

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 11 月 15 日(15.11.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/153603 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 51/50 (2006.01) *H05B 33/12* (2006.01)
C09K 11/06 (2006.01) *F21Y 105/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/060208
- (22) 国際出願日: 2012 年 4 月 16 日(16.04.2012)
- (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 2011-105020 2011 年 5 月 10 日(10.05.2011) 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): 古川 隼 (FURUKAWA, Shun) [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). 黒木 孝彰 (KUROKI, Takaaki) [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).
- (74) 代理人: 特許業務法人光陽国際特許事務所 (KOYO INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒1620832 東京都新宿区岩戸町 1 8 番地 日交神楽坂ビル Tokyo (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, CL, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 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 (条約第 21 条(3))

(54) Title: PHOSPHORESCENT ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT AND LIGHTING DEVICE

(54) 発明の名称: 燐光発光有機エレクトロルミネッセンス素子及び照明装置

(57) Abstract: Provided is a white light-emitting organic electroluminescent element which comprises a plurality of phosphorescent dopants having different emission wavelengths and which has high efficiency, long service life and excellent chromaticity stability in terms of driving voltage and in terms of drive over time. This organic electroluminescent element is characterized in that: the element comprises a pair of electrodes on a substrate and two light-emitting layers arranged between the electrodes, each of said light-emitting layers containing a host material and a phosphorescent dopant; the host materials of the two light-emitting layers are composed of different compounds; at least one of the phosphorescent dopants contained in the two light-emitting layers is a blue phosphorescent dopant having an ionization potential (Ip) of 5.3 eV or less; at least one of the two light-emitting layers contains a plurality of phosphorescent dopants; and the concentration of the blue phosphorescent dopant at least in the positive electrode-side light-emitting layer has a concentration gradient in the thickness direction of the light-emitting layer with a higher concentration on the positive electrode side.

(57) 要約: 発光波長の異なる複数の燐光発光性ドーパントを有する白色発光有機エレクトロルミネッセンス素子において、高効率、長寿命であり、かつ色度の対駆動電圧、対駆動経時での安定性に優れた有機エレクトロルミネッセンス素子を提供する。基材上に一対の電極と、該電極間にホスト材料と燐光発光性ドーパントを含有する発光層を 2 層有し、該 2 層の発光層のホスト材料が異なる化合物からなり、該 2 層の発光層に含まれる燐光発光性ドーパントのうち少なくとも一つのイオン化ポテンシャル (Ip) が、5.3 eV 以下の青色燐光発光性ドーパントであり、かつ、該 2 層の発光層中少なくとも 1 層は複数の燐光発光性ドーパントを含有し、少なくとも陽極側の発光層の青色燐光発光性ドーパントの濃度が、発光層の厚さ方向において陽極側が高い濃度勾配を有してい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 2012/153603 A1

明 細 書

発明の名称：

燐光発光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、発光波長の異なる複数の燐光発光性ドーパントを有し、特に白色発光を呈する燐光発光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。

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素子ともいう。）や有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、有機ＥＬ素子ともいう。）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、白色若しくは、いわゆる電球色（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ドーパントを調整し、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ドーパントを調整し、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色の発光ドーパント、例えば、青色発光ドーパントと黄色発光ドーパントを用い混色して白色を得る方法、青・緑・赤の3色の発光ドーパントを用い、混色して白色を得る方法が挙げられる。
- [0008] 例えば、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（例えば、特許文献1、2参照。）。
- [0009] また、白色発光を呈する有機エレクトロルミネッセンス素子において、発光色の異なる層を各々別個の層にするのではなく、2色以上の発光ドーパントを1層中に共存させ、高発光エネルギーの発光ドーパントから相対的に効率の低い発光ドーパントへのエネルギー移動により、多色を発光させる方式がある。この方式は発光ドーパントの使用量を減少できることから、白色発光の有機EL素子を得るにあたり有力な方法の一つである。例えば、特許文献3には、陽極から赤色発光層及び青色発光層が順次設けられてなり、かつ赤色発光層は少なくとも一つの緑色発光ドーパントを含有することを特徴とする有機電界発光素子が開示されている。

[0010] 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センス素子が得られる燐光発光ドーパントの開発が精力的に進められている（例えば、特許文献4、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ドーパントの場合には、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、蛍光発光ドーパントの場合に比べ、原理的に発光効率が最大4倍となる。

[0011] しかしながら、燐光発光ドーパントを用いた単一発光層の構成ではドーパントと宿主材料のみでキャリアバランスを整え、発光層の中心で励起子生成をすることは困難であるため、再結合領域が偏りバンドギャップが狭い隣接層にエネルギー移動が起こり、発光効率の低下や隣接層の有機材料へ負荷が懸念である。

[0012] 発光層からのエネルギー移動を防止するために、例えば発光層に用いた化合物よりもさらにバンドギャップの広い材料をキャリアないし励起子阻止層として用いる方法が考えられるが、最も高エネルギーの青色発光よりも広いバンドギャップを持ち、かつ十分な耐久性を持つ材料は見いだされていない。

[0013] そこで、発光層を積層し、その界面で発光させることができれば、再結合領域を発光層と隣接層の界面から遠ざけることができ、励起エネルギーが他方に拡散しても発光するため、隣接層へのエネルギー移動が抑制でき、高効率長寿命が達成できるといった技術が開示されている。

[0014] 例えば、特許文献5には、燐光の青色発光を呈する発光層を積層することで発光効率や輝度半減寿命が改善する方法が開示されている。また、特許文献6には燐光の白色発光が得られる発光層を積層することで発光効率や輝度半減寿命が改善する方法が提示されているが、特許文献5では白色に関する言及がなされておらず、また本発明で発現した駆動電圧での色度変化や駆動

経時での色度変化の改善といった効果を予見することができない。また、特許文献6では本発明の要件である燐光発光性ドーパントのイオン化ポテンシャルの規定がなされていないためキャリアバランスの調整が不十分であり、色度変化が改善されるに至っていない。また、燐光発光材料のイオン化ポテンシャルと正孔の移動の関係や、色度変化に関する記載もない。

先行技術文献

特許文献

- [0015] 特許文献1：特開平6－207170号公報
特許文献2：特開2004－235168号公報
特許文献3：国際公開第2004／077886号パンフレット
特許文献4：米国特許第6,097,147号明細書
特許文献5：特開2010－34484号公報
特許文献6：特開2008－84913号公報

非特許文献

- [0016] 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）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0017] 本発明は、上記問題に鑑みなされたものであり、その課題は、発光波長の異なる複数の燐光発光ドーパントを有し、白色発光を呈する有機エレクトロルミネッセンス素子において、高効率、長寿命であり、かつ色度の対駆動電圧、対駆動経時での安定性に優れた白色燐光発光有機エレクトロルミネッセンス素子を提供することである。

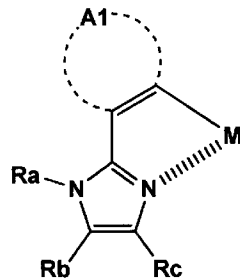
課題を解決するための手段

- [0018] 本発明の上記課題は、以下の構成により達成される。

- [0019] 1. 基材上に一对の電極と、該電極間にホスト材料と燐光発光性ドーパントを含有する発光層を2層有し、通電により白色発光する有機エレクトロルミネッセンス素子において、該2層の発光層のホスト材料が異なる化合物からなり、該2層の発光層に含まれる燐光発光性ドーパントのうち少なくとも一つが、イオン化ポテンシャル (I_p) が 5.3 eV 以下の青色燐光発光性ドーパントであり、かつ、該2層の発光層中少なくとも1層は複数の燐光発光性ドーパントを含有し、少なくとも陽極側の発光層の青色燐光発光性ドーパントの濃度が、発光層の厚さ方向において陽極側が高い濃度勾配を有してい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。
- [0020] 2. 前記2層の発光層中、陽極に近い側の発光層を第一発光層、もう一方を第二発光層とすると、該第一発光層と第二発光層がともに青色燐光発光性ドーパントの濃度が、発光層の厚さ方向において陽極側が高い濃度勾配を有していることを特徴とする前記1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [0021] 3. 前記第一発光層の青色燐光発光性ドーパント濃度の一番低い値が、前記第二発光層の青色燐光発光性ドーパント濃度の一番高い値以上であることを特徴とする前記2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [0022] 4. 前記第一発光層のホスト材料の電子親和力 (E_a) よりも、前記第二発光層のホスト材料の E_a の方が大きいことを特徴とする前記1～3のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [0023] 5. 前記第一発光層のホスト材料の最低三重項励起状態のエネルギー (T_1) よりも、前記第二発光層のホスト材料の T_1 の方が大きいことを特徴とする前記1～4のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [0024] 6. 前記発光層を構成する青色燐光発光性ドーパントが、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ことを特徴とする前記1～5のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [0025]

[化1]

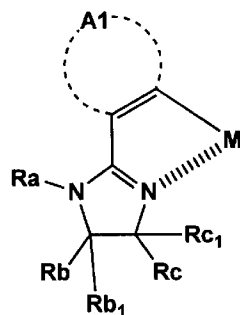
一般式(A)



〔式中、R a は、水素原子、脂肪族基、芳香族基又は複素環基を表す。R b 及びR c は、各々水素原子又は置換基を表す。A 1 は、芳香族環又は芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表す。MはI r又はP tを表す。〕

[化2]

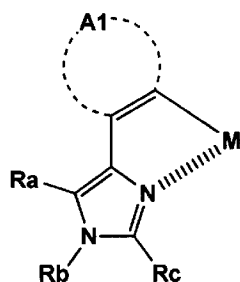
一般式(B)



〔式中、R a は、水素原子、脂肪族基、芳香族基又は複素環基を表す。R b 、R c、R b₁及びR c₁は、各々水素原子又は置換基を表す。A 1 は芳香族環又は芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表す。MはI r又はP tを表す。〕

[化3]

一般式(C)



〔式中、R aは、水素原子、脂肪族基、芳香族基又は複素環基を表す。R b及びR cは、各々水素原子又は置換基を表す。A 1は芳香族環又は芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表す。MはI r又はP tを表す。〕

7. 前記第一発光層のホスト材料と第二発光層のホスト材料が、それぞれカルバゾール基又はカルボリン基を有することを特徴とする前記1～6のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0026] 8. 前記第一発光層と第二発光層に含まれる青色燐光発光性ドーパントが、共通であることを特徴とする前記1～7のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0027] 9. 前記第一発光層と第二発光層の膜厚の総和が、60～120nmの範囲内であることを特徴とする前記1～8のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0028] 10. 前記第一発光層と第二発光層が、発光スペクトルにおいて480nm未満、500nm以上580nm未満、及び580nm以上の領域にそれぞれ発光極大の最大値を有する3種の燐光発光性ドーパントを含有することを特徴とする前記1～9のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[0029] 11. 前記1～10のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を備えたことを特徴とする照明装置。

発明の効果

[0030] 本発明により、高効率、長寿命かつ色度の対駆動電圧、対駆動経時に優れた白色燐光発光有機エレクトロルミネッセンス素子が提供できる。

図面の簡単な説明

[0031] [図1]有機EL素子の概略図。

[図2]有機EL素子の断面図。

発明を実施するための形態

[0032] 以下、本発明の白色燐光発光有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、本発明の有機EL素子ともいう。）の各構成要素の詳細について、順次説明

する。

[0033] 《有機エレクトロルミネッセンス素子の白色色度》

本発明の有機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。

[0034] 本発明における白色素子としての好ましい色度は、相関色温度が2500～7000Kの範囲内、かつCIE1931表色系において、各色温度での黒体輻射線上からのy値乖離が0.1以下である。

[0035] 《有機EL素子の層構成》

次に、本発明に係る有機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。

[0036] (i) 陽極／発光層／発光層／電子輸送層／陰極

(ii) 陽極／正孔輸送層／発光層／発光層／電子輸送層／陰極

(iii) 陽極／正孔輸送層／発光層／発光層／正孔阻止層／電子輸送層／陰極

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

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

本発明の有機EL素子においては、発光層は、本発明で規定する要件を満たす構成を有する発光層を2層有する。

[0037] 《発光層》

本発明に係る発光層は、電極又は電子輸送層、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、発光する部分は積層した発光層の界面近傍であり、発光層と隣接層との界面からは離れていることが特徴である。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

ば、その構成には特に制限はない。

[0038] 本発明に係る発光層の積層とは、発光層の組成が異なる材料を用いた発光層を積層することを意味し、特に発光ホストが異なる発光層を意味する。従って組成比が異なっている場合においても同一の組成の材料を含有する場合は同一の発光層とみなし、異なる発光層とみなさない。

[0039] 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、60～120nmの範囲に調整することが好ましい。

[0040] 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材料を、例えば、真空蒸着法、スピコート法、キャスト法、LB法（ラングミュアプロジェクト法）、インクジェット法、スプレー法、印刷法、スロット型コータ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。

[0041] 本発明の有機EL素子においては、発光層は少なくとも2層以上有する。

[0042] [発光ドーパント]

次いで、本発明に係る発光ドーパントについて説明する。

[0043] 本発明に係る発光ドーパントとしては、燐光発光性ドーパント（以下、燐光発光体、燐光性化合物、燐光発光性化合物ともいう。）を用いることを特徴とする。

[0044] （燐光発光性ドーパント）

本発明に係る燐光発光性ドーパント（燐光ドーパントともいう。）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℃）にて燐光発光する化合物であり、燐光量子収率が、25℃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。

[0045] 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体は、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。

[0046] 燐光発光性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材料上でキャリアの再結合が起こってホスト材料の励起状態が生成し、このエネルギーを燐光発光性ドーパントに移動させることで燐光発光性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、燐光発光性ドーパントがキャリアトラップとなり、燐光発光性ドーパント上でキャリアの再結合が生じ、燐光発光性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、燐光発光性ドーパントの励起三重項状態のエネルギーは、ホスト材料の励起状態のエネルギーよりも低いことが条件である。

[0047] 燐光発光性ドーパントは、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。

[0048] 本発明に係る燐光発光性ドーパントとしては、好ましくは元素の周期表で8族～10族の金属を含有する錯体系化合物であり、更に好ましくはイリジウム化合物、オスミウム化合物、又は白金化合物（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。

[0049] 本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の発光色は、白色であり、かつ前記2層の発光層はその白色発光スペクトルが、465～480nm、500～515nm、及び600～620nmの波長領域内に発光極大の最大値を有することが好ましい。したがって、そのために、「青色燐光発光性ドーパント」、「緑色燐光発光性ドーパント」、及び「赤色燐光発光性ドーパント」を含有することが好ましい。

[0050] 《青色燐光発光性ドーパントの濃度勾配について》

本発明において、青色燐光発光性ドーパントの発光層内における濃度分布について説明する。本発明においては、青色燐光発光性発光ドーパントは、前記発光層の陽極側において高濃度に含有されており、陰極側へ向けて低濃度となるように濃度分布を持って存在する。発光層の陽極側端部から発光層

中央部まで部分の青色燐光発光性ドーパントの平均含有量が、陰極側端部から発光層中央部までの平均含有量より多ければよいが、好ましくは陽極側端部が最も高濃度であり、陽極側端部から陰極側端部へかけて単調に減少していくのが好ましい。単調に減少するとは該発光層の陽極側端部を除き、極大濃度部分を有さないということである。

[0051] 本発明の構成の発光層により、電力効率に優れ、かつ色度の対駆動電圧、対駆動経時、対デバイス保存での安定性に優れた白色燐光発光有機エレクトロルミネッセンス素子が得られる。本発明の効果をもたらす作用機構については、必ずしも解明されている訳ではなく、推測の域を出ないが、燐光発光層、特に青発光を呈する燐光発光層はエネルギーギャップが大きく、電子又は正孔等の電荷の発光層への注入に大きな障壁があることが予想される。本発明の構成はこの電荷の発光層への注入を改善しているものと期待され、特に本発明に係る青色燐光発光性ドーパント、更にはホスト材料との組み合わせにおいて顕著な効果が得られることを見いだした。

[0052] 例えば、特許第3786023号には、発光層中で発光材濃度を変化させることで電荷移動を容易とし低電圧化、高発光効率化する手法が開示されている、また特許第4181795号にも同様の手法が開示されているが、青色に発光する燐光発光性ドーパントを使用した白色素子での構成例は開示されておらず、特に色度安定性に関する本発明の効果を予見できるものではない。更には、本発明の燐光材料との組み合わせにおける格段の効果を予見できるものではない。特表2010-515255号には、青燐光発光性ドーパントの濃度勾配記載はあるが、白色素子、及び白色素子における色度安定性についての記載はなく、また本発明における燐光発光性ドーパントのHOMO準位との関係における格段の効果を予見できるものではない。

[0053] 〈ドーパント濃度分布測定法について〉

ドーパントの深さ方向の分布を計測する方法はいくつかあるが、特定の元素がある場合、動的二次イオン質量分析法が好ましい。D-SIMSは膜内の元素の量を高感度で分析可能でかつ深さ方向の元素の濃度変化を追うこと

ができる。二次イオン質量分析法については、例えば、日本表面科学会「二次イオン質量分析法（表面科学技術選書）」（丸善）等を参考にすることができる。

[0054] 動的二次イオン質量分析法は、 10^{-8} Pa 程度の高真空下で一次イオンと呼ばれるイオンビームを試料表面に照射しスパッタリングを行う。それにより放出された構成粒子の中で二次イオンを質量分析することにより表面に存在する元素を分析する方法である。表面をスパッタし、削り取っていくので破壊分析ではあるが、表面から μm 以上の深さまでの元素の濃度変化を分析することが可能である。

[0055] 一次イオンとしては、例えば Cs^+ 、 O_2^+ 等のイオン種が好ましいが、どのイオン種を用いるのが好ましいかは測定対象元素によって使い分けられる。

[0056] 化合物そのものを計測したい場合は飛行時間型二次イオン質量分析（TOF-SIMS）法が好ましい。この場合、有機層を斜めに削り取り、削り取った斜め断面部分について、化合物から得られるフラグメントイオンの分布を計測することにより、ドーパント化合物の深さ方向の分布を知ることができる。斜めに削る方法としては電子顕微鏡の試料作製に用いるウルトラミクロトームを用いる方法、ダイプラウインテス製サイカス NN 型などの精密斜め切削装置を用いる方法が挙げられる。TOF-SIMS 法については、例えば、日本表面科学会「二次イオン質量分析法（表面科学技術選書）」（丸善）等を参考にすることができる。TOF-SIMS 法は、 10^{-8} Pa 程度の高真空下で一次イオンと呼ばれるイオンビームを試料表面に照射しスパッタリングを行う。一次イオンビームを非常に低電流とし、かつパルス状にすることにより、非常に穏やかなスパッタリングがおこり、それにより放出された二次イオンを質量分析することにより表面に存在する化合物分析する方法である。一次イオンを走査しながら測定することにより、スパッタリングで放出された二次イオンの分布を計測することができる。一次イオンとしては、例えば Ga^+ 、 In^+ 、 Bi^+ 、 Au^+ 金属イオン種やそのクラスターイオンが好ましいが、どのイオン種を用いるのが好ましいかは測定対象元素によ

って使い分けられる。

[0057] 例えば、蒸着法により形成するとき、発光ドーパントの濃度勾配はほかの共蒸着成分との蒸着比をかえることで形成するが、形成後、上記の方法により深さ方向のスputタリングを行うことで深さ方向の分布を測定することができる。

[0058] なお、青色燐光発光性ドーパントのイオン化ポテンシャル (I_p) は、紫外光電子分光法 (UPS) 等を用いることで求めることができる。本発明においては化合物の単体膜を、金蒸着膜 (10 nm) を設けたシリコンウエハーあるいはITO上に膜厚5 nm以上製膜し、ヴァキュームジェネレータ製ESCALAB 200R及びUPS/1を用いて測定を行った。測定条件は紫外光源UPS/1を600 V 50 mAで動作させ、励起源をHe I (21.2 eV) とし、試料に-10 Vのバイアスをかけ、 6.7×10^{-6} Paの環境下で測定を行った。また、分光器のパスエネルギーは2 eVとした。得られたスペクトルから接線法を用いてスペクトルの幅を求め、その幅から I_p を求めた。

[0059] また、電子親和力 (E_a) は、例えば光学的バンドギャップから算出したバンドギャップエネルギーをイオン化ポテンシャルから差し引いて求めることができる。

[0060] (一般式 (A) ~ (C) で表される部分構造)

本発明においては、青色燐光発光性ドーパントが、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好ましい。

[0061] 前記一般式 (A) において、 R_a は水素原子、脂肪族基、芳香族基又は複素環基を表し、 R_b 、 R_c は各々水素原子又は置換基を表し、 A_1 は芳香族環又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又はPtを表す。

[0062] また、前記一般式 (B) において、 R_a は水素原子、脂肪族基、芳香族基又は複素環基を表し、 R_b 、 R_c 、 R_{b_1} 、 R_{c_1} は各々水素原子又は置換基を表し、 A_1 は芳香族環又は芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表し

、MはI r又はP tを表す。

[0063] また、前記一般式(C)において、R aは水素原子、脂肪族基、芳香族基又は複素環基を表し、R b、R cは各々水素原子又は置換基を表し、A 1は芳香族環又は芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表し、MはI r又はP tを表す。

[0064] 一般式(A)～(C)において、R aは水素原子、脂肪族基、芳香族基又は複素環基を表し、R a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ができ、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ができ、これらの基はそれぞれ置換基を有していてもよい。

[0065] 一般式(A)～(C)において、R b、R c、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、モルホリル基、オキサゾリジル基等)、アルコキシル基(例えば、メトキシ基、エトキシ基、プロピルオキシ基、ペンチルオキシ基、ヘキシルオキシ基、オクチルオキシ基、ドデシルオキシ基等)、シクロアルコキシル基(例えば、シクロペンチルオキシ基、シクロヘキシルオキシ基等)、アリールオキシ基(例えば、フェノキシ基、ナフチルオキシ基等)、アルキルチオ基(例えば、メチルチオ基、エチルチオ基、プロピルチオ基、ペンチルチオ基、ヘキシルチオ基、オクチルチオ基、ドデシルチオ基等)、シクロアルキルチオ基(例えば、シクロペンチルチオ基、シクロヘキシルチオ基等)、アリールチオ基(例えば、フェニルチオ基、ナフチルチオ基等)、アルコキシカルボニル基(例えば、メチルオキシカルボニル基、エチルオキシカルボニル基、ブチルオキシカルボニル基、オクチルオキシカルボニル基、ドデシルオキシカルボニル基等)、アリールオキシカルボニル基(例えば、フェニルオキシカルボニル基、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。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。

[0066] 一般式（A）～（C）において、A 1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。

[0067] 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、臭素原子又は沃素原子等）、アリール基（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、メトキシメチル基、トリフルオロメチル基、*t*-ブチル基等）、アルキルオキシ基、アリールオキシ基、アルキルチオ基、アリールチオ基、芳香族複素環基（例えば、フリル基、チエニル基、

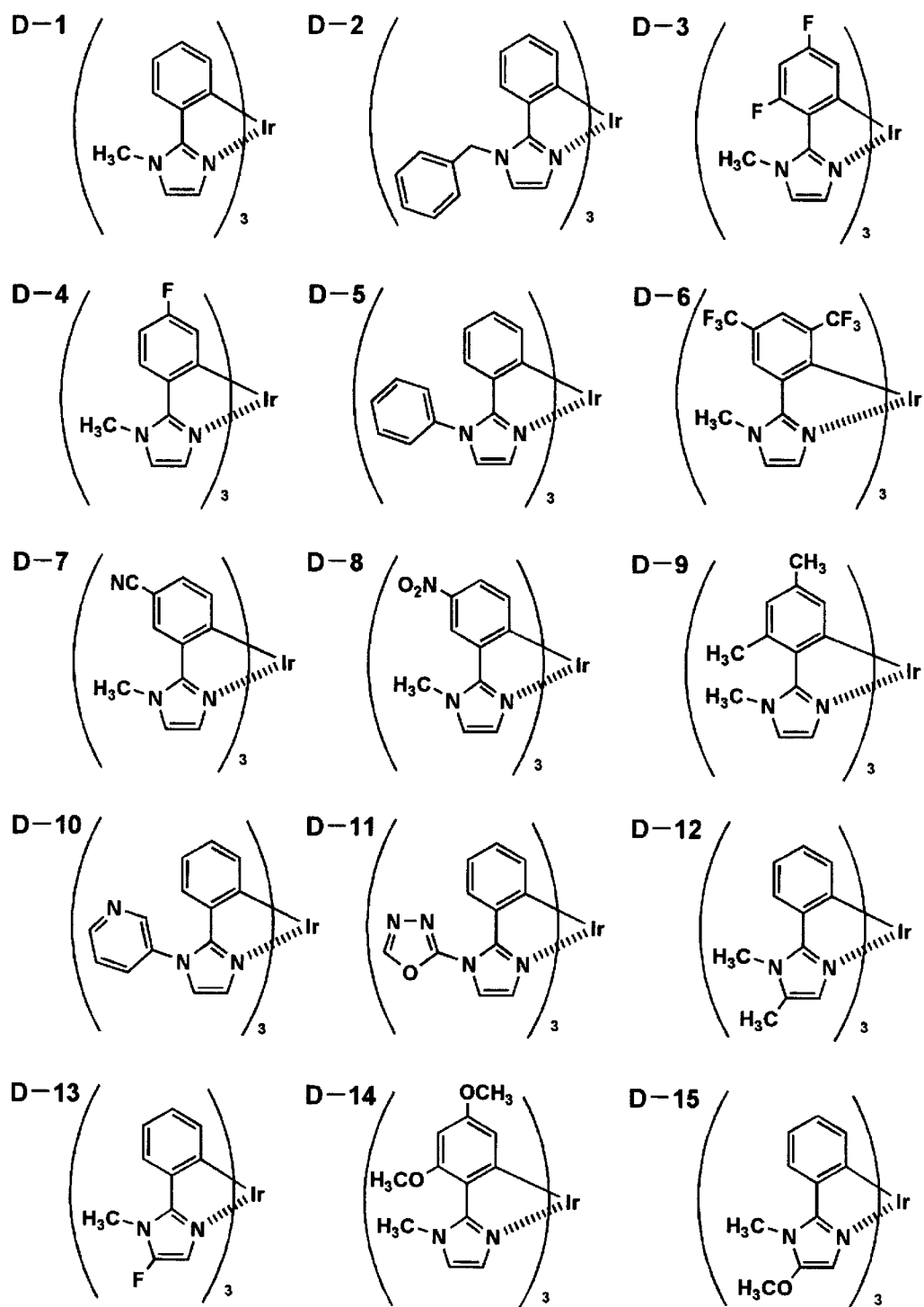
ピリジル基、ピリダジニル基、ピリミジニル基、ピラジニル基、トリアジニル基、イミダゾリル基、ピラゾリル基、チアゾリル基、キナゾリニル基、カルバゾリル基、カルボリニル基、フタラジニル基等)、一般式 (A) ~ (C) の金属を除いた部分構造等が挙げられる。

[0068] 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) の配位子3個とMで完成構造となるトリス体が好ましい。

[0069] 以下、本発明に係る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。

[0070]

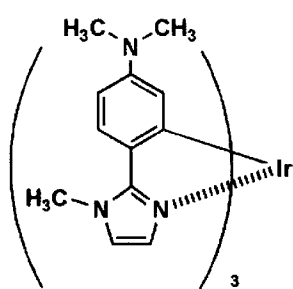
[化4]



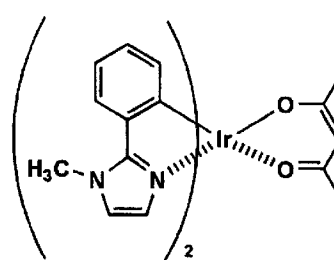
[0071]

[化5]

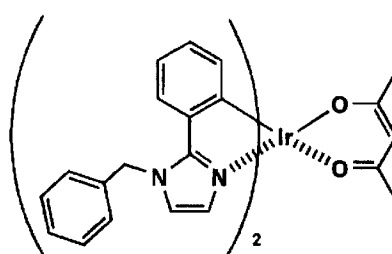
D-16



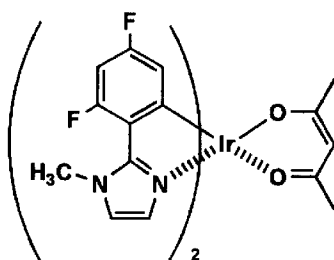
D-17



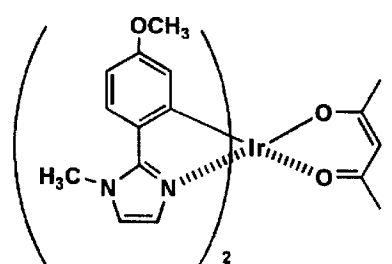
D-18



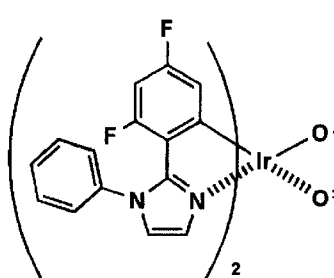
D-19



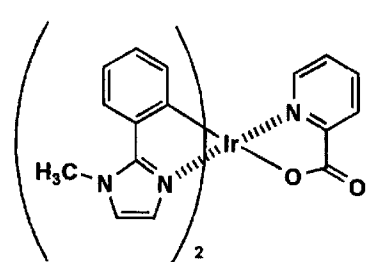
D-20



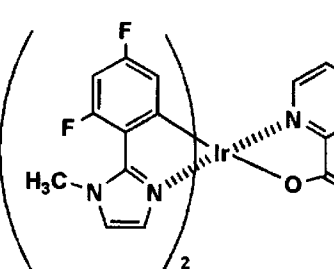
D-21



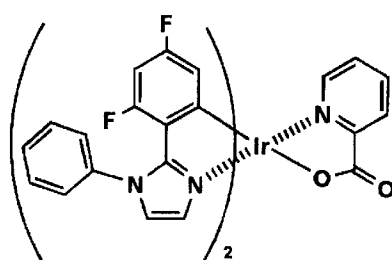
D-22



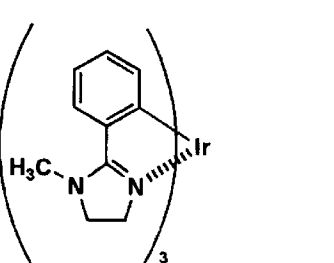
D-23



D-24

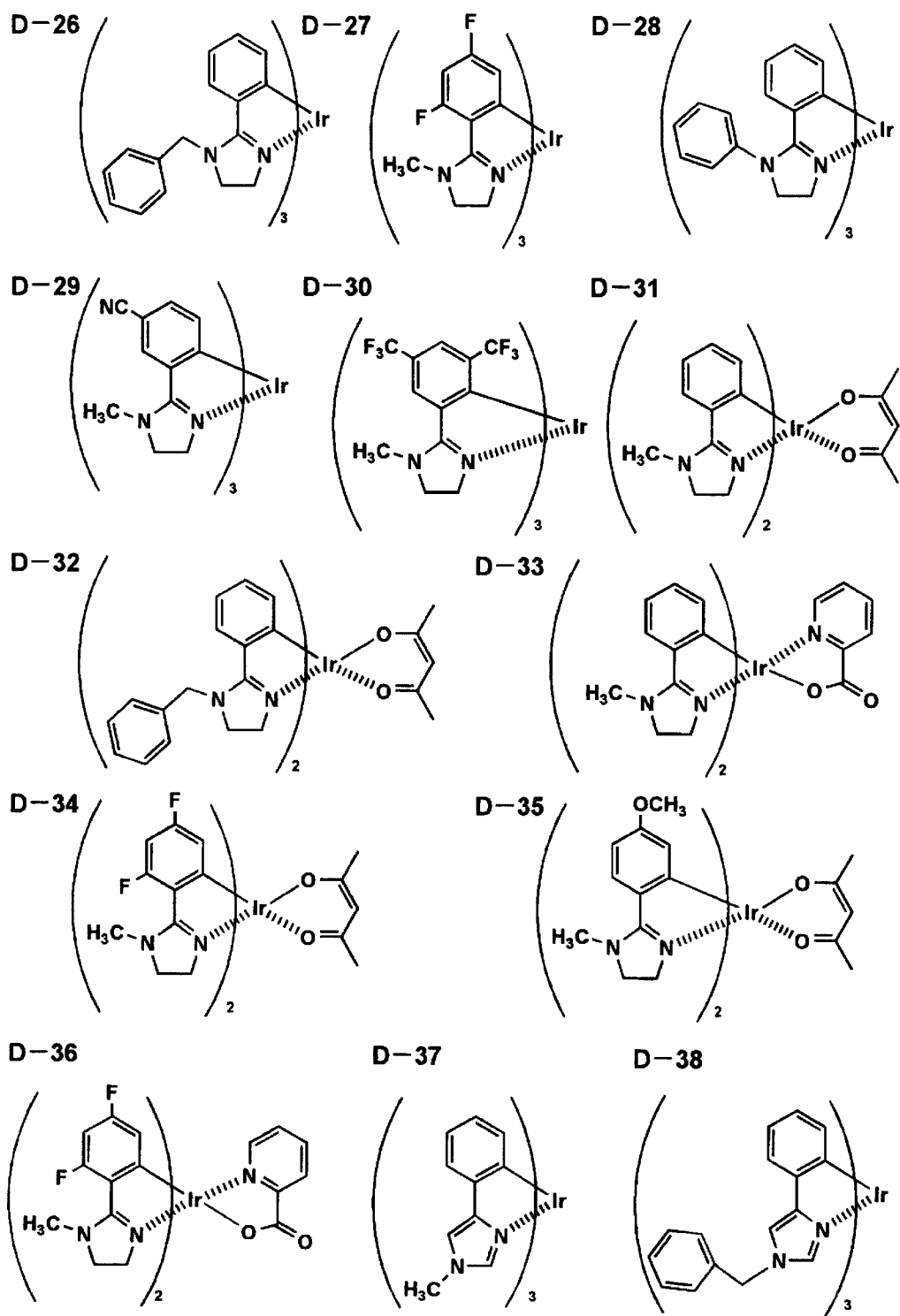


D-25



[0072]

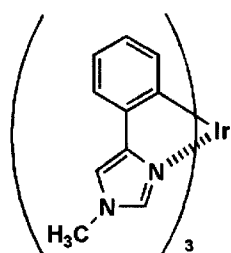
[化6]



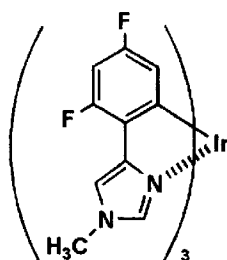
[0073]

[化7]

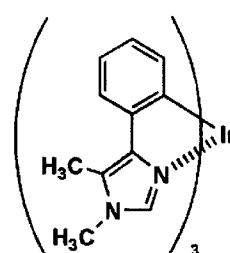
D-39



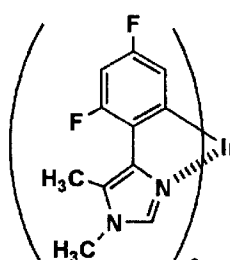
D-40



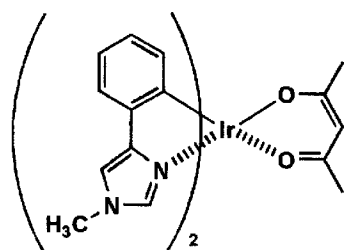
D-41



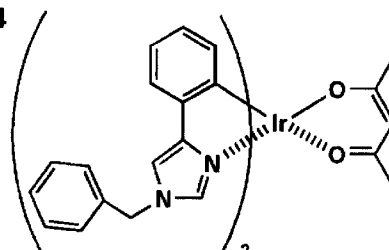
D-42



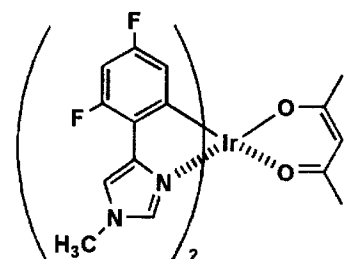
D-43



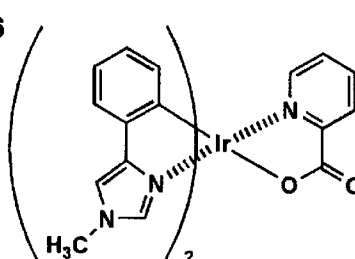
D-44



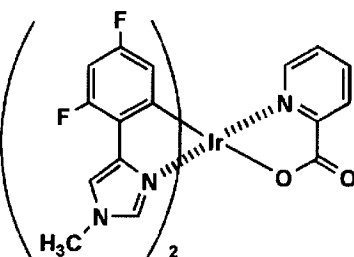
D-45



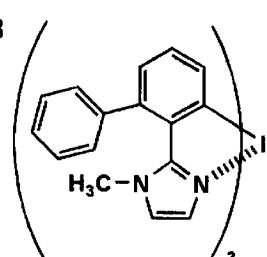
D-46



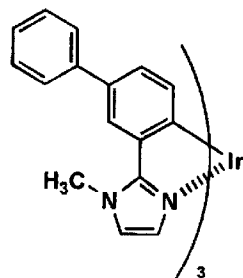
D-47



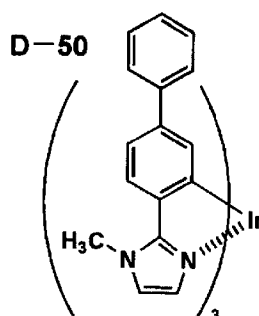
D-48



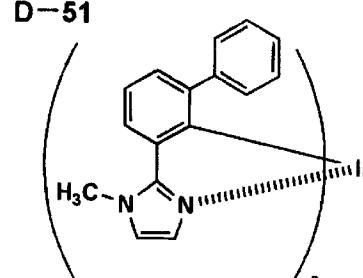
D-49



D-50



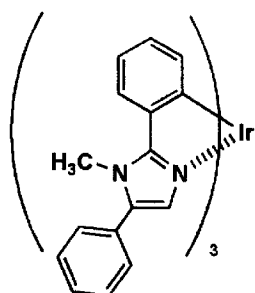
D-51



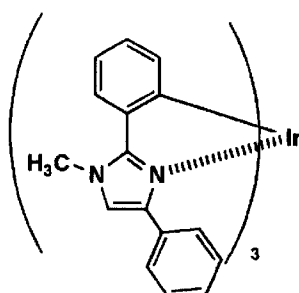
[0074]

[化8]

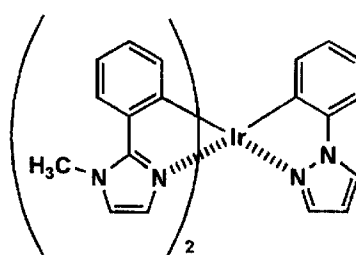
D-52



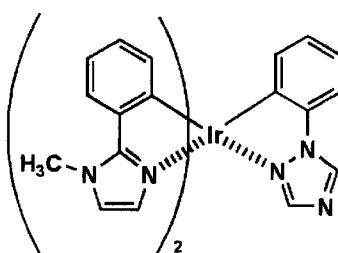
D-53



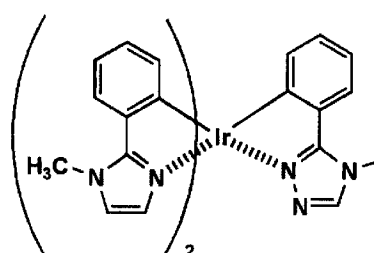
D-54



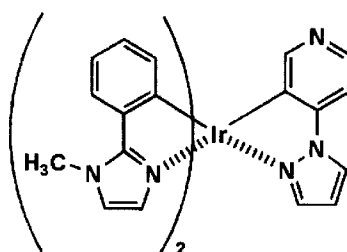
D-55



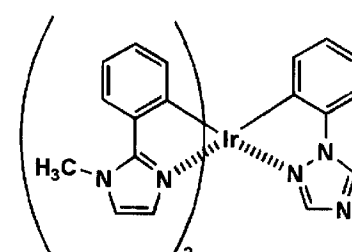
D-56



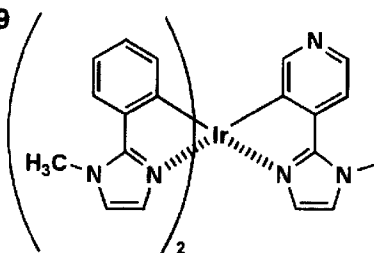
D-57



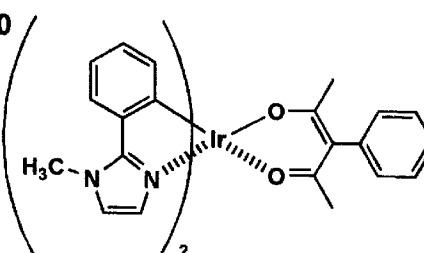
D-58



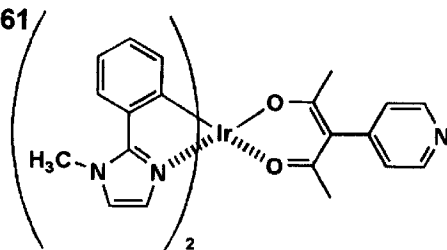
D-59



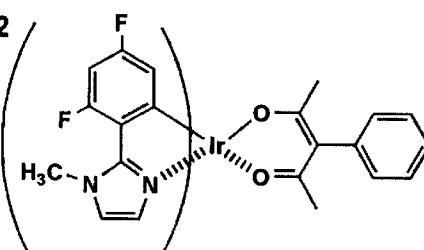
D-60



D-61



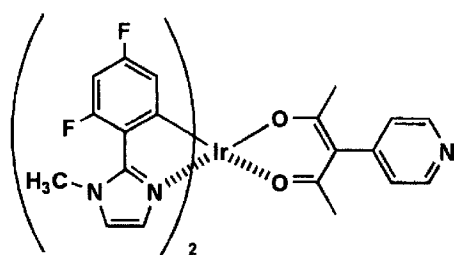
D-62



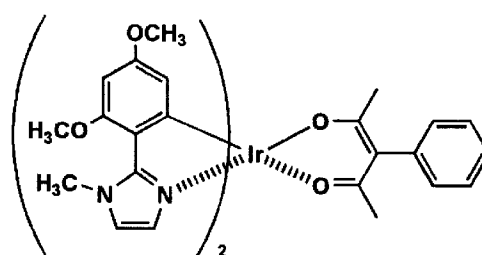
[0075]

[化9]

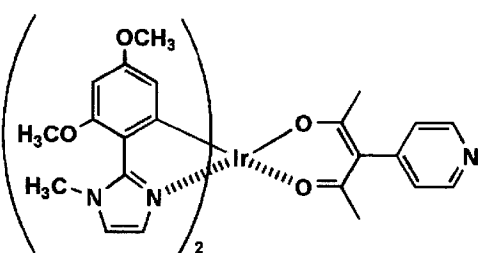
D-63



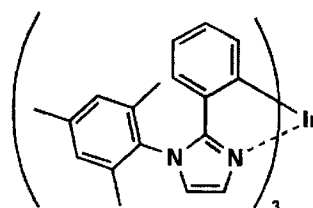
D-64



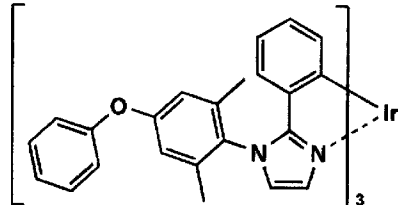
D-65



D-66

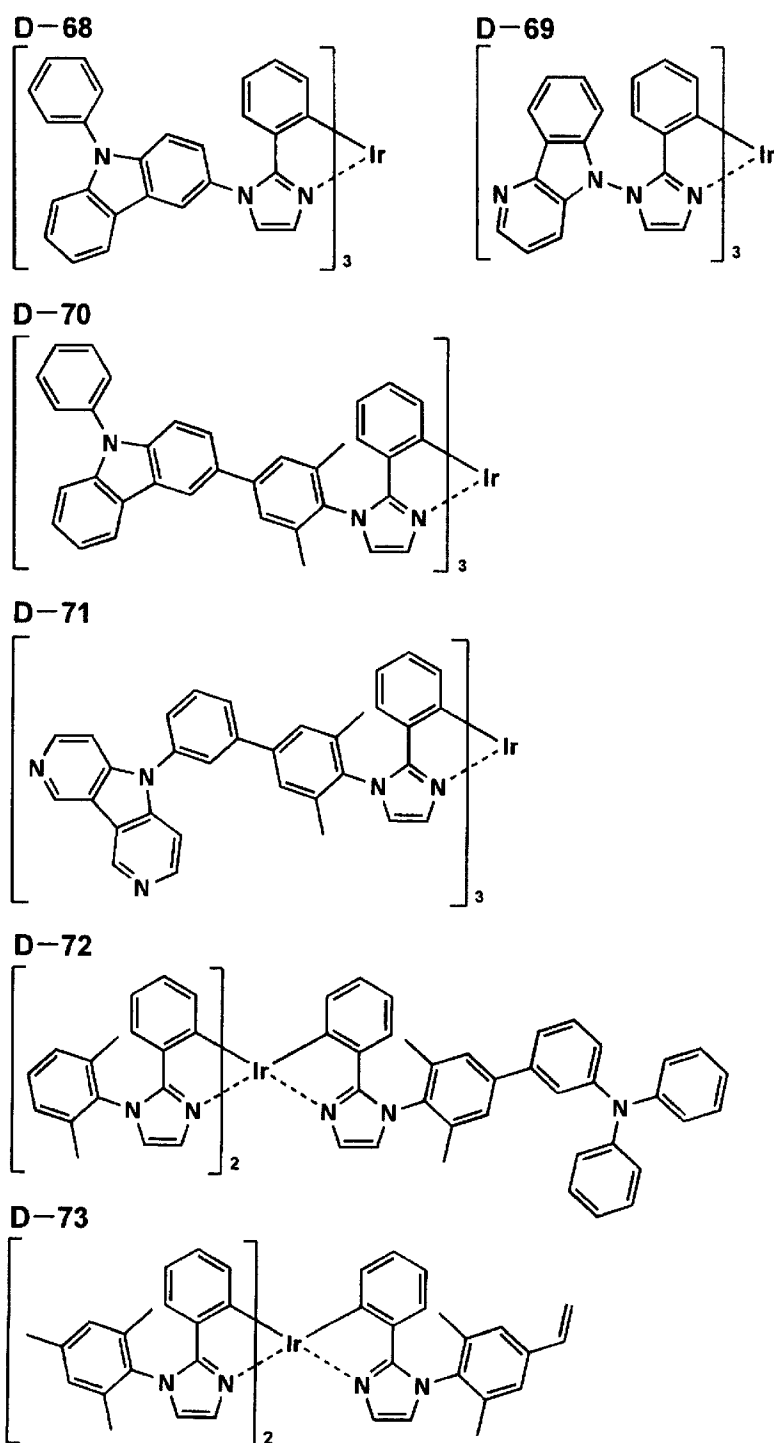


D-67



[0076]

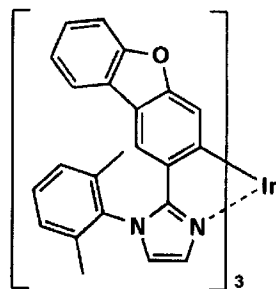
[化10]



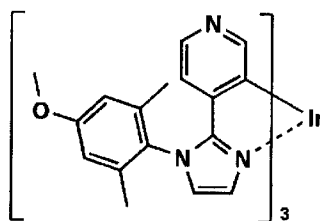
[0077]

[化11]

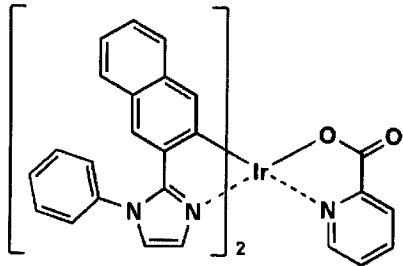
D-74



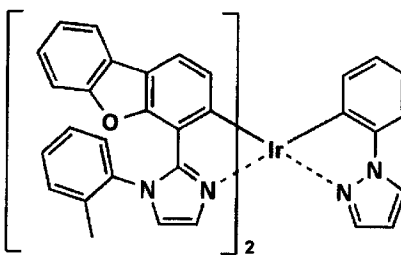
D-75



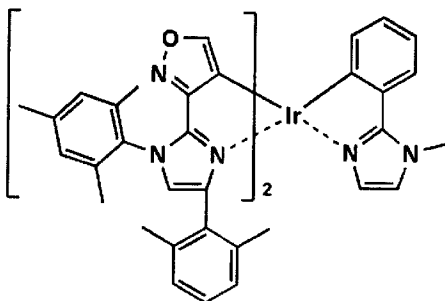
D-76



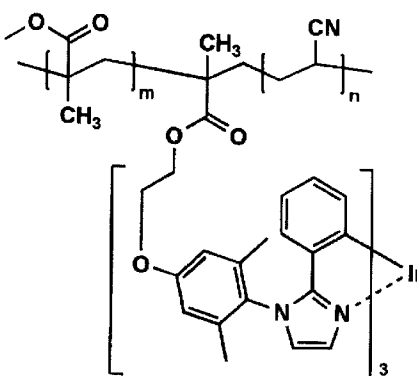
D-77



D-78



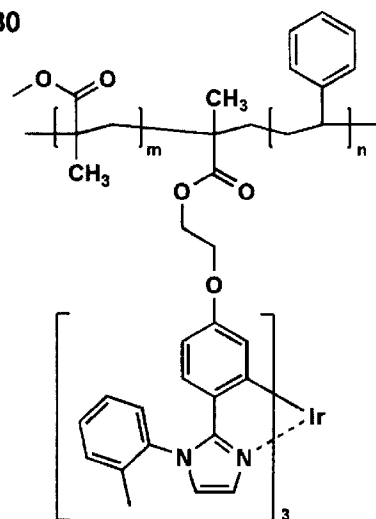
D-79



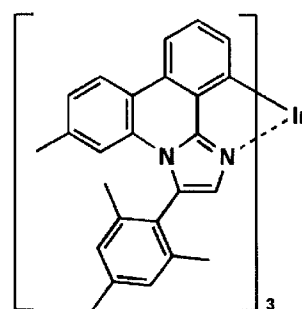
[0078]

[化12]

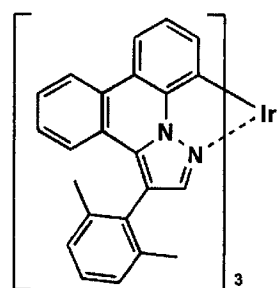
D-80



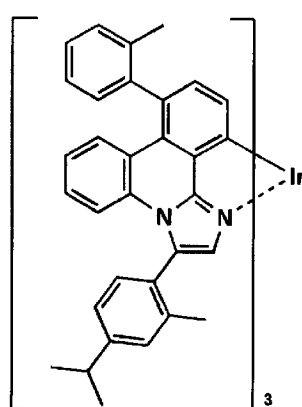
D-81



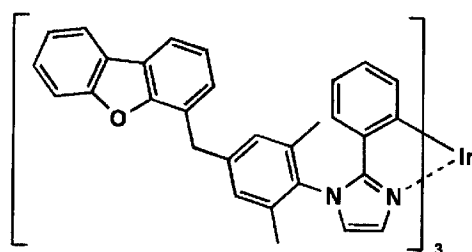
D-82



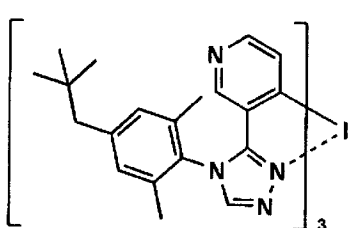
D-83



D-84



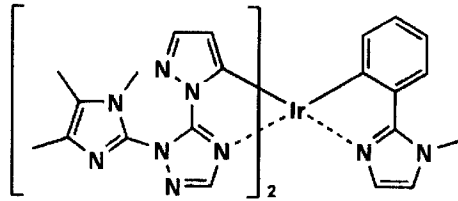
D-85



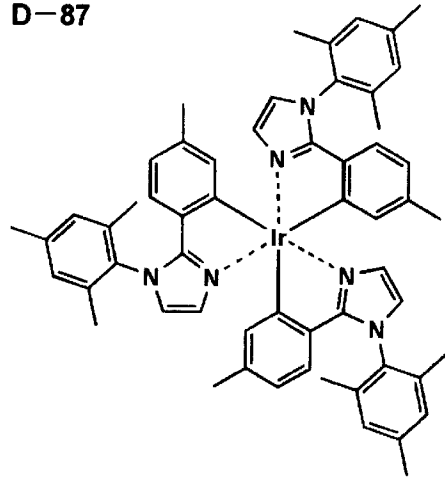
[0079]

[化13]

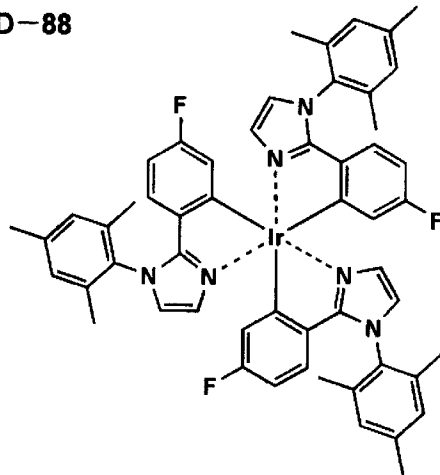
D-86



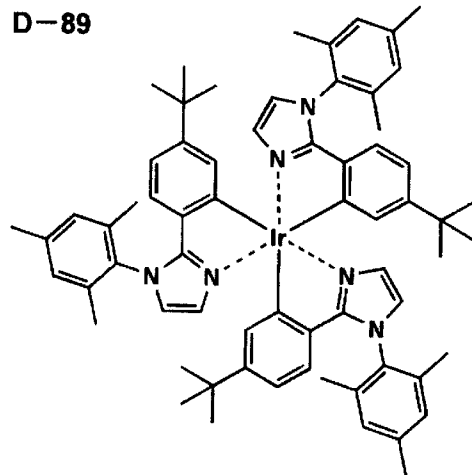
D-87



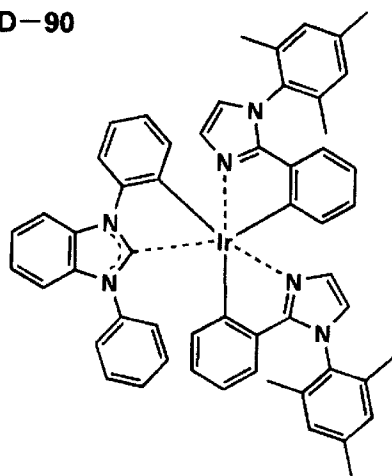
D-88



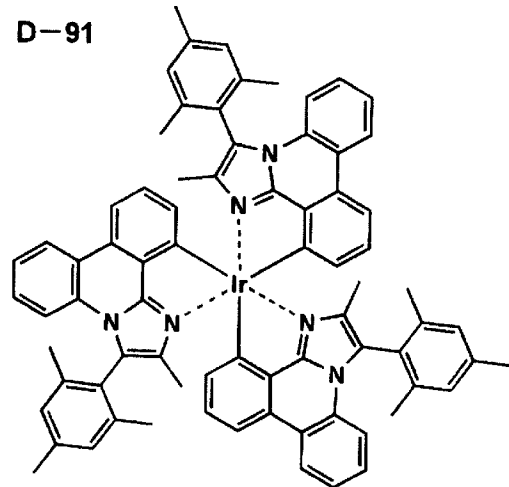
D-89



D-90



D-91

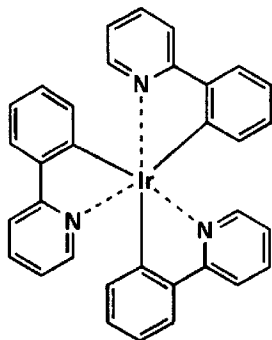


[0080] また、本発明の青色燐光発光性ドーパントは、発光層内のキャリアバランスにより該2層の発光層の界面近傍で発光させる観点から、イオン化ポテンシャルが5.3 eV以下の材料を用いることを特徴とする。

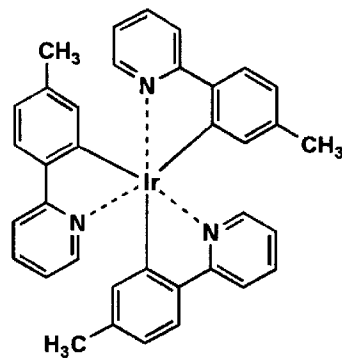
[0081] 以下に、燐光発光体として、上記本発明に好ましく用いられる青色燐光発光性ドーパント以外の燐光発光性発光ドーパントの化合物の具体例を示すが、これらに限定されない。これらの化合物は、例えば、*Inorg. Chem.* 40巻、1704～1711に記載の方法等により合成できる。

[0082] [化14]

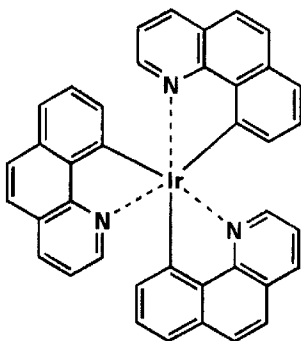
Ir-1



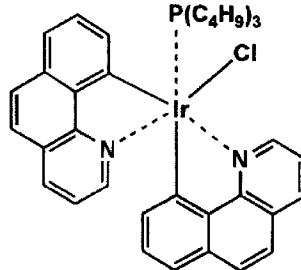
Ir-2



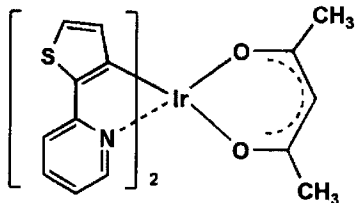
Ir-3



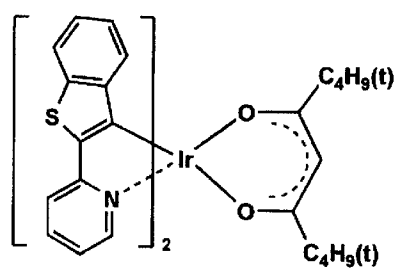
Ir-4



Ir-5



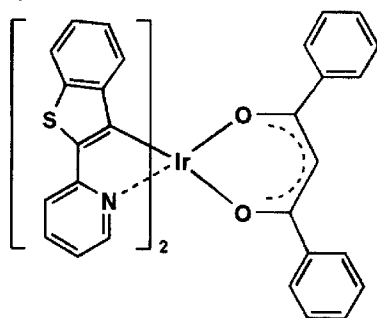
Ir-6



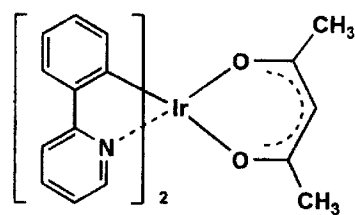
[0083]

[化15]

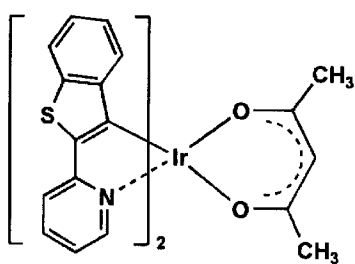
Ir-7



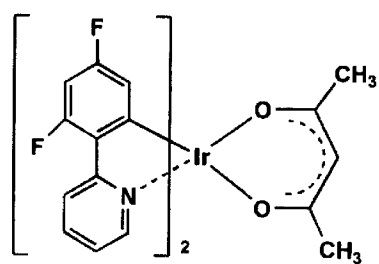
Ir-8



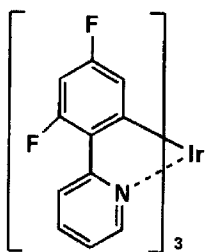
Ir-9



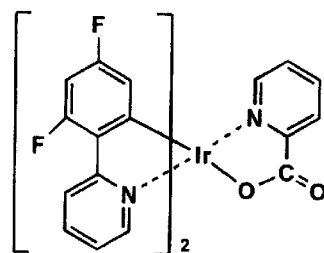
Ir-10



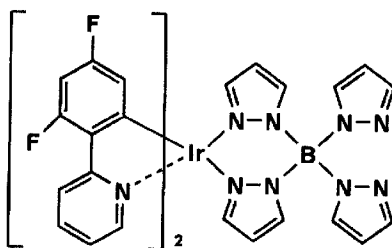
Ir-11



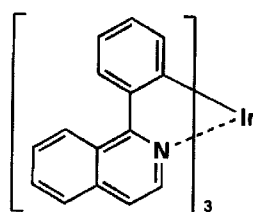
Ir-12



Ir-13



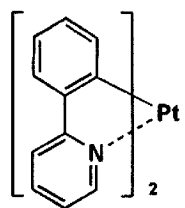
Ir-14



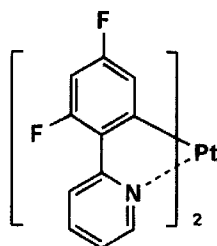
[0084]

[化16]

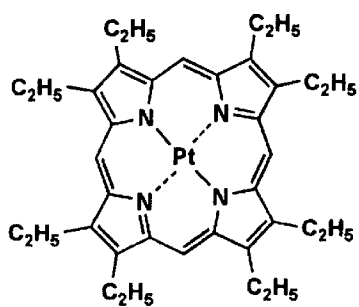
Pt-1



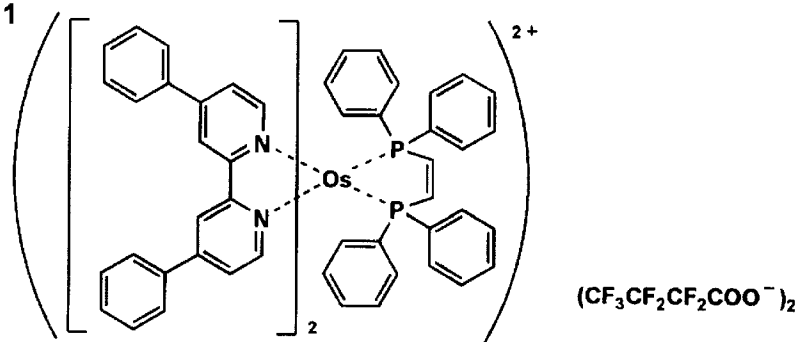
Pt-2



Pt-3

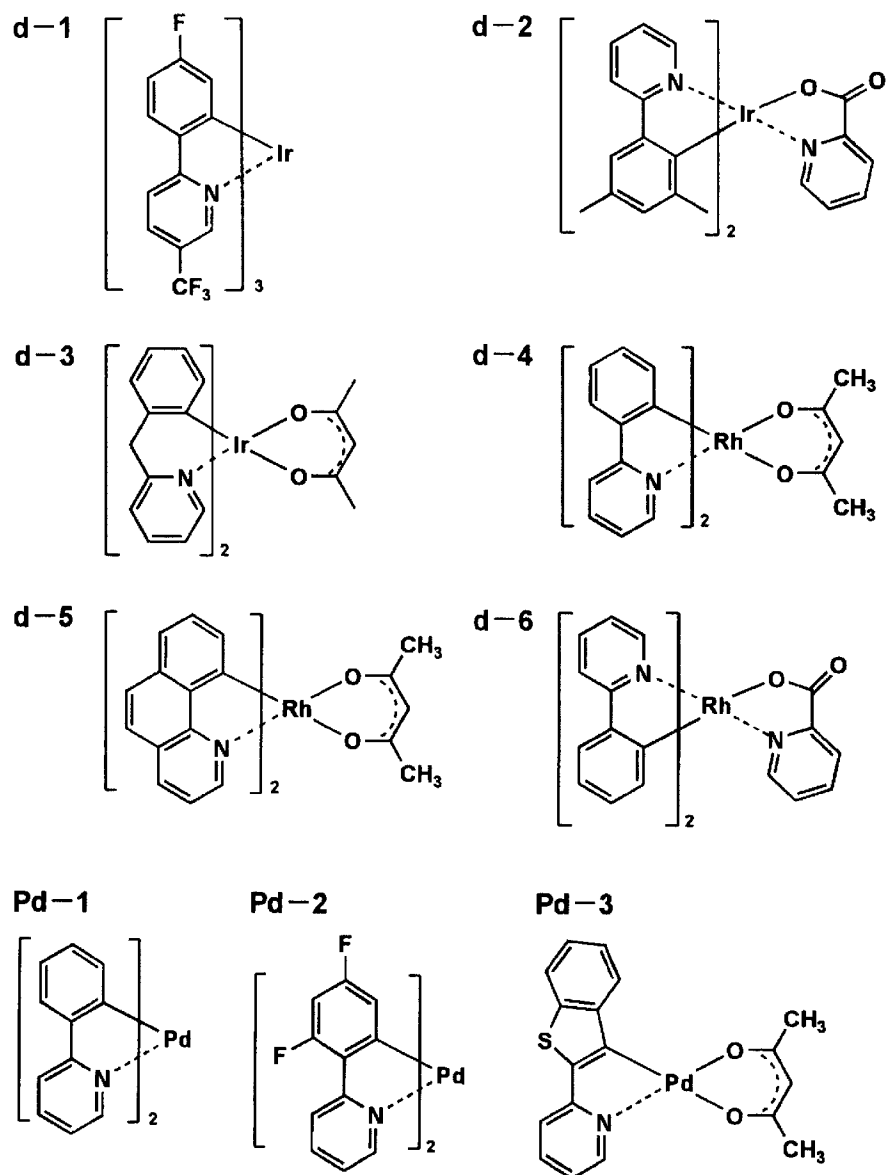


A-1

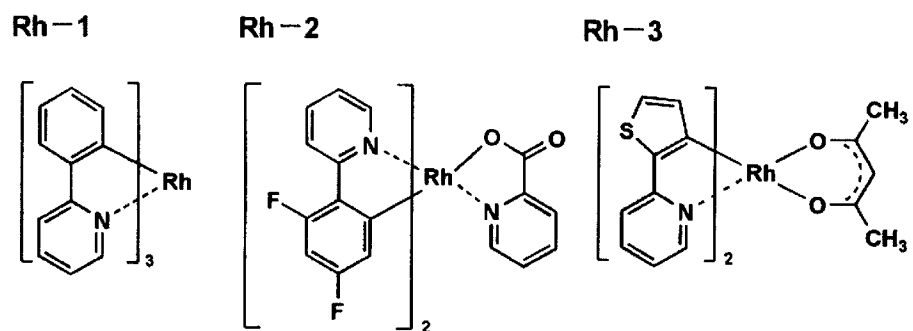


[0085]

[化17]



[0086] [化18]



[0087] [ホスト材料]

次に、発光層に含まれるホスト材料について説明する。

[0088] 本発明の有機EL素子の発光層に含まれるホスト材料とは、室温（25℃）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。

[0089] 本発明に係るホスト材料としては、ホスト材料を単独で用いてもよく、又は複数種併用して用いてもよいが、該2層の発光層に用いるホスト材料はそれぞれ異なることを特徴とする。

[0090] 本発明に用いられる発光ホスト材料としては、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、又は、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。

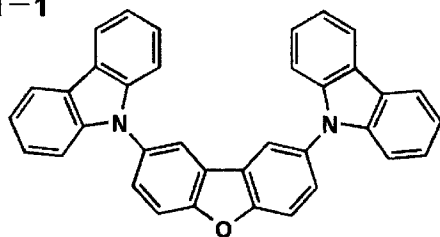
[0091] 本発明に係る発光層に用いられる発光ホスト材料においては、カルバゾール基、カルボリン基を有するホスト材料を用いることが好ましい。

[0092] 以下に、発光ホスト材料の具体例を示すが、これらに限定されるものではない。

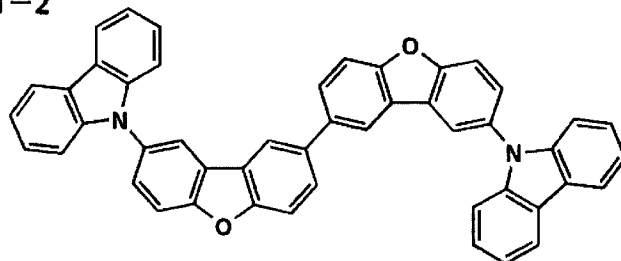
[0093]

[化19]

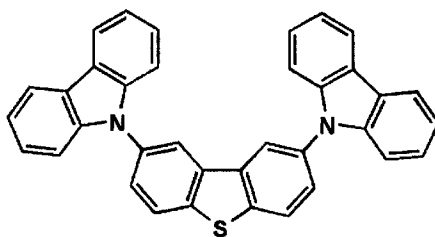
1-1



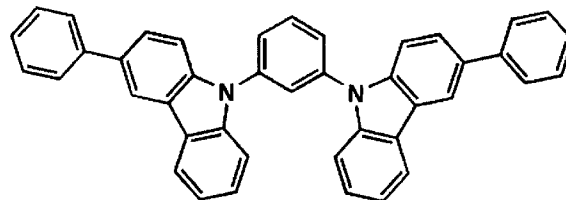
1-2



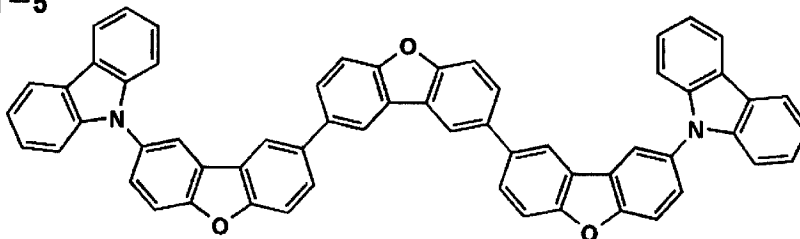
1-3



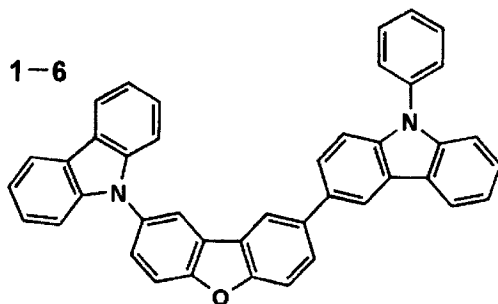
1-4



1-5



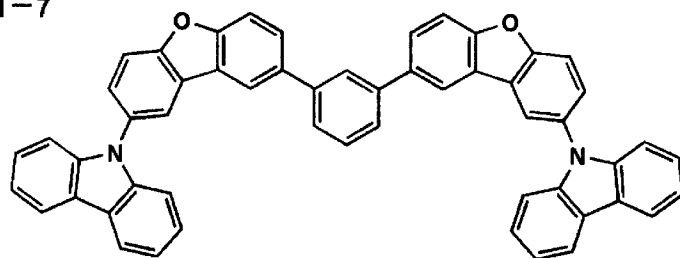
1-6



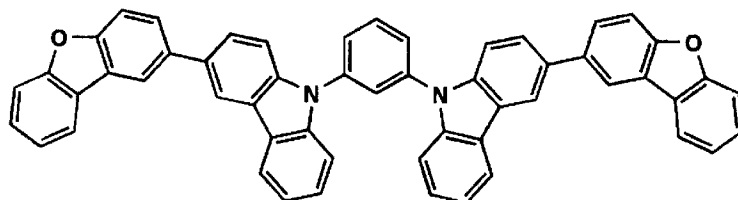
[0094]

[化20]

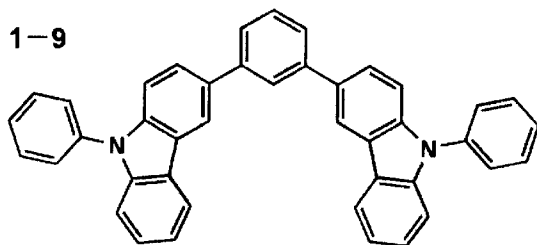
1-7



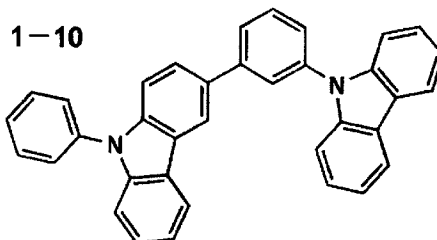
1-8



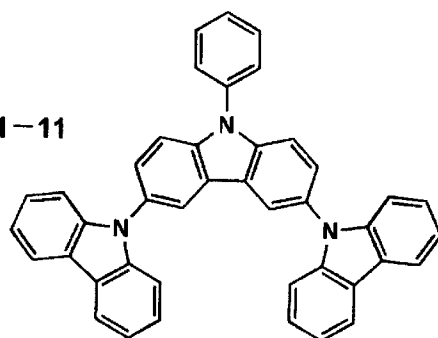
1-9



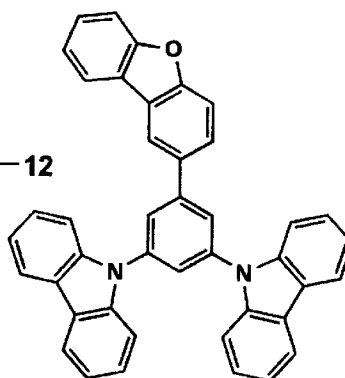
1-10



1-11



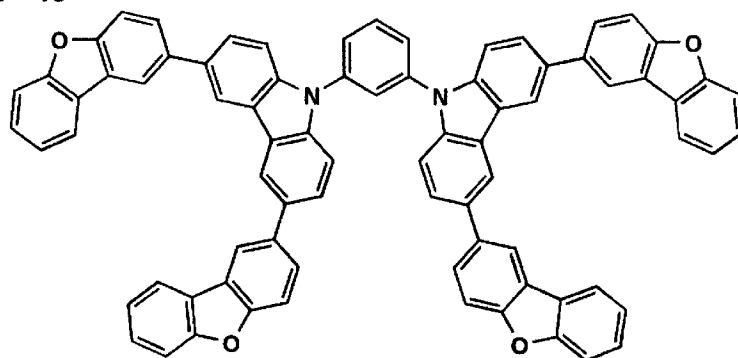
1-12



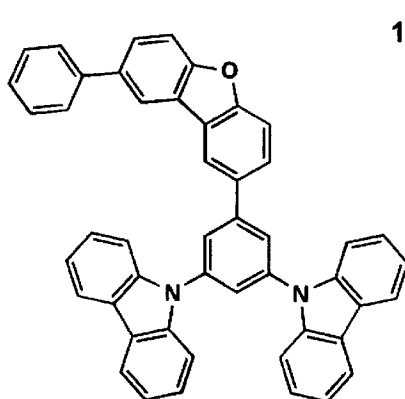
[0095]

[化21]

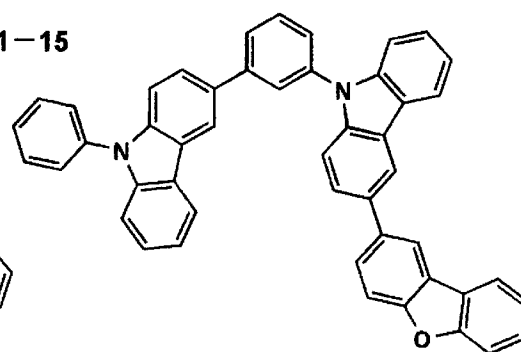
1-13



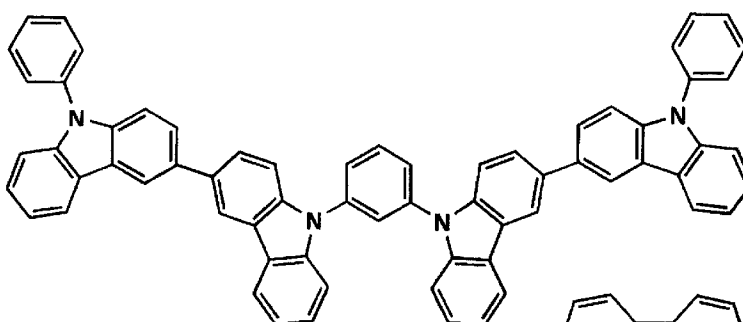
1-14



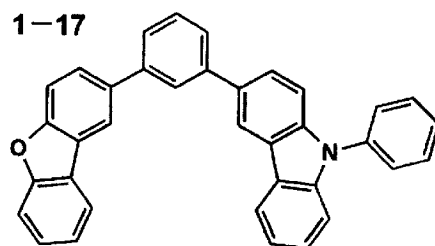
1-15



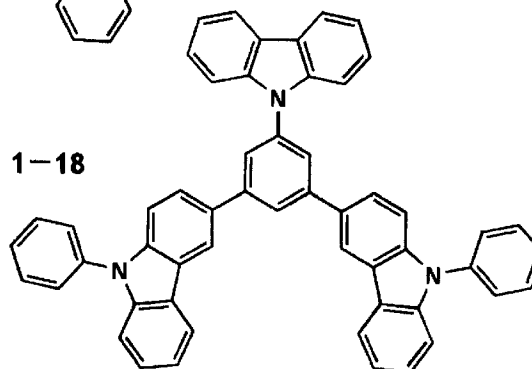
1-16



1-17



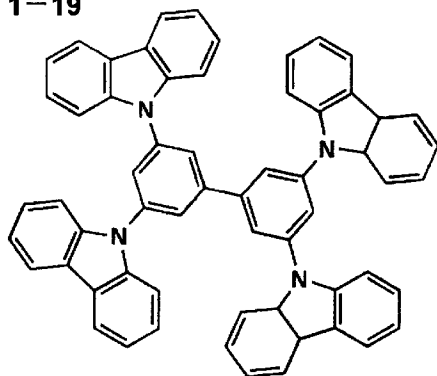
1-18



[0096]

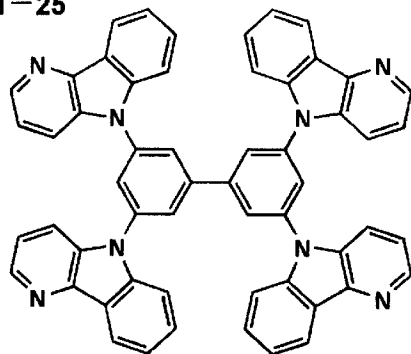
[化22]

1-19

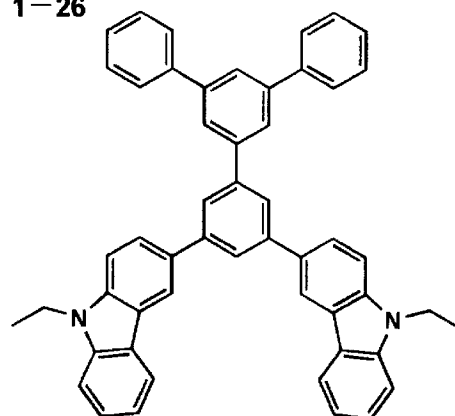


[化23]

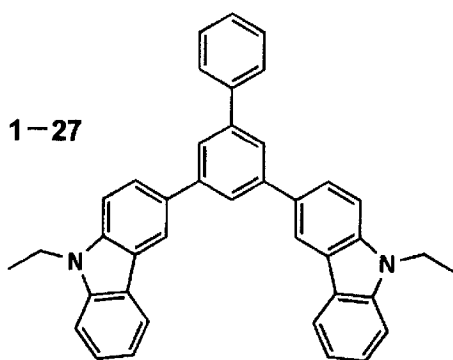
1-25



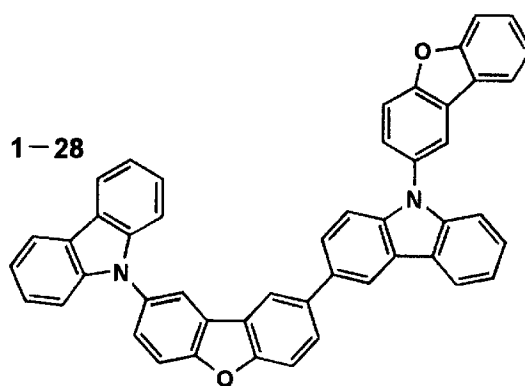
1-26



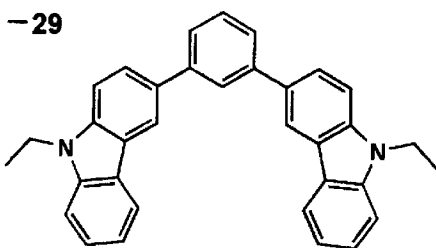
1-27



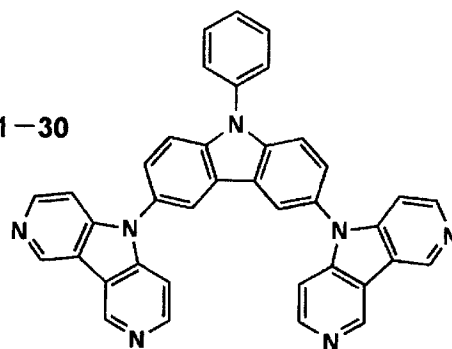
1-28



1-29



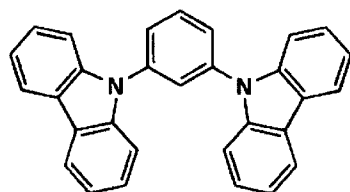
1-30



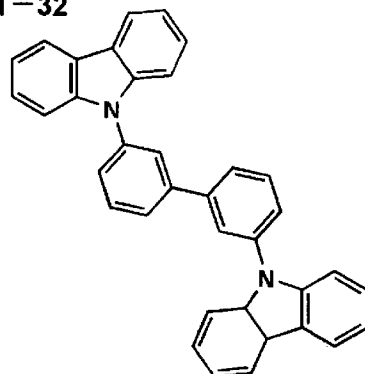
[0098]

[化24]

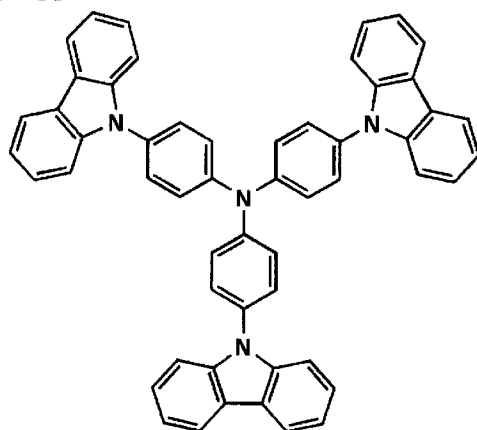
1-31



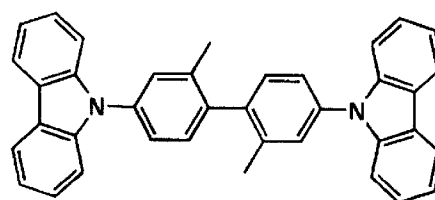
1-32



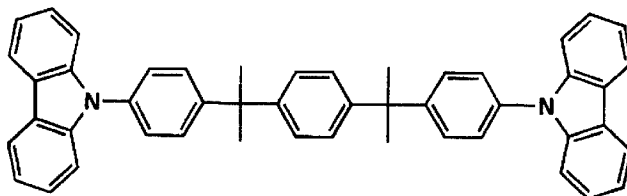
1-33



1-34



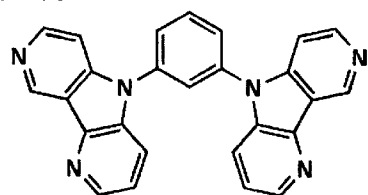
1-35



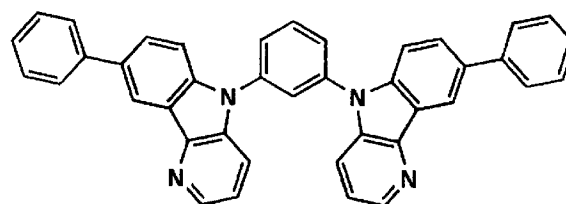
[0099]

[化25]

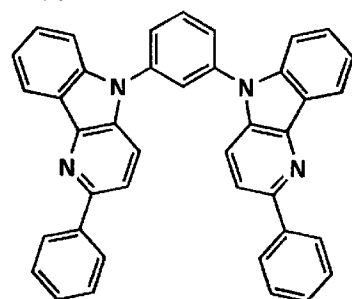
1-36



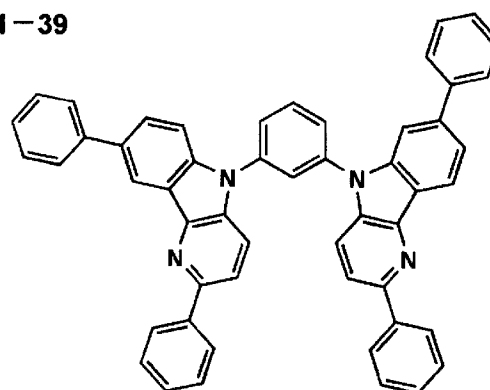
1-37



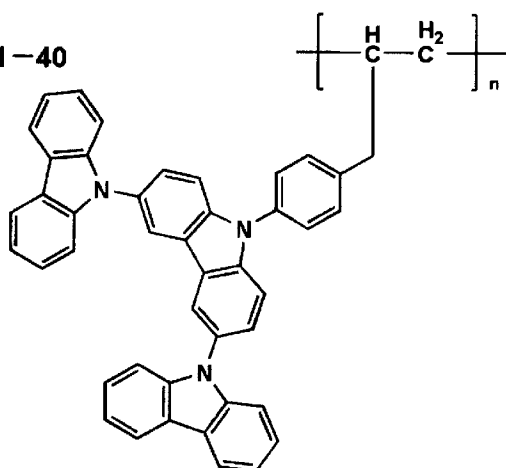
1-38



1-39

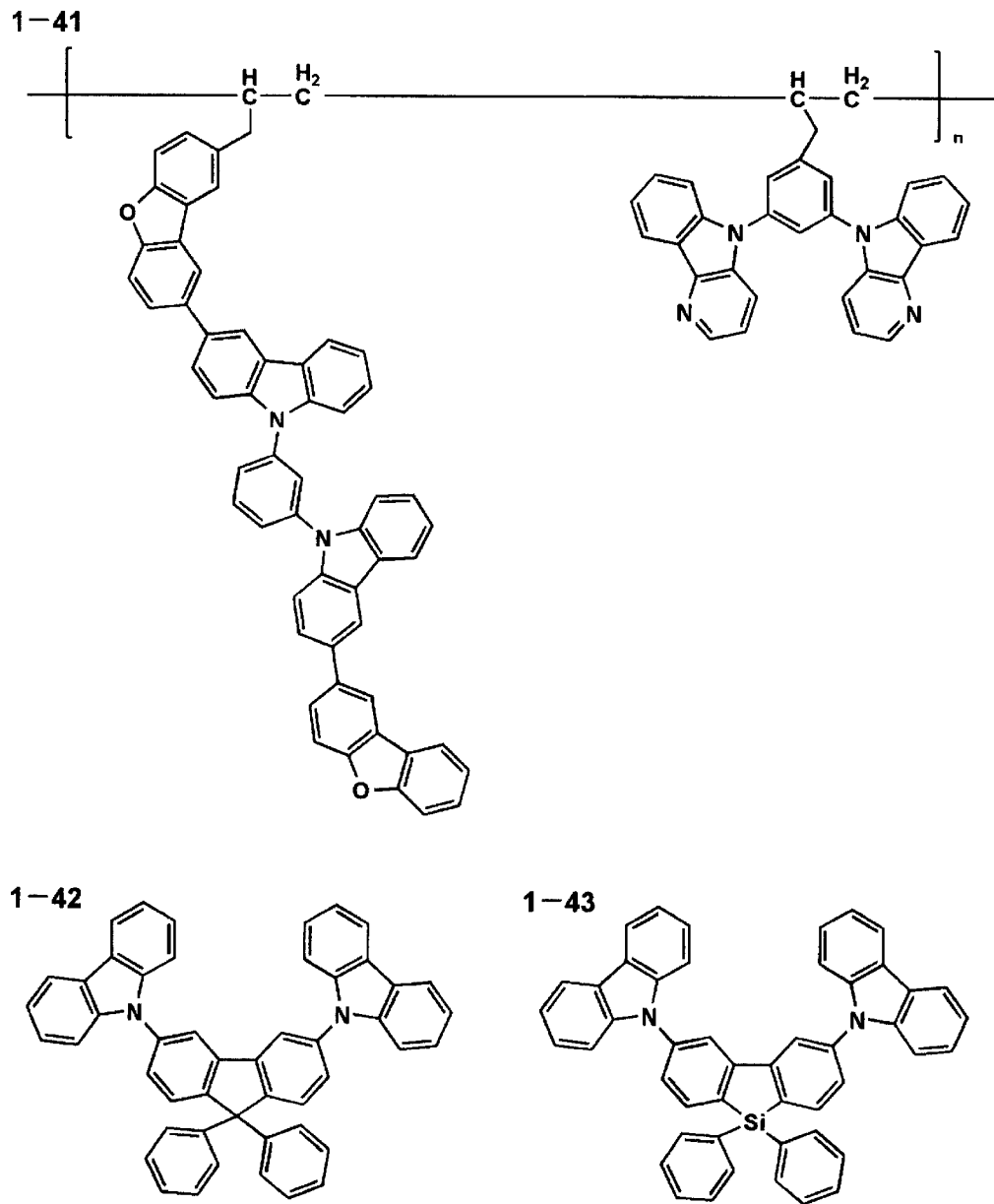


1-40



[0100]

[化26]



[0101] また、本発明に用いるホスト材料は、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。

[0102] ホスト材料としては、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。

[0103] 従来公知のホスト材料の具体例としては、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200

2-308855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。

[0104] 本発明においては、2層の発光層のホスト材料は、異なる化合物からなる。

[0105] また、前記ホスト材料は、その三重項励起状態のエネルギー（T1）が、2.7 eV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。本発明でいう三重項励起状態のエネルギーとは、ホスト材料を溶媒に溶解し、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いう。

[0106] 本発明においてホスト材料は、ガラス転移点が90℃以上の化合物が好ましく、更には130℃以上の化合物が優れた駆動寿命特性を得られることから好ましい。

[0107] ここで、ガラス転移点（T_g）とは、DSC（Differential Scanning Calorimetry：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。

[0108] 本発明の有機EL素子においては、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ため、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。

[0109] 《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、陽極と発光層又は正孔輸送層の間、及び陰極と発光層又は電子輸送層との間に存在させてもよい。

[0110] 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1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（陽極バッファ層）と電子注入層（陰極バッファ層）とがある。陽極バッファ層（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層、酸化バナジウムに代表される酸化物バッファ層、アモルファスカーボンバッファ層、ポリアニリン（エメラルディン）やポリチオフェン等の導電性高分子を用いた高分子バッファ層等が挙げられる。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。

[0111] 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。

[0112] 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0.1～5 μmの範囲が好ましい。

[0113] 《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ほか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。

[0114] 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。

[0115] 本発明の有機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。

[0116] 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。

[0117] 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3～100 nmの範囲内であり、更に好ましくは5～30 nmの範囲内である。

[0118] 《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。正孔輸送層は単層又は複数層設けることができる。

[0119] 正孔輸送材料としては、正孔の注入又は輸送、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。

[0120] 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。

[0121] 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-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。

[0122] 更にこれらの材料を高分子鎖に導入した、又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。

[0123] また、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)、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、いわゆる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。

[0124] 正孔輸送層は上記正孔輸送材料を、例えば、真空蒸着法、スピンコート法、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、スプレー法、印刷法、スロット型コータ法等々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。正孔輸送層の膜厚については、特に制限はないが、通常は5~5 μ mの範囲内程度、好ましくは5~200nmの範囲内である。この正孔輸送層は上記材料の1種又は2種以上からなる一層構造であってもよい。

[0125] 《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。電子輸送層は単層又は複数層設けることができる。

[0126] 発光層に対して陰極側に隣接する電子輸送層に用いられる電子輸送材料(正孔阻止材料を兼ねる)としては、陰極より注入された電子を発光層に伝達

する機能を有していればよく、その材料としては従来公知の化合物の中から任意のものを選択して用いることができ、例えば、ニトロ置換フルオレン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、チオピランジオキシド誘導体、カルボジイミド、フレオレニリデンメタン誘導体、アントラキノジメタン及びアントロン誘導体、オキサジアゾール誘導体等が挙げられる。更に、上記オキサジアゾール誘導体において、オキサジアゾール環の酸素原子を硫黄原子に置換したチアジアゾール誘導体、電子吸引基として知られているキノキサリン環を有するキノキサリン誘導体も、電子輸送材料として用いることができる。更にこれらの材料を高分子鎖に導入した、又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。

[0127] 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又はPbに置き替わった金属錯体も、電子輸送材料として用いることができる。そのほか、メタルフリー若しくはメタルフタロシアニン、又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。

[0128] 電子輸送層は上記電子輸送材料を、例えば、真空蒸着法、スピンコート法、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、スプレー法、印刷法、スロット型コータ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。電子輸送層の膜厚については特に制限はないが、通常は5～5 μmの範囲内程度、好ましくは5～200 nmの範囲内

である。電子輸送層は上記材料の１種又は２種以上からなる一層構造であってもよい。

[0129] また、不純物をドーピングした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、特開平１０－２７０１７２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。

[0130] 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も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。

[0131] 《支持基板》

本発明の有機ＥＬ素子に適用する支持基板（以下、基体、基板、基材、支持体等ともいう。）としては、ガラス、プラスチック等の種類には特に限定はなく、また、透明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。

[0132] 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又はそれらの誘導体、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、アトロン（商品名J S R社製）あるいはアペル（商品名三井化学社製）といったシクロオレフィン系樹脂等を挙げられる。樹脂フィルムの表面には、無機物、有機物の被膜又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、J I S K 7 1 2 9 - 1 9 9 2 に準拠した方法で測定された水蒸気透過度が、 $0.01 \text{ g} / \text{m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm}$ 以下のバリア性フィルムであることが好ましく、更には、J I S K 7 1 2 6 - 1 9 9 2 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。

[0133] 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。

[0134] 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も好ましい。

[0135] 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。

[0136] 《封止》

本発明の有機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。

[0137] 封止部材としては、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。

[0138] 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、モリブテン、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又は合金からなるものが挙げられる。

[0139] 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 $10^{-3} \text{ g/m}^2/\text{day}$ 以下、水蒸気透過度 $10^{-3} \text{ g/m}^2/\text{day}$ 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 $10^{-5} \text{ g/m}^2/\text{day}$ 以下であることが、更に好ましい。

[0140] 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。

[0141] 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℃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。

[0142] 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。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。

[0143] 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。

[0144] 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）等があげられ、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。

[0145] 《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、軽量か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。

[0146] 《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（4 eV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シド（ITO）、 SnO_2 、 ZnO 等の導電性透明材料が挙げられる。また、 $\text{In}_2\text{O}_3-\text{ZnO}$ （IDIXO）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ー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余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。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 $\Omega/\square$ 以下が好ましい。更に膜厚は材料にもよるが、通常10～1000 nm、好ましくは10～200 nmの範囲で選ばれる。

[0147] 《陰極》

一方、陰極としては、仕事関数の小さい（4 e V以下）金属（電子注入性金属と称する。）、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが用いられる。このような電極物質の具体例としては、ナトリウム、ナトリウム－カリウム合金、マグネシウム、リチウム、マグネシウム／銅混合物、マグネシウム／銀混合物、マグネシウム／アルミニウム混合物、マグネシウム／インジウム混合物、アルミニウム／酸化アルミニウム（ Al_2O_3 ）混合物、インジウム、リチウム／アルミニウム混合物、希土類金属等が挙げられる。これらの中で、電子注入性及び酸化等に対する耐久性の点から、電子注入性金属とこれより仕事関数の値が大きく安定な金属である第二金属との混合物、例えば、マグネシウム／銀混合物、マグネシウム／アルミニウム混合物、マグネシウム／インジウム混合物、アルミニウム／酸化アルミニウム（ Al_2O_3 ）混合物、リチウム／アルミニウム混合物、アルミニウム等が好適である。陰極はこれらの電極物質を蒸着やスパッタリング等の方法により薄膜を形成させることにより、作製することができる。また、陰極としてのシート抵抗は数百 $\Omega/\square$ 以下が好ましく、膜厚は通常10 nm～5 μm 、好ましくは50～200 nm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素子の陽極又は陰極のいずれか一方が、透明又は半透明であれば発光輝度が向上し好都合である。

[0148] また、陰極に上記金属を1～20 nmの範囲内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、透明又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。

[0149] 《有機EL素子の作製方法》

本発明の有機EL素子の作製方法の一例として、陽極／正孔注入層／正孔輸送層／発光層／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。

[0150] 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 μm 以下、好ましくは10～200 nmの範囲内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。

[0151] 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、LB法（ラングミュアープロジェクト法）、スプレー法、印刷法、スロット型コータ法）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、スロット型コータ法が特に好ましい。更に層毎に異なる製膜法を適用してもよい。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 $50\sim450^{\circ}\text{C}$ 、真空度 $10^{-6}\sim10^{-2}\text{Pa}$ 、蒸着速度 $0.01\sim50\text{nm/秒}$ 、基板温度 $-50\sim300^{\circ}\text{C}$ 、膜厚 $0.1\text{nm}\sim5\mu\text{m}$ 、好ましくは $5\sim200\text{nm}$ の範囲で適宜選ぶことが望ましい。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、 $1\mu\text{m}$ 以下好ましくは $50\sim200\text{nm}$ 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。

[0152] 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 $2\sim40\text{V}$ の範囲内程度を印加すると、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。

[0153] 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 $1.6\sim2.1$ の範囲内程度）層の内部で発光し、発光層で発生した光のう

ち15%から20%の範囲内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。

[0154] 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4774435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。

[0155] 本発明においては、これらの方法を本発明の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。

[0156] 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。

[0157] 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上がる。

[0158] 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 の範囲内程度であるので、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。またさらに 1.35 以下であることが好ましい。

[0159] 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。

[0160] 全反射を起こす界面又は、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、いわゆる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うち、層間での全反射等により外に出ることができない光を、いずれかの層間若しくは、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。

[0161] 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。

[0162] 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。

[0163] 回折格子を導入する位置としては、いずれかの層間、若しくは媒質中（透明基板内や透明電極内）でも良いが、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 ~ 3 倍の範囲内程度が好ましい。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。

[0164] 本発明の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、いわゆる集光シートと組み合わせたりすることにより、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。

[0165] 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 $30\mu\text{m}$ でその頂角が 90° となるような四角錐を2次元に配列する。一辺は $10\sim 100\mu\text{m}$ の範囲内が好ましい。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。

[0166] 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° 、ピッチ $50\mu\text{m}$ の△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、そのほかの形状であっても良い。

[0167] 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。

[0168] 《照明装置》

本発明の有機EL素子を適用した照明装置について説明する。

[0169] 本発明の有機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。

[0170] 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ンニングを施してもよい。パターンニングする場合は、電極のみをパターンニングしてもよいし、電極と発光層をパターンニングしてもよいし、素子全層をパターンニングしてもよい。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／又は集光シートと組み合わせ、白色化すればよい。

[0171] このように、本発明の白色の有機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。

[0172] 《本発明の有機EL素子を適用した産業分野》

本発明の有機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。

[0173] 本発明の有機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。

[0174] [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。

[0175] 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。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、施工性が上がることが挙げられる。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。

[0176] 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。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。

[0177] 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蛍光灯が開発されている。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。

[0178] 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。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。

[0179] 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。光源を薄くすることで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。

[0180] 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があり、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。

[0181] 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。

[0182] [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。

[0183] 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、さらにインテリア、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。

[0184] 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。

[0185] 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。

[0186] 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。

[0187] 〔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。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。さらには、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。

[0188] 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、か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。

[0189] [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、本発明の有機ELは、その特徴を活かすことができる。

[0190] 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照明のメリットが充分発揮される。

[0191] 客室照明には蛍光灯や電球が使われているが、これらは天井には直接用いられず、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。

[0192] 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。

[0193] 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。

[0194] 公共交通機関に附属する駅やバス停、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。

[0195] [O A機器用光源]

O A機器用光源としては、読み取り用センサ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。

[0196] 読み取り用センサは等倍光学系と組み合わせる密着型センサー（C I S）と縮小光学系と組み合わせる縮小型センサー（C C Dリニア）とに分かれる。

[0197] C I S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・L E D基盤をモジュール化したものをC I Sと呼ぶ場合や、モジュール化したものをC I S M（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C I Sと呼ぶ場合もある。それらの光源にはL E D、キセノン、C C F Lランプ、L Dなどが使われている。

[0198] O A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E L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、それらの要望にこたえることが可能である。

[0199] [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。C C D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。

[0200] 画像センサ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。

[0201] 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。

[0202] 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。

[0203] 〔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。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いわゆる農業の工業化が必要になる。最近は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。

[0204] 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。

[0205] 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。

[0206] 〔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。

[0207] F A・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、一目で分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。

[0208] 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。したがって、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。

[0209] 〔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、若しくは光を拡散させ、余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、又はほかの面（レフ板など）に当てた反射光を用いるなどの方法がある。

[0210] 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。

[0211] 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、その差が少なけ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、光が当たっている部分が緑色に偏る傾向がある。肌やメイキャップ、髪、着物、宝石などの色は、そのもの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。

[0212] 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。

[0213] [家電製品]

家電製品には細部の見易さ、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、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つ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。

[0214] 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充分こたえることができる。

[0215] 〔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。

[0216] 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。

[0217] 〔イルミネーション用照明〕

一般的にイルミネーションとい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。

[0218] 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。

[0219] 〔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する目的

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。

[0220] 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当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。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。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、光が当たることが必要であり、背設置場所なども下に向い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。

[0221] これらの代替に有機EL光源を用いることで、ヘッドライトが当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。またほか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あげることができる。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。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も可能性がある。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。

[0222] [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。すなわち、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。

[0223] 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、異なる波長ごと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。

[0224] 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。

[0225] 〔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。

[0226] 〔その他〕

さらに本発明の有機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

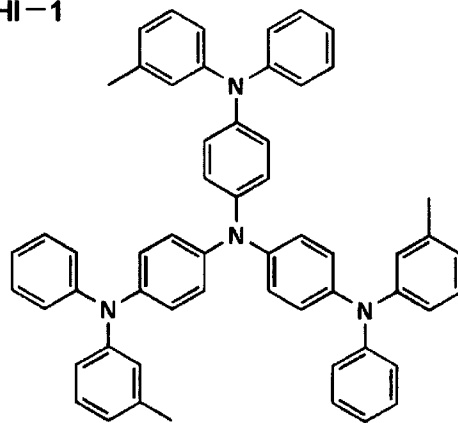
薬剤を用いた治療用被着体として、特開２００５－３２２６０２号公報に示されるような医療用無影灯として、有用である。

実施例

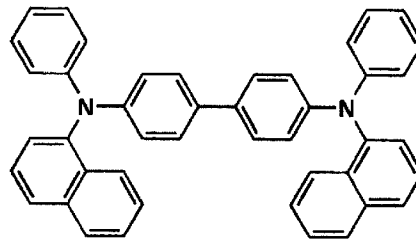
[0227] 以下、実施例を挙げて本発明を具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。また以下において、燐光発光性ドーパントを燐光発光化合物ともいう。また、以下に実施例で使用する化合物の構造を示す。

[0228] [化27]

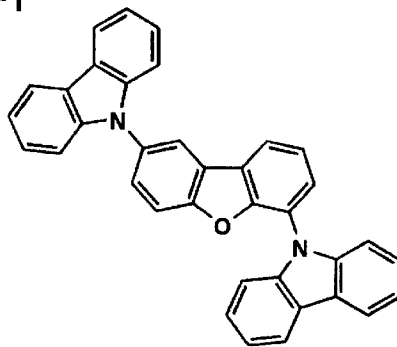
HI-1



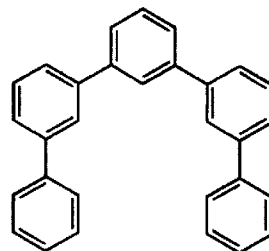
HT-1



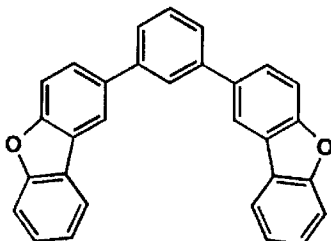
H-1



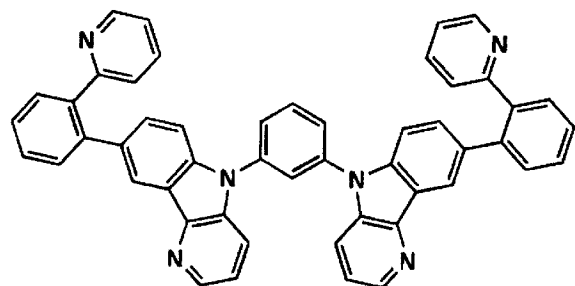
H-2



H-3



ET-1



実施例 1

[有機EL素子 101 の作製]

陽極として厚さ0.7mmのガラス基板上に、ITO（インジウムチンオキシド）を110nmの厚さで成膜した支持基板にパターニングを行った後、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の基板ホルダーに固定した。

[0229] 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、充填した。蒸着用るつぼはモリブデン製又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。

[0230] 次いで、真空度 1×10^{-4} Paまで減圧した後、HI-1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（HIL）を設けた。次いで、HT-1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の正孔輸送層（HTL）を設けた。

[0231] 次いで、青色燐光発光化合物（Blue Dopant）D-87、緑色燐光発光化合物（Green Dopant）Ir-1、赤色燐光発光化合物（Red Dopant）Ir-14及びHost化合物1-6を、化合物D-87が20質量%、化合物Ir-1及び化合物Ir-14は各々0.3質量%の濃度になるように、蒸着速度0.1nm/秒で厚さ80nmになるよう共蒸着し発光層（EML）を形成した。

[0232] その後、化合物ET-1を蒸着速度0.1nm/秒で膜厚30nmに蒸着して電子輸送層を形成し、更にKFを厚さ2nmで形成した。更に、アルミニウム110nmを蒸着して陰極を形成した。

[0233] 次いで、上記素子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有機EL素子101を作製した。

[0234] 図1は有機EL素子の概略図を示し、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は有機

EL素子の断面図を示し、図2において、105は陰極、106は有機EL層（正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層及びKF層からなる。）
、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。

[0235] 〔有機EL素子102～104の作製〕

有機EL素子101の作製において、発光層に用いた化合物1-6に替わり、表1記載のとおり化合物H-1、1-31及び1-7を用いた以外は同様にして有機EL素子102～104を作製した。

[0236] 〔有機EL素子105、109、110の作製〕

有機EL素子104の作製において、発光層に用いた青色燐光発光化合物D-87に替わり、表1記載のとおり青色燐光発光化合物D-66、Ir-12及びIr-13を用いた以外は同様にして有機EL素子105、109及び110を作製した。

[0237] 〔有機EL素子106の作製〕

有機EL素子104の作製において、正孔輸送層を設けた後に青色燐光発光化合物（Blue Dopant）D-87、緑色燐光発光化合物（Green Dopant）Ir-1、赤色燐光発光化合物（Red Dopant）Ir-14及びHost化合物1-7を、化合物D-87が膜厚に対し線形に25質量%から15質量%濃度になるように、化合物Ir-1及び化合物Ir-14は各々均一に0.3質量%の濃度になるように、蒸着速度0.1nm/秒で厚さ40nmになるよう共蒸着し、次いで材料の組成物を変えず、化合物D-87が均一に20質量%、化合物Ir-1及び化合物Ir-14は各々均一に0.3質量%の濃度になるように、蒸着速度0.1nm/秒で厚さ40nmになるよう共蒸着した以外は同様にして有機EL素子106を作製した。

[0238] 〔有機EL素子107の作製〕

有機EL素子104の作製において、正孔輸送層を設けた後に青色燐光発光化合物D-87、緑色発光化合物Ir-1、赤色燐光化合物Ir-14及

びH o s t化合物1-7を、化合物D-87が20質量%、化合物I r-1及び化合物I r-14は各々0.3質量%の濃度になるように、蒸着速度0.1nm/秒で厚さ40nmになるよう共蒸着し第一発光層を形成し、次いで青色燐光発光化合物D-88、緑色発光化合物I r-1、赤色燐光化合物I r-14及びH o s t化合物1-7を、化合物D-88が20質量%、化合物I r-1及び化合物I r-14は各々0.3質量%の濃度になるように、蒸着速度0.1nm/秒で厚さ40nmになるよう共蒸着し、第二発光層を形成し、発光層の層膜厚を80nmとした以外は同様にして有機EL素子107を作製した。

[0239] [有機EL素子108の作製]

有機EL素子104の作製において、正孔輸送層を設けた後に青色燐光発光化合物D-87、緑色発光化合物I r-1、赤色燐光化合物I r-14及びH o s t化合物1-7を、化合物D-87が膜厚に対し線形に25質量%から15質量%濃度になるように、化合物I r-1及び化合物I r-14は各々均一に0.3質量%の濃度になるように、蒸着速度0.1nm/秒で厚さ40nmになるよう共蒸着し第一発光層を形成し、次いで青色燐光発光化合物D-88、緑色発光化合物I r-1、赤色燐光化合物I r-14及びH o s t化合物1-7を、化合物D-88が均一に20質量%、化合物I r-1及び化合物I r-14は各々均一に0.3質量%の濃度になるように、蒸着速度0.1nm/秒で厚さ40nmになるよう共蒸着し第二発光層を形成し、発光層の層膜厚を80nmとした以外は同様にして有機EL素子108を作製した。

[0240] [有機EL素子111の作製]

有機EL素子110の作製において、正孔輸送層を形成した後、青色燐光発光化合物I r-12、緑色燐光発光化合物I r-1、赤色燐光発光化合物I r-14及び化合物1-7を、化合物I r-12が20質量%、化合物I r-1及び化合物I r-14は各々0.3質量%の濃度になるように、蒸着速度0.1nm/秒で厚さ40nmになるよう共蒸着し第一発光層を形成し

、次いで化合物 I r - 1 2、化合物 I R - 1、化合物 I R - 1 4 及び化合物 1 - 3 1 を、化合物 I r - 1 2 が 2 0 質量%、化合物 I R - 1 及び化合物 I R - 1 4 は各々 0. 3 質量%の濃度になるように、蒸着速度 0. 1 n m / 秒で厚さ 4 0 n m になるよう共蒸着し第二発光層を形成し、発光層の層膜厚を 8 0 n m とした以外は同様にして有機 E L 素子 1 1 1 を作製した。

[0241] [有機 E L 素子 1 1 2、1 1 3 の作製]

有機 E L 素子 1 1 1 の作製において、発光層に用いた青色燐光発光化合物 I r - 1 2 に替わり表 1 記載のとおり青色燐光発光化合物 I r - 1 3、D - 8 7 を用いた以外は同様にして有機 E L 素子 1 1 2 及び 1 1 3 を作製した。

[0242] [有機 E L 素子 1 1 4 の作製]

有機 E L 素子 1 1 3 の作製において、第一発光層を形成する際に化合物 D - 8 7 が膜厚に対し線形に 1 5 質量%から 2 5 質量%になるように濃度を変化させ、化合物 I r - 1 及び化合物 I r - 1 4 は膜厚に依存することなく各々 0. 3 質量%の濃度になるように、蒸着速度 0. 1 n m / 秒で厚さ 4 0 n m になるよう共蒸着した以外は同様にして有機 E L 素子 1 1 4 を作製した。

[0243] [有機 E L 素子 1 1 5 の作製]

有機 E L 素子 1 1 3 の作製において、第二発光層を形成する際に化合物 D - 8 7 が膜厚に対し線形に 2 5 質量%から 1 5 質量%になるように濃度を変化させ、化合物 I r - 1 及び化合物 I r - 1 4 は膜厚に依存することなく各々 0. 3 質量%の濃度になるように、蒸着速度 0. 1 n m / 秒で厚さ 4 0 n m になるよう共蒸着した以外は同様にして有機 E L 素子 1 1 5 を作製した。

[0244] [有機 E L 素子 1 1 6 の作製]

有機 E L 素子 1 1 4 の作製において、第二発光層を形成する際に化合物 D - 8 7 が膜厚に対し線形に 2 5 質量%から 1 5 質量%になるように濃度を変化させ、化合物 I r - 1 及び化合物 I r - 1 4 は膜厚に依存することなく各々 0. 3 質量%の濃度になるように、蒸着速度 0. 1 n m / 秒で厚さ 4 0 n m になるよう共蒸着した以外は同様にして有機 E L 素子 1 1 6 を作製した。

[0245] [有機 E L 素子 1 1 7 の作製]

有機EL素子113の作製において、第一発光層を形成する際に化合物D-87が膜厚に対し線形に25質量%から15質量%になるように濃度を変化させ、化合物Ir-1及び化合物Ir-14は膜厚に依存することなく各々0.3質量%の濃度になるように、蒸着速度0.1nm/秒で厚さ40nmになるよう共蒸着した以外は同様にして有機EL素子117を作製した。

[0246] [有機EL素子118～121の作製]

有機EL素子117の作製において、第一発光層を形成する際の化合物D-87の濃度を表1記載のとおり線形に変化させて、化合物Ir-1及びIr-14は膜厚に依存することなく各々0.3質量%の濃度になるように蒸着速度0.1nm/秒で共蒸着した以外は同様にして有機EL素子128～121を作製した。

[0247] [有機EL素子122～125の作製]

有機EL素子117の作製において、第一発光層及び第二発光層に用いた青色燐光発光化合物を表1記載のとおりに変更した以外は同様にして有機EL素子122～125を作製した。

[0248] [有機EL素子126～130の作製]

有機EL素子117の作製において、第一発光層及び第二発光層に用いた青色燐光発光化合物及びホスト材料を表1記載のとおりに変更した以外は同様にして有機EL素子126～130を作製した。

[0249] なお、各発光層中における青色燐光発光化合物の濃度勾配の測定は、Physical Electronics社製のADEPT1010を用いた動的二次イオン質量分析法により、一次イオン種はCs⁺、一次イオンの加速電圧は2kVの条件で厚さ方向に対するIr⁺イオン濃度を測定した。なお、上記検出法においてはIr⁺イオン濃度を検出するため、青色燐光発光化合物のみならず緑色燐光発光化合物及び赤色燐光発光化合物のIr⁺も含めた値が検出されるが、青色燐光発光化合物の含有量に対して十分低い値であるため、濃度勾配の測定には影響されない。

[0250] 《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1000cd/m²における電力効率を求めた。なお、表には、有機EL素子104の電力効率を100とした際の相対値で表示した。

[0251] 〔半減寿命〕

作製した有機EL素子に対し、正面輝度5000cd/m²となるような電流を与え、連続駆動した。正面輝度が初期の半減値（2500cd/m²）になるまでに掛かる時間を半減寿命として求めた。なお、表には、有機EL素子104の半減寿命を100とした相対値で表した。

[0252] 〔駆動条件の色度安定性〕

駆動条件の色度安定性は、正面輝度300～1500cd/m²の範囲内におけるCIE1931、x、y値の変動最大距離 ΔE_1 を下式で求め、結果をA～Dに分類した。

[0253] $\Delta E_1 = (\Delta x^2 + \Delta y^2)^{1/2}$

A： ΔE_1 が0.01未満

B： ΔE_1 が0.01以上0.015未満

C： ΔE_1 が0.015以上0.02未満

D： ΔE_1 が0.02以上。

[0254] 〔駆動前後の色度安定性〕

駆動前後の色度安定性は作製した有機EL素子に対し、正面輝度5000cd/m²となるような電流を与え、正面輝度が初期の半減値（2500cd/m²）になるまで連続駆動し、駆動終了時から駆動直後の色度の差をCIE1931、x、y値の変動最大距離 ΔE_2 を下式で求め、結果をA～Dに分類した。

[0255] $\Delta E_2 = (\Delta x^2 + \Delta y^2)^{1/2}$

A： ΔE_2 が0.01未満

B： ΔE_2 が0.01以上0.015未満

C : ΔE_2 が 0.015 以上 0.02 未満

D : ΔE_2 が 0.02 以上。

[0256] [表1]

材料 No.	第一発光層										第二発光層										膜厚 総和 [nm]	諸性能			備考
	ホスト化合物					青色燐光ドーパント					ホスト化合物					青色燐光ドーパント						電力 効率 [%]	半減 寿命 [%]		
	Ea (H1) [eV]		T1 (H1) [eV]		膜厚 [nm]	p(BD) [eV]		濃度 [質量%]		Ea (H1) [eV]		T1 (H1) [eV]		膜厚 [nm]	p(BD) [eV]		濃度 [質量%]		ΔE_1	ΔE_2					
	材料種		材料種			材料種		材料種		材料種		材料種			材料種		材料種					材料種			
101	1-6	2.15	2.79	80	D-87	4.99	20	80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	80	D	D	50	85	比較例
102	H-1	2.50	2.96	80	D-87	4.99	20	80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	80	D	D	90	45	比較例
103	1-31	2.58	3.02	80	D-87	4.99	20	80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	80	C	D	70	40	比較例
104	1-7	2.08	2.84	80	D-87	4.99	20	80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	80	D	C	100	100	比較例
105	1-7	2.08	2.84	80	D-66	5.04	20	80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	80	D	C	85	105	比較例
106	1-7	2.08	2.84	40	D-87	4.99	25→15	40	1-7	2.08	2.84	4.99	20	40	D-87	4.99	2.84	20	40	80	C	C	110	115	比較例
107	1-7	2.08	2.84	40	D-87	4.99	20	40	1-7	2.08	2.84	4.99	20	40	D-87	5.23	2.84	20	40	80	C	D	100	100	比較例
108	1-7	2.08	2.84	40	D-87	4.99	25→15	40	1-7	2.08	2.84	4.99	20	40	D-87	5.23	2.84	20	40	80	C	C	115	105	比較例
109	1-7	2.08	2.84	80	Ir-12	6.40	20	80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	80	C	D	60	50	比較例
110	1-7	2.08	2.84	80	Ir-13	6.16	20	80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	80	D	C	50	40	比較例
111	1-7	2.08	2.84	40	Ir-12	6.40	20	40	1-31	2.58	3.02	6.40	20	40	Ir-12	6.40	3.02	20	40	80	C	D	55	55	比較例
112	1-7	2.08	2.84	40	Ir-13	6.16	20	40	1-31	2.58	3.02	6.16	20	40	Ir-13	6.16	3.02	20	40	80	D	D	55	50	比較例
113	1-7	2.08	2.84	40	D-87	4.99	20	40	1-31	2.58	3.02	4.99	20	40	D-87	4.99	3.02	20	40	80	B	C	150	140	比較例
114	1-7	2.08	2.84	40	D-87	4.99	15→25	40	1-31	2.58	3.02	4.99	20	40	D-87	4.99	3.02	20	40	80	C	C	85	80	比較例
115	1-7	2.08	2.84	40	D-87	4.99	20	40	1-31	2.58	3.02	4.99	20	40	D-87	4.99	3.02	25→15	40	80	C	B	110	75	比較例
116	1-7	2.08	2.84	40	D-87	4.99	15→25	40	1-31	2.58	3.02	4.99	25→25	40	D-87	4.99	3.02	25→15	40	80	C	B	80	70	比較例
117	1-7	2.08	2.84	40	D-87	4.99	25→15	40	1-31	2.58	3.02	4.99	25→15	40	D-87	4.99	3.02	20	40	80	B	A	210	190	実施例
118	1-7	2.08	2.84	40	D-87	4.99	30→10	40	1-31	2.58	3.02	4.99	30→10	40	D-87	4.99	3.02	20	40	80	B	A	220	180	実施例
119	1-7	2.08	2.84	40	D-87	4.99	35→5	40	1-31	2.58	3.02	4.99	35→5	40	D-87	4.99	3.02	20	40	80	A	B	240	185	実施例
120	1-7	2.08	2.84	40	D-87	4.99	20→10	40	1-31	2.58	3.02	4.99	20→10	40	D-87	4.99	3.02	20	40	80	B	A	190	200	実施例
121	1-7	2.08	2.84	40	D-87	4.99	30→20	40	1-31	2.58	3.02	4.99	30→20	40	D-87	4.99	3.02	20	40	80	A	B	220	180	実施例
122	1-7	2.08	2.84	40	D-66	5.04	25→15	40	1-31	2.58	3.02	5.04	25→15	40	D-66	5.04	3.02	20	40	80	B	B	225	195	実施例
123	1-7	2.08	2.84	40	D-88	5.23	25→15	40	1-31	2.58	3.02	5.23	25→15	40	D-88	5.23	3.02	20	40	80	B	B	200	200	実施例
124	1-7	2.08	2.84	40	D-90	5.10	25→15	40	1-31	2.58	3.02	5.10	25→15	40	D-90	5.10	3.02	20	40	80	B	B	210	180	実施例
125	1-7	2.08	2.84	40	D-91	5.17	25→15	40	1-31	2.58	3.02	5.17	25→15	40	D-91	5.17	3.02	20	40	80	A	A	215	175	実施例
126	1-7	2.08	2.84	40	D-87	4.99	25→15	40	H-1	2.50	2.96	4.99	25→15	40	D-87	4.99	2.96	20	40	80	A	B	185	200	実施例
127	1-7	2.08	2.84	40	D-88	5.23	25→15	40	H-1	2.50	2.96	5.23	25→15	40	D-88	5.23	2.96	20	40	80	B	A	220	190	実施例
128	1-6	2.15	2.79	40	D-87	4.99	25→15	40	1-31	2.58	3.02	4.99	25→15	40	D-87	4.99	3.02	20	40	80	B	B	210	170	実施例
129	1-6	2.15	2.79	40	D-87	4.99	25→15	40	H-1	2.50	2.96	4.99	25→15	40	D-87	4.99	2.96	20	40	80	A	A	190	190	実施例
130	1-6	2.15	2.79	40	D-66	5.04	25→15	40	H-1	2.50	2.96	5.04	25→15	40	D-66	5.04	2.96	20	40	80	A	B	195	225	実施例

表1記載の結果のとおり、異なる発光ホスト材料を用いた発光層2層からなり、各々5.3 eVよりも小さい青色燐光発光性ドーパントを使用することで電力効率、半減寿命のみならず特に駆動条件違い及び駆動前後の色度安定性が大きく改善していることが分かる。

[0257] 表1記載の結果のとおり、異なる発光ホスト材料を用いた発光層2層からなり、各々5.3 eVよりも小さい青色燐光発光性ドーパントを用い、かつ陽極側の発光層の青色燐光発光性ドーパントの濃度が、発光層の厚さ方向において陽極側が高い濃度勾配を有することで電力効率、半減寿命のみならず特に駆動条件違い及び駆動前後の色度安定性が改善していることが分かる。

[0258] 実施例2

〔有機EL素子201の作製〕

有機EL素子123の作製において、第二発光層を形成する際に化合物D-88が膜厚に対し線形に25質量%から15質量%になるように濃度を変化させ、化合物Ir-1及び化合物Ir-14は膜厚に依存することなく各々0.3質量%の濃度になるように、蒸着速度0.1 nm/秒で厚さ40 nmになるよう共蒸着した以外は同様にして有機EL素子201を作製した。

[0259] 〔有機EL素子202～208の作製〕

有機EL素子201の作製において、第一発光層及び第二発光層を形成する際に化合物D-88の濃度を表2記載のとおり線形に変化させて、化合物Ir-1及びIr-14は膜厚に依存することなく各々0.3質量%の濃度になるように蒸着速度0.1 nm/秒で共蒸着した以外は同様にして有機EL素子202～208を作製した。

[0260] 〔有機EL素子209～212の作製〕

有機EL素子205の作製において、第一発光層及び第二発光層に用いた青色燐光発光化合物を表2記載のとおりに変更した以外は同様にして有機EL素子209～212を作製した。

[0261] 《有機EL素子の評価》

作製した有機EL素子について、実施例1と同様にして電力効率、半減寿

命及び駆動条件違い及び駆動前後の色度安定性の評価を行った。なお、電力効率と半減寿命の値は有機EL素子104の測定値を100とした場合の相対値で示した。

[0262]

[表2]

材料 No	第一発光層										第二発光層										膜厚 総和 [nm]	諸性能			備考
	ホスト化合物					青色燐光ドーパント					ホスト化合物					青色燐光ドーパント									
	材料種		Ea(H1) [eV]	T1(H1) [eV]	膜厚 [nm]	材料種		Ip(BD) [eV]	濃度 [質量%]	材料種		Ea(H1) [eV]	T1(H1) [eV]	膜厚 [nm]	材料種		Ip(BD) [eV]	濃度 [質量%]							
	ΔE ₁	ΔE ₂	電力 効率 [%]	半減 寿命 [%]	ΔE ₁	ΔE ₂	電力 効率 [%]	半減 寿命 [%]	ΔE ₁	ΔE ₂	電力 効率 [%]	半減 寿命 [%]	ΔE ₁	ΔE ₂	電力 効率 [%]	半減 寿命 [%]	ΔE ₁	ΔE ₂	電力 効率 [%]	半減 寿命 [%]					
123	1-7	2.08	2.84	D-88	5.23	25→15	40	1-31	2.58	3.02	D-88	5.23	20	40	80	B	B	200	200	実施例					
201	1-7	2.08	2.84	D-88	5.23	25→15	40	1-31	2.58	3.02	D-88	5.23	25→15	40	80	A	A	240	250	実施例					
202	1-7	2.08	2.84	D-88	5.23	25→15	40	1-31	2.58	3.02	D-88	5.23	25	40	80	B	B	190	195	実施例					
203	1-7	2.08	2.84	D-88	5.23	25→15	40	1-31	2.58	3.02	D-88	5.23	15	40	80	B	A	230	245	実施例					
204	1-7	2.08	2.84	D-88	5.23	25→15	40	1-31	2.58	3.02	D-88	5.23	10	40	80	A	B	220	260	実施例					
205	1-7	2.08	2.84	D-88	5.23	25→15	40	1-31	2.58	3.02	D-88	5.23	15→5	40	80	A	A	290	280	実施例					
206	1-7	2.08	2.84	D-88	5.23	30→20	40	1-31	2.58	3.02	D-88	5.23	30→20	40	80	A	B	300	250	実施例					
207	1-7	2.08	2.84	D-88	5.23	30→20	40	1-31	2.58	3.02	D-88	5.23	20→10	40	80	A	A	320	260	実施例					
208	1-7	2.08	2.84	D-88	5.23	30→20	40	1-31	2.58	3.02	D-88	5.23	15→5	40	80	A	A	315	280	実施例					
209	1-7	2.08	2.84	D-66	5.04	25→15	40	1-31	2.58	3.02	D-66	5.04	15→5	40	80	A	A	270	310	実施例					
210	1-7	2.08	2.84	D-87	4.99	25→15	40	1-31	2.58	3.02	D-87	4.99	15→5	40	80	A	A	285	305	実施例					
211	1-7	2.08	2.84	D-90	5.10	25→15	40	1-31	2.58	3.02	D-90	5.10	15→5	40	80	A	A	295	300	実施例					
212	1-7	2.08	2.84	D-91	5.17	25→15	40	1-31	2.58	3.02	D-91	5.17	15→5	40	80	A	A	290	295	実施例					

表2記載の結果のとおり、第一発光層と第二発光層がともに青色燐光発光性ドーパントの濃度が、発光層の厚さ方向において陽極側が高い濃度勾配を

有している、また前記第一発光層の青色燐光発光性ドーパント濃度が一番薄い値が、前記第二発光層の青色燐光発光性ドーパント濃度が一番濃い値以上にすることで、電力効率、半減寿命のみならず色度安定性が向上することが分かる。

[0263] 実施例 3

〔有機 EL 素子 301 の作製〕

有機 EL 素子 127 の作製において、第二発光層を形成する際に化合物 D-88 が膜厚に対し線形に 15 質量%から 5 質量%になるように濃度を変化させ、化合物 I r-1 及び化合物 I r-14 は膜厚に依存することなく各々 0.3 質量%の濃度になるように、蒸着速度 0.1 nm/秒で厚さ 40 nm になるよう共蒸着した以外は同様にして有機 EL 素子 301 を作製した。

[0264] 〔有機 EL 素子 302～310 の作製〕

有機 EL 素子 301 の作製において、蒸着比率、蒸着膜厚は変更せず、第一発光層と第二発光層に用いる発光ホスト材料及び青色燐光発光性ドーパントを表 3 に記載のとおり変更した以外は同様にして有機 EL 素子 302～310 を作製した。

[0265] 《有機 EL 素子の評価》

作製した有機 EL 素子について、実施例 1 と同様にして電力効率、半減寿命及び駆動条件違い及び駆動前後の色度安定性の評価を行った。なお、電力効率と半減寿命の値は有機 EL 素子 104 の測定値を 100 とした場合の相対値で示した。

[0266]

[表3]

材料 No.	第一発光層										第二発光層										膜厚 総和 [nm]	諸性能			備考	
	ホスト化合物					青色燐光ドーパント					ホスト化合物					青色燐光ドーパント						膜厚 [nm]	ΔE_1	電力 効率 [%]		半減 寿命 [%]
	材料種	Ea (H1) [eV]	T1 (H1) [eV]	材料種	Ip (BD) [eV]	濃度 [質量%]	材料種	Ea (H1) [eV]	T1 (H1) [eV]	材料種	Ip (BD) [eV]	濃度 [質量%]	材料種	Ea (H1) [eV]	T1 (H1) [eV]	材料種	Ip (BD) [eV]	濃度 [質量%]								
127	1-7	2.08	2.84	D-88	5.23	25→15	40	H-1	2.50	2.96	D-88	5.23	20	40	B	A	220	190	実施例							
301	1-7	2.08	2.84	D-88	5.23	25→15	40	H-1	2.50	2.96	D-88	5.23	15→5	40	A	A	310	295	実施例							
302	H-1	2.50	2.96	D-87	4.99	25→15	40	1-7	2.08	2.84	D-87	4.99	15→5	40	A	B	250	270	実施例							
303	H-1	2.50	2.96	D-66	5.04	25→15	40	1-7	2.08	2.84	D-66	5.04	15→5	40	A	B	255	260	実施例							
304	H-1	2.50	2.96	D-88	5.23	25→15	40	1-7	2.08	2.84	D-88	5.23	15→5	40	A	B	270	260	実施例							
305	H-1	2.50	2.96	D-90	5.10	25→15	40	1-7	2.08	2.84	D-90	5.10	15→5	40	B	B	270	260	実施例							
306	H-1	2.50	2.96	D-91	5.17	25→15	40	1-7	2.08	2.84	D-91	5.17	15→5	40	A	B	250	285	実施例							
307	1-6	2.15	2.79	D-88	5.23	25→15	40	1-7	2.08	2.84	D-87	4.99	15→5	40	A	B	250	250	実施例							
308	1-7	2.08	2.84	D-88	5.23	25→15	40	1-6	2.15	2.79	D-87	4.99	15→5	40	A	B	245	270	実施例							
309	1-31	2.58	3.02	D-88	5.23	25→15	40	1-6	2.15	2.79	D-87	4.99	15→5	40	A	B	240	260	実施例							
310	1-31	2.58	3.02	D-88	5.23	25→15	40	1-7	2.08	2.84	D-87	4.99	15→5	40	B	B	255	250	実施例							

表3記載の結果のとおり、発光ホストのEaとT1を比較した際に、第一発光層のEaが第二発光層のEaより小さい組み合わせ、また、第一発光層

のT1が第二発光層のT1よりも小さい組み合わせの場合において、色度安定性を含む諸性能がより顕著な効果を示すことが分かる。

[0267] 実施例4

〔有機EL素子401の作製〕

有機EL素子128の作製において、第二発光層を形成する際に化合物D-87が膜厚に対し線形に15質量%から5質量%になるように濃度を変化させ、化合物Ir-1及び化合物Ir-14は膜厚に依存することなく各々0.3質量%の濃度になるように、蒸着速度0.1nm/秒で厚さ40nmになるよう共蒸着した以外は同様にして有機EL素子401を作製した。

[0268] 〔有機EL素子402～407の作製〕

有機EL素子401の作製において、蒸着比率、蒸着膜厚は変更せず、第一発光層に用いる発光ホスト材料と第二発光層に用いる発光ホストを表3に記載のとおり変更した以外は同様にして有機EL素子402～407を作製した。

[0269] 《有機EL素子の評価》

作製した有機EL素子について、実施例1と同様にして電力効率、半減寿命及び駆動条件違い及び駆動前後の色度安定性の評価を行った。なお、電力効率と半減寿命の値は有機EL素子104の測定値を100とした場合の相対値で示した。

[0270]

[表4]

材料 No.	第一発光層										第二発光層						膜厚 総和 [nm]	諸性能			備考
	ホスト化合物			青色燐光ドーパント			膜厚 [nm]	ホスト化合物			青色燐光ドーパント			膜厚 [nm]	ΔE_1	電力 効率 ΔE_2 [%]		半減 寿命 [%]			
	材料種	Ea (H1) [eV]	T1 (H1) [eV]	材料種	Ip (BD) [eV]	濃度 [質量%]		材料種	Ea (H1) [eV]	T1 (H1) [eV]	材料種	Ip (BD) [eV]	濃度 [質量%]								
401	1-6	2.15	2.79	D-87	4.99	25→15	40	1-31	2.58	3.02	D-87	4.99	15→5	40	80	A	A	280	325	実施例	
402	H-3	2.17	2.84	D-87	4.99	25→15	40	1-31	2.58	3.02	D-87	4.99	15→5	40	80	B	B	270	280	実施例	
403	H-2	2.50	2.96	D-87	4.99	25→15	40	1-31	2.58	3.02	D-87	4.99	15→5	40	80	B	A	255	270	実施例	
404	H-3	2.17	2.84	D-87	4.99	25→15	40	H-1	2.50	2.96	D-87	4.99	15→5	40	80	B	B	260	270	実施例	
405	H-2	2.50	2.96	D-87	4.99	25→15	40	H-1	2.50	2.96	D-87	4.99	15→5	40	80	B	B	280	250	実施例	
406	H-2	2.50	2.96	D-87	4.99	25→15	40	H-3	2.17	2.84	D-87	4.99	15→5	40	80	B	B	270	265	実施例	
407	1-7	2.08	2.84	D-87	4.99	25→15	40	H-3	2.17	2.84	D-87	4.99	15→5	40	80	B	B	290	260	実施例	

表4 記載の結果のとおり、カルバゾール基ないしカルボリン基を含む発光ホストを用いた場合において、色度安定性を含む諸性能がより顕著な効果を

示すことが分かる。

[0271] 実施例 5

〔有機 EL 素子 501 の作製〕

有機 EL 素子 117 の作製において、第二発光層を形成する際に化合物 D-87 が膜厚に対し線形に 15 質量%から 5 質量%になるように濃度を変化させ、化合物 Ir-1 及び化合物 Ir-14 は膜厚に依存することなく各々 0.3 質量%の濃度になるように、蒸着速度 0.1 nm/秒で厚さ 40 nm になるよう共蒸着した以外は同様にして有機 EL 素子 501 を作製した。

[0272] 〔有機 EL 素子 502～509 の作製〕

有機 EL 素子 501 の作製において、蒸着比率、蒸着膜厚は変更せず、第一発光層に用いる青色燐光発光材料と第二発光層に用いる青色燐光発光材料を表 5 に記載のとおり変更した以外は同様にして有機 EL 素子 502～509 を作製した。

[0273] 《有機 EL 素子の評価》

作製した有機 EL 素子について、実施例 1 と同様にして電力効率、半減寿命及び駆動条件違い及び駆動前後の色度安定性の評価を行った。なお、電力効率と半減寿命の値は有機 EL 素子 104 の測定値を 100 とした場合の相対値で示した。

[0274]

[表5]

材料 No.	第一発光層										第二発光層										膜厚 総和 [nm]	諸性能			備考
	ホスト化合物					青色燐光ドーパント					ホスト化合物					青色燐光ドーパント						電力 効率 ΔE_2 [%]	半減 寿命 ΔE_1 [%]		
	材料種	Ea (H1) [eV]	T1 (H1) [eV]	材料種	Ip (BD) [eV]	濃度 [質量%]	材料種	Ea (H1) [eV]	T1 (H1) [eV]	材料種	Ip (BD) [eV]	濃度 [質量%]	材料種	Ea (H1) [eV]	T1 (H1) [eV]	材料種	Ip (BD) [eV]	濃度 [質量%]							
117	1-7	2.08	2.84	D-87	4.99	25→15	40	1-31	2.58	3.02	D-87	4.99	20	40	80	B	A	210	190	実施例					
501	1-7	2.08	2.84	D-87	4.99	25→15	40	1-31	2.58	3.02	D-87	4.99	15→5	40	80	A	A	315	280	実施例					
502	1-7	2.08	2.84	D-87	4.99	25→15	40	1-31	2.58	3.02	D-88	5.23	15→5	40	80	B	A	290	240	実施例					
503	1-7	2.08	2.84	D-87	4.99	25→15	40	1-31	2.58	3.02	D-90	5.10	15→5	40	80	B	B	295	250	実施例					
504	1-7	2.08	2.84	D-87	4.99	25→15	40	1-31	2.58	3.02	D-91	5.17	15→5	40	80	B	A	300	255	実施例					
505	1-7	2.08	2.84	D-87	4.99	25→15	40	1-31	2.58	3.02	D-66	5.04	15→5	40	80	B	B	290	245	実施例					
506	1-7	2.08	2.84	D-88	5.23	25→15	40	1-31	2.58	3.02	D-87	4.99	15→5	40	80	B	B	280	260	実施例					
507	1-7	2.08	2.84	D-90	5.10	25→15	40	1-31	2.58	3.02	D-87	4.99	15→5	40	80	B	B	285	255	実施例					
508	1-7	2.08	2.84	D-91	5.17	25→15	40	1-31	2.58	3.02	D-87	4.99	15→5	40	80	A	B	300	240	実施例					
509	1-7	2.08	2.84	D-66	5.04	25→15	40	1-31	2.58	3.02	D-87	4.99	15→5	40	80	B	B	285	250	実施例					

表5記載の結果のとおり、第一発光層と第二発光層に用いる青色燐光発光材料を共通にすることで、特に色度安定性を含む諸性能がより顕著な効果を

示すことが分かる。

[0275] 実施例 6

〔有機 EL 素子 601 の作製〕

有機 EL 素子 130 の作製において、第二発光層を形成する際に化合物 D-66 が膜厚に対し線形に 15 質量%から 5 質量%になるように濃度を変化させ、化合物 Ir-1 及び化合物 Ir-14 は膜厚に依存することなく各々 0.3 質量%の濃度になるように、蒸着速度 0.1 nm/秒で厚さ 40 nm になるよう共蒸着した以外は同様にして有機 EL 素子 601 を作製した。

[0276] 〔有機 EL 素子 602～612 の作製〕

有機 EL 素子 601 の作製において、蒸着比率は変更せず、第一発光層と第二発光層の膜厚を表 6 に記載のとおり変更した以外は同様にして有機 EL 素子 602～612 を作製した。

[0277] 《有機 EL 素子の評価》

作製した有機 EL 素子について、実施例 1 と同様にして電力効率、半減寿命及び駆動条件違い及び駆動前後の色度安定性の評価を行った。なお、電力効率と半減寿命の値は有機 EL 素子 104 の測定値を 100 とした場合の相対値で示した。

[0278]

[表6]

材料 No.	第一発光層										第二発光層										膜厚 総和 [nm]	諸性能			備考	
	ホスト化合物					青色燐光ドーパント					ホスト化合物					青色燐光ドーパント						膜厚 [nm]	ΔE_1	電力 効率 ΔE_2 [%]		半減 寿命 [%]
	材料種		Ea (H1) [eV]	T1 (H1) [eV]	膜厚 [nm]	材料種		Ip (BD) [eV]	濃度 [質量%]	材料種		Ea (H1) [eV]	T1 (H1) [eV]	膜厚 [nm]	材料種		Ip (BD) [eV]	濃度 [質量%]								
130	1-6	2.15	2.79	D-66	5.04	25→15	40	H-1	2.50	2.96	D-66	5.04	20	40	80	A	B	195	225	実施例						
601	1-6	2.15	2.79	D-66	5.04	25→15	40	H-1	2.50	2.96	D-66	5.04	15→5	40	80	A	A	310	300	実施例						
602	1-6	2.15	2.79	D-66	5.04	25→15	70	H-1	2.50	2.96	D-66	5.04	15→5	10	80	A	A	290	350	実施例						
603	1-6	2.15	2.79	D-66	5.04	25→15	60	H-1	2.50	2.96	D-66	5.04	15→5	20	80	A	A	290	340	実施例						
604	1-6	2.15	2.79	D-66	5.04	25→15	50	H-1	2.50	2.96	D-66	5.04	15→5	30	80	A	A	295	330	実施例						
605	1-6	2.15	2.79	D-66	5.04	25→15	30	H-1	2.50	2.96	D-66	5.04	15→5	50	80	A	A	320	295	実施例						
606	1-6	2.15	2.79	D-66	5.04	25→15	20	H-1	2.50	2.96	D-66	5.04	15→5	60	80	A	A	330	290	実施例						
607	1-6	2.15	2.79	D-66	5.04	25→15	10	H-1	2.50	2.96	D-66	5.04	15→5	70	80	A	A	345	280	実施例						
608	1-6	2.15	2.79	D-66	5.04	25→15	50	H-1	2.50	2.96	D-66	5.04	15→5	50	100	A	A	305	320	実施例						
609	1-6	2.15	2.79	D-66	5.04	25→15	60	H-1	2.50	2.96	D-66	5.04	15→5	60	120	B	A	295	350	実施例						
610	1-6	2.15	2.79	D-66	5.04	25→15	70	H-1	2.50	2.96	D-66	5.04	15→5	70	140	C	B	270	340	実施例						
611	1-6	2.15	2.79	D-66	5.04	25→15	30	H-1	2.50	2.96	D-66	5.04	15→5	30	60	A	B	340	290	実施例						
612	1-6	2.15	2.79	D-66	5.04	25→15	20	H-1	2.50	2.96	D-66	5.04	15→5	20	40	B	B	330	270	実施例						

表6記載の結果のとおり、発光層の総膜厚を60～120nmの範囲内にした場合、第一発光層及び第二発光層の膜厚比に寄らず、特に色度安定性を

含む諸性能がより顕著な効果を示すことが分かる。

産業上の利用可能性

[0279] 本発明の有機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。

符号の説明

[0280] 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
L 光

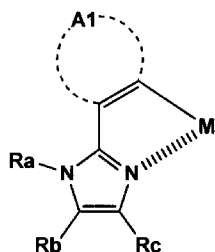
請求の範囲

- [請求項1] 基材上に一对の電極と、該電極間にホスト材料と燐光発光性ドーパントを含有する発光層を2層有し、通電により白色発光する有機エレクトロルミネッセンス素子において、該2層の発光層のホスト材料が異なる化合物からなり、該2層の発光層に含まれる燐光発光性ドーパントのうち少なくとも一つが、イオン化ポテンシャル (I_p) が 5.3 eV 以下の青色燐光発光性ドーパントであり、かつ、該2層の発光層中少なくとも1層は複数の燐光発光性ドーパントを含有し、少なくとも陽極側の発光層の青色燐光発光性ドーパントの濃度が、発光層の厚さ方向において陽極側が高い濃度勾配を有していることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [請求項2] 前記2層の発光層中、陽極に近い側の発光層を第一発光層、もう一方を第二発光層とするとき、該第一発光層と第二発光層がともに青色燐光発光性ドーパントの濃度が、発光層の厚さ方向において陽極側が高い濃度勾配を有していることを特徴とする請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [請求項3] 前記第一発光層の青色燐光発光性ドーパント濃度の一番低い値が、前記第二発光層の青色燐光発光性ドーパント濃度の一番高い値以上であることを特徴とする請求項2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [請求項4] 前記第一発光層のホスト材料の電子親和力 (E_a) よりも、前記第二発光層のホスト材料の E_a の方が大きいことを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [請求項5] 前記第一発光層のホスト材料の最低三重項励起状態のエネルギー (T_1) よりも、前記第二発光層のホスト材料の T_1 の方が大きいことを特徴とする請求項1～4のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [請求項6] 前記発光層を構成する青色燐光発光性ドーパントが、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ことを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化1]

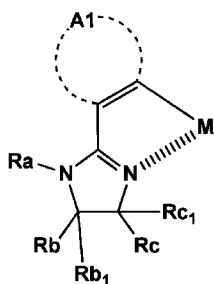
一般式(A)



〔式中、R a は、水素原子、脂肪族基、芳香族基又は複素環基を表す。R b 及び R c は、各々水素原子又は置換基を表す。A 1 は、芳香族環又は芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表す。M は I r 又は P t を表す。〕

[化2]

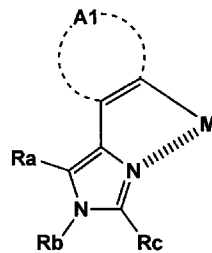
一般式(B)



〔式中、R a は、水素原子、脂肪族基、芳香族基又は複素環基を表す。R b、R c、R b₁ 及び R c₁ は、各々水素原子又は置換基を表す。A 1 は芳香族環又は芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表す。M は I r 又は P t を表す。〕

[化3]

一般式(C)



〔式中、R a は、水素原子、脂肪族基、芳香族基又は複素環基を表す。R b 及びR c は、各々水素原子又は置換基を表す。A 1 は芳香族環又は芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表す。MはI r又はP tを表す。〕

[請求項7] 前記第一発光層のホスト材料と第二発光層のホスト材料が、それぞれカルバゾール基又はカルボリン基を有することを特徴とする請求項1～6のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

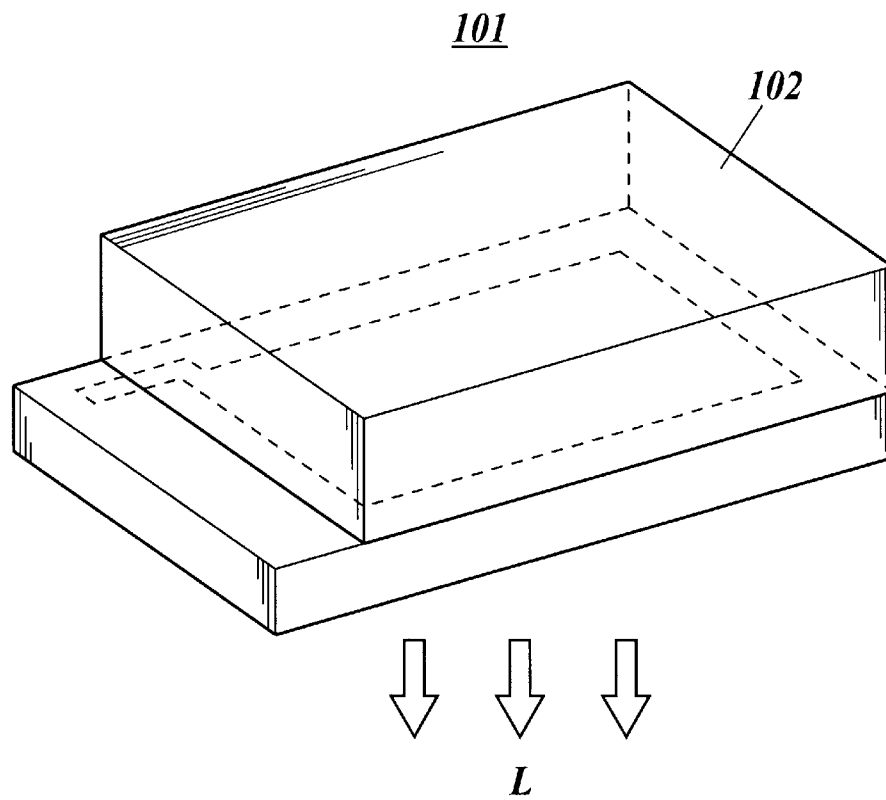
[請求項8] 前記第一発光層と第二発光層に含まれる青色燐光発光性ドーパントが、共通であることを特徴とする請求項1～7のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項9] 前記第一発光層と第二発光層の膜厚の総和が、60～120nmの範囲内であることを特徴とする請求項1～8のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

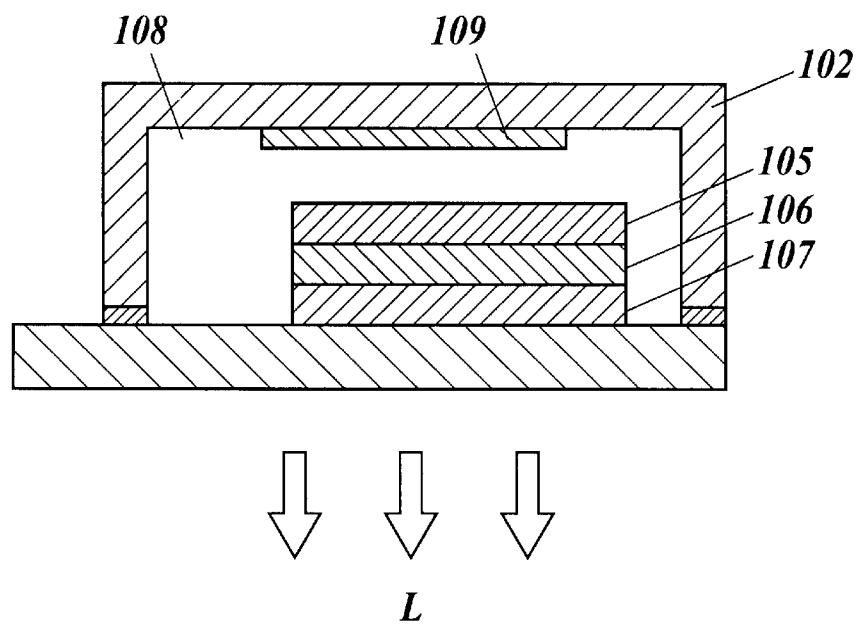
[請求項10] 前記第一発光層と第二発光層が、発光スペクトルにおいて480nm未満、500nm以上580nm未満、及び580nm以上の領域にそれぞれ発光極大の最大値を有する3種の燐光発光性ドーパントを含有することを特徴とする請求項1～9のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項11] 請求項1～10のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を備えたことを特徴とする照明装置。

[図1]

FIG.1

[図2]

FIG.2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/060208

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L51/50(2006.01)i, C09K11/06(2006.01)i, H05B33/12(2006.01)i, F21Y105/00(2006.01)n

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, H05B33/12, F21Y105/00

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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 2008-84913 A (Konica Minolta Holdings, Inc.), 10 April 2008 (10.04.2008), paragraphs [0035], [0038], [0115], [0117], [0218] (Family: none)	1-11
Y	WO 2008/035595 A1 (Konica Minolta Holdings, Inc.), 27 March 2008 (27.03.2008), paragraph [0045] (Family: none)	1-11

☒ 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
28 May, 2012 (28.05.12)

Date of mailing of the international search report
05 June, 2012 (05.06.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/060208

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 2005/091684 A1 (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 29 September 2005 (29.09.2005), paragraph [0108] & US 2007/0194701 A1 & EP 1727396 A1 & KR 10-2006-0129478 A & CN 1934906 A	9
Y	JP 2010-161356 A (Fujifilm Corp.), 22 July 2010 (22.07.2010), paragraph [0017] & US 2010/0140605 A1	10
A	WO 2005/079118 A1 (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 25 August 2005 (25.08.2005), paragraph [0058] & US 2007/0159083 A1 & EP 1718122 A1 & KR 10-2006-0114009 A & CN 1918946 A	4, 5
A	JP 2003-229272 A (Toyota Industries Corp.), 15 August 2003 (15.08.2003), fig. 2 (Family: none)	1-11
A	JP 2006-165525 A (AU Optronics Corp.), 22 June 2006 (22.06.2006), fig. 9 to 13 & US 2006/0125379 A1 & CN 1728904 A	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L51/50(2006.01)i, C09K11/06(2006.01)i, H05B33/12(2006.01)i, F21Y105/00(2006.01)n

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 (I P C))

Int.Cl. H01L51/50, C09K11/06, H05B33/12, F21Y105/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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 請求項の番号
Y	J P 2 0 0 8 - 8 4 9 1 3 A (コニカミノルタホールディングス株式会社) 2 0 0 8 . 0 4 . 1 0、段落【0 0 3 5】、【0 0 3 8】、【0 1 1 5】、【0 1 1 7】、【0 2 1 8】 (ファミリーなし)	1 - 1 1
Y	W O 2 0 0 8 / 0 3 5 5 9 5 A 1 (コニカミノルタホールディングス株式会社) 2 0 0 8 . 0 3 . 2 7、段落[0 0 4 5] (ファミリーなし)	1 - 1 1

☒ 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

2 8 . 0 5 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

0 5 . 0 6 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

中山 佳美

2 0

3 9 1 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 1

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 請求項の番号
Y	WO 2005/091684 A1 (出光興産株式会社) 2005. 09. 29、段落[0108] & US 2007/0194701 A1 & EP 1727396 A1 & KR 10-2006-0129478 A & CN 1934906 A	9
Y	JP 2010-161356 A (富士フイルム株式会社) 2010. 07. 22、段落【0017】 & US 2010/0140605 A1	10
A	WO 2005/079118 A1 (出光興産株式会社) 2005. 08. 25、段落[0058] & US 2007/0159083 A1 & EP 1718122 A1 & KR 10-2006-0114009 A & CN 1918946 A	4、5
A	JP 2003-229272 A (株式会社豊田自動織機) 2003. 08. 15、図2 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2006-165525 A (友達光電股▲ふん▼有限公司) 2006. 06. 22、図9乃至13 & US 2006/0125379 A1 & CN 1728904 A	1-11