

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5133974号  
(P5133974)

(45) 発行日 平成25年1月30日(2013.1.30)

(24) 登録日 平成24年11月16日(2012.11.16)

(51) Int.Cl.	F I
<b>H05B 33/12 (2006.01)</b>	H05B 33/12 C
<b>H01L 51/50 (2006.01)</b>	H05B 33/14 A
<b>G09F 9/30 (2006.01)</b>	H05B 33/12 E
<b>H01L 27/32 (2006.01)</b>	G09F 9/30 365Z

請求項の数 28 (全 33 頁)

(21) 出願番号	特願2009-502920 (P2009-502920)	(73) 特許権者	510048417
(86) (22) 出願日	平成19年3月19日 (2007. 3. 19)		グローバル・オーエーディー・テクノロジー・リミテッド・ライアビリティ・カンパニー
(65) 公表番号	特表2009-532825 (P2009-532825A)		GLOBAL OLED TECHNOLOGY LLC.
(43) 公表日	平成21年9月10日 (2009. 9. 10)		アメリカ合衆国、バージニア州、ハーンドン、パーク・センター・ロード 13873、スイート 330
(86) 国際出願番号	PCT/US2007/007452		13873 Park Center Road, Suite 330, Herndon, VA 20171, United States of America
(87) 国際公開番号	W02007/126752		
(87) 国際公開日	平成19年11月8日 (2007. 11. 8)		
審査請求日	平成22年3月19日 (2010. 3. 19)		
(31) 優先権主張番号	11/393,767		
(32) 優先日	平成18年3月30日 (2006. 3. 30)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フィルタを有する効率的白色光OLEDディスプレイ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

白色光を発光するOLED素子であって、  
 当該白色光を発光するOLED素子は：  
 アノードとカソード；及び  
 該アノードとカソード間に供された少なくとも4層の発光層；  
 を有し、  
 前記アノードとカソードの間を電流が流れるときに前記4層の発光層の各々は各異なる発光スペクトルを生成し、かつ  
 前記各異なる発光スペクトルは結合して白色光を生成し、  
 前記4層の発光層は、赤色発光層、黄色発光層、青色発光層、及び緑色発光層を有し、  
 かつ  
 前記発光層は、  
 該発光層の各々が少なくとも1層の他の発光層と接し、  
 前記青色発光層は前記緑色発光層と接し、かつ  
 前記赤色発光層は他の発光層1層とのみ接する、  
 ように配置されると共に、  
 前記4層の発光層のうち中間層として配置される、前記黄色発光層、前記緑色発光層、  
 または前記緑色発光層と前記黄色発光層のいずれかの層は、発光層と励起子を輸送する中間層との両方の機能を果たす厚さに選定され、

10

20

前記アノードの最も近くに形成される発光層と接する中間層が前記黄色発光層である場合に、前記黄色発光層は、0.5nmよりも厚くて5nmよりも薄い厚さを有し、

前記アノードの最も近くに形成される発光層と接する中間層が前記黄色発光層または前記青色発光層であって、前記黄色発光層または前記青色発光層と接する他の中間層が前記緑色発光層である場合に、または、前記アノードの最も近くに形成される発光層と接する中間層が前記緑色発光層である場合に、前記緑色発光層は、0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い厚さを有し、

前記アノードの最も近くに形成される発光層と接する中間層が前記青色発光層である場合であって、前記青色発光層と接する他の中間層が黄色発光層である場合は、前記黄色発光層は、0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い厚さを有し、

前記アノードの最も近くに形成される発光層と接する中間層が前記緑色発光層である場合であって、前記緑色発光層と接する他の中間層が黄色発光層である場合は、前記緑色発光層は、0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い厚さを有し、前記黄色発光層は、0.5nmよりも厚くて5nmよりも薄い厚さを有することを特徴とする

白色光を発光するOLED素子。

【請求項2】

前記赤色発光層は前記アノードの最も近くに形成され、  
0.5nmよりも厚くて5nmよりも薄い前記黄色発光層は前記赤色発光層と接し、  
前記青色発光層は前記黄色発光層と接し、かつ  
前記緑色発光層は前記青色発光層と接する、  
請求項1に記載の白色光を発光するOLED素子。

【請求項3】

前記赤色発光層は前記アノードの最も近くに形成され、  
0.5nmよりも厚くて5nmよりも薄い前記黄色発光層は前記赤色発光層と接し、  
0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い前記緑色発光層は前記黄色発光層と接し、かつ  
前記青色発光層は前記緑色発光層と接する、  
請求項1に記載の白色光を発光するOLED素子。

【請求項4】

前記赤色発光層は前記アノードの最も近くに形成され、  
前記青色発光層は前記赤色発光層と接し、  
0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い前記緑色発光層は前記青色発光層と接し、かつ  
前記黄色発光層は前記緑色発光層と接する、  
請求項1に記載の白色光を発光するOLED素子。

【請求項5】

前記赤色発光層は前記アノードの最も近くに形成され、  
0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い前記緑色発光層は前記赤色発光層と接し、  
前記青色発光層は前記緑色発光層と接し、かつ  
前記黄色発光層は前記青色発光層と接する、  
請求項1に記載の白色光を発光するOLED素子。

【請求項6】

前記黄色発光層は前記アノードの最も近くに形成され、  
前記青色発光層は前記黄色発光層と接し、  
0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い前記緑色発光層は前記青色発光層と接し、かつ  
前記赤色発光層は前記緑色発光層と接する、  
請求項1に記載の白色光を発光するOLED素子。

【請求項7】

前記黄色発光層は前記アノードの最も近くに形成され、  
0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い前記緑色発光層は前記黄色発光層と接し、  
前記青色発光層は前記緑色発光層と接し、かつ  
前記赤色発光層は前記青色発光層と接する、

10

20

30

40

50

請求項1に記載の白色光を発光するOLED素子。

【請求項8】

前記緑色発光層は前記アノードの最も近くに形成され、  
前記青色発光層は前記緑色発光層と接し、  
0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い前記黄色発光層は前記青色発光層と接し、かつ  
前記赤色発光層は前記黄色発光層と接する、  
請求項1に記載の白色光を発光するOLED素子。

【請求項9】

前記青色発光層は前記アノードの最も近くに形成され、  
0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い前記緑色発光層は前記青色発光層と接し、  
0.5nmよりも厚くて5nmよりも薄い前記黄色発光層は前記緑色発光層と接し、かつ  
前記赤色発光層は前記黄色発光層と接する、  
請求項1に記載の白色光を発光するOLED素子。

【請求項10】

第1発光画素、第2発光画素、第3発光画素、及び第4発光画素からなるアレイ、並びに前記第1発光画素、前記第2発光画素、及び前記第3発光画素の動作に関連する、少なくとも3つの異なる色フィルタからなるアレイ、

を有するOLEDディスプレイであって、

各画素は、アノードとカソード、及び該アノードとカソードの間に供された少なくとも4層の発光層を有し、

該4層の発光層の各々は、前記アノードとカソードの間に電流が流れるときに、各異なる発光スペクトルを生成し、

前記4層の発光層は、赤色発光層、黄色発光層、青色発光層、及び緑色発光層を有し、  
前記発光層は、

該発光層の各々は少なくとも1層の他の発光層と接し、

前記青色発光層は前記緑色発光層と接し、かつ

前記赤色発光層は他の発光層1層とのみ接する、

ように配置されると共に、

前記4層の発光層のうち中間層として配置される、前記黄色発光層、前記緑色発光層、  
または前記緑色発光層と前記黄色発光層のいずれかの層は、発光層と励起子を輸送する中間層との両方の機能を果たす厚さに選定され、  
かつ

前記色フィルタは、白色光を受光して各異なる色の光を生成するように選ばれ、

前記アノードの最も近くに形成される発光層と接する中間層が前記黄色発光層である場合に、前記黄色発光層は、0.5nmよりも厚くて5nmよりも薄い厚さを有し、

前記アノードの最も近くに形成される発光層と接する中間層が前記黄色発光層または前記青色発光層であって、前記黄色発光層または前記青色発光層と接する他の中間層が前記緑色発光層である場合に、または、前記アノードの最も近くに形成される発光層と接する中間層が前記緑色発光層である場合に、前記緑色発光層は、0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い厚さを有し、

前記アノードの最も近くに形成される発光層と接する中間層が前記青色発光層である場合であって、前記青色発光層と接する他の中間層が黄色発光層である場合は、前記黄色発光層は、0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い厚さを有し、

前記アノードの最も近くに形成される発光層と接する中間層が前記緑色発光層である場合であって、前記緑色発光層と接する他の中間層が黄色発光層である場合は、前記緑色発光層は、0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い厚さを有し、前記黄色発光層は、0.5nmよりも厚くて5nmよりも薄い厚さを有することを特徴とする

白色光を発光するOLEDディスプレイ。

【請求項11】

前記赤色発光層は前記アノードの最も近くに形成され、

0.5nmよりも厚くて5nmよりも薄い前記黄色発光層は前記赤色発光層と接し、  
前記青色発光層は前記黄色発光層と接し、かつ  
前記緑色発光層は前記青色発光層と接する、  
請求項10に記載の白色光を発光するOLEDディスプレイ。

【請求項12】

前記赤色発光層は前記アノードの最も近くに形成され、  
0.5nmよりも厚くて5nmよりも薄い前記黄色発光層は前記赤色発光層と接し、  
0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い前記緑色発光層は前記黄色発光層と接し、かつ  
前記青色発光層は前記緑色発光層と接する、  
請求項10に記載の白色光を発光するOLEDディスプレイ。

10

【請求項13】

前記赤色発光層は前記アノードの最も近くに形成され、  
前記青色発光層は前記赤色発光層と接し、  
0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い前記緑色発光層は前記青色発光層と接し、かつ  
前記黄色発光層は前記緑色発光層と接する、  
請求項10に記載の白色光を発光するOLEDディスプレイ。

【請求項14】

前記赤色発光層は前記アノードの最も近くに形成され、  
0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い前記緑色発光層は前記赤色発光層と接し、  
前記青色発光層は前記緑色発光層と接し、かつ  
前記黄色発光層は前記青色発光層と接する、  
請求項10に記載の白色光を発光するOLEDディスプレイ。

20

【請求項15】

前記黄色発光層は前記アノードの最も近くに形成され、  
前記青色発光層は前記黄色発光層と接し、  
0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い前記緑色発光層は前記青色発光層と接し、かつ  
前記赤色発光層は前記緑色発光層と接する、  
請求項10に記載の白色光を発光するOLEDディスプレイ。

【請求項16】

前記黄色発光層は前記アノードの最も近くに形成され、  
0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い前記緑色発光層は前記黄色発光層と接し、  
前記青色発光層は前記緑色発光層と接し、かつ  
前記赤色発光層は前記青色発光層と接する、  
請求項10に記載の白色光を発光するOLEDディスプレイ。

30

【請求項17】

前記緑色発光層は前記アノードの最も近くに形成され、  
前記青色発光層は前記緑色発光層と接し、  
0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い前記黄色発光層は前記青色発光層と接し、かつ  
前記赤色発光層は前記黄色発光層と接する、  
請求項10に記載の白色光を発光するOLEDディスプレイ。

40

【請求項18】

前記青色発光層は前記アノードの最も近くに形成され、  
0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い前記緑色発光層は前記青色発光層と接し、  
0.5nmよりも厚くて5nmよりも薄い前記黄色発光層は前記緑色発光層と接し、かつ  
前記赤色発光層は前記黄色発光層と接する、  
請求項10に記載の白色光を発光するOLEDディスプレイ。

【請求項19】

前記アレイの全画素が共通のカソードを共有している、請求項10に記載の白色光を発光するOLEDディスプレイ。

【請求項20】

50

間隔をあけて設けられたアノードとカソード；  
 電極間に設けられていて白色光に対応する発光スペクトルを生成する少なくとも2つの白色光発光ユニットであって、  
 各々は赤色発光層、黄色発光層、青色発光層、及び緑色発光層を有する4層の発光層を有し、かつ  
 前記発光層は、  
 当該一の白色光発光ユニットの前記発光層の各々は当該一の白色光発光ユニットの少なくとも1層の他の発光層と接し、  
 当該一の白色光発光ユニットの前記青色発光層は当該一の白色光発光ユニットの前記緑色発光層と接し、かつ  
 当該一の白色光発光ユニットの前記赤色発光層は当該一の白色光発光ユニットの他の発光層1層とのみ接する、  
 ように配置されると共に、  
 前記4層の発光層のうち中間層として配置される、前記黄色発光層、前記緑色発光層、または前記緑色発光層と前記黄色発光層のいずれかの層は、発光層と励起子を輸送する中間層との両方の機能を果たす厚さに選定される、  
 少なくとも2つの白色光発光ユニット；並びに  
 前記白色光ユニット間に設けられた中間接続部；  
 を有し、  
 前記アノードの最も近くに形成される発光層と接する中間層が前記黄色発光層である場合に、前記黄色発光層は、0.5nmよりも厚くて5nmよりも薄い厚さを有し、  
 前記アノードの最も近くに形成される発光層と接する中間層が前記黄色発光層または前記青色発光層であって、前記黄色発光層または前記青色発光層と接する他の中間層が前記緑色発光層である場合に、または、前記アノードの最も近くに形成される発光層と接する中間層が前記緑色発光層である場合に、前記緑色発光層は、0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い厚さを有し、  
 前記アノードの最も近くに形成される発光層と接する中間層が前記青色発光層である場合であって、前記青色発光層と接する他の中間層が黄色発光層である場合は、前記黄色発光層は、0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い厚さを有し、  
 前記アノードの最も近くに形成される発光層と接する中間層が前記緑色発光層である場合であって、前記緑色発光層と接する他の中間層が黄色発光層である場合は、前記緑色発光層は、0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い厚さを有し、前記黄色発光層は、0.5nmよりも厚くて5nmよりも薄い厚さを有することを特徴とする  
 タンデム型の白色光を発光するOLED素子。

【請求項 2 1】

当該白色光発光ユニットの少なくとも1つが、  
 前記アノードの最も近くに形成される前記赤色発光層、  
 前記赤色発光層と接する0.5nmよりも厚くて5nmよりも薄い前記黄色発光層、  
 前記黄色発光層と接する前記青色発光層、かつ  
 前記青色発光層と接する前記緑色発光層、  
 を有する、  
 請求項20に記載のタンデム型の白色光を発光するOLED素子。

【請求項 2 2】

当該白色光発光ユニットの少なくとも1つが、  
 前記アノードの最も近くに形成される前記赤色発光層、  
 前記赤色発光層と接する0.5nmよりも厚くて5nmよりも薄い前記黄色発光層、  
 前記黄色発光層と接する0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い前記緑色発光層、かつ  
 前記緑色発光層と接する前記青色発光層、  
 を有する、  
 請求項20に記載のタンデム型の白色光を発光するOLED素子。

10

20

30

40

50

## 【請求項 2 3】

当該白色光発光ユニットの少なくとも1つが、  
 前記アノードの最も近くに形成される前記赤色発光層、  
 前記赤色発光層と接する前記青色発光層、  
 前記青色発光層と接する0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い前記緑色発光層、かつ  
 前記緑色発光層と接する前記黄色発光層、  
 を有する、  
 請求項20に記載のタンデム型の白色光を発光するOLED素子。

## 【請求項 2 4】

当該白色光発光ユニットの少なくとも1つが、  
 前記アノードの最も近くに形成される前記赤色発光層、  
 前記赤色発光層と接する0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い前記緑色発光層、  
 前記緑色発光層と接する前記青色発光層、かつ  
 前記青色発光層と接する前記黄色発光層、  
 を有する、  
 請求項20に記載のタンデム型の白色光を発光するOLED素子。

10

## 【請求項 2 5】

前記アノードの最も近くに形成される前記黄色発光層、  
 前記黄色発光層と接する前記青色発光層、  
 前記青色発光層と接する0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い前記緑色発光層、かつ  
 前記緑色発光層と接する前記赤色発光層、  
 を有する、  
 請求項20に記載のタンデム型の白色光を発光するOLED素子。

20

## 【請求項 2 6】

前記アノードの最も近くに形成される前記黄色発光層、  
 前記黄色発光層と接する0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い前記緑色発光層、  
 前記緑色発光層と接する前記青色発光層、かつ  
 前記青色発光層と接する前記赤色発光層、  
 を有する、  
 請求項20に記載のタンデム型の白色光を発光するOLED素子。

30

## 【請求項 2 7】

前記アノードの最も近くに形成される前記緑色発光層、  
 前記緑色発光層と接する前記青色発光層、  
 前記青色発光層と接する0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い前記黄色発光層、かつ  
 前記黄色発光層と接する前記赤色発光層、  
 を有する、  
 請求項20に記載のタンデム型の白色光を発光するOLED素子。

## 【請求項 2 8】

前記アノードの最も近くに形成される前記青色発光層、  
 前記青色発光層と接する0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い前記緑色発光層、  
 前記緑色発光層と接する0.5nmよりも厚くて5nmよりも薄い前記黄色発光層、かつ  
 前記黄色発光層と接する前記赤色発光層、  
 を有する、  
 請求項20に記載のタンデム型の白色光を発光するOLED素子。

40

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は色フィルタを有する広帯域光生成OLEDディスプレイに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

50

OLEDとも呼ばれる有機発光ダイオード素子は一般に、アノードとカソード、及び該アノードとカソードの間に挟まれた有機エレクトロルミネッセント(EL)ユニットを有する。有機ELユニットは少なくとも、正孔輸送層(HTL)、発光層(LEL)、及び電子輸送層(ETL)を有する。OLEDは、その低駆動電圧、高輝度、広視野角、及びフルカラーディスプレイや他の用途に用いられる可能性ゆえ魅力的である。タン(Tang)他は、自身の特許文献1及び2において、この多層OLEDについて記載した。

#### 【0003】

OLEDは、そのLELの発光特性に依存して、赤、緑、又は青といった様々な色を放出することができる。近年、たとえば固体光源、カラーディスプレイ、又はフルカラーディスプレイといった様々な用途に広帯域OLEDを取り入れようという要求が高まっている。広帯域発光とは、OLEDが可視スペクトル全体にわたる程度に十分広い光を放出することによって、その放出される光はフィルタすなわち色変化モジュールと併用されることで、少なくとも2色の異なる色を有するディスプレイすなわちフルカラーディスプレイを作製するようなものである、ことを意味する。特に、基本的にスペクトルの赤色、緑色、及び青色部分が発光する、広帯域光を発光するOLED(すなわち広帯域OLED)、つまり白色光を発光するOLED(白色OLED)が必要とされている。色フィルタを有する白色OLEDを用いることで、別個にパターンニングされた赤色、緑色、及び青色発光体を有するOLEDよりも製造プロセスが単純になる。この結果、高処理量、歩留まり向上、及び費用節約が可能となる。白色OLEDが、たとえば非特許文献1、特許文献3、特許文献4、非特許文献2、及び非特許文献3のような従来技術において報告されてきた。

#### 【0004】

OLEDからの広帯域発光を実現するため、2種類以上の分子が励起されなければならない。その理由は、分子の各種類は、通常条件下において比較的狭いスペクトルを有する光しか放出しないためである。母体材料と1種類以上の発光ドーパントを有する発光層は、母体とドーパントの両方からの発光を実現することができる。その結果、母体材料からドーパントへのエネルギー輸送が終了していない場合には、可視スペクトルにおける発光が広帯域となる。1層の発光層を有する白色OLEDを実現するため、発光ドーパントの濃度は慎重に制御される必要がある。これにより製造が困難になる。2層以上の発光層を有する白色OLEDは、1層の発光層を有するOLEDよりも、良好な発光効率を有するだけでなく、良好な色を有することができる。またドーパント濃度のばらつき許容度も大きくなる。2層以上の発光層を有する白色OLEDは一般的に1層の発光層を有するOLEDよりも安定していることも分かった。しかしスペクトルの赤色、緑色、及び青色部分での高強度の発光を実現することは難しい。2層の発光層を有する白色OLEDは一般的に2つの強い発光ピークを有する。第3発光層を用いて第3の強い発光ピークを供することが知られているが、そのような3層構造は効率が落ちることを示す。

#### 【0005】

近年、タンデムOLED構造(積層OLED又はカスケードOLEDと呼ばれることもある)が、特許文献5~9によって開示された。このタンデムOLEDは、複数のそれぞれ独立したOLEDユニットを垂直に積層し、かつ単一の電源を用いてその積層体を駆動することによって作製される。利点は、発光効率及び/又は寿命の向上である。しかしタンデム構造は、共に積層されるOLEDの数にほぼ比例して駆動電圧を向上させてしまう。

#### 【0006】

松本及び城戸は、非特許文献4において、タンデム型白色OLEDが、その素子内で緑青ELユニット及びオレンジ色ELユニットを接続することによって構築され、かつ1つの電源によってこの素子を駆動することによって白色光の発光が実現されることを報告した。たとえば発光効率が向上するとはいえ、このタンデム型白色OLED素子が有するスペクトル中での緑色及び赤色成分は弱い。特許文献9では、リアオ(Liao)他が、素子内で赤色ELユニット、緑色ELユニット、及び青色ELユニットを直接に接続したタンデム型白色OLED構造について記載している。タンデム型白色OLEDが1つの電源によって駆動されるとき、白色光の発光は、赤色、緑色、及び青色ELユニットからのスペクトルの結合によって生成される。た

10

20

30

40

50

とえ色発光及び発光効率が改善されるとしても、このタンデム型白色OLEDは3つ未満のELユニットでは作製できない。このことは、タンデム型白色OLEDに必要な駆動電圧が、従来のOLEDの駆動電圧の少なくとも3倍であることを意味する。

- 【特許文献 1】米国特許第4769292号明細書
- 【特許文献 2】米国特許第4885211号明細書
- 【特許文献 3】米国特許第5683823号明細書
- 【特許文献 4】特願2007-142169号明細書
- 【特許文献 5】米国特許第6337492号明細書
- 【特許文献 6】米国特許第6107734号明細書
- 【特許文献 7】特願2003-045676号明細書（米国特許出願第2003/0189401号明細書） 10
- 【特許文献 8】米国特許第6717358号明細書
- 【特許文献 9】米国特許出願第2003/0170491号明細書
- 【特許文献 10】米国特許第3180730号明細書
- 【特許文献 11】米国特許第3567450号明細書
- 【特許文献 12】米国特許第3658520号明細書
- 【特許文献 13】米国特許第4720432号明細書
- 【特許文献 14】米国特許第5061569号明細書
- 【特許文献 15】欧州特許第1009041号明細書
- 【特許文献 16】米国特許第5935721号明細書
- 【特許文献 17】国際公開第98/55561号パンフレット 20
- 【特許文献 18】国際公開第00/18851号パンフレット
- 【特許文献 19】国際公開第00/57676号パンフレット
- 【特許文献 20】国際公開第00/70655号パンフレット
- 【特許文献 21】米国特許第5141671号明細書
- 【特許文献 22】米国特許第5150006号明細書
- 【特許文献 23】米国特許第5151629号明細書
- 【特許文献 24】米国特許第5294870号明細書
- 【特許文献 25】米国特許第5405709号明細書
- 【特許文献 26】米国特許第5484922号明細書
- 【特許文献 27】米国特許第5593788号明細書 30
- 【特許文献 28】米国特許第5645948号明細書
- 【特許文献 29】米国特許第5683823号明細書
- 【特許文献 30】米国特許第5755999号明細書
- 【特許文献 31】米国特許第5928802号明細書
- 【特許文献 32】米国特許第5935720号明細書
- 【特許文献 33】米国特許第5935721号明細書
- 【特許文献 34】米国特許第6020078号明細書
- 【特許文献 35】米国特許出願公開第2005/0249972号明細書
- 【特許文献 36】米国特許出願公開第2005/0181232号明細書
- 【特許文献 37】米国特許出願公開第2004/0001969号明細書 40
- 【特許文献 38】米国特許第5121029号明細書
- 【特許文献 39】米国特許第4356429号明細書
- 【特許文献 40】米国特許第4359507号明細書
- 【特許文献 41】米国特許第5276380号明細書
- 【特許文献 42】欧州特許第0732868号明細書
- 【特許文献 43】米国特許第6208075号明細書
- 【特許文献 44】欧州特許第0891121号明細書
- 【特許文献 45】欧州特許第1029909号明細書
- 【特許文献 46】米国特許出願第11/170681号明細書
- 【特許文献 47】米国特許第6872472号明細書 50



【特許文献48】米国特許出願公開第2004/0227460号明細書

【非特許文献1】城戸他、応用物理誌 (Applied Physics Letters)、第64巻、pp.815、1994年

【非特許文献2】デシュパンデ(Deshpande)他、応用物理誌 (Applied Physics Letters)、第75巻、pp.888、1999年

【非特許文献3】デシュパンデ(Deshpande)他、応用物理誌 (Applied Physics Letters)、第83巻、pp.2459、2003年

【非特許文献4】SID03ダイジェスト、pp.979、2003年

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0007】

作製が単純でありながらも効率的な色域と高効率を有するディスプレイが必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

白色光を発光するOLEDは、アノードとカソード、及び該アノードとカソード間に供された少なくとも4層の発光層を有する。前記アノードとカソードの間を電流が流れるときに前記4層の発光層の各々は各異なる発光スペクトルを生成し、かつそれらのスペクトルは結合して白色光を生成する。また前記4層の発光層は、赤色発光層、黄色発光層、青色発光層、及び緑色発光層を有する。これらの発光層は、

20

i)前記発光層の各々は少なくとも1層の他の発光層と接し、

ii)前記青色発光層は前記緑色発光層と接し、かつ

iii)前記赤色発光層は他の発光層1層とのみ接する、

ように配置されると共に、

前記4層の発光層のうち中間層として配置される、前記黄色発光層、前記緑色発光層、または前記緑色発光層と前記黄色発光層のいずれかの層は、発光層と励起子を輸送する中間層との両方の機能を果たす厚さに選定され、

前記アノードの最も近くに形成される発光層と接する中間層が前記黄色発光層である場合に、前記黄色発光層は、0.5nmよりも厚くて5nmよりも薄い厚さを有し、

前記アノードの最も近くに形成される発光層と接する中間層が前記黄色発光層または前記青色発光層であって、前記黄色発光層または前記青色発光層と接する他の中間層が前記緑色発光層である場合に、または、前記アノードの最も近くに形成される発光層と接する中間層が前記緑色発光層である場合に、前記緑色発光層は、0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い厚さを有し、

30

前記アノードの最も近くに形成される発光層と接する中間層が前記青色発光層である場合であって、前記青色発光層と接する他の中間層が黄色発光層である場合は、前記黄色発光層は、0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い厚さを有し、

前記アノードの最も近くに形成される発光層と接する中間層が前記緑色発光層である場合であって、前記緑色発光層と接する他の中間層が黄色発光層である場合は、前記緑色発光層は、0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い厚さを有し、前記黄色発光層は、0.5nmよりも厚くて5nmよりも薄い厚さを有する。

40

【発明の効果】

【0009】

本発明の利点は、色域と出力効率が改善され、必要な電圧が低く、高い安定性、及び良好な角度依存性を有する素子が提供されることである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

たとえば層の厚さのような素子の特徴部の大きさは大抵の場合サブミクロン範囲であるので、大きさの厳密さよりもむしろ視覚的なわかりやすさを考慮して図は描かれている。

【0011】

50

「OLED素子」という語は、当技術分野において認識されているように、有機発光ダイオードを画素として有するディスプレイ素子という意味で用いられている。「OLED素子」という語はまた、1つの画素を有する素子をも意味して良い。本明細書で用いられている「OLEDディスプレイ」という語は、複数の画素を有するOLED素子を意味する。この複数の画素はそれぞれ異なる色であって良い。カラーOLED素子は、少なくとも一色の光を放出する。「多色」という語は、各異なる領域において異なる色相の光を発光することのできるディスプレイパネルを表すのに用いられる。特に「多色」という語は、様々な色の像を表示することのできるディスプレイパネルを表すのに用いられる。これらの領域は必ずしも接触している必要はない。「フルカラー」という語は、可視スペクトルにおける赤色、緑色、及び青色領域での発光、並びに色相を任意に組み合わせることによる像の表示が可能な多色パネルディスプレイを表すのに用いられる。赤色、緑色、及び青色は、三原色を構成する。この三原色を適当に混合させることによって他全ての色を生成することができる。「色相」という語は、可視スペクトル範囲内における発光の強度プロファイルを意味する。各異なる色相は視覚的に認識可能な色の差異を示す。「画素」という語は、当技術分野において認識されているように、刺激を受けて発光するディスプレイパネルの領域であって他の領域とは独立して発光するものを指すのに用いられる。フルカラーシステムでは、各異なる色の複数の画素が一緒に用いられることで広範囲な色を生成し、かつ観察者はそのような群を画素と呼ぶことが知られている。ここでの議論のため、そのような一群は複数の異なる色からなる画素とみなされる。

#### 【0012】

本開示によると、広帯域発光は、たとえば青や緑といった、可視スペクトルの多数の部分において主要な成分を有する光である。広帯域発光はまた、白色光を生成するためにスペクトルの赤色、緑色、及び青色部分で光が発光する状態も含んで良い。白色光は、白色を有すると使用者によって知覚される光、又は色フィルタと併用して実用的なフルカラーディスプレイを作製するのに十分な発光スペクトルを有する光である。低消費電力については、白色光を発光するOLEDの色度がCIE  $D_{65}$ つまりCIE $x=0.31$ かつCIE $y=0.33$ に近くなるのが有利である。このことは特に、赤色、緑色、及び青色の画素を有する所謂RGBWディスプレイについて当てはまる。たとえ複数の実施例においてCIE $x$ 、CIE $y$ 座標が約0.31、0.33であることが理想的であるとしても、実際の座標は大きく異なっていて良いし、かつそれでも非常に有用でありうる。本明細書において用いられている「白色光の発光」とは、内部で白色光を生成する素子を意味する。ただし実際にはそのように生成される光の一部が観察前に除去される。

#### 【0013】

ここで図1に移ると、本発明の第1実施例による白色光を発光するOLED素子10の画素の断面が図示されている。係るOLED素子はたとえばディスプレイ又は面照明システムに組み込まれて良い。OLED素子10は最低でも、基板20、アノード30、アノード30から間隔をあけて設けられたカソード90、及びアノード30とカソード90の間に挟まれた少なくとも4層の発光層50.1、50.2、50.3と50.4を有する。有機EL素子70に係る4層の発光層は、赤色発光層、黄色発光層、青色発光層、及び緑色発光層を有する。これらの層の厳密な順序は以降でさらに論じる。発光層50.1、50.2、50.3と50.4の各々は、アノード30とカソード90の間に電流が流れるときに、各異なる発光スペクトルを生成する。これらの発光スペクトルは結合して、図5のスペクトル130に示された白色光を生成する。比較のため、スペクトル110は、2層の発光層を有する白色光を発光するOLED素子の発光スペクトルを図示している。スペクトル120は、赤色発光層、青色発光層、及び緑色発光層の3層を有する白色光を発光するOLED素子の発光スペクトルを図示している。スペクトル110は、可視スペクトルの緑色部分で相対的に弱い。そのため緑色でフィルタリングされた画素がより強くなるように駆動される必要がある。スペクトル120は黄色領域での発光が弱いので、特に白色画素に用いられるときの効率(Cd/A)が低い。対照的にスペクトル130にはこのような弱さは表れず、可視スペクトルのほとんどにわたり良好な発光が表れている。

#### 【0014】

OLED素子10は、たとえば正孔輸送層40,45、電子輸送層55,65、正孔注入層35、電子注入層60、及び色フィルタ25のような他の層をさらに有して良い。これらについては後述する。

【0015】

青色発光層中での正孔-電子再結合によって生成される励起子は、緑色発光層、黄色発光層、又は赤色発光層へ移動することができる。緑色発光層中での励起子は、黄色発光層、又は赤色発光層へ移動することができる。黄色発光層中での励起子は赤色発光層へ移動することができる。従って本発明の機能にとっては、発光層がエネルギー的に好ましい順序で配列することが重要である。そのような順序は、i)前記発光層の各々は少なくとも1層の他の発光層と接し、ii)前記青色発光層は前記緑色発光層と接し、かつiii)前記赤色発光層は他の発光層1層とのみ接する、となるように前記発光層が配列するときの実現される。次に説明する図はこれらの基準を満たす配置を図示している。ここで図2aに移ると、これらの要件を満たすOLED素子10内の発光層の配置に係る一の実施例の断面が図示されている。この配置及び以下に記載される配置は、本明細書に記載された如何なるOLED素子及びOLEDディスプレイにも用いられて良い。図2aの配置では、赤色発光層50rはアノード30の最も近くに形成され、黄色発光層50yは赤色発光層50rと接し、青色発光層50bは黄色発光層50yと接し、かつ緑色発光層50gは青色発光層50bと接する。これはエネルギー的に好ましい順序である。青色発光層50b中での励起子は緑色発光層50g又は黄色発光層50yへ移動することができる。黄色発光層50y中での励起子は赤色発光層50rへ移動することができる。当然のことながら、どの層中の励起子もその層からの発光を起こすことができるし、各異なる層の厚さを変化させることによって、当業者は所望の発光を起こすように素子を調節することができる。この特別な実施例では黄色発光層50yは、発光層と、赤色発光層50rへ励起子を輸送する層の両方の機能を果たすので、黄色発光層50yは、OLED素子に対して当技術分野において一般的に用いられてきた発光層よりも薄くする必要がある。黄色発光層50yの厚さは0.5nmよりも厚く5nmよりも薄いことが望ましい。黄色発光層50yが0.5nm未満である場合、この層からの発光は最小となるので、素子は有利となる効率向上を示さない。黄色発光層50yが5nmよりも厚い場合、励起子のほとんどが赤色発光層50rに到達しないので、スペクトルの赤色領域での発光が最適を下回る。

【0016】

ここで図2bに移ると、本発明によるOLED素子10内での発光層の配列に係る他の実施例の断面が図示されている。この配置では、赤色発光層50rはアノード30の最も近くに形成され、0.5nmよりも厚くて5nmよりも薄い黄色発光層50yは赤色発光層50rと接し、緑色発光層50gは黄色発光層50yと接し、かつ青色発光層50bは緑色発光層50gと接する。この実施例では、緑色発光層50gは、励起子を輸送する中間層と、発光層の両方の機能を果たす。従って緑色発光層50gの厚さは、黄色発光層50yについて図2aに記載したように、2つの機能のバランスをとるように選ばなければならない。中間層としての緑色発光層50gについては、その厚さは0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄いことが望ましい。

【0017】

ここで図2cに移ると、本発明によるOLED素子10内での発光層の配列に係る他の実施例の断面が図示されている。この配置では、赤色発光層50rはアノード30の最も近くに形成され、青色発光層50bは赤色発光層50rと接し、0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い緑色発光層50gは青色発光層50bと接し、かつ黄色発光層50yは緑色発光層50gと接する。

【0018】

ここで図2dに移ると、本発明によるOLED素子10内での発光層の配列に係る他の実施例の断面が図示されている。この配置では、赤色発光層50rはアノード30の最も近くに形成され、0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い緑色発光層50gは赤色発光層50rと接し、青色発光層50bは緑色発光層50gと接し、かつ黄色発光層50yは青色発光層50bと接する。

【0019】

ここで図2eに移ると、本発明によるOLED素子10内での発光層の配列に係る他の実施例の断面が図示されている。この配置では、黄色発光層50yはアノード30の最も近くに形成さ

10

20

30

40

50

れ、青色発光層50bは黄色発光層50yと接し、0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い緑色発光層50gは青色発光層50bと接し、かつ赤色発光層50rは緑色発光層50gと接する。

【0020】

ここで図2fに移ると、本発明によるOLED素子10内での発光層の配列に係る他の実施例の断面が図示されている。この配置では、黄色発光層50yはアノード30の最も近くに形成され、0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い緑色発光層50gは黄色発光層50yと接し、青色発光層50bは緑色発光層50gと接し、かつ赤色発光層50rは青色発光層50bと接する。

【0021】

ここで図2gに移ると、本発明によるOLED素子10内での発光層の配列に係る他の実施例の断面が図示されている。この配置では、緑色発光層50gはアノード30の最も近くに形成され、青色発光層50bは緑色発光層50gと接し、0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い黄色発光層50yは青色発光層50bと接し、かつ赤色発光層50rは黄色発光層50yと接する。

【0022】

ここで図2hに移ると、本発明によるOLED素子10内での発光層の配列に係る他の実施例の断面が図示されている。この配置では、青色発光層50bはアノード30の最も近くに形成され、0.5nmよりも厚くて20nmよりも薄い緑色発光層50gは青色発光層50bと接し、0.5nmよりも厚くて5nmよりも薄い黄色発光層50yは緑色発光層50gと接し、かつ赤色発光層50rは黄色発光層50yと接する。

【0023】

ここで図2hに移ると、本発明の他の実施例によるOLED素子15の断面が図示されている。この実施例はこれまでの実施例と似ているが、第1発光画素5r、第2発光画素5g、第3発光画素5b、及び第4発光画素5wを有する。画素5rは赤色発光画素であり、画素5gは緑色発光画素であり、画素5bは青色発光画素であり、かつ画素5wは白色発光画素である。発光層50.1、50.2、50.3と50.4の各々は、アノードとカソードの間に電流が流れるときに、各異なる発光スペクトルを生成する。これらの発光スペクトルは結合して白色光を生成する。発光層の順序は、OLED素子10についての上述した基準に従って、上の図2aから図2hに記載された如何なる順序であっても良い。

【0024】

OLEDディスプレイ15は、第1発光画素5r、第2発光画素5g、及び第3発光画素5bの動作に関連する、たとえば25r、25g、25bのような少なくとも3つの異なる色フィルタからなるアレイをさらに有する。係るフィルタは、白色光を受光して各異なる色の光を生成するように選ばれる。この実施例でのOLEDディスプレイ15は底部発光である。赤色フィルタ25rは第1発光画素5rの動作に関連し、発光層50.1乃至50.4からの白色光97を受光して赤色光97rを生成する。緑色フィルタ25gは第2発光画素5gの動作に関連し、発光層からの白色光97を受光して緑色光97gを生成する。青色フィルタ25bは第3発光画素5bの動作に関連し、発光層からの白色光97を受光して青色光97bを生成する。発光画素5wは色フィルタを有していないので、観察者へ向かう白色光97wを生成する。

【0025】

本発明での使用が可能なOLED素子の層は当技術分野において十分説明されてきている。OLED素子10、OLEDディスプレイ15、及び本明細書に記載された他のOLED素子は、そのような素子に一般的に用いられる層を有して良い。底部電極はOLED基板20の上に形成され、かつ最も一般的にはアノード30として備えられる。ただし本発明の実施がこの構成に限定されるわけではない。この用途についての典型的な導体は、金、イリジウム、モリブデン、パラジウム、プラチナ、アルミニウム、又は銀を含んで良いが、これらに限定されるわけではない。望ましいアノード材料は、如何なる適切な手段によって堆積されても良い。適切な手段とはたとえば、蒸着、スパッタリング、化学気相成長、又は電気化学的手段である。アノード材料は周知のフォトリソグラフィプロセスを用いてパターンニングされて良い。

【0026】

常に必要というわけではないが、正孔輸送層40が形成され、かつアノードの上に設けら

10

20

30

40

50



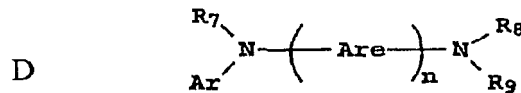
ここで $R_5$ 及び $R_6$ はそれぞれ独立して選ばれたアリール基である。一の実施例では、 $R_5$ 又は $R_6$ のうちの少なくとも1つは、たとえばナフタレンのような多環式縮合環構造を有する。

【0034】

芳香族第三級アミンの別な分類はテトラジアミンである。望ましいテトラジアミンは、アリーレン基を介して結合する、構造式Cで表される2つのジアリールアミノ基を有する。有用なテトラアリールジアミンは、構造式Dで表されたものを含む。

【0035】

【化4】



10

ここで、Areの各々は独立して選ばれるたとえばフェニレン又はアントラセンのようなアリーレン基で、nは1~4の整数で、かつAr、 $R_7$ 、 $R_8$ 及び $R_9$ は独立して選ばれるアリール基である。

【0036】

典型的実施例では、Ar、 $R_7$ 、 $R_8$ 及び $R_9$ のうちの少なくとも1つは、たとえばナフタレンのような多環式縮合環構造である。

【0037】

前記の構造式A、B、C及びDの様々なアルキル部分、アルキレン部分、アリーレン部分、及びアリーレン部分はそれぞれ置換されて良い。典型的な置換基は、アルキル基、アルコキシ基、アリーレン基、アリーレンオキシ基、及び、フッ化物、塩化物や臭化物のようなハロゲンを含む。様々なアルキル及びアルキレン部分は典型的には1~約6個の炭素原子を有する。シクロアルキル部分は3~約10個の炭素原子を有して良いが、典型的にはたとえばシクロペンチル、シクロヘキシル、及びシクロヘプチル環構造のように5~7個の炭素原子を有する。

20

【0038】

OLED内の正孔輸送層は、単一の芳香族第三級アミン又はその化合物により形成されて良い。特に、たとえば構造式Bを満たすようなトリアリールアミンが、構造式Dで表されているようなテトラジアミンと併用されて良い。トリアリールアミンがテトラアリールジアミンと併用されるとき、テトラアリールジアミンは、トリアリールアミンと、電子注入及び輸送層との間に設けられた層となる。

30

【0039】

有用な正孔輸送材料の別な分類は特許文献15に記載された多環式芳香族化合物を含む。それに加えて、高分子である正孔輸送材料が用いられても良い。高分子である正孔輸送材料とはたとえば、ポリ(N-ビニルカルバゾール)(PVK)、ポリチオフェン、ポリピロール、ポリアニリン、及び、たとえばPEDOT/PSSとも呼ばれるポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)/ポリ(4-スチレンスルホナート)のような共重合体である。

【0040】

発光層は、正孔-電子再結合に応答して発光する。発光層は一般的に正孔輸送層の上に設けられる。望ましい有機発光材料は、如何なる適切な手段によって堆積されても良い。適切な手段とはたとえば、蒸着、スパッタリング、化学気相成長、電気化学的手段、又は供給体材料からの放射線熱転写である。有用な有機発光材料は周知である。特許文献1及び16においてより詳細に記載されているように、OLED素子の発光層は発光すなわち蛍光材料を有する。この領域での電子-正孔再結合の結果、エレクトロルミネッセンスが生じる。発光層は1種類の材料で構成されて良いが、より一般的には微量化合物すなわちドーパントがドーピングされた母体材料を有する。発光は基本的にドーパントに起因する。ドーパントは特別なスペクトルを有する色の光を生成するように選ばれる。発光層中の母体材料は、以降で定義される電子輸送材料、以降で定義される正孔輸送材料、又は電子-正孔再結合を助ける他の材料であって良い。ドーパントは通常高蛍光性色素から選ばれる。し

40

50

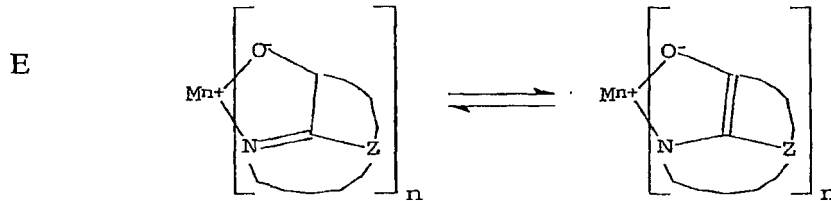
かし特許文献17～20に記載されているように、たとえば遷移金属複合体のようなリン光性化合物も有用である。有用であることが知られている母体分子及び発光分子には、特許文献1及び特許文献21～34に開示されたものが含まれるが、これらに限定されるわけではない。

【0041】

8-ヒドロキシキノリン及び同様の誘導体の金属複合体（構造式E）は、エレクトロルミネッセンスを助けることのできる有用な母体材料の一分類を構成し、かつたとえば緑、黄色、橙、及び赤のような500nmよりも長波長での発光に適している。

【0042】

【化5】



ここで、Mは金属を表し、nは1～3までの整数で、かつZは、各事象において独立して少なくとも2つの縮合芳香族環を有する中心部分を完成させる原子を表す。

【0043】

前述から、金属は1価金属、2価金属、又は3価金属であって良いことは明らかである。金属はたとえば、リチウム、ナトリウム、若しくはカリウムのようなアルカリ金属、マグネシウムやカルシウムのようなアルカリ土類金属、又はボロンやアルミニウムのような土類金属であって良い。一般的には有用なキレート金属として知られている1価金属、2価金属、又は3価金属の如何なるものが用いられても良い。

【0044】

Zは少なくとも2つの縮合芳香族環を有する複素環式中心部分を完成させる。そのうちの少なくとも1つはアゾール又はアジン環である。脂肪族環と芳香族環の両方を含む他の環は、必要であれば、2つの必要な環と縮合して良い。機能を向上させない大きな分子を加えることがないように、環を構成する原子数は通常18個以下に維持される。

【0045】

発光層中の母体材料は、炭化水素又は9及び10の位置で置換された炭化水素置換物を有するアントラセン誘導体であって良い。たとえば9,10-ジ-(2-ナフチル)アントラセンは、エレクトロルミネッセンスを助けることのできる有用な母体材料の一分類を構成し、かつたとえば青、緑、黄色、橙、又は赤のような400nmよりも長波長の発光に特に適している。

【0046】

ベンザゾール誘導体は、エレクトロルミネッセンスを助けることのできる有用な母体材料の別な分類を構成し、かつたとえば青、緑、黄色、橙、又は赤のような400nmよりも長波長の発光に特に適している。有用なベンザゾールの例は、2,2',2''-(1,3,5-フェニレン)トリ[1-フェニル-1H-ベンジミダゾール]である。

【0047】

赤色発光化合物は、次の構造Fのジインデノペリレン化合物を有して良い。

【0048】

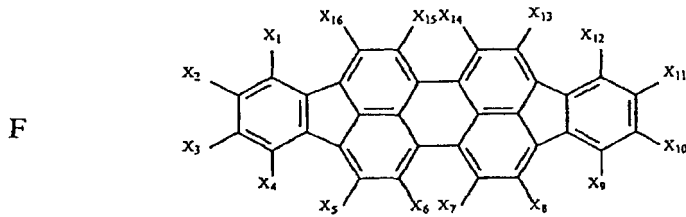
10

20

30

40

## 【化6】



ここで、 $X_1$ - $X_{16}$ はそれぞれ独立して、水素、又は、1~24個の炭素原子からなるアルキル基、5~20個の炭素原子からなるアリール若しくは置換アリール、1つ以上の縮合芳香族環若しくは環系を完成させる4~24個の炭素原子を含む炭化水素基、若しくはハロゲンを含む置換物として選ばれる。ただし560nmから640nmで最大となる発光を供するように置換物が選ばれとする。

10

## 【0049】

この分類の有用な赤色ドーパントの例は、特許文献35においてハトワー(Hatwar)他によって示されている。

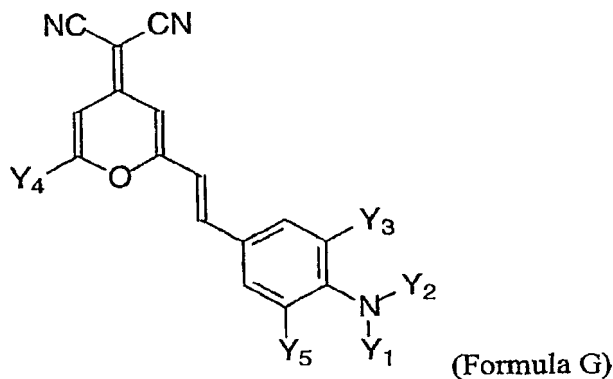
## 【0050】

本発明に有用な他の赤色ドーパントは、構造式Gによって表される色素のDCM分類に属する。

## 【0051】

## 【化7】

20



30

ここで $Y_1$ - $Y_5$ は、ヒドロ基、置換アルキル基、アリール基、又は置換アリール基からそれぞれ独立して選ばれる1つ以上の基を表す。 $Y_1$ - $Y_5$ はそれぞれ独立して非環式基を有するか、又は対を形成するように結合して1つ以上の縮合環を形成しても良い。ただし $Y_3$ と $Y_5$ は1つになって縮合環を形成しないものとする。

## 【0052】

赤色発光を供する有用で便利な実施例では、 $Y_1$ - $Y_5$ はそれぞれ独立して、ヒドロ基、アルキル基、及びアリール基から選ばれる。DCM分類の特有用なドーパントの構造は、特許文献36においてリック(Rick)他によって示されている。

40

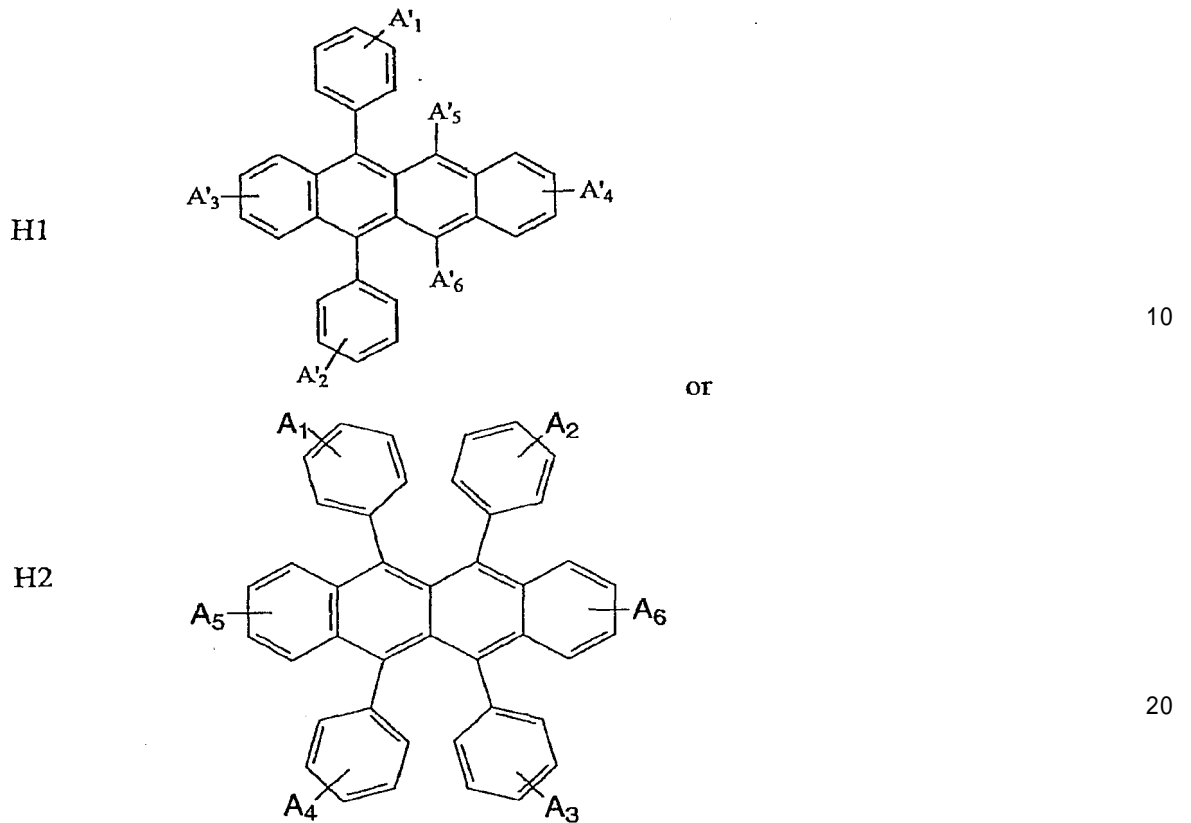
## 【0053】

発光黄色ドーパントは以下の構造を有して良い。

## 【0054】



## 【化8】



ここで、 $A_1$ - $A_6$ 及び $A'_1$ - $A'_6$ は各環での1つ以上の置換物を表す。各置換物はそれぞれ独立に以下のカテゴリーのうちの1つから選ばれる。

【0055】

カテゴリー-1：水素又は1~24個の炭素原子からなるアルキル基。

【0056】

カテゴリー-2：5~20個の炭素原子からなるアリール基又は置換アリール基。

【0057】

カテゴリー-3：縮合芳香族環又は環系を完成させる、4~24個の炭素原子を含む炭化水素。

【0058】

カテゴリー-4：たとえばチアゾリル、フリル、チエニル、ピリジル、キノリニル、若しくは他の複素環系のような、単一結合を介して結合するか若しくは縮合複素芳香環系を完成させる、5~24個の炭素原子を含むヘテロアリール又は置換テロアリール。

【0059】

カテゴリー-5：1~24個の炭素原子からなるアルコキシルアミノ、アルキルアミノ、又はアリールアミノ。

【0060】

カテゴリー-6：フッ化物、塩化物、臭化物、又はシアノ基。

【0061】

特に有用な黄色ドーパントの例はリック(Rick)他によって示されている。

【0062】

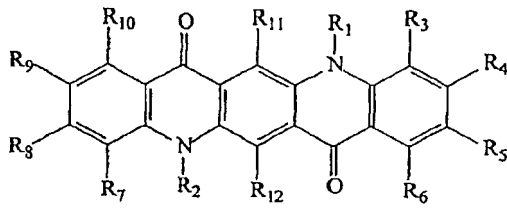
緑色発光化合物は、次の構造を有するキナクリドンに有して良い。

【0063】

30

40

## 【化9】



J

置換基R1及びR2はそれぞれ独立したアルキル、アルコキシル又はヘテロアリールである。置換基R3～R12はそれぞれ独立した水素、アルキル、アルコキシル、ハロゲン、アリール、又はヘテロアリールである。隣接する置換基R3～R10は任意で接続することで、1つ以上の環系を形成して良い。この環系には縮合芳香環及び縮合複素芳香環が含まれる。ただし置換基は、510nmから540nmの間で最大となり、かつ半値全幅が40nm以下の発光を供するようによばれる。アルキル、アルコキシル、アリール、ヘテロアリール、縮合芳香環及び縮合複素芳香環置換基はさらに置換されて良い。便宜には、R1及びR2はアリールであり、R2～R12は、水素、又はメチルよりも多くの電子を引き出す置換基である。有用なキナクリドンの例には、特許文献27及び37で開示されたものが含まれる。

10

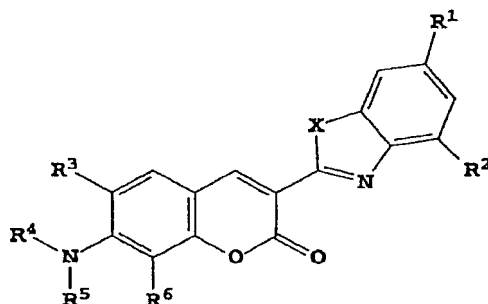
## 【0064】

緑色発光化合物は、次の構造を有するクマリン化合物を有して良い。

## 【0065】

## 【化10】

20



K

30

XはO又はSである。R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、R<sup>3</sup>及びR<sup>6</sup>はそれぞれ独立した水素、アルキル又はアリールであって良い。R<sup>4</sup>及びR<sup>5</sup>はそれぞれ独立したアルキル又はアリールであって良い。ここでR<sup>3</sup>とR<sup>4</sup>若しくはR<sup>5</sup>とR<sup>6</sup>又はこれら4つがまとめてシクロアルキル基を完成させる原子を表す。ただし置換物は510nmから540nmの間で最大となり、かつ半値全幅が40nm以下の発光を供するようによばれるものとする。

## 【0066】

有用な緑色ドーパントの例は、特許文献36においてハットワー(Hatwar)他によって開示されている。

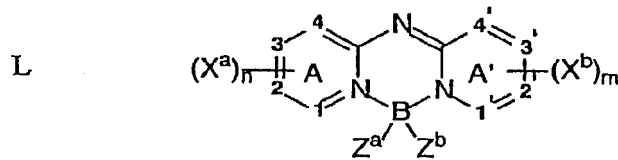
## 【0067】

青色発光ドーパントはペリレン若しくはその誘導体、又は構造Lのビス(アジニル)アゼンボロン複合体化合物を有して良い。

## 【0068】

40

## 【化11】



A及びA'は、少なくとも1つの窒素を含む6員環芳香環系に相当する独立したアジン環系を表す。

10

## 【0069】

$(X^a)_n$ 及び $(X^b)_m$ は、独立して選ばれた1つ以上の置換基を表し、かつ非環式置換物を含む。また $(X^a)_n$ 及び $(X^b)_m$ は、結合してA又はA'に縮合する環を形成する。

## 【0070】

m及びnはそれぞれ独立して0~4である。

## 【0071】

$Z^a$ 及び $Z^b$ はそれぞれ独立した置換物である。

## 【0072】

1,2,3,4,1',2',3',及び4'は、炭素又は窒素としてそれぞれ独立に選ばれる。

## 【0073】

ただし $X^a, X^b, Z^a, Z^b, 1, 2, 3, 4, 1', 2', 3',$ 及び4'は、青色発光を供するように選ばれる。

20

## 【0074】

ドーパントの上記分類の例はリック他によって開示されている。

## 【0075】

ペリレンの分類に係る特に有用な青色ドーパントはペリレン及び-t-ブチルペリレン(TBP)を有する。

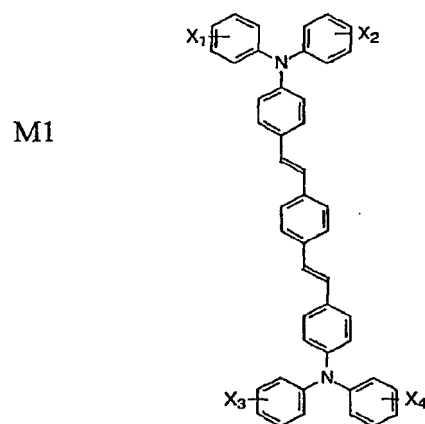
## 【0076】

本発明における青色ドーパントの別な特別有用な分類は、ジスチリルベンゼンやジスチリルピフェニルのようなジスチリルアレーンの青色発光誘導体を含む。このようなジスチリルアレーンの青色発光誘導体には特許文献38に記載された化合物も含まれる。青色発光を供するジスチレン誘導体では、ジアリールアミノ基によって置換されたものが特に有用である。それはジスチリルアミンとしても知られている。例には、以下の一般構造M1のビス[2-[4-[N,N-ジアリールアミノ]フェニル]ビニル]ベンゼン、及び以下の一般構造M2のビス[2-[4-[N,N-ジアリールアミノ]フェニル]ビニル]ビスフェニルが含まれる。

30

## 【0077】

## 【化12】

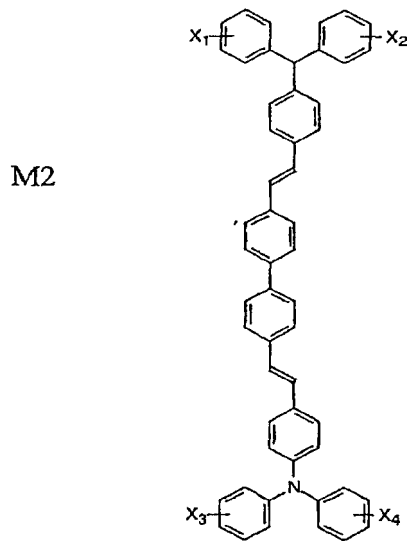


40

50

【 0 0 7 8 】

【 化 1 3 】



10

20

式M1及びM2では、 $X_1$ - $X_4$ は同一であっても良いしそれぞれ異なっても良く、そしてそれぞれ独立に1つ以上の置換物を表して良い。置換物とはたとえば、アルキル基、アリール基、縮合アリール基、ハロ基、又はシアノ基である。好適実施例では、 $X_1$ - $X_4$ はそれぞれ独立したアルキル基であり、各々は1~約10個の炭素原子を有する。この分類の特に好適な青色ドーパントはリックス(Ricks)他によって開示されている。

【 0 0 7 9 】

常に必要というわけではないが、アノードの上に設けられた電子輸送層55を有することは大抵の場合有用である。望ましい電子輸送材料は、如何なる適切な手段によって堆積されても良い。適切な手段とはたとえば、蒸着、スパッタリング、化学気相成長、電気化学的手段、熱転写、又は供給体材料からのレーザー熱転写である。電子輸送層に有用な電子輸送材料は、金属キレートオキシノイド化合物である。金属キレートオキシノイド化合物はオキシシン自体のキレート（一般的には8-キノリール又は8-ヒドロキシキノリンとも呼ばれる）を含む。係る化合物は電子の注入及び輸送を助け、注入及び輸送とも高レベルの性能を示し、かつ薄膜の形態ですぐに作製される。考えられるオキシノイド化合物の典型例は、これまでに述べた構造式Fを満たすものである。

30

【 0 0 8 0 】

他の電子輸送材料は、特許文献39で開示された様々なブタジエン誘導体、及び特許文献40で開示された様々な複素環式光沢剤を有する。ある特定のベンザゾールもまた有用な電子輸送材料である。他の電子輸送材料は高分子物質であって良い。そのような高分子物質とはたとえば、ポリフェニレンビニレン誘導体、ポリ-パラフェニレン誘導体、ポリフルオレン誘導体、ポリチオフェン、ポリアセチレン、及び当技術分野において既知である他の導電性高分子有機材料である。

40

【 0 0 8 1 】

最も一般的にはカソード90として備えられる上部電極は、電子輸送層の上に形成され、又は電子輸送層が用いられない場合には発光層の上に形成される。素子が上部発光である場合、電極は透明（に近いもの）でなければならない。係る用途では、金属は薄くなければならず（好適には25nm未満）、透明導電性酸化物（たとえばインジウム-スズ酸化物、インジウム-亜鉛酸化物）又はこれらの材料の混合物が用いられなければならない。光学的に透明なカソードは、特許文献41においてより詳細に説明されている。カソード材料は、蒸着、スパッタリング、又は化学気相成長によって堆積されて良い。必要な場合には、

50

多くの周知方法によるパターンニングが行われて良い。そのような周知方法とはたとえば、貫通マスク堆積法、特許文献42と43に記載された集積シャドーマスク法、レーザーアブレーション、及び選択的化学気相成長である。

#### 【0082】

OLED素子10も他の層を有して良い。たとえば特許文献13及び44～46に記載されているように、正孔注入層35がアノードの上に形成されて良い。たとえばアルカリ若しくはアルカリ土類金属、アルカリハライド塩、又はアルカリ若しくはアルカリ土類金属がドーピングされた有機層のような電子注入層60は、カソードと電子輸送層の間に存在しても良い。

#### 【0083】

ここで図4に移ると、本発明の他の実施例によるタンデム型白色光発光OLED素子80の断面が図示されている。タンデム型OLED素子は、特許文献5においてジョーンズ(Jones)他により、特許文献6において田中他により、特許文献7において城戸他により、及び特許文献8,9においてリアオ(Liao)他により、開示されてきた。OLED素子80は、基板20、間隔をあけて設けられたアノードとカソード90、及び電極間に設けられた少なくとも2つの白色光発光ユニット75と85を有する。白色光発光ユニット75と85は白色光に対応する発光スペクトルを生成する。各白色光発光ユニットは4層の発光層を有する。その4層の発光層とは、白色光発光ユニット75については、発光層50.1、発光層50.2、発光層50.3、及び発光層50.4で、白色光発光ユニット85については、発光層51.1、発光層51.2、発光層51.3、及び発光層51.4である。各発光ユニットは、赤色発光層、黄色発光層、青色発光層、及び緑色発光層を有する。所与の白色光発光ユニットの各々は、アノード30とカソード90の間に電流が流れるときに、各異なる発光スペクトルを生成する。これらの発光スペクトルは結合して白色光を生成する。発光ユニット75と85は、OLED素子10について上述した基準に従った、図2aから図2hに記載された発光ユニットの構造のうちの如何なるものを有しても良い。白色光発光ユニット75と85では、構成する発光層の順序は同一であっても良いし、又はそれぞれ異なっても良い。たとえばタンデム型OLED素子80の一の実施例は、白色光発光ユニット75と85が共にたとえば図2bのような層順序を有するような構造を有して良い。タンデム型OLED素子80の他の実施例は、白色光発光ユニット75がたとえば図2aのような層順序を有する一方で白色光発光ユニット75はたとえば図2cのような異なる層順序を有するような構造を有して良い。さらに使用される発光層は同一であっても良いし又は異なっても良い(たとえば白色光発光ユニット75と85は同一又は異なる組成の赤色発光層を有して良い)。

#### 【0084】

タンデム型OLED素子80は、白色光発光ユニット75と85の間に設けられた中間接続部95をさらに有する。中間接続部95は、隣接するELユニットへの実効的なキャリア注入を供する。キャリア注入には、金属、金属化合物、又は他の無機化合物が有効である。しかし係る材料は大抵の場合抵抗が低い。その結果画素のクロストークが生じる。また中間接続部を構成する層の光学透明度は、ELユニット中に生成された放射線が素子を飛び出すことができる程度の高さでなければならない。従って大抵の場合、中間接続部内には主として無機材料を用いることが好まれる。中間接続部95及びそれを構築するのに用いられる材料の詳細については特許文献47においてハットワーによって記載されている。中間接続部について非限定的な例は、特許文献8、48、及び49に記載されている。

#### 【0085】

ここで図6に移ると、図4に図示されたタンデム型OLED素子の発光スペクトル150が図示されている。比較のため、スペクトル140は、本明細書で述べた4層の発光層を有する単一積層OLED素子を示す。いずれも可視スペクトルのかなりの範囲にわたって良好な発光を示すもののタンデム型OLED素子の方が高い砲車輝度を示している。

#### 【0086】

本発明及びその利点は、以降の比較例によってよく分かるだろう。真空中で堆積されたと記載された層は、約 $10^{-6}$ Torrの真空下において加熱ボートからの蒸着により堆積された。OLED層の堆積後、各素子は封止用の乾燥ボックスへ移送された。OLEDは $10\text{mm}^2$ の発光面

10

20

30

40

50

積を有する。素子は、電極にわたって $20\text{mA}/\text{cm}^2$ の電流を印加することによって検査された。素子の特性は表1に与えられている。各素子の色域は、CIEx,y空間で測定された目標であるNTSCの赤、緑、及び青色座標に対して計算された。

【0087】

例1(比較用の2層)

比較用のカラー-OLEDディスプレイが以下のような方法で構築された。

【0088】

1.スパッタリングによって、清浄ガラス基板上にインジウムスズ酸化物(ITO)を堆積して、厚さ85nmの透明電極を形成した。

【0089】

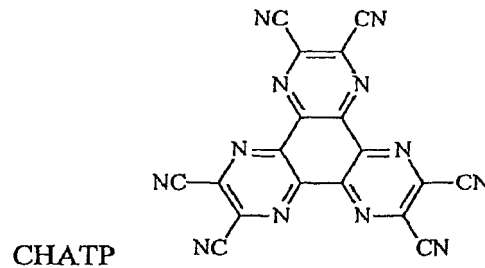
2.上で準備されたITO表面がプラズマ酸素エッチングによって処理された。

【0090】

3.上で準備された基板はさらに、正孔注入層(HIL)として10nmのヘキサシアノヘキサアザトリフェニレン(CHATP)層を真空堆積する処理が行われた。

【0091】

【化14】



10

20

4.上で準備された基板はさらに、正孔輸送層(HTL)として10nmの4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ピフェニル(NPB)層を真空堆積する処理が行われた。

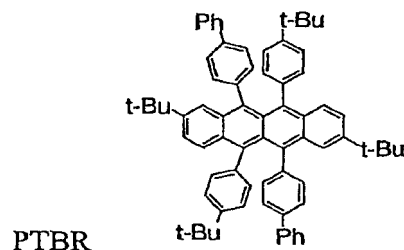
【0092】

5.上で準備された基板はさらに20nmの黄色発光層を真空堆積する処理が行われた。この20nmの黄色発光層は、14nmのNPB(母体)及び安定剤として2%の黄-橙色発光ドーパントであるジフェニルテトラ-t-ブチルルブレン(PTBR)が添加された6nmの9,10-ビス(2-ナフチル)アントラセン(ADN)を有する。

30

【0093】

【化15】

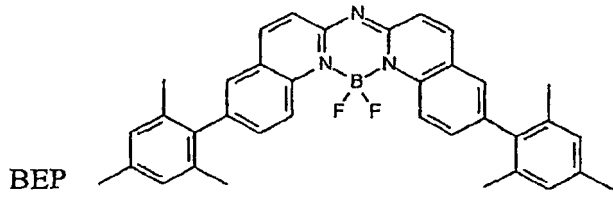


40

6.上で準備された基板はさらに20nmの青色発光層を真空堆積する処理が行われた。この20nmの青色発光層は、18.4nmの9-(2-ナフチル)-10-(4-ピフェニル)アントラセン(BNA)母体及び青色発光ドーパントとして1%のBEPが添加された1.4nmのNPB共同母体を有する。

【0094】

## 【化16】



7.40nmの混合電子輸送層が真空堆積された。この40nmの混合電子輸送層は、20nmの4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン（バソフェン又はBphenとしても知られている）と、2%のLi金属が添加された共同母体である20nmのトリ（8-キノリノラト）アルミニウム(III) (ALQ)を有する。

10

## 【0095】

8.100nmのアルミニウム層が蒸着によって基板の上に堆積され、カソード層を形成する。

## 【0096】

## 例2（比較用の3層）

比較用のカラーOLEDディスプレイが以下のような方法で構築された。

## 【0097】

1.スパッタリングによって、清浄ガラス基板の上にITOを堆積して、厚さ60nmの透明電極を形成した。

20

## 【0098】

2.上で準備されたITO表面がプラズマ酸素エッチングによって処理された。

## 【0099】

3.上で準備された基板はさらに、正孔注入層(HIL)として10nmのCHATP層を真空堆積する処理が行われた。

## 【0100】

4.上で準備された基板はさらに、正孔輸送層(HTL)として10nmのNPB層を真空堆積する処理が行われた。

## 【0101】

5.上で準備された基板はさらに20nmの赤色発光層を真空堆積する処理が行われた。この20nmの赤色発光層は、14nmのNPB及び安定剤として0.5%の赤色発光ドーパントであるジベンゾ[[f,f']-4,4',7,7'-テトラフェニル}ジインデノ-[1,2,3-cd:1',2',3'-lm]ペリレン}(TPDBP)が添加された6nmのBNAを有する。

30

## 【0102】

6.上で準備された基板はさらに15nmの青色発光層を真空堆積する処理が行われた。この15nmの青色発光層は、14nmのBNA母体及び青色発光ドーパントとして1%のBEPが添加された1nmのNPB共同母体を有する。

## 【0103】

7.上で準備された基板はさらに15nmの緑色発光層を真空堆積する処理が行われた。この15nmの緑色発光層は、14nmのBNA、1nmのNPB、及び緑色発光ドーパントとして0.5%のジフェニルキナクリドン(DPQ)を有する。

40

## 【0104】

8.40nmの混合電子輸送層が真空堆積された。この40nmの混合電子輸送層は、20nmのBphenと、2%のLi金属が添加された共同母体である20nmのトリ（8-キノリノラト）アルミニウム(III)(ALQ)を有する。

## 【0105】

9.100nmのアルミニウム層が蒸着によって基板の上に堆積され、カソード層を形成する。

## 【実施例1】

## 【0106】

## 例3（本願発明）

50

本発明のカラー-OLEDディスプレイが以下のような方法で構築された。

【0107】

1.スパッタリングによって、清浄ガラス基板上にITOを堆積して、厚さ60nmの透明電極を形成した。

【0108】

2.上で準備されたITO表面がプラズマ酸素エッチングによって処理された。

【0109】

3.上で準備された基板はさらに、正孔注入層(HIL)として10nmのCHATP層を真空堆積する処理が行われた。

【0110】

4.上で準備された基板はさらに、正孔輸送層(HTL)として10nmのNPB層を真空堆積する処理が行われた。

【0111】

5.上で準備された基板はさらに18nmの赤色発光層を真空堆積する処理が行われた。この18nmの赤色発光層は、12.6nmのNPB及び安定剤として0.5%の赤色発光ドーパントであるTPD BPが添加された5.4nmのBNAを有する。

【0112】

6.上で準備された基板はさらに2nmの黄色発光層を真空堆積する処理が行われた。この2nmの黄色発光層は、1.4nmのNPB(母体)及び安定剤として3%の黄-橙色発光ドーパントであるPTBRが添加された0.6nmのADNを有する。

【0113】

7.上で準備された基板はさらに15nmの青色発光層を真空堆積する処理が行われた。この15nmの青色発光層は、14nmのBNA母体及び青色発光ドーパントとして1%のBEPが添加された1nmのNPB共同母体を有する。

【0114】

8.上で準備された基板はさらに15nmの緑色発光層を真空堆積する処理が行われた。この15nmの緑色発光層は、14nmのBNA、1nmのNPB、及び緑色発光ドーパントとして0.5%のDPQを有する。

【0115】

9.40nmの混合電子輸送層が真空堆積された。この40nmの混合電子輸送層は、20nmのBphenと、2%のLi金属が添加された共同母体である20nmのALQを有する。

【0116】

10.100nmのアルミニウム層が蒸着によって基板上に堆積され、カソード層を形成する。

【実施例2】

【0117】

例4(本願発明)

本発明のカラー-OLEDディスプレイが以下のような方法で構築された。

【0118】

1.スパッタリングによって、清浄ガラス基板上にITOを堆積して、厚さ60nmの透明電極を形成した。

【0119】

2.上で準備されたITO表面がプラズマ酸素エッチングによって処理された。

【0120】

3.上で準備された基板はさらに、正孔注入層(HIL)として10nmのCHATP層を真空堆積する処理が行われた。

【0121】

4.上で準備された基板はさらに、正孔輸送層(HTL)として10nmのNPB層を真空堆積する処理が行われた。

【0122】

5.上で準備された基板はさらに16nmの赤色発光層を真空堆積する処理が行われた。この

10

20

30

40

50



16nmの赤色発光層は、11.2nmのNPB及び安定剤として0.5%の赤色発光ドーパントであるTPD BPが添加された4.8nmのBNAを有する。

【0123】

6.上で準備された基板はさらに4nmの黄色発光層を真空堆積する処理が行われた。この4nmの黄色発光層は、2.8nmのNPB（母体）及び安定剤として3%の黄-橙色発光ドーパントであるPTBRが添加された1.2nmのADNを有する。

【0124】

7.上で準備された基板はさらに15nmの青色発光層を真空堆積する処理が行われた。この15nmの青色発光層は、14nmのBNA母体及び青色発光ドーパントとして1%のBEPが添加された1nmのNPB共同母体を有する。

10

【0125】

8.上で準備された基板はさらに15nmの緑色発光層を真空堆積する処理が行われた。この15nmの緑色発光層は、14nmのBNA、1nmのNPB、及び緑色発光ドーパントとして0.5%のDPQを有する。

【0126】

9.40nmの混合電子輸送層が真空堆積された。この40nmの混合電子輸送層は、20nmのBphenと、2%のLi金属が添加された共同母体である20nmのALQを有する。

【0127】

10.100nmのアルミニウム層が蒸着によって基板上に堆積され、カソード層を形成する。

【実施例3】

20

【0128】

例5（本願発明）

本発明のカラーOLEDディスプレイが以下のような方法で構築された。

【0129】

1.スパッタリングによって、清浄ガラス基板上にITOを堆積して、厚さ60nmの透明電極を形成した。

【0130】

2.上で準備されたITO表面がプラズマ酸素エッチングによって処理された。

【0131】

3.上で準備された基板はさらに、正孔注入層(HIL)として10nmのCHATP層を真空堆積する処理が行われた。

30

【0132】

4.上で準備された基板はさらに21nmの赤色発光層を真空堆積する処理が行われた。この21nmの赤色発光層は、14nmのNPB及び安定剤として0.5%の赤色発光ドーパントであるTPDBPが添加された6nmのBNAを有する。

【0133】

5.上で準備された基板はさらに3nmの黄色発光層を真空堆積する処理が行われた。この3nmの黄色発光層は、2nmのNPB（母体）及び安定剤として2%の黄-橙色発光ドーパントであるPTBRが添加された1nmのADNを有する。

【0134】

40

6.上で準備された基板はさらに15nmの青色発光層を真空堆積する処理が行われた。この15nmの青色発光層は、14.5nmのBNA母体及び青色発光ドーパントとして1%のBEPが添加された0.5nmのNPB共同母体を有する。

【0135】

7.上で準備された基板はさらに15nmの緑色発光層を真空堆積する処理が行われた。この15nmの緑色発光層は、14.5nmのBNA、0.5nmのNPB、及び緑色発光ドーパントとして0.5%のDPQを有する。

【0136】

8.40nmの混合電子輸送層が真空堆積された。この40nmの混合電子輸送層は、20nmのBphenと、2%のLi金属が添加された共同母体である20nmのALQを有する。

50

## 【 0 1 3 7 】

9. 100nmのアルミニウム層が蒸着によって基板上に堆積され、カソード層を形成する。

## 【 実施例 4 】

## 【 0 1 3 8 】

## 例6 ( 本願発明 )

本発明のカラーOLEDディスプレイが以下のような方法で構築された。

## 【 0 1 3 9 】

1. スパッタリングによって、清浄ガラス基板上にITOを堆積して、厚さ60nmの透明電極を形成した。

10

## 【 0 1 4 0 】

2. 上で準備されたITO表面がプラズマ酸素エッチングによって処理された。

## 【 0 1 4 1 】

3. 上で準備された基板はさらに、正孔注入層(HIL)として10nmのCHATP層を真空堆積する処理が行われた。

## 【 0 1 4 2 】

4. 上で準備された基板はさらに21nmの赤色発光層を真空堆積する処理が行われた。この21nmの赤色発光層は、14nmのNPB及び安定剤として0.5%の赤色発光ドーパントであるTPDBPが添加された6nmのBNAを有する。

20

## 【 0 1 4 3 】

5. 上で準備された基板はさらに3nmの黄色発光層を真空堆積する処理が行われた。この3nmの黄色発光層は、2nmのNPB ( 母体 ) 及び安定剤として2%の黄-橙色発光ドーパントであるPTBRが添加された1nmのADNを有する。

## 【 0 1 4 4 】

6. 上で準備された基板はさらに15nmの青色発光層を真空堆積する処理が行われた。この15nmの青色発光層は、14.5nmのBNA母体及び青色発光ドーパントとして1%のBEPが添加された0.5nmのNPB共同母体を有する。

## 【 0 1 4 5 】

7. 上で準備された基板はさらに15nmの緑色発光層を真空堆積する処理が行われた。この15nmの緑色発光層は、14.5nmのBNA、0.5nmのNPB、及び緑色発光ドーパントとして0.5%のDPQを有する。

30

## 【 0 1 4 6 】

8. 40nmの混合電子輸送層が真空堆積された。この40nmの混合電子輸送層は、20nmのBphenと、2%のLi金属が添加された共同母体である20nmのALQを有する。

## 【 0 1 4 7 】

9. 上で準備された基板はさらに、p型ドーピングされた有機層(HIL)として10nmのCHATP層を真空堆積する処理が行われた。

## 【 0 1 4 8 】

10. 上で準備された基板はさらに、正孔輸送層(HTL)として30nmのNPB層を真空堆積する処理が行われた。

40

## 【 0 1 4 9 】

11. 上で準備された基板はさらに21nmの赤色発光層を真空堆積する処理が行われた。この21nmの赤色発光層は、14nmのNPB及び安定剤として0.5%の赤色発光ドーパントであるTPDBPが添加された6nmのBNAを有する。

## 【 0 1 5 0 】

12. 上で準備された基板はさらに3nmの黄色発光層を真空堆積する処理が行われた。この3nmの黄色発光層は、2nmのNPB ( 母体 ) 及び安定剤として2%の黄-橙色発光ドーパントであるPTBRが添加された1nmのADNを有する。

## 【 0 1 5 1 】

13. 上で準備された基板はさらに15nmの青色発光層を真空堆積する処理が行われた。こ

50

の15nmの青色発光層は、14.5nmのBNA母体及び青色発光ドーパントとして1%のBEPが添加された0.5nmのNPB共同母体を有する。

【0152】

14.上で準備された基板はさらに15nmの緑色発光層を真空堆積する処理が行われた。この15nmの緑色発光層は、14.5nmのBNA、0.5nmのNPB、及び緑色発光ドーパントとして0.5%のDPQを有する。

【0153】

15.40nmの混合電子輸送層が真空堆積された。この40nmの混合電子輸送層は、20nmのBphenと、2%のLi金属が添加された共同母体である20nmのALQを有する。

【0154】

16.100nmのアルミニウム層が蒸着によって基板上に堆積され、カソード層を形成する。

【0155】

これらの例の試験結果が以下の表1に示されている。比較用である例1及び例2は、効率と有効な色域の両方を実現することが難しいことを示している。例1の効率は良好だが、色域は低い。例2の色域は有効だが、発光効率と出力効率は、例1に対して劣っている。それに加えて例2はD65の白から離れた広帯域の例である。

【0156】

本発明では、向上した効率、白点、及び色域が、例3～5に示した4層の発光層構造によって実現される。例6に示されたようなタンデム型素子にこの構造を用いることにより、さらなる効率の向上が可能である。

【0157】

10

20

【表 1】

表 1.20mA/cm<sup>2</sup>で測定された素子のデータ

素子 #	発光層の構成	電圧	発光効率 (cd/A)	出力効率 (W/A)	CIEx	CIEy	lm/W	QE%	80mA/cm <sup>2</sup> における 室温での退色安定性 (50%になるまでの 時間)	色域と NTSC との比 (%)
例 1 (比較用)	2層の白色発光	3.7	11.4	0.106	0.357	0.357	9.7	4.7	1000	50
例 2 (比較用)	3層の白色発光	4.5	6.1	0.079	0.240	0.285	4.3	3.3	800	75
例 3 (本願発明)	4層の白色発光 2nmの黄色層	4.5	8.5	0.086	0.317	0.358	6.0	3.8	1045	71
例 4 (本願発明)	4層の白色発光 4nmの黄色層	4.3	9.5	0.091	0.323	0.369	6.9	4.0	896	71
例 5 (本願発明)	4層の白色発光 3nmの黄色層	4.5	9.8	0.099	0.316	0.344	6.9	4.0	700	70
例 6 (本願発明)	4層の白色発光 2つの積層体、 3nmの黄色層	8.7	17.5	0.175	0.327	0.366	6.3	7.7	562	70

【図面の簡単な説明】

【0158】

【図 1】本発明によるOLED素子の断面を图示している。

【図 2】a-hは、本発明によるOLED素子内の発光層の配置に係る様々な実施例の断面を图

10

20

30

40

50

示している。

【図3】本発明によるOLEDディスプレイの断面を図示している。

【図4】本発明による他のOLEDディスプレイの断面を図示している。

【図5】本発明による白色光を発光する4層からなるOLED素子に係る発光スペクトルと、白色光を発光する2層及び3層からなるOLED素子に係る発光スペクトルとの比較を図示している。

【図6】本発明による白色光を発光する4層からなるOLED素子に係る発光スペクトルと、白色光を発光する4層からなる単一積層体を有するOLED素子に係る発光スペクトルとの比較を図示している。

【符号の説明】

10

【0159】

5r 画素

5g 画素

5b 画素

5w 画素

10 OLED素子

15 OLEDディスプレイ

20 基板

25 色フィルタ

25r 赤色フィルタ

25g 緑色フィルタ

25b 青色フィルタ

30 アノード

30r アノード

30g アノード

30b アノード

30w アノード

35 正孔注入層

40 正孔輸送層

45 正孔輸送層

50.1 発光層

50.2 発光層

50.3 発光層

50.4 発光層

50r 赤色発光層

50y 黄色発光層

50g 緑色発光層

50b 青色発光層

51.1 発光層

51.2 発光層

51.3 発光層

51.4 発光層

55 電子輸送層

60 電子注入層

65 電子輸送層

70 有機EL素子

75 白色光発光ユニット

80 OLED素子

85 白色光発光ユニット

90 カソード

20

30

40

50

- 95 中間相互接続部
- 97 白色光
- 97r 赤色光
- 97g 緑色光
- 97b 青色光
- 97w 白色光
- 110 スペクトル
- 120 スペクトル
- 130 スペクトル
- 140 スペクトル
- 150 スペクトル

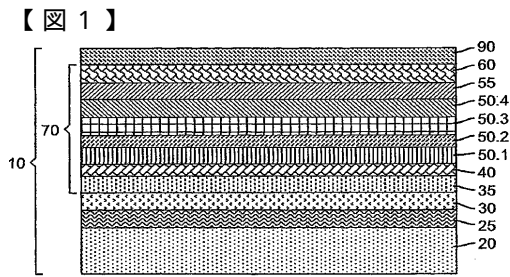


FIG. 1

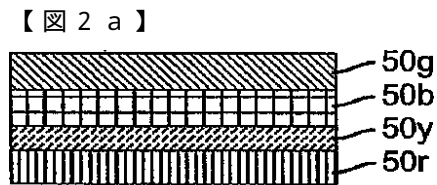


FIG. 2a

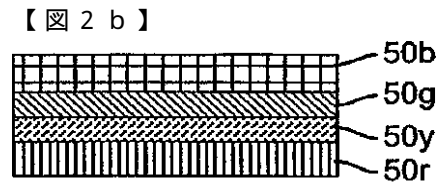


FIG. 2b

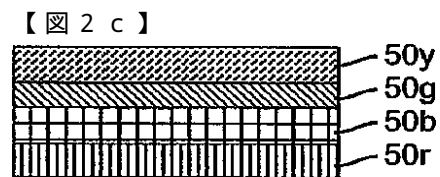


FIG. 2c

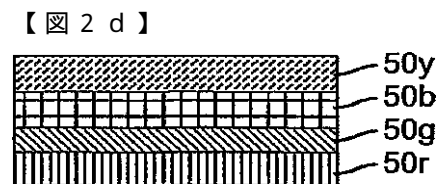


FIG. 2d

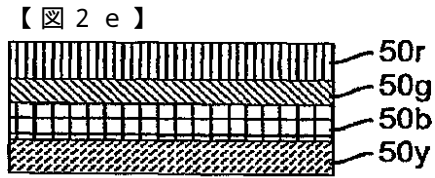


FIG. 2e

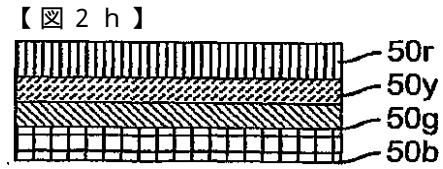


FIG. 2h

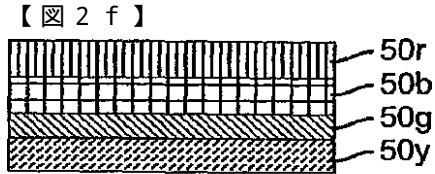


FIG. 2f

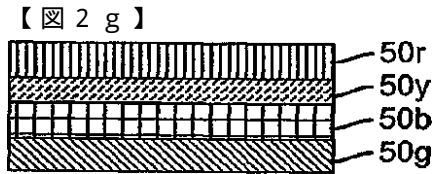


FIG. 2g

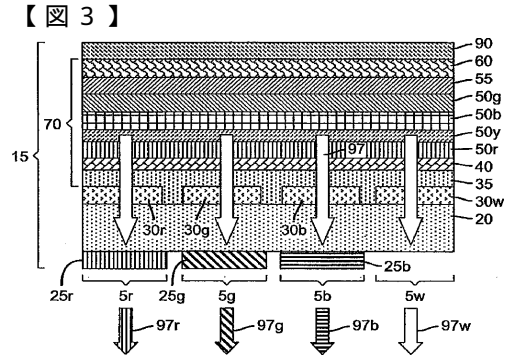


FIG. 3

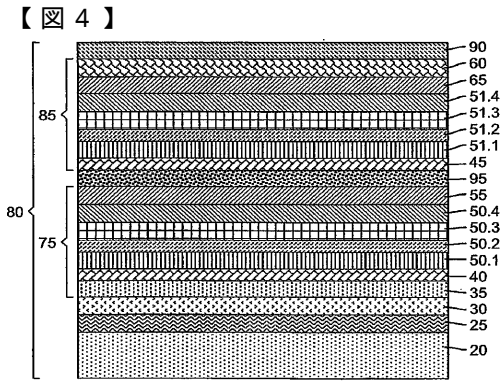
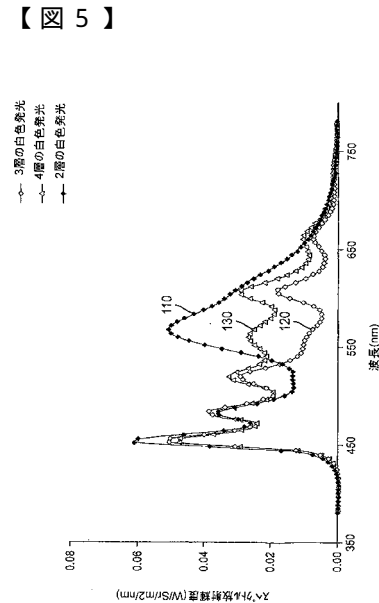
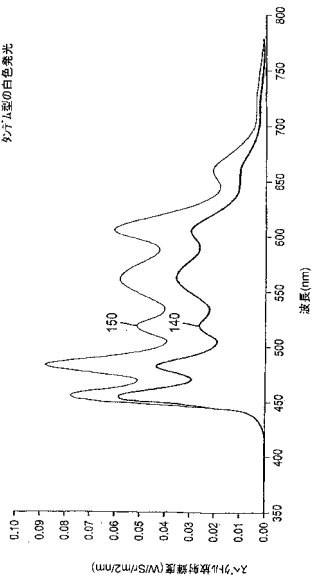


FIG. 4



【 6 】

— 1つの構体でも密の白色赤光  
— 4層を用いた2つの構体である  
タリム型の白色赤光





## フロントページの続き

- (74)代理人 100110423  
弁理士 曾我 道治
- (74)代理人 100084010  
弁理士 古川 秀利
- (74)代理人 100094695  
弁理士 鈴木 憲七
- (74)代理人 100111648  
弁理士 梶並 順
- (74)代理人 100122437  
弁理士 大宅 一宏
- (74)代理人 100147566  
弁理士 上田 俊一
- (72)発明者 ハットウォー, ツカラム キサン  
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14526 ペンフィールド パールブッシュ・ドライブ 1  
0
- (72)発明者 スピンドラー, ジェフリー ポール  
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14617 ロチェスター セネカ・パーク・アヴェニュー  
389

審査官 西岡 貴央

- (56)参考文献 特開2006-040856(JP, A)  
特開2006-073484(JP, A)  
再公表特許第2006/009024(JP, A1)  
国際公開第2005/001951(WO, A1)  
特開2005-100921(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H05B 33/00-33/28  
H01L 51/50-51/56  
H01L 27/32

专利名称(译)	高效白光OLED显示屏，带滤光片		
公开(公告)号	<a href="#">JP5133974B2</a>	公开(公告)日	2013-01-30
申请号	JP2009502920	申请日	2007-03-19
[标]申请(专利权)人(译)	伊斯曼柯达公司		
申请(专利权)人(译)	伊士曼柯达公司		
当前申请(专利权)人(译)	全球豪迪E.科技有限责任公司		
[标]发明人	ハットウォーツカラムキサン スピンドラージェフリーポール		
发明人	ハットウォー,ツカラム キサン スピンドラー,ジェフリー ポール		
IPC分类号	H05B33/12 H01L51/50 G09F9/30 H01L27/32		
CPC分类号	H01L51/5036 H01L27/3213 H01L27/3244 H01L51/0053 H01L51/0054 H01L51/0071 H01L51/0072 H01L51/0073 H01L51/008 H01L51/5278		
FI分类号	H05B33/12.C H05B33/14.A H05B33/12.E G09F9/30.365.Z		
代理人(译)	英年古河 Kajinami秩序 上田俊一		
优先权	11/393767 2006-03-30 US		
其他公开文献	JP2009532825A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

发射白光的OLED具有阳极和阴极，并且在阳极和阴极之间提供至少四个发光层。当电流在阳极和阴极之间流动时，四个发光层中的每一个产生不同的发射光谱，并且它们的光谱组合以产生白光。四个发光层具有红色发光层，黄色发光层，蓝色发光层和绿色发光层。这些发光层由以下组成：i) 发光层与至少一个其他发光层接触，ii) 蓝色发光层与绿色发光层接触，和iii) 并且仅与第1层接触。

