

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2006 年 7 月 6 日 (06.07.2006)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2006/070619 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 51/50 (2006.01) *C09K 11/06* (2006.01)

[JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地
コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社
内 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/023115

(22) 国際出願日: 2005 年 12 月 16 日 (16.12.2005)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2004-378526
2004 年 12 月 28 日 (28.12.2004) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): コニ
カミノルタホールディングス株式会社 (KONICA
MINOLTA HOLDINGS, INC.) [JP/JP]; 〒1000005 東京
都千代田区丸の内 1 丁目 6 番 1 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中田 安紀
(NAKATA, Aki) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石
川町 2 9 7 0 番地コニカミノルタテクノロジーセ
ンター株式会社内 Tokyo (JP). 山田 岳俊 (YAMADA,
Takatoshi) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川
町 2 9 7 0 番地コニカミノルタテクノロジーセン
ター株式会社内 Tokyo (JP). 北 弘志 (KITA, Hiroshi)

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW,
MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO,
RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可
能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,
SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,
KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される
各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: ORGANIC ELECTROLUMINESCENT DEVICE, DISPLAY, AND ILLUMINATING DEVICE

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

(57) Abstract: Disclosed is an organic electroluminescent device comprising a single layer A which is arranged between an anode and a cathode and contains at least one common host material. This organic electroluminescent device is characterized in that the single layer A has a hole-transporting region containing at least one hole-transporting material and a light-emitting region containing at least one light-emitting dopant; the hole-transporting region and the light-emitting region do not overlap each other; not less than 0.1% by mass of the common host material is contained in all the regions of the single layer A; and the amount of the common host material contained in each region is generally constant.

(57) 要約: 陽極と陰極との間に、少なくとも 1 種の共通ホスト材料を含有する単一層 A を有し、該単一層 A が、少
なくとも 1 種類の正孔輸送材料を含む正孔輸送領域と、少なくとも 1 種類の発光ドーパントを含む発光領域とを含
み、該正孔輸送領域と該発光領域は、互いに重複する領域を持たず、且つ、前記単一層 A の全領域において、該共
通ホスト材料を 0.1 質量%以上含有しており、該共通ホスト材料の含有量が各々の領域においておおよそ一定で
あることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

WO 2006/070619 A1

明 細 書

有機エレクトロルミネッセンス素子、表示装置及び照明装置

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、表示装置及び照明装置に関する。

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。

[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・リン光)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、さらに、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、さら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。

[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 (η_{ext}) の限界は5%とされている。

- [0007] ところが、プリンストン大より、励起三重項からのリン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、室温でリン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も応用可能であり注目されている。
- [0009] 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され(例えば、非特許文献3参照。)、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等が行われている(例えば、非特許文献2参照。)
- [0010] その他、ドーパントとして $\text{L}_2\text{Ir}(\text{acac})$ 、例えば $(\text{ppy})_2\text{Ir}(\text{acac})$ (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($\text{Ir}(\text{ptpy})_3$)、トリス(ベンゾ[h]キノリン)イリジウム($\text{Ir}(\text{bzq})_3$)、 $\text{Ir}(\text{bzq})_2\text{ClP}(\text{Bu})_3$ 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。
- [0011] 更に、高い発光効率を得るために、ホール輸送性の化合物をリン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。)例があり、各種電子輸送性材料をリン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ピングして用いている(例えば、非特許文献4参照)。さらに、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)。
- [0012] 最近では、正孔輸送層中にアクセプターを、電子輸送層中にドナーをドーピングすることにより、熱平衡状態における正孔輸送層と電子輸送層内のキャリア濃度を上げることで、有機層の導電率を向上される方法が提案されている(例えば、特許文献5、6参照。)
- [0013] また、ドナーをドーピングした電子輸送層と正孔を効率的に閉じ込める正孔阻止層から成る有機エレクトロルミネッセンス素子や、アクセプターをドーピングした正孔輸送層と電子を効率的に閉じ込める電子阻止層から成る有機エレクトロルミネッセンス素子が提案され、更に高い発光効率を示す、電気光学特性に優れた構成の有機エレクトロル

ミネッセンス素子が得られている(例えば、特許文献7参照。)

[0014] ところで、高効率な素子では一般的に、正孔輸送性能や電子輸送性能、発光性能など、それぞれ異なる性能を持つ材料を積層し、各々の層に機能を分離させることで、高効率を実現している。その一方で、有機層を積層することで、有機－有機層界面にキャリアの注入障壁が生じ、駆動電圧が上がりやすくなり、また、この注入障壁により、界面にキャリアが蓄積され、寿命劣化が招来されやすい等の問題点がある。更には、異なる材料を含有する層の界面での膜(層)の密着性が悪いために、膜の剥離が生じたり、不純物が入り込んで界面での材料の結晶化が生じやすくなる等の問題点があり、これらは素子の寿命劣化の大きな要因となっている。

[0015] これらの問題点を改善する技術として、正孔輸送材料、電子輸送材料及び電子注入材料の混合発光層の漸進層を設け、層間の障壁をなくして長寿命化する技術が開示されている(例えば、特許文献8参照。)

しかしながら、上記の技術では、ドーパントの存在領域が広がっている為、励起子閉じこめ効果が小さい、また、ドーパントがキャリア輸送性の場合、キャリア閉じこめ効果も小さいことから効率が低下しやすいという問題点がある。

[0016] 陰極と陽極との間に、正孔を輸送する成分、電子を輸送する成分、正孔を隔離する成分を含む、混合式有機層を設ける技術(例えば、特許文献9参照。)があるが、正孔を輸送する成分と正孔を隔離する成分とが混合している為、正孔阻止が不十分になりやすく、ドーパントの存在領域も広がっていること等から、発光効率の効率アップが不十分であり、更には、複数種の材料を同時に蒸着することが必要であり、製造上の調整がかなり難しいという問題点がある。

[0017] また、陰極と陽極との間に、正孔注入材料及び正孔輸送材料からなる正孔輸送性混合層、正孔輸送材料及び電子輸送材料からなるバイポーラー性混合層、または、電子輸送材料及び電子注入材料からなる電子輸送性混合層を有する技術(例えば、特許文献10参照。)が開示されているが、いずれも積層構造の界面に生じるエネルギー障壁の緩和効果が十分ではなく、また、製造上の難度が極めて高いという問題点を有している。

特許文献1:特許第3093796号明細書

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:特開平4-297076号公報

特許文献6:特開2001-244079号公報

特許文献7:特開2000-196140号公報

特許文献8:特開2004-253315号公報

特許文献9:特開2004-273197号公報

特許文献10:特開2002-313583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. Thompson et al., The 10th International Workshop on Inorganic and Organic Electroluminescence(EL'00、浜松)

非特許文献5:Moon-Jae Youn. Og, 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

[0018] 本発明の目的は、有機層の低抵抗化による素子の低電圧化、並びに、高い発光効率をもつ電気光学的特性に優れた構成の有機EL素子、照明装置及び表示装置を提供し、更に、発光寿命の長い有機EL素子、照明装置および表示装置を提供することである。

[0019] 本発明の、上記目的を達成するための態様の一つは、陽極と陰極との間に、少なく

とも1種の共通ホスト材料を含有する単一層Aを有し、該単一層Aが、少なくとも1種類の正孔輸送材料を含む正孔輸送領域と、少なくとも1種類の発光ドーパントを含む発光領域とを含み、該正孔輸送領域と該発光領域は、互いに重複する領域を持たず、且つ、前記単一層Aの全領域において、該共通ホスト材料を0.1質量%以上含有しており、該共通ホスト材料の含有量が各々の領域においておおよそ一定であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子にある。

図面の簡単な説明

- [0020] [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。
- [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。
- [図7]素子の単一層Aの構成例の一例を示す模式図である。
- [図8]素子の単一層A形成に用いる蒸着装置の一例を示す模式図である。
- [図9]複数の発光領域と複数の非ドーパ領域を有する単一層Aを有する有機EL素子の一例を示す模式図である。

発明を実施するための最良の形態

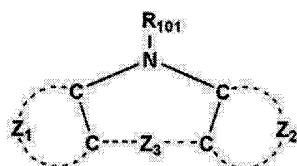
- [0021] 本発明の上記目的は下記の構成1～48により達成された。
- [0022] (1) 陽極と陰極との間に、少なくとも1種の共通ホスト材料を含有する単一層Aを有し、該単一層Aが、少なくとも1種類の正孔輸送材料を含む正孔輸送領域と、少なくとも1種類の発光ドーパントを含む発光領域とを含み、該正孔輸送領域と該発光領域は、互いに重複する領域を持たず、且つ、前記単一層Aの全領域において、該共通ホスト材料を0.1質量%以上含有しており、該共通ホスト材料の含有量が各々の領域においておおよそ一定であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [0023] (2) 前記単一層Aの陽極に近い側から、正孔輸送領域、発光領域が設けられていることを特徴とする前記有機エレクトロルミネッセンス素子。

- [0024] (3) 前記単一層Aの陰極に近い側から、電子輸送領域、非ドーブ領域が設けられていることを特徴とする前記有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [0025] (4) 前記単一層Aの陽極に近い側から、正孔注入領域、正孔輸送領域、発光領域が設けられていることを特徴とする前記有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [0026] (5) 前記単一層Aの陰極に近い側から、電子注入領域、非ドーブ領域が設けられていることを特徴とする前記有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [0027] (6) 前記陽極と前記単一層Aの間に、正孔注入層を有し、該正孔注入層が、該単一層Aの正孔輸送領域に含まれる正孔輸送材料とは異なる正孔輸送材料Aを含むことを特徴とする前記有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [0028] (7) 前記陰極と前記単一層Aの間に、電子注入層を有し、該電子注入層が、該単一層Aの電子輸送領域に含まれる電子輸送材料とは異なる材料Aを含むことを特徴とする前記有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [0029] (8) 前記発光ドーパントの少なくとも一種が、リン光発光性化合物であることを特徴とする前記有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [0030] (9) 前記正孔輸送領域が共通ホスト材料を0.1質量%～10質量%含有することを特徴とする前記有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [0031] (10) 前記発光領域が共通ホスト材料を51質量%～99.9質量%含有することを特徴とする前記有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [0032] (11) 前記電子輸送領域が共通ホスト材料を0.1質量%～10質量%含有することを特徴とする前記有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [0033] (12) 前記電子注入領域が共通ホスト材料を51質量%～99.9質量%含有することを特徴とする前記有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [0034] (13) 前記正孔注入領域が共通ホスト材料を0.1質量%～99.9質量%含有することを特徴とする前記有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [0035] (14) 前記共通ホスト材料の最低励起三重項エネルギー準位T1と、発光ドーパントの最低励起三重項エネルギー準位T2とが、下記の関係式を満たすことを特徴とする前記有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [0036] $T1 \geq T2$

(15) 前記共通ホスト材料の少なくとも1種が、下記一般式(1)で表される化合物であることを特徴とする前記有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0037] [化1]

一般式(1)



[0038] [式中、 Z_1 は置換基を有していてもよい芳香族複素環を表し、 Z_2 は、各々置換基を有していてもよい芳香族複素環または芳香族炭化水素環を表し、 Z_3 は2価の連結基または単なる結合手を表す。 R_{101} は水素原子または置換基を表す。]

(16) 前記一般式(1)で表される化合物の Z_1 が、6員環であることを特徴とする前記有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0039] (17) 前記一般式(1)で表される化合物の Z_2 が、6員環であることを特徴とする前記有機エレクトロルミネッセンス素子。

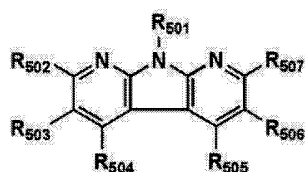
[0040] (18) 前記一般式(1)で表される化合物の Z_3 が、結合手であることを特徴とする前記有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0041] (19) 前記一般式(1)で表される化合物が、分子量450以上であることを特徴とする前記有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0042] (20) 前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(1-1)で表されることを特徴とする前記有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0043] [化2]

一般式(1-1)

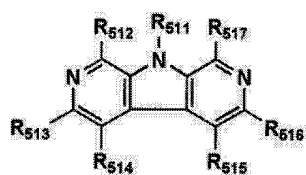


[0044] 〔式中、 $R_{501} \sim R_{507}$ は、各々独立に、水素原子または置換基を表し、該置換基は各々同一でもよく、異なっているもよい。〕

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

[0045] [化3]

一般式(1-2)

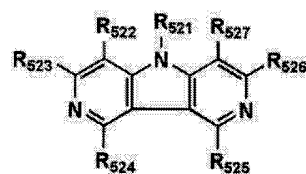


[0046] 〔式中、 $R_{511} \sim R_{517}$ は、各々独立に、水素原子または置換基を表し、該置換基は各々同一でもよく、異なっているもよい。〕

(22) 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有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0047] [化4]

一般式(1-3)

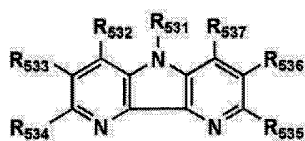


[0048] 〔式中、 $R_{521} \sim R_{527}$ は、各々独立に、水素原子または置換基を表し、該置換基は各々同一でもよく、異なっているもよい。〕

(23) 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有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0049] [化5]

一般式(1-4)

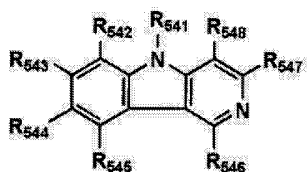


[0050] [式中、 $R_{531} \sim R_{537}$ は、各々独立に、水素原子または置換基を表し、該置換基は各々同一でもよく、異なってもよい。]

(24) 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有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0051] [化6]

一般式(1-5)

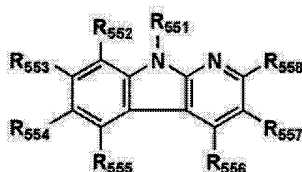


[0052] [式中、 $R_{541} \sim R_{548}$ は、各々独立に、水素原子または置換基を表し、該置換基は各々同一でもよく、異なってもよい。]

(25) 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有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0053] [化7]

一般式(1-6)

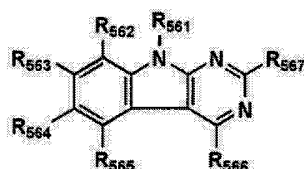


[0054] [式中、 $R_{551} \sim R_{558}$ は、各々独立に、水素原子または置換基を表し、該置換基は各々同一でもよく、異なってもよい。]

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

[0055] [化8]

一般式(1-7)

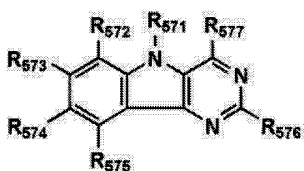


[0056] [式中、R₅₆₁ ~ R₅₆₇ は、各々独立に、水素原子または置換基を表し、該置換基は各々同一でもよく、異なってもよい。]

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

[0057] [化9]

一般式(1-8)

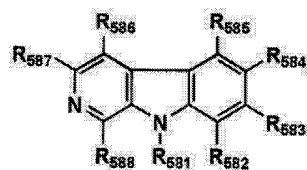


[0058] [式中、R₅₇₁ ~ R₅₇₇ は、各々独立に、水素原子または置換基を表し、該置換基は各々同一でもよく、異なってもよい。]

(28) 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有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0059] [化10]

一般式(1-9)

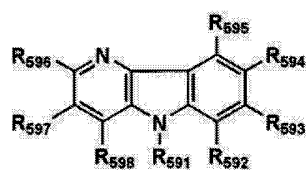


[0060] [式中、R₅₈₁ ~ R₅₈₈ は、各々水素原子または置換基を表し、該置換基は各々同一でもよく、異なっているもよい。]

(29) 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有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0061] [化11]

一般式(1-10)

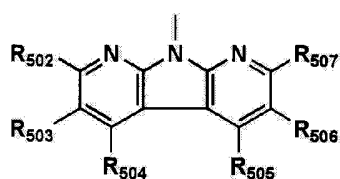


[0062] [式中、R₅₉₁ ~ R₅₉₈ は、各々水素原子または置換基を表し、該置換基は各々同一でもよく、異なっているもよい。]

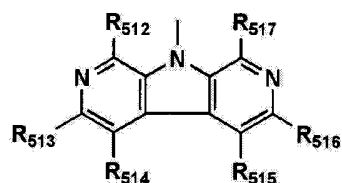
(30) 前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(2-1)~(2-10)のいずれかで表される基を少なくとも一つ有することを特徴とする前記有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0063] [化12]

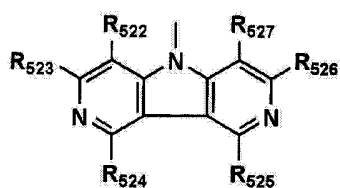
一般式(2-1)



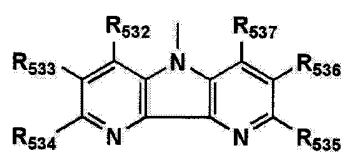
一般式(2-2)



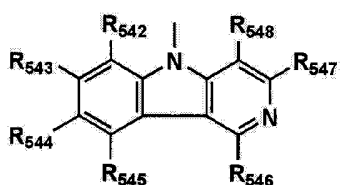
一般式(2-3)



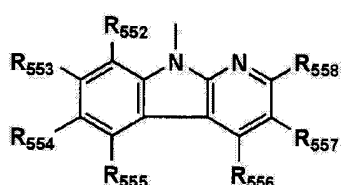
一般式(2-4)



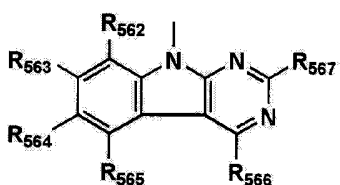
一般式(2-5)



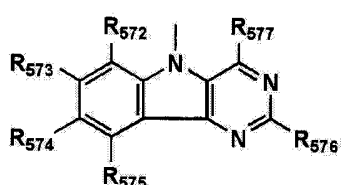
一般式(2-6)



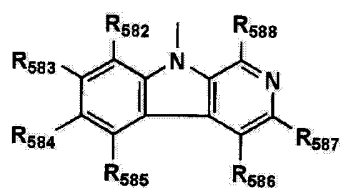
一般式(2-7)



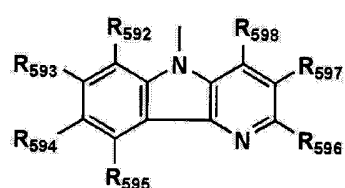
一般式(2-8)



一般式(2-9)



一般式(2-10)

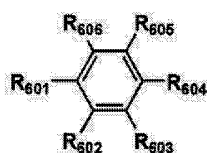


[0064] 〔式中、 $R_{502} \sim R_{507}$ 、 $R_{512} \sim R_{517}$ 、 $R_{522} \sim R_{527}$ 、 $R_{532} \sim R_{537}$ 、 $R_{542} \sim R_{548}$ 、 $R_{552} \sim R_{558}$ 、 $R_{562} \sim R_{567}$ 、 $R_{572} \sim R_{577}$ 、 $R_{582} \sim R_{588}$ 、 $R_{592} \sim R_{598}$ は、各々独立に、水素原子または置換基を表し、該置換基は各々同一でもよく、異なってもよい。〕

(31) 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有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0065] [化13]

一般式(3)

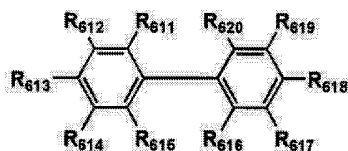


[0066] [式中、 $R_{601} \sim R_{606}$ は、各々独立に、水素原子または置換基を表すが、 $R_{601} \sim R_{606}$ の少なくとも一つは前記一般式(2-1)～(2-10)で表される基から選ばれる少なくとも一つの基を表す。]

(32) 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有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0067] [化14]

一般式(4)

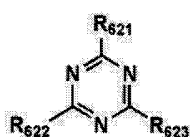


[0068] [式中、 $R_{611} \sim R_{620}$ は、各々独立に、水素原子または置換基を表すが、 $R_{611} \sim R_{620}$ の少なくとも一つは前記一般式(2-1)～(2-10)で表される基から選ばれる少なくとも一つの基を表す。]

(33) 前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(5)で表されることを特徴とする前記有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0069] [化15]

一般式(5)

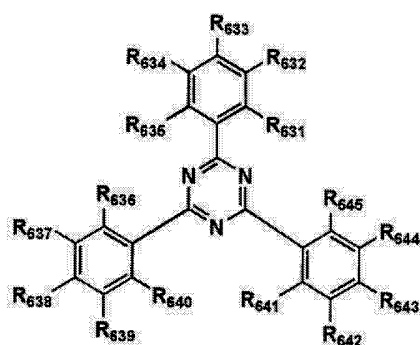


[0070] 〔式中、 $R_{621} \sim R_{623}$ は、各々独立に、水素原子または置換基を表すが、 $R_{621} \sim R_{623}$ の少なくとも一つは前記一般式(2-1)～(2-10)で表される基から選ばれる少なくとも一つの基を表す。〕

(34) 前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(6)で表されることを特徴とする前記有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0071] [化16]

一般式(6)

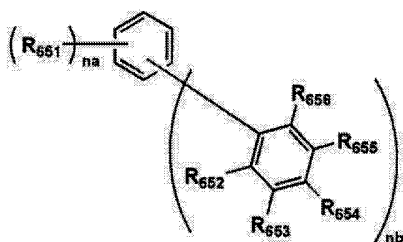


[0072] 〔式中、 $R_{631} \sim R_{645}$ は、各々独立に、水素原子または置換基を表すが、 $R_{631} \sim R_{645}$ の少なくとも一つは前記一般式(2-1)～(2-10)で表される基から選ばれる少なくとも一つの基を表す。〕

(35) 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有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0073] [化17]

一般式(7)



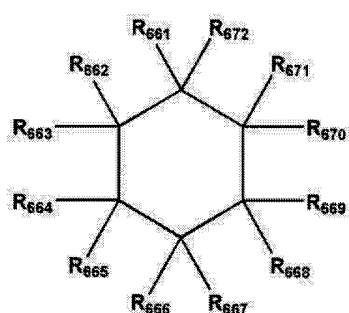
[0074] 〔式中、 $R_{651} \sim R_{656}$ は、各々独立に、水素原子または置換基を表すが、 $R_{651} \sim R_{656}$ の少

なくとも一つは前記一般式(2-1)～(2-10)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。]

(36) 前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(8)で表されることを特徴とする前記有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0075] [化18]

一般式(8)

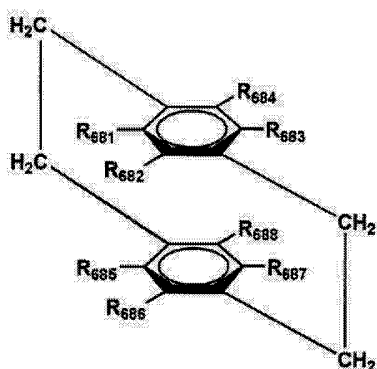


[0076] [式中、R₆₆₁～R₆₇₂は、各々独立に、水素原子または置換基を表すが、R₆₆₁～R₆₇₂の少なくとも一つは前記一般式(2-1)～(2-10)で表される基から選ばれる少なくとも一つの基を表す。]

(37) 前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(9)で表されることを特徴とする前記有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0077] [化19]

一般式(9)

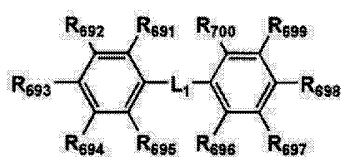


[0078] 〔式中、 $R_{681} \sim R_{688}$ は、各々独立に、水素原子または置換基を表すが、 $R_{681} \sim R_{688}$ の少なくとも一つは前記一般式(2-1)～(2-10)で表される基から選ばれる少なくとも一つの基を表す。〕

(38) 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有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0079] [化20]

一般式(10)

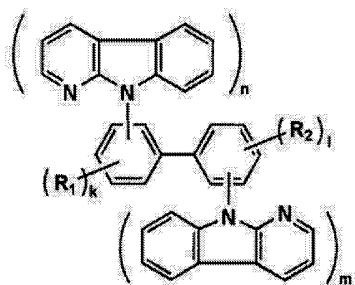


[0080] 〔式中、 $R_{691} \sim R_{700}$ は、各々独立に、水素原子または置換基を表すが、 L_1 は2価の連結基を表す。 $R_{691} \sim R_{700}$ の少なくとも一つは前記一般式(2-1)～(2-10)で表される基から選ばれる少なくとも一つの基を表す。〕

(39) 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有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0081] [化21]

一般式(11)



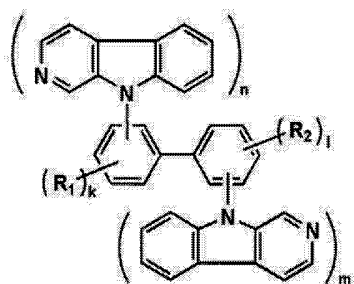
[0082] 〔式中、 R_1 、 R_2 は、各々独立に、水素原子または置換基を表す。 n 、 m は、各々1～2の整数を表し、 k 、 l は、各々3～4の整数を表す。但し、 $n+k=5$ 、且つ、 $l+m=5$ である。〕

(40) 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

徴とする前記有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0083] [化22]

一般式(12)

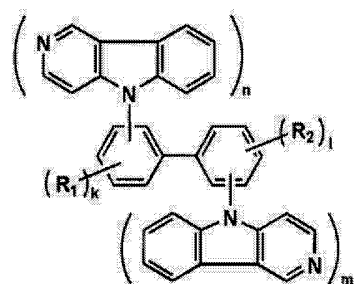


[0084] [式中、 R_1 、 R_2 は、各々独立に、水素原子または置換基を表す。 n 、 m は、各々1～2の整数を表し、 k 、 l は、各々3～4の整数を表す。但し、 $n+k=5$ 、且つ、 $l+m=5$ である。]

(41) 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有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0085] [化23]

一般式(13)

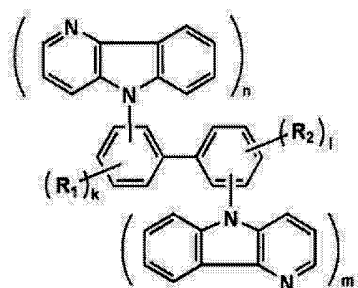


[0086] [式中、 R_1 、 R_2 は、各々独立に、水素原子または置換基を表す。 n 、 m は、各々1～2の整数を表し、 k 、 l は、各々3～4の整数を表す。但し、 $n+k=5$ 、且つ、 $l+m=5$ である。]

(42) 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有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0087] [化24]

一般式(14)

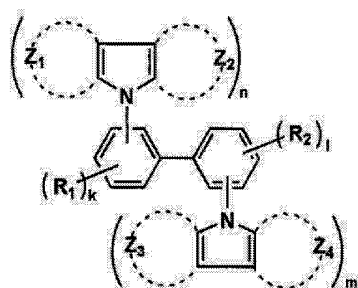


[0088] [式中、 R_1 、 R_2 は、各々独立に、水素原子または置換基を表す。 n 、 m は、各々1～2の整数を表し、 k 、 l は、各々3～4の整数を表す。但し、 $n+k=5$ 、且つ、 $l+m=5$ である。]

(43) 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有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0089] [化25]

一般式(15)

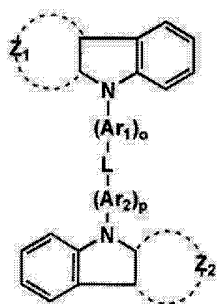


[0090] [式中、 R_1 、 R_2 は、各々独立に、水素原子または置換基を表す。 n 、 m は、各々1～2の整数を表し、 k 、 l は、各々3～4の整数を表す。但し、 $n+k=5$ 、且つ、 $l+m=5$ である。 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 、 Z_4 は、各々窒素原子を少なくとも一つ含む6員の芳香族複素環を表す。]

(44) 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有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0091] [化26]

一般式(16)

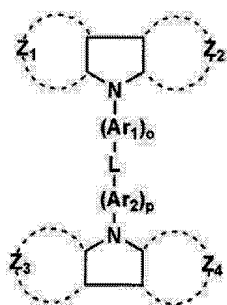


[0092] 〔式中、 o 、 p は、各々1～3の整数を表し、 Ar_1 、 Ar_2 は、各々アリーレン基または2価の芳香族複素環基を表す。 Z_1 、 Z_2 は、各々窒素原子を少なくとも一つ含む6員の芳香族複素環を表し、 L は、2価の連結基を表す。〕

(45) 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有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0093] [化27]

一般式(17)



[0094] 〔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。〕

(46) 白色発光することを特徴とする前記有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0095] (47) 前記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。

[0096] (48) 前記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。

[0097] 本発明の有機EL素子においては、前記(1)～(48)のいずれか1項に規定される

構成により、駆動電圧が低く、且つ、外部取り出し量子効率の高い有機EL素子を提供し、前記有機EL素子を用いて、高輝度な照明装置及び表示装置を提供することが出来た。

[0098] 本発明者等は、上記の問題点を種々検討した結果、全ての領域に少なくとも1種の共通ホスト材料を含有させることで、領域間の密着性が改良され、異なる領域での、正孔や電子などの注入障壁が緩和され、駆動電圧を低電圧(具体的には、lm/W 向上)化させることができることを見出した。

[0099] また、本発明では、有機EL素子の正孔輸送領域の形成に用いる正孔輸送材料と、発光領域の形成に用いる発光ドーパント材料とを、混合して用いることはなく、共通ホスト材料を含有する単一層Aの中で、各々独立の領域(正孔輸送領域、発光領域等)を設けることにより、キャリアおよび励起子の閉じ込め効果が損なわれることなく、低電圧で駆動可能で、高発光効率を示し、且つ、発光寿命の長い、有機EL素子を得ることに成功した。

[0100] 上記の効果が得られた理由を本発明者等は下記のように考えている。

[0101] (1) 正孔や電子等の注入障壁の緩和は、駆動電圧低下と同時に界面のキャリア蓄積も防ぐことができ、また、膜の密着性向上は、界面への不純物の浸入を防止し、不純物によって生じる有機－有機層界面の結晶化防止に有効であり、結果的に、素子の長寿命化につながる。

[0102] (2) 正孔輸送材料は正孔を輸送するとともに、陰極側から流れてくる電子をブロックする機能ももつが、その性質上ラジカルアニオン状態が不安定である。共通ホスト材料Aがもれてきた電子をトラップし、正孔輸送材料のラジカルアニオン化を防ぐことにより、より長寿命な素子が得られる。

[0103] (3) 全ての領域に共通のホスト材料を使用することによる、有機EL素子を製造するという観点からは、素子製造が簡便化されるという効果がある。

[0104] 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。

[0105] 《単一層A》

本発明の有機EL素子に係る単一層Aについて説明する。

[0106] 本発明に係る単一層Aは、本発明の有機EL素子の陰極と陽極との間に設けられ、

該単一層Aは、少なくとも一種類の正孔輸送材料を含む正孔輸送領域と、少なくとも一種類の発光ドーパントを含む発光領域を含み、且つ、少なくとも1種の共通ホスト材料を、前記単一層Aの全領域のいずれの領域(層ともいう)において、0.1質量%以上を含有することが特徴である。

[0107] また、本発明に係る単一層Aは、有機EL素子の発光に係る正孔の阻止や電子の輸送に係る、非ドーパ領域(非ドーパ領域の機能は、必ずしも正孔阻止には限定されない、詳細は、素子の構成のところで説明する。)、電子輸送領域等を各々単独または併せて用いることが出来る。

[0108] 本発明の有機EL素子に係る単一層Aの好ましい態様としては、例えば、

(a)前記単一層Aの陽極に近い側から、正孔輸送領域、発光領域が設けられている、

(b)前記単一層Aの陰極に近い側から、電子輸送領域、非ドーパ領域が設けられている、

(c)前記単一層Aの陽極に近い側から、正孔注入領域、正孔輸送領域、発光領域が設けられている、

(d)前記単一層Aの陰極に近い側から、電子注入領域、非ドーパ領域が設けられている、

等があり、また、

(e)前記陽極と前記単一層Aの間に、正孔注入層を有し、該正孔注入層が、該単一層Aの正孔輸送領域に含まれる正孔輸送材料とは異なる正孔輸送材料Aを含む、

(f)前記陰極と前記単一層Aの間に、電子注入層を有し、該電子注入層が、該単一層Aの電子注入領域に含まれる電子注入材料とは異なる電子注入材料Aを含む、

等が好ましい態様としてあげられる。

[0109] 本発明に係る単一層Aは、陽極と陰極との間に設けられるが、単一層Aが、陽極及び／または陰極の各電極上に直接設けられていてもよく、また、単一層A以外の別の層が陽極及び／または前記との間に設けられていてもよいが、本発明では、陽極

と単一層Aとの間には、正孔注入層を設ける、陰極と単一層Aとの間には、電子注入層を設けることが好ましい態様としてあげられる。

[0110] 単一層Aを形成する正孔輸送領域、発光領域、電子輸送領域、正孔阻止領域、電子注入領域等の各領域、陽極と単一層Aとの間に設けられる正孔注入層、陽極と陰極との間に設けられる電子注入層等については、後述する有機EL素子の構成のところで、詳細に説明する。

[0111] 本発明に係る単一層Aにおいては、共通ホスト材料が、全領域のいずれの領域においても、0.1質量%以上存在し、該共通ホスト材料の含有量が各々の領域においておおよそ一定であることが特徴であるが、ここで、各領域における、前記共通ホスト材料の含有量を測定する手段を下記で説明する。

[0112] (単一層Aの各領域における共通ホスト材料の含有率の測定方法)

単一層A中の各領域における共通ホスト材料の含有率は、下記の分析方法を適用することで、算出することが出来る。

[0113] 本発明に係る単一層Aの各領域における共通ホスト材料の含有率分析は、第65回応用物理学会学術講演会、講演予稿集、1183ページ、3p-ZR-20、(株)東レリサーチセンター 柴森隆弘、関洋文、松延剛、中川善嗣に記載のように、「精密斜め切削法」と飛行時間型2次イオン質量分析(TOF-SIMS)を組み合わせた手法を適用して、分析し、含有率を算出することが出来る。

なお、共通ホスト材料の含有量が各々の領域においておおよそ一定であるとは、濃度勾配を持たないということである。

[0114] 本発明に用いられる共通ホスト材料としては、代表的にはカルバゾール誘導体、トリアリールアミン誘導体、芳香族ボラン誘導体、含窒素複素環化合物、チオフェン誘導体、フラン誘導体、オリゴアリーレン化合物等の基本骨格を有するもの、または、カルボリン誘導体やジアザカルバゾール誘導体(ここで、ジアザカルバゾール誘導体とは、カルボリン誘導体のカルボリン環を構成する炭化水素環の少なくとも一つの炭素原子が窒素原子で置換されているものを表す。)等が挙げられる。

[0115] 中でも、カルボリン誘導体、ジアザカルバゾール誘導体が好ましく、特に、上記一般式(1)で表される化合物等が好ましく用いられる。

- [0116] 本発明に係る共通ホスト材料としては、上記の一般式(1)で表される化合物が特に好ましく用いられる。
- [0117] 《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。
- [0118] 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発光層または該発光層の隣接層に含み、後述するリン光発光性化合物を発光層に用いて作製した有機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。
- [0119] 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。
- [0120] 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、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。
- [0121] 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。
- [0122] 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、モルホルル基、オキサゾリジル基等)、アルコキシル基(例えば、メキシ基、エトキシ基、プロピルオキシ基、ペンチルオキシ基、ヘキシルオキシ基、オクチルオキシ基、ドデシルオキシ基等)、シクロアルコキシル基(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。

[0123] 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。

[0124] 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。

- [0125] 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価の連結基であつてもよいし、酸素や硫黄などのカルコゲン原子であつてもよい。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。
- [0126] 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。
- [0127] 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。
- [0128] 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。
- [0129] 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。
- [0130] 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。
- [0131] 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し、該置換基は各々同一でもよく、異なつていてもよい。
- [0132] 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。
- [0133] 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し、該置換基は各々同一でもよく、異なつていてもよい。
- [0134] 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。
- [0135] 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し、該置換基は各々同一でもよく、異なつていてもよい。

- [0136] 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。
- [0137] 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し、該置換基は各々同一でもよく、異なってもよい。
- [0138] 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。
- [0139] 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し、該置換基は各々同一でもよく、異なってもよい。
- [0140] 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。
- [0141] 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し、該置換基は各々同一でもよく、異なってもよい。
- [0142] 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(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し、該置換基は各々同一でもよく、異なってもよい。
- [0144] 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。
- [0145] 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し、該置換基は各々同一でもよく、異なってもよい。
- [0146] 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。
- [0147] 前記一般式(1-9)において、 $R_{581} \sim R_{588}$ は、各々水素原子、もしくは置換基を表し、該置換基は各々同一でもよく、異なってもよい。
- [0148] 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。
- [0149] 前記一般式(1-10)において、 $R_{591} \sim R_{598}$ は、各々水素原子、もしくは置換基を表し、該置換基は各々同一でもよく、異なってもよい。

- [0150] 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。
- [0151] 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)～(2-10)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)～(2-10)のいずれかで表される基を2～4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)～(2-10)に置き換わる場合を含む。
- [0152] このとき、特に前記一般式(3)～(49)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。
- [0153] 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)～(2-10)のいずれかで表される基を表す。
- [0154] 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。
- [0155] 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)～(2-10)のいずれかで表される基を表す。
- [0156] 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。
- [0157] 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、 $R_{611} \sim R_{620}$ の少なくとも一つは前記一般式(2-1)～(2-10)のいずれかで表される基を表す。
- [0158] 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。
- [0159] 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)～(2-10)のいずれかで表される基を表す。
- [0160] 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。

[0161] 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)～(2-10)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。

[0162] 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。

[0163] 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)～(2-10)のいずれかで表される基を表す。

[0164] 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。

[0165] 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)～(2-10)のいずれかで表される基を表す。

[0166] 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。

[0167] 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)～(2-10)のいずれかで表される基を表す。

[0168] 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-シクロヘキサンジイル基等)、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

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。

[0169] 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は、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。

[0170] 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、ピラゾリンジイル基、ピラゾリジンジイル基、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。

[0171] 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。

[0172] 前記一般式(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、より長寿命の有機EL素子とすることができる。

[0173] 前記一般式(11)～一般式(15)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。

[0174] 前記一般式(15)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。

[0175] 前記一般式(16)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。

[0176] 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。

[0177] 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は、フラン環、チオフエン環、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。

[0178] 前記一般式(16)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。

[0179] 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。

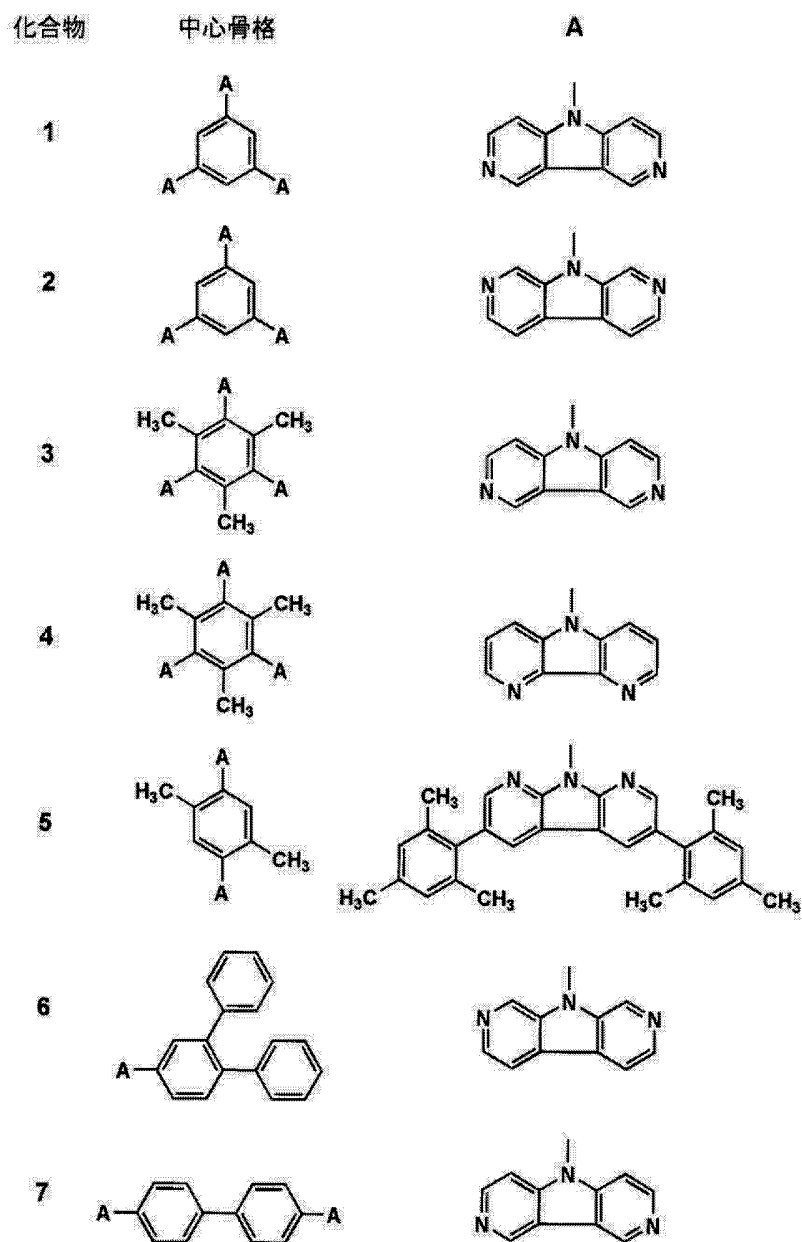
[0180] 前記一般式(17)において、 Ar_1 、 Ar_2 で各々表される芳香族複素環基は、前記一般式(16)において、 Ar_1 、 Ar_2 で各々表される2価の芳香族複素環基と同義である。

[0181] 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。

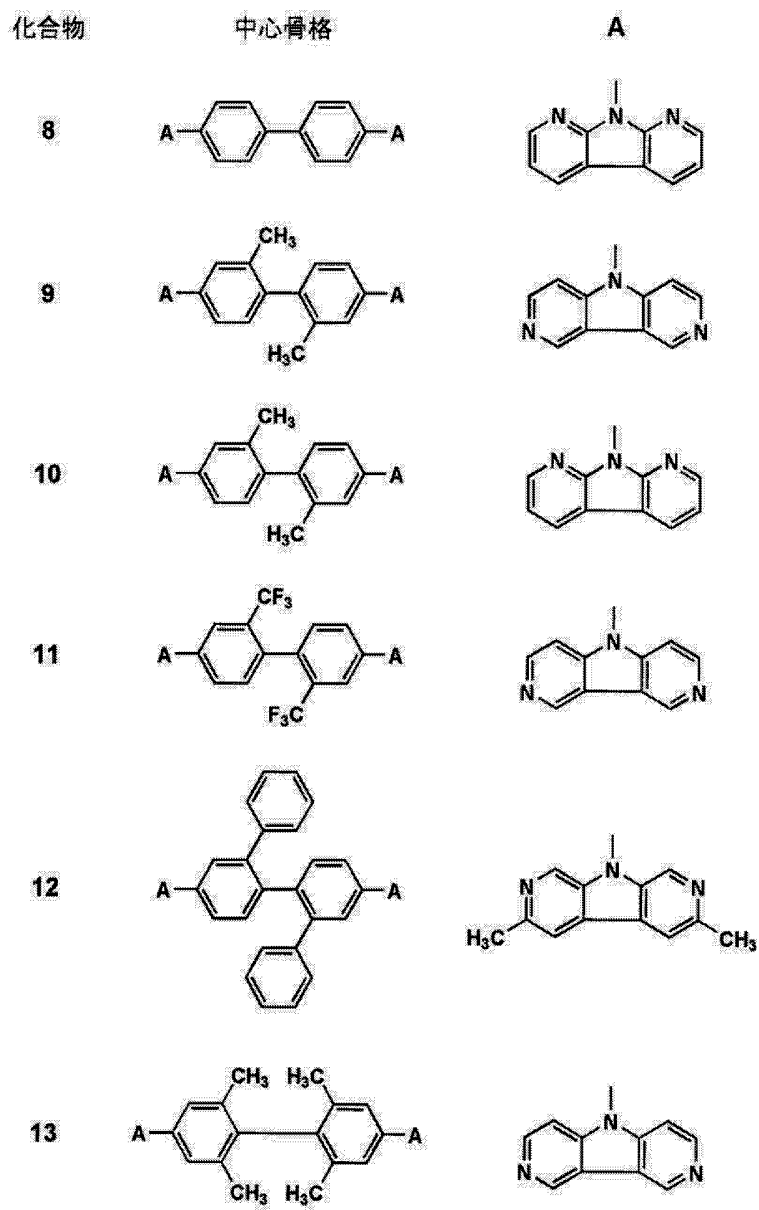
[0182] 前記一般式(17)において、 L で表される2価の連結基は、前記一般式(10)において、 L_1 で表される2価の連結基と同義であるが、好ましくはアルキレン基、 $-O-$ 、 $-S-$ 等のカルコゲン原子を含む2価の基であり、もっとも好ましくはアルキレン基である。

[0183] 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。

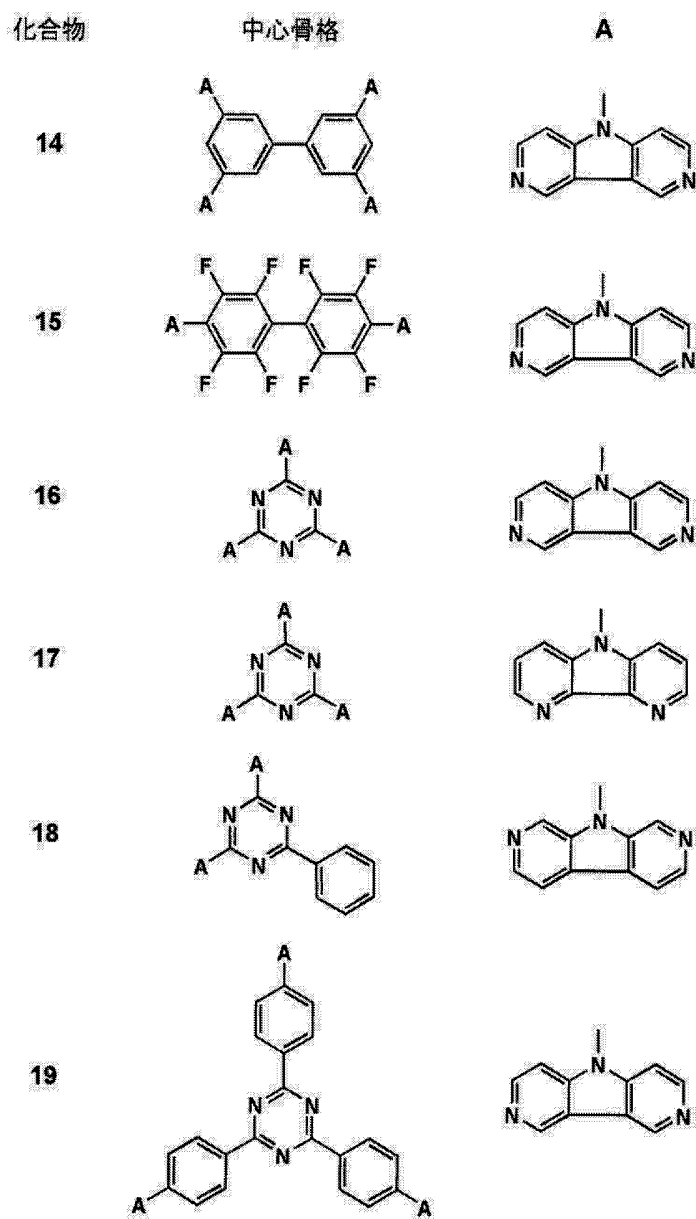
[0184] [化28]



[0185] [化29]



[0186] [化30]



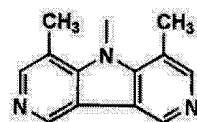
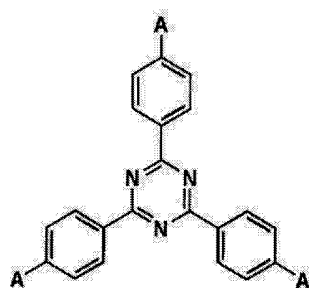
[0187] [化31]

化合物

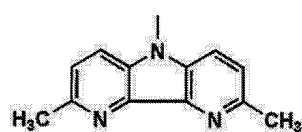
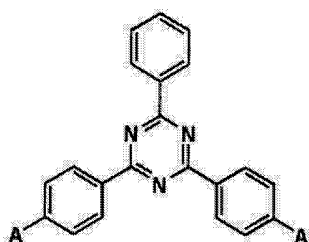
中心骨格

A

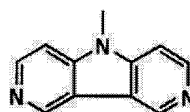
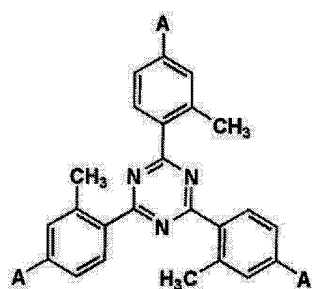
20



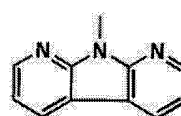
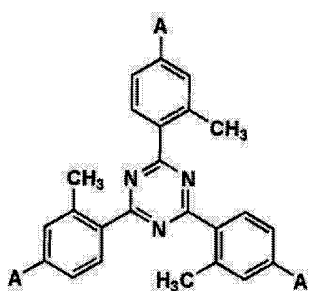
21



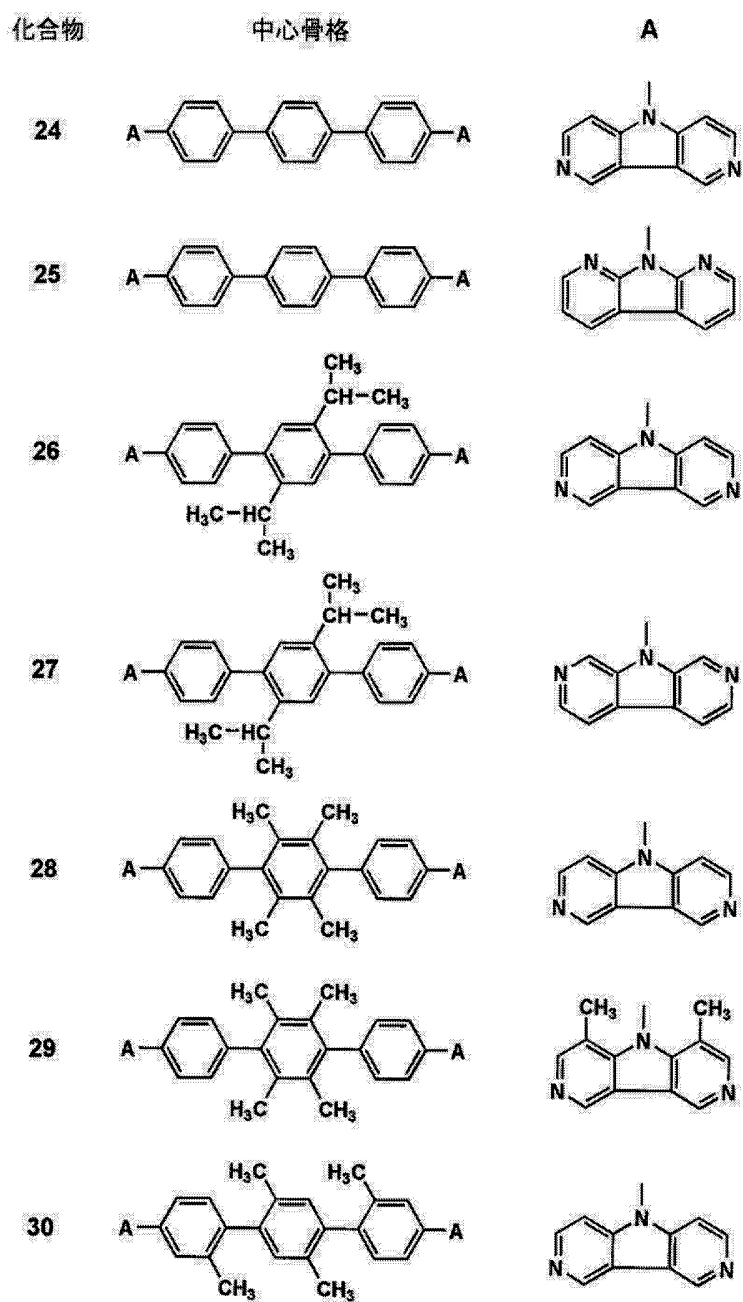
22



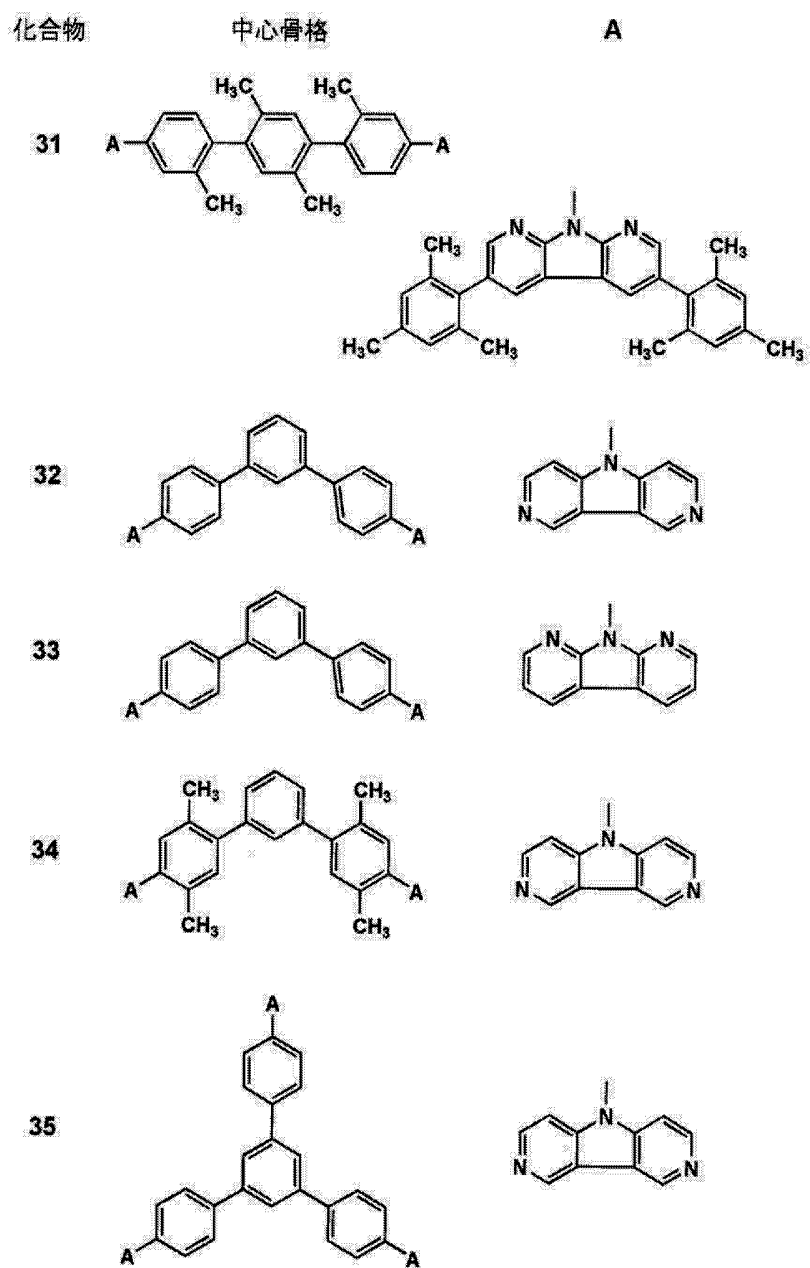
23



[0188] [化32]



[0189] [化33]



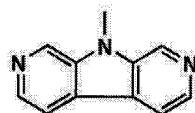
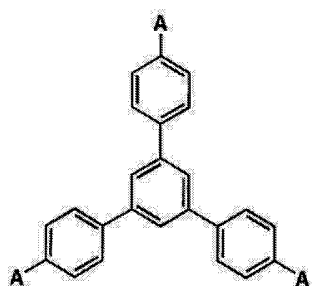
[0190] [化34]

化合物

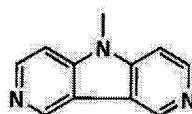
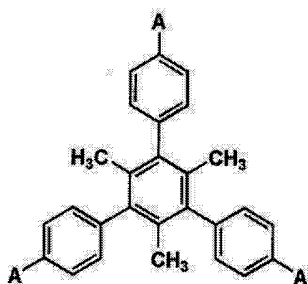
中心骨格

A

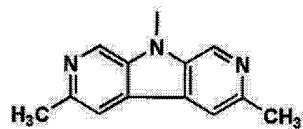
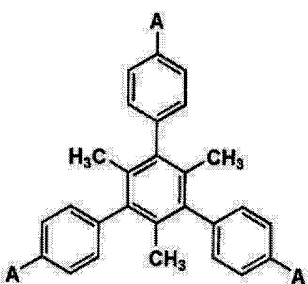
36



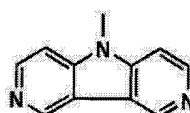
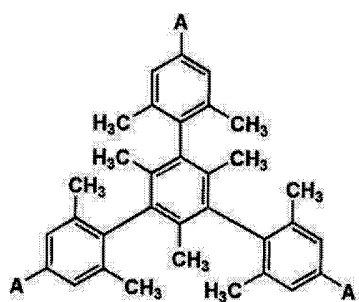
37



38



39



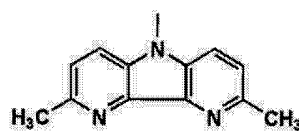
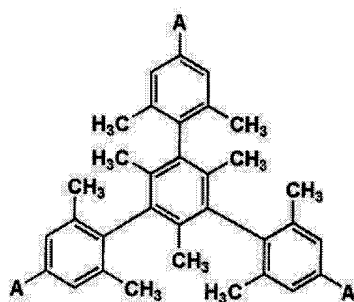
[0191] [化35]

化合物

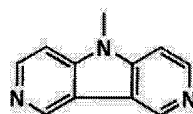
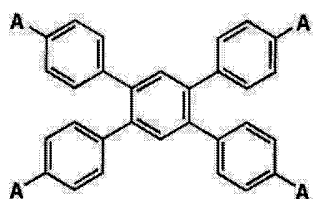
中心骨格

A

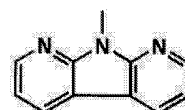
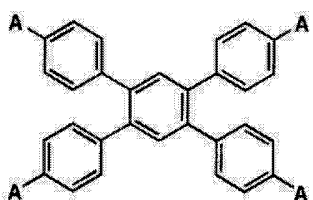
40



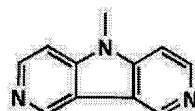
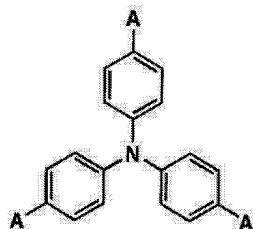
41



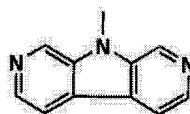
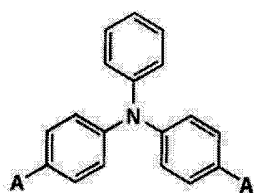
42



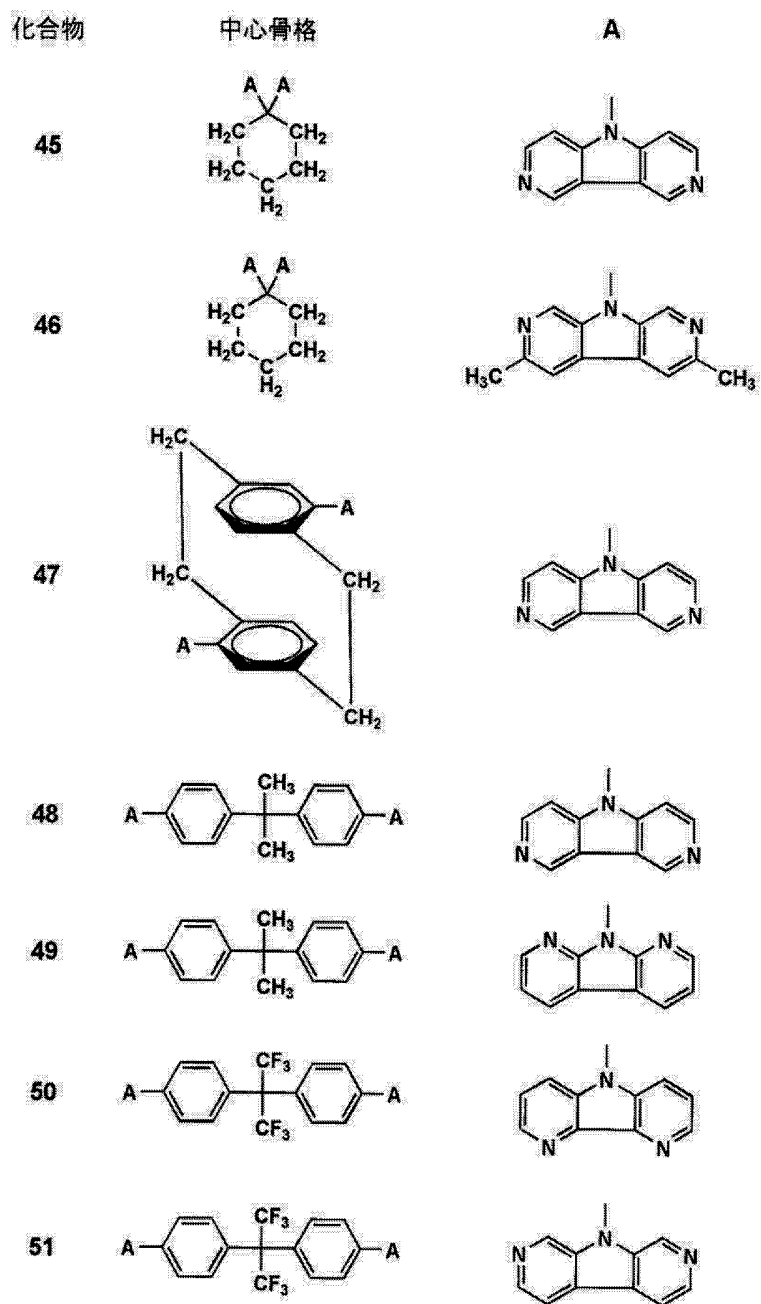
43



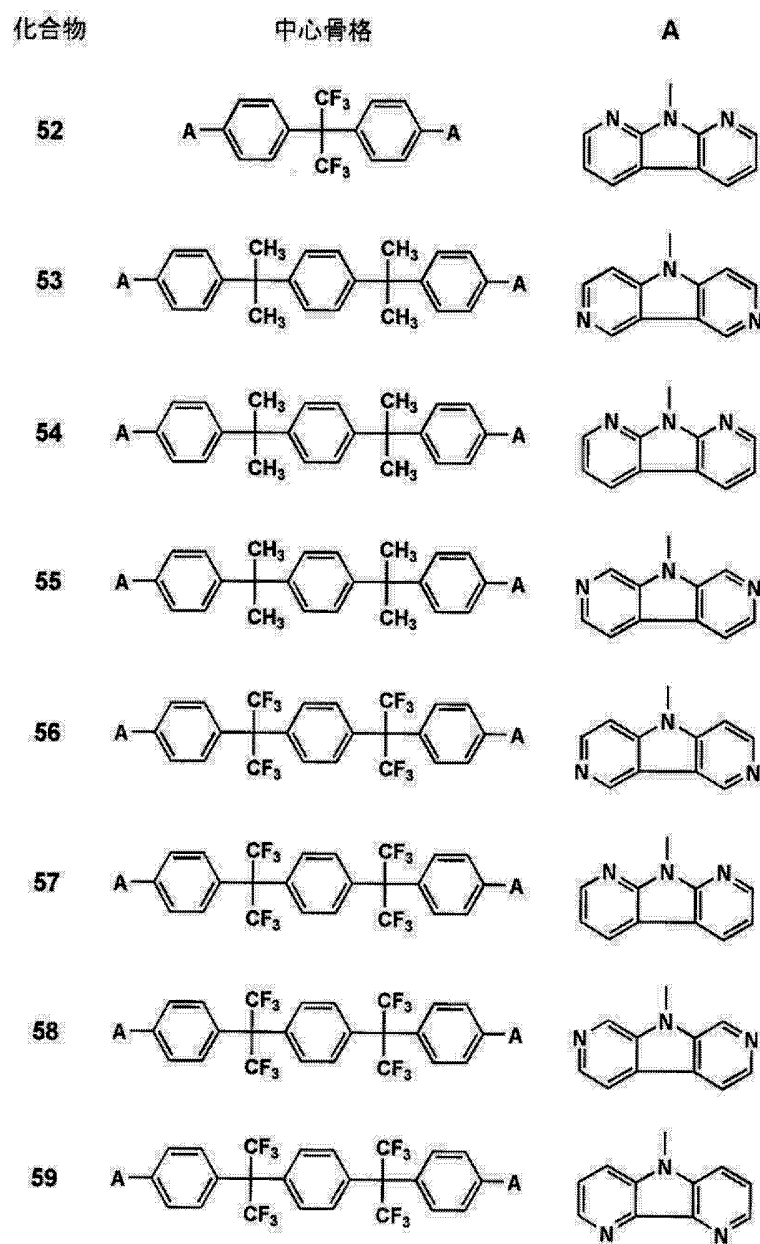
44



[0192] [化36]

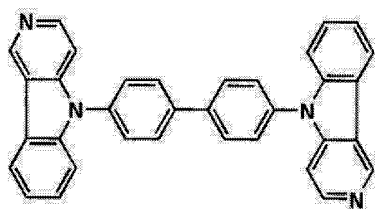


[0193] [化37]

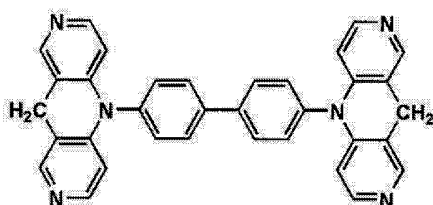


[0194] [化38]

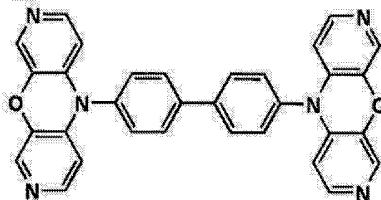
60



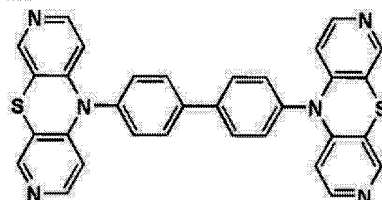
61



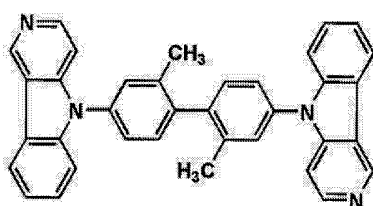
62



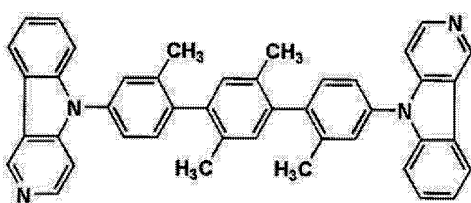
63



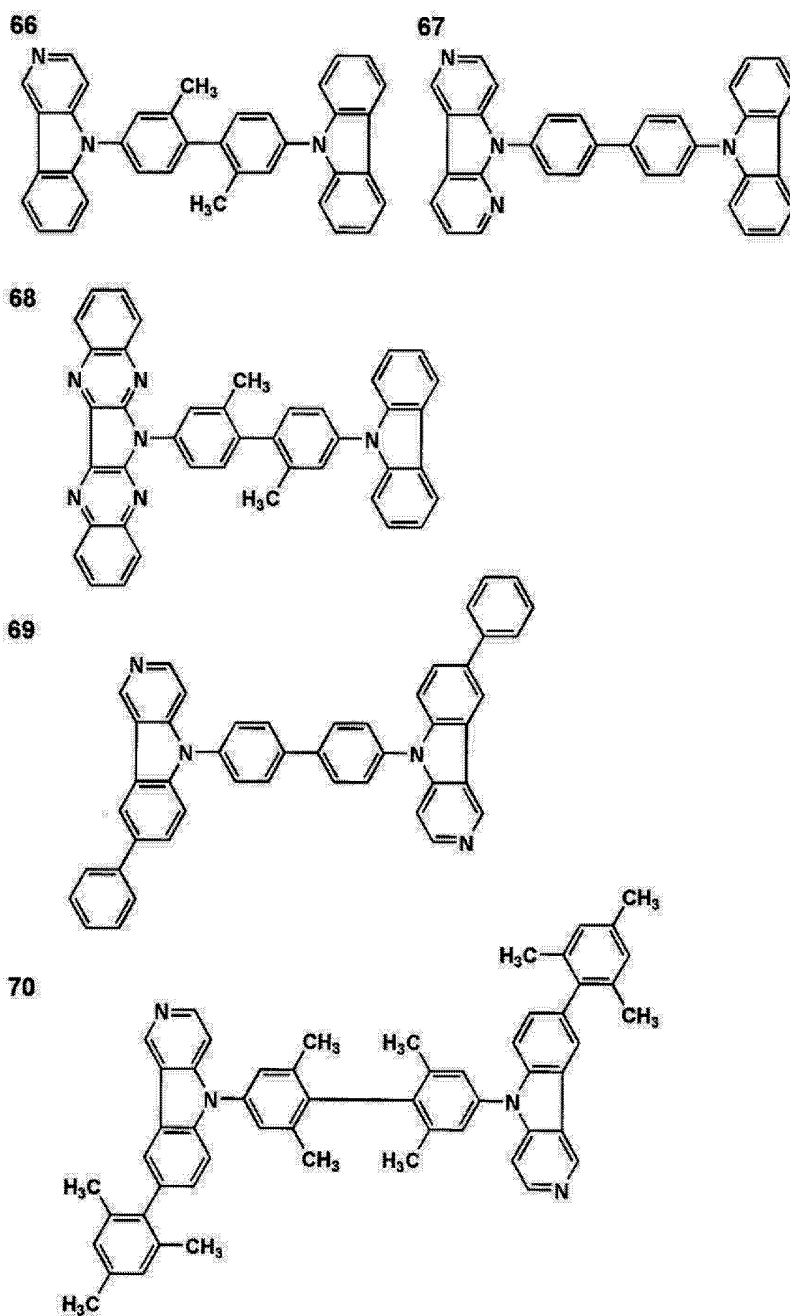
64



65

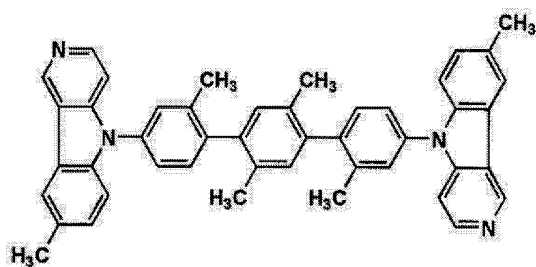


[0195] [化39]

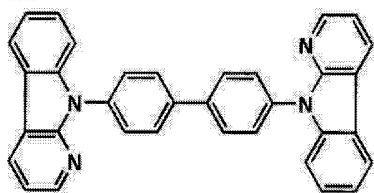


[0196] [化40]

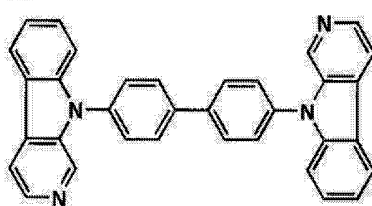
71



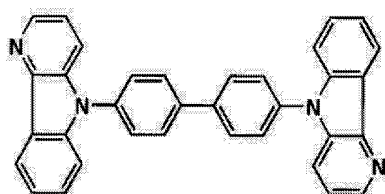
72



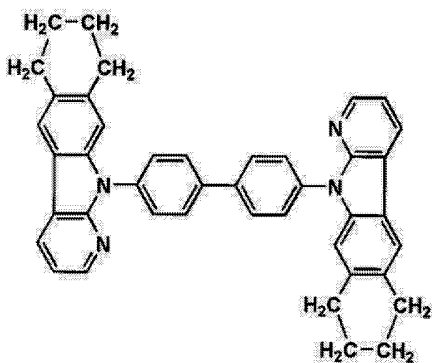
73



74

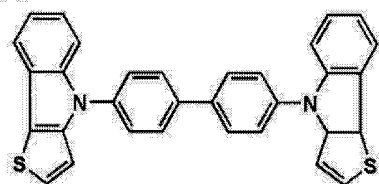


75

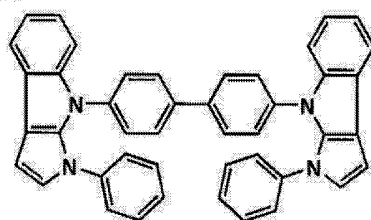


[0197] [化41]

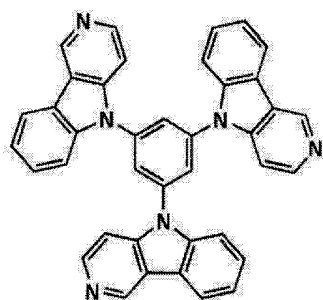
76



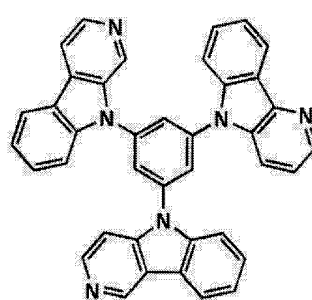
77



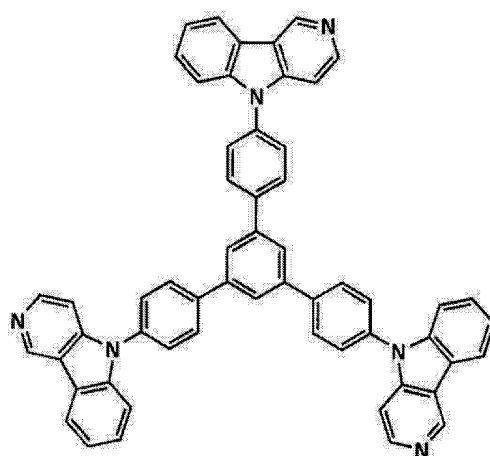
78



79



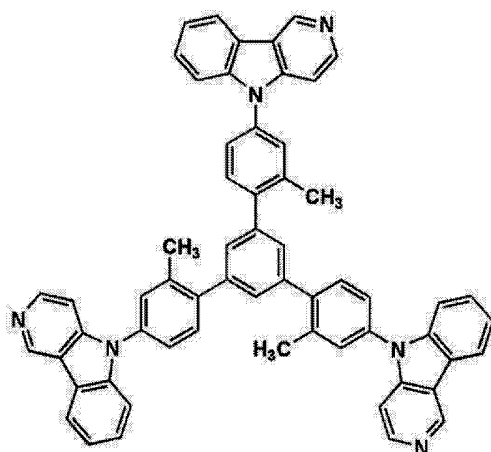
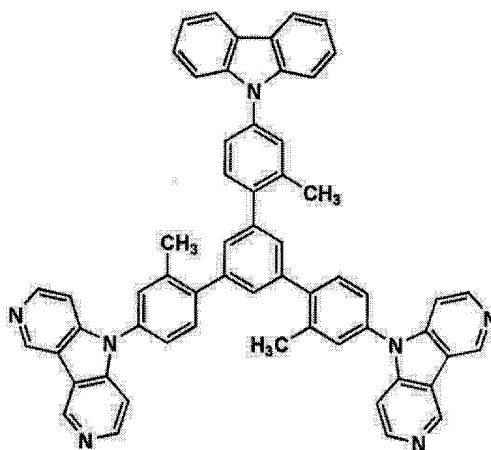
80



[0198] [化42]

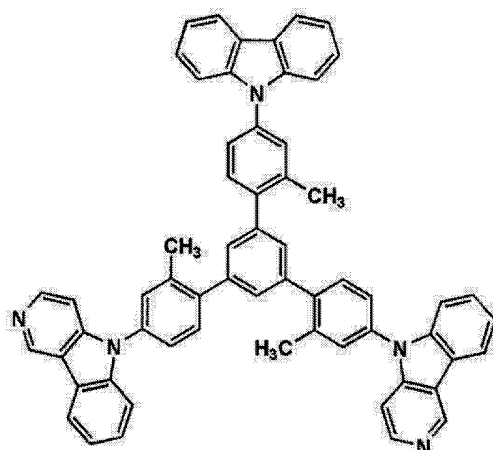
81

Chem

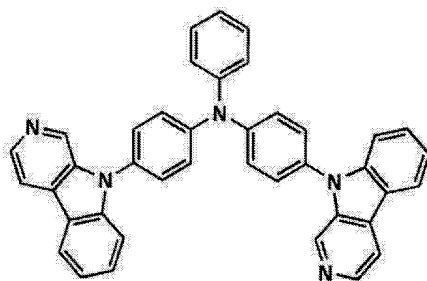
**82**

[0199] [化43]

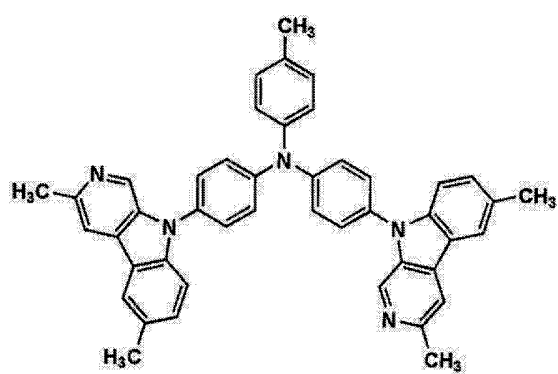
83



84

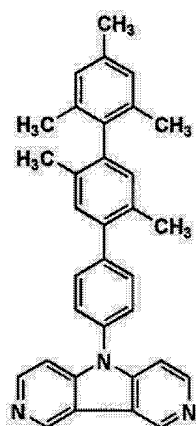


85

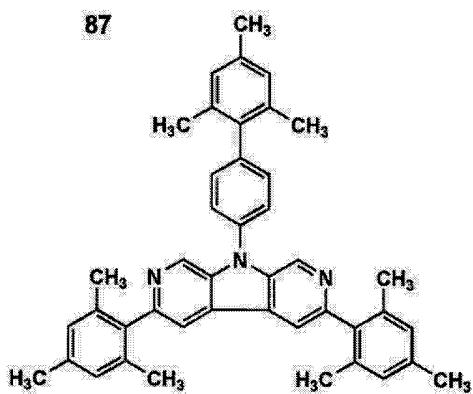


[0200] [化44]

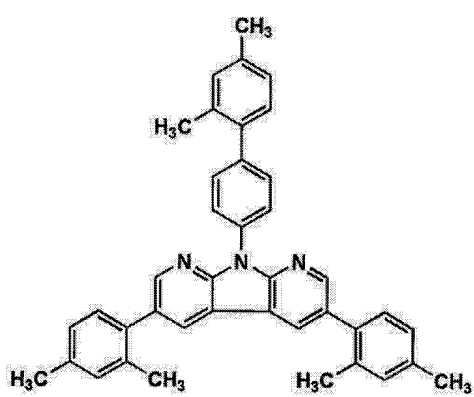
86



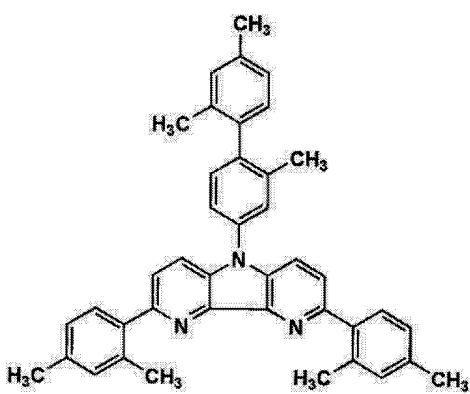
87



88

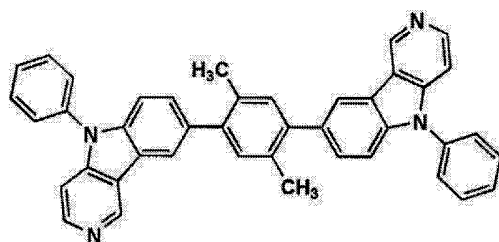


89

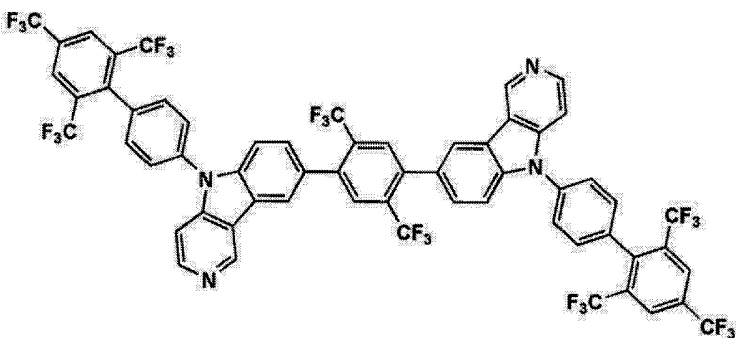


[0201] [化45]

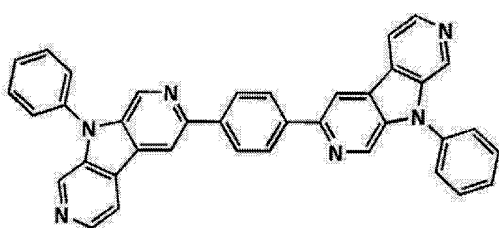
90



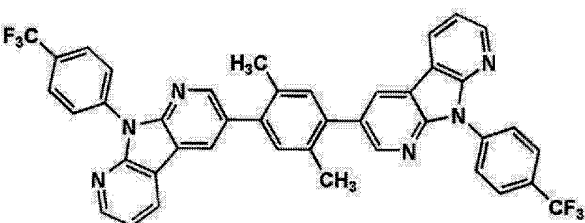
91



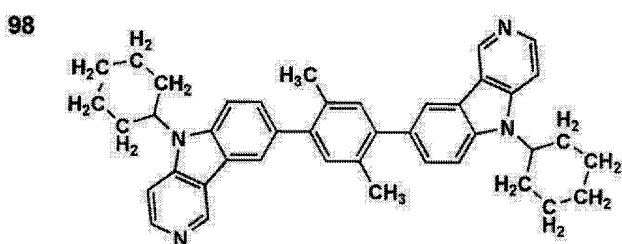
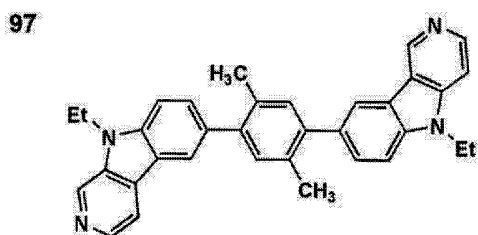
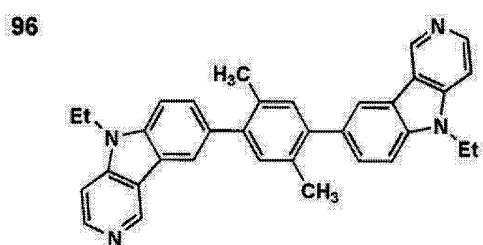
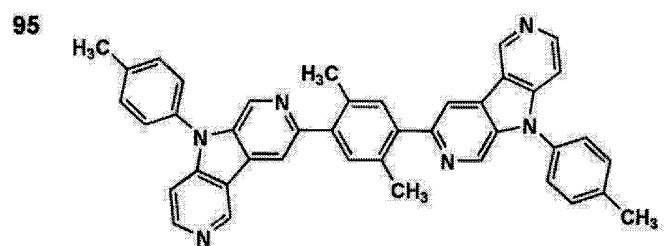
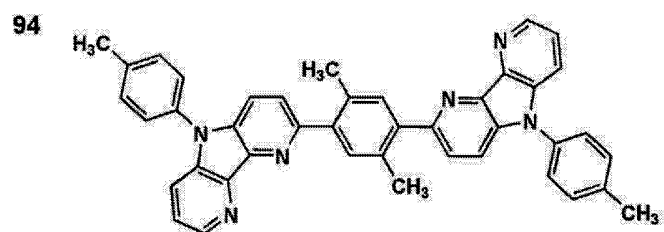
92



93

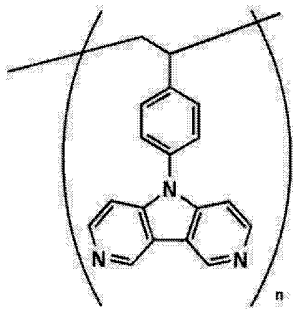


[0202] [146]

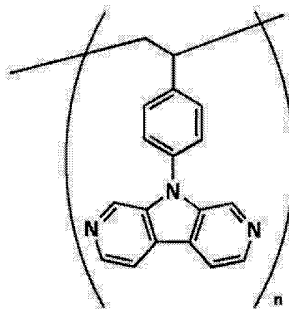


[0203] [1447]

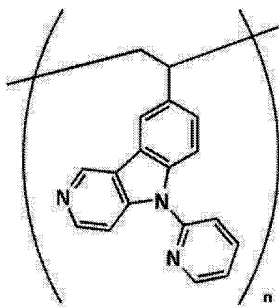
99



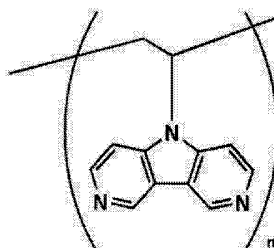
100



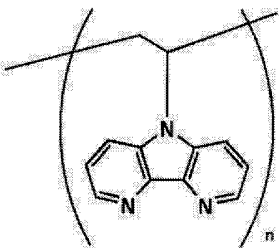
101



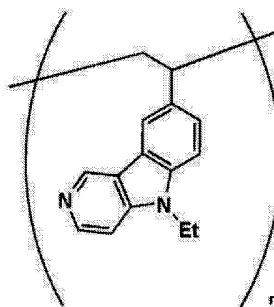
102



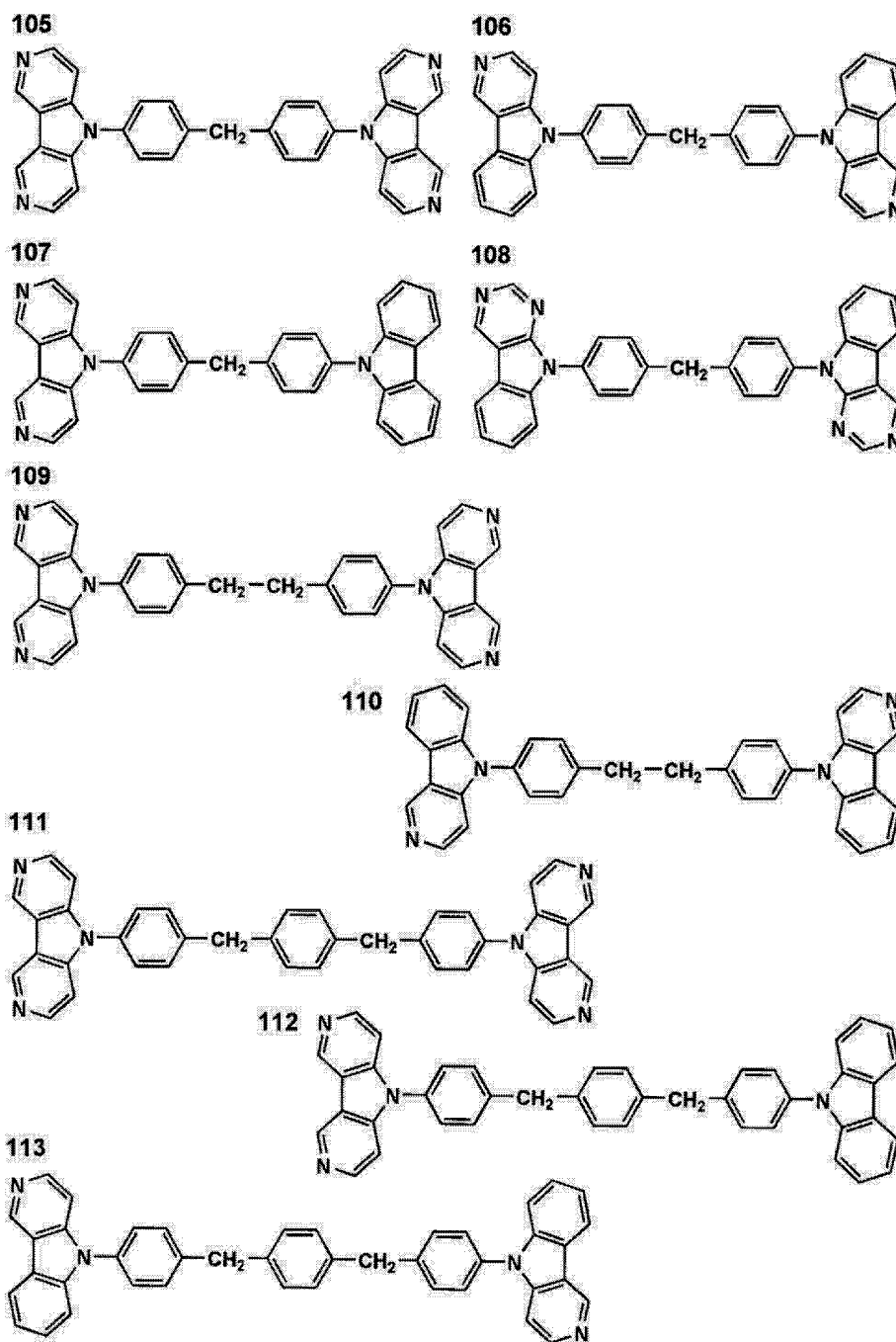
103



104

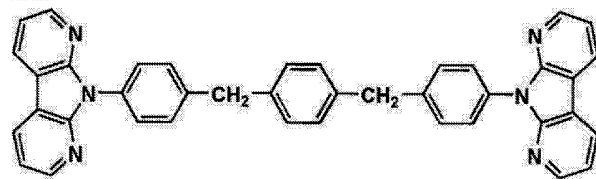


[0204] [化48]

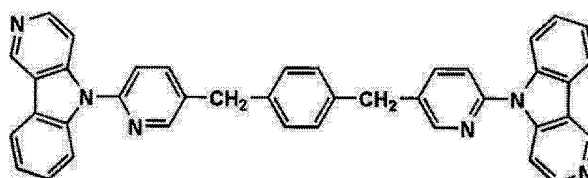


[0205] [化49]

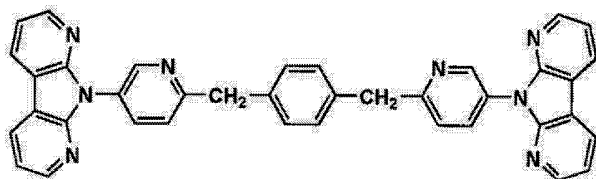
114



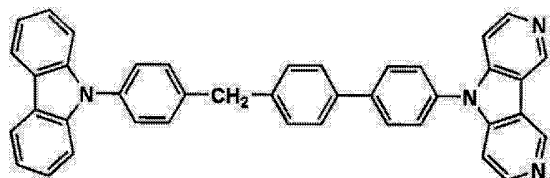
115



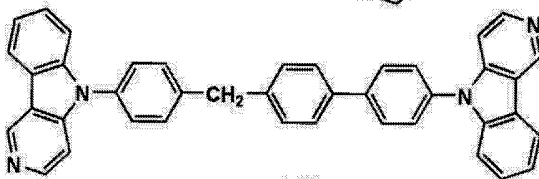
116



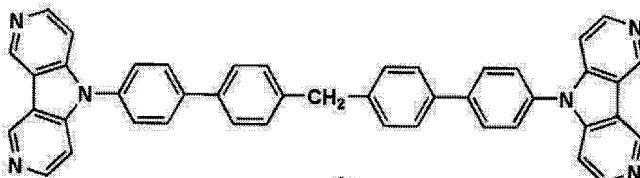
117



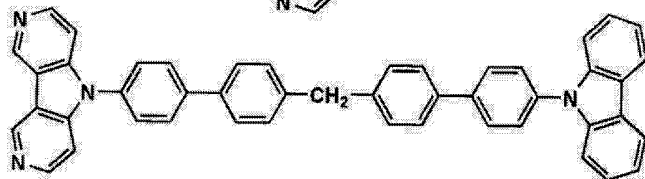
118



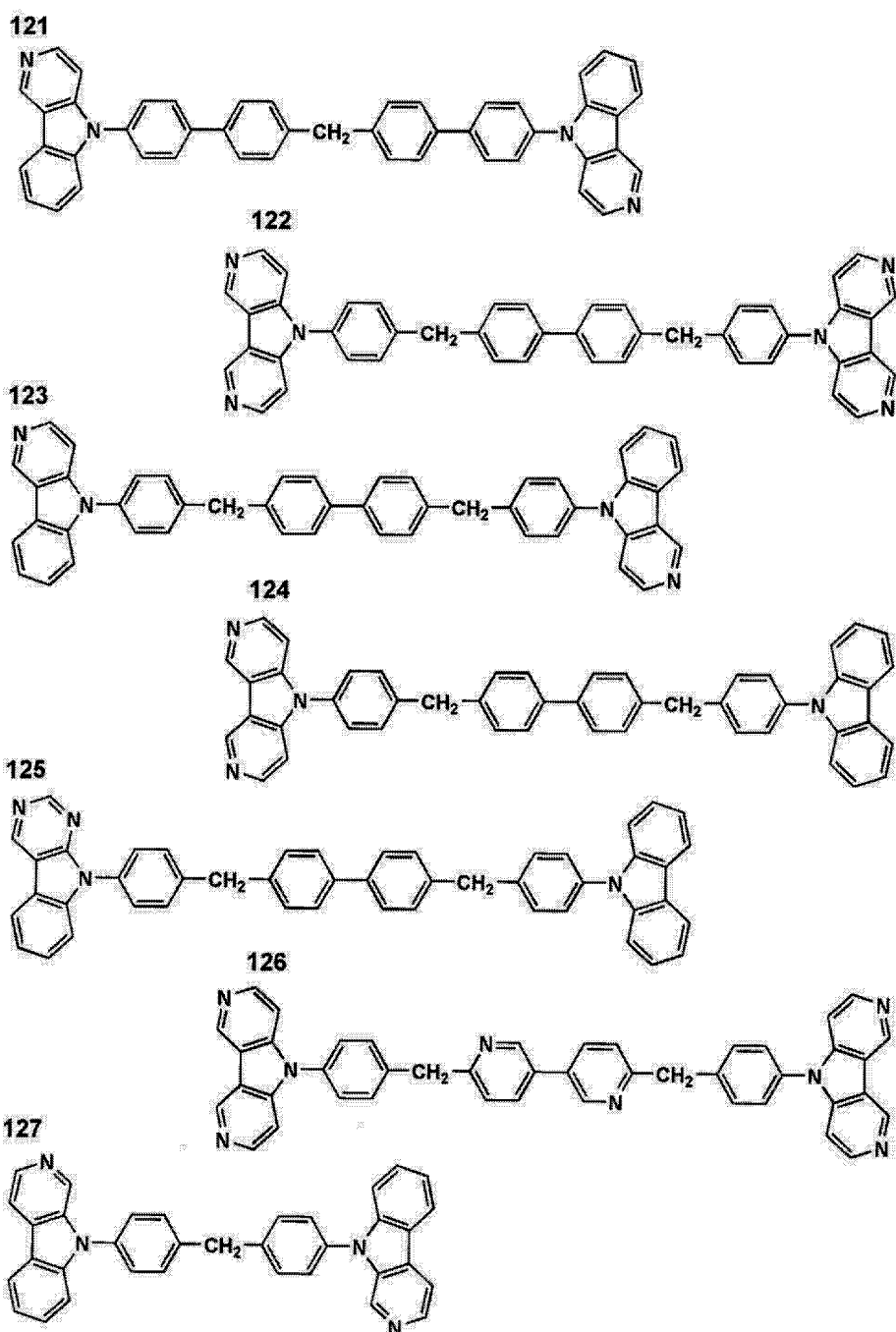
119



120

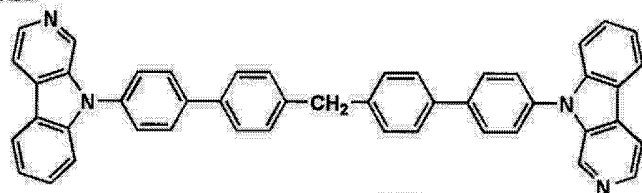


[0206] [化50]

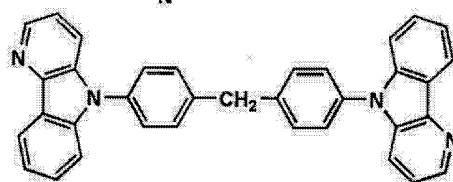


[0207] [化51]

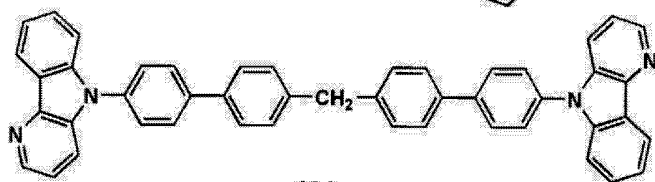
128



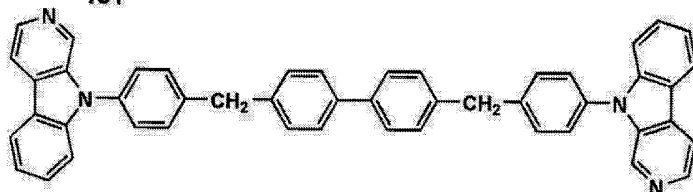
129



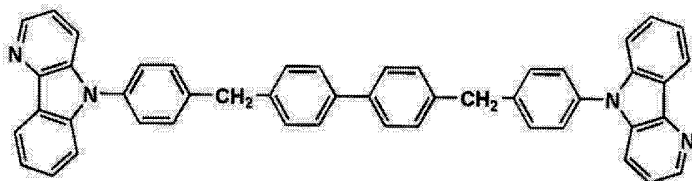
130



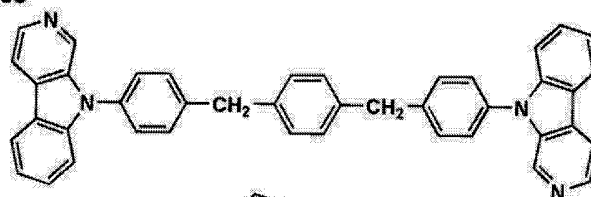
131



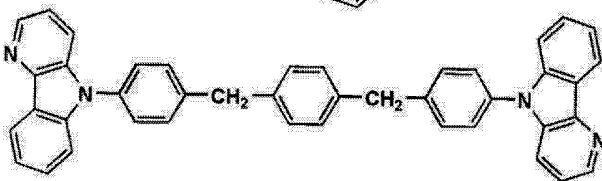
132



133

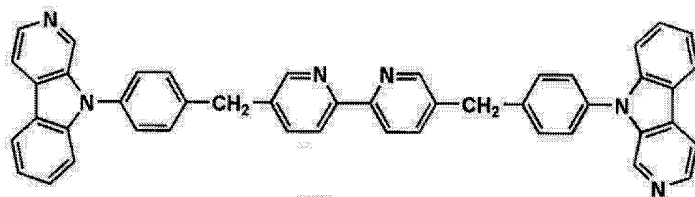


134

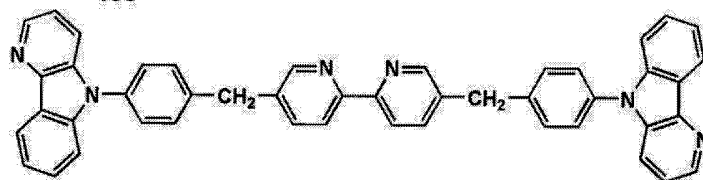


[0208] [化52]

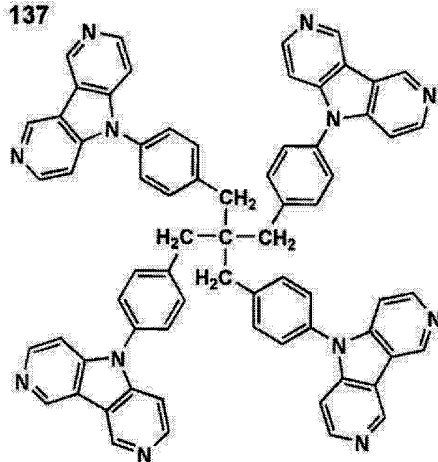
135



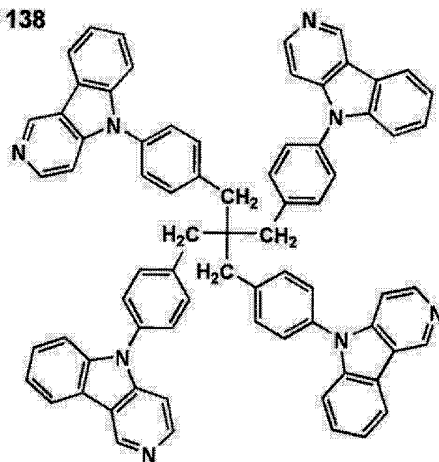
136



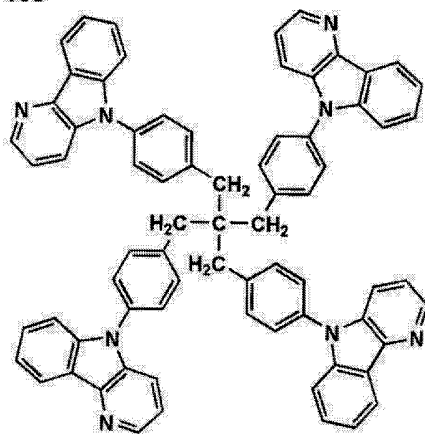
137



138

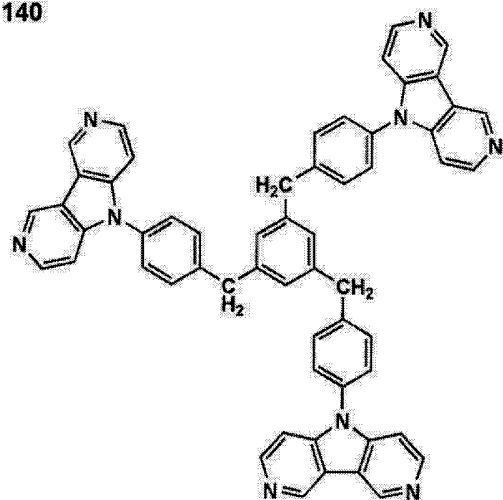


139

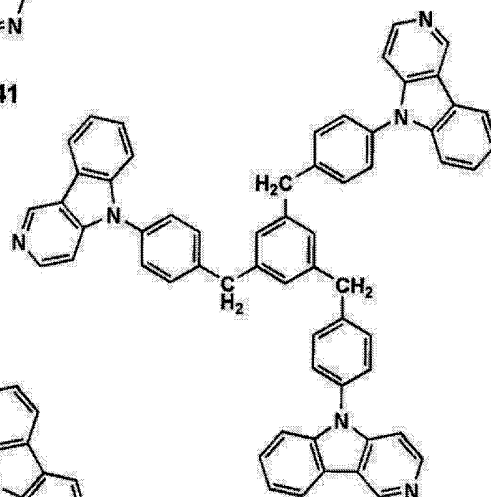


[0209] [化53]

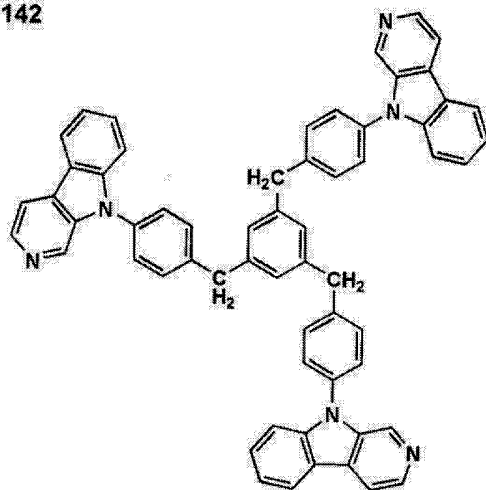
140



141

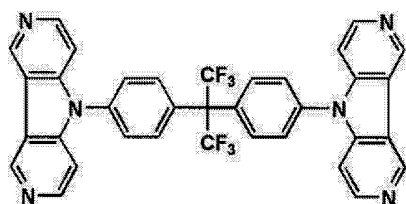


142

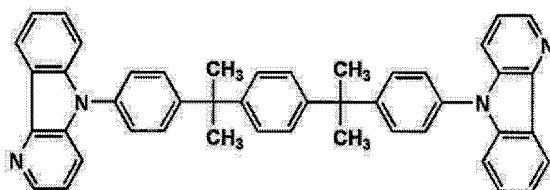


[0210] [化54]

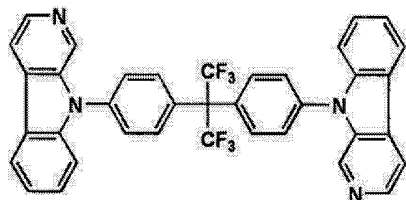
143



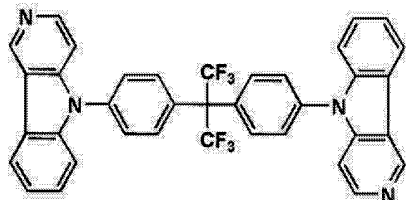
144



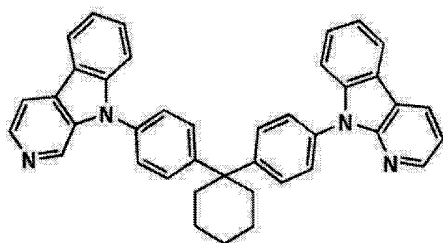
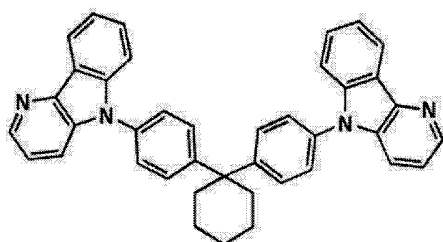
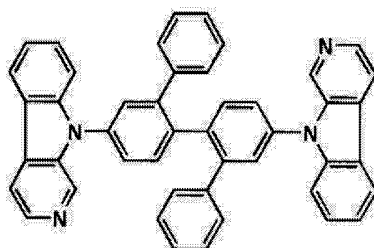
145



146

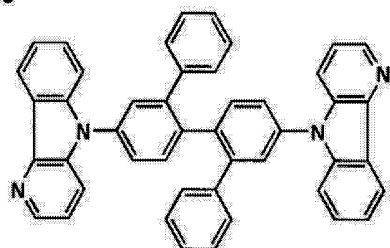


[0211] [化55]

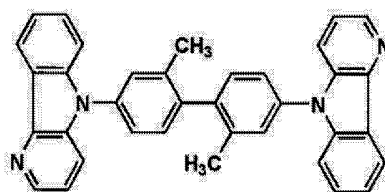
147**148****149**

[0212] [化56]

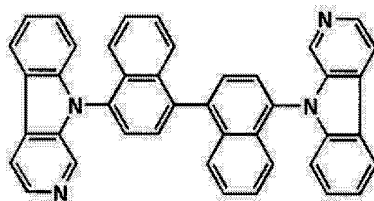
150



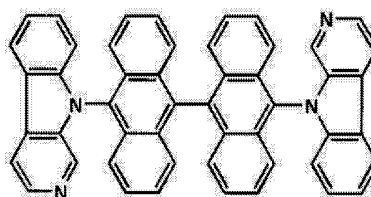
151



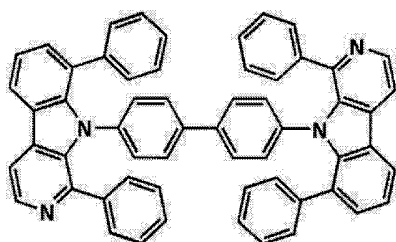
152



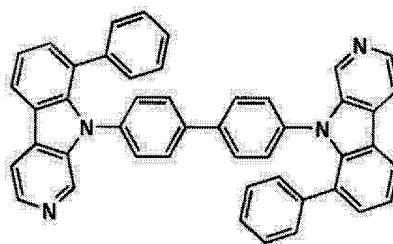
153



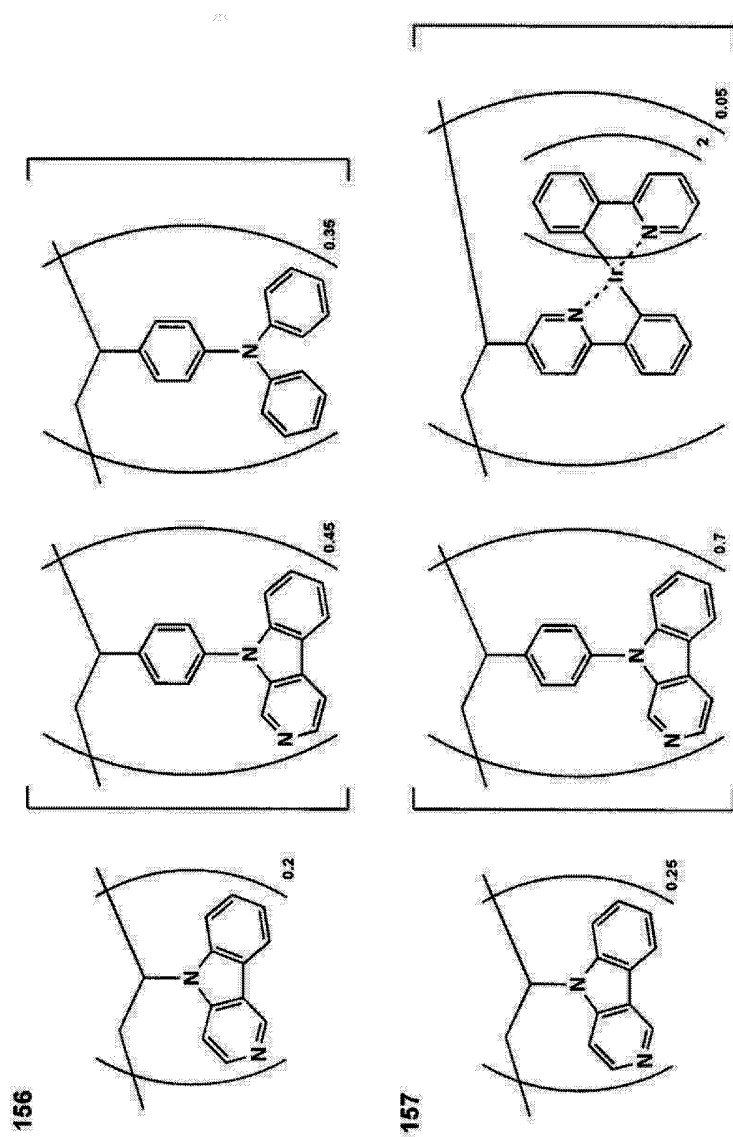
154



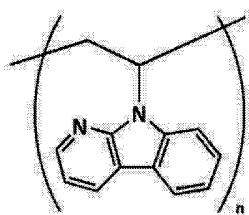
155



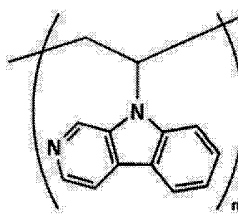
[0213] [化57]



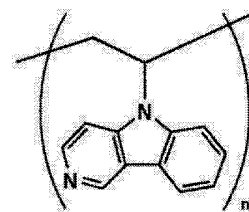
158



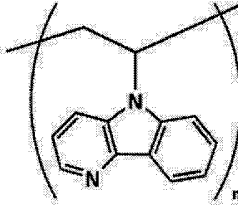
159



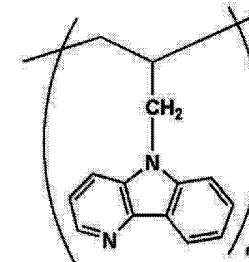
160



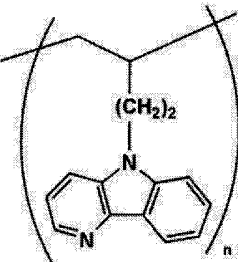
161



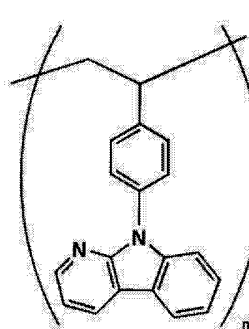
162



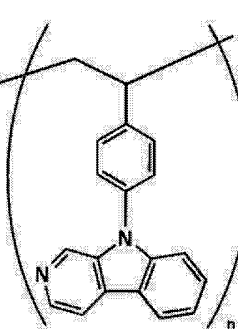
163



164

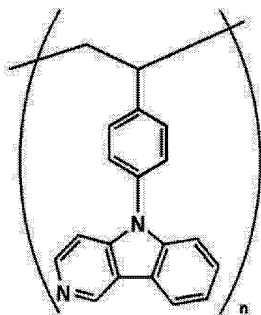


165

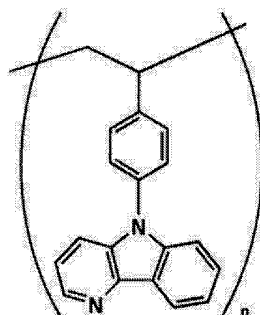


[0215] [化59]

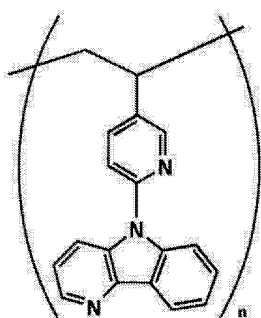
166



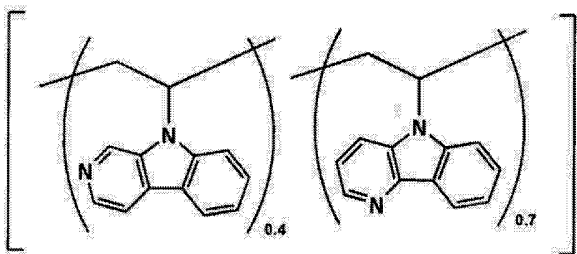
167



168

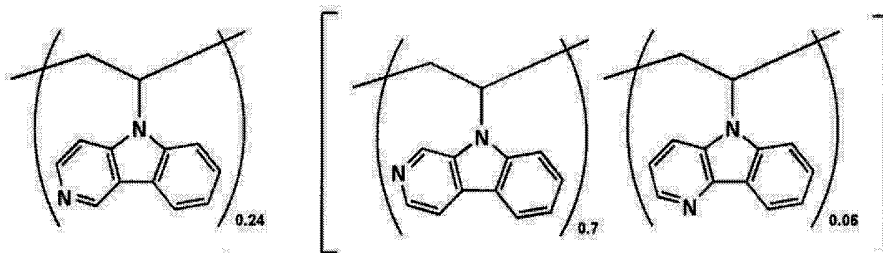


169



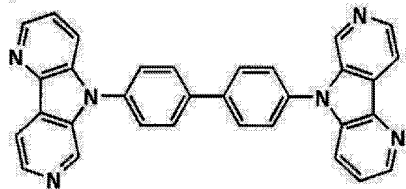
[0216] [化60]

170

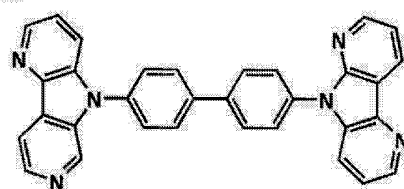


[0217] [化61]

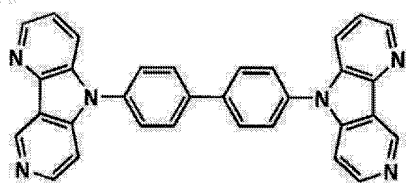
171



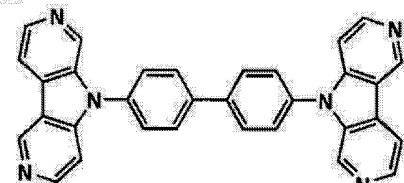
172



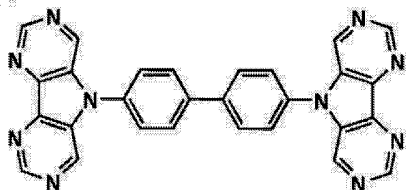
173



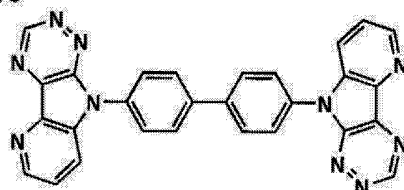
174



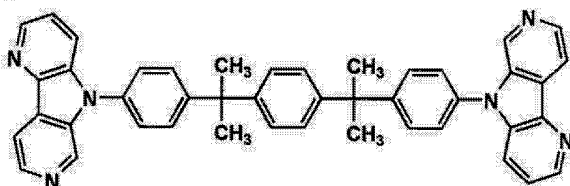
175



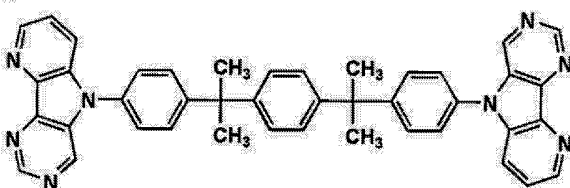
176



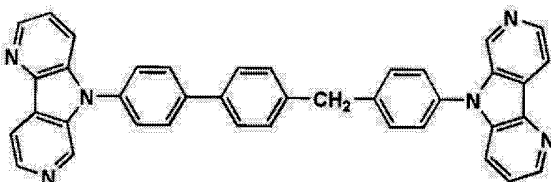
177



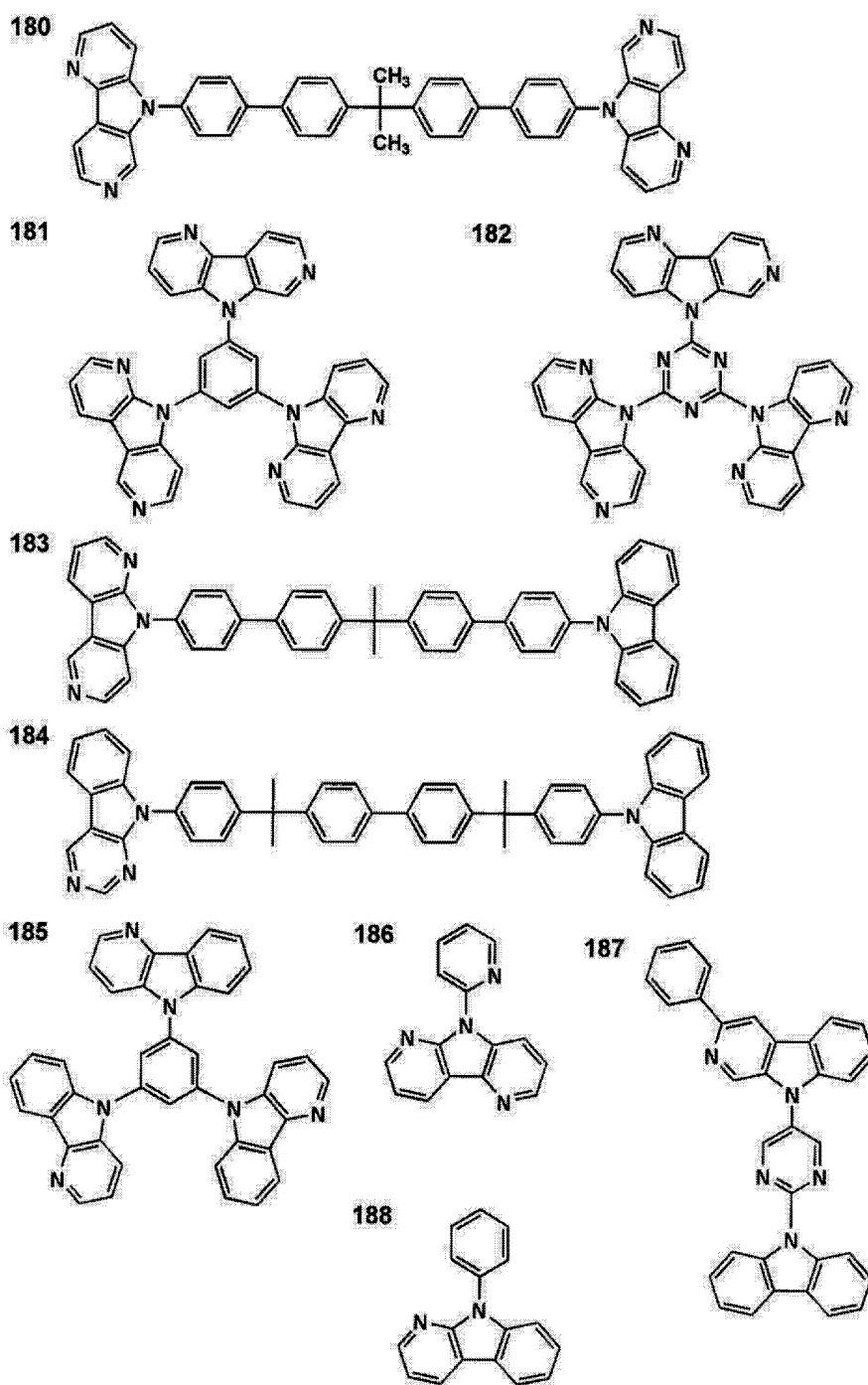
178



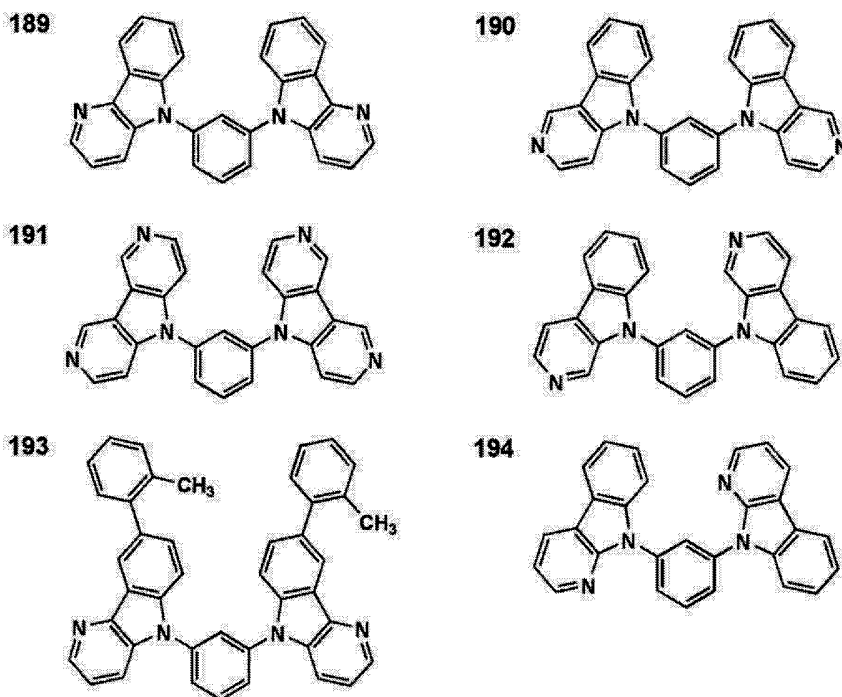
179



[0218] [化62]



[0219] [化63]



[0220] また、本発明に用いられる発光ホストは低分子化合物でも、繰り返し単位をもつ高分子化合物でもよく、ビニル基やエポキシ基のような重合性基を有する低分子化合物(蒸着重合性発光ホスト)でもいい。

[0221] 発光ホストとしては、正孔輸送能、電子輸送能を有しつつ、且つ、発光の長波長化を防ぎ、高T_g(ガラス転移温度)である化合物が好ましい。

[0222] 発光ホストの具体例としては、以下の文献に記載されている化合物が好適である。
例えば、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2002-334787号公報、同2002-15871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2

002-280183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。

[0223] 《有機EL素子の構成》

本発明の有機EL素子の層構成、単一層Aの領域構成等について説明する。

[0224] 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。尚、下記の層構成において、単一層Aは、全領域のいずれの領域においても、上記の共通ホスト材料が各層当たり、0.1質量%以上含有している。(i)陽極／単一層A(正孔輸送領域、発光領域、非ドープ領域)／陰極(ii)陽極／単一層A(正孔輸送領域、非ドープ領域、発光領域、非ドープ領域、電子輸送領域)／陰極(iii)陽極／単一層A(正孔輸送領域、発光領域、非ドープ領域、電子輸送領域)／陰極(iv)陽極／単一層A(正孔輸送領域、発光領域、非ドープ領域、電子注入領域)／陰極(v)陽極／正孔注入層／単一層A(正孔輸送領域、発光領域、非ドープ領域、電子輸送領域)／陰極(vi)陽極／正孔注入層／単一層A(正孔輸送領域、発光領域、非ドープ領域、電子輸送領域)／電子注入層／陰極

本発明の有機EL素子の層構成においては、下記のような構成、具体的には、

(1) 単一層Aの陽極に近い側から、正孔輸送領域、発光領域が設けられている、

(2) 単一層Aの陰極に近い側から、電子輸送領域、非ドープ領域が設けられている、

(3) 単一層Aの陽極に近い側から、正孔注入領域、正孔輸送領域、発光領域が設けられている、

(4) 単一層Aの陰極に近い側から、電子注入領域、非ドープ領域が設けられている、

等が好ましい層構成の態様の一例としてあげられる。

[0225] ここで、上記の態様(a)を例にとると、単一層Aの陽極に近い側から、正孔輸送領域、発光領域が設けられているとあるが、前記正孔輸送領域に隣接して、前記発光領域が設けられていてもよく、また、後述する非ドープ領域が前記正孔輸送領域と前記発光領域との間に設けられていてもよい。

[0226] このような非ドーピング領域の存在は、その他の好ましい態様、(b)、(c)、(d)においても同様である。

[0227] 《単一層Aの層構成の例》

本発明に有機EL素子に係る単一層Aの構成例を、図7(a)～図7(f)を用いて説明する。各図において、縦軸は、各領域中における材料の質量%を示し、横軸は、単一層Aの膜厚を示す。図7(a)～(f)において、300は単一層Aを表す。

[0228] 図7(a)は、単一層Aの陽極側から陰極側にかけて、正孔輸送領域302、発光領域303、次いで、非ドーピング領域301が設けられている構成の一例である。正孔輸送領域302には、正孔輸送材料302aと共通ホスト材料301aが含まれ、発光領域303には、発光ドーパント303aと共通ホスト材料301aが含まれ、非ドーピング領域301は実質的に共通ホスト材料301aのみから形成されている。

[0229] ここで、実質的とは、領域中の共通ホスト材料301aの含有率が99.9質量%以上であることを示す。

[0230] 図7(b)は、単一層Aの陽極側から陰極側にかけて、正孔輸送領域302、非ドーピング領域301、発光領域303、非ドーピング領域301、次いで、電子輸送領域304が設けられている構成の一例である。正孔輸送領域302、非ドーピング領域301、発光領域303は、図7(a)と同様であり、電子輸送領域304中には、電子輸送材料304aと共通ホスト材料301aが含まれている。

[0231] 図7(c)は、単一層Aの陽極側から陰極側にかけて、正孔輸送領域302、非ドーピング領域301、発光領域303、非ドーピング領域301が設けられている構成の一例である。正孔輸送領域302、非ドーピング領域301、発光領域303の構成は、図7(a)と同様である。

[0232] 図7(d)は、単一層Aの陽極側から陰極側にかけて、正孔注入領域305、正孔輸送領域302、非ドーピング領域301、発光領域303、非ドーピング領域301、次いで、電子注入領域306が設けられている構成の一例である。正孔輸送領域302、非ドーピング領域301、発光領域303は、図7(a)の構成と同様であり、正孔注入領域305には、正孔注入材料305aが含まれ、電子注入領域306には、電子注入材料306aが含まれている。

[0233] 図7(e)は、単一層Aの陽極側から陰極側にかけて、正孔輸送領域302、非ドーブ領域301、青色発光領域307、非ドーブ領域301、緑色発光領域308、非ドーブ領域301、青色発光領域309、次いで、非ドーブ領域301が設けられている構成の一例である。

[0234] ここで、正孔輸送領域302、非ドーブ領域301は、図7(a)に示されている構成と同様であり、青色発光領域307には、青色発光ドーパント307aが、緑色発光領域308には、緑色発光ドーパント308aが、赤色発光領域309には、赤色発光ドーパント309aが各々含有されている。

[0235] 図7(f)は、単一層Aの陽極側から陰極側にかけて、正孔注入領域305、正孔輸送領域302、非ドーブ領域301、青色発光領域307、非ドーブ領域301、緑色発光領域308、非ドーブ領域301、青色発光領域309、非ドーブ領域301、次いで、電子注入領域306が設けられている構成の一例を示している。

[0236] ここで、正孔注入領域305、正孔輸送領域302、非ドーブ領域301、青色発光領域307、緑色発光領域308、赤色発光領域309の各々は、図7(f)の構成と同様であり、青色発光領域307には、青色発光ドーパント307aが、緑色発光領域308には、緑色発光ドーパント308aが、赤色発光領域309には、赤色発光ドーパント309aが各々含有されている。電子注入領域306は、図7(d)と同様であり、電子注入領域306には、電子注入材料306aが含まれている。

[0237] 《正孔輸送領域》

正孔輸送領域とは正孔を輸送する機能を有する正孔輸送材料を含み、広い意味で正孔注入領域、電子阻止領域も正孔輸送領域に含まれる。正孔輸送領域は単層または複数層設けることができる。

[0238] 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。

[0239] 本発明に係る正孔輸送領域には、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、ポリアリーラルカン誘導体、ピラゾリン誘導体及びピラゾロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリーラルアミン誘導体、アミノ置換カルボン誘導体、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の従来公知の材料を用いてもよい。

[0240] 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。

[0241] 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' -ビフェニル]-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' -ジアミノビフェニル; 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' -ジアミノビフェニル; 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、さらには、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]ビフェニル(NPD)、特開平4-308688号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(MTDAT A)等が挙げられる。

[0242] さらに、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。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。

- [0243] 正孔輸送領域は、上記正孔輸送材料を、例えば真空蒸着法を用いることにより好ましく形成できるが、その他、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。正孔輸送領域の膜厚については特に制限はないが、通常は5nm～5 μ m程度、好ましくは5nm～200nmである。この正孔輸送領域は、上記材料の1種または2種以上と、共通ホスト材料とを含む一層構造であつてもよい。
- [0244] 又、不純物ドーブしたp性の高い正孔輸送領域を用いることも出来る。その例としては、特開平4-297076号公報、特開2000-196140号公報、特開2001-102175号公報、J. Appl. Phys. , 95, 5773 (2004)などに記載されたものが挙げられる。
- [0245] 本発明においては、このようなp性の高い正孔輸送領域を用いることが、より低消費電力の素子を作製することができるため好ましい。
- [0246] また、本発明の有機EL素子の発光効率向上、パワー効率向上の観点から、正孔輸送領域中の上記共通ホスト材料の含有量は、0.1質量%～10質量%の範囲になるように調整されることが好ましい。
- [0247] 《電子輸送領域》
- 本発明に係る電子輸送領域は、陰極より注入された電子を発光領域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る。また、電子輸送領域とは電子を輸送する機能を有する材料を含有し、広い意味で電子注入領域(領域を層といつてもよい)、正孔阻止領域(領域を層といつてもよい)も電子輸送領域(領域を層といつてもよい)に含まれる。電子輸送領域は単層または複数領域(領域を層といつてもよい)設けることができる。
- [0248] この電子輸送領域の形成に用いられる材料(以下、電子輸送材料という)の例としては、ニトロ置換フルオレン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、チオピランジオキシド誘導体、ナフタレンペリレン等の複素環テトラカルボン酸無水物、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

性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。

[0249] 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。

[0250] または、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_3)、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-ジブロモ-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。

[0251] その他、メタルフリーまたはメタルフタロシアニン、更には、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、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、正孔注入領域、正孔輸送領域と同様に、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。

[0252] この電子輸送領域は、上記化合物を、例えば真空蒸着法による形成が好ましいが、その他にも、スピコート法、キャスト法、LB法等の公知の薄膜形成法を適用して製膜、形成することが可能である。

[0253] また、また、本発明の有機EL素子の発光効率向上、パワー効率向上の観点から、電子輸送領域中の上記共通ホスト材料の含有量は、0.1質量%~10質量%の範囲になるように調整されることが好ましい。

[0254] 又、不純物ドーピングしたn性の高い電子輸送領域を用いることも出来る。その例としては、特開平4-297076号公報、特開2000-196140号公報、特開2001-102175号公報、J. Appl. Phys. , 95, 5773(2004)などに記載されたものが挙げられる。

[0255] 本発明においては、このようなn性の高い電子輸送領域を用いることがより低消費電力の素子を作製することができるため好ましい。

[0256] (電子輸送領域の膜厚)

電子輸送領域は、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。電子輸送領域の膜厚については特に制限はないが、通常は5nm～5 μ m程度、好ましくは5nm～200nmである。電子輸送領域は、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。

[0257] 《発光領域》

本発明に係る発光領域について説明する。

[0258] 本発明に係る発光領域は、電極または電子輸送領域、正孔輸送領域等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領域内であっても発光領域と隣接領域(隣接層といってもよい)との界面であってもよい。

[0259] 本発明に係る発光領域に含有される、共通ホスト材料としては、従来公知の有機EL素子に用いられる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。これらの公知のホスト化合物としては、正孔輸送能(機能的に正孔阻止能を持ってもよい)、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。

[0260] 発光領域は、例えば、下記のリン光発光性化合物、蛍光発光性化合物や、上記の共通ホスト材料等の形成材料を、例えば、真空蒸着法、スピコート法、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できる。

[0261] 発光領域としての膜厚は特に制限はないが、通常は5nm～5 μ m、好ましくは5nm～200nmの範囲で選ばれる。この発光領域は、後述するようなリン光発光性化合物や共通ホスト材料を1種または2種以上含む一つの領域(層といってもよい)でもよいし、あるいは、同一組成または異種組成の複数領域(複数層)からなる積層構造であってもよい。

[0262] また、また、本発明の有機EL素子の発光効率向上、パワー効率向上の観点から、発光領域中の上記共通ホスト材料の含有量は、51質量%～99.9質量%の範囲になるように調整されることが好ましい。

[0263] 《リン光発光性化合物》

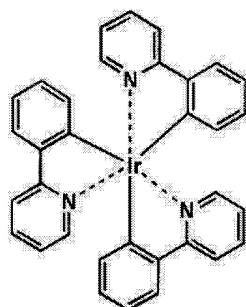
本発明に係るリン光発光性化合物について説明する。

- [0264] 本発明に係るリン光発光性化合物とは、励起三重項からの発光が観測される化合物であり、燐光量子収率が、25℃において0.001以上の化合物である。燐光量子収率は好ましくは0.01以上、更に好ましくは0.1以上である。
- [0265] 上記燐光量子収率は、第4版実験化学講座7の分光IIの398頁(1992年版、丸善)に記載の方法により測定できる。溶液中での燐光量子収率は種々の溶媒を用いて測定できるが、本発明に係る燐光性化合物は、任意の溶媒の何れかにおいて上記燐光量子収率が達成されることが好ましい。
- [0266] 本発明に係る共通ホスト材料の最低励起三重項エネルギー準位T1は、発光ドーパントの最低励起三重項エネルギー準位T2よりも高いことが好ましく、更に好ましくは、発光ドーパントの最低励起三重項エネルギー準位T2の1.05～1.38倍である。
- [0267] 更に、共通ホスト材料の最低励起三重項エネルギー準位は、284.9kJ/mol～377.1kJ/molの範囲にあることが好ましい。
- [0268] また、リン光発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発光性化合物に移動させることでリン光発光性化合物からの発光を得るというエネルギー移動型、もう一つはリン光発光性化合物がキャリアトラップとなり、リン光発光性化合物上でキャリアの再結合が起こり、リン光発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、リン光発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好ましい。
- [0269] 本発明においては、リン光発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、リン光発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。
- [0270] このようなリン光発光波長を有するものとしては、青色に発光する有機EL素子や白色に発光する有機EL素子が挙げられるが、これらの素子はより発光電圧を抑え、低

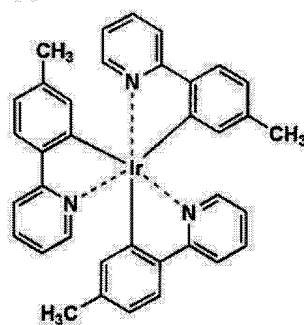
消費電力で作動させることができる。

- [0271] また、リン光発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。リン光発光性化合物の種類、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。
- [0272] 本発明に係るリン光発光性化合物としては、下記に示すりん光発光を示す有機金属錯体(リン光発光性化合物ともいう)の中から適宜選択して用いることが好ましい。
- [0273] 例えば、特開2001-247859号公報に記載のイリジウム錯体、国際公開第00/70,655号パンフレット16～18ページに挙げられるような式で表される、例えば、トリス(2-フェニルピリジン)イリジウム等やオスmium錯体、あるいは2, 3, 7, 8, 12, 13, 17, 18-オクタエチル-21H, 23H-ポルフィリン白金錯体のような白金錯体もドーパントとして挙げられる。ドーパントとしてこのようなリン光発光性化合物を用いることにより、内部量子効率の高い発光有機EL素子を実現できる。
- [0274] 本発明に用いられるリン光発光性化合物としては、好ましくは元素周期表の第8族、第9族または第10族に属するいずれか1種の金属を含有する錯体系化合物が好ましいが、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)、希土類錯体である。
- [0275] 以下に、リン光発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。
- [0276] [化64]

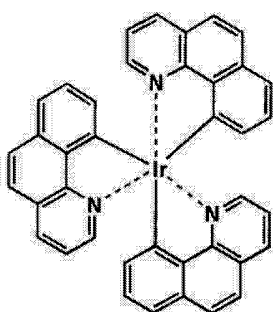
Ir-1



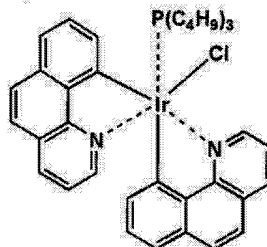
Ir-2



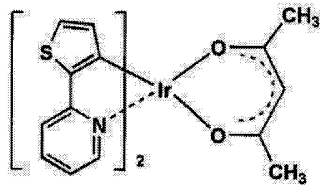
Ir-3



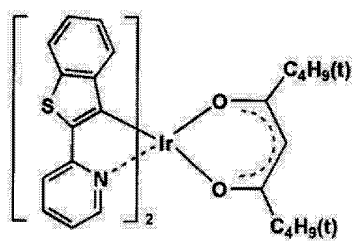
Ir-4



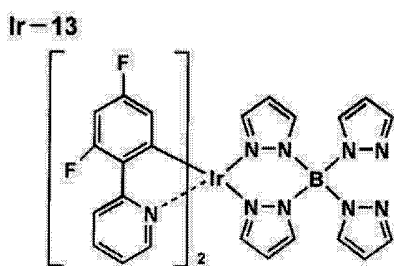
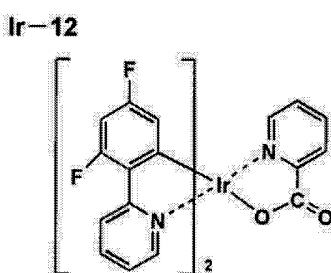
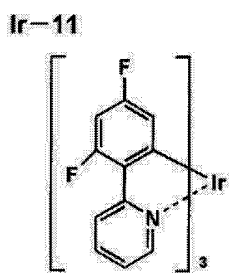
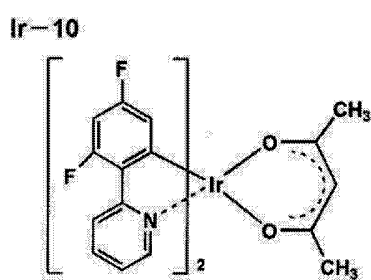
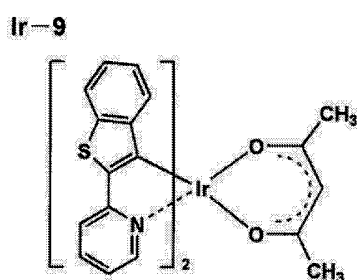
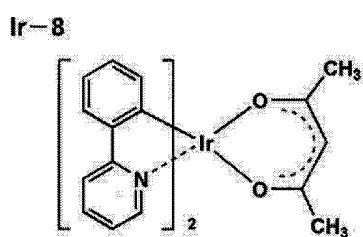
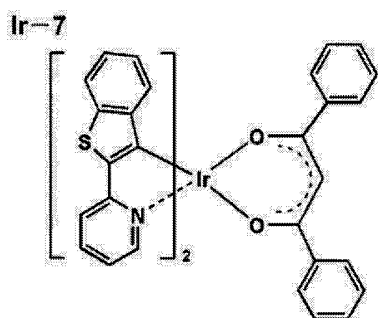
Ir-5



Ir-6



[0277] [化65]



[0278] また、上記の各有機金属錯体は、単独で用いてもよく、2種以上の化合物を併用して用いてもよい。尚、これらの化合物は、例えば、Inorg. Chem. 40巻、1704～1711に記載の方法等を参照することにより合成可能である。

[0279] 本発明のリン光発光性化合物としては、励起三重項からの発光が青色である、いわゆる、青色発光ドーパントとして下記のような青色発光性オルトメタル錯体が好ましく用いられる。

- [0280] 本発明に用いられるリン光発光性化合物は、例えばOrganic Letter誌、vol3、No. 16、p2579～2581(2001)、Inorganic Chemistry、第30巻、第8号、1685～1687ページ(1991年)、J. Am. Chem. Soc.、123巻、4304ページ(2001年)、Inorganic Chemistry、第40巻、第7号、1704～1711ページ(2001年)、Inorganic Chemistry、第41巻、第12号、3055～3066ページ(2002年)、New Journal of Chemistry.、第26巻、1171ページ(2002年)、更に、これらの文献中に記載の参考文献等の方法を適用することにより合成できる。
- [0281] このほかにも、例えば、J. Am. Chem. Soc. 123巻4304～4312頁(2001年)、国際公開第00/70655号パンフレット、同第02/15645号パンフレット、特開2001-247859号公報、同2001-345183号公報、同2002-117978号公報、同2002-170684号公報、同2002-203678号公報、同2002-235076号公報、同2002-302671号公報、同2002-324679号公報、同2002-332291号公報、同2002-332292号公報、同2002-338588号公報等に記載の一般式であげられるイリジウム錯体、あるいは、具体的例として挙げられるイリジウム錯体、特開2002-8860号公報記載の式(IV)で表されるイリジウム錯体等が挙げられる。
- [0282] 《蛍光発光性化合物》
本発明に用いられる蛍光発光性化合物について説明する。
- [0283] 本発明に係る発光領域は、上記の共通ホスト材料以外にも、さらに蛍光極大波長を有するホスト化合物を共通ホスト材料として含有していてもよい。この場合、他のホスト化合物とリン光発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、ポリチオフエ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。

- [0284] 本明細書の発光する色は、「新編色彩科学ハンドブック」(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。
- [0285] 《電子注入領域》
- 本発明に係る電子注入領域は、本発明の有機EL素子の発光効率向上、パワー効率向上の観点から、電子輸送領域中の上記共通ホスト材料の含有量は、0.1質量%～10質量%の範囲になるように調整されることが好ましい。
- [0286] 《非ドープ領域(中間層、中間領域ともいう)》
- 本発明に係る非ドープ領域について説明する。
- [0287] 本発明に係る非ドープ領域とは、上記の単一層Aの全領域において、共通ホスト材料は含有しているが、上記の正孔注入領域、正孔輸送領域、発光領域、電子輸送領域、電子注入領域が設けられていない領域を示す。
- [0288] 非ドープ領域と発光領域が各々共通ホスト材料を含有することにより、発光領域－非ドープ領域間の領域間(層間ともいう)の注入障壁が低減され、電圧(電流)を変化させても正孔と電子の注入バランスが保ちやすいという効果が得られた。
- [0289] また、電圧(電流)をかけたときの色ずれが改善されるという効果が得られることも判った。更に、非ドープ領域に共通ホスト材料を用いることで、従来の有機EL素子作製の大きな問題点である、素子作製の煩雑さをも併せて解消することが出来た。
- [0290] 更に、上記のように、共通ホスト材料の最低励起三重項エネルギー準位T1が、リン光発光性化合物の最低励起三重項エネルギー準位T2よりも高い励起三重項エネルギーを有する材料を用いることで、発光領域の三重項励起子を効果的に発光領域に閉じ込め高効率な素子を得られることが判った。
- [0291] 非ドープ領域を構成する材料としては、公知の材料を本発明に係る共通ホスト材料と併せて用いてもよい。発光領域に含有するリン光発光性化合物の中で最も大きな励起3重項エネルギーを有するリン光発光性化合物よりも大きな励起3重項エネルギーを有する材料を共通ホスト材料として選択することが好ましい。
- [0292] 例えば青・緑・赤の3色白色素子において各々の発光材料にリン光発光性化合物

を用いる場合、青色のリン光発光性化合物の励起3重項エネルギーが一番大きい。

[0293] この青色リン光発光性化合物よりも大きい励起3重項エネルギーを有する共通ホスト材料を用いることが好ましい。

[0294] 本発明の有機EL素子においては、共通ホスト材料はキャリアの輸送を担うため、キャリア輸送能を有する材料が好ましい。キャリア輸送能を表す物性としてキャリア移動度が用いられるが、有機材料のキャリア移動度は一般的に電界強度に依存性が見られる。電界強度依存性の高い材料は正孔と電子注入・輸送バランスを崩しやすい。中間層材料、ホスト材料は移動度の電界強度依存性の少ない材料を用いることが好ましい。

[0295] また、一方では、正孔や電子の注入バランスを最適に調整するためには、非ドープ領域は、阻止領域即ち、正孔阻止領域、電子阻止領域として機能することも好ましい態様としてあげられる。

[0296] （正孔阻止領域として機能する場合）

正孔阻止領域（層といってもよい）とは広い意味では電子輸送領域（層といってもよい）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。

[0297] 正孔阻止領域は、正孔輸送領域から移動してくる正孔を陰極に到達するのを阻止する役割と、陰極から注入された電子を効率よく発光領域の方向に輸送することができる化合物により形成される。正孔阻止領域を構成する材料に求められる物性としては、電子移動度が高く正孔移動度が低いこと、及び正孔を効率的に発光領域内に閉じこめるために、発光領域のイオン化ポテンシャルより大きいイオン化ポテンシャルの値を有するか、発光領域のバンドギャップより大きいバンドギャップを有することが好ましい。正孔阻止材料としては、スチリル化合物、トリアゾール誘導体、フェナントロリン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ボロン誘導体の少なくとも1種を用いることも本発明の効果をj得るうえで有効である。

[0298] その他の化合物例として、特開2003-31367号公報、同2003-31368号公報、特許第2721441号明細書等に記載の例示化合物が挙げられる。

[0299] (電子阻止領域として機能する場合)

一方、電子阻止領域として機能する場合の電子阻止とは、広い意味では正孔輸送であり、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を非ドーパ領域に含み、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。

[0300] この正孔阻止層、電子阻止層は、上記材料を、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、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。

[0301] 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(バッファ層ともいう)について説明する。

[0302] 《注入層(電子注入層、正孔注入層)》

本発明の有機EL素子においては、陽極と単一層Aの間に、正孔注入層を設け、前記正孔注入層が、前記単一層Aの正孔輸送領域に含まれる正孔輸送材料とは異なる正孔輸送材料Aを含むことが好ましい。

[0303] また、陰極と単一層Aの間に、電子注入層を設け、前記電子注入層が、前記単一層Aの電子輸送領域に含まれる電子輸送材料とは異なる材料Aを含むことが好ましい。

[0304] 上記の注入層(電子注入層、正孔注入層)は、陰極バッファ層(電子注入層)と陽極バッファ層(正孔注入層)ともいい、素子の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・ディー・エス社発行)」の第2編第2章「電極材料」(123～166頁)に記載の種々の材料を用いることが出来る。

[0305] 本発明に係る正孔注入層の形成材料としては、前記単一層Aの正孔輸送領域に含まれる正孔輸送材料とは異なる正孔輸送材料が用いられるが、例えば、特開平9-45479号公報、同9-260062号公報、同8-288069号公報等に記載の化合物を用いることが出来る。また、具体例としては、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の構成材料を挙げることが出来る。

- [0306] 本発明に係る電子注入層(陰極バッファ層)の形成材料としては、前記単一層Aの電子輸送領域に含まれる電子輸送材料とは異なる材料が用いられるが、例えば、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~5 μ mの範囲が好ましい。

- [0307] 《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サイド(ITO)、SnO₂、ZnO等の導電性透明材料が挙げられる。また、IDIXO(In₂O₃-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 μ m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 /□以下が好ましい。さら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。

- [0308] 《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。

- [0309] 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 $\Omega/\square$ 以下が好ましく、膜厚は通常10nm～5 μm 、好ましくは50nm～200nmの範囲で選ばれる。なお、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。
- [0310] また、陰極に上記金属を1nm～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することができ、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。
- [0311] 《基体(基板、基材、支持体、基盤等ともいう)》
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。
- [0312] 本発明の有機EL素子に係る基体としては、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。
- [0313] 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)等を有するフィルム等が挙げられる。また、樹脂フィルムの表面には、無機物または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。
- [0314] 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。

[0315] また、カラーフィルタ等の色相改良フィルタ等を併用しても、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を併用してもよい。色変換フィルタを用いる場合においては、有機EL素子の発光の $\lambda_{\max}$ は480nm以下が好ましい。

[0316] 《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／単一層A(陽極側から、正孔注入領域、正孔輸送領域、非ドープ領域、発光領域、非ドープ領域、次いで、電子注入領域)／陰極からなる有機EL素子の作製法について説明する。

[0317] 尚、この作製例では説明しないが、本発明では、陽極と単一層Aとの間に、正孔注入層、陰極と単一層Aとの間に、電子注入層を設ける態様が好ましい態様としてあげられる。

[0318] 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、1 μ m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、この上に単一層Aを設け、その際、陽極側から、正孔注入領域、正孔輸送領域、非ドープ領域、発光領域、非ドープ領域、次いで、電子注入領域を有するように単一層Aを形成させる。

[0319] この単一層Aの形成方法としては、前記の如く蒸着法、ウェットプロセス(スピンコート法、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、スピンコート法、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。

[0320] 特に単一層Aの形成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～5 μ m、好ましくは5nm～200nmの範囲で適宜選ぶことが望ましい。

[0321] 前記単一層Aを形成後、その上に陰極用物質からなる薄膜を、1 μ m以下好ましく

は50～200nm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。

[0322] 有機EL素子の作製は、一回の真空引きで一貫して、単一層Aの全領域(正孔注入領域、正孔輸送領域、非ドーブ領域、発光領域、非ドーブ領域、次いで、電子注入領域)までを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。

[0323] 本発明の多色の表示装置は、発光領域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、スプレー法、印刷法等で膜を形成できる。

[0324] 発光領域のみパターニングを行う場合、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ニングを用いてもよい。また、作製順序を逆にして、陰極側から、上記の単一層Aを形成してもよい。

[0325] 《単一層Aの製造例》

ここで、図7(d)に記載の単一層Aの製造方法の一例を図8を用いて説明する。

[0326] 図7(d)に示す単一層Aを作製するためには、例えば、図8に示すように、共通ホスト材料301a、正孔注入材料305a、正孔輸送材料302a、発光ドーパント303a、電子注入材料306aの各々の蒸着用るつぼ203a～203eを材料の種類に応じて、5つの蒸着源(加熱ボートでもよい)として用意する。但し、共通ホスト材料204a以外に複数の共通ホスト材料(複数の化合物ともいう)を用いる場合には、前記複数の化合物の種類に対応して別途蒸着源を用意する。

[0327] それぞれの蒸着源は加熱することで、それぞれの材料の蒸着速度を適切になるように調節するので、そのために蒸着を適宜シャッター202a～202eにより遮ることが可能なように設定されている。

[0328] また、図7(d)に示す単一層Aは、図8に示す基体201(基盤、基板、基材、支持体等ともいう)上に形成されるが、前記基体201上には、陽極が形成されていてもよく、また、前記陽極上にその他、有機EL素子の構成層が設けられていてもよい。

[0329] 共通ホスト材料301aが充填されている蒸着ルツボ203aのシャッター202aは随時

開放であり、その他の材料のシャッター202b～202eを必要に応じ開閉することで共蒸着条件を調整することができる。

- [0330] 正孔注入材料305a用の蒸着るつぼ203eのシャッター202eを開放にしている場合は、図7(d)に示す単一層Aの正孔注入領域305を蒸着形成しているときであり、共通ホスト以外の材料のシャッター202b～202eをすべて閉じれば、単一層Aの領域として、共通ホスト材料301aから形成された非ドープ領域301を形成することができる。
- [0331] 図7(d)に示す単一層Aを作製する場合、まず共通ホスト材料301aと正孔注入材料305aが充填されている蒸着用るつぼ203a、203eの各々のシャッター202a、202eを開放し、共通ホスト材料301aと正孔注入材料305aの正孔注入領域305中での存在比率が所望の比率となるように共蒸着し正孔注入領域305を形成する。なお、図8に示す200aおよび200eは、それぞれ、シャッター202a、202e開放時の共通ホスト材料301aと正孔注入材料305aの蒸着範囲を表す。
- [0332] また、所望の膜厚になったら、共通ホスト材料301aの蒸着ルツボ203aのシャッター202aは開放したままで、正孔注入材料305aが充填されている蒸着ルツボ203eのシャッター202eを閉じ、正孔輸送材料302aが充填されている蒸着ルツボ203dのシャッター202dを開放する。
- [0333] 共通ホスト材料301aと正孔輸送材料302aとの混合比率を所望の比率となるように共蒸着して正孔輸送領域302を形成し、所望の膜厚になったら共通ホスト材料301aのシャッター202aは開放したまま正孔輸送材料302aが充填されている蒸着ルツボ203dのシャッター202dを閉じ、キャリアの注入バランスが最適になるように、非ドープ領域301を形成する。
- [0334] 次に、発光ドーパント303aが充填されている蒸着ルツボ203cのシャッター202cを開放する。共通ホスト材料301aと発光ドーパント303aの混合比率がを所望の比率となるように共蒸着して発光領域303を形成し、所望の膜厚になったら共通ホスト材料301aが充填されている蒸着ルツボ203aのシャッター202aは開放したまま発光ドーパント303aが充填されている蒸着ルツボ203cのシャッター202cを閉じ、共通ホスト材料のみの領域、非ドープ領域301(この領域は、正孔阻止の機能をもつように膜厚

等を調整することが好ましい)を形成する。

[0335] 所望の膜厚になったら電子注入材料306aが充填されている蒸着ルツボ203bのシャッター202bを開放し、所望の比率となるように共蒸着して電子注入領域306を形成する。

[0336] 複数の発光領域を設ける場合や、複数の発光ドーパントを共蒸着する場合には、さらに発光ドーパント用のるつぼを設置して、上記の要領で発光領域をさらに設ければよい。励起子の閉じ込めや色ずれ防止のために、発光領域と発光領域のあいだに共通ホストのみの領域(非ドーパ領域)を設ける場合にも、共通ホスト以外のシャッターを閉じるだけでよい。

[0337] また、さらに簡便な方法としては、並列に並べた蒸着源(図示していない)から、共通ホスト材料301a、正孔注入材料305a、正孔輸送材料302a、発光ドーパント303a、電子注入材料306aを蒸着する方法も有効である。基板を所定のスピードにて動かすことで同様の素子構成を作製することができる。

[0338] これも、単一層Aに共通ホスト材料Aを含有するようにすることにより達成できる製造方法である。

[0339] 《表示装置、照明装置》

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 $\lambda_{\max}$ は480nm以下であることが好ましい。

[0340] 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。

[0341] 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。

[0342] 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ックス(パッシブマトリックス)方式でもアクティブマトリックス方式でもどちらでもよい。

[0343] 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。

[0344] 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。

[0345] 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。

[0346] 本発明の有機EL素子を構成として有する表示装置の一例を図面に基づいて説明する。

[0347] 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。

[0348] 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。

[0349] 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。

[0350] 図2は、表示部Aの模式図を表す。

[0351] 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。

[0352] 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)。

[0353] 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。

[0354] 次に、画素の発光プロセスを説明する。

[0355] 図3は、画素の模式図を表す。

[0356] 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。

[0357] 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。

[0358] 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に電流が供給される。

- [0359] 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。
- [0360] 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。
- [0361] 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。
- [0362] 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。
- [0363] 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素子が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。
- [0364] 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。
- [0365] 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。
- [0366] 本発明の有機EL素子材料は、また、照明装置として、実質白色の発光を生じる有機EL素子に適用可能である。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良いし、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良い。

[0367] 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良いが、本発明に係わる白色有機エレクトロルミネ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。

[0368] 複数の発光色を得るための有機エレクトロルミネセンス素子の層構成としては、複数の発光ドーパントを、一つの発光領域中に複数存在させる方法、複数の発光領域を有し、各発光領域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ックス状に形成する方法等が挙げられる。

[0369] 本発明に係わる白色有機エレクトロルミネ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ニングを施してもよい。パターニングする場合は、電極のみをパターニングしてもいいし、電極と発光領域をパターニングしてもいいし、素子全層をパターニングしてもいい。

[0370] 発光領域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ことで白色化すれば良い。

[0371] このように、本発明の白色発光有機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、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の表示装置にも有用に用いられる。

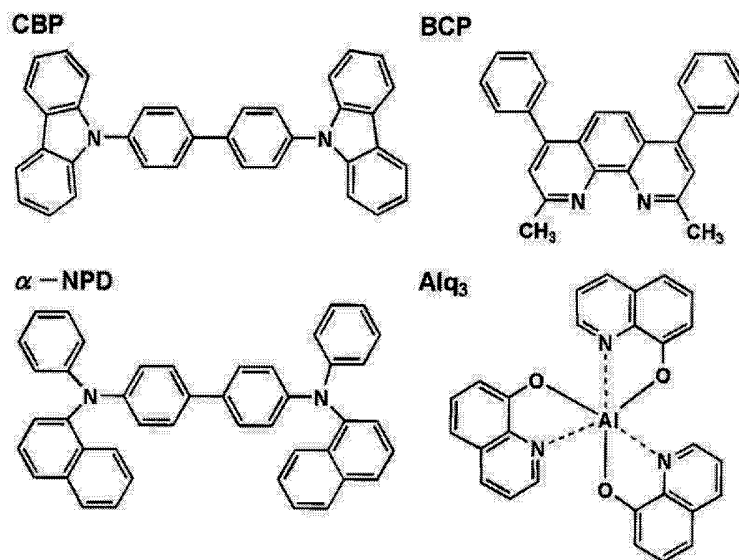
[0372] その他、時計等のバックライト、看板広告、信号機、光記憶媒体等の光源、電子写真複写機の光源、光通信処理機の光源、光センサーの光源等、更には表示装置を必要とする一般の家庭用電気器具等広い範囲の用途が挙げられる。

実施例

[0373] 以下、実施例を挙げて、本発明を説明するが、本発明はこれらに限定されない。ま

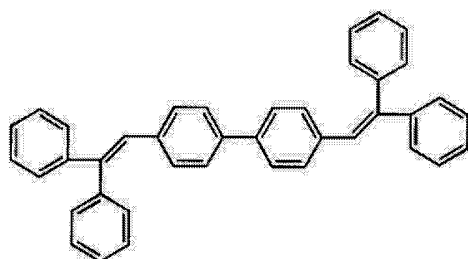
た、実施例に用いられる化合物の一覧を下記に示す。

[0374] [化66]

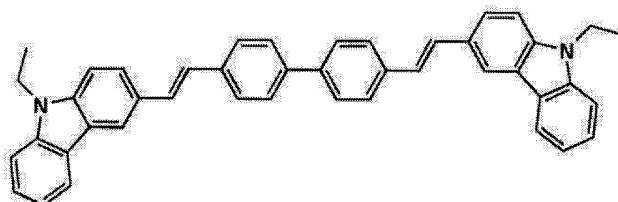


[0375] [化67]

DPVBi

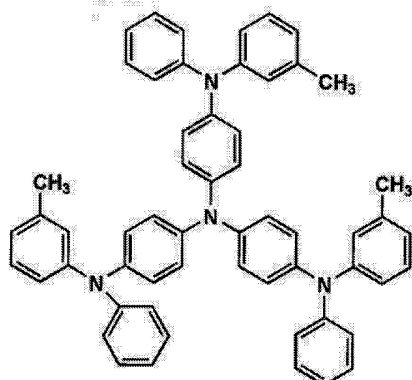


BCzVBi



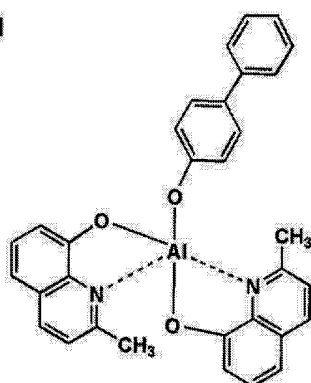
[0376] [化68]

m-MTDATA



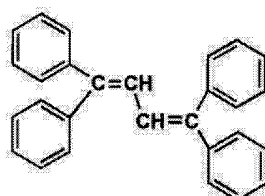
[0377] [化69]

Balq

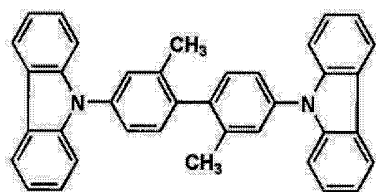


[0378] [化70]

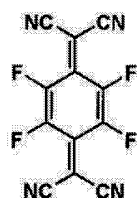
TPB



[0379] [化71]

CDBP

[0380] [化72]

F4-TCNQ

[0381] 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ンド）を100nm製膜した基板（NHテクノグラス社製NA45）にパターンニングを行った後、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、乾燥窒素ガスで乾燥し、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た。ただし、蒸着装置内の蒸着用るつぼは図8のように設定し、それぞれに α -NPD、化合物189、Ir-1を各々素子作製に最適の量充填した。蒸着用るつぼはモリブデン性抵抗加熱用材料で作製されたものを用いた。

[0382] 次いで、真空槽を 4×10^{-4} Paまで減圧した後、 α -NPD、化合物189、Ir-1の入った前記蒸着用るつぼに通電して加熱し、表1、表2に記載の材料比率（混合比率ともいう）になるように共蒸着または単独蒸着を行い、単一層Aを成膜した。尚、蒸着時の基板温度は室温であった。

[0383] 引き続き、マグネシウムと銀を10:1のモル比で蒸着して陰極を形成し、有機EL素子1-1を作製した。

[0384] 《有機EL素子1-2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ンド)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、乾燥窒素ガスで乾燥し、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た。ただし、蒸着装置内の蒸着用るつぼは図8のように設定し、それぞれにCuPc(銅フタロシアニン)、 α -NPD、化合物189、Ir-1、Alq₃を各々素子作製に最適の量充填した。蒸着用るつぼはモリブデン性抵抗加熱用材料で作製されたものを用いた。

[0385] 次に、真空槽を 4×10^{-4} Paまで減圧した後、CuPcの入った前記蒸着用るつぼに通電して加熱し、蒸着速度0.1nm/秒で透明支持基板に蒸着し20nmの正孔注入層を設けた。

[0386] 更に、 α -NPD、化合物189、Ir-1の入った前記蒸着用るつぼに通電して加熱し、表1、表2に記載の混合比で共蒸着または単独蒸着して単一層Aを成膜した。

[0387] さらにAlq₃の入った前記蒸着用るつぼに通電して加熱し、蒸着速度0.1nm/秒で単一層A条上に蒸着して電子輸送層を設けた。

[0388] なお、蒸着時の基板温度は室温であった。

[0389] 引き続き電子注入層としてフッ化リチウム0.5nmを蒸着し、更に、アルミニウム110nmを蒸着して陰極を形成し、有機EL素子1-2を作製した。

[0390] 《有機EL素子1-3～1-5の作製》

有機EL素子1-2の作製において、材料、膜厚、質量比を表1、表2に記載のように変更した以外は同様にして、有機EL素子1-3～1-5を作製した。

[0391] 《有機EL素子1-6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ンド)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、乾燥窒素ガスで乾燥し、UVオゾン洗浄を5分間行なった。

[0392] この透明支持基板上にポリ(3,4-エチレンジオキシチオフエン)-ポリスチレンス

ルホネート(PEDOT/PSS:Bayer社製、Baytron P Al 4083)を純水で70%に希釈した溶液を3000rpm、30秒でスピコート法により成膜した後、200℃にて1時間乾燥し、30nmの正孔注入層を設けた。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た。ただし、蒸着装置内の蒸着用つばは図8のように設定し、それぞれに α -NPD、化合物189、Ir-1、Alq₃を各々素子作製に最適の量充填した。蒸着用つばはモリブデン性抵抗加熱用材料で作製されたものを用いた。

[0393] 次に、真空槽を 4×10^{-4} Paまで減圧した後、 α -NPD、化合物189、Ir-1の入った前記蒸着用つばに通電して加熱し、表1、表2に記載の混合比になるように、共蒸着または単独蒸着して単一層Aを成膜した。

[0394] さらにAlq₃の入った前記蒸着用つばに通電して加熱し、蒸着速度0.1nm/秒で単一層A上に蒸着して電子輸送層を設けた。尚、蒸着時の基板温度は室温であった。

[0395] 引き続き電子注入層としてフッ化リチウム0.5nmを蒸着し、更に、アルミニウム110nmを蒸着して陰極を形成し、有機EL素子1-6を作製した。

[0396] 《有機EL素子1-7、1-8の作製》

有機EL素子1-1においてAlq₃をBCP:Cs(75:25)に変更し、LiFを蒸着しなかった以外は同様にして有機EL素子1-7を作製した。また、有機EL素子1-7の作製において共通ホスト材料を化合物189からCDBPに変更した以外は1-7と同様にして有機EL素子1-8を作製した。

[0397] 《有機EL素子1-9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ンド)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、乾燥窒素ガスで乾燥し、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た。ただし、蒸着装置内の蒸着用つばは図8のように設定し、それぞれにCuPc(銅フタロシアニン)、 α -NPD、化合物189、Ir-1、Alq₃を各々素子作製に最適の量充填した。蒸着用つばは

モリブデン性抵抗加熱用材料で作製されたものを用いた。次いで、真空槽を 4×10^{-4} Paまで減圧した後、CuPc(銅フタロシアニン)、 α -NPD、化合物189、Ir-1、Alq₃の入った前記蒸着用るつぼに通電して加熱し、表1、表2に記載の混合比になるように、共蒸着または単独蒸着して単一層Aを成膜した。尚、蒸着時の基板温度は室温であった。

[0398] 引き続き電子注入層としてフッ化リチウム0.5nmを蒸着し、更に、アルミニウム110nmを蒸着して陰極を形成し、有機EL素子1-9を作製した。

[0399] 《有機EL素子1-10~1-13の作製》

有機EL素子1-9において材料、膜厚、質量比、各領域等を表1、表2に記載のように変更した以外は同様にして有機EL素子1-10~1-13を各々作製した。

[0400] 《有機EL素子1-14の作製》: 単一層Aのない比較例

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ンド)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、乾燥窒素ガスで乾燥し、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た。ただし、蒸着装置内の蒸着用るつぼは図8のように設定し、それぞれにCuPc(銅フタロシアニン)、 α -NPD、Ir-1、Alq₃、LiFを各々素子作製に最適の量充填した。蒸着用るつぼはモリブデン性抵抗加熱用材料で作製されたものを用いた。

[0401] 次いで、真空槽を 4×10^{-4} Paまで減圧した後、CuPcの入った前記蒸着用るつぼに通電して加熱し、蒸着速度0.1nm/秒で透明支持基板に蒸着し20nmの正孔注入層を設けた。

[0402] 更に、 α -NPD、Ir-1、Alq₃、LiFの入った前記蒸着用るつぼに通電して加熱し、 α -NPDの含有量が100%から0%に漸減し、Alq₃+LiFの含有量が0%から100%に漸減する混合比となるように蒸着レートを調整し、またIr-1は常に5質量%となるように共蒸着して混合発光層を設けた。

[0403] 引き続きアルミニウム110nmを蒸着して陰極を形成し、比較例の有機EL素子1-14を作製した。

[0404] 《有機EL素子1-15の作製》: 単一層Aのない比較例

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ンド)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、乾燥窒素ガスで乾燥し、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た。ただし、蒸着装置内の蒸着用るつぼは図8のように設定し、それぞれに α -NPD、Ir-1、Alq₃、BCPを各々素子作製に最適の量充填した。蒸着用るつぼはモリブデン性抵抗加熱用材料で作製されたものを用いた。

[0405] 次いで、真空槽を 4×10^{-4} Paまで減圧した後、 α -NPD、Ir-1、Alq₃の入った前記蒸着用るつぼに通電して加熱し、混合質量比が(47:47:6)となるように共蒸着し、70nmの混合発光層を形成した。その後、 α -NPD、Alq₃、BCPの入った前記蒸着用るつぼに通電して加熱し、混合質量比が(1:1:1)となるように共蒸着し混合層30nmを設ける。引き続き電子注入層としてLiF1nmを蒸着し、更に、アルミニウム110nmを蒸着して陰極を形成し、比較例の有機EL素子1-15を作製した。

[0406] 《有機EL素子1-16の作製》: 単一層Aのない比較例

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ンド)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、乾燥窒素ガスで乾燥し、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た。ただし、蒸着装置内の蒸着用るつぼそれぞれにCuPc(銅フタロシアニン)、 α -NPD、Ir-1、CBP、Alq₃、化合物189を各々素子作製に最適の量充填した。蒸着用るつぼはモリブデン性抵抗加熱用材料で作製されたものを用いた。

[0407] 次いで、真空槽を 4×10^{-4} Paまで減圧した後、CuPcの入った前記加熱ボ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20nmの正孔注入層を設けた。

[0408] 次いで、 α -NPDの入った前記加熱ボートに通電して加熱し、蒸着速度0.1nm

／秒で前記正孔注入層上に蒸着し20nmの正孔輸送層を設けた。更に、CBPとIr-1の入った前記加熱ボートに通電して加熱し、それぞれ蒸着速度0.2nm／秒、0.01nm／秒で前記正孔輸送層上に共蒸着して35nmの発光層を設けた。

[0409] 更に、化合物189の入った前記加熱ボートに通電して加熱し、蒸着速度0.1nm／秒で前記発光層上に蒸着して膜厚10nmの正孔阻止層を設け、更に、Alq₃の入った前記加熱ボ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上に蒸着して膜厚40nmの電子輸送層を設けた。尚、蒸着時の基板温度は室温であった。

[0410] 引き続き電子注入層としてフッ化リチウム0.5nmを蒸着し、更に、アルミニウム110nmを蒸着して陰極を形成し、比較の有機EL素子1-16を作製した。

[0411] [表1]

素子 番号	共通ホスト材料	正孔注入層	単一層 A		
			正孔注入領域	正孔輸送領域	発光領域(膜厚 35nm)
1-1	189	なし	なし	NPD:189(99.5:0.5) 25nm	189:Ir-1(94:6)
1-2	189	CuPc 20nm	なし	NPD:189(99.5:0.5) 20nm	189:Ir-1(94:6)
1-3	74	CuPc 20nm	なし	NPD:74(99.5:0.5) 20nm	74:Ir-1(94:6)
1-4	189	CuPc 20nm	なし	m-MTDATA:189(99.5:0.5) 20nm	189:Ir-1(94:6)
1-5	189	CuPc 20nm	なし	NPD:189(99.5:0.5) 20nm	189:Ir-1(94:6)
1-6	189	PEDOT 30nm	なし	NPD:189(99.5:0.5) 20nm	189:Ir-1(94:6)
1-7	189	CuPc 20nm	なし	NPD:189(99.5:0.5) 20nm	189:Ir-1(94:6)
1-8	CDBP	CuPc 20nm	なし	NPD:CDBP(99.5:0.5) 20nm	CDBP:Ir-1(94:6)
1-9	189	なし	CuPc:189(99:1) 20nm	NPD:189(99.5:0.5) 20nm	189:Ir-1(94:6)
1-10	189	なし	CuPc:189(99:1) 20nm	NPD:189(99.5:0.5) 20nm	189:Ir-1(94:6)
1-11	189	なし	CuPc:189(99:1) 20nm	NPD:189(99.5:0.5) 20nm	189:Ir-1(94:6)
1-12	189	なし	F4-TCNQ:189(1:99) 20nm	NPD:189(99.5:0.5) 20nm	189:Ir-1(94:6)
1-13	189	なし	m-MTDATA:F4-TCNQ:189 (98:1:1) 20nm	NPD:189(99.5:0.5) 20nm	189:Ir-1(94:6)

- ・共通ホスト材料の数値は例示化合物番号を示す。
- ・各領域における、共通ホスト材料の含有比率は質量%表示である。
- ・各層、各領域での膜厚を材料の右側に nm 単位で記載。

[0412] [表2]

素子 番号	単一層 A			電子輸送層	電子注入層	備 考
	非ドーパ領域	電子輸送領域	電子注入領域			
1-1	189 10nm	なし	なし	なし	なし	本発明
1-2	189 10nm	なし	なし	Alq3 40nm	LiF 0.5	本発明
1-3	74 10nm	なし	なし	Alq3 40nm	LiF 0.5	本発明
1-4	189 10nm	なし	なし	Alq3 40nm	LiF 0.5	本発明
1-5	189 10nm	なし	なし	Ba1q 40nm	LiF 0.5	本発明
1-6	189 10nm	なし	なし	Alq3 40nm	LiF 0.5	本発明
1-7	189 10nm	なし	なし	なし	BCP:Cs(※) 40nm	本発明
1-8	CDBP 10nm	なし	なし	なし	BCP:Cs(※) 40nm	本発明
1-9	189 10nm	Alq3:189(95:5) 40nm	なし	なし	LiF 0.5	本発明
1-10	189 25nm	なし	Li:189(※) 25nm	なし	なし	本発明
1-11	189 25nm	なし	Cs:189(※) 25nm	なし	なし	本発明
1-12	189 25nm	なし	Cs:189(※) 25nm	なし	なし	本発明
1-13	189 25nm	なし	Cs:189(※) 25nm	なし	なし	本発明

- ・共通ホスト材料の数値は例示化合物番号を示す。
- ・各領域における、共通ホスト材料の含有比率は質量％表示である。
- ・各層、各領域での膜厚を材料の右側に nm 単位で記載。
- ・(※): 25:75(質量比)を表す
- ・BCP:Cs(※): 75:25(質量比)を表す

[0413] 《有機EL素子1-1～1-16の評価》

作製した各素子については、下記に記載のように、外部取りだし量子効率、発光寿命とパワー効率を各々評価した。

[0414] 《外部取りだし量子効率》

作製した有機EL素子1-1～1-16について、23℃、乾燥窒素ガス雰囲気下で2.5mA/cm²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(コニカミノルタ製)を用いた。

[0415] 《発光寿命、パワー効率》

2.5mA/cm²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(τ 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(コニカミノルタ製)を用いた。更に駆動電圧の低電圧化、消費電力の指標として、パワー効率(ルーメン/W)を測定した。

[0416] 得られた結果を表3に示す。ここで、外部取りだし量子効率、パワー効率、発光寿命の測定結果は、有機EL素子1-16(比較例)の測定値を100とした時の相対値で表した。

[0417] 得られた結果を表3に示す。

[0418] [表3]

有機EL素子番号	外部取り出し量子効率	パワー効率	寿命	備 考
1-1	103	110	140	本発明
1-2	105	120	170	本発明
1-3	110	115	168	本発明
1-4	107	118	180	本発明
1-5	112	125	210	本発明
1-6	109	124	160	本発明
1-7	115	142	190	本発明
1-8	108	140	170	本発明
1-9	115	130	185	本発明
1-10	118	150	173	本発明
1-11	119	152	200	本発明
1-12	122	165	215	本発明
1-13	120	162	217	本発明
1-14	50	75	70	比較例
1-15	60	70	90	比較例
1-16	100	100	100	比較例

[0419] 表3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、パワー効率、発光寿命のいずれも優れた性能を示していることが判る。

[0420] 実施例2: 白色発光の有機EL素子

《有機EL素子2-1の作製》

実施例1の有機EL素子1-7の作製において、発光領域と非ドープ領域を表4、5に記載の材料、膜厚、質量比で形成した以外は1-7と同様にして白色有機EL素子2-1を作製した。

[0421] 《有機EL素子2-2～2-5の作製》

有機EL素子1-11において、発光領域と非ドープ領域を表4、5に記載の材料、膜厚、質量比で形成した以外は1-7と同様にして白色有機EL素子2-2～2-5を作製した。

[0422] 《有機EL素子2-6、2-7の作製》

有機EL素子1-12において、発光領域と非ドープ領域を表4、5に記載の材料、膜厚、質量比で形成した以外は1-7と同様にして白色有機EL素子2-6、2-7を作製した。

[0423] 《有機EL素子2-8の作製》: 単一層Aのない比較例

実施例1の有機EL素子1-17(比較例)の作製において、発光層として、CBP:TPB=97:3(質量比)を含む層(膜厚12nm)、CBP:Ir-1=94:6(質量比)を含む層(膜厚12nm)、CBP:Ir-9=92:8(質量比)を含む層(膜厚12nm)とに変更した以外は同様にして有機EL素子2-8を作製した。

[0424] 《有機EL素子2-9の作製》:単一層Aのない比較例

有機EL素子2-8の作製において発光層として、CBP:TPB=97:3(質量比)を含む層を、NPD:ルブレン=99:1(質量比)を含む層(膜厚7nm)に変更し、CBP:Ir-1=94:6(質量比)を含む層は設けず、且つ、CBP:Ir-9=92:8(質量比)を含む層をDPVBi:BCzVBi=88:12(質量比)を含む層(膜厚27nm)に変更し、さらにAlq₃の代わりにBCP:Cs(75:25)に変更し、LiFを蒸着しなかった以外は同様にして有機EL素子2-9を作製した。

[0425] [表4]

有機 EL 素子番号	共通 ホスト材料	正孔注入層	単一層 A			
			正孔注入領域	正孔輸送領域 (質量比)	発光領域 (質量比)	非ドープ領域 (中間領域)
2-1	189	CuPc 20nm	なし	NPD:189(99.5:0.5)	189:Ir-12(97:3)21nm	189 3nm
2-2	189	CuPc 20nm	なし	NPD:189(99.5:0.5)	189:Ir-13(97:3)13nm	189 3nm
2-3	189	なし	CuPc:189(99:1) 20nm	NPD:189(99.5:0.5)	189:Ir-13(97:3)13nm	189 3nm
2-4	189	なし	CuPc:189(99:1) 20nm	NPD:189(99.5:0.5)	189:TPB(97:3)13nm	189 3nm
2-5	189	なし	CuPc:189(99:1) 20nm	NPD:189(99.5:0.5)	189:BCzVBi(88:12)13nm	189 3nm
2-6	189	なし	F4-TCNQ:189(1:99)	NPD:189(99.5:0.5)	189:Ir-13(97:3)13nm	189 3nm
2-7	151	なし	F4-TCNQ:151(1:99)	NPD:151(99.5:0.5)	151:Ir-13(97:3)13nm	151 3nm

・共通ホスト材料の数値は例示化合物番号を示す。
・各領域における、共通ホスト材料の含有比率は質量%表示である。
・各層、各領域での膜厚を材料の右側に nm 単位で記載。

[0426] [表5]

有機EL 素子番号	単一層 A				非ドーブ領域 (正孔阻止)	電子注入領域	電子注入層	備 考
	発光領域(質量比) ドーブ領域	非ドーブ領域 (中間領域)	発光領域(質量比) ドーブ領域	発光領域(質量比) ドーブ領域				
2-1	なし	なし	189:Ir-9(92:8)	10nm	189		BCP:Cs(※)	本発明
2-2	189:Ir-1(94:6)	6nm	189:Ir-9(92:8)	9nm	189		BCP:Cs(※)	本発明
2-3	189:Ir-1(94:6)	6nm	189:Ir-9(92:8)	9nm	189	Cs:189(※)	—	本発明
2-4	189:Ir-1(94:6)	6nm	189:Ir-9(92:8)	9nm	189	Cs:189(※)	—	本発明
2-5	189:Ir-1(94:6)	6nm	189:Ir-9(92:8)	9nm	189	Cs:189(※)	—	本発明
2-6	189:Ir-1(94:6)	6nm	189:Ir-9(92:8)	9nm	189	Cs:189(※)	—	本発明
2-7	151:Ir-1(94:6)	6nm	151:Ir-9(92:8)	9nm	151	Cs:151(※)	—	本発明

・共通ホスト材料の数値は例示化合物番号を示す。
・各領域における、共通ホスト材料の含有比率は質量%表示である。
・各層、各領域での膜厚を材料の右側に nm 単位で記載。
・BCP:Cs(※):質量比:75:25
・Cs:189(※):質量比(25:75)
・Cs:151(※):質量比(25:75)

[0427] 《有機EL素子の評価》

得られた有機EL素子2-1～2-9について、実施例1に記載の、外部取りだし量子効率とパワー効率の評価を同様に行った。

[0428] 得られた結果を表6に示す。また、評価結果は、有機EL素子2-8の測定値を100とした時の相対値で表した。

[0429] [表6]

有機EL素子番号	外部取り出し量子効率	パワー効率	備 考
2-1	120	160	本発明
2-2	127	150	本発明
2-3	130	155	本発明
2-4	112	130	本発明
2-5	110	120	本発明
2-6	140	220	本発明
2-7	142	210	本発明
2-8	100	100	比較例
2-9	40	60	比較例

[0430] 表6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、パワー効率のいずれも優れた性能を示していることが判る。

[0431] 実施例3

白色発光有機EL素子2-1～2-7の作製において、単一層A内の発光領域上に、同じ発光領域を更に設ける(但し、発光領域が複数領域の場合は、それに対応して複数の発光領域を設けることとする)以外は同様にして、有機EL素子3-1～3-7を作製した。因みに、陽極と陰極との間が単一層Aのみから形成され、陽極側から、正孔注入領域(P型半導体の機能を有する)、正孔輸送領域、複数の発光領域と複数の非ドーピング領域、次いで、電子注入領域(N型半導体の機能を有する)が各々形成されている単一層Aを有する有機EL素子の一例を模式図として図9に示す。

[0432] 得られた、有機EL素子3-1～3-7は有機EL素子2-1～2-7に比べて高電圧時の色ずれが改善された。

[0433] 実施例4

《白色照明装置の作製》

実施例2で得られた有機EL素子2-1～2-7(いずれも本発明)の非発光面をガラスケースで覆い、図5、図6に示すような照明装置とした。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を示し、有機EL素子101は、ガラスカバー102で覆われている尚、ガラスカバーでの封止作業は、有機EL素子101を大気に接触させることなく窒素雰囲気下のグローブボックス(純度99.999%以上の高純度窒素ガスの雰囲気下

で行った)。図6は照明装置の断面図を示し、図6において、105は陰極、106は有機EL層、107は透明電極付きガラス基板を示す。尚、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。

[0434] 得られた照明装置に通電したところほぼ白色の光が得られ、照明装置として使用できることがわかった。

産業上の利用可能性

[0435] 本発明により、有機層の低抵抗化による素子の低電圧化、並びに、高い発光効率をもつ電気光学的特性に優れた構成の有機EL素子、照明装置および表示装置を提供し、さらに、長寿命となる有機EL素子、照明装置および表示装置を提供することが出来た。

請求の範囲

- [1] 陽極と陰極との間に、少なくとも1種の共通ホスト材料を含有する単一層Aを有し、該単一層Aが、少なくとも1種類の正孔輸送材料を含む正孔輸送領域と、少なくとも1種類の発光ドーパントを含む発光領域とを含み、該正孔輸送領域と該発光領域は、互いに重複する領域を持たず、且つ、前記単一層Aの全領域において、該共通ホスト材料を0.1質量%以上含有しており、該共通ホスト材料の含有量が各々の領域においておおよそ一定であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [2] 前記単一層Aの陽極に近い側から、正孔輸送領域、発光領域が設けられていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [3] 前記単一層Aの陰極に近い側から、電子輸送領域、非ドーパ領域が設けられていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [4] 前記単一層Aの陽極に近い側から、正孔注入領域、正孔輸送領域、発光領域が設けられていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [5] 前記単一層Aの陰極に近い側から、電子注入領域、非ドーパ領域が設けられていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [6] 前記陽極と前記単一層Aの間に、正孔注入層を有し、該正孔注入層が、該単一層Aの正孔輸送領域に含まれる正孔輸送材料とは異なる正孔輸送材料Aを含むことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [7] 前記陰極と前記単一層Aの間に、電子注入層を有し、該電子注入層が、該単一層Aの電子輸送領域に含まれる電子輸送材料とは異なる材料Aを含むことを特徴とする請求の範囲第3項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [8] 前記発光ドーパントの少なくとも一種が、リン光発光性化合物であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [9] 前記正孔輸送領域が共通ホスト材料を0.1質量%～10質量%含有することを特徴とする請求の範囲第1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [10] 前記発光領域が共通ホスト材料を51質量%～99.9質量%含有することを特徴とする請求の範囲第1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

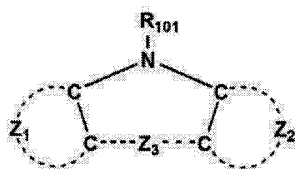
- [11] 前記電子輸送領域が共通ホスト材料を0.1質量%～10質量%含有することを特徴とする請求の範囲第3項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [12] 前記電子注入領域が共通ホスト材料を51質量%～99.9質量%含有することを特徴とする請求の範囲第5項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [13] 前記正孔注入領域が共通ホスト材料を0.1質量%～99.9質量%含有することを特徴とする請求の範囲第4項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [14] 前記共通ホスト材料の最低励起三重項エネルギー準位T1と、発光ドーパントの最低励起三重項エネルギー準位T2とが、下記の関係式を満たすことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

$$T1 \geq T2$$

- [15] 前記共通ホスト材料の少なくとも1種が、下記一般式(1)で表される化合物であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化1]

一般式(1)



〔式中、 Z_1 は置換基を有していてもよい芳香族複素環を表し、 Z_2 は、各々置換基を有していてもよい芳香族複素環または芳香族炭化水素環を表し、 Z_3 は2価の連結基または単なる結合手を表す。 R_{101} は水素原子または置換基を表す。〕

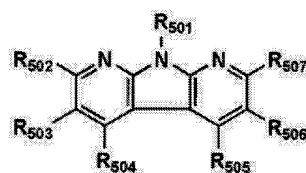
- [16] 前記一般式(1)で表される化合物の Z_1 が、6員環であることを特徴とする請求の範囲第15項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [17] 前記一般式(1)で表される化合物の Z_2 が、6員環であることを特徴とする請求の範囲第15項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [18] 前記一般式(1)で表される化合物の Z_3 が、結合手であることを特徴とする請求の範囲第15項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[19] 前記一般式(1)で表される化合物が、分子量450以上であることを特徴とする請求の範囲第15項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[20] 前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(1-1)で表されることを特徴とする請求の範囲第15項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化2]

一般式(1-1)

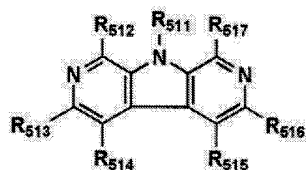


[式中、R₅₀₁ ~ R₅₀₇ は、各々独立に、水素原子または置換基を表し、該置換基は各々同一でもよく、異なってもよい。]

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

[化3]

一般式(1-2)

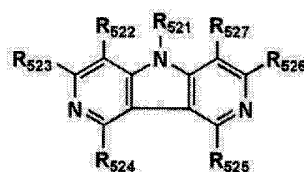


[式中、R₅₁₁ ~ R₅₁₇ は、各々独立に、水素原子または置換基を表し、該置換基は各々同一でもよく、異なってもよい。]

[22] 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の範囲第15項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化4]

一般式(1-3)

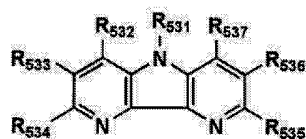


〔式中、 $R_{521} \sim R_{527}$ は、各々独立に、水素原子または置換基を表し、該置換基は各々同一でもよく、異なっているもよい。〕

- [23] 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の範囲第15項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化5]

一般式(1-4)

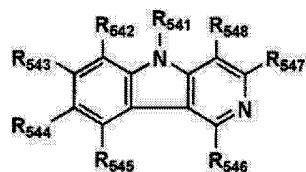


〔式中、 $R_{531} \sim R_{537}$ は、各々独立に、水素原子または置換基を表し、該置換基は各々同一でもよく、異なっているもよい。〕

- [24] 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の範囲第15項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化6]

一般式(1-5)



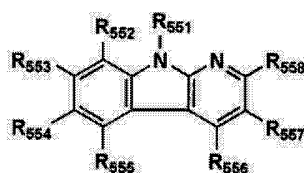
〔式中、 $R_{541} \sim R_{548}$ は、各々独立に、水素原子または置換基を表し、該置換基は各々

同一でもよく、異なってもよい。]

- [25] 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の範囲第15項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化7]

一般式(1-6)

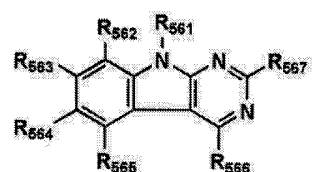


[式中、R₅₅₁ ~ R₅₅₈ は、各々独立に、水素原子または置換基を表し、該置換基は各々同一でもよく、異なってもよい。]

- [26] 前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(1-7)で表されることを特徴とする請求の範囲第15項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化8]

一般式(1-7)

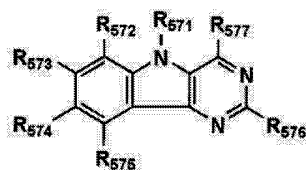


[式中、R₅₆₁ ~ R₅₆₈ は、各々独立に、水素原子または置換基を表し、該置換基は各々同一でもよく、異なってもよい。]

- [27] 前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(1-8)で表されることを特徴とする請求の範囲第15項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化9]

一般式(1-8)

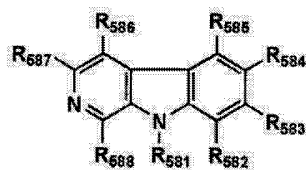


〔式中、R₅₇₁ ~ R₅₇₇ は、各々独立に、水素原子または置換基を表し、該置換基は各々同一でもよく、異なっているもよい。〕

- [28] 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の範囲第15項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化10]

一般式(1-9)

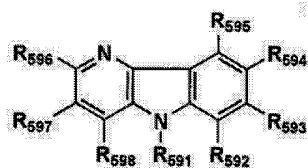


〔式中、R₅₈₁ ~ R₅₈₈ は、各々水素原子または置換基を表し、該置換基は各々同一でもよく、異なっているもよい。〕

- [29] 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の範囲第15項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化11]

一般式(1-10)



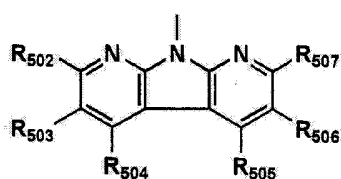
〔式中、R₅₉₁ ~ R₅₉₈ は、各々水素原子または置換基を表し、該置換基は各々同一でもよく、異なっているもよい。〕

よく、異なってもよい。]

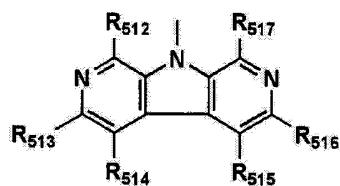
- [30] 前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(2-1)～(2-10)のいずれかで表される基を少なくとも一つ有することを特徴とする請求の範囲第15項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化12]

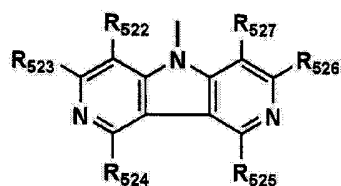
一般式(2-1)



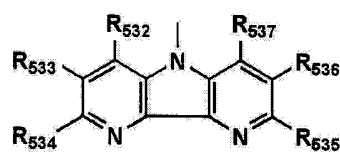
一般式(2-2)



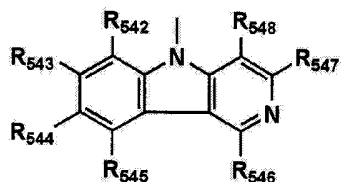
一般式(2-3)



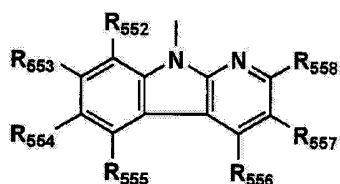
一般式(2-4)



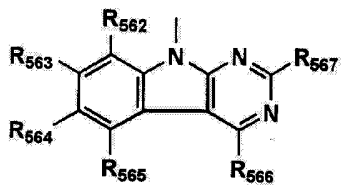
一般式(2-5)



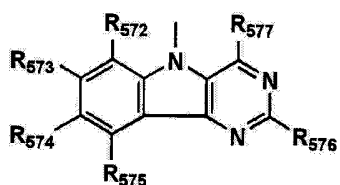
一般式(2-6)



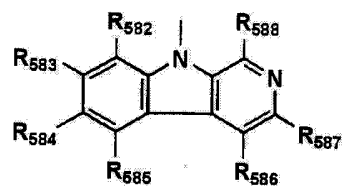
一般式(2-7)



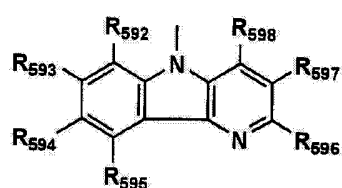
一般式(2-8)



一般式(2-9)



一般式(2-10)

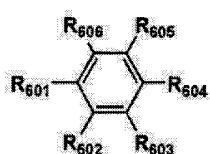


[式中、 $R_{502} \sim R_{507}$ 、 $R_{512} \sim R_{517}$ 、 $R_{522} \sim R_{527}$ 、 $R_{532} \sim R_{537}$ 、 $R_{542} \sim R_{548}$ 、 $R_{552} \sim R_{558}$ 、 $R_{562} \sim R_{567}$ 、 $R_{572} \sim R_{577}$ 、 $R_{582} \sim R_{588}$ 、 $R_{592} \sim R_{598}$ は、各々独立に、水素原子または置換基を表し、該置換基は各々同一でもよく、異なってもよい。]

- [31] 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の範囲第15項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化13]

一般式(3)

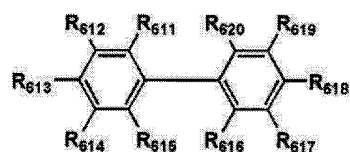


[式中、 $R_{601} \sim R_{606}$ は、各々独立に、水素原子または置換基を表すが、 $R_{601} \sim R_{606}$ の少なくとも一つは前記一般式(2-1)～(2-10)で表される基から選ばれる少なくとも一つの基を表す。]

- [32] 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の範囲第15項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化14]

一般式(4)

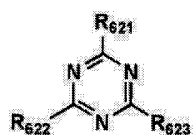


[式中、 $R_{611} \sim R_{620}$ は、各々独立に、水素原子または置換基を表すが、 $R_{611} \sim R_{620}$ の少なくとも一つは前記一般式(2-1)～(2-10)で表される基から選ばれる少なくとも一つの基を表す。]

- [33] 前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(5)で表されることを特徴とする請求の範囲第15項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化15]

一般式(5)

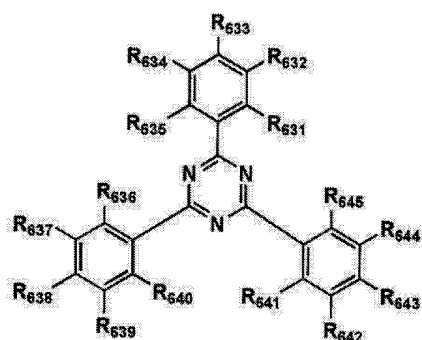


〔式中、 $R_{621} \sim R_{623}$ は、各々独立に、水素原子または置換基を表すが、 $R_{621} \sim R_{623}$ の少なくとも一つは前記一般式(2-1)～(2-10)で表される基から選ばれる少なくとも一つの基を表す。〕

- [34] 前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(6)で表されることを特徴とする請求の範囲第15項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化16]

一般式(6)

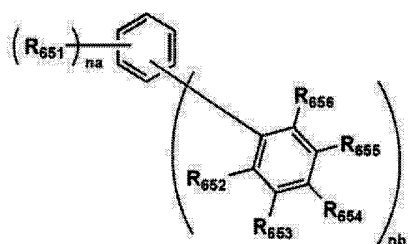


〔式中、 $R_{631} \sim R_{645}$ は、各々独立に、水素原子または置換基を表すが、 $R_{631} \sim R_{645}$ の少なくとも一つは前記一般式(2-1)～(2-10)で表される基から選ばれる少なくとも一つの基を表す。〕

- [35] 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の範囲第15項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化17]

一般式(7)

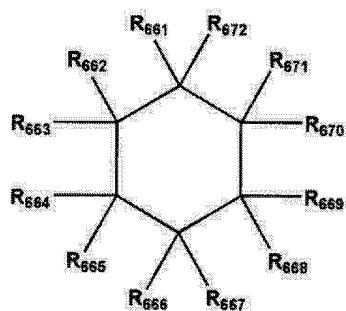


〔式中、 $R_{651} \sim R_{656}$ は、各々独立に、水素原子または置換基を表すが、 $R_{651} \sim R_{656}$ の少なくとも一つは前記一般式(2-1)～(2-10)で表される基から選ばれる少なくとも一つの基を表す。 na は0～5の整数を表し、 nb は1～6の整数を表すが、 na と nb の和は6である。〕

- [36] 前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(8)で表されることを特徴とする請求の範囲第15項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化18]

一般式(8)

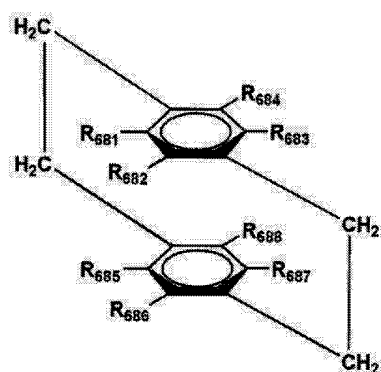


〔式中、 $R_{661} \sim R_{666}$ は、各々独立に、水素原子または置換基を表すが、 $R_{661} \sim R_{666}$ の少なくとも一つは前記一般式(2-1)～(2-10)で表される基から選ばれる少なくとも一つの基を表す。〕

- [37] 前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(9)で表されることを特徴とする請求の範囲第15項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化19]

一般式(9)

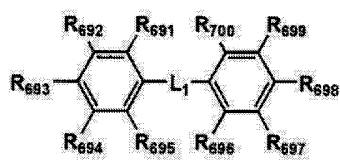


[式中、R₆₈₁ ~ R₆₈₈ は、各々独立に、水素原子または置換基を表すが、R₆₈₁ ~ R₆₈₈ の少なくとも一つは前記一般式(2-1) ~ (2-10)で表される基から選ばれる少なくとも一つの基を表す。]

- [38] 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の範囲第15項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化20]

一般式(10)

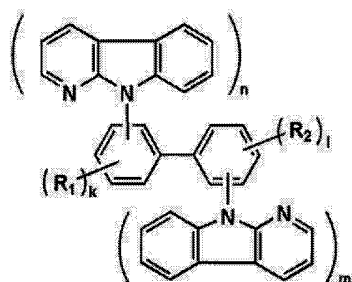


[式中、R₆₉₁ ~ R₇₀₀ は、各々独立に、水素原子または置換基を表すが、L₁ は2価の連結基を表す。R₆₉₁ ~ R₇₀₀ の少なくとも一つは前記一般式(2-1) ~ (2-10)で表される基から選ばれる少なくとも一つの基を表す。]

- [39] 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の範囲第15項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化21]

一般式(11)

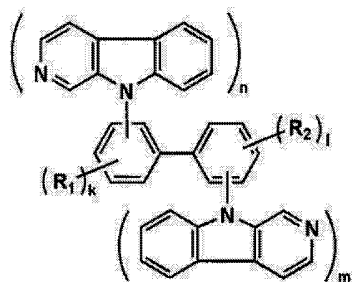


〔式中、 R_1 、 R_2 は、各々独立に、水素原子または置換基を表す。 n 、 m は、各々1～2の整数を表し、 k 、 l は、各々3～4の整数を表す。但し、 $n+k=5$ 、且つ、 $l+m=5$ である。〕

[40] 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の範囲第15項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化22]

一般式(12)

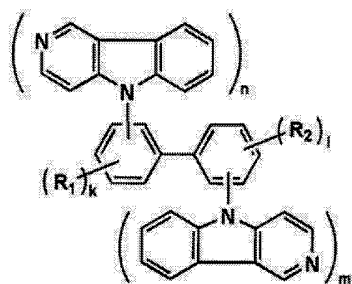


〔式中、 R_1 、 R_2 は、各々独立に、水素原子または置換基を表す。 n 、 m は、各々1～2の整数を表し、 k 、 l は、各々3～4の整数を表す。但し、 $n+k=5$ 、且つ、 $l+m=5$ である。〕

[41] 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の範囲第15項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化23]

一般式(13)

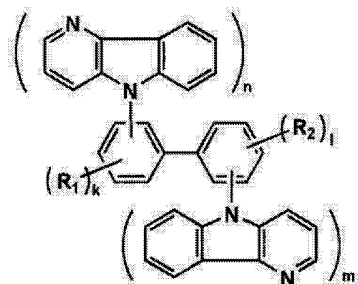


〔式中、 R_1 、 R_2 は、各々独立に、水素原子または置換基を表す。 n 、 m は、各々1～2の整数を表し、 k 、 l は、各々3～4の整数を表す。但し、 $n+k=5$ 、且つ、 $l+m=5$ である。〕

- [42] 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の範囲第15項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化24]

一般式(14)

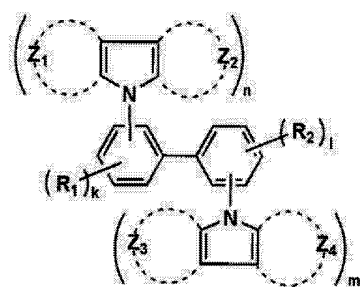


〔式中、 R_1 、 R_2 は、各々独立に、水素原子または置換基を表す。 n 、 m は、各々1～2の整数を表し、 k 、 l は、各々3～4の整数を表す。但し、 $n+k=5$ 、且つ、 $l+m=5$ である。〕

- [43] 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の範囲第15項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化25]

一般式(15)

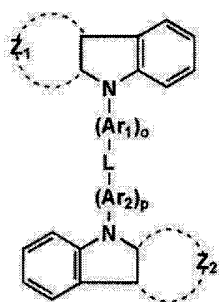


[式中、 R_1 、 R_2 は、各々独立に、水素原子または置換基を表す。 n 、 m は、各々1～2の整数を表し、 k 、 l は、各々3～4の整数を表す。但し、 $n+k=5$ 、且つ、 $l+m=5$ である。 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 、 Z_4 は、各々窒素原子を少なくとも一つ含む6員の芳香族複素環を表す。]

- [44] 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の範囲第15項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化26]

一般式(16)

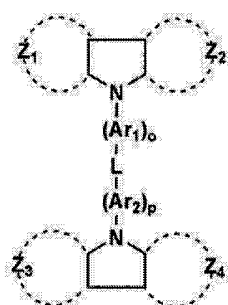


[式中、 o 、 p は、各々1～3の整数を表し、 Ar_1 、 Ar_2 は、各々アリーレン基または2価の芳香族複素環基を表す。 Z_1 、 Z_2 は、各々窒素原子を少なくとも一つ含む6員の芳香族複素環を表し、 L は、2価の連結基を表す。]

- [45] 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の範囲第15項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化27]

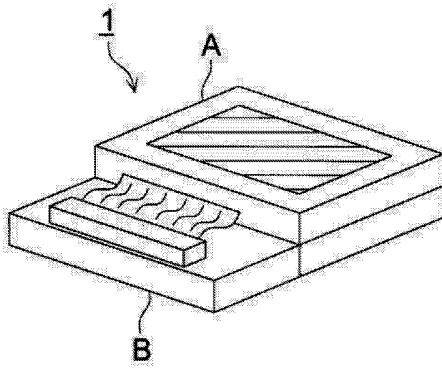
一般式(17)



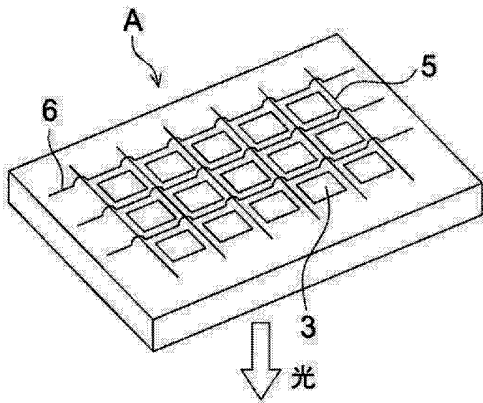
〔式中、 o 、 p は、各々1～3の整数を表し、 Ar_1 、 Ar_2 は、各々2価のアリーレン基または2価の芳香族複素環基を表す。 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 、 Z_4 は、各々窒素原子を少なくとも一つ含む6員の芳香族複素環を表し、 L は、2価の連結基を表す。〕

- [46] 白色発光することを特徴とする請求の範囲第1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [47] 請求の範囲第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。
- [48] 請求の範囲第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照明装置。

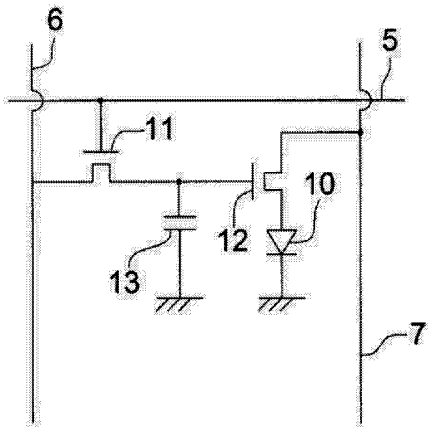
[図1]



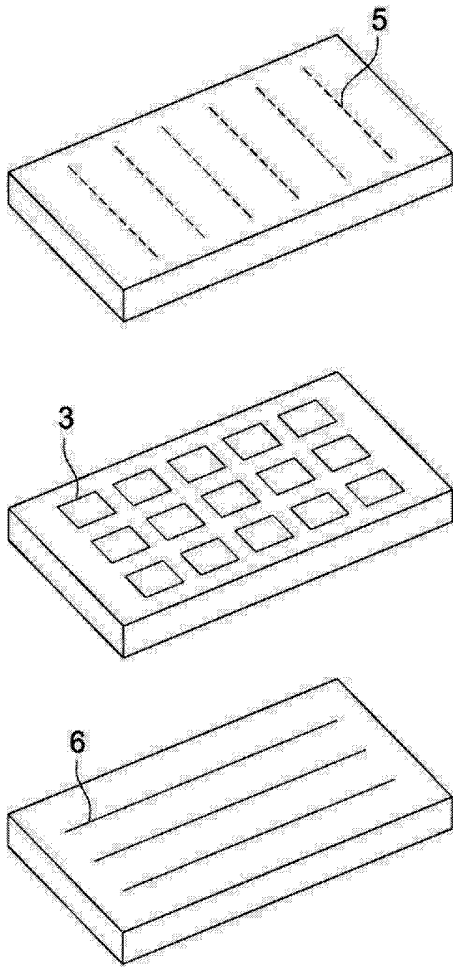
[図2]



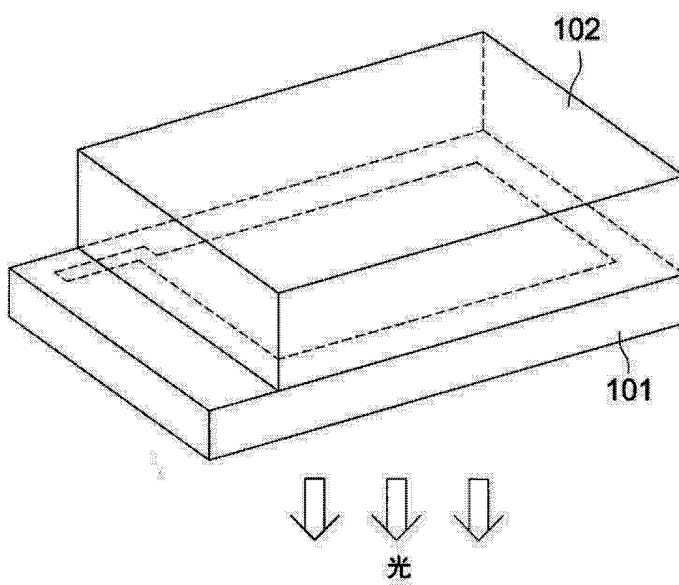
[図3]



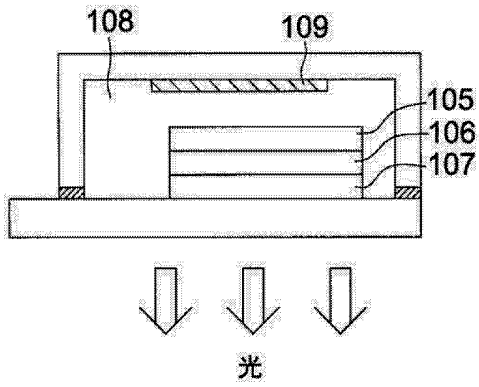
[図4]



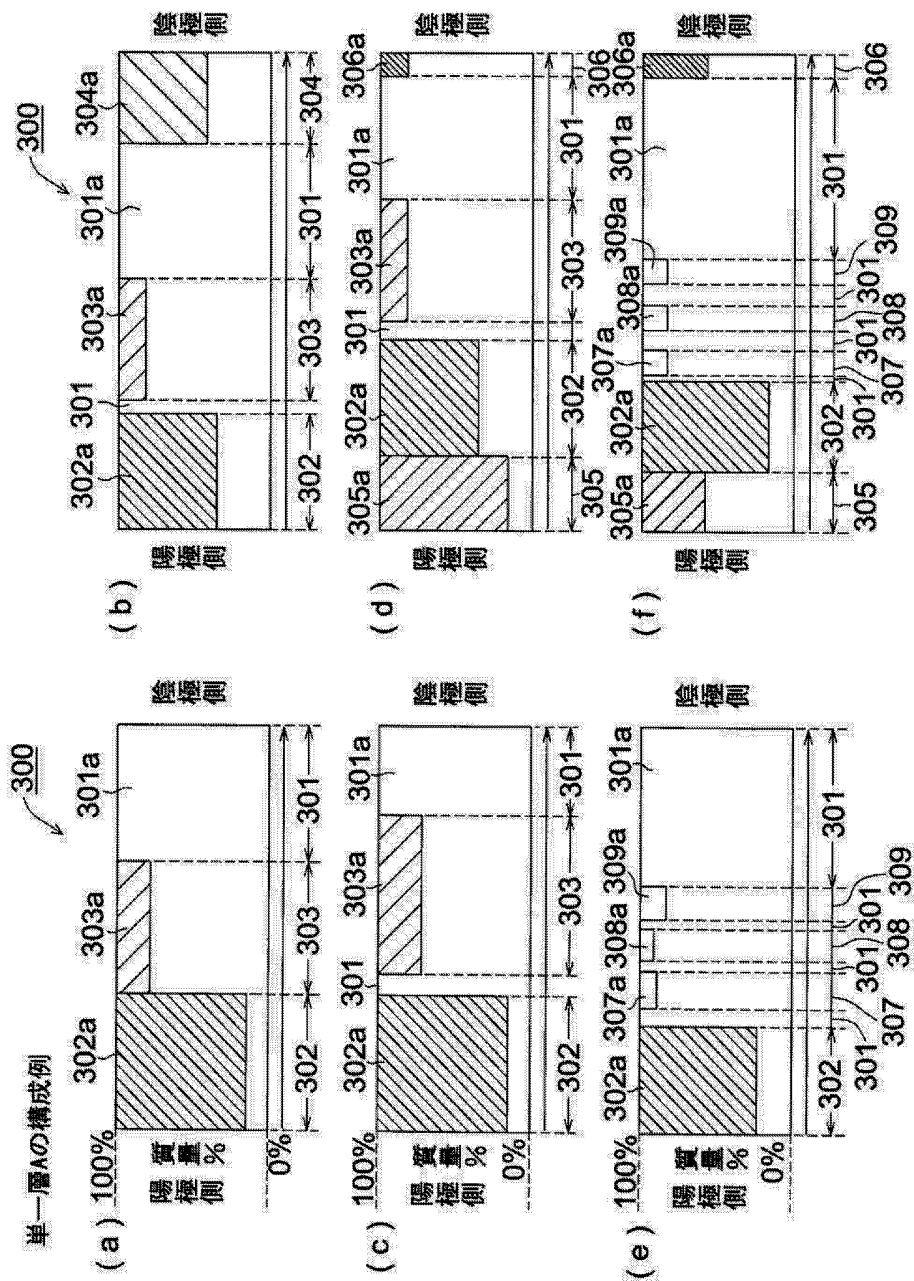
[図5]



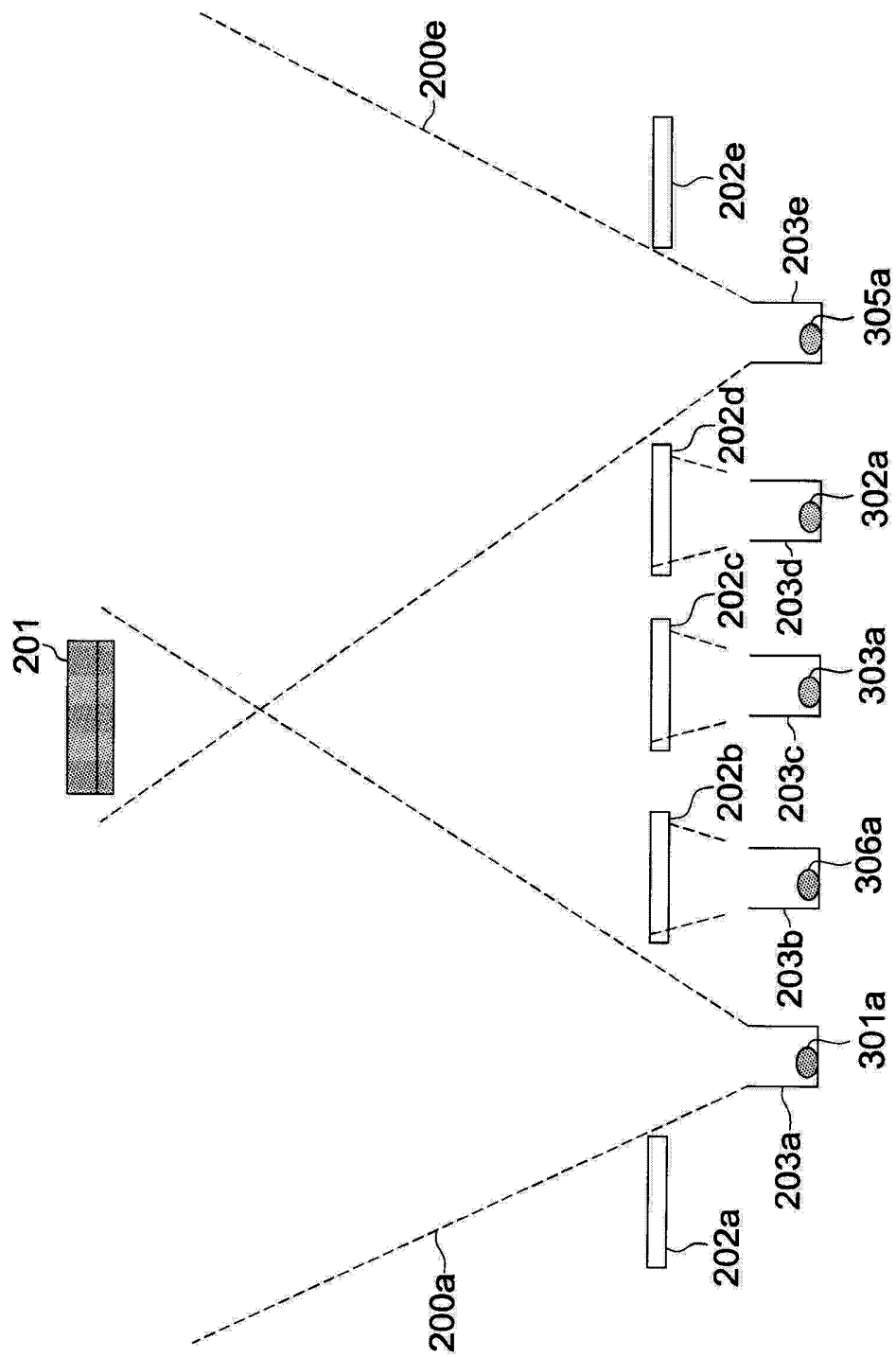
[図6]



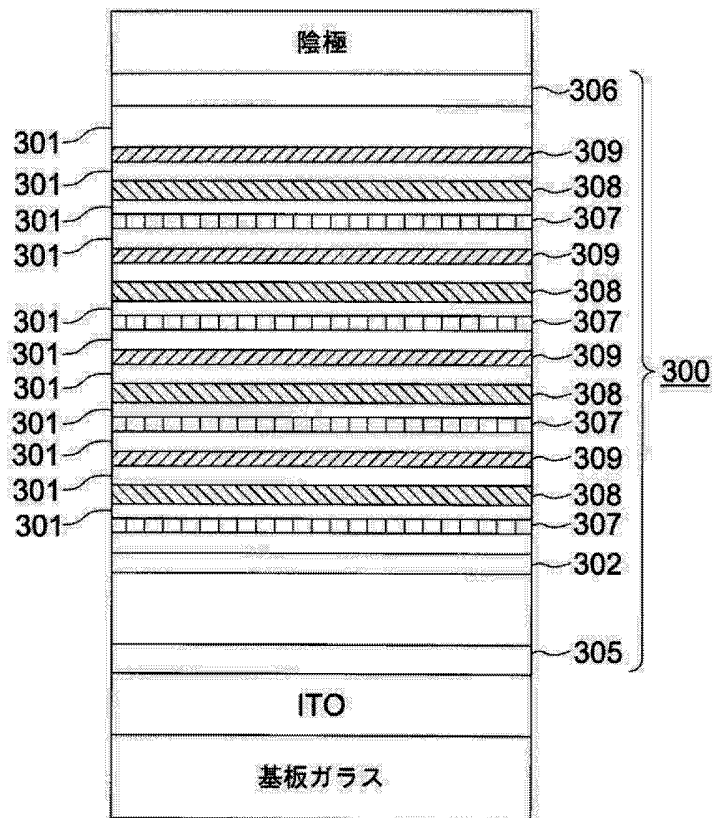
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/023115

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L51/50 (2006.01), **C09K11/06** (2006.01)

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L51/50 (2006.01), **C09K11/06** (2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

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

CPlus (STN)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 9-298088 A (Mitsubishi Chemical Corp.), 18 November, 1997 (18.11.97), Claims; Par. Nos. [0009] to [0012], [0015], [0017] to [0044], [0054] (Family: none)	1-2, 6, 9, 47-48
Y		3-5, 7-8, 10-46
Y	JP 2004-119304 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 15 April, 2004 (15.04.04), Par. Nos. [0053] to [0104] (Family: none)	1-48
Y	WO 2004/053019 A1 (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 24 June, 2004 (24.06.04), Page 9, line 19 to page 30, line 6; page 37, line 14 to page 38, line 9 (Family: none)	3-8, 11-14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
13 March, 2006 (13.03.06)

Date of mailing of the international search report
20 March, 2006 (20.03.06)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/023115

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2004/095889 A1 (Konica Minolta Holdings Kabushiki Kaisha), 04 November, 2004 (04.11.04), Full text & WO 2004/095890 A1 & WO 2004/095891 A1	3, 7-8, 11, 15-45
Y	JP 2004-152527 A (Konica Minolta Holdings Kabushiki Kaisha), 27 May, 2004 (27.05.04), Par. Nos. [0011], [0014], [0096] to [0103] (Family: none)	3, 6-8, 11, 14
Y	JP 2000-164362 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 16 June, 2000 (16.06.00), Claims; Par. Nos. [0023] to [0049] & JP 2003-77676 A & US 6387546 B1 & EP 0961330 A2	11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L51/50(2006.01), C09K11/06(2006.01)

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L51/50(2006.01), C09K11/06(2006.01)

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2006年
日本国実用新案登録公報	1996-2006年
日本国登録実用新案公報	1994-2006年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

CAplus(STN)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP9-298088A (三菱化学株式会社) 1997.11.18, 特 許請求の範囲、段落番号0009-0012、0015、0017 -0044、0054 ファミリーなし	1-2、6、9、 47-48
Y		3-5、7- 8、10-46
Y	JP 2004-119304 A (三洋電機株式会社) 2004.04. 15, 段落番号0053-0104 ファミリーなし	1-48

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13.03.2006

国際調査報告の発送日

20.03.2006

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

竹村 真一郎

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

2V

3494

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	WO 2004/053019 A1 (出光興産株式会社) 2004.06.24, 第9頁第19行-第30頁第6行、第37頁第14行-第38頁第9行 ファミリーなし	3-8, 11-14
Y	WO 2004/095889 A1 (コニカミノルタホールディングス株式会社) 2004.11.04, 全文 & WO 2004/095890 A1 & WO 2004/095891 A1	3, 7-8, 11, 15-45
Y	JP 2004-152527 A (コニカミノルタホールディングス株式会社) 2004.05.27, 段落番号0011、0014、0096-0103 ファミリーなし	3, 6-8, 11, 14
Y	JP 2000-164362 A (三洋電機株式会社) 2000.06.16, 特許請求の範囲、段落番号0023-0049 & JP 2003-77676 A & US 6387546 B1 & EP 0961330 A2	11