

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2009年1月15日 (15.01.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/008348 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 51/50 (2006.01) C07C 13/62 (2006.01)
C09K 11/06 (2006.01) C07C 15/56 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/062136
- (22) 国際出願日: 2008年7月4日 (04.07.2008)
- (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2007-179115 2007年7月7日 (07.07.2007) 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): 西村 和樹 (NISHIMURA, Kazuki) [JP/JP]; 〒2990293 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地 Chiba (JP). 福岡 賢一

(FUKUOKA, Kenichi) [JP/JP]; 〒2990293 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地 Chiba (JP). 岩隈 俊裕 (IWAKUMA, Toshihiro) [JP/JP]; 〒2990293 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地 Chiba (JP). 細川 地潮 (HOSOKAWA, Chishio) [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財財産事務所 (KINOSHITA & ASSOCIATES); 〒1670051 東京都杉並区荻窪五丁目26番13号 荻窪TMビル3階 Tokyo (JP).

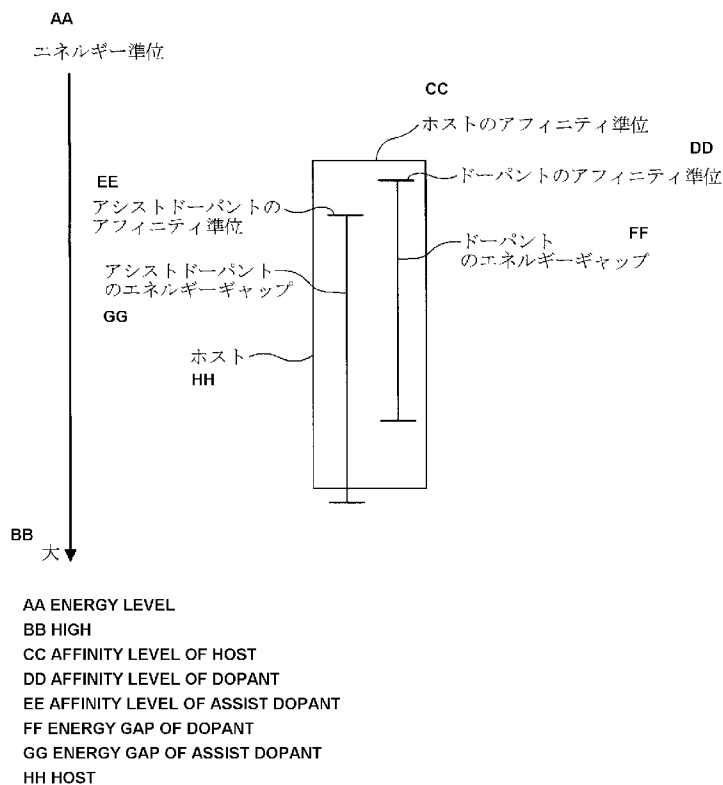
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK,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

[続葉有]

(54) Title: ORGANIC EL DEVICE

(54) 発明の名称: 有機EL素子

[図2]



(57) Abstract: Disclosed is an organic EL device (1) comprising an anode (3), a cathode (4), and an organic thin film layer arranged between the anode (3) and the cathode (4). The organic thin film layer has a light-emitting layer (5) containing a host, a dopant and an assist dopant. The affinity level Af_H of the host, the affinity level Af_D of the dopant and the affinity level Af_{AD} of the assist dopant satisfy the following relation: $Af_{AD} > Af_D > Af_H$. The lowest excited singlet-state energy gap Eg_D of the dopant and the lowest excited singlet-state energy gap Eg_{AD} of the assist dopant satisfy the following relation: $Eg_D < Eg_{AD}$.

(57) 要約: 陽極(3)と、陰極(4)と、陽極(3)と陰極(4)との間に設けられた有機薄膜層と、を備えた有機EL素子(1)であって、有機薄膜層は、ホストと、ドーパントと、アシストドーパントと、を含む発光層(5)を有し、ホストのアフィニティ準位 Af_H 、ドーパントのアフィニティ準位 Af_D 、アシストドーパントのアフィニティ準位 Af_{AD} は、 $Af_{AD} > Af_D > Af_H$ の関係を満たし、ドーパントの最低励起一重項エネルギーギャップ Eg_D 、アシストドーパントの最低励起一重項エネルギーギャップ Eg_{AD} は、 $Eg_D < Eg_{AD}$ の関係を満たす。

WO 2009/008348 A1



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

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE,
SI, SK, 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, 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 (AT, BE, BG,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

明 細 書

有機EL素子

技術分野

[0001] 本発明は、有機EL素子に関する。

背景技術

[0002] 陽極と陰極との間に有機発光層を備え、有機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センス素子(有機EL素子)が知られている。

このような有機EL素子は、自発光型素子としての利点を活かし、発光効率、画質、消費電力さらには薄型のデザイン性に優れた発光素子として期待されている。

[0003] 発光材料を有機EL素子のなかで利用するにあたっては、ホスト材料にドーパント材料をドーピングするドーピング法が知られている。

そして、注入されたエネルギーから効率よく励起子を生成するとともに励起エネルギーを効率よく発光に繋げるため、ホストで生成された励起エネルギーをドーパントに移動させ、ドーパントから発光が得られる構成が採用される。

このとき、ホストからドーパントに分子間エネルギー移動を行うためには、ホストのエネルギーギャップ E_{g_H} がドーパントのエネルギーギャップ E_{g_D} よりも大きいことが必要である。

[0004] しかしながら、近年、短波長化された深い青の発光色が求められるなか、このような深い青色発光ドーパントと最適なホスト材料との組合せがない。

発光色を短波長化したドーパント材料が数種あるにしても、これらをエネルギーギャップが広いホストにドーブしても寿命が非常に短くなってしまうという問題が生じていた。

[0005] ここで、ワイドなエネルギーギャップを有するホスト材料に単純にドーパントをドーブしても寿命や効率が低くなる問題を解決することを目的として、例えば、非特許文献1には、CBPをホストにした発光層にDCJTbをドーパントとして含有させ、さらに、 $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ をアシストドーパントとして加えた構成が開示されている。(なお、DCJTb: 4-(dic

yanomethylene)-2-t-butyl-6-(1,1,7,7-tetramethyljulolidyl-9-enyl)-4H-pyran)

[0006] 非特許文献1: APPLIED PHYSICS LETTERS 89, 143516(2006)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、上記非特許文献1による構成では、アシストドーパントである Ir(ppy)_3 のエネルギーギャップが狭いため、発光材料として用いる発光ドーパント(ここではDCJTb)のエネルギーギャップはさらに小さいものとなり、実際、赤色発光しか得られないものになってしまう。

そのため、短波長の発光能を維持しつつ長寿命である構成が切望されていた。

[0008] 本発明は、かかる問題を解決するためになされたものであり、青色の発光波長の短波長化及び長寿命化を図れる有機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] 本発明の有機EL素子は、陽極と、陰極と、前記陽極と前記陰極との間に設けられた有機薄膜層と、を備えた有機EL素子であって、前記有機薄膜層は、ホストと、ドーパントと、アシストドーパントと、を含む発光層を有し、前記ドーパントの最低励起一重項エネルギーギャップ $E_g(S)_D$ 、前記アシストドーパントの最低励起一重項エネルギーギャップ $E_g(S)_{AD}$ は、 $E_g(S)_D < E_g(S)_{AD}$ の関係であり、前記ホストの最低励起三重項エネルギーギャップは2.2eV以上であり、前記アシストドーパントは、クリセン誘導体、フェナントレン誘導体、トリフェニレン誘導体、ピレン誘導体、アントラセン誘導体、フルオランテン誘導体の群から選択されることを特徴とする。

[0010] 本発明において、ドーパントとは、発光ドーパントを意味する。

このような構成によれば、アシストドーパントを含有することにより、ホストの励起子エネルギーをドーパントの発光に効率よく繋げることができ、発光効率を高くすることができる。

そして、従来の構成で同じ輝度を得る場合に比べて、発光効率を改善した分、素子寿命を長くすることができる。

ここで、従来は、ワイドギャップなホストに対してもナローギャップなアシストドーパントを組み合わせるために発光ドーパントとしてはさらにナローギャップなものとなり

、長波長の発光しか得られなかった。

この点、本発明では、アシストドーパントとしてワイドな一重項エネルギーギャップを有する化合物群からアシストドーパントを選択することとしているので、短波長の発光能を維持しつつ、素子寿命を長くすることができる。

[0011] 本発明の有機EL素子は、陽極と、陰極と、前記陽極と前記陰極との間に設けられた有機薄膜層と、を備えた有機EL素子であって、前記有機薄膜層は、ホストと、ドーパントと、アシストドーパントと、を含む発光層を有し、前記ドーパントの最低励起一重項エネルギーギャップ $Eg(S)_D$ 、前記アシストドーパントの最低励起一重項エネルギーギャップ $Eg(S)_{AD}$ は、 $Eg(S)_D < Eg(S)_{AD}$ の関係であり、前記ホストの最低励起三重項エネルギーギャップは2.2eV以上であり、前記ホストのアフィニティ準位 Af_H 、前記ドーパントのアフィニティ準位 Af_D 、前記アシストドーパントのアフィニティ準位 Af_{AD} は、 $Af_{AD} > Af_D > Af_H$ の関係を満たすことを特徴とする。

[0012] 本発明のホスト、ドーパント、アシストドーパントのエネルギーギャップとしては、ワイドギャップな順に並べると、ホスト、アシストドーパント、ドーパントの順である。

その一方、アフィニティ準位の小さい順に並べると、ホスト、ドーパント、アシストドーパントの順である。

このような発光層の構成において、発光層に電荷(正孔、電子)が注入されると、正孔はホストまたはアシストドーパントに注入される一方、電子は主にホストに注入される。また、一部の電子はアシストドーパントに注入されることもあるが、ホストより濃度が低くアシストドーパントよりアフィニティ準位の低いドーパントには電子が注入されにくい。

短波長の発光ドーパントとしては、アミン誘導体などが好適であるが、これらに電子が直接に注入されると分子劣化が進み寿命が短くなりやすいという問題がある。

この点、本発明では、ドーパントよりもアフィニティ準位が大きいアシストドーパントを有することにより、ドーパントへの直接の電子注入を極力回避して、寿命を長くすることができる。

これにより、短波長の青色でありながら極めて長寿命の有機EL素子を実現するという画期的な効果を奏する。

[0013] 本発明の有機EL素子はまた、陽極と、陰極と、前記陽極と前記陰極との間に設けられた有機薄膜層と、を備えた有機EL素子であって、前記有機薄膜層は、ホストと、ドーパントと、アシストドーパントと、を含む発光層を有し、前記ドーパントの最低励起一重項エネルギーギャップ $Eg(S)_D$ 、前記アシストドーパントの最低励起一重項エネルギーギャップ $Eg(S)_{AD}$ は、 $Eg(S)_D < Eg(S)_{AD}$ の関係であり、前記ホストの最低励起三重項エネルギーギャップは2.2eV以上であり、前記ホストのアフィニティ準位 Af_H と前記アシストドーパントのアフィニティ準位 Af_{AD} とは、 $Af_{AD} > Af_H$ の関係を満たし、前記アシストドーパントは、クリセン誘導体、フェナントレン誘導体、トリフェニレン誘導体、ピレン誘導体、アントラセン誘導体、フルオランテン誘導体の群から選択されることを特徴とする。

[0014] このような構成においても、ホスト材料よりもアフィニティ準位が大きいアシストドーパントを含有するので、ドーパント材料の寿命を長くすることができる。

さらには、アシストドーパントとして上記の群から選択するので、ワイドなエネルギーギャップのアシストドーパントにより、短波長の発光能を維持することができる。

[0015] 本発明の有機EL素子はまた、陽極と、陰極と、前記陽極と前記陰極との間に設けられた有機薄膜層と、を備えた有機EL素子であって、前記有機薄膜層は、ホストと、ドーパントと、アシストドーパントと、を含む発光層を有し、前記ドーパントの最低励起一重項エネルギーギャップ $Eg(S)_D$ 、前記アシストドーパントの最低励起一重項エネルギーギャップ $Eg(S)_{AD}$ は、 $Eg(S)_D < Eg(S)_{AD}$ の関係であり、前記有機発光層は前記発光層に加えて、燐光ホストと燐光ドーパントを含有する第2発光層を有し、前記燐光ドーパントの最低励起三重項エネルギーギャップ $Eg(T)_{pD}$ は前記ホストの最低励起三重項エネルギーギャップ $Eg(T)_H$ 以下であることを特徴とする。

[0016] このような構成において、第2発光層としての燐光発光層に発光層のホストにて生成された三重項励起子エネルギーを移動させて発光させることができる。

従来、このような三重項エネルギーの拡散にて燐光発光層を発光させる場合、励起子生成層のホスト材料としてはエネルギーギャップが大きい(三重項エネルギーギャップが大きい)ものを用いているため、この励起子生成層にドーパントを含有させてもホストとドーパントとのエネルギーギャップ差が大きすぎるため、効率のよい発光が得

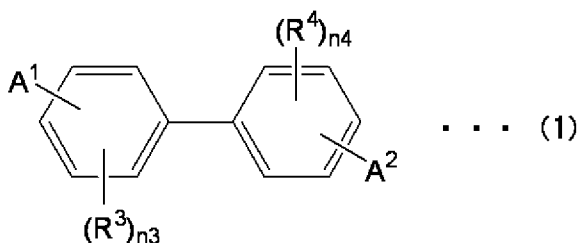
られなかった。

この点、本発明では、アシストドーパントを含有させてホストからドーパントへのエネルギー移動を効率よく行うこととしているので、高効率で長寿命の素子を構成することができる。

[0017] 本発明では、前記ホストは、下記式(1)で表される化合物であることが好ましく、前記アシストドーパントは、クリセン誘導体、フェナントレン誘導体、トリフェニレン誘導体、ピレン誘導体、アントラセン誘導体、フルオランテン誘導体の群から選択されることが好ましい。

ここで、本発明では、誘導体には、それぞれの化合物の単体も含まれるものとする。

[0018] [化1]



[0019] 式(1)中、 R^3 及び R^4 は置換基を表す。

式(1)において、 R^3 及び R^4 で表される置換基としては、例えばアルキル基(例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、tert-ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基、オクチル基、ドデシル基、トリデシル基、テトラデシル基、ペンタデシル基等)、シクロアルキル基(例えば、シクロペンチル基、シクロヘキシル基等)、アルケニル基(例えば、ビニル基、アリル基等)、アルキニル基(例えば、エチニル基、プロパルギル基等)、芳香族炭化水素環基(芳香族炭素環基、アリール基等ともいい、例えば、フェニル基、p-クロロフェニル基、メシチル基、トリル基、キシリル基、ナフチル基、アントリル基、アズレニル基、アセナフテニル基、フルオレニル基、フェナントリル基、インデニル基、ピレニル基、ビフェニル基等)、芳香族複素環基(例えば、ピリジル基、ピリミジニル基、フリル基、ピロリル基、イミダゾリル基、ベンゾイミダゾリル基、ピラゾリル基、ピラジニル基、トリアゾリル基(例えば、1, 2, 4-トリアゾール-1-イル基、1, 2, 3-トリアゾール-1-イル基等)、オキサゾリル基、ベンゾオキサゾリル基、チアゾリル基、イソオキサゾリル基、イソチアゾリル基、フラザニル基、チエニル基、キノリ

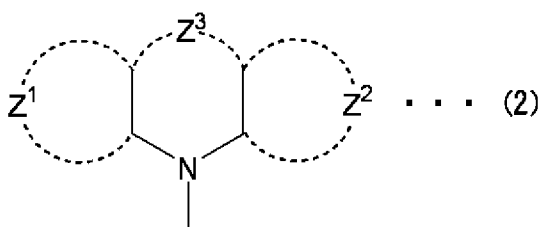
ル基、ベンゾフリル基、ジベンゾフリル基、ベンゾチエニル基、ジベンゾチエニル基、インドリル基、カルバゾリル基、カルボリニル基、ジアザカルバゾリル基(前記カルボリニル基のカルボリン環を構成する炭素原子の一つが窒素原子で置き換わったものを示す)、キノキサリニル基、ピリダジニル基、トリアジニル基、キナゾリニル基、フタラジニル基等)、複素環基(例えば、ピロリジル基、イミダゾリジル基、モルホリル基、オキサゾリジル基等)、アルコキシ基(例えば、メキシ基、エトキシ基、プロピルオキシ基、ペンチルオキシ基、ヘキシルオキシ基、オクチルオキシ基、ドデシルオキシ基等)、シクロアルコキシ基(例えば、シクロペンチルオキシ基、シクロヘキシルオキシ基等)、アリールオキシ基(例えば、フェノキシ基、ナフチルオキシ基等)、アルキルチオ基(例えば、メチルチオ基、エチルチオ基、プロピルチオ基、ペンチルチオ基、ヘキシルチオ基、オクチルチオ基、ドデシルチオ基等)、シクロアルキルチオ基(例えば、シクロペンチルチオ基、シクロヘキシルチオ基等)、アリールチオ基(例えば、フェニルチオ基、ナフチルチオ基等)、アルコキシカルボニル基(例えば、メチルオキシカルボニル基、エチルオキシカルボニル基、ブチルオキシカルボニル基、オクチルオキシカルボニル基、ドデシルオキシカルボニル基等)、アリールオキシカルボニル基(例えば、フェニルオキシカルボニル基、ナフチルオキシカルボニル基等)、スルファモイル基(例えば、アミノスルホニル基、メチルアミノスルホニル基、ジメチルアミノスルホニル基、ブチルアミノスルホニル基、ヘキシルアミノスルホニル基、シクロヘキシルアミノスルホニル基、オクチルアミノスルホニル基、ドデシルアミノスルホニル基、フェニルアミノスルホニル基、ナフチルアミノスルホニル基、2-ピリジルアミノスルホニル基等)、アシル基(例えば、アセチル基、エチルカルボニル基、プロピルカルボニル基、ペンチルカルボニル基、シクロヘキシルカルボニル基、オクチルカルボニル基、2-エチルヘキシルカルボニル基、ドデシルカルボニル基、フェニルカルボニル基、ナフチルカルボニル基、ピリジルカルボニル基等)、アシルオキシ基(例えば、アセチルオキシ基、エチルカルボニルオキシ基、ブチルカルボニルオキシ基、オクチルカルボニルオキシ基、ドデシルカルボニルオキシ基、フェニルカルボニルオキシ基等)、アミド基(例えば、メチルカルボニルアミノ基、エチルカルボニルアミノ基、ジメチルカルボニルアミノ基、プロピルカルボニルアミノ基、ペンチルカルボニルアミノ基、シクロヘキシルカルボニルア

ミノ基、2-エチルヘキシルカルボニルアミノ基、オクチルカルボニルアミノ基、ドデシルカルボニルアミノ基、フェニルカルボニルアミノ基、ナフチルカルボニルアミノ基等)、カルバモイル基(例えば、アミノカルボニル基、メチルアミノカルボニル基、ジメチルアミノカルボニル基、プロピルアミノカルボニル基、ペンチルアミノカルボニル基、シクロヘキシルアミノカルボニル基、オクチルアミノカルボニル基、2-エチルヘキシルアミノカルボニル基、ドデシルアミノカルボニル基、フェニルアミノカルボニル基、ナフチルアミノカルボニル基、2-ピリジルアミノカルボニル基等)、ウレイド基(例えば、メチルウレイド基、エチルウレイド基、ペンチルウレイド基、シクロヘキシルウレイド基、オクチルウレイド基、ドデシルウレイド基、フェニルウレイド基、ナフチルウレイド基、2-ピリジルアミノウレイド基等)、スルフィニル基(例えば、メチルスルフィニル基、エチルスルフィニル基、ブチルスルフィニル基、シクロヘキシルスルフィニル基、2-エチルヘキシルスルフィニル基、ドデシルスルフィニル基、フェニルスルフィニル基、ナフチルスルフィニル基、2-ピリジルスルフィニル基等)、アルキルスルホニル基(例えば、メチルスルホニル基、エチルスルホニル基、ブチルスルホニル基、シクロヘキシルスルホニル基、2-エチルヘキシルスルホニル基、ドデシルスルホニル基等)、アリールスルホニル基またはヘテロアリールスルホニル基(例えば、フェニルスルホニル基、ナフチルスルホニル基、2-ピリジルスルホニル基等)、アミノ基(例えば、アミノ基、エチルアミノ基、ジメチルアミノ基、ブチルアミノ基、シクロペンチルアミノ基、2-エチルヘキシルアミノ基、ドデシルアミノ基、アニリノ基、ナフチルアミノ基、2-ピリジルアミノ基等)、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシ基、メルカプト基、シリル基(例えば、トリメチルシリル基、トリイソプロピルシリル基、トリフェニルシリル基、フェニルジエチルシリル基等)等が挙げられる。

[0020] これらの置換基のうち、好ましいものはアルキル基もしくはアリール基である。さらに好ましいものは無置換のアルキル基もしくはアリール基である。

[0021] 式(1)において、 n_3 及び n_4 は0～3の整数を表す。 A_1 及び A_2 は、下記一般式(2)で表される置換基を表す。

[0022] [化2]



[0023] 一般式(2)中、 Z^1 及び Z^2 は置換基を有してもよい芳香族複素環または芳香族炭化水素環を表し、 Z^3 は2価の連結基または単なる結合手を表す。

[0024] 一般式(2)において、 Z^1 及び Z^2 は、芳香族複素環または芳香族炭化水素環を形成する原子群を表すが、芳香族複素環としては、フラン環、チオフェン環、ピリジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、ピラジン環、トリアジン環、ベンゾイミダゾール環、オキサジアゾール環、トリアゾール環、イミダゾール環、ピラゾール環、チアゾール環、インドール環、ベンゾイミダゾール環、ベンゾチアゾール環、ベンゾオキサゾール環、キノキサリン環、キナゾリン環、フタラジン環、カルバゾール環、カルボリン環、ジアザカルバゾール環(カルボリン環を構成する炭化水素環の炭素原子の一つがさらに窒素原子で置換されている環を示す)等が挙げられる。芳香族炭化水素環としては、ベンゼン環、ビフェニル環、ナフタレン環、アズレン環、アントラセン環、フェナントレン環、ピレン環、クリセン環、ナフタセン環、トリフェニレン環、o-テルフェニル環、m-テルフェニル環、p-テルフェニル環、アセナフテン環、コロネン環、フルオレン環、フルオランテン環、ナフタセン環、ペンタセン環、ペリレン環、ペンタフェン環、ピセン環、ピレン環、ピラントレン環、アンスラアントレン環等が挙げられる。さらにこれら芳香族炭化水素環、芳香族複素環は置換基を有してもよい。

[0025] Z^1 及び Z^2 で形成される環のうち、好ましいものは芳香族環である。置換基としては、例えば、前述の R^3 、 R^4 の基を挙げることができる。好ましい置換基は、アルキル基もしくはアリール基である。

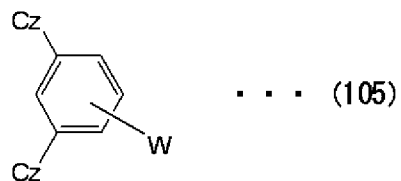
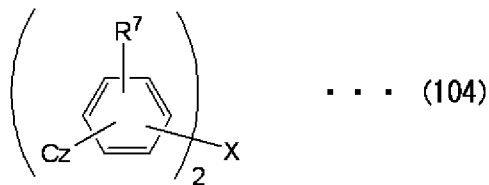
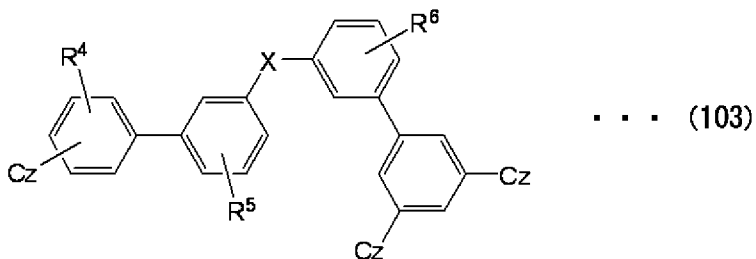
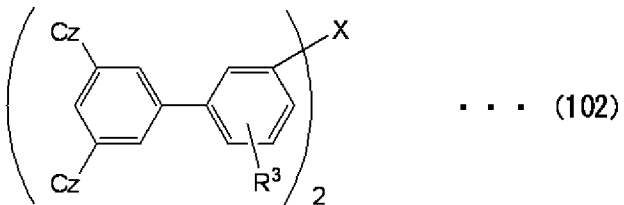
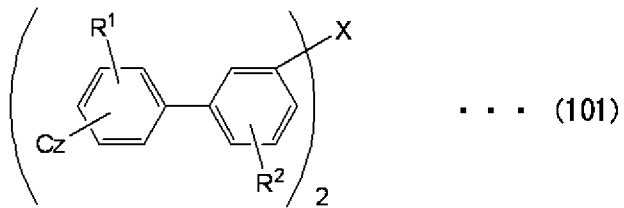
[0026] Z^3 が表す2価の連結基としては、アルキレン、アルケニレン、アルキニレン、アリーレン等の炭化水素基の他、ヘテロ原子を含むものであってもよく、またチオフェン-2, 5-ジイル基やピラジン-2, 3-ジイル基のような芳香族複素環を有する化合物(ヘテロ芳香族化合物ともいう)に由来する2価の連結基であってもよいし、酸素や硫黄等のカルコゲン原子であってもよい。また、アルキルイミノ基、ジアルキルシランジイル

基やジアリールゲルマンジイル基のようなヘテロ原子を介して連結する基でもよい。

単なる結合手とは、連結する置換基同士を直接結合する結合手である。

[0027] 例えば、カルバゾール誘導体としては、下記式(101)～(105)のいずれかで表される化合物が挙げられる。

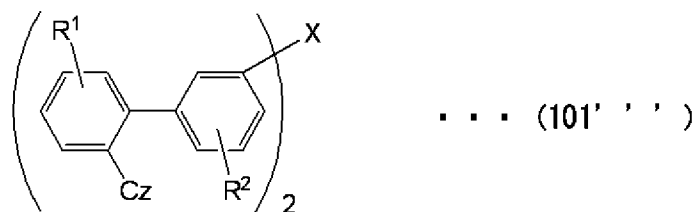
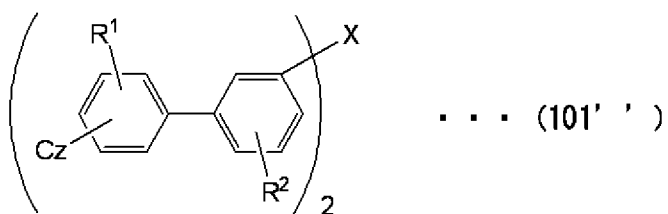
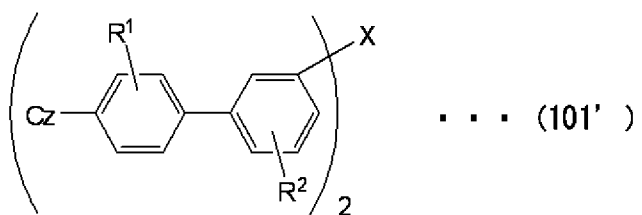
[0028] [化3]



[0029] 特に、上記式(101)または(103)で表される化合物が燐光用ホストとして好適に用いられる。

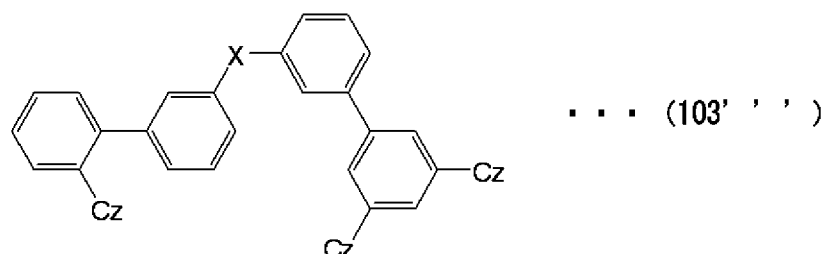
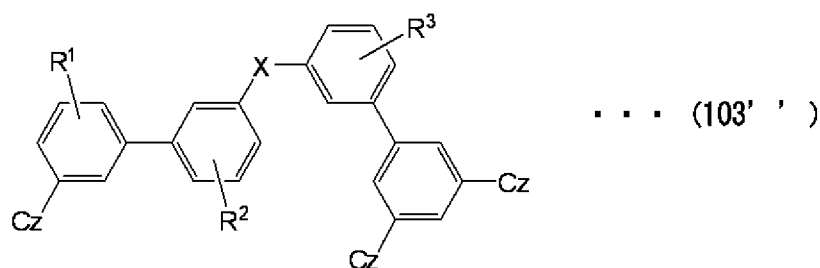
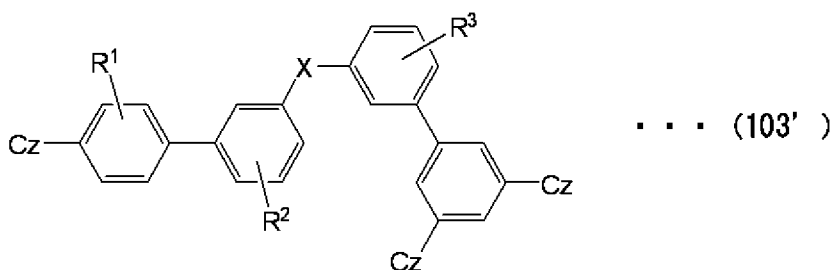
上記式(101)としては、下記構造のうちのいずれかである。

[0030] [化4]



[0031] 前記式(103)としては、下記構造のうちのいずれかである。

[0032] [化5]



[0033] これらのうち、特に、前記一般式(101')又は(103')で表される化合物からなるものが好ましい。

[0034] 式(101)～(104)中、 $R^1 \sim R^7$ は、は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、置換基を有しても良い炭素数1～40(好ましくは炭素数1～30)のアルキル基、置換基を有しても良い炭素数3～30(好ましくは炭素数3～20)の複素環基、置換基を有しても良い炭素数1～40(好ましくは炭素数1～30)のアルコキシ基、置換基を有しても良い炭素数6～40(好ましくは炭素数6～30)のアリール基、置換基を有しても良い炭素数6～40(好ましくは炭素数6～30)のアリールオキシ基、置換基を有しても良い炭素数7～40(好ましくは炭素数7～30)のアラルキル基、置換基を有しても良い炭素数2～40(好ましくは炭素数2～30)のアルケニル基、置換基を有しても良い炭素数1～80(好ましくは炭素数1～60)のアルキルアミノ基、置換基を有しても良い炭素数6～80(好ましくは炭素数6～60)のアリールアミノ基、置換基を有しても良い炭素数7～80(好ましくは炭素数7～60)のアラルキルアミノ基、置換基を有しても良い炭素数3～10(好ましくは炭素数3～9)のアルキルシリル基、置換基を有しても良

い炭素数6～30のアリールシリル基(好ましくは炭素数8～20)又はシアノ基である。

$R^1 \sim R^7$ は、それぞれ複数であっても良く、隣接するもの同士で飽和もしくは不飽和の環状構造を形成していても良い。

[0035] $R^1 \sim R^7$ のハロゲン原子としては、例えば、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素等が挙げられる。

$R^1 \sim R^7$ の置換基を有しても良い炭素数1～40の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、*s*-ブチル基、イソブチル基、*t*-ブチル基、*n*-ペンチル基、*n*-ヘキシル基、*n*-ヘプチル基、*n*-オクチル基、*n*-ノニル基、*n*-デシル基、*n*-ウンデシル基、*n*-ドデシル基、*n*-トリデシル基、*n*-テトラデシル基、*n*-ペンタデシル基、*n*-ヘキサデシル基、*n*-ヘプタデシル基、*n*-オクタデシル基、ネオペンチル基、1-メチルペンチル基、2-メチルペンチル基、1-ペンチルヘキシル基、1-ブチルペンチル基、1-ヘプチルオクチル基、3-メチルペンチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1, 2-ジヒドロキシエチル基、1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-ジヒドロキシ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、ブロモメチル基、1-ブロモエチル基、2-ブロモエチル基、2-ブロモイソブチル基、1, 2-ジブロモエチル基、1, 3-ジブロモイソプロピル基、2, 3-ジブromo-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリブromoプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、1,

2-ジニトロエチル基、2, 3-ジニトロ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、シクロオクチル基、3, 5-テトラメチルシクロヘキシル基等が挙げられる。

これらの中でも好ましくは、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、*s*-ブチル基、イソブチル基、*t*-ブチル基、*n*-ペンチル基、*n*-ヘキシル基、*n*-ヘプチル基、*n*-オクチル基、*n*-ノニル基、*n*-デシル基、*n*-ウンデシル基、*n*-ドデシル基、*n*-トリデシル基、*n*-テトラデシル基、*n*-ペンタデシル基、*n*-ヘキサデシル基、*n*-ヘプタデシル基、*n*-オクタデシル基、ネオペンチル基、1-メチルペンチル基、1-ペンチルヘキシル基、1-ブチルペンチル基、1-ヘプチルオクチル基、シクロヘキシル基、シクロオクチル基、3, 5-テトラメチルシクロヘキシル基等が挙げられる。

[0036] $R^1 \sim R^7$ の置換基を有しても良い炭素数3~30の複素環基としては、例えば、1-ピロリル基、2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジニル基、2-ピリジニル基、1-イミダゾリル基、2-イミダゾリル基、1-ピラゾリル基、1-インドリジニル基、2-インドリジニル基、3-インドリジニル基、5-インドリジニル基、6-インドリジニル基、7-インドリジニル基、8-インドリジニル基、2-イミダゾピリジニル基、3-イミダゾピリジニル基、5-イミダゾピリジニル基、6-イミダゾピリジニル基、7-イミダゾピリジニル基、8-イミダゾピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、1-インドリル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、2-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、2-キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキサリニル基、

5-キノキサリニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、9-カルバゾリル基、 β -カルボリン-1-イル、 β -カルボリン-3-イル、 β -カルボリン-4-イル、 β -カルボリン-5-イル、 β -カルボリン-6-イル、 β -カルボリン-7-イル、 β -カルボリン-6-イル、 β -カルボリン-9-イル、1-フェナンスリジニル基、2-フェナンスリジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェナンスリジニル基、6-フェナンスリジニル基、7-フェナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-フェナンスリジニル基、10-フェナンスリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1, 7-フェナンスロリン-2-イル基、1, 7-フェナンスロリン-3-イル基、1, 7-フェナンスロリン-4-イル基、1, 7-フェナンスロリン-5-イル基、1, 7-フェナンスロリン-6-イル基、1, 7-フェナンスロリン-8-イル基、1, 7-フェナンスロリン-9-イル基、1, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1, 8-フェナンスロリン-2-イル基、1, 8-フェナンスロリン-3-イル基、1, 8-フェナンスロリン-4-イル基、1, 8-フェナンスロリン-5-イル基、1, 8-フェナンスロリン-6-イル基、1, 8-フェナンスロリン-7-イル基、1, 8-フェナンスロリン-9-イル基、1, 8-フェナンスロリン-10-イル基、1, 9-フェナンスロリン-2-イル基、1, 9-フェナンスロリン-3-イル基、1, 9-フェナンスロリン-4-イル基、1, 9-フェナンスロリン-5-イル基、1, 9-フェナンスロリン-6-イル基、1, 9-フェナンスロリン-7-イル基、1, 9-フェナンスロリン-8-イル基、1, 9-フェナンスロリン-10-イル基、1, 10-フェナンスロリン-2-イル基、1, 10-フェナンスロリン-3-イル基、1, 10-フェナンスロリン-4-イル基、1, 10-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-1-イル基、2, 9-フェナンスロリン-3-イル基、2, 9-フェナンスロリン-4-イル基、2, 9-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-6-イル基、2, 9-フェナンスロリン-7-イル基、2, 9-フェナンスロリン-8-イル基、2, 9-フェナンスロリン-10-イル基、2, 8-フェナンスロリン-1-イル基、2, 8-フェナンスロリン-3-イル基、2, 8-フェナンスロリン-4-イル基、2, 8-フェナンスロリン-5-イル基、2, 8-フェナンスロリン-6-イル基、2, 8-フェナンスロリン-7-イル基、2, 8-フェナンスロリン-9-イル基、2, 8-

フェナンスロリン-10-イル基、2, 7-フェナンスロリン-1-イル基、2, 7-フェナンスロリン-3-イル基、2, 7-フェナンスロリン-4-イル基、2, 7-フェナンスロリン-5-イル基、2, 7-フェナンスロリン-6-イル基、2, 7-フェナンスロリン-8-イル基、2, 7-フェナンスロリン-9-イル基、2, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、10-フェノチアジニル基、1-フェノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、10-フェノキサジニル基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-メチルピロール-1-イル基、2-メチルピロール-3-イル基、2-メチルピロール-4-イル基、2-メチルピロール-5-イル基、3-メチルピロール-1-イル基、3-メチルピロール-2-イル基、3-メチルピロール-4-イル基、3-メチルピロール-5-イル基、2-*t*-ブチルピロール-4-イル基、3-(2-フェニルプロピル)ピロール-1-イル基、2-メチル-1-インドリル基、4-メチル-1-インドリル基、2-メチル-3-インドリル基、4-メチル-3-インドリル基、2-*t*-ブチル-1-インドリル基、4-*t*-ブチル-1-インドリル基、2-*t*-ブチル-3-インドリル基、4-*t*-ブチル-3-インドリル基等が挙げられる。

これらの中でも好ましくは、2-ピリジニル基、1-インドリジニル基、2-インドリジニル基、3-インドリジニル基、5-インドリジニル基、6-インドリジニル基、7-インドリジニル基、8-インドリジニル基、2-イミダゾピリジニル基、3-イミダゾピリジニル基、5-イミダゾピリジニル基、6-イミダゾピリジニル基、7-イミダゾピリジニル基、8-イミダゾピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、1-インドリル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、2-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、9-カルバゾリル基等が挙げられる。

[0037] $R^1 \sim R^7$ の置換基を有しても良い炭素数1~40のアルコキシ基は—OYと表される基であり、Yの具体例としては、前記アルキル基で説明したものと同様のものが挙げられ、好ましい例も同様である。

$R^1 \sim R^7$ の置換基を有しても良い炭素数6~40のアリール基としては、例えば、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、p-ターフェニル-4-イル基、p-ターフェニル-3-イル基、p-ターフェニル-2-イル基、m-ターフェニル-4-イル基、m-ターフェニル-3-イル基、m-ターフェニル-2-イル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-t-ブチルフェニル基、p-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、4"-t-ブチル-p-ターフェニル-4-イル基、o-クメニル基、m-クメニル基、p-クメニル基、2, 3-キシリル基、3, 4-キシリル基、2, 5-キシリル基、メシチル基等が挙げられる。

これらの中でも好ましくは、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、9-フェナントリル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、p-トリル基、3, 4-キシリル基等が挙げられる。

[0038] $R^1 \sim R^7$ の置換基を有しても良い炭素数6~40のアリールオキシ基は—OArと表される基であり、Arの具体例としては、前記アリール基で説明したものと同様のものが挙げられ、好ましい例も同様である。

$R^1 \sim R^7$ の置換基を有しても良い炭素数7~40のアラルキル基としては、例えば、ベンジル基、1-フェニルエチル基、2-フェニルエチル基、1-フェニルイソプロピル基、2-フェニルイソプロピル基、フェニル-t-ブチル基、 α -ナフチルメチル基、1- α -ナフチルエチル基、2- α -ナフチルエチル基、1- α -ナフチルイソプロピル基、2- α -ナフチルイソプロピル基、 β -ナフチルメチル基、1- β -ナフチルエチル基、2- β -ナフチルエチル基、1- β -ナフチルイソプロピル基、2- β -

ナフチルイソプロピル基、1-ピロリルメチル基、2-(1-ピロリル)エチル基、p-メチルベンジル基、m-メチルベンジル基、o-メチルベンジル基、p-クロロベンジル基、m-クロロベンジル基、o-クロロベンジル基、p-ブロモベンジル基、m-ブロモベンジル基、o-ブロモベンジル基、p-ヨードベンジル基、m-ヨードベンジル基、o-ヨードベンジル基、p-ヒドロキシベンジル基、m-ヒドロキシベンジル基、o-ヒドロキシベンジル基、p-アミノベンジル基、m-アミノベンジル基、o-アミノベンジル基、p-ニトロベンジル基、m-ニトロベンジル基、o-ニトロベンジル基、p-シアノベンジル基、m-シアノベンジル基、o-シアノベンジル基、1-ヒドロキシ-2-フェニルイソプロピル基、1-クロロ-2-フェニルイソプロピル基等が挙げられる。

これらの中でも好ましくは、ベンジル基、p-シアノベンジル基、m-シアノベンジル基、o-シアノベンジル基、1-フェニルエチル基、2-フェニルエチル基、1-フェニルイソプロピル基、2-フェニルイソプロピル基等が挙げられる。

[0039] $R^1 \sim R^7$ の置換基を有しても良い炭素数2~40のアルケニル基としては、ビニル基、アリル基、1-ブテニル基、2-ブテニル基、3-ブテニル基、1,3-ブタンジエニル基、1-メチルビニル基、スチリル基、2,2-ジフェニルビニル基、1,2-ジフェニルビニル基、1-メチルアリル基、1,1-ジメチルアリル基、2-メチルアリル基、1-フェニルアリル基、2-フェニルアリル基、3-フェニルアリル基、3,3-ジフェニルアリル基、1,2-ジメチルアリル基、1-フェニル-1-ブテニル基、3-フェニル-1-ブテニル基等が挙げられ、好ましくは、スチリル基、2,2-ジフェニルビニル基、1,2-ジフェニルビニル基等が挙げられる。

$R^1 \sim R^7$ の置換基を有しても良い炭素数1~80のアルキルアミノ基、置換基を有しても良い炭素数6~80のアリールアミノ基、置換基を有しても良い炭素数7~80のアラルキルアミノ基としては $-NQ^1Q^2$ と表され、 Q^1 、 Q^2 の具体例としては、それぞれ独立に、前記アルキル基、前記アリール基、前記アラルキル基で説明したものと同様のものが挙げられ、好ましい例も同様である。

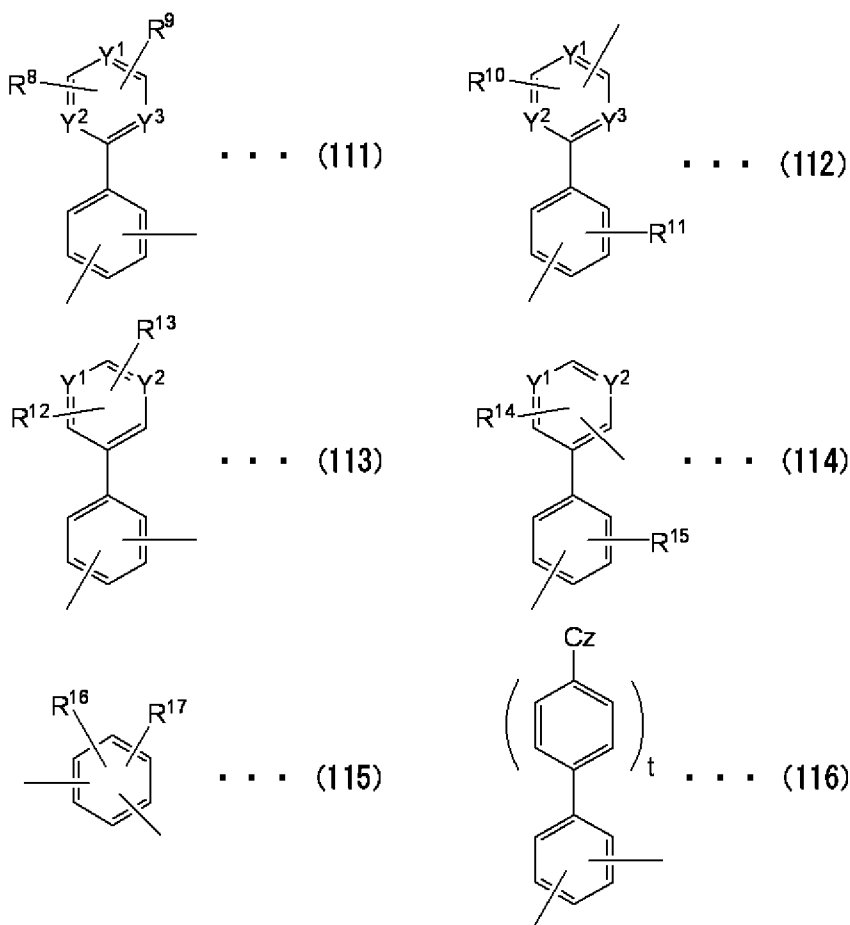
$R^1 \sim R^7$ の置換基を有しても良い炭素数3~10のアルキルシリル基としては、トリメチルシリル基、トリエチルシリル基、t-ブチルジメチルシリル基、ビニルジメチルシリル基、プロピルジメチルシリル基等が挙げられる。

$R^1 \sim R^7$ の置換基を有しても良い炭素数6～30のアリールシリル基としては、トリフェニルシリル基、フェニルジメチルシリル基、*t*-ブチルジフェニルシリル基等が挙げられる。

また、 $R^1 \sim R^7$ が複数あった場合に形成される環状構造としては、ベンゼン環等の不飽和6員環の他、飽和もしくは不飽和の5員環又は7員環構造等が挙げられる。

[0040] 式(101)～(104)中、Xは、下記一般式(111)～(116)のいずれかで表される基である。

[0041] [化6]



[0042] 式(111)～(116)中、 $R^8 \sim R^{17}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、置換基を有しても良い炭素数1～40(好ましくは炭素数1～30)のアルキル基、置換基を有しても良い炭素数3～30(好ましくは炭素数3～20)の複素環基、置換基を有しても良い炭素数1～40(好ましくは炭素数1～30)のアルコキシ基、置換基を有しても良い炭素数6～40(好ましくは炭素数6～30)のアリール基、置換基を有しても良

い炭素数6～40(好ましくは炭素数6～30)のアリールオキシ基、置換基を有しても良い炭素数7～40(好ましくは炭素数7～30)のアラルキル基、置換基を有しても良い炭素数2～40(好ましくは炭素数2～30)のアルケニル基、置換基を有しても良い炭素数1～80(好ましくは炭素数1～60)のアルキルアミノ基、置換基を有しても良い炭素数6～80(好ましくは炭素数6～60)のアリールアミノ基、置換基を有しても良い炭素数7～80(好ましくは炭素数7～60)のアラルキルアミノ基、置換基を有しても良い炭素数3～10(好ましくは炭素数3～9)のアルキルシリル基、置換基を有しても良い炭素数6～30のアリールシリル基(好ましくは炭素数8～20)又はシアノ基である。 $R^8 \sim R^{17}$ は、それぞれ複数であっても良く、隣接するもの同士で飽和もしくは不飽和の環状構造を形成していても良い。

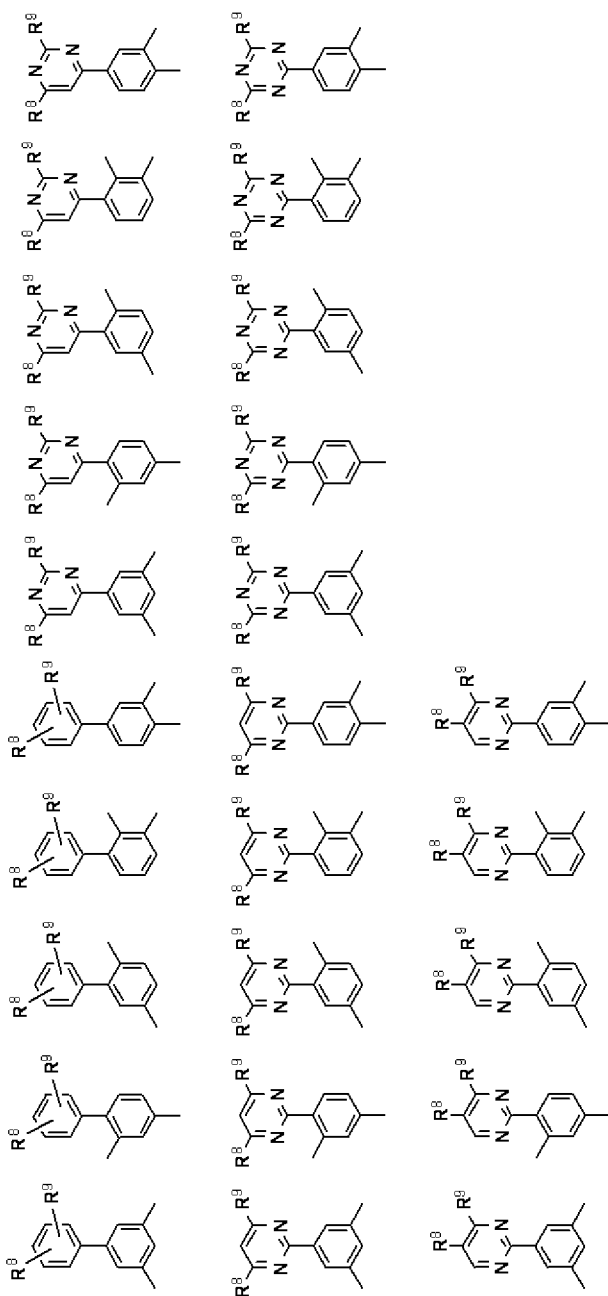
$R^8 \sim R^{17}$ の示す各基の具体例としては、前記 $R^1 \sim R^7$ で説明したものと同様のものが挙げられ、好ましい例も同様である。

[0043] 式(111)～(114)中、 $Y^1 \sim Y^3$ は、それぞれ独立に、 $-CR$ (R は、水素原子、前記一般式(101)～(104)において X に結合している基又は前記 $R^8, R^9, R^{10}, R^{12}, R^{13}, R^{14}$ のいずれかである。)又は窒素原子であり、窒素原子である場合は、その数は同一環に少なくとも2つである。 Cz は下記と同じである。

一般式(116)において、 t は0～1の整数である。

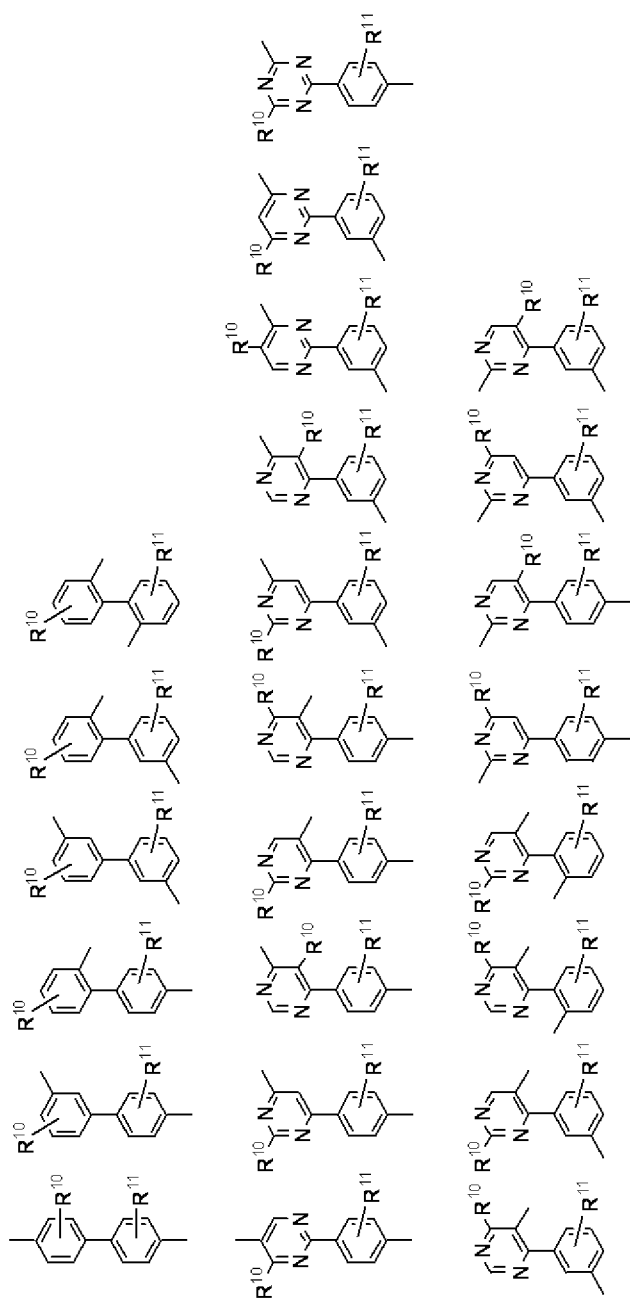
[0044] 一般式(111)で表される基としては、下記構造のうちのいずれかであると好ましい。

[0045] [化7]



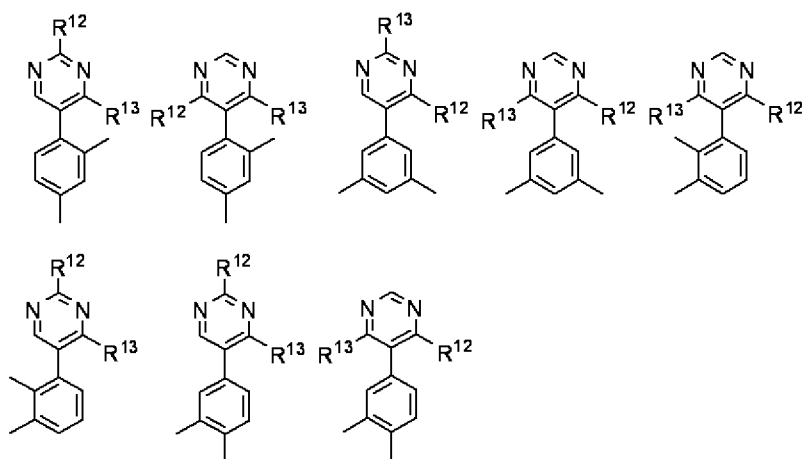
[0046] 一般式(112)で表される基としては、下記構造のうちのいずれかであると好ましい。

[0047] [化8]



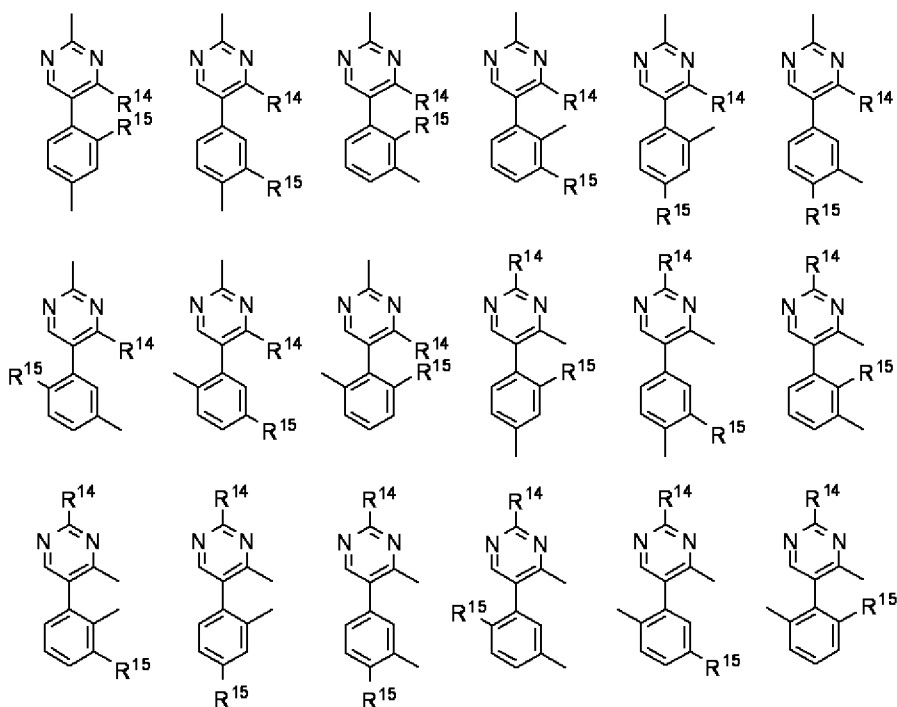
[0048] 一般式(113)で表される基としては、下記構造のうちのいずれかであると好ましい。

[0049] [化9]



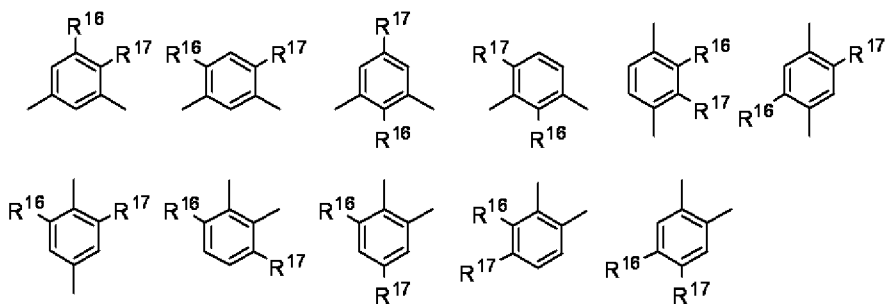
[0050] 一般式(114)で表される基としては、下記構造のうちのいずれかであると好ましい。

[0051] [化10]



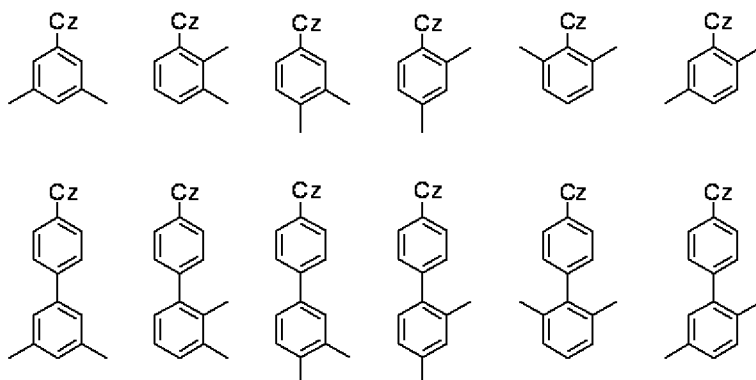
[0052] 一般式(115)で表される基としては、下記構造のうちのいずれかであると好ましい。

[0053] [化11]



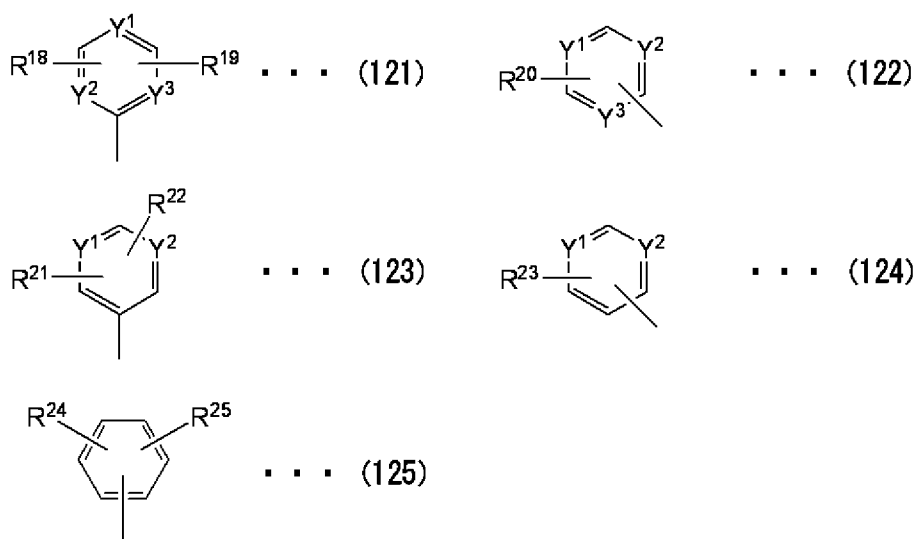
[0054] 一般式(116)で表される基としては、下記構造のうちのいずれかであると好ましい。

[0055] [化12]



[0056] 式(105)中、Wは、下記一般式(121)～(125)のいずれかで表される基である。

[0057] [化13]

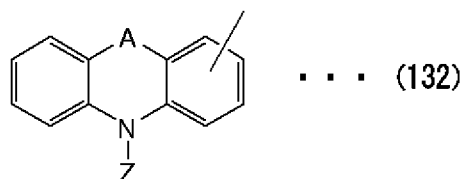
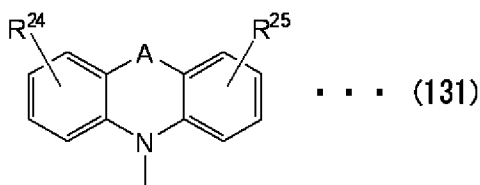


[0058] 式(121)～(125)中、R¹⁸～R²⁵は、R⁸～R¹⁷と同様の基である。Y¹～Y³は、式(111)～(114)のY¹～Y³と同様である。

R¹⁸～R²⁵の示す各基の具体例としては、前記R¹～R⁷で説明したものと同様のものが挙げられ、好ましい例も同様である。

[0059] 式(101)～(105)中、Czは下記一般式(131)又は(132)で表される基である。

[0060] [化14]



[0061] 式(131)および(132)中、Aは、単結合、 $-(CR^{26}R^{27})_n-$ (n は1～3の整数)、 $-SiR^{28}R^{29}-$ 、 $-NR^{30}-$ 、 $-O-$ 又は $-S-$ を表し、 R^{26} と R^{27} 、 R^{28} と R^{29} は互いに結合して飽和もしくは不飽和の環状構造を形成してもよい。 $R^{24} \sim R^{30}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、置換基を有しても良い炭素数1～40のアルキル基、置換基を有しても良い炭素数3～30の複素環基、置換基を有しても良い炭素数1～40のアルコキシ基、置換基を有しても良い炭素数6～40のアリール基、置換基を有しても良い炭素数6～40のアリールオキシ基、置換基を有しても良い炭素数7～40のアラルキル基、置換基を有しても良い炭素数2～40のアルケニル基、置換基を有しても良い炭素数1～80のアルキルアミノ基、置換基を有しても良い炭素数6～80のアリールアミノ基、置換基を有しても良い炭素数7～80のアラルキルアミノ基、置換基を有しても良い炭素数3～10のアルキルシリル基、置換基を有しても良い炭素数6～30のアリールシリル基又はシアノ基である。 $R^{24} \sim R^{25}$ は、それぞれ複数であっても良く、隣接するもの同士で飽和もしくは不飽和の環状構造を形成していても良い。

[0062] 式(132)中、Zは、置換しても良い炭素数1～20のアルキル基、置換しても良い炭素数6～18のアリール基、又は置換基を有しても良い炭素数7～40のアラルキル基を表す。

Zの炭素数1～20の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、 s -ブチル基、イソブチル基、 t -ブチル基、 n -ペンチル基、 n -ヘキシル基、 n -ヘプチル基、 n -オクチル基、 n -ノニル基、 n -デシル基、 n -ウンデシル基、 n -ドデシル基、 n -トリデシル基、 n -テトラデシル基、 n -ペンタデシル基、 n -ヘキサデシル基、 n -ヘプタデシル基、 n -オクタデシル基、ネオペンチル基、1-メチルペンチル基、2-メチルペンチル基、1-ペンチルヘキ

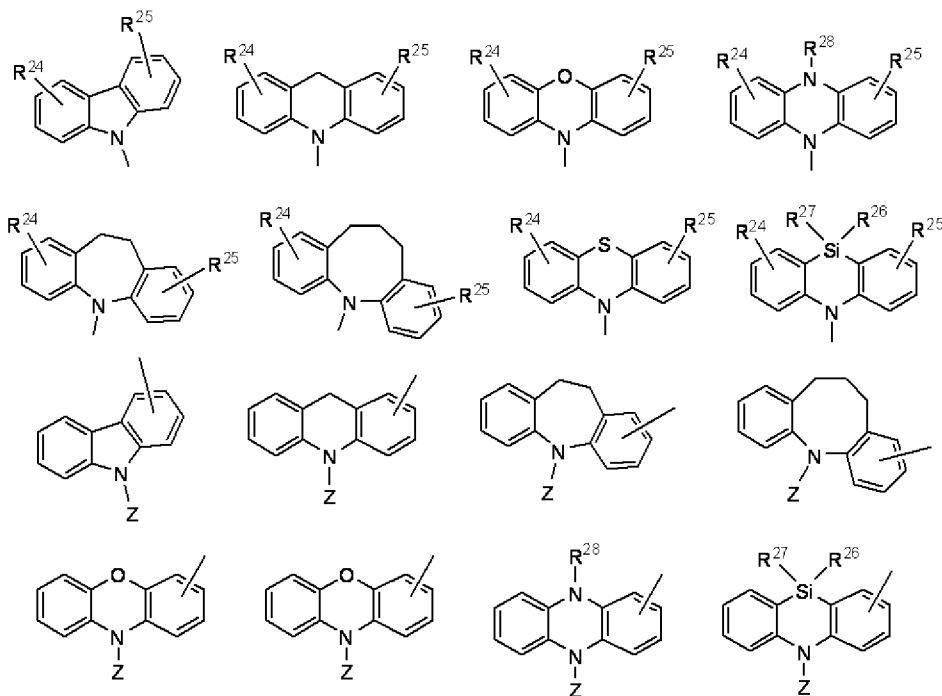
シル基、1-ブチルペンチル基、1-ヘプチルオクチル基、3-メチルペンチル基等が挙げられ、好ましくは、メチル基、エチル基、プロピル基、n-ヘキシル基、n-ヘプチル基等が挙げられる。

Zのアリール基としては、例えば、フェニル基、ナフチル基、トリル基、ビフェニル基、ターフェニル基等が挙げられ、好ましくは、フェニル基、ビフェニル基、トリル基等が挙げられる。

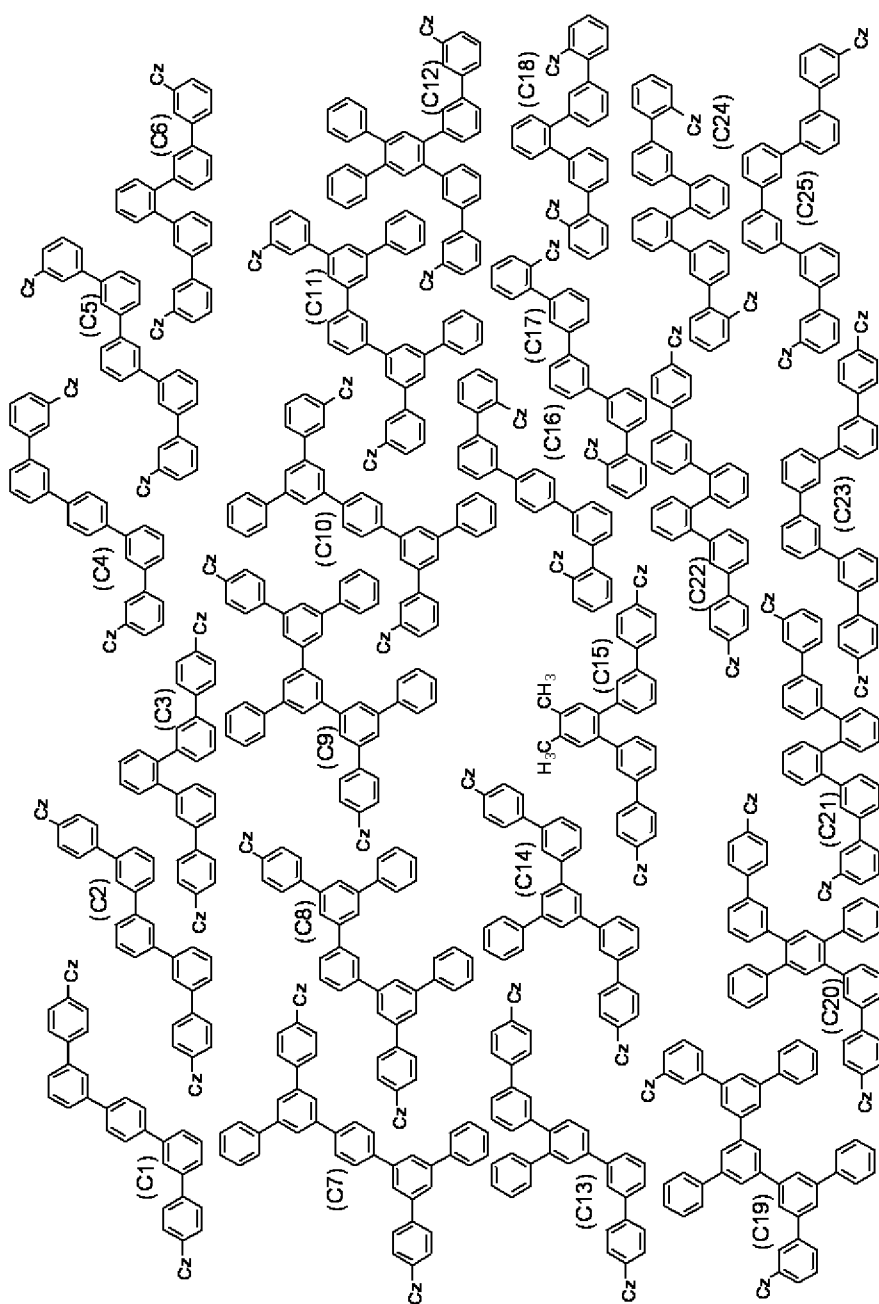
Zのアラルキル基としては、例えば、 α -ナフチルメチル基、1- α -ナフチルエチル基、2- α -ナフチルエチル基、1- α -ナフチルイソプロピル基、2- α -ナフチルイソプロピル基、 β -ナフチルメチル基、1- β -ナフチルエチル基、2- β -ナフチルエチル基、1- β -ナフチルイソプロピル基、2- β -ナフチルイソプロピル基、ベンジル基、p-シアノベンジル基、m-シアノベンジル基、o-シアノベンジル基、1-フェニルエチル基、2-フェニルエチル基、1-フェニルイソプロピル基、2-フェニルイソプロピル基等が挙げられ、好ましくは、ベンジル基、p-シアノベンジル基等が挙げられる。

[0063] 前記Czとしては、下記構造

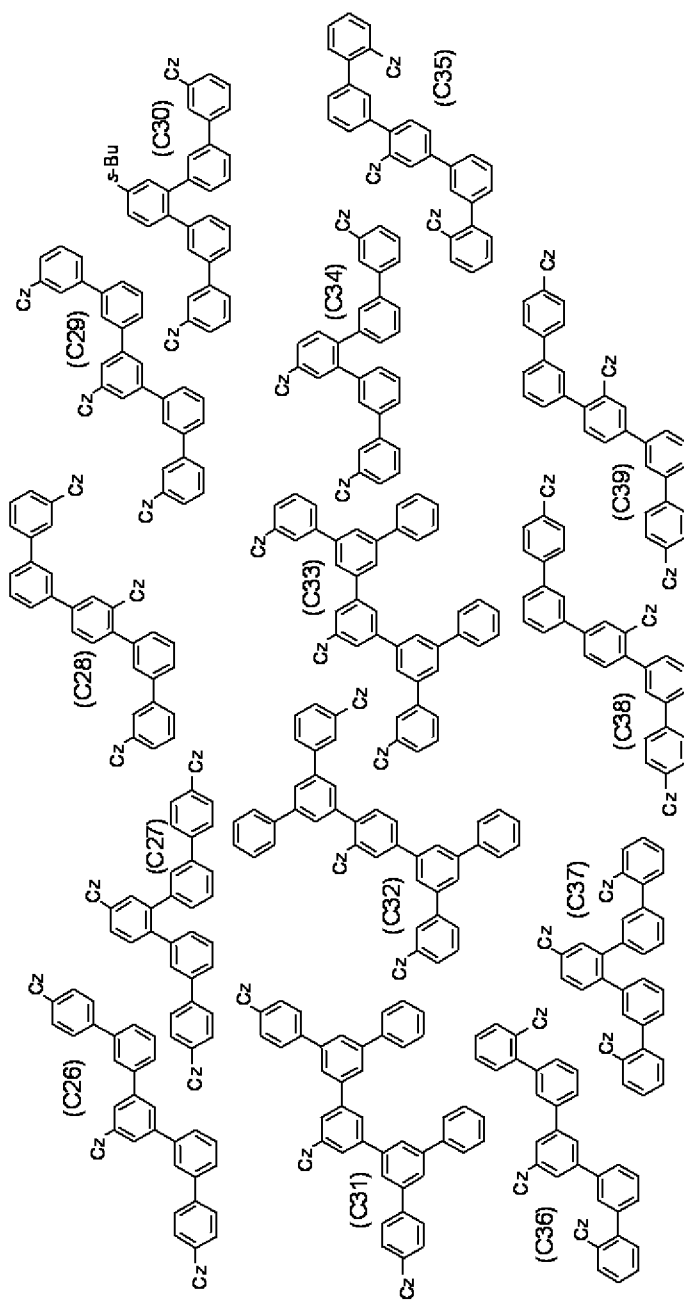
[0064] [化15]



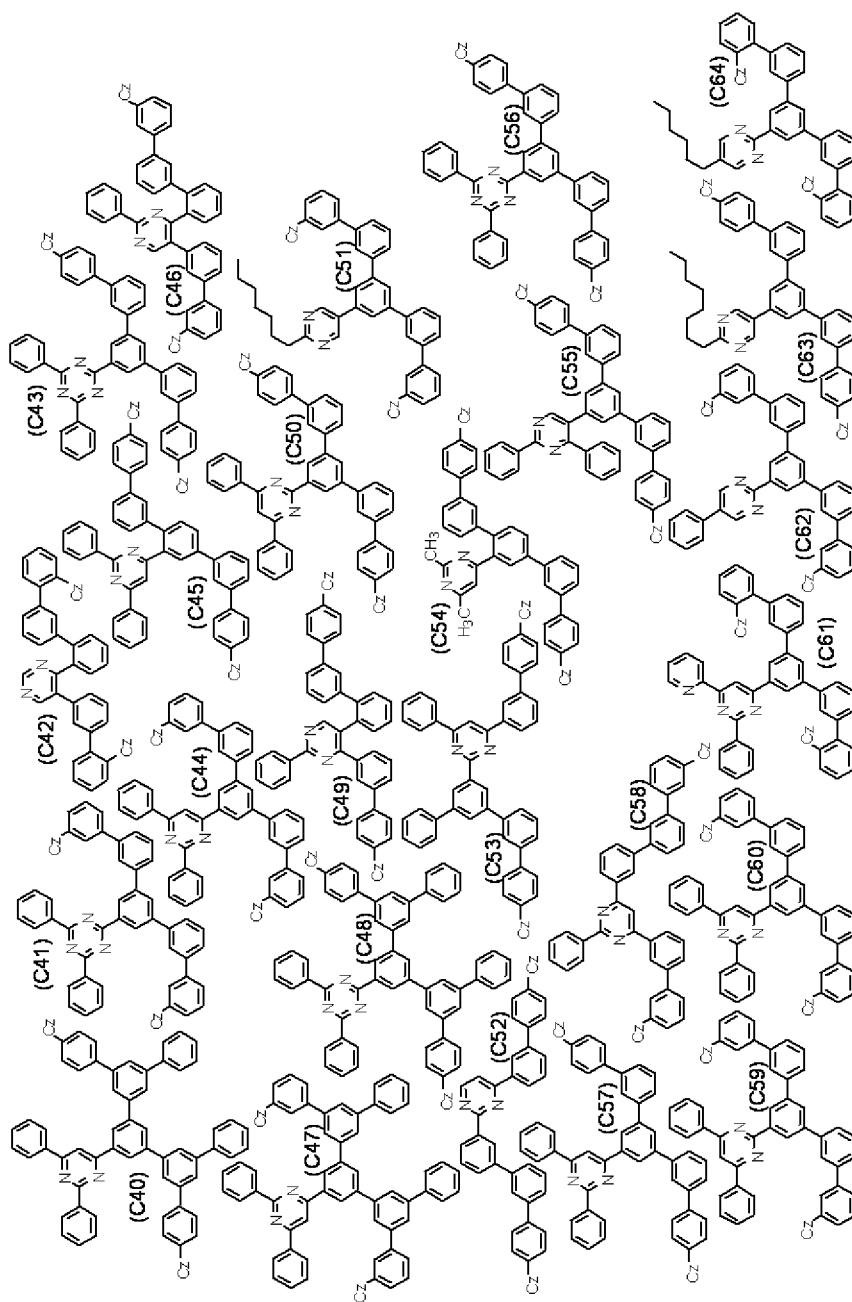
[0065] のうちのいずれかであると好ましく、下記構造のうちのいずれかであるとさらに好まし



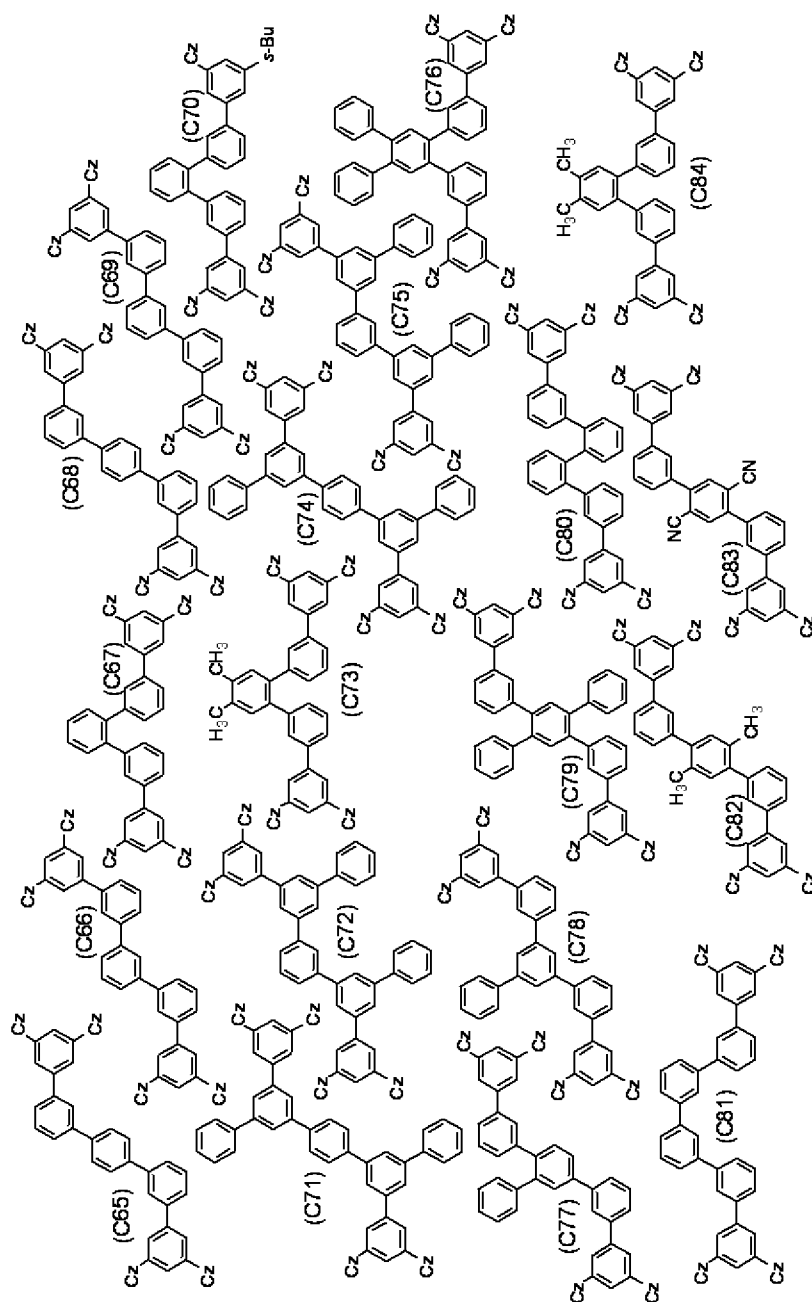
[0070] [化18]



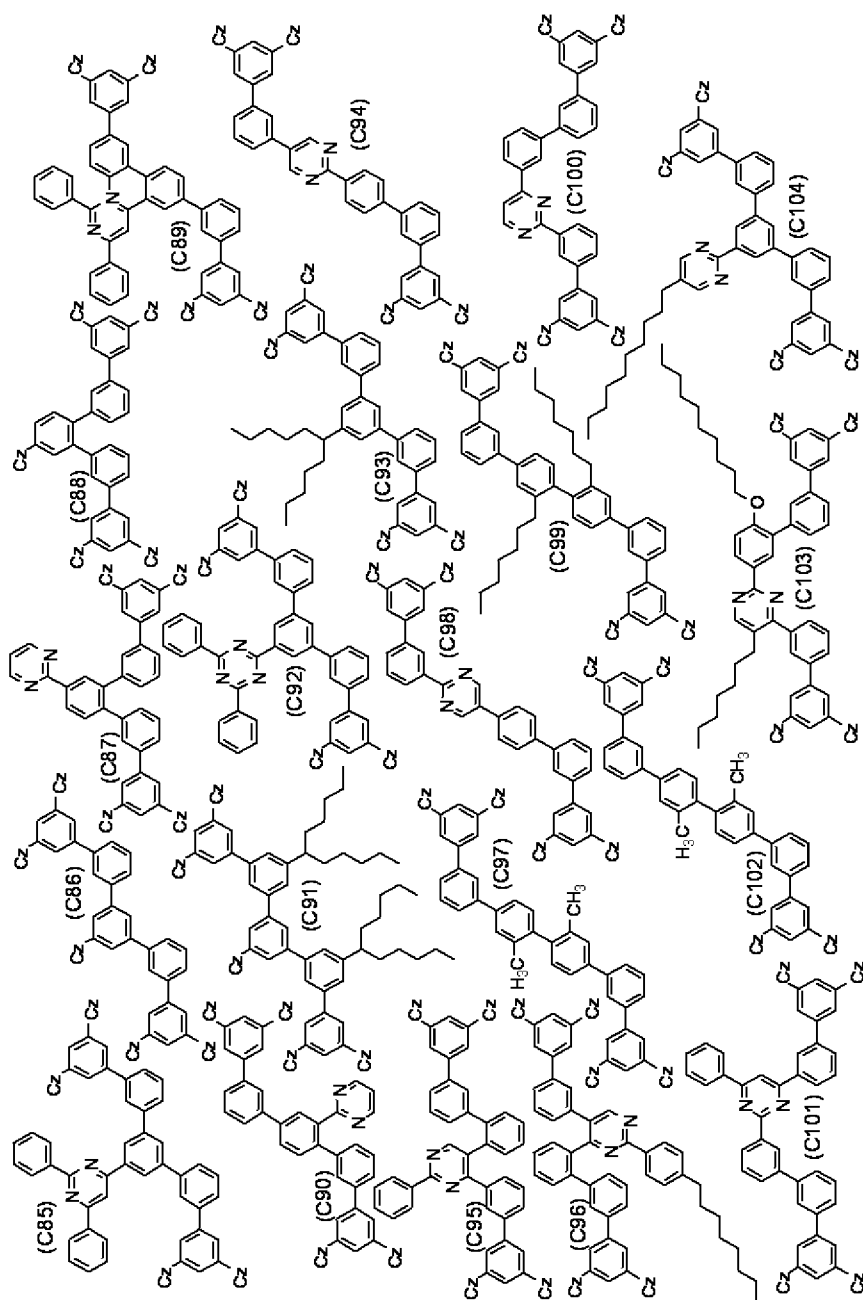
[0071] [化19]



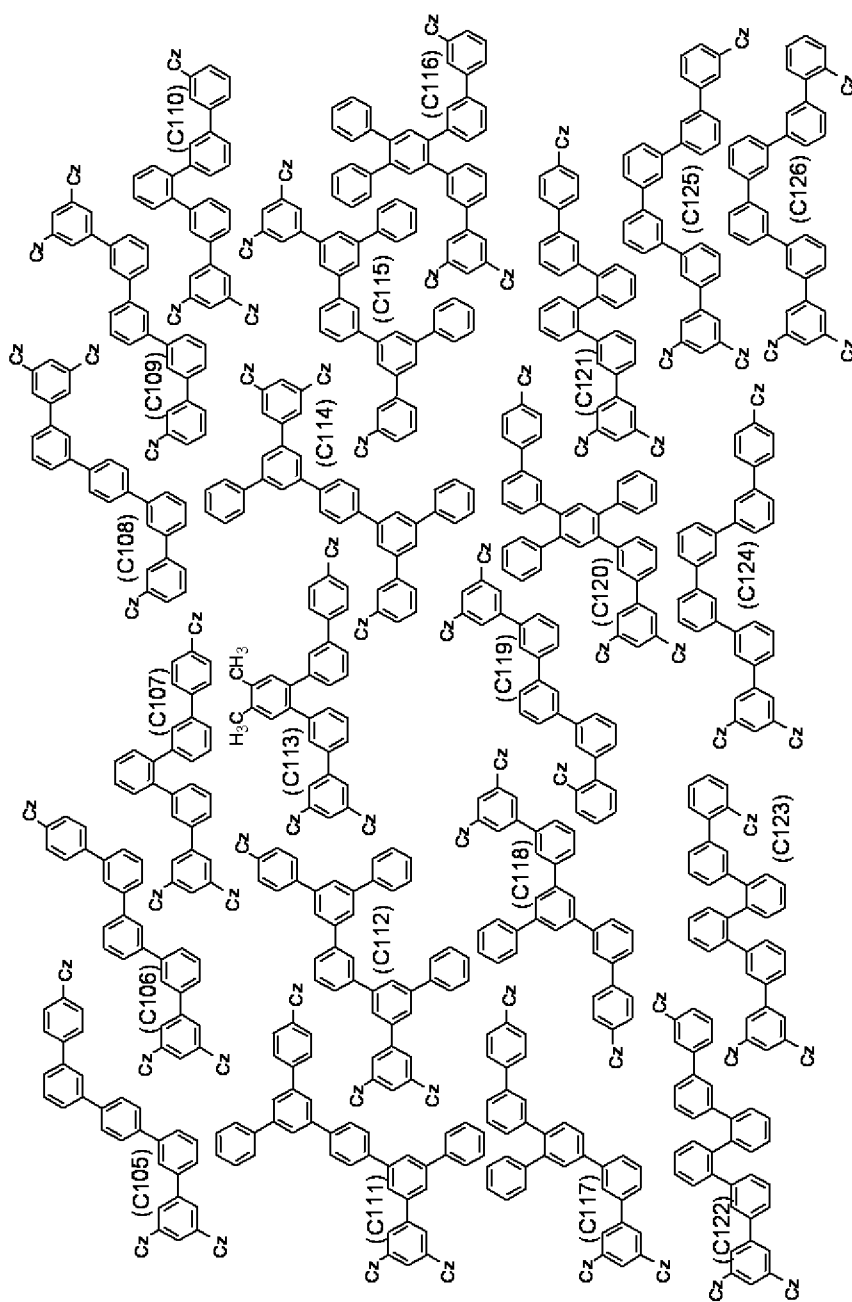
[0072] [化20]



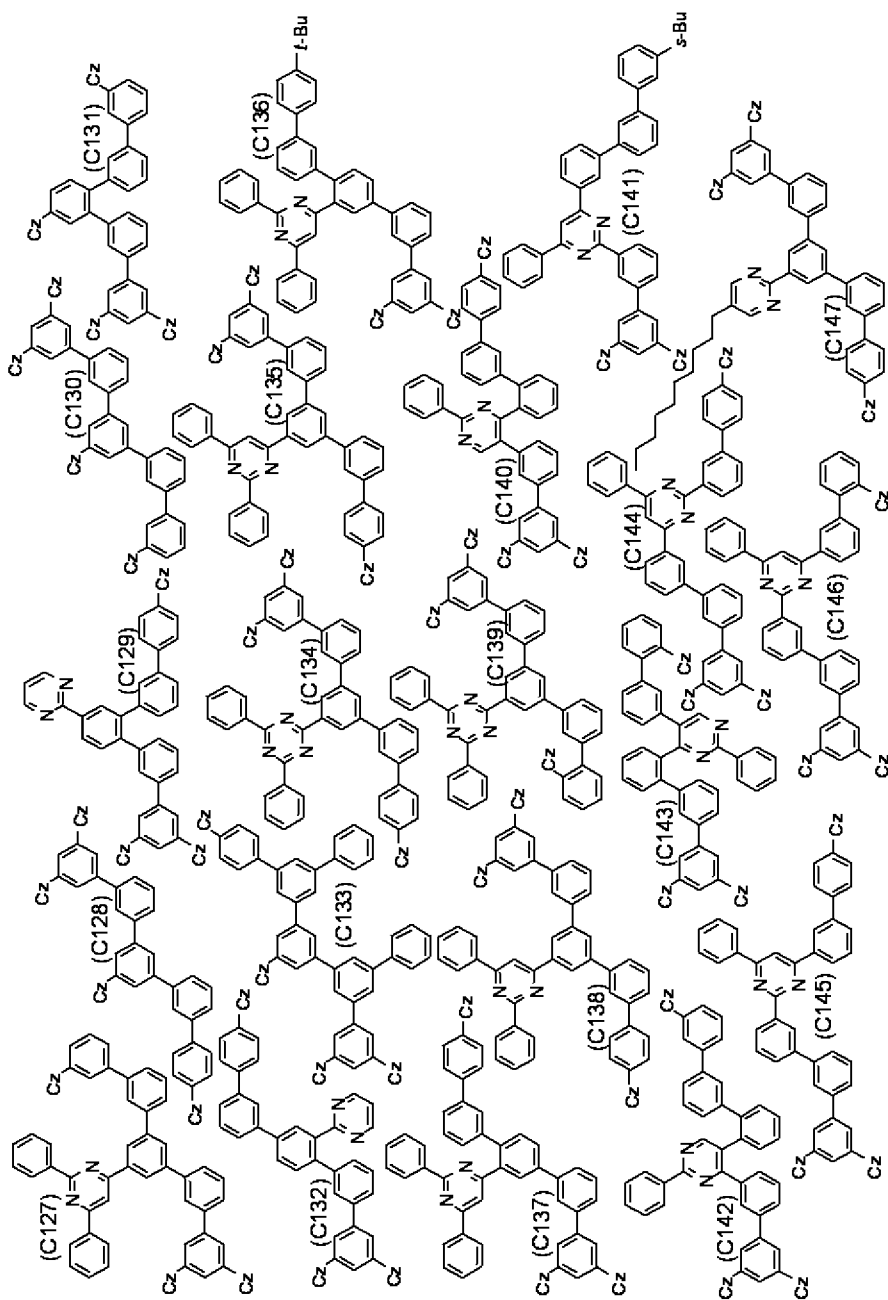
[0073] [化21]



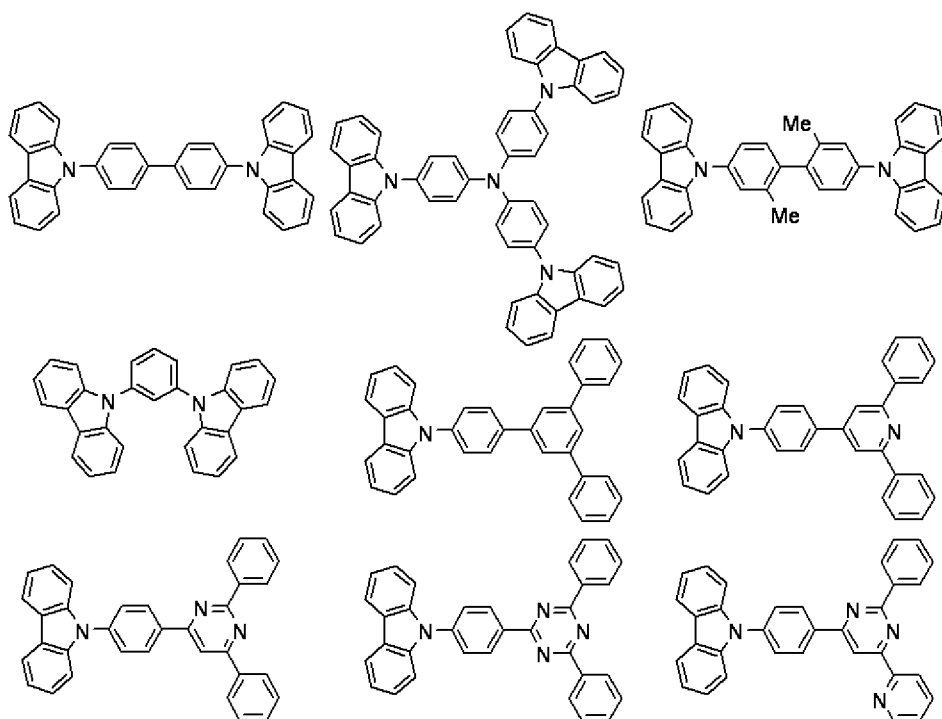
[0074] [化22]



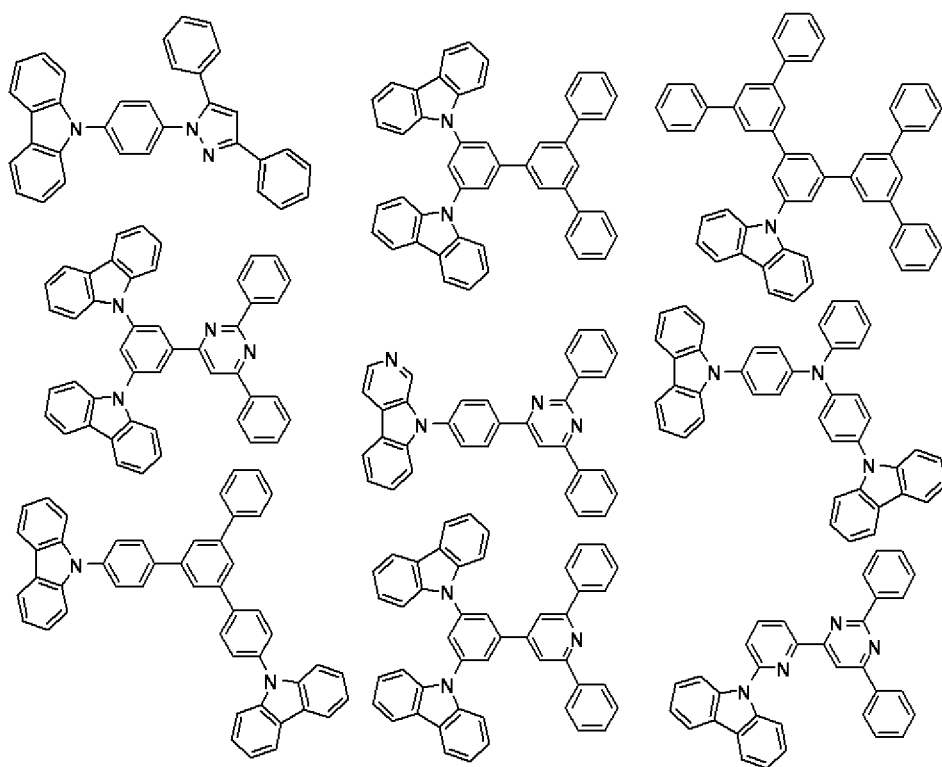
[0075] [化23]



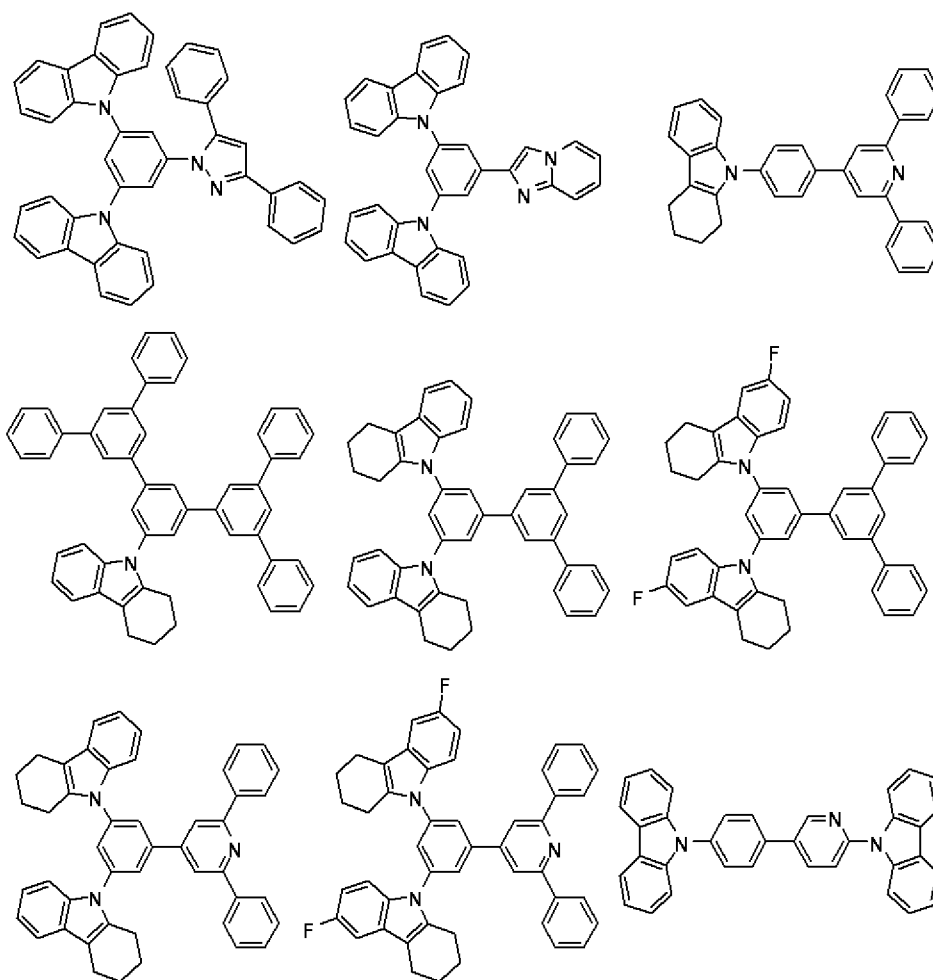
[0076] [化24]



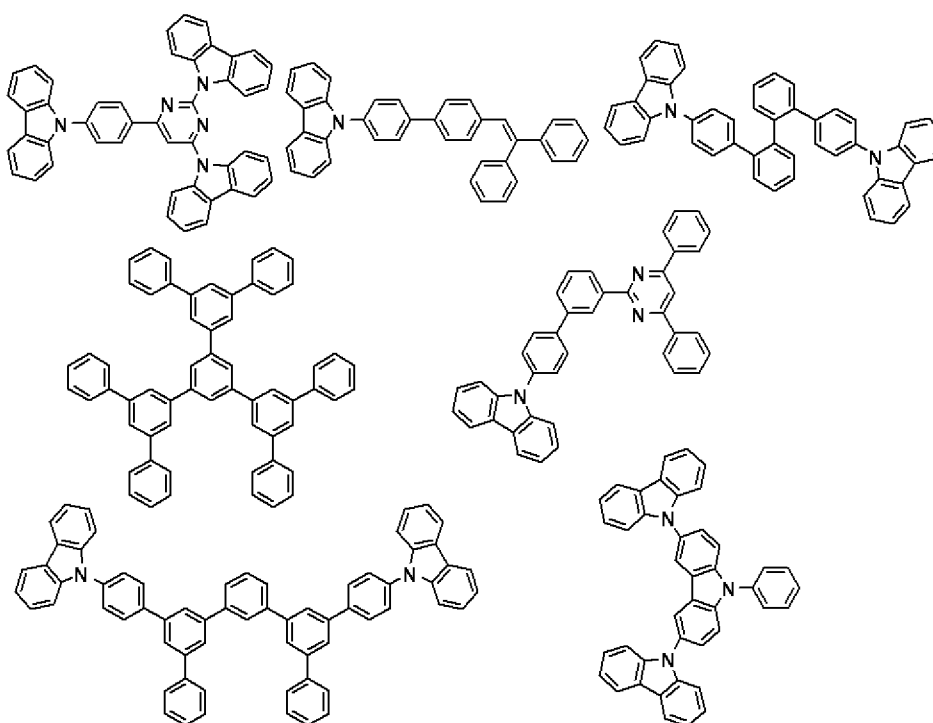
[0077] [化25]



[0078] [化26]

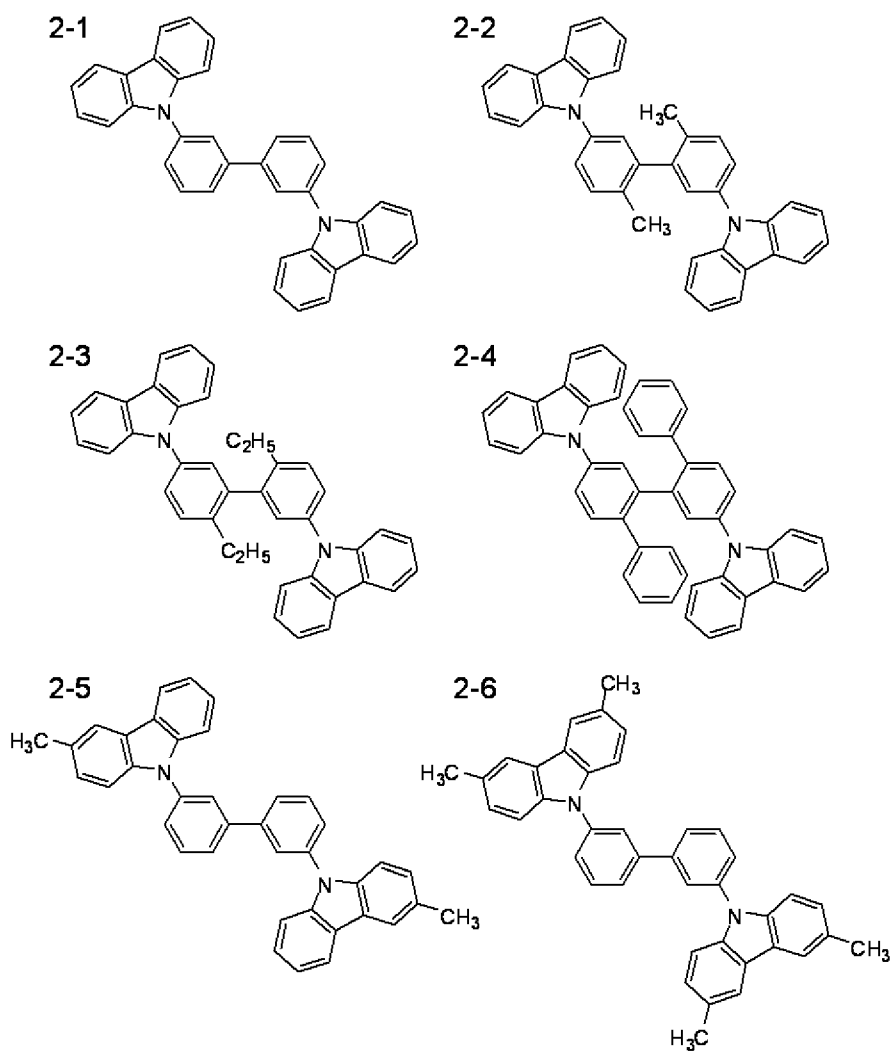


[0079] [化27]

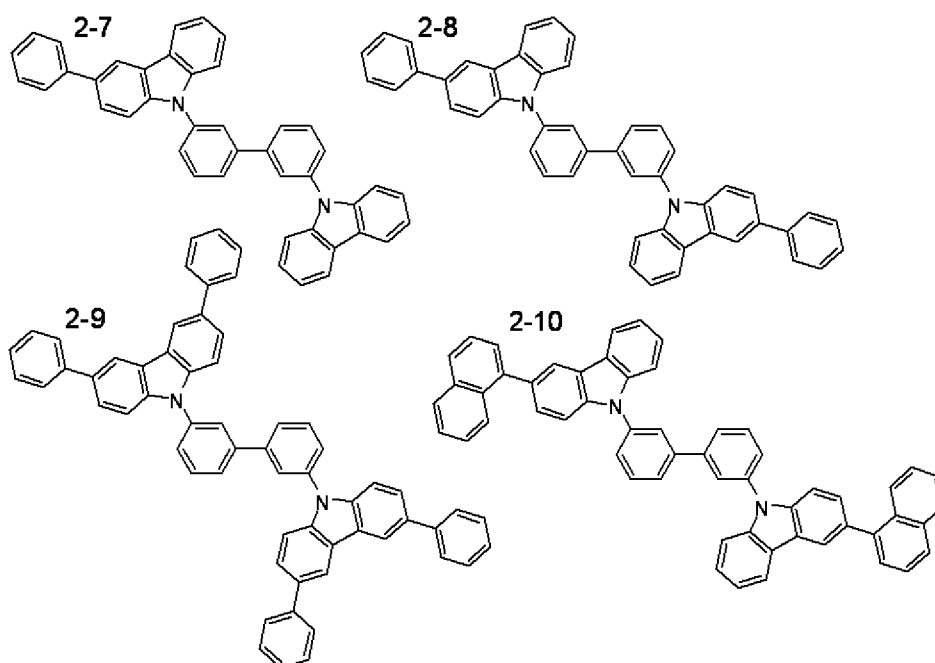


[0080] 以下に本発明の一般式(1)で表される化合物の具体的な例を挙げるが、本発明はこれらに限定されるものではない。

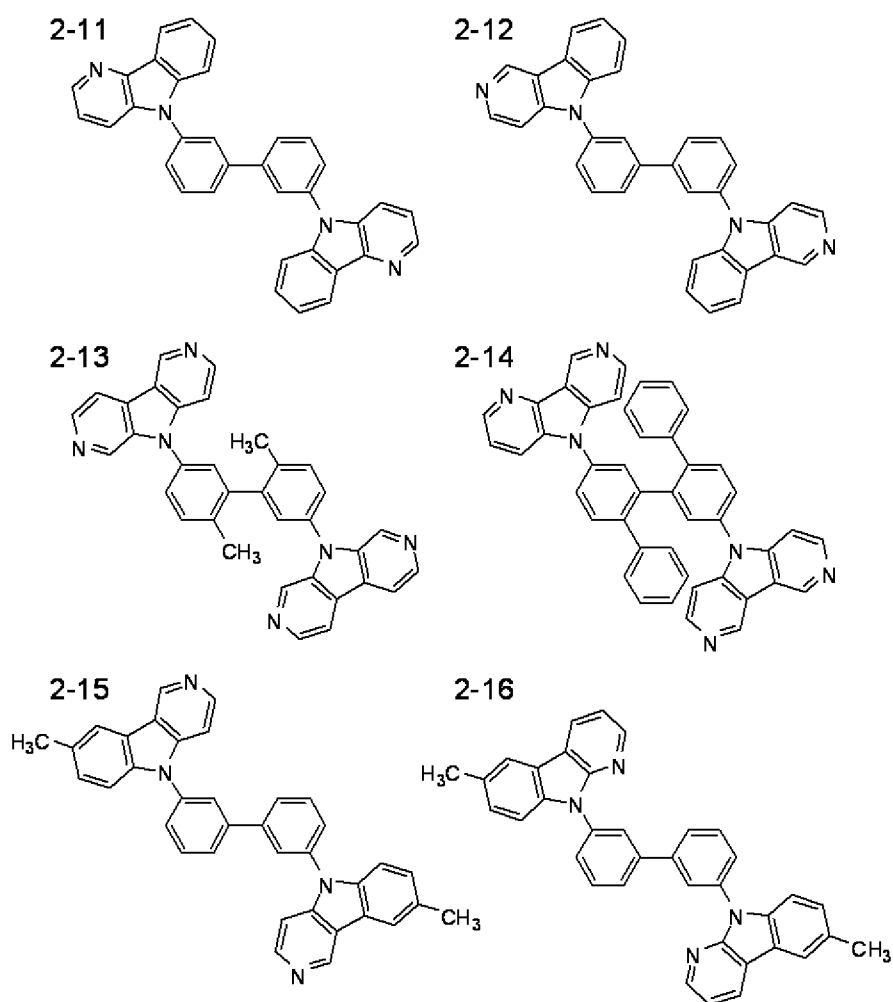
[0081] [化28]



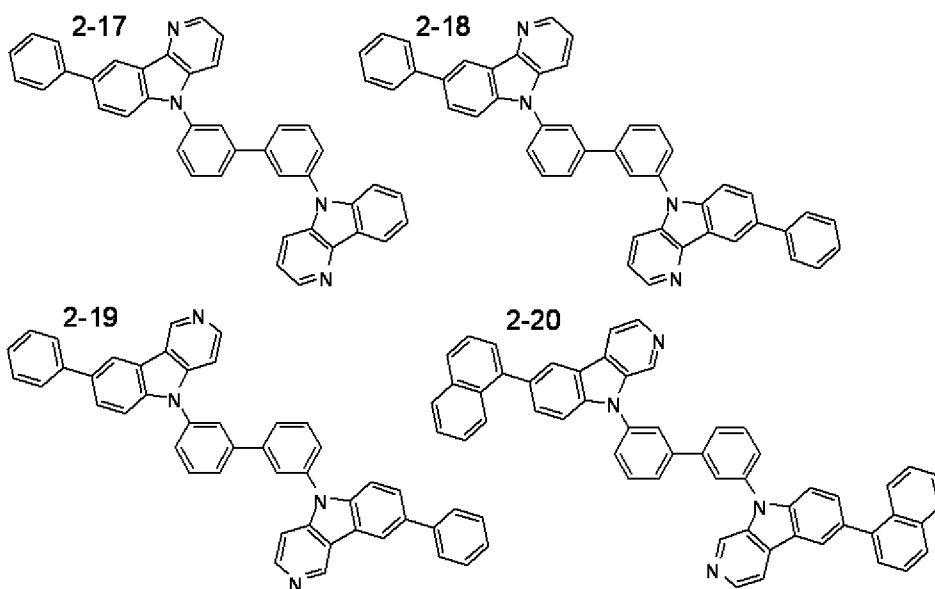
[0082] [化29]



[0083] [化30]



[0084] [化31]

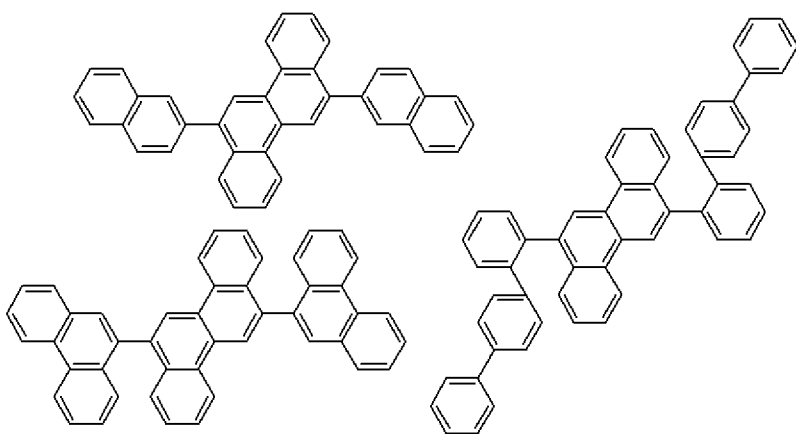


[0085] アシストドーパントは、発光効率と半減寿命のバランスの点から、クリセン誘導体、フェナントレン誘導体、トリフェニレン誘導体、ピレン誘導体、アントラセン誘導体、フルオランテン誘導体の群から選択される。好ましくは、ピレン誘導体、アントラセン誘導体、フルオランテン誘導体である。

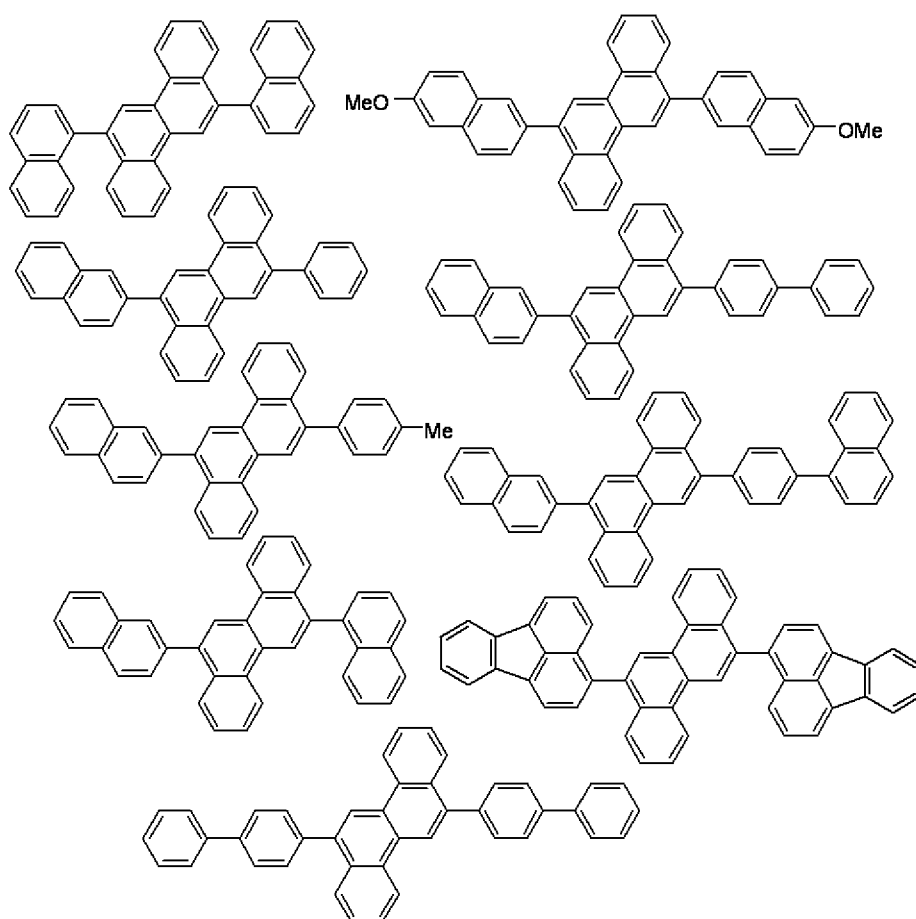
なお、誘導体には、それぞれの化合物の単体も含まれるものとする。

[0086] クリセン誘導体としては、例えば、下記のものが挙げられる。

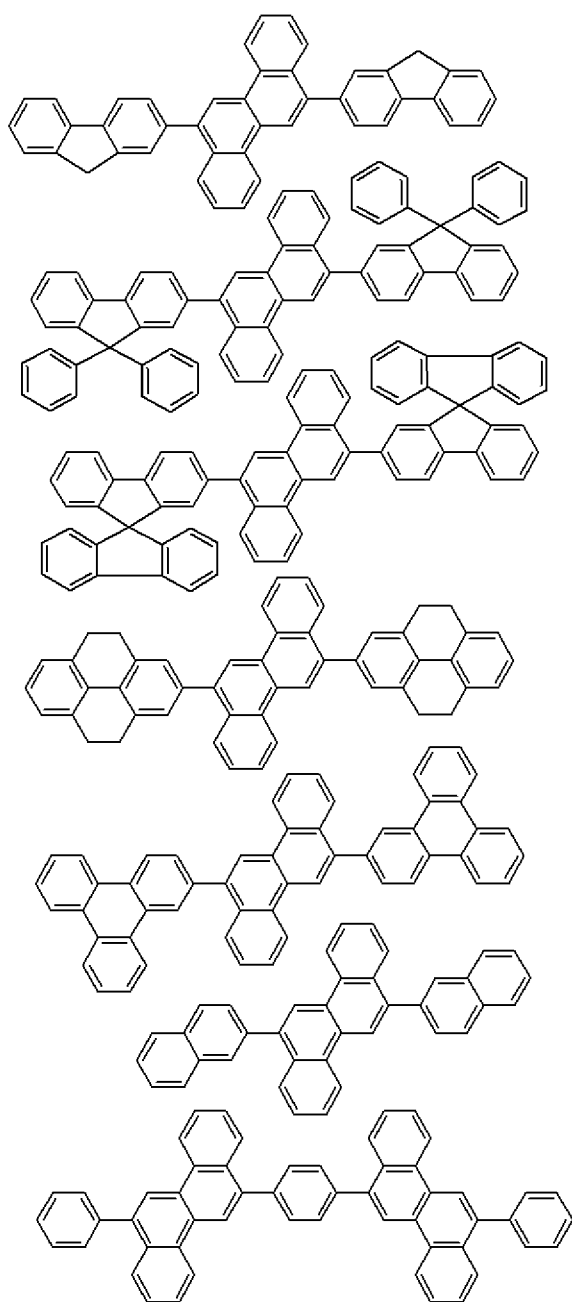
[0087] [化32]



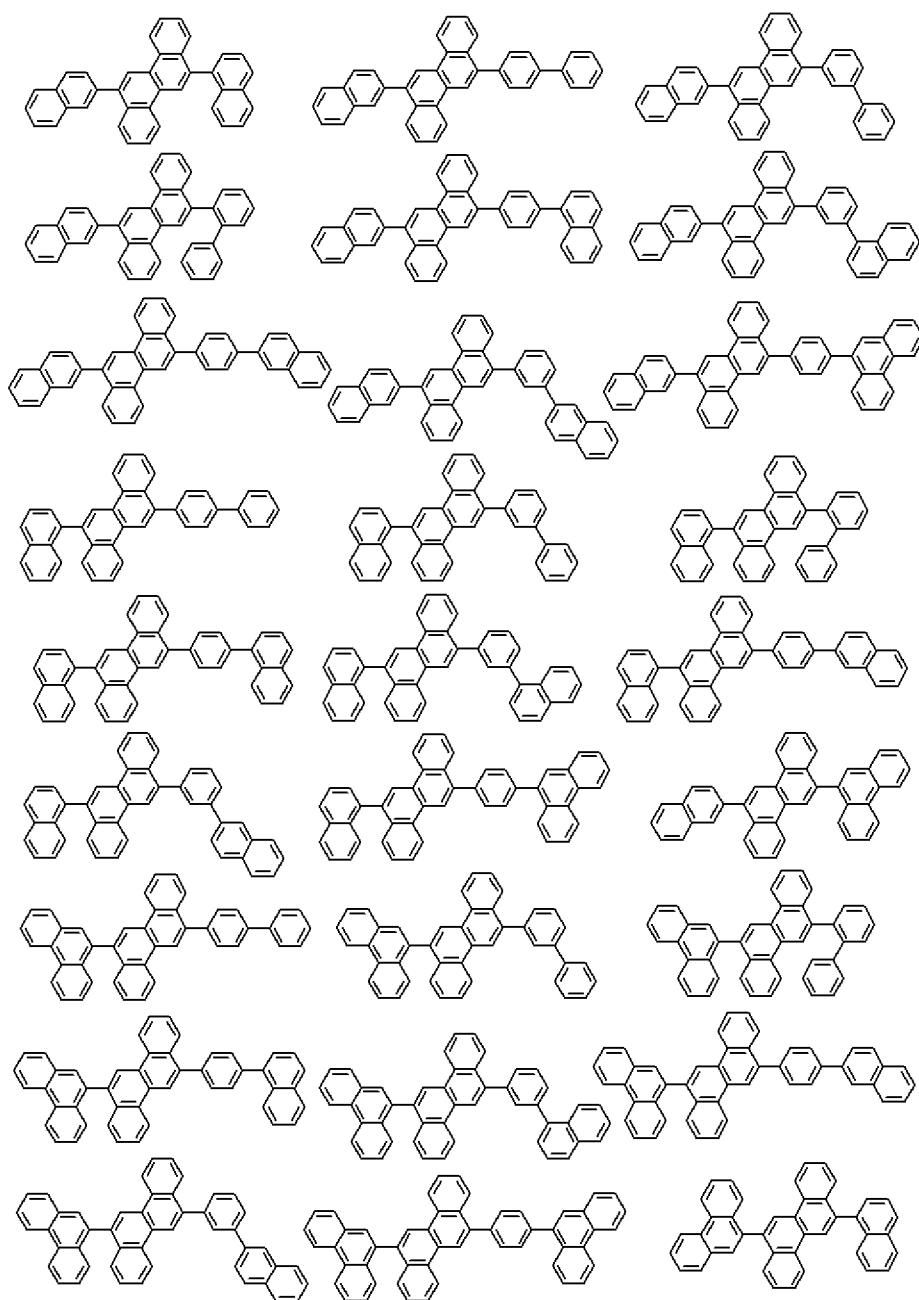
[0088] [化33]



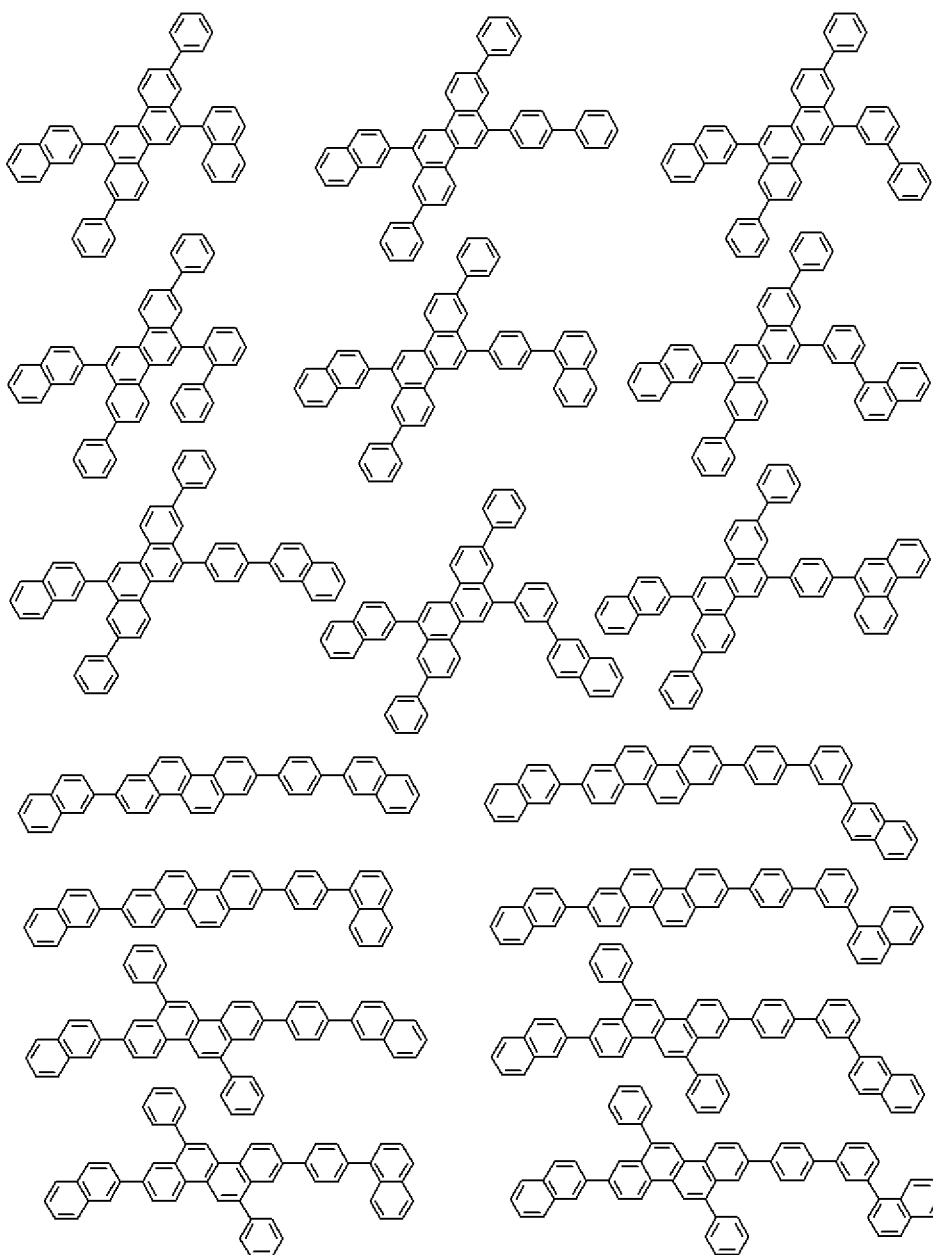
[0089] [化34]



[0090] [化35]



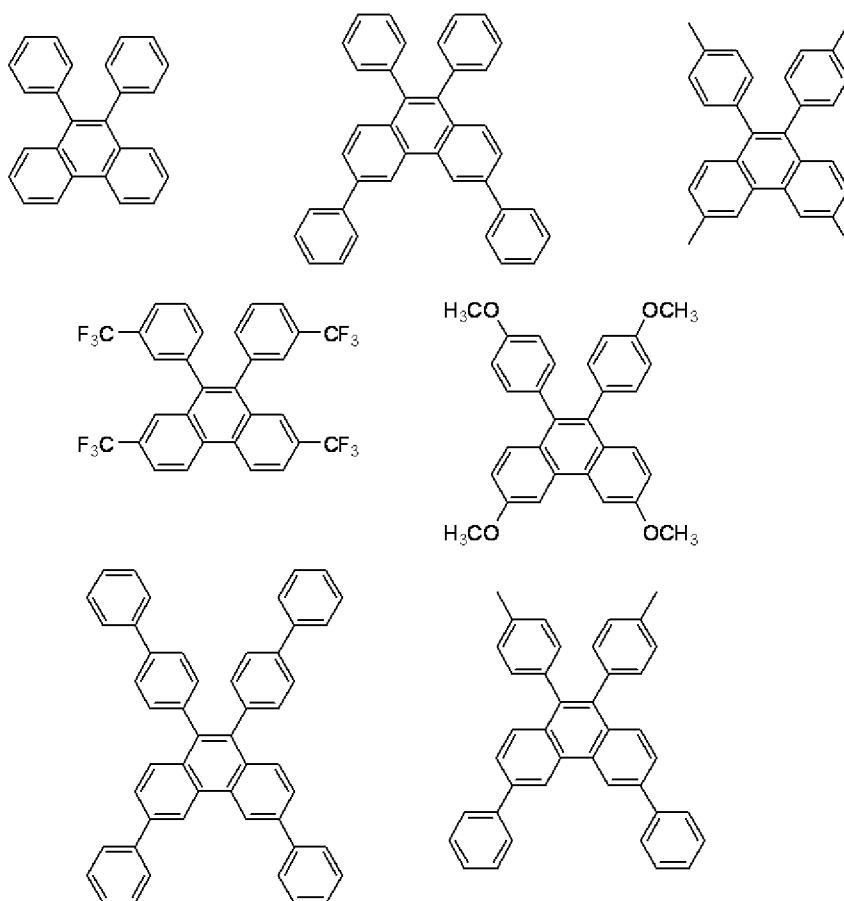
[0091] [化36]



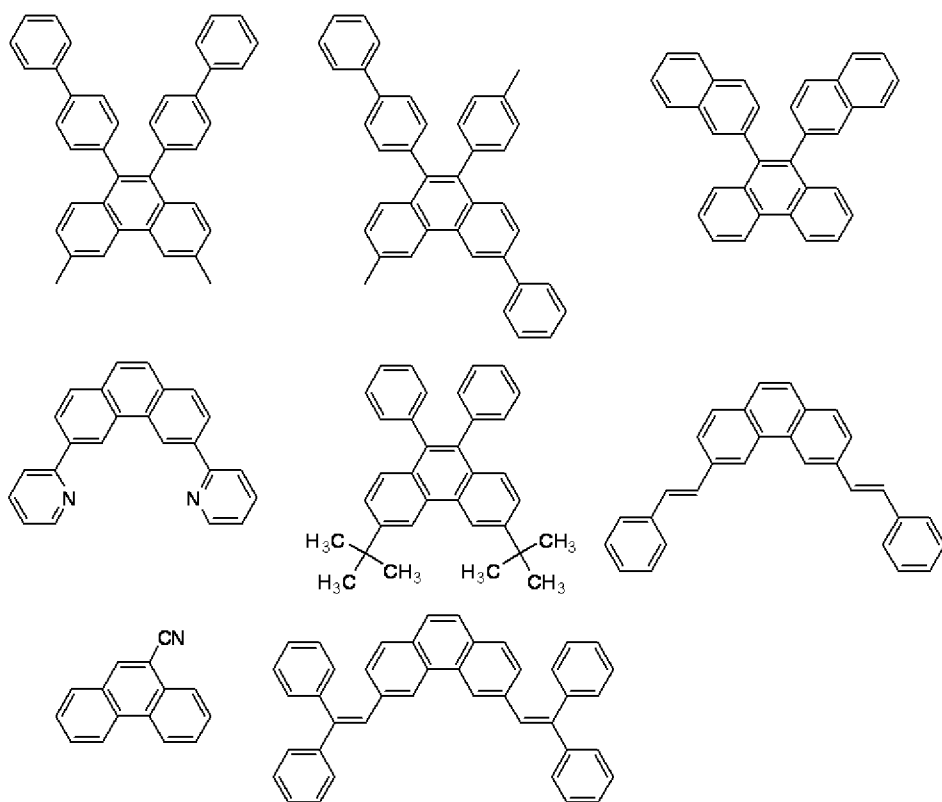
[0092] フェナントレン誘導体の置換基としては、例えば、アルキル基、シクロアルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、水酸基、メルカプト基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリアルエーテル基、アリアルチオエーテル基、アリアル基、複素環基、ハロゲン、ハロアルカン、ハロアルケン、ハロアルキン、シアノ基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボキシ基、エステル基、アミノ基、ニトロ基、シリル基、シロキサニル基等の置換基を有するものが挙げられる。

このような置換基を有するフェナントレン誘導体としては、例えば、下記のものが挙げられる。

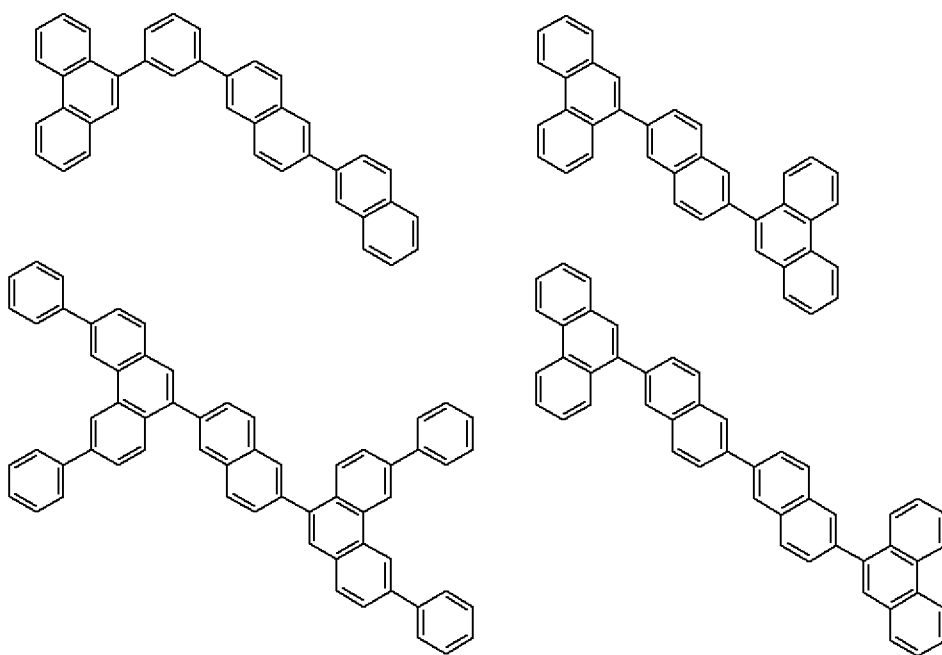
[0093] [化37]



[0094] [化38]

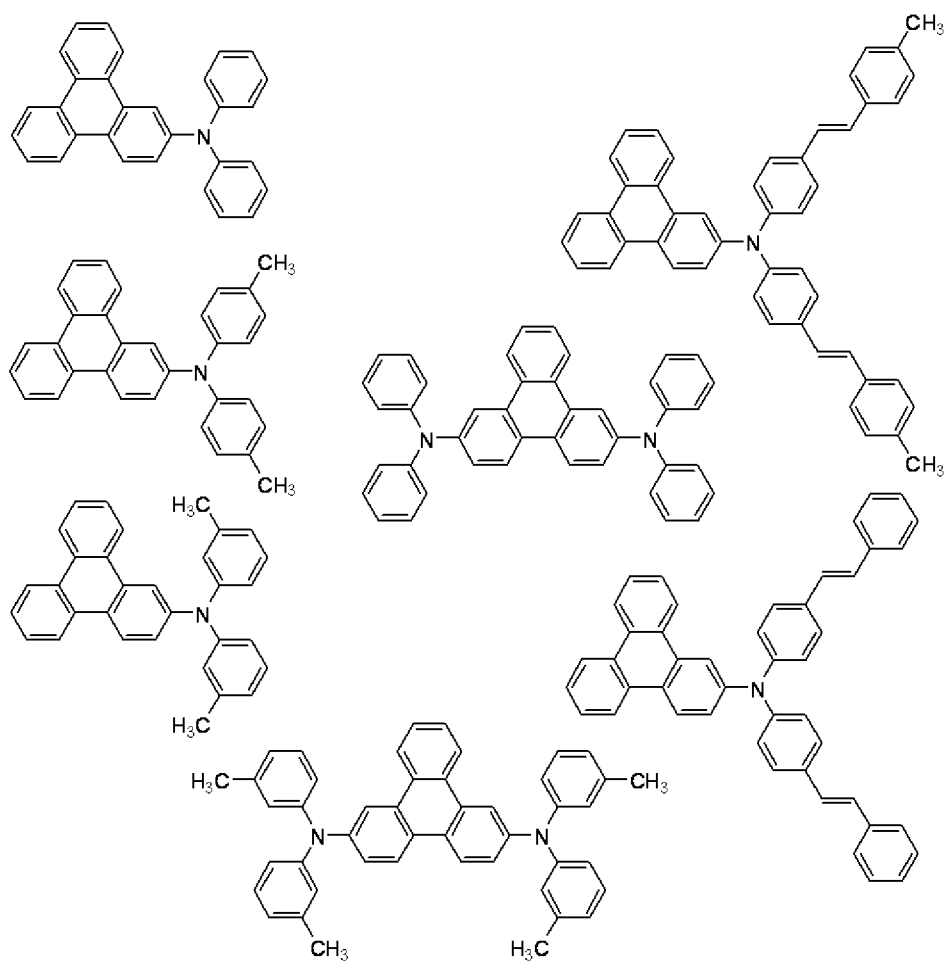


[0095] [化39]

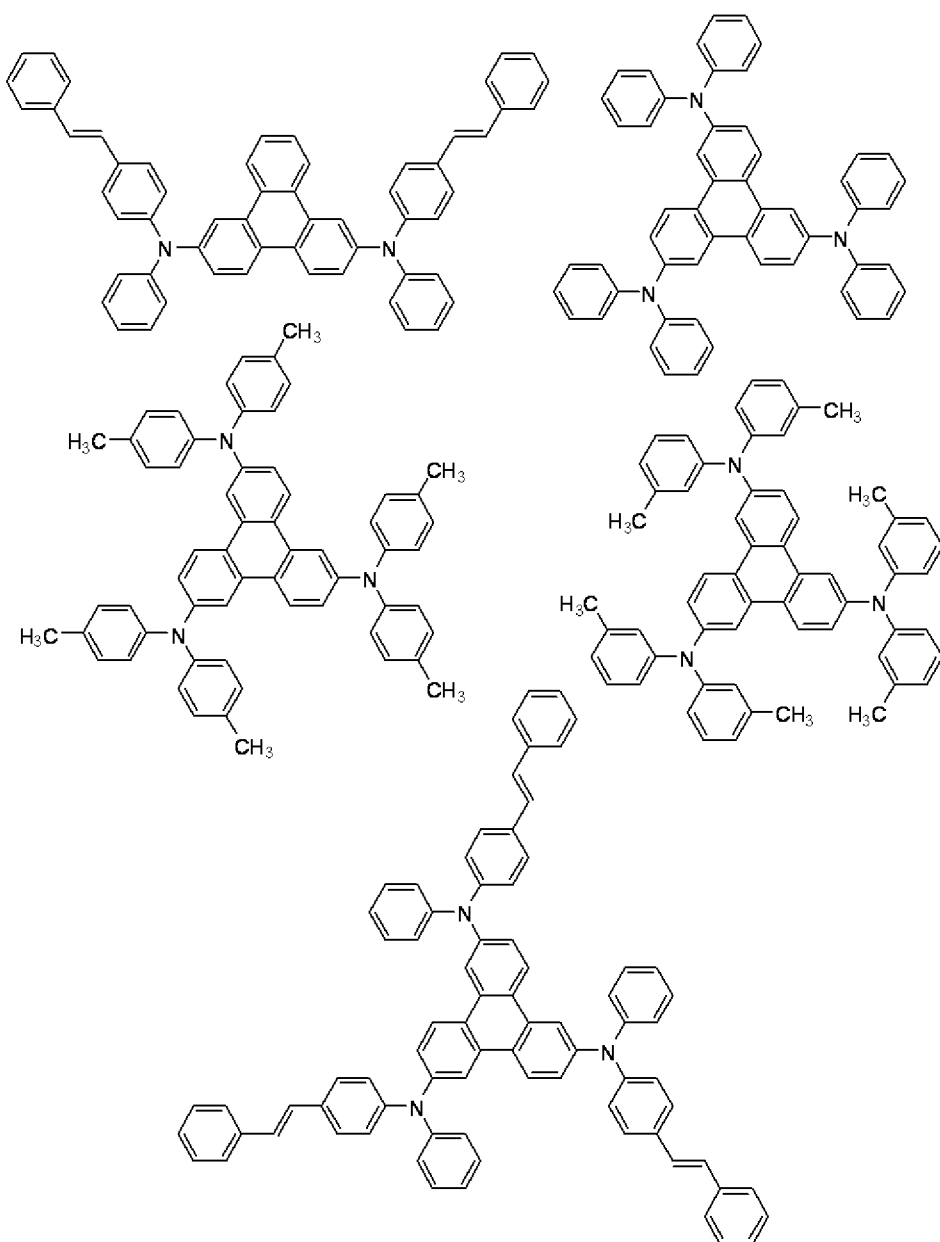


[0096] トリフェニレン誘導体としては、例えば、下記のものが挙げられる。

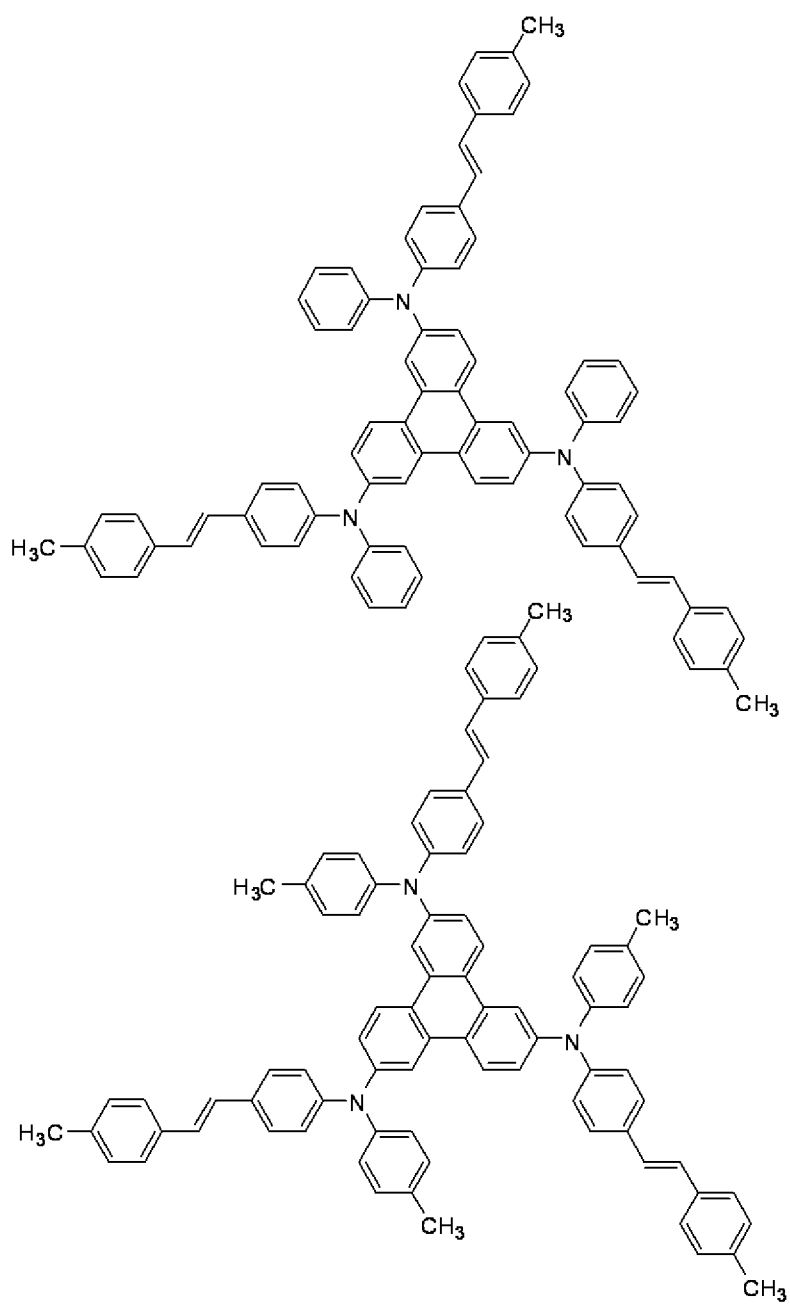
[0097] [化40]



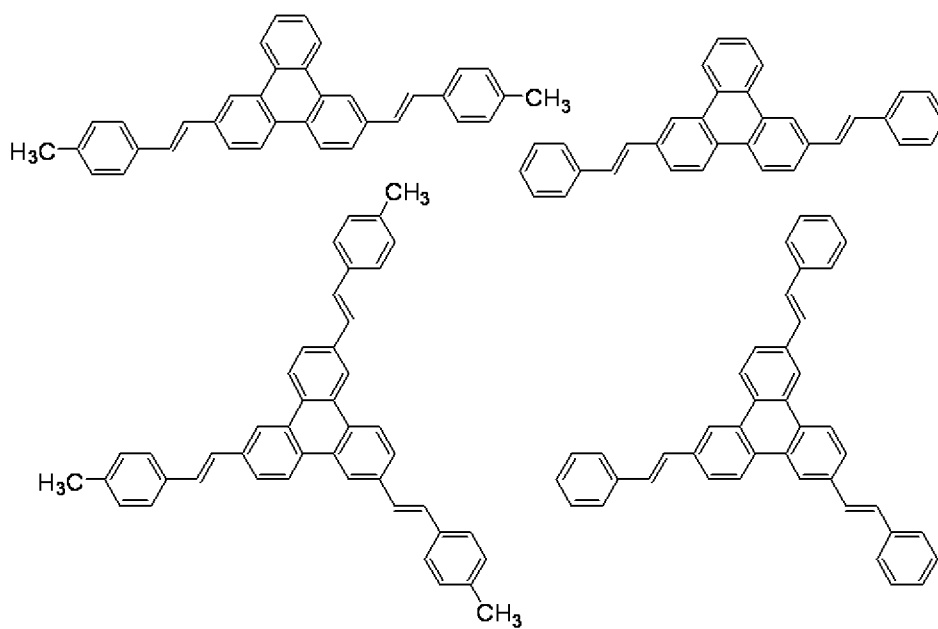
[0098] [化41]



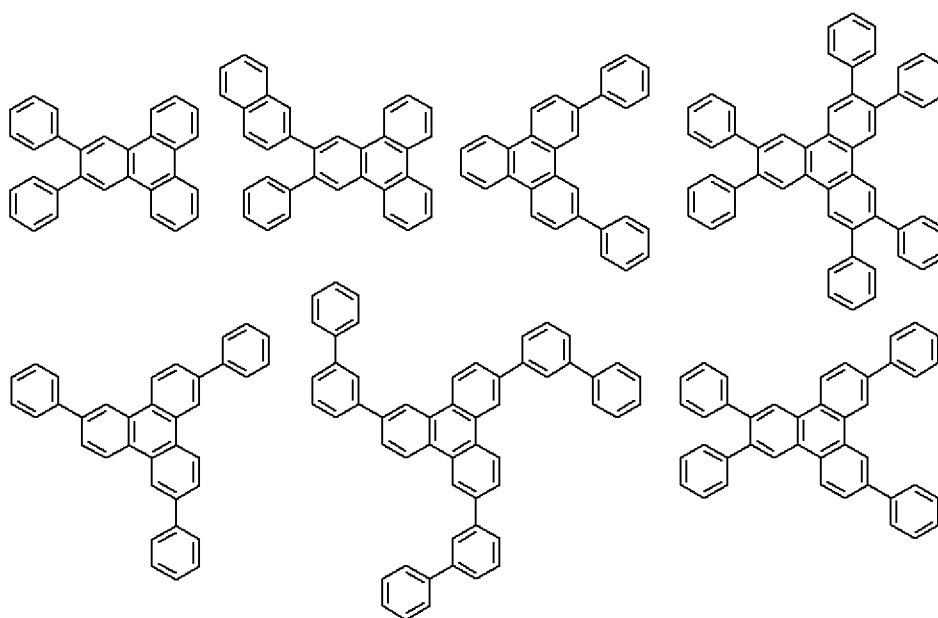
[0099] [化42]



[0100] [化43]

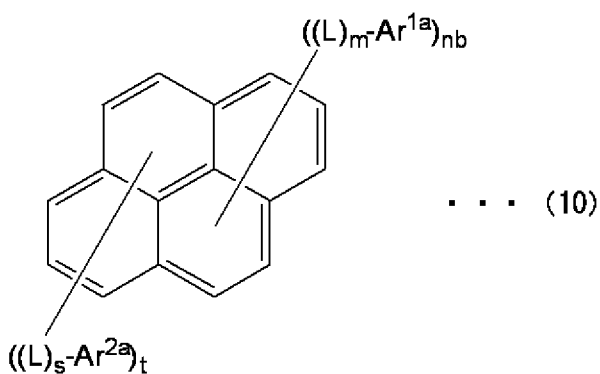


[0101] [化44]



[0102] ピレン誘導体としては、例えば、下記式(10)で表される化合物が挙げられる。

[0103] [化45]



式(10)中、 Ar^{1a} および Ar^{2a} は、それぞれ置換もしくは無置換の核炭素数6から50の芳香族環基である。

Lは、それぞれ置換もしくは無置換のフェニレン基、置換もしくは無置換のナフタレニレン基、置換もしくは無置換のフルオレニレン基または置換もしくは無置換のジベンゾシロリレン基である。

mは0から2の整数、nbは1から4の整数、sは0から2の整数、tは0から4の整数である。

また、Lまたは Ar^{1a} は、ピレンの1から5位のいずれかに結合し、Lまたは Ar^{2a} は、ピレンの6から10位のいずれかに結合する。

ただし、nb+tが偶数のとき、 Ar^{1a} 、 Ar^{2a} 、Lは下記(1)又は(2)を満たす。

(1) $Ar^{1a} \neq Ar^{2a}$ (ここで $\neq$ は、異なる構造の基であることを示す。)

(2) $Ar^{1a} = Ar^{2a}$ の時

(2-1) $m \neq s$ および／または $nb \neq t$ 、又は

(2-2) $m = s$ かつ $nb = t$ の時、

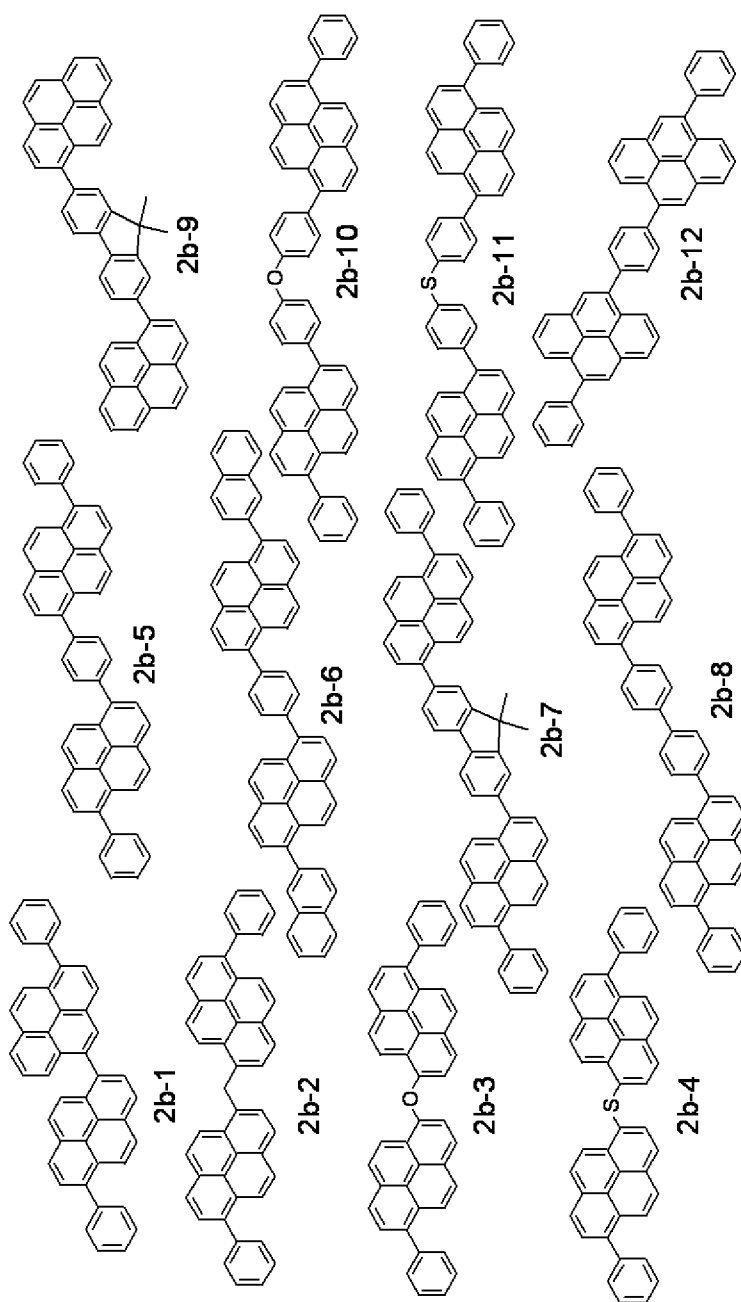
(2-2-1) L、またはピレンが、それぞれ Ar^{1a} および Ar^{2a} 上の異なる結合位置に結合しているか、

(2-2-2) L、またはピレンが、 Ar^{1a} および Ar^{2a} 上の同じ結合位置に結合している場合、

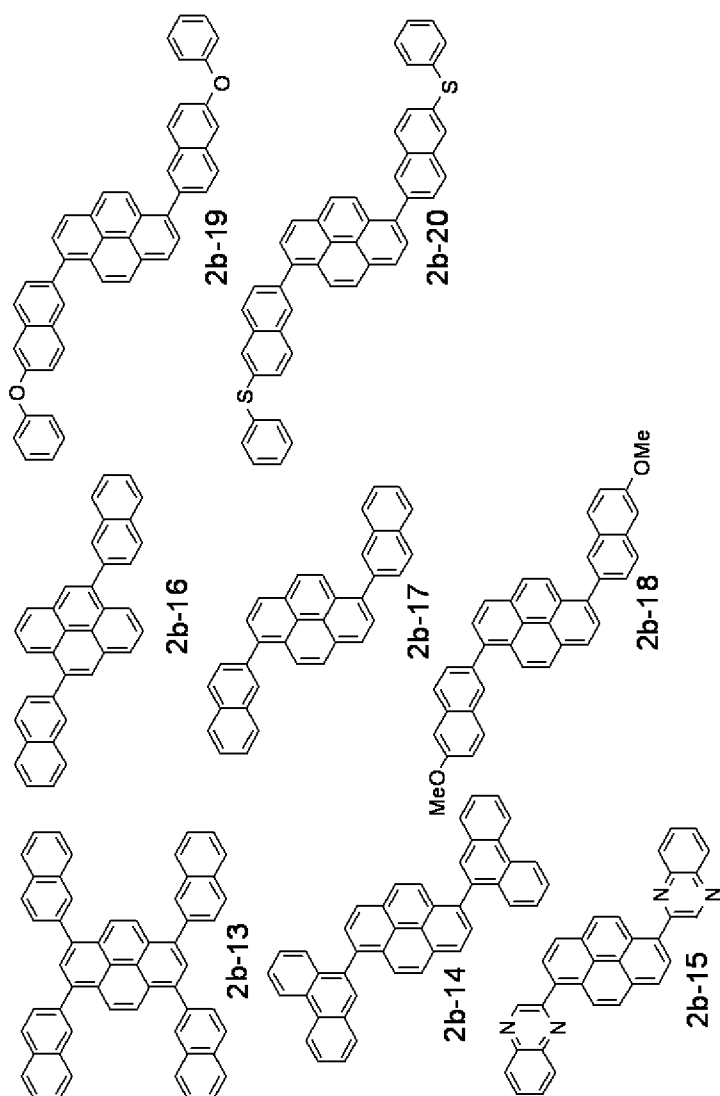
L、または Ar^{1a} および Ar^{2a} のピレンにおける置換位置が1位と6位、または2位と7位である場合はない。

[0104] このようなピレン誘導体として、例えば、下記のようなものが挙げられる。

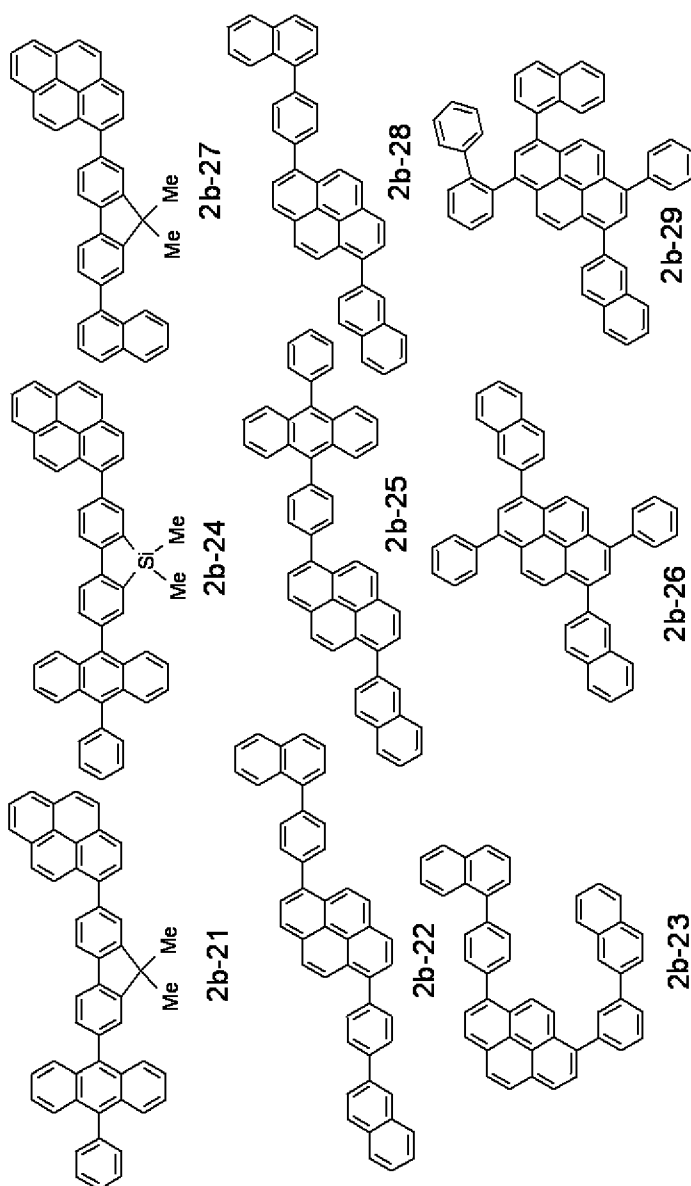
[0105] [化46]



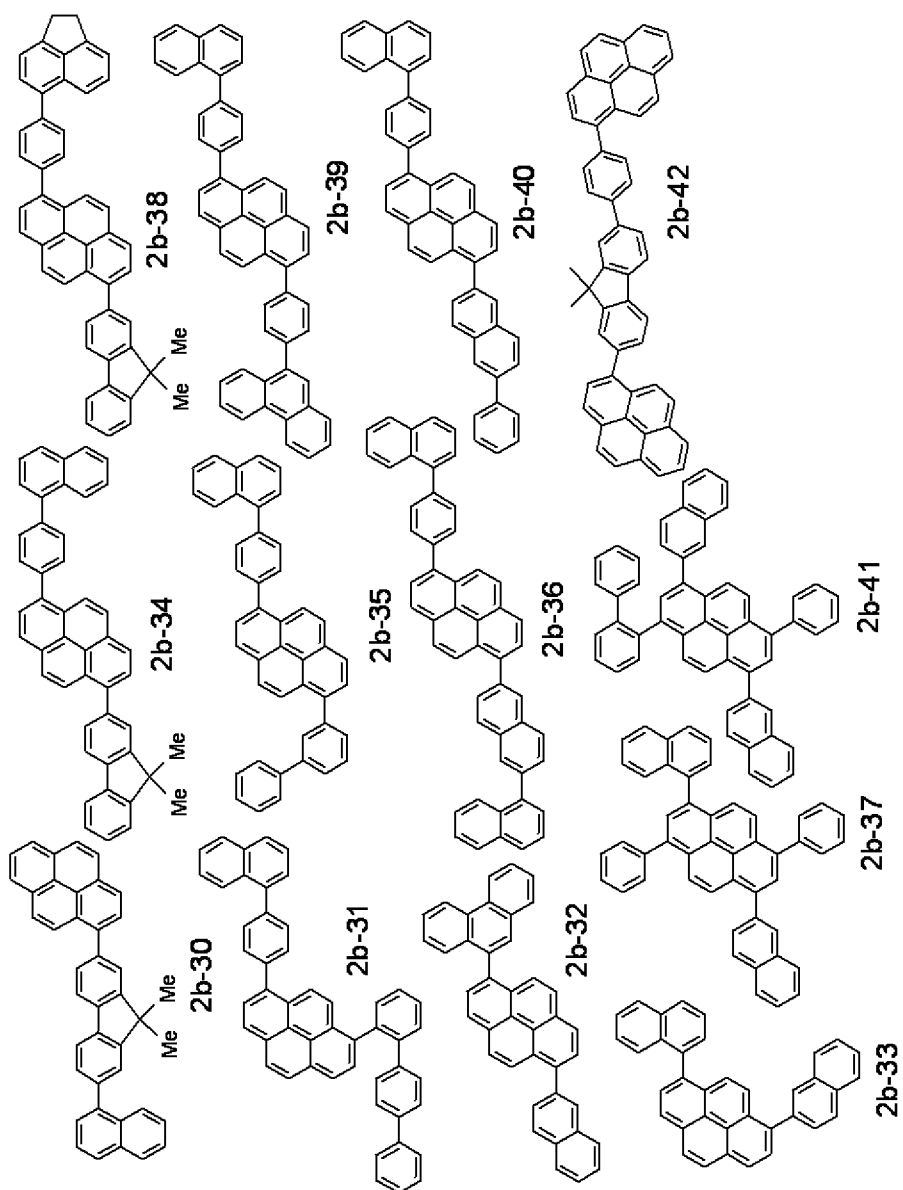
[0106] [化47]



[0107] [化48]



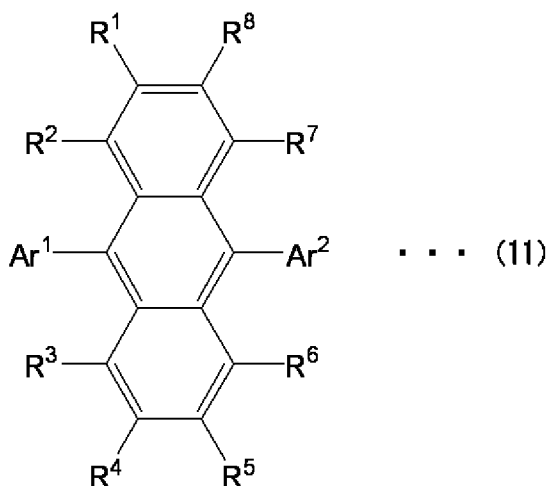
[0108] [化49]



[0109] アントラセン誘導体としては、例えば、下記式(11)で表される化合物が挙げられる

。

[0110] [化50]



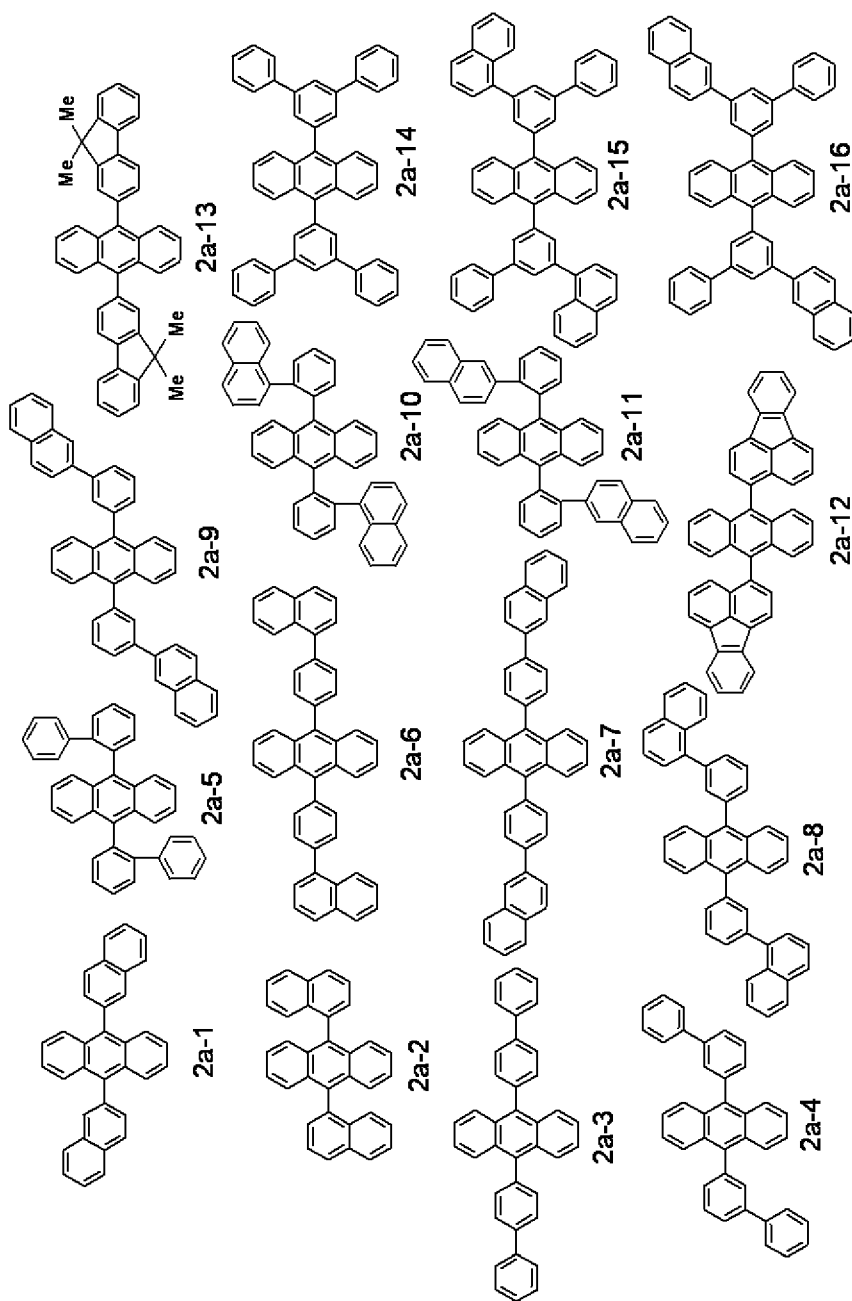
[0111] (式(11)中、 Ar^1 および Ar^2 は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の核炭素数6から20の芳香族環から誘導される基である。前記芳香族環は、1または2以上の置換基で置換されていてもよい。前記置換基は、置換もしくは無置換の核炭素数6から50のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数3から50のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルコキシ基、置換もしくは無置換の核炭素数6から50のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルコシカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基およびヒドロキシ基から選ばれる。前記芳香族環が2以上の置換基で置換されている場合、前記置換基は同一であっても、異なっても良く、隣接する置換基同士は互いに結合して飽和または不飽和の環状構造を形成していてもよい。

R^1 から R^8 は、水素原子、置換もしくは無置換の核炭素数6から50のアリール基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数3から50のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数6から50のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルコシカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基およびヒドロキシ基から選ばれる。

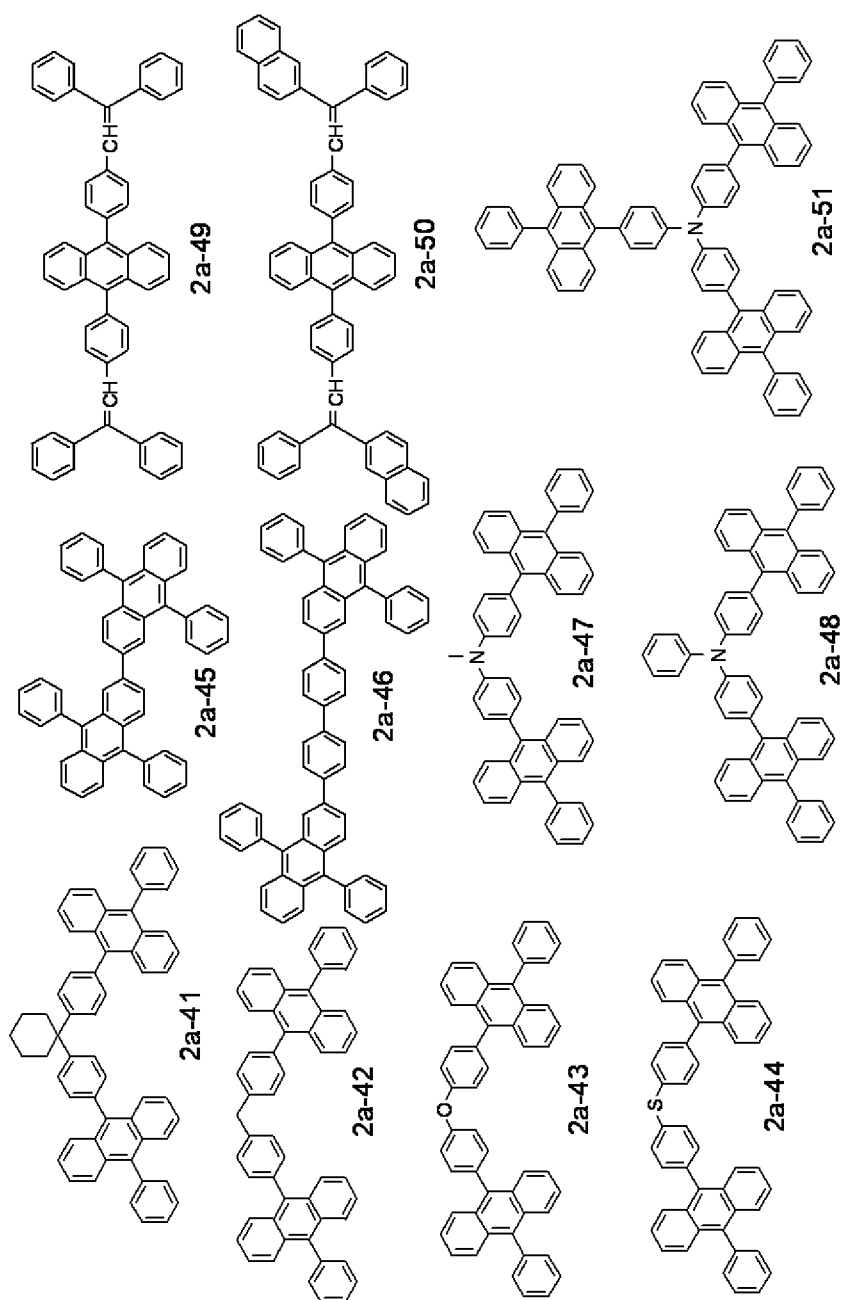
また、隣接する置換基同士は互いに結合して飽和または不飽和の環状構造を形成していてもよい。）

[0112] このようなアントラセン誘導体の具体例として下記の化合物が挙げられる。

[0113] [化51]

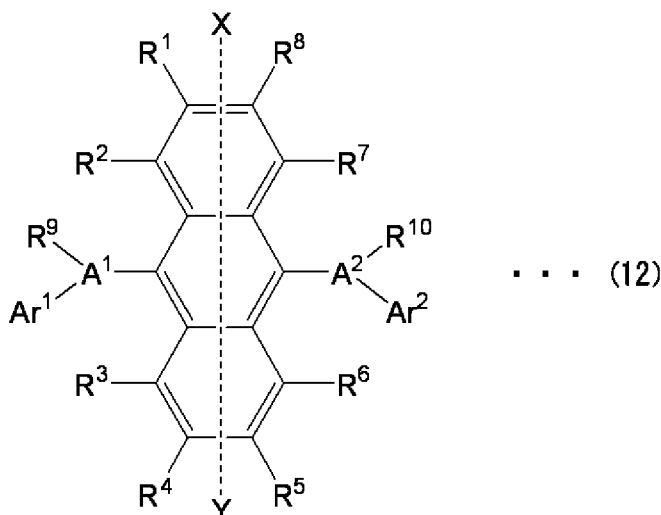


[0114] [化52]



[0115] また、式(11)で表されるアントラセン誘導体は、例えば、下記式(12)で表される非対称型アントラセンであることが好ましい。

[0116] [化53]



(式(12)中、A¹及びA²は、それぞれ独立に、水素原子、又は置換もしくは無置換の核炭素数6から50の芳香族環基である。

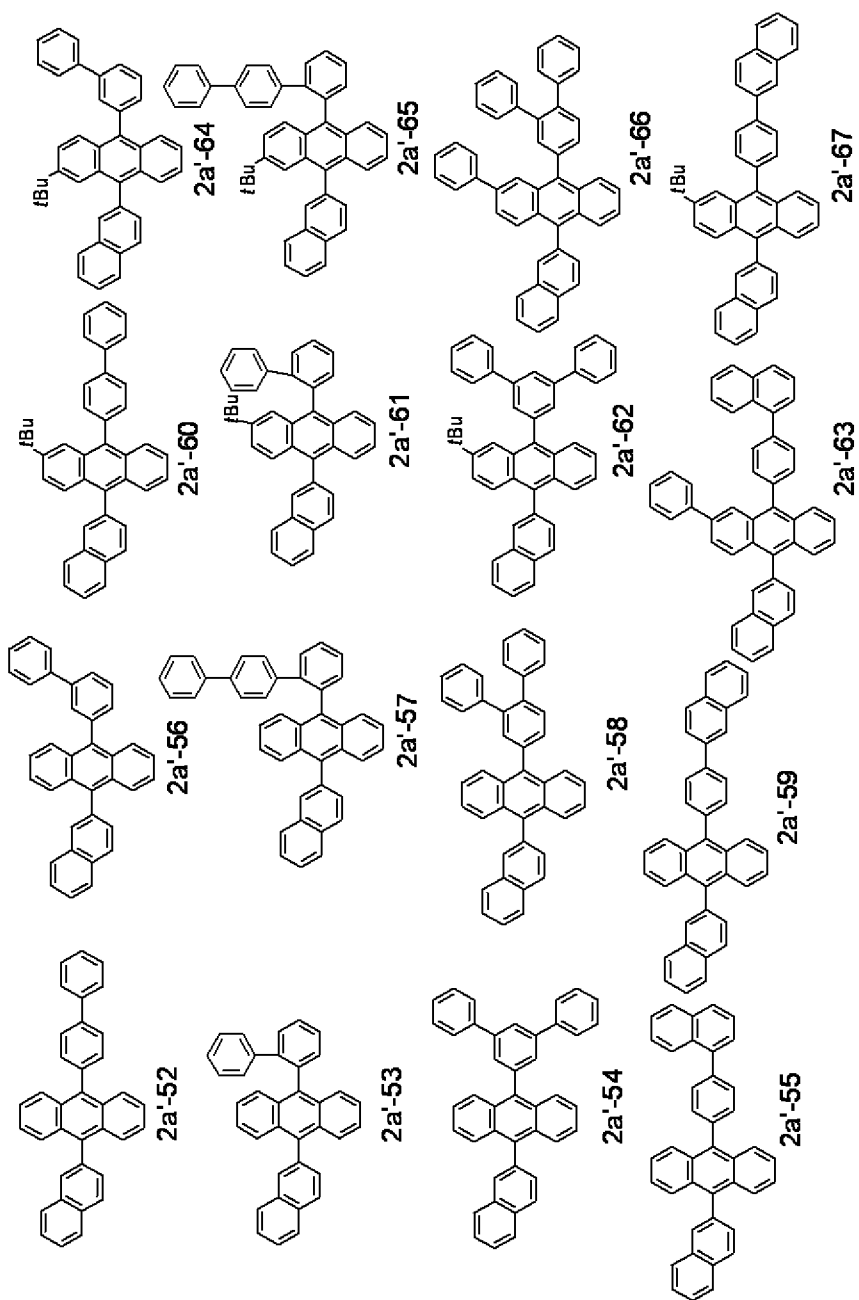
R¹からR¹⁰は、それぞれ独立に、水素原子、置換もしくは無置換の核炭素数6から50の芳香族環基、置換もしくは無置換の核炭素数5から50の芳香族複素環基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルキル基、置換もしくは無置換のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数6から50のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のアリーロキシ基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルコキシカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基またはヒドロキシル基から選ばれる。

Ar¹、Ar²、R⁹およびR¹⁰は、それぞれ複数であっても良く、隣接するもの同士で飽和もしくは不飽和の環状構造を形成していてもよい。

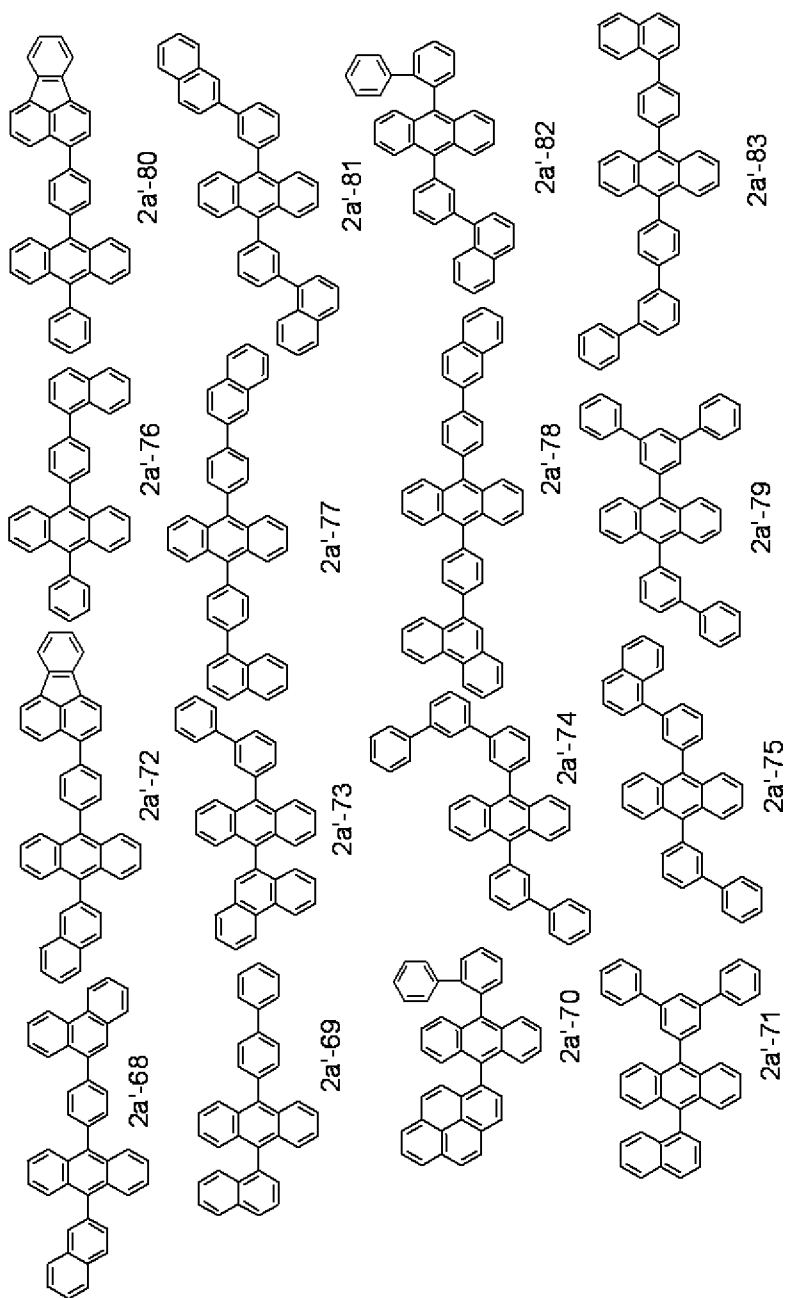
ただし、式(12)において、中心のアントラセンの9位および10位に、前記アントラセン上に示すX-Y軸に対して対称型となる基が結合する場合はない。))

[0117] このような非対称型アントラセン誘導体として、例えば、下記のようなものが挙げられる。

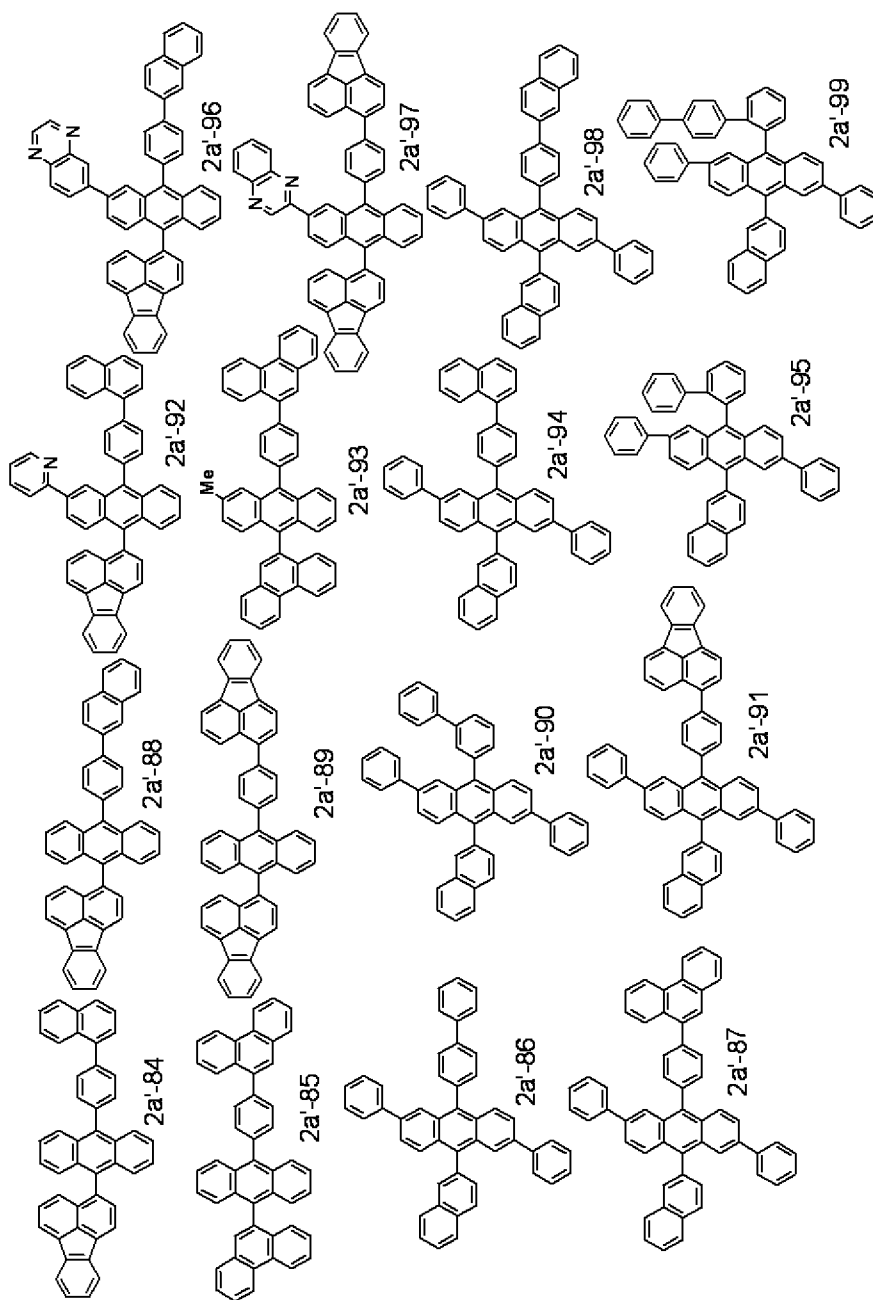
[0118] [化54]



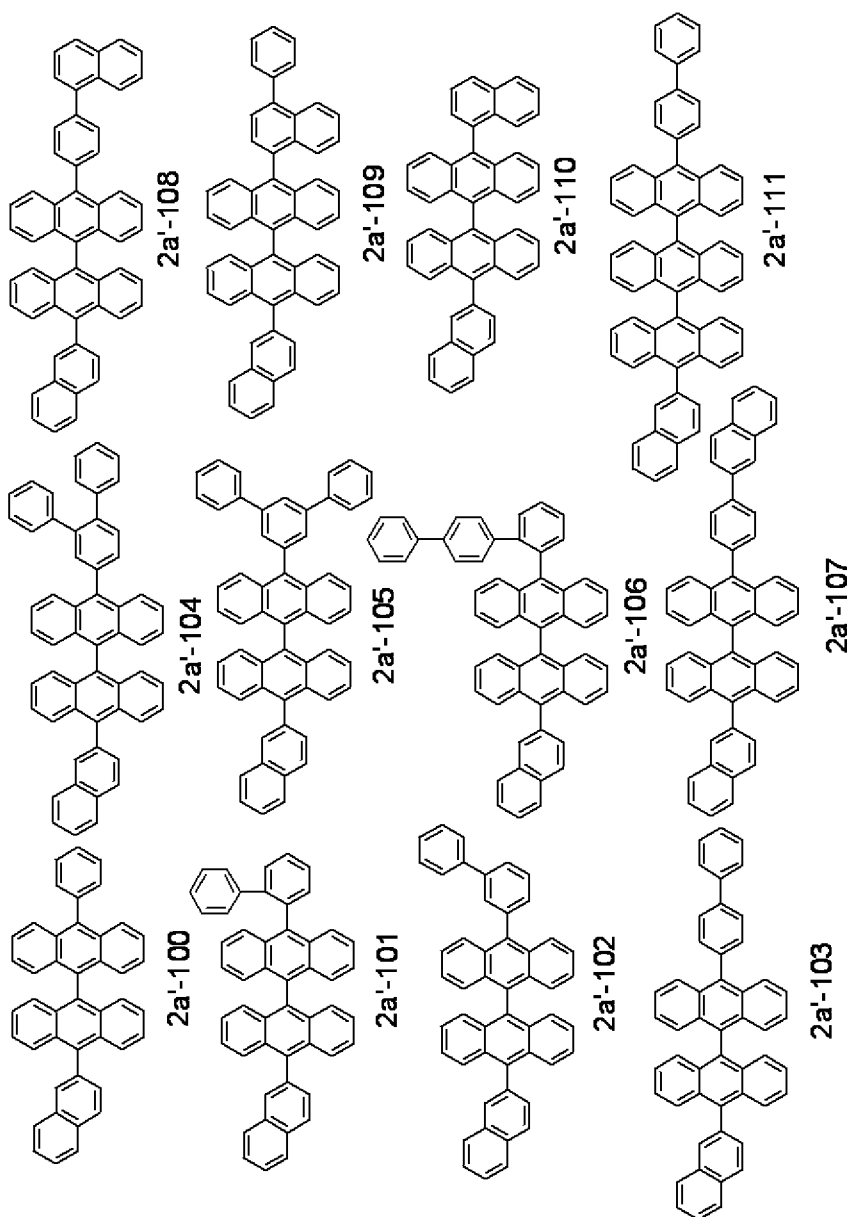
[0119] [化55]



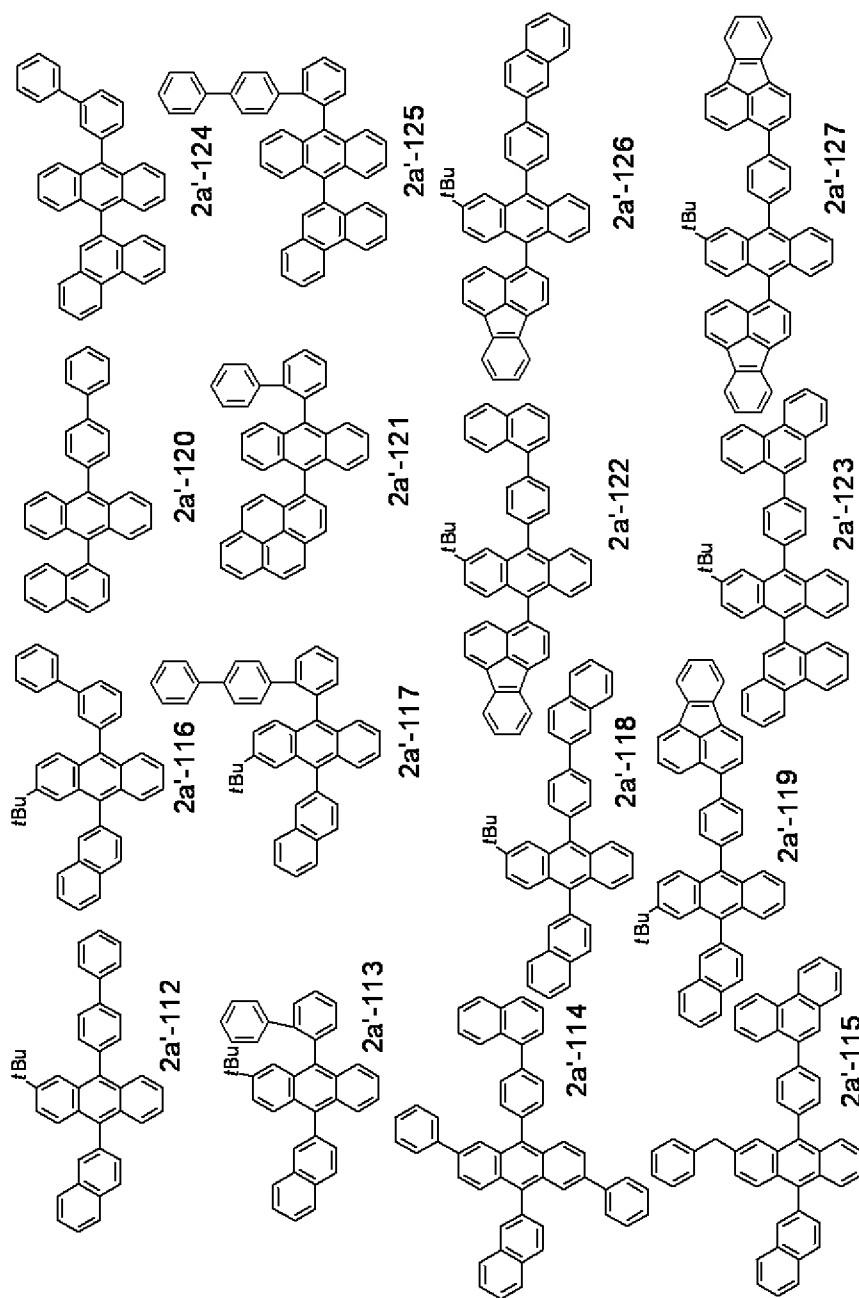
[0120] [化56]



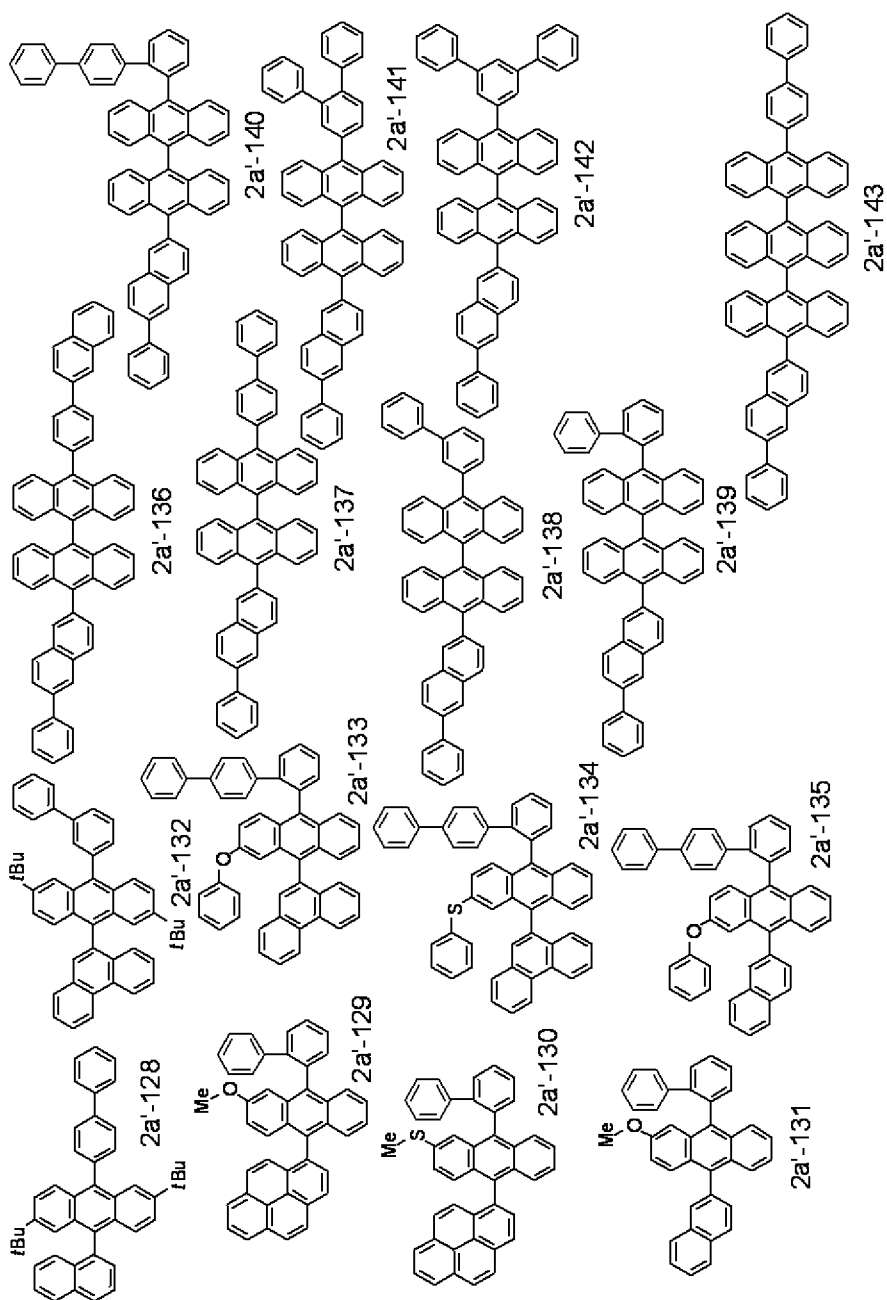
[0121] [化57]



[0122] [化58]

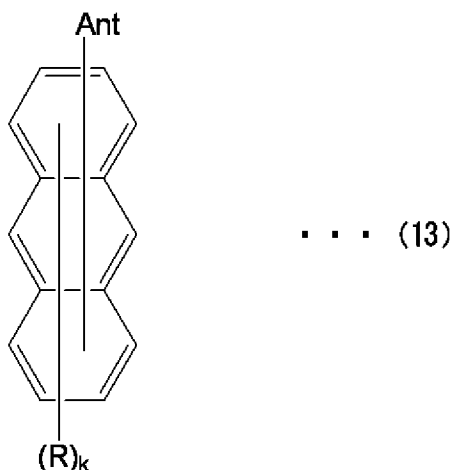


[0123] [化59]



[0124] また、式(11)で表されるアントラセン誘導体は、下記式(13)で表されるビスアントラセン誘導体であってもよい。

[0125] [化60]



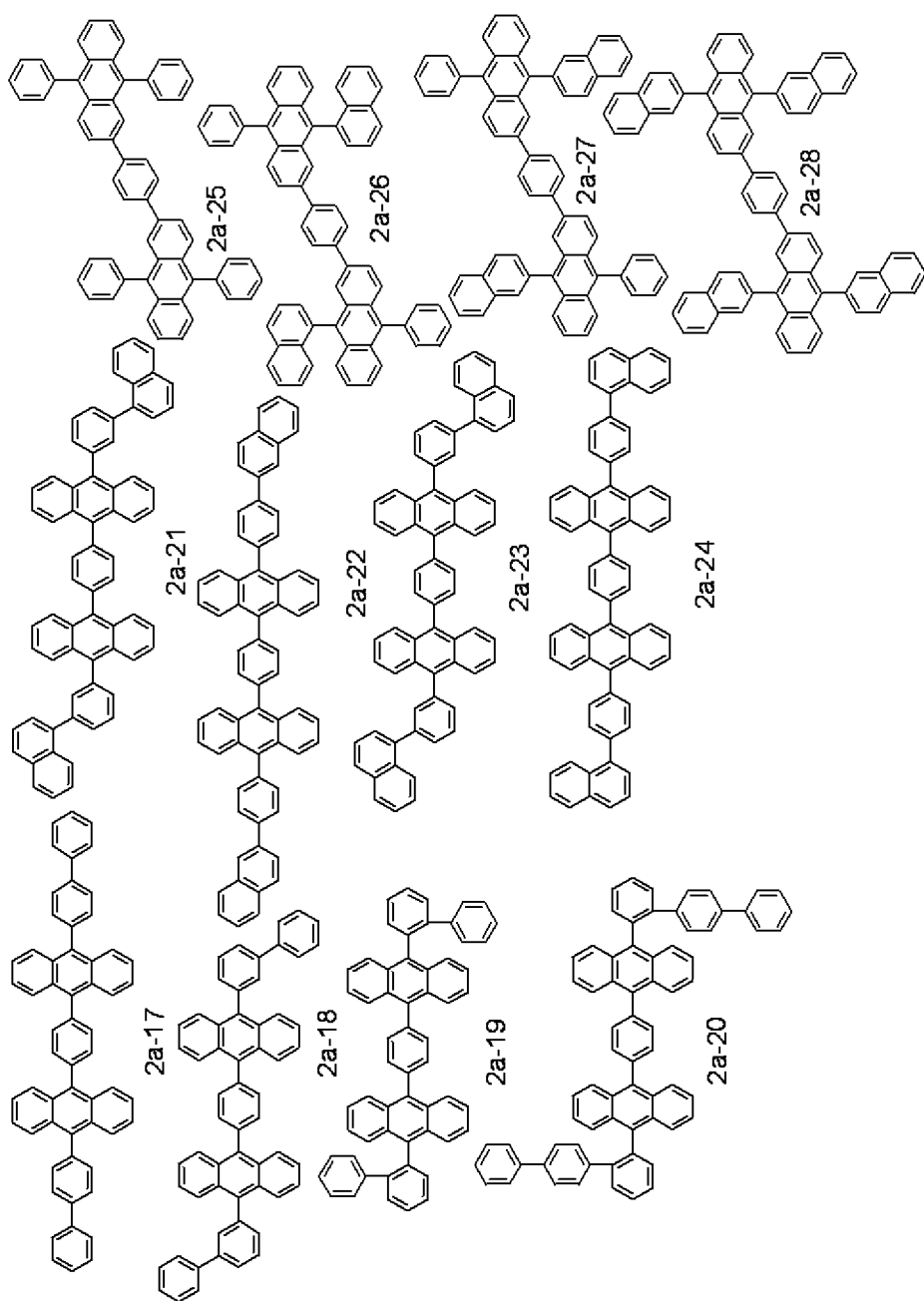
[0126] (式(13)中、Antは、アントラセン誘導体であり、置換されていてもよい。

Rは、水素原子、置換もしくは無置換の核炭素数6から50のアリール基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数3から50のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数6から50のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルコキシカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基およびヒドロキシ基から選ばれる。また、隣接する置換基同士は互いに結合して飽和または不飽和の環状構造を形成していてもよい。

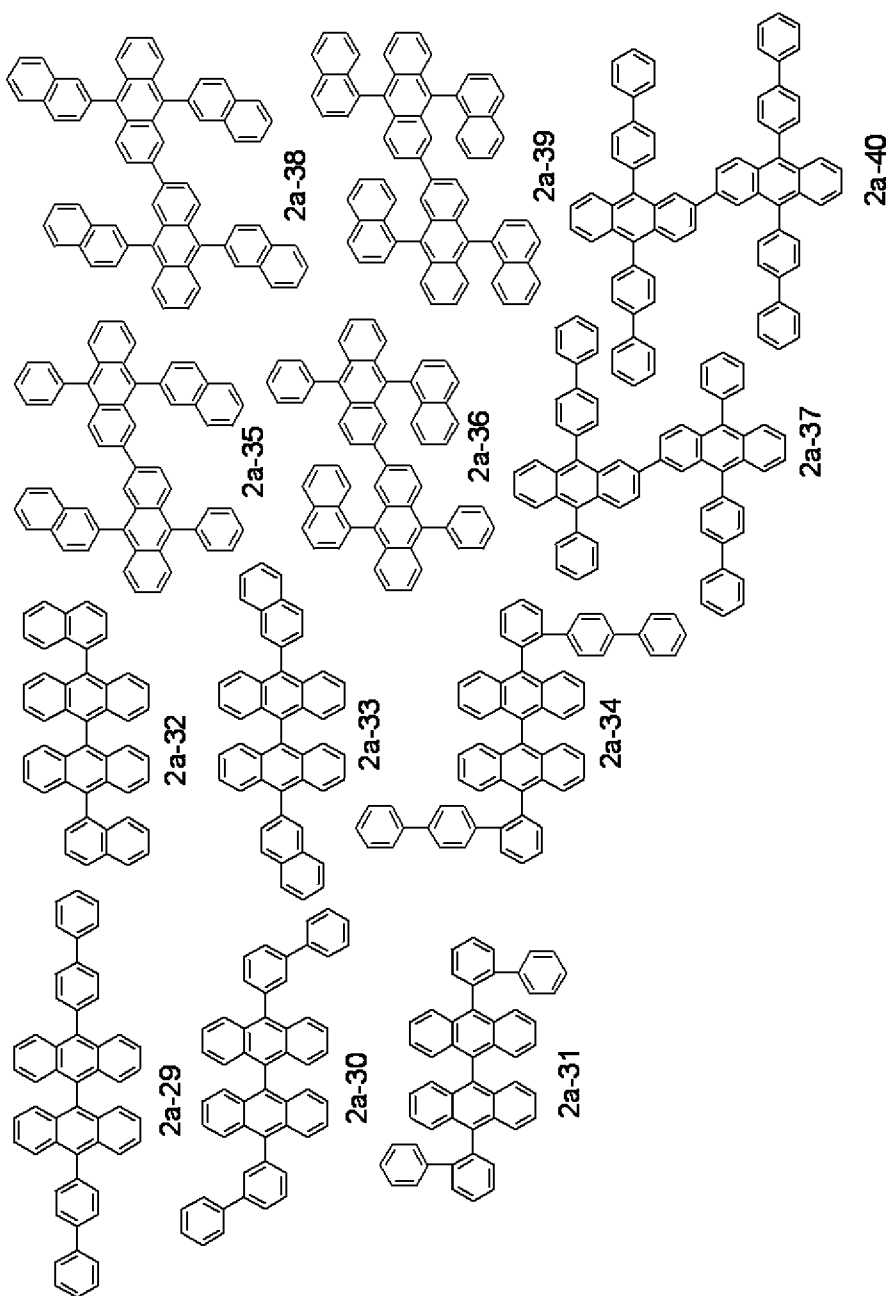
kは0から9の整数である。)

[0127] このようなビスアントラセン誘導体として、例えば、上記2a-41から2a-48の化合物、および、下記のようなものが挙げられる。

[0128] [化61]



[0129] [化62]

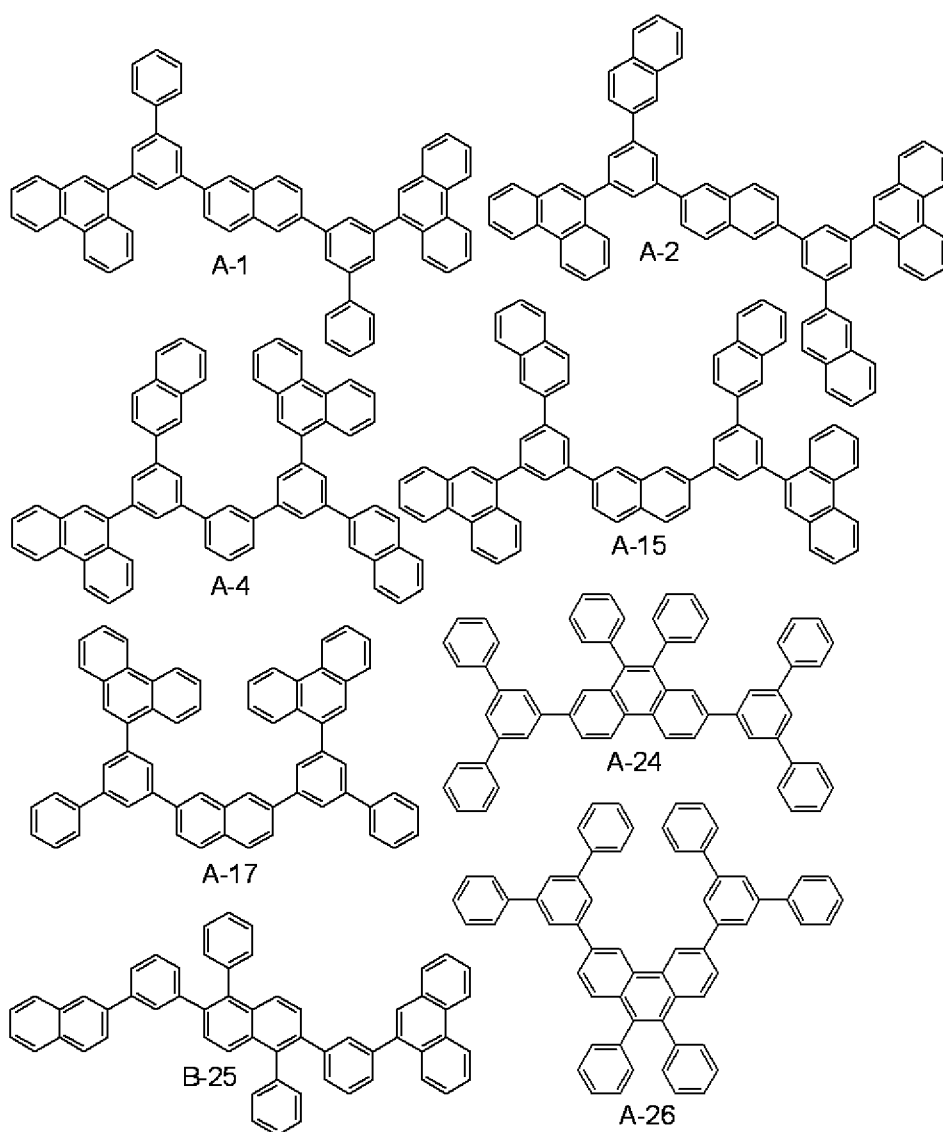


[0130] 本発明では、前記ホストは、クリセン誘導体、フェナントレン誘導体、トリフェニレン誘導体の群から選択され、前記アシストドーパントは、ピレン誘導体、アントラセン誘導体、フルオランテン誘導体の群から選択されてもよい。

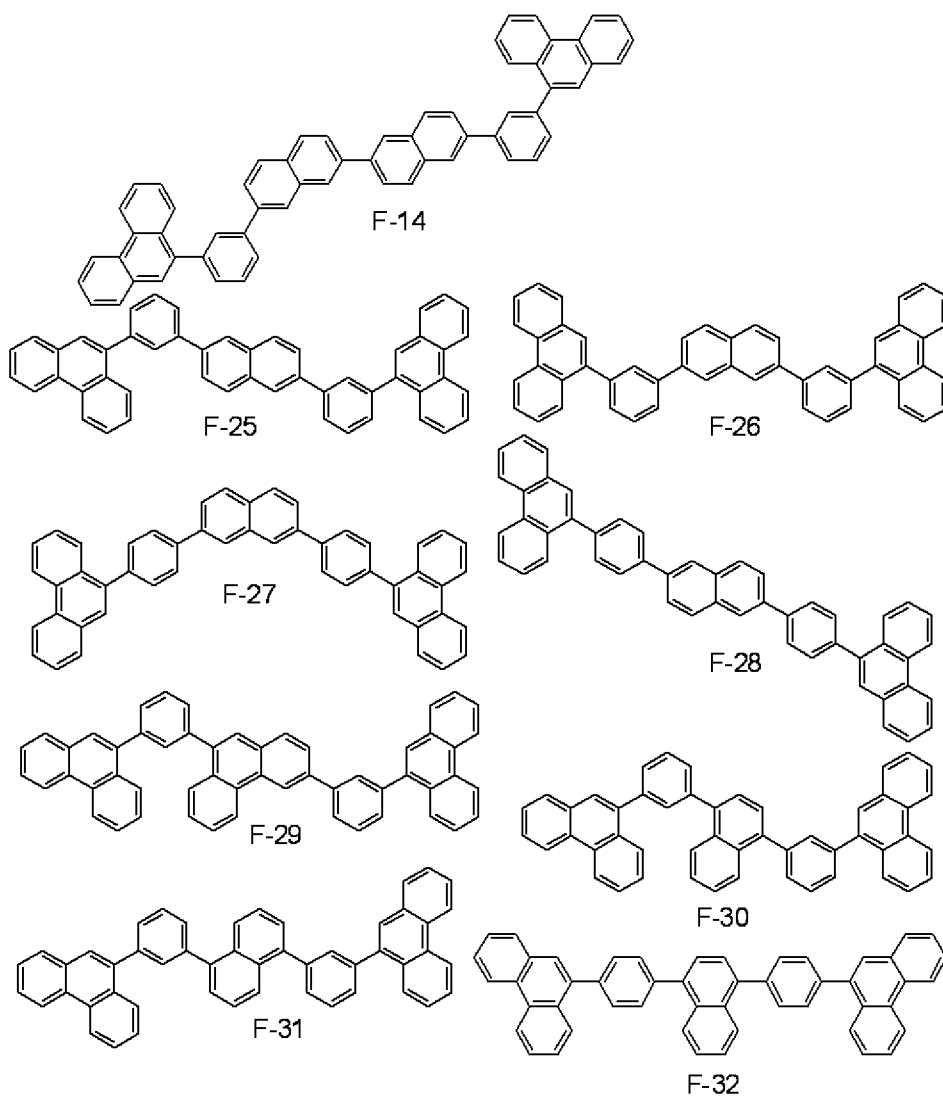
各誘導体としては、上述のものと同様の化合物が利用できる。

また、フェナントレン誘導体としては、さらに下記のようなものも挙げられる。

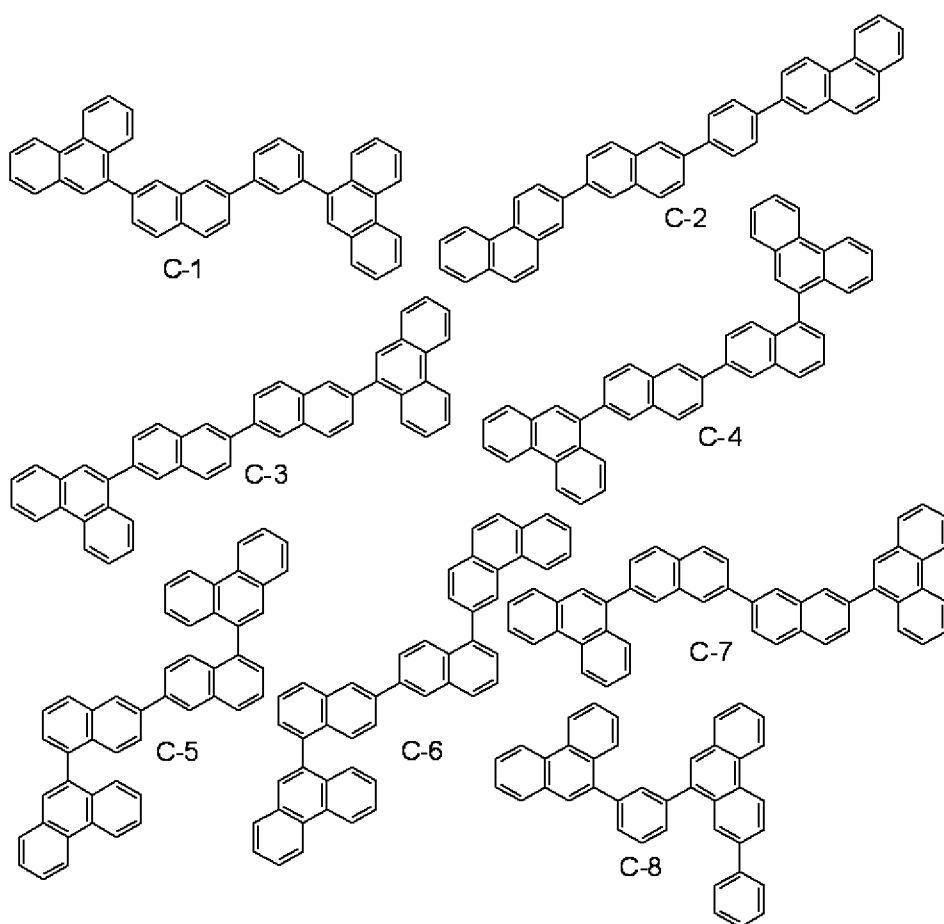
[0131] [化63]



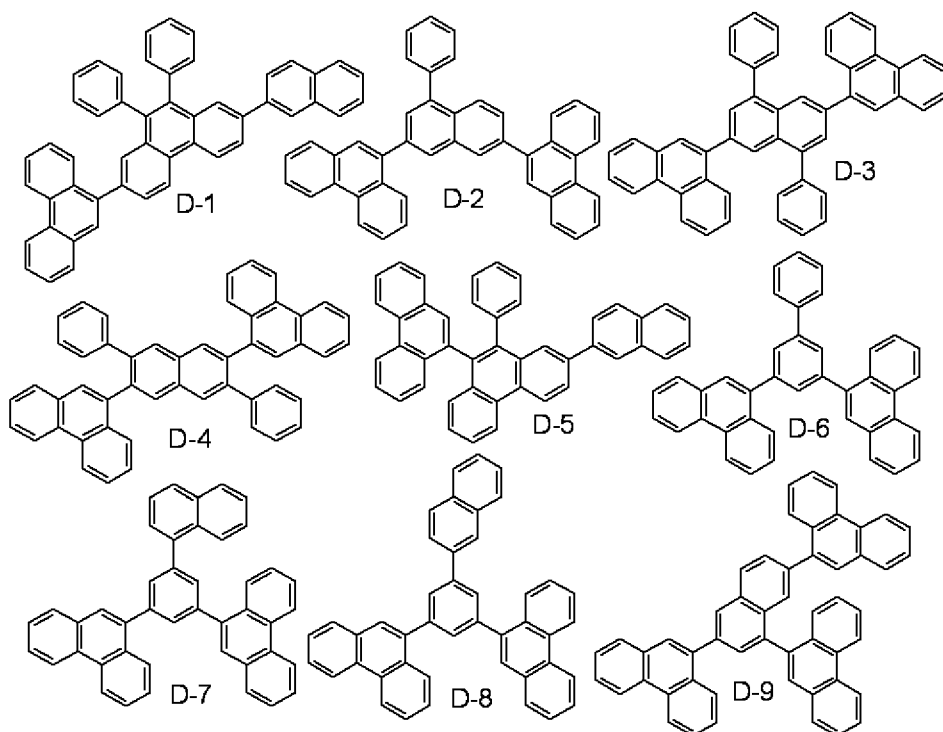
[0132] [化64]



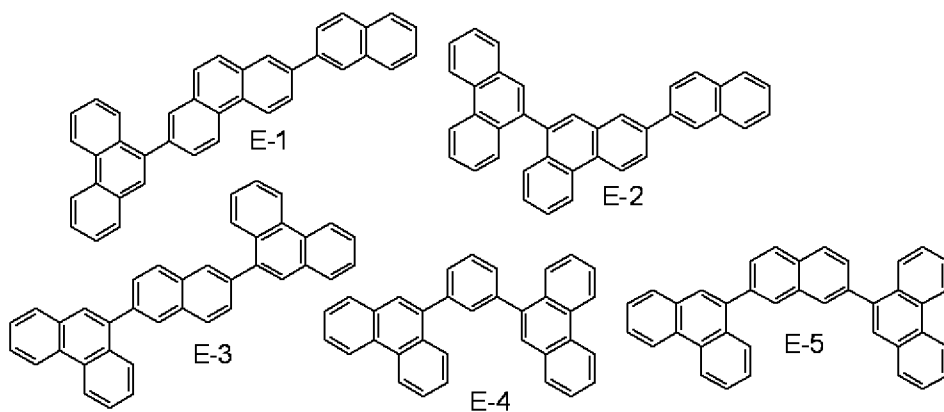
[0133] [化65]



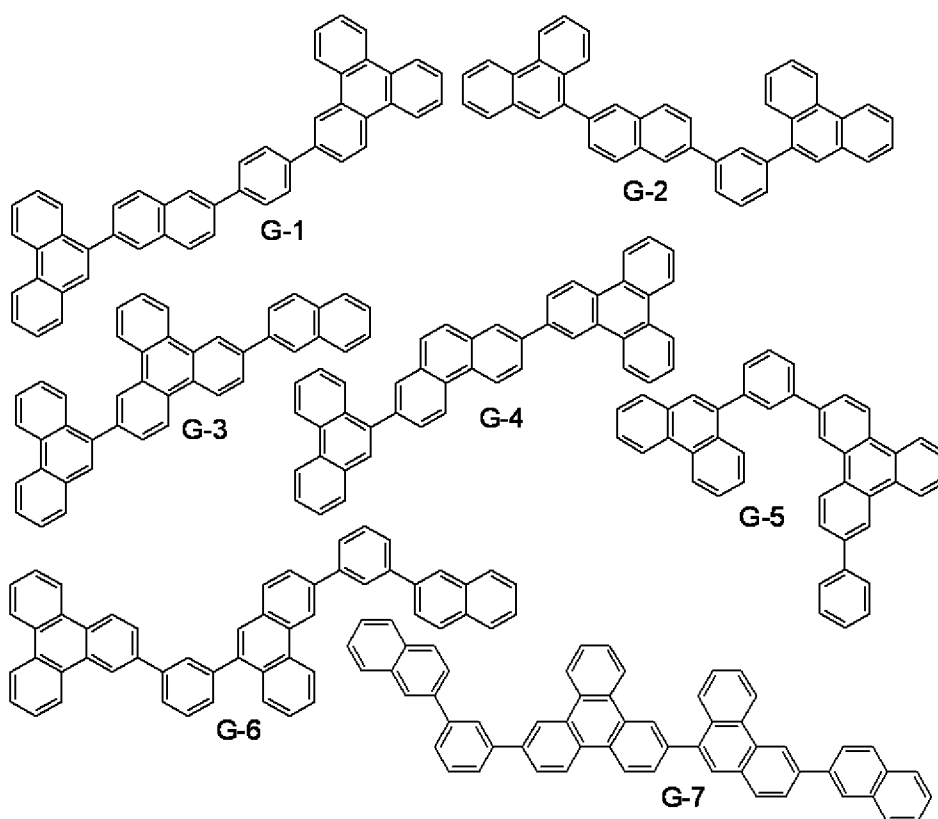
[0134] [化66]



[0135] [化67]

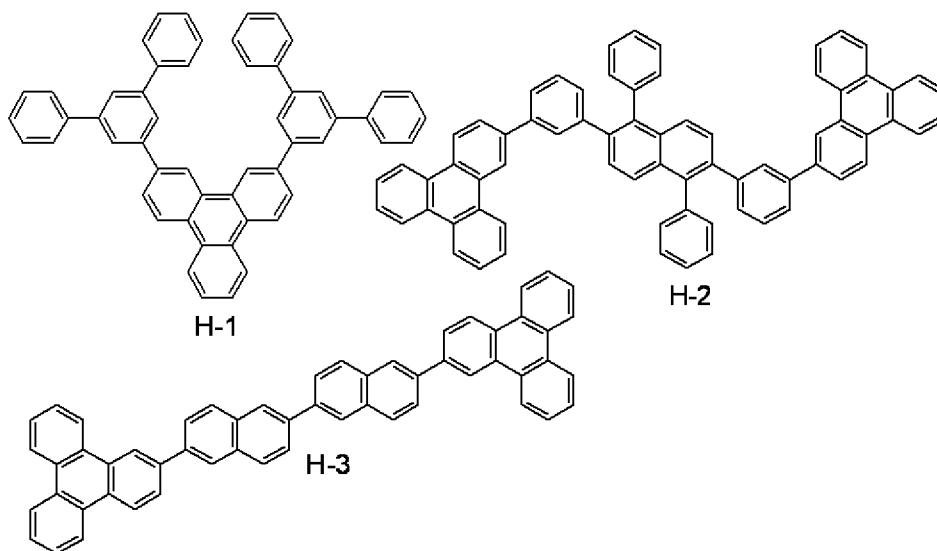


[0136] [化68]



[0137] また、トリフェニレン誘導体としては、さらに下記のようなものも挙げられる。

[0138] [化69]



[0139] また、ホストに使用される材料としては、下記式(15)で表されるホスト材料を含んでいてもよい。

[0140] $Ra-Ar^1-Rb \quad \cdots (15)$

この式(15)中、Ra、Rb、 Ar^1 が1つまたは複数の置換基を有する場合、前記置換基は、炭素数1～20のアルキル基、炭素数1～20のハロアルキル基、炭素数5～18のシクロアルキル基、炭素数3～20のシリル基、シアノ基またはハロゲン原子であることが好ましい。 Ar^1 の置換基はさらに炭素数6～22のアリール基でもよい。

置換基が窒素原子を有さないので、より一層、ホスト材料の安定性を高くし素子寿命を長くすることができる。

なお、 Ar^1 の複数のアリール置換基の数は好ましくは2つ以下であり、1つ以下がより好ましい。

[0141] 炭素数1～20の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、s-ブチル基、イソブチル基、t-ブチル基、n-ペンチル基、n-ヘキシル基、n-ヘプチル基、n-オクチル基、n-ノニル基、n-デシル基、n-ウンデシル基、n-ドデシル基、n-トリデシル基、n-テトラデシル基、n-ペンタデシル基、n-ヘキサデシル基、n-ヘプタデシル基、n-オクタデシル基、ネオペンチル基、1-メチルペンチル基、2-メチルペンチル基、1-ペンチルヘキシル基、1-ブチルペンチル基、1-ヘプチルオクチル基、3-メチルペンチル基等が挙げられる。

[0142] 炭素数1～20のハロアルキル基としては、例えば、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ-tert-ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、ブロモメチル基、1-ブロモエチル基、2-ブロモエチル基、2-ブロモイソブチル基、1, 2-ジブロモエチル基、1, 3-ジブロモイソプロピル基、2, 3-ジブロモ-tert-ブチル基、1, 2, 3-トリブロモプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード-tert-ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基等が挙げられる。

[0143] 炭素数5～18のシクロアルキル基としては、例えば、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、シクロオクチル基、3, 5-テトラメチルシクロヘキシル基等が挙げられ、シクロヘキシル基、シクロオクチル基、3, 5-テトラメチルシクロヘキシル基等が挙げられる。

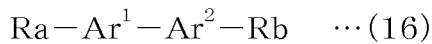
[0144] 炭素数3～20のシリル基としては、例えば、アルキルシリル基、アリールシリル基、又は、アラルキルシリル基が好ましく、例としては、トリメチルシリル基、トリエチルシリル基、トリブチルシリル基、トリオクチルシリル基、トリイソブチルシリル基、ジメチルエチルシリル基、ジメチルイソプロピルシリル基、ジメチルプロピルシリル基、ジメチルブチルシリル基、ジメチルターシャリーブチルシリル基、ジエチルイソプロピルシリル基、フェニルジメチルシリル基、ジフェニルメチルシリル基、ジフェニルターシャリーブチルシリル基、トリフェニルシリル基等があげられる。

ハロゲン原子としては、フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子が挙げられる。

[0145] 炭素数6～22のアリール置換基の例としては、フェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基、クリセニル基、フルオランテニル基、9, 10-ジアリルフルオレニル基、9, 10-ジアリールフルオレニル基、トリフェニレニル基、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、ベンゾトリフェニレニル基、ベンゾクリセニル基、ジベンゾフラニル基が好ましく、より好ましくは炭素数6～18のフェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基、クリセニル基、フルオラン

テニル基、9, 10-ジメチルフルオレニル基、トリフェニレニル基、フェナントレニル基、ベンゾフェナントレニル基、ジベンゾフラニル基であり、さらにより好ましくは炭素数6～14のフェニル基、ビフェニル基、ナフチル基、フェナントレニル基、ジベンゾフラニル基である。

[0146] また、蛍光ホストは、下記式(16)で表されるホスト材料を含んでいてもよい。



[0147] この式(16)中、Ra、Ar¹は、置換または無置換のナフタレン環である。

Rbは、置換または無置換の、フェナントレン環、トリフェニレン環、ベンゾフェナントレン環、ジベンゾフェナントレン環、ベンゾトリフェニレン環、フルオランテン環、ベンゾクリセン環およびピセン環から選択される縮合芳香族炭化水素基を表す。

Ar²は、置換または無置換の、ベンゼン環、ナフタレン環、クリセン環、フルオランテン環、トリフェニレン環、ベンゾフェナントレン環、ジベンゾフェナントレン環、ベンゾトリフェニレン環、ベンゾクリセン環、ベンゾ[b]フルオランテン環およびピセン環から選択される縮合芳香族炭化水素基を表す。

また、Ra、Rbの置換基はアリール基でなく、Ar¹またはAr²がナフタレン環の場合はAr¹およびAr²の置換基はアリール基でない。

[0148] また、蛍光ホストは、下記式(17)で表されるホスト材料を含んでいてもよい。

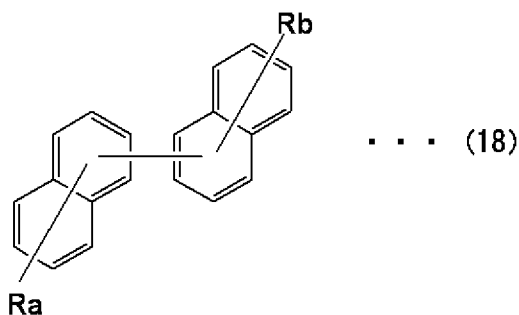


[0150] この式(17)中、Ra、Rb、Ar¹、Ar²およびAr³は、置換または無置換のベンゼン環、または、置換または無置換の、ナフタレン環、クリセン環、フルオランテン環、トリフェニレン環、フェナントレン環、ベンゾフェナントレン環、ジベンゾフェナントレン環、ベンゾトリフェニレン環、ベンゾクリセン環、ベンゾ[b]フルオランテン環およびピセン環から選択される縮合芳香族炭化水素環を表す。

Ar²が、置換もしくは無置換のベンゼン環、または置換もしくは無置換の2, 7-フェナントレンジイル基またはトリフェニレン環の場合、[Ra-Ar¹-]と[Rb-Ar³-]とは、互いに異なる構造を有する基である。

[0151] また、蛍光ホストは、下記式(18)で表されるホスト材料を含んでいてもよい。

[0152] [化70]

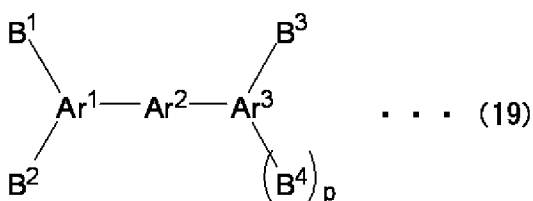


この式(18)中、Ra, Rbは、置換または無置換の、フェナントレン環、トリフェニレン環、ベンゾフェナントレン環、ジベンゾフェナントレン環、ベンゾトリフェニレン環、ベンゾ[b]フルオランテン環、フルオランテン環、ベンゾクリセン環およびピセン環から選択される縮合芳香族炭化水素基を表す。

また、Ra, Rb, Ar^1 または Ar^2 の置換基はアリール基でない。

[0153] また、蛍光ホストは、下記式(19)で表されるホスト材料を含んでいてもよい。

[0154] [化71]



この式(19)中、 Ar^1 , Ar^2 , Ar^3 , B^1 , B^2 , B^3 , B^4 が1つまたは複数の置換基を有する場合、前記置換基は、炭素数1～20のアルキル基、炭素数1～20のハロアルキル基、炭素数5～18のシクロアルキル基、炭素数3～20のシリル基、シアノ基またはハロゲン原子であることが好ましい。 Ar^2 の置換基はさらに炭素数6～22のアリール基でもよい。

置換基が窒素原子を有さないので、より一層、ホスト材料の安定性を高くし素子寿命を長くすることができる。

なお、 Ar^2 の複数のアリール置換基の数は好ましくは2つ以下であり、1つ以下がより好ましい。

[0155] 炭素数1～20の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、s-ブチル基、イソブチル基、t-ブチル基、n-ペンチル基、n-ヘキシル基、n-ヘプチル基、n-オクチル基、n-ノニル基、n-デシル

基、n-ウンデシル基、n-ドデシル基、n-トリデシル基、n-テトラデシル基、n-ペンタデシル基、n-ヘキサデシル基、n-ヘプタデシル基、n-オクタデシル基、ネオペンチル基、1-メチルペンチル基、2-メチルペンチル基、1-ペンチルヘキシル基、1-ブチルペンチル基、1-ヘプチルオクチル基、3-メチルペンチル基等が挙げられる。

[0156] 炭素数1~20のハロアルキル基としては、例えば、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ-tert-ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、ブromoメチル基、1-ブromoエチル基、2-ブromoエチル基、2-ブromoイソブチル基、1, 2-ジブromoエチル基、1, 3-ジブromoイソプロピル基、2, 3-ジブromo-tert-ブチル基、1, 2, 3-トリブromoプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード-tert-ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基等が挙げられる。

[0157] 炭素数5~18のシクロアルキル基としては、例えば、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、シクロオクチル基、3, 5-テトラメチルシクロヘキシル基等が挙げられ、シクロヘキシル基、シクロオクチル基、3, 5-テトラメチルシクロヘキシル基等が挙げられる。

[0158] 炭素数3~20のシリル基としては、例えば、アルキルシリル基、アリールシリル基、又は、アラルキルシリル基が好ましく、例としては、トリメチルシリル基、トリエチルシリル基、トリブチルシリル基、トリオクチルシリル基、トリイソブチルシリル基、ジメチルエチルシリル基、ジメチルイソプロピルシリル基、ジメチルプロピルシリル基、ジメチルブチルシリル基、ジメチルターシャリーブチルシリル基、ジエチルイソプロピルシリル基、フェニルジメチルシリル基、ジフェニルメチルシリル基、ジフェニルターシャリーブチルシリル基、トリフェニルシリル基等があげられる。

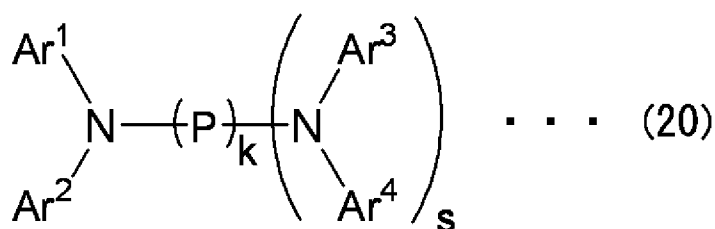
ハロゲン原子としては、フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子が挙げられる。

[0159] 炭素数6~22のアリール置換基の例としては、フェニル基、ビフェニル基、ターフェ

ニル基、ナフチル基、クリセニル基、フルオランテニル基、9, 10-ジアルキルフルオレニル基、9, 10-ジアリールフルオレニル基、トリフェニレニル基、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、ベンゾトリフェニレニル基、ベンゾクリセニル基、ジベンゾフラニル基が好ましく、より好ましくは炭素数6~18のフェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基、クリセニル基、フルオランテニル基、9, 10-ジメチルフルオレニル基、トリフェニレニル基、フェナントレニル基、ベンゾフェナントレニル基、ジベンゾフラニル基であり、さらにより好ましくは炭素数6~14のフェニル基、ビフェニル基、ナフチル基、フェナントレニル基、ジベンゾフラニル基である。

[0160] 本発明では、前記ドーパントは、 $Eg(S)_D < Eg(S)_{AD}$ の関係を満たすものであれば、特に限定されないが、下記式(20)で表されるアミン化合物であることが好ましい。

[0161] [化72]



[0162] 式(20)中、Pは、置換もしくは無置換の核炭素数6~40の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の核原子数3~40の複素環基、又は置換もしくは無置換のスチルル基である。kは、1~3の整数である。

$\text{Ar}^1 \sim \text{Ar}^4$ は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の核炭素数6~40の芳香族炭化水素基又は置換もしくは無置換の核原子数3~40の複素環基であり、sは、0~4の整数である。

Ar^1 、 Ar^2 、Pの中の任意に選ばれる2つの隣接する置換基同士は互いに結合して環を形成してもよい。kが2以上のときは、Pは同一でも異なってもよい。

[0163] Pの芳香族炭化水素基及び複素環基の例としては、それぞれ、置換もしくは無置換の核炭素数6~40の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の核原子数3~40の複素環基、が挙げられ、例えば、ベンゼン、ビフェニル、ターフェニル、ナフタレン、フェナントレン、フルオランテン、アントラセン、ピレン、ペリレン、コロネン、クリセン、ピセ

ン、ジナフチル、トリナフチル、フェニルアントラセン、ジフェニルアントラセン、フルオレン、トリフェニレン、ルビセン、ベンツアントラセン、ジベンツアントラセン、アセナフトフルオランテン、トリベンゾペンタフェン、フルオランテノフルオランテン、ベンゾジフルオランテン、ベンゾフルオランテン、ジインデノペリレンの残基が挙げられ、特に、ナフタレン、フェナントレン、フルオランテン、アントラセン、ピレン、ペリレン、クリセン、フェニルアントラセン、ジフェニルアントラセンの残基及びこれらを複数組み合わせた残基が好ましい。

- [0164] 式(20)において、 $Ar^1 \sim Ar^4$ は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の核炭素数6～40の芳香族炭化水素基又は置換もしくは無置換の核原子数3～40の複素環基であり、 s は、0～4の整数である。

$Ar^1 \sim Ar^4$ の芳香族炭化水素基の例としては、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、 p -ターフェニル-4-イル基、 p -ターフェニル-3-イル基、 p -ターフェニル-2-イル基、 m -ターフェニル-4-イル基、 m -ターフェニル-3-イル基、 m -ターフェニル-2-イル基、 o -トリル基、 m -トリル基、 p -トリル基、 p - t -ブチルフェニル基、 p -(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、4''- t -ブチル- p -ターフェニル-4-イル基等が挙げられる。

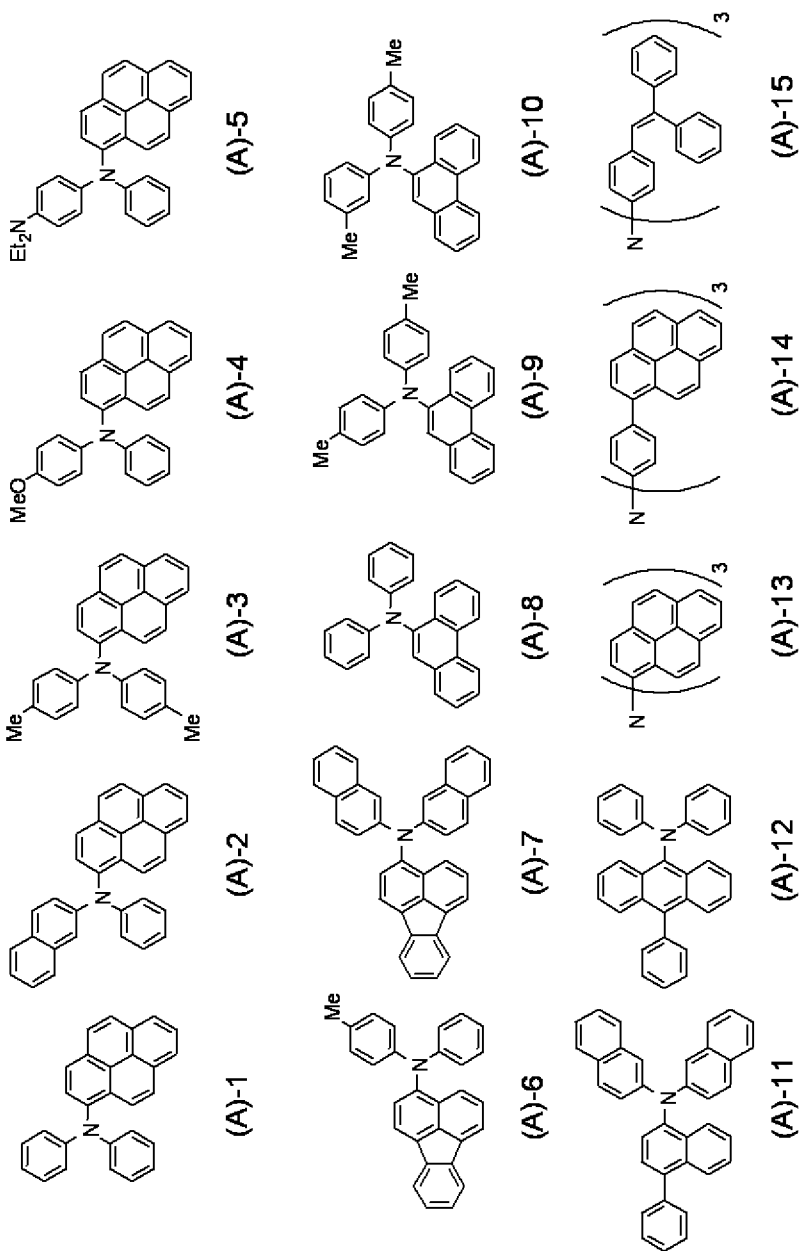
- [0165] $Ar^1 \sim Ar^4$ の複素環基の例としては、1-ピロリル基、2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジニル基、2-ピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、1-インドリル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、2-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基。

ル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキサリニル基、5-キノキサリニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、9-カルバゾリル基、1-フェナンスリジニル基、2-フェナンスリジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェナンスリジニル基、6-フェナンスリジニル基、7-フェナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-フェナンスリジニル基、10-フェナンスリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1, 7-フェナンスロリン-2-イル基、1, 7-フェナンスロリン-3-イル基、1, 7-フェナンスロリン-4-イル基、1, 7-フェナンスロリン-5-イル基、1, 7-フェナンスロリン-6-イル基、1, 7-フェナンスロリン-8-イル基、1, 7-フェナンスロリン-9-イル基、1, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1, 8-フェナンスロリン-2-イル基、1, 8-フェナンスロリン-3-イル基、1, 8-フェナンスロリン-4-イル基、1, 8-フェナンスロリン-5-イル基、1, 8-フェナンスロリン-6-イル基、1, 8-フェナンスロリン-7-イル基、1, 8-フェナンスロリン-9-イル基、1, 8-フェナンスロリン-10-イル基、1, 9-フェナンスロリン-2-イル基、1, 9-フェナンスロリン-3-イル基、1, 9-フェナンスロリン-4-イル基、1, 9-フェナンスロリン-5-イル基、1, 9-フェナンスロリン-6-イル基、1, 9-フェナンスロリン-7-イル基、1, 9-フェナンスロリン-8-イル基、1, 9-フェナンスロリン-10-イル基、1, 10-フェナンスロリン-2-イル基、1, 10-フェナンスロリン-3-イル基、1, 10-フェナンスロリン-4-イル基、1, 10-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-1-イル基、2, 9-フェナンスロリン-3-イル基、2, 9-フェナンスロリン-4-イル基、2, 9-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-6-イル基、2, 9-フェナンスロリン-7-イル基、2, 9-フェナンスロリン-8-イル基、2, 9-フェナンスロリン-10-イル基、2, 8-フェナンスロリン-1-イル基、2, 8-フェナンスロリン

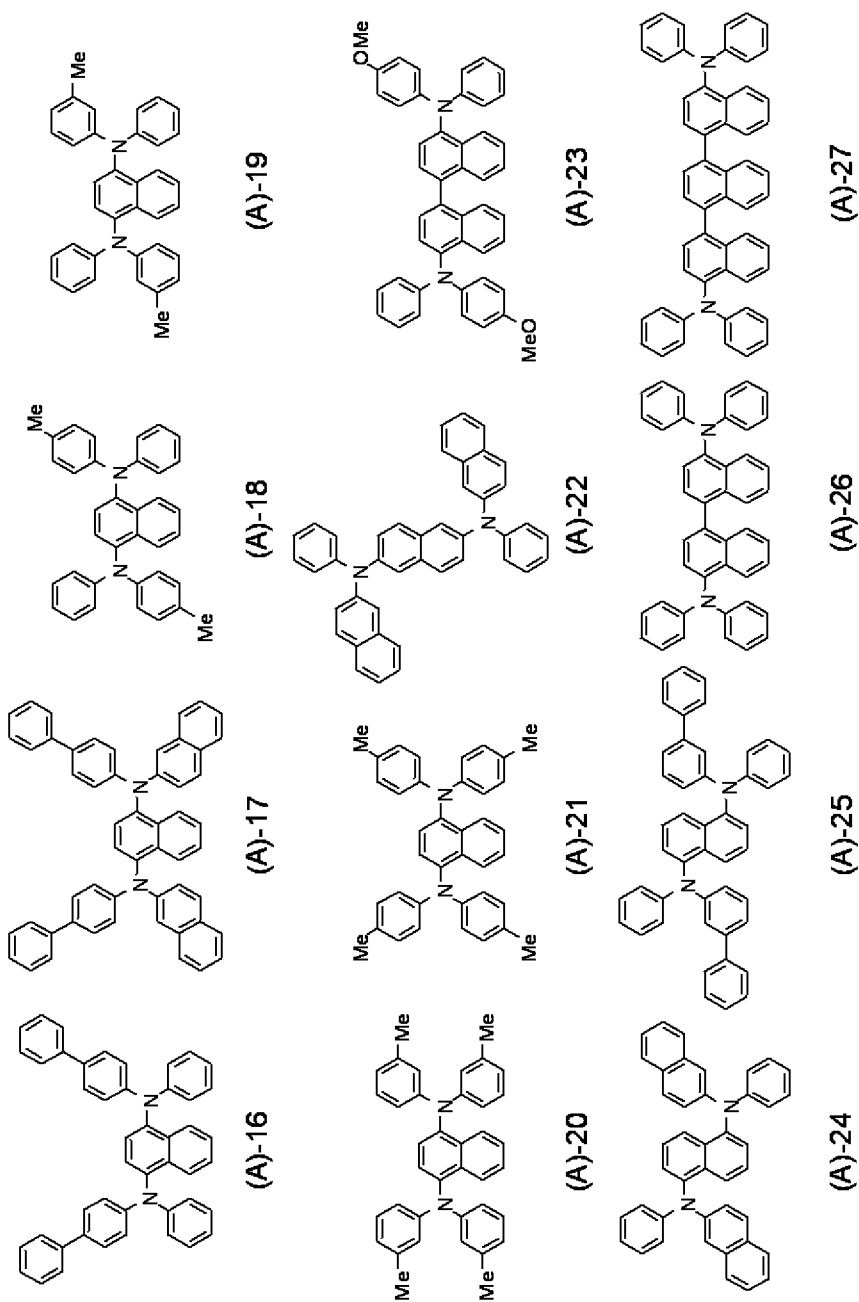
ー3-イル基、2, 8-フェナンスロリン-4-イル基、2, 8-フェナンスロリン-5-イル基、2, 8-フェナンスロリン-6-イル基、2, 8-フェナンスロリン-7-イル基、2, 8-フェナンスロリン-9-イル基、2, 8-フェナンスロリン-10-イル基、2, 7-フェナンスロリン-1-イル基、2, 7-フェナンスロリン-3-イル基、2, 7-フェナンスロリン-4-イル基、2, 7-フェナンスロリン-5-イル基、2, 7-フェナンスロリン-6-イル基、2, 7-フェナンスロリン-8-イル基、2, 7-フェナンスロリン-9-イル基、2, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、10-フェノチアジニル基、1-フェノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、10-フェノキサジニル基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-メチルピロール-1-イル基、2-メチルピロール-3-イル基、2-メチルピロール-4-イル基、2-メチルピロール-5-イル基、3-メチルピロール-1-イル基、3-メチルピロール-2-イル基、3-メチルピロール-4-イル基、3-メチルピロール-5-イル基、2-*t*-ブチルピロール-4-イル基、3-(2-フェニルプロピル)ピロール-1-イル基、2-メチル-1-インドリル基、4-メチル-1-インドリル基、2-メチル-3-インドリル基、4-メチル-3-インドリル基、2-*t*-ブチル1-インドリル基、4-*t*-ブチル1-インドリル基、2-*t*-ブチル3-インドリル基、4-*t*-ブチル3-インドリル基等が挙げられる。

[0166] 以下に、式(20)で表されるアミン化合物の具体例として、縮合芳香族アミン、スチルルアミン、ベンジジン等を示すが、これらに限定されるものではない。なお、Meはメチル基を示す。

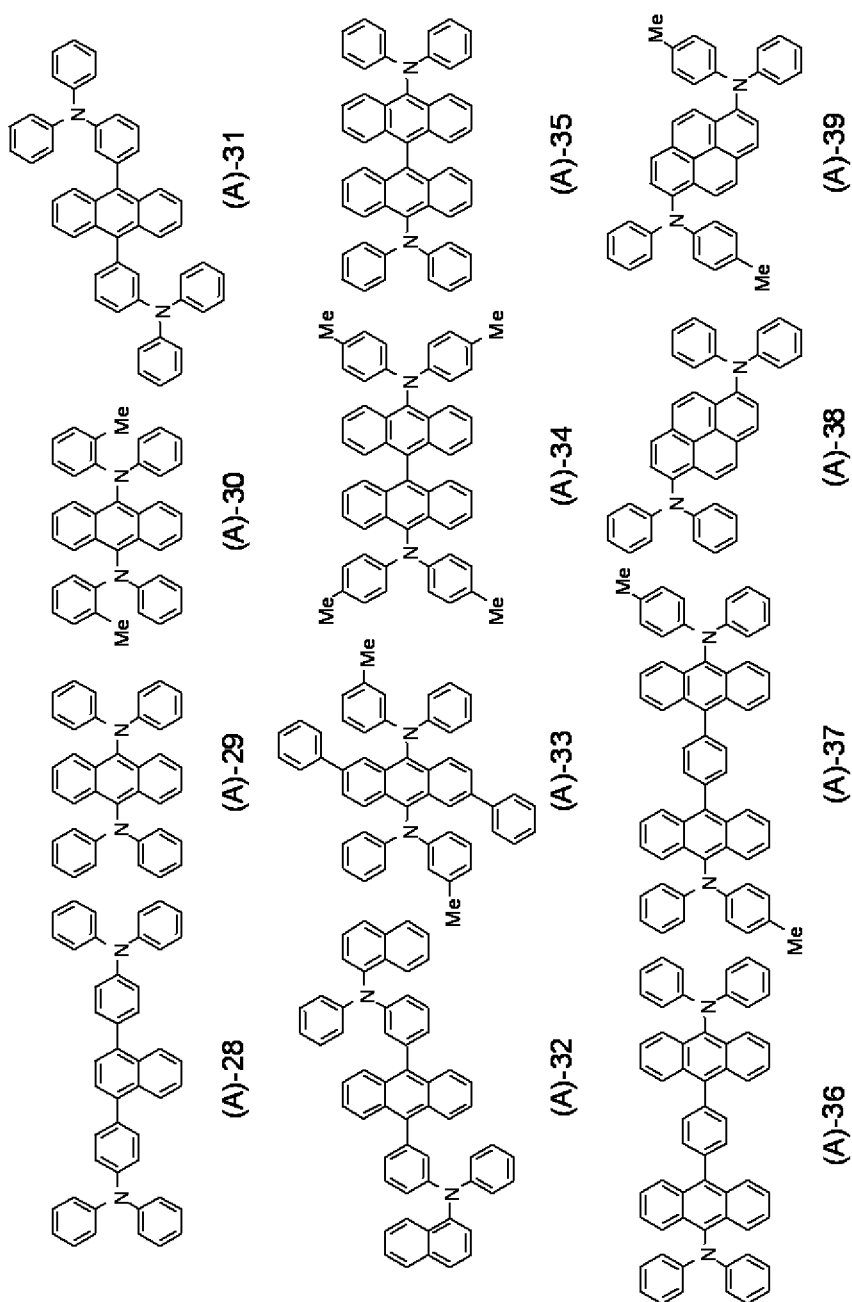
[0167] [化73]



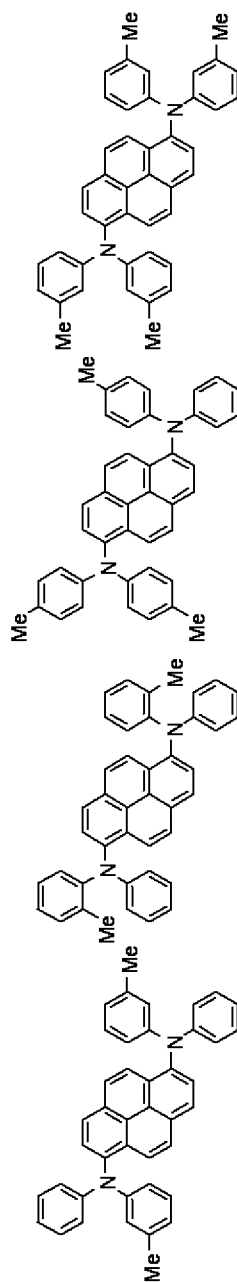
[0168] [化74]



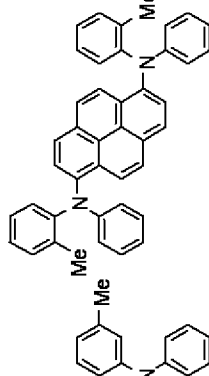
[0169] [化75]



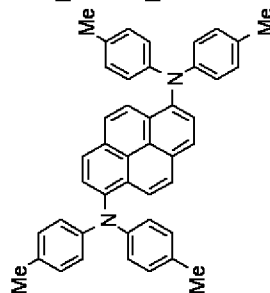
[0170] [化76]



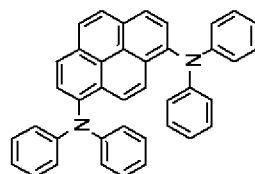
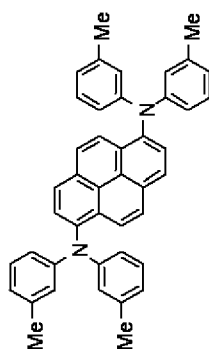
(A)-41



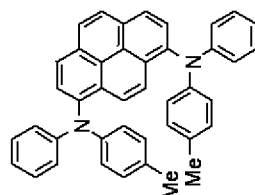
(A)-42



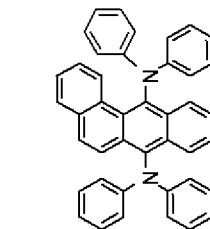
(A)-43



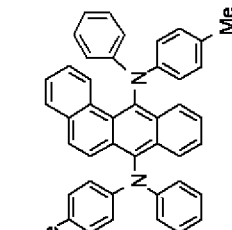
(A)-45



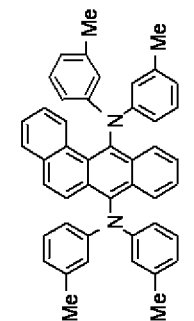
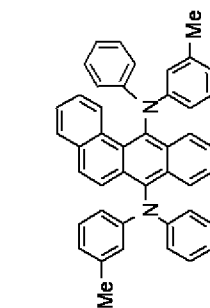
(A)-46



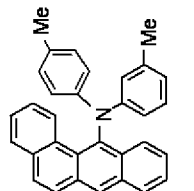
(A)-47



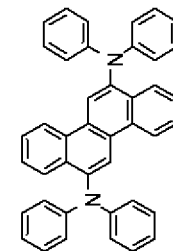
(A)-48



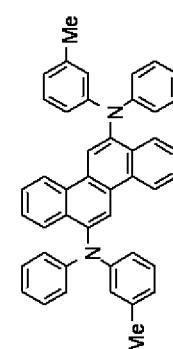
(A)-50



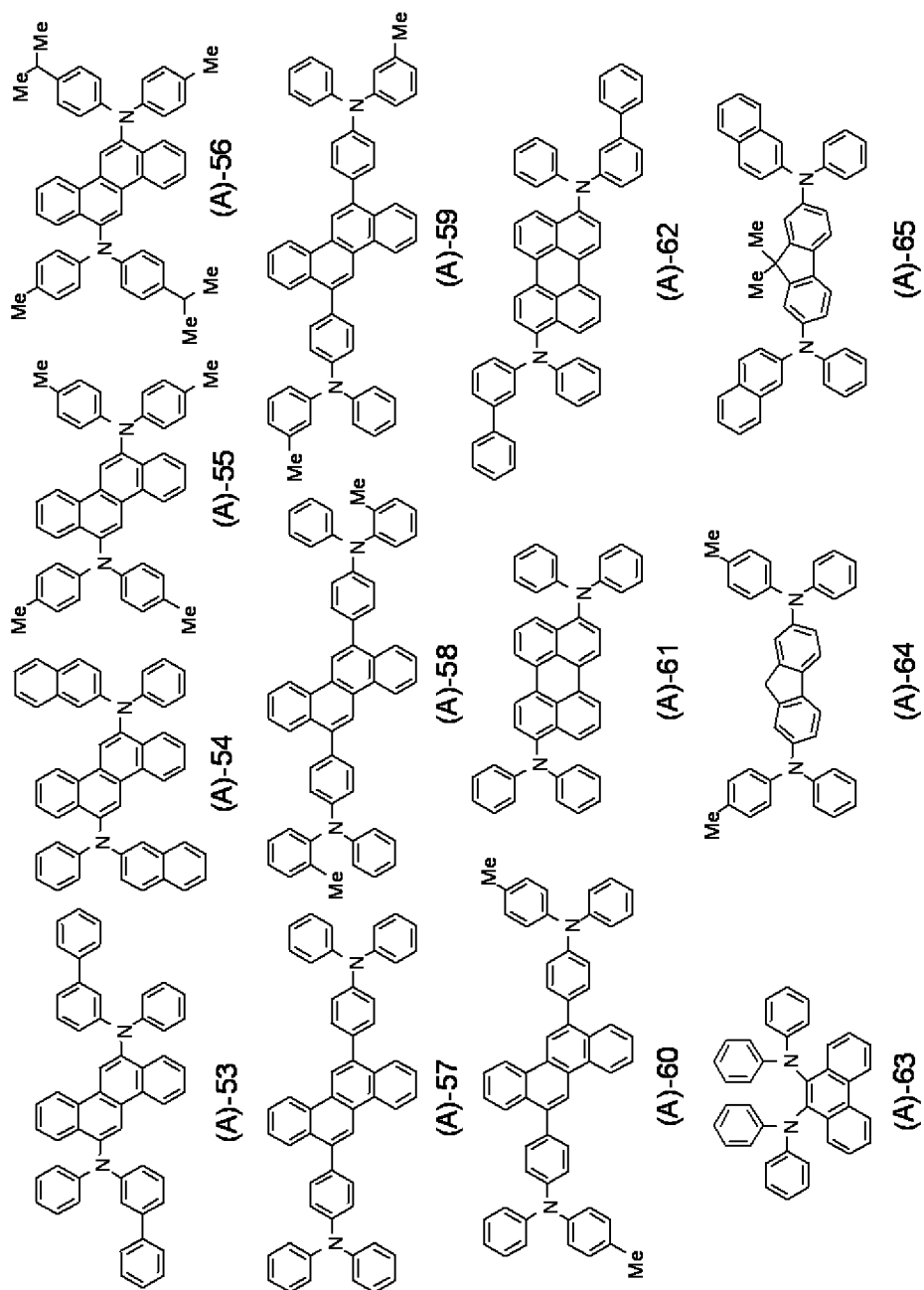
(A)-51



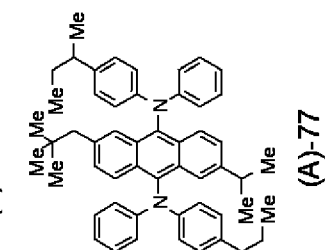
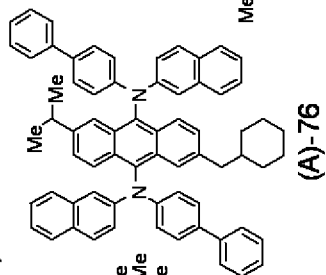
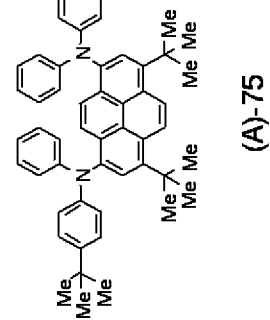
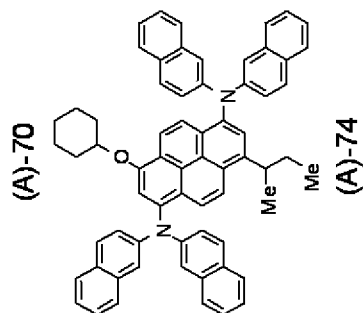
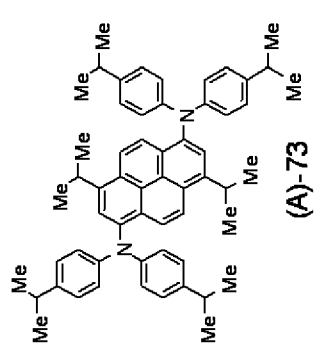
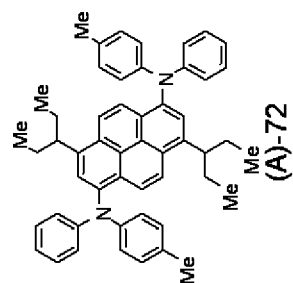
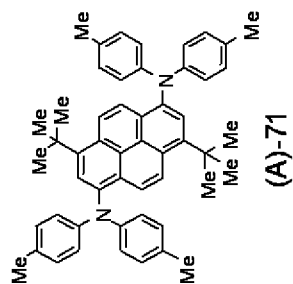
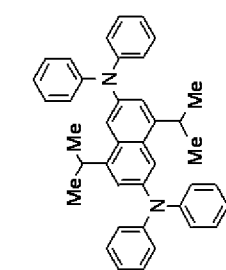
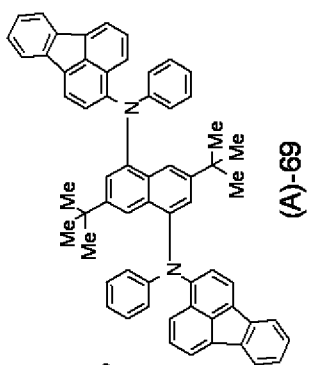
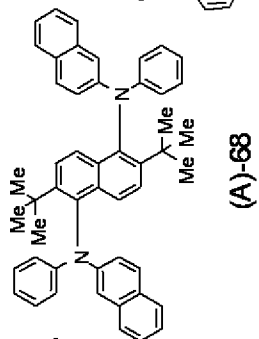
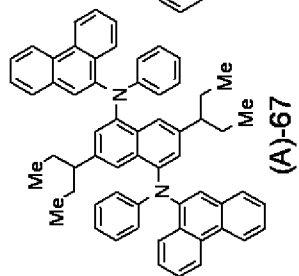
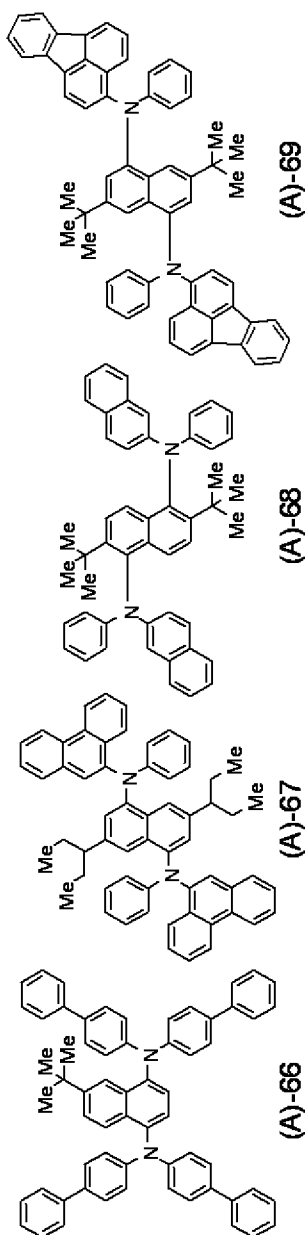
(A)-52



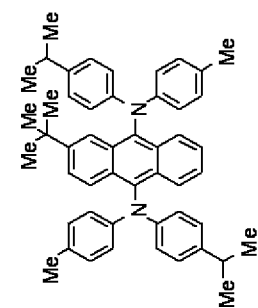
[0171] [化77]



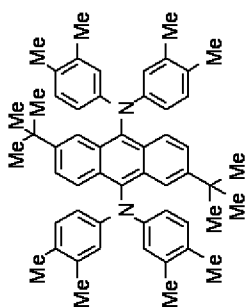
[0172] [化78]



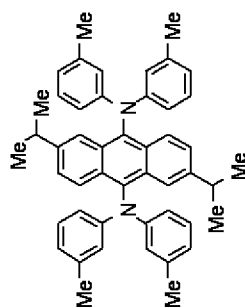
[0173] [化79]



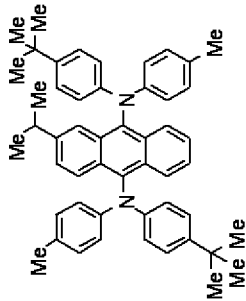
(A)-81



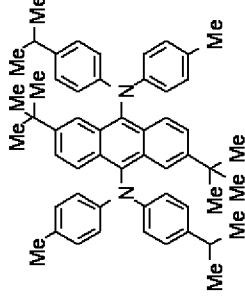
(A)-85



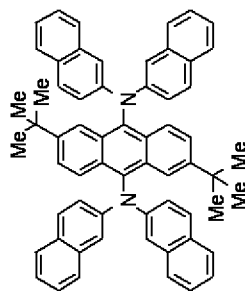
(A)-89



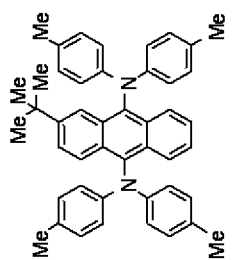
(A)-80



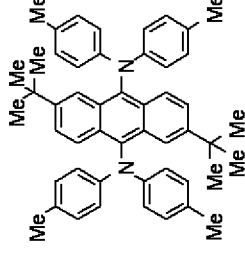
(A)-84



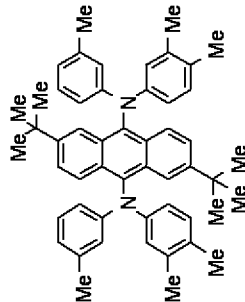
(A)-88



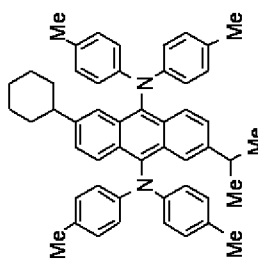
(A)-79



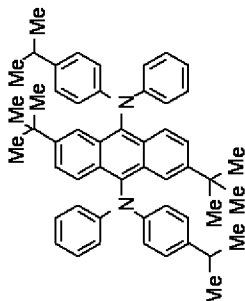
(A)-83



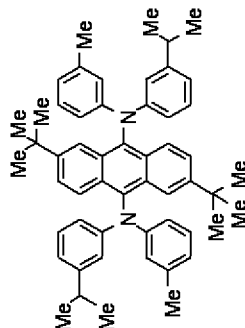
(A)-87



(A)-78

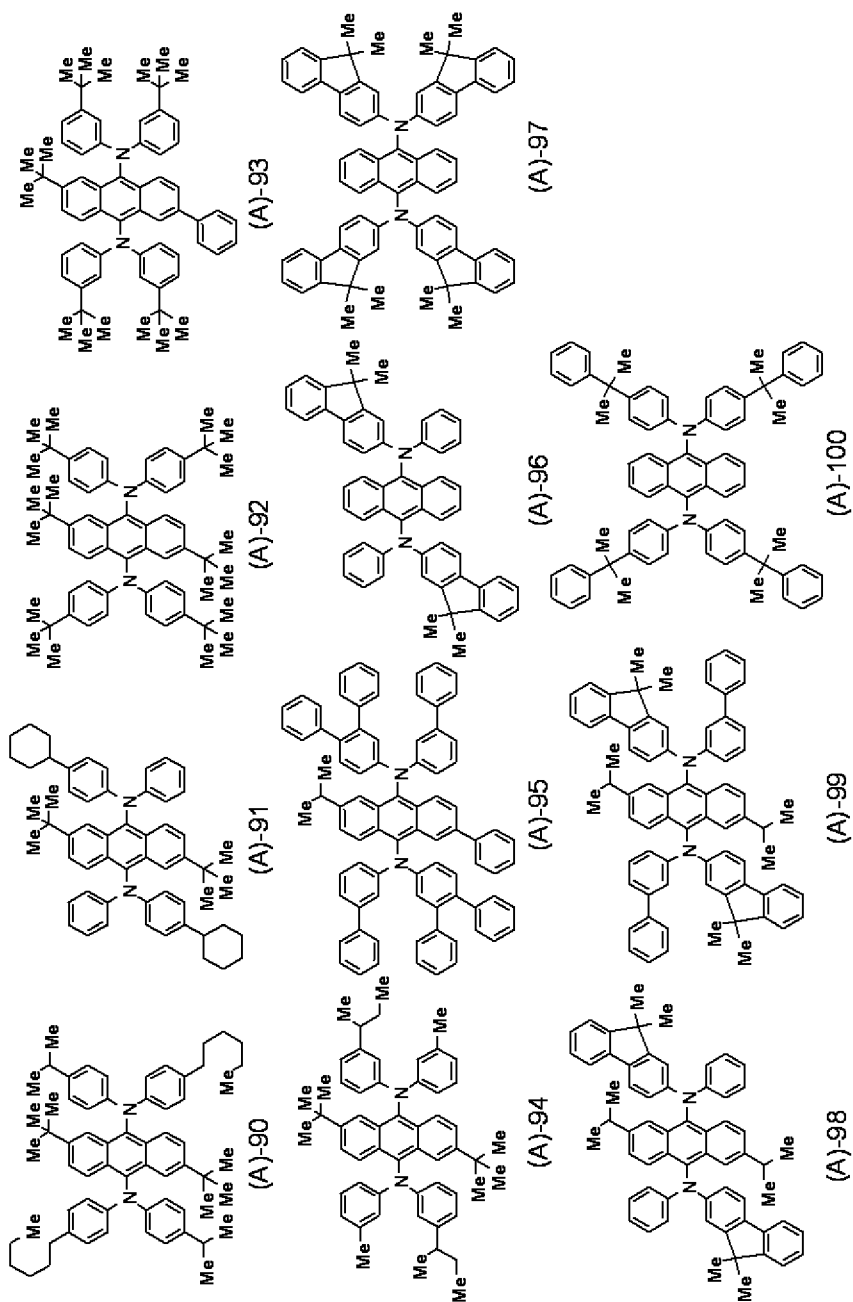


(A)-82

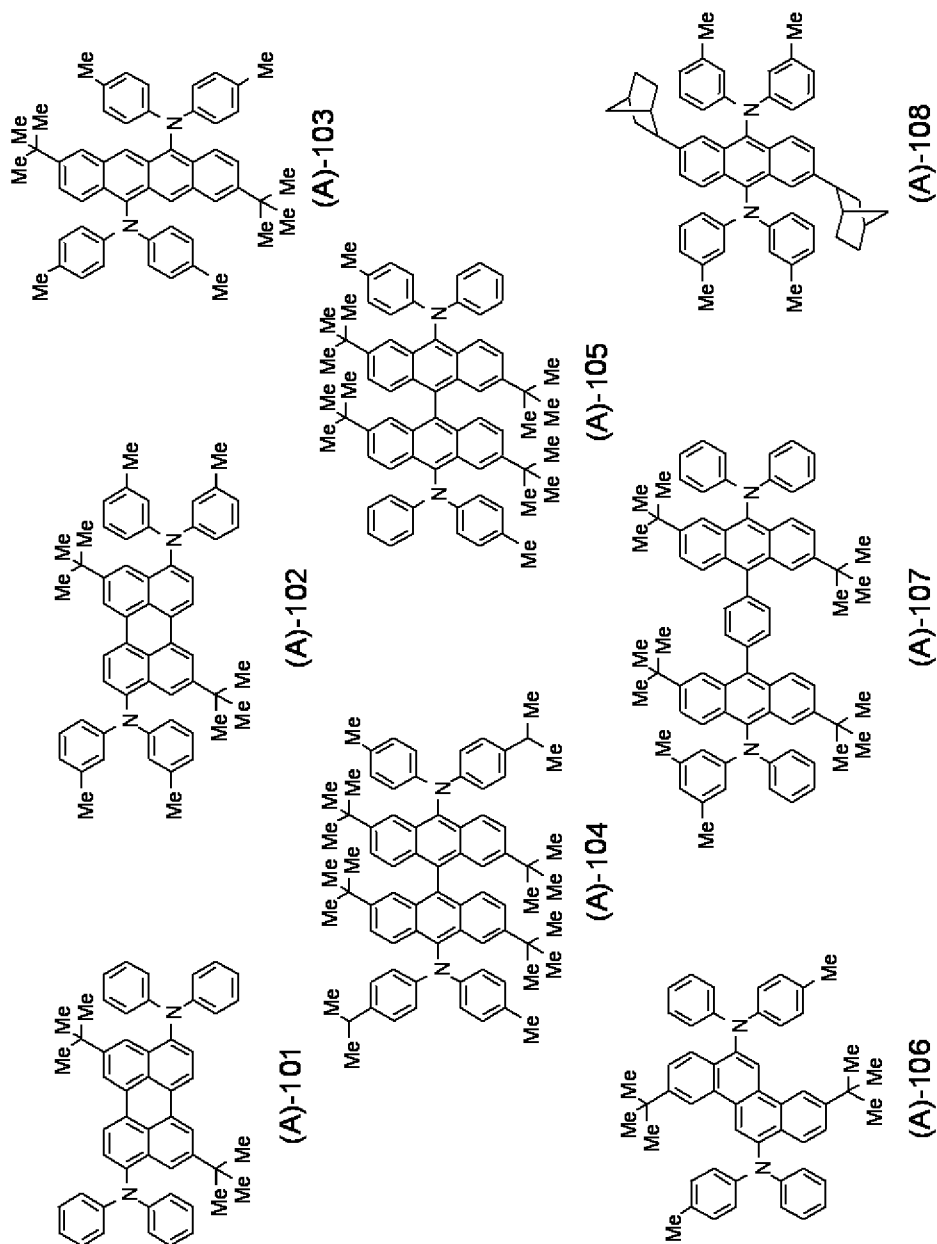


(A)-86

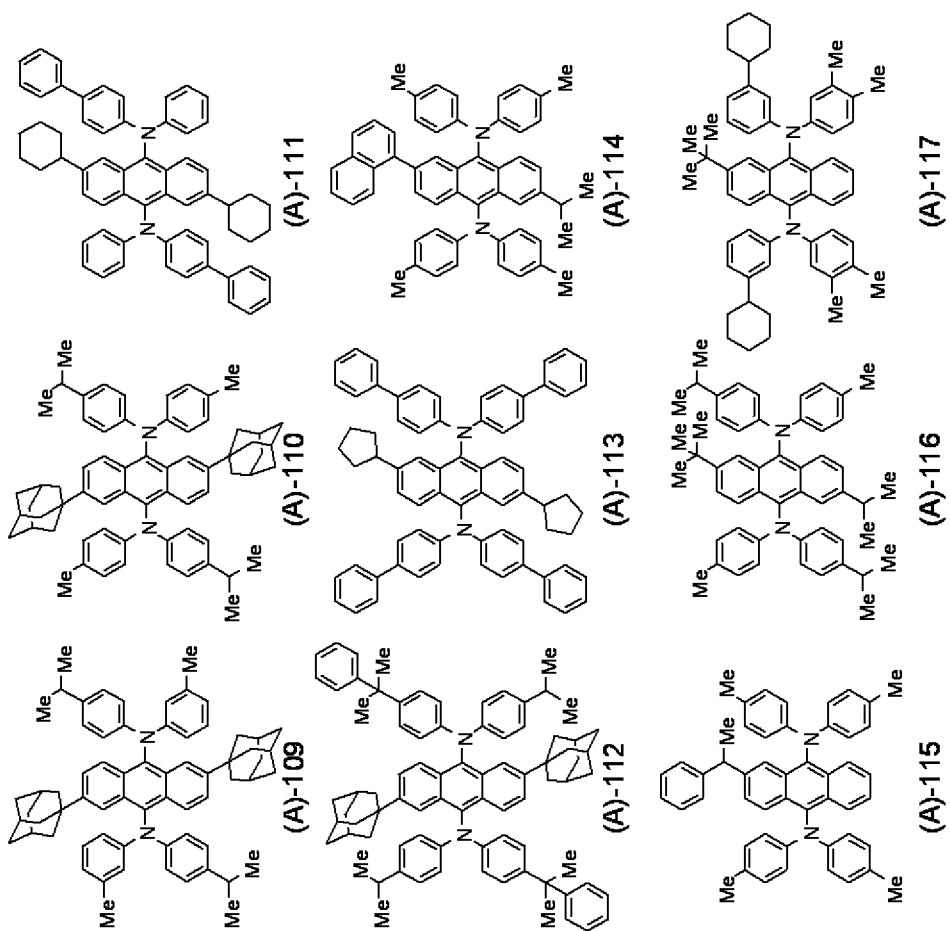
[0174] [化80]



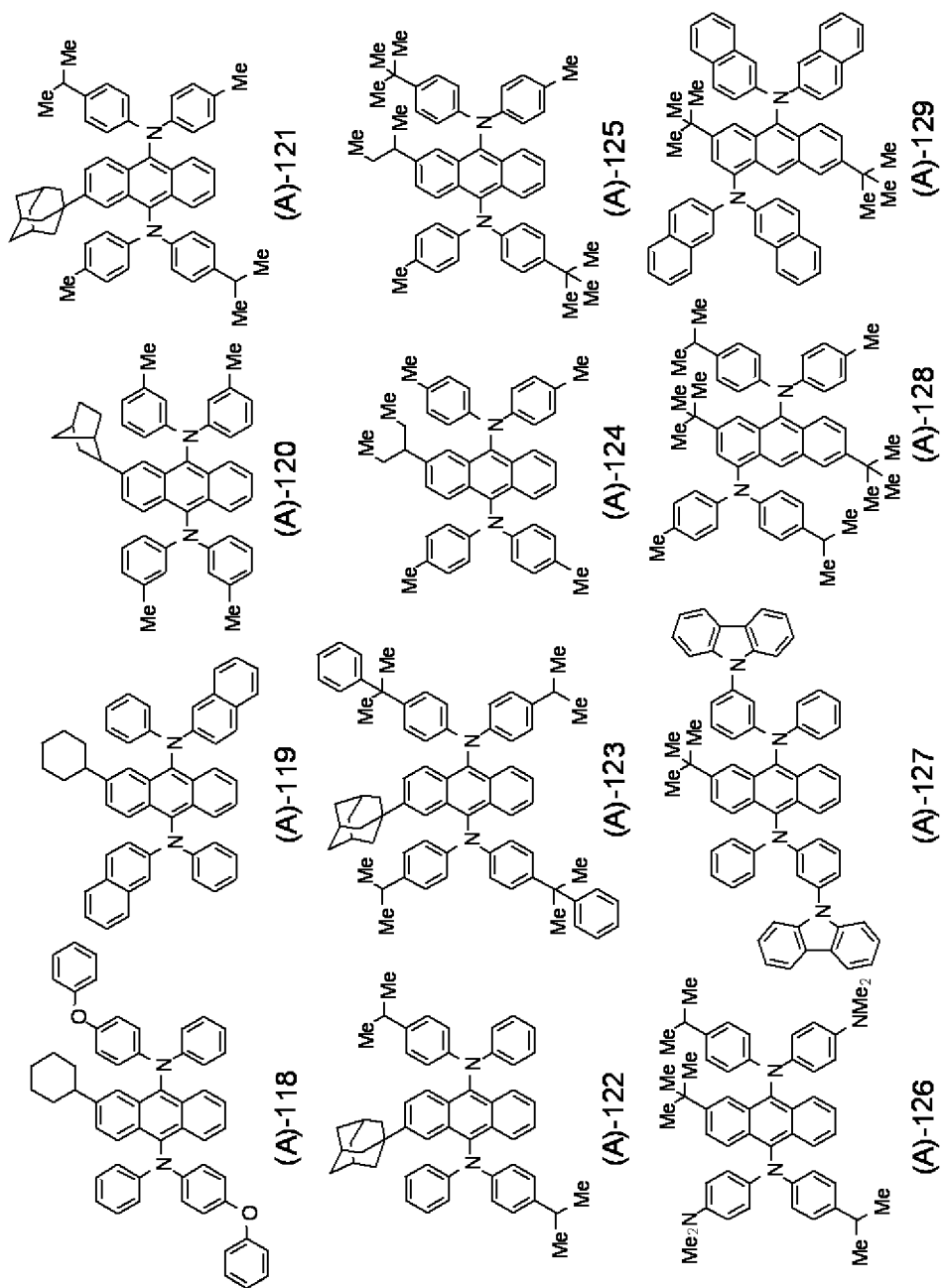
[0175] [化81]



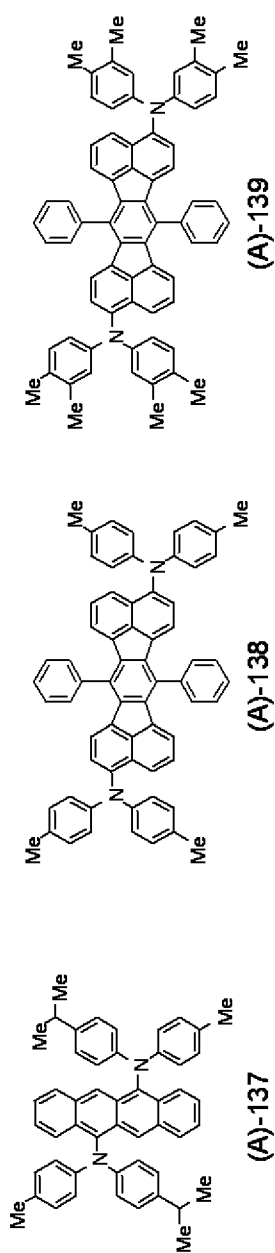
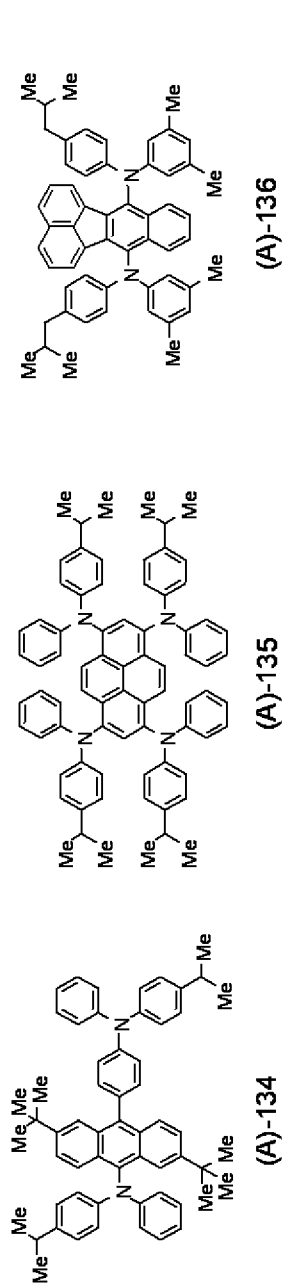
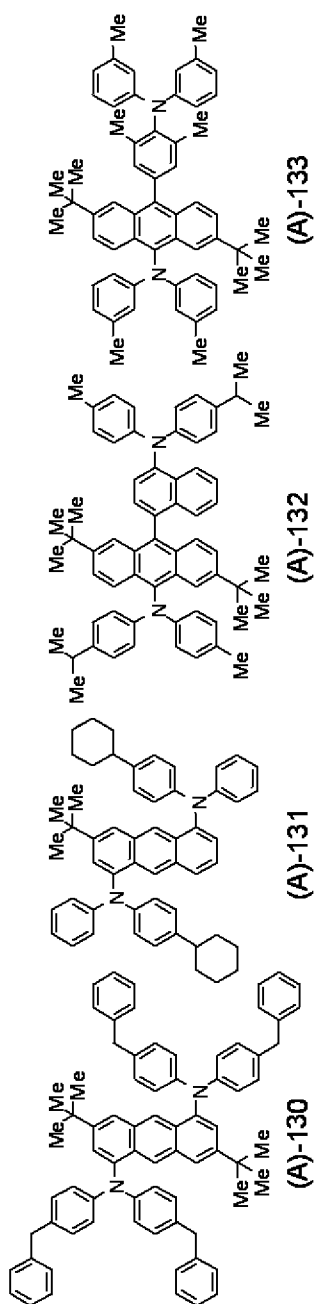
[0176] [化82]



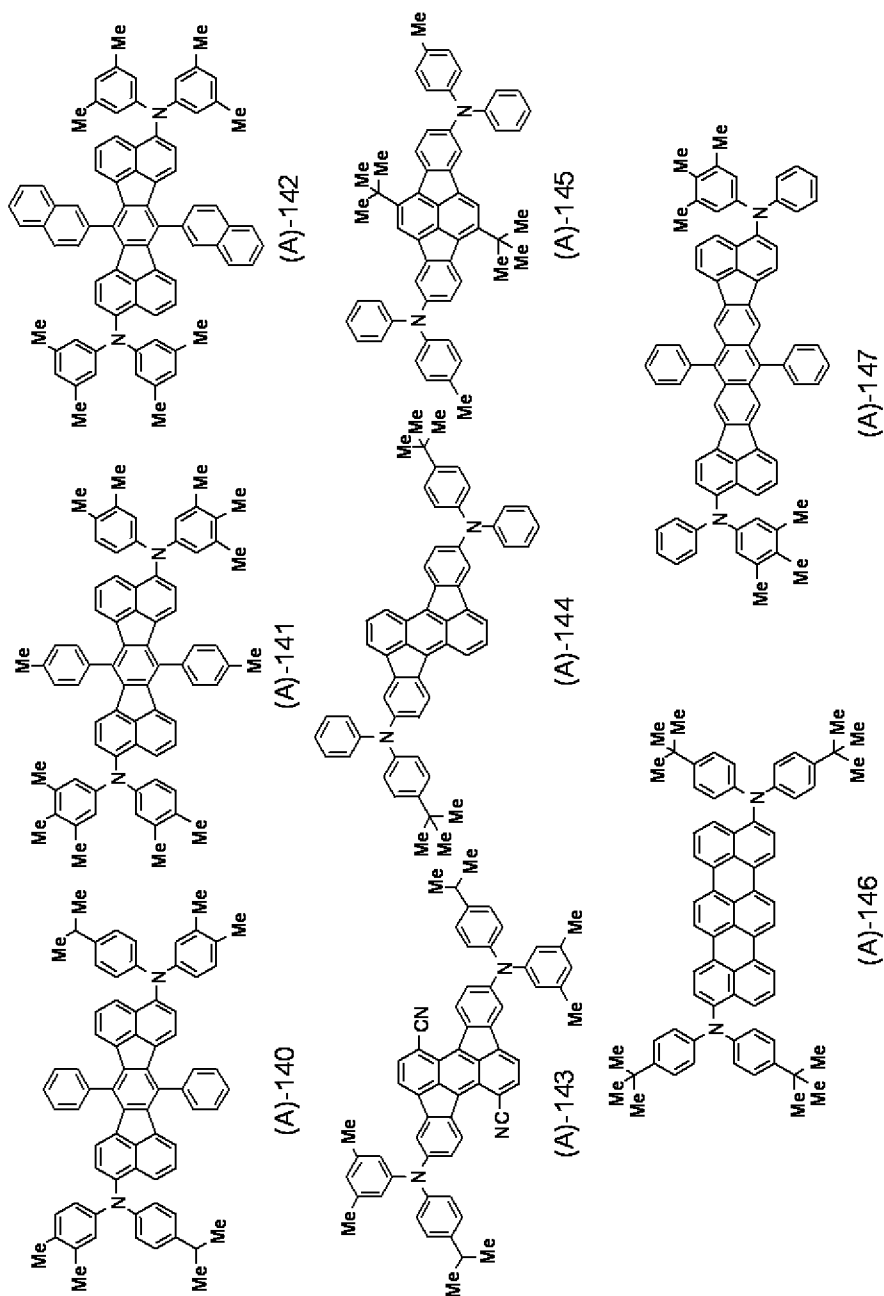
[0177] [化83]



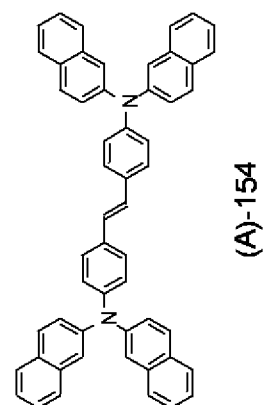
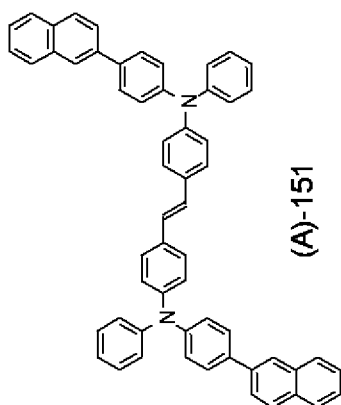
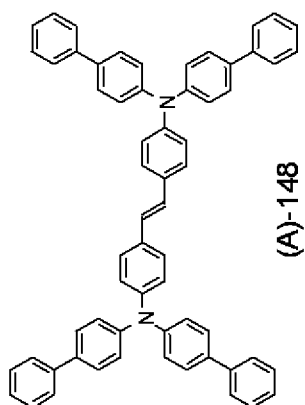
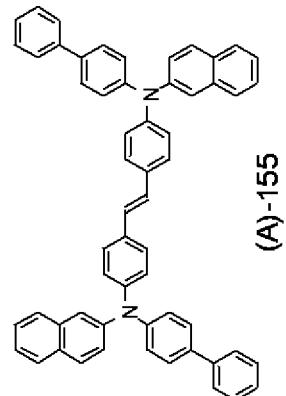
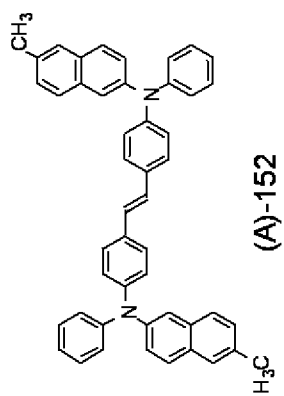
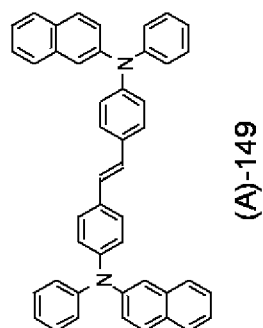
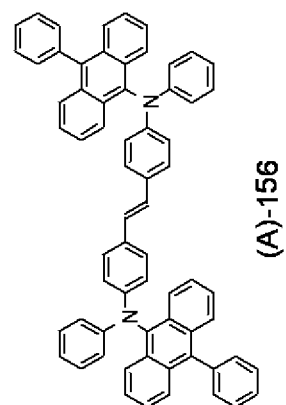
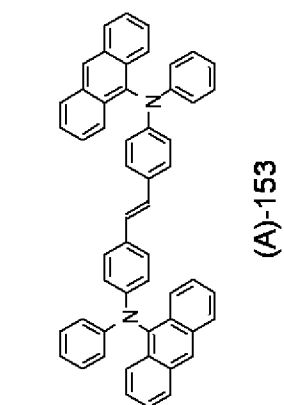
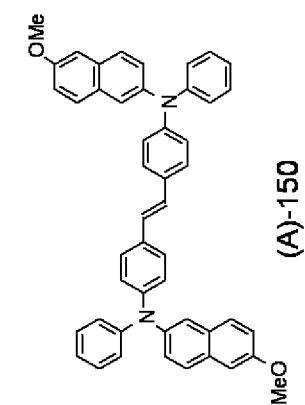
[0178] [化84]



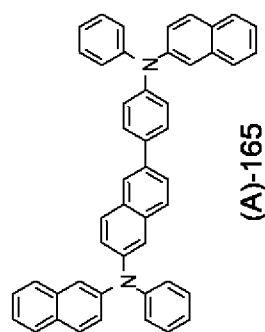
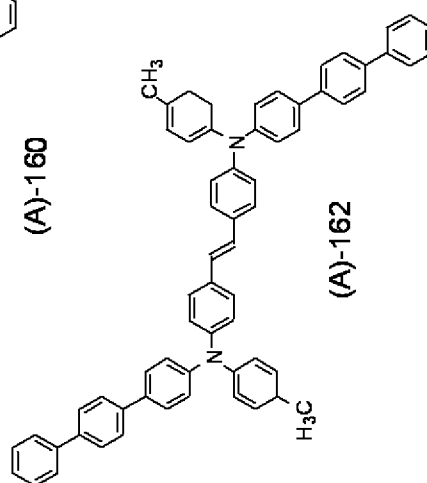
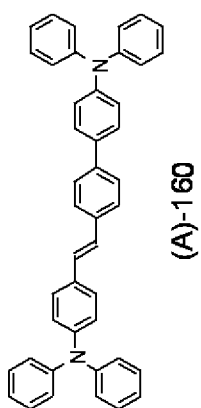
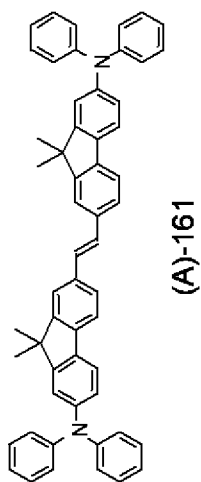
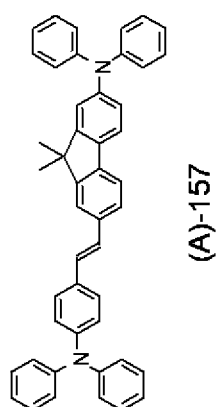
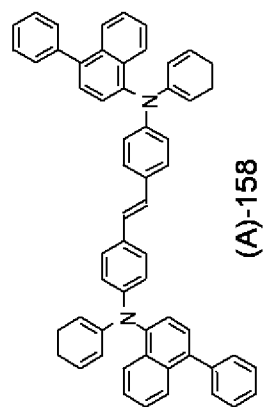
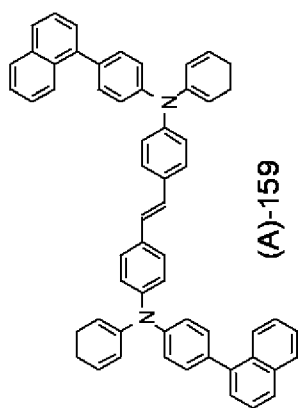
[0179] [化85]



[0180] [化86]

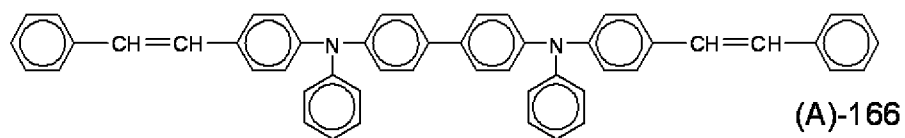


[0181] [化87]

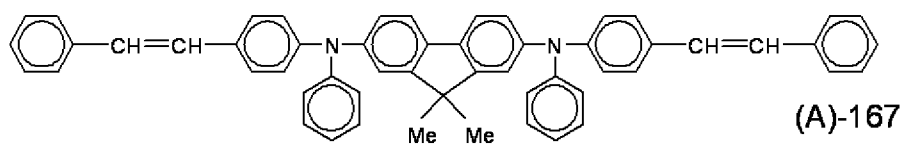


[0182] [化88]

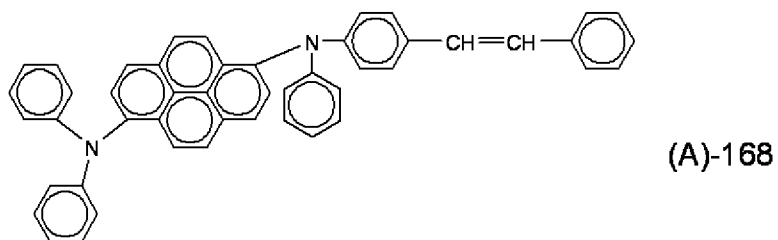
EM32



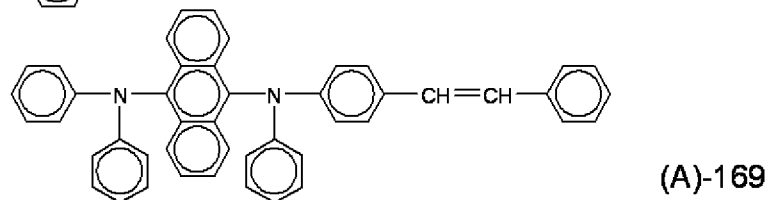
EM33



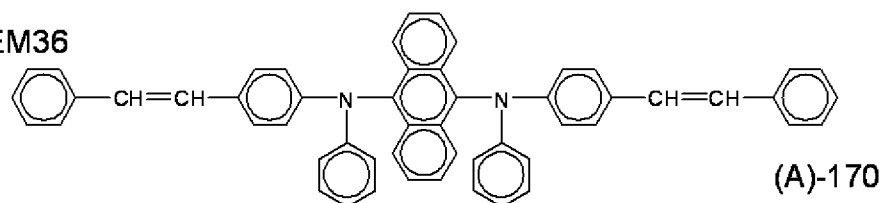
EM34



EM35

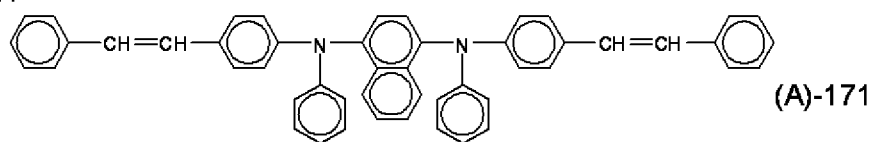


EM36

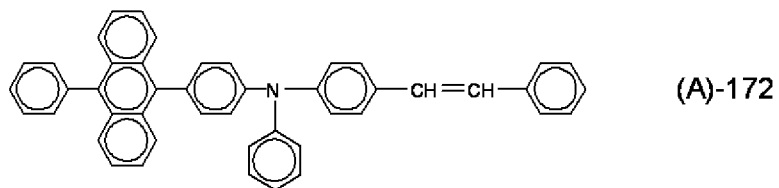


[0183] [化89]

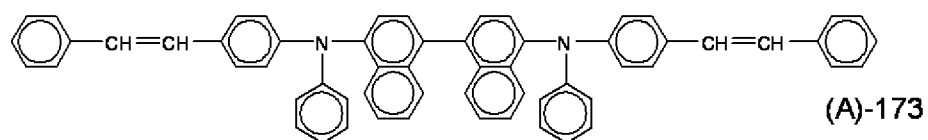
EM41



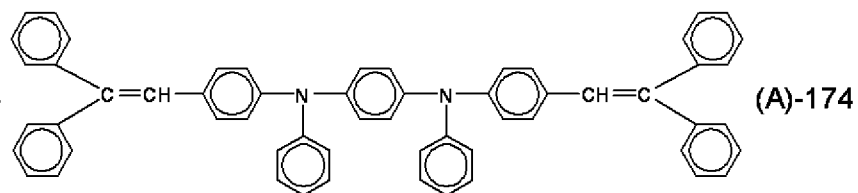
EM42



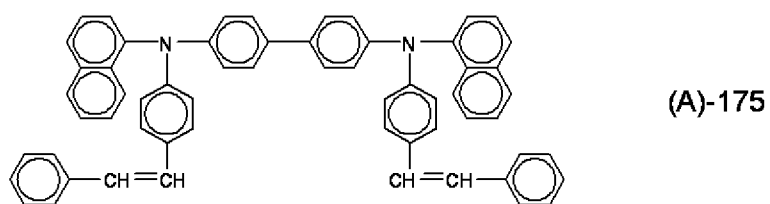
EM43



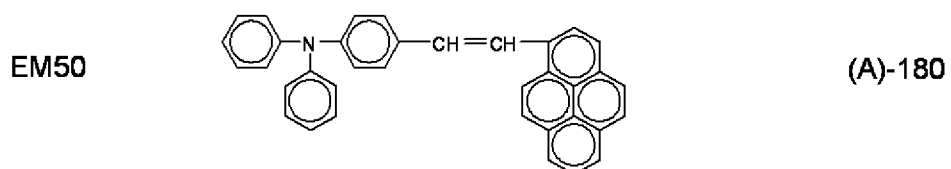
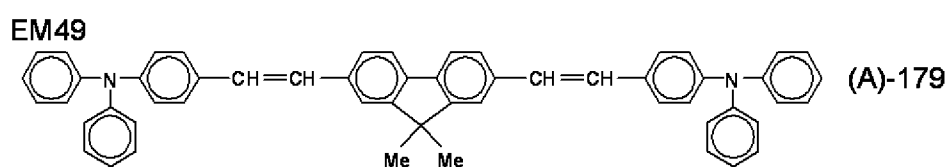
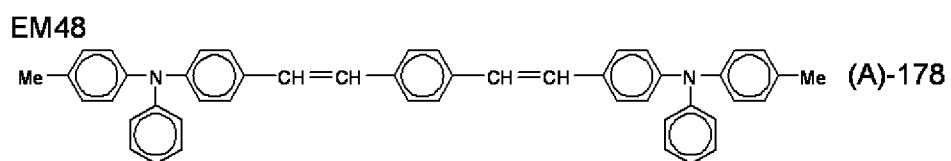
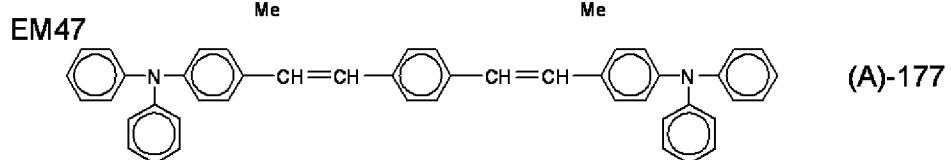
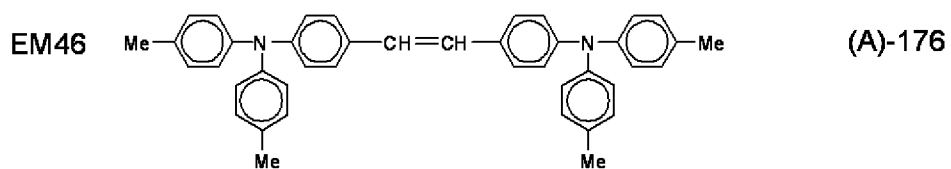
EM44



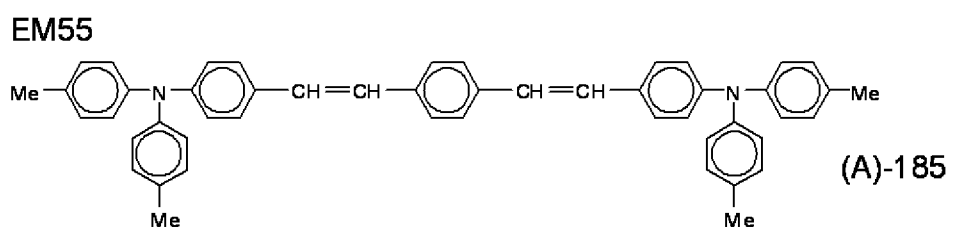
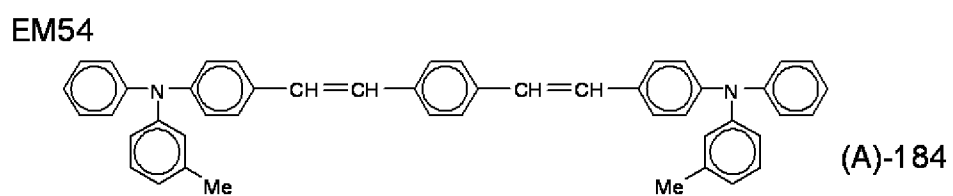
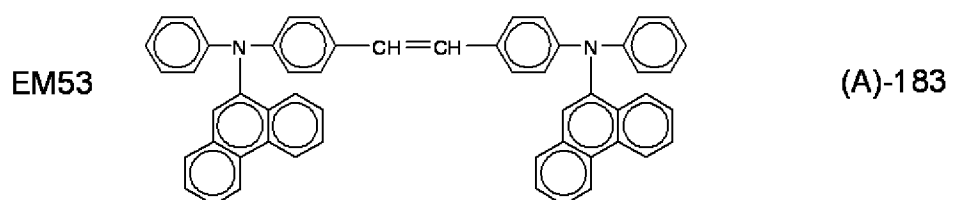
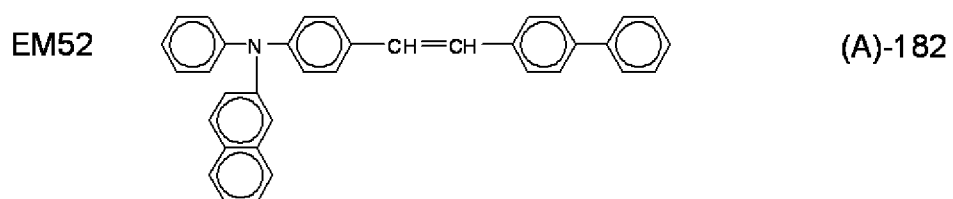
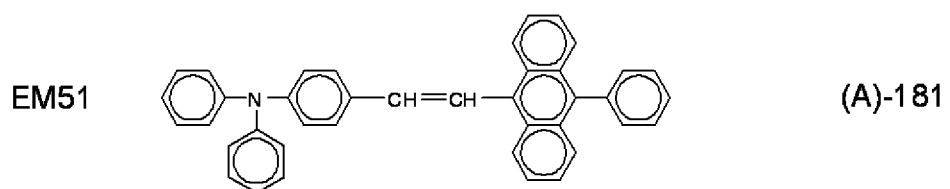
EM45



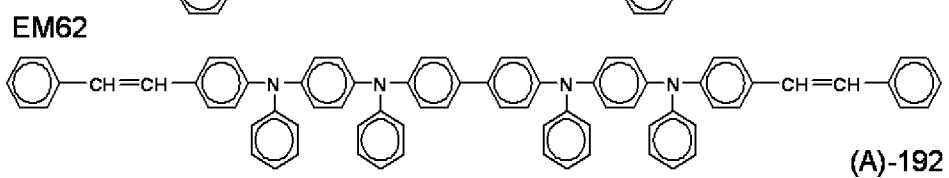
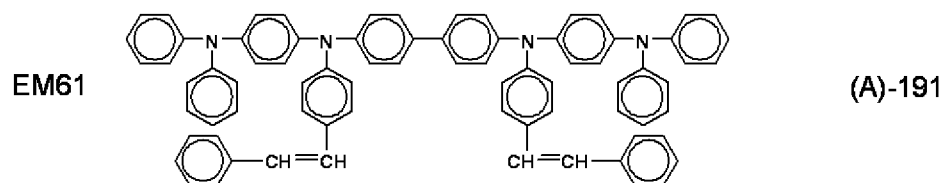
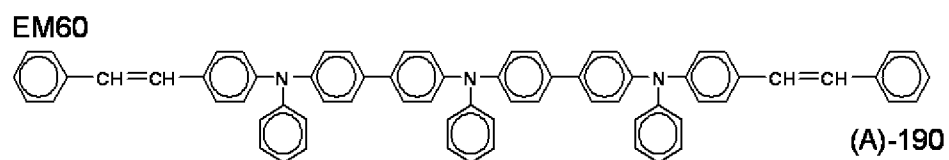
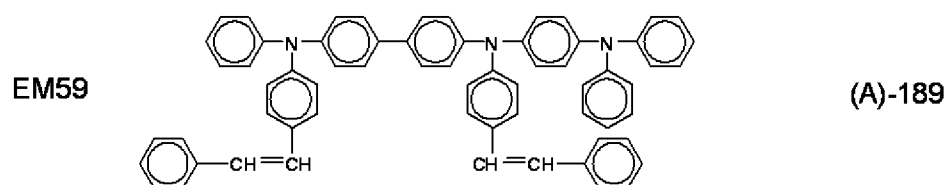
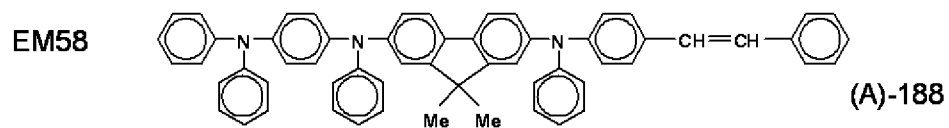
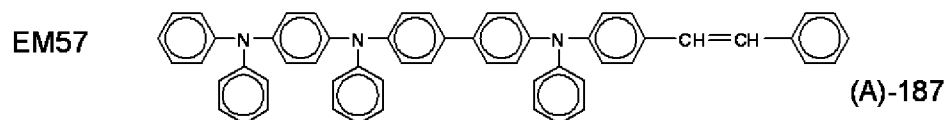
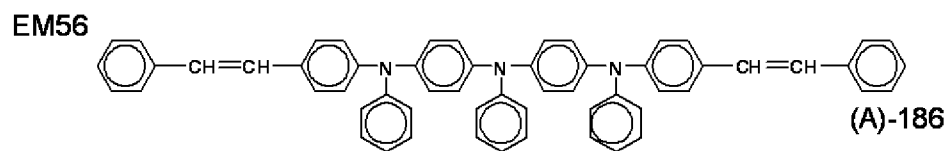
[0184] [化90]



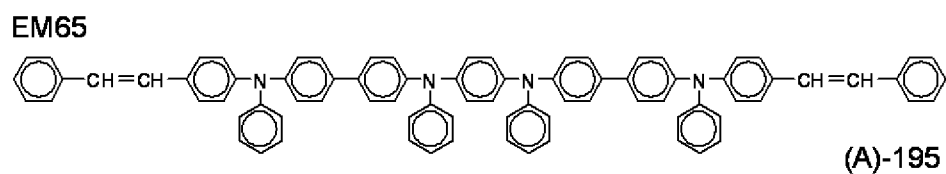
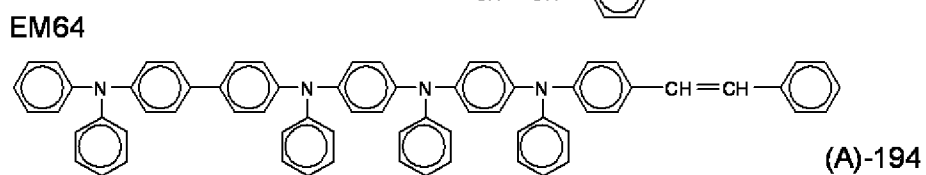
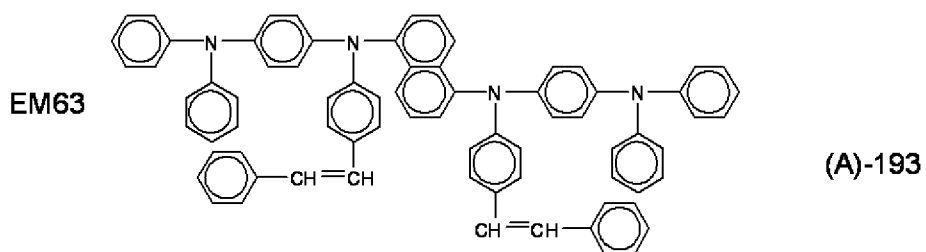
[0185] [化91]



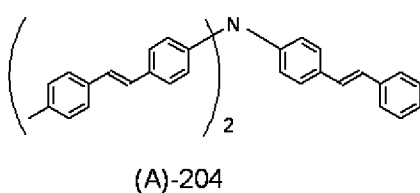
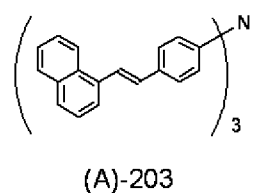
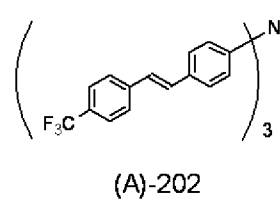
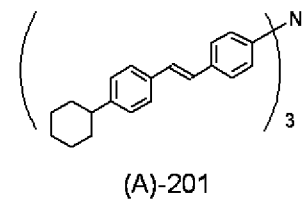
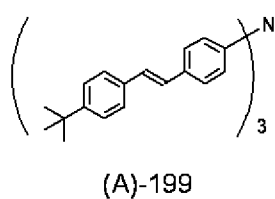
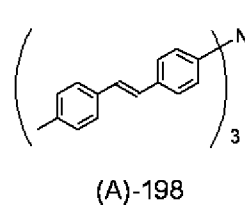
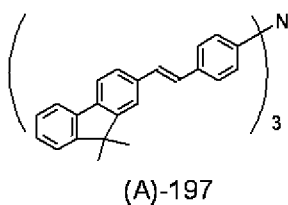
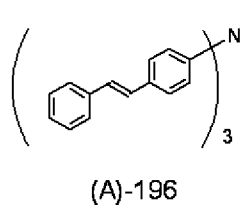
[0186] [化92]



[0187] [化93]

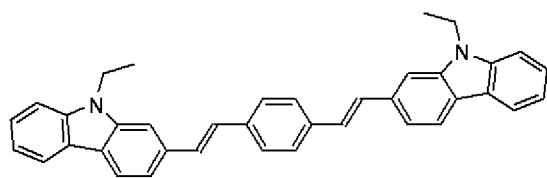


[0188] [化94]

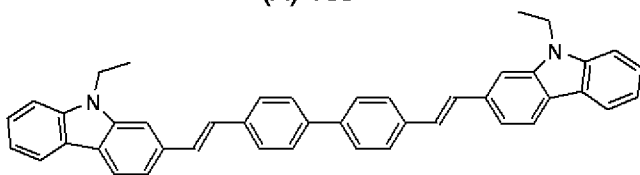


[0189] また、以下のようなカルバゾール基を含む化合物であってもよい。

[0190] [化95]



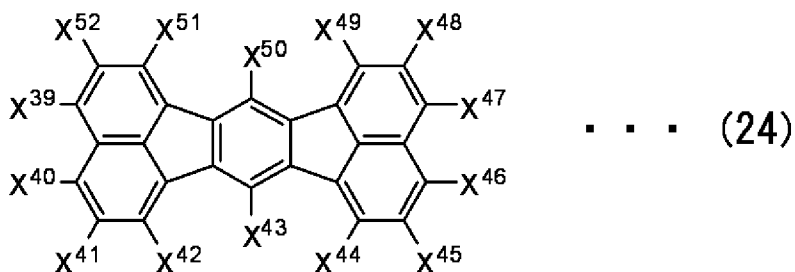
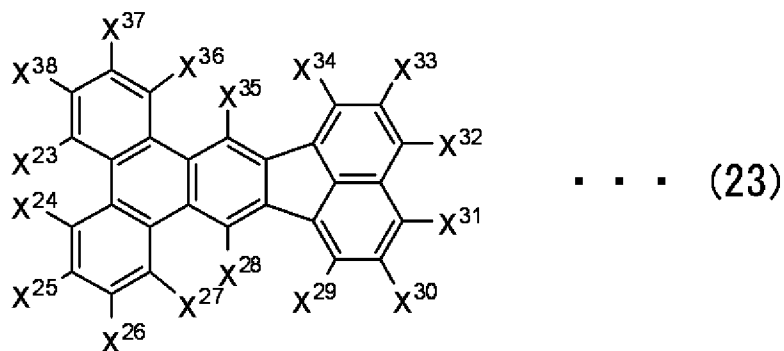
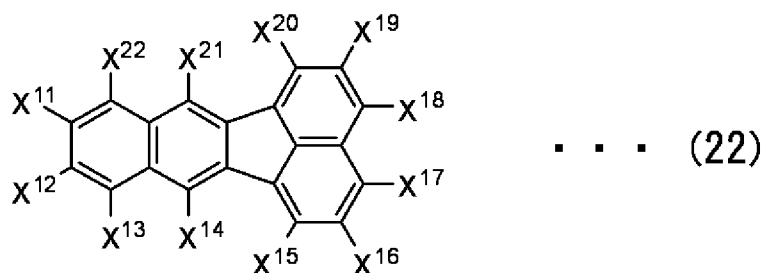
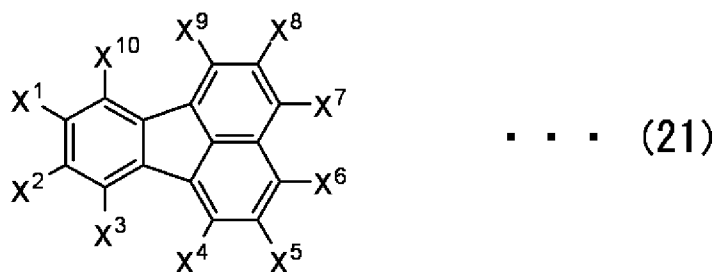
(A)-163



(A)-164

[0191] 本発明のアシストドーパントは下記式(21)～(24)のいずれかで表されるフルオロアンテン誘導体であることも、量子効率と半減寿命とのバランスの点でが好ましい。

[0192] [化96]

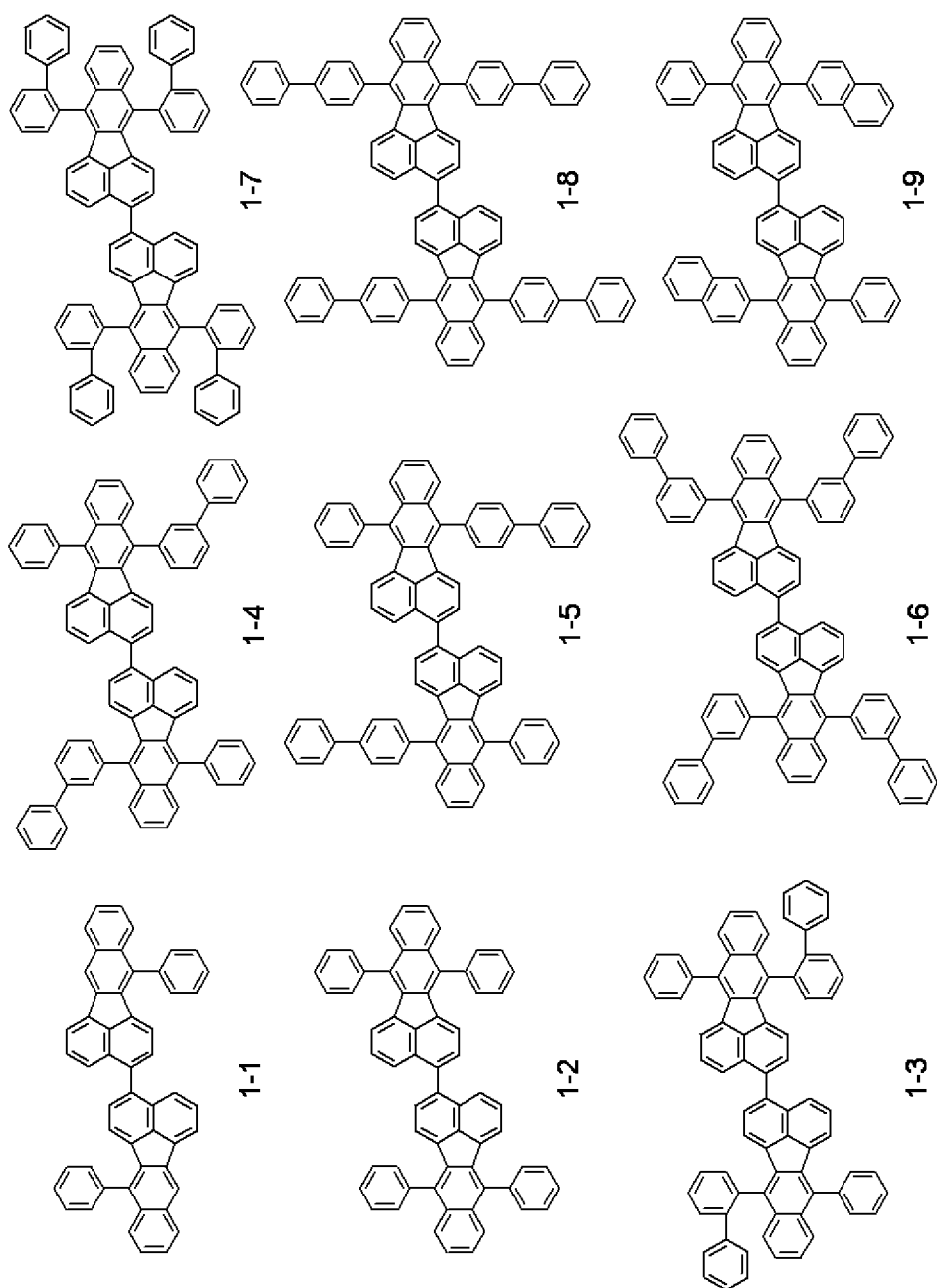


[0193] 式(21)～(24)において、 $X^1 \sim X^{52}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数1～30のアルコキシ基、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数1～30のアルキルチオ基、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数2～30のアルケニル基、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数2～30のアルケニルオキシ基、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数2～30のアルケニルチオ基、置換もしくは無置換の炭素原子数7～30のアラルキル基、置換

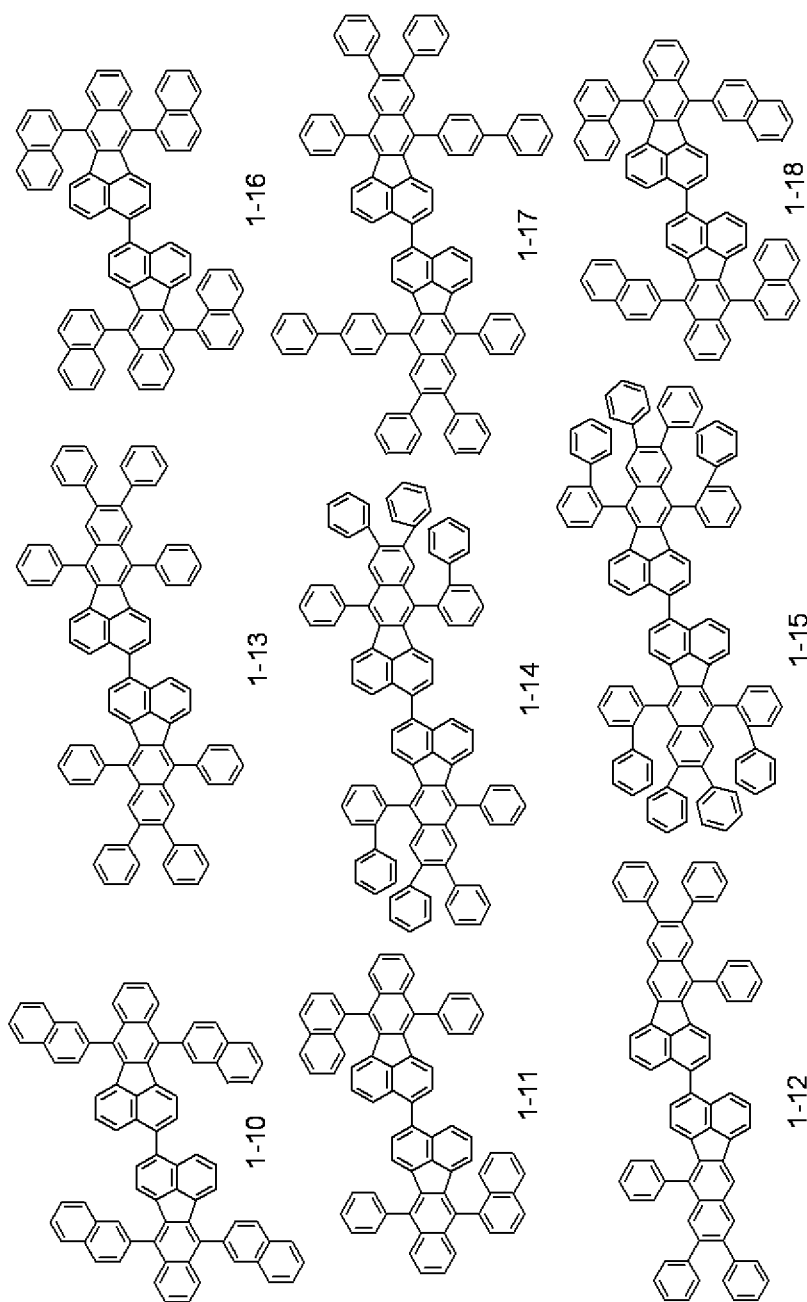
もしくは無置換の炭素原子数7～30のアラルキルオキシ基、置換もしくは無置換の炭素原子数7～30のアラルキルチオ基、置換もしくは無置換の炭素原子数6～20のアリール基、置換もしくは無置換の炭素原子数6～20のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の炭素原子数6～20のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素原子数2～30のアミノ基、シアノ基、シリル基、水酸基、 $-\text{COOR}^{1e}$ 基(基中、 R^{1e} は水素原子、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数2～30のアルケニル基、置換もしくは無置換の炭素原子数7～30のアラルキル基、または、置換もしくは無置換の炭素原子数6～30のアリール基を表す)、 $-\text{COR}^{2e}$ 基(基中、 R^{2e} は水素原子、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数2～30のアルケニル基、置換もしくは無置換の炭素原子数7～30のアラルキル基、置換もしくは無置換の炭素原子数6～30のアリール基、または、アミノ基を表す)、 $-\text{OCOR}^{3e}$ 基(基中、 R^{3e} は置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数2～30のアルケニル基、置換もしくは無置換の炭素原子数7～30のアラルキル基、置換もしくは無置換の炭素原子数6～30のアリール基を表す)を表し、さらに、 $\text{X}^1 \sim \text{X}^{52}$ のうち、隣接する基及び各基の置換基は、互いに結合して、置換もしくは無置換の炭素環を形成していてもよい。

[0194] このようなフルオランテン誘導体としては、例えば、以下のものが挙げられる。

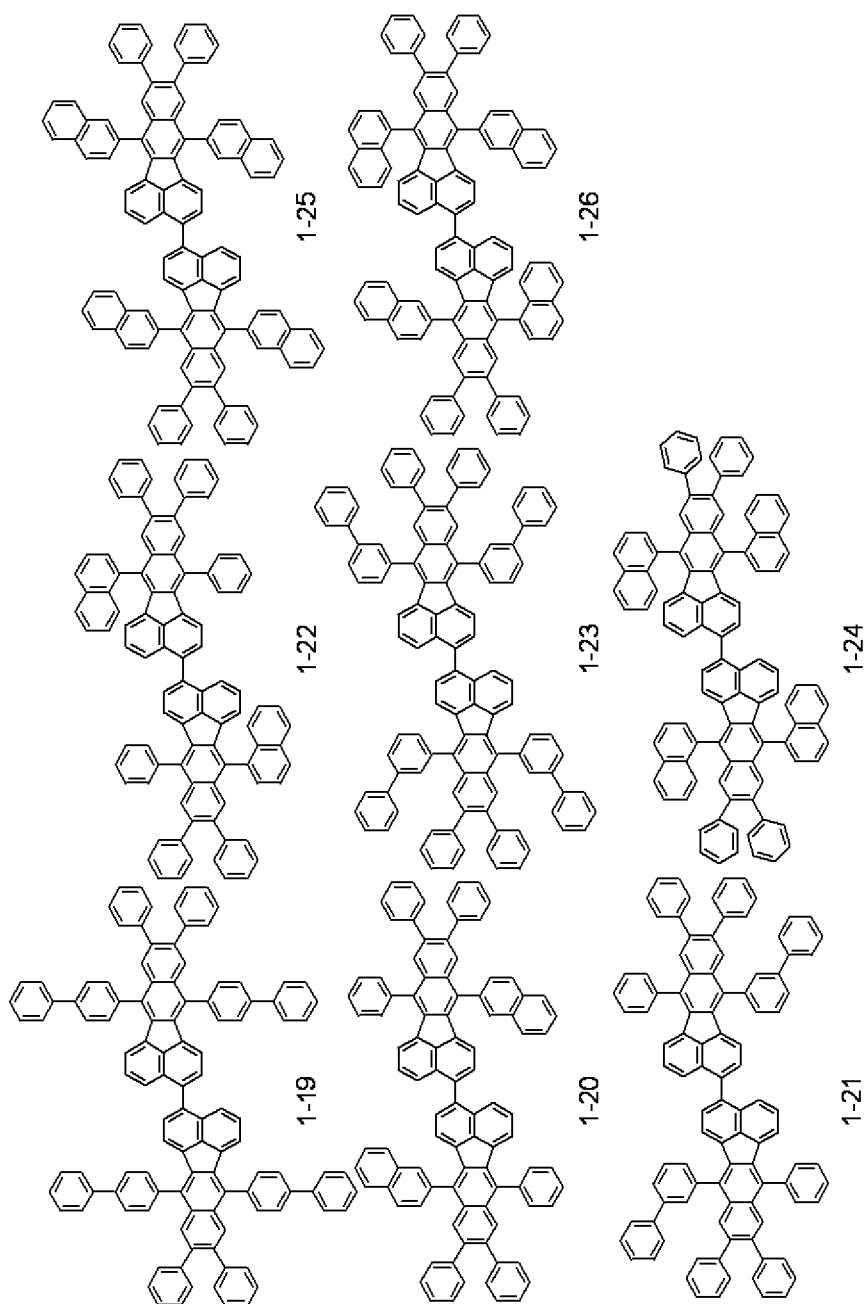
[0195] [化97]



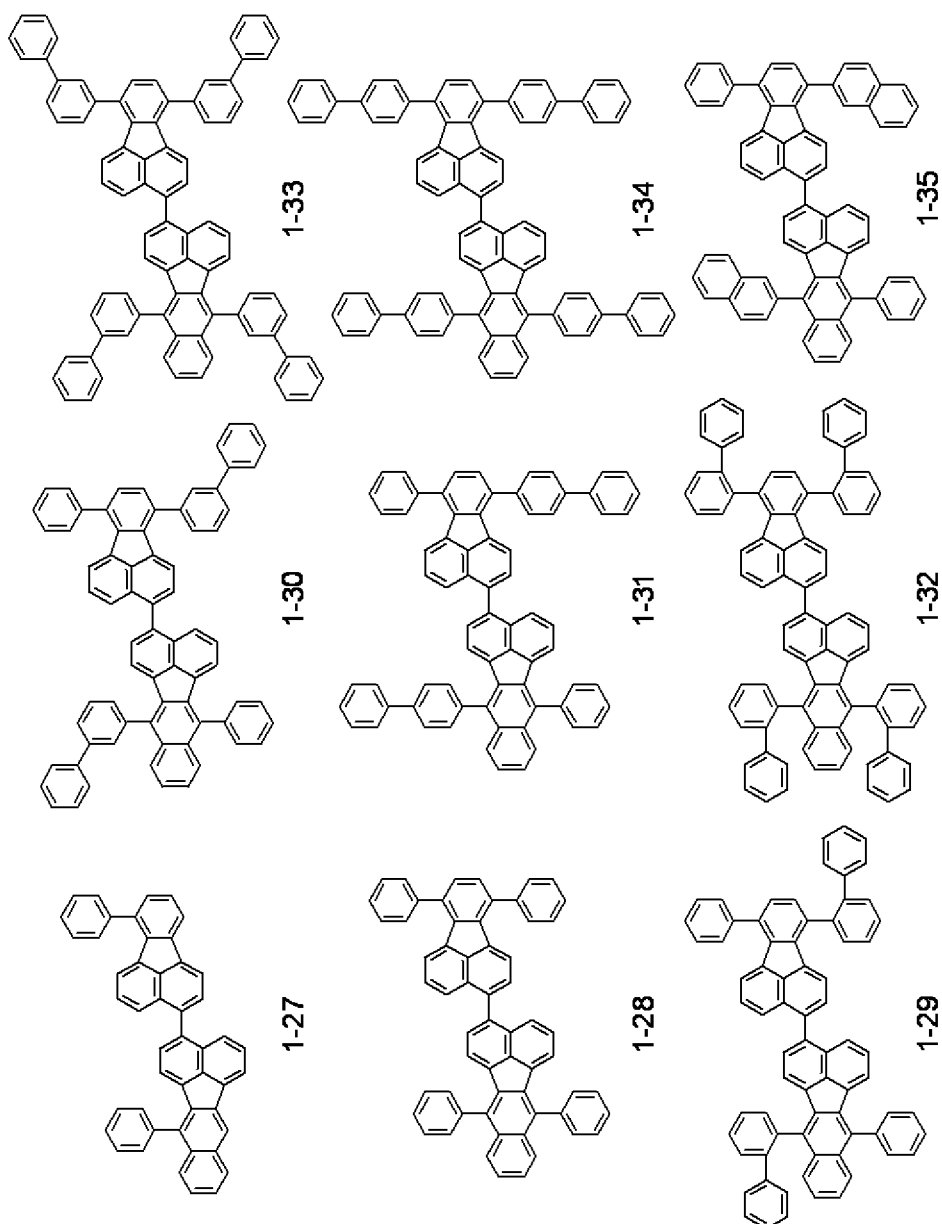
[0196] [化98]



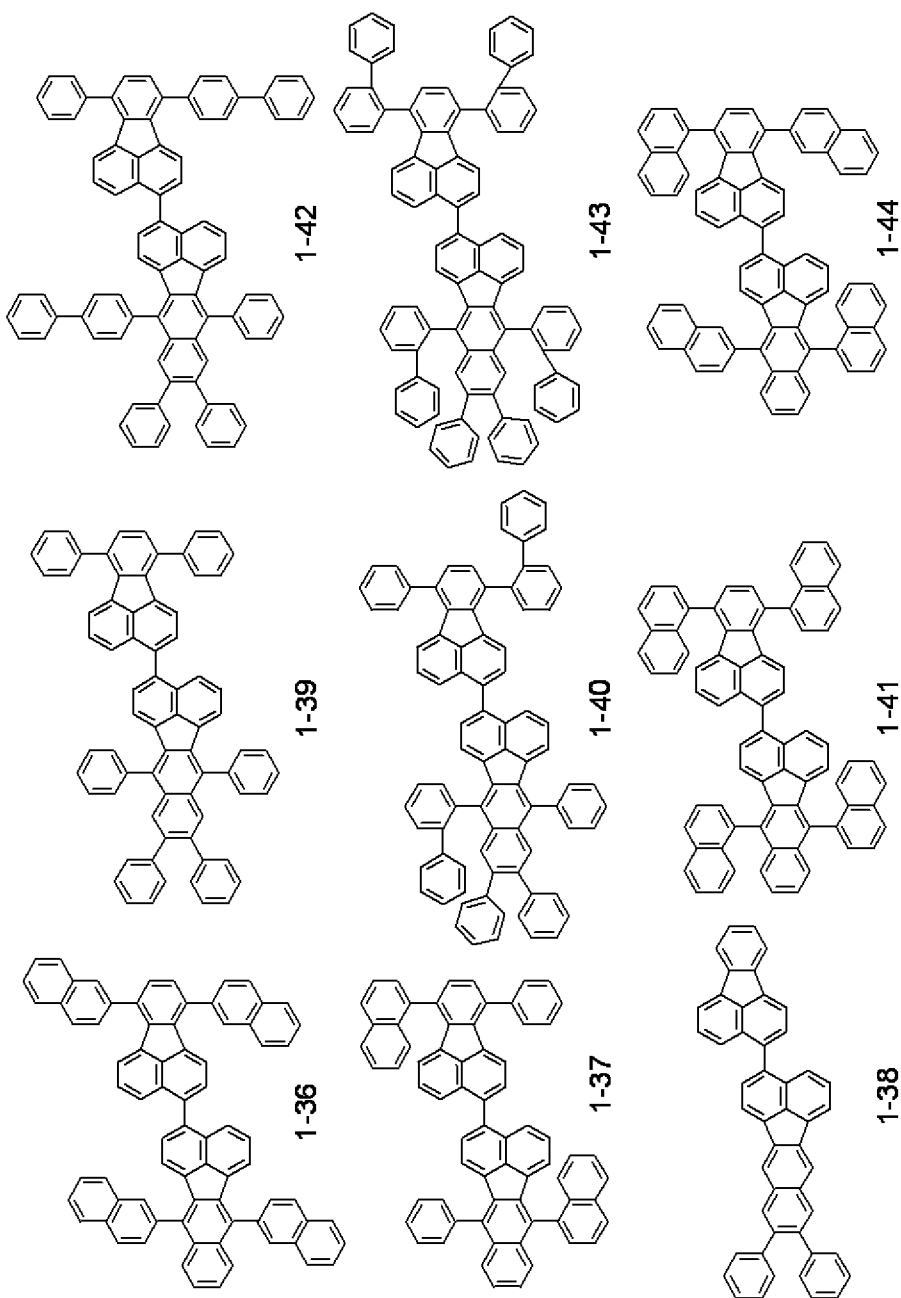
[0197] [化99]



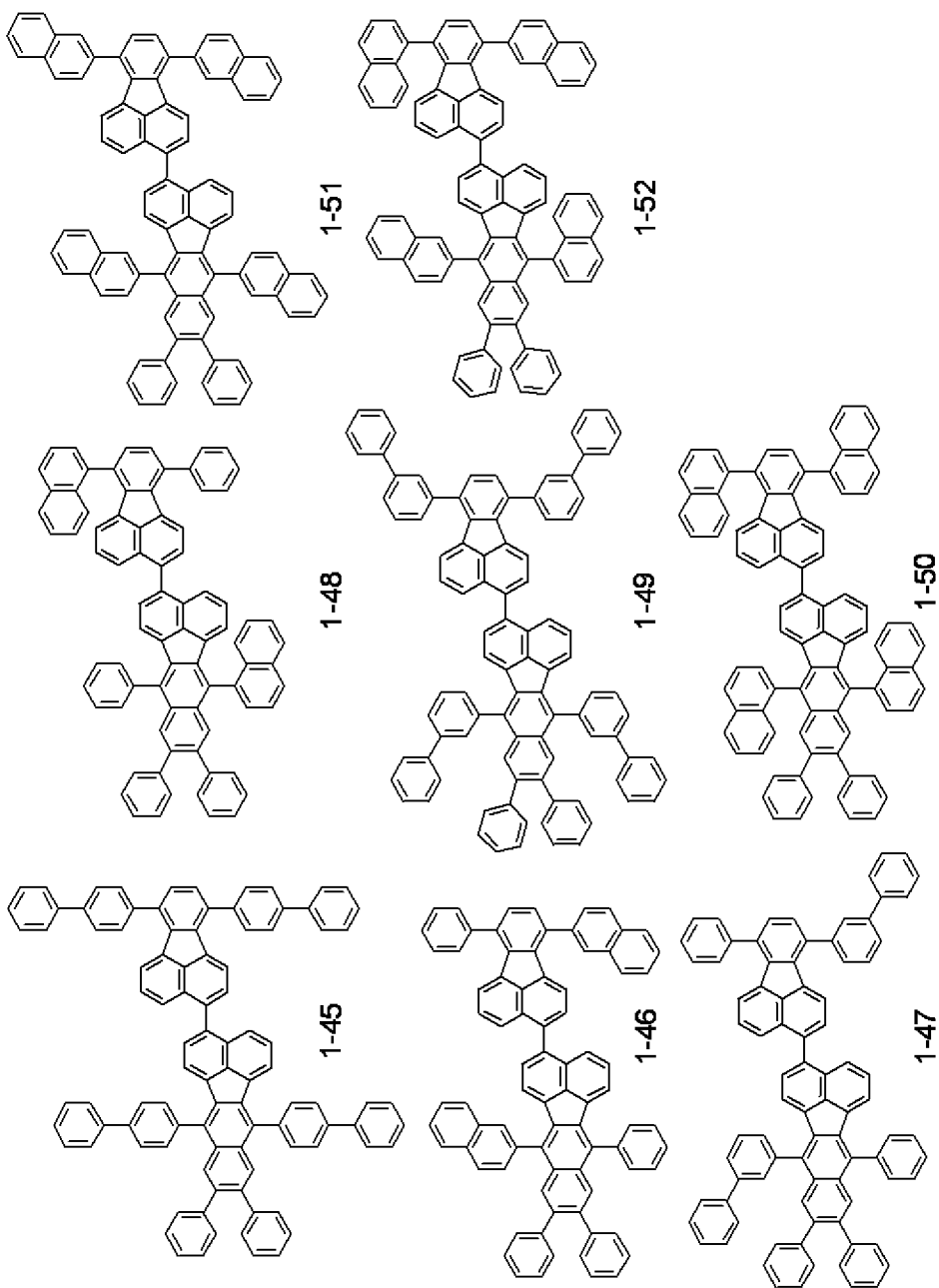
[0198] [化100]



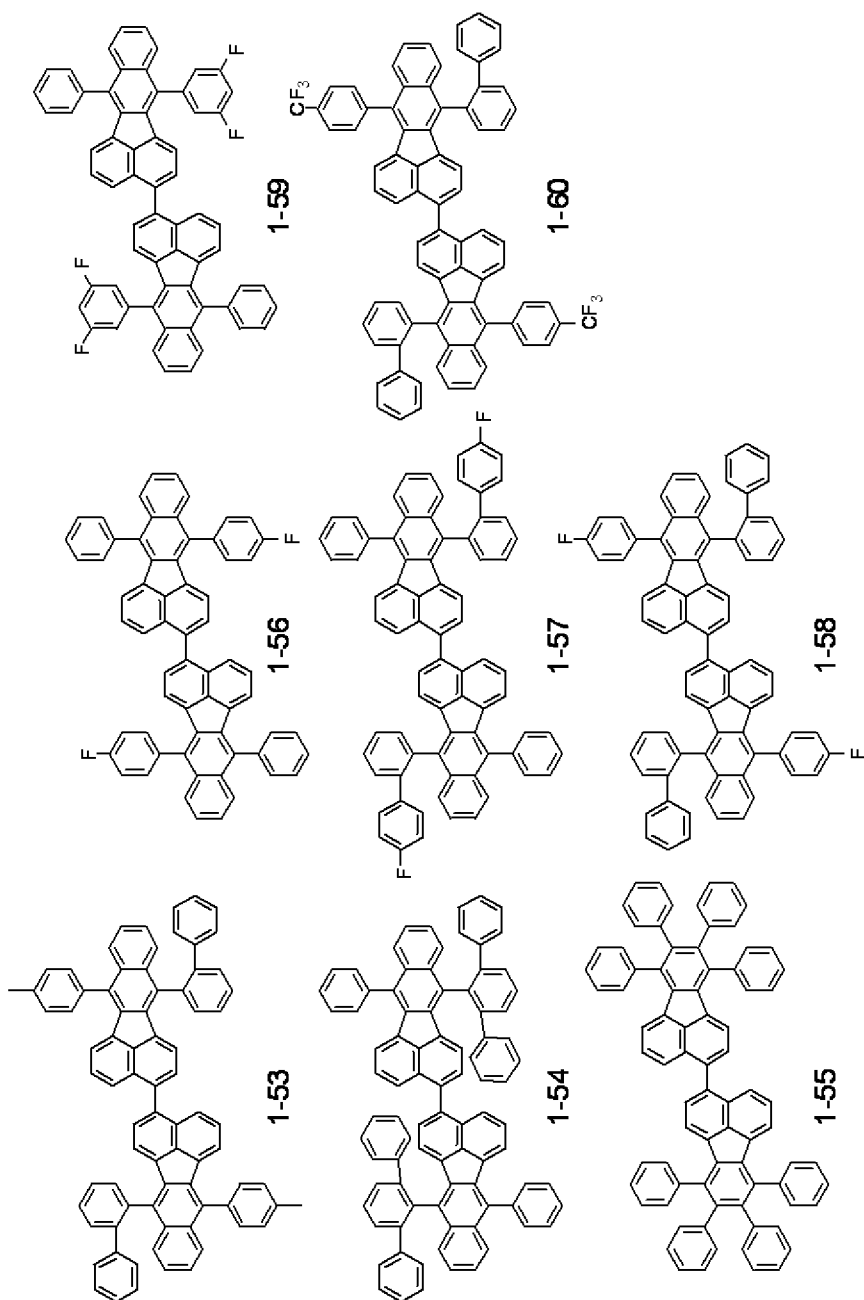
[0199] [化101]



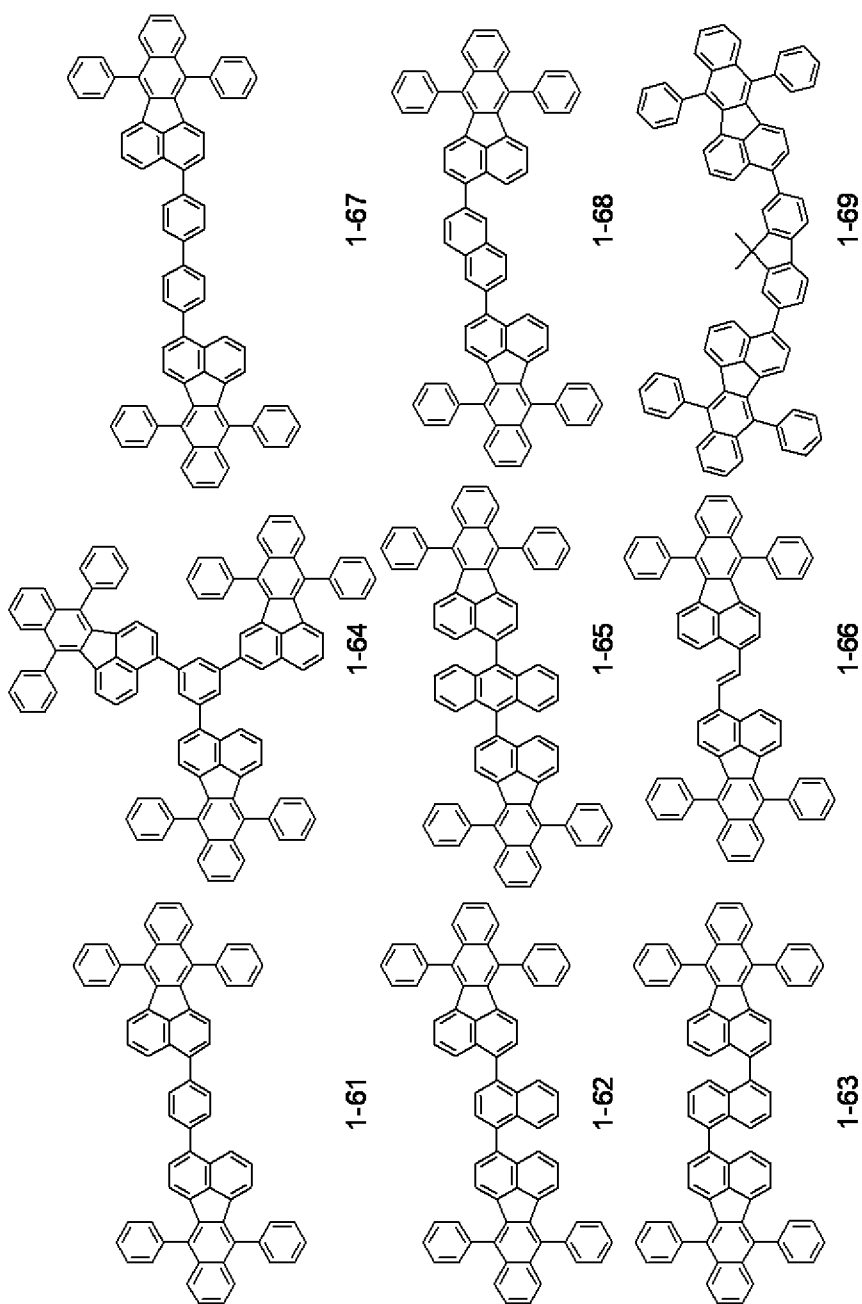
[0200] [化102]



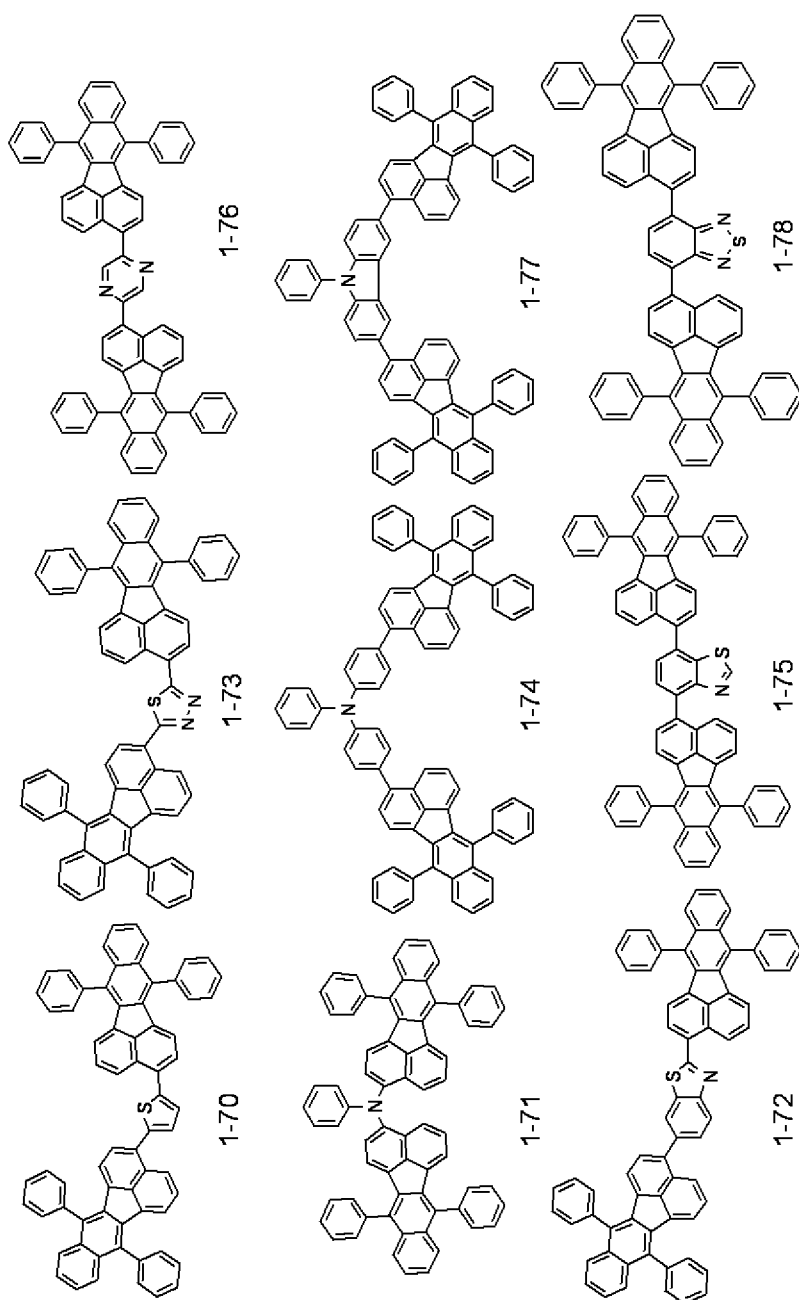
[0201] [化103]



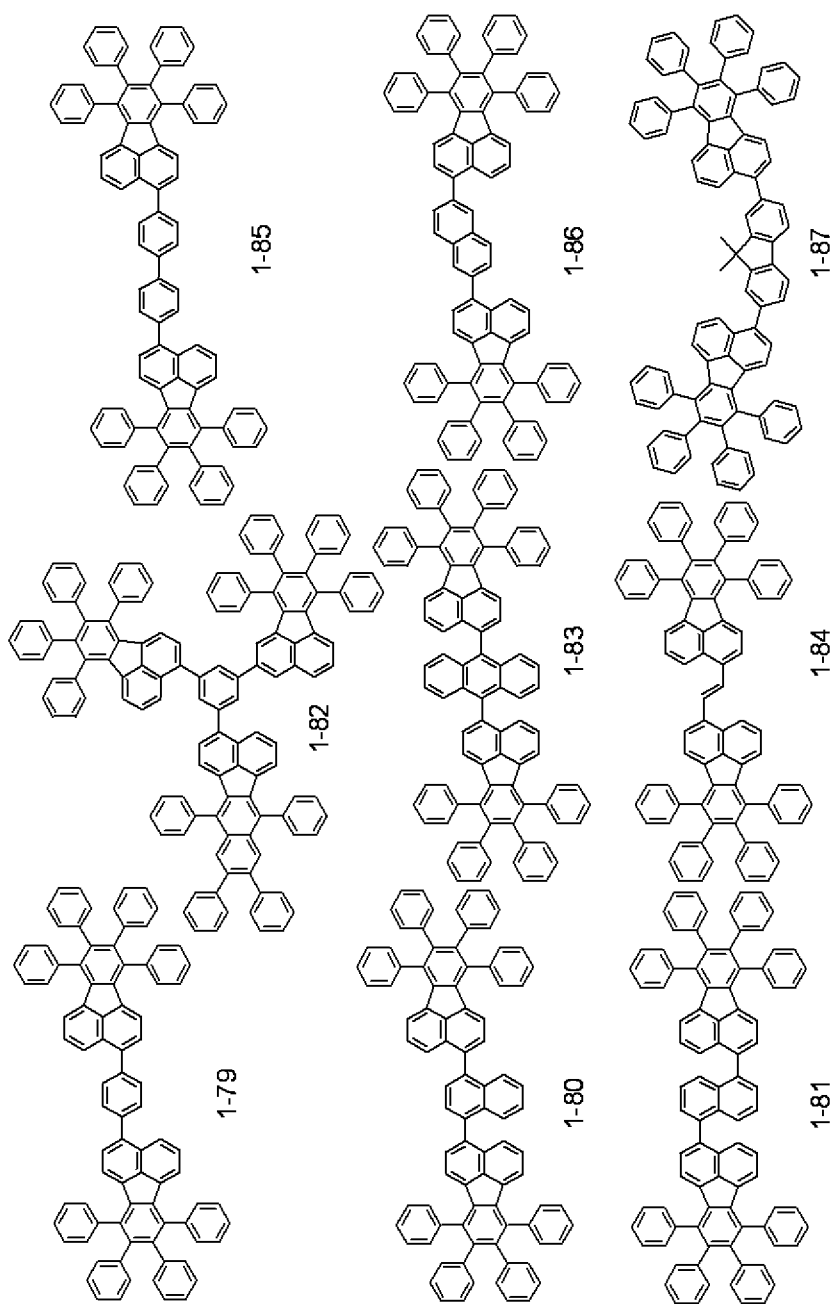
[0202] [化104]



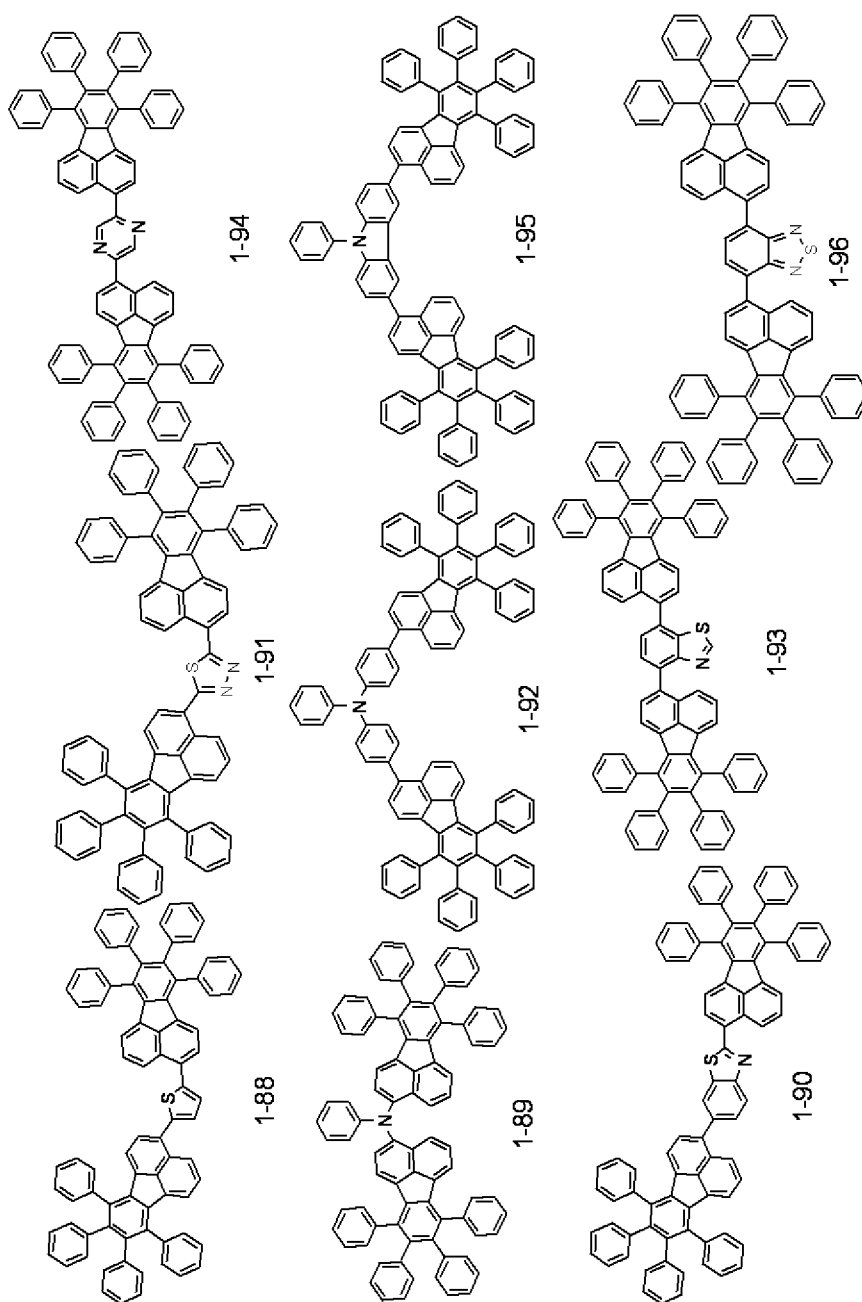
[0203] [化105]



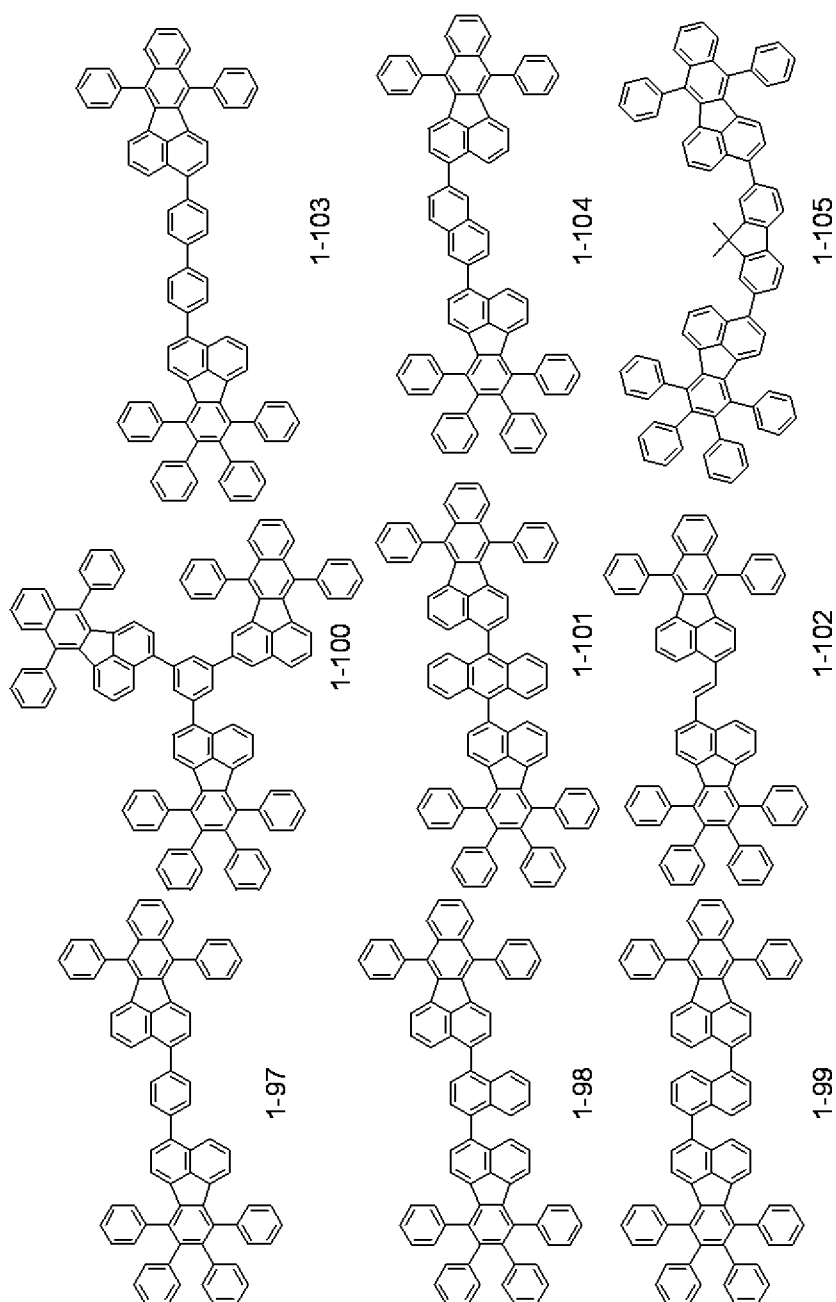
[0204] [化106]



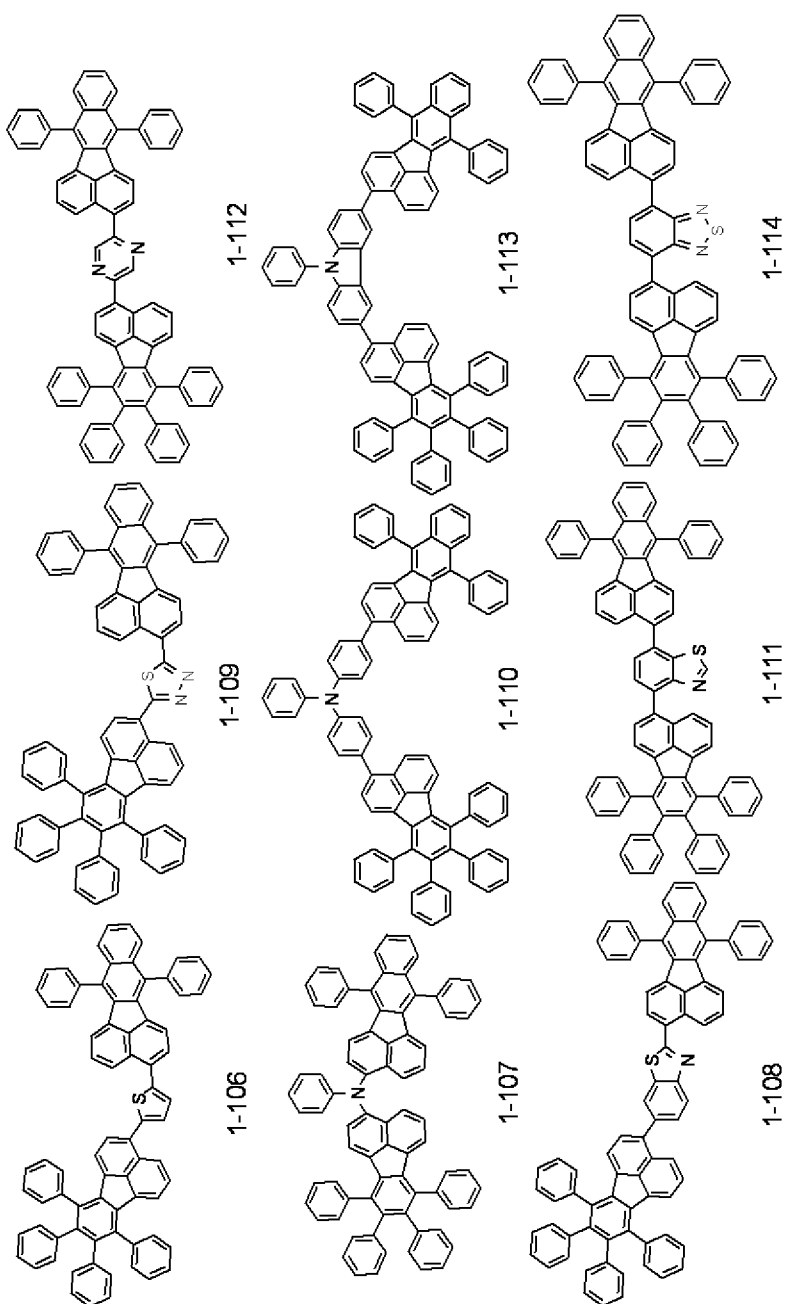
[0205] [化107]



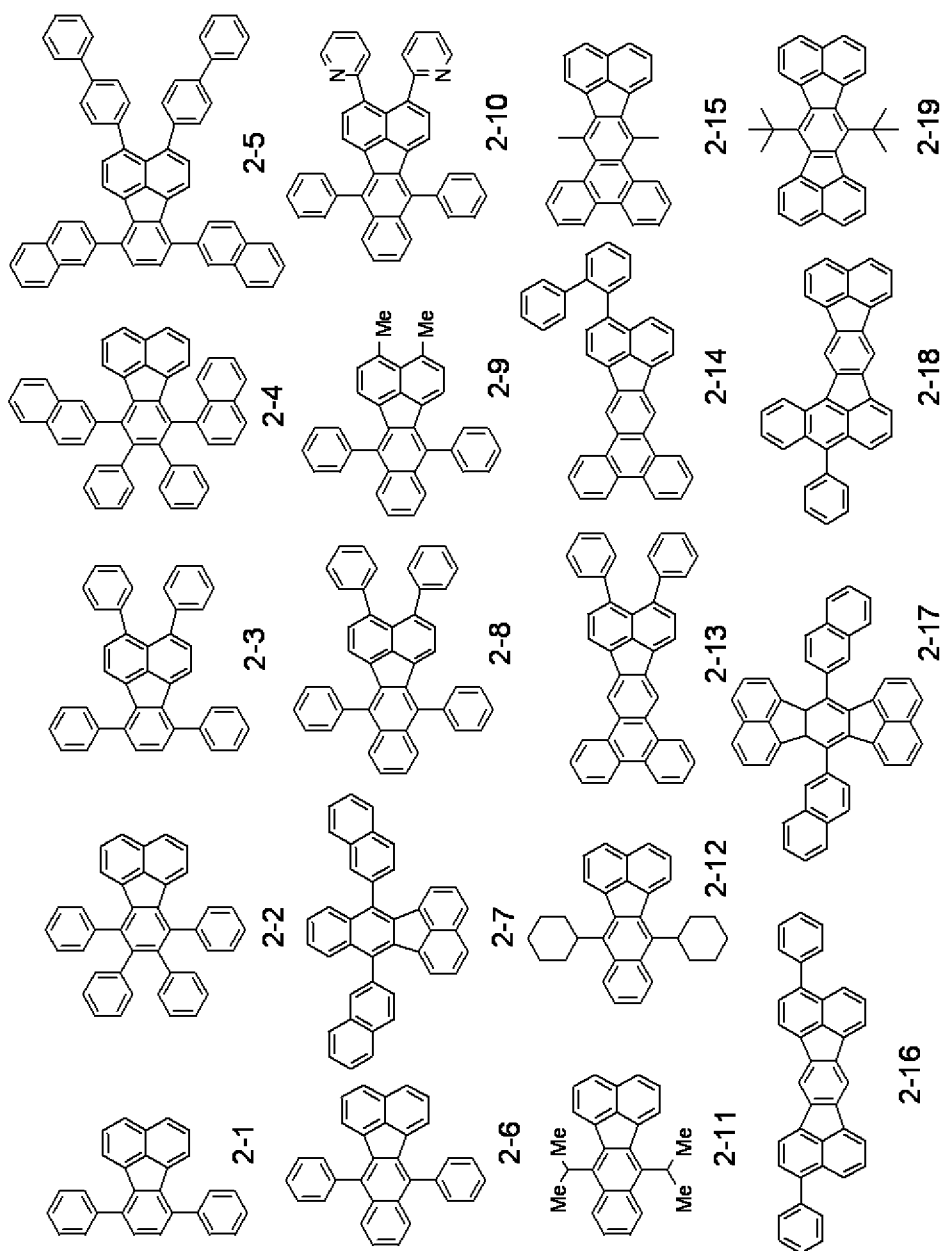
[0206] [化108]



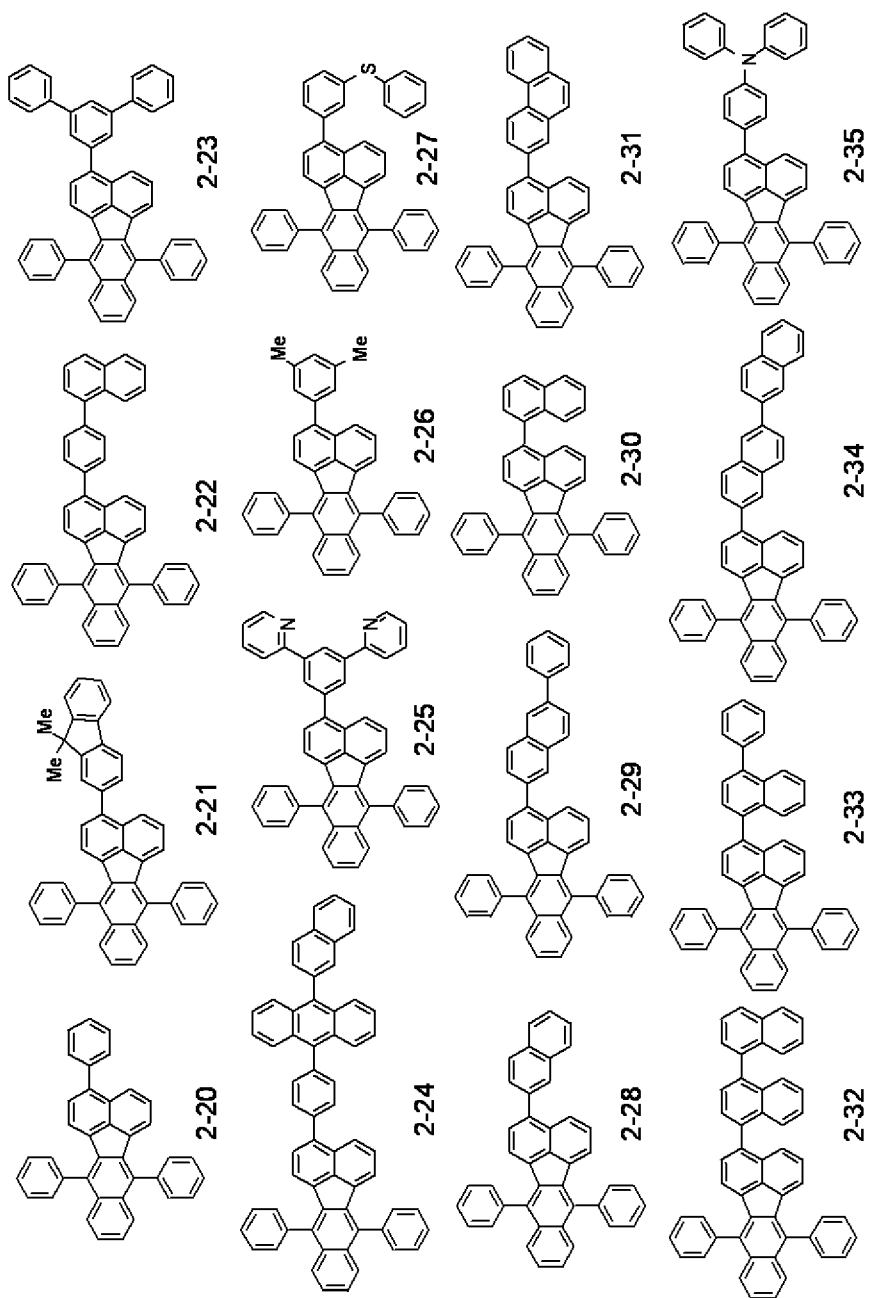
[0207] [化109]



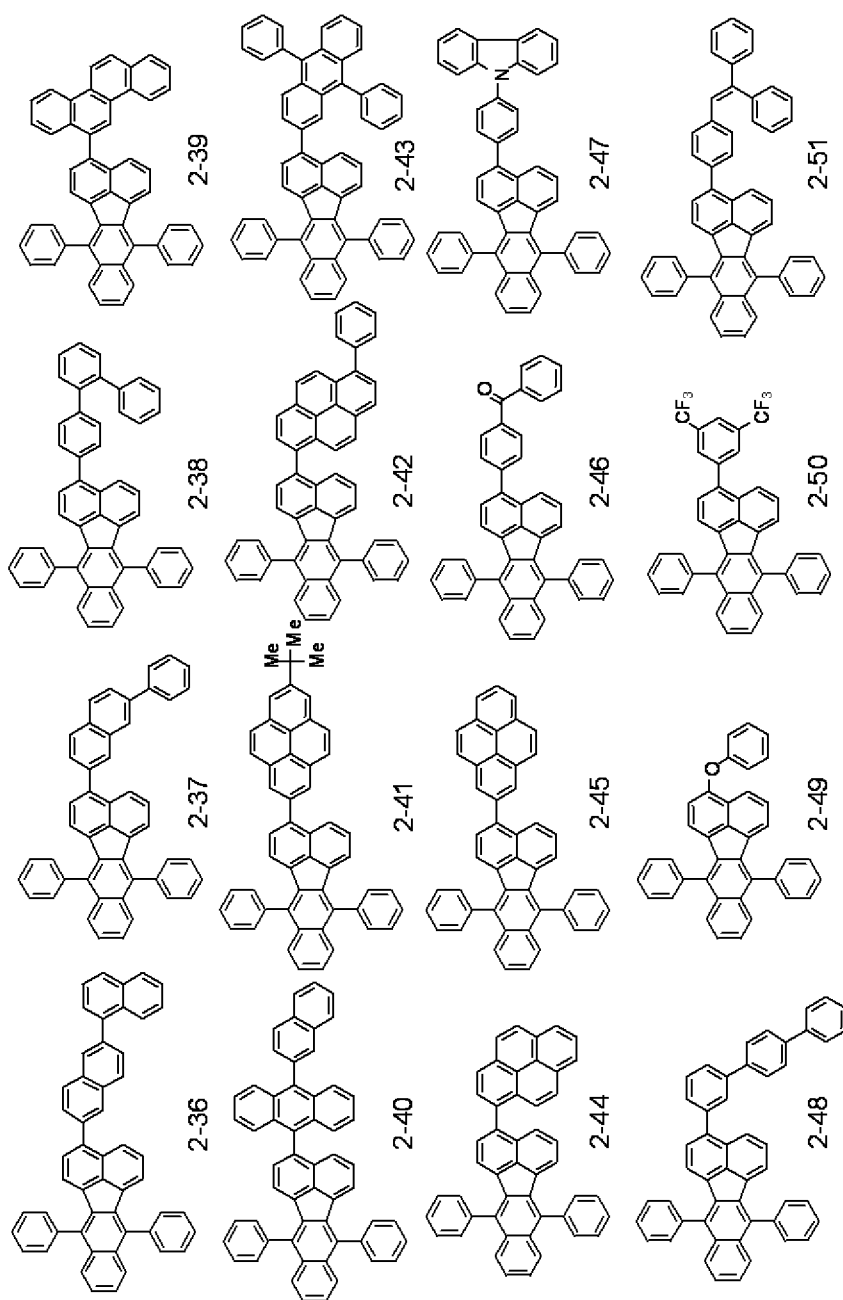
[0208] [化110]



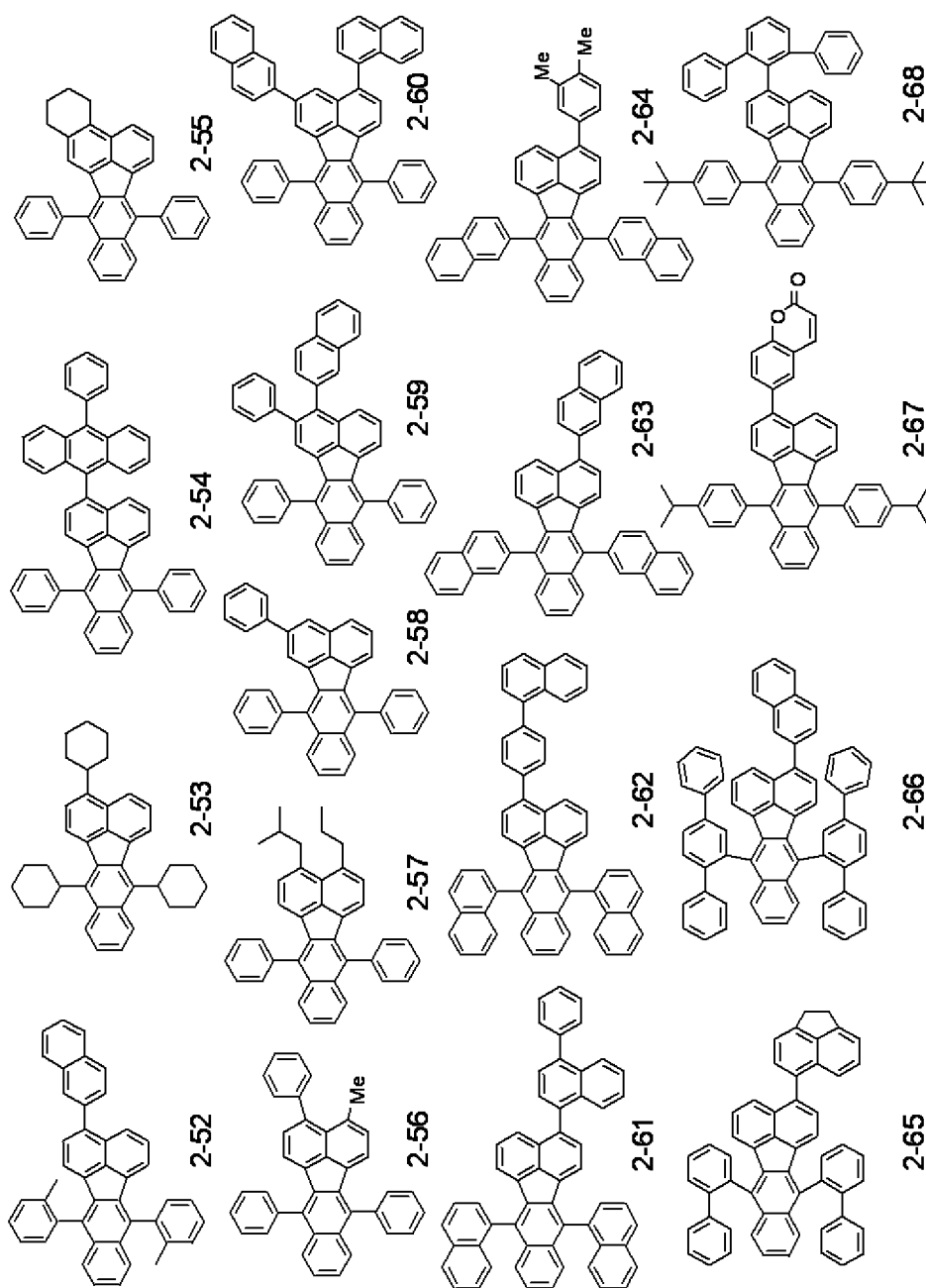
[0209] [化111]



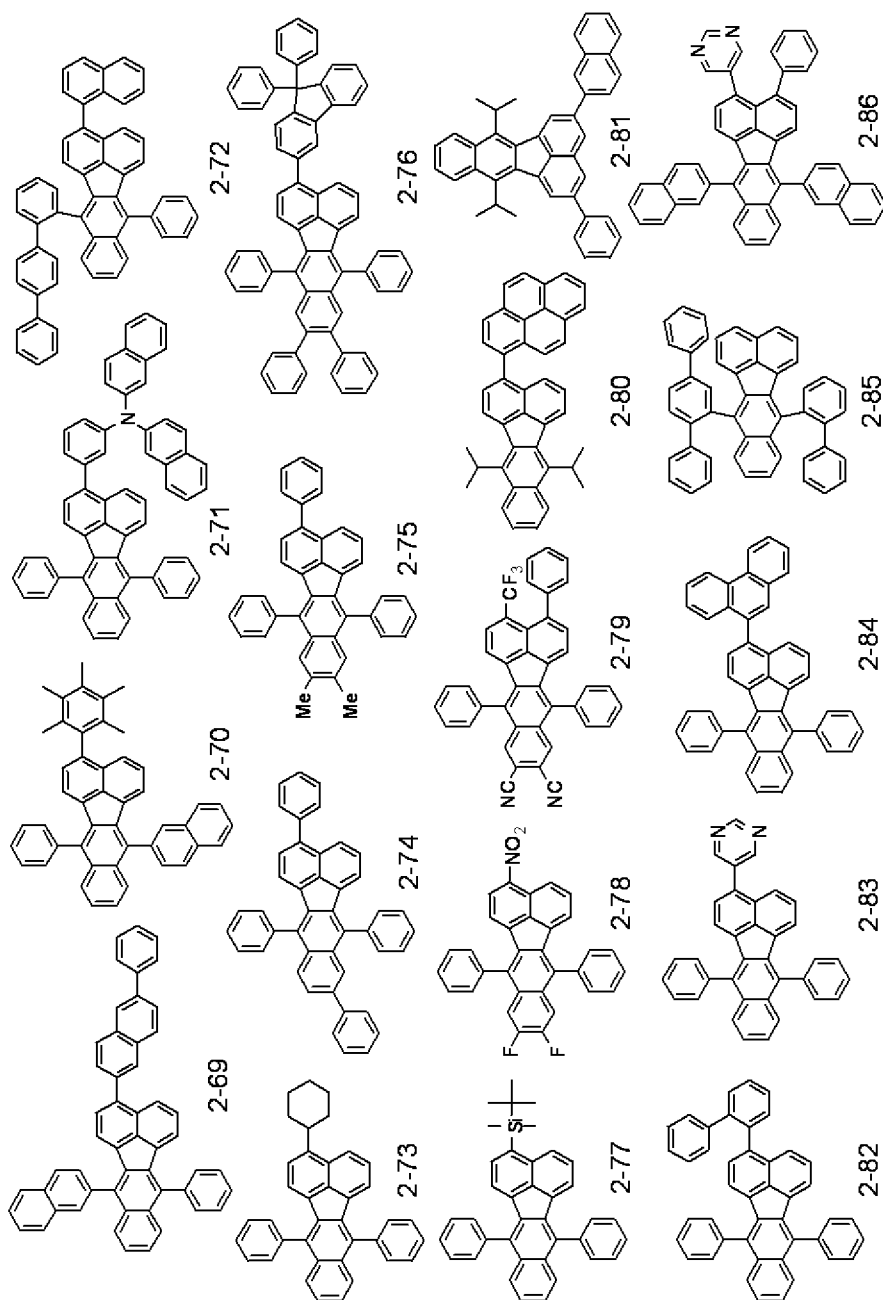
[0210] [化112]



[0211] [化113]



[0212] [化114]



[0213] なお、本発明の有機EL素子は、複数の発光層を備えていてもよい。

複数の発光層の発光波長は、それぞれ異なるものであってもよい。例えば、青赤緑の発光を示す発光層を備える構成とすれば、有機EL素子全体としては白色の発光を得ることができる。

ここで、本発明の発光層(蛍光発光層)に加えて他の発光層を追加する場合、他の発光層は、燐光ホストと燐光ドーパントとを有し、励起三重項エネルギーにより燐光発光を示す燐光発光層であってもよい。燐光発光によれば、蛍光発光と比較して高効

率に発光を得ることができる。

[0214] また、燐光発光層を設ける場合、蛍光発光層のホストから燐光ドーパントへの励起三重項エネルギー移動により、燐光発光を得る構成としてもよい。

この場合、電荷の再結合は蛍光発光層のみで発生し、燐光発光層ではエネルギー移動により発光が得られる。そこで、燐光発光層によって電荷がトラップされ、蛍光発光層への電荷注入量が減少することを防止するため、燐光ドーパントは、燐光ホストに対して質量比で10%以下であることが好ましく、5%以下であることがより好ましい。

ここで、蛍光発光層の膜厚は、燐光発光層の膜厚よりも薄くすることが好ましい。

蛍光発光層は、ホストで生成された励起三重項エネルギーを燐光発光層に移動させるために薄いことが好ましく、その一方、燐光発光層は蛍光発光層から拡散してくる三重項エネルギーを受け止める必要があるため厚みをもっていることが好ましいからである。このような態様において、蛍光発光層の膜厚は、3~20nmの範囲にあることが好ましく、更に好ましくは5~15nmの範囲である。一方、燐光発光層の膜厚は、5~30nmの範囲にあることが好ましく、更に好ましくは5~20nmの範囲である。また、燐光発光層同士が直接積層される態様においては、その合計の厚みを燐光発光層の厚みと考えることもできる。

[0215] 蛍光発光層に対して燐光発光層が陽極側に配設されている場合には、燐光ホストの正孔移動度が大きいことが好ましい。これにより燐光発光層を抜けて励起子生成層である蛍光発光層への正孔注入を容易にでき、電荷の再結合確率を高めることができる。この場合、燐光ホストの正孔移動度は、 $1 \times 10^4 \sim 1 \times 10^6 \text{ V/cm}$ の電界強度において、 $1 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上であることが好ましい。特に、 $1 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上であることがより好ましく、 $1 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上であることがさらに好ましい。

また、蛍光発光層に対して燐光発光層が陰極側に配設されている場合には、燐光ホストの電子移動度が大きいことが好ましい。これにより燐光発光層を抜けて励起子生成層である蛍光発光層への電子注入を容易にでき、電荷の再結合確率を高めることができる。この場合、燐光ホストの電子移動度は、 $1 \times 10^4 \sim 1 \times 10^6 \text{ V/cm}$ の電界強度において、 $1 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上であることが好ましい。特に、 $1 \times 10^{-4} \text{ cm}^2$

／Vs以上であることがより好ましく、 $1 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上であることがさらに好ましい。

[0216] 本発明では、前記有機薄膜層は、前記陰極と前記発光層との間に電子注入・輸送層を有し、前記電子注入・輸送層は、含窒素複素環誘導体を含むことが好ましい。

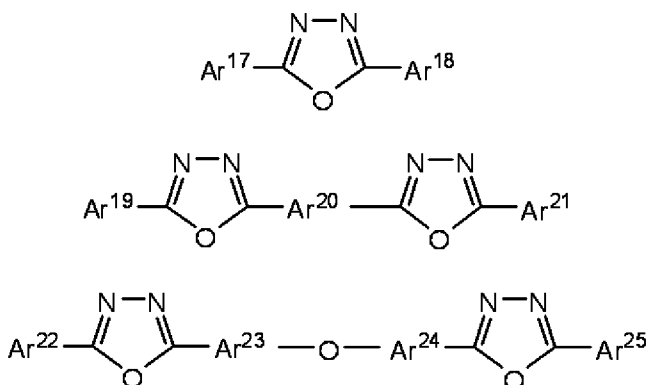
このような電子性能が高い含窒素複素環誘導体を電子注入輸送層として用いることにより、駆動電圧を低下させることができる。

特に、本発明においては、発光層(蛍光発光層および燐光発光層)が従来の蛍光発光層のホスト(例えばアントラセン誘導体)よりもワイドギャップなホストで構成されているため、電荷の注入障壁が大きくなり駆動電圧の上昇につながりやすい恐れがある。

この点、電子輸送性能の高い電子輸送層を備えることにより駆動電圧の上昇を回避することができる。

[0217] 電子注入層又は電子輸送層は、発光層への電子の注入を助ける層であって、電子移動度が大きい。電子注入層はエネルギーレベルの急な変化を緩和する等、エネルギーレベルを調整するために設ける。電子注入層又は電子輸送層に用いられる材料としては、8-ヒドロキシキノリン又はその誘導体の金属錯体、オキサジアゾール誘導体、含窒素複素環誘導体が好適である。上記8-ヒドロキシキノリン又はその誘導体の金属錯体の具体例としては、オキシシン(一般に8-キノリノール又は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、例えばトリス(8-キノリノール)アルミニウムを用いることができる。そして、オキサジアゾール誘導体としては、下記のことを挙げるができる。

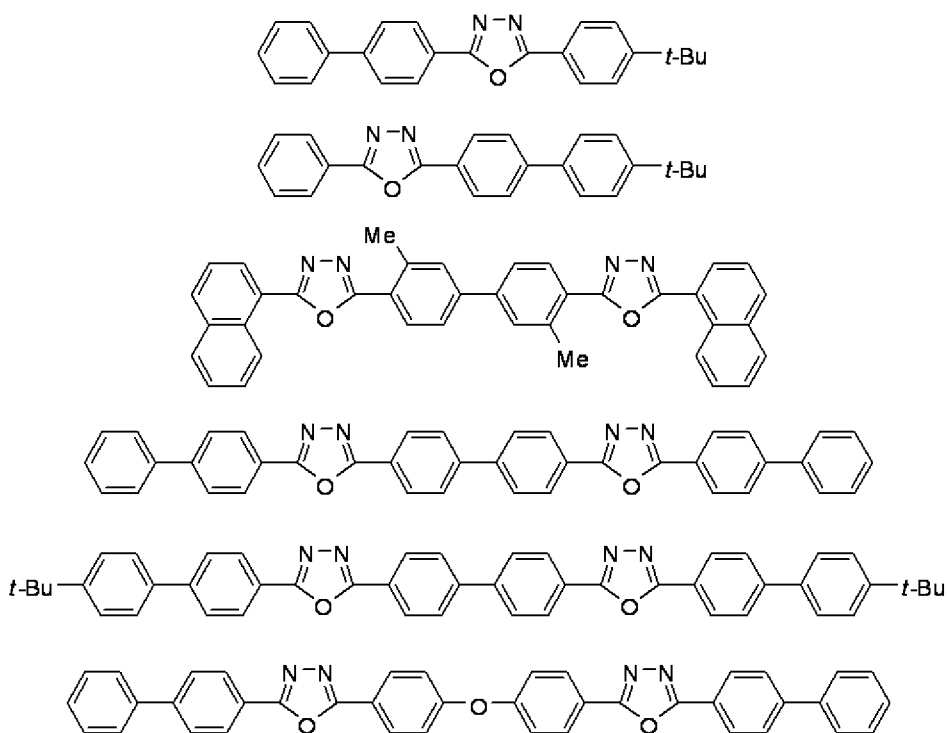
[0218] [化115]



[0219] (式中、 Ar^{17} 、 Ar^{18} 、 Ar^{19} 、 Ar^{21} 、 Ar^{22} 及び Ar^{25} は、それぞれ置換基を有する若しくは有しないアリール基を示し、 Ar^{17} と Ar^{18} 、 Ar^{19} と Ar^{21} 、 Ar^{22} と Ar^{25} は、たがいに同一でも異なってもよい。 Ar^{20} 、 Ar^{23} 及び Ar^{24} は、それぞれ置換基を有する若しくは有しないアリーレン基を示し、 Ar^{23} と Ar^{24} は、たがいに同一でも異なってもよい。)

これら一般式におけるアリール基としては、フェニル基、ビフェニル基、アントラニル基、ペリレニル基、ピレニル基などが挙げられる。また、アリーレン基としては、フェニレン基、ナフチレン基、ビフェニレン基、アントラニレン基、ペリレニレン基、ピレニレン基などが挙げられる。そして、これらへの置換基としては炭素数1～10のアルキル基、炭素数1～10のアルコキシ基またはシアノ基等が挙げられる。この電子伝達化合物は、薄膜形成性の良好なものが好ましく用いられる。そして、これら電子伝達性化合物の具体例としては、下記のものを挙げる事ができる。

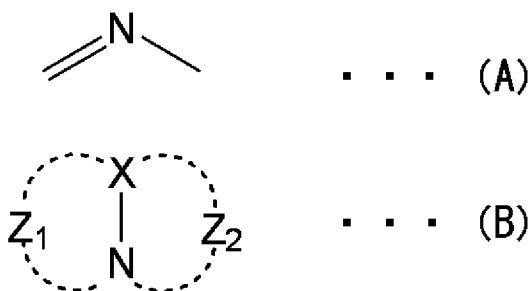
[0220] [化116]



[0221] 含窒素複素環誘導体としては、以下の一般式を有する有機化合物からなる含窒素複素環誘導体であって、金属錯体でない含窒素化合物が挙げられる。例えば、(A)に示す骨格を含有する5員環もしくは6員環や、式(B)に示す構造のものが挙げられ

る。

[0222] [化117]



[0223] (式中、Xは炭素原子もしくは窒素原子を表す。 Z_1 ならびに Z_2 は、それぞれ独立に含窒素ヘテロ環を形成可能な原子群を表す。)

[0224] (式(B)中、Xは炭素原子もしくは窒素原子を表す。 Z_1 ならびに Z_2 は、それぞれ独立に含窒素ヘテロ環を形成可能な原子群を表す。)

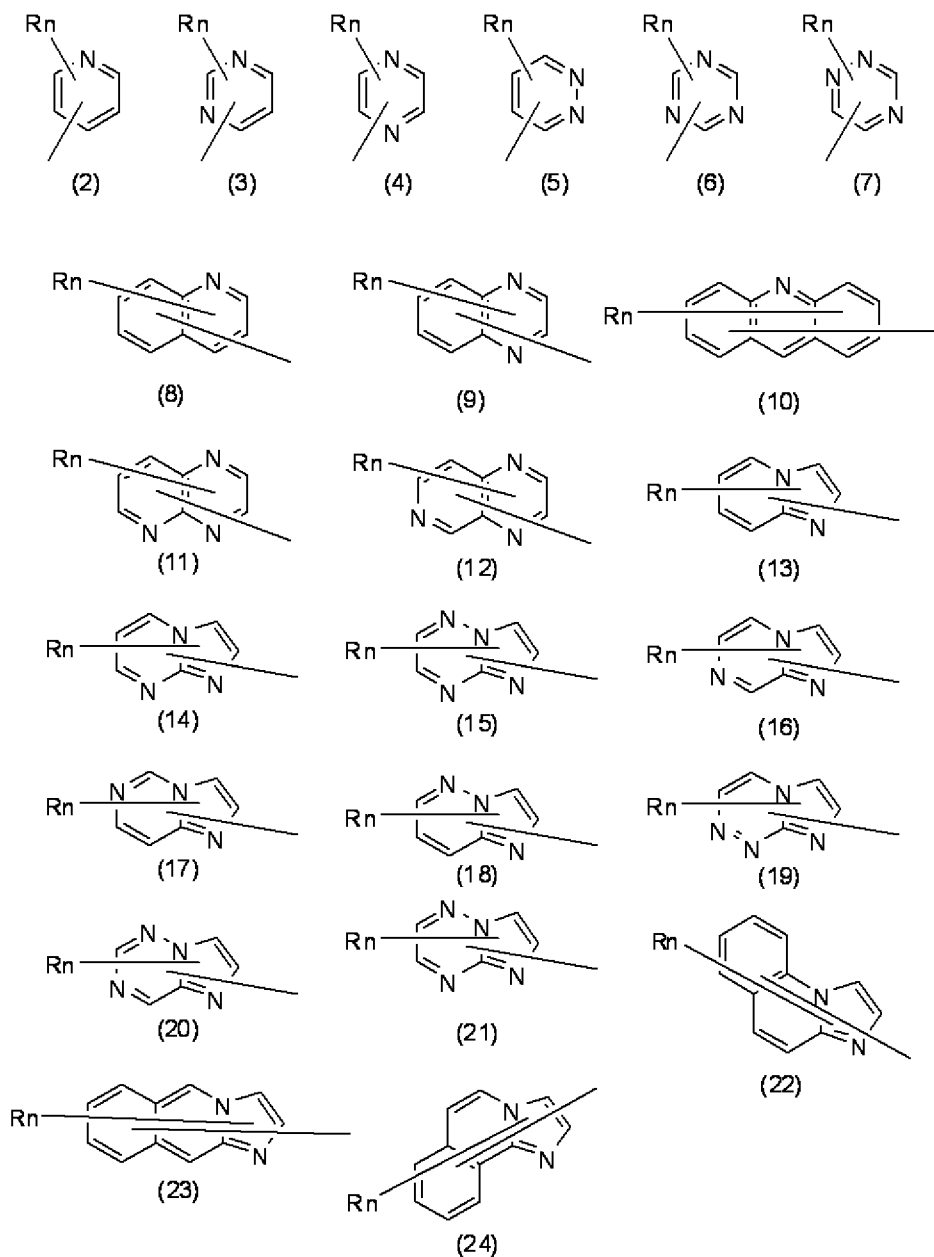
[0225] [化118]



[0226] 好ましくは、5員環もしくは6員環からなる含窒素芳香多環族を有し、窒素原子複数個の場合は隣接しない結合位に有する骨格を有する有機化合物。さらには、このような複数窒素原子を有する含窒素芳香多環族の場合は、上記(A)と(B)もしくは(A)と(C)を組み合わせた骨格を有する含窒素芳香多環有機化合物。

[0227] 含窒素有機化合物の含窒素基は、例えば、以下の一般式で表される含窒素複素環基から選択される。

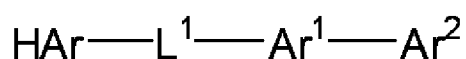
[0228] [化119]



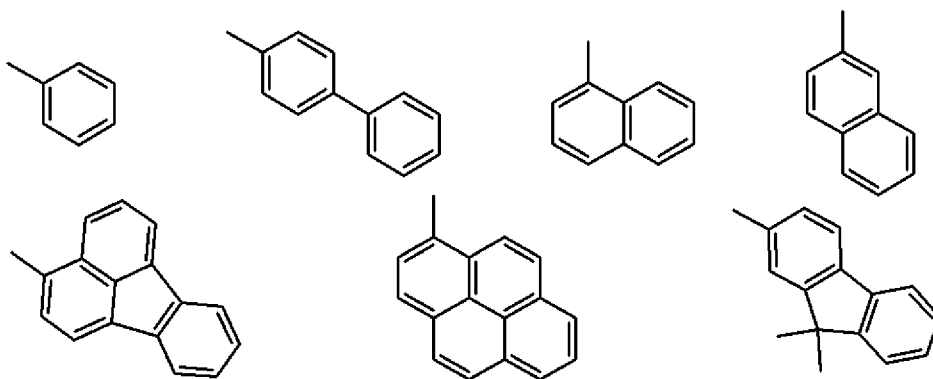
[0229] (上記式(2)から(24)中、Rは、炭素数6～40のアリール基、炭素数3～40のヘテロアリール基、炭素数1～20のアルキル基又は炭素数1～20のアルコキシ基であり、nは0～5の整数であり、nが2以上の整数であるとき、複数のRは互いに同一又は異なってもよい。)

[0230] さらに、好ましい具体的な化合物として、下記式で表される含窒素複素環誘導体が挙げられる。

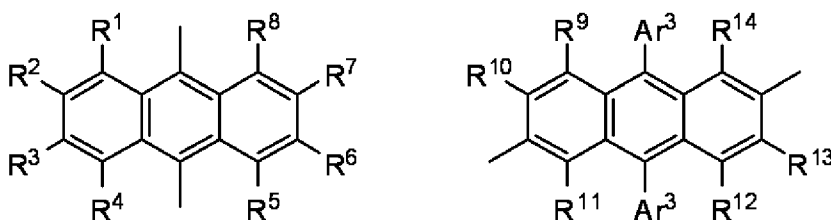
[0231] [化120]



[0238] [化123]

[0239] Ar^1 は、例えば、下記のアリールアントラニル基から選択される。

[0240] [化124]

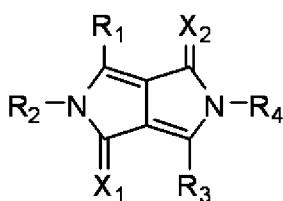


[0241] (式中、 $\text{R}^1 \sim \text{R}^{14}$ は、それぞれ独立して、水素原子、ハロゲン原子、炭素数1～20のアルキル基、炭素数1～20のアルコキシ基、炭素数6～40のアリールオキシ基、置換基を有していてもよい炭素数6～40のアリール基又は炭素数3～40のヘテロアリール基であり、 Ar^3 は、置換基を有していてもよい炭素数6～40のアリール基又は炭素数3～40のヘテロアリール基である。)

また、上記式で表される Ar^1 において、 $\text{R}^1 \sim \text{R}^8$ は、いずれも水素原子である含窒素複素環誘導体。

[0242] この他、下記の化合物(特開平9-3448号公報参照)も好適に用いられる。

[0243] [化125]

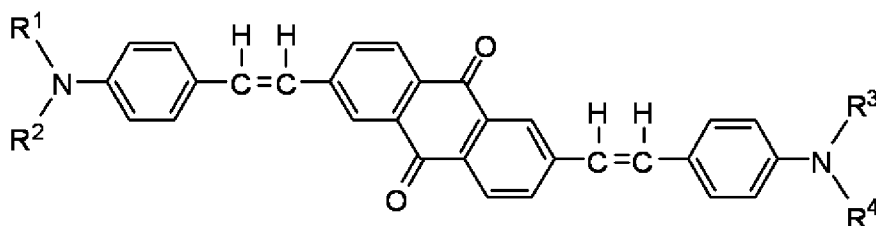


[0244] (式中、 $\text{R}_1 \sim \text{R}_4$ は、それぞれ独立に、水素原子、置換もしくは未置換の脂肪族基、置換もしくは未置換の脂肪族式環基、置換もしくは未置換の炭素環式芳香族環基、置換もしくは未置換の複素環基を表し、 X_1 、 X_2 は、それぞれ独立に、酸素原子、硫黄

原子もしくはジシアノメチレン基を表す。)

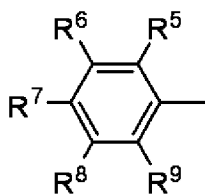
[0245] また、下記の化合物(特開2000-173774号公報参照)も好適に用いられる。

[0246] [化126]



[0247] 式中、 R^1 、 R^2 、 R^3 及び R^4 は互いに同一の又は異なる基であって、下記式で表わされるアリール基である。

[0248] [化127]



[0249] (式中、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 及び R^9 は互いに同一の又は異なる基であって、水素原子、或いはそれらの少なくとも1つが飽和または不飽和アルコキシル基、アルキル基、アミノ基又はアルキルアミノ基である。)

[0250] さらに、該含窒素複素環基もしくは含窒素複素環誘導体を含む高分子化合物であってもよい。

[0251] 電子注入層又は電子輸送層の膜厚は、特に限定されないが、好ましくは、1~100 nmである。

[0252] 本発明では、前記陰極と前記有機薄膜層との界面領域に還元性ドーパントが添加されていることが好ましい。

このような構成によれば、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。

ここで、還元性ドーパントとは、電子輸送性化合物を還元できる物質と定義される。したがって、一定の還元性を有するものであれば、様々なものが用いられ、例えば、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、アルカリ金属の酸化物、アルカリ金属のハロゲン化物、アルカリ土類金属の酸化物、アルカリ土類金属のハロゲン化物、

希土類金属の酸化物または希土類金属のハロゲン化物、アルカリ金属の有機錯体、アルカリ土類金属の有機錯体、希土類金属の有機錯体からなる群から選択される少なくとも一つの物質を好適に使用することができる。

[0253] また、より具体的に、好ましい還元性ドーパントとしては、Li(仕事関数:2.9eV)、Na(仕事関数:2.36eV)、K(仕事関数:2.28eV)、Rb(仕事関数:2.16eV)およびCs(仕事関数:1.95eV)からなる群から選択される少なくとも1つのアルカリ金属や、Ca(仕事関数:2.9eV)、Sr(仕事関数:2.0~2.5eV)、およびBa(仕事関数:2.52eV)からなる群から選択される少なくとも1つのアルカリ土類金属が挙げられる。仕事関数が2.9eV以下のものが特に好ましい。これらのうち、より好ましい還元性ドーパントは、K、RbおよびCsからなる群から選択される少なくとも1つのアルカリ金属であり、さらに好ましくは、RbまたはCsであり、最も好ましいのは、Csである。これらのアルカリ金属は、特に還元能力が高く、電子注入域への比較的少量の添加により、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。また、仕事関数が2.9eV以下の還元性ドーパントとして、これら2種以上のアルカリ金属の組み合わせも好ましく、特に、Csを含んだ組み合わせ、例えば、CsとNa、CsとK、CsとRbあるいはCsとNaとKとの組み合わせであることが好ましい。Csを組み合わせることで含むことにより、還元能力を効率的に発揮することができ、電子注入域への添加により、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。

[0254] エネルギーギャップが大きいホスト材料を用いて発光層を形成した場合、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る場合があり、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。

このような場合、発光層に、正孔注入・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。

[0255] 電荷注入補助剤としては、例えば、一般的な正孔注入・輸送材料等が利用できる。

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)、ピラゾリン誘導体及びピラズロン誘導体(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)等を挙げることができる。

[0256] 正孔注入性の材料としては上記のものを挙げることができるが、ポルフィリン化合物(特開昭63-295695号公報等の開示のもの)、芳香族第三級アミン化合物及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61-29558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。

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、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(以下MTDATAと略記する)等を挙げることができる。

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の材料として好適に用いることができる。

[0257] 正孔注入・輸送材料は、正孔注入層及び正孔輸送層に利用されるものである。

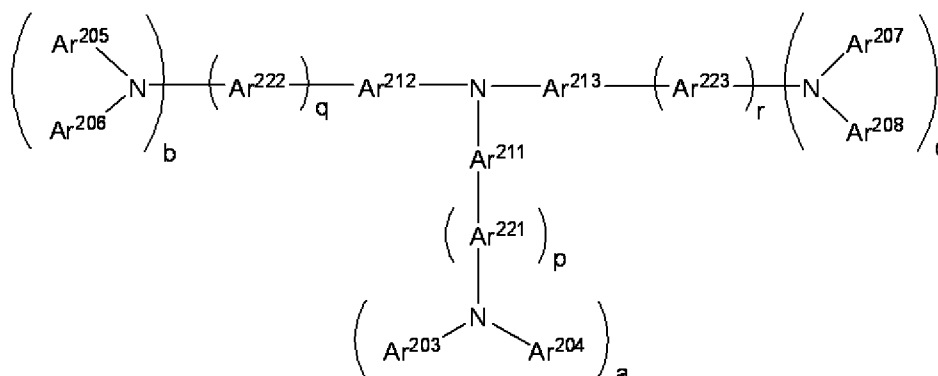
正孔注入層及び正孔輸送層は、発光層への正孔注入を助け、発光領域まで輸送する層であって、正孔移動度が大きく、イオン化エネルギーが通常5.5eV以下と小さい。このような正孔注入層及び正孔輸送層の材料としてはより低い電界強度で正孔を発光層に輸送する材料が好ましく、さらに正孔の移動度が、例えば $10^4 \sim 10^6 \text{ V/cm}$ の電界印加時に、 $10^{-4} \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{秒}$ 以上であるのが好ましい。

正孔注入・輸送材料としては、特に制限はなく、従来、光導伝材料において正孔の電荷輸送材料として慣用されているものや、有機EL素子の正孔注入層及び正孔輸送層に使用されている公知のものの中から任意のものを選択して用いることができる。

[0258] 正孔注入・輸送材料として、例えば、下記式で表される芳香族アミン誘導体が使用

できる。

[0259] [化128]



[0260] (式中、 $\text{Ar}^{211} \sim \text{Ar}^{213}$ および $\text{Ar}^{221} \sim \text{Ar}^{223}$ はそれぞれ置換もしくは無置換の核炭素数6～50のアリーレン基又は置換もしくは無置換の核原子数5～50のヘテロアリーレン基であり、 $\text{Ar}^{203} \sim \text{Ar}^{208}$ はそれぞれ置換もしくは無置換の核炭素数6～50のアリール基又は置換もしくは無置換の核原子数5～50のヘテロアリール基である。a～c及びp～rはそれぞれ0～3の整数である。 Ar^{203} と Ar^{204} 、 Ar^{205} と Ar^{206} 、 Ar^{207} と Ar^{208} はそれぞれ互いに連結して飽和もしくは不飽和の環を形成してもよい。)

[0261] 置換もしくは無置換の核炭素数6～50のアリール基の具体例としては、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、p-テルフェニル-4-イル基、p-テルフェニル-3-イル基、p-テルフェニル-2-イル基、m-テルフェニル-4-イル基、m-テルフェニル-3-イル基、m-テルフェニル-2-イル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-t-ブチルフェニル基、p-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、4"-t-ブチル-p-テルフェニル4-イル基が挙げられる。

[0262] 置換もしくは無置換の核炭素数6～50のアリーレン基の具体例としては、上記アリール基から1個の水素原子を除いて得られる基が挙げられる。

[0263] 置換もしくは無置換の核原子数5～50のヘテロアリアル基の具体例としては、1-ピロリル基、2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジニル基、2-ピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、1-インドリル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、2-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキサリニル基、5-キノキサリニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、9-カルバゾリル基、1-フェナントリジニル基、2-フェナントリジニル基、3-フェナントリジニル基、4-フェナントリジニル基、6-フェナントリジニル基、7-フェナントリジニル基、8-フェナントリジニル基、9-フェナントリジニル基、10-フェナントリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1, 7-フェナントロリン-2-イル基、1, 7-フェナントロリン-3-イル基、1, 7-フェナントロリン-4-イル基、1, 7-フェナントロリン-5-イル基、1, 7-フェナントロリン-6-イル基、1, 7-フェナントロリン-8-イル基、1, 7-フェナントロリン-9-イル基、1, 7-フェナントロリン-10-イル基、1, 8-フェナントロリン-2-イル基、1, 8-フェナントロリン-3-イル基、1, 8-フェナントロリン-4-イル基、1, 8-フェナントロリン-5-イル基、1, 8-フェナントロリン-6-イル基、1, 8-フェナントロリン-7-イル基、1, 8-フェナントロリン-9-イル基、1, 8-フェナントロリン-10-イル基、1, 9-フェナントロリン-2-イル基、1, 9-フェナントロリン-3-イル基、1, 9-フェナントロリン-4-イル基、1, 9-フェナントロリン-5-イル基、1, 9-フェナントロリン-6-イル基、1, 9-フェナントロ

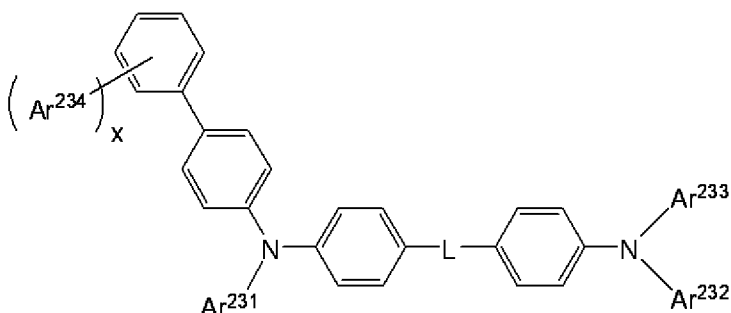
リン-7-イル基、1, 9-フェナントロリン-8-イル基、1, 9-フェナントロリン-10-イル基、1, 10-フェナントロリン-2-イル基、1, 10-フェナントロリン-3-イル基、1, 10-フェナントロリン-4-イル基、1, 10-フェナントロリン-5-イル基、2, 9-フェナントロリン-1-イル基、2, 9-フェナントロリン-3-イル基、2, 9-フェナントロリン-4-イル基、2, 9-フェナントロリン-5-イル基、2, 9-フェナントロリン-6-イル基、2, 9-フェナントロリン-7-イル基、2, 9-フェナントロリン-8-イル基、2, 9-フェナントロリン-10-イル基、2, 8-フェナントロリン-1-イル基、2, 8-フェナントロリン-3-イル基、2, 8-フェナントロリン-4-イル基、2, 8-フェナントロリン-5-イル基、2, 8-フェナントロリン-6-イル基、2, 8-フェナントロリン-7-イル基、2, 8-フェナントロリン-9-イル基、2, 8-フェナントロリン-10-イル基、2, 7-フェナントロリン-1-イル基、2, 7-フェナントロリン-3-イル基、2, 7-フェナントロリン-4-イル基、2, 7-フェナントロリン-5-イル基、2, 7-フェナントロリン-6-イル基、2, 7-フェナントロリン-8-イル基、2, 7-フェナントロリン-9-イル基、2, 7-フェナントロリン-10-イル基、1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、10-フェノチアジニル基、1-フェノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、10-フェノキサジニル基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-メチルピロールー1-イル基、2-メチルピロールー3-イル基、2-メチルピロールー4-イル基、2-メチルピロールー5-イル基、3-メチルピロールー1-イル基、3-メチルピロールー2-イル基、3-メチルピロールー4-イル基、3-メチルピロールー5-イル基、2-*t*-ブチルピロールー4-イル基、3-(2-フェニルプロピル)ピロールー1-イル基、2-メチル-1-インドリル基、4-メチル-1-インドリル基、2-メチル-3-インドリル基、4-メチル-3-インドリル基、2-*t*-ブチル-1-インドリル基、4-*t*-ブチル-1-インドリル基、2-*t*-ブチル-3-インドリル基、4-*t*-ブチル-3-インドリル基が挙げられる。

[0264] 置換もしくは無置換の核炭素数6~50のヘテロアリーレン基の具体例としては、上

記ヘテロアリール基から1個の水素原子を除いて得られる基が挙げられる。

[0265] さらに、正孔注入層及び正孔輸送層は下記式で表される化合物を含んでいてもよい。

[0266] [化129]

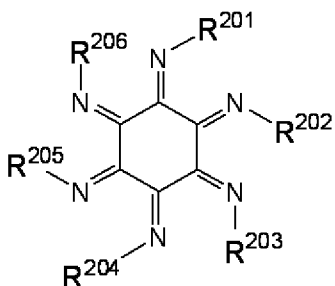


[0267] (式中、 $\text{Ar}^{231} \sim \text{Ar}^{234}$ はそれぞれ置換もしくは無置換の核炭素数6～50のアリール基又は置換もしくは無置換の核原子数5～50のヘテロアリール基である。Lは連結基であり、単結合、もしくは置換もしくは無置換の核炭素数6～50のアリーレン基又は置換もしくは無置換の核原子数5～50のヘテロアリーレン基である。xは0～5の整数である。)

Ar^{232} と Ar^{233} は互いに連結して飽和もしくは不飽和の環を形成してもよい。ここで置換もしくは無置換の核炭素数6～50のアリール基およびアリーレン基、及び置換もしくは無置換の核原子数5～50のヘテロアリール基およびヘテロアリーレン基の具体例としては、前記と同様のものがあげられる。

[0268] この他に下記式で表される含窒素複素環誘導体も用いることができる。

[0269] [化130]

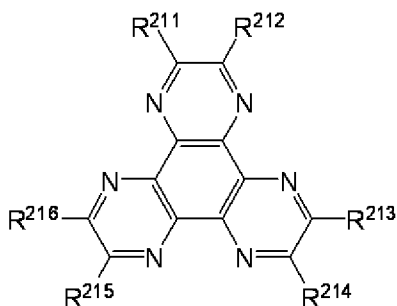


[0270] 式中、 $\text{R}^{201} \sim \text{R}^{206}$ はそれぞれ置換もしくは無置換の炭素数1～50のアルキル基、置換もしくは無置換の核炭素数6～50のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数7～50のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数5～50の複素環基のいずれ

かを示す。 R^{201} と R^{202} 、 R^{203} と R^{204} 、 R^{205} と R^{206} 、 R^{201} と R^{206} 、 R^{202} と R^{203} 、又は R^{204} と R^{205} は縮合環を形成してもよい。

[0271] さらに、下記式の化合物も用いることができる。

[0272] [化131]

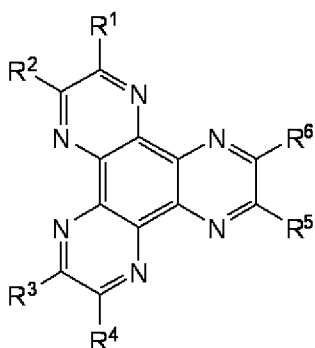


[0273] $R^{211} \sim R^{216}$ は置換基、好ましくはそれぞれシアノ基、ニトロ基、スルホニル基、カルボニル基、トリフルオロメチル基、ハロゲン等の電子吸引基である。

[0274] また、p型Si、p型SiC等の無機化合物も正孔注入層及び正孔輸送層の材料として使用することができる。

[0275] 下記式の化合物も正孔注入層として好適である。

[0276] [化132]



[0277] 式中、 $R_1 \sim R_6$ は、ハロゲン、シアノ基、ニトロ基、アルキル基、トリフルオロメチル基を示し、それぞれ同一であっても異なってもよい。なお、 $R_1 \sim R_6$ は、シアノ基であることが好ましい。

[0278] 正孔注入層及び正孔輸送層は上述した化合物を、真空蒸着法、スピコート法、キャスト法、LB法等の公知の方法により薄膜化することにより形成することができる。

正孔注入層及び正孔輸送層の膜厚は特に制限はないが、通常は5nm～5μmである。正孔注入層及び正孔輸送層は上述した材料の一種又は二種以上からなる一

層で構成されてもよいし、異なる化合物からなる複数の正孔注入層及び正孔輸送層を積層したものであってもよい。

[0279] 本発明において、有機EL素子の陽極は、正孔を正孔輸送層または発光層に注入する役割を担うものであり、4.5eV以上の仕事関数を有することが効果的である。本発明に用いられる陽極材料の具体例としては、酸化インジウム錫合金(ITO)、酸化錫(NESA)、金、銀、白金、銅等が適用できる。また陰極としては、電子注入層または発光層に電子を注入する目的で、仕事関数の小さい材料が好ましい。陰極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－銀合金等が使用できる。

[0280] 本発明の有機EL素子の各層の形成方法は特に限定されない。従来公知の真空蒸着法、スピンコーティング法等による形成方法を用いることができる。本発明の有機EL素子に用いる、前述の化合物を含有する有機薄膜層は、真空蒸着法、分子線蒸着法(MBE法)あるいは溶媒に解かした溶液のディッピング法、スピンコーティング法、キャストリング法、バーコート法、ロールコート法等の塗布法による公知の方法で形成することができる。

本発明の有機EL素子の各有機層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。

[0281] 有機EL素子は、透光性の基板上に作製する。ここでいう透光性基板は有機EL素子を支持する基板であり、400～700nm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、アクリル、ポリエチレンテレフタレート、ポ

リエーテルサルファイド、ポリサルフォン等を挙げることができる。

図面の簡単な説明

[0282] [図1]本実施形態の有機EL素子の構成を示す図。

[図2]発光層中の各材料のエネルギー関係を示す図。

符号の説明

- [0283]
- 1 有機EL素子
 - 2 基板
 - 3 陽極
 - 4 陰極
 - 5 発光層
 - 6 正孔注入・輸送層
 - 7 電子注入・輸送層

発明を実施するための最良の形態

[0284] 以下、本発明の好ましい実施形態について説明する。

[0285] [有機EL素子]

本実施形態の有機EL素子1は、例えば、図1に示すように、透明基板2上に設けられた陽極3と、陰極4と、陽極3と陰極4との間に設けられた発光層5と、を備える。

発光層5は、ホストと、ドーパントと、アシストドーパントと、を含む。

また、発光層5と陽極3との間に正孔注入・輸送層6等、発光層5と陰極4との間に電子注入・輸送層7等を備えていてもよい。

さらに、発光層5の陽極3側に電子ブロック層を、発光層5の陰極4側に正孔ブロック層を、それぞれ設けてもよい。これにより、電子や正孔を発光層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。

[0286] 図2は、発光層中の各材料のエネルギー関係を示す図である。

本発明の発光層中のホスト、ドーパント、アシストドーパントのエネルギーギャップおよびエネルギー準位について説明する(図2参照)。

エネルギーギャップとしては、ワイドギャップな順に並べると、ホスト、アシストドーパント、ドーパントの順である。

その一方、アフィニティ準位の小さい順に並べると、ホスト、ドーパント、アシストドーパントの順である。

このような発光層の構成において、発光層に電荷(正孔、電子)が注入されると、正孔はホストまたはアシストドーパントに注入される一方、電子は主にホストに注入される。また、一部の電子はアシストドーパントに注入されることもあるが、ホストより濃度が低くアシストドーパントよりアフィニティ準位の低いドーパントには電子が注入されにくい。

[0287] ここで、本発明においては短波長の青色発光を所望であることから、このようなワイドギャップな発光ドーパントとして式(20)で表されるアミン化合物としている。これにより短波長の青色発光が得られる。

その一方、このアミン化合物に電子が直接に注入されると、分子劣化が進み寿命が短くなりやすいという問題がある。

ここで、アミン化合物ドーパントに直接に電子が注入されない構成とするために、アフィニティ準位がドーパントよりも高い化合物をホストとして利用することが考えられる。

これにより、電子はアフィニティ準位が高いホストに注入されるため、アミン化合物ドーパントの寿命を延ばすことができる。

アミン化合物に対してこのような条件を満たす材料としてはフルオランテン化合物が挙げられる。

しかしながら、フルオランテン化合物は濃度が高すぎると、会合して2量体、3量体を形成しやすい。すると π 結合の共有が長くなってエネルギーギャップが小さくなってしまい、ホストとして十分に機能せず、発光効率が非常に小さくなる。さらには、2量体フルオランテンからの発光も生じてしまい、色純度が悪くなるという問題が生じる。

そこで、本発明では、アミン化合物よりも大きなエネルギーギャップを有する材料をホスト材料として発光層を形成し、この発光層に、アミン化合物を発光ドーパントとしてドーブし、さらに、フルオランテン化合物をアシストドーパントとしてドーブすることとした。

この構成により、電子は、主にはホストに注入され、一部がアシストドーパントである

フルオランテン化合物に注入される。そして、アミン化合物ドーパントには電子が注入されにくいので、アミン化合物の劣化を防止して長寿命とすることができる。

また、フルオランテンの濃度が低いのでフルオランテン化合物の会合を防止できる。さらに、アシストドーパントのエネルギーギャップが大きいので、ホストのみならずアシストドーパントにおいて生成した励起エネルギーによっても、ドーパントであるアミン化合物を励起することができる。

これにより、短波長の青色でありながら極めて長寿命の有機EL素子を実現するという画期的な効果を奏する。

[0288] ここで、ホストに対するドーパントのドーブ濃度は特に限定されるものではないが、0.5%～10%程度とすることが例として挙げられる。

また、ホストに対するアシストドーパントのドーブ濃度は特に限定されるものではないが、例えば、0.5%～20%とすることができ。このアシストドーパントのドーブ濃度としては、会合を防止できる程度の濃度の低さであればよく、通常の発光ドーパントで用いられるドーブ濃度よりも高くてもよい。

実施例

[0289] 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。

なお、下の表2には、各材料の物性値を記載したところ、これら物性値は次のように測定した。

三重項エネルギーギャップ E_g は、燐光発光スペクトルに基づいて規定した。

すなわち、各材料をEPA溶媒(容積比でジエチルエーテル:イソペンタン:エタノール=5:5:2)に $10\ \mu\text{mol/L}$ で溶解し、燐光測定用試料とする。

そして、燐光測定用試料を石英セルに入れ、77Kに冷却し、励起光を照射し、放射される燐光の波長を測定する。

得られた燐光スペクトルの短波長側の立ちあがりに対して接線を引き、この接線とベースラインとの交点の波長値をエネルギーに換算した値を三重項エネルギーギャップ $E_g(T)$ とする。

なお、測定には市販の測定装置F-4500(日立製)を用いた。

[0290] ここで、アフィニティ準位 E_a (電子親和力)とは、材料の分子に電子を一つ与えた時に放出または吸収されるエネルギーをいい、放出の場合は正、吸収の場合は負と定義する。

アフィニティ準位 E_a は、イオン化ポテンシャル I_p と光学エネルギーギャップ $E_g(S)$ とにより次のように規定する。

$$A_f = I_p - E_g(S)$$

ここで、イオン化ポテンシャル I_p は、各材料の化合物から電子を取り去ってイオン化するために要するエネルギーを意味し、例えば、紫外線光電子分光分析装置 (AC-3、理研(株)計器)で測定した値である。

光学エネルギーギャップ $E_g(S)$ は、伝導レベルと価電子レベルとの差をいい、例えば、各材料のトルエン希薄溶液の吸収スペクトルの長波長側接線とベースラインとの交点の波長値をエネルギーに換算して求めた。

[0291] [実施例1]

25mm×75mm×1.1mm厚のITO透明電極付きガラス基板(ジオマテック社製)を、イソプロピルアルコール中で5分間、超音波洗浄した後、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、透明電極を覆うようにして厚さ55nmの4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル膜(以下「NPD膜」と略記する。)を抵抗加熱蒸着により成膜した。このNPD膜は正孔注入・輸送層として機能する。

次に、NPD膜上に、赤色燐光ホストとして、CBPを抵抗加熱蒸着により厚さ5nmで成膜した。同時に赤色の燐光ドーパントとして、下記の化合物(PD)を、CBPに対し質量比で5%になるように蒸着した。この膜は、赤色燐光発光層として機能する。

続いて、この赤色燐光発光層上に、緑色燐光ホストとして、CBPを抵抗加熱蒸着により厚さ10nmで成膜した。同時に緑色の燐光ドーパントとして、 Ir(ppy)_3 を、CBPに対し質量比で5%になるように蒸着した。この膜は、緑色燐光発光層として機能する。

次に、この緑色燐光発光層上に、蛍光ホストとして、CBPを抵抗加熱蒸着により厚

さ10nmで成膜した。同時に青色の蛍光ドーパントとして、下記の化合物(BD1)を、CBPに対し質量比で5%になるように蒸着した。また、同時にアシストドーパントとして下記の化合物(AD1)を、CBPに対し質量比で2%になるように蒸着した。この膜は、蛍光発光層として機能する。

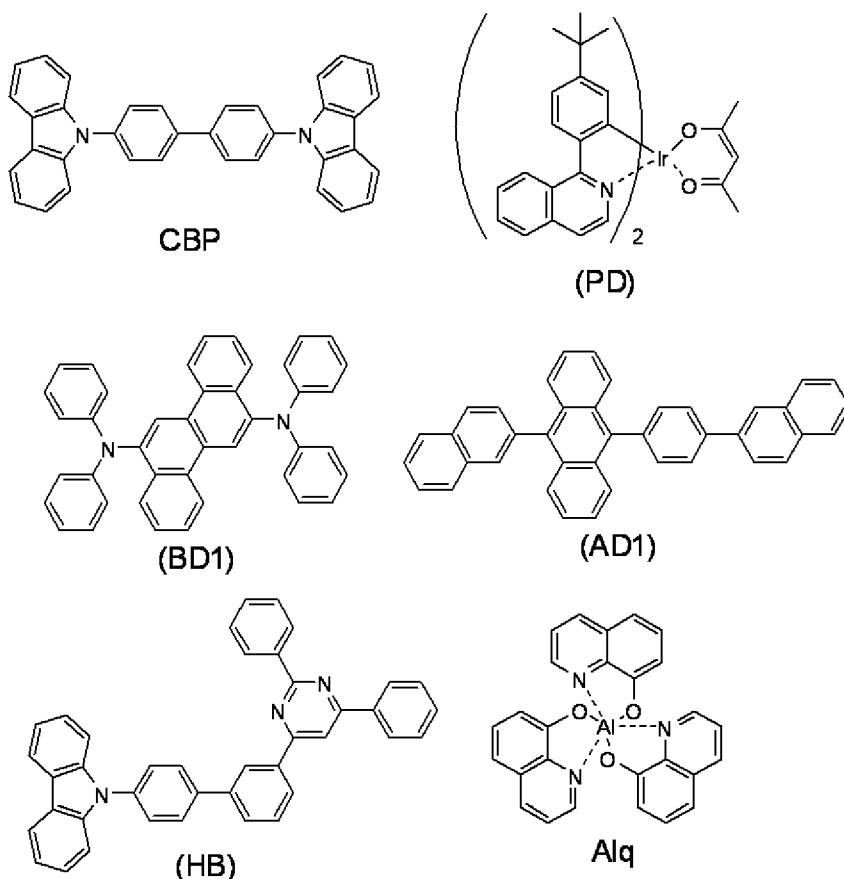
赤色燐光発光層、緑色燐光発光層および蛍光発光層は、全体として白色の発光を示す発光層として機能する。

この蛍光発光層上に、下記の化合物(HB)を膜厚10nmで成膜した。これは、正孔ブロック層として機能する。

さらに、この膜上に膜厚30nmのトリス(8-キノリノール)アルミニウム(Alq)錯体を成膜した。これは、電子注入層として機能する。

この後、LiFを0.5nmで成膜した。このLiF膜上に金属Alを150nm蒸着させて金属陰極を形成し、有機EL発光素子を形成した。

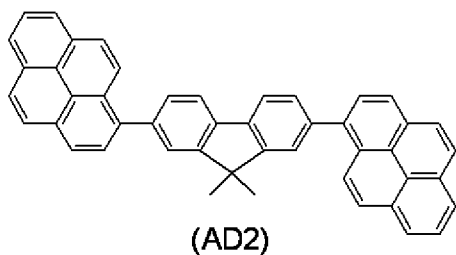
[0292] [化133]



[0293] [実施例2]

化合物(AD1)の代わりに下記の化合物(AD2)をアシストドーパントとした以外は、実施例1と同様にして有機EL素子を作製した。

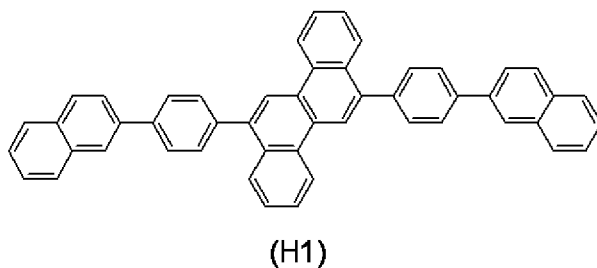
[0294] [化134]



[0295] [実施例3]

CBPの代わりに下記の化合物(H1)を赤色燐光ホストとした以外は、実施例2と同様にして有機EL素子を作製した。

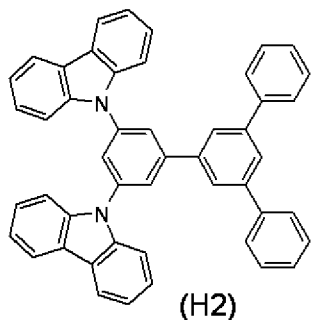
[0296] [化135]



[0297] [実施例4]

CBPの代わりに下記の化合物(H2)を蛍光ホストとした以外は、実施例3と同様にして有機EL素子を作製した。

[0298] [化136]

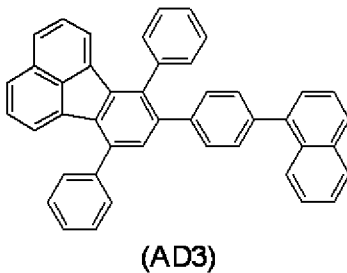


[0299] [実施例5]

NPD膜上に、CBPの代わりに化合物(H1)を蛍光ホストとし、化合物(AD2)の代わりに下記の化合物(AD3)をアシストドーパントとした蛍光発光層を設け、この蛍光

発光層上に赤色燐光発光層を設けて、緑色燐光発光層を省略した以外は、実施例3と同様にして有機EL素子を作製した。

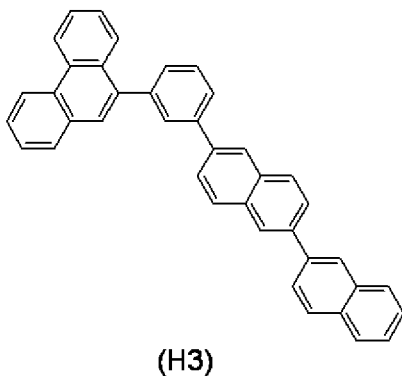
[0300] [化137]



[0301] [実施例6]

化合物(H1)の代わりに下記の化合物(H3)を蛍光ホストとした以外は、実施例5と同様にして有機EL素子を作製した。

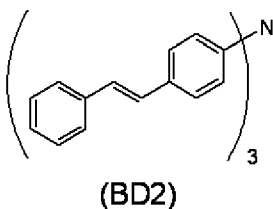
[0302] [化138]



[0303] [実施例7]

化合物(BD)の代わりに下記の化合物(BD2)を蛍光ドーパントとし、化合物(AD3)の代わりに化合物(H1)をアシストドーパントとし、赤色燐光発光層上に、化合物(H2)を緑色燐光ホストとしIr(ppy)₃を緑色燐光ドーパントとする緑色燐光発光層を設けた以外は、実施例6と同様にして有機EL素子を作製した。

[0304] [化139]



[0305] [実施例8]

化合物(BD1)の代わりに化合物(BD2)を蛍光ホストとした以外は、実施例13と同

様にして有機EL素子を作製した。

[0308] [実施例15]

実施例1と同様に、透明電極の上にNPD膜を成膜して正孔注入・輸送層を形成した。

そして、NPD膜上には赤色燐光発光層として下記式(FH)で表される化合物を抵抗加熱蒸着により厚さ10nmで成膜した。同時に赤色の燐光ドーパントとして、上記化合物(PD)を、化合物(FH)に対して質量比で2%になるように蒸着した。

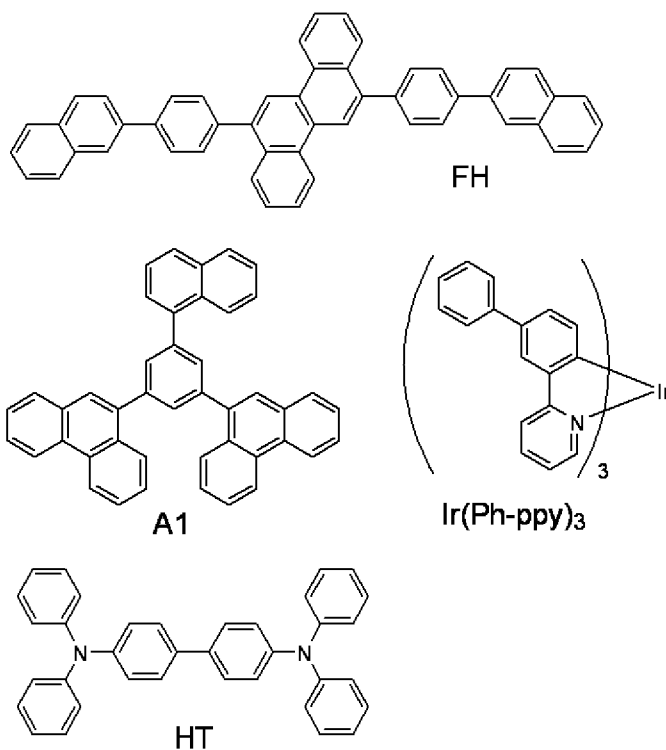
続いて、赤色燐光発光層上に、緑色燐光発光層として下記式(A1)で表される化合物を抵抗加熱蒸着により厚さ5nmで成膜した。同時に緑色の燐光ドーパントとして下記式で表される化合物 Ir(Ph-ppy)_3 を、化合物(A1)に対して質量比で5%になるように蒸着した。

次に、緑色燐光発光層上に、下記式(HT)で表される化合物をキャリアブロッキング層として厚さ5nmで成膜した。

続いて、キャリアブロッキング層上に、蛍光発光層として、化合物(A1)を抵抗加熱蒸着により厚さ10nmで成膜した。同時に青色の蛍光ドーパントとして、上記化合物(AD3)を、化合物(A1)に対して質量比で2%になるように蒸着した。また、同時にアシストドーパントとして上記化合物(AD1)を、化合物(A1)に対して質量比で10%になるように蒸着した。

蛍光発光層の上には、電子注入層として上記化合物(E)を成膜し、LiFを0.5nmで成膜した。このLiF膜上に金属Alを150nm蒸着させて金属陰極を形成し、有機EL発光素子を形成した。

[0309] [化141]



[0310] [比較例1]

蛍光発光層にアシストドーパントを含まない構成とした以外は、実施例1と同様にして有機EL素子を作製した。

[比較例2]

CBPの代わりにTBADN(テーブチルアントラセンジナフチル)を蛍光ホストとした以外は、比較例1と同様にして有機EL素子を作製した。

[比較例3]

蛍光発光層にアシストドーパントを含まない構成とした以外は、実施例5と同様にして有機EL素子を作製した。

[0311] [比較例4]

蛍光発光層にアシストドーパントを含まない構成とした以外は、実施例6と同様にして有機EL素子を作製した。

[比較例5]

蛍光発光層にアシストドーパントを含まない構成とした以外は、実施例10と同様にして有機EL素子を作製した。

[比較例6]

蛍光発光層にアシストドーパントを含まない構成とした以外は、実施例11と同様にして有機EL素子を作製した。

[0312] [有機EL素子の評価]

以上のように作製した有機EL素子を、 $1\text{mA}/\text{cm}^2$ の直流電流により発光させ、発光色度と、輝度(L)と、電圧と、を測定した。これを基に、外部量子効率(EQE、%)を求めた。また、初期輝度 $1000\text{cd}/\text{m}^2$ で直流の連続通電試験を行って各有機EL素子の半減寿命を測定した。

その結果を下記の表1に、また、各材料のイオン化ポテンシャル(I_p)、アフィニティ準位(E_a)、励起一重項エネルギーギャップ($E_g(S)$)、励起三重項エネルギーギャップ($E_g(T)$)を下記の表2に示す。

[0313] [表1]

	EQE (%)	半減寿命 T50@1000cd/m ² (h)	色度 (CIE表色系)	
			x	y
実施例1	5.9	4000	0.239	0.324
実施例2	8.8	3000	0.325	0.383
実施例3	8.5	4000	0.331	0.359
実施例4	8.8	4200	0.321	0.396
実施例5	15.5	1500	0.358	0.172
実施例6	15.0	1450	0.362	0.197
実施例7	14.0	800	0.359	0.398
実施例8	14.0	800	0.359	0.398
実施例9	15.7	1600	0.352	0.188
実施例10	3.1	1000	0.141	0.157
実施例11	4.6	6000	0.147	0.163
実施例12	16.9	2000	0.358	0.429
実施例13	17.3	2500	0.352	0.426
実施例14	17.2	2200	0.347	0.423
実施例15	14.7	3000	0.318	0.384
比較例1	11.6	150	0.370	0.391
比較例2	4.0	600	0.156	0.183
比較例3	16.0	1200	0.388	0.180
比較例4	17.0	700	0.437	0.195
比較例5	2.5	150	0.138	0.145
比較例6	3.0	1000	0.141	0.155

[0314] [表2]

材料	Ip (eV)	Ea (eV)	Eg(S) (eV)	Eg(T) (eV)
H1	5.88	2.64	3.24	2.38
H2	5.98	2.41	3.57	2.89
H3	6.04	2.55	3.49	2.44
A1	6.00	2.70	3.30	2.60
AD1	5.92	3.00	2.92	—
AD2	5.85	2.73	3.12	—
AD3	5.87	2.88	2.99	2.22
PD	—	—	—	2.03
BD1	5.47	2.67	2.80	—
BD2	5.38	2.59	2.79	—
Ir(Ph-ppy) ₃	—	—	—	2.52
CBP	6.06	2.50	3.56	2.81

[0315] 表1から明らかなように、本発明のホスト材料を用いて構成した実施例1～14の有機EL素子は、寿命が長く効率が低い。

これに対し、蛍光発光層にアシストドーパントを含まない比較例1～6では、寿命が短い。

特に、実施例10と比較例5と比較した場合、または、実施例11と比較例6とを比較した場合に、アシストドーパントをドーパした実施例10、11では長寿命であるのに対し、アシストドーパントを有しない比較例5、6は極めて短寿命であり、本発明の優れた作用効果が実証された。

産業上の利用可能性

[0316] 本発明は、寿命が長く効率が低い有機EL素子として利用できる。

請求の範囲

- [1] 陽極と、陰極と、前記陽極と前記陰極との間に設けられた有機薄膜層と、を備えた有機EL素子であって、
- 前記有機薄膜層は、ホストと、ドーパントと、アシストドーパントと、を含む発光層を有し、
- 前記ドーパントの最低励起一重項エネルギーギャップ $E_g(S)_D$ 、前記アシストドーパントの最低励起一重項エネルギーギャップ $E_g(S)_{AD}$ は、 $E_g(S)_D < E_g(S)_{AD}$ の関係であり、
- 前記ホストの最低励起三重項エネルギーギャップは2.2eV以上であり、
- 前記アシストドーパントは、クリセン誘導体、フェナントレン誘導体、トリフェニレン誘導体、ピレン誘導体、アントラセン誘導体、フルオランテン誘導体の群から選択されることを特徴とする有機EL素子。
- [2] 陽極と、陰極と、前記陽極と前記陰極との間に設けられた有機薄膜層と、を備えた有機EL素子であって、
- 前記有機薄膜層は、ホストと、ドーパントと、アシストドーパントと、を含む発光層を有し、
- 前記ドーパントの最低励起一重項エネルギーギャップ $E_g(S)_D$ 、前記アシストドーパントの最低励起一重項エネルギーギャップ $E_g(S)_{AD}$ は、 $E_g(S)_D < E_g(S)_{AD}$ の関係であり、
- 前記ホストの最低励起三重項エネルギーギャップは2.2eV以上であり、
- 前記ホストのアフィニティ準位 Af_H 、前記ドーパントのアフィニティ準位 Af_D 、前記アシストドーパントのアフィニティ準位 Af_{AD} は、 $Af_{AD} > Af_D > Af_H$ の関係を満たすことを特徴とする有機EL素子。
- [3] 陽極と、陰極と、前記陽極と前記陰極との間に設けられた有機薄膜層と、を備えた有機EL素子であって、
- 前記有機薄膜層は、ホストと、ドーパントと、アシストドーパントと、を含む発光層を有し、

前記ドーパントの最低励起一重項エネルギーギャップ $Eg(S)_D$ 、前記アシストドーパントの最低励起一重項エネルギーギャップ $Eg(S)_{AD}$ は、 $Eg(S)_D < Eg(S)_{AD}$ の関係であり、

前記ホストの最低励起三重項エネルギーギャップは2.2eV以上であり、

前記ホストのアフィニティ準位 Af_H と前記アシストドーパントのアフィニティ準位 Af_{AD} とは、 $Af_{AD} > Af_H$ の関係を満たし、

前記アシストドーパントは、クリセン誘導体、フェナントレン誘導体、トリフェニレン誘導体、ピレン誘導体、アントラセン誘導体、フルオランテン誘導体の群から選択されることを特徴とする有機EL素子。

- [4] 陽極と、陰極と、前記陽極と前記陰極との間に設けられた有機薄膜層と、を備えた有機EL素子であって、

前記有機薄膜層は、ホストと、ドーパントと、アシストドーパントと、を含む発光層を有し、

前記ドーパントの最低励起一重項エネルギーギャップ $Eg(S)_D$ 、前記アシストドーパントの最低励起一重項エネルギーギャップ $Eg(S)_{AD}$ は、 $Eg(S)_D < Eg(S)_{AD}$ の関係であり、

前記有機発光層は前記発光層に加えて、燐光ホストと燐光ドーパントを含有する第2発光層を有し、

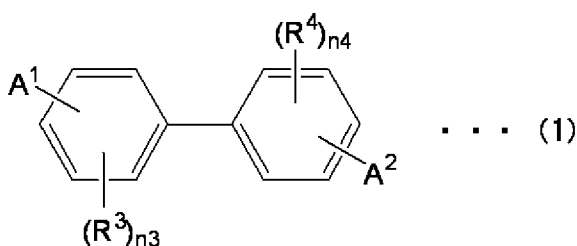
前記燐光ドーパントの最低励起三重項エネルギーギャップ $Eg(T)_{pD}$ は前記ホストの最低励起三重項エネルギーギャップ $Eg(T)_H$ 以下である

ことを特徴とする有機EL素子。

- [5] 請求項1から請求項4のいずれかに記載の有機EL素子において、

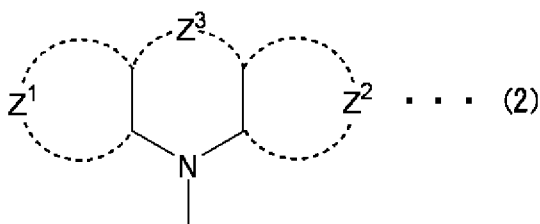
前記ホストは、下記式(1)で表される化合物であり、

[化1]



(式中、 R^3 及び R^4 は置換基を表す。 n_3 及び n_4 は0～3の整数を表す。 A^1 及び A^2 は、下記一般式(2)で表される置換基を表す。)

[化2]



(式中、 Z^1 及び Z^2 は置換基を有してもよい芳香族複素環または芳香族炭化水素環を表し、 Z^3 は2価の連結基または単なる結合手を表す。)

前記アシストドーパントは、クリセン誘導体、フェナントレン誘導体、トリフェニレン誘導体、ピレン誘導体、アントラセン誘導体、フルオランテン誘導体の群から選択されることを特徴とする有機EL素子。

[6] 請求項1から請求項4のいずれかに記載の有機EL素子において、

前記ホストは、クリセン誘導体、フェナントレン誘導体、トリフェニレン誘導体の群から選択され、

前記アシストドーパントは、ピレン誘導体、アントラセン誘導体、フルオランテン誘導体の群から選択される

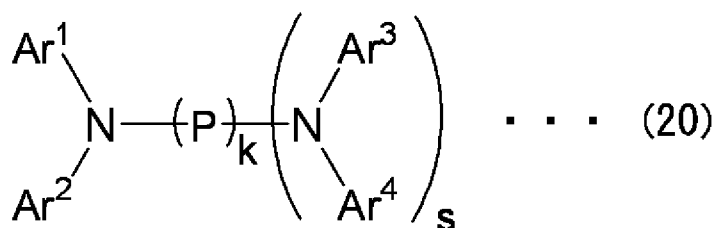
ことを特徴とする有機EL素子。

[7] 請求項1から請求項6のいずれかに記載の有機EL素子において、

前記ドーパントは、下記式(20)で表されるアミン化合物である

ことを特徴とする有機EL素子。

[化3]



(式(20)中、Pは、置換もしくは無置換の核炭素数6～40の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の核原子数3～40の複素環基、又は置換もしくは無置換のスチリ

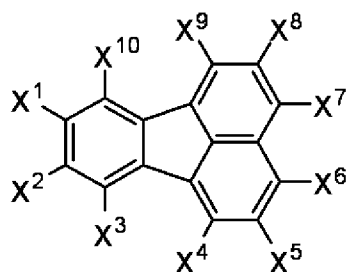
ル基である。kは、1～3の整数である。

$Ar^1 \sim Ar^4$ は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の核炭素数6～40の芳香族炭化水素基又は置換もしくは無置換の核原子数3～40の複素環基であり、sは、0～4の整数である。

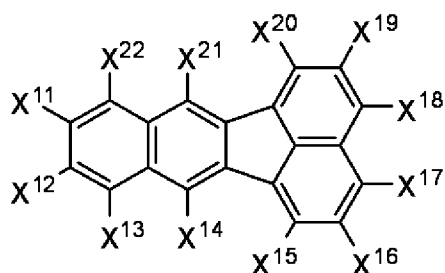
Ar^1 、 Ar^2 、Pの中の任意に選ばれる2つの隣接する置換基同士は互いに結合して環を形成してもよい。kが2以上のときは、Pは同一でも異なってもよい。）

- [8] 請求項1から請求項7のいずれかに記載の有機EL素子において、
前記アシストドーパントは、下記式(21)～(24)のいずれかで表されるフルオランテン誘導体である
ことを特徴とする有機EL素子。

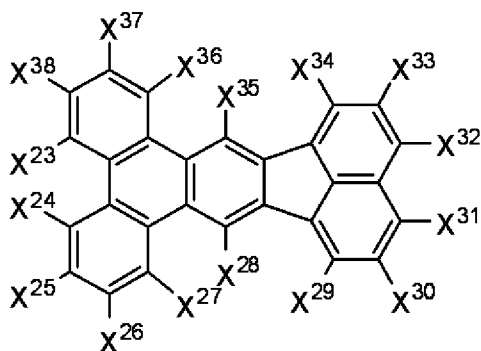
[化4]



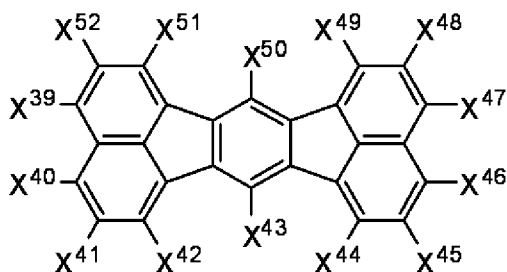
... (21)



... (22)



... (23)



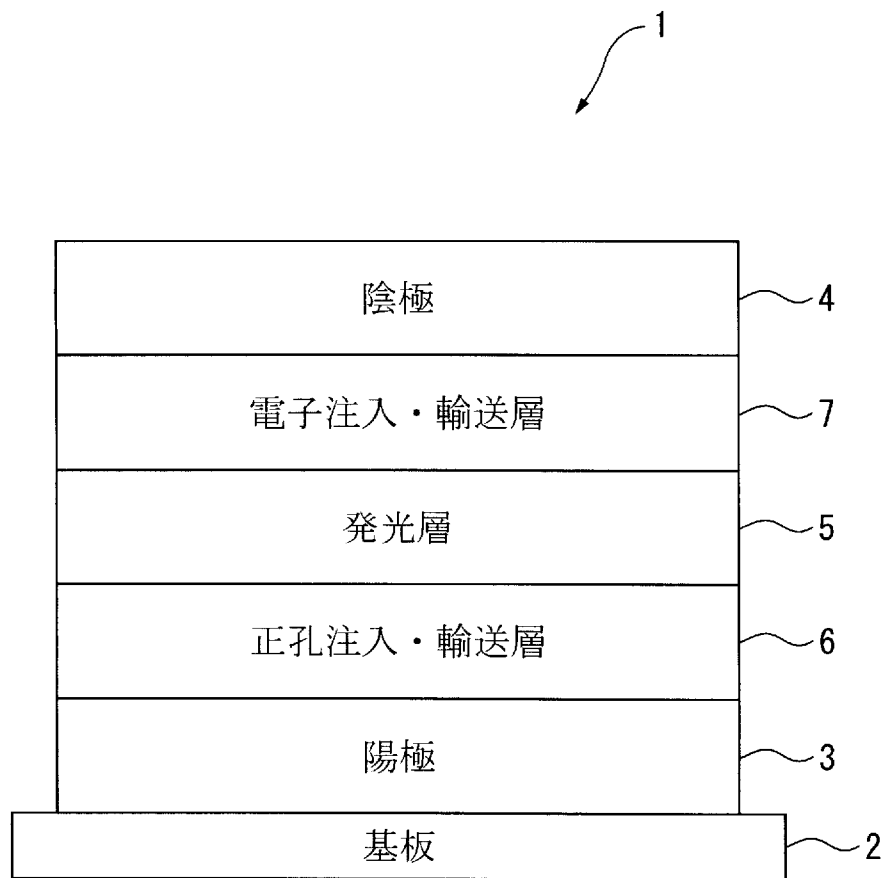
... (24)

(式(21)～(24)において、 $X^1 \sim X^{52}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数1～30のアルコキシ基、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数1～30のアルキルチオ基、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数2～30のアルケニル基、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数2～30のアルケニルオキシ基、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数2～30のアルケニルチオ基、置換もしくは無置換の炭素原子数7～30のアラルキル基、

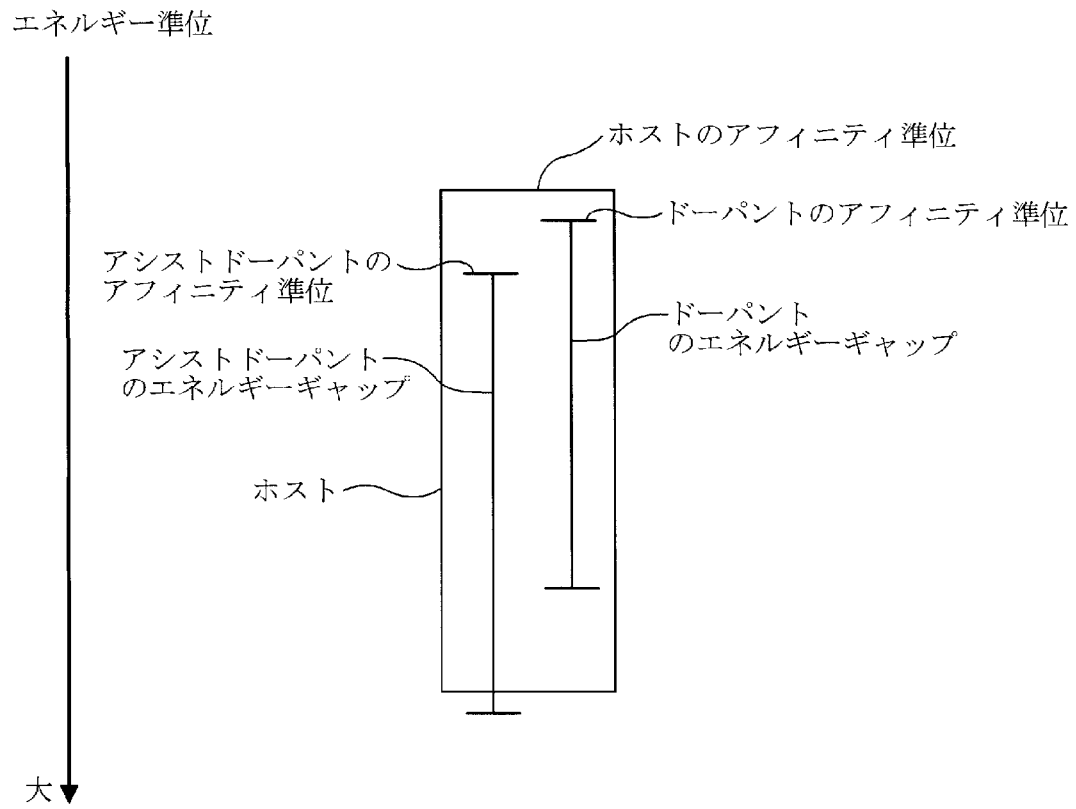
置換もしくは無置換の炭素原子数7～30のアラルキルオキシ基、置換もしくは無置換の炭素原子数7～30のアラルキルチオ基、置換もしくは無置換の炭素原子数6～20のアリール基、置換もしくは無置換の炭素原子数6～20のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の炭素原子数6～20のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素原子数2～30のアミノ基、シアノ基、シリル基、水酸基、 $-\text{COOR}^{1e}$ 基(基中、 R^{1e} は水素原子、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数2～30のアルケニル基、置換もしくは無置換の炭素原子数7～30のアラルキル基、または、置換もしくは無置換の炭素原子数6～30のアリール基を表す)、 $-\text{COR}^{2e}$ 基(基中、 R^{2e} は水素原子、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数2～30のアルケニル基、置換もしくは無置換の炭素原子数7～30のアラルキル基、置換もしくは無置換の炭素原子数6～30のアリール基、または、アミノ基を表す)、 $-\text{OCOR}^{3e}$ 基(基中、 R^{3e} は置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数2～30のアルケニル基、置換もしくは無置換の炭素原子数7～30のアラルキル基、置換もしくは無置換の炭素原子数6～30のアリール基を表す)を表し、さらに、 $\text{X}^1 \sim \text{X}^{52}$ のうち、隣接する基及び各基の置換基は、互いに結合して、置換もしくは無置換の炭素環を形成していてもよい。)

- [9] 請求項1から請求項8のいずれかに記載の有機EL素子において、
前記有機薄膜層は、前記陰極と前記発光層との間に電子注入・輸送層を有し、
前記電子注入・輸送層は、含窒素複素環誘導体を含む
ことを特徴とする有機EL素子。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/062136

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L51/50(2006.01)i, C09K11/06(2006.01)i, C07C13/62(2006.01)n, C07C15/56(2006.01)n

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L51/50, C09K11/06, C07C13/62, C07C15/56

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 1996-2008

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2008 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2008

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

CAplus (STN), REGISTRY (STN)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-41395 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 09 February, 2006 (09.02.06), Par. Nos. [0090] to [0110] (Family: none)	1-9
A	JP 2005-108727 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 21 April, 2005 (21.04.05), Claims 1 to 10 & US 2005/0112404 A1 & KR 10-2005-0031942 A & CN 1606393 A	1-9
A	JP 2005-108726 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 21 April, 2005 (21.04.05), Claims 1 to 10 & US 2005/0118456 A1 & KR 10-2005-0031967 A & CN 1607878 A	1-9



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
11 September, 2008 (11.09.08)Date of mailing of the international search report
30 September, 2008 (30.09.08)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/062136

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-12984 A (Konica Minolta Holdings, Inc.), 18 January, 2007 (18.01.07), Par. Nos. [0033] to [0065] (Family: none)	1-9
A	WO 2006/051649 A1 (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 18 May, 2006 (18.05.06), Par. Nos. [0013] to [0047] & US 2006/0110623 A1 & EP 1811585 A1 & WO 2006/051649 A1 & KR 10-2007-0084110 A & CN 101057348 A	1-9
A	JP 2004-2351 A (TDK Corp.), 08 January, 2004 (08.01.04), Claims 1 to 21; Par. Nos. [0070] to [0089] (Family: none)	1-9
A	JP 2002-69044 A (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 08 March, 2002 (08.03.02), Claims 1 to 7 (Family: none)	1-9
P,A	WO 2007/100010 A1 (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 07 September, 2007 (07.09.07), Par. Nos. [0010] to [0046] & US 2007/0243411 A	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L51/50(2006.01)i, C09K11/06(2006.01)i, C07C13/62(2006.01)n, C07C15/56(2006.01)n

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（I P C））

Int.Cl. H01L51/50, C09K11/06, C07C13/62, C07C15/56

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 8 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 8 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 8 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), REGISTRY (STN)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリ*	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 請求の範囲の番号
A	JP 2006-41395 A（三洋電機株式会社）2006.02.09, 段落【0090】 - 【0110】（ファミリーなし）	1-9
A	JP 2005-108727 A（三洋電機株式会社）2005.04.21, 【請求項 1】 - 【請求項 10】 & US 2005/0112404 A1 & KR 10-2005-0031942 A & CN 1606393 A	1-9

☒ 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

「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

1 1 . 0 9 . 2 0 0 8

国際調査報告の発送日

3 0 . 0 9 . 2 0 0 8

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

濱野 隆

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 1

2 0

9 1 0 8

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 請求の範囲の番号
A	JP 2005-108726 A (三洋電機株式会社) 2005. 04. 21, 【請求項 1】 - 【請求項 10】 & US 2005/0118456 A1 & KR 10-2005-0031967 A & CN 1607878 A	1-9
A	JP 2007-12984 A (コニカミノルタホールディングス株式会社) 2007. 01. 18, 段落 【0033】 - 【0065】 (ファミリーなし)	1-9
A	WO 2006/051649 A1 (出光興産株式会社) 2006. 05. 18, 段落 [0013] - [0047] & US 2006/0110623 A1 & EP 1811585 A1 & WO 2006/051649 A1 & KR 10-2007-0084110 A & CN 101057348 A	1-9
A	JP 2004-2351 A (TDK株式会社) 2004. 01. 08, 【請求項 1】 - 【請求項 21】, 段落 【0070】 - 【0089】 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2002-69044 A (出光興産株式会社) 2002. 03. 08, 【請求項 1】 - 【請求項 7】 (ファミリーなし)	1-9
P, A	WO 2007/100010 A1 (出光興産株式会社) 2007. 09. 07, 段落 [0010] - [0046] & US 2007/0243411 A	1-9