

(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
2012年2月9日(09.02.2012)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/018120 A1

- (51) 国際特許分類:
C07C 211/54 (2006.01) C09K 11/06 (2006.01)
C07C 211/57 (2006.01) H01L 51/50 (2006.01)
C07C 211/61 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/067962
- (22) 国際出願日: 2011年8月5日(05.08.2011)
- (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 2010-176718 2010年8月5日(05.08.2010) JP
特願 2010-185094 2010年8月20日(20.08.2010) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 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; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 伊藤 光則 (ITO Mitsunori) [JP/JP]; 〒2990293 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地 Chiba (JP). 萩原 俊成

(OGIWARA Toshinari) [JP/JP]; 〒2990293 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地 Chiba (JP). 西村 和樹 (NISHIMURA Kazuki) [JP/JP]; 〒2990293 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地 Chiba (JP). 井上 哲也 (INOUE Tetsuya) [JP/JP]; 〒2990293 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地 Chiba (JP). 日比野 茎子 (HIBINO Kumiko) [JP/JP]; 〒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の財産事務所 (KINOSHITA & ASSOCIATES); 〒1670051 東京都杉並区荻窪五丁目26番13号 荻窪T Mビル3階 Tokyo (JP).

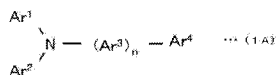
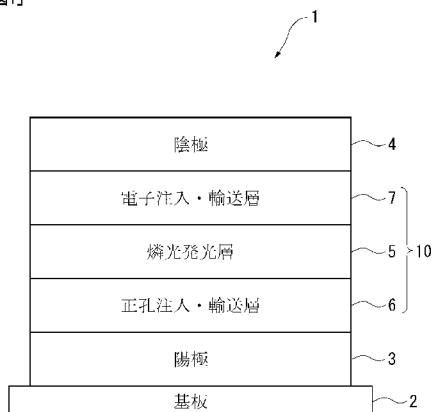
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG,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

[続葉有]

(54) Title: MONOAMINE DERIVATIVE AND ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT USING SAME

(54) 発明の名称: モノアミン誘導体およびそれを用いる有機エレクトロルミネッセンス素子

[図1]



- 2 SUBSTRATE
- 3 ANODE
- 4 CATHODE
- 5 PHOSPHORESCENCE-EMITTING LAYER
- 6 POSITIVE HOLE INJECTION AND/OR TRANSPORT LAYER
- 7 ELECTRON INJECTION AND/OR TRANSPORT LAYER

(57) Abstract: The organic electroluminescent element (1), which is provided with a light-emitting layer (5) between a mutually opposing anode (3) and cathode (4) and in which the light-emitting layer (5) comprises a host material and a phosphorescence-emitting dopant material, is characterized in that said host material comprises a monoamine derivative represented by formula (1A). (In formula (1A), Ar¹, Ar² and Ar⁴ each represent an aryl group or heteroaryl group that may have a substituent. Ar³ is an arylene group or heteroarylene group that may have a substituent. n is an integer of 0 to 5 and when n is 2 or more, the Ar³s can be the same or different. At least one of Ar¹, Ar² and Ar⁴ is a group derived from a condensed aromatic hydrocarbon backbone of three or more rings.)

(57) 要約: 互いに対向する陽極(3)と陰極(4)との間に発光層(5)を備え、発光層(5)は、ホスト材料と燐光発光性ドーパント材料とを含み、前記ホスト材料は、下記の式(1A)で表されるモノアミン誘導体を含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子1。(式(1A)において、Ar¹、Ar²、およびAr⁴は、それぞれ置換基を有しても良いアリーール基またはヘテロアリーール基を示す。Ar³は、置換基を有しても良いアリーレン基またはヘテロアリーレン基である。nは、0から5までの整数であり、nが2以上の場合、Ar³はそれぞれ同一でも異なっても良い。Ar¹、Ar²、およびAr⁴のうちの少なくとも1つは、3環以上の縮合芳香族炭化水素骨格から誘導される基である。)

WO 2012/018120 A1



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

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, ML, MR,
NE, SN, TD, TG).

(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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,

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：

モノアミン誘導体およびそれを用いる有機エレクトロルミネッセンス素子

技術分野

[0001] 本発明は、モノアミン誘導体およびそれを用いる有機エレクトロルミネッセンス素子に関する。

背景技術

[0002] 陽極と陰極との間に発光層を含む有機薄膜層を備え、発光層に注入された正孔と電子との再結合によって生じる励起子（エキシトン）エネルギーから発光を得る有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、「有機EL素子」と略記する場合がある）が知られている（例えば、特許文献1から5まで参照）。

[0003] 特許文献1から5までには、有機EL素子に用いられるモノアミン誘導体が記載されている。これらのモノアミン誘導体としては、ベンゼン環、ナフタレン環、フェナントレン環、ジベンゾフラン環、フルオレン環から誘導される基を有する構造が記載されている。

また、特許文献1、2のモノアミン誘導体は、蛍光発光材料であるTBPe（2, 5, 8, 11-テトラ-tert-ブチルペリレン）または1, 2-ビス（4-ビナフチルアミノフェニル）エチレンと組み合わせられて、蛍光ホスト材料として使用されている。

また、特許文献3のモノアミン誘導体は、蛍光を発する化合物であり、有機EL素子の発光層を形成する材料として使用されている。

[0004] また、従来、1種のホスト材料により燐光発光性ドーパント材料を含有する発光層を形成した有機EL素子が知られているが。このような有機EL素子では、発光層において電子または正孔のいずれかの輸送に偏りが生じる場合がある。その場合、再結合に関与しない電子または正孔が過剰に存在することになるため、電子と正孔とのキャリアバランスを調整し、発光効率の低

下を防止する方法が検討されている。

例えば、電子輸送性の第1ホスト材料および正孔輸送性の第2ホスト材料を発光層に用いることにより、キャリアバランスを調整した有機EL素子が提案されている（特許文献6から9まで参照）。

特許文献6では、電子輸送性の第1ホスト材料としてCBP（4, 4'-ビス（カルバゾール）ビフェニル）、正孔輸送性の第2ホスト材料としてTPD（N, N'-ビス（3-メチルフェニル）-N, N'-ジフェニルベンジジン、ジアミン誘導体）を用いた発光層を備える有機EL素子が開示されている。そして、特許文献6の有機EL素子では、第2ホスト材料のTPDの濃度を変えることにより、発光効率が大きく変化するという効果が得られている。

特許文献7では、電子輸送性の第1ホスト材料として2-(4'-tert-ブチルフェニル)-5-(4"-ビフェニル)-1, 3, 4-オキサジアゾール、正孔輸送性の第2ホスト材料としてTPDを用い、蛍光発光性を示す発光層を備える有機EL素子が開示されている。

特許文献8, 9では、電子輸送性の第1ホスト材料としてAlq₃（トリス-(8-ヒドロキシキノリン)アルミニウム)、正孔輸送性の第2ホスト材料としてNPD（N, N'-ジフェニル-N, N'-ビス-アルファ-ナフチルベンジジン、ジアミン誘導体）を用いた発光層を備える有機EL素子が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特表2008-545729号公報

特許文献2：特開2009-215333号公報

特許文献3：特開2000-12229号公報

特許文献4：特開2008-37755号公報

特許文献5：特開2009-283899号公報

特許文献6：特開2004-296185号公報

特許文献7：特開平4－212286号公報

特許文献8：特表2004－515895号公報

特許文献9：特開2004－172068号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献1から5までには、モノアミン誘導体として、上述したようなベンゼン環などを有する構造が開示されている。

これらのモノアミン誘導体を燐光ホスト材料として用い、燐光発光材料と組み合わせて外部量子効率などを向上させることも考えられる。

しかしながら、燐光ホスト材料は、組み合わされる燐光発光材料よりも励起3重項エネルギーが高くなければならないため、特許文献1から5までのモノアミン誘導体は単純には燐光ホスト材料として転用できない。

また、一般的に、アミン誘導体は、電子に弱く極めて短寿命であり、しかもCBPのような従来使用されている燐光ホスト材料としてのカルバゾール誘導体などよりも短寿命である。そのため、蛍光ホスト材料としての特許文献1から5までに記載のようなアミン誘導体を燐光ホスト材料として転用することは困難である。

なお特許文献2には、非アミン化合物やジアミノ化合物が燐光ホスト材料として開示されている。しかし燐光ホスト材料として用いるためには励起3重項エネルギーだけでなく、電荷輸送性が要求されるため、特許文献2に開示されている材料では、これらの要求をすべて満たさないため、高効率・長寿命の両方を達成することが困難であった。

[0007] また、第1ホスト材料および第2ホスト材料を発光層に用いた有機EL素子、例えば、特許文献6、7に記載のような第2ホスト材料としてTPDを用いる有機EL素子では、発光効率がTPDの濃度に大きく依存する。また、特許文献8、9に記載のNPDを用いる有機EL素子も、特許文献6に記載の有機EL素子と同様に、発光効率などがNPDの濃度に大きく依存する。従って、特許文献6から9までの第2ホスト材料を用いる有機EL素子で

は、有機EL素子を作製する際に、第2ホスト材料が特定の濃度となるように微調整しなければ高発光効率とならないため、量産に適していない。

[0008] 本発明の第一の目的は、有機EL素子の発光効率、外部量子効率、および発光寿命を向上させることができるモノアミン誘導体およびそれを用いる有機EL素子を提供することである。

また、本発明の第二の目的は、発光層に第1ホスト材料および第2ホスト材料を用いる場合においても、発光効率および外部量子効率に優れ、量産に適する有機EL素子を提供することである。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明者らは、前記目的を達成するために、鋭意研究を重ねた結果、特定の縮合芳香族炭化水素基を有するモノアミン誘導体が有機EL素子の発光効率、外部量子効率、および発光寿命を向上させることができることを見出した。

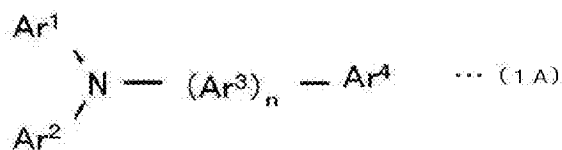
また、本発明者らは、前記目的を達成するために、鋭意研究を重ねた結果、特定の骨格を有するモノアミン誘導体を第2ホスト材料として用いた有機EL素子では、発光効率および外部量子効率が優れ、量産に適することを見出した。

本発明は、これらの知見に基づいて完成したものである。

[0010] [1] 互いに対向する陽極と陰極との間に発光層を備え、
前記発光層は、ホスト材料と燐光発光性ドーパント材料とを含み、
前記ホスト材料は、下記の式(1A)で表されるモノアミン誘導体を含む

ことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0011] [化1]



[0012] 式(1A)において、Ar¹、Ar²、およびAr⁴は、それぞれ置換基を有

しても良いアリール基またはヘテロアリール基を示す。

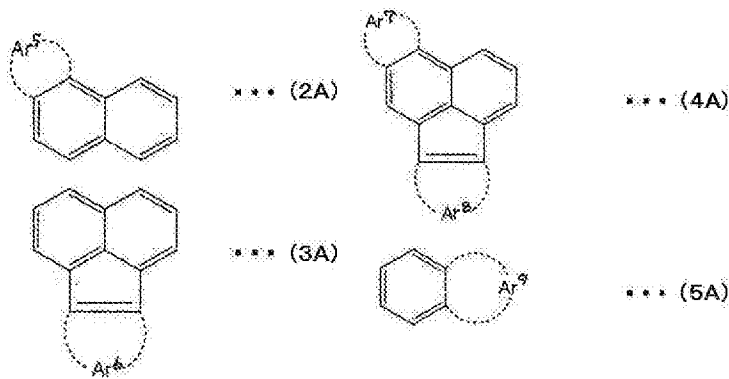
Ar^3 は、置換基を有しても良いアリーレン基またはヘテロアリーレン基である。

n は、0から5までの整数であり、 n が2以上の場合、 Ar^3 はそれぞれ同一でも異なっても良い。

Ar^1 、 Ar^2 、 Ar^3 および Ar^4 のうち少なくとも1つは、3環以上の縮合芳香族炭化水素骨格から誘導される基である。

- [0013] [2] 上記 [1] に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記3環以上の縮合芳香族炭化水素骨格は、下記式 (2A) から (5A) までで示される骨格のうちのいずれかであることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0014] [化2]



- [0015] 式 (2A) から (5A) までにおいて、 Ar^5 から Ar^9 までは、それぞれ置換基を有しても良い環形成炭素数が4から20までの環構造であり、隣接する環と縮合環を形成する。

- [0016] [3] 上記 [1] または上記 [2] に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記発光層は、第1ホスト材料と、第2ホスト材料と、燐光発光性ドーパント材料とを含み、

前記第2ホスト材料は、前記モノアミン誘導体である

ことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

- [0017] [4] 上記 [3] に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記第2ホスト材料における前記式(1A)のAr⁴は、3環以上の縮合芳香族炭化水素骨格から誘導される基である

ことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0018] [5] 上記[3]に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記第二ホスト材料における前記式(1A)のAr⁴は、

フェナントレン骨格、
ベンゾフェナントレン骨格、
ジベンゾフェナントレン骨格、
クリセン骨格、
ベンゾクリセン骨格、
ジベンゾクリセン骨格、
フルオランテン骨格、
ベンゾフルオランテン骨格、
トリフェニレン骨格、
ベンゾトリフェニレン骨格、
ジベンゾトリフェニレン骨格、
ピセン骨格、
ベンゾピセン骨格、および
ジベンゾピセン骨格

のうちのいずれかから誘導される一価の基である

ことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0019] [6] 上記[1]から上記[5]まで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において、

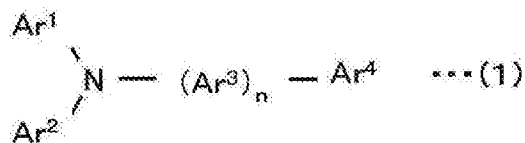
前記燐光発光性ドーパント材料は、イリジウム(Ir)、オスミウム(Os)または白金(Pt)金属のオルトメタル化錯体である

ことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0020] [7] 下記式(1)で表されるモノアミン誘導体。

[0021]

[化3]



[0022] (式(1)において、Ar¹、Ar²、およびAr⁴は、それぞれ置換基を有しても良いアリール基またはヘテロアリール基を示す。

Ar³は、置換基を有しても良いアリーレン基またはヘテロアリーレン基である。

nは、0から5までの整数である。

nが0の場合、Ar¹、Ar²、およびAr⁴のうちの少なくとも1つは、3環以上の縮合芳香族炭化水素骨格から誘導される基である。

nが1の場合、Ar¹、Ar²、Ar³およびAr⁴のうち少なくとも1つは、3環以上の縮合芳香族炭化水素骨格から誘導される基である。

nが2以上の場合、Ar³はそれぞれ同一でも異なっても良い。))

[0023] [8] 上記[7]に記載のモノアミン誘導体において、

前記式(1)において、nが2以上の場合、

Ar¹、Ar²、およびAr⁴のうちの少なくとも1つは、3環以上の縮合芳香族炭化水素骨格から誘導される基である

ことを特徴とするモノアミン誘導体。

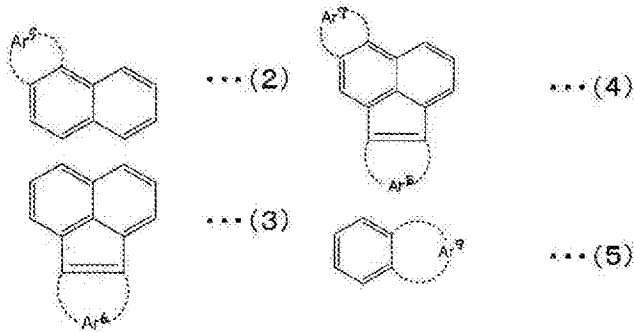
[0024] [9] 上記[7]または上記[8]に記載のモノアミン誘導体において、

前記3環以上の縮合芳香族炭化水素骨格は、下記式(2)から式(5)までで示される骨格のうちのいずれかである

ことを特徴とするモノアミン誘導体。

[0025]

[化4]



[0026] (式(2)から式(5)までにおいて、Ar⁵、Ar⁶、Ar⁷、Ar⁸およびAr⁹は、それぞれ置換基を有しても良い環形成炭素数が4から20までの環構造であり、隣接する環と縮合環を形成する。)

[0027] [10] 上記[9]に記載のモノアミン誘導体において、前記式(1)のAr⁴は、前記式(2)から式(5)までで示される骨格のうちいずれかから誘導される一価の基であることを特徴とするモノアミン誘導体。

[0028] [11] 上記[10]に記載のモノアミン誘導体において、前記式(1)のAr⁴は、

- フェナントレン骨格、
- ベンゾフェナントレン骨格、
- ジベンゾフェナントレン骨格、
- クリセン骨格、
- ベンゾクリセン骨格、
- ジベンゾクリセン骨格、
- フルオランテン骨格、
- ベンゾフルオランテン骨格、
- トリフェニレン骨格、
- ベンゾトリフェニレン骨格、
- ジベンゾトリフェニレン骨格、
- ピセン骨格、

ベンゾピセン骨格、および

ジベンゾピセン骨格

のうちのいずれかから誘導される一価の基である

ことを特徴とするモノアミン誘導体。

[0029] [12] 上記 [7] に記載のモノアミン誘導体において、

n が 0 の場合、下記式 (6) で表され、

Ar^1 、 Ar^2 、および Ar^4 のうちの少なくとも 1 つは、

フェナントレニル基、

ベンゾフェナントレニル基、

ジベンゾフェナントレニル基、

ベンゾクリセニル基、

ジベンゾクリセニル基、

フルオランテニル基、

ベンゾフルオランテニル基、

トリフェニレニル基、

ベンゾトリフェニレニル基、

ジベンゾトリフェニレニル基、

ピセニル基、

ベンゾピセニル基、

ジベンゾピセニル基、

フェナレニル基、

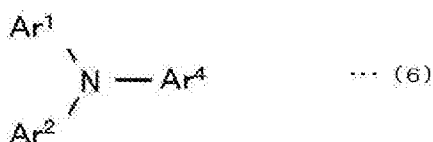
アセナフテニル基、および

ジアザフェナントレニル基

のうちのいずれかから選択される縮合芳香族炭化水素基である

ことを特徴とするモノアミン誘導体。

[0030] [化5]



[0031] [13] 上記 [7] に記載のモノアミン誘導体において、
n が 1 の場合、下記式 (7) で表され、

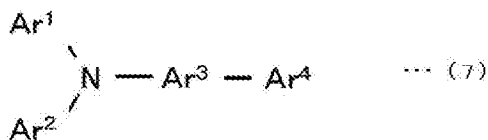
Ar⁴は、

フェナントレニル基、
ベンゾフェナントレニル基、
ジベンゾフェナントレニル基、
ベンゾクリセニル基、
ジベンゾクリセニル基、
フルオランテニル基、
ベンゾフルオランテニル基、
トリフェニレニル基、
ベンゾトリフェニレニル基、
ジベンゾトリフェニレニル基、
ピセニル基、
ベンゾピセニル基、および
ジベンゾピセニル基

のうちのいずれかから選択される縮合芳香族炭化水素基であることを特徴とするモノアミン誘導体。

ただし、Ar³が、フェニレン基あるいは 1, 4-ナフチレン基の場合、Ar⁴は、2, 3, 9 位で Ar³ に結合するフェナントレニル基ではない。

[0032] [化6]



[0033] [14] 上記 [7] に記載のモノアミン誘導体において、
n が 2 以上の場合、Ar⁴は、

フェニル基、
ナフチル基、

- [0036] [16] 上記 [13] に記載のモノアミン誘導体において、
A r¹、およびA r²が、それぞれフェニル基またはナフチル基であり、
A r³が、フェニレン基またはナフチレン基であり、
A r⁴が、ベンゾクリセニル基、トリフェニレニル基、およびフェナントレニル基のうちのいずれかである
ことを特徴とするモノアミン誘導体。
- [0037] [17] 上記 [14] に記載のモノアミン誘導体において、
A r¹、およびA r²が、それぞれフェニル基またはナフチル基であり、
A r³が、フェニレン基またはナフチレン基であり、
A r⁴が、ベンゾクリセニル基、トリフェニレニル基、およびフェナントレニル基のうちのいずれかである
ことを特徴とするモノアミン誘導体。
- [0038] [18] 上記 [7] から上記 [17] までのいずれか一つに記載のモノアミン誘導体が、有機エレクトロルミネッセンス素子に使用される燐光ホスト材料である
ことを特徴とするモノアミン誘導体。
- [0039] [19] 陰極と陽極との間に、1層または複数層からなる有機薄膜層を備え、
前記有機薄膜層のうちの少なくとも1層は、上記 [7] から上記 [17] までのいずれか一つに記載のモノアミン誘導体を含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [0040] [20] 上記 [19] に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、
前記モノアミン誘導体を含む有機薄膜層は、少なくとも1種の燐光発光材料を含む
ことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [0041] [21] 上記 [19] に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記有機薄膜層のうちの少なくとも1層は発光層であり、

前記発光層のうちの少なくとも1層は、前記モノアミン誘導体と、少なくとも1種の燐光発光材料とを含む

ことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0042] [22] 上記[21]に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記発光層は、第1ホスト材料と、第2ホスト材料と、燐光発光性ドーパント材料とを含み、

前記第2ホスト材料は、前記モノアミン誘導体を含み、

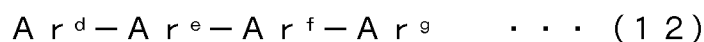
前記燐光発光性ドーパント材料は、前記少なくとも1種の燐光発光材料である

ことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0043] [23] 上記[22]に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記第1ホスト材料は、下記式(11)または式(12)で示される縮合芳香族化合物である

ことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。



(式(11)または式(12)において、 $A r^a$ 、 $A r^b$ 、 $A r^c$ 、 $A r^d$ 、 $A r^e$ 、 $A r^f$ および $A r^g$ は、それぞれ独立して、

置換基を有しても良いベンゼン骨格、

置換基を有しても良いナフタレン骨格、および

置換基を有しても良い3環以上の縮合芳香族炭化水素骨格

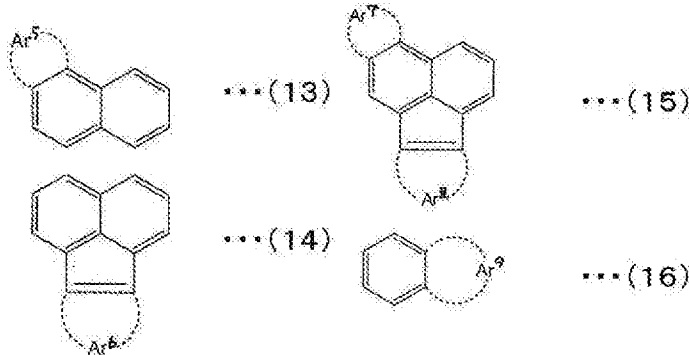
から誘導される基である。)

[0044] [24] 上記[23]に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記第1ホスト材料における3環以上の縮合芳香族炭化水素骨格は、下記

式(13)から式(16)までで示される骨格のうちのいずれかであることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0045] [化8]



[0046] (式(13)から式(16)までにおいて、Ar⁵、Ar⁶、Ar⁷、Ar⁸およびAr⁹は、それぞれ置換基を有しても良い環形成炭素数が4から20までの環構造であり、隣接する環と縮合環を形成する。)

[0047] [25] 上記[24]に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記第1ホスト材料における3環以上の縮合芳香族炭化水素骨格は、

- フェナントレン骨格、
- ベンゾフェナントレン骨格、
- ジベンゾフェナントレン骨格、
- クリセン骨格、
- ベンゾクリセン骨格、
- ジベンゾクリセン骨格、
- フルオランテン骨格、
- ベンゾフルオランテン骨格、
- トリフェニレン骨格、
- ベンゾトリフェニレン骨格、
- ジベンゾトリフェニレン骨格、
- ピセン骨格、
- ベンゾピセン骨格、および

ジベンゾピセン骨格

のうちのいずれかである

ことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0048] [26] 上記 [20] から上記 [25] までのいずれか一つに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記燐光発光材料は、金属錯体を含有し、

前記金属錯体は、Ir, Pt, Os, Au, ReおよびRuのうちのいずれかから選択される金属原子と、配位子とを有する

ことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0049] [27] 上記 [26] に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記配位子は、前記金属錯体を形成する金属原子とオルトメタル結合を有する

ことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

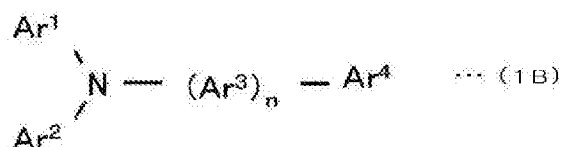
[0050] [28] 上記 [20] から上記 [27] までのいずれか一つに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記発光層に含まれる前記燐光発光材料のうち少なくとも1種は、発光波長の極大値が520nm以上720nm以下である

ことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0051] [29] 下記の式(1B)で表されるモノアミン誘導体。

[0052] [化9]



[0053] 式(1B)において、Ar¹、Ar²、およびAr⁴は、それぞれ置換基を有しても良いアリーール基またはヘテロアリーール基を示す。

Ar³は、置換基を有しても良いアリーレン基またはヘテロアリーレン基である。

n は、0から5までの整数であり、 n が2以上の場合、 Ar^3 はそれぞれ同一でも異なっても良い。

n が1の場合、 Ar^3 は、置換基を有しても良い環形成炭素数12～20のアリーレン基または環形成原子数5～20のヘテロアリーレン基である。

Ar^1 、 Ar^2 および Ar^4 のうち少なくとも1つは、3環以上の縮合芳香族炭化水素骨格から誘導される基である。

[0054] 本発明によれば、モノアミン誘導体が特定の構造を有するため、有機EL素子の発光効率、外部量子効率および発光寿命を向上させることができる。

本発明によれば、発光層に第1ホスト材料および第2ホスト材料を用いる場合においても、発光効率および外部量子効率に優れ、量産に適する有機EL素子を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0055] [図1]本発明の第1実施形態における有機EL素子の一例の概略構成を示す図である。

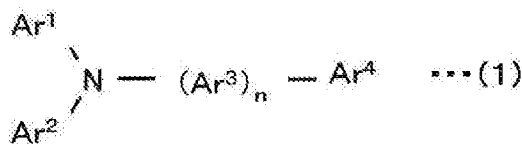
[図2]本発明の第4実施形態における有機EL素子の一例の概略構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0056] (モノアミン誘導体)

本発明に係るモノアミン誘導体は、上記式(1)で表される。

[0057] [化10]



[0058] 式(1)において、 Ar^1 、 Ar^2 、および Ar^4 は、それぞれ置換基を有しても良いアリール基またはヘテロアリール基である。

アリール基としては、環形成炭素数が6から50まで(好ましくは6から30まで、より好ましくは6から20まで)のアリール基であり、例えば、フェニル基、ナフチル基、フェナントレニル基、ベンゾフェナントレニル基

、ジベンゾフェナントレニル基、ベンゾクリセニル基、ジベンゾクリセニル基、フルオランテニル基、ベンゾフルオランテニル基、トリフェニレニル基、ベンゾトリフェニレニル基、ジベンゾトリフェニレニル基、ピセニル基、ベンゾピセニル基、およびジベンゾピセニル基、フェナレニル基、アセナフテニル基、およびジアザフェナントレニル基が挙げられる。中でもフェニル基またはナフチル基が好ましい。

ヘテロアリール基としては、環形成原子数が5から50まで（好ましくは6から30まで、より好ましくは6から20まで）のヘテロアリール基であり、例えば、ピリミジル基、ジアザフェナントレニル基が挙げられる。

[0059] 式(1)において、 $A r^3$ は、置換基を有しても良いアリーレン基またはヘテロアリーレン基である。

アリーレン基としては、環形成炭素数が6から50まで（好ましくは6から30まで、より好ましくは6から20まで）のアリーレン基であり、例えば、フェニレン基、ナフチレン基、フェナントレニレン基、ナфтаセニレン基、ピレニレン基、ビフェニレン基、ターフェニレニレン基、ベンゾフェナントレニレン基、ジベンゾフェナントレニレン基、ベンゾクリセニレン基、ジベンゾクリセニレン基、フルオランテニレン基、ベンゾフルオランテニレン基、トリフェニレニレン基、ベンゾトリフェニレニレン基、ジベンゾトリフェニレニレン基、ピセニレン基、ベンゾピセニレン基、ジベンゾピセニレン基などが挙げられる。このうち、フェニレン基やナフチレン基が好ましい。

ヘテロアリーレン基としては、環形成原子数が5から50まで（好ましくは6から30まで、より好ましくは6から20まで）のヘテロアリーレン基であり、例えば、ピリジレン基、ピリミジレン基、ジベンゾフラニレン基、ジベンゾチオフェニレン基が挙げられる。

$A r^3$ は、フェニレン基、ナフチレン基が好ましい。

[0060] 式(1)において、 n は、0から5までの整数であり、好ましくは、1から4までであり、さらに好ましくは1から3までである。すなわち、式(1

)において、トリアリールアミン骨格と、3環以上の縮合芳香族炭化水素骨格とは別個に存在するほうが好ましい。

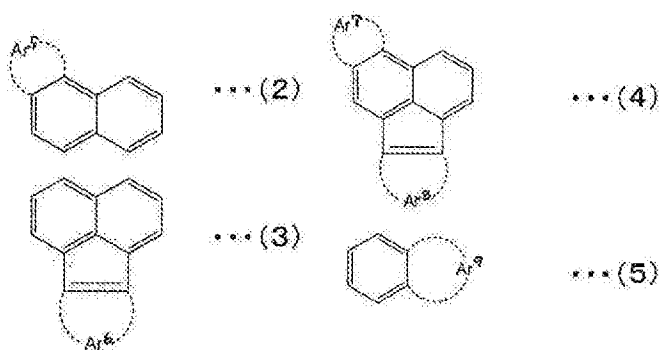
式(1)において、 n が0の場合、 Ar^1 、 Ar^2 、および Ar^4 のうち少なくとも1つは、3環以上の縮合芳香族炭化水素骨格から誘導される基である。

式(1)において、 n が1の場合、 Ar^1 、 Ar^2 、 Ar^3 、および Ar^4 のうち少なくとも1つは、3環以上の縮合芳香族炭化水素骨格から誘導される基である。

式(1)において、 n が2以上の場合、 Ar^3 はそれぞれ同一でも異なっても良い。 n が2以上の場合、 Ar^1 、 Ar^2 、および Ar^4 のうち少なくとも1つは、3環以上の縮合芳香族炭化水素骨格から誘導される基であることが好ましい。

[0061] 上記3環以上の縮合芳香族炭化水素骨格は、下記式(2)から(5)までで示される骨格のうちのいずれかであることが好ましい。

[0062] [化11]



[0063] 式(2)から(5)までにおいて、 Ar^5 、 Ar^6 、 Ar^7 、 Ar^8 および Ar^9 は、それぞれ置換基を有しても良い環形成炭素数が4から20までの環構造であり、隣接する環と縮合環を形成する。

[0064] 式(1)の Ar^4 が、式(2)から式(5)までで示される骨格のうちのいずれかから誘導される一価の基であることがさらに好ましい。

[0065] そして、式(1)の Ar^4 は、フェナントレン骨格、ベンゾフェナントレン骨格、ジベンゾフェナントレン骨格、クリセン骨格、ベンゾクリセン骨格、

ジベンゾクリセン骨格、フルオランテン骨格、ベンゾフルオランテン骨格、トリフェニレン骨格、ベンゾトリフェニレン骨格、ジベンゾトリフェニレン骨格、ピセン骨格、ベンゾピセン骨格およびジベンゾピセン骨格のうちいずれかから誘導される一価の基であることが好ましい。

これらのうち、 $A r^4$ は、ベンゾクリセン骨格、トリフェニレン骨格およびフェナントレン骨格のうちいずれかから誘導される一価の基であることが好ましい。

[0066] 式(1)において、 n が0の場合、モノアミン誘導体は、上記式(6)で表される。 $A r^1$ 、 $A r^2$ 、および $A r^4$ のうち少なくとも1つは、フェナントレニル基、ベンゾフェナントレニル基、ジベンゾフェナントレニル基、ベンゾクリセニル基、ジベンゾクリセニル基、フルオランテニル基、ベンゾフルオランテニル基、トリフェニレニル基、ベンゾトリフェニレニル基、ジベンゾトリフェニレニル基、ピセニル基、ベンゾピセニル基、ジベンゾピセニル基、フェナレニル基、アセナフテニル基、およびジアザフェナントレニル基のうちいずれかから選択される縮合芳香族炭化水素基である。このうち、ベンゾクリセニル基、トリフェニレニル基またはフェナントレニル基が好ましい。なお、前記縮合芳香族炭化水素基は置換基を有しない。

そして、本発明の式(6)のモノアミン誘導体においては、 $A r^1$ 、および $A r^2$ が、それぞれフェニル基またはナフチル基であり、 $A r^4$ が、ベンゾクリセニル基、トリフェニレニル基、およびフェナントレニル基のうちいずれかであることが好ましい。

$A r^1$ 、 $A r^2$ 、および $A r^4$ のうち少なくとも1つを上記特定の環にすることにより、有機EL素子用材料として用いた場合、電荷輸送特性が向上し、有機EL素子の発光効率、外部量子効率、および発光寿命を向上させることができると考えられる。さらに、励起3重項エネルギーが確保できるため、燐光ホスト材料として用いることができる。

[0067] 式(1)において、 n が1の場合、モノアミン誘導体は、上記式(7)で表される。ここで、 $A r^4$ は、フェナントレニル基、ベンゾフェナントレニル

基、ジベンゾフェナントレニル基、ベンゾクリセニル基、ジベンゾクリセニル基、フルオランテニル基、ベンゾフルオランテニル基、トリフェニレニル基、ベンゾトリフェニレニル基、ジベンゾトリフェニレニル基、ピセニル基、ベンゾピセニル基、ジベンゾピセニル基のうちのいずれかから選択される縮合芳香族炭化水素基である。ただし、 $A r^3$ が、フェニレン基あるいは1,4-ナフチレン基の場合、 $A r^4$ は、2, 3, 9位で $A r^3$ に結合するフェナントレニル基ではない。このうちベンゾクリセニル基、トリフェニレニル基またはフェナントレニル基が好ましい。なお、前記縮合芳香族炭化水素基は置換基を有しない。

そして、本発明の式(7)のモノアミン誘導体においては、 $A r^1$ 、および $A r^2$ が、フェニル基またはナフチル基であり、 $A r^3$ が、フェニレン基、ナフチレン基のいずれかであり、 $A r^4$ が、ベンゾクリセニル基、トリフェニレニル基、およびフェナントレニル基のうちのいずれかであることが好ましい。

$A r^4$ を上記特定の環にすることにより、有機EL素子用材料として用いた場合、電荷輸送特性が向上し、有機EL素子の発光効率、外部量子効率、および発光寿命を向上させることができると考えられる。さらに、励起3重項エネルギーが確保できるため、燐光ホスト材料として用いることができる。

[0068] 式(1)において、 n が2以上の場合、 $A r^1$ 、および $A r^2$ としては、フェニル基またはナフチル基が好ましく、 $A r^3$ としては、フェニレン基、ナフチレン基が好ましい。

式(1)において、 n が2以上の場合、 $A r^4$ は、フェニル基、ナフチル基、フェナントレニル基、ベンゾフェナントレニル基、ジベンゾフェナントレニル基、ベンゾクリセニル基、ジベンゾクリセニル基、フルオランテニル基、ベンゾフルオランテニル基、トリフェニレニル基、ベンゾトリフェニレニル基、ジベンゾトリフェニレニル基、ピセニル基、ベンゾピセニル基、ジベンゾピセニル基、フェナレニル基、およびジアザフェナントレニル基のうちのいずれかから選択される芳香族炭化水素基または縮合芳香族炭化水素基で

ある。このうち、ベンゾクリセニル基、トリフェニレニル基またはフェナントレニル基が好ましい。ただし、 $A r^1$ 、 $A r^2$ がフェニル基の場合、 $(A r^3)_n - A r^4$ は上記式(8)の構造ではない。))

[0069] そして、式(1)において、 n が2以上の場合のモノアミン誘導体においては、 $A r^1$ 、および $A r^2$ が、それぞれフェニル基またはナフチル基であり、 $A r^3$ が、フェニレン基またはナフチレン基であり、 $A r^4$ がベンゾクリセニル基、トリフェニレニル基、およびフェナントレニル基のうちのいずれかであることが好ましい。

$A r^4$ を上記特定の環にすることにより、有機EL素子用材料として用いた場合、電荷輸送特性が向上し、有機EL素子の発光効率、外部量子効率、および発光寿命を向上させることができると考えられる。さらに、励起3重項エネルギーが確保できるため、燐光ホスト材料として用いることができる。

[0070] 上記モノアミン誘導体を燐光ホスト材料として用いた場合、従来のジアミン構造の材料と比較すると、実施例で示すように、モノアミン構造と $A r^4$ の特定の環を1分子内に有することにより、格段に発効効率・外部量子効率・寿命が向上すると考えられる。

[0071] $A r^1$ から $A r^4$ までが置換基を有する場合、その置換基としては、例えば、炭素数1から20までのアルキル基、炭素数1から20までのハロアルキル基、炭素数3から18までのシクロアルキル基、環形成炭素数6から30までのアリール基、炭素数3から20までのシリル基、シアノ基、ハロゲン原子であることが好ましい。

アルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、 n -ブチル基、1-メチルプロピル基、1-プロピルブチル基が挙げられる。

アリール基としては、上記モノアミン誘導体における $A r^1$ と同様の基が挙げられる。

ハロアルキル基としては、例えば、2, 2, 2-トリフルオロエチル基が挙げられる。

シクロアルキル基としては、例えば、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、シクロオクチル基が挙げられる。

シリル基としては、例えば、トリメチルシリル基、トリエチルシリル基が挙げられる。

ハロゲン原子としては、例えば、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素が挙げられる。

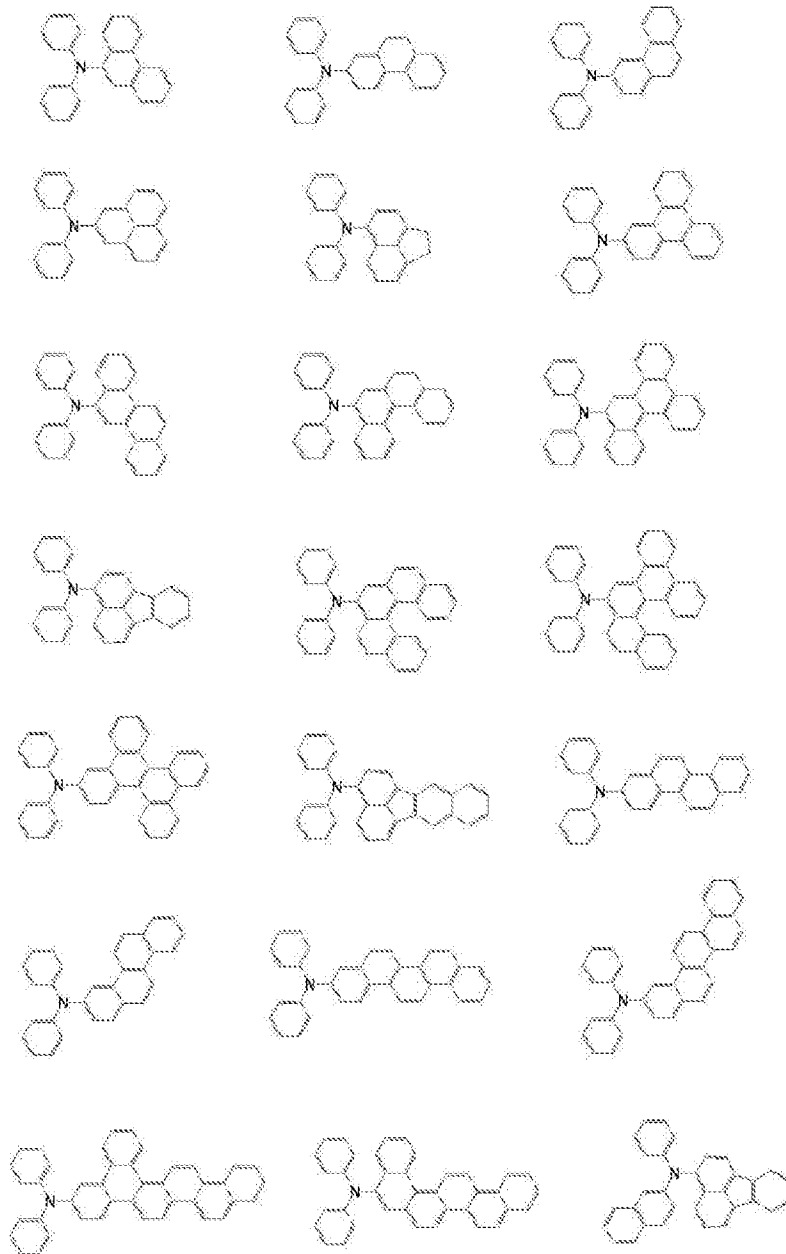
なお、上記モノアミン誘導体について、置換基を有しない場合とは、水素原子が置換したことを意味する。また、上記モノアミン誘導体の水素原子には、軽水素、重水素が含まれる。

そして、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。「環形成原子」とは環（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。

[0072] 本発明の式（1）において、 n が0の場合に上記式（6）で表されるモノアミン誘導体の具体例を以下に示す。ただし、本発明はこれらの化合物に限定されない。

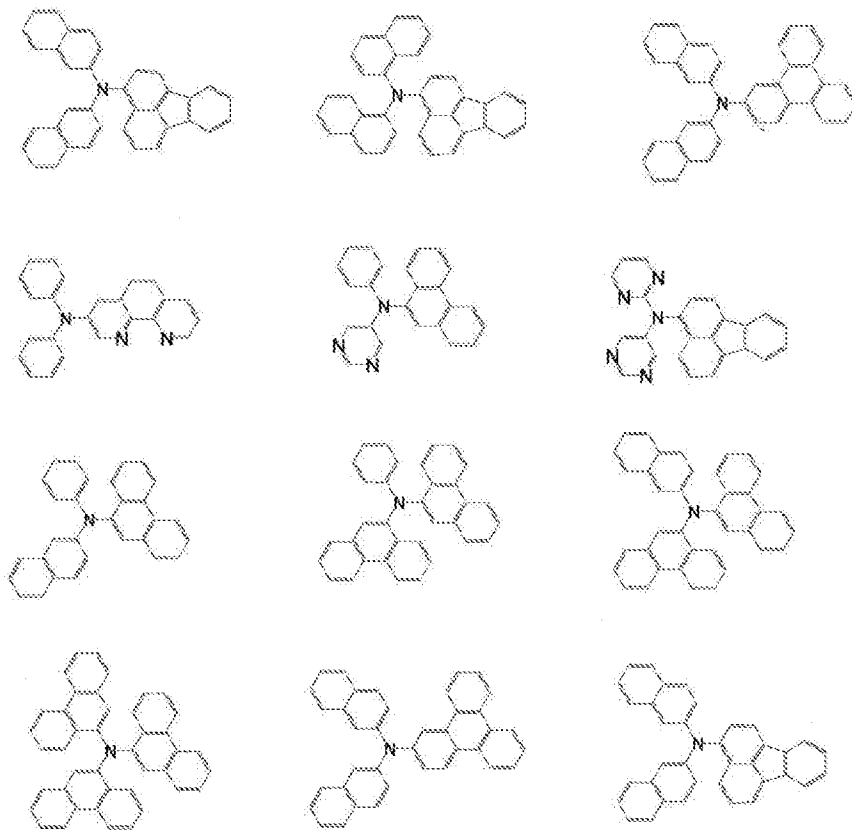
[0073]

[化12]



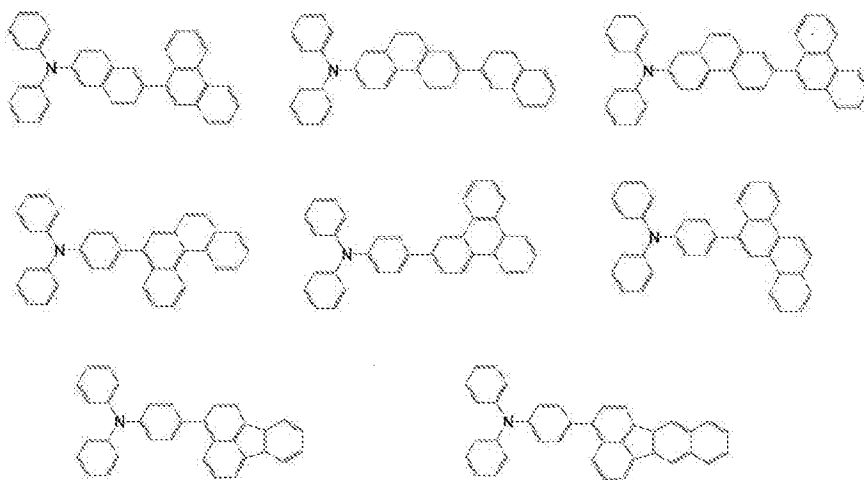
[0074]

[化13]



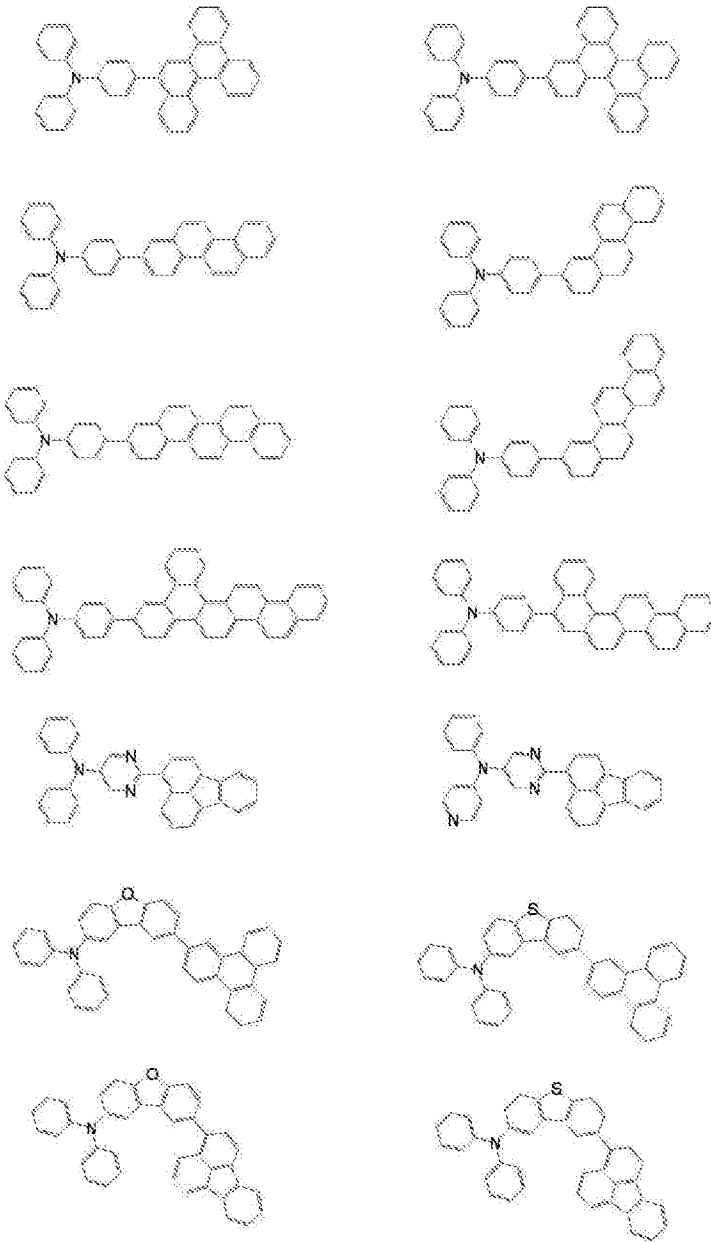
[0075] 本発明の式（１）において、 n が１の場合に上記式（７）で表されるモノアミン誘導体の具体例を以下に示す。ただし、本発明はこれらの化合物に限定されない。

[0076] [化14]



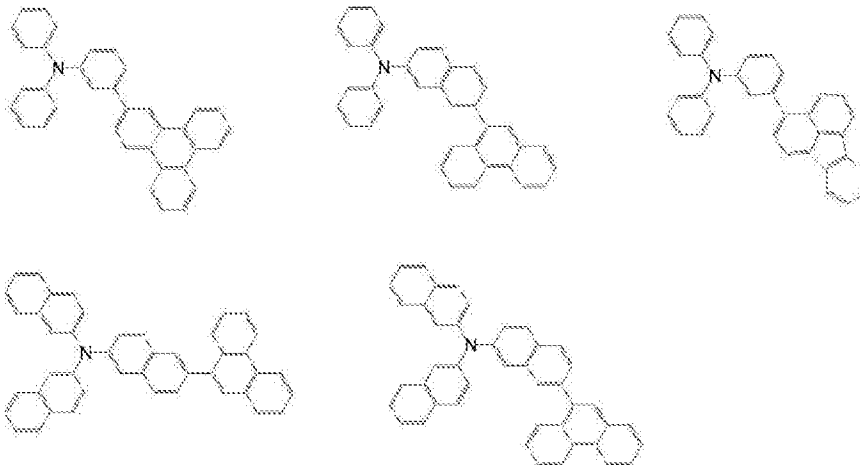
[0077]

[化15]

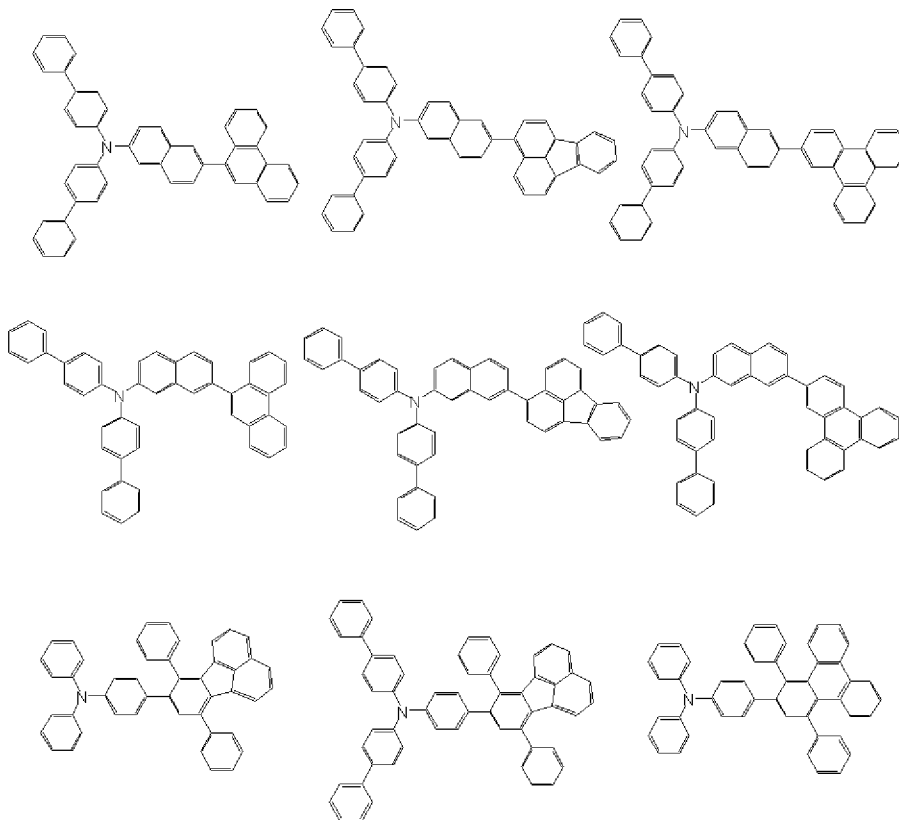


[0078]

[化16]



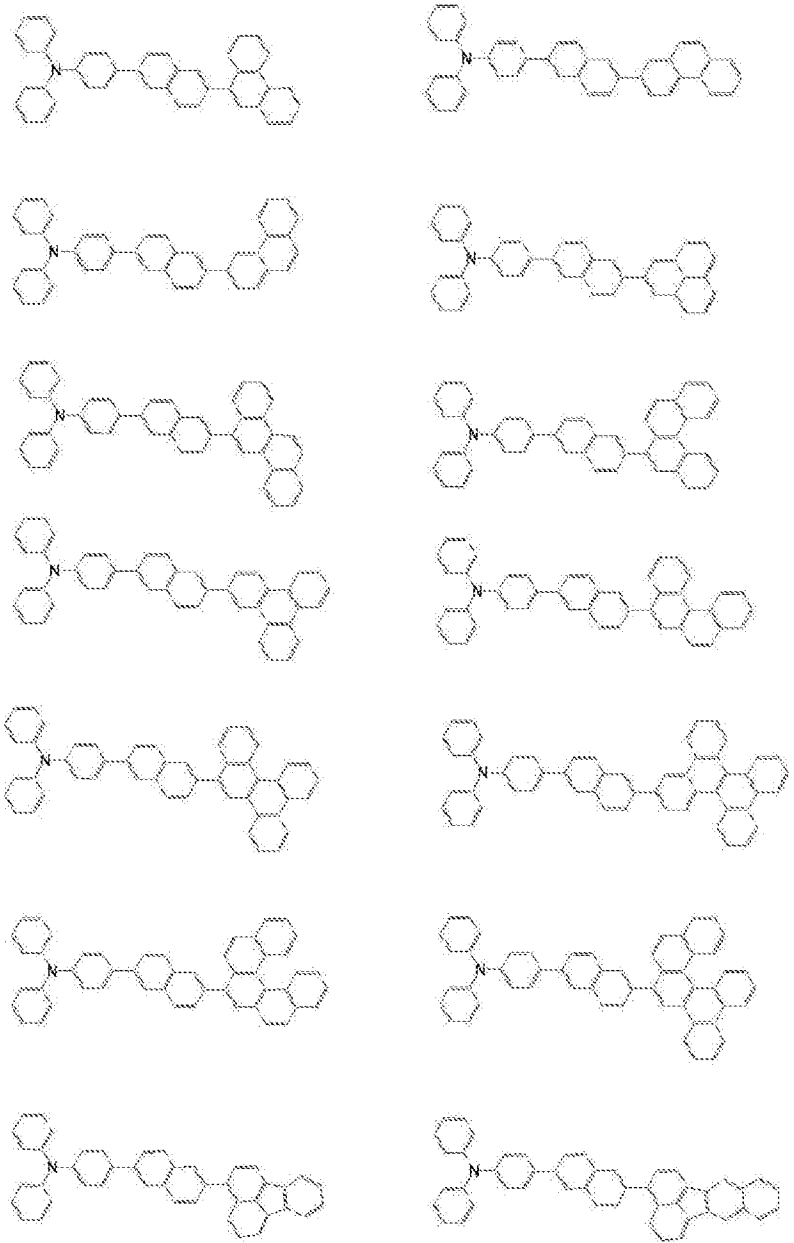
[0079] [化17]



[0080] 本発明の式(1)において、 n が2以上の場合のモノアミン誘導体の具体例を以下に示す。ただし、本発明はこれらの化合物に限定されない。

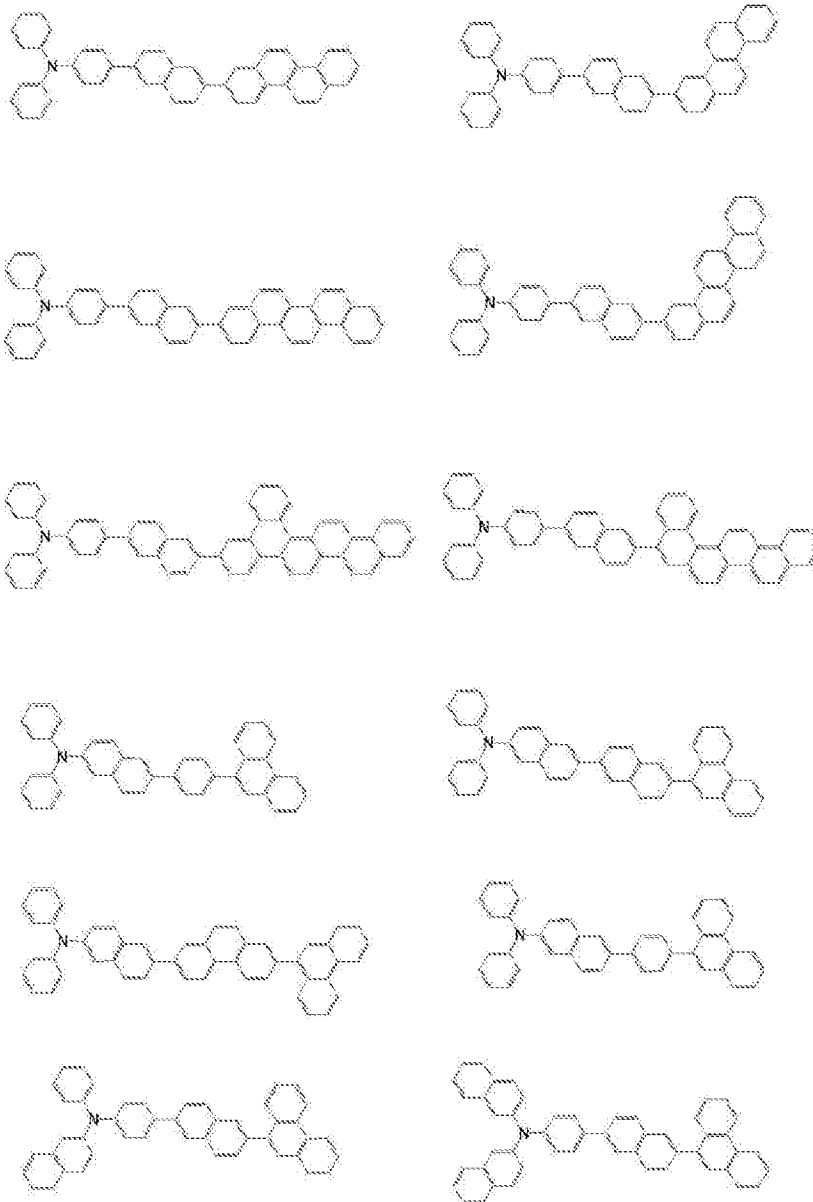
[0081]

[化18]



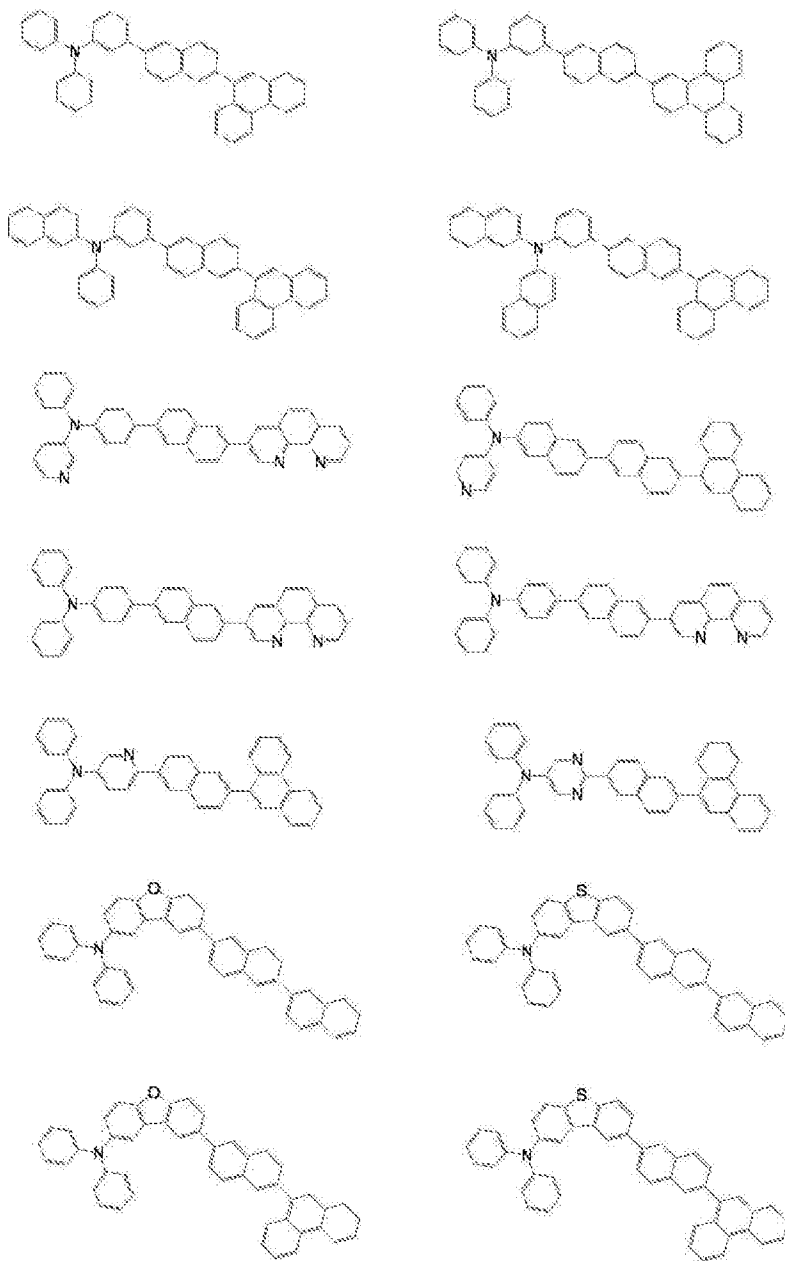
[0082]

[化19]



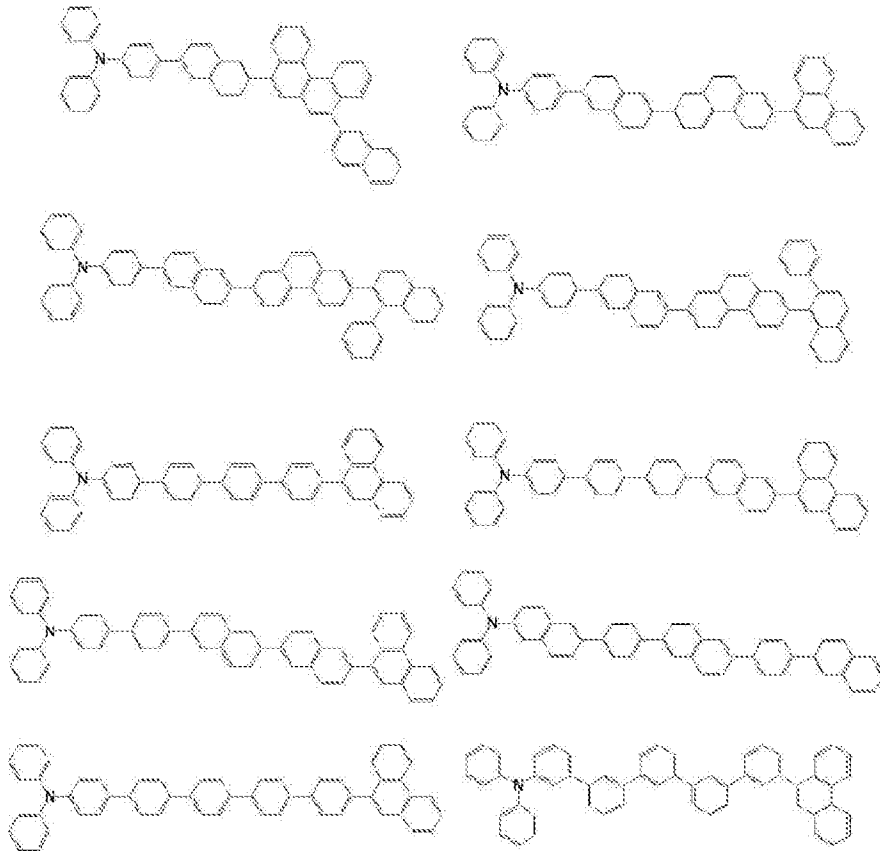
[0083]

[化20]

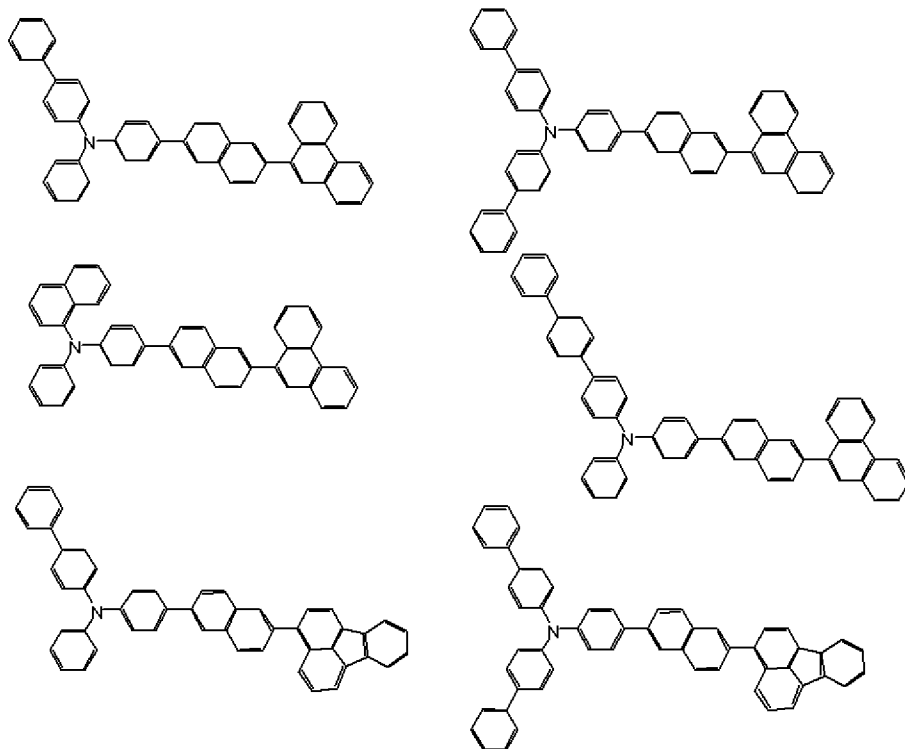


[0084]

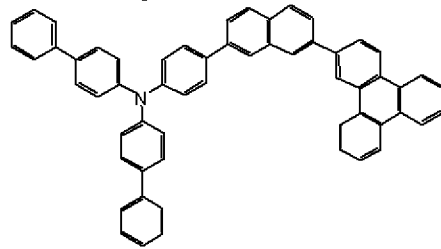
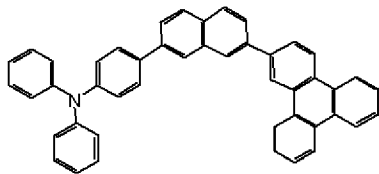
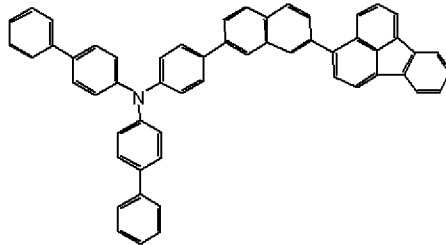
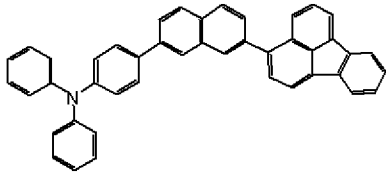
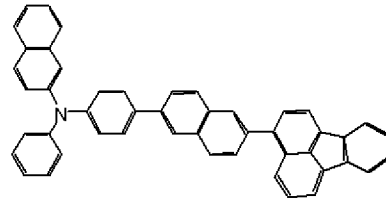
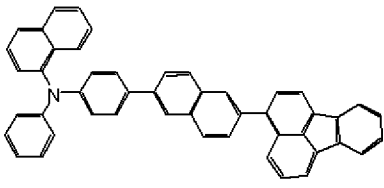
[化21]



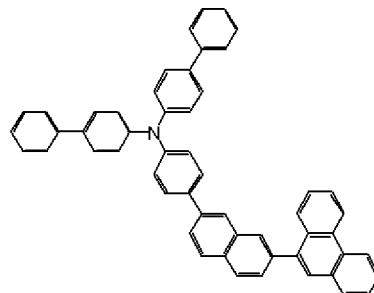
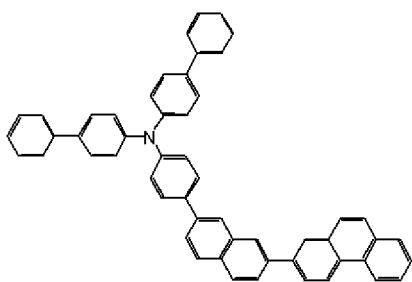
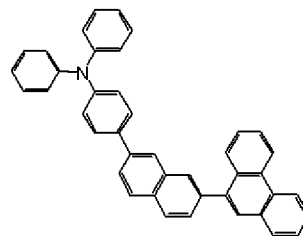
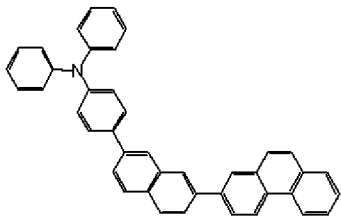
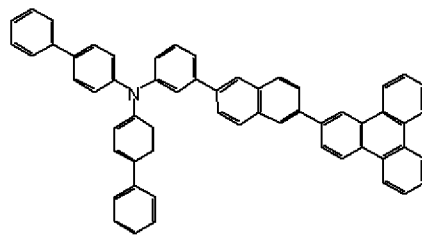
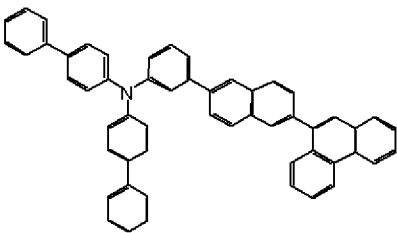
[0085] [化22]



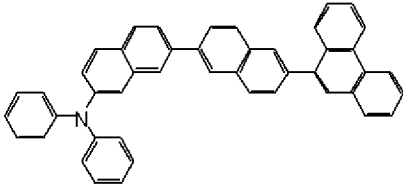
[0086] [化23]



[0087] [化24]



[0088] [化25]



[0089] 本発明のモノアミン誘導体の製造方法は、特に限定されず公知の方法で製造することができる。例えば、アミン誘導体と芳香族ハロゲン化合物のカップリング反応が挙げられる。カップリング反応としては、テトラヘドロン 40 (1984) 435頁から1456頁までに記載される銅触媒またはジャーナル オブ アメリカン ケミカル ソサイアティ 123 (2001) 7727頁から7729頁までに記載されるパラジウム触媒を用いる方法等が挙げられる。

[0090] (有機EL素子)

次に、本発明に係る有機EL素子について説明する。

<第1実施形態>

本実施形態の有機EL素子は、発光層を少なくとも1つ有する素子構成を有する。具体的な構成例を以下に示す。

- (1) 陽極／発光層／電子注入・輸送層／陰極
- (2) 陽極／正孔注入層／発光層／電子注入・輸送層／陰極
- (3) 陽極／正孔注入層／正孔輸送層／発光層／電子注入・輸送層／陰極
- (4) 陽極／正孔注入・輸送層／発光層／電子輸送層／陰極

などがある。これらの中で、(4)の構成が好ましいが、これに限られない。

[0091] 図1に示すように、有機EL素子1は、透明性基板2と、陽極3と、陰極4と、陽極3と陰極4との間に配置される複数の有機薄膜層10とを有する。

有機薄膜層10は、陽極3および陰極4間に、正孔注入・輸送層6、発光層5、および電子注入・輸送層7を順に有する。

発光層5は、正孔注入・輸送層6、および電子注入・輸送層7間に介在さ

れ、燐光発光を示す。

また、有機EL素子1は、発光層5の陽極3側に電子障壁層を、発光層5の陰極4側に正孔障壁層をさらに有してもよい。これにより、電子および正孔を発光層5に閉じ込めて、発光層5における励起子の生成確率を高めることができる。

[0092] (透光性基板)

本発明の有機EL素子は、透光性基板上に形成される。透光性基板は有機EL素子を支持する基板であり、400nm以上700nm以下の可視領域の光の透過率が50%以上で平滑な基板が好ましい。具体的には、ガラス板、ポリマー板等が挙げられる。

ガラス板としては、特にソーダ石灰ガラス、バリウム・ストロンチウム含有ガラス、鉛ガラス、アルミノケイ酸ガラス、ホウケイ酸ガラス、バリウムホウケイ酸ガラス、石英等が挙げられる。

またポリマー板としては、ポリカーボネート系樹脂、アクリル系樹脂、ポリエチレンテレフタレート系樹脂、ポリエーテルサルファイド系樹脂、ポリサルフォン系樹脂等を原料とするものを挙げる事ができる。

[0093] (陽極および陰極)

有機EL素子の陽極は、正孔注入・輸送層または発光層に正孔を注入するものであり、4.5eV以上の仕事関数を有することが効果的である。

陽極の材料としては、具体的には、酸化インジウム錫合金(ITO)、酸化錫(NESA)、酸化インジウム亜鉛酸化物、金、銀、白金、銅等が挙げられる。

陽極はこれらの電極物質を用いる蒸着法やスパッタリング法等により薄膜として形成できる。

発光層からの発光を陽極から取り出す場合、陽極の可視領域の光の透過率が10%より大きいことが好ましい。また、陽極のシート抵抗は、数百Ω/□以下が好ましい。陽極の膜厚は、材料にもよるが、通常10nm以上1μm以下、好ましくは10nm以上200nm以下の範囲で選択される。

[0094] 陰極としては、電子注入・輸送層または発光層に電子を注入するものであり、仕事関数の小さい材料が好ましい。

陰極の材料は特に限定されないが、具体的にはインジウム、アルミニウム、マグネシウム、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、アルミニウム－リチウム合金、アルミニウム－スカンジウム－リチウム合金、マグネシウム－銀合金等が挙げられる。

陰極も、陽極と同様に、蒸着法やスパッタリング法等の方法で薄膜として形成できる。なお、有機EL素子は、陰極側から発光を取り出すようにしてもよい。

[0095] (発光層)

発光層は以下の機能を併せ持つものである。

すなわち、

(1) 注入機能；電界印加時に陽極または正孔注入・輸送層より正孔を注入することができ、陰極または電子注入・輸送層より電子を注入することができる機能、

(2) 輸送機能；注入した電荷（電子と正孔）を電界の力で移動させる機能、

(3) 発光機能；電子と正孔の再結合の場を提供し、これを発光につなげる機能、

がある。

ただし、正孔の注入されやすさと電子の注入されやすさに違いがあってもよく、また、正孔と電子の移動度で表される輸送能に大小があってもよい。

[0096] 発光層は、燐光ホスト材料として上述した本発明のモノアミン誘導体を少なくとも1種含むことが好ましい。

燐光ホスト材料として本発明のモノアミン誘導体を用いることにより、有機EL素子の発光効率、外部量子効率、および発光寿命を向上させることができる。

モノアミン誘導体は、発光層中に含まれていることが好ましく、1質量%

以上、99質量%以下含まれていることがさらに好ましく、3質量%以上、95質量%以下含まれていることが特に好ましく、5質量%以上、90質量%以下含まれていることが最も好ましい。

発光層の膜厚は、好ましくは5nm以上50nm以下、より好ましくは7nm以上50nm以下、最も好ましくは10nm以上50nm以下である。5nm以上とすることにより、発光層を容易に形成することができ、50nm以下とすることにより色度の調整が容易となり、駆動電圧の上昇を抑制できる。

なお、燐光ホスト材料は、燐光発光材料を含有する有機薄膜層を形成するために使用され、燐光発光材料よりも励起3重項エネルギーが大きい材料である。

[0097] (燐光発光材料)

有機EL素子の発光層がモノアミン誘導体を燐光ホスト材料として含む場合、発光層は少なくとも一種の燐光発光材料を含むことが好ましい。この燐光発光材料は、本発明において、発光層に用いられる場合、燐光発光性ドーパント材料である。

発光層に含まれる燐光発光材料は、燐光発光を示すものであり、金属錯体を含有することが好ましい。金属錯体としては、Ir (イリジウム), Pt (白金), Os (オスミウム), Au (金), Re (レニウム) およびRu (ルテニウム) から選択される金属原子と配位子とを有するものが好ましい。特に、配位子は、金属原子とオルトメタル結合を有することが好ましい。

燐光量子収率が高く、有機EL素子の外部量子効率をより向上させることができるという点で、燐光発光材料は、Ir, Os およびPt から選ばれる金属を含有することが好ましく、Ir錯体、Os錯体、Pt錯体の金属錯体であるとさらに好ましい。これらの金属錯体の中でもIr錯体およびPt錯体がより好ましく、金属原子とオルトメタル結合を有するオルトメタル化Ir錯体が最も好ましい。

オルトメタル化Ir錯体としては、例えば、 $\text{Ir}(\text{piq})_3$ が挙げられる

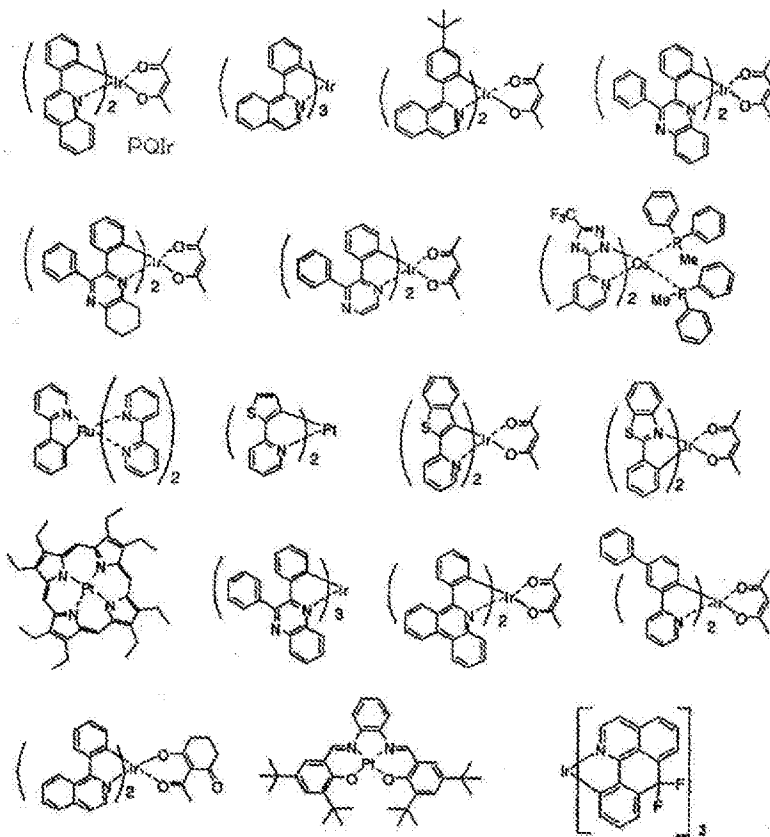
。

燐光発光材料のうち少なくとも1種は、発光波長の極大値が520nm以上720nm以下であることが好ましく、570nm以上720nm以下であることがより好ましい。

すなわち、燐光発光材料は、緑色から赤色までの発光を示すことが好ましい。

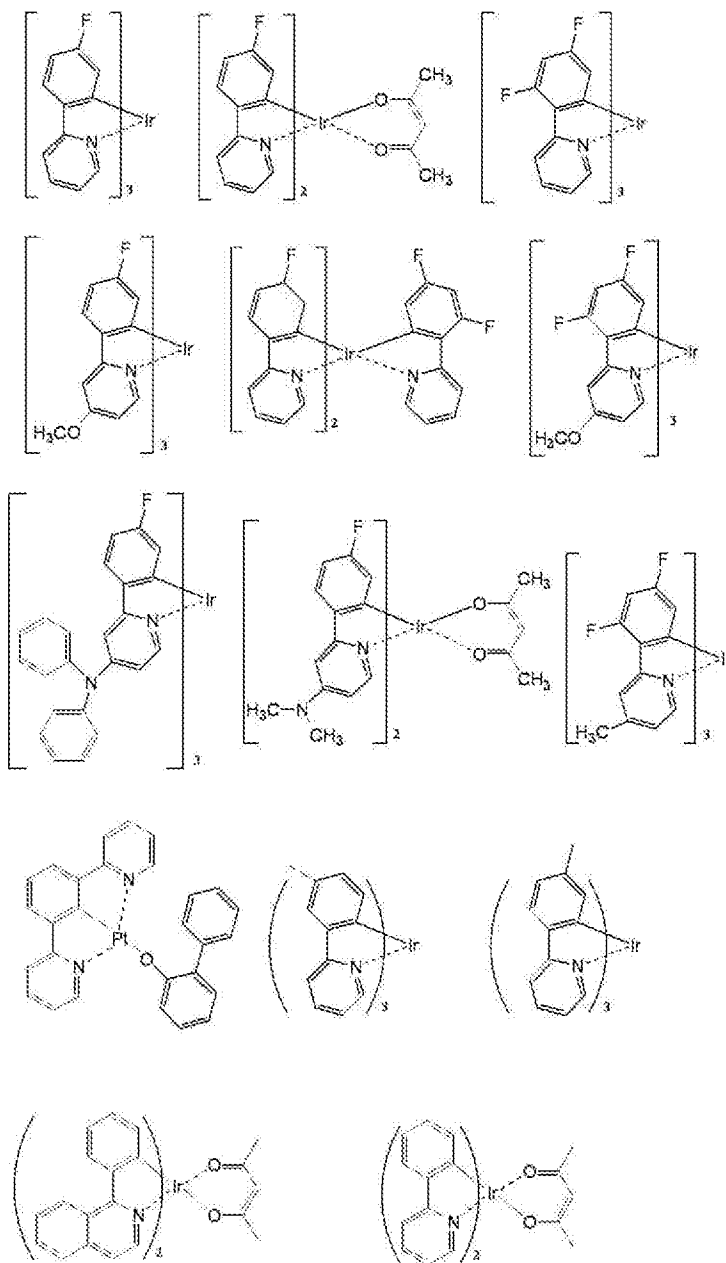
燐光発光材料の具体例を以下に示すが、これらに限られない。

[0098] [化26]



[0099]

[化27]

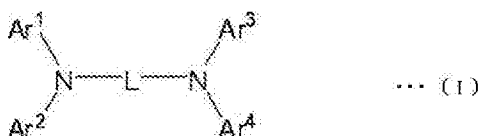


[0100]

正孔注入・輸送層は、発光層への正孔の注入を助ける層であり、正孔移動度が大きい。正孔注入層および正孔輸送層の少なくともいずれか1層により形成される層である。また、正孔注入・輸送層は、正孔注入性および正孔輸送性を有する単層でもよい。

正孔注入・輸送層を形成する材料としては、例えば、下記(1)で表わされる芳香族アミン誘導体が好ましい。

[0104] [化30]



[0105] 前記式(1)において、Ar¹からAr⁴まではそれぞれ芳香族環を形成する炭素数が6から50までのアリール基または芳香族環を形成する原子数が3から50までのヘテロアリール基を表す。

ここで、アリール基またはヘテロアリール基としては、前記モノアミン誘導体のAr¹として定義するものと同様である。

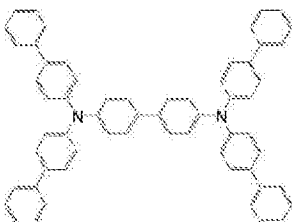
Lは、連結基であり、具体的には芳香族環を形成する炭素数が6から50までのアリーレン基または芳香族環を形成する炭素数が5から50までのヘテロアリーレン基である。アリーレン基としては、フェニレン基、ビフェニル基、ナフチレン基、アントラセニレン基などが挙げられる。ヘテロアリーレン基としては、ピロリレン基、ピラジニレン基などが挙げられる。

また、Lは、2個以上のアリーレン基またはヘテロアリーレン基を直接結合、エーテル結合、チオエーテル結合、炭素数が1から20までのアルキレン基、炭素数2から20までのアルケニレン基、アミノ基で結合して得られる2価の基でもよい。

このような前記式(1)の化合物としては、US2009/0009067A1の段落番号[0287]に記載の具体例が挙げられ、以下の化合物が好ましい。

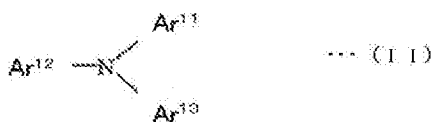
[0106]

[化31]



[0107] また、正孔注入・輸送層の材料としては、下記(11)の芳香族アミンも好ましい。

[0108] [化32]



[0109] 前記(11)において、Ar¹¹からAr¹³までの定義は前記(1)のAr¹の定義と同様である。前記式(11)の化合物としては、US2009/0009067A1の段落番号[0289]に記載の具体例が挙げられる。

なお、前記(1)、(11)において、Ar¹からAr⁴まで、およびAr¹からAr¹³までが置換基を有する場合、その置換基は前記モノアミン誘導体のAr¹の置換基として定義するものと同様である。

[0110] (電子注入・輸送層)

電子注入・輸送層は、発光層への電子の注入を助ける層であり、電子移動度が大きい。電子注入・輸送層は、電子注入層および電子輸送層の少なくともいずれか1層から形成される層である。また、電子注入・輸送層は、電子注入性および電子輸送性を有する単層でもよい。

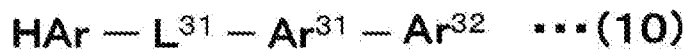
電子注入・輸送層を形成する電子輸送性の材料としては、分子内にヘテロ原子を1個以上含有する芳香族ヘテロ環化合物であることが好ましく、特に含窒素環誘導体であることが好ましい。含窒素環誘導体としては、含窒素6員環もしくは5員環骨格を有する芳香族含窒素環誘導体または縮合芳香族含窒素環誘導体が好ましい。

[0111] このような材料としては、具体的には、8-ヒドロキシキノリン、8-ヒドロキシキノリン誘導体、オキサジアゾール誘導体が挙げられる。

8-ヒドロキシキノリン誘導体としては、金属錯体でもよく、例えば、オキシシ（8-キノリノールまたは8-ヒドロキシキノリン）のキレートを含む金属キレートオキシノイド化合物が挙げられる。金属キレートオキシノイド化合物としては、例えば、トリス（8-キノリノール）アルミニウムが挙げられる。

さらに、含窒素環誘導体として、下記式（10）で表される化合物も好ましい。

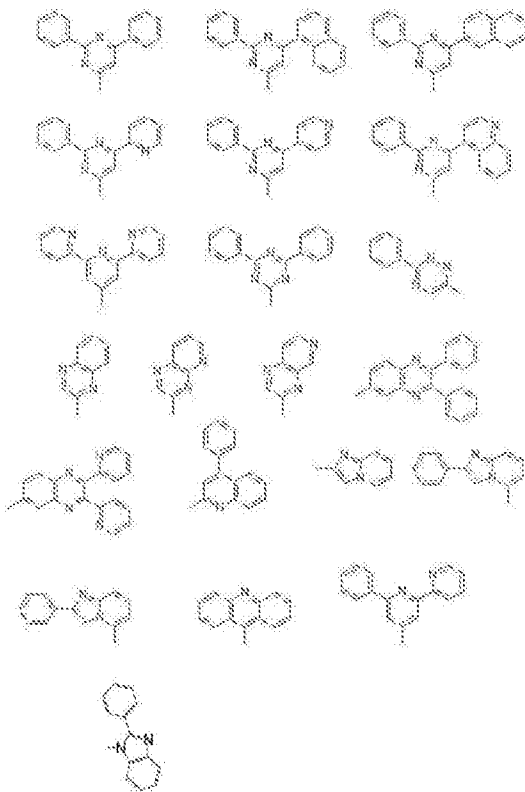
[0112] [化33]



[0113] 式（10）中、HArは、芳香族環を形成する炭素数が3から40までの1価の含窒素複素環基である。

HArは、例えば、下記の群から選択される構造である。

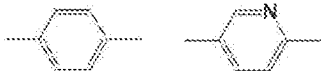
[0114] [化34]



[0115] 式（10）において、 L^{31} は単結合、芳香族環を形成する炭素数が6から50までのアリーレン基または炭素数が3から50までのヘテロアリーレン

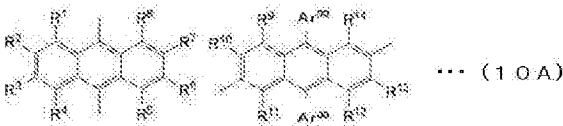
基である。L³¹は、例えば、下記の群から選択される構造である。

[0116] [化35]



[0117] 式(10)において、Ar³¹は、芳香族環を形成する炭素数が6から50までのアリーレン基である。Ar³¹は、例えば、下記式(10A)のアントラセニレン基から選択される構造である。

[0118] [化36]



[0119] 前記式(10A)中、R¹からR¹⁴までは、それぞれ水素原子、ハロゲン原子、炭素数1から20までのアルキル基、炭素数1から20までのアルコキシ基、芳香族環を形成する炭素数が6から50までのアリーロキシ基、芳香族環を形成する炭素数が6から50までのアリール基または芳香族環を形成する炭素数が3から50までのヘテロアリール基である。

ハロゲン原子、および炭素数1から20までのアルキル基の具体例としては、前記アミン誘導体のAr¹の置換基として定義するものと同様である。

炭素数1から20までのアルコキシ基としては、例えば、メトキシ基、エトキシ基、イソプロポキシ基、*n*-ブトキシ基、1-メチルプロポキシ基、1-プロピルブトキシ基などが挙げられる。

芳香族環を形成する炭素数が6から50までのアリーロキシ基としては、フェノキシ基、ナフトキシ基などが挙げられる。

芳香族環を形成する炭素数が6から50までのアリール基または炭素数が3から50までのヘテロアリール基としては、前記正孔注入・輸送層の材料の式(1)におけるAr¹として定義するものと同様である。

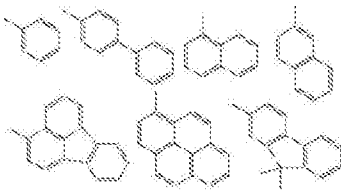
なお、アリーロキシ基、アリール基、およびヘテロアリール基がそれぞれ置換基を有する場合、その置換基は前記モノアミン誘導体のAr¹の置換基として定義するものと同様である。

[0120] 式(10A)において、 Ar^{33} は、芳香族環を形成する炭素数が6から50までのアリール基または芳香族環を形成する炭素数3から50までのヘテロアリール基である。

Ar^{33} のアリール基またはヘテロアリール基としては、前記式(10A)中、 R^1 として定義するものと同様である。

[0121] 式(10)において、 Ar^{32} は、芳香族環を形成する炭素数が6から50までのアリール基または炭素数が3から50までのヘテロアリール基である。 Ar^{32} は、例えば、下記の群から選択される構造である。

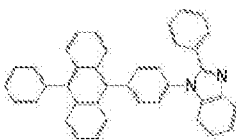
[0122] [化37]



[0123] なお、 HA_r 、 L^{31} 、 Ar^{31} 、 Ar^{32} 、および Ar^{33} がそれぞれ置換基を有する場合、その置換基は、前記モノアミン誘導体の Ar^1 の置換基として定義するものと同様である。

このような前記式(10)の化合物としては、US2009/0009067A1の段落番号[0209]から[0261]までに記載の具体例が挙げられ、以下の化合物が好ましい。

[0124] [化38]



[0125] また、含窒素誘導体としては、特開平9-3448号公報または特開2000-173774号公報に記載の化合物も好適に用いられる。

さらに、電子注入・輸送層に用いられる材料は、前記含窒素環誘導体から誘導される基を含む高分子化合物であってもよい。

[0126] 電子注入・輸送層は、本発明のモノアミン誘導体を主成分として含んでもよい。

ここで、「主成分として」とは、モノアミン誘導体が電子注入・輸送層に50質量%以上含まれることを意味する。

発光層以外の膜厚は特に制限されないが、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、通常は数nmから1 μ mの範囲が好ましい。

[0127] また、電子注入・輸送層を形成する材料として、含窒素環誘導体の他に無機化合物として、絶縁体または半導体を採用することもできる。電子注入・輸送層が絶縁体または半導体で形成されている場合、ダークスポット等の画素欠陥を減少させることができるため、電流のリークを有効に防止して、電子注入性および電子輸送性を向上させることができる。

このような絶縁体としては、アルカリ金属カルコゲニド、アルカリ土類金属カルコゲニド、アルカリ金属のハロゲン化物およびアルカリ土類金属のハロゲン化物からなる群から選択される少なくとも一つの金属化合物を使用するのが好ましい。

具体的に、好ましいアルカリ金属カルコゲニドとしては、例えば、 Li_2O 、 K_2O 、 Na_2S 、 Na_2Se および Na_2O が挙げられ、好ましいアルカリ土類金属カルコゲニドとしては、例えば、 CaO 、 BaO 、 SrO 、 BeO 、 BaS および CaSe が挙げられる。また、好ましいアルカリ金属のハロゲン化物としては、例えば、 LiF 、 NaF 、 KF 、 LiCl 、 KCl および NaCl 等が挙げられる。また、好ましいアルカリ土類金属のハロゲン化物としては、例えば、 CaF_2 、 BaF_2 、 SrF_2 、 MgF_2 および BeF_2 等のフッ化物、フッ化物以外のハロゲン化物が挙げられる。

また、半導体としては、 Ba 、 Ca 、 Sr 、 Yb 、 Al 、 Ga 、 In 、 Li 、 Na 、 Cd 、 Mg 、 Si 、 Ta 、 Sb および Zn の少なくとも一つの元素を含む酸化物、窒化物または酸化窒化物等の一種単独または二種以上の組み合わせが挙げられる。

このような絶縁体または半導体を使用する場合、その層の好ましい厚みは、0.1nm以上15nm以下程度である。

[0128] 本発明の有機EL素子の各層の形成方法としては、特に限定されず、公知の方法を採用することができる。

各層の形成方法としては、例えば、真空蒸着法、分子線蒸着法（MBE法）、材料を溶剤に溶かした溶液を用いるディッピング法、スピコート法、バーコート法、ロールコート法、LB法などを採用することができる。

真空蒸着法により、各層を形成する場合には、各層は薄膜として形成できる。各薄膜は材料の分子を順次堆積させることにより形成できる。このような薄膜としては、具体的には、気相状態の材料を沈着した薄膜、溶液状態または液相状態の材料を固体化した薄膜が挙げられる。

また、通常このような薄膜は、LB法により形成される薄膜（分子累積膜）とは凝集構造、高次構造の相違、それに起因する機能的な相違により区別できる。

また、スピコート法により各層を形成する場合には、特開昭57-51781号公報に開示された方法を採用できる。具体的には、各層は樹脂などの結着剤と材料を溶剤に溶かした溶液を用いて形成できる。

[0129] <第2実施形態>

本実施形態の有機EL素子は、発光層または発光層を含むユニットを少なくとも2つ有するタンデム素子構成を有する。

このような有機EL素子では、例えば、2つのユニット間に電荷発生層（CGLとも呼ぶ）を介在させ、ユニット毎に電子輸送帯域を設けることができる。

このようなタンデム素子構成の具体的な構成の例を以下に示す。

(11) 陽極／正孔注入・輸送層／燐光発光層／電荷発生層／蛍光発光層／電子注入・輸送層／陰極

(12) 陽極／正孔注入・輸送層／蛍光発光層／電子注入・輸送層／電荷発生層／燐光発光層／陰極

[0130] これらのような有機EL素子において、燐光発光層には本発明のモノアミン誘導体および第1実施形態で説明した燐光発光材料を用いることができる

。これにより、有機EL素子の発光効率、および素子寿命をさらに向上させることができる。また、陽極、正孔注入・輸送層、電子注入・輸送層、陰極には第1実施形態で説明した材料を用いることができる。また、蛍光発光層の材料としては、公知の材料を用いることができる。そして、電荷発生層の材料としては、公知の材料を用いることができる。

[0131] <第3実施形態>

本実施形態の有機EL素子は、複数の発光層を備え、複数の発光層のいずれか2つの発光層の間に電荷障壁層を有する。

本実施形態にかかる好適な有機EL素子の構成として、特許第4134280号公報、米国公開特許公報US2007/0273270A1、国際公開公報WO2008/023623A1に記載されているような構成が挙げられる。

具体的には、陽極、第1発光層、電荷障壁層、第2発光層および陰極がこの順に積層された構成において、第2発光層と陰極の間に三重項励起子の拡散を防止するための電荷障壁層を有する電子輸送帯域を有する構成が挙げられる。ここで電荷障壁層とは隣接する発光層との間でHOMO準位、LUMO準位のエネルギー障壁を設けることにより、発光層へのキャリア注入を調整し、発光層に注入される電子と正孔のキャリアバランスを調整する目的を有する層である。

[0132] このような構成の具体的な例を以下に示す。

(21) 陽極／正孔注入・輸送層／第1発光層／電荷障壁層／第2発光層／電子注入・輸送層／陰極

(22) 陽極／正孔注入・輸送層／第1発光層／電荷障壁層／第2発光層／第3発光層／電子注入・輸送層／陰極

[0133] これらの第1発光層、第2発光層、および第3発光層のうちの少なくともいずれかに本発明のモノアミン誘導体および第1実施形態で説明した燐光発光材料を用いることができる。これにより、有機EL素子の発光効率および素子寿命を向上させることができる。

また、例えば、第1発光層を赤色に発光させ、第2の発光層を緑色に発光させ、第3の発光層を青色に発光させることにより、素子全体として白色に発光させることができる。

このような有機EL素子は、照明やバックライトなどの面光源として好適に利用できる。

なお、陽極、正孔注入・輸送層、電子注入・輸送層、陰極には第1実施形態で説明した材料を用いることができる。

また、電荷障壁層の材料としては、公知の材料を用いることができる。

[0134] <第4実施形態>

図2は、本発明の第4実施形態に係る有機EL素子1Aの概略構成を示す図である。尚、以下の説明では、既に説明した部分と同一の部分については、同一符号を付してその説明を省略または簡略する。

有機EL素子1Aは、透明性の基板2上に形成され、互いに対向する陽極3および陰極4と、これら陽極3および陰極4間に、陽極3から順に正孔輸送帯域6Aと、発光層5Aと、電子輸送帯域7Aとを備える。

[0135] (基板)

透明性の基板は有機EL素子を支持するものである。第4実施形態の基板も、上記実施形態と同様の基板とすることができる。

[0136] (陽極および陰極)

第4実施形態の陽極および陰極についても、上記実施形態と同様の陽極および陰極とすることができる。

[0137] (発光層)

第4実施形態における発光層は、第1ホスト材料と、第2ホスト材料と、燐光発光性ドーパント（燐光発光材料）とを含み、以下の機能を併せ持つものである。ここで、第1ホスト材料と第2ホスト材料は異なる化合物である。

(1) 注入機能；電界印加時に陽極または正孔輸送帯域より正孔を注入することができ、陰極または電子輸送帯域より電子を注入することができる機能

- 、
 - (2) 輸送機能；注入した電荷（電子と正孔）を電界の力で移動させる機能
 - 、
 - (3) 発光機能；電子と正孔の再結合の場を提供し、これを発光につなげる機能、
- がある。

ただし、正孔の注入されやすさと電子の注入されやすさに違いがあってもよく、また、正孔と電子の移動度で表される輸送能に大小があってもよい。

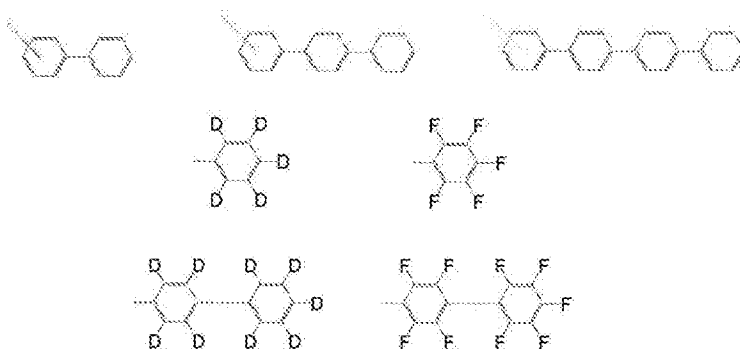
[0138] (第1ホスト材料)

第1ホスト材料は、公知のホスト材料として用いられる材料であればいずれでも良いが、なかでも発光効率および外部量子効率の向上の観点から電子輸送性を有するものが好ましい。

電子輸送性を有する第1ホスト材料は、電子輸送骨格を有するものであり、電子輸送骨格としては、非縮合芳香族炭化水素骨格、重水素またはフッ素で置換された非縮合芳香族炭化水素骨格、縮合芳香族炭化水素骨格、含窒素芳香族炭化水素骨格などが挙げられる。

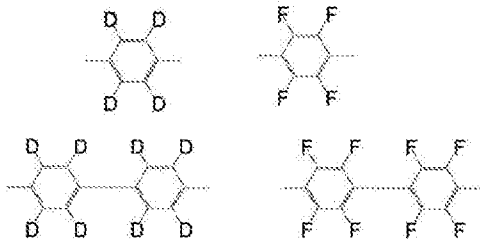
[0139] 非縮合芳香族炭化水素骨格、および重水素原子またはフッ素原子で置換された非縮合芳香族炭化水素骨格としては、例えば、以下の1価または2価の骨格が挙げられる。

[0140] [化39]



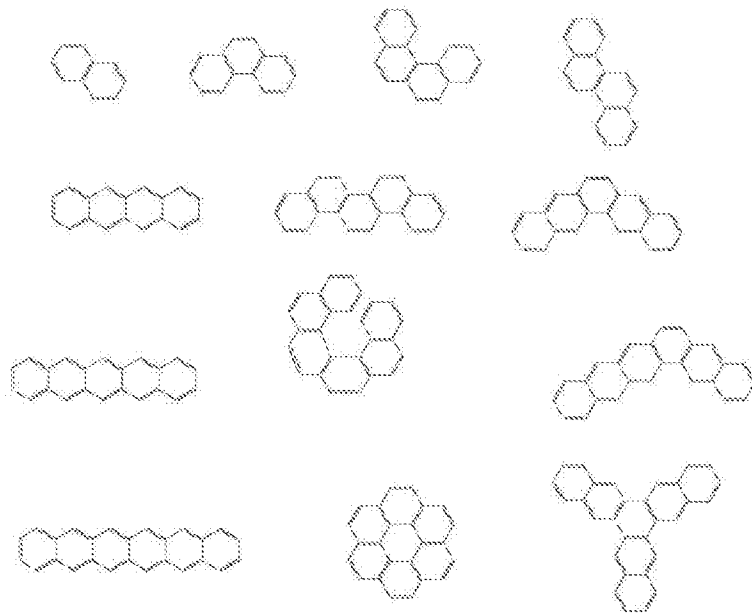
[0141]

[化40]



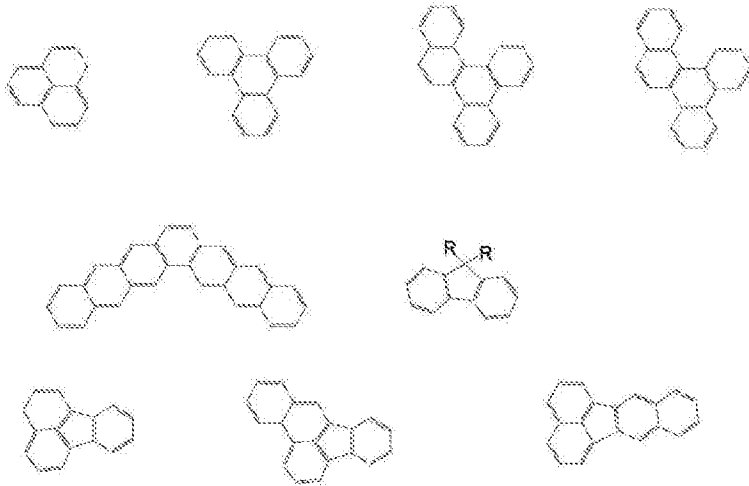
[0142] 縮合芳香族炭化水素骨格としては、以下のものが挙げられる。縮合芳香族炭化水素骨格は、1価または2価でも良い。また、縮合芳香族炭化水素骨格に重水素原子またはフッ素原子が置換されていても良い。なお、下記フルオレン骨格に置換される置換基「R」としては、アルキル基、アリール基などが挙げられる。

[0143] [化41]



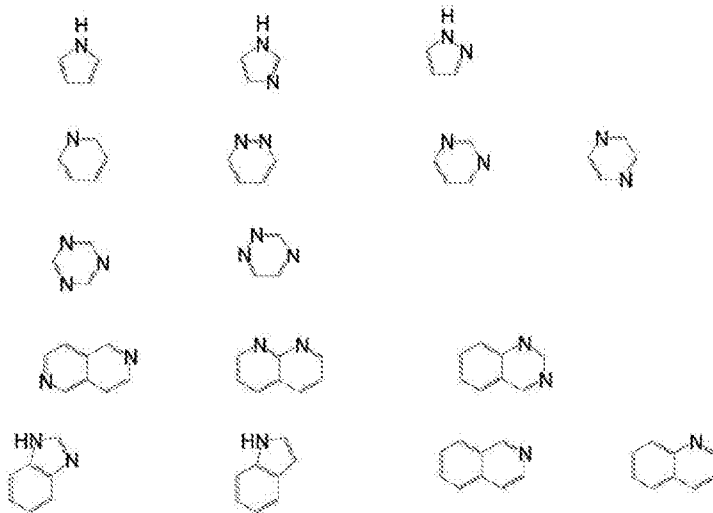
[0144]

[化42]



[0145] 含窒素芳香族炭化水素骨格としては、以下のものが挙げられる。これらの骨格は1価または2価でも良い。また、含窒素芳香族炭化水素骨格に重水素原子またはフッ素原子が置換されていても良い。

[0146] [化43]



[0147] さらに、第1ホスト材料は、上記式(11)または式(12)で示される縮合芳香族化合物であることが好ましい。

式(11)および式(12)において、 $A r^a$ 、 $A r^b$ 、 $A r^c$ 、 $A r^d$ 、 $A r^e$ 、 $A r^f$ および $A r^g$ は、それぞれ独立して、置換基を有しても良いベンゼン骨格、置換基を有しても良いナフタレン骨格および置換基を有しても良い3環以上の縮合芳香族炭化水素骨格から誘導される基である。

$A r^a$ 、 $A r^b$ 、 $A r^c$ 、 $A r^d$ 、 $A r^e$ 、 $A r^f$ および $A r^g$ がそれぞれ置換基を有する場合、その置換基としては、例えば、炭素数1から20までのアルキル基、炭素数1から20までのハロアルキル基、炭素数3から18までのシクロアルキル基、環形成炭素数6から30までのアリール基、炭素数3から20までのシリル基、シアノ基、ハロゲン原子であることが好ましい。

アルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、 n -ブチル基、1-メチルプロピル基、1-プロピルブチル基が挙げられる。

ハロアルキル基としては、例えば、2, 2, 2-トリフルオロエチル基が挙げられる。

シクロアルキル基としては、例えば、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、シクロオクチル基が挙げられる。

アリール基としては、前記モノアミン誘導体の $A r^1$ と同様の基が挙げられる。

シリル基としては、例えば、トリメチルシリル基、トリエチルシリル基が挙げられる。

ハロゲン原子としては、例えば、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素が挙げられる。

なお、 $A r^a$ 、 $A r^b$ 、 $A r^c$ 、 $A r^d$ 、 $A r^e$ 、 $A r^f$ および $A r^g$ が置換基を有しない場合とは、水素原子が置換したことを意味し、その水素原子には、軽水素、重水素が含まれる。

[0148] ここで、式(11)または式(12)において、3環以上の縮合芳香族炭化水素骨格は、上記式(13)から式(16)までで示される骨格のうちのいずれかであることが好ましい。

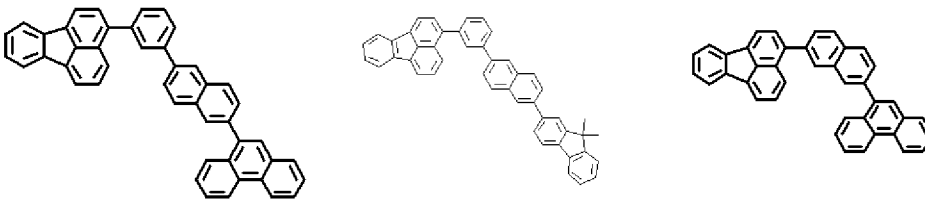
[0149] 式(13)から式(16)までにおいて、 $A r^5$ から $A r^9$ までは、それぞれ置換基を有しても良い環形成炭素数が4から20までの環構造であり、隣接する環と縮合環を形成する。

[0150] そして、式(11)または式(12)において、3環以上の縮合芳香族炭

化水素骨格は、フェナントレン骨格、ベンゾフェナントレン骨格、ジベンゾフェナントレン骨格、クリセン骨格、ベンゾクリセン骨格、ジベンゾクリセン骨格、フルオランテン骨格、ベンゾフルオランテン骨格、トリフェニレン骨格、ベンゾトリフェニレン骨格、ジベンゾトリフェニレン骨格、ピセン骨格、ベンゾピセン骨格およびジベンゾピセン骨格のうちのいずれかであることが好ましい。

これらの第1ホスト材料のうちで、フルオランテン骨格またはフェナントレン骨格を有する以下の縮合芳香族炭化水素化合物が好ましい。

[0151] [化44]



[0152] (第2ホスト材料)

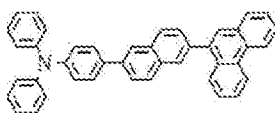
第2ホスト材料は、上式(1)で表されるモノアミン誘導体を含む。

ここで、本発明のモノアミン誘導体は、式(1)において、 Ar^1 、および Ar^2 が、それぞれフェニル基またはナフチル基であり、 Ar^3 が、フェニレン基またはナフチレン基であり、 Ar^4 が、ベンゾクリセニル基、トリフェニレン基、およびフェナントレニル基のうちのいずれかであることが好ましい。

本発明の式(1)で表される第2ホスト材料の具体例は、上記モノアミン誘導体の具体例として示したものと同様である。ただし、本発明はこれらの化合物に限定されない。

[0153] そして、本発明では、上記第2ホスト材料のモノアミン誘導体は以下の化合物が特に好ましい。

[0154] [化45]



[0155] 第1ホスト材料および第2ホスト材料の3重項エネルギーは、2.0 eV以上であることが好ましい。

このように、2.0 eV以上の3重項エネルギーを有する化合物を第1ホスト材料および第2ホスト材料として用いることで、発光効率および外部量子効率に優れ、量産に適する燐光発光層を形成することができる。

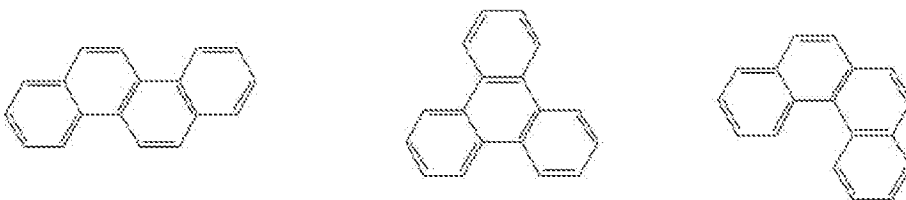
本発明で3重項エネルギーとは、最低励起3重項状態におけるエネルギーと基底状態におけるエネルギーとの差をいう。

[0156] また、2.0 eV以上の3重項エネルギーを有する第1ホスト材料および第2ホスト材料を得る為、アントラセン骨格、ペンタセン骨格などの直鎖状の構造や、ペリレン骨格、ピレン骨格などの「環数×4+2の炭素数以下」である非直鎖状の構造を分子中に導入したとしても、燐光ホスト材料として十分な3重項エネルギーが得られないことがあるため、それらの構造を分子中に導入しないことが好ましい。

[0157] なお、第1ホスト材料および第2ホスト材料において、ベンゾフェナントレン骨格、ベンゾクリセン骨格、ベンゾフルオランテン骨格、ベンゾトリフェニレン骨格、ベンゾピセン骨格としては、以下の構造が好ましい。

[0158] (ベンゾフェナントレン骨格)

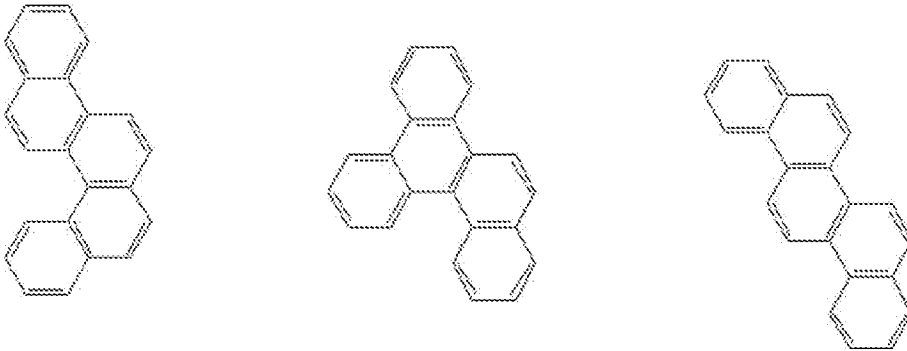
[0159] [化46]



[0160] (ベンゾクリセン骨格)

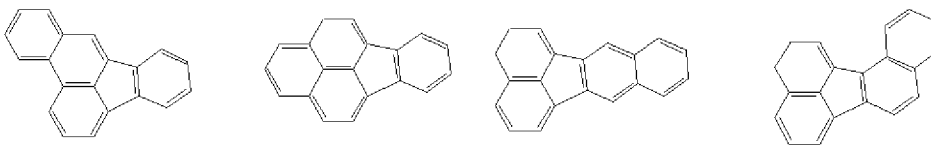
[0161]

[化47]



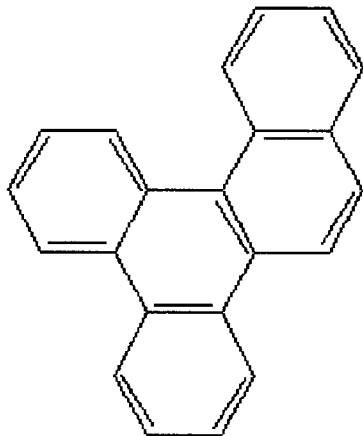
[0162] (ベンゾフルオランテン骨格)

[0163] [化48]



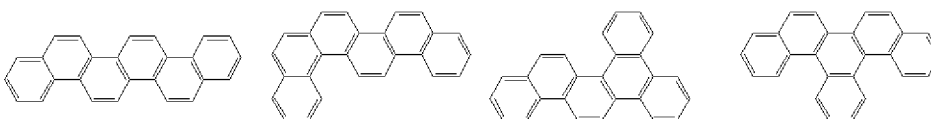
[0164] (ベンゾトリフェニレン骨格)

[0165] [化49]



[0166] (ベンゾピセン骨格)

[0167] [化50]



[0168] 第2ホスト材料の発光層における含有量は、5質量%以上60質量%以下であることが好ましく、10質量%以上50質量%以下であることが特に好ましく、30質量%以上50質量%以下であることが最も好ましい。

発光層の膜厚は、好ましくは5 nm以上50 nm以下、より好ましくは7 nm以上50 nm以下、最も好ましくは10 nm以上50 nm以下である。5 nm以上とすることにより、発光層を容易に形成することができ、50 nm以下とすることにより色度の調整が容易となり、駆動電圧の上昇を抑制できる。

[0169] 本発明では、第2ホスト材料として、3環以上の縮合芳香族炭化水素骨格を含む式(1)で示されるモノアミン誘導体を用いることにより、発光効率および外部量子効率に優れ、しかも第2ホスト材料の濃度にそれらの効率が依存しない有機EL素子を得ることができる。従って、有機EL素子を製造する際に、第2ホスト材料の濃度を特定値に微調整するなどの手間が不要となるため、本発明の第2ホスト材料を用いた有機EL素子は、量産に適している。

また、燐光発光性ドーパント材料の濃度が低い場合でも、本発明の第2ホスト材料を用いることにより、第2ホスト材料の濃度に依存せずに高発光効率および高外部量子効率の有機EL素子を得ることができる。

従って、本発明の有機EL素子は、有機ELテレビなどの大型パネルを量産する際に好適に用いることができる。

[0170] 第1ホスト材料および第2ホスト材料は、燐光発光性ドーパント材料を含有する発光層を形成するために使用され、燐光発光性ドーパント材料よりも励起3重項エネルギーが大きい材料である。

[0171] 本発明の第2ホスト材料の製造方法は、特に限定されず公知の方法で製造することができる。例えば、アミン誘導体と芳香族ハロゲン化合物のカップリング反応が挙げられる。カップリング反応としては、テトラヘドロン40(1984)435頁から1456頁までに記載される銅触媒またはジャーナル オブ アメリカン ケミカル ソサイアティ 123(2001)7727頁から7729頁までに記載されるパラジウム触媒を用いる方法等が挙げられる。

[0172] (燐光発光性ドーパント材料)

第4実施形態における燐光発光性ドーパント材料も、上記実施形態と同様の燐光発光材料を用いることができる。

[0173] なお、有機EL素子が2以上の発光層を有する場合、2以上の発光層にそれぞれ第1ホスト材料、第2ホスト材料、および燐光発光性ドーパント材料が含まれていても良い。

また、本発明の第2ホスト材料として用いた材料は、正孔輸送帯域、電子輸送帯域などに含まれても良い。

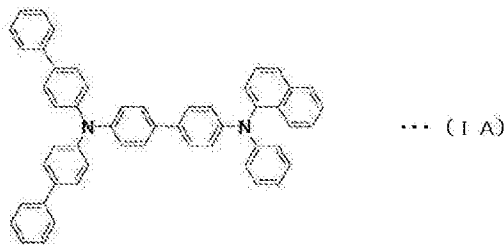
[0174] (正孔輸送帯域)

正孔輸送帯域は、発光層への正孔の注入を助ける領域であり、正孔移動度が大きい。この正孔輸送帯域は、正孔注入層および正孔輸送層の少なくともいずれか1層により形成される構成でもよく、正孔注入性および正孔輸送性を有する単層でもよい。また、正孔輸送帯域は、発光層に隣接する障壁層を含んでいても良い。

正孔輸送帯域を形成する材料としては、例えば、上記式(1)で表わされる芳香族アミン誘導体が好ましい。

このような上記式(1)の化合物としては、US2009/0009067A1の段落番号[0287]に記載の具体例が挙げられ、以下の化合物(1A)が好ましい。

[0175] [化51]

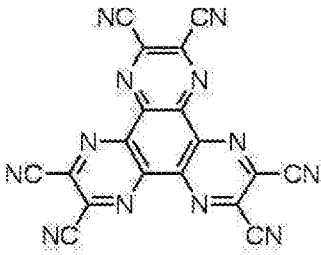


[0176] また、正孔輸送帯域の材料としては、上記式(11)の芳香族アミンも好ましい。

[0177] また、正孔輸送帯域の材料としては、下記の式(111)の化合物も好ましく用いられる。

[0178]

[化52]



... (111) ...

[0179] 本発明では、正孔輸送帯域において、式(111)の化合物により正孔注入層を形成し、式(1A)の化合物により正孔輸送層を形成することが好ましい。

[0180] (電子輸送帯域)

電子輸送帯域は、発光層への電子の注入を助ける領域であり、電子移動度が大きい。電子輸送帯域は、電子注入層および電子輸送層の少なくともいずれか1層から形成される構成でもよく、電子注入性および電子輸送性を有する単層でもよい。

電子輸送帯域を形成する電子輸送性の材料としては、上記実施形態で説明した電子注入・輸送層を形成する材料が同様に好ましい。

[0181] 電子輸送帯域は、上記電子注・輸送層と同様に、本発明のモノアミン誘導体を主成分として含んでもよい。

ここで、「主成分として」とは、モノアミン誘導体が電子輸送帯域に50質量%以上含まれることを意味する。

第4実施形態においても、発光層以外の膜厚は特に制限されないが、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、通常は数nmから1 μ mの範囲が好ましい。

[0182] また、電子輸送帯域を形成する材料として、上記電子注・輸送層と同様に、含窒素環誘導体の他に無機化合物として、絶縁体または半導体を採用することもできる。電子輸送帯域が絶縁体または半導体で形成されている場合、ダークスポット等の画素欠陥を減少させることができるため、電流のリークを有効に防止して、電子注入性および電子輸送性を向上させることができる。

。

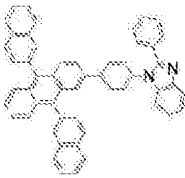
[0183] (障壁層)

電子輸送帯域は、さらに発光層に隣接する障壁層を含んでも良い。障壁層は、隣接する発光層との間でHOMO準位、LUMO準位のエネルギー障壁を設けることにより、発光層へのキャリア注入を調整し、発光層に注入される電子と正孔のキャリアバランスを調整する。

障壁層を設けることにより、正孔を発光層に閉じ込めて、発光層における励起子の生成確率を高めることができ、発光効率、外部量子効率を向上させることができる。

障壁層の材料としては、公知の材料を用いることができるが、8-キノリノールリチウムと、以下の化合物とを混合して用いることが好ましい。なお、8-キノリノールリチウムと、以下の化合物とのうちのいずれか一方のみにより障壁層を形成しても良い。

[0184] [化53]



[0185] 本発明の有機EL素子の具体的な構成例を以下に示す。

(1 A) 陽極／発光層／電子輸送層／電子注入層／陰極

(2 A) 陽極／正孔注入層／発光層／電子輸送層／電子注入層／陰極

(3 A) 陽極／正孔注入層／正孔輸送層／発光層／電子輸送層／電子注入層／陰極

(4 A) 陽極／正孔注入層／正孔輸送層／発光層／電子輸送層／陰極

(5 A) 陽極／正孔注入層／正孔輸送層／発光層／障壁層／電子注入層／陰極

これらの中で、(5 A)の構成が好ましい。

[0186] 本発明の有機EL素子の各層の形成方法としては、特に限定されず、上記実施形態と同様に、公知の方法を採用することができる。

[0187] [第5実施形態]

本実施形態の有機EL素子は、発光層を含むユニットを少なくとも2つ有するタンデム素子である。

この有機EL素子では、例えば、2つのユニット間に電荷発生層（CGLとも呼ぶ）が介在する。また、ユニット毎に正孔輸送帯域（正孔輸送層、正孔注入層）、電子輸送帯域（電子輸送層、電子注入層）を設けることもできる。

このようなタンデム素子構成の具体的な構成の例を以下に示す。

(11A) 陽極／正孔注入層／正孔輸送層／燐光発光層／電荷発生層／蛍光発光層／電子輸送層／電子注入層／陰極

(12A) 陽極／正孔注入層／正孔輸送層／蛍光発光層／電子輸送層／電子注入層／電荷発生層／燐光発光層／陰極

[0188] これらのような有機EL素子において、燐光発光層には本発明の第1ホスト材料、第2ホスト材料としてのモノアミン誘導体、および燐光発光性ドーパント材料を用いることができる。これにより、有機EL素子の発光効率、および素子寿命をさらに向上させることができる。また、陽極、正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層、電子輸送層、陰極には上記実施形態で説明した材料を用いることができる。また、蛍光発光層および電荷発生層の材料としては、公知の材料を用いることができる。

[0189] [第6実施形態]

本実施形態の有機EL素子は、複数の発光層を備え、複数の発光層のいずれか2つの発光層の間に電荷障壁層を有する。

本実施形態の好適な有機EL素子として、特許第4134280号公報、米国公開特許公報US2007/0273270A1、国際公開公報WO2008/023623A1に記載されているような構成が挙げられる。

具体的には、陽極、第1発光層、電荷障壁層、第2発光層および陰極がこの順に積層された構成において、第2発光層と陰極の間に三重項励起子の拡散を防止するための電子輸送帯域を有する構成が挙げられる。なお、電子輸

送帯域に電荷障壁層が含まれていても良い。

[0190] このような構成の具体的な例を以下に示す。

(21A) 陽極／正孔注入層／正孔輸送層／第1発光層／障壁層／第2発光層／電子輸送層／電子注入層／陰極

(22A) 陽極／正孔注入層／正孔輸送層／第1発光層／障壁層／第2発光層／第3発光層／電子輸送層／電子注入層／陰極

[0191] これらの第1発光層、第2発光層、および第3発光層のうちの少なくともいずれかに本発明の第1ホスト材料、第2ホスト材料としてのモノアミン誘導体、および燐光発光性ドーパント材料を用いることができる。これにより、有機EL素子の発光効率および外部量子効率を向上させることができる。

また、例えば、第1発光層を赤色に発光させ、第2の発光層を緑色に発光させ、第3の発光層を青色に発光させることにより、素子全体として白色に発光させることができる。

このような有機EL素子は、照明やバックライトなどの面光源として好適に利用できる。なお、陽極、正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層、電子輸送層、障壁層、陰極には第1実施形態で例示した材料を用いることができる。

[0192] <実施形態の変形>

本発明は、上記の説明に限られるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲での変更は本発明に含まれる。

例えば、本発明では、発光層が電荷注入補助剤を含有していることも好ましい。

エネルギーギャップが広い燐光ホスト材料を用いて発光層を形成する場合、燐光ホスト材料のイオン化ポテンシャル (I_p) と正孔注入・輸送層等の I_p との差が大きくなり、発光層への正孔の注入が困難となり、十分な輝度を得るための駆動電圧が上昇するおそれがある。

また、エネルギーギャップが広い第1ホスト材料および第2ホスト材料を用いて発光層を形成する場合、第1ホスト材料および第2ホスト材料のイオ

ン化ポテンシャル（ I_p ）と正孔輸送帯域などの I_p との差が大きくなり、発光層への正孔の注入が困難となり、十分な輝度を得るための駆動電圧が上昇するおそれがある。

[0193] このような場合、発光層に、正孔注入性および輸送性の電荷注入補助剤を含有させることで、発光層への正孔注入を容易にし、駆動電圧を低下させることができる。

電荷注入補助剤としては、例えば、一般的な正孔注入性および正孔輸送性の材料が利用できる。

具体例としては、トリアゾール誘導体（米国特許3, 112, 197号明細書等参照）、オキサジアゾール誘導体（米国特許3, 189, 447号明細書等参照）、イミダゾール誘導体（特公昭37-16096号公報等参照）、ポリアリールアルカン誘導体（米国特許3, 615, 402号明細書、同第3, 820, 989号明細書、同第3, 542, 544号明細書、特公昭45-555号公報、同51-10983号公報、特開昭51-93224号公報、同55-17105号公報、同56-4148号公報、同55-108667号公報、同55-156953号公報、同56-36656号公報等参照）、ピラゾリン誘導体およびピラゾロン誘導体（米国特許第3, 180, 729号明細書、同第4, 278, 746号明細書、特開昭55-88064号公報、同55-88065号公報、同49-105537号公報、同55-51086号公報、同56-80051号公報、同56-88141号公報、同57-45545号公報、同54-112637号公報、同55-74546号公報等参照）、フェニレンジアミン誘導体（米国特許第3, 615, 404号明細書、特公昭51-10105号公報、同46-3712号公報、同47-25336号公報、特開昭54-53435号公報、同54-110536号公報、同54-119925号公報等参照）、アリールアミン誘導体（米国特許第3, 567, 450号明細書、同第3, 180, 703号明細書、同第3, 240, 597号明細書、同第3, 658, 520号明細書、同第4, 232, 103号明細書、同第4, 175,

961号明細書、同第4, 012, 376号明細書、特公昭49-35702号公報、同39-27577号公報、特開昭55-144250号公報、同56-119132号公報、同56-22437号公報、西独特許第1, 110, 518号明細書等参照)、アミノ置換カルコン誘導体(米国特許第3, 526, 501号明細書等参照)、オキサゾール誘導体(米国特許第3, 257, 203号明細書等に開示のもの)、スチリルアントラセン誘導体(特開昭56-46234号公報等参照)、フルオレノン誘導体(特開昭54-110837号公報等参照)、ヒドラゾン誘導体(米国特許第3, 717, 462号明細書、特開昭54-59143号公報、同55-52063号公報、同55-52064号公報、同55-46760号公報、同55-85495号公報、同57-11350号公報、同57-148749号公報、特開平2-311591号公報等参照)、スチルベン誘導体(特開昭61-210363号公報、同第61-228451号公報、同61-14642号公報、同61-72255号公報、同62-47646号公報、同62-36674号公報、同62-10652号公報、同62-30255号公報、同60-93455号公報、同60-94462号公報、同60-174749号公報、同60-175052号公報等参照)、シラザン誘導体(米国特許第4, 950, 950号明細書)、ポリシラン系(特開平2-204996号公報)、アニリン系共重合体(特開平2-282263号公報)、特開平1-211399号公報に開示されている導電性高分子オリゴマー(特にチオフェンオリゴマー)等を挙げる事ができる。

[0194] 正孔注入性および正孔輸送性の材料としては上記のものを挙げる事ができるが、ポルフィリン化合物(特開昭63-295695号公報等に開示のもの)、芳香族第三級アミン化合物およびスチリルアミン化合物(米国特許第4, 127, 412号明細書、特開昭53-27033号公報、同54-58445号公報、同54-149634号公報、同54-64299号公報、同55-79450号公報、同55-144250号公報、同56-119132号公報、同61-295558号公報、同61-98353号公

報、同63-295695号公報等参照)、特に芳香族第三級アミン化合物が好ましい。

[0195] また、米国特許第5,061,569号に記載されている2個の縮合芳香族環を分子内に有するものも好ましい。このような化合物としては、例えば、4,4'-ビス(N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ)ビフェニル(以下NPDと略記する)、また特開平4-308688号公報に記載されているトリフェニルアミンユニットが3つスターバースト型に連結された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などを挙げるができる。

また、特許公報第3614405号、3571977号または米国特許4,780,536に記載されているヘキサアザトリフェニレン誘導体等も正孔注入性および正孔輸送性の材料として好適に用いることができる。

また、p型Si、p型SiC等の無機化合物も正孔注入材料として使用することができる。

[0196] また、本発明の有機EL素子は、陰極と電子注入・輸送層との界面領域に還元性ドーパントを有してもよい。このような有機EL素子によれば、有機EL素子における発光輝度の向上や長寿命化が図られる。還元性ドーパントとしては、アルカリ金属、アルカリ金属錯体、アルカリ金属化合物、アルカリ土類金属、アルカリ土類金属錯体、アルカリ土類金属化合物、希土類金属、希土類金属錯体、および希土類金属化合物等から選ばれた少なくとも一種類が挙げられる。

[0197] また、本発明のアミン誘導体は有機EL素子に用いられる構成を例示したが、有機太陽電池、有機半導体レーザー、有機物を用いるセンサー、有機TFET用の有機電子素子に用いられても良い。

なお、本明細書中で「正孔注入・輸送層」は「正孔注入層および正孔輸送層のうちの少なくともいずれか一方」を意味し、「電子注入・輸送層」は「電子注入層および電子輸送層のうちの少なくともいずれか一方」を意味する。

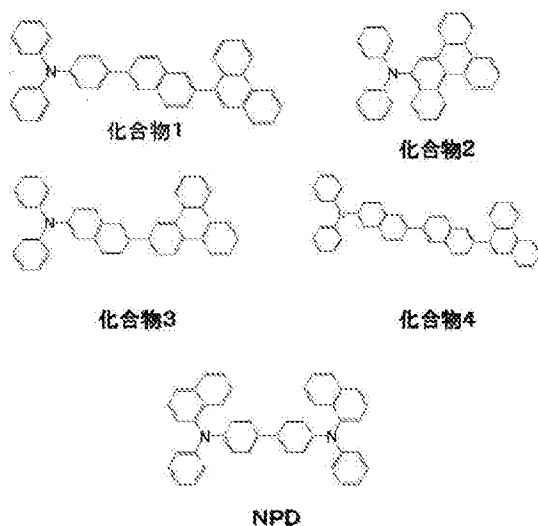
実施例

[0198] 次に、実施例および比較例を挙げて本発明をさらに詳しく説明するが、本発明はこれらの実施例の記載内容に何ら制限されるものではない。

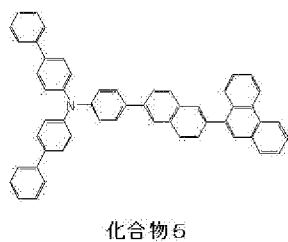
以下に、各実施例および比較例で使用した燐光ホスト材料、燐光発光材料、正孔注入・輸送層に用いた材料、電子輸送層に用いた材料を示す。

[0199] (燐光ホスト材料)

[0200] [化54]

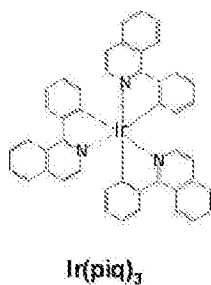


[0201] [化55]



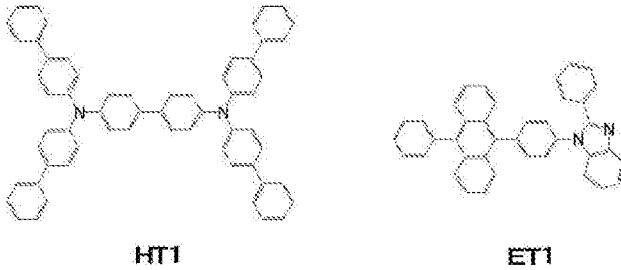
[0202] (燐光発光材料)

[0203] [化56]



[0204] (正孔注入・輸送層に用いた材料および電子輸送層に用いた材料)

[0205] [化57]

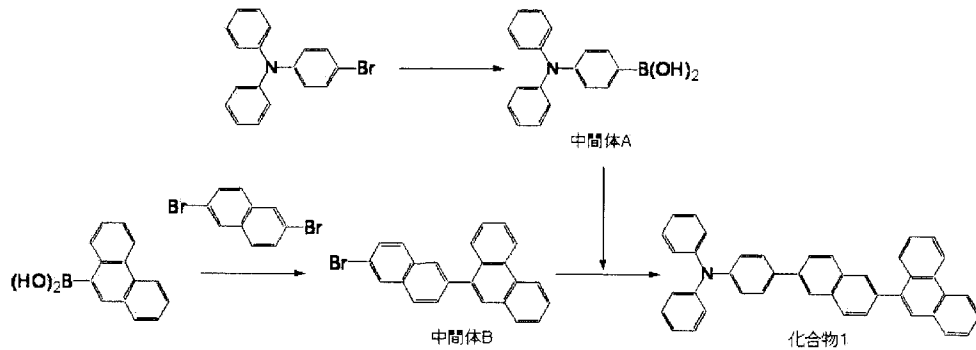


[0206] <合成例 1 >

(化合物 1 の合成)

以下の工程により、化合物 1 を合成した。なお、化合物 2 から 4 までは、それぞれ化合物 1 と同様にして合成した。

[0207] [化58]



[0208] ・合成例 (1-1) 中間体 A の合成

(4-ブロモフェニル)ージフェニルアミン 20.7 g (64.0 mmol) を脱水テトラヒドロフラン 400 ml、脱水トルエン 300 ml に溶解させ、-70℃に冷却し、n-ブチルリチウム 44.6 ml (70.4 mmol) を滴下して 1 時間攪拌し、トリイソプロピルボロン酸エステル 44.0 ml (192 mmol) を加え、2 時間かけて室温まで昇温した。10%塩酸 200 ml を加え、2 時間攪拌した。沈殿物を濾取し、トルエンで洗浄し、減圧下、乾燥し、薄黄色の中間体 A 16.3 g (収率 88%) を得た。

[0209] ・合成例 (1-2) 中間体 B の合成

アルゴン雰囲気下、

9-フェナントレンボロン酸 11.1 g (50.0 mmol)、
2,6-ジブROMONAFタレン 14.3 g (50.0 mmol)、
テトラキストリフェニルフォスフィンパラジウム(0) 1.73 g (1.5 mmol)、

1,2-ジメトキシエタン 150 ml および

2M炭酸水素ナトリウム水溶液 75 ml

の混合物を8時間加熱還流撹拌した。反応混合物を室温まで冷却し、水を加え1時間撹拌を行った。生成した固体を濾取し、水、メタノールで洗浄後、減圧下にて乾燥を行った。得られた固体をシリカゲルクロマトグラフィーにて精製し、薄黄色固体 15.9 g (収率 83%) を得た。

[0210] ・合成例(1-3)化合物1の合成

アルゴン雰囲気下、

中間体B 3.83 g (10.0 mmol)、

中間体A 3.04 g (10.5 mmol)、

テトラキストリフェニルフォスフィンパラジウム(0) 0.35 g (0.30 mmol)、

1,2-ジメトキシエタン 30 ml および

2M炭酸水素ナトリウム水溶液 15 ml

の混合物を8時間加熱還流撹拌した。反応混合物を室温まで冷却し、水を加え1時間撹拌を行った。生成した固体を濾取し、水、メタノールで洗浄後、減圧下にて乾燥を行った。得られた固体をシリカゲルクロマトグラフィーにて精製し、黄色固体 4.30 g (収率 78.5%) を得た。

[0211] 得られた化合物について、HPLC (High Performance Liquid Chromatography)、FD-MS (Field Desorption ionization-Mass Spectrometry) の分析結果を以下に示す。

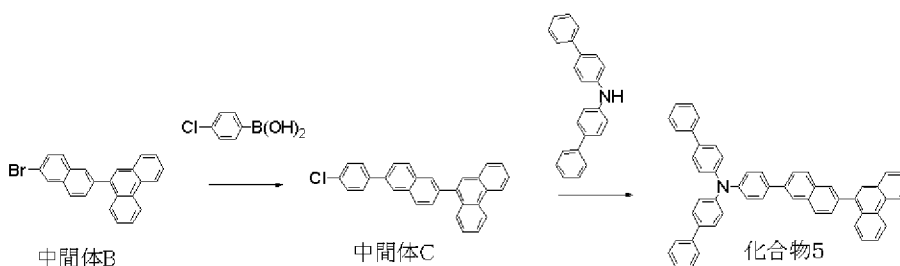
HPLC : 純度 99.9%

FD-MS : calcd for $C_{42}H_{29}N=547.69$, found $m/z=548 (M^+, 100)$

[0212] <合成例 2>

(化合物 5 の合成)

[0213] [化59]



[0214] ・合成例 (2-1) 中間体 C の合成

アルゴン雰囲気下、

中間体 B 3.8g (10mmol)、

4-クロロフェニルボロン酸 1.56g (10mmol)、

テトラキストリフェニルホスフィンパラジウム 0.23g (0.2mmol)、

トルエン 30mL、および

2M炭酸ナトリウム水溶液 15mL

の混合物を 8 時間加熱還流した。反応混合物を室温まで冷却し、水を加えて 1 時間攪拌を行った。生成した固体をろ過し、水、メタノールで洗浄した後、得られた固体をシリカゲルカラムクロマトグラフィーにて精製し、中間体 C 3.1g (収率 75%) を得た。

[0215] ・合成例 (2-2) 化合物 5 の合成

アルゴン雰囲気下、

中間体 C 3g (7.5mmol)、

ビス(4-ピフェニル)アミン 2.56g (8mmol)、

トリス(ジベンジリデンアセトン)ジパラジウム(O) 0.14g (0.15mmol)、

トリ-tert-ブチルホスホニウムテトラフルオロボラート 0.17g (0.6mmol)

、および

ナトリウム tert-ブトキシド 1.0g (10.5mmol)

の混合物を 8 時間加熱還流した。水を加えて 1 時間攪拌を行った。生成した固体をろ過し、水、メタノールで洗浄した後、得られた固体をシリカゲルカラ

ムクロマトグラフィーにて精製し、目的物3.65 g (収率70%) を得た。

得られた化合物について、HPLC (High Performance Liquid Chromatography)、FD-MS (Field Desorption ionization-Mass Spectrometry) の分析結果を以下に示す。

HPLC : 純度 99.9%

FD-MS : calcd for $C_{54}H_{37}N=699.29$, found $m/z=699$ (M^+ , 100)

[0216] (実施例1) 有機EL素子の作製

25 mm × 75 mm × 0.7 mm厚のITO透明電極付きガラス基板 (旭硝子製) をイソプロピルアルコール中で超音波洗浄を5分間行なった後、UVオゾン洗浄を30分間行なった。なお、ITO透明電極は、陽極として機能する。

洗浄後の透明電極ライン付き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、前記透明電極を覆うようにして化合物HT1を蒸着し、膜厚50 nmとなるように成膜した。化合物HT1からなる膜は正孔注入・輸送層として機能する。

該正孔注入・輸送層の成膜に続けて、この膜上に膜厚40 nmとなるように化合物1、および燐光発光材料として化合物Ir(piq)₃を抵抗加熱により共蒸着により成膜した。

化合物Ir(piq)₃は、含有量が10質量%になるように設定した。該膜は、発光層 (燐光発光層) として機能する。なお、化合物Ir(piq)₃の発光波長は629 nmである。

該発光層の成膜に続けて、発光層上に化合物ET1を蒸着し膜厚40 nmとなるように成膜した。化合物ET1からなる膜は電子輸送層として機能する。

この後、成膜速度0.1 nm/minで、膜厚1 nmとなるように成膜した。LiFからなる膜は、電子注入性電極 (陰極) として機能する。

このLiF層の成膜に続けて、このLiF層上に金属Alを蒸着させ、膜

厚80nmとなるように金属陰極を形成した。

これにより、実施例1の有機EL素子を形成した。

[0217] (実施例2から実施例5まで、および比較例1)

実施例1において、燐光ホスト材料を化合物2から5まで、およびNPDに変更した以外は、実施例1と同様にして、実施例2から5まで、および比較例1の有機EL素子を作製した。これらの有機EL素子について、以下のように評価した。

[0218] (有機EL素子の評価方法)

上記の各実施例および比較例で作製した有機EL素子を、直流電流駆動により発光させ、電流密度10mA/cm²における発光効率、外部量子効率および輝度が80%まで減少する寿命(初期輝度2600cd/m²)を測定した。測定結果を表1に示す。

[0219] [表1]

	燐光ホスト材料	駆動電圧 (V)	発光効率 L/J (cd/A)	外部量子効率 EQE (%)	寿命 LT80 (h)
実施例1	化合物1	4.7	10.6	12.7	350
実施例2	化合物2	4.9	9.6	11.5	330
実施例3	化合物3	4.8	10.4	12.5	340
実施例4	化合物4	4.6	10.9	13.1	360
実施例5	化合物5	4.8	10.5	12.5	400
比較例1	NPD	5.3	4.6	5.5	30

[0220] 表1の結果から分かるように、各実施例では特定の構造を有するモノアミン誘導体を用いたため、NPDのようなアミン誘導体を用いた比較例1と比較して、駆動電圧が低く、発光効率、外部量子効率、および寿命を向上させることができることがわかった。

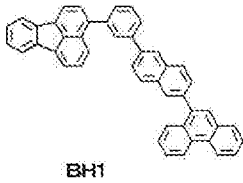
[0221] 次に、発光層に第一ホスト材料および第二ホスト材料を用いた有機EL素子の実施例および比較例を挙げて本発明をさらに詳しく説明するが、本発明はこれらの実施例の記載内容に何ら制限されるものではない。

以下に、各実施例および比較例で使用した第1ホスト材料、第2ホスト材

料、燐光発光性ドーパント材料、正孔注入層、正孔輸送層、障壁層、および電子注入層に用いた各材料を示す。

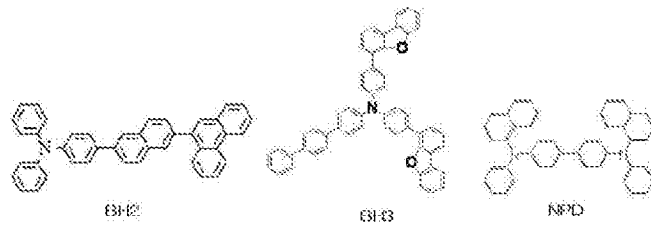
[0222] (第1ホスト材料)

[0223] [化60]



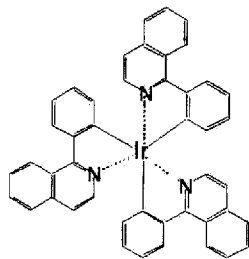
[0224] (第2ホスト材料)

[0225] [化61]



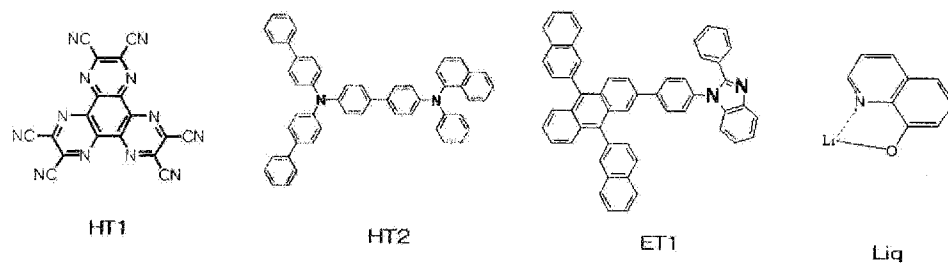
[0226] (燐光発光性ドーパント材料)

[0227] [化62]



[0228] (正孔注入層、正孔輸送層、障壁層、および電子注入層に用いた各材料)

[0229] [化63]

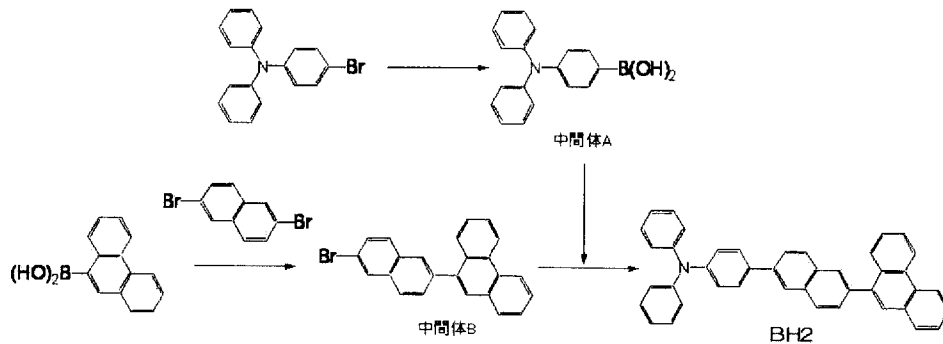


[0230] <合成例 3>

(化合物BH2の合成)

以下の工程により、化合物BH2を合成した。

[0231] [化64]



[0232] ・合成例(1-1) 中間体Aの合成

(4-ブロモフェニル)ージフェニルアミン 20.7 g (64.0 mmol) を脱水テトラヒドロフラン 400 ml、脱水トルエン 300 ml に溶解させ、 -70°C に冷却し、*n*-ブチルリチウム 44.6 ml (70.4 mmol) を滴下して 1 時間攪拌し、トリイソプロピルボロン酸エステル 44.0 ml (192 mmol) を加え、2 時間かけて室温まで昇温した。10% 塩酸 200 ml を加え、2 時間攪拌した。沈殿物を濾取し、トルエンで洗浄し、減圧下、乾燥し、薄黄色の中間体 A 16.3 g (収率 88%) を得た。

[0233] ・合成例(1-2) 中間体Bの合成

アルゴン雰囲気下、

9-フェナントレンボロン酸 11.1 g (50.0 mmol)、

2,6-ジブロモナフタレン 14.3 g (50.0 mmol)、

テトラキストリフェニルフォスフィンパラジウム(0) 1.73 g (1.5 mmol)、

1,2-ジメトキシエタン 150 ml および

2M 炭酸水素ナトリウム水溶液 75 ml

の混合物を 8 時間加熱還流攪拌した。反応混合物を室温まで冷却し、水を加え 1 時間攪拌を行った。生成した固体を濾取し、水、メタノールで洗浄後、

減圧下にて乾燥を行った。得られた固体をシリカゲルクロマトグラフィーにて精製し、薄黄色固体（中間体B）15.9g（収率83%）を得た。

[0234] ・合成例（1-3）BH2の合成

アルゴン雰囲気下、

中間体B 3.83g(10.0mmol)、

中間体A 3.04g(10.5mmol)、

テトラキストリフェニルフォスフィンパラジウム(0) 0.35g(0.30mmol)、

1,2-ジメトキシエタン30mlおよび

2M炭酸水素ナトリウム水溶液15ml

の混合物を8時間加熱還流撹拌した。反応混合物を室温まで冷却し、水を加え1時間撹拌を行った。生成した固体を濾取し、水、メタノールで洗浄後、減圧下にて乾燥を行った。得られた固体をシリカゲルクロマトグラフィーにて精製し、黄色固体4.30g（収率78.5%）を得た。

[0235] 得られた化合物について、HPLC (High Performance Liquid Chromatography)、FD-MS (Field Desorption ionization-Mass Spectrometry) の分析結果を以下に示す。これにより、得られた化合物は、化合物BH2であることが確認できた。

HPLC : 純度99.9%

FD-MS : calcd for $C_{42}H_{29}N=547.69$, found m/z

=548 (M^+ , 100)

[0236] (第2ホスト材料の3重項エネルギー)

第2ホスト材料のBH2、NPD、BH3の各3重項エネルギーは、2.48eV、2.46eV、2.58eVである。

第2ホスト材料の3重項エネルギー (E_{gT}) は、公知の燐光測定法（例えば、「光化学の世界」（日本化学会編・1993）50頁付近に記載の方法）により測定した。具体的には、第2ホスト材料を溶媒に溶解（試料10

μmol / リットル、EPA（ジエチルエーテル：イソハペンタン：エタノール＝5：5：2容積比、各溶媒は分光用グレード）し、燐光測定用試料とした。石英セルへ入れた試料を77Kに冷却、励起光を照射し、燐光を波長に対し、測定した。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、該波長値をエネルギー値に換算した値をEgTとした。日立製F-4500形分光蛍光光度計本体と低温測定用オプション備品を用いて測定した。尚、測定装置はこの限りではなく、冷却装置および低温用容器と励起光源、受光装置を組み合わせるにより、測定してもよい。なお、本発明では、以下の式を用いて、該波長を換算した。

$$\text{換算式 } E_{gT} (\text{eV}) = 1239.85 / \lambda_{edge}$$

「 λ_{edge} 」とは、縦軸に燐光強度、横軸に波長をとって、燐光スペクトルを表したときに、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、その接線と横軸の交点の波長値を意味する。単位はnmである。

[0237]（実施例6）有機EL素子の作製

実施例6に係る有機EL素子は、以下のようにして作製した。

25mm×75mm×1.1mm厚のITO透明電極（陽極）付きガラス基板（ジオマティック（株）社製）をイソプロピルアルコール中で超音波洗浄を5分間行なった後、UVオゾン洗浄を30分間行なった。洗浄後の透明電極ライン付き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前記透明電極を覆うようにして、化合物HT1を積層した。これにより、厚さ5nmの正孔注入層を形成した。

この正孔注入層上に、化合物HT2を蒸着して、厚さ205nmの正孔輸送層を形成した。このようにして、正孔注入層および正孔輸送層で構成される正孔輸送帯域を形成した。

この正孔輸送帯域上に第1ホスト材料として化合物BH1と、第2ホスト材料として化合物BH2と、燐光発光性ドーパント材料としてのIr(piq)₃と、を共蒸着した。これにより、燐光発光を示す厚さ45nmの発光層

を形成した。なお、発光層における $Ir(piq)_3$ の濃度は 8 質量%、第 2 ホスト材料の濃度は 10 質量%とした。

次に、発光層上に、化合物 ET1 と、アルカリ金属を含む金属錯体としての化合物 Liq とを共蒸着した。これにより、厚さ 20 nm の障壁層を形成した。なお、障壁層における化合物 Liq の濃度は、50 質量%とした。

そして、この障壁層上に、化合物 Liq を蒸着して、厚さ 1 nm の電子注入層を形成した。このようにして、障壁層および電子注入層で構成される電子輸送帯域を形成した。

さらに、電子輸送帯域上に、金属アルミニウム (Al) を蒸着し、厚さ 80 nm の陰極を形成した。

以上により、実施例 6 の有機 EL 素子を作製した。

[0238] (実施例 7 から実施例 12 まで、および比較例 2 から比較例 9 まで)

実施例 6 において、第 2 ホスト材料の種類、第 2 ホスト材料および燐光発光性ドーパント材料の濃度をそれぞれ表 2 に示すものに変更した以外は、実施例 6 と同様にして、実施例 7 から実施例 12 まで、および比較例 2 から比較例 9 までの有機 EL 素子を作製した。なお、比較例 7 から比較例 9 まででは、第 2 ホスト材料を用いなかった。

これらの有機 EL 素子について、以下のように評価した。

[0239] (有機 EL 素子の評価方法)

上記の実施例 7 から実施例 12 および比較例 2 から比較例 9 までで作製した有機 EL 素子を、直流電流駆動により発光させ、電流密度 1 mA/cm^2 における発光効率、および外部量子効率を測定した。測定結果を表 2 に示す。

[0240]

[表2]

	第2ホスト材料 (濃度:質量%)	燐光発光性 ドーパント材料 濃度(質量%)	駆動電圧 (V)	発光効率 L/U (cd/A)	外部量子効率 EQE (%)
実施例6	BH2 (10)	.8	3.50	14.60	15.34
実施例7	BH2 (30)	.8	3.41	15.20	16.70
実施例8	BH2 (50)	.8	3.29	16.04	17.00
実施例9	BH2 (30)	1	3.60	17.90	17.31
実施例10	BH2 (50)	1	3.53	17.11	16.04
実施例11	BH2 (30)	.3	3.68	15.08	16.89
実施例12	BH2 (50)	.3	3.07	15.54	16.81
比較例2	NPD (10)	.8	3.30	13.97	15.64
比較例3	NPD (30)	.8	3.36	10.46	11.18
比較例4	NPD (50)	.8	3.35	7.66	8.16
比較例5	BH3 (10)	.8	3.29	14.36	17.05
比較例6	BH3 (30)	.8	3.19	14.18	15.77
比較例7	-	1	3.72	13.64	14.77
比較例8	-	.3	3.48	13.30	15.13
比較例9	-	.8	3.39	14.12	16.57

[0241] 表2の実施例6から実施例8までの結果より、第2ホスト材料の濃度を变化させた場合でも発光効率および外部量子効率はほとんど変化せず、いずれも高い値を示すことが分かる。また、実施例9から実施例12までの結果より、燐光発光性ドーパント材料の濃度を变化させた場合でも、発光効率および外部量子効率はほとんど第2ホスト材料の濃度に依存しないことが分かる。従って、第2ホスト材料として、3環以上の縮合芳香族炭化水素骨格を含む式(1)で示されるモノアミン誘導体を用いることにより、発光効率および外部量子効率に優れ、量産に適した有機EL素子が得られることが分かる。

一方、比較例2から比較例4まで、並びに比較例5および比較例6の結果より、第2ホスト材料としてジアミン誘導体または縮合芳香族炭化水素骨格を有しないモノアミン誘導体を用いた場合、特に発光効率が低く、しかも発

光効率および外部量子効率が第2ホスト材料の濃度に依存して大きく変化することが分かる。従って、比較例2から比較例6までのような、発光層に第1ホスト材料および第2ホスト材料を含み、第2ホスト材料としてジアミン誘導体（NPD）、モノアミン誘導体（化合物BH3）を用いた有機EL素子では、量産に適していないことが分かる。

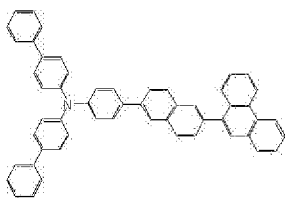
そして、比較例7から比較例9までの結果より、発光層が、ホスト材料として本発明のモノアミン誘導体とは異なる構造の化合物BH-1だけを含み、しかも第2ホスト材料としても本発明のモノアミン誘導体を含まない場合では、発光効率および外部量子効率は低く、また、それらの効率は燐光発光性ドーパント材料の濃度に大きく依存することが分かる。従って、比較例7から比較例9のような、本発明のモノアミン誘導体を第2ホスト材料として用いない有機EL素子も量産に適していないこと分かる。

[0242]（実施例13, 14） 有機EL素子の作製

実施例6において、第2ホスト材料の種類、並びに第2ホスト材料および燐光発光性ドーパント材料の濃度をそれぞれ表3に示すものに変更した以外は、実施例6と同様にして、実施例13および実施例14の有機EL素子を作製した。

実施例13および実施例14で用いた第2ホスト材料の化合物BH4を次に示す。

[0243] [化65]



BH4

[0244] これらの有機EL素子について、前述の実施例6で作製した有機EL素子と同様に発光効率、および外部量子効率を測定した。結果を表3に示す。

[0245]

[表3]

	第2ホスト材料 (濃度:質量%)	熾光発光性 ドープメント材料 濃度(質量%)	電圧 (V)	発光効率 L/J (cd/A)	外部量子効率 EQE(%)
実施例 13	BH4 (30)	8	3.55	14.40	16.20
実施例 14	BH4 (50)	8	3.47	14.65	16.35

産業上の利用可能性

[0246] 本発明のモノアミン誘導体は、発光効率、外部量子効率、および発光寿命に優れる有機EL素子を実現するために利用できる。

本発明の有機EL素子は、発光効率、外部量子効率に優れ、量産に好適であるため、大型の有機ELテレビなどの用途において利用できる。

符号の説明

- [0247]
- 1 有機エレクトロルミネッセンス素子
 - 1 A 有機エレクトロルミネッセンス素子
 - 2 透明性基板
 - 3 陽極
 - 4 陰極
 - 5 発光層
 - 5 A 発光層
 - 6 正孔注入・輸送層
 - 6 A 正孔輸送帯域
 - 7 電子注入・輸送層
 - 7 A 電子輸送帯域
 - 10 有機薄膜層

請求の範囲

[請求項1]

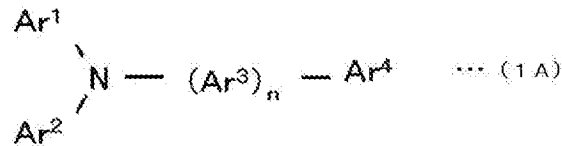
互いに対向する陽極と陰極との間に発光層を備え、
前記発光層は、ホスト材料と燐光発光性ドーパント材料とを含み

、

前記ホスト材料は、下記の式（1 A）で表されるモノアミン誘導体を含む

ことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化1]



（式（1 A）において、Ar¹、Ar²、およびAr⁴は、それぞれ置換基を有しても良いアリール基またはヘテロアリール基を示す。

Ar³は、置換基を有しても良いアリーレン基またはヘテロアリーレン基である。

nは、0から5までの整数であり、nが2以上の場合、Ar³はそれぞれ同一でも異なっても良い。

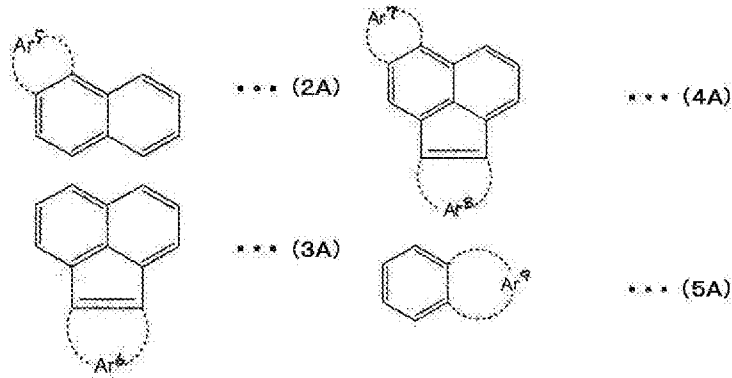
Ar¹、Ar²、Ar³およびAr⁴のうち少なくとも1つは、3環以上の縮合芳香族炭化水素骨格から誘導される基である。）

[請求項2]

請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、
前記3環以上の縮合芳香族炭化水素骨格は、下記式（2 A）から（5 A）までで示される骨格のうちのいずれかである

ことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化2]



(式(2A)から(5A)までにおいて、Ar⁵からAr⁹までは、それぞれ置換基を有しても良い環形成炭素数が4から20までの環構造であり、隣接する環と縮合環を形成する。)

[請求項3]

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において、

前記発光層は、第1ホスト材料と、第2ホスト材料と、燐光発光性ドーパント材料とを含み、

前記第2ホスト材料は、前記モノアミン誘導体であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項4]

請求項3に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記第2ホスト材料における前記式(1A)のAr⁴は、3環以上の縮合芳香族炭化水素骨格から誘導される基である

ことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項5]

請求項3に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記第二ホスト材料における前記式(1A)のAr⁴は、

- フェナントレン骨格、
- ベンゾフェナントレン骨格、
- ジベンゾフェナントレン骨格、
- クリセン骨格、
- ベンゾクリセン骨格、
- ジベンゾクリセン骨格、

フルオランテン骨格、
 ベンゾフルオランテン骨格、
 トリフェニレン骨格、
 ベンゾトリフェニレン骨格、
 ジベンゾトリフェニレン骨格、
 ピセン骨格、
 ベンゾピセン骨格、および
 ジベンゾピセン骨格

のうちのいずれかから誘導される一価の基である

ことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項6]

請求項1から請求項5まで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において、

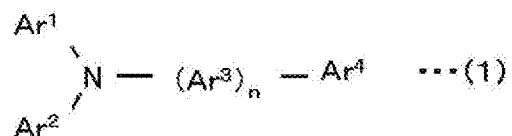
前記燐光発光性ドーパント材料は、イリジウム (I r) , オスミウム (O s) または白金 (P t) 金属のオルトメタル化錯体である

ことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項7]

下記式 (1) で表されるモノアミン誘導体。

[化3]



(式 (1) において、A r¹、A r²、およびA r⁴は、それぞれ置換基を有しても良いアリーール基またはヘテロアリーール基を示す。

A r³は、置換基を有しても良いアリーレン基またはヘテロアリーレン基である。

nは、0から5までの整数である。

nが0の場合、A r¹、A r²、およびA r⁴のうちの少なくとも1つは、3環以上の縮合芳香族炭化水素骨格から誘導される基である。

nが1の場合、A r¹、A r²、A r³およびA r⁴のうち少なくとも

も1つは、3環以上の縮合芳香族炭化水素骨格から誘導される基である。

n が2以上の場合、 Ar^3 はそれぞれ同一でも異なっても良い。）

[請求項8]

請求項7に記載のモノアミン誘導体において、

前記式(1)において、 n が2以上の場合、

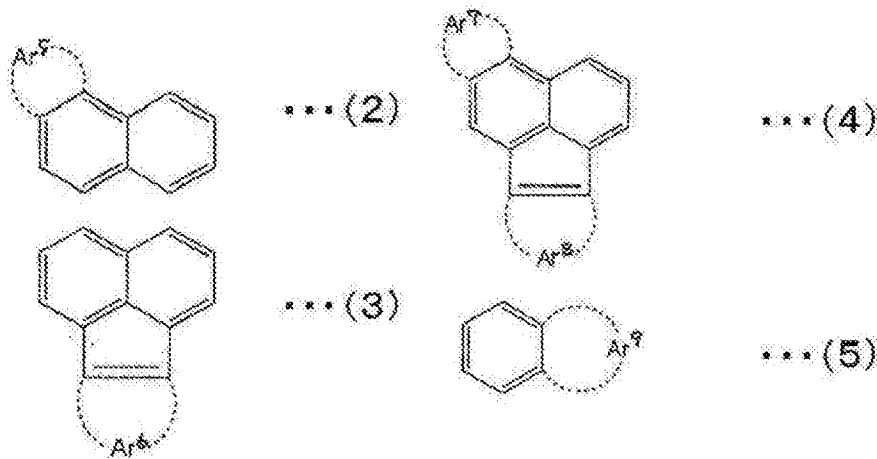
Ar^1 、 Ar^2 、および Ar^4 のうちの少なくとも1つは、3環以上の縮合芳香族炭化水素骨格から誘導される基であることを特徴とするモノアミン誘導体。

[請求項9]

請求項7または請求項8に記載のモノアミン誘導体において、

前記3環以上の縮合芳香族炭化水素骨格は、下記式(2)から式(5)までで示される骨格のうちのいずれかであることを特徴とするモノアミン誘導体。

[化4]



(式(2)から式(5)までにおいて、 Ar^5 、 Ar^6 、 Ar^7 、 Ar^8 および Ar^9 は、それぞれ置換基を有しても良い環形成炭素数が4から20までの環構造であり、隣接する環と縮合環を形成する。)

[請求項10]

請求項9に記載のモノアミン誘導体において、

前記式(1)の Ar^4 は、前記式(2)から式(5)までで示される骨格のうちのいずれかから誘導される一価の基であることを特徴とするモノアミン誘導体。

[請求項11] 請求項10に記載のモノアミン誘導体において、
前記式(1)のAr⁴は、

フェナントレン骨格、
ベンゾフェナントレン骨格、
ジベンゾフェナントレン骨格、
クリセン骨格、
ベンゾクリセン骨格、
ジベンゾクリセン骨格、
フルオランテン骨格、
ベンゾフルオランテン骨格、
トリフェニレン骨格、
ベンゾトリフェニレン骨格、
ジベンゾトリフェニレン骨格、
ピセン骨格、
ベンゾピセン骨格、および
ジベンゾピセン骨格

のうちのいずれかから誘導される一価の基であることを特徴とするモノアミン誘導体。

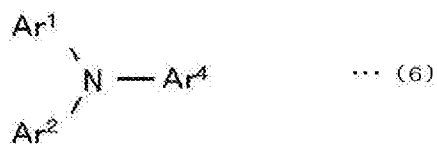
[請求項12] 請求項7に記載のモノアミン誘導体において、
nが0の場合、下記式(6)で表され、
Ar¹、Ar²、およびAr⁴のうちの少なくとも1つは、

フェナントレニル基、
ベンゾフェナントレニル基、
ジベンゾフェナントレニル基、
ベンゾクリセニル基、
ジベンゾクリセニル基、
フルオランテニル基、
ベンゾフルオランテニル基、

トリフェニレニル基、
 ベンゾトリフェニレニル基、
 ジベンゾトリフェニレニル基、
 ピセニル基、
 ベンゾピセニル基、
 ジベンゾピセニル基、
 フェナレニル基、
 アセナフテニル基、および
 ジアザフェナントレニル基

のうちのいずれかから選択される縮合芳香族炭化水素基であることを特徴とするモノアミン誘導体。

[化5]



[請求項13]

請求項7に記載のモノアミン誘導体において、

n が1の場合、下記式(7)で表され、

Ar^4 は、

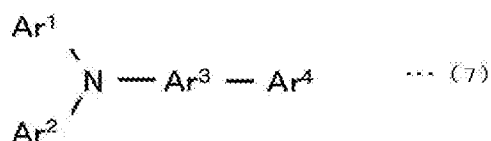
フェナントレニル基、
 ベンゾフェナントレニル基、
 ジベンゾフェナントレニル基、
 ベンゾクリセニル基、
 ジベンゾクリセニル基、
 フルオランテニル基、
 ベンゾフルオランテニル基、
 トリフェニレニル基、
 ベンゾトリフェニレニル基、
 ジベンゾトリフェニレニル基、

ピセニル基、
 ベンゾピセニル基、および
 ジベンゾピセニル基

のうちのいずれかから選択される縮合芳香族炭化水素基であることを特徴とするモノアミン誘導体。

ただし、 Ar^3 が、フェニレン基あるいは1, 4-ナフチレン基の場合、 Ar^4 は、2, 3, 9位で Ar^3 に結合するフェナントレニル基ではない。

[化6]



[請求項14]

請求項7に記載のモノアミン誘導体において、

n が2以上の場合、 Ar^4 は、

フェニル基、
 ナフチル基、
 フェナントレニル基、
 ベンゾフェナントレニル基、
 ジベンゾフェナントレニル基、
 ベンゾクリセニル基、
 ジベンゾクリセニル基、
 フルオランテニル基、
 ベンゾフルオランテニル基、
 トリフェニレニル基、
 ベンゾトリフェニレニル基、
 ジベンゾトリフェニレニル基、
 ピセニル基、
 ベンゾピセニル基、

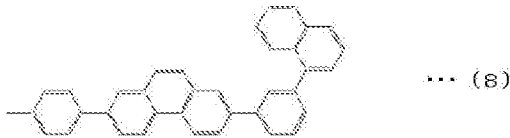
ジベンゾピセニル基、
 フェナレニル基、および
 ジアザフェナントレニル基

のうちのいずれかから選択される芳香族炭化水素基または縮合芳香族炭化水素基である

ことを特徴とするモノアミン誘導体。

ただし、 $A r^1$, $A r^2$ がフェニル基の場合、 $(A r^3)_n - A r^4$ は以下の式(8)の構造ではない。)

[化7]



[請求項15]

請求項12に記載のモノアミン誘導体において、

$A r^1$ 、および $A r^2$ が、それぞれフェニル基またはナフチル基であり、

$A r^4$ が、ベンゾクリセニル基、トリフェニレニル基、およびフェナントレニル基のうちのいずれかである

ことを特徴とするモノアミン誘導体。

[請求項16]

請求項13に記載のモノアミン誘導体において、

$A r^1$ 、および $A r^2$ が、それぞれフェニル基またはナフチル基であり、

$A r^3$ が、フェニレン基またはナフチレン基であり、

$A r^4$ が、ベンゾクリセニル基、トリフェニレニル基、およびフェナントレニル基のうちのいずれかである

ことを特徴とするモノアミン誘導体。

[請求項17]

請求項14に記載のモノアミン誘導体において、

$A r^1$ 、および $A r^2$ が、それぞれフェニル基またはナフチル基であり、

$A r^3$ が、フェニレン基またはナフチレン基であり、

Ar^4 が、ベンゾクリセニル基、トリフェニレニル基、およびフェナントレニル基のうちのいずれかである

ことを特徴とするモノアミン誘導体。

[請求項18] 請求項7から請求項17までのいずれか一項に記載のモノアミン誘導体が、有機エレクトロルミネッセンス素子に使用される燐光ホスト材料である

ことを特徴とするモノアミン誘導体。

[請求項19] 陰極と陽極との間に、1層または複数層からなる有機薄膜層を備え

、
前記有機薄膜層のうちの少なくとも1層は、請求項7から請求項17までのいずれか一項に記載のモノアミン誘導体を含む

ことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項20] 請求項19に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記モノアミン誘導体を含む有機薄膜層は、少なくとも1種の燐光発光材料を含む

ことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項21] 請求項19に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記有機薄膜層のうちの少なくとも1層は発光層であり、前記発光層のうちの少なくとも1層は、前記モノアミン誘導体と、少なくとも1種の燐光発光材料とを含む

ことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項22] 請求項21に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記発光層は、第1ホスト材料と、第2ホスト材料と、燐光発光性ドーパント材料とを含み、

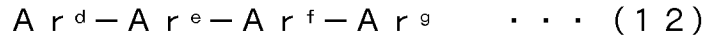
前記第2ホスト材料は、前記モノアミン誘導体を含み、

前記燐光発光性ドーパント材料は、前記少なくとも1種の燐光発光材料である

ことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項23] 請求項22に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記第1ホスト材料は、下記式(11)または式(12)で示される縮合芳香族化合物である

ことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。



(式(11)または式(12)において、 $A r^a$ 、 $A r^b$ 、 $A r^c$ 、 $A r^d$ 、 $A r^e$ 、 $A r^f$ および $A r^g$ は、それぞれ独立して、

置換基を有しても良いベンゼン骨格、

置換基を有しても良いナフタレン骨格、および

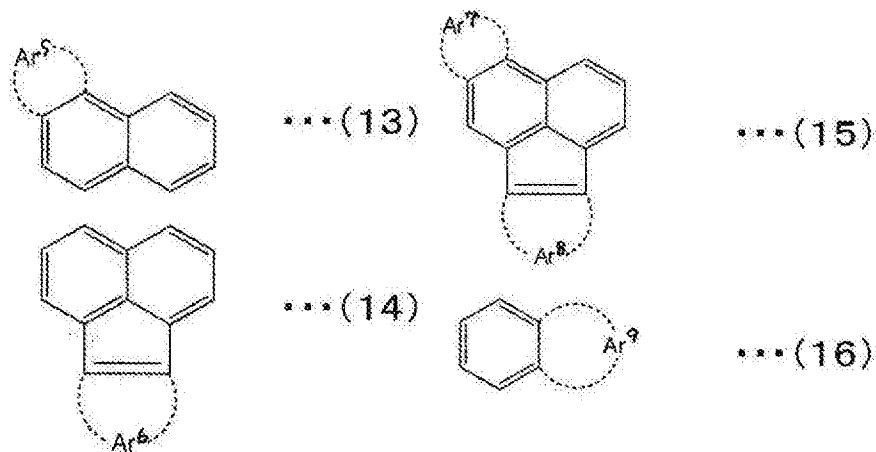
置換基を有しても良い3環以上の縮合芳香族炭化水素骨格

から誘導される基である。)

[請求項24] 請求項23に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記第1ホスト材料における3環以上の縮合芳香族炭化水素骨格は、下記式(13)から式(16)までで示される骨格のうちの一つである

ことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化8]



(式(13)から式(16)までにおいて、 $A r^5$ 、 $A r^6$ 、 $A r^7$ 、 $A r^8$ および $A r^9$ は、それぞれ置換基を有しても良い環形成炭素数

が4から20までの環構造であり、隣接する環と縮合環を形成する。
)

[請求項25] 請求項24に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記第1ホスト材料における3環以上の縮合芳香族炭化水素骨格は、

フェナントレン骨格、
ベンゾフェナントレン骨格、
ジベンゾフェナントレン骨格、
クリセン骨格、
ベンゾクリセン骨格、
ジベンゾクリセン骨格、
フルオランテン骨格、
ベンゾフルオランテン骨格、
トリフェニレン骨格、
ベンゾトリフェニレン骨格、
ジベンゾトリフェニレン骨格、
ピセン骨格、
ベンゾピセン骨格、および
ジベンゾピセン骨格

のうちのいずれかである

ことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項26] 請求項20から請求項25まで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において、

前記燐光発光材料は、金属錯体を含有し、

前記金属錯体は、Ir, Pt, Os, Au, ReおよびRuのうちのいずれかから選択される金属原子と、配位子とを有する

ことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項27] 請求項26に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記配位子は、前記金属錯体を形成する金属原子とオルトメタル結合を有する

ことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項28]

請求項20から請求項27まで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において、

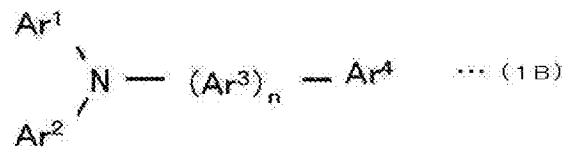
前記発光層に含まれる前記燐光発光材料のうち少なくとも1種は、発光波長の極大値が520nm以上720nm以下である

ことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項29]

下記の式(1B)で表されるモノアミン誘導体。

[化9]



(式(1B)において、Ar¹、Ar²、およびAr⁴は、それぞれ置換基を有しても良いアリーール基またはヘテロアリーール基を示す。

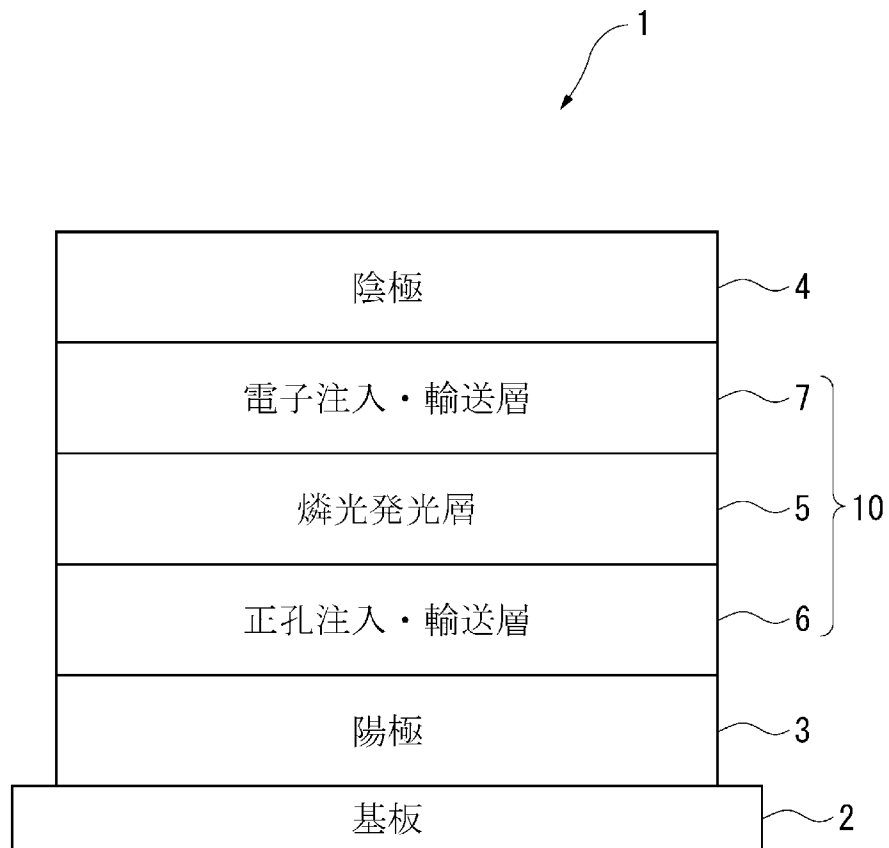
Ar³は、置換基を有しても良いアリーレン基またはヘテロアリーレン基である。

nは、0から5までの整数であり、nが2以上の場合、Ar³はそれぞれ同一でも異なっても良い。

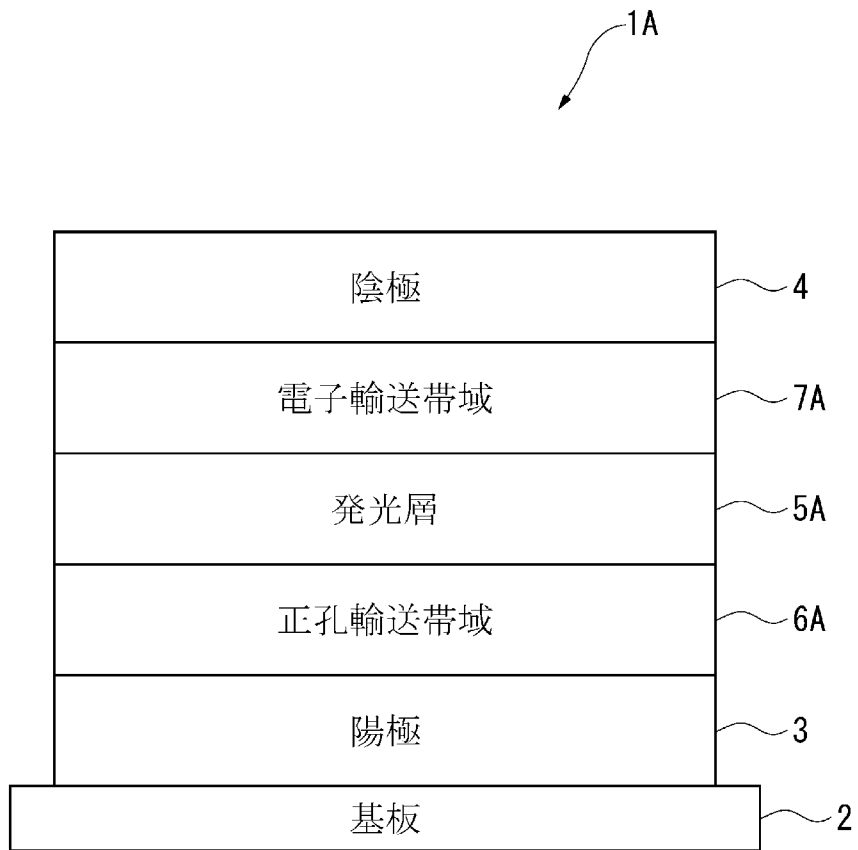
nが1の場合、Ar³は、置換基を有しても良い環形成炭素数12～20のアリーレン基または環形成原子数5～20のヘテロアリーレン基である。

Ar¹、Ar²およびAr⁴のうち少なくとも1つは、3環以上の縮合芳香族炭化水素骨格から誘導される基である。)

[図1]



[圖2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/067962

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C07C211/54(2006.01)i, C07C211/57(2006.01)i, C07C211/61(2006.01)i,
C09K11/06(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C07C211/54, C07C211/57, C07C211/61, C09K11/06, H01L51/50

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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

CAplus (STN)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2009-215333 A (Toyo Ink Manufacturing Co., Ltd.), 24 September 2009 (24.09.2009), claims 1 to 5; paragraphs [0041] to [0074] (compounds 4 to 11, 54 to 56, 63 to 65, 73, 74, 98, 99, 101, 108 to 111, 116 to 133, 138 to 141, 150, 156, 157, 163 to 168, 180, 182, 184, 192); paragraphs [0130] to [0134]; synthesis examples 1 to 36; examples 1 to 164 (Family: none)	1-29

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
07 September, 2011 (07.09.11)

Date of mailing of the international search report
20 September, 2011 (20.09.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/067962

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2009-283899 A (Gracel Display Inc.), 03 December 2009 (03.12.2009), claims 1 to 13; paragraphs [0046] to [0081] (compounds 72, 74 to 78, 116, 117, 165 to 167, 169, 170, 256 to 258, 261, 299, 315 to 319, 350, 351); paragraphs [0086] to [0142]; preparation examples; examples 1 to 3 & US 2009/0230852 A1 & EP 2100941 A2	1-29
X	JP 2000-12229 A (Toyo Ink Manufacturing Co., Ltd.), 14 January 2000 (14.01.2000), claims 1 to 5; paragraphs [0017] to [0028], [0033], [0034]; examples 1 to 80 (Family: none)	1-5, 7-25, 28, 29
X	JP 2004-172068 A (Optrex Corp.), 17 June 2004 (17.06.2004), claims 1 to 5; paragraphs [0030] to [0038]; examples 1 to 3, 8 (Family: none)	1-5, 7-25, 28, 29
X	JP 2007-186449 A (Canon Inc.), 26 July 2007 (26.07.2007), claims 1 to 16; paragraphs [0071] to [0144]; examples 1 to 36 (Family: none)	1-5, 7-25, 28, 29
X	JP 2009-161469 A (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 23 July 2009 (23.07.2009), claims 1 to 9; paragraphs [0017], [0037] to [0046], [0057]; synthesis example 1; examples 1, 2 (Family: none)	1-5, 7-25, 28, 29
X	WO 2010/016405 A1 (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 11 February 2010 (11.02.2010), claims 1 to 26; paragraphs [0041] to [0050], [0071], [0089], [0090]; synthesis examples 1 to 7; examples 1 to 20 (Family: none)	1-5, 7-25, 28, 29

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C07C211/54(2006.01)i, C07C211/57(2006.01)i, C07C211/61(2006.01)i, C09K11/06(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C07C211/54, C07C211/57, C07C211/61, C09K11/06, H01L51/50

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2011年
日本国実用新案登録公報	1996-2011年
日本国登録実用新案公報	1994-2011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 (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	JP 2009-215333 A (東洋インキ製造株式会社) 2009.09.24, 請求項1-5、段落【0041】-【0074】(化合物4-11、54-56、63-65、73、74、98、99、101、108-111、116-133、138-141、150、156、157、163-168、180、182、184、192)、【0130】-【0134】、合成例1-36、実施例1-164 (ファミリーなし)	1-29
X	JP 2009-283899 A (グラセル・ディスプレイ・インコーポレーテッド) 2009.12.03, 請求項1-13、段落【0046】-【0081】(化合物72、	1-29

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

07.09.2011

国際調査報告の発送日

20.09.2011

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (ISA/JP)
 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)	4V	4511
増永 淳司		
電話番号 03-3581-1101 内線	3483	

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
	74-78、116、117、165-167、169、170、256-258、261、299、315-319、350、351)、【0086】-【0142】、製造例、実施例1-3 & US 2009/0230852 A1 & EP 2100941 A2	
X	JP 2000-12229 A (東洋インキ製造株式会社) 2000.01.14, 請求項1-5、段落【0017】-【0028】、【0033】、【0034】、実施例1-80 (ファミリーなし)	1-5, 7-25, 28, 29
X	JP 2004-172068 A (オプトレックス株式会社) 2004.06.17, 請求項1-5、段落【0030】-【0038】、例1-3、8 (ファミリーなし)	1-5, 7-25, 28, 29
X	JP 2007-186449 A (キヤノン株式会社) 2007.07.26, 請求項1-16、段落【0071】-【0144】、実施例1-36 (ファミリーなし)	1-5, 7-25, 28, 29
X	JP 2009-161469 A (出光興産株式会社) 2009.07.23, 請求項1-9、段落【0017】、【0037】-【0046】、【0057】、合成例1、実施例1、2 (ファミリーなし)	1-5, 7-25, 28, 29
X	WO 2010/016405 A1 (出光興産株式会社) 2010.02.11, 請求項1-26、段落【0041】-【0050】、【0071】、【0089】、【0090】、合成実施例1-7、実施例1-20 (ファミリーなし)	1-5, 7-25, 28, 29