

(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
2020年9月3日(03.09.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/174837 A1

- (51) 国際特許分類:
C07F 15/00 (2006.01) *H05B 33/10* (2006.01)
C09K 11/06 (2006.01) *H01L 51/50* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/049783
- (22) 国際出願日: 2019年12月19日(19.12.2019)
- (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 2019-033281 2019年2月26日(26.02.2019) JP
- (71) 出願人: 住友化学株式会社
(SUMITOMO CHEMICAL COMPANY, LIMITED) [JP/JP]; 〒1048260 東京都中央区新川二丁目27番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 白鳥 美桜 (SHIRATORI, Mio); 〒3003294 茨城県つくば市北原6番住友化学株式会社内 Ibaraki (JP). 秋野 喜彦 (AKINO, Nobuhiko); 〒3050032 茨城県つくば市竹園1-9-5-302 Ibaraki (JP). 福島 大介 (FUKUSHIMA, Daisuke); 〒3003294 茨城県つくば市北原6番住友化学株式会社内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 中山 亨, 外 (NAKAYAMA, Tohru et al.); 〒5418550 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号住友化学株式会社内 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: LIGHT EMITTING ELEMENT

(54) 発明の名称: 発光素子

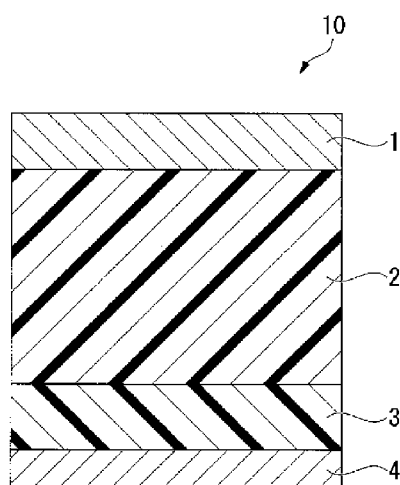


図 1

(57) Abstract: The present invention provides a light emitting element which has excellent luminous efficiency. A light emitting element which sequentially comprises a negative electrode, a first organic layer that contains a compound having a crosslinkable group and a phosphorescent transition metal complex, a second organic layer that contains a crosslinked body of a compound that is the same as the compound having a crosslinkable group, and a positive electrode in this order, and which is configured such that the ratio of the compound having a crosslinkable group contained in the first organic layer is 2-10% by mass relative to the total mass of the first organic layer. The compound having a crosslinkable group may be a compound which has at least one crosslinkable group that is selected from the group of crosslinkable groups consisting of crosslinkable groups represented by formula (XL-1) to formula (XL-19).

(57) 要約: 発光効率が優れる発光素子の提供。陰極、架橋基を有する化合物と燐光発光性遷移金属錯体とを含有する第1の有機層、前記架橋基を有する化合物と同一の化合物の架橋体を含有する第2の有機層、及び陽極をこの順番に有し、前記第1の有機層に含有される前記架橋基を有する化合物の割合が、第1の有機層の全質量に対して2~10質量%である、発光素子。架橋基を有する化合物は、式(XL-1)~式(XL-19)で表される架橋基からなる架橋基群から選ばれる少なくとも一種の架橋基を有する化合物であってもよい。



HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：発光素子

技術分野

[0001] 本発明は、発光素子に関する。

背景技術

[0002] 有機エレクトロルミネッセンス素子等の発光素子は、ディスプレイ及び照明の用途に好適に使用することが可能であり、近年盛んに開発が行われている。前記発光素子としては、例えば、架橋基を有する高分子化合物の架橋体を含有する正孔輸送層と、ホスト材料及びイリジウム錯体を含有する発光層とを有する発光素子が知られている（特許文献１）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２０１１－１０５７０１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、上記発光素子は、発光効率が必ずしも十分ではない。

そこで、本発明は、発光効率が優れる発光素子を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

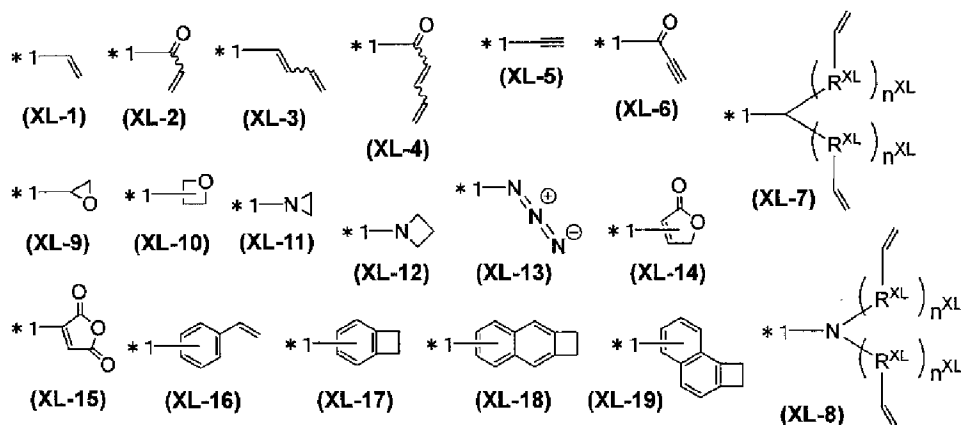
[0005] 本発明は、以下の〔１〕～〔７〕を提供する。

〔１〕陰極、架橋基を有する化合物と燐光発光性遷移金属錯体とを含有する第１の有機層、前記架橋基を有する化合物と同一の化合物の架橋体を含有する第２の有機層、及び陽極をこの順番に有し、前記第１の有機層に含有される前記架橋基を有する化合物の割合が、前記第１の有機層の全質量に対して２～１０質量％である、発光素子。

〔２〕前記架橋基を有する化合物が、式（XL－１）～式（XL－１９）からなる架橋基群から選ばれる少なくとも一種の架橋基を有する化合物である

、[1]に記載の発光素子。

[化1]



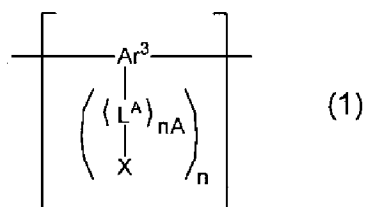
[式(XL-1)～式(XL-19)中、R^{XL}は、メチレン基、酸素原子又は硫黄原子を表し、n^{XL}は、0～5の整数を表す。R^{XL}が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。n^{XL}が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

*1は結合位置を表す。

これらの架橋基は置換基を有していてもよく、前記置換基が複数存在する場合、複数の置換基が互いに結合して、それぞれが結合する炭素原子とともに環を形成していてもよい。]

[3] 前記架橋基を有する化合物が、式(1)又は式(1')で表される構成単位を有する高分子化合物である、[2]に記載の発光素子。

[化2]



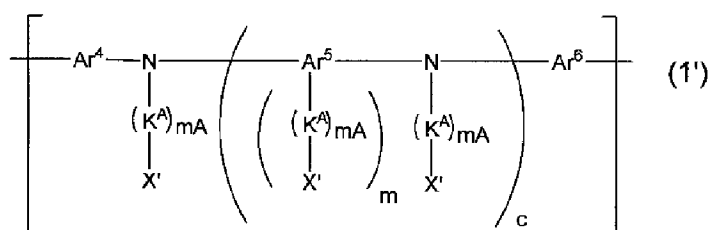
[式(1)中、nAは0～5の整数を表し、nは1又は2を表す。nAが複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

A r³は、芳香族炭化水素基又は複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。

L^A は、アルキレン基、シクロアルキレン基、アリーレン基、2価の複素環基、 $-NR'$ で表される基、酸素原子又は硫黄原子を表し、酸素原子及び硫黄原子以外のこれらの基は置換基を有していてもよい。 R' は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は1価の複素環基を表し、水素原子以外のこれらの基は置換基を有していてもよい。 L^A が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

X は、前記架橋基群から選ばれる架橋基を表す。 X が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。]

[化3]



[式(1')]中、 mA は0～5の整数を表し、 m は1～4の整数を表し、 c は0又は1の整数を表す。 mA が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

Ar^5 は、芳香族炭化水素基、複素環基、又は、芳香族炭化水素環と複素環とが直接結合した基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。

Ar^4 及び Ar^6 は、それぞれ独立に、アリーレン基又は2価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。

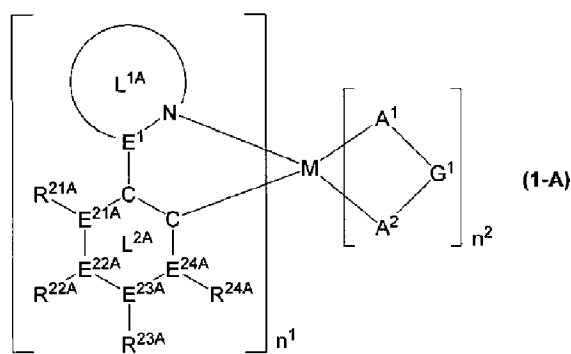
Ar^4 、 Ar^5 及び Ar^6 はそれぞれ、前記基が結合している窒素原子に結合している前記基以外の基と、直接又は酸素原子もしくは硫黄原子を介して結合して、環を形成していてもよい。

K^A は、アルキレン基、シクロアルキレン基、アリーレン基、2価の複素環基、 $-NR''$ で表される基、酸素原子又は硫黄原子を表し、酸素原子及び硫黄原子以外のこれらの基は置換基を有していてもよい。 R'' は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は1価の複素環基を表し、水素原子以外のこれらの基は置換基を有していてもよい。 K^A が複数存在

する場合、それらは同一でも異なってもよい。

X' は、前記架橋基群から選ばれる架橋基、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は1価の複素環基を表し、水素原子以外のこれらの基は置換基を有していてもよい。但し、少なくとも1つのX' は、前記架橋基群から選ばれる架橋基である。] [4] 前記燐光発光性遷移金属錯体が、式(1-A)で表される金属錯体である、[1]～[3]のいずれかに記載の発光素子。

[化4]



[式(1-A)中、Mは、ルテニウム原子、ロジウム原子、パラジウム原子、イリジウム原子又は白金原子を表す。

n^1 は1以上の整数を表し、 n^2 は0以上の整数を表す。但し、Mがルテニウム原子、ロジウム原子又はイリジウム原子の場合、 $n^1 + n^2$ は3であり、Mがパラジウム原子又は白金原子の場合、 $n^1 + n^2$ は2である。

E¹は、炭素原子又は窒素原子を表す。E¹が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

環L^{1A}は、ピリジン環、ジアザベンゼン環、アザナフタレン環、ジアザナフタレン環、トリアゾール環又はジアゾール環を表し、これらの環は置換基を有していてもよい。前記置換基が複数存在する場合、複数の置換基が互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。環L^{1A}が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

E^{21A}、E^{22A}、E^{23A}及びE^{24A}は、それぞれ独立に、窒素原子又は炭素原子を表

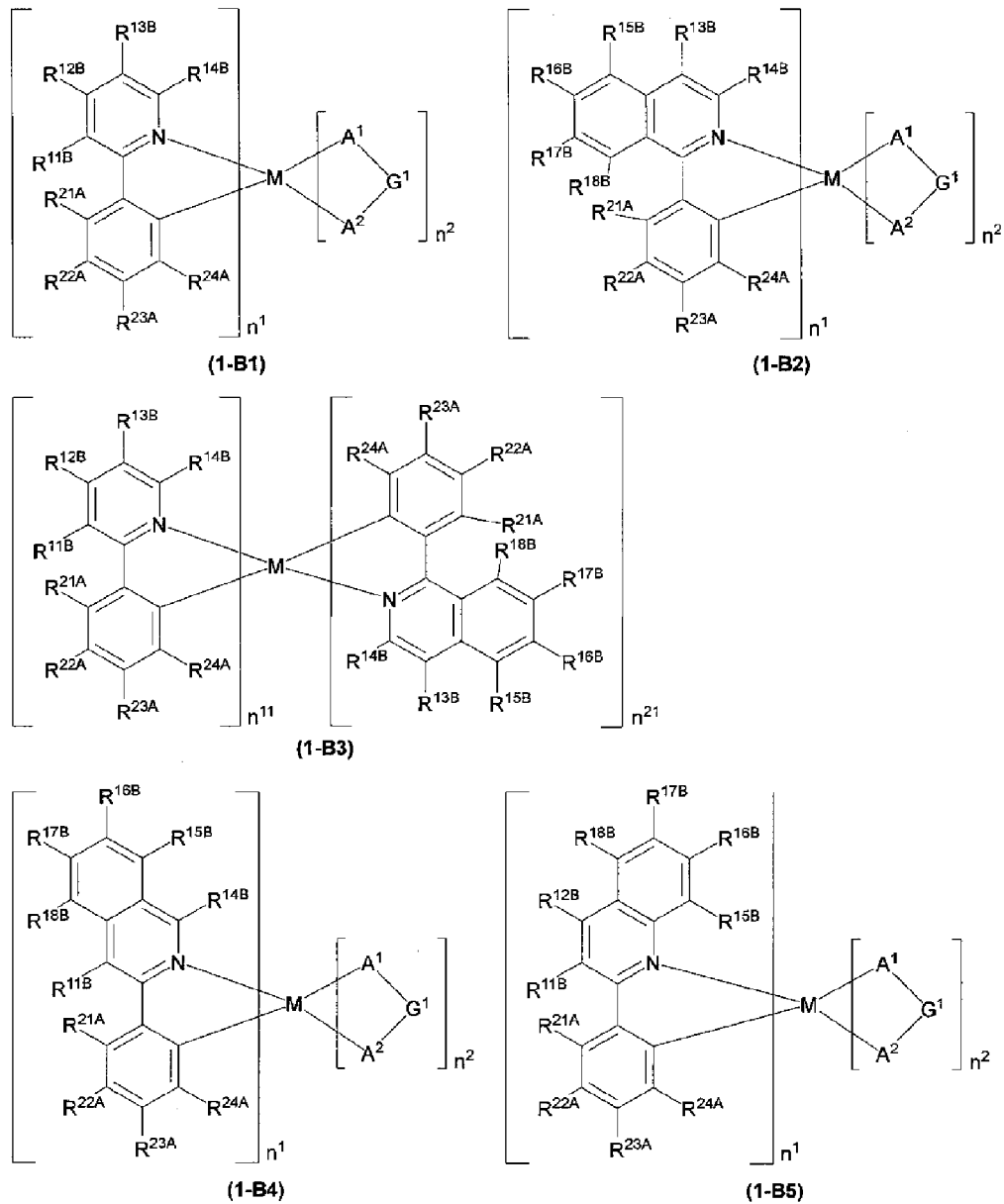
す。但し、環 L^{2A} は、ベンゼン環、ピリジン環又はジアザベンゼン環を表す。 E^{21A} が窒素原子の場合、 R^{21A} は存在しない。 E^{22A} が窒素原子の場合、 R^{22A} は存在しない。 E^{23A} が窒素原子の場合、 R^{23A} は存在しない。 E^{24A} が窒素原子の場合、 R^{24A} は存在しない。 E^{21A} 、 E^{22A} 、 E^{23A} 及び E^{24A} は、複数存在する場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。

R^{21A} 、 R^{22A} 、 R^{23A} 及び R^{24A} は、それぞれ独立に、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、アリーロキシ基、1価の複素環基、置換アミノ基又はハロゲン原子を表し、水素原子以外のこれらの基は置換基を有していてもよい。 R^{21A} 、 R^{22A} 、 R^{23A} 及び R^{24A} が複数存在する場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。 R^{21A} と R^{22A} 、 R^{22A} と R^{23A} 、 R^{23A} と R^{24A} 、及び、環 L^{1A} が有していてもよい置換基と R^{21A} は、それぞれ結合して、環を形成していてもよい。

$A^1-G^1-A^2$ は、アニオン性の2座配位子を表す。 A^1 及び A^2 は、それぞれ独立に、炭素原子、酸素原子又は窒素原子を表し、これらの原子は環を構成する原子であってもよい。 G^1 は、単結合、又は、 A^1 及び A^2 とともに2座配位子を構成する原子団を表す。 $A^1-G^1-A^2$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。]

[5] 前記式(1-A)で表される金属錯体が、式(1-B1)、式(1-B2)、式(1-B3)、式(1-B4)又は式(1-B5)で表される金属錯体である、[4]に記載の発光素子。

[化5]



[式(1-B1)～式(1-B5)中、M、 n^1 、 n^2 、 R^{21A} 、 R^{22A} 、 R^{23A} 、 R^{24A} 及び $A^1-G^1-A^2$ は、前記と同じ意味を表す。

n^{11} 及び n^{12} は、それぞれ独立に、1又は2を表す。但し、Mがルテニウム原子、ロジウム原子又はイリジウム原子の場合、 $n^{11}+n^{12}$ は3であり、Mがパラジウム原子又は白金原子の場合、 $n^{11}+n^{12}$ は2である。

R^{11B} 、 R^{12B} 、 R^{13B} 、 R^{14B} 、 R^{15B} 、 R^{16B} 、 R^{17B} 及び R^{18B} は、それぞれ独立に、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキ

シ基、アリール基、アリールオキシ基、1価の複素環基、置換アミノ基又はハロゲン原子を表し、水素原子以外のこれらの基は置換基を有していてもよい。 R^{11B} 、 R^{12B} 、 R^{13B} 、 R^{14B} 、 R^{15B} 、 R^{16B} 、 R^{17B} 及び R^{18B} が複数存在する場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。

式(1-B1)中、 R^{11B} と R^{12B} 、 R^{12B} と R^{13B} 、 R^{13B} と R^{14B} 、及び、 R^{11B} と R^{21A} は、それぞれ結合して、環を形成していてもよい。

式(1-B2)中、 R^{13B} と R^{14B} 、 R^{13B} と R^{15B} 、 R^{15B} と R^{16B} 、 R^{16B} と R^{17B} 、 R^{17B} と R^{18B} 、及び、 R^{18B} と R^{21A} は、それぞれ結合して、環を形成していてもよい。

式(1-B3)中、 R^{11B} と R^{12B} 、 R^{12B} と R^{13B} 、 R^{13B} と R^{14B} 、 R^{11B} と R^{21A} 、 R^{13B} と R^{15B} 、 R^{15B} と R^{16B} 、 R^{16B} と R^{17B} 、 R^{17B} と R^{18B} 、及び、 R^{18B} と R^{21A} は、それぞれ結合して、環を形成していてもよい。

式(1-B4)中、 R^{11B} と R^{18B} 、 R^{14B} と R^{15B} 、 R^{15B} と R^{16B} 、 R^{16B} と R^{17B} 、 R^{17B} と R^{18B} 、及び、 R^{11B} と R^{21A} は、それぞれ結合して、環を形成していてもよい。

式(1-B5)中、 R^{11B} と R^{12B} 、 R^{12B} と R^{18B} 、 R^{15B} と R^{16B} 、 R^{16B} と R^{17B} 、 R^{17B} と R^{18B} 、及び、 R^{11B} と R^{21A} は、それぞれ結合して、環を形成していてもよい。

]

[6] 前記第1の有機層と前記第2の有機層とが接する[1]～[5]のいずれかに記載の発光素子。

[7] 陰極、架橋基を有する化合物と燐光発光性遷移金属錯体とを含有する第1の有機層、前記架橋基を有する化合物と同一の化合物の架橋体を含有する第2の有機層、及び陽極をこの順番に有し、前記第1の有機層に含有される前記架橋基を有する化合物の割合が、前記第1の有機層の全質量に対して2～10質量%である、発光素子の製造方法であって、前記第1の有機層及び前記第2の有機層を塗布法により形成する、発光素子の製造方法。

発明の効果

[0006] 本発明によれば、発光効率が優れる発光素子を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]本発明の一態様における発光素子の一例を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。

[0009] <共通する用語の説明>

本明細書で共通して用いられる用語は、特記しない限り、以下の意味である。

[0010] Meはメチル基、Etはエチル基、Buはブチル基、i-Prはイソプロピル基、t-Buはtert-ブチル基を表す。

[0011] 水素原子は、重水素原子であっても、軽水素原子であってもよい。

[0012] 金属錯体を表す式中、配位子と中心金属との結合を表す実線は、共有結合又は配位結合を意味する。

[0013] 「高分子化合物」とは、分子量分布を有し、ポリスチレン換算の数平均分子量が $1 \times 10^3 \sim 1 \times 10^8$ である重合体を意味する。

[0014] 「低分子化合物」とは、分子量分布を有さず、分子量が 1×10^4 以下の化合物を意味する。

[0015] 「構成単位」とは、高分子化合物中に1個以上存在する単位を意味する。高分子化合物中に2個以上存在する構成単位は、通常、「繰り返し単位」と呼ばれる。

[0016] 「アルキル基」は、直鎖及び分岐のいずれでもよい。直鎖のアルキル基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常1～50であり、好ましくは3～30であり、より好ましくは4～20である。分岐のアルキル基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常3～50であり、好ましくは3～30であり、より好ましくは4～20である。

[0017] アルキル基は、置換基を有していてもよく、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ブチル基、2-ブチル基、イソブチル基、tert-ブチル基、ペンチル基、イソアミル基、2-エチルブチル基、ヘキシル基、ヘプチル基、オクチル基、2-エチルヘキシル基、3-プロピルヘプチル基、デシル基、3,7-ジメチルオクチル基、2-エチルオクチル基、2-ヘキシルデシル基、ドデシル基、及び、これらの基における水素原

子が、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、フッ素原子等で置換された基（例えば、トリフルオロメチル基、ペンタフルオロエチル基、パーフルオロブチル基、パーフルオロヘキシル基、パーフルオロオクチル基、3-フェニルプロピル基、3-(4-メチルフェニル)プロピル基、3-(3,5-ジ-ヘキシルフェニル)プロピル基、6-エチルオキシヘキシル基）が挙げられる。

[0018] 「シクロアルキル基」の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常3～50であり、好ましくは3～30であり、より好ましくは4～20である。

[0019] シクロアルキル基は、置換基を有していてもよく、例えば、シクロヘキシル基、メチルシクロヘキシル基、エチルシクロヘキシル基が挙げられる。

[0020] 「アリール基」は、芳香族炭化水素から環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子1個を除いた残りの原子団を意味する。アリール基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常6～60であり、好ましくは6～20であり、より好ましくは6～10である。

[0021] アリール基は、置換基を有していてもよく、例えば、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントラセニル基、2-アントラセニル基、9-アントラセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-フルオレニル基、3-フルオレニル基、4-フルオレニル基、2-フェニルフェニル基、3-フェニルフェニル基、4-フェニルフェニル基、及び、これらの基における水素原子が、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、フッ素原子等で置換された基が挙げられる。

[0022] 「アルコキシ基」は、直鎖及び分岐のいずれでもよい。直鎖のアルコキシ基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常1～40であり、好ましくは4～10である。分岐のアルコキシ基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常3～40であり、好ましくは4～10である。

[0023] アルコキシ基は、置換基を有していてもよく、例えば、メトキシ基、エトキシ基、プロピルオキシ基、イソプロピルオキシ基、ブチルオキシ基、イソブチルオキシ基、tert-ブチルオキシ基、ペンチルオキシ基、ヘキシルオキシ基、ヘプチルオキシ基、オクチルオキシ基、2-エチルヘキシルオキシ基、ノニルオキシ基、デシルオキシ基、3,7-ジメチルオクチルオキシ基、ラウリルオキシ基、及び、これらの基における水素原子が、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、フッ素原子等で置換された基が挙げられる。

[0024] 「シクロアルコキシ基」の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常3~40であり、好ましくは4~10である。

[0025] シクロアルコキシ基は、置換基を有していてもよく、例えば、シクロヘキシルオキシ基及び、シクロヘキシルオキシ基における水素原子が、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、フッ素原子等で置換された基が挙げられる。
が挙げられる。

[0026] 「アリールオキシ基」の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常6~60であり、好ましくは6~48である。

[0027] アリールオキシ基は、置換基を有していてもよく、例えば、フェノキシ基、1-ナフチルオキシ基、2-ナフチルオキシ基、1-アントラセニルオキシ基、9-アントラセニルオキシ基、1-ピレニルオキシ基、及び、これらの基における水素原子が、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、フッ素原子等で置換された基が挙げられる。

[0028] 「p価の複素環基」（pは、1以上の整数を表す。）とは、複素環式化合物から、環を構成する炭素原子又はヘテロ原子に直接結合している水素原子のうちp個の水素原子を除いた残りの原子団を意味する。p価の複素環基の中でも、芳香族複素環式化合物から、環を構成する炭素原子又はヘテロ原子に直接結合している水素原子のうちp個の水素原子を除いた残りの原子団である「p価の芳香族複素環基」が好ましい。

- [0029] 「芳香族複素環式化合物」は、オキサジアゾール、チアジアゾール、チアゾール、オキサゾール、チオフェン、ピロール、ホスホール、フラン、ピリジン、ピラジン、ピリミジン、トリアジン、ピリダジン、キノリン、イソキノリン、カルバゾール、ジベンゾホスホール等の複素環自体が芳香族性を示す化合物、及び、フェノキサジン、フェノチアジン、ジベンゾボロール、ジベンゾシロール、ベンゾピラン等の複素環自体は芳香族性を示さなくとも、複素環に芳香環が縮環されている化合物を意味する。
- [0030] 1 価の複素環基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常、2～60であり、好ましくは4～20である。
- [0031] 1 価の複素環基は、置換基を有していてもよく、例えば、チエニル基、ピロリル基、フリル基、ピリジル基、ピペリジニル基、キノリニル基、イソキノリニル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、及び、これらの基における水素原子が、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基等で置換された基が挙げられる。
- [0032] 「ハロゲン原子」とは、フッ素原子、塩素原子、臭素原子又はヨウ素原子を示す。
- [0033] 「アミノ基」は、置換基を有していてもよく、置換アミノ基が好ましい。アミノ基が有する置換基としては、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は1 価の複素環基が好ましい。
- [0034] 置換アミノ基としては、例えば、ジアルキルアミノ基、ジシクロアルキルアミノ基及びジアリールアミノ基が挙げられる。
- [0035] アミノ基としては、例えば、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ジフェニルアミノ基、ビス(4-メチルフェニル)アミノ基、ビス(4-tert-ブチルフェニル)アミノ基、ビス(3,5-ジ-tert-ブチルフェニル)アミノ基が挙げられる。
- [0036] 「アルケニル基」は、直鎖及び分岐のいずれでもよい。直鎖のアルケニル基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常2～30であり、好ましくは3～20である。分岐のアルケニル基の炭素原子数は、置換基

の炭素原子数を含めないで、通常 3～30 であり、好ましくは 4～20 である。

[0037] 「シクロアルケニル基」の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常 3～30 であり、好ましくは 4～20 である。

[0038] アルケニル基及びシクロアルケニル基は、置換基を有していてもよく、例えば、ビニル基、1-プロペニル基、2-プロペニル基、2-ブテニル基、3-ブテニル基、3-ペンテニル基、4-ペンテニル基、1-ヘキセニル基、5-ヘキセニル基、7-オクテニル基、1-シクロペンチル-1-イル基、1-シクロヘキシル-1-イル基及び、これらの基が後述する置換基を有する基が挙げられる。

[0039] 「アルキニル基」は、直鎖及び分岐のいずれでもよい。アルキニル基の炭素原子数は、置換基の炭素原子を含めないで、通常 2～20 であり、好ましくは 3～20 である。分岐のアルキニル基の炭素原子数は、置換基の炭素原子を含めないで、通常 4～30 であり、好ましくは 4～20 である。

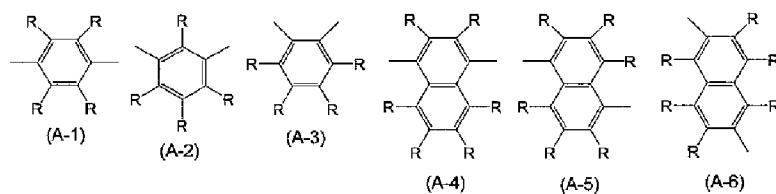
[0040] アルキニル基は、置換基を有していてもよく、例えば、エチニル基、1-プロピニル基、2-プロピニル基、2-ブチニル基、3-ブチニル基、3-ペンチニル基、4-ペンチニル基、1-ヘキシニル基、5-ヘキシニル基、及び、これらの基が後述する置換基を有する基が挙げられる。

[0041] 「アリーレン基」は、芳香族炭化水素から環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子 2 個を除いた残りの原子団を意味する。アリーレン基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常、6～60 であり、好ましくは 6～30 であり、より好ましくは 6～18 である。

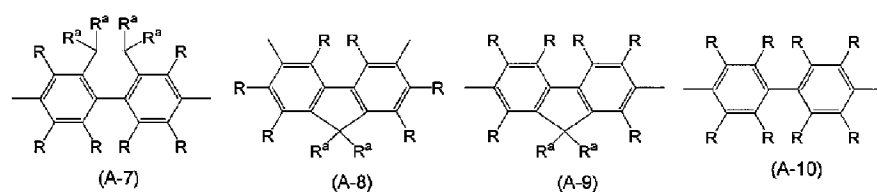
[0042] アリーレン基は、置換基を有していてもよく、例えば、フェニル基、ビフェニルジイル基、ナフタレンジイル基、アントラセンジイル基、フェナントレンジイル基、ジヒドロフェナントレンジイル基、ナフタセンジイル基、フルオレンジイル基、ピレンジイル基、ペリレンジイル基、クリセンジイル基、及び、これらの基が後述する置換基を有する基が挙げられ、好ましくは、式 (A-1)～式 (A-21) で表される基である。アリーレン基は、こ

これらの基が複数結合した基を含む。

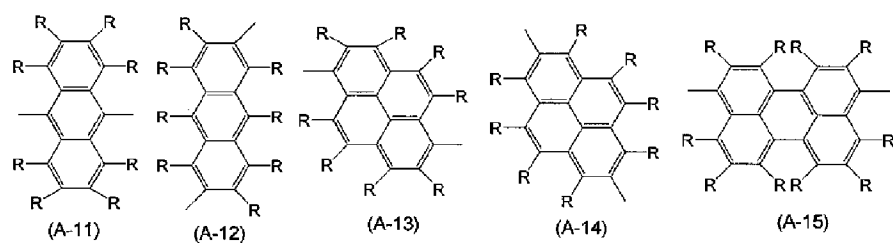
[0043] [化6]



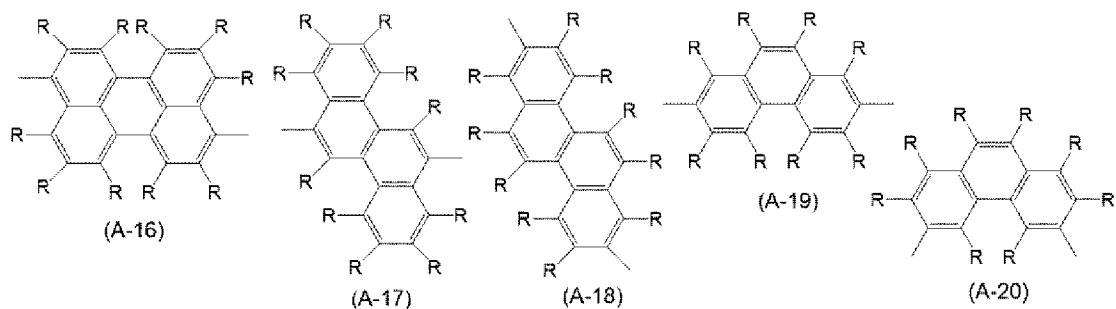
[0044] [化7]



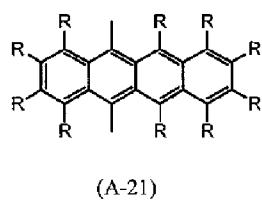
[0045] [化8]



[0046] [化9]



[0047] [化10]



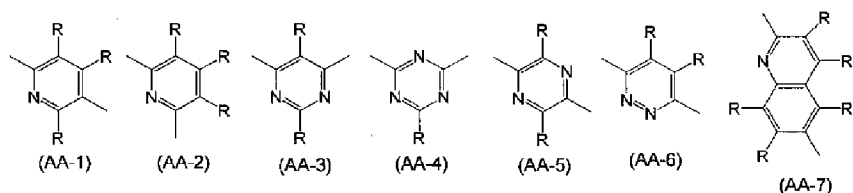
[式中、R及びR^aは、それぞれ独立に、水素原子、アルキル基、シクロアル

キル基、アリール基又は１価の複素環基を表す。複数存在するR及びR^aは、各々、同一でも異なってもよく、R^a同士は互いに結合して、それぞれが結合する原子と共に環を形成していてもよい。]

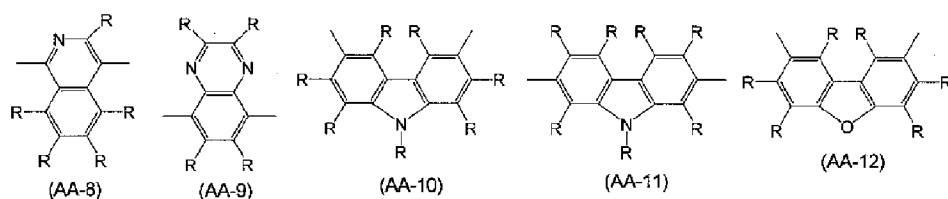
[0048] ２価の複素環基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常、２～６０であり、好ましくは、３～２０であり、より好ましくは、４～１５である。

[0049] ２価の複素環基は、置換基を有していてもよく、例えば、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン、アザナフタレン、ジアザナフタレン、カルバゾール、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、ジベンゾシロール、フェノキサジン、フェノチアジン、アクリジン、ジヒドロアクリジン、フラン、チオフェン、アゾール、ジアゾール、トリアゾール、５，７，１２，１４－テトラヒドロキノ[２，３－b]アクリジン、オキサゾール、１，３，４－オキサジアゾール、チアゾール、１，３，４－チアジアゾールから、環を構成する炭素原子又はヘテロ原子に直接結合している水素原子のうち２個の水素原子を除いた２価の基が挙げられ、好ましくは、式(AA-1)～式(AA-36)で表される基である。２価の複素環基は、これらの基が複数結合した基を含む。

[0050] [化11]

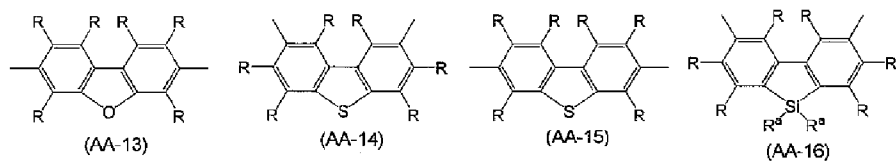


[0051] [化12]

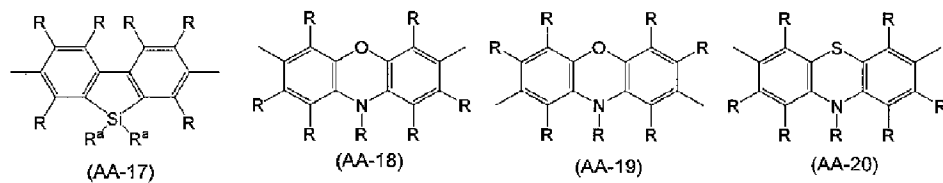


[0052]

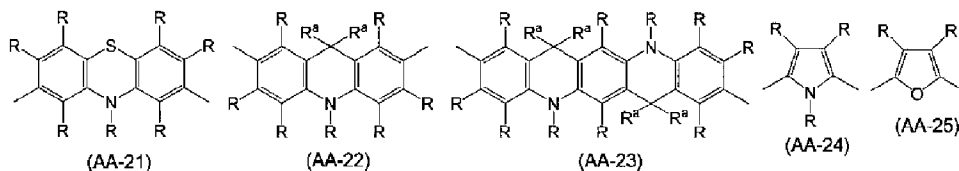
[化13]



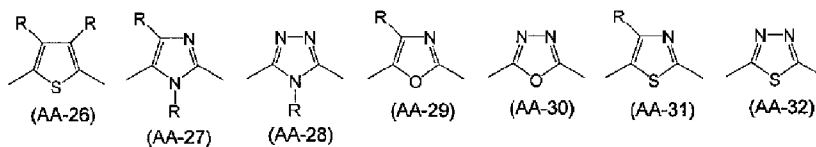
[0053] [化14]



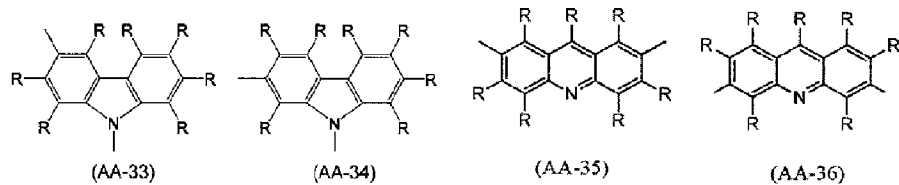
[0054] [化15]



[0055] [化16]



[0056] [化17]

[式中、R及びR^aは、前記と同じ意味を表す。]

[0057] 「架橋基」とは、加熱、紫外線照射、近紫外線照射、可視光照射、赤外線照射、又はラジカル反応等に従事することにより、新たな結合を生成することが可能な基であり、好ましくは、前記架橋基群の式(XL-1)～式(XL-19)で表される架橋基である。

[0058] 「置換基」とは、例えば、ハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、1価の複素環基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリールオキシ基、アミノ基、置換アミノ基、アルケニル基、シクロアルケニル基、又は、アルキニル基を表す。置換基は架橋基であってもよい。本明細書において、ある基が置換基を有していてもよい、と表現されている場合、その基は前記置換基として列挙されている基を少なくとも一つ有していてもよいことを意味する。

[0059] <発光素子>

次に、本実施形態に係る発光素子について説明する。

本実施形態に係る発光素子は、陰極、架橋基を有する化合物と燐光発光性遷移金属錯体とを含有する第1の有機層、前記架橋基を有する化合物と同一の化合物の架橋体を含有する第2の有機層、及び陽極をこの順番に有し、前記第1の有機層に含有される前記架橋基を有する化合物の量が、第1の有機層の全質量に対して2～10質量%である、発光素子である。

[0060] 第1の有機層及び第2の有機層の形成方法としては、例えば、真空蒸着法等の乾式法、並びに、スピンコート法及びインクジェット印刷法等の湿式法が挙げられ、湿式法が好ましい。

[0061] 第1の有機層を湿式法により形成する場合、後述する第1のインクを用いることが好ましい。

[0062] 第2の有機層を湿式法により形成する場合、後述する第2のインクを用いることが好ましい。第2の有機層を形成後、加熱又は光照射することで、第2の有機層に含有される架橋基を有する化合物を架橋させることができる。第2の有機層に含有される架橋基を有する化合物を架橋させる方法としては、加熱が好ましい。第2の有機層は、架橋基を有する化合物の架橋体を含有している。

[0063] 架橋させるための加熱の温度は、通常、50℃～300℃であり、好ましくは50℃～260℃であり、より好ましくは130℃～230℃であり、さらに好ましくは180℃～210℃である。

加熱の時間は、通常、0.1分間～1000分間であり、好ましくは0.5分間～500分間であり、より好ましくは1分間～120分間であり、更に好ましくは10分間～60分間である。

[0064] 光照射に用いられる光の種類は、例えば、紫外光、近紫外光、又は可視光が挙げられる。

[0065] <第1の有機層>

本発明の一態様における第1の有機層は、架橋基を有する化合物と燐光発光性遷移金属錯体とを含有し、第1の有機層に含有される前記架橋基を有する化合物の割合が、第1の有機層の全質量に対して2～10質量%である。

[0066] 第1の有機層に含有される成分の分析方法としては、例えば、抽出等の化学的分離分析法、赤外分光法（IRともいう）、核磁気共鳴分光法（NMRともいう）、質量分析法（MSともいう）等の機器分析法、並びに、化学的分離分析法及び機器分析法を組み合わせた分析法等が挙げられる。

[0067] 例えば、第1の有機層が湿式法で形成される場合、第1の有機層に含まれる架橋基を有する化合物を定量する方法として、以下の方法が挙げられる。

まず、陰極、第1の有機層、第2の有機層、及び陽極との積層から、第1の有機層を分離する。第1の有機層を分離する方法としては、第1の有機層の成分をトルエン、キシレン、クロロホルム、又はテトラヒドロフラン等溶媒に溶解する方法が挙げられる。次に、分離した第1の有機層の質量を測定する。そして、核磁気共鳴分光法又は質量分析法により分析することによって分離した第1の有機層に含まれる架橋基を有する化合物を定量する。

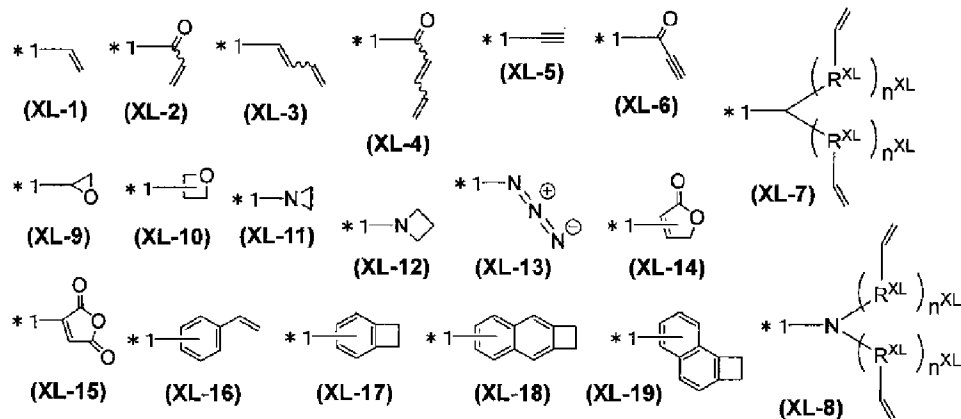
[0068] <架橋基を有する化合物>

第1の有機層に含有される架橋基を有する化合物について、説明する。

第1の有機層には、第1の有機層の架橋基を有する化合物が1種単独で含有されていてもよく、2種以上含有されていてもよい。

[0069] 発光素子の発光効率がより優れるので、「架橋基を有する化合物」は、前記式（XL-1）～式（XL-19）からなる架橋基群から選ばれる少なくとも1種の架橋基を有する化合物であることが好ましい。

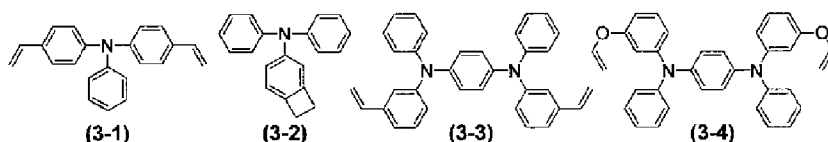
[0070] [化18]



[0071] 架橋基群から選ばれる架橋基としては、本発明の発光素子の発光効率が高いので、式(XL-1)～式(XL-4)、式(XL-7)～式(XL-10)又は式(XL-16)～式(XL-19)で表される架橋基であることが好ましく、式(XL-1)、式(XL-16)～式(XL-19)で表される架橋基であることがより好ましく、式(XL-1)又は式(XL-17)で表される架橋基であることが更に好ましく、式(XL-17)で表される架橋基であることが更に好ましい。

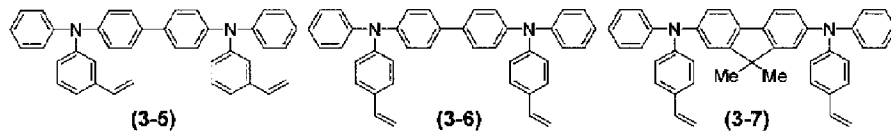
[0072] 「架橋基を有する化合物」は、低分子化合物であっても高分子化合物であってもよい。低分子化合物である架橋基を有する化合物は、例えば、前記架橋基群から選ばれる少なくとも1種の架橋基を有する低分子化合物である。前記低分子化合物としては、例えば、式(3-1)～式(3-16)で表される低分子化合物が挙げられる。

[0073] [化19]

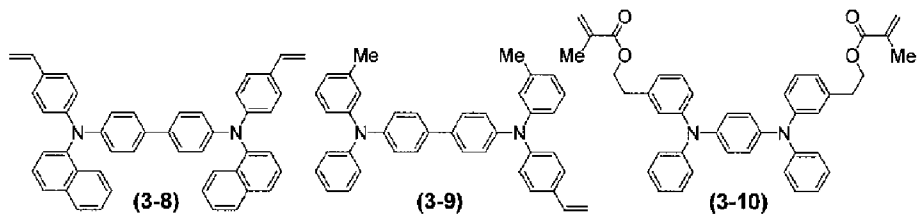


[0074]

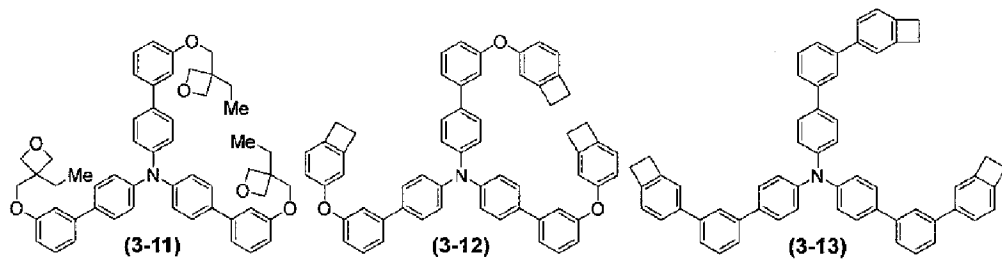
[化20]



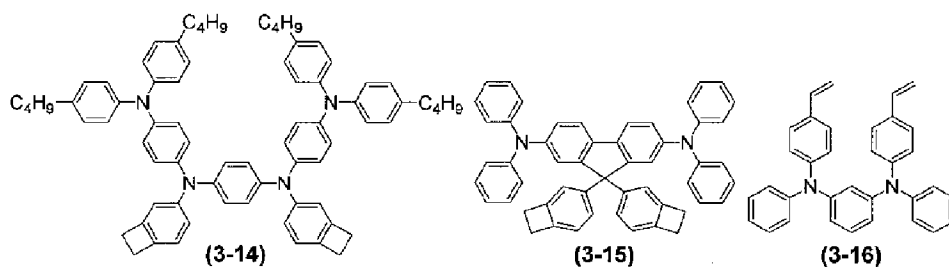
[0075] [化21]



[0076] [化22]



[0077] [化23]

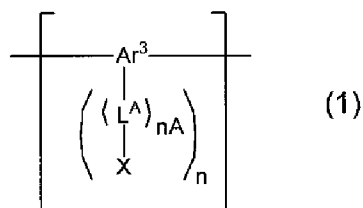


[0078] 「架橋基を有する化合物」は、好ましくは前記架橋基群から選ばれる少なくとも1種の架橋基を有する構成単位を含む高分子化合物（以下、「第1の有機層の架橋基含有高分子化合物」ともいう。）である。

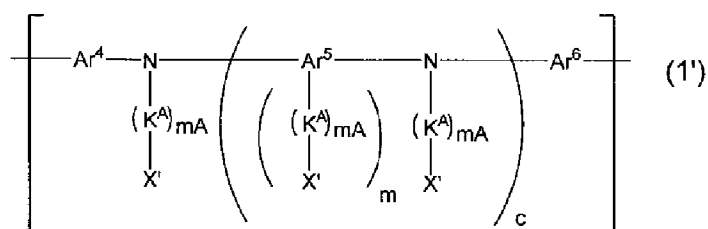
[0079] 第1の有機層の架橋基含有高分子化合物に含まれる、架橋基群から選ばれる少なくとも一種の架橋基を有する構成単位は、前記式（1）又は前記式（1'）で表される構成単位であることが好ましく、前記式（1）で表される構

成単位であることがより好ましい。

[0080] [化24]

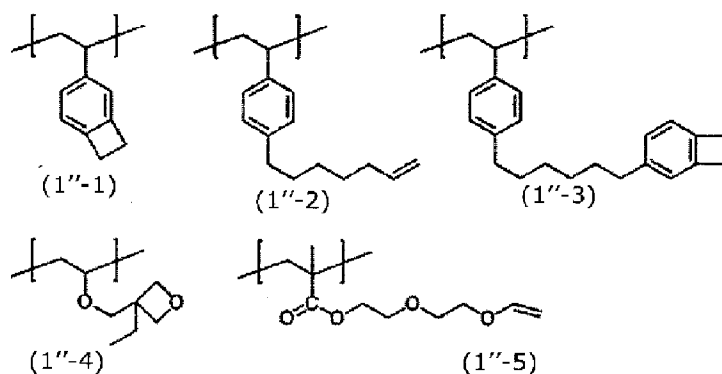


[0081] [化25]



[0082] 架橋基群から選ばれる少なくとも一種の架橋基を有する構成単位は、式（1' - 1）～式（1' - 5）で表される構成単位であってもよい。

[0083] [化26]



[0084] 第1の有機層の架橋基含有高分子化合物が、架橋基群から選ばれる少なくとも1種の架橋基を有する構成単位を2種以上含んでもよい。この場合、架橋基群から選ばれる少なくとも1種の架橋基を有する構成単位の少なくとも2種は、架橋基が互いに異なることが好ましい。互いに異なる架橋基の組み合わせとしては、式（XL-1）、式（XL-2）、式（XL-5）～式（XL-8）又は式（XL-14）～式（XL-16）で表される架橋基から

選ばれる少なくとも1つと、式(XL-3)、式(XL-4)、式(XL-13)又は式(XL-17)～式(XL-19)で表される架橋基から選ばれる少なくとも1つとの組み合わせが好ましく、式(XL-1)で表される架橋基と、式(XL-17)で表される架橋基との組み合わせがより好ましい。

[0085] 式(1)で表される構成単位

n Aは、発光素子の発光効率がより優れるので、好ましくは0～3の整数であり、より好ましくは0～2の整数であり、更に好ましくは0である。

[0086] n は、発光素子の発光効率がより優れるので、好ましくは2である。

[0087] $A r^3$ は、発光素子の発光効率がより優れるので、好ましくは置換基を有していてもよい芳香族炭化水素基である。

[0088] $A r^3$ で表される芳香族炭化水素基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常6～60であり、好ましくは6～30であり、より好ましくは6～18である。

[0089] $A r^3$ で表される芳香族炭化水素基の n 個の置換基を除いたアリーレン基部分の例及び好ましい範囲は、後述する $A r^{Y1}$ で表されるアリーレン基の例及び好ましい範囲と同じである。

[0090] $A r^3$ で表される複素環基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常2～60であり、好ましくは3～30であり、より好ましくは4～18である。

[0091] $A r^3$ で表される複素環基の n 個の置換基を除いた2価の複素環基部分の例及び好ましい範囲は、後述する $A r^{Y1}$ で表される2価の複素環基の例及び好ましい範囲と同じである。

[0092] $A r^3$ で表される基が有してもよい置換基の例及び好ましい範囲は、後述する $A r^{Y1}$ で表される基が有してもよい置換基の例及び好ましい範囲と同じである。

[0093] L^A で表されるアルキレン基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常1～20である。 L^A で表されるシクロアルキレン基の炭素原子数

は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常3～20である。

[0094] L^A で表されるアルキレン基及びシクロアルキレン基は、置換基を有していてもよく、例えば、メチレン基、エチレン基、プロピレン基、ブチレン基、ヘキシレン基、シクロヘキシレン基、オクチレン基、及び、これらの基における水素原子が、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、1価の複素環基、フッ素原子等で置換された基が挙げられる。

[0095] L^A で表されるアリーレン基及び2価の複素環基の例及び好ましい範囲は、後述する A^{rY1} で表されるアリーレン基及び2価の複素環基の例及び好ましい範囲と同じである。

[0096] L^A は、第1の有機層の架橋基含有高分子化合物の製造が容易になるので、アリーレン基又はアルキレン基であることが好ましい。これらの基は、置換基を有していてもよい。

[0097] L^A で表される基が有してもよい置換基は、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、1価の複素環基、置換アミノ基、フッ素原子、シアノ基又は架橋基群から選ばれる架橋基であることが好ましい。これらの基は更に置換基を有していてもよい。

[0098] X は、発光素子の発光効率がより優れるので、式 $(XL-1) \sim$ 式 $(XL-4)$ 、式 $(XL-7) \sim$ 式 $(XL-10)$ 又は式 $(XL-16) \sim$ 式 $(XL-19)$ で表される架橋基であることが好ましく、式 $(XL-1)$ 、式 $(XL-16) \sim$ 式 $(XL-19)$ で表される架橋基であることがより好ましく、式 $(XL-1)$ 又は式 $(XL-17)$ で表される架橋基であることが更に好ましく、式 $(XL-17)$ で表される架橋基であることが特に好ましい。

[0099] 式(1)で表される構成単位は、第1の有機層の架橋基含有高分子化合物の安定性が優れるので、第1の有機層の架橋基含有高分子化合物に含まれる構成単位の合計量に対して、好ましくは0.5～80モル%であり、より好ましくは3～65モル%であり、更に好ましくは5～50モル%であり、特

に好ましくは6～10モル%である。

[0100] 式(1)で表される構成単位は、第1の有機層の架橋基含有高分子化合物中に、1種のみ含まれていてもよく、2種以上含まれていてもよい。

[0101] 第1の有機層の架橋基含有高分子化合物が、式(1)で表される構成単位を2種以上含む場合、式(1)で表される構成単位の少なくとも2種は、Xで表される架橋基が互いに異なることが好ましい。

[0102] ・式(1')で表される構成単位

mAは、発光素子の発光効率がより優れるので、好ましくは0～3の整数である。

mは、発光素子の発光効率がより優れるので、好ましくは1又は2である。

[0103] cは、第1の有機層の架橋基含有高分子化合物の製造が容易になり、且つ、発光素子の発光効率がより優れるので、好ましくは0である。

[0104] Ar⁵は、発光素子の発光効率がより優れるので、好ましくは置換基を有していてもよい芳香族炭化水素基である。

[0105] Ar⁵で表される芳香族炭化水素基のm個の置換基を除いたアリーレン基部分の定義及び例は、後述する式(X)におけるAr^{X2}で表されるアリーレン基の定義及び例と同じである。

[0106] Ar⁵で表される複素環基のm個の置換基を除いた2価の複素環基部分の定義及び例は、後述する式(X)におけるAr^{X2}で表される2価の複素環基の定義及び例と同じである。

[0107] Ar⁵で表される芳香族炭化水素環と複素環が直接結合した基のm個の置換基を除いた2価の基の定義及び例は、後述する式(X)におけるAr^{X2}で表されるアリーレン基と2価の複素環基とが直接結合した2価の基の定義及び例と同じである。

[0108] Ar⁴及びAr⁶は、発光素子の発光効率がより優れるので、好ましくは置換基を有していてもよいアリーレン基である。

[0109] Ar⁴及びAr⁶で表されるアリーレン基及び2価の複素環基の定義及び例は

、後述する式 (X) における $A_{r^{X1}}$ 及び $A_{r^{X3}}$ で表されるアリーレン基及び 2 価の複素環基の定義及び例と同じである。

[0110] K^A で表されるアルキレン基、シクロアルキレン基、アリーレン基、及び 2 価の複素環基の定義及び例は、それぞれ、 L^A で表されるアルキレン基、シクロアルキレン基、アリーレン基、及び 2 価の複素環基の定義及び例と同じである。

[0111] K^A は、第 1 の有機層の架橋基含有高分子化合物の製造が容易になるので、好ましくは、アリーレン基又はアルキレン基であることが好ましい。これらの基は、置換基を有していてもよい。

[0112] K^A で表される基が有してもよい置換基の例及び好ましい範囲は、 L^A で表される基が有してもよい置換基の例及び好ましい範囲と同じである。

[0113] X' で表される架橋基の定義及び例は、前述の X の定義及び例と同じである。

[0114] 式 (1') で表される構成単位は、第 1 の有機層の架橋基含有高分子化合物の安定性が優れるので、第 1 の有機層の架橋基含有高分子化合物に含まれる構成単位の合計量に対して、好ましくは 0.5 ~ 50 モル% である。

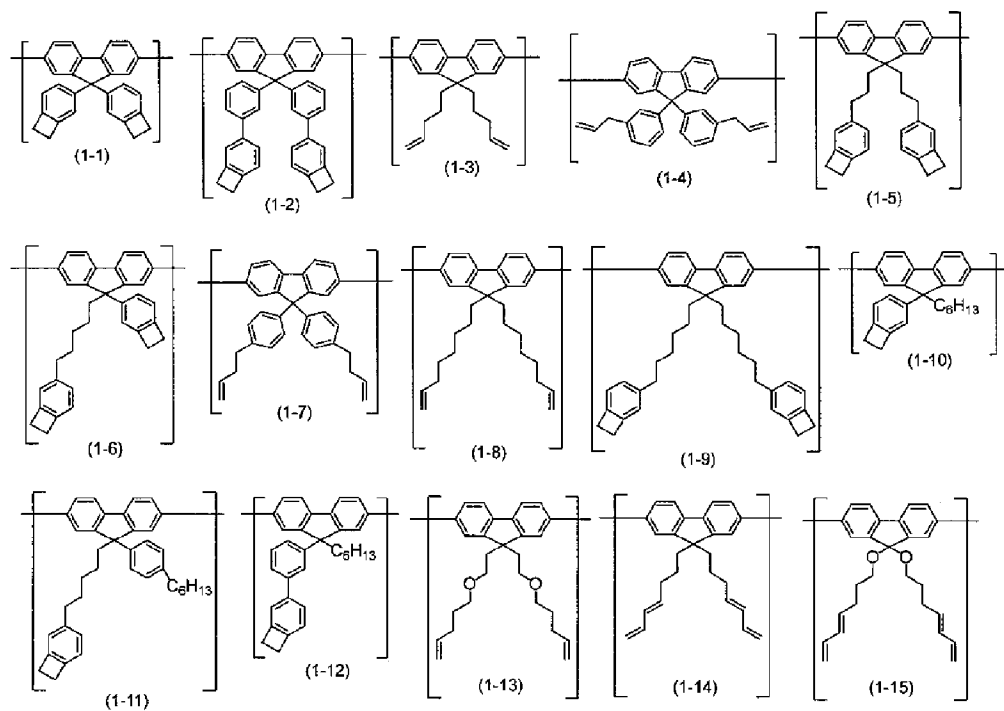
[0115] 式 (1') で表される構成単位は、第 1 の有機層の架橋基含有高分子化合物中に、1 種のみ含まれていてもよく、2 種以上含まれていてもよい。

[0116] 第 1 の有機層の架橋基含有高分子化合物が、式 (1') で表される構成単位を 2 種以上含む場合、式 (1') で表される構成単位の少なくとも 2 種は、 X' で表される架橋基が互いに異なることが好ましい。

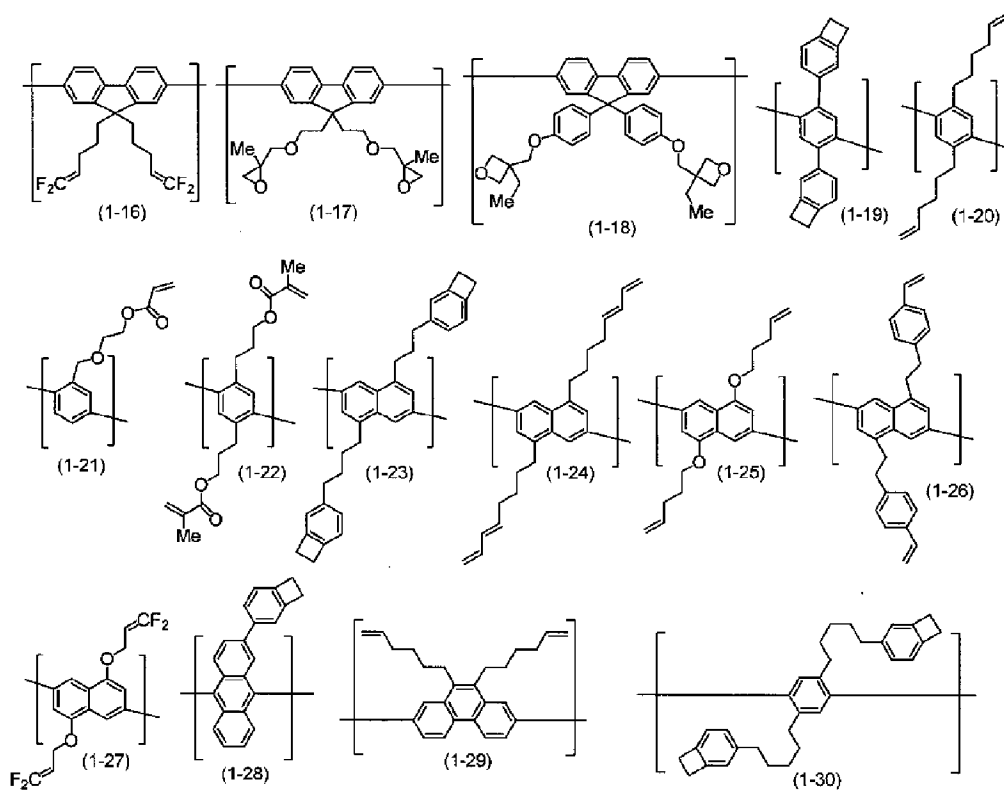
[0117] ・式 (1) 又は (1') で表される構成単位の好ましい態様

式 (1) で表される構成単位としては、例えば、式 (1-1) ~ 式 (1-30) で表される構成単位が挙げられ、式 (1') で表される構成単位としては、例えば、式 (1'-1) ~ 式 (1'-9) で表される構成単位が挙げられる。これらの中でも、好ましくは式 (1-1) ~ 式 (1-9) 又は式 (1-30) で表される構成単位であり、より好ましくは式 (1-1) ~ 式 (1-9) で表される構成単位である。

[0118] [化27]

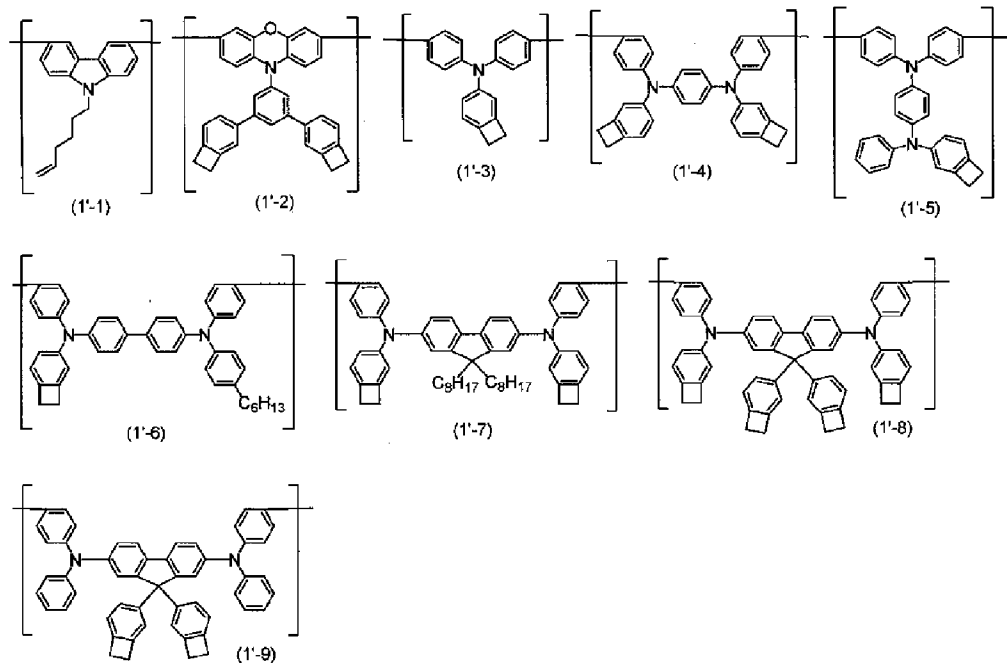


[0119] [化28]



[0120]

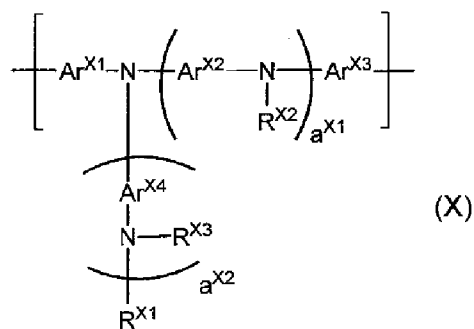
[化29]



[0121] [その他の構成単位]

第1の有機層の架橋基含有高分子化合物は、正孔輸送性が優れるので、更に、式(X)で表される構成単位を含むことが好ましい。

[0122] [化30]



[式(X)中、 a^{X1} 及び a^{X2} は、それぞれ独立に、0以上の整数を表す。

Ar^{X1} 及び Ar^{X3} は、それぞれ独立に、アリーレン基又は2価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。

Ar^{X2} 及び Ar^{X4} は、それぞれ独立に、アリーレン基、2価の複素環基、又は、アリーレン基と2価の複素環基とが直接結合した2価の基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。 Ar^{X2} 及び Ar^{X4} が複数存在する場合、

それらは同一でも異なってもよい。

R^{X1} 、 R^{X2} 及び R^{X3} は、それぞれ独立に、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は1価の複素環基を表し、水素原子以外のこれらの基は置換基を有していてもよい。 R^{X2} 及び R^{X3} が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。]

[0123] a^{X1} は、本発明の発光素子の発光効率がより優れるので、好ましくは2以下であり、より好ましくは1である。

[0124] a^{X2} は、本発明の発光素子の発光効率がより優れるので、好ましくは2以下であり、より好ましくは0である。

[0125] $R^{X1} \sim R^{X3}$ は、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は1価の複素環基であることが好ましく、アリール基であることがより好ましい。これらの基は、置換基を有していてもよい。

[0126] $A r^{X1}$ 及び $A r^{X3}$ で表されるアリーレン基は、式(A-1)又は式(A-9)で表される基であることがより好ましく、式(A-1)で表される基であることが更に好ましい。

これらの基は、置換基を有していてもよい。

[0127] $A r^{X1}$ 及び $A r^{X3}$ で表される2価の複素環基は、式(AA-1)、式(AA-2)又は式(AA-7)～式(AA-26)で表される基であることがより好ましい。これらの基は、置換基を有していてもよい。

[0128] $A r^{X1}$ 及び $A r^{X3}$ は、好ましくは置換基を有していてもよいアリーレン基である。

[0129] $A r^{X2}$ 及び $A r^{X4}$ で表されるアリーレン基は、式(A-1)、式(A-6)、式(A-7)、式(A-9)～式(A-11)又は式(A-19)で表される基であることがより好ましく、式(A-9)で表される基であることが更に好ましい。これらの基は、置換基を有していてもよい。

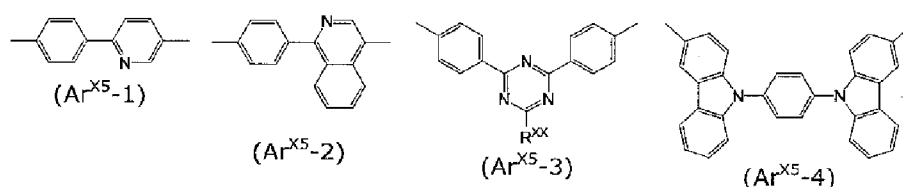
[0130] $A r^{X2}$ 及び $A r^{X4}$ で表される2価の複素環基のより好ましい範囲は、 $A r^{X1}$ 及び $A r^{X3}$ で表される2価の複素環基のより好ましい範囲と同じである。

[0131] $A r^{X2}$ 及び $A r^{X4}$ で表されるアリーレン基と2価の複素環基とが直接結合し

た2価の基における、アリーレン基及び2価の複素環基のより好ましい範囲、更に好ましい範囲は、それぞれ、 Ar^{X1} 及び Ar^{X3} で表されるアリーレン基及び2価の複素環基のより好ましい範囲、更に好ましい範囲と同じである。

[0132] Ar^{X2} 及び Ar^{X4} で表されるアリーレン基と2価の複素環基とが直接結合した2価の基としては、例えば、式(Ar^{X5-1})～式(Ar^{X5-4})で表される基が挙げられ、これらは置換基を有していてもよい。

[0133] [化31]



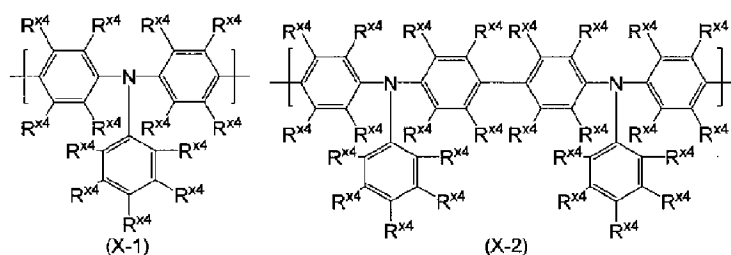
[式(Ar^{X5-3})中、 R^{XX} は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は1価の複素環基を表し、水素原子以外のこれらの基は置換基を有していてもよい。]

[0134] Ar^{X2} 及び Ar^{X4} は、好ましくは置換基を有していてもよいアリーレン基である。

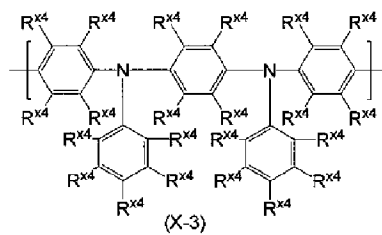
[0135] Ar^{X1} ～ Ar^{X4} 及び R^{X1} ～ R^{X3} で表される基が有してもよい置換基としては、好ましくはアルキル基、シクロアルキル基又はアリール基であり、より好ましくはアルキル基である。これらの基は更に置換基を有していてもよい。

[0136] 式(X)で表される構成単位としては、好ましくは式(X-1)～式(X-7)で表される構成単位であり、より好ましくは式(X-4)で表される構成単位である。

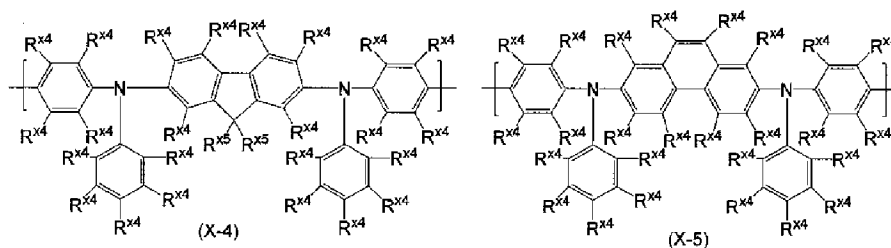
[0137] [化32]



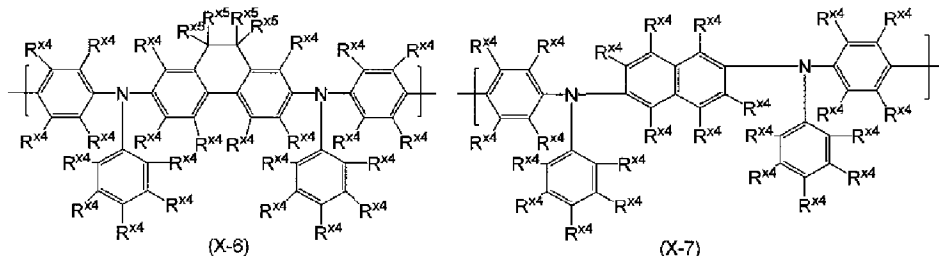
[0138] [化33]



[0139] [化34]



[0140] [化35]



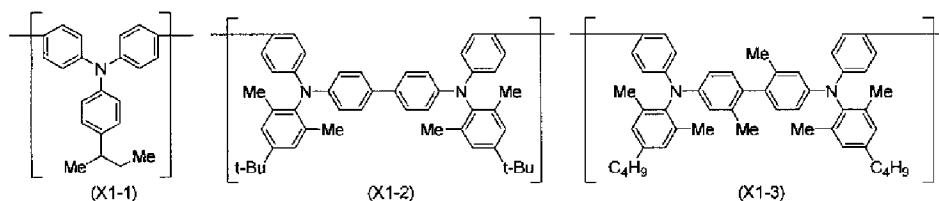
[式 (X-1) ~ (X-7) 中、 R^{x4} 及び R^{x5} は、それぞれ独立に、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、ハロゲン原子、1 価の複素環基又はシアノ基を表し、水素原子以外のこれらの基は置換基を有していてもよい。複数存在する R^{x4} は、同一でも異なってもよい。複数存在する R^{x5} は、同一でも異なってもよく、隣接する R^{x5} 同士は互いに結合して、それぞれが結合する炭素原子と共に環を形成していてもよい。]

[0141] 式 (X) で表される構成単位は、正孔輸送性が優れるので、第 1 の有機層の架橋基含有高分子化合物に含まれる構成単位の合計量に対して、好ましくは 0.1 ~ 90 モル% であり、より好ましくは 1 ~ 70 モル% であり、更に好ましくは 10 ~ 50 モル% であり、特に好ましくは 30 ~ 45 モル% であ

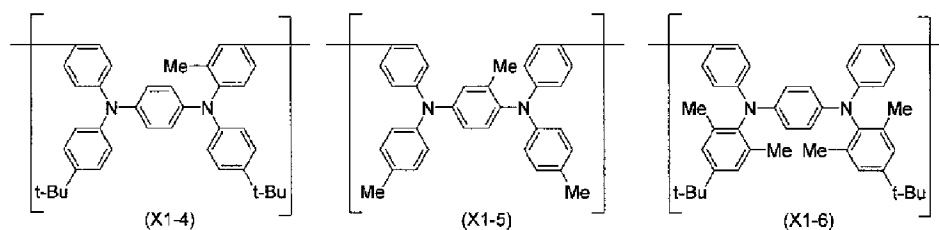
る。

[0142] 式 (X) で表される構成単位としては、例えば、式 (X1-1) ~ 式 (X1-19) で表される構成単位が挙げられ、好ましくは式 (X1-6) ~ 式 (X1-14) で表される構成単位である。

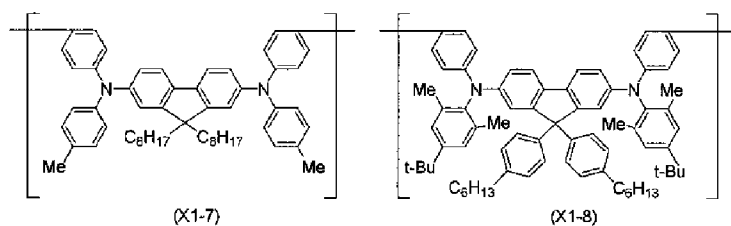
[0143] [化36]



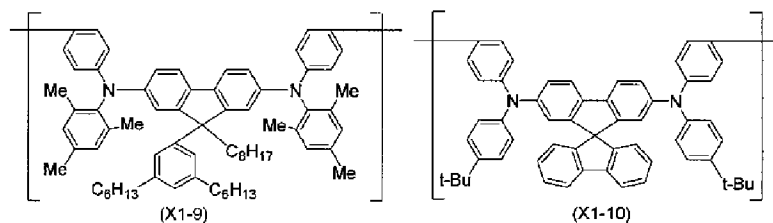
[0144] [化37]



[0145] [化38]

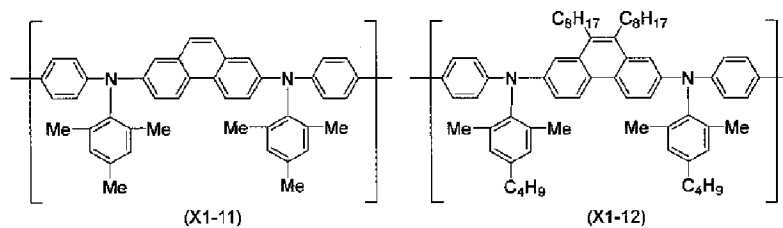


[0146] [化39]

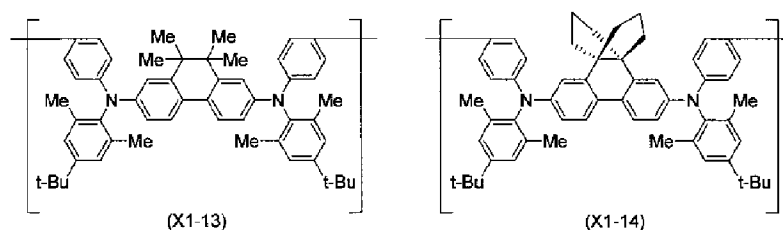


[0147]

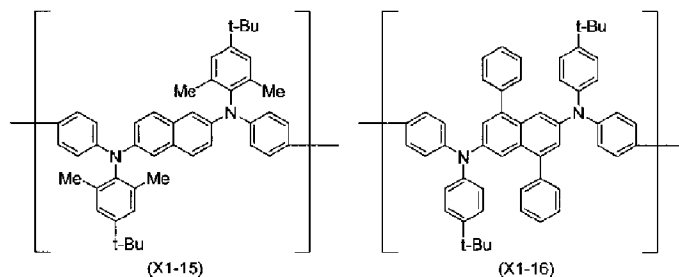
[化40]



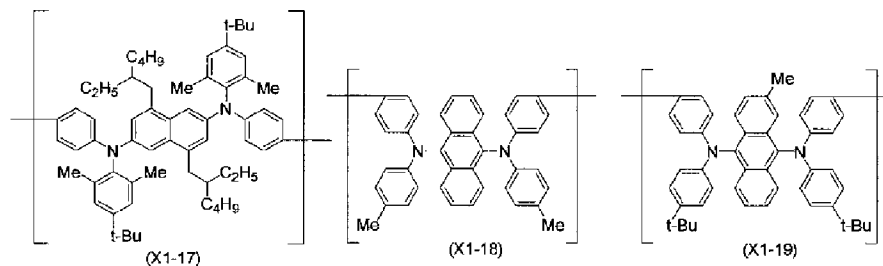
[0148] [化41]



[0149] [化42]



[0150] [化43]



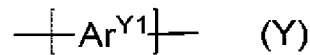
[0151] 第1の有機層の架橋基含有高分子化合物において、式(X)で表される構成単位は、1種のみ含まれていても、2種以上含まれていてもよい。

[0152] 第1の有機層の架橋基含有高分子化合物は、本発明の発光素子の発光効率がより優れるので、更に、式(Y)で表される構成単位を含むことが好ましい

。

[0153] 第1の有機層の架橋基含有高分子化合物は、正孔輸送性が優れ、且つ、本発明の発光素子の発光効率がより優れるので、更に、式(X)で表される構成単位及び式(Y)で表される構成単位を含むことが好ましい。

[0154] [化44]



[式(Y)中、Ar^{Y1}は、アリーレン基、2価の複素環基、又は、アリーレン基と2価の複素環基とが直接結合した2価の基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。]

[0155] Ar^{Y1}で表されるアリーレン基は、式(A-1)、式(A-6)、式(A-7)、式(A-9)～式(A-11)、式(A-13)又は式(A-19)で表される基であることが好ましく、式(A-1)、式(A-7)、式(A-9)又は式(A-19)で表される基であることがより好ましく、式(A-9)で表される基であることが更に好ましい。これらの基は、置換基を有していてもよい。

[0156] Ar^{Y1}で表される2価の複素環基は、式(AA-4)、式(AA-10)、式(AA-13)、式(AA-15)、式(AA-18)又は式(AA-20)で表される基であることが好ましく、式(AA-4)、式(AA-10)、式(AA-18)又は式(AA-20)で表される基であることがより好ましい。これらの基は、置換基を有していてもよい。

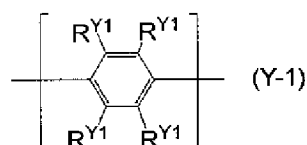
[0157] Ar^{Y1}で表されるアリーレン基と2価の複素環基とが直接結合した2価の基における、アリーレン基及び2価の複素環基のより好ましい範囲、更に好ましい範囲は、それぞれ、前述のAr^{Y1}で表されるアリーレン基及び2価の複素環基のより好ましい範囲、更に好ましい範囲と同様である。

[0158] Ar^{Y1}で表されるアリーレン基と2価の複素環基とが直接結合した2価の基としては、式(X)のAr^{X2}及びAr^{X4}で表されるアリーレン基と2価の複素環基とが直接結合した2価の基と同様のものが挙げられる。

[0159] Ar^{Y1} で表される基が有してもよい置換基は、好ましくはアルキル基、シクロアルキル基又はアリール基であり、より好ましくはアリール基であり、これらの基は更に置換基を有していてもよい。

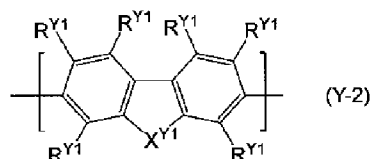
[0160] 式 (Y) で表される構成単位としては、例えば、式 (Y-1) ~ 式 (Y-7) で表される構成単位が挙げられ、発光素子の発光効率の観点からは、式 (Y-2) で表される構成単位であることが好ましい。

[0161] [化45]



[式 (Y-1) 中、 R^{Y1} は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基又は1価の複素環基を表し、水素原子以外のこれらの基は置換基を有していてもよい。複数存在する R^{Y1} は、同一でも異なってもよく、隣接する R^{Y1} 同士は互いに結合して、それぞれが結合する炭素原子と共に環を形成していてもよい。]

[0162] [化46]



[式 (Y-2) 中、 R^{Y1} は前記と同じ意味を表す。

X^{Y1} は、 $-C(R^{Y2})_2-$ 、 $-C(R^{Y2})=C(R^{Y2})-$ 又は $C(R^{Y2})_2-C(R^{Y2})_2-$ で表される基を表す。

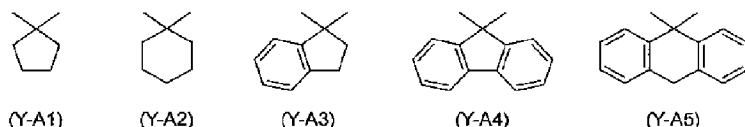
R^{Y2} は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基又は1価の複素環基を表し、水素原子以外のこれらの基は置換基を有していてもよい。

複数存在する R^{Y2} は、同一でも異なってもよく、 R^{Y2} 同士は互いに結合して、それぞれが結合する炭素原子と共に環を形成していてもよい。]

[0163] R^{Y2} は、アルキル基、シクロアルキル基又はアリール基であることが好ましく、アリール基であることがより好ましい。これらの基は、置換基を有していてもよい。

[0164] X^{Y1} において、 $-C(R^{Y2})_2-$ で表される基中の2個の R^{Y2} の組み合わせは、双方がアルキル基もしくはシクロアルキル基、双方がアリール基、双方が1価の複素環基、又は、一方がアルキル基もしくはシクロアルキル基で他方がアリール基もしくは1価の複素環基であることが好ましい。 $-C(R^{Y2})_2-$ で表される基中の2個の R^{Y2} の組み合わせは、一方がアルキル基もしくはシクロアルキル基で他方がアリール基であることが好ましい。これらの基は、置換基を有していてもよい。2個存在する R^{Y2} は互いに結合して、それぞれが結合する原子と共に環を形成していてもよい。 R^{Y2} が環を形成する場合、 $-C(R^{Y2})_2-$ で表される基は、式(Y-A1)～式(Y-A5)で表される基であることが好ましい。これらの基は、置換基を有していてもよい。

[0165] [化47]

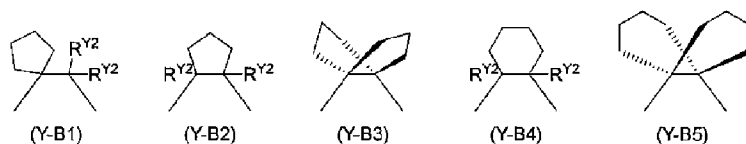


[0166] X^{Y1} において、 $-C(R^{Y2})=C(R^{Y2})-$ で表される基中の2個の R^{Y2} の組み合わせは、双方がアルキル基もしくはシクロアルキル基、又は、一方がアルキル基もしくはシクロアルキル基で他方がアリール基であることが好ましい。これらの基は、置換基を有していてもよい。

[0167] X^{Y1} において、 $-C(R^{Y2})_2-C(R^{Y2})_2-$ で表される基中の4個の R^{Y2} は、好ましくは置換基を有していてもよいアルキル基又はシクロアルキル基である。複数ある R^{Y2} は互いに結合して、それぞれが結合する原子と共に環を形成していてもよい。 R^{Y2} が環を形成する場合、 $-C(R^{Y2})_2-C(R^{Y2})_2-$ で表される基は、式(Y-B1)～式(Y-B5)で表される基であることが好ましい。これらの基は、置換基を有していてもよい。

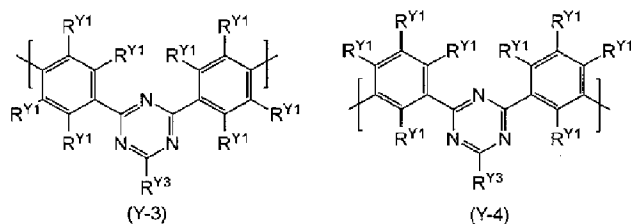
[0168]

[化48]



[式 (Y-B1)、式 (Y-B2) 及び式 (Y-B4) 中、 R^{Y2} は前記と同じ意味を表す。]

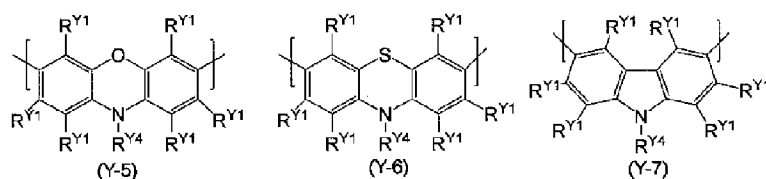
[0169] [化49]



[式 (Y-3) 及び式 (Y-4) 中、 R^{Y1} は前記と同じ意味を表す。

R^{Y3} は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基又は1価の複素環基を表し、水素原子以外のこれらの基は置換基を有していてもよい。]

[0170] [化50]



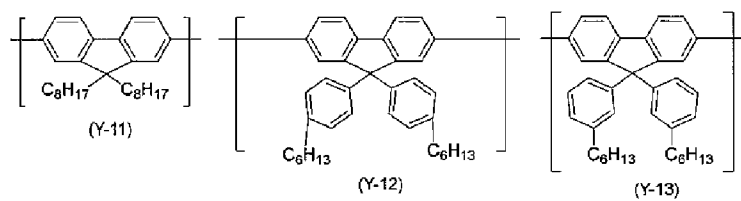
[式 (Y-5) ~ 式 (Y-7) 中、 R^{Y1} は前記を同じ意味を表す。

R^{Y4} は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基又は1価の複素環基を表し、水素原子以外のこれらの基は置換基を有していてもよい。]

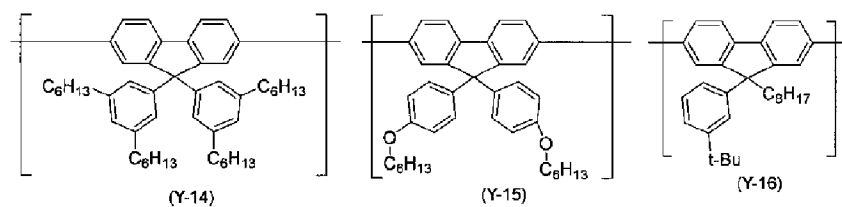
[0171] 式(Y)で表される構成単位としては、例えば、式 (Y-11) ~ 式 (Y-55) で表される構成単位が挙げられる。

[0172]

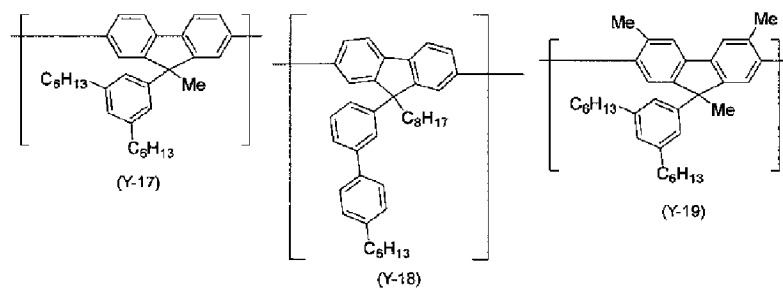
[化51]



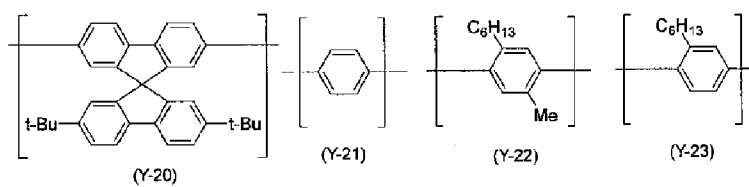
[0173] [化52]



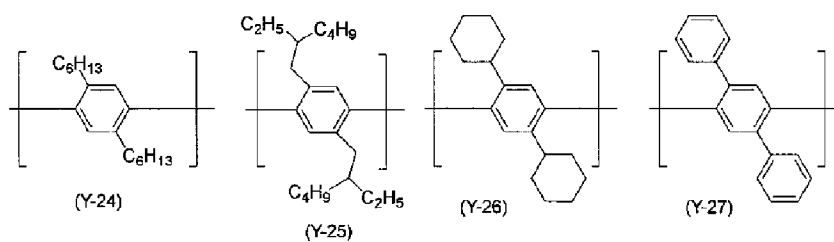
[0174] [化53]



[0175] [化54]

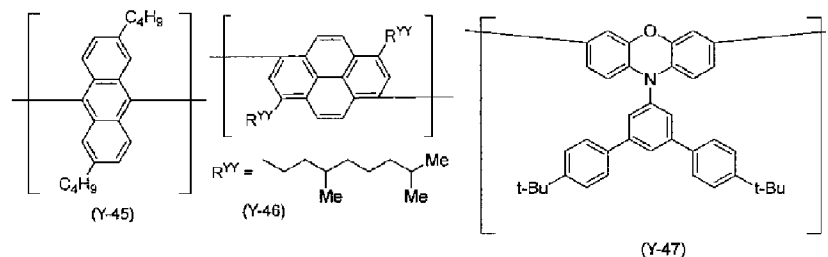


[0176] [化55]

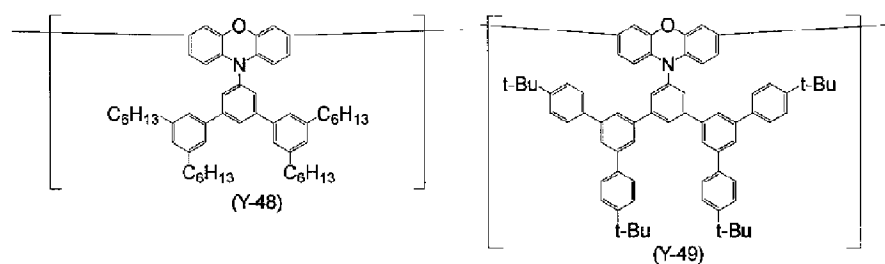


[0177]

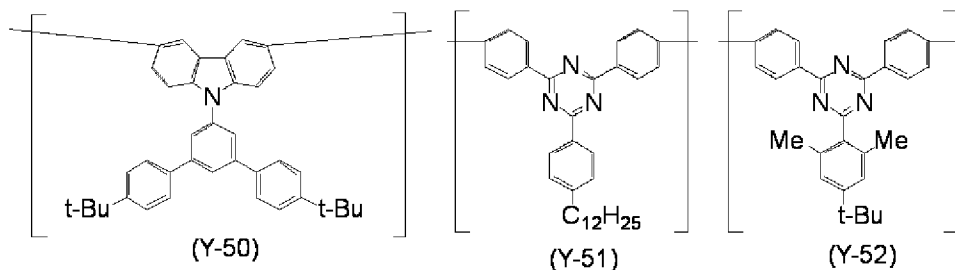
[化60]



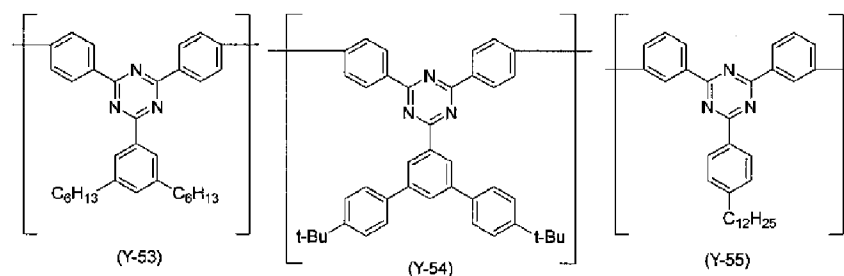
[0182] [化61]



[0183] [化62]



[0184] [化63]



[0185] 第1の有機層の架橋基含有高分子化合物が式(Y)で表される構成単位を含み、且つ、 Ar^{Y1} がアリーレン基である構成単位は、発光素子の発光効率がより優れるので、第1の有機層の架橋基含有高分子化合物に含まれる構成単位の合計量に対して、好ましくは0.5~90モル%であり、より好ましくは3

0～60モル%であり、更に好ましくは40～55モル%である。

[0186] 式(Y)で表される構成単位であって、 Ar^{VI} が2価の複素環基、又は、アリーレン基と2価の複素環基とが直接結合した2価の基である構成単位は、第1の有機層の架橋基含有高分子化合物の電荷輸送性が優れるので、第1の有機層の架橋基含有高分子化合物に含まれる構成単位の合計量に対して、好ましくは0.5～40モル%であり、より好ましくは3～30モル%である。

[0187] 式(Y)で表される構成単位は、第1の有機層の架橋基含有高分子化合物中に、1種のみ含まれていてもよく、2種以上含まれていてもよい。

[0188] 第1の有機層の架橋基含有高分子化合物としては、例えば、下記表1に示す高分子化合物P-1～P-8が挙げられる。ここで、「その他の構成単位」とは、式(1)、式(1')、式(1'')、式(X)及び式(Y)で表される構成単位以外の構成単位を意味する。

[0189] [表1]

高分子化合物	構成単位とそのモル比率				
	式(1)	式(1')	式(X)	式(Y)	その他
	p'	q'	r'	s'	t'
P-1	0.1～99.9	0.1～99.9	0	0	0～30
P-2	0.1～99.9	0	0.1～99.9	0	0～30
P-3	0.1～99.9	0	0	0.1～99.9	0～30
P-4	0	0.1～99.9	0.1～99.9	0	0～30
P-5	0	0.1～99.9	0	0.1～99.9	0～30
P-6	0.1～99.8	0.1～99.8	0.1～99.8	0	0～30
P-7	0.1～99.8	0.1～99.8	0	0.1～99.8	0～30
P-8	0.1～99.7	0.1～99.7	0.1～99.7	0.1～99.7	0～30

[表中、 p' 、 q' 、 r' 、 s' 及び t' は、各構成単位のモル比率を表す。 $p' + q' + r' + s' + t' = 100$ であり、且つ、 $70 \leq p' + q' + r' + s' \leq 100$ である。]

[0190] 第1の有機層の架橋基含有高分子化合物は、ブロック共重合体、ランダム共重合体、交互共重合体、グラフト共重合体のいずれであってもよいし、その他の態様であってもよいが、複数種の原料モノマーを共重合した共重合体

であることが好ましい。

[0191] 第1の有機層の架橋基含有高分子化合物のポリスチレン換算の数平均分子量は、好ましくは $5 \times 10^3 \sim 1 \times 10^6$ であり、より好ましくは $1 \times 10^4 \sim 5 \times 10^5$ であり、より好ましくは $1.5 \times 10^4 \sim 1 \times 10^5$ である。

[0192] [第1の有機層の架橋基含有高分子化合物の製造方法]

第1の有機層の架橋基含有高分子化合物は、ケミカルレビュー (Chem. Rev.) , 第109巻, 897-1091頁 (2009年) 等に記載の公知の重合方法を用いて製造することができ、Suzuki反応、Yamamoto反応、Buchwald反応、Stille反応、Negishi反応及びKumada反応等の遷移金属触媒を用いるカップリング反応により重合させる方法が例示される。

[0193] 前記重合方法において、単量体を仕込む方法としては、単量体全量を反応系に一括して仕込む方法、単量体の一部を仕込んで反応させた後、残りの単量体を一括、連続又は分割して仕込む方法、単量体を連続又は分割して仕込む方法等が挙げられる。

[0194] 遷移金属触媒としては、パラジウム触媒又はニッケル触媒等が挙げられる。

[0195] 重合反応の後処理は、公知の方法、例えば、分液により水溶性不純物を除去する方法、メタノール等の低級アルコールに重合反応後の反応液を加えて、析出させた沈殿を濾過した後、乾燥させる方法等を単独又は組み合わせて行う。第1の有機層の架橋基含有高分子化合物の純度が低い場合、例えば、再結晶、再沈殿、ソックスレー抽出器による連続抽出、又はカラムクロマトグラフィー等の通常の方法にて精製することができる。

[0196] <燐光発光性遷移金属錯体>

本発明の一態様における発光素子における第1の有機層に含有される燐光発光性遷移金属錯体について、説明する。

[0197] 「燐光発光性遷移金属錯体」は、通常、室温 (25℃) で燐光発光性を示す化合物を意味し、好ましくは、室温で三重項励起状態からの発光を示す金

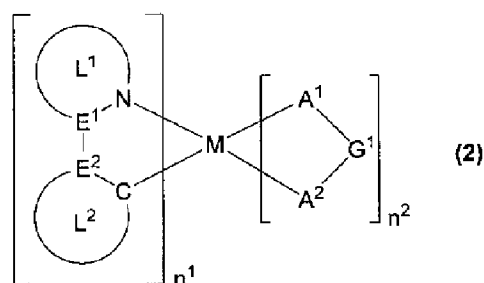
属錯体である。この三重項励起状態からの発光を示す金属錯体は、中心金属原子及び配位子を有する。

[0198] 中心金属原子としては、例えば、原子番号40以上の原子で、錯体にした場合にスピン-軌道相互作用があり、一重項状態と三重項状態との間の項間交差を起こし得る金属原子が挙げられる。金属原子としては、例えば、ルテニウム原子、ロジウム原子、パラジウム原子、イリジウム原子及び白金原子が挙げられる。発光素子の発光効率がより優れるので、イリジウム原子又は白金原子であることが好ましく、イリジウム原子であることがより好ましい。

[0199] 配位子としては、例えば、中心金属原子との間に、配位結合及び共有結合からなる群から選ばれる少なくとも1種の結合を形成する配位子が挙げられる。中心金属原子と配位子との間の結合としては、例えば、金属-窒素結合、金属-炭素結合、金属-酸素結合、金属-リン結合、金属-硫黄結合及び金属-ハロゲン結合が挙げられる。配位子として、中性若しくはアニオン性の単座配位子、又は、中性若しくはアニオン性の多座配位子が挙げられる。多座配位子とは、通常、2座以上6座以下の配位子を意味する。

[0200] 燐光発光性遷移金属錯体は、発光素子の発光効率がより優れるので、式(2)で表される金属錯体であることが好ましい。

[0201] [化64]



[式(2)中、Mは、前記と同じ意味を表す。

n^1 は1以上の整数を表し、 n^2 は0以上の整数を表す。但し、Mがルテニウム原子、ロジウム原子又はイリジウム原子の場合、 $n^1 + n^2$ は3であり、Mがパラジウム原子又は白金原子の場合、 $n^1 + n^2$ は2である。

E^1 及び E^2 は、それぞれ独立に、炭素原子又は窒素原子を表す。但し、 E^1 及び E^2 の少なくとも一方は炭素原子である。 E^1 及び E^2 が複数存在する場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。

環 L^1 は、芳香族複素環を表し、この環は置換基を有していてもよい。前記置換基が複数存在する場合、複数の置換基が互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。環 L^1 が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

環 L^2 は、芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を表し、これらの環は置換基を有していてもよい。前記置換基が複数存在する場合、複数の置換基が互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。環 L^2 が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

環 L^1 が有していてもよい置換基と、環 L^2 が有していてもよい置換基とは、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。

$A^1-G^1-A^2$ は、アニオン性の2座配位子を表す。 A^1 及び A^2 は、それぞれ独立に、炭素原子、酸素原子又は窒素原子を表し、これらの原子は環を構成する原子であってもよい。 G^1 は、単結合、又は、 A^1 及び A^2 とともに2座配位子を構成する原子団を表す。 $A^1-G^1-A^2$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。]

[0202] Mは、発光素子の電流輝度効率がより優れるので、イリジウム原子又は白金原子であることが好ましく、イリジウム原子であることがより好ましい。なお、電流輝度効率とは、単位電流当たりの輝度(c d/A)を意味する。

[0203] Mがルテニウム原子、ロジウム原子又はイリジウム原子の場合、 n^1 は2又は3であることが好ましく、3であることがより好ましい。

Mがパラジウム原子又は白金原子の場合、 n^1 は2であることが好ましい。

E^1 及び E^2 は、炭素原子であることが好ましい。

[0204] 環 L^1 で表される芳香族複素環の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常2～60であり、好ましくは3～30であり、より好ましくは

4～15である。環 L^1 は、5員の芳香族複素環又は6員の芳香族複素環であることが好ましい。環 L^1 は、2つ以上4つ以下の窒素原子を構成原子として有する5員の芳香族複素環又は1つ以上4つ以下の窒素原子を構成原子として有する6員の芳香族複素環であることがより好ましい。これらの環は、置換基を有していてもよい。但し、環 L^1 が6員の芳香族複素環である場合、 E^1 は炭素原子であることが好ましい。

[0205] 環 L^1 としては、例えば、ジアゾール環、トリアゾール環、テトラゾール環、ピリジン環、ジアザベンゼン環、トリアジン環、アザナフタレン環及びジアザナフタレン環が挙げられ、好ましくは、ピリジン環、ジアザベンゼン環、アザナフタレン環、ジアザナフタレン環、トリアゾール環又はジアゾール環であり、より好ましくは、ピリジン環、ジアザベンゼン環、アザナフタレン環、ジアザナフタレン環であり、更に好ましくは、ピリジン環、キノリン環又はイソキノリン環であり、これらの環は置換基を有していてもよい。

[0206] 環 L^2 で表される芳香族炭化水素環の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常6～60であり、好ましくは6～30であり、より好ましくは6～18である。環 L^2 で表される芳香族炭化水素環としては、ベンゼン環、ナフタレン環、インデン環、フルオレン環、フェナントレン環、ジヒドロフェナントレン環及びこれらの環が2個以上5個以下縮合した環が挙げられ、発光素子の外部量子効率がより優れるので、ベンゼン環、ナフタレン環、フルオレン環、フェナントレン環又はジヒドロフェナントレン環が好ましく、ベンゼン環、フルオレン環又はジヒドロフェナントレン環がより好ましく、ベンゼン環が更に好ましい。これらの環は、置換基を有していてもよい。

[0207] 環 L^2 で表される芳香族複素環の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常2～60である。環 L^2 で表される芳香族複素環としては、ピロール環、ジアゾール環、フラン環、チオフェン環、ピリジン環、ジアザベンゼン環及びこれらの環に芳香環が1個以上5個以下縮合した環が挙げられる。これらの環は、置換基を有していてもよい。

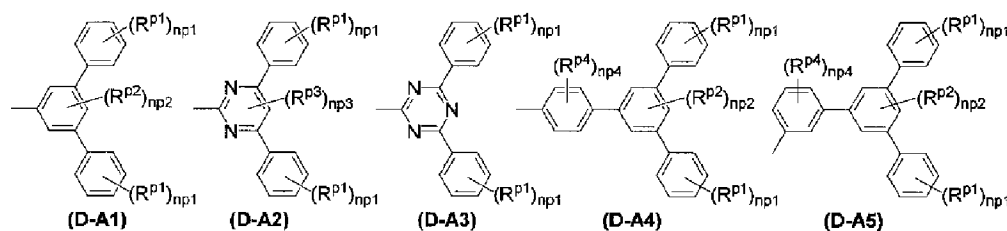
- [0208] 環 L^2 は、発光素子の外部量子効率がいかに優れるので、ベンゼン環、フルオレン環、ジヒドロフェナントレン環、ピリジン環、ジアザベンゼン環、カルバゾール環、ジベンゾフラン環又はジベンゾチオフエン環であることが好ましく、ベンゼン環、ピリジン環又はジアザベンゼン環であることがより好ましく、ベンゼン環であることが更に好ましい。これらの環は、置換基を有していてもよい。
- [0209] 環 L^1 及び環 L^2 が有していてもよい置換基としては、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、1価の複素環基、置換アミノ基又はハロゲン原子であることが好ましく、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、1価の複素環基又は置換アミノ基であることがより好ましく、アルキル基、アリール基又は1価の複素環基であることが更に好ましく、アリール基又は1価の複素環基であることが特に好ましい。これらの基は更に置換基を有していてもよい。
- [0210] 発光素子の電流輝度効率がより優れるので、式(2)で表される金属錯体において、環 L^1 及び環 L^2 のうち、少なくとも1つは置換基を有することが好ましい。
- [0211] 環 L^1 及び環 L^2 が有していてもよい置換基におけるアリール基としては、フェニル基、ナフチル基、フェントレニル基、ジヒドロフェントレニル基又はフルオレニル基が好ましい。環 L^1 及び環 L^2 が有していてもよい置換基におけるアリール基は、フェニル基又はフルオレニル基がより好ましく、フェニル基が更に好ましい。これらの基は、置換基を有していてもよい。
- [0212] 環 L^1 及び環 L^2 が有していてもよい置換基における1価の複素環基としては、ピリジル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、キノリニル基、イソキノリニル基、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチエニル基、カルバゾリル基、アザカルバゾリル基、ジアザカルバゾリル基、フェノキサジニル基又はフェノチアジニル基が好ましく、ピリジル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチエニル基又はカルバゾリル基がより好ましく、ピリジル基、ピリミジニル基又はトリアジニル基が更に好ましく、トリ

アジニル基が特に好ましい。これらの基は、置換基を有していてもよい。

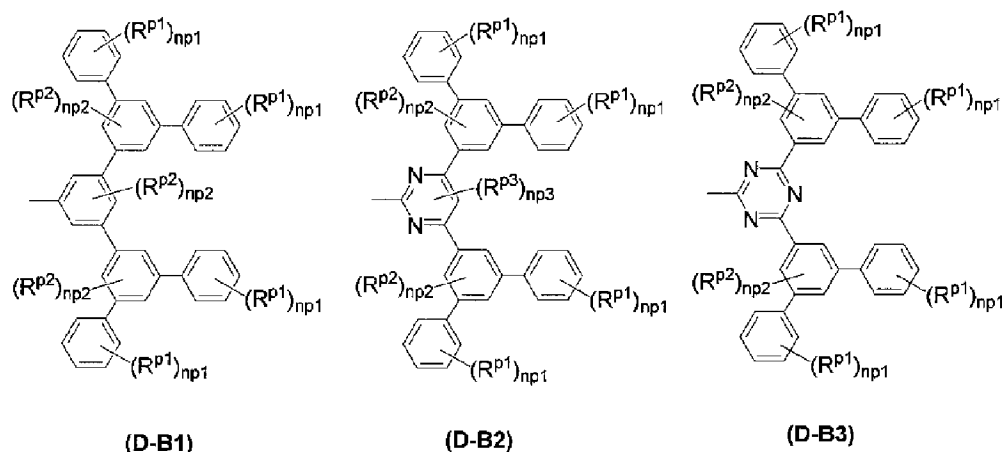
[0213] 環 L^1 及び環 L^2 が有していてもよい置換基が更に有していてもよい置換基としては、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、1価の複素環基又は置換アミノ基であることが好ましく、アルキル基、シクロアルキル基又はアリール基であることがより好ましく、アルキル基であることが更に好ましい。これらの基は、更に置換基を有していてもよい。

[0214] 環 L^1 及び環 L^2 が有していてもよい置換基におけるアリール基、1価の複素環基又は置換アミノ基は、発光素子の外部量子効率がより優れるので、例えば、式(D-A1)～式(D-A5)又は式(D-B1)～式(D-B3)で表される基であることが好ましく、式(D-A1)、式(D-A3)～式(D-A5)又は式(D-B1)で表される基であることがより好ましく、式(D-A1)、式(D-A3)又は式(D-A5)で表される基であることが更に好ましく、式(D-A1)又は式(D-A3)で表される基であることが特に好ましい。

[0215] [化65]



[0216] [化66]



[式中、 $R^{p1} \sim R^{p4}$ は、それぞれ独立に、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基又はハロゲン原子を表す。 R^{p1} 、 R^{p2} 及び R^{p4} が複数存在する場合、それらはそれぞれ同一であっても異なってもよい。

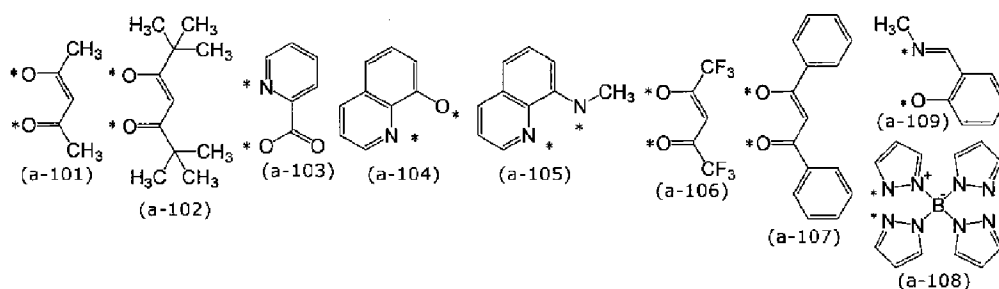
n_{p1} は、0～5の整数を表し、 n_{p2} は0～3の整数を表し、 n_{p3} は0又は1を表し、 n_{p4} は0～4の整数を表す。 n_{p1} 及び n_{p2} が複数ある場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。]

[0217] 環 L^1 が有していてもよい置換基が複数存在する場合、それらは互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していないことが好ましい。環 L^2 が有していてもよい置換基が複数存在する場合、それらは互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していないことが好ましい。環 L^1 が有していてもよい置換基と、環 L^2 が有していてもよい置換基とは、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成しないことが好ましい。

[0218] [アニオン性の2座配位子]

$A^1-G^1-A^2$ で表されるアニオン性の2座配位子としては、例えば、式(a-101)～式(a-109)で表される配位子が挙げられる。但し、 $A^1-G^1-A^2$ で表されるアニオン性の2座配位子は、添え字 n^1 でその数を定義されている配位子とは異なる。

[0219] [化67]

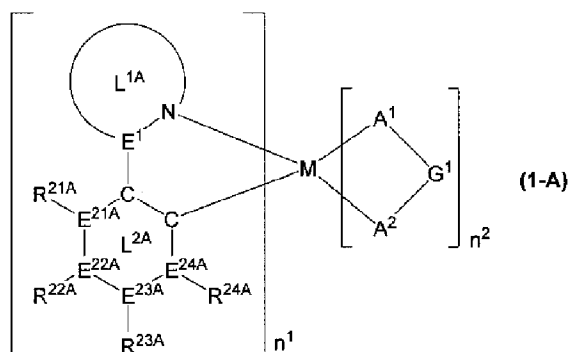


[式(a-101)～式(a-109)中、*を付した原子は、配位原子を表す。]

[0220] 式(2)で表される金属錯体は、発光素子の発光効率がより優れるので、

前記式（１－Ａ）で表される金属錯体であることが好ましい。

[0221] [化68]



[0222] 環 L^{1A} は、発光素子の発光効率がより優れるので、ピリジン環、キノリン環又はイソキノリン環であることが好ましい。これらの環は、置換基を有していてもよい。

[0223] 環 L^{1A} が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、環 L^1 及び環 L^2 が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲と同じである。

[0224] 環 L^{1A} が有していてもよい置換基が複数存在する場合、それらは互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成しないことが好ましい。

[0225] 環 L^{2A} は、ベンゼン環であることが好ましい。

$E^{21A} \sim E^{24A}$ は、炭素原子であることが好ましい。

[0226] $R^{21A} \sim R^{24A}$ は、発光素子の外部量子効率がより優れるので、水素原子、アルキル基又はアリール基であることが好ましい。水素原子以外のこれらの基は置換基を有していてもよい。

[0227] R^{21A} 及び R^{24A} は、更に好ましくは、水素原子である。 R^{22A} は、更に好ましくは、水素原子又は置換基を有していてもよいアリール基である。 R^{23A} は、更に好ましくは、水素原子又は置換基を有していてもよいアルキル基である。

[0228] 式（１－Ａ）で表される金属錯体において、発光素子の発光効率がより優れるので、環 L^{1A} の少なくとも１つが置換基を有するか、或いは、 $R^{21A} \sim R^{24A}$ の少なくとも１つがアルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、１価の複素環基、置換アミ

ノ基又はハロゲン原子であることが好ましい。

[0229] $R^{21A} \sim R^{24A}$ の少なくとも1つが、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、1価の複素環基、置換アミノ基又はハロゲン原子である場合、発光素子の外部量子効率がより優れるので、 R^{22A} 及び R^{23A} の少なくとも1つが、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、1価の複素環基、置換アミノ基又はハロゲン原子であることが好ましく、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、1価の複素環基又は置換アミノ基であることがより好ましい。これらの基は、置換基を有していてもよい。

[0230] $R^{21A} \sim R^{24A}$ におけるアリール基、1価の複素環基及び置換アミノ基の例及び好ましい範囲は、それぞれ、環 L^1 及び環 L^2 が有していてもよい置換基におけるアリール基、1価の複素環基及び置換アミノ基の例及び好ましい範囲と同じである。

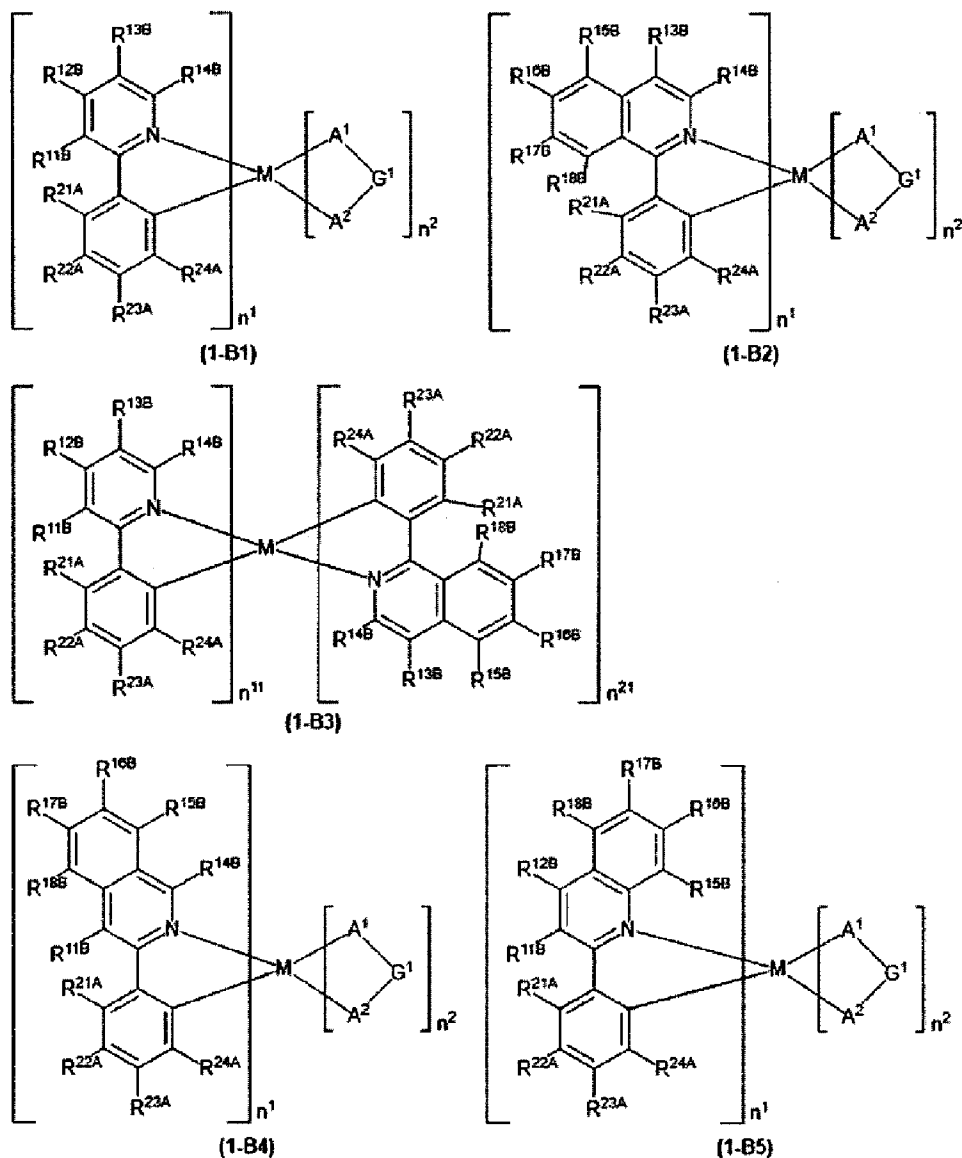
[0231] $R^{21A} \sim R^{24A}$ が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、環 L^1 及び環 L^2 が有していてもよい置換基が更に有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲と同じである。

[0232] R^{21A} と R^{22A} 、 R^{22A} と R^{23A} 、 R^{23A} と R^{24A} 、及び、環 L^{1A} が有していてもよい置換基と R^{21A} は、それぞれ結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成しないことが好ましい。

[0233] 式(1-A)で表される金属錯体は、発光素子の発光効率がより優れるので、好ましくは、前記式(1-B1)～前記式(1-B5)で表される金属錯体であり、より好ましくは前記式(1-B1)～前記式(1-B3)で表される金属錯体であり、さらに好ましくは前記式(1-B3)で表される金属錯体である。

[0234]

[化69]



[0235] [式(1-B1)～式(1-B5)で表される金属錯体]

R^{11B}～R^{18B}は、発光素子の発光効率がより優れるので、好ましくは、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、1価の複素環基又は置換アミノ基であり、より好ましくは、水素原子、アルキル基、アリール基又は1価の複素環基であり、水素原子以外のこれらの基は置換基を有していてもよい。

[0236] R^{11B}及びR^{14B}～R^{18B}は、金属錯体の合成が容易になるので、水素原子又はアルキル基であることが好ましく、水素原子であることよりが好ましい。水素

原子以外のこれらの基は置換基を有していてもよい。

[0237] R^{12B} は、発光素子の発光効率が更に優れるので、好ましくは、水素原子である。

[0238] R^{13B} は、発光素子の発光効率が更に優れるので、好ましくは、水素原子、アリール基又は1価の複素環基であり、水素原子以外のこれらの基は置換基を有していてもよい。

[0239] $R^{11B} \sim R^{18B}$ におけるアリール基、1価の複素環基及び置換アミノ基の例及び好ましい範囲は、それぞれ、環 L^1 及び環 L^2 が有していてもよい置換基におけるアリール基、1価の複素環基及び置換アミノ基の例及び好ましい範囲と同じである。

[0240] $R^{11B} \sim R^{18B}$ が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、環 L^1 及び環 L^2 が有していてもよい置換基が更に有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲と同じである。

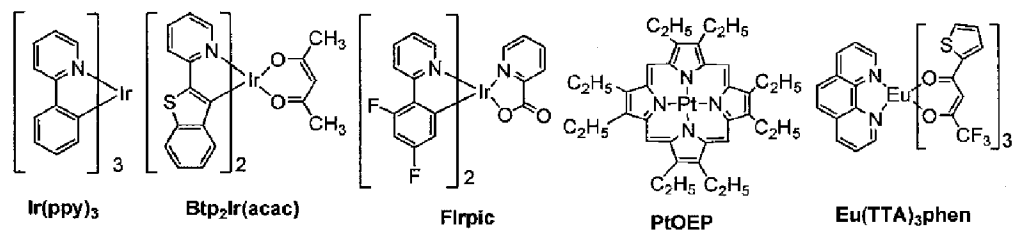
[0241] 式(1-B1)～式(1-B5)中、発光素子の発光効率がより優れるので、 $R^{11B} \sim R^{14B}$ 、 $R^{11B} \sim R^{18B}$ 及び $R^{21A} \sim R^{24A}$ の少なくとも1つは、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、1価の複素環基、置換アミノ基又はハロゲン原子であることが好ましく、 R^{12B} 、 R^{13B} 、 R^{22A} 及び R^{23A} の少なくとも1つは、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、1価の複素環基、置換アミノ基又はハロゲン原子であることがより好ましく、 R^{13B} 、 R^{22A} 及び R^{23A} の少なくとも1つは、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、1価の複素環基又は置換アミノ基であることが更に好ましい。これらの基は、置換基を有していてもよい。

[0242] 式(1-B1)～式(1-B5)中、 R^{11B} と R^{12B} 、 R^{12B} と R^{13B} 、 R^{13B} と R^{14B} 、 R^{11B} と R^{21A} 、 R^{13B} と R^{15B} 、 R^{15B} と R^{16B} 、 R^{16B} と R^{17B} 、 R^{17B} と R^{18B} 、 R^{18B} と R^{21A} 、 R^{11B} と R^{18B} 、 R^{14B} と R^{15B} 、及び、 R^{12B} と R^{18B} は、それぞれ結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していないことが好ましい。

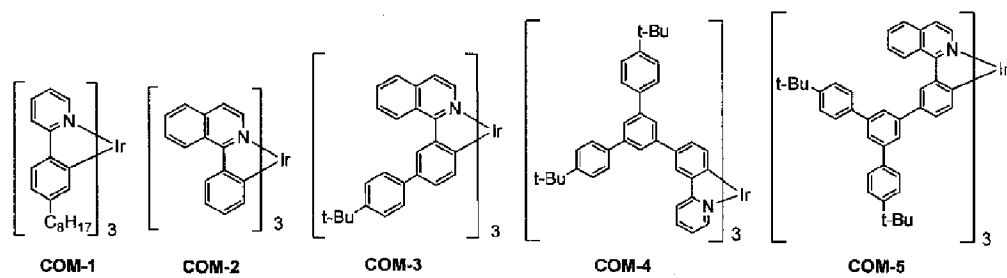
[0243] 燐光発光性遷移金属錯体としては、例えば、下記式で表される金属錯体が

挙げられる。

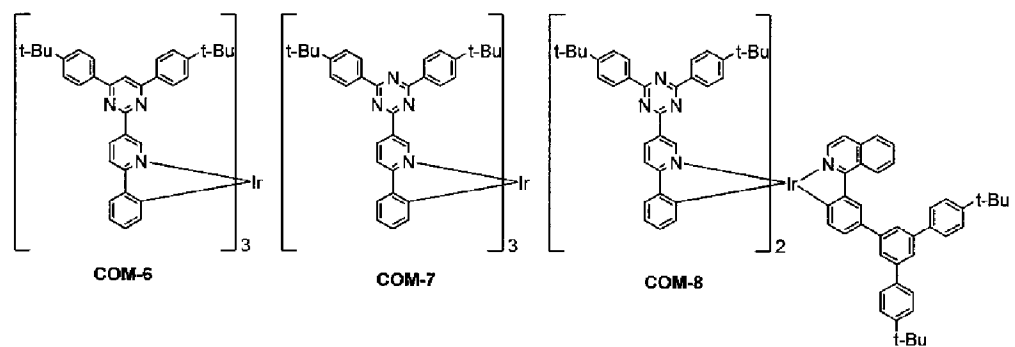
[0244] [化70]



[0245] [化71]

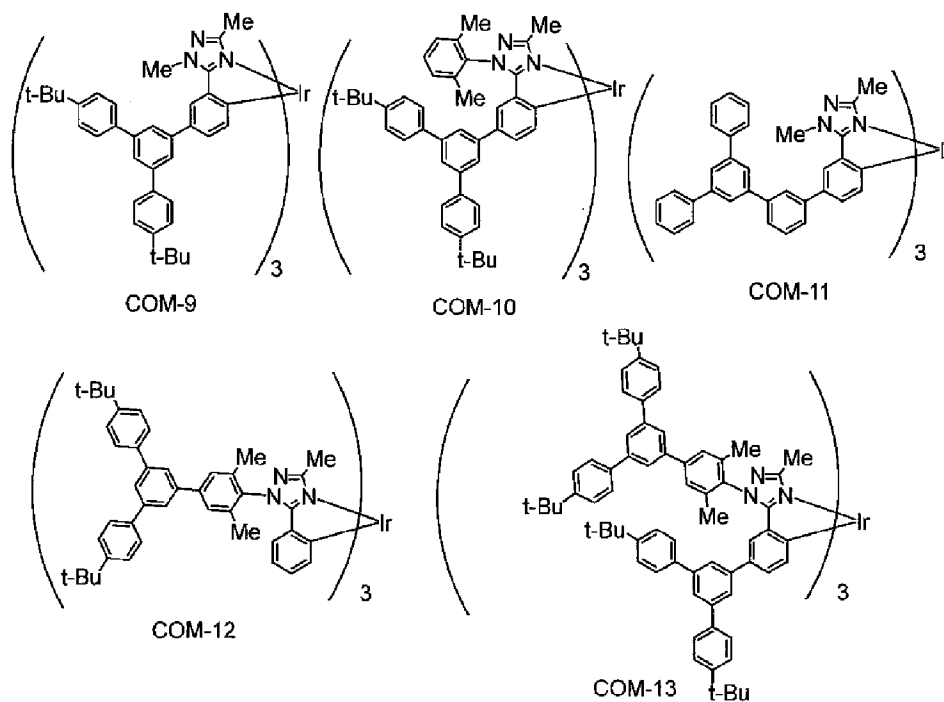


[0246] [化72]

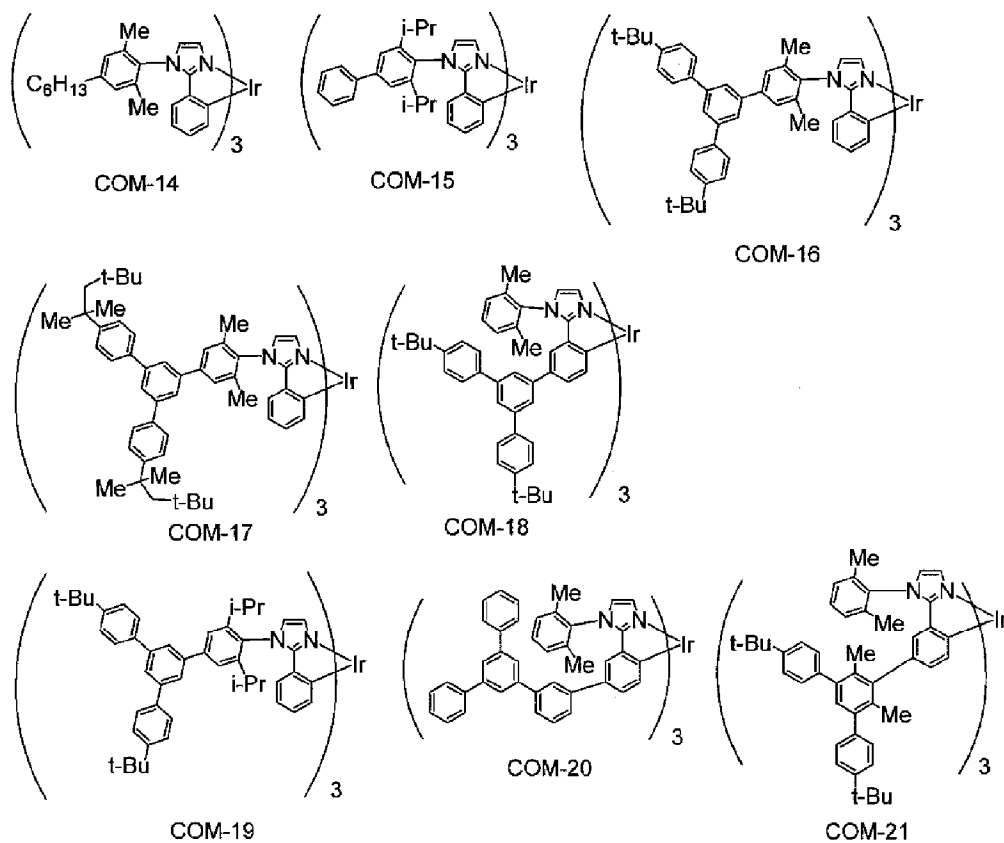


[0247]

[化73]



[0248] [化74]



[0249] 燐光発光性遷移金属錯体は、Aldrich、Luminescence Technology Corp.、American Dye Source等から入手可能である。燐光発光性遷移金属錯体は、「Journal of the American Chemical Society, Vol. 107, 1431-1432 (1985)」、「Journal of the American Chemical Society, Vol. 106, 6647-6653 (1984)」、特表2004-530254号公報、特開2008-179617号公報、特開2011-105701号公報、特表2007-504272号公報、国際公開第2006/121811号、特開2013-147450号公報、特開2014-224101号公報等の文献に記載の公知の方法により製造することも可能である。

[0250] [ホスト材料]

本発明の一態様における第1の有機層は、正孔注入性、正孔輸送性、電子注入性及び電子輸送性からなる群から選ばれる少なくとも1つの機能を有するホスト材料をさらに含有することにより、発光素子の発光効率が特に優れたものとなる。本発明の一態様における第1の有機層において、ホスト材料は、1種単独で含有されていても、2種以上含有されていてもよい。

[0251] 第1の有機層に含まれる燐光発光性遷移金属錯体の含有量は、第1の有機層の金属錯体とホスト材料との合計を100質量部とした場合、通常、0.05～80質量部であり、好ましくは0.1～50質量部であり、より好ましくは0.5～40質量部であり、更に好ましくは1～10重量部である。

[0252] ホスト材料の有する最低励起三重項状態のエネルギー準位 (T_1) は、発光素子の発光効率が優れるので、上述の燐光発光性の遷移金属錯体の有する T_1 と同等のエネルギー準位、又は、より高いエネルギー準位であることが好ましい。

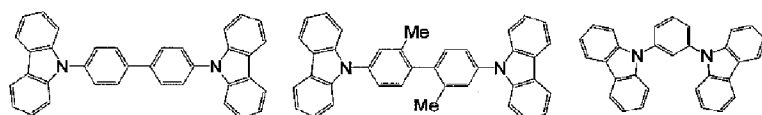
[0253] ホスト材料としては、発光素子を溶液塗布プロセスで作製できるので、上述の燐光発光性の遷移金属錯体を溶解することが可能な溶媒に対して溶解性

を示すものであることが好ましい。

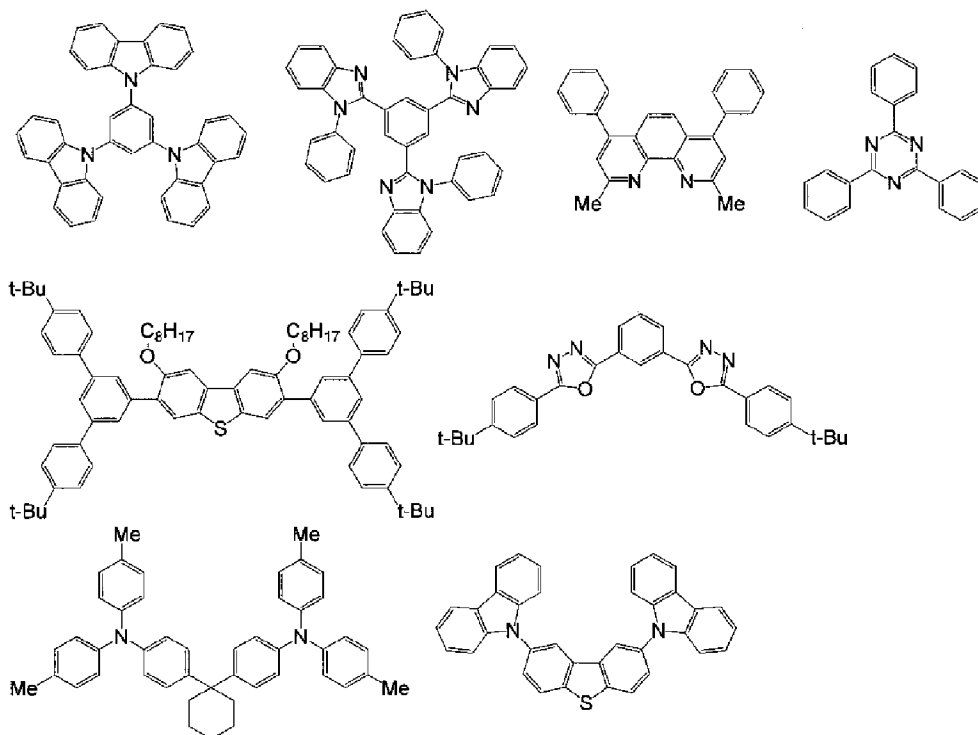
[0254] ホスト材料は、低分子化合物と高分子化合物とに分類される。

[0255] ホスト材料に用いられる低分子化合物としては、カルバゾール骨格を有する化合物、トリアリールアミン骨格を有する化合物、フェナントロリン骨格を有する化合物、トリアリールトリアジン骨格を有する化合物、アゾール骨格を有する化合物、ベンゾチオフェン骨格を有する化合物、ベンゾフラン骨格を有する化合物、フルオレン骨格を有する化合物、スピロフルオレン骨格を有する化合物等が挙げられる。ホスト材料に用いられる低分子化合物の一例は、下記式で表される化合物である。

[0256] [化75]



[0257] [化76]



[0258] ホスト材料に用いられる高分子化合物（以下、「高分子ホスト」と言う。

）としては、前記式（Y）で表される構成単位を含む高分子化合物であることが好ましい。

[0259] 高分子ホストが含んでいてもよい式（Y）で表される構成単位の定義、例及び好ましい範囲は、前述の第1の有機層の架橋基含有高分子化合物が含んでいてもよい式（Y）で表される構成単位の定義、例及び好ましい範囲と同じである。

[0260] 式（Y）で表される構成単位であって、 Ar^{Y1} がアリーレン基である構成単位は、本実施形態に係る発光素子の発光効率がより優れるので、高分子ホストに含まれる構成単位の合計量に対して、好ましくは0.5～90モル%であり、より好ましくは30～87モル%であり、更に好ましくは50～85モル%である。

[0261] 式（Y）で表される構成単位であって、 Ar^{Y1} が2価の複素環基、又は、アリーレン基と2価の複素環基とが直接結合した2価の基である構成単位は、本実施形態に係る発光素子の電荷輸送性が優れるので、高分子ホストに含まれる構成単位の合計量に対して、好ましくは0.5～40モル%であり、より好ましくは3～30モル%であり、更に好ましくは5～20モル%である。

[0262] 式（Y）で表される構成単位は、高分子ホスト中に、1種のみ含まれていてもよく、2種以上含まれていてもよい。

[0263] 高分子ホストは、正孔輸送性が優れるので、更に、式（X）で表される構成単位を含むことが好ましい。

[0264] 高分子ホストが含んでいてもよい式（X）で表される構成単位の定義、例、好ましい範囲、含有量等は、前述の第1の有機層の架橋基含有高分子化合物が含んでいてもよい式（X）で表される構成単位の定義、例、好ましい範囲、含有量等と同じである。

[0265] 高分子ホストにおいて、式（X）で表される構成単位は、1種のみ含まれていても、2種以上含まれていてもよい。

[0266] 高分子ホストとしては、例えば、表2の高分子化合物P-9～化合物P-

14が挙げられる。

[0267] [表2]

高分子化合物	構成単位とそのモル比率				
	式(Y)			式(X)	その他
	式(Y-1) ~(Y-3)	式(Y-4) ~(Y-7)	式(Y-8) ~(Y-10)	式(X-1) ~(X-7)	
	p	q	r	s	
P-9	0.1~99.9	0.1~99.9	0	0	0~30
P-10	0.1~99.9	0	0.1~99.9	0	0~30
P-11	0.1~99.8	0.1~99.8	0	0.1~99.8	0~30
P-12	0.1~99.8	0.1~99.8	0.1~99.8	0	0~30
P-13	0.1~99.8	0	0.1~99.8	0.1~99.8	0~30
P-14	0.1~99.7	0.1~99.7	0.1~99.7	0.1~99.7	0~30

[表中、p、q、r、s及びtは、各構成単位のモル比率を示す。p+q+r+s+t=100であり、かつ、 $100 \geq p+q+r+s \geq 70$ である。その他の構成単位とは、式(Y)で表される構成単位、式(X)で表される構成単位以外の構成単位を意味する。]

[0268] 高分子ホストは、ブロック共重合体、ランダム共重合体、交互共重合体、グラフト共重合体のいずれであってもよいし、その他の態様であってもよいが、複数種の原料モノマーを共重合してなる共重合体であることが好ましい。

[0269] [高分子ホストの製造方法]

第1の有機層の高分子ホストは、前述の第1の有機層の架橋基含有高分子化合物の製造方法と同様の方法で製造することができる。

[0270] [第1の組成物]

第1の有機層は、架橋基を有する化合物と、燐光発光性遷移金属錯体と、前述のホスト材料、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料、蛍光発光性化合物及び酸化防止剤からなる群から選ばれる少なくとも1種とを含む組成物（以下、「第1の組成物」ともいう。）を含有する層であってもよい。第1の組成物に含まれる架橋基を有する化合物の割合は、第1の組成物の全質量に対して2~10質量%である。

[0271] [正孔輸送材料]

正孔輸送材料は、低分子化合物と高分子化合物とに分類され、好ましくは高分子化合物である。正孔輸送材料は、架橋基を有していてもよい。

高分子化合物としては、例えば、ポリビニルカルバゾール及びその誘導体；側鎖又は主鎖に芳香族アミン構造を有するポリアリーレン及びその誘導体が挙げられる。高分子化合物は、電子受容性部位が結合された化合物でもよい。電子受容性部位としては、例えば、フラーレン、テトラフルオロテトラシアノキノジメタン、テトラシアノエチレン、及びトリニトロフルオレノン等が挙げられる。電子受容性部位は、フラーレンであることが好ましい。

第1の組成物において、正孔輸送材料の配合量は、架橋基を有する化合物と燐光発光性遷移金属錯体との合計を100質量部とした場合、通常、1～400質量部であり、好ましくは5～150質量部である。

正孔輸送材料は、一種単独で用いても二種以上を併用してもよい。

[0272] [電子輸送材料]

電子輸送材料は、低分子化合物と高分子化合物とに分類される。電子輸送材料は、架橋基を有していてもよい。

低分子化合物としては、例えば、8-ヒドロキシキノリンを配位子とする金属錯体、オキサジアゾール、アントラキノジメタン、ベンゾキノン、ナフトキノン、アントラキノン、テトラシアノアントラキノジメタン、フルオレノン、ジフェニルジシアノエチレン及びジフェノキノン、並びに、これらの誘導体が挙げられる。

高分子化合物としては、例えば、ポリフェニレン、ポリフルオレン、及びこれらの誘導体が挙げられる。高分子化合物は、金属でドーピングされていてもよい。

第1の組成物において、電子輸送材料の配合量は、架橋基を有する化合物と燐光発光性遷移金属錯体との合計を100質量部とした場合、通常、1～400質量部であり、好ましくは5～150質量部である。

電子輸送材料は、一種単独で用いても二種以上を併用してもよい。

[0273] [正孔注入材料及び電子注入材料]

正孔注入材料及び電子注入材料は、各々、低分子化合物と高分子化合物とに分類される。正孔注入材料及び電子注入材料は、架橋基を有していてもよい。

低分子化合物としては、例えば、銅フタロシアニン等の金属フタロシアニン；カーボン；モリブデン、タングステン等の金属酸化物；フッ化リチウム、フッ化ナトリウム、フッ化セシウム、フッ化カリウム等の金属フッ化物が挙げられる。

高分子化合物としては、例えば、ポリアニリン、ポリチオフェン、ポリピロール、ポリフェニレンビニレン、ポリチエニレンビニレン、ポリキノリン及びポリキノキサリン、並びに、これらの誘導体；芳香族アミン構造を主鎖又は側鎖に含む重合体等の導電性高分子が挙げられる。

第1の組成物において、正孔注入材料及び電子注入材料の配合量は、各々、架橋基を有する化合物と燐光発光性遷移金属錯体との合計を100質量部とした場合、通常、1～400質量部であり、好ましくは5～150質量部である。

電子注入材料及び正孔注入材料は、各々、一種単独で用いても二種以上を併用してもよい。

[0274] [イオンドープ]

正孔注入材料又は電子注入材料が導電性高分子を含む場合、導電性高分子の電気伝導度は、好ましくは、 $1 \times 10^{-5} \text{ S/cm} \sim 1 \times 10^3 \text{ S/cm}$ である。導電性高分子の電気伝導度をかかえる範囲とするために、導電性高分子に適量のイオンをドープすることができる。

ドープするイオンの種類は、正孔注入材料であればアニオン、電子注入材料であればカチオンである。アニオンとしては、例えば、ポリスチレンスルホン酸イオン、アルキルベンゼンスルホン酸イオン、及び樟脳スルホン酸イオンが挙げられる。カチオンとしては、例えば、リチウムイオン、ナトリウムイオン、カリウムイオン、及びテトラブチルアンモニウムイオンが挙げら

れる。

ドーピングするイオンは、一種単独で用いても二種以上を併用してもよい。

[0275] [蛍光発光性化合物]

蛍光発光性化合物は、低分子化合物と高分子化合物とに分類される。蛍光発光性化合物は、架橋基を有していてもよい。

低分子化合物としては、例えば、ナフタレン及びその誘導体、アントラセン及びその誘導体、並びに、ペリレン及びその誘導体が挙げられる。

高分子化合物としては、例えば、フェニレン基、ナフタレンジイル基、アントラセンジイル基、フルオレンジイル基、フェナントレンジイル基、ジヒドロフェナントレンジイル基、前述の式(X)で表される基、カルバゾールジイル基、フェノキサジンジイル基、フェノチアジンジイル基、ピレンジイル基等を含む高分子化合物が挙げられる。

第1の組成物において、蛍光発光性化合物の配合量は、架橋基を有する化合物と燐光発光性遷移金属錯体との合計を100質量部とした場合、通常、0.1～400質量部であり、好ましくは5～150質量部である。

蛍光発光性化合物は、一種単独で用いても二種以上を併用してもよい。

[0276] [酸化防止剤]

酸化防止剤は、架橋基を有する化合物及び燐光発光性遷移金属錯体と同じ溶媒に可溶であり、発光及び電荷輸送を阻害しない化合物であればよい。例えば、酸化防止剤としては、フェノール系酸化防止剤及びリン系酸化防止剤が挙げられる。

第1の組成物において、酸化防止剤の配合量は、架橋基を有する化合物と燐光発光性遷移金属錯体との合計を100質量部とした場合、通常、0.001～10質量部である。

酸化防止剤は、一種単独で用いても二種以上を併用してもよい。

[0277] [第1のインク]

架橋基を有する化合物と、燐光発光性遷移金属錯体と、溶媒とを含有する組成物（以下、「第1のインク」ともいう。）は、スピンコート法、キャス

ティング法、マイクログラビアコート法、グラビアコート法、バーコート法、ロールコート法、ワイヤーバーコート法、ディップコート法、スプレーコート法、スクリーン印刷法、フレキソ印刷法、オフセット印刷法、インクジェット印刷法、キャピラリーコート法、ノズルコート法等の塗布法に好適に使用することができる。

[0278] 第1のインクの粘度は、塗布法の種類によって調整すればよいが、インクジェット印刷法等の溶液が吐出装置を経由する印刷法に適用する場合には、吐出時の目づまりと飛行曲がりが起こりづらいので、好ましくは25℃において1～20 mPa・sである。

[0279] 第1のインクに含有される溶媒は、好ましくは、インク中の固形分を溶解又は均一に分散できる溶媒である。溶媒としては、例えば、1,2-ジクロロエタン、1,1,2-トリクロロエタン、クロロベンゼン、o-ジクロロベンゼン等の塩素系溶媒；テトラヒドロフラン、ジオキサン、アニソール、4-メチルアニソール等のエーテル系溶媒；トルエン、キシレン、メシチレン、エチルベンゼン、n-ヘキシルベンゼン、シクロヘキシルベンゼン等の芳香族炭化水素系溶媒；シクロヘキサン、メチルシクロヘキサン、n-ペンタン、n-ヘキサン、n-ヘプタン、n-オクタン、n-ノナン、n-デカン、n-ドデカン、ビスシクロヘキシル等の脂肪族炭化水素系溶媒；アセトン、メチルエチルケトン、シクロヘキサノン、アセトフェノン等のケトン系溶媒；酢酸エチル、酢酸ブチル、エチルセルソルブアセテート、安息香酸メチル、酢酸フェニル等のエステル系溶媒；エチレングリコール、グリセリン、1,2-ヘキサジオール等の多価アルコール系溶媒；イソプロピルアルコール、シクロヘキサノール等のアルコール系溶媒；ジメチルスルホキシド等のスルホキシド系溶媒；N-メチル-2-ピロリドン、N,N-ジメチルホルムアミド等のアミド系溶媒が挙げられる。溶媒は、一種単独で用いても二種以上を併用してもよい。

[0280] 第1のインクにおいて、溶媒の配合量は、架橋性を有する化合物、燐光発光性遷移金属錯体とホスト材料との合計を100質量部とした場合、通常、

1000～100000質量部であり、好ましくは2000～20000質量部である。

[0281] [第2の有機層]

本発明の第2の有機層は、前記第1の有機層に含有される前記架橋基を有する化合物と同一の架橋基を有する化合物の架橋体（以下は、「第2の有機層の化合物の架橋体」ともいう。）を含有する層である。

[0282] 第2の有機層の化合物の架橋体は、前記架橋基を有する化合物と同一の架橋基を有する化合物を、上述した方法及び条件等により架橋した状態にすることで得られる。

[0283] [第2の組成物]

第2の有機層は、第2の有機層の化合物の架橋体と、正孔輸送材料（但し、第2の有機層の化合物の架橋体とは異なる）、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料、発光材料及び酸化防止剤からなる群から選ばれる少なくとも1種の材料とを含む組成物（以下、「第2の組成物」ともいう。）を含有する層であってもよい。

[0284] 第2の組成物に含有される正孔輸送材料、電子輸送材料、正孔注入材料、電子注入材料及び発光材料の例及び好ましい範囲は、第1の組成物に含有される正孔輸送材料、電子輸送材料、正孔注入材料、電子注入材料及び発光材料の例及び好ましい範囲と同じである。第2の組成物において、正孔輸送材料、電子輸送材料、正孔注入材料、電子注入材料及び発光材料の配合量は、各々、第2の有機層の化合物の架橋体を100質量部とした場合、通常、1～400質量部であり、好ましくは5～150質量部である。

[0285] 第2の組成物に含有される酸化防止剤の例及び好ましい範囲は、第1の組成物に含有される酸化防止剤の例及び好ましい範囲と同じである。第2の組成物において、酸化防止剤の配合量は、第2の有機層の化合物の架橋体を100質量部とした場合、通常、0.001～10質量部である。

[0286] 架橋前の第2の有機層に含有される成分と、第1の有機層に含有される架橋基を有する化合物とが同一であるかの判定方法としては、以下の方法が挙

げられる。まず湿式法で陽極の上に第2の有機層を形成し、架橋反応させずに、トルエン、キシレン、クロロホルム、又はテトラヒドロフラン等の溶媒に架橋反応前の第2の有機層を溶解させ分離する。分離した架橋反応前の第2の有機層は、核磁気共鳴分光法又は質量分析法により分析して、第1の有機層に含まれる架橋基を有する化合物と同一の化合物であることを同定する。

[0287] [第2のインク]

第2の有機層の化合物と、溶媒とを含有する組成物（以下、「第2のインク」ともいう。）は、第1のインクの項で説明した湿式法に好適に使用することができる。第2のインクの粘度の好ましい範囲は、第1のインクの粘度の好ましい範囲と同じである。第2のインクに含有される溶媒の例及び好ましい範囲は、第1のインクに含有される溶媒の例及び好ましい範囲と同じである。

第2のインクにおいて、溶媒の配合量は、第2の有機層の化合物を100質量部とした場合、通常、1000～100000質量部であり、好ましくは2000～20000質量部である。

[0288] <発光素子の層構成>

本発明の一態様における発光素子は、陽極、陰極、第1の有機層及び第2の有機層を含む。一例として、図1に示す発光素子10は、陰極1、第1の有機層2、第2の有機層3、陽極4をこの順に積層した構造を有する。本発明の一態様における発光素子は、陽極、陰極、第1の有機層及び第2の有機層以外の層を有していてもよい。

[0289] 本発明の一態様における発光素子において、第1の有機層は、通常、発光層（以下、「第1の発光層」と言う。）である。

[0290] 本発明の一態様における発光素子において、第2の有機層は、通常、正孔輸送層、第2の発光層又は電子輸送層である。第2の有機層は、正孔輸送層又は第2の発光層であることが好ましい。第2の有機層は、正孔輸送層であることが好ましい。

- [0291] 本発明の一態様における発光素子において、第1の有機層と第2の有機層とは、発光素子の発光効率がより優れるので、隣接していることが好ましい。
- [0292] 本発明の一態様における発光素子において、第2の有機層は、発光素子の発光効率がより優れるので、陽極及び第1の有機層の間に設けられた層であることが好ましい。第2の有機層は、陽極及び第1の有機層の間に設けられた正孔輸送層又は第2の発光層であることがより好ましい。第2の有機層は、陽極及び第1の有機層の間に設けられた正孔輸送層であることが更に好ましい。
- [0293] 本発明の一態様における発光素子の第1の有機層において、架橋基を有する化合物及び燐光発光性遷移金属錯体は、それぞれ、1種単独で含有されていても、2種以上含有されていてもよい。本発明の一態様における発光素子の第2の有機層において、第2の有機層の化合物の架橋体は、1種単独で含有されていても、2種以上含有されていてもよい。
- [0294] 本発明の一態様における発光素子において、第2の有機層が陽極及び第1の有機層の間に設けられた正孔輸送層である場合、発光素子の発光効率がより優れるので、陽極と第2の有機層との間に、正孔注入層を更に有することが好ましい。第2の有機層が陽極及び第1の有機層の間に設けられた正孔輸送層である場合、発光素子の発光効率がより優れるので、陰極と第1の有機層との間に、電子注入層及び電子輸送層のうちの少なくとも1つの層を更に有することが好ましい。
- [0295] 本発明の一態様における発光素子において、第2の有機層が陽極及び第1の有機層の間に設けられた第2の発光層である場合、発光素子の発光効率がより優れるので、陽極と第2の有機層との間に、正孔注入層及び正孔輸送層のうちの少なくとも1つの層を更に有することが好ましい。第2の有機層が陽極及び第1の有機層の間に設けられた第2の発光層である場合、発光素子の発光効率がより優れるので、陰極と第1の有機層との間に、電子注入層及び電子輸送層のうちの少なくとも1つの層を更に有することが好ましい。

- [0296] 本発明の一態様における発光素子において、第2の有機層が陰極及び第1の有機層の間に設けられた第2の発光層である場合、発光素子の発光効率がより優れるので、陽極と第1の有機層との間に、正孔注入層及び正孔輸送層のうちの少なくとも1つの層を更に有することが好ましい。第2の有機層が陰極及び第1の有機層の間に設けられた第2の発光層である場合、発光素子の発光効率がより優れるので、陰極と第2の有機層との間に、電子注入層及び電子輸送層のうちの少なくとも1つの層を更に有することが好ましい。
- [0297] 本発明の一態様における発光素子において、第2の有機層が陰極及び第1の有機層の間に設けられた電子輸送層である場合、発光素子の発光効率がより優れるので、陽極と第1の有機層との間に、正孔注入層及び正孔輸送層のうちの少なくとも1つの層を更に有することが好ましい。第2の有機層が陰極及び第1の有機層の間に設けられた電子輸送層である場合、本発明の発光素子の発光効率がより優れるので、陰極と第2の有機層との間に、電子注入層を更に有することが好ましい。
- [0298] 本発明のいくつかの態様における発光素子の具体的な層構成としては、例えば、(D1)～(D15)で表される層構成が挙げられる。本発明のいくつかの態様における発光素子は、通常、基板を有するが、基板上に陽極から積層されていてもよく、基板上に陰極から積層されていてもよい。
- [0299] (D1) 陽極／第2の発光層（第2の有機層）／第1の発光層（第1の有機層）／陰極
- (D2) 陽極／正孔輸送層（第2の有機層）／第1の発光層（第1の有機層）／陰極
- (D3) 陽極／正孔注入層／第2の発光層（第2の有機層）／第1の発光層（第1の有機層）／陰極
- (D4) 陽極／正孔注入層／第2の発光層（第2の有機層）／第1の発光層（第1の有機層）／電子輸送層／陰極
- (D5) 陽極／正孔注入層／第2の発光層（第2の有機層）／第1の発光層（第1の有機層）／電子注入層／陰極

(D 6) 陽極／正孔注入層／第2の発光層(第2の有機層)／第1の発光層(第1の有機層)／電子輸送層／電子注入層／陰極

(D 7) 陽極／正孔注入層／正孔輸送層(第2の有機層)／第1の発光層(第1の有機層)／陰極

(D 8) 陽極／正孔注入層／正孔輸送層(第2の有機層)／第1の発光層(第1の有機層)／電子輸送層／陰極

(D 9) 陽極／正孔注入層／正孔輸送層(第2の有機層)／第1の発光層(第1の有機層)／電子注入層／陰極

(D 10) 陽極／正孔注入層／正孔輸送層(第2の有機層)／第1の発光層(第1の有機層)／電子輸送層／電子注入層／陰極

(D 11) 陽極／正孔注入層／正孔輸送層／第2の発光層(第2の有機層)／第1の発光層(第1の有機層)／電子輸送層／電子注入層／陰極

(D 12) 陽極／正孔注入層／正孔輸送層(第2の有機層)／第1の発光層(第1の有機層)／第2の発光層／電子輸送層／電子注入層／陰極

(D 13) 陽極／正孔注入層／正孔輸送層／第1の発光層(第1の有機層)／第2の発光層(第2の有機層)／電子輸送層／電子注入層／陰極

(D 14) 陽極／正孔注入層／正孔輸送層／第1の発光層(第1の有機層)／電子輸送層(第2の有機層)／電子注入層／陰極

(D 15) 陽極／正孔注入層／正孔輸送層(第2の有機層)／第2の発光層／第1の発光層(第1の有機層)／電子輸送層／電子注入層／陰極

[0300] (D 1)～(D 15)中、「／」は、その前後の層が隣接して積層していることを意味する。具体的には、「第2の発光層(第2の有機層)／第1の発光層(第1の有機層)」とは、第2の発光層(第2の有機層)と第1の発光層(第1の有機層)とが隣接して積層していることを意味する。

[0301] 本発明の一態様における発光素子において、陽極、正孔注入層、正孔輸送層、第2の発光層、電子輸送層、電子注入層及び陰極は、それぞれ、必要に応じて、2層以上設けられていてもよい。

陽極、正孔注入層、正孔輸送層、第2の発光層、電子輸送層、電子注入層

及び陰極が複数存在する場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。

[0302] 陽極、正孔注入層、正孔輸送層、第1の発光層、第2の発光層、電子輸送層、電子注入層及び陰極の厚さは、通常、1 nm～1 μmであり、好ましくは2 nm～500 nmであり、更に好ましくは5 nm～150 nmである。

本発明の発光素子において、積層する層の順番、数、及び厚さは、発光素子の発光効率、駆動電圧及び素子寿命を勘案して調整すればよい。

[0303] [第2の発光層]

第2の発光層は、通常、第2の有機層又は発光材料を含有する層であり、好ましくは、発光材料を含有する層である。第2の発光層が発光材料を含有する層である場合、第2の発光層に含有される発光材料としては、例えば、前述の第2の組成物が含有してもよい発光材料が挙げられる。第2の発光層に含有される発光材料は、1種単独で含有されていても、2種以上が含有されていてもよい。

本発明の一態様における発光素子が第2の発光層を有し、且つ、後述の正孔輸送層及び後述の電子輸送層が第2の有機層ではない場合、第2の発光層は第2の有機層であることが好ましい。

[0304] [正孔輸送層]

正孔輸送層は、通常、第2の有機層又は正孔輸送材料を含有する層である。正孔輸送層は、第2の有機層であることが好ましい。正孔輸送層が正孔輸送材料を含有する層である場合、正孔輸送材料としては、例えば、前述の第1の組成物が含有してもよい正孔輸送材料が挙げられる。正孔輸送層に含有される正孔輸送材料は、1種単独で含有されていても、2種以上が含有されていてもよい。

本発明の一態様における発光素子が正孔輸送層を有し、且つ、前述の第2の発光層及び後述の電子輸送層が第2の有機層ではない場合、正孔輸送層は第2の有機層であることが好ましい。

[0305] [電子輸送層]

電子輸送層は、通常、第2の有機層又は電子輸送材料を含有する層である。電子輸送層は、電子輸送材料を含有する層であることが好ましい。電子輸送層が電子輸送材料を含有する層である場合、電子輸送層に含有される電子輸送材料としては、例えば、前述の第1の組成物が含有していてもよい電子輸送材料が挙げられる。電子輸送層に含有される電子輸送材料は、1種単独で含有されていても、2種以上が含有されていてもよい。

本発明の一態様における発光素子が電子輸送層を有し、且つ、前述の第2の発光層及び前述の正孔輸送層が第2の有機層ではない場合、電子輸送層は第2の有機層であることが好ましい。

[0306] [正孔注入層及び電子注入層]

正孔注入層は、正孔注入材料を含有する層である。正孔注入層に含有される正孔注入材料としては、例えば、前述の第1の組成物が含有していてもよい正孔注入材料が挙げられる。正孔注入層に含有される正孔注入材料は、1種単独で含有されていても、2種以上が含有されていてもよい。

電子注入層は、電子注入材料を含有する層である。電子注入層に含有される電子注入材料としては、例えば、前述の第1の組成物が含有していてもよい電子注入材料が挙げられる。電子注入層に含有される電子注入材料は、1種単独で含有されていても、2種以上が含有されていてもよい。

[0307] [基板／電極]

発光素子における基板は、電極を形成することができ、かつ、有機層を形成する際に化学的に変化しない基板であればよい。発光素子における基板は、例えば、ガラス、プラスチック、シリコン等の材料からなる基板である。不透明な基板を使用する場合には、基板から最も遠くにある電極が透明又は半透明であることが好ましい。

[0308] 陽極の材料としては、例えば、導電性の金属酸化物、半透明の金属が挙げられる。陽極の材料は、酸化インジウム、酸化亜鉛、酸化スズ；インジウム・スズ・オキサイド（ITO）、インジウム・亜鉛・オキサイド等の導電性化合物；銀とパラジウムと銅との複合体（APC）；金、白金、銀、銅であ

ることが好ましい。

[0309] 陰極の材料としては、例えば、リチウム、ナトリウム、カリウム、ルビジウム、セシウム、ベリリウム、マグネシウム、カルシウム、ストロンチウム、バリウム、アルミニウム、亜鉛、インジウム等の金属；それらのうち2種以上の合金；それらのうち1種以上と、銀、銅、マンガン、チタン、コバルト、ニッケル、タングステン、錫のうち1種以上との合金；並びに、グラファイト及びグラファイト層間化合物が挙げられる。合金としては、例えば、マグネシウム－銀合金、マグネシウム－インジウム合金、マグネシウム－アルミニウム合金、インジウム－銀合金、リチウム－アルミニウム合金、リチウム－マグネシウム合金、リチウム－インジウム合金、カルシウム－アルミニウム合金が挙げられる。

[0310] 本発明の一態様における発光素子において、陽極及び陰極の少なくとも一方は、通常、透明又は半透明であるが、陽極が透明又は半透明であることが好ましい。

[0311] 陽極及び陰極の形成方法としては、例えば、真空蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法、メッキ法及びラミネート法が挙げられる。

[0312] [発光素子の製造方法]

本発明の一態様における発光素子において、第1の発光層、第2の発光層、正孔輸送層、電子輸送層、正孔注入層、電子注入層等の各層の形成方法としては、低分子化合物を用いる場合、例えば、粉末からの真空蒸着法、溶液又は溶融状態からの成膜による方法が挙げられる。高分子化合物を用いる場合、例えば、溶液又は溶融状態からの成膜による方法が挙げられる。

[0313] 第1の発光層、第2の発光層、正孔輸送層、電子輸送層、正孔注入層及び電子注入層は、第1のインク、第2のインク、並びに、上述した発光材料、正孔輸送材料、電子輸送材料、正孔注入材料及び電子注入材料をそれぞれ含有するインクを用いて、スピンコート法、インクジェット印刷法等の塗布法により形成することができる。

[0314] 本発明の一態様における発光素子の製造方法は、陰極、架橋基を有する化

合物と燐光発光性遷移金属錯体とを含有する第1の有機層、前記架橋基を有する化合物と同一の化合物の架橋体を含有する第2の有機層、及び陽極をこの順番に有し、前記第1の有機層に含有される前記架橋基を有する化合物の割合が、前記第1の有機層の全質量に対して2～10質量%である、発光素子の製造方法であって、前記第1の有機層及び前記第2の有機層を塗布法により形成する、発光素子の製造方法である。

[0315] [発光素子の用途]

本発明の発光素子は、例えば、ディスプレイ及び照明に有用である。

実施例

[0316] 以下、実施例によって本発明を更に詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

[0317] 実施例において、高分子化合物のポリスチレン換算の数平均分子量 (M_n) 及びポリスチレン換算の重量平均分子量 (M_w) は、移動相にテトラヒドロフランを用い、サイズエクスクルージョンクロマトグラフィー (SEC) により求めた。なお、SECの各測定条件は、次の通りである。

[0318] 測定する高分子化合物を約0.05質量%の濃度でテトラヒドロフランに溶解させ、SECに10 μ L注入した。移動相は、2.0 mL/分の流量で流した。カラムとして、PL gel MIXED-B (ポリマーラボラトリーズ製) を用いた。検出器にはUV-VIS検出器 (島津製作所製、商品名: SPD-10Avp) を用いた。

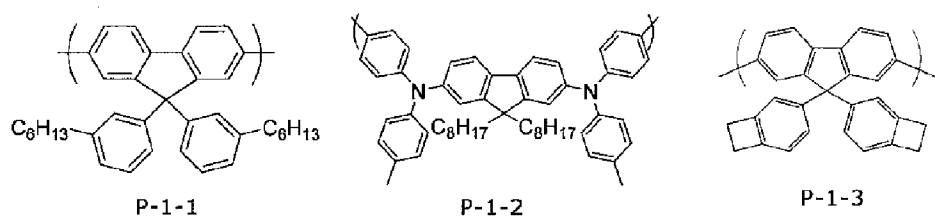
[0319] <合成例P-1> 高分子化合物P-1～P-2の合成

高分子化合物P-1は、特開2011-105701号公報に記載の方法に従って合成した。

高分子化合物P-2は、国際公開第2009/157430号に記載の方法に従って合成した。

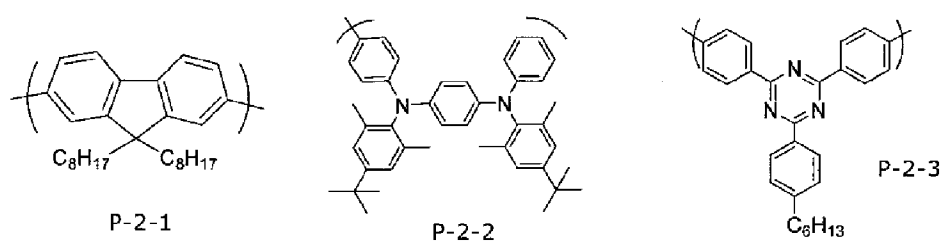
[0320]

[化77]



P-1 (P-1-1):(P-1-2):(P-1-3)=50:42.5:7.5

[0321] [化78]

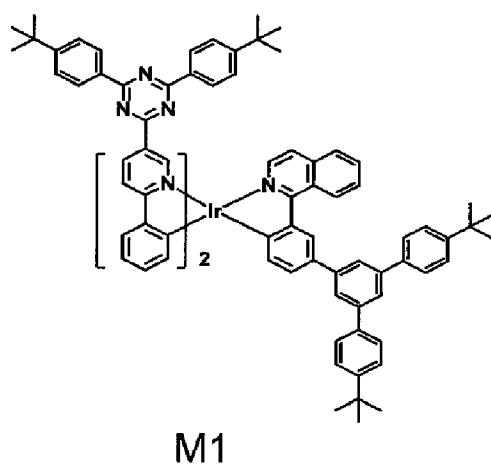


P-2 (P-2-1):(P-2-2):(P-2-3)=85:5:10

[0322] <合成例M 1> 金属錯体M 1 の合成

金属錯体M 1 は、特開2011-105701号公報に記載の方法に従って合成した。

[0323] [化79]



[0324] <比較例1> 発光素子CD 1 の作製と評価

(陽極及び正孔注入層の形成)

ガラス基板にスパッタ法により45nmの厚みでITO膜を付けることに

より陽極を形成した。前記陽極上に、ポリ（エチレンジオキシチオフェン）／ポリスチレンスルホン酸の溶液（エイチ・シー・スタルク社、商品名：CLEVIOS PA14083）をスピンコート法により65 nmの厚さで成膜し、大気雰囲気下において、ホットプレート上で200℃、10分間加熱することにより正孔注入層を形成した。

[0325] （第2の有機層の形成）

キシレンに高分子化合物P-1の0.6質量%キシレン溶液（以下、「組成物P」と言う。）を調製した。組成物Pを用いて、正孔注入層の上にスピンコート法により20 nmの厚さで成膜し、窒素ガス雰囲気下において、ホットプレート上で180℃、60分間加熱させることにより第2の有機層を形成した。この加熱により、高分子化合物P-1は、架橋体となった。

[0326] （第1の有機層の形成）

高分子化合物P-2（92.5質量部）と金属錯体M1（7.5質量部）との混合物の1.6質量%キシレン溶液（以下、「組成物M」と言う。）を調製した。組成物Mを用いて、第2の有機層の上にスピンコート法により80 nmの厚さで成膜し、窒素ガス雰囲気下において、130℃、10分間加熱させることにより第1の有機層を形成した。

[0327] （陰極の形成）

第1の有機層を形成した基板を蒸着機内において、 1.0×10^{-4} Pa以下にまで減圧した後、陰極として、第1の有機層の上にバリウムを約2 nm、次いでアルミニウムを約80 nm蒸着した。蒸着後、ガラス基板を用いて封止することにより、発光素子D1を作製した。

[0328] （発光素子の評価）

発光素子CD1に電圧を印加することにより、615 nmにピークを有する赤色のEL発光が観測された。発光素子CD1の最大発光効率を100%とする。

[0329] <比較例2> 発光素子CD2の作製と評価

高分子化合物P-1の1.6質量%キシレン溶液（以下、「組成物N」と

言う。)を調製し、比較例1の(第1の有機層の形成)における、組成物Mに代えて、組成物M及び組成物N(組成物M/組成物N=80質量%/20質量%)を用いた以外は、比較例1と同様にして、発光素子CD2を作製した。なお、発光素子CD2において、第1の有機層に含まれる高分子化合物P-1は、非架橋体であった。

[0330] 発光素子CD2に電圧を印加することにより、615nmにピークを有する赤色のEL発光が観測されたEL発光が観測された。発光素子CD1の最大発光効率を100%としたとき、発光素子CD2の最大発光効率が89%であった。

[0331] <実施例1> 発光素子D1の作製と評価

比較例1の(第1の有機層の形成)における、組成物Mに代えて、組成物M及び組成物N(組成物M/組成物N=98質量%/2質量%)を用いた以外は、比較例1と同様にして、発光素子D1を作製した。なお、発光素子D1において、第1の有機層に含まれる高分子化合物P-1は、非架橋体であった。

[0332] 発光素子D1に電圧を印加することにより、615nmにピークを有する赤色のEL発光が観測されたEL発光が観測された。発光素子CD1の最大発光効率を100%としたとき、発光素子D1の最大発光効率が109%であった。

[0333] <実施例2> 発光素子D2の作製と評価

比較例1の(第1の有機層の形成)における、組成物Mに代えて、組成物M及び組成物N(組成物M/組成物N=94質量%/6質量%)を用いた以外は、比較例1と同様にして、発光素子D2を作製した。なお、発光素子D2において、第1の有機層に含まれる高分子化合物P-1は、非架橋体であった。

[0334] 発光素子D2に電圧を印加することにより、615nmにピークを有する赤色のEL発光が観測されたEL発光が観測された。発光素子CD1の最大発光効率を10

0%としたとき、発光素子D2の最大発光効率が106%であった。

[0335] <実施例3> 発光素子D3の作製と評価

比較例1の(第1の有機層の形成)における、組成物Mに代えて、組成物M及び組成物N(組成物M/組成物N=92質量%/8質量%)を用いた以外は、比較例1と同様にして、発光素子D3を作製した。なお、発光素子D3において、第1の有機層に含まれる高分子化合物P-1は、非架橋体であった。

[0336] 発光素子D3に電圧を印加することにより、615nmにピークを有する赤色のEL発光

が観測されたEL発光が観測された。発光素子CD1の最大発光効率が100%としたとき、発光素子D3の最大発光効率が106%であった。

[0337] <実施例4> 発光素子D4の作製と評価

比較例1の(第1の有機層の形成)における、組成物Mに代えて、組成物M及び組成物N(組成物M/組成物N=90質量%/10質量%)を用いた以外は、比較例1と同様にして、発光素子D3を作製した。なお、発光素子D4において、第1の有機層に含まれる高分子化合物P-1は、非架橋体であった。

[0338] 発光素子D4に電圧を印加することにより、615nmにピークを有する赤色のEL発光

が観測されたEL発光が観測された。発光素子CD1の最大発光効率が100%としたとき、発光素子D4の最大発光効率が105%であった。

[0339] 表3は、発光素子D1~D4及びCD2の最大発光効率を、発光素子CD1の最大発光効率を100%としたときの相対値で示す。

[0340]

[表3]

	発光素子	第1の有機層	最大発光効率 (発光素子CD1に 対する相対値)
比較例1	CD1	組成物M=100質量%	100%
比較例2	CD2	組成物M/組成物N=80質量%/20質量%	89%
実施例1	D1	組成物M/組成物N=98質量%/2質量%	109%
実施例2	D2	組成物M/組成物N=96質量%/4質量%	106%
実施例3	D3	組成物M/組成物N=92質量%/8質量%	106%
実施例4	D4	組成物M/組成物N=90質量%/10質量%	105%

産業上の利用可能性

[0341] 本発明によれば、発光効率が優れる発光素子を提供することができる。

符号の説明

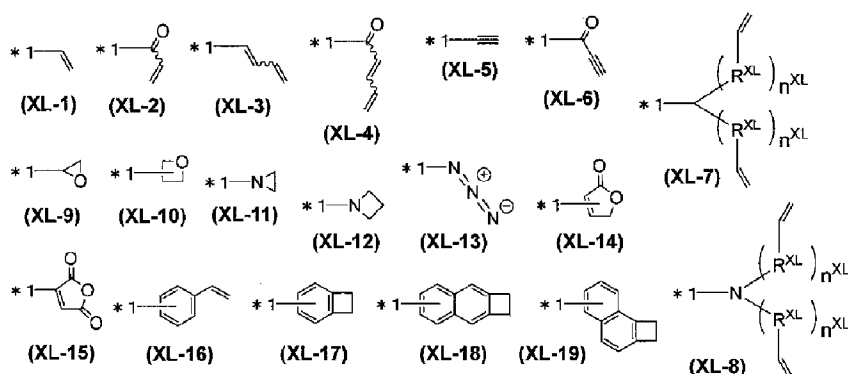
[0342] 1…陰極、2…第1の有機層、3…第2の有機層、4…陽極、10…発光素子。

請求の範囲

[請求項1] 陰極、架橋基を有する化合物と燐光発光性遷移金属錯体とを含有する第1の有機層、前記架橋基を有する化合物と同一の化合物の架橋体を含有する第2の有機層、及び陽極をこの順番に有し、前記第1の有機層に含有される前記架橋基を有する化合物の割合が、前記第1の有機層の全質量に対して2～10質量%である、発光素子。

[請求項2] 前記架橋基を有する化合物が、式(XL-1)～式(XL-19)からなる架橋基群から選ばれる少なくとも一種の架橋基を有する化合物である、請求項1に記載の発光素子。

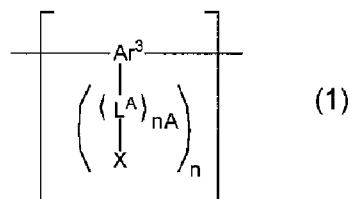
[化1]



[式(XL-1)～式(XL-19)中、 R^{XL} は、メチレン基、酸素原子又は硫黄原子を表し、 n^{XL} は、0～5の整数を表す。 R^{XL} が複数存在する場合、それらは同一でも異なっていてもよい。 n^{XL} が複数存在する場合、それらは同一でも異なっていてもよい。 $*1$ は結合位置を表す。これらの架橋基は置換基を有していてもよく、前記置換基が複数存在する場合、複数の置換基が互いに結合して、それぞれが結合する炭素原子とともに環を形成していてもよい。]

[請求項3] 前記架橋基を有する化合物が、式(1)又は式(1')で表される構成単位を有する高分子化合物である、請求項2に記載の発光素子。

[化2]



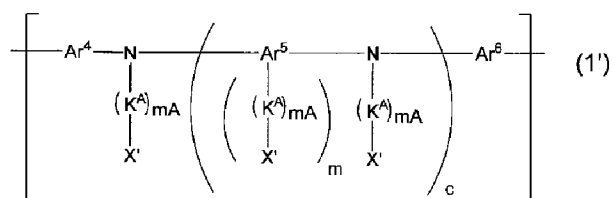
[式(1)中、 nA は0～5の整数を表し、 n は1又は2を表す。 nA が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

Ar^3 は、芳香族炭化水素基又は複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。

L^A は、アルキレン基、シクロアルキレン基、アリーレン基、2価の複素環基、 $-\text{NR}'-$ で表される基、酸素原子又は硫黄原子を表し、酸素原子及び硫黄原子以外のこれらの基は置換基を有していてもよい。 R' は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は1価の複素環基を表し、水素原子以外のこれらの基は置換基を有していてもよい。 L^A が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

X は、前記架橋基群から選ばれる架橋基を表す。 X が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。]

[化3]



[式(1')中、 mA は0～5の整数を表し、 m は1～4の整数を表し、 c は0又は1の整数を表す。 mA が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

Ar^5 は、芳香族炭化水素基、複素環基、又は、芳香族炭化水素環と複素環とが直接結合した基を表し、これらの基は置換基を有してい

てもよい。

Ar^4 及び Ar^6 は、それぞれ独立に、アリーレン基又は 2 価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。

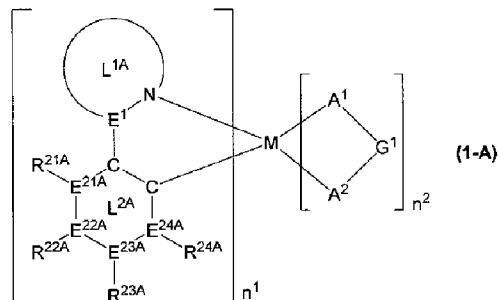
Ar^4 、 Ar^5 及び Ar^6 はそれぞれ、前記基が結合している窒素原子に結合している前記基以外の基と、直接又は酸素原子もしくは硫黄原子を介して結合して、環を形成していてもよい。

K^A は、アルキレン基、シクロアルキレン基、アリーレン基、2 価の複素環基、 $-NR''-$ で表される基、酸素原子又は硫黄原子を表し、酸素原子及び硫黄原子以外のこれらの基は置換基を有していてもよい。 R'' は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は 1 価の複素環基を表し、水素原子以外のこれらの基は置換基を有していてもよい。 K^A が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

X' は、前記架橋基群から選ばれる架橋基、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は 1 価の複素環基を表し、水素原子以外のこれらの基は置換基を有していてもよい。但し、少なくとも 1 つの X' は、前記架橋基群から選ばれる架橋基である。]

[請求項4] 前記燐光発光性遷移金属錯体が、式 (1-A) で表される金属錯体である、請求項 1～3 のいずれか一項に記載の発光素子。

[化4]



[式 (1-A) 中、M は、ルテニウム原子、ロジウム原子、パラジウム原子、イリジウム原子又は白金原子を表す。

n^1 は1以上の整数を表し、 n^2 は0以上の整数を表す。但し、Mがルテニウム原子、ロジウム原子又はイリジウム原子の場合、 $n^1 + n^2$ は3であり、Mがパラジウム原子又は白金原子の場合、 $n^1 + n^2$ は2である。

E^1 は、炭素原子又は窒素原子を表す。 E^1 が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

環 L^{1A} は、ピリジン環、ジアザベンゼン環、アザナフタレン環、ジアザナフタレン環、トリアゾール環又はジアゾール環を表し、これらの環は置換基を有していてもよい。前記置換基が複数存在する場合、複数の置換基が互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。環 L^{1A} が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

E^{21A} 、 E^{22A} 、 E^{23A} 及び E^{24A} は、それぞれ独立に、窒素原子又は炭素原子を表す。但し、環 L^{2A} は、ベンゼン環、ピリジン環又はジアザベンゼン環を表す。 E^{21A} が窒素原子の場合、 R^{21A} は存在しない。 E^{22A} が窒素原子の場合、 R^{22A} は存在しない。 E^{23A} が窒素原子の場合、 R^{23A} は存在しない。 E^{24A} が窒素原子の場合、 R^{24A} は存在しない。 E^{21A} 、 E^{22A} 、 E^{23A} 及び E^{24A} は、複数存在する場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。

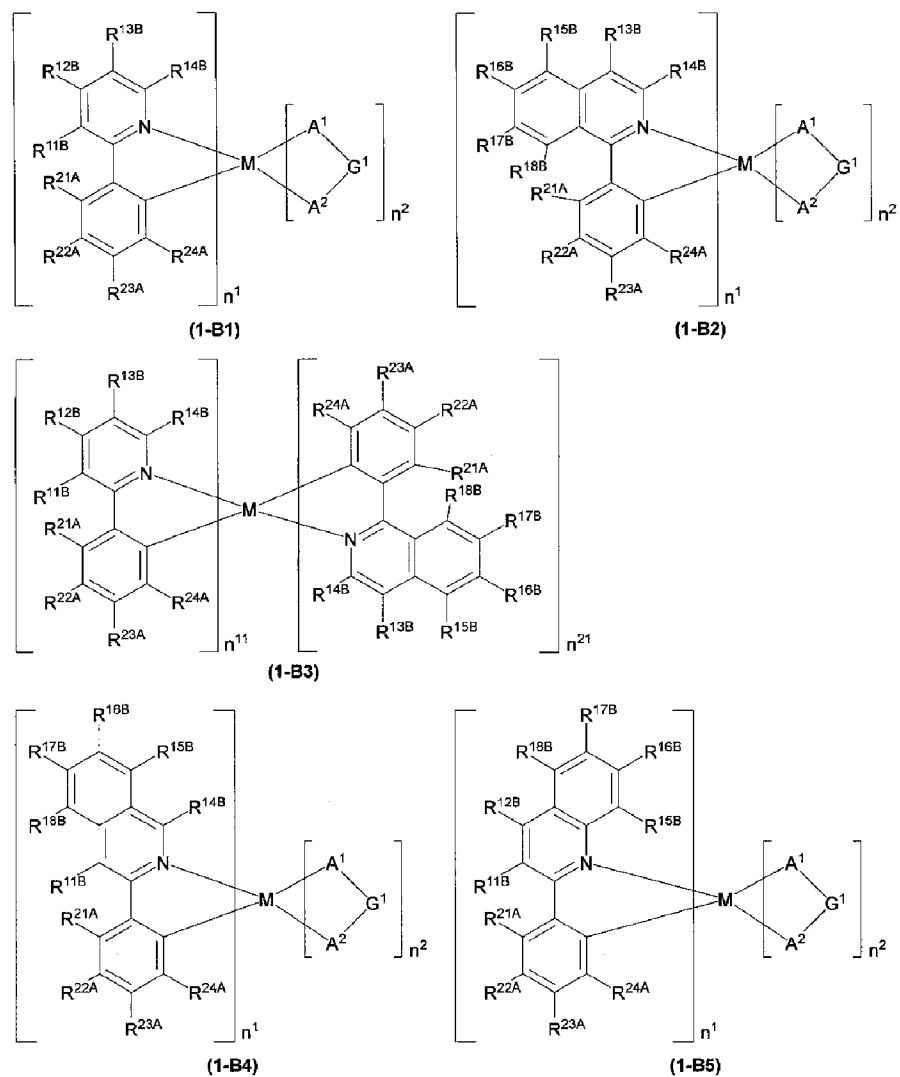
R^{21A} 、 R^{22A} 、 R^{23A} 及び R^{24A} は、それぞれ独立に、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、1価の複素環基、置換アミノ基又はハロゲン原子を表し、水素原子以外のこれらの基は置換基を有していてもよい。 R^{21A} 、 R^{22A} 、 R^{23A} 及び R^{24A} が複数存在する場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。 R^{21A} と R^{22A} 、 R^{22A} と R^{23A} 、 R^{23A} と R^{24A} 、及び、環 L^{1A} が有していてもよい置換基と R^{21A} は、それぞれ結合して、環を形成していてもよい。

$A^1 - G^1 - A^2$ は、アニオン性の2座配位子を表す。 A^1 及び A^2 は、

それぞれ独立に、炭素原子、酸素原子又は窒素原子を表し、これらの原子は環を構成する原子であってもよい。G¹は、単結合、又は、A¹及びA²とともに2座配位子を構成する原子団を表す。A¹—G¹—A²が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。]

[請求項5] 前記式(1-A)で表される金属錯体が、式(1-B1)、式(1-B2)、式(1-B3)、式(1-B4)又は式(1-B5)で表される金属錯体である、請求項4に記載の発光素子。

[化5]



[式(1-B1)～式(1-B5)中、M、n¹、n²、R^{21A}、R^{22A}、R^{23A}、R^{24A}及びA¹—G¹—A²は、前記と同じ意味を表す。

n^{11} 及び n^{12} は、それぞれ独立に、1又は2を表す。但し、Mがルテニウム原子、ロジウム原子又はイリジウム原子の場合、 $n^{11} + n^{12}$ は3であり、Mがパラジウム原子又は白金原子の場合、 $n^{11} + n^{12}$ は2である。

R^{11B} 、 R^{12B} 、 R^{13B} 、 R^{14B} 、 R^{15B} 、 R^{16B} 、 R^{17B} 及び R^{18B} は、それぞれ独立に、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、1価の複素環基、置換アミノ基又はハロゲン原子を表し、水素原子以外のこれらの基は置換基を有していてもよい。 R^{11B} 、 R^{12B} 、 R^{13B} 、 R^{14B} 、 R^{15B} 、 R^{16B} 、 R^{17B} 及び R^{18B} が複数存在する場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。

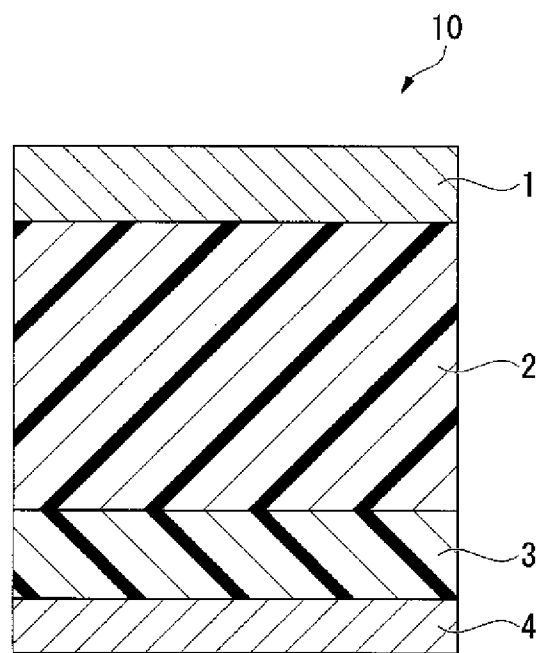
式(1-B1)中、 R^{11B} と R^{12B} 、 R^{12B} と R^{13B} 、 R^{13B} と R^{14B} 、及び、 R^{11B} と R^{21A} は、それぞれ結合して、環を形成していてもよい。式(1-B2)中、 R^{13B} と R^{14B} 、 R^{13B} と R^{15B} 、 R^{15B} と R^{16B} 、 R^{16B} と R^{17B} 、 R^{17B} と R^{18B} 、及び、 R^{18B} と R^{21A} は、それぞれ結合して、環を形成していてもよい。式(1-B3)中、 R^{11B} と R^{12B} 、 R^{12B} と R^{13B} 、 R^{13B} と R^{14B} 、 R^{11B} と R^{21A} 、 R^{13B} と R^{15B} 、 R^{15B} と R^{16B} 、 R^{16B} と R^{17B} 、 R^{17B} と R^{18B} 、及び、 R^{18B} と R^{21A} は、それぞれ結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。式(1-B4)中、 R^{11B} と R^{18B} 、 R^{14B} と R^{15B} 、 R^{15B} と R^{16B} 、 R^{16B} と R^{17B} 、 R^{17B} と R^{18B} 、及び、 R^{11B} と R^{21A} は、それぞれ結合して、環を形成していてもよい。式(1-B5)中、 R^{11B} と R^{12B} 、 R^{12B} と R^{18B} 、 R^{15B} と R^{16B} 、 R^{16B} と R^{17B} 、 R^{17B} と R^{18B} 、及び、 R^{11B} と R^{21A} は、それぞれ結合して、環を形成していてもよい。]

[請求項6] 前記第1の有機層と前記第2の有機層とが接する請求項1～5のいずれか一項に記載の発光素子。

[請求項7] 陰極、架橋基を有する化合物と燐光発光性遷移金属錯体とを含有する第1の有機層、前記架橋基を有する化合物と同一の化合物の架橋体を含有する第2の有機層、及び陽極をこの順番に有し、前記第1の有

機層に含有される前記架橋基を有する化合物の割合が、前記第 1 の有機層の全質量に対して 2 ～ 10 質量%である、発光素子の製造方法であって、前記第 1 の有機層及び前記第 2 の有機層を塗布法により形成する、発光素子の製造方法。

[図1]



[図1]

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/049783

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C07F 15/00 (2006.01)i; C09K 11/06 (2006.01)i; H05B 33/10 (2006.01)i; H01L 51/50 (2006.01)i

FI: H05B33/14 B; H05B33/10; H05B33/22 D; C09K11/06 660; C09K11/06 690; C07F15/00 E

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)

C07F15/00; C09K11/06; H05B33/10; H01L51/50

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	JP 6600110 B1 (SUMITOMO CHEMICAL CO., LTD.) 11.10.2019 (2019-10-11) claims (claims 1-7)	1-7
A	WO 2017/061332 A1 (SUMITOMO CHEMICAL CO., LTD.) 13.04.2017 (2017-04-13) entire text, all drawings	1-7
A	WO 2011/049226 A1 (SUMITOMO CHEMICAL CO., LTD.) 28.04.2011 (2011-04-28) claims, examples (pp. 3, 4)	1-7
A	JP 2018-104674 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 05.07.2018 (2018-07-05) claims, examples	1-7
A	WO 2015/133437 A1 (MITSUBISHI CHEMICAL CORP.) 11.09.2015 (2015-09-11) entire text, all drawings	1-7
A	JP 2011-211174 A (FUJIFILM CORPORATION) 20.10.2011 (2011-10-20) claims, examples	1-7
A	JP 2016-111355 A (SUMITOMO CHEMICAL CO., LTD.) 20.06.2016 (2016-06-20) claims, examples	1-7

☐ 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
14 January 2020 (14.01.2020)

Date of mailing of the international search report
28 January 2020 (28.01.2020)

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

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/049783

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 6600110 B1	11 Oct. 2019	(Family: none)	
WO 2017/061332 A1	13 Apr. 2017	US 2018/0240978 A1 entire text, all drawings JP 2018-117127 A EP 3361521 A1 CN 108140741 A	
WO 2011/049226 A1	28 Apr. 2011	US 2012/0205585 A1 claims, examples (pp. 3, 4) JP 2011-105701 A EP 2492276 A1 CN 102596978 A KR 10-2012-0081616 A TW 201122083 A	
JP 2018-104674 A	05 Jul. 2018	US 2018/0182967 A1 claims, examples KR 10-2018-0076294 A	
WO 2015/133437 A1	11 Sep. 2015	US 2016/0372676 A1 entire text, all drawings JP 2019-173032 A EP 3115395 A1 KR 10-2016-0129009 A CN 106459409 A TW 201542623 A	
JP 2011-211174 A	20 Oct. 2011	US 2013/0001541 A1 claims, examples US 2017/0170410 A1 WO 2011/111860 A1 TW 201137086 A CN 102893423 A KR 10-2013-0053388 A KR 10-2017-0014018 A	
JP 2016-111355 A	20 Jun. 2016	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C07F 15/00(2006.01)i; C09K 11/06(2006.01)i; H05B 33/10(2006.01)i; H01L 51/50(2006.01)i FI: H05B33/14 B; H05B33/10; H05B33/22 D; C09K11/06 660; C09K11/06 690; C07F15/00 E		
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）） C07F15/00; C09K11/06; H05B33/10; H01L51/50 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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）		
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
P, X	JP 6600110 B1（住友化学株式会社）11.10.2019（2019-10-11） 請求の範囲（請求項1-7）	1-7
A	WO 2017/061332 A1（住友化学株式会社）13.04.2017（2017-04-13） 全文全文	1-7
A	WO 2011/049226 A1（住友化学株式会社）28.04.2011（2011-04-28） 請求の範囲, 実施例(P-3, P-4)	1-7
A	JP 2018-104674 A（三星電子株式会社）05.07.2018（2018-07-05） 特許請求の範囲, 実施例	1-7
A	WO 2015/133437 A1（三菱化学株式会社）11.09.2015（2015-09-11） 全文全文	1-7
A	JP 2011-211174 A（富士フイルム株式会社）20.10.2011（2011-10-20） 特許請求の範囲, 実施例	1-7
A	JP 2016-111355 A（住友化学株式会社）20.06.2016（2016-06-20） 特許請求の範囲, 実施例	1-7
☐ 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、一般的な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抵触するものではなく、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 14.01.2020		国際調査報告の発送日 28.01.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 岩井 好子 20 4160 電話番号 03-3581-1101 内線 3271

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2019/049783

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	6600110	B1	11.10.2019	(ファミリーなし)	
WO	2017/061332	A1	13.04.2017	US 2018/0240978	A1
				全文全図	
				JP 2018-117127	A
				EP 3361521	A1
				CN 108140741	A
WO	2011/049226	A1	28.04.2011	US 2012/0205585	A1
				請求の範囲, 実施例 (P-3, P-4)	
				JP 2011-105701	A
				EP 2492276	A1
				CN 102596978	A
				KR 10-2012-0081616	A
				TW 201122083	A
JP	2018-104674	A	05.07.2018	US 2018/0182967	A1
				特許請求の範囲, 実施例	
				KR 10-2018-0076294	A
WO	2015/133437	A1	11.09.2015	US 2016/0372676	A1
				全文全図	
				JP 2019-173032	A
				EP 3115395	A1
				KR 10-2016-0129009	A
				CN 106459409	A
				TW 201542623	A
JP	2011-211174	A	20.10.2011	US 2013/0001541	A1
				特許請求の範囲, 実施例	
				US 2017/0170410	A1
				WO 2011/111860	A1
				TW 201137086	A
				CN 102893423	A
				KR 10-2013-0053388	A
				KR 10-2017-0014018	A
JP	2016-111355	A	20.06.2016	(ファミリーなし)	