

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003 - 238534

(P2003 - 238534A)

(43)公開日 平成15年8月27日(2003.8.27)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テラト* (参考)
C 0 7 D209/86		C 0 7 D209/86	3 K 0 0 7
223/22		223/22	4 C 0 3 4
241/46		241/46	4 C 0 6 5
471/04	103	471/04	4 C 2 0 4
C 0 9 K 11/06	625	C 0 9 K 11/06	625
審査請求 未請求 請求項の数 170 L (全 23数) 最終頁に続く			

(21)出願番号	特願2002 - 45705(P2002 - 45705)	(71)出願人	000183646 出光興産株式会社 東京都千代田区丸の内3丁目1番1号
(22)出願日	平成14年2月22日(2002.2.22)	(72)発明者	細川 地潮 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地
		(72)発明者	舟橋 正和 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地
		(72)発明者	池田 秀嗣 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地
		(72)発明者	山本 弘志 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地
		(74)代理人	100078732 弁理士 大谷 保

最終頁に続く

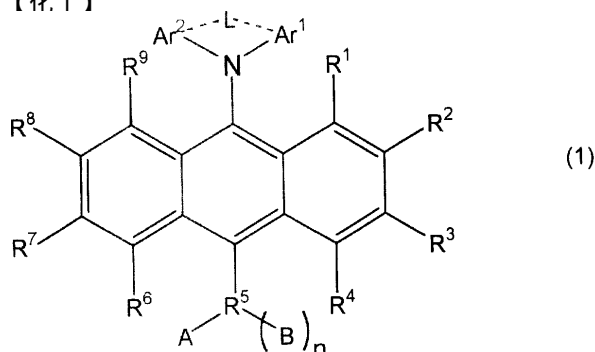
(54)【発明の名称】 新規アントラセン化合物およびそれを用いた有機エレクトロルミネッセンス素子

(57) 【要約】

【課題】 発光効率が高く、寿命の長く、且つ実用的な耐熱性を備えた有機ＥＬ素子を提供することができる、新規なアントラセン化合物およびそれを有機材料として用いた有機ＥＬ素子を提供する。

【解決手段】 一般式(1)

【化.1】



で示される新規アントラセン化合物およびこれを有機材料として用いた有機エレクトロルミネッセンス素子。

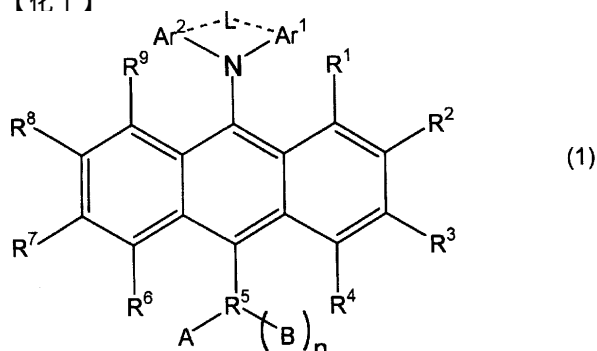
1

2

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一般式 (1)

【化 1】



[式中、

$R^1 \sim R^4$ および $R^6 \sim R^9$ は、それぞれ独立して、水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、ニトロ基、シアノ基、置換若しくは無置換のアミノ基、置換若しくは無置換の炭素数 1 ~ 30 のアルキル基、置換若しくは無置換の炭素数 4 ~ 40 のアルケニル基、置換若しくは無置換の炭素数 5 ~ 40 のシクロアルキル基、置換若しくは無置換の炭素数 1 ~ 30 のアルコキシ基、置換若しくは無置換の炭素数 5 ~ 40 の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の炭素数 2 ~ 40 の芳香族複素環基、置換若しくは無置換の炭素数 7 ~ 40 のアラルキル基、置換若しくは無置換の炭素数 6 ~ 40 のアリールオキシ基、置換若しくは無置換の炭素数 2 ~ 40 のアルコシカルボニル基、またはカルボキシル基であり； R^5 は、2 価もしくは 3 価の置換もしくは無置換の炭素数 5 ~ 40 の芳香族環基、または 2 価もしくは 3 価の置換もしくは無置換の炭素数 2 ~ 40 の芳香族複素環基であり； $R^1 \sim R^9$ は、それぞれ隣接した置換基同士で結合して環状構造を形成してもよく；A および B は、それぞれ独立して、置換若しくは無置換の炭素数 6 ~ 40 のアリール基、または置換若しくは無置換の炭素数 2 ~ 40 の芳香族複素環基であり；但し、 R^5 が置換もしくは無置換の炭素数 10 ~ 40 の芳香族環基、または置換もしくは無置換の炭素数 5 ~ 40 の芳香族複素環基である場合は、A は水素原子でもよく； Ar^1 および Ar^2 は、それぞれ独立して、置換若しくは無置換の炭素数 6 ~ 40 のアリール基、または置換若しくは無置換の炭素数 2 ~ 40 の芳香族複素環基であり、連結基 L を介して互いに結合していてもよく；L は、単結合、 $-(CR^{10}R^{11})_m-$ 、 $-(SiR^{10}R^{11})_m-$ 、 $-NR^{12}-$ 、置換若しくは無置換のビニレン基、または置換若しくは無置換の炭素数 6 ~ 40 のアリーレン基であり（ここで、 R^{10} 、 R^{11} および R^{12} は、それぞれ独立して、水素原子、ハロゲン原子、

* 子、置換若しくは無置換の炭素数 1 ~ 40 のアルキル基、置換若しくは無置換の炭素数 5 ~ 40 のシクロアルキル基、置換若しくは無置換の炭素数 5 ~ 40 の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の炭素数 2 ~ 40 の芳香族複素環基、または置換若しくは無置換の炭素数 7 ~ 40 のアラルキル基を表し、m は、1、2 または 3 を表す。）；n は、0 または 1 である。] で示されるアントラセン化合物。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の一般式 (1) で示されるアントラセン化合物からなる有機エレクトロルミネッセンス素子用材料。

【請求項 3】 陰極と陽極の間に発光層を含む一層または複数層の有機薄膜層が挟持されてなる有機エレクトロルミネッセンス素子において、

該有機薄膜層のうちの少なくとも一層が、請求項 1 に記載の一般式 (1) で示されるアントラセン化合物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。

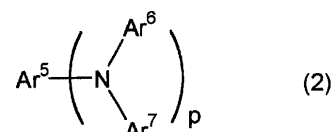
【請求項 4】 前記有機薄膜層として、発光層、電子輸送層および正孔輸送層を少なくとも有することを特徴とする請求項 3 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 5】 前記有機薄膜層のうち、少なくとも発光層が、前記一般式 (1) で示されるアントラセン化合物を含有することを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 6】 前記発光層が、さらに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 3 ~ 5 のいずれか 1 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】 前記アリールアミン化合物が、一般式 (2)

【化 2】



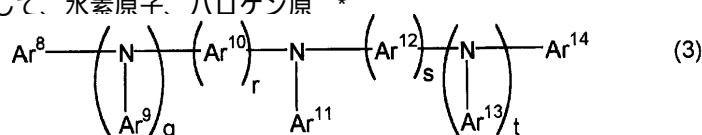
[式中、

Ar^5 は、置換若しくは無置換の炭素数 6 ~ 40 の芳香族基であり、

Ar^6 および Ar^7 は、それぞれ独立して、水素原子または置換若しくは無置換の炭素数 6 ~ 40 の芳香族基であり、

p は、1 ~ 6 の整数である。] で示されるアリールアミン化合物、および一般式 (3)

【化 3】



[式中、
 Ar^8 および Ar^{14} は、それぞれ独立して、置換若しくは無置換の炭素数6～40の芳香族基であり、
 $Ar^9 \sim Ar^{13}$ は、それぞれ独立して、水素原子または置換若しくは無置換の炭素数6～40の芳香族基であり、
 q, r, s および t は、それぞれ独立して、0または1である。]で示されるアリールアミン化合物からなる群から選択されることを特徴とする請求項6に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項8】 前記アリールアミン化合物が、前記一般式(2)で示されるアリールアミン化合物において、 $Ar^5 \sim Ar^7$ の少なくとも一つがスチリル基で置換されているスチリルアミン化合物、および前記一般式(3)で示されるアリールアミン化合物において、 $Ar^8 \sim Ar^{14}$ の少なくとも一つがスチリル基で置換されているスチリルアミン化合物からなる群から選択されることを特徴とする請求項7に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項9】 前記電子輸送層に無機化合物を含有させることを特徴とする請求項3～8のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項10】 前記電子輸送層に含有される無機化合物が、絶縁体および半導体からなる群から選択されることを特徴とする請求項9に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項11】 前記電子輸送層に含有される無機化合物が、微結晶または非晶質の絶縁性薄膜であることを特徴とする請求項10に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項12】 前記電子輸送層に含有される絶縁体が、アルカリ金属カルコゲナイド、アルカリ土類金属カルコゲナイド、アルカリ金属ハロゲン化合物およびアルカリ土類金属ハロゲン化合物からなる群から選択される少なくとも一つの金属化合物であることを特徴とする請求項10に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項13】 前記電子輸送層に含有される半導体が、 $Ba, Ca, Sr, Yb, Al, Ga, In, Li, Na, Cd, Mg, Si, Ta, Sb$ および Zn からなる群から選択される少なくとも一種の元素を含む酸化物、窒化物または酸化窒化物等の一種単独または二種以上の組み合わせであることを特徴とする請求項10に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項14】 前記電子輸送層が還元性ドーパントを含有することを特徴とする請求項4に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項15】 前記還元性ドーパントが2.9 eV以下の仕事関数を有することを特徴とする請求項14に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項16】 前記還元性ドーパントが、 Na (仕事

関数: 2.36 eV)、 K (仕事関数: 2.28 eV)、 Rb (仕事関数: 2.16 eV)および Cs (仕事関数: 1.95 eV)からなる群から選択される少なくとも一つのアルカリ金属、および/または、 Ca (仕事関数: 2.9 eV)、 Sr (仕事関数: 2.0～2.5 eV)、および Ba (仕事関数: 2.52 eV)からなる群から選択される少なくとも一つのアルカリ土類金属であることを特徴とする請求項15に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

10 【請求項17】 前記有機薄膜層として、少なくとも電子輸送層または正孔輸送層を有し、これらの層のうち少なくともいずれか一層が前記一般式(1)で示されるアントラセン化合物を含有することを特徴とする請求項3に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、新規アントラセン化合物およびそれ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素子とすることがある)に関し、特に、優れた発光特性(高輝度、長寿命)を有する有機EL素子に関する。

【0002】

【従来の技術】有機EL素子は、電界を印加することより、陽極より注入された正孔と陰極より注入された電子の再結合エネルギーにより蛍光性物質が発光する原理を利用した自発光素子である。イーストマン・コダック社のC. W. Tangらによる積層型素子による低電圧駆動有機EL素子の報告(C. W. Tang, S. A. Vanslyke, アプライドフィジックスレターズ(Applied Physics Letters), 51巻、913頁、1987年等)がなされて以来、有機材料を構成材料とする有機EL素子に関する研究が盛んに行われている。

【0003】Tangらは、トリス(8-ヒドロキシキノリノールアルミニウム)を発光層に、トリフェニルジアミン誘導体を正孔輸送層に用いた積層構造を採用している。積層構造の利点としては、発光層への正孔の注入効率を高めることができ、陰極より注入された電子をブロックして再結合により生成する励起子の生成効率を高めることができ、発光層内で生成した励起子を閉じ込めることができる等が挙げられる。この例のように有機EL素子の素子構造としては、正孔輸送(注入)層、電子輸送発光層の2層型、または正孔輸送(注入)層、発光層、電子輸送(注入)層の3層型等がよく知られている。こうした積層型構造素子では、注入された正孔と電子の再結合効率を高めるために、素子構造や形成方法に種々の工夫がなされている。

【0004】発光材料としてはトリス(8-キノリノール)アルミニウム錯体等のキレート錯体、クマリン誘導体、テトラフェニルプタジエン誘導体、ビススチリル

アリーレン誘導体、オキサジアゾール誘導体等の発光材料が知られており、それらからは青色から赤色までの可視領域の発光が得られることが報告されており、カラー表示素子の実現が期待されている（例えば、特開平8-239655号公報、特開平7-138561号公報、特開平3-200289号公報等）。正孔輸送材料または発光材料としてピスアントラセン誘導体を用いた素子が特許第3008897号明細書および特開平08-012600号公報に開示されている。ピスアントラセン誘導体は青色発光材料として用いられるが、その発光効率や寿命が実用可能なレベルにまで到達せず不十分であった。

【0005】特開2001-207167号公報にはアミノアントラセン誘導体を緑色発光材料として用いた素子が開示されている。しかしながらこの材料においては、ガラス転移温度が低く、これを用いた有機EL素子の耐熱性が低いことおよび長寿命かつ高効率発光が得られないことから、実用に供することができなかった。近年、高輝度且つ長寿命の有機EL素子が開示あるいは報告されてはいるが、未だ必ずしも充分なものとはいえない。そのため、より優れた発光効率を有する有機EL素子用材料の開発が強く求められている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記課題を解決するため、本発明は、発光効率が高く、寿命の長く、且つ実用的な耐熱性を備えた有機EL素子を提供することができる、新規なアントラセン化合物およびそれを有機材料として用いた有機EL素子を提供することを目的とする。

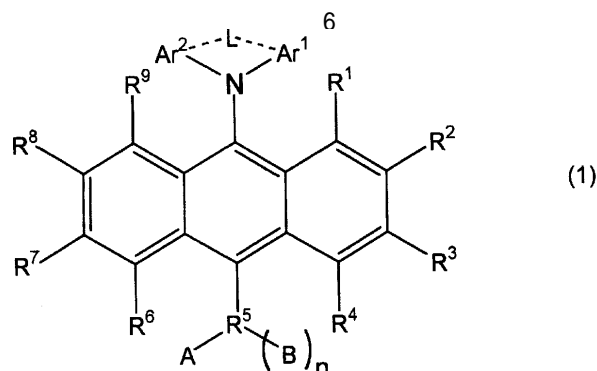
【0007】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、前記課題を解決するために鋭意検討した結果、特定の構造を有するアントラセン化合物を発光材料として用いた有機EL素子が従来よりも高輝度発光することおよび長寿命であること、さらに実用的な耐熱性をも有していることを見出した。また、前記アントラセン化合物は高いキャリア輸送性をも有することが見出され、前記アントラセン化合物を正孔輸送材料または電子輸送材料として用いた有機EL素子、および前記化合物と他の正孔輸送材料あるいは電子輸送材料との混合物からなる有機薄膜を用いた有機EL素子は、従来より高効率且つ長寿命の発光を示すことを見出し、本発明に到達した。さらに、前記アントラセン化合物に加え、アリールアミン化合物を混合して作製された有機薄膜層を用いた有機EL素子、特にスチリルアミン化合物を前記有機薄膜層に含有させた有機EL素子は、特に高効率且つ長寿命であることをも見出した。

【0008】すなわち、本発明は、下記一般式(1)で示される新規アントラセン化合物を提供する。

【0009】

【化4】



[式中、 $R^1 \sim R^4$ および $R^6 \sim R^9$ は、それぞれ独立して、水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、ニトロ基、シアノ基、置換若しくは無置換のアミノ基、置換若しくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換若しくは無置換の炭素数4～40のアルケニル基、置換若しくは無置換の炭素数5～40のシクロアルキル基、置換若しくは無置換の炭素数1～30のアルコキシ基、置換若しくは無置換の炭素数5～40の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の炭素数2～40の芳香族複素環基、置換若しくは無置換の炭素数7～40のアラルキル基、置換若しくは無置換の炭素数6～40のアリールオキシ基、置換若しくは無置換の炭素数2～40のアルコキシカルボニル基、またはカルボキシル基であり； R^5 は、2価もしくは3価の置換もしくは無置換の炭素数5～40の芳香族環基、または2価もしくは3価の置換もしくは無置換の炭素数2～40の芳香族複素環基であり； $R^1 \sim R^9$ は、それぞれ隣接した置換基同士で結合して環状構造を形成してもよく；AおよびBは、それぞれ独立して、置換若しくは無置換の炭素数6～40のアリール基、または置換若しくは無置換の炭素数2～40の芳香族複素環基であり；但し、 R^5 が置換もしくは無置換の炭素数10～40の芳香族環基、または置換もしくは無置換の炭素数5～40の芳香族複素環基である場合は、Aは水素原子でもよく； Ar^1 および Ar^2 は、それぞれ独立して、置換若しくは無置換の炭素数6～40のアリール基、または置換若しくは無置換の炭素数2～40の芳香族複素環基であり、連結基Lを介して互いに結合していてもよく；Lは、単結合、 $-(CR^{10}R^{11})_m-$ 、 $-(SiR^{10}R^{11})_m-$ 、 $-NR^{12}-$ 、置換若しくは無置換のビニレン基、または置換若しくは無置換の炭素数6～40のアリーレン基であり（ここで、 R^{10} 、 R^{11} および R^{12} は、それぞれ独立して、水素原子、ハロゲン原子、置換若しくは無置換の炭素数1～40のアルキル基、置換若しくは無置換の炭素数5～40のシクロアルキル基、置換若しくは無置換の炭素数5～40の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の炭素数2～40の芳香族複素環基、または置換若しくは無置換の炭素数7～40のアラルキル基を表し、mは、1、2または3を表す。）；nは、0または1である。]

また、本発明は、上記一般式(1)で示されるアントラ

ジヨード - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリヨードプロ
ピル基、アミノメチル基、1 - アミノエチル基、2 - ア
ミノエチル基、2 - アミノイソブチル基、1, 2 - ジア
ミノエチル基、1, 3 - ジアミノイソプロピル基、2,
3 - ジアミノ - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリアミノ
プロピル基、シアノメチル基、1 - シアノエチル基、2
- シアノエチル基、2 - シアノイソブチル基、1, 2 -
ジシアノエチル基、1, 3 - ジシアノイソプロピル基、
2, 3 - ジシアノ - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリシ
アノプロピル基、ニトロメチル基、1 - ニトロエチル
基、2 - ニトロエチル基、2 - ニトロイソブチル基、
1, 2 - ジニトロエチル基、1, 3 - ジニトロイソプロ
ピル基、2, 3 - ジニトロ - t - ブチル基、1, 2, 3
- トリニトロプロピル基、フェニル基、1 - ナフチル
基、2 - ナフチル基、1 - アントリル基、2 - アントリ
ル基、9 - アントリル基、1 - フェナントリル基、2 -
フェナントリル基、3 - フェナントリル基、4 - フェナ
ントリル基、9 - フェナントリル基、1 - ナфтаセニル
基、2 - ナфтаセニル基、9 - ナфтаセニル基、4 - ス
チリルフェニル基、1 - ピレニル基、2 - ピレニル基、
4 - ビレニル基、2 - ビフェニルイル基、3 - ビフェニ
ルイル基、4 - ビフェニルイル基、p - ターフェニル -
4 - イル基、p - ターフェニル - 3 - イル基、p - ター
フェニル - 2 - イル基、m - ターフェニル - 4 - イル
基、m - ターフェニル - 3 - イル基、m - ターフェニル
- 2 - イル基、o - トリル基、m - トリル基、p - トリ
ル基、p - t - ブチルフェニル基、p - (2 - フェニル
プロピル) フェニル基、3 - メチル - 2 - ナフチル基、
4 - メチル - 1 - ナフチル基、4 - メチル - 1 - アント
リル基、4' - メチルビフェニルイル基、4'' - t - ブ
チル - p - ターフェニル - 4 - イル基、2 - ピロリル
基、3 - ピロリル基、ピラジニル基、2 - ピリジニル
基、3 - ピリジニル基、4 - ピリジニル基、2 - インド
リル基、3 - インドリル基、4 - インドリル基、5 - イ
ンドリル基、6 - インドリル基、7 - インドリル基、1
- イソインドリル基、3 - イソインドリル基、4 - イソ
インドリル基、5 - イソインドリル基、6 - イソインド
リル基、7 - イソインドリル基、2 - フリル基、3 - フ
リル基、2 - ベンゾフラニル基、3 - ベンゾフラニル
基、4 - ベンゾフラニル基、5 - ベンゾフラニル基、6
- ベンゾフラニル基、7 - ベンゾフラニル基、1 - イソ
ベンゾフラニル基、3 - イソベンゾフラニル基、4 - イ
ソベンゾフラニル基、5 - イソベンゾフラニル基、6 -
イソベンゾフラニル基、7 - イソベンゾフラニル基、2
- キノリル基、3 - キノリル基、4 - キノリル基、5 -
キノリル基、6 - キノリル基、7 - キノリル基、8 - キ
ノリル基、1 - イソキノリル基、3 - イソキノリル基、
4 - イソキノリル基、5 - イソキノリル基、6 - イソキ
ノリル基、7 - イソキノリル基、8 - イソキノリル基、
2 - キノキサリニル基、5 - キノキサリニル基、6 - キ

10

【 0 0 1 3 】置換若しくは無置換のアミノ基は、 $-N X^1 X^2$ と表することができる。ここで、 X^1 および X^2 の例として、それぞれ独立に、水素原子、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、*s*-ブチル基、イソブチル基、*t*-ブチル基、*n*-ペンチル基、*n*-ヘキシル基、*n*-ヘプチル基、*n*-オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1, 2-ジヒドロキシエチル基、1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-ジヒドロキシ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、ブROMOMEチル基、1-ブROMOEチル基、2-ブROMOEチル基、2-ブROMOイソブチル基、1, 2-ジブROMOEチル基、1, 3-ジブROMOイソプロピル基、2, 3-ジブROMO-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリブROMOプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-

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

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

【0014】置換若しくは無置換の炭素数1~30のアルキル基の例としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、n - ブチル基、s - ブチル基、イソブチル基、t - ブチル基、n - ペンチル基、n - ヘキシル基、n - ヘプチル基、n - オクチル基、ヒドロキシメチル基、1 - ヒドロキシエチル基、2 - ヒドロキシエチル基、2 - ヒドロキシイソブチル基、1, 2 - ジヒドロキシエチル基、1, 3 - ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3 - ジヒドロキシ - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1 - クロロエチル基、2 - クロロエチル基、2 - クロロイソブチル基、1, 2 - ジクロロエチル基、1, 3 - ジクロロイソプロピル基、2, 3 - ジクロロ - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリクロロプロピル基、ブromoメチル基、1 - ブromoエチル基、2 - ブromoエチル基、2 - ブromoイソブチル基、1, 2 - ジブromoエチル基、1, 3 - ジブromoイソプロピル基、2, 3 - ジブromo - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリブromoプロピル基、ヨードメチル基、1 - ヨードエチル基、2 - ヨードエチル基、2 - ヨードイソブチル基、1, 2 - ジヨードエチル基、1, 3 - ジヨードイソプロピル基、2, 3 - ジヨード - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1 - アミノエチル基、2 - アミノエチル基、2 - アミノイソブチル基、1, 2 - ジアミノエチル基、1, 3 - ジアミノイソプロピル基、2, 3 - ジアミノ - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1 - シアノエチル基、2 - シアノエチル基、2 - シアノイソブチル基、1, 2 - ジシアノエチル基、1, 3 - ジシアノイソプロピル基、2, 3 - ジシアノ - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1 - ニトロエチル基、2 - ニトロ

エチル基、2-ニトロイソブチル基、1,2-ジニトロエチル基、1,3-ジニトロイソプロピル基、2,3-ジニトロ-t-ブチル基、1,2,3-トリニトロプロピル基等が挙げられる。

【0015】置換若しくは無置換の炭素数4~40のアルケニル基の例としては、ビニル基、アリル基、1-ブテニル基、2-ブテニル基、3-ブテニル基、1,3-ブタンジエニル基、1-メチルビニル基、スチリル基、2,2-ジフェニルビニル基、1,2-ジフェニルビニル基、1-メチルアリル基、1,1-ジメチルアリル基、2-メチルアリル基、1-フェニルアリル基、2-フェニルアリル基、3-フェニルアリル基、3,3-ジフェニルアリル基、1,2-ジメチルアリル基、1-フェニル-1-ブテニル基、3-フェニル-1-ブテニル基等が挙げられる。置換若しくは無置換の炭素数5~40のシクロアルキル基の例としては、シクロプロピル基、シクロブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、4-メチルシクロヘキシル基等が挙げられる。

【0016】置換若しくは無置換の炭素数1~30のアルコキシ基は、-OYで表される基である。ここで、Yの例としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、s-ブチル基、イソブチル基、t-ブチル基、n-ペンチル基、n-ヘキシル基、n-ヘプチル基、n-オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1,2-ジヒドロキシエチル基、1,3-ジヒドロキシイソプロピル基、2,3-ジヒドロキシ-t-ブチル基、1,2,3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1,2-ジクロロエチル基、1,3-ジクロロイソプロピル基、2,3-ジクロロ-t-ブチル基、1,2,3-トリクロロプロピル基、ブromoメチル基、1-ブromoエチル基、2-ブromoエチル基、2-ブromoイソブチル基、1,2-ジブromoエチル基、1,3-ジブromoイソプロピル基、2,3-ジブromo-t-ブチル基、1,2,3-トリブromoプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1,2-ジヨードエチル基、1,3-ジヨードイソプロピル基、2,3-ジヨード-t-ブチル基、1,2,3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1,2-ジアミノエチル基、1,3-ジアミノイソプロピル基、2,3-ジアミノ-t-ブチル基、1,2,3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1,2-ジシアノエチル基、1,3-ジシアノイソプロピル基、2,3-ジシアノ-t-ブチル基、1,2,3-トリアシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル

基、2-ニトロイソブチル基、1,2-ジニトロエチル基、1,3-ジニトロイソプロピル基、2,3-ジニトロ-t-ブチル基、1,2,3-トリニトロプロピル基等が挙げられる。

【0017】置換若しくは無置換の炭素数5~40の芳香族炭化水素基の例としては、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、p-ターフェニル-4-イル基、p-ターフェニル-3-イル基、p-ターフェニル-2-イル基、m-ターフェニル-4-イル基、m-ターフェニル-3-イル基、m-ターフェニル-2-イル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-t-ブチルフェニル基、p-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、4'-t-ブチル-p-ターフェニル-4-イル基等が挙げられる。

【0018】置換若しくは無置換の炭素数2~40の芳香族複素環基の例としては、1-ピロリル基、2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジニル基、2-ピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、1-インドリル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、2-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、2-キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキサリニル基、5-キノキサリニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、9-カルバゾリル基、1-フェナンスリジニル基、2-フェナンスリジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェナンスリジニル基、6-フェナンスリジニル基、7-フェナ

ンスリジニル基、8 - フェナンスリジニル基、9 - フェナンスリジニル基、10 - フェナンスリジニル基、1 - アクリジニル基、2 - アクリジニル基、3 - アクリジニル基、4 - アクリジニル基、9 - アクリジニル基、1, 7 - フェナンスロリン - 2 - イル基、1, 7 - フェナンスロリン - 3 - イル基、1, 7 - フェナンスロリン - 4 - イル基、1, 7 - フェナンスロリン - 5 - イル基、1, 7 - フェナンスロリン - 6 - イル基、1, 7 - フェナンスロリン - 8 - イル基、1, 7 - フェナンスロリン - 9 - イル基、1, 7 - フェナンスロリン - 10 - イル基、1, 8 - フェナンスロリン - 2 - イル基、1, 8 - フェナンスロリン - 3 - イル基、1, 8 - フェナンスロリン - 4 - イル基、1, 8 - フェナンスロリン - 5 - イル基、1, 8 - フェナンスロリン - 6 - イル基、1, 8 - フェナンスロリン - 7 - イル基、1, 8 - フェナンスロリン - 9 - イル基、1, 8 - フェナンスロリン - 10 - イル基、1, 9 - フェナンスロリン - 2 - イル基、1, 9 - フェナンスロリン - 3 - イル基、1, 9 - フェナンスロリン - 4 - イル基、1, 9 - フェナンスロリン - 5 - イル基、1, 9 - フェナンスロリン - 6 - イル基、1, 9 - フェナンスロリン - 7 - イル基、1, 9 - フェナンスロリン - 8 - イル基、1, 9 - フェナンスロリン - 10 - イル基、1, 10 - フェナンスロリン - 2 - イル基、1, 10 - フェナンスロリン - 3 - イル基、1, 10 - フェナンスロリン - 4 - イル基、1, 10 - フェナンスロリン - 5 - イル基、2, 9 - フェナンスロリン - 1 - イル基、2, 9 - フェナンスロリン - 3 - イル基、2, 9 - フェナンスロリン - 4 - イル基、2, 9 - フェナンスロリン - 5 - イル基、2, 9 - フェナンスロリン - 6 - イル基、2, 9 - フェナンスロリン - 7 - イル基、2, 9 - フェナンスロリン - 8 - イル基、2, 9 - フェナンスロリン - 10 - イル基、2, 8 - フェナンスロリン - 1 - イル基、2, 8 - フェナンスロリン - 3 - イル基、2, 8 - フェナンスロリン - 4 - イル基、2, 8 - フェナンスロリン - 5 - イル基、2, 8 - フェナンスロリン - 6 - イル基、2, 8 - フェナンスロリン - 7 - イル基、2, 8 - フェナンスロリン - 9 - イル基、2, 8 - フェナンスロリン - 10 - イル基、2, 7 - フェナンスロリン - 1 - イル基、2, 7 - フェナンスロリン - 3 - イル基、2, 7 - フェナンスロリン - 4 - イル基、2, 7 - フェナンスロリン - 5 - イル基、2, 7 - フェナンスロリン - 6 - イル基、2, 7 - フェナンスロリン - 8 - イル基、2, 7 - フェナンスロリン - 9 - イル基、2, 7 - フェナンスロリン - 10 - イル基、1 - フェナジニル基、2 - フェナジニル基、1 - フェノチアジニル基、2 - フェノチアジニル基、3 - フェノチアジニル基、4 - フェノチアジニル基、10 - フェノチアジニル基、1 - フェノキサジニル基、2 - フェノキサジニル基、3 - フェノキサジニル基、4 - フェノキサジニル基、10 - フェノキサジニル基、2 - オキサゾリル

基、4 - オキサゾリル基、5 - オキサゾリル基、2 - オキサジアゾリル基、5 - オキサジアゾリル基、3 - フラザニル基、2 - チエニル基、3 - チエニル基、2 - メチルピロール - 1 - イル基、2 - メチルピロール - 3 - イル基、2 - メチルピロール - 4 - イル基、2 - メチルピロール - 5 - イル基、3 - メチルピロール - 1 - イル基、3 - メチルピロール - 2 - イル基、3 - メチルピロール - 4 - イル基、3 - メチルピロール - 5 - イル基、2 - t - ブチルピロール - 4 - イル基、3 - (2 - フェニルプロピル)ピロール - 1 - イル基、2 - メチル - 1 - インドリル基、4 - メチル - 1 - インドリル基、2 - メチル - 3 - インドリル基、4 - メチル - 3 - インドリル基、2 - t - ブチル - 1 - インドリル基、4 - t - ブチル - 1 - インドリル基、2 - t - ブチル - 3 - インドリル基、4 - t - ブチル - 3 - インドリル基等が挙げられる。

【0019】置換若しくは無置換の炭素数7～40のアラルキル基の例としては、ベンジル基、1 - フェニルエチル基、2 - フェニルエチル基、1 - フェニルイソプロピル基、2 - フェニルイソプロピル基、フェニル - t - ブチル基、 - ナフチルメチル基、1 - - ナフチルエチル基、2 - - ナフチルエチル基、1 - - ナフチルイソプロピル基、2 - - ナフチルイソプロピル基、 - ナフチルメチル基、1 - - ナフチルエチル基、2 - - ナフチルエチル基、1 - - ナフチルイソプロピル基、2 - - ナフチルイソプロピル基、1 - ピロリルメチル基、2 - (1 - ピロリル)エチル基、p - メチルベンジル基、m - メチルベンジル基、o - メチルベンジル基、p - クロロベンジル基、m - クロロベンジル基、o - クロロベンジル基、p - ブロモベンジル基、m - ブロモベンジル基、o - ブロモベンジル基、p - ヨードベンジル基、m - ヨードベンジル基、o - ヨードベンジル基、p - ヒドロキシベンジル基、m - ヒドロキシベンジル基、o - ヒドロキシベンジル基、p - アミノベンジル基、m - アミノベンジル基、o - アミノベンジル基、p - ニトロベンジル基、m - ニトロベンジル基、o - ニトロベンジル基、p - シアノベンジル基、m - シアノベンジル基、o - シアノベンジル基、1 - ヒドロキシ - 2 - フェニルイソプロピル基、1 - クロロ - 2 - フェニルイソプロピル基等が挙げられる。

【0020】置換若しくは無置換の炭素数6～40のアリールオキシ基は、 - OZで表される基である。ここで、Zの例としてはフェニル基、1 - ナフチル基、2 - ナフチル基、1 - アントリル基、2 - アントリル基、9 - アントリル基、1 - フェナントリル基、2 - フェナントリル基、3 - フェナントリル基、4 - フェナントリル基、9 - フェナントリル基、1 - ナフタセニル基、2 - ナフタセニル基、9 - ナフタセニル基、1 - ビレニル基、2 - ビレニル基、4 - ビレニル基、2 - ビフェニル基、3 - ビフェニル基、4 - ビフェニル基

基、p-ターフェニル-4-イル基、p-ターフェニル-3-イル基、p-ターフェニル-2-イル基、m-ターフェニル-4-イル基、m-ターフェニル-3-イル基、m-ターフェニル-2-イル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-t-ブチルフェニル基、p-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルピフェニルイル基、4'-t-ブチル-p-ターフェニル-4-イル基、2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジニル基、2-ピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、2-キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキサリニル基、5-キノキサリニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、1-フェナンスロリル基、2-フェナンスロリル基、3-フェナンスロリル基、4-フェナンスロリル基、6-フェナンスロリル基、7-フェナンスロリル基、8-フェナンスロリル基、9-フェナンスロリル基、10-フェナンスロリル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1,7-フェナンスロリル-2-イル基、1,7-フェナンスロリル-3-イル基、1,7-フェナンスロリル-4-イル基、1,7-フェナンスロリル-5-イル基、1,7-フェナンスロリル-6-イル基、1,7-フェナンスロリル-8-イル基、1,7-フェナンスロリル-9-イル基、1,7-フェナンスロリル-10-イル基、1,8-フェナンスロリル-2-イル基、1,8-フェナンスロリル-3-イル基、1,8-フェナンスロリル-4-イル基、1,8-フェナンスロリル-5-イル基、1,8-フェナンスロリル-6-イル基、1,8-フェナンスロリル-7-イル基、1,8-フェナンスロリル-9-イル基、1,8-フェナンスロリル-10-イル基、1,9-フェナンスロリル-2-イル

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

【0021】置換若しくは無置換の炭素数2~40のアルコシカルボニル基は、-COOYで表される基であ

る。ここで、Yの例としては、前記置換若しくは無置換のアルコキシ基(-OY)において例示したものが挙げられる。

【0022】一般式(1)において、R⁵は、2価もしくは3価の置換もしくは無置換の炭素数5~40の芳香族環基、または2価もしくは3価の置換もしくは無置換の炭素数2~40の芳香族複素環基である。ここで、2価の炭素数5~40の芳香族環基の例としては、フェニレン基など、前記芳香族炭化水素基として挙げられた1価の基より水素原子を1つ除いて形成される2価の基である。3価の炭素数5~40の芳香族環基の例としては、前記芳香族炭化水素基として挙げられた1価の基より2個の水素原子を除いて形成される3価の基である。また、2価の炭素数2~40の芳香族複素環基の例としては、前記芳香族複素環基として挙げられた1価の基より水素原子を1つ除いて形成される2価の基である。3価の炭素数2~40の芳香族複素環基の例としては、前記芳香族複素環基として挙げられた1価の基より2つの水素原子を除いて形成される3価の基である。さらに、R⁵が芳香族複素環基である場合、前記の1価の基の他、インドリジン、インドール、インダゾール、プリン、キノリジン、キノリン、ナフスリジン、キノキサリン、キナゾリン、カルバゾール、カルボリン、フェナンスリジン、アクリジン、フェナジン、フェナンスロリン等の芳香族複素環から水素原子2個もしくは3個を除いて形成される基も挙げられる。

【0023】一般式(1)において、nは0または1である。nが0のときは、R⁵は2価の芳香族環基もしくは芳香族複素環基であり、nが1のときは、R⁵は3価の芳香族環基もしくは芳香族複素環基である。一般式(1)において、R¹~R⁹は、それぞれ隣接した基同士で結合して環状構造を形成してもよい。この場合において、R¹~R⁹の隣接した基の間を連結して環状構造を形成する2価の基の例としては、テトラメチレン基、ペンタメチレン基、ヘキサメチレン基、ジフェニルメタン-2,2'-ジイル基、ジフェニルエタン-3,3'-ジイル基、ジフェニルプロパン-4,4'-ジイル基等が挙げられる。

【0024】一般式(1)において、AおよびBは、それぞれ独立して、置換若しくは無置換の炭素数6~40のアリール基、または置換若しくは無置換の炭素数2~40の芳香族複素環基であり；但し、R⁵が置換または無置換の炭素数10~40の芳香族環基である場合は、Aは水素原子でもよい。AおよびBにおいて、置換若しくは無置換の炭素数6~40のアリール基のアリール基部分としては、炭素数6~20のアリール基が好ましく、具体的には、フェニル基、ナフチル基、アントリル基、フェナントリル基、ナフタセニル基、ピレニル基、フルオランテニル基等が挙げられる。

【0025】置換アリール基の置換基部分の例として

は、前記のR¹~R⁴およびR⁶~R⁹について記載したハロゲン原子、ヒドロキシル基、前記の置換若しくは無置換のアミノ基、ニトロ基、シアノ基、前記の置換若しくは無置換の炭素数1~30のアルキル基、前記の置換若しくは無置換の炭素数4~40のアルケニル基、前記の置換若しくは無置換の炭素数5~40のシクロアルキル基、前記の置換若しくは無置換の炭素数1~30のアルコキシ基、前記の置換若しくは無置換の炭素数5~40の芳香族炭化水素基、前記の置換若しくは無置換の炭素数2~40の芳香族複素環基、前記の置換若しくは無置換の炭素数7~40のアラルキル基、前記の置換若しくは無置換の炭素数6~40のアリールオキシ基、前記の置換若しくは無置換の炭素数2~40のアルコキシカルボニル基、カルボキシル基が挙げられる。AおよびBにおいて、置換若しくは無置換の炭素数2~40の芳香族複素環基の例としては、前記のR¹~R⁴およびR⁶~R⁹について記載した置換若しくは無置換の炭素数2~40の芳香族複素環基の例と同じものが挙げられる。

【0026】一般式(1)において、Ar¹およびAr²は、それぞれ独立して、置換若しくは無置換の炭素数6~40のアリール基、または置換若しくは無置換の炭素数2~40の芳香族複素環基であり、連結基Lを介して互いに結合していてもよい。Ar¹およびAr²において、置換若しくは無置換の炭素数6~40のアリール基の例としては、前記AおよびBについて記載した置換若しくは無置換の炭素数6~40のアリール基の例と同じものが挙げられる。Ar¹およびAr²において、置換若しくは無置換の炭素数2~40の芳香族複素環基の例としては、前記R¹~R⁴およびR⁶~R⁹について記載した置換若しくは無置換の炭素数2~40の芳香族複素環基の例と同じものが挙げられる。

【0027】一般式(1)において、Lは、単結合、-(CR¹⁰R¹¹)_m-、-(SiR¹⁰R¹¹)_m-、-NR¹²-、置換若しくは無置換のビニレン基、または置換若しくは無置換の炭素数6~40のアリーレン基である。ここで、R¹⁰、R¹¹およびR¹²は、それぞれ独立して、水素原子、ハロゲン原子、置換若しくは無置換の炭素数1~40のアルキル基、置換若しくは無置換の炭素数5~40のシクロアルキル基、置換若しくは無置換の炭素数5~40の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の炭素数2~40の芳香族複素環基、または置換若しくは無置換の炭素数7~40のアラルキル基を表し、mは、1、2または3を表す。R¹⁰、R¹¹およびR¹²において、ハロゲン原子、置換若しくは無置換の炭素数1~40のアルキル基、置換若しくは無置換の炭素数5~40のシクロアルキル基、置換若しくは無置換の炭素数5~40の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の炭素数2~40の芳香族複素環基、または置換若しくは無置換の炭素数7~40のアラルキル基の例としては、前記R¹~R⁴およびR⁶~R⁹について記載したこれらの基の例

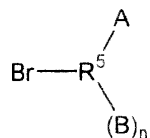
19

20

と同じものが挙げられる。

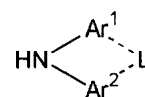
【0028】本発明の一般式(1)で示されるアントラセン化合物は、公知の方法によって製造することができる。例えば、9-ブロモアントラセンと

【化5】



を、グリニヤ結合により9-アリールアントラセンとし、その後、この化合物の10位を公知の方法でプロモ化する。さらに、

*【化6】

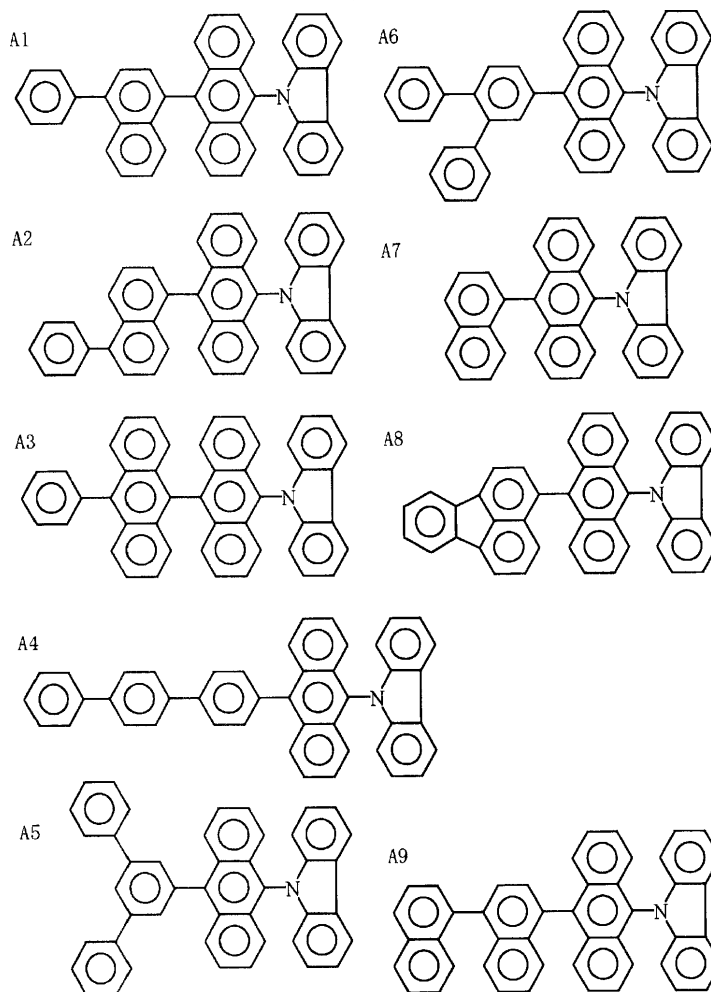


と、プロモ化した9-アリールアントラセンとをウルマンカップリングさせ、目的物を得ることができる。

【0029】本発明の一般式(1)で示される新規アントラセン化合物の具体例を下記に示すが、本発明はこれらの例示化合物に限定されるものではない。

【0030】

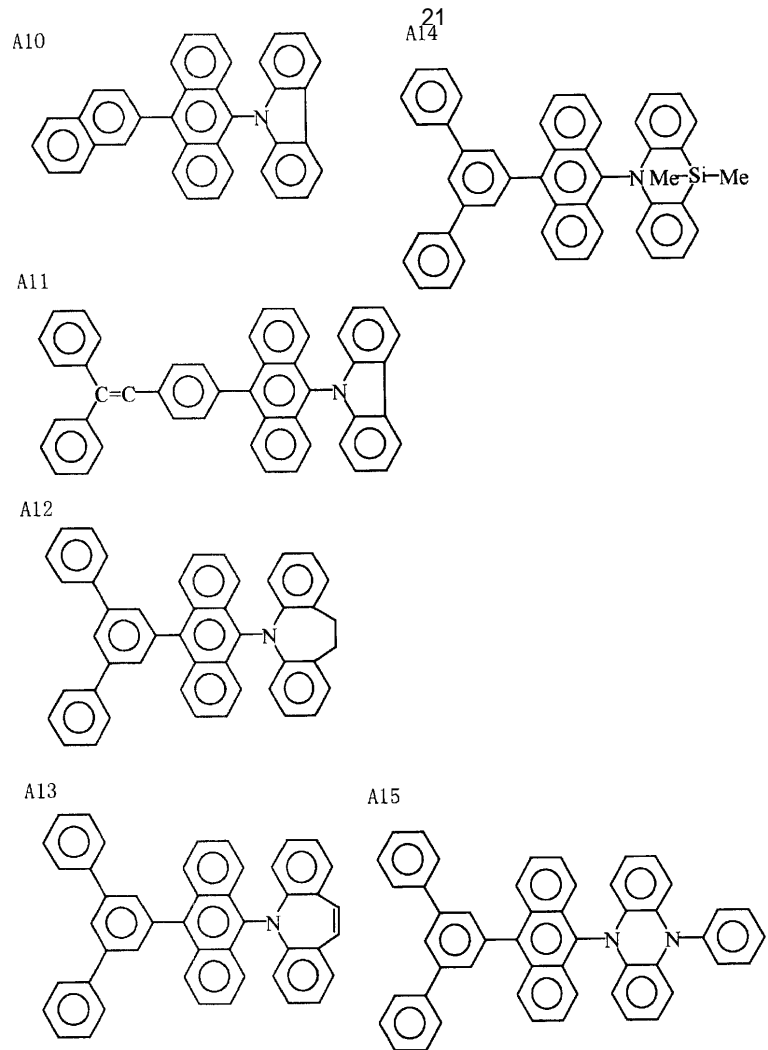
【化7】



【化8】

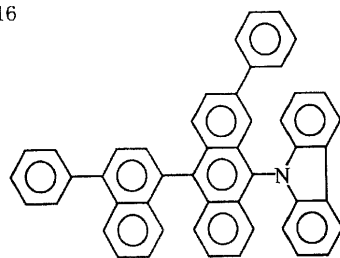
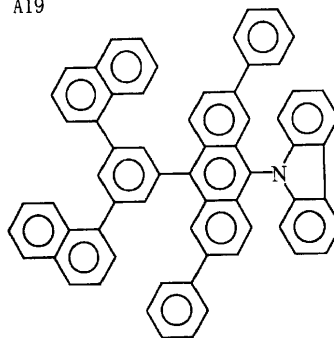
40

(12)

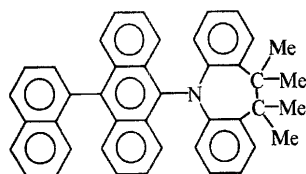


【化 9】

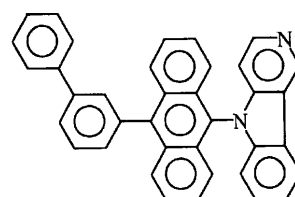
A16

23
A19

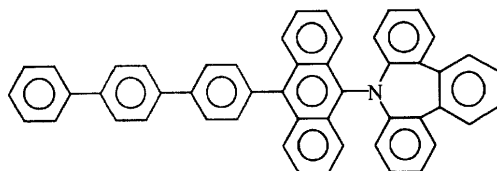
A17



A20

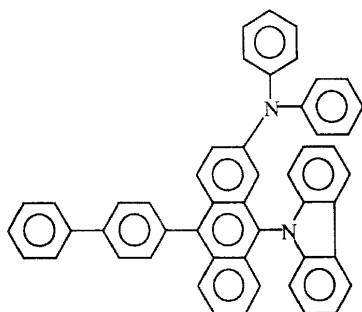


A18

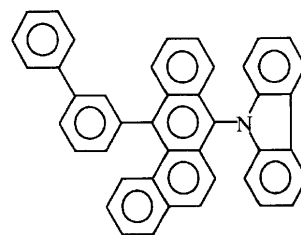


【化 10】

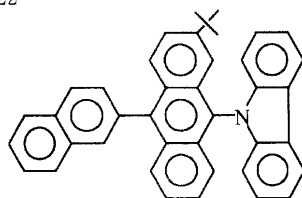
A21



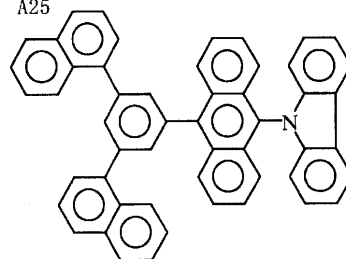
A24



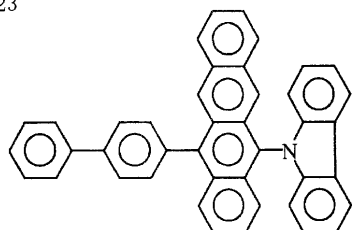
A22



A25



A23



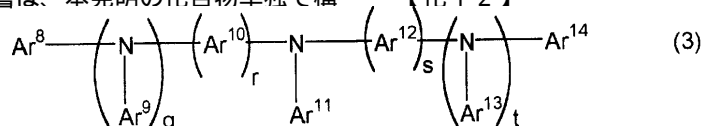
がある)は、有機EL素子用材料として使用するのが好ましい。本発明の化合物を、有機EL素子の発光材料として使用することにより、従来より高輝度の発光が得られる。本発明の化合物は、キャリア輸送性が高く、これを有機EL素子の正孔注入・輸送材料または電子注入・輸送材料として使用することにより、従来より発光効率が高く且つ長寿命の発光が得られる。

【0032】次に、本発明の有機EL素子の構成について説明する。本発明の有機EL素子は、陰極と陽極の間に発光層を含む一層または複数層の有機薄膜層が挟持されてなる有機エレクトロルミネッセンス素子において、該有機薄膜層のうちの少なくとも一層が、前記一般式(1)で示されるアントラセン化合物を含有することを特徴とする。本発明の有機EL素子は、電極間に有機薄膜層を1層あるいは2層以上積層した素子構造を有する。例えば、(陽極、発光層、陰極)、(陽極、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、陰極)、(陽極、正孔輸送層、発光層、陰極)、あるいは(陽極、発光層、電子輸送層、陰極)等の構造が挙げられる。

【0033】上記本発明の化合物は上記のいずれの有機薄膜層に用いられてもよく、本発明の化合物は、単独で上記の有機薄膜層に含まれていてもよいし、他の構成材料との混合物の成分として含まれていてもよい。また、本発明の化合物を、他の正孔注入または輸送材料、発光材料、電子注入または輸送材料にドーピングさせることも可能である。本発明の有機EL素子は、有機薄膜層として、少なくとも発光層、電子輸送層および正孔輸送層を有していることが好ましく、これらの層のうち少なくとも一層が本発明の一般式(1)で示されるアントラセン化合物を含有する。

【0034】また、本発明の有機EL素子における正孔輸送層、発光層、電子輸送層は、それぞれ二層以上の層構成により形成されてもよい。その際、正孔輸送層であれば、電極から正孔を注入する層を正孔注入層、正孔注入層から正孔を受け取り発光層まで正孔を輸送する層を正孔輸送層と呼ぶ。同様に、電子輸送層であれば、電極から電子を注入する層を電子注入層、電子注入層から電子を受け取り発光層まで電子を輸送する層を電子輸送層と呼ぶ。これらの各層は、材料のエネルギー準位、耐熱性、有機薄膜層もしくは金属電極との密着性等の各要因により選択されて使用される。

【0035】本発明の有機EL素子の発光層には、本発明の一般式(1)で示されるアントラセン化合物を用いることが好ましい。発光層は、本発明の化合物単独で構



[式中、 Ar^8 および Ar^{14} は、それぞれ独立して、置換若しくは無置換の炭素数6~40の芳香族基であり、

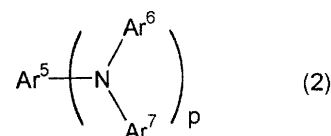
*成されていてもよいし、本発明の化合物と他の構成材料との混合物から構成されていてもよい。本発明の化合物と混合して用いることができる構成材料としては、公知のホスト材料、発光材料、ドーピング材料、正孔注入材料や電子注入材料等が挙げられる。これらの構成材料と混合して用いることにより、発光輝度や発光効率の向上、赤色や白色の発光を得ることができ、従来の発光輝度や発光効率を向上させることができる。

【0036】本発明のアントラセン化合物と混合して使用できる発光材料またはホスト材料としては、アントラセン、ナフタレン、フェナントレン、ピレン、テトラセン、コロネン、クリセン、フルオレセイン、ペリレン、フタロペリレン、ナフタロペリレン、ペリノン、フタロペリノン、ナフタロペリノン、ジフェニルブタジエン、テトラフェニルブタジエン、クマリン、オキサジアゾール、アルダジン、ビスベンゾキサゾリン、ビススチリル、ピラジン、シクロペンタジエン、キノリン金属錯体、アミノキノリン金属錯体、ベンゾキノリン金属錯体、イミン、ジフェニルエチレン、ビニルアントラセン、ジアミノアントラセン、ジアミノカルバゾール、ピラン、チオピラン、ポリメチン、メロシアニン、イミダゾールキレート化オキシノイド化合物、キナクリドン、ルブレン、スチルベン系誘導体および蛍光色素等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0037】本発明の有機EL素子の発光層は、本発明の化合物と共にアリアルアミン化合物を含んでいることが好ましい。アリアルアミン化合物としては、下記一般式(2)または(3)で示されるアリアルアミン化合物が好ましい。アリアルアミン化合物を本発明の有機EL素子の発光層に含有させることにより、より高効率且つ長寿命の有機EL素子が得られる。

【0038】一般式(2)

【化11】



[式中、 Ar^5 は、置換若しくは無置換の炭素数6~40の芳香族基であり、 Ar^6 および Ar^7 は、それぞれ独立して、水素原子または置換若しくは無置換の炭素数6~40の芳香族基であり、pは、1~6の整数である。]

【0039】一般式(3)

【化12】

$\text{Ar}^9 \sim \text{Ar}^{13}$ は、それぞれ独立して、水素原子または置換若しくは無置換の炭素数6~40の芳香族基であ

り、q、r、sおよびtは、それぞれ独立して、0または1である。]

【0040】上記一般式(2)および(4)において、 $Ar^5 \sim Ar^{14}$ である、無置換の炭素数6～40の芳香族基としては、核原子数5～40のアリール基および核原子数5～40のアリーレン基が好ましい。好ましい核原子数5～40のアリール基としては、フェニル、ナフチル、アントラニル、フェナンスリル、ピレニル、コロニル、ピフェニル、ターフェニル、ピローリル、フラニル、チオフェニル、ベンゾチオフェニル、オキサジアゾリル、ジフェニルアントラニル、インドリル、カルバゾリル、ピリジル、ベンゾキノリル、フルオランテニル、アセナフトフルオランテニル、等が挙げられる。好ましい核原子数5～40のアリーレン基としては、フェニレン、ナフチレン、アントラニレン、フェナンスリレン、ピレニレン、コロニレン、ピフェニレン、ターフェニレン、ピローリレン、フラニレン、チオフェニレン、ベンゾチオフェニレン、オキサジアゾリレン、ジフェニルアントラニレン、インドリレン、カルバゾリレン、ピリジレン、ベンゾキノリレン、フルオランテニレン、アセナフトフルオランテニレン等が挙げられる。

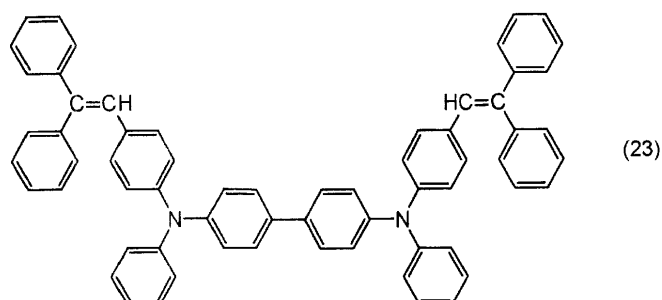
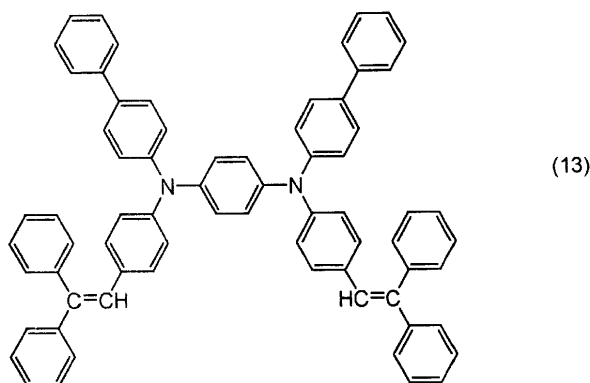
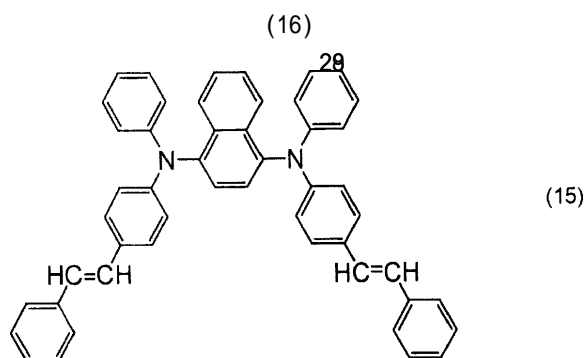
【0041】置換されている炭素数6～40の芳香族基の置換基としては、炭素数1～6のアルキル基(エチル基、メチル基、i-プロピル基、n-プロピル基、s-

ブチル基、t-ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基等);炭素数1～6のアルコキシ基(エトキシ基、メトキシ基、i-プロポキシ基、n-プロポキシ基、s-ブトキシ基、t-ブトキシ基、ペントキシ基、ヘキシルオキシ基、シクロペントキシ基、シクロヘキシルオキシ基等);核原子数5～40のアリール基または核原子数5～40のアリーレン基で置換されたアミノ基、核原子数5～40のアリール基を有するエステル基、炭素数1～6のアルキル基を有するエステル基、シアノ基、ニトロ基、ハロゲン原子が挙げられる。さらに、前記アリールアミン化合物は、前記一般式(2)で示されるアリールアミン化合物において、 $Ar^5 \sim Ar^7$ の少なくとも一つがスチリル基で置換されているスチリルアミン化合物、および前記一般式(3)で示されるアリールアミン化合物において、 $Ar^8 \sim Ar^{14}$ の少なくとも一つがスチリル基で置換されているスチリルアミン化合物からなる群から選択されることがより好ましい。

【0042】下記に、一般式(2)および(3)で示されるスチリルアミン化合物の具体例を記載するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0043】

【化13】



【0044】本発明の有機EL素子の電子輸送材料としては、本発明の一般式(1)で示されるアントラセン化合物を用いることが好ましい。電子輸送層は、本発明の化合物単独で構成されていてもよいし、本発明の化合物と他の電子輸送材料等との混合物から構成されていてもよい。本発明の化合物と混合して用いることができる電子輸送材料は特に限定されず、電子輸送材料として通常使用されている如何なる化合物であってもよい。そのような電子輸送材料としては、例えば、2-(4-ピフェニル)-5-(4-t-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール、ビス{2-(4-t-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール}-m-フェニレン等のオキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、キノリノール系の金属錯体が挙げられる。

【0045】また電子輸送層には、無機化合物を含有させることが好ましい。このような無機化合物としては、絶縁体または半導体が好ましい。電子輸送層が絶縁体や半導体を含有することにより、電流のリークを有効に防止でき、電子輸送性を向上させることができる。電子輸送層に含有させることができる絶縁体としては、アルカリ

ド、アルカリ金属ハロゲン化物およびアルカリ土類金属ハロゲン化物からなる群から選択される少なくとも一つの金属化合物が好ましい。電子輸送層がこれらのアルカリ金属カルコゲナイド等を含有していれば、電子輸送性をさらに向上させることができる。好ましいアルカリ金属カルコゲナイドとしては、例えば、 Li_2O 、 LiO 、 Na_2S 、 Na_2Se および NaO が挙げられ；好ましいアルカリ土類金属カルコゲナイドとしては、例えば、 CaO 、 BaO 、 SrO 、 BeO 、 BaS 、および CaSe が挙げられる。また、好ましいアルカリ金属ハロゲン化物としては、例えば、 LiF 、 NaF 、 KF 、 LiCl 、 KCl および NaCl 等が挙げられる。また、好ましいアルカリ土類金属ハロゲン化物としては、例えば、 CaF_2 、 BaF_2 、 SrF_2 、 MgF_2 および BeF_2 などのフッ化物や、フッ化物以外のハロゲン化物が挙げられる。

【0046】また、電子輸送層に含有させることができる半導体としては、 Ba 、 Ca 、 Sr 、 Yb 、 Al 、 Ga 、 In 、 Li 、 Na 、 Cd 、 Mg 、 Si 、 Ta 、 Sb および Zn のうちの少なくとも一つの元素を含む酸化物、窒化物または酸化窒化物等の一種単独または二種以

上の組み合わせが挙げられる。また、電子輸送層に含まれる無機化合物は、微結晶または非晶質の絶縁性薄膜であることが好ましい。電子輸送層がこれらの絶縁性薄膜で構成されていれば、より均質な薄膜が形成されるために、ダークスポット等の画素欠陥を減少させることができる。

【0047】さらに電子注入層には、還元性ドーパントを含有させることが好ましい。ここで、還元性ドーパントとは、電子輸送材料（電子輸送性化合物）を還元できる物質と定義される。したがって、一定の還元性を有するものであれば、様々なものを用いることができ、例えば、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、アルカリ金属の酸化物、アルカリ金属のハロゲン化物、アルカリ土類金属の酸化物、アルカリ土類金属のハロゲン化物、希土類金属の酸化物または希土類金属のハロゲン化物、アルカリ金属の有機錯体、アルカリ土類金属の有機錯体、希土類金属の有機錯体からなる群から選択される少なくとも一つの物質を好適に使用することができる。好ましい還元性ドーパントとしては、Na（仕事関数：2.36 eV）、K（仕事関数：2.28 eV）、Rb（仕事関数：2.16 eV）およびCs（仕事関数：1.95 eV）からなる群から選択される少なくとも一つのアルカリ金属や、Ca（仕事関数：2.9 eV）、Sr（仕事関数：2.0～2.5 eV）、およびBa（仕事関数：2.52 eV）からなる群から選択される少なくとも一つのアルカリ土類金属が挙げられ、仕事関数が2.9 eV以下のものが特に好ましい。

【0048】これらのうち、より好ましい還元性ドーパントは、K、RbおよびCsからなる群から選択される少なくとも一つのアルカリ金属であり、さらに好ましくは、RbまたはCsであり、最も好ましいのは、Csである。これらのアルカリ金属は、特に還元能力が高く、電子注入層への比較的少量の添加で、有機EL素子における発光輝度の向上や長寿命化を図ることができる。また、仕事関数が2.9 eV以下の還元性ドーパントとして、これら2種以上のアルカリ金属の組み合わせも好ましく、特に、Csを含んだ組み合わせ、例えば、CsとNa、CsとK、CsとRbあるいはCsとNaとKとの組み合わせであることが好ましい。Csを組み合わせることで、還元能力を効率的に発揮することができ、電子注入層への添加により、有機EL素子における発光輝度の向上や長寿命化を図ることができる。

【0049】本発明の有機EL素子の正孔輸送材料は、本発明の一般式（1）で示されるアントラセン化合物からなることが好ましい。正孔輸送層は、本発明の化合物単独で構成されていてもよいし、本発明の化合物と他の正孔輸送材料との混合物から構成されていてもよい。本発明の化合物と混合して用いることができる正孔輸送材料としては、正孔を輸送する能力を持ち、陽極からの正孔注入効果、発光層または発光材料に対して優れた正孔

注入効果を有し、発光層で生成した励起子の電子注入層または電子注入材料への移動を防止し、かつ薄膜形成能力の優れた化合物が好ましい。具体的には、フタロシアニン誘導体、ナフタロシアニン誘導体、ボルフィリン誘導体、オキサゾール、オキサジアゾール、トリアゾール、イミダゾール、イミダゾロン、イミダゾールチオン、ピラゾリン、ピラゾロン、テトラヒドロイミダゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、ヒドラゾン、アシルヒドラゾン、ポリアリーールアルカン、スチルベン、ブタジエン、ベンジジン型トリフェニルアミン、スチリルアミン型トリフェニルアミン、ジアミン型トリフェニルアミン等と、それらの誘導体、およびポリビニルカルバゾール、ポリシラン、導電性高分子等の高分子材料が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0050】これらの正孔輸送材料の中で、さらに効果的な正孔輸送材料は、芳香族三級アミン誘導体またはフタロシアニン誘導体である。芳香族三級アミン誘導体の具体例としては、トリフェニルアミン、トリトリルアミン、トリルジフェニルアミン、N,N'-ジフェニル-N,N'-(3-メチルフェニル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン、N,N,N',N'-(4-メチルフェニル)-1,1'-フェニル-4,4'-ジアミン、N,N,N',N'-(4-メチルフェニル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン、N,N'-ジフェニル-N,N'-ジナフチル-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン、N,N'-(メチルフェニル)-N,N'-(4-n-ブチルフェニル)-フェナントレン-9,10-ジアミン、N,N-ビス(4-ジ-4-トリルアミノフェニル)-4-フェニル-シクロヘキサン等、またはこれらの芳香族三級アミン骨格を有したオリゴマーもしくはポリマーが挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0051】フタロシアニン（Pc）誘導体の具体例としては、H₂Pc、CuPc、CoPc、NiPc、ZnPc、PdPc、FePc、MnPc、ClAlPc、ClGaPc、ClInPc、ClSnPc、Cl₂SiPc、(HO)AlPc、(HO)GaPc、VOPc、TiOPc、MoOPc、GaPc-O-GaPc等のフタロシアニン誘導体およびナフタロシアニン誘導体が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0052】有機EL素子の陽極は、正孔を正孔輸送層または発光層に注入する役割を担うものであり、4.5 eV以上の仕事関数を有することが好ましい。本発明の有機EL素子に用いられる陽極材料の具体例としては、酸化インジウム錫合金（ITO）、酸化錫（NES A）、金、銀、白金、銅等が挙げられる。陰極としては、電子輸送層または発光層に電子を注入することができ、仕事関数の小さい材料が好ましい。本発明に用いられる陰極材料は特に限定されないが、具体的にはインジ

ウム、アルミニウム、マグネシウム、マグネシウム - インジウム合金、マグネシウム - アルミニウム合金、アルミニウム - リチウム合金、アルミニウム - スカンジウム - リチウム合金、マグネシウム - 銀合金等が使用できる。

【0053】本発明の有機EL素子は、少なくとも一方の電極と前記有機薄膜層との間に無機化合物層を有していてもよい。無機化合物層に使用される好ましい無機化合物としては、アルカリ金属酸化物、アルカリ土類酸化物、希土類酸化物、アルカリ金属ハロゲン化物、アルカリ土類ハロゲン化物、希土類ハロゲン化物、 SiO_x 、 AlO_x 、 SiN 、 SiON 、 AlON 、 GeO_x 、 LiO_x 、 LiON 、 TiO_x 、 TiON 、 TaO_x 、 TaON 、 TaN_x 、Cなど各種酸化物、窒化物、酸化窒化物である。特に陽極に接する層の成分としては、 SiO_x 、 AlO_x 、 SiN_x 、 SiON 、 AlON 、 GeO_x 、Cが安定な注入界面層を形成して好ましい。また、特に陰極に接する層の成分としては、 LiF 、 MgF_2 、 CaF_2 、 MgF_2 、 NaF が好ましい。

【0054】本発明の有機EL素子は、効率良く発光させるために、少なくとも一方の面は素子の発光波長領域において充分透明にすることが望ましい。また、基板も透明であることが望ましい。透明電極は、上記の導電性材料を使用して、蒸着やスパッタリング等の方法で所定の透光性が確保するように設定する。発光面の電極は、光透過率を10%以上にすることが望ましい。基板は、機械的、熱的強度を有し、透明性を有するものであれば限定されるものではないが、ガラス基板および透明性樹脂フィルムが挙げられる。透明性樹脂フィルムとしては、ポリエチレン、エチレン - 酢酸ビニル共重合体、エチレン - ビニルアルコール共重合体、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリメチルメタクリレート、ポリ塩化ビニル、ポリビニルアルコール、ポリビニルブチラール、ナイロン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリサルホン、ポリエーテルサルホン、テトラフルオロエチレン - パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体、ポリビニルフルオライド、テトラフルオロエチレン - エチレン共重合体、テトラフルオロエチレン - ヘキサフルオロプロピレン共重合体、ポリクロロトリフルオロエチレン、ポリビニリデンフルオライド、ポリエステル、ポリカーボネート、ポリウレタン、ポリイミド、ポリエーテルイミド、ポリイミド、ポリプロピレン等が挙げられる。

【0055】本発明の有機EL素子は、温度、湿度、雰囲気等に対する安定性の向上のために、素子の表面に保護層を設けたり、シリコンオイル、樹脂等により素子全体を保護することも可能である。本発明の有機EL素子の各層の形成方法は特に限定されず、従来公知の真空蒸着法、スピンコーティング法等を用いることができる。本発明の有機EL素子に用いる、前記一般式(1)で示

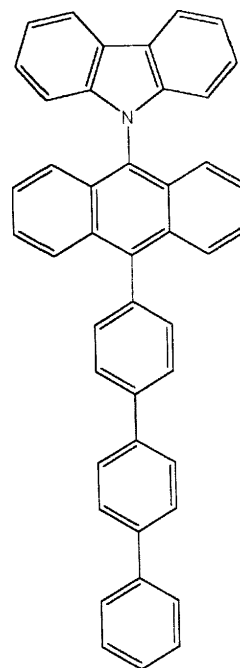
*されるアントラセン化合物を含有する有機薄膜層は、真空蒸着法、分子線蒸着法(MBE法)あるいは溶媒に解かした溶液のディッピング法、スピンコーティング法、キャスト法、バーコート法、ロールコート法等の塗布法による公知の方法で形成することができる。本発明の有機EL素子の各有機薄膜層の膜厚は特に制限されないが、一般に膜厚が薄すぎるとピンホール等の欠陥が生じやすく、逆に厚すぎると高い印加電圧が必要となり効率が低下するため、通常は数nmから1 μm の範囲が好ましい。

【0056】

【実施例】以下、実施例を示して本発明をより具体的に説明するが、本発明はその要旨を越えない限り、以下の実施例に限定されるものではない。

合成例1(化合物1の製造)

【化14】



化合物1

【0057】(1) 9-(4-p-ターフェニル)アントラセンの合成

アルゴン気流下200mL三口フラスコに、マグネシウム1.2g(50mmol)、THF 5mL、ヨウ素の薄片を仕込んだ。続いて、4-ブロモ-p-ターフェニル15.5g(50mmol)/THF 100mLを室温にて少しずつ滴下した。滴下終了後、60℃にて1時間加熱攪拌し、Grignard液を得た。アルゴン気流下300mL四口フラスコに、9-ブロモアントラセン12.8g(50mmol)、THF 50mL、 $\text{PdCl}_2(\text{PPh}_3)_2$ 0.35g(0.5mmol)および $\text{AlH}(\text{iso-Bu})_2$ /1.0Mトルエン溶液1.0mL(1mmol)を仕込んだ。ここに上記のGrignard液を室温にて滴下した後、昇温し

て一晚還流させた。反応終了後、反応液を氷水冷却して析出晶を濾取し、アセトン洗浄した。得られた粗結晶をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（展開溶媒：トルエン/ヘキサン）にて精製し、9-（4-p-ターフェニル）アントラセン13.2g（収率65%、黄色粉末）を得た。

【0058】(2) 9-プロモ-10-（4-p-ターフェニル）アントラセンの合成

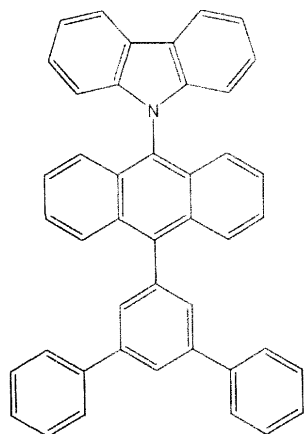
200mL三口フラスコに、上記(1)で得られた9-（4-p-ターフェニル）アントラセン12.2g（30mmol）、DMF50mLを加え、0℃に冷却した。この懸濁液にNBS5.3g（30mmol）/DMF30mLを徐々に滴下し、室温にて一晚攪拌した。反応終了後、反応液を氷水冷却して析出晶を濾取し、アセトン洗浄した。得られた粗結晶をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（展開溶媒：トルエン/ヘキサン）にて精製し、9-プロモ-10-（4-p-ターフェニル）アントラセン13.8g（収率95%、黄色粉末）を得た。

【0059】(3) 化合物1の合成

100mL丸底フラスコにカルバゾール1.6g（10mmol）、上記(2)で得られた9-プロモ-10-（4-p-ターフェニル）アントラセン4.8g（10mmol）、炭酸カリウム3g（30mmol）、銅粉0.06g（1mmol）、ニトロベンゼン100mLを加え、210℃で3日間加熱攪拌した。反応後析出晶を濾取してアセトンで洗浄後乾燥した。得られた粗結晶をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（展開溶媒：トルエン/ヘキサン）にて精製し、黄色粉末1.4gを得た。このものは、NMR、IRおよびFD-MSの測定により、上記構造式で示される化合物1と同一した（収率25%）。

【0060】合成例2（化合物2の製造）

【化15】



化合物2

【0061】(1) 9-（5'-m-ターフェニル）アントラセンの合成

アルゴン気流下200mL三口フラスコに、マグネシウム1.2g（50mmol）、THF5mL、ヨウ素の薄片を仕込んだ。続いて、5'-プロモ-m-ターフェニル15.5g（50mmol）/THF100mLを室温にて少しずつ滴下した。滴下終了後、60℃にて1時間加熱攪拌し、Grignard液を得た。アルゴン気流下300mL四ツ口フラスコに、9-プロモアントラセン12.8g（50mmol）、THF50mL、PdCl₂(PPh₃)₂0.35g（0.5mmol）およびAlH(iso-Bu)₂/1.0Mトルエン溶液1.0mL（1mmol）を仕込んだ。ここに上記のGrignard液を室温にて滴下した後、昇温して一晚還流させた。反応終了後、反応液を氷水冷却して析出晶を濾取し、アセトン洗浄した。得られた粗結晶をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（展開溶媒：トルエン/ヘキサン）にて精製し、9-（5'-m-ターフェニル）アントラセン15.2g（収率75%、黄色粉末）を得た。

【0062】(2) 9-プロモ-10-（5'-m-ターフェニル）アントラセンの合成

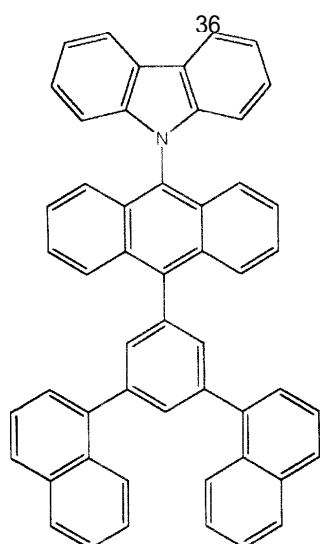
200mL三口フラスコに、上記(1)で得られた9-（5'-m-ターフェニル）アントラセン14.2g（35mmol）、DMF50mLを加え、0℃に冷却した。この懸濁液にNBS6.2g（35mmol）/DMF30mLを徐々に滴下し、室温にて一晚攪拌した。反応終了後、反応液を氷水冷却して析出晶を濾取し、アセトン洗浄した。得られた粗結晶をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（展開溶媒：トルエン/ヘキサン）にて精製し、9-プロモ-10-（5'-m-ターフェニル）アントラセン15.6g（収率92%、黄色粉末）を得た。

【0063】(3) 化合物2の合成

100mL丸底フラスコにカルバゾール1.6g（10mmol）、上記(2)で得られた9-プロモ-10-（5'-m-ターフェニル）アントラセン4.8g（10mmol）、炭酸カリウム3g（30mmol）、銅粉0.06g（1mmol）、ニトロベンゼン100mLを加え、210℃で3日間加熱攪拌した。反応後析出晶を濾取してアセトンで洗浄後乾燥した。得られた粗結晶をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（展開溶媒：トルエン/ヘキサン）にて精製し、黄色粉末1.7gを得た。このものは、NMR、IRおよびFD-MSの測定により、上記構造式で示される化合物2と同一した（収率30%）。

【0064】合成例3（化合物3の製造）

【化16】



化合物 3

【0065】(1) 9-(3',5'-ジ(1-ナプチル)-フェニル)アントラセンの合成

アルゴン気流下200mL三口フラスコに、マグネシウム1.2g(50mmol)、THF5mL、ヨウ素 20の小片を仕込んだ。続いて、1,1'-ビス(1-プロモ-3,5-フェニレン)ナフタレン20.4g(50mmol)/THF100mLを室温にて少しずつ滴下した。滴下終了後、60にて1時間加熱撹拌し、Grignard液を得た。アルゴン気流下300mL四ツ口フラスコに、9-プロモアントラセン12.8g(50mmol)、THF50mL、PdCl₂(PPh₃)₂0.35g(0.5mmol)およびAlH(iso-Bu)₂/1.0Mトルエン溶液1.0mL(1mmol)を仕込んだ。ここに上記のGrignard液を 30室温にて滴下した後、昇温して一晩還流させた。反応終了後、反応液を氷水冷却して析出晶を濾取し、アセトン洗浄した。得られた粗結晶をシリカゲルカラムクロマトグラフィー(展開溶媒:トルエン/ヘキサン)にて精製し、9-(3',5'-ジ(1-ナプチル)-フェニル)アントラセン13.9g(収率55%、黄色粉末)を得た。

【0066】(2) 9-プロモ-10-(3',5'-ジ(1-ナプチル)-フェニル)アントラセンの合成

200mL三口フラスコに、上記(1)で得られた9 40-(3',5'-ジ(1-ナプチル)-フェニル)アントラセン12.7g(25mmol)、DMF50mLを加え、0に冷却した。この懸濁液にNBS4.4g(25mmol)/DMF20mLを徐々に滴下し、室温にて一晩撹拌した。反応終了後、反応液を氷水冷却して析出晶を濾取し、アセトン洗浄した。得られた粗結晶をシリカゲルカラムクロマトグラフィー(展開溶媒:トルエン/ヘキサン)にて精製し、9-プロモ-10-(3',5'-ジ(1-ナプチル)-フェニル)アントラセン10.2g(収率70%、黄色粉末)を得た。 50

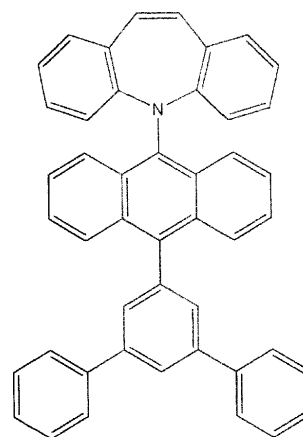
37

【0067】(3) 化合物3の合成

100mL丸底フラスコにカルバゾール1.6g(10mmol)、上記(2)で得られた9-プロモ-10-(3',5'-ジ(1-ナプチル)-フェニル)アントラセン5.8g(10mmol)、炭酸カリウム3g(30mmol)、銅粉0.06g(1mmol)、ニトロベンゼン100mLを加え、210で3日間加熱撹拌した。反応後析出晶を濾取してアセトンで洗浄後乾燥した。得られた粗結晶をシリカゲルカラムクロマトグラフィー(展開溶媒:トルエン/ヘキサン)にて精製し、黄色粉末1.3gを得た。このものは、NMR、IRおよびFD-MSの測定により、上記構造式で示される化合物3と同一した(収率20%)。

【0068】合成例4(化合物4の製造)

【化17】



化合物 4

【0069】化合物4の合成

100mL丸底フラスコにイミノスチルベン1.9g(10mmol)、合成例1(2)で得られた9-プロモ-10-(5'-m-ターフェニル)アントラセン4.8g(10mmol)、炭酸カリウム3g(30mmol)、銅粉0.06g(1mmol)、ニトロベンゼン100mLを加え、210で3日間加熱撹拌した。反応後析出晶を濾取してアセトンで洗浄後乾燥した。得られた粗結晶をシリカゲルカラムクロマトグラフィー(展開溶媒:トルエン/ヘキサン)にて精製し、黄色粉末0.6gを得た。このものは、NMR、IRおよびFD-MSの測定により、上記構造式で示される化合物4と同一した(収率10%)。

【0070】実施例1

25mm×75mm×1.1mm厚のITO透明電極付きガラス基板(旭硝子社製)をイソプロピルアルコール中で超音波洗浄を5分間行なった後、UVオゾン洗浄を30分間行なった。洗浄後の透明電極付きガラス基板を真空蒸着装置の基板ホルダーに装着し、まず透明電極が形成されている側の面上に前記透明電極を覆うようにして膜厚60nmのN,N'-ビス(N,N'-ジフェニ

ル-4-アミノフェニル)-N,N-ジフェニル-4,4'-ジアミノ-1,1'-ビフェニル膜(以下「TPD232膜」と略記する。)を成膜した。このTPD232膜は、正孔注入層として機能する。TPD232膜の成膜に続けて、このTPD232膜上に膜厚20nmの4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル膜(以下「NPD膜」と略記する。)を成膜した。このNPD膜は正孔輸送層として機能する。さらに、NPD膜の成膜に続けてこのNPD膜上に膜厚40nmの化合物(A4)を蒸着し成膜した。10
なお、化合物(A4)は合成例1で製造した化合物1である。この膜は、発光層として機能する。この膜上に膜厚20nmのトリス(8-キノリノール)アルミニウム膜(以下「Alq膜」と略記する。)を成膜した。このAlq膜は、電子注入層として機能する。

【0071】この後還元性ドパントであるLi(Li源:サエスゲッター社製)とAlqを二元蒸着させ、電子注入層(陰極)としてAlq:Li膜を形成した。このAlq:Li膜上に金属Alを蒸着させ金属陰極を形成し有機EL素子を形成した。この素子は直流電圧6Vで発光輝度150cd/m²、最大発光輝度23000cd/m²、3.0cd/Aの青色発光が得られた。初期輝度600cd/m²にて一定電流駆動を行ったところ輝度が半減する時間(半減寿命)は1200時間であった。

【0072】実施例2~8

発光層に、化合物(A4)の代わりに、下記表1に示す化合物を使用する以外は実施例1と同様の方法で有機EL素子を作製した。この素子は表1に示す発光特性を示した。

【0073】比較例1

特開2001-207167号公報記載の下記構造式で示される化合物DTAPANを化合物(A4)の代わりに発光材料として用いた以外は、実施例1と同様に有機EL素子を作製した。緑色発光が得られ、効率は4.0cd/Aであった。初期輝度600cd/m²にて一定電流(電流密度15mA/cm²)駆動を行ったところ

30

* 表1

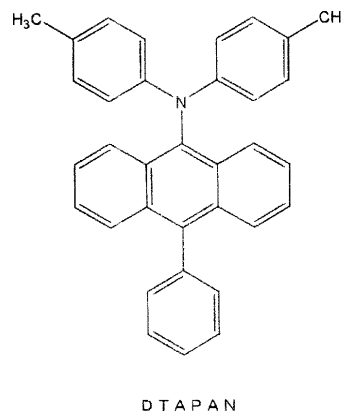
	化合物	電圧(V)	輝度(cd/m ²)	効率(cd/A)	発光色	半減寿命(時間)
実施例2	(A5)	6	130	3.5	青	1200
実施例3	(A7)	6	161	3.7	青	1300
実施例4	(A8)	6	95	2.7	青	900
実施例5	(A13)	6	210	2.8	青	1500
実施例6	(A18)	6	120	7.8	緑	2600
実施例7	(A19)	6	60	8.5	緑	2700
実施例8	(A25)	6	313	6.5	緑	1900
比較例1	DTAPAN	5	120	4.0	緑	220
比較例2	DTAAN	5	60	3.0	緑	1

【0078】上記表1から明らかなように、本発明の材料を用いた素子は、従来の発光材料を用いた有機EL素子に比べて長寿命であり青色~緑色の発光が得られる。

*輝度が半減する時間(半減寿命)はわずか220時間であった。

【0074】

【化18】

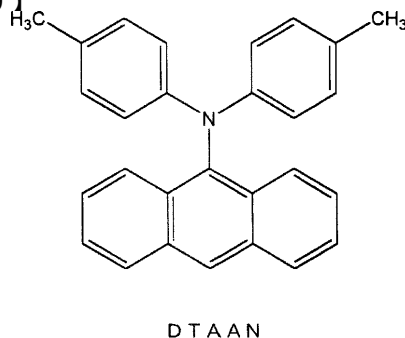


【0075】比較例2

下記構造式で示される化合物DTAANを化合物(A4)の代わりに発光材料として用いた以外は、実施例1と同様に有機EL素子を作製した。緑色発光が得られ、効率は3cd/Aであった。初期輝度600cd/m²にて一定電流(電流密度20mA/cm²)駆動を行ったところ輝度が半減する時間(半減寿命)はわずか1時間であった。結果を表1に示す。

【0076】

【化19】



【0077】

【表1】

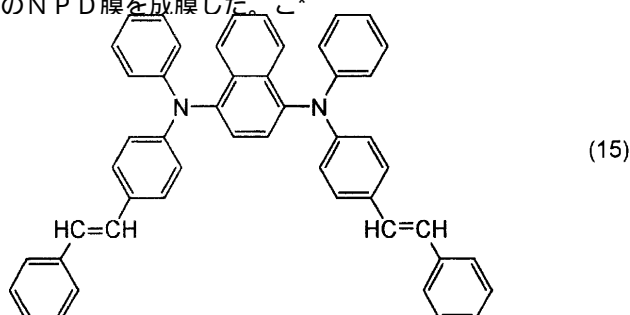
また緑色発光が得られる実施例6~8の有機EL素子においては、より発光効率が高く、且つより長寿命である。これは本発明の材料が、N-カルバゾリル基、アン

トラセン基等の特定の基を保有することによる。

【0079】実施例9

25mm×75mm×1.1mm厚のITO透明電極付きガラス基板（ジオマテック社製）を、イソプロピルアルコール中で5分間超音波洗浄を行なった後、UVオゾン洗浄を30分間行なった。洗浄後の透明電極ライン付きガラス基板を真空蒸着装置の基板ホルダーに装着し、まず透明電極ラインが形成されている側の面上に前記透明電極を覆うようにして膜厚60nmのTPD232を成膜した。このTPD232膜は、正孔注入層とし

て機能する。TPD232膜の成膜に続けて、このTPD232膜上に膜厚20nmのNPD膜を成膜した。こ*



【0081】この後還元性ド−バントであるLi（Li源：サエスゲッター社製）とAlqを二元蒸着させ、電子注入層（陰極）としてAlq：Li膜を形成した。このAlq：Li膜上に金属Alを蒸着させ金属陰極を形成し有機EL素子を形成した。この素子は直流電圧6Vで発光輝度320cd/m²、最大発光輝度83000cd/m²、6.0cd/Aの青色発光が得られた。初期輝度1200cd/m²にて一定電流駆動を行ったところ輝度が半減する時間（半減寿命）は4100時間であ

【0082】実施例10

乾燥窒素ガスを流入し水分を除去したグローブボックス中で、実施例1～9並びに比較例1および2の有機EL素子にガラスキャップを接着し、グローブボックスを封止した。さらにこれらの素子を85℃の高温下、一定電流で連続駆動した。初期輝度を300cd/m²として半減寿命が200時間以上あるか否かを検討したところ、本発明の有機EL素子はすべて200時間以上であった。特に実施例9の素子では半減寿命は1000時間に到達した。一方、比較例の素子では半減寿命が数十時間以下であった。本発明の有機EL素子は、高温下でも長寿命であり、実用的な耐熱性を有していることが明らかとなった。これに対し、従来の有機EL素子は、高温下での半減寿命が極めて短く、実用的な耐熱性を有しないことが判明した。

*のNPD膜は正孔輸送層として機能する。さらに、NPD膜の成膜に続けてこのNPD膜上に膜厚40nmの化合物（A4）を蒸着し成膜した。この膜は、発光層として機能する。この時同時に下記構造式で示されるスチリルアミンを化合物（A4）と同時に蒸着して発光層に4wt%添加した。この膜上に膜厚20nmのトリス（8-キノリノール）アルミニウム膜（以下「Alq膜」と略記する。）を成膜した。このAlq膜は、電子注入層として機能する。

【0080】

【化20】

【0083】実施例11

正孔輸送材料としてNPDの代わりに化合物（A9）を用い、発光層として化合物（A4）の代わりにAlqを用いた以外は、実施例1と同様に有機EL素子を作製した。直流5Vの電圧で200cd/m²の緑色発光が得られた。初期輝度600cd/m²での半減寿命は1400時間であった。

【0084】比較例3

発光層として化合物（A4）の代わりにAlqを用いた以外は、実施例1と同様に有機EL素子を作製した。直流5Vの電圧で130cd/m²の緑色発光が得られた。初期輝度600cd/m²での半減寿命は600時間であった。本発明の新規アントラセン化合物を正孔輸送材料として用いた場合は、従来の正孔輸送材料を用いた場合に比べて、有機EL素子の半減寿命が2倍以上長くなることがわかる。実施例11の結果から、本発明の化合物は、高いキャリア輸送性を有し、正孔輸送材料または電子輸送材料として用いた有機EL素子は、従来より高効率且つ長寿命の発光を示すことがわかる。

【0085】

【発明の効果】本発明の新規アントラセン化合物を有機材料として使用することにより、従来の有機EL素子よりも発光効率が高く、且つ長寿命の有機EL素子が提供される。本発明のアントラセン化合物と共にアリアルアミン化合物を発光材料として用いることにより、さらに高効率且つ長寿命の有機EL素子が提供される。本発明のアントラセン化合物を有機材料として使用することにより、長寿命且つ実用的な耐熱性を有する有機EL素子が提供される。

フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト ⁷ (参考)
C 0 9 K 11/06	6 4 5	C 0 9 K 11/06	6 4 5
	6 5 0		6 5 0
	6 6 0		6 6 0
	6 9 0		6 9 0
H 0 5 B 33/14		H 0 5 B 33/14	B
33/22		33/22	A
			B
			D

(72)発明者 山本 弘志
千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地

F タ-ム(参考) 3K007 AB02 AB03 AB04 AB11 DB03
EA02
4C034 DT01
4C065 AA05 AA18 BB04 CC09 DD02
EE02 HH01 JJ01 KK09 LL01
PP03
4C204 BB05 BB09 CB25 DB01 EB01
FB08 FB09 FB16 GB01

专利名称(译)	新型蒽化合物和使用其的有机电致发光器件		
公开(公告)号	JP2003238534A	公开(公告)日	2003-08-27
申请号	JP2002045705	申请日	2002-02-22
[标]申请(专利权)人(译)	出光兴产株式会社		
申请(专利权)人(译)	出光兴产株式会社		
[标]发明人	細川地潮 舟橋正和 池田秀嗣 山本弘志		
发明人	細川 地潮 舟橋 正和 池田 秀嗣 山本 弘志		
IPC分类号	H01L51/50 C07D209/86 C07D223/22 C07D241/46 C07D471/04 C09K11/06 H05B33/14 H05B33/22		
FI分类号	C07D209/86 C07D223/22 C07D241/46 C07D471/04.103.S C09K11/06.625 C09K11/06.645 C09K11/06.650 C09K11/06.660 C09K11/06.690 H05B33/14.B H05B33/22.A H05B33/22.B H05B33/22.D C07D209/86.CSP		
F-TERM分类号	3K007/AB02 3K007/AB03 3K007/AB04 3K007/AB11 3K007/DB03 3K007/EA02 4C034/DT01 4C065/AA05 4C065/AA18 4C065/BB04 4C065/CC09 4C065/DD02 4C065/EE02 4C065/HH01 4C065/JJ01 4C065/KK09 4C065/LL01 4C065/PP03 4C204/BB05 4C204/BB09 4C204/CB25 4C204/DB01 4C204/EB01 4C204/FB08 4C204/FB09 4C204/FB16 4C204/GB01 3K107/AA01 3K107/CC04 3K107/CC21 3K107/DD59 3K107/DD71 3K107/DD74 3K107/DD76 3K107/DD78 3K107/DD84 3K107/DD85 3K107/FF19		
其他公开文献	JP4381645B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种新型的蒽化合物，其能够提供具有高发光效率，长寿命和实用的耐热性的有机EL元件，以及使用该化合物作为有机材料的有机EL元件。 解决方案：通用公式（1）[化学1]以蒽为代表的新型化合物以及使用该化合物作为有机材料的有机电致发光器件。

【化1】

