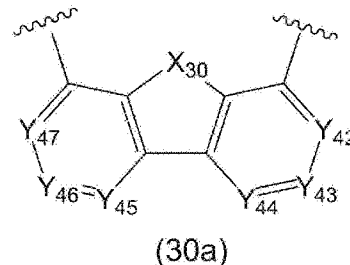
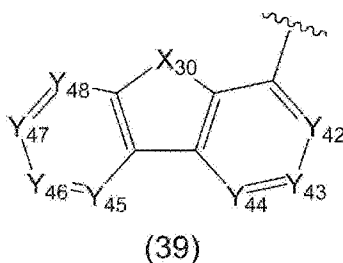
[0217] [化72]



[0218] [化73]



[0219] [化74]



[0220] 前記一般式 (35) ~ (39), (30a) において、 Y_{41} , Y_{42} , Y_{43} , Y_{44} , Y_{45} , Y_{46} , Y_{47} , および Y_{48} は、それぞれ独立に、窒素原子または CR_{32} であり、 R_{32} は、水素原子または置換基であり、置換基としての R_{32} は、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 3 ~ 30 のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 7 ~ 30 のアラルキル基、置換シリル基、置換ゲルマニウム基、置換ホスフィンオキシド基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択される置換基であり、ただし、前記 R_{32} における置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基は、非縮合環であることが好ましく、前記一般式 (35), (36) において、 X_{30} は、窒素原子であり、前記一般式 (37) ~ (39), (30a) において、 X_{30} は、 NR_{33} 、酸素原子または硫黄原子であり、 R_{33} は、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 3 ~ 30 のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 7 ~ 30 のアラルキル基、置換シリル基、置換ゲルマニウム基、置換ホスフィンオキシド基、フッ素原子、シアノ基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択される置換基であり、ただし、前記 R_{33} における置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基は、非縮合環であることが好ましい。

前記一般式 (35) ~ (39), (30a) において、波線部分は、第三の化合物の分子中における他の原子または他の構造との結合箇所を表す。

[0221] 前記一般式 (35) において、 $Y_{41} \sim Y_{48}$ は、それぞれ独立に、 CR_{32} であることが好ましく、前記一般式 (36) および前記一般式 (37) において、 $Y_{41} \sim Y_{45}$, Y_{47} および Y_{48} は、それぞれ独立に、 CR_{32} であることが

好ましく、前記一般式(38)において、 Y_{41} , Y_{42} , Y_{44} , Y_{45} , Y_{47} および Y_{48} は、それぞれ独立に、 CR_{32} であることが好ましく、前記一般式(39)において、 $Y_{42} \sim Y_{48}$ は、それぞれ独立に、 CR_{32} であることが好ましく、前記一般式(30a)において、 $Y_{42} \sim Y_{47}$ は、それぞれ独立に、 CR_{32} であることが好ましく、複数の R_{32} は、同一であるか、または異なる。

[0222] 第三の化合物において、前記 X_{30} は、酸素原子もしくは硫黄原子であることが好ましく、酸素原子であることがより好ましい。

[0223] 第三の化合物において、前記 R_{31} 、および前記 R_{32} は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であって、置換基としての前記 R_{31} 、および置換基としての前記 R_{32} は、フッ素原子、シアノ基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30の芳香族炭化水素基、および置換もしくは無置換の環形成原子数5～30の複素環基からなる群から選択される置換基であることが好ましい。前記 R_{31} 、および前記 R_{32} は、水素原子、シアノ基、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30の芳香族炭化水素基、または置換もしくは無置換の環形成原子数5～30の複素環基であることがより好ましい。ただし、前記 R_{31} 、および前記 R_{32} における置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30の芳香族炭化水素基は、非縮合環であることが好ましい。

[0224] 第三の化合物は、芳香族炭化水素化合物、または芳香族複素環化合物であることも好ましい。また、第三の化合物は、分子中に縮合芳香族炭化水素環を有していないことが好ましい。

[0225] ・第三の化合物の製造方法

第三の化合物は、例えば、国際公開第2012/153780号および国際公開第2013/038650号等に記載の方法により製造することができる。

[0226] 第三の化合物における置換基の例は、例えば、以下のとおりであるが、本発明は、これらの例に限定されない。

[0227] 芳香族炭化水素基（アリール基と称する場合がある。）の具体例としては

、フェニル基、トリル基、キシリル基、ナフチル基、フェナントリル基、ピレニル基、クリセニル基、ベンゾ [c] フェナントリル基、ベンゾ [g] クリセニル基、ベンゾアントリル基、トリフェニレニル基、フルオレニル基、9, 9-ジメチルフルオレニル基、ベンゾフルオレニル基、ジベンゾフルオレニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、クォーターフェニル基、フルオランテニル基等が挙げられ、好ましくはフェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、クォーターフェニル基、ナフチル基、トリフェニレニル基、フルオレニル基等を挙げることができる。

置換基を有する芳香族炭化水素基としては、トリル基、キシリル基、9, 9-ジメチルフルオレニル基等を挙げることができる。

具体例が示すように、アリール基は、縮合アリール基及び非縮合アリール基の両方を含む。

芳香族炭化水素基としては、フェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、クォーターフェニル基、ナフチル基、トリフェニレニル基、フルオレニル基が好ましい。

[0228] 芳香族複素環基（ヘテロアリール基、ヘテロ芳香族環基、または複素環基と称する場合がある。）の具体例としては、ピロリル基、ピラゾリル基、ピラジニル基、ピリミジニル基、ピリダジニル基、ピリジニル基、トリアジニル基、インドリル基、イソインドリル基、イミダゾリル基、ベンズイミダゾリル基、インダゾリル基、イミダゾ [1, 2-a] ピリジニル基、フリル基、ベンゾフラニル基、イソベンゾフラニル基、ジベンゾフラニル基、アザジベンゾフラニル基、チオフェニル基、ベンゾチオフェニル基、ジベンゾチオフェニル基、アザジベンゾチオフェニル基、キノリル基、イソキノリル基、キノキサリニル基、キナゾリニル基、ナフチリジニル基、カルバゾリル基、アザカルバゾリル基、フェナントリジニル基、アクリジニル基、フェナントロリニル基、フェナジニル基、フェノチアジニル基、フェノキサジニル基、オキサゾリル基、オキサジアゾリル基、フラザニル基、ベンズオキサゾリル基、チエニル基、チアゾリル基、チアジアゾリル基、ベンズチアゾリル基、ト

リアゾリル基、テトラゾリル基等が挙げられ、好ましくは、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチオフェニル基、カルバゾリル基、ピリジル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、アザジベンゾフラニル基、アザジベンゾチオフェニル基等を挙げることができる。

芳香族複素環基としては、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチオフェニル基、カルバゾリル基、ピリジル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、アザジベンゾフラニル基、アザジベンゾチオフェニル基が好ましく、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチオフェニル基、アザジベンゾフラニル基、アザジベンゾチオフェニル基がさらに好ましい。

[0229] 第三の化合物において、置換シリル基は、置換もしくは無置換のトリアルキルシリル基、置換もしくは無置換のアリールアルキルシリル基、または置換もしくは無置換のトリアリールシリル基であることも好ましい。

置換もしくは無置換のトリアルキルシリル基の具体例としては、トリメチルシリル基、トリエチルシリル基を挙げることができる。

置換若しくは無置換のアリールアルキルシリル基の具体例としては、ジフェニルメチルシリル基、ジトリルメチルシリル基、フェニルジメチルシリル基等を挙げることができる。

置換若しくは無置換のトリアリールシリル基の具体例としては、トリフェニルシリル基、トリトリルシリル基等を挙げることができる。

[0230] 第三の化合物において、置換ホスフィンオキシド基は、置換もしくは無置換のジアリールホスフィンオキシド基であることも好ましい。

置換もしくは無置換のジアリールホスフィンオキシド基の具体例としては、ジフェニルホスフィンオキシド基、ジトリルホスフィンオキシド基等を挙げることができる。

[0231] 〔実施形態の変形〕

なお、本発明は、上述の実施形態に限定されない。本発明の目的を達成できる範囲での変更、改良などは、本発明に含まれる。

[0232] 例えば、発光層は、1層に限られず、複数の発光層が積層されていてもよ

い。有機EL素子が複数の発光層を有する場合、少なくとも1つの発光層が前記第一の化合物および前記第二の化合物を含んでいればよい。例えば、その他の発光層が、蛍光発光型の発光層であっても、三重項励起状態から直接基底状態への電子遷移による発光を利用した燐光発光型の発光層であってもよい。

また、有機EL素子が複数の発光層を有する場合、これらの発光層が互いに隣接して設けられていてもよいし、中間層を介して複数の発光ユニットが積層された、いわゆるタンデム型の有機EL素子であってもよい。

[0233] また、例えば、発光層の陽極側や陰極側に障壁層を隣接させて設けてもよい。障壁層は、発光層に接して配置され、正孔、電子および励起子の少なくともいずれかを阻止することが好ましい。

例えば、発光層の陰極側で接して障壁層が配置された場合、当該障壁層は、電子を輸送し、正孔が当該障壁層よりも陰極側の層（例えば、電子輸送層）に到達することを阻止する。有機EL素子が、電子輸送層を含む場合は、発光層と電子輸送層との間に当該障壁層を含むことが好ましい。

また、発光層の陽極側で接して障壁層が配置された場合、当該障壁層は、正孔を輸送し、電子が当該障壁層よりも陽極側の層（例えば、正孔輸送層）に到達することを阻止する。有機EL素子が、正孔輸送層を含む場合は、発光層と正孔輸送層との間に当該障壁層を含むことが好ましい。

また、励起エネルギーが発光層からその周辺層に漏れ出さないように、障壁層を発光層に隣接させて設けてもよい。発光層で生成した励起子が、当該障壁層よりも電極側の層（例えば、電子輸送層や正孔輸送層）に移動することを阻止する。

発光層と障壁層とは接合していることが好ましい。

[0234] その他、本発明の実施における具体的な構造および形状などは、本発明の目的を達成できる範囲で他の構造などとしてもよい。

実施例

[0235] 本発明に係る実施例を説明する。本発明はこれらの実施例によって限定さ

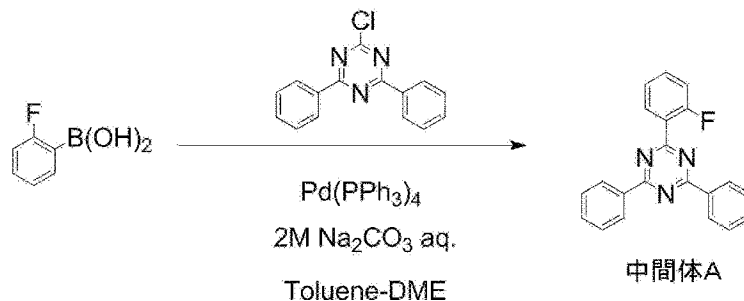
れない。

[0236] [化合物の合成]

<合成実施例 1> 化合物 TADF-1 の合成

(1) 中間体 A の合成

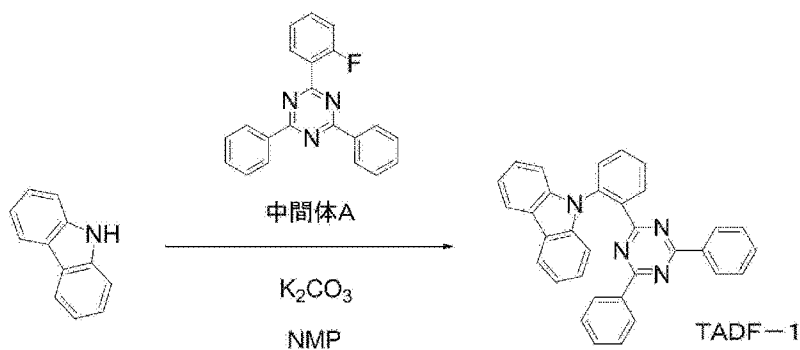
[0237] [化75]



[0238]三口フラスコに、2-フルオロフェニルボロン酸 7.0 g (50 mmol)、2-クロロ-4,6-ジフェニル-1,3,5-三iazin 13.4 g (50 mmol)、2M炭酸ナトリウム水溶液 62.5 mL、1,2-ジメトキシエタン (DME) 100 mL、およびトルエン 100 mLを加え、次いで、テトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム 1.73 (1.5 mmol)をさらに加えて、アルゴン雰囲気下にて8時間、加熱還流攪拌した。加熱還流攪拌の後、有機層を分取した。分取した有機層を減圧下で濃縮し、得られた残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィーにより精製した。展開溶媒としてトルエン溶媒を用いた。精製後、得られた固体をメタノールで懸濁洗浄することにより、中間体Aを白色固体として得た。収量は11.6 g、収率は71%であった。

[0239] (2) 化合物 TADF-1 の合成

[0240] [化76]

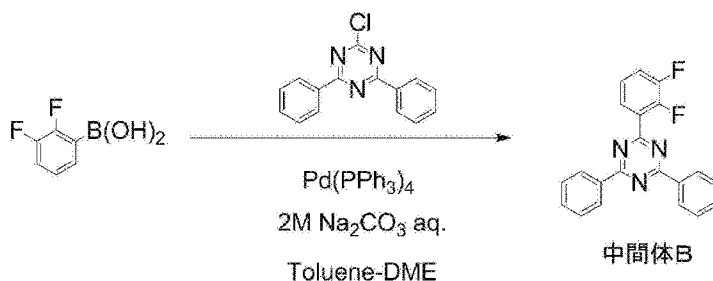


[0241]三口フラスコに、カルバゾール 7.3 g (43.6 mmol)、中間体 A 8.0 g (24.4 mmol)、炭酸カリウム 7.4 g (53.5 mmol)、および N-メチル-2-ピロリドン (NMP) 50 mL を加えて、アルゴン雰囲気下にて 20 時間、150℃ で加熱撹拌した。加熱撹拌の後、反応溶液を水 200 mL に注ぎ、析出した固体を濾集した。次いで、この固体をエタノールで繰り返し懸濁洗浄することにより、目的物 (化合物 TADF-1) を白色固体として得た。収量は 6.3 g、収率は 54% であった。FD-MS (Field Desorption Mass Spectrometry) 分析の結果、分子量 474 に対して $m/e = 474$ であった。

[0242] <合成実施例 2> 化合物 TADF-2 の合成

(1) 中間体 B の合成

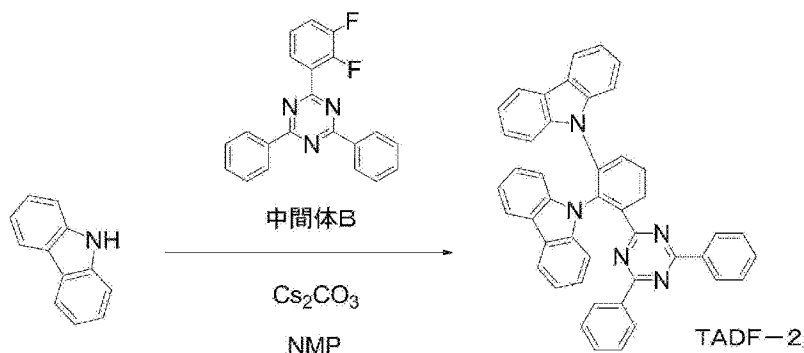
[0243] [化77]



[0244] 合成実施例 1 の (1) に記載したうち、2-フルオロフェニルボロン酸を 2,3-ジフルオロフェニルボロン酸に変更した以外は、合成実施例 1 の (1) と同様にして中間体 B を合成した。収率は、92% であった。

[0245] (2) 化合物 TADF-2 の合成

[0246] [化78]

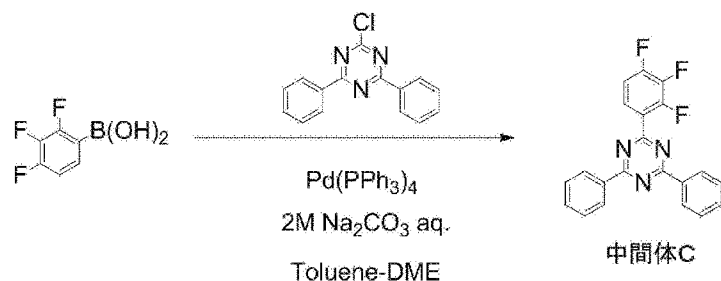


[0247]三口フラスコに、カルバゾール6.0g (35.9mmol)、中間体B 2.5g (7.24mmol)、炭酸セシウム11.8g (36.2mmol)、およびN-メチル-2-ピロリドン(NMP)30mLを加えて、アルゴン雰囲気下にて40時間、150℃で加熱撹拌した。加熱撹拌の後、反応溶液を水200mLに注ぎ、析出した固体を濾集した。次いで、この固体をエタノール及びアセトンで繰り返し懸濁洗浄することにより、目的物(化合物TADF-2)を淡黄色固体として得た。収量は3.6g、収率は、77%であった。FD-MS分析の結果、分子量639に対して $m/e = 639$ であった。

[0248] <合成実施例3> 化合物TADF-3の合成

(1) 中間体Cの合成

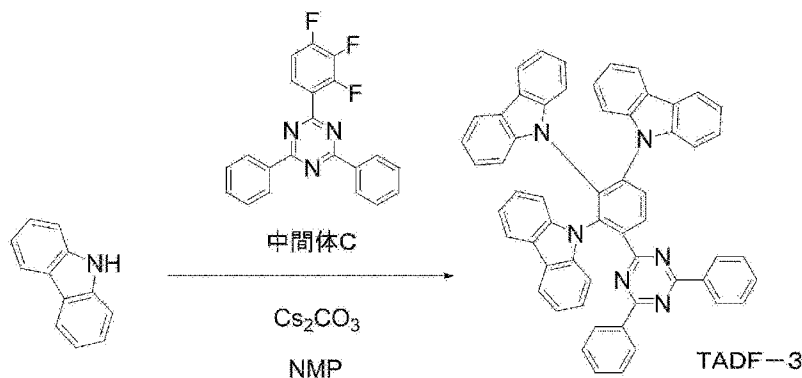
[0249] [化79]



[0250] 合成実施例1の(1)に記載したうち、2-フルオロフェニルボロン酸を2,3,4-トリフルオロフェニルボロン酸に変更した以外は、合成実施例1の(1)と同様にして合成した。収率は、82%であった。

[0251] (2) 化合物TADF-3の合成

[0252] [化80]

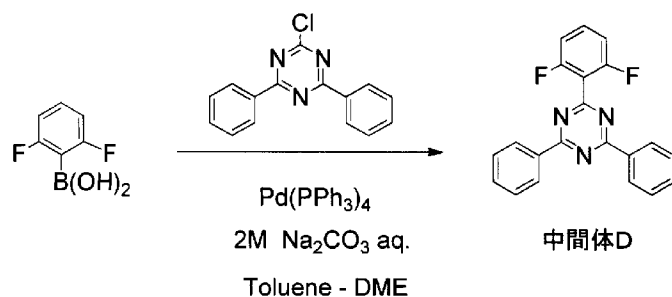


[0253]三口フラスコに、カルバゾール 10.8 g (64.4 mmol)、中間体 C 3.9 g (10.7 mmol)、炭酸セシウム 21.0 g (64.4 mmol)、および N-メチル-2-ピロリドン (NMP) 50 mL を加えて、アルゴン雰囲気下にて 24 時間、150℃で加熱撹拌した。加熱撹拌の後、反応溶液を水 300 mL に注ぎ、析出した固体を濾集した。次いで、この固体をエタノール、アセトン、酢酸エチルで繰り返し懸濁洗浄することにより、目的物 (化合物 TADF-3) を淡黄色固体として得た。収量は、7.5 g、収率は、87%であった。FD-MS 分析の結果、分子量 804 に対して $m/e = 804$ であった。

[0254] <合成実施例 4> 化合物 TADF-4 の合成

(1) 中間体 D の合成

[0255] [化 81]

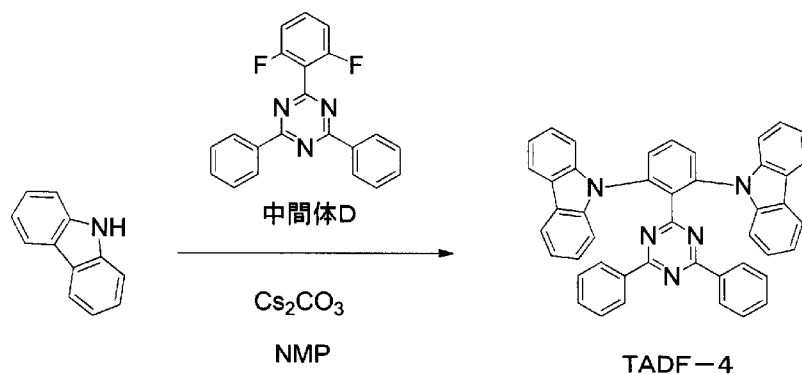


[0256] 合成実施例 1 の (1) に記載したうち、2-フルオロフェニルボロン酸を 2,6-ジフルオロフェニルボロン酸に変更した以外は、合成実施例 1 の (1) と同様にして合成した。収率は、91%であった。

[0257] (2) 化合物 TADF-4 の合成

[0258]

[化82]

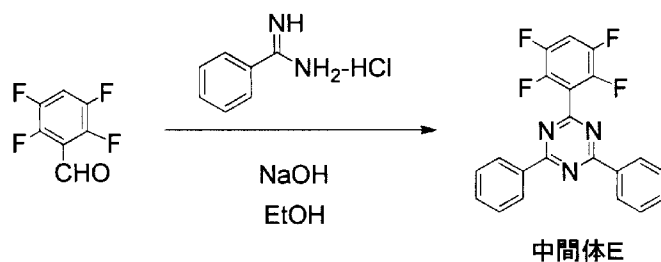


[0259]三口フラスコに、カルバゾール3.3 g (19.7 mmol)、中間体D 3.1 g (9.0 mmol)、炭酸セシウム6.4 g (19.7 mmol)、およびN-メチル-2-ピロリドン (NMP) 20 mLを加えて、アルゴン雰囲気下にて48時間、150℃で加熱攪拌した。加熱攪拌の後、反応溶液を水300 mLに注ぎ、析出した固体を濾集した。次いで、この固体をエタノール、アセトン、酢酸エチルで繰り返し懸濁洗浄することにより、目的物(化合物TADF-4)を白色固体として得た。収量は4.0 g、収率は69%であった。FD-MS分析の結果、分子量639に対して $m/e = 639$ であった。

[0260] <合成実施例5> 化合物TADF-5の合成

(1) 中間体Eの合成

[0261] [化83]

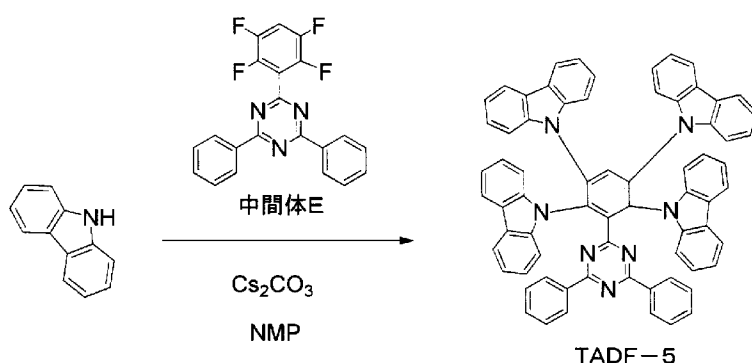


[0262] ベンズアミジン塩酸塩19.3 g (123.5 mmol)をエタノール100 mLに加え、水酸化ナトリウム5.4 g (134.6 mmol)を加え

た後、90℃に加熱した。次いで、エタノール30mLに溶解した2, 3, 5, 6-テトラフルオロベンズアルデヒド10.0g (56.1mmol)を滴下し、引き続き90℃で24時間攪拌した。析出した固体を濾集し、その固体をエタノールで洗浄することにより、中間体E 9.0gを得た。

[0263] (2) 化合物TADF-5の合成

[0264] [化84]



[0265]三口フラスコに、カルバゾール5.3g (31.4mmol)、中間体E 2.0g (5.2mmol)、炭酸セシウム10.2g (31.4mmol)、およびN-メチル-2-ピロリドン (NMP) 20mLを加えて、アルゴン雰囲気下にて24時間、150℃で加熱攪拌した。加熱攪拌の後、反応溶液を水300mLに注ぎ、析出した固体を濾集した。次いで、この固体をエタノール、アセトン、酢酸エチルで繰り返し懸濁洗浄することにより、目的物(化合物TADF-5)を淡黄色固体として得た。収量は3.0g、収率は59%であった。FD-MS分析の結果、分子量970に対して $m/e = 970$ であった。

[0266] <化合物の評価>

次に、本実施例で使用した化合物の物性を測定した。測定方法および算出方法を以下に示す。

[0267] [蛍光寿命の測定]

蛍光寿命測定用試料は以下の方法で作製した。

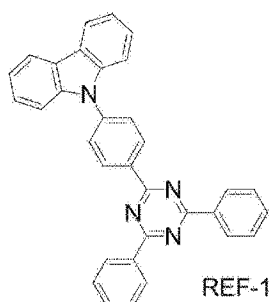
具体的には、石英基板に、真空蒸着装置を用いて下記組成および膜厚とな

るように蒸着膜を形成した。

蛍光寿命測定用試料 1 : (組成) T A D F - 1、(膜厚) 1 0 0 n m

同様の方法で、化合物 T A D F - 2 を用いた蛍光寿命測定用試料 2、化合物 T A D F - 3 を用いた蛍光寿命測定用試料 3、および化合物 R E F - 1 を用いた蛍光寿命測定用試料 4 をそれぞれ作製した。

[0268] [化85]



[0269] 作製した蛍光寿命測定用試料 1 ~ 4 について、遅延蛍光寿命を測定した。遅延蛍光寿命の測定には、蛍光寿命光度計 T e m P r o (株式会社堀場製作所製) を用いた。遅延蛍光寿命の測定における励起光源として、半導体パルス L E D 光源 N a n o L E D - 3 4 0 または半導体パルス L E D 光源 S p e c t r a l L E D - 3 5 5 を用いた。励起光源は遅延蛍光寿命に応じて使い分けた。測定は室温で実施した。

[0270] 蛍光寿命の測定結果を図 6 に示す。

図 6 に示したとおり、化合物 T A D F 1、化合物 T A D F 2 および化合物 T A D F 3 は、いずれも遅延蛍光発光性の化合物であり、比較として用いた化合物 R E F - 1 に比べて、マイクロ秒オーダーの遅延蛍光発光が大幅に増えていることが分かる。これは、化合物 T A D F 1、化合物 T A D F 2 および化合物 T A D F 3 においては、電子アクセプター部位（これらの化合物の場合は、トリアジン環に相当する。）が結合した芳香環のオルト位に置換基が結合していることで、電子アクセプター部位と、電子ドナー部位（これらの化合物の場合は、カルバゾール環に相当する。）との分離が良くなった効果によると推測される。

また、電子ドナー部位を隣接する炭素原子に結合させた化合物 T A D F -

2 および化合物 T A D F - 3 は、化合物 R E F - 1 に比べて、さらに遅延蛍光発光が増大していることから、電子ドナー部位（これらの化合物の場合は、カルバゾール環に相当する。）同士の分子内相互作用は、遅延蛍光発光の増大に寄与することが推測される。

[0271] （一重項エネルギー S）

一重項エネルギー S は、次のようにして測定した。測定対象となる化合物の $10 \mu\text{mol/L}$ トルエン溶液を調製して石英セルに入れ、常温（300 K）でこの試料の吸収スペクトル（縦軸：発光強度、横軸：波長とする。）を測定した。この吸収スペクトルの長波長側の立ち下がりに対して接線を引き、その接線と横軸との交点の波長値 $\lambda_{\text{edge}} [\text{nm}]$ を次に示す換算式 2 に代入して一重項エネルギーを算出した。

$$\text{換算式 2 : } S [\text{eV}] = 1239.85 / \lambda_{\text{edge}}$$

本実施例では、吸収スペクトルを日立社製の分光光度計（装置名：U3310）で測定した。なお、吸収スペクトル測定装置は、ここで用いた装置に限定されない。

[0272] 算出した一重項エネルギー S を以下に示す。

T A D F - 1 : 2.9 eV

T A D F - 2 : 2.9 eV

T A D F - 3 : 2.9 eV

[0273] D P E P O : 4.0 eV（文献値：APPLIED PHYSICS LETTERS 101, 093306（2012））

[0274] <有機 E L 素子の作製、および評価>

有機 E L 素子を以下のように作製し、評価した。

[0275] （実施例 1）

25 mm × 75 mm × 1.1 mm 厚の I T O 透明電極（陽極）付きガラス基板（ジオマティック社製）を、イソプロピルアルコール中で 5 分間超音波洗浄を行なった後、UV オゾン洗浄を 30 分間行なった。I T O の膜厚は、130 nm とした。

洗浄後の透明電極ライン付き前記ガラス基板を真空蒸着装置の基板ホルダーに装着し、まず透明電極ラインが形成されている側の面上に透明電極を覆うようにして化合物HIを蒸着し、膜厚5 nmの正孔注入層を形成した。

次に、正孔注入層上に、化合物HT-1を蒸着し、HI膜上に膜厚80 nmの第一正孔輸送層を形成した。

次に、この第一正孔輸送層上に、化合物HT-2を蒸着し、膜厚15 nmの第二正孔輸送層を形成した。

さらに、この第二正孔輸送層上に、mCPを蒸着し、膜厚5 nmの第三正孔輸送層を形成した。

第一の化合物としての化合物TADF-1と、第二の化合物としての化合物BD-1と、第三の化合物としての化合物DPEPOを共蒸着し、膜厚25 nmの発光層を形成した。発光層における化合物TADF-1の濃度を24質量%とし、化合物BD-1の濃度を1質量%とし、化合物DPEPOの濃度を75質量%とした。

次に、この発光層上に、化合物ET-1を蒸着し、膜厚5 nmの第一電子輸送層を形成した。

次に、この第一電子輸送層上に、化合物ET-2を蒸着し、膜厚20 nmの第二電子輸送層を形成した。

次に、この第二電子輸送層上に、フッ化リチウム(LiF)を蒸着し、膜厚1 nmの電子注入性電極(陰極)を形成した。

そして、この電子注入性電極上に、金属アルミニウム(Al)を蒸着し、膜厚80 nmの金属Al陰極を形成した。

実施例1の有機EL素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) /HI (5) /HT-1 (80) /HT-2 (15) /mCP (5) /DPEPO:TADF-1:BD-1 (25,75%:24%:1%) /ET-1 (5) /ET-2 (20) /LiF (1) /Al (80)

なお、括弧内の数字は、膜厚(単位: nm)を示す。また、同じく括弧内において、パーセント表示された数字は、発光層における第一の化合物、第

二の化合物および第三の化合物の割合（質量％）を示す。

[0276]（実施例 2）

実施例 2 の有機 EL 素子は、実施例 1 の発光層における化合物 TADF-1 の代わりに化合物 TADF-2 を用いたこと以外は、実施例 1 と同様にして作製した。

実施例 2 の有機 EL 素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) /HI (5) /HT-1 (80) /HT-2 (15) /mCP (5) /DPEO:TADF-2:BD-1 (25, 75%:24%:1%) /ET-1 (5) /ET-2 (20) /LiF (1) /Al (80)

[0277]（実施例 3）

実施例 3 の有機 EL 素子は、実施例 1 の発光層における化合物 TADF-1 の代わりに化合物 TADF-3 を用いたこと以外は、実施例 1 と同様にして作製した。

実施例 3 の有機 EL 素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) /HI (5) /HT-1 (80) /HT-2 (15) /mCP (5) /DPEO:TADF-3:BD-1 (25, 75%:24%:1%) /ET-1 (5) /ET-2 (20) /LiF (1) /Al (80)

[0278]（実施例 4）

実施例 4 の有機 EL 素子は、実施例 1 の発光層における化合物 TADF-1 の代わりに化合物 TADF-4 を用いたこと以外は、実施例 1 と同様にして作製した。

実施例 4 の有機 EL 素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) /HI (5) /HT-1 (80) /HT-2 (15) /mCP (5) /DPEO:TADF-4:BD-1 (25, 75%:24%:1%) /ET-1 (5) /ET-2 (20) /LiF (1) /Al (80)

[0279]（実施例 5）

実施例 5 の有機 EL 素子は、実施例 1 の発光層における化合物 TADF-1 の代わりに化合物 TADF-5 を用いたこと以外は、実施例 1 と同様にして

作製した。

実施例 5 の有機 EL 素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである

。

ITO (130) /HI (5) /HT-1 (80) /HT-2 (15) /mCP (5) /DPEP0:TADF-5:BD-1
(25,75%:24%:1%) /ET-1 (5) /ET-2 (20) /LiF (1) /Al (80)

[0280] (実施例 6)

実施例 6 の有機 EL 素子は、実施例 1 の発光層における化合物 BD-1 の代わりに化合物 BD-2 を用いたこと以外は、実施例 1 と同様にして作製した。

実施例 6 の有機 EL 素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである

。

ITO (130) /HI (5) /HT-1 (80) /HT-2 (15) /mCP (5) /DPEP0:TADF-1:BD-2
(25,75%:24%:1%) /ET-1 (5) /ET-2 (20) /LiF (1) /Al (80)

[0281] (実施例 7)

実施例 7 の有機 EL 素子は、実施例 1 の発光層における化合物 TADF-1 の代わりに化合物 TADF-5 を用い、化合物 BD-1 の代わりに化合物 BD-2 を用いたこと以外は、実施例 1 と同様にして作製した。

実施例 7 の有機 EL 素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである

。

ITO (130) /HI (5) /HT-1 (80) /HT-2 (15) /mCP (5) /DPEP0:TADF-5:BD-2
(25,75%:24%:1%) /ET-1 (5) /ET-2 (20) /LiF (1) /Al (80)

[0282] (比較例 1)

比較例 1 の有機 EL 素子は、実施例 1 の発光層における化合物 TADF-1 の代わりに化合物 REF-1 を用いたこと以外は、実施例 1 と同様にして作製した。

比較例 1 の有機 EL 素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである

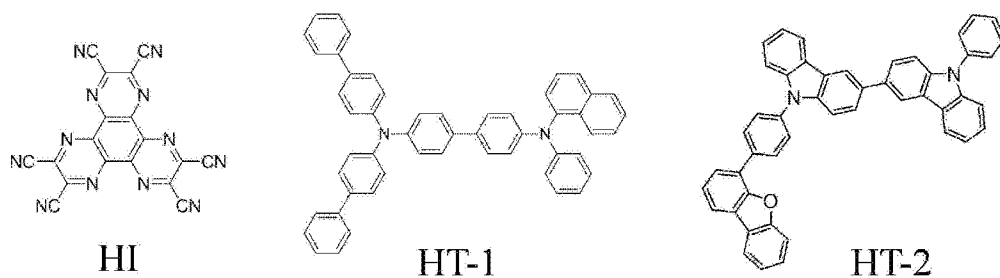
。

ITO (130) /HI (5) /HT-1 (80) /HT-2 (15) /mCP (5) /DPEP0:REF-1:BD-1

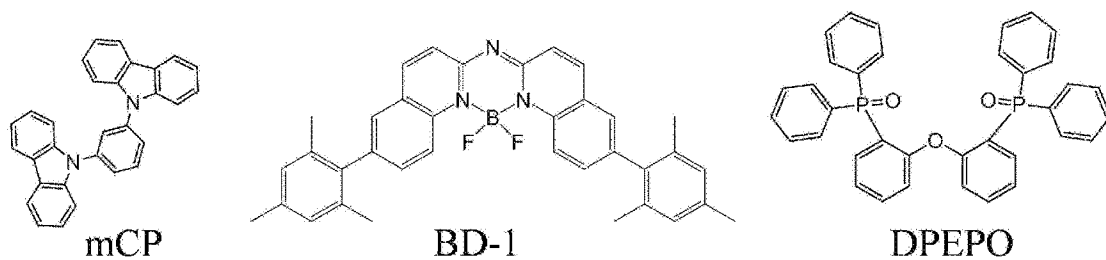
(25, 75%:24%:1%) /ET-1 (5) /ET-2 (20) /LiF (1) /Al (80)

[0283] 有機EL素子の製造に用いた化合物を以下に示す。

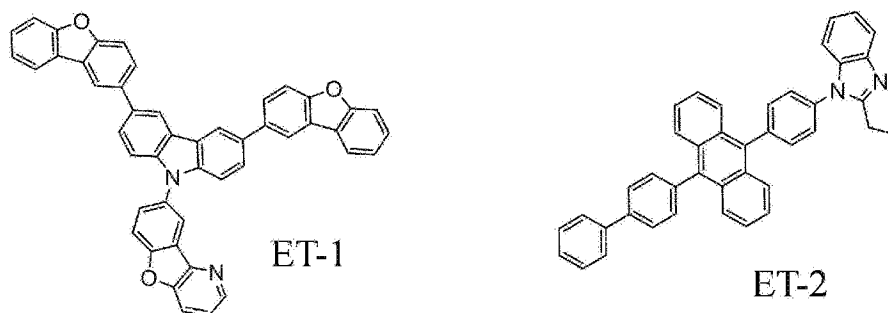
[0284] [化86]



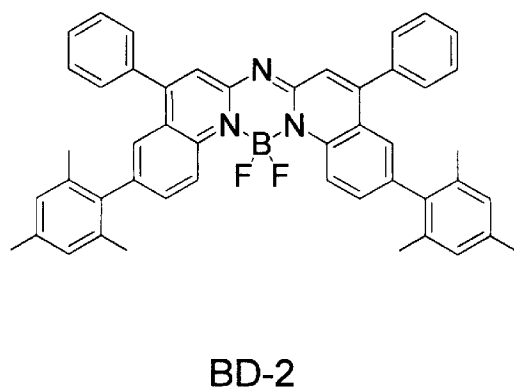
[0285] [化87]



[0286] [化88]



[0287] [化89]



[0288] [有機EL素子の評価]

実施例 1 ～ 7 及び比較例 1 において作製した有機 EL 素子について、以下の評価を行った。評価結果を表 1 に示す。

[0289] ・外部量子効率 EQE

電流密度が 0.1 mA/cm^2 となるように素子に電圧を印加した時の分光放射輝度スペクトルを分光放射輝度計 CS-1000（コニカミノルタ株式会社製）で計測した。得られた上記分光放射輝度スペクトルから、ランバシアン放射を行なったと仮定し外部量子効率 EQE（単位：%）を算出した。

[0290] ・主ピーク波長 λ_p

電流密度が 0.1 mA/cm^2 となるように有機 EL 素子に電圧を印加した時の分光放射輝度スペクトルを分光放射輝度計 CS-1000（コニカミノルタ株式会社製）で計測し、得られた分光放射輝度スペクトルから、主ピーク波長 λ_p を求めた。なお、主ピーク波長 λ_p は、スペクトルにおいて発光強度が最大となるピークの波長とした。

[0291] [表1]

	第一の化合物 (遅延蛍光性)	第二の化合物 (蛍光発光性)	EQE [%]	λ_p [nm]
実施例1	TADF-1	BD-1	15.4	451
実施例2	TADF-2	BD-1	17.1	451
実施例3	TADF-3	BD-1	14.8	451
実施例4	TADF-4	BD-1	15.9	451
実施例5	TADF-5	BD-1	16.7	451
実施例6	TADF-1	BD-2	18.3	464
実施例7	TADF-5	BD-2	17.2	464
比較例1	REF-1	BD-1	9.2	451

[0292] 表 1 に示したとおり、本発明の一例に係る遅延蛍光性の化合物 TADF 1 ～ TADF 5 を用いた実施例 1 ～ 7 の有機 EL 素子は、化合物 REF-1 を用いた比較例 1 に比べて、大幅に外部量子効率が向上していることが分かる。また、主ピーク波長から、本実施例及び比較例の有機 EL 素子の発光は、蛍光発光性の化合物である BD-1 及び BD-2 に由来する発光であることが分かる。

符号の説明

[0293] 1…有機EL素子、3…陽極、4…陰極、5…発光層。

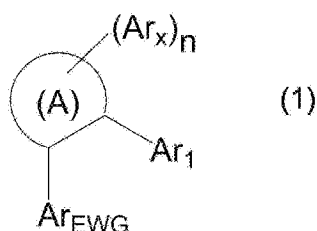
請求の範囲

[請求項1]

陽極と、
 発光層と、
 陰極と、を含み、

前記発光層は、下記一般式（1）で表される遅延蛍光性の第一の化合物、及び蛍光発光性の第二の化合物を含む、有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化1]



[前記一般式（1）中、

Ar_1 は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスフォル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、カルボキシ基、および下記一般式（1a）～（1j）で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であり、

Ar_{EWG} は、環内に窒素原子を1個以上含む置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、または1個以上のシアノ基で置換されている環形成炭素数6～30のアリール基であり、

Ar_x は、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、置換基としての Ar_x は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロア

リール基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 30 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 30 のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数 3 ～ 30 のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 7 ～ 30 のアラルキル基、置換ホスフォルル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、カルボキシ基、および下記一般式 (1 a) ～ (1 j) で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であり、

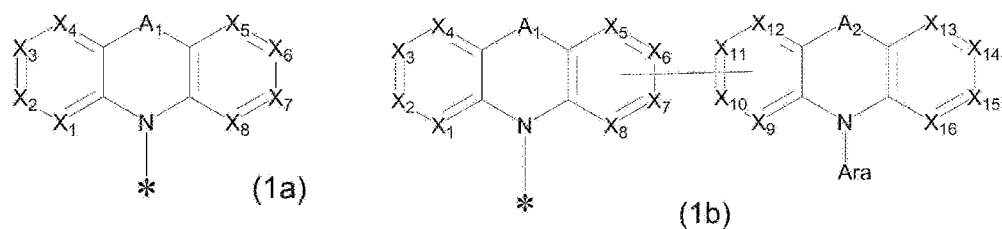
n は、0 以上 5 以下の整数を表し、

n が 2 以上である場合は、複数の A_{r_x} は、互いに同一であるか、または異なり、

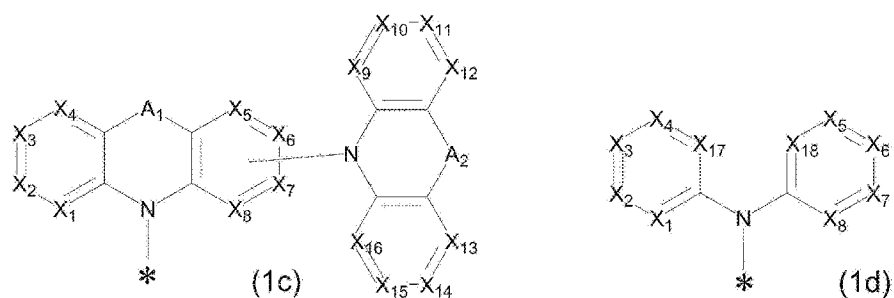
環 (A) は、5 員環、6 員環、または 7 員環であり、

A_{r_1} および A_{r_x} の少なくともいずれかは、下記一般式 (1 a) ～ (1 j) で表される基からなる群から選択されるいずれかの基である。]

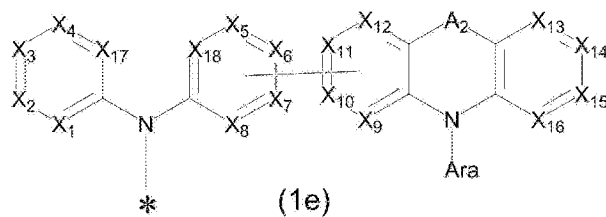
[化2]



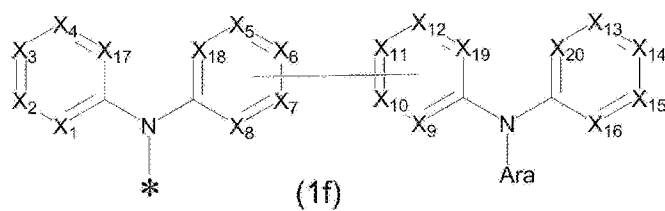
[化3]



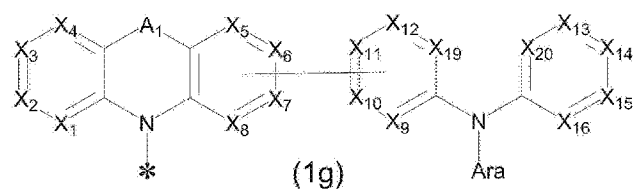
[化4]



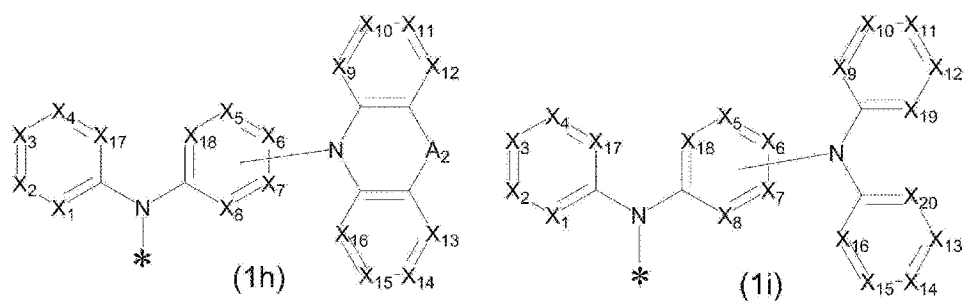
[化5]



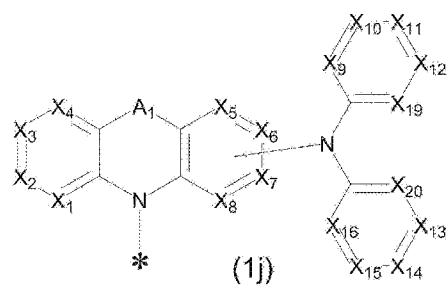
[化6]



[化7]



[化8]



[前記一般式 (1 a) ~ (1 j) 中、

X₁ ~ X₂₀は、それぞれ独立に、NまたはC-R_xであり、

ただし、

前記一般式 (1 b) において、 $X_5 \sim X_8$ のいずれかは、 $X_9 \sim X_{12}$ のいずれかと結合する炭素原子であり、 $X_9 \sim X_{12}$ のいずれかは、 $X_5 \sim X_8$ のいずれかと結合する炭素原子であり、

前記一般式 (1 c) において、 $X_5 \sim X_8$ のいずれかは、 A_2 を含む環における窒素原子と結合する炭素原子であり、

前記一般式 (1 e) において、 $X_5 \sim X_8$ および X_{18} のいずれかは、 $X_9 \sim X_{12}$ のいずれかと結合する炭素原子であり、 $X_9 \sim X_{12}$ のいずれかは、 $X_5 \sim X_8$ および X_{18} のいずれかと結合する炭素原子であり、

前記一般式 (1 f) において、 $X_5 \sim X_8$ および X_{18} のいずれかは、 $X_9 \sim X_{12}$ および X_{19} のいずれかと結合する炭素原子であり、 $X_9 \sim X_{12}$ および X_{19} のいずれかは、 $X_5 \sim X_8$ および X_{18} のいずれかと結合する炭素原子であり、

前記一般式 (1 g) において、 $X_5 \sim X_8$ のいずれかは、 $X_9 \sim X_{12}$ および X_{19} のいずれかと結合する炭素原子であり、 $X_9 \sim X_{12}$ および X_{19} のいずれかは、 $X_5 \sim X_8$ のいずれかと結合する炭素原子であり、

前記一般式 (1 h) において、 $X_5 \sim X_8$ および X_{18} のいずれかは、 A_2 を含む環における窒素原子と結合する炭素原子であり、

前記一般式 (1 i) において、 $X_5 \sim X_8$ および X_{18} のいずれかは、 $X_9 \sim X_{12}$ および X_{19} を含む環と $X_{13} \sim X_{16}$ および X_{20} を含む環とを連結する窒素原子と結合する炭素原子であり、

前記一般式 (1 j) において、 $X_5 \sim X_8$ のいずれかは、 $X_9 \sim X_{12}$ および X_{19} を含む環と $X_{13} \sim X_{16}$ および X_{20} を含む環とを連結する窒素原子と結合する炭素原子であり、

$R \times$ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基としての $R \times$ は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリー

ル基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスホリル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択されるいずれかの基であり、

置換基としての複数の R_x は、互いに同一であるか、又は異なり、
置換基としての複数の R_x は、互いに直接結合して環を形成するか、ヘテロ原子を介して環を形成するか、又は環を形成せず、

A_1 および A_2 は、それぞれ独立に、単結合、O、S、C(R_1)(R_2)、Si(R_3)(R_4)、C(=O)、S(=O)、SO₂、またはN(R_5)であり、

$R_1 \sim R_5$ は、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、
置換基としての $R_1 \sim R_5$ は、それぞれ独立に、置換基もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスホリル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択されるいずれかの基であり、

A_{ra} は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスホリル基、および置換シ

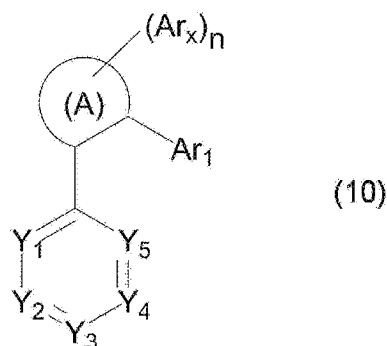
リル基からなる群から選択されるいずれかの基である。]

[請求項2]

前記第一の化合物は、下記一般式(10)で表される、

請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化9]



[前記一般式(10)中、

$Y_1 \sim Y_5$ は、それぞれ独立に、N、C-CNまたはC-R_yであり、

$Y_1 \sim Y_5$ のうち、少なくとも1つは、NまたはC-CNであり、

R_yは、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基としてのR_yは、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスフォルル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択される基であり、

複数のR_yは、互いに同一であるか、または異なり、

A_{r1}は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換

の環形成炭素数 3～30 のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 7～30 のアラルキル基、置換ホスホリル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、カルボキシ基、および下記一般式 (1 a) ～ (1 c) で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であり、

$A r_x$ は、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、置換基としての $A r_x$ は、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6～30 のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数 5～30 のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数 1～30 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1～30 のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数 3～30 のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 7～30 のアラルキル基、置換ホスホリル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、カルボキシ基、および下記一般式 (1 a) ～ (1 c) で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であり、

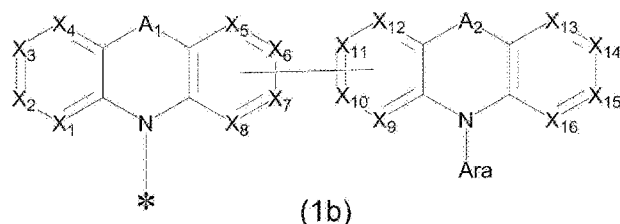
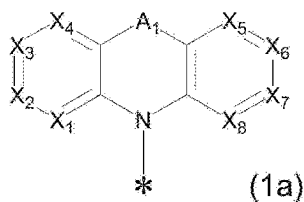
n は、0 以上 5 以下の整数を表し、

n が 2 以上である場合は、複数の $A r_x$ は、互いに同一であるか、または異なり、

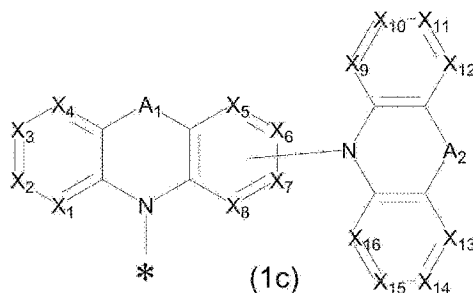
環 (A) は、5 員環、6 員環、または 7 員環であり、

$A r_1$ および $A r_x$ の少なくともいずれかは、下記一般式 (1 a) ～ (1 c) で表される基からなる群から選択されるいずれかの基である。]

[化10]



[化11]



[前記一般式 (1 a) ~ (1 c) 中、

$X_1 \sim X_{16}$ は、それぞれ独立に、NまたはC-R $\times$ であり、

ただし、

前記一般式 (1 b) において、 $X_5 \sim X_8$ のいずれかは、 $X_9 \sim X_{12}$ のいずれかと結合する炭素原子であり、 $X_9 \sim X_{12}$ のいずれかは、 $X_5 \sim X_8$ のいずれかと結合する炭素原子であり、

前記一般式 (1 c) において、 $X_5 \sim X_8$ のいずれかは、 A_2 を含む環における窒素原子と結合する炭素原子であり、

R $\times$ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基としてのR $\times$ は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6~30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5~30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1~30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1~30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3~30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7~30のアラルキル基、置換ホスフォル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択されるいずれかの基であり、

置換基としての複数のR $\times$ は、互いに同一であるか、異なり、

置換基としての複数のR $\times$ は、互いに直接結合して環を形成するか、ヘテロ原子を介して環を形成するか、又は環を形成せず、

A_1 および A_2 は、それぞれ独立に、単結合、O、S、C(R $_1$)(R $_2$)、Si(R $_3$)(R $_4$)、C(=O)、S(=O)、SO $_2$ 、ま

たはN (R₅) であり、

R₁～R₅は、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、置換基としてのR₁～R₅は、それぞれ独立に、置換基もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスホリル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択されるいずれかの基であり、

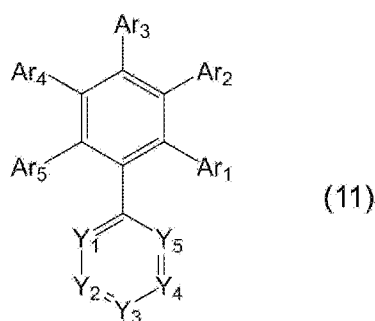
A r aは、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスホリル基、および置換シリル基からなる群から選択されるいずれかの基である。]

[請求項3]

前記第一の化合物は、下記一般式(11)で表される、

請求項1または請求項2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化12]



[前記一般式(11)中、

Y₁～Y₅は、それぞれ独立に、N、C—CNまたはC—R_yであ

り、

$Y_1 \sim Y_5$ のうち、少なくとも1つは、NまたはC—CNであり、

R_y は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基としての R_y は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスフォルル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択される基であり、

複数の R_y は、互いに同一であるか、または異なり、

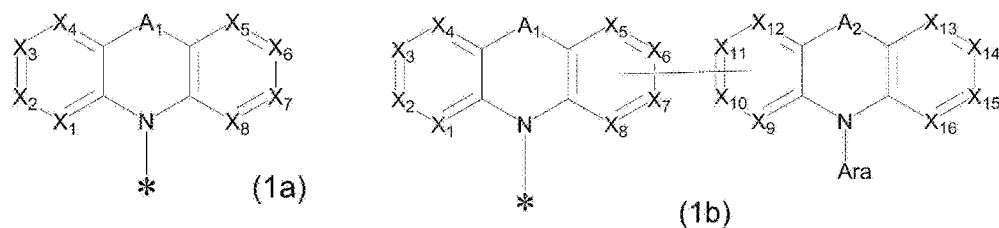
A_{r_1} は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスフォルル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、カルボキシ基、および下記一般式(1a)～(1c)で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であり、

$A_{r_2} \sim A_{r_5}$ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基としての $A_{r_2} \sim A_{r_5}$ は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキ

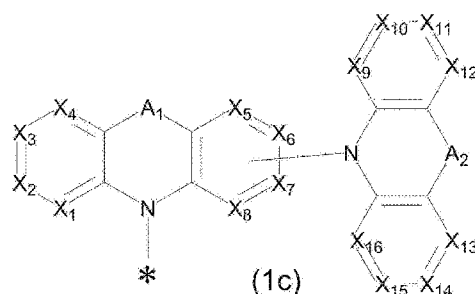
ル基、置換ホスホリル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、カルボキシ基、および下記一般式(1a)～(1c)で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であり、

$A_{r1} \sim A_{r5}$ のうち少なくとも一つは、下記一般式(1a)～(1c)で表される基からなる群から選択されるいずれかの基である。
]

[化13]



[化14]



[前記一般式(1a)～(1c)中、

$X_1 \sim X_{16}$ は、それぞれ独立に、NまたはC-R_xであり、
ただし、

前記一般式(1b)において、 $X_5 \sim X_8$ のいずれかは、 $X_9 \sim X_{12}$ のいずれかと結合する炭素原子であり、 $X_9 \sim X_{12}$ のいずれかは、 $X_5 \sim X_8$ のいずれかと結合する炭素原子であり、

前記一般式(1c)において、 $X_5 \sim X_8$ のいずれかは、 A_2 を含む環における窒素原子と結合する炭素原子であり、

R_xは、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基としてのR_xは、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール

基、置換もしくは無置換の炭素数 1～30 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1～30 のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数 3～30 のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 7～30 のアラルキル基、置換ホスフォリル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択されるいずれかの基であり、

置換基としての複数の R_x は、互いに同一であるか、または異なり、

置換基としての複数の R_x は、互いに直接結合して環を形成するか、ヘテロ原子を介して環を形成するか、又は環を形成せず、

A_1 および A_2 は、それぞれ独立に、単結合、O、S、C (R_1) (R_2)、Si (R_3) (R_4)、C (=O)、S (=O)、SO₂、または N (R_5) であり、

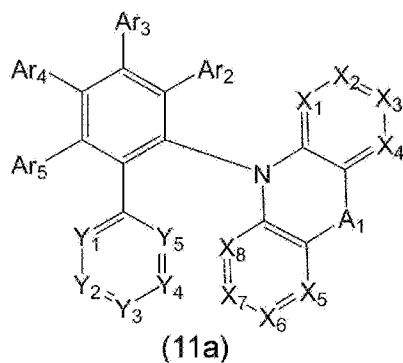
$R_1 \sim R_5$ は、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、置換基としての $R_1 \sim R_5$ は、それぞれ独立に、置換基もしくは無置換の環形成炭素数 6～30 のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数 5～30 のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数 1～30 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1～30 のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数 3～30 のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 7～30 のアラルキル基、置換ホスフォリル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択されるいずれかの基であり、

A_{ra} は、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6～30 のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数 5～30 のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数 1～30 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1～30 のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数 3～30 のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 7～30 のアラルキル基、置換ホスフォリル基、および置換シ

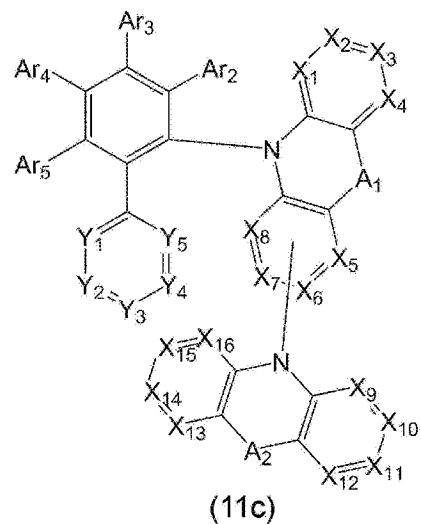
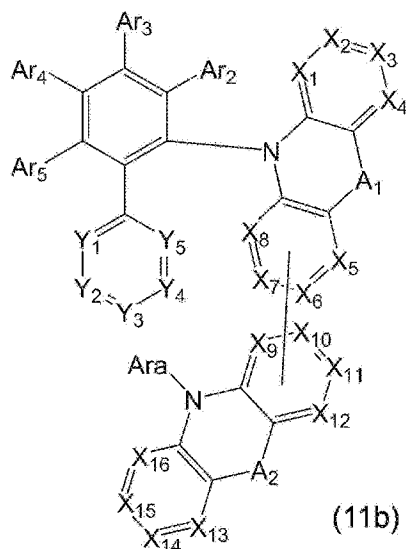
リル基からなる群から選択されるいずれかの基である。]

[請求項4] 前記第一の化合物は、下記一般式(11a)、下記一般式(11b)、または下記一般式(11c)で表される化合物である、
請求項3に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化15]



[化16]

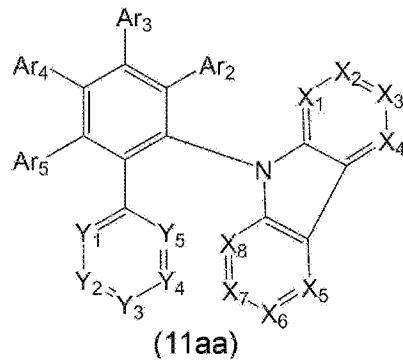


[前記一般式(11a)、(11b)および(11c)中、 $Y_1 \sim Y_5$ 、 R_y 、 $Ar_2 \sim Ar_5$ 、 $X_1 \sim X_{16}$ 、 R_x 、 A_1 、 A_2 、 $R_1 \sim R_5$ 、および Ara は、それぞれ前述した $Y_1 \sim Y_5$ 、 R_y 、 $Ar_2 \sim Ar_5$ 、 $X_1 \sim X_{16}$ 、 R_x 、 A_1 、 A_2 、 $R_1 \sim R_5$ 、および Ara と同じ意味を表す。]

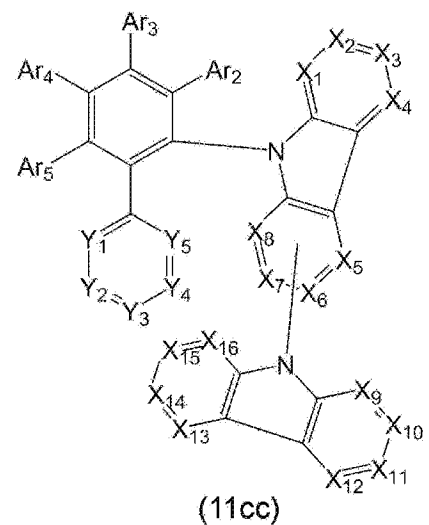
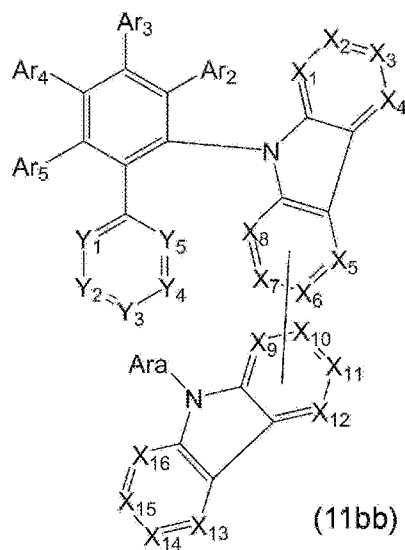
[請求項5] 前記第一の化合物は、下記一般式(11aa)、下記一般式(11bb)、または下記一般式(11cc)で表される化合物である、

請求項3または請求項4に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化17]



[化18]



[前記一般式(11aa)～(11cc)中、 $Y_1 \sim Y_5$ 、 R_y 、 $Ar_2 \sim Ar_5$ 、 $X_1 \sim X_{16}$ 、 R_x 、および Ara は、それぞれ前述した $Y_1 \sim Y_5$ 、 R_y 、 $Ar_2 \sim Ar_5$ 、 $X_1 \sim X_{16}$ 、 R_x 、および Ara と同じ意味を表す。]

[請求項6]

Ar_1 および Ar_2 が、前記一般式(1a)～(1j)で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であるか、または

Ar_2 および Ar_3 が、前記一般式(1a)～(1j)で表される基からなる群から選択されるいずれかの基である、

請求項3から請求項5のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミ

ネッセンス素子。

[請求項7] $A r_1$ 、 $A r_2$ および $A r_3$ が、前記一般式(1a)～(1j)で表される基からなる群から選択されるいずれかの基である、

請求項3から請求項6のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項8] 前記一般式(1a)又は前記一般式(1aa)において、 $X_1 \sim X_8$ が R_x が結合する炭素原子($C-R_x$)である場合、置換基としての複数の R_x は、環を形成しない、

請求項1から請求項7のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項9] Y_1 、 Y_3 、および Y_5 のうち、少なくともいずれかは、Nである、
請求項2から請求項8のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項10] Y_1 、および Y_3 は、Nであり、
 Y_2 、 Y_4 、および Y_5 は、 $C-R_y$ である、
請求項2から請求項9のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項11] Y_1 、および Y_5 は、Nであり、
 Y_2 、 Y_3 、および Y_4 は、 $C-R_y$ である、
請求項2から請求項9のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項12] Y_1 、 Y_3 、および Y_5 は、Nであり、
 Y_2 、および Y_4 は、 $C-R_y$ である、
請求項2から請求項9のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項13] 前記発光層は、第三の化合物をさらに含み、
前記第三の化合物の一重項エネルギーは、前記第一の化合物の一重項エネルギーよりも大きい、

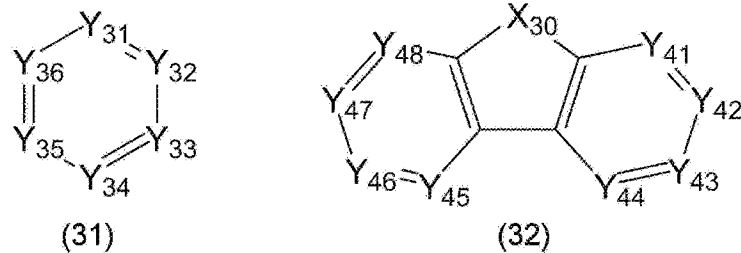
請求項 1 から請求項 1 2 のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項14]

前記第三の化合物は、一つの分子中に下記一般式（3 1）で表される部分構造および下記一般式（3 2）で表される部分構造のうち少なくともいずれかを含む化合物である

請求項 1 3 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化19]



（前記一般式（3 1）において、

$Y_{31} \sim Y_{36}$ は、それぞれ独立に、窒素原子、または第三の化合物の分子中における他の原子と結合する炭素原子であり、

ただし、 $Y_{31} \sim Y_{36}$ のうち少なくともいずれかは、第三の化合物の分子中における他の原子と結合する炭素原子であり、

前記一般式（3 2）において、

$Y_{41} \sim Y_{48}$ は、それぞれ独立に、窒素原子、または第三の化合物の分子中における他の原子と結合する炭素原子であり、

ただし、 $Y_{41} \sim Y_{48}$ のうち少なくともいずれかは、第三の化合物の分子中における他の原子と結合する炭素原子であり、

X_{30} は、窒素原子、酸素原子、または硫黄原子である。）

[請求項15]

前記陽極と前記発光層との間に正孔輸送層を含む、

請求項 1 から請求項 1 4 のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項16]

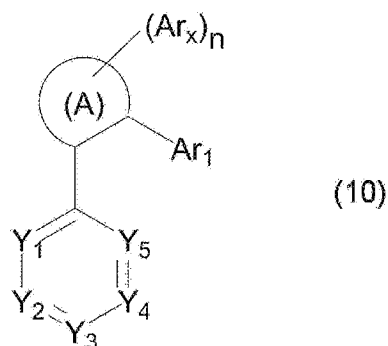
前記陰極と前記発光層との間に電子輸送層を含む、

請求項 1 から請求項 1 5 のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項17] 請求項1から請求項16のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を備える電子機器。

[請求項18] 下記一般式(10)で表される化合物。

[化20]



[前記一般式(10)中、

$Y_1 \sim Y_5$ は、それぞれ独立に、N、C-CNまたはC-R_yであり、

$Y_1 \sim Y_5$ のうち、少なくとも1つは、NまたはC-CNであり、

R_yは、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基としてのR_yは、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスフォルル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択される基であり、

複数のR_yは、互いに同一であるか、または異なり、

Ar₁は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換

の環形成炭素数 3～30 のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 7～30 のアラルキル基、置換ホスホリル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、カルボキシ基、および下記一般式 (1a) ～ (1c) で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であり、

$A r_x$ は、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、置換基としての $A r_x$ は、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6～30 のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数 5～30 のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数 1～30 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1～30 のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数 3～30 のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 7～30 のアラルキル基、置換ホスホリル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、カルボキシ基、および下記一般式 (1a) ～ (1c) で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であり、

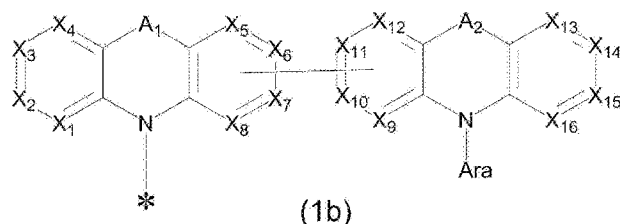
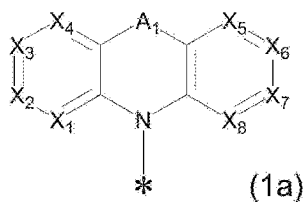
n は、0 以上 5 以下の整数を表し、

n が 2 以上である場合は、複数の $A r_x$ は、互いに同一であるか、または異なり、

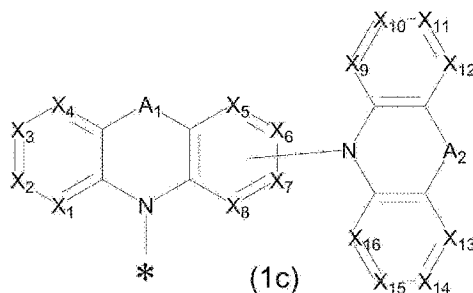
環 (A) は、5 員環、6 員環、または 7 員環であり、

$A r_1$ および $A r_x$ の少なくともいずれかは、下記一般式 (1a) ～ (1c) で表される基からなる群から選択されるいずれかの基である。]

[化21]



[化22]



[前記一般式 (1 a) ~ (1 c) 中、

$X_1 \sim X_{16}$ は、それぞれ独立に、N または $C-R_x$ であり、

ただし、

前記一般式 (1 b) において、 $X_5 \sim X_8$ のいずれかは、 $X_9 \sim X_{12}$ のいずれかと結合する炭素原子であり、 $X_9 \sim X_{12}$ のいずれかは、 $X_5 \sim X_8$ のいずれかと結合する炭素原子であり、

前記一般式 (1 c) において、 $X_5 \sim X_8$ のいずれかは、 A_2 を含む環における窒素原子と結合する炭素原子であり、

R_x は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基としての R_x は、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数 3 ~ 30 のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 7 ~ 30 のアラルキル基、置換ホスホリル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択されるいずれかの基であり、

置換基としての複数の R_x は、互いに同一であるか、または異なり、

置換基としての複数の R_x は、互いに直接結合して環を形成するか、ヘテロ原子を介して環を形成するか、又は環を形成せず、

A_1 および A_2 は、それぞれ独立に、単結合、O、S、 $C(R_1)$ (

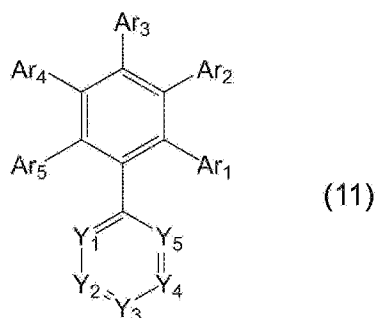
R_2)、 $Si(R_3)(R_4)$ 、 $C(=O)$ 、 $S(=O)$ 、 SO_2 、または $N(R_5)$ であり、

$R_1 \sim R_5$ は、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、置換基としての $R_1 \sim R_5$ は、それぞれ独立に、置換基もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスホリル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択されるいずれかの基であり、

Ar_a は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスホリル基、および置換シリル基からなる群から選択されるいずれかの基である。]

[請求項19] 下記一般式(11)で表される、請求項18に記載の化合物。

[化23]



[前記一般式(11)中、

$Y_1 \sim Y_5$ は、それぞれ独立に、 N 、 $C-CN$ または $C-R_y$ であり、

$Y_1 \sim Y_5$ のうち、少なくとも1つは、NまたはC—CNであり、

R_y は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基としての R_y は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスフォルイル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択される基であり、

複数の R_y は、互いに同一であるか、または異なり、

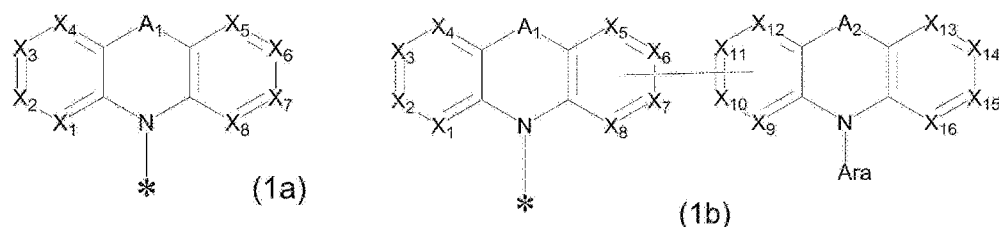
A_{r_1} は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスフォルイル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、カルボキシ基、および下記一般式(1a)～(1c)で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であり、

$A_{r_2} \sim A_{r_5}$ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基としての $A_{r_2} \sim A_{r_5}$ は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3～30のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基、置換ホスフォルイル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、カ

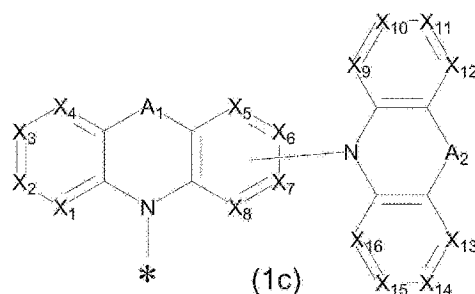
ルボキシ基、および下記一般式(1a)～(1c)で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であり、

$A_{r1} \sim A_{r5}$ のうち少なくとも一つは、下記一般式(1a)～(1c)で表される基からなる群から選択されるいずれかの基である。
]

[化24]



[化25]



[前記一般式(1a)～(1c)中、

$X_1 \sim X_{16}$ は、それぞれ独立に、NまたはC-R_xであり、
ただし、

前記一般式(1b)において、 $X_5 \sim X_8$ のいずれかは、 $X_9 \sim X_{12}$ のいずれかと結合する炭素原子であり、 $X_9 \sim X_{12}$ のいずれかは、 $X_5 \sim X_8$ のいずれかと結合する炭素原子であり、

前記一般式(1c)において、 $X_5 \sim X_8$ のいずれかは、 A_2 を含む環における窒素原子と結合する炭素原子であり、

R_xは、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基としてのR_xは、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは

は無置換の炭素数 1 ～ 30 のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数 3 ～ 30 のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 7 ～ 30 のアラルキル基、置換ホスフォルル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択されるいずれかの基であり、

置換基としての複数の R_x は、互いに同一であるか、または異なり、

置換基としての複数の R_x は、互いに直接結合して環を形成するか、ヘテロ原子を介して環を形成するか、又は環を形成せず、

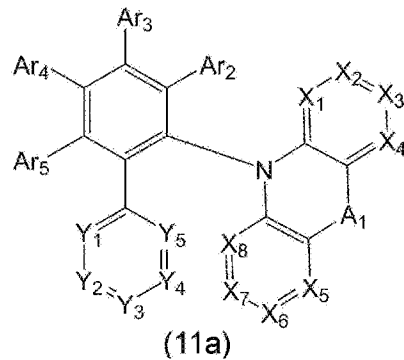
A_1 および A_2 は、それぞれ独立に、単結合、O、S、C (R_1) (R_2)、Si (R_3) (R_4)、C (=O)、S (=O)、SO₂、または N (R_5) であり、

$R_1 \sim R_5$ は、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、置換基としての $R_1 \sim R_5$ は、それぞれ独立に、置換基もしくは無置換の環形成炭素数 6 ～ 30 のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ～ 30 のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 30 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 30 のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数 3 ～ 30 のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 7 ～ 30 のアラルキル基、置換ホスフォルル基、置換シリル基、シアノ基、ニトロ基、およびカルボキシ基からなる群から選択されるいずれかの基であり、

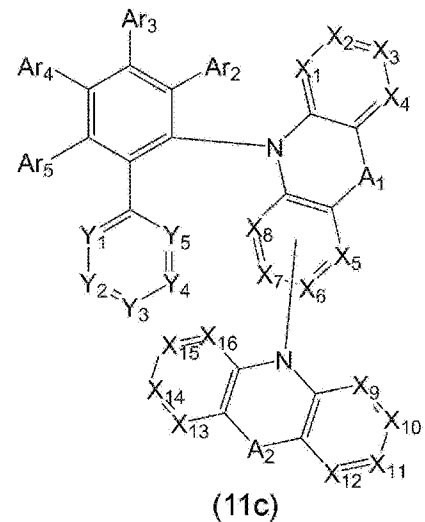
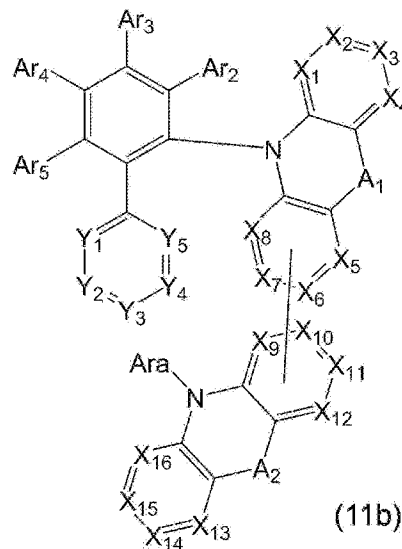
A_{ra} は、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ～ 30 のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ～ 30 のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 30 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 30 のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数 3 ～ 30 のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 7 ～ 30 のアラルキル基、置換ホスフォルル基、および置換シリル基からなる群から選択されるいずれかの基である。]

[請求項20] 下記一般式(11a)、下記一般式(11b)、または下記一般式(11c)で表される、請求項19に記載の化合物。

[化26]



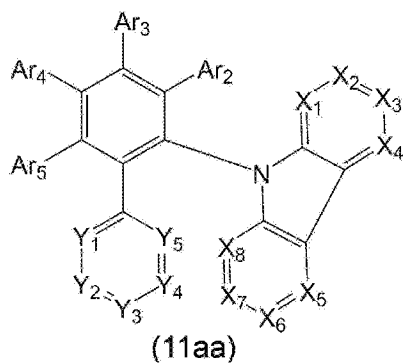
[化27]



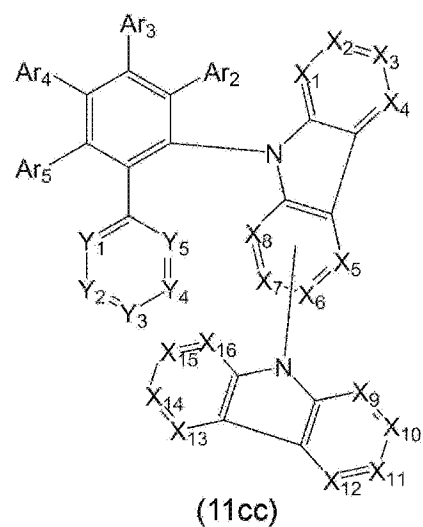
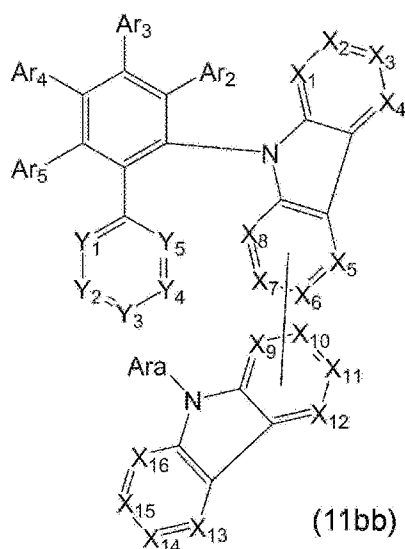
[前記一般式(11a)、(11b)および(11c)中、 $Y_1 \sim Y_5$ 、 R_y 、 $Ar_2 \sim Ar_5$ 、 $X_1 \sim X_{16}$ 、 R_x 、 A_1 、 A_2 、 $R_1 \sim R_5$ 、および Ara は、それぞれ前述した $Y_1 \sim Y_5$ 、 R_y 、 $Ar_2 \sim Ar_5$ 、 $X_1 \sim X_{16}$ 、 R_x 、 A_1 、 A_2 、 $R_1 \sim R_5$ 、および Ara と同じ意味を表す。]

[請求項21] 下記一般式(11aa)、下記一般式(11bb)、または下記一般式(11cc)で表される、請求項19または請求項20に記載の化合物。

[化28]

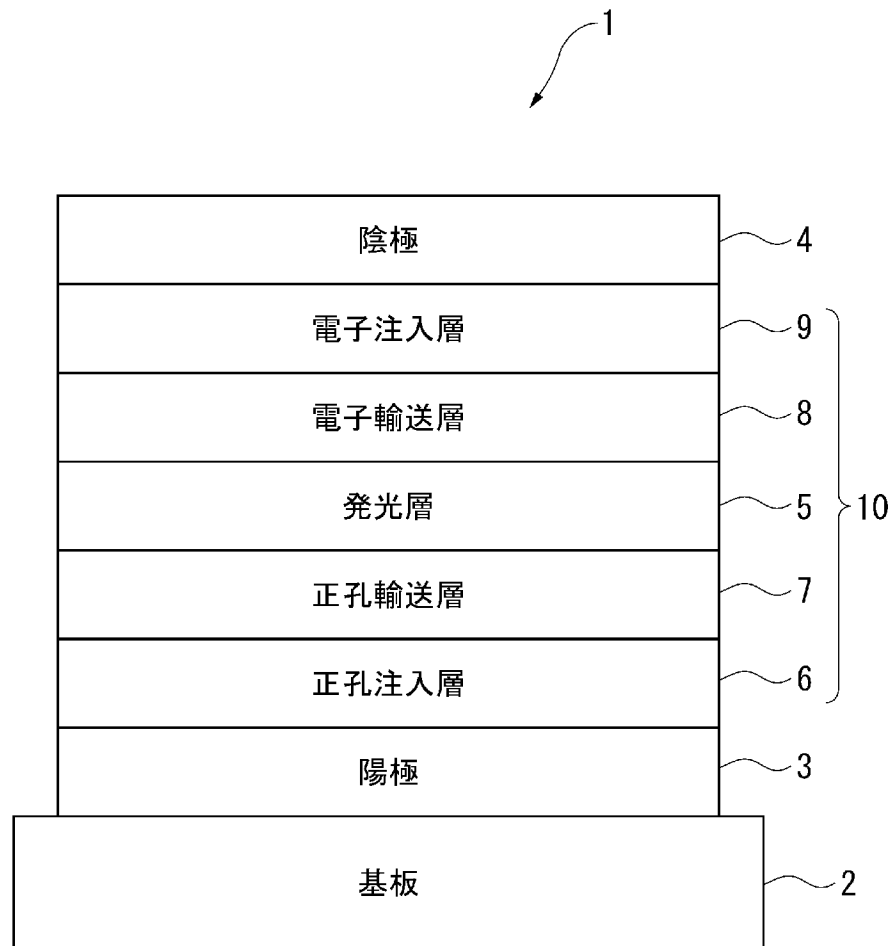


[化29]

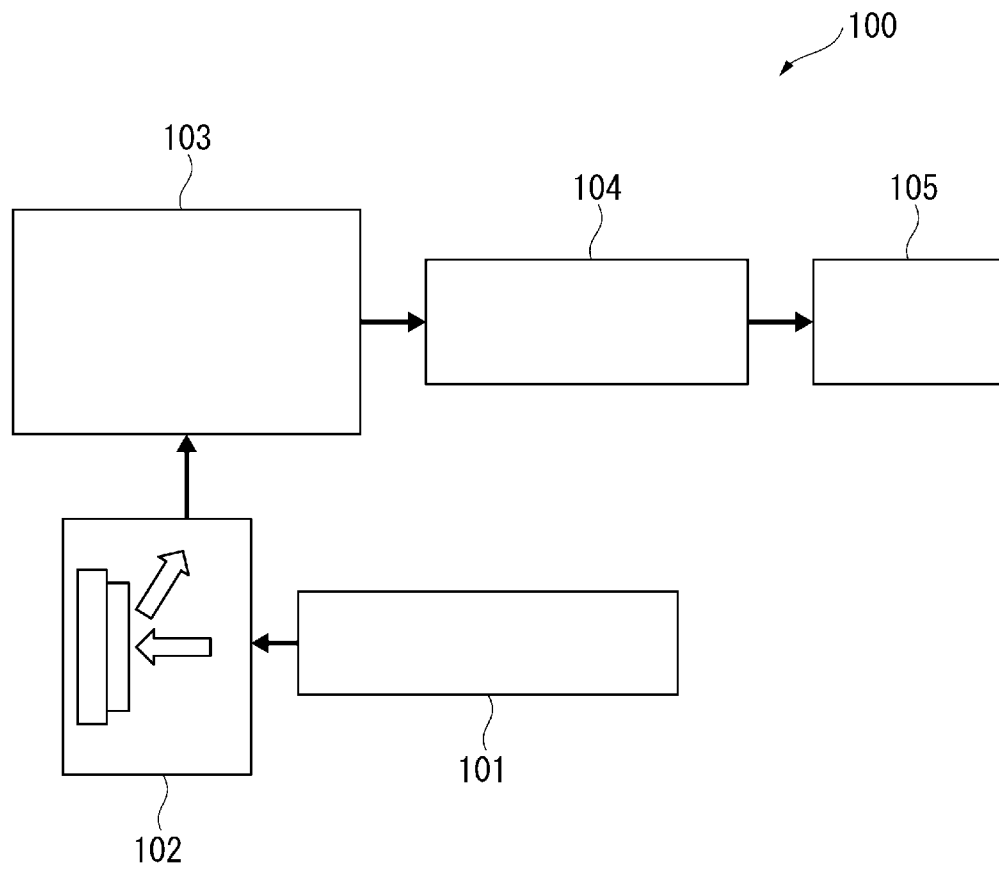


[前記一般式 (11aa)、(11bb) および (11cc) 中、 $Y_1 \sim Y_5$ 、 R_y 、 $Ar_2 \sim Ar_5$ 、 $X_1 \sim X_{16}$ 、 R_x 、および Ara は、それぞれ前述した $Y_1 \sim Y_5$ 、 R_y 、 $Ar_2 \sim Ar_5$ 、 $X_1 \sim X_{16}$ 、 R_x 、および Ara と同じ意味を表す。]

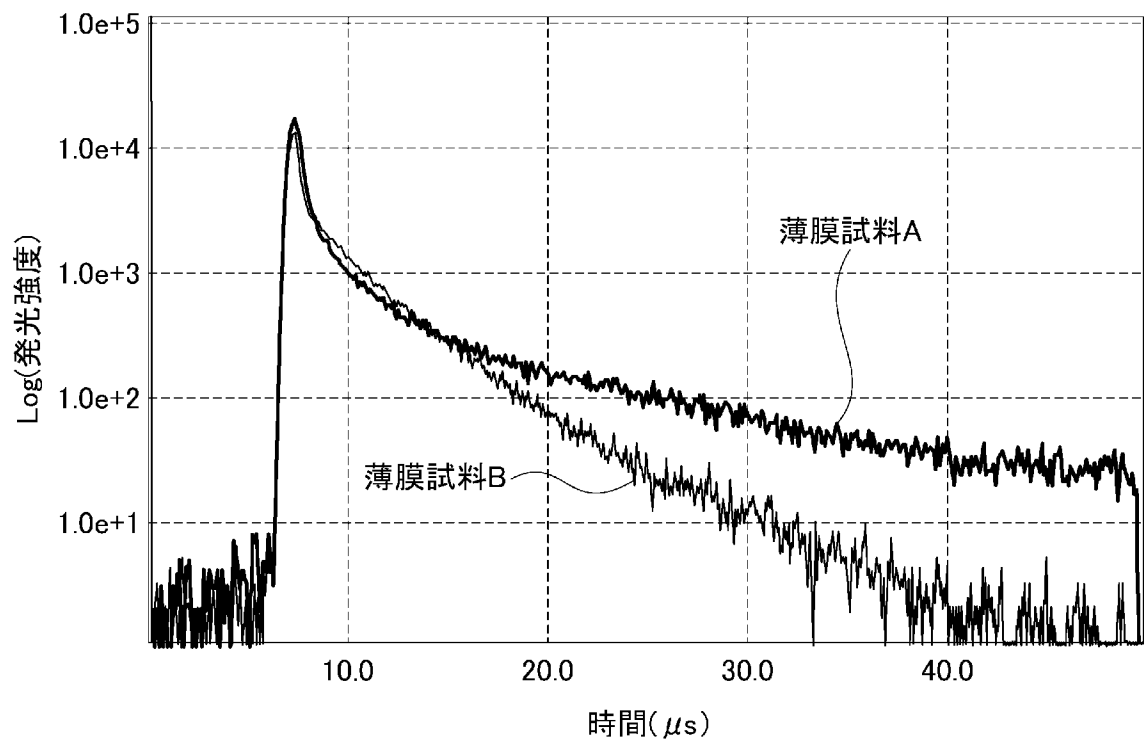
[図1]



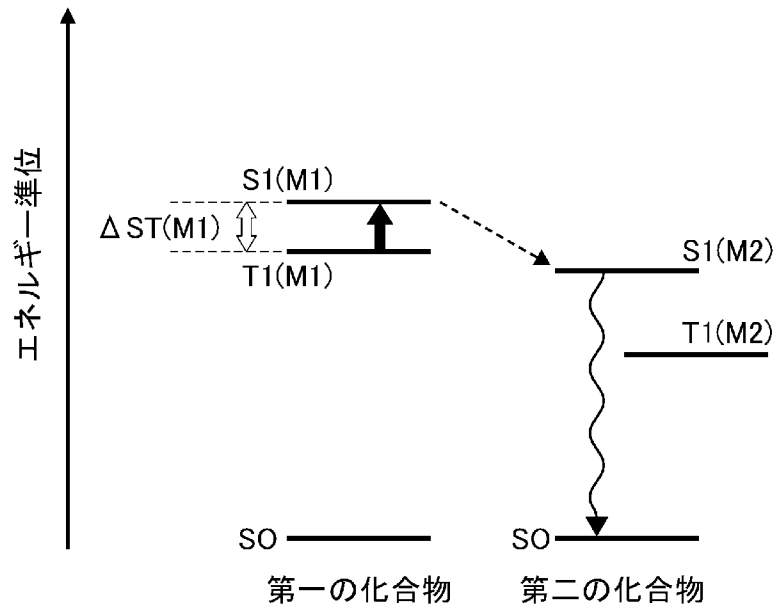
[図2]



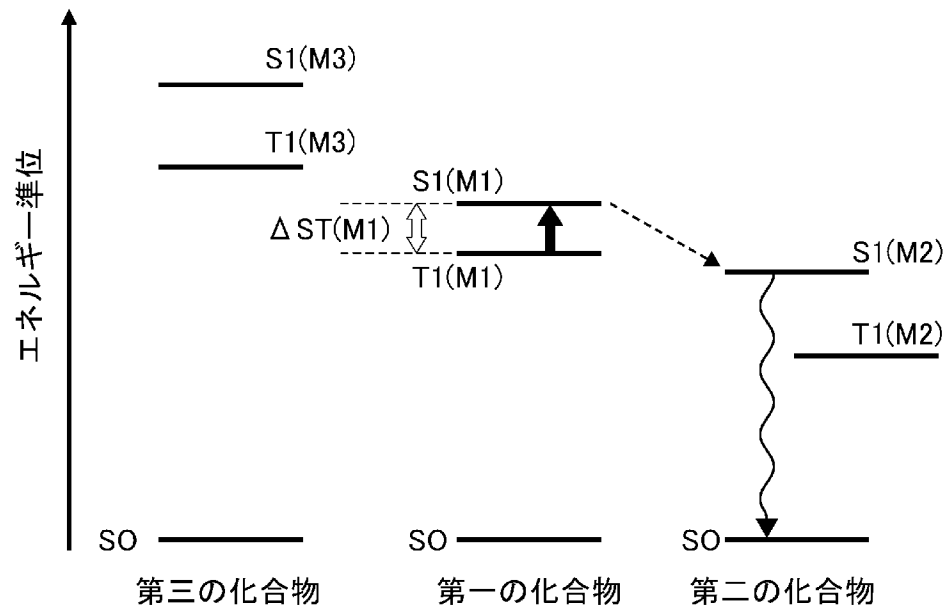
[図3]



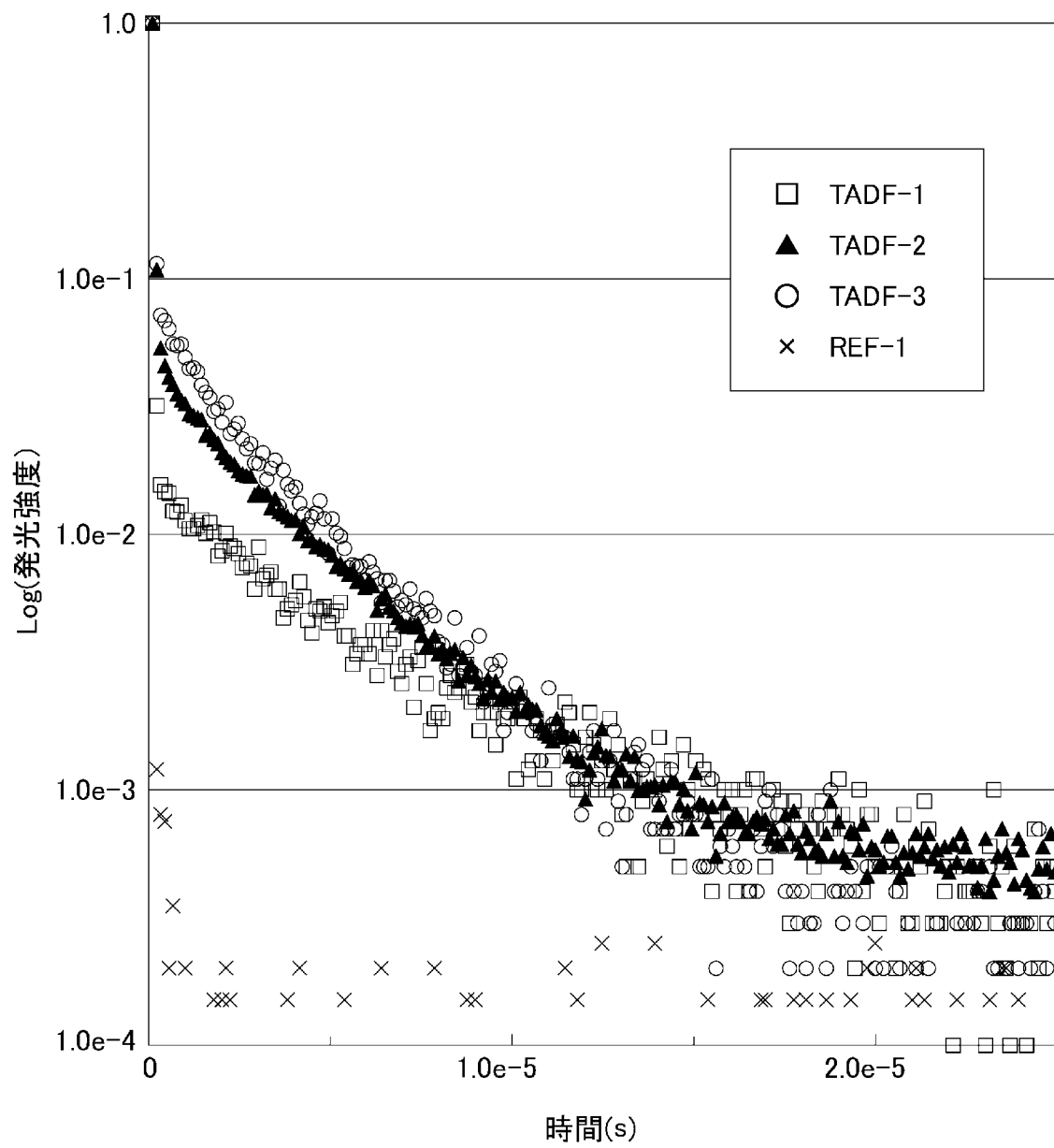
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/058877

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L51/50(2006.01)i, C07D403/10(2006.01)i, C07D403/14(2006.01)i,
C09K11/06(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)

H01L51/50, C07D403/10, C07D403/14, C09K11/06

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
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.
X Y	JP 5669163 B1 (Kyushu University), 12 February 2015 (12.02.2015), paragraph [0106], line 2, compound; paragraphs [0107] to [0108]; paragraph [0280], example 1 & JP 2015-179809 A & JP 2015-179817 A & WO 2015/022974 A & TW 201510175 A & CN 105453294 A	1, 13-17 2-12
X Y	WO 2014/092083 A1 (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 19 June 2014 (19.06.2014), paragraphs [0210] to [0222] (Family: none)	18-21 2-5, 8-12
X Y	WO 2015/022835 A1 (Konica Minolta, Inc.), 19 February 2015 (19.02.2015), paragraphs [0205] to [0208] (Family: none)	18-21 2-12

☒ 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

"T" 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
13 June 2016 (13.06.16)

Date of mailing of the international search report
21 June 2016 (21.06.16)

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/JP2016/058877

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2015/029964 A1 (Konica Minolta, Inc.), 05 March 2015 (05.03.2015), paragraphs [0174] to [0177] (Family: none)	18-21
X	WO 2014/183080 A1 (NITTO DENKO CORP.), 13 November 2014 (13.11.2014), paragraphs [0082] to [0083] (Family: none)	18-21
X	JP 2014-503502 A (Merck Patent GmbH), 13 February 2014 (13.02.2014), paragraph [0040], (4) & US 2013/0240796 A1 paragraph [0043], (4) & WO 2012/069121 A1 & DE 112011103904 A & CN 103228647 A & KR 10-2013-0130757 A	18-21
X	JP 2014-527022 A (Merck Patent GmbH), 09 October 2014 (09.10.2014), paragraph [0067], 73, 74 & JP 2014-521593 A & US 2014/0061548 A1 & US 2014/0070146 A1 paragraph [0067], 73, 74 & WO 2012/149999 A1 & WO 2012/150001 A1 & EP 2705550 A & EP 2705552 A & CN 103503187 A & CN 103503188 A & KR 10-2014-0026552 A & KR 10-2014-0045368 A	18-20
X	JP 2011-49512 A (Fujifilm Corp.), 10 March 2011 (10.03.2011), paragraph [0053], 84 & JP 4474493 B & US 2012/0126692 A1 paragraph [0074], 84 & WO 2011/013843 A1 & TW 201107451 A & KR 10-2012-0018231 A	18-21
X	JP 2010-278287 A (Konica Minolta Holdings, Inc.), 09 December 2010 (09.12.2010), paragraph [0087], H-18 (Family: none)	18-21
X	WO 2006/067976 A1 (Pioneer Corp.), 29 June 2006 (29.06.2006), paragraphs [0081] to [0085] & JP 2006-199679 A & US 2008/0145699 A1 paragraph [0117] & US 2009/0191426 A & EP 1829871 A1 & KR 10-2007-0090952 A & CN 101087776 A & KR 10-2012-0082938 A & TW 380980 B	18-21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/058877

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	JP 2016-36025 A (Konica Minolta, Inc.), 17 March 2016 (17.03.2016), paragraphs [0110] to [0113]; paragraph [0310], element no.203; fig. 9 (Family: none)	1-5, 8-9, 12-21
P,X	WO 2016/017684 A1 (Konica Minolta, Inc.), 04 February 2016 (04.02.2016), paragraph [0176], T-150; paragraphs [0177] to [0185], [0392] (Family: none)	1-5, 8-9, 13-21
P,X	WO 2016/017688 A1 (Konica Minolta, Inc.), 04 February 2016 (04.02.2016), paragraph [0139]; paragraph [0301], T-152 (Family: none)	1, 13-17
P,X	WO 2016/017757 A1 (Konica Minolta, Inc.), 04 February 2016 (04.02.2016), paragraphs [0106] to [0110]; paragraph [0111], T-54; paragraph [0206] (Family: none)	1-5, 8-9, 11-21
E,X	JP 2016-46417 A (Hodogaya Chemical Co., Ltd.), 04 April 2016 (04.04.2016), paragraph [0056] (Family: none)	18-21

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L51/50(2006.01)i, C07D403/10(2006.01)i, C07D403/14(2006.01)i, C09K11/06(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. H01L51/50, C07D403/10, C07D403/14, C09K11/06

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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）

CAplus/REGISTRY (STN)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の 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 請求項の番号
X	J P 5669163 B1（国立大学法人九州大学）2015.02.12、段落[0106]2行目の化合物、[0107]－[0108]、[0280] 実施例1	1、13-17
Y	& JP 2015-179809 A & JP 2015-179817 A & WO 2015/022974 A & TW 201510175 A & CN 105453294 A	2-12

☒ 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

13.06.2016

国際調査報告の発送日

21.06.2016

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）

中山 佳美

20

3911

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の 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 請求項の番号
X	WO 2014/092083 A1 (出光興産株式会社) 2014. 06. 19、段落 [0210] - [0222]	18-21
Y	(ファミリーなし)	2-5、8-12
X	WO 2015/022835 A1 (コニカミノルタ株式会社) 20 15. 02. 19、段落 [0205] - [0208]	18-21
Y	(ファミリーなし)	2-12
X	WO 2015/029964 A1 (コニカミノルタ株式会社) 20 15. 03. 05、段落 [0174] - [0177]	18-21
	(ファミリーなし)	
X	WO 2014/183080 A1 (NITTO DENKO CORPORATION) 201 4. 11. 13、段落 [082] - [083]	18-21
	(ファミリーなし)	
X	J P 2014-503502 A (メルク パテント ゲーエムベ ー) 2014. 02. 13、段落 [0040] (4) & US 2013/0240796 A1 段落 [0043] (4) & WO 2012/069121 A1 & DE 112011103904 A & CN 103228647 A & KR 10-2013-0130757 A	18-21
X	J P 2014-527022 A (メルク パテント ゲーエムベ ー) 2014. 10. 09、段落 [0067] 73、74 & JP 2014-521593 A & US 2014/0061548 A1 & US 2014/0070146 A1 段落 [0067] 73、74 & WO 2012/149999 A1 & WO 2012/150001 A1 & EP 2705550 A & EP 2705552 A & CN 103503187 A & CN 103503188 A & KR 10-2014-0026552 A & KR 10-2014-0045368 A	18-20
X	J P 2011-49512 A (富士フイルム株式会社) 2011. 03. 10、段落 [0053] 84 & JP 4474493 B & US 2012/0126692 A1 段落 [0074] 84 & WO 2011/013843 A1 & TW 201107451 A & KR 10-2012-0018231 A	18-21
X	J P 2010-278287 A (コニカミノルタホールディングス 株式会社) 2010. 12. 09、段落 [0087] H-18 (ファミリーなし)	18-21

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の 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 請求項の番号
X	WO 2006/067976 A1 (パイオニア株式会社) 2006.06.29、段落[0081] - [0085] & JP 2006-199679 A & US 2008/0145699 A1 段落[0117] & US 2009/0191426 A & EP 1829871 A1 & KR 10-2007-0090952 A & CN 101087776 A & KR 10-2012-0082938 A & TW 380980 B	18-21
P、X	J P 2016-36025 A (コニカミノルタ株式会社) 2016.03.17、段落[0110]-[0113]、[0310]素子No. 203、図9 (ファミリーなし)	1-5、8-9、 12-21
P、X	WO 2016/017684 A1 (コニカミノルタ株式会社) 2016.02.04、段落[0176]T-150、[0177]-[0185]、[0392] (ファミリーなし)	1-5、8-9、 13-21
P、X	WO 2016/017688 A1 (コニカミノルタ株式会社) 2016.02.04、段落[0139]、[0301]T-152 (ファミリーなし)	1、13-17
P、X	WO 2016/017757 A1 (コニカミノルタ株式会社) 2016.02.04、段落[0106]-[0110]、[0111]T-54、[0206] (ファミリーなし)	1-5、8-9、 11-21
E、X	J P 2016-46417 A (保土谷化学工業株式会社) 2016.04.04、段落[0056] (ファミリーなし)	18-21