

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4697142号  
(P4697142)

(45) 発行日 平成23年6月8日(2011.6.8)

(24) 登録日 平成23年3月11日(2011.3.11)

(51) Int.Cl. F 1  
**HO 5 B 33/12 (2006.01)** HO 5 B 33/12 C  
**HO 1 L 51/50 (2006.01)** HO 5 B 33/14 B

請求項の数 1 (全 49 頁)

(21) 出願番号	特願2006-531383 (P2006-531383)	(73) 特許権者	000001270
(86) (22) 出願日	平成17年7月22日 (2005.7.22)		コニカミノルタホールディングス株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2005/013484		東京都千代田区丸の内一丁目6番1号
(87) 国際公開番号	W02006/013738	(72) 発明者	硯里 善幸
(87) 国際公開日	平成18年2月9日 (2006.2.9)		日本国東京都八王子市石川町2970番地
審査請求日	平成20年7月9日 (2008.7.9)		コニカミノルタテクノロジーセンター株式
(31) 優先権主張番号	特願2004-229165 (P2004-229165)		会社内
(32) 優先日	平成16年8月5日 (2004.8.5)	(72) 発明者	北 弘志
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		日本国東京都八王子市石川町2970番地
前置審査			コニカミノルタテクノロジーセンター株式
		(72) 発明者	川上 晃
			日本国東京都小金井市中町二丁目24-1
			6次世代モバイル用表示材料技術研究組合
			内

最終頁に続く

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

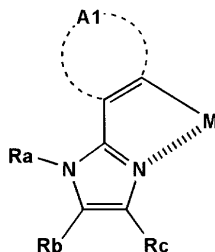
(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

陽極、および陰極の間に、異なる発光ピークを有する発光層を少なくとも2種類以上有し、該複数の発光層間に中間層が設けられている有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記発光層の少なくとも1層は発光性化合物として下記一般式(A)で表されるリン光性化合物を含有しており、かつ、前記中間層を構成する化合物の励起3重項エネルギーは該リン光性化合物の励起3重項エネルギーよりも大きく、かつ、該中間層を構成する化合物の少なくとも一種はカルボリン誘導体またはジアザカルバゾール誘導体であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化1】

一般式(A)



(式中、R a は水素原子、脂肪族基、芳香族基、複素環基を表し、R b、R c は水素原子または置換基を表し、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、M は I r、P t を表す。)

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、白色・多色発光、かつ色ずれの少ない高効率な有機エレクトロルミネッセンス素子に関するものである。

【背景技術】

【0002】

有機エレクトロルミネッセンス素子(単に、有機EL素子ともいう)は自己発光のため、視認性に優れ、かつ数V~数十Vの低電圧駆動が可能のため駆動回路を含めた軽量化が可能である。そこで、有機EL素子は、薄膜型ディスプレイ、照明、バックライトとしての活用が期待されている。

【0003】

また、有機EL素子は色バリエーションが豊富であることも特徴である。また、複数の発光色を組み合わせる混色によってさまざまな発光が可能となることも特徴である。

【0004】

発光色の中で、特に白色発光のニーズは高く、またバックライトとしても活用できる。さらに、カラーフィルタを用いて青、緑、赤の画素に分けることが可能である。

【0005】

このような白色発光を行う方法としては次の2種類の方法がある。

【0006】

1. 一つの発光層に複数の発光化合物をドープする
2. 複数の発光層から複数の発光色を組み合わせる。

【0007】

例えば、青(B)、緑(G)、赤(R)の3色により白色を達成する場合、1の場合は、素子作製方法として真空蒸着法を用いた場合は、BGRとホスト化合物の4元蒸着となり、コントロールが非常に困難となる。

【0008】

また、BGRとホスト化合物を溶液に溶解或いは分散にして塗布する方法もあるが、いまのところ、塗布型有機ELは蒸着型に比べ耐久性が劣るという問題がある。

【0009】

一方、2の複数の発光層を組み合わせる方法が提案されている。蒸着型を用いる場合には1に比べ容易となる。

【0010】

このような白色発光を行う有機EL素子としては、短波長発光である青色発光層と長波長発光である赤色発光層との2層を積層することにより、両発光層の混色として白色の発光を得るようにしたものが提案されている(例えば、特許文献1参照。)

【0011】

しかしながら、このような発色の異なる(異なるピーク波長の)2層の発光層を積層したものにおいては、素子の駆動時間すなわち発光時間や印加電圧の変化に伴って、2つの発光層において膜質が変化したり、ホール(正孔)や電子の輸送性の度合が変化する等により、発光中心が移動し、その結果、色度変化を生じやすい。

【0012】

特に、2つの発光層の混色として白色を得る場合、白色は他の色に比べて色度変化に敏感であるため、問題が顕在化する。

【0013】

異なるピーク波長を有する複数の発光層からの混色発光を行うようにした有機EL素子において、駆動時間や電圧変化に伴う色度変化を極力抑制できるようにする方法として、

10

20

30

40

50

異なるピーク波長の発光を行う発光層が交互に3層以上積層されたものが開示されている（例えば、特許文献2参照。）。

【0014】

また、2層以上の積層構造において、発光層の膜厚及び有機ホスト材料と蛍光材料の比率を発光効率をパラメータとして設計する方法が開示されている（例えば、特許文献3参照。）。

【0015】

これらは交互に積層することで、キャリアの注入バランスを多少ずれても、色ずれが起こりにくくするという効果がある。しかしながら発光効率が低いこと、及び層間でのエネルギー移動があり、白色度において偏りが認められ、白色発光として未だ不十分であることが分かった。

10

【0016】

また、複数の発光層を組み合わせ白色を達成している例として、異なる発光色を有する2層の発光層の間に中間層を設けている例がある（例えば、非特許文献1参照。）。

【0017】

しかしながら、上記技術の問題点としては

- 1．電圧（電流）によって、発光色がずれる
- 2．効率が理論限界に到達していない
- 3．中間層を設けることにより作製が煩雑となる

等の3点が上げられ、いずれも解決すべき問題として残されていた。

20

【特許文献1】特開平7-142169号公報

【特許文献2】特開2003-187977号公報

【特許文献3】特開2004-63349号公報

【非特許文献1】APPLIED PHYSICS LETTERS Vol. 83, 2459 (2003)やADVANCED MATERIALS, Vol. 14, No. 2, 147 (2002)

【発明の開示】

【0018】

本発明の目的は、白色・多色発光素子であり、微少な電圧・電流の変化によっても色ずれのない高効率な有機エレクトロルミネッセンス素子、該有機エレクトロルミネッセンス素子を用いた表示装置、また照明装置を得ることにある。

30

【0019】

本発明の上記目的を達成するための態様の一つは、陽極、および陰極の間に、異なる発光ピークを有する発光層を少なくとも2種類以上有し、発光層間に中間層が設けられている有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記発光層の少なくとも1種は発光性化合物としてリン光性化合物を含有しており、かつ、中間層を構成する化合物の励起3重項エネルギーは該リン光性化合物の励起3重項エネルギーよりも大きいことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子にある。

【図面の簡単な説明】

【0020】

40

【図1】有機EL素子の層構成を示す図である。

【図2】本発明の有機EL素子の発光層の層構成を示す図である。

【図3】本発明の有機EL素子の発光層の層構成を示す図である。

【図4】本発明の有機EL素子の発光層の層構成を示す図である。

【図5】本発明の有機EL素子の発光層の層構成を示す図である。

【図6】本発明の有機EL素子の発光層の層構成を示す図である。

【図7】本発明の有機EL素子の発光層の層構成を示す図である。

【図8】有機EL素子から構成される表示装置の一例を示した模式図である。

【図9】表示部の模式図である。

【図10】画素の模式図である。

50

【図 1 1】パッシブマトリクス方式フルカラー表示装置の模式図である。

【図 1 2】照明装置の概略図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

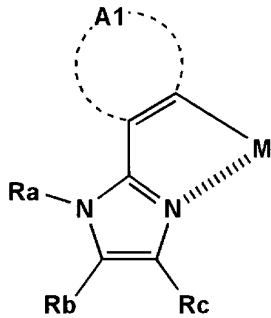
本発明の上記目的は以下の手段により達成される。

1. 陽極、および陰極の間に、異なる発光ピークを有する発光層を少なくとも2種類以上有し、該複数の発光層間に中間層が設けられている有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記発光層の少なくとも1層は発光性化合物として下記一般式(A)で表されるリン光性化合物を含有しており、かつ、前記中間層を構成する化合物の励起3重項エネルギーは該リン光性化合物の励起3重項エネルギーよりも大きく、かつ、該中間層を構成する化合物の少なくとも一種はカルボリン誘導体またはジアザカルバゾール誘導体であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

10

【化 1】

一般式(A)



20

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

尚、以下(1)~(14)については参考とされる手段である。

30

(1) 陽極、および陰極の間に、異なる発光ピークを有する発光層を少なくとも2種類以上有し、発光層間に中間層が設けられている有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記発光層の少なくとも1層は発光性化合物としてリン光性化合物を含有しており、かつ、中間層を構成する化合物の励起3重項エネルギーは該リン光性化合物の励起3重項エネルギーよりも大きいことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

(2) 前記異なる発光ピークを有する発光層の全てがリン光性化合物を含有することを特徴とする前記(1)に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

(3) 前記発光層のうち、発光性化合物とホスト化合物から構成され、発光性化合物がリン光性化合物である発光層において、ホスト化合物の励起3重項エネルギーは該リン光性化合物の励起3重項エネルギーより大きいことを特徴とする前記(1)または(2)に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

40

(4) 前記中間層の膜厚は、中間層を隔てて2つの発光層を構成する発光性化合物間でのフェルスター距離よりも大きいことを特徴とする前記(1)~(3)のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

(5) 少なくとも1層の前記発光層が同じ発光ピークを有する同種類の発光層を2層以上有することを特徴とする前記(1)~(4)のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

(6) 少なくとも2層の前記発光層が同種類の発光層を2層以上有することを特徴とする前記(1)~(5)のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

(7) 異なる発光ピークを有する発光層を少なくとも2種類有し、かつ、それぞれの発光

50

層が、同じ発光ピークを有する同種類の発光層の2層以上からなるものであり、前記発光層および中間層が交互に積層されていることを特徴とする前記(1)~(6)のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

(8)異なる発光ピークを有する発光層を少なくとも3種類有し、かつ、それぞれの発光層が、同じ発光ピークを有する同種類の発光層の2層以上からなるものであり、前記発光層および中間層が交互に積層されていることを特徴とする前記(1)~(6)のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

(9)発光層と陰極の間であって、かつ、発光層に隣接して正孔阻止層を有することを特徴とする前記(1)~(8)のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

10

(10)発光層と陽極の間であって、かつ、発光層に隣接して電子阻止層を有することを特徴とする前記(1)~(9)のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

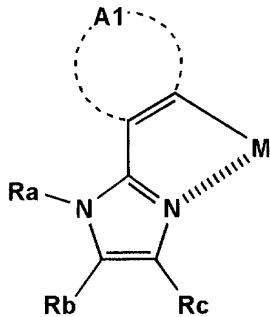
(11)有機エレクトロルミネッセンス素子からの発光が白色であることを特徴とする前記(1)~(10)のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

(12)前記(1)~(11)のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンスの発光層が下記一般式(A)~(C)のいずれかで表される部分構造を持つ発光ドーパントを含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。

【化2】

20

一般式(A)

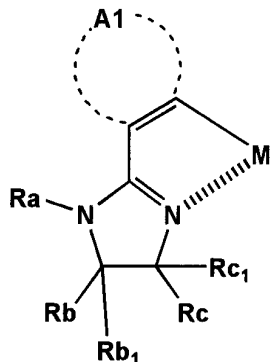


30

【0022】

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

一般式(B)



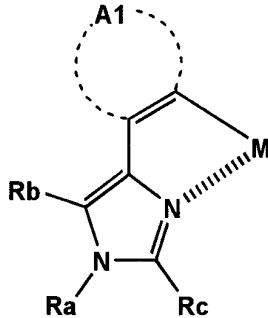
40

50

## 【 0 0 2 3 】

(式中、R aは水素原子、脂肪族基、芳香族基、複素環基を表し、R b、R c、R b<sub>1</sub>、R c<sub>1</sub>は水素原子または置換基を表し、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、MはI r、P tを表す。)

## 一般式(C)



10

## 【 0 0 2 4 】

(式中、R aは水素原子、脂肪族基、芳香族基、複素環基を表し、R b、R cは水素原子または置換基を表し、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、MはI r、P tを表す。)

20

(13) 前記(1)～(12)のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を用いたことを特徴とする表示装置。

(14) 前記(1)～(12)のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を用いたことを特徴とする照明装置。

## 【 0 0 2 5 】

以下本発明を実施するための最良の形態について説明するが、本発明はこれにより限定されることはない。

## 【 0 0 2 6 】

本発明によれば、異なる発光層にリン光性の化合物を使用して、交互若しくは周期的若しくはランダムにこれを積層することにより、電圧変化に伴う色ずれが起こりにくく、発光効率が向上した白色有機EL素子を得ることが出来る。

30

## 【 0 0 2 7 】

本発明は、励起子を発光層内に閉じこめることで、色バランス、効率を両立するものである。

## 【 0 0 2 8 】

すなわち、本発明においては、積層する発光層の間に中間層を設け、中間層に発光層のリン光性化合物(リン光ドープant)よりも高い(大きな)励起三重項エネルギー(T1)を有する材料を用いることで、発光層の3重項励起子を効果的に閉じ込めることに成功した。

40

## 【 0 0 2 9 】

さらに、その中間層の膜厚をフェルスター距離以上にすることで、励起子のエネルギー移動を抑制しよりいっそう色ずれを抑え、高効率な素子を得ることに成功した。

## 【 0 0 3 0 】

(有機EL素子の層構成)

本発明に係わる有機EL素子の層構成に関し、図を用いて説明するが、これに限定するものではない。

## 【 0 0 3 1 】

図1に示される素子構成は発光層(発光層A/中間層/発光層Bという2種の発光層を

50

含む構成を有してい)を電子阻止層と正孔阻止層で挟み込んでいる。

【0032】

これらは必ずしも必要ではないが、こうすることで、電子・正孔のキャリアを発光層に閉じ込め、更に電子と正孔の再結合により生成する励起子をも発光層に閉じ込めることができるため、電子阻止層、正孔阻止層を設けることが好ましい。

【0033】

電子阻止層、正孔阻止層を形成する材料は既知のものを使用することができる。

【0034】

電子阻止層は電子が発光層から漏れ出さぬよう電子を閉じ込めるため、電子阻止層を形成する材料は電子親和力が発光層を形成する材料よりも小さいことが好ましい。

10

【0035】

また、正孔阻止層は正孔が発光層から漏れ出さぬように正孔を閉じ込めるため正孔阻止層を形成する材料は発光層を形成する材料よりもイオン化ポテンシャルが大きいことが好ましい。

【0036】

更に再結合にて生成する三重項励起子を閉じ込めるため、正孔阻止層、電子阻止層を形成する材料は発光層のリン光性化合物の励起三重項エネルギー(T1)よりも大きいことが好ましい。

【0037】

さらに、それらを挟み込むように正孔輸送層、電子輸送層を設ける事が好ましい。正孔輸送層、電子輸送層は既知の材料を用いることが出来る。駆動電圧低下の面から伝導度の高い材料を用いることが好ましい。

20

【0038】

不純物ドーブしたp性の高い正孔輸送層、n性の高い電子輸送層を用いることが出来る。

【0039】

その例としては、特開平4-297076号、特開2000-196140号、特開2001-102175号、J. Appl. Phys., 95, 5773(2004)などがあげられる。

【0040】

また、ここでは発光層として、発光層A/中間層/発光層Bという2種の発光層を含む構成を有しているが、中間層、発光ホストの材料にリン光性化合物より高い励起三重項エネルギーを有する材料を用いることで、発光層の三重項励起子を効果的に発光層に閉じ込め高効率な素子を得ることができる。

30

【0041】

また、さらに中間層の膜厚をフェルスター距離以上にすることにより異なる発光層の層間でのフェルスターエネルギー移動を抑えることができ、色ずれを抑えることができ、更に高効率素子をえることができる。

【0042】

このような中間層を構成する材料、ホスト材料は公知の材料を使用することが出来る。

40

【0043】

発光層に含有されるリン光性化合物の中で最も大きな励起三重項エネルギーを有するリン光性化合物よりも大きな励起三重項エネルギーを有する中間層材料およびホスト材料が好ましい。

【0044】

例えば青・緑・赤の3色白色素子において各々の発光材料にリン光性化合物を用いる場合、青色のリン光性化合物の励起三重項エネルギーが一番大きい。

【0045】

この青色リン光性化合物よりも大きい励起三重項エネルギーを有する中間層材料、およびホスト材料が好ましい。

50

## 【 0 0 4 6 】

また中間層、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。

## 【 0 0 4 7 】

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。

## 【 0 0 4 8 】

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。

## 【 0 0 4 9 】

次に発光層の構成を、前記の発光層 A / 中間層 / 発光層 B という構成も含め図 2 ~ 7 に示すが、これらに限定されるものではない。

## 【 0 0 5 0 】

発光層の層順は規則的であっても良いしランダムであっても良い。また、中間層は全てに設ける必要はなく必要な箇所に少なくとも一層設けるだけでも良い。

## 【 0 0 5 1 】

発光層を少なくとも 2 種類以上有するが、好ましくは 2 ~ 4 種類を有することが好ましく、最も好ましいのは 3 種類有するものである。

## 【 0 0 5 2 】

異なる発光層とは、発光ピークが PL 測定したとき発光極大波長が少なくとも 10 nm 以上異なることをいう。

## 【 0 0 5 3 】

PL 測定とは、石英基板上に、発光ドーパントとホスト化合物を発光層で用いる組成にて蒸着膜を作製する。ポリマーなどのウェットプロセスにて作製するものは、スピコートもしくはディップにより薄膜を作製することが出来る。こうして得られた蒸着膜(薄膜)について、次いで、蛍光光度計で発光を測定し発光極大波長を決定するものである。

## 【 0 0 5 4 】

発光層を少なくとも 2 種類以上有する有機 EL 素子として、点灯させた時の色は特に限定しないが、白色になることが好ましい。

## 【 0 0 5 5 】

例えば発光層が 2 種である場合、青色と黄色、青緑色と赤に発光する発光層の組み合わせ、白色を得るのが好ましい。

## 【 0 0 5 6 】

また、例えば発光層が 3 種である場合、青色と緑色と赤色に発光する組み合わせ、白色を得るのが好ましい。

## 【 0 0 5 7 】

こうすることで、照明やバックライトなど様々な光源に用いることが出来る。

## 【 0 0 5 8 】

例えば発光層が 4 種である場合、青、青緑、黄、赤の組み合わせにより白色を得ることができる。その他にも青色、緑色、赤色の 3 色での白色の色補正をするためにもう一層を使用することも可能である。

## 【 0 0 5 9 】

また、発光色は白色だけに限定するものではない。

## 【 0 0 6 0 】

異なる複数の発光層で単色(例えば青、緑、赤)を発光させることにより、より微妙な色の調整が可能となる。

## 【 0 0 6 1 】

複数の発光層の並び順は規則的な周期を持っていても良いし、ランダムであっても良い。素子に電圧(電流)をかけたときに、色度のずれがもっとも少ない並び方になるものが好ましい。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 6 2 】

好ましくは規則的な周期をもっているものが好ましい。

## 【 0 0 6 3 】

例えば、図 2 ~ 7 に示した発光層 1 - 3、1 - 5、1 - 6、2 - 5、2 - 6、2 - 7、2 - 8、2 - 9、2 - 10、3 - 5、である。ここにおいて、発光層 A、B、C、D 等は、それぞれ異なった発光波長を有する発光層であり、中間層 1 ~ 3 についてもそれぞれ異なった中間層材料から構成される中間層をここでは示している。

## 【 0 0 6 4 】

このようにすると電圧（電流）を変化させたとき、発光位置が厚さ方向にシフトした場合にも発光色を変化しにくくすることが可能である。

10

## 【 0 0 6 5 】

それぞれの隣接する発光層への発光ドーパント間のエネルギー移動はフェルスター型で進行するが、フェルスター距離が小さい組み合わせでそれぞれの発光層の並び順を決定する事が出来る。

## 【 0 0 6 6 】

さらに、ホスト材料を選択することで、電流 - 電圧特性を変化させることが出来る。

## 【 0 0 6 7 】

発光層の全体の膜厚は特に限定しないが、5 から 100 nm が好ましい。更に好ましくは 7 から 50 nm が好ましく、最も好ましくは 10 nm から 40 nm である。

## 【 0 0 6 8 】

発光層を構成する複数の発光層における、それぞれの膜厚は 1 から 20 nm が好ましい。これらは素子駆動電圧、電圧（電流）に対する色度のずれ、エネルギー移動、作製の困難さにより、選ぶことができる。

20

## 【 0 0 6 9 】

（フェルスター型エネルギー移動）

有機 EL のエネルギー移動は主にフェルスター型が支配的だが、フェルスター型はエネルギー移動距離が大きい。

## 【 0 0 7 0 】

フェルスター型エネルギー移動とは、基本的にドナー分子の発光スペクトルとアクセプター分子の吸収スペクトルの重なり積分強度が大きいことが重要な因子となる。

30

## 【 0 0 7 1 】

蛍光発光化合物の場合、スペクトルが重なると蛍光量子収率およびモル吸光係数が大きいためエネルギー移動距離が大きくなる。

## 【 0 0 7 2 】

リン光発光化合物においても T G 吸収が見られる場合には蛍光発光化合物と同様にエネルギー移動が起こる。

## 【 0 0 7 3 】

フェルスター距離とはエネルギー移動をする確率と内部変換する確率とが 1 : 1 の距離のことをいい、これより短い距離ではエネルギー移動が支配的となり、長い距離においてはエネルギー移動は起こりにくくなる。

40

## 【 0 0 7 4 】

フェルスター型エネルギー移動・フェルスター距離に関しては『Principles of Fluorescence Spectroscopy』Joseph R. Lakowicz 著 Kluwer Academic Plenum Publishers p. 368 を参照できる。

## 【 0 0 7 5 】

リン光性化合物は、フェルスター型のエネルギー移動距離が小さく、各発光層間でのエネルギー移動が起こりづらいため、これにより薄層による多層化が可能になり、所望の色を得やすくすることができ、また、効率低下を少なくすることができる。

## 【 0 0 7 6 】

50

エネルギー移動での原則としては、「スピン保存則」が成り立つ。よって、1重項から1重項若しくは3重項から3重項へのエネルギー移動が起こるが、一般的な有機材料の場合、T<sub>1</sub>→G<sub>0</sub>吸収（基底状態から励起3重項への直接励起）は殆どない。また、リン光性化合物においてもT<sub>1</sub>→G<sub>0</sub>吸収は若干みられる程度であり、3重項から3重項へのフェルスター型エネルギー移動は起こりにくい。

【0077】

しかしながら短い距離で起こることは確認されており、例えば、FIr(pic)(Ir-12)からbtPIr(acac)(Ir-9)へのエネルギー移動においては、フェルスター距離は2.3nmと見積もることが出来る。これはエネルギー移動距離としては小さいが、これによって起こる色ずれ、低効率化等は白色素子では大きな問題である。

10

【0078】

フェルスター距離を実測すると表1のようになった。

【0079】

【表1】

	フェルスター型エネルギー移動距離(nm)
Ir-12 → Ir-9	2.3
Ir-12 → Ir-1	1.8
Ir-13 → Ir-9	2.4
Ir-13 → Ir-1	1.9
Ir-1 → Ir-9	1.8

20

【0080】

測定方法は『Principles of Fluorescence Spectroscopy』Joseph R. Lakowicz著 Kluwer Academic Plenum Publishers記載の方法にて行った。

【0081】

実施例に記載の他のリン光性化合物においても同様に3nm以下となった。このことから、中間層の膜厚としては2.5nm~3nm以上の膜厚を有すれば、効果的にエネルギー移動を抑制することが出来、高効率かつ色ずれの少ない素子を得ることが出来ることが分かる。

30

【0082】

もちろん、エネルギー移動距離の少ないリン光性化合物の組み合わせに関しては中間層の膜厚を薄くする事が出来る。

【0083】

中間層の材料としては、既知の材料を使用してもよく、特にカルバゾール誘導体、カルバゾール環を更に窒素で置換した窒素置換カルバゾール誘導体、トリアリールボロン誘導体を用いることが特に好ましい。

40

【0084】

材料に全て異なるものを用いると、製造工程、製造装置に大きな負担を与える。

【0085】

本発明においては、ホスト化合物と中間層を構成する材料に同一のものを用いることで、製造装置を単純にすることが可能であり、更に真空蒸着を使用する場合にはドーパントのシャッターの開け閉めだけで、何層もの積層構造を作製することが出来る。

【0086】

カルバゾール誘導体としては、CBP等がよく知られているが、その他に、例えば、特開2000-21572、特開2002-8860、また同2001-313179等、

50

また、特願2003-75512号(2003年3月19日出願)等に記載のカルバゾール誘導体等があり、好ましいものである。

【0087】

カルバゾール環を更に窒素で置換した窒素置換カルバゾール誘導体とは、特願2004-160771(2004年5月31日出願)に記載された、一般式(1)で表されるカルバゾール骨格の環を形成する炭素の1つ以上が、窒素で置換された化合物であり、代表的には、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)等を表す。

【0088】

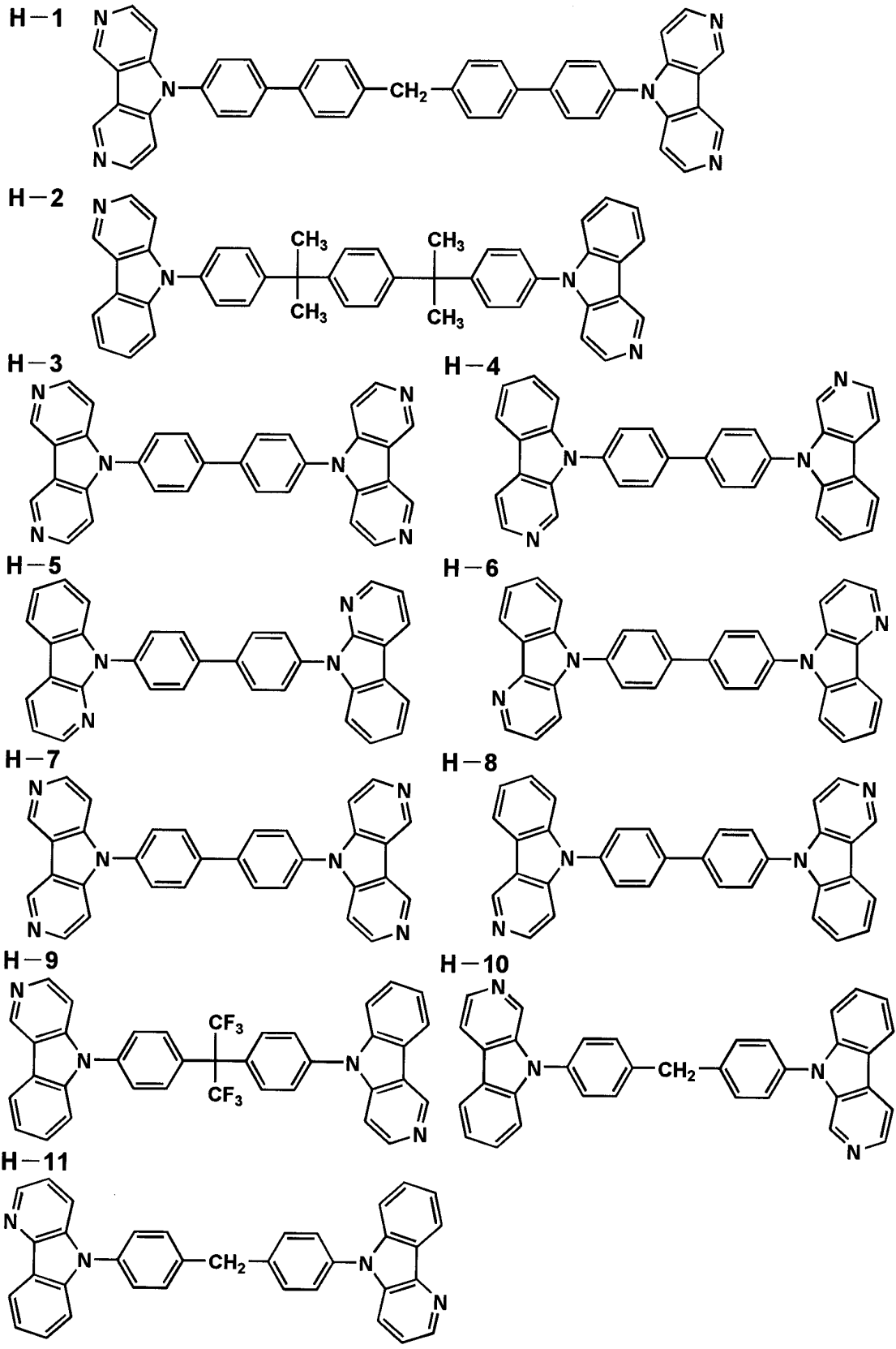
また、トリアリールボロン誘導体としては、特願2003-20334(2003年1月29日出願)に記載の一般式(6)で表されるもの場合が好ましい。

【0089】

また、特願2003-426573(2003年12月24日出願)に記載の一般式(1)~(4)で表されるトリアリールボロン誘導体が好ましい。

【0090】

中間層に用いられるに好ましい上記化合物の代表的具体例を以下に示す。本発明はこれらに限定されるものではない。



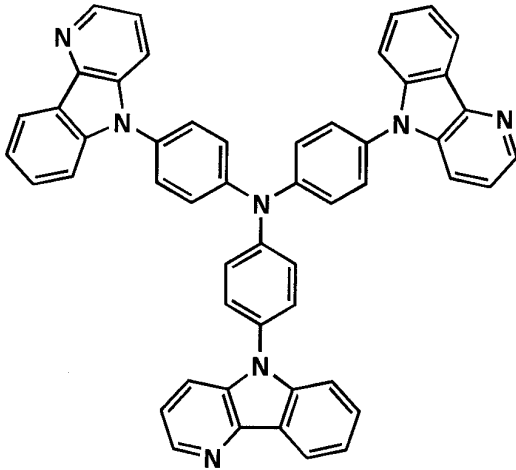
10

20

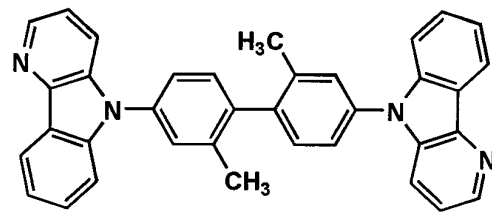
30

40

H-12

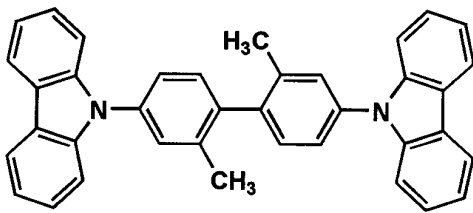


H-13

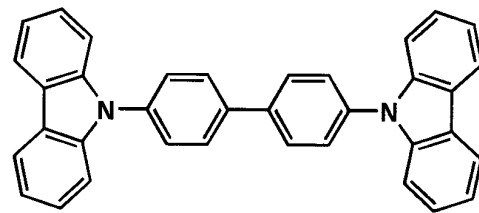


10

H-14

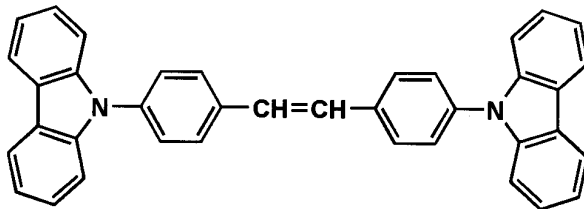


H-15



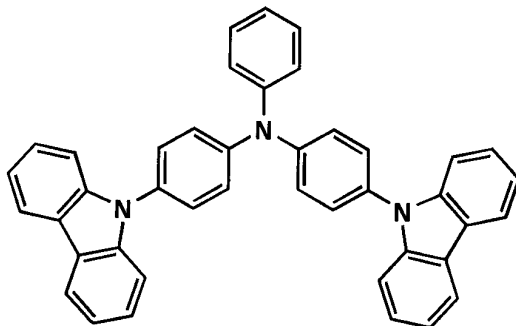
20

H-16



30

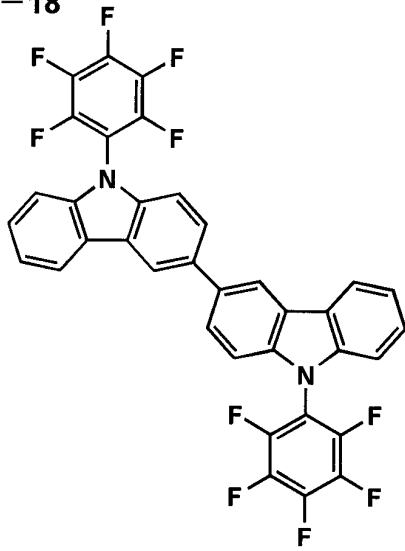
H-17



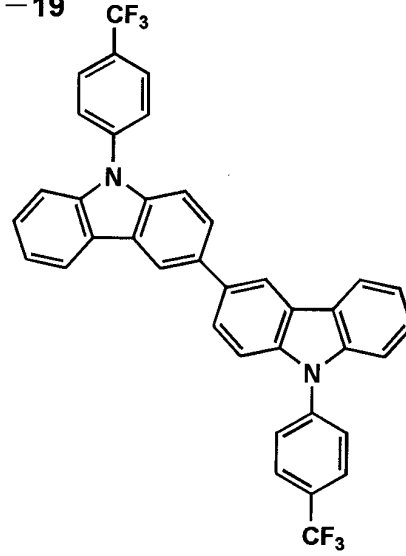
40

【 0 0 9 2 】

H-18

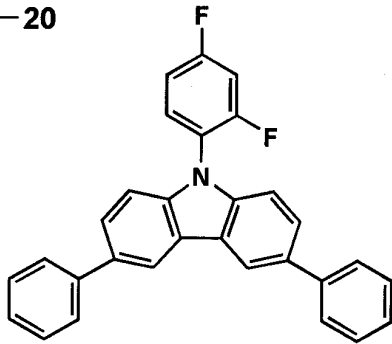


H-19

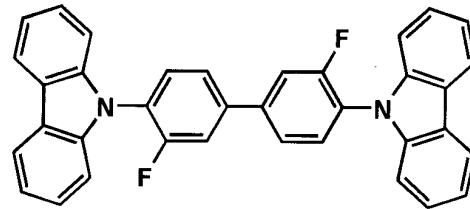


10

H-20

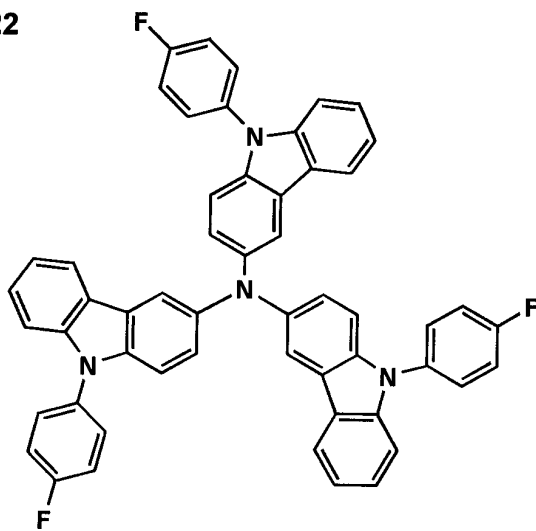


H-21



20

H-22

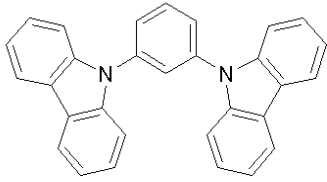


30

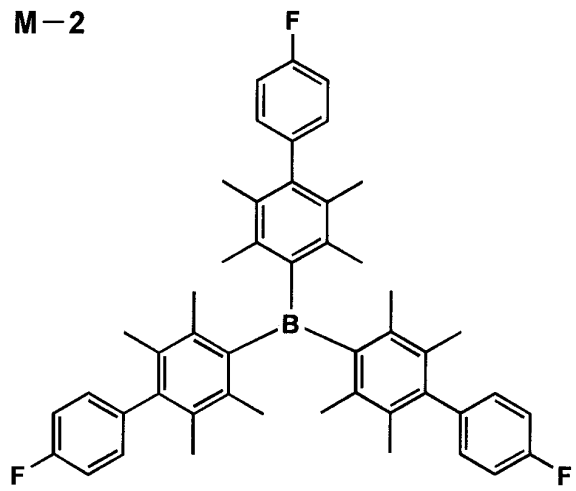
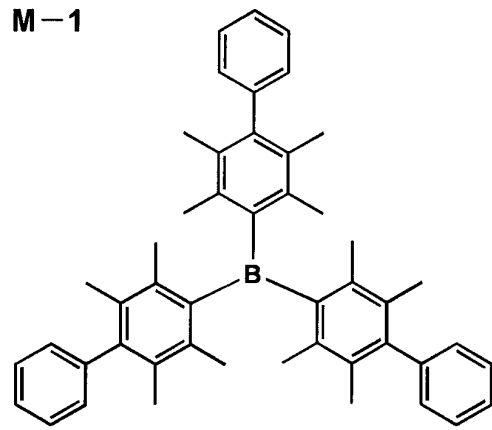
40

【 0 0 9 3 】

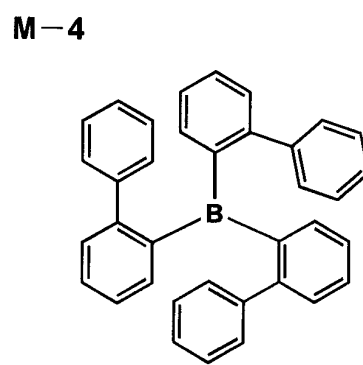
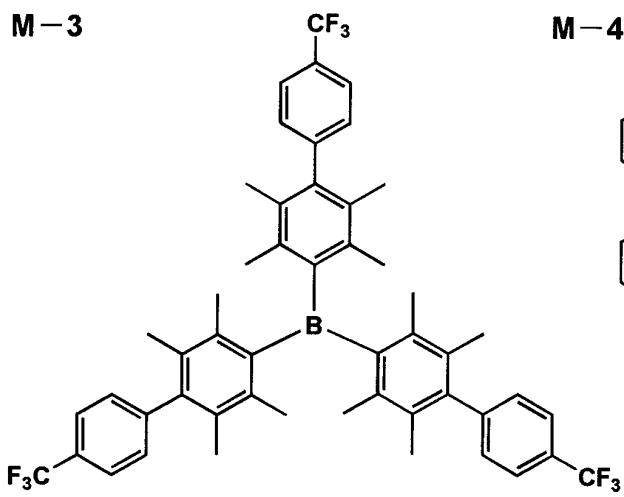
H-23



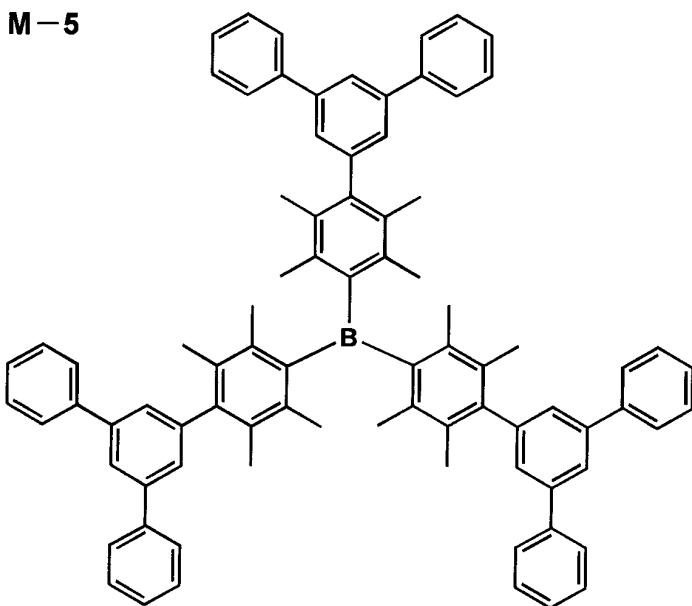
【 0 0 9 4 】



10



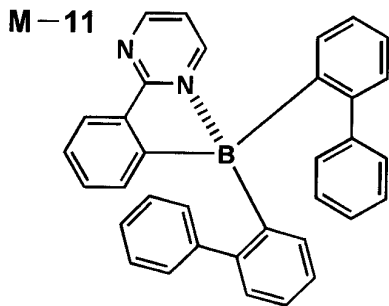
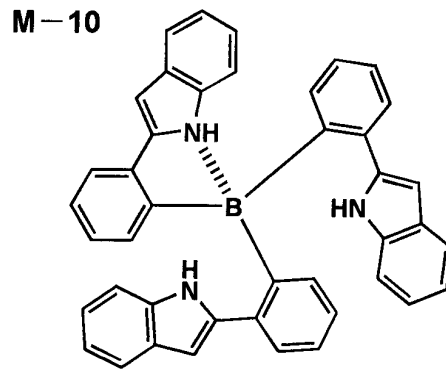
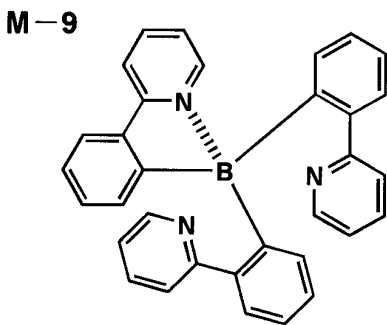
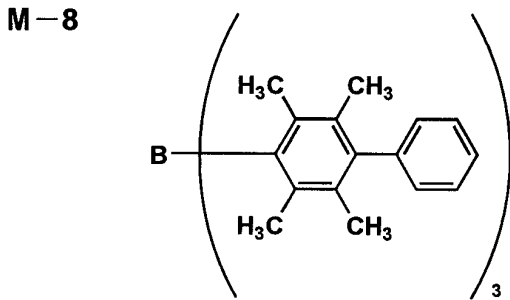
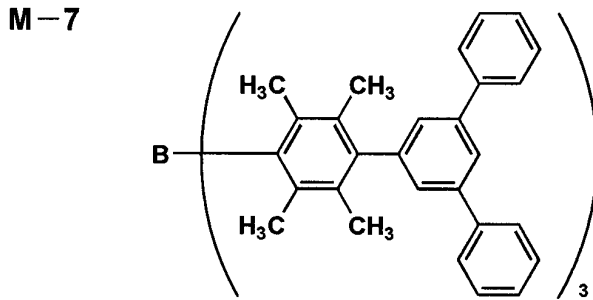
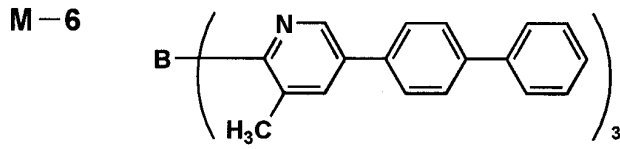
20



30

40



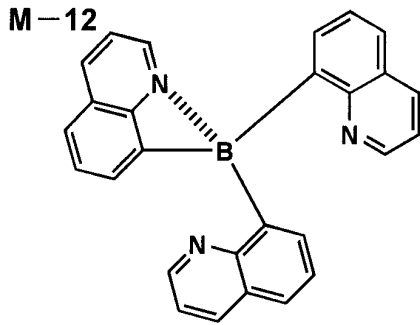


10

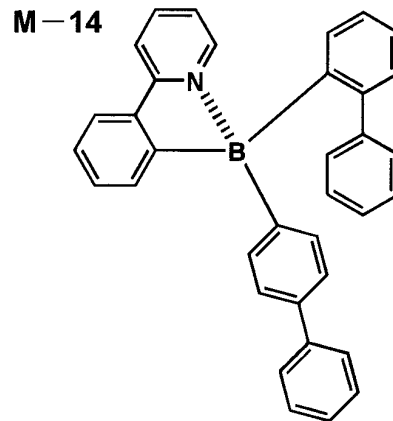
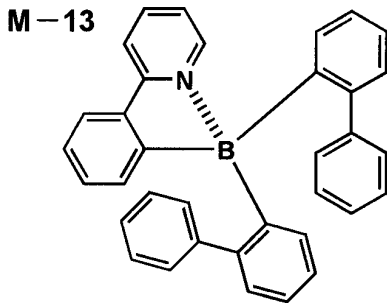
20

30

40



10



20

【0097】

(発光層)

本発明において、それぞれの隣接する発光層への発光ドーパント間のエネルギー移動はフェルスター型で進行することから、フェルスター距離が小さい組み合わせでそれぞれの発光層の並び順を決定することが出来る。

【0098】

さらに、ホスト材料を選択することで、電流 - 電圧特性を変化させることが出来る。

30

【0099】

発光層の全体の膜厚は特に限定しないが、5から100nmが好ましい。更に好ましくは7から50nmが好ましく、最も好ましくは10nmから40nmである。

【0100】

発光層を構成する複数の発光層における、それぞれの膜厚は1から20nmが好ましく更に好ましくは2から10nmである。

【0101】

これらは素子駆動電圧、電圧(電流)に対する色度のずれ、エネルギー移動、作製の困難さにより、選ぶことができる。

【0102】

本発明は、これらの発光層の構成の少なくとも1層に燐光性化合物を含有することが必要であり、好ましくは全ての発光層に燐光性化合物を含有することが好ましい。

40

【0103】

(発光ホストと発光ドーパント)

発光層中の主成分であるホスト化合物に対する発光ドーパントとの混合比は好ましくは質量で0.1質量%~30質量%未満の範囲である。

【0104】

ただし、本発明においては発光層の少なくとも1層に燐光性化合物(燐光性ドーパント)を用いることが必要であり、発光ドーパントは複数種の化合物を混合して用いても良く、金属錯体やその他の構造を有する燐光性ドーパントでもよい。

50

## 【0105】

発光ドーパントは、大きくわけて、蛍光を発光する蛍光性ドーパントと燐光を発光する燐光性ドーパントの2種類がある。

## 【0106】

蛍光性ドーパントの代表例としては、クマリン系色素、ピラン系色素、シアニン系色素、クロコニウム系色素、スクアリウム系色素、オキソベンツアントラセン系色素、フルオレセイン系色素、ローダミン系色素、ピリリウム系色素、ペリレン系色素、スチルベン系色素、ポリチオフェン系色素、又は希土類錯体系蛍光体等が挙げられる。

## 【0107】

燐光性ドーパントの代表例としては、好ましくは元素の周期表で8属、9属、10属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。

10

## 【0108】

燐光性ドーパントの具体例としては以下の特許公報に記載されている化合物である。

## 【0109】

国際公開第00/70655号パンフレット、特開2002-280178号公報、特開2001-181616号公報、特開2002-280179号公報、特開2001-181617号公報、特開2002-280180号公報、特開2001-247859号公報、特開2002-299060号公報、特開2001-313178号公報、特開2002-302671号公報、特開2001-345183号公報、特開2002-324679号公報、国際公開第02/15645号パンフレット、特開2002-332291号公報、特開2002-50484号公報、特開2002-332292号公報、特開2002-83684号公報、特表2002-540572号公報、特開2002-117978号公報、特開2002-338588号公報、特開2002-170684号公報、特開2002-352960号公報、国際公開第01/93642号パンフレット、特開2002-50483号公報、特開2002-100476号公報、特開2002-173674号公報、特開2002-359082号公報、特開2002-175884号公報、特開2002-363552号公報、特開2002-184582号公報、特開2003-7469号公報、特表2002-525808号公報、特開2003-7471号公報、特表2002-525833号公報、特開2003-31366号公報、特開2002-226495号公報、特開2002-234894号公報、特開2002-235076号公報、特開2002-241751号公報、特開2001-319779号公報、特開2001-319780号公報、特開2002-62824号公報、特開2002-100474号公報、特開2002-203679号公報、特開2002-343572号公報、特開2002-203678号公報等。

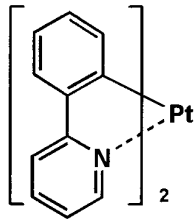
20

30

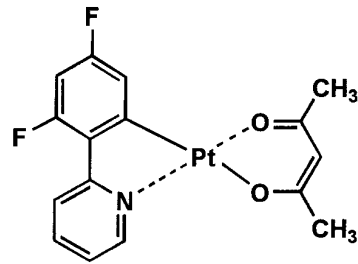
## 【0110】

その具体例の一部を下記に示す。

Pt-1

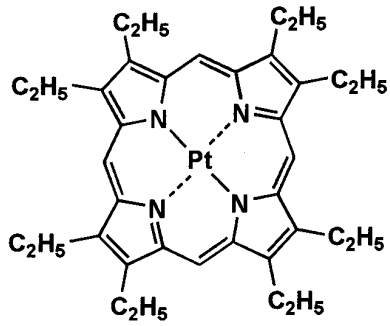


Pt-2



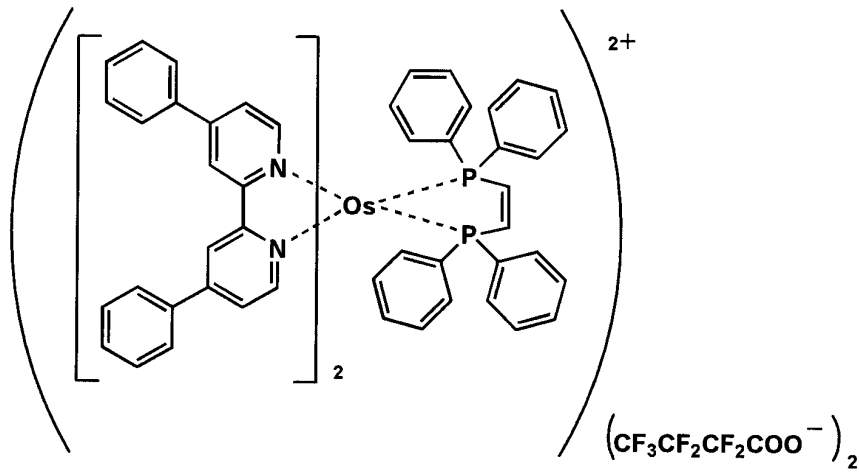
10

Pt-3



20

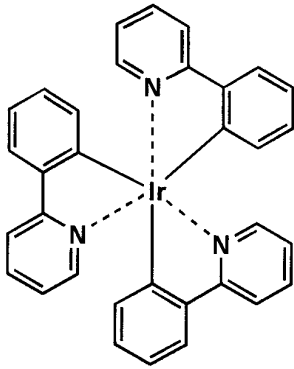
A-1



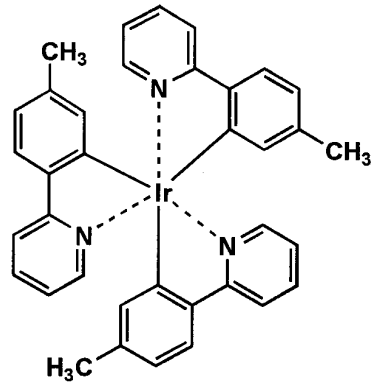
30

【 0 1 1 1 】

Ir-1

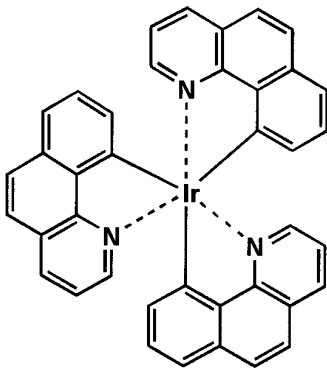


Ir-2

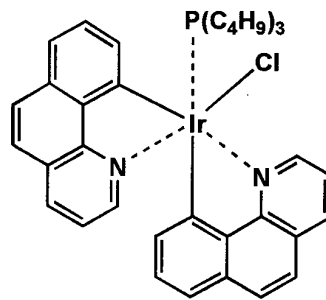


10

Ir-3

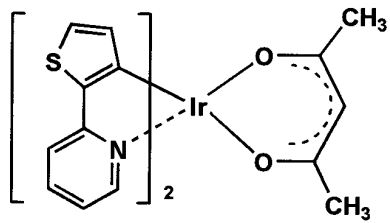


Ir-4

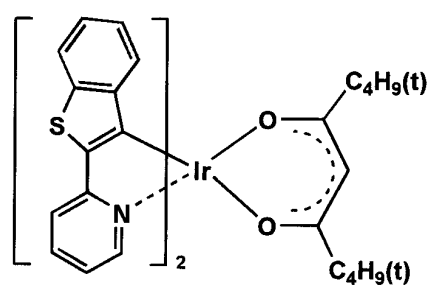


20

Ir-5



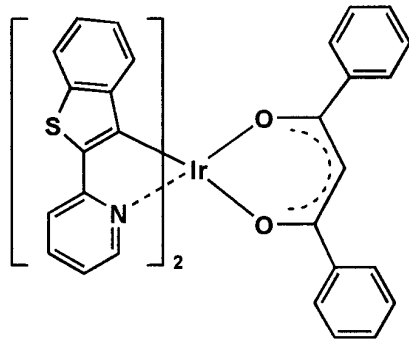
Ir-6



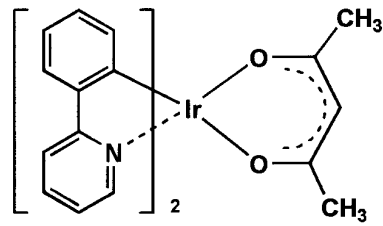
30

【 0 1 1 2 】

Ir-7

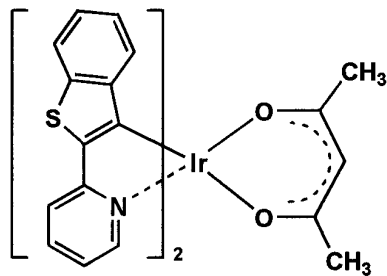


Ir-8

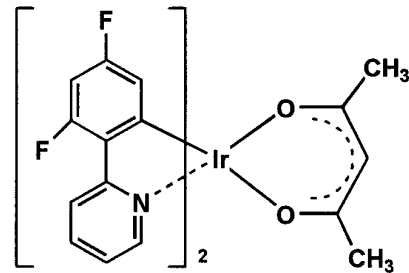


10

Ir-9

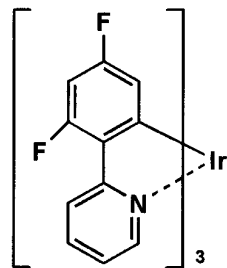


Ir-10

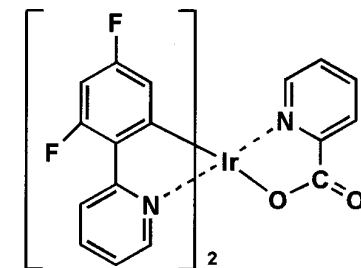


20

Ir-11

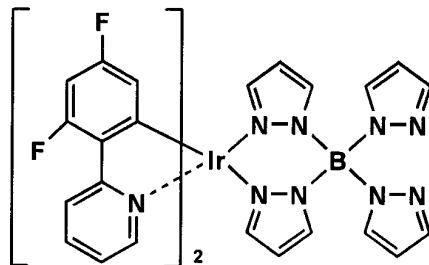


Ir-12

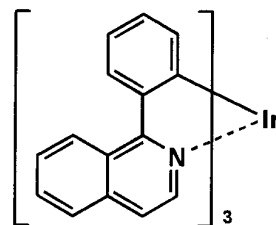


30

Ir-13



Ir-14



40

## 【0113】

次に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について説明する。

## 【0114】

本発明の発光層の少なくとも一つの発光層の発光ドーパントとして一般式(A)~(C)の部分構造を持つ化合物を用いることが好ましい。特に青色発光層の発光ドーパントとして用いることが好ましい。

## 【0115】

一般式(A)~(C)において、A1は芳香族環、芳香族複素環を形成するのに必要な

50

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、トリフェニル環、*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。

10

## 【0116】

一般式(A)~(C)において、 $R_a$ は水素原子、脂肪族基、芳香族基、複素環基を表し、 $R_b$ 、 $R_c$ 、 $R_{b_1}$ 、 $R_{c_1}$ は水素原子または置換基を表す。

## 【0117】

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、臭素原子または沃素原子等）、アリアル基（例えば、フェニル基、*p*-クロロフェニル基、メシチル基、トリル基、キシリル基、ビフェニル基、ナフチル基、アントリル基、フェナントリル基等）、アルキル基（例えば、メチル基、エチル基、イソプロピル基、ヒドロキシエチル基、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、アリアルオキシ基、アルキルチオ基、アリアルチオ基、芳香族複素環基（例えば、フリル基、チエニル基、ピリジル基、ピリダジニル基、ピリミジニル基、ピラジニル基、トリアジニル基、イミダゾリル基、ピラゾリル基、チアゾリル基、キナゾリニル基、カルバゾリル基、カルボリニル基、フタラジニル基等）、一般式(A)~(C)の金属を除いた部分構造等が挙げられる。

20

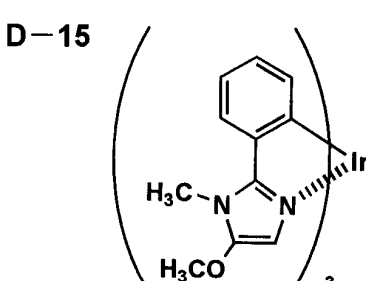
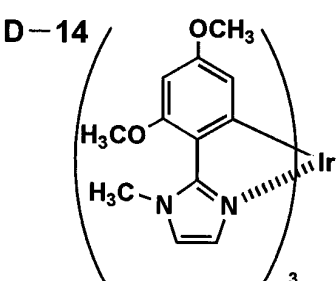
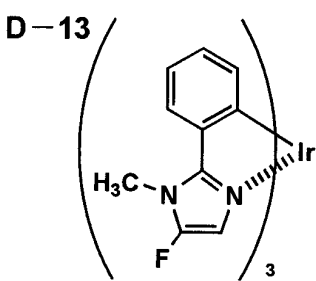
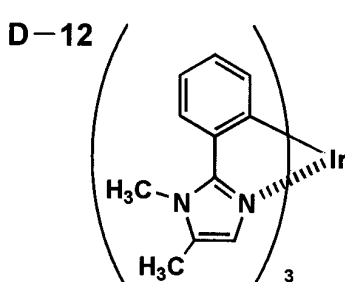
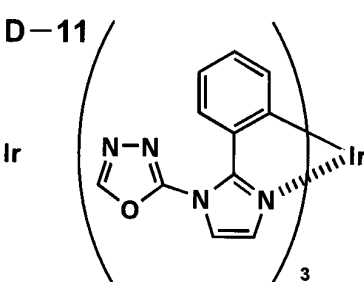
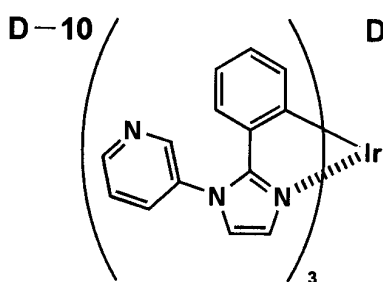
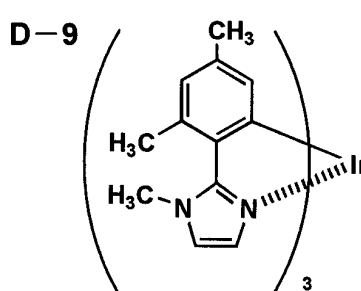
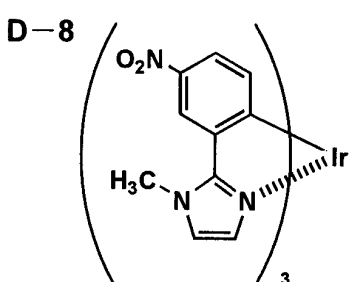
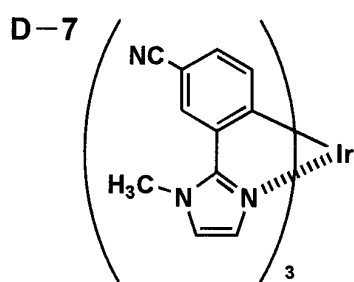
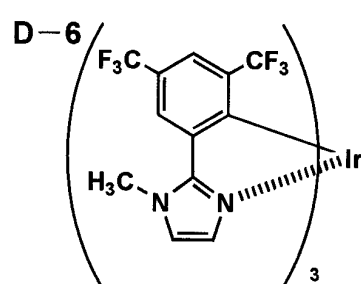
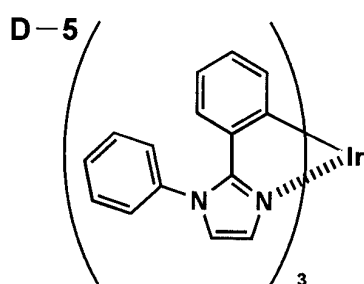
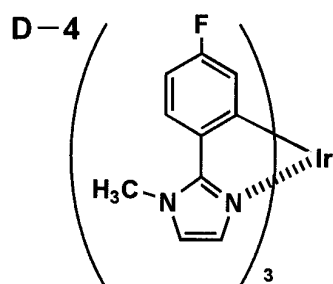
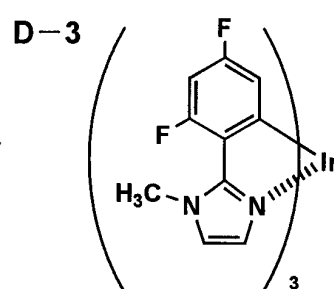
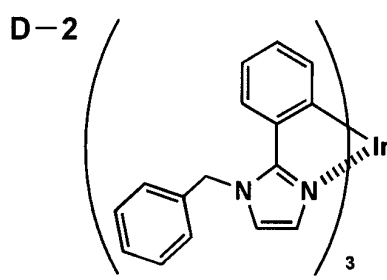
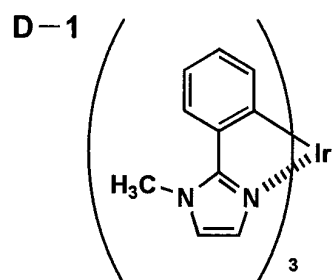
## 【0118】

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

30

## 【0119】

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。



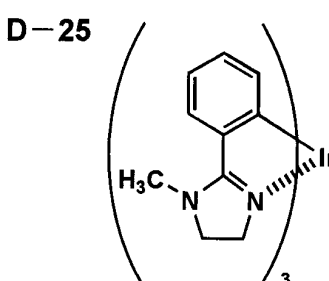
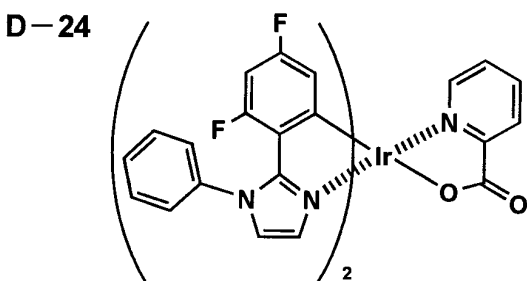
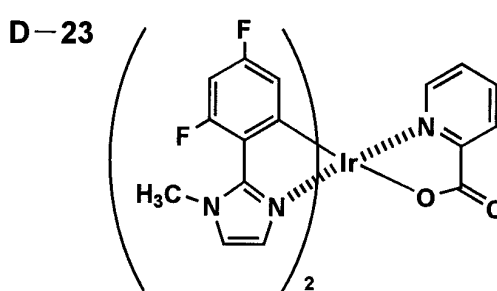
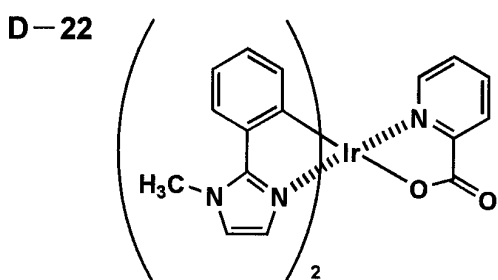
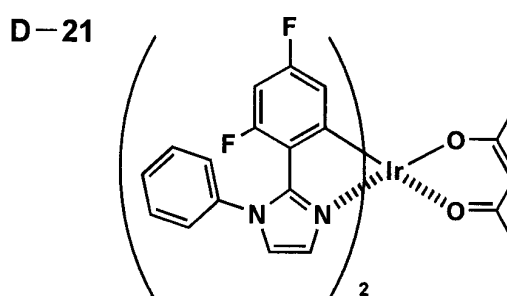
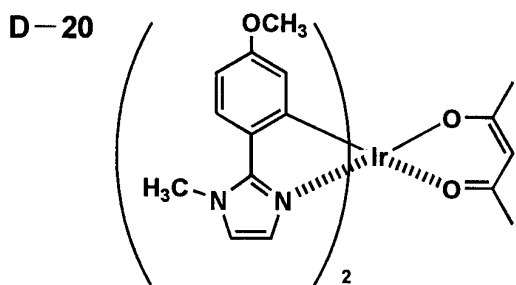
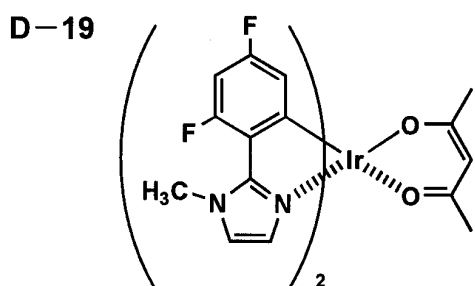
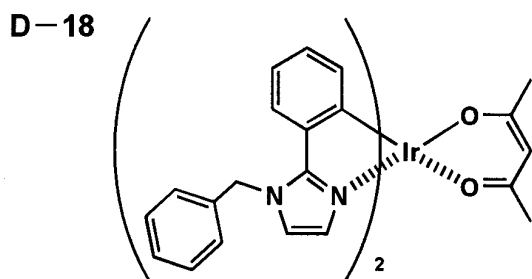
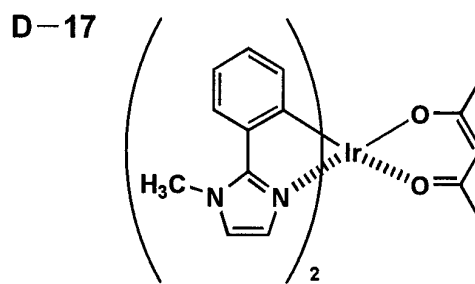
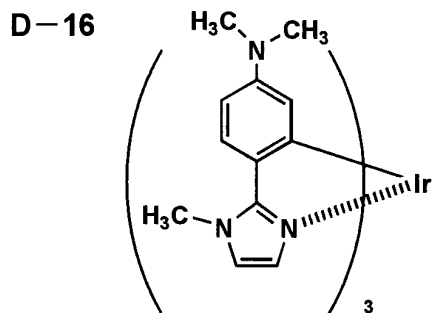
10

20

30

40



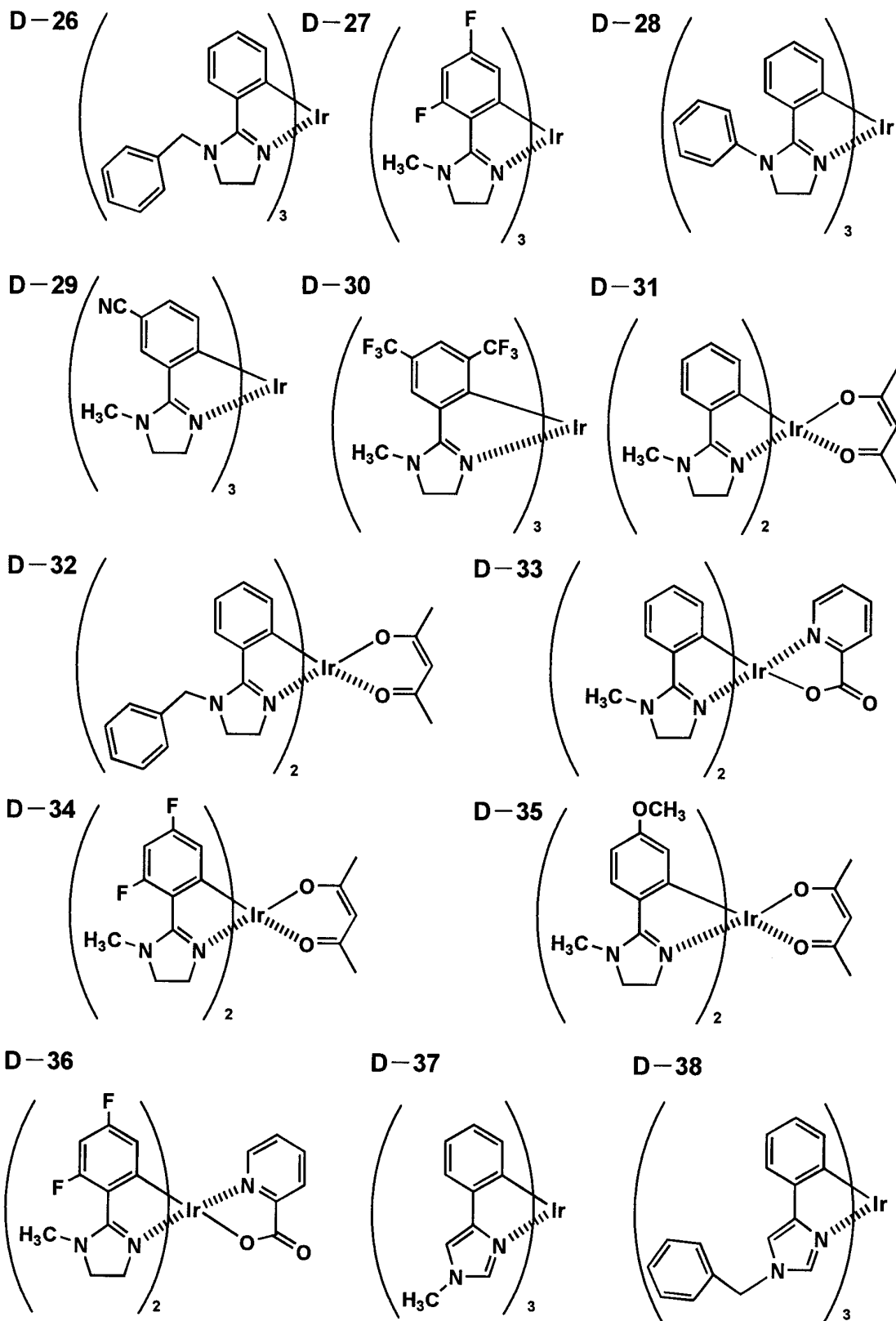


10

20

30

40



10

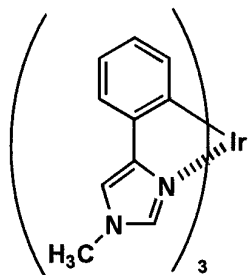
20

30

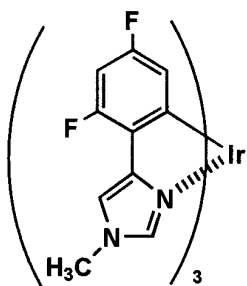
40

[ 0 1 2 2 ]

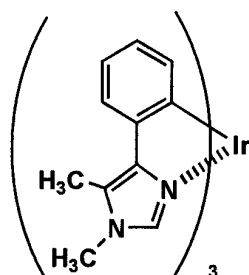
D-39



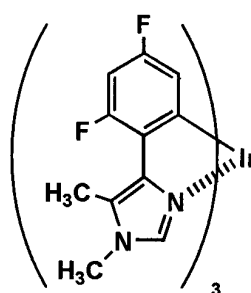
D-40



D-41

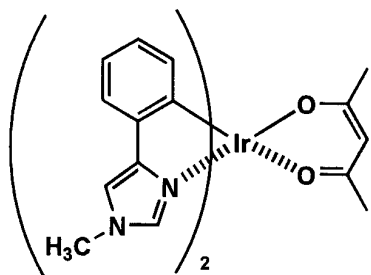


D-42

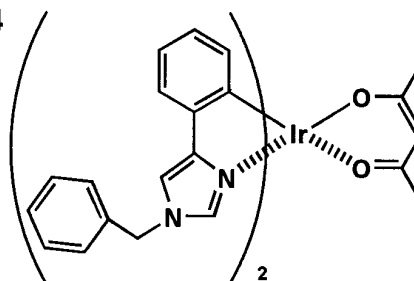


10

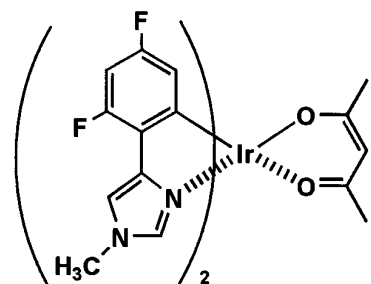
D-43



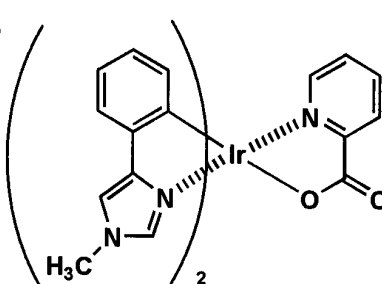
D-44



D-45

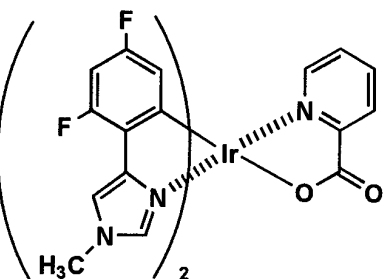


D-46

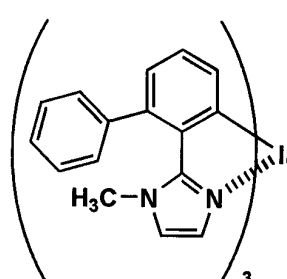


20

D-47

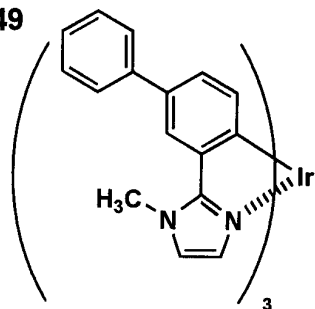


D-48

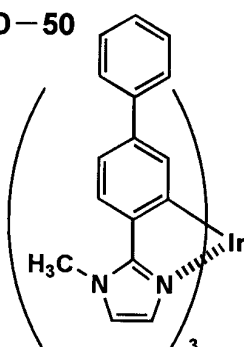


30

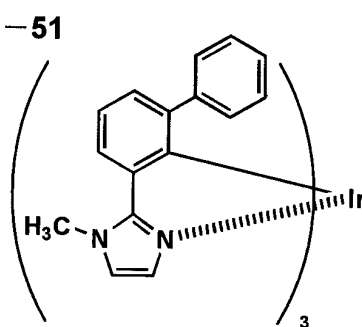
D-49



D-50

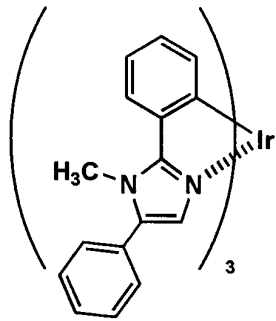


D-51

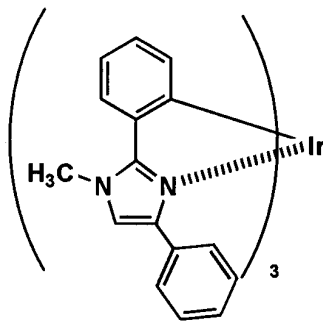


40

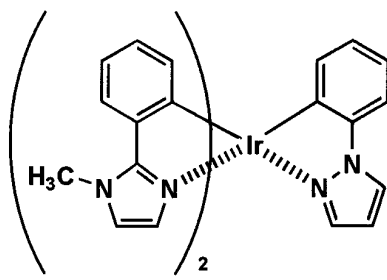
D-52



D-53

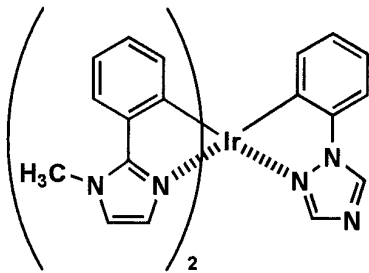


D-54

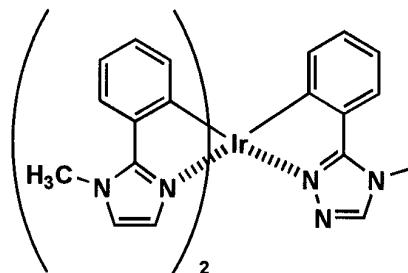


10

D-55

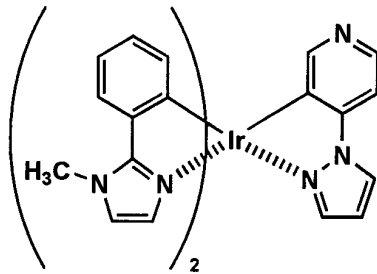


D-56

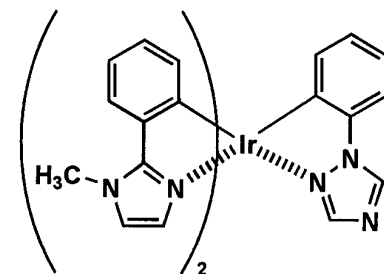


20

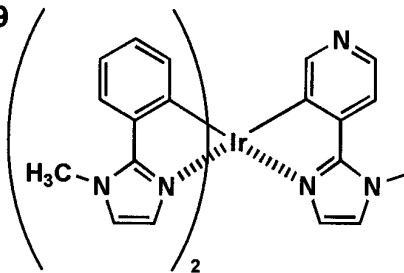
D-57



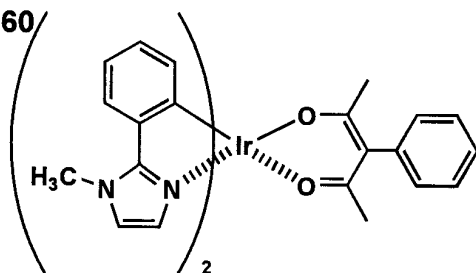
D-58



D-59

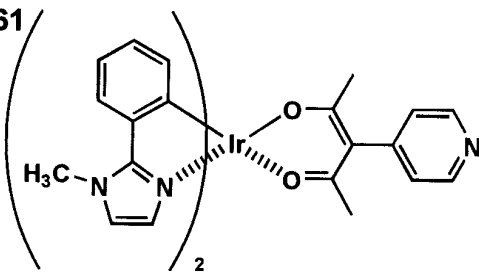


D-60

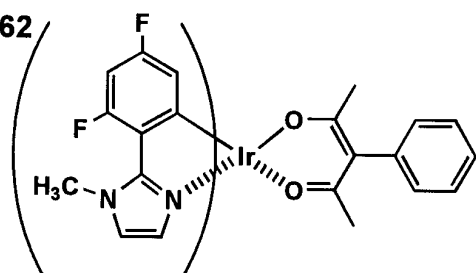


30

D-61



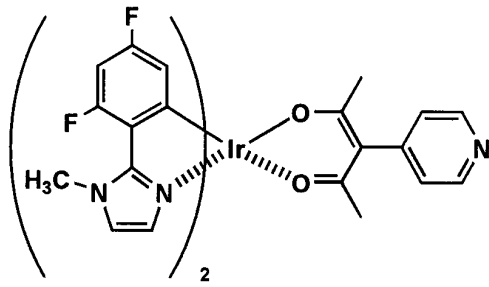
D-62



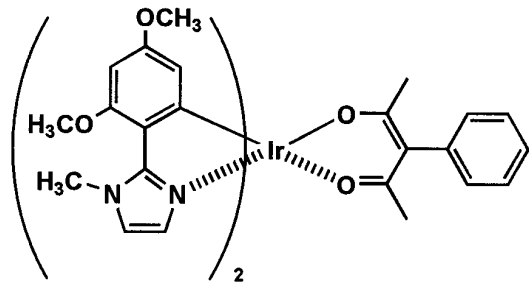
40

【 0 1 2 4 】

D-63

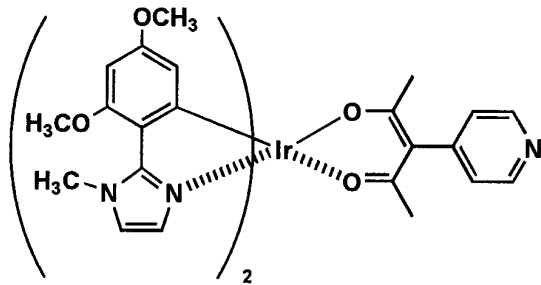


D-64



10

D-65



20

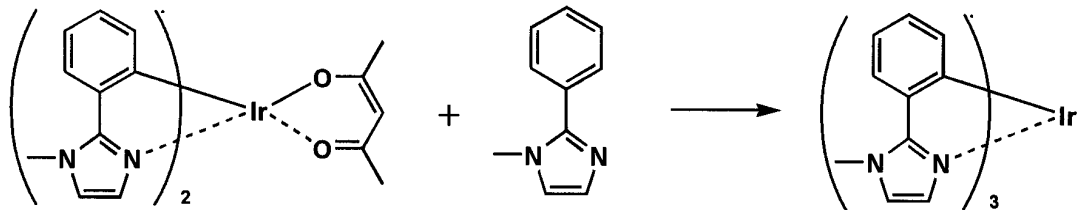
【 0 1 2 5 】

以下、一般式 ( A ) ~ ( C ) の部分構造を持つ化合物の合成例を示す。

【 0 1 2 6 】

D - 1 合成例

合成例



30

D-1acac

D-1

【 0 1 2 7 】

500 ml 三口フラスコに D - 1 a c a c、4.0 g、フェニルイミダゾール 2.6 g、グリセリン 300 ml を入れ、温度計、冷却管を付けて油浴スターラー上にセットし、徐々に加熱して内温が 150 になる様に浴温を調節し、5 時間攪拌して反応終了とした。室温まで冷却すると結晶が析出してきた。反応液をメタノール 200 ml で希釈し、結晶を濾過してメタノールで良く洗浄して乾燥し、1.6 g (36.5%) を得た。この結晶は D - 1 であることを  $^1\text{H-NMR}$  と MASS にて構造を確認した。

40

【 0 1 2 8 】

( 発光ホスト化合物 )

本発明に用いられる発光ホスト化合物としては、構造的には特に制限はないが、代表的にはカルバゾール誘導体、トリアリールアミン誘導体、芳香族ボラン誘導体 ( トリアリールボラン誘導体 )、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

50

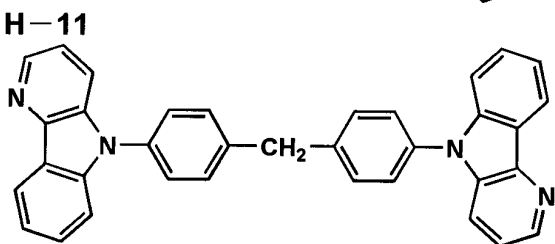
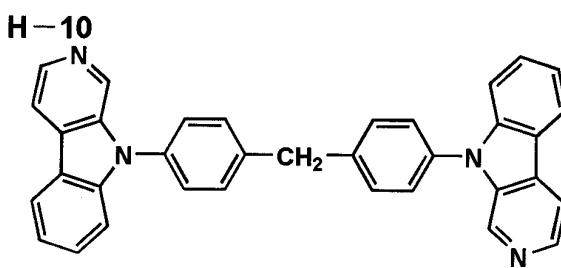
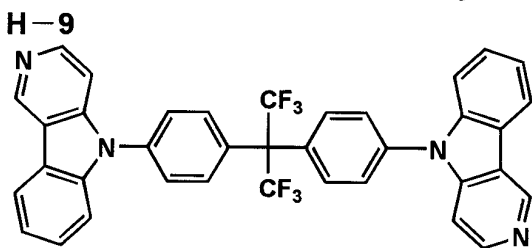
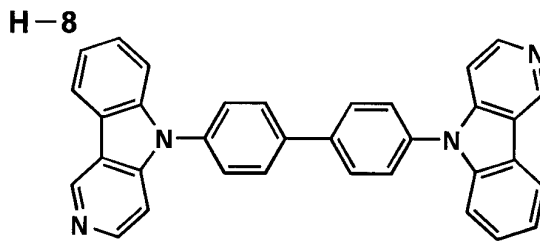
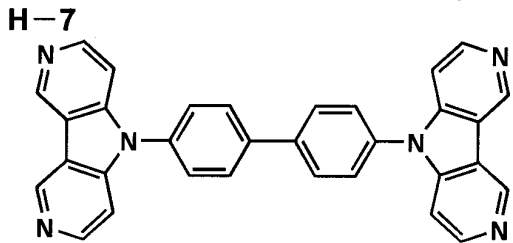
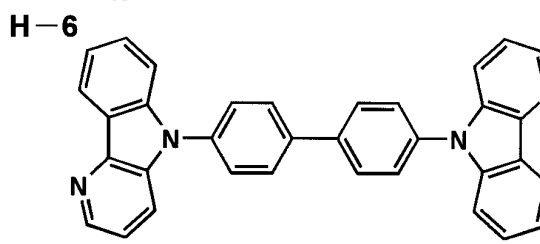
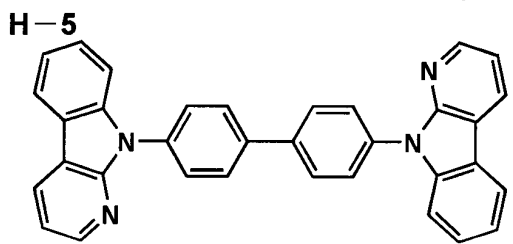
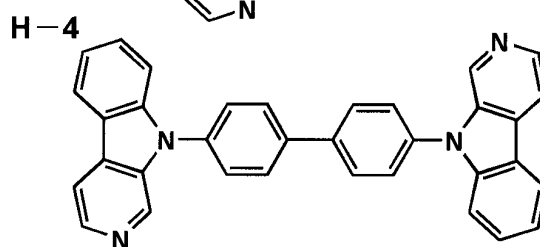
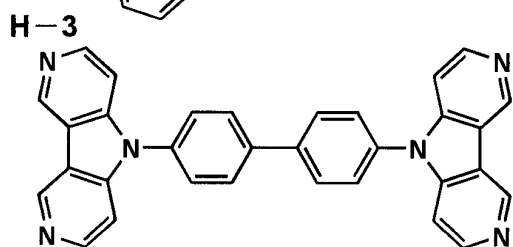
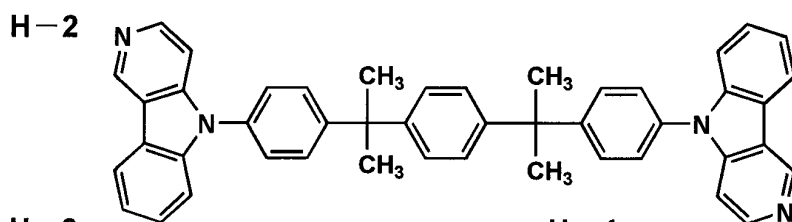
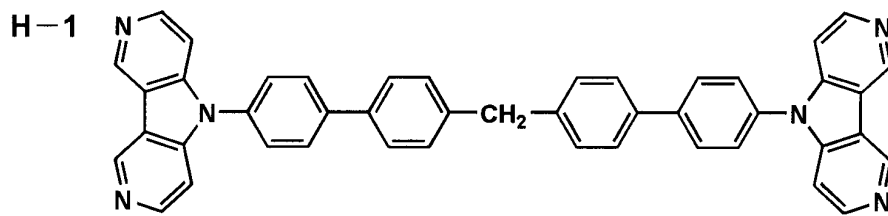
ーレン化合物等の基本骨格を有するもの、または、カルボリン誘導体やジアザカルバゾール誘導体（ここで、ジアザカルバゾール誘導体とは、カルボリン誘導体のカルボリン環を構成する炭化水素環の少なくとも一つの炭素原子が窒素原子で置換されているものを表す。）等が挙げられる。

【0129】

中でもカルボリン誘導体、ジアザカルバゾール誘導体等が好ましく用いられる。

【0130】

以下に、カルボリン誘導体、ジアザカルバゾール誘導体等の具体例を挙げるが、本発明はこれらに限定されない。



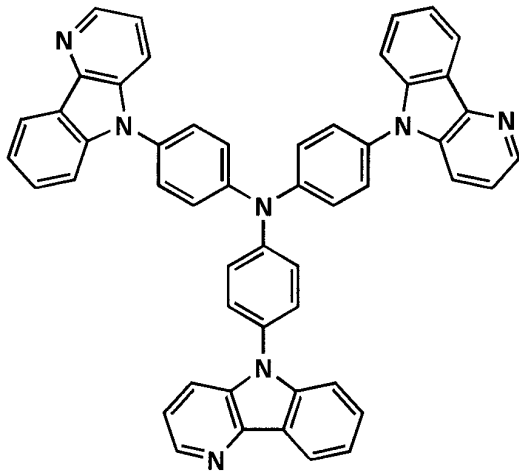
10

20

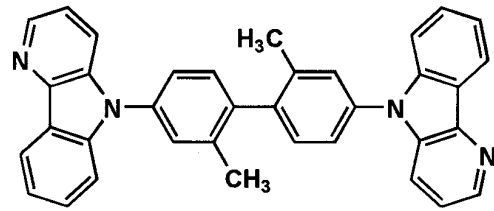
30

40

H-12

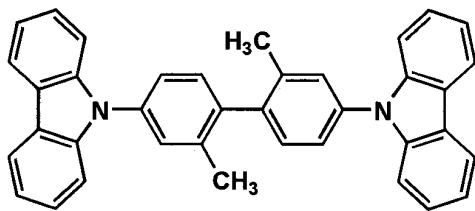


H-13

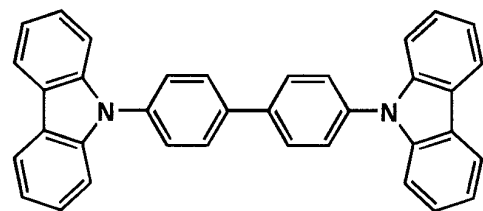


10

H-14

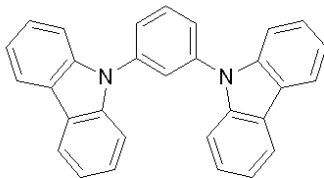


H-15



20

【 0 1 3 2 】  
H-23



30

【 0 1 3 3 】

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

【 0 1 3 4 】

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

【 0 1 3 5 】

発光ホストの具体例としては、以下の文献に記載されている化合物が好適である。例えば、特開2001-257076号公報、同2002-308855号公報、同2001-313179号公報、同2002-319491号公報、同2001-357977号公報、同2002-334786号公報、同2002-8860号公報、同2002-334787号公報、同2002-15871号公報、同2002-334788号公報、同2002-43056号公報、同2002-334789号公報、同2002-75645号公報、同2002-338579号公報、同2002-105445号公報、同2002-343568号公報、同2002-141173号公報、同2002-352957号公報、同2002-203683号公報、同2002-363227号公報、同2002-231453号公報、同2003-3165号公報、同2002-234888号公報、同2003-27048号公報、同2002-255934号公報、同2002

40

50



- 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。

【0136】

次に、有機EL素子の他の構成層について述べる。

【0137】

(正孔阻止層)

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。

10

【0138】

正孔阻止層としては、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・エス社発行)」の237頁等に記載の正孔阻止(ホールブロック)層等を本発明に係る正孔阻止層として適用可能である。また、後述する電子輸送層の構成を必要に応じて、本発明に係る正孔阻止層として用いることができる。

【0139】

(電子阻止層)

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。

20

【0140】

本発明に係る正孔阻止層、電子阻止層の膜厚としては好ましくは3nm~100nmであり、更に好ましくは5nm~30nmである。

【0141】

(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材料を含み、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。正孔輸送層は単層もしくは複数層設けることができる。

【0142】

正孔輸送材料としては、特に制限はなく、従来、光導伝材料において、正孔の電荷注入輸送材料として慣用されているものやEL素子の正孔注入層、正孔輸送層に使用される公知のものの中から任意のものを選択して用いることができる。

30

【0143】

正孔輸送材料は、正孔の注入もしくは輸送、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。

40

【0144】

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

【0145】

芳香族第三級アミン化合物及びスチリルアミン化合物の代表例としては、N, N, N', N' - テトラフェニル - 4, 4' - ジアミノフェニル; N, N' - ジフェニル - N, N' - ビス(3 - メチルフェニル) - [1, 1' - ビフェニル] - 4, 4' - ジアミン(TPD); 2, 2 - ビス(4 - ジ - p - トリルアミノフェニル)プロパン; 1, 1 - ビス(

50

4 - ジ - p - トリルアミノフェニル)シクロヘキサン; N, N, N', N' - テトラ - p - トリル - 4, 4' - ジアミノビフェニル; 1, 1 - ビス(4 - ジ - p - トリルアミノフェニル) - 4 - フェニルシクロヘキサン; ビス(4 - ジメチルアミノ - 2 - メチルフェニル)フェニルメタン; ビス(4 - ジ - p - トリルアミノフェニル)フェニルメタン; N, N' - ジフェニル - N, N' - ジ(4 - メトキシフェニル) - 4, 4' - ジアミノビフェニル; N, N, N', N' - テトラフェニル - 4, 4' - ジアミノジフェニルエーテル; 4, 4' - ビス(ジフェニルアミノ)クオードリフェニル; N, N, N - トリ(p - トリル)アミン; 4 - (ジ - p - トリルアミノ) - 4' - [4 - (ジ - p - トリルアミノ)スチリル]スチルベン; 4 - N, N - ジフェニルアミノ - (2 - ジフェニルビニル)ベンゼン; 3 - メトキシ - 4' - N, N - ジフェニルアミノスチルベンゼン; N - フェニルカルバゾール、さらには、米国特許第5, 061, 569号明細書に記載されている2個の縮合芳香族環を分子内に有するもの、例えば4, 4' - ビス[N - (1 - ナフチル) - N - フェニルアミノ]ビフェニル(NPD)、特開平4 - 308688号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(MTDA TA)等が挙げられる。

10

## 【0146】

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

## 【0147】

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。また、正孔輸送材料は、高Tgであることが好ましい。

20

## 【0148】

この正孔輸送層は、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、インクジェット法、LB法等の公知の方法により、薄膜化することにより形成することができる。正孔輸送層の膜厚については特に制限はないが、通常は5nm~5000nm程度である。この正孔輸送層は、上記材料の1種または2種以上からなる1層構造であってもよい。

## 【0149】

又、不純物ドーピングしたp性の高い正孔輸送層を用いることも出来る。その例としては、特開平4 - 297076号、特開2000 - 196140号、特開2001 - 102175号、J. Appl. Phys., 95, 5773(2004)などに記載されたものが挙げられる。

30

## 【0150】

(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、単層もしくは複数層を設けることができる。

## 【0151】

従来、単層の電子輸送層、及び複数層とする場合は発光層に対して陰極側に隣接する電子輸送層に用いられる電子輸送材料(正孔阻止材料を兼ねる)としては、下記の材料が知られている。

40

## 【0152】

さらに、電子輸送層は、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る。

## 【0153】

この電子輸送層に用いられる材料(以下、電子輸送材料という)の例としては、ニトロ置換フルオレン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、チオピランジオキシド誘導体、ナフタレンベリレンなどの複素環テトラカルボン酸無水物、カルボジイミド、フレオレニリデン

50

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などが挙げられる。さらに、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。

【0154】

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

【0155】

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( $Alq_3$ )、トリス(5,7-ジクロロ-8-キノリノール)アルミニウム、トリス(5,7-ジブ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( $Znq$ )など、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。その他、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など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など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。

【0156】

この電子輸送層は、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、インクジェット法、LB法等の公知の方法により、薄膜化することにより形成することができる。電子輸送層の膜厚については特に制限はないが、通常は5~5000nm程度である。この電子輸送層は、上記材料の1種または2種以上からなる1層構造であってもよい。

【0157】

又、不純物ドーブしたn性の高い電子輸送層を用いることも出来る。その例としては、特開平4-297076号、特開2000-196140号、特開2001-102175号、J. Appl. Phys., 95, 5773(2004)などに記載されたものが挙げられる。

【0158】

次に、本発明の有機EL素子の構成層として用いられる、注入層について説明する。

【0159】

(注入層)：電子注入層、正孔注入層

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

【0160】

注入層とは、駆動電圧低下や発光輝度向上のために電極と有機層間に設けられる層のことで、「有機EL素子とその工業化最前線(1998年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)に詳細に記載されており、正孔注入層(陽極バッファー層)と電子注入層(陰極バッファー層)とがある。

【0161】

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

【0162】

陰極バッファー層(電子注入層)は、特開平6-325871号公報、同9-1757

10

20

30

40

50

4号公報、同10-74586号公報等にもその詳細が記載されており、具体的には、ストロンチウムやアルミニウム等に代表される金属バッファー層、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ー層、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ー層、酸化アルミニウムに代表される酸化物バッファー層等が挙げられる。

【0163】

上記バッファー層（注入層）はごく薄い膜であることが望ましく、素材にもよるが、その膜厚は0.1nm～100nmの範囲が好ましい。

【0164】

この注入層は、上記材料を、例えば真空蒸着法、スピコート法、キャスト法、インクジェット法、LB法等の公知の方法により、薄膜化することにより形成することができる。注入層の膜厚については特に制限はないが、通常は5～5000nm程度である。この注入層は、上記材料の1種または2種以上からなる1層構造であってもよい。

【0165】

（陽極）

本発明の有機EL素子に係る陽極としては、仕事関数の大きい（4eV以上）金属、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが好ましく用いられる。このような電極物質の具体例としてはAu等の金属、CuI、インジウムチンオキド（ITO）、SnO<sub>2</sub>、ZnO等の導電性透明材料が挙げられる。また、IDIXO（In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZnO）等非晶質で透明導電膜を作製可能な材料を用いてもよい。陽極は、これらの電極物質を蒸着やスパッタリング等の方法により、薄膜を形成させ、フォトリソグラフィ法で所望の形状のパターンを形成してもよく、あるいはパターン精度をあまり必要としない場合は（100μm以上程度）、上記電極物質の蒸着やスパッタリング時に所望の形状のマスクを介してパターンを形成してもよい。この陽極より発光を取り出す場合には、透過率を10%より大きくすることが望ましく、また、陽極としてのシート抵抗は数百Ω以下が好ましい。さらに膜厚は材料にもよるが、通常10nm～1000nm、好ましくは10nm～200nmの範囲で選ばれる。

【0166】

（陰極）

一方、本発明に係る陰極としては、仕事関数の小さい（4eV以下）金属（電子注入性金属と称する）、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが用いられる。このような電極物質の具体例としては、ナトリウム、ナトリウム-カリウム合金、マグネシウム、リチウム、マグネシウム/銅混合物、マグネシウム/銀混合物、マグネシウム/アルミニウム混合物、マグネシウム/インジウム混合物、アルミニウム/酸化アルミニウム（Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）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<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）混合物、リチウム/アルミニウム混合物、アルミニウム等が好適である。陰極は、これらの電極物質を蒸着やスパッタリング等の方法により、薄膜を形成させることにより、作製することができる。また、陰極としてのシート抵抗は数百Ω以下が好ましく、膜厚は通常10nm～1000nm、好ましくは50nm～200nmの範囲で選ばれる。なお、発光を透過させるため、有機EL素子の陽極または陰極のいずれか一方が、透明または半透明であれば発光輝度が向上し好都合である。

【0167】

（基体（基板、基材、支持体等ともいう））

本発明の有機EL素子に係る基体としては、ガラス、プラスチック等の種類には特に限定はなく、また、透明のものであれば特に制限はないが、好ましく用いられる基板としては例えばガラス、石英、光透過性樹脂フィルムを挙げることができる。特に好ましい基体

10

20

30

40

50

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。

【0168】

樹脂フィルムとしては、例えばポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリエーテルスルホン（PES）、ポリエーテルイミド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリフェニレンスルフィド、ポリアリレート、ポリイミド、ポリカーボネート（PC）、セルローストリアセテート（TAC）、セルロースアセテートプロピオネート（CAP）等からなるフィルム等が挙げられる。

【0169】

樹脂フィルムの表面には、無機物もしくは有機物の被膜またはその両者のハイブリッド被膜が形成されていてもよく、水蒸気透過率が $0.01 \text{ g/m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm}$ 以下の高バリア性フィルムであることが好ましい。

10

【0170】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の発光の室温における外部取り出し効率は1%以上であることが好ましく、より好ましくは2%以上である。ここに、外部取り出し量子効率(%) = 有機EL素子外部に発光した光子数 / 有機EL素子に流した電子数  $\times 100$  である。

【0171】

照明用途で用いる場合には、発光ムラを低減させるために粗面加工したフィルム（アンチグレアフィルム等）を併用することもできる。

【0172】

多色表示装置として用いる場合は少なくとも2種類の異なる発光極大波長を有する有機EL素子からなるが、有機EL素子を作製する好適な例を説明する。

20

【0173】

（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（3層以上） / 正孔阻止層 / 電子輸送層 / 陰極バッファ層 / 陰極からなる有機EL素子の作製法について説明する。

【0174】

まず適当な基体上に、所望の電極物質、例えば陽極用物質からなる薄膜を、 $1 \mu\text{m}$ 以下、好ましくは $10 \text{ nm} \sim 200 \text{ nm}$ 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、この上に素子材料である正孔注入層、正孔輸送層、発光層（3層以上）、正孔阻止層、電子輸送層等の有機化合物を含有する薄膜を形成させる。

30

【0175】

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

40

【0176】

これらの層の形成後、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 $50 \text{ nm} \sim 200 \text{ nm}$ 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かまわない。その際、作業を乾燥不活性ガス雰囲気下で行う等の配慮が必要となる。

【0177】

（表示装置）

50

本発明の表示装置について説明する。

【0178】

本発明の表示装置は単色でも多色でもよいが、ここでは、多色表示装置について説明する。多色表示装置の場合は、発光層形成時のみシャドーマスクを設け、一面に蒸着法、キャスト法、スピコート法、インクジェット法、印刷法等で膜を形成できる。

【0179】

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

【0180】

また作製順序を逆にして、陰極、電子輸送層、正孔阻止層、発光層（3層以上）、正孔輸送層、陽極の順に作製することも可能である。

【0181】

このようにして得られた多色表示装置に、直流電圧を印加する場合には、陽極を+、陰極を-の極性として電圧2～40V程度を印加すると、発光が観測できる。また、逆の極性で電圧を印加しても電流は流れずに発光は全く生じない。さらに、交流電圧を印加する場合には、陽極が+、陰極が-の状態になったときのみ発光する。なお、印加する交流の波形は任意でよい。

【0182】

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

【0183】

表示デバイス、ディスプレイとしてはテレビ、パソコン、モバイル機器、AV機器、文字放送表示、自動車内の情報表示等が挙げられる。特に静止画像や動画像を再生する表示装置として使用してもよく、動画再生用の表示装置として使用する場合は単純マトリクス（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。

【0184】

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

【0185】

（照明装置）

本発明の照明装置について説明する。

【0186】

本発明の有機EL素子に共振器構造を持たせた有機EL素子として用いてもよく、このような共振器構造を有した有機EL素子の使用目的としては光記憶媒体の光源、電子写真複写機の光源、光通信処理機の光源、光センサーの光源等が挙げられるが、これらに限定されない。

【0187】

また、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良いし、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）として使用しても良い。動画再生用の表示装置として使用する場合は単純マトリクス（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良い。または、異なる発光色を有する本発明の有機EL素子を2種以上使用することにより、フルカラー表示装置を作製することが可能である。

【0188】

以下、本発明の有機EL素子を有する表示装置の一例を図面に基づいて説明する。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 8 9 】

図 8 は、有機 E L 素子から構成される表示装置の一例を示した模式図である。有機 E L 素子の発光により画像情報の表示を行う、例えば、携帯電話等のディスプレイの模式図である。

## 【 0 1 9 0 】

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

## 【 0 1 9 1 】

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

10

## 【 0 1 9 2 】

図 9 は、表示部 A の模式図である。

## 【 0 1 9 3 】

表示部 A は基板上に、複数の走査線 5 及びデータ線 6 を含む配線部と、複数の画素 3 等を有する。表示部 A の主要な部材の説明を以下に行う。

## 【 0 1 9 4 】

図においては、画素 3 の発光した光が、白矢印方向（下方向）へ取り出される場合を示している。

## 【 0 1 9 5 】

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

20

## 【 0 1 9 6 】

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

## 【 0 1 9 7 】

本発明の有機 E L 素子を白色発光の素子として用いる場合は、B G R のカラーフィルタとの組み合わせによりフルカラー表示を行うことができる。

30

## 【 0 1 9 8 】

次に、画素の発光プロセスを説明する。

## 【 0 1 9 9 】

図 1 0 は、画素の模式図である。

## 【 0 2 0 0 】

画素は、有機 E L 素子 1 0、スイッチングトランジスタ 1 1、駆動トランジスタ 1 2、コンデンサ 1 3 等を備えている。複数の画素に区分された有機 E L 素子 1 0 として白色発光の有機 E L 素子を用い、B G R のカラーフィルタと組み合わせることでフルカラー表示を行うことができる。

40

## 【 0 2 0 1 】

図 1 0 において、制御部 B からデータ線 6 を介してスイッチングトランジスタ 1 1 のドレインに画像データ信号が印加される。そして、制御部 B から走査線 5 を介してスイッチングトランジスタ 1 1 のゲートに走査信号が印加されると、スイッチングトランジスタ 1 1 の駆動がオンし、ドレインに印加された画像データ信号がコンデンサ 1 3 と駆動トランジスタ 1 2 のゲートに伝達される。

## 【 0 2 0 2 】

画像データ信号の伝達により、コンデンサ 1 3 が画像データ信号の電位に応じて充電されるとともに、駆動トランジスタ 1 2 の駆動がオンする。駆動トランジスタ 1 2 は、ドレインが電源ライン 7 に接続され、ソースが有機 E L 素子 1 0 の電極に接続されており、ゲ

50

ートに印加された画像データ信号の電位に応じて電源ライン 7 から有機 EL 素子 10 に電流が供給される。

【0203】

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

10

【0204】

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

【0205】

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

【0206】

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

20

【0207】

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

【0208】

図 11 は、パッシブマトリクス方式による表示装置の模式図である。図 4 において、複数の走査線 5 と複数の画像データ線 6 が画素 3 を挟んで対向して格子状に設けられている。

30

【0209】

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

【0210】

本発明に係わる有機 EL 素子は、また、照明装置として、実質白色の発光を生じる有機 EL 素子に適用できる。

【0211】

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

40

【0212】

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

【0213】

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

50



## 【実施例】

## 【0214】

以下実施例により本発明を具体的に説明するが、本発明はこれにより限定されるものではない。

## 【0215】

## 実施例1

## 《有機EL素子1-1~1-1.2の作製》

## 有機EL素子1-1の作製

陽極として、100mm×100mm×1.1mmのガラス基板上にITO（インジウムチンオキシド）を100nm製膜した基板（NHテクノグラス社製NA45）にパターニングを行った後、このITO透明電極を設けた透明支持基板をイソプロピルアルコールで超音波洗浄し、乾燥窒素ガスで乾燥し、UVオゾン洗浄を5分間行った。この透明支持基板を市販の真空蒸着装置の基板ホルダーに固定した。

10

## 【0216】

次いで、真空槽を $4 \times 10^{-4}$ Paまで減圧した後、 $\text{Mg:Ca}$ -NPDの入ったタンタル製抵抗加熱ポートに通電して加熱し、蒸着速度 $0.1 \text{ nm/sec}$ で透明支持基板に蒸着し25nmの正孔輸送層を設けた。

## 【0217】

次に電子阻止層として、HTM1の入った同じタンタル製加熱ポートに通電して加熱し、蒸着速度 $0.1 \text{ nm/sec}$ でHTM1を15nm蒸着した。

20

## 【0218】

その後、表2に示すように、発光層A、B、また中間層1の各組成を用い、図2に示す発光層1-1の積層の発光層となるように形成した。

## 【0219】

尚、各発光層は、それぞれホスト化合物、ドーパントを表2に記載の割合となるようそれぞれタンタル製の抵抗加熱ポートに容れ、ポートに通電して加熱し、蒸着速度 $0.1 \text{ nm/sec}$ で表に記載された厚みに蒸着し形成した。

## 【0220】

中間層も同様に、表記載の中間層化合物をポートに容れ加熱、表に記載の厚みで蒸着形成した。

30

## 【0221】

次いで、その上に正孔阻止層としてH-13を10nm蒸着した。

## 【0222】

更にAlq<sub>3</sub>の入った加熱ポートに通電して加熱し、蒸着速度 $0.1 \text{ nm/sec}$ で前記正孔阻止層上に蒸着して膜厚30nmの電子輸送層を設けた。なお、蒸着時の基板温度は室温で行った。

## 【0223】

引き続き陰極バッファ層（電子注入層）としてフッ化リチウム0.5nmを蒸着し、更に、アルミニウム110nmを蒸着して陰極を形成し、有機EL素子1-1を作製した。

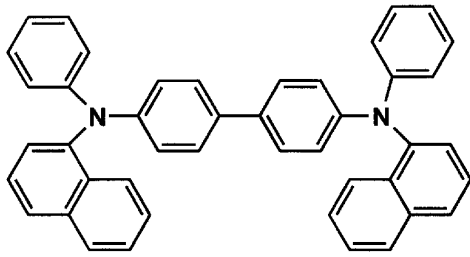
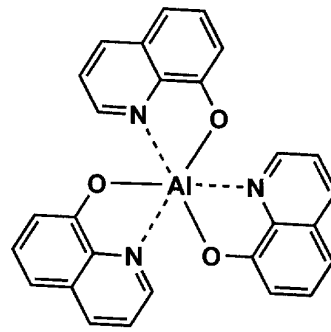
40

## 【0224】

## 有機EL素子1-2~1-1.2の作製

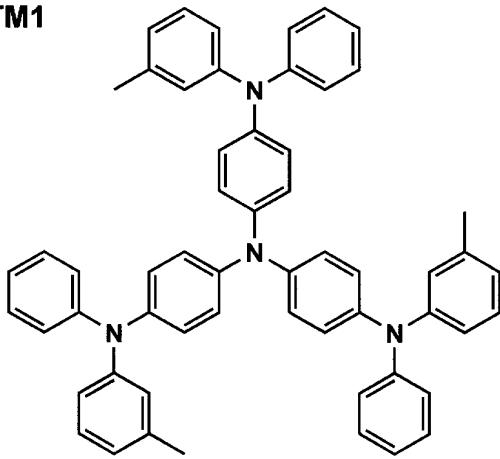
有機EL素子1-1と同様にして表2に示す各発光層を、図2~4に示す各発光層の構成、厚みとなるように蒸着・積層し、有機EL素子1-2~1-1.2を作製した。

【化3】

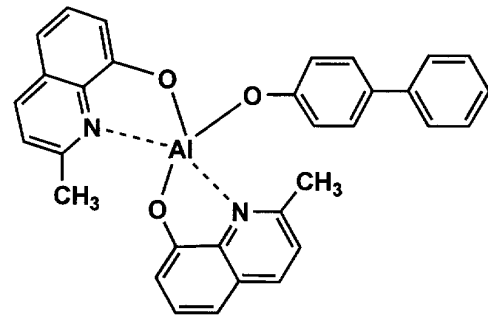
 $\alpha$ -NPDAlq<sub>3</sub>

10

HTM1



BAIq



20

【0225】

30

## 【 表 2 】

素子	発光層の構成	発光層A	発光層B	発光層C	発光層D	中間層1	中間層2	備考
1-1	発光層1-1	H-14:Ir-12 3% 15nm	H-14:Ir-9 8% 8nm	なし	なし	M-1 3nm	なし	参考
1-2	発光層1-1	H-14:Ir-12 3% 15nm	H-6:Ir-9 8% 8nm	なし	なし	M-1 3nm	なし	参考
1-3	発光層1-5	H-14:Ir-12 3% 6nm	H-14:Ir-9 8% 3nm	なし	なし	H-13 3nm	なし	本発明
1-4	発光層2-1	H-14:Ir-13 3% 8nm	H-14:Ir-1 6% 4nm	H-14:Ir-9 8% 6nm	なし	M-1 3nm	なし	参考
1-5	発光層2-3	H-14:Ir-13 3% 8nm	H-14:Ir-1 6% 4nm	H-14:Ir-9 8% 6nm	なし	M-1 3nm	H-14 3nm	参考
1-6	発光層2-6	H-14:Ir-13 3% 5nm	H-14:Ir-1 6% 2nm	H-14:Ir-9 8% 3nm	なし	M-1 3nm	なし	参考
1-7	発光層3-2	H-14:Ir-13 3% 5nm	H-14:Ir-1 6% 2nm	H-14:Ir-9 8% 3nm	H-14:Ir-5 8% 2nm	M-2 3nm	なし	参考
1-8	発光層1-1	H-15:Ir-12 3% 15nm	H-15:Ir-9 8% 8nm	なし	なし	BAIq 3nm	なし	比較例
1-9	発光層1-1	H-14:Ir-12 3% 15nm	H-14:Ir-9 8% 8nm	なし	なし	BAIq 3nm	なし	比較例
1-10	発光層2-6	H-14:Ir-13 3% 5nm	H-14:Ir-1 6% 2nm	H-14:Ir-9 8% 3nm	なし	BAIq 3nm	なし	比較例
1-11	発光層1-1	Ir-14:H-23 11% 5nm	H-23:D-49 9% 15nm	なし	なし	なし	M-1	参考
1-12	発光層1-1	Ir-14:H-23 11% 5nm	H-23:D-49 9% 15nm	なし	なし	なし	H-23	参考

(%は質量%を表す)

## 【 0 2 2 6 】

尚、ここで各発光層において、例えばH-14:Ir-12 3% 15nmとあるのは、ホストであるH-14に対しドーパントであるIr-12が3質量%含まれる蒸着膜であることを示す。15nmとは膜厚である。

10

20

30

40

50

## 【0227】

《評価》

(外部量子効率)

作製した各有機EL素子1-2~1-12について、それぞれ、23、乾燥窒素ガス雰囲気下で2.5 mA/cm<sup>2</sup>の一定電流を印加した時の外部取り出し量子効率(%)を測定した。尚、測定には分光放射輝度計CS-1000(ミノルタ製)を用いた。

## 【0228】

(色度のずれ)

色度のずれはCIE色度図において、100 cd/m<sup>2</sup>輝度時の色度座標と5000 cd/m<sup>2</sup>輝度時の色度座標のずれを表す。

10

## 【0229】

23、乾燥窒素ガス雰囲気下でCS-1000(ミノルタ製)を用いて測定を行った。

## 【0230】

また、用いたリン光性化合物間のフェルスター距離は前記表1に記載した。

## 【0231】

得られた結果を表3に示す。

## 【0232】

## 【表3】

20

素子	外部量子効率	色度のずれ	備考
1-1	160	0.01	参考
1-2	165	0.01	参考
1-3	155	0.004	本発明
1-4	140	0.014	参考
1-5	165	0.01	参考
1-6	160	0.006	参考
1-7	155	0.009	参考
1-8	100	0.03	比較例
1-9	115	0.04	比較例
1-10	80	0.02	比較例
1-11	170	0.009	参考
1-12	168	0.008	参考

30

## 【0233】

本発明の有機EL素子は高い外部取り出し量子効率と低い色度のずれを示すことが分かる。

## 【0234】

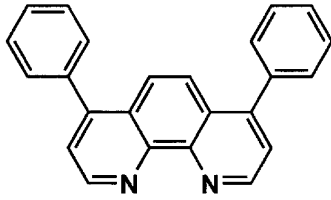
実施例2

40

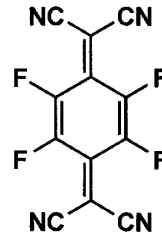
有機EL素子1-1~1-12の-NPDをHTM1:F4-TCNQ(3質量%)共蒸着膜に変更し、Alq<sub>3</sub>をBPhen:Cs=1:1共蒸着膜に変更し、LiFを蒸着しなかった以外、全く同様に有機EL素子2-1~2-12を作製した。

## 【化 4】

BPhen



F4-TCNQ



10

## 【 0 2 3 5 】

有機 E L 素子 2 - 1 ~ 2 - 1 2 は有機 E L 素子 1 - 1 ~ 1 - 1 2 に比べどれも駆動電圧が 3 ~ 6 V 低電圧化する事が確認された。

## 【 0 2 3 6 】

これにより、高いエネルギー効率 ( 1 m / W ) を有する素子を得ることが可能であることが確認された。

## 【 0 2 3 7 】

## 実施例 3

実施例 1 で作製した有機 E L 素子 1 - 6 の非発光面をガラスケースで覆い、照明装置とした。照明装置は、発光効率が高く発光寿命の長い白色光を発する薄型の照明装置として使用することができた。図 1 2 は照明装置の概略図であり、( a ) は平面概略図を、また、( b ) は照明装置の概略断面図である。透明電極付きのガラス基板 1 0 1 上に設けられた有機 E L 素子 1 0 2 をガラスカバー 1 0 4 で覆い、ガラスカバーの接着には紫外線硬化型接着剤 1 0 7 を用いた。1 0 3 は陰極である。なおガラスカバー 1 0 4 内には窒素ガスが充填され、捕水剤 1 0 5 が設けられている。

20

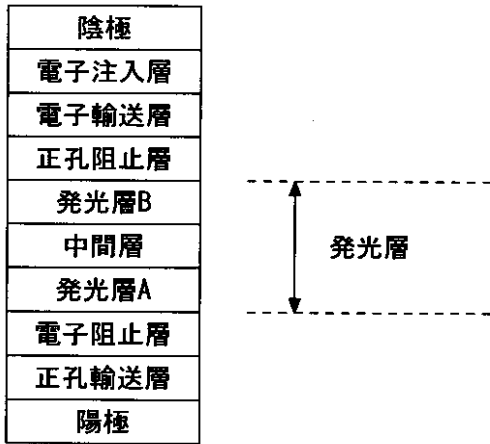
## 【産業上の利用可能性】

## 【 0 2 3 8 】

本発明により、微少な電圧・電流の変化によっても色ずれのない、高効率な白色・多色の有機エレクトロルミネッセンス素子が得られる。

30

【図1】



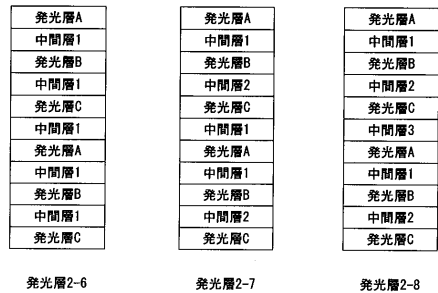
【図2】



【図3】



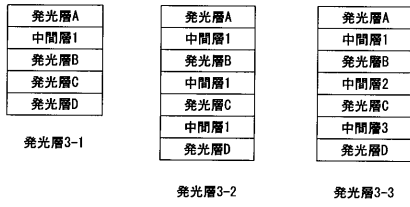
【図4】



【図5】



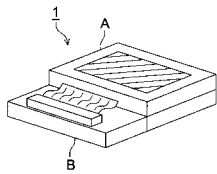
【図6】



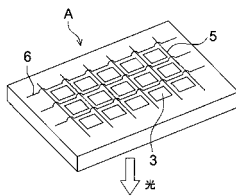
【図7】



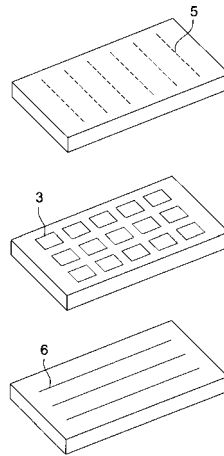
【図8】



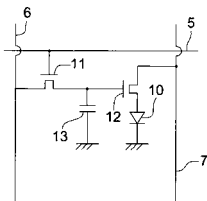
【図9】



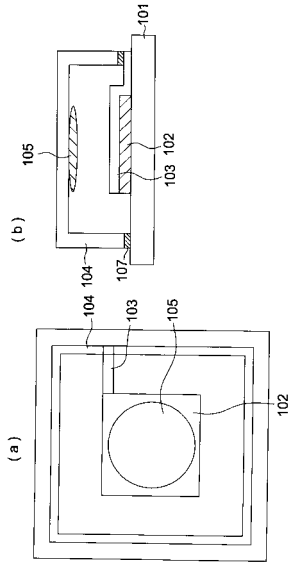
【図11】



【図10】



【 12 】





フロントページの続き

審査官 里村 利光

(56)参考文献 国際公開第2004/060026(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05B 33/00- 33/28

H01L 51/50