

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5647291号
(P5647291)

(45) 発行日 平成26年12月24日(2014.12.24)

(24) 登録日 平成26年11月14日(2014.11.14)

(51) Int.Cl. F I
 H O 1 L 51/50 (2006.01) H O 5 B 33/14 B
 C O 9 K 11/06 (2006.01) C O 9 K 11/06 6 9 0
 C O 9 K 11/06 6 6 0

請求項の数 15 (全 53 頁)

(21) 出願番号	特願2013-87718 (P2013-87718)	(73) 特許権者	000183646
(22) 出願日	平成25年4月18日(2013.4.18)		出光興産株式会社
(62) 分割の表示	特願2009-504044 (P2009-504044) の分割		東京都千代田区丸の内3丁目1番1号
原出願日	平成20年3月10日(2008.3.10)	(74) 代理人	110000637 特許業務法人樹之下知的財産事務所
(65) 公開番号	特開2013-179326 (P2013-179326A)	(72) 発明者	細川 地潮 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地
(43) 公開日	平成25年9月9日(2013.9.9)	(72) 発明者	佐土 貴康 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地
審査請求日	平成25年5月17日(2013.5.17)	(72) 発明者	池田 潔 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地
(31) 優先権主張番号	特願2007-61091 (P2007-61091)		
(32) 優先日	平成19年3月9日(2007.3.9)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
前置審査		審査官	大竹 秀紀

最終頁に続く

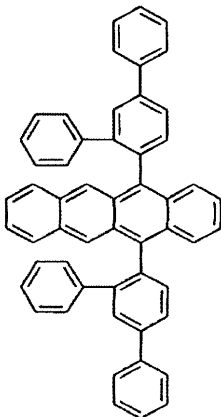
(54) 【発明の名称】 有機EL素子及び表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

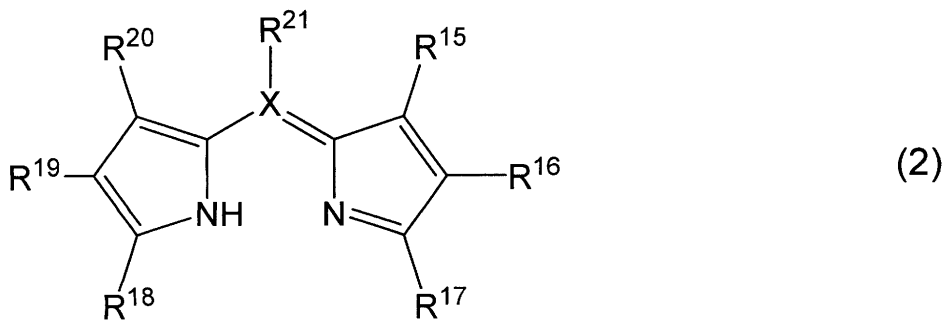
陰極と、陽極と、前記陰極と前記陽極との間に設けられた発光層と、を備え、
 前記発光層は、ホストとドーパントとを含み、
 前記ホストは、下記化合物(A-3)を含み、
 前記ドーパントは、下記式(2)で表されるピロメテン骨格を有する化合物またはその
 金属錯体であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化1】



化合物(A-3)

【化2】



10

(前記式(2)中、 $R^{15} \sim R^{21}$ のうち少なくとも一つは芳香環を含む置換基があるいは隣接置換基との間で縮合環を形成し、残りはそれぞれ独立に水素、アルキル基、シクロアルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、水酸基、メルカプト基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリアルエーテル基、アリアルチオエーテル基、アリアル基、複素環基、ハロゲン、ハロアルカン、ハロアルケン、ハロアルキン、シアノ基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボキシ基、エステル基、カルバモイル基、アミノ基、ニトロ基、シリル基、シロキサニル基、隣接置換基との間に形成される縮合環および脂肪族環の中から選ばれる(これらの基において、炭素数としては1~20とする)。 R^{15} および前記 R^{20} は、それぞれ独立に、水素原子またはアルキル基であり、 $R^{16} \sim R^{19}$ は、それぞれ独立に、芳香環であり、 R^{21} は、芳香環である。 $R^{15} \sim R^{21}$ は同一でも異なったものであってもよく、置換基を有していてもよい。

20

Xは炭素原子である。

金属錯体の金属は、ホウ素、ベリリウム、マグネシウム、クロム、鉄、コバルト、ニッケル、銅、亜鉛、白金から選ばれる少なくとも一種である。)

【請求項2】

陰極と、陽極と、前記陰極と前記陽極との間に設けられた発光層と、を備え、

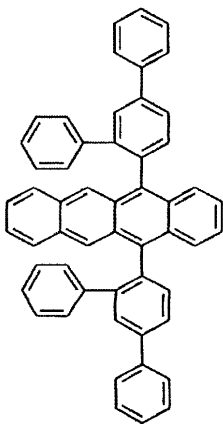
前記発光層は、ホストとドーパントとを含み、

前記ホストは、下記化合物(A-3)を含み、

前記ドーパントは、下記式(2)で表されるピロメテン骨格を有する化合物またはその金属錯体であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

30

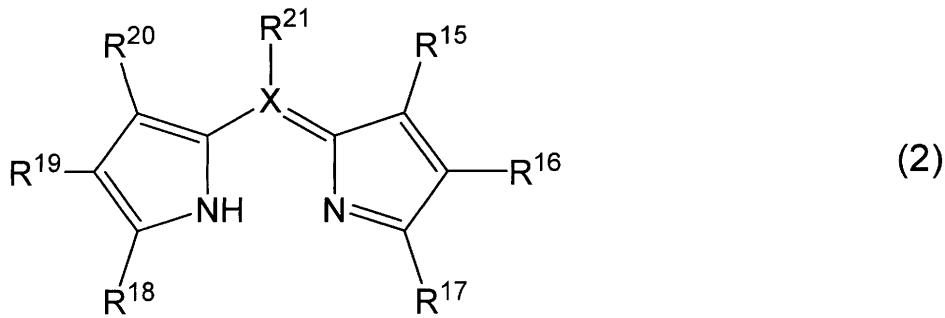
【化1】



化合物(A-3)

40

【化 2】



10

(前記式(2)中、 $R^{15} \sim R^{21}$ のうち少なくとも一つは芳香環を含む置換基があるいは隣接置換基との間で縮合環を形成し、残りはそれぞれ独立に水素、アルキル基、シクロアルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、水酸基、メルカプト基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリールエーテル基、アリールチオエーテル基、アリール基、複素環基、ハロゲン、ハロアルカン、ハロアルケン、ハロアルキン、シアノ基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボキシ基、エステル基、カルバモイル基、アミノ基、ニトロ基、シリル基、シロキサニル基、隣接置換基との間に形成される縮合環および脂肪族環の中から選ばれる(これらの基において、炭素数としては1~20とする)。 R^{21} は、水素原子である。 $R^{15} \sim R^{21}$ は同一でも異なったものであってもよく、置換基を有していてもよい。

20

Xは炭素原子である。

金属錯体の金属は、ホウ素、ベリリウム、マグネシウム、クロム、鉄、コバルト、ニッケル、銅、亜鉛、白金から選ばれる少なくとも一種である。)

【請求項3】

請求項2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記 $R^{15} \sim R^{20}$ は、それぞれ独立に、水素原子または芳香環であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項4】

30

陰極と、陽極と、前記陰極と前記陽極との間に設けられた発光層と、前記陽極と前記発光層との間に設けられた正孔注入層と、を備え、

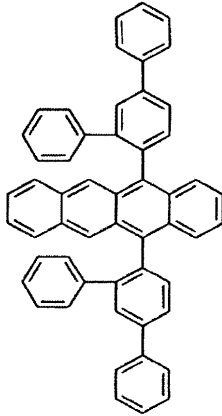
前記発光層は、ホストとドーパントとを含み、

前記ホストは、下記化合物(A-3)を含み、

前記ドーパントは、下記式(2)で表されるピロメテン骨格を有する化合物またはその金属錯体であり、

前記正孔注入層は、下記式(10)で表される化合物を含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

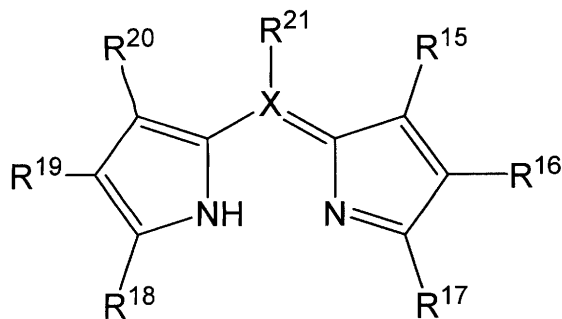
【化 1】



化合物 (A-3)

10

【化 2】



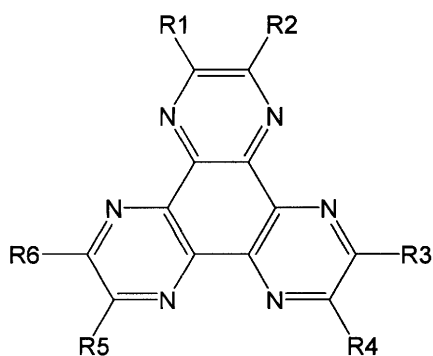
(2)

20

(前記式(2)中、 $R^{15} \sim R^{21}$ のうち少なくとも一つは芳香環を含む置換基かあるいは隣接置換基との間で縮合環を形成し、残りはそれぞれ独立に水素、アルキル基、シクロアルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、水酸基、メルカプト基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリーールエーテル基、アリーールチオエーテル基、アリーール基、複素環基、ハロゲン、ハロアルカン、ハロアルケン、ハロアルキン、シアノ基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボキシ基、エステル基、カルバモイル基、アミノ基、ニトロ基、シリル基、シロキサニル基、隣接置換基との間に形成される縮合環および脂肪族環の中から選ばれる(これらの基において、炭素数としては1~20とする)。 $R^{15} \sim R^{21}$ は同一でも異なったものであってもよく、置換基を有していてもよい。Xは炭素または窒素であるが、窒素の場合には上記 R^{21} は存在しない。金属錯体の金属は、ホウ素、ベリリウム、マグネシウム、クロム、鉄、コバルト、ニッケル、銅、亜鉛、白金から選ばれる少なくとも一種である。)

30

【化 4】



(10)

40

(前記式(10)において、 $R1 \sim R6$ は、シアノ基、ニトロ基、スルホニル基、カルボニル基、トリフルオロメチル基、およびハロゲンからなる群から選択される。)

50

~ 20とする)、前記 $R^{15} \sim R^{21}$ は、同一でも異なったものであってもよく、置換基を有していてもよい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10】

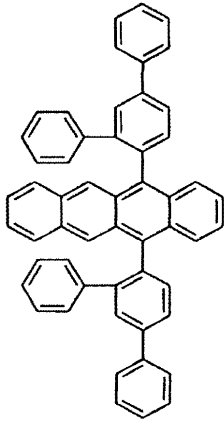
陰極と、陽極と、前記陰極と前記陽極との間に設けられた発光層と、を備え、

前記発光層は、ホストとドーパントとを含み、

前記ホストは、下記化合物(A-3)を含み、

前記ドーパントは、下記式(2-1)で表されるピロメテン骨格を有する金属錯体であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化1】

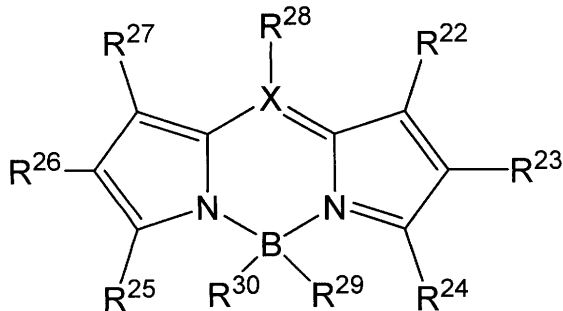


化合物(A-3)

10

20

【化2】



(2-1)

30

(前記式(2-1)中、 $R^{22} \sim R^{28}$ のうち少なくとも1つは芳香環を含む置換基かあるいは隣接置換基との間で縮合芳香環を形成し、残りはそれぞれ独立に水素、アルキル基、シクロアルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、水酸基、メルカプト基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリールエーテル基、アリールチオエーテル基、アリール基、複素環基、ハロゲン、ハロアルカン、ハロアルケン、ハロアルキン、シアノ基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボキシル基、エステル基、カルバモイル基、アミノ基、ニトロ基、シリル基、シロキサニル基、隣接置換基との間に形成される縮合環および脂肪族環の中から選ばれる。 $R^{22} \sim R^{28}$ は同一でも異なってもよく、置換基を有してもよい。 $R^{22} \sim R^{28}$ は隣接置換基との間で縮合芳香環を形成する。 R^{29} および R^{30} は同じでも異なってもよく、ハロゲン、水素、置換基を有してよいアルキル、置換基を有してもよいアリール、置換基を有してもよい複素環基から選ばれる。Xは炭素または窒素であるが、窒素の場合には上記 R^{28} は存在しない。)

40

【請求項11】

請求項10に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

$R^{22} \sim R^{24}$ の隣接置換基同士で置換基を有してもよい縮合芳香環を形成すること、および $R^{25} \sim R^{27}$ の隣接置換基同士で置換基を有してもよい縮合芳香環を形成することの少なくともいずれかを満たすことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

50

【請求項 1 2】

請求項 1 から請求項 1 1 のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記発光層が含有する前記ドーパントのドーブ濃度が 0 . 1 ~ 1 0 質量%であることを特徴とした有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 1 3】

請求項 1 から請求項 1 1 のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記発光層が含有する前記ドーパントのドーブ濃度が 0 . 5 ~ 2 . 0 質量%であることを特徴とした有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 1 4】

請求項 1 から請求項 1 3 のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記発光層の発光色が橙色 ~ 赤色であることを特徴とした有機エレクトロルミネッセンス素子。

10

【請求項 1 5】

請求項 1 から請求項 1 4 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を有することを特徴とした表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ナフタセン誘導体と、ピロメテン骨格を有する化合物もしくはその金属錯体とを組み合わせ用いた有機エレクトロルミネッセンス素子（有機 EL 素子）及び表示装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

有機 EL (Electro-Luminescence) 素子が知られ、イーストマン・コダック社の C . W . T a n g 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（非特許文献 1）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】

有機 EL 素子に用いる発光材料としては、トリス（8 - キノリノール）アルミニウム（Alq）錯体等のキレート錯体、クマリン錯体、テトラフェニルブタジエン誘導体、ビススチリルアレーン誘導体、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（例えば特許文献 1 ~ 3 等）。しかし、その発光効率や寿命は実用可能なレベルにまで到達せず不十分であった。また、フルカラーディスプレイには色の 3 原色（青色、緑色、赤色）が求められるが、中でも高効率な赤色素子が求められている。

30

【0004】

最近では、例えば、特許文献 4 には、ナフタセン又はペンタセン誘導体を発光層に添加した赤色発光素子が開示されている。しかし、この発光素子は、赤色純度は優れているものの、印加電圧が 1 1 V と高く、輝度の半減時間は約 1 5 0 時間と不十分であった。特許文献 5 には、ジシアノメチレン（DCM）系化合物を発光層に添加した素子が開示されているが、赤色の純度が不十分であった。特許文献 6 には、アミン系芳香族化合物を発光層に添加した赤色発光素子が開示されているが、この発光素子は C I E (Commission Internationale d'Eclairage) 色度（0 . 6 4、0 . 3 3）と色純度はよいものの、駆動電圧が高かった。特許文献 7、8 に、アミン系芳香族化合物と Alq 錯体を発光層に用いた素子が開示されている。しかしながら、この素子は、赤色発光するものの、低効率かつ短寿命であった。

40

【0005】

また特許文献 9 には、アミン系芳香族化合物と DPVDPAN を発光層に用いた素子が開示されているが、高効率な素子は発光色が橙色であり、赤色発光する素子は低効率であ

50

った。

【0006】

特許文献10には、ジシアノアントラセン誘導体とインデノペリレン誘導体を発光層に、金属錯体を電子輸送層に用いた素子が開示されているが、発光色が赤橙色であった。

【0007】

特許文献11には、フルオランテン誘導体とインデノペリレン誘導体を発光層に、電子輸送層にフルオランテン誘導体を用いた素子が公開されているものの、実用的な効率を伴っていないかった。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0008】

【特許文献1】特開平8-239655号公報

【特許文献2】特開平7-138561号公報

【特許文献3】特開平3-200889号公報

【特許文献4】特開平8-311442号公報

【特許文献5】特開平3-162481号公報

【特許文献6】特開2001-81451号公報

【特許文献7】WO01/23497パンフレット

【特許文献8】特開2003-40845号公報

【特許文献9】特開2003-81924号公報

20

【特許文献10】特開2001-307885号公報

【特許文献11】特開2003-338377号公報

【非特許文献】

【0009】

【非特許文献1】C. W. Tang, S. A. Vanslyke, Applied Physics Letters, 51巻、913頁、1987年

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明の主な目的は、実用的な、高効率で長寿命、かつ色純度に優れた有機EL素子及び表示装置を提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明者らは、上記目的を達成するために、鋭意研究を重ねた結果、ナフトセン誘導体とピロメテン骨格を有する化合物もしくはその金属錯体を、有機EL素子の有機化合物層の少なくとも一層に用いることにより、有機EL素子の長寿命化と高効率化を達成できることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0012】

本発明の第一の態様に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、陰極と、陽極と、前記陰極と前記陽極との間に設けられた発光層と、を備え、前記発光層は、ホストとドーパントとを含み、前記ホストは、下記化合物(A-3)を含み、前記ドーパントは、下記式(2)で表されるピロメテン骨格を有する化合物またはその金属錯体であることを特徴とする。

40

本発明の第一の態様において、下記式(2)中、 $R^{15} \sim R^{21}$ のうち少なくとも一つは芳香環を含む置換基かあるいは隣接置換基との間で縮合環を形成し、残りはそれぞれ独立に水素、アルキル基、シクロアルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、水酸基、メルカプト基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリールエーテル基、アリールチオエーテル基、アリール基、複素環基、ハロゲン、ハロアルカン、ハロアルケン、ハロアルキン、シアノ基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボキシル基、エステル基、カルバモイル基、アミノ基、ニトロ基、シリル基、シロキサニル基、

50

隣接置換基との間に形成される縮合環および脂肪族環の中から選ばれる（これらの基において、炭素数としては1～20とする）。 R^{15} および前記 R^{20} は、それぞれ独立に、水素原子またはアルキル基であり、 $R^{16} \sim R^{19}$ は、それぞれ独立に、芳香環であり、 R^{21} は、芳香環である。 $R^{15} \sim R^{21}$ は同一でも異なったものであってもよく、置換基を有していてもよい。Xは炭素原子である。金属錯体の金属は、ホウ素、ベリリウム、マグネシウム、クロム、鉄、コバルト、ニッケル、銅、亜鉛、白金から選ばれる少なくとも一種である。

【0013】

【化1】

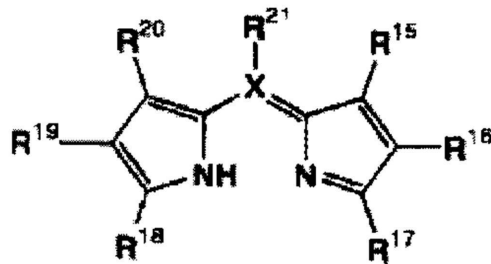


化合物(A-3)

10

【0014】

【化2】



(2)

20

【0016】

本発明の第二の態様に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、陰極と、陽極と、前記陰極と前記陽極との間に設けられた発光層と、を備え、前記発光層は、ホストとドーパントとを含み、前記ホストは、前記化合物(A-3)を含み、前記ドーパントは、前記式(2)で表されるピロメテン骨格を有する化合物またはその金属錯体であることを特徴とする。本発明の第二の態様においては、前記式(2)中、 $R^{15} \sim R^{21}$ のうち少なくとも一つは芳香環を含む置換基かあるいは隣接置換基との間で縮合環を形成し、残りはそれぞれ独立に水素、アルキル基、シクロアルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、水酸基、メルカプト基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリールエーテル基、アリールチオエーテル基、アリール基、複素環基、ハロゲン、ハロアルカン、ハロアルケン、ハロアルキン、シアノ基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボキシ基、エステル基、カルバモイル基、アミノ基、ニトロ基、シリル基、シロキサニル基、隣接置換基との間に形成される縮合環および脂肪族環の中から選ばれる（これらの基において、炭素数としては1～20とする）、 R^{21} は、水素原子であり、 $R^{15} \sim R^{21}$ は同一でも異なったものであってもよく、置換基を有していてもよく、Xは炭素原子であり、金属錯体の金属は、ホウ素、ベリリウム、マグネシウム、クロム、鉄、コバルト、ニッケル、銅、亜鉛、白金から選ばれる少なくとも一種である。さらに、前記 $R^{15} \sim R^{20}$ は、それぞれ独立に、水素原子または芳香環であることが好ましい。

30

40

【0017】

金属錯体の金属としては、特にホウ素が好ましい。

【0018】

置換基を有してもよいアルキル基は炭素数1～20のアルキル基が好ましい。より好ま

50

しくは、炭素数 1 ~ 10 のアルキル基。さらに好ましくは炭素数 1 ~ 5 のアルキル基。アルキル基は、直鎖でも分岐していてもよい。一級アルキル基、二級アルキル基、三級アルキル基のいずれでもよい。

具体的には、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、sec-ブチル基、tert-ブチル基、n-ペンチル基、n-ヘキシル基、n-ヘプチル基、n-オクチル基、n-ノニル基、n-デシル基があげられる。

置換基を有してもよいアリアル基は、炭素数 6 ~ 30 のアリアル基が好ましく、より好ましくは、炭素数 6 ~ 20 のアリアル基が好ましい。具体的には、フェニル基、フェニルフェニル基 (4-フェニルフェニル基、3-フェニルフェニル基、2-フェニルフェニル基)、ナフチルフェニル基 (4-(1-ナフチル)フェニル基、4-(2-ナフチル)フェニル基)、ナフチル基 (1-ナフチル基、2-ナフチル基)、フェニルナフチル基 (6-フェニル-2-ナフチル基、4-フェニル-1-ナフチル基)、ナフチルナフチル基 (6-ナフチル-2-ナフチル基、4-ナフチル-1-ナフチル基)、アントラニル基、ファナンチル基、ピレニル基、クリセニル基があげられる。

【0019】

アミノ基は、アミノ基、置換基を有してもよい炭素数 1 ~ 20 のモノアルキルアリアル基、置換基を有してもよい炭素数 1 ~ 20 のジアルキルアリアル基、置換基を有してもよい炭素数 6 ~ 30 のモノアリアルアリアル基、置換基を有してもよい炭素数 6 ~ 30 のビスアリアルアリアル基でもよい。ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ジフェニルアミノ基、ジトリルアミノ基、ジキシリルアミノ基があげられる。

置換基を有してもよいアルコキシ基は炭素数 1 ~ 20 のアルコキシ基が好ましい。メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基があげられる。

置換基を有してもよいアルキルチオ基は、炭素数 1 ~ 20 のアルキルチオ基が好ましい。メチルチオ基、エチルチオ基があげられる。

置換基を有してもよいアリアルオキシ基としては、炭素数 6 ~ 30 のアリアルオキシ基が好ましい。フェノキシ基があげられる。

置換基を有してもよいアリアルオキシチオ基としては、炭素数 6 ~ 30 のアリアルチオ基が好ましい。フェニルチオ基があげられる。

置換基を有してもよいアルケニル基としては、炭素数 1 ~ 20 のアルケニル基が好ましい。ビニル基、プロペニル基があげられる。

置換基を有してもよいアラルキル基としては、炭素数 7 ~ 30 のアラルキル基が好ましい。ベンジル基があげられる。

置換基を有してもよい複素環基としては、炭素数 5 ~ 30 の複素環基が好ましい。ピリジル基、フリル基、チエニル基、ピラジル基、ピリミジル基、キノリル基などあげられる。

【0020】

本発明によれば、発光層がナフタセン誘導体により構成されたホストとピロメテン骨格を有する化合物もしくはその金属錯体により構成されたドーパントとを含むので、有機 EL 素子の実用的な効率と寿命を実現することができる。

【0023】

前述のような構成によれば、前記化合物 (A-3) で表されるナフタセン誘導体は、ナフタセンに結合する二つのベンゼン環のオルト位のうち、少なくとも一つに置換基を有する。

【0024】

ナフタセンに結合する二つのベンゼン環のオルト位に置換基を導入すると、導入された置換基とナフタセン骨格との間に立体障害が生じる。この立体障害により、導入された置換基は、ナフタセン骨格の平面に対して面外方向を向くようになる。そして、面外方向に突き出た置換基により、ナフタセン誘導体同士の会合が防止される。

【0025】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記陽極と前記発光層との間に

10

20

30

40

50

正孔輸送層を含むことが好ましい。

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記陽極と前記発光層との間に正孔注入層を含み、前記正孔注入層は、下記式(10)で表される化合物を含むことが好ましく、この場合において、前記正孔注入層と前記発光層との間に正孔輸送層を含むことが好ましい。

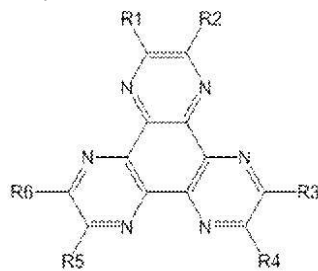
本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記正孔輸送層は、下記式(7)で表される化合物を含むことが好ましい。

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記正孔輸送層は、下記式(8)で表される化合物を含むことが好ましい。

本発明の第三の態様に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、陰極と、陽極と、前記陰極と前記陽極との間に設けられた発光層と、前記陽極と前記発光層との間に設けられた正孔注入層と、を備え、前記発光層は、ホストとドーパントとを含み、前記ホストは、前記化合物(A-3)を含み、前記ドーパントは、前記式(2)で表されるピロメテン骨格を有する化合物またはその金属錯体であり、前記正孔注入層は、下記式(10)で表される化合物を含むことを特徴とする。本発明の第三の態様においては、前記式(2)中、 $R^{15} \sim R^{21}$ のうち少なくとも一つは芳香環を含む置換基あるいは隣接置換基との間で縮合環を形成し、残りはそれぞれ独立に水素、アルキル基、シクロアルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、水酸基、メルカプト基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリールエーテル基、アリールチオエーテル基、アリール基、複素環基、ハロゲン、ハロアルカン、ハロアルケン、ハロアルキン、シアノ基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボキシル基、エステル基、カルバモイル基、アミノ基、ニトロ基、シリル基、シロキサニル基、隣接置換基との間に形成される縮合環および脂肪族環の中から選ばれる(これらの基において、炭素数としては1~20とする)。 $R^{15} \sim R^{21}$ は同一でも異なったものであってもよく、置換基を有していてもよい。Xは炭素または窒素であるが、窒素の場合には上記 R^{21} は存在しない。金属錯体の金属は、ホウ素、ベリリウム、マグネシウム、クロム、鉄、コバルト、ニッケル、銅、亜鉛、白金から選ばれる少なくとも一種である。

【0026】

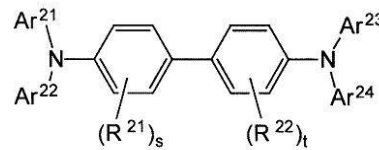
【化1A】



(10)



(7)



(8)

【0027】

前記式(10)において、 $R^1 \sim R^6$ は、シアノ基、ニトロ基、スルホニル基、カルボニル基、トリフルオロメチル基、およびハロゲンからなる群から選択される。

前記式(7)中、 Q^1 および Q^2 は、少なくとも1個の三級アミンを有する部位であり、Gは連結基である。

前記式(8)において、 $Ar^{21} \sim Ar^{24}$ は、置換もしくは無置換の核炭素数6~50の芳香族環、又は置換もしくは無置換の核原子数5~50の複素芳香族環である。 R^{21} 、 R^{22} は置換基であり、s、tはそれぞれ0~4の整数である。 Ar^{21} および Ar^{22} 、 Ar^{23} および Ar^{24} はそれぞれ互いに連結して環状構造を形成してもよい。 R^{21} および R^{22} もそれぞれ互いに連結して環状構造を形成してもよい。 $Ar^{21} \sim Ar^{24}$ の置換基、および R^{21} 、 R^{22} は、置換もしくは無置換の核炭素数6~50の芳香族環、置換もしくは無置換の核原子数5~50の複素芳香族環、炭素数1~50のアルキル基、炭素数1~50のアルコキシ基、炭素数1~50のアルキルアリール基、炭素数1

10

20

30

40

50

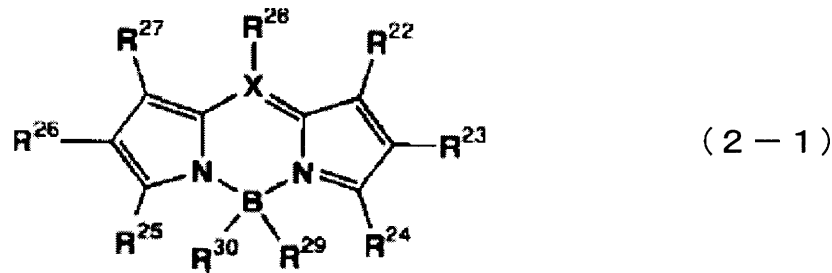
~ 50のアラルキル基、スチリル基、核炭素数6~50の芳香族環もしくは核原子数5~50の複素芳香族環で置換されたアミノ基、核炭素数6~50の芳香族環もしくは核原子数5~50の複素芳香族環で置換されたアミノ基で置換された核炭素数6~50の芳香族環もしくは核原子数5~50の複素芳香族環である。

【0028】

本発明では、前記ドーパントが下記式(2-1)で表されるピロメテン骨格を有する金属錯体であることが好ましい。

【0029】

【化4】



10

【0030】

前記式(2-1)中、 $R^{22} \sim R^{28}$ のうち少なくとも1つは芳香環を含む置換基があるいは隣接置換基との間で縮合芳香環を形成し、残りはそれぞれ独立に水素、アルキル基、シクロアルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、水酸基、メルカプト基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリールエーテル基、アリールチオエーテル基、アリール基、複素環基、ハロゲン、ハロアルカン、ハロアルケン、ハロアルキン、シアノ基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボキシル基、エステル基、カルバモイル基、アミノ基、ニトロ基、シリル基、シロキサニル基、隣接置換基との間に形成される縮合環および脂肪族環の中から選ばれる。 $R^{22} \sim R^{28}$ は同一でも異なってもよく、置換基を有してもよい。 R^{29} および R^{30} は同じでも異なってもよく、ハロゲン、水素、置換基を有してよいアルキル、置換基を有してよいアリール、置換基を有して

20

30

【0031】

本発明では、前記式(2-1)で表されるピロメテン骨格を有する金属錯体の $R^{22} \sim R^{28}$ のうち少なくとも1つは芳香環を含む置換基であることが好ましい。

【0032】

本発明では、前記式(2-1)で表されるピロメテン骨格を有する金属錯体の $R^{22} \sim R^{28}$ が隣接置換基との間で縮合芳香環を形成することが好ましい。

【0033】

本発明では、前記式(2-1)で表されるピロメテン骨格を有する金属錯体は、 $R^{22} \sim R^{24}$ の隣接置換基同士で置換基を有してもよい縮合芳香環を形成すること、および $R^{25} \sim R^{27}$ の隣接置換基同士で置換基を有してもよい縮合芳香環を形成することの少なくともいずれかを満たすことが好ましい。

40

【0034】

本発明の第四の態様に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、陰極と、陽極と、前記陰極と前記陽極との間に設けられた発光層と、を備え、前記発光層は、ホストとドーパントとを含み、前記ホストは、前記化合物(A-3)を含み、前記ドーパントは、前記式(2-1)で表されるピロメテン骨格を有する金属錯体であることを特徴とする。本発明の第四の態様においては、前記式(2-1)中、 $R^{22} \sim R^{28}$ のうち少なくとも1つは芳香環を含む置換基があるいは隣接置換基との間で縮合芳香環を形成し、残りはそれぞれ

50

独立に水素、アルキル基、シクロアルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、水酸基、メルカプト基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリーールエーテル基、アリーールチオエーテル基、アリーール基、複素環基、ハロゲン、ハロアルカン、ハロアルケン、ハロアルキン、シアノ基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボキシル基、エステル基、カルバモイル基、アミノ基、ニトロ基、シリル基、シロキサニル基、隣接置換基との間に形成される縮合環および脂肪族環の中から選ばれ、 $R^{2,2} \sim R^{2,8}$ は同一でも異なってもよく、置換基を有してもよく、 $R^{2,2} \sim R^{2,8}$ は隣接置換基との間で縮合芳香環を形成し、 $R^{2,9}$ および $R^{3,0}$ は同じでも異なってもよく、ハロゲン、水素、置換基を有してよいアルキル、置換基を有してよいアリーール、置換基を有してよい複素環基から選ばれ、Xは炭素または窒素であるが、窒素の場合には上記 $R^{2,8}$ は存在しない。

10

【0035】

本発明では、前記発光層が含有する前記ドーパントのドーブ濃度が0.1~10質量%であることが好ましい。前記発光層が含有する前記ドーパントのドーブ濃度が0.5~2質量%であることがより好ましい。

本発明では、前記発光層の発光色が橙色~赤色であることが好ましい。

【0036】

本発明の表示装置は、上述の有機エレクトロルミネッセンス素子を有することを特徴とする。

【0037】

このような構成によれば、上述の有機エレクトロルミネッセンス素子により表示装置を構成するので、高効率で長寿命、かつ色純度に優れた高性能の表示装置を得ることができる。

20

【0038】

本発明によれば、実用的な、高効率で長寿命、かつ色純度に優れた有機EL素子が提供できる。

さらに、本発明によれば、電子輸送層用および発光層用の材料として好適な化合物を選択することにより、さらに高効率な有機EL素子を得ることができる。即ち、本発明の構成により、電子輸送層での励起子生成が抑えられ、電子輸送層からの微少な発光をさらに低レベルにまで抑制した高色純度な有機EL素子が得られる。また、同様の理由により、素子の長寿命化が図られる。

30

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】本発明の有機EL素子に係る一実施形態を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0040】

[有機EL素子の構成]

以下に本発明に用いられる有機EL素子の代表的な構成例を示す。もちろん、本発明はこれに限定されるものではない。

- (1) 陽極 / 発光層 / 電子輸送層 / 陰極
- (2) 陽極 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子輸送層 / 陰極
- (3) 陽極 / 正孔注入層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子輸送層 / 陰極
- (4) 陽極 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子輸送層 / 電子注入層 / 陰極
- (5) 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 (図1)
- (6) 陽極 / 絶縁層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子輸送層 / 陰極
- (7) 陽極 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子輸送層 / 絶縁層 / 陰極
- (8) 陽極 / 絶縁層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子輸送層 / 絶縁層 / 陰極
- (9) 陽極 / 正孔注入層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子輸送層 / 絶縁層 / 陰極
- (10) 陽極 / 絶縁層 / 正孔注入層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子輸送層 / 電子注入層 /

40

50

陰極

(11)陽極/絶縁層/正孔注入層/正孔輸送層/発光層/電子輸送層/電子注入層/絶縁層/陰極等の構造を挙げることができる。

これらの中で通常(2)(3)(4)(5)(8)(9)(11)の構成が好ましく用いられる。

【0041】

本発明の有機EL素子は、陽極と、陰極と、発光層を含む1層又は複数層の有機層を備え、有機層のうち少なくとも1層が、ナフタセン誘導体からなるホストとピロメテン骨格を有する化合物もしくはその金属錯体からなるドーパントを含有する。

10

本発明の有機EL素子の一例を図1に示す。この図において、有機EL素子1は、基板10上に、陽極20、正孔注入層30、正孔輸送層40、発光層50、電子輸送層60、電子注入層70および陰極80を、この順に積層した構成を有する。正孔注入層30、正孔輸送層40、発光層50、電子輸送層60および電子注入層70が、陰極80と陽極20の間に挟持される有機層に該当し、これらの層の少なくとも一層が、ナフタセン誘導体からなるホスト材料とピロメテン骨格を有する化合物もしくはその金属錯体からなるドーパント材料を含有する。好ましくは、発光層が、ナフタセン誘導体とピロメテン骨格を有する化合物もしくはその金属錯体とを含有する。

【0042】

以下、有機EL素子における各層の機能等について説明する。

20

[透光性基板]

発光が基板側から出射される下面発光型又はボトムエミッション型の有機EL素子とする場合、本発明の有機EL素子は透光性の基板上に作製する。ここでいう透光性基板は有機EL素子を支持する基板であり、400~700nmの可視領域の光の透過率が50%以上で、平滑な基板が好ましい。

具体的には、ガラス板、ポリマー板等が挙げられる。ガラス板としては、特にソーダ石灰ガラス、バリウム・ストロンチウム含有ガラス、鉛ガラス、アルミノケイ酸ガラス、ホウケイ酸ガラス、バリウムホウケイ酸ガラス、石英等が挙げられる。またポリマー板としては、ポリカーボネート、アクリル、ポリエチレンテレフタレート、ポリエーテルサルファイド、ポリサルフォン等を挙げることができる。また、駆動用のTFT(Thin Film Transistor)が形成されているTFT基板であってもよい。

30

【0043】

また、発光が素子の上部から出射される上面発光型又はトップエミッション型の有機EL素子とする場合、上述の基板上にアルミニウム等の適当な金属の反射光を設ける必要がある。

【0044】

[陽極]

本発明の有機EL素子の陽極は、正孔を正孔輸送層又は発光層に注入する役割を担うものであり、4.5eV以上の仕事関数を有することが効果的である。本発明に用いられる陽極材料の具体例としては、酸化インジウム錫合金(ITO)、酸化錫(NESA)、酸化インジウム亜鉛合金(IZO)、金、銀、白金、銅等が適用できる。

40

これら材料は単独で用いることもできるが、これら材料同士の合金や、その他の元素を添加した材料も適宜選択して用いることができる。

陽極はこれらの電極物質を蒸着法やスパッタリング法等の方法で薄膜を形成させることにより作製することができる。

【0045】

下面発光型又はボトムエミッション型の有機EL素子の場合、陽極の発光に対する透過率は10%より大きくすることが好ましい。また陽極のシート抵抗は、数百Ω以下が好ましい。陽極の膜厚は材料にもよるが、通常10nm~1μm、好ましくは10~200nmの範囲で選択される。

50

【0046】

[発光層]

有機EL素子の発光層は以下の機能を併せ持つものである。即ち、

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

(ii) 輸送機能：注入した電荷（電子と正孔）を電界の力で移動させる機能

(iii) 発光機能：電子と正孔の再結合の場を提供し、これを発光につなげる機能がある。

ただし、正孔の注入されやすさと電子の注入されやすさに違いがあってもよく、また正孔と電子の移動度で表される輸送能に大小があってもよいが、少なくともどちらか一方の電荷を輸送することが好ましい。

10

【0047】

この発光層を形成する方法としては、例えば蒸着法、スピコート法、LB (Langmuir Blodgett) 法等の公知の方法を適用することができる。発光層は、特に分子堆積膜であることが好ましい。

ここで分子堆積膜とは、気相状態の材料化合物から沈着され形成された薄膜や、溶液状態又は液相状態の材料化合物から固体化され形成された膜のことであり、通常この分子堆積膜は、LB法により形成された薄膜（分子累積膜）とは凝集構造、高次構造の相違や、それに起因する機能的な相違により区分することができる。

また、特開昭57-51781号公報に開示されているように、樹脂等の結着剤と材料化合物とを溶剤に溶かして溶液とした後、これをスピコート法等により薄膜化することによっても、発光層を形成することができる。

20

【0048】

本発明の発光層は、ホストとドーパントとを含む。

発光層において、ドーパント材料のドーパ濃度は、0.1～10質量%であることが好ましく、0.5～2.0質量%であることがより好ましい。

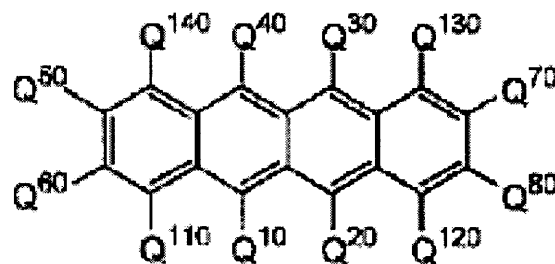
また、発光層の発光色は、橙色～赤色であることが好ましい。

【0049】

ホストは、下記式(1)で表されるナフタセン誘導体である。

【0050】

【化5】



(1)

30

【0051】

前記式(1)中、 Q^{10} 、 Q^{20} 、 Q^{30} 、 Q^{40} 、 Q^{50} 、 Q^{60} 、 Q^{70} 、 Q^{80} 、 Q^{110} 、 Q^{120} 、 Q^{130} 及び Q^{140} は、それぞれ水素、置換もしくは無置換の炭素数1～20のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換のアミノ基、置換もしくは無置換の炭素数1～20のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数1～20のアルキルチオ基、置換もしくは無置換の炭素数6～30のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数6～30のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数1～20のアルケニル基、置換もしくは無置換の炭素数7～30のアラルキル基または置換もしくは無置換の複素環基を表し、これらは同一でも異なるものであってもよい。

40

【0052】

50

前記式(1)中、 Q^{10} 、 Q^{20} 、 Q^{30} 及び Q^{40} (まとめて $Q^{10} \sim Q^{40}$ と表す)は、水素、または置換もしくは無置換の炭素数1~20のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数6~30のアリール基、置換もしくは無置換のアミノ基、置換もしくは無置換の複素環基及び置換もしくは無置換の炭素数1~20のアルケニル基のいずれかであることが好ましい。また、より好ましくはアリール基である。また、特に、 Q^{10} 、 Q^{40} が水素かつ Q^{20} 、 Q^{30} が上記置換基であるものも好ましい。

【0053】

また、 Q^{10} と Q^{40} 、 Q^{20} と Q^{30} はそれぞれ同じものであることが好ましいが、異なってもよい。

【0054】

Q^{50} 、 Q^{60} 、 Q^{70} 及び Q^{80} (まとめて $Q^{50} \sim Q^{80}$ と表す)は、水素、置換もしくは無置換の炭素数1~20のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数6~30のアリール基、置換もしくは無置換のアミノ基、置換もしくは無置換の炭素数1~20のアルケニル基及び置換もしくは無置換の複素環基のいずれかが好ましく、特に好ましくは水素または置換もしくは無置換の炭素数6~30のアリール基である。また、 Q^{50} と Q^{60} 、 Q^{70} と Q^{80} は、それぞれ同じものであることが好ましいが、異なってもよい。また、 Q^{110} 、 Q^{120} 、 Q^{130} 及び Q^{140} (まとめて $Q^{110} \sim Q^{140}$ と表す)は水素が好ましい。

【0055】

$Q^{10} \sim Q^{40}$ 、 $Q^{50} \sim Q^{80}$ 、 $Q^{110} \sim Q^{140}$ で表されるアルキル基としては、置換基を有していてもよく、直鎖状であっても分岐を有していてもよい。アルキル基の好ましい具体例としては、メチル基、エチル基、(n, i)-プロピル基、(n, i, sec, tert)-ブチル基、(n, i, neo, tert)-ペンチル基等が挙げられる。

【0056】

$Q^{10} \sim Q^{40}$ 、 $Q^{50} \sim Q^{80}$ 、 $Q^{110} \sim Q^{140}$ で表されるアリール基は、単環もしくは多環のものであってよく、縮合環や環集合も含まれる。置換基を有していてもよい。 $Q^{10} \sim Q^{40}$ 、 $Q^{50} \sim Q^{80}$ 、 $Q^{110} \sim Q^{140}$ で表されるアリール基としては、好ましくはフェニル基、(o-, m-, p-)トリル基、ピレニル基、ペリレニル基、コロネニル基、(1-, 及び2-)ナフチル基、アントリル基、(o-, m-, p-)ビフェニル基、ターフェニル基、フェナントリル基等である。

【0057】

$Q^{10} \sim Q^{40}$ 、 $Q^{50} \sim Q^{80}$ 、 $Q^{110} \sim Q^{140}$ で表されるアミノ基としては、無置換であってもよいが、置換基を有するほうが好ましく、アルキルアミノ基、アリールアミノ基、アラルキルアミノ基等いずれでもよい。これらは、総炭素数1~6の脂肪族、及び1~4環芳香族炭素環の少なくともいずれかを有することが好ましい。具体的には、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ジブチルアミノ基、ジフェニルアミノ基、ジトリルアミノ基、ビスジフェニルアミノ基、ビスナフチルアミノ基等が挙げられる。

【0058】

$Q^{10} \sim Q^{40}$ 、 $Q^{50} \sim Q^{80}$ 、 $Q^{110} \sim Q^{140}$ で表される複素環基としては、置換基を有していてもよく、ヘテロ原子として、O, N, Sを含有する5員または6員環の好ましくは芳香族複素環基、及び炭素数2~20の縮合多環芳香族基等が挙げられる。芳香族複素環基及び縮合多環芳香族複素環基としては、例えばチエニル基、フリル基、ピロニル基、ピリジル基、キノリル基、キノキサリル基等が挙げられる。

【0059】

$Q^{10} \sim Q^{40}$ 、 $Q^{50} \sim Q^{80}$ 、 $Q^{110} \sim Q^{140}$ で表される置換もしくは無置換の炭素数1~20のアルケニル基としては、少なくとも置換基の1つにフェニル基を有する(1-, 及び2-)フェニルアルケニル基、(1, 2-, 及び2, 2-)ジフェニルアルケニル基、(1, 2, 2-)トリフェニルアルケニル基等が好ましいが、無置換のものであってもよい。

10

20

30

40

50

【0060】

$Q^{10} \sim Q^{40}$ 、 $Q^{50} \sim Q^{80}$ 、 $Q^{110} \sim Q^{140}$ で表されるアルコキシ基、アルキルチオ基としては、置換基を有していてもよく、前述のアルキル基を有するものが好ましい。

【0061】

$Q^{10} \sim Q^{40}$ 、 $Q^{50} \sim Q^{80}$ 、 $Q^{110} \sim Q^{140}$ で表されるアリーロキシ基、アリールチオ基としては、置換基を有していてもよく、アリール基を有しているものが好ましく、具体的には、アリーロキシ基として (o-, m-, p-) フェノキシ基等であり、アリールチオ基としては、(o-, m-, p-) フェニルチオ基等である。

【0062】

$Q^{10} \sim Q^{40}$ 、 $Q^{50} \sim Q^{80}$ 、 $Q^{110} \sim Q^{140}$ で表されるアラルキル基としては、置換基を有していてもよく、具体的にはベンジル基、フェネチル基等である。

【0063】

$Q^{10} \sim Q^{40}$ 、 $Q^{50} \sim Q^{80}$ 、 $Q^{110} \sim Q^{140}$ が置換基を有する場合、特に $Q^{10} \sim Q^{40}$ ではこれらの置換基のうち少なくとも2つがアリール基、アミノ基、複素環基、アルケニル基及びアリーロキシ基のいずれかであることが好ましく、特に好ましくはアリール基である。アリール基、アミノ基、複素環基及びアルケニル基については前述の $Q^{10} \sim Q^{40}$ と同様である。

【0064】

これら置換基の2種以上が縮合環を形成していてもよい。また、さらに置換されていて

【0065】

$Q^{10} \sim Q^{40}$ 、 $Q^{50} \sim Q^{80}$ 、 $Q^{110} \sim Q^{140}$ が置換基を有する場合、特に $Q^{10} \sim Q^{40}$ のうち少なくともその2種以上が上記置換基を有することが好ましい。その置換位置としては特に限定されるものではなく、 $Q^{10} \sim Q^{40}$ がフェニルを有するものであるとき、メタ、パラ、オルト位のいずれでもよい。

【0066】

前記式(1)においては、 $Q^{10} \sim Q^{80}$ の少なくとも1つ以上、さらには $Q^{10} \sim Q^{40}$ の少なくとも1つ以上が置換または無置換のアリール基であることが好ましい。

【0067】

特にナフトセン誘導体としては、下記式(3)で表されるものがより好ましい。

下記式(3)中、 Q^{10} 、 $Q^{21} \sim Q^{25}$ 、 $Q^{31} \sim Q^{35}$ 、 Q^{40} 、 Q^{50} 、 Q^{60} 、 Q^{70} 、 Q^{80} 、 Q^{110} 、 Q^{120} 、 Q^{130} および Q^{140} は、それぞれ水素、置換もしくは無置換のアルキル基、置換もしくは無置換のアリール基、置換もしくは無置換のアミノ基、置換もしくは無置換のアルコキシ基、置換もしくは無置換のアルキルチオ基、置換もしくは無置換のアリーロキシ基、置換もしくは無置換のアリールチオ基、置換もしくは無置換のアルケニル基、置換もしくは無置換のアラルキル基または置換もしくは無置換の複素環基を表し、これらは同一でも異なるものであってもよい。

前記式(3)中、 $Q^{21} \sim Q^{25}$ 、 $Q^{31} \sim Q^{35}$ は、隣接する2個以上が互いに結合して環を形成してもよい。

下記式(3)で表されるナフトセン誘導体における $Q^{21} \sim Q^{25}$ のうち少なくとも2つ、並びに $Q^{31} \sim Q^{35}$ のうち少なくとも2つは、置換もしくは無置換のアルキル基、置換もしくは無置換のアリール基、置換もしくは無置換のアミノ基、置換もしくは無置換のアルコキシ基、置換もしくは無置換のアルキルチオ基、置換もしくは無置換のアリーロキシ基、置換もしくは無置換のアリールチオ基、置換もしくは無置換のアルケニル基、置換もしくは無置換のアラルキル基または置換もしくは無置換の複素環基である。

下記式(3)で表されるナフトセン誘導体における Q^{21} 、 Q^{25} 、 Q^{31} 、 Q^{35} の1つ以上は、置換もしくは無置換のアルキル基、置換もしくは無置換のアリール基、置換もしくは無置換のアミノ基、置換もしくは無置換のアルコキシ基、置換もしくは無置換のアルキルチオ基、置換もしくは無置換のアリーロキシ基、置換もしくは無置換のアリー

10

20

30

40

50

ルチオ基、置換もしくは無置換のアルケニル基、置換もしくは無置換のアラルキル基または置換もしくは無置換の複素環基であることが好ましい。

このような構成によれば、前記式(3)で表されるナフタセン誘導体は、ナフタセンに結合する二つのベンゼン環のオルト位のうち、少なくとも一つに置換基を有する。

なお、 Q^{21} 、 Q^{25} 、 Q^{31} 、 Q^{35} の二つ以上が置換基である場合には、これらは同一でも異なるものであってもよい。また、これら隣接する2個以上が互いに結合して環を形成してもよい。

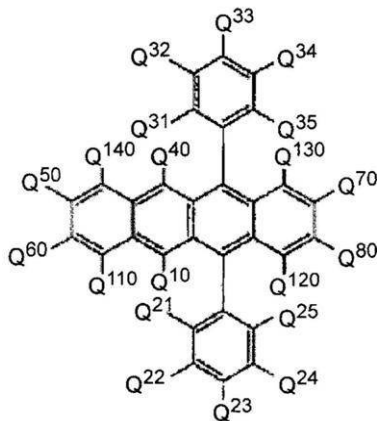
置換基としては、置換もしくは無置換のフェニル基が一例として挙げられる。

また、ナフタセンに結合する二つのベンゼン環のオルト位のうち、二つ以上が置換されていることが好ましい。

下記式(3)で表されるナフタセン誘導体における Q^{21} 、 Q^{25} の1つ以上は置換もしくは無置換のアリール基または置換もしくは無置換の複素環基であり、 Q^{31} 、 Q^{35} の1つ以上は置換もしくは無置換のアリール基または置換もしくは無置換の複素環基であることが好ましい。

【0068】

【化1B】



(3)

【0069】

これらの基の具体例は前記式(1)中の Q^{10} 等と同様である。

【0070】

前記式(3)中、 $Q^{21} \sim Q^{25}$ 及び $Q^{31} \sim Q^{35}$ は、水素、アリール基、アミノ基、複素環基、アリールオキシ基及びアルケニル基のいずれかが好ましく、特に好ましくはアリール基である、また、これらのうちの少なくとも1群中にはアリール基、アミノ基、複素環基及びアリールオキシ基のいずれか、特に好ましくはアリール基を置換基として有することが好ましい。これらの隣接する2個以上が縮合環を形成してもよい。アリール基、アミノ基、複素環基及びアリールオキシ基の好ましい態様としては、前述の $Q^{10} \sim Q^{40}$ と同様である。

【0071】

また、 $Q^{21} \sim Q^{25}$ と $Q^{31} \sim Q^{35}$ は、それぞれ同じであることが好ましいが、異なってもよい。 $Q^{21} \sim Q^{25}$ 及び $Q^{31} \sim Q^{35}$ の置換基となるアミノ基としては、アルキルアミノ基、アリールアミノ基、アラルキルアミノ基等いずれでもよい。総炭素数1~6の脂肪族、及び1~4環芳香族炭素環の少なくともいずれかを有することが好ましい。具体的には、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ジブチルアミノ基、ジフェニルアミノ基、ジトリルアミノ基、ビスジフェニルアミノ基、ビスナフチルアミノ基等が挙げられる。

【0072】

形成される縮合環としては、例えばインデン、ナフタレン、アントラセン、フェナントレン、キノリン、イソキノリン、キノキサリン、フェナジン、アクリジン、インドール、カルバゾール、フェノキサジン、フェノチアジン、ベンゾチアゾール、ベンゾチオフェン

10

20

30

40

50

、ベンゾフラン、アクリドン、ベンゾイミダゾール、クマリン、フラボン等をあげることができる。

【0073】

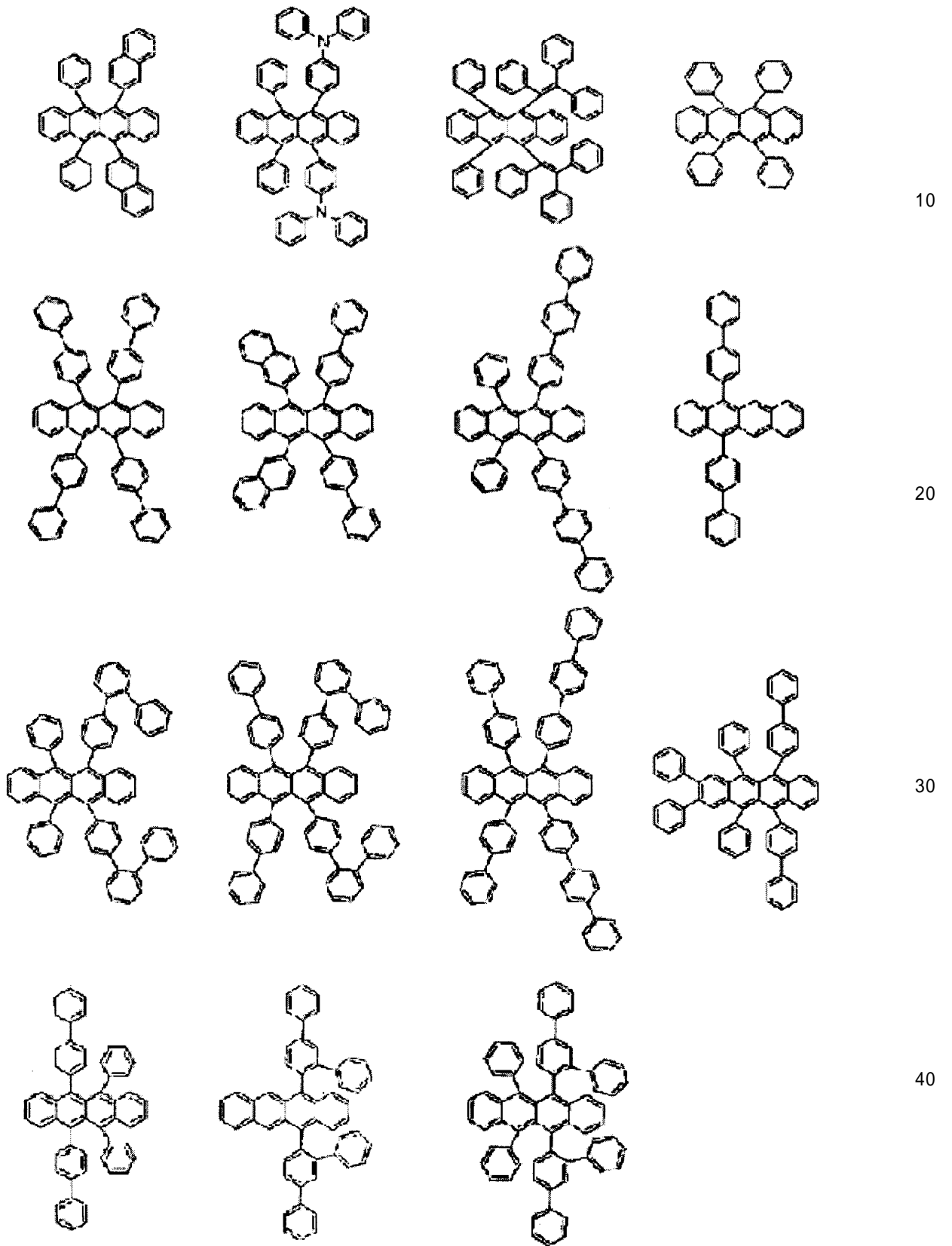
Q¹⁰、Q⁴⁰、Q¹¹⁰～Q¹⁴⁰としては、特に水素が好ましい。

【0074】

本実施形態の前記式(1)で表される芳香族化合物の具体例を以下に示すが、本発明はこれら例示化合物に限定されるものではない。

【0075】

【化6】



【0076】

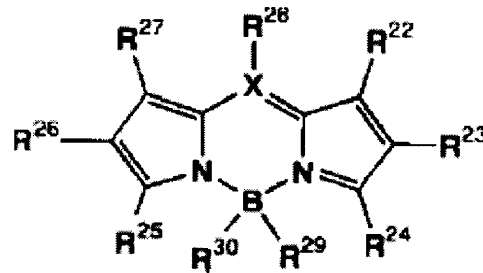
ドーパントは、前記式(2)で表されるピロメテン骨格を有する化合物またはその金属錯体である。

さらに、前記式(2)で表されるピロメテン骨格を有する化合物もしくはその金属錯体

は、下記式(2-1)で表されることが好ましい。

【0077】

【化7】



(2-1)

10

【0078】

前記式(2-1)中、 $R^{22} \sim R^{28}$ のうち少なくとも1つは芳香環を含むかあるいは隣接置換基との間に縮合芳香環を形成し、残りはそれぞれ独立に水素、アルキル基、シクロアルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、水酸基、メルカプト基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリアルエーテル基、アリアルチオエーテル基、アリアル基、複素環基、ハロゲン、ハロアルカン、ハロアルケン、ハロアルキン、シアノ基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボキシ基、エステル基、カルバモイル基、アミノ基、ニトロ基、シリル基、シロキサニル基、隣接置換基との間に形成される縮合環および脂肪族環の中から選ばれる。 $R^{22} \sim R^{28}$ は同一でも異なってもよく、置換基を有してもよい。 R^{29} および R^{30} は同じでも異なってもよく、ハロゲン、水素、置換基を有してもよいアルキル、置換基を有してもよいアリアル、置換基を有してもよい複素環基から選ばれる。Xは炭素または窒素であるが、窒素の場合には上記 R^{28} は存在しない。

20

【0079】

$R^{22} \sim R^{28}$ が隣接置換基との間に置換基を有してもよい縮合芳香環を形成する場合は、 R^{22} と R^{23} で置換基を有してもよい縮合芳香環形成する場合、 R^{23} と R^{24} で置換基を有してもよい縮合芳香環形成する場合、 R^{25} と R^{26} で置換基を有してもよい縮合芳香環形成する場合、 R^{26} と R^{27} で置換基を有してもよい縮合芳香環形成する場合が好ましい。特に、 R^{22} と R^{23} で置換基を有してもよい縮合芳香環形成する場合、 R^{26} と R^{27} で置換基を有してもよい縮合芳香環形成する場合が好ましい。縮合芳香環としては、ベンゾ環、ナフト環があげられる。

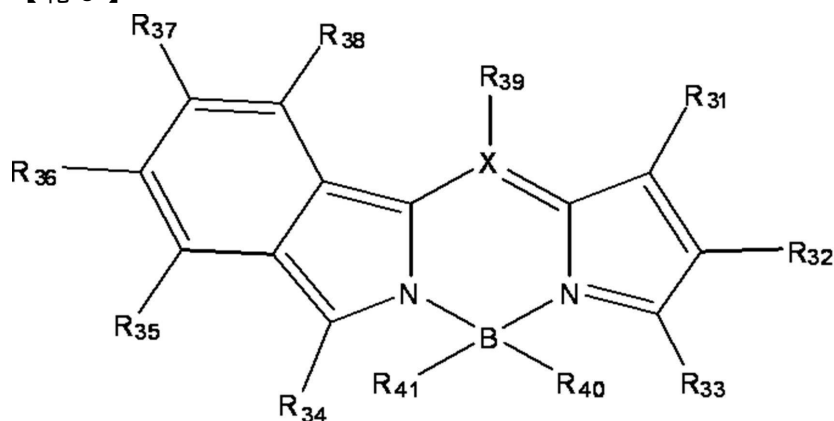
30

【0080】

また、前記式(2)で表されるピロメテン骨格を有する化合物もしくはその金属錯体は、下記式(2-2)で表されることが好ましい。

【0081】

【化8】



(2-2)

40

50

【0082】

前記式(2-2)中、 $R_{31} \sim R_{39}$ はそれぞれ独立に水素、アルキル基、シクロアルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、水酸基、メルカプト基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリールエーテル基、アリールチオエーテル基、アリール基、複素環基、ハロゲン、ハロアルカン、ハロアルケン、ハロアルキン、シアノ基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボキシ基、エステル基、カルバモイル基、アミノ基、ニトロ基、シリル基、シロキサニル基から選ばれる。 $R_{31} \sim R_{39}$ は同一でも異なってもよく、置換基を有してもよい。 R_{40} および R_{41} は同じでも異なってもよく、ハロゲン、水素、置換基を有してよいアルキル、置換基を有してよいアリール、置換基を有してよい複素環基から選ばれる。 X は炭素または窒素であるが、窒素の場合には上記 R_{39} は存在しない。

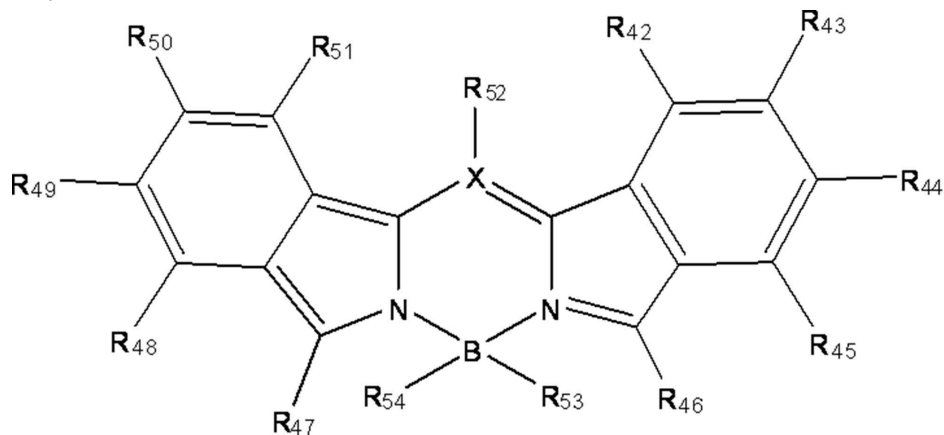
10

【0083】

本発明では、前記式(2-1)が下記式(2-3)で表されるピロメテン骨格を有する金属錯体であることが好ましい。

【0084】

【化9】



20

(2-3)

30

【0085】

前記式(2-3)中、 $R_{42} \sim R_{52}$ はそれぞれ独立に水素、アルキル基、シクロアルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、水酸基、メルカプト基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリールエーテル基、アリールチオエーテル基、アリール基、複素環基、ハロゲン、ハロアルカン、ハロアルケン、ハロアルキン、シアノ基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボキシ基、エステル基、カルバモイル基、アミノ基、ニトロ基、シリル基、シロキサニル基から選ばれる。 $R_{42} \sim R_{52}$ は同一でも異なってもよく、置換基を有してもよい。 R_{53} および R_{54} は同じでも異なってもよく、ハロゲン、水素、置換基を有してよいアルキル、置換基を有してよいアリール、置換基を有してよい複素環基から選ばれる。 X は炭素または窒素であるが、窒素の場合には上記 R_{52} は存在しない。

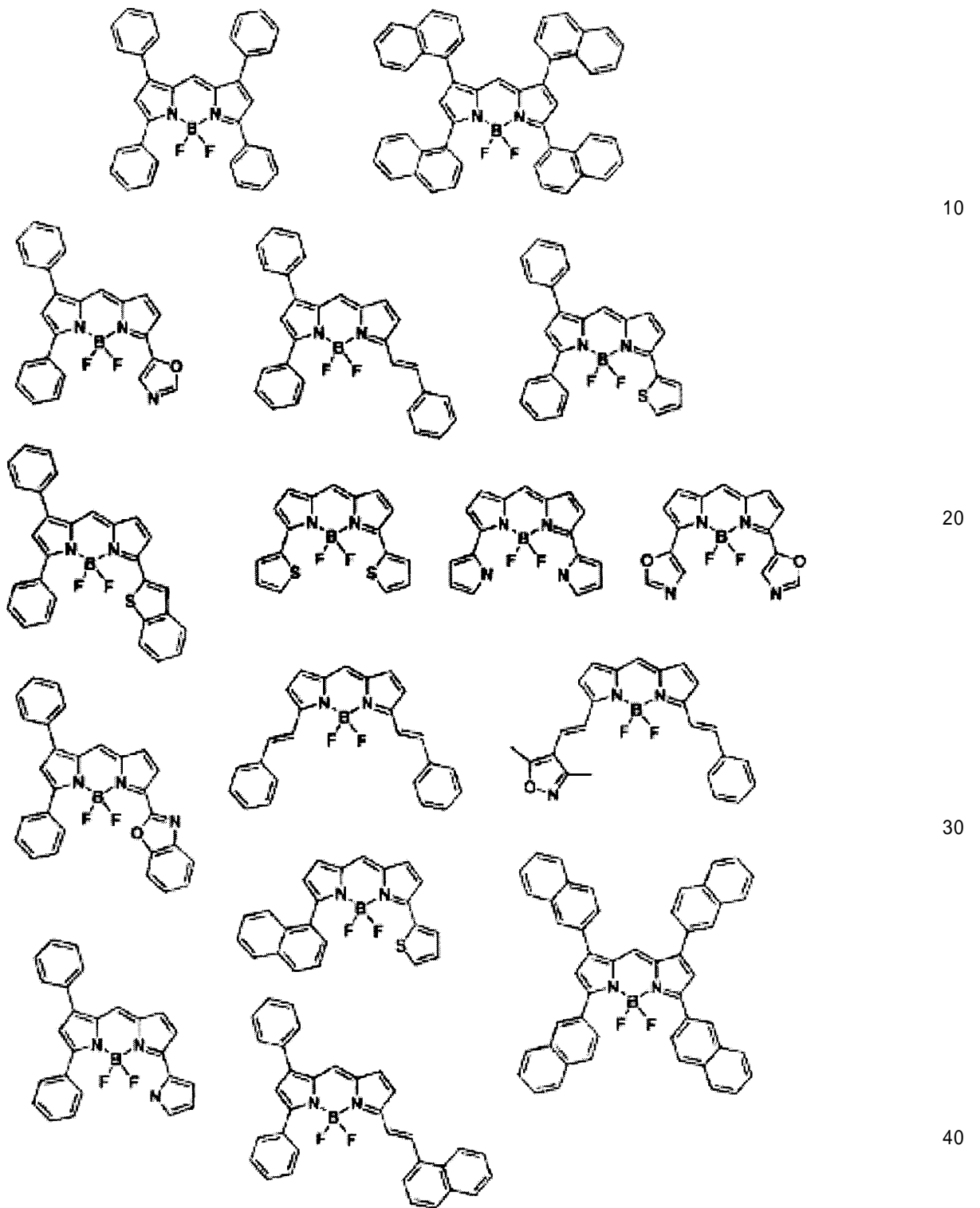
40

【0086】

本発明の前記式(2)で表される芳香族化合物の具体例を以下に示すが、本発明はこれら例示化合物に限定されるものではない。

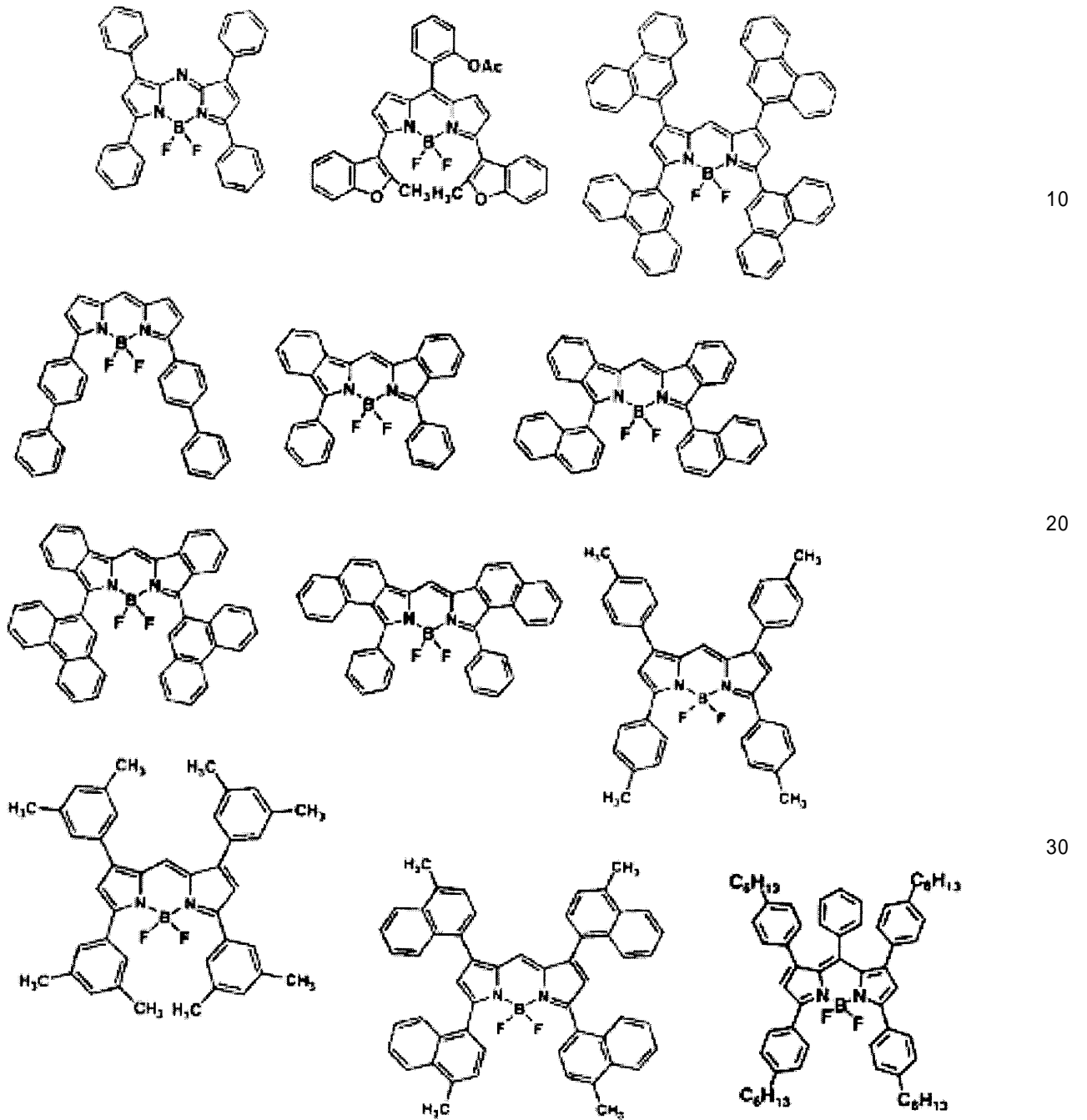
【0087】

【化 1 0】

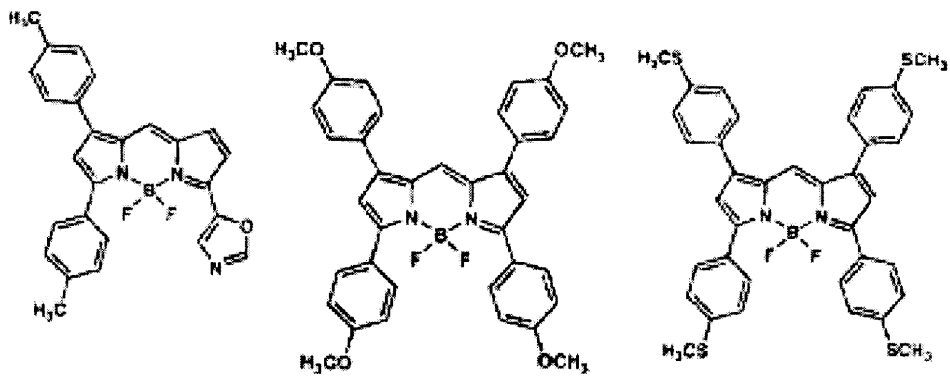


【 0 0 8 8 】

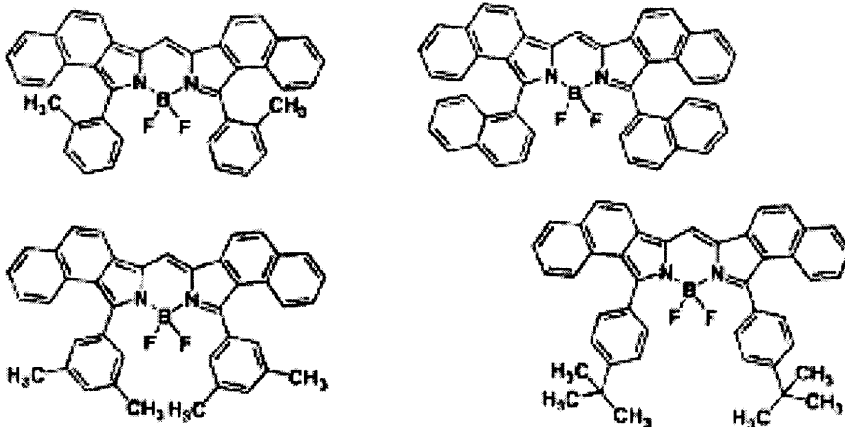
【化 1 1】



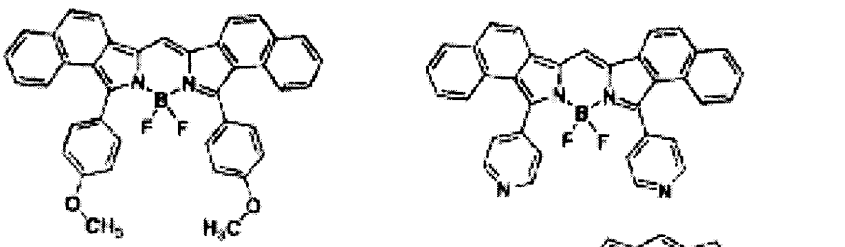
【化 1 2】



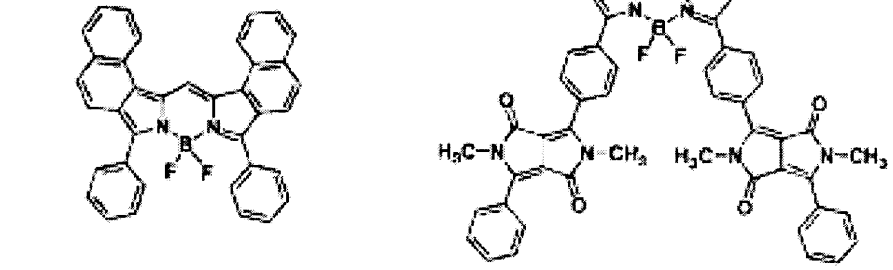
10



20

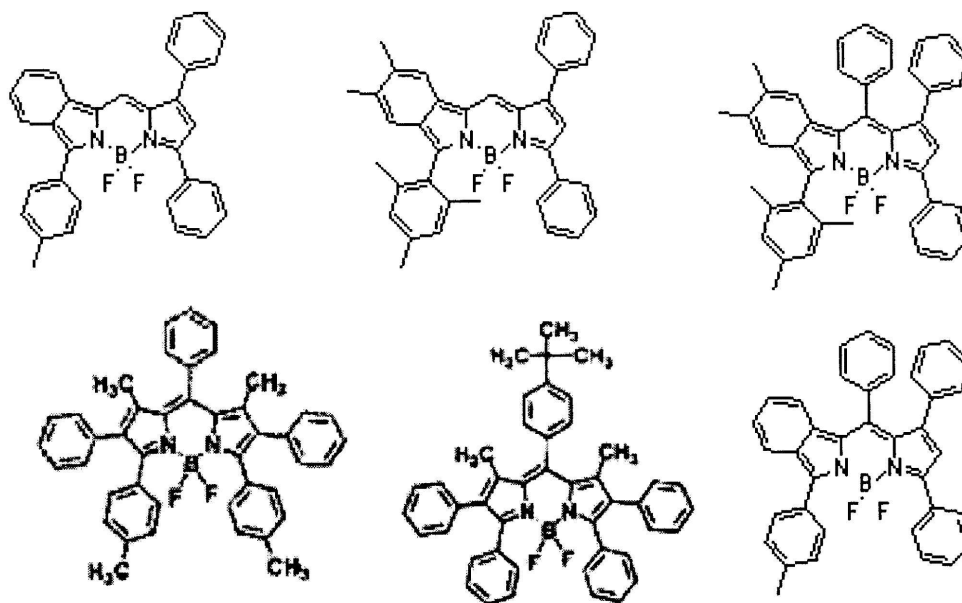


30



40

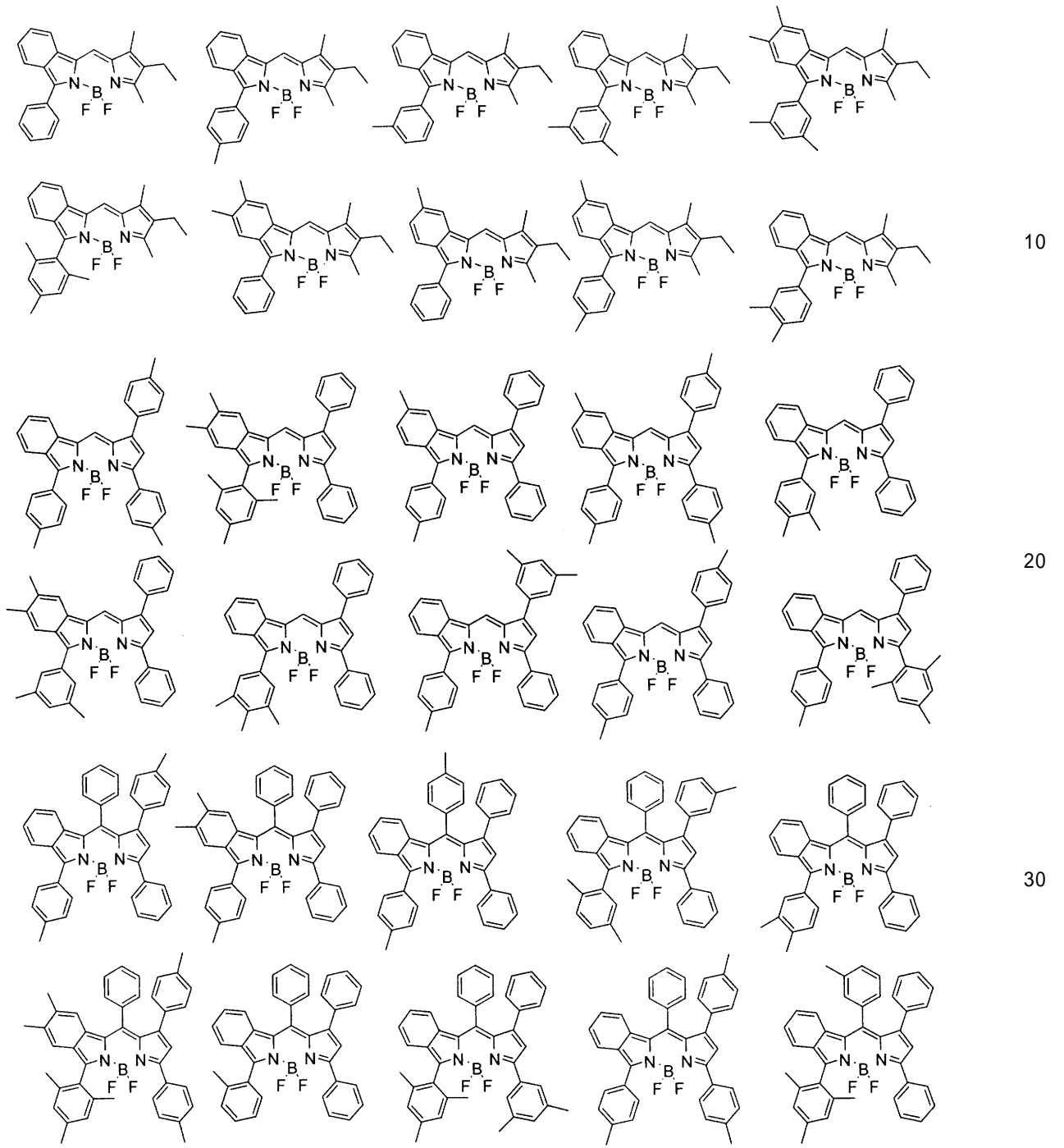
【化 1 3】



10

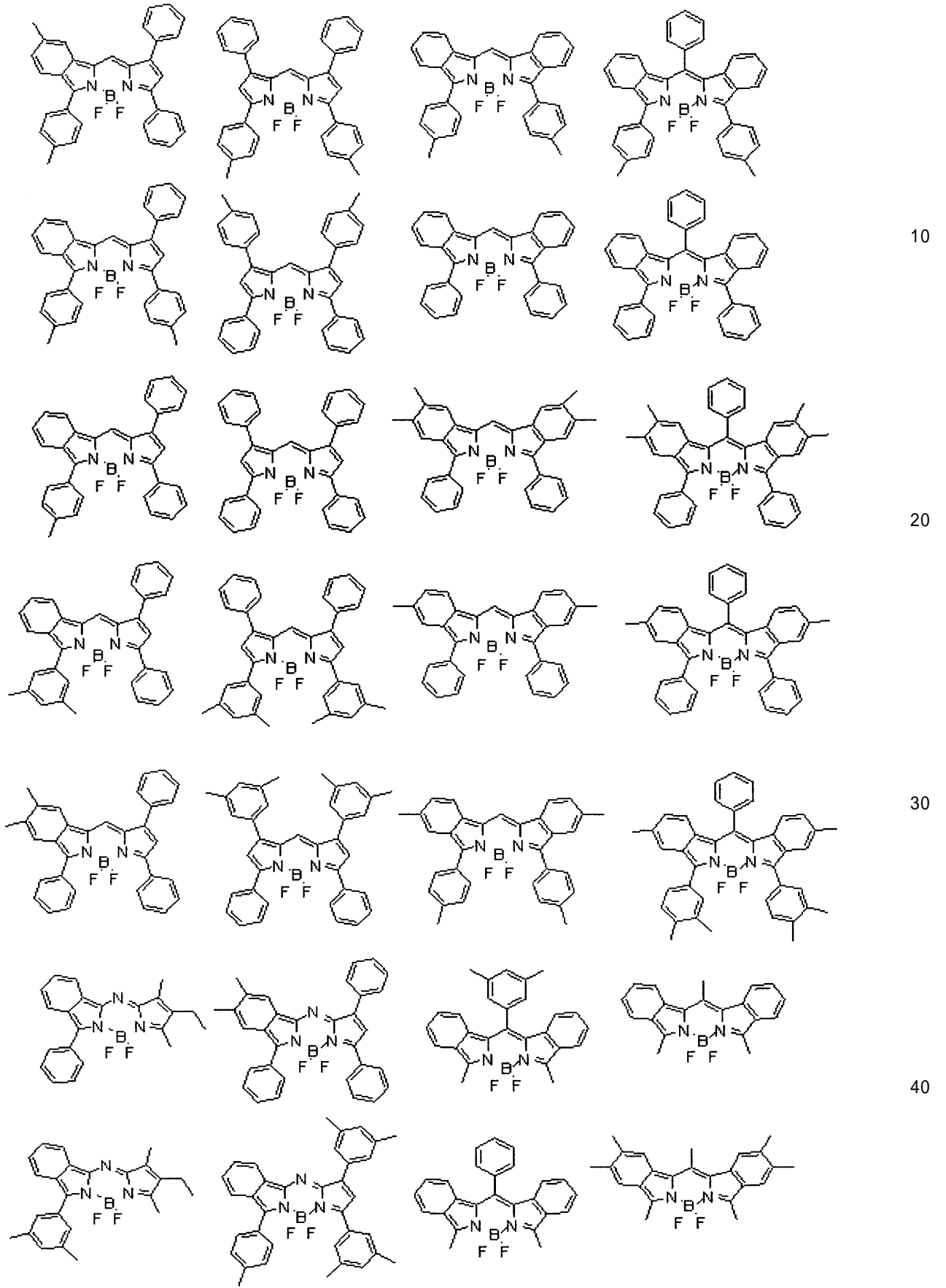
【 0 0 9 1】

【化14】



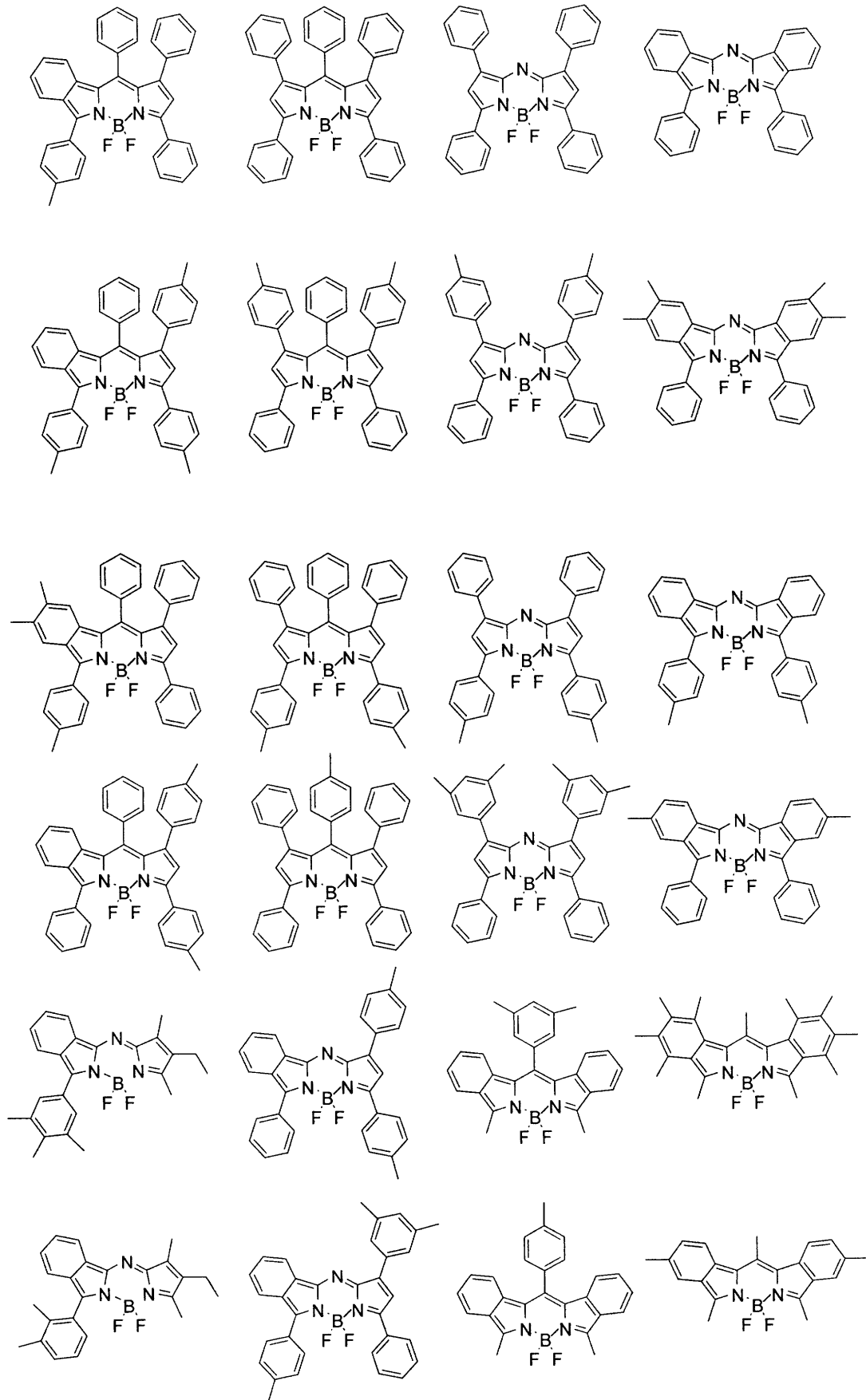
40

【化15】



【0093】

【化16】



【0094】

また、 $Q^{10} \sim Q^{140}$ 、 $R^{15} \sim R^{30}$ 、 $R_{31} \sim R_{54}$ は置換基を有してもよいが、その置換基としては、アルキル基、アリール基、アルコキシ基が好ましい。

アルキル基は炭素数 1 ~ 20 のアルキル基が好ましい。より好ましくは、炭素数 1 ~ 10 のアルキル基。さらに好ましくは炭素数 1 ~ 5 のアルキル基。アルキル基は、直鎖でも分岐していてもよい。一級アルキル基、二級アルキル基、三級アルキル基のいずれでもよい。

具体的には、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、sec-ブチル基、tert-ブチル基、n-ペンチル基、n-ヘキシル基、n-ヘプチル基、n-オクチル基、n-ノニル基、n-デシル基があげられる。

アリール基は、炭素数 6 ~ 30 のアリール基が好ましく、より好ましくは、炭素数 6 ~ 20 のアリール基が好ましい。具体的には、フェニル基、トリル基、キシリル基、フェニルフェニル基 (4-フェニルフェニル基、3-フェニルフェニル基、2-フェニルフェニル基)、ナフチルフェニル基、ナフチル基 (1-ナフチル基、2-ナフチル基)、フェニルナフチル基、ナフチルナフチル基、ターフェニル基、アントラニル基、ファナンチル基、ピレニル基、クリセニル基があげられる。

【0095】

[正孔輸送層および正孔注入層]

正孔輸送層は発光層への正孔注入を助け、発光領域まで輸送する層であって、正孔移動度が大きく、イオン化エネルギーが通常 5.5 eV 以下と小さい。このような正孔輸送層としてはより低い電界強度で正孔を発光層に輸送する材料が好ましく、さらに正孔の移動度が、例えば $10^4 \sim 10^6$ V/cm の電界印加時に、少なくとも 10^{-4} cm²/V・秒であれば好ましい。

正孔輸送層を形成する材料としては、前記の好ましい性質を有するものであれば特に制限はなく、従来、光導伝材料において正孔の電荷輸送材料として慣用されているものや、EL素子の正孔輸送層に使用される公知のものの中から任意のものを選択して用いることができる。

【0096】

具体例として例えば、トリアゾール誘導体 (米国特許 3, 112, 197 号明細書等参照)、オキサジアゾール誘導体 (米国特許 3, 189, 447 号明細書等参照)、イミダゾール誘導体 (特公昭 37-16096 号公報等参照)、ポリアリールアルカン誘導体 (米国特許 3, 615, 402 号明細書、同第 3, 820, 989 号明細書、同第 3, 542, 544 号明細書、特公昭 45-555 号公報、同 51-10983 号公報、特開昭 51-93224 号公報、同 55-17105 号公報、同 56-4148 号公報、同 55-108667 号公報、同 55-156953 号公報、同 56-36656 号公報等参照)、ピラゾリン誘導体およびピラゾロン誘導体 (米国特許第 3, 180, 729 号明細書、同第 4, 278, 746 号明細書、特開昭 55-88064 号公報、同 55-88065 号公報、同 49-105537 号公報、同 55-51086 号公報、同 56-80051 号公報、同 56-88141 号公報、同 57-45545 号公報、同 54-112637 号公報、同 55-74546 号公報等参照)、フェニレンジアミン誘導体 (米国特許第 3, 615, 404 号明細書、特公昭 51-10105 号公報、同 46-3712 号公報、同 47-25336 号公報、同 54-119925 号公報等参照)、アリールアミン誘導体 (米国特許第 3, 567, 450 号明細書、同第 3, 240, 597 号明細書、同第 3, 658, 520 号明細書、同第 4, 232, 103 号明細書、同第 4, 175, 961 号明細書、同第 4, 012, 376 号明細書、特公昭 49-35702 号公報、同 39-27577 号公報、特開昭 55-144250 号公報、同 56-119132 号公報、同 56-22437 号公報、西独特許第 1, 110, 518 号明細書等参照)、アミノ置換カルコン誘導体 (米国特許第 3, 526, 501 号明細書等参照)、オキサゾール誘導体 (米国特許第 3, 257, 203 号明細書等に開示のもの)、スチリルアントラセン誘導体 (特開昭 56-46234 号公報等参照)、フルオレノン誘導体 (特開昭 54-110837 号公報等参照)、ヒドラゾン誘導体 (米国特許第 3, 717, 462 号明細書、特開昭 54-59143 号公報、同 55-52063 号公報、同 55-52064 号公報、同 55-46760 号公報、同 57-11350 号公報、同 57-148749 号公報、

特開平 2 - 3 1 1 5 9 1 号公報等参照)、スチルベン誘導体(特開昭 6 1 - 2 1 0 3 6 3 号公報、同第 6 1 - 2 2 8 4 5 1 号公報、同 6 1 - 1 4 6 4 2 号公報、同 6 1 - 7 2 2 5 5 号公報、同 6 2 - 4 7 6 4 6 号公報、同 6 2 - 3 6 6 7 4 号公報、同 6 2 - 1 0 6 5 2 号公報、同 6 2 - 3 0 2 5 5 号公報、同 6 0 - 9 3 4 5 5 号公報、同 6 0 - 9 4 4 6 2 号公報、同 6 0 - 1 7 4 7 4 9 号公報、同 6 0 - 1 7 5 0 5 2 号公報等参照)、シラザン誘導体(米国特許第 4, 9 5 0, 9 5 0 号明細書)、ポリシラン系(特開平 2 - 2 0 4 9 9 6 号公報)、アニリン系共重合体(特開平 2 - 2 8 2 2 6 3 号公報)、導電性高分子オリゴマー(特にチオフェンオリゴマー)等を挙げることができる。

【0097】

好ましくは下記式(7)で示す材料が用いられる。

【0098】

【化17】



【0099】

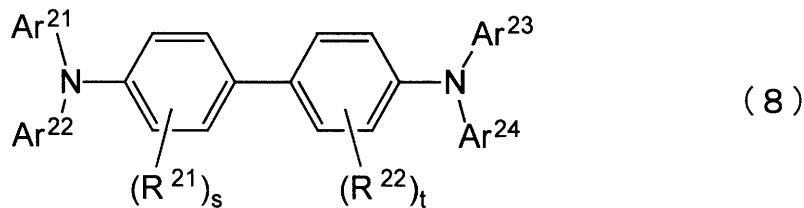
前記式(7)中、 Q^1 および Q^2 は少なくとも1個の三級アミンを有する部位であり、 G は連結基である。

【0100】

さらに好ましくは下記式(8)で示すアミン誘導体である。

【0101】

【化18】



【0102】

前記式(8)において、 $Ar^{21} \sim Ar^{24}$ は置換もしくは無置換の核炭素数6~50の芳香族環、又は置換もしくは無置換の核原子数5~50の複素芳香族環である。 R^{21} 、 R^{22} は置換基であり、 s 、 t はそれぞれ0~4の整数である。 Ar^{21} および Ar^{22} 、 Ar^{23} および Ar^{24} はそれぞれ互いに連結して環状構造を形成してもよい。 R^{21} および R^{22} もそれぞれ互いに連結して環状構造を形成してもよい。

$Ar^{21} \sim Ar^{24}$ の置換基、および R^{21} 、 R^{22} は、置換もしくは無置換の核炭素数6~50の芳香族環、置換もしくは無置換の核原子数5~50の複素芳香族環、炭素数1~50のアルキル基、炭素数1~50のアルコキシ基、炭素数1~50のアルキルアール基、炭素数1~50のアラルキル基、スチリル基、核炭素数6~50の芳香族環もしくは核原子数5~50の複素芳香族環で置換されたアミノ基、核炭素数6~50の芳香族環もしくは核原子数5~50の複素芳香族環で置換されたアミノ基で置換された核炭素数6~50の芳香族環もしくは核原子数5~50の複素芳香族環である。

【0103】

さらに正孔の注入を助けるために、正孔輸送層の他に別途、正孔注入層を設けることもできる。正孔注入層の材料としては正孔輸送層と同様の材料を使用することができるが、ポルフィリン化合物(特開昭 6 3 - 2 9 5 6 9 5 号公報等に開示のもの)、芳香族第三級アミン化合物およびスチリルアミン化合物(米国特許第 4, 1 2 7, 4 1 2 号明細書、特開昭 5 3 - 2 7 0 3 3 号公報、同 5 4 - 5 8 4 4 5 号公報、同 5 5 - 7 9 4 5 0 号公報、同 5 5 - 1 4 4 2 5 0 号公報、同 5 6 - 1 1 9 1 3 2 号公報、同 6 1 - 2 9 5 5 5 8 号公報、同 6 1 - 9 8 3 5 3 号公報、同 6 3 - 2 9 5 6 9 5 号公報等参照)、特に芳香族第三

10

20

30

40

50

級アミン化合物を用いることが好ましい。

【0104】

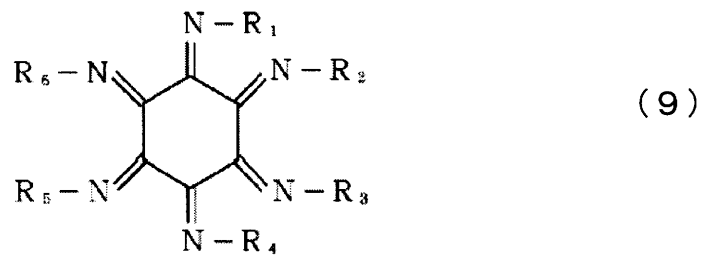
また、米国特許第5,061,569号に記載されている2個の縮合芳香族環を分子内に有する、例えば4,4'-ビス(N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ)ピフェニル(以下NPDと略記する)、また特開平4-308688号公報に記載されているトリフェニルアミンユニットが3つスターバースト型に連結された4,4',4''-トリス(N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ)トリフェニルアミン(以下MTDA TAと略記する)等を挙げることができる。

【0105】

この他に特許第03571977号で開示されている下記式(9)で表される含窒素複素環誘導体も用いることができる。

【0106】

【化19】



【0107】

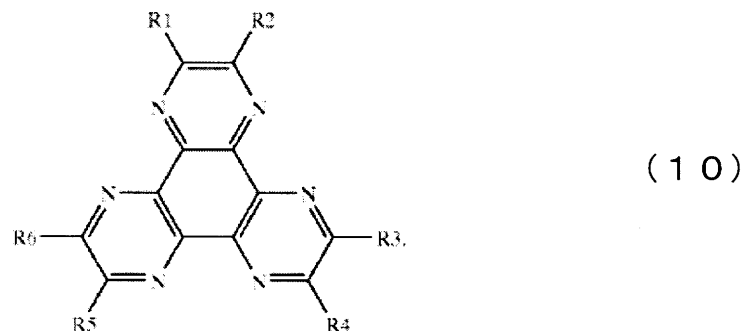
前記式(9)中、 $R_1 \sim R_6$ は置換または無置換のアルキル基、置換または無置換のアリール基、置換または無置換のアラルキル基、置換または無置換の複素環基のいずれかを示す。但し、 $R_1 \sim R_6$ は同じでも異なってもよい。また、 R_1 と R_2 、 R_3 と R_4 、 R_5 と R_6 または R_1 と R_6 、 R_2 と R_3 、 R_4 と R_5 が縮合環を形成していてもよい。

【0108】

さらに、US2004/113547 A1で開示されている下記式(10)の化合物も用いることができる。

【0109】

【化20】



【0110】

前記式(10)中、 $R_1 \sim R_6$ は置換基であり、好ましくはシアノ基、ニトロ基、スルホニル基、カルボニル基、トリフルオロメチル基、ハロゲンなどの電子吸引基である。

【0111】

また、芳香族ジメチリدين系化合物の他、p型Si、p型SiC等の無機化合物も正孔注入層の材料として使用することができる。

10

20

30

40

50

【0112】

正孔注入層、正孔輸送層は上述した化合物を、例えば真空蒸着法、スピコート法、キャスト法、LB法等の公知の方法により薄膜化することにより形成することができる。正孔注入層、正孔輸送層の膜厚は特に制限はないが、通常は5 nm ~ 5 μmである。この正孔注入層、正孔輸送層は正孔輸送帯域に上記化合物を含有していれば、上述した材料の一種又は二種以上からなる一層で構成されてもよいし、又は前記正孔注入層、正孔輸送層とは別種の化合物からなる正孔注入層、正孔輸送層を積層したものであってもよい。

【0113】

また、有機半導体層も正孔輸送層の一部であるが、これは発光層への正孔注入又は電子注入を助ける層であって、 10^{-10} S/cm以上の導電率を有するものが好適である。このような有機半導体層の材料としては、含チオフェンオリゴマーや特開平8-193191号公報に開示してある含アリールアミンオリゴマー等の導電性オリゴマー、含アリールアミンデンドリマー等の導電性デンドリマー等を用いることができる。

10

【0114】

[電子注入・輸送層(電子輸送帯域)]

電子輸送層は発光層への電子の注入を助ける層であって、電子移動度が大きい。電子輸送層は数 nm ~ 数 μmの膜厚で適宜選ばれるが、特に膜厚が厚いとき、電圧上昇を避けるために、 $10^4 \sim 10^6$ V/cmの電界印加時に電子移動度が少なくとも 10^{-5} cm²/Vs以上であることが望ましい。

【0115】

本実施形態では、前記陰極と前記発光層との間に電子輸送層を備え、前記電子輸送層が、下記式(4)で表される化合物を含有することが好ましい。

20

【0116】

【化21】



【0117】

ここで、Aは3環以上が縮合した置換基を有してもよい縮合芳香族炭化水素基であり、Bは置換されてもよい複素環基である。m、nは1~6の整数である。

【0118】

本実施形態では、前記式(4)で表される化合物におけるAが、アントラセン、フェナントレン、ナфтаセン、ピレン、クリセン、ベンゾアントラセン、ペンタセン、ジベンゾアントラセン、ベンゾピレン、フルオレン、ベンゾフルオレン、フルオランテン、ベンゾフルオランテン、ナフトフルオランテン、ジベンゾフルオレン、ジベンゾピレンおよびジベンゾフルオランテンから選択される骨格を分子中に有することが好ましい。

30

【0119】

本実施形態では、前記式(4)で表される化合物におけるBが、含窒素複素環基であることが好ましい。

【0120】

本実施形態では、前記式(4)で表される化合物におけるBが、ピリジン、ピリミジン、ピラジン、ピリダジン、トリアジン、キノリン、キノキサリン、アクリジン、イミダゾピリジン、イミダゾピリミジン、フェナントロリン、ピラゾール、イミダゾールおよびベンゾイミダゾールから選択される骨格を分子中に有することが好ましい。

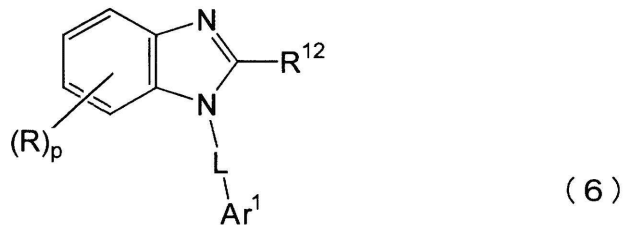
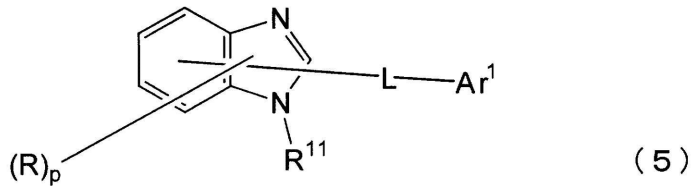
40

【0121】

本実施形態では、前記式(4)で表される化合物が、下記式(5)又は下記式(6)で表されるベンゾイミダゾール誘導体であることが好ましい。

【0122】

【化 2 2】



10

【 0 1 2 3】

前記式(5)、(6)中、Rは、水素原子、置換もしくは無置換の炭素数6～60のアリール基、置換もしくは無置換のピリジル基、置換もしくは無置換のキノリル基、置換もしくは無置換の炭素数1～20のアルキル基、または置換もしくは無置換の炭素数1～20のアルコキシ基であり、pは1～4の整数である。

20

【 0 1 2 4】

炭素数6～60のアリール基としては、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、フルオランテニル基、フルオレニル基等が好ましく、フェニル基、ナフチル基、ビフェニル基、アントラセニル基、フェナントリル基、ピレニル基、クリセニル基、フルオランテニル基、フルオレニル基等がより好ましい。

30

【 0 1 2 5】

炭素数1～20のアルキル基としては、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、プロモメチル基、1-プロモエチル基、2-プロモエチル基、2-プロモイソブチル基、1,2-ジプロモエチル基、1,3-ジプロモイソプロピル基、2,3-ジプロモ-t-ブチル基、1,2,3-トリプロモプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1,2-ジヨードエチル基、1,3-ジヨードイソプロピル基、2,3-ジヨード-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

40

50

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、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、1 - アダマンチル基、2 - アダマンチル基、1 - ノルボルニル基、2 - ノルボルニル基等が好ましい。

10

炭素数 1 ~ 20 のアルコキシ基は - O Y " ' で表される基であり、Y " ' の例としては、前記アルキル基で説明したものと同様の例が挙げられる。

【0126】

上記アリール基、ピリジル基、キノリル基、アルキル基又はアルコキシ基の置換基としては、置換もしくは無置換の核炭素数 6 ~ 50 のアリール基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 50 の芳香族複素環基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 50 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 50 のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 50 のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 50 のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 50 のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 50 のカルボキシル基、ハロゲン基、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシル基等が挙げられる。

20

【0127】

p は 1 ~ 4 の整数であり、1 ~ 3 であることが好ましく、1 または 2 であることがより好ましい。

なお、R は水素であることが好ましい。

【0128】

R¹¹ は、置換もしくは無置換の炭素数 6 ~ 60 のアリール基、置換もしくは無置換のピリジル基、置換基を有していてもよいキノリル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 20 のアルキル基又は炭素数 1 ~ 20 のアルコキシ基であり、各基および置換基の例としては、上記 R と同様である。

30

【0129】

R¹² は、水素原子、置換もしくは無置換の炭素数 6 ~ 60 のアリール基、置換もしくは無置換のピリジル基、置換もしくは無置換のキノリル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 20 のアルキル基又は置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 20 のアルコキシ基であり、各基および置換基の例としては、上記 R と同様である。

【0130】

L は、置換もしくは無置換の炭素数 6 ~ 60 のアリーレン基、置換もしくは無置換のピリジニレン基、置換もしくは無置換のキノリニレン基又は置換もしくは無置換のフルオレニレン基である。

炭素数 6 ~ 60 のアリーレン基としては、炭素数 6 ~ 60 のアリール基で説明した置換基から、さらに 1 つの水素原子を除くことによりできる 2 価の置換基等が好ましく、フェニレン基、ナフチレン基、ピフェニレン基、アントラセニレン基、フェナントリレン基、ピレニレン基、クリセニレン基、フルオランテニレン基、フルオレニレン基がより好ましい。

40

【0131】

上記アリーレン基、ピリジニレン基、キノリニレン基又はフルオレニレン基の置換基の例としては、上記 R と同様である。

【0132】

A r¹ は、置換もしくは無置換の炭素数 6 ~ 60 (好ましくは炭素数 6 ~ 30) のアリール基、置換もしくは無置換のピリジル基又は置換基を有していてもよいキノリル基であ

50

る。

炭素数 6 ~ 60 のアリール基、およびアリール基、ピリジル基およびキノリル基の置換基としては、上記 R と同様である。

【0133】

前記式(5)で表されるベンゾイミダゾール誘導体は、好ましくは、R が水素、R¹¹ がアリール基、L が炭素数 6 ~ 30 (より好ましくは炭素数 6 ~ 20) のアリーレン基および Ar¹ が炭素数 6 ~ 30 のアリール基である。

【0134】

前記式(6)で表されるベンゾイミダゾール誘導体は、好ましくは、R が水素、R¹² がアリール基、L が炭素数 6 ~ 30 (より好ましくは炭素数 6 ~ 20) のアリーレン基および Ar¹ が炭素数 6 ~ 30 のアリール基である。

【0135】

なお、前記 R、R¹¹、R¹²、L、Ar¹ のうち少なくとも一つが前記式(4)で表される化合物における A に相当し、3環以上が縮合した縮合芳香族炭化水素基である。

【0136】

電子輸送層としては、前記式(4)、(5)、(6)に表される化合物が好ましいが、これに限らず以下の 8-ヒドロキシキノリン、及びその誘導体の金属錯体又は含窒素複素環を有する化合物等も好適に用いられる。

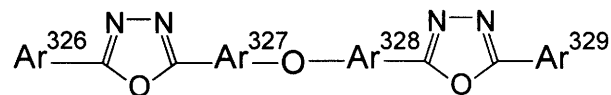
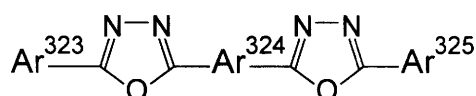
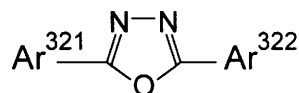
【0137】

上記 8-ヒドロキシキノリン又はその誘導体の金属錯体の具体例としては、オキシニン(一般に 8-キノリノール又は 8-ヒドロキシキノリン)のキレートを含む金属キレートオキシノイド化合物が挙げられる。例えば中心金属として Al を有する Alq 錯体を電子輸送層として用いることができる。

一方オキサジアゾール誘導体としては、以下の一般式で表される電子伝達化合物が挙げられる。

【0138】

【化23】



【0139】

上記式中 Ar³²¹、Ar³²²、Ar³²³、Ar³²⁵、Ar³²⁶、Ar³²⁹ はそれぞれ置換もしくは無置換のアリール基を示し、それぞれ互いに同一であっても異なってもよい。また Ar³²⁴、Ar³²⁷、Ar³²⁸ は置換もしくは無置換のアリーレン基を示し、それぞれ同一であっても異なってもよい。

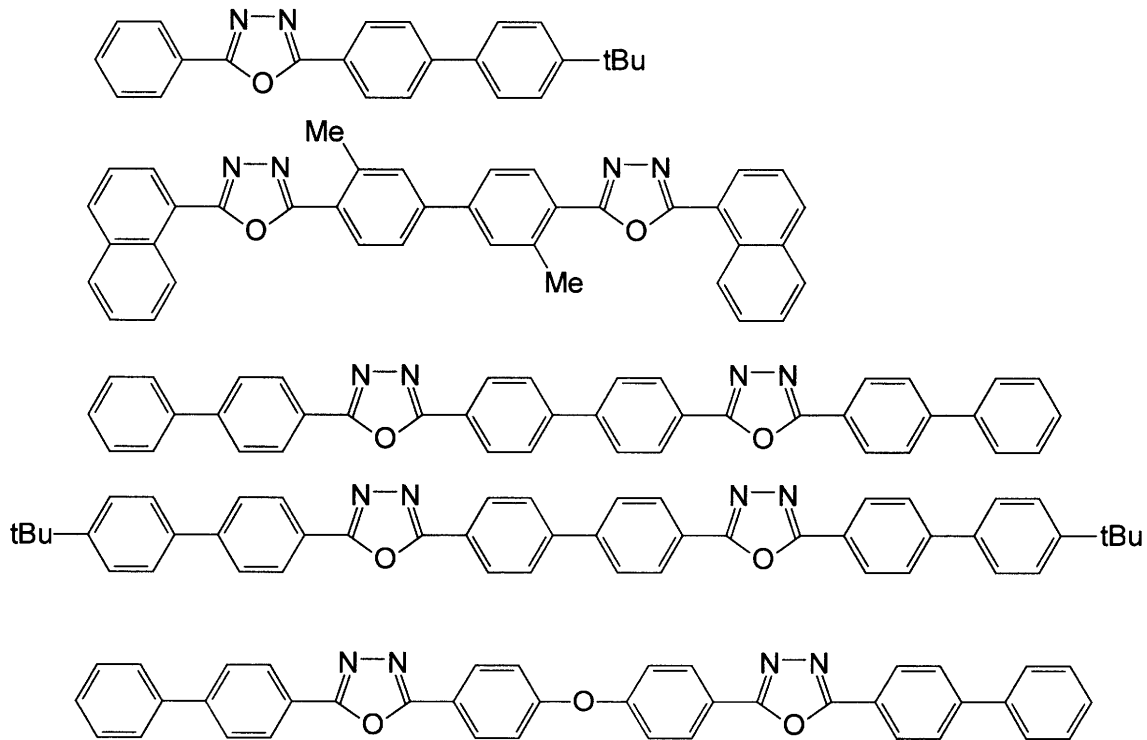
【0140】

ここでアリール基としてはフェニル基、ビフェニル基、アントラニル基、ペリレニル基、ピレニル基が挙げられる。またアリーレン基としてはフェニレン基、ナフチレン基、ビフェニレン基、アントラニレン基、ペリレニレン基、ピレニレン基等が挙げられる。また置換基としては炭素数 1 ~ 10 のアルキル基、炭素数 1 ~ 10 のアルコキシ基又はシアノ基等が挙げられる。この電子伝達化合物は薄膜形成性のものが好ましい。

上記電子伝達性化合物の具体例としては下記のを挙げる事ができる。

【 0 1 4 1 】

【 化 2 4 】



10

20

【 0 1 4 2 】

Me はメチル基、Bu はブチル基を表す。

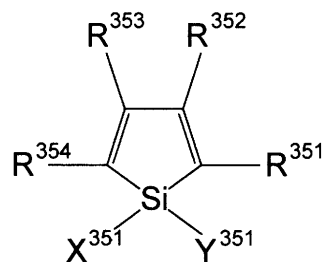
【 0 1 4 3 】

特開平 09 - 087616 に示されている下記式で表されるシラシクロペンタジエン誘導体もまた、電子輸送層として好適に用いられる。

30

【 0 1 4 4 】

【 化 2 5 】



40

【 0 1 4 5 】

上記式中、 X^{351} 及び Y^{351} は、それぞれ独立に炭素数 1 から 6 までの飽和若しくは不飽和の炭化水素基、アルコキシ基、アルケニルオキシ基、アルキニルオキシ基、ヒドロキシ基、置換若しくは無置換のアリール基、置換若しくは無置換のヘテロ環又は X^{351} と Y^{351} が結合して飽和又は不飽和の環を形成した構造であり、 $R^{351} \sim R^{354}$ は、それぞれ独立に水素、ハロゲン、置換もしくは無置換の炭素数 1 から 6 までのアルキル基、アルコキシ基、アリールオキシ基、パーフルオロアルキル基、パーフルオロアルコキシ基、アミノ基、アルキルカルボニル基、アリールカルボニル基、アルコキシカルボニル基、アリールオキシカルボニル基、アゾ基、アルキルカルボニルオキシ基、アリールカルボニルオキシ基、アルコキシカルボニルオキシ基、アリールオキシカルボニルオキシ基

50

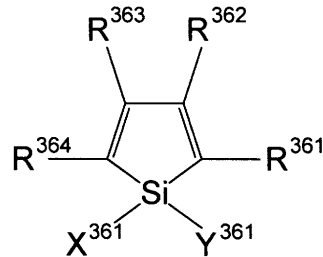
、スルフィニル基、スルフォニル基、スルファニル基、シリル基、カルバモイル基、アリアル基、ヘテロ環基、アルケニル基、アルキニル基、ニトロ基、ホルミル基、ニトロソ基、ホルミルオキシ基、イソシアノ基、シアネート基、イソシアネート基、チオシアネート基、イソチオシアネート基もしくはシアノ基又は隣接した場合には置換若しくは無置換の環が縮合した構造である。

【0146】

特開平09-194487に示されている下記式で表されるシラシクロペンタジエン誘導体もまた、電子輸送層として好適に用いられる。

【0147】

【化26】



【0148】

上記式中、 X^{361} 及び Y^{361} は、それぞれ独立に炭素数1から6までの飽和もしくは不飽和の炭化水素基、アルコキシ基、アルケニルオキシ基、アルキニルオキシ基、置換もしくは無置換のアリアル基、置換もしくは無置換のヘテロ環又は X^{361} と Y^{361} が結合して飽和もしくは不飽和の環を形成した構造であり、 $R^{361} \sim R^{364}$ は、それぞれ独立に水素、ハロゲン、置換もしくは無置換の炭素数1から6までのアルキル基、アルコキシ基、アリアルオキシ基、パーフルオロアルキル基、パーフルオロアルコキシ基、アミノ基、アルキルカルボニル基、アリアルカルボニル基、アルコキシカルボニル基、アリアルオキシカルボニル基、アゾ基、アルキルカルボニルオキシ基、アリアルカルボニルオキシ基、アルコキシカルボニルオキシ基、アリアルオキシカルボニルオキシ基、スルフィニル基、スルフォニル基、スルファニル基、シリル基、カルバモイル基、アリアル基、ヘテロ環基、アルケニル基、アルキニル基、ニトロ基、ホルミル基、ニトロソ基、ホルミルオキシ基、イソシアノ基、シアネート基、イソシアネート基、チオシアネート基、イソチオシアネート基、もしくはシアノ基又は隣接した場合には置換もしくは無置換の環が縮合した構造である(但し、 R^{361} 及び R^{364} がフェニル基の場合、 X^{361} 及び Y^{361} は、アルキル基及びフェニル基ではなく、 R^{361} 及び R^{364} がチエニル基の場合、 X^{361} 及び Y^{361} は、一価炭化水素基を、 R^{362} 及び R^{363} は、アルキル基、アリアル基、アルケニル基又は R^{362} と R^{363} が結合して環を形成する脂肪族基を同時に満たさない構造であり、 R^{361} 及び R^{364} がシリル基の場合、 R^{362} 、 R^{363} 、 X^{361} 及び Y^{361} は、それぞれ独立に、炭素数1から6の一価炭化水素基又は水素原子でなく、 R^{361} 及び R^{362} でベンゼン環が縮合した構造の場合、 X^{361} 及び Y^{361} は、アルキル基及びフェニル基ではない)。

【0149】

特再第2000-040586号公報に示されている下記式で表されるボラン誘導体もまた、電子輸送層として好適に用いられる。

【0150】

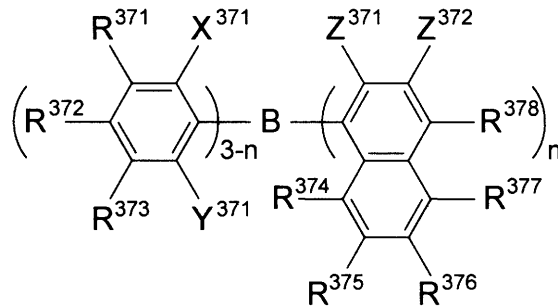
10

20

30

40

【化27】



10

【0151】

上記式中、 $R^{371} \sim R^{378}$ 及び Z^{372} は、それぞれ独立に、水素原子、飽和もしくは不飽和の炭化水素基、芳香族基、ヘテロ環基、置換アミノ基、置換ボリル基、アルコキシ基又はアリールオキシ基を示し、 X^{371} 、 Y^{371} 及び Z^{371} は、それぞれ独立に、飽和もしくは不飽和の炭化水素基、芳香族基、ヘテロ環基、置換アミノ基、アルコキシ基又はアリールオキシ基を示し、 Z^{371} と Z^{372} の置換基は相互に結合して縮合環を形成してもよく、 n は 1 ~ 3 の整数を示し、 n が 2 以上の場合、 Z^{371} は異なってもよい。但し、 n が 1、 X^{371} 、 Y^{371} 及び R^{372} がメチル基であって、 R^{378} が水素原子又は置換ボリル基の場合、及び n が 3 で Z^{371} がメチル基の場合を含まない。

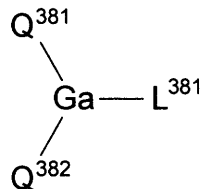
20

【0152】

特開平 10 - 088121 に示されている下記式で示される化合物もまた、電子輸送層として好適に用いられる。

【0153】

【化28】



30

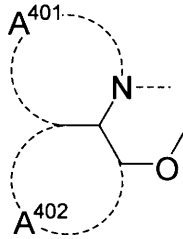
【0154】

上記式中、 Q^{381} 及び Q^{382} は、それぞれ独立に、下記式で示される配位子を表し、 L^{381} は、ハロゲン原子、置換もしくは未置換のアルキル基、置換もしくは未置換のシクロアルキル基、置換もしくは未置換のアリール基、置換もしくは未置換の複素環基、 $-OR^{391}$ (R^{391} は水素原子、置換もしくは未置換のアルキル基、置換もしくは未置換のシクロアルキル基、置換もしくは未置換のアリール基又は置換もしくは未置換の複素環基である。) 又は $-O-Ga-Q^{391}$ (Q^{392}) (Q^{391} 及び Q^{392} は、 Q^{381} 及び Q^{382} と同じ意味を表す。) で示される配位子を表す。

40

【0155】

【化 2 9】



10

【 0 1 5 6】

上記式中、環 A^{401} 及び A^{402} は、互いに結合した置換もしくは未置換のアリール環又は複素環構造である。

【 0 1 5 7】

上記式の配位子を形成する環 A^{401} 及び A^{402} の置換基の具体的な例を挙げると、塩素、臭素、ヨウ素、フッ素のハロゲン原子、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、*sec*-ブチル基、*tert*-ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基、ヘプチル基、オクチル基、ステアシル基、トリクロロメチル基等の置換もしくは未置換のアルキル基、フェニル基、ナフチル基、3-メチルフェニル基、3-メトキシフェニル基、3-フルオロフェニル基、3-トリクロロメチルフェニル基、3-トリフルオロメチルフェニル基、3-ニトロフェニル基等の置換もしくは未置換のアリール基、メトキシ基、*n*-ブトキシ基、*tert*-ブトキシ基、トリクロロメトキシ基、トリフルオロエトキシ基、ペンタフルオロプロポキシ基、2, 2, 3, 3-テトラフルオロプロポキシ基、1, 1, 1, 3, 3, 3-ヘキサフルオロ-2-プロポキシ基、6-(パーフルオロエチル)ヘキシルオキシ基等の置換もしくは未置換のアルコキシ基、フェノキシ基、*p*-ニトロフェノキシ基、*p-tert*-ブチルフェノキシ基、3-フルオロフェノキシ基、ペンタフルオロフェニル基、3-トリフルオロメチルフェノキシ基等の置換もしくは未置換のアリールオキシ基、メチルチオ基、エチルチオ基、*tert*-ブチルチオ基、ヘキシルチオ基、オクチルチオ基、トリフルオロメチルチオ基等の置換もしくは未置換のアルキルチオ基、フェニルチオ基、*p*-ニトロフェニルチオ基、*p-tert*-ブチルフェニルチオ基、3-フルオロフェニルチオ基、ペンタフルオロフェニルチオ基、3-トリフルオロメチルフェニルチオ基等の置換もしくは未置換のアリールチオ基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、メチルアミノ基、ジエチルアミノ基、エチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ジプロピルアミノ基、ジブチルアミノ基、ジフェニルアミノ基等のモノ又はジ置換アミノ基、ビス(アセトキシメチル)アミノ基、ビス(アセトキシエチル)アミノ基、ビス(アセトキシプロピル)アミノ基、ビス(アセトキシブチル)アミノ基等のアシルアミノ基、水酸基、シロキシ基、アシル基、メチルカルバモイル基、ジメチルカルバモイル基、エチルカルバモイル基、ジエチルカルバモイル基、プロピルカルバモイル基、ブチルカルバモイル基、フェニルカルバモイル基等のカルバモイル基、カルボン酸基、スルホン酸基、イミド基、シクロペンタン基、シクロヘキシル基等のシクロアルキル基、フェニル基、ナフチル基、ピフェニル基、アントラニル基、フェナントリル基、フルオレニル基、ピレニル基等のアリール基、ピリジル基、ピラジニル基、ピリミジニル基、ピリダジニル基、トリアジニル基、インドリニル基、キノリル基、アクリジニル基、ピロリジニル基、ジオキサニル基、ピペリジニル基、モルフォリジニル基、ピペラジニル基、カルバゾリル基、フラニル基、チオフェニル基、オキサゾリル基、オキサジアゾリル基、ベンゾオキサゾリル基、チアゾリル基、チアジアゾリル基、ベンゾチアゾリル基、トリアゾリル基、イミダゾリル基、ベンゾイミダゾリル基等の複素環基等がある。また、以上の置換基同士が結合してさらなる6員アリール環もしくは複素環を形成してもよい。

20

30

40

【 0 1 5 8】

本発明の好ましい形態に、電子を輸送する領域又は陰極と有機層の界面領域に、還元性

50

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

【0159】

具体的に、好ましい還元性ドーパントとしては、仕事関数が 2.9 eV 以下のものが好ましく、 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 ）からなる群より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： $2.0\sim 2.5\text{ eV}$ ）、および Ba （仕事関数： 2.52 eV ）からなる群より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る。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 からなる群より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 又は Cs であり、最も好ましいのは、 Cs である。これらのアルカリ金属は、特に還元能力が高く、電子注入域への比較的少量の添加により、有機 EL 素子における発光輝度の向上や長寿命化が図られる。また、仕事関数が 2.9 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 又は Cs と Na と K との組み合わせであることが好ましい。 Cs を組み合わせることで含むことにより、還元能力を効率的に発揮することができ、電子注入域への添加により、有機 EL 素子における発光輝度の向上や長寿命化が図られる。

【0160】

本発明においては陰極と有機層の間に絶縁体や半導体で構成される電子注入層をさらに設けてもよい。この時、電流のリークを有効に防止して、電子注入性を向上させることができる。このような絶縁体としては、アルカリ金属カルコゲナイド、アルカリ土類金属カルコゲナイド、アルカリ金属のハロゲン化物およびアルカリ土類金属のハロゲン化物からなる群より選択される少なくとも一つの金属化合物を使用するのが好ましい。電子注入層がこれらのアルカリ金属カルコゲナイド等で構成されていれば、電子注入性をさらに向上させることができる点で好ましい。具体的に、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のハロゲン化物としては、例えば、 LiF 、 NaF 、 KF 、 LiCl 、 KCl および NaCl 等が挙げられる。また、好ましいアルカリ土類金属のハロゲン化物としては、例えば、 CaF_2 、 BaF_2 、 SrF_2 、 MgF_2 および BeF_2 といったフッ化物や、フッ化物以外のハロゲン化物が挙げられる。

【0161】

また、電子注入層を構成する半導体としては、 Ba 、 Ca 、 Sr 、 Yb 、 Al 、 Ga 、 In 、 Li 、 Na 、 Cd 、 Mg 、 Si 、 Ta 、 Sb および Zn の少なくとも一つの元素を含む酸化物、窒化物又は酸化窒化物等の一種単独又は二種以上の組み合わせが挙げられる。また、電子注入層を構成する無機化合物が、微結晶又は非晶質の絶縁性薄膜であることが好ましい。電子注入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。尚、このような無機化合物としては、上述した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、アルカリ金属のハロゲン化物およびアルカリ土類金属のハロゲン化物等が挙げられる。

【0162】

[陰極]

陰極としては、電子注入・輸送層又は発光層に電子を注入するため、仕事関数の小さい（4 eV以下）金属、合金、電気伝導性化合物およびこれらの混合物を電極物質とするものが用いられる。このような電極物質の具体例としては、ナトリウム、ナトリウム-カリウム合金、マグネシウム、リチウム、マグネシウム・銀合金、アルミニウム/酸化アルミニウム、アルミニウム・リチウム合金、インジウム、希土類金属等が挙げられる。

【0163】

陰極は、これらの電極物質を蒸着やスパッタリング等の方法で薄膜形成することにより作製される。

ここで上面発光型又はトップエミッション型の有機EL素子の場合、陰極の光透過率は発光層からの発光に対して10%より大きいことが好ましい。

また、陰極としてのシート抵抗は数百 / 以下が好ましく、膜厚は通常10 nm ~ 1 μm、好ましくは50 ~ 200 nmである。

【0164】

[絶縁層]

有機EL素子は超薄膜に電界を印加するために、リークやショートによる画素欠陥が生じやすい。これを防止するために、一对の電極間に絶縁性の薄膜層を挿入することが好ましい。

【0165】

絶縁層に用いられる材料としては例えば酸化アルミニウム、弗化リチウム、酸化リチウム、弗化セシウム、酸化セシウム、酸化マグネシウム、弗化マグネシウム、酸化カルシウム、弗化カルシウム、弗化セシウム、炭酸セシウム、窒化アルミニウム、酸化チタン、酸化珪素、酸化ゲルマニウム、窒化珪素、窒化ホウ素、酸化モリブデン、酸化ルテニウム、酸化バナジウム等が挙げられる。

これらの混合物や積層物を用いてもよい。

【0166】

[有機EL素子の作製例]

以上例示した材料および方法により陽極、発光層、必要に応じて正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層および電子輸送層を形成し、さらに陰極を形成することにより有機EL素子を作製することができる。また陰極から陽極へ、前記と逆の順序で有機EL素子を作製することもできる。

【0167】

以下、透光性基板上に陽極/正孔輸送層/発光層/電子輸送層/陰極が順次設けられた構成の有機EL素子の作製例を記載する。

まず、適当な透光性基板上に陽極材料からなる薄膜を1 μm以下、好ましくは10 ~ 200 nmの範囲の膜厚になるように蒸着やスパッタリング等の方法により形成して陽極を作製する。次にこの陽極上に正孔輸送層を設ける。正孔輸送層の形成は、前述したように真空蒸着法、スピコート法、キャスト法、LB法等の方法により行うことができるが、均質な膜が得られやすく、かつピンホールが発生しにくい等の点から真空蒸着法により形成することが好ましい。真空蒸着法により正孔輸送層を形成する場合、その蒸着条件は使用する化合物（正孔輸送層の材料）、目的とする正孔輸送層の結晶構造や再結合構造等により異なるが、一般に蒸着源温度50 ~ 450、真空度 10^{-7} ~ 10^{-3} torr、蒸着速度0.01 ~ 50 nm/秒、基板温度-50 ~ 300、膜厚5 nm ~ 5 μmの範囲で適宜選択することが好ましい。

【0168】

次に、正孔輸送層上に発光層を設ける。発光層の形成も、所望の有機発光材料を用いて真空蒸着法、スパッタリング、スピコート法、キャスト法等の方法により有機発光材料を薄膜化することにより形成できるが、均質な膜が得られやすく、かつピンホールが発生しにくい等の点から真空蒸着法により形成することが好ましい。真空蒸着法により発光層を形成する場合、その蒸着条件は使用する化合物により異なるが、一般的に正孔輸送層と同じような条件範囲の中から選択することができる。

10

20

30

40

50

【0169】

次に、この発光層上に電子輸送層を設ける。正孔輸送層、発光層と同様、均質な膜を得る必要から真空蒸着法により形成することが好ましい。蒸着条件は正孔輸送層、発光層と同様の条件範囲から選択することができる。

最後に陰極を積層する。

【0170】

陰極は金属から構成されるもので、蒸着法、スパッタリングを用いることができる。しかし、下地の有機物層を製膜時の損傷から守るためには真空蒸着法が好ましい。

これまで記載してきた有機EL素子の作製は一回の真空引きで一貫して陽極から陰極まで作製することが好ましい。

10

【0171】

なお、本発明の有機EL素子の各層の形成方法は特に限定されるものではない。従来公知の真空蒸着法、分子線蒸着法、スピニング法、ディッピング法、キャスト法、パーコート法、ロールコート法等による形成方法を用いることができる。

【0172】

本発明の有機EL素子の各有機層の膜厚は特に制限されないが、一般に膜厚が薄すぎるとピンホール等の欠陥が生じやすく、逆に厚すぎると高い印加電圧が必要となり効率が悪くなるため、通常は数nmから1 μ mの範囲が好ましい。なお有機EL素子に電圧を印加する場合、陽極を+、陰極を-の極性にして、3~40Vの電圧を印加すると発光が観測される。また、逆の極性で電圧を印加しても電流は流れず、発光は全く生じない。さらに交流電圧を印加した場合には陽極が+、陰極が-の極性になった時のみ均一な発光が観測される。印加する交流の波形は任意でよい。

20

【実施例】

【0173】

次に、実施例を挙げて本発明をさらに具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0174】

[参考例1]

25mm \times 75mm \times 0.7mmサイズのガラス基板の上に、膜厚130nmのインジウムスズ酸化物からなる透明電極を設けた。このガラス基板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(Ultraviolet)オゾン洗浄を30分間行ない、真空蒸着装置にこの基板を設置した。

30

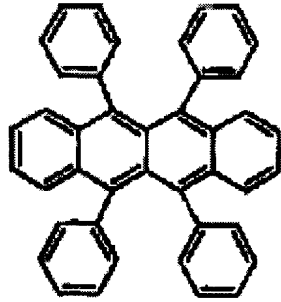
【0175】

その基板に、まず、正孔注入層として、N,N'-ビス[4-(N,N-ジフェニルアミノ)フェニル-1-イル]-N,N'-ジフェニル-4,4'-ベンジジン(60nmの厚さに蒸着した後、その上に正孔輸送層として、N,N'-ビス[4'-{N-(ナフチル-1-イル)-N-フェニル}アミノピフェニル-4-イル]-N-フェニルアミン(10nmの厚さに蒸着した。次いで、発光層として、ナフタセン誘導体である下記化合物(A-1)とピロメテン骨格を有する化合物である下記化合物(B-1)を重量比40:0.4(=0.99wt%)で同時蒸着し、40nmの厚さに蒸着した。

40

【0176】

【化30】

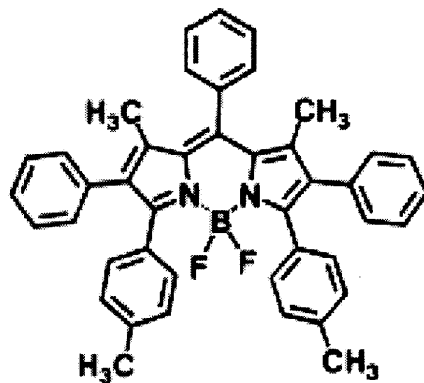


化合物 (A-1)

10

【0177】

【化31】



化合物 (B-1)

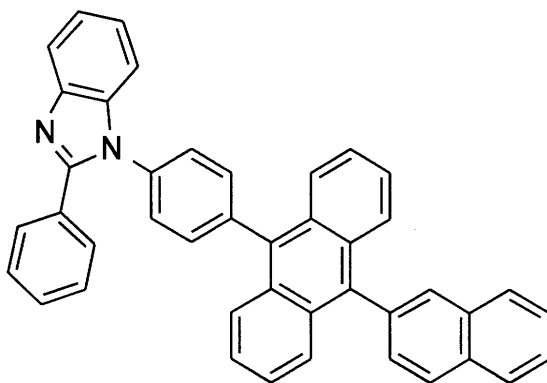
20

【0178】

次に、電子輸送層として、化合物 (C-1) を 30 nm の厚さに蒸着した。

【0179】

【化32】



化合物 (C-1)

40

【0180】

次に弗化リチウムを 0.5 nm の厚さに蒸着し、次いでアルミニウムを 150 nm の厚さに蒸着した。このアルミニウム / 弗化リチウムは陰極として働く。このようにして有機 EL 素子を作製した。

【0181】

得られた素子に通電試験を行なったところ、電流密度 $10 \text{ mA} / \text{cm}^2$ にて、駆動電圧

50

4.7 V、発光輝度 711 cd/m^2 の赤色発光が得られ、色度座標は (0.66, 0.33)、効率は 7.11 cd/A であった。また、初期輝度 5000 cd/m^2 での直流の連続通電試験を行なったところ、輝度半減寿命は 1800 時間であった。

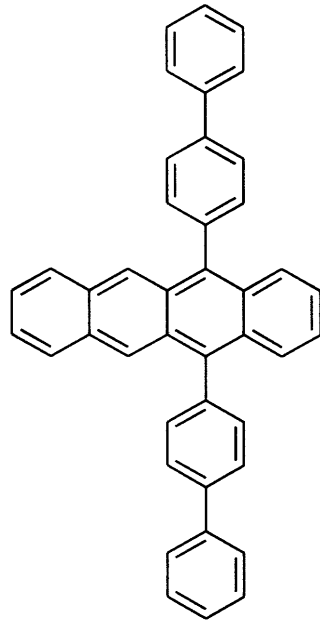
【0182】

[参考例2]

参考例1において、発光層を形成する際に、化合物(A-1)の代わりに下記化合物(A-2)を用いたこと以外は同様にして有機EL素子を作製した。

【0183】

【化33】



化合物 (A-2)

10

20

【0184】

得られた素子に通電試験を行なったところ、電流密度 10 mA/cm^2 にて、駆動電圧 4.8 V、発光輝度 720 cd/m^2 の赤色発光が得られ、色度座標は (0.66, 0.33)、効率は 7.20 cd/A であった。また、初期輝度 5000 cd/m^2 での直流の連続通電試験を行なったところ、半減寿命は 2000 時間であった。

30

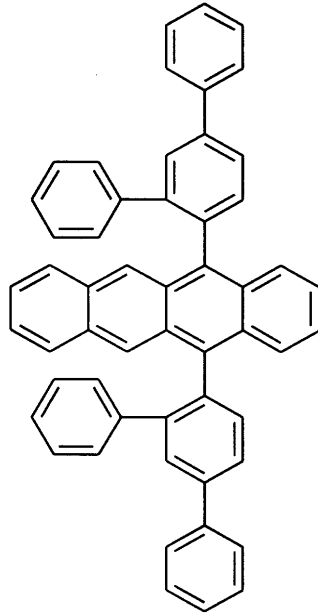
【0185】

[実施例3]

参考例1において、発光層を形成する際に、化合物(A-1)の代わりに下記化合物(A-3)を用いたこと以外は同様にして有機EL素子を作製した。

【0186】

【化34】



化合物 (A-3)

10

20

【0187】

得られた素子に通電試験を行なったところ、電流密度 10 mA/cm^2 にて、駆動電圧 4.8 V 、発光輝度 737 cd/m^2 の赤色発光が得られ、色度座標は $(0.66, 0.33)$ 、効率は 7.37 cd/A であった。また、初期輝度 5000 cd/m^2 での直流の連続通電試験を行なったところ、半減寿命は 3200 時間であった。

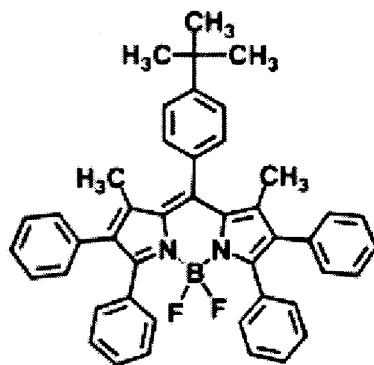
【0188】

[参考例4]

参考例1において、発光層を形成する際に、化合物(B-1)の代わりに下記化合物(B-2)を用いたこと以外は同様にして有機EL素子を作製した。

【0189】

【化35】



化合物 (B-2)

40

【0190】

得られた素子に通電試験を行なったところ、電流密度 10 mA/cm^2 にて、駆動電圧 4.8 V 、発光輝度 698 cd/m^2 の赤色発光が得られ、色度座標は $(0.66, 0.33)$ 、効率は 6.98 cd/A であった。また、初期輝度 5000 cd/m^2 での直流の連続通電試験を行なったところ、半減寿命は 1900 時間であった。

【0191】

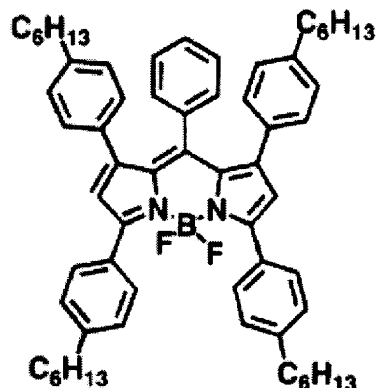
[参考例5]

50

参考例 1 において、発光層を形成する際に、化合物 (B - 1) の代わりに下記化合物 (B - 3) を用いたこと以外は同様にして有機 EL 素子を作製した。

【 0 1 9 2 】

【 化 3 6 】



化合物 (B - 3)

10

【 0 1 9 3 】

得られた素子に通電試験を行なったところ、電流密度 $10 \text{ mA} / \text{cm}^2$ にて、駆動電圧 4.8 V 、発光輝度 $710 \text{ cd} / \text{m}^2$ の赤色発光が得られ、色度座標は (0.66、0.33)、効率は $7.10 \text{ cd} / \text{A}$ であった。また、初期輝度 $5000 \text{ cd} / \text{m}^2$ での直流の連続通電試験を行なったところ、半減寿命は 1500 時間であった。

20

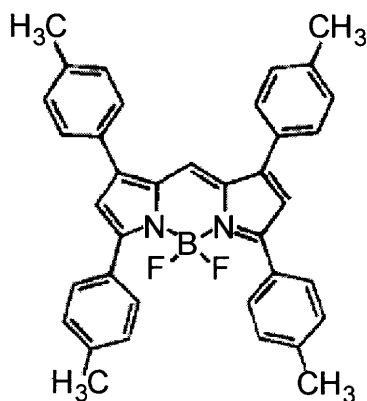
【 0 1 9 4 】

[参考例 6]

参考例 1 において、発光層を形成する際に、化合物 (B - 1) の代わりに下記化合物 (B - 4) を用いたこと以外は同様にして有機 EL 素子を作製した。

【 0 1 9 5 】

【 化 3 7 】



化合物 (B - 4)

30

40

【 0 1 9 6 】

得られた素子に通電試験を行なったところ、電流密度 $10 \text{ mA} / \text{cm}^2$ にて、駆動電圧 4.7 V 、発光輝度 $676 \text{ cd} / \text{m}^2$ の赤色発光が得られ、色度座標は (0.66、0.33)、効率は $6.76 \text{ cd} / \text{A}$ であった。また、初期輝度 $5000 \text{ cd} / \text{m}^2$ での直流の連続通電試験を行なったところ、半減寿命は 1600 時間であった。

【 0 1 9 7 】

[参考例 7]

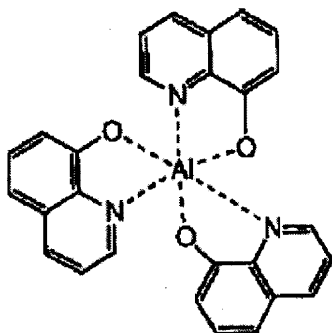
参考例 1 において、電子輸送層を形成する際に、化合物 (C - 1) の代わりに下記化合

50

物 (C-2) を用いたこと以外は同様にして有機 EL 素子を作製した。

【0198】

【化38】



化合物 (C-2)

10

【0199】

得られた素子に通電試験を行なったところ、電流密度 10 mA/cm^2 にて、駆動電圧 5.6 V 、発光輝度 564 cd/m^2 の赤色発光が得られ、色度座標は $(0.64, 0.34)$ 、効率は 5.64 cd/A であった。また、初期輝度 5000 cd/m^2 での直流の連続通電試験を行なったところ、半減寿命は 1000 時間であった。

20

【0200】

[比較例1]

参考例7において、発光層を形成する際に、化合物 (A-1) の代わりに化合物 (C-2) を用いたこと以外は同様にして有機 EL 素子を作製した。

【0201】

得られた素子に通電試験を行なったところ、電流密度 10 mA/cm^2 にて、駆動電圧 6.1 V 、発光輝度 434 cd/m^2 の赤色発光が得られ、色度座標は $(0.63, 0.35)$ 、効率は 4.34 cd/A であった。また、初期輝度 5000 cd/m^2 での直流の連続通電試験を行なったところ、半減寿命は 500 時間であった。

30

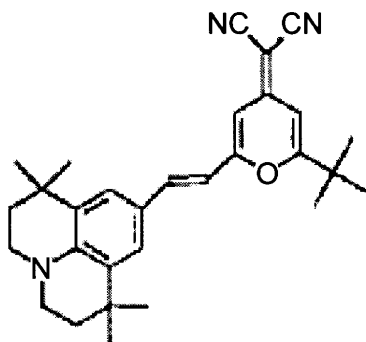
【0202】

[比較例2]

参考例1において、発光層を形成する際に、化合物 (B-1) の代わりに化合物 (B-5) を用いたこと以外は同様にして有機 EL 素子を作製した。

【0203】

【化39】



化合物 (B-5)

40

【0204】

得られた素子に通電試験を行なったところ、電流密度 10 mA/cm^2 にて、駆動電圧 4.7 V 、発光輝度 385 cd/m^2 の赤色発光が得られ、色度座標は $(0.64, 0.$

50

37)、効率は3.85 cd/Aであった。また、初期輝度5000 cd/m²での直流の連続通電試験を行なったところ、半減寿命は700時間であった。

【0205】

[比較例3]

参考例1において、発光層を形成する際に、化合物(A-1)の代わりに化合物(C-2)を用いたこと以外は同様にして有機EL素子を作製した。

【0206】

得られた素子に通電試験を行なったところ、電流密度10 mA/cm²にて、駆動電圧5.2 V、発光輝度451 cd/m²の赤色発光が得られ、色度座標は(0.65、0.33)、効率は4.51 cd/Aであった。また、初期輝度5000 cd/m²での直流の連続通電試験を行なったところ、半減寿命は600時間であった。

10

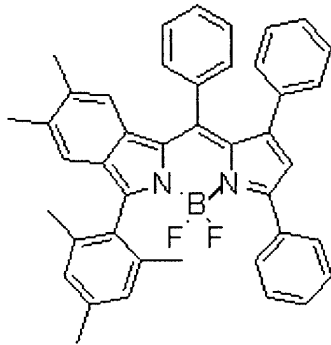
【0207】

[参考例8]

参考例1において、発光層を形成する際に、化合物(B-1)の代わりに下記化合物(B-6)を用いたこと以外は同様にして有機EL素子を作製した。

【0208】

【化40】



20

化合物(B-6)

【0209】

得られた素子に通電試験を行なったところ、電流密度10 mA/cm²にて、駆動電圧4.4 V、発光輝度1081 cd/m²の赤色発光が得られ、色度座標は(0.65、0.34)、効率は10.81 cd/Aであった。また、初期輝度5000 cd/m²での直流の連続通電試験を行なったところ、半減寿命は3500時間であった。

30

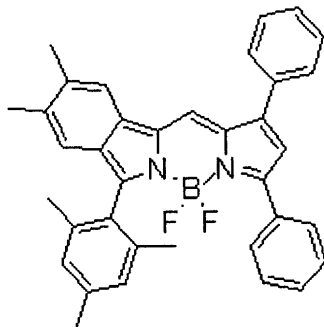
【0210】

[参考例9]

参考例1において、発光層を形成する際に、化合物(B-1)の代わりに下記化合物(B-7)を用いたこと以外は同様にして有機EL素子を作製した。

【0211】

【化41】



40

化合物(B-7)

【0212】

得られた素子に通電試験を行なったところ、電流密度10 mA/cm²にて、駆動電圧4.5 V、発光輝度852 cd/m²の赤色発光が得られ、色度座標は(0.67、0.33)、効率は8.52 cd/Aであった。また、初期輝度5000 cd/m²での直流

50

の連続通電試験を行なったところ、半減寿命は3300時間であった。

【0213】

【表1】

	駆動電圧 (V)	発光輝度 (cd/m ²)	色度座標	発光効率 (cd/A)	半減寿命 (hr)
参考例1	4.7	711	(0.66, 0.33)	7.11	1800
参考例2	4.8	720	(0.66, 0.33)	7.20	2000
実施例3	4.8	737	(0.66, 0.33)	7.37	3200
参考例4	4.8	698	(0.66, 0.33)	6.98	1900
参考例5	4.8	710	(0.66, 0.33)	7.10	1500
参考例6	4.7	676	(0.66, 0.33)	6.76	1600
参考例7	5.6	564	(0.64, 0.34)	5.64	1000
比較例1	6.1	434	(0.63, 0.35)	4.34	500
比較例2	4.7	385	(0.64, 0.37)	3.85	700
比較例3	5.2	451	(0.65, 0.33)	4.51	600
参考例8	4.4	1081	(0.65, 0.34)	10.81	3500
参考例9	4.5	852	(0.67, 0.33)	8.52	3300

10

20

【0214】

参考例7と比較例1とを対比すると、化合物(A-1)をホストとした参考例7のほうが、駆動電圧、発光輝度、色度、発光効率、半減寿命に優れることがわかる。

すなわち、ホストとドーパントとして、化合物(A-1)と化合物(B-1)との組み合わせは、一般的なホスト材料である化合物(C-2)と化合物(B-1)との組み合わせよりも優れる。

【0215】

実施例3、参考例1, 2, 4, 5, 6と、比較例2, 3は、電子輸送層を化合物(C-1)とした場合である。比較例2では、ドーパントを化合物(B-5)とし、比較例3では、ホストを化合物(C-2)としている。これに対し、実施例3は、本発明のホストとドーパントの組み合わせである。

30

その結果、駆動電圧、発光輝度、色度、発光効率、半減寿命の点において、本発明のホストとドーパントとの組み合わせが優れている。

【0216】

すなわち、電子輸送層を構成する化合物によらず、本願発明におけるホスト材料とドーパント材料の組み合わせは、駆動電圧、発光輝度、色度、効率、半減寿命などの性能面で優れている。

【0217】

さらに、実施例3、参考例1, 2, 4, 5, 6と、参考例7とを対比すると、電子輸送材料として化合物(C-1)に代表される本願発明における電子輸送材料を用いることにより、駆動電圧、発光輝度、色度、効率、半減寿命などの性能面で優れた素子を構成できることがわかる。

40

【0218】

通常、有機EL素子において、発光領域は発光層内に位置することが好ましい。

一方、赤色発光を示す発光材料は、ドーパントのエネルギーギャップが狭いので、電子トラップになりやすい。このため、電子輸送層から発光層に注入された電子は、電子輸送層に近い位置にあるドーパントにトラップされ、発光領域は電子輸送層側に寄りやすい。

【0219】

参考例7では、色度が緑にシフトしており、化合物(C-2)が発光している。このことから、参考例7では、電子の注入よりも正孔の注入のほうが強く、多くの正孔が発光層

50

を突き抜けて電子輸送層まで達し、電子輸送層を構成する化合物(C-2)で励起子が生成している。また、化合物(C-2)が発光しているため、有機EL素子の半減寿命が短い。

【0220】

この点、化合物(C-1)に代表される本願発明における電子輸送材料は、電子輸送性が高い。このような電子輸送材料により形成した電子輸送層は、電子を発光層に強く注入することができ、正孔が発光層を突き抜けて電子輸送層まで達することはない。

すなわち、本発明の有機EL素子は、電子輸送層において励起子生成および発光が起こる可能性が低く、高い色純度の発光を高効率で得ることができ、素子全体としての寿命も長い。

10

また、本発明の電子輸送材料は、ナフタセン誘導体により構成されるホスト、ピロメテン骨格を有する化合物等により構成されるドーバントと組み合わせた場合において、このような優れた作用効果を得ることができる。

【0221】

実施例3と参考例1、2とでは、実施例3の方が寿命が格段に長い。これは実施例3においてホストを化合物A-3としたことによる。このことから、ナフタセン骨格に結合したベンゼン環のオルト位に置換基を有することにより分子会合が防止されて寿命が長くなることが示された。

【0222】

本発明は、実施例に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲内での改変、改良等は本発明に含まれる。

20

例えば、参考例1では、ホスト材料としてルブレンを示したが、無置換のルブレンのみならず、置換基を有していてもよい。また、他の実施例で挙げた化合物についても置換基を有していてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0223】

本発明の有機EL素子は、各種表示装置、ディスプレイ、バックライト、照明光源、標識、看板、インテリア等の分野に適用でき、特にカラーディスプレイの表示素子として適している。

【符号の説明】

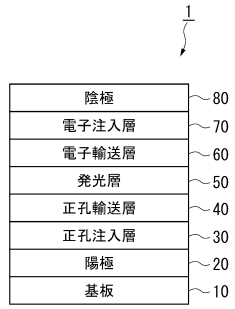
30

【0224】

- 1 有機EL素子
- 10 基板
- 20 陽極
- 30 正孔注入層
- 40 正孔輸送層
- 50 発光層
- 60 電子輸送層
- 70 電子注入層
- 80 陰極

40

【図 1】



フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2008/047744(WO, A1)
特開2006-245172(JP, A)
特開2003-338377(JP, A)
特開2006-073809(JP, A)
特開2004-200162(JP, A)
特開2004-311030(JP, A)
国際公開第2005/075600(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 51/50

CAplus/REGISTRY(STN)

专利名称(译)	有机EL素子及び表示装置		
公开(公告)号	JP5647291B2	公开(公告)日	2014-12-24
申请号	JP2013087718	申请日	2013-04-18
[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		
当前申请(专利权)人(译)	出光兴产株式会社		
[标]发明人	細川地潮 佐土貴康 池田潔		
发明人	細川 地潮 佐土 貴康 池田 潔		
IPC分类号	H01L51/50 C09K11/06		
CPC分类号	H01L51/008 C07C15/38 C07C15/62 C07C2603/44 C09K11/06 C09K2211/1011 C09K2211/1055 H01L51/0054 H01L51/0065 H01L51/0072 H01L51/5012		
FI分类号	H05B33/14.B C09K11/06.690 C09K11/06.660		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC04 3K107/CC07 3K107/CC21 3K107/DD53 3K107/DD59 3K107/DD64 3K107/DD68 3K107/DD69 3K107/FF13 3K107/FF14		
优先权	2007061091 2007-03-09 JP		
其他公开文献	JP2013179326A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供实用，高效，寿命长且色纯度优异的有机EL器件和显示器件。发光层包括主体和掺杂剂，并且主体是特定的并四苯衍生物其中掺杂剂是具有吡咯亚甲基骨架或其金属络合物的化合物。【选择图】无

