

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6038387号
(P6038387)

(45) 発行日 平成28年12月7日 (2016. 12. 7)

(24) 登録日 平成28年11月11日 (2016. 11. 11)

(51) Int. Cl.

F I

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

H O 5 B 33/22 D

C O 7 C 211/61 (2006. 01)

H O 5 B 33/14 B

C O 7 C 211/54 (2006. 01)

H O 5 B 33/22 B

C O 7 C 211/58 (2006. 01)

C O 7 C 211/61

C O 7 C 211/57 (2006. 01)

C O 7 C 211/54

請求項の数 8 (全 115 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-507712 (P2016-507712)
 (86) (22) 出願日 平成27年11月6日 (2015. 11. 6)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2015/005572
 (87) 国際公開番号 W02016/079944
 (87) 国際公開日 平成28年5月26日 (2016. 5. 26)
 審査請求日 平成28年2月12日 (2016. 2. 12)
 (31) 優先権主張番号 特願2014-233722 (P2014-233722)
 (32) 優先日 平成26年11月18日 (2014. 11. 18)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000005315
 保土谷化学工業株式会社
 東京都中央区八重洲二丁目4番1号
 (73) 特許権者 507074834
 エスエフシー カンパニー リミテッド
 大韓民国, チュンチョンブクド, チョン
 ジューシ, チョンウォンク, オチャン
 ウプ, グワハクサンオブ5ロ89
 (74) 代理人 100087745
 弁理士 清水 善廣
 (74) 代理人 100098545
 弁理士 阿部 伸一
 (74) 代理人 100106611
 弁理士 辻田 幸史

最終頁に続く

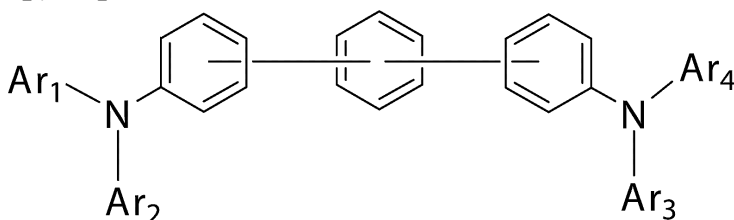
(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも陽極、正孔輸送層、発光層、電子輸送層及び陰極をこの順に有する有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記正孔輸送層が下記一般式(1)で表されるアールアミン化合物を含有し、前記発光層が下記一般式(2)で表される縮合環構造を有するアミン誘導体を含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

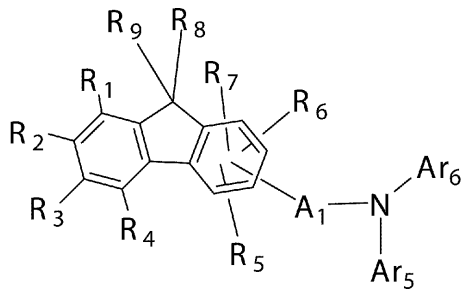
【化 1】



(1)

(式中、Ar₁～Ar₄は相互に同一でも異なってもよく、置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の芳香族複素環基、または置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基を表す。)

【化 2】



(2)

10

(式中、 A_1 は置換もしくは無置換の芳香族炭化水素の 2 価基、置換もしくは無置換の芳香族複素環の 2 価基、置換もしくは無置換の縮合多環芳香族の 2 価基、または単結合を表し、 Ar_5 と Ar_6 は相互に同一でも異なってもよく、置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の芳香族複素環基、置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基であって、単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成してもよい。 $R_1 \sim R_4$ は相互に同一でも異なってもよく、水素原子、重水素原子、フッ素原子、塩素原子、シアノ基、ニトロ基、置換基を有していてもよい炭素原子数 1 ないし 6 の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基、置換基を有していてもよい炭素原子数 5 ないし 10 のシクロアルキル基、置換基を有していてもよい炭素原子数 2 ないし 6 の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基、置換基を有していてもよい炭素原子数 1 ないし 6 の直鎖状もしくは分岐状のアルキルオキシ基、置換基を有していてもよい炭素原子数 5 ないし 10 のシクロアルキルオキシ基、置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の芳香族複素環基、置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基、置換もしくは無置換のアリールオキシ基、または芳香族炭化水素基、芳香族複素環基もしくは縮合多環芳香族基から選ばれる基によって置換されたジ置換アミノ基であって、それぞれの基同士で単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成してもよく、 $R_1 \sim R_4$ が結合しているベンゼン環と、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子、硫黄原子、または一置換アミノ基を介して互いに結合して環を形成してもよい。 $R_5 \sim R_7$ は相互に同一でも異なってもよく、水素原子、重水素原子、フッ素原子、塩素原子、シアノ基、ニトロ基、置換基を有していてもよい炭素原子数 1 ないし 6 の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基、置換基を有していてもよい炭素原子数 5 ないし 10 のシクロアルキル基、置換基を有していてもよい炭素原子数 2 ないし 6 の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基、置換基を有していてもよい炭素原子数 1 ないし 6 の直鎖状もしくは分岐状のアルキルオキシ基、置換基を有していてもよい炭素原子数 5 ないし 10 のシクロアルキルオキシ基、置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の芳香族複素環基、置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基、または置換もしくは無置換のアリールオキシ基であって、それぞれの基同士で単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成してもよく、 $R_5 \sim R_7$ が結合しているベンゼン環と、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子、硫黄原子、または一置換アミノ基を介して互いに結合して環を形成してもよい。 R_8 と R_9 は相互に同一でも異なってもよく、置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基であって、それぞれの基同士で単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子、硫黄原子、または一置換アミノ基を介して互いに結合して環を形成してもよい。)

20

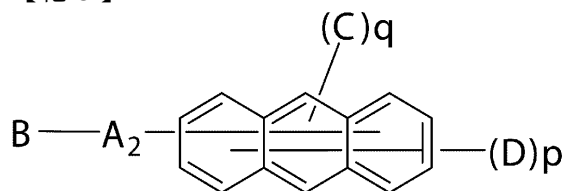
30

40

【請求項 2】

前記電子輸送層が下記一般式 (3) で表されるアントラセン環構造を有する化合物を含有することを特徴とする、請求項 1 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 3】



(3)

(式中、 A_2 は置換もしくは無置換の芳香族炭化水素の 2 価基、置換もしくは無置換の芳香族複素環の 2 価基、置換もしくは無置換の縮合多環芳香族の 2 価基、または単結合を表し、 B は置換もしくは無置換の芳香族複素環基を表し、 C は置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の芳香族複素環基、または置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基を表し、 D は互いに同一でも異なってもよく、水素原子、重水素原子、フッ素原子、塩素原子、シアノ基、トリフルオロメチル基、炭素原子数 1 ないし 6 の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基、置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の芳香族複素環基、または置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基を表し、 p 、 q は、 p と q の和が 9 となる関係を維持しつつ、 p は 7 または 8 を表し、 q は 1 または 2 を表す。)

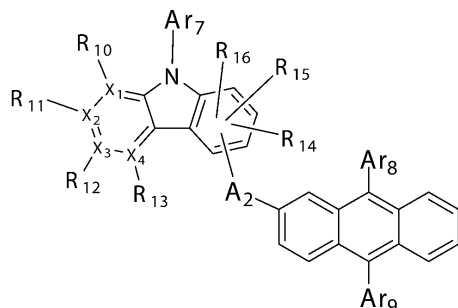
10

【請求項 3】

前記アントラセン環構造を有する化合物が、下記一般式 (3 a) で表されるアントラセン環構造を有する化合物である請求項 2 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

20

【化 4】



(3 a)

30

(式中、 A_2 は置換もしくは無置換の芳香族炭化水素の 2 価基、置換もしくは無置換の芳香族複素環の 2 価基、置換もしくは無置換の縮合多環芳香族の 2 価基、または単結合を表し、 Ar_7 、 Ar_8 、 Ar_9 は相互に同一でも異なってもよく、置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の芳香族複素環基、または置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基を表す。 $R_{10} \sim R_{16}$ は相互に同一でも異なってもよく、水素原子、重水素原子、フッ素原子、塩素原子、シアノ基、ニトロ基、置換基を有していてもよい炭素原子数 1 ないし 6 の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基、置換基を有していてもよい炭素原子数 5 ないし 10 のシクロアルキル基、置換基を有していてもよい炭素原子数 2 ないし 6 の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基、置換基を有していてもよい炭素原子数 1 ないし 6 の直鎖状もしくは分岐状のアルキルオキシ基、置換基を有していてもよい炭素原子数 5 ないし 10 のシクロアルキルオキシ基、置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の芳香族複素環基、置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基、または置換もしくは無置換のアリールオキシ基であって、単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成してもよい。 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 は炭素原子または窒素原子を表し、 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 のいずれか 1 つのみが窒素原子であるものとし、この場合の窒素原子は $R_{10} \sim R_{13}$ の水素原子もしくは置換基を有さないものとする。)

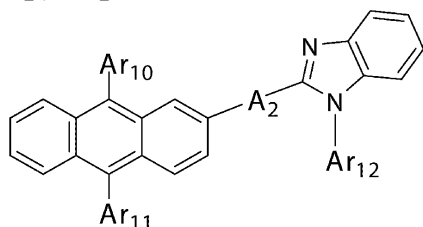
40

【請求項 4】

前記アントラセン環構造を有する化合物が、下記一般式 (3 b) で表されるアントラセン環構造を有する化合物である請求項 2 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

50

【化 5】



(3 b)

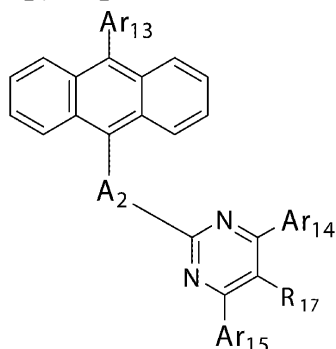
(式中、 A_2 は置換もしくは無置換の芳香族炭化水素の 2 価基、置換もしくは無置換の芳香族複素環の 2 価基、置換もしくは無置換の縮合多環芳香族の 2 価基、または単結合を表し、 Ar_{10} 、 Ar_{11} 、 Ar_{12} は相互に同一でも異なってもよく、置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の芳香族複素環基、または置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基を表す。)

10

【請求項 5】

前記アントラセン環構造を有する化合物が、下記一般式 (3 c) で表されるアントラセン環構造を有する化合物である請求項 2 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 6】



20

(3 c)

(式中、 A_2 は置換もしくは無置換の芳香族炭化水素の 2 価基、置換もしくは無置換の芳香族複素環の 2 価基、置換もしくは無置換の縮合多環芳香族の 2 価基、または単結合を表し、 Ar_{13} 、 Ar_{14} 、 Ar_{15} は相互に同一でも異なってもよく、置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の芳香族複素環基、または置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基を表し、 R_{17} は水素原子、重水素原子、フッ素原子、塩素原子、シアノ基、ニトロ基、置換基を有していてもよい炭素原子数 1 ないし 6 の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基、置換基を有していてもよい炭素原子数 5 ないし 10 のシクロアルキル基、置換基を有していてもよい炭素原子数 2 ないし 6 の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基、置換基を有していてもよい炭素原子数 1 ないし 6 の直鎖状もしくは分岐状のアルキルオキシ基、置換基を有していてもよい炭素原子数 5 ないし 10 のシクロアルキルオキシ基、置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の芳香族複素環基、置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基、または置換もしくは無置換のアリールオキシ基を表す。)

30

40

【請求項 6】

前記正孔輸送層が第一正孔輸送層および第二正孔輸送層の 2 層構造であって、該第二正孔輸送層が前記一般式 (1) で表されるアリールアミン化合物を含有することを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 7】

前記発光層が、アントラセン誘導体を含有することを特徴とする、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 8】

前記発光層が、アントラセン誘導体であるホスト材料を含有することを特徴とする、請求項 7 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、各種の表示装置に好適な自発光素子である有機エレクトロルミネッセンス素子に関するものであり、詳しくは特定のアリールアミン化合物と特定の縮合環構造を有するアミン誘導体（および特定のアントラセン環構造を有する化合物）を用いた有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、有機EL素子と略称する）に関するものである。

【背景技術】

【0002】

有機EL素子は自己発光性素子であるため、液晶素子に比べて明るく視認性に優れ、鮮明な表示が可能であることから、活発な研究がなされてきた。

10

【0003】

1987年にイーストマン・コダック社のC. W. Tangらは各種の役割を各材料に分担した積層構造素子を開発することにより有機材料を用いた有機EL素子を実用的なものにした。彼らは電子を輸送することのできる蛍光体と正孔を輸送することのできる有機物とを積層し、両方の電荷を蛍光体の層の中に注入して発光させることにより、10V以下の電圧で1000cd/m²以上の高輝度が得られるようになった（例えば、特許文献1および特許文献2参照）。

【0004】

現在まで、有機EL素子の実用化のために多くの改良がなされ、積層構造の各種の役割をさらに細分化して、基板上に順次に、陽極、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、電子注入層、陰極を設けた電界発光素子によって高効率と耐久性が達成されるようになってきた（例えば、非特許文献1参照）。

20

【0005】

また、発光効率のさらなる向上を目的として三重項励起子の利用が試みられ、燐光発光性化合物の利用が検討されている（例えば、非特許文献2参照）。

そして、熱活性化遅延蛍光（TADF）による発光を利用する素子も開発されている。2011年に九州大学の安達らは、熱活性化遅延蛍光材料を用いた素子によって5.3%の外部量子効率を実現させた（例えば、非特許文献3参照）。

【0006】

30

発光層は、一般的にホスト材料と称される電荷輸送性の化合物に、蛍光性化合物や燐光発光性化合物または遅延蛍光を放射する材料をドーピングして作製することもできる。前記非特許文献に記載されているように、有機EL素子における有機材料の選択は、その素子の効率や耐久性など諸特性に大きな影響を与える（例えば、非特許文献2参照）。

【0007】

有機EL素子においては、両電極から注入された電荷が発光層で再結合して発光が得られるが、正孔、電子の両電荷を如何に効率良く発光層に受け渡すかが重要であり、キャリアバランスに優れた素子とする必要がある。また、正孔注入性を高め、陰極から注入された電子をブロックする電子阻止性を高めることによって、正孔と電子が再結合する確率を向上させ、さらには発光層内で生成した励起子を閉じ込めることによって、高発光効率を得ることができる。そのため、正孔輸送材料の果たす役割は重要であり、正孔注入性が高く、正孔の移動度が大きく、電子阻止性が高く、さらには電子に対する耐久性が高い正孔輸送材料が求められている。

40

【0008】

また、素子の寿命に関しては材料の耐熱性やアモルファス性も重要である。耐熱性が低い材料では、素子駆動時に生じる熱により、低い温度でも熱分解が起り、材料が劣化する。アモルファス性が低い材料では、短い時間でも薄膜の結晶化が起り、素子が劣化してしまう。そのため使用する材料には耐熱性が高く、アモルファス性が良好な性質が求められる。

【0009】

50

これまで有機EL素子に用いられてきた正孔輸送材料としては、N, N'-ジフェニル-N, N'-ジ(α-ナフチル)ベンジジン(NPD)や種々の芳香族アミン誘導体が知られていた(例えば、特許文献1および特許文献2参照)。NPDは良好な正孔輸送能力を持っているが、耐熱性の指標となるガラス転移点(T_g)が96℃と低く、高温条件下では結晶化による素子特性の低下が起こってしまう(例えば、非特許文献4参照)。また、前記特許文献に記載の芳香族アミン誘導体の中には、正孔の移動度が $10^{-3} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上と優れた移動度を有する化合物が知られているが(例えば、特許文献1および特許文献2参照)、電子阻止性が不十分であるため、電子の一部が発光層を通り抜けてしまい、発光効率の向上が期待できないなど、さらなる高効率化のため、より電子阻止性が高く、薄膜がより安定で耐熱性の高い材料が求められていた。また、耐久性の高い芳香族アミン誘導体の報告があるが(例えば、特許文献3参照)、電子写真感光体に用いられる電荷輸送材料として用いたもので、有機EL素子として用いた例はなかった。

10

【0010】

耐熱性や正孔注入性などの特性を改良した化合物として、置換カルバゾール構造を有するアリールアミン化合物が提案されているが(例えば、特許文献4および特許文献5参照)、これらの化合物を正孔注入層または正孔輸送層に用いた素子では、耐熱性や発光効率などの改良はされているものの、未だ十分とはいえず、さらなる低駆動電圧化や、さらなる高発光効率化が求められている。

【0011】

有機EL素子の素子特性の改善や素子作製の歩留まり向上のために、正孔および電子の注入・輸送性能、薄膜の安定性や耐久性に優れた材料を組み合わせることで、正孔および電子が高効率で再結合できる、発光効率が高く、駆動電圧が低く、長寿命な素子が求められている。

20

【0012】

また、有機EL素子の素子特性を改善させるために、正孔および電子の注入・輸送性能、薄膜の安定性や耐久性に優れた材料を組み合わせることで、キャリアバランスのとれた高効率、低駆動電圧、長寿命な素子が求められている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0013】

30

【特許文献1】特開平8-048656号公報

【特許文献2】特許第3194657号公報

【特許文献3】特許第4943840号公報

【特許文献4】特開2006-151979号公報

【特許文献5】国際公開第2008/62636号

【特許文献6】国際公開第2011/059000号

【特許文献7】国際公開第2003/060956号

【特許文献8】韓国公開特許2013-060157号公報

【特許文献9】特開平7-126615号公報

【特許文献10】特許平8-048656号公報

40

【特許文献11】特開2005-108804号公報

【非特許文献】

【0014】

【非特許文献1】応用物理学会第9回講習会予稿集55～61ページ(2001)

【非特許文献2】応用物理学会第9回講習会予稿集23～31ページ(2001)

【非特許文献3】Appl. Phys. Lett., 98, 083302(2011)

【非特許文献4】有機EL討論会第三回例会予稿集13～14ページ(2006)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

50

本発明の目的は、高効率、高耐久性の有機EL素子用の材料として、正孔および電子の注入・輸送性能、電子阻止能力、薄膜状態での安定性や耐久性に優れた有機EL素子用の各種材料を、それぞれの材料が有する特性が効果的に発現できるように組み合わせること、低駆動電圧であって、高発光効率、かつ長寿命の有機EL素子を提供することにある。

【0016】

本発明が提供しようとする有機EL素子が具備すべき物理的な特性としては、(1) 発光効率および電力効率が低いこと、(2) 実用駆動電圧が低いこと、(3) 長寿命であること、をあげることができる。

【課題を解決するための手段】

【0017】

そこで本発明者らは上記の目的を達成するために、アリールアミン系材料が正孔注入および輸送能力、薄膜の安定性や耐久性に優れていること、縮合環構造を有するアミン誘導体の発光効率が優れているということに着目し、特定のアリールアミン化合物と特定の構造を有する縮合環構造を有するアミン誘導体を選択して、発光層へ正孔を効率良く注入・輸送できるように、正孔輸送材料と発光材料を組み合わせた種々の有機EL素子を作製し、素子の特性評価を鋭意行った。また、アントラセン環構造を有する化合物が電子注入および輸送能力、薄膜の安定性や耐久性に優れていることに着目し、特定のアントラセン環構造を有する化合物を選択して、発光層への電子の注入・輸送効率を高め、発光材料の特性に合ったキャリアバランスがとれるように、正孔輸送材料、発光材料および電子輸送材料を組み合わせた種々の有機EL素子を作製し、素子の特性評価を鋭意行った。さらに、正孔輸送層を第一正孔輸送層と第二正孔輸送層の2層構造とし、特定の2種類のアリールアミン化合物を選択して、発光層へ正孔をさらに効率良く注入・輸送できるように第一正孔輸送層の材料を選択し、電子阻止性の優れた材料を第二正孔輸送層の材料に選択し、キャリアバランスがさらに発光材料の特性に合うような組合せを精緻化した種々の有機EL素子を作製し、素子の特性評価を鋭意行った。その結果、本発明を完成するに至った。

【0018】

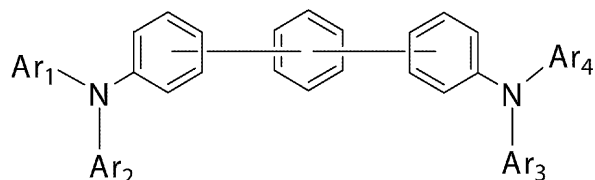
すなわち本発明によれば、以下の有機EL素子が提供される。

【0019】

1) 少なくとも陽極、正孔輸送層、発光層、電子輸送層及び陰極をこの順に有する有機EL素子において、前記正孔輸送層が下記一般式(1)で表されるアリールアミン化合物を含有し、前記発光層が下記一般式(2)で表される縮合環構造を有するアミン誘導体を含有することを特徴とする有機EL素子。

【0020】

【化1】



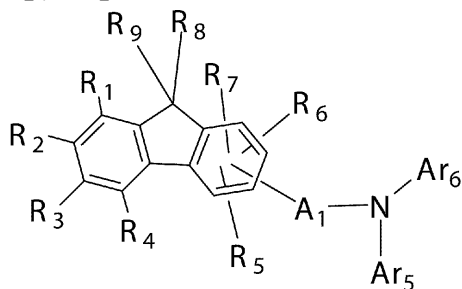
(1)

【0021】

(式中、 $Ar_1 \sim Ar_4$ は相互に同一でも異なってもよく、置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の芳香族複素環基、または置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基を表す。)

【0022】

【化 2】



(2)

10

【0023】

(式中、 A_1 は置換もしくは無置換の芳香族炭化水素の2価基、置換もしくは無置換の芳香族複素環の2価基、置換もしくは無置換の縮合多環芳香族の2価基、または単結合を表し、 Ar_5 と Ar_6 は相互に同一でも異なってもよく、置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の芳香族複素環基、置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基であって、単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成してもよい。 $R_1 \sim R_4$ は相互に同一でも異なってもよく、水素原子、重水素原子、フッ素原子、塩素原子、シアノ基、ニトロ基、置換基を有していてもよい炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基、置換基を有していてもよい炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基、置換基を有していてもよい炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基、置換基を有していてもよい炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキルオキシ基、置換基を有していてもよい炭素原子数5ないし10のシクロアルキルオキシ基、置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の芳香族複素環基、置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基、置換もしくは無置換のアリールオキシ基、または芳香族炭化水素基、芳香族複素環基もしくは縮合多環芳香族基から選ばれる基によって置換されたジ置換アミノ基であって、それぞれの基同士で単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成してもよく、 $R_1 \sim R_4$ が結合しているベンゼン環と、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子、硫黄原子、または一置換アミノ基を介して互いに結合して環を形成してもよい。 $R_5 \sim R_7$ は相互に同一でも異なってもよく、水素原子、重水素原子、フッ素原子、塩素原子、シアノ基、ニトロ基、置換基を有していてもよい炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基、置換基を有していてもよい炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基、置換基を有していてもよい炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基、置換基を有していてもよい炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキルオキシ基、置換基を有していてもよい炭素原子数5ないし10のシクロアルキルオキシ基、置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の芳香族複素環基、置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基、または置換もしくは無置換のアリールオキシ基であって、それぞれの基同士で単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成してもよく、 $R_5 \sim R_7$ が結合しているベンゼン環と、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子、硫黄原子、または一置換アミノ基を介して互いに結合して環を形成してもよい。 R_8 と R_9 は相互に同一でも異なってもよく、置換基を有していてもよい炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基、置換基を有していてもよい炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基、置換基を有していてもよい炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基、置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の芳香族複素環基、置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基、または置換もしくは無置換のアリールオキシ基であって、それぞれの基同士で単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子、硫黄原子、または一置換アミノ基を介して互いに結合して環を形成してもよい。)

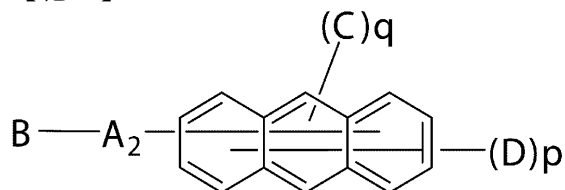
【0024】

50

2) 前記電子輸送層が下記一般式(3)で表されるアントラセン環構造を有する化合物を含有することを特徴とする、上記1)に記載の有機EL素子。

【0025】

【化3】



(3)

10

【0026】

(式中、 A_2 は置換もしくは無置換の芳香族炭化水素の2価基、置換もしくは無置換の芳香族複素環の2価基、置換もしくは無置換の縮合多環芳香族の2価基、または単結合を表し、Bは置換もしくは無置換の芳香族複素環基を表し、Cは置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の芳香族複素環基、または置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基を表し、Dは互いに同一でも異なってもよく、水素原子、重水素原子、フッ素原子、塩素原子、シアノ基、トリフルオロメチル基、炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基、置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の芳香族複素環基、または置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基を表し、p、qは、pとqの和が9となる関係を維持しつつ、pは7または8を表し、qは1または2を表す。)

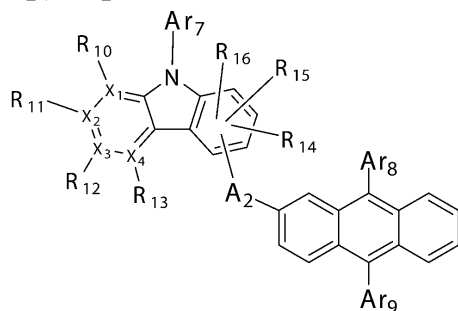
20

【0027】

3) 前記アントラセン環構造を有する化合物が、下記一般式(3a)で表されるアントラセン環構造を有する化合物である上記2)記載の有機EL素子。

【0028】

【化4】



(3a)

30

【0029】

(式中、 A_2 は置換もしくは無置換の芳香族炭化水素の2価基、置換もしくは無置換の芳香族複素環の2価基、置換もしくは無置換の縮合多環芳香族の2価基、または単結合を表し、 Ar_7 、 Ar_8 、 Ar_9 は相互に同一でも異なってもよく、置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の芳香族複素環基、または置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基を表す。 $R_{10} \sim R_{16}$ は相互に同一でも異なってもよく、水素原子、重水素原子、フッ素原子、塩素原子、シアノ基、ニトロ基、置換基を有していてもよい炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基、置換基を有していてもよい炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基、置換基を有していてもよい炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基、置換基を有していてもよい炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキルオキシ基、置換基を有していてもよい炭素原子数5ないし10のシクロアルキルオキシ基、置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の芳香族複素環基、置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基、または置換もしくは無置換のアリールオキシ基であって、単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成してもよい。 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 は相互に同一でも異なってもよく、水素原子、重水素原子、フッ素原子、塩素原子、シアノ基、ニトロ基、置換基を有していてもよい炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基、置換基を有していてもよい炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基、置換基を有していてもよい炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基、置換基を有していてもよい炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキルオキシ基、置換基を有していてもよい炭素原子数5ないし10のシクロアルキルオキシ基、置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の芳香族複素環基、置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基、または置換もしくは無置換のアリールオキシ基であって、単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成してもよい。)

40

50

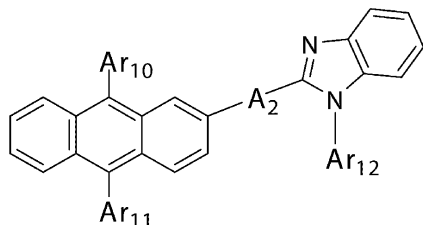
₃、 X_4 は炭素原子または窒素原子を表し、 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 のいずれか1つのみが窒素原子であるものとし、この場合の窒素原子は $R_{10} \sim R_{13}$ の水素原子もしくは置換基を有さないものとする。)

【0030】

4) 前記アントラセン環構造を有する化合物が、下記一般式(3b)で表されるアントラセン環構造を有する化合物である上記2)記載の有機EL素子。

【0031】

【化5】



10

(3b)

【0032】

(式中、 A_2 は置換もしくは無置換の芳香族炭化水素の2価基、置換もしくは無置換の芳香族複素環の2価基、置換もしくは無置換の縮合多環芳香族の2価基、または単結合を表し、 Ar_{10} 、 Ar_{11} 、 Ar_{12} は相互に同一でも異なってもよく、置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の芳香族複素環基、または置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基を表す。)

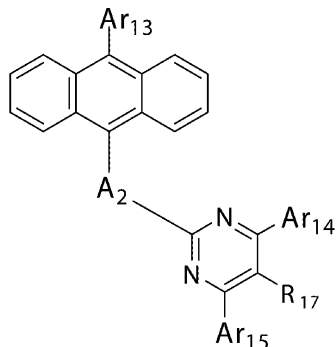
20

【0033】

5) 前記アントラセン環構造を有する化合物が、下記一般式(3c)で表されるアントラセン環構造を有する化合物である上記2)記載の有機EL素子。

【0034】

【化6】



30

(3c)

【0035】

(式中、 A_2 は置換もしくは無置換の芳香族炭化水素の2価基、置換もしくは無置換の芳香族複素環の2価基、置換もしくは無置換の縮合多環芳香族の2価基、または単結合を表し、 Ar_{13} 、 Ar_{14} 、 Ar_{15} は相互に同一でも異なってもよく、置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の芳香族複素環基、または置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基を表し、 R_{17} は水素原子、重水素原子、フッ素原子、塩素原子、シアノ基、ニトロ基、置換基を有していてもよい炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基、置換基を有していてもよい炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基、置換基を有していてもよい炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基、置換基を有していてもよい炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキルオキシ基、置換基を有していてもよい炭素原子数5ないし10のシクロアルキルオキシ基、置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の芳香族複素環基、置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基、または置換もしくは無置換のアリールオキシ基を表す。)

40

50

【0036】

6) 前記正孔輸送層が第一正孔輸送層および第二正孔輸送層の2層構造であって、該第二正孔輸送層が前記一般式(1)で表されるアリーールアミン化合物を含有することを特徴とする上記1)～5)のいずれかに記載の有機EL素子。

【0037】

7) 前記発光層が、アントラセン誘導体を含有することを特徴とする、上記1)～6)のいずれかに記載の有機EL素子。

【0038】

8) 前記発光層が、アントラセン誘導体であるホスト材料を含有することを特徴とする、上記7)記載の有機EL素子。

10

【0039】

一般式(1)中の $Ar_1 \sim Ar_4$ で表される「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基」における「芳香族炭化水素基」、「芳香族複素環基」または「縮合多環芳香族基」としては、具体的に、フェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基、アントラセニル基、フェナントレニル基、フルオレニル基、インデニル基、ピレニル基、ペリレニル基、フルオランテニル基、トリフェニレニル基、ピリジル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、フリル基、ピロリル基、チエニル基、キノリル基、イソキノリル基、ベンゾフラニル基、ベンゾチエニル基、インドリル基、カルバゾリル基、ベンゾオキサゾリル基、ベンゾチアゾリル基、キノキサリニル基、ベンゾイミダゾリル基、ピラゾリル基、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチエニル基、ナフチリジニル基、フェナントロリニル基、アクリジニル基、およびカルボリニル基などをあげることができる。

20

【0040】

一般式(1)中の $Ar_1 \sim Ar_4$ で表される「置換芳香族炭化水素基」、「置換芳香族複素環基」または「置換縮合多環芳香族基」における「置換基」としては、具体的に、重水素原子、シアノ基、ニトロ基；フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子などのハロゲン原子；メチル基、エチル基、 n -プロピル基、イソプロピル基、 n -ブチル基、イソブチル基、 $tert$ -ブチル基、 n -ペンチル基、イソペンチル基、ネオペンチル基、 n -ヘキシル基などの炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基；メチルオキシ基、エチルオキシ基、プロピルオキシ基などの炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキルオキシ基；ビニル基、アリル基などのアルケニル基；フェニルオキシ基、トリルオキシ基などのアリーールオキシ基；ベンジルオキシ基、フェネチルオキシ基などのアリーールアルキルオキシ基；フェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基、アントラセニル基、フェナントレニル基、フルオレニル基、インデニル基、ピレニル基、ペリレニル基、フルオランテニル基、トリフェニレニル基などの芳香族炭化水素基もしくは縮合多環芳香族基；ピリジル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、チエニル基、フリル基、ピロリル基、キノリル基、イソキノリル基、ベンゾフラニル基、ベンゾチエニル基、インドリル基、カルバゾリル基、ベンゾオキサゾリル基、ベンゾチアゾリル基、キノキサリニル基、ベンゾイミダゾリル基、ピラゾリル基、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチエニル基、カルボリニル基などの芳香族複素環基；スチリル基、ナフチルビニル基などのアリーールビニル基；アセチル基、ベンゾイル基などのアシル基；トリメチルシリル基、トリフェニルシリル基などのシリル基のような基をあげることができ、これらの置換基は、さらに前記例示した置換基が置換していてもよい。また、これらの置換基同士が単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成していてもよい。

30

40

【0041】

一般式(2)中の A_1 で表される、「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素の2価基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環の2価基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族の2価基」における「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族」の「芳香族炭化

50

水素」、「芳香族複素環」または「縮合多環芳香族」としては、具体的に、ベンゼン、ビフェニル、ターフェニル、テトラキスフェニル、スチレン、ナフタレン、アントラセン、アセナフタレン、フルオレン、フェナントレン、インダン、ピレン、トリフェニレン、ピリジン、ピリミジン、トリアジン、ピロール、フラン、チオフェン、キノリン、イソキノリン、ベンゾフラン、ベンゾチオフェン、インドリン、カルバゾール、カルボリン、ベンゾオキサゾール、ベンゾチアゾール、キノキサリン、ベンゾイミダゾール、ピラゾール、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、ナフチリジン、フェナントロリン、アクリジンなどをあげることができる。

そして、一般式(2)中の A_1 で表される「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素の2価基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環の2価基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族の2価基」は、上記「芳香族炭化水素」、「芳香族複素環」または「縮合多環芳香族」から水素原子を2個取り除いてできる2価基を表す。

また、これらの2価基は置換基を有していてもよく、置換基として、前記一般式(1)中の $Ar_1 \sim Ar_4$ で表される「置換芳香族炭化水素基」、「置換芳香族複素環基」または「置換縮合多環芳香族基」における「置換基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

【0042】

一般式(2)中の Ar_5 、 Ar_6 で表される「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基」における「芳香族炭化水素基」、「芳香族複素環基」または「縮合多環芳香族基」としては、前記一般式(1)中の $Ar_1 \sim Ar_4$ で表される「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基」における「芳香族炭化水素基」、「芳香族複素環基」または「縮合多環芳香族基」に関して示したものと同様のものをあげることができる。

また、これらの基は置換基を有していてもよく、置換基として、前記一般式(1)中の $Ar_1 \sim Ar_4$ で表される「置換芳香族炭化水素基」、「置換芳香族複素環基」または「置換縮合多環芳香族基」における「置換基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

【0043】

一般式(2)中の $R_1 \sim R_7$ で表される「置換基を有していてもよい炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「置換基を有していてもよい炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」または「置換基を有していてもよい炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基」における「炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」または「炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基」としては、具体的に、メチル基、エチル基、 n -プロピル基、イソプロピル基、 n -ブチル基、イソブチル基、 t -ブチル基、 n -ペンチル基、イソペンチル基、ネオペンチル基、 n -ヘキシル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、1-アダマンチル基、2-アダマンチル基、ビニル基、アリル基、イソプロペニル基、2-ブテニル基などをあげることができ、これらの基同士が単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成してもよく、これらの基($R_1 \sim R_7$)とこれらの基($R_1 \sim R_7$)が直接結合しているベンゼン環とで、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子、硫黄原子、または一置換アミノ基などの連結基を介して互いに結合して環を形成してもよい。

【0044】

一般式(2)中の $R_1 \sim R_7$ で表される「置換基を有する炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「置換基を有する炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」または「置換基を有する炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基」における「置換基」としては、具体的に、重水素原子、シアノ基、ニトロ基；フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子などのハロゲン原子；メチルオキシ基、エ

10

20

30

40

50

チルオキシ基、プロピルオキシ基などの炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキルオキシ基；ビニル基、アリル基などのアルケニル基；フェニルオキシ基、トリルオキシ基などのアリールオキシ基；ベンジルオキシ基、フェネチルオキシ基などのアリーラルキルオキシ基；フェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基、アントラセニル基、フェナントレニル基、フルオレニル基、インデニル基、ピレニル基、ペリレニル基、フルオランテニル基、トリフェニレニル基などの芳香族炭化水素基もしくは縮合多環芳香族基；ピリジル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、チエニル基、フリル基、ピロリル基、キノリル基、イソキノリル基、ベンゾフラニル基、ベンゾチエニル基、インドリル基、カルバゾリル基、ベンゾオキサゾリル基、ベンゾチアゾリル基、キノキサリニル基、ベンゾイミダゾリル基、ピラゾリル基、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチエニル基、カルボリニル基などの芳香族複素環基；ジフェニルアミノ基、ジナフチルアミノ基などの芳香族炭化水素基もしくは縮合多環芳香族基で置換されたジ置換アミノ基；ジピリジルアミノ基、ジチエニルアミノ基などの芳香族複素環基で置換されたジ置換アミノ基；芳香族炭化水素基、縮合多環芳香族基または芳香族複素環基から選択される置換基で置換されたジ置換アミノ基のような基をあげることができ、これらの置換基はさらに、前記例示した置換基が置換していてもよい。また、これらの置換基同士が単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成していてもよい。

【0045】

一般式(2)中の $R_1 \sim R_7$ で表される「置換基を有していてもよい炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキルオキシ基」または「置換基を有していてもよい炭素原子数5ないし10のシクロアルキルオキシ基」における「炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキルオキシ基」または「炭素原子数5ないし10のシクロアルキルオキシ基」としては、具体的に、メチルオキシ基、エチルオキシ基、 n -プロピルオキシ基、イソプロピルオキシ基、 n -ブチルオキシ基、 $tert$ -ブチルオキシ基、 n -ペンチルオキシ基、 n -ヘキシルオキシ基、シクロペンチルオキシ基、シクロヘキシルオキシ基、シクロヘプチルオキシ基、シクロオクチルオキシ基、1-アダマンチルオキシ基、2-アダマンチルオキシ基などをあげることができ、これらの基同士が単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成してもよく、これらの基($R_1 \sim R_7$)とこれらの基($R_1 \sim R_7$)が直接結合しているベンゼン環とで、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子、硫黄原子、または一置換アミノ基などの連結基を介して互いに結合して環を形成してもよい。

また、これらの基は置換基を有していてもよく、置換基として、前記一般式(2)中の $R_1 \sim R_7$ で表される「置換基を有する炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「置換基を有する炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」または「置換基を有する炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基」における「置換基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

【0046】

一般式(2)中の $R_1 \sim R_7$ で表される「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基」における「芳香族炭化水素基」、「芳香族複素環基」または「縮合多環芳香族基」としては、前記一般式(1)中の $Ar_1 \sim Ar_4$ で表される「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基」における「芳香族炭化水素基」、「芳香族複素環基」または「縮合多環芳香族基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、これらの基同士が単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成してもよく、これらの基($R_1 \sim R_7$)とこれらの基($R_1 \sim R_7$)が直接結合しているベンゼン環とで、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子、硫黄原子、または一置換アミノ基などの連結基を介して互いに結合して環を形成してもよい。

また、これらの基は置換基を有していてもよく、置換基として、具体的に、重水素原子、シアノ基、ニトロ基；フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子などのハロゲン原子；メチル基、エチル基、*n*-プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、イソブチル基、*tert*-ブチル基、*n*-ペンチル基、イソペンチル基、ネオペンチル基、*n*-ヘキシル基などの炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基；メチルオキシ基、エチルオキシ基、プロピルオキシ基などの炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキルオキシ基；ビニル基、アリル基などのアルケニル基；フェニルオキシ基、トリルオキシ基などのアリールオキシ基；ベンジルオキシ基、フェネチルオキシ基などのアリールアルキルオキシ基；フェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基、アントラセニル基、フェナントレニル基、フルオレニル基、インデニル基、ピレニル基、ペリレニル基、フルオランテニル基、トリフェニレニル基などの芳香族炭化水素基もしくは縮合多環芳香族基；ピリジル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、チエニル基、フリル基、ピロリル基、キノリル基、イソキノリル基、ベンゾフラニル基、ベンゾチエニル基、インドリル基、カルバゾリル基、ベンゾオキサゾリル基、ベンゾチアゾリル基、キノキサリニル基、ベンゾイミダゾリル基、ピラゾリル基、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチエニル基、カルボリニル基などの芳香族複素環基；スチリル基、ナフチルビニル基などのアリールビニル基；アセチル基、ベンゾイル基などのアシル基；トリメチルシリル基、トリフェニルシリル基などのシリル基；ジフェニルアミノ基、ジナフチルアミノ基などの芳香族炭化水素基もしくは縮合多環芳香族基で置換されたジ置換アミノ基；ジピリジルアミノ基、ジチエニルアミノ基などの芳香族複素環基で置換されたジ置換アミノ基；芳香族炭化水素基、縮合多環芳香族基または芳香族複素環基から選択される置換基で置換されたジ置換アミノ基のような基をあげることができ、これらの置換基は、さらに前記例示した置換基が置換していてもよい。また、これらの置換基同士が単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成していてもよい。

【0047】

一般式(2)中の $R_1 \sim R_7$ で表される「置換もしくは無置換のアリールオキシ基」における「アリールオキシ基」としては、具体的に、フェニルオキシ基、ビフェニルオキシ基、ターフェニルオキシ基、ナフチルオキシ基、アントラセニルオキシ基、フェナントレニルオキシ基、フルオレニルオキシ基、インデニルオキシ基、ピレニルオキシ基、ペリレニルオキシ基などをあげることができ、これらの基同士が単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成してもよく、これらの基($R_1 \sim R_7$)とこれらの基($R_1 \sim R_7$)が直接結合しているベンゼン環とで、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子、硫黄原子、または一置換アミノ基などの連結基を介して互いに結合して環を形成してもよい。

また、これらの基は置換基を有していてもよく、置換基として、前記一般式(2)中の $R_1 \sim R_7$ で表される「置換芳香族炭化水素基」、「置換芳香族複素環基」または「置換縮合多環芳香族基」における「置換基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

【0048】

一般式(2)中の $R_1 \sim R_4$ で表される「芳香族炭化水素基、芳香族複素環基もしくは縮合多環芳香族基から選ばれる基によって置換されたジ置換アミノ基」における「芳香族炭化水素基」、「芳香族複素環基」または「縮合多環芳香族基」としては、前記一般式(2)中の $R_1 \sim R_7$ で表される「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基」における「芳香族炭化水素基」、「芳香族複素環基」または「縮合多環芳香族基」に関して示したものと同様のものをあげることができる。

また、これらの基は置換基を有していてもよく、置換基として、前記一般式(1)中の $Ar_1 \sim Ar_4$ で表される「置換芳香族炭化水素基」、「置換芳香族複素環基」または「置換縮合多環芳香族基」における「置換基」に関して示したものと同様のものをあげること

10

20

30

40

50

とができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

一般式(2)中の $R_1 \sim R_4$ で表される「芳香族炭化水素基、芳香族複素環基もしくは縮合多環芳香族基から選ばれる基によって置換されたジ置換アミノ基」は、これらの基($R_1 \sim R_4$)同士が、これらの基($R_1 \sim R_4$)が有する「芳香族炭化水素基」、「芳香族複素環基」または「縮合多環芳香族基」を介しつつ、単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成してもよく、これらの基($R_1 \sim R_4$)とこれらの基($R_1 \sim R_4$)が直接結合しているベンゼン環とで、これらの基($R_1 \sim R_4$)が有する「芳香族炭化水素基」、「芳香族複素環基」または「縮合多環芳香族基」を介しつつ、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子、硫黄原子、または一置換アミノ基などの連結基を介して互いに結合して環を形成してもよい。

10

【0049】

一般式(2)中の R_8 、 R_9 で表される「置換基を有していてもよい炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「置換基を有していてもよい炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」または「置換基を有していてもよい炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基」における「炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」または「炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基」としては、前記一般式(2)中の $R_1 \sim R_7$ で表される「置換基を有していてもよい炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「置換基を有していてもよい炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」または「置換基を有していてもよい炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基」における「炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」または「炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、これらの基同士が単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子、硫黄原子、または一置換アミノ基などの連結基を介して互いに結合して環を形成してもよい。

20

また、これらの基は置換基を有していてもよく、置換基として、前記一般式(2)中の $R_1 \sim R_7$ で表される「置換基を有する炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「置換基を有する炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」、「置換基を有する炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基」、「置換芳香族炭化水素基」、「置換芳香族複素環基」または「置換縮合多環芳香族基」における「置換基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

30

【0050】

一般式(2)中の R_8 、 R_9 で表される「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基」における「芳香族炭化水素基」、「芳香族複素環基」または「縮合多環芳香族基」としては、前記一般式(2)中の $R_1 \sim R_7$ で表される「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基」における「芳香族炭化水素基」、「芳香族複素環基」または「縮合多環芳香族基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、これらの基同士が単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子、硫黄原子、または一置換アミノ基などの連結基を介して互いに結合して環を形成してもよい。

40

また、これらの基は置換基を有していてもよく、置換基として、前記一般式(2)中の $R_1 \sim R_7$ で表される「置換芳香族炭化水素基」、「置換芳香族複素環基」または「置換縮合多環芳香族基」における「置換基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

【0051】

一般式(2)中の R_8 、 R_9 で表される「置換もしくは無置換のアリールオキシ基」における「アリールオキシ基」としては、前記一般式(2)中の $R_1 \sim R_7$ で表される「置

50

換もしくは無置換のアリールオキシ基」における「アリールオキシ基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、これらの基同士が単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子、硫黄原子、または一置換アミノ基などの連結基を介して互いに結合して環を形成してもよい。

また、これらの基は置換基を有していてもよく、置換基として、前記一般式(2)中の $R_1 \sim R_7$ で表される「置換芳香族炭化水素基」、「置換芳香族複素環基」または「置換縮合多環芳香族基」における「置換基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

【0052】

一般式(2)中の連結基「一置換アミノ基」における「置換基」としては、前記一般式(2)中の $R_1 \sim R_7$ で表される「置換基を有していてもよい炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「置換基を有していてもよい炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」、「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基」における「炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」、「芳香族炭化水素基」、「芳香族複素環基」または「縮合多環芳香族基」に関して示したものと同様のものをあげることができる。

また、これらの基は置換基を有していてもよく、置換基として、前記一般式(2)中の $R_1 \sim R_7$ で表される「置換基を有する炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「置換基を有する炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」、「置換芳香族炭化水素基」、「置換芳香族複素環基」または「置換縮合多環芳香族基」における「置換基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

【0053】

一般式(3)、一般式(3a)、一般式(3b)、一般式(3c)中の A_2 で表される、「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素の2価基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環の2価基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族の2価基」における「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族」の「芳香族炭化水素」、「芳香族複素環」または「縮合多環芳香族」としては、前記一般式(2)中の A_1 で表される、「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素の2価基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環の2価基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族の2価基」における「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族」の「芳香族炭化水素」、「芳香族複素環」または「縮合多環芳香族」に関して示したものと同様のものをあげることができる。

そして、一般式(3)、一般式(3a)、一般式(3b)、一般式(3c)中の A_2 で表される「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素の2価基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環の2価基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族の2価基」は、上記「芳香族炭化水素」、「芳香族複素環」または「縮合多環芳香族」から水素原子を2個取り除いてできる2価基を表す。

また、これらの2価基は置換基を有していてもよく、置換基として、前記一般式(1)中の $Ar_1 \sim Ar_4$ で表される「置換芳香族炭化水素基」、「置換芳香族複素環基」または「置換縮合多環芳香族基」における「置換基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

【0054】

一般式(3)中のBで表される「置換もしくは無置換の芳香族複素環基」における「芳香族複素環基」としては、具体的に、トリアジニル基、ピリジル基、ピリミジニル基、フリル基、ピロリル基、チエニル基、キノリル基、イソキノリル基、ベンゾフラニル基、ベンゾチエニル基、インドリル基、カルバゾリル基、ベンゾオキサゾリル基、ベンゾチアゾリル基、キノキサリニル基、ベンゾイミダゾリル基、ピラゾリル基、ジベンゾフラニル基

、ジベンゾチエニル基、ナフチリジニル基、フェナントロリニル基、アクリジニル基、およびカルボリニル基などをあげることができる。

【0055】

一般式(3)中のBで表される「置換芳香族複素環基」における「置換基」としては、具体的に、重水素原子、シアノ基、ニトロ基；フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子などのハロゲン原子；メチル基、エチル基、*n*-プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、イソブチル基、*tert*-ブチル基、*n*-ペンチル基、イソペンチル基、ネオペンチル基、*n*-ヘキシル基などの炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基；シクロペンチル基、シクロヘキシル基、1-アダマンチル基、2-アダマンチル基などの炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基；メチルオキシ基、エチルオキシ基、プロピルオキシ基などの炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキルオキシ基；シクロペンチルオキシ基、シクロヘキシルオキシ基、1-アダマンチルオキシ基、2-アダマンチルオキシ基などの炭素原子数5ないし10のシクロアルキルオキシ基；ビニル基、アリル基などのアルケニル基；フェニルオキシ基、トリルオキシ基などのアリールオキシ基；ベンジルオキシ基、フェネチルオキシ基などのアリールアルキルオキシ基；フェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基、アントラセニル基、フェナントレニル基、フルオレニル基、インデニル基、ピレニル基、ペリレニル基、フルオランテニル基、トリフェニレニル基などの芳香族炭化水素基もしくは縮合多環芳香族基；ピリジル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、チエニル基、フリル基、ピロリル基、キノリル基、イソキノリル基、ベンゾフラニル基、ベンゾチエニル基、インドリル基、カルバゾリル基、ベンゾオキサゾリル基、ベンゾチアゾリル基、キノキサリニル基、ベンゾイミダゾリル基、ピラゾリル基、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチエニル基、カルボリニル基などの芳香族複素環基；フェニルオキシ基、ビフェニルオキシ基、ナフチルオキシ基、アントラセニルオキシ基、フェナントレニルオキシ基などのアリールオキシ基；スチリル基、ナフチルビニル基などのアリールビニル基；アセチル基、ベンゾイル基などのアシル基のような基をあげることができ、これらの置換基は、さらに前記例示した置換基が置換していてもよい。また、これらの置換基同士が単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成していてもよい。

【0056】

一般式(3)中のCで表される「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基」における「芳香族炭化水素基」、「芳香族複素環基」または「縮合多環芳香族基」としては、前記一般式(1)中の $Ar_1 \sim Ar_4$ で表される「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基」における「芳香族炭化水素基」、「芳香族複素環基」または「縮合多環芳香族基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、これらの基が同一のアントラセン環に複数個結合している場合(*q*が2である場合)、相互に同一でも異なってもよいものとする。

また、これらの基は置換基を有していてもよく、置換基として、前記一般式(1)中の $Ar_1 \sim Ar_4$ で表される「置換芳香族炭化水素基」、「置換芳香族複素環基」または「置換縮合多環芳香族基」における「置換基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

【0057】

一般式(3)中のDで表される、「炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」としては、具体的に、メチル基、エチル基、*n*-プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、イソブチル基、*tert*-ブチル基、*n*-ペンチル基、イソペンチル基、ネオペンチル基、*n*-ヘキシル基などをあげることができる。

また、複数個存在するDは、互いに同一でも異なってもよく、これらの基同士が単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成してもよい。

【0058】

一般式(3)中のDで表される「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基」における「芳香族炭化水素基」、「芳香族複素環基」または「縮合多環芳香族基」としては、前記一般式(1)中の $Ar_1 \sim Ar_4$ で表される「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基」における「芳香族炭化水素基」、「芳香族複素環基」または「縮合多環芳香族基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、複数個存在するDは、互いに同一でも異なってもよく、これらの基同士が単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成してもよい。

10

また、これらの基は置換基を有していてもよく、置換基として、前記一般式(1)中の $Ar_1 \sim Ar_4$ で表される「置換芳香族炭化水素基」、「置換芳香族複素環基」または「置換縮合多環芳香族基」における「置換基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

【0059】

一般式(3a)中の Ar_7 、 Ar_8 、 Ar_9 で表される「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基」における「芳香族炭化水素基」、「芳香族複素環基」または「縮合多環芳香族基」としては、前記一般式(1)中の $Ar_1 \sim Ar_4$ で表される「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基」における「芳香族炭化水素基」、「芳香族複素環基」または「縮合多環芳香族基」に関して示したものと同様のものをあげることができる。

20

また、これらの基は置換基を有していてもよく、置換基として、前記一般式(1)中の $Ar_1 \sim Ar_4$ で表される「置換芳香族炭化水素基」、「置換芳香族複素環基」または「置換縮合多環芳香族基」における「置換基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

【0060】

一般式(3a)中の $R_{10} \sim R_{16}$ で表される「置換基を有していてもよい炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「置換基を有していてもよい炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」または「置換基を有していてもよい炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基」における「炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」または「炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基」としては、具体的に、メチル基、エチル基、n-プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、イソブチル基、tert-ブチル基、n-ペンチル基、イソペンチル基、ネオペンチル基、n-ヘキシル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、1-アダマンチル基、2-アダマンチル基、ビニル基、アリル基、イソプロペニル基、2-ブテニル基などをあげることができ、これらの基同士が単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成してもよい。

30

【0061】

一般式(3a)中の $R_{10} \sim R_{16}$ で表される「置換基を有する炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「置換基を有する炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」または「置換基を有する炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基」における「置換基」としては、具体的に、重水素原子、シアノ基、ニトロ基；フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子などのハロゲン原子；メチルオキシ基、エチルオキシ基、プロピルオキシ基などの炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキルオキシ基；ビニル基、アリル基などのアルケニル基；フェニルオキシ基、トリルオキシ基などのアリールオキシ基；ベンジルオキシ基、フェネチルオキシ基などのアリールアルキルオキシ基；フェニル基、ピフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基、アントラセニル基、フェナントレニル基、フルオレニル基、インデニル基、ピレニル

40

50

基、ペリレニル基、フルオランテニル基、トリフェニレニル基などの芳香族炭化水素基もしくは縮合多環芳香族基；ピリジル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、チエニル基、フリル基、ピロリル基、キノリル基、イソキノリル基、ベンゾフラニル基、ベンゾチエニル基、インドリル基、カルバゾリル基、ベンゾオキサゾリル基、ベンゾチアゾリル基、キノキサリニル基、ベンゾイミダゾリル基、ピラゾリル基、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチエニル基、カルボリニル基などの芳香族複素環基のような基をあげることができ、これらの置換基はさらに、前記例示した置換基が置換していてもよい。また、これらの置換基同士が単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成していてもよい。

【0062】

一般式(3a)中の $R_{10} \sim R_{16}$ で表される「置換基を有していてもよい炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキルオキシ基」または「置換基を有していてもよい炭素原子数5ないし10のシクロアルキルオキシ基」における「炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキルオキシ基」または「炭素原子数5ないし10のシクロアルキルオキシ基」としては、具体的に、メチルオキシ基、エチルオキシ基、*n*-プロピルオキシ基、イソプロピルオキシ基、*n*-ブチルオキシ基、*tert*-ブチルオキシ基、*n*-ペンチルオキシ基、*n*-ヘキシルオキシ基、シクロペンチルオキシ基、シクロヘキシルオキシ基、シクロヘプチルオキシ基、シクロオクチルオキシ基、1-アダマンチルオキシ基、2-アダマンチルオキシ基などをあげることができ、これらの基同士が単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成していてもよい。

また、これらの基は置換基を有していてもよく、置換基として、前記一般式(3a)中の $R_{10} \sim R_{16}$ で表される「置換基を有する炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「置換基を有する炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」または「置換基を有する炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基」における「置換基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

【0063】

一般式(3a)中の $R_{10} \sim R_{16}$ で表される「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基」における「芳香族炭化水素基」、「芳香族複素環基」または「縮合多環芳香族基」としては、前記一般式(1)中の $Ar_1 \sim Ar_4$ で表される「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基」における「芳香族炭化水素基」、「芳香族複素環基」または「縮合多環芳香族基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、これらの基同士が単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成してもよい。

また、これらの基は置換基を有していてもよく、置換基として、前記一般式(1)中の $Ar_1 \sim Ar_4$ で表される「置換芳香族炭化水素基」、「置換芳香族複素環基」または「置換縮合多環芳香族基」における「置換基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

【0064】

一般式(3a)中の $R_{10} \sim R_{16}$ で表される「置換もしくは無置換のアリールオキシ基」における「アリールオキシ基」としては、具体的に、フェニルオキシ基、ピフェニルオキシ基、ターフェニルオキシ基、ナフチルオキシ基、アントラセニルオキシ基、フェナントレニルオキシ基、フルオレニルオキシ基、インデニルオキシ基、ピレニルオキシ基、ペリレニルオキシ基などをあげることができ、これらの基同士が単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成していてもよい。

また、これらの基は置換基を有していてもよく、置換基として、前記一般式(1)中の

$A r_1 \sim A r_4$ で表される「置換芳香族炭化水素基」、「置換芳香族複素環基」または「置換縮合多環芳香族基」における「置換基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

【0065】

一般式(3a)において、 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 は炭素原子または窒素原子を表し、 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 のいずれか1つのみが窒素原子であるものとする。この場合の窒素原子は $R_1 \sim R_4$ の水素原子もしくは置換基を有さないものとする。すなわち、 X_1 が窒素原子である場合は R_{10} が、 X_2 が窒素原子である場合は R_{11} が、 X_3 が窒素原子である場合は R_{12} が、 X_4 が窒素原子である場合は R_{13} が存在しないことを意味する。

10

【0066】

一般式(3b)中の $A r_{10}$ 、 $A r_{11}$ 、 $A r_{12}$ で表される「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基」における「芳香族炭化水素基」、「芳香族複素環基」または「縮合多環芳香族基」としては、前記一般式(1)中の $A r_1 \sim A r_4$ で表される「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基」における「芳香族炭化水素基」、「芳香族複素環基」または「縮合多環芳香族基」に関して示したものと同様のものをあげることができる。

また、これらの基は置換基を有していてもよく、置換基として、前記一般式(1)中の $A r_1 \sim A r_4$ で表される「置換芳香族炭化水素基」、「置換芳香族複素環基」または「置換縮合多環芳香族基」における「置換基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

20

【0067】

一般式(3c)中の $A r_{13}$ 、 $A r_{14}$ 、 $A r_{15}$ で表される「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基」における「芳香族炭化水素基」、「芳香族複素環基」または「縮合多環芳香族基」としては、前記一般式(1)中の $A r_1 \sim A r_4$ で表される「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基」における「芳香族炭化水素基」、「芳香族複素環基」または「縮合多環芳香族基」に関して示したものと同様のものをあげることができる。

30

また、これらの基は置換基を有していてもよく、置換基として、前記一般式(1)中の $A r_1 \sim A r_4$ で表される「置換芳香族炭化水素基」、「置換芳香族複素環基」または「置換縮合多環芳香族基」における「置換基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

【0068】

一般式(3c)中の R_{17} で表される「置換基を有していてもよい炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「置換基を有していてもよい炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」または「置換基を有していてもよい炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基」における「炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」または「炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基」としては、前記一般式(3a)中の $R_{10} \sim R_{16}$ で表される「置換基を有していてもよい炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「置換基を有していてもよい炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」または「置換基を有していてもよい炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基」における「炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」または「炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基」に関して示したものと同様のものをあげることができる。

40

50

また、これらの基は置換基を有していてもよく、置換基として、前記一般式(3a)中の $R_{10} \sim R_{16}$ で表される「置換基を有する炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「置換基を有する炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」または「置換基を有する炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基」における「置換基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

【0069】

一般式(3c)中の R_{17} で表される「置換基を有していてもよい炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキルオキシ基」または「置換基を有していてもよい炭素原子数5ないし10のシクロアルキルオキシ基」における「炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキルオキシ基」または「炭素原子数5ないし10のシクロアルキルオキシ基」としては、前記一般式(3a)中の $R_{10} \sim R_{16}$ で表される「置換基を有していてもよい炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキルオキシ基」または「置換基を有していてもよい炭素原子数5ないし10のシクロアルキルオキシ基」における「炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキルオキシ基」または「炭素原子数5ないし10のシクロアルキルオキシ基」に関して示したものと同様のものをあげることができる。

10

また、これらの基は置換基を有していてもよく、置換基として、前記一般式(3a)中の $R_{10} \sim R_{16}$ で表される「置換基を有する炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「置換基を有する炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」または「置換基を有する炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基」における「置換基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

20

【0070】

一般式(3c)中の R_{17} で表される「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基」における「芳香族炭化水素基」、「芳香族複素環基」または「縮合多環芳香族基」としては、前記一般式(1)中の $Ar_1 \sim Ar_4$ で表される「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基」における「芳香族炭化水素基」、「芳香族複素環基」または「縮合多環芳香族基」に関して示したものと同様のものをあげることができる。

30

また、これらの基は置換基を有していてもよく、置換基として、前記一般式(1)中の $Ar_1 \sim Ar_4$ で表される「置換芳香族炭化水素基」、「置換芳香族複素環基」または「置換縮合多環芳香族基」における「置換基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

【0071】

一般式(3c)中の R_{17} で表される「置換もしくは無置換のアリールオキシ基」における「アリールオキシ基」としては、前記一般式(3a)中の $R_{10} \sim R_{16}$ で表される「置換もしくは無置換のアリールオキシ基」における「アリールオキシ基」に関して示したものと同様のものをあげることができる。

40

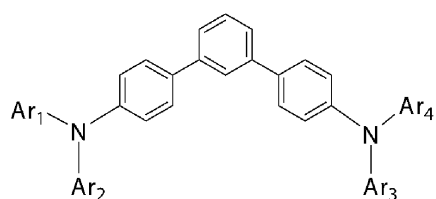
また、これらの基は置換基を有していてもよく、置換基として、前記一般式(1)中の $Ar_1 \sim Ar_4$ で表される「置換芳香族炭化水素基」、「置換芳香族複素環基」または「置換縮合多環芳香族基」における「置換基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

【0072】

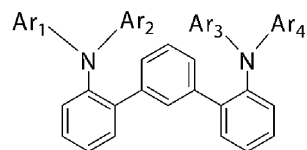
一般式(1)で表されるアリールアミン化合物の中で、下記一般式(1a-a)、(1a-b)、(1b-a)、(1c-a)、(1c-b)もしくは(1c-c)で表されるアリールアミン化合物が好ましく用いられる。

【0073】

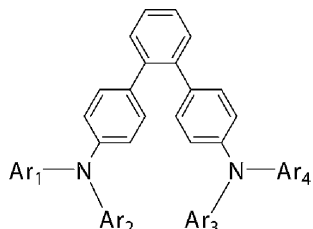
【化 7】



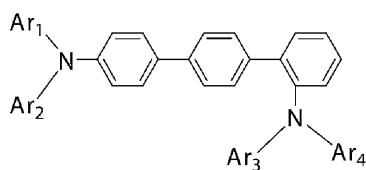
(1 a - a)



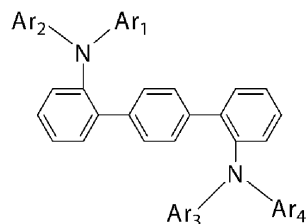
(1 a - b)



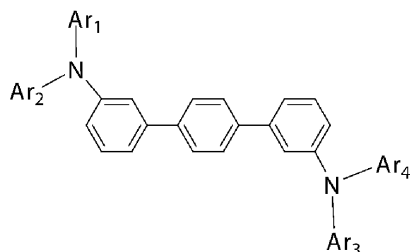
(1 b - a)



(1 c - a)



(1 c - b)



(1 c - c)

【0074】

(式中、 $Ar_1 \sim Ar_4$ は、前記一般式 (1) で示した通りの意味を表す。)

【0075】

一般式 (1) 中の $Ar_1 \sim Ar_4$ としては、「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基」、「置換もしくは無置換の含酸素芳香族複素環基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基」が好ましく、フェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基、フェナントレニル基、フルオレニル基、ジベンゾフラニル基がより好ましい。

一般式 (1) において、 Ar_1 と Ar_2 もしくは Ar_3 と Ar_4 が異なる基であることが好ましく、 Ar_1 と Ar_2 および Ar_3 と Ar_4 が異なる基であることがより好ましい。

一般式 (1) において、 $Ar_1 \sim Ar_4$ で表される「置換芳香族炭化水素基」、「置換芳香族複素環基」または「置換縮合多環芳香族基」における「置換基」としては、重水素原子、「置換基を有していてもよい炭素原子数 1 ないし 6 の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「置換基を有していてもよい炭素原子数 2 ないし 6 の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基」、「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基」が好ましく、重水素原子、フェニル基、ビフェニル基、ナフチル基、ビニル基がより好ましい。また、これらの基同士が単結合を介して互いに結合して縮合芳香環を形成する場合も好ましい。

【0076】

一般式(2)中の A_1 としては、「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素の2価基」、もしくは単結合が好ましく、ベンゼン、ビフェニル、またはナフタレンから水素原子を2個取り除いてできる2価基、もしくは単結合がより好ましく、単結合が特に好ましい。

一般式(2)中の Ar_5 、 Ar_6 としては、フェニル基、ビフェニル基、ナフチル基、フルオレニル基、インデニル基、ピリジル基、ジベンゾフラニル基、ピリドベンゾフラニル基が好ましい。

一般式(2)中の Ar_5 と Ar_6 は直接、もしくはそれらの基が有する置換基を介しつつ、単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成してもよい。

一般式(2)中の $R_1 \sim R_4$ において、少なくともひとつが、「芳香族炭化水素基、芳香族複素環基もしくは縮合多環芳香族基から選ばれる基によって置換されたジ置換アミノ基」、もしくは「芳香族炭化水素基、芳香族複素環基もしくは縮合多環芳香族基から選ばれる基によって置換されたジ置換アミノ基」を置換基として有する「芳香族炭化水素基」、「芳香族複素環基」または「縮合多環芳香族基」であることが好ましく、「芳香族炭化水素基、芳香族複素環基もしくは縮合多環芳香族基から選ばれる基によって置換されたジ置換アミノ基」であることがより好ましい。この場合、 R_2 が「芳香族炭化水素基、芳香族複素環基もしくは縮合多環芳香族基から選ばれる基によって置換されたジ置換アミノ基」であることが好ましく、 R_2 のみが「芳香族炭化水素基、芳香族複素環基もしくは縮合多環芳香族基から選ばれる基によって置換されたジ置換アミノ基」であることがより好ましい。

この場合の「芳香族炭化水素基、芳香族複素環基もしくは縮合多環芳香族基から選ばれる基によって置換されたジ置換アミノ基」における「芳香族炭化水素基」、「芳香族複素環基」、「縮合多環芳香族基」としては、フェニル基、ビフェニル基、ナフチル基、フルオレニル基、インデニル基、ピリジル基、ジベンゾフラニル基、ピリドベンゾフラニル基が好ましい。

【0077】

一般式(2)において、 $R_1 \sim R_4$ の隣り合うふたつ、もしくはすべてがビニル基であって、隣り合うふたつのビニル基が単結合を介して互いに結合して縮合環を形成する態様、すなわち、 $R_1 \sim R_4$ が結合しているベンゼン環とともにナフタレン環、もしくはフェナントレン環を形成する態様も好ましい。

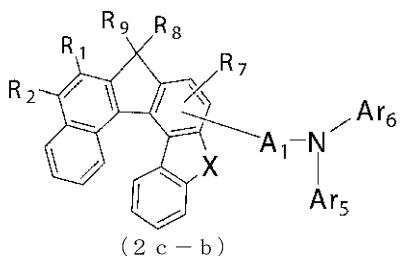
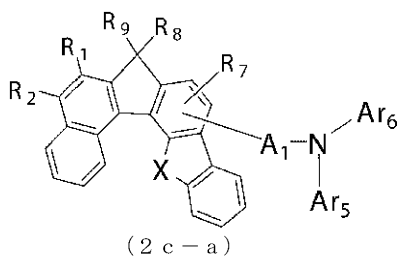
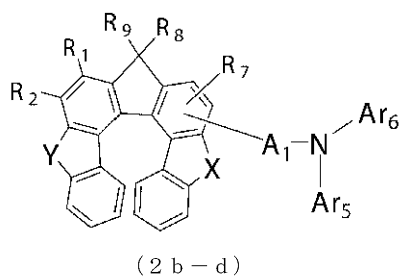
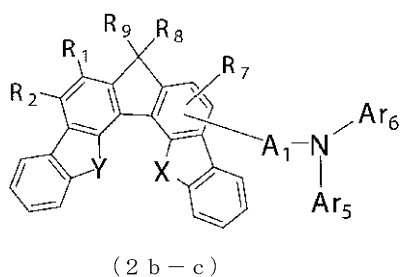
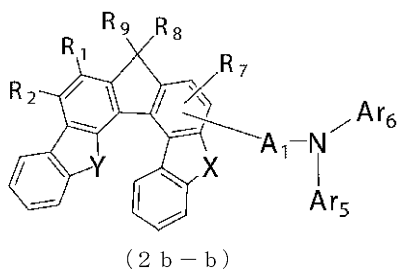
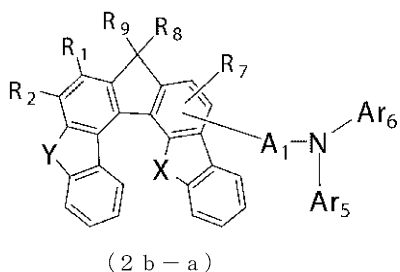
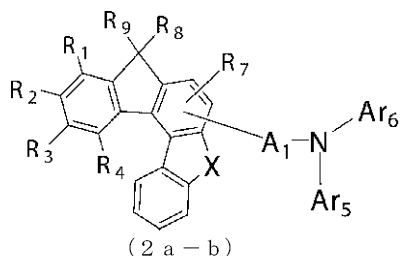
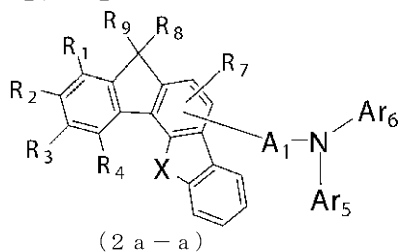
一般式(2)において、 $R_1 \sim R_4$ のいずれかひとつが「芳香族炭化水素基」であって、 $R_1 \sim R_4$ が結合しているベンゼン環と、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成する態様が好ましい。この場合の「芳香族炭化水素基」がフェニル基であって、 $R_1 \sim R_4$ が結合しているベンゼン環と、酸素原子もしくは硫黄原子を介して互いに結合して環を形成する態様、すなわち、 $R_1 \sim R_4$ が結合しているベンゼン環とともにジベンゾフラン環、もしくはジベンゾチオフェン環を形成する態様が特に好ましい。

一般式(2)において、 $R_5 \sim R_7$ のいずれかひとつが「芳香族炭化水素基」であって、 $R_5 \sim R_7$ が結合しているベンゼン環と、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成する態様が好ましい。この場合の「芳香族炭化水素基」がフェニル基であって、 $R_5 \sim R_7$ が結合しているベンゼン環と、酸素原子もしくは硫黄原子を介して互いに結合して環を形成する態様、すなわちジベンゾフラン環、もしくはジベンゾチオフェン環を形成する態様が特に好ましい。

以上のように、一般式(2)で表される縮合環構造を有するアミン誘導体の中で、 $R_1 \sim R_7$ がこれらの基同士で互いに結合して環を形成する態様、または、 $R_1 \sim R_7$ と $R_1 \sim R_7$ が結合しているベンゼン環とが互いに結合して環を形成する態様として、下記一般式(2a-a)、(2a-b)、(2b-a)、(2b-b)、(2b-c)、(2b-d)、(2c-a)もしくは(2c-b)で表される態様が好ましく用いられる。

【0078】

【化 8】



【0079】

(式中、X、Yは同一でも異なってもよく、酸素原子もしくは硫黄原子を表し、 A_1 、 Ar_5 、 Ar_6 、 $R_1 \sim R_4$ 、 R_7 、 $R_8 \sim R_9$ は、前記一般式(2)で示した通りの意味を表す。)

【0080】

一般式(2)中の R_8 、 R_9 としては、「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基」、「置換もしくは無置換の含酸素芳香族複素環基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基」が好ましく、フェニル基、ナフチル基、フェナントレニル基、ピリジル基、キノリル基、イソキノリル基、ジベンゾフラニル基がより好ましく、フェニル基が特に好ましい。

そして、 R_8 と R_9 が、単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子、硫黄原子、または一置換アミノ基などの連結基を介して互いに結合して環を形成する態様が好ましく、単結合を介して互いに結合して環を形成する態様が特に好ましい。

以上のように、一般式(2)で表される縮合環構造を有するアミン誘導体の中で、 R_8 と R_9 が互いに結合して環を形成する態様として、下記一般式(2a-a1)、(2a-b1)、(2b-a1)、(2b-b1)、(2b-c1)、(2b-d1)、(2c-a1)もしくは(2c-b1)で表される態様が好ましく用いられる。

【0081】

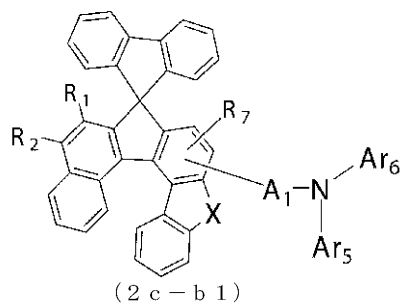
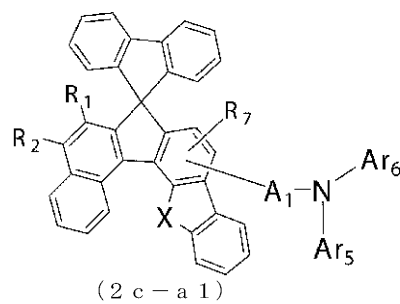
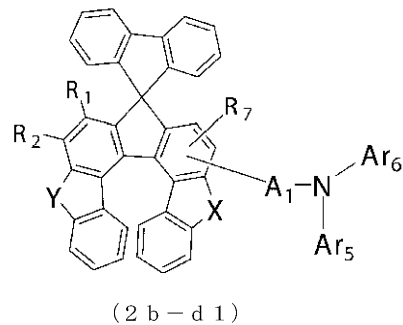
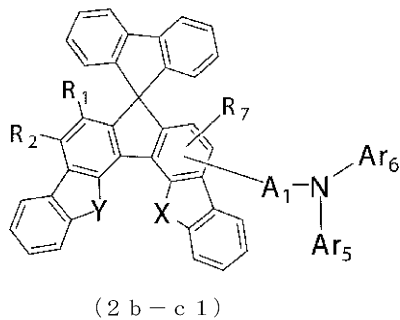
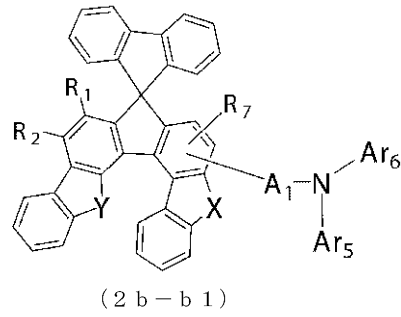
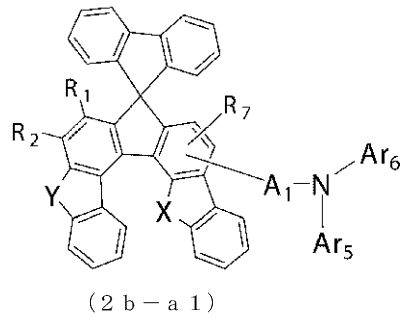
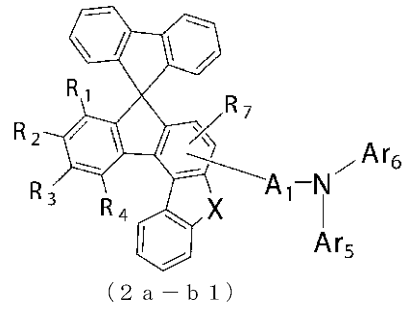
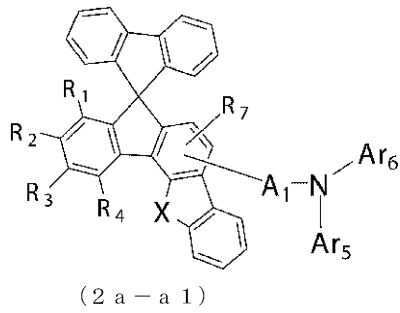
10

20

30

40

【化 9】



【0082】

(式中、X、Yは同一でも異なってもよく、酸素原子もしくは硫黄原子を表し、 A_1 、 Ar_5 、 Ar_6 、 $R_1 \sim R_4$ 、 R_7 は、前記一般式(2)で示した通りの意味を表す。)

【0083】

一般式(2)において、 A_1 の結合位置は、フルオレン環の2位(あるいは7位)であることが好ましい。

この場合、一般式(2)で表される縮合環構造を有するアミン誘導体は、下記一般式(2')で示される。

【0084】

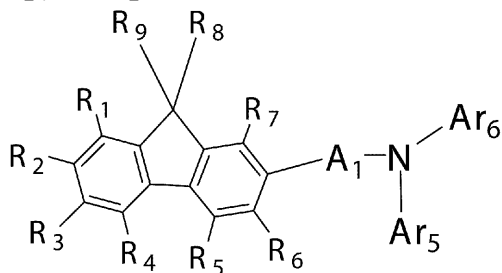
10

20

30

40

【化 10】



(2')

【0085】

一般式(3)中のBで表される「置換もしくは無置換の芳香族複素環基」における「芳香族複素環基」としては、ピリジル基、ピリミジニル基、ピロリル基、キノリル基、イソキノリル基、インドリル基、カルバゾリル基、ベンゾオキサゾリル基、ベンゾチアゾリル基、キノキサリニル基、ベンゾイミダゾリル基、ピラゾリル基、およびカルボリニル基などの含窒素芳香族複素環基が好ましく、ピリジル基、ピリミジニル基、キノリル基、イソキノリル基、インドリル基、ピラゾリル基、ベンゾイミダゾリル基、およびカルボリニル基がより好ましい。

一般式(3)中のp、qは、pとqの和(p+q)が9となる関係を維持するものとし、pは7または8を表し、qは1または2を表す。

一般式(3)で表されるアントラセン環構造を有する化合物の中で、一般式(3a)、一般式(3b)または一般式(3c)で表されるアントラセン環構造を有する化合物がより好ましく用いられる。

一般式(3)、一般式(3a)、一般式(3b)または一般式(3c)において、A₂としては、「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素の2価基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族の2価基」が好ましく、ベンゼン、ビフェニル、ナフタレン、またはフェナントレンから水素原子を2個取り除いてできる2価基がより好ましい。

【0086】

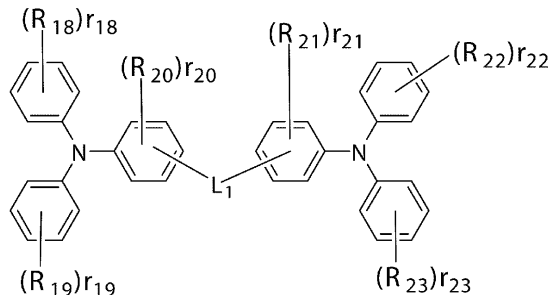
本発明の有機EL素子において、2つの正孔輸送層を積層させた構造とする態様も好適に用いられる。すなわち、この場合における本発明の有機EL素子は、少なくとも陽極、第一正孔輸送層、第二正孔輸送層、発光層、電子輸送層及び陰極をこの順に有する構成となる。この場合、前記第二正孔輸送層が前記一般式(1)で表されるアリールアミン化合物を含有する態様が好ましく、さらに、前記第一正孔輸送層が分子中にトリフェニルアミン構造を2個～6個、単結合またはヘテロ原子を含まない2価基で連結した構造を有するアリールアミン化合物を含有する態様がより好ましい。

【0087】

前記分子中にトリフェニルアミン構造を2個～6個、単結合またはヘテロ原子を含まない2価基で連結した構造を有するアリールアミン化合物としては、下記一般式(4)で表される、分子中にトリフェニルアミン構造を2個有するアリールアミン化合物、もしくは下記一般式(5)で表される、分子中にトリフェニルアミン構造を4個有するアリールアミン化合物であることが好ましい。

【0088】

【化 11】



10

20

30

40

50

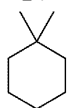
(4)

【0089】

(式中、 $R_{18} \sim R_{23}$ は重水素原子、フッ素原子、塩素原子、シアノ基、ニトロ基、置換基を有していてもよい炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基、置換基を有していてもよい炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基、置換基を有していてもよい炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基、置換基を有していてもよい炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキルオキシ基、置換基を有していてもよい炭素原子数5ないし10のシクロアルキルオキシ基、置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の芳香族複素環基、置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基、または置換もしくは無置換のアリールオキシ基を表す。 $r_{18} \sim r_{23}$ は同一でも異なってもよく、 r_{18} 、 r_{19} 、 r_{22} 、 r_{23} は0～5の整数を表し、 r_{20} 、 r_{21} は0～4の整数を表す。 r_{18} 、 r_{19} 、 r_{22} 、 r_{23} が2～5の整数である場合、または、 r_{20} 、 r_{21} が2～4の整数である場合、同一のベンゼン環に複数個結合する $R_{18} \sim R_{23}$ は相互に同一でも異なってもよく、単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成してもよい。 L_1 は下記構造式(C)～(G)で示される2価基、または単結合を表す。)

【0090】

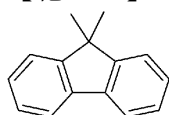
【化12】



(C)

【0091】

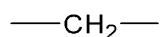
【化13】



(D)

【0092】

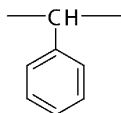
【化14】



(E)

【0093】

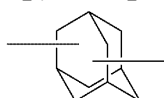
【化15】



(F)

【0094】

【化16】



(G)

【0095】

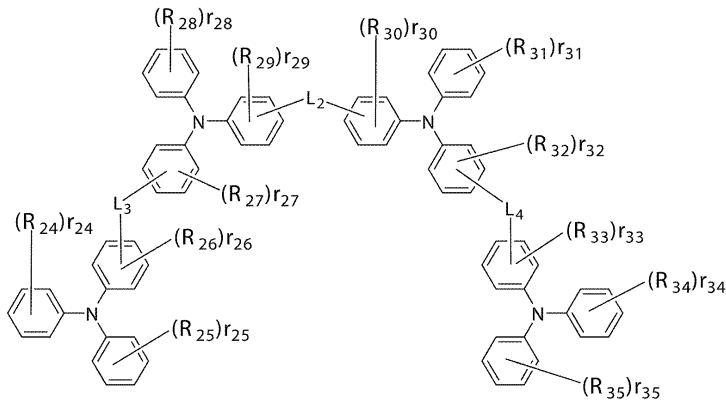
10

20

30

40

【化 1 7】



10

(5)

【0096】

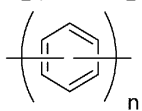
(式中、 $R_{24} \sim R_{35}$ は重水素原子、フッ素原子、塩素原子、シアノ基、ニトロ基、置換基を有していてもよい炭素原子数 1 ないし 6 の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基、置換基を有していてもよい炭素原子数 5 ないし 10 のシクロアルキル基、置換基を有していてもよい炭素原子数 2 ないし 6 の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基、置換基を有していてもよい炭素原子数 1 ないし 6 の直鎖状もしくは分岐状のアルキルオキシ基、置換基を有していてもよい炭素原子数 5 ないし 10 のシクロアルキルオキシ基、置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の芳香族複素環基、置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基、または置換もしくは無置換のアリールオキシ基を表す。 $r_{24} \sim r_{35}$ は同一でも異なってもよく、 r_{24} 、 r_{25} 、 r_{28} 、 r_{31} 、 r_{34} 、 r_{35} は 0 ～ 5 の整数を表し、 r_{26} 、 r_{27} 、 r_{29} 、 r_{30} 、 r_{32} 、 r_{33} は 0 ～ 4 の整数を表す。 r_{24} 、 r_{25} 、 r_{28} 、 r_{31} 、 r_{34} 、 r_{35} が 2 ～ 5 の整数である場合、または、 r_{26} 、 r_{27} 、 r_{29} 、 r_{30} 、 r_{32} 、 r_{33} が 2 ～ 4 の整数である場合、同一のベンゼン環に複数個結合する $R_{24} \sim R_{35}$ は相互に同一でも異なってもよく、単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成してもよい。 L_2 、 L_3 、 L_4 は同一でも異なってもよく、下記構造式 (B) ～ (G) で示される 2 価基、または単結合を表す。)

20

30

【0097】

【化 1 8】



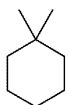
(B)

【0098】

(式中、 n は 1 ～ 3 の整数を表す。)

【0099】

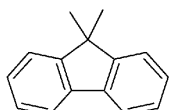
【化 1 9】



(C)

【0100】

【化 2 0】



(D)

50

【0101】

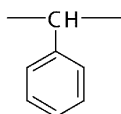
【化21】



(E)

【0102】

【化22】

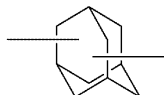


10

(F)

【0103】

【化23】



(G)

【0104】

一般式(4)中の $R_{18} \sim R_{23}$ で表される「置換基を有していてもよい炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「置換基を有していてもよい炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」または「置換基を有していてもよい炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基」における「炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」または「炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基」としては、前記一般式(3a)中の $R_{10} \sim R_{16}$ で表される「置換基を有していてもよい炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「置換基を有していてもよい炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」または「置換基を有していてもよい炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基」における「炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」または「炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

20

30

また、これらの基は置換基を有していてもよく、置換基として、前記一般式(3a)中の $R_{10} \sim R_{16}$ で表される「置換基を有する炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「置換基を有する炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」または「置換基を有する炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基」における「置換基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

【0105】

一般式(4)中の $R_{18} \sim R_{23}$ で表される「置換基を有していてもよい炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキルオキシ基」または「置換基を有していてもよい炭素原子数5ないし10のシクロアルキルオキシ基」における「炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキルオキシ基」または「炭素原子数5ないし10のシクロアルキルオキシ基」としては、前記一般式(3a)中の $R_{10} \sim R_{16}$ で表される「置換基を有していてもよい炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキルオキシ基」または「置換基を有していてもよい炭素原子数5ないし10のシクロアルキルオキシ基」における「炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキルオキシ基」または「炭素原子数5ないし10のシクロアルキルオキシ基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

40

また、これらの基は置換基を有していてもよく、置換基として、前記一般式(3a)中の $R_{10} \sim R_{16}$ で表される「置換基を有する炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分

50

岐状のアルキル基」、「置換基を有する炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」または「置換基を有する炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基」における「置換基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

【0106】

一般式(4)中の $R_{18} \sim R_{23}$ で表される「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基」における「芳香族炭化水素基」、「芳香族複素環基」または「縮合多環芳香族基」としては、前記一般式(1)中の $Ar_1 \sim Ar_4$ で表される「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基」における「芳香族炭化水素基」、「芳香族複素環基」または「縮合多環芳香族基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、これらの基同士が単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成してもよい。

10

また、これらの基は置換基を有していてもよく、置換基として、前記一般式(1)中の $Ar_1 \sim Ar_4$ で表される「置換芳香族炭化水素基」、「置換芳香族複素環基」または「置換縮合多環芳香族基」における「置換基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

【0107】

一般式(4)中の $R_{18} \sim R_{23}$ で表される「置換もしくは無置換のアリールオキシ基」における「アリールオキシ基」としては、前記一般式(3a)中の $R_{10} \sim R_{16}$ で表される「置換もしくは無置換のアリールオキシ基」における「アリールオキシ基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

20

また、これらの基は置換基を有していてもよく、置換基として、前記一般式(1)中の $Ar_1 \sim Ar_4$ で表される「置換芳香族炭化水素基」、「置換芳香族複素環基」または「置換縮合多環芳香族基」における「置換基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

【0108】

一般式(4)において、 $r_{18} \sim r_{23}$ は同一でも異なってもよく、 r_{18} 、 r_{19} 、 r_{22} 、 r_{23} は0～5の整数を表し、 r_{20} 、 r_{21} は0～4の整数を表す。 r_{18} 、 r_{19} 、 r_{22} 、 r_{23} が2～5の整数である場合、または、 r_{20} 、 r_{21} が2～4の整数である場合、同一のベンゼン環に複数個結合する $R_{18} \sim R_{23}$ は相互に同一でも異なってもよく、単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成してもよい。

30

【0109】

一般式(5)中の $R_{24} \sim R_{35}$ で表される「置換基を有していてもよい炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「置換基を有していてもよい炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」または「置換基を有していてもよい炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基」における「炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」または「炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基」としては、前記一般式(3a)中の $R_{10} \sim R_{16}$ で表される「置換基を有していてもよい炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「置換基を有していてもよい炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」または「置換基を有していてもよい炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基」における「炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」または「炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

40

また、これらの基は置換基を有していてもよく、置換基として、前記一般式(3a)中

50

の $R_{10} \sim R_{16}$ で表される「置換基を有する炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「置換基を有する炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」または「置換基を有する炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基」における「置換基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

【0110】

一般式(5)中の $R_{24} \sim R_{35}$ で表される「置換基を有していてもよい炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキルオキシ基」または「置換基を有していてもよい炭素原子数5ないし10のシクロアルキルオキシ基」における「炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキルオキシ基」または「炭素原子数5ないし10のシクロアルキルオキシ基」としては、前記一般式(3a)中の $R_{10} \sim R_{16}$ で表される「置換基を有していてもよい炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキルオキシ基」または「置換基を有していてもよい炭素原子数5ないし10のシクロアルキルオキシ基」における「炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキルオキシ基」または「炭素原子数5ないし10のシクロアルキルオキシ基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

10

また、これらの基は置換基を有していてもよく、置換基として、前記一般式(3a)中の $R_{10} \sim R_{16}$ で表される「置換基を有する炭素原子数1ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「置換基を有する炭素原子数5ないし10のシクロアルキル基」または「置換基を有する炭素原子数2ないし6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基」における「置換基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

20

【0111】

一般式(5)中の $R_{24} \sim R_{35}$ で表される「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基」における「芳香族炭化水素基」、「芳香族複素環基」または「縮合多環芳香族基」としては、前記一般式(1)中の $Ar_1 \sim Ar_4$ で表される「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環基」または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族基」における「芳香族炭化水素基」、「芳香族複素環基」または「縮合多環芳香族基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、これらの基同士が単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成してもよい。

30

また、これらの基は置換基を有していてもよく、置換基として、前記一般式(1)中の $Ar_1 \sim Ar_4$ で表される「置換芳香族炭化水素基」、「置換芳香族複素環基」または「置換縮合多環芳香族基」における「置換基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

【0112】

一般式(5)中の $R_{24} \sim R_{35}$ で表される「置換もしくは無置換のアリールオキシ基」における「アリールオキシ基」としては、前記一般式(3a)中の $R_{10} \sim R_{16}$ で表される「置換もしくは無置換のアリールオキシ基」における「アリールオキシ基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

40

また、これらの基は置換基を有していてもよく、置換基として、前記一般式(1)中の $Ar_1 \sim Ar_4$ で表される「置換芳香族炭化水素基」、「置換芳香族複素環基」または「置換縮合多環芳香族基」における「置換基」に関して示したものと同様のものをあげることができ、とりうる態様も、同様のものをあげることができる。

【0113】

一般式(5)において、 $r_{24} \sim r_{35}$ は同一でも異なってもよく、 r_{24} 、 r_{25} 、 r_{28} 、 r_{31} 、 r_{34} 、 r_{35} は0～5の整数を表し、 r_{26} 、 r_{27} 、 r_{29} 、 r_{30} 、 r_{32} 、 r_{33} は0～4の整数を表す。 r_{24} 、 r_{25} 、 r_{28} 、 r_{31} 、 r_{34} 、

50

r_{35} が 2～5 の整数である場合、または、 r_{26} 、 r_{27} 、 r_{29} 、 r_{30} 、 r_{32} 、 r_{33} が 2～4 の整数である場合、同一のベンゼン環に複数個結合する $R_{24} \sim R_{35}$ は相互に同一でも異なってもよく、単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成してもよい。

構造式 (B) において、 n は 1～3 の整数を表す。

【0114】

本発明の有機 EL 素子に好適に用いられる、前記一般式 (1) で表されるアリールアミン化合物は、有機 EL 素子の正孔注入層、電子阻止層または正孔輸送層の構成材料として使用することができる。正孔の移動度が高く正孔注入層または正孔輸送層の材料として好ましい化合物である。また、電子阻止性能が高く、電子阻止層の材料として好ましい化合物である。

10

【0115】

本発明の有機 EL 素子に好適に用いられる、前記一般式 (2) で表される縮合環構造を有するアミン誘導体は、有機 EL 素子の発光層の構成材料として使用することができる。従来の材料に比べて発光効率に優れ、発光層のドーパント材料として、好ましい化合物である。

【0116】

本発明の有機 EL 素子に好適に用いられる、前記一般式 (3) で表されるアントラセン環構造を有する化合物は、有機 EL 素子の電子輸送層の構成材料として使用することができる。

20

前記一般式 (3) で表される、アントラセン環構造を有する化合物は、電子注入および輸送能力に優れており、さらに薄膜の安定性や耐久性に優れ、電子輸送層の材料として好ましい化合物である。

【0117】

本発明の有機 EL 素子における好適な態様である、正孔輸送層が第一正孔輸送層および第二正孔輸送層の 2 層が積層した構造である場合の第一正孔輸送層に好適に用いられる、前記一般式 (4) で表される、分子中にトリフェニルアミン構造を 2 個有するアリールアミン化合物、および前記一般式 (5) で表される、分子中にトリフェニルアミン構造を 4 個有するアリールアミン化合物は、有機 EL 素子の正孔注入層または正孔輸送層の構成材料として好ましい化合物である。

30

本発明の有機 EL 素子における好適な態様である、正孔輸送層が第一正孔輸送層および第二正孔輸送層の 2 層が積層した構造である場合の第二正孔輸送層は、前記一般式 (1) で表されるアリールアミン化合物を含有することが好ましい。

【0118】

本発明の有機 EL 素子は、正孔および電子の注入・輸送性能、薄膜の安定性や耐久性に優れた有機 EL 素子用の材料を、特定の構造を有する発光材料の特性に合ったキャリアバランスを考慮しながら組み合わせているため、従来の有機 EL 素子に比べて、正孔輸送層から発光層への正孔輸送効率が向上し、電子輸送層から発光層への電子輸送効率も向上する（さらに、正孔輸送層を第一正孔輸送層と第二正孔輸送層の 2 層構造とした場合において、特定の構造を有する二種類のアリールアミン化合物を、キャリアバランスや材料の特性を考慮しながら組み合わせている）ことによって、低駆動電圧であって、発光効率が向上するとともに、有機 EL 素子の耐久性を向上させることができる。

40

低駆動電圧、高発光効率、特に長寿命の有機 EL 素子を実現することが可能となった。

【発明の効果】

【0119】

本発明の有機 EL 素子は、正孔および電子の注入・輸送性能、薄膜の安定性や耐久性に優れ、正孔の注入・輸送の役割を効果的に発現できる特定のアリールアミン化合物を選択し、発光効率に優れた特定の構造を有する縮合環構造を有するアミン誘導体と組合せることにより、発光層へ正孔を効率良く注入・輸送でき、高効率、低駆動電圧、長寿命の有機 EL 素子を実現することができる。また、特定のアリールアミン化合物を選択し、特定の

50

構造を有する発光材料の特性に合ったキャリアバランスのとれるように特定の電子輸送材料と組み合わせ、低駆動電圧であって、より高発光効率、かつ長寿命の有機EL素子を実現することができる。さらに、正孔輸送層を第一正孔輸送層と第二正孔輸送層の2層構造とした場合において、特定の構造を有する二種類のアリールアミン化合物を、キャリアバランスや材料の特性を考慮しながら組合せていることによって、さらに高効率で長寿命の有機EL素子を実現することができる。本発明によれば、従来の有機EL素子の発光効率および駆動電圧、そして耐久性を改良することができる。

【図面の簡単な説明】

【0120】

【図1】実施例37～42、比較例1、2の有機EL素子構成を示した図である。

10

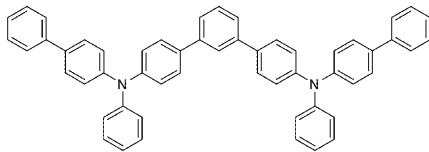
【発明を実施するための形態】

【0121】

本発明の有機EL素子に好適に用いられる、前記一般式(1)で表されるアリールアミン化合物の中で、好ましい化合物の具体例を以下に示すが、これらの化合物に限定されるものではない。

【0122】

【化24】

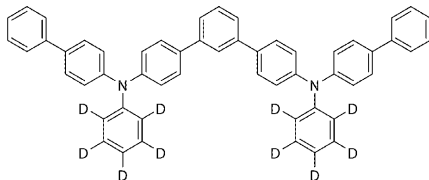


20

(1-1)

【0123】

【化25】

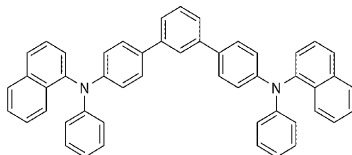


(1-2)

30

【0124】

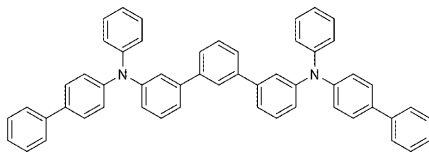
【化26】



(1-3)

【0125】

【化27】

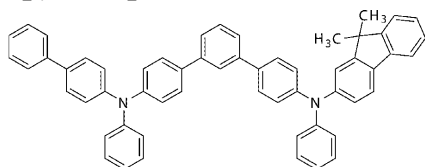


40

(1-4)

【0126】

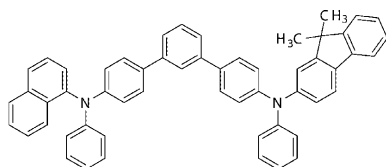
【化 2 8】



(1 - 5)

【 0 1 2 7】

【化 2 9】

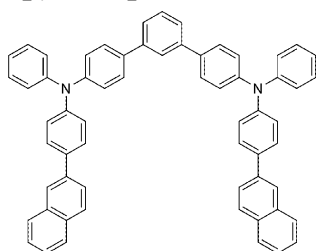


10

(1 - 6)

【 0 1 2 8】

【化 3 0】

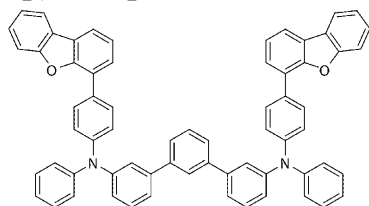


20

(1 - 7)

【 0 1 2 9】

【化 3 1】

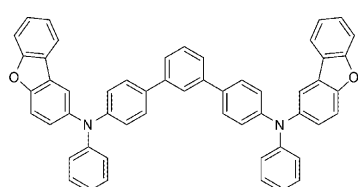


30

(1 - 8)

【 0 1 3 0】

【化 3 2】

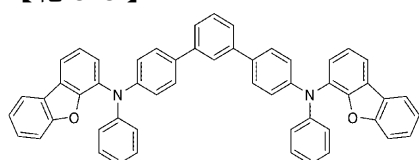


40

(1 - 9)

【 0 1 3 1】

【化 3 3】



(1 - 1 0)

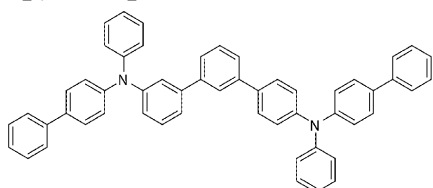
【 0 1 3 2】

50

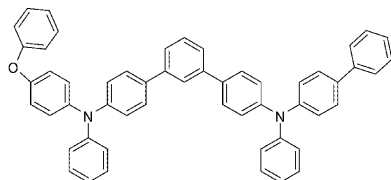
【 0 1 3 3 】

(1 - 1 2)

【化 3 6】

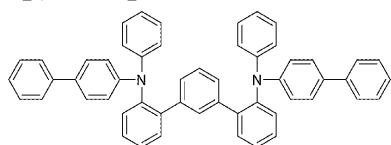

$$(1-13)$$

【化 3 7】



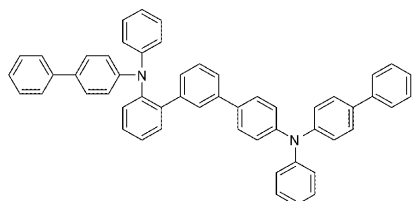
(1 - 1 4)

【化 3 8】



(1 - 1 5)

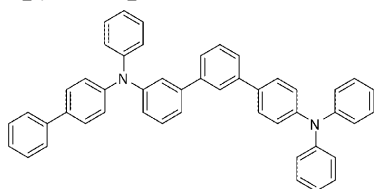
【化 3 9】



(1 - 1 6)

【 0 1 3 8 】

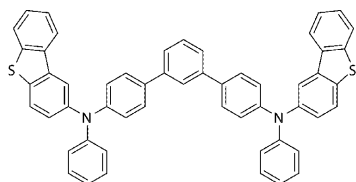
【化 4 0】



(1 - 1 7)

【 0 1 3 9 】

【化 4 1】

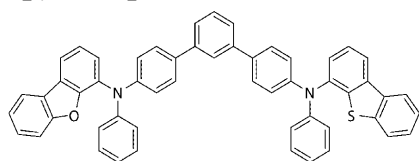


10

(1 - 1 8)

【 0 1 4 0 】

【化 4 2】

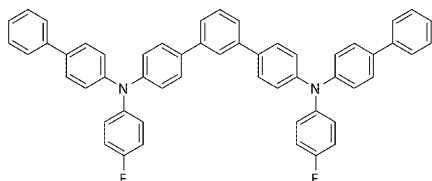


20

(1 - 1 9)

【 0 1 4 1 】

【化 4 3】

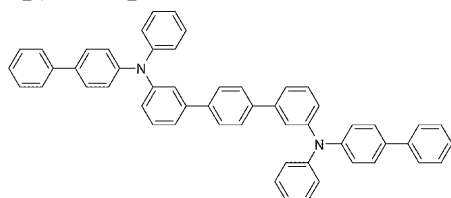


(1 - 2 0)

30

【 0 1 4 2 】

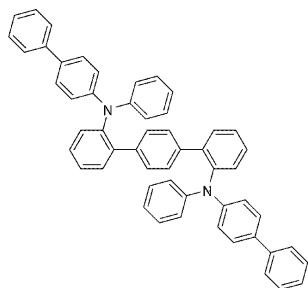
【化 4 4】



(1 - 2 1)

【 0 1 4 3 】

【化 4 5】



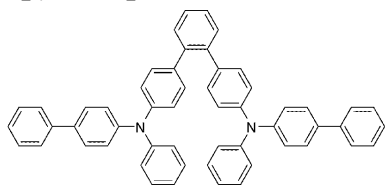
40

(1 - 2 2)

【 0 1 4 4 】

50

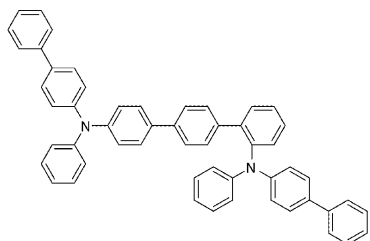
【化 4 6】



(1 - 2 3)

【 0 1 4 5】

【化 4 7】

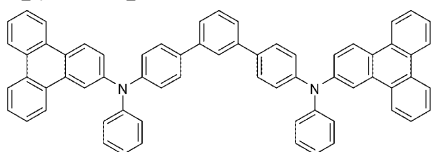


10

(1 - 2 4)

【 0 1 4 6】

【化 4 8】

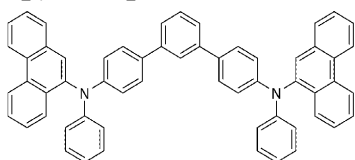


20

(1 - 2 5)

【 0 1 4 7】

【化 4 9】

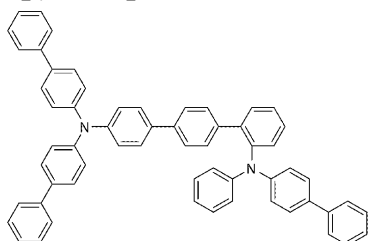


30

(1 - 2 6)

【 0 1 4 8】

【化 5 0】

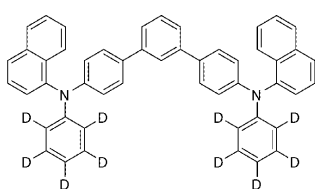


40

(1 - 2 7)

【 0 1 4 9】

【化 5 1】

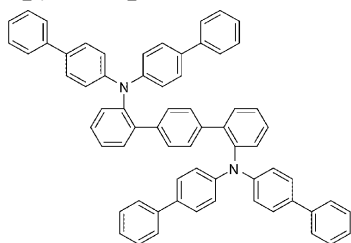


(1 - 2 8)

【 0 1 5 0】

50

【化 5 2】

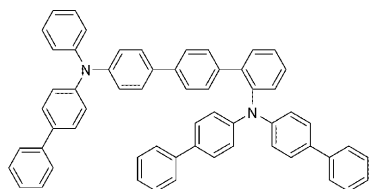


(1 - 2 9)

【 0 1 5 1 】

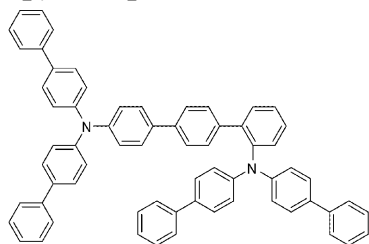
10

【化 5 3】


$$(1 - 3 \ 0)$$

【 0 1 5 2 】

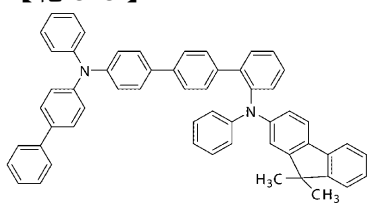
【化 5 4】



20

【 0 1 5 3 】

【化 5 5】

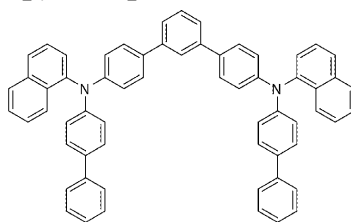


30

$$(1 - 3 \ 2)$$

【 0 1 5 4 】

【化 5 6】

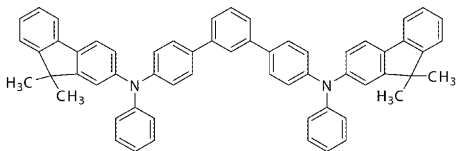


40

$$(1-33)$$

【 0 1 5 5 】

【化 5 7】

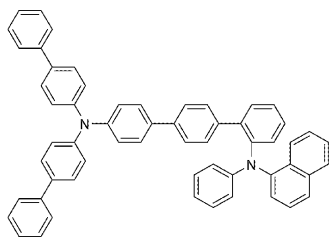


50

(1 - 3 4)

【 0 1 5 6 】

【化 5 8】

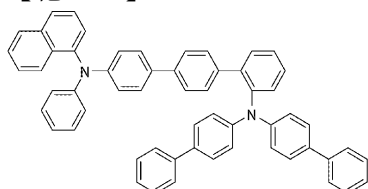


(1 - 3 5)

10

【 0 1 5 7 】

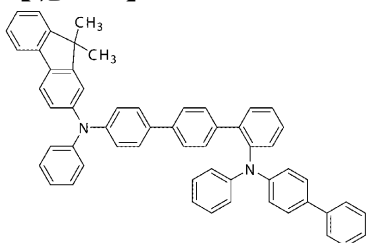
【化 5 9】



(1 - 3 6)

【 0 1 5 8 】

【化 6 0】

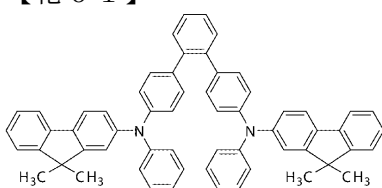


20

(1 - 3 7)

【 0 1 5 9 】

【化 6 1】

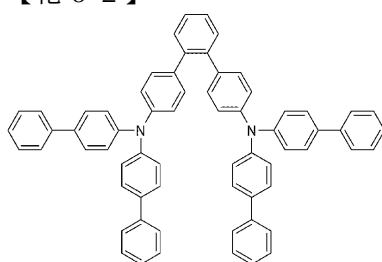


30

(1 - 3 8)

【 0 1 6 0 】

【化 6 2】

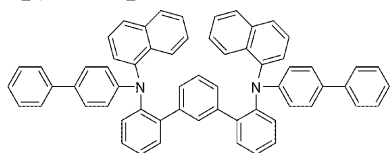


40

(1 - 3 9)

【 0 1 6 1 】

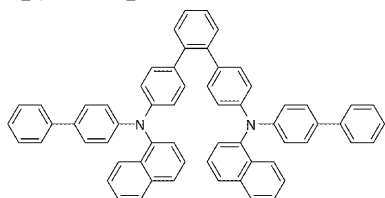
【化 6 3】



(1 - 4 0)

【 0 1 6 2 】

【化 6 4】

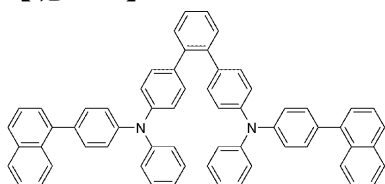


10

(1 - 4 1)

【 0 1 6 3 】

【化 6 5】

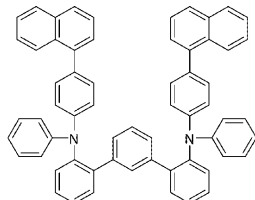


20

(1 - 4 2)

【 0 1 6 4 】

【化 6 6】

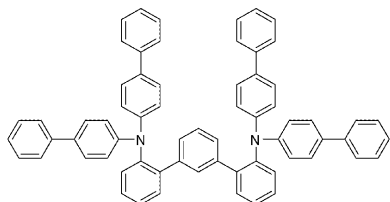


30

(1 - 4 3)

【 0 1 6 5 】

【化 6 7】

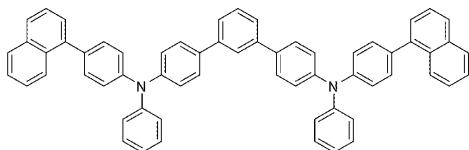


(1 - 4 4)

40

【 0 1 6 6 】

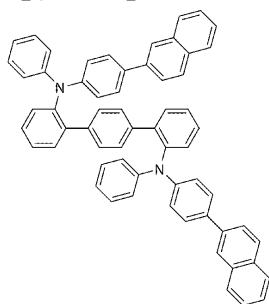
【化 6 8】



(1 - 4 5)

【 0 1 6 7 】

【化 6 9】

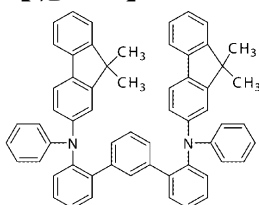


(1 - 4 6)

10

【 0 1 6 8 】

【化 7 0】

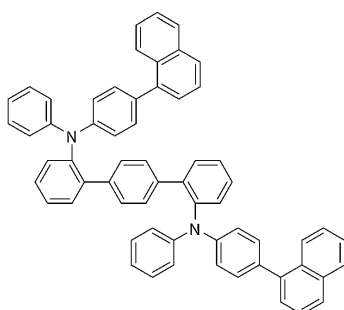


(1 - 4 7)

20

【 0 1 6 9 】

【化 7 1】

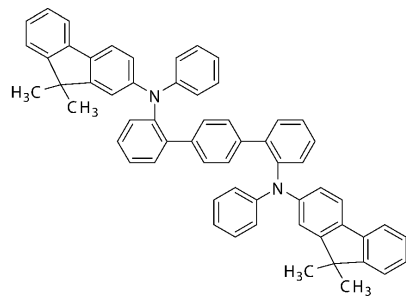


(1 - 4 8)

30

【 0 1 7 0 】

【化 7 2】

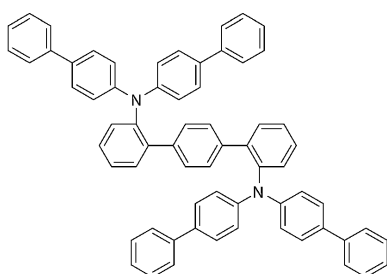


(1 - 4 9)

40

【 0 1 7 1 】

【化 7 3】

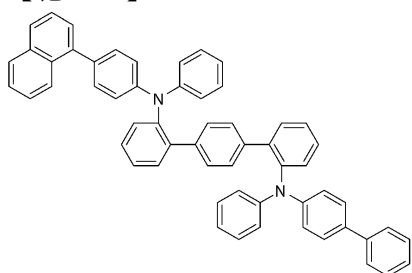


50

(1 - 5 0)

【0 1 7 2】

【化 7 4】

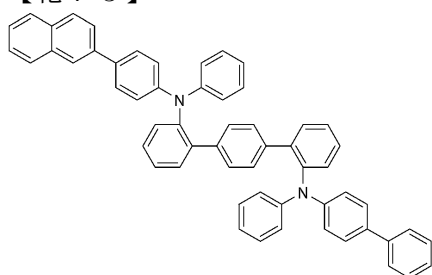


10

(1 - 5 1)

【0 1 7 3】

【化 7 5】

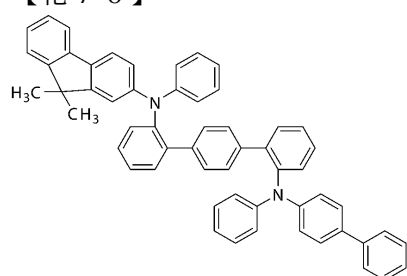


20

(1 - 5 2)

【0 1 7 4】

【化 7 6】

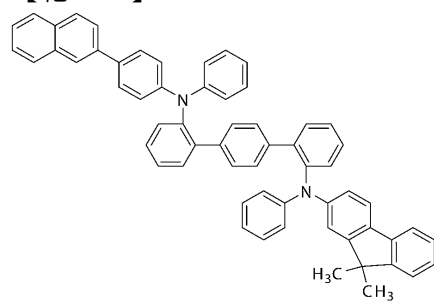


30

(1 - 5 3)

【0 1 7 5】

【化 7 7】

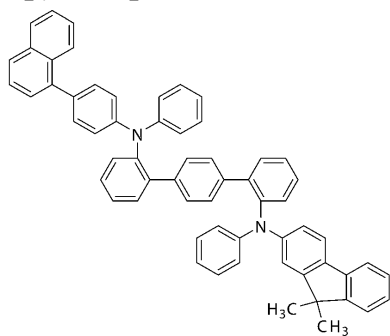


40

(1 - 5 4)

【0 1 7 6】

【化 7 8】

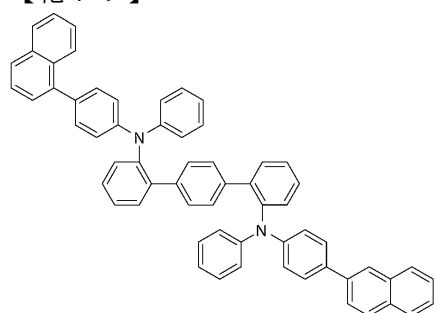


10

(1 - 5 5)

【 0 1 7 7】

【化 7 9】

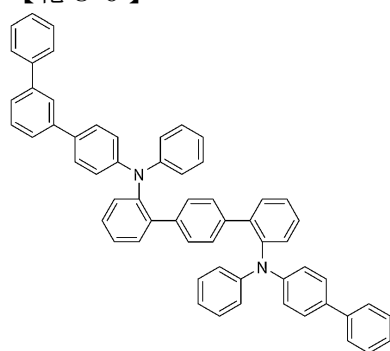


20

(1 - 5 6)

【 0 1 7 8】

【化 8 0】

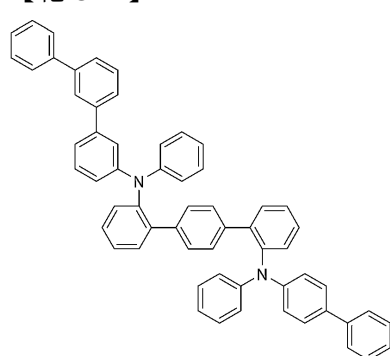


30

(1 - 5 7)

【 0 1 7 9】

【化 8 1】

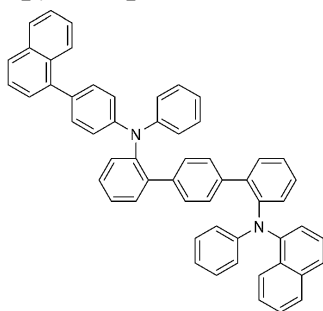


40

(1 - 5 8)

【 0 1 8 0】

【化 8 2】

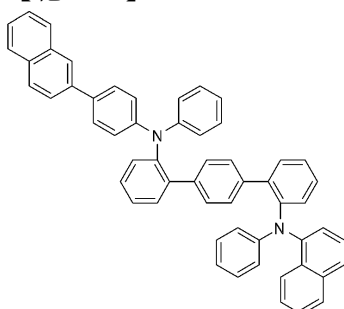


(1 - 5 9)

10

【 0 1 8 1】

【化 8 3】

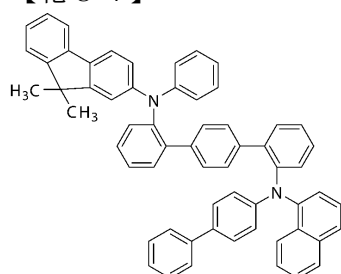


(1 - 6 0)

20

【 0 1 8 2】

【化 8 4】

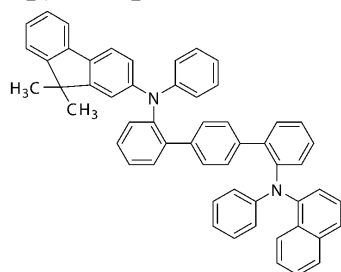


(1 - 6 1)

30

【 0 1 8 3】

【化 8 5】

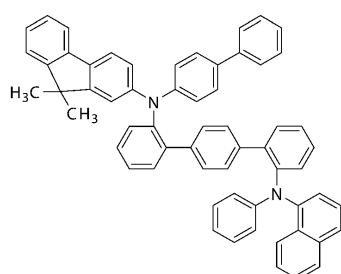


(1 - 6 2)

40

【 0 1 8 4】

【化 8 6】

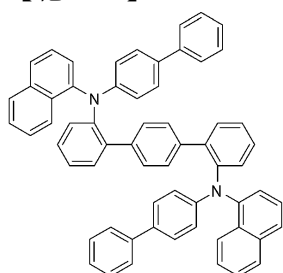


50

(1 - 6 3)

【 0 1 8 5 】

【化 8 7】

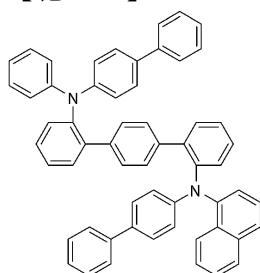


10

(1 - 6 4)

【 0 1 8 6 】

【化 8 8】

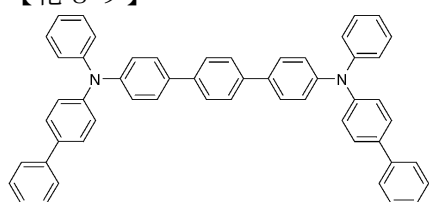


20

(1 - 6 5)

【 0 1 8 7 】

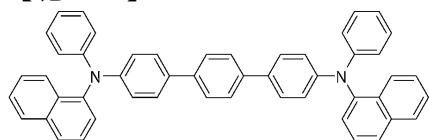
【化 8 9】



(1 - 6 6)

【 0 1 8 8 】

【化 9 0】

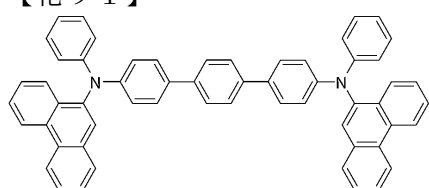


30

(1 - 6 7)

【 0 1 8 9 】

【化 9 1】

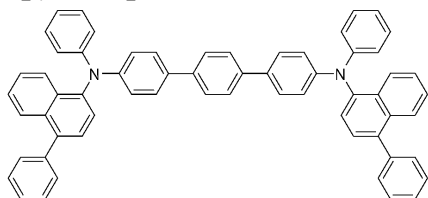


40

(1 - 6 8)

【 0 1 9 0 】

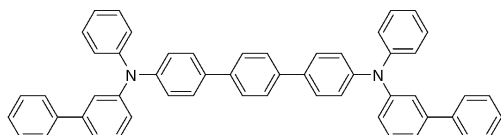
【化 9 2】



(1-69)

【0191】

【化 9 3】

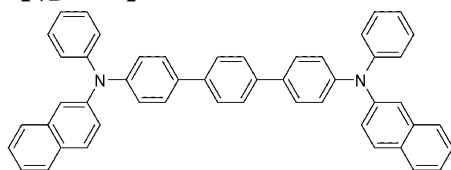


10

(1-70)

【0192】

【化 9 4】

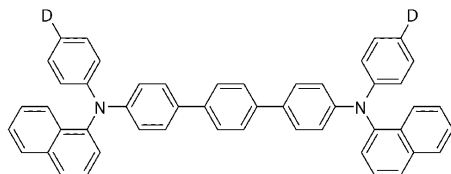


20

(1-71)

【0193】

【化 9 5】

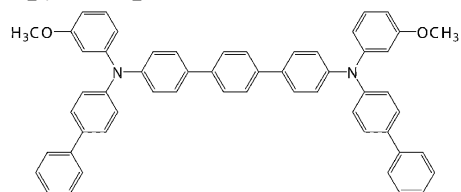


(1-72)

30

【0194】

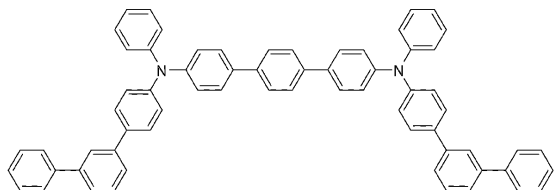
【化 9 6】



(1-73)

【0195】

【化 9 7】

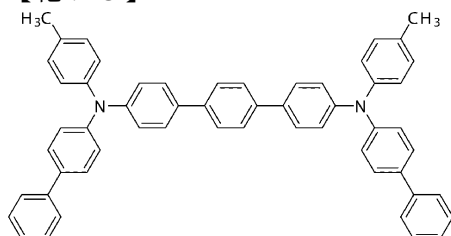


40

(1-74)

【0196】

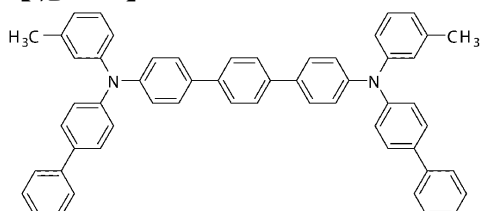
【化 9 8】



(1 - 7 5)

【 0 1 9 7】

【化 9 9】

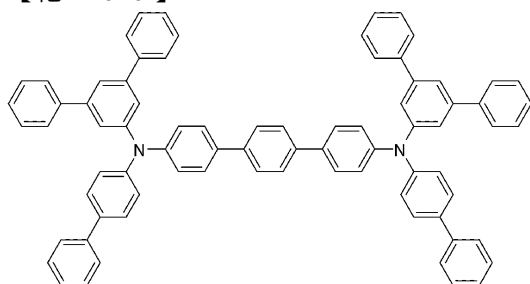


10

(1 - 7 6)

【 0 1 9 8】

【化 1 0 0】

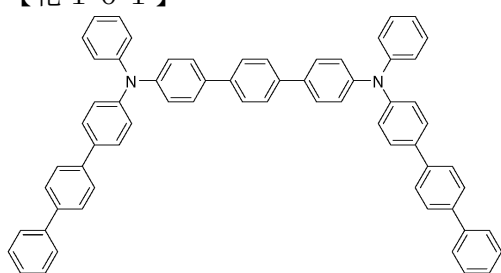


20

(1 - 7 7)

【 0 1 9 9】

【化 1 0 1】

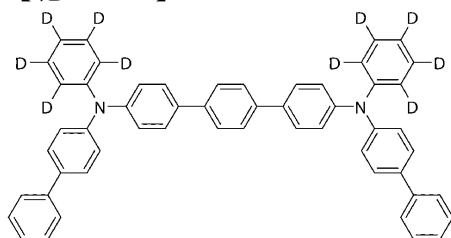


30

(1 - 7 8)

【 0 2 0 0】

【化 1 0 2】

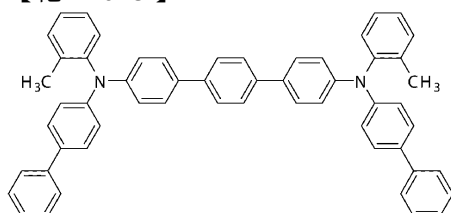


40

(1 - 7 9)

【 0 2 0 1】

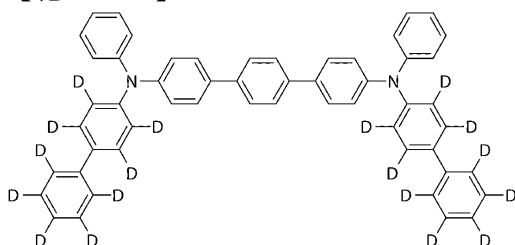
【化 1 0 3】



(1 - 8 0)

【 0 2 0 2】

【化 1 0 4】

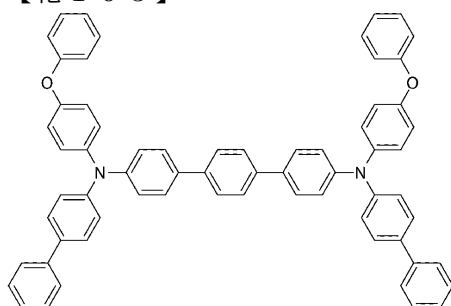


10

(1 - 8 1)

【 0 2 0 3】

【化 1 0 5】

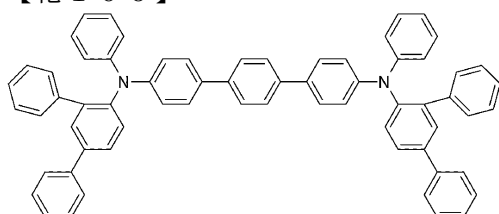


20

(1 - 8 2)

【 0 2 0 4】

【化 1 0 6】

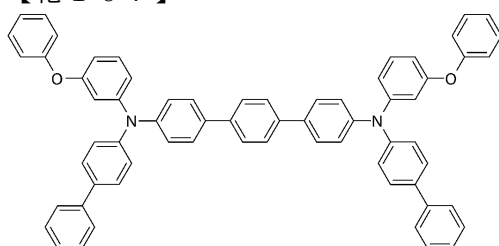


30

(1 - 8 3)

【 0 2 0 5】

【化 1 0 7】

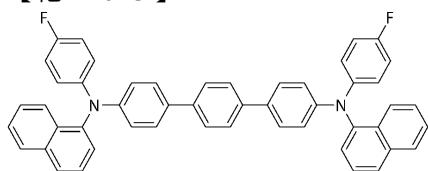


40

(1 - 8 4)

【 0 2 0 6】

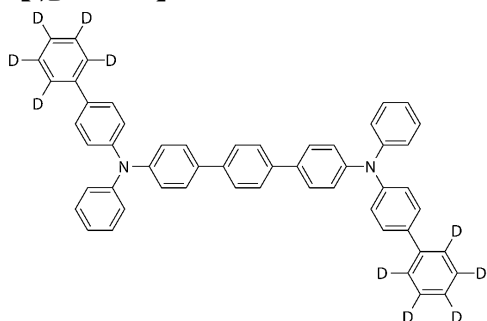
【化 1 0 8】



(1 - 8 5)

【 0 2 0 7】

【化 1 0 9】

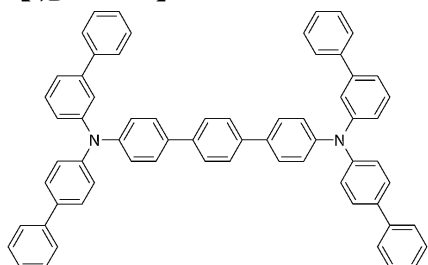


10

(1 - 8 6)

【 0 2 0 8】

【化 1 1 0】

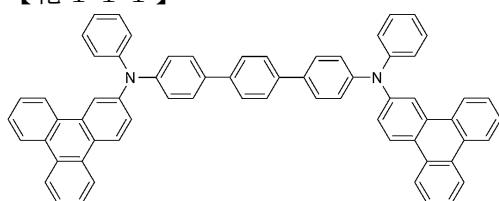


20

(1 - 8 7)

【 0 2 0 9】

【化 1 1 1】

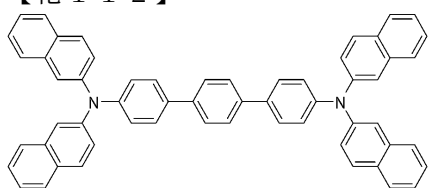


30

(1 - 8 8)

【 0 2 1 0】

【化 1 1 2】

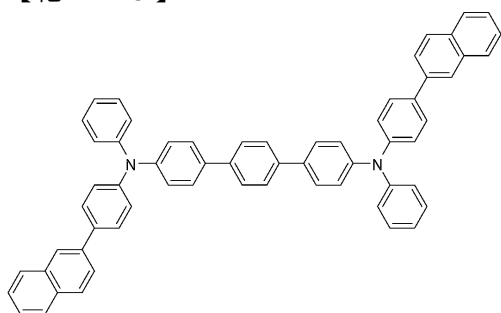


40

(1 - 8 9)

【 0 2 1 1】

【化 1 1 3】

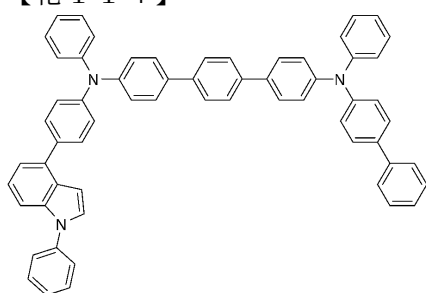


(1 - 9 0)

10

【 0 2 1 2 】

【化 1 1 4】

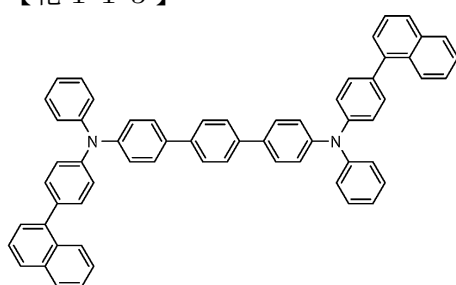


(1 - 9 1)

20

【 0 2 1 3 】

【化 1 1 5】

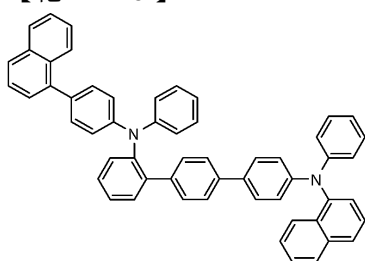


(1 - 9 2)

30

【 0 2 1 4 】

【化 1 1 6】

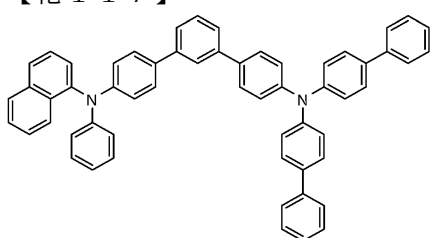


(1 - 9 3)

40

【 0 2 1 5 】

【化 1 1 7】

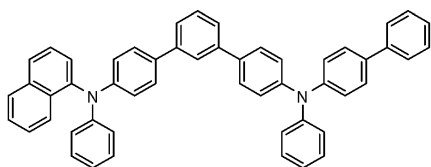


50

(1 - 9 4)

【 0 2 1 6 】

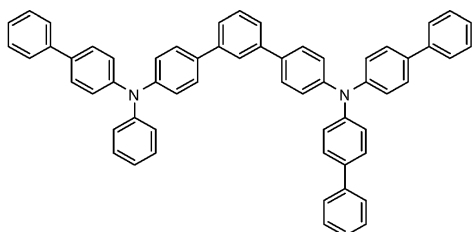
【 化 1 1 8 】



(1 - 9 5)

【 0 2 1 7 】

【 化 1 1 9 】

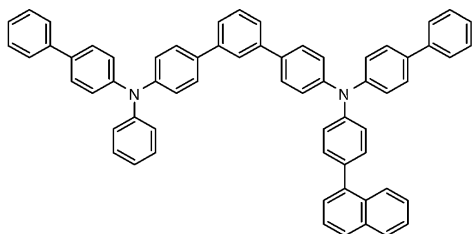


10

(1 - 9 6)

【 0 2 1 8 】

【 化 1 2 0 】

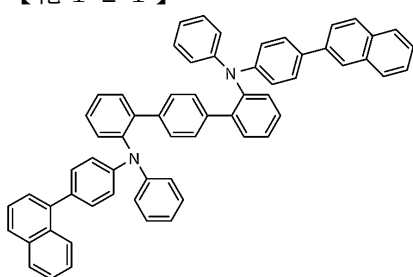


20

(1 - 9 7)

【 0 2 1 9 】

【 化 1 2 1 】

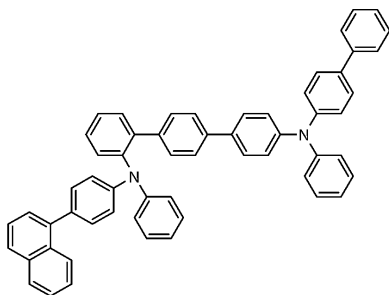


30

(1 - 9 8)

【 0 2 2 0 】

【 化 1 2 2 】

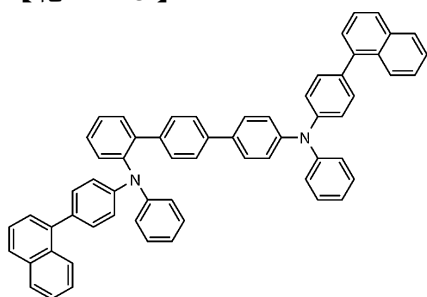


40

(1 - 9 9)

【 0 2 2 1 】

【化 1 2 3】

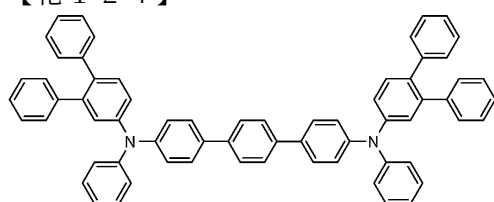


(1 - 1 0 0)

10

【 0 2 2 2 】

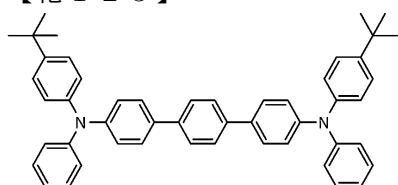
【化 1 2 4】



(1 - 1 0 1)

【 0 2 2 3 】

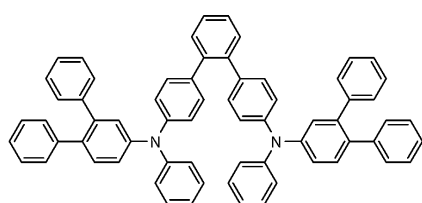
【化 1 2 5】



(1 - 1 0 2)

【 0 2 2 4 】

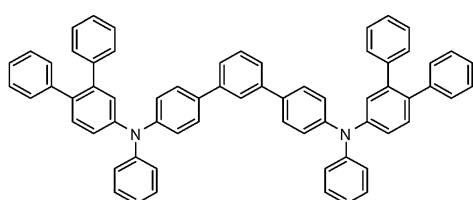
【化 1 2 6】



(1 - 1 0 3)

【 0 2 2 5 】

【化 1 2 7】



(1 - 1 0 4)

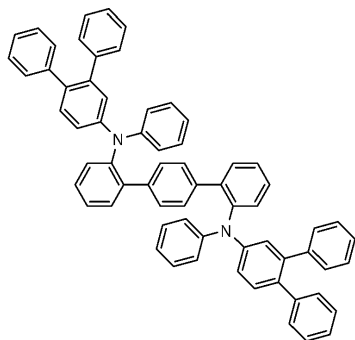
【 0 2 2 6 】

20

30

40

【化 1 2 8】



(1 - 1 0 5)

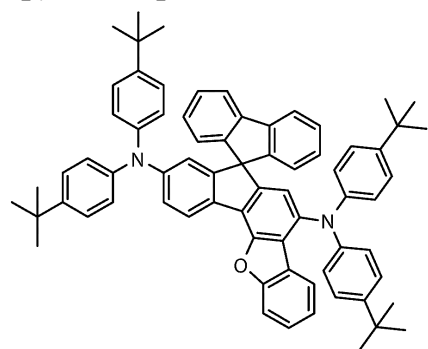
10

【 0 2 2 7 】

本発明の有機EL素子に好適に用いられる、前記一般式(2)で表される縮合環構造を有するアミン誘導体の中で、好ましい化合物の具体例を以下に示すが、これらの化合物に限定されるものではない。

【 0 2 2 8 】

【化 1 2 9】

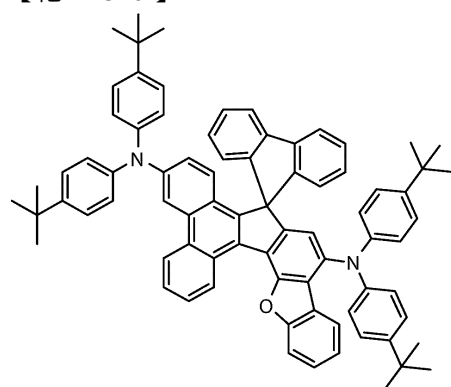


(2 - 1)

20

【 0 2 2 9 】

【化 1 3 0】



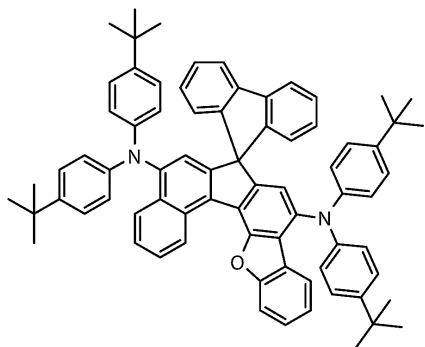
(2 - 2)

30

40

【 0 2 3 0 】

【化 1 3 1】

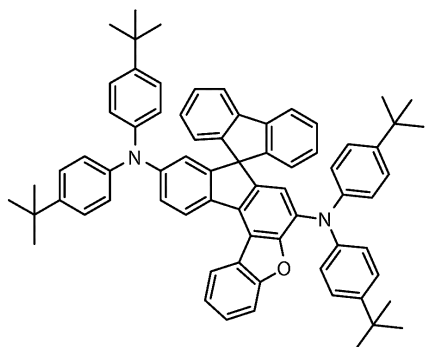


10

(2 - 3)

【 0 2 3 1】

【化 1 3 2】

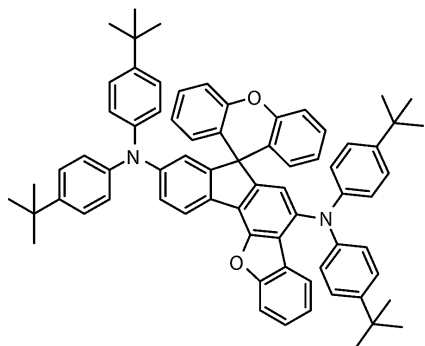


20

(2 - 4)

【 0 2 3 2】

【化 1 3 3】

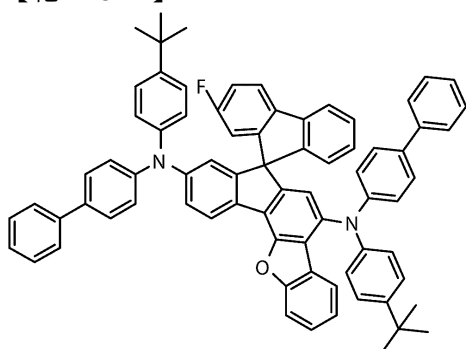


30

(2 - 5)

【 0 2 3 3】

【化 1 3 4】

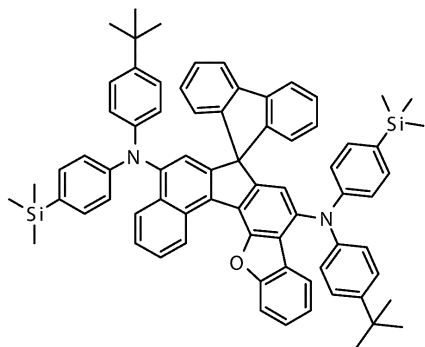


40

(2 - 6)

【 0 2 3 4】

【化 1 3 5】

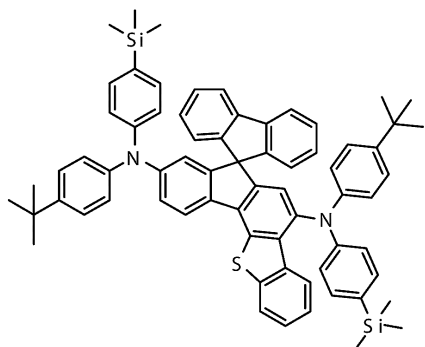


10

(2 - 7)

【 0 2 3 5】

【化 1 3 6】

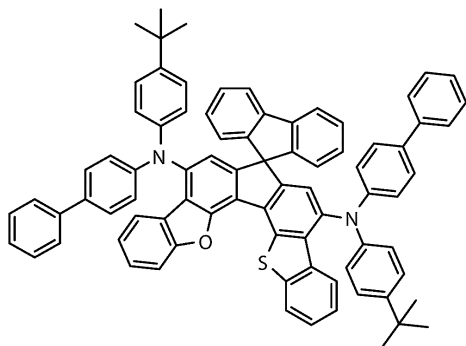


20

(2 - 8)

【 0 2 3 6】

【化 1 3 7】

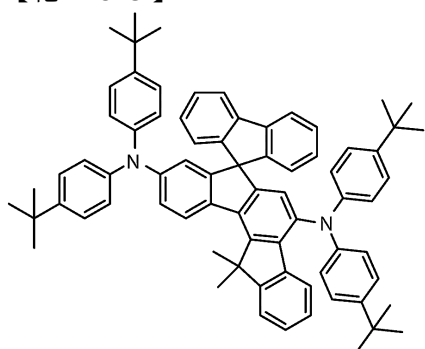


30

(2 - 9)

【 0 2 3 7】

【化 1 3 8】

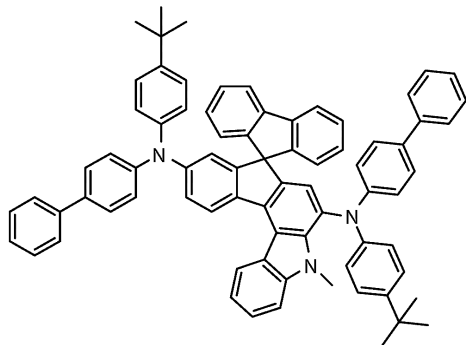


40

(2 - 1 0)

【 0 2 3 8】

【化 1 3 9】

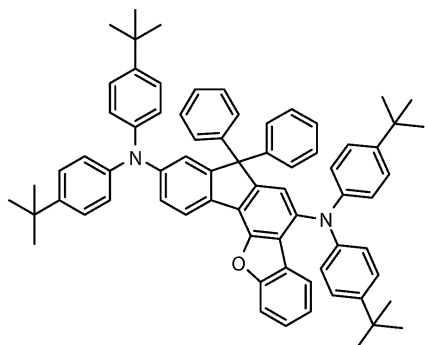


10

(2 - 1 1)

【 0 2 3 9】

【化 1 4 0】

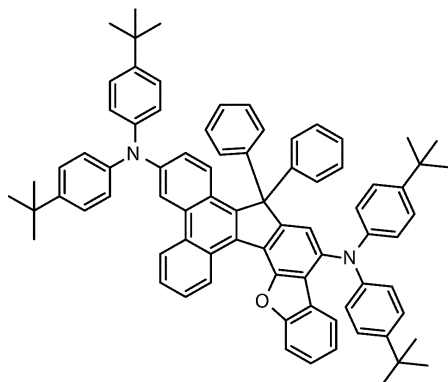


20

(2 - 1 2)

【 0 2 4 0】

【化 1 4 1】

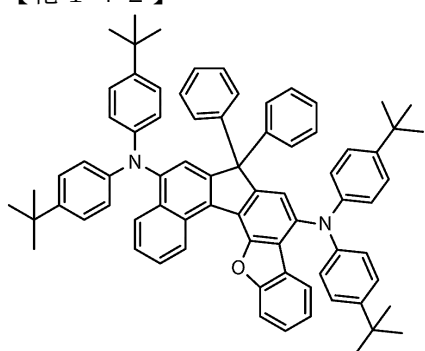


30

(2 - 1 3)

【 0 2 4 1】

【化 1 4 2】

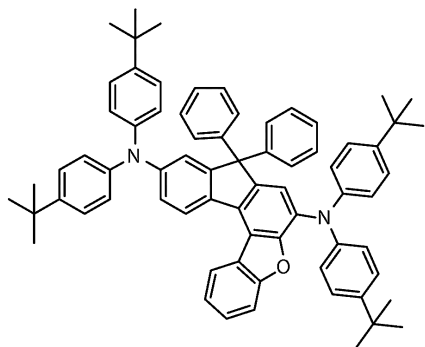


40

(2 - 1 4)

【 0 2 4 2】

【化 1 4 3】

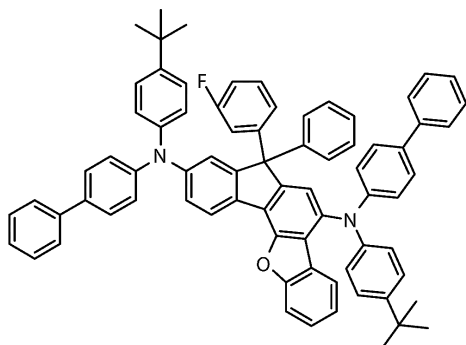


10

(2 - 1 5)

【 0 2 4 3】

【化 1 4 4】

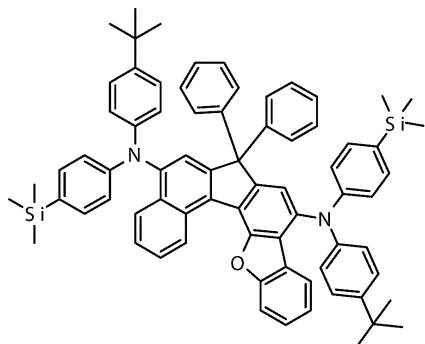


20

(2 - 1 6)

【 0 2 4 4】

【化 1 4 5】

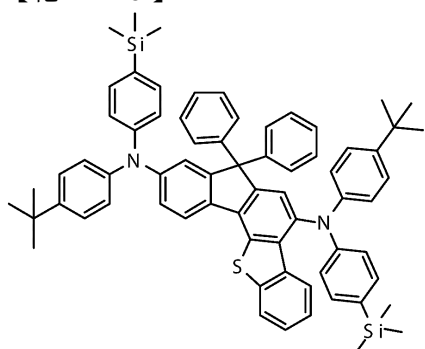


30

(2 - 1 7)

【 0 2 4 5】

【化 1 4 6】

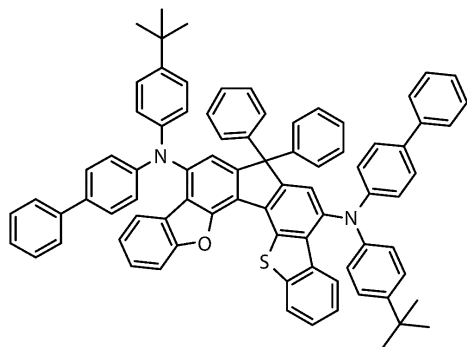


40

(2 - 1 8)

【 0 2 4 6】

【化 1 4 7】

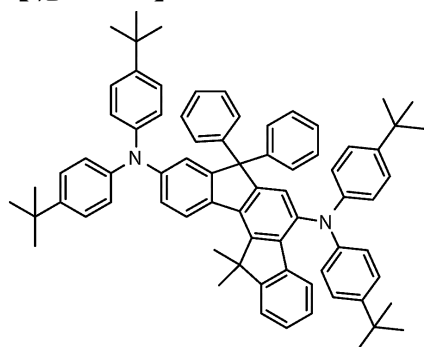


10

(2 - 1 9)

【 0 2 4 7】

【化 1 4 8】

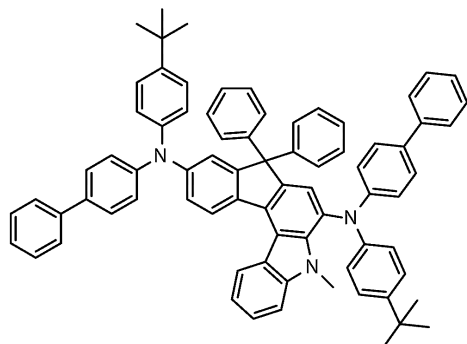


20

(2 - 2 0)

【 0 2 4 8】

【化 1 4 9】

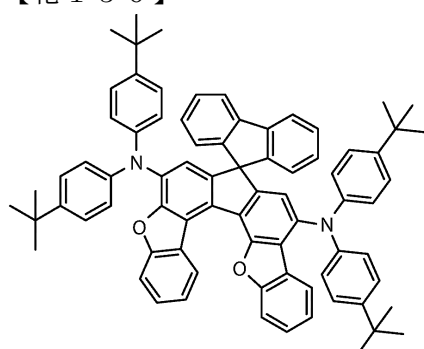


30

(2 - 2 1)

【 0 2 4 9】

【化 1 5 0】

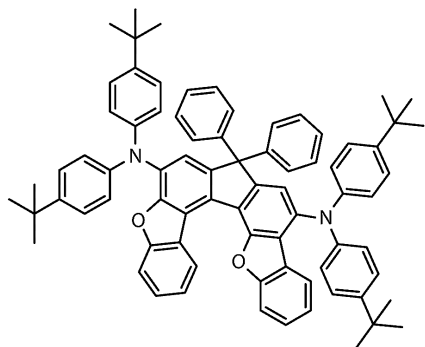


40

(2 - 2 2)

【 0 2 5 0】

【化 1 5 1】

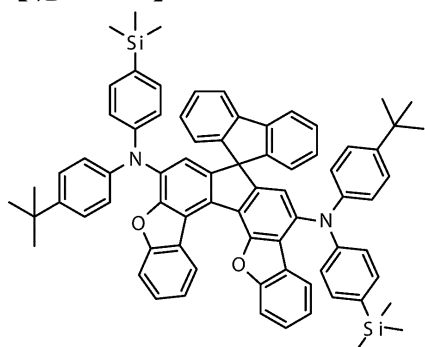


(2 - 2 3)

10

【 0 2 5 1】

【化 1 5 2】

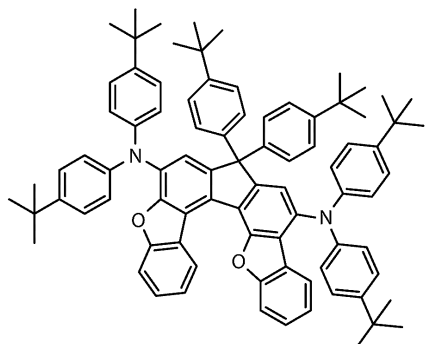


(2 - 2 4)

20

【 0 2 5 2】

【化 1 5 3】



(2 - 2 5)

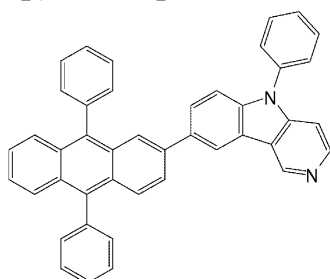
30

【 0 2 5 3】

本発明の有機EL素子に好適に用いられる、前記一般式(3a)で表されるアントラセン環構造を有する化合物の中で、好ましい化合物の具体例を以下に示すが、これらの化合物に限定されるものではない。

【 0 2 5 4】

【化 1 5 4】



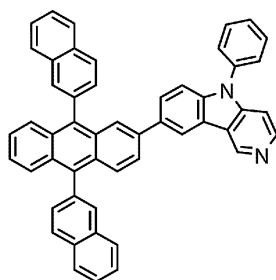
(3 a - 1)

40

50

【 0 2 5 5 】

【化 1 5 5】

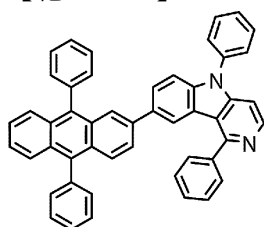


10

(3 a - 2)

【 0 2 5 6 】

【化 1 5 6】

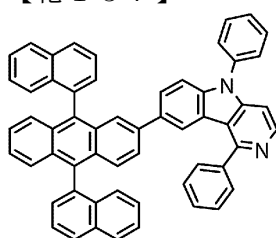


20

(3 a - 3)

【 0 2 5 7 】

【化 1 5 7】

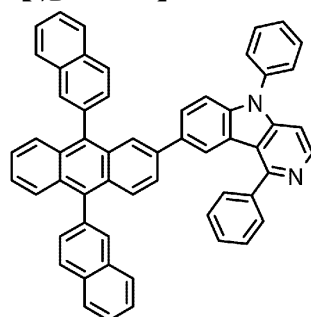


30

(3 a - 4)

【 0 2 5 8 】

【化 1 5 8】

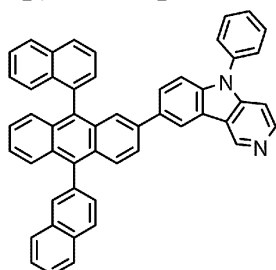


40

(3 a - 5)

【 0 2 5 9 】

【化 1 5 9】

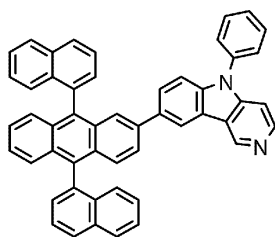


50

(3 a - 6)

【0 2 6 0】

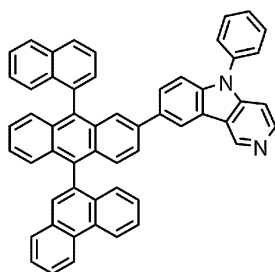
【化 1 6 0】



(3 a - 7)

【0 2 6 1】

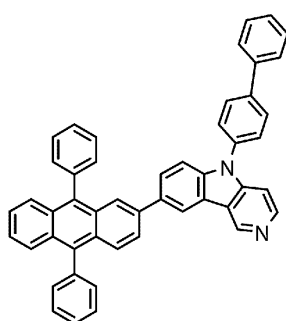
【化 1 6 1】



10

【0 2 6 2】

【化 1 6 2】

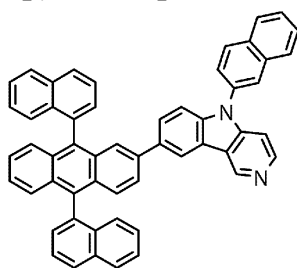


(3 a - 8)

20

【0 2 6 3】

【化 1 6 3】



(3 a - 9)

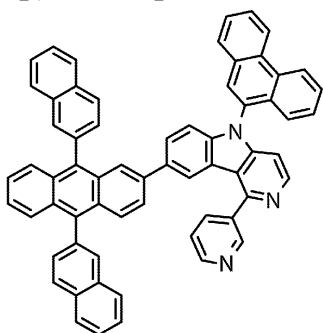
30

【0 2 6 4】

(3 a - 1 0)

40

【化 1 6 4】

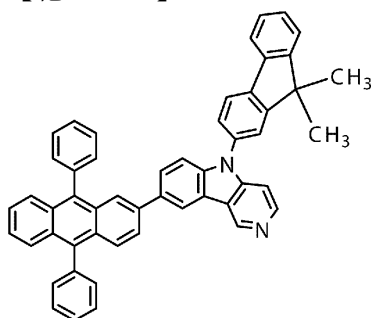


10

(3 a - 1 1)

【 0 2 6 5 】

【化 1 6 5】

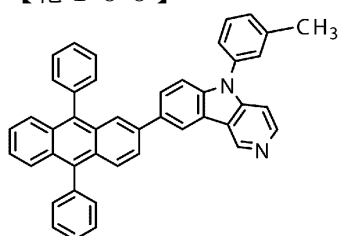


20

(3 a - 1 2)

【 0 2 6 6 】

【化 1 6 6】

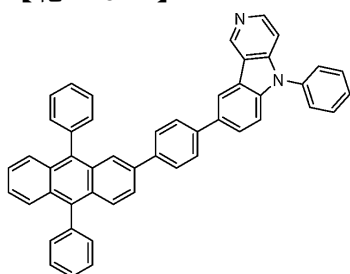


30

(3 a - 1 3)

【 0 2 6 7 】

【化 1 6 7】

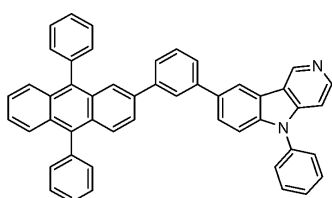


40

(3 a - 1 4)

【 0 2 6 8 】

【化 1 6 8】

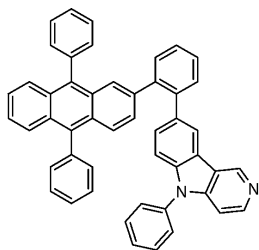


(3 a - 1 5)

【 0 2 6 9 】

50

【化 1 6 9】

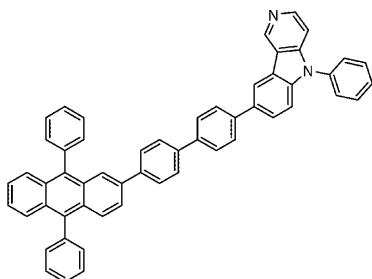


(3 a - 1 6)

【 0 2 7 0】

10

【化 1 7 0】

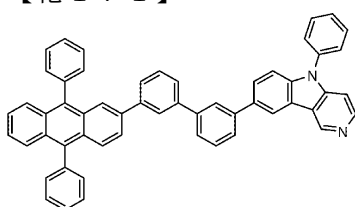


(3 a - 1 7)

20

【 0 2 7 1】

【化 1 7 1】

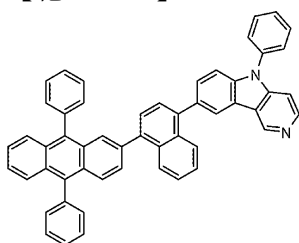


(3 a - 1 8)

【 0 2 7 2】

30

【化 1 7 2】

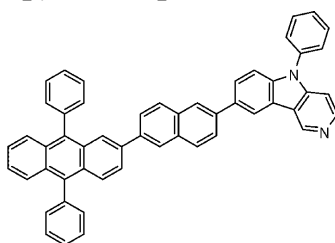


(3 a - 1 9)

【 0 2 7 3】

40

【化 1 7 3】



(3 a - 2 0)

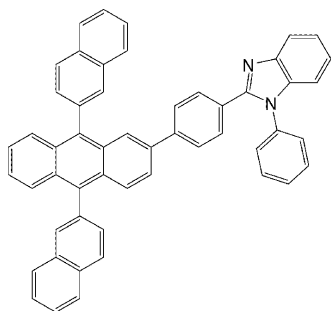
【 0 2 7 4】

50

本発明の有機EL素子に好適に用いられる、前記一般式（3b）で表されるアントラセン環構造を有する化合物の中で、好ましい化合物の具体例を以下に示すが、これらの化合物に限定されるものではない。

【0275】

【化174】

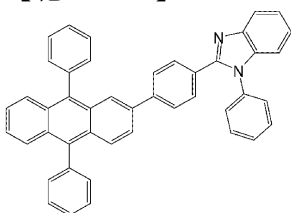


10

(3b-1)

【0276】

【化175】

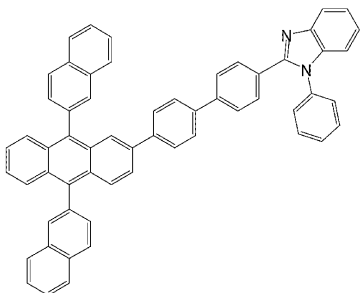


20

(3b-2)

【0277】

【化176】

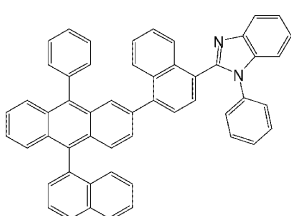


30

(3b-3)

【0278】

【化177】

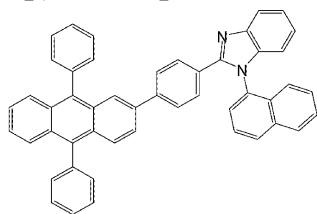


40

(3b-4)

【0279】

【化 1 7 8】

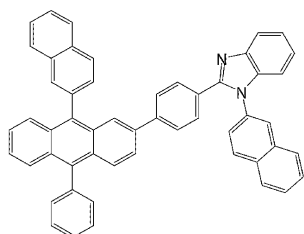


(3 b - 5)

【 0 2 8 0】

【化 1 7 9】

10

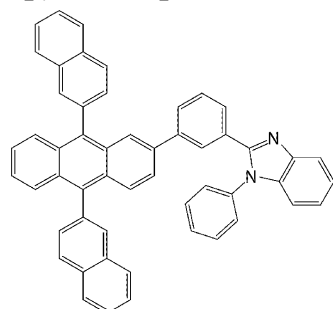


(3 b - 6)

【 0 2 8 1】

【化 1 8 0】

20

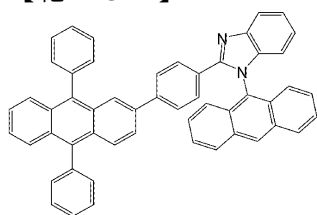


(3 b - 7)

【 0 2 8 2】

【化 1 8 1】

30

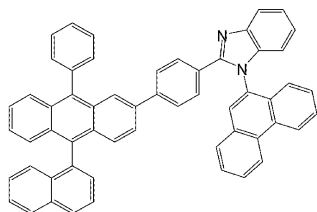


(3 b - 8)

【 0 2 8 3】

【化 1 8 2】

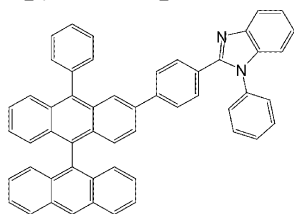
40



(3 b - 9)

【 0 2 8 4】

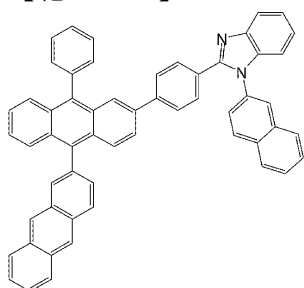
【化 1 8 3】



(3 b - 1 0)

【 0 2 8 5】

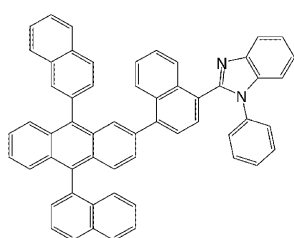
【化 1 8 4】



10

【 0 2 8 6】

【化 1 8 5】

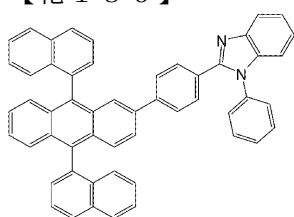


(3 b - 1 1)

20

【 0 2 8 7】

【化 1 8 6】

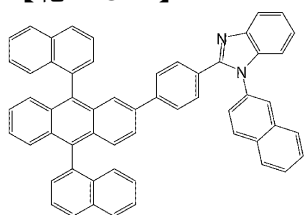


(3 b - 1 2)

30

【 0 2 8 8】

【化 1 8 7】



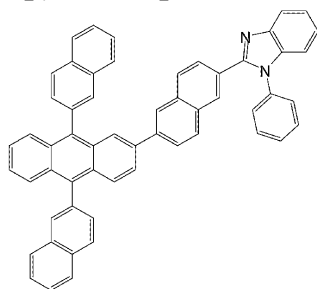
(3 b - 1 3)

40

【 0 2 8 9】

(3 b - 1 4)

【化 1 8 8】

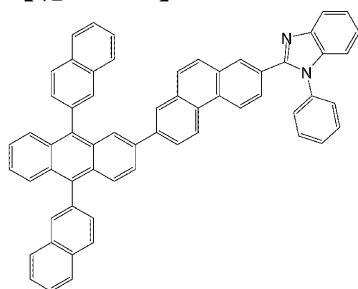


(3 b - 1 5)

10

【 0 2 9 0】

【化 1 8 9】



(3 b - 1 6)

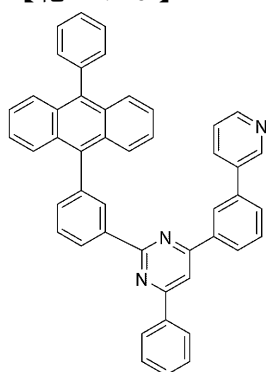
20

【 0 2 9 1】

本発明の有機EL素子に好適に用いられる、前記一般式(3c)で表されるアントラセン環構造を有する化合物の中で、好ましい化合物の具体例を以下に示すが、これらの化合物に限定されるものではない。

【 0 2 9 2】

【化 1 9 0】

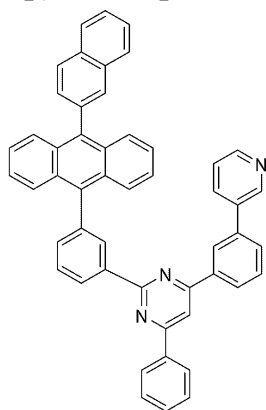


(3 c - 1)

30

【 0 2 9 3】

【化 1 9 1】

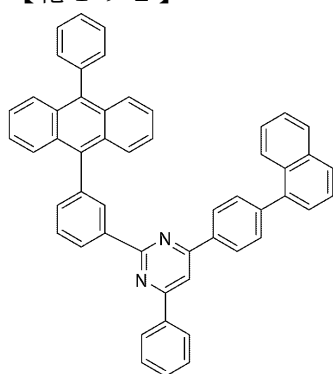


10

(3 c - 2)

【 0 2 9 4】

【化 1 9 2】

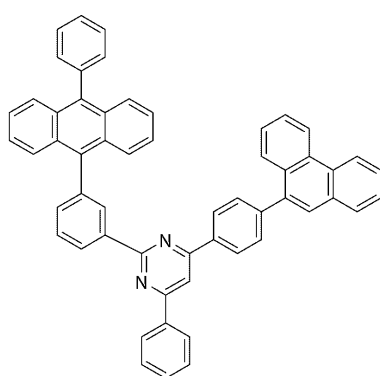


20

(3 c - 3)

【 0 2 9 5】

【化 1 9 3】



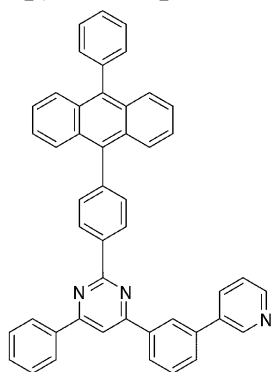
30

(3 c - 4)

【 0 2 9 6】

40

【化 1 9 4】

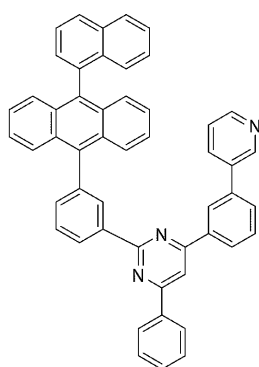


10

(3 c - 5)

【 0 2 9 7】

【化 1 9 5】

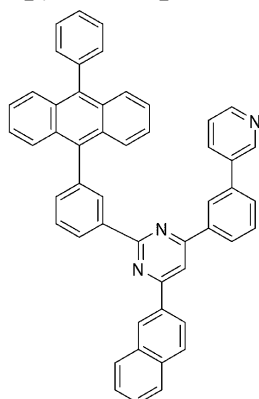


20

(3 c - 6)

【 0 2 9 8】

【化 1 9 6】



30

(3 c - 7)

【 0 2 9 9】

40

Chemical structure of compound 10: A triphenylamine derivative. The central nitrogen atom is bonded to three phenyl rings. One phenyl ring is substituted at the para position with a fluorenyl group. The second phenyl ring is substituted at the para position with a 2-quinolineyl group. The third phenyl ring is substituted at the para position with a 2-pyridinyl group.

(3 c - 8)

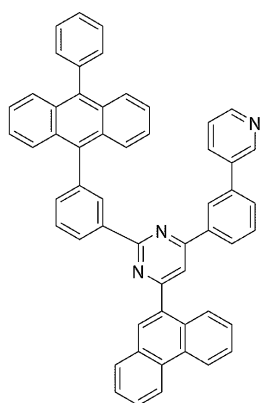
(3 c - 9)

(3 c - 1 0)

40

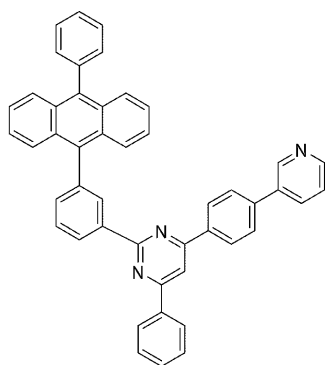
$$(3 \text{ c} - 1 \text{ 1})$$

【化 2 0 1】



(3 c - 1 2)

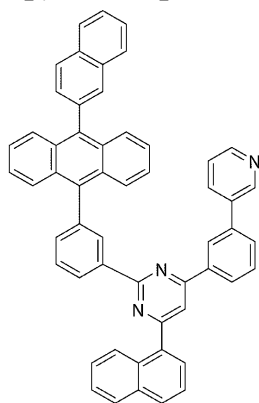
【化 2 0 2】



(3 c - 1 3)

40

【化 2 0 3】

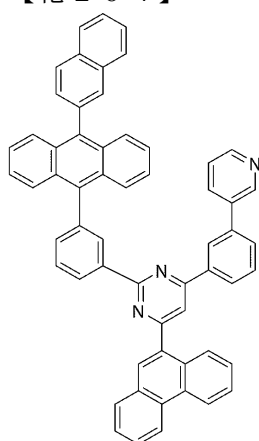


10

(3 c - 1 4)

【 0 3 0 6】

【化 2 0 4】

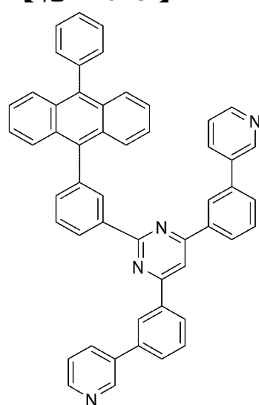


20

(3 c - 1 5)

【 0 3 0 7】

【化 2 0 5】



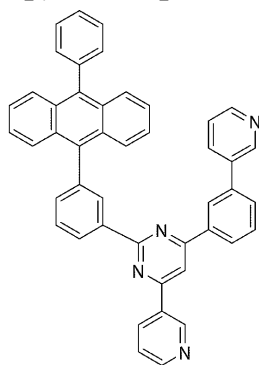
30

40

(3 c - 1 6)

【 0 3 0 8】

【化 2 0 6】

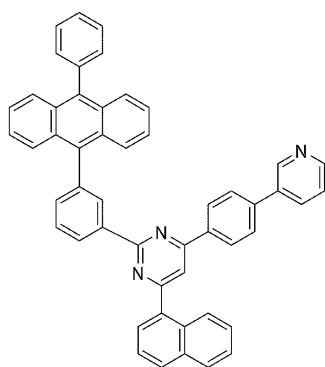


10

(3 c - 1 7)

【 0 3 0 9】

【化 2 0 7】

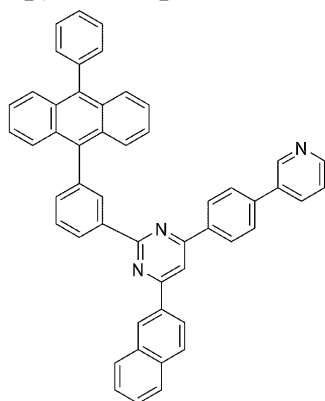


20

(3 c - 1 8)

【 0 3 1 0】

【化 2 0 8】



30

(3 c - 1 9)

【 0 3 1 1】

40

(3 c - 2 0)

c1ccc(cc1)n2c3ccccc3cnc2-c4ccc5c6ccccc6cc5c7cc8c9ccccc9cc8nc7-c10ccccc10

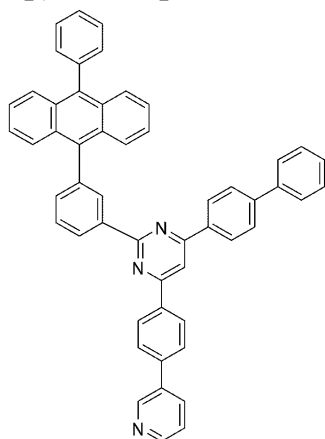
(3 c - 2 1)

c1ccc(cc1)-c2cc3cc(ccc3cc2-c4ccccc4)-c5ccccc5

(3 c - 2 2)

40

【化 2 1 2】

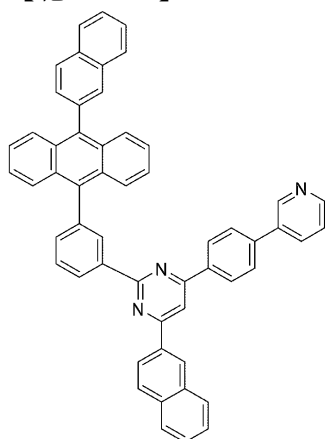


10

(3 c - 2 3)

【 0 3 1 5】

【化 2 1 3】

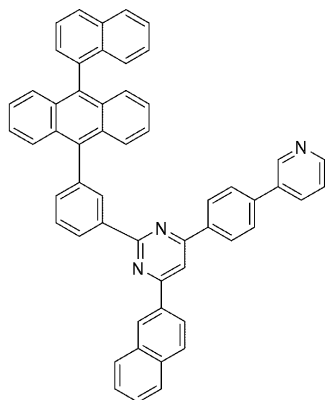


20

(3 c - 2 4)

【 0 3 1 6】

【化 2 1 4】

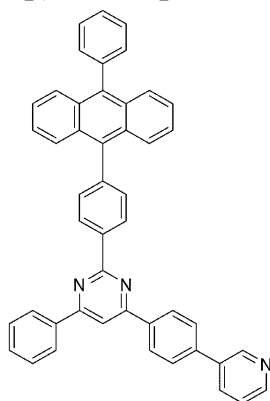


40

(3 c - 2 5)

【 0 3 1 7】

【化 2 1 5】

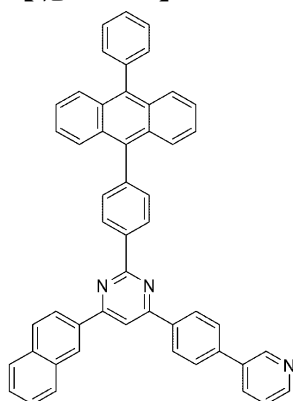


10

(3 c - 2 6)

【 0 3 1 8】

【化 2 1 6】

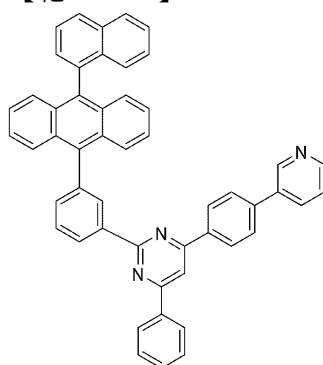


20

(3 c - 2 7)

【 0 3 1 9】

【化 2 1 7】



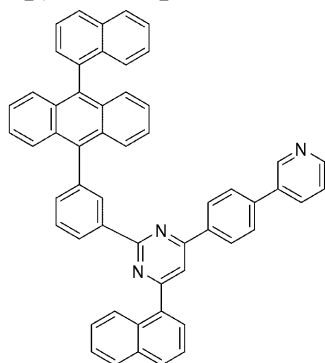
30

(3 c - 2 8)

【 0 3 2 0】

40

【化 2 1 8】

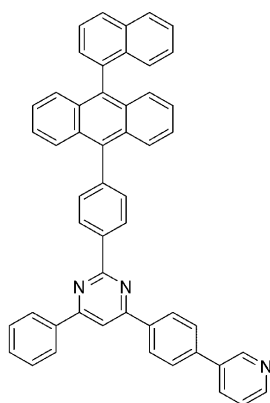


10

(3 c - 2 9)

【 0 3 2 1】

【化 2 1 9】



20

(3 c - 3 0)

【 0 3 2 2】

尚、上述したアントラセン環構造を有する化合物は、それ自体公知の方法によって合成することができる（例えば、特許文献 6 ～ 8 参照）。

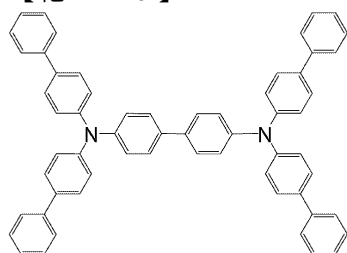
【 0 3 2 3】

30

本発明の有機 EL 素子において、正孔輸送層が第一正孔輸送層および第二正孔輸送層の 2 層が積層した構造である場合における、第一正孔輸送層に好適に用いられる、前記一般式 (4) で表される、分子中にトリフェニルアミン構造を 2 個有するアリールアミン化合物の中で、好ましい化合物の具体例を以下に示すが、これらの化合物に限定されるものではない。

【 0 3 2 4】

【化 2 2 0】

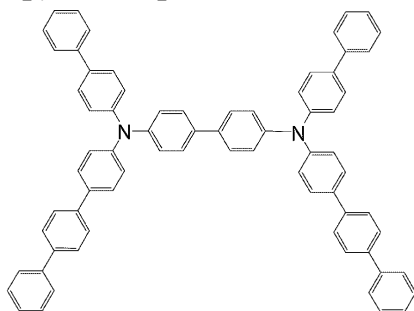


40

(4 - 1)

【 0 3 2 5】

【化 2 2 1】

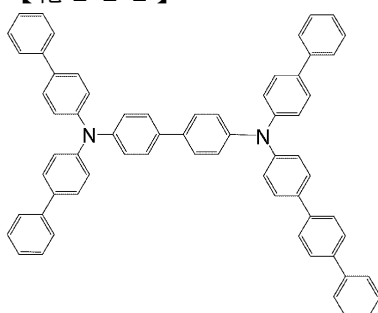


(4 - 2)

10

【 0 3 2 6】

【化 2 2 2】

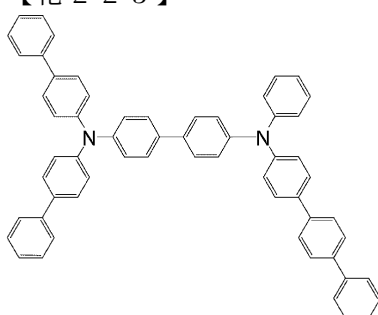


(4 - 3)

20

【 0 3 2 7】

【化 2 2 3】

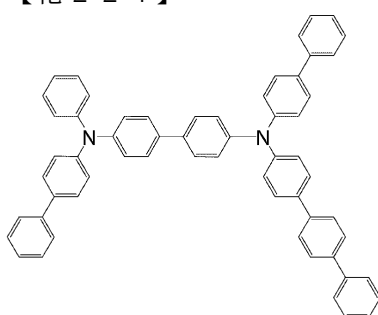


(4 - 4)

30

【 0 3 2 8】

【化 2 2 4】

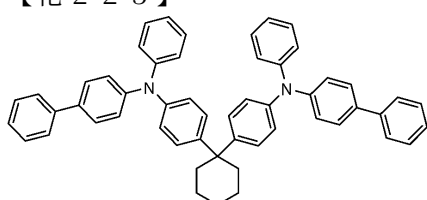


(4 - 5)

40

【 0 3 2 9】

【化 2 2 5】

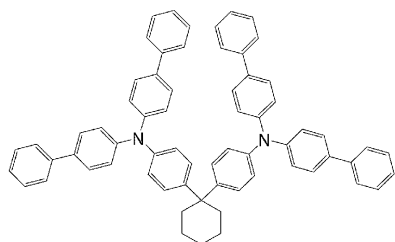


50

(4 - 6)

【 0 3 3 0 】

【 化 2 2 6 】

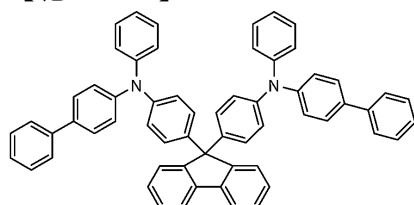


10

(4 - 7)

【 0 3 3 1 】

【 化 2 2 7 】

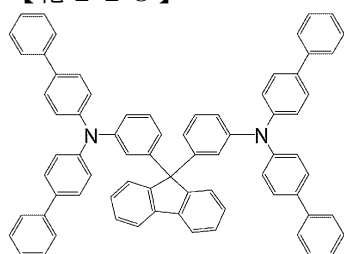


(4 - 8)

20

【 0 3 3 2 】

【 化 2 2 8 】

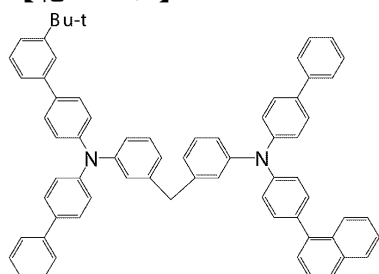


(4 - 9)

30

【 0 3 3 3 】

【 化 2 2 9 】

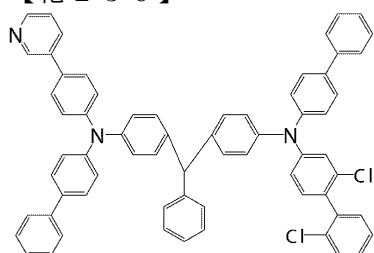


(4 - 1 0)

40

【 0 3 3 4 】

【 化 2 3 0 】

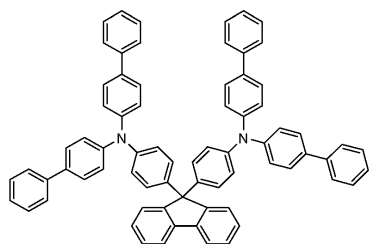


(4 - 1 1)

50

【0 3 3 5】

【化 2 3 1】

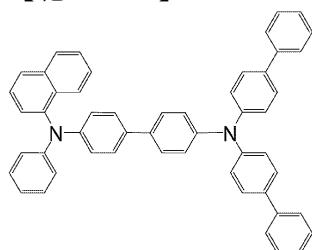


(4 - 1 2)

10

【0 3 3 6】

【化 2 3 2】

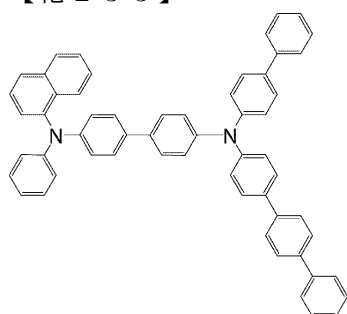


(4 - 1 3)

20

【0 3 3 7】

【化 2 3 3】

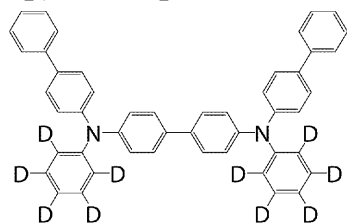


(4 - 1 4)

30

【0 3 3 8】

【化 2 3 4】

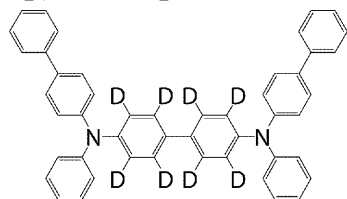


(4 - 1 5)

40

【0 3 3 9】

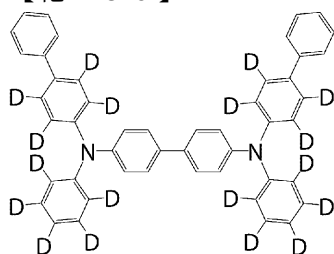
【化 2 3 5】



(4 - 1 6)

【0 3 4 0】

【化 2 3 6】

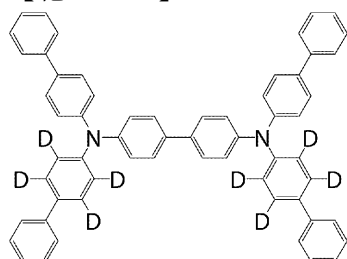


(4 - 1 7)

【 0 3 4 1】

10

【化 2 3 7】

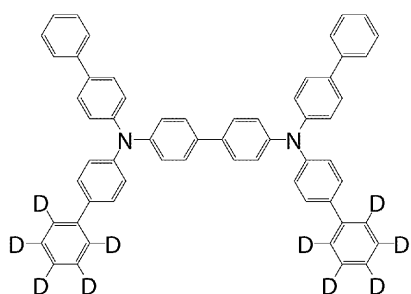


(4 - 1 8)

【 0 3 4 2】

20

【化 2 3 8】

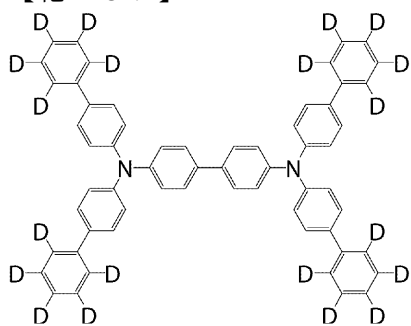


(4 - 1 9)

30

【 0 3 4 3】

【化 2 3 9】

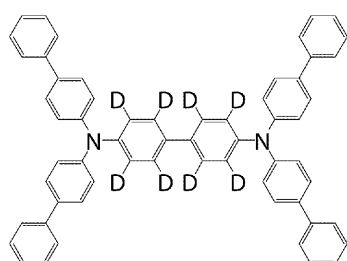


(4 - 2 0)

40

【 0 3 4 4】

【化 2 4 0】

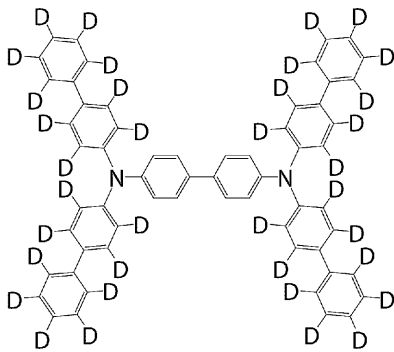


50

(4-21)

【0345】

【化241】

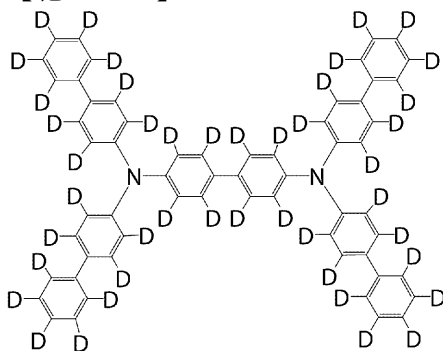


10

(4-22)

【0346】

【化242】



20

(4-23)

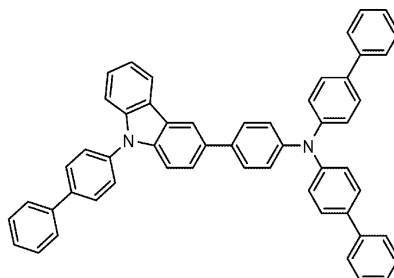
【0347】

本発明の有機EL素子において、正孔輸送層が第一正孔輸送層および第二正孔輸送層の2層が積層した構造である場合における、第一正孔輸送層に好適に用いられる、分子中にトリフェニルアミン構造を2個～6個、単結合またはヘテロ原子を含まない2価基で連結した構造を有するアリールアミン化合物の中の、分子中にトリフェニルアミン構造を2個

30

【0348】

【化243】

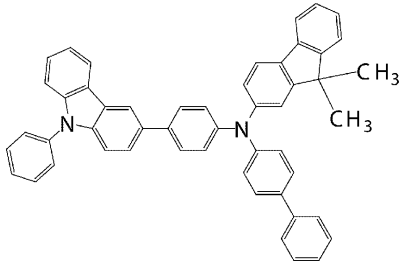


40

(4'-1)

【0349】

【化 2 4 4】



(4 ' - 2)

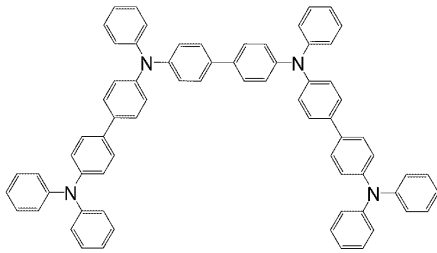
【 0 3 5 0】

10

本発明の有機EL素子において、正孔輸送層が第一正孔輸送層および第二正孔輸送層の2層が積層した構造である場合における、第一正孔輸送層に好適に用いられる、前記一般式(5)で表される、分子中にトリフェニルアミン構造を4個有するアリールアミン化合物の中で、好ましい化合物の具体例を以下に示すが、これらの化合物に限定されるものではない。

【 0 3 5 1】

【化 2 4 5】

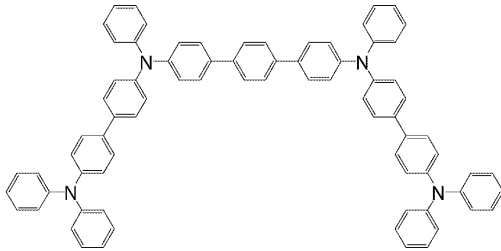


20

(5 - 1)

【 0 3 5 2】

【化 2 4 6】

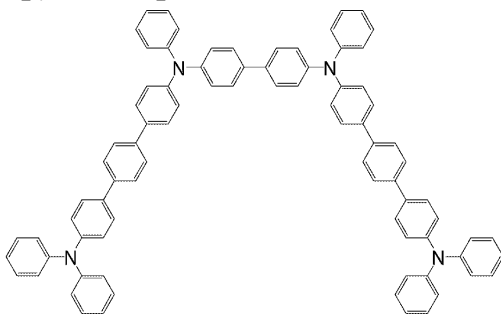


30

(5 - 2)

【 0 3 5 3】

【化 2 4 7】

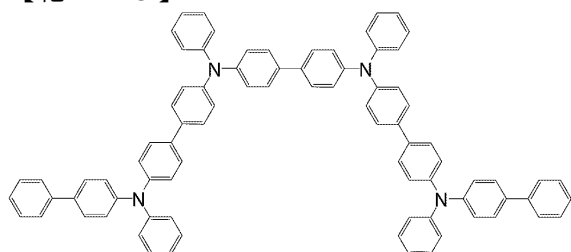


40

(5 - 3)

【 0 3 5 4】

【化 2 4 8】

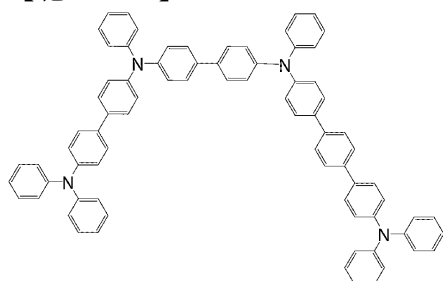


(5 - 4)

【 0 3 5 5 】

10

【化 2 4 9】

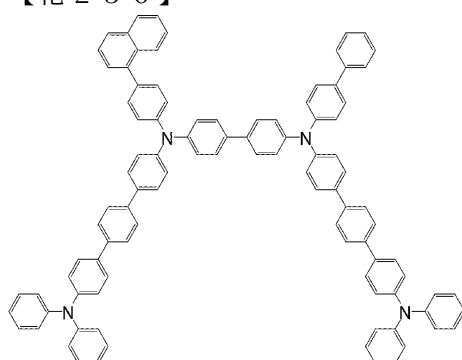


(5 - 5)

20

【 0 3 5 6 】

【化 2 5 0】

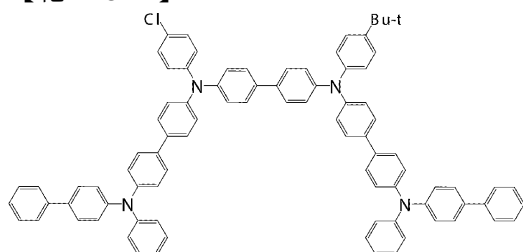


30

(5 - 6)

【 0 3 5 7 】

【化 2 5 1】

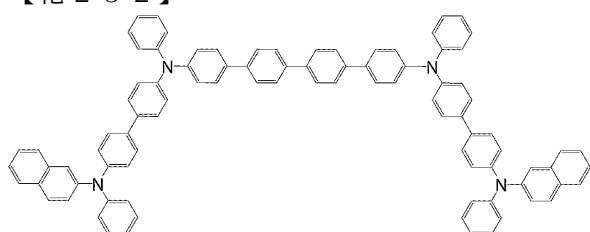


40

(5 - 7)

【 0 3 5 8 】

【化 2 5 2】

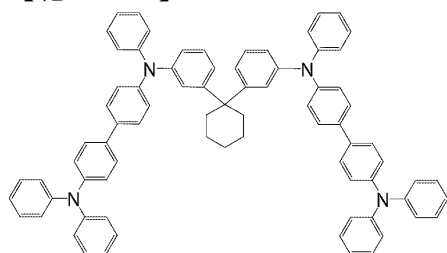


50

(5 - 8)

【 0 3 5 9 】

【 化 2 5 3 】

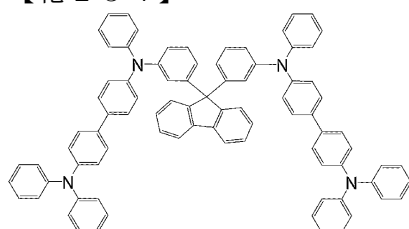


10

(5 - 9)

【 0 3 6 0 】

【 化 2 5 4 】

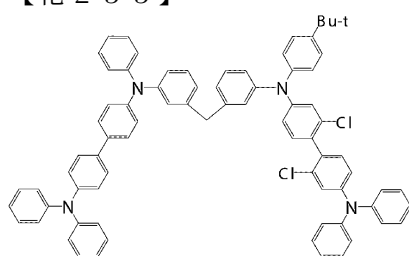


(5 - 1 0)

20

【 0 3 6 1 】

【 化 2 5 5 】

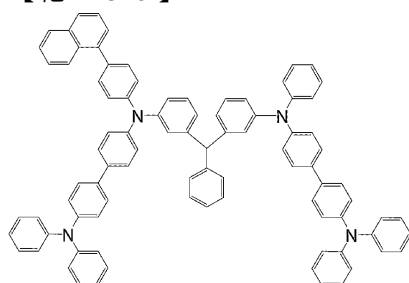


(5 - 1 1)

30

【 0 3 6 2 】

【 化 2 5 6 】

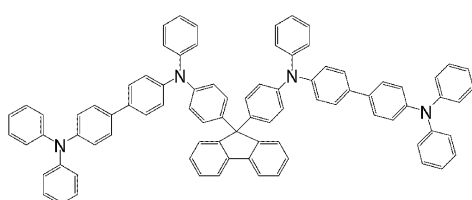


(5 - 1 2)

40

【 0 3 6 3 】

【 化 2 5 7 】

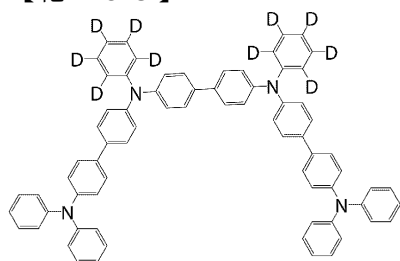


(5 - 1 3)

【 0 3 6 4 】

50

【化 2 5 8】

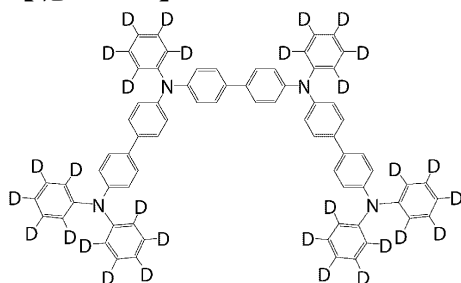


(5 - 1 4)

【 0 3 6 5】

10

【化 2 5 9】

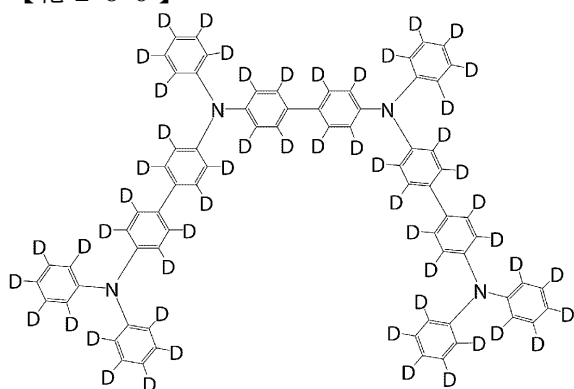


(5 - 1 5)

20

【 0 3 6 6】

【化 2 6 0】

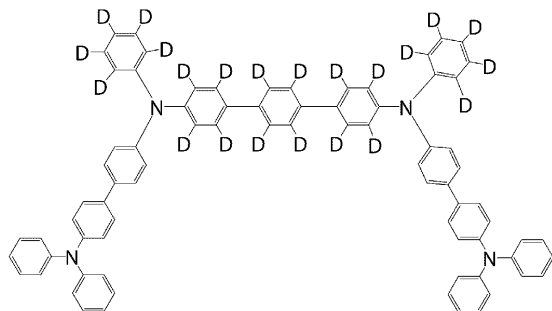


30

(5 - 1 6)

【 0 3 6 7】

【化 2 6 1】



40

(5 - 1 7)

【 0 3 6 8】

尚、前記一般式 (4) で表される、分子中にトリフェニルアミン構造を 2 個有するアリールアミン化合物、および前記一般式 (5) で表される、分子中にトリフェニルアミン構造を 4 個有するアリールアミン化合物は、それ自体公知の方法に準じて合成することができる (例えば、特許文献 9 ~ 11 参照)。

【 0 3 6 9】

50

一般式(1)で表されるアリールアミン化合物の精製はカラムクロマトグラフによる精製、シリカゲル、活性炭、活性白土などによる吸着精製、溶媒による再結晶や晶析法、昇華精製法などによって行った。化合物の同定は、NMR分析によって行った。物性値として、ガラス転移点(T_g)と仕事関数の測定を行った。ガラス転移点(T_g)は薄膜状態の安定性の指標となり、仕事関数は正孔輸送性の指標となるものである。

その他、本発明の有機EL素子に用いられる化合物は、カラムクロマトグラフによる精製、シリカゲル、活性炭、活性白土などによる吸着精製、溶媒による再結晶や晶析法などによって精製を行った後、最後に昇華精製法によって精製したものを用いた。

【0370】

ガラス転移点(T_g)は、粉体を用いて高感度示差走査熱量計(ブルカー・エイエックススエス製、DSC3100S)によって求めた。

【0371】

仕事関数は、ITO基板の上に100nmの薄膜を作製して、イオン化ポテンシャル測定装置(住友重機械工業株式会社製、PYS-202)によって求めた。

【0372】

本発明の有機EL素子の構造としては、基板上に順次に、陽極、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層および陰極からなるもの、また、正孔輸送層と発光層の間に電子阻止層を有するもの、発光層と電子輸送層の間に正孔阻止層を有するもの、電子輸送層と陰極の間に電子注入層を有するものがあげられる。これらの多層構造においては有機層を何層か省略あるいは兼ねることが可能であり、例えば正孔注入層と正孔輸送層を兼ねた構成とすること、電子注入層と電子輸送層を兼ねた構成とすること、などもできる。また、同一の機能を有する有機層を2層以上積層した構成とすることが可能であり、正孔輸送層を2層積層した構成、発光層を2層積層した構成、電子輸送層を2層積層した構成、などもできる。本発明の有機EL素子の構造として、正孔輸送層が第一正孔輸送層と第二正孔輸送層の2層が積層した構成とすることも好ましい。

【0373】

本発明の有機EL素子の陽極としては、ITOや金のような仕事関数の大きな電極材料が用いられる。本発明の有機EL素子の正孔注入層として、前記一般式(1)で表されるアリールアミン化合物の他、スターバースト型のトリフェニルアミン誘導体、種々のトリフェニルアミン4量体などの材料；銅フタロシアニンに代表されるポルフィリン化合物；ヘキサシアノアザトリフェニレンのようなアクセプター性の複素環化合物や塗布型の高分子材料、などを用いることができる。これらの材料は蒸着法、スピンコート法やインクジェット法などの公知の方法によって薄膜形成を行うことができる。

【0374】

本発明の有機EL素子の正孔輸送層としては、前記一般式(1)で表されるアリールアミン化合物が用いられる。これらは、単独で成膜しても良いが、他の正孔輸送性の材料とともに混合して成膜した単層として使用してもよく、単独で成膜した層同士、混合して成膜した層同士、または単独で成膜した層と混合して成膜した層の積層構造としても良い。これらの材料は蒸着法、スピンコート法やインクジェット法などの公知の方法によって薄膜形成を行うことができる。

前記一般式(1)で表されるアリールアミン化合物と混合もしくは同時に使用できる、正孔輸送性の材料としては、N,N'-ジフェニル-N,N'-ジ(m-トリル)ベンジジン(TPD)、N,N'-ジフェニル-N,N'-ジ(α-ナフチル)ベンジジン(NPD)、N,N,N',N'-テトラビフェニルベンジジンなどのベンジジン誘導体、1,1-ビス[4-(ジ-4-トリルアミノ)フェニル]シクロヘキサン(TAPC)、一般式(4)で表されるアリールアミン化合物などの、分子中にトリフェニルアミン構造を2個、単結合またはヘテロ原子を含まない2価基で連結した構造を有するアリールアミン化合物、一般式(5)で表されるアリールアミン化合物などの、分子中にトリフェニルアミン構造を4個単結合またはヘテロ原子を含まない2価基で連結した構造を有するアリールアミン化合物、種々のトリフェニルアミン3量体などをあげることができる。

【0375】

また、正孔注入層あるいは正孔輸送層において、該層に通常使用される材料に対し、さらにトリスブROMフェニルアミンヘキサクロルアンチモン、ラジアレン誘導体（例えば、国際公開第2014/009310号参照）などをPドーピングしたものや、TPDなどのベンジジン誘導体の構造をその部分構造に有する高分子化合物などを用いることができる。

【0376】

本発明の有機EL素子の正孔輸送層を2層積層させる場合、第一正孔輸送層としては、一般式(4)で表される分子中にトリフェニルアミン構造を2個有するアリールアミン化合物、一般式(5)で表される分子中にトリフェニルアミン構造を4個有するアリールアミン化合物の他、前記した正孔輸送性の材料などを用いることができる。

10

また、第二正孔輸送層としては、一般式(1)で表されるアリールアミン化合物の他、前記した正孔輸送性の材料などを用いることができる。

【0377】

本発明の有機EL素子の電子阻止層として、前記一般式(1)で表されるアリールアミン化合物の他、4, 4', 4''-トリ(N-カルバゾリル)トリフェニルアミン(TCTA)、9, 9-ビス[4-(カルバゾール-9-イル)フェニル]フルオレン、1, 3-ビス(カルバゾール-9-イル)ベンゼン(mCP)、2, 2-ビス(4-カルバゾール-9-イルフェニル)アダマンタン(Ad-Cz)などのカルバゾール誘導体、9-[4-(カルバゾール-9-イル)フェニル]-9-[4-(トリフェニルシリル)フェニル]-9H-フルオレンに代表されるトリフェニルシリル基とトリアリールアミン構造を有する化合物などの電子阻止作用を有する化合物を用いることができる。これらは、単独で成膜しても良いが、他の材料とともに混合して成膜した単層として使用してもよく、単独で成膜した層同士、混合して成膜した層同士、または単独で成膜した層と混合して成膜した層の積層構造としても良い。これらの材料は蒸着法の他、スピンコート法やインクジェット法などの公知の方法によって薄膜形成を行うことができる。

20

【0378】

本発明の有機EL素子の発光層として、前記一般式(2)で表される縮合環構造を有するアミン誘導体の他、Alq₃をはじめとするキノリノール誘導体の金属錯体などの各種の金属錯体、アントラセン誘導体、ビススチリルベンゼン誘導体、ピレン誘導体、オキサゾール誘導体、ポリパラフェニレンビニレン誘導体などを用いることができる。また、発光層をホスト材料とドーパント材料とで構成してもよく、ホスト材料として、前記発光材料に加え、チアゾール誘導体、ベンズイミダゾール誘導体、ポリジアルキルフルオレン誘導体などを用いることができる。またドーパント材料としては、前記一般式(2)で表される縮合環構造を有するアミン誘導体の他、キナクリドン、クマリン、ルブレン、ベリレン、ピレン、およびそれらの誘導体、ベンゾピラン誘導体、インデノフェナントレン誘導体、ローダミン誘導体、アミノスチリル誘導体などを用いることができる。これらは、単独で成膜しても良いが、他の材料とともに混合して成膜した単層として使用してもよく、単独で成膜した層同士、混合して成膜した層同士、または単独で成膜した層と混合して成膜した層の積層構造としても良い。

30

40

本発明の有機EL素子の発光層としては、前記一般式(2)で表される縮合環構造を有するアミン誘導体をドーパント材料として用いることが好ましい。

【0379】

また、発光材料として燐光発光体を使用することも可能である。燐光発光体としては、イリジウムや白金などの金属錯体の燐光発光体を使用することができる。Ir(ppy)₃などの緑色の燐光発光体、FIrpic、FIr6などの青色の燐光発光体、Btp₂Ir(acac)などの赤色の燐光発光体などが用いられ、このときのホスト材料としては正孔注入・輸送性のホスト材料として4, 4'-ジ(N-カルバゾリル)ビフェニル(CBP)やTCTA、mCPなどのカルバゾール誘導体などを用いることができる。電子輸送性のホスト材料として、p-ビス(トリフェニルシリル)ベンゼン(UGH2)や2,

50

2', 2''-(1, 3, 5-フェニレン)-トリス(1-フェニル-1H-ベンズイミダゾール)(TPBI)などを用いることができ、高性能の有機EL素子を作製することができる。

【0380】

燐光性の発光材料のホスト材料へのドーピングは濃度消光を避けるため、発光層全体に対して1~30重量パーセントの範囲で、共蒸着によってドーピングすることが好ましい。

【0381】

また、発光材料としてPIC-TRZ、CC2TA、PXZ-TRZ、4CzIPNなどのCDCB誘導体などの遅延蛍光を放射する材料を使用することも可能である(例えば、非特許文献3参照)。

【0382】

これらの材料は蒸着法その他、スピンコート法やインクジェット法などの公知の方法によって薄膜形成を行うことができる。

【0383】

本発明の有機EL素子の正孔阻止層として、バソクプロイン(BCP)などのフェナントロリン誘導体や、アルミニウム(III)ビス(2-メチル-8-キノリナート)-4-フェニルフェノレート(BAlq)などのキノリノール誘導体の金属錯体その他、各種の希土類錯体、トリアゾール誘導体、トリアジン誘導体、オキサジアゾール誘導体など、正孔阻止作用を有する化合物を用いることができる。これらの材料は電子輸送層の材料を兼ねてもよい。これらは、単独で成膜しても良いが、他の材料とともに混合して成膜した単層として使用してもよく、単独で成膜した層同士、混合して成膜した層同士、または単独で成膜した層と混合して成膜した層の積層構造としても良い。これらの材料は蒸着法その他、スピンコート法やインクジェット法などの公知の方法によって薄膜形成を行うことができる。

【0384】

本発明の有機EL素子の電子輸送層として、前記一般式(3)で表されるアントラセン環構造を有する化合物、より好ましくは、前記一般式(3a)、(3b)または(3c)で表されるアントラセン環構造を有する化合物を用いることができる。これらは、単独で成膜しても良いが、他の電子輸送性の材料とともに混合して成膜した単層として使用してもよく、単独で成膜した層同士、混合して成膜した層同士、または単独で成膜した層と混合して成膜した層の積層構造としても良い。これらの材料は蒸着法その他、スピンコート法やインクジェット法などの公知の方法によって薄膜形成を行うことができる。

前記前記一般式(3)で表されるアントラセン環構造を有する化合物と混合もしくは同時に使用できる、電子輸送性の材料としては、Alq₃、BAlqをはじめとするキノリノール誘導体の金属錯体などの各種金属錯体、トリアゾール誘導体、トリアジン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ピリジン誘導体、ピリミジン誘導体、ベンズイミダゾール誘導体、チアジアゾール誘導体、アントラセン誘導体、カルボジイミド誘導体、キノキサリン誘導体、ピリドインドール誘導体、フェナントロリン誘導体、シロール誘導体などをあげることができる。

【0385】

本発明の有機EL素子の電子注入層として、フッ化リチウム、フッ化セシウムなどのアルカリ金属塩、フッ化マグネシウムなどのアルカリ土類金属塩、酸化アルミニウムなどの金属酸化物などを用いることができるが、電子輸送層と陰極の好ましい選択においては、これを省略することができる。

【0386】

本発明の有機EL素子の陰極として、アルミニウムのような仕事関数の低い電極材料や、マグネシウム銀合金、マグネシウムインジウム合金、アルミニウムマグネシウム合金のような、より仕事関数の低い合金が電極材料として用いられる。

【0387】

以下、本発明の実施の形態について、実施例により具体的に説明するが、本発明は以下

10

20

30

40

50

の実施例に限定されるものではない。

【実施例 1】

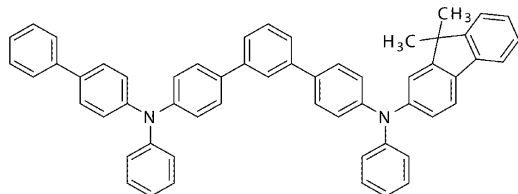
【0388】

<4-{(ビフェニル-4-イル)-フェニルアミノ}-4'-'-{(9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)-フェニルアミノ}-1,1':3',1'-'-ターフェニル(化合物1-5)の合成>

窒素置換した反応容器に、N-(ビフェニル-4-イル)-N-(4-ブロモフェニル)アニリン 8.0 g、N-(9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)-N-{3'-(4,4,5,5-テトラメチル-[1,3,2]ジオキサボラン-2-イル)ビフェニル-4-イル}アニリン 11.4 g、炭酸カリウム 7.5 g、水 64 ml、トルエン 64 ml、エタノール 16 ml、テトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム 0.8 g を加えて加熱し、70℃で16時間攪拌した。室温まで冷却し、酢酸エチルと水を加えた後、分液操作によって有機層を採取した。有機層を濃縮した後、THF/アセトンの混合溶媒を用いた再結晶を行うことによって、4-{(ビフェニル-4-イル)-フェニルアミノ}-4'-'-{(9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)-フェニルアミノ}-1,1':3',1'-'-ターフェニル(化合物1-5)の白色粉体 9.54 g (収率 69%) を得た。

【0389】

【化262】



(1-5)

【0390】

得られた白色粉体について NMR を使用して構造を同定した。

$^1\text{H-NMR}$ (THF- d_8) で以下の 44 個の水素のシグナルを検出した。

δ (ppm) = 7.86 (1H)、7.68–6.97 (37H)、1.41 (6H)

。

【実施例 2】

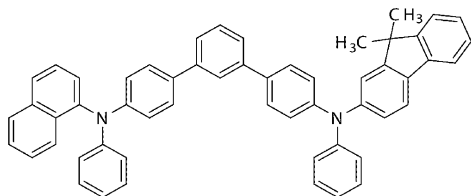
【0391】

<4-{(ビフェニル-4-イル)-フェニルアミノ}-4'-'-{(ナフタレン-1-イル)-フェニルアミノ}-1,1':3',1'-'-ターフェニル(化合物1-6)の合成>

実施例 1 において、N-(ビフェニル-4-イル)-N-(4-ブロモフェニル)アニリンに代えて、N-(3'-ブロモビフェニル-4-イル)-N-(ナフタレン-1-イル)アニリンを用い、N-(9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)-N-{3'-(4,4,5,5-テトラメチル-[1,3,2]ジオキサボラン-2-イル)ビフェニル-4-イル}アニリンに代えて、4-{N-(9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)-フェニルアミノ}-フェニルボロン酸を用い、同様の条件で反応を行うことによって、4-{(ビフェニル-4-イル)-フェニルアミノ}-4'-'-{(ナフタレン-1-イル)-フェニルアミノ}-1,1':3',1'-'-ターフェニル(化合物1-6)の淡黄白色粉体 7.88 g (収率 62%) を得た。

【0392】

【化 2 6 3】



(1-6)

【0 3 9 3】

得られた淡黄白色粉体についてNMRを使用して構造を同定した。

$^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3) で以下の42個の水素のシグナルを検出した。

δ (ppm) = 7.98 (1H)、7.92 (1H)、7.84–7.75 (2H)、7.70–6.94 (32H)、1.49 (6H)。

10

【実施例 3】

【0 3 9 4】

<3、3' '-ビス { (ビフェニル-4-イル) -フェニルアミノ } -1, 1' : 4', 1' '-ターフェニル (化合物 1-21) の合成>

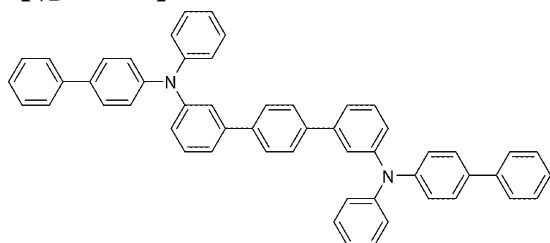
窒素置換した反応容器に、1, 4-ジブロモベンゼン 6.20 g、(ビフェニル-4-イル) - { 3- (4, 4, 5, 5-テトラメチル- [1, 3, 2] ジオキサボラン-2-イル) フェニル } -フェニルアミン 25.1 g、炭酸カリウム 10.8 g、水 39 ml、トルエン 380 ml、エタノール 95 ml を加え、30 分間超音波を照射しながら窒素ガスを通気した。テトラキス (トリフェニルホスフィン) パラジウム 0.95 g を加えて加熱し、18 時間還流撹拌した。室温まで冷却し、水 200 ml、ヘプタン 190 ml を加えた後、析出物をろ過によって採取した。析出物を 1, 2-ジクロロベンゼン 1200 ml に加熱溶解し、シリカゲル 39 g を用いた吸着精製、続いて、活性白土 19 g を用いた吸着精製を行った後、メタノール 725 ml を加え、析出する粗製物をろ過によって採取した。粗製物を 1, 2-ジクロロメタン/メタノールの混合溶媒を用いた晶析を繰り返した後、メタノール 300 ml を用いた還流洗浄を行うことによって、3、3' '-ビス { (ビフェニル-4-イル) -フェニルアミノ } -1, 1' : 4', 1' '-ターフェニル (化合物 1-21) の白色粉体 15.22 g (収率 81%) を得た。

20

【0 3 9 5】

30

【化 2 6 4】



(1-21)

【0 3 9 6】

40

得られた白色粉体についてNMRを使用して構造を同定した。

$^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3) で以下の40個の水素のシグナルを検出した。

δ (ppm) = 7.61 (2H)、7.56–6.83 (38H)。

【実施例 4】

【0 3 9 7】

<2、2' '-ビス { (ビフェニル-4-イル) -フェニルアミノ } -1, 1' : 4', 1' '-ターフェニル (化合物 1-22) の合成>

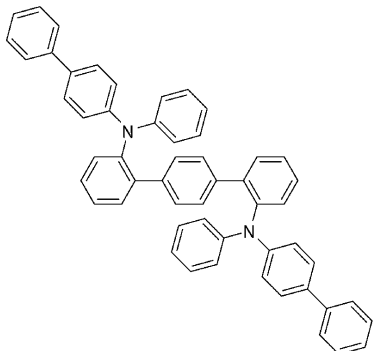
実施例 3 において、(ビフェニル-4-イル) - { 3- (4, 4, 5, 5-テトラメチル- [1, 3, 2] ジオキサボラン-2-イル) フェニル } -フェニルアミンに代えて、N- (ビフェニル-4-イル) -N- { 2- (4, 4, 5, 5-テトラメチル- [1, 3

50

， 2 } ジオキサボランー 2 -イル) フェニル} -フェニルアミンを用い、同様の条件で反応を行うことによって、2、2' -ビス { (ビフェニルー 4 -イル) -フェニルアミノ } -1， 1' : 4'， 1' -ターフェニル (化合物 1 - 2 2) の白色粉体 11. 11 g (収率 58 %) を得た。

【 0 3 9 8 】

【 化 2 6 5 】



10

(1 - 2 2)

【 0 3 9 9 】

得られた白色粉体について NMR を使用して構造を同定した。

$^1\text{H-NMR}$ (THF- d_8) で以下の 40 個の水素のシグナルを検出した。

δ (ppm) = 7. 52 (4H)、7. 40 - 7. 20 (18H)、7. 03 (8H)、6. 90 - 6. 75 (10H) 20

【 実施例 5 】

【 0 4 0 0 】

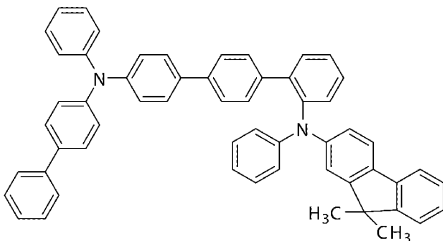
< 4 - {ビス (ビフェニルー 4 -イル) アミノ} - 2' - { (9, 9 -ジメチル - 9H -フルオレンー 2 -イル) -フェニルアミノ} - 1， 1' : 4'， 1' -ターフェニル (化合物 1 - 3 2) の合成 >

窒素置換した反応容器に、N - (ビフェニルー 4 -イル) - N - (2' -ブromo - 1， 1' : 4'， 1' -ターフェニルー 4 -イル) アニリン 10. 0 g、2 - (フェニルアミノ) - 9， 9 -ジメチル - 9H -フルオレン 6. 2 g、酢酸パラジウム 0. 081 g、tert -ブトキシナトリウム 3. 5 g、トリ -tert -ブチルホスフィンの 50 % (w/v) トルエン溶液 0. 146 g、トルエン 100 ml を加えて加熱し、一夜、100 °C で攪拌した。ろ過によって不溶物を除き、濃縮した後、カラムクロマトグラフ (担体 : シリカゲル、溶離液 : ヘプタン / ジクロロメタン) を用いた精製を行うことによって、4 - {ビス (ビフェニルー 4 -イル) アミノ} - 2' - { (9, 9 -ジメチル - 9H -フルオレンー 2 -イル) -フェニルアミノ} - 1， 1' : 4'， 1' -ターフェニル (化合物 1 - 3 2) の白色粉体 4. 77 g (収率 35 %) を得た。

30

【 0 4 0 1 】

【 化 2 6 6 】



40

(1 - 3 2)

【 0 4 0 2 】

得られた白色粉体について NMR を使用して構造を同定した。

$^1\text{H-NMR}$ (THF- d_8) で以下の 44 個の水素のシグナルを検出した。

δ (ppm) = 7. 61 - 7. 48 (4H)、7. 42 - 6. 92 (32H)、6. 8 50

1 (1H)、6.76 (1H)、1.28 (6H)。

【実施例6】

【0403】

<4, 4'-ビス{(9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)-フェニルアミノ}-1, 1':3', 1''-ターフェニル(化合物1-34)の合成>

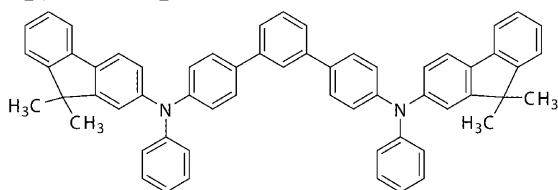
窒素置換した反応容器に、4, 4'-ジブロモ-1, 1':3', 1''-ターフェニル 8.81 g、2-(フェニルアミノ)-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン 13.6 g、tert-ブトキシナトリウム 5.12 g、トリス(ジベンジリデンアセトン)ジパラジウム 0.33 g、トリ-tert-ブチルホスフィンの50% (w/v) トルエン溶液 0.63 ml を加えて加熱し、2時間還流撹拌した。

10

放冷した後、メタノールを加え、析出物をろ過によって採取した。析出物をクロロベンゼンに加熱溶解し、加熱溶解し、シリカゲルを用いた吸着精製、続いて、活性白土を用いた吸着精製を行った後、クロロベンゼン/メタノールの混合溶媒を用いた晶析を行った後、メタノールを用いた還流洗浄を行うことによって、4, 4'-ビス{(9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)-フェニルアミノ}-1, 1':3', 1''-ターフェニル(化合物1-34)の白色粉体 16.25 g (収率90%)を得た。

【0404】

【化267】



20

(1-34)

【0405】

得られた白色粉体についてNMRを使用して構造を同定した。

¹H-NMR (CDCl₃) で以下の48個の水素のシグナルを検出した。

δ (ppm) = 7.84 (1H)、7.70-7.03 (35H)、1.48 (12H)。

【実施例7】

30

【0406】

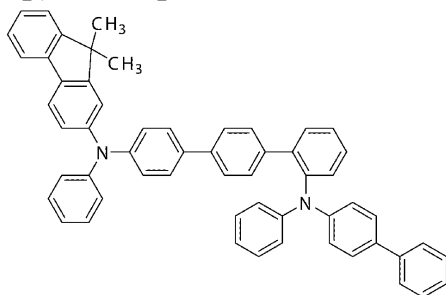
<2-{(ビフェニル-4-イル)-フェニルアミノ}-4'-bis-{(9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)-フェニルアミノ}-1, 1':4', 1''-ターフェニル(化合物1-37)の合成>

実施例5において、N-(ビフェニル-4-イル)-N-(2'-ブロモ-1, 1':4', 1''-ターフェニル-4-イル)アニリンに代えて、N-(9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)-N-(2'-ブロモ-1, 1':4', 1''-ターフェニル-4-イル)アニリンを用い、2-(フェニルアミノ)-9, 9-ジメチル-9H-フルオレンに代えて、N-(ビフェニル-4-イル)-N-フェニルアニリンを用い、同様の条件で反応を行うことによって、2-{(ビフェニル-4-イル)-フェニルアミノ}-4'-bis-{(9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)-フェニルアミノ}-1, 1':4', 1''-ターフェニル(化合物1-37)の白色粉体 11.7 g (収率73%)を得た。

40

【0407】

【化 2 6 8】



(1-37)

10

【0408】

得られた白色粉体についてNMRを使用して構造を同定した。

$^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3) で以下の44個の水素のシグナルを検出した。

δ (ppm) = 7.68 (1H)、7.64–6.84 (37H)、1.48 (6H)

。

【実施例8】

【0409】

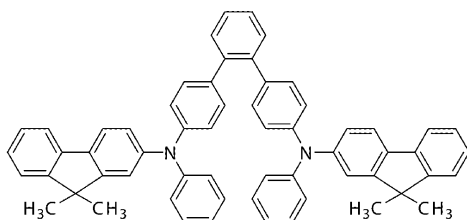
<4,4'-ビス {N-(9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)-フェニルアミノ} -1,1':2',1''-ターフェニル (化合物1-38) の合成>

実施例3において、1,4-ジブロモベンゼンに代えて、1,2-ジヨードベンゼンを用い、(ビフェニル-4-イル)-{3-(4,4,5,5-テトラメチル-[1,3,2]ジオキサボラン-2-イル)フェニル}-フェニルアミンに代えて、4-{(9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)-フェニルアミノ}-フェニルボロン酸を用い、同様の条件で反応を行うことによって、4,4'-ビス {N-(9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)-フェニルアミノ} -1,1':2',1''-ターフェニル (化合物1-38) の白色粉体6.6g (収率39%)を得た。

20

【0410】

【化 2 6 9】



(1-38)

30

【0411】

得られた白色粉体についてNMRを使用して構造を同定した。

$^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3) で以下の48個の水素のシグナルを検出した。

δ (ppm) = 7.64 (2H)、7.58 (2H)、7.45–6.99 (32H)、1.38 (12H)。

40

【実施例9】

【0412】

<4,4'-ビス {N-ビス (ビフェニル-4-イル) アミノ} -1,1':2',1''-ターフェニル (化合物1-39) の合成>

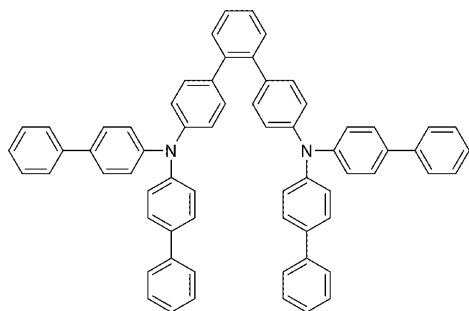
実施例3において、1,4-ジブロモベンゼンに代えて、1,2-ジヨードベンゼンを用い、(ビフェニル-4-イル)-{3-(4,4,5,5-テトラメチル-[1,3,2]ジオキサボラン-2-イル)フェニル}-フェニルアミンに代えて、4-{ビス (ビフェニル-4-イル) アミノ}-フェニルボロン酸を用い、同様の条件で反応を行うことによって、4,4'-ビス {N-ビス (ビフェニル-4-イル) アミノ} -1,1':2',1''-ターフェニル (化合物1-39) の白色粉体4.6g (収率24%)を得

50

た。

【0413】

【化270】



10

(1-39)

【0414】

得られた白色粉体についてNMRを使用して構造を同定した。

$^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3) で以下の48個の水素のシグナルを検出した。

δ (ppm) = 7.57–7.28 (32H)、7.21 (8H)、7.11 (8H)

。

【実施例10】

【0415】

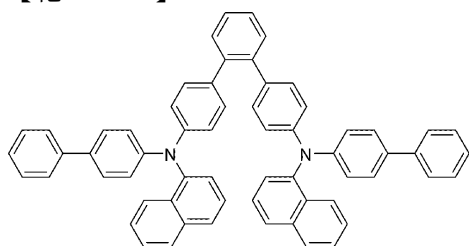
<4, 4'-bis { (biphenyl-4-yl) - (naphthalen-1-yl) amino } -1, 1': 2', 1''-terphenyl (compound 1-41) の合成> 20

実施例6において、4, 4'-ジブロモ-1, 1': 3', 1''-terphenylに代えて4, 4'-ジブロモ-1, 1': 2', 1''-terphenylを用い、2-(フェニルアミノ)-9, 9-ジメチル-9H-フルオレンに代えて、(biphenyl-4-yl) - (naphthalen-1-yl) アミンを用い、同様の条件で反応を行うことによって、4, 4'-bis { (biphenyl-4-yl) - (naphthalen-1-yl) amino } -1, 1': 2', 1''-terphenyl (化合物1-41) の白色粉体5.0 g (収率30%)を得た。

【0416】

【化271】

30



(1-41)

【0417】

得られた白色粉体についてNMRを使用して構造を同定した。

40

$^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3) で以下の44個の水素のシグナルを検出した。

δ (ppm) = 7.93–7.84 (4H)、7.79 (2H)、7.60–7.26 (24H)、7.25–6.92 (14H)

【実施例11】

【0418】

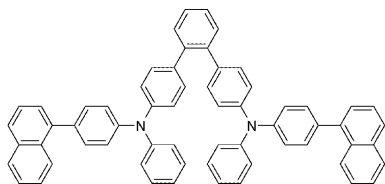
<4, 4'-bis [{ 4-(naphthalen-1-yl) phenyl } -phenylamino] -1, 1': 2', 1''-terphenyl (compound 1-42) の合成>

実施例6において、4, 4'-ジブロモ-1, 1': 3', 1''-terphenylに代えて4, 4'-ジブロモ-1, 1': 2', 1''-terphenylを用い、2-(フェニルアミノ)-9, 9-ジメチル-9H-フルオレンに代えて、{ 4-(naphthalen- 50

1-イル)フェニル}ーフェニルアミンを用い、同様の条件で反応を行うことによって、4, 4'-ビス[{4-(ナフタレン-1-イル)フェニル}ーフェニルアミノ]ー1, 1':2', 1''-ターフェニル(化合物1-42)の白色粉体7.3 g(収率43%)を得た。

【0419】

【化272】



10

(1-42)

【0420】

得られた白色粉体についてNMRを使用して構造を同定した。

$^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3) で以下の44個の水素のシグナルを検出した。

δ (ppm) = 8.01 (2H)、7.91 (2H)、7.84 (2H)、7.53–6.98 (38H)

【実施例12】

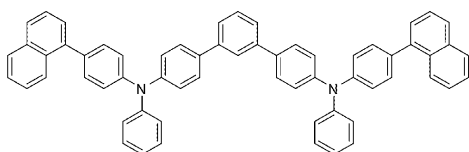
【0421】

<4, 4'-ビス[{4-(ナフタレン-1-イル)フェニル}ーフェニルアミノ]ー1, 1':3', 1''-ターフェニル(化合物1-45)の合成> 20

実施例6において、2-(フェニルアミノ)-9,9-ジメチル-9H-フルオレンに代えて、{4-(ナフタレン-1-イル)フェニル}ーフェニルアミンを用い、同様の条件で反応を行うことによって、4, 4'-ビス[{4-(ナフタレン-1-イル)フェニル}ーフェニルアミノ]ー1, 1':3', 1''-ターフェニル(化合物1-45)の白色粉体16.7 g(収率79%)を得た。

【0422】

【化273】



30

(1-45)

【0423】

得られた白色粉体についてNMRを使用して構造を同定した。

$^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3) で以下の44個の水素のシグナルを検出した。

δ (ppm) = 8.08 (2H)、7.94 (2H)、7.90–7.80 (3H)、7.65–7.00 (37H)。

【実施例13】

【0424】

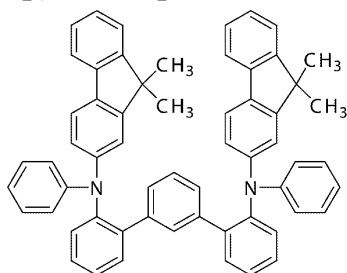
<2, 2'-ビス{ (9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)ーフェニルアミノ}ー1, 1':3', 1''-ターフェニル(化合物1-47)の合成> 40

実施例3において、1,4-ジブロモベンゼンに代えて、1,3-ジヨードベンゼンを用い、(ビフェニル-4-イル)ー{3-(4,4,5,5-テトラメチル-[1,3,2]ジオキサボラン-2-イル)フェニル}ーフェニルアミンに代えて、2-{ (9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)ーフェニルアミノ}ーフェニルボロン酸を用い、同様の条件で反応を行うことによって、2, 2'-ビス{ (9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)ーフェニルアミノ}ー1, 1':3', 1''-ターフェニル(化合物1-47)の白色粉体4.2 g(収率25%)を得た。

【0425】

50

【化 2 7 4】



(1-47)

【0 4 2 6】

10

得られた白色粉体についてNMRを使用して構造を同定した。

$^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3) で以下の48個の水素のシグナルを検出した。

δ (ppm) = 7.60 (2H)、7.38–7.09 (14H)、6.95–6.71 (14H)、6.66–6.56 (4H)、6.35 (2H) 6.26 (12H)。

【実施例 1 4】

【0 4 2 7】

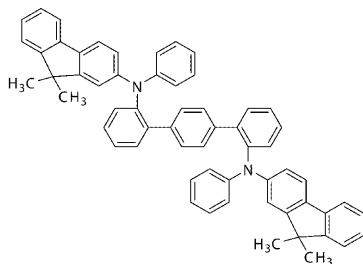
< 2, 2' -ビス { (9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル) -フェニルアミノ } -1, 1' : 4', 1' -ターフェニル (化合物 1-49) の合成 >

実施例 3 において、(ビフェニル-4-イル) - { 3 - (4, 4, 5, 5-テトラメチル- [1, 3, 2] ジオキサボラン-2-イル) フェニル } -フェニルアミンに代えて、2 - { (9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル) -フェニルアミノ } -フェニルボロン酸を用い、同様の条件で反応を行うことによって、2, 2' -ビス { (9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル) -フェニルアミノ } -1, 1' : 4', 1' -ターフェニル (化合物 1-49) の白色粉体 13.7 g (収率 76%) を得た。

20

【0 4 2 8】

【化 2 7 5】



30

(1-49)

【0 4 2 9】

得られた白色粉体についてNMRを使用して構造を同定した。

$^1\text{H-NMR}$ (THF-d_8) で以下の48個の水素のシグナルを検出した。

δ (ppm) = 7.53 (2H)、7.35–6.81 (30H)、6.76 (2H)、6.67 (2H)、1.29 (12H)。

【実施例 1 5】

40

【0 4 3 0】

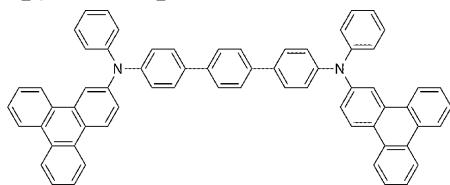
< 4, 4' -ビス { (トリフェニレン-2-イル) -フェニルアミノ } -1, 1' ; 4', 1' -ターフェニル (化合物 1-88) の合成 >

実施例 6 において、4, 4' -ジブromo-1, 1' : 3', 1' -ターフェニルに代えて4, 4' -ジヨード-1, 1' : 4', 1' -ターフェニルを用い、2 - (フェニルアミノ) -9, 9-ジメチル-9H-フルオレンに代えて、(トリフェニレン-2-イル) -フェニルアミンを用い、同様の条件で反応を行うことによって、4, 4' -ビス { (トリフェニレン-2-イル) -フェニルアミノ } -1, 1' ; 4', 1' -ターフェニル (化合物 1-88) の白色粉体 11.4 g (収率 74%) を得た。

【0 4 3 1】

50

【化 2 7 6】



(1-88)

【0 4 3 2】

得られた白色粉体についてNMRを使用して構造を同定した。

$^1\text{H-NMR}$ (THF- d_8) で以下の44個の水素のシグナルを検出した。

10

δ (ppm) = 8.72–8.62 (8H)、8.45 (2H)、8.36 (2H)、7.75 (4H)、7.70–7.21 (26H)、7.09 (2H)。

【実施例 1 6】

【0 4 3 3】

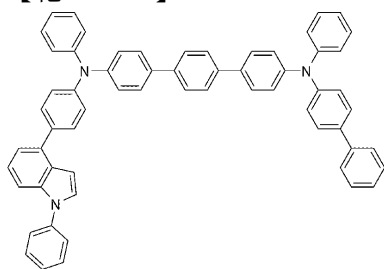
<4-{(ビフェニル-4-イル)-フェニルアミノ}-4'-[4-(1-フェニル-インドール-4-イル)フェニル]-フェニルアミノ]-1,1';4',1'-ターフェニル(化合物1-91)の合成>

実施例1において、N-(ビフェニル-4-イル)-N-(4-ブロモフェニル)アニリンに代えて、(4'-ブロモ-1,1'-ビフェニル-4-イル)-{4-(1-フェニル-インドール-4-イル)フェニル}-フェニルアミンを用い、N-(9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)-N-{3'-(4,4,5,5-テトラメチル-[1,3,2]ジオキサボラン-2-イル)ビフェニル-4-イル}アニリンに代えて、{4-(4,4,5,5-テトラメチル-1,3,2-ジオキサボロラン-2-イル)フェニル}-(1,1'-ビフェニル-4-イル)-フェニルアミンを用い、同様の条件で反応を行うことによって、4-{(ビフェニル-4-イル)-フェニルアミノ}-4'-[4-(1-フェニル-インドール-4-イル)フェニル]-フェニルアミノ]-1,1';4',1'-ターフェニル(化合物1-91)の淡黄白色粉体6.80g(収率67%)を得た。

20

【0 4 3 4】

【化 2 7 7】



(1-91)

30

【0 4 3 5】

得られた淡黄白色粉体についてNMRを使用して構造を同定した。

40

$^1\text{H-NMR}$ (THF- d_8) で以下の45個の水素のシグナルを検出した。

δ (ppm) = 7.70 (4H)、7.68–7.50 (16H)、7.42–7.11 (23H)、7.05 (1H)、6.88 (1H)。

【実施例 1 7】

【0 4 3 6】

<4,4'-ビス{N-フェニル-N-(2-フェニル-ビフェニル-4-イル)アミノ}-1,1';4',1'-ターフェニル(化合物1-101)の合成>

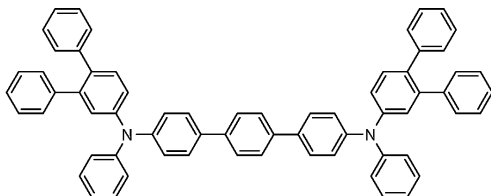
窒素置換した反応容器に、4,4'-ジヨード-1,1';4',1'-ターフェニル13.0g、N-フェニル-N-(2-フェニル-ビフェニル-4-イル)アミン20.0g、銅粉0.18g、炭酸カリウム11.3g、3,5-ジ-tert-ブチルサ

50

リチル酸 0.7 g、亜硫酸水素ナトリウム 0.86 g、ドデシルベンゼン 30 ml を加えて加熱し、210℃で24時間攪拌した。冷却し、キシレン 30 ml、メタノール 60 ml を加えた後、ろ過により固体を採取した。得られた固体にトルエン 250 ml、シリカゲル 20 g を加え、90℃まで加熱した後、熱時ろ過によって不溶分を除去した。濃縮して得られた粗製物に酢酸エチルおよびメタノールを加えることによって析出する結晶をろ過により採取し、クロロベンゼンを使用した再結晶、メタノールを用いた還流洗浄を行うことによって、4, 4'-ビス- {N-フェニル-N-(2-フェニル-ビフェニル-4-イル) アミノ} -1, 1'; 4', 1'-ターフェニル (化合物 1-101) の白色粉体 16.9 g (収率 72%) を得た。

【0437】

【化278】



(1-101)

【0438】

得られた白色粉体についてNMRを使用して構造を同定した。

¹H-NMR (CDCl₃) で以下の48個の水素のシグナルを検出した。

δ (ppm) = 7.68 (4H)、7.62-7.55 (4H)、7.39-7.06 (40H)。

【実施例18】

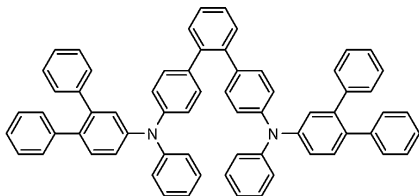
【0439】

<4, 4'-ビス {N-フェニル-N-(2-フェニル-ビフェニル-4-イル) アミノ} -1, 1'; 2', 1'-ターフェニル (化合物 1-103) の合成>

実施例6において、4, 4'-ジブロモ-1, 1': 3', 1'-ターフェニルに代えて4, 4'-ジブロモ-1, 1'; 2', 1'-ターフェニルを用い、2-(フェニルアミノ)-9, 9-ジメチル-9H-フルオレンに代えて、N-フェニル-N-(2-フェニル-ビフェニル-4-イル) アミンを用い、同様の条件で反応を行うことによって、4, 4'-ビス {N-フェニル-N-(2-フェニル-ビフェニル-4-イル) アミノ} -1, 1'; 2', 1'-ターフェニル (化合物 1-103) の白色粉体 4.3 g (収率 42%) を得た。

【0440】

【化279】



(1-103)

【0441】

得られた白色粉体についてNMRを使用して構造を同定した。

¹H-NMR (CDCl₃) で以下の48個の水素のシグナルを検出した。

δ (ppm) = 7.50-7.39 (4H)、7.31-6.97 (44H)。

【実施例19】

【0442】

<4, 4'-ビス {N-フェニル-N-(2-フェニル-ビフェニル-4-イル) アミノ} -1, 1'; 3', 1'-ターフェニル (化合物 1-104) の合成>

実施例6において、2-(フェニルアミノ)-9, 9-ジメチル-9H-フルオレンに

10

20

30

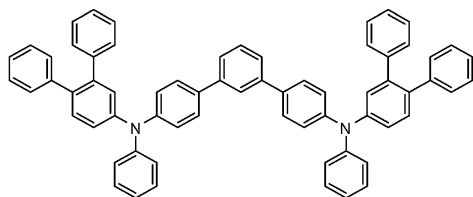
40

50

代えて、N-フェニル-N-(2-フェニル-ビフェニル-4-イル)アミンを用い、同様の条件で反応を行うことによって、4, 4'-ビス{N-フェニル-N-(2-フェニル-ビフェニル-4-イル)アミノ}-1, 1'; 3', 1'-ターフェニル(化合物1-104)の白色粉体7.7g(収率53%)を得た。

【0443】

【化280】



10

(1-104)

【0444】

得られた白色粉体についてNMRを使用して構造を同定した。

$^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3) で以下の48個の水素のシグナルを検出した。

δ (ppm) = 7.81 (2H)、7.61–7.48 (14H)、7.39–7.06 (32H)。

【実施例20】

【0445】

一般式(1)で表されるアリールアミン化合物について、高感度示差走査熱量計(ブルカー・エイエクセス製、DSC3100S)によってガラス転移点を求めた。

20

ガラス転移点

実施例1の化合物	117℃
実施例2の化合物	117℃
実施例3の化合物	103℃
実施例5の化合物	115℃
実施例6の化合物	124℃
実施例7の化合物	114℃
実施例8の化合物	119℃
実施例9の化合物	106℃
実施例10の化合物	127℃
実施例11の化合物	111℃
実施例12の化合物	122℃
実施例13の化合物	116℃
実施例14の化合物	117℃
実施例15の化合物	163℃
実施例16の化合物	125℃
実施例17の化合物	124℃
実施例18の化合物	115℃
実施例19の化合物	122℃

30

40

【0446】

一般式(1)で表されるアリールアミン化合物は100℃以上のガラス転移点を有しており、薄膜状態が安定であることを示すものである。

【実施例21】

【0447】

一般式(1)で表されるアリールアミン化合物を用いて、ITO基板の上に膜厚100nmの蒸着膜を作製して、イオン化ポテンシャル測定装置(住友重機械工業株式会社製、PYS-202)によって仕事関数を測定した。

仕事関数

実施例1の化合物	5.68 eV
----------	---------

50

実施例 2 の化合物	5. 6 5 e V
実施例 3 の化合物	5. 7 9 e V
実施例 4 の化合物	5. 8 3 e V
実施例 5 の化合物	5. 6 9 e V
実施例 6 の化合物	5. 6 5 e V
実施例 7 の化合物	5. 6 7 e V
実施例 8 の化合物	5. 6 4 e V
実施例 9 の化合物	5. 6 6 e V
実施例 10 の化合物	5. 6 9 e V
実施例 11 の化合物	5. 7 5 e V
実施例 12 の化合物	5. 7 6 e V
実施例 13 の化合物	5. 7 2 e V
実施例 14 の化合物	5. 7 2 e V
実施例 15 の化合物	5. 6 2 e V
実施例 16 の化合物	5. 6 7 e V
実施例 17 の化合物	5. 6 7 e V
実施例 18 の化合物	5. 7 5 e V
実施例 19 の化合物	5. 7 6 e V

10

【0448】

一般式(1)で表されるアリールアミン化合物はNPD、TPDなどの一般的な正孔輸送材料がもつ仕事関数5.4eVと比較して、好適なエネルギー準位を示しており、良好な正孔輸送能力を有していることが分かる。

20

【実施例22】

【0449】

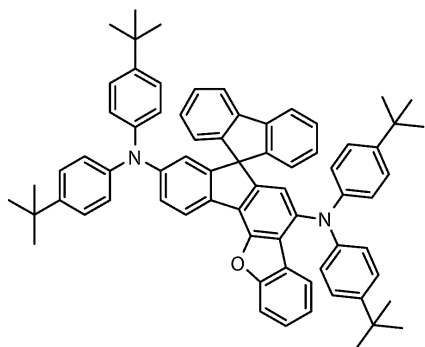
<N5', N5', N9', N9'-テトラキス{4-(tert-ブチル)フェニル}スピロ(フルオレン-9, 7'-フルオレノ[4, 3-b]ベンゾフラン)-5', 9'-ジアミン(化合物2-1)の合成>

窒素置換した反応容器に5', 9'-ジブロモスピロ(フルオレン-9, 7'-フルオレノ[4, 3-b]ベンゾフラン)5.0g、ビス{4-(tert-ブチル)フェニル}アミン6.0g、パラジウムアセテート0.08g、tert-ブトキシナトリウム3.4g、トリ-tert-ブチルホスフィン0.07g、トルエン60mlを加えて加熱し、2時間還流撹拌した。室温まで冷却し、ジクロロメタン、水を加えた後、分液操作を行うことによって有機層を採取した。有機層を濃縮した後、カラムクロマトグラフによる精製を行うことによって、N5', N5', N9', N9'-テトラキス{4-(tert-ブチル)フェニル}スピロ(フルオレン-9, 7'-フルオレノ[4, 3-b]ベンゾフラン)-5', 9'-ジアミン(化合物2-1)の粉体3.1g(収率36%)を得た。

30

【0450】

【化281】



40

(2-1)

【実施例23】

50

【0451】

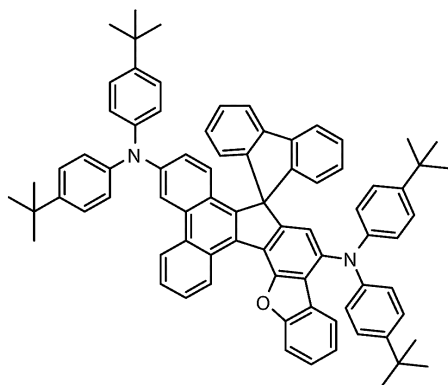
<N2, N2, N7, N7-テトラキス {4-(tert-ブチル)フェニル}スピロ (ジベンゾ [5, 6 : 7, 8] フルオレノ [4, 3-b] ベンゾフラン-5, 9'-フルオレン)-2, 7-ジアミン (化合物2-2) の合成>

実施例22において、5', 9'-ジブロモスピロ (フルオレン-9, 7'-フルオレノ [4, 3-b] ベンゾフラン) に代えて、2, 7-ジブロモスピロ (ジベンゾ [5, 6 : 7, 8] フルオレノ [4, 3-b] ベンゾフラン-5, 9'-フルオレン) を用い、同様の条件で反応を行うことによって、N2, N2, N7, N7-テトラキス {4-(tert-ブチル)フェニル}スピロ (ジベンゾ [5, 6 : 7, 8] フルオレノ [4, 3-b] ベンゾフラン-5, 9'-フルオレン)-2, 7-ジアミン (化合物2-2) の粉体2.5 g (収率31%) を得た。

10

【0452】

【化282】



20

(2-2)

【実施例24】

【0453】

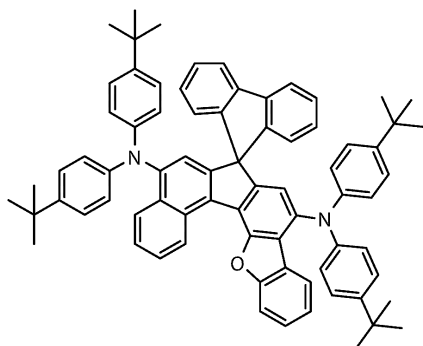
<N5, N5, N9, N9-テトラキス {4-(tert-ブチル)フェニル}スピロ (ベンゾ [5, 6] フルオレノ [4, 3-b] ベンゾフラン-7, 9'-フルオレン)-5, 9-ジアミン (化合物2-3) の合成>

実施例22において、5', 9'-ジブロモスピロ (フルオレン-9, 7'-フルオレノ [4, 3-b] ベンゾフラン) に代えて、5, 9-ジブロモスピロ (ベンゾ [5, 6] フルオレノ [4, 3-b] ベンゾフラン-7, 9'-フルオレン) を用い、同様の条件で反応を行うことによって、N5, N5, N9, N9-テトラキス {4-(tert-ブチル)フェニル}スピロ (ベンゾ [5, 6] フルオレノ [4, 3-b] ベンゾフラン-7, 9'-フルオレン)-5, 9-ジアミン (化合物2-3) の粉体3.0 g (収率36%) を得た。

30

【0454】

【化283】



40

(2-3)

【実施例25】

【0455】

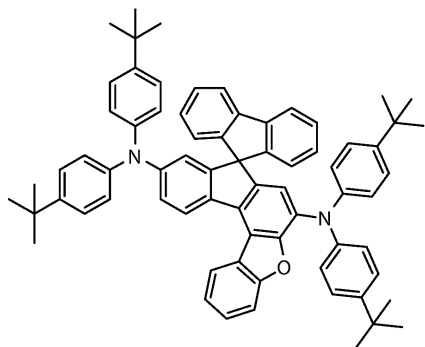
50

<N 6', N 6', N 10', N 10' -テトラキス {4 - (tert -ブチル) フェニル} スピロ (フルオレン - 9, 8' -フルオレノ [3, 4 - b] ベンゾフラン) - 6', 10' -ジアミン (化合物 2 - 4) の合成>

実施例 2 2 において、5', 9' -ジブロモスピロ (フルオレン - 9, 7' -フルオレノ [4, 3 - b] ベンゾフラン) に代えて、6', 10' -ジブロモスピロ (フルオレン - 9, 8' -フルオレノ [3, 4 - b] ベンゾフラン) を用い、同様の条件で反応を行うことによって、N 6', N 6', N 10', N 10' -テトラキス {4 - (tert -ブチル) フェニル} スピロ (フルオレン - 9, 8' -フルオレノ [3, 4 - b] ベンゾフラン) - 6', 10' -ジアミン (化合物 2 - 4) の粉体 2. 5 g (収率 3 4 %) を得た。

【0 4 5 6】

【化 2 8 4】



(2 - 4)

【実施例 2 6】

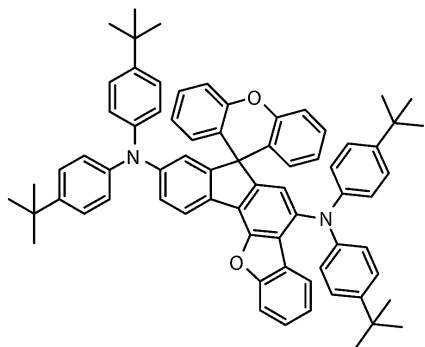
【0 4 5 7】

<N 5, N 5, N 9, N 9 -テトラキス {4 - (tert -ブチル) フェニル} スピロ (フルオレノ [4, 3 - b] ベンゾフラン - 7, 9' -キサントレン) - 5, 9 -ジアミン (化合物 2 - 5) の合成>

実施例 2 2 において、5', 9' -ジブロモスピロ (フルオレン - 9, 7' -フルオレノ [4, 3 - b] ベンゾフラン) に代えて、5, 9 -ジブロモスピロ (フルオレノ [4, 3 - b] ベンゾフラン - 7, 9' -キサントレン) を用い、同様の条件で反応を行うことによって、N 5, N 5, N 9, N 9 -テトラキス {4 - (tert -ブチル) フェニル} スピロ (フルオレノ [4, 3 - b] ベンゾフラン - 7, 9' -キサントレン) - 5, 9 -ジアミン (化合物 2 - 5) の粉体 2. 4 g (収率 2 8 %) を得た。

【0 4 5 8】

【化 2 8 5】



(2 - 5)

【実施例 2 7】

【0 4 5 9】

<N 5', N 9' -ビス (ビフェニル - 4 -イル) - N 5', N 9' -ビス {4 - (tert -ブチル) フェニル} - 2 -フルオロスピロ (フルオレン - 9, 7' -フルオレノ [4, 3 - b] ベンゾフラン) - 5', 9' -ジアミン (化合物 2 - 6) の合成>

実施例 2 2 において、5', 9' -ジブロモスピロ (フルオレン - 9, 7' -フルオレ

10

20

30

40

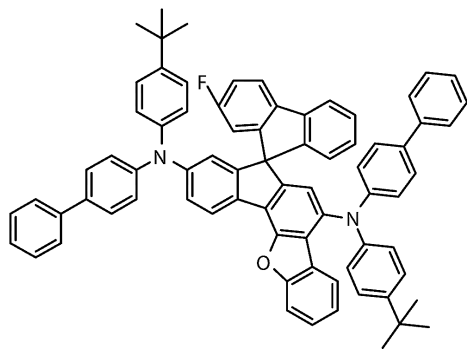
50

ノ〔4, 3-b〕ベンゾフラン〕に代えて、5', 9'-ジブromo-2-フルオロスピロ（フルオレン-9, 7'-フルオレノ〔4, 3-b〕ベンゾフラン）を用い、ビス〔4-（tert-ブチル）フェニル〕アミンに代えて、（ビフェニル-4-イル）-〔4-（tert-ブチル）フェニル〕アミンを用い、同様の条件で反応を行うことによって、N5', N9'-ビス（ビフェニル-4-イル）-N5', N9'-ビス〔4-（tert-ブチル）フェニル〕-2-フルオロスピロ（フルオレン-9, 7'-フルオレノ〔4, 3-b〕ベンゾフラン）-5', 9'-ジアミン（化合物2-6）の粉体2.4g（収率28%）を得た。

【0460】

【化286】

10



(2-6)

20

【実施例28】

【0461】

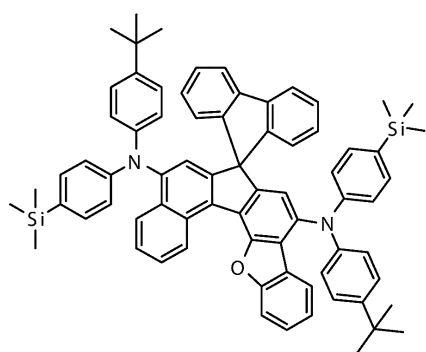
<N5, N9-ビス〔4-（tert-ブチル）フェニル〕-N5, N9-ビス〔4-（トリメチルシリル）フェニル〕スピロ（ベンゾ〔5, 6〕フルオレノ〔4, 3-b〕ベンゾフラン-7, 9'-フルオレン）-5, 9-ジアミン（化合物2-7）の合成>

実施例22において、5', 9'-ジブromospiro（フルオレン-9, 7'-フルオレノ〔4, 3-b〕ベンゾフラン）に代えて、5, 9-ジブromospiro（ベンゾ〔5, 6〕フルオレノ〔4, 3-b〕ベンゾフラン-7, 9'-フルオレン）を用い、ビス〔4-（tert-ブチル）フェニル〕アミンに代えて、〔4-（tert-ブチル）フェニル〕-〔4-（トリメチルシリル）フェニル〕アミンを用い、同様の条件で反応を行うことによって、N5, N9-ビス〔4-（tert-ブチル）フェニル〕-N5, N9-ビス〔4-（トリメチルシリル）フェニル〕スピロ（ベンゾ〔5, 6〕フルオレノ〔4, 3-b〕ベンゾフラン-7, 9'-フルオレン）-5, 9-ジアミン（化合物2-7）の粉体3.0g（収率35%）を得た。

30

【0462】

【化287】



40

(2-7)

【実施例29】

【0463】

<N5', N9'-ビス〔4-（tert-ブチル）フェニル〕-N5', N9'-ビス〔4-（トリメチルシリル）フェニル〕スピロ（フルオレン-9, 7'-フルオレノ〔4, 3-b〕ベンゾフラン）-5, 9-ジアミン（化合物2-8）の合成>

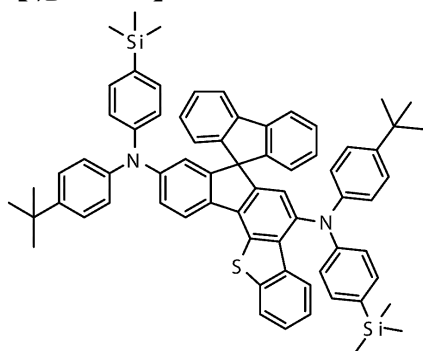
50

4, 3-b] ベンゾチオフェン) - 5', 9'-ジアミン (化合物 2-8) の合成>

実施例 22 において、5', 9'-ジブロモスピロ (フルオレン-9, 7'-フルオレノ [4, 3-b] ベンゾフラン) に代えて、5', 9'-ジブロモスピロ (フルオレン-9, 7'-フルオレノ [4, 3-b] ベンゾチオフェン) を用い、ビス {4-(tert-ブチル) フェニル} アミンに代えて、{4-(tert-ブチル) フェニル} - {4-(トリメチルシリル) フェニル} アミンを用い、同様の条件で反応を行うことによって、N5', N9'-ビス {4-(tert-ブチル) フェニル} - N5', N9'-ビス {4-(トリメチルシリル) フェニル} スピロ (フルオレン-9, 7'-フルオレノ [4, 3-b] ベンゾチオフェン) - 5', 9'-ジアミン (化合物 2-8) の粉体 3.2 g (収率 37%) を得た。

【0464】

【化288】



(2-8)

【実施例 30】

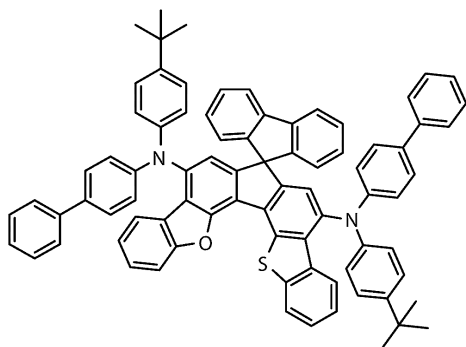
【0465】

<N5, N9-ビス (ビフェニル-4-イル) - N5, N9-ビス {4-(tert-ブチル) フェニル} スピロ (ベンゾ [4', 5'] チエノ [2', 3': 5, 6] フルオレノ [4, 3-b] ベンゾフラン-7, 9'-フルオレン) - 5, 9'-ジアミン (化合物 2-9) の合成>

実施例 22 において、5', 9'-ジブロモスピロ (フルオレン-9, 7'-フルオレノ [4, 3-b] ベンゾフラン) に代えて、5, 9'-ジブロモスピロ (ベンゾ [4', 5'] チエノ [2', 3': 5, 6] フルオレノ [4, 3-b] ベンゾフラン-7, 9'-フルオレン) を用い、ビス {4-(tert-ブチル) フェニル} アミンに代えて、{4-(tert-ブチル) フェニル} - (ビフェニル-4-イル) アミンを用い、同様の条件で反応を行うことによって、N5, N9-ビス (ビフェニル-4-イル) - N5, N9-ビス {4-(tert-ブチル) フェニル} スピロ (ベンゾ [4', 5'] チエノ [2', 3': 5, 6] フルオレノ [4, 3-b] ベンゾフラン-7, 9'-フルオレン) - 5, 9'-ジアミン (化合物 2-9) の粉体 2.8 g (収率 34%) を得た。

【0466】

【化289】



(2-9)

【実施例 31】

【0467】

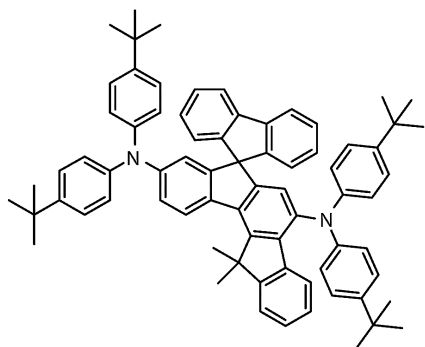
<N5', N5', N9', N9'-テトラキス{4-(tert-ブチル)フェニル}-12', 12'-ジメチル-12'H-スピロ(フルオレン-9, 7'-インデノ[1, 2-a]フルオレン)-5', 9'-ジアミン(化合物2-10)の合成>

実施例22において、5', 9'-ジブロモスピロ(フルオレン-9, 7'-フルオレノ[4, 3-b]ベンゾフラン)に代えて、5', 9'-ジブロモ-12', 12'-ジメチル-12'H-スピロ(フルオレン-9, 7'-インデノ[1, 2-a]フルオレン)を用い、同様の条件で反応を行うことによって、N5', N5', N9', N9'-テトラキス{4-(tert-ブチル)フェニル}-12', 12'-ジメチル-12'H-スピロ(フルオレン-9, 7'-インデノ[1, 2-a]フルオレン)-5', 9'-

10

【0468】

【化290】



20

(2-10)

【実施例32】

【0469】

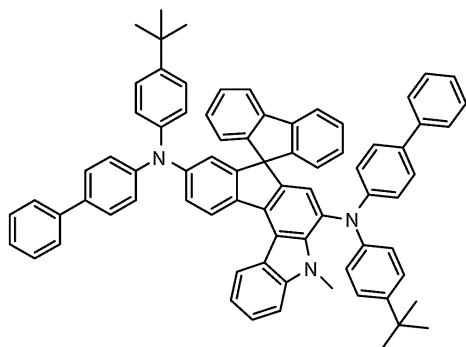
<N6', N10'-ビス(ビフェニル-4-イル)-N6', N10'-ビス{4-(tert-ブチル)フェニル}-5'-メチル-5'H-スピロ(フルオレン-9, 8'-インデノ[2, 1-c]カルバゾール)-6', 10'-ジアミン(化合物2-11)の合成>

実施例22において、5', 9'-ジブロモスピロ(フルオレン-9, 7'-フルオレノ[4, 3-b]ベンゾフラン)に代えて、6', 10'-ジブロモ-5'-メチル-5'H-スピロ(フルオレン-9, 8'-インデノ[2, 1-c]カルバゾール)を用い、ビス{4-(tert-ブチル)フェニル}アミンに代えて、{4-(tert-ブチル)フェニル}-(ビフェニル-4-イル)アミンを用い、同様の条件で反応を行うことによって、N6', N10'-ビス(ビフェニル-4-イル)-N6', N10'-ビス{4-(tert-ブチル)フェニル}-5'-メチル-5'H-スピロ(フルオレン-9, 8'-インデノ[2, 1-c]カルバゾール)-6', 10'-ジアミン(化合物2-11)の粉体2.3g(収率41%)を得た。

30

【0470】

【化291】



40

(2-11)

50

【実施例 33】

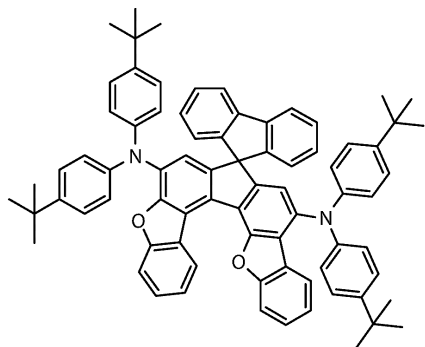
【0471】

<N6, N6, N10, N10-テトラキス{4-(tert-ブチル)フェニル}スピロ(ベンゾ[4',5']フロ[2',3':5,6]フルオレノ[3,4-b]ベンゾフラン-8,9'-フルオレン)-6,10-ジアミン(化合物2-22)の合成>

実施例22において、5',9'-ジブロモスピロ(フルオレン-9,7'-フルオレノ[4,3-b]ベンゾフラン)に代えて、6,10-ジブロモスピロ(ベンゾ[4',5']フロ[2',3':5,6]フルオレノ[3,4-b]ベンゾフラン-8,9'-フルオレン)を用い、同様の条件で反応を行うことによって、N6, N6, N10, N10-テトラキス{4-(tert-ブチル)フェニル}スピロ(ベンゾ[4',5']フロ[2',3':5,6]フルオレノ[3,4-b]ベンゾフラン-8,9'-フルオレン)-6,10-ジアミン(化合物2-22)の粉体1.5g(収率41%)を得た。

【0472】

【化292】



(2-22)

【実施例 34】

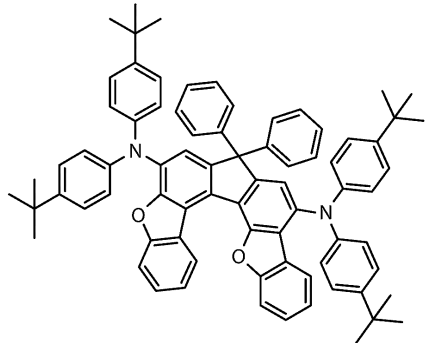
【0473】

<N6, N6, N10, N10-テトラキス{4-(tert-ブチル)フェニル}-8,8-ジフェニル-ベンゾ[4',5']フロ[2',3':5,6]フルオレノ[3,4-b]ベンゾフラン-6,10-ジアミン(化合物2-23)の合成>

実施例22において、5',9'-ジブロモスピロ(フルオレン-9,7'-フルオレノ[4,3-b]ベンゾフラン)に代えて、6,10-ジブromo-8,8-ジフェニル-ベンゾ[4',5']フロ[2',3':5,6]フルオレノ[3,4-b]ベンゾフランを用い、同様の条件で反応を行うことによって、N6, N6, N10, N10-テトラキス{4-(tert-ブチル)フェニル}-8,8-ジフェニル-ベンゾ[4',5']フロ[2',3':5,6]フルオレノ[3,4-b]ベンゾフラン-6,10-ジアミン(化合物2-23)の粉体3.2g(収率49%)を得た。

【0474】

【化293】



(2-23)

【実施例 35】

【0475】

10

20

30

40

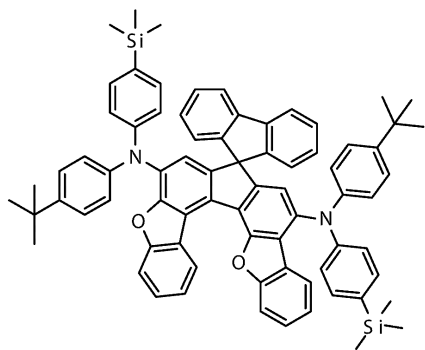
50

<N6, N10-ビス{4-(tert-ブチル)フェニル}-N6, N10-ビス{4-(トリメチルシリル)フェニル}スピロ(ベンゾ[4', 5']フロ[2', 3': 5, 6]フルオレノ[3, 4-b]ベンゾフラン-8, 9'-フルオレン)-6, 10-ジアミン(化合物2-24)の合成>

実施例22において、5', 9'-ジブロモスピロ(フルオレン-9, 7'-フルオレノ[4, 3-b]ベンゾフラン)に代えて、6, 10-ジブロモスピロ(ベンゾ[4', 5']フロ[2', 3': 5, 6]フルオレノ[3, 4-b]ベンゾフラン-8, 9'-フルオレン)を用い、ビス{4-(tert-ブチル)フェニル}アミンに代えて、{4-(tert-ブチル)フェニル}-{4-(トリメチルシリル)フェニル}アミンを用い、同様の条件で反応を行うことによって、N6, N10-ビス{4-(tert-ブチル)フェニル}-N6, N10-ビス{4-(トリメチルシリル)フェニル}スピロ(ベンゾ[4', 5']フロ[2', 3': 5, 6]フルオレノ[3, 4-b]ベンゾフラン-8, 9'-フルオレン)-6, 10-ジアミン(化合物2-24)の粉体2.3g(収率43%)を得た。

【0476】

【化294】



(2-24)

【実施例36】

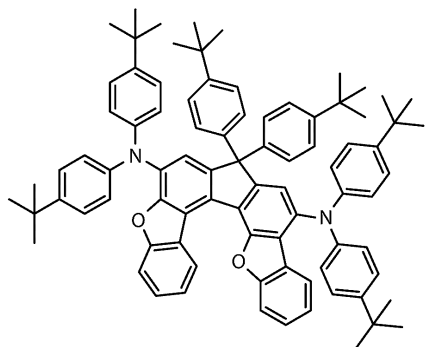
【0477】

<N6, N6, N10, N10-テトラキス{4-(tert-ブチル)フェニル}-8, 8-ビス{4-(tert-ブチル)フェニル}-ベンゾ[4', 5']フロ[2', 3': 5, 6]フルオレノ[3, 4-b]ベンゾフラン-6, 10-ジアミン(化合物2-25)の合成>

実施例22において、5', 9'-ジブロモスピロ(フルオレン-9, 7'-フルオレノ[4, 3-b]ベンゾフラン)に代えて、6, 10-ジブロモ-8, 8-ビス{4-(tert-ブチル)フェニル}-ベンゾ[4', 5']フロ[2', 3': 5, 6]フルオレノ[3, 4-b]ベンゾフランを用い、同様の条件で反応を行うことによって、N6, N6, N10, N10-テトラキス{4-(tert-ブチル)フェニル}-8, 8-ビス{4-(tert-ブチル)フェニル}-ベンゾ[4', 5']フロ[2', 3': 5, 6]フルオレノ[3, 4-b]ベンゾフラン-6, 10-ジアミン(化合物2-25)の粉体8.2g(収率54%)を得た。

【0478】

【化 2 9 5】



(2 - 2 5)

10

【実施例 3 7】

【 0 4 7 9 】

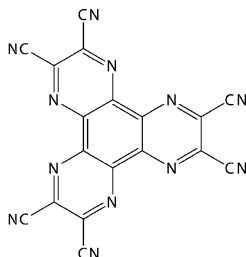
有機 EL 素子は、図 1 に示すように、ガラス基板 1 上に透明陽極 2 として ITO 電極をあらかじめ形成したものの上に、正孔注入層 3、第一正孔輸送層 4、第二正孔輸送層 5、発光層 6、電子輸送層 7、電子注入層 8、陰極（アルミニウム電極）9 の順に蒸着して作製した。

【 0 4 8 0 】

具体的には、膜厚 150 nm の ITO を成膜したガラス基板 1 をイソプロピルアルコール中にて超音波洗浄を 20 分間行った後、200℃に加熱したホットプレート上にて 10 分間乾燥を行った。その後、UV オゾン処理を 15 分間行った後、この ITO 付きガラス基板を真空蒸着機内に取り付け、0.001 Pa 以下まで減圧した。続いて、透明陽極 2 を覆うように正孔注入層 3 として、下記構造式の HIM-1 を膜厚 5 nm となるように形成した。この正孔注入層 3 の上に、第一正孔輸送層 4 として下記構造式の分子中にトリフェニルアミン構造を 2 個有するアリールアミン化合物（4-1）を膜厚 45 nm となるように形成した。この第一正孔輸送層 4 の上に、第二正孔輸送層 5 として実施例 3 の化合物（1-21）を膜厚 5 nm となるように形成した。この第二正孔輸送層 5 の上に、発光層 6 として実施例 25 の化合物（2-4）と下記構造式の化合物 EMH-1 を、蒸着速度比が化合物（2-4）：EMH-1 = 5：95 となる蒸着速度で二元蒸着を行い、膜厚 25 nm となるように形成した。この発光層 6 の上に、電子輸送層 7 として下記構造式のアントラセン環構造を有する化合物（3a-1）と下記構造式の化合物 ETM-1 を、蒸着速度比が化合物（3a-1）：ETM-1 = 50：50 となる蒸着速度で二元蒸着を行い、膜厚 30 nm となるように形成した。この電子輸送層 7 の上に、電子注入層 8 としてフッ化リチウムを膜厚 1 nm となるように形成した。最後に、アルミニウムを 100 nm 蒸着して陰極 9 を形成した。作製した有機 EL 素子について、大気中、常温で特性測定を行った。作製した有機 EL 素子に直流電圧を印加したときの発光特性の測定結果を表 1 にまとめて示した。

【 0 4 8 1 】

【化 2 9 6】

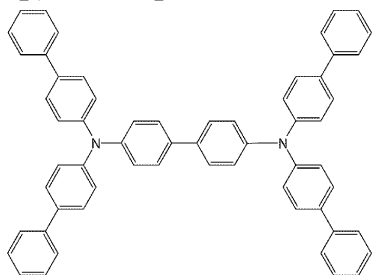


(H I M - 1)

【 0 4 8 2 】

40

【化 2 9 7】

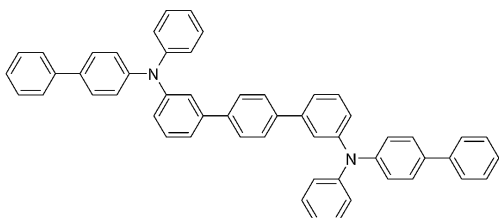


(4 - 1)

【 0 4 8 3】

10

【化 2 9 8】

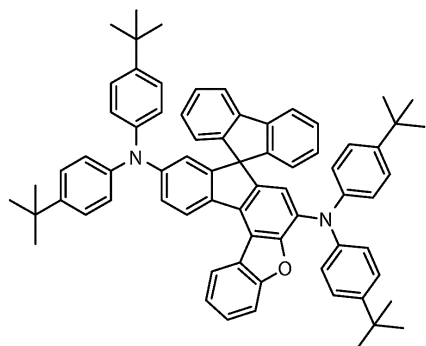


(1 - 2 1)

【 0 4 8 4】

20

【化 2 9 9】

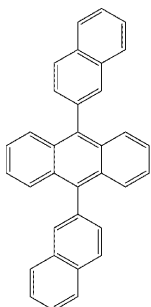


(2 - 4)

30

【 0 4 8 5】

【化 3 0 0】

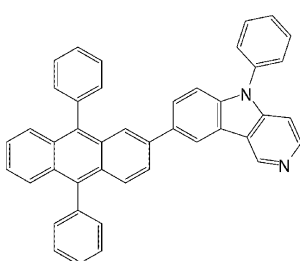


40

(E M H - 1)

【 0 4 8 6】

【化 3 0 1】

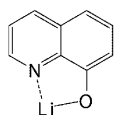


50

(3a-1)

【0487】

【化302】



(ETM-1)

【実施例38】

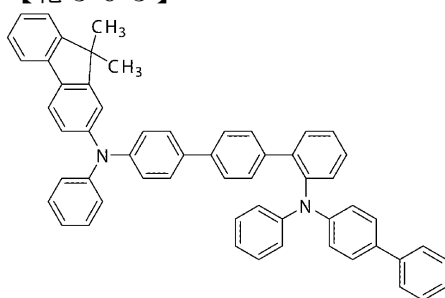
【0488】

実施例37において、第二正孔輸送層5の材料として実施例3の化合物(1-21)に代えて実施例7の化合物(1-37)を膜厚5nmとなるように形成した以外は、同様の条件で有機EL素子を作製した。作製した有機EL素子について、大気中、常温で特性測定を行った。作製した有機EL素子に直流電圧を印加したときの発光特性の測定結果を表1にまとめて示した。

10

【0489】

【化303】



20

(1-37)

【実施例39】

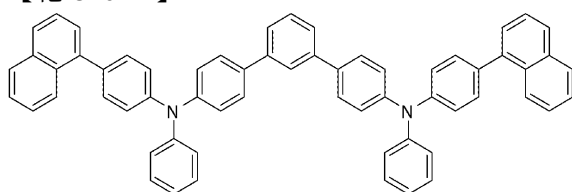
【0490】

実施例37において、第二正孔輸送層5の材料として実施例3の化合物(1-21)に代えて実施例12の化合物(1-45)を膜厚5nmとなるように形成した以外は、同様の条件で有機EL素子を作製した。作製した有機EL素子について、大気中、常温で特性測定を行った。作製した有機EL素子に直流電圧を印加したときの発光特性の測定結果を表1にまとめて示した。

30

【0491】

【化304】



(1-45)

40

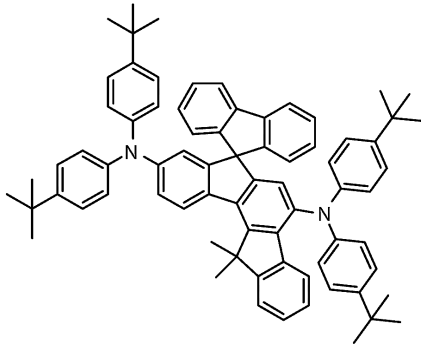
【実施例40】

【0492】

実施例37において、発光層6の材料として実施例25の化合物(2-4)に代えて実施例31の化合物(2-10)を用い、化合物(2-10)と上記構造式の化合物EMH-1を、蒸着速度比が化合物(2-10):EMH-1=5:95となる蒸着速度で二元蒸着を行い、膜厚25nmとなるように形成した以外は、同様の条件で有機EL素子を作製した。作製した有機EL素子について、大気中、常温で特性測定を行った。作製した有機EL素子に直流電圧を印加したときの発光特性の測定結果を表1にまとめて示した。

【0493】

【化 3 0 5】



(2 - 1 0)

10

【実施例 4 1】

【 0 4 9 4 】

実施例 4 0 において、第二正孔輸送層 5 の材料として実施例 3 の化合物 (1 - 2 1) に代えて実施例 7 の化合物 (1 - 3 7) を膜厚 5 nm となるように形成した以外は、同様の条件で有機 EL 素子を作製した。作製した有機 EL 素子について、大気中、常温で特性測定を行った。作製した有機 EL 素子に直流電圧を印加したときの発光特性の測定結果を表 1 にまとめて示した。

【実施例 4 2】

【 0 4 9 5 】

実施例 4 0 において、第二正孔輸送層 5 の材料として実施例 3 の化合物 (1 - 2 1) に代えて実施例 1 2 の化合物 (1 - 4 5) を膜厚 5 nm となるように形成した以外は、同様の条件で有機 EL 素子を作製した。作製した有機 EL 素子について、大気中、常温で特性測定を行った。作製した有機 EL 素子に直流電圧を印加したときの発光特性の測定結果を表 1 にまとめて示した。

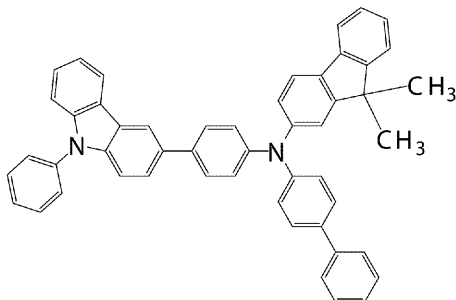
【 0 4 9 6 】

〔比較例 1〕

比較のために、実施例 3 7 において、第一正孔輸送層 4 の材料として前記構造式の分子中にトリフェニルアミン構造を 2 個有するアリールアミン化合物 (4 - 1) に代えて下記構造式の分子中にトリフェニルアミン構造を 2 個有するアリールアミン化合物 (4 ' - 2) を膜厚 4.5 nm となるように形成した後、第二正孔輸送層 5 の材料として実施例 3 の化合物 (1 - 2 1) に代えて下記構造式の分子中にトリフェニルアミン構造を 2 個有するアリールアミン化合物 (4 ' - 2) を膜厚 5 nm となるように形成した以外は、同様の条件で有機 EL 素子を作製した。作製した有機 EL 素子について、大気中、常温で特性測定を行った。作製した有機 EL 素子に直流電圧を印加したときの発光特性の測定結果を表 1 にまとめて示した。

【 0 4 9 7 】

【化 3 0 6】



(4 ' - 2)

40

【 0 4 9 8 】

〔比較例 2〕

比較のために、実施例 4 0 において、第一正孔輸送層 4 の材料として前記構造式の分子

50

中にトリフェニルアミン構造を2個有するアリールアミン化合物(4-1)に代えて前記構造式の分子中にトリフェニルアミン構造を2個有するアリールアミン化合物(4'-2)を膜厚45nmとなるように形成した後、第二正孔輸送層5の材料として実施例3の化合物(1-21)に代えて前記構造式の分子中にトリフェニルアミン構造を2個有するアリールアミン化合物(4'-2)を膜厚5nmとなるように形成した以外は、同様の条件で有機EL素子を作製した。作製した有機EL素子について、大気中、常温で特性測定を行った。作製した有機EL素子に直流電圧を印加したときの発光特性の測定結果を表1にまとめて示した。

【0499】

実施例37～42および比較例1～2で作製した有機EL素子を用いて、素子寿命を測定した結果を表1にまとめて示した。素子寿命は、発光開始時の発光輝度(初期輝度)を $2000\text{cd}/\text{m}^2$ として定電流駆動を行った時、発光輝度が $1900\text{cd}/\text{m}^2$ (初期輝度を100%とした時の95%に相当：95%減衰)に減衰するまでの時間として測定した。

【0500】

【表1】

	第一正孔輸送層	第二正孔輸送層	発光層	電子輸送層	電圧[V] (@10mA/cm ²)	輝度[cd/m ²] (@10mA/cm ²)	発光効率[cd/A] (@10mA/cm ²)	電力効率[lm/W] (@10mA/cm ²)	素子寿命 95%減衰
実施例37	化合物4-1	化合物1-21	化合物2-4/ EMH-1	化合物3a-1/ ETM-1	4.11	746	7.45	5.70	105時間
実施例38	化合物4-1	化合物1-37	化合物2-4/ EMH-1	化合物3a-1/ ETM-1	4.14	764	7.64	5.80	132時間
実施例39	化合物4-1	化合物1-45	化合物2-4/ EMH-1	化合物3a-1/ ETM-1	4.25	788	7.88	5.83	123時間
実施例40	化合物4-1	化合物1-21	化合物2-10/ EMH-1	化合物3a-1/ ETM-1	4.14	741	7.41	5.63	134時間
実施例41	化合物4-1	化合物1-37	化合物2-10/ EMH-1	化合物3a-1/ ETM-1	4.13	775	7.74	5.89	135時間
実施例42	化合物4-1	化合物1-45	化合物2-10/ EMH-1	化合物3a-1/ ETM-1	4.26	752	7.52	5.55	127時間
比較例1	化合物4'-2	化合物4'-2	化合物2-4/ EMH-1	化合物3a-1/ ETM-1	4.07	585	5.86	4.52	47時間
比較例2	化合物4'-2	化合物4'-2	化合物2-10/ EMH-1	化合物3a-1/ ETM-1	4.07	585	5.86	4.53	54時間

【0501】

表1に示すように、電流密度 $10\text{mA}/\text{cm}^2$ の電流を流したときの発光効率は、比較例1～2の有機EL素子の $5.86\text{cd}/\text{A}$ に対し、実施例37～42の有機EL素子では $7.41\sim 7.88\text{cd}/\text{A}$ といずれも高効率であった。また、電力効率においても、比較例1～2の有機EL素子の $4.52\sim 4.53\text{lm}/\text{W}$ に対し、実施例37～42の有機EL素子では $5.55\sim 5.89\text{lm}/\text{W}$ といずれも高効率であった。一方、素子寿命(95%減衰)においては、比較例1～2の有機EL素子の47～54時間に対し、実施例37～42の有機EL素子では105～135時間と大きく長寿命化していることが分かる。

【0502】

本発明の有機EL素子は、特定のアリールアミン化合物と特定の縮合環構造を有するアミン誘導体(および特定のアントラセン環構造を有する化合物)を組み合わせることによって、有機EL素子内部のキャリアバランスを改善し、さらに発光材料の特性に合ったキャリアバランスとなるように組み合わせているので、従来の有機EL素子と比較して、高発光効率、長寿命の有機EL素子を実現できることが分かった。

【産業上の利用可能性】

【0503】

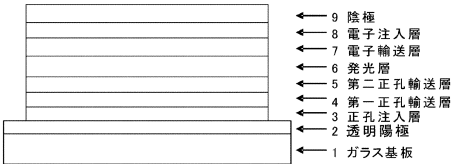
本発明の、特定のアリールアミン化合物と特定の縮合環構造を有するアミン誘導体(および特定のアントラセン環構造を有する化合物)を組み合わせた有機EL素子は、発光効率が向上するとともに、有機EL素子の耐久性を改善させることができ、例えば、家庭電化製品や照明の用途への展開が可能となった。

【符号の説明】

【0504】

- 1 ガラス基板
- 2 透明陽極
- 3 正孔注入層
- 4 第一正孔輸送層
- 5 第二正孔輸送層
- 6 発光層
- 7 電子輸送層
- 8 電子注入層
- 9 陰極

【図1】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
C 0 7 F	7/10	(2006.01)	C 0 7 C 211/58
C 0 9 K	11/06	(2006.01)	C 0 7 C 211/57
			C 0 7 F 7/10 Q
			C 0 7 F 7/10 R
			C 0 9 K 11/06 6 2 0
			C 0 9 K 11/06 6 5 0
			C 0 9 K 11/06 6 9 0

(74)代理人 100150968

弁理士 小松 悠有子

(72)発明者 林 秀一

東京都中央区八重洲二丁目4番1号 保土谷化学工業株式会社内

(72)発明者 樺澤 直朗

東京都中央区八重洲二丁目4番1号 保土谷化学工業株式会社内

(72)発明者 チャ スンウク

大韓民国, チュンチョンブクード, チョンジューシ, チョンウォンーク, オチャンーアップ, グワハクサンオブ, 5ロ89 エスエフシー カンパニー リミテッド内

(72)発明者 パク サンウ

大韓民国, チュンチョンブクード, チョンジューシ, チョンウォンーク, オチャンーアップ, グワハクサンオブ, 5ロ89 エスエフシー カンパニー リミテッド内

(72)発明者 ソン ジュマン

大韓民国, チュンチョンブクード, チョンジューシ, チョンウォンーク, オチャンーアップ, グワハクサンオブ, 5ロ89 エスエフシー カンパニー リミテッド内

(72)発明者 ジョン キョンスク

大韓民国, チュンチョンブクード, チョンジューシ, チョンウォンーク, オチャンーアップ, グワハクサンオブ, 5ロ89 エスエフシー カンパニー リミテッド内

審査官 高松 大

(56)参考文献 特開2004-083481 (JP, A)

特開2001-131451 (JP, A)

特開2004-339134 (JP, A)

特開2011-088836 (JP, A)

特表2014-511352 (JP, A)

国際公開第2014/129201 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 1 L 5 1 / 5 0

C 0 7 C 2 1 1 / 5 4

C 0 7 C 2 1 1 / 5 7

C 0 7 C 2 1 1 / 5 8

C 0 7 C 2 1 1 / 6 1

C 0 7 F 7 / 1 0

C 0 9 K 1 1 / 0 6

C A p l u s / R E G I S T R Y (S T N)