

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4862248号
(P4862248)

(45) 発行日 平成24年1月25日(2012.1.25)

(24) 登録日 平成23年11月18日(2011.11.18)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 51/50	(2006.01)	H O 5 B 33/22	B
C O 7 D 471/04	(2006.01)	C O 7 D 471/04	1 O 3 S
C O 7 D 471/14	(2006.01)	C O 7 D 471/04	1 O 3 Z
C O 7 D 487/14	(2006.01)	C O 7 D 471/14	1 O 1
C O 7 D 495/04	(2006.01)	C O 7 D 487/14	

請求項の数 25 (全 101 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2004-166951 (P2004-166951)
(22) 出願日	平成16年6月4日(2004.6.4)
(65) 公開番号	特開2005-347160 (P2005-347160A)
(43) 公開日	平成17年12月15日(2005.12.15)
審査請求日	平成19年5月14日(2007.5.14)

(73) 特許権者	000001270 コニカミノルタホールディングス株式会社 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号
(74) 代理人	110001254 特許業務法人光陽国際特許事務所
(72) 発明者	大津 信也 東京都八王子市石川町2970番地コニカ ミノルタテクノロジーセンター株式会社内
(72) 発明者	押山 智寛 東京都八王子市石川町2970番地コニカ ミノルタテクノロジーセンター株式会社内
(72) 発明者	硯里 善幸 東京都八王子市石川町2970番地コニカ ミノルタテクノロジーセンター株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子、照明装置及び表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

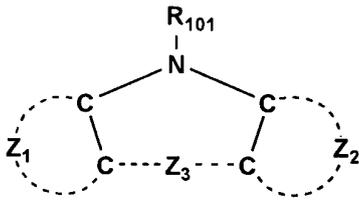
【請求項1】

構成層として、少なくとも発光層と正孔阻止層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子において、

該正孔阻止層が下記一般式(1)で表される化合物を含有し、且つ、該発光層が、下記一般式(B)または一般式(C)からなる化合物群から選択される少なくとも1種の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。

【化 1】

一般式(1)



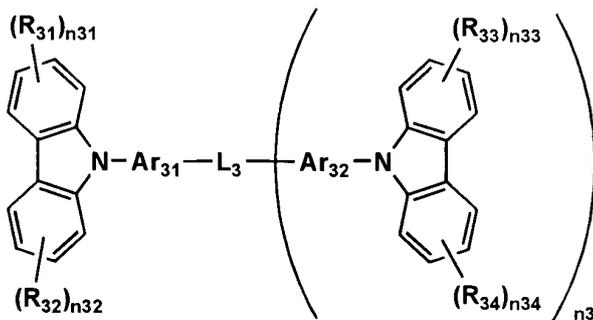
10

〔式中、Z₁はピリジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、ピラジン環またはトリアジン環を表し、Z₂はベンゼン環、ピリジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、ピラジン環またはトリアジン環を表し、Z₃は -CH₂-、-O-、-S- または単なる結合手を表す。R₁₀₁は水素原子または置換基を表す。〕

20

【化 3】

一般式(B)



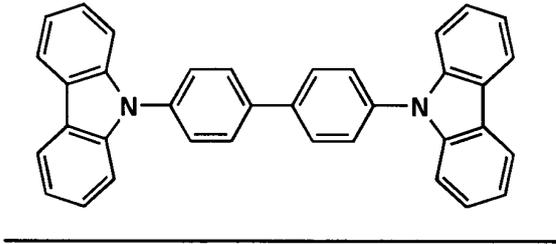
30

〔式中、Ar₃₁、Ar₃₂は、各々アリーレン基または2価の複素環基を表し、R₃₁、R₃₂、R₃₃、R₃₄は、各々置換基を表し、L₃は2価の連結基、3価の連結基または単結合を表す。n₃₁、n₃₂、n₃₃、n₃₄は、各々0～4の整数を表し、n₃は1または2を表す。但し、該一般式(B)で表される化合物から下記で示される化合物を除く。〕

40

【化 A】

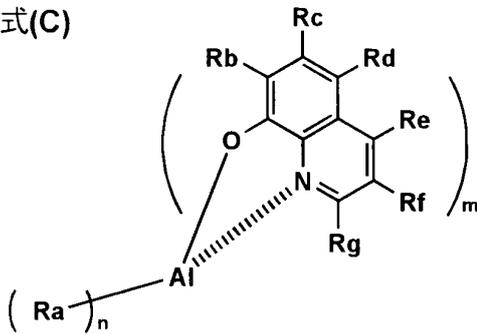
BCz



10

【化 4】

一般式(C)



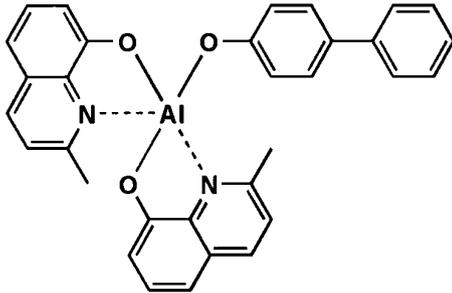
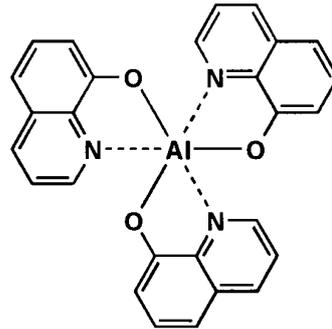
20

30

〔式中、R a ~ R g は、各々水素原子または置換基を表し、また、該 R a ~ R g で各々表される置換基は、同一でもよく異なってもよい。m は 1 ~ 3 の整数、n は 0 ~ 2 の整数を表す。但し、該一般式 (C) で表される化合物から下記で示される化合物を除く。〕

【化 B】

BAIq

Alq₃

10

【請求項 2】

前記一般式(1)において、 Z_1 はピリジン環を表し、 Z_2 はベンゼン環またはピリジン環を表し、 Z_3 は単なる結合手を表し、且つ、前記発光層が前記一般式(B)からなる化合物群から選択される少なくとも1種の化合物を含有することを特徴とする請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

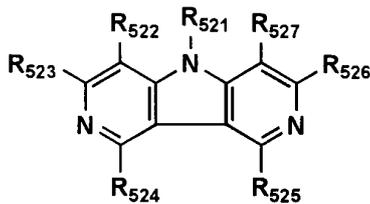
20

【請求項 3】

前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(1-3)で表されることを特徴とする請求項1または2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 C】

一般式(1-3)



30

[式中、 $R_{521} \sim R_{527}$ は、各々独立に、水素原子または置換基を表す。]

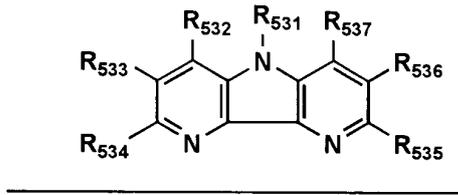
【請求項 4】

前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(1-4)で表されることを特徴とする請求項1または2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

40

【化 D】

一般式(1-4)



10

〔式中、 $R_{531} \sim R_{537}$ は、各々独立に、水素原子または置換基を表す。〕

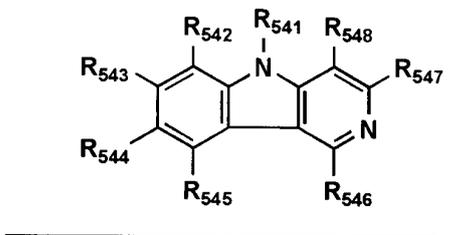
【請求項 5】

前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(1-5)で表されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

20

【化 E】

一般式(1-5)



30

〔式中、 $R_{541} \sim R_{548}$ は、各々独立に、水素原子または置換基を表す。〕

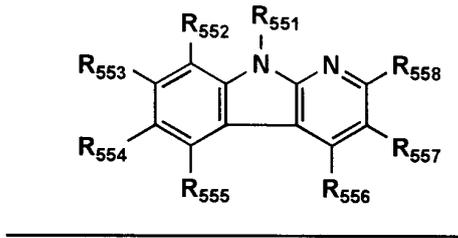
【請求項 6】

前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(1-6)で表されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

40

【化 F】

一般式(1-6)



10

〔式中、 $R_{551} \sim R_{558}$ は、各々独立に、水素原子または置換基を表す。〕

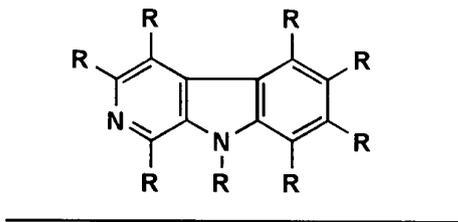
【請求項 7】

前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(1-9)で表されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

20

【化 G】

一般式(1-9)



30

〔式中、R は、水素原子または置換基を表す。また、複数の R は、各々同一でもよく、異なってもよい。〕

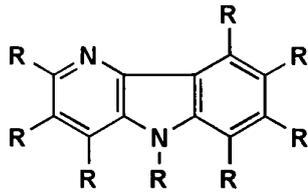
【請求項 8】

前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(1-10)で表されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

40

【化H】

一般式(1-10)



10

〔式中、Rは、水素原子または置換基を表す。また、複数のRは、各々同一でもよく、異なってもよい。〕

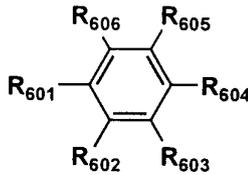
【請求項9】

前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(3)で表されることを特徴とする請求項1または2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

20

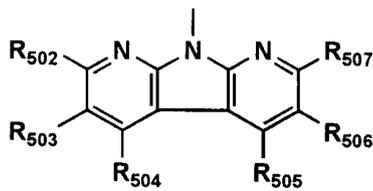
【化 I】

一般式(3)

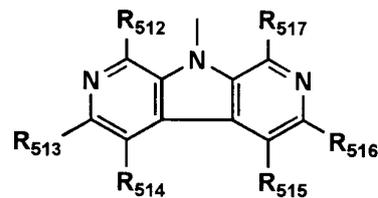


10

一般式(2-1)

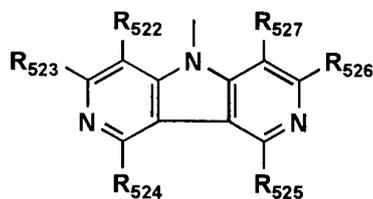


一般式(2-2)

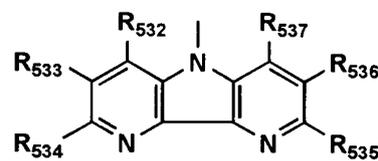


20

一般式(2-3)



一般式(2-4)



30

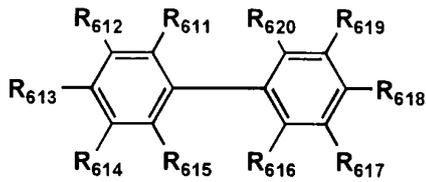
〔式中、R₆₀₁ ~ R₆₀₆ は、各々独立に、水素原子または置換基を表すが、R₆₀₁ ~ R₆₀₆ の少なくとも一つは前記一般式(2-1) ~ (2-4) で表される基から選ばれる少なくとも一つの基を表し、R₅₀₂ ~ R₅₀₇、R₅₁₂ ~ R₅₁₇、R₅₂₂ ~ R₅₂₇、R₅₃₂ ~ R₅₃₇ は、各々独立に、水素原子または置換基を表し、該置換基は各々同一でもよく、異なってもよい。〕

【請求項10】

前記一般式(1) で表される化合物が、下記一般式(4) で表されることを特徴とする請求項1または2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 J】

一般式(4)



10

〔式中、 $R_{611} \sim R_{620}$ は、各々独立に、水素原子または置換基を表すが、 $R_{611} \sim R_{620}$ の少なくとも一つは、請求項 9 に記載の一般式 (2 - 1) ~ (2 - 4) で表される基から選ばれる少なくとも一つの基を表す。〕

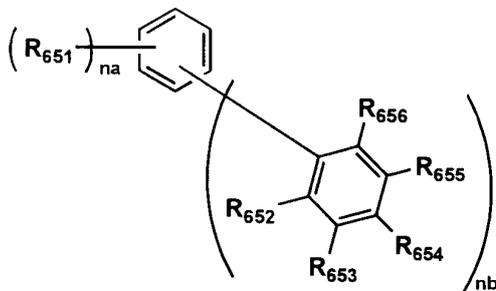
【請求項 11】

前記一般式 (1) で表される化合物が、下記一般式 (7) で表されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 K】

20

一般式(7)



30

〔式中、 $R_{651} \sim R_{656}$ は、各々独立に、水素原子または置換基を表すが、 $R_{651} \sim R_{656}$ の少なくとも一つは、請求項 9 に記載の一般式 (2 - 1) ~ (2 - 4) で表される基から選ばれる少なくとも一つの基を表す。 n_a は 0 ~ 5 の整数を表し、 n_b は 1 ~ 6 の整数を表すが、 n_a と n_b の和は 6 である。〕

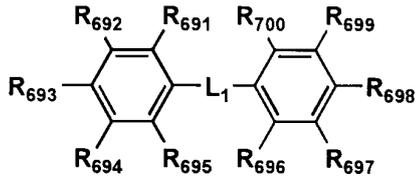
【請求項 12】

40

前記一般式 (1) で表される化合物が、下記一般式 (10) で表されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 L】

一般式(10)



10

〔式中、 $R_{691} \sim R_{700}$ は、各々独立に、水素原子または置換基を表すが、 L_1 は 2 価の連結基を表す。 $R_{691} \sim R_{700}$ の少なくとも一つは、請求項 9 に記載の一般式 (2-1) ~ (2-4) で表される基から選ばれる少なくとも一つの基を表す。〕

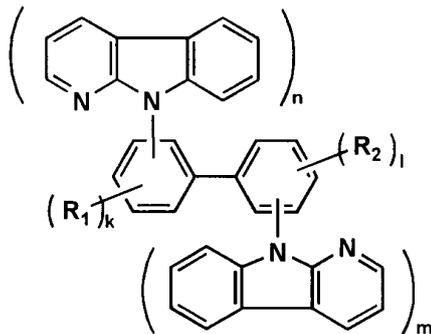
【請求項 13】

前記一般式 (1) で表される化合物が、下記一般式 (11) で表されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

20

【化 M】

一般式(11)



30

〔式中、 R_1 、 R_2 は、各々独立に、水素原子または置換基を表す。 n 、 m は、各々 1 ~ 2 の整数を表し、 k 、 l は、各々 3 ~ 4 の整数を表す。但し、 $n + k = 5$ 、且つ、 $l + m = 5$ である。〕

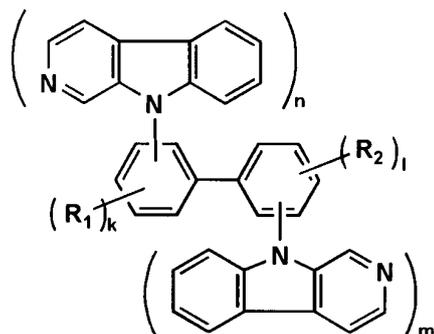
40

【請求項 14】

前記一般式 (1) で表される化合物が、下記一般式 (12) で表されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化N】

一般式(12)



10

〔式中、 R_1 、 R_2 は、各々独立に、水素原子または置換基を表す。 n 、 m は、各々1～2の整数を表し、 k 、 l は、各々3～4の整数を表す。但し、 $n + k = 5$ 、且つ、 $l + m = 5$ である。〕

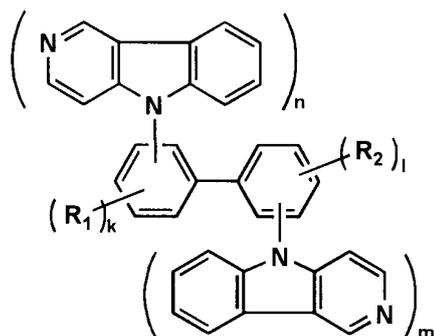
【請求項15】

20

前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(13)で表されることを特徴とする請求項1または2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化O】

一般式(13)



30

〔式中、 R_1 、 R_2 は、各々独立に、水素原子または置換基を表す。 n 、 m は、各々1～2の整数を表し、 k 、 l は、各々3～4の整数を表す。但し、 $n + k = 5$ 、且つ、 $l + m = 5$ である。〕

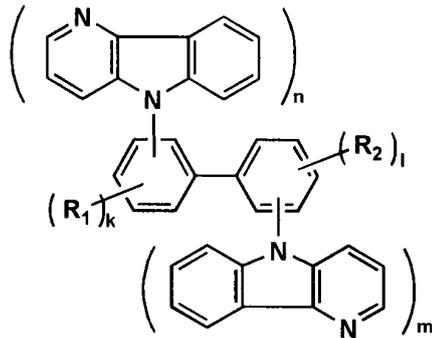
40

【請求項16】

前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(14)で表されることを特徴とする請求項1または2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 P】

一般式(14)



10

〔式中、 R_1 、 R_2 は、各々独立に、水素原子または置換基を表す。 n 、 m は、各々 1 ~ 2 の整数を表し、 k 、 l は、各々 3 ~ 4 の整数を表す。但し、 $n + k = 5$ 、且つ、 $l + m = 5$ である。〕

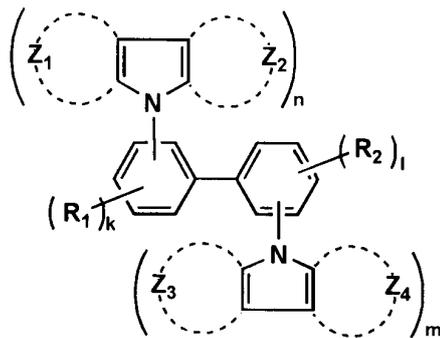
【請求項 17】

20

前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(15)で表されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 Q】

一般式(15)



30

〔式中、 R_1 、 R_2 は、各々独立に、水素原子または置換基を表す。 n 、 m は、各々 1 ~ 2 の整数を表し、 k 、 l は、各々 3 ~ 4 の整数を表す。但し、 $n + k = 5$ 、且つ、 $l + m = 5$ である。 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 、 Z_4 は、各々窒素原子を少なくとも一つ含む 6 員の芳香族複素環を表す。〕

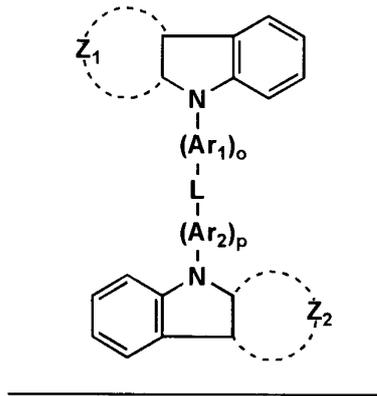
40

【請求項 18】

前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(16)で表されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 R】

一般式(16)



10

〔式中、 o 、 p は、各々1～3の整数を表し、 Ar_1 、 Ar_2 は、各々アリーレン基または2価の芳香族複素環基を表す。 Z_1 、 Z_2 は、各々窒素原子を少なくとも一つ含む6員の芳香族複素環を表し、 L は、2価の連結基を表す。〕

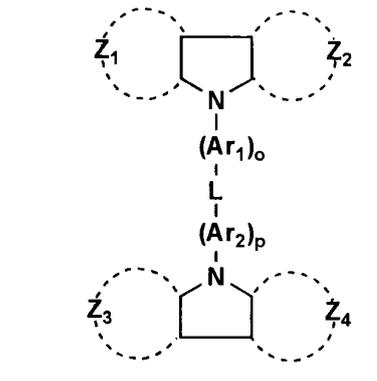
【請求項19】

20

前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(17)で表されることを特徴とする請求項1または2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 S】

一般式(17)



30

〔式中、 o 、 p は、各々1～3の整数を表し、 Ar_1 、 Ar_2 は、各々2価のアリーレン基または2価の芳香族複素環基を表す。 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 、 Z_4 は、各々窒素原子を少なくとも一つ含む6員の芳香族複素環を表し、 L は、2価の連結基を表す。〕

40

【請求項20】

前記構成層として燐光性発光層を有し、該燐光性発光層が、前記一般式(1)で表される化合物を含有することを特徴とする請求項1～19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21】

請求項1～20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を有することを特徴とする表示装置。

【請求項22】

発光が白色であることを特徴とする請求項1～20のいずれか1項に記載の有機エレクト

50

ロルミネッセンス素子。

【請求項 2 3】

請求項 2 2 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する表示装置。

【請求項 2 4】

請求項 2 2 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する照明装置。

【請求項 2 5】

請求項 2 4 に記載の照明装置と表示手段としての液晶素子を有することを特徴とする表示装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子、照明装置及び表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、発光型の電子ディスプレイデバイスとして、エレクトロルミネッセンスディスプレイ (ELD) がある。ELD の構成要素としては、無機エレクトロルミネッセンス素子や有機エレクトロルミネッセンス素子 (以下、有機 EL 素子ともいう) が挙げられる。

【0003】

無機エレクトロルミネッセンス素子は平面型光源として使用されてきたが、発光素子を駆動させるためには交流の高電圧が必要である。

20

【0004】

一方、有機 EL 素子は、発光する化合物を含有する発光層を、陰極と陽極で挟んだ構成を有し、発光層に電子及び正孔を注入して、再結合させることにより励起子 (エキシトン) を生成させ、このエキシトンが失活する際の光の放出 (蛍光・燐光) を利用して発光する素子であり、数 V ~ 数十 V 程度の電圧で発光が可能であり、更に、自己発光型であるために視野角に富み、視認性が高く、薄膜型の完全固体素子であるために省スペース、携帯性等の観点から注目されている。

【0005】

今後の実用化に向けた有機 EL 素子の開発としては、更に低消費電力で効率よく高輝度に発光する有機 EL 素子が望まれているわけであり、例えば、スチルベン誘導体、ジスチリルアリーレン誘導体またはトリススチリルアリーレン誘導体に、微量の蛍光体をドーブし、発光輝度の向上、素子の長寿命化を達成する技術 (例えば、特許文献 1 参照。)、8 - ヒドロキシキノリンアルミニウム錯体をホスト化合物として、これに微量の蛍光体をドーブした有機発光層を有する素子 (例えば、特許文献 2 参照。)、8 - ヒドロキシキノリンアルミニウム錯体をホスト化合物として、これにキナクリドン系色素をドーブした有機発光層を有する素子 (例えば、特許文献 3 参照。) 等が知られている。

30

【0006】

上記特許文献に開示されている技術では、励起一重項からの発光を用いる場合、一重項励起子と三重項励起子の生成比が 1 : 3 であるため発光性励起種の生成確率が 25 % であることと、光の取り出し効率が約 20 % であるため、外部取り出し量子効率 (ext) の限界は 5 % とされている。

40

【0007】

ところが、プリンストン大より、励起三重項からの燐光発光を用いる有機 EL 素子の報告 (例えば、非特許文献 1 参照。) がされて以来、室温で燐光を示す材料の研究が活発になってきている (例えば、非特許文献 2 及び特許文献 4 参照。) 。

【0008】

励起三重項を使用すると、内部量子効率の上限が 100 % となるため、励起一重項の場合に比べて原理的に発光効率が 4 倍となり、冷陰極管とほぼ同等の性能が得られ照明用に

50

も応用可能であり注目されている。例えば、多くの化合物がイリジウム錯体系等重金属錯体を中心に合成検討がなされている（例えば、非特許文献3参照。）。

【0009】

また、ドーパントとして、トリス(2-フェニルピリジン)イリジウムを用いた検討がなされている（例えば、非特許文献2参照。）。

【0010】

その他、ドーパントとして $L_2Ir(acac)$ 、例えば $(ppy)_2Ir(acac)$ （例えば、非特許文献4参照。）を、また、ドーパントとして、トリス(2-(p-トリル)ピリジン)イリジウム($Ir(ptpy)_3$)、トリス(ベンゾ[h]キノリン)イリジウム($Ir(bzq)_3$)、 $Ir(bzq)_2ClP(Bu)_3$ 等を用いた検討（例えば、非特許文献5参照。）が行われている。

10

【0011】

また、高い発光効率を得るために、ホール輸送性の化合物を燐光性化合物のホストとして用いている（例えば、非特許文献6参照。）。

【0012】

また、各種電子輸送性材料を燐光性化合物のホストとして、これらに新規なイリジウム錯体をドーブして用いている（例えば、非特許文献4参照。）。更に、ホールブロック層の導入により高い発光効率を得ている（例えば、非特許文献5参照。）。

【0013】

また、含窒素芳香族環化合物の部分構造を含み、窒素原子もしくはアリアルを中心として、3方向または4方向に延びる化学構造であって、熱的に安定な正孔輸送材料が開示されている（特許文献5参照。）。しかしながら、特許文献5においては、燐光発光の有機EL素子の開示は一切なされていない。

20

【0014】

また、含窒素芳香族環化合物であって、輝度が高い発光材料が開示されている（特許文献6参照。）。しかしながら、特許文献6においては、燐光発光の有機EL素子の開示は一切なされていない。

【0015】

現在、この燐光発光を用いた有機EL素子の更なる発光の高効率化、長寿命化が検討されているが、緑色発光については理論限界である20%近くの外部取り出し効率が達成されているものの、低電流領域（低輝度領域）のみであり、高電流領域（高輝度領域）では、いまだ理論限界は達成されていない。更に、その他の発光色についてもまだ十分な効率が得られておらず改良が必要であり、また、今後の実用化に向けた有機EL素子では、更に、低消費電力で効率よく高輝度に発光する有機EL素子の開発が望まれている。特に青色燐光発光の有機EL素子において高効率に発光する素子が求められている。

30

【特許文献1】特許第3093796号公報

【特許文献2】特開昭63-264692号公報

【特許文献3】特開平3-255190号公報

【特許文献4】米国特許第6,097,147号明細書

【特許文献5】特公平7-110940号公報

40

【特許文献6】特開2001-160488号公報

【非特許文献1】M. A. Baldo et al., *nature*, 395巻、151-154ページ(1998年)

【非特許文献2】M. A. Baldo et al., *nature*, 403巻、17号、750-753ページ(2000年)

【非特許文献3】S. Lamansky et al., *J. Am. Chem. Soc.*, 123巻、4304ページ(2001年)

【非特許文献4】M. E. Tompson et al., *The 10th International Workshop on Inorganic and Organic Electroluminescence (EL'00)*, 浜松

50

【非特許文献5】Moon - Jae Youn . 0 g , Tetsuo Tsutsui et al . , The 10th International Workshop on Inorganic and Organic Electroluminescence (EL ' 00、浜松)

【非特許文献6】Ikai et al . , The 10th International Workshop on Inorganic and Organic Electroluminescence (EL ' 00、浜松)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

本発明の目的は、外部取りだし収率が高く、且つ、長寿命である有機エレクトロルミネッセンス素子、照明装置及び表示装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明の上記目的は、下記の構成1～25により達成された。

【0018】

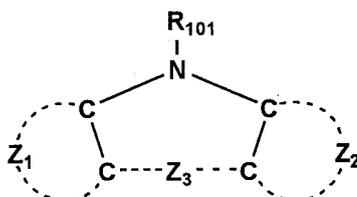
1. 構成層として、少なくとも発光層と正孔阻止層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子において、

該正孔阻止層が下記一般式(1)で表される化合物を含有し、且つ、該発光層が、下記一般式(B)または一般式(C)からなる化合物群から選択される少なくとも1種の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。

【0019】

【化1】

一般式(1)



【0020】

〔式中、 Z_1 はピリジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、ピラジン環またはトリアジン環を表し、 Z_2 はベンゼン環、ピリジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、ピラジン環またはトリアジン環を表し、 Z_3 は $-CH_2-$ 、 $-O-$ 、 $-S-$ または単なる結合手を表す。 R_{101} は水素原子または置換基を表す。〕

【0023】

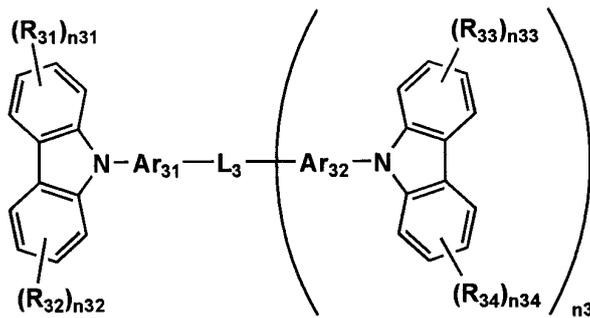
10

20

30

【化3】

一般式(B)



10

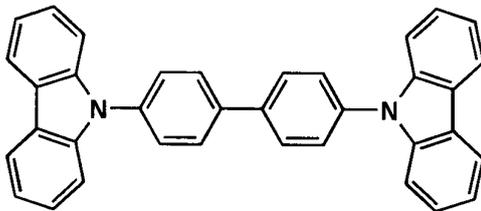
【0024】

〔式中、 Ar_{31} 、 Ar_{32} は、各々アリーレン基または2価の複素環基を表し、 R_{31} 、 R_{32} 、 R_{33} 、 R_{34} は、各々置換基を表し、 L_3 は2価の連結基、3価の連結基または単結合を表す。 n_{31} 、 n_{32} 、 n_{33} 、 n_{34} は、各々0～4の整数を表し、 n_3 は1または2を表す。但し、該一般式(B)で表される化合物から下記で示される化合物を除く。〕

20

【化T】

BCz

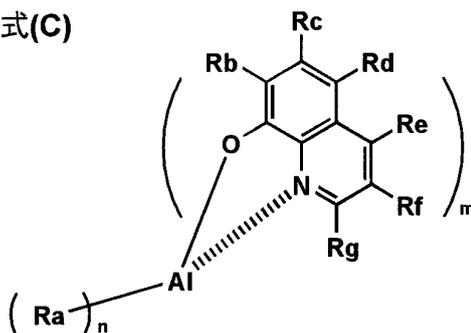


30

【0025】

【化4】

一般式(C)



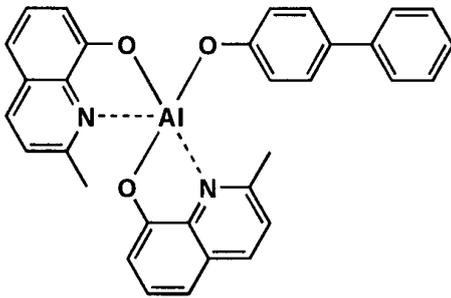
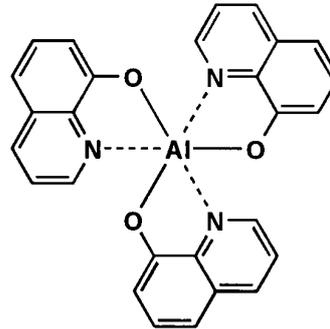
40

【0026】

50

〔式中、 $R_a \sim R_g$ は、各々水素原子または置換基を表し、また、該 $R_a \sim R_g$ で各々表される置換基は、同一でもよく異なってもよい。 m は 1 ~ 3 の整数、 n は 0 ~ 2 の整数を表す。但し、該一般式 (C) で表される化合物から下記で示される化合物を除く。〕
【化 U】

BAIq

Alq₃

10

【0028】

2. 前記一般式 (1) において、 Z_1 はピリジン環を表し、 Z_2 はベンゼン環またはピリジン環を表し、 Z_3 は単なる結合手を表し、且つ、前記発光層が前記一般式 (B) からなる化合物群から選択される少なくとも 1 種の化合物を含有することを特徴とする前記 1 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

20

【0036】

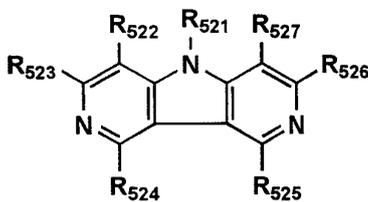
3. 前記一般式 (1) で表される化合物が、下記一般式 (1-3) で表されることを特徴とする前記 1 または 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0037】

【化 8】

30

一般式(1-3)



【0038】

〔式中、 $R_{521} \sim R_{527}$ は、各々独立に、水素原子または置換基を表す。〕

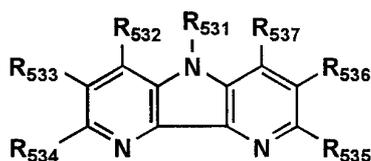
4. 前記一般式 (1) で表される化合物が、下記一般式 (1-4) で表されることを特徴とする前記 1 または 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

40

【0039】

【化9】

一般式(1-4)



10

【0040】

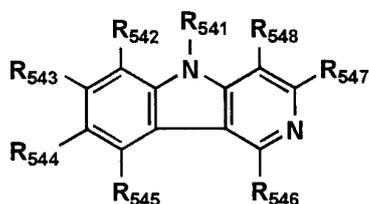
〔式中、R₅₃₁ ~ R₅₃₇ は、各々独立に、水素原子または置換基を表す。〕

5. 前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(1-5)で表されることを特徴とする前記1または2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0041】

【化10】

一般式(1-5)



20

【0042】

〔式中、R₅₄₁ ~ R₅₄₈ は、各々独立に、水素原子または置換基を表す。〕

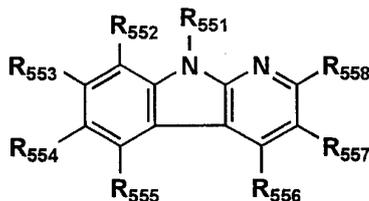
6. 前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(1-6)で表されることを特徴とする前記1または2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

30

【0043】

【化11】

一般式(1-6)



40

【0044】

〔式中、R₅₅₁ ~ R₅₅₈ は、各々独立に、水素原子または置換基を表す。〕

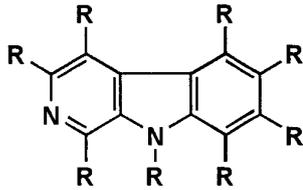
【0048】

7. 前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(1-9)で表されることを特徴とする前記1または2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0049】

【化14】

一般式(1-9)



10

【0050】

〔式中、Rは、水素原子または置換基を表す。また、複数のRは、各々同一でもよく、異なってもよい。〕

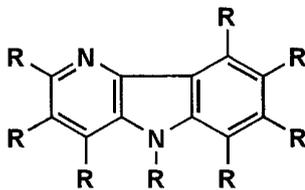
8. 前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(1-10)で表されることを特徴とする前記1または2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0051】

【化15】

20

一般式(1-10)



【0052】

〔式中、Rは、水素原子または置換基を表す。また、複数のRは、各々同一でもよく、異なってもよい。〕

30

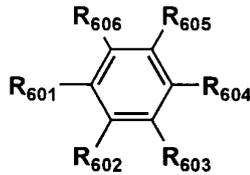
【0054】

9. 前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(3)で表されることを特徴とする前記1または2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0055】

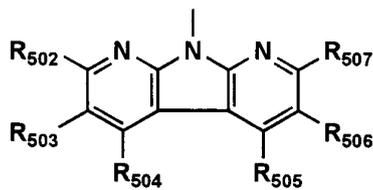
【化V】

一般式(3)

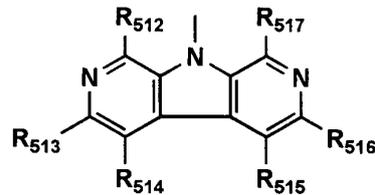


10

一般式(2-1)

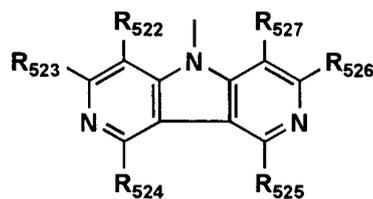


一般式(2-2)

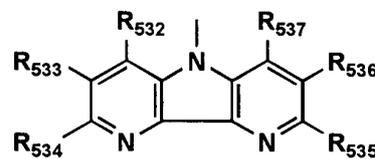


20

一般式(2-3)



一般式(2-4)



【0056】

〔式中、R₆₀₁～R₆₀₆は、各々独立に、水素原子または置換基を表すが、R₆₀₁～R₆₀₆の少なくとも一つは前記一般式(2-1)～(2-4)で表される基から選ばれる少なくとも一つの基を表し、R₅₀₂～R₅₀₇、R₅₁₂～R₅₁₇、R₅₂₂～R₅₂₇、R₅₃₂～R₅₃₇は、各々独立に、水素原子または置換基を表し、該置換基は各々同一でもよく、異なってもよい。〕

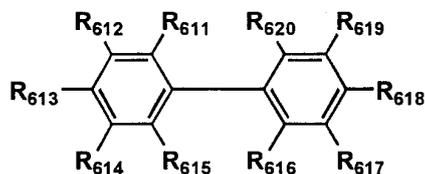
30

10. 前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(4)で表されることを特徴とする前記1または2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0057】

【化18】

一般式(4)



40

【0058】

〔式中、R₆₁₁～R₆₂₀は、各々独立に、水素原子または置換基を表すが、R₆₁₁

50

~ R₆₂₀ の少なくとも一つは、前記 9 に記載の一般式 (2 - 1) ~ (2 - 4) で表される基から選ばれる少なくとも一つの基を表す。]

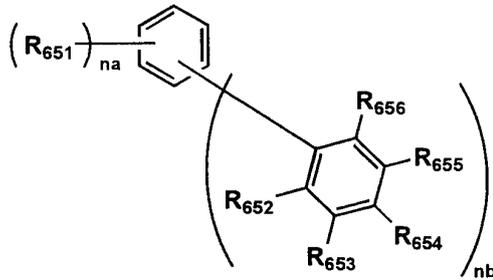
【0062】

11. 前記一般式 (1) で表される化合物が、下記一般式 (7) で表されることを特徴とする前記 1 または 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0063】

【化21】

一般式(7)



10

【0064】

[式中、R₆₅₁ ~ R₆₅₆ は、各々独立に、水素原子または置換基を表すが、R₆₅₁ ~ R₆₅₆ の少なくとも一つは、前記 9 に記載の一般式 (2 - 1) ~ (2 - 4) で表される基から選ばれる少なくとも一つの基を表す。na は 0 ~ 5 の整数を表し、nb は 1 ~ 6 の整数を表すが、na と nb の和は 6 である。]

20

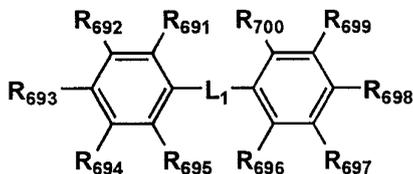
【0068】

12. 前記一般式 (1) で表される化合物が、下記一般式 (10) で表されることを特徴とする前記 1 または 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0069】

【化24】

一般式(10)



30

【0070】

[式中、R₆₉₁ ~ R₇₀₀ は、各々独立に、水素原子または置換基を表すが、L₁ は 2 価の連結基を表す。R₆₉₁ ~ R₇₀₀ の少なくとも一つは、前記 9 に記載の一般式 (2 - 1) ~ (2 - 4) で表される基から選ばれる少なくとも一つの基を表す。]

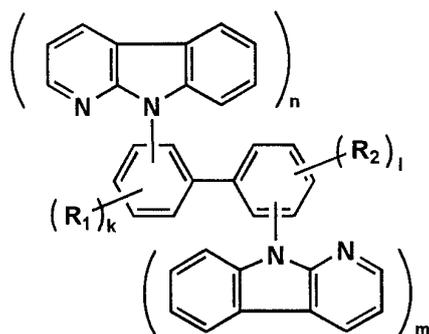
40

13. 前記一般式 (1) で表される化合物が、下記一般式 (11) で表されることを特徴とする前記 1 または 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0071】

【化25】

一般式(11)



10

【0072】

〔式中、 R_1 、 R_2 は、各々独立に、水素原子または置換基を表す。 n 、 m は、各々1～2の整数を表し、 k 、 l は、各々3～4の整数を表す。但し、 $n+k=5$ 、且つ、 $l+m=5$ である。〕

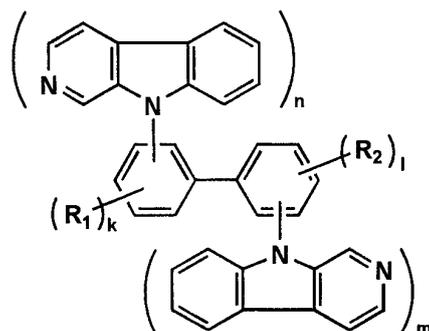
14. 前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(12)で表されることを特徴とする前記1または2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

20

【0073】

【化26】

一般式(12)



30

【0074】

〔式中、 R_1 、 R_2 は、各々独立に、水素原子または置換基を表す。 n 、 m は、各々1～2の整数を表し、 k 、 l は、各々3～4の整数を表す。但し、 $n+k=5$ 、且つ、 $l+m=5$ である。〕

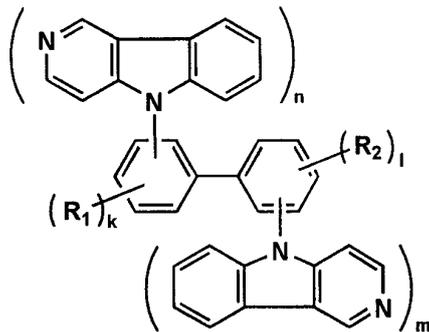
15. 前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(13)で表されることを特徴とする前記1または2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

40

【0075】

【化27】

一般式(13)



10

【0076】

〔式中、 R_1 、 R_2 は、各々独立に、水素原子または置換基を表す。 n 、 m は、各々1～2の整数を表し、 k 、 l は、各々3～4の整数を表す。但し、 $n + k = 5$ 、且つ、 $l + m = 5$ である。〕

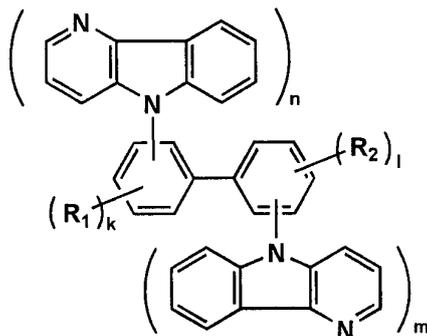
16. 前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(14)で表されることを特徴とする前記1または2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

20

【0077】

【化28】

一般式(14)



30

【0078】

〔式中、 R_1 、 R_2 は、各々独立に、水素原子または置換基を表す。 n 、 m は、各々1～2の整数を表し、 k 、 l は、各々3～4の整数を表す。但し、 $n + k = 5$ 、且つ、 $l + m = 5$ である。〕

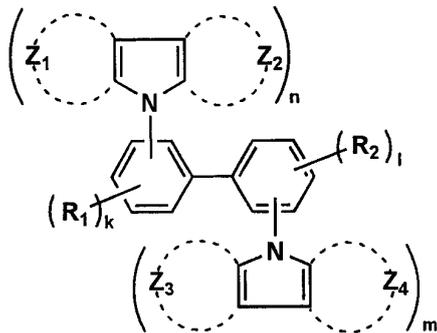
17. 前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(15)で表されることを特徴とする前記1または2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

40

【0079】

【化29】

一般式(15)



10

【0080】

〔式中、 R_1 、 R_2 は、各々独立に、水素原子または置換基を表す。 n 、 m は、各々1～2の整数を表し、 k 、 l は、各々3～4の整数を表す。但し、 $n+k=5$ 、且つ、 $l+m=5$ である。 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 、 Z_4 は、各々窒素原子を少なくとも一つ含む6員の芳香族複素環を表す。〕

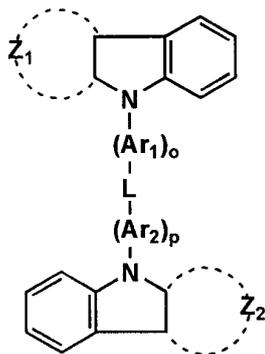
18. 前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(16)で表されることを特徴とする前記1または2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

20

【0081】

【化30】

一般式(16)



30

【0082】

〔式中、 o 、 p は、各々1～3の整数を表し、 Ar_1 、 Ar_2 は、各々アリーレン基または2価の芳香族複素環基を表す。 Z_1 、 Z_2 は、各々窒素原子を少なくとも一つ含む6員の芳香族複素環を表し、 L は、2価の連結基を表す。〕

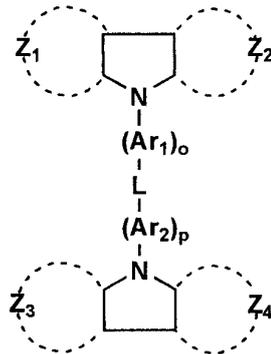
40

19. 前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(17)で表されることを特徴とする前記1または2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0083】

【化 3 1】

一般式(17)



10

【0084】

〔式中、 o 、 p は、各々1～3の整数を表し、 Ar_1 、 Ar_2 は、各々2価のアリーレン基または2価の芳香族複素環基を表す。 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 、 Z_4 は、各々窒素原子を少なくとも一つ含む6員の芳香族複素環を表し、 L は、2価の連結基を表す。〕

20. 前記構成層として燐光性発光層を有し、該燐光性発光層が、前記一般式(1)で表される化合物を含有することを特徴とする前記1～19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。

20

【0086】

21. 前記1～20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を有することを特徴とする表示装置。

【0087】

22. 発光が白色であることを特徴とする前記1～21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。

【0088】

23. 前記22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する表示装置。

30

【0089】

24. 前記22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する照明装置。

【0090】

25. 前記24に記載の照明装置と表示手段としての液晶素子を有することを特徴とする表示装置。

【発明の効果】

【0091】

本発明により、外部取りだし収率が高く、且つ、長寿命である有機エレクトロルミネッセンス素子、照明装置及び表示装置を提供することが出来た。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0092】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子(以下、有機EL素子ともいう)においては、請求項1～33のいずれか1項または請求項35に各々規定される構成にすることにより、外部取りだし収率が高く、長寿命である有機EL素子を得ることが出来た。

【0093】

また、前記特性を示す有機EL素子を用いて、高輝度、長寿命の照明装置、表示装置を各々得ることができた。

【0094】

50

以下、本発明に係る各構成要素の詳細について、順次説明する。

【0095】

本発明者等は、鋭意検討の結果、前記一般式(1)で表される化合物を、後述する正孔阻止層に含み、且つ、後述する発光層に、前記一般式(A)~(D)からなる化合物群から選択される少なくとも1種の化合物を含有するように作製した有機EL素子は、発光効率が高くなり、且つ、長寿命化出来ることを見出した。

【0096】

《一般式(1)で表される化合物》

本発明に係る一般式(1)で表される化合物について説明する。

【0097】

前記一般式(1)において、 Z_1 は置換基を有してもよい芳香族複素環を表し、 Z_2 は置換基を有してもよい芳香族複素環、もしくは芳香族炭化水素環を表し、 Z_3 は2価の連結基、もしくは単なる結合手を表す。 R_{101} は水素原子、もしくは置換基を表す。

【0098】

前記一般式(1)において、 Z_1 、 Z_2 で表される芳香族複素環としては、フラン環、チオフェン環、ピリジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、ピラジン環、トリアジン環、ベンゾイミダゾール環、オキサジアゾール環、トリアゾール環、イミダゾール環、ピラゾール環、チアゾール環、インドール環、ベンゾイミダゾール環、ベンゾチアゾール環、ベンゾオキサゾール環、キノキサリン環、キナゾリン環、フタラジン環、カルバゾール環、カルボリン環、ジアザカルバゾール環(カルボリン環を構成する炭化水素環の炭素原子の一つが更に窒素原子で置換されている環を示す)等が挙げられる。更に、前記芳香族複素環は、後述する R_{101} で表される置換基を有してもよい。

【0099】

前記一般式(1)において、 Z_2 で表される芳香族炭化水素環としては、ベンゼン環、ビフェニル環、ナフタレン環、アズレン環、アントラセン環、フェナントレン環、ピレン環、クリセン環、ナフタセン環、トリフェニレン環、o-テルフェニル環、m-テルフェニル環、p-テルフェニル環、アセナフテン環、コロネン環、フルオレン環、フルオラントレン環、ナフタセン環、ペンタセン環、ペリレン環、ペンタフェン環、ピセン環、ピレン環、ピラントレン環、アンスラアントレン環等が挙げられる。更に、前記芳香族炭化水素環は、後述する R_{101} で表される置換基を有してもよい。

【0100】

一般式(1)において、 R_{101} で表される置換基としては、アルキル基(例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、tert-ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基、オクチル基、ドデシル基、トリデシル基、テトラデシル基、ペンタデシル基等)、シクロアルキル基(例えば、シクロペンチル基、シクロヘキシル基等)、アルケニル基(例えば、ビニル基、アリル基等)、アルキニル基(例えば、エチニル基、プロパルギル基等)、アリール基(例えば、フェニル基、ナフチル基等)、芳香族複素環基(例えば、フリル基、チエニル基、ピリジル基、ピリダジニル基、ピリミジニル基、ピラジニル基、トリアジニル基、イミダゾリル基、ピラゾリル基、チアゾリル基、キナゾリニル基、フタラジニル基等)、複素環基(例えば、ピロリジル基、イミダゾリジル基、モルホリル基、オキサゾリジル基等)、アルコキシル基(例えば、メトキシ基、エトキシ基、プロピルオキシ基、ペンチルオキシ基、ヘキシルオキシ基、オクチルオキシ基、ドデシルオキシ基等)、シクロアルコキシル基(例えば、シクロペンチルオキシ基、シクロヘキシルオキシ基等)、アリールオキシ基(例えば、フェノキシ基、ナフチルオキシ基等)、アルキルチオ基(例えば、メチルチオ基、エチルチオ基、プロピルチオ基、ペンチルチオ基、ヘキシルチオ基、オクチルチオ基、ドデシルチオ基等)、シクロアルキルチオ基(例えば、シクロペンチルチオ基、シクロヘキシルチオ基等)、アリールチオ基(例えば、フェニルチオ基、ナフチルチオ基等)、アルコキシカルボニル基(例えば、メチルオキシカルボニル基、エチルオキシカルボニル基、ブチルオキシカルボニル基、オクチルオキシカルボニル基、ドデシルオキシカルボニル基等)、アリールオキシカルボニル基(例えば、フェニルオキ

10

20

30

40

50

シカルボニル基、ナフチルオキシカルボニル基等)、スルファモイル基(例えば、アミノスルホニル基、メチルアミノスルホニル基、ジメチルアミノスルホニル基、ブチルアミノスルホニル基、ヘキシルアミノスルホニル基、シクロヘキシルアミノスルホニル基、オクチルアミノスルホニル基、ドデシルアミノスルホニル基、フェニルアミノスルホニル基、ナフチルアミノスルホニル基、2-ピリジルアミノスルホニル基等)、アシル基(例えば、アセチル基、エチルカルボニル基、プロピルカルボニル基、ペンチルカルボニル基、シクロヘキシルカルボニル基、オクチルカルボニル基、2-エチルヘキシルカルボニル基、ドデシルカルボニル基、フェニルカルボニル基、ナフチルカルボニル基、ピリジルカルボニル基等)、アシルオキシ基(例えば、アセチルオキシ基、エチルカルボニルオキシ基、ブチルカルボニルオキシ基、オクチルカルボニルオキシ基、ドデシルカルボニルオキシ基、フェニルカルボニルオキシ基等)、アミド基(例えば、メチルカルボニルアミノ基、エチルカルボニルアミノ基、ジメチルカルボニルアミノ基、プロピルカルボニルアミノ基、ペンチルカルボニルアミノ基、シクロヘキシルカルボニルアミノ基、2-エチルヘキシルカルボニルアミノ基、オクチルカルボニルアミノ基、ドデシルカルボニルアミノ基、フェニルカルボニルアミノ基、ナフチルカルボニルアミノ基等)、カルバモイル基(例えば、アミノカルボニル基、メチルアミノカルボニル基、ジメチルアミノカルボニル基、プロピルアミノカルボニル基、ペンチルアミノカルボニル基、シクロヘキシルアミノカルボニル基、オクチルアミノカルボニル基、2-エチルヘキシルアミノカルボニル基、ドデシルアミノカルボニル基、フェニルアミノカルボニル基、ナフチルアミノカルボニル基、2-ピリジルアミノカルボニル基等)、ウレイド基(例えば、メチルウレイド基、エチルウレイド基、ペンチルウレイド基、シクロヘキシルウレイド基、オクチルウレイド基、ドデシルウレイド基、フェニルウレイド基、ナフチルウレイド基、2-ピリジルアミノウレイド基等)、スルフィニル基(例えば、メチルスルフィニル基、エチルスルフィニル基、ブチルスルフィニル基、シクロヘキシルスルフィニル基、2-エチルヘキシルスルフィニル基、ドデシルスルフィニル基、フェニルスルフィニル基、ナフチルスルフィニル基、2-ピリジルスルフィニル基等)、アルキルスルホニル基(例えば、メチルスルホニル基、エチルスルホニル基、ブチルスルホニル基、シクロヘキシルスルホニル基、2-エチルヘキシルスルホニル基、ドデシルスルホニル基等)、アリールスルホニル基(フェニルスルホニル基、ナフチルスルホニル基、2-ピリジルスルホニル基等)、アミノ基(例えば、アミノ基、エチルアミノ基、ジメチルアミノ基、ブチルアミノ基、シクロペンチルアミノ基、2-エチルヘキシルアミノ基、ドデシルアミノ基、アニリノ基、ナフチルアミノ基、2-ピリジルアミノ基等)、ハロゲン原子(例えば、フッ素原子、塩素原子、臭素原子等)、フッ化炭化水素基(例えば、フルオロメチル基、トリフルオロメチル基、ペンタフルオロエチル基、ペンタフルオロフェニル基等)、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシル基、メルカプト基、シリル基(例えば、トリメチルシリル基、トリイソプロピルシリル基、トリフェニルシリル基、フェニルジエチルシリル基等)、等が挙げられる。

【0101】

これらの置換基は、上記の置換基によって更に置換されていてもよい。また、これらの置換基は複数が互いに結合して環を形成していてもよい。

【0102】

好ましい置換基としては、アルキル基、シクロアルキル基、フッ化炭化水素基、アリール基、芳香族複素環基である。

【0103】

2価の連結基としては、アルキレン、アルケニレン、アルキニレン、アリーレンなどの炭化水素基のほか、ヘテロ原子を含むものであってもよく、また、チオフェン-2,5-ジイル基や、ピラジン-2,3-ジイル基のような、芳香族複素環を有する化合物(ヘテロ芳香族化合物ともいう)に由来する2価の連結基であってもよいし、酸素や硫黄などのカルコゲン原子であってもよい。また、アルキルイミノ基、ジアルキルシランジイル基やジアリールゲルマンジイル基のような、ヘテロ原子を会して連結する基でもよい。

【0104】

10

20

30

40

50

単なる結合手とは、連結する置換基同士を直接結合する結合手である。

【0105】

本発明においては、前記一般式(1)の Z_1 が6員環であることが好ましい。これにより、より発光効率を高くすることができる。更に、一層長寿命化させることができる。

【0106】

また、本発明においては、前記一般式(1)の Z_2 が6員環であることが好ましい。これにより、より発光効率を高くすることができる。更に、より一層長寿命化させることができる。

【0107】

更に、前記一般式(1)の Z_1 と Z_2 を共に6員環とすることで、より一層発光効率と高くすることができるので好ましい。更に、より一層長寿命化させることができるので好ましい。

10

【0108】

前記一般式(1)で表される化合物で好ましいのは、前記一般式(1-1)~(1-13)で各々表される化合物である。

【0109】

前記一般式(1-1)において、 $R_{501} \sim R_{507}$ は、各々独立に、水素原子、もしくは置換基を表す。

【0110】

前記一般式(1-1)で表される化合物を用いることで、より発光効率の高い有機EL素子とすることができる。更に、より長寿命の有機EL素子とすることができる。

20

【0111】

前記一般式(1-2)において、 $R_{511} \sim R_{517}$ は、各々独立に、水素原子、もしくは置換基を表す。

【0112】

前記一般式(1-2)で表される化合物を用いることで、より発光効率の高い有機EL素子とすることができる。更に、より長寿命の有機EL素子とすることができる。

【0113】

前記一般式(1-3)において、 $R_{521} \sim R_{527}$ は、各々独立に、水素原子、もしくは置換基を表す。

30

【0114】

前記一般式(1-3)で表される化合物を用いることで、より発光効率の高い有機EL素子とすることができる。更に、より長寿命の有機EL素子とすることができる。

【0115】

前記一般式(1-4)において、 $R_{531} \sim R_{537}$ は、各々独立に、水素原子、もしくは置換基を表す。

【0116】

前記一般式(1-4)で表される化合物を用いることで、より発光効率の高い有機EL素子とすることができる。更に、より長寿命の有機EL素子とすることができる。

【0117】

前記一般式(1-5)において、 $R_{541} \sim R_{548}$ は、各々独立に、水素原子、もしくは置換基を表す。

40

【0118】

前記一般式(1-5)で表される化合物を用いることで、より発光効率の高い有機EL素子とすることができる。更に、より長寿命の有機EL素子とすることができる。

【0119】

前記一般式(1-6)において、 $R_{551} \sim R_{558}$ は、各々独立に、水素原子、もしくは置換基を表す。

【0120】

前記一般式(1-6)で表される化合物を用いることで、より発光効率の高い有機EL

50

素子とすることができる。更に、より長寿命の有機EL素子とすることができる。

【0121】

前記一般式(1-7)において、 $R_{561} \sim R_{567}$ は、各々独立に、水素原子、もしくは置換基を表す。

【0122】

前記一般式(1-7)で表される化合物を用いることで、より発光効率の高い有機EL素子とすることができる。更に、より長寿命の有機EL素子とすることができる。

【0123】

前記一般式(1-8)において、 $R_{571} \sim R_{577}$ は、各々独立に、水素原子、もしくは置換基を表す。

10

【0124】

前記一般式(1-8)で表される化合物を用いることで、より発光効率の高い有機EL素子とすることができる。更に、より長寿命の有機EL素子とすることができる。

【0125】

前記一般式(1-9)において、Rは、水素原子、もしくは置換基を表す。また、複数のRは、各々同一でもよく、異なってもよい。

【0126】

前記一般式(1-9)で表される化合物を用いることで、より発光効率の高い有機EL素子とすることができる。更に、より長寿命の有機EL素子とすることができる。

【0127】

前記一般式(1-10)において、Rは、水素原子、もしくは置換基を表す。また、複数のRは、各々同一でもよく、異なってもよい。

20

【0128】

前記一般式(1-10)で表される化合物を用いることで、より発光効率の高い有機EL素子とすることができる。更に、長寿命の有機EL素子とすることができる。

【0129】

また、前記一般式(1)で表される化合物で好ましいものは、前記一般式(2-1)～(2-8)のいずれかで表される基を少なくとも一つを有する化合物である。特に、分子内に前記一般式(2-1)～(2-8)のいずれかで表される基を2つから4つ有することがより好ましい。このとき、前記一般式(1)で表される構造において、 R_{101} を除いた部分が、前記一般式(2-1)～(2-8)に置き換わる場合を含む。

30

【0130】

このとき、特に前記一般式(3)～(17)で表される化合物であることが本発明の効果を得る上で好ましい。

【0131】

前記一般式(3)において、 $R_{601} \sim R_{606}$ は、水素原子、もしくは置換基を表すが、 $R_{601} \sim R_{606}$ の少なくとも一つは前記一般式(2-1)～(2-4)のいずれかで表される基を表す。

【0132】

前記一般式(3)で表される化合物を用いることにより、より発光効率の高い有機EL素子とすることができる。更に、より長寿命の有機EL素子とすることができる。

40

【0133】

前記一般式(4)において、 $R_{611} \sim R_{620}$ は、水素原子、もしくは置換基を表すが、 $R_{611} \sim R_{620}$ の少なくとも一つは前記一般式(2-1)～(2-4)のいずれかで表される基を表す。

【0134】

前記一般式(4)で表される化合物を用いることで、より発光効率の高い有機EL素子とすることができる。更に、より長寿命の有機EL素子とすることができる。

【0135】

前記一般式(5)において、 $R_{621} \sim R_{623}$ は、水素原子、もしくは置換基を表すが、R

50

$R_{611} \sim R_{620}$ の少なくとも一つは前記一般式(2-1)~(2-4)のいずれかで表される基を表す。

【0136】

前記一般式(5)で表される化合物を用いることで、より発光効率の高い有機EL素子とすることができる。更に、より長寿命の有機EL素子とすることができる。

【0137】

前記一般式(6)において、 $R_{631} \sim R_{645}$ は、水素原子、もしくは置換基を表すが、 $R_{631} \sim R_{645}$ の少なくとも一つは前記一般式(2-1)~(2-4)のいずれかで表される基を表す。

【0138】

前記一般式(6)で表される化合物を用いることで、より発光効率の高い有機EL素子とすることができる。更に、より長寿命の有機EL素子とすることができる。

【0139】

前記一般式(7)において、 $R_{651} \sim R_{656}$ は、水素原子、もしくは置換基を表すが、 $R_{651} \sim R_{656}$ の少なくとも一つは前記一般式(2-1)~(2-4)のいずれかで表される基を表す。 n_a は0~5の整数を表し、 n_b は1~6の整数を表すが、 n_a と n_b の和が6である。

【0140】

前記一般式(7)で表される化合物を用いることで、より発光効率の高い有機EL素子とすることができる。更に、より長寿命の有機EL素子とすることができる。

【0141】

前記一般式(8)において、 $R_{661} \sim R_{672}$ は、水素原子、もしくは置換基を表すが、 $R_{661} \sim R_{672}$ の少なくとも一つは前記一般式(2-1)~(2-4)のいずれかで表される基を表す。

【0142】

前記一般式(8)で表される化合物を用いることで、より発光効率の高い有機EL素子とすることができる。更に、より長寿命の有機EL素子とすることができる。

【0143】

前記一般式(9)において、 $R_{681} \sim R_{688}$ は、水素原子、もしくは置換基を表すが、 $R_{681} \sim R_{688}$ の少なくとも一つは前記一般式(2-1)~(2-4)のいずれかで表される基を表す。

【0144】

前記一般式(9)で表される化合物を用いることで、より発光効率の高い有機EL素子とすることができる。更に、より長寿命の有機EL素子とすることができる。

【0145】

前記一般式(10)において、 $R_{691} \sim R_{700}$ は、水素原子、もしくは置換基を表すが、 $R_{691} \sim R_{700}$ の少なくとも一つは前記一般式(2-1)~(2-4)のいずれかで表される基を表す。

【0146】

前記一般式(10)において、 L_1 で表される2価の連結基としては、アルキレン基(例えば、エチレン基、トリメチレン基、テトラメチレン基、プロピレン基、エチルエチレン基、ペンタメチレン基、ヘキサメチレン基、2,2,4-トリメチルヘキサメチレン基、ヘプタメチレン基、オクタメチレン基、ノナメチレン基、デカメチレン基、ウンデカメチレン基、ドデカメチレン基、シクロヘキシレン基(例えば、1,6-シクロヘキサジイル基等)、シクロペンチレン基(例えば、1,5-シクロペンタンジイル基など)等)、アルケニレン基(例えば、ビニレン基、プロペニレン基等)、アルキニレン基(例えば、エチニレン基、3-ペンチニレン基等)、アリーレン基などの炭化水素基のほか、ヘテロ原子を含む基(例えば、-O-、-S-等のカルコゲン原子を含む2価の基、-N(R)-基、ここで、Rは、水素原子またはアルキル基を表し、該アルキル基は、前記一般式(1)において、 R_{101} で表されるアルキル基と同義である)等が挙げられる。

10

20

30

40

50

【 0 1 4 7 】

また、上記のアルキレン基、アルケニレン基、アルキニレン基、アリーレン基の各々において、2価の連結基を構成する炭素原子の少なくとも一つが、カルコゲン原子（酸素、硫黄等）や前記 - N (R) - 基等で置換されていても良い。

【 0 1 4 8 】

更に、 L_1 で表される2価の連結基としては、例えば、2価の複素環基を有する基が用いられ、例えば、オキサゾールジイル基、ピリミジンジイル基、ピリダジンジイル基、ピランジイル基、ピロリンジイル基、イミダゾリンジイル基、イミダゾリジンジイル基、ピラゾリジンジイル基、ピラゾリンジイル基、ペペリジンジイル基、ピペラジンジイル基、モルホリンジイル基、キヌクリジンジイル基等が挙げられ、また、チオフェン - 2 , 5 - ジイル基や、ピラジン - 2 , 3 - ジイル基のような、芳香族複素環を有する化合物（ヘテロ芳香族化合物ともいう）に由来する2価の連結基であってもよい。

10

【 0 1 4 9 】

また、アルキルイミノ基、ジアルキルシランジイル基やジアリールゲルマンジイル基のようなヘテロ原子を会して連結する基であってもよい。

【 0 1 5 0 】

前記一般式 (1 0) で表される化合物を用いることで、より発光効率の高い有機 E L 素子とすることができる。更に、より長寿命の有機 E L 素子とすることができる。

【 0 1 5 1 】

前記一般式 (1 1) ~ 一般式 (1 5) で各々表される化合物において、 R_1 、 R_2 で各々表される置換基としては、前記一般式 (1) において、 R_{101} で表される置換基と同時である。

20

【 0 1 5 2 】

前記一般式 (1 5) において、 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 、 Z_4 で各々表される、各々窒素原子を少なくとも一つ含む6員の芳香族複素環としては、例えば、ピリジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、ピラジン環等が挙げられる。

【 0 1 5 3 】

前記一般式 (1 6) において、 Z_1 、 Z_2 で各々表される、各々窒素原子を少なくとも一つ含む6員の芳香族複素環としては、例えば、ピリジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、ピラジン環等が挙げられる。

30

【 0 1 5 4 】

前記一般式 (1 6) において、 $A r_1$ 、 $A r_2$ で各々表されるアリーレン基としては、o - フェニレン基、m - フェニレン基、p - フェニレン基、ナフトレンジイル基、アントラセンジイル基、ナフトセンジイル基、ピレンジイル基、ナフチルナフトレンジイル基、ビフェニルジイル基（例えば、3 , 3 - ビフェニルジイル基、3 , 6 - ビフェニルジイル基等）、テルフェニルジイル基、クアテルフェニルジイル基、キンクフェニルジイル基、セキシフェニルジイル基、セプチフェニルジイル基、オクチフェニルジイル基、ノビフェニルジイル基、デシフェニルジイル基等が挙げられる。また、前記アリーレン基は更に後述する置換基を有していてもよい。

【 0 1 5 5 】

前記一般式 (1 6) において、 $A r_1$ 、 $A r_2$ で各々表される2価の芳香族複素環基は、フラン環、チオフェン環、ピリジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、ピラジン環、トリアジン環、ベンゾイミダゾール環、オキサジアゾール環、トリアゾール環、イミダゾール環、ピラゾール環、チアゾール環、インドール環、ベンゾイミダゾール環、ベンゾチアゾール環、ベンゾオキサゾール環、キノキサリン環、キナゾリン環、フタラジン環、カルバゾール環、カルボリン環、カルボリン環を構成する炭化水素環の炭素原子が更に窒素原子で置換されている環等から導出される2価の基等が挙げられる。更に、前記芳香族複素環基は、前記 R_{101} で表される置換基を有してもよい。

40

【 0 1 5 6 】

前記一般式 (1 6) において、 L で表される2価の連結基としては、前記一般式 (1 0

50

)において、 L_1 で表される2価の連結基と同義であるが、好ましくはアルキレン基、 $-O-$ 、 $-S-$ 等のカルコゲン原子を含む2価の基であり、もっとも好ましくはアルキレン基である。

【0157】

前記一般式(17)において、 Ar_1 、 Ar_2 で、各々表されるアリーレン基は、前記一般式(16)において、 Ar_1 、 Ar_2 で各々表されるアリーレン基と同義である。

【0158】

前記一般式(17)において、 Ar_1 、 Ar_2 で各々表される芳香族複素環基は、前記一般式(16)において、 Ar_1 、 Ar_2 で各々表される2価の芳香族複素環基と同義である。

10

【0159】

前記一般式(17)において、 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 、 Z_4 で各々表される、各々窒素原子を少なくとも一つ含む6員の芳香族複素環としては、例えば、ピリジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、ピラジン環等が挙げられる。

【0160】

前記一般式(17)において、 L で表される2価の連結基としては、前記一般式(10)において、 L_1 で表される2価の連結基と同義であるが、好ましくはアルキレン基、 $-O-$ 、 $-S-$ 等のカルコゲン原子を含む2価の基であり、もっとも好ましくはアルキレン基である。

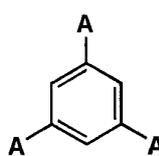
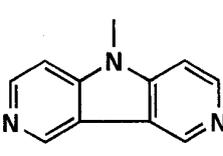
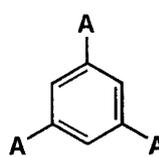
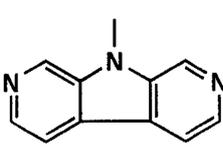
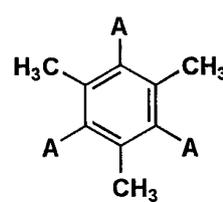
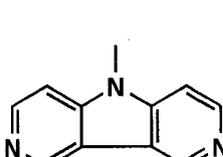
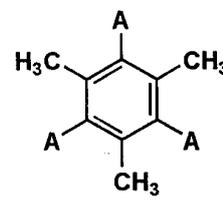
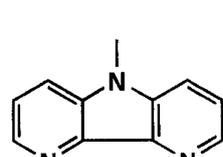
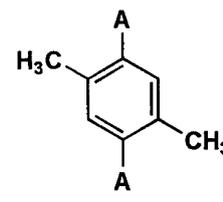
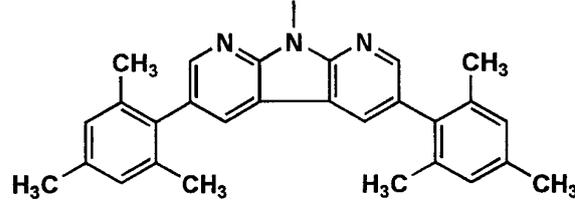
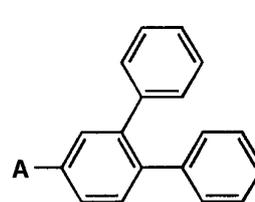
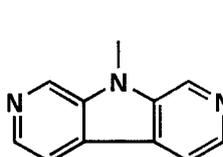
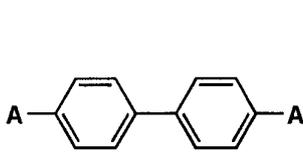
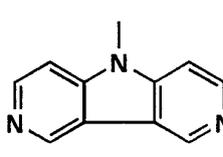
【0161】

以下に、本発明に係る一般式(1)で表される化合物の具体例を示すが、本発明はこれらに限定されない。

20

【0162】

【化 3 2】

化合物	中心骨格	A	
1			
2			10
3			20
4			
5			30
6			
7			40

【 0 1 6 3 】

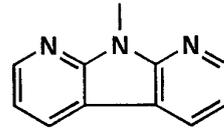
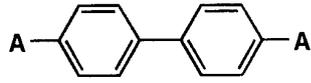
【化 3 3】

化合物

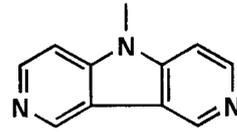
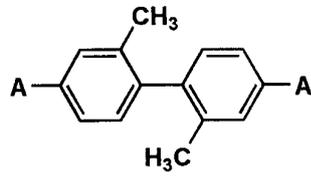
中心骨格

A

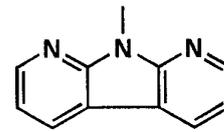
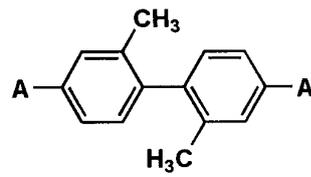
8



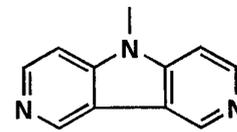
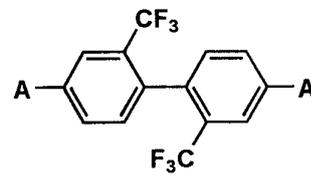
9



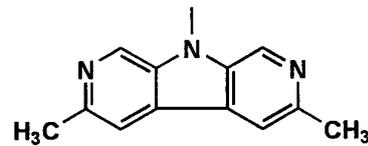
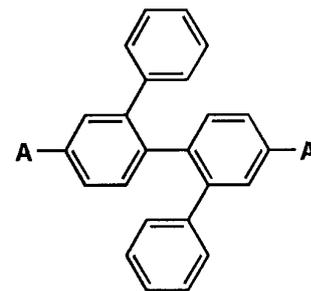
10



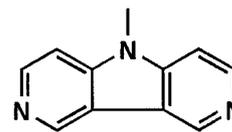
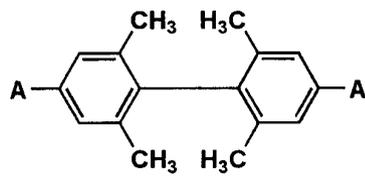
11



12



13



【 0 1 6 4 】

10

20

30

40

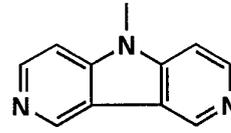
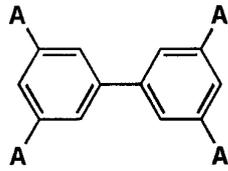
【化 3 4】

化合物

中心骨格

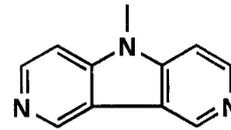
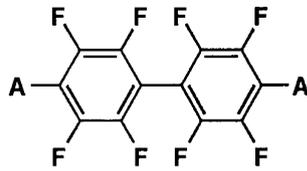
A

14

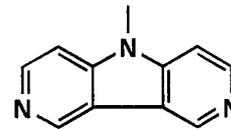
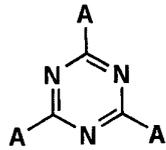


10

15

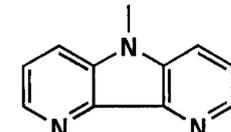
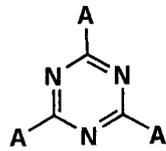


16

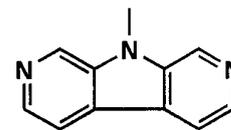
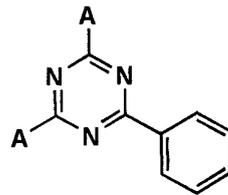


20

17

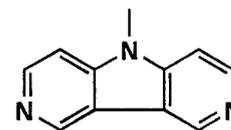
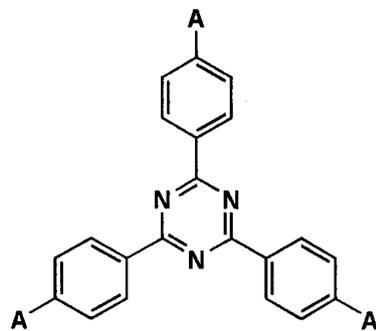


18



30

19



40

【 0 1 6 5 】

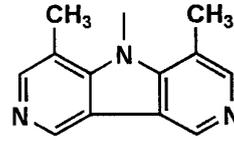
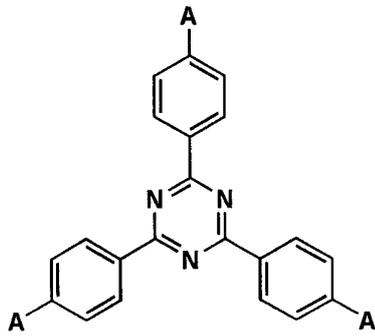
【化 3 5】

化合物

中心骨格

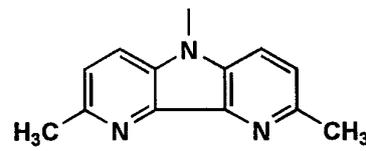
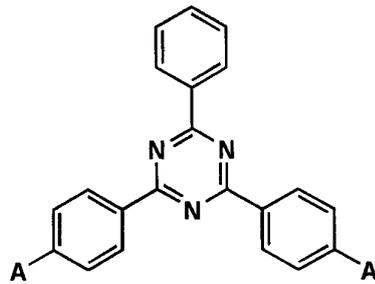
A

20



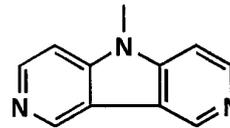
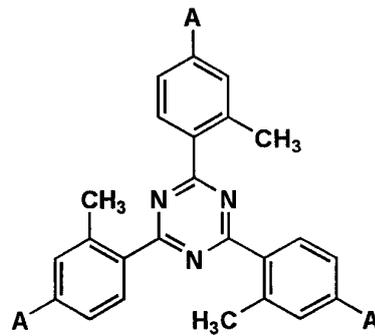
10

21



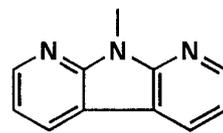
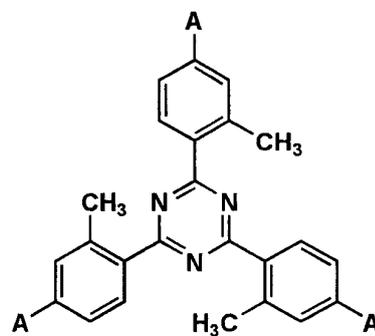
20

22



30

23



40

【 0 1 6 6 】

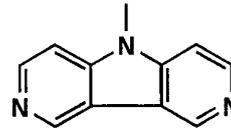
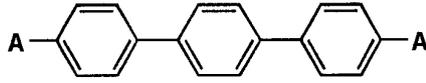
【化 3 6】

化合物

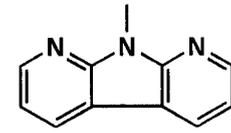
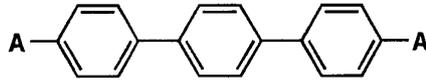
中心骨格

A

24

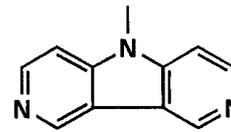
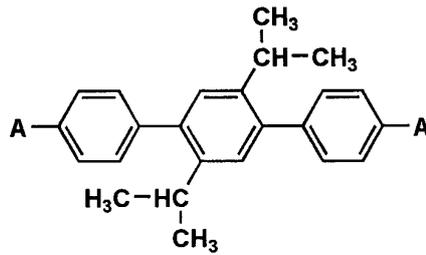


25



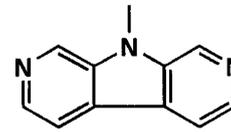
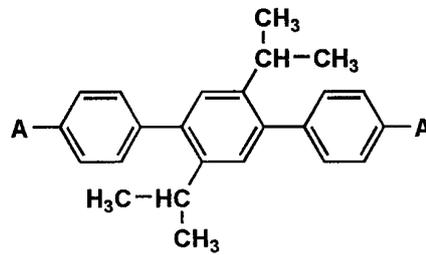
10

26

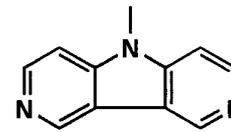
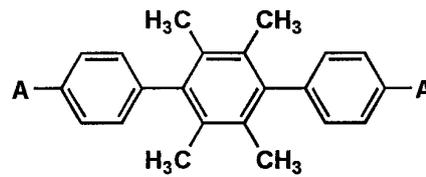


20

27

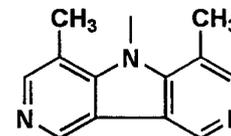
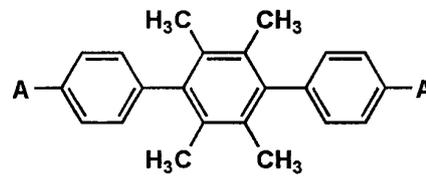


28

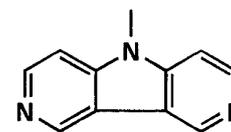
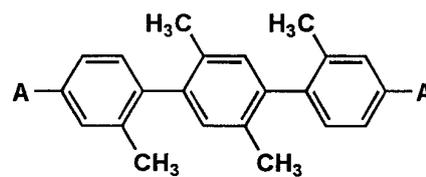


30

29



30



40

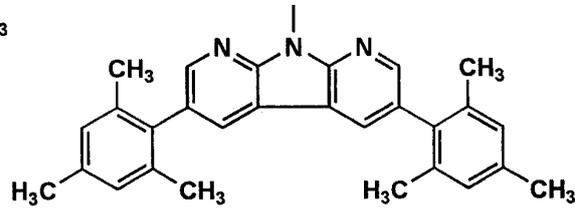
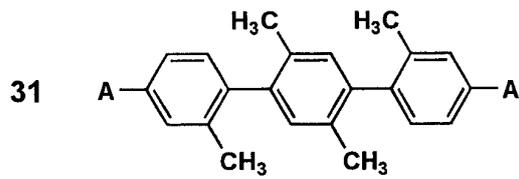
【 0 1 6 7 】

【化 3 7】

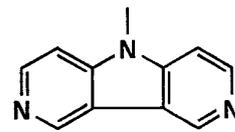
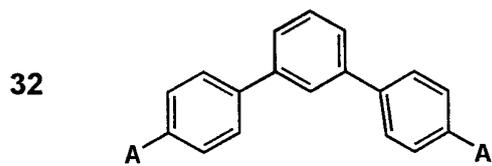
化合物

中心骨格

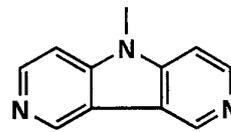
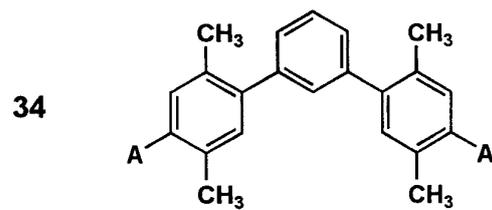
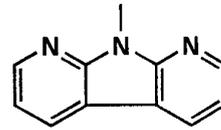
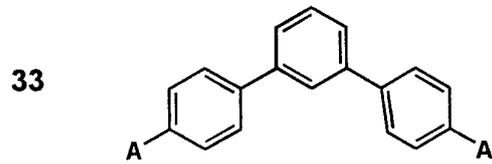
A



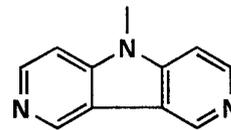
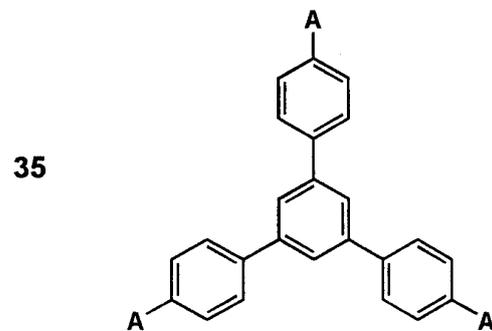
10



20



30



40

【 0 1 6 8 】

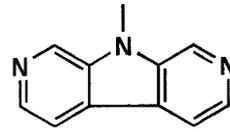
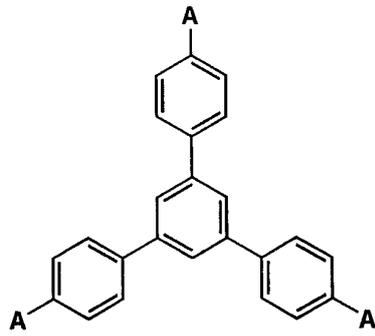
【化 3 8】

化合物

中心骨格

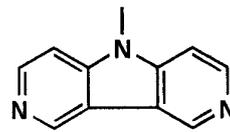
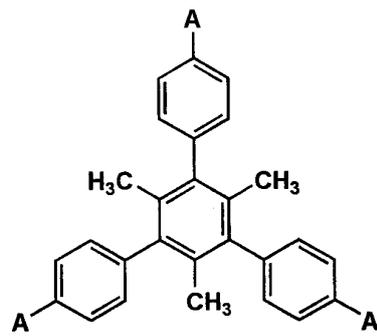
A

36



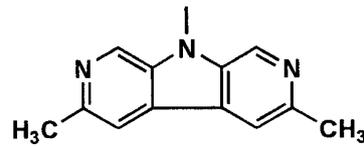
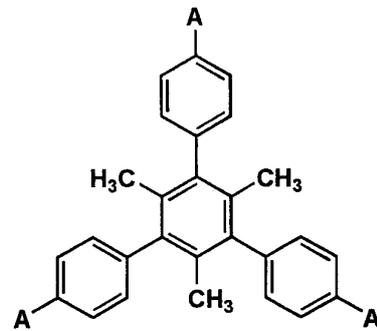
10

37



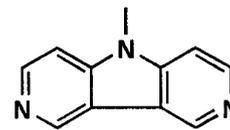
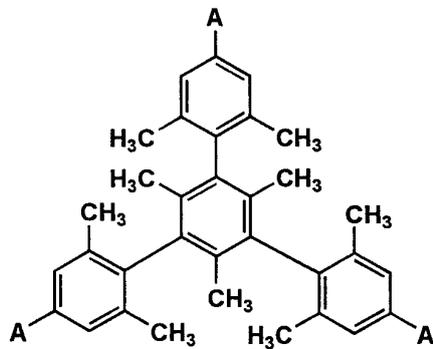
20

38



30

39



40

【 0 1 6 9】

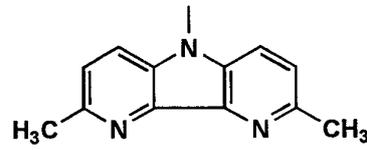
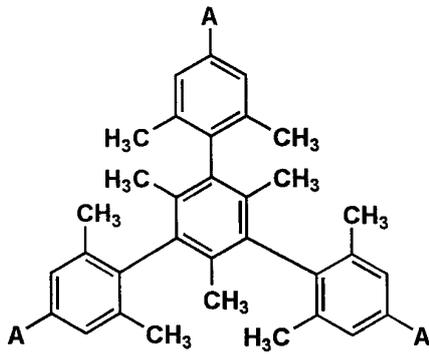
【化 3 9】

化合物

中心骨格

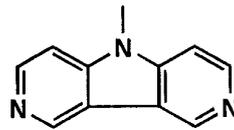
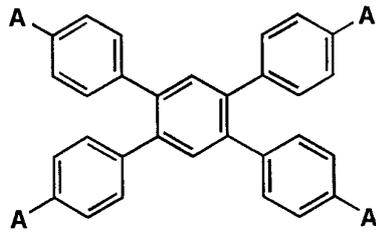
A

40



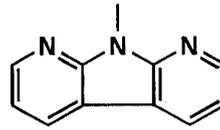
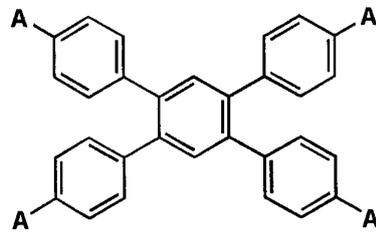
10

41

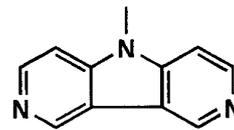
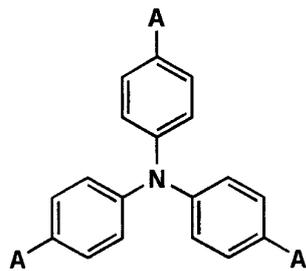


20

42

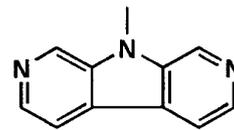
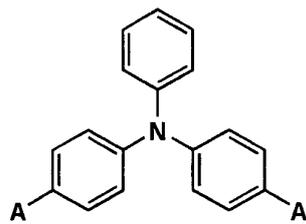


43



30

44



40

【 0 1 7 0 】

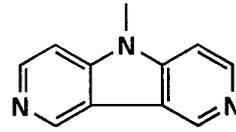
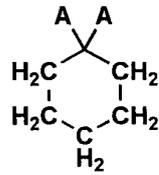
【化40】

化合物

中心骨格

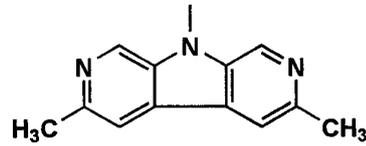
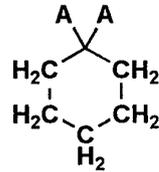
A

45

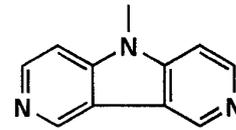
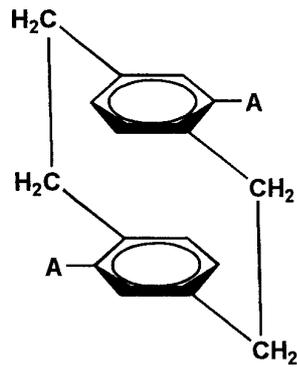


10

46

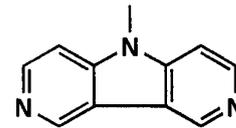
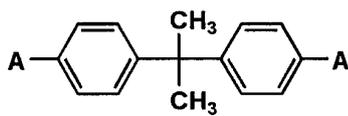


47



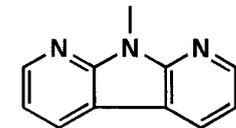
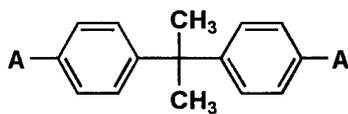
20

48

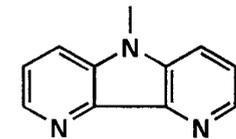
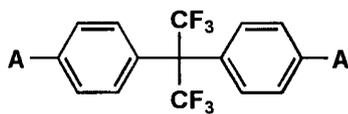


30

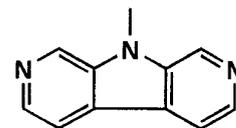
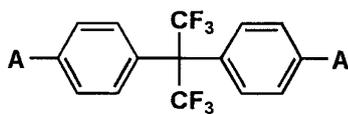
49



50



51



40

【0171】

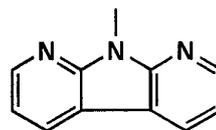
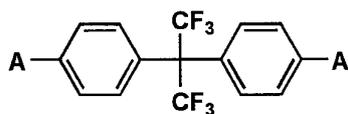
【化 4 1】

化合物

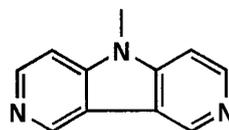
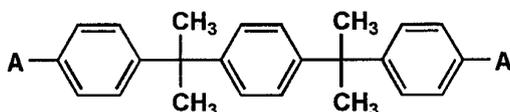
中心骨格

A

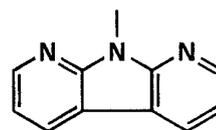
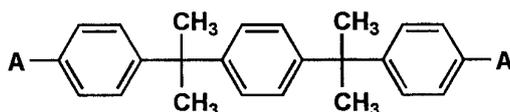
52



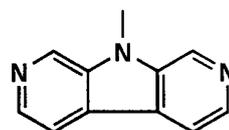
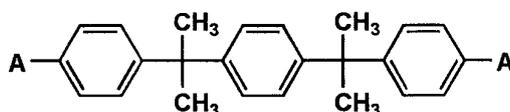
53



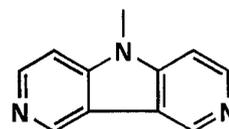
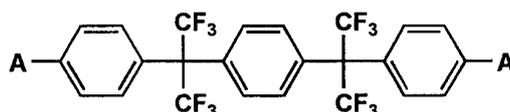
54



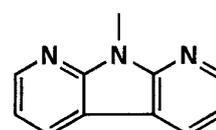
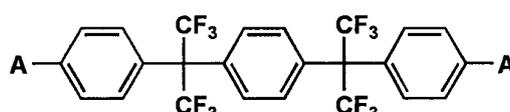
55



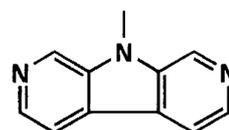
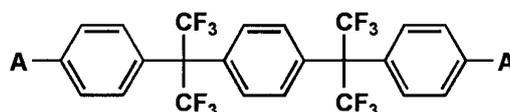
56



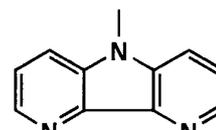
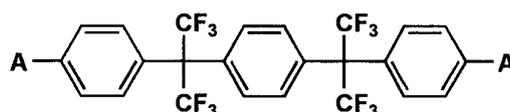
57



58



59



10

20

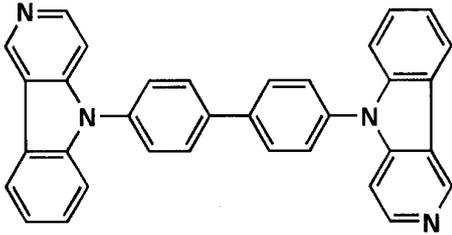
30

40

【 0 1 7 2 】

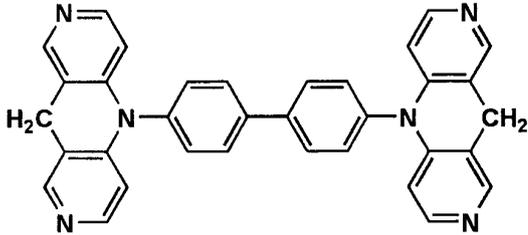
【化 4 2】

60

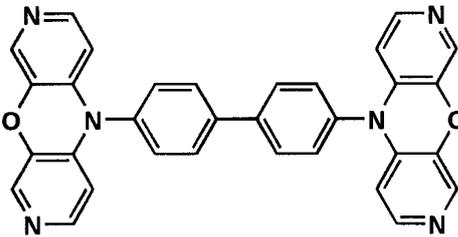


10

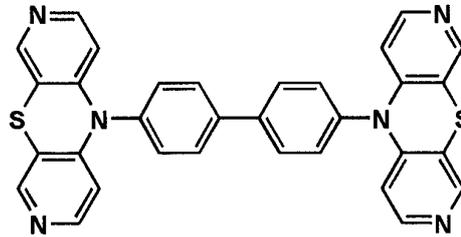
61



62

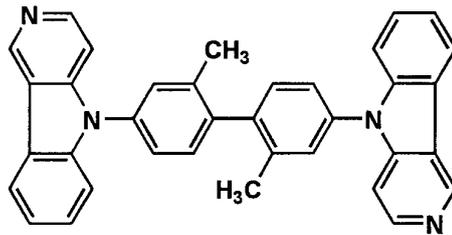


63



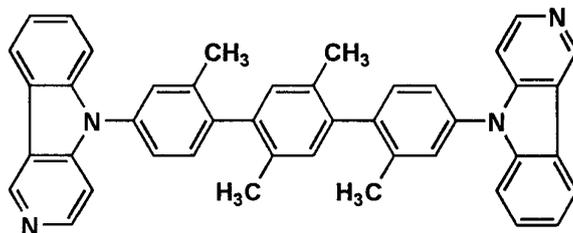
20

64



30

65

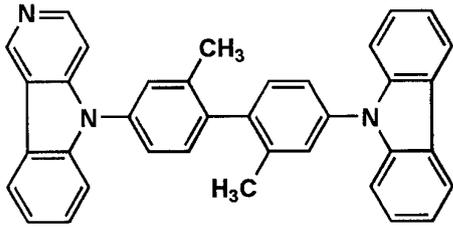


40

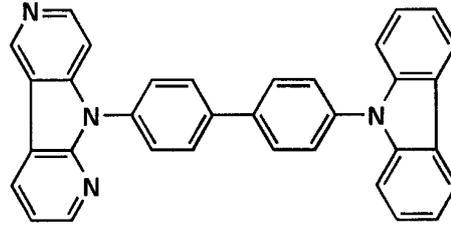
【 0 1 7 3 】

【化 4 3】

66

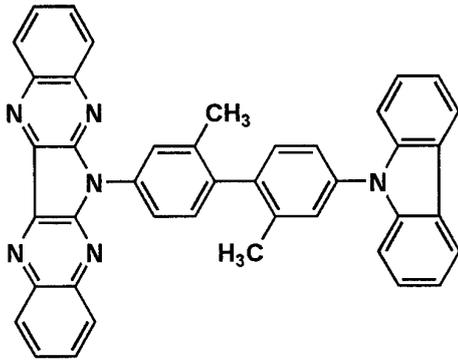


67



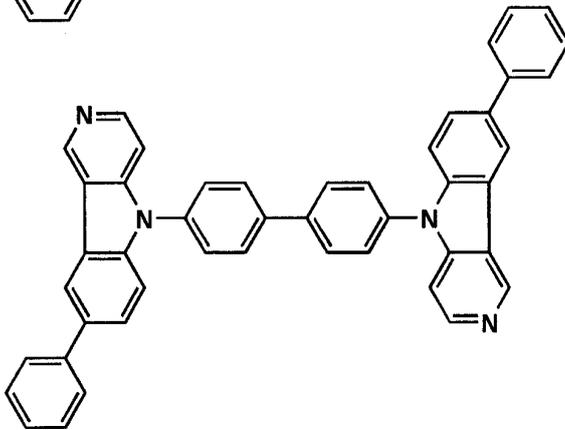
10

68



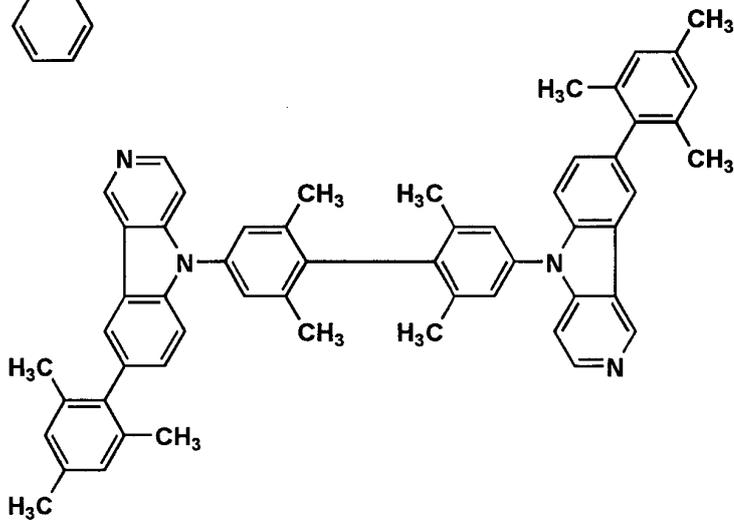
20

69



30

70

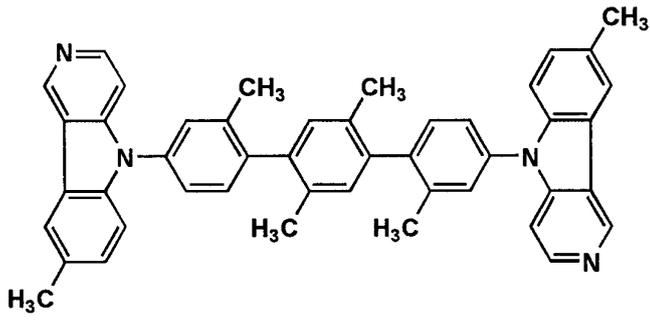


40

【 0 1 7 4 】

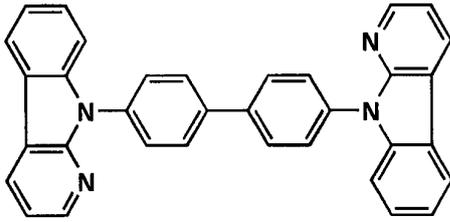
【化 4 4】

71

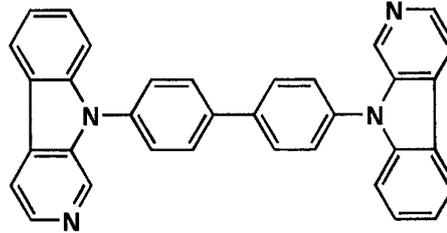


10

72

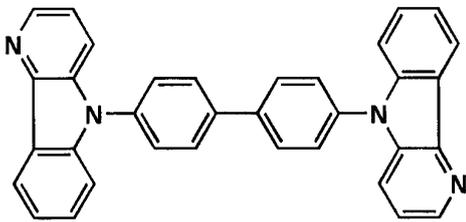


73

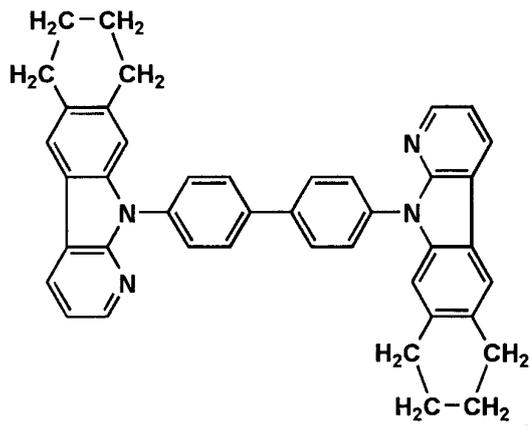


20

74



75



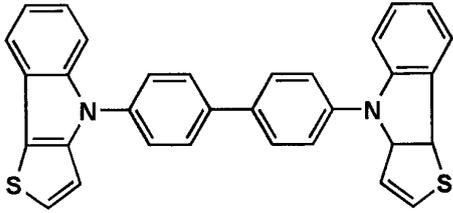
30

【 0 1 7 5 】

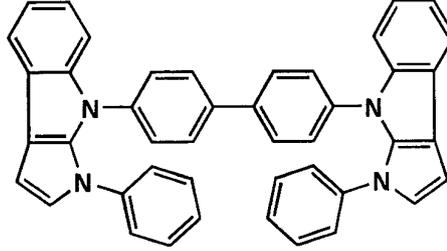
40

【化 4 5】

76

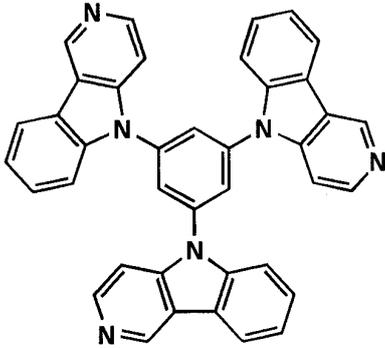


77

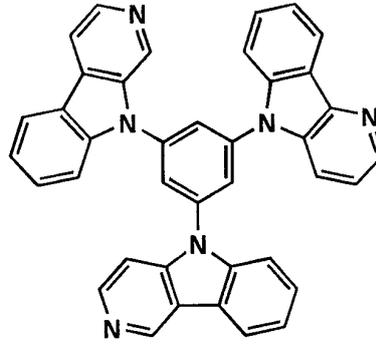


10

78

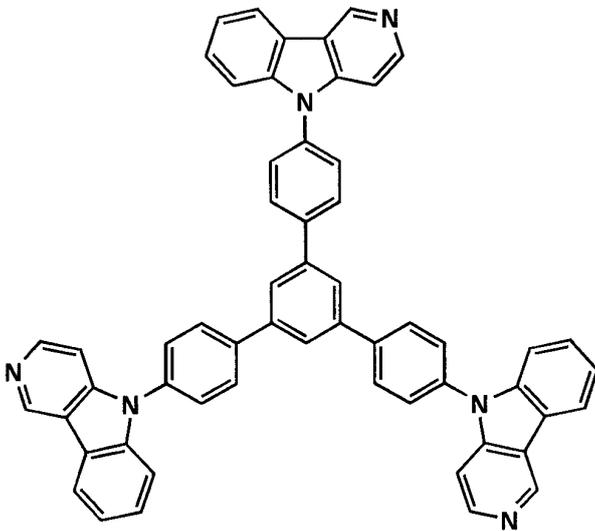


79



20

80

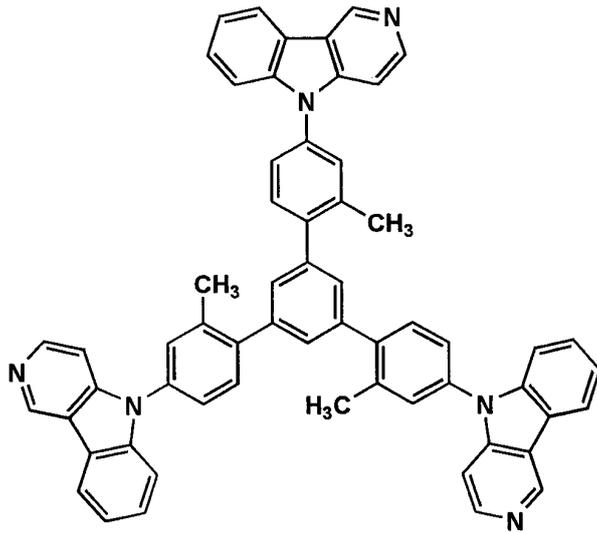


30

【 0 1 7 6 】

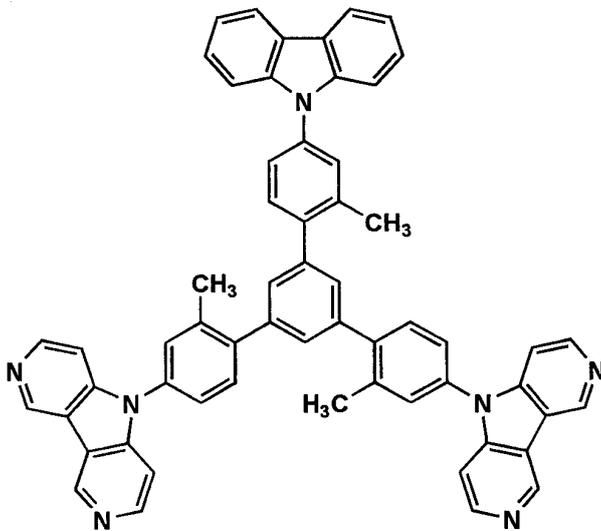
【化 4 6】

81



10

82



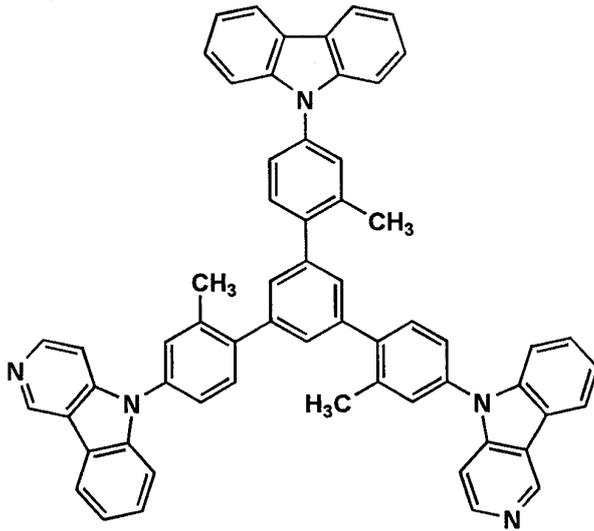
20

30

【 0 1 7 7 】

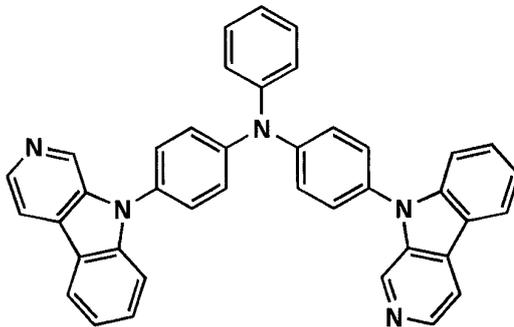
【化 4 7】

83



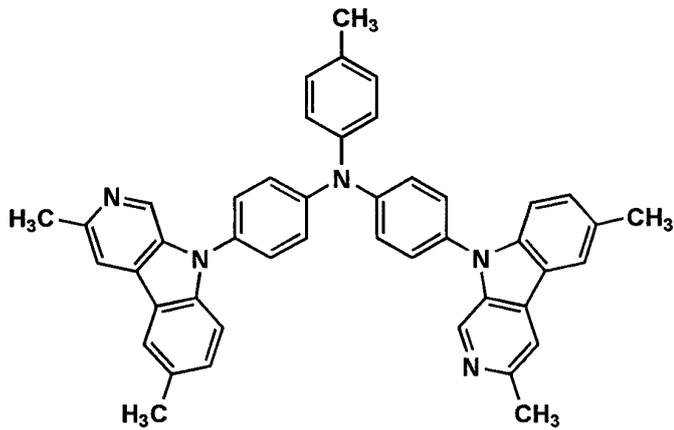
10

84



20

85



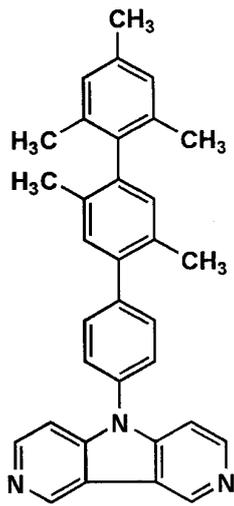
30

【 0 1 7 8 】

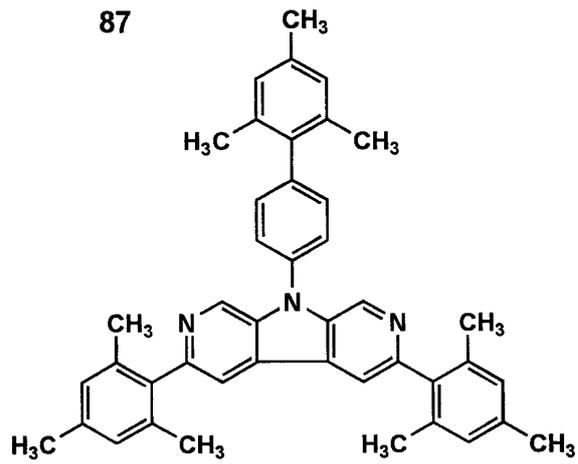
40

【化 4 8】

86

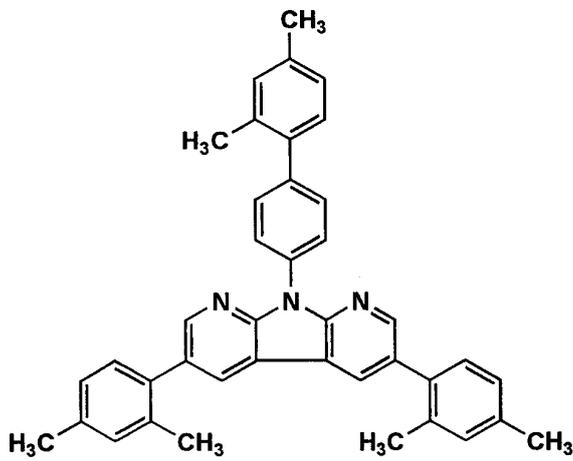


87



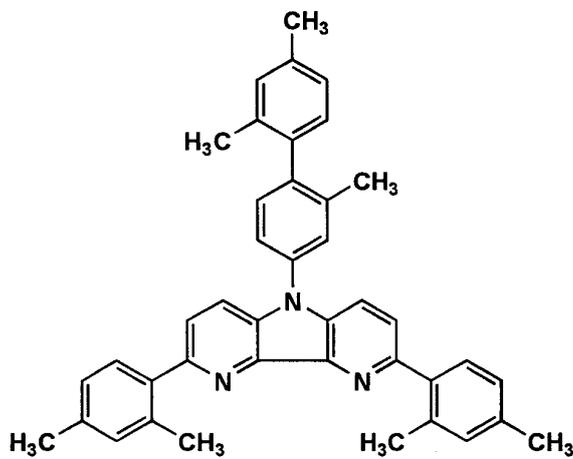
10

88



20

89



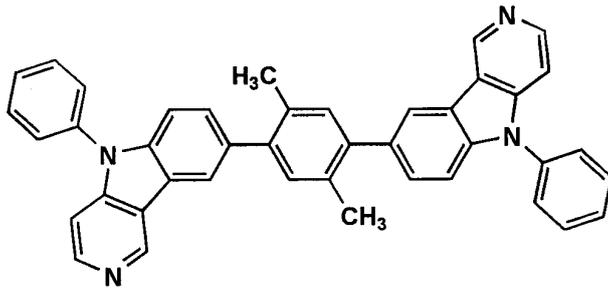
30

40

【 0 1 7 9 】

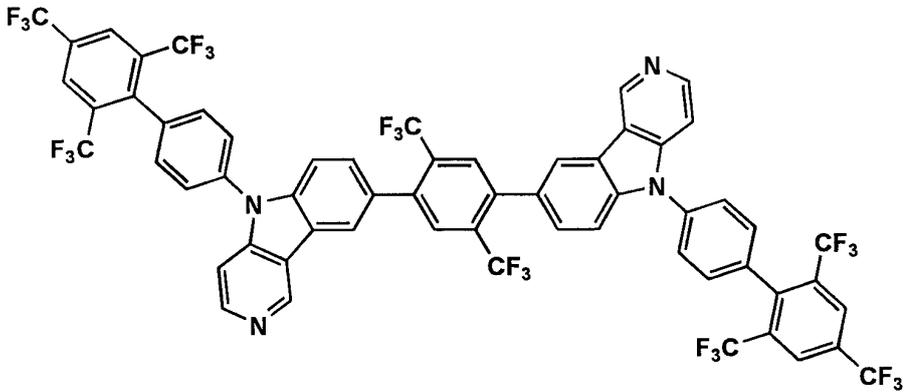
【化 4 9】

90



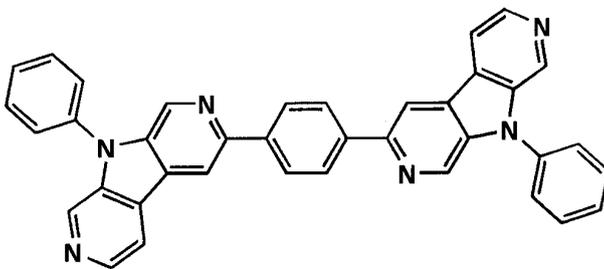
10

91



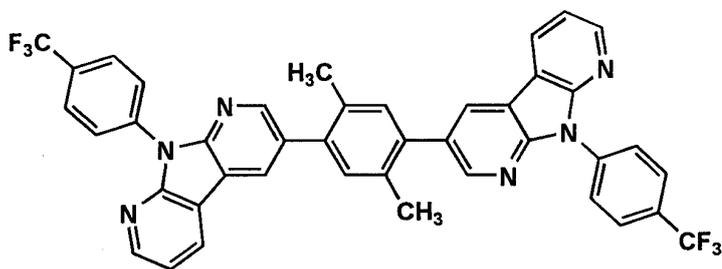
20

92



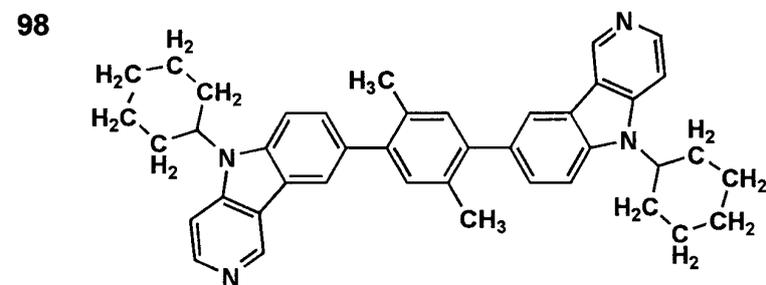
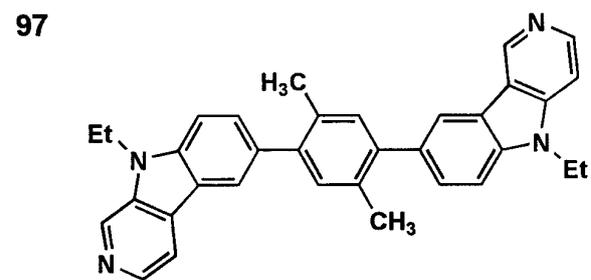
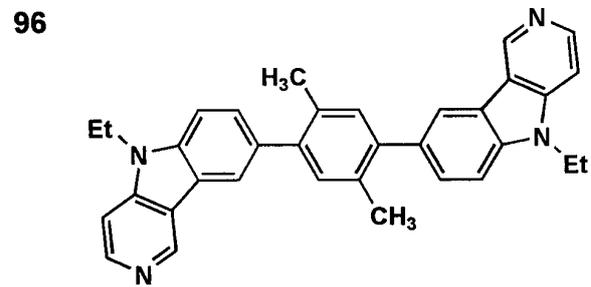
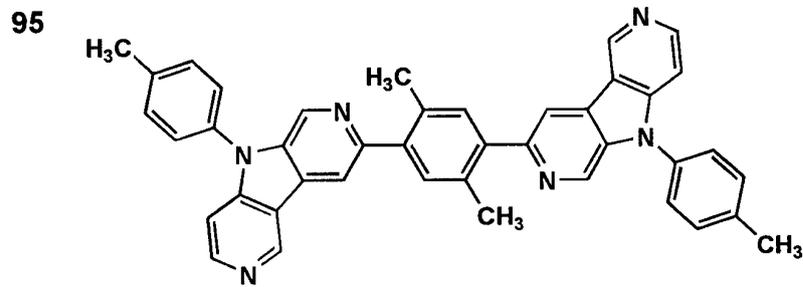
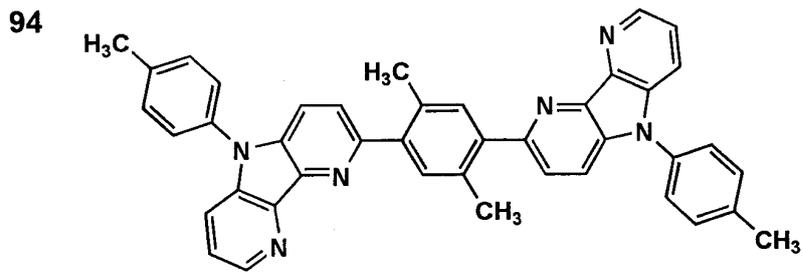
30

93



【 0 1 8 0 】

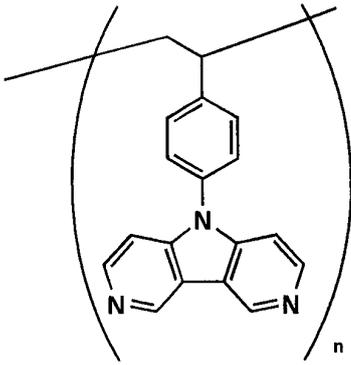
【化50】



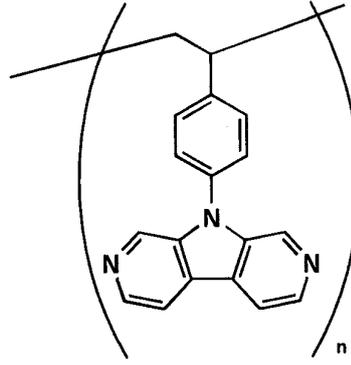
【0181】

【化 5 1】

99

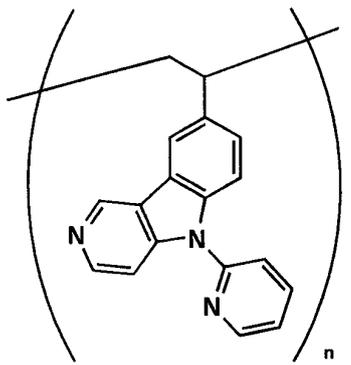


100

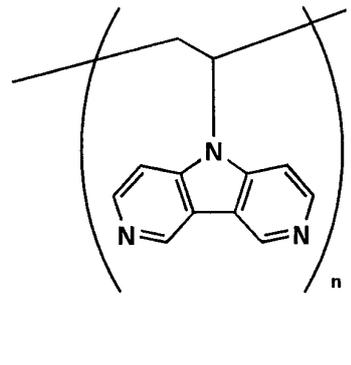


10

101

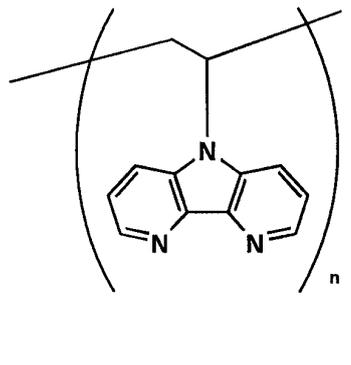


102

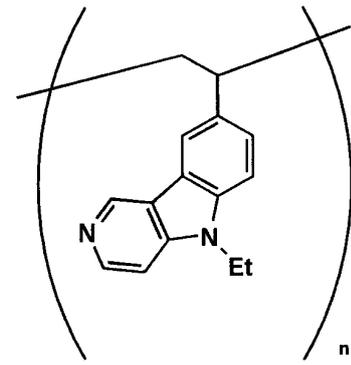


20

103



104

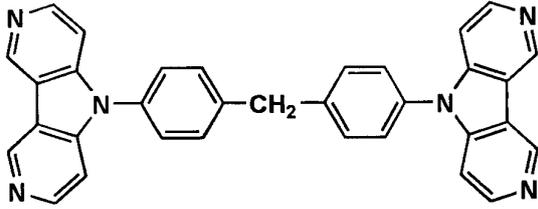


30

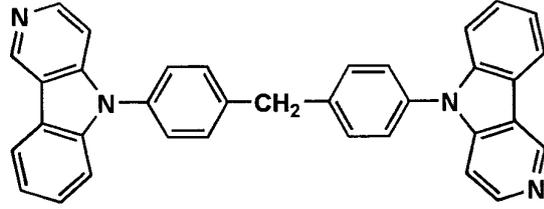
【 0 1 8 2 】

【化 5 2】

105

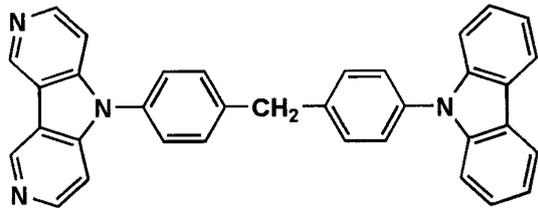


106

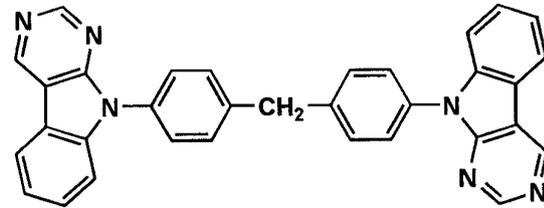


10

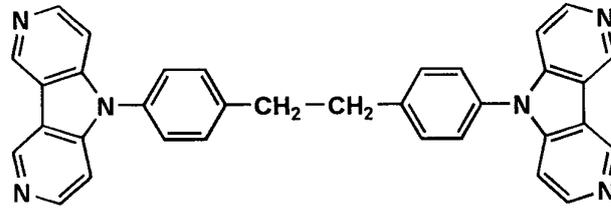
107



108

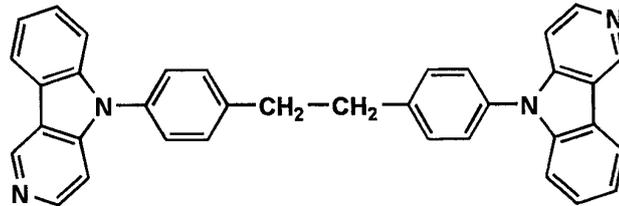


109

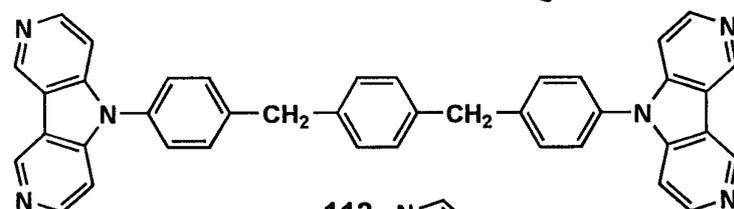


20

110

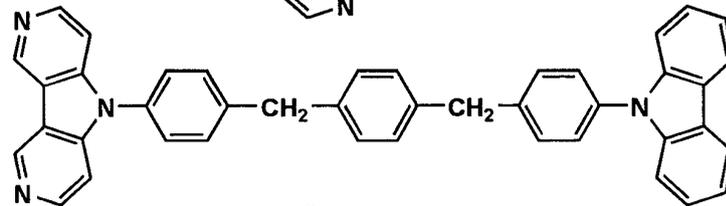


111

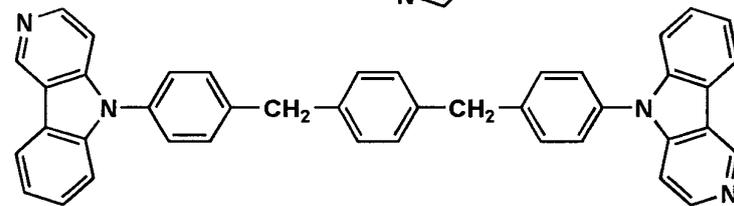


30

112



113

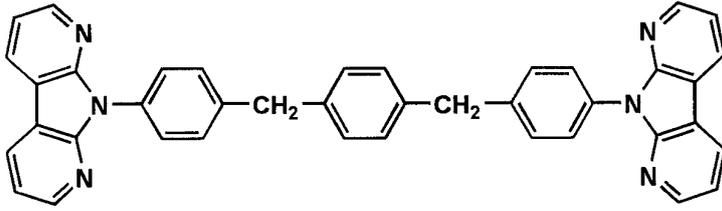


40

【 0 1 8 3 】

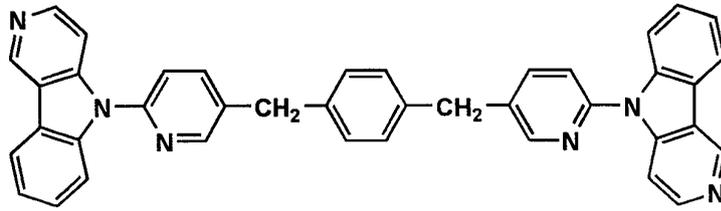
【化 5 3】

114

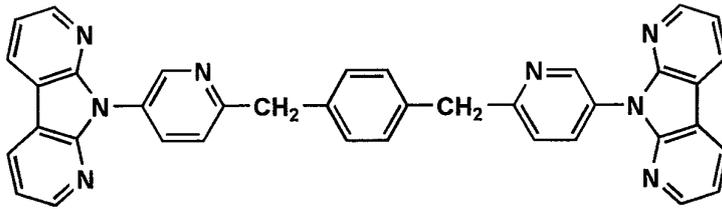


10

115

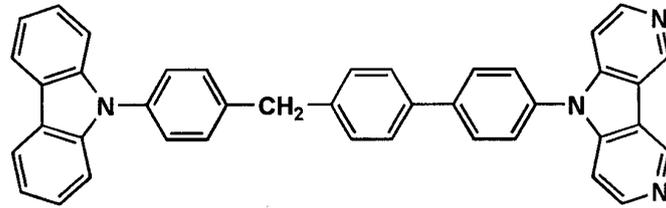


116

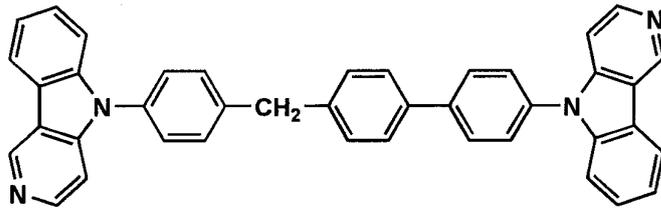


20

117

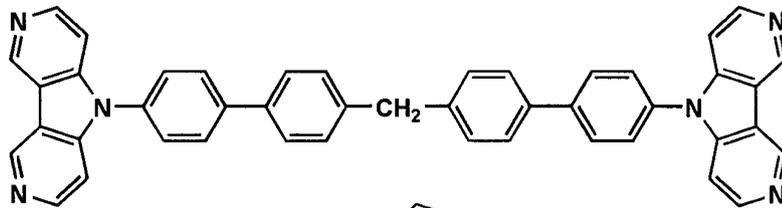


118

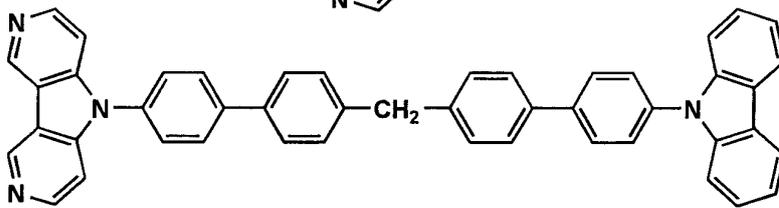


30

119



120

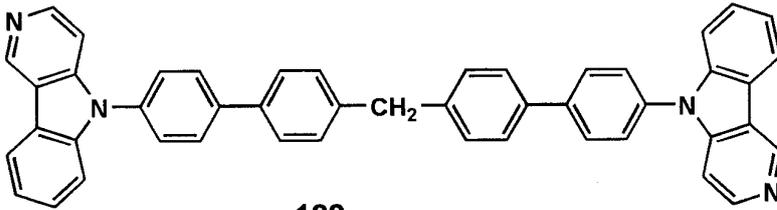


40

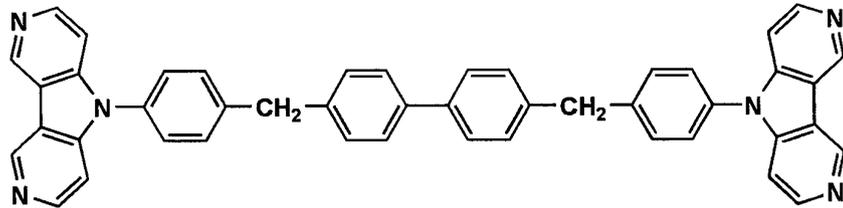
【 0 1 8 4 】

【化54】

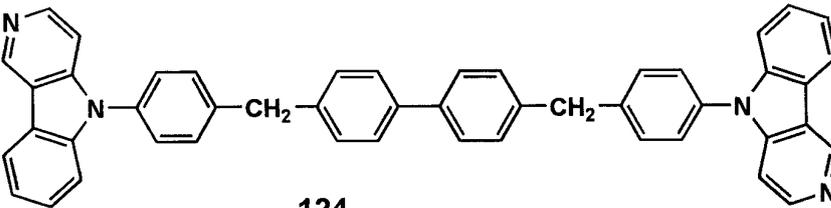
121



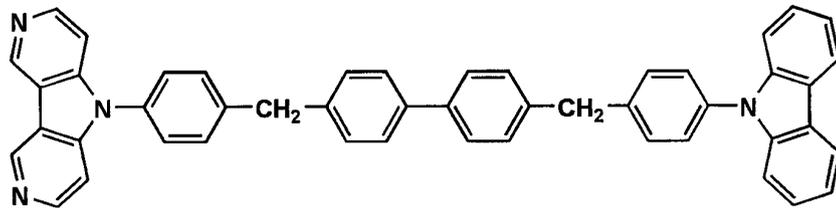
122



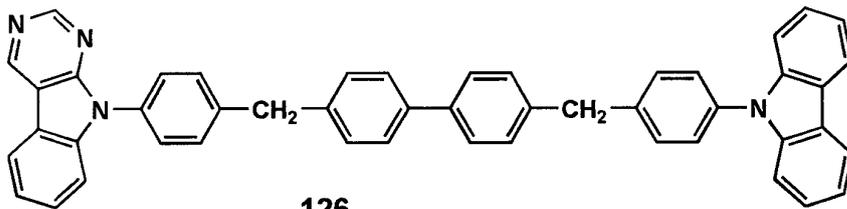
123



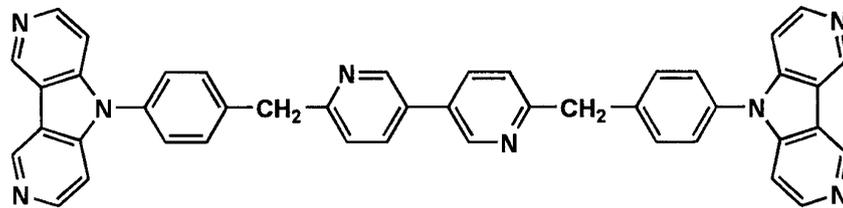
124



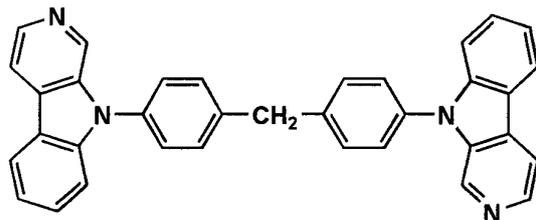
125



126



127



10

20

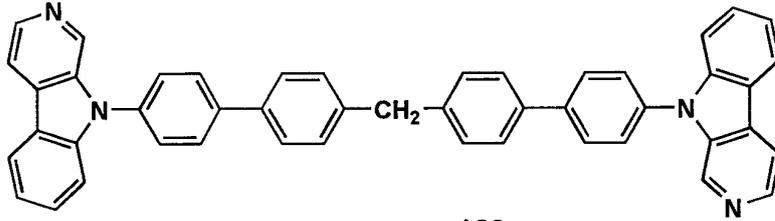
30

40

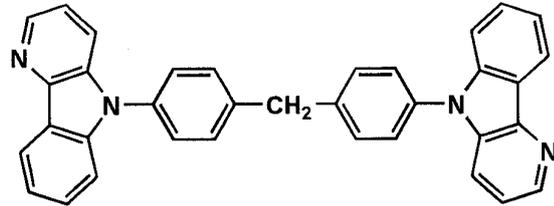
【0185】

【化 5 5】

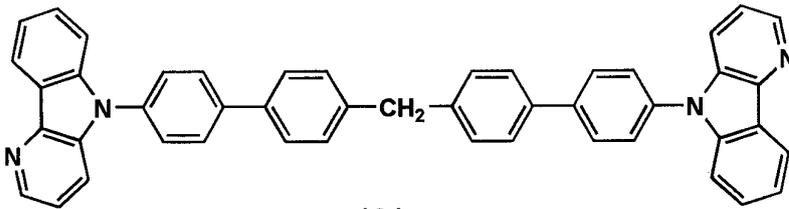
128



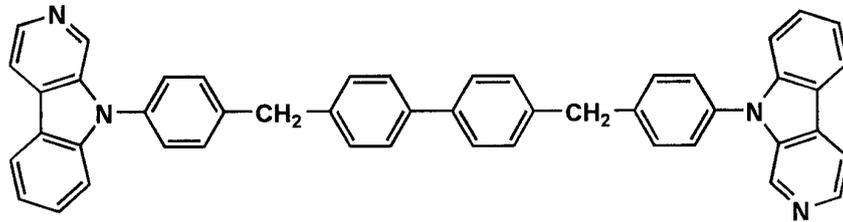
129



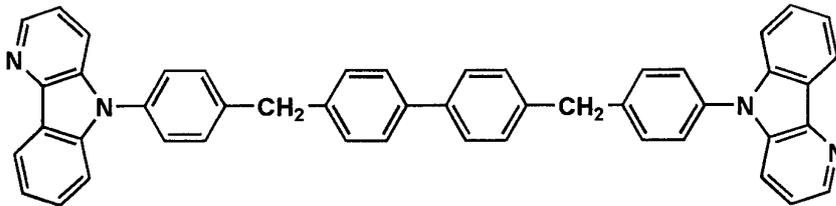
130



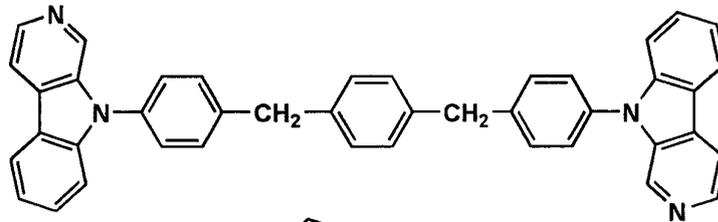
131



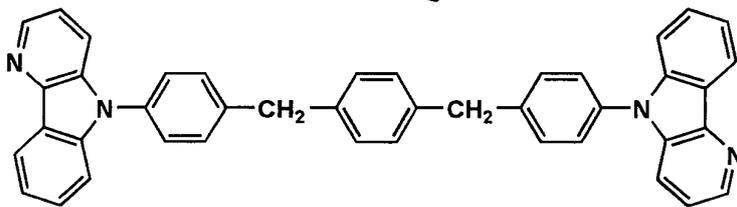
132



133



134



【 0 1 8 6 】

10

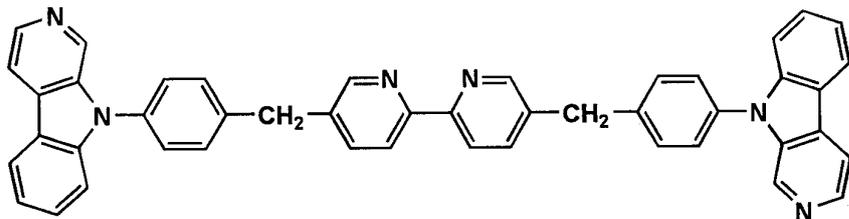
20

30

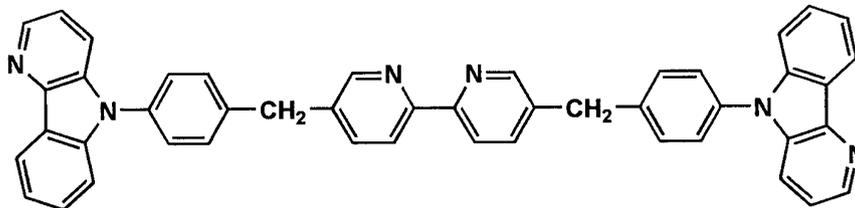
40

【化56】

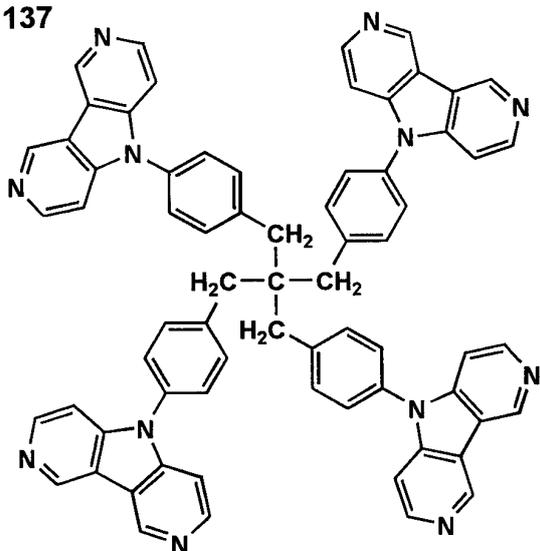
135



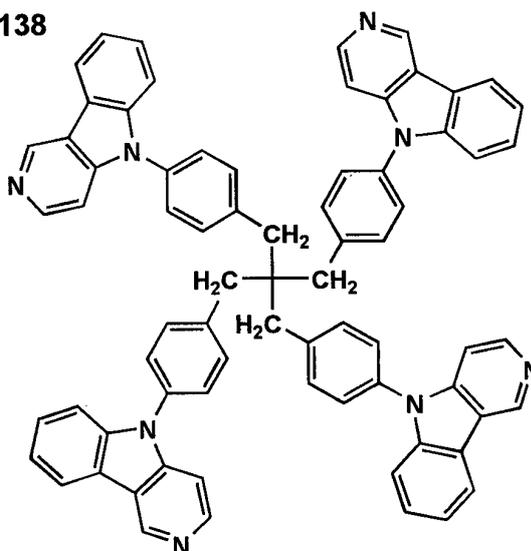
136



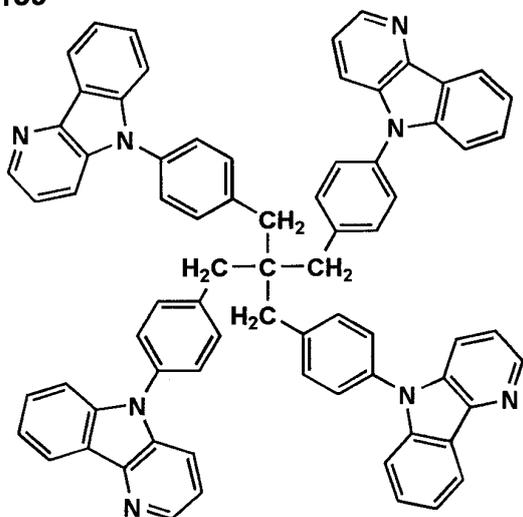
137



138



139



【0187】

10

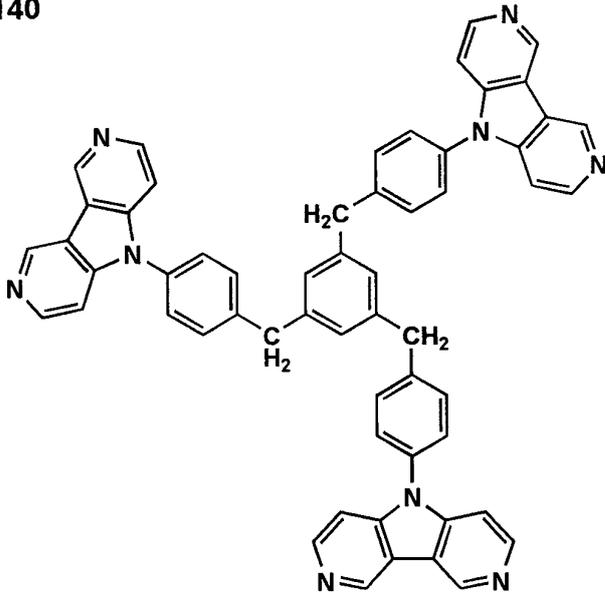
20

30

40

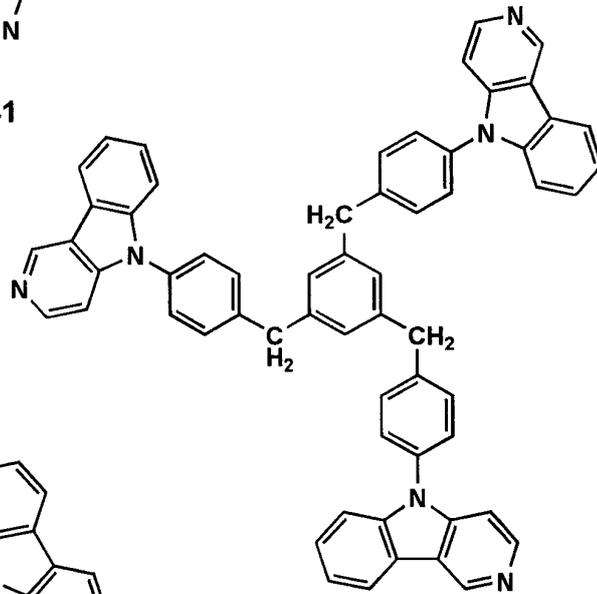
【化 5 7】

140



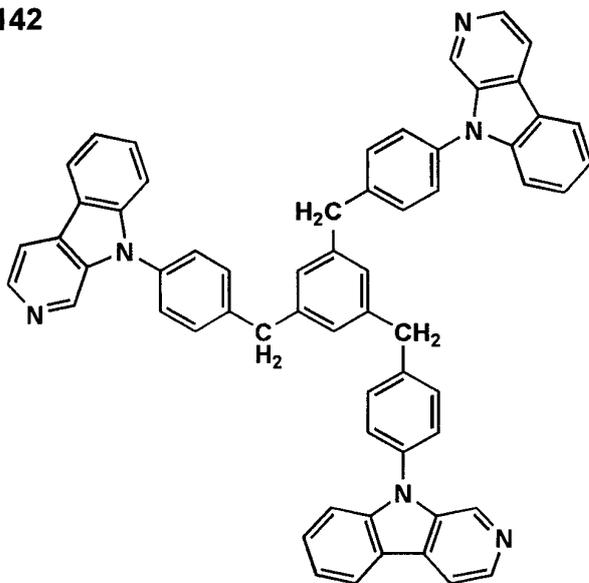
10

141



20

142



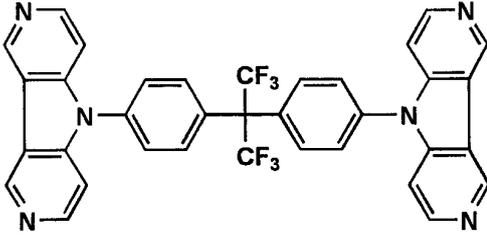
30

40

【 0 1 8 8 】

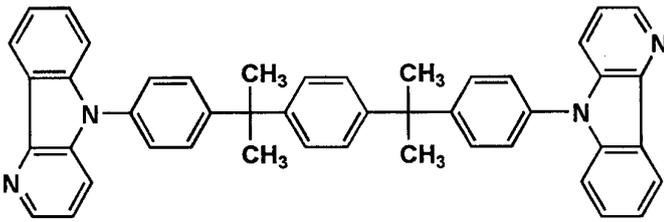
【化 5 8】

143



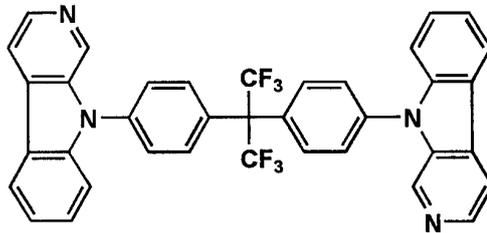
10

144

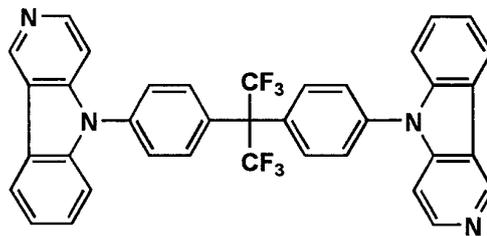


20

145



146

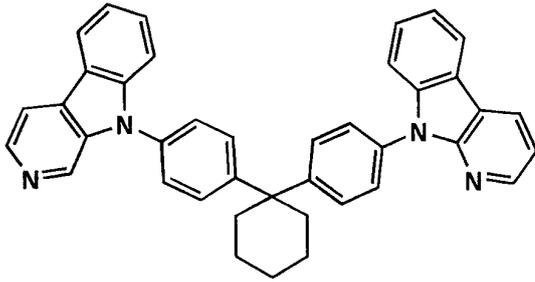


30

【 0 1 8 9】

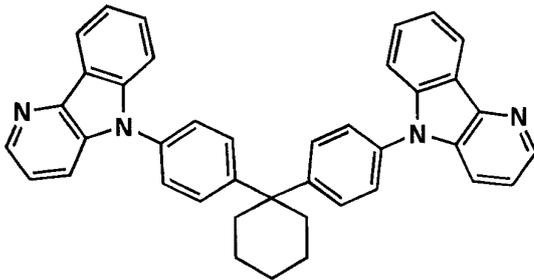
【化 5 9】

147



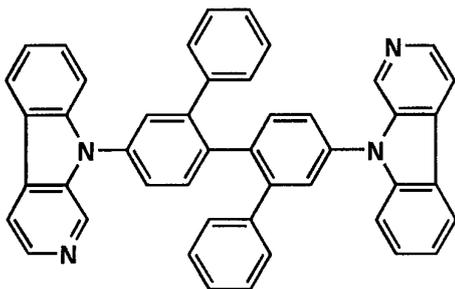
10

148



20

149

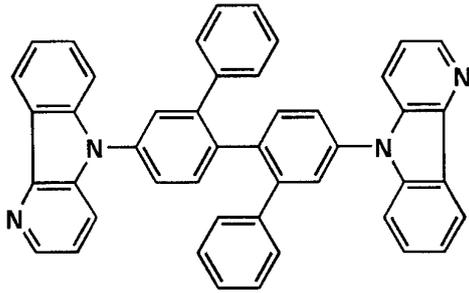


30

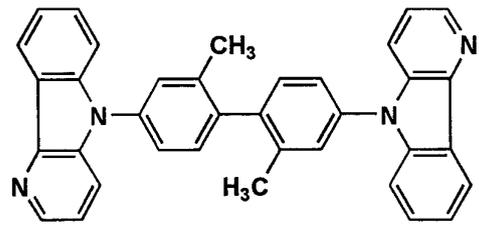
【 0 1 9 0 】

【化 6 0】

150

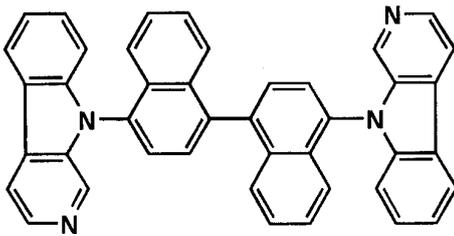


151

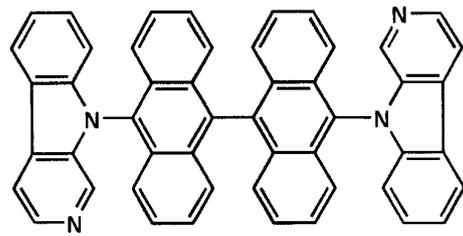


10

152

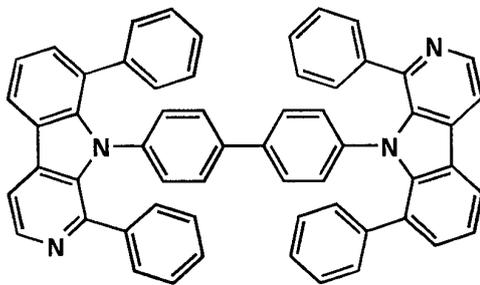


153

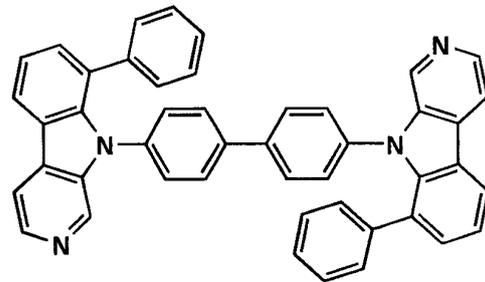


20

154



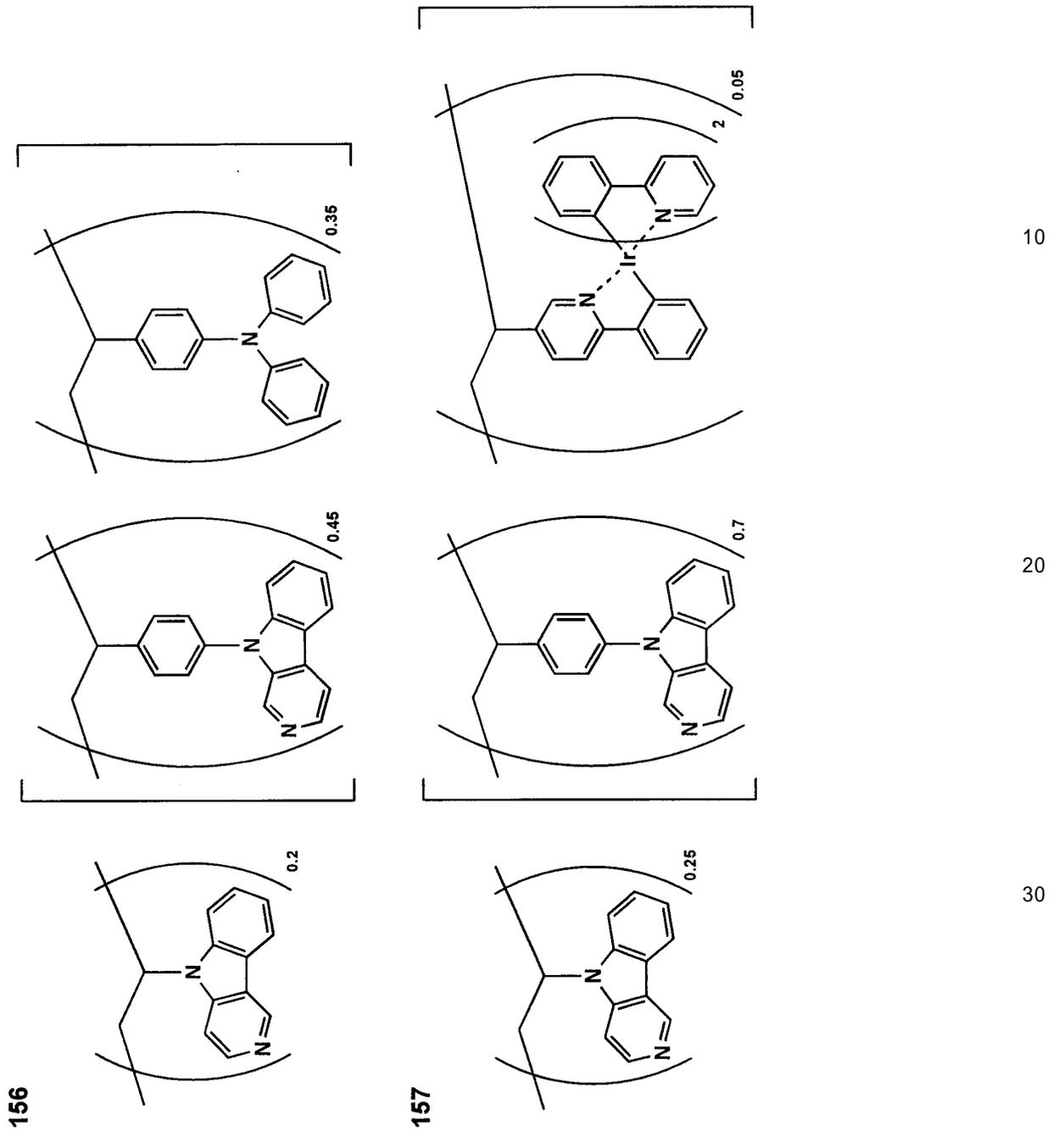
155



30

【 0 1 9 1】

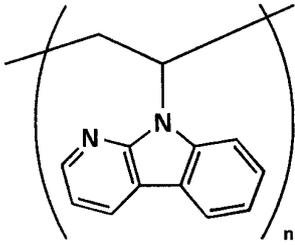
【化 6 1】



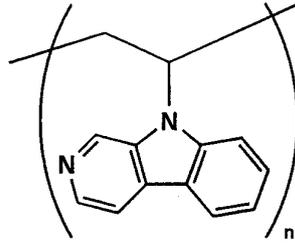
【 0 1 9 2 】

【化 6 2】

158

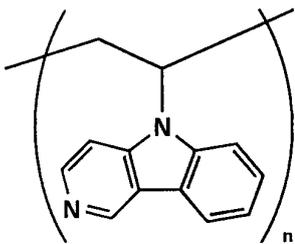


159

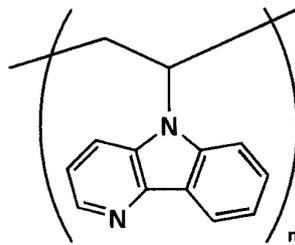


10

160

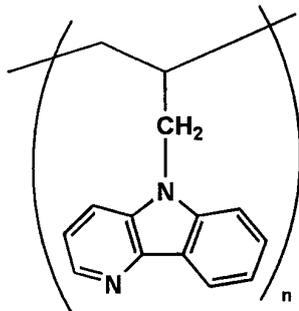


161

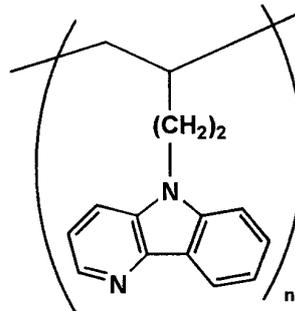


20

162

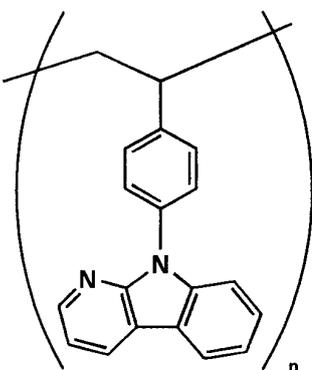


163

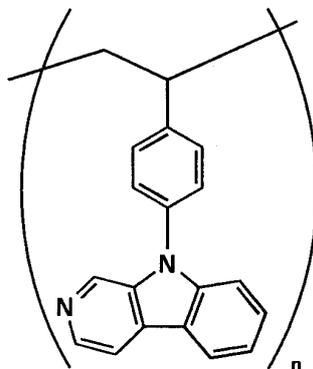


30

164



165

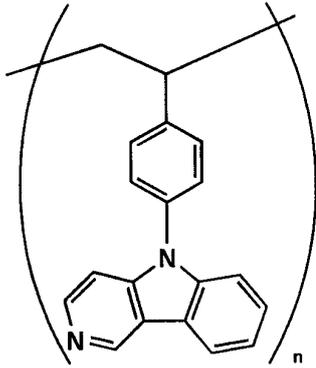


40

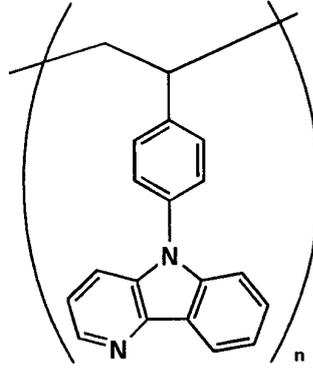
【 0 1 9 3 】

【化 6 3】

166

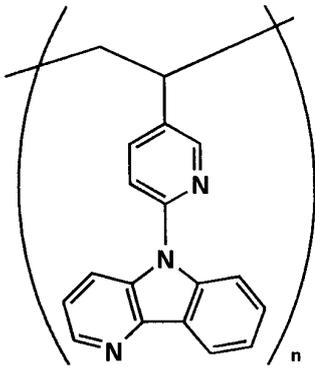


167



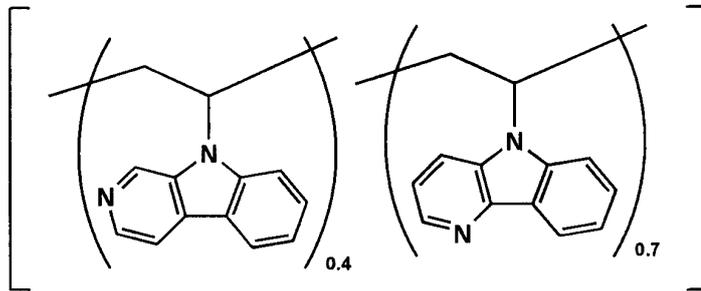
10

168



20

169



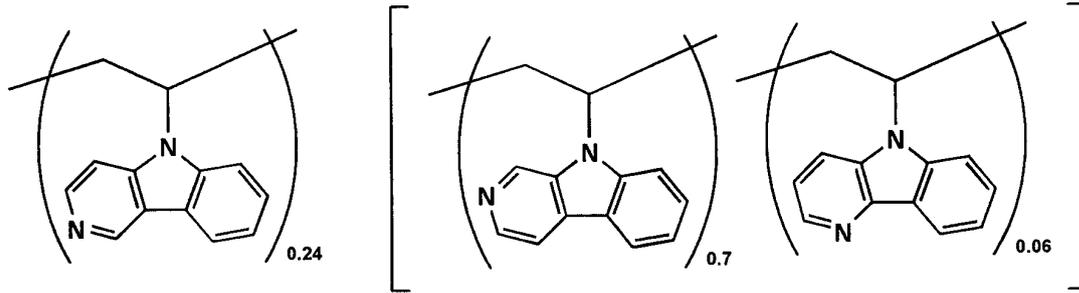
30

【 0 1 9 4】

40

【化 6 4】

170

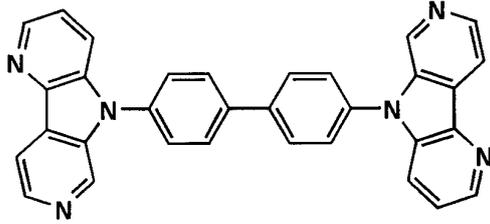


10

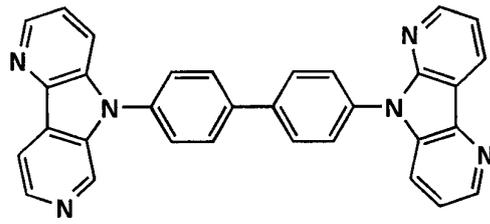
【 0 1 9 5 】

【化 6 5】

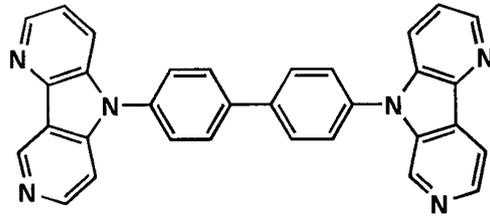
171



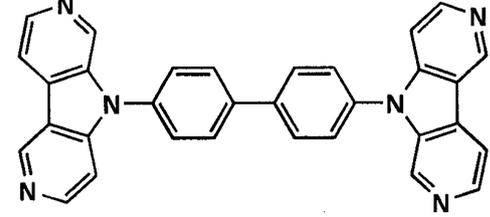
172



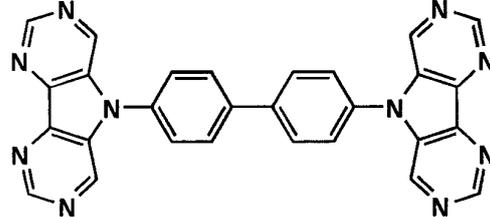
173



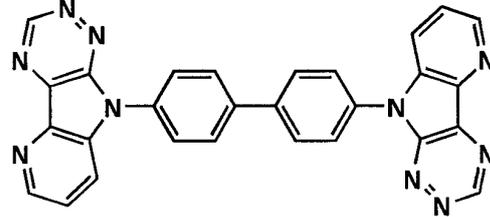
174



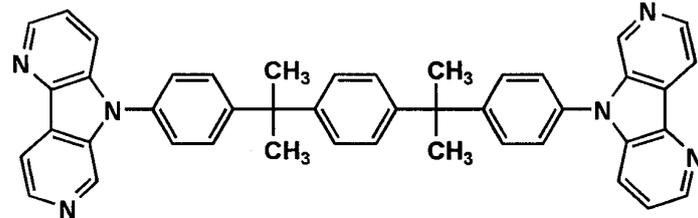
175



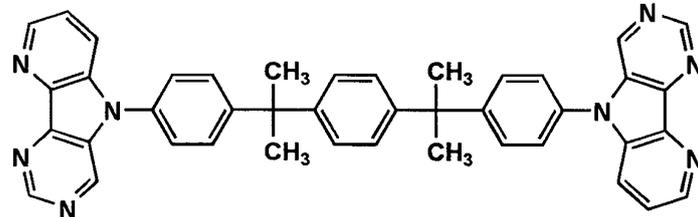
176



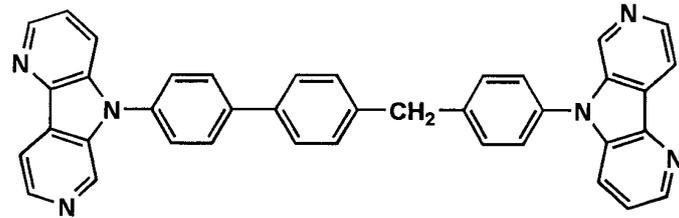
177



178



179



【 0 1 9 6 】

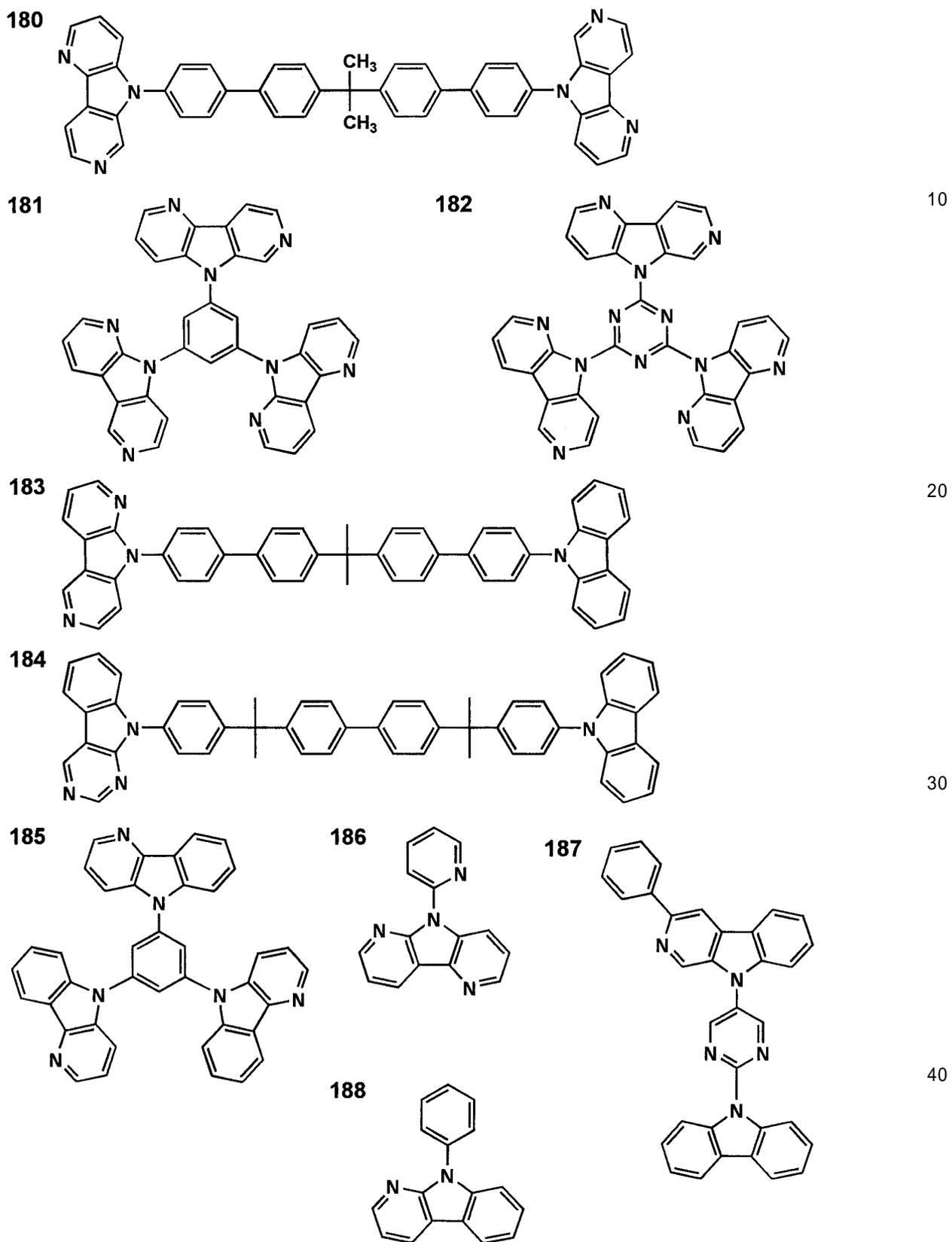
10

20

30

40

【化 6 6】



【 0 1 9 7 】

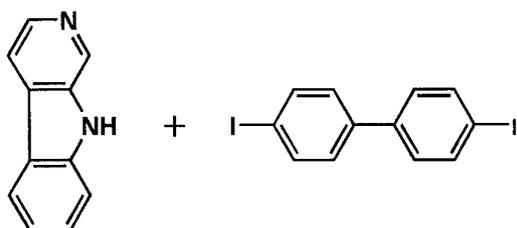
以下に、本発明に係る化合物の代表的な合成例を示すが、本発明はこれらに限定されない。

【 0 1 9 8 】

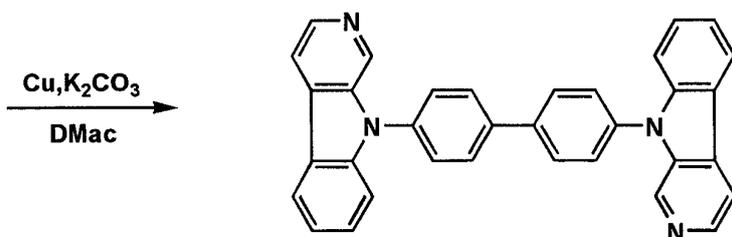
《例示化合物 7 3 の合成》

【 0 1 9 9 】

【 化 6 7 】



10



【 0 2 0 0 】

20

4,4'-ジヨードビフェニル 6.87 g、 α -カルボリン 6.00 g を N,N-ジメチルアセトアミド 50 ml 中に添加した混合液に、銅粉 4.5 g、炭酸カリウム 7.36 g を加え、15 時間加熱還流した。放冷後水クロロホルムを加え、不溶物を濾去した。有機層を分離し、水、飽和食塩水で洗浄した後、減圧下に濃縮し、得られた残渣を酢酸に溶解し、活性炭処理後、再結晶して、例示化合物 7 3 の無色結晶 4.2 g を得た。

【 0 2 0 1 】

例示化合物 7 3 の構造は ^1H -NMR スペクトル及び質量分析スペクトルによって確認した。例示化合物 7 3 の物性データ、スペクトルデータを下記に示す。

【 0 2 0 2 】

無色結晶、融点 200

30

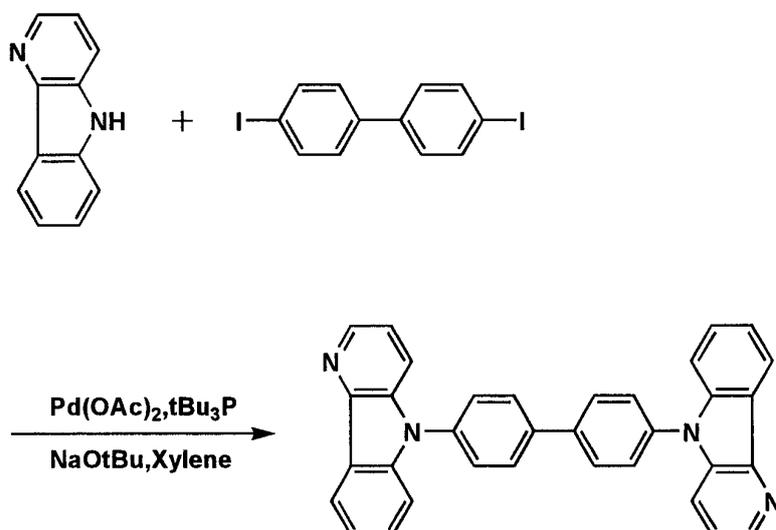
MS (FAB) m/z : 487 ($M+1$)

^1H -NMR (400 MHz, CDCl_3) : δ 7.3 - 7.5 (m, 2H)、7.5 - 7.6 (m, 4H)、7.7 - 7.8 (m, 4H)、7.9 - 8.0 (m, 4H)、8.06 (d, $J = 5.1$ Hz, 2H)、8.24 (d, $J = 7.8$ Hz, 2H)、8.56 (d, $J = 5.1$ Hz, 2H)、8.96 (s, 2H)

《例示化合物 7 4 の合成》

【 0 2 0 3 】

【化 6 8】



10

【 0 2 0 4】

酢酸パラジウム 0.32 g、トリ-tert-ブチルホスフィン 1.17 g を無水トルエン 10 ml に溶解し、水素化ホウ素ナトリウム 50 mg を添加し、室温で 10 分間攪拌した後、4-カルボリン 5.00 g、4,4'-ジヨードビフェニル 5.87 g、ナトリウム-tert-ブトキシド 3.42 g を無水キシレン 50 ml 中に分散し、窒素雰囲気下、還流温度にて 10 時間攪拌した。得られた反応混合物を放冷後クロロホルムと水を加えて有機層を分離し、有機層を、水、飽和食塩水で洗浄した後、減圧下に濃縮し、得られた残渣をテトラヒドロフランに溶解し、活性炭処理を施した後、再結晶して例示化合物 74 の無色結晶 5.0 g を得た。

20

【 0 2 0 5】

例示化合物 74 の構造は¹H-NMR スペクトル及び質量分析スペクトルによって確認した。例示化合物 74 の物性データ、スペクトルデータを下記に示す。

【 0 2 0 6】

MS (FAB) m/z : 487 (M+¹)

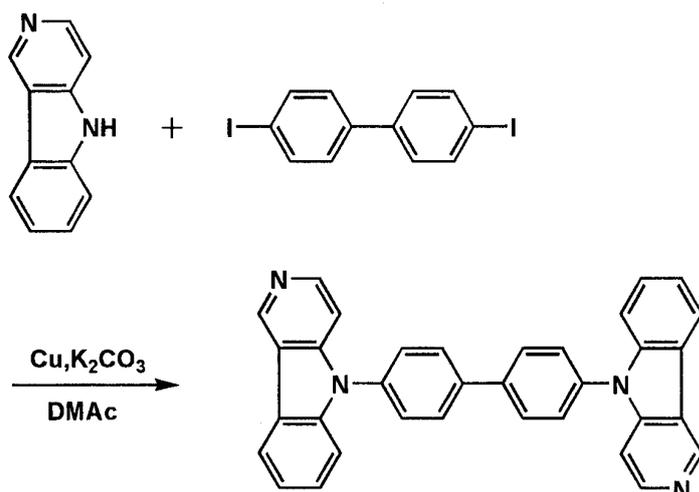
¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) : / ppm 7.37 (dd, J = 4.7 Hz, J = 8.3 Hz, 2H)、7.4 - 7.5 (m, 2H)、7.5 - 7.6 (m, 4H)、7.7 - 7.8 (m, 4H)、7.81 (dd, J = 1.2 Hz, J = 8.3 Hz, 2H)、7.9 - 8.0 (m, 4H)、8.48 (d, J = 7.8 Hz, 2H)、8.65 (dd, J = 1.2 Hz, J = 4.6 Hz, 2H)

《例示化合物 60 の合成》

【 0 2 0 7】

30

【化 6 9】



10

【 0 2 0 8 】

4,4'-ジヨードビフェニル 6.87 g、 β -カルボリン 6.00 g を N,N-ジメチルアセトアミド 50 ml 中に添加した混合液に、銅粉 4.5 g、炭酸カリウム 7.36 g を加え、15 時間加熱還流した。放冷後水クロロホルムを加え、不溶物を濾去した。有機層を分離し、水、飽和食塩水で洗浄した後、減圧下に濃縮し、得られた残渣をシリカゲルクロマトグラフィーに付した後、ジクロロメタン/シクロヘキサン中で結晶化させ、例示化合物 60 の無色結晶 4.3 g を得た。

20

【 0 2 0 9 】

例示化合物 60 の構造は、¹H-NMR スペクトル及び質量分析スペクトルによって確認した。例示化合物 60 の物性データ、スペクトルデータを下記に示す。

【 0 2 1 0 】

MS (FAB) m/z : 487 (M+¹)

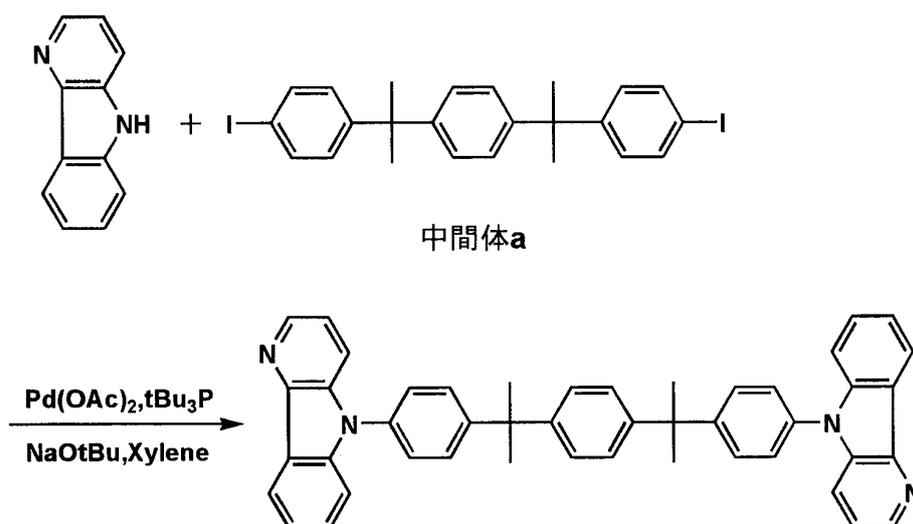
¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) : / ppm 7.4 - 7.4 (m, 4H)、7.4 - 7.5 (m, 4H)、7.7 - 7.8 (m, 4H) 7.9 - 8.0 (m, 4H)、8.25 (d, J = 7.8 Hz, 2H)、8.57 (d, J = 5.6 Hz, 2H)、9.42 (s, 1H)

30

《例示化合物 144 の合成》

【 0 2 1 1 】

【化70】



10

【0212】

酢酸パラジウム0.16g、トリ-tert-ブチルホスフィン0.58gを無水トルエン10mlに溶解し、水素化ホウ素ナトリウム25mgを添加し、室温で10分間攪拌した後、ニカルボリン2.00g、中間体a3.20g、ナトリウム-tert-ブトキシド1.37gを無水キシレン50ml中に分散し、窒素雰囲気下、還流温度にて10時間攪拌した。放冷後クロロホルムと水を加えて有機層を分離し、有機層を、水、飽和食塩水で洗浄した後減圧下に濃縮し、得られた残渣を酢酸から再結晶して例示化合物144の無色結晶1.5gを得た。

20

【0213】

例示化合物144の構造は、¹H-NMRスペクトル及び質量分析スペクトルによって確認した。例示化合物144のスペクトルデータは以下の通りである。

【0214】

MS (FAB) m/z : 647 (M+¹)

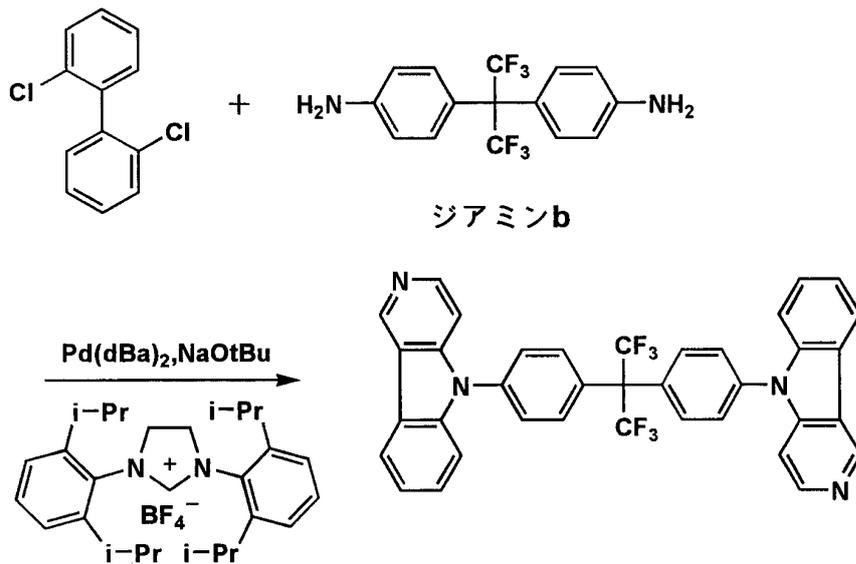
¹H-NMR (400MHz, CDCl₃) / ppm 1.80 (s, 12H)、7.27 (s, 4H)、7.34 (dd, J = 4.9 Hz, J = 8.3 Hz, 2H)、7.3-7.4 (m, 2H)、7.4-7.5 (m, 12H)、7.76 (dd, J = 1.3 Hz, J = 8.3 Hz, 2H)、8.45 (d, J = 7.8 Hz, 2H)、8.63 (dd, J = 1.3 Hz, J = 4.9 Hz, 2H)

30

《例示化合物143の合成》

【0215】

【化71】



10

【0216】

4,4'-ジクロロ-3,3'-ピピリジル 0.85 g、ジアミンb 0.59 g、ジベンジリデンアセトンパラジウム 44 mg、イミダゾリウム塩 36 mg、ナトリウム-tert-ブトキシド 1.09 g をジメトキシエタン 5 ml に添加し、80 で 24 時間加温攪拌した。放冷後クロロホルムと水を加えて有機層を分離し、有機層を、水、飽和食塩水で洗浄した後減圧下に濃縮し、得られた残渣を酢酸エチルから再結晶して例示化合物 143 の無色結晶 0.3 g を得た。

20

【0217】

例示化合物 143 の構造は、¹H-NMR スペクトル及び質量分析スペクトルによって確認した。例示化合物 143 のスペクトルデータを下記に示す。

【0218】

MS (FAB) m/z 639 (M+¹)

¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃): / ppm 7.46 (d, J = 5.7 Hz, 4H)、7.6 - 7.7 (m, 4H)、7.8 - 7.9 (m, 4H)、8.67 (d, J = 5.7 Hz, 4H)、9.51 (s, 4H)

《例示化合物 145 の合成》

例示化合物 143 の合成において、4,4'-ジクロロ-3,3'-ピピリジルの一方のピリジン環をベンゼンに変更した、3-(2-クロロフェニル)-4-クロロピリジンを用いた以外は同様にして、例示化合物 145 を合成した。

【0219】

例示化合物 145 の構造は、¹H-NMR スペクトル及び質量分析スペクトルによって確認した。例示化合物 145 のスペクトルデータを下記に示す。

40

【0220】

MS (FAB) m/z 637 (M+¹)

¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) / ppm 7.3 - 7.4 (m, 2H)、7.6 - 7.7 (m, 4H)、7.7 - 7.8 (m, 4H) 7.8 - 7.9 (m, 4H)、8.06 (d, J = 5.3 Hz, 2H)、8.23 (d, J = 7.8 Hz, 2H)、8.56 (d, J = 5.3 Hz, 2H)、8.96 (s, 2H)

尚、上記の合成例以外に、これらの化合物のアザカルバゾール環やその類縁体は、J. Chem. Soc., Perkin Trans. 1, 1505 - 1510 (1999)、Pol. J. Chem., 54, 1585 (1980)、(Tetrahedron

50

Let t t . 4 1 (2 0 0 0) , 4 8 1 - 4 8 4) に記載される合成法に従って合成することができる。合成されたアザカルバゾール環やその類縁体と、芳香環、複素環、アルキル基などの、コア、連結基への導入は、ウルマンカップリング、Pd触媒を用いたカップリング、スズキカップリングなど公知の方法を用いることができる。

【 0 2 2 1 】

本発明に係る化合物は、分子量が400以上であることが好ましく、450以上であることがより好ましく、更に好ましくは600以上であり、特に好ましくは分子量が800以上である。これにより、ガラス転移温度を上昇させ熱安定性が向上し、より一層長寿命化をさせることができる。

【 0 2 2 2 】

本発明に係る一般式(1)で表される化合物は、後述する有機EL素子の構成層である正孔阻止層中にて正孔阻止材料として用いられる。但し、有機EL素子の種々の物性コントロールの観点から必要に応じて、本発明に係る一般式(1)で表される化合物は、有機EL素子のその他の構成層に用いてもよい。

【 0 2 2 3 】

《一般式(A)で表される化合物》

本発明に係る一般式(A)で表される化合物について説明する。

【 0 2 2 4 】

一般式(A)において、 R_{21} で表される置換基は、前記一般式(1)において、 R_{101} で表される置換基と同義である。

【 0 2 2 5 】

《一般式(B)で表される化合物》

本発明に係る一般式(B)で表される化合物について説明する。

【 0 2 2 6 】

一般式(B)において、 $A r_{31}$ 、 $A r_{32}$ で表されるアリーレン基としては、o-フェニレン基、m-フェニレン基、p-フェニレン基、ナフタレンジイル基、アントラセンジイル基、ナフタセンジイル基、ピレンジイル基、ナフチルナフタレンジイル基、ビフェニルジイル基(例えば、3,3'-ビフェニルジイル基、3,6-ビフェニルジイル基等)、テルフェニルジイル基、クアテルフェニルジイル基、キンクフェニルジイル基、セキシフェニルジイル基、セプチフェニルジイル基、オクチフェニルジイル基、ノビフェニルジイル基、デシフェニルジイル基等が挙げられる。

【 0 2 2 7 】

これらの基は、更に前記一般式(1)において、 R_{101} で表される置換基を有していてもよい。

【 0 2 2 8 】

一般式(B)において、 $A r_{31}$ 、 $A r_{32}$ で表される2価の複素環基としては、例えば、オキサゾールジイル基、ピリミジンジイル基、ピリダジンジイル基、ピランジイル基、ピロリンジイル基、イミダゾリンジイル基、イミダゾリジンジイル基、ピラゾリジンジイル基、ピラゾリンジイル基、ピペリジンジイル基、ピペラジンジイル基、モルホリンジイル基、キヌクリジンジイル基等が挙げられ、また、チオフェン-2,5-ジイル基や、ピラジン-2,3-ジイル基のような、芳香族複素環を有する化合物(ヘテロ芳香族化合物ともいう)に由来する2価の連結基であってもよい。

【 0 2 2 9 】

これらの基は、更に前記一般式(1)において、 R_{101} で表される置換基を有していてもよい。

【 0 2 3 0 】

一般式(B)において、 R_{31} 、 R_{32} 、 R_{33} 、 R_{34} は、各々表される置換基は、前記一般式(1)において、 R_{101} で表される置換基と同義である。

【 0 2 3 1 】

一般式(B)において、 L_3 で表される2価の連結基としては、アルキレン基、アルケ

10

20

30

40

50

ニレン基、アルキニレン基、アリーレン基などの炭化水素基のほか、前記アルキレン基、前記アルケニレン基、前記アルキニレン基、前記アリーレン基中、各々ヘテロ原子（例えば、窒素原子、硫黄原子、珪素原子等）を含むものであってもよく、また、チオフェン - 2, 5 - ジイル基や、ピラジン - 2, 3 - ジイル基のような、芳香族複素環を有する化合物（ヘテロ芳香族化合物ともいう）に由来する 2 価の連結基であってもよいし、酸素や硫黄等のカルコゲン原子であってもよい。また、アルキルイミノ基、ジアルキルシランジイル基やジアリールゲルマンジイル基のような、ヘテロ原子を介して連結する基でもよい。

【 0 2 3 2 】

一般式 (B) において、 L_3 で表される 2 価の連結基として用いられるアルキレン基としては、例えば、エチレン基、トリメチレン基、テトラメチレン基、プロピレン基、エチルエチレン基、ペンタメチレン基、ヘキサメチレン基、2, 2, 4 - トリメチルヘキサメチレン基、ヘプタメチレン基、オクタメチレン基、ノナメチレン基、デカメチレン基、ウンデカメチレン基、ドデカメチレン基、シクロヘキシレン基（例えば、1, 6 - シクロヘキサジイル基等）、シクロペンチレン基（例えば、1, 5 - シクロペンタンジイル基など）等が挙げられる。

10

【 0 2 3 3 】

一般式 (B) において、 L_3 で表される 2 価の連結基として用いられるアルケニレン基としては、例えば、プロペニレン基、ビニレン基（エチニレン基ともいう）、4 - プロピル - 2 - ペンテニレン基等が挙げられる。

【 0 2 3 4 】

一般式 (B) において、 L_3 で表される 2 価の連結基として用いられるアルキニレン基としては、例えば、エチニレン基、3 - ペンチニレン基等が挙げられる。

20

【 0 2 3 5 】

一般式 (B) において、 L_3 で表される 2 価の連結基として用いられるアリーレン基としては、o - フェニレン基、m - フェニレン基、p - フェニレン基、ナフタレンジイル基、アントラセンジイル基、ナフタセンジイル基、ピレンジイル基、ナフチルナフタレンジイル基、ビフェニルジイル基（例えば、3, 3' - ビフェニルジイル基、3, 6 - ビフェニルジイル基等）、テルフェニルジイル基、クアテルフェニルジイル基、キンクフェニルジイル基、セキシフェニルジイル基、セプチフェニルジイル基、オクチフェニルジイル基、ノビフェニルジイル基、デシフェニルジイル基等が挙げられる。

30

【 0 2 3 6 】

一般式 (B) において、 L_3 で表される 2 価の連結基として用いられる 2 価の複素環基としては、例えば、オキサゾールジイル基、ピリミジンジイル基、ピリダジンジイル基、ピランジイル基、ピロリンジイル基、イミダゾリンジイル基、イミダゾリジンジイル基、ピラゾリジンジイル基、ピラゾリンジイル基、ピペリジンジイル基、ピペラジンジイル基、モルホリンジイル基、キヌクリジンジイル基等が挙げられ、また、チオフェン - 2, 5 - ジイル基や、ピラジン - 2, 3 - ジイル基のような、芳香族複素環を有する化合物（ヘテロ芳香族化合物ともいう）に由来する 2 価の連結基であってもよい。

【 0 2 3 7 】

一般式 (B) において、 L_3 で表される 3 価の連結基としては、例えば、エタントリイル基、プロパントリイル基、ブタントリイル基、ペタントリイル基、ヘキサントリイル基、ヘプタントリイル基、オクタントリイル基、ノナントリイル基、デカントリイル基、ウンデカントリイル基、ドデカントリイル基、シクロヘキサントリイル基、シクロペンタントリイル基、ベンゼントリイル基、ナフタレントリイル基、トリアジントリイル基等が挙げられるが、更に、上記の 2 価の連結基の各々に、更にひとつ 2 価の連結基がついたもの等が 3 価の基として用いることが出来る。

40

【 0 2 3 8 】

また、 L_3 で表される 2 価または 3 価の連結基は、各々、前記一般式 (1) において、 R_{101} で表される置換基で更に置換されていてもよい。

【 0 2 3 9 】

50

《一般式 (C) で表される化合物》

本発明に係る一般式 (C) で表される化合物について説明する。

【 0 2 4 0 】

一般式 (C) において、 $R_a \sim R_g$ で各々表される置換基は、前記一般式 (1) において、 R_{101} で表される置換基と同義である。

【 0 2 4 1 】

《一般式 (D) で表される化合物》

本発明に係る一般式 (D) で表される化合物について説明する。

【 0 2 4 2 】

一般式 (D) において、 Ar_{51} 、 Ar_{52} で各々表される芳香族炭化水素基としては、例えば、フェニル基、*p*-クロロフェニル基、メシチル基、トリル基、キシリル基、ナフチル基、アントリル基、アズレニル基、アセナフテニル基、フルオレニル基、フェナントリル基、インデニル基、ピレニル基、ビフェニリル基等が挙げられる。

10

【 0 2 4 3 】

これらの基は、更に、前記一般式 (1) において、 R_{101} で表される置換基を有してもよい。

【 0 2 4 4 】

一般式 (D) において、 Ar_{51} 、 Ar_{52} で各々表される芳香族複素環基としては、例えば、ピリジル基、ピリミジニル基、フリル基、ピロリル基、イミダゾリル基、ベンゾイミダゾリル基、ピラゾリル基、ピラジニル基、トリアゾリル基 (例えば、1, 2, 4-トリアゾール-1-イル基、1, 2, 3-トリアゾール-1-イル基等)、オキサゾリル基、ベンゾオキサゾリル基、チアゾリル基、イソオキサゾリル基、イソチアゾリル基、フラザニル基、チエニル基、キノリル基、ベンゾフリル基、ジベンゾフリル基、ベンゾチエニル基、ジベンゾチエニル基、インドリル基、カルバゾリル基、カルポリニル基、ジアザカルバゾリル基 (カルボニル基のカルボリン環を構成する炭素原子の一つが窒素原子で置き換わったものを示す)、キノキサリニル基、ピリダジニル基、トリアジニル基、キナゾリニル基、フタラジニル基等が挙げられる。

20

【 0 2 4 5 】

これらの基は、更に、前記一般式 (1) において、 R_{101} で表される置換基を有してもよい。

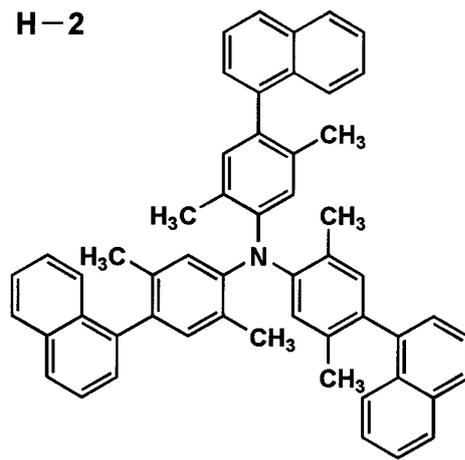
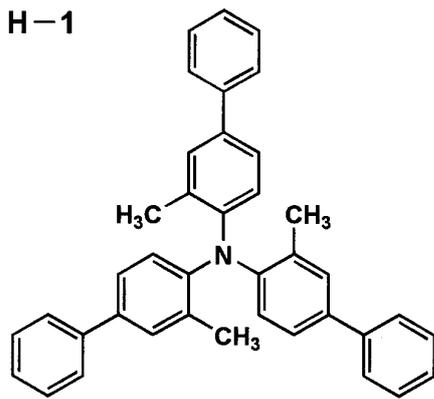
30

【 0 2 4 6 】

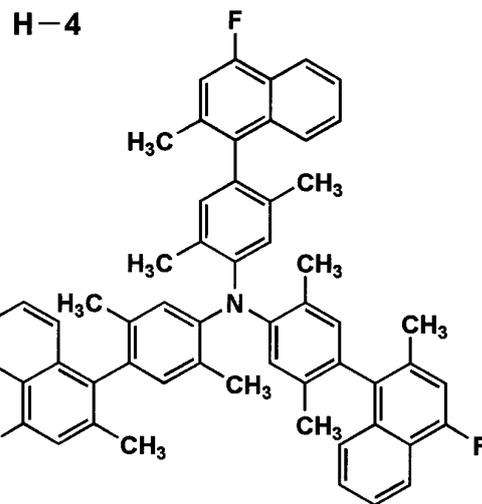
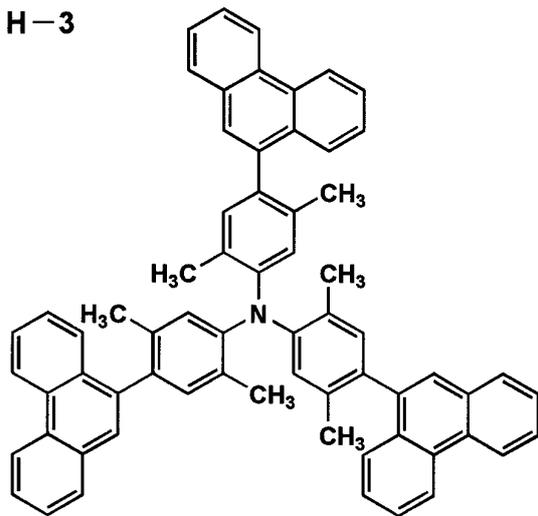
以下、前記一般式 (A) ~ (D) からなる化合物群の具体的化合物例を挙げるが、本発明はこれらに限定されない。

【 0 2 4 7 】

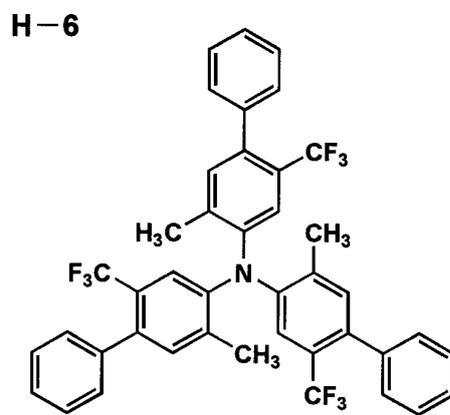
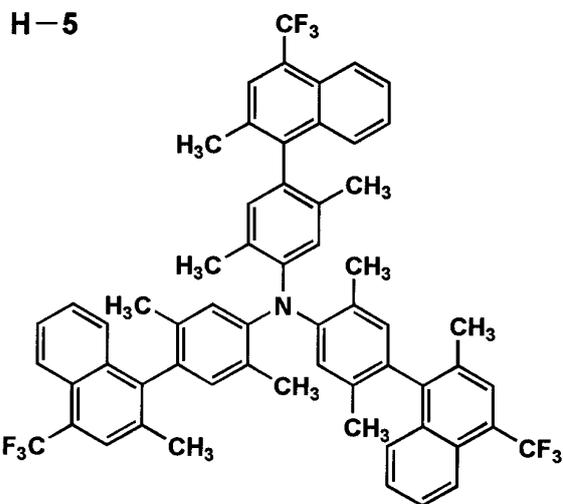
【化 7 2】



10



20



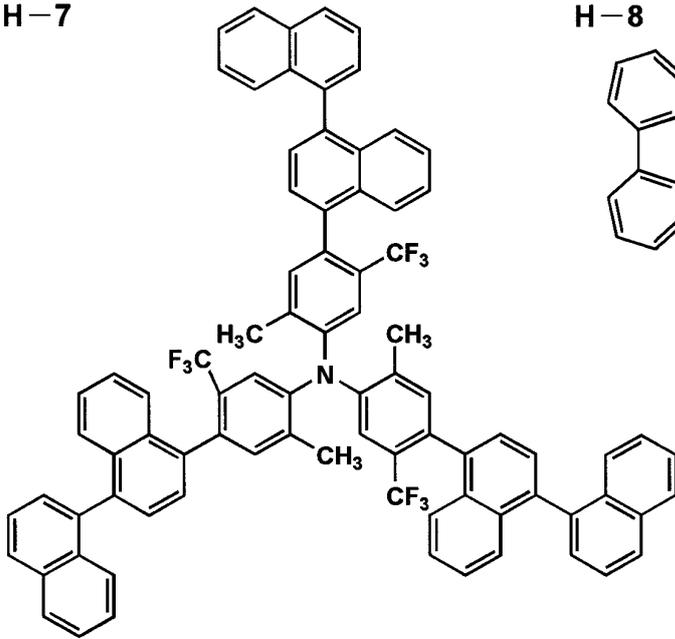
30

40

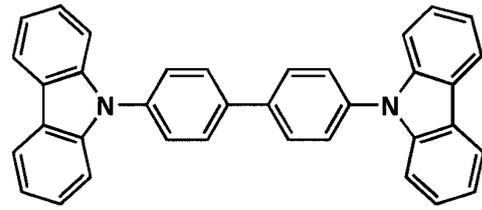
【 0 2 4 8 】

【化 7 3】

H-7

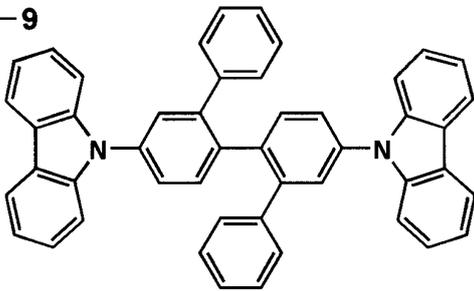


H-8

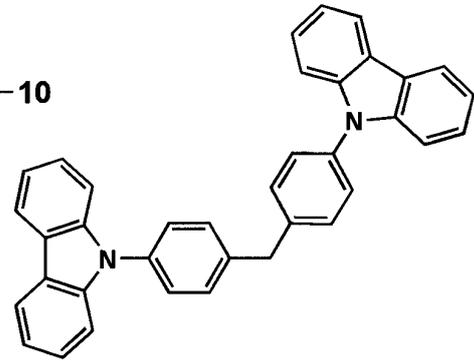


10

H-9

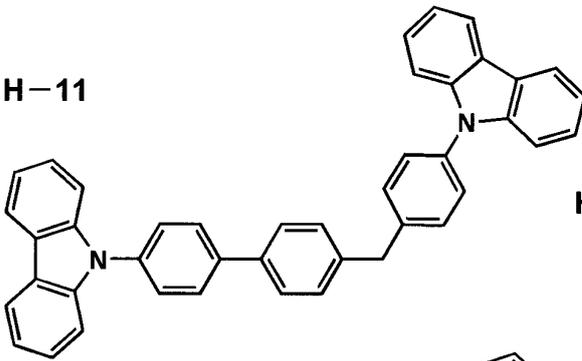


H-10

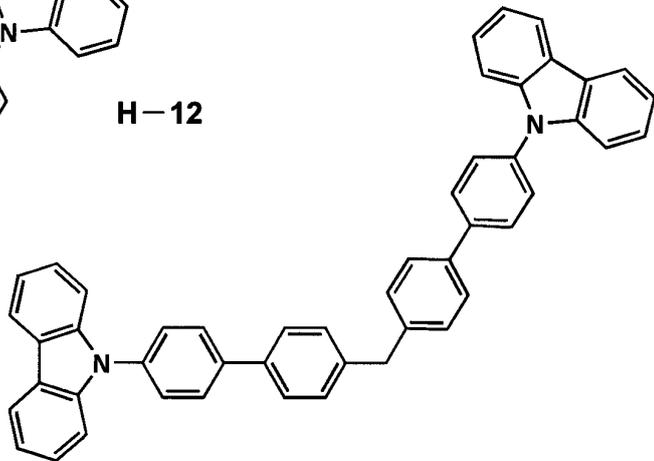


20

H-11



H-12



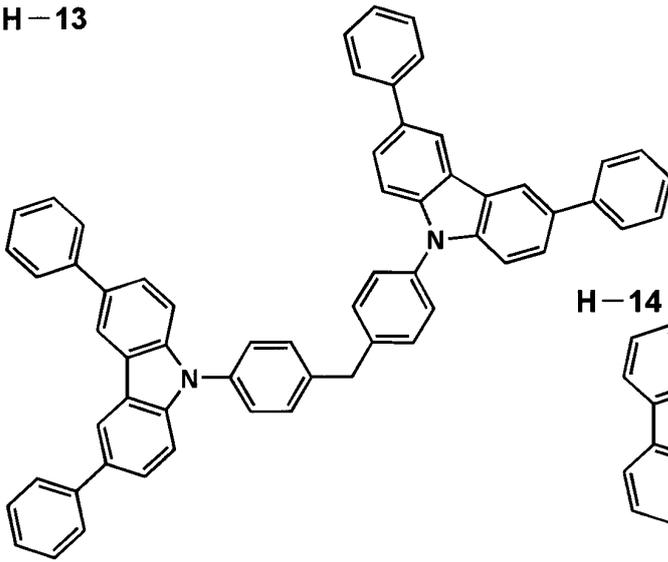
30

40

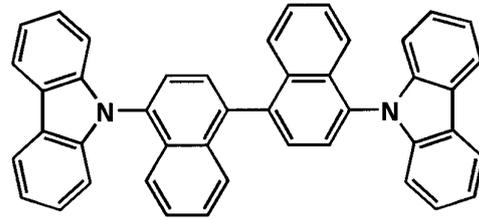
【 0 2 4 9 】

【化 7 4】

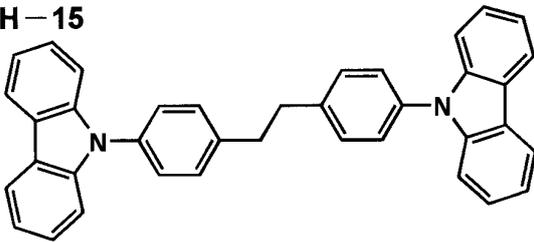
H-13



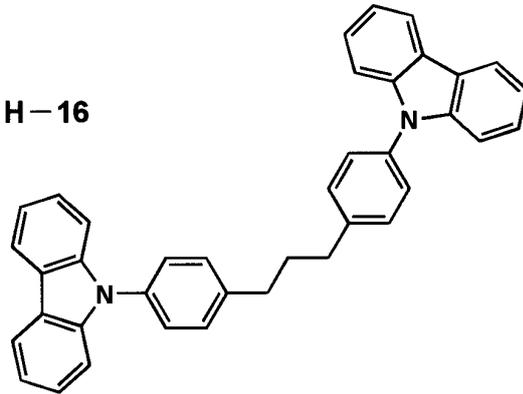
H-14



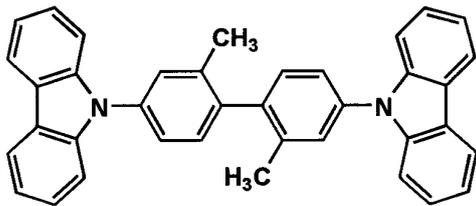
H-15



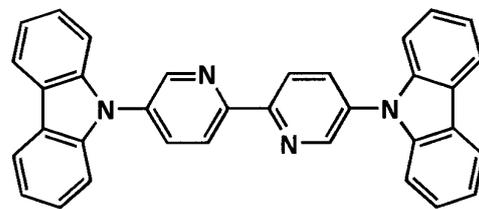
H-16



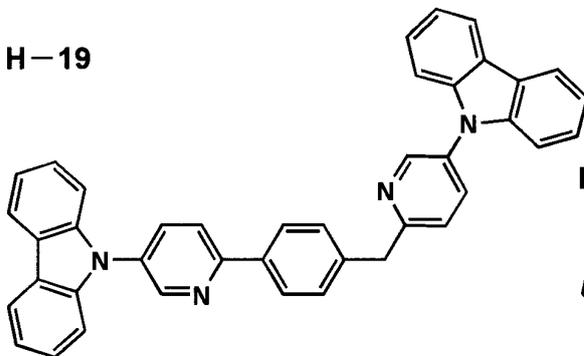
H-17



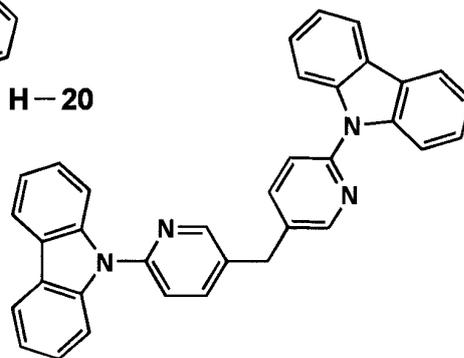
H-18



H-19



H-20



【 0 2 5 0 】

10

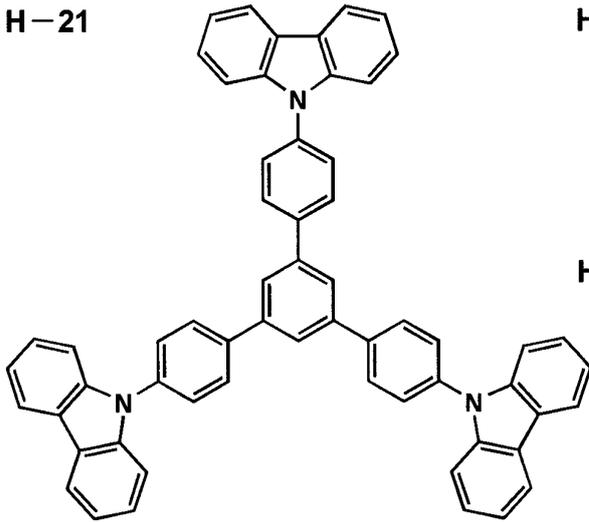
20

30

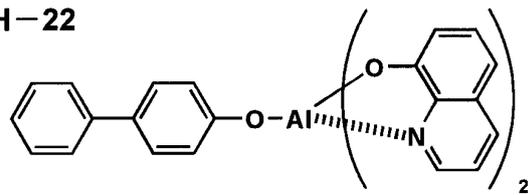
40

【化 7 5】

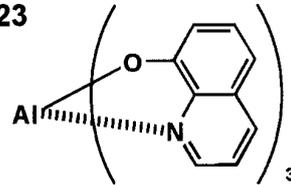
H-21



H-22

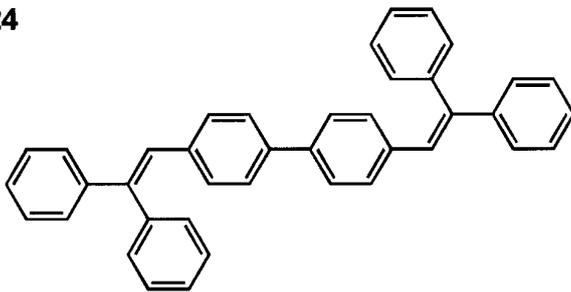


H-23



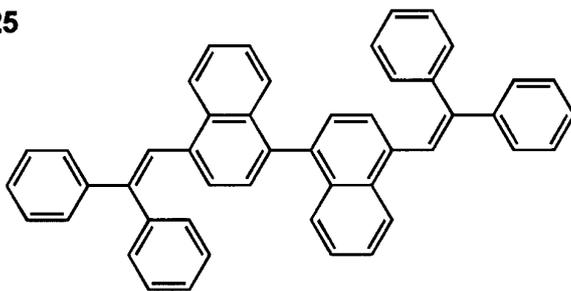
10

H-24



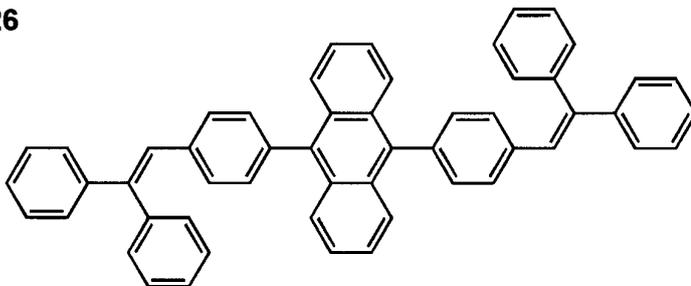
20

H-25



30

H-26



40

【 0 2 5 1】

本発明に係る一般式(1)で表される化合物、一般式(A)~(D)で各々表される化合物等は、各々有機EL素子用材料(バックライト、フラットパネルディスプレイ、照明光源、表示素子、電子写真用光源、記録光源、露光光源、読み取り光源、標識、看板、インテリア、光通信デバイスなど)等の用途に用いられるが、その他の用途としては、有機半導体レーザ用材料(記録光源、露光光源、読み取り光源光通信デバイス、電子写真用光源

50

など)、電子写真用感光体材料、有機TFE素子用材料(有機メモリ素子、有機演算素子、有機スイッチング素子)、有機波長変換素子用材料、光電変換素子用材料(太陽電池、光センサーなど)などの広い分野に利用可能である。

【0252】

次に、本発明の有機EL素子の構成層について詳細に説明する。

【0253】

本発明において、有機EL素子の層構成の好ましい具体例を以下に示すが、本発明はこれらに限定されない。

(i) 陽極/発光層/電子輸送層/陰極

(ii) 陽極/正孔輸送層/発光層/電子輸送層/陰極

(iii) 陽極/正孔輸送層/発光層/正孔阻止層/電子輸送層/陰極

(iv) 陽極/正孔輸送層/発光層/正孔阻止層/電子輸送層/陰極バッファ層/陰極

(v) 陽極/陽極バッファ層/正孔輸送層/発光層/正孔阻止層/電子輸送層/陰極バッファ層/陰極

《陽極》

有機EL素子における陽極としては、仕事関数の大きい(4eV以上)金属、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが好ましく用いられる。このような電極物質の具体例としてはAu等の金属、CuI、インジウムチンオキド(ITO)、 SnO_2 、ZnO等の導電性透明材料が挙げられる。また、 $\text{In}_2\text{O}_3 - \text{ZnO}$ 等非晶質で透明導電膜を作製可能な材料を用いてもよい。陽極は、これらの電極物質を蒸着やスパッタリング等の方法により、薄膜を形成させ、フォトリソグラフィ法で所望の形状のパターンを形成してもよく、あるいはパターン精度をあまり必要としない場合は(100 μm 以上程度)、上記電極物質の蒸着やスパッタリング時に所望の形状のマスクを介してパターンを形成してもよい。この陽極より発光を取り出す場合には、透過率を10%より大きくすることが望ましく、また、陽極としてのシート抵抗は数百 Ω/\square 以下が好ましい。更に膜厚は材料にもよるが、通常10nm~1000nm、好ましくは10nm~200nmの範囲で選ばれる。

【0254】

《陰極》

一方、陰極としては、仕事関数の小さい(4eV以下)金属(電子注入性金属と称する)、合金、電気伝導性化合物及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/銅混合物、マグネシウム/銀混合物、マグネシウム/アルミニウム混合物、マグネシウム/インジウム混合物、アルミニウム/酸化アルミニウム(Al_2O_3)混合物、インジウム、リチウム/アルミニウム混合物、希土類金属等が挙げられる。これらの中で、電子注入性及び酸化等に対する耐久性の点から、電子注入性金属とこれより仕事関数の値が大きく安定な金属である第二金属との混合物、例えばマグネシウム/銀混合物、マグネシウム/アルミニウム混合物、マグネシウム/インジウム混合物、アルミニウム/酸化アルミニウム(Al_2O_3)混合物、リチウム/アルミニウム混合物、アルミニウム等が好適である。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により薄膜を形成させることにより、作製することができる。また、陰極としてのシート抵抗は数百 Ω/\square 以下が好ましく、膜厚は通常10nm~5 μm 、好ましくは50~200nmの範囲で選ばれる。尚、発光した光を透過させるため、有機EL素子の陽極または陰極のいずれか一方が、透明または半透明であれば発光輝度が向上し好都合である。

【0255】

また、陰極に上記金属を1~20nmの膜厚で作製した後に、陽極の説明で挙げた導電性透明材料をその上に作製することで、透明または半透明の陰極を作製ことができ、これを応用することで陽極と陰極の両方が透過性を有する素子を作製することができる。

【0256】

次に、本発明の有機EL素子の構成層として用いられる、注入層、阻止層、電子輸送層

等について説明する。

【0257】

《注入層：電子注入層、正孔注入層》

注入層は必要に応じて設け、電子注入層と正孔注入層があり、上記のごとく陽極と発光層または正孔輸送層の間、及び、陰極と発光層または電子輸送層との間に存在させてもよい。

【0258】

注入層とは、駆動電圧低下や発光輝度向上のために電極と有機層間に設けられる層のことで、「有機EL素子とその工業化最前線（1998年11月30日エヌ・ティー・エス社発行）」の第2編第2章「電極材料」（123～166頁）に詳細に記載されており、正孔注入層（陽極バッファ層）と電子注入層（陰極バッファ層）とがある。

10

【0259】

陽極バッファ層（正孔注入層）は、特開平9-45479号公報、同9-260062号公報、同8-288069号公報等にもその詳細が記載されており、具体例として、銅フタロシアニンに代表されるフタロシアニンバッファ層、酸化バナジウムに代表される酸化物バッファ層、アモルファスカーボンバッファ層、ポリアニリン（エメラルディン）やポリチオフェン等の導電性高分子を用いた高分子バッファ層等が挙げられる。

【0260】

陰極バッファ層（電子注入層）は、特開平6-325871号公報、同9-17574号公報、同10-74586号公報等にもその詳細が記載されており、具体的にはストロンチウムやアルミニウム等に代表される金属バッファ層、フッ化リチウムに代表されるアルカリ金属化合物バッファ層、フッ化マグネシウムに代表されるアルカリ土類金属化合物バッファ層、酸化アルミニウムに代表される酸化物バッファ層等が挙げられる。上記バッファ層（注入層）はごく薄い膜であることが望ましく、素材にもよるが、その膜厚は0.1nm～5μmの範囲が好ましい。

20

【0261】

《阻止層：正孔阻止層、電子阻止層》

阻止層は、上記のごとく、有機化合物薄膜の基本構成層の他に必要に応じて設けられるものである。例えば特開平11-204258号公報、同11-204359号公報、及び「有機EL素子とその工業化最前線（1998年11月30日エヌ・ティー・エス社発行）」の237頁等に記載されている正孔阻止（ホールブロック）層がある。

30

【0262】

正孔阻止層とは広い意味では電子輸送層であり、電子を輸送する機能を有しつつ正孔を輸送する能力が著しく小さい正孔阻止材料からなり、電子を輸送しつつ正孔を阻止することで電子と正孔の再結合確率を向上させることができる。

【0263】

本発明の有機EL素子の正孔阻止層は、発光層に隣接して設けられている。

【0264】

本発明では、正孔阻止層の正孔阻止材料として前述した本発明に係る化合物を含有させることが好ましい。これにより、より一層発光効率の高い有機EL素子とすることができる。更に、より一層長寿命化させることができる。

40

【0265】

一方、電子阻止層とは広い意味では正孔輸送層であり、正孔を輸送する機能を有しつつ電子を輸送する能力が著しく小さい材料からなり、正孔を輸送しつつ電子を阻止することで電子と正孔の再結合確率を向上させることができる。

【0266】

《発光層》

本発明に係る発光層は、電極または電子輸送層、正孔輸送層から注入されてくる電子及び正孔が再結合して発光する層であり、発光する部分は発光層の層内であっても発光層と隣接層との界面であってもよい。

50

【0267】

(ホスト化合物)

本発明の有機EL素子の発光層には、以下に示す、ホスト化合物とリン光性化合物(リン光発光性化合物ともいう)が含有されることが好ましく、本発明においては、ホスト化合物として前述した本発明に係る化合物を用いることが好ましい。これにより、より一層発光効率を高くすることができる。また、ホスト化合物として、上記の本発明に係る化合物以外の化合物を含有してもよい。

【0268】

ここで、本発明においてホスト化合物とは、発光層に含有される化合物のうちで室温(25)においてリン光発光のリン光量子収率が、0.01未満の化合物と定義される。

10

【0269】

更に、公知のホスト化合物を複数種併用して用いてもよい。ホスト化合物を複数種もちいることで、電荷の移動を調整することが可能であり、有機EL素子を高効率化することができる。また、リン光性化合物を複数種用いることで、異なる発光を混ぜることが可能となり、これにより任意の発光色を得ることができる。リン光性化合物の種類、ドーパ量を調整することで白色発光が可能であり、照明、バックライトへの応用もできる。

【0270】

これらの公知のホスト化合物としては、正孔輸送能、電子輸送能を有しつつ、かつ、発光の長波長化を防ぎ、なおかつ高Tg(ガラス転移温度)である化合物が好ましい。

【0271】

公知のホスト化合物の具体例としては、以下の文献に記載されている化合物が挙げられる。

20

【0272】

特開2001-257076号公報、同2002-308855号公報、同2001-313179号公報、同2002-319491号公報、同2001-357977号公報、同2002-334786号公報、同2002-8860号公報、同2002-334788号公報、同2002-43056号公報、同2002-334789号公報、同2002-75645号公報、同2002-338579号公報、同2002-105445号公報、同2002-343568号公報、同2002-141173号公報、同2002-352957号公報、同2002-203683号公報、同2002-363227号公報、同2002-231453号公報、同2003-3165号公報、同2002-234888号公報、同2003-27048号公報、同2002-255934号公報、同2002-260861号公報、同2002-280183号公報、同2002-299060号公報、同2002-302516号公報、同2002-305083号公報、同2002-305084号公報、同2002-308837号公報等。

30

【0273】

また、発光層は、ホスト化合物として更に蛍光極大波長を有するホスト化合物を含有してもよい。この場合、他のホスト化合物とリン光性化合物から蛍光性化合物へのエネルギー移動で、有機EL素子としての電界発光は蛍光極大波長を有する他のホスト化合物からの発光も得られる。蛍光極大波長を有するホスト化合物として好ましいのは、溶液状態で蛍光量子収率が高いものである。ここで、蛍光量子収率は10%以上、特に30%以上が好ましい。具体的な蛍光極大波長を有するホスト化合物としては、クマリン系色素、ピラン系色素、シアニン系色素、クロコニウム系色素、スクアリウム系色素、オキソベンツアントラセン系色素、フルオレセイン系色素、ローダミン系色素、ピリリウム系色素、ペリレン系色素、スチルベン系色素、ポリチオフェン系色素等が挙げられる。蛍光量子収率は、前記第4版実験化学講座7の分光IIの362頁(1992年版、丸善)に記載の方法により測定することができる。

40

【0274】

(リン光性化合物(リン光発光性化合物))

50

発光層に使用される材料（以下、発光材料という）としては、上記のホスト化合物を含有すると同時に、リン光性化合物を含有することが好ましい。これにより、より発光効率の高い有機EL素子とすることができる。

【0275】

本発明に係るリン光性化合物は、励起三重項からの発光が観測される化合物であり、室温（25℃）にてリン光発光する化合物であり、リン光量子収率が、25℃において0.01以上の化合物である。リン光量子収率は好ましくは0.1以上である。

【0276】

上記リン光量子収率は、第4版実験化学講座7の分光I Iの398頁（1992年版、丸善）に記載の方法により測定できる。溶液中でのリン光量子収率は種々の溶媒を用いて測定できるが、本発明に用いられるリン光性化合物は、任意の溶媒の何れかにおいて上記リン光量子収率が達成されればよい。

10

【0277】

リン光性化合物の発光は、原理としては2種挙げられ、一つはキャリアが輸送されるホスト化合物上でキャリアの再結合が起こってホスト化合物の励起状態が生成し、このエネルギーをリン光性化合物に移動させることでリン光性化合物からの発光を得るというエネルギー移動型、もう一つはリン光性化合物がキャリアトラップとなり、リン光性化合物上でキャリアの再結合が起こりリン光性化合物からの発光が得られるというキャリアトラップ型であるが、いずれの場合においても、リン光性化合物の励起状態のエネルギーはホスト化合物の励起状態のエネルギーよりも低いことが条件である。

20

【0278】

リン光性化合物は、有機EL素子の発光層に使用される公知のものの中から適宜選択して用いることができる。

【0279】

本発明で用いられるリン光性化合物としては、好ましくは元素の周期表で8族～10族の金属を含有する錯体系化合物であり、更に好ましくは、イリジウム化合物、オスmium化合物、または白金化合物（白金錯体系化合物）、希土類錯体であり、中でも最も好ましいのはイリジウム化合物である。

【0280】

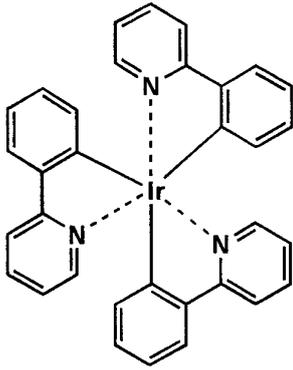
以下に、リン光性化合物の具体例を示すが、本発明はこれらに限定されない。これらの化合物は、例えば、Inorg. Chem. 40巻、1704～1711に記載の方法等により合成できる。

30

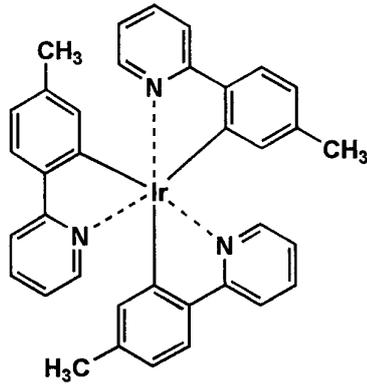
【0281】

【化76】

Ir-1

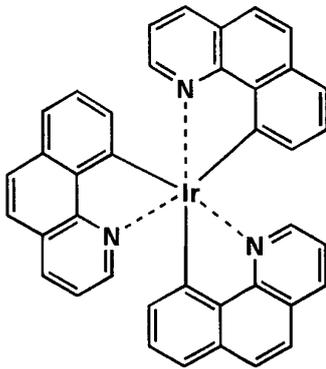


Ir-2

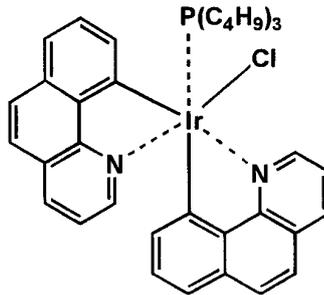


10

Ir-3

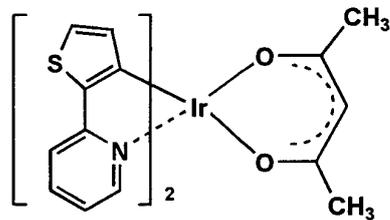


Ir-4

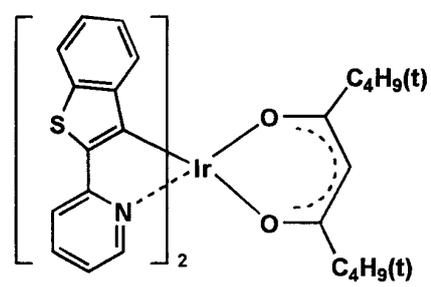


20

Ir-5



Ir-6

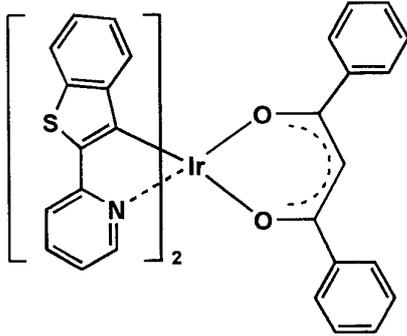


30

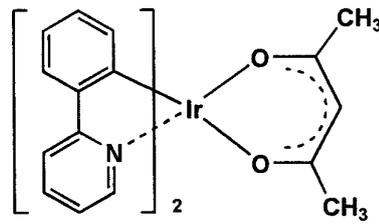
【0282】

【化 7 7】

Ir-7

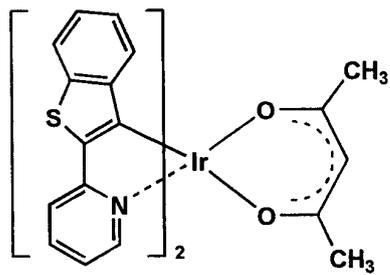


Ir-8

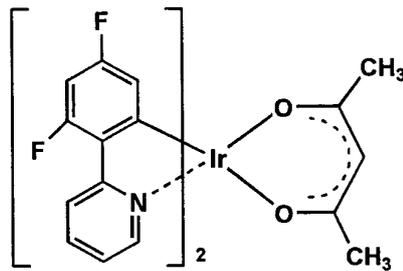


10

Ir-9

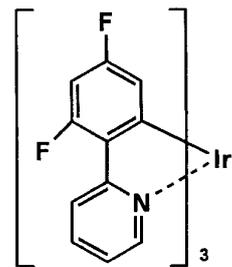


Ir-10

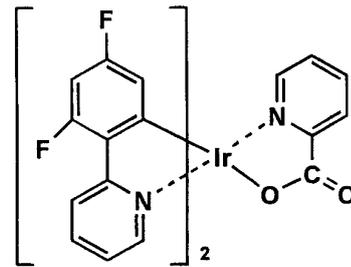


20

Ir-11

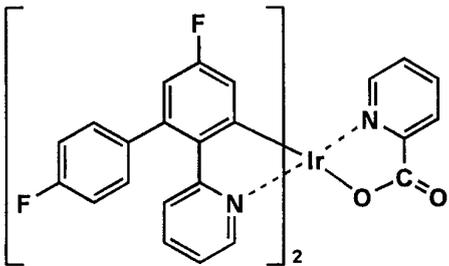


Ir-12



30

Ir-13

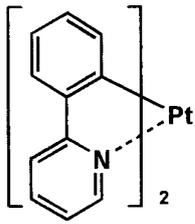


40

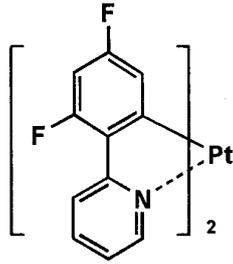
【 0 2 8 3 】

【化78】

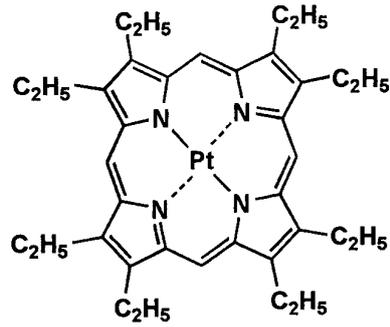
Pt-1



Pt-2



Pt-3

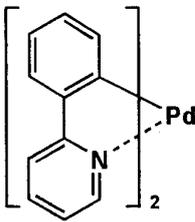


10

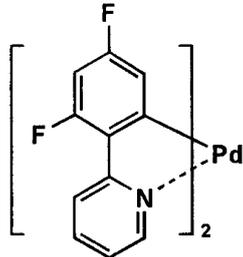
【0284】

【化79】

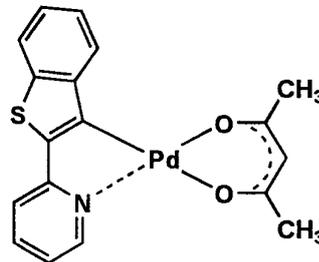
Pd-1



Pd-2



Pd-3

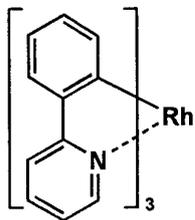


20

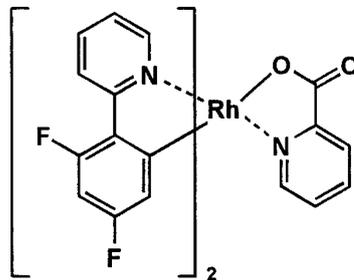
【0285】

【化80】

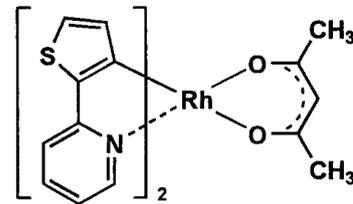
Rh-1



Rh-2



Rh-3

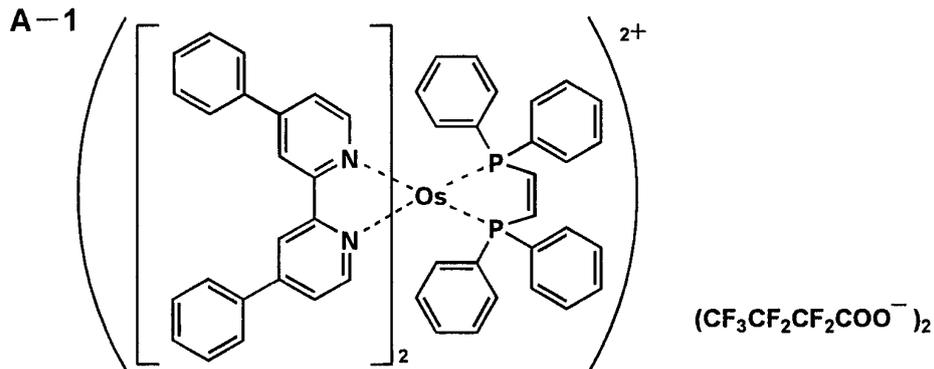


30

【0286】

40

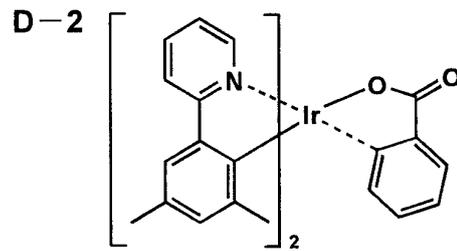
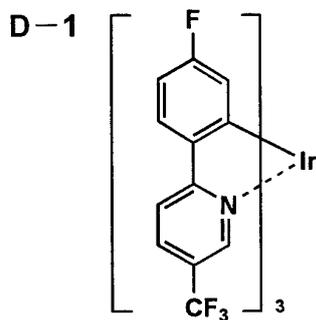
【化 8 1】



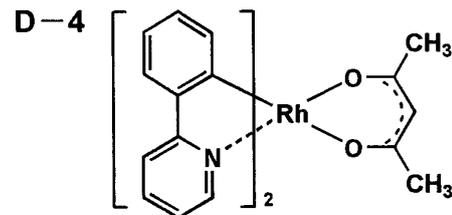
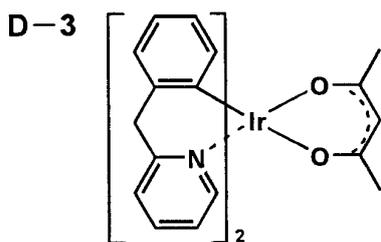
10

【 0 2 8 7 】

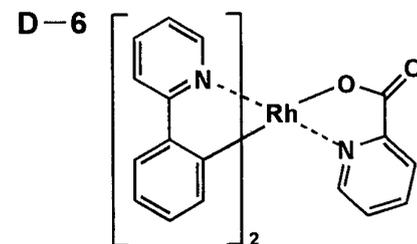
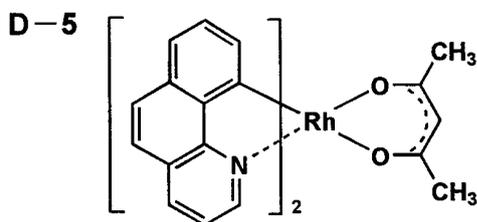
【化 8 2】



20



30



40

【 0 2 8 8 】

本発明においては、リン光性化合物のリン光発光極大波長としては特に制限されるものではなく、原理的には、中心金属、配位子、配位子の置換基等を選択することで得られる発光波長を変化させることができるが、リン光性化合物のリン光発光波長が380nm~480nmにリン光発光の極大波長を有することが好ましい。このような青色リン光発光の有機EL素子や、白色リン光発光の有機EL素子で、より一層発光効率を高めることができる。

【 0 2 8 9 】

本発明の有機EL素子や本発明に係る化合物の発光する色は、「新編色彩科学ハンドブ

50

ック」(日本色彩学会編、東京大学出版会、1985)の108頁の図4.16において、分光放射輝度計CS-1000(ミノルタ製)で測定した結果をCIE色度座標に当てはめたときの色で決定される。

【0290】

発光層は、上記化合物を、例えば真空蒸着法、スピンコート法、キャスト法、LB法、インクジェット法等の公知の薄膜化法により製膜して形成することができる。発光層としての膜厚は特に制限はないが、通常は5nm~5μm、好ましくは5nm~200nmの範囲で選ばれる。この発光層は、これらのリン光性化合物やホスト化合物が1種または2種以上からなる一層構造であってもよいし、あるいは、同一組成または異種組成の複数層からなる積層構造であってもよい。

10

【0291】

《正孔輸送層》

正孔輸送層とは正孔を輸送する機能を有する正孔輸送材料からなり、広い意味で正孔注入層、電子阻止層も正孔輸送層に含まれる。正孔輸送層は単層または複数層設けることができる。

【0292】

正孔輸送材料としては、正孔の注入または輸送、電子の障壁性のいずれかを有するものであり、有機物、無機物のいずれであってもよい。例えばトリアゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、ポリアリールアルカン誘導体、ピラゾリン誘導体及びピラズロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリーールアミン誘導体、アミノ置換カルコン誘導体、オキサゾール誘導体、スチリルアントラセン誘導体、フルオレノン誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体、シラザン誘導体、アニリン系共重合体、また、導電性高分子オリゴマー、特にチオフェンオリゴマー等が挙げられる。

20

【0293】

正孔輸送材料としては、上記のものを使用することができるが、ポルフィリン化合物、芳香族第三級アミン化合物及びスチリルアミン化合物、特に芳香族第三級アミン化合物を用いることが好ましい。

【0294】

芳香族第三級アミン化合物及びスチリルアミン化合物の代表例としては、N,N,N,N-テトラフェニル-4,4-ジアミノフェニル; N,N-ジフェニル-N,N-ビス(3-メチルフェニル)-[1,1-ピフェニル]-4,4-ジアミン(TPD); 2,2-ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)プロパン; 1,1-ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)シクロヘキサン; N,N,N,N-テトラ-p-トリル-4,4-ジアミノピフェニル; 1,1-ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)-4-フェニルシクロヘキサン; ビス(4-ジメチルアミノ-2-メチルフェニル)フェニルメタン; ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)フェニルメタン; N,N-ジフェニル-N,N-ジ(4-メトキシフェニル)-4,4-ジアミノピフェニル; N,N,N,N-テトラフェニル-4,4-ジアミノジフェニルエーテル; 4,4-ビス(ジフェニルアミノ)クオードリフェニル; N,N,N-トリ(p-トリル)アミン; 4-(ジ-p-トリルアミノ)-4-[4-(ジ-p-トリルアミノ)スチリル]スチルベン; 4-N,N-ジフェニルアミノ-(2-ジフェニルビニル)ベンゼン; 3-メトキシ-4-N,N-ジフェニルアミノスチルベンゼン; N-フェニルカルバゾール、更には、米国特許第5,061,569号明細書に記載されている2個の縮合芳香族環を分子内に有するもの、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(NPD)、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(MTDATA)等が挙げられる。

30

40

【0295】

更に、これらの材料を高分子鎖に導入した、またはこれらの材料を高分子の主鎖とした

50

高分子材料を用いることもできる。また、p型-Si、p型-SiC等の無機化合物も正孔注入材料、正孔輸送材料として使用することができる。

【0296】

正孔輸送層は、上記正孔輸送材料を、例えば真空蒸着法、スピコート法、キャスト法、インクジェット法を含む印刷法、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。正孔輸送層の膜厚については特に制限はないが、通常は5nm～5μm程度、好ましくは5nm～200nmである。この正孔輸送層は、上記材料の1種または2種以上からなる一層構造であってもよい。

【0297】

《電子輸送層》

電子輸送層とは電子を輸送する機能を有する材料からなり、広い意味で電子注入層、正孔阻止層も電子輸送層に含まれる。電子輸送層は単層または複数層設けることができる。

【0298】

従来、単層の電子輸送層、及び複数層とする場合は発光層に対して陰極側に隣接する電子輸送層に用いられる電子輸送材料（正孔阻止材料を兼ねる）としては、陰極より注入された電子を発光層に伝達する機能を有していればよく、その材料としては従来公知の化合物の中から任意のものを選択して用いることができ、例えば、ニトロ置換フルオレン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、チオピランジオキソド誘導体、カルボジイミド、フレオレニリデンメタン誘導体、アントラキノジメタン及びアントロン誘導体、オキサジアゾール誘導体等が挙げられる。更に、上記オキサジアゾール誘導体において、オキサジアゾール環の酸素原子を硫黄原子に置換したチアジアゾール誘導体、電子吸引基として知られているキノキサリン環を有するキノキサリン誘導体も、電子輸送材料として用いることができる。

【0299】

更にこれらの材料を高分子鎖に導入した、またはこれらの材料を高分子の主鎖とした高分子材料を用いることもできる。

【0300】

また、8-キノリノール誘導体の金属錯体、例えばトリス(8-キノリノール)アルミニウム(Alq)、トリス(5,7-ジクロロ-8-キノリノール)アルミニウム、トリス(5,7-ジプロモ-8-キノリノール)アルミニウム、トリス(2-メチル-8-キノリノール)アルミニウム、トリス(5-メチル-8-キノリノール)アルミニウム、ビス(8-キノリノール)亜鉛(Znq)等、及びこれらの金属錯体の中心金属がIn、Mg、Cu、Ca、Sn、GaまたはPbに置き替わった金属錯体も、電子輸送材料として用いることができる。その他、メタルフリー若しくはメタルフタロシアニン、またはそれらの末端がアルキル基やスルホン酸基等で置換されているものも、電子輸送材料として好ましく用いることができる。また、発光層の材料として例示したジスチリルピラジン誘導体も、電子輸送材料として用いることができるし、正孔注入層、正孔輸送層と同様に、n型-Si、n型-SiC等の無機半導体も電子輸送材料として用いることができる。

【0301】

電子輸送層は、上記電子輸送材料を、例えば真空蒸着法、スピコート法、キャスト法、インクジェット法を含む印刷法、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。電子輸送層の膜厚については特に制限はないが、通常は5nm～5μm程度、好ましくは5nm～200nmである。電子輸送層は、上記材料の1種または2種以上からなる一層構造であってもよい。

【0302】

《基体》

本発明の有機EL素子は、基体上に形成されているのが好ましい。

【0303】

本発明の有機EL素子に用いることのできる基体（以下、基板、基材、支持体等ともいう）としては、ガラス、プラスチック等の種類には特に限定はなく、また、透明のもので

10

20

30

40

50

あれば特に制限はないが、好ましく用いられる基板としては例えばガラス、石英、光透過性樹脂フィルムを挙げることができる。特に好ましい基体は、有機EL素子にフレキシブル性を与えることが可能な樹脂フィルムである。

【0304】

樹脂フィルムとしては、例えば、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリエーテルスルホン（PES）、ポリエーテルイミド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリフェニレンスルフィド、ポリアリレート、ポリイミド、ポリカーボネート（PC）、セルローストリアセテート（TAC）、セルロースアセテートプロピオネート（CAP）等からなるフィルム等が挙げられる。樹脂フィルムの表面には、無機物、有機物の被膜またはその両者のハイブリッド被膜が形成されていてもよい。

10

【0305】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の発光の室温における外部取り出し効率は1%以上であることが好ましく、より好ましくは5%以上である。ここに、外部取り出し量子効率(%) = 有機EL素子外部に発光した光子数 / 有機EL素子に流した電子数 × 100である。

【0306】

また、カラーフィルター等の色相改良フィルター等を併用しても、有機EL素子からの発光色を蛍光体を用いて多色へ変換する色変換フィルターを併用してもよい。色変換フィルターを用いる場合においては、有機EL素子の発光のmaxは480nm以下が好ましい。

20

【0307】

《有機EL素子の作製方法》

本発明の有機EL素子の作製方法の一例として、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 / 陰極からなる有機EL素子の作製法について説明する。

【0308】

まず適当な基体上に、所望の電極物質、例えば陽極用物質からなる薄膜を、1μm以下、好ましくは10nm~200nm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させ、陽極を作製する。次に、この上に有機EL素子材料である正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、電子注入層、正孔阻止層の有機化合物薄膜を形成させる。

30

【0309】

この有機化合物薄膜の薄膜化の方法としては、前記の如く蒸着法、ウェットプロセス（スピコート法、キャスト法、インクジェット法、印刷法）等があるが、均質な膜が得られやすく、かつピンホールが生成しにくい等の点から、真空蒸着法、スピコート法、インクジェット法、印刷法が特に好ましい。さらに層ごとに異なる製膜法を適用してもよい。製膜に蒸着法を採用する場合、その蒸着条件は、使用する化合物の種類等により異なるが、一般にボート加熱温度50~450、真空度 10^{-6} Pa~ 10^{-2} Pa、蒸着速度0.01nm/秒~50nm/秒、基板温度-50~300、膜厚0.1nm~5μm、好ましくは5nm~200nmの範囲で適宜選ぶことが望ましい。

【0310】

これらの層を形成後、その上に陰極用物質からなる薄膜を、1μm以下好ましくは50nm~200nmの範囲の膜厚になるように、例えば蒸着やスパッタリング等の方法により形成させ、陰極を設けることにより、所望の有機EL素子が得られる。この有機EL素子の作製は、一回の真空引きで一貫して正孔注入層から陰極まで作製するのが好ましいが、途中で取り出して異なる製膜法を施してもかまわない。その際、作業を乾燥不活性ガス雰囲気下で行う等の配慮が必要となる。

40

【0311】

本発明の多色の表示装置は、発光層形成時のみシャドーマスクを設け、他層は共通であるのでシャドーマスク等のパターンニングは不要であり、一面に蒸着法、キャスト法、スピコート法、インクジェット法、印刷法等で膜を形成できる。

50

【0312】

発光層のみパターンニングを行う場合、その方法に限定はないが、好ましくは蒸着法、インクジェット法、印刷法である。蒸着法を用いる場合においてはシャドーマスクを用いたパターンニングが好ましい。

【0313】

また作製順序を逆にして、陰極、電子注入層、電子輸送層、発光層、正孔輸送層、正孔注入層、陽極の順に作製することも可能である。このようにして得られた多色の表示装置に、直流電圧を印加する場合には、陽極を+、陰極を-の極性として電圧2~40V程度を印加すると、発光が観測できる。また交流電圧を印加してもよい。なお、印加する交流の波形は任意でよい。

10

【0314】

本発明の表示装置は、表示デバイス、ディスプレイ、各種発光光源として用いることができる。表示デバイス、ディスプレイにおいて、青、赤、緑発光の3種の有機EL素子を用いることにより、フルカラーの表示が可能となる。

【0315】

表示デバイス、ディスプレイとしてはテレビ、パソコン、モバイル機器、AV機器、文字放送表示、自動車内の情報表示等が挙げられる。特に静止画像や動画像を再生する表示装置として使用してもよく、動画再生用の表示装置として使用する場合の駆動方式は単純マトリクス(パッシブマトリクス)方式でもアクティブマトリクス方式でもどちらでもよい。

20

【0316】

本発明の照明装置は、家庭用照明、車内照明、時計や液晶用のバックライト、看板広告、信号機、光記憶媒体の光源、電子写真複写機の光源、光通信処理機の光源、光センサの光源等が挙げられるがこれに限定するものではない。

【0317】

また、本発明に係る有機EL素子に共振器構造を持たせた有機EL素子として用いてもよい。

【0318】

このような共振器構造を有した有機EL素子の使用目的としては、光記憶媒体の光源、電子写真複写機の光源、光通信処理機の光源、光センサの光源等が挙げられるが、これらに限定されない。また、レーザ発振をさせることにより、上記用途に使用してもよい。

30

【0319】

《表示装置》

本発明の有機EL素子は、照明用や露光光源のような1種のランプとして使用してもよいし、画像を投影するタイプのプロジェクション装置や、静止画像や動画像を直接視認するタイプの表示装置(ディスプレイ)として使用してもよい。動画再生用の表示装置として使用する場合の駆動方式は単純マトリクス(パッシブマトリクス)方式でもアクティブマトリクス方式でもどちらでもよい。または、異なる発光色を有する本発明の有機EL素子を3種以上使用することにより、フルカラー表示装置を作製することが可能である。または、一色の発光色、例えば白色発光をカラーフィルターを用いてBGRにし、フルカラー化することも可能である。さらに、有機ELの発光色を色変換フィルターを用いて他色に変換しフルカラー化することも可能であるが、その場合、有機EL発光のmaxは480nm以下であることが好ましい。

40

【0320】

有機EL素子から構成される表示装置の一例を図面に基づいて以下に説明する。

【0321】

図1は、有機EL素子から構成される表示装置の一例を示した模式図である。有機EL素子の発光により画像情報の表示を行う、例えば、携帯電話等のディスプレイの模式図である。

【0322】

50

ディスプレイ 1 は、複数の画素を有する表示部 A、画像情報に基づいて表示部 A の画像走査を行う制御部 B 等からなる。

【 0 3 2 3 】

制御部 B は、表示部 A と電氣的に接続され、複数の画素それぞれに外部からの画像情報に基づいて走査信号と画像データ信号を送り、走査信号により走査線毎の画素が画像データ信号に応じて順次発光して画像走査を行って画像情報を表示部 A に表示する。

【 0 3 2 4 】

図 2 は、表示部 A の模式図である。

【 0 3 2 5 】

表示部 A は基板上に、複数の走査線 5 及びデータ線 6 を含む配線部と、複数の画素 3 等とを有する。表示部 A の主要な部材の説明を以下に行う。図 2 においては、画素 3 の発光した光が、白矢印方向（下方向）へ取り出される場合を示している。

【 0 3 2 6 】

配線部の走査線 5 及び複数のデータ線 6 は、各々導電材料からなり、走査線 5 とデータ線 6 は格子状に直交して、直交する位置で画素 3 に接続している（詳細は図示せず）。

【 0 3 2 7 】

画素 3 は、走査線 5 から走査信号が印加されると、データ線 6 から画像データ信号を受け取り、受け取った画像データに応じて発光する。発光の色が赤領域の画素、緑領域の画素、青領域の画素を、適宜、同一基板上に並置することによって、フルカラー表示が可能となる。

【 0 3 2 8 】

次に、画素の発光プロセスを説明する。

【 0 3 2 9 】

図 3 は、画素の模式図である。

【 0 3 3 0 】

画素は、有機 EL 素子 10、スイッチングトランジスタ 11、駆動トランジスタ 12、コンデンサ 13 等を備えている。複数の画素に有機 EL 素子 10 として、赤色、緑色、青色発光の有機 EL 素子を用い、これらを同一基板上に並置することでフルカラー表示を行うことができる。

【 0 3 3 1 】

図 3 において、制御部 B からデータ線 6 を介してスイッチングトランジスタ 11 のドレインに画像データ信号が印加される。そして、制御部 B から走査線 5 を介してスイッチングトランジスタ 11 のゲートに走査信号が印加されると、スイッチングトランジスタ 11 の駆動がオンし、ドレインに印加された画像データ信号がコンデンサ 13 と駆動トランジスタ 12 のゲートに伝達される。

【 0 3 3 2 】

画像データ信号の伝達により、コンデンサ 13 が画像データ信号の電位に応じて充電されるとともに、駆動トランジスタ 12 の駆動がオンする。駆動トランジスタ 12 は、ドレインが電源ライン 7 に接続され、ソースが有機 EL 素子 10 の電極に接続されており、ゲートに印加された画像データ信号の電位に応じて電源ライン 7 から有機 EL 素子 10 に電

【 0 3 3 3 】

制御部 B の順次走査により走査信号が次の走査線 5 に移ると、スイッチングトランジスタ 11 の駆動がオフする。しかし、スイッチングトランジスタ 11 の駆動がオフしてもコンデンサ 13 は充電された画像データ信号の電位を保持するので、駆動トランジスタ 12 の駆動はオン状態が保たれて、次の走査信号の印加が行われるまで有機 EL 素子 10 の発光が継続する。順次走査により次に走査信号が印加されたとき、走査信号に同期した次の画像データ信号の電位に応じて駆動トランジスタ 12 が駆動して有機 EL 素子 10 が発光する。

【 0 3 3 4 】

10

20

30

40

50

すなわち、有機EL素子10の発光は、複数の画素それぞれの有機EL素子10に対して、アクティブ素子であるスイッチングトランジスタ11と駆動トランジスタ12を設けて、複数の画素3それぞれの有機EL素子10の発光を行っている。このような発光方法をアクティブマトリクス方式と呼んでいる。

【0335】

ここで、有機EL素子10の発光は、複数の階調電位を持つ多値の画像データ信号による複数の階調の発光でもよいし、2値の画像データ信号による所定の発光量のオン、オフでもよい。

【0336】

また、コンデンサ13の電位の保持は、次の走査信号の印加まで継続して保持してもよいし、次の走査信号が印加される直前に放電させてもよい。

10

【0337】

本発明においては、上述したアクティブマトリクス方式に限らず、走査信号が走査されたときのみデータ信号に応じて有機EL素子を発光させるパッシブマトリクス方式の発光駆動でもよい。

【0338】

図4は、パッシブマトリクス方式による表示装置の模式図である。図4において、複数の走査線5と複数の画像データ線6が画素3を挟んで対向して格子状に設けられている。

【0339】

順次走査により走査線5の走査信号が印加されたとき、印加された走査線5に接続している画素3が画像データ信号に応じて発光する。パッシブマトリクス方式では画素3にアクティブ素子がなく、製造コストの低減が計れる。

20

【0340】

本発明に係わる有機EL材料は、また、照明装置として、実質白色の発光を生じる有機EL素子に適用できる。複数の発光材料により複数の発光色を同時に発光させて混色により白色発光を得る。複数の発光色の組み合わせとしては、青色、緑色、青色の3原色の3つの発光極大波長を含有させたものでもよいし、青色と黄色、青緑と橙色等の補色の関係を利用した2つの発光極大波長を含有したものでもよい。

【0341】

また、複数の発光色を得るための発光材料の組み合わせは、複数のリン光または蛍光を発光する材料(発光ドーパント)を、複数組み合わせたもの、蛍光またはリン光を発光する発光材料と、該発光材料からの光を励起光として発光する色素材料とを組み合わせたもののいずれでもよいが、本発明に係わる白色有機エレクトロルミネッセンス素子においては、発光ドーパントを複数組み合わせる方式が好ましい。

30

【0342】

複数の発光色を得るための有機エレクトロルミネッセンス素子の層構成としては、複数の発光ドーパントを、一つの発光層中に複数存在させる方法、複数の発光層を有し、各発光層中に発光波長の異なるドーパントをそれぞれ存在させる方法、異なる波長に発光する微小画素をマトリクス状に形成する方法等が挙げられる。

【0343】

本発明に係わる白色有機エレクトロルミネッセンス素子においては、必要に応じ製膜時にメタルマスクやインクジェットプリンティング法等でパターンングを施してもよい。パターンングする場合は、電極のみをパターンングしてもいいし、電極と発光層をパターンングしてもいいし、素子全層をパターンングしてもいい。

40

【0344】

発光層に用いる発光材料としては特に制限はなく、例えば液晶表示素子におけるバックライトであれば、CF(カラーフィルター)特性に対応した波長範囲に適合するように、本発明に係わる白金錯体、また公知の発光材料の中から任意のものを選択して組み合わせる白色化すれば良い。

【0345】

50

このように、白色発光する本発明の発光有機EL素子は、前記表示デバイス、ディスプレイに加えて、各種発光光源、照明装置として、家庭用照明、車内照明、また露光光源のような一種のランプとして、また液晶表示装置のバックライト等、表示装置にも有用に用いられる。

【0346】

その他、時計等のバックライト、看板広告、信号機、光記憶媒体等の光源、電子写真複写機の光源、光通信処理機の光源、光センサの光源等、更には表示装置を必要とする一般の家庭用電気器具等広い範囲の用途が挙げられる。

【実施例】

【0347】

以下、実施例により本発明を説明するが、本発明はこれらに限定されない。

【0348】

実施例1

《有機EL素子1-1の作製》

陽極として100mm×100mm×1.1mmのガラス基板上にITO（インジウムチンオキド）を100nm製膜した基板（NHテクノグラス社製NA45）にパターニングを行った後、このITO透明電極を設けた透明支持基板をイソプロピルアルコールで超音波洗浄し、乾燥室素ガスで乾燥し、UVオゾン洗浄を5分間行なった。この透明支持基板を市販の真空蒸着装置の基板ホルダーに固定し、一方、モリブデン製抵抗加熱ポートに-NPDを200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ポートに宿主化合物としてH-8を200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ポートにバソキュプロイン（BCP）を200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ポートにIr-12を100mg入れ、更に別のモリブデン製抵抗加熱ポートにAlq₃を200mg入れ、真空蒸着装置に取付けた。

【0349】

次いで、真空槽を 4×10^{-4} Paまで減圧した後、-NPDの入った前記加熱ポートに通電して加熱し、蒸着速度0.1nm/秒で透明支持基板に蒸着し、正孔輸送層を設けた。更に、H-8とIr-12の入った前記加熱ポートに通電して加熱し、それぞれ蒸着速度0.2nm/秒、0.012nm/秒で前記正孔輸送層上に共蒸着して発光層を設けた。なお、蒸着時の基板温度は室温であった。更に、BCPの入った前記加熱ポートに通電して加熱し、蒸着速度0.1nm/秒で前記発光層の上に蒸着して膜厚10nmの正孔阻止層を設けた。その上に、更に、Alq₃の入った前記加熱ポートに通電して加熱し、蒸着速度0.1nm/秒で前記正孔阻止層の上に蒸着して更に膜厚40nmの電子輸送層を設けた。なお、蒸着時の基板温度は室温であった。

【0350】

引き続きフッ化リチウム0.5nm及びアルミニウム110nmを蒸着して陰極を形成し、有機EL素子1-1を作製した。

【0351】

《有機EL素子1-2～1-15の作製》

有機EL素子1-1の作製において、発光層の宿主化合物として用いているH-8を表1に示す有機EL素子用材料に置き換えて宿主化合物とし、正孔阻止化合物として用いているBCPを表1に示す正孔輸送材料に置き換えた以外は有機EL素子1-1と同様にして1-2～1-15を作製した。

【0352】

10

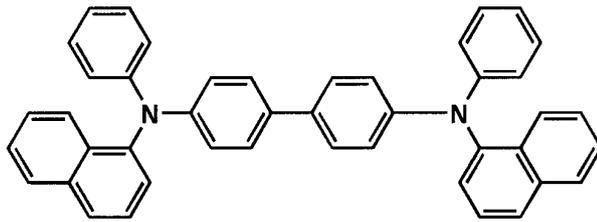
20

30

40

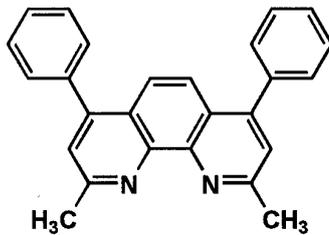
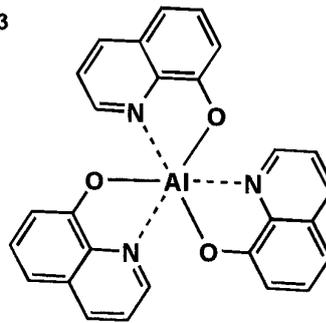
【化 8 3】

NPD



10

BCP

Alq₃

20

【0353】

《有機EL素子1-1~1-15の評価》

得られた有機EL素子1-1~1-15について下記の評価を行った。

【0354】

《外部取りだし量子効率》

作製した有機EL素子について、23℃、乾燥窒素ガス雰囲気下で 2.5 mA/cm^2 の一定電流を印加した時の外部取り出し量子効率(%)を測定した。尚、測定には分光放射輝度計CS-1000(ミノルタ製)を用いた。

【0355】

《寿命》

2.5 mA/cm^2 の一定電流で駆動したときに、輝度が発光開始直後の輝度(初期輝度)の半分に低下するのに要した時間を測定し、これを半減寿命時間(0.5)として寿命の指標とした。尚、測定には分光放射輝度計CS-1000(ミノルタ製)を用いた。

30

【0356】

また、表1の外部取りだし量子効率、寿命の測定結果は、有機EL素子1-1の測定値を100とした時の相対値で表した。

【0357】

40

【表 1】

有機EL素子	ホスト化合物	正孔阻止化合物	外部取り出し収率	寿命	備考
1-1	H-8	BCP	100	100	比較例
1-2	H-8	73	111	415	本発明
1-3	H-8	74	116	432	本発明
1-4	H-8	60	120	390	本発明
1-5	H-8	72	115	350	本発明
1-6	H-8	117	105	330	本発明
1-7	H-8	129	107	350	本発明
1-8	H-10	7	140	366	本発明
1-9	H-11	59	145	387	本発明
1-10	H-12	80	136	369	本発明
1-11	H-23	129	109	355	本発明
1-12	H-10	133	163	362	本発明
1-13	H-10	73	132	396	本発明
1-14	H-10	74	135	400	本発明
1-15	H-11	74	140	405	本発明

10

20

【0358】

表1から、比較に比べて、本発明の有機EL素子は、外部取りだし量子効率、寿命共に優れていることが明らかである。

【0359】

実施例2

《有機EL素子2-1の作製》

実施例1の有機EL素子1-1の作製において、発光層のドーパント化合物をIr-1に変更した以外は同様にして有機EL素子2-1を作製した。

【0360】

《有機EL素子2-2～2-15の作製》

続いて、有機EL素子2-1の作製において、発光層のホスト化合物として用いているH-8を表2に示す有機EL素子用材料に置き換えてホスト化合物とし、正孔阻止化合物として用いているBCPの代わりに、表2に示す化合物に置き換えた以外は同様にして有機EL素子2-2～2-15を作製した。

30

【0361】

得られた有機EL素子2-1～2-15の各々について、実施例1に記載と同様にして、外部取り出し量子効率と寿命を測定、評価した。また、表2の外部取りだし量子効率、寿命の測定結果は、有機EL素子2-1の測定値を100とした時の相対値で表した。

【0362】

得られた結果を表2に示す。

40

【0363】

【表 2】

有機EL素子	ホスト化合物	正孔阻止化合物	外部取り出し収率	寿命	備考
2-1	H-8	BCP	100	100	比較例
2-2	H-8	73	110	350	本発明
2-3	H-8	74	115	411	本発明
2-4	H-8	60	120	360	本発明
2-5	H-8	72	121	350	本発明
2-6	H-8	117	105	380	本発明
2-7	H-8	129	107	330	本発明
2-8	H-10	7	113	369	本発明
2-9	H-11	69	117	310	本発明
2-10	H-12	80	111	375	本発明
2-11	H-23	171	110	396	本発明
2-12	H-23	148	116	399	本発明
2-13	H-10	73	115	390	本発明
2-14	H-10	74	118	402	本発明
2-15	H-11	74	110	410	本発明

10

20

【0364】

表2から、比較に比べて、本発明の有機EL素子は、外部取りだし量子効率、寿命共に優れていることが明らかである。

【0365】

実施例3：（照明装置の実施例、白色の有機EL素子使用）

実施例2で作製した有機EL素子2-2において、発光層に用いたIr-1を、Ir-1、Ir-9、Ir-12の混合物に変更した以外は有機EL素子2-2と同様の方法で作製した有機EL素子2-2Wを用いた。有機EL素子2-2Wの非発光面をガラスケースで覆い、照明装置とした。照明装置は、発光効率が高く発光寿命の長い白色光を発する薄型の照明装置として使用することができた。図5は照明装置の概略図で、図6は照明装置の断面図である。有機EL素子101をガラスカバー102で覆い、電源線（陽極）103と、電源線（陰極）104で接続している。105は陰極で106は有機EL層である。なおガラスカバー102内には窒素ガス108が充填され、捕水剤109が設けられている。

30

【図面の簡単な説明】

【0366】

【図1】有機EL素子から構成される表示装置の一例を示した模式図である。

【図2】表示部の模式図である。

【図3】画素の模式図である。

40

【図4】パッシブマトリクス方式フルカラー表示装置の模式図である。

【図5】照明装置の概略図である。

【図6】照明装置の断面図である。

【符号の説明】

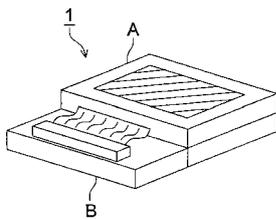
【0367】

- 1 ディスプレイ
- 3 画素
- 5 走査線
- 6 データ線
- 7 電源ライン

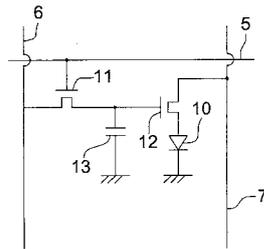
50

- 10 有機EL素子
- 11 スイッチングトランジスタ
- 12 駆動トランジスタ
- 13 コンデンサ
- A 表示部
- B 制御部
- 107 透明電極付きガラス基板
- 106 有機EL層
- 105 陰極
- 102 ガラスカバー
- 103 電源線(陽極)
- 104 電源線(陰極)
- 108 窒素ガス
- 109 捕水剤

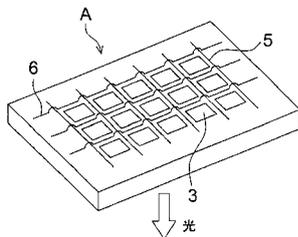
【図1】



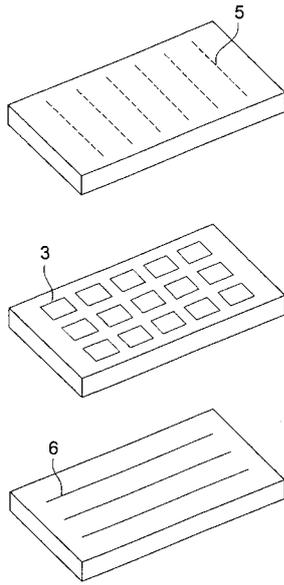
【図3】



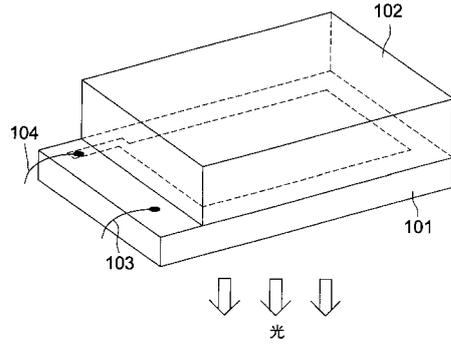
【図2】



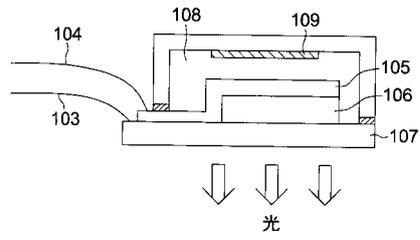
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
<i>C 0 7 D 498/14</i>	<i>(2006.01)</i>	C 0 7 D 495/04	1 0 1
<i>C 0 7 D 513/14</i>	<i>(2006.01)</i>	C 0 7 D 498/14	
<i>C 0 9 K 11/06</i>	<i>(2006.01)</i>	C 0 7 D 513/14	
<i>G 0 9 F 9/30</i>	<i>(2006.01)</i>	C 0 9 K 11/06	6 1 5
<i>H 0 1 L 27/32</i>	<i>(2006.01)</i>	C 0 9 K 11/06	6 2 0
		C 0 9 K 11/06	6 4 5
		C 0 9 K 11/06	6 6 0
		H 0 5 B 33/14	B
		G 0 9 F 9/30	3 6 5 Z

- (72)発明者 加藤 栄作
東京都八王子市石川町2970番地コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内
- (72)発明者 北 弘志
東京都八王子市石川町2970番地コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内

審査官 東松 修太郎

- (56)参考文献 特開2001-076878(JP,A)
特開2001-160488(JP,A)
国際公開第2004/053019(WO,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- H 0 1 L 5 1 / 5 0 - 5 1 / 5 6
C 0 7 D 4 7 1 / 0 4
C 0 7 D 4 7 1 / 1 4
C 0 7 D 4 8 7 / 1 4
C 0 7 D 4 9 5 / 0 4
C 0 7 D 4 9 8 / 1 4
C 0 7 D 5 1 3 / 1 4
C 0 9 K 1 1 / 0 6
CA/REGISTRY(STN)