(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2004-14385
(P2004-14385A)
(43)公開日　平成16年1月15日(2004.1.15)

(51)Int.Cl.[7]	F I		テーマコード（参考）
H05B 33/14	H05B 33/14	A	3K007
H05B 33/02	H05B 33/02		
H05B 33/12	H05B 33/12	E	
H05B 33/28	H05B 33/28		

審査請求 未請求　請求項の数 18　ＯＬ　（全 13 頁）

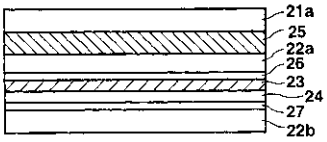
(21)出願番号　特願2002-168495(P2002-168495)
(22)出願日　平成14年6月10日(2002.6.10)

(71)出願人　000005201
富士写真フイルム株式会社
神奈川県南足柄市中沼２１０番地
(74)代理人　100074675
弁理士　柳川　泰男
(72)発明者　高橋　健治
神奈川県足柄上郡開成町宮台７９８番地
富士写真フイルム株式会社内
(72)発明者　三島　雅之
神奈川県南足柄市中沼２１０番地　富士写真フイルム株式会社内

Ｆターム(参考)　3K007 AB03　AB04　BB06　CB01　DB03

(54)【発明の名称】有機エレクトロルミネッセンス素子

(57)【要約】
【課題】外部への発光取り出し効率が高められた有機エレクトロルミネッセンス（ＥＬ）素子を提供すること。
【解決手段】背面電極、有機エレクトロルミネッセンス発光層、および光透過性前面電極が、この順に積層された基本構成を有する有機エレクトロルミネッセンス素子であって、背面電極が光透過性電極であり、背面電極の背面側に、有機エレクトロルミネッセンス発光層の屈折率の８０％以上の屈折率を有する材料を主構成成分とする高屈折率光散乱層が設けられ、そして該発光層から背面側に向けて発せられる光の４０％以上の光が該高屈折率光散乱層に入射するように、発光層と高屈折率光散乱層との間に介在する層の屈折率が調整されている有機エレクトロルミネッセンス素子。
【選択図】　図２



【特許請求の範囲】
【請求項１】
背面電極、有機エレクトロルミネッセンス発光層、および光透過性前面電極が、この順に積層された基本構成を有する有機エレクトロルミネッセンス素子であって、背面電極が光透過性電極であり、背面電極の背面側に、有機エレクトロルミネッセンス発光層の屈折率の８０％以上の屈折率を有する材料を主構成成分とする高屈折率光散乱層が設けられ、そして該発光層から背面側に向けて発せられる光の４０％以上の光が該高屈折率光散乱層に入射するように、発光層と高屈折率光散乱層との間に介在する層の屈折率が調整されていることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。
【請求項２】
高屈折率光散乱層が、有機エレクトロルミネッセンス発光層の屈折率の９５％以上の屈折率を有する材料を主構成成分とする層であって、該発光層から背面側に向けて発せられる光の７０％以上の光が該高屈折率光散乱層に入射するように、発光層と高屈折率光散乱層との間に介在する層の屈折率が調整されている請求項１に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
【請求項３】
高屈折率光散乱層が、有機エレクトロルミネッセンス発光層の屈折率の９９％以上の屈折率を有する材料を主構成成分とする層であって、該発光層から背面側に向けて発せられる光の８５％以上の光が該高屈折率光散乱層に入射するように、発光層と高屈折率光散乱層との間に介在する層の屈折率が調整されている請求項２に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
【請求項４】
少なくとも背面シート、高屈折率光散乱層、光透過性背面陰極、有機エレクトロルミネッセンス発光層、ホール輸送層、および光透過性前面陽極が、この順に積層された構成を有する請求項１乃至３のいずれかの項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
【請求項５】
少なくとも背面シート、高屈折率光散乱層、光透過性背面陽極、ホール輸送層、有機エレクトロルミネッセンス発光層、および光透過性前面陰極が、この順に積層された構成を有する請求項１乃至３のいずれかの項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
【請求項６】
さらに、光透過性前面電極の前面側に光散乱層が付設されている請求項１乃至５のいずれかの項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
【請求項７】
有機エレクトロルミネッセンス発光層が可視光を発する有機材料から形成されている請求項１乃至６のいずれかの項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
【請求項８】
有機エレクトロルミネッセンス発光層が、互いに分離区画された領域に形成された、発光色の色相が互いに異なる二種以上の発光層からなる請求項１乃至７のいずれかの項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
【請求項９】
光透過性前面電極の前面側にカラーフィルター層及び／又はＮＤフィルター層が付設されている請求項１乃至８のいずれかの項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
【請求項１０】
背面電極、有機エレクトロルミネッセンス発光層、および光透過性前面電極が、この順に積層された基本構成を有する有機エレクトロルミネッセンス素子であって、背面電極が光透過性であり、背面電極の背面側に光散乱反射層が設けられ、さらに光透過性前面電極の前面側に、有機エレクトロルミネッセンス発光層の屈折率の８０％以上の屈折率を有する材料を主構成成分とする高屈折率光散乱層が設けられ、そして該発光層から前面側に向けて発せられる光の４０％以上の光が該高屈折率光散乱層に入射するように、発光層と高屈折率光散乱層との間に介在する層の屈折率が調整されていることを特徴とする有機エレク

トロルミネッセンス素子。
【請求項１１】
高屈折率光散乱層が、有機エレクトロルミネッセンス発光層の屈折率の９５％以上の屈折率を有する材料を主構成成分とする層であって、該発光層から前面側に向けて発せられる光の７０％以上の光が該高屈折率光散乱層に入射するように、発光層と高屈折率光散乱層との間に介在する層の屈折率が調整されている請求項１０に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
【請求項１２】
高屈折率光散乱層が、有機エレクトロルミネッセンス発光層の屈折率の９９％以上の屈折率を有する材料を主構成成分とする層であって、該発光層から前面側に向けて発せられる光の８５％以上の光が該高屈折率光散乱層に入射するように、発光層と高屈折率光散乱層との間に介在する層の屈折率が調整されている請求項１１に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
【請求項１３】
光透過性前面電極が高屈折率の光透過性電極である請求項１０乃至１２のいずれかの項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
【請求項１４】
少なくとも光散乱反射層、光透過性背面陰極、有機エレクトロルミネッセンス発光層、ホール輸送層、光透過性前面陽極、高屈折率光散乱層、および前面シートが、この順に積層された構成を有する請求項１０乃至１３のいずれかの項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
【請求項１５】
少なくとも光散乱反射層、光透過性背面陽極、ホール輸送層、有機エレクトロルミネッセンス発光層、光透過性前面陰極、高屈折率光散乱層、および前面シートが、この順に積層された構成を有する請求項１０乃至１３のいずれかの項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
【請求項１６】
有機エレクトロルミネッセンス発光層が可視光を発する有機材料から形成されている請求項１０乃至１５のいずれかの項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
【請求項１７】
有機エレクトロルミネッセンス発光層が、互いに分離区画された領域に形成された、発光色の色相が互いに異なる二種以上の発光層からなる請求項１０乃至１６のいずれかの項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
【請求項１８】
高屈折率光散乱層の前面側にカラーフィルター層及び／又はＮＤフィルター層が付設されている請求項１０乃至１７のいずれかの項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、電気エネルギーの印加により発光を示す有機エレクトロルミネッセンス素子（有機ＥＬ素子）に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
近年、マルチメディアの発展に伴って、小型かつ軽量の表示装置であるフラットパネルディスプレイに対する需要が高まっている。フラットパネルディスプレイ用素子として液晶表示素子が広範囲に用いられてきたが、液晶自体は自己発光をしないため、液晶表示素子では、液晶層の背面側に光源（バックライト）を配置して、その光源から発せられる光の透過を液晶層で制御して、透過画像を得る構成が一般的である。カラー画像を得るためには、液晶層の表面にカラーフィルターを付設する。そして、そのカラーフィルターを透過する色光の組合せによりカラー画像が得られる。

【０００３】
液晶表示素子では、上記のように、別に光源を付設することが必要となり、消費する電気エネルギーも多いことから、電気エネルギーを付与するための小型電池が開発されている（例えば、リチウム電池）。しかしながら、そのような技術的発展にも拘らず、その小型化と軽量化には限界がある。液晶表示素子として、バックライトを用いない反射型のタイプの開発も進んでいるが、特にカラー画像を表示すると、その表示コントラストが低く、また表示画像の質が外光の条件によって大きく左右されるため、利用可能な範囲には限界がある。
【０００４】
従って、僅かな電気エネルギーの付与により自己発光を示し、別に光源を容易しなくても画像表示が可能な表示材料として、エレクトロルミネッセンス素子（一般にＥＬ素子と呼ばれる）が注目を浴びている。エレクトロルミネッセンス素子には、使用する材料の相違により無機ＥＬ素子と有機ＥＬ素子とがあるが、特に有機ＥＬ素子は、無機ＥＬ素子よりもはるかに低い電圧で駆動することができ、また発光材料である有機化合物を選ぶことによって好適な色彩に発光する発光素子が得られるので、フルカラー表示装置としての利用が期待できる。添付図面の図１に、現在実用化されている有機エレクトロルミネッセンス素子の代表的な構成例を示す。
【０００５】
図１に示す有機ＥＬ素子は、電子輸送性の発光層とホール輸送層とを有する積層型（二層構造）の有機エレクトロルミネッセンス素子であって、発光を取り出す側となる透明なガラス基板（または透明プラスチック材料基板）１１ｂの上に順に、透明な前面電極（ＩＴＯ電極）１２ｂ、ホール（正孔）輸送層１４、蛍光を発する有機化合物の薄膜からなる発光層（電子輸送性、厚さは通常１０～１００ｎｍ）１３、および背面電極（金属電極）１２ａが形成された構成を有する。前面側（図における下側）に配置された前面電極１２ｂと背面電極１２ａとの間に直流電圧を印加すると、陽極である前面電極１２ｂからホール（正孔）が注入され、これらホールは、ホール輸送層１４により発光層１３との界面まで輸送されて発光層１３へ注入される。一方、陰極の背面電極１２ａからは電子が注入され、これら電子は、発光層１３内を輸送されてその界面まで達し、ホールと再結合することになる。このホールと電子の再結合により有機化合物中に励起子が生成し、生成した励起子は励起状態から基底状態に戻るときに蛍光を発する。この発光は、透明電極１２ｂと透明基板１１ｂとを通して前面側から取り出される。
【０００６】
図１に示した構成の有機ＥＬ素子以外にも、ホール輸送性の発光層と電子輸送層とからなる二層構造のもの、電子輸送層と両性輸送性の発光層とホール輸送層とからなる三層構造のもの、および両性輸送性の発光層のみからなる単層型のものなどが知られている。また、各層の間には各種の補助層が任意に設けられることがある。
【０００７】
特開平８－３１５９８５号公報には、発光面全体として均一な発光を得るために、光取り出し側の基板を光散乱性とした有機エレクトロルミネッセンス素子が開示されている。また、特開平１１－８０７０号公報には、隣接する画素への光もれを抑制して鮮明な表示を得、また電極パターンやセグメント電極からの引き出し線の影響を最小限に留めるために、発光部分に対応するように前面電極の前面側に光拡散層を配置した有機エレクトロルミネッセンス素子が開示されている。いずれの素子も、光散乱性または光拡散性の材料（層）は発光層よりも前面側に配置されている。
【０００８】
【発明が解決しようとする課題】
有機エレクトロルミネッセンス素子（有機ＥＬ素子）は、前述したように、僅かな電気エネルギーで自己発光を示すため、優れた表示材料と考えられているが、これまでに製品として開発された有機ＥＬディスプレイでは、安定性が充分でないことや、発光効率が充分とは言えないことなどの問題点が指摘されている。特に、有機ＥＬ素子は、無機ＥＬ素子

に比べて一般的に構成材料の屈折率が低いので、その光取り出し効率はやや高いというものの、発光量の２０％程度に過ぎず、更なる改良が望まれている。

【０００９】

従って、本発明は、従来と同程度の消費電力で、外部に充分な発光を取り出すことのできる有機エレクトロルミネッセンス素子を提供することを主な目的とする。

【００１０】

【課題を解決するための手段】

本発明の発明者は、有機エレクトロルミネッセンス素子の問題点について研究した結果、発光層の背面側および／または前面側に、発光層の屈折率と同程度もしくはそれ以上の屈折率を示す高屈折率光散乱層を配置し、かつ発光層と高屈折率光散乱層との間に存在する材料の屈折率を、発光層の屈折率と同程度もしくはそれ以上高いレベルに維持することによって、発光層から発せられた光が外部に効率良く取り出されることを見い出し、本発明に到達した。

【００１１】

本発明は、背面電極、有機エレクトロルミネッセンス発光層、および光透過性前面電極が、この順に積層された基本構成を有する有機エレクトロルミネッセンス素子であって、背面電極が光透過性電極であり、背面電極の背面側に、有機エレクトロルミネッセンス発光層の屈折率の８０％以上の屈折率を有する材料を主構成成分とする高屈折率光散乱層が設けられ、そして該発光層から背面側に向けて発せられる光の４０％以上の光が該高屈折率光散乱層に入射するように、発光層と高屈折率光散乱層との間に介在する層の屈折率が調整されていることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子にある。

【００１２】

また、本発明は、背面電極、有機エレクトロルミネッセンス発光層、および光透過性前面電極が、この順に積層された基本構成を有する有機エレクトロルミネッセンス素子であって、背面電極が光透過性であり、背面電極の背面側に光散乱反射層が設けられ、さらに光透過性前面電極の前面側に、有機エレクトロルミネッセンス発光層の屈折率の８０％以上の屈折率を有する材料を主構成成分とする高屈折率光散乱層が設けられ、そして該発光層から前面側に向けて発せられる光の４０％以上の光が該高屈折率光散乱層に入射するように、発光層と高屈折率光散乱層との間に介在する層の屈折率が調整されていることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子にもある。

【００１３】

【発明の実施の形態】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の好ましい態様は下記に示す通りである。

（１）高屈折率光散乱層が、有機エレクトロルミネッセンス発光層の屈折率の９５％以上の屈折率を有する材料を主構成成分とする層であって、該発光層から背面側および／または前面側に向けて発せられる光の７０％以上の光が該高屈折率光散乱層に入射するように、発光層と高屈折率光散乱層との間に介在する層の屈折率が調整されている。

（２）高屈折率光散乱層が、有機エレクトロルミネッセンス発光層の屈折率の９９％以上の屈折率を有する材料を主構成成分とする層であって、該発光層から背面側および／または前面側に向けて発せられる光の８５％以上の光が該高屈折率光散乱層に入射するように、発光層と高屈折率光散乱層との間に介在する層の屈折率が調整されている。

【００１４】

（３）少なくとも背面シート、高屈折率光散乱層、光透過性背面陰極、有機エレクトロルミネッセンス発光層、ホール輸送層、および光透過性前面陽極がこの順に積層された構成を有する。

（４）少なくとも背面シート、高屈折率光散乱層、光透過性背面陽極、ホール輸送層、有機エレクトロルミネッセンス発光層、および光透過性前面陰極がこの順に積層された構成を有する。

（５）少なくとも光散乱反射層、光透過性背面陰極、有機エレクトロルミネッセンス発光層、ホール輸送層、光透過性前面陽極、高屈折率光散乱層、および前面シートがこの順に

積層された構成を有する。
（６）少なくとも光散乱反射層、光透過性背面陽極、ホール輸送層、有機エレクトロルミネッセンス発光層、光透過性前面陰極、高屈折率光散乱層、および前面シートがこの順に積層された構成を有する。
（７）有機エレクトロルミネッセンス発光層が可視光を発する有機材料から形成されている。
（８）有機エレクトロルミネッセンス発光層が、互いに分離区画された領域に形成された、発光色の色相が互いに異なる二種以上の発光層からなる。
（９）光透過性前面電極の前面側にカラーフィルター層及び／又はＮＤフィルター層が付設されている。

【００１５】
以下に、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の構成について、その代表的な構成例を示す添付図面を参照しながら詳しく説明する。なお、本明細書の説明において、高屈折率とは、屈折率が発光層の屈折率を基準として、その８０％以上（好ましくは９５％以上、更に好ましくは９９％以上）であることを意味し、高屈折率が付された層もしくは材料は、そのような高い屈折率を示す層もしくは当該の層にそのような高い屈折率を与える材料である。

【００１６】
図２は、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の代表的な構成を示す。図２において有機ＥＬ素子は、背面シート（支持体）２１ａの上に順に、高屈折率光散乱層（厚さ：１～５０μｍ）２５、光透過性背面電極２２ａ（陰極、厚さ：０．０１～２０μｍ）、電子注入層２６、有機エレクトロルミネッセンス発光層（電子輸送性、厚さ：１０～１００ｎｍ、層の平面方向にＲ、Ｇ、Ｂなどの色相の発光を示す各種の有機化合物がそれぞれ区画され配置されている）２３、ホール輸送層２４、ホール注入層２７、および光透過性前面電極（陽極、厚さ：０．０１～２０μｍ）２２ｂが形成された構成を有する。

【００１７】
有機エレクトロルミネッセンス発光層２３は、蛍光及び／又は燐光を発する有機化合物の薄膜からなる層である。発光層２３より背面側に設けられた高屈折率光散乱層２５は、発光層２３と同等かそれ以上の屈折率を有する層であり、光反射層を兼ねている。電子注入層２６およびホール注入層２７はそれぞれ、電子の注入およびホールの注入を促して低電圧化することにより、発光効率を高める役割を果たす。また、発光層２３と高屈折率光散乱層２５との間にある中間層（背面電極２２ａおよび電子注入層２６）はそれぞれ、発光層２３から背面側に向かった光のうち４０％以上（好ましくは７０％以上、更に好ましくは８５％以上）が高屈折率光散乱層２５に入射するように、その屈折率が調整されている。

【００１８】
前面側（図における下側）に配置された前面電極２２ｂと背面電極２２ａとの間に直流電圧（数Ｖ乃至数十Ｖ）を印加すると、前面電極（ホール注入電極）２２ｂおよび背面電極（電子注入電極）２２ａからそれぞれホールと電子とが注入される。これらホールと電子はそれぞれ、中間層を経て発光層２３内の発光中心で再結合して有機分子を励起状態にし、この有機分子は、蛍光を発しながら励起状態から基底状態に戻る。発光光は、前面電極２２ｂから取り出される。発光光のうち、背面側に向かった光もその大部分が、屈折率が好適に調整された中間層により高効率で高屈折率光散乱層２５に導かれ、光反射層を兼ねる高屈折率光散乱層２５により反射されて前面側に向かう。よって、前面側から効率良く発光光を取り出すことができる。

【００１９】
なお、本発明の有機ＥＬ素子は、図２に示した構成に限定されるものではなく、電子注入層およびホール注入層はなくてもよいし、あるいは各層の間に更に各種の補助層が設けられていてもよい。前面電極の前面側には、光散乱層、光透過性の保護膜、カラーフィルター層（Ｒ、Ｇ、Ｂ）もしくは光波長変換層などが設けられていてもよい。また、図２にお

いて背面シートの代わりにガラス基板等からなる前面シートが設けられていてもよい。
【００２０】
また、上記においては電子輸送性の発光層とホール輸送層とからなる二層構造の例を示したが、本発明の有機ＥＬ素子は、ホール輸送性の発光層と電子輸送層とからなる二層構造であってもよいし、電子輸送層と発光層とホール輸送層とからなる三層構造であってもよいし、あるいはまた両性輸送性の発光層のみからなる単層型であってもよい。
【００２１】
具体的に二層構造の場合には、次のような基本構成をとることができる。
１）背面シート／高屈折率光散乱層／光透過性背面陰極／有機エレクトロルミネッセンス発光層／ホール輸送層／光透過性前面陽極
２）背面シート／高屈折率光散乱層／光透過性背面陽極／ホール輸送層／有機エレクトロルミネッセンス発光層／光透過性前面陰極
３）背面シート／高屈折率光散乱層／光透過性背面陰極／電子輸送層／有機エレクトロルミネッセンス発光層／光透過性前面陽極
４）背面シート／高屈折率光散乱層／光透過性背面陽極／有機エレクトロルミネッセンス発光層／電子輸送層／光透過性前面陰極
【００２２】
三層構造の場合には、次のような基本構成をとることができる。
１）背面シート／高屈折率光散乱層／光透過性背面陰極／電子輸送層／有機エレクトロルミネッセンス発光層／ホール輸送層／光透過性前面陽極
２）背面シート／高屈折率光散乱層／光透過性背面陽極／ホール輸送層／有機エレクトロルミネッセンス発光層／電子輸送層／光透過性前面陰極
【００２３】
単層構造の場合には、次のような基本構成をとることができる。
１）背面シート／高屈折率光散乱層／光透過性背面電極／有機エレクトロルミネッセンス発光層／光透過性前面電極
【００２４】
有機ＥＬ素子が上記いずれの基本構成をとる場合であっても、高屈折率光散乱層と発光層との間にある各中間層の屈折率は、発光層からの光の一定量以上が高屈折率光散乱層に入射するように調整される。
【００２５】
図３は、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の別の構成例を示す。図３において有機ＥＬ素子は、前面シート（支持体）３１ｂの上に順に、高屈折率光散乱層（厚さ：１～５０μｍ）３５、光透過性前面電極（陽極、厚さ：０．０１～２０μｍ）３２ｂ、ホール注入層３７、ホール輸送層３４、有機エレクトロルミネッセンス発光層（電子輸送性、厚さ：１０～１００ｎｍ、層の平面方向にＲ、Ｇ、Ｂなどの色相の発光を示す各種の有機化合物がそれぞれ区画され配置されている）３３、電子注入層３６、光透過性背面電極３２ａ（陰極、厚さ：０．０１～２０μｍ）、および光散乱反射層３８が形成された構成を有する。
【００２６】
発光層３３より前面側に設けられた高屈折率光散乱層３５は、発光層３３と同等かそれ以上の屈折率を有する層である。また、発光層３３と高屈折率光散乱層３５との間にある中間層（ホール輸送層３４、ホール注入層３７および前面電極３２ｂ）はそれぞれ、発光層３３から前面側に向かった光のうち４０％以上（好ましくは７０％以上、更に好ましくは８５％以上）が高屈折率光散乱層３５に入射するように、その屈折率が調整されている。
【００２７】
前面側（図における下側）に配置された前面電極３２ｂと背面電極３２ａとの間に直流電圧を印加すると、前面電極３２ｂおよび背面電極３２ａからそれぞれホールと電子とが注入され、これらホールと電子はそれぞれ中間層を経て発光層３３内の発光中心で再結合して有機分子を励起し、この有機分子が蛍光及び／又は燐光を発する。発光光のうち背面側

に向かった光の大部分は、光散乱反射層３８により反射されて前面側に向かう。そしてこの反射された光および前面側に向かった発光光は、屈折率が好適に調整された中間層により高効率で高屈折率光散乱層３５に導かれ、そして高屈折率光散乱層２５にて全反射することなく散乱して、高効率で前面シート３１ｂに達する。よって、前面側から効率良く発光光を取り出すことができる。

【００２８】

なお、本発明の有機ＥＬ素子は、図３に示した構成に限定されるものではなく、電子注入層やホール注入層はなくてもよいし、あるいは各層間に各種の補助層が設けられていてもよい。高屈折率光散乱層の前面側には、光透過性保護膜、カラーフィルター層または光波長変換層などが設けられていてもよい。また、前面シートの代わりにガラス基板等からなる背面シートが設けられていてもよい。

【００２９】

また、この場合にも、様々な二層、三層または単層構造をとることが可能である。具体的に二層構造の場合には、次のような基本構成をとることができる。

１）光散乱反射層／光透過性背面陰極／有機エレクトロルミネッセンス発光層／ホール輸送層／光透過性前面陽極／高屈折率光散乱層／前面シート

２）光散乱反射層／光透過性背面陽極／ホール輸送層／有機エレクトロルミネッセンス発光層／光透過性前面陰極／高屈折率光散乱層／前面シート

３）光散乱反射層／光透過性背面陰極／電子輸送層／有機エレクトロルミネッセンス発光層／光透過性前面陽極／高屈折率光散乱層／前面シート

４）光散乱反射層／光透過性背面陽極／有機エレクトロルミネッセンス発光層／電子輸送層／光透過性前面陰極／高屈折率光散乱層／前面シート

【００３０】

三層構造の場合には、次のような基本構成をとることができる。

１）光散乱反射層／光透過性背面陰極／電子輸送層／有機エレクトロルミネッセンス発光層／ホール輸送層／光透過性前面陽極／高屈折率光散乱層／前面シート

２）光散乱反射層／光透過性背面陽極／ホール輸送層／有機エレクトロルミネッセンス発光層／電子輸送層／光透過性前面陽極／高屈折率光散乱層／前面シート

【００３１】

単層構造の場合には、次のような基本構成をとることができる。

１）光散乱反射層／光透過性背面電極／有機エレクトロルミネッセンス発光層／光透過性前面電極／高屈折率光散乱層／前面シート

【００３２】

有機ＥＬ素子が上記いずれの基本構成をとる場合であっても、発光層と高屈折率光散乱層との間にある各中間層の屈折率は、発光層からの光の一定量以上が高屈折率光散乱層に入射するように調整される。

【００３３】

図４に、本発明の有機ＥＬ素子の発光効率の向上を説明するための、平行平面からの光取り出し効率を表わすグラフを示す。すなわち、屈折率n_1の層から屈折率n_2の層に光を取り出す場合において、その屈折率比（n_1／n_2）と光取り出し効率ηとの関係は、図４のグラフで表される。光取り出し効率ηは、屈折率差が５％で３０％、１０％で４２％、そして２０％で５５％低下する。なお、このグラフは発光層の片面のみを考慮した場合であり、発光層の両面に向かった光を片面から取り出した場合には、反対側で光反射がない限り取り出し効率はその１／２になる。

【００３４】

次に、本発明の有機ＥＬ素子の構成要素となる各層の材料やサイズなどの例を説明する。

【００３５】

［背面シート及び前面シート］

背面シートは、支持体として機能するものであり、光不透過性であっても光透過性であってもよい。一般には、ガラス基板、または有機高分子物質からなる樹脂基板が用いられる

。一方、前面シートも支持体として機能するが、光透過性でなければならず、一般にはガラス基板が用いられる。ガラス基板の材料の例としては、ノンアルカリガラス（バリウムボロシリケートガラス、アルミノシリケートガラス）を挙げることができる。

【００３６】

［高屈折率光散乱層］

高屈折率光散乱層としては、Y_2O_3、Ta_2O_5、$BaTa_2O_6$、$BaTiO_3$、TiO_2、Sr（Zr，Ti）O_3、$SrTiO_3$、$PbTiO_3$、Al_2O_3、Si_3N_4、ZnS、ZrO_2、$PbNbO_3$、Pb（Zr，Ti）O_3などの微粒子を樹脂中に分散させて層形成したものが用いられる。ただし、使用する樹脂の屈折率は、発光層の屈折率と略同等もしくはそれ以上の屈折率でなければならない。

【００３７】

［光透過性電極］

光透過性電極の材料としては、ＩＴＯ（インジウム－スズ酸化物）、ＺｎＯ：Ａｌ、特開平１０－１９００２８号公報に記載されている複合酸化物、特開平６－１５０７２３号公報に記載されているＧａＮ系材料、特開平８－２６２２２５号公報や特開平８－２６４０２２号公報、同８－２６４０２３号公報に示されている$Zn_2In_2O_5$、（Zn，Cd，Mg）O－（B，Al，Ga，In，Y）$_2O_3$－（Si，Ge，Sn，Pb，Ti，Zr）O_2、あるいは（Zn，Cd，Mg）O－（B，Al，Ba，In，Y）$_2O_3$－（Si，Sn，Pb）O、MgO－In_2O_3などを主成分とするもの、SnO_2系材料を挙げることができる。あるいは、光透過性電極としてＡｌ、Ｃｕ、Ａｇ、Ａｕなどの金属の超薄膜を用いることもできる。メッシュまたはストライプ状の金属電極であってもよい。

【００３８】

［有機エレクトロルミネッセンス発光層］

発光層は、少なくとも一種の発光材料からなり、必要に応じて正孔輸送材料、電子輸送材料、ホスト材料を含んでいてもよい。

【００３９】

本発明において発光材料に特に制限はなく、蛍光発光性有機化合物および燐光発光性有機化合物を用いることができる。蛍光発光性有機化合物としては、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、スチルベンゼン誘導体、ポリフェニル誘導体、ジフェニルブタジエン誘導体、テトラフェニルブタジエン誘導体、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、ピラジリン誘導体、シクロペンタジエン誘導体、ビススチリルアントラセン誘導体、キナクリドン誘導体、ピロロピリジン誘導体、チアジアゾロピリジン誘導体、スチリルアミン誘導体、芳香族ジメチリデン誘導体、および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；ポリチオフェン誘導体、ポリフェニレン誘導体、ポリフェニレンビニレン誘導体、およびポリフルオレン誘導体等の高分子化合物などが挙げられる。これらは、単独で使用してもよいし、あるいは二種以上を併用してもよい。

【００４０】

燐光発光性有機化合物としては、オルトメタル化金属錯体、およびポルフィリン金属錯体を好ましく挙げることができる。オルトメタル化金属錯体とは、例えば「有機金属化学－基礎と応用－」（１５０頁、２３２頁、山本明夫著、裳華房社、１９８２年）、および「Ｐｈｏｔｏｃｈｅｍｉｓｔｒｙ ａｎｄ Ｐｈｏｔｏｐｈｙｓｉｃｓ ｏｆ Ｃｏｏｒｄｉｎａｔｉｏｎ Ｃｏｍｐｏｕｎｄｓ」（７１－７７頁、１３５－１４６頁、Ｈ．Ｙｅｒｓｉｎ、Ｓｐｒｉｎｇｅｒ－Ｖｅｒｌａｇ社、１９８７年）などに記載されている化合物群の総称である。

【００４１】

オルトメタル化金属錯体を形成する配位子としては、上記文献にも記載されているように種々のものがあり、その中でも、２－フェニルピリジン誘導体、７，８－ベンゾキノリン

誘導体、２－（２－チエニル）ピリジン誘導体、２－（１－ナフチル）ピリジン誘導体、２－フェニルキノリン誘導体を好ましく挙げることができる。これらの誘導体は必要に応じて置換基を有していてもよい。オルトメタル化金属錯体は、これら配位子のほかに更に他の配位子を有していてもよい。これらオルトメタル化金属錯体の中でも、三重項励起子から発光する化合物は発光効率向上の点から、特に好ましく使用することができる。

【００４２】

オルトメタル化金属錯体は、Ｉｎｏｒｇ．　Ｃｈｅｍ．　１９９１年、３０号、１６８５頁；同　１９８８年、２７号、３４６４頁；同　１９９４年、３３号、５４５頁；Ｉｎｏｒｇ．　Ｃｈｅｍ．　Ａｃｔａ　１９９１年、１８１号、２４５頁；Ｊ．　Ｏｒｇａｎｏｍｅｔ．　Ｃｈｅｍ．　１９８７年、３３５号、２９３頁；Ｊ．　Ａｍ．　Ｃｈｅｍ．　Ｓｏｃ．　１９８５年、１０７号、１４３１頁などに記載されている公知の種々の方法により合成することができる。

このオルトメタル化金属錯体を含む発光層は、高輝度で発光効率に優れる点で有利である。

【００４３】

ポルフィリン金属錯体の中では、ポルフィリン白金錯体が好ましい。

上記の燐光発光性有機化合物は、単独で使用してもよいし、あるいは二種以上を併用してもよい。また、蛍光発光性有機化合物と燐光発光性有機化合物とを一緒に使用してもよい。

【００４４】

上記発光材料の薄膜は、各種の蒸着法や塗布法などを利用して形成することができる。あるいは、発光層は、有機物質中に少量の発光材料をドーピングしたものであってもよい。

【００４５】

［ホール輸送層］

ホール輸送層の材料としては、トリフェニルジアミン（ＴＰＤ）、Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－Ｎ，Ｎ’－ビス（１－ナフチル）－１，１’－ビフェニル－４，４’－ジアミン（ＮＰＤ）等のジアミン化合物、ヒドラゾン化合物などの芳香族アミン化合物；および銅フタロシアニンなどの金属キレート錯体化合物を挙げることができる。

ホール輸送層は、公知の各種の蒸着法や塗布法などを利用して形成することができる。

【００４６】

なお、発光層およびホール輸送層の材料については、「光・電子機能有機材料ハンドブック」（堀江一之、谷口彬雄編集代表、１９９７年、朝倉書店）を参照することができる。

【００４７】

［電子注入層］

電子注入層の材料としては、銅フタロシアニンなどのポルフィリン誘導体、およびＬｉＦなどの金属化合物を挙げることができる。

【００４８】

［ホール注入層］

ホール注入層の材料としては、銅フタロシアニンなどのポルフィリン誘導体を挙げることができる。

【００４９】

［光散乱反射層］

前記高屈折率光散乱層と同様な材料を用いることができる。

【００５０】

【実施例】

［実施例１］

支持体として、厚さ７００μｍのガラスシートを用意した。この支持体上に、ポリエステル樹脂中にTiO_2の微粒子（平均粒径：５００ｎｍ）を分散してなる高屈折率光散乱層（白色光反射層を兼ねる、厚さ：約３０μｍ）をスクリーン印刷により形成した。その上に、スパッタリングによりＩＴＯ電極（厚さ：２００ｎｍ）を形成した。さらに、真空蒸

着により銅フタロシアニンからなる電子注入層（厚さ：１０ｎｍ）、トリス（８－ヒドロキシキノリン）アルミニウム（Ａｌｑ$_3$）からなる発光層（厚さ：６０ｎｍ）、Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－Ｎ，Ｎ’－ビス（１－ナフチル）－１，１’－ビフェニル－４，４’－ジアミン（ＮＰＤ）からなるホール輸送層（厚さ：４０ｎｍ）、および銅フタロシアニンからなるホール注入層（厚さ：１０ｎｍ）を順次形成した。次いで、スパッタリングによりＩＴＯ電極（厚さ：２００ｎｍ）を形成した。このようにして、図２に示した構成を有する本発明の有機ＥＬ素子を製造した。

【００５１】

［実施例２］

支持体として、厚さ７００μｍのガラスシートを用意した。この支持体上に、ポリエステル樹脂中にTiO_2の微粒子（平均粒径：５００ｎｍ）を分散してなる高屈折率光散乱層（厚さ：約３０μｍ）をスクリーン印刷により形成した。その上に、スパッタリングによりＡｌ電極（厚さ：２０ｎｍ）を形成した。さらに、真空蒸着によりＬｉＦからなる電子注入層（厚さ：２ｎｍ）、Ａｌｑ$_3$からなる発光層（厚さ：６０ｎｍ）、ＮＰＤからなるホール輸送層（厚さ：４０ｎｍ）、および銅フタロシアニンからなるホール注入層（厚さ：１０ｎｍ）を順次形成した。次いで、スパッタリングによりＩＴＯ電極（厚さ：２００ｎｍ）を形成した。このようにして、図２に示した構成を有する本発明の有機ＥＬ素子を製造した。

【００５２】

［比較例１］

実施例１において、高屈折率光散乱層を設けないこと以外は実施例１と同様にして、比較のための有機ＥＬ素子を製造した。

【００５３】

［有機ＥＬ素子の性能評価１］

上記の各有機ＥＬ素子について、下記の方法により評価した。

東洋テクニカ社製ソースメジャーユニット２４００型を用いて、有機ＥＬ素子に直流電圧を印加して発光させ、発光輝度および直流電圧を測定した。その時の最高輝度をＬｍａｘ、Ｌｍａｘが得られた電圧をＶｍａｘとした。また、２００Ｃｄ／ｍ^{2}の発光輝度時の発光外部量子効率をη２００とした。得られた結果をまとめて表１に示す。

【００５４】

【表１】

表　1

実施例	Lmax (Cd／m^2)	Vmax (V)	η200 (%)
実施例1	92000	11	4．5
実施例2	86000	11	4．2
比較例1	41000	12	2．2

【００５５】

表１に示した結果から明らかなように、本発明の高屈折率光散乱層を有する有機ＥＬ素子（実施例１、２）は、高屈折率光散乱層の無い従来の有機ＥＬ素子（比較例１）に比べて、顕著に発光輝度が高く、発光外部量子効率も高かった。

【００５６】
［実施例３］
支持体として、厚さ７００μｍのガラスシートを用意した。この支持体上に、ポリエステル樹脂中にTiO_2の微粒子（平均粒径：５００ｎｍ）を分散してなる高屈折率光散乱層（白色光反射層を兼ねる、厚さ：約３０μｍ）をスクリーン印刷により形成した。その上に、スパッタリングによりＩＴＯ電極（厚さ：２００ｎｍ）を形成した。さらに、真空蒸着により銅フタロシアニンからなるホール注入層（厚さ：１０ｎｍ）、ＮＰＤからなるホール輸送層（厚さ：４０ｎｍ）、Alq_3からなる発光層（厚さ：６０ｎｍ）、およびＬｉＦからなる電子注入層（厚さ：２ｎｍ）を順次形成した。次いで、真空蒸着によりＡｌ層（厚さ：１０ｎｍ）、そしてスパッタリングによりＩＴＯ電極（厚さ：２００ｎｍ）を形成した。最後に、ポリエステル樹脂中にTiO_2の微粒子（平均粒径：５００ｎｍ）を分散してなる光散乱反射層（厚さ：約３０μｍ）をスクリーン印刷により形成した。このようにして、図３に示したような構成を有する本発明の有機ＥＬ素子を製造した。
【００５７】
［比較例２］
実施例３において、高屈折率光散乱層を設けないこと以外は実施例３と同様にして、比較のための有機ＥＬ素子を製造した。
【００５８】
［有機ＥＬ素子の性能評価２］
上記の各有機ＥＬ素子について、前述と同様の方法により評価を行った。得られた結果をまとめて表２に示す。
【００５９】
【表２】

表　２

実施例	Lmax (Cd／m^2)	Vmax (V)	η200 (%)
実施例３	９８０００	１０	５．１
比較例２	５２０００	１２	２．５

【００６０】
表２の結果から明らかなように、本発明の高屈折率光散乱層を有する有機ＥＬ素子（実施例３）は、高屈折率光散乱層の無い有機ＥＬ素子（比較例２）に比べて、低い印加電圧で著しく高い発光輝度を示し、発光外部量子効率も高かった。
【００６１】
【発明の効果】
本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子によれば、従来と同程度のサイズで、かつ従来と同程度かそれ以下の消費電力で、発光層で発光した光を高い取り出し効率で外部に取り出すことができる。
【図面の簡単な説明】
【図１】従来の有機ＥＬ素子の構成の例を示す概略断面図である。
【図２】本発明の有機ＥＬ素子の構成の例を示す概略断面図である。
【図３】本発明の有機ＥＬ素子の構成の別例を示す概略断面図である。

【図４】平行平面からの光取り出し効率を表すグラフである。

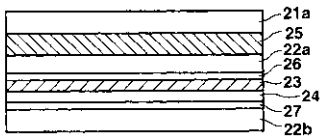
【符号の説明】

２１ａ　背面シート
２２ａ、３２ａ　光透過性背面電極
２２ｂ　光透過性前面電極
２３、３３　有機エレクトロルミネッセンス発光層
２４、３４　ホール輸送層
２５、３５　高屈折率光散乱層
２６、３６　電子注入層
２７、３７　ホール注入層
３１ｂ　前面シート
３８　光散乱反射層

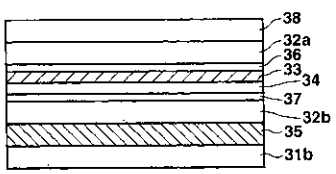
【図１】



【図２】



【図３】



【図４】

