

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-259792

(P2009-259792A)

(43) 公開日 平成21年11月5日(2009.11.5)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>HO 5 B 33/02 (2006.01)</b>	HO 5 B 33/02	3 K 1 0 7
<b>HO 1 L 51/50 (2006.01)</b>	HO 5 B 33/14	A

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2009-62572 (P2009-62572)	(71) 出願人	306037311 富士フイルム株式会社 東京都港区西麻布2丁目26番30号
(22) 出願日	平成21年3月16日 (2009. 3. 16)	(74) 代理人	100107515 弁理士 廣田 浩一
(31) 優先権主張番号	特願2008-81814 (P2008-81814)	(74) 代理人	100107733 弁理士 流 良広
(32) 優先日	平成20年3月26日 (2008. 3. 26)	(74) 代理人	100115347 弁理士 松田 奈緒子
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	実藤 竜二 神奈川県南足柄市中沼210番地 富士フイルム株式会社内
		(72) 発明者	齊藤 之人 神奈川県南足柄市中沼210番地 富士フイルム株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機EL表示装置

(57) 【要約】

【課題】有機EL素子内部で生じる全反射を抑制でき、発光層に閉じ込められる光が外部に取り出せるので、光取り出し効率が向上し、高い輝度を有する有機EL表示装置の提供。

【解決手段】少なくとも1層の屈折率が1.6以上である高屈折率層と、少なくとも1層の屈折率が1.6未満である低屈折率層とを有する有機EL表示装置であって、前記低屈折率層が、屈折率が1.6以上である高屈折率層を含有し、前記高屈折率層が、前記高屈折率層と前記低屈折率層の界面から前記高屈折率層の平均粒径の1.0倍~1.2倍の範囲に配置され、前記高屈折率層の平均粒径が0.3 μm~1 μmである有機EL表示装置とする。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

少なくとも 1 層の屈折率が 1.6 以上である高屈折率層と、少なくとも 1 層の屈折率が 1.6 未満である低屈折率層とを有する有機 EL 表示装置であって、  
前記低屈折率層が、屈折率が 1.6 以上である高屈折率粒子を含有し、  
前記高屈折率粒子が、前記高屈折率層と前記低屈折率層の界面から前記高屈折率粒子の平均粒径の 1.0 倍～1.2 倍の範囲に配置され、  
前記高屈折率粒子の平均粒径が 0.3 μm～1 μmであることを特徴とする有機 EL 表示装置。

## 【請求項 2】

低屈折率層の屈折率が 1.45 以下である請求項 1 に記載の有機 EL 表示装置。

## 【請求項 3】

高屈折率層が、陽極、陰極、発光層、バリア層、及び高屈折率バッファ層の少なくともいずれかである請求項 1 から 2 のいずれかに記載の有機 EL 表示装置。

## 【請求項 4】

低屈折率層が、光散乱層、接着層、カラーフィルタ、ガラス基板、低屈折率バッファ層及びオーバーコート層の少なくともいずれかである請求項 1 から 2 のいずれかに記載の有機 EL 表示装置。

## 【請求項 5】

陽極と、発光層と、陰極と、バリア層と、光散乱層と、低屈折率バッファ層とをこの順に有してなり、

前記光散乱層が、屈折率が 1.6 以上である高屈折率粒子を含有し、

前記高屈折率粒子が、前記バリア層と前記光散乱層の界面に接触乃至近接している請求項 3 から 4 のいずれかに記載の有機 EL 表示装置。

## 【請求項 6】

陽極と、発光層と、陰極と、バリア層と、高屈折率バッファ層と、光散乱層とをこの順に有してなり、

前記光散乱層が、屈折率が 1.6 以上である高屈折率粒子を含有し、

前記高屈折率粒子が、前記高屈折率バッファ層と前記光散乱層の界面に接触乃至近接している請求項 3 から 4 のいずれかに記載の有機 EL 表示装置。

## 【請求項 7】

光散乱層の厚みが、高屈折率粒子の平均粒径の 1 倍～1.2 倍である請求項 5 から 6 のいずれかに記載の有機 EL 表示装置。

## 【請求項 8】

高屈折率粒子が、TiO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>、ZnO 及び SnO<sub>2</sub> から選択される少なくとも 1 種の無機粒子である請求項 1 から 7 のいずれかに記載の有機 EL 表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、光取り出し効率が向上し、高い輝度を有する有機エレクトロルミネッセンス (EL) 表示装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

有機 EL 表示装置は自発光型の表示装置であり、ディスプレイや照明の用途に用いられる。有機 EL ディスプレイは、従来の CRT や LCD と比較して視認性が高い、視野角依存性がないといった表示性能の利点を有する。またディスプレイを軽量化、薄層化できるといった利点もある。一方、有機 EL 照明は軽量化、薄層化といった利点に加え、フレキシブルな基板を用いることでこれまで実現できなかった形状の照明を実現できる可能性を持っている。

## 【0003】

10

20

30

40

50

前記有機EL表示装置は上記のように優れた特徴を有するが、一般に、発光層を含め表示装置を構成する各層の屈折率は空気より高い。例えば、有機EL表示装置では、発光層など有機薄膜層の屈折率は1.6~2.1である。このため、発光した光は界面で全反射しやすく、その光取り出し効率は20%に満たず、大部分の光を損失している。

#### 【0004】

このような有機EL表示装置における光損失に関して、図1を参照にして説明する。

前記有機EL表示装置は、基本的には、図1に示すように、TFT基板1の上に、背面電極2、発光層を含み2層又は3層からなる有機層3、及び透明電極4、透明基板5が積層された構成を有し、背面電極2から注入された正孔と透明電極4から注入された電子が有機層3で再結合し、蛍光性物質などを励起することにより発光するものである。そして、有機層3から発光した光は、直接又はアルミニウムなどで形成される背面電極2で反射して、透明基板5から出射する。

しかし、図1に示すように、表示装置内部で発生した光は、屈折率の異なる隣接層界面に入射する角度によっては全反射を起こし、表示装置内部を導波してしまい外部に取り出すことができない(図1のLb、Lcの光)。この導波する光の割合は隣接層との相対屈折率で決まり、一般的な有機EL表示装置(空気( $n=1.0$ )/透明基板( $n=1.5$ )/透明電極( $n=2.0$ )/有機層( $n=1.7$ )/背面電極)の場合には、大気(空気)に放出されず表示装置内部を導波する光の割合は81%となる。即ち、発光量全体の19%しか有効に利用できないこととなる。

#### 【0005】

このため、光取り出し効率を向上させるには、(1)透明基板/空気界面で全反射し「有機層+透明電極+透明基板」を導波する光(図1のLb)を取り出す、(2)透明電極/透明基板界面で全反射し「有機層+透明電極」を導波する光(図1のLc)を取り出す施策が必須である。

これらのうち、前記(1)に関しては、透明基板表面に凹凸を形成し、透明基板/空気界面での全反射を防ぐ方法が提案されている(特許文献1参照)。

また、前記(2)に関しては、透明電極/透明基板界面や発光層/隣接層界面を回折格子状に加工する方法(特許文献2及び特許文献3参照)が提案されている。更に、積層された有機層間の界面を凹凸に加工して発光効率を増加させる方法(特許文献4参照)も提案されている。そのうち、上記の発光層/隣接層界面に回折格子を形成する方法は、隣接層が導電性媒体からなり、回折格子の凹凸の深さは発光層の膜厚に対して40%程度で、凹凸のピッチと深さを特定の関係にすることで、導波光を取り出すものである。また、有機層間の界面に凹凸を形成する方法は、凹凸を挟んで隣接する層は導電性媒体からなり、発光層の膜厚に対する深さが20%程度、界面の傾斜角が30°程度の凹凸を有機層間の界面に形成し、有機層同士の接合界面を大きくすることで発光効率を増大させるものである。

しかし、上記方法は加工が難しく、また通電時に絶縁破壊を起こし易い等の問題があり、有用な光の取り出し方法の更なる開拓が有機EL表示装置の高効率化のために望まれている。

#### 【0006】

これらの問題を解決する一つ的手段として、例えば有機EL面発光体の表面に光散乱層を付与することで、取り出し効率を改善する手段が提案されている(特許文献5~7参照)。しかし、これらの提案では、表面で光散乱を起こすと、光の滲みが大きくなり、解像度が劣化するという問題があった。

これに対し、陰極の直上に光散乱層を配置することで、光取り出し効率を改善しつつ、画像のボケを低減させる方法が提案されている(特許文献8参照)。

しかし、この提案の方法は、光散乱層のベース材料として屈折率が1.5~1.6の材料を用いており、有機層及び透明電極を導波する光を効率的に取り出すための屈折率としては不適當なものであった。

#### 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0007】

【特許文献1】米国特許第4774435号明細書

【特許文献2】特開平11-283751号公報

【特許文献3】特開2002-313554号公報

【特許文献4】特開2002-313567号公報

【特許文献5】特開2003-109747号公報

【特許文献6】特開2003-173877号公報

【特許文献7】米国特許出願公開2009-0015142号明細書

【特許文献8】特開2006-107744号公報

10

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

本発明は、従来における前記諸問題を解決し、以下の目的を達成することを課題とする。即ち、本発明は、有機EL素子内部で生じる全反射を抑制でき、発光層に閉じ込められる光が外部に取り出せるので、光取り出し効率が向上し、高い輝度を有する有機EL表示装置を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0009】

前記課題を解決するための手段としては以下の通りである。即ち、

20

< 1 > 少なくとも1層の屈折率が1.6以上である高屈折率層と、少なくとも1層の屈折率が1.6未満である低屈折率層とを有する有機EL表示装置であって、

前記低屈折率層が、屈折率が1.6以上である高屈折率粒子を含有し、

前記高屈折率粒子が、前記高屈折率層と前記低屈折率層の界面から前記高屈折率粒子の平均粒径の1.0倍～1.2倍の範囲に配置され、

前記高屈折率粒子の平均粒径が0.3 $\mu$ m～1 $\mu$ mであることを特徴とする有機EL表示装置である。

< 2 > 低屈折率層の屈折率が1.45以下である前記< 1 >に記載の有機EL表示装置である。

< 3 > 高屈折率層が、陽極、陰極、発光層、バリア層、及び高屈折率バッファ層の少なくともいずれかである前記< 1 >から< 2 >のいずれかに記載の有機EL表示装置である。

30

< 4 > 低屈折率層が、光散乱層、接着層、カラーフィルタ、ガラス基板、低屈折率バッファ層及びオーバーコート層の少なくともいずれかである前記< 1 >から< 2 >のいずれかに記載の有機EL表示装置である。

< 5 > 陽極と、発光層と、陰極と、バリア層と、光散乱層と、低屈折率バッファ層とをこの順に有してなり、

前記光散乱層が、屈折率が1.6以上である高屈折率粒子を含有し、

前記高屈折率粒子が、前記バリア層と前記光散乱層の界面に接触乃至近接している前記< 3 >から< 4 >のいずれかに記載の有機EL表示装置である。

40

< 6 > 陽極と、発光層と、陰極と、バリア層と、高屈折率バッファ層と、光散乱層とをこの順に有してなり、

前記光散乱層が、屈折率が1.6以上である高屈折率粒子を含有し、

前記高屈折率粒子が、前記高屈折率バッファ層と前記光散乱層の界面に接触乃至近接している前記< 3 >から< 4 >のいずれかに記載の有機EL表示装置である。

< 7 > 光散乱層の厚みが、高屈折率粒子の平均粒径の1倍～1.2倍である前記< 5 >から< 6 >のいずれかに記載の有機EL表示装置である。

< 8 > 高屈折率粒子が、TiO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>、ZnO及びSnO<sub>2</sub>から選択される少なくとも1種の無機粒子である前記< 1 >から< 7 >のいずれかに記載の有機EL表示装置である。

50

## 【発明の効果】

## 【0010】

本発明によると、全反射の際に低屈折率層に染み出すエバネッセント波を界面近傍の高屈折率粒子で散乱させることができるため、結果として有機EL素子内部で生じる全反射を抑制できる。これにより光取り出し効率が向上し、高い輝度を有する有機EL表示装置を提供することができる。更に、粒子の周りのマトリクス部分を低屈折率とすることで、空気界面との間で生じる全反射の臨界角を大きくすることができるため、更に取り出し効率を向上させることができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0011】

【図1】図1は、自発光表示装置における光取り出し効率低下の原因を説明する説明する図である。

【図2】図2は、本発明の有機EL表示装置の構成の一例を示す図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0012】

以下、本発明の有機EL表示装置について詳細に説明する。以下に記載する構成要件の説明は、本発明の代表的な実施態様に基づいてなされることがあるが、本発明はそのような実施態様に限定されるものではない。なお、本明細書において「～」を用いて表される数値範囲は、「～」の前後に記載される数値を下限値及び上限値として含む範囲を意味する。

## 【0013】

(有機EL表示装置)

本発明の有機EL表示装置は、少なくとも1層の屈折率が1.6以上である高屈折率層と、少なくとも1層の屈折率が1.6未満である低屈折率層とを有し、更に必要に応じてその他の構成を有してなる。

## 【0014】

本発明においては、前記低屈折率層が、屈折率が1.6以上である高屈折率粒子を含有し、前記高屈折率粒子は、界面から該高屈折率粒子の平均粒径の1.0倍～1.2倍の範囲に配置される。前記高屈折率粒子が平均粒径の1.2倍を超える範囲に配置されると、界面より低屈折率層側の屈折率分布が平均化されるため、発生したエバネッセント光を散乱する強さが減少する。これにより光取り出し効率の向上効果が減少することがある。

前記高屈折率粒子が、界面から該高屈折率粒子の平均粒径の1.0倍～1.2倍の範囲に存在するとは、前記高屈折率粒子が、前記高屈折率層と前記低屈折率層の界面に接触乃至近接していることと同意である。

前記高屈折率粒子が、前記高屈折率層と前記低屈折率層の界面に接触乃至近接しているとは、前記低屈折率層に含まれる高屈折率粒子が、前記界面に接触している状態、前記界面には接触していないが界面に近接している状態、及び両者が混在した状態を意味する。

前記界面に近接している状態とは、界面と前記高屈折率粒子の界面に最も近い点との距離が、すべての高屈折率粒子について、該高屈折率粒子の平均粒径の0倍より大きく0.2倍以内の距離にあることを意味する。

## 【0015】

ここで、前記高屈折率粒子が、界面から該高屈折率粒子の平均粒径の1.0倍～1.2倍の範囲に存在することを確認する方法として、断面SEM乃至断面TEMを用いる方法がある。断面SEMとは、サンプルの破断面を作製し、その断面を走査電子顕微鏡で観察する方法である。断面TEMとは、サンプルの破断面を作製し、その断面を透過型電子顕微鏡で観察する方法である。ディスプレイ表面に垂直に破断面を作成し、その電子顕微鏡像を得ることで、低屈折率層内での粒子の分布を確認することができる。

## 【0016】

<高屈折率層>

前記高屈折率層は、屈折率が1.6以上(好ましくは1.6～1.8)である層を示す

10

20

30

40

50

。

前記有機EL表示装置を構成する要素のうち、陽極、陰極、発光層、正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層、電子輸送層、バリア層、及び高屈折率バッファ層の少なくともいずれかが前記高屈折率層に該当する。

【0017】

<低屈折率層>

前記低屈折率層は、屈折率が1.6未満（好ましくは1.45以下であり、更に好ましくは1.36以下）である層を示す。前記低屈折率層の屈折率に下限はなく、屈折率が低いほど光取り出し効率が向上する。この理由は、低屈折率層内もしくは低屈折率層と高屈折率層の界面の低屈折率層側で散乱された光が全反射により閉じ込められる確率は低屈折率層の屈折率に依存し、低屈折率層の屈折率が小さいほど閉じ込められる確率が低いことによる。

10

有機EL表示装置を構成する要素のうち、光散乱層、接着層、カラーフィルタ、ガラス基板、低屈折率バッファ層及びオーバーコート層の少なくともいずれかが前記低屈折率層に該当する。

【0018】

ここで、本発明の有機EL表示装置は、陽極及び陰極の一对の電極間に発光層もしくは発光層を含む複数の有機化合物薄膜を形成した表示装置であり、光が閉じ込められる高屈折率層に、高屈折率粒子を含有する光散乱層を順次配置したものである。このとき、前記高屈折率粒子が、前記高屈折率層と前記低屈折率層の界面に接触乃至近接している。

20

本発明の有機EL表示装置は、発光層のほか正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層、電子輸送層、保護層、ディスプレイ表面層などを有してもよく、またこれらの各層はそれぞれ他の機能を備えたものであってもよい。各層の形成にはそれぞれ種々の材料を用いることができる。

【0019】

また、高精細度の表示を実現すべく、有機EL素子とともに、薄膜トランジスタ（TFT）等のスイッチング素子を有してもよい。これはアクティブマトリクス型と呼ばれる駆動方式であり、有機EL素子に印加する駆動電圧を制御する薄膜トランジスタ等のスイッチング素子が、基板と有機EL素子との間に形成されている。有機EL素子からの発光をスイッチング素子側から取り出す構成をボトムエミッション型、スイッチング素子の反対側から取り出す構成をトップエミッション型と呼ぶ。

30

【0020】

本発明の有機EL表示装置としては、具体的には、以下の（1）及び（2）の態様であることが好ましい。

（1）陽極と、発光層と、陰極と、バリア層と、光散乱層と、低屈折率バッファ層とをこの順に有してなり、

前記光散乱層が、屈折率が1.6以上である高屈折率粒子を含有し、

前記高屈折率粒子が、前記バリア層と前記光散乱層の界面に接触乃至近接している。

この場合、前記高屈折率粒子は、界面から該高屈折率粒子の平均粒径の1.0倍～1.2倍の範囲にあることが好ましい。

40

前記（1）の態様を実現するには、低屈折率のバインダーと、高屈折率粒子とを含有する光散乱層を有機EL表示装置上のバリア層上に、高屈折率粒子の粒径とほぼ同等の厚みで形成し、その上に低屈折率のバインダーで低屈折率バッファ層を作製する方法が挙げられる。

【0021】

（2）陽極と、発光層と、陰極と、バリア層と、高屈折率バッファ層と、光散乱層とをこの順に有してなり、

前記光散乱層が、屈折率が1.6以上である高屈折率粒子を含有し、

前記高屈折率粒子が、前記高屈折率バッファ層と前記光散乱層の界面に接触乃至近接している。

50

この場合、前記高屈折率粒子は、界面から該高屈折率粒子の平均粒径の1.0倍～1.2倍の範囲にあることが好ましい。

前記(2)の態様を実現するには、低屈折率のバインダーと、高屈折率粒子とを含有する光散乱層をディスプレイ用基板の光を取り出す側の反対側に、粒子の直径とほぼ同等の厚みで形成し、その上に高屈折率のバインダーで高屈折率バッファー層を形成する。作製した光散乱層及び高屈折率バッファー層を有するディスプレイ用基板を有機EL表示装置上のバリア層に貼り合わせる方法が挙げられる。

#### 【0022】

<光散乱層>

前記光散乱層は、低屈折率のバインダーと、高屈折率粒子とを含有してなり、更に必要に応じてその他の成分を含有してなる。

#### 【0023】

-バインダー-

前記バインダーとしては、主として紫外線・電子線によって硬化する樹脂、即ち、電離放射線硬化型樹脂、電離放射線硬化型樹脂に熱可塑性樹脂と溶剤を混合したものの、熱硬化型樹脂の3種類が使用される。

#### 【0024】

前記バインダーは、飽和炭化水素又はポリエーテルを主鎖として有するポリマーであることが好ましく、飽和炭化水素を主鎖として有するポリマーであることがより好ましい。また、バインダーは架橋していることが好ましい。飽和炭化水素を主鎖として有するポリマーは、エチレン性不飽和モノマーの重合反応により得ることが好ましい。架橋しているバインダーを得るためには、2つ以上のエチレン性不飽和基を有するモノマーを用いることが好ましい。

#### 【0025】

前記2つ以上のエチレン性不飽和基を有するモノマーとしては、例えば多価アルコールと(メタ)アクリル酸とのエステル(例えば、エチレングリコールジ(メタ)アクリレート、1,4-ジクロヘキサジアクリレート、ペンタエリスリトールテトラ(メタ)アクリレート)、ペンタエリスリトールトリ(メタ)アクリレート、トリメチロールプロパントリ(メタ)アクリレート、トリメチロールエタントリ(メタ)アクリレート、ジペンタエリスリトールテトラ(メタ)アクリレート、ジペンタエリスリトールペンタ(メタ)アクリレート、ジペンタエリスリトールヘキサ(メタ)アクリレート、1,3,5-シクロヘキサントリオールトリメタアクリレート、ポリウレタンポリアクリレート、ポリエステルポリアクリレート);ビニルベンゼンの誘導体(例えば、1,4-ジビニルベンゼン、4-ビニル安息香酸-2-アクリロイルエチルエステル、1,4-ジビニルシクロヘキサノン)、ビニルスルホン(例えば、ジビニルスルホン)、アクリルアミド(例えば、メチレンビスアクリルアミド)、メタクリルアミド、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、少なくとも3つの官能基を有するアクリレートもしくはメタアクリレートモノマー、更には少なくとも5つの官能基を有するアクリレートモノマーが、膜硬度、即ち耐傷性の観点で好ましく、ジペンタエリスリトールペンタアクリレートとジペンタエリスリトールヘキサアクリレートの混合物が市販されており、特に好ましく用いられる。

これらのエチレン性不飽和基を有するモノマーは、各種の重合開始剤その他添加剤と共に溶剤に溶解、塗布、乾燥後、電離放射線又は熱による重合反応により硬化することができる。

#### 【0026】

前記2つ以上のエチレン性不飽和基を有するモノマーの代わりに又はそれに加えて、架橋性官能基の反応により、架橋構造をバインダーに導入してもよい。前記架橋性官能基としては、例えばイソシアナート基、エポキシ基、アジリジン基、オキサゾリン基、アルデヒド基、カルボニル基、ヒドラジン基、カルボキシル基、メチロール基、活性メチレン基などが挙げられる。なお、ビニルスルホン酸、酸無水物、シアノアクリレート誘導体、メ

10

20

30

40

50

ラミン、エーテル化メチロール、エステル、ウレタン、テトラメトキシシランのような金属アルコキシドも、架橋構造を導入するためのモノマーとして利用できる。更にブロックイソシアナート基のように、分解反応の結果として架橋性を示す官能基を用いてもよい。即ち、本発明において架橋性官能基は、すぐには反応を示すものではなくとも、分解した結果反応性を示すものであってもよい。これら架橋性官能基を有するバインダーは塗布後、加熱することによって架橋構造を形成することができる。

【0027】

前記バインダーは、上記ポリマーに加えて、これに高屈折率を有するモノマーを加えてもよい。前記高屈折率モノマーとしては、例えばビス(4-メタクリロイルチオフェニル)スルフィド、ビニルナフタレン、ビニルフェニルスルフィド、4-メタクリロキシフェニル-4'-メトキシフェニルチオエーテル、などが挙げられる。

10

【0028】

前記溶剤としては、例えば炭素数が3~12のエーテル類、炭素数が3~12のケトン類、炭素数が3~12のエステル類、2種類以上の官能基を有する有機溶媒；メタノール、エタノール、1-プロパノール、2-プロパノール、1-ブタノール、2-ブタノール、tert-ブタノール、1-ペンタノール、2-メチル-2-ブタノール、シクロヘキサノール、酢酸イソブチル、メチルイソブチルケトン、2-オクタノン、2-ペンタノン、2-ヘキサノン、2-ヘプタノン、3-ペンタノン、3-ヘプタノン、4-ヘプタノンが挙げられる。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。

前記炭素数が3~12のエーテル類としては、例えばジブチルエーテル、ジメトキシメタン、ジメトキシエタン、ジエトキシエタン、プロピレンオキシド、1,4-ジオキサン、1,3-ジオキソラン、1,3,5-トリオキサン、テトラヒドロフラン、アニソール、フェネトール、などが挙げられる。

20

前記炭素数が3~12のケトン類としては、例えばアセトン、メチルエチルケトン、ジエチルケトン、ジプロピルケトン、ジイソブチルケトン、シクロペンタノン、シクロヘキサノン、メチルシクロヘキサノン、などが挙げられる。

前記炭素数が3~12のエステル類としては、例えば蟻酸エチル、蟻酸プロピル、蟻酸n-ペンチル、酢酸メチル、酢酸エチル、プロピオン酸メチル、プロピオン酸エチル、酢酸n-ペンチル、 $\gamma$ -ブチロラクトン、などが挙げられる。

前記2種類以上の官能基を有する有機溶媒としては、例えば2-メトキシ酢酸メチル、2-エトキシ酢酸メチル、2-エトキシ酢酸エチル、2-エトキシプロピオン酸エチル、2-メトキシエタノール、2-プロポキシエタノール、2-ブトキシエタノール、1,2-ジアセトキシアセトン、アセチルアセトン、ジアセトンアルコール、アセト酢酸メチル、アセト酢酸エチル、などが挙げられる。

30

【0029】

前記光散乱層組成物は、パーコーターもしくはスピンコーターにて、有機EL表示装置のバリア層上又は陰極上に塗布される。

【0030】

前記バインダーとしての電離放射線硬化型樹脂組成物の硬化方法としては、前記電離放射線硬化型樹脂組成物の通常の硬化方法、即ち、電子線又は紫外線の照射によって硬化することができる。

40

【0031】

例えば、前記電子線硬化の場合には、コックロフワルトン型、バンデグラフ型、共振変圧型、絶縁コア変圧器型、直線型、ダイナミトロン型、高周波型等の各種電子線加速器から放出される50~1,000keV、好ましくは100~300keVのエネルギーを有する電子線等が使用され、紫外線硬化の場合には超高圧水銀灯、高圧水銀灯、低圧水銀灯、カーボンアーク、キセノンアーク、メタルハライドランプ等の光線から発する紫外線等が利用できる。

【0032】

前記バインダーは、上記材料に加えて、高屈折率を有する金属酸化物超微粒子等を含有

50

させてもよい。高屈折率を有する金属酸化物超微粒子としては、例えばジルコニウム、チタン、アルミニウム、インジウム、亜鉛、錫、アンチモンのうちより選ばれる少なくとも1つの酸化物からなる粒径100nm以下、好ましくは50nm以下の微粒子を含有することが好ましい。

前記高屈折率を有する金属酸化物超微粒子としてはAl、Zr、Zn、Ti、In及びSnから選ばれる少なくとも1種の金属の酸化物超微粒子が好ましく、具体例としては、 $ZrO_2$ 、 $TiO_2$ 、 $Al_2O_3$ 、 $In_2O_3$ 、ZnO、 $SnO_2$ 、 $Sb_2O_3$ 、ITO等が挙げられる。これらの中でも、 $ZrO_2$ が特に好ましい。高屈折率のモノマーや金属酸化物超微粒子の添加量は、前記バインダーの全質量の10質量%~90質量%であることが好ましく、20質量%~80質量%がより好ましい。

10

#### 【0033】

また、前記バインダーは、上記材料に加えて、これに低屈折率を有する超微粒子等を含有させてもよい。低屈折率を有する超微粒子の例には、粒径100nm以下、好ましくは50nm以下のシリカ微粒子を含有することが好ましい。また粒子中に空気を含有してより低屈折率を発現する中空シリカを用いてもよい。前記低屈折率の超微粒子の添加量は、前記バインダーの全質量の10質量%~90質量%であることが好ましく、20質量%~80質量%であると更に好ましい。

#### 【0034】

前記光散乱層の厚さは、該光散乱層に含有される高屈折率粒子の平均粒径の1倍~1.2倍であることが好ましい。これにより、高屈折率層内で全反射が起きた時に光散乱層に染み出してくるエバネッセント光を界面近傍の粒子で散乱させることができ、光取り出し効率が向上する。前記光散乱層の厚さが、該光散乱層に含有される高屈折率粒子の平均粒径の1.2倍を超えると、界面に接する粒子数が減少することで散乱量が減少し、光取り出し効率が低下することがある。また、界面近傍に粒子数が密に集まる場合は、密に集まった粒子が平均化されて屈折率変化の少ない高屈折率層を形成するため、光散乱層に染み出してくるエバネッセント波を散乱させる力が弱くなり、結果として光取り出し効率が低下することがある。

20

前記光散乱層の屈折率（高屈折率粒子部分を除く）は、1.6未満である。前記屈折率が1.6以上であると、粒子との屈折率差が小さくなるため散乱量が減少し、光取り出し効率の向上効果が得られない。

30

前記光散乱層の屈折率（高屈折率粒子部分を除く）は、例えば反射分光膜厚計FE-3000（大塚電子株式会社製）といった、反射スペクトルから光学シミュレーションで屈折率を推定する装置により測定することができる。

#### 【0035】

<高屈折率粒子>

前記高屈折率粒子としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、有機微粒子であっても、無機微粒子であってもよい。

前記有機微粒子としては、例えばポリメチルメタクリレートビーズ、アクリル-スチレン共重合体ビーズ、メラミンビーズ、ポリカーボネートビーズ、スチレンビーズ、架橋ポリスチレンビーズ、ポリ塩化ビニルビーズ、ベンゾグアナミン-メラミンホルムアルデヒドビーズ、などが挙げられる。

40

前記無機微粒子としては、例えば $ZrO_2$ 、 $TiO_2$ 、 $Al_2O_3$ 、 $In_2O_3$ 、ZnO、 $SnO_2$ 、 $Sb_2O_3$ 、などが挙げられる。これらの中でも、 $TiO_2$ 、 $ZrO_2$ 、ZnO、 $SnO_2$ が特に好ましい。

#### 【0036】

前記高屈折率粒子は、その屈折率が1.6以上であり、1.8以上が好ましい。前記屈折率が1.6未満であると、前記バインダーとの屈折率差が小さくなるため散乱量が減少し、光取り出し効率の向上効果が得られないことがある。前記高屈折率粒子の屈折率の上限はなく、前記バインダーとの屈折率差が大きければ十分な散乱量を得ることができるため、光取り出し効率の向上効果が得られる。

50

前記高屈折率粒子の平均粒径は、 $0.3\ \mu\text{m} \sim 1\ \mu\text{m}$ である。前記平均粒径が、 $0.3\ \mu\text{m}$ 未満であると、散乱量が減少し、光取り出し効率の向上効果が得られないことがあり、 $1\ \mu\text{m}$ を超えると、塗布むらが生じやすくなることがある。

ここで、前記高屈折率粒子の平均粒径は、例えば日機装社製ナノトラックUPA-EX150といった動的散乱法を利用した装置や、電子顕微鏡写真の画像処理により測定することができる。

前記高屈折率粒子の配置は、粒子が低屈折率層と高屈折率層の界面に接触乃至近接するように粒子1層の厚みで配置されるのが好ましい。これにより、高屈折率層内で全反射が起きた時に低屈折率層に染み出してくるエバネッセント光を粒子で散乱させることができ、光取り出し効率が向上する。高屈折率粒子がその平均粒径を超える範囲（例えば高屈折率粒子の平均粒径の1.3倍）で存在する場合、粒子が界面から遠く離れた位置に存在するため、エバネッセント波を散乱させることがなく、光取り出し効率の向上に寄与しない。また、粒子の分布厚みが増えると、塗布の均一性、界面平滑性、反射散乱光の増加による表示性能低下といった問題が生じる可能性がある。

前記高屈折率粒子の前記光散乱層における含有量は、体積充填率で、 $1.0\% \sim 70\%$ が好ましく、 $5\% \sim 50\%$ がより好ましい。これにより低屈折率層と高屈折率層の界面に屈折率分布の粗密を作ることができ、光散乱量を増加させて光取り出し効率を向上させることができる。

#### 【0037】

- 陽極 -

前記陽極は、正孔注入層、正孔輸送層、発光層などに正孔を供給するものであり、金属、合金、金属酸化物、電気伝導性化合物、又はこれらの混合物などを用いることができ、好ましくは仕事関数が $4\ \text{eV}$ 以上の材料である。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、更に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、又はこれらとITOとの積層物などが挙げられる。これらの中でも、導電性金属酸化物が好ましく、生産性、高導電性、透明性等の点からITOが特に好ましい。

前記陽極の厚みは、特に制限はなく、材料により適宜選択可能であるが、 $10\ \text{nm} \sim 5\ \mu\text{m}$ が好ましく、 $50\ \text{nm} \sim 1\ \mu\text{m}$ がより好ましく、 $100\ \text{nm} \sim 500\ \text{nm}$ が更に好ましい。

#### 【0038】

前記陽極は、通常、ソーダライムガラス、無アルカリガラス、透明樹脂基板などの上に層形成したものが用いられる。ガラスを用いる場合、その材質については、ガラスからの溶出イオンを少なくするため、無アルカリガラスを用いることが好ましい。また、ソーダライムガラスを用いる場合、シリカなどのバリアコートを施したものを使用することが好ましい。

前記基板の厚みは、機械的強度を保つのに十分であれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、ガラスを用いる場合には、 $0.2\ \text{mm}$ 以上が好ましく、 $0.7\ \text{mm}$ 以上がより好ましい。

#### 【0039】

前記透明樹脂基板としては、バリアフィルムを用いることもできる。該バリアフィルムとはプラスチック支持体上にガス不透過性のバリア層を設置したフィルムである。バリアフィルムの例としては酸化ケイ素や酸化アルミニウムを蒸着したもの（特公昭53-12953号公報、特開昭58-217344号公報）、有機無機ハイブリッドコーティング層を有するもの（特開2000-323273号公報、特開2004-25732号公報）、無機層状化合物を有するもの（特開2001-205743号公報）、無機材料を積層したもの（特開2003-206361号公報、特開2006-263989号公報）、有機層と無機層を交互に積層したもの（特開2007-30387号公報、米国特許第6413645号明細書、Affinitoら著 Thin Solid Films

10

20

30

40

50

1996年 290 - 291頁)、有機層と無機層を連続的に積層したもの(米国特許出願公開公報2004 - 46497号明細書)、などが挙げられる。

【0040】

前記陽極の作製には、材料によって種々の方法が用いられるが、例えばITOの場合、電子ビーム法、スパッタリング法、抵抗加熱蒸着法、化学反応法(ゾル-ゲル法など)、酸化インジウムスズの分散物の塗布などの方法で膜形成される。陽極は洗浄その他の処理により、表示装置の駆動電圧を下げたり、発光効率を高めることも可能である。例えばITOの場合、UV-オゾン処理などが効果的である。

【0041】

- 陰極 -

前記陰極は電子注入層、電子輸送層、発光層などに電子を供給するものであり、電子注入層、電子輸送層、発光層などの陰極と隣接する層との密着性やイオン化ポテンシャル、安定性等を考慮して選ばれる。陰極の材料としては金属、合金、金属酸化物、電気伝導性化合物、又はこれらの混合物を用いることができ、具体例としてはアルカリ金属(例えばLi、Na、K等)又はそのフッ化物、アルカリ土類金属(例えばMg、Ca等)又はそのフッ化物、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、イッテリビウム等の希土類金属等が挙げられ、好ましくは仕事関数が4eV以下の材料であり、より好ましくはアルミニウム、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等である。

前記陰極の厚みは、特に制限はなく、材料により適宜選択可能であるが、10nm~5μmが好ましく、50nm~1μmがより好ましく、100nm~1μmが更に好ましい。

前記陰極の作製には、例えば電子ビーム法、スパッタリング法、抵抗加熱蒸着法、コーティング法などの方法が用いられ、金属を単体で蒸着することも、二成分以上を同時に蒸着することもできる。更に、複数の金属を同時に蒸着して合金電極を形成することも可能であり、またあらかじめ調整した合金を蒸着させてもよい。

前記陽極及び陰極のシート抵抗は低い方が好ましく、数百 / 以下が好ましい。

【0042】

前記陰極上に前記バリアフィルムを貼り合せて、ガスの浸入を防ぐとともに、ディスプレイ表面に保護層を形成してもよい。

【0043】

- 発光層 -

前記発光層の材料は、電界印加時に陽極又は正孔注入層、正孔輸送層から正孔を注入することができると共に陰極又は電子注入層、電子輸送層から電子を注入することができる機能や、注入された電荷を移動させる機能、正孔と電子の再結合の場を提供して発光させる機能を有する層を形成することができるものであれば何でもよい。前記発光材料としては、例えばベンゾオキサゾール誘導体、ベンゾイミダゾール誘導体、ベンゾチアゾール誘導体、スチリルベンゼン誘導体、ポリフェニル誘導体、ジフェニルプタジエン誘導体、テトラフェニルプタジエン誘導体、ナフタルイミド誘導体、クマリン誘導体、ペリレン誘導体、ペリノン誘導体、オキサジアゾール誘導体、アルダジン誘導体、ピラリジン誘導体、シクロペンタジエン誘導体、ピススチリルアントラセン誘導体、キナクリドン誘導体、ピロピリジン誘導体、チアジアゾロピリジン誘導体、シクロペンタジエン誘導体、スチリルアミン誘導体、芳香族ジメチリジン化合物、8-キノリノール誘導体の金属錯体や希土類錯体に代表される各種金属錯体等、ポリチオフエン、ポリフェニレン、ポリフェニレンビニレン等のポリマー化合物等が挙げられる。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。

前記発光層の厚みは、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、1nm~5μmが好ましく、5nm~1μmがより好ましく、10nm~500nmが更に好ましい。

10

20

30

40

50

前記発光層の形成方法としては、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、例えば抵抗加熱蒸着、電子ビーム、スパッタリング、分子積層法、コーティング法（スピンコート法、キャスト法、ディップコート法など）、LB法などが挙げられる。これらの中でも、抵抗加熱蒸着、コーティング法が特に好ましい。

#### 【0044】

- 正孔注入層、正孔輸送層 -

前記正孔注入層、及び正孔輸送層の材料は、陽極から正孔を注入する機能、正孔を輸送する機能、陰極から注入された電子を障壁する機能のいずれかを有しているものであればよい。その具体例としては、カルバゾール誘導体、トリアゾール誘導体、オキサゾール誘導体、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、ピラズロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリールアミン誘導体、アミノ置換カルコン誘導体、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、芳香族第三級アミン化合物、スチリルアミン化合物、芳香族ジメチリデン系化合物、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)誘導体、アニリン系共重合体、チオフェンオリゴマー、ポリチオフェン等の導電性高分子オリゴマー等が挙げられる。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。

10

前記正孔注入層、及び正孔輸送層の厚みは、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、1nm~5μmが好ましく、5nm~1μmがより好ましく、10nm~500nmが更に好ましい。前記正孔注入層、及び正孔輸送層は、上述した材料の1種又は2種以上からなる単層構造であってもよいし、同一組成又は異種組成の複数層からなる多層構造であってもよい。

20

前記正孔注入層及び正孔輸送層の形成方法としては、真空蒸着法、LB法、前記正孔注入輸送剤を溶媒に溶解又は分散させてコーティングする方法（スピンコート法、キャスト法、ディップコート法など）が用いられる。

前記コーティング法の場合、樹脂成分と共に溶解又は分散することができ、該樹脂成分としては、例えば、ポリ塩化ビニル、ポリカーボネート、ポリスチレン、ポリメチルメタクリレート、ポリブ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、ポリ(N-ビニルカルバゾール)、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。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。

30

#### 【0045】

- 電子注入層、電子輸送層 -

前記電子注入層、及び電子輸送層の材料は、陰極から電子を注入する機能、電子を輸送する機能、陽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であればよい。その具体例としては、トリアゾール誘導体、オキサゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、フルオレノン誘導体、アントラキノジメタン誘導体、アントロン誘導体、ジフェニルキノロン誘導体、チオピランジオキシド誘導体、カルボジイミド誘導体、フルオレニリデンメタン誘導体、ジスチリルピラジン誘導体、ナフタレンペリレン等の複素環テトラカルボン酸無水物、フタロシアニン誘導体、8-キノリノール誘導体の金属錯体、メタルフタロシアニン、ベンゾオキサゾールやベンゾチアゾールを配位子とする金属錯体に代表される各種金属錯体等が挙げられる。

40

前記電子注入層、及び電子輸送層の厚みは、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、1nm~5μmが好ましく、5nm~1μmがより好ましく、10nm~500nmが更に好ましい。

前記電子注入層、及び電子輸送層は上述した材料の1種又は2種以上からなる単層構造であってもよいし、同一組成又は異種組成の複数層からなる多層構造であってもよい。

前記電子注入層、及び電子輸送層の形成方法としては、真空蒸着法やLB法、前記電子

50

注入輸送剤を溶媒に溶解又は分散させてコーティングする方法（スピンコート法、キャスト法、ディップコート法など）などが用いられる。前記コーティング法の場合、樹脂成分と共に溶解又は分散することができ、樹脂成分としては例えば、正孔注入輸送層の場合に例示したものが適用できる。

【0046】

- バリア層 -

前記バリア層としては、大気中の酸素、水分、窒素酸化物、硫黄酸化物、オゾン等の透過を防ぐという機能を有する限り、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。

前記バリア層の材料としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、SiN、SiON、などが挙げられる。

前記バリア層の厚みとしては、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、5nm～1000nmが好ましく、7nm～750nmがより好ましく、10nm～500nmが特に好ましい。

前記バリア層の厚みが、5nm未満であると、大気中の酸素及び水分の透過を防ぐバリア機能が不充分となることがあり、1000nmを超えると、光線透過率が低下し透明性を損なうことがある。

また、前記バリア層の光学的性質は、光線透過率が80%以上であることが好ましく、85%以上がより好ましく、90%以上が更に好ましい。

前記バリア層の形成方法としては、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、CVD法などが挙げられる。

【0047】

本発明の有機EL表示装置は、光取り出し効率が向上し、高い輝度を有し、ボトムエミッション型有機EL表示装置、及びトップエミッション型有機EL表示装置のいずれにも好適に用いられる。

【実施例】

【0048】

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。

【0049】

(製造例1)

<有機EL表示装置の作製>

以下のようにして、トップエミッション型有機EL表示装置を作製した。

まず、絶縁性基板上にバッファ層を介してTFTを形成し、次いで、全面にSiN膜からなる層間絶縁膜層を堆積させたのち、通常の写真エッチング工程を用いてソース領域及びドレイン領域に達するコンタクトホールをそれぞれ形成した。

【0050】

次いで、全面にAl/Ti/Al多層構造導電層を堆積させたのち、通常の写真エッチング工程を用いてパターンニングすることによって、TFT部上にも延在するようにソース電極を形成するとともに、ドレイン電極を形成した。なお、ソース電極は共通ソース線から4つの分岐線に分岐している。

【0051】

次いで、スピンコート法を用いて全面に感光性樹脂を塗布して層間絶縁膜とし、この層間絶縁膜を所定のマスクを用いて露光した後、所定の現像液を用いて現像することによって、ソース電極の分岐線に対するコンタクトホールを形成した。なお、便宜的に共通ソース線に対してコンタクトホールが形成されている。

【0052】

次いで、スパッタ法によりAl膜を全面に堆積させたのち、通常の写真エッチング工程を用いて所定の形状にパターンニングすることによって、コンタクトホールを介してソース電極の分岐線に接続する分割陽極を形成した。

10

20

30

40

50

## 【0053】

次いで、マスク蒸着法を用いて画素開口部の底部に露出している分割陽極を覆う有機EL層を形成したのち、再びマスク蒸着法を用いて有機EL層を覆う厚さが10nmのAl膜と、厚みが30nmのITO膜を順次堆積させて共通陰極を形成し、各分割陽極に対応する領域がそれぞれ分割画素部となる。

## 【0054】

この場合、有機EL層130は、分割陽極側から順に、正孔注入層として2-TNATA(4,4',4"-トリス(2-ナフチルフェニルアミノ)トリフェニルアミン)膜、正孔輸送層として-NPD[N,N'-ビス(1-ナフチル)-N,N'-ジフェニル-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン]膜、発光層としてAlq3(8-キノリノールアルミニウム錯体)を積層して構成した。

10

## 【0055】

次いで、全面にCVD法によりSiN膜、SiON膜を順次堆積させて厚みが500nmのバリア層を形成した。

次に、バリア層150上に、光散乱層170を形成し、該光散乱層170上に、透明基板としてガラス板160を貼り付けた。

以上により、図2に示すTFT基板上110に陽極120、その上に順次有機EL層130、陰極140、バリア層150、光散乱層170、透明基板160からなる有機EL表示装置を作製した。

20

## 【0056】

(調製例1)

<高屈折率バッファ層用塗布液1の調製>

以下に示す処方の高屈折率バッファ層用塗布液1を調製した。

-高屈折率バッファ層用塗布液1の処方-

・ジルコニア微粒子含有ハードコート組成液(デソライトZ7404、JSR株式会社製)・・・1000g

・UV硬化性樹脂(DPHA、日本化薬株式会社製)・・・310g

・シランカップリング剤(KBM-5103、信越化学工業株式会社製)・・・100g

・メチルエチルケトン(MEK)・・・290g

・メチルイソブチルケトン(MIBK)・・・130g

30

## 【0057】

(調製例2)

<低屈折率バッファ層用塗布液1の調製>

以下に示す処方の低屈折率バッファ層用塗布液1を調製した。

-低屈折率バッファ層用塗布液1の処方-

・シリカ超微粒子含有ハードコート組成液(デソライトZ7526、JSR株式会社製)・・・1000g

・UV硬化性樹脂(DPHA、日本化薬株式会社製)・・・310g

・シランカップリング剤(KBM-5103、信越化学工業株式会社製)・・・100g

・メチルエチルケトン(MEK)・・・290g

・メチルイソブチルケトン(MIBK)・・・130g

40

## 【0058】

(調製例3)

<光散乱層用塗布液1の調製>

以下に示す処方の光散乱層用塗布液1を調製した。

-光散乱層用塗布液1の処方-

・シリカ超微粒子含有ハードコート組成液(デソライトZ7526、JSR株式会社製)・・・1000g

50

- ・UV硬化性樹脂（DPHA、日本化薬株式会社製）・・・310g
- ・シランカップリング剤（KBM-5103、信越化学工業株式会社製）・・・100g

g

- ・二酸化チタン微粒子（富士チタン工業株式会社製、TA-200、屈折率2.4以上、平均粒径0.39μm）・・・850g
- ・メチルエチルケトン（MEK）・・・290g
- ・メチルイソブチルケトン（MIBK）・・・130g

前記高屈折率粒子としての二酸化チタン微粒子の屈折率は、2.4以上であることが知られている。また二酸化チタン微粒子の平均粒径は、日機装株式会社製ナノトラックUPA-EX150を用い、数平均粒径を測定した。

10

【0059】

（調製例4）

<光散乱層用塗布液2の調製>

-ハードコート層塗布液の調製-

ミキシングタンク内に、トリメチロールプロパントリアクリレート（TMPTA、日本化薬株式会社製）750.0質量部に、重量平均分子量15,000のポリ（グリシジルメタクリレート）270.0質量部、メチルエチルケトン730.0質量部、シクロヘキサノン500.0質量部、光重合開始剤（イルガキュア184、チバ・スペシャルティ・ケミカルズ株式会社製）50.0質量部、及びジ（t-ブチルフェニル）ヨウドニウム・ヘキサフルオロフォスフェイト25.0質量部を投入し、攪拌した。次いで、孔径0.4μmのポリプロピレン製フィルターで濾過して、ハードコート層塗布液を調製した。

20

-光散乱層用塗布液2の調製-

下記組成を混合して、光散乱層用塗布液2を調製した。

- ・上記調製方法で得たハードコート層塗布液・・・1000g
- ・二酸化チタン微粒子（富士チタン工業株式会社製、TA-200、屈折率2.4以上、平均粒径0.39μm）・・・1100g

前記高屈折率粒子としての二酸化チタン微粒子の屈折率は、2.4以上であることが知られている。また二酸化チタン微粒子の平均粒径は、日機装株式会社製ナノトラックUPA-EX150を用い、数平均粒径を測定した。

30

【0060】

（調製例5）

<光散乱層用塗布液3の調製>

-ハードコート層塗布液の調製-

ミキシングタンク内に、トリメチロールプロパントリアクリレート（TMPTA、日本化薬株式会社製）750.0質量部に、重量平均分子量15,000のポリ（グリシジルメタクリレート）270.0質量部、メチルエチルケトン730.0質量部、シクロヘキサノン500.0質量部、光重合開始剤（イルガキュア184、チバ・スペシャルティ・ケミカルズ株式会社製）50.0質量部、及びジ（t-ブチルフェニル）ヨウドニウム・ヘキサフルオロフォスフェイト25.0質量部を投入し、攪拌した。次いで、孔径0.4μmのポリプロピレン製フィルターで濾過してハードコート層塗布液を調製した。

40

-光散乱層用塗布液3の調製-

下記組成を混合して、光散乱層用塗布液3を調製した。

- ・上記調製方法で得たハードコート層塗布液・・・1000g
- ・二酸化チタン微粒子（富士チタン工業株式会社製、TA-500、屈折率2.4以上、平均粒径0.45μm）・・・1100g

前記高屈折率粒子としての二酸化チタン微粒子の屈折率は、2.4以上であることが知られている。また二酸化チタン微粒子の平均粒径は、日機装株式会社製ナノトラックUPA-EX150を用い、数平均粒径を測定した。

【0061】

（調製例6）

50

## &lt; 光散乱層用塗布液 4 の調製 &gt;

## - ハードコート層塗布液の調製 -

ミキシングタンク内に、トリメチロールプロパントリアクリレート (TMP TA、日本化薬株式会社製) 750.0 質量部に、重量平均分子量 15,000 のポリ(グリシジルメタクリレート) 270.0 質量部、メチルエチルケトン 730.0 質量部、シクロヘキサノン 500.0 質量部、光重合開始剤(イルガキュア 184、チバ・スペシャルティ・ケミカルズ株式会社製) 50.0 質量部、及びジ(t-ブチルフェニル)ヨウドニウム・ヘキサフルオロフォスフェイト 25.0 質量部を投入し、攪拌した。次いで、孔径 0.4 μm のポリプロピレン製フィルターで濾過してハードコート層塗布液を調製した。

## - 光散乱層用塗布液 4 の調製 -

下記組成を混合して、光散乱層用塗布液 4 を調製した。

・上記調製方法で得たハードコート層塗布液・・・1000 g

・二酸化チタン微粒子(富士チタン工業株式会社製、ST-700、屈折率 2.4 以上、平均粒径 1.0 μm)・・・1100 g

前記高屈折率粒子としての二酸化チタン微粒子の屈折率は、2.4 以上であることが知られている。また二酸化チタン微粒子の平均粒径は、日機装株式会社製ナノトラック UPA-EX150 を用い、数平均粒径を測定した。

## 【0062】

以下の実施例及び比較例において、各層の屈折率は、以下のようにして測定した。

## &lt; 屈折率の測定 &gt;

各層の屈折率は、散乱粒子を含まない状態の塗布液を調液し、この塗布液をガラス上に塗布し、紫外線で硬化させた後、反射分光膜厚計 FE-3000 (大塚電子株式会社製) で測定した。

## 【0063】

## (比較例 1)

## - 有機 EL 表示装置の作製 -

前記低屈折率バッファ層用塗布液 1 を、厚みが 3 μm になるように製造例 1 の有機 EL 表示装置のバリア層上に塗布した。溶剤乾燥後、160 W/cm の空冷メタルハライドランプ(アイグラフィックス株式会社製)を用いて、照度 400 mW/cm<sup>2</sup>、照射量 300 mJ/cm<sup>2</sup> の紫外線を照射して低屈折率バッファ層(屈折率 1.440)を硬化させた。該低屈折率バッファ層上に、片面に接着剤を塗布して接着層を形成したガラス基板を貼り付けて、比較例 1 の有機 EL 表示装置を作製した。

## 【0064】

## (比較例 2)

## - 有機 EL 表示装置の作製 -

前記光散乱層用塗布液 1 を、厚みが 3 μm となるように製造例 1 の有機 EL 表示装置のバリア層上に塗布した。溶剤乾燥後、160 W/cm の空冷メタルハライドランプ(アイグラフィックス株式会社製)を用いて、照度 400 mW/cm<sup>2</sup>、照射量 300 mJ/cm<sup>2</sup> の紫外線を照射して光散乱層(屈折率 1.440; ただし高屈折率粒子部分を除く)を硬化させた。該光散乱層上に、片面に接着剤を塗布して接着層を形成したガラス基板を貼り付け、比較例 2 の有機 EL 表示装置を作製した。

## 【0065】

## (実施例 1)

## - 有機 EL 表示装置の作製 -

前記光散乱層用塗布液 1 を、厚みが 0.39 μm になるように製造例 1 の有機 EL 表示装置のバリア層上に塗布した。溶剤乾燥後、160 W/cm の空冷メタルハライドランプ(アイグラフィックス株式会社製)を用いて、照度 400 mW/cm<sup>2</sup>、照射量 300 mJ/cm<sup>2</sup> の紫外線を照射して光散乱層(屈折率 1.440; ただし高屈折率粒子部分を除く)を硬化させた。

次に、前記低屈折率バッファ層用塗布液 1 を、厚みが 3.0 μm になるように光散乱

10

20

30

40

50

層上に塗布した。溶剤乾燥後、 $160\text{ W/cm}$ の空冷メタルハライドランプ（アイグラフィックス株式会社製）を用いて、照度 $400\text{ mW/cm}^2$ 、照射量 $300\text{ mJ/cm}^2$ の紫外線を照射して低屈折率バッファ層（屈折率 $1.440$ ）を硬化させた。該低屈折率バッファ層上に、片面に接着剤を塗布して接着層を形成したガラス基板を貼り付けて、実施例1の有機EL表示装置を作製した。

断面TEM像から、粒子がほぼ一列に並び、粒子が光散乱層と低屈折率バッファ層の界面に接触していることを確認した。また、光散乱層における高屈折率粒子の体積充填率は $45\%$ であった。

【0066】

（実施例2）

- 有機EL表示装置の作製 -

実施例1において、前記光散乱層用塗布液1を、厚みが $0.46\text{ }\mu\text{m}$ になるように有機EL表示装置のバリア層上に塗布した以外は、実施例1と同様にして、実施例2の有機EL表示装置を作製した。

断面TEM像から、粒子がほぼ一列に並び、光散乱層と低屈折率バッファ層の界面と、低屈折率粒子の界面に最も近い点との距離が $0\sim 0.07\text{ }\mu\text{m}$ の範囲であることを確認した。また、光散乱層における高屈折率粒子の体積充填率は $45\%$ であった。

【0067】

（比較例3）

- 有機EL表示装置の作製 -

実施例1において、前記光散乱層用塗布液1を、厚みが $0.49\text{ }\mu\text{m}$ になるように有機EL表示装置のバリア層上に塗布した以外は、実施例1と同様にして、比較例3の有機EL表示装置を作製した。

断面TEM像から、光散乱層と低屈折率バッファ層の界面と、高屈折率粒子の界面に最も近い点との距離が $0\sim 0.12\text{ }\mu\text{m}$ の範囲であることを確認した。また、光散乱層における高屈折率粒子の体積充填率は $45\%$ であった。

【0068】

（実施例3）

- 有機EL表示装置の作製 -

まず、光散乱性を有するディスプレイ用基板を作製した。前記光散乱層用塗布液1を、厚みが $0.39\text{ }\mu\text{m}$ になるようにディスプレイ用基板の光取り出し側の反対側の面に塗布した。溶剤乾燥後、 $160\text{ W/cm}$ の空冷メタルハライドランプ（アイグラフィックス株式会社製）を用いて、照度 $400\text{ mW/cm}^2$ 、照射量 $300\text{ mJ/cm}^2$ の紫外線を照射して光散乱層（屈折率 $1.440$ ；ただし高屈折率粒子部分を除く）を硬化させた。

次に、前記高屈折率バッファ層用塗布液1を、厚みが $3.0\text{ }\mu\text{m}$ になるように前記光散乱層上に塗布した。溶剤乾燥後、 $160\text{ W/cm}$ の空冷メタルハライドランプ（アイグラフィックス株式会社製）を用いて、照度 $400\text{ mW/cm}^2$ 、照射量 $300\text{ mJ/cm}^2$ の紫外線を照射して高屈折率バッファ層（屈折率 $1.620$ ）を硬化させた。

断面TEM像から、粒子がほぼ一列に並び、粒子が光散乱層と高屈折率バッファ層の界面に接触している様子を確認した。また、光散乱層における高屈折率粒子の体積充填率は $45\%$ であった。

作製した光散乱層及び高屈折率バッファ層付きのディスプレイ用基板を、製造例1の有機EL表示装置のバリア層上にローラーで密着させ、実施例3の有機EL表示装置を作製した。

【0069】

（実施例4）

- 有機EL表示装置の作製 -

実施例3において、光散乱層用塗布液1を、厚みが $0.46\text{ }\mu\text{m}$ になるようにディスプレイ用基板の光取り出し側の反対側の面に塗布した以外は、実施例3と同様にして、実施例4の有機EL表示装置を作製した。

10

20

30

40

50

断面TEM像から、粒子がほぼ一列に並び、光散乱層と高屈折率バッファ層の界面と、高屈折率粒子の界面に最も近い点との距離が0～0.07μmの範囲であることを確認した。また、光散乱層における高屈折率粒子の体積充填率は45%であった。

【0070】

(比較例4)

-有機EL表示装置の作製-

実施例3において、前記光散乱層用塗布液1を、厚みが0.49μmになるようにディスプレイ用基板の光取り出し側の反対側の面に塗布した以外は、実施例3と同様にして、比較例4の有機EL表示装置を作製した。

断面TEM像から、光散乱層と高屈折率バッファ層の界面と、高屈折率粒子の界面に最も近い点との距離が0～0.12μmの範囲であることを確認した。また、光散乱層における高屈折率粒子の体積充填率は45%であった。

【0071】

(実施例5)

-有機EL表示装置の作製-

まず、光散乱性を有するディスプレイ用基板を作製した。前記光散乱層用塗布液2を、厚みが0.39μmになるようにディスプレイ用基板の光取り出し側の反対側の面に塗布した。溶剤乾燥後、160W/cmの空冷メタルハライドランプ(アイグラフィックス株式会社製)を用いて、照度400mW/cm<sup>2</sup>、照射量300mJ/cm<sup>2</sup>の紫外線を照射して光散乱層(屈折率1.510;ただし高屈折率粒子部分を除く)を硬化させた。

次に、前記高屈折率バッファ層用塗布液1を、厚みが3.0μmになるように前記光散乱層上に塗布した。溶剤乾燥後、160W/cmの空冷メタルハライドランプ(アイグラフィックス株式会社製)を用いて、照度400mW/cm<sup>2</sup>、照射量300mJ/cm<sup>2</sup>の紫外線を照射して高屈折率バッファ層(屈折率1.620)を硬化させた。

断面TEM像から、粒子がほぼ一列に並び、粒子が光散乱層と高屈折率バッファ層の界面に接触している様子を確認した。得られた光散乱層における高屈折率粒子の体積充填率は45%であった。

作製した光散乱層及び高屈折率バッファ層付きのディスプレイ用基板を、製造例1の有機EL表示装置のバリア層上にローラーで密着させ、実施例5の有機EL表示装置を作製した。

【0072】

(実施例6)

-有機EL表示装置の作製-

実施例5において、光散乱層用塗布液2を、厚みが0.46μmになるようにディスプレイ用基板の光取り出し側の反対側の面に塗布した以外は、実施例5と同様にして、実施例6の有機EL表示装置を作製した。

断面TEM像から、粒子がほぼ一列に並び、光散乱層と高屈折率バッファ層の界面と、高屈折率粒子の界面に最も近い点との距離が0～0.07μmの範囲であることを確認した。また、光散乱層における高屈折率粒子の体積充填率は45%であった。

【0073】

(比較例5)

-有機EL表示装置の作製-

実施例5において、前記光散乱層用塗布液1を、厚みが0.49μmになるようにディスプレイ用基板の光取り出し側の反対側の面に塗布した以外は、実施例5と同様にして、比較例5の有機EL表示装置を作製した。

断面TEM像から、光散乱層と高屈折率バッファ層の界面と、高屈折率粒子の界面に最も近い点との距離が0～0.14μmの範囲であることを確認した。また、光散乱層における高屈折率粒子の体積充填率は45%であった。

【0074】

(実施例7)

10

20

30

40

50

- 有機 E L 表示装置の作製 -

まず、光散乱性を有するディスプレイ用基板を作製した。前記光散乱層用塗布液 3 を、厚みが  $0.45 \mu\text{m}$  になるようにディスプレイ用基板の光取り出し側の反対側の面に塗布した。溶剤乾燥後、 $160 \text{ W/cm}$  の空冷メタルハライドランプ（アイグラフィックス株式会社製）を用いて、照度  $400 \text{ mW/cm}^2$ 、照射量  $300 \text{ mJ/cm}^2$  の紫外線を照射して光散乱層（屈折率  $1.510$ ；ただし高屈折率粒子部分を除く）を硬化させた。

次に、前記高屈折率バッファ層用塗布液 1 を、厚みが  $3.0 \mu\text{m}$  になるように前記光散乱層上に塗布した。溶剤乾燥後、 $160 \text{ W/cm}$  の空冷メタルハライドランプ（アイグラフィックス株式会社製）を用いて、照度  $400 \text{ mW/cm}^2$ 、照射量  $300 \text{ mJ/cm}^2$  の紫外線を照射して高屈折率バッファ層（屈折率  $1.620$ ）を硬化させた。断面 TEM 像から、粒子がほぼ一列に並び、粒子が光散乱層と高屈折率バッファ層の界面に接触している様子を確認した。得られた光散乱層における高屈折率粒子の体積充填率は  $45\%$  であった。

作製した光散乱層及び高屈折率バッファ層付きのディスプレイ用基板を、製造例 1 の有機 E L 表示装置のバリア層上にローラーで密着させ、実施例 7 の有機 E L 表示装置を作製した。

【0075】

（実施例 8）

- 有機 E L 表示装置の作製 -

実施例 7 において、前記光散乱層用塗布液 3 を、厚みが  $0.54 \mu\text{m}$  になるようにディスプレイ用基板の光取り出し側の反対側の面に塗布した以外は、実施例 7 と同様にして、実施例 8 の有機 E L 表示装置を作製した。

断面 TEM 像から、粒子がほぼ一列に並び、光散乱層と高屈折率バッファ層の界面と、高屈折率粒子の界面に最も近い点との距離が  $0 \sim 0.2 \mu\text{m}$  の範囲であることを確認した。また、光散乱層における高屈折率粒子の体積充填率は  $45\%$  であった。

【0076】

（比較例 6）

- 有機 E L 表示装置の作製 -

実施例 7 において、前記光散乱層用塗布液 3 を、厚みが  $0.59 \mu\text{m}$  になるようにディスプレイ用基板の光取り出し側の反対側の面に塗布した以外は、実施例 7 と同様にして、比較例 6 の有機 E L 表示装置を作製した。

断面 TEM 像から、光散乱層と高屈折率バッファ層の界面と粒子の距離が  $0 \sim 0.14 \mu\text{m}$  の範囲であることを確認した。また、光散乱層における高屈折率粒子の体積充填率は  $45\%$  であった。

【0077】

（実施例 9）

- 有機 E L 表示装置の作製 -

まず、光散乱性を有するディスプレイ用基板を作製した。前記光散乱層用塗布液 4 を、厚みが  $1.0 \mu\text{m}$  になるようにディスプレイ用基板の光取り出し側の反対側の面に塗布した。溶剤乾燥後、 $160 \text{ W/cm}$  の空冷メタルハライドランプ（アイグラフィックス株式会社製）を用いて、照度  $400 \text{ mW/cm}^2$ 、照射量  $300 \text{ mJ/cm}^2$  の紫外線を照射して光散乱層（屈折率  $1.510$ ；ただし高屈折率粒子部分を除く）を硬化させた。

次に、前記高屈折率バッファ層用塗布液 1 を、厚みが  $3.0 \mu\text{m}$  になるように前記光散乱層上に塗布した。溶剤乾燥後、 $160 \text{ W/cm}$  の空冷メタルハライドランプ（アイグラフィックス株式会社製）を用いて、照度  $400 \text{ mW/cm}^2$ 、照射量  $300 \text{ mJ/cm}^2$  の紫外線を照射して高屈折率バッファ層（屈折率  $1.620$ ）を硬化させた。

断面 TEM 像から、粒子がほぼ一列に並び、粒子が光散乱層と高屈折率バッファ層の界面に接触している様子を確認した。また、光散乱層における高屈折率粒子の体積充填率は  $45\%$  であった。

作製した光散乱層及び高屈折率バッファ層付きのディスプレイ用基板を、製造例 1 の

有機 E L 表示装置のバリア層上にローラーで密着させ、実施例 9 の有機 E L 表示装置を作製した。

【 0 0 7 8 】

( 実施例 1 0 )

- 有機 E L 表示装置の作製 -

実施例 9 において、光散乱層用塗布液 4 を、厚みが 1 . 2  $\mu\text{m}$  になるようにディスプレイ用基板の光取り出し側の反対側の面に塗布した以外は、実施例 9 と同様にして、実施例 1 0 の有機 E L 表示装置を作製した。

断面 T E M 像から、粒子がほぼ一列に並び、光散乱層と高屈折率バッファ層の界面と粒子の距離が 0 ~ 0 . 2  $\mu\text{m}$  の範囲であることを確認した。また、光散乱層における高屈折率粒子の体積充填率は 4 5 % であった。

10

【 0 0 7 9 】

( 比較例 7 )

- 有機 E L 表示装置の作製 -

実施例 9 において、前記光散乱層用塗布液 4 を、厚みが 1 . 3  $\mu\text{m}$  になるようにディスプレイ用基板の光取り出し側の反対側の面に塗布した以外は、実施例 9 と同様にして、比較例 7 の有機 E L 表示装置を作製した。

断面 T E M 像から、光散乱層と高屈折率バッファ層の界面と、高屈折率粒子の界面に最も近い点との距離が 0 ~ 0 . 3  $\mu\text{m}$  の範囲であることを確認した。また、光散乱層における高屈折率粒子の体積充填率は 4 5 % であった。

20

【 0 0 8 0 】

次に、実施例 1 ~ 1 0 及び比較例 1 ~ 7 の有機 E L 表示装置について、以下のようにして、輝度を評価した。結果を表 1 に示す。

【 0 0 8 1 】

< 輝度の評価 >

各有機 E L 表示装置を 2 . 0  $\text{mA} / \text{cm}^2$  の定電流条件下で連続点灯し、輝度計 ( トプコン社製、B M 5 A ) を用いて正面輝度を測定した。

【 0 0 8 2 】

【表 1】

	高屈折率粒子		光拡散層			界面から高屈折粒子の平均粒径の倍数	輝度(cd/m <sup>2</sup> )
	種類	平均粒径(μm)	光拡散層用塗布液No.	厚み(μm)	屈折率		
比較例1	なし	なし	なし	なし	なし	—	30
比較例2	TiO <sub>2</sub>	0.39	1	3.0	1.44	7.69	36
実施例1	TiO <sub>2</sub>	0.39	1	0.39	1.44	1.00	45
実施例2	TiO <sub>2</sub>	0.39	1	0.46	1.44	1.18	40
比較例3	TiO <sub>2</sub>	0.39	1	0.49	1.44	1.26	33
実施例3	TiO <sub>2</sub>	0.39	1	0.39	1.44	1.00	45
実施例4	TiO <sub>2</sub>	0.39	1	0.46	1.44	1.18	40
比較例4	TiO <sub>2</sub>	0.39	1	0.49	1.44	1.26	33
実施例5	TiO <sub>2</sub>	0.39	2	0.39	1.51	1.00	42
実施例6	TiO <sub>2</sub>	0.39	2	0.46	1.51	1.18	38
比較例5	TiO <sub>2</sub>	0.39	2	0.49	1.51	1.26	33
実施例7	TiO <sub>2</sub>	0.45	3	0.45	1.44	1.00	46
実施例8	TiO <sub>2</sub>	0.45	3	0.54	1.44	1.20	41
比較例6	TiO <sub>2</sub>	0.45	3	0.59	1.44	1.31	35
実施例9	TiO <sub>2</sub>	1.0	4	1.0	1.51	1.00	42
実施例10	TiO <sub>2</sub>	1.0	4	1.2	1.51	1.20	38
比較例7	TiO <sub>2</sub>	1.0	4	1.3	1.51	1.30	33

【産業上の利用可能性】

【0083】

本発明の有機EL表示装置は、光取り出し効率が向上し、高い輝度を有し、ボトムエミッション型有機EL表示装置、及びトップエミッション型有機EL表示装置のいずれにも好適である。

【符号の説明】

【0084】

- 1 TFT基板
- 2 背面電極
- 3 有機層
- 4 透明電極
- 5 透明基板
- 110 TFT基板
- 120 陽極
- 130 有機EL層
- 140 陰極
- 150 バリア層
- 160 透明基板
- 170 光散乱層

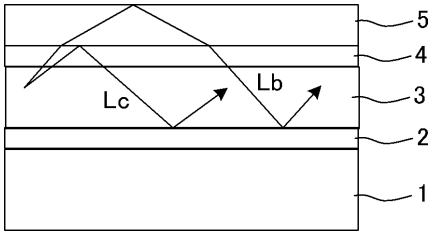
10

20

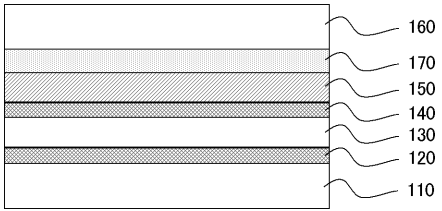
30

40

【 図 1 】



【 図 2 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3K107 AA01 BB01 BB02 CC02 CC05 EE22 EE28 EE42 EE46 EE55  
FF06 FF15

专利名称(译)	有机EL表示装置		
公开(公告)号	<a href="#">JP2009259792A</a>	公开(公告)日	2009-11-05
申请号	JP2009062572	申请日	2009-03-16
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	実藤 竜二 齊藤 之人		
发明人	実藤 竜二 齊藤 之人		
IPC分类号	H05B33/02 H01L51/50		
CPC分类号	H01L51/5268 B82Y20/00 B82Y30/00 H01L2251/5369 Y10T428/25 Y10T428/256		
FI分类号	H05B33/02 H05B33/14.A		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/BB02 3K107/CC02 3K107/CC05 3K107/EE22 3K107/EE28 3K107/EE42 3K107/EE46 3K107/EE55 3K107/FF06 3K107/FF15		
代理人(译)	广田幸一		
优先权	2008081814 2008-03-26 JP		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

要解决的问题：通过将限制在发光层中的光提取到外部同时防止在有机EL元件中发生全反射，提供具有提高的光提取效率和改善的亮度的有机EL显示装置。解决方案：有机EL显示装置包括至少一个折射率不低于1.6的高折射层，和至少一个折射率低于1.6的低折射层。低折射层包含折射率不低于1.6的高折射颗粒。高折射颗粒排列在高折射率和低折射层之间的界面的高折射颗粒的平均颗粒尺寸的1.0-1.2倍的范围内，并且高折射颗粒的平均颗粒尺寸折射颗粒为0.3-1 $\mu$ m。Ž

