

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4547599号
(P4547599)

(45) 発行日 平成22年9月22日 (2010.9.22)

(24) 登録日 平成22年7月16日 (2010.7.16)

(51) Int. Cl.

F I

H O 5 B 33/02 (2006.01)

H O 5 B 33/02

H O 1 L 51/50 (2006.01)

H O 5 B 33/14 A

G O 9 F 9/30 (2006.01)

G O 9 F 9/30 3 6 5 Z

H O 1 L 27/32 (2006.01)

請求項の数 4 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2003-355217 (P2003-355217)
 (22) 出願日 平成15年10月15日 (2003.10.15)
 (65) 公開番号 特開2005-122980 (P2005-122980A)
 (43) 公開日 平成17年5月12日 (2005.5.12)
 審査請求日 平成18年6月16日 (2006.6.16)

(73) 特許権者 510134581
 奇美電子股▲ふん▼有限公司
 台湾新竹科学工業園區苗栗縣竹南鎮科學路
 1 6 0 號
 (73) 特許権者 000006633
 京セラ株式会社
 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地
 (74) 代理人 100089118
 弁理士 酒井 宏明
 (72) 発明者 中村 肇
 神奈川県大和市下鶴間 1 6 2 3 番地 1 4
 日本アイ・ビー・エム株式会社 東京基礎
 研究所内

審査官 渡邊 勇

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも、陽極と、光透過性の陰極と、発光層と、前記陰極上に形成されたキャッピング層と、を含む積層構造を備えた画像表示装置において、

前記キャッピング層の屈折率は、前記発光層、もしくは前記陰極のいずれかの屈折率よりも高く、

前記キャッピング層は、前記発光層が発光する光の波長と異なる波長の光であって、前記発光層が発光する波長の光よりも前記積層構造の界面における反射率が高い光を吸収する添加物を含むことを特徴とする画像表示装置。

【請求項 2】

前記発光層が発光する光の出射側に設けられ、前記発光層と前記発光層が発光する光の出射側に位置する層構造とのうち少なくとも 1 以上の層構造の屈折率と比較し屈折率が高い高屈折率層を備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の画像表示装置。

【請求項 3】

前記高屈折率層は、前記発光層よりも屈折率が高いことを特徴とする請求項 2 に記載の画像表示装置。

【請求項 4】

前記キャッピング層の膜厚と前記高屈折率層の膜厚との合計膜厚が 60 ~ 90 nmであることを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、少なくとも、陽極と、陰極と、発光層とを含む積層構造を備えた画像表示装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

有機エレクトロルミネッセンス（ＥＬ）表示装置は、液晶表示装置で必要なバックライトが不要で装置の薄型化に最適であるとともに、視野角にも制限がないため、次世代の画像表示装置として実用化が期待されている。この有機ＥＬ表示装置は、二つの電極間に少なくとも発光層を含む有機ＥＬ素子を備え、この電極間に電圧を印加することによって発光層が発光し画像表示を行っている。有機ＥＬ素子の構造として、一方の電極はＡｌなどの金属であり、他方の電極はＬｉＦ／ＡｇＭｇなどによる半透明電極であり、発光層が発した光が透明電極側に出射されるトップエミッション型が知られている。

10

【0003】

この有機ＥＬ素子では、発光層が発光した光の入射角によって各積層膜の界面で光が全反射する場合があるため、発光層が発した光の一部が外部へ出射されるに過ぎない。このため、有機ＥＬ素子は、発光層が発した光の多くが有機ＥＬ素子内部に閉じ込められ外部に取り出すことができず、光の取り出し効率が低いのが現状である。

【0004】

近年、光の取り出し効率を向上させるため、接触する積層膜よりも屈折率が高い高屈折率層を発光層が発光する光の出射側に設けた有機ＥＬ素子が提案されている。図１５は、従来技術における有機ＥＬ素子の積層構造を示す図である。図１５に示すように、従来技術における有機ＥＬ素子１００は、基板１１１上に、Ａｌなどの金属で形成された陽極層１１２、バッファ層１１３、正孔輸送層１１４、電子輸送層を兼ねた発光層１１５、ＩＴＯなどの透明膜で形成された陰極層１１６を有する。そして、有機ＥＬ素子１００は、発光層１１５が発光する光の出射側である陰極層１１６上にキャッピング層１１７を備える。発光層１１５が発した光は、直接または陽極層１１２に反射されて、陰極層１１６およびキャッピング層１１７を透過し外部に出射される（非特許文献１参照）。

20

【0005】

キャッピング層１１７は、接触する陰極層１１６および発光層１１５よりも屈折率が高い高屈折率膜を用いて形成される。ここで、屈折率が高い層から屈折率が低い層へ臨界角以上の角度で光が入射すると光は全反射する。一方、屈折率が低い層から屈折率が高い層へ光が入射する場合には、入射角が大きい場合であっても光は全反射せず、少なくとも光の一部は屈折率が高い層に入射することができる。このため、屈折率が低い陰極層１１６から屈折率が高いキャッピング層１１７へ入射する光は、陰極層１１６とキャッピング層１１７との界面で全反射することなく、少なくとも光の一部はキャッピング層１１７を透過し外部へ出射することが可能となっているものと考えられる。したがって、キャッピング層１１７と陰極層１１６との界面で全反射する光を低減することができる。

30

【0006】

図１６は、有機ＥＬ素子１００におけるキャッピング層１１７の膜厚変化に対する光の取り出し効率の変化を例示した図である。この場合、発光層１１５は赤を発光している。また、この取り出し効率は、同一の入力エネルギー強度を加えた場合の十分大きな発光層内部の光の輝度に対し有機ＥＬ素子から出射される垂直方向の光の輝度の割合を示し、肉眼の感度である視感度を考慮した値に変換したものである。ここで、輝度とは、各波長での放射強度に対して比視感度を乗算し、この乗算値を波長について積分した値である。図１６に示すように、キャッピング層１１７の膜厚が８０ｎｍのときに取り出し効率は最大値１．４３となる。このように、有機ＥＬ素子１００は、キャッピング層１１７の膜厚を調整することによって、１．４０以上の高い取り出し効率を達成することが可能となる。

40

【0007】

【非特許文献１】Applied Physics Letters, アメリカ, 200

50

1 年，第 7 8 巻，5 4 4 - 5 4 6 頁．

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、従来の有機 EL 表示装置では、取り出し効率を向上することができるが、視感度を考慮した反射率の増加を抑制することができずコントラストが低下するという問題があった。以下、図 17～図 20 を参照し、説明する。

【0009】

図 17 は、R（赤）、G（緑）、B（青）の各色を発光する有機 EL 素子の取り出し効率および反射率の波長依存性を模式的に示した図である。曲線 L b は B を発光する有機 EL 素子の取り出し効率を示し、曲線 L g は G を発光する有機 EL 素子の取り出し効率を示し、曲線 L r は R を発光する有機 EL 素子の取り出し効率を示す。そして、曲線 R b は B を発光する有機 EL 素子の反射率を示し、曲線 R g は G を発光する有機 EL 素子の反射率を示し、曲線 R r は R を発光する有機 EL 素子の反射率を示す。図 17 における取出し効率は発光層が発光する光の輝度に対し有機 EL 素子の外部へ出射する光の輝度の割合を示し、反射率は外部から入射する光の輝度に対し再度有機 EL 素子の外部へ出射する光の輝度の割合を示したものである。

【0010】

図 17 に示すように、各色の有機 EL 素子の発光ピーク近傍では、取り出し効率が高くなり、反射率が他の波長域と比較し低くなる。たとえば、R を発光する有機 EL 素子では、曲線 L r および曲線 R r に示すように、R の光に対応する 600～650 nm 付近では取り出し効率が高く反射率が低い。B を発光する有機 EL 素子および G を発光する有機 EL 素子についても同様である。一方、反射率は、発光ピーク近傍以外で高くなっている。たとえば、B および R の有機 EL 素子では、領域 a として示す 520～580 nm の波長域で反射率が高い。反射率が高い領域 a に属する光は、外部から入射した場合に再度有機 EL 素子 100 の外部に出射される割合が高い光であり、たとえば、図 18 の経路 A₂ に示すように、陽極層 112 とバッファ層 113 との界面で反射し、キャッピング層 117 を透過して再び有機 EL 素子 100 の外部に出射する。

【0011】

ここで、図 19 に各波長に対する比視感度を示す。光に対する眼の感度である視感度は波長によって異なり、波長 555 nm で最も強くなる。比視感度は 555 nm の視感度を基準に相対的に表された値である。図 17 で示した領域 a の波長域に属する光は、図 19 に示すように、比視感度が 0.8 以上であり肉眼で認識しやすい。このため、R および B の有機 EL 素子において反射率の高い領域 a の波長は、視認されやすい光であることが言える。

【0012】

このため、特に R および B を発光する有機 EL 素子では、外部からの入射光のうち再度有機 EL 素子 100 の外部に出射される領域 a の波長域に属する光は、実際の輝度よりも強い輝度の光として視認されるものと考えられる。図 20 は、R を発光する有機 EL 素子 100 について、図 17 に示す反射率に比視感度を乗算し波長について積分した反射率のキャッピング層 117 の膜厚依存性を示す図である。図 20 に示すように、視感度を考慮した場合、反射率は取り出し効率が最大となるキャッピング層 117 の膜厚が 80 nm の場合には 0.62 を示し、かなり大きな値となっている。図示しないが、B を発光する有機 EL 素子 100 についても同様のことが言える。

【0013】

このように、従来の有機 EL 素子 100 では、発光ピーク近傍の光の反射率が低い場合であっても、発光ピーク近傍以外の光の反射率が高くなる。特に R、B を発光する有機 EL 素子 100 では、視感度の高い領域 a において反射率が高い。この結果、R、B を発光する有機 EL 素子 100 では、外光の反射光が強く視認されることとなる。すなわち、有機 EL 素子 100 の本来の表示にこの反射光が加わるため、画像のコントラストが劣化す

10

20

30

40

50

るという問題が発生する。

【 0 0 1 4 】

この発明は、上記した従来技術の欠点に鑑みてなされたものであり、反射率の増加を抑制することによってコントラストの劣化を改善した画像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】

【 0 0 1 5 】

請求項 1 にかかる画像表示装置は、少なくとも、陽極と、光透過性の陰極と、発光層と、前記陰極上に形成されたキャッピング層と、を含む積層構造を備えた画像表示装置において、前記キャッピング層の屈折率は、前記発光層と前記発光層、もしくは前記陰極のいずれかの屈折率よりも高く、前記キャッピング層は、前記発光層が発光する光の波長と異なる波長の光であって、前記発光層が発光する波長の光よりも前記積層構造の界面における反射率が高い光を吸収する添加物を含むことを特徴とする。

10

【 0 0 1 6 】

本発明にかかる画像表示装置によれば、発光層が発光する光の波長と異なる波長の光であって、発光層が発光する波長の光よりも積層構造の界面における反射率が高い光を吸収する吸収するキャッピング層を備えることによって、外光の反射光が積層構造の外部へ再度出射することを低減することが可能となる。また、かかるキャッピング層の屈折率は前記発光層、もしくは前記陰極のいずれかの屈折率よりも高いため、積層構造の界面における光の全反射を低減することも可能である。

20

【 0 0 1 8 】

請求項 2 にかかる画像表示装置は、前記発光層が発光する光の出射側に設けられ、前記発光層と前記発光層が発光する光の出射側に位置する層構造とのうち少なくとも 1 以上の層構造の屈折率と比較し屈折率が高い高屈折率層を備えたことを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

請求項 3 にかかる画像表示装置は、前記高屈折率層は、前記発光層よりも屈折率が高いことを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

請求項 4 にかかる画像表示装置は、前記キャッピング層の膜厚と前記高屈折率層の膜厚との合計膜厚が 60 ~ 90 nm であることを特徴とする。

30

【発明の効果】

【 0 0 2 4 】

本発明にかかる画像表示装置は、発光層が発光する光の波長と異なる波長の光であって、発光層が発光する波長の光よりも積層構造の界面における反射率が高い光を吸収する吸収する層を備えることによって、外部からの入射光が再び積層構造を備える画像表示装置の外へ出射されることによる反射率の増加を抑制することができる。また、所定の屈折率を有する高屈折率層を備えるため、高い取り出し効率を維持することもの可能である。このため、本発明にかかる画像表示装置は、取り出し効率が高く、さらに、コントラストの低下を抑制した高品位の画像表示を実現するという効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【 0 0 2 5 】

以下、図面を参照して、この発明の実施の形態である画像表示装置について、有機 EL 素子を用いた有機 EL 表示装置を例に説明する。また、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。図面の記載において、同一部分には同一の符号を付している。また、図面は模式的なものであり、各層の厚みと幅との関係、各層の比率などは、現実と異なることに留意する必要がある。図面の相互間においても、互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれている。

【 0 0 2 6 】

(実施の形態 1)

まず、実施の形態 1 にかかる有機 EL 表示装置について説明する。本実施の形態 1 にお

50

ける有機EL素子は、所定の波長の光を吸収する色素を含み、所定の屈折率を有するキャッピング層を備えることによって、入射光の有機EL素子の外部への再出射を低減している。図1は、本実施の形態1における有機EL素子の積層構造を示す図である。有機EL表示装置は、R、G、Bの各有機EL素子が一定の順序で2次元配列された構造となっている。

【0027】

実施の形態1における有機EL素子10は、図1に示すように、基板11上に、陽極層12、バッファ層13、正孔輸送層14、電子輸送層を兼ねた発光層15、陰極層16を有する。そして、有機EL素子10は、発光層15からの光の出射側である陰極層16上に形成されたキャッピング層17を備える。以下、有機EL素子10の構造を、発光層15が発光した光が直接または陽極層12に反射されて陰極層16およびキャッピング層17を透過し外部に出射するトップエミッション型として説明する。

【0028】

陽極層12は、正孔を発光層15に供給するアノードとして機能し、光反射率の高い材料で形成される。バッファ層13は、陽極層12の凹凸による素子短絡を低減し、また、陽極層12と正孔輸送層14との中間の仕事関数を備え陽極層12から正孔輸送層14への正孔の注入を効率よく行う機能を備える。正孔輸送層14は、陽極層12から注入された正孔を発光層15まで輸送するために設けられた有機化合物層である。発光層15は、有機化合物によって形成され、陽極層12と陰極層16との間に電界が生じるときに陽極層12および陰極層16のそれぞれから正孔および電子が注入され、これらが再結合しR、G、Bのいずれかの光を発光する。また、発光層15は、陰極層16から注入された電子を発光層15まで輸送する電子輸送層としての機能も兼ねる。なお、以下の説明では、発光層15はRを発光するとして説明する。また、陰極層16は、電子を発光層15に供給するカソードとして機能し、半透明な金属膜で形成される。

【0029】

そして、陰極層16上には、キャッピング層17が形成されている。このため、キャッピング層17は、発光層15からの光の入射側で陰極層16と接触することとなる。このキャッピング層17は、陰極層16および発光層15よりも屈折率が高い高屈折率膜を用いて形成され、たとえば屈折率が2.38であるZnS（硫化亜鉛）を用いて形成される。ここで、屈折率が低い層から屈折率が高い層へ光が入射する場合には、入射角が大きい場合であっても光は全反射せず、少なくとも光の一部は屈折率が高い層に入射することができる。このため、陰極層16から陰極層16よりも屈折率が高いキャッピング層17へ入射する光は、陰極層16とキャッピング層17との界面で全反射せず、少なくとも光の一部はキャッピング層17を透過し有機EL素子10の外部へ出射することが可能となる。したがって、キャッピング層17は、キャッピング層17と陰極層16との界面で全反射する光を低減し、光の取り出し効率を高める機能を有する。

【0030】

また、キャッピング層17は、図2-1に示す分子構造を備えたナイルレッドと称される色素を含む。この色素は、たとえば濃度10%の割合でキャッピング層17に添加されている。図2-2は、この色素のモル吸光係数の波長依存性を示す図である。モル吸光係数とは化学種1mol/dm³あたりの吸光度であり、図2-2は波長に対してモル吸光係数をプロットしているため色素の吸収スペクトルとなる。図2-2に示すように、この色素は500~560nmの波長の光を強く吸収する。このため、図3の経路A₁に示すように、外部から有機EL素子10に入射した光のうち500~560nmの波長の光のほとんどは、キャッピング層17を透過するとき、または、陽極層12とバッファ層13との界面で反射した後に、キャッピング層17に含まれる色素19に吸収され、再度有機EL素子10の外部に出射されることはない。この色素19が吸収する500~560nmの波長の光は、Rを発光する従来の有機EL素子において、外部からの入射光のうち再度有機EL素子の外部へ出射される光の割合が発光層から発光される波長の光よりも高い光である。さらに、この色素が吸収する光500~560nmの波長の光は高い視感度を

10

20

30

40

50

有している。このように、キャッピング層 17 は、外部から入射した光のうち視感度の高い 500 ~ 560 nm の波長の光を吸収する機能を有し、再び有機 EL 素子 10 の外部へ出射されることを低減している。

【0031】

つぎに、図 4 に、キャッピング層 17 の膜厚変化に対する反射率変化を示す。以下、反射率とは、外部からの入射光のうち再び有機 EL 素子の外部に出射される光の割合を視感度を考慮した値に変換したものとし、たとえば、外部からの入射光のうち再び有機 EL 素子の外部に出射される光の割合と比視感度との乗算値を波長について積分した値である。また、外部からの入射光として、いわゆる C 光源を用いている。また、図 4 には、有機 EL 素子 10 のほか、ナイルレッドなどの色素を含まないキャッピング層を備えた従来構造の有機 EL 素子の反射率についても示している。

10

【0032】

図 4 に示すように、従来構造の有機 EL 素子における反射率は、キャッピング層の膜厚が 60 nm の場合に最小値として 0.54 を示すに留まり、キャッピング層の膜厚によらず大きな値を示す。これに対し、有機 EL 素子 10 の反射率は、従来構造の有機 EL 素子と比較し大きく低減されており、キャッピング層 17 の膜厚が 60 ~ 80 nm の場合に 0.22 以下を示し、キャッピング層 17 の膜厚が 70 nm の場合には 0.20 まで低減されている。したがって、有機 EL 素子 10 は、特に視感度が高い反射光の外部への再出射を抑制することができ反射率を低減することが可能となる。有機 EL 素子 10 は、上述したように色素 19 を含むキャッピング層 17 を備えるためであると考えられる。

20

【0033】

つぎに、図 5 にキャッピング層 17 の膜厚変化に対する有機 EL 素子 10 の取り出し効率の変化を示す。以下、取り出し効率は、同一の入力エネルギー強度を加えた場合の十分な発光層内部の光の輝度に対する有機 EL 素子から出射される垂直方向の光の輝度の割合を肉眼の感度である視感度を考慮した値に変換したものとす。ここで、輝度とは、各波長での放射強度に対して比視感度を乗算し、この乗算値を波長について積分した値である。図 5 は、有機 EL 素子 10 のほか、従来構造の有機 EL 素子の取り出し効率も示す。図 5 に示すように、有機 EL 素子 10 では、キャッピング層 17 の膜厚が 60 ~ 80 nm の場合であり低い反射率を達成する場合であっても取り出し効率は 1.2 以上を示し、キャッピング層 17 の膜厚が 80 nm の場合には取り出し効率は最大値 1.32 まで向上している。このため、有機 EL 素子 10 は高い取り出し効率を維持することが可能である。

30

【0034】

なお、図 6 - 1 および図 6 - 2 に、キャッピング層の膜厚変化に対する有機 EL 素子 10 および従来構造の有機 EL 素子が発光する光の CIE 1931 に規格する色座標変化を示す。図 6 - 1 は色座標の x 座標における変化を示し、図 6 - 2 は色座標の y 座標における変化を示す。有機 EL 素子 10 において、図 6 - 1 および図 6 - 2 に示すように、x 座標および y 座標の値は、キャッピング層の膜厚が等しい場合、従来構造の有機 EL 素子と 0.003 程度の差を生じるに過ぎず、視認に影響を与えないものと考えられる。このため、色素 19 を含むキャッピング層 17 を備えた場合でも、有機 EL 素子 10 から出力される光の色座標の値が大きく変動することはなく、R の光を出力することができる。

40

【0035】

上述したように、色素 19 を含むキャッピング層 17 を備えることによって有機 EL 素子 10 は、発光層 15 が発光する波長の光よりも層界面での反射率が高く視感度の高い光の有機 EL 素子 10 の外部への再出射を低減することができ、反射率を低減することができる。このため、有機 EL 素子 10 を用いることによって、コントラストの劣化を低減した高品位の画像表示を行う有機 EL 表示装置を実現することが可能となる。また、キャッピング層 17 は陰極層 16 および発光層 15 と比較し屈折率が高い高屈折率層で形成されているため、有機 EL 素子 10 ではキャッピング層 17 と接触する層との界面での光の全反射を低減し、高い取り出し効率を維持することが可能となる。

50

【0036】

なお、キャッピング層17を陰極層16上に設けるとしたが、これに限らず、発光層15が発光する光の出射側に設ければ足りる。たとえば、発光層15と陰極層16との間に設けるとしてもよい。外部からの入射光の多くは、陽極層12とバッファ層13との界面で反射し、バッファ層13、正孔輸送層14、発光層15、陰極層16を透過し外部へ出射する。また、キャッピング層17は取り出し効率を高める機能も備えている。このため、反射光が有機EL素子10を出射するまでの経路であり、さらに発光層15が発光した光が有機EL素子10から出射する経路のいずれかに、色素19を含むキャッピング層17があれば反射率を低減することができる。このような経路のいずれかにキャッピング層17を備えることによって、キャッピング層17に含まれる色素によって反射光に含まれる光のうち500～560nmの波長の光のほとんどが吸収され、この波長の光が大きな強度で外部へ出射されることはないためである。また、キャッピング層17の屈折率は、キャッピング層17が発光層15からの光の入射側で接触する層構造よりも高ければよい。このため、キャッピング層17が発光層15が発光する光の出射側に設けられるとした場合、キャッピング層17の屈折率は発光層15および発光層15から発光される光の出射側に位置する層構造のうち少なくとも1以上の層構造と比較し、高ければよい。

10

【0037】

(参考例)

つぎに、参考例について説明する。実施の形態1では所定の波長の光を吸収する色素を含むキャッピング層を備えた有機EL素子について説明したが、本参考例では、この色素を添加した発光層を備えた有機EL素子について説明する。

20

【0038】

図7は、本参考例における有機EL素子の積層構造を示す図である。本参考例における有機EL素子20では、発光層25は500～560nmの波長の光を吸収するナイルレッドを含んでいる。また、キャッピング層27は、陰極層16および発光層25よりも屈折率が高い高屈折率膜を用いて形成され、たとえば屈折率が2.38であるZnSを用いて形成される。また、キャッピング層27にはナイルレッドは添加されていない。なお、発光層25はRの光を発光するとして説明する。

【0039】

つぎに、図8に、キャッピング層27の膜厚変化に対する有機EL素子20および従来構造の有機EL素子における反射率変化を示す。ここで、従来構造の有機EL素子はナイルレッドなどの色素を含まない発光層を備えている。図8に示すように、有機EL素子20は、従来構造の有機EL素子と比較し、反射率が大きく低減されている。上述したように、発光層25に含まれるナイルレッドが吸収する光は、実施の形態1で述べたように、発光層25が発光するR以外の光であって、外部からの入射光のうち層界面で反射される割合がRの光よりも高く、また視感度の高い光である。このような光がナイルレッドによって吸収され再度有機EL素子20の外部へ出射されることはないため、有機EL素子20における反射率が大きく低減したものと考えられる。また、図9は、キャッピング層27の膜厚変化に対する有機EL素子20および従来構造の有機EL素子における取り出し効率変化を示す図である。図9に示すように、有機EL素子20における取り出し効率は、従来構造の有機EL素子と比較し大きく低下することなく、有機EL素子20は高い取り出し効率を維持している。

30

40

【0040】

このように、ナイルレッドを含む発光層25を備えた有機EL素子20は、従来構造の有機EL素子と比較し反射率を低減することができ、実施の形態1と同様の効果を奏することが可能となる。

【0041】

つぎに、発光層25へのナイルレッドの添加量を検討する。図10は、ナイルレッドを2.5%、5%、10%、20%の濃度で発光層25に添加した有機EL素子20における反射率のキャッピング層27の膜厚依存を示す図である。また、図11は、ナイルレ

50

ドを 2.5%、5%、10%、20%の濃度で発光層 25 に添加した有機 EL 素子における取り出し効率のキャッピング層 27 の膜厚依存を示す図である。

【0042】

図 10 に示すように、反射率は、ナイルレッドを濃度 20% で添加した場合にはキャッピング層 27 の膜厚が 30 nm のときに最小値 0.23 を示し、ナイルレッドを濃度 10% で添加した場合にはキャッピング層 27 の膜厚が 40 nm のときに最小値 0.21 を示し、ナイルレッドを濃度 5% で添加した場合にはキャッピング層 27 の膜厚が 50 nm のときに最小値 0.26 を示し、ナイルレッドを濃度 2.5% で添加した場合にはキャッピング層 27 の膜厚が 50 nm のときに最小値 0.33 を示す。このように、ナイルレッドを多く添加した場合には、キャッピング層 27 の膜厚を薄くすることが可能となり、積層構造の設計の自由度を上げることができる。また、ナイルレッドの濃度を低くすると、ナイルレッドの濃度を高くした場合と比較し反射率は高くなる傾向がある。これは、発光層 25 に含まれるナイルレッドの量が少なく、発光層 25 に入射した所定の波長の光のうちナイルレッドに吸収されず有機 EL 素子 20 の外部に再出射される光の割合が高くなるためであると推測される。

10

【0043】

また、図 11 に示す取り出し効率は、ナイルレッドの添加濃度を高くするほど低くなる。たとえば、ナイルレッドを濃度 20% で添加した場合にはキャッピング層 27 の膜厚が 70 nm のときに最大値 1.22 を示し、ナイルレッドを濃度 2.5% で添加した場合にはキャッピング層 27 の膜厚が 80 nm のときに最大値 1.39 を示す。このため、取り出し効率を考慮した場合、ナイルレッドの濃度は低い方が好ましいと考えられる。

20

【0044】

したがって、図 10 および図 11 より、取り出し効率と反射率との値を考慮し、ナイルレッドを 5 ~ 10% 程度の濃度で発光層 25 に添加することが好ましい。取り出し効率を高くするためにキャッピング層 27 の膜厚を 70 nm と設定した場合であっても、反射率は 0.32 ~ 0.35 の値となり、従来と比較し反射率を低くすることが可能となるためである。このように、発光層 25 に添加するナイルレッドの濃度とキャッピング層 27 の膜厚とを調整することによって、反射率と取り出し効率とを適切な値に設定することができる。

【0045】

30

なお、本参考例では、発光層 25 にナイルレッドを添加することによって所定の波長の光を吸収し反射率を低減させているが、これに限らず、所定の波長の光を吸収する分子構造を備えた材料を用いて発光層を形成するとしてもよい。発光層にナイルレッドを添加した場合と同様に所定の波長の光を吸収し、この波長の光が有機 EL 素子の外部へ再度出射することを低減することが可能となるためである。

【0046】

(実施の形態 2)

つぎにこの発明の実施の形態 2 について説明する。実施の形態 1 および参考例では、キャッピング層または発光層に、所定の波長の光を吸収する色素を添加した有機 EL 素子について説明したが、本実施の形態 2 では、この色素を添加した吸収層を新たに設けた有機 EL 素子について説明する。

40

【0047】

図 12 は、本実施の形態 2 における有機 EL 素子の積層構造を示した図である。本実施における有機 EL 素子 30 は、陰極層 16 上にキャッピング層 37a と吸収層 37b とを有する。キャッピング層 37a および吸収層 37b は、陰極層 16 および発光層 25 よりも屈折率が高い高屈折率膜を用いて形成される。また、吸収層 37b は、キャッピング層 37a とほぼ同等の屈折率を有する。たとえば、キャッピング層 37a および吸収層 37b は屈折率が 2.38 である Zns を用いて形成される。このため、キャッピング層 37a と陰極層 16 との界面で全反射する光およびキャッピング層 37a と吸収層 37b との界面で全反射する光は低減されている。したがって、キャッピング層 37a と吸収層 37

50

bとは、光の取り出し効率を高める機能を有する。また、キャッピング層37aの膜厚と吸収層37bの膜厚との合計膜厚は60～90nmであることが好ましい。

【0048】

また、吸収層37bには、ナイルレッドが濃度10%の割合で添加されている。このナイルレッドは、実施の形態1および参考例と同様に、発光層15が発光するR以外の光であって、Rの光と比較し層界面での反射率が高い光であり視感度の高い光を吸収する機能を備える。このため、この光のほとんどは、吸収層37bに入射した場合に吸収層37bに含まれるナイルレッドに吸収される。したがって、有機EL素子30の外部に再出射される光の量は低減され、反射率も低下するものと考えられる。以下、有機EL素子30における反射率および取り出し効率について説明する。また、有機EL素子30において、

10

【0049】

図13は、有機EL素子30において、キャッピング層37aの膜厚を20, 40, 60nmとしたときの吸収層37bの膜厚変化に対する反射率変化を示す図である。また、図14は、有機EL素子30において、キャッピング層37aの膜厚を20, 40, 60nmとしたときの吸収層37bの膜厚変化に対する取り出し効率変化を示す図である。図13に示すように、有機EL素子30の反射率の極小値は、キャッピング層37aの膜厚によらず0.40以下である。従来構造の有機EL素子では反射率が0.54以上であるため、有機EL素子30は反射率の低減を実現している。また、図14に示すように、取り出し効率の極大値は、キャッピング層37aがいずれの膜厚である場合も1.30以上であるため、従来構造の有機EL素子と比較し大きく低下することなく、高い取り出し効率を維持する。このため、実施の形態2における有機EL素子30は、実施の形態1および参考例と同様の効果を奏する。

20

【0050】

図13, 14に示すように、キャッピング層37aの膜厚が60nmである場合には、吸収層37bの膜厚が10nmのときに、反射率は最大値0.35を示し、取り出し効率は1.38と高い値を示す。このため、キャッピング層37aの膜厚を60nmとした場合には吸収層37bの膜厚を薄くすることができ、積層構造の設計の自由度を上げることができる。また、キャッピング層37aの膜厚と吸収層37bの膜厚との合計膜厚は60

30

【0051】

そして、反射率が0.25以下で取り出し効率1.2以上を示す有機EL素子を使用した場合、さらに品質の高い有機EL表示装置を実現することが可能となる。有機EL素子から取り出すことができる光強度が高く、さらに反射率も低減されコントラストの劣化が抑制されるためである。キャッピング層37aの膜厚が40nmである場合について検討すると、図13, 14より、反射率が0.25以下である吸収層37bの膜厚は10～40nmとなり、取り出し効率が1.2以上である吸収層37bの膜厚は20～50nmとなる。このため、反射率が0.25以下であり取り出し効率が1.2以上である吸収層37bの膜厚は20～40nmとなる。すなわち、キャッピング層37aの膜厚と吸収層37bの膜厚との合計膜厚が60～80nmであることが好ましいと考えられる。また、キャッピング層37aの膜厚が20nmである場合について検討すると、図13, 14より、反射率が0.25以下である吸収層37bの膜厚は30～70nmとなり、取り出し効率が1.2以上となる吸収層37bの膜厚は40～70nmとなる。このため、反射率が0.25以下であり取り出し効率が1.2以上である吸収層37bの膜厚は40～70nmとなる。すなわち、キャッピング層37aの膜厚と吸収層37bの膜厚との合計膜厚が60～90nmであることが好ましいと考えられる。このように、キャッピング層37a

40

50

の膜厚が40 nmまたは20 nmである場合には、上述した傾向から、キャッピング層37aの膜厚と吸収層37bの膜厚の合計膜厚は60~90 nmであることが好ましいものと考えられる。

【0052】

反射率を低減するためには吸収層37bの膜厚を厚くする方がよいと思われたが、図13, 14の結果より、吸収層37bの膜厚変化にしたがって反射率には極小値が現れるため、吸収層37bの膜厚は厚い方がよいとは限らない。また、取り出し効率を向上するためには、光の透過経路を短縮するためキャッピング層37aの膜厚と吸収層37bの膜厚との合計膜厚を薄くする方がよいと思われたが、図13, 14の結果より、吸収層37bの膜厚変化にしたがって反射率には極大値が現れるため、キャッピング層37aの膜厚と吸収層37bの膜厚との合計膜厚は薄い方がよいとは限らない。このため、上述したように、キャッピング層37aの膜厚と吸収層37bの膜厚の合計膜厚は、反射率の極小値を含み、そして、取り出し効率の極大値を含む60~90 nmであることが好ましいものと考えられる。さらに、好ましくはキャッピング層37aの膜厚と吸収層37bの膜厚の合計膜厚は70~80 nmであることが好ましいと考えられる。キャッピング層37aの膜厚と吸収層37bの膜厚の合計膜厚を60~90 nmとした場合と比較し、さらに、反射率の低減および取り出し効率の向上の維持が可能となるためである。キャッピング層37aの膜厚と吸収層37bの膜厚の合計膜厚がある程度固定されるため、積層構造の設計の自由度を上げることができるためである。

【0053】

また、キャッピング層37aの膜厚が40 nm、20 nmの場合には、反射率0.25以下であり取り出し効率が1.2以上を示す吸収層37bの膜厚の範囲が広がっている。したがって、キャッピング層37aの膜厚を40 nmまたは20 nmに設定した場合には、製造工程において吸収層37bの膜厚にばらつきが発生したとしても、反射率の増加および取り出し効率の低下を抑制することが可能である有機EL素子を実現することが可能となる。

【0054】

このように、実施の形態2では、キャッピング層37aの膜厚と吸収層37bの膜厚とを調整することによって、製造上のばらつきがある場合であっても反射率および取り出し効率への影響が少なく高品質の画像表示が可能となる有機EL表示装置を実現することが可能となる。

【0055】

なお、実施の形態2では、キャッピング層37a上に吸収層37bを設けるとしたが、これに限らず、陽極層12上に設ければよい。外部からの入射光の多くは、陽極層12とバッファ層13との界面で反射するため、この反射光が透過する経路のいずれかにナイルレッドを含む吸収層37bを配置すれば、反射光の外部への再出射を抑制し、反射率を低減することができるためである。また、キャッピング層37aを陰極層16上に設けるとしたが、これに限らず、発光層15が発光する光の出射側に設ければ足りる。発光層15が発光した光が有機EL素子10から出射する経路のいずれかであれば層界面での光の全反射を低減することができるためである。そして、キャッピング層37aの屈折率は、キャッピング層37aが発光層15からの光の入射側で接触する層構造よりも高ければよい。このため、キャッピング層37aは発光層15が発光する光の出射側に設けられるとした場合、キャッピング層37aの屈折率は、発光層15および発光層15が発光する光の出射側に位置する層構造のうち少なくとも1以上の層構造と比較し、高ければよい。

【0056】

また、実施の形態1, 2および参考例では、Rを発光する有機EL素子について説明したが、これに限らず、ナイルレッドと称される色素を含むキャッピング層17、発光層25または吸収層37bを備えたBを発光する有機EL素子としてもよい。Bを発光する有機EL素子においても、ナイルレッドを含むキャッピング層17、発光層25または吸収層37bを有することによって、B以外の光のうち層界面で反射される割合が高い光であ

って視感度の高い500～560nmの波長の光のほとんどはナイルレッドに吸収され、外部に出射されない。このため、反射率を低減することが可能となるためである。この場合、波長が短くなる分最適膜厚も小さくなる。

【0057】

また、実施の形態1、2および参考例では、キャッピング層17、発光層25または吸収層37bに添加する材料としてナイルレッドを用いた場合について説明したが、これに限らず、発光層15、25が発光しない光であって、層界面で反射する光の割合が発光層15、25からの光と比較し高い光を吸収する材料であればよい。このような材料を含むキャッピング層17、発光層25または吸収層37bを備えることによって、反射率を低減させた有機EL素子を実現することができるためである。

10

【0058】

また、R、Bを発光する場合に限らず、Gを発光する場合においても、発光層が発光するG以外の光であって、外部から入射した光のうち層界面で反射される割合がG光よりも高い光を吸収する材料を含むキャッピング層17、発光層25または吸収層37bを備えた有機EL素子としてもよい。この場合も、反射率を低減したGを発光する有機EL素子を実現することが可能となる。

【0059】

また、本実施の形態1、2および参考例では、キャッピング層17、27、37aおよび吸収層37bを屈折率が2.38であるZnSを用いて形成しているが、このような屈折率を示す材料に限らず、光の入射側に対して接触する積層膜および発光層と比較し屈折率が高い高屈折率膜であればよい。たとえば、屈折率が2.39であるTiO₂(酸化チタン)や、屈折率が1.95であるITOなどの材料を用いてもよい。このように光の入射側に対して接触する積層膜および発光層と比較し高い屈折率を有する材料であれば、キャッピング層17、27、37aおよび吸収層37bと接触する積層膜との層界面での光の全反射を低減し、光の取り出し効率を向上することが可能となるためである。また、このような材料を用いた場合でも、キャッピング層17、27、37aおよび吸収層37bの膜厚を調整することによって反射率および取り出し効率は実施の形態1、2および参考例と同様の傾向を示すものと考えられる。また、実施の形態1、2および参考例では、発光層15、25は電子輸送層を兼ねるとして説明したが、これに限らず、電子輸送層を発光層15、25とは別に設けるとしてもよい。なお、この場合、屈折率に応じて最適膜厚も上記と異なる値をとる場合がある。

20

30

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図1】実施の形態1における有機EL素子の積層構造を示した図である。

【図2-1】ナイルレッドの分子構造を示した図である。

【図2-2】ナイルレッドのモル吸光係数の波長依存性を示す図である。

【図3】実施の形態1における有機EL素子に外部から入射した光の経路を示す図である。

【図4】実施の形態1においてキャッピング層の膜厚変化に対する反射率変化を示した図である。

40

【図5】実施の形態1においてキャッピング層の膜厚変化に対する取り出し効率の変化を示した図である。

【図6-1】実施の形態1における有機EL素子の出射光の色座標のx座標における変化とキャッピング層の膜厚変化を示した図である。

【図6-2】実施の形態1における有機EL素子の出射光の色座標のy座標における変化とキャッピング層の膜厚変化を示した図である。

【図7】参考例における有機EL素子の積層構造を示した図である。

【図8】参考例においてキャッピング層の膜厚変化に対する反射率変化を示した図である。

【図9】参考例においてキャッピング層の膜厚変化に対する取り出し効率の変化を示した

50

図である。

【図 1 0】参考例においてキャッピング層の膜厚変化に対する反射率変化を示した図である。

【図 1 1】参考例においてキャッピング層の膜厚変化に対する取り出し効率の変化を示した図である。

【図 1 2】実施の形態 2における有機 E L 素子の積層構造を示した図である。

【図 1 3】実施の形態 2において吸収層の膜厚変化に対する反射率変化を示した図である。

【図 1 4】実施の形態 2において吸収層の膜厚変化に対する取り出し効率の変化を示した図である。

10

【図 1 5】従来技術における有機 E L 素子の積層構造を示した図である。

【図 1 6】従来技術においてキャッピング層の膜厚変化に対する取り出し効率の変化を示した図である。

【図 1 7】従来技術における有機 E L 素子の取り出し効率と反射率との波長依存性を示す模式図である。

【図 1 8】従来技術における有機 E L 素子に外部から入射した光の経路を示す図である。

【図 1 9】比視感度の波長依存性を示した図である。

【図 2 0】従来技術においてキャッピング層の膜厚変化に対する反射率変化を示した図である。

【符号の説明】

20

【 0 0 6 1 】

1 0、2 0、3 0、1 0 0 有機 E L 素子

1 1、1 1 1 基板

1 2、1 1 2 陽極層

1 3、1 1 3 バッファ層

1 4、1 1 4 正孔輸送層

1 5、2 5、1 1 5 発光層

1 6、1 1 6 陰極層

1 7、2 7、3 7 a、1 1 7 キャッピング層

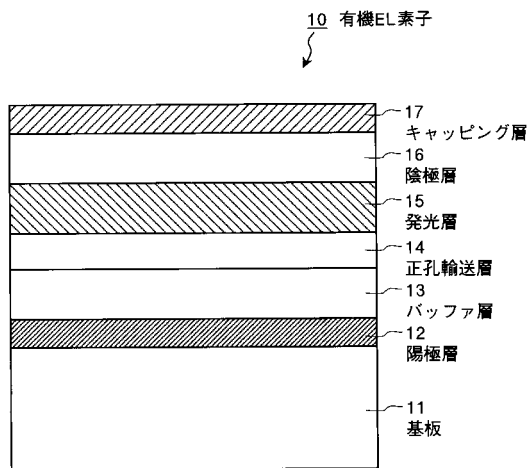
3 7 b 吸収層

1 8 色素

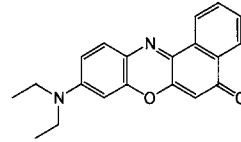
A₁、A₂ 経路

30

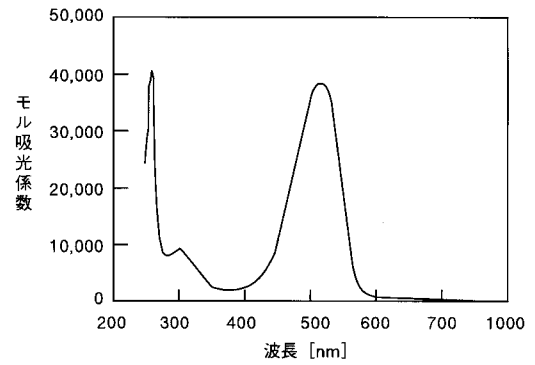
【図 1】



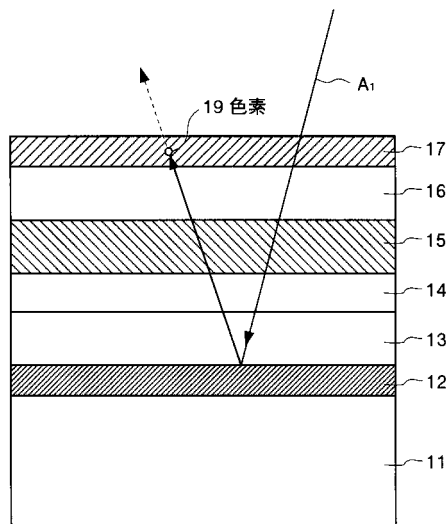
【図 2 - 1】



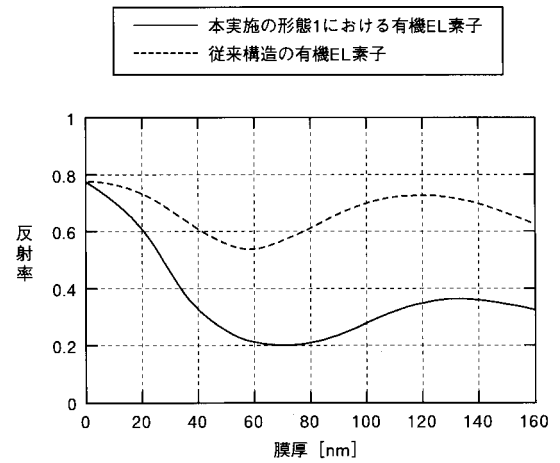
【図 2 - 2】



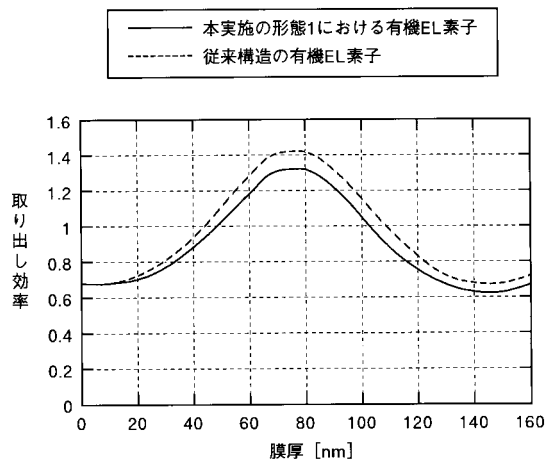
【図 3】



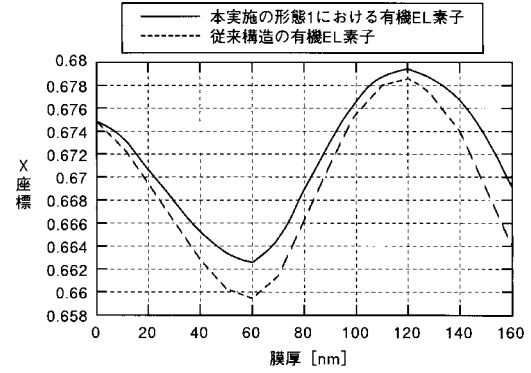
【図 4】



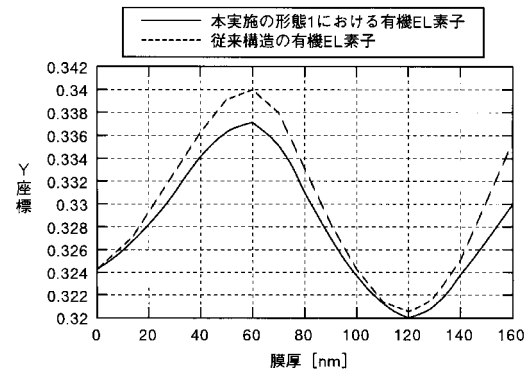
【図 5】



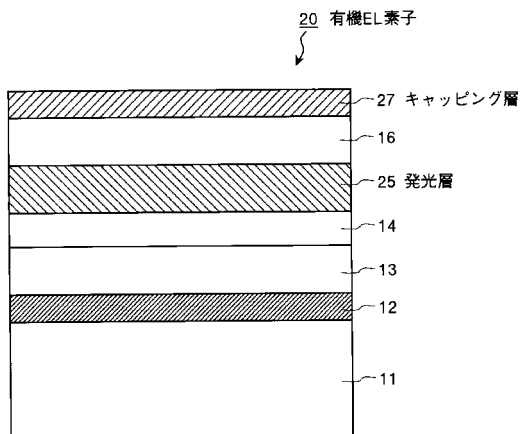
【図 6 - 1】



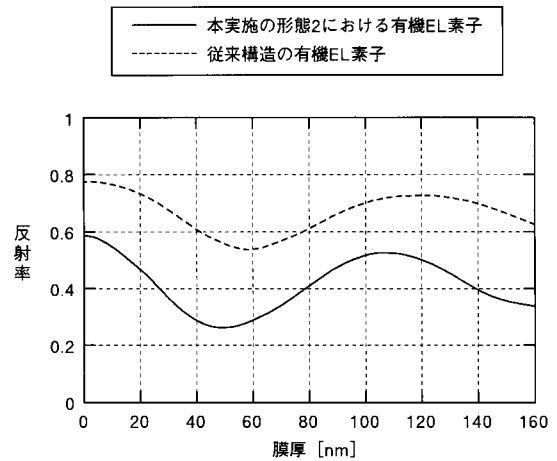
【図 6 - 2】



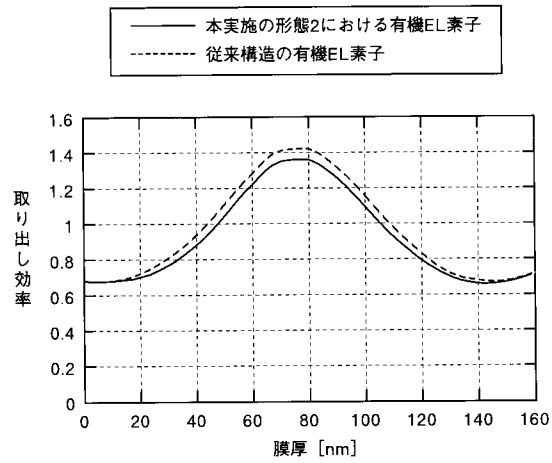
【図 7】



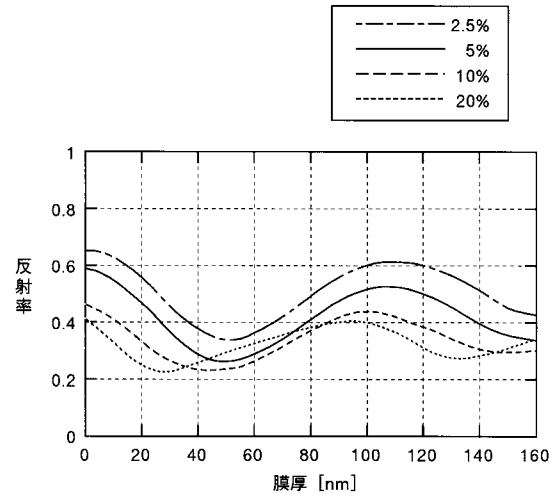
【図 8】



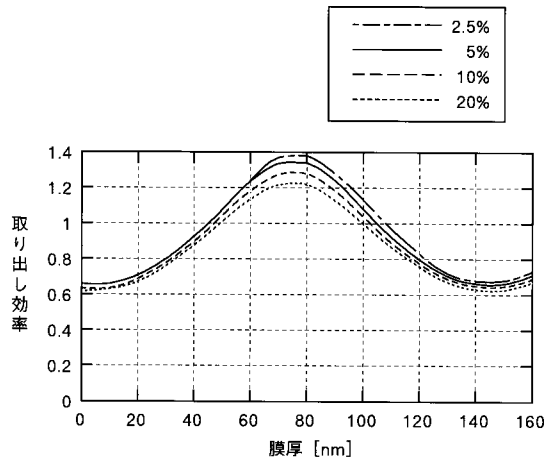
【図 9】



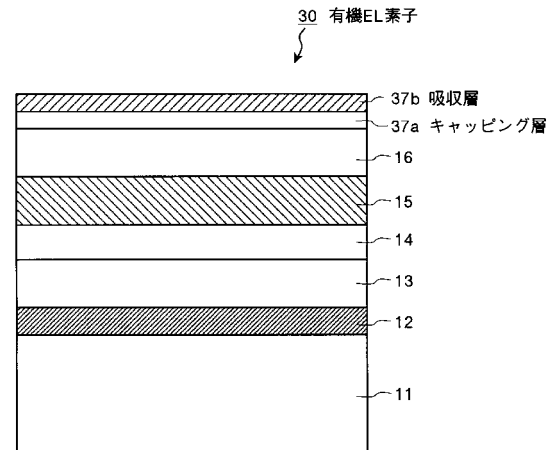
【図 10】



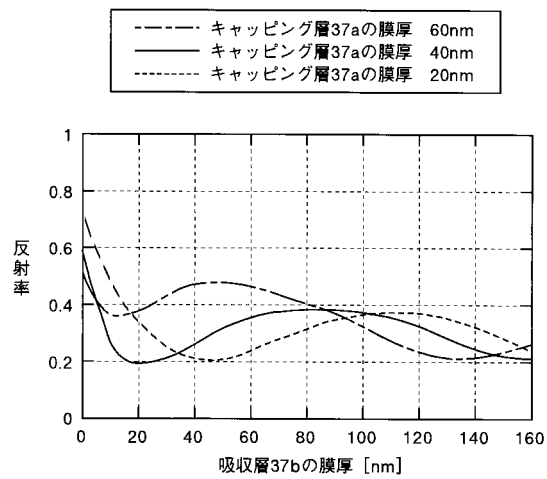
【図 11】



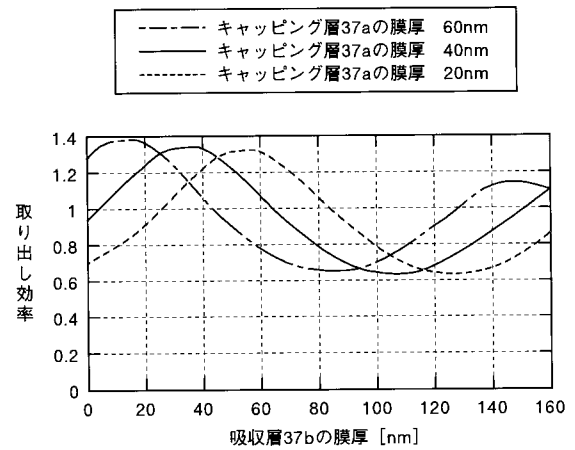
【図 12】



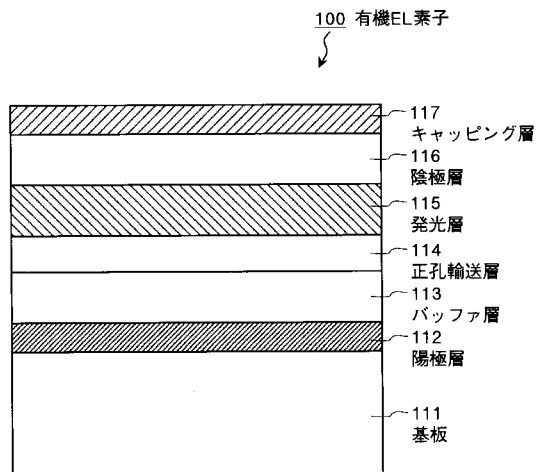
【図 13】



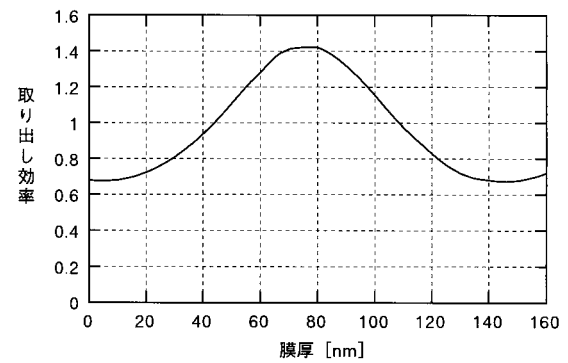
【図 14】



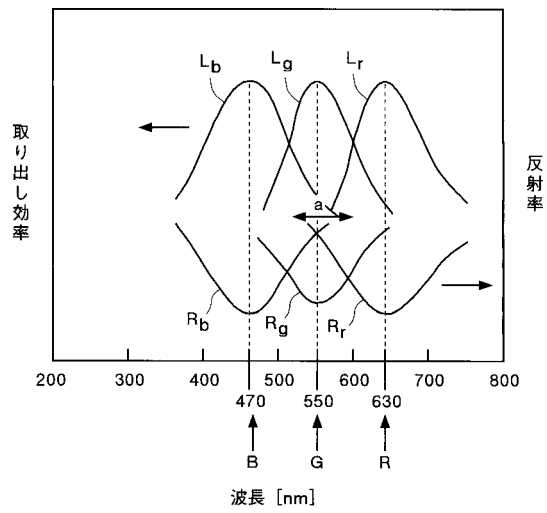
【図 15】



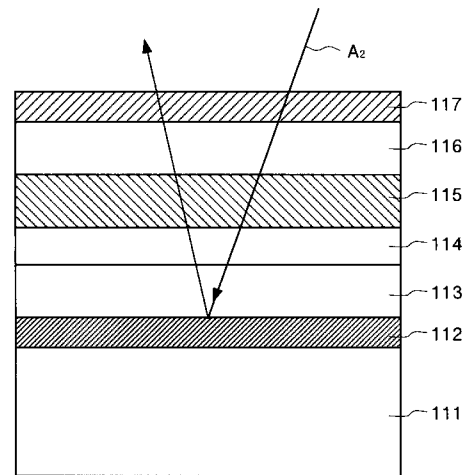
【図 16】



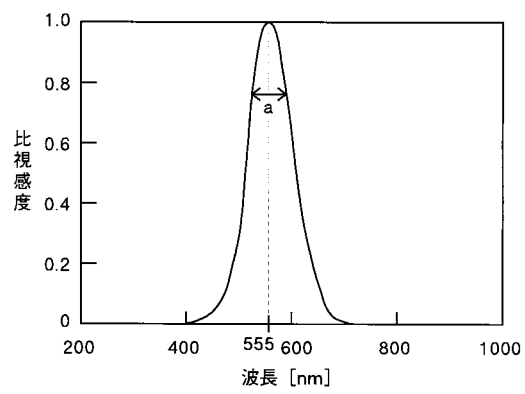
【図 17】



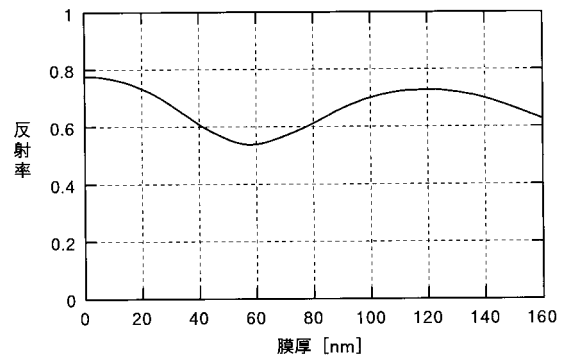
【図 18】



【図 19】



【図 20】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 2 - 3 7 3 7 7 6 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 0 5 9 6 4 2 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 2 4 1 1 3 4 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 2 3 1 4 4 3 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 5 B 3 3 / 0 0 - 3 3 / 2 8
H 0 1 L 5 1 / 5 0

专利名称(译)	画像表示装置		
公开(公告)号	JP4547599B2	公开(公告)日	2010-09-22
申请号	JP2003355217	申请日	2003-10-15
[标]申请(专利权)人(译)	群创光电股份有限公司 京瓷株式会社		
申请(专利权)人(译)	奇美电子股▲ふん▼有限公司 京瓷株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	奇美电子股▲ふん▼有限公司 京瓷株式会社		
[标]发明人	中村肇		
发明人	中村 肇		
IPC分类号	H05B33/02 H01L51/50 G09F9/30 H01L27/32 H01L51/52 H05B33/00 H05B33/12 H05B33/14 H05B33/22		
CPC分类号	H01L51/5281 H01L51/5253 H01L2251/5315		
FI分类号	H05B33/02 H05B33/14.A G09F9/30.365.Z G09F9/30.365 H01L27/32		
F-TERM分类号	3K007/AB03 3K007/AB17 3K007/BB00 3K007/DB03 3K007/FA01 3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC32 3K107/DD03 3K107/EE27 3K107/FF15 5C094/AA06 5C094/BA27 5C094/DA13 5C094/JA08		
代理人(译)	酒井宏明		
审查员(译)	渡边勇		
其他公开文献	JP2005122980A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：实现一种图像显示装置，其中降低了反射率的增加并且抑制了对比度劣化。有机EL元件10中，本发明涉及，在阴极层16上，一个波长的光，所述发光层15不发光，在比波长的光的层结构的界面处的反射率，所述发光层发射的光通过提供包含吸收高光的染料的覆盖层17，减少了从有机EL元件10的外部向外部的入射光的再发射。因此，在使用本发明的有机EL元件10的图像显示装置中，可以降低对比度的劣化。使用折射率高于阴极层16的折射率的材料形成覆盖层17，该材料与发光层15的光入射侧接触。因此，根据本发明的有机EL元件10具有减少在覆盖层17和阴极层16之间的界面处全反射的光并提高光提取效率的功能。点域1

