

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011年10月13日(13.10.2011)

PCT

(10) 国際公開番号

WO 2011/125363 A1

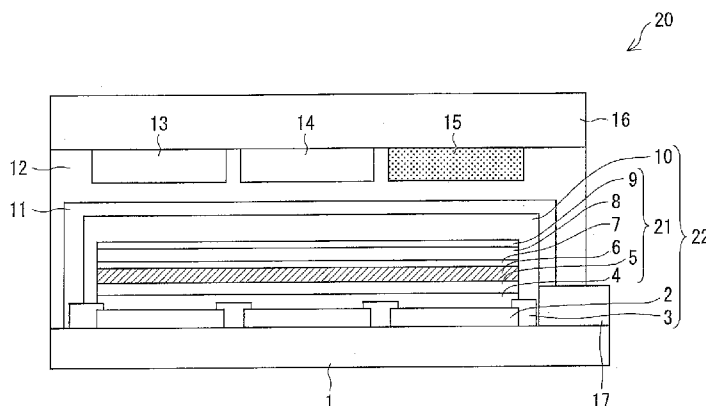
- (51) 国際特許分類:
H05B 33/02 (2006.01) H05B 33/24 (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01) H05B 33/26 (2006.01)
H05B 33/12 (2006.01) H05B 33/28 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/051650
- (22) 国際出願日: 2011年1月27日(27.01.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-088732 2010年4月7日(07.04.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について):
シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA)
[JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町
2番2号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 藤田 悦昌
(FUJITA, Yoshimasa). 尾方 秀謙(OGATA, Hide-
nori). 岡本 健(OKAMOTO, Ken). 小林 勇毅
- (58) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,

[続葉有]

(54) Title: ORGANIC ELECTROLUMINESCENCE ELEMENT, ORGANIC ELECTROLUMINESCENCE DISPLAY, AND ORGANIC ELECTROLUMINESCENCE DISPLAY APPARATUS

(54) 発明の名称: 有機EL素子、有機ELディスプレイおよび有機EL表示装置

[図1]



(57) Abstract: Disclosed is an organic electroluminescence element provided with a reflection electrode (2); a translucent electrode (10); an organic electroluminescence layer (21) that is sandwiched between the two electrodes, and emits blue light; a red phosphor layer (13) that converts light from the organic electroluminescence layer (21) into red color; a green phosphor layer (14) that converts light from the organic electroluminescence layer (21) into green color; and a blue pixel comprised of a light-distribution characteristic adjustment layer (15) that adjusts the light distribution characteristic of light coming from the organic electroluminescence layer (21). The reflection electrode (2) and the translucent electrode (10) form a structure that achieves a microcavity effect.

(57) 要約: 反射電極(2)と、半透明電極(10)と、これらに挟持され、青色の光を発光する有機EL層(21)と、有機EL層(21)からの光を赤色に変換する赤色蛍光体層(13)と、有機EL層(21)からの光を緑色に変換する緑色蛍光体層(14)と、有機EL層(21)からの光の配光特性を調整する配光特性調整層(15)により構成されている青色画素とを備えており、反射電極(2)および半透明電極(10)が、マイクロキャビティ効果を発現する構造である。

WO 2011/125363 A1

GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

有機EL素子、有機ELディスプレイおよび有機EL表示装置

技術分野

[0001] 本発明は、有機EL素子、有機ELディスプレイおよび有機EL表示装置に関するものである。

背景技術

[0002] 近年、高度情報化に伴い、フラットパネルディスプレイのニーズが高まっている。フラットパネルディスプレイとしては、非自発光型の液晶ディスプレイ（LCD）、自発光型のプラズマディスプレイ（PDP）、無機エレクトロルミネセンス（無機EL）ディスプレイ、有機エレクトロルミネセンス（以下「有機EL」又は「有機LED」ともいう。）ディスプレイ等が知られているが、これらのフラットパネルディスプレイの中でも、有機ELディスプレイの進歩は特に著しい。

[0003] 有機ELディスプレイにおいては、単純マトリクス駆動により動画表示を行なう技術、または、薄膜トランジスタ（TFT）を用いて、有機EL素子のアクティブマトリクス駆動により動画表示を行なう技術などが知られている。

[0004] また、従来、赤色、緑色、青色を発光する画素を1つの単位として並置することによって、白色をはじめとする様々な色を作り出すことによりフルカラー化を行なう方法が知られている。赤色、緑色、青色の画素を形成するために、従来の有機ELの場合、シャドーマスクを用いたマスク蒸着法により有機発光層を塗り分ける方法が一般的に用いられている。

[0005] また、特許文献1には、青色発光あるいは青緑色発光する発光層を有する有機EL素子と、前記発光層からの発光を吸収し可視光の蛍光を発光する蛍光材料部とを組み合わせることにより、フルカラー表示する方法が記載されている。

[0006] また、特許文献2、3、4、5には、光学的微小共振器（マイクロキャビティ）構造を有する有機EL素子が記載されている。特許文献3、4には、赤色画素（R）、緑色画素（G）、青色画素（B）全てに、有機EL素子からの発光を吸収して可視光の蛍光を発光する色変換部を用いる方法が記載されている。また、特許文献2には、有機EL素子から青色領域の光を放出し、緑色画素では放出された青色領域の光を緑色領域の光に変換し、赤色画素では放出された青色領域の光を赤色領域の光に変換する方法が記載されている。特許文献5には、発光層および色交換層を一对の光反射層の中間に配置する構成が記載されている。

先行技術文献

特許文献

- [0007] 特許文献1：日本国公開特許公報「特開平3-152897号公報（1991年6月28日公開）」
特許文献2：日本国公開特許公報「特開平9-92466号公報（1997年4月4日公開）」
特許文献3：日本国公開特許公報「特開2002-359076号公報（2002年12月13日公開）」
特許文献4：日本国公開特許公報「特開2004-14335号公報（2004年1月15日公開）」
特許文献5：日本国公開特許公報「特開2009-205928号公報（2009年9月10日公開）」

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0008] 上述した従来の有機発光層を塗り分ける方法では、基板のサイズと同等以上のサイズのマスクを必要とするため、近年の基板の大型化に伴って、大型基板に対応したマスクの作製および加工を行なう必要がある。特に、テレビ（TV）に代表される大型ディスプレイの分野では、G6、G8、さらにG

10というように基板が大型化している。しかし、マスクの作製および加工には、非常に薄い金属（一般的な膜厚：50～100nm）が必要とされるため、マスクの大型化は非常に困難である。

[0009] また、この方法では、マスクの加工精度およびアライメント精度を高くする必要がある。マスクの加工精度およびアライメント精度が低い場合には、発光層が混じることによる混色が生じ得る。また、混色を防止するため、画素間に設ける絶縁層の幅を広く取ると、画素の面積が予め決まっている場合には、非発光部の面積が小さくなる。すなわち、画素の開口率の低下に繋がり、輝度の低下、消費電力の上昇、寿命の低下に繋がる。

[0010] また、従来の方法では、蒸着ソースを基板より下側に配置し、有機材料を下から上方向に蒸着することで有機層を成膜するため、基板の大型化（マスクの大型化）に伴い、中央部においてマスクが撓むという問題が生じる。また、蒸着中のマスクの熱膨張によっても同様の問題が生じる。ここで、マスクが撓んでしまうと、上述した混色の原因ともなる。また、マスクの撓みがひどい場合には、有機層が形成されない部分が生じたり、上下の電極がリークしたりするという欠陥に繋がる。

[0011] また、従来の方法では、マスクは、特定の回数使用した後に、劣化により使用不可能となるため、マスクの大型化の問題は、ディスプレイの製造におけるコストアップに繋がる。特に有機ELディスプレイにおいては、コストアップを防ぐことが非常に重要な課題となっている。

[0012] また、特許文献1に記載された技術では、発光層からの発光が等方的であるため、この発光が蛍光材料部に届くまでの光のロスが大きく、発光効率が低下する。発光効率が低いと、消費電力が上昇するため、ディスプレイ、表示装置などの分野では、発光効率を上げることが重要である。

[0013] また、有機ELは、その発光層に有機蛍光体材料を用いた場合には、発光層からの光の発光スペクトルにおけるピークの波長を十分に短波長側とすることができず、また、半値幅が80nm程度と広くなるため、十分な色純度を有する光を得ることができない。また、発光層に、有機蛍光体材料よりも

発光効率が優れている有機燐光材料を用いた場合には、さらに色純度が低下する。このため、有機EL素子においては、その発光強度および色純度を向上させることが重要である。

[0014] そこで、発光層からの光の発光強度および色純度を向上させるために、有機EL素子をマイクロキャビティ構造とすることが有効である。ここで、図10に、マイクロキャビティ構造を有する有機EL素子からの発光スペクトルと、非マイクロキャビティ構造を有する有機EL素子からの発光スペクトルとを示す。図10に示すように、有機EL素子がマイクロキャビティ構造である場合には、非マイクロキャビティ構造である場合よりも、有機EL素子からの発光強度および色純度が向上するため、発光効率を上げることができる。

[0015] しかし、マイクロキャビティ構造を利用する特許文献2、3、4、5に記載された技術では、以下のような問題がある。

[0016] 特許文献3、4では、RGBの全てに色変換部を用いているため、青色画素に用いる色変換部における蛍光体を励起するためには、有機EL素子の発光層は、青色領域の光より短波長の光を発光するものでなければならない。したがって、この場合には、発光層からの光の発光効率が低下したり、寿命が低下したりするなどの問題が生じる。

[0017] また、特許文献2に記載された技術では、緑色画素および赤色画素については、有機EL素子から放出された青色領域の光を蛍光体層などにより蛍光変換して発光するのに対し、青色画素では、有機EL素子から放出された青色領域の光を直接用いることとなる。ここで、マイクロキャビティ構造を有する有機EL素子からの光は、指向性を有する。赤色画素および緑色画素からの光は、蛍光体層によって等方的な光に変換されるため、視野角により輝度および色純度が変化しない。一方、有機EL素子からの光を直接利用する青色画素からの光は、指向性を有する光となるため、視野角により輝度および色純度が変化する。すなわち、視野角によって、赤色画素および緑色画素からの光の輝度および色純度と、青色画素からの光の輝度および色純度とが

ずれてしまうという問題が生じる。

[0018] このように、各色の画素の配光特性が異なっている場合には、視野角によって発光の視認性および発光強度のバランスが崩れてしまう。例えば視野角によって青色の輝度が赤色および緑色の輝度に対して顕著に低かったり、正面から見る場合と斜めから見る場合とで色純度が異なったりするなどの問題が起こる。そのため、正面から見た場合に白色に見える画像が、斜めから見た場合に黄色に見えてしまうなどの問題が生じる。このような問題は、ディスプレイおよび表示装置においては致命的な問題となる。

[0019] また、特許文献5に記載された方法は、発光層と色変換層とを含めた層においてマイクロキャビティ効果を得る方法であるが、この方法では、全ての色の画素からの光が指向性のある光となるため、視野角特性が悪くなるという問題が新たに生じる。

[0020] 本発明は、上述した従来技術が有する問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、マイクロキャビティ効果を発現する構造を有する有機EL素子を備えた有機ELディスプレイおよび有機EL表示装置において、良好な視野角特性を有し、かつ視野角による各色の画素の輝度および色純度のずれが小さい有機EL素子を低コストにて提供することにある。

課題を解決するための手段

[0021] 上記の課題を解決するために、本発明に係る有機EL素子は、反射電極と、半透明電極と、前記反射電極および前記半透明電極に挟持され、青色の光を発光する有機EL層と、前記有機EL層からの光を赤色領域の光に変換する赤色蛍光体層と、前記有機EL層からの光を緑色領域の光に変換する緑色蛍光体層と、前記有機EL層からの光の配光特性を調整する配光特性調整層により構成されている青色画素とを備えており、前記反射電極および前記半透明電極が、マイクロキャビティ効果を発現する構造であることを特徴とする。

[0022] 上記の構成であれば、マイクロキャビティ効果を発現する構造によって、指向性を有し、正面方向における輝度（以下、「正面輝度」ともいう。）が

高い光を発光するため、高い発光効率を得られるとともに、寿命を長くすることができるので、低コスト化および低消費電力化に資することができる。

[0023] また、赤色蛍光体層および緑色蛍光体層は、有機EL層からの指向性を有する光を吸収し、より等方的な光を出射することができる。また、青色画素は、配光特性調整層によって、有機EL層からの光の配光特性（例えば輝度、色純度等）を調整するため、等方的な光となるように配光特性を調整することも可能となる。

[0024] そのため、視野角によって各色の画素の配光特性のずれを小さくすることが可能になり、正面から見たときと斜めから見たときとの各色の配光特性のバランスの変化を低減させることが可能になる。また、各色の画素からの光が等方的であれば、良好な視野角特性を得ることができる。したがって、本発明に係る有機EL素子をディスプレイおよび表示装置に用いた場合には、高品質な有機ELディスプレイおよび有機EL表示装置を提供することができる。また、本発明は、大型ディスプレイおよび表示装置にも好適に利用することができる。

[0025] また、上記の課題を解決するために、本発明に係る有機ELディスプレイは、上述したいずれかの有機EL素子を備えることを特徴とする。

[0026] 上記の構成であれば、良好な視野角特性を有し、かつ視野角による各色の画素の輝度および色純度が揃っている有機ELディスプレイを提供することができる。

[0027] また、上記の課題を解決するために、本発明に係る有機EL表示装置は、上述したいずれかの有機ELディスプレイを備えていることを特徴とする。

[0028] 上記の構成であれば、良好な視野角特性を有し、かつ視野角による各色の画素の輝度および色純度のずれが小さい有機EL表示装置を低コストにて提供することができる。

発明の効果

[0029] 本発明に係る有機EL素子は、以上のように、反射電極と、半透明電極と、前記反射電極および前記半透明電極に挟持され、青色の光を発光する有機

E L層と、前記有機E L層からの光を赤色領域の光に変換する赤色蛍光体層と、前記有機E L層からの光を緑色領域の光に変換する緑色蛍光体層と、前記有機E L層からの光の配光特性を調整する配光特性調整層により構成されている青色画素とを備えており、前記反射電極および前記半透明電極が、マイクロキャビティ効果を発現する構造であるので、良好な視野角特性を有し、かつ視野角による各色の画素の輝度および色純度のずれが小さい有機E L素子を低コストにて提供できる。

[0030] 本発明の他の目的、特徴、及び優れた点は、以下に示す記載によって十分分かるであろう。また、本発明の利点は、添付図面を参照した次の説明で明白になるであろう。

図面の簡単な説明

[0031] [図1]本発明の一実施形態に係る有機E Lディスプレイの要部の概略構成を模式的に示す断面図である。

[図2]本発明の一実施形態に係る有機E L表示装置が用いる回路の一部の構成を示す図である。

[図3]本発明の他の実施形態に係る有機E Lディスプレイの要部の構成を模式的に示す断面図である。

[図4]本発明の他の実施形態に係る有機E Lディスプレイの要部の構成を模式的に示す断面図である。

[図5]本発明の一実施例における有機E L表示装置によって得られる光の配光特性を示す図である。

[図6]本発明の一実施例における有機E L表示装置における視野角に対する色純度の変化を示すグラフである。

[図7]本発明の一比較例における有機E Lディスプレイの概略構成を模式的に示す断面図である。

[図8]本発明の一比較例における有機E L表示装置によって得られる光の配光特性を示す図である。

[図9]本発明の一比較例における有機E L表示装置における視野角に対する色

純度の変化を示すグラフである。

[図10] マイクロキャビティ構造を有する有機EL素子からの発光スペクトルと、非マイクロキャビティ構造を有する有機EL素子からの発光スペクトルとを示す図である。

発明を実施するための形態

[0032] 以下に本発明の実施形態および実施例を挙げて本発明を詳細に説明するが、本発明はこれらの実施形態および実施例に限定されるものではない。

[0033] 〔第1実施形態〕

まず、本発明の一実施形態に係る有機EL表示装置が備える有機ELディスプレイ20の要部の概略構成について、図1を参照して説明する。図1は、本発明の一実施形態に係る有機ELディスプレイの要部の概略構成を模式的に示す断面図である。なお、図1は、有機ELディスプレイ20が備える有機EL素子の部分を示している。

[0034] 有機ELディスプレイ20は、有機EL素子として、基板1と、有機EL部22と、無機封止膜11と、樹脂封止膜12と、赤色蛍光体層13と、緑色蛍光体層14と、配光特性調整層15と、封止基板16と、隔壁層17とを備えている。

[0035] 基板1上には、有機EL部22における反射電極2、エッジカバー3、隔壁層17、有機EL層21、および半透明電極10がこの順で積層されている。なお、基板1には、例えば画素、有機ELディスプレイ20などを駆動するためのTFT等のアクティブ素子が形成されてもよい。

[0036] 隔壁層17は、有機EL部22の外側に形成される絶縁性の層である。隔壁層17によって、有機EL層21をウエットプロセスにより作製する際、塗布される塗液等を保持することができる。

[0037] 有機EL部22は、反射電極2と、半透明電極10と、有機EL層21と、エッジカバー3とにより構成されている。

[0038] 反射電極2および半透明電極10は、対となって機能する一对の電極であり、有機EL層21を挟持している。また、反射電極2は陽極であり、有機

EL層21に正孔の注入を行なう電極である。半透明電極10は、陰極であり、有機EL層21に電子の注入を行なう電極である。

[0039] 有機EL層21は、反射電極2と半透明電極10とに挟持された、青色の光を発光する層であり、有機発光材料を含む発光層6と、電荷を注入または輸送するための層（以下、「電荷注入輸送層」ともいう。）として機能する、正孔注入層4、正孔輸送層5、正孔防止層7、電子輸送層8、および電子注入層9とを備えている。有機EL層21において発光した光は、半透明電極10を透過して外部に取り出される。

[0040] エッジカバー3は、反射電極2と半透明電極10との間に形成される絶縁性のカバーである。エッジカバー3によって、反射電極2の端となるエッジ部において、反射電極2と半透明電極10との間でリークすることを防止できる。

[0041] 反射電極2と半透明電極10との間は、有機EL層21から発光する光のうち青色領域の光の強度を増強するような微小共振器を構成する光学距離に設定されている。すなわち、有機EL部22は、反射電極2と半透明電極10との間の多重干渉を利用するマイクロキャビティの原理を用いており、いわゆるマイクロキャビティ効果を発現する構造（光学的微小共振器構造）を有している。マイクロキャビティ効果を発現する構造としては、例えば、反射電極2と半透明電極10との間の厚さを増強したい光の波長に合致するように、設定することにより形成することがより望ましい。有機EL画素において、一对の反射電極2と半透明電極10とで、有機EL層21は挟持されている。そのうち反射電極2を鏡面の全反射素材とし、半透明電極10を誘電体ミラーの半透過素材とし、さらに有機EL層21の厚みを、増強したい光の波長に合致する厚みに形成する。これにより、有機EL層21で発光した光のうち、波長のずれた光成分は反射電極2と半透明電極10との間で多重反射を繰り返し、共振することで、所望の波長に増強されて出力する。

[0042] ここで、光学的微小共振器構造を有する有機EL素子は、所望の波長の発光を増強することができる（図10参照）。本実施形態における有機EL部

22は、青色領域の光の強度を増強することができる。なお、反射電極2と半透明電極10との間の距離は、有機EL層21の膜厚を調整することによって調整することができる。

[0043] 無機封止膜11は、無機化合物により構成されている封止膜であり、樹脂封止膜12は、樹脂により構成されている封止膜である。

[0044] 赤色蛍光体層13は、有機EL部22からの青色領域の光を吸収し、赤色領域の光に変換する赤色蛍光体により構成されている蛍光体層であり、赤色画素として機能する。緑色蛍光体層14は、有機EL部22からの青色領域の光を吸収し、緑色領域の光に変換する緑色蛍光体により構成されている蛍光体層であり、緑色画素として機能する。これにより、赤色画素および緑色画素においては、赤色蛍光体層13および緑色蛍光体層14によって、光学的微小共振器構造を有する有機EL部22からの指向性を有する光を吸収し、より等方的な光を出射することができる。

[0045] 配光特性調整層15は、有機EL部22からの光の配光特性を調整する層であり、青色画素として機能する。ここで、「配光特性」とは、視野角による光の輝度、色純度等に関する特性をさす。

[0046] 封止基板16は、上述した構成部材を封止する基板である。

[0047] 以下に、各構成部材についてさらに詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

[0048] <基板1>

基板1としては、例えば、ガラス、石英等からなる無機材料基板、ポリエチレンテレフタレート、ポリカルバゾール、ポリイミド等からなるプラスチック基板、アルミナ等からなるセラミックス基板等の絶縁性基板、アルミニウム(AI)、鉄(Fe)等からなる金属基板等が挙げられる。また、これらの基板上の表面に酸化シリコン(SiO₂)、有機絶縁材料等からなる絶縁物をコーティングした基板、AI等からなる金属基板の表面に対して陽極酸化等の方法で絶縁化処理を施した基板等であってもよい。

[0049] 上述した基板のなかでも、湾曲部、折り曲げ部などをストレスなく形成す

ることが可能である点から、プラスチック基板または金属基板を用いることが好ましい。また、プラスチック基板に無機材料をコートした基板、または金属基板に無機絶縁材料をコートした基板がより好ましい。プラスチック基板を用いた場合には、水分が透過して有機EL層21が劣化する問題を生じることがあるが、上述した構成により、このような問題を防ぐことができる。なお、有機EL層21は、少量の水分に対しても劣化が起こり得ることが知られている。また、金属基板を用いた場合には、金属基板の突起によるリーク（ショート）を起こすことがあるが、上述した構成により、このような問題を防ぐことができる。なお、有機EL層の膜厚は、100~200nm程度と非常に薄いことが多く、基板の突起によって、画素部における電流にリーク（ショート）が顕著に起こることが知られている。

[0050] また、基板1上には、アクティブ素子としてTFTが形成されてもよい。この場合には、基板1には、500℃以下の温度において融解せず、かつ歪みが生じない基板を用いることが好ましい。また、基板1に金属基板を用いる場合には、線膨張係数が $1 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ 以下の鉄-ニッケル系合金である金属基板を用いることが好ましい。これにより、基板1の線膨張係数がガラスと同程度であるため、従来の生産装置を用いて安価に、基板1上にTFTを形成することができる。また、基板1にプラスチック基板を用いる場合には、プラスチック基板は耐熱温度が比較的低いため、まず別のガラス基板上にTFTを形成した後、基板1上にこのTFTを転写することによって、TFTを転写形成することができる。

[0051] また、有機ELディスプレイ20の各画素内には、TFT等のスイッチング回路が配置されていることが好ましい。ここで、スイッチング回路を含む回路30の構成について、図2を用いて説明する。図2は、本発明の一実施形態に係る有機EL表示装置が用いる回路の一部の構成を示す図である。

[0052] 回路30は、ゲート線31、信号線32、電源線33、スイッチングTFT34、駆動用TFT（アクティブ素子）35、保持容量36、有機EL部22、および接地線38により構成されている。

[0053] 回路30は、複数のゲート線31と複数の信号線32とを備えており、画素毎にスイッチングTFT34と駆動用TFT35との2つのTFTが配置される。スイッチングTFT34は、ゲート線31と信号線32との交差部に配置される。駆動用TFT35は、有機EL部22における反射電極2に電氣的に接続される。なお、有機ELディスプレイ20は、電圧駆動デジタル階調方式などにより駆動されることができる。

[0054] 回路30は、それぞれの有機EL部22を駆動するために、外部駆動回路（走査線電極回路（ソースドライバ）、データ信号電極回路（ゲートドライバ）、電源回路）に電氣的に接続されていてもよい。

[0055] <有機EL部22>

有機EL部22が発光する光の発光強度の極大値に対応する波長は、400nm以上480nm以下であることが好ましい。ここで、有機ELに用いる有機材料の発光効率および寿命は、短波長の光を発光させるものであればあるほど低下する傾向があるが、有機EL部22が発光する光の発光強度の極大値に対応する波長が400nm以上であれば、当該発光効率および寿命を向上させることができる。また、蛍光体は、480nm以上の光に対しては吸収量が低下する。特に緑色蛍光体は、一般的に480nm以上の長波長の光に対して、吸収量が急激に低下する。したがって、当該波長が480nm以下であれば、有機EL部22からの光によって蛍光体、特に緑色蛍光体を効率よく励起させ、発光させることができる。

[0056] ここで、有機EL部22は、青色領域の光を発光するため、有機EL素子を赤色、緑色、青色の各画素にパターン化する従来の塗り分け方式に比べて、製造コスト、材料コストを格段に低減させることが可能となる。

[0057] 本実施形態では、光学的微小共振器構造を有する有機EL部22を用いているため、良好な発光効率を得られるとともに、寿命を長くすることができるので、低コスト化および低消費電力化することができる。さらに、本実施形態は、大型ディスプレイおよび表示装置としても好適に利用することができる。

[0058] (有機EL層21)

本実施形態における有機EL層21は、発光層6と電荷注入輸送層との多層構造であるが、これに限らず、例えば発光層6のみの単層構造であってもよい。有機EL層21としては、本実施形態の構成に限らず、例えば以下の(1)～(9)の各構成とすることができる。

(1) 発光層6

(2) 正孔輸送層5／発光層6

(3) 発光層6／電子輸送層8

(4) 正孔輸送層／発光層6／電子輸送層8

(5) 正孔注入層4／正孔輸送層5／発光層6／電子輸送層8

(6) 正孔注入層4／正孔輸送層5／発光層6／電子輸送層8／電子注入層9

(7) 正孔注入層4／正孔輸送層5／発光層6／正孔防止層7／電子輸送層8

(8) 正孔注入層4／正孔輸送層5／発光層6／正孔防止層7／電子輸送層8／電子注入層9

(9) 正孔注入層4／正孔輸送層5／電子防止層／発光層6／正孔防止層7／電子輸送層8／電子注入層9。

[0059] 発光層6、正孔注入層4、正孔輸送層5、正孔防止層7、電子防止層、電子輸送層8および電子注入層9の各層は、単層構造であってもよいし、多層構造であってもよい。

[0060] 有機EL層21における各層の膜厚は、1nm～1000nm程度であってもよいが、10nm～200nmであることが好ましい。膜厚が10nm以上であれば、有機EL層21の各層として良好な物性（電荷の注入特性、輸送特性、閉じ込め特性など）を得ることができる。また、ゴミ等の異物による画素欠陥を防ぐことができる。また、膜厚が200nm以下であれば、有機EL層21の抵抗成分により駆動電圧が上昇することを防ぐことができ、消費電力を抑えることが可能になる。

[0061] (発光層6)

発光層6は、有機化合物からなる発光材料（有機発光材料）を含んでいることが好ましい。発光層6は、例えば有機発光材料のみにより構成されていてもよいし、発光性のドーパントとホスト材料との組み合わせにより構成されていてもよい。また、正孔輸送材料、電子輸送材料、添加剤（ドナー、アクセプター等）等が任意に含まれていてもよい。また、これらの材料が高分子材料（結着用樹脂）又は無機材料中に分散されている構成であってもよい。なかでも、発光効率および寿命の観点から、ホスト材料中に発光性のドーパントが分散されたものを用いることが好ましい。

[0062] 有機発光材料としては、有機EL層などに用いられる公知の発光材料を好適に用いることができる。発光材料として、低分子発光材料、高分子発光材料等を用いることができる。また、発光材料として、蛍光材料、燐光材料等を用いることができる。なかでも、低消費電力化の観点から、発光効率の高い燐光材料を用いることが好ましい。

[0063] ここで、具体的な化合物を以下に例示するが、本発明はこれらの材料に限定されるものではない。

[0064] 低分子発光材料としては、例えば、芳香族ジメチリデン化合物、オキサジアゾール化合物、トリアゾール誘導体、スチリルベンゼン化合物、フルオレノン誘導体等の蛍光性有機材料等が挙げられる。芳香族ジメチリデン化合物としては、4, 4'-ビス(2, 2'-ジフェニルビニル)-ビフェニル(DPVB_i)等が挙げられる。オキサジアゾール化合物としては、5-メチル-2-[2-[4-(5-メチル-2-ベンゾオキサゾリル)フェニル]ビニル]ベンゾオキサゾール等が挙げられる。トリアゾール誘導体としては、3-(4-ビフェニルイル)-4-フェニル-5-t-ブチルフェニル-1, 2, 4-トリアゾール(TAZ)等が挙げられる。スチリルベンゼン化合物としては、1, 4-ビス(2-メチルスチリル)ベンゼン等が挙げられる。

[0065] 高分子発光材料としては、例えば、ポリフェニレンビニレン誘導体、ポリ

スピロ誘導体等が挙げられる。ポリフェニレンビニレン誘導体としては、ポリ(2-デシルオキシ-1,4-フェニレン)(DO-PPP)等が挙げられる。ポリスピロ誘導体としては、ポリ(9,9-ジオクチルフルオレン)(PDAF)等が挙げられる。

[0066] 発光性のドーパントとしては、有機EL層などに用いられる公知のドーパント材料を好適に用いることができる。このようなドーパント材料としては、例えば、蛍光発光材料、燐光発光有機金属錯体等が挙げられる。蛍光発光材料としては、スチリル誘導体等が挙げられる。燐光発光有機金属錯体としては、ビス[(4,6-ジフルオロフェニル)-ピリジナト-N, C2']ピコリネートイリジウム(III)(FIRpic)、ビス(4',6'-ジフルオロフェニルポリジナト)テトラキス(1-ピラゾイル)ボレートイリジウム(III)(FIR6)等が挙げられる。

[0067] また、ドーパントを用いる際のホスト材料としては、有機EL層などに用いられる公知のホスト材料を好適に用いることができる。このようなホスト材料としては、上述した低分子発光材料、上述した高分子発光材料、カルバゾール誘導体、アニリン誘導体、フルオレン誘導体等が挙げられる。カルバゾール誘導体としては、4,4'-ビス(カルバゾール)ビフェニル、9,9-ジ(4-ジカルバゾールベンジル)フルオレン(CPF)、3,6-ビス(トリフェニルシリル)カルバゾール(mCP)、(PCF)等が挙げられる。アニリン誘導体としては、4-(ジフェニルフォスフォイル)-N,N-ジフェニルアニリン(HM-A1)等が挙げられる。フルオレン誘導体としては、1,3-ビス(9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル)ベンゼン(mDPFB)、1,4-ビス(9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル)ベンゼン(pDPFB)等が挙げられる。

[0068] (電荷注入輸送層)

電荷注入輸送層は、電荷注入層(正孔注入層4、電子注入層9)と電荷輸送層(正孔輸送層5、電子輸送層8)とに分けられる。電荷注入輸送層が設けられることにより、電荷(正孔、電子)の電極からの注入と発光層6への

輸送（注入）とをより効率よく行なうことができる。

- [0069] 電荷注入輸送層としては、以下に例示する材料のみから構成されていてもよいが、任意に添加剤（ドナー、アクセプター等）等を含んでいてもよく、また、これらの材料が高分子材料（結着用樹脂）、無機材料等の中に分散された構成であってもよい。
- [0070] 電荷注入輸送層に用いる材料としては、有機EL層、有機光導電体などの電荷注入輸送層に用いられる公知の材料を用いることができる。当該材料は、正孔を注入または輸送する材料（以下、「正孔注入輸送材料」ともいう。）と、電子を注入または輸送する材料（以下、「電子注入輸送材料」ともいう。）とに分けられる。これらの具体的な化合物を以下に例示するが、本発明はこれらの材料に限定されるものではない。
- [0071] 正孔注入輸送材料としては、例えば、酸化物、無機p型半導体材料、ポルフィリン化合物、芳香族第三級アミン化合物、低分子材料、高分子材料等が挙げられる。酸化物としては、酸化バナジウム（ V_2O_5 ）、酸化モリブデン（ MoO_2 ）等が挙げられる。芳香族第三級アミン化合物としては、N, N'-ビス（3-メチルフェニル）-N, N'-ビス（フェニル）-ベンジジン（TPD）、N, N'-ジ（ナフタレン-1-イル）-N, N'-ジフェニル-ベンジジン（NPD）等が挙げられる。低分子材料としては、ヒドラゾン化合物、キナクリドン化合物、スチリルアミン化合物等が挙げられる。高分子材料としては、ポリアニリン（PANI）、ポリアニリン-樟脳スルホン酸（PANI-CSA）、3, 4-ポリエチレンジオキシチオフェン/ポリスチレンサルフォネイト（PEDOT/PSS）、ポリ（トリフェニルアミン）誘導体（Poly-TPD）、ポリビニルカルバゾール（PV Cz）、ポリ（p-フェニレンビニレン）（PPV）、ポリ（p-ナフタレンビニレン）（PNV）等が挙げられる。
- [0072] また、正孔注入層4としては、正孔輸送層5に使用する正孔注入輸送材料よりも最高被占分子軌道（HOMO）のエネルギー準位が低い材料を用いることが好ましい。また、正孔輸送層5としては、正孔注入層4に使用する正

孔注入輸送材料よりも正孔の移動度が高い材料を用いることが好ましい。これにより、陽極からの正孔の注入および輸送をより効率よく行なうことができる。

[0073] また、上述した正孔注入輸送材料にアクセプターをドーピングしたものを用いることが好ましい。これにより、正孔の注入・輸送性をより向上させることができる。アクセプターとしては、有機ELに用いられる公知のアクセプター材料を用いることができる。これらの具体的な化合物を以下に例示するが、本発明はこれらの材料に限定されるものではない。

[0074] アクセプター材料としては、例えば、無機材料、シアノ基を有する化合物、ニトロ基を有する化合物、有機材料等が挙げられる。無機材料としては、金 (Au)、白金 (Pt)、タングステン (W)、イリジウム (Ir)、塩化ホスホリル (POCl₃)、六フッ化ヒ素 (AsF₆)、塩素 (Cl)、臭素 (Br)、ヨウ素 (I)、酸化バナジウム (V₂O₅)、酸化モリブデン (MoO₂) 等が挙げられる。シアノ基を有する化合物としては、TCNQ (7, 7, 8, 8, -テトラシアノキノジメタン)、TCNQF₄ (テトラフルオロテトラシアノキノジメタン)、TCNE (テトラシアノエチレン)、HCNB (ヘキサシアノブタジエン)、DDQ (ジシクロジシアノベンゾキノン) 等が挙げられる。ニトロ基を有する化合物としては、TNF (トリニトロフルオレノン)、DNF (ジニトロフルオレノン) 等が挙げられる。有機材料としては、フルオラニル、クロラニル、ブロマニル等が挙げられる。このうち、TCNQ、TCNQF₄、TCNE、HCNB、DDQ等のシアノ基を有する化合物であれば、キャリア濃度をより効果的に増加させることが可能であるため好ましい。

[0075] 電子注入輸送材料としては、例えば、n型半導体である無機材料、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、チオピラジンジオキシド誘導体、ベンゾキノン誘導体、ナフトキノン誘導体、アントラキノン誘導体、ジフェノキノン誘導体、フルオレノン誘導体、ベンゾジフラン誘導体等の低分子材料；ポリ(オキサジアゾール) (Poly-OXZ)、ポリスチレン誘導体

(PSS)等の高分子材料が挙げられる。特に、電子注入材料としては、特にフッ化リチウム(LiF)、フッ化バリウム(BaF₂)等のフッ化物、酸化リチウム(Li₂O)等の酸化物等が挙げられる。

[0076] 電子注入層9としては、電子輸送層8に使用する電子注入輸送材料より最低空分子軌道(LUMO)のエネルギー準位が高い材料を用いることが好ましい。また、電子輸送層8としては、電子注入層9に使用する電子注入輸送材料より電子の移動度が高い材料を用いることが好ましい。これにより、電子の陰極からの注入・輸送をより効率よく行なうことができる。

[0077] また、より電子の注入・輸送性を向上させるため、電子注入輸送材料にドナーをドーピングすることが好ましい。ドナーとしては、有機ELに用いられる公知のドナー材料を用いることができる。これらの具体的な化合物を以下に例示するが、本発明はこれらの材料に限定されるものではない。

[0078] ドナー材料としては、例えば、無機材料、芳香族3級アミンを骨格にもつ化合物、縮合多環化合物、有機材料等が挙げられる。無機材料としては、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類元素、Al、銀(Ag)、銅(Cu)、インジウム(In)等が挙げられる。芳香族3級アミンを骨格にもつ化合物としては、アニリン類、フェニレンジアミン類、ベンジジン類(N, N, N', N'-テトラフェニルベンジジン、N, N'-ビス-(3-メチルフェニル)-N, N'-ビス-(フェニル)-ベンジジン、N, N'-ジ(ナフタレン-1-イル)-N, N'-ジフェニル-ベンジジン等)、トリフェニルアミン類(トリフェニルアミン、4, 4', 4''-トリス(N, N-ジフェニル-アミノ)-トリフェニルアミン、4, 4', 4''-トリス(N-3-メチルフェニル-N-フェニル-アミノ)-トリフェニルアミン、4, 4', 4''-トリス(N-(1-ナフチル)-N-フェニル-アミノ)-トリフェニルアミン等)、トリフェニルジアミン類(N, N'-ジ(4-メチルフェニル)-N, N'-ジフェニル-1, 4-フェニレンジアミン)等が挙げられる。縮合多環化合物としては、フェナントレン、ピレン、ペリレン、アントラセン、テトラセン、ペンタセン等が挙げられる。縮合多環化合物

は置換基を有していてもよい。有機材料としては、TTF（テトラチアフルバレン）類、ジベンゾフラン、フェノチアジン、カルバゾール等が挙げられる。

[0079] ドナー材料としては、上述した材料のうち、芳香族3級アミンを骨格にもつ化合物、縮合多環化合物、またはアルカリ金属が好ましい。これにより、キャリア濃度をより効果的に増加させることが可能である。

[0080] （有機EL層21の形成方法）

有機EL層21は、上記の材料を溶剤に溶解または分散させた塗液（有機EL層形成用塗液）を用いて、スピコーティング法、ディッピング法、ドクターブレード法、吐出コート法、スプレーコート法等の塗布法、インクジェット法、凸版印刷法、凹版印刷法、スクリーン印刷法、マイクログラビアコート法等の印刷法等による公知のウェットプロセスによって形成することができる。また有機EL層21は、上記の材料を抵抗加熱蒸着法、電子線（EB）蒸着法、分子線エピタキシー（MBE）法、スパッタリング法、有機気相蒸着（OVPD）法等の公知のドライプロセス、レーザー転写法等によって形成することができる。なお、ウェットプロセスにより有機EL層21を形成する場合には、有機EL層形成用塗液は、レベリング剤、粘度調整剤等の塗液の物性を調整するための添加剤を含んでいてもよい。

[0081] （反射電極2および半透明電極10）

反射電極2としては、公知の電極材料を用いることができる。反射電極2に用いる材料としては、仕事関数が4.5 eV以上の金（Au）、白金（Pt）、ニッケル（Ni）等の金属が挙げられる。これにより、有機EL層21への正孔の注入をより効率よく行なうことができる。また、反射電極2の材料としては、光を反射する反射率の高い材料を用いることが好ましい。このような材料としては、例えば、アルミニウム、銀、金、アルミニウムーリチウム合金、アルミニウムーネオジウム合金、アルミニウムーシリコン合金等の反射性金属等が挙げられる。また反射電極2として、透明電極と、上述した反射性金属を含む電極（反射電極）とを組み合わせたもの等が挙げられ

る。

- [0082] 透明電極の材料としては、インジウム（In）と錫（Sn）とからなる酸化物（ITO）、錫（Sn）の酸化物（SnO₂）、インジウム（In）と亜鉛（Zn）とからなる酸化物（IZO）等が挙げられる。
- [0083] 半透明電極10は、半透明の電極であることが好ましい。これにより、有機EL層21からの光を効率よく取り出すことができる。このような半透明電極10としては、例えば金属のみにより構成されもよいし、金属と透明電極材料との組み合わせにより構成されてもよい。半透明電極に用いることができる金属としては、例えば銀、マグネシウム、アルミニウム、銀-マグネシウム合金、金等が挙げられる。なかでも、反射率および透過率の観点から、銀を用いることが好ましい。
- [0084] 反射電極2の膜厚は、50nm以上であることが好ましい。膜厚が50nm未満の場合には、配線抵抗が高くなることから、駆動電圧の上昇が生じるおそれがあるが、上述した構成であれば、このようなおそれを防ぐことができる。
- [0085] 半透明電極10の膜厚は、5nm~30nmであることが好ましく、10nm~30nmであることがより好ましい。膜厚が5nm以上であれば、光の反射を十分行なえるため、干渉の効果を十分得ることができる。また、膜厚が10nm以上であれば、干渉の効果をより高めることが可能になる。また、膜厚が30nmを超える場合には、光の透過率が急激に低下することから輝度および発光効率が低下するおそれがあるが、膜厚が30nm以下であれば、このようなおそれを排除することができる。
- [0086] 反射電極2および半透明電極10は、上述した材料を用いてEB蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法、抵抗加熱蒸着法等の公知の方法により形成することができる。
- [0087] また、反射電極2および半透明電極10は、必要に応じて、フォトリソグラフィ法、レーザー剥離法などによりパターン化することもできる。また、シャドーマスクと組み合わせることにより、パターン化した電極を直接

形成することもできる。例えば、反射電極 2 および半透明電極 10 は、それぞれストライプ状になるようにパターン化してもよい。この場合、反射電極 2 のストライプと半透明電極 10 のストライプとの方向は直交していることが好ましい。このような構成であれば、視野角特性のよい良好な画像を得ることができる。

[0088] 以上の構成により、有機 EL 部 22 は、正面方向に集光された光を発光することができ、すなわち指向性を有する光を発光することができる。したがって、周囲に拡散する光の量を低減することが可能となり、正面における発光効率を高めることができる。これによって、有機 EL 部 22 の発光層 6 中において生じる発光エネルギーを、赤色画素、緑色画素、および青色画素により効率よく伝搬することができるとともに、正面輝度を高めることが可能となる。

[0089] また、反射電極 2 と半透明電極 10 との干渉効果を利用することにより、有機 EL 部 22 からの光の発光スペクトルを調整することが可能となる。例えば、当該光を所望の発光ピーク波長および半値幅に調整することにより、発光スペクトルの調整が可能となる。したがって、赤色蛍光体および緑色蛍光体をより効果的に励起することが可能なスペクトルに調整することができ、また青色画素からの光の色純度を向上させることが可能となる。したがって、有機 EL 部 22 からの光の色純度の向上、発光効率の向上、正面輝度の向上などの効果を得ることができる。

[0090] なお、有機 EL 部 22 は、上述した構成に限らず、例えば誘電体多層膜による光微小共振器構造を有するものであってもよい。

[0091] (エッジカバー 3)

エッジカバー 3 には、絶縁材料を用いることができる。絶縁材料としては、公知の材料を使用することができる。このような絶縁材料としては、例えば、無機材料、樹脂材料等を用いることができる。無機材料としては、一酸化ケイ素 (SiO)、窒化酸化ケイ素 (SiON)、窒化ケイ素 (SiN)、オキシ炭化ケイ素 (SiOC)、炭化ケイ素 (SiC)、窒素添加ハフニ

ウムシリケート (H f S i O N)、一酸化ジルコニウム (Z r O)、一酸化ハフニウム (H f O)、酸化ランタン (L a O) 等が挙げられる。また、樹脂材料としては、アクリル、ポリイミド等が挙げられる。

[0092] また、エッジカバー 3 の膜厚としては、100 nm ~ 2000 nm が好ましい。膜厚が 100 nm 以上であれば、十分に絶縁性を有するため、反射電極 2 と半透明電極 10 との間でのリークを効果的に防ぐことができ、消費電力を抑えることができるとともに、非発光を防ぐことができる。また、膜厚が 2000 nm 以下であれば、成膜プロセスを短時間に抑えることができるため、生産性を向上させることができるとともに、エッジカバー 3 による半透明電極 10 の断線を防ぐことができる。

[0093] エッジカバー 3 は、上述した絶縁材料を用いて、例えば EB 蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法、抵抗加熱蒸着法等の公知の方法により形成することができる。また、例えば公知のドライ法またはウェット法のフォトリソグラフィ法によりパターン化することができる。

[0094] <蛍光体層>

次に、赤色蛍光体層 13 および緑色蛍光体層 14 などの蛍光体層について説明する。

[0095] 赤色蛍光体層 13 および緑色蛍光体層 14 は、赤色蛍光体または緑色蛍光体のみにより構成されていてもよいし、任意に添加剤等をさらに含んでもよい。また、赤色蛍光体または緑色蛍光体が、高分子材料（結着用樹脂）または無機材料中に分散されている構成であってもよい。

[0096] 赤色蛍光体および緑色蛍光体は、粒子状であって、その平均粒子径 (d_{50}) が、 $0.5 \mu\text{m} \sim 50 \mu\text{m}$ であることが好ましく、 $1 \mu\text{m} \sim 50 \mu\text{m}$ であることがより好ましい。赤色蛍光体および緑色蛍光体の平均粒子径が $0.5 \mu\text{m}$ 以上であれば、発光効率の低下を抑えることができ、 $1 \mu\text{m}$ 以上であれば、発光効率をさらに上昇させることができる。また、平均粒子径が $50 \mu\text{m}$ 以下であれば、蛍光体層として平坦な膜を形成することが容易になり、赤色蛍光体層 13 および緑色蛍光体層 14 と、有機 EL 部 22 との間に空間が

できてしまうことを防止できる。特に赤色蛍光体および緑色蛍光体として無機材料を用いる場合には、有機EL部22（屈折率：約1.7）と無機材料を含む蛍光体層（屈折率：約2.3）の間に空間（屈折率：1.0）ができてしまうと、有機EL部22からの光が効率よく赤色蛍光体層13および緑色蛍光体層14に届かないため、これらの蛍光体層の発光効率が低下するという問題が生じる。しかし、上述した構成であれば、このような問題を防止することができる。

[0097] 蛍光体層の膜厚は、100nm～100μm程度であることが好ましく、1μm～100μmであることがより好ましい。膜厚が100nm未満であると、有機EL部22からの青色発光を十分吸収することが困難となり、発光効率の低下、あるいは必要とされる色に青色の透過光が混じることによる色純度の悪化といった問題が生じる。また、膜厚が1μm以上であれば、有機EL部22からの青色発光の吸収が高まり、青色の透過光を低減させることができ、良好な色純度を得ることができる。また、膜厚が100μm以下であれば、有機EL部22からの青色発光を十分吸収できる範囲において、蛍光体層に用いる材料の消費を抑えることができる。したがって、上述した構成であれば、発光効率を高めることができるとともに、材料コストを抑えることができる。

[0098] 赤色蛍光体および緑色蛍光体として、以下に説明する蛍光体材料を用いることができる。なお、赤色蛍光体および緑色蛍光体は、無機材料により構成されていることが好ましい。これにより、赤色蛍光体層13および緑色蛍光体層14は、励起光による劣化、発光による劣化等に対して高い安定性を有することができる。

[0099] （蛍光体材料）

赤色蛍光体および緑色蛍光体として用いる蛍光体材料としては、公知の蛍光体材料を用いることができ、例えば有機系蛍光体材料、無機系蛍光体材料などが挙げられる。

[0100] 緑色蛍光体として用いる有機系蛍光体材料としては、青色の励起光を緑色

発光に変換する蛍光色素等であればよく、例えば、クマリン系色素、ナフタルイミド系色素等が挙げられる。クマリン系色素としては、2, 3, 5, 6-1H, 4H-テトラヒドロ-8-トリフロメチルキノリジン(9, 9a, 1-g h)クマリン(クマリン153)、3-(2'-ベンゾチアゾリル)-7-ジエチルアミノクマリン(クマリン6)、3-(2'-ベンゾイミダゾリル)-7-N, N-ジエチルアミノクマリン(クマリン7)等が挙げられる。ナフタルイミド系色素としては、ベーシックイエロー51、ソルベントイエロー11、ソルベントイエロー116等が挙げられる。

[0101] 赤色蛍光体として用いる有機系蛍光体材料としては、青色の励起光を赤色発光に変換する蛍光色素等であればよく、例えば、シアニン系色素、ピリジン系色素、ローダミン系色素等が挙げられる。シアニン系色素としては、4-ジシアノメチレン-2-メチル-6-(p-ジメチルアミノステリル)-4H-ピラン等が挙げられる。ピリジン系色素としては、1-エチル-2-[4-(p-ジメチルアミノフェニル)-1, 3-ブタジエニル]-ピリジニウム-パークロレート等が挙げられる。ローダミン系色素としては、ローダミンB、ローダミン6G、ローダミン3B、ローダミン101、ローダミン110、ベーシックバイオレット11、スルホローダミン101等が挙げられる。

[0102] 緑色蛍光体として用いる無機系蛍光体材料としては、青色の励起光を緑色の発光に変換する蛍光体であればよく、例えば $(BaMg)Al_{16}O_{27} : Eu^{2+}$ 、 Mn^{2+} 、 $Sr_4Al_{14}O_{25} : Eu^{2+}$ 、 $(SrBa)Al_{12}Si_2O_8 : Eu^{2+}$ 、 $(BaMg)_2SiO_4 : Eu^{2+}$ 、 $Y_2SiO_5 : Ce^{3+}$ 、 Tb^{3+} 、 $Sr_2P_2O_7 - Sr_2B_2O_5 : Eu^{2+}$ 、 $(BaCaMg)_5(PO_4)_3Cl : Eu^{2+}$ 、 $Sr_2Si_3O_8 - 2SrCl_2 : Eu^{2+}$ 、 Zr_2SiO_4 、 $MgAl_{11}O_{19} : Ce^{3+}$ 、 Tb^{3+} 、 $Ba_2SiO_4 : Eu^{2+}$ 、 $Sr_2SiO_4 : Eu^{2+}$ 、 $(BaSr)SiO_4 : Eu^{2+}$ 等が挙げられる。

[0103] 赤色蛍光体として用いる無機系蛍光体材料としては、青色の励起光を赤色の発光に変換する蛍光体であればよく、例えば $Y_2O_2S : Eu^{3+}$ 、 $YAlO_3$

: Eu^{3+} 、 $\text{Ca}_2\text{Y}_2(\text{SiO}_4)_6$: Eu^{3+} 、 $\text{LiY}_9(\text{SiO}_4)_6\text{O}_2$: Eu^{3+} 、 YVO_4 : Eu^{3+} 、 CaS : Eu^{3+} 、 Gd_2O_3 : Eu^{3+} 、 $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}$: Eu^{3+} 、 $\text{Y}(\text{P}, \text{V})\text{O}_4$: Eu^{3+} 、 Mg_4GeO_5 、 5F : Mn^{4+} 、 Mg_4GeO_6 : Mn^{4+} 、 $\text{K}_5\text{Eu}_{2.5}(\text{WO}_4)_{6.25}$ 、 $\text{Na}_5\text{Eu}_{2.5}(\text{WO}_4)_{6.25}$ 、 $\text{K}_5\text{Eu}_{2.5}(\text{MoO}_4)_{6.25}$ 、 $\text{Na}_5\text{Eu}_{2.5}(\text{MoO}_4)_{6.25}$ 等が挙げられる。

[0104] また、上記無機系蛍光体は、必要に応じて表面改質処理を施してもよい。表面改質処理の方法としては、シランカップリング剤等による化学的処理、サブミクロンオーダーの微粒子等の添加による物理的処理、これらの併用等が挙げられる。

[0105] (高分子材料)

赤色蛍光体層 13 および緑色蛍光体層 14 は、上述した蛍光体材料が高分子材料中に分散されている構成であってもよい。

[0106] 高分子材料としては、例えば高分子の樹脂等が挙げられる。樹脂としては、例えば感光性の樹脂を用いることが好ましい。これによって、フォトリソグラフィ法により蛍光体層のパターン化が可能となり、赤色蛍光体層 13 および緑色蛍光体層 14 を容易に作製することができる。また、高分子材料は、1種類の樹脂であってもよいし、複数種類の樹脂の混合物であってもよい。

[0107] 感光性の樹脂としては、反応性ビニル基を有する感光性樹脂（光硬化型レジスト材料）などを用いることができる。例えば、アクリル酸系樹脂、メタクリル酸系樹脂、ポリ桂皮酸ビニル系樹脂、硬ゴム系樹脂等が挙げられる。

[0108] (蛍光体層の形成方法)

次に、蛍光体層の形成方法について説明する。

[0109] 蛍光体層は、例えば、上述した蛍光体材料と高分子材料とを溶剤に溶解して分散させた塗液（蛍光体層形成塗液）を用いて、スピコーティング法、ディッピング法、ドクターブレード法、吐出コート法、スプレーコート法等の塗布法、インクジェット法、凸版印刷法、凹版印刷法、スクリーン印刷法

、マイクログラビアコート法等の印刷法等による公知のウェットプロセスにより形成することができる。また、蛍光体層は、上述した蛍光体材料を用いて、抵抗加熱蒸着法、電子線（EB）蒸着法、分子線エピタキシー（MBE）法、スパッタリング法、有機気相蒸着（OVPD）法等の公知のドライプロセス、又は、レーザー転写法等により形成することができる。

[0110] 上述した構成により、赤色画素および緑色画素においては、有機EL部22からの指向性を有する発光を吸収し、等方向に発光する赤色および緑色の発光を外部に取り出すことができる。したがって、視野角による輝度および色純度の変化を低減させ、またはなくすことが可能となる。

[0111] <配光特性調整層15>

配光特性調整層15は、有機EL層21からの光の配光特性を調整するよう構成されていればよい。

[0112] 本実施形態においては、配光特性調整層15は、有機EL層21からの光の輝度を、赤色蛍光体層13から出射される光の輝度および緑色蛍光体層14から出射される光の輝度に近づけるように調整するよう構成されている。また、配光特性調整層15は、有機EL層21からの光の色純度を、赤色蛍光体層13から出射される光の色純度および緑色蛍光体層14から出射される光の色純度に近づけるように調整するよう構成されている。

[0113] ここで、上述したように、赤色蛍光体層13および緑色蛍光体層14から出射される光は等方的であるため、配光特性調整層15は、有機EL層21からの光の輝度および色純度を調整することによって、当該光を等方的な光に調整することとなる。以上の構成により、青色画素は等方的な光を出射することができる。

[0114] そのため、視野角によって赤色、緑色、青色の各色の画素の輝度および色純度のずれが小さいので、例えば有機ELディスプレイ20の画面を正面から見たときと斜めから見たときとの輝度および色純度の変化を低減させることができる。また、各色の画素からの光が等方的であるため、良好な視野角特性を得ることができる。したがって、高品質な有機ELディスプレイ20

を提供することができる。

[0115] また、配光特性調整層 15 は、以下の式 (1) および (2)

$$0.8 L_{60R} / L_{0R} < L_{60B} / L_{0B} < 1.2 L_{60R} / L_{0R} \dots (1)$$

$$0.8 L_{60G} / L_{0G} < L_{60B} / L_{0B} < 1.2 L_{60G} / L_{0G} \dots (2)$$

を満たすように、有機 EL 層 21 からの光の配光特性 (例えば、光の輝度) を調整するものであることが好ましい。

[0116] 上記式 (1) および (2) において、 L_{0R} は、赤色蛍光体層 13 から出射される光のうち正面方向における輝度をさし、 L_{60R} は、当該正面方向に対して 60 度傾いた方向における輝度をさす。また、 L_{0G} は、緑色蛍光体層 14 から出射される光のうち、正面方向における輝度をさし、 L_{60G} は、当該正面方向に対して 60 度傾いた方向における輝度をさす。また、 L_{0B} は、配光特性調整層 15 から出射される光のうち、正面方向における輝度をさし、 L_{60B} は、当該正面方向に対して 60 度傾いた方向における輝度をさす。

[0117] 配光特性調整層 15 が、上記式 (1) を満たすように輝度を調整することによって、配光特性調整層 15 からの光と赤色蛍光体層 13 からの光との、正面輝度と斜め 60 度における輝度との比が、上記式 (1) に示す関係式を満たすように調整される。そのため、正面方向において所望の発光色となるように、青色画素と赤色画素との正面輝度を調整した場合に、正面方向から見たときと斜め方向から見たときとの青色画素と赤色画素との輝度の比のずれを低減させることができる。したがって、正面方向から見たときと斜め方向から見たときとの発光色のずれを視認できない程度にまで低減させることが可能になる。

[0118] また、配光特性調整層 15 が、上記式 (2) を満たすように輝度を調整することによって、配光特性調整層 15 からの光と緑色蛍光体層 14 からの光との、正面輝度と斜め 60 度における輝度との比が、上記式 (2) に示す関係式を満たすように調整される。そのため、正面方向において所望の発光色となるように、青色画素と緑色画素との正面輝度を調整した場合に、正面方向から見たときと斜め方向から見たときとの青色画素と緑色画素との輝度の

比のずれを低減させることができる。したがって、正面方向から見たときと斜め方向から見たときとの発光色のずれを視認できない程度にまで低減させることが可能になる。

[0119] これにより、配光特性調整層 15 は、有機 EL 層 21 からの指向性を有する光の配光特性を、赤色蛍光体層 13 および緑色蛍光体層 14 からの発光の配光特性により近づけることができる。したがって、有機 EL ディスプレイ 20 の画面を斜めから見た際の赤色画素および緑色画素からの光の輝度と青色画素からの光の輝度とのずれを、視認できない程度に抑えることができる。

[0120] また、配光特性調整層 15 は、以下の式 (3) ~ (6)

$$|x_{60R} - x_{0R}| \geq |x_{60B} - x_{0B}| \dots (3)$$

$$|y_{60R} - y_{0R}| \geq |y_{60B} - y_{0B}| \dots (4)$$

$$|x_{60G} - x_{0G}| \geq |x_{60B} - x_{0B}| \dots (5)$$

$$|y_{60G} - y_{0G}| \geq |y_{60B} - y_{0B}| \dots (6)$$

を満たすように、有機 EL 層 21 からの光の配光特性（例えば、光の色純度）を調整するものであることが好ましい。

[0121] 上記式 (3) ~ (6) において、 (x_{0R}, y_{0R}) は、赤色蛍光体層 13 から出射される光のうち、正面方向における色純度をさし、 (x_{60R}, y_{60R}) は、当該正面方向に対して 60 度傾いた方向における色純度をさす。また、 (x_{0G}, y_{0G}) は、緑色蛍光体層 14 から出射される光の正面方向における色純度をさし、 (x_{60G}, y_{60G}) は、当該正面方向に対して 60 度傾いた方向における色純度をさす。また、 (x_{0B}, y_{0B}) は、配光特性調整層 15 から出射される光の正面方向における色純度をさし、 (x_{60B}, y_{60B}) は、当該正面方向に対して 60 度傾いた方向における色純度をさす。

[0122] ここで、有機 EL 層 21 からの光を変換せずに用いる配光特性調整層 15 からの光は、視野角によって、輝度だけでなく色純度も変化する。つまり、配光特性調整層 15 からの光は、正面輝度と斜め方向における輝度とのずれが少なくなるよう調整した場合でも、正面方向における色純度と斜め方向に

おける色純度とがずれることがある。

[0123] しかし、配光特性調整層 15 が、上記式 (3) および (4) を満たすように色純度を調整することによって、配光特性調整層 15 からの光と赤色蛍光体層 13 からの光との、正面方向の色純度と斜め 60 度方向の色純度との関係は、上記式 (3) および (4) を満たすものとなる。そのため、正面方向において所望の発光色となるように、青色画素と赤色画素との正面輝度を調整した場合に、正面方向から見たときの色純度と斜め方向から見たときの色純度とのずれを低減させることができる。したがって、正面輝度と斜め方向における輝度とのずれが少なくなるよう調整した場合でも生じ得る、正面方向から見たときの発光色と斜め方向から見たときの発光色とのずれを、視認できない程度にまで低減させることが可能になる。

[0124] また同様に、配光特性調整層 15 が、上記式 (5) および (6) を満たすように色純度を調整することによって、正面方向において所望の発光色となるように、青色画素と緑色画素との正面輝度を調整した場合に、正面方向から見たときの色純度と斜め方向から見たときの色純度とのずれを低減させることができる。したがって、正面輝度と斜め方向における輝度とのずれが少なくなるよう調整した場合でも生じ得る、正面方向から見たときの発光色と斜め方向から見たときの発光色とのずれを、視認できない程度にまで低減させることが可能になる。

[0125] したがって、上述した構成であれば、有機 EL ディスプレイ 20 の画面を斜めから見た際の赤色画素および緑色画素からの光の色純度と青色画素からの光の色純度とのずれを、視認できない程度に抑えることができる。

[0126] 配光特性調整層 15 としては、例えば光を散乱させる特性を備えたもの、光を拡散させる特性を備えたものなどを用いることができる。ここで、「光を散乱させる特性」とは、光を回折させる特性、屈折させる特性および反射させる特性が複合したものをさす。

[0127] 光を散乱させる特性を備えた配光特性調整層 15 としては、例えば光を散乱させるための光散乱粒子を含んでいる形態が挙げられる。光散乱粒子とは

、入射する光を回折、屈折または反射させることによって散乱させる性質を有する粒子である。

[0128] 光散乱粒子は、その平均粒子径 $d_{50(B)}$ が、下記式 (7) および (8)

$$0.8 d_{50(B)} < d_{50(R)} < 1.2 d_{50(B)} \dots (7)$$

$$0.8 d_{50(B)} < d_{50(G)} < 1.2 d_{50(B)} \dots (8)$$

を満たすことが好ましい。なお、上記式 (7) および (8) において、 $d_{50(R)}$ は赤色蛍光体の平均粒子径をさし、 $d_{50(G)}$ は緑色蛍光体の平均粒子径をさす。

[0129] 上述したように、有機EL層21からの光を変換せずに用いる配光特性調整層15から出射される光は、蛍光体層からの等方発光（視野角による輝度および色純度の変化が小さい）とは異なり、視野角によって輝度および色純度が増加する。したがって、赤色画素および緑色画素の光と、青色画素の光とでは、視野角によって輝度および色純度が異なってしまう。しかし、赤色蛍光体、緑色蛍光体および光散乱粒子の平均粒子径が、上記式 (7) および (8) を満たすことによって、配光特性調整層15は、有機EL層21からの光を散乱、拡散等させ、その配光特性を、赤色画素および緑色画素からの光の配光特性に近づけるように調整することができる。

[0130] つまり、配光特性調整層15によって、有機EL層21からの指向性を有する光の配光特性を、赤色蛍光体層13および緑色蛍光体層14からの発光の配光特性により近づけることが可能となる。したがって、上述した構成により、青色画素から出射される光の輝度および色純度と、赤色画素および緑色画素から出射される光の輝度および色純度とのそれぞれのずれが非常に小さくなる。そのため、有機ELディスプレイ20の画面を斜めから見た際の赤色および緑色の光の輝度および色純度と、青色の光の輝度および色純度とのずれを、視認できない程度に抑えることができる。

[0131] 光散乱粒子は、平均粒子径 (d_{50}) が $0.5 \mu\text{m}$ 以上 $50 \mu\text{m}$ 以下の粒子（微粒子）であることが好ましく、 $1 \mu\text{m}$ 以上 $50 \mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。光散乱粒子の平均粒子径が $1 \mu\text{m}$ 以下であると、光散乱粒子の

粒子径が小さいため、配光特性調整層 15 に入射する青色領域の光の配光特性を所望の特性に調整するという効果が十分に得られない。よって、出射される光の正面方向の光強度が斜め方向の光強度に対して強くなる。平均粒子径が $0.5 \mu\text{m}$ 以下であれば、その傾向がより顕著になる。一方、光散乱粒子の平均粒子径が $0.5 \mu\text{m}$ 以上、より好ましくは $1 \mu\text{m}$ 以上であれば、配光特性調整層 15 による配光特性を調整する機能を十分に引き出すことが可能となり、配光特性を良好に調整することができる。したがって、赤色蛍光体層 13 および緑色蛍光体層 14 からの光の配光特性とのずれを抑えることができる。

[0132] また、光散乱粒子の平均粒子径が $50 \mu\text{m}$ 以上であると、配光特性調整層 15 の表面の凹凸が大きくなり、配光特性調整層 15 の内部での散乱より、表面の凹凸による散乱の効果の方が支配的になるため、配光特性を所望の特性に調整するという効果が得られない。しかし、光散乱粒子の平均粒子径が $50 \mu\text{m}$ 以下であれば、配光特性調整層 15 の表面の凹凸を小さくできるので、配光特性調整層 15 から出射される光の配光特性と赤色蛍光体層 13 および緑色蛍光体層 14 からの光の配光特性とのずれを小さくすることができる。したがって、上述した構成であれば、青色画素から出射される光の輝度および色純度を、赤色画素および緑色画素から出射される光の輝度および色純度に、より近づけることができるため、良好な視野角特性を得ることが可能となる。

[0133] 配光特性調整層 15 は、光散乱粒子単独により構成されてもよいし、光散乱粒子と樹脂材料等により構成されてもよい。光散乱粒子と樹脂材料等により構成されたものを用いる場合には、光散乱粒子が樹脂材料等の中に分散されていることが好ましい。また、光散乱粒子の屈折率と樹脂材料等の屈折率とは異なることが好ましい。光散乱粒子の屈折率は、樹脂材料等の屈折率よりも大きくてもよいし、小さくてもよい。また、これらの屈折率の差は大きいほど好ましく、これらの屈折率比は、 $1.1 \sim 1.5$ であることが好ましく、 $1.2 \sim 1.3$ であることがより好ましい。これにより、指向性を

有する光を効率的に等方的な光に変換させることができる。

[0134] 配光特性調整層 15 による光の散乱の性質は、光散乱粒子の粒子径 (d) と、入射する光の波長 (λ) とに大きく依存する。配光特性調整層 15 における光の散乱のパターンとしては、主に以下の 3 種類が挙げられる。

幾何学的散乱： $d \gg \lambda$

ミー散乱： $d \doteq \lambda$

レイリー散乱： $d < \lambda$

上記 3 種類の散乱のパターンのうち、ミー散乱であれば、後方散乱する光の量よりも前方散乱する光の量を多くすることが可能なため、好ましい。すなわち、光散乱粒子の粒子径と入射する光の波長とが略等しいことが好ましい。

[0135] また、本発明では、青色光のみの配光特性を調整すればよい為、簡単な構成によって配光特性調整層 15 を作製する事が可能である。例えば、2 色以上の光に対して配光特性を調整する場合には、配光特性の調整は、各色の光の波長毎に調整する必要がある、配光特性調整層を色毎にパターン化する必要がある。この場合には、構成およびプロセスが複雑になるという問題が生じる。しかし、本発明ではこのような問題が生じることを防止できる。

[0136] (光散乱粒子)

次に、光散乱粒子について詳細に説明する。

[0137] 光散乱粒子は、有機材料により構成されていてもよいし、無機材料により構成されていてもよいが、無機材料により構成されていることが好ましい。これにより、有機 EL 部 22 からの指向性を有する光を、より等方的に効果的に拡散または散乱させることが可能となる。また、無機材料を使用することにより、光および熱に安定な配光特性調整層 15 を提供することが可能となる。

[0138] また、光散乱粒子としては、透明度が高いものであることが好ましい。また、樹脂材料と混合して用いる場合には、樹脂材料との屈折率比が上述した数値範囲に含まれるものであることが好ましい。

[0139] 光散乱粒子として、無機材料を用いる場合には、例えば、ケイ素、チタン、ジルコニウム、アルミニウム、インジウム、亜鉛、錫、およびアンチモンからなる群より選ばれる少なくとも1種の金属の酸化物を主成分とした粒子（微粒子）等が挙げられる。

[0140] また、光散乱粒子として、無機材料により構成された粒子（無機微粒子）を用いる場合には、例えば、シリカビーズ（屈折率：1.44）、アルミナビーズ（屈折率：1.63）、酸化チタンビーズ（屈折率 アナターズ型：2.50、ルチル型：2.70）、酸化ジルコニアビーズ（屈折率：2.05）、酸化亜鉛ビーズ（屈折率：2.00）等が挙げられる。

[0141] 光散乱粒子として、有機材料により構成された粒子（有機微粒子）を用いる場合には、例えば、ポリメチルメタクリレートビーズ（屈折率：1.49）、アクリルビーズ（屈折率：1.50）、アクリルステレン共重合体ビーズ（屈折率：1.54）、メラミンビーズ（屈折率：1.57）、高屈折率メラミンビーズ（屈折率：1.65）、ポリカーボネートビーズ（屈折率：1.57）、ステレンビーズ（屈折率：1.60）、架橋ポリステレンビーズ（屈折率：1.61）、ポリ塩化ビニルビーズ（屈折率：1.60）、ベンゾグアナミン-メラミンホルムアルデヒドビーズ（屈折率：1.68）、シリコーンビーズ（屈折率：1.50）等が挙げられる。

[0142] （樹脂材料）

配光特性調整層15に用いることができる樹脂材料としては、透光性の樹脂であることが好ましい。また、樹脂材料としては、例えば、メラミン樹脂（屈折率：1.57）、ナイロン（屈折率：1.53）、ポリステレン（屈折率：1.60）、メラミンビーズ（屈折率：1.57）、ポリカーボネート（屈折率：1.57）、ポリ塩化ビニル（屈折率：1.60）、ポリ塩化ビニリデン（屈折率：1.61）、ポリ酢酸ビニル（屈折率：1.46）、ポリエチレン（屈折率：1.53）、ポリメタクリル酸メチル（屈折率：1.49）、ポリMBS（屈折率：1.54）、中密度ポリエチレン（屈折率：1.53）、高密度ポリエチレン（屈折率：1.54）、テトラフルオロ

エチレン（屈折率：1.35）、ポリ三フッ化塩化エチレン（屈折率：1.42）、ポリテトラフルオロエチレン（屈折率：1.35）等が挙げられる。

[0143] なお、配光特性調整層15としては、上述した構成に限らず、有機EL層21からの光の輝度および色純度を上述したように調整するものであればよい。例えば透過する光を拡散させる、凹凸形状等を備えた光拡散面により構成されていてもよい。このような配光特性調整層15としては、例えばマイクロレンズ、プリズム等の光学部材を用いることができる。また、配光特性調整層15は、例えば封止基板16における光が出射する面上に設けられてもよい。

[0144] 以上の構成により、本実施形態における有機ELディスプレイ20は、赤色画素、緑色画素および青色画素からの光の配光特性（視野角による輝度、色度の変化）のずれを、人間が視認できない程度まで低減させることができる。これにより、赤色、緑色および青色の光の配光特性の違いにより生じる、種々の問題を解消することが可能である。種々の問題とは、例えば、赤色および緑色の光が等方的であり、青色の光が正面方向に指向性を有する光である場合には、正面方向から見た際に白色に見えるよう調整されている画像であっても、斜め方向から見ると、赤色および緑色に比べて青色の輝度が相対的に低下しているため黄色方向にずれた色に見えてしまうなどの問題である。

[0145] なお、本実施形態は、以上のように、赤色、緑色および青色を発光する画素により構成されているため、各色の光の輝度を調整することによって、フルカラー映像を得ることが可能である。なお、必要に応じて、シアン、イエロー等を発光する画素を加えることが好ましい。ここで、シアンおよびイエローを発光する画素からの光の色純度は、色度図上において赤色、緑色、青色に発光する画素の色純度を示す点によって結ばれる三角形の外側に位置することが好ましい。これにより、赤色、緑色および青色の3原色を発光する画素を使用する有機ELディスプレイに比べて、色再現範囲をさらに広げる

ことができる。

[0146] <無機封止膜 11、樹脂封止膜 12>

無機封止膜 11 および樹脂封止膜 12 としては、公知の材料および封止方法を用いることができる。

[0147] 無機封止膜 11 に用いる材料としては、光透過性の材料であることが好ましい。無機封止膜 11 としては、例えば、窒素ガス、アルゴンガス等の不活性ガスをガラス、金属等で封止したもの等が挙げられる。また、封入した不活性ガス中に酸化バリウム等の吸湿剤等を混入させることが好ましい。これにより、水分による有機 EL の劣化を効果的に低減させることができる。また、無機封止膜 11 として、SiO₂、SiON、SiN 等からなる膜を用いてもよい。この場合には、例えばプラズマ CVD 法、イオンプレーティング法、イオンビーム法、スパッタ法等により、半透明電極 10 上に無機封止膜 11 を形成することができる。

[0148] 樹脂封止膜 12 に用いる樹脂としては、光透過性の樹脂であれば、公知の材料を用いることができる。樹脂封止膜 12 を形成する方法としては、半透明電極 10 上に形成された無機封止膜 11 上に、スピコート法、ODF、ラミレート法を用いて樹脂を塗布する方法、又は、半透明電極 10 と樹脂の膜とを貼り合わせる方法などを用いることができる。

[0149] なお、有機 EL ディスプレイ 20 は、無機封止膜 11 を備えない構成であってもよい。この場合には、上述した方法により、半透明電極 10 上に直接樹脂封止膜 12 を形成させることができる。

[0150] 無機封止膜 11 および樹脂封止膜 12 により、外部からの有機 EL 部 22 内への酸素または水分の混入を防止することができ、有機 EL 部 22 の寿命が向上する。また、封止基板 16 を基板 1 と貼り合わせる際の有機 EL 部 22 等へのダメージを低減させることができる。

[0151] <封止基板 16>

封止基板 16 としては、公知の材料および封止方法を用いることができる。封止基板 16 は、透明または半透明であることが好ましく、例えばガラス

、プラスチック等により構成された基板を用いることができる。これにより、赤色画素、緑色画素および青色画素からの光は、封止基板 16 を透過することができる。

[0152] 封止基板 16 は、基板 1 に対向する面上に赤色蛍光体層 13、緑色蛍光体層 14 および配光特性調整層 15 が形成された後に、有機 EL 部 22 等が形成されている基板 1 と貼り合わせられてもよい。その際には、封止基板 16 上の赤色蛍光体層 13、緑色蛍光体層 14 および配光特性調整層 15 の上に、後述する平坦化膜等を形成させることによって平坦化することが好ましい。これにより、有機 EL 部 22 と赤色蛍光体層 13、緑色蛍光体層 14 および配光特性調整層 15 との間に空間ができることを防止でき、かつ基板 1 と封止基板 16 との間の密着性を向上させることができる。

[0153] なお、本実施形態に係る有機 EL ディスプレイ 20 は、さらに低反射膜およびカラーフィルターを備えていてもよい。以下にそれぞれの構成について説明する。

[0154] <低反射膜>

低反射膜は、例えば有機 EL ディスプレイ 20 においてカラーフィルター間、蛍光体層間、蛍光体層と配光特性調整層 15 との間などに設けることができる。低反射膜によって、RGB のそれぞれの発光が強調されるので、視認性を向上させることができる。

[0155] 本実施形態に係る有機 EL ディスプレイ 20 に用いることが可能な低反射膜の材料としては、公知の材料を用いることができ、例えば、無機材料、有機材料等が挙げられる。無機材料としては、酸化シリコン (SiO_2)、窒化シリコン (Si_3N_4 、又は、 Si_2N_4)、酸化タンタル (Ta_2O_5 、又は、 TaO) 等が挙げられる。また、有機材料としては、アクリル樹脂、レジスト材料等が挙げられる。

[0156] 低反射膜の形成方法としては、化学気相成長 (CVD) 法、真空蒸着法等のドライプロセス、スピコート法等のウェットプロセスが挙げられる。また、必要に応じてフォトリソグラフィ法等によりパターンニングすることも

できる。

[0157] <カラーフィルター>

カラーフィルターは、赤色蛍光体層 13、緑色蛍光体層 14 および配光特性調整層 15 における光の出射面上に設けられていることが好ましい。カラーフィルターは、例えば封止基板 16 と赤色蛍光体層 13、緑色蛍光体層 14 および配光特性調整層 15 との間に設けることができる。カラーフィルターとしては、公知のカラーフィルターを用いることが可能である。ここで、カラーフィルターを設けることによって、赤色画素、緑色画素および青色画素の色純度を高めることが可能となり、有機 EL ディスプレイ 20 およびこれを備えた有機 EL 表示装置の色再現範囲を拡大することができる。また、赤色蛍光体層 13 上には、赤色カラーフィルターを形成することが好ましい。緑色蛍光体層 14 上には、緑色カラーフィルターを形成することが好ましい。赤色カラーフィルターおよび緑色カラーフィルターは、外光の青色成分および紫外成分を吸収するため、各蛍光体層の外光による発光を低減または防止することが可能となり、コントラストの低下を低減または防止することができる。

[0158] [第 2 実施形態]

次に、本発明の他の実施形態に係る有機 EL 表示装置が備える有機 EL ディスプレイ 40 の構成について、図 3 を参照して説明する。図 3 は、本発明の他の実施形態に係る有機 EL ディスプレイの要部の構成を模式的に示す断面図である。なお、図 3 は、有機 EL ディスプレイ 40 が備える有機 EL 素子の部分を示している。

[0159] なお、説明の便宜上、第 1 実施形態にかかる構成要素と同様の機能を有する構成要素には同一の番号を付し、その説明を省略する。本実施形態では、主に、第 1 実施形態との相違点について説明するものとする。

[0160] 有機 EL ディスプレイ 40 は、アクティブマトリクス駆動型であり、基板 1 と、ゲート電極 41 と、ドレイン電極 42 と、ソース電極 43 と、ゲート絶縁膜 44 と、配線 45 と、スルーホール 46 と、平坦化膜 47 と、有機

EL部22と、無機封止膜11と、樹脂封止膜12と、赤色蛍光体層13と、緑色蛍光体層14と、配光特性調整層15と、ブラックマトリックス48と、封止基板16とにより構成されている。

[0161] 有機ELディスプレイ40は、アクティブ素子としてTFTを備えており、有機EL部22をアクティブマトリックス駆動するものである。したがって、優れた表示品位を得ることができる。また、パッシブ駆動する場合に比べ、発光時間を長くすることができることから、所望の輝度を得るための駆動電圧を低減することが可能となり、消費電力を低く抑えることが可能となる。

[0162] 有機ELディスプレイ40の基板1上には、複数のゲート線を構成するゲート電極41、複数の信号線を構成するソース電極が形成され、ゲート電極41とソース電極43との交差部にTFTが配置される。TFT上には、平坦化膜47が形成されている。すなわち、TFTは、反射電極2に対して有機EL層21とは反対側に設けられている。

[0163] 本実施形態に係る有機ELディスプレイ40は、電圧駆動デジタル階調方式により駆動され、画素毎にスイッチング用および駆動用の2つのTFTが配置される。駆動用のTFTと有機EL部22の反射電極2とは、平坦化膜47に形成されるコンタクトホールを介して電氣的に接続されている。また、一画素中には、駆動用のTFTのゲート電位を定電位にするためのコンデンサーが、駆動用のTFTのゲート電極41に接続されるように配置されている。なお、本発明は、電圧駆動デジタル階調方式に限らず、電流駆動アナログ階調方式によって駆動されてもよい。

[0164] なお、TFTの構成は、画素内に補償回路を内蔵した2個以上のTFTを備えたものであってもよい。このような構成のTFTによって有機EL部22を駆動すれば、TFTの特性（移動度、閾値電圧）のバラツキを防止することができる。

[0165] また、本実施形態においては、赤色蛍光体層13、緑色蛍光体層14および配光特性調整層15の間には、ブラックマトリックス48が形成されてい

る。

[0166] 以下に、TFTおよび平坦化膜47の構成について詳細に説明する。

[0167] <TFT>

TFTは、有機EL部22を形成する前に、予め基板1上に形成されることが好ましい。TFTとしては、スイッチング用及び駆動用として機能するものが挙げられる。TFTには、公知のTFTを用いることができる。なお、本発明では、TFTの代わりに金属-絶縁体-金属(MIM)ダイオードを用いることもできる。

[0168] 有機ELディスプレイ40に用いることが可能なTFTとしては、公知の材料、構造および形成方法を用いることができる。TFTの活性層の材料としては、例えば、非晶質シリコン(アモルファスシリコン)、多結晶シリコン(ポリシリコン)、微結晶シリコン、セレン化カドミウム等の無機半導体材料、酸化亜鉛、酸化インジウム-酸化ガリウム-酸化亜鉛等の酸化物半導体材料、ポリチオフェン誘導体、チオフェンオリゴマー、ポリ(p-フェリレンビニレン)誘導体、ナフタセン、ペンタセン等の有機半導体材料が挙げられる。また、TFTの構造としては、例えば、スタガ型、逆スタガ型、トップゲート型、コプレーナ型が挙げられる。

[0169] TFTを構成する活性層の形成方法としては、(1)プラズマ誘起化学気相成長(PECVD)法等により成膜したアモルファスシリコンに不純物をイオンドーピングする方法、(2)シラン(SiH_4)ガスを用いた減圧化学気相成長(LPCVD)法等によりアモルファスシリコンを形成し、固相成長法等によりアモルファスシリコンを結晶化してポリシリコンを得た後、イオン打ち込み法によりイオンドーピングする方法、(3) Si_2H_6 ガスを用いたLPCVD法、 SiH_4 ガスを用いたPECVD法等によりアモルファスシリコンを形成し、エキシマレーザー等のレーザーによりアニールし、アモルファスシリコンを結晶化してポリシリコンを得た後、イオンドーピングを行なう方法(低温プロセス)、(4)LPCVD法、PECVD法等によりポリシリコン層を形成し、 1000°C 以上で熱酸化することによりゲート絶

縁膜を形成し、その上に、 n^+ ポリシリコンのゲート電極を形成し、その後、イオンドーピングを行なう方法（高温プロセス）、（５）有機半導体材料をインクジェット法等により形成する方法、（６）有機半導体材料の単結晶膜を得る方法等が挙げられる。

[0170] 本実施形態において用いられるＴＦＴのゲート絶縁膜４４は、公知の材料を用いて形成することができる。例えば、PECVD法、LPCVD法等により形成された SiO_2 、ポリシリコン膜を熱酸化して得られる SiO_2 等が挙げられる。

[0171] また、本実施形態において用いられるＴＦＴのソース電極４３、ゲート電極４１およびドレイン電極４２は、公知の材料を用いて形成することができる、例えば、タンタル（Ta）、アルミニウム（Al）、銅（Cu）等が挙げられる。有機ELディスプレイ４０のＴＦＴは、上述した構成により形成することができるが、これらの材料、構造及び形成方法に限定されるものではない。

[0172] <平坦化膜４７>

平坦化膜４７は、基板１上に形成されたＴＦＴの上に形成される。なお、本発明はこのような構成に限らず、例えばＴＦＴ上に層間絶縁膜を形成し、その層間絶縁膜の上に平坦化膜４７を設けてもよい。

[0173] ここで、有機ELディスプレイ４０では、基板１上にＴＦＴを形成するため、その表面に凹凸が形成される。この表面に有機EL部２２を直接形成させた場合には、当該凹凸によって、例えば反射電極２の欠損、有機EL層２１の欠損、半透明電極１０の断線、反射電極２と半透明電極１０との短絡、耐圧の低下等の有機EL部２２の欠陥が発生するおそれがある。

[0174] しかし、本実施形態であれば、平坦化膜４７によって、これらの欠陥を防止することができる。

[0175] 平坦化膜４７は、公知の材料を用いて形成ことができ、例えば、酸化シリコン、窒化シリコン、酸化タンタル等の無機材料、ポリイミド、アクリル樹脂、レジスト材料等の有機材料等が挙げられる。平坦化膜４７の形成方

法としては、CVD法、真空蒸着法等のドライプロセス、スピコート法等のウエットプロセスが挙げられる。また、平坦化膜47は、単層構造でも多層構造でもよい。

[0176] 〔第3実施形態〕

次に、本発明の他の実施形態に係る有機ELディスプレイ60の構成について、図4を参照して説明する。図4は、本発明の他の実施形態に係る有機ELディスプレイの要部の構成を模式的に示す断面図である。なお、図4は、有機ELディスプレイ60が備える有機EL素子の部分を示している。

[0177] なお、説明の便宜上、第1実施形態にかかる構成要素と同様の機能を有する構成要素には同一の番号を付し、その説明を省略する。本実施形態では、主に、第1実施形態との相違点について説明するものとする。

[0178] 有機ELディスプレイ60は、基板1と、有機EL部22と、無機封止膜11と、樹脂封止膜12と、偏光フィルム（偏光板）61と、基板62と、透明電極63と、配向膜64と、液晶層65と、平坦化膜66と、赤色蛍光体層13と、緑色蛍光体層14と、配光特性調整層15と、封止基板16とにより構成されている。

[0179] すなわち、本実施形態では、樹脂封止膜12と赤色蛍光体層13、緑色蛍光体層14および配光特性調整層15との間に、偏光フィルム61と、基板62と、透明電極63と、配向膜64と、液晶層65と、平坦化膜66とを備えている点が、第1実施形態と異なっている。

[0180] 基板62、偏光フィルム61、透明電極63、配向膜64、および液晶層65は、いわゆるスイッチング素子として機能するものである。基板62は、透明電極63を形成させるための基板である。偏光フィルム61は、液晶層65の透過率を制御するための層である。透明電極63は、液晶層65を駆動させるための電極である。配向膜64は、液晶層65の液晶を配向させるための膜である。液晶層65は、電圧をかけられることにより駆動されて、赤色画素、緑色画素および青色画素に対してスイッチングを行なうものである。これにより、優れた表示品位を得ることができる。基板62、透明電

極 6 3、配向膜 6 4、および液晶層 6 5には、公知の材料を用いることができる。

[0181] 平坦化膜 6 6 は、偏光フィルム 6 1 と赤色蛍光体層 1 3、緑色蛍光体層 1 4 および配光特性調整層 1 5 との間に形成される。平坦化膜 6 6 としては、第 2 実施形態における平坦化膜 4 7 と同様のものを用いることができる。平坦化膜 6 6 により、偏光フィルム 6 1 と赤色蛍光体層 1 3、緑色蛍光体層 1 4 および配光特性調整層 1 5 との間に空間ができることを防止できる。

[0182] [付記事項]

本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

[0183] 例えば、本発明に係る有機 EL 素子では、前記配光特性調整層は、前記有機 EL 層からの光の輝度を、前記赤色蛍光体層から出射される光の輝度および前記緑色蛍光体層から出射される光の輝度に近づけるように調整するとともに、前記有機 EL 層からの光の色純度を、前記赤色蛍光体層から出射される光の色純度および前記緑色蛍光体層から出射される光の色純度に近づけるように調整するものであることが好ましい。

[0184] 上記の構成であれば、青色画素は、配光特性調整層によって、有機 EL 層からの光の輝度を、赤色蛍光体層および緑色蛍光体層からの光の輝度に近づけ、かつ、有機 EL 層からの光の色純度を、赤色蛍光体層および緑色蛍光体層からの光の色純度に近づけるように調整するため、等方的な光を出射することができる。

[0185] そのため、視野角によって各色の画素の輝度および色純度のずれが小さいので、正面から見たときと斜めから見たときとの各色の輝度および色純度のバランスの変化を低減させることができる。また、各色の画素からの光が等方的であるため、良好な視野角特性を得ることができる。

[0186] また、本発明に係る有機 EL 素子では、前記赤色蛍光体層から出射される

光のうち、正面方向における輝度を L_{0R} とするとともに、当該正面方向に対して60度傾いた方向における輝度を L_{60R} とし、前記緑色蛍光体層から出射される光のうち、正面方向における輝度を L_{0G} とするとともに、当該正面方向に対して60度傾いた方向における輝度を L_{60G} とし、前記配光特性調整層から出射される光のうち、正面方向における輝度を L_{0B} とするとともに、当該正面方向に対して60度傾いた方向における輝度を L_{60B} としたとき、前記配光特性調整層は、以下の式(1)および(2)

$$0.8 L_{60R} / L_{0R} < L_{60B} / L_{0B} < 1.2 L_{60R} / L_{0R} \dots (1)$$

$$0.8 L_{60G} / L_{0G} < L_{60B} / L_{0B} < 1.2 L_{60G} / L_{0G} \dots (2)$$

を満たすように、前記有機EL層からの光の配光特性を調整するものであることが好ましい。

[0187] 上記の構成であれば、青色画素から出射される光の輝度と、赤色蛍光体層および緑色蛍光体層から出射される光の輝度とのずれが非常に小さくなるため、斜めから見た際の赤色および緑色の光の輝度と青色の光の輝度とのずれを、視認できない程度に抑えることができる。

[0188] また、本発明に係る有機EL素子では、前記赤色蛍光体層から出射される光のうち、正面方向における色純度を (x_{0R}, y_{0R}) とするとともに、当該正面方向に対して60度傾いた方向における色純度を (x_{60R}, y_{60R}) とし、前記緑色蛍光体層から出射される光の正面方向における色純度を (x_{0G}, y_{0G}) とするとともに、当該正面方向に対して60度傾いた方向における色純度を (x_{60G}, y_{60G}) とし、前記配光特性調整層から出射される光の正面方向における色純度を (x_{0B}, y_{0B}) とするとともに、当該正面方向に対して60度傾いた方向における色純度を (x_{60B}, y_{60B}) としたとき、前記配光特性調整層は、以下の式(3)~(6)

$$|x_{60R} - x_{0R}| \geq |x_{60B} - x_{0B}| \dots (3)$$

$$|y_{60R} - y_{0R}| \geq |y_{60B} - y_{0B}| \dots (4)$$

$$|x_{60G} - x_{0G}| \geq |x_{60B} - x_{0B}| \dots (5)$$

$$|y_{60G} - y_{0G}| \geq |y_{60B} - y_{0B}| \dots (6)$$

を満たすように、前記有機EL層からの光の配光特性を調整するものであることが好ましい。

[0189] 上記の構成であれば、青色画素から出射される光の色純度と、赤色蛍光体層および緑色蛍光体層から出射される光の色純度とのずれが非常に小さくなるため、斜めから見た際の赤色および緑色の光の色純度と青色の光の色純度とのずれを、視認できない程度に抑えることができる。

[0190] また、本発明に係る有機EL素子では、前記有機EL層が発光する光の発光強度の極大値に対応する波長が400nm以上480nm以下であることが好ましい。

[0191] 上記の構成であれば、有機EL層が発光する光の発光強度の極大値に対応する波長が400nm以上であるため、発光効率および寿命を向上させることができる。また、当該波長が480nm以下であるため、有機EL層からの光によって蛍光体層、特に緑色蛍光体層を効率よく励起させ、発光させることができる。

[0192] また、本発明に係る有機EL素子では、前記配光特性調整層は、光を散乱させるための光散乱粒子を含んでおり、前記赤色蛍光体層が含む赤色蛍光体の平均粒子径を $d_{50(R)}$ とし、前記緑色蛍光体層が含む緑色蛍光体の平均粒子径を $d_{50(G)}$ とし、前記光散乱粒子の平均粒子径を $d_{50(B)}$ とすると、下記式(7)および(8)

$$0.8d_{50(B)} < d_{50(R)} < 1.2d_{50(B)} \dots (7)$$

$$0.8d_{50(B)} < d_{50(G)} < 1.2d_{50(B)} \dots (8)$$

を満たすことが好ましい。

[0193] 上記の構成であれば、青色画素から出射される光の輝度および色純度と、赤色蛍光体層および緑色蛍光体層から出射される光の輝度および色純度とのそれぞれのずれが非常に小さくなる。そのため、斜めから見た際の赤色および緑色の光の輝度および色純度と、青色の光の輝度および色純度とのずれを、視認できない程度に抑えることができる。

[0194] また、本発明に係る有機EL素子では、前記光散乱粒子は、無機材料によ

り構成されていることが好ましい。

[0195] 上記の構成であれば、有機EL層からの指向性を有する光を、より等方的に効果的に拡散または散乱させることが可能となる。また、無機材料を使用することにより、光および熱に安定な配光特性調整層とすることが可能となる。

[0196] また、本発明に係る有機EL素子では、前記光散乱粒子は、平均粒子径が $1\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

[0197] ここで、光散乱粒子の平均粒子径が $1\mu\text{m}$ 以下であると、光散乱粒子の粒子径が小さいため、配光特性を調整するという効果が十分に得られないが、上記構成であれば、配光特性を良好に調整することができる。また、光散乱粒子の平均粒子径が $50\mu\text{m}$ 以上であると、配光特性調整層の表面の凹凸が大きくなり、配光特性調整層の内部での散乱より、表面での散乱が支配的となり、配光特性を所望の特性に調整するという効果が得られない。しかし、上記構成であれば、配光特性調整層の表面の凹凸を小さくできるので、配光特性を良好に調整することができる。

[0198] したがって、上記の構成であれば、青色画素から出射される光の輝度および色純度を、赤色蛍光体層および緑色蛍光体層から出射される光の輝度および色純度に、より近づけることができるため、良好な視野角特性を得ることが可能となる。

[0199] また、本発明に係る有機EL素子では、前記赤色蛍光体層が含む赤色蛍光体と前記緑色蛍光体層が含む緑色蛍光体との少なくとも一方は、無機材料により構成されていることが好ましい。

[0200] 上記の構成であれば、赤色蛍光体および緑色蛍光体のうち無機材料により構成されているものを含む赤色蛍光体層または緑色蛍光体層を、光および熱に安定な層（膜）とすることが可能となる。

[0201] また、本発明に係る有機EL素子では、前記赤色蛍光体層が含む赤色蛍光体と前記緑色蛍光体層が含む緑色蛍光体との少なくとも一方の平均粒子径が、 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

- [0202] 上記の構成であれば、蛍光体の平均粒子径が $0.5\mu\text{m}$ 以上であるため高い発光効率を得ることができる。また、平均粒子径が $50\mu\text{m}$ 以下であるため、赤色蛍光体層または緑色蛍光体層として平坦な膜を形成することが容易になり、周囲の層との間に空間が生じて発光効率が低下することを防ぐことができる。
- [0203] また、本発明に係る有機EL素子では、前記半透明電極は、銀を含むことが好ましい。上記の構成であれば、半透明電極の反射率および透過率を好適なものとすることができる。
- [0204] また、本発明に係る有機EL素子では、前記半透明電極の膜厚が、 10nm 以上 30nm 以下であることが好ましい。
- [0205] 上記の構成であれば、膜厚が 10nm 以上であるため、半透明電極による光の反射を十分に行なえるため、高い干渉の効果を得ることができる。また、膜厚が 30nm 以下であるため、光を効率よく透過でき、十分な輝度および発光効率を得ることができる。
- [0206] また、本発明に係る有機EL素子では、前記有機EL層が、青色領域の燐光を発光する燐光材料を含んでいることが好ましい。
- [0207] 上記の構成であれば、発光効率が高いため、消費電力を抑えることが可能になる。
- [0208] また、本発明に係る有機EL素子では、前記赤色蛍光体層、前記緑色蛍光体層および配光特性調整層における光の出射面上にカラーフィルターを備えていることが好ましい。
- [0209] 上記の構成であれば、赤色蛍光体層、緑色蛍光体層、および配光特性調整層から出射される光の色純度を高めることができる。したがって、有機ELディスプレイに用いた場合に、色再現範囲を広げることが可能となる。
- [0210] また、本発明に係る有機EL素子では、前記半透明電極に対して前記有機EL層とは反対側に偏光板が設けられていることが好ましい。
- [0211] 上記の構成であれば、外光による半透明電極からの反射光、外光により励起された赤色蛍光体層および緑色蛍光体層からの発光の影響を劇的に低減さ

せることができる。したがって、有機ELディスプレイに用いた場合に、コントラストを向上させることが可能となる。

[0212] また、本発明に係る有機EL素子では、前記有機EL層と、前記赤色蛍光体層、前記緑色蛍光体層、および前記配光特性調整層との間に、前記赤色蛍光体層、前記緑色蛍光体層および前記配光特性調整層に対してスイッチングを行なうための液晶層を備えていることが好ましい。

[0213] 上記の構成であれば、液晶層がいわゆるスイッチング素子として機能するため、有機ELディスプレイに用いた場合に、表示品位の優れた有機ELディスプレイを提供することが可能となる。

[0214] また、本発明に係る有機ELディスプレイでは、前記有機EL素子をアクティブマトリックス駆動するアクティブ素子を備えていることが好ましい。

[0215] 上記の構成であれば、表示品位の優れた有機ELディスプレイを提供することができる。また、パッシブ駆動する場合に比べ、発光時間を長くすることができることから、所望の輝度を得るための駆動電圧を低減することが可能となり、消費電力を低く抑えることが可能となる。

[0216] また、本発明に係る有機ELディスプレイでは、前記アクティブ素子は、前記反射電極に対して前記有機EL層とは反対側に設けられていることが好ましい。

[0217] 上記の構成であれば、アクティブ素子における配線等を考慮することなく、開口率を高くすることができる。したがって、消費電力が低く抑えられた有機ELディスプレイを提供することが可能となる。

[0218] 以下に実施例を示し、本発明の実施の形態についてさらに詳しく説明する。もちろん、本発明は以下の実施例に限定されるものではなく、細部については様々な態様が可能であることはいうまでもない。

実施例

[0219] 以下の各実施例により本発明を詳細に説明するが、本発明はこれらの例によってなんら限定されるものではない。

[0220] 〔実施例1〕

上述した第1実施形態における有機ELディスプレイ20と同じ構成の有機ELディスプレイを備えた有機EL表示装置を作製した。以下、有機ELディスプレイ20の構成部材と同じ機能を有する部材には同じ部材番号を付すこととする。

[0221] まず、有機EL部22が形成された基板1（有機EL素子基板）を作製した。

[0222] （有機EL素子基板）

基板1として、0.7mmの厚さのガラス基板を用いた。基板1上に、銀をスパッタ法により膜厚100nmとなるように成膜し、その上にインジウムスズ酸化物（ITO）を、スパッタ法により膜厚20nmとなるよう成膜し、反射電極2（陽極）を形成させた。その後、公知のフォトリソグラフィ法により、反射電極2について、2mm幅の90本のストライプ状となるようにパターンニングした。

[0223] 次に、反射電極2上にSiO₂をスパッタ法により200nm積層し、公知のフォトリソグラフィ法により、反射電極2のエッジ部を覆うように、パターン化し、隔壁層17を形成させた。ここでは、隔壁層17は、反射電極2の短辺について、端から10μm分SiO₂によって覆う構造とした。これを水洗後、純水超音波洗浄を10分、アセトン超音波洗浄を10分、イソプロピルアルコール蒸気洗浄を5分行ない、100℃にて1時間乾燥させた。

[0224] 次に、この基板1をインライン型抵抗加熱蒸着装置内の基板ホルダーに固定し、 1×10^{-4} Pa以下の真空まで減圧した後、有機EL層21における各有機層の成膜を行なった。

[0225] まず、正孔注入材料として、1,1-ビス-ジ-4-トリルアミノ-フェニル-シクロヘキサン（TAPC）を用いて、抵抗加熱蒸着法により膜厚120nmの正孔注入層4を形成した。

[0226] 次に正孔輸送材料として、N,N'-di-1-ナフチル-N,N'-ジフェニル-1,1'-ビフェニル-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン（NPD）を用い抵抗加熱蒸着法により膜厚40nmの正孔輸送層5を

形成した。

- [0227] 次いで、正孔輸送層5上に、発光層6として青色有機発光層（厚さ：30 nm）を形成した。この青色有機発光層は、1, 4-ビス-トリフェニルシリル-ベンゼン（UGH-2）（ホスト材料）とビス〔（4, 6-ジフルオロフェニル）-ピリジナト-N, C2'〕ピコリネート-イリジウム（I I I）（F I r p i c）（青色燐光発光ドーパント）とを用いて、それぞれの蒸着速度を $1.5 \text{ \AA}/\text{sec}$ 、 $0.2 \text{ \AA}/\text{sec}$ とし、共蒸着することで作製した。
- [0228] 次いで、発光層6の上に、2, 9-ジメチル-4, 7-ジフェニル-1, 10-フェナントロリン（BCP）を用いて正孔防止層7（厚さ：10 nm）を形成した。次いで、正孔防止層7の上に、トリス（8-ヒドロキシキノリン）アルミニウム（Alq₃）を用いて電子輸送層8（厚さ：30 nm）を形成した。次いで、電子輸送層8の上に、フッ化リチウム（LiF）を用いて電子注入層9（厚さ：0.5 nm）を形成した。
- [0229] この後、半透明電極10を形成した。まず、基板1を金属蒸着用チャンバーに固定した。次に、半透明電極形成用のシャドーマスク（反射電極2の長辺方向と直行する向きに、2 mm幅のストライプ状に半透明電極10を形成できるように、開口部が形成されているマスク）と基板1とをアライメントし、電子注入層9の表面に真空蒸着法によりマグネシウムと銀とをそれぞれ $0.1 \text{ \AA}/\text{sec}$ 、 $0.9 \text{ \AA}/\text{sec}$ の蒸着速度により共蒸着させ、マグネシウム銀を厚さ1 nmにて所望のパターンにより形成した。その上に、干渉効果を高める目的、および半透明電極10における配線抵抗による電圧降下を防止する目的から、銀を $1 \text{ \AA}/\text{sec}$ の蒸着速度によって厚さ19 nmにて所望のパターンに形成した。これにより、半透明電極10が形成された。
- [0230] 有機EL部22の反射電極2と半透明電極10との間は、有機EL層21から発光する光のうち、マイクロキャビティ効果により有機EL部22から発光する光のピークの波長が460 nm、半値幅が50 nmとなるような光学距離（有機総膜厚：230 nm）に設定した。

- [0231] 作製された有機EL部22は、反射電極2と半透明電極10との間においてマイクロキャビティ効果（干渉効果）が得られ、正面輝度の高い光を出射できるものである。したがって、有機EL部22からの発光エネルギーを、赤色蛍光体層13、緑色蛍光体層14および配光特性調整層15により効率よく伝搬させることが可能となる。
- [0232] 次にプラズマCVD法により、 $3\mu\text{m}$ の SiO_2 からなる無機封止膜11を形成した。無機封止膜11は、シャドーマスクを用いて、表示部の上下左右の端から幅2mmの領域（封止エリア）までパターニング形成した。なお、表示部とは、画像が表示される部分をさす。
- [0233] 以上の工程により、有機EL素子基板が作製された。
- [0234] 次に、赤色蛍光体層13、緑色蛍光体層14および配光特性調整層15が形成された封止基板16（蛍光体基板）を作製した。
- [0235] （蛍光体基板）
- 封止基板16として 0.7mm のガラス基板を用い、封止基板16上に、 3mm 幅の赤色蛍光体層13、緑色蛍光体層14、および配光特性調整層15を形成した。
- [0236] まず、赤色蛍光体層13の形成について説明する。平均粒子径 5nm のエアロジル 0.16g にエタノール 15g および γ -グリシドキシプロピルトリエトキシシラン 0.22g を加えて、開放系において室温下1時間攪拌した。次に、この混合物と、平均粒子径（ $d_{50(R)}$ ）が $1.0\mu\text{m}$ の赤色蛍光体 $\text{K}_5\text{Eu}_{2.5}(\text{WO}_4)_{6.25}$ 20g とを乳鉢に移し、よくすり混ぜた後、 70°C のオーブンで2時間、さらに 120°C のオーブンで2時間加熱し、表面改質した $\text{K}_5\text{Eu}_{2.5}(\text{WO}_4)_{6.25}$ を得た。次に表面改質を施した $\text{K}_5\text{Eu}_{2.5}(\text{WO}_4)_{6.25}$ 10g に、水/ジメチルスルホキシド=1/1の混合溶液（ 300g ）に溶解したポリビニルアルコール 30g を加え、分散機により攪拌した塗液（赤色蛍光体形成用塗液）を作製した。この塗液を、スクリーン印刷法により、封止基板16上に 3mm 幅において所望の位置に塗布した。その後真空オーブン（ 200°C 、 10mmHg の条件）において4時間

加熱乾燥し、赤色蛍光体層 13 を形成した。

[0237] 次に、緑色蛍光体層 14 の形成について説明する。平均粒子径 5 nm のエアロジル 0.16 g にエタノール 15 g および γ -グリシドキシプロピルトリエトキシシラン 0.22 g を加えて開放系において室温下 1 時間攪拌した。この混合物と、平均粒子径 ($d_{50(G)}$) が $1.0 \mu\text{m}$ の緑色蛍光体 $\text{Ba}_2\text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+}$ 20 g とを乳鉢に移し、よくすり混ぜた後、 70°C のオーブンで 2 時間、さらに 120°C のオーブンで 2 時間加熱し、表面改質した $\text{Ba}_2\text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+}$ を得た。次に表面改質を施した $\text{Ba}_2\text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+}$ 10 g に、水/ジメチルスルホキシド = 1/1 の混合溶液 (300 g) に溶解したポリビニルアルコール 30 g を加え、分散機により攪拌した塗液 (緑色蛍光体形成用塗液) を作製した。この塗液を、スクリーン印刷法により、封止基板 16 上に 3 mm 幅において所望の位置に塗布した。その後真空オーブン (200°C 、 10 mmHg の条件) において 4 時間加熱乾燥し、緑色蛍光体層 14 を形成した。

[0238] 次に、配光特性調整層 15 の形成について説明する。光散乱粒子として用いた平均粒子径 ($d_{50(B)}$) $1.5 \mu\text{m}$ のシリカ粒子 (屈折率: 1.65) 20 g に、水/ジメチルスルホキシド = 1/1 の混合溶液 (300 g) に溶解したポリビニルアルコール 30 g を加え、分散機により攪拌して塗液 (配光特性調整層形成用塗液) を作製した。この塗液を、スクリーン印刷法により、封止基板 16 上に 3 mm 幅において所望の位置に塗布した。その後真空オーブン (200°C 、 10 mmHg の条件) において 4 時間加熱乾燥し、配光特性調整層 15 を形成した。

[0239] 以上の工程により、蛍光体基板が作製された。

[0240] (貼り合わせ工程)

次に以上のように作製した有機 EL 素子基板と蛍光体基板とを貼り合わせる、貼り合わせ工程を行なった。貼り合わせる前に、蛍光体基板には熱硬化樹脂を塗布し、この熱硬化樹脂を介して両基板を密着させた。なお、表示部の外に形成されている位置合わせマーカーにより位置合わせを行なった。そ

の後、90℃にて2時間加熱することで熱硬化樹脂を硬化させた。なお、貼り合わせ工程は、有機ELの水分による劣化を防止する目的から、ドライエア環境（水分量：-80℃）において行なった。

- [0241] 最後に、周辺に形成されている端子を外部電源に接続することにより、有機EL表示装置を完成させた。
- [0242] 作製した有機EL表示装置を用いて、外部電源により所望の電源を印加し、赤色画素、緑色画素および青色画素からの光の配光特性、および視野角に対する色純度の変化を測定した。測定値をもとに、各画素について、光の正面方向における輝度を1としたときの、正面方向に対して60度傾いた方向における相対輝度（ L_{60R}/L_{0R} 、 L_{60G}/L_{0G} 、 L_{60B}/L_{0B} ）を算出した。また、各画素について、正面方向に対して60度傾いた方向における色純度から、正面方向における色純度を減じた値（ $(x_{60R}-x_{0R})$ 、 $(y_{60R}-y_{0R})$ 、 $(x_{60G}-x_{0G})$ 、 $(y_{60G}-y_{0G})$ 、 $(x_{60B}-x_{0B})$ 、 $(y_{60B}-y_{0B})$ ）を算出し、色純度変化量とした。
- [0243] これらの結果を図5、図6および表1に示す。図5は、本発明の一実施例における有機EL表示装置によって得られる光の配光特性を示す図である。また、図6は、本発明の一実施例における有機EL表示装置における視野角に対する色純度の変化を示すグラフである。
- [0244] これらの結果に示されるように、本実施例においては、赤色画素、緑色画素および青色画素からの光が全て等方的であることが分かった。また、各色の画素によって相対輝度にほとんど差がなく、また、各画素において視野角によって色純度がほとんど変化しないことが示された。したがって、視野角特性が良好であり、視野角による各色の画素の輝度および色純度のずれが非常に小さい有機EL表示装置であることが示された。

[0245] [実施例2]

平均粒子径（ $d_{50(R)}$ ）20 μm の赤色蛍光体を用いて赤色蛍光体層13を形成し、平均粒子径（ $d_{50(G)}$ ）25 μm の緑色蛍光体を用いて緑色蛍光体層14を形成し、光散乱粒子として平均粒子径（ $d_{50(B)}$ ）20 μm のシリカ粒

子を用いて配光特性調整層 15 を形成した。これらの点以外は、実施例 1 と同様の構成および方法を用いて、有機 EL 表示装置を作製した。

[0246] 作製した有機 EL 表示装置を用いて、赤色画素、緑色画素および青色画素からの光の配光特性、および視野角に対する色純度の変化を測定し、実施例 1 と同様に、相対輝度および色純度変化量を算出した。その結果を表 1 に示す。

[0247] 表 1 に示すように、各色の画素によって相対輝度にほとんど差がなく、また、各画素において視野角によって色純度がほとんど変化しないことが示された。したがって、視野角特性が良好であり、視野角による各色の画素の輝度および色純度のずれが非常に小さい有機 EL 表示装置であることが示された。

[0248] [実施例 3]

平均粒子径 ($d_{50(R)}$) $50 \mu m$ の赤色蛍光体を用いて赤色蛍光体層 13 を形成し、平均粒子径 ($d_{50(G)}$) $42 \mu m$ の緑色蛍光体を用いて緑色蛍光体層 14 を形成し、光散乱粒子として平均粒子径 ($d_{50(B)}$) $50 \mu m$ のシリカ粒子を用いて配光特性調整層 15 を形成した。これらの点以外は、実施例 1 と同様の構成および方法を用いて、有機 EL 表示装置を作製した。

[0249] 作製した有機 EL 表示装置を用いて、赤色画素、緑色画素および青色画素からの光の配光特性、および視野角に対する色純度の変化を測定し、実施例 1 と同様に、相対輝度および色純度変化量を算出した。その結果を表 1 に示す。

[0250] 表 1 に示すように、各色の画素によって相対輝度にほとんど差がなく、また、各画素において視野角によって色純度がほとんど変化しないことが示された。したがって、視野角特性が良好であり、視野角による各色の画素の輝度および色純度のずれが非常に小さい有機 EL 表示装置であることが示された。

[0251] [実施例 4]

正孔注入材料として、1, 1-ビス-ジ-4-トリルアミノ-フェニル-シ

クロヘキサン（TAPC）を用いて、抵抗加熱蒸着法により膜厚140nmの正孔注入層4を形成した。また、有機EL部22の反射電極2と半透明電極10との間は、有機EL層21から発光する光のうち、マイクロキャビティ効果により有機EL部22から発光する光のピークの波長が480nm、半値幅が50nmとなるような光学距離（有機総膜厚：230nm）に設定した。これらの点以外は、実施例1と同様の構成および方法を用いて、有機EL表示装置を作製した。

[0252] 作製した有機EL表示装置を用いて、赤色画素、緑色画素および青色画素からの光の配光特性、および視野角に対する色純度の変化を測定し、実施例1と同様に、相対輝度および色純度変化量を算出した。その結果を表1に示す。

[0253] 表1に示すように、各色の画素によって相対輝度にほとんど差がなく、また、各画素において視野角によって色純度がほとんど変化しないことが示された。したがって、視野角特性が良好であり、視野角による各色の画素の輝度および色純度のずれが非常に小さい有機EL表示装置であることが示された。

[0254] [実施例5]

正孔注入材料として、1, 1-ビス-ジ-4-トリルアミノ-フェニル-シクロヘキサン（TAPC）を用いて、抵抗加熱蒸着法により膜厚100nmの正孔注入層4を形成した。また、発光層6として青色有機発光層（厚さ：30nm）を形成した。この青色有機発光層は、2-（ジフェニルホスホリン）スピロフルオレン（SPPO1）（ホスト材料）と[トリス（N, N'-ジフェニルベンズイミダゾリン-2-イリデン）イリジウム]（Ir(dpbic)₃）（青色燐光発光ドーパント）とを用いて、それぞれの蒸着速度を1.5Å/sec、0.2Å/secとし、共蒸着することで作製した。また、有機EL部22の反射電極2と半透明電極10との間は、有機EL層21から発光する光のうち、マイクロキャビティ効果により有機EL部22から発光する光のピークの波長が400nm、半値幅が50nmとなるよ

うな光学距離（有機総膜厚：200nm）に設定した。

[0255] これらの点以外は、実施例1と同様の構成および方法を用いて、有機EL表示装置を作製した。

[0256] 作製した有機EL表示装置を用いて、赤色画素、緑色画素および青色画素からの光の配光特性、および視野角に対する色純度の変化を測定し、実施例1と同様に、相対輝度および色純度変化量を算出した。その結果を表1に示す。

[0257] 表1に示すように、各色の画素によって相対輝度にほとんど差がなく、また、各画素において視野角によって色純度がほとんど変化しないことが示された。したがって、視野角特性が良好であり、視野角による各色の画素の輝度および色純度のずれが非常に小さい有機EL表示装置であることが示された。

[0258] [比較例1]

本比較例においては、有機ELディスプレイ100を備えた有機EL表示装置を作製した。有機ELディスプレイ100の構成について、図7を参照して説明する。図7は、本発明の一比較例における有機ELディスプレイの概略構成を模式的に示す断面図である。

[0259] 有機ELディスプレイ100は、基板101と、反射電極102と、エッジカバー103と、正孔注入層104と、正孔輸送層105と、発光層106と、正孔防止層107と、電子輸送層108と、電子注入層109と、半透明電極110と、無機封止膜111と、樹脂封止膜112と、赤色蛍光体層113と、緑色蛍光体層114と、封止基板116と、隔壁層117とにより構成されている。

[0260] なお、有機ELディスプレイ100は、配光特性調整層15を備えていない点以外は、実施例1における有機ELディスプレイと同様の構成である。すなわち、基板101、反射電極102、エッジカバー103、正孔注入層104、正孔輸送層105、発光層106、正孔防止層107、電子輸送層108、電子注入層109、半透明電極110、無機封止膜111、樹脂封

止膜 112、赤色蛍光体層 113、緑色蛍光体層 114、封止基板 116、隔壁層 117 は、それぞれ基板 1、反射電極 2、エッジカバー 3、正孔注入層 4、正孔輸送層 5、発光層 6、正孔防止層 7、電子輸送層 8、電子注入層 9、半透明電極 10、無機封止膜 11、樹脂封止膜 12、赤色蛍光体層 13、緑色蛍光体層 14、封止基板 16、隔壁層 17 と同様の構成である。また、作製方法についても実施例 1 と同様の方法を用いた。

[0261] 作製した有機 EL 表示装置を用いて、赤色画素、緑色画素および青色画素からの光の配光特性、および視野角に対する色純度の変化を測定し、実施例 1 と同様に、相対輝度および色純度変化量を算出した。これらの結果を図 8、図 9 および表 1 に示す。図 8 は、本発明の一比較例における有機 EL 表示装置によって得られる光の配光特性を示す図である。また、図 9 は、本発明の一比較例における有機 EL 表示装置における視野角に対する色純度の変化を示すグラフである。

[0262] これらの結果に示されるように、本比較例においては、赤色画素および緑色画素からの光は等方的であったが、青色画素からの光は指向性を有する光であった。したがって、正面方向から見たときの色に比べて、斜め方向から見たときの色は、黄色に色ずれしてしまうことが示唆された。また、青色画素からの光は、他の画素からの光に比べて相対輝度が小さく、また、色純度変化量が大きかった。

[0263] [比較例 2]

平均粒子径 ($d_{50(R)}$) $1.0 \mu\text{m}$ の赤色蛍光体を用いて赤色蛍光体層 13 を形成し、平均粒子径 ($d_{50(G)}$) $1.0 \mu\text{m}$ の緑色蛍光体を用いて緑色蛍光体層 14 を形成し、光散乱粒子として平均粒子径 ($d_{50(B)}$) $0.5 \mu\text{m}$ のシリカ粒子を用いて配光特性調整層 15 を形成した。これらの点以外は実施例 1 と同様の構成および方法を用いて、有機 EL 表示装置を作製した。

[0264] 作製した有機 EL 表示装置を用いて、赤色画素、緑色画素および青色画素からの光の配光特性、および視野角に対する色純度の変化を測定し、実施例 1 と同様に、相対輝度および色純度変化量を算出した。その結果を表 1 に示

す。表 1 に示すように、青色画素からの光は、他の画素からの光に比べて相対輝度が小さく、また、色純度変化量が大きかった。

[0265] [比較例 3]

平均粒子径 ($d_{50(R)}$) $1.0 \mu m$ の赤色蛍光体を用いて赤色蛍光体層 13 を形成し、平均粒子径 ($d_{50(G)}$) $1.0 \mu m$ の緑色蛍光体を用いて緑色蛍光体層 14 を形成し、平均粒子径 ($d_{50(B)}$) $100 \mu m$ のシリカ粒子を用いて配光特性調整層 15 を形成した。これらの点以外は実施例 1 と同様の構成および方法を用いて、有機 EL 表示装置を作製した。

[0266] 作製した有機 EL 表示装置を用いて、赤色画素、緑色画素および青色画素からの光の配光特性、および視野角に対する色純度の変化を測定し、実施例 1 と同様に、相対輝度および色純度変化量を算出した。その結果を表 1 に示す。表 1 に示すように、青色画素からの光は、他の画素からの光に比べて相対輝度が小さく、また、色純度変化量が大きかった。

[0267] [表 1]

	赤色蛍光体	緑色蛍光体	配光特性調整層	赤色画素		緑色画素		青色画素	
	$d_{50(R)}$ (μm)	$d_{50(G)}$ (μm)	$d_{50(B)}$ (μm)	相対輝度 ¹⁾	色純度変化量 ²⁾ (x, y)	相対輝度 ¹⁾	色純度変化量 ²⁾ (x, y)	相対輝度 ¹⁾	色純度変化量 ²⁾ (x, y)
実施例 1	1.0	1.0	1.5	1.03	0.016, -0.010	0.98	0.003, 0.015	1.00	0.000, -0.002
実施例 2	20	25	20	0.90	0.014, 0.08	0.85	0.008, 0.012	1.02	0.002, -0.005
実施例 3	50	42	50	0.76	0.014, 0.08	0.80	0.008, 0.012	0.64	0.002, -0.005
実施例 4	1.0	1.0	1.5	1.01	0.012, -0.08	0.97	0.008, 0.010	1.00	0.001, -0.004
実施例 5	1.0	1.0	1.5	0.95	0.012, 0.04	0.90	0.005, 0.011	1.05	0.002, -0.003
比較例 1	1.0	1.0	—	1.01	0.016, -0.010	1.00	0.003, 0.015	0.18	0.029, -0.050
比較例 2	1.0	1.0	0.5	1.02	0.014, 0.08	1.01	0.005, 0.013	0.51	0.012, -0.025
比較例 3	1.0	1.0	100	0.95	0.015, 0.09	0.96	0.006, 0.014	0.22	0.017, -0.030

1) 光の正面方向における輝度に対する、正面方向に対して 60 度傾いた方向における輝度の相対値
 2) 色純度変化量 = (60 度傾いた方向における色純度) - (正面方向における色純度)

[0268] [実施例 6]

上述した第 2 実施形態における有機 EL ディスプレイ 40 と同じ構成の有機 EL ディスプレイを備えた有機 EL 表示装置を作製した。以下、有機 EL ディスプレイ 40 の構成部材と同じ機能を有する部材には同じ部材番号を付すこととする。

[0269] まず、アクティブ素子が形成された基板 1（アクティブ素子基板）を作製した。

[0270] （アクティブ素子基板）

基板 1 として、100×100mm 角のガラス基板を用いた。基板 1 上に、PECVD 法を用いて、アモルファスシリコン半導体膜を形成した。続いて、結晶化処理を施すことにより多結晶シリコン半導体膜を形成した。次に、フォトリソグラフィ法を用いて多結晶シリコン半導体膜を複数の島状にパターニングした。続いて、パターニングした多結晶シリコン半導体層の上にゲート絶縁膜 44 およびゲート電極 41 をこの順番で形成し、フォトリソグラフィ法を用いてパターニングを行なった。その後、パターニングした多結晶シリコン半導体膜にリン等の不純物元素をドーピングすることによりソース電極 43 およびドレイン電極 42 を形成し、TFT 素子を作製した。

[0271] その後、平坦化膜 47 を形成した。平坦化膜 47 としては、PECVD 法で形成した窒化シリコン膜上に、スピコーターでアクリル系樹脂層を積層して形成した。まず、窒化シリコン膜を形成した後、窒化シリコン膜とゲート絶縁膜 44 とを一括してエッチングすることによりソース電極 43 および/またはドレイン電極 42 に通ずるコンタクトホールを形成し、続いて、配線 45 を形成した。その後、平坦化膜 47 としての機能を実現するアクリル系樹脂層を形成し、ゲート絶縁膜 44 および窒化シリコン膜に穿孔したドレイン電極 42 のコンタクトホールと同じ位置に、ドレイン電極 42 に通ずるコンタクトホールを形成することにより、アクティブマトリクス基板を完成させた。

[0272] なお、TFT のゲート電位を定電位にするためのコンデンサーが、スイッチング用 TFT のドレイン電極 42 と駆動用 TFT のソース電極 43 との間に層間絶縁膜等の絶縁膜を介することで形成された。

[0273] このアクティブマトリクス基板には、平坦化膜 47 を貫通して、駆動用 TFT と、有機 EL 部 22 の各画素に対応する反射電極 2 とを電氣的に接続するためのコンタクトホールが設けられている。

- [0274] 次に、平坦化膜 47 を貫通して設けられたコンタクトホールを介して、各画素を駆動する為の T F T に電氣的に接続するために、スパッタ法により、反射電極 2 (陽極) を形成した。反射電極 2 は、A l (アルミニウム) を膜厚 150 nm、I Z O (酸化インジウム-酸化亜鉛) を膜厚 20 nm にて積層して形成した。次に公知のフォトリソグラフィ法を用いて、反射電極 2 を各画素に対応した形状にパターン化した。ここでは、反射電極 2 の面積としては、300 μ m \times 100 μ m とした。
- [0275] なお、本実施例では、100 \times 100 mm 角の基板 1 に、80 \times 80 mm の表示部を形成し、表示部の上下左右に 2 mm 幅の封止エリアが設けた。また、短辺側には、封止エリアの外にそれぞれ 2 mm 幅の端子取出し部を設けた。長辺側は、折り曲げを行なう方側に、2 mm 幅の端子取出し部を設けた。
- [0276] 次に反射電極 2 の上に S i O₂ をスパッタ法により 200 nm 積層し、公知のフォトリソグラフィ法により、反射電極 2 のエッジ部を覆うように、パターン化する。ここでは、反射電極 2 の端から 10 μ m 分だけ 4 辺を S i O₂ で覆う構造とし、これをエッジカバー 3 とした。
- [0277] 以上の工程により、アクティブ素子基板が作製された。次の工程前に、このアクティブ素子基板を洗浄した。アクティブ素子基板の洗浄としては、アセトンおよび I P A を用いて超音波洗浄を 10 分間行ない、次に、U V -オゾン洗浄を 30 分間行なった。
- [0278] 次に、このアクティブ素子基板を用いて、有機 E L 素子基板を作製した。
- [0279] (有機 E L 素子基板)
- アクティブ素子基板を用いて、実施例 1 と同じ材料および方法を用いて有機 E L 層 21、半透明電極 10 および無機封止膜 11 を形成させ、有機 E L 素子基板を作製した。
- [0280] 次に、赤色蛍光体層 13、緑色蛍光体層 14 および配光特性調整層 15 が形成された封止基板 16 (蛍光体基板) を作製した。
- [0281] (蛍光体基板)

実施例 1 と同様の材料および方法を用いて蛍光体基板を作製した。

[0282] なお、赤色蛍光体層 1 3 は、赤色蛍光体として平均粒子径 ($d_{50(R)}$) が $1.0 \mu\text{m}$ の赤色蛍光体 $\text{K}_5\text{Eu}_{2.5}(\text{WO}_4)_{6.25}$ を用い、赤色蛍光体形成用塗液を $110 \mu\text{m}$ 幅において塗布することにより形成した。

[0283] 緑色蛍光体層 1 4 は、緑色蛍光体として平均粒子径 ($d_{50(R)}$) が $1.0 \mu\text{m}$ の緑色蛍光体 $\text{Ba}_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$ を用い、緑色蛍光体形成用塗液を $110 \mu\text{m}$ 幅において塗布することにより形成した。

[0284] 配光特性調整層 1 5 は、実施例 1 と同じ配光特性調整層形成用塗液を $110 \mu\text{m}$ 幅において塗布することにより形成した。

[0285] 以上の工程により、蛍光体基板が作製された。

[0286] (貼り合わせ工程)

次に、実施例 1 における貼り合わせ工程と同様の工程によって、有機 EL 素子基板と蛍光体基板とを貼り合わせた。

[0287] 最後に、基板の短辺側に形成されている端子をソースドライバを介して電源回路に接続し、長辺側に形成されている端子をゲートドライバを介して外部電源に接続することにより、 $80 \times 80 \text{mm}$ の表示部を有するアクティブ駆動型の有機 EL 表示装置を完成させた。

[0288] 作製した有機 EL 表示装置を用いて、外部電源により所望の電源を印加した結果、視野角特性が良好な画像を得ることができた。

[0289] [実施例 7]

上述した第 3 実施形態における有機 EL ディスプレイ 6 0 と同じ構成の有機 EL ディスプレイを備えた有機 EL 表示装置を作製した。以下、有機 EL ディスプレイ 6 0 の構成部材と同じ機能を有する部材には同じ部材番号を付すこととする。

[0290] 実施例 1 と同様の材料および方法を用いて有機 EL 素子基板を作製するとともに、以下の工程により、液晶基板と蛍光体基板とを作製した。

[0291] (液晶基板)

基板 6 2 としてガラス基板を用い、このガラス基板上に、公知の方法によ

りTFTからなるスイッチング素子を形成させた。次に、このTFTとコンタクトホールを介して電氣的に接続するように、膜厚100nmのITO透明電極を形成した。次に、有機EL素子基板の有機EL部22における画素と同一のピッチの透明電極63となるように、公知のフォトリソ法を用いてITO透明電極をパターンニングした。次に、印刷法を用いて配向膜64を形成した。

[0292] (蛍光体基板)

実施例1と同様の方法により、封止基板16上に赤色蛍光体層13、緑色蛍光体層14、および配光特性調整層15を形成した。次に、赤色蛍光体層13、緑色蛍光体層14、および配光特性調整層15の上に、スピコート法により、アクリル系樹脂を用いて平坦化膜66を形成した。

[0293] 次に、平坦化膜66上に、公知の方法により、偏光フィルム61、透明電極63、および配向膜64を形成した。

[0294] 次に、これらの液晶基板および蛍光体基板を用いて液晶・蛍光体基板を製作した。

[0295] (液晶・蛍光体基板)

液晶基板と蛍光体基板とを、10 μ mのスペーサーを介して接着し、これらの間に、TNモードの液晶材料を注入して液晶層65を形成させた。また、基板62における透明電極63が形成されている面とは反対側の面に、公知の方法により偏光フィルム61を形成した。以上の工程により、液晶・蛍光体基板を完成させた。

[0296] (貼り合わせ工程)

次に、有機EL素子基板と液晶・蛍光体基板とを貼り合わせる、貼り合わせ工程を行なった。貼り合わせる前に、液晶・蛍光体基板には熱硬化樹脂を塗布し、この熱硬化樹脂を介して両基板を密着させた。なお、実施例1と同様に位置合わせ、硬化を行なった。

[0297] 最後に、周辺に形成されている端子を外部電源に接続することにより、有機EL表示装置を完成させた。

[0298] 作製した有機EL表示装置を用いて、外部電源により有機EL部22に所望の電源を印加し、液晶部の透明電極63に液晶を駆動させるための所望の電圧を印加した結果、視野角特性が良好な画像を得ることができた。

[0299] 発明の詳細な説明の項においてなされた具体的な実施形態または実施例は、あくまでも、本発明の技術内容を明らかにするものであって、そのような具体例にのみ限定して狭義に解釈されるべきものではなく、本発明の精神と次に記載する請求の範囲内で、いろいろと変更して実施することができるものである。

産業上の利用可能性

[0300] 本発明は、良好な視野角特性を有し、かつ視野角による各色の画素の輝度および色純度のずれが小さい有機EL素子を低コストにて提供できるので、有機ELディスプレイ、有機EL表示装置などに好適に利用することができる。

符号の説明

- [0301] 2 反射電極
- 10 半透明電極
- 13 赤色蛍光体層
- 14 緑色蛍光体層
- 15 配光特性調整層
- 20 有機ELディスプレイ
- 21 有機EL層
- 35 駆動用TFT（アクティブ素子）
- 40 有機ELディスプレイ
- 60 有機ELディスプレイ
- 61 偏光フィルム（偏光板）
- 65 液晶層

請求の範囲

[請求項1]

反射電極と、半透明電極と、
 前記反射電極および前記半透明電極に挟持され、青色の光を発光する有機EL層と、
 前記有機EL層からの光を赤色領域の光に変換する赤色蛍光体層と、
 、
 前記有機EL層からの光を緑色領域の光に変換する緑色蛍光体層と、
 、
 前記有機EL層からの光の配光特性を調整する配光特性調整層により構成されている青色画素とを備えており、
 前記反射電極および前記半透明電極が、マイクロキャビティ効果を発現する構造であることを特徴とする有機EL素子。

[請求項2]

前記配光特性調整層は、前記有機EL層からの光の輝度を、前記赤色蛍光体層から出射される光の輝度および前記緑色蛍光体層から出射される光の輝度に近づけるように調整するとともに、前記有機EL層からの光の色純度を、前記赤色蛍光体層から出射される光の色純度および前記緑色蛍光体層から出射される光の色純度に近づけるように調整するものであることを特徴とする請求項1に記載の有機EL素子。

[請求項3]

前記赤色蛍光体層から出射される光のうち、正面方向における輝度を L_{0R} とするとともに、当該正面方向に対して60度傾いた方向における輝度を L_{60R} とし、前記緑色蛍光体層から出射される光のうち、正面方向における輝度を L_{0G} とするとともに、当該正面方向に対して60度傾いた方向における輝度を L_{60G} とし、前記配光特性調整層から出射される光のうち、正面方向における輝度を L_{0B} とするとともに、当該正面方向に対して60度傾いた方向における輝度を L_{60B} としたとき、

前記配光特性調整層は、以下の式(1)および(2)

$$0.8 L_{60R} / L_{0R} < L_{60B} / L_{0B} < 1.2 L_{60R} / L_{0R} \cdots (1)$$

)

$$0.8 L_{60G}/L_{0G} < L_{60B}/L_{0B} < 1.2 L_{60G}/L_{0G} \cdots (2)$$

)

を満たすように、前記有機EL層からの光の配光特性を調整するものであることを特徴とする請求項1または2に記載の有機EL素子。

[請求項4]

前記赤色蛍光体層から出射される光のうち、正面方向における色純度を (x_{0R}, y_{0R}) とするとともに、当該正面方向に対して60度傾いた方向における色純度を (x_{60R}, y_{60R}) とし、前記緑色蛍光体層から出射される光の正面方向における色純度を (x_{0G}, y_{0G}) とするとともに、当該正面方向に対して60度傾いた方向における色純度を (x_{60G}, y_{60G}) とし、前記配光特性調整層から出射される光の正面方向における色純度を (x_{0B}, y_{0B}) とするとともに、当該正面方向に対して60度傾いた方向における色純度を (x_{60B}, y_{60B}) としたとき、

前記配光特性調整層は、以下の式(3)～(6)

$$|x_{60R} - x_{0R}| \geq |x_{60B} - x_{0B}| \cdots (3)$$

$$|y_{60R} - y_{0R}| \geq |y_{60B} - y_{0B}| \cdots (4)$$

$$|x_{60G} - x_{0G}| \geq |x_{60B} - x_{0B}| \cdots (5)$$

$$|y_{60G} - y_{0G}| \geq |y_{60B} - y_{0B}| \cdots (6)$$

を満たすように、前記有機EL層からの光の配光特性を調整するものであることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の有機EL素子。

[請求項5]

前記有機EL層が発光する光の発光強度の極大値に対応する波長が400nm以上480nm以下であることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の有機EL素子。

[請求項6]

前記配光特性調整層は、光を散乱させるための光散乱粒子を含んでおり、

前記赤色蛍光体層が含む赤色蛍光体の平均粒子径を $d_{50(R)}$ とし、

前記緑色蛍光体層が含む緑色蛍光体の平均粒子径を $d_{50(G)}$ とし、前記光散乱粒子の平均粒子径を $d_{50(B)}$ とすると、下記式 (7) および (8)

$$0.8 d_{50(B)} < d_{50(R)} < 1.2 d_{50(B)} \cdots (7)$$

$$0.8 d_{50(B)} < d_{50(G)} < 1.2 d_{50(B)} \cdots (8)$$

を満たすことを特徴とする請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載の有機 EL 素子。

[請求項7] 前記光散乱粒子は、無機材料により構成されていることを特徴とする請求項 6 に記載の有機 EL 素子。

[請求項8] 前記光散乱粒子は、平均粒子径が $1 \mu m$ 以上 $50 \mu m$ 以下であることを特徴とする請求項 6 または 7 のいずれか 1 項に記載の有機 EL 素子。

[請求項9] 前記赤色蛍光体層が含む赤色蛍光体と前記緑色蛍光体層が含む緑色蛍光体との少なくとも一方は、無機材料により構成されていることを特徴とする請求項 1～8 のいずれか 1 項に記載の有機 EL 素子。

[請求項10] 前記赤色蛍光体層が含む赤色蛍光体と前記緑色蛍光体層が含む緑色蛍光体との少なくとも一方の平均粒子径が、 $0.5 \mu m$ 以上 $50 \mu m$ 以下であることを特徴とする請求項 1～9 のいずれか 1 項に記載の有機 EL 素子。

[請求項11] 前記半透明電極は、銀を含むことを特徴とする請求項 1～10 のいずれか 1 項に記載の有機 EL 素子。

[請求項12] 前記半透明電極の膜厚が、 $10 nm$ 以上 $30 nm$ 以下であることを特徴とする請求項 1～11 のいずれか 1 項に記載の有機 EL 素子。

[請求項13] 前記有機 EL 層が、青色領域の燐光を発光する燐光材料を含んでいることを特徴とする請求項 1～12 のいずれか 1 項に記載の有機 EL 素子。

[請求項14] 前記赤色蛍光体層、前記緑色蛍光体層および配光特性調整層における光の出射面上にカラーフィルターを備えていることを特徴とする請

求項 1 ~ 13 のいずれか 1 項に記載の有機 EL 素子。

[請求項15] 前記半透明電極に対して前記有機 EL 層とは反対側に偏光板が設けられていることを特徴とする請求項 1 ~ 14 のいずれか 1 項に記載の有機 EL 素子。

[請求項16] 前記有機 EL 層と、前記赤色蛍光体層、前記緑色蛍光体層、および前記配光特性調整層との間に、前記赤色蛍光体層、前記緑色蛍光体層および前記配光特性調整層に対してスイッチングを行なうための液晶層を備えていることを特徴とする請求項 1 ~ 15 のいずれか 1 項に記載の有機 EL 素子。

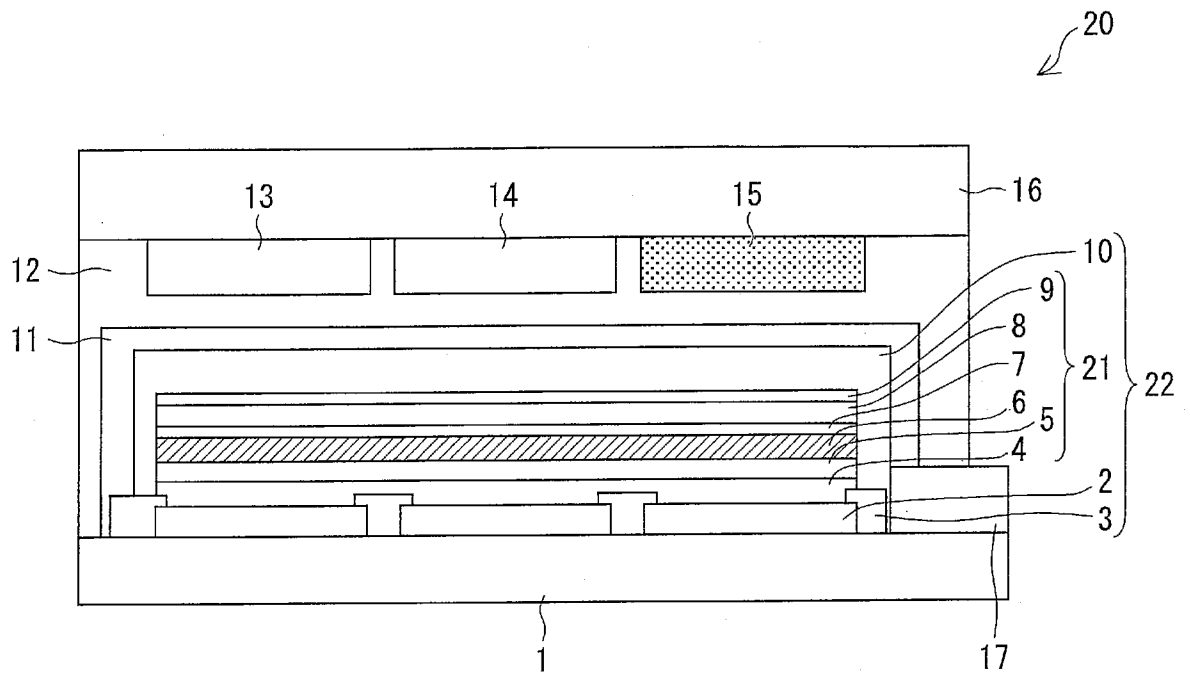
[請求項17] 請求項 1 ~ 16 のいずれか 1 項に記載の有機 EL 素子を備えることを特徴とする有機 EL ディスプレイ。

[請求項18] 前記有機 EL 素子をアクティブマトリックス駆動するアクティブ素子を備えていることを特徴とする請求項 17 に記載の有機 EL ディスプレイ。

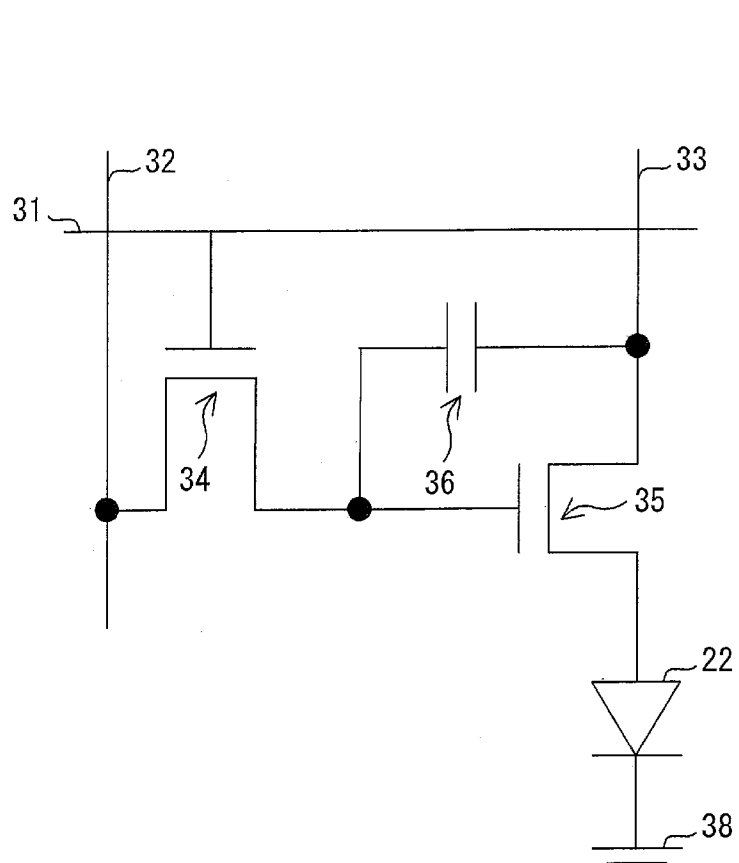
[請求項19] 前記アクティブ素子は、前記反射電極に対して前記有機 EL 層とは反対側に設けられていることを特徴とする請求項 18 に記載の有機 EL ディスプレイ。

[請求項20] 請求項 17 ~ 19 のいずれか 1 項に記載の有機 EL ディスプレイを備えていることを特徴とする有機 EL 表示装置。

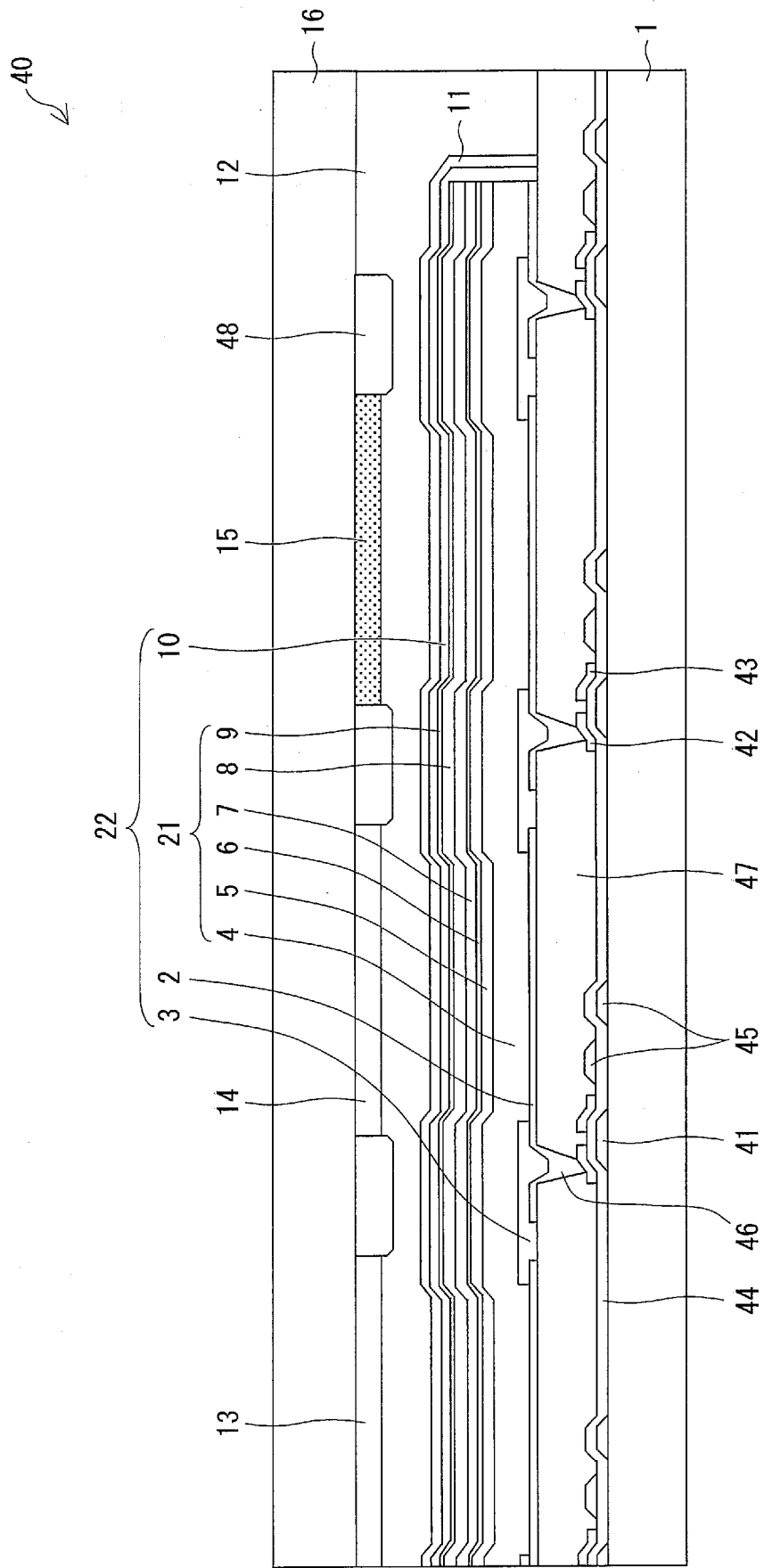
[図1]



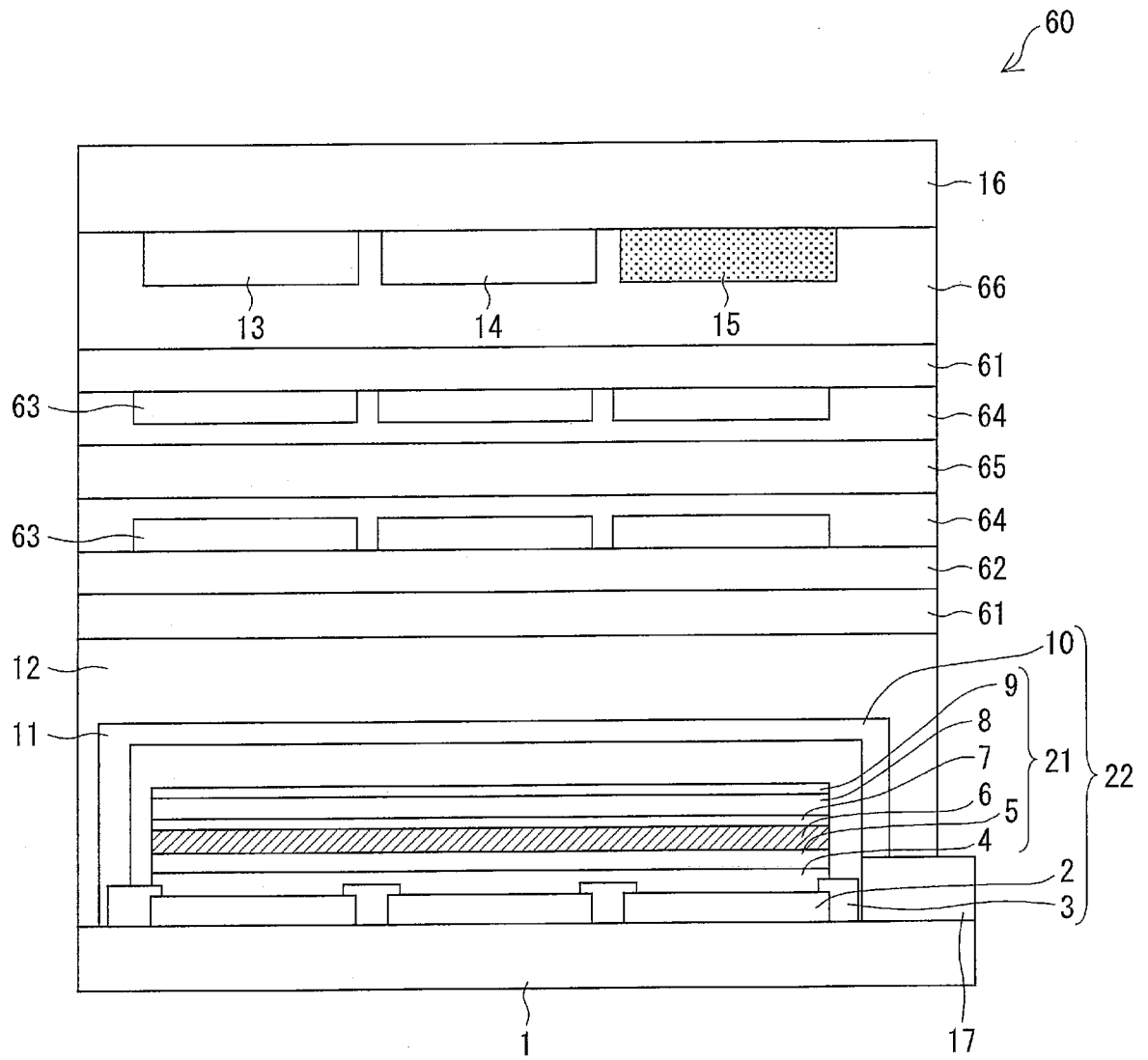
[図2]



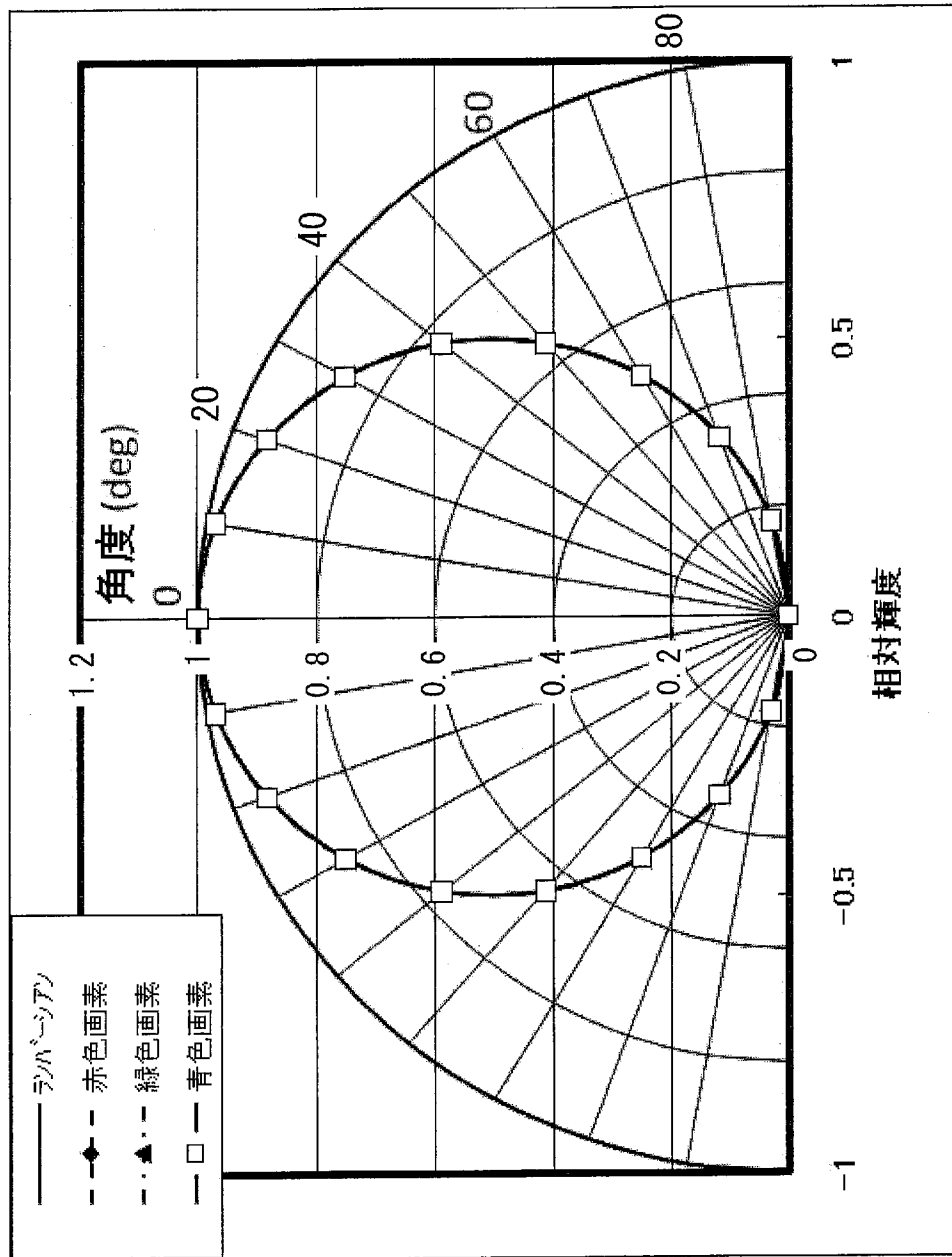
[]3



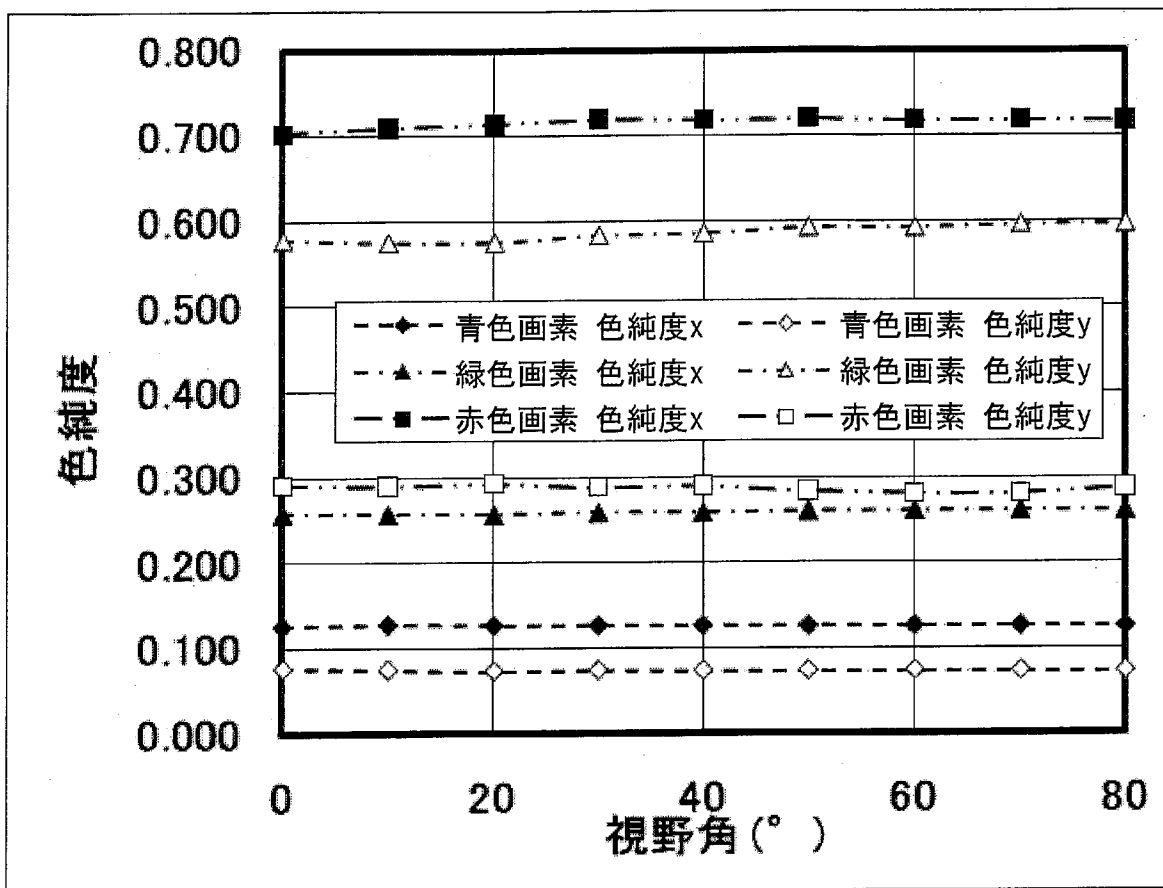
[図4]



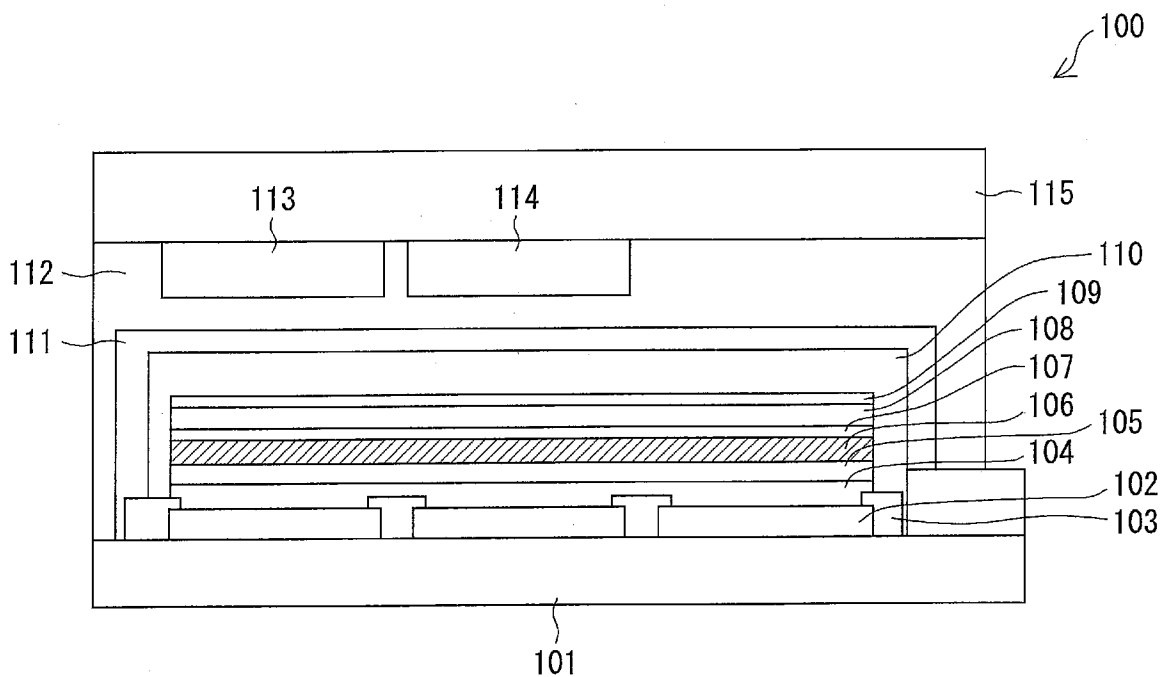
[図5]



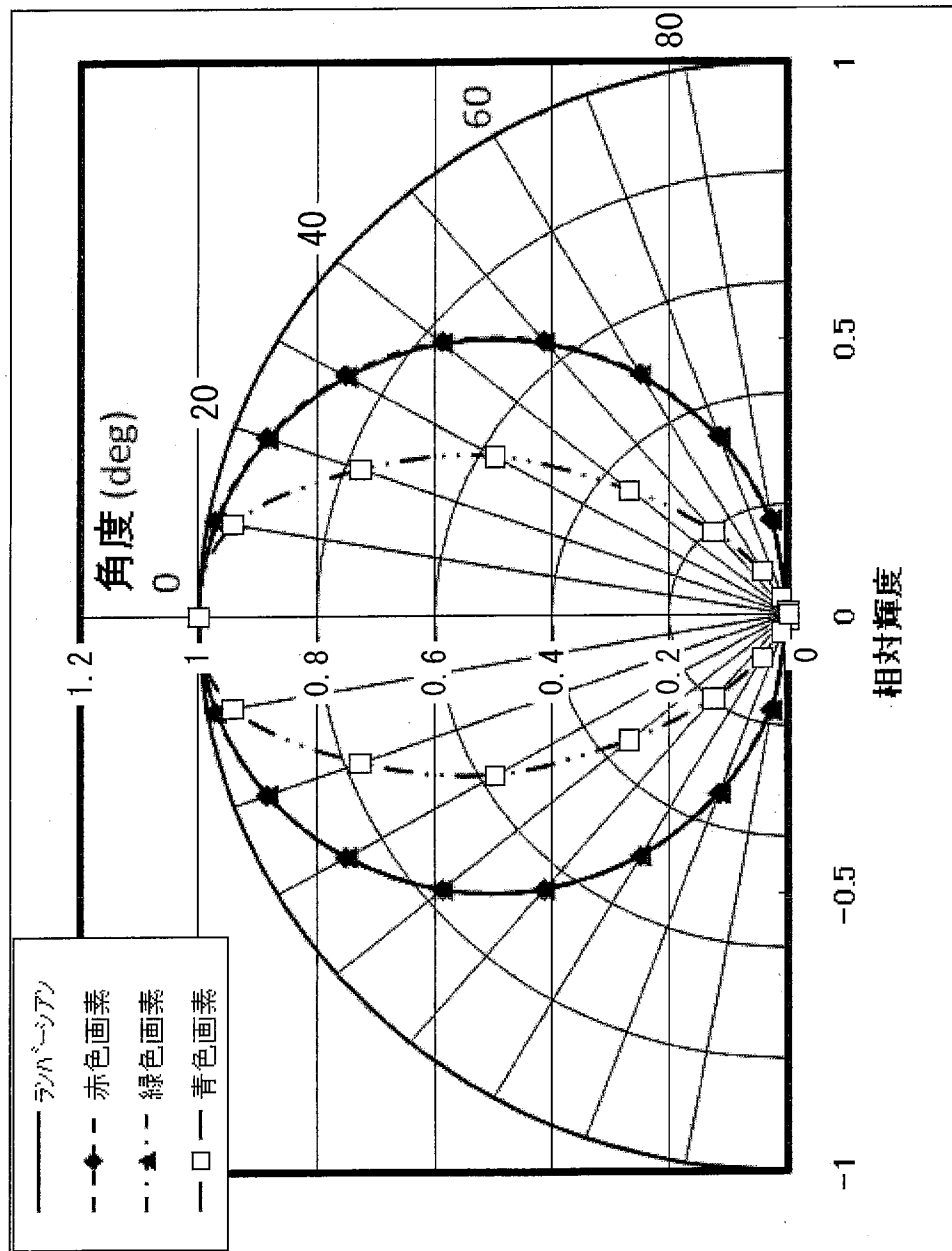
[图6]



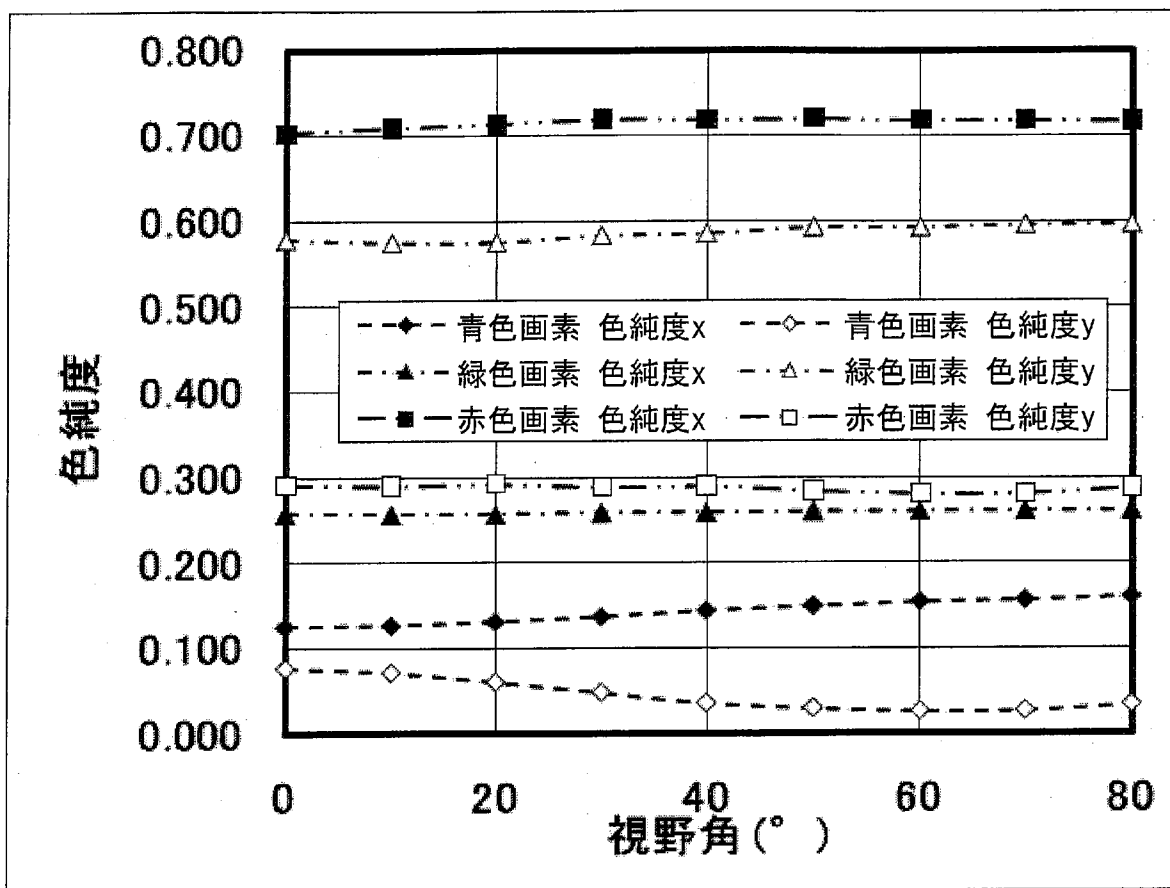
[图7]



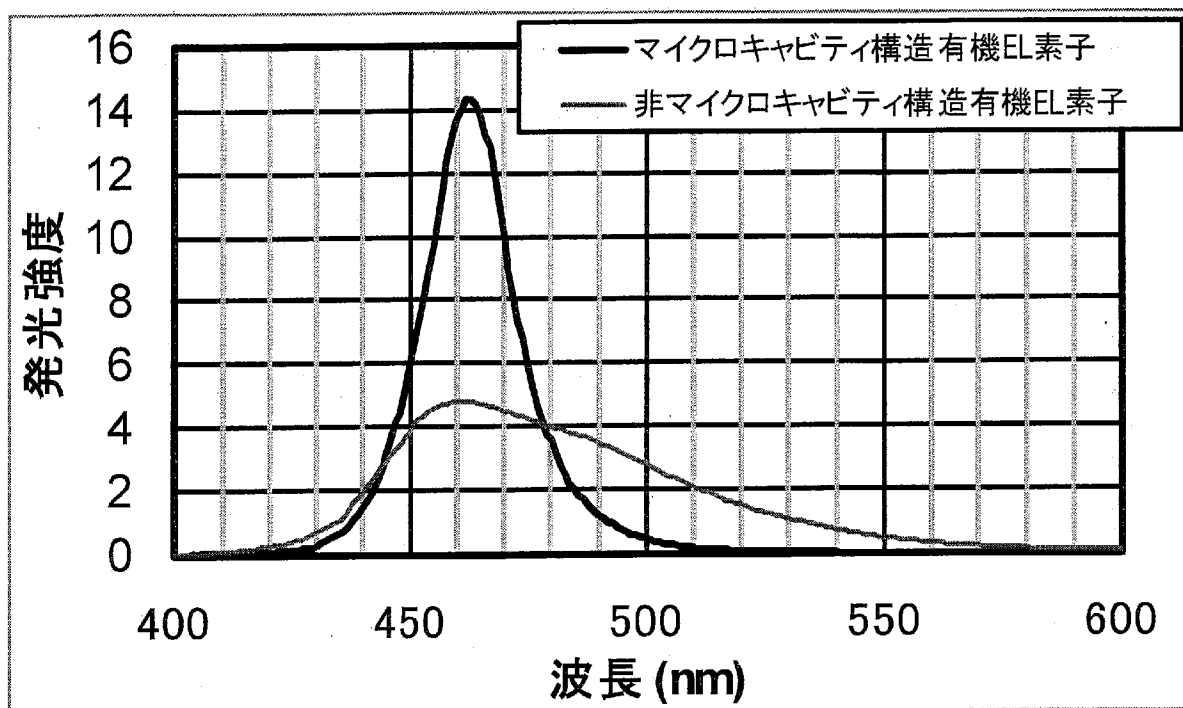
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/051650

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05B33/02(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i, H05B33/12(2006.01)i, H05B33/24(2006.01)i, H05B33/26(2006.01)i, H05B33/28(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H05B33/00-33/28, H01L51/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 9-92466 A (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 04 April 1997 (04.04.1997), claims; paragraphs [0019], [0080]; fig. 3 (Family: none)	1, 5, 9, 11-14, 17-20
Y	JP 2004-205974 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 22 July 2004 (22.07.2004), paragraph [0061] (Family: none)	2-4, 6-8, 10, 15, 16
Y	JP 2004-205974 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 22 July 2004 (22.07.2004), paragraph [0061] (Family: none)	2-4, 6-8, 10
Y	JP 2008-516405 A (Koninklijke Philips Electronics N.V.), 15 May 2008 (15.05.2008), claim 5; paragraph [0034] & US 2008/0093977 A1 & EP 1803175 A & WO 2006/040704 A1 & DE 602005023891 D & KR 10-2007-0085321 A	6-8, 10

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
25 February, 2011 (25.02.11)

Date of mailing of the international search report
08 March, 2011 (08.03.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/051650

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 9-80434 A (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 28 March 1997 (28.03.1997), fig. 3 (Family: none)	15,16

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H05B33/02(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i, H05B33/12(2006.01)i, H05B33/24(2006.01)i, H05B33/26(2006.01)i, H05B33/28(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H05B33/00-33/28, H01L51/50

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2011年
日本国実用新案登録公報	1996-2011年
日本国登録実用新案公報	1994-2011年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 9-92466 A (出光興産株式会社) 1997.04.04, 【特許請求の範囲】 【0019】【0080】【図3】 (ファミリーなし)	1, 5, 9, 11-14, 17-20
Y		2-4, 6-8, 10, 15, 16
Y	JP 2004-205974 A (富士写真フイルム株式会社) 2004.07.22, 【0061】 (ファミリーなし)	2-4, 6-8, 10

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

25.02.2011

国際調査報告の発送日

08.03.2011

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

野田 洋平

20

3210

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2008-516405 A (コーニンクレッカ フィリップス エレクトロ ニクス エヌ ヴィ) 2008.05.15, 【請求項5】【0034】 & US 2008/0093977 A1 & EP 1803175 A & WO 2006/040704 A1 & DE 602005023891 D & KR 10-2007-0085321 A	6-8, 10
Y	JP 9-80434 A (出光興産株式会社) 1997.03.28, 【図3】 (ファミリーなし)	15, 16