

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2008年11月6日 (06.11.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/132965 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 51/50 (2006.01) C09K 11/06 (2006.01) 〒1918511 東京都日野市さくら町1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). 中山 知是 (NAKAYAMA, Tomoyuki) [JP/JP]; 〒1918511 東京都日野市さくら町1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/JP2008/056777
- (22) 国際出願日: 2008年4月4日 (04.04.2008)
- (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2007-107989 2007年4月17日 (17.04.2007) 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一丁目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): 中山 依子 (NAKAYAMA, Yoriko) [JP/JP]; 〒1918511 東京都日野市さくら町1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). 檜山 邦雅 (HIYAMA, Kunimasa) [JP/JP]; 〒1918511 東京都日野市さくら町1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). 小島 茂 (KOJIMA, Shigeru) [JP/JP];
- (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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, 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

(54) Title: WHITE ORGANIC ELECTROLUMINESCENT DEVICE AND ILLUMINATING DEVICE

(54) 発明の名称: 白色有機エレクトロルミネッセンス素子、及び照明装置

(57) Abstract: Disclosed is a white light-emitting organic electroluminescent device, which is excellent in stability of emission chromaticity over a long operation period, while having high electrical efficiency, long life, excellent storage stability and excellent color rendering properties. Also disclosed is an illuminating device using such an organic electroluminescent device. Specifically disclosed is an organic electroluminescent device having a light-emitting layer between an anode and a cathode, which is characterized by comprising a light-emitting layer A having a maximum emission wavelength of not more than 480 nm and containing a phosphorescent dopant having a maximum emission wavelength of not more than 480 nm, and a light-emitting layer B arranged between the light-emitting layer A and the anode, which has a maximum emission wavelength of not less than 510 nm and contains a phosphorescent dopant. This organic electroluminescent device is also characterized in that the concentration of the phosphorescent dopant contained in the light-emitting layer A varies in the thickness direction of the light-emitting layer A. Also specifically disclosed is an illuminating device using such a white light-emitting organic electroluminescent device.

(57) 要約: 電力効率が高く、長寿命で、保存安定性、演色性に優れ、且つ駆動経時での発光色度の安定性に優れた白色発光を呈する有機エレクトロルミネッセンス素子と、それを用いた照明装置は、陽極及び陰極の間に発光層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子において、発光極大波長が480nm以下の燐光発光ドーパントを含有する発光極大波長が480nm以下の発光層Aと、前記発光層Aと陽極との間に燐光発光ドーパントを含有し発光極大波長が510nm以上の発光層Bとを有し、前記発光層Aに含まれる燐光発光ドーパントの濃度が発光層Aの膜厚方向で変化していることを特徴とする白色有機エレクトロルミネッセンス素子、及び白色有機エレクトロルミネッセンス素子を用いた照明装置によって達成される。

WO 2008/132965 A1

明 細 書

白色有機エレクトロルミネッセンス素子、及び照明装置

技術分野

[0001] 本発明は、青色燐光発光材料を含む発光波長の異なる複数の発光材料を有する白色有機エレクトロルミネッセンス素子、及びそれを用いた照明装置に関するものである。

背景技術

[0002] 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(以下、ELDと略記する)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(以下、無機EL素子とも言う)や有機エレクトロルミネッセンス素子(以下、有機EL素子とも言う)が挙げられる。無機EL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。

[0003] 一方、有機エレクトロルミネッセンス素子は、発光する化合物を含有する発光層を陰極と陽極で挟んだ構成を有し、発光層に電子及び正孔を注入して、再結合させることにより励起子(エキシトン)を生成させ、このエキシトンが失活する際の光の放出(蛍光・燐光)を利用して発光する素子であり、数V～数十V程度の電圧で発光が可能であり、更に自己発光型であるために視野角に富み、視認性が高く、薄膜型の完全固体素子であるために省スペース、携帯性等の観点から注目されている。

[0004] また、有機エレクトロルミネッセンス素子は、従来実用に供されてきた主要な光源、例えば、発光ダイオードや冷陰極管と異なり、面光源であることも大きな特徴である。この特性を有効に活用できる用途として、照明用光源や様々なディスプレイのバックライトがある。特に近年、需要の増加が著しい液晶フルカラーディスプレイのバックライトとして用いることも好適である。

[0005] 有機エレクトロルミネッセンス素子をこのような照明用光源、あるいはディスプレイのバックライトとして用いる場合には、白色もしくは、所謂電球色(以下、総合して白色と称す)を呈する光源として用いることになる。有機エレクトロルミネッセンス素子で白色発光を得るには、1つの素子中に発光波長の異なる複数の発光材料を調整し、混色

により白色を得る方法、多色の発光画素、例えば、青・緑・赤の3色を塗りわけ同時に発光させ、混色して白色を得る方法、色変換色素を用いて白色を得る方法(例えば、青発光材料と色変換蛍光色素の組み合わせ)などがある。

[0006] しかしながら、低コスト、高生産性、簡便な駆動方法など照明用光源、バックライトに求められる様々な要求から判断すると、1つの素子中に発光波長の異なる複数の発光材料を調整し、混色により白色を得る方法がこれらの用途には有効であり、近年、研究開発が意欲的に進められている。

[0007] 上述の方法により白色光を得る方法について更に詳細に述べれば、素子中に補色の関係にある2色の発光材料、例えば、青発光材料と黄発光材料を用い混色して白色を得る方法、青・緑・赤の3色の発光材料を用い、混色して白色を得る方法などが挙げられる。

[0008] 例えば、特開2004-235168号公報には、効率の高い青、緑、赤の3色の蛍光体を発光材料としてドーピングすることによって、白色の有機エレクトロルミネッセンス素子を得る方法が開示されている。

[0009] ところで、近年、蛍光材料に対し、より高輝度の有機エレクトロルミネッセンス素子が得られる燐光発光材料の開発が精力的に進められている(例えば、特許文献1、非特許文献1、2参照)。従来の蛍光材料からの発光は励起一重項からの発光であり、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は25%であるのに対し、励起三重項からの発光を利用する燐光発光材料の場合には、励起子生成比率と一重項励起子から三重項励起子への内部変換により、内部量子効率の上限が100%となるため、蛍光発光材料の場合に比べ原理的に発光効率が最大4倍となる。

[0010] しかしながら、特に青色発光を呈する燐光発光材料については、発光効率と耐久性、特に駆動寿命に優れたものがなく、これまで青色燐光発光材料を用いた実用的な有機エレクトロルミネッセンス素子開発は難しかった。

[0011] 初期輝度半減寿命を改良する手段として、発光層中の発光材料の濃度を発光層の厚さ方向で変化させるという例が開示されている(例えば、特許文献2参照)が、ここに効率に関する記載は一切なく寿命と効率を両立できる手段と言えるものではない

。

[0012] また、発光寿命と発光効率を両立する手段として、有機層全体に同一のホスト化合物を有し、正孔輸送材料、電子輸送材料、発光材料を濃度勾配をもたせてドーピングするという例が開示されている(例えば、特許文献3参照)。

[0013] これは、従来の各機能性材料を積層した場合に生じる層間の界面が寿命を劣化させるという仮定から、有機層全体に存在する単一のホスト化合物に対して各材料をドーピングする際、ドーピング領域の端部でドーピング濃度をゼロまで減らしていくことで界面をなくし、寿命を向上させようというものである。発光層に関しては、層の厚みの両端で発光材料の濃度を薄くすることで界面を消滅させているが、実質発光に関与する層中央付近におけるドーピング濃度は一定であり、従来の積層構成と変わらないため駆動経時での色度安定性については改良されるものではなく、色度安定性についての記載もない。

特許文献1:米国特許第6,097,147号明細書

特許文献2:特開2003-229272号公報

特許文献3:特開2005-100767号公報

非特許文献1:M. A. Baldo et al., Nature, 395巻、151~154頁(1998年)

非特許文献2:M. A. Baldo et al., Nature, 403巻、17号、750~753頁(2000年)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0014] 本発明は上記課題に鑑みなされたものであり、その目的は、電力効率が高く、長寿命で、保存安定性、演色性に優れ、且つ駆動経時での発光色度の安定性に優れた白色発光を呈する有機エレクトロルミネッセンス素子と、それを用いた照明装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0015] 本発明の上記目的は、以下の構成により達成される。

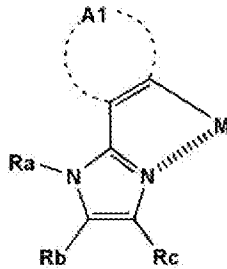
[0016] 1. 陽極及び陰極の間に発光層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子において、発光極大波長が480nm以下の燐光発光ドーパントを含有する発光極大波長が

480nm以下の発光層Aと、前記発光層Aと陽極との間に燐光発光ドーパントを含有し発光極大波長が510nm以上の発光層Bとを有し、前記発光層Aに含まれる燐光発光ドーパントの濃度が発光層Aの膜厚方向で変化していることを特徴とする白色有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0017] 2. 前記発光層Aにおいて、下記一般式(A)～(C)から選ばれる少なくとも1つの部分構造を有する燐光発光ドーパントを含有することを特徴とする前記1に記載の白色有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0018] [化1]

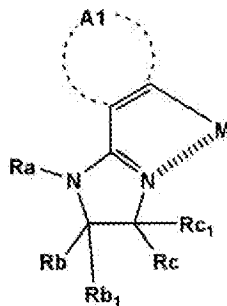
一般式(A)



[0019] (式中、Raは水素原子、脂肪族基、芳香族基または複素環基を表し、Rb、Rcは各々水素原子または置換基を表し、A1は芳香族環または芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表し、MはIrまたはPtを表す。)

[0020] [化2]

一般式(B)

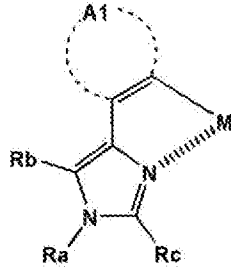


[0021] (式中、Raは水素原子、脂肪族基、芳香族基または複素環基を表し、Rb、Rc、Rb₁、Rc₁は各々水素原子または置換基を表し、A1は芳香族環または芳香族複素環を形

成するのに必要な残基を表し、MはIrまたはPtを表す。)

[0022] [化3]

一般式(C)



[0023] (式中、Raは水素原子、脂肪族基、芳香族基または複素環基を表し、Rb、Rcは各々水素原子または置換基を表し、A1は芳香族環または芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表し、MはIrまたはPtを表す。)

3. 前記発光層Aにおいて、発光層に含まれる少なくとも1種の燐光発光ドーパントの発光極大波長が465nm以下であることを特徴とする前記1または2に記載の白色有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0024] 4. 前記発光層Bが発光極大波長が30nm以上異なる2種以上の燐光発光ドーパントを含有することを特徴とする前記1～3のいずれか1項に記載の白色有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0025] 5. 前記発光層Aと前記発光層Bとがガラス転移温度が90°C以上である同一のホスト化合物を含有することを特徴とする前記1～4のいずれか1項に記載の白色有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0026] 6. 前記発光層Aにおいて、発光層に含まれる少なくとも1種の燐光発光ドーパントの濃度が陽極側から陰極側において減少していることを特徴とする前記1～5のいずれか1項に記載の白色有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0027] 7. 前記1～6のいずれか1項に記載の白色有機エレクトロルミネッセンス素子を用いることを特徴とする照明装置。

発明の効果

[0028] 本発明により、電力効率が高く、長寿命で、保存安定性、演色性に優れ、且つ駆動

経時での発光色度の安定性に優れた白色発光を呈する有機エレクトロルミネッセンス素子と、それを用いた照明装置を提供することができた。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]本発明の白色有機EL素子を組み込んだ照明装置の一例を示す概略図である。

。

[図2]本発明の白色有機EL素子を組み込んだ照明装置の一例を示す断面図である。

。

符号の説明

- [0030] 101 有機EL素子
102 ガラスカバー
105 陰極
106 有機EL層
107 透明電極付きガラス基板
108 窒素ガス
109 捕水剤

発明を実施するための最良の形態

[0031] 以下、本発明の白色有機エレクトロルミネッセンス素子(以下、本発明の白色有機EL素子とも言う)の各構成要素の詳細について、順次説明する。

[0032] 《有機エレクトロルミネッセンス素子の発光色と正面輝度》

本発明の白色有機EL素子や該素子に係る化合物の発光色は、「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(コニカミノルタセンシング社製)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。本発明の白色有機EL素子としての好ましい色度は、CIE1931表色系においてx値が 0.37 ± 0.1 、y値が 0.37 ± 0.07 の範囲である。

[0033] 《有機EL素子の層構成》

次に、本発明の白色有機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るものではない。

- [0034] (i)陽極／発光層ユニット／電子輸送層／陰極
(ii)陽極／正孔輸送層／発光層ユニット／電子輸送層／陰極
(iii)陽極／正孔輸送層／発光層ユニット／正孔阻止層／電子輸送層／陰極
(iv)陽極／正孔輸送層／発光層ユニット／正孔阻止層／電子輸送層／陰極バッファ層／陰極
(v)陽極／陽極バッファ層／正孔輸送層／発光層ユニット／正孔阻止層／電子輸送層／陰極バッファ層／陰極

本発明の白色有機EL素子においては、発光層ユニットは少なくとも2層の発光層を有することを特徴とするが、各発光層間には非発光性の中間層を有していてもよい。

[0035] 《発光層》

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

- [0036] 本発明に係る発光層は本発明で規定する要件を満たしていれば、その構成には特に制限はない。また、発光層の数が3層より多い場合には、同一の発光スペクトルや発光極大波長を有する層が複数層あってもよい。

- [0037] 発光層の膜厚の総和は特に制限はないが、形成する膜の均質性や発光時に不必要な高電圧を印加するのを防止し、且つ駆動電流に対する発光色の安定性向上の観点から、2～200nmの範囲に調整することが好ましく、更に好ましくは5nm以上、40nm以下の範囲に調整される。また、個々の発光層の膜厚としては、2～100nmの範囲に調整することが好ましく、更に好ましくは5nm以上、30nm以下の範囲に調整することである。

- [0038] 発光層を形成する方法としては、後述する発光ドーパントやホスト化合物を、例えば、真空蒸着法、スピコート法、キャスト法、LB法(ラングミュアープロジェクト法)、インクジェット法等の公知の薄膜形成法により製膜して形成することができる。

- [0039] 本発明においては、発光極大波長が480nm以下の燐光発光ドーパントを含有する発光極大波長が480nm以下の発光層(以下、発光層Aとする)と、前記発光層Aと

陽極との間に発光極大波長が510nm以上の発光層(以下、発光層Bとする)とを少なくとも有する。

- [0040] 発光層AとBが上記の層順で配置されることにより駆動電圧が低下し、より電力効率に優れた発光素子を得ることができる。更に前記発光層Aと前記発光層Bとが隣接していることが、より高い電力効率と長い駆動寿命を得る上で好ましい。
- [0041] また、本発明においては、前記発光層Bの膜厚が前記発光層Aの膜厚以下であることが、より高い電力効率を発現しつつ、白色素子としての好ましい色度を得やすいことから好ましい。更には、前記発光層Bの膜厚が10nm以下であることが好ましい。
- [0042] 前記発光層Aに含有される発光極大波長が480nm以下の燐光発光ドーパントとしては、前記一般式(A)～(C)から選ばれる少なくとも1つの部分構造を有することが、電力効率及び白色としての色度の点から好ましい。更に発光層Aに含まれる燐光発光ドーパントの発光極大波長が465nm以下であることが、高い演色性を得る上で好ましい。
- [0043] 本発明においては、前記発光層Aに含有される燐光発光ドーパントの濃度が膜厚方向で変化していることを特徴とする。
- [0044] 膜厚方向で燐光発光ドーパントの濃度を変化させるには、例えば、発光層を共蒸着で形成する際にホスト材料の蒸着速度を一定に保ちつつ燐光発光ドーパントの蒸着速度を変化させる。また、燐光発光ドーパントの蒸着速度を一定に保ちつつホスト材料の蒸着速度を変化させる、燐光発光ドーパントとホスト材料の両方の蒸着速度を変化させる、等の方法がある。更に蒸着速度の変化のさせ方によって連続的に濃度変化させたり、段階的に濃度変化させることができる。
- [0045] 更に濃度変化の状態として、発光層Aの陽極側から陰極側において濃度が減少していることが、駆動経時での色度変動を抑えるために好ましい。このとき、発光層Aの陽極側におけるドーパント濃度を α 質量%、陰極側におけるドーパント濃度を β 質量%としたとき、 $\alpha / \beta \geq 1.5$ であることがより好ましい。
- [0046] ドーパント濃度変化の形態としては、陽極側から陰極側への減少が連続的であっても、段階的であってもよいが、連続的な変化であるほうがより好ましい。発光層Aにおける燐光発光ドーパントの総含有量は2質量%以上、20質量%以下が好ましく、更

に好ましくは7質量%以上、15質量%以下である。2質量%より低い濃度では発光効率率が低下し、また20質量%以上では、駆動寿命においてよい結果を得ることができない。

[0047] 前記発光層Bは燐光発光ドーパントを含有し、発光極大波長が510nm以上であることを特徴とする。更に発光極大波長が30nm以上異なる2種以上の燐光発光ドーパントを含有することが、白色色度、演色性の点で好ましい。

[0048] (ホスト化合物)

次に、発光層に含まれるホスト化合物(発光ホスト化合物とも言う)について説明する。

[0049] 本発明の白色有機EL素子の発光層に含まれるホスト化合物とは、室温(25°C)における燐光発光の燐光量子収率が、0.1未満の化合物であることが好ましく、更に好ましくは燐光量子収率が0.01未満の化合物である。また、発光層に含有される化合物の中で、その層中での質量比が20質量%以上であることが好ましい。

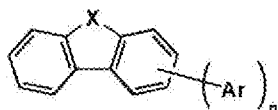
[0050] 本発明に用いられる発光ホスト化合物としては、構造的には特に制限はないが、代表的にはカルバゾール誘導体、トリアリールアミン誘導体、芳香族ボラン誘導体、含窒素複素環化合物、チオフェン誘導体、フラン誘導体、オリゴアリーレン化合物等の基本骨格を有するもの、または、カルボリン誘導体やジアザカルバゾール誘導体(ここで、ジアザカルバゾール誘導体とは、カルボリン誘導体のカルボリン環を構成する炭化水素環の少なくとも一つの炭素原子が窒素原子で置換されているものを表す。)等が挙げられる。

[0051] また、本発明に用いるホスト化合物は、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。

[0052] 本発明に係る発光層に用いられる発光ホスト化合物としては、下記一般式(a)で表される化合物が好ましい。

[0053] [化4]

一般式(a)



- [0054] 前記一般式(a)において、Xは、NR'、O、S、CR' R'' またはSiR' R'' を表し、R'、R'' は各々水素原子または置換基を表す。Arは芳香環を表す。nは0から8の整数を表す。
- [0055] 一般式(a)において、XにおいてR'、R'' で各々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、t-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、1-プロペニル基、2-ブテニル基、1,3-ブタジエニル基、2-ペンテニル基、イソプロペニル基等)、アルキニル基(例えば、エチニル基、プロパルギル基等)、芳香族炭化水素基(芳香族炭素環基、アリール基等ともいい、例えば、フェニル基、p-クロロフェニル基、メシチル基、トリル基、キシリル基、ナフチル基、アントリル基、アズレニル基、アセナフテニル基、フルオレニル基、フェナントリル基、インデニル基、ピレニル基、ビフェニル基等)、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、カルバゾリル基、カルボリニル基、ジアザカルバゾリル基(前記カルボリニル基のカルボリン環を構成する任意の炭素原子の一つが窒素原子で置き換わったものを示す)、フタラジニル基等)、複素環基(例えば、ピロリジル基、イミダゾリジル基、モルホリル基、オキサゾリジル基等)、アルコキシ基(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

例えば、シクロペンチルチオ基、シクロヘキシルチオ基等)、アリアルチオ基(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)、アリア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またはヘテロアリールスルホニル基(例えば、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)、ホスホノ基等が挙げられる。

[0056] 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。

[0057] 一般式(a)において、好ましいXはNR' またはOであり、R' としては芳香族炭化水素基、芳香族複素環基が特に好ましい。

[0058] 一般式(a)において、Arで表される芳香環としては、芳香族炭化水素環または芳香族複素環が挙げられる。また、該芳香環は単環でもよく、縮合環でもよく、更に未置換でも、後述するような置換基を有していてもよい。

[0059] 一般式(a)において、Ar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、アンストラアントレン環等が挙げられる。これらの環は更に置換基を有していてもよい。

[0060] 一般式(a)において、Arで表される芳香族複素環としては、例えば、フラン環、ジ

ベンゾフラン環、チオフェン環、オキサゾール環、ピロール環、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、インダゾール環、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、シンノリン環、キノリン環、イソキノリン環、フタラジン環、ナフチリジン環、カルバゾール環、カルボリン環、ジアザカルバゾール環(カルボリン環を構成する炭化水素環の炭素原子の一つが更に窒素原子で置換されている環を示す)等が挙げられる。これらの環は更に置換基を有していてもよい。

[0061] 上記の中でも、一般式(a)において、Arで表される芳香環として好ましく用いられるのは、カルバゾール環、カルボリン環、ジベンゾフラン環、ベンゼン環であり、特に好ましく用いられるのは、カルバゾール環、カルボリン環、ベンゼン環である。上記の中でも、置換基を有するベンゼン環が好ましく、特に好ましくはカルバゾリル基を有するベンゼン環である。

[0062] また、一般式(a)において、Arで表される芳香環としては、下記に示すような各々3環以上の縮合環が好ましい一態様であり、3環以上が縮合した芳香族炭化水素縮合環としては、具体的には、ナフタセン環、アントラセン環、テトラセン環、ペンタセン環、ヘキサセン環、フェナントレン環、ピレン環、ベンゾピレン環、ベンゾアズレン環、クリセン環、ベンゾクリセン環、アセナフテン環、アセナフチレン環、トリフェニレン環、コロネン環、ベンゾコロネン環、ヘキサベンゾコロネン環、フルオレン環、ベンゾフルオレン環、フルオランテン環、ペリレン環、ナフトペリレン環、ペンタベンゾペリレン環、ベンゾペリレン環、ペンタフェン環、ピセン環、ピラントレン環、コロネン環、ナフトコロネン環、オバレン環、アンスラアントレン環等が挙げられる。なお、これらの環は更に置換基を有していてもよい。

[0063] また、3環以上が縮合した芳香族複素環としては、具体的には、アクリジン環、ベンゾキノリン環、カルバゾール環、カルボリン環、フェナジン環、フェナントリジン環、フェナントロリン環、カルボリン環、サイクラジン環、キンドリン環、テペニジン環、キニンドリン環、トリフェノジチアジン環、トリフェノジオキサジン環、フェナントラジン環、アントラジン環、ペリミジン環、ジアザカルバゾール環(カルボリン環を構成する炭素原子の任

意の一つが窒素原子で置き換わったものを表す)、フェナントロリン環、ジベンゾフラン環、ジベンゾチオフェン環、ナフトフラン環、ナフトチオフェン環、ベンゾジフラン環、ベンゾジチオフェン環、ナフトジフラン環、ナフトジチオフェン環、アントラフラン環、アントラジフラン環、アントラチオフェン環、アントラジチオフェン環、チアントレン環、フェノキサチン環、チオファントレン環(ナフトチオフェン環)等が挙げられる。なお、これらの環は更に置換基を有していてもよい。

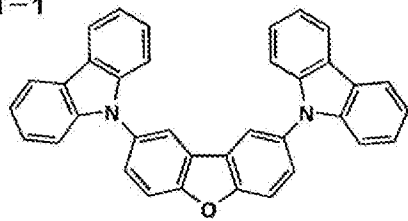
[0064] ここで、一般式(a)において、Arで表される芳香環が有してもよい置換基は、R'、R''で各々表される置換基と同義である。

[0065] また、一般式(a)において、nは0~8の整数を表すが、0~2であることが好ましく、特にXがO、Sである場合には1または2であることが好ましい。

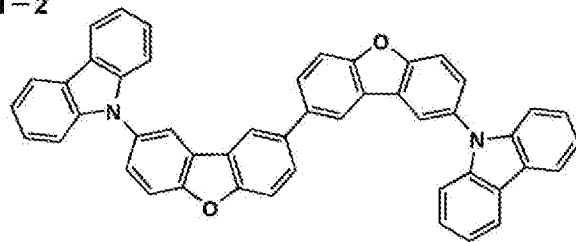
[0066] 以下に、一般式(a)で表される発光ホスト化合物の具体例を示すが、これらに限定されるものではない。

[0067] [化5]

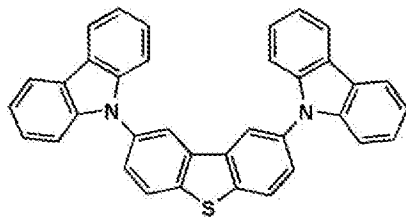
1-1



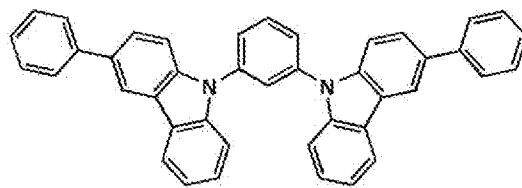
1-2



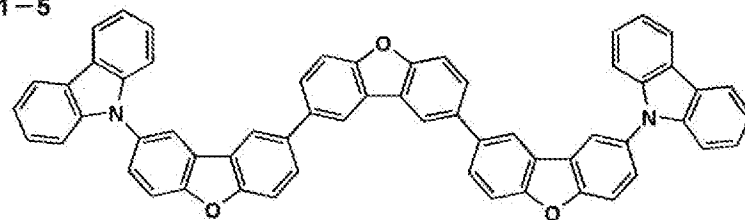
1-3



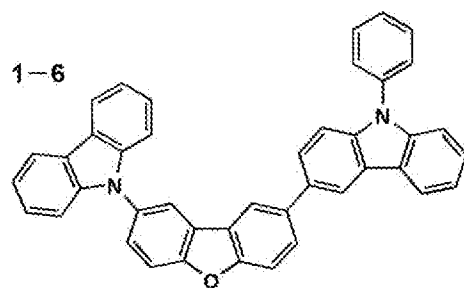
1-4



1-5

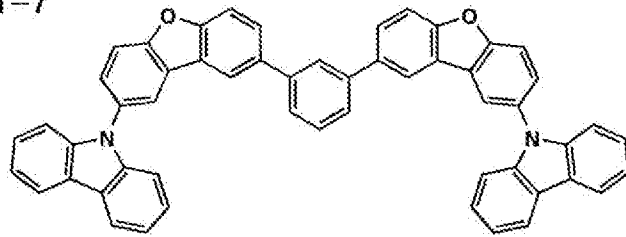


1-6

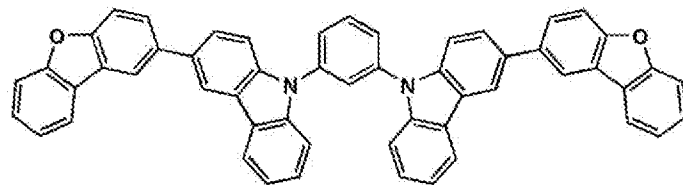


[0068] [化6]

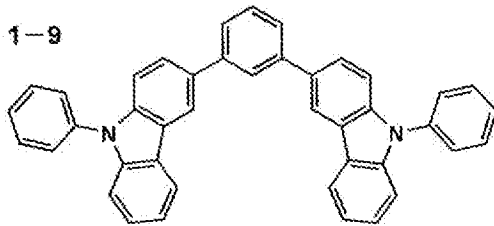
1-7



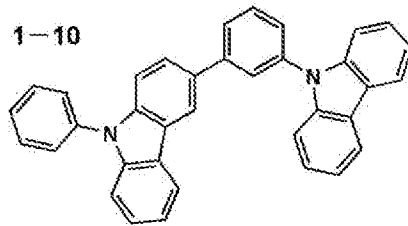
1-8



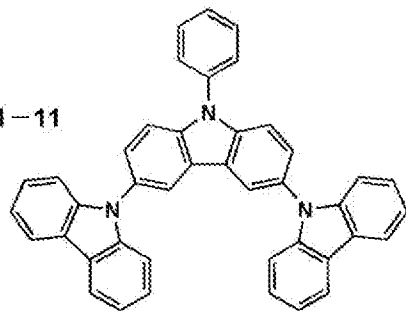
1-9



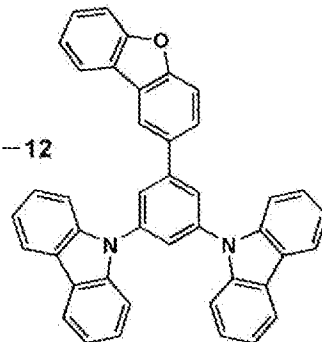
1-10



1-11

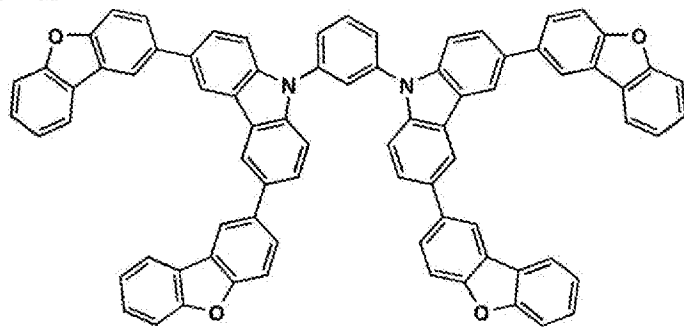


1-12

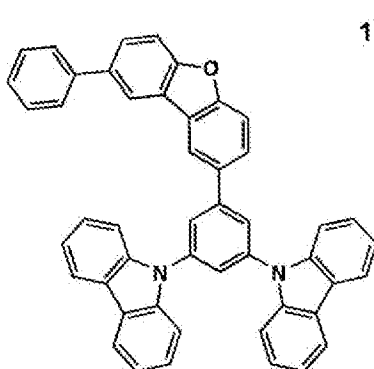


[0069] [化7]

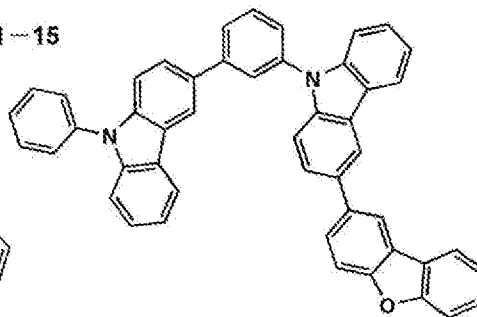
1-13



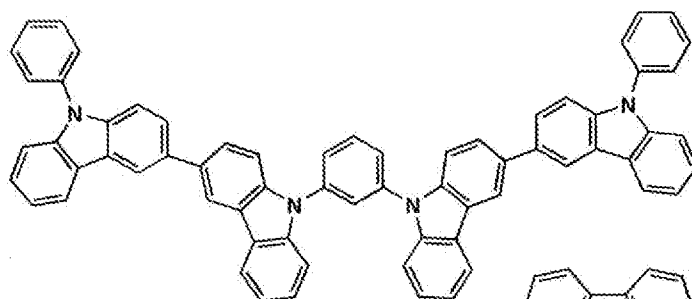
1-14



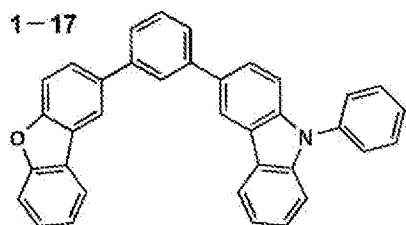
1-15



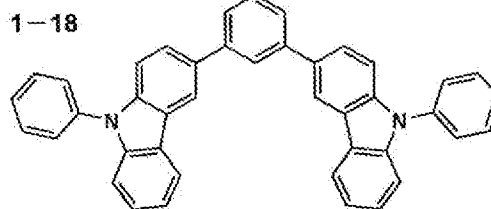
1-16



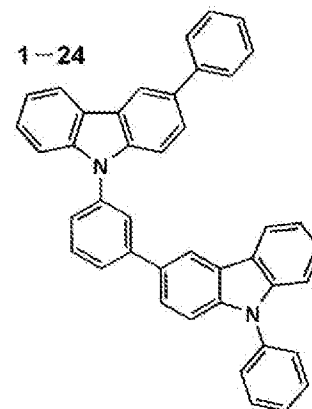
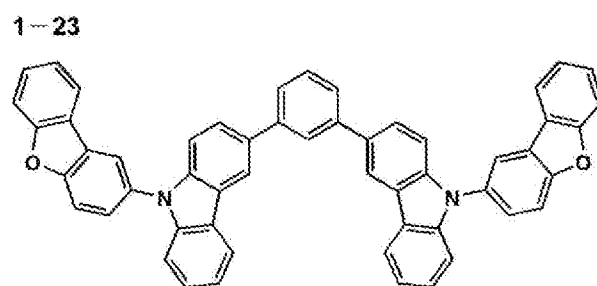
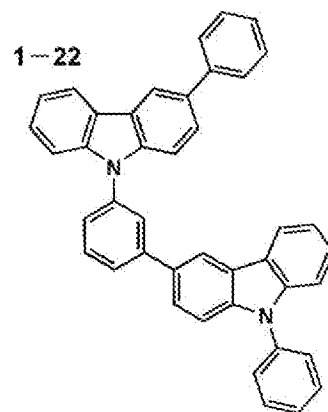
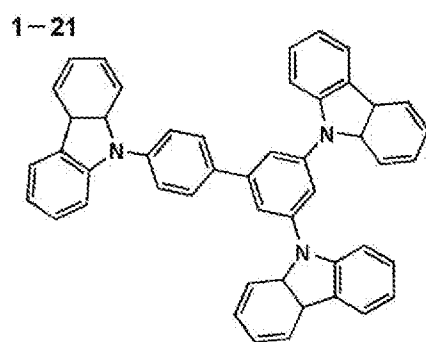
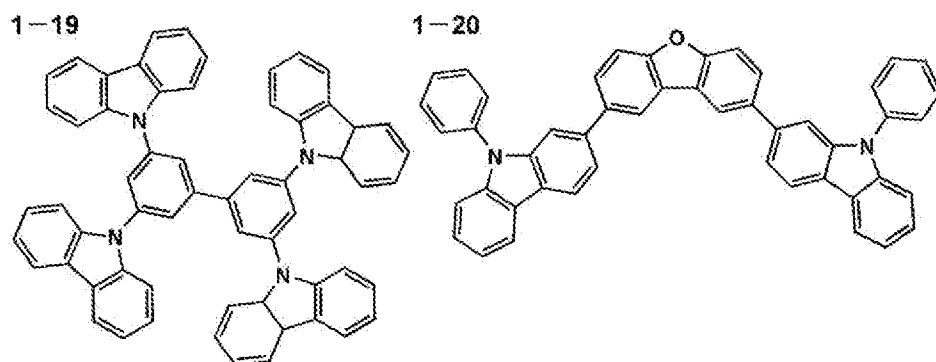
1-17



1-18

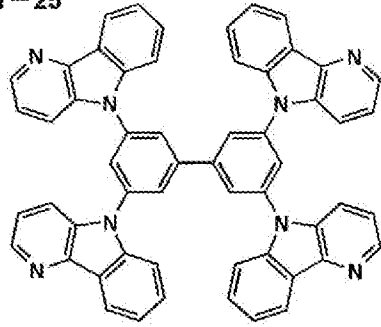


[0070] [化8]

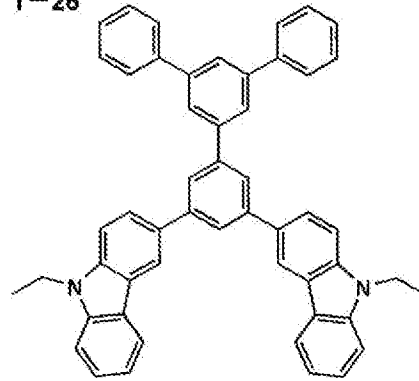


[0071] [化9]

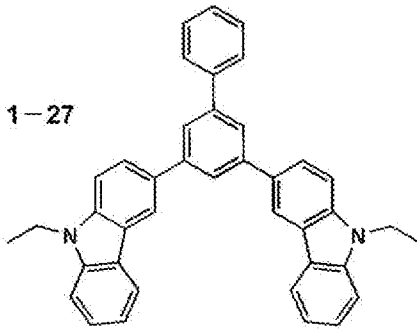
1-25



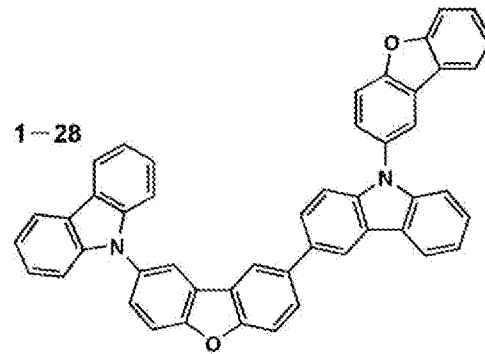
1-26



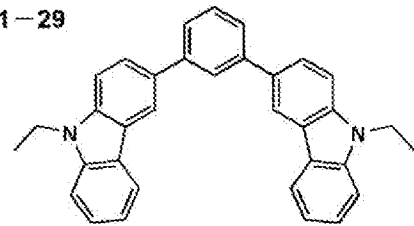
1-27



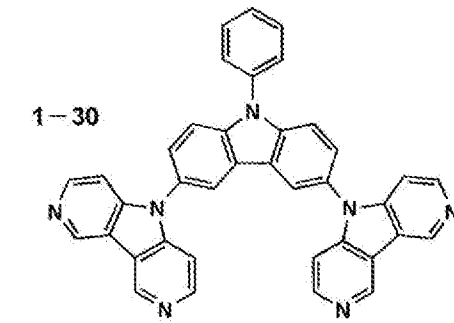
1-28



1-29

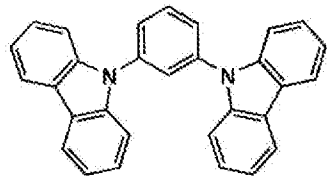


1-30

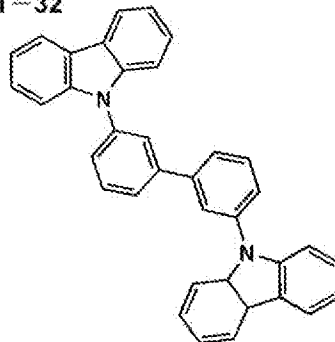


[0072] [化10]

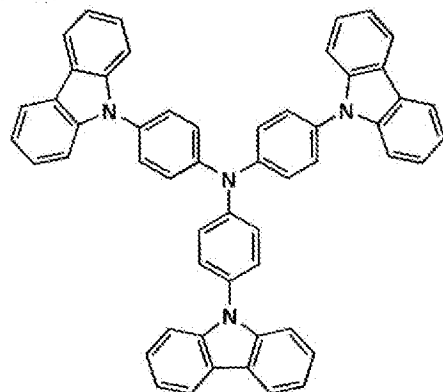
1-31



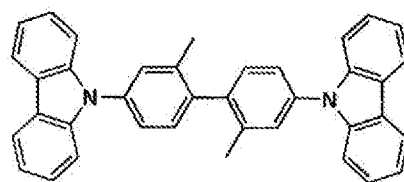
1-32



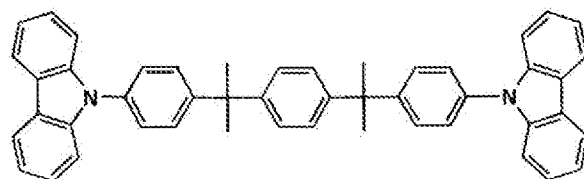
1-33



1-34

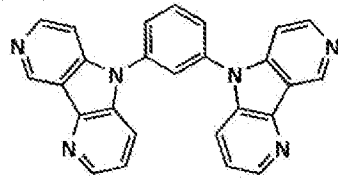


1-35

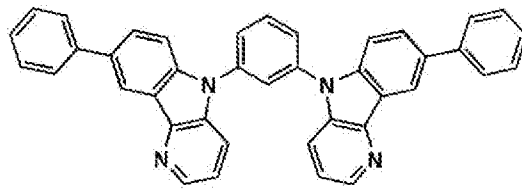


[0073] [化11]

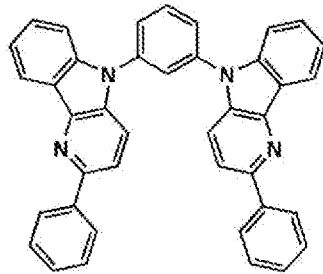
1-36



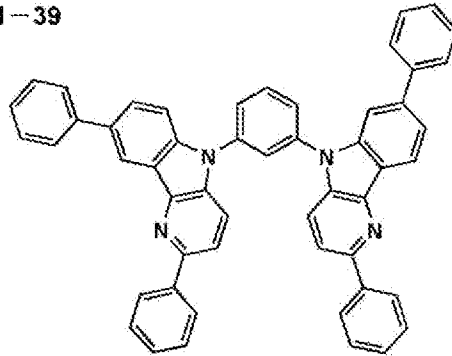
1-37



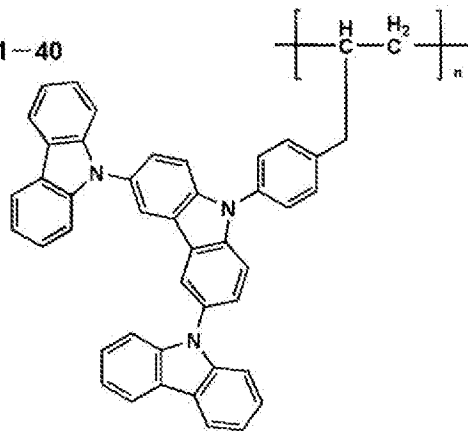
1-38



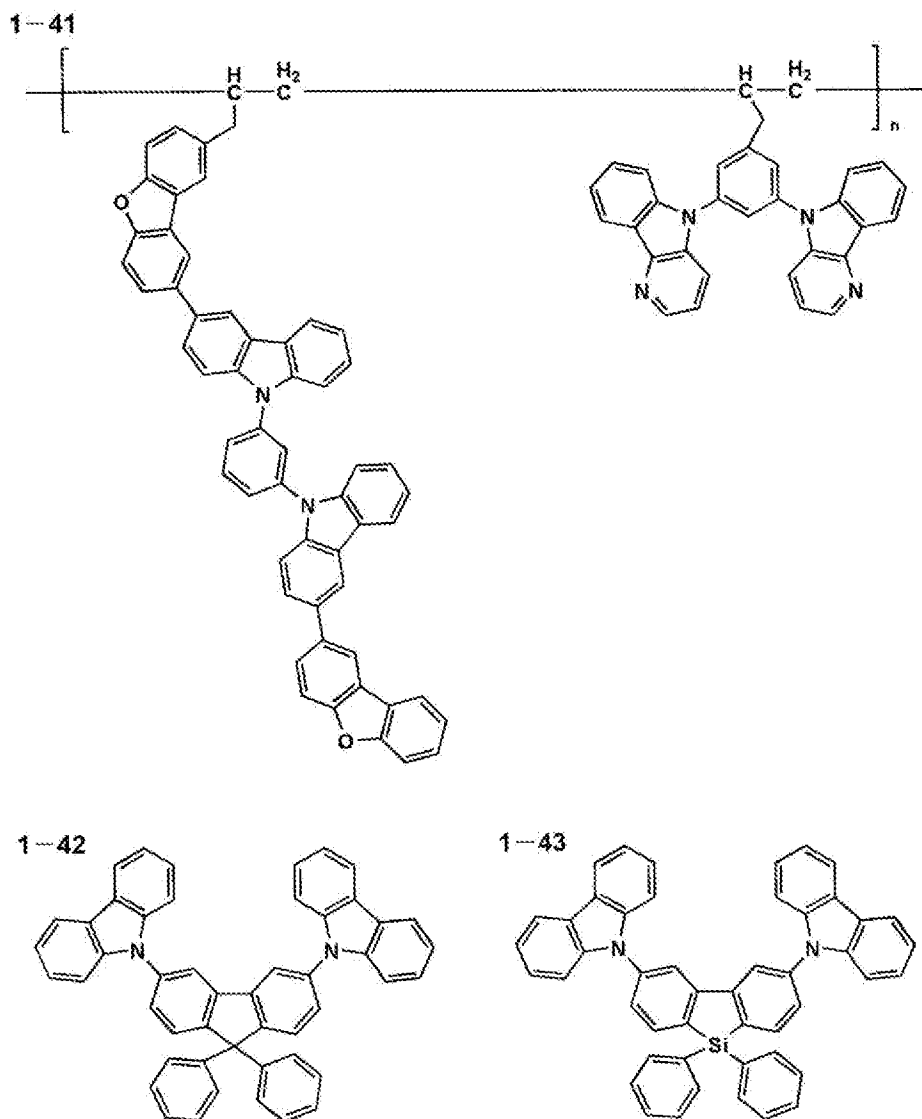
1-39



1-40



[0074] [化12]



[0075] また、従来公知のホスト化合物の具体例としては、以下の文献に記載されている化合物が好適である。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2002-23

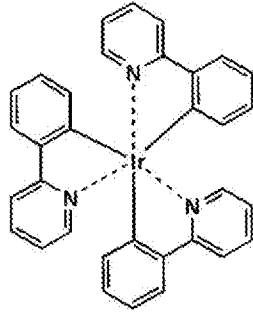
4888号公報、同2003-27048号公報、同2002-255934号公報、同2002-260861号公報、同2002-280183号公報、同2002-299060号公報、同2002-302516号公報、同2002-305083号公報、同2002-305084号公報、同2002-308837号公報等が挙げられる。

- [0076] ホスト化合物としては、ホスト化合物を単独で用いてもよく、または複数種併用して用いてもよいが、本発明においては、前記発光層Aと前記発光層Bが同一のホスト化合物を少なくとも各々の発光層の30質量%以上含有することが好ましい。
- [0077] ホスト化合物としては、正孔輸送能、電子輸送能を有しつつ、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。本発明においては、少なくともガラス転移温度が90°C以上のホスト化合物が好ましく、更には130°C以上であることが、より長い駆動寿命及び優れた耐久性が得られることから好ましい。
- [0078] ここで、ガラス転移点(T_g)とは、DSC(Differential Scanning Colorimetry: 示差走査熱量法)を用いて、JIS-K-7121に準拠した方法により求められる値である。
- [0079] また、前記発光層Aに含有されるホスト化合物は、その最低励起3重項エネルギー(T₁)が、2.7eVより大きいことがより高い発光効率を得られることから好ましい。本発明で言う最低励起3重項エネルギーとは、ホスト化合物を溶媒に溶解し、液体窒素温度において観測した燐光発光スペクトルの最低振動バンド間遷移に対応する発光バンドのピークエネルギーを言う。
- [0080] 本発明の白色有機EL素子においては、ホスト化合物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ため、ホスト化合物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。
- [0081] (燐光発光ドーパント)
- 本発明に係る発光ドーパントとしては、燐光発光ドーパントを用いることを特徴とする。本発明においては、少なくとも発光極大波長が480nm以下の燐光発光ドーパント

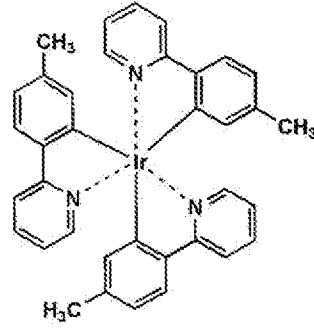
トを含有し、更に好ましくは下記一般式(A)～(C)から選ばれる少なくとも1つの部分構造を有する燐光発光ドーパントを含有する。

- [0082] 本発明に係る燐光発光ドーパントは、励起三重項からの発光が観測される化合物であり、具体的には室温(25°C)にて燐光発光する化合物であり、燐光量子収率が25°Cにおいて0.01以上の化合物であると定義されるが、好ましい燐光量子収率は0.1以上である。
- [0083] 上記燐光量子収率は、例えば、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、本発明に係る燐光発光ドーパントは、任意の溶媒のいずれかにおいても、上記燐光量子収率(0.01以上)が達成されればよい。
- [0084] 燐光発光ドーパントの発光の原理としては2タイプが挙げられ、一つのタイプ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、このエネルギーを燐光発光ドーパントに移動させることで燐光発光ドーパントからの発光を得るというエネルギー移動型、もう一つのタイプは燐光発光ドーパントがキャリアトラップとなり、燐光発光ドーパント上でキャリアの再結合が生じ、燐光発光ドーパント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、燐光発光ドーパントの励起状態のエネルギーは、ホスト化合物の励起状態のエネルギーよりも低いことが条件である。
- [0085] 本発明に係る燐光発光ドーパントとしては、好ましくは元素の周期表で8～10族の金属を含有する錯体系化合物であり、更に好ましくはイリジウム化合物、オスmium化合物、または白金化合物(白金錯体系化合物)、希土類錯体であり、中でも最も好ましいのはイリジウム化合物である。
- [0086] 以下に、燐光発光ドーパントとして用いら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るものではない。これらの化合物は、例えば、Inorg. Chem. 40巻、1704～1711に記載の方法等により合成できる。
- [0087] [化13]

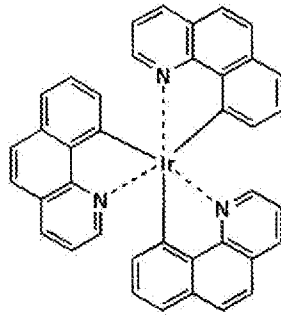
Ir-1



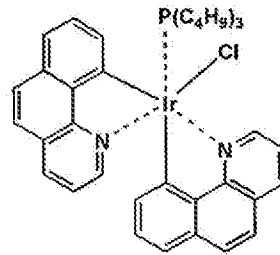
Ir-2



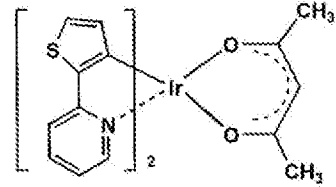
Ir-3



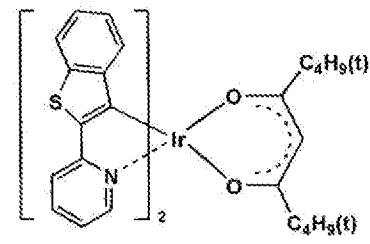
Ir-4



Ir-5

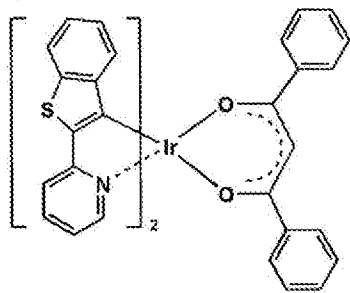


Ir-6

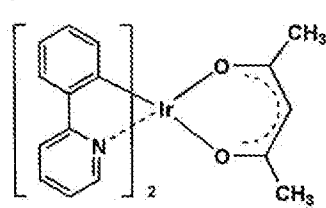


[0088] [化14]

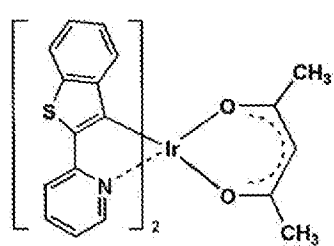
Ir-7



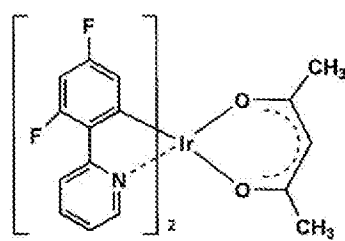
Ir-8



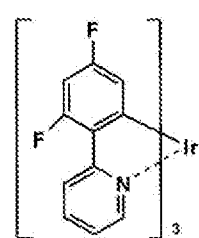
Ir-9



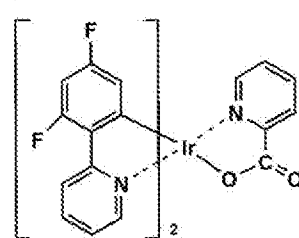
Ir-10



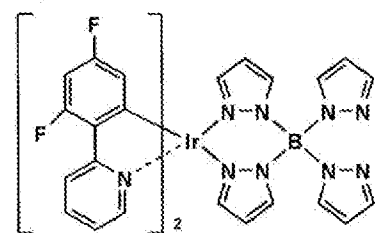
Ir-11



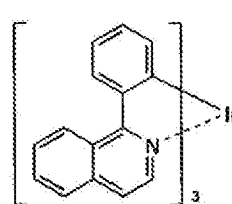
Ir-12



Ir-13

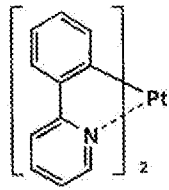


Ir-14

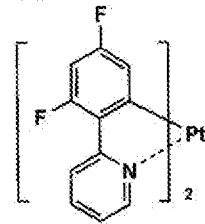


[0089] [化15]

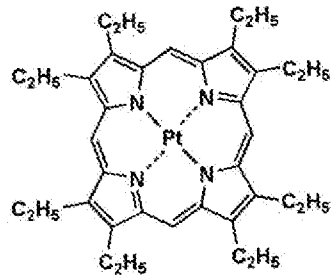
Pt-1



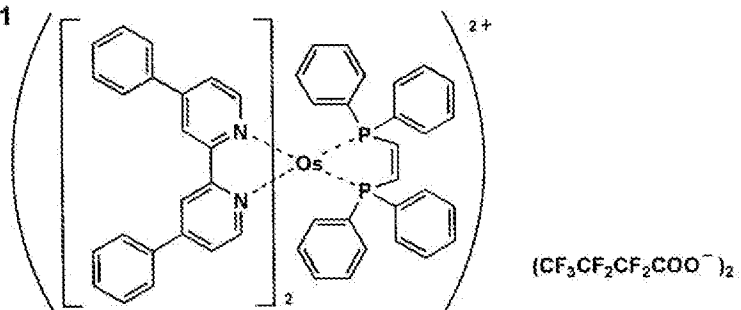
Pt-2



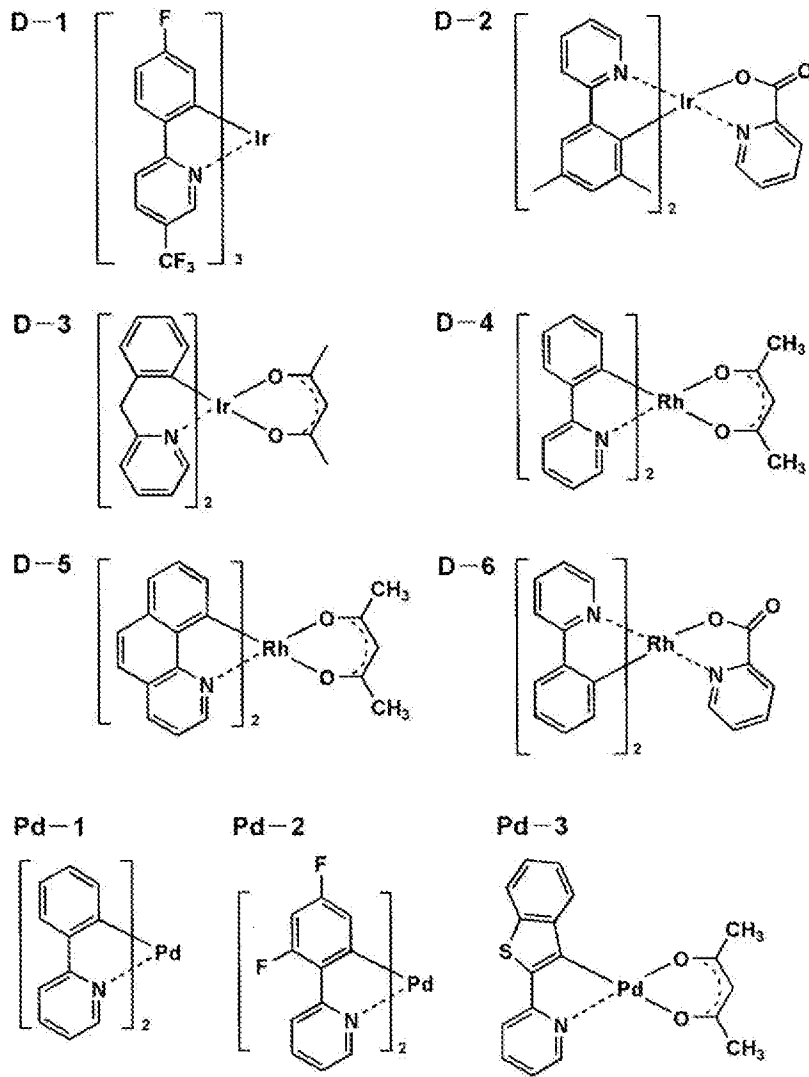
Pt-3



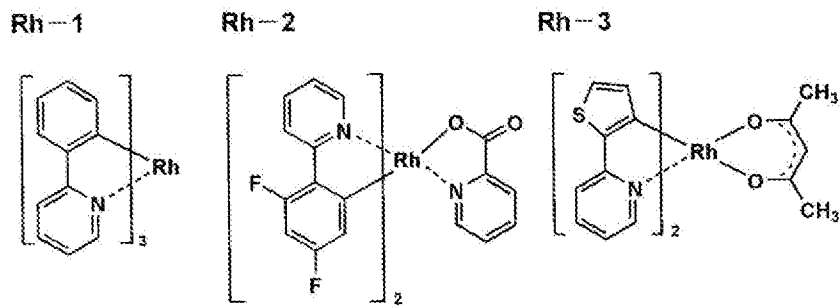
A-1



[0090] [化16]



[0091] [化17]



[0092] 燐光発光ドーパントは、有機EL素子の発光層に使用される公知のものの中から適

宜選択して用いることができるが、本発明においては、少なくとも発光極大波長が480nm以下の燐光発光ドーパントを含有する。更に好ましくは、発光極大波長が480nm以下で、前記一般式(A)～(C)から選ばれる少なくとも1つの部分構造を有する燐光発光ドーパントを含有する。

- [0093] 前記一般式(A)において、Raは水素原子、脂肪族基、芳香族基または複素環基を表し、Rb、Rcは各々水素原子または置換基を表し、A1は芳香族環または芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表し、MはIrまたはPtを表す。
- [0094] また、前記一般式(B)において、Raは水素原子、脂肪族基、芳香族基または複素環基を表し、Rb、Rc、 R_{b_1} 、 R_{c_1} は各々水素原子または置換基を表し、A1は芳香族環または芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表し、MはIrまたはPtを表す。
- [0095] また、前記一般式(C)において、Raは水素原子、脂肪族基、芳香族基または複素環基を表し、Rb、Rcは各々水素原子または置換基を表し、A1は芳香族環または芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表し、MはIrまたはPtを表す。
- [0096] 一般式(A)～(C)において、Raは水素原子、脂肪族基、芳香族基または複素環基を表し、Raで表される脂肪族基としては、アルキル基(例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、ペンチル基、イソペンチル基、2-エチルーヘキシル基、オクチル基、ウンデシル基、ドデシル基、テトラデシル基)、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)が挙げられ、芳香族基としては、例えば、フェニル基、トリル基、アズレニル基、アントラニル基、フェナントリル基、ピレニル基、クリセニル基、ナフタセニル基、o-テルフェニル基、m-テルフェニル基、p-テルフェニル基、アセナフテニル基、コロネニル基、フルオレニル基、ペリレニル基等を挙げることであり、これらの基はそれぞれ置換基を有していてもよい。複素環基としては、例えば、ピロリル基、インドリル基、フリル基、チエニル基、イミダゾリル基、ピラゾリル基、インドリジニル基、キノリニル基、カルバゾリル基、インドリニル基、チアゾリル基、ピリジニル基、ピリダジニル基、チアジアジニル基、オキサジアゾリル基、ベンゾキノリニル基、チアジアゾリル基、ピロロチアゾリル基、ピロロピリダジニル基、テトラゾリル基、オキサゾリル基、クロマニル基等を挙げることであり、これらの基はそれぞれ置換基を有していてもよい。

[0097] 一般式(A)～(C)において、Rb、Rc、R_b₁、R_c₁が表す置換基としては、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、モルホルリル基、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、ヒドロキシル基、メルカプト基、シリル基(例えば、トリメチルシリル基、トリイソプロピルシリル基、トリフェニルシリル基、フェニルジエチルシリル基等)等が挙げられる。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。

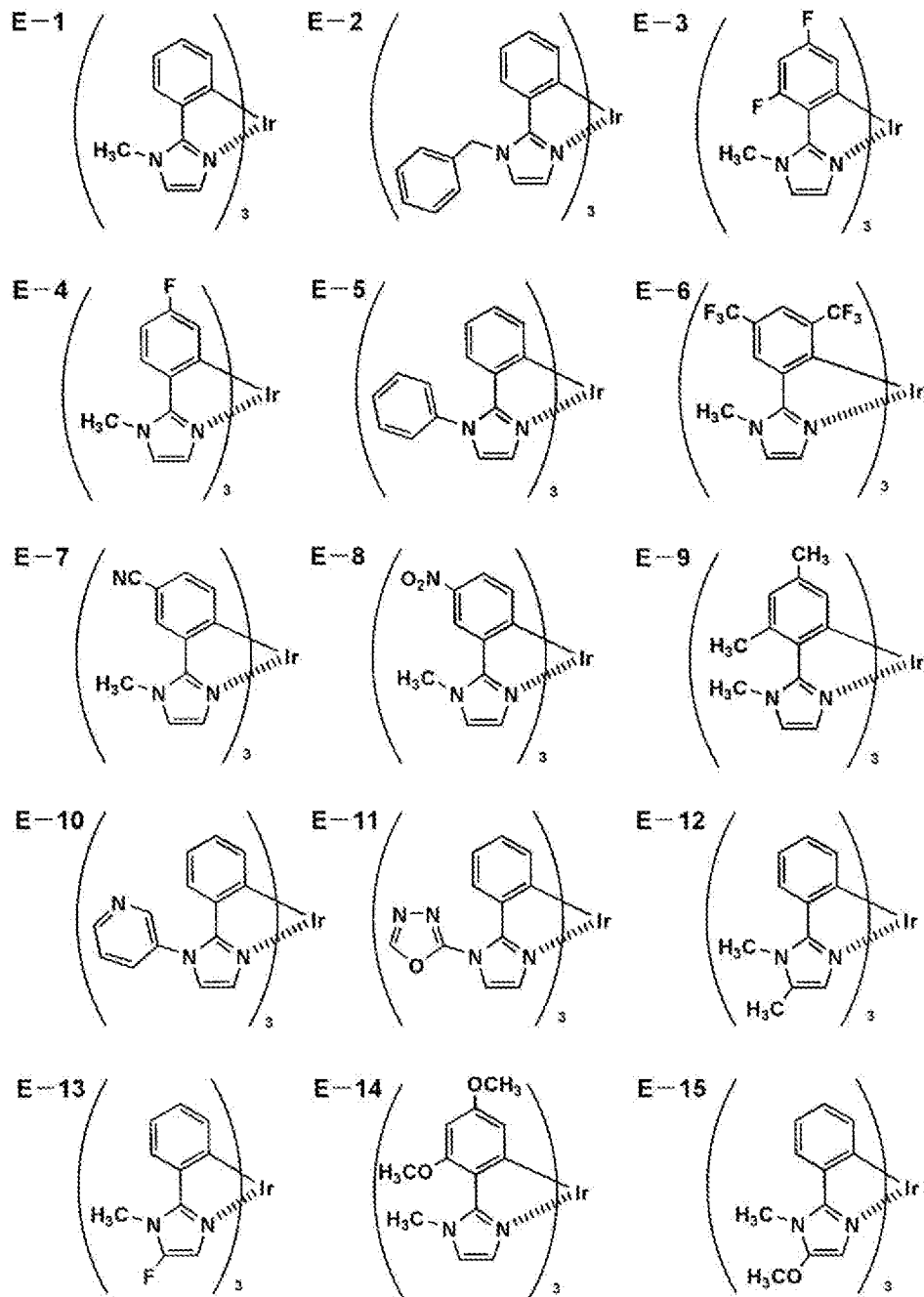
[0098] 一般式(A)～(C)において、A1は芳香族環、芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表し、該芳香族環としてはベンゼン環、ビフェニル環、ナフタレン環、アズレン環、アントラセン環、フェナントレン環、ピレン環、クリセン環、ナフタセン環、トリフェニレン環、*o*-テルフェニル環、*m*-テルフェニル環、*p*-テルフェニル環、アセナフテン環、コロネン環、フルオレン環、フルオラントレン環、ナフタセン環、ペンタセン環、ペリレン環、ペンタフェン環、ピセン環、ピレン環、ピラントレン環、アンストラアントレン環等が挙げられ、該芳香族複素環としては、フラン環、チオフェン環、ピリジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、ピラジン環、トリアジン環、ベンゾイミダゾール環、オキサジアゾール環、トリアゾール環、イミダゾール環、ピラゾール環、チアゾール環、インドール環、ベンゾイミダゾール環、ベンゾチアゾール環、ベンゾオキサゾール環、キノキサリン環、キナゾリン環、フタラジン環、カルバゾール環、カルボリン環、ジアザカルバゾール環(カルボリン環を構成する炭化水素環の炭素原子の一つが更に窒素原子で置換されている環を示す)等が挙げられる。

[0099] 一般式(A)～(C)の構造は部分構造であり、それ自身が完成構造の燐光発光ドーパントとなるには、中心金属の価数に対応した配位子が必要である。具体的には、ハロゲン(例えば、フッ素原子、塩素原子、臭素原子または沃素原子等)、アリアル基(例えば、フェニル基、*p*-クロロフェニル基、メシチル基、トリル基、キシリル基、ビフェニル基、ナフチル基、アントリル基、フェナントリル基等)、アルキル基(例えば、メチル基、エチル基、イソプロピル基、ヒドロキシエチル基、*tert*-ブチル基、トリフルオロメチル基、*t*-ブチル基等)、アルキルオキシ基、アリアルオキシ基、アルキルチオ基、アリアルチオ基、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、カルバゾリル基、カルボリニル基、フタラジニル基等)、一般式(A)～(C)の金属を除いた部分構造等が挙げられる。

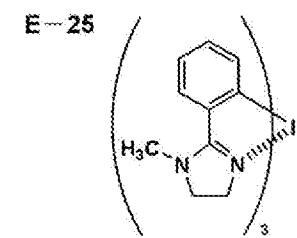
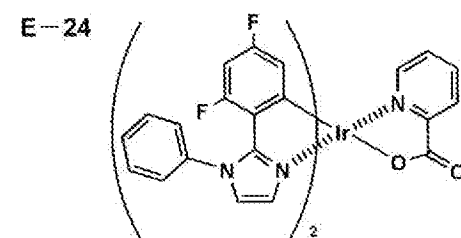
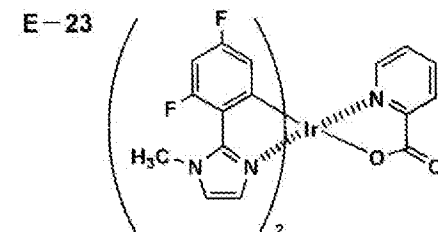
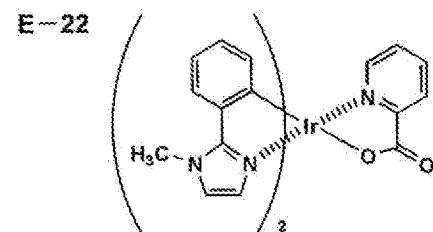
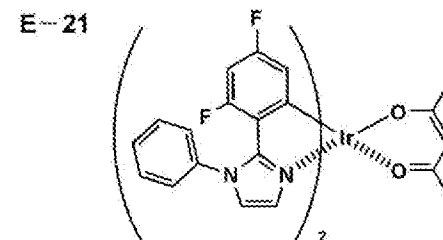
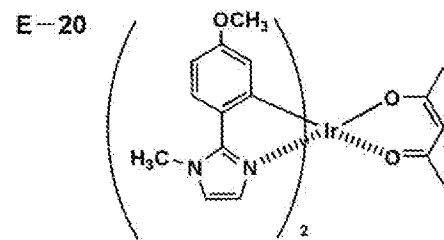
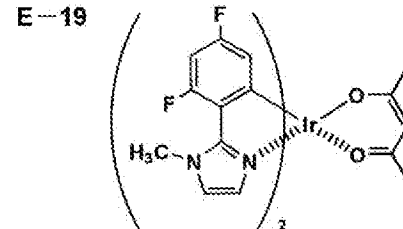
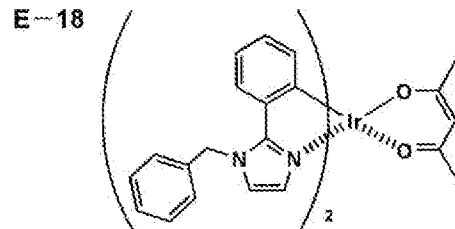
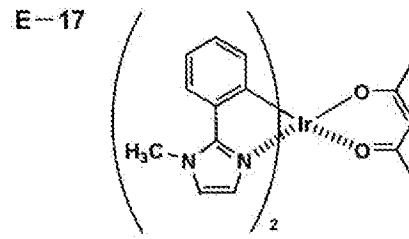
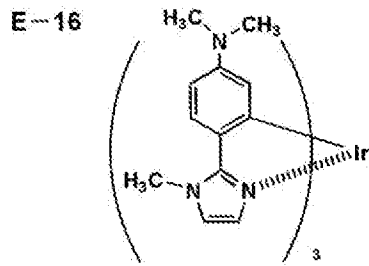
[0100] 一般式(A)～(C)において、MはIr、Ptを表し、特にIrが好ましい。また一般式(A)～(C)の部分構造3個で完成構造となるトリス体が好ましい。

[0101] 以下、本発明に係る燐光発光ドーパントの前記一般式(A)～(C)の部分構造を持つ化合物を例示するが、これらに限定されるものではない。

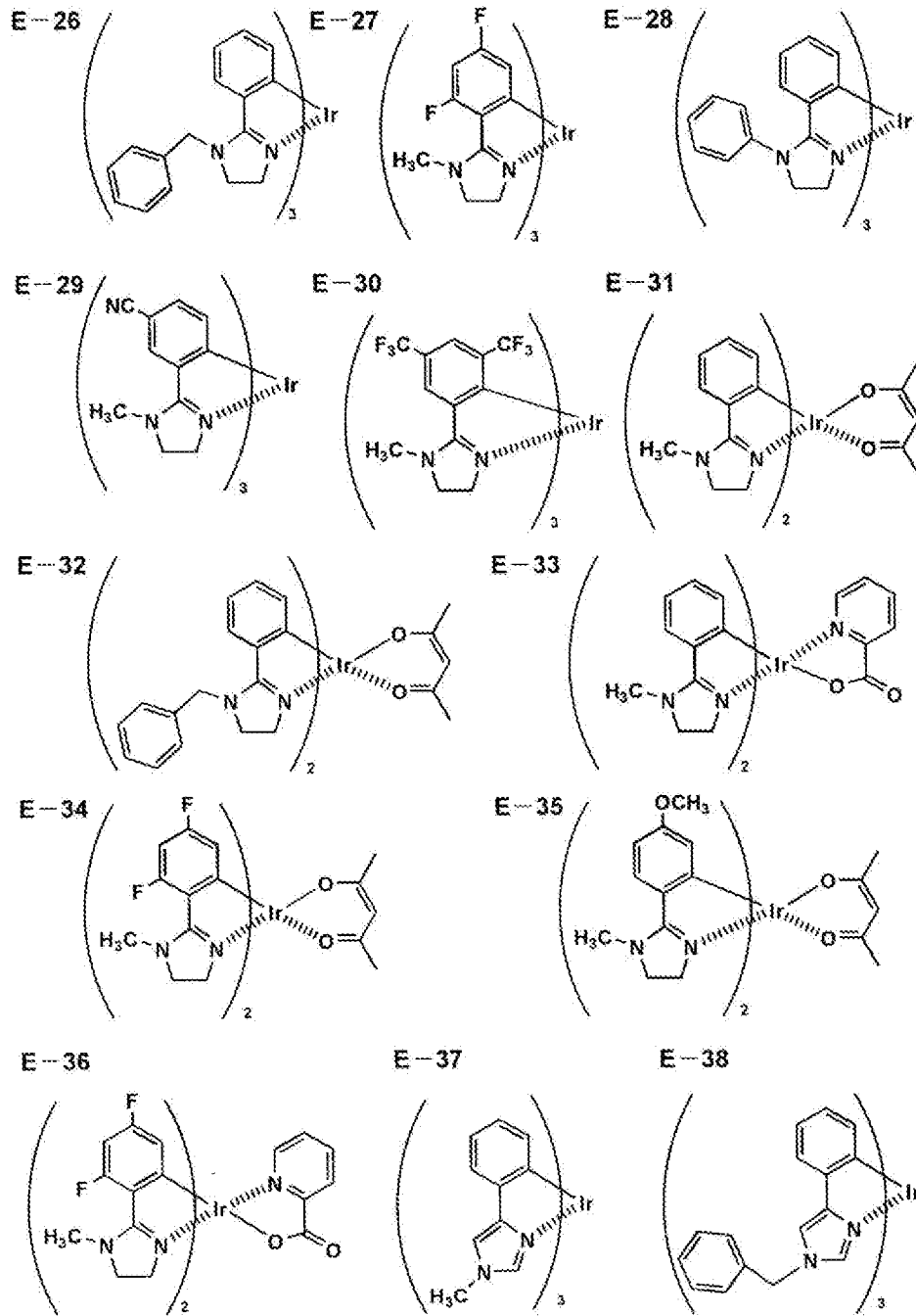
[0102] [化18]



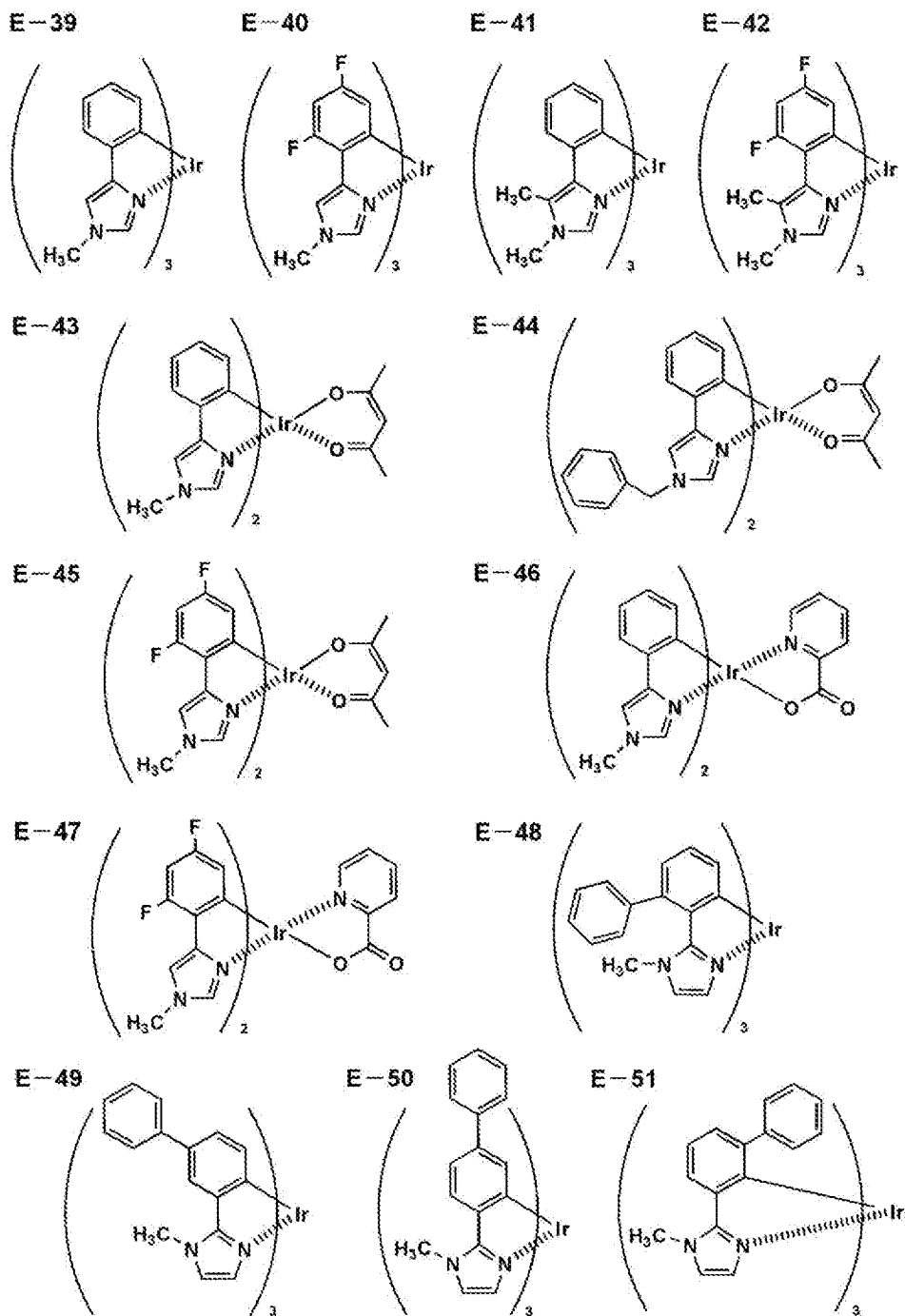
[0103] [化19]



[0104] [化20]

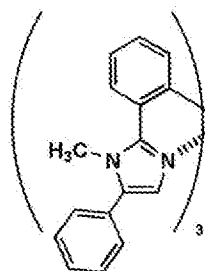


[0105] [化21]

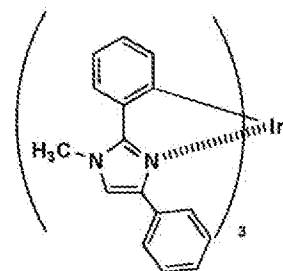


[0106] [化22]

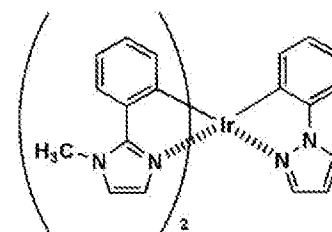
E-52



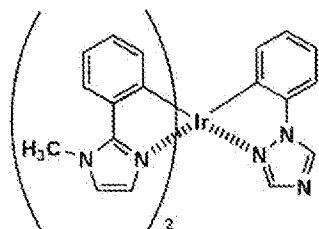
E-53



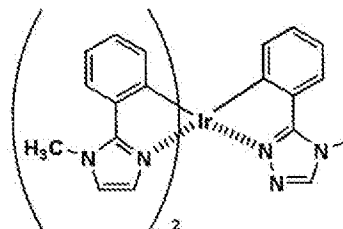
E-54



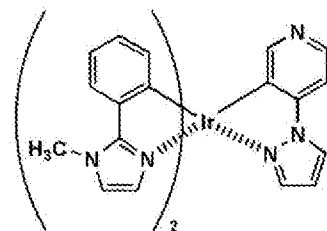
E-55



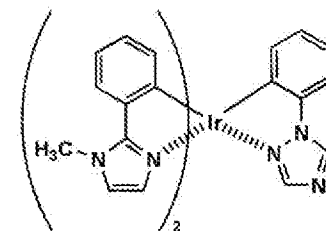
E-56



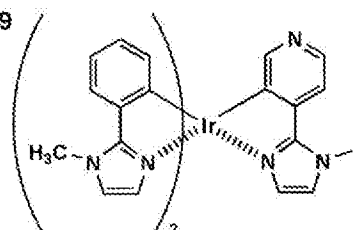
E-57



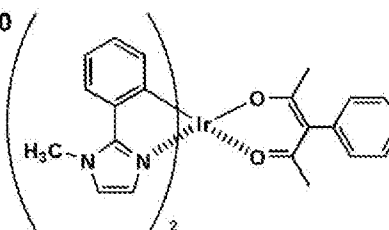
E-58



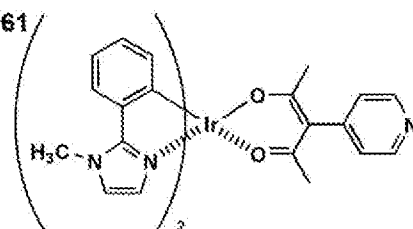
E-59



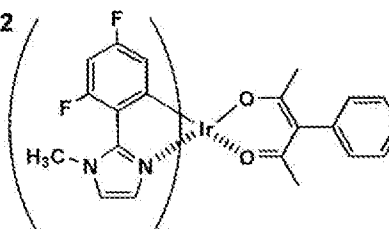
E-60



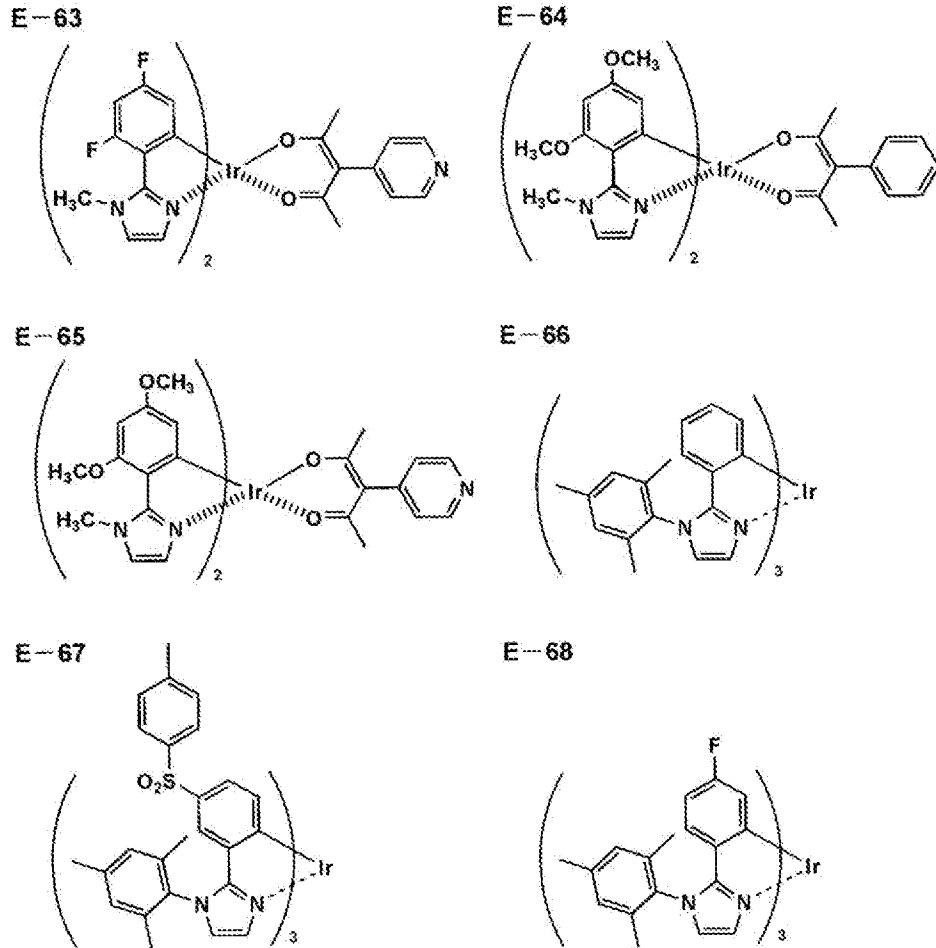
E-61



E-62



[0107] [化23]



[0108] 更に、本発明においては、前記燐光発光ドーパントのイオン化ポテンシャルエネルギーが5.1eVより高い(エネルギーが小さい)ものであることが高い電力効率を得る上で好ましい。

[0109] 本発明においては、上記一般式(A)～(C)で表される部分構造の燐光発光ドーパント以外に、有機EL素子の発光層に使用される公知のものの中から適宜選択して用いることができる。

[0110] 《中間層》

本発明の白色有機EL素子においては、発光層間に非発光性の中間層(非ドープ領域とも言う)を設けてもよい。

[0111] 非発光性の中間層の膜厚としては1～50nmの範囲にあるのが好ましく、更には3～10nmの範囲にあることが、隣接発光層間のエネルギー移動など相互作用を抑制

し、且つ有機EL素子の電流電圧特性に大きな負荷を与えないということから好ましい。

- [0112] この非発光性の中間層に用いられる材料としては、発光層のホスト化合物と同一でも異なってもよいが、隣接する2つの発光層の少なくとも一方の発光層のホスト化合物と同一であることが好ましい。
- [0113] 非発光性の中間層は非発光各発光層と共通の化合物(例えば、ホスト化合物等)を含有していてもよく、各々共通ホスト化合物(ここで、共通ホスト化合物が用いられるとは、燐光発光エネルギー、ガラス転移点等の物理化学的特性が同一である場合やホスト化合物の分子構造が同一である場合等を示す)を含有することにより、発光層と非発光層との層間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を得ることができる。更に非ドープ発光層に各発光層に含まれるホスト化合物とが、同一の物理的特性または同一の分子構造を有するホスト化合物を用いることにより、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できる。
- [0114] また、正孔や電子の注入バランスを最適に調整するためには、非発光性の中間層は後述する阻止層、即ち正孔阻止層、電子阻止層として機能することも好ましい態様として挙げられる。
- [0115] 《注入層:電子注入層、正孔注入層》
注入層は必要に応じて設けることができ、陽極と発光層または正孔輸送層の間、及び陰極と発光層または電子輸送層との間に存在させてもよい。
- [0116] 注入層とは、駆動電圧低下や発光輝度向上のために電極と有機層間に設ける層のことで、例えば、「有機EL素子とその工業化最前線(1998年11月30日エヌ・ティー・エス社発行)」の第2編第2章「電極材料」(123~166頁)にその詳細に記載されており、正孔注入層(陽極バッファー層)と電子注入層(陰極バッファー層)とがある。
- [0117] 陽極バッファー層(正孔注入層)としては、特開平9-45479号公報、同9-260062号公報、同8-288069号公報等にもその詳細が記載されており、具体例として、銅フタロシアニンに代表されるフタロシアニンバッファー層、酸化バナジウムに代表される酸化物バッファー層、アモルファスカーボンバッファー層、ポリアニリン(エメラル

ディン)やポリチオフェン等の導電性高分子を用いた高分子バッファ層等が挙げられる。また、特表2003-519432号公報に記載される材料を使用することも好ましい。

[0118] 陰極バッファ層(電子注入層)としては、特開平6-325871号公報、同9-17574号公報、同10-74586号公報等に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。

[0119] 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、使用する素材にもよるが、その膜厚は0.1nm~5 μ mの範囲が好ましい。

[0120] 《阻止層:正孔阻止層、電子阻止層》

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

[0121] 正孔阻止層とは広い意味では電子輸送層の機能を有し、電子を輸送する機能を有しつつ正孔を輸送する能力が著しく小さい正孔阻止材料からなり、電子を輸送しつつ正孔を阻止することで電子と正孔の再結合確率を向上させることができる。また、後述する電子輸送層の構成を必要に応じて、正孔阻止層として用いることができる。

[0122] 本発明の白色有機EL素子に設ける正孔阻止層は、発光層に隣接して設けられていることが好ましい。

[0123] 一方、電子阻止層とは広い意味では正孔輸送層の機能を有し、正孔を輸送する機能を有しつつ電子を輸送する能力が著しく小さい材料からなり、正孔を輸送しつつ電子を阻止することで電子と正孔の再結合確率を向上させることができる。また、後述する正孔輸送層の構成を必要に応じて電子阻止層として用いることができる。

[0124] 本発明に係る正孔阻止層、電子輸送層の膜厚としては、好ましくは~100nmであり、更に好ましくは5~30nmである。

[0125] 《正孔輸送層》

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

[0126] 正孔輸送材料としては、正孔の注入または輸送、電子の障壁性のいずれかを有するものであり、有機物、無機物のいずれであってもよい。例えば、トリアゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、ポリアリールアルカン誘導体、ピラゾリン誘導体及びピラゾロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリールアミン誘導体、アミノ置換カルコン誘導体、オキサゾール誘導体、スチリルアントラセン誘導体、フルオレノン誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体、シラザン誘導体、アニリン系共重合体、また導電性高分子オリゴマー、特にチオフェンオリゴマー等が挙げられる。

[0127] 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、更にはポルフィリン化合物、芳香族第3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3級アミン化合物を用いることが好ましい。

[0128] 芳香族第3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

ーフェニルカルバゾール、更には米国特許第5,061,569号明細書に記載されている2個の縮合芳香族環を分子内に有するもの、例えば、4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル(NPD)、特開平4-308688号公報に記載されているトリフェニルアミンユニットが3つスターバースト型に連結された4,4',4''-トリス[N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ]トリフェニルアミン(MTDATA)等が挙げられる。

[0129] 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。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。

[0130] また、特開平4-297076号公報、特開2000-196140号公報、同2001-102175号公報、J. Appl. Phys., 95, 5773(2004)、特開平11-251067号公報、J. Huang et. al. 著文献(Applied Physics Letters 80(2002), p. 139)、特表2003-519432号公報に記載されているような、所謂p型半導体的性質を有するとされる正孔輸送材料を用いることもできる。本発明においては、より高効率の発光素子が得られることから、これらの材料を用いることが好ましい。

[0131] 正孔輸送層は上記正孔輸送材料を、例えば、真空蒸着法、スピコート法、キャスト法、インクジェット法を含む印刷法、LB法等の公知の方法により、薄膜化することにより形成することができる。正孔輸送層の膜厚については特に制限はないが、通常は5nm~5 μ m程度、好ましくは5~200nmである。この正孔輸送層は上記材料の1種または2種以上からなる一層構造であってもよい。

[0132] 《電子輸送層》

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

[0133] 従来、単層の電子輸送層、及び複数層とする場合は、発光層に対して陰極側に隣接する電子輸送層に用いられる電子輸送材料(正孔阻止材料を兼ねる)としては、陰極より注入された電子を発光層に伝達する機能を有していればよく、その材料としては従来公知の化合物の中から任意のものを選択して用いることができ、例えば、ニト

ロ置換フルオレン誘導体、ジフェニルキノ誘導体、チオピランジオキソイド誘導体、カルボジイミド、フレオレニリデンメタン誘導体、アントラキノジメタン及びアントロン誘導体、オキサジアゾール誘導体等が挙げられる。

[0134] 更に上記オキサジアゾール誘導体において、オキサジアゾール環の酸素原子を硫黄原子に置換したチアジアゾール誘導体、電子吸引基として知られているキノキサリン環を有するキノキサリン誘導体も、電子輸送材料として用いることができる。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。

[0135] また、8-キノリノール誘導体の金属錯体、例えば、トリス(8-キノリノール)アルミニウム(Alq)、トリス(5,7-ジクロロ-8-キノリノール)アルミニウム、トリス(5,7-ジブromo-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。

[0136] その他、メタルフリーもしくはメタルフタロシアニン、またはそれらの末端がアルキル基やスルホン酸基等で置換されているものも、電子輸送材料として好ましく用いることができる。また、発光層の材料として例示したジスチリルピラジン誘導体も電子輸送材料として用いることができるし、正孔注入層、正孔輸送層と同様にn型-Si、n型-SiC等の無機半導体も電子輸送材料として用いることができる。

[0137] 電子輸送層は上記電子輸送材料を、例えば、真空蒸着法、スピコート法、キャスト法、インクジェット法を含む印刷法、LB法等の公知の方法により、薄膜化することにより形成することができる。電子輸送層の膜厚については特に制限はないが、通常は5nm~5 μ m程度、好ましくは5~200nmである。電子輸送層は上記材料の1種または2種以上からなる一層構造であってもよい。

[0138] また、不純物をドーブしたn型半導体的性質を有するとされる電子輸送材料を用いることもできる。その例としては、特開平4-297076号公報、同10-270172号公報、特開2000-196140号公報、同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。

[0139] 本発明においては、このようなn型半導体的性質を有するとされる電子輸送材料を用いることが、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。

[0140] 《支持基板》

本発明の白色有機EL素子に適用する支持基板(以下、基体、基板、基材、支持体等とも言う)としては、ガラス、プラスチック等の種類には特に限定はなく、また透明であっても不透明であってもよい。支持基板側から光を取り出す場合には、支持基板は透明であることが好ましい。好ましく用いられる透明な支持基板としては、ガラス、石英、透明樹脂フィルムを挙げることができる。特に好ましい支持基板は、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。

[0141] 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)等のポリエステル、ポリエチレン、ポリプロピレン、セロファン、セルロースジアセテート、セルローストリアセテート、セルロースアセテートブチレート、セルロースアセテートプロピオネート(CAP)、セルロースアセテートフタレート(TAC)、セルロースナイトレート等のセルロースエステル類またはそれらの誘導体、ポリ塩化ビニリデン、ポリビニルアルコール、ポリエチレンビニルアルコール、シンジオタクティックポリスチレン、ポリカーボネート、ノルボルネン樹脂、ポリメチルペンテン、ポリエーテルケトン、ポリイミド、ポリエーテルスルホン(PES)、ポリフェニレンスルフィド、ポリスルホン類、ポリエーテルイミド、ポリエーテルケトンイミド、ポリアミド、フッ素樹脂、ナイロン、ポリメチルメタクリレート、アクリルあるいはポリアリレート類、アトーン(商品名JSR社製)あるいはアペル(商品名三井化学社製)と言ったシクロオレフィン系樹脂等を挙げられる。

[0142] 樹脂フィルムの表面には、無機物、有機物の被膜またはその両者のハイブリッド被膜が形成されていてもよく、JIS K 7129-1992に準拠した方法で測定された水蒸気透過度が $0.01\text{g}/\text{m}^2/\text{day}$ 以下のバリア性フィルムであることが好ましく、更にはJIS K 7126-1992に準拠した方法で測定された酸素透過度が $10^{-3}\text{g}/\text{m}^2/\text{day}$ 以下、水蒸気透過度が $10^{-3}\text{g}/\text{m}^2/\text{day}$ 以下の高バリア性フィルムであることが好ましく、前記の水蒸気透過度、酸素透過度がいずれも $10^{-5}\text{g}/\text{m}^2/\text{day}$ 以下であることが更に好ましい。

- [0143] バリア膜を形成する材料としては、水分や酸素など素子の劣化をもたらすものの浸入を抑制する機能を有する材料であればよく、例えば、酸化珪素、二酸化珪素、窒化珪素などを用いることができる。更に該膜の脆弱性を改良するために、これら無機層と有機材料からなる層の積層構造を持たせることがより好ましい。無機層と有機層の積層順については特に制限はないが、両者を交互に複数回積層させることが好ましい。
- [0144] バリア膜の形成方法については特に限定はなく、例えば、真空蒸着法、スパッタリング法、反応性スパッタリング法、分子線エピタキシー法、クラスターイオンビーム法、イオンプレーティング法、プラズマ重合法、大気圧プラズマ重合法、プラズマCVD法、レーザーCVD法、熱CVD法、コーティング法などを用いることができるが、特開2004-68143号公報に記載されているような大気圧プラズマ重合法によるものが特に好ましい。
- [0145] 不透明な支持基板としては、例えば、アルミ、ステンレス等の金属板・フィルムや不透明樹脂基板、セラミック製の基板等が挙げられる。
- [0146] 《封止》
本発明の白色有機EL素子の封止に用いられる封止手段としては、例えば、封止部材と、電極、支持基板とを接着剤で接着する方法を挙げることができる。
- [0147] 封止部材としては、白色有機EL素子の表示領域を覆うように配置されておればよく、凹板状でも、平板状でもよい。また、透明性、電気絶縁性は特に限定されない。
- [0148] 具体的には、ガラス板、ポリマー板・フィルム、金属板・フィルム等が挙げられる。ガラス板としては、特にソーダ石灰ガラス、バリウム・ストロンチウム含有ガラス、鉛ガラス、アルミノケイ酸ガラス、ホウケイ酸ガラス、バリウムホウケイ酸ガラス、石英等を挙げることができる。また、ポリマー板としては、ポリカーボネート、アクリル、ポリエチレンテレフタレート、ポリエーテルサルファイド、ポリサルフォン等を挙げることができる。金属板としては、ステンレス、鉄、銅、アルミニウム、マグネシウム、ニッケル、亜鉛、クロム、チタン、モリブデン、シリコン、ゲルマニウム及びタンタルからなる群から選ばれる一種以上の金属、または合金からなるものが挙げられる。
- [0149] 本発明においては、有機EL素子を薄膜化できるということからポリマーフィルム、金

属フィルムを好ましく使用することができる。更には、ポリマーフィルムは酸素透過度 $10^{-3}\text{g}/\text{m}^2/\text{day}$ 以下、水蒸気透過度 $10^{-3}\text{g}/\text{m}^2/\text{day}$ 以下のものであることが好ましい。また、前記の水蒸気透過度、酸素透過度がいずれも $10^{-5}\text{g}/\text{m}^2/\text{day}$ 以下であることが、更に好ましい。

- [0150] 封止部材を凹状に加工するのは、サンドブラスト加工、化学エッチング加工等が使われる。接着剤として具体的には、アクリル酸系オリゴマー、メタクリル酸系オリゴマーの反応性ビニル基を有する光硬化及び熱硬化型接着剤、2-シアノアクリル酸エステルなどの湿気硬化型等の接着剤を挙げることができる。また、エポキシ系などの熱及び化学硬化型(二液混合)を挙げることができる。また、ホットメルト型のポリアミド、ポリエステル、ポリオレフィンを挙げることができる。また、カチオン硬化タイプの紫外線硬化型エポキシ樹脂接着剤を挙げることができる。
- [0151] なお、有機EL素子が熱処理により劣化する場合があるので、室温から 80°C までに接着硬化できるものが好ましい。また、前記接着剤中に乾燥剤を分散させておいてもよい。封止部分への接着剤の塗布は市販のディスペンサーを使ってもよいし、スクリーン印刷のように印刷してもよい。
- [0152] また、有機層を挟み支持基板と対向する側の電極の外側に該電極と有機層を被覆し、支持基板と接する形で無機物、有機物の層を形成し封止膜とすることも好適にできる。この場合、該膜を形成する材料としては、水分や酸素など素子の劣化をもたらすものの浸入を抑制する機能を有する材料であればよく、例えば、酸化珪素、二酸化珪素、窒化珪素などを用いることができる。更に該膜の脆弱性を改良するために、これら無機層と有機材料からなる層の積層構造を持たせることが好ましい。
- [0153] これらの膜の形成方法については特に限定はなく、例えば、真空蒸着法、スパッタリング法、反応性スパッタリング法、分子線エピタキシー法、クラスターイオンビーム法、イオンプレーティング法、プラズマ重合法、大気圧プラズマ重合法、プラズマCVD法、レーザーCVD法、熱CVD法、コーティング法などを用いることができる。
- [0154] 封止部材と有機EL素子の表示領域との間隙には、気相及び液相では窒素、アルゴン等の不活性気体や、フッ化炭化水素、シリコンオイルのような不活性液体を注入することが好ましい。また、真空とすることも可能である。また、内部に吸湿性化合物

を封入することもできる。

[0155] 吸湿性化合物としては、例えば、金属酸化物(例えば、酸化ナトリウム、酸化カリウム、酸化カルシウム、酸化バリウム、酸化マグネシウム、酸化アルミニウム等)、硫酸塩(例えば、硫酸ナトリウム、硫酸カルシウム、硫酸マグネシウム、硫酸コバルト等)、金属ハロゲン化物(例えば、塩化カルシウム、塩化マグネシウム、フッ化セシウム、フッ化タンタル、臭化セリウム、臭化マグネシウム、沃化バリウム、沃化マグネシウム等)、過塩素酸類(例えば、過塩素酸バリウム、過塩素酸マグネシウム等)等が挙げられ、硫酸塩、金属ハロゲン化物及び過塩素酸類においては、無水塩が好適に用いられる。

[0156] 《保護膜、保護板》

有機層を挟み支持基板と対向する側の前記封止膜あるいは前記封止用フィルムの外側に、素子の機械的強度を高めるために、保護膜あるいは保護板を設けてもよい。特に封止が前記封止膜により行われている場合には、その機械的強度は必ずしも高くないため、このような保護膜、保護板を設けることが好ましい。これに使用することができる材料としては、前記封止に用いたのと同様なガラス板、ポリマー板・フィルム、金属板・フィルム等を用いることができるが、軽量、且つ薄膜化ということからポリマーフィルムを用いることが好ましい。

[0157] 《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sid(ITO)、 SnO_2 、 ZnO 等の導電性透明材料が挙げられる。また、IDIXO($\text{In}_2\text{O}_3-\text{ZnO}$)等非晶質で透明導電膜を作製可能な材料を用いてもよい。

[0158] 陽極はこれらの電極物質を蒸着やスパッタリング等の方法により、薄膜を形成させ、フォトリソグラフィ法で所望の形状のパターンを形成してもよく、あるいはパターン精度をあまり必要としない場合は(100 μm 以上程度)、上記電極物質の蒸着やスパッタリング時に所望の形状のマスクを介してパターンを形成してもよい。あるいは、有機導電性化合物のように塗布可能な物質を用いる場合には、印刷方式、コーティング方式など湿式製膜法を用いることもできる。

[0159] この陽極より発光を取り出す場合には、透過率を10%より大きくすることが望ましく、また陽極としてのシート抵抗は数百 Ω/\square 以下が好ましい。更に膜厚は材料にもよるが、通常10~1000nm、好ましくは10~200nmの範囲で選ばれる。

[0160] 《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。

[0161] 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。

[0162] 陰極はこれらの電極物質を蒸着やスパッタリング等の方法により薄膜を形成させることにより、作製することができる。また、陰極としてのシート抵抗は数百 Ω/\square 以下が好ましく、膜厚は通常10nm~5 μm 、好ましくは50~200nmの範囲で選ばれる。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。

[0163] また、陰極に上記金属を1~20nmの膜厚で作製した後に、陽極の説明で挙げた導電性透明材料をその上に作製することで、透明または半透明の陰極を作製することができ、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。

[0164] 《有機EL素子の作製方法》

本発明の白色有機EL素子の作製方法の一例として、陽極/正孔注入層/正孔輸送層/発光層/正孔阻止層/電子輸送層/陰極からなる有機EL素子の作製法に

ついて説明する。

- [0165] まず、適当な支持基板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10~200nmの膜厚になるように、蒸着やスパッタリング等の方法により形成させ、陽極を作製する。次に、この上に有機EL素子材料である正孔注入層、正孔輸送層、発光層、正孔阻止層、電子輸送層の有機化合物薄膜を形成させる。
- [0166] 本発明に係る発光層は、少なくとも発光極大波長が480nm以下の燐光発光ドーパントを含有する発光層Aと、発光層Aと陽極間に発光極大波長が510nm以上の発光層Bを有する構造を有する。
- [0167] 本発明においては、発光層Aの膜厚が発光層Bの膜厚以上であることが好ましく、更には発光層Bの膜厚が10nm以下であることが、より高い電力効率を得る上で好ましい。しかしながら、駆動経時での色度安定性はより損なう方向にあることが判明した。この色度変動の理由としては、駆動経時で発光位置のシフトが起こることが原因として考えられ、発光層Bの膜厚が薄くなるほどその変動の影響を受けやすくなることが原因として想像される。
- [0168] この有機化合物薄膜の薄膜化の方法としては、前記の如く蒸着法、ウェットプロセス（スピンコート法、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、且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。更に層毎に異なる製膜法を適用してもよい。
- [0169] 製膜に蒸着法を採用する場合、その蒸着条件は使用する化合物の種類等により異なるが、一般にボート加熱温度50~450°C、真空度 10^{-6} ~ 10^{-2} Pa、蒸着速度0.01~50nm/秒、基板温度-50~300°C、膜厚0.1nm~5 μ m、好ましくは5~200nmの範囲で適宜選ぶことが望ましい。
- [0170] これらの層を形成後、その上に陰極用物質からなる薄膜を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。この有機EL素子の作製は、一回の真空引きで一貫して正孔注入層から陰極まで作製するのが好ま

しいが、途中で取り出して異なる製膜法を施しても構わない。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。

[0171] また、作製順序を逆にして陰極、電子注入層、電子輸送層、発光層、正孔輸送層、正孔注入層、陽極の順に作製することも可能である。このようにして得られた多色の表示装置に直流電圧を印加する場合には、陽極を＋、陰極を－の極性として電圧2～40V程度を印加すると発光が観測できる。また、交流電圧を印加してもよい。なお、印加する交流の波形は任意でよい。

[0172] 有機エレクトロルミネッセンス素子は、空気よりも屈折率の高い(屈折率1.6～2.1程度)層の内部で発光し、発光層で発生した光のうち15%から20%程度の光しか取り出せないことが一般的に言われている。これは、臨界角以上の角度 θ で界面(透明基板と空気との界面)に入射する光は、全反射を起こし素子外部に取り出すことができないことや、透明電極ないし発光層と透明基板との間で光が全反射を起こし、光が透明電極ないし発光層を導波し、結果として光が素子側面方向に逃げるためである。

[0173] この光の取り出しの効率を向上させる手法としては、例えば、透明基板表面に凹凸を形成し、透明基板と空気界面での全反射を防ぐ方法(例えば、米国特許第4,774,435号明細書)、基板に集光性を持たせることにより効率を向上させる方法(例えば、特開昭63-314795号公報)、素子の側面等に反射面を形成する方法(例えば、特開平1-220394号公報)、基板と発光体の間に中間の屈折率を持つ平坦層を導入し、反射防止膜を形成する方法(例えば、特開昭62-172691号公報)、基板と発光体の間に基板よりも低屈折率を持つ平坦層を導入する方法(例えば、特開2001-202827号公報)、基板、透明電極層や発光層のいずれかの層間(含む、基板と外界間)に回折格子を形成する方法(特開平11-283751号公報)などが挙げられる。

[0174] 本発明においては、これらの方法を本発明の白色有機エレクトロルミネッセンス素子と組み合わせて用いることができるが、基板と発光体の間に基板よりも低屈折率を持つ平坦層を導入する方法、あるいは基板、透明電極層や発光層のいずれかの層間(含む、基板と外界間)に回折格子を形成する方法を好適に用いることができる。

本発明はこれらの手段を組み合わせることにより、更に高輝度あるいは耐久性に優れた素子を得ることができる。

- [0175] 透明電極と透明基板の間に低屈折率の媒質を光の波長よりも長い厚みで形成すると、透明電極から出てきた光は、媒質の屈折率が低いほど外部への取り出し効率が高くなる。
- [0176] 低屈折率層としては、例えば、エアロゲル、多孔質シリカ、フッ化マグネシウム、フッ素系ポリマーなどが挙げられる。透明基板の屈折率は一般に1.5~1.7程度であるので、低屈折率層は屈折率がおよそ1.5以下であることが好ましい。また、更に1.35以下であることが好ましい。
- [0177] また、低屈折率媒質の厚みは媒質中の波長の2倍以上となるのが望ましい。これは、低屈折率媒質の厚みが、光の波長程度になってエバネッセントで染み出した電磁波が基板内に入り込む膜厚になると、低屈折率層の効果が薄れるからである。
- [0178] 全反射を起こす界面、またはいずれかの媒質中に回折格子を導入する方法は、光取り出し効率の向上効果が高いという特徴がある。この方法は、回折格子が1次の回折や2次の回折といった、所謂ブラッグ回折により光の向きを屈折とは異なる特定の向きに変えることができる性質を利用して、発光層から発生した光の内、層間での全反射等により外に出ることができない光をいずれかの層間、もしくは媒質中(透明基板内や透明電極内)に回折格子を導入することで光を回折させ、光を外に取り出そうとするものである。
- [0179] 導入する回折格子は二次元的な周期屈折率を持っていることが望ましい。これは、発光層で発光する光はあらゆる方向にランダムに発生するので、ある方向にのみ周期的な屈折率分布を持っている一般的な1次元回折格子では、特定の方向に進む光しか回折されず、光の取り出し効率がさほど上がらない。
- [0180] しかしながら、屈折率分布を二次元的な分布にすることにより、あらゆる方向に進む光が回折され、光の取り出し効率が上がる。
- [0181] 回折格子を導入する位置としては、いずれかの層間、もしくは媒質中(透明基板内や透明電極内)でもよいが、光が発生する場所である有機発光層の近傍が望ましい。このとき、回折格子の周期は媒質中の光の波長の約 $1/2\sim 3$ 倍程度が好ましい。

回折格子の配列は、正方形のラチス状、三角形のラチス状、ハニカムラチス状など2次元的に配列が繰り返されることが好ましい。

[0182] 本発明の白色有機エレクトロルミネッセンス素子は、支持基板(基板)の光取り出し側に、例えば、マイクロレンズアレイ上の構造を設けるように加工したり、あるいは所謂集光シートと組み合わせることにより、特定方向、例えば、素子発光面に対し正面方向に集光することにより、特定方向上の輝度を高めることができる。

[0183] マイクロレンズアレイの例としては、基板の光取り出し側に一辺が30 μm でその頂角が90度となるような四角錐を2次元に配列する。一辺は10~100 μm が好ましい。これより小さくなると回折の効果が発生して色付く、大きすぎると厚みが厚くなり好ましくない。

[0184] 集光シートとしては、例えば、液晶表示装置のLEDバックライトで実用化されているものを用いることが可能である。このようなシートとして、例えば、住友スリーエム社製輝度上昇フィルム(BEF)などを用いることができる。プリズムシートの形状としては、例えば、基材に頂角90度、ピッチ50 μm の Δ 状のストライプが形成されたものであってもよいし、頂角が丸みを帯びた形状、ピッチをランダムに変化させた形状、その他の形状であつてもよい。

[0185] また、有機EL素子からの光放射角を制御するために、光拡散板・フィルムを集光シートと併用してもよい。例えば、(株)きもと製拡散フィルム(ライトアップ)などを用いることができる。

[0186] 《表示装置》

本発明の白色有機EL素子を適用した表示装置について説明する。

[0187] 本発明の白色有機EL素子は、多色または白色の表示装置に用いられる。多色または白色の表示装置の場合は発光層形成時のみシャドーマスクを設け、一面に蒸着法、キャスト法、スピンコート法、インクジェット法、印刷法等で膜を形成できる。発光層のみパターンニングを行う場合、その方法に限定はないが、好ましくは蒸着法、インクジェット法、印刷法である。蒸着法を用いる場合においては、シャドーマスクを用いたパターンニングが好ましい。

[0188] また、作製順序を逆にして陰極、電子輸送層、正孔阻止層、発光層ユニット(上記

の発光層A、B及びCの少なくとも3層を有し、各発光層間に非発光性の中間層を有していてもよい)、正孔輸送層、陽極の順に作製することも可能である。このようにして得られた多色または白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。

[0189] また、逆の極性で電圧を印加しても電流は流れずに発光は全く生じない。更に交流電圧を印加する場合には、陽極が+、陰極が-の状態になったときのみ発光する。なお、印加する交流の波形は任意でよい。

[0190] 《照明装置》

本発明の白色有機EL素子を適用した照明装置について説明する。

[0191] 本発明の白色有機EL素子は、照明用や露光光源のような一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。

[0192] 本発明に用いられる白色有機エレクトロルミネッセンス素子においては、必要に応じ製膜時にメタルマスクやインクジェットプリンティング法等でパター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よいし、電極と発光層をパターニングしてもよいし、素子全層をパターニングしてもよい。発光層に用いる発光ドーパント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)特性に対応した波長範囲に適合するように、本発明に係る白金錯体、また公知の発光ドーパントの中から任意のものを選択して組み合わせ、また本発明に係る光取り出し及び/または集光シートと組み合わせ、白色化すればよい。

[0193] このように、本発明の白色有機EL素子は、CF(カラーフィルタ)と組み合わせ、またCF(カラーフィルタ)パターンに合わせ素子及び駆動トランジスタ回路を配置することで、有機エレクトロルミネッセンス素子から取り出される白色光をバックライトとして、青色フィルタ、緑色フィルタ、赤色フィルタを介して青色光、緑色光、赤色光を得ることで、低駆動電圧で長寿命のフルカラーの有機エレクトロルミネッセンスディスプレイ

ができ、好ましい。

[0194] 《本発明の白色有機EL素子を適用した産業分野》

本発明の白色有機EL素子は、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。発光光源として、例えば、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、光センサーの光源等が挙げられるがこれに限定するものではないが、特にカラーフィルタや光拡散板、光取り出しフィルムなどと組み合わせた各種表示装置のバックライト、照明用光源としての用途に有効に用いることができる。

[0195] 本発明の白色有機EL素子の特徴を活かして、以下に示すような様々な照明器具や発光表示体等への適用が可能である。

[0196] [商品展示・ディスプレイ用]

商品展示・ディスプレイ用としては、店舗の商品ディスプレイ、冷凍・冷蔵ショーケース、博物館・美術館・展示会場などの展示品のライトアップ、自動販売機、遊戯台、交通広告などがある。

[0197] 店舗の商品ディスプレイは店舗自体の装飾的なディスプレイやショーケース、POPやサインなどがある。店舗の中でも高級ブランドショップや貴金属、ファッション系、高級飲食店など、そのブランドイメージを重視するような店舗では照明が与える店舗イメージへの影響は非常に大きいことから、強い拘りをもって照明が選択されている分野である。

[0198] 有機ELを用いることによって、今までは直接光源が見えないような建築物の構造に工夫を凝らすことで、雰囲気を作り出していた間接照明の分野で光源・機器分のスペースが省略できるため複雑な構造が不要になったり、インテリアやサインなどで拡散光を作り出す際に光源の形が透けて見えないために、必要な光源と拡散板の間のスペースが省略できるなど、施工性が上がる事が挙げられる。

[0199] また、店舗のイメージを変える際のツールとしても、ディスプレイ棚、床、什器として組み込むなどスペースを取らず、軽量な光源であるという特徴を活かし、デザイン自由度があり、施工性がよく、手軽に採用できるという利点がある。

[0200] 冷凍・冷蔵ショーケースはスーパーやコンビニエンスストアなどに置かれ、野菜や果

物、鮮魚、精肉などの鮮食品を“美しさ”や“鮮度”にあふれる商品として、より見やすく、鮮やかに、取りやすくするために照明設備も重要な部品の1つである。

[0201] 有機EL光源を用いることによって、低温発光のため冷却機能への影響が小さく、薄型であるので光源スペースを大幅に削減ことができることから収納スペースを拡大でき、スマートなデザインで食品を選びやすく、取りやすくすることができる。また、食品の良さが判りやすい色光で消費者に自然とアピールすることができ、売上に貢献できる。

[0202] 博物館・美術館・展示会場などでの展示品のライトアップでは、展示物への視認や日焼けなどの観点から使用条件に適した光源を選ぶ必要があり、退色防止型で紫外線比率の低いで蛍光ランプが開発されている。

[0203] 有機EL光源は紫外線を含まないこと、発熱量が低いことから展示物に悪影響がなく、面光源で均一に光ることによりグレアがなく、高い演色性によって展示物のありのままを忠実に鑑賞することができる。また、大きな光源器具を必要としないため、視界に余計な機材の出っ張りが入ることなく、展示物だけに注目することができる。また、ショーなど大規模な展示会場においては、注目を集める大型電飾装飾もその軽量・薄型という特徴から比較的簡易に組み立てることができる。

[0204] 自動販売機では、押しボタン、商品サンプル、販売機前面のポスター部に光源が使われている。

[0205] 機器全体の大きさに対し、取り込みたい追加機能のためのスペースと収納スペースの取り合いとなっていることから、薄く光源のスペースをとらない有機ELの利点が活かせる分野であり、特に取り出し口上のポスタースペースでニーズが高い。また、近年は販売と共に当たり／はずれなどゲーム性を持たせた機器も多く見られ、前面のポスターに部分に画素コントロール機能を持たせた光源(動画ディスプレイ)を搭載することで更にメリットを活かすことができる。

[0206] 遊戯台にはパチンコ・パチスロなどがある。これら遊戯台では、利用者にアミューズメント性(ゲーム性・ギャンブル性など)を体感し、楽しんでいただくことが最も重要である。光源を薄くする事で1台の機器の厚みを低減できる薄さのメリットもあるが、自動販売機同様、画素コントロール機能を持たせた光源(動画ディスプレイ)を搭載するこ

とで更にメリットを活かすことができる。

[0207] 交通広告には公共スペースにあるポスターや看板、電車・バスなどの社内のポスターや画面、車体に張られている広告などがある。特にポスターや看板は蛍光灯をバックライトを用いたボックスタイプのものであり、有機ELに変えることでボックス自体を薄く、軽量にすることができる。

[0208] また、吊り下げ看板についてはボックスを薄くすることで、埃、ゴミの蓄積がなくなることや鳥による糞害の防止にもなる。

[0209] [インテリア・家具・建築材料用の組み込み照明]

建築関係では、床・壁・天井などと照明とを融合して一体化したものは「建築化照明」と呼ばれる。「建築化照明」の代表的なものとしては、その方式によりコーニス照明、トロファ照明、コーブ照明、光天井、ルーバ天井などがある。これらは照明光源が天井・壁・床に組み込まれ、照明としての存在や気配を消し、建築素材自体が光を発することを求めている。

[0210] 有機EL素子を用いた光源は、「建築化照明」に対して、その薄さ、軽さ、色調整、デザイン可変性から最も適した光源であり、更にインテリア、家具、什器にまで適用が可能である。従来は店舗や美術館のみで用いられてきたこのような建築化照明を、有機EL光源の展開によって一般住宅にまで広げることができ、新たな需要を発掘することができる。

[0211] 商業施設においては、半地下店舗、アーケードの天井などに有機EL光源を採用し、照明の明るさや色温度を変化させることで、天候や昼夜に左右されない最適な商業空間を構築することができる。

[0212] インテリア・什器・家具の一例としては、机や椅子、食器棚・靴箱・ロッカーなどの収納、洗面化粧台、仏壇・祭壇、ベッドライト、フットライト、手すり、ドア、障子・襖などが挙げられるが、それに限定されるものではない。

[0213] 一方で、有機EL光源に透明な電極を用い消灯／発光させることで、透明／不透明を切り替えることもできる。それによって、あらゆる窓、ドア、カーテンやブラインド、パーテーションとしての利用も可能となる。

[0214] [自動車用照明、発光表示体]

自動車用としては、外部の照明器具や発光表示体、車内の照明器具や発光表示体などに、有機EL素子が利用できる。前者は、前部に(小分類)ヘッドランプ、補助灯、車幅灯、フォグランプ、方向指示灯など、後部にはリアコンビネーションランプとしてストップランプ、車幅灯、バック灯、方向指示灯、及びナンバープレート灯などがある。

[0215] 特に、有機EL素子を用いてリアコンビネーションランプを1枚で形成し、後部に貼り付けることによって、後部ランプのためのスペースを削減して、トランクルームを広くすることが可能となる。また、雨や霧で見通しが悪い時には、車幅灯やストップランプの面積を広くして、視認性を高めることもできる。一方、ホイールを有機EL素子で発光させることによって、側面からの視認性を高めることもできる。更には、ボディ全体を有機EL素子で形成して発光させ、ボディカラーやデザインに新たな発想を盛り込むことが可能となる。

[0216] 後者の車内の照明器具や発光表示体としては、室内灯、マップライト、ドア下部の乗降ライト、メーター類表示、カーナビゲーションディスプレイ、警告灯などがある。特に、有機EL素子の透明性を活かして、昼間はサンルーフとし、夜間は発光させて面光源の穏やかな室内灯とすることもできる。また、タクシーなどでは、前部座席の背面に有機EL素子からなる照明器具を貼り付けることによって、ドライバーの運転に支障なく、且つ室内空間を犠牲にすることなく、顧客が利用しやすい手元照明システムを構築できる。

[0217] [公共交通機関]

電車、地下鉄、バス、航空機、船舶などの公共交通機関における車内の照明や表示体において、本発明の白色有機EL素子は、その特徴を活かすことができる。

[0218] 航空機には多くの照明器具が搭載されているが、機体内部に搭載されている、客室照明、貨物室照明、操縦室照明などのうち、特に客室の間接照明については有機EL照明のメリットが十分発揮される。

[0219] 客室照明には蛍光灯や電球が使われているが、これらは天井は側面に反射した間接照明が使われており、客室に落ち着いた雰囲気を与えると共に、万が一のトラブルの際にも割れてガラス破片が客席に降りかからないような工夫がされている。

- [0220] 有機EL光源を用いれば、その薄さから間接照明が作りやすくなり、また直接照明にした場合でも割れて破片が飛び散る危険がなく、拡散光で落ち着いた雰囲気をつくることもできる。
- [0221] また、航空機には電力消費量や機体軽量化が重要である面から考えても、消費電力が小さく、軽量な有機EL光源は好ましい。このようなメリットはお客様を照らすだけでなく、手荷物収納内の照明でも発揮され、荷物の取り残しの低減に貢献することもできる。
- [0222] 公共交通機関に付属する駅やバス停、空港などの施設にも、顧客を誘導するための表示や照明が利用できる。また、夜間、屋外のバス停などにおいては、バス待ちの人を検出して照明を明るくし、防犯に寄与することもできる。
- [0223] [OA機器用光源]
OA機器用光源としては、読み取り用センサーが搭載されているファクシミリ、複写機、スキャナ、プリンタ、それらの複合機などが挙げられる。
- [0224] 読み取り用センサーは、等倍光学系と組み合わせる密着型センサー(CIS)と縮小光学系と組み合わせる縮小型センサー(CCDリニア)とに分かれる。
- [0225] CISについてはメーカーによっては定義が異なり、センサ・ロッドレンズアレイ・LED基盤をモジュール化したものをCISと呼ぶ場合や、モジュール化したものをCISM(コンタクトイメージセンサモジュール)と呼びモジュールの中に入っているセンサチップをCISと呼ぶ場合もある。それらの光源にはLED、キセノン、CCFLランプ、LDなどが使われている。
- [0226] OA機器としては、更なる小型化、低電圧駆動の要望があり、有機EL素子の厚みがなく、低発熱量・低電圧で駆動可能であるという特徴は、それらの要望に応えることが可能である。
- [0227] [産業用検査システム]
製造会社では、かつては目視による検品工程に多くの工数と人力をかけていたが、それを撮影画像を利用し欠品判定することで自動化をはかっている。CCDカメラでとらえた対象物の画像をデジタル信号に変換し、種々の演算処理を行うことで、対象物の面積、長さ、個数、位置などの特徴を抽出し、設定された基準をもとに判定結果を

出力するものが、その画像撮影のために光源が必要。このような検査システムはパッケージや形状サイズ検査、マイクロ部品の検査などでも利用される。

[0228] 画像センサー用に使用される照明光源には、蛍光灯、LED、ハロゲンなどがある。その中でも、透明容器やリードフレームなどを背景から照らすバックライトとしては面状に均一な光が必要。

[0229] また、シートの汚れ検出には直線状に均一な光でシートの幅方向前面を照らせる光が必要であるなど、検査する物品により光源への要求が異なる。

[0230] この分野に有機EL光源を採用することによって、例えば、ボトリングの工程などではボトル周囲360度全方位に照明を配置し、一度に照明し撮影することも可能となり、短時間での検品が可能となる。また、検査機器内で光源自体に取られるスペースを大幅に小さくすることができる。また、面光源であることで、光反射により撮影画像が判定しにくくなることによる検知ミスを回避可能である。

[0231] 〔農産物栽培用光源〕

植物工場とは、『環境制御や自動化などハイテクを利用した植物の周年生産システム』である。植物栽培の環境をコンピューターにより制御することで、天候に左右されることなく、人手を必要とせずに作物を自動的に生産する技術である。

[0232] 今後の世界の人口増、環境問題を考えると、農業にハイテクを導入することで、安定な食糧生産につながる、所謂農業の工業化が必要になる。最近LED、LDが、植物栽培の光源としての可能性が高まってきた。従来からよく使われている高圧ナトリウムランプなどの光源は赤色光と青色光のスペクトルバランスが悪く、また多量の熱放射が空調負荷を大きくし、植物との距離を十分にとる必要があるために、施設が大型化する欠点がある。

[0233] 有機EL光源は光源の厚みがなく、多くの棚を設置でき、また発熱量が少ないことから植物に近接させことで高効率であり栽培量を増やすことができる。

[0234] また、一般家庭においても省スペースのメリットを活かし、キッチンなど室内の狭い場所に家庭菜園を作ることができ、庭やベランダ、屋上などの屋外スペースのみで可能であった家庭菜園の概念を変えて、広く人々が楽しむことを可能とする。

[0235] 〔避難用照明〕

消防法や建築基準法で規定されている防災照明設備は、建築物火災に際して非難のための出口や経路を示す誘導灯と、避難経路の明るさを確保し、迅速な避難を担保する非常灯とがある。

[0236] FA・民生用に用いられるシグナルや誘導灯・非常灯などは、見やすいことが前提となるが、そのための大型化は設置場所によっては建物と不釣り合いになり、建築化やデザイナーから指摘されることが多かった。その対策として、1目でわかる表示のピクトグラフ化や、光源で誘目効果を高める対処が取られている。従来誘導灯の光源には、蛍光灯が用いられることが多いが、最近ではLEDを使用した誘導灯も出てきている。

[0237] これらの誘導灯に有機EL光源を用いることで、輝度班、角度特性による輝度低下がなく、視認性を向上でき、低電力で、薄型であるために特別な工事の必要がなく設置が容易で、従来の蛍光灯を使うタイプに比べ交換の必要がなく、メンテナンスを容易することができる。また発熱も少ないため発光面の色焼けも少ない。従って、避難経路の床、階段の手すり、防火扉など、多くの場所に設置して安全性を高めることができる。また、現在、蛍光灯で問題視されている水銀の問題もなく、割れにくく、安全性に優れている。更に省スペース薄型設計で美観を損ねることなく、誘目効果を高めることができる光源と言える。

[0238] [撮影用照明]

写真館やスタジオ、照明写真ボックスなどで使われる光源には、ハロゲン、タングステン、ストロボ、蛍光灯などが用いられている。これらの光源を被写体に直接直線的に当て陰影を強くつける、もしくは光を拡散させ、あまり陰影のない柔らかな光をつくるという、大きくは2つの光の種類を色々な角度から組み合わせて1つの絵がつくられている。光を拡散させるためには、光源と被写体の間にディフューザーを挟むこと、または他の面(レフ板など)に当てた反射光を用いるなどの方法がある。

[0239] 有機EL光源は拡散光であり、この後者に対応する光をディフューザーを用いることなく発光することができる。その際には、既存光源で必要な光源とディフューザーの間の空間が不用になることや、レフ板などで光の向きを微妙な角度で調整し、細かな陰影を調整していたものをフレキシブルタイプの有機EL自体を曲げることで実施す

ることができるなどのメリットがある。

[0240] 撮影で利用される光源には、演色性が求められることがある。太陽光線で見たとときの色の見え方の差が大きいと演色性が悪く、その差が少なれば演色性が良いと評価される。一般家庭で使用されている蛍光灯は、その波長特性から撮影には好ましいとは言えず、光があたっている部分が緑色に偏る傾向がある。

[0241] 肌やメイキャップ、髪、着物、宝石などの色は、そのもの自体の色で写ることが求められる場合が多く、演色性はライトにとって重要なファクターの1つである。有機EL光源は演色性に優れ、前述のような色の忠実さが求められる撮影に好ましい。この特徴は印刷・染色関連など色を忠実に評価したい場所でも同様に活かされる。

[0242] 有機EL光源のような面光源をスタジオの天井一面に配置することによって、子供やペットの撮影などでは子供やペットを室内で自由に遊ばせておき、自由・自然な表情を光源移動のわずらわしさなく、自然な色で撮影することができる。

[0243] 〔家電製品〕

家電製品には細部の見やすさ、作業のしやすさ、デザインのため、光源がつけられている場合が多い。一例を挙げると、ミシン、電子レンジ、食器洗浄乾燥機、冷蔵庫、AV機器などは従来より光源が付いているが、新しいものでは洗濯乾燥機は横型モデルで取り残しが増えたことから光源が付けられるようになった。既存のものには白熱電球やLEDがつけられている場合が多い。今後、掃除機の先端に照明を設置して家具などの影の部分の清掃状況を確認したり、シェーバーに特定波長光の光源を設置して、髭剃り状況を確認したりするなど、色々と展開が考えられる。

[0244] このような家電製品は、全体を軽量・小型化し、更に収納スペースが大きいことが求められ、光源部分はできるだけスペースをとらずに全体を照明できることが求められる。有機ELの薄い面光源はその要望に十分応えることができる。

[0245] 〔遊技施設〕

スケートリンクの氷の下に有機ELを用いた照明を配置することによって、上からのスポットライトとは異なる演出が可能である。有機ELは発光温度が低いので特に有利である。また、スケーターの位置を検知して、その動きに合わせて発光させるようなことも可能である。スポットライトとの組み合わせ効果や、音楽のリズムに連動させた発

光などもショーアップに有効である。

[0246] プラネタリウムにおいては、従来のような下からの投影ではなく、ドーム全体に有機ELの微細ピクセルを配置して、ドームそのものが星々を発光する方式が可能であり、投影機のないプラネタリウムが実現できる。

[0247] [イルミネーション用照明]

一般的にイルミネーションと言うと、樹木へのイルミネーションのことを指していることが大半であったが、近年環境保護の観点から、家屋や門、垣根などの造形物への装飾に移行する事例も数多くなっている。これは点光源を多数利用、ライン状に装飾したものが主流であり、LEDの出現により一層広がりを見せると見られている。

[0248] この分野に有機EL照明を用いることによって、今までは点光源をつなげることでの表現のみであったものが、同じ樹木へのイルミネーションにおいても、葉形の照明をつけることや、樹木に巻きつけ樹木全体を光らせる、また逆に定型面モジュールとして点光源同様につなぎ合わせ、様々な色に光らせるカクテルパレットとして用いて全体として文字や絵を映し出すなどのバリエーションが出せ、より一層照明による演出効果を高めることが可能となる。

[0249] [持ち物・衣服につける照明]

夜間屋外の歩行や運動で自動車・バイクなどから認識されやすくなる目的で、自分の持ち物や靴、衣服に添付し、ヘッドライトの光を反射することで、歩行者の安全を守る反射材製品(反射シートなど)が販売、利用されている。

[0250] ガラスビーズタイプの場合、細かなガラスビーズが表面に存在し、入ってきた光がこのレンズの役目で光源の方向に再帰反射し、車からヘッドライトの光があたるとドライバーの目の位置に光が帰っていき強く輝いて見える。

[0251] プリズムタイプの場合も機能は、同じだがレンズの構造が異なる。ガラスビーズタイプとプリズムタイプの特長は、ガラスビーズタイプは、斜めからの光に対して高い反射効果があり、プリズムタイプは正面からの光に対しては、ガラスビーズタイプより反射するが、斜めからの光には比較的反射効果が低いことがある。

[0252] また、貼り付ける場所の硬度によって、素材と接着方法を選ぶこともできる。従来の場合はいずれにしても、歩行者を認識させるためには、光があたることが必要であり、

背設置場所なども下に向けたヘッドライトができるだけ早く当たり、認識してもらうために足に貼り付けるなどの工夫が必要であった。

[0253] これらの代替に有機EL光源を用いることで、ヘッドライトがあたる範囲になる前から、運転者に歩行者を認識させることができ、より安全を確保できる。また、他の光源に対しては軽量で薄くシート状にできる点からも、シールのメリットを維持したままで効果を上げることができる。これらは人間だけでなく、ペットの衣服などにも利用できる。

[0254] また、歩くことで発電して衣服などを発光させることも、低消費電力の有機ELであれば可能である。特に、人物特定用衣服に応用することもでき、例えば、徘徊者の早期保護に役立てることもできる。ダイビング用のウェットスーツを発光させることによって、ダイバーの所在確認や、鯨などから身を守ることに可能性もある。もちろん、ショーなどでの舞台衣装、ウェディングドレスなどにも利用できる。

[0255] [通信用光源]

有機EL素子を用いた発光体は、可視光を使って簡単なメッセージや情報などを送る「可視光タグ」にも有効に活用できる。即ち、極めて短時間の明滅による信号を発光させることによって、それを受信する側に多量の情報を送ることができる。

[0256] 発光体が信号を発光させていても、極めて短時間であることから人間の視覚上は単なる照明として認識される。道路、店舗、展示場、ホテル、アミューズメントパークなど、場所毎に設置された照明がそれぞれ場所特有の情報信号を発信して、必要な情報を受信者に提供できる。また、有機ELの場合は、1つの発光体中に波長の異なる複数の発光ドーパントを組み込んでおいて、異なる波長毎に異なる信号を発生させることによって、1つの発光体が複数の異なる情報を提供することもできる。この場合も、発光波長や色調が安定している有機ELは優位である。

[0257] 音声、電波、赤外光などによる情報提供と異なり、「可視光タグ」は照明設備として一緒に組み込めるので、煩雑な追加設置工事なども不要である。

[0258] [医療用光源]

現在はハロゲンランプなどが使用されている内視鏡や、ワイヤーを挿入して手術する腹腔手術用の照明などに有機ELを利用することによって、小型、軽量化、用途拡大に貢献する。特に近年注目されている、体内検査や治療に用いられる内視鏡カプ

セル(飲む内視鏡)などにも利用が可能で、期待されている。

[0259] [その他]

更に本発明の白色有機EL素子を組み込んだ発光体は、色調を容易に選択でき、蛍光灯のような明滅がなく、低消費電力で色調が安定しているので、特開2001-269105号公報に示されるような害虫防除装置として、特開2001-286373号公報に示されるような鏡用の照明として、特開2003-288995号公報に示されるような浴室照明システムとして、特開2004-321074号公報に示される植物育成用人工光源として、特開2004-354232号公報に示されるような水質汚れ測定装置の発光体として、特開2004-358063号公報に示されるような光感受性薬剤を用いた治療用被着体として、特開2005-322602号公報に示されるような医療用无影灯として、有用である。

実施例

[0260] 以下、実施例を挙げて本発明を具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。なお、実施例において「部」あるいは「%」の表示を用いるが、特に断りがない限り「質量部」あるいは「質量%」を表す。

[0261] 実施例1

《有機EL素子の作製》

[有機EL素子1の作製]

陽極として30mm×30mm、厚さ0.7mmのガラス基板の上に、ITO(インジウムチンオキシド)を120nmの厚さで製膜した支持基板にパターンニングを行った後、このITO透明電極を付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分間行った後、この透明支持基板を市販の真空蒸着装置に接続するプラズマ処理用チャンバー内の基板ホルダーに固定した。また、真空蒸着装置内の蒸着用るつぼの各々に、各層の構成材料を各々素子作製に最適の量を充填した。蒸着用るつぼは、モリブデン製またはタングステン製の抵抗加熱用材料で作製されたものを用いた。

[0262] 酸素圧力1Pa、電力100W(電極面積 約450cm²)で2分間、プラズマ処理を行った後、基板を大気に曝露することなく、有機層蒸着チャンバーに移送し、有機層の製

膜を行った。

- [0263] まず、真空度 1×10^{-4} Paまで減圧した後、m-MTDATA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、10nmの正孔注入層を設けた。次いで、 α -NPDを同様にして蒸着し、30nmの正孔輸送層を設けた。
- [0264] 次いで、以下の手順で各発光層を設けた。
- [0265] Ir-1が15質量%、Ir-14が2質量%の濃度になるように、Ir-1、Ir-14及び化合物1-6を蒸着速度0.1nm/秒で共蒸着し、発光極大波長が622nm、厚さ8nmの緑赤色燐光発光層(表1に記載の発光層1)を形成した。
- [0266] 次いで、E-66が12質量%になるように、E-66及び化合物1-6を蒸着速度0.1nm/秒で共蒸着し、発光極大波長が471nm、厚さ15nmの青色燐光発光層(表1に記載の発光層2)を形成した。ここで、E-66の発光層2における濃度は陽極から陰極の厚み方向で均一である。
- [0267] その後、M-1を膜厚5nmに蒸着して正孔阻止層を形成し、更にCsFを膜厚比で10%になるようにM-1と共蒸着し、厚さ45nmの電子輸送層を形成した。
- [0268] 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を作製した。
- [0269] 次いで、有機EL素子1の非発光面をガラスケースで覆い、図1、図2に示す構成からなる照明装置1を作製した。
- [0270] 図1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。なお、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2は照明装置の断面図を示し、図2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。なお、ガラスカバー102内には窒素ガス108が充填され、捕水剤109が設けられている。
- [0271] 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。
- [0272] [有機EL素子2の作製]
有機EL素子1と全く同様に正孔輸送層まで設けた後、以下のようにして発光層を

形成した。

- [0273] E-66が15質量%の濃度になるように、E-66及び化合物1-6を蒸着速度0.1 nm/秒で共蒸着を開始した後、E-66の蒸着量を徐々に減少させ、発光層膜厚15nmでE-66の濃度が9質量%となるような発光極大波長が471nm、膜厚15nmの青色燐光発光層を形成した。ここで、E-66の濃度は発光層の陽極側から陰極側へ連続的に変化している。
- [0274] 次に、Ir-1が14質量%、Ir-14が1.8質量%の濃度になるように、Ir-1、Ir-14及び化合物1-6を蒸着速度0.1nm/秒で共蒸着し、発光極大波長が622nm、厚さ9nmの緑赤色燐光発光層を形成した。
- [0275] その後、M-1を膜厚5nmに蒸着して正孔阻止層を形成し、更にCsFを膜厚比で10%になるようにM-1と共蒸着し、厚さ45nmの電子輸送層を形成した。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2を作製した。
- [0276] 次に、有機EL素子2の非発光面をガラスケースで覆い、図1、図2に示す構成からなる照明装置2を作製した。
- [0277] [有機EL素子3の作製]
有機EL素子1と全く同様に正孔輸送層まで設けた後、以下のようにして発光層を形成した。
- [0278] Ir-1が15質量%、Ir-14が2質量%の濃度になるように、Ir-1、Ir-14及び化合物1-6を蒸着速度0.1nm/秒で共蒸着し、発光極大波長が622nm、厚さ8nmの緑赤色燐光発光層(表1に記載の発光層1)を形成した。
- [0279] 次に、E-66及び化合物1-6を、E-66が15質量%の濃度になるように調整して蒸着速度0.1nm/秒で共蒸着を開始した後、E-66の蒸着量を徐々に減少させ、発光層の膜厚15nmでE-66が9質量%となるような発光極大波長が471nm、膜厚15nmの青色燐光発光層(表1に記載の発光層2)を形成した。ここで、E-66の濃度は発光層の陽極側から陰極側へ連続的に変化している。
- [0280] その後、M-1を膜厚5nmに蒸着して正孔阻止層を形成し、更にCsFを膜厚比で10%になるようにM-1と共蒸着し、厚さ45nmの電子輸送層を形成した。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3を作製した。

[0281] 次いで、有機EL素子3の非発光面をガラスケースで覆い、図1、図2に示す構成からなる照明装置3を作製した。

[0282] [有機EL素子4の作製]

上記有機EL素子3の作製において、緑赤色燐光発光層(表1に記載の発光層1)の膜厚、ホスト化合物、及びドーパ濃度と、青色燐光発光層(表1に記載の発光層2)のホスト化合物を表1記載のように変更した以外は同様にして、有機EL素子4を作製し、それを用いて照明装置4を作製した。

[0283] [有機EL素子5、6の作製]

上記有機EL素子3の作製において、青色燐光発光層(表1に記載の発光層2)のドーパ濃度を表1記載のように変更した以外は同様にして、有機EL素子5、6を作製し、それを用いて照明装置5、6を作製した。ここで、有機EL素子5の発光層2におけるE-66の濃度は、発光層の陽極側から陰極側へ段階的に変化している。

[0284] また、有機EL素子6の発光層2におけるE-66の濃度は、発光層膜厚15nmのうち陽極側の10nmで連続的に変化し、陰極側の5nmでは一定である。

[0285] [有機EL素子7の作製]

有機EL素子1と全く同様に正孔輸送層まで設けた後、以下のようにして発光層を形成した。

[0286] Ir-1が14質量%の濃度になるように、Ir-1及び化合物1-6を蒸着速度0.1nm/秒で共蒸着し、厚さ5nmの緑色燐光発光層(表1に記載の発光層1)を形成した。

[0287] 次に、Ir-14が5質量%の濃度になるように、Ir-14及び化合物1-6を蒸着速度0.1nm/秒で共蒸着し、厚さ4nmの赤色燐光発光層(表1に記載の発光層2)を形成した。更に、E-66が15質量%の濃度になるように、E-66及び化合物1-6を蒸着速度0.1nm/秒で共蒸着を開始した後、E-66の蒸着量を徐々に減少させ、膜厚15nmでE-66が9質量%となるような膜厚15nmの青色燐光発光層を形成した。ここで、E-66の濃度は発光層の陽極側から陰極側へ連続的に変化している。

[0288] [表1]

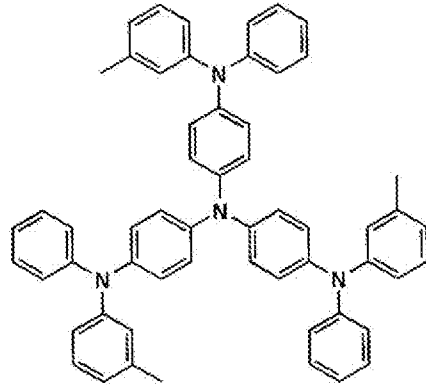
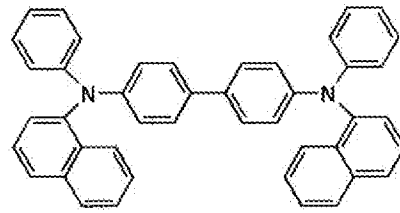
有機EL素子 No.	正孔注入層 (膜厚nm)	正孔輸送層 (膜厚nm)	発光層1		発光層2		発光層3		正孔阻止層 (膜厚nm)	電子輸送層		備考
			ドーパント (質量%)	ホスト (膜厚nm)	ドーパント (質量%)	ホスト (膜厚nm)	ドーパント (質量%)	ホスト (膜厚nm)		ドーパント (質量%)	ホスト (膜厚nm)	
1	m-MTDATA (10)	α-NPD (30)	Ir-1 (15) Ir-14 (2)	1-6 (8)	E-66 (12)	1-6 (15)	-	-	M-1 (5)	CsF (10)	M-1 (45)	比較
2	m-MTDATA (10)	α-NPD (30)	E-66 (15→9)	1-6 (15)	Ir-1 (14) Ir-14 (1.8)	1-6 (9)	-	-	M-1 (5)	CsF (10)	M-1 (45)	比較
3	m-MTDATA (10)	α-NPD (30)	Ir-1 (15) Ir-14 (2)	1-6 (8)	E-66 (15→9)	1-6 (15)	-	-	M-1 (5)	CsF (10)	M-1 (45)	本発明
4	m-MTDATA (10)	α-NPD (30)	Ir-1 (17) Ir-14 (4.4)	1-7 (7)	E-66 (15→9)	1-7 (15)	-	-	M-1 (5)	CsF (10)	M-1 (45)	本発明
5	m-MTDATA (10)	α-NPD (30)	Ir-1 (15) Ir-14 (2)	1-6 (8)	*1	1-6 (15)	-	-	M-1 (5)	CsF (10)	M-1 (45)	本発明
6	m-MTDATA (10)	α-NPD (30)	Ir-1 (15) Ir-14 (2)	1-6 (8)	*2	1-6 (15)	-	-	M-1 (5)	CsF (10)	M-1 (45)	本発明
7	m-MTDATA (10)	α-NPD (30)	Ir-1 (14)	1-6 (5)	Ir-14 (5)	1-6 (4)	E-66 (15→9)	1-6 (15)	M-1 (5)	CsF (10)	M-1 (45)	本発明

※1 : E-66 (15%5nm/12%5nm/9%5nm) ※2 : E-66(15%→12%)10nm/12% 5nm

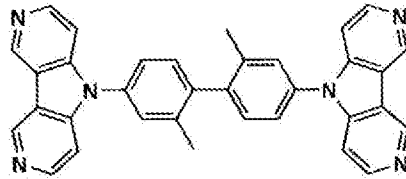
[0289] なお、表1に略称で記載の各化合物の詳細は、以下の通りである。

[0290] [化24]

m-MTDATA

 α -NPD

M-1



[0291] 《有機EL素子の評価》

〔電力効率の測定〕

分光放射輝度計CS-1000(コニカミノルタセンシング社製)を用いて、各有機EL素子の正面輝度及び輝度角度依存性を測定し、正面輝度 $1000\text{cd}/\text{m}^2$ における電力効率を求めた。なお、表2には、有機EL素子3の電力効率を100とした際の相対値で表示した。

[0292] 〔駆動寿命の測定〕

正面輝度 $4000\text{cd}/\text{m}^2$ を初期輝度として連続駆動時の輝度変動を測定し、その輝度半減時間を駆動寿命として求めた。なお、表2には有機EL素子3の駆動寿命を100とした際の相対値で表示した。

[0293] 〔駆動経時での色度安定性の評価〕

$t=0$ における色度と、輝度低下20%時、及び輝度半減時の色度を分光放射輝度計CS-1000(コニカミノルタセンシング社製)により測定し、その色度差 ΔE を下記式より求めた。なお、下記式において x, y は、CIE1931表色系における色度 x, y である。 $\Delta E = (\Delta x^2 + \Delta y^2)^{1/2}$ 。

[0294] [表2]

有機EL 素子No.	各評価結果			備 考
	電力効率 %	駆動寿命 %	ΔE 輝度半減時	
1	91	87	0.04	比 較
2	56	73	0.15	比 較
3	100	100	0.02	本発明
4	110	91	0.02	本発明
5	94	96	0.03	本発明
6	98	98	0.03	本発明
7	90	95	0.03	本発明

[0295] 表2に記載の結果より明らかなように、本発明の有機EL素子3～7は、比較である有機EL素子1、2に対し、電力効率、駆動寿命においてバランスのとれた優れた性能を有していることがわかる。特に、本発明の好ましい発光層構成範囲にある有機EL素子3～6は、より好ましい性能を発現していることがわかる。

[0296] 実施例2

《有機EL素子の作製》

[有機EL素子8の作製]

有機EL素子3の作製において、緑赤燐光発光層(表1記載の発光層1)の膜厚とホスト化合物を表3記載のように変更した以外は、有機EL素子3の作製と同様にして有機EL素子8を作製し、該素子を用いて実施例1と同様に照明装置8を得た。

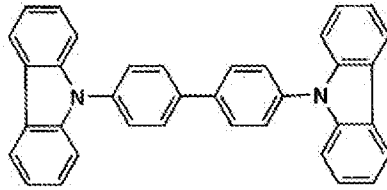
[0297] [表3]

有機EL素子No.	正孔注入層 (膜厚nm)	正孔輸送層 (膜厚nm)	発光層1		発光層2		正孔阻止層 (膜厚nm)	電子輸送層		備考
			ドーパント (質量%)	ホスト (膜厚nm)	ドーパント (質量%)	ホスト (膜厚nm)		ドーパント (質量%)	ホスト (膜厚nm)	
8	m-MTDATA (10)	α -NPD (30)	Ir-1 (15) Ir-14 (2)	CBP (12)	E-66 (15→9)	1-6 (15)	M-1 (5)	CsF (10)	M-1 (45)	本発明

[0298] なお、表3に記載の化合物で、表1に記載した以外の化合物(CBP)の詳細は以下の通りである。

[0299] [化25]

CBP



[0300] 《有機EL素子の評価》

実施例1に記載の方法と同様にして、電力効率、駆動寿命及び駆動経時での色度安定性を評価した。表4に、電力効率、駆動寿命については有機EL素子3の値を100としたときの相対値で各特性値を示す。

[0301] [表4]

有機EL素子No.	各評価結果			備考
	電力効率 %	駆動寿命 %	ΔE 輝度半減時	
3	100	100	0.02	本発明
8	105	80	0.04	本発明

[0302] 表4に記載の結果より明らかなように、隣接する発光層1(緑赤燐光色発光層)と発光層2(青色燐光発光層)とのホスト化合物を同一とすることにより、特に寿命特性において優れた性能を発現できることがわかる。

[0303] 実施例3

[有機EL素子9~11の作製]

実施例1に記載の有機EL素子3において、青色燐光発光層(表1の発光層2)のホスト化合物及び膜厚を表5のように変更した以外は同様にして、有機EL素子9~11を作製し、照明装置9~11を得た。

[0304] [表5]

有機EL素子No.	正孔注入層(膜厚nm)	正孔輸送層(膜厚nm)	発光層1		発光層2		正孔阻止層(膜厚nm)	電子輸送層		備考
			ドーパント(質量%)	ホスト(膜厚nm)	ドーパント(質量%)	ホスト(膜厚nm)		ドーパント(質量%)	ホスト(膜厚nm)	
9	III-MTDATA (10)	α -NPD (30)	Ir-1 (15) Ir-14 (2)	1-6 (8)	E-66 (15→9)	1-10 (14)	M-1 (5)	CsF (10)	M-1 (45)	本発明
10	III-MTDATA (10)	α -NPD (30)	Ir-1 (15) Ir-14 (2)	1-6 (8)	E-66 (15→9)	1-7 (14)	M-1 (5)	CsF (10)	M-1 (45)	本発明
11	III-MTDATA (10)	α -NPD (30)	Ir-1 (15) Ir-14 (2)	1-6 (8)	E-66 (15→9)	1-31 (12)	M-1 (5)	CsF (10)	M-1 (45)	本発明

[0305] 《有機EL素子の評価》

[保存安定性の評価]

70°C環境下で各有機EL素子を200時間保存した後、2.5mA/cm²の一定電流値で駆動した際の輝度変化率(未処理時の輝度を100%とした時の70°Cで200時間保存した後における輝度比)を測定し、これを有機EL素子の保存安定性の尺度とした。

[0306] 表6に、有機EL素子3、及び有機EL素子9~11の保存安定性評価結果を示す。

また、青色燐光発光層に用いたホスト化合物のガラス転移温度も併せて示す。

[0307] [表6]

有機EL 素子No.	各評価結果		備 考
	保存安定性 %	ガラス転移温度 ℃	
3	97	132	本発明
9	85	91	本発明
10	98	166	本発明
11	30	64	本発明

[0308] 表6に記載の結果より明らかなように、青色燐光発光層に用いるホスト化合物により保存安定性は著しく変化し、その特性はホスト化合物のガラス転移温度を対応していることがわかる。特に、ガラス転移温度が130℃以上のホスト化合物を用いた有機EL素子3、10の特性が優れていることが明らかである。

[0309] 実施例4

《有機EL素子12、13の作製》

実施例1に記載の有機EL素子3において、青色燐光発光層(表1の発光層2)の化合物を表7のように変更した以外は同様にして、有機EL素子12、13を作製し、照明装置12、13を得た。

[0310] [表7]

有機EL素子No.	正孔注入層(膜厚nm)	正孔輸送層(膜厚nm)	発光層1		発光層2		正孔阻止層(膜厚nm)	電子輸送層		備考
			ドーパント(質量%)	ホスト(膜厚nm)	ドーパント(質量%)	ホスト(膜厚nm)		ドーパント(質量%)	ホスト(膜厚nm)	
12	III-MTDATA (10)	α -NPD (30)	Ir-1 (15) Ir-14 (2)	1-6 (8)	E-67 (15→9)	1-6 (15)	M-1 (5)	CsF (10)	M-1 (45)	本発明
13	III-MTDATA (10)	α -NPD (30)	Ir-1 (15) Ir-14 (2)	1-6 (8)	E-68 (15→9)	1-6 (15)	M-1 (5)	CsF (10)	M-1 (45)	本発明

0311] 《有機EL素子の評価》

[演色性の測定]

分光放射輝度計CS-1000(コニカミノルタセンシング社製)を用いて、正面輝度1000cd/m²における発光スペクトルを計測した。得られたデータを用い、JIS Z 8726-1990規格に準拠した方法で平均演色評価数(Ra)を計算した。なお、表8には得られた計算結果を下記のようにランク分けして示した。また、青色燐光発光層(表7の発光層2)の発光極大波長も併せて示す。

- [0312] ◎:Ra \geq 80(優れた演色性である)
 ○:Ra \geq 70(実用上十分な演色性である)
 △:Ra \geq 60(演色性はやや劣る)
 ×:Ra<60(演色性は劣悪で実用に堪えない)。

[0313] [表8]

有機EL 素子No.	各評価結果		備 考
	演色性	発光層2の発光 極大波長[nm]	
3	○	471	本発明
12	◎	465	本発明
13	◎	455	本発明

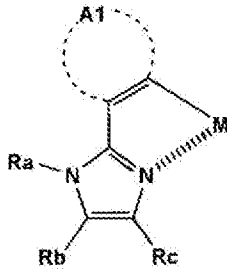
- [0314] 表8に記載の結果より明らかなように、青色燐光発光層の発光極大波長により演色性が大きく変化することがわかる。特に青色燐光発光層の発光極大波長が465nm以下のとき、優れた演色性を示すことが明らかである。

請求の範囲

- [1] 陽極及び陰極の間に発光層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子において、発光極大波長が480nm以下の燐光発光ドーパントを含有する発光極大波長が480nm以下の発光層Aと、前記発光層Aと陽極との間に燐光発光ドーパントを含有し発光極大波長が510nm以上の発光層Bとを有し、前記発光層Aに含まれる燐光発光ドーパントの濃度が発光層Aの膜厚方向で変化していることを特徴とする白色有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [2] 前記発光層Aにおいて、下記一般式(A)～(C)から選ばれる少なくとも1つの部分構造を有する燐光発光ドーパントを含有することを特徴とする請求の範囲第1項に記載の白色有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化1]

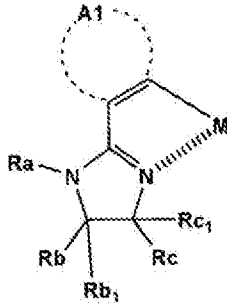
一般式(A)



(式中、Raは水素原子、脂肪族基、芳香族基または複素環基を表し、Rb、Rcは各々水素原子または置換基を表し、A1は芳香族環または芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表し、MはIrまたはPtを表す。)

[化2]

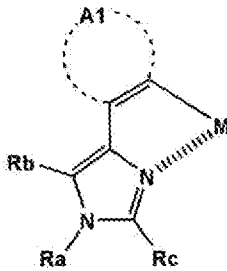
一般式(B)



(式中、Raは水素原子、脂肪族基、芳香族基または複素環基を表し、Rb、Rc、Rb₁、Rc₁は各々水素原子または置換基を表し、A₁は芳香族環または芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表し、MはIrまたはPtを表す。)

[化3]

一般式(C)



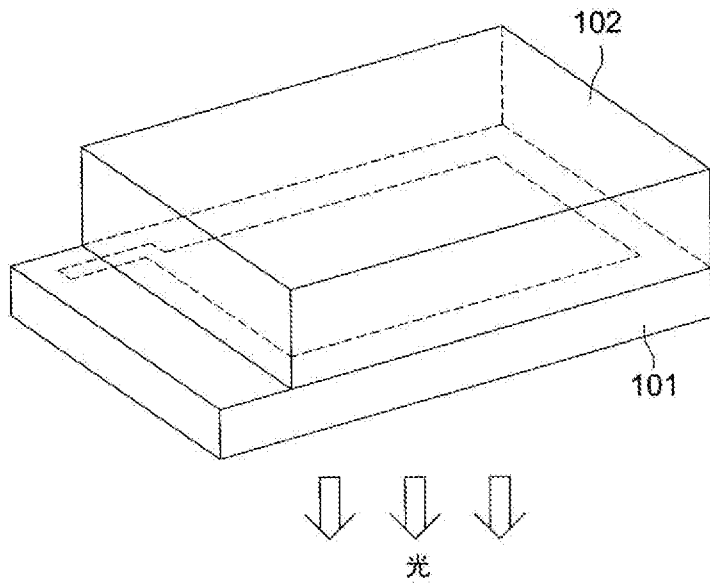
(式中、Raは水素原子、脂肪族基、芳香族基または複素環基を表し、Rb、Rcは各々水素原子または置換基を表し、A₁は芳香族環または芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表し、MはIrまたはPtを表す。)

- [3] 前記発光層Aにおいて、発光層に含まれる少なくとも1種の燐光発光ドーパントの発光極大波長が465nm以下であることを特徴とする請求の範囲第1項または第2項に記載の白色有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [4] 前記発光層Bが発光極大波長が30nm以上異なる2種以上の燐光発光ドーパントを含有することを特徴とする請求の範囲第1項乃至第3項のいずれか1項に記載の白色有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [5] 前記発光層Aと前記発光層Bとがガラス転移温度が90°C以上である同一のホスト化

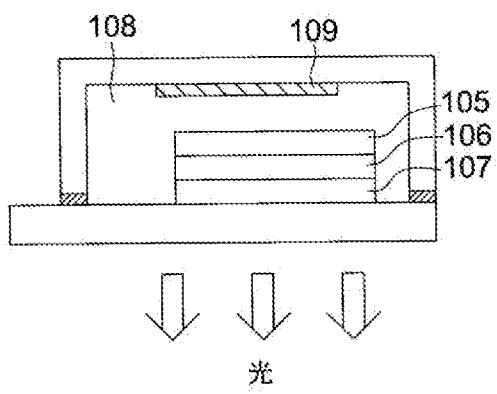
合物を含有することを特徴とする請求の範囲第1項乃至第4項のいずれか1項に記載の白色有機エレクトロルミネッセンス素子。

- [6] 前記発光層Aにおいて、発光層に含まれる少なくとも1種の燐光発光ドーパントの濃度が陽極側から陰極側において減少していることを特徴とする請求の範囲第1項乃至第5項のいずれか1項に記載の白色有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [7] 請求の範囲第1項乃至第6項のいずれか1項に記載の白色有機エレクトロルミネッセンス素子を用いることを特徴とする照明装置。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/056777

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01L51/50(2006.01) i, C09K11/06(2006.01) i		
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, C09K11/06		
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 1996-2008 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2008 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2008		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-310742 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 04 November, 2005 (04.11.05), Claims 9, 10, 19, 31, 32; Par. Nos. [0042] to [0050]; Figs. 3, 4 & US 2006/0051615 A1	1-7
Y	WO 2006/013738 A1 (Konica Minolta Holdings, Inc.), 09 February, 2006 (09.02.06), Claims 1, 2, 11, 12; Par. Nos. [0001], [0044], [0055], [0102], [0114], [0124], [0214] to [0238] & EP 1786242 A1	1-7
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 23 June, 2008 (23.06.08)		Date of mailing of the international search report 08 July, 2008 (08.07.08)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/056777

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 2006/009024 A1 (Konica Minolta Holdings, Inc.), 26 January, 2006 (26.01.06), Claims 1, 3, 13, 14; Par. Nos. [0044] to [0047], [0072], [0085] to [0095], [0214] to [0236] & US 2007/0200124 A1	1-7
Y	WO 2005/109543 A1 (EASTMAN KODAK CO.), 17 November, 2005 (17.11.05), Page 5, lines 5 to 14; page 7, lines 1 to 16; page 24, line 1 to page 26, line 19 & US 2005/0233166 A1	1-7
Y	JP 2005-38672 A (Konica Minolta Holdings, Inc.), 10 February, 2005 (10.02.05), Claims 1 to 12; Par. Nos. [0035] to [0051]; Fig. 2 (Family: none)	1,6
Y	JP 2005-108572 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 21 April, 2005 (21.04.05), Claim 5 (Family: none)	5
A	JP 2004-63349 A (Matsushita Electric Works, Ltd., Junji KIDO), 26 February, 2004 (26.02.04), Par. No. [0031] (Family: none)	1-7

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)i, C09K11/06(2006.01)i		
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, C09K11/06		
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 1971-2008年 日本国実用新案登録公報 1996-2008年 日本国登録実用新案公報 1994-2008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)		
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
Y	JP 2005-310742 A (三洋電機株式会社) 2005.11.04, 請求項9, 10, 19, 31, 32, 段落【0042】-【0050】, 図3, 図4 & US 2006/0051615 A1	1-7
Y	WO 2006/013738 A1 (コニカミノルタホールディングス株式会社) 2006.02.09, 請求項1, 2, 11, 12, 段落【0001】, 【0044】, 【0055】, 【0102】, 【0114】, 【0124】, 【0214】-【0238】 & EP 1786242 A1	1-7
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 23.06.2008	国際調査報告の発送日 08.07.2008	
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) 池田 博一 電話番号 03-3581-1101 内線 3271	20 3491

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 2006/009024 A1 (コニカミノルタホールディングス株式会社) 2006.01.26, 請求項1, 3, 13, 14, 段落【0044】 - 【0047】, 【0072】, 【0085】 - 【0095】, 【0214】 - 【0236】 & US 2007/0200124 A1	1 - 7
Y	WO 2005/109543 A1 (EASTMAN KODAK COMPANY) 2005.11.17, 第5頁第5 - 14行目, 第7頁第1 - 16行目, 第24頁第1行目 - 第26頁第19行目 & US 2005/0233166 A1	1 - 7
Y	JP 2005-38672 A (コニカミノルタホールディングス株式会社) 2005.02.10, 請求項1 - 12, 段落【0035】 - 【0051】, 図2 (ファミリーなし)	1, 6
Y	JP 2005-108572 A (三洋電機株式会社) 2005.04.21, 請求項5 (ファミリーなし)	5
A	JP 2004-63349 A (松下電工株式会社, 城戸淳二) 2004.02.26, 段落【0031】 (ファミリーなし)	1 - 7