

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3825344号  
(P3825344)

(45) 発行日 平成18年9月27日(2006.9.27)

(24) 登録日 平成18年7月7日(2006.7.7)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 51/50 (2006.01)

H O 5 B 33/14

B

C O 9 K 11/06 (2006.01)

C O 9 K 11/06

6 4 5

請求項の数 10 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2002-71525 (P2002-71525)  
 (22) 出願日 平成14年3月15日(2002.3.15)  
 (65) 公開番号 特開2003-272864 (P2003-272864A)  
 (43) 公開日 平成15年9月26日(2003.9.26)  
 審査請求日 平成16年10月6日(2004.10.6)

(73) 特許権者 000005201  
 富士写真フイルム株式会社  
 神奈川県南足柄市中沼2 1 〇番地  
 (74) 代理人 100107515  
 弁理士 廣田 浩一  
 (74) 代理人 100107733  
 弁理士 流 良広  
 (72) 発明者 外山 弥  
 神奈川県川崎市中原区上小田中4 丁目1 番  
 1 号 富士通株式会社内  
 (72) 発明者 佐藤 博之  
 神奈川県川崎市中原区上小田中4 丁目1 番  
 1 号 富士通株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機E L素子及び有機E Lディスプレイ

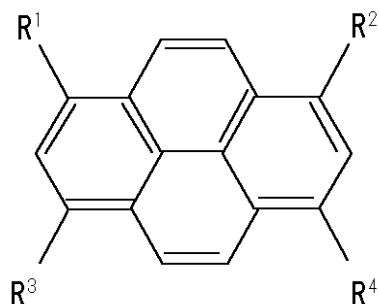
(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

正極及び負極の間に有機薄膜層を有してなり、該有機薄膜層が、下記構造式(1)で表される1, 3, 6, 8 - 四置換ピレン化合物を発光材料として含有することを特徴とする有機E L素子。

構造式(1)

【化1】



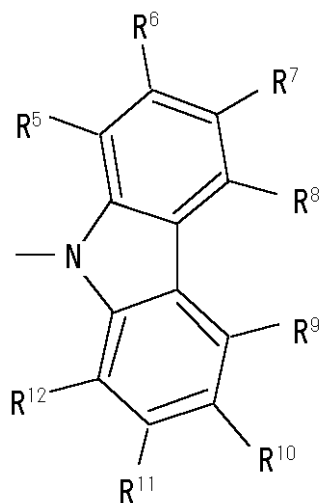
10

ただし、前記構造式(1)中、R¹ ~ R⁴ は、互いに同一であってもよいし異なっているもよく、下記構造式(2)で表される置換基を表す。

20

構造式 ( 2 )

【化 2】



10

ただし、前記構造式 ( 2 ) 中、 $R^5 \sim R^{12}$  は、互いに同一であってもよいし異なっているてもよく、水素原子又は置換基を表す。

20

【請求項 2】

$R^5 \sim R^{12}$  が総て水素原子である請求項 1 に記載の有機 EL 素子。

【請求項 3】

有機薄膜層が発光層兼電子輸送層を有してなり、該発光層兼電子輸送層が、構造式 ( 1 ) で表される 1, 3, 6, 8 - 四置換ピレン化合物を発光材料として含有する請求項 1 又は 2 に記載の有機 EL 素子。

【請求項 4】

有機薄膜層が正孔輸送層と電子輸送層とに挟まれた発光層を有してなり、該発光層が、構造式 ( 1 ) で表される 1, 3, 6, 8 - 四置換ピレン化合物を発光材料として含有する請求項 1 又は 2 に記載の有機 EL 素子。

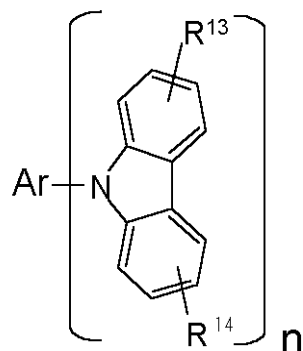
30

【請求項 5】

発光層が、下記構造式 ( 3 ) で表されるカルバゾール誘導体を含む請求項 4 に記載の有機 EL 素子。

構造式 ( 3 )

【化 3】



(3)

40

Ar は、芳香族環を含む 2 価若しくは 3 価の基、又は、複素環式芳香族環を含む 2 価若しくは 3 価の基を表す。 $R^{13}$  及び  $R^{14}$  は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、アルキル基、アラルキル基、アルケニル基、アリール基、シアノ基、アミノ基、アシル基、アルコキシカルボニル基、カルボキシ基、アルコキシ基、アルキルスルホニル基、

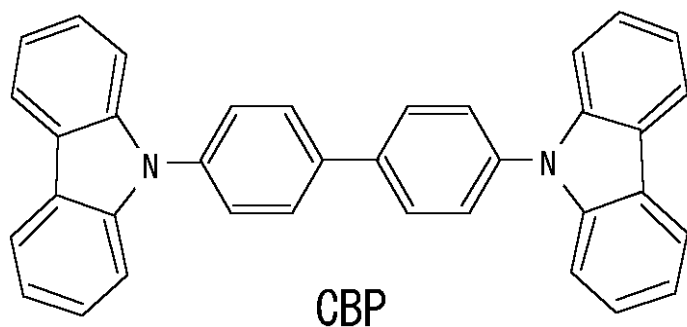
50

水酸基、アミド基、アリールオキシ基、芳香族炭化水素環基、又は芳香族複素環基を表し、これらは置換基で更に置換されていてもよい。

【請求項 6】

カルバゾール誘導体が、下記構造式で表される 4, 4' - ビス(9 - カルバゾリル) - ビフェニル(CBP)又はその誘導体である請求項 5 に記載の有機 EL 素子。

【化 4】



10

【請求項 7】

有機薄膜層が正孔輸送層と電子輸送層とに挟まれた発光層を有してなり、該発光層が、構造式(1)で表される 1, 3, 6, 8 - 四置換ピレン化合物を製膜してなる請求項 1 又は 2 に記載の有機 EL 素子。

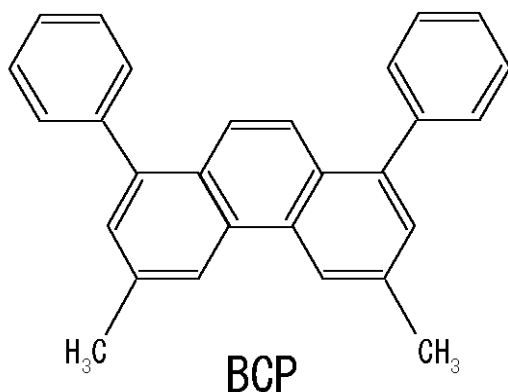
【請求項 8】

電子輸送層が少なくとも 1 層からなり、発光層に隣接する層が、1, 3, 6, 8 - 四置換ピレン化合物よりも光吸収端が短波長である電子輸送材料を含有する請求項 7 に記載の有機 EL 素子。

【請求項 9】

電子輸送材料が、下記構造式で表される 2, 9 - ジメチル - 4, 7 - ジフェニル - 1, 10 - フェナントロリン(バソクプロイン; BCP)である請求項 8 に記載の有機 EL 素子。

【化 5】



40

【請求項 10】

請求項 1 から 9 のいずれかに記載の有機 EL 素子を用いたことを特徴とする有機 EL ディスプレイ。

【発明の詳細な説明】

50

## 【 0 0 0 1 】

## 【 発明の属する技術分野 】

本発明は、有機 E L 素子及び該有機 E L 素子を用いた有機 E L ディスプレイに関する。

## 【 0 0 0 2 】

## 【 従来技術 】

有機 E L 素子は、自発光、高速応答などの特徴を持ち、フラットパネルディスプレイへの適用が期待されており、特に正孔輸送性の有機薄膜（正孔輸送層）と電子輸送性の有機薄膜（電子輸送層）とを積層した 2 層型（積層型）のものが報告されて以来（C. W. Tang and S. A. VanSlyke, Applied Physics Letters vol.51, 913 (1987)）、10 V 以下の低電圧で発光する大面積発光素子として関心を集めている。積層型の有機 E L 素子は、正極 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子輸送層 / 負極、を基本構成とし、このうち発光層は、前記 2 層型の場合のように前記正孔輸送層又は前記電子輸送層にその機能を兼ねさせてもよい。

10

## 【 0 0 0 3 】

有機 E L 素子は、近時、フルカラーディスプレイへの応用が期待されている。該フルカラーディスプレイにおいては、青（B）、緑（G）、赤（R）の 3 原色の発光を示す画素をパネル上に配列する必要がある、その方式として、（a）青（B）、緑（G）、赤（R）の各発光を示す 3 種類の有機 E L 素子を配列する方法、（b）白色発光（青（B）、緑（G）、赤（R）の光の混色）を示す有機 E L 素子からの発光をカラーフィルタで 3 原色に分離する方法、（c）青色発光を示す有機 E L 素子からの発光を、蛍光発光を利用する色変換層で緑（G）、赤（R）の発光に変換する方法、が提案されている。いずれの方式においても、青（B）の発光は必須である。

20

## 【 0 0 0 4 】

有機 E L 素子における発光色は、発光分子の固有の励起エネルギーによって決定されるので、青（B）の発光を得るには、青色光の光エネルギーに対応する励起エネルギーを有する発光分子が必要となる。また、高品質のフルカラーディスプレイを得るには、それに用いる青色発光用有機 E L 素子が高輝度、高効率かつ高色純度を示すことが必要となる。しかしながら、従来の青色発光用の有機 E L 素子の特性は、発光輝度、発光効率、色純度等の点で十分とは言い難く、更なる改良が必要であった。

## 【 0 0 0 5 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

本発明は、従来における問題を解決し、以下の目的を達成することを課題とする。本発明は、青色光の発光効率・発光輝度・色純度等に優れた有機 E L 素子、及び、該有機 E L 素子を用いた高性能な有機 E L ディスプレイを提供することを目的とする。

30

## 【 0 0 0 6 】

## 【 課題を解決するための手段 】

前記課題を解決するために発明者らが鋭意検討した結果、以下の知見を得た。即ち、特定の 1, 3, 6, 8 - 四置換ピレン化合物を発光材料として用いた有機 E L 素子及び有機 E L ディスプレイは、青色光の発光効率・発光輝度・色純度等に優れ、高性能であり、従来のものよりも高性能であるという知見である。

本発明は、本発明者らによる前記知見に基づくものであり、前記課題を解決するための手段は、後述の（付記 1）～（付記 15）として記載した通りである。

40

## 【 0 0 0 7 】

前記（付記 1）から（付記 4）及び（付記 7）から（付記 13）に記載の有機 E L 素子は、特定の 1, 3, 6, 8 - 四置換ピレン化合物を発光材料として含有するため、青色光の発光効率・発光輝度・色純度等に優れる。

前記（付記 5）から（付記 6）に記載の有機 E L 素子は、ゲスト材料として特定の 1, 3, 6, 8 - 四置換ピレン化合物を含有し、更に発光波長が該ゲスト材料の光吸収波長付近にあるホスト材料として特定のカルバゾール誘導体を含有するため、発光が生ずる際、まず、該ホスト材料が励起される。そして、該ホスト材料（カルバゾール誘導体）の発光波長と、前記ゲスト材料（1, 3, 6, 8 - 四置換ピレン化合物）の吸収波長とが重なり合

50

うので、該ホスト材料から該ゲスト材料へと励起エネルギーが効率的に移動し、該ホスト材料は発光することなく基底状態に戻り、励起状態となった該ゲスト材料のみが励起エネルギーを青色光として放出するため、青色光の発光効率・発光輝度・色純度等に優れる。

【 0 0 0 8 】

前記（付記 1 4）に記載の有機 E L ディスプレイは、前記（付記 1）から（付記 1 3）のいずれかに記載の有機 E L 素子を用いているので、青色光の発光効率・発光輝度・色純度等に優れる。前記（付記 1 5）に記載の有機 E L ディスプレイは、パッシブマトリクスパネル方式又はアクティブマトリクスパネル方式で発光し、該有機 E L ディスプレイにおいて前記有機 E L 素子は、駆動電流が印加された際に青色に発光する。

【 0 0 0 9 】

10

【発明の実施の形態】

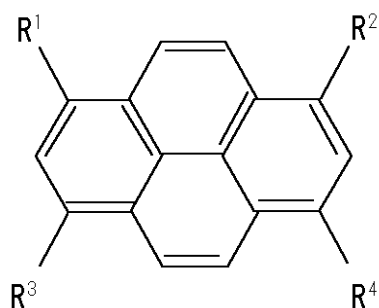
< 有機 E L 素子 >

本発明の有機 E L 素子は、正極及び負極の間に有機薄膜層を有してなり、該有機薄膜層が、下記構造式（1）で表される 1, 3, 6, 8 - 四置換ピレン化合物を発光材料として含有する。

【 0 0 1 0 】

構造式（1）

【化 6】



20

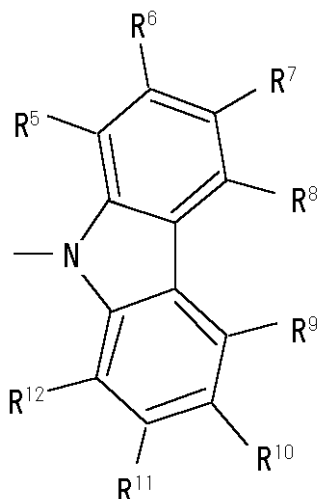
ただし、前記構造式（1）中、 $R^1 \sim R^4$  は、互いに同一であってもよいし異なっているもよく、下記構造式（2）で表される置換基を表す。

30

【 0 0 1 1 】

構造式（2）

【化 7】



40

50

ただし、前記構造式(2)中、 $R^5 \sim R^{12}$ は、互いに同一であってもよいし異なってもよく、水素原子又は置換基を表す。なお、 $R^5 \sim R^{12}$ が総て水素原子である場合、該1, 3, 6, 8-四置換ピレン化合物の製造、入手が容易である。

【0012】

前記置換基としては、例えば、アルキル基、アリール基などが挙げられ、これらは置換基で置換されていてもよい。該置換基としては、特に制限はなく、目的に応じて公知のものの中から適宜選択することができる。

【0013】

前記アルキル基としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、炭素数が1~10の直鎖状、分岐状若しくは環状のアルキル基が好適に挙げられ、具体的には、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、ターシャリーブチル、ペンチル、イソペンチル、ヘキシル、イソヘキシル、ヘプチル、イソヘプチル、オクチル、イソオクチル、ノニル、イソノニル、デシル、イソデシル、シクロペンチル、シクロブチル、シクロペンチル、シクロヘキシル、シクロヘプチル、シクロオクチル、シクロノニル、シクロデシル、などが好適に挙げられる。

【0014】

前記アリール基としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、単環芳香族環の基、芳香族環が4環以下結合してなる基、5環以下の縮合芳香族環を有し、炭素、酸素、窒素及び硫黄の原子数の合計が50以下である基、などが好適に挙げられる。

該単環芳香族環の基としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、フェニル、トリル、キシリル、クメニル、スチリル、メシチル、シンナミル、フェネチル、ベンズヒドリル、などが挙げられ、これらは置換基で置換されていてもよい。

該芳香族環が4環以下結合してなる基としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、ナフチル、アントリル、フェナントリル、インデニル、アズレニル、ベンズアントラセニル、などが挙げられ、これらは置換基で置換されていてもよい。

該5環以下の縮合芳香族環を有し、炭素、酸素、窒素及び硫黄の原子数の合計が30以下である基としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、ピロリリル、フリル、チエニル、ピリジル、キノリル、イソキノリル、イミダゾイル、ピリジニル、ピロロピリジニル、チアゾイル、ピリミジニル、チオフェニル、インドリル、キノリニル、ピリニル、アデニル、などが挙げられ、これらは置換基で置換されていてもよい。

【0015】

本発明において、前記1, 3, 6, 8-四置換ピレン化合物は、発光材料として前記有機薄膜層に含有されるが、該有機薄膜層における発光層に含有されていてもよいし、発光層兼電子輸送層、発光層兼正孔輸送層等に含有されていてもよい。前記1, 3, 6, 8-四置換ピレン化合物が前記発光層に含有される場合、該発光層は、該1, 3, 6, 8-四置換ピレン化合物単独で製膜して形成してもよいし、該1, 3, 6, 8-四置換ピレン化合物以外に他の材料を含んで形成してもよい。

【0016】

前記発光層は、前記1, 3, 6, 8-四置換ピレン化合物以外に下記構造式(3)で表されるカルバゾール誘導体を含有するのが好ましい。なお、該カルバゾール誘導体は、前記発光層中に含有されているのが好ましいが、前記有機薄膜層における電子輸送層、正孔輸送層等に含有されていてもよい。

【0017】

前記発光層において、前記カルバゾール誘導体が含有されていると、前記1, 3, 6, 8-四置換ピレン化合物がゲスト材料として機能し、前記カルバゾール誘導体がホスト材料として機能する。即ち、前記1, 3, 6, 8-四置換ピレン化合物の光吸収波長は330

10

20

30

40

50

～400 nmであり、前記カルバゾール誘導体の主発光波長は前記1, 3, 6, 8-四置換ピレン化合物の光吸収波長と略重複している（例えば、4, 4'-ビス(9-カルバゾリル)-ビフェニル(CBP)の主発光波長は380 nmである）。前記カルバゾール誘導体の中でも前記4, 4'-ビス(9-カルバゾリル)-ビフェニル(CBP)のように、その光吸収波長が該1, 3, 6, 8-四置換ピレン化合物よりも短波長側にあり、かつその発光波長が該1, 3, 6, 8-四置換ピレン化合物の光吸収波長付近にあり、重なっているものが前記発光層に含有されていると、励起された前記宿主材料(4, 4'-ビス(9-カルバゾリル)-ビフェニル(CBP))から前記ゲスト材料(1, 3, 6, 8-四置換ピレン化合物)へと励起エネルギーが効率的に移動し、該宿主材料は発光することなく基底状態に戻り、励起状態となった該ゲスト材料(1, 3, 6, 8-四置換ピレン化合物)のみが励起エネルギーを青色光として放出するため、青色光の発光効率・発光輝度・色純度等に極めて優れる点で有利である。

10

## 【0018】

また、一般に薄膜中に発光分子が単独又は高濃度で存在する場合には、発光分子どうしが接近することにより発光分子間で相互作用が生じ、「濃度消光」と呼ばれる発光効率低下現象が起こるが、前記発光層においては、前記ゲスト化合物である前記1, 3, 6, 8-四置換ピレン化合物が、前記宿主化合物である前記カルバゾール誘導体中に比較的低濃度で分散されているので、前記「濃度消光」が効果的に抑制され、発光効率に優れる点で有利である。

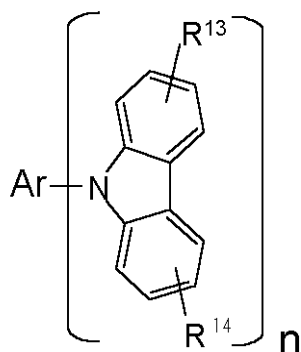
更に、前記発光層は、前記カルバゾール誘導体が製膜性に優れるので、発光特性を維持しつつ製膜性に優れる点で有利である。

20

## 【0019】

構造式(3)

## 【化8】



(3)

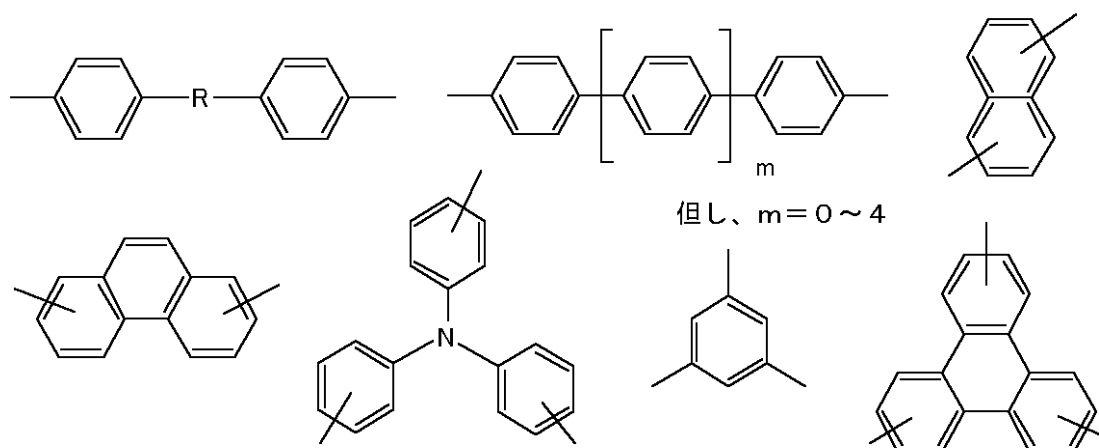
30

ただし、前記構造式(3)中、Arは、芳香族環を含む2価若しくは3価の基、又は、複素環式芳香族環を含む2価若しくは3価の基を表し、以下の2価又は3価の芳香族基又は複素環式芳香族基が好適に挙げられる。

## 【0020】

## 【化9】

40

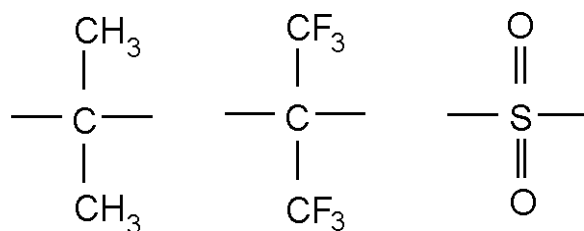


10

これらは、非共役性の基で置換されていてもよく、また、Rは、連結基を表し、例えば以下のものが好適に挙げられる。

【0021】

【化10】



20

【0022】

前記構造式(3)中、 $R^{13}$ 及び $R^{14}$ は、互いに同一であってもよいし異なってもよく、水素原子又は置換基を表す。該置換基としては、例えば、ハロゲン原子、又は、アルキル基、アルキルスルホニル基、アラルキル基、アルケニル基、水酸基、シアノ基、アミノ基、アミド基、アシル基、カルボキシ基、アルコキシ基、アルコキシカルボニル基、アリール基、アリールオキシ基、芳香族炭化水素基若しくは芳香族複素環基などが好適に挙げられ、これらは更に置換基で置換されていてもよい。nは、整数を表し、2又は3が好適に挙げられる。

30

【0023】

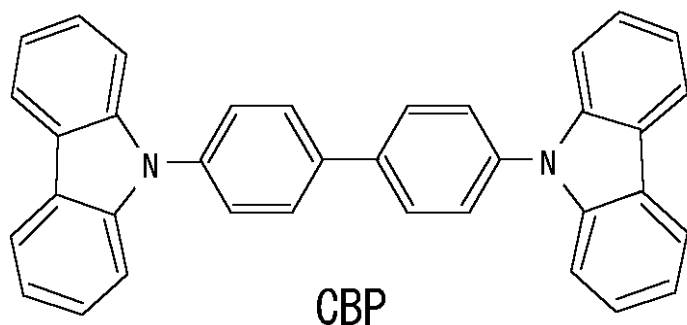
前記構造式(3)の中でも、Arが、ベンゼン環が単結合を介して2つ連結された芳香族基であり、 $R^{13}$ 及び $R^{14}$ が水素原子であり、 $n=2$ であるもの、即ち、下記構造式で表される4,4'-ビス(9-カルバゾリル)-ビフェニル(CBP)が、青色光の発光効率・発光輝度・色純度等に特に優れる点で好ましい。

40

【0024】

【化11】





10

## 【0025】

なお、前記発光層は、本発明の効果を害しない限り、前記カルバゾール誘導体を1種単独で含有していてもよいし、2種以上を含有していてもよいし、該カルバゾール誘導体以外に他のホスト材料を1種又は複数種含有していてもよい。

## 【0026】

前記構造式(1)で表される1,3,6,8-四置換ピレン化合物を含有する層における該1,3,6,8-四置換ピレン化合物の含有量としては、0.1~50質量%であるのが好ましく、0.5~20質量%であるのがより好ましい。

20

前記含有量が、0.1質量%未満であると、発色効率・発色輝度・色純度等が十分でないことがあり、50質量%を超えると、色純度が低下することがあり、一方、前記より好ましい範囲であると、発色効率・発色輝度・色純度等に優れる点で好ましい。

## 【0027】

本発明の有機EL素子における前記発光層は、電界印加時に前記正極、正孔注入層、前記正孔輸送層等から正孔を注入することができ、前記負極、電子注入層、前記電子輸送層等から電子を注入することができ、更に該正孔と該電子との再結合の場を提供し、該再結合の際に生ずる再結合エネルギーにより、青色の発光を示す前記1,3,6,8-四置換ピレン化合物(発光材料、発光分子)を発光させる機能を有していればよく、該1,3,6,8-四置換ピレン化合物以外に、該青色の発光を害しない範囲内において他の発光材料を含有していてもよい。

30

## 【0028】

前記発光層は、公知の方法に従って形成することができるが、例えば、蒸着法、湿式製膜法、MBE(分子線エピタキシー)法、クラスターイオンビーム法、分子積層法、LB法、印刷法、転写法、などにより好適に形成することができる。

これらの中でも、有機溶媒を用いず廃液処理の問題がなく、低コストで簡便かつ効率的に製造することができる点で蒸着法が好ましいが、前記発光層を単層構造に設計する場合には、例えば、該発光層を正孔輸送層兼発光層兼電子輸送層等として形成する場合には湿式製膜法も好ましい。

40

## 【0029】

前記蒸着法としては、特に制限はなく、目的に応じて公知のものの中から適宜選択することができるが、例えば、真空蒸着法、抵抗加熱蒸着、化学蒸着法、物理蒸着法、などが挙げられ、該化学蒸着法としては、例えば、プラズマCVD法、レーザーCVD法、熱CVD法、ガスソースCVD法などが挙げられる。前記蒸着法による前記発光層の形成は、例えば、前記1,3,6,8-四置換ピレン化合物を真空蒸着することにより、該発光層が前記1,3,6,8-四置換ピレン化合物以外に前記ホスト材料である前記カルバゾール誘導体を含有する場合には該1,3,6,8-四置換ピレン化合物及び該ホスト材料を真空蒸着による同時蒸着することにより、好適に行うことができる。前者の場合は、共蒸着の必要がない点で製造が容易である。

50

## 【 0 0 3 0 】

前記湿式製膜法としては、特に制限はなく、目的に応じて公知のものの中から適宜選択することができるが、例えば、インクジェット法、スピンコート法、ニーダーコート法、バーコート法、ブレードコート法、キャスト法、ディップ法、カーテンコート法などが挙げられる。

## 【 0 0 3 1 】

前記湿式製膜法の場合、前記発光層の材料を樹脂成分と共に溶解乃至分散させた溶液を用いる（塗布等する）ことができ、該樹脂成分としては、例えば、ポリビニルカルバゾール、ポリカーボネート、ポリ塩化ビニル、ポリスチレン、ポリメチルメタクリレート、ポリエステル、ポリスルホン、ポリフェニレンオキシド、ポリブタジエン、炭化水素樹脂、ケトン樹脂、フェノキシ樹脂、ポリアミド、エチルセルロース、酢酸ビニル、ABS樹脂、ポリウレタン、メラミン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、アルキド樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、などが挙げられる。

10

## 【 0 0 3 2 】

前記湿式製膜法による前記発光層の形成は、例えば、前記 1, 3, 6, 8 - 四置換ピレン化合物及び必要に応じて用いる前記樹脂材料を溶剤に溶液（塗布液）を用いる（塗布し乾燥する）ことにより、該発光層が前記 1, 3, 6, 8 - 四置換ピレン化合物以外に前記ホスト材料を含有する場合には該 1, 3, 6, 8 - 四置換ピレン化合物、該ホスト材料及び必要に応じて用いる前記樹脂材料を溶剤に溶解した溶剤に溶液（塗布液）を用いる（塗布し乾燥する）ことにより、好適に行うことができる。

20

## 【 0 0 3 3 】

前記発光層の厚みとしては、1 ~ 50 nm が好ましく、3 ~ 20 nm がより好ましい。前記発光層の厚みが、前記好ましい数値範囲であると、該有機 EL 素子により発光される青色光の発光効率・発光輝度・色純度が十分であり、前記より好ましい数値範囲であるとそれが顕著である点で有利である。

## 【 0 0 3 4 】

本発明の有機 EL 素子は、正極及び負極の間に、発光層を含む有機薄膜層を有してなり、目的に応じて保護層等のその他の層を有していてもよい。前記有機薄膜層は、少なくとも前記発光層を有し、更に必要に応じて、正孔注入層、正孔輸送層、正孔ブロッキング層、電子輸送層、などを有していてもよい。

30

## 【 0 0 3 5 】

- 正極 -

前記正極としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、前記有機薄膜層に、具体的には該有機薄膜層が前記発光層のみを有する場合には該発光層に、該有機薄膜層が更に前記正孔輸送層を有する場合には該正孔輸送層に、該有機薄膜層が更に前記正孔注入層を有する場合には該正孔注入層に、正孔（キャリア）を供給することができるものが好ましい。

## 【 0 0 3 6 】

前記正極の材料としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、金属、合金、金属酸化物、電気伝導性化合物、これらの混合物などが挙げられ、これらの中でも仕事関数が 4 eV 以上の材料が好ましい。

40

## 【 0 0 3 7 】

前記正極の材料の具体例としては、酸化スズ、酸化亜鉛、酸化インジウム、酸化インジウムスズ（ITO）等の導電性金属酸化物、金、銀、クロム、ニッケル等の金属、これらの金属と導電性金属酸化物との混合物又は積層物、ヨウ化銅、硫化銅等の無機導電性物質、ポリアニリン、ポリチオフェン、ポリピロール等の有機導電性材料、これらと ITO との積層物、などが挙げられる。これらは、1 種単独で使用してもよいし、2 種以上を併用してもよい。これらの中でも、導電性金属酸化物が好ましく、生産性、高伝導性、透明性などの観点からは ITO が特に好ましい。

## 【 0 0 3 8 】

50

前記正極の厚みとしては、特に制限はなく、材料等により適宜選択可能であるが、1 ~ 5000 nmが好ましく、20 ~ 200 nmがより好ましい。

【0039】

前記正極は、通常、ソーダライムガラス、無アルカリガラス等のガラス、透明樹脂等の基板上に形成される。

前記基板として前記ガラスを用いる場合、該ガラスからの溶出イオンを少なくする観点からは、前記無アルカリガラス、シリカなどのバリアコートを施した前記ソーダライムガラスが好ましい。

【0040】

前記基板の厚みとしては、機械的強度を保つのに十分な厚みであれば特に制限はないが、該基材としてガラスを用いる場合には、通常0.2 mm以上であり、0.7 mm以上が好ましい。

10

【0041】

前記正極は、例えば、蒸着法、湿式製膜法、電子ビーム法、スパッタリング法、反応性スパッタリング法、MBE（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（高周波励起イオンプレーティング法）、分子積層法、LB法、印刷法、転写法、化学反応法（ゾル-ゲル法など）により該ITOの分散物を塗布する方法、などの上述した方法により好適に形成することができる。

【0042】

前記正極は、洗浄、その他の処理を行うことにより、該有機EL素子の駆動電圧を低下させたり、発光効率を高めることも可能である。前記その他の処理としては、例えば、前記正極の素材がITOである場合には、UV-オゾン処理、プラズマ処理などが好適に挙げられる。

20

【0043】

- 負極 -

前記負極としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、前記有機薄膜層に、具体的には該有機薄膜層が前記発光層のみを有する場合には該発光層に、該有機薄膜層が更に前記電子輸送層を有する場合には該電子輸送層に、該有機薄膜層及び該負極間に電子注入層を有する場合には該電子注入層に、電子を供給することができるものが好ましい。

30

【0044】

前記負極の材料としては、特に制限はなく、前記電子輸送層、前記発光層などの該負極と隣接する層乃至分子との密着性、イオン化ポテンシャル、安定性等に応じて適宜選択することができ、例えば、金属、合金、金属酸化物、電気伝導性化合物、これらの混合物などが挙げられる。

【0045】

前記負極の材料の具体例としては、アルカリ金属（例えばLi、Na、K、Csなど）、アルカリ土類金属（例えばMg、Caなど）、金、銀、鉛、アルミニウム、ナトリウム-カリウム合金又はそれらの混合金属、リチウム-アルミニウム合金又はそれらの混合金属、マグネシウム-銀合金又はそれらの混合金属、インジウム、イッテルビウム等の希土類金属、これらの合金、などが挙げられる。これらは1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。これらの中でも、仕事関数が4 eV以下の材料が好ましく、アルミニウム、リチウム-アルミニウム合金又はそれらの混合金属、マグネシウム-銀合金又はそれらの混合金属、などがより好ましい。

40

【0046】

前記負極の厚みとしては、特に制限はなく、該負極の材料等に応じて適宜選択することができるが、1 ~ 10000 nmが好ましく、20 ~ 200 nmがより好ましい。

【0047】

前記負極は、例えば、蒸着法、湿式製膜法、電子ビーム法、スパッタリング法、反応性スパッタリング法、MBE（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

50

プレーティング法、プラズマ重合法（高周波励起イオンプレーティング法）、分子積層法、LB法、印刷法、転写法、などの上述した方法により好適に形成することができる。  
前記負極の材料として2種以上を併用する場合には、該2種以上の材料を同時に蒸着し、合金電極等を形成してもよいし、予め調製した合金を蒸着させて合金電極等を形成してもよい。

【0048】

前記正極及び前記負極の抵抗値としては、低い方が好ましく、数百Ω以下であるのが好ましい。

【0049】

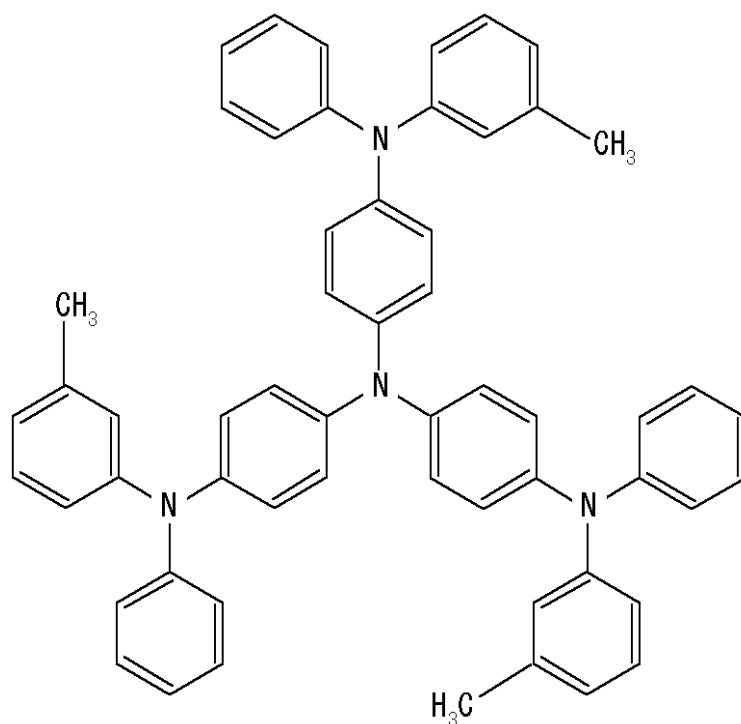
- 正孔注入層 -

前記正孔注入層としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、電界印加時に前記正極から正孔を注入する機能を有しているものであるのが好ましい。

前記正孔注入層の材料としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、下記式で表されるスターバーストアミン（4,4',4''-tris[3-methylphenyl(phenyl)amino]triphenylamine : m-MTDATA）、銅フタロシアニン、ポリアニリン、などが好適に挙げられる。

【0050】

【化12】



【0051】

前記正孔注入層の厚みとしては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、1～100nm程度が好ましく、5～50nmがより好ましい。

前記正孔注入層は、例えば、蒸着法、湿式製膜法、電子ビーム法、スパッタリング法、反応性スパッタリング法、MBE（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（高周波励起イオンプレーティング法）、分子積層法、LB法、印刷法、転写法、などの上述した方法により好適に形成することができる。

【0052】

10

20

30

40

50

- 正孔輸送層 -

前記正孔輸送層としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、電界印加時に前記正極からの正孔を輸送する機能を有しているものが好ましい。

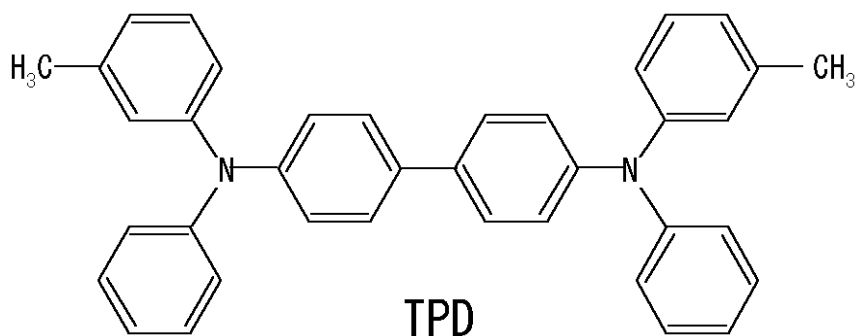
【 0 0 5 3 】

前記正孔輸送層の材料としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、芳香族アミン化合物、カルバゾール、イミダゾール、トリアゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、ポリアリーールアルカン、ピラゾリン、ピラゾロン、フェニレンジアミン、アリーールアミン、アミノ置換カルコン、スチリルアントラセン、フルオレノン、ヒドラゾン、スチルベン、シラザン、スチリルアミン、芳香族ジメチリデン化合物、ポルフィリン系化合物、ポリシラン系化合物、ポリ( N - ビニルカルバゾール)、アニリン系共重合体、チオフェンオリゴマー及びポリマー、ポリチオフェン等の導電性高分子オリゴマー及びポリマー、カーボン膜、などが挙げられる。なお、これらの正孔輸送層の材料を前記発光層の材料と混合して製膜すると正孔輸送層兼発光層を形成することができる。

これらは、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよく、これらの中でも、芳香族アミン化合物が好ましく、具体的には、下記式で表される TPD ( 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 )、下記式で表される NPD ( N , N' - ジナフチル - N , N' - ジフェニル - [ 1 , 1' - ビフェニル ] - 4 , 4' - ジアミン ) などがより好ましい。

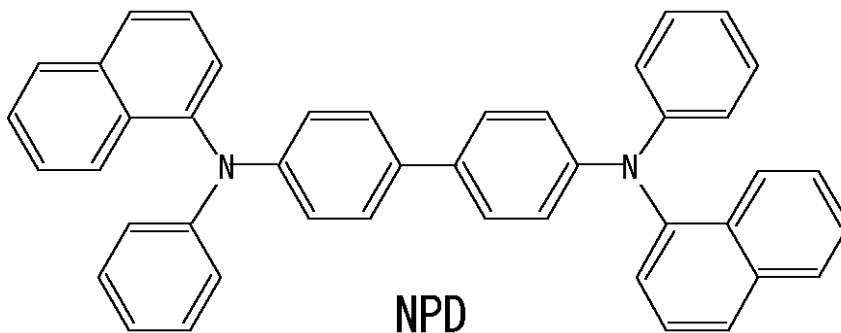
【 0 0 5 4 】

【 化 1 3 】



【 0 0 5 5 】

【 化 1 4 】



【 0 0 5 6 】

前記正孔輸送層の厚みとしては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、通常 1 ~ 500 nm であり、10 ~ 100 nm が好ましい。

【0057】

前記正孔輸送層は、例えば、蒸着法、湿式製膜法、電子ビーム法、スパッタリング法、反応性スパッタリング法、MBE（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（高周波励起イオンプレーティング法）、分子積層法、LB法、印刷法、転写法、などの上述した方法により好適に形成することができる。

【0058】

- 正孔ブロッキング層 -

10

前記正孔ブロッキング層としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、前記正極から注入された正孔を障壁する機能を有しているものが好ましい。

前記正孔ブロッキング層の材料としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。

【0059】

前記有機EL素子が前記正孔ブロッキング層を有していると、正極側から輸送されてきた正孔が該正孔ブロッキング層でブロックされ、負極から輸送されてきた電子は該正孔ブロッキング層を通過して前記発光層に到達することにより、該発光層で効率良く電子と正孔との再結合が生じるため、該発光層以外の有機薄膜層での前記正孔と前記電子との再結合を防ぐことができ、目的とする発光材料である前記1, 3, 6, 8 - 四置換ピレン化合物からの発光が効率的に得られ、色純度等の点で有利である。

20

前記正孔ブロッキング層は、前記発光層と前記電子輸送層との間に配置されるのが好ましい。

【0060】

前記正孔ブロッキング層の厚みとしては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、通常 1 ~ 500 nm 程度であり、10 ~ 50 nm が好ましい。

前記正孔ブロッキング層は、単層構造であってもよいし、積層構造であってもよい。

前記正孔ブロッキング層は、例えば、蒸着法、湿式製膜法、電子ビーム法、スパッタリング法、反応性スパッタリング法、MBE（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（高周波励起イオンプレーティング法）、分子積層法、LB法、印刷法、転写法、などの上述した方法により好適に形成することができる。

30

【0061】

- 電子輸送層 -

前記電子輸送層としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、前記負極からの電子を輸送する機能、前記正極から注入された正孔を障壁する機能のいずれかを有しているものが好ましい。

【0062】

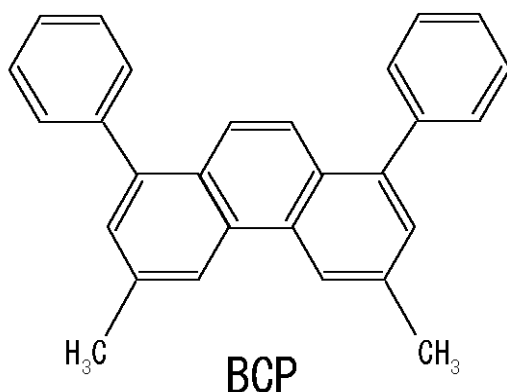
前記電子輸送層の材料としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、下記構造式で表される2, 9 - ジメチル - 4, 7 - ジフェニル - 1, 10 - フェナントロリン（パソクプロイン；BCP）、下記構造式で表されるトリス（8 - キノリノラト）アルミニウム（Alq）等の8 - キノリノール乃至その誘導体を配位子とする有機金属錯体などのキノリン誘導体、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、フェナントロリン誘導体、ペリレン誘導体、ピリジン誘導体、ピリミジン誘導体、キノキサリン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、ニトロ置換フルオレン誘導体など、などが挙げられる。なお、これらの電子輸送層の材料を前記発光層の材料と混合して製膜すると電子輸送層兼発光層を形成することができ、更に前記正孔輸送層の材料も混合させて製膜すると電子輸送層兼正孔輸送層兼発光層を形成することができ、この際、ポリビニルカルバゾール、ポリカーボネート等のポリマーを使用することができる。

40

50

【 0 0 6 3 】

【 化 1 5 】

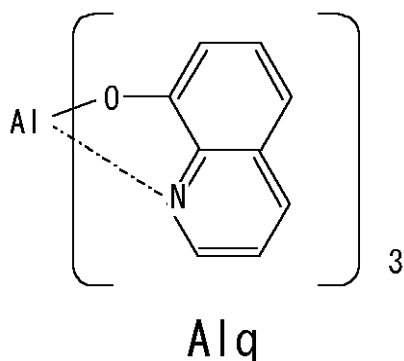


10

【 0 0 6 4 】

アルミニウムキノリン錯体 ( Al q )

【 化 1 6 】



20

30

【 0 0 6 5 】

前記電子輸送層の厚みとしては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、通常 1 ～ 500 nm 程度であり、10 ～ 50 nm が好ましい。

【 0 0 6 6 】

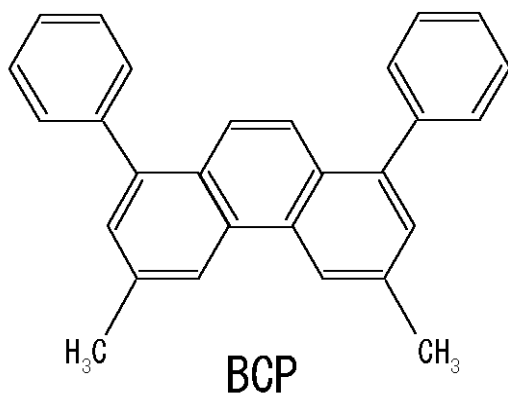
前記電子輸送層は、単層構造であってもよいし、積層構造であってもよい。

この場合、前記発光層に隣接する該電子輸送層に用いる電子輸送材料としては、前記 1, 3, 6, 8 - 四置換ピレン化合物よりも光吸収端が短波長である電子輸送材料を用いることが、有機 EL 素子中の発光領域を前記発光層に限定し、前記電子輸送層からの余計な発光を防ぐ観点からは好ましい。前記 1, 3, 6, 8 - 四置換ピレン化合物よりも光吸収端が短波長である電子輸送材料としては、例えば、フェナントロリン誘導体、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体などが挙げられ、以下に示す化合物が好適に挙げられる。

40

【 0 0 6 7 】

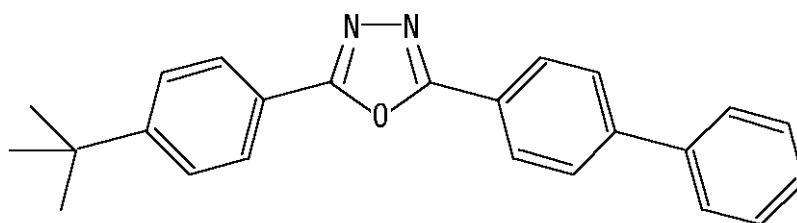
【 化 1 7 】



10

【 0 0 6 8 】

【 化 1 8 】

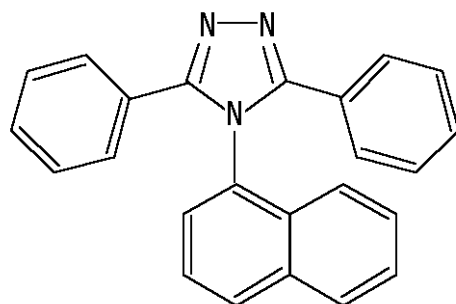


20

2-(4-tert-ブチルフェニル)-5-(4-ビフェニル)  
-1,3,4-オキサジアゾール

【 0 0 6 9 】

【 化 1 9 】



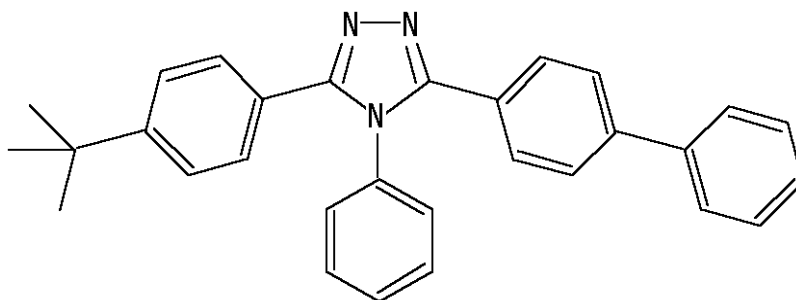
40

3-フェニル-4-(1-ナフチル)  
-5-フェニル-1,2,4-トリアゾール

【 0 0 7 0 】

【 化 2 0 】





3-(4-tert-ブチルフェニル)-4-フェニル  
-5-(4'-ビフェニル)-1,2,4-トリアゾール

10

#### 【0071】

前記電子輸送層は、例えば、蒸着法、湿式製膜法、電子ビーム法、スパッタリング法、反応性スパッタリング法、MBE（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（高周波励起イオンプレーティング法）、分子積層法、LB法、印刷法、転写法、などの上述した方法により好適に形成することができる。

20

#### 【0072】

- その他の層 -

本発明の有機EL素子は、目的に応じて適宜選択したその他の層を有していてもよく、該その他の層としては、例えば、保護層、などが好適に挙げられる。

#### 【0073】

前記保護層としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、水分や酸素等の有機EL素子を劣化促進させる分子乃至物質が有機EL素子内に侵入することを抑止可能であるものが好ましい。

前記保護層の材料としては、例えば、In、Sn、Pb、Au、Cu、Ag、Al、Ti、Ni等の金属、MgO、SiO、SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、GeO、NiO、CaO、BaO、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>等の金属酸化物、SiN、SiN<sub>x</sub>O<sub>y</sub>等の窒化物、MgF<sub>2</sub>、LiF、AlF<sub>3</sub>、CaF<sub>2</sub>等の金属フッ化物、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリメチルメタクリレート、ポリイミド、ポリウレア、ポリテトラフルオロエチレン、ポリクロロトリフルオロエチレン、ポリジクロロジフルオロエチレン、クロロトリフルオロエチレンとジクロロジフルオロエチレンとの共重合体、テトラフルオロエチレンと少なくとも1種のモノマーを含むモノマー混合物を共重合させて得られる共重合体、共重合主鎖に環状構造を有する含フッ素共重合体、吸水率1%以上の吸水性物質、吸水率0.1%以下の防湿性物質などが挙げられる。

30

#### 【0074】

前記保護層は、例えば、蒸着法、湿式製膜法、スパッタリング法、反応性スパッタリング法、MBE（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（高周波励起イオンプレーティング法）、印刷法、転写法、などの上述した方法により好適に形成することができる。

40

#### 【0075】

本発明の有機EL素子の構造としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、その層構成としては、例えば、以下の(1)~(13)の層構成、即ち、(1)正極/正孔注入層/正孔輸送層/発光層/電子輸送層/電子注入層/負極、(2)正極/正孔注入層/正孔輸送層/発光層/電子輸送層/負極、(3)正極/正孔輸送層/発光層/電子輸送層/電子注入層/負極、(4)正極/正孔輸送層/発光層/電子輸送層/負極、(5)正極/正

50

孔注入層／正孔輸送層／発光層兼電子輸送層／電子注入層／負極、(6)正極／正孔注入層／正孔輸送層／発光層兼電子輸送層／負極、(7)正極／正孔輸送層／発光層兼電子輸送層／電子注入層／負極、(8)正極／正孔輸送層／発光層兼電子輸送層／負極、(9)正極／正孔注入層／正孔輸送層兼発光層／電子輸送層／電子注入層／負極、(10)正極／正孔注入層／正孔輸送層兼発光層／電子輸送層／負極、(11)正極／正孔輸送層兼発光層／電子輸送層／電子注入層／負極、(12)正極／正孔輸送層兼発光層／電子輸送層／負極、(13)正極／正孔輸送層兼発光層兼電子輸送層／負極、などが好適に挙げられる。

なお、前記有機EL素子が前記正孔ブロッキング層を有する場合には、前記(1)～(13)において、前記発光層と前記電子輸送層との間に該正孔ブロッキング層が配置される層構成が好適に挙げられる。

10

#### 【0076】

これらの層構成の内、前記(4)正極／正孔輸送層／発光層／電子輸送層／負極の態様を図示すると、図1の通りであり、有機EL素子10は、ガラス基板12上に形成された正極14(例えばITO電極)と、正孔輸送層16と、発光層18と、電子輸送層20と、負極22(例えばAl-Li電極)とをこの順に積層してなる層構成を有する。なお、正極14(例えばITO電極)と負極22(例えばAl-Li電極)とは電源を介して互いに接続されている。正孔輸送層16と発光層18と電子輸送層20とで青色発光用の有機薄膜層24が形成されている。

#### 【0077】

本発明の有機EL素子の発色ピーク波長としては、400～500nmが好ましい。  
 本発明の有機EL素子の発光効率としては、電圧10V以下で青色発光することが望まれ、7V以下で青色発光するのが好ましく、5V以下で青色発光するのがより好ましい。  
 本発明の有機EL素子の発光輝度としては、印加電圧10Vにおいて、100cd/m<sup>2</sup>以上であるのが好ましく、500cd/m<sup>2</sup>以上であるのがより好ましく、1000cd/m<sup>2</sup>以上であるのが特に好ましい。

20

#### 【0078】

本発明の有機EL素子は、例えば、コンピュータ、車載用表示器、野表示器、家庭用機器、業務用機器、家電用機器、交通関係表示器、時計表示器、カレンダー表示器、ルミネッセントスクリーン、音響機器等をはじめとする各種分野において好適に使用することができるが、以下の本発明の有機ELディスプレイに特に好適に使用することができる。

30

#### 【0079】

<有機ELディスプレイ>

本発明の有機ELディスプレイは、前記本発明の有機EL素子を用いたこと以外は、特に制限はなく、公知の構成を適宜採用することができる。

#### 【0080】

前記有機ELディスプレイは、青色の単色発光のものであってもよいし、多色発光のものであってもよいし、フルカラータイプのものであってもよい。

前記有機ELディスプレイをフルカラータイプのものである方法としては、例えば「月刊ディスプレイ」、2000年9月号、33～37ページに記載されているように、色の3原色(青色(B)、緑色(G)、赤色(R))に対応する光をそれぞれ発光する有機EL素子を基板上に配置する3色発光法、白色発光用の有機EL素子による白色発光をカラーフィルターを通して3原色に分ける白色法、青色発光用の有機EL素子による青色発光を蛍光色素層を通して赤色(R)及び緑色(G)に変換する色変換法、などが知られているが、本発明においては、用いる前記本発明の有機EL素子が青色発光用であるので、3色発光法、色変換法などを好適に採用することができ、3色発光法を特に好適に採用することができる。

40

#### 【0081】

前記3色発光法によりフルカラータイプの有機ELディスプレイを製造する場合には、青色発光用としての前記本発明の有機EL素子のほかに、赤色発光用の有機EL素子及び緑色発光用の有機EL素子が必要になる。

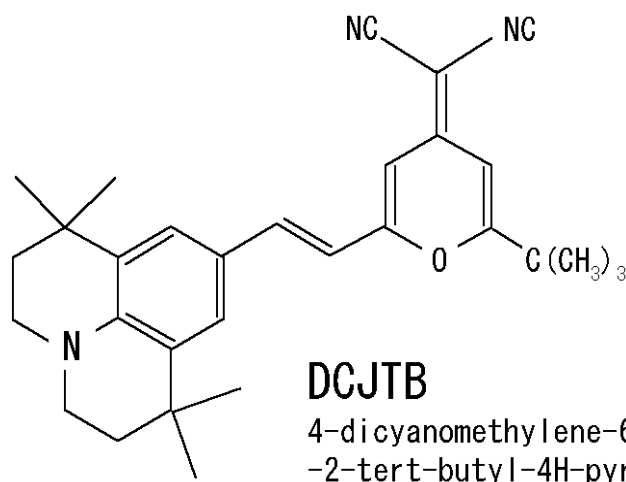
50

## 【 0 0 8 2 】

前記赤色発光用の有機 E L 素子としては、特に制限はなく、公知のものの中から適宜選択することができるが、例えば層構成が、I T O (正極) / 前記 N P D / 下記式で表される D C J T B 1 % アルミニウムキノリン錯体 (A l q) / 前記 A l q / A l - L i (負極)、であるものなどが好適に挙げられる。前記 D C J T B は、4-dicyanomethylene-6-cp-julolidinostyryl-2-tert-butyl-4H-pyranである。なお、前記 A l q は先に示した通りである。

## 【 0 0 8 3 】

## 【 化 2 1 】



## 【 0 0 8 4 】

前記緑色発光用の有機 E L 素子としては、特に制限はなく、公知のものの中から適宜選択することができるが、例えば層構成が、I T O (正極) / 前記 N P D / ジメチルキナクドリン 1 % 前記 A l q / 前記 A l q / A l - L i (負極)、であるものなどが好適に挙げられる。

## 【 0 0 8 5 】

前記有機 E L ディスプレイの態様としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、「日経エレクトロニクス」、No. 765, 2000年3月13日号、55 ~ 62 ページに記載されているような、パッシブマトリクスパネル、アクティブマトリクスパネルなどが好適に挙げられる。

## 【 0 0 8 6 】

前記パッシブマトリクスパネルは、例えば、図 2 に示すように、ガラス基板 1 2 上に、互いに平行に配置された帯状の正極 1 4 (例えば I T O 電極) を有し、正極 1 4 上に、互いに順番に平行にかつ正極 1 4 と略直交方向に配置された帯状の青色発光用の有機薄膜層 2 4、緑色発光用の有機薄膜層 2 6 及び赤色発光用の有機薄膜層 2 8 を有し、青色発光用の有機薄膜層 2 4、緑色発光用の有機薄膜層 2 6 及び赤色発光用の有機薄膜層 2 8 上に、これらと同形状の負極 2 2 を有してなる。

## 【 0 0 8 7 】

前記パッシブマトリクスパネルにおいては、例えば、図 3 に示すように、複数の正極 1 4 からなる正極ライン 3 0 と、複数の負極 2 2 からなる負極ライン 3 2 とが互いに略直行方向に交差して回路が形成されている。各交差点に位置する、青色発光用、緑色発光用及び赤色発光用の各有機薄膜層 2 4、2 6 及び 2 8 が画素として機能し、各画素に対応して有機 E L 素子 3 4 が複数存在している。該パッシブマトリクスパネルにおいて、正極ライン 3 0 における正極 1 4 の 1 つと、負極ライン 3 2 における負極 2 2 の 1 つとに対し、定電流源 3 6 により電流を印加すると、その際、その交差点に位置する有機 E L 薄膜層に電流が印加され、該位置の有機 E L 薄膜層が発光する。この画素単位の発光を制御することに

10

20

30

40

50

より、容易にフルカラーの画像を形成することができる。

#### 【0088】

前記アクティブマトリクスパネルは、例えば、図4に示すように、ガラス基板12上に、走査線、データライン及び電流供給ラインが碁盤目状に形成されており、碁盤目状を形成する走査線等に接続され、各碁盤目に配置されたTFT回路40と、TFT回路40により駆動可能であり、各碁盤目中に配置された正極14（例えばITO電極）とを有し、正極14上に、互いに順番に平行に配置された帯状の青色発光用の有機薄膜層24、緑色発光用の有機薄膜層26及び赤色発光用の有機薄膜層28を有し、青色発光用の有機薄膜層24、緑色発光用の有機薄膜層26及び赤色発光用の有機薄膜層28上に、これらを全部覆うようにして配置された負極22を有してなる。青色発光用の有機薄膜層24、緑色発光用の有機薄膜層26及び赤色発光用の有機薄膜層28は、それぞれ、正孔輸送層16、発光層18及び電子輸送層20を有している。

10

#### 【0089】

前記アクティブマトリクスパネルにおいては、例えば、図5に示すように、複数平行に設けられた走査線46と、複数平行に設けられたデータライン42及び電流供給ライン44とが互いに直交して碁盤目を形成しており、各碁盤目には、スイッチング用TFT48と、駆動用TFT50とが接続されて回路が形成されている。駆動回路38から電流を印加すると、碁盤目毎にスイッチング用TFT48と駆動用TFT50とが駆動可能となっている。そして、各碁盤目は、青色発光用、緑色発光用及び赤色発光用の各有機薄膜素子24、26及び28が画素として機能し、該アクティブマトリクスパネルにおいて、横方向に配置された走査線46の1つと、縦方向に配置された電流供給ライン44とに対し、駆動回路38から電流を印加すると、その際、その交差点に位置するスイッチング用TFT48が駆動し、それに伴い駆動用TFT50が駆動し、該位置の有機EL素子52が発光する。この画素単位の発光を制御することにより、容易にフルカラーの画像を形成することができる。

20

#### 【0090】

本発明の有機ELディスプレイは、例えば、コンピュータ、車載用表示器、野外表示器、家庭用機器、業務用機器、家電用機器、交通関係表示器、時計表示器、カレンダー表示器、ルミネッセントスクリーン、音響機器等をはじめとする各種分野において好適に使用することができる。

30

#### 【0091】

##### 【実施例】

以下、本発明の実施例を説明するが、本発明はこれらの実施例に何ら限定されるものではない。

#### 【0092】

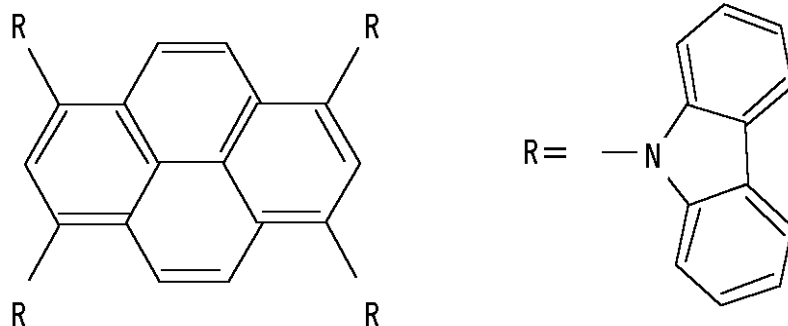
##### （実施例1）

- 1, 3, 6, 8 - テトラ(N - カルバゾリル)ピレンの合成 -  
Annalen der Chemie 531巻、81ページに記載の方法に従って、ピレンと臭素との反応により1, 3, 6, 8 - テトラブロモピレンを合成した。この1, 3, 6, 8 - テトラブロモピレンに、カルバゾール、炭酸カリウム及び銅粉を添加し250で30時間反応させた。反応液を水で希釈した後、クロロホルムで反応物を抽出した。その後、常法に従って精製し、下記構造式で表される1, 3, 6, 8 - テトラ(N - カルバゾリル)ピレンを得た。

40

#### 【0093】

##### 【化22】



10

## 【 0 0 9 4 】

- 有機 E L 素子の作製 -

1, 3, 6, 8 - テトラ (N - カルバゾリル) ピレンを発光材料として発光層に用いた積層型の有機 E L 素子を以下のようにして作製した。即ち、正極としての I T O 電極を形成したガラス基板を、水、アセトン及びイソプロピルアルコールにて超音波洗浄し、U V オゾン処理した後、真空蒸着装置 (真空度 =  $1 \times 10^{-6}$  Torr ( $1.3 \times 10^{-4}$  Pa)、基板温度 = 室温) を用いて、この I T O 電極上に正孔輸送層としての前記 T P D を厚みが 20 nm となるように被覆した。次に、この T P D による正孔輸送層上に、1, 3, 6, 8 - テトラ (N - カルバゾリル) ピレンを厚みが 20 nm の発光層を被覆蒸着した。そして、該発光層上に第一の電子輸送層として、前記 B C P を厚みが 10 nm となるようにして被覆蒸着した。更に、該第一の電子輸送層上に第二の電子輸送層として、前記 A l q を厚みが 20 nm となるように被覆蒸着し、該 A l q による該第二の電子輸送層上に負極としての A l - L i 合金 (L i の含有量 = 0.5 質量%) を厚みが 50 nm となるように蒸着した。以上により、有機 E L 素子を作製した。

20

## 【 0 0 9 5 】

作製した有機 E L 素子における、I T O 電極 (正極) 及び A l - L i 合金 (負極) に電圧を印加すると、該有機 E L 素子においては、電圧 5 V 以上で青色発光が観測され、印加電圧 10 V において発光輝度  $1450 \text{ cd/m}^2$  の高純度の青色発光が観測された。

30

## 【 0 0 9 6 】

(実施例 2)

実施例 1 において、発光層を、1, 3, 6, 8 - テトラ (N - カルバゾリル) ピレンと、4, 4' - ビス (9 - カルバゾリル) - ビフェニル (C B P) とを、該 1, 3, 6, 8 - テトラ (N - カルバゾリル) ピレン 1 分子 (1 モル、1 質量%) に対し該 C B P 99 分子 (99 モル、99 質量%) となるようにして同時蒸着して形成した以外は、実施例 1 と同様にして有機 E L 素子を作製した。

作製した有機 E L 素子における、I T O 電極 (正極) 及び A l - L i 合金 (負極) に電圧を印加すると、該有機 E L 素子においては、電圧 5 V 以上で青色発光が観測され、印加電圧 10 V において発光輝度  $1520 \text{ cd/m}^2$  の高純度の青色発光が観測された。

40

## 【 0 0 9 7 】

(実施例 3)

実施例 1 において、発光層と第一の電子輸送層と第二の電子輸送層とを別々に形成したのを、1, 3, 6, 8 - テトラ (N - カルバゾリル) ピレンを用いて電子輸送層兼発光層として被覆蒸着して形成した以外は、実施例 1 と同様にして有機 E L 素子を作製した。

作製した有機 E L 素子における、I T O 電極 (正極) 及び A l - L i 合金 (負極) に電圧を印加すると、該有機 E L 素子においては、電圧 6 V 以上で青色発光が観測され、印加電圧 10 V において発光輝度  $1100 \text{ cd/m}^2$  の高純度の青色発光が観測された。

## 【 0 0 9 8 】

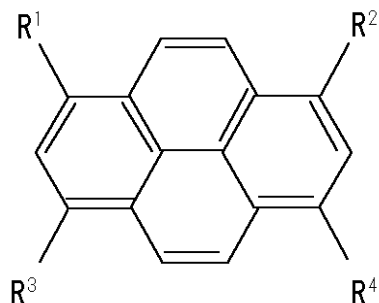
ここで、本発明の好ましい態様を付記すると、以下の通りである。

50

(付記 1) 正極及び負極の間に有機薄膜層を有してなり、該有機薄膜層が、下記構造式(1)で表される 1, 3, 6, 8 - 四置換ピレン化合物を発光材料として含有することを特徴とする有機 EL 素子。

構造式(1)

【化 2 3】

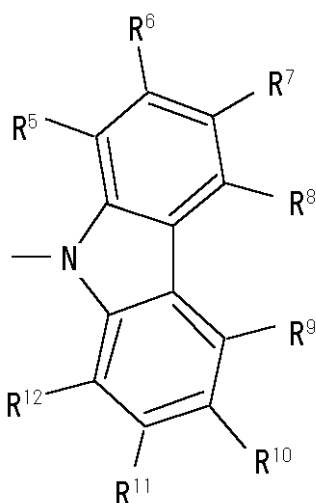


10

ただし、前記構造式(1)中、 $R^1 \sim R^4$  は、互いに同一であってもよいし異なっているもよく、下記構造式(2)で表される置換基を表す。

構造式(2)

【化 2 4】



30

ただし、前記構造式(2)中、 $R^5 \sim R^{12}$  は、互いに同一であってもよいし異なっているもよく、水素原子又は置換基を表す。

(付記 2)  $R^5 \sim R^{12}$  が総て水素原子である付記 1 に記載の有機 EL 素子。

(付記 3) 有機薄膜層が発光層兼電子輸送層を有してなり、該発光層兼電子輸送層が、構造式(1)で表される 1, 3, 6, 8 - 四置換ピレン化合物を発光材料として含有する付記 1 又は 2 に記載の有機 EL 素子。

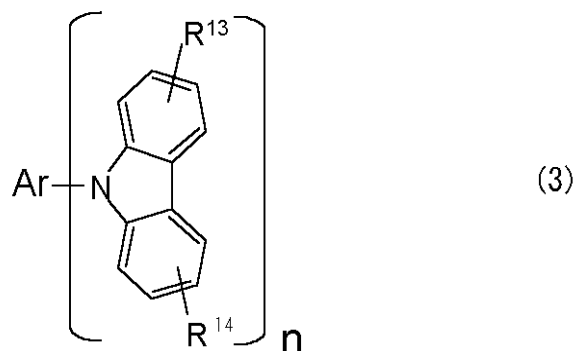
40

(付記 4) 有機薄膜層が正孔輸送層と電子輸送層とに挟まれた発光層を有してなり、該発光層が、構造式(1)で表される 1, 3, 6, 8 - 四置換ピレン化合物を発光材料として含有する付記 1 又は 2 に記載の有機 EL 素子。

(付記 5) 発光層が、下記構造式(3)で表されるカルバゾール誘導体を含む付記 4 に記載の有機 EL 素子。

構造式(3)

【化 2 5】



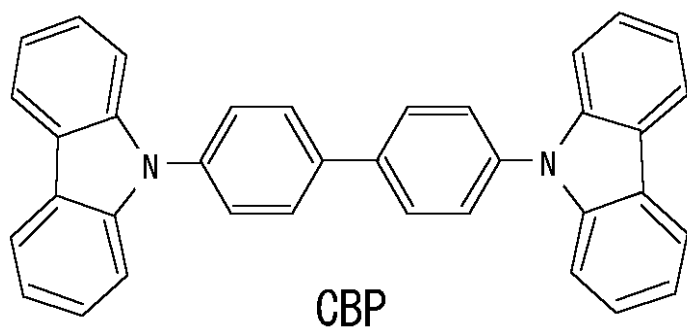
10

Arは、芳香族環を含む2価若しくは3価の基、又は、複素環式芳香族環を含む2価若しくは3価の基を表す。R<sup>1</sup>及びR<sup>2</sup>は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、アルキル基、アラルキル基、アルケニル基、アリール基、シアノ基、アミノ基、アシル基、アルコキシカルボニル基、カルボキシル基、アルコキシ基、アルキルスルホニル基、水酸基、アミド基、アリールオキシ基、芳香族炭化水素環基、又は芳香族複素環基を表し、これらは置換基で更に置換されていてもよい。

(付記6) カルバゾール誘導体が、下記構造式で表される4,4'-ビス(9-カルバゾリル)-ビフェニル(CBP)又はその誘導体である付記5に記載の有機EL素子。

【化26】

20



30

(付記7) 有機薄膜層が正孔輸送層と電子輸送層とに挟まれた発光層を有してなり、該発光層が、構造式(1)で表される1,3,6,8-四置換ピレン化合物を製膜してなる付記1又は2に記載の有機EL素子。

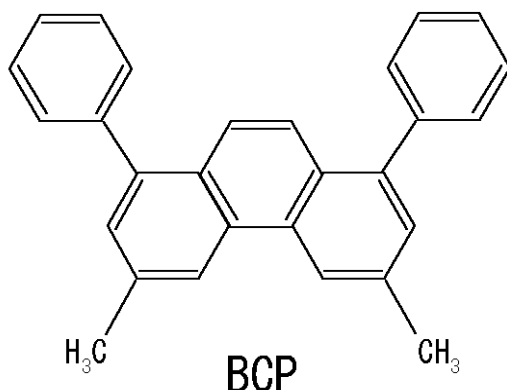
(付記8) 電子輸送層が少なくとも1層からなり、発光層に隣接する層が、1,3,6,8-四置換ピレン化合物よりも光吸収端が短波長である電子輸送材料を含有する付記7に記載の有機EL素子。

(付記9) 電子輸送材料が、フェナントロリン誘導体、オキサジアゾール誘導体及びトリアゾール誘導体から選択される少なくとも1種である付記8に記載の有機EL素子。

40

(付記10) 電子輸送材料が、下記構造式で表される2,9-ジメチル-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン(バソクプロイン;BCP)である付記8に記載の有機EL素子。

【化27】



10

(付記 1 1) E L 発光のピーク波長が 4 0 0 ~ 5 0 0 n m である付記 1 から 1 0 のいずれかに記載の有機 E L 素子。

(付記 1 2) 発光層の厚みが 5 ~ 5 0 n m である付記 1 から 1 1 のいずれかに記載の有機 E L 素子。

(付記 1 3) 青色発光用である付記 1 から 1 2 のいずれかに記載の有機 E L 素子。

(付記 1 4) 付記 1 から 1 3 のいずれかに記載の有機 E L 素子を用いたことを特徴とする有機 E L ディスプレイ。

20

(付記 1 5) パッシブマトリクスパネル及びアクティブマトリクスパネルのいずれかである付記 1 4 に記載の有機 E L ディスプレイ。

【 0 0 9 9 】

【発明の効果】

本発明によると、従来における前記問題を解決し、青色光の発光効率・発光輝度・色純度等に優れた有機 E L 素子、及び、該有機 E L 素子を用いた高性能な有機 E L ディスプレイを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】図 1 は、本発明の有機 E L 素子における層構成の一例を説明するための概略説明図である。

30

【図 2】図 2 は、パッシブマトリクス方式の有機 E L ディスプレイ（パッシブマトリクスパネル）の一構造例を説明するための概略説明図である。

【図 3】図 3 は、図 2 に示すパッシブマトリクス方式の有機 E L ディスプレイ（パッシブマトリクスパネル）における回路を説明するための概略説明図である。

【図 4】図 4 は、アクティブマトリクス方式の有機 E L ディスプレイ（アクティブマトリクスパネル）の一構造例を説明するための概略説明図である。

【図 5】図 5 は、図 4 に示すアクティブマトリクス方式の有機 E L ディスプレイ（アクティブマトリクスパネル）における回路を説明するための概略説明図である。

【符号の説明】

40

- 1           有機 E L ディスプレイ
- 1 0        有機 E L 素子
- 1 2        ガラス基板
- 1 4        正極
- 1 6        正孔輸送層
- 1 8        発光層
- 2 0        電子輸送層
- 2 2        負極
- 2 4        青色発光用の有機薄膜層
- 2 6        緑色発光用の有機薄膜層

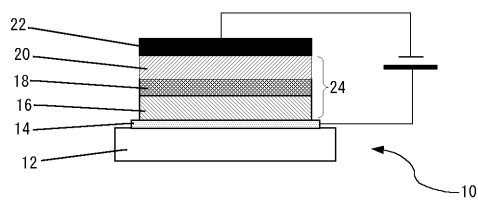
50



- 2 8 赤色発光用の有機薄膜層
- 3 0 正極ライン
- 3 2 負極ライン
- 3 4 有機ＥＬ素子
- 3 6 定電流源
- 3 8 駆動回路
- 4 0 ＴＦＴ回路
- 4 2 データライン
- 4 4 電源供給ライン
- 4 6 走査線
- 4 8 スイッチング用ＴＦＴ
- 5 0 駆動用ＴＦＴ

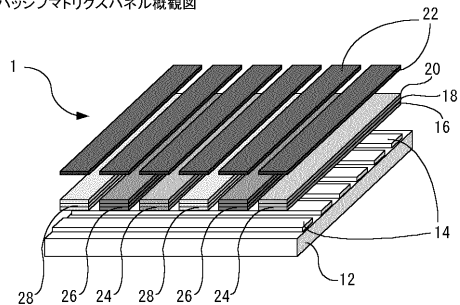
10

【図 1】



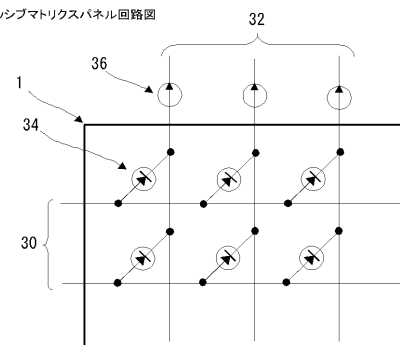
【図 2】

パッシブマトリクスパネル概観図



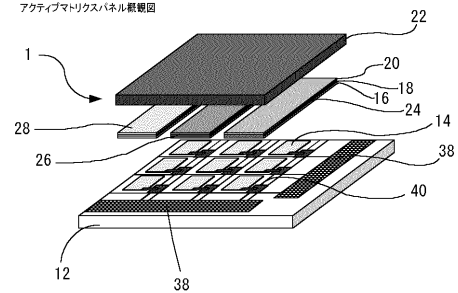
【図 3】

パッシブマトリクスパネル回路図



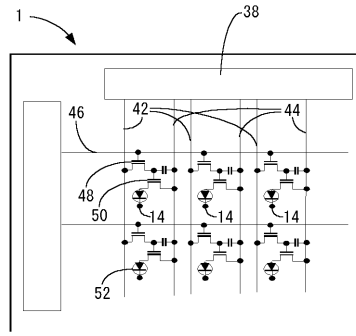
【図 4】

アクティブマトリクスパネル概観図



【図5】

アクティブマトリクスパネル回路図



---

フロントページの続き

- (72)発明者 松浦 東  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
- (72)発明者 成澤 俊明  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

審査官 井上 千弥子

- (56)参考文献 特開平05-263073(JP,A)  
特開平11-241062(JP,A)  
特開平07-090256(JP,A)  
特開平06-001972(JP,A)  
特開2002-075645(JP,A)  
特開2002-063988(JP,A)  
特開2003-234190(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 51/50  
C09K 11/06  
CA(STN)  
REGISTRY(STN)

专利名称(译)	有机EL元件和有机EL显示器		
公开(公告)号	<a href="#">JP3825344B2</a>	公开(公告)日	2006-09-27
申请号	JP2002071525	申请日	2002-03-15
[标]申请(专利权)人(译)	富士通株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士通株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	富士胶片有限公司		
[标]发明人	外山 弥 佐藤 博之 松浦 東 成澤 俊明		
发明人	外山 弥 佐藤 博之 松浦 東 成澤 俊明		
IPC分类号	H01L51/50 C09K11/06 H01L51/00 H01L51/30		
CPC分类号	H01L51/0072 H01L51/0054 H01L51/0059 H01L51/006 H01L51/0067 H01L51/007 H01L51/5012 H01L51/5048 Y10S428/917		
FI分类号	H05B33/14.B C09K11/06.645 C09K11/06.690 H05B33/22.B		
F-TERM分类号	3K007/AB02 3K007/AB03 3K007/AB04 3K007/CB04 3K007/DB03 3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC02 3K107/CC04 3K107/CC06 3K107/CC07 3K107/DD53 3K107/DD59 3K107/DD68 3K107/DD69 3K107/DD71 3K107/DD74 3K107/DD78 3K107/FF19		
代理人(译)	广田幸一		
其他公开文献	JP2003272864A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

要解决的问题：提供蓝光的发光效率，发光亮度，色纯度等优异的有机EL元件。在正极和负极之间提供有机薄膜层，并且有机薄膜层含有由以下结构式表示的1,3,6,8-四取代的蒽化合物作为发光材料。它是一种有机EL元素。[化学式1]然而，在结构式中，R<sup>1</sup>至R<sup>4</sup>可以彼此相同或不同，并且由下式表示的取代基一个代表。[化学式2]然而，在上式中，R<sup>5</sup>至R<sup>12</sup>可以彼此相同或不同，并且表示氢原子或取代基。其中R<sup>5</sup>至R<sup>12</sup>均为氢原子的实施方案是优选的。

