

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6681961号
(P6681961)

(45) 発行日 令和2年4月15日(2020.4.15)

(24) 登録日 令和2年3月26日(2020.3.26)

(51) Int.Cl.

F I

H05B 33/24 (2006.01)

H05B 33/24

H01L 51/50 (2006.01)

H05B 33/14

A

H05B 33/12 (2006.01)

H05B 33/12

B

H05B 33/26 (2006.01)

H05B 33/26

Z

H05B 33/22 (2006.01)

H05B 33/12

E

請求項の数 4 (全 49 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2018-203676 (P2018-203676)

(22) 出願日 平成30年10月30日(2018.10.30)

(62) 分割の表示 特願2016-175332 (P2016-175332)
の分割

原出願日 平成24年3月23日(2012.3.23)

(65) 公開番号 特開2019-50206 (P2019-50206A)

(43) 公開日 平成31年3月28日(2019.3.28)

審査請求日 平成30年11月28日(2018.11.28)

(31) 優先権主張番号 特願2011-68680 (P2011-68680)

(32) 優先日 平成23年3月25日(2011.3.25)

(33) 優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)

(73) 特許権者 000153878

株式会社半導体エネルギー研究所

神奈川県厚木市長谷398番地

(72) 発明者 大澤 信晴

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
半導体エネルギー研究所内

(72) 発明者 佐々木 俊毅

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
半導体エネルギー研究所内

(72) 発明者 瀬尾 哲史

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
半導体エネルギー研究所内

審査官 中山 佳美

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光パネル及び発光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1乃至第4の発光素子を有し、

前記第1乃至第4の発光素子からは、それぞれ異なる色の光が取り出され、

前記異なる色は、赤、緑、青、白であり、

前記第1乃至第4の発光素子は、それぞれ、反射膜と、半透過・半反射膜と、発光層と、
光学調整層とを有し、

前記第1乃至第4の発光素子の前記発光層は共通であり、

前記発光層は、600nm以上800nm未満の波長を有する光と、400nm以上600nm未満の波長を有する光と、を含む光を発し、

前記赤の光が取り出される発光素子と、前記白の光が取り出される発光素子の前記光学
調整層の膜厚は、第1の膜厚を有し、

前記緑の光が取り出される発光素子の前記光学調整層の膜厚は、前記第1の膜厚とは異なる第2の膜厚を有し、

前記青の光が取り出される発光素子の前記光学調整層の膜厚は、前記第1の膜厚及び前記第2の膜厚とは異なる第3の膜厚を有し、

前記赤の光が取り出される発光素子及び前記白の光が取り出される発光素子のそれぞれは、前記反射膜と前記半透過・半反射膜の間の光学距離が600nm以上800nm未満のN/2倍(Nは自然数)であり、

前記緑の光が取り出される発光素子は、前記反射膜と前記半透過・半反射膜の間の光学

距離が500nm以上600nm未満の $N/2$ 倍(N は自然数)であり、

前記青の光が取り出される発光素子は、前記反射膜と前記半透過・半反射膜の間の光学距離が400nm以上500nm未満の $N/2$ 倍(N は自然数)であり、

前記赤の光が取り出される発光素子は、赤色を呈する光を透過する層が設けられており、

前記緑の光が取り出される発光素子、前記青の光が取り出される発光素子及び前記白の光が取り出される発光素子は、特定の光のみを透過する層が設けられていない発光パネル。

【請求項2】

請求項1において、

前記第1乃至第4の発光素子から取り出される光は、それぞれ前記第1乃至第4の発光素子の光学調整層を含むマイクロキャビティにより強調された光である発光パネル。

【請求項3】

請求項1または請求項2において、

前記第1乃至第4の発光素子の光学調整層が導電性を備え、電極としての機能を有する発光パネル。

【請求項4】

請求項1乃至3のいずれか一に記載の発光パネルを用いた発光装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光パネル、それを用いた発光装置、および発光パネルの作製方法に関する。

【背景技術】

【0002】

携帯電話、パーソナルコンピュータ、スマートフォン、電子ブックなどの普及が進み、生活の中で表示装置を使用する時間が長くなっている。

【0003】

表示装置を備えるこれらの電子機器が身近に置かれるようになった結果、従来は文具が用いられてきたような単純な用途にも、これらの電子機器が用いられるようになってきた。具体的には、従来は手帳を用いていたスケジュール管理、住所録、メモ等が、スマートフォンに代表される多機能な電子機器を用いて行われるようになってきた。

【0004】

また、一対の電極の間に膜状に広がる発光性の有機化合物を含む層(EL層ともいう)を備える発光素子が知られている。このような発光素子は例えば有機EL素子と呼ばれ、一対の電極の間に電圧を印加すると、発光性の有機化合物から発光が得られる。そして、有機EL素子が適用された発光装置として、照明装置や、表示装置などが知られている。有機EL素子を用いた表示装置の一例が、特許文献1に開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2002-324673号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

携帯可能な情報端末には、頻繁に充電しなくても長時間使用でき、且つ軽量で可搬性に優れた性能が望まれる。また、それに搭載される表示装置には消費電力が小さいこと、軽量であることその他、長い時間使用しても目が疲労し難いこと、また、作製し易いことなどが求められている。もちろん、精細な画像や、動画を美しく再現できる性能も求められるが、例えば文具の代替え用途においては表現可能な色数を増やすことより、消費電力を低減することが優先される場合がある。なお、このような技術課題は携帯可能な電子機器に用

10

20

30

40

50

いられる表示装置を含む発光装置に限られず、据え置き型の発光装置についても、省資源、省エネルギー、高付加価値化の観点から同様の性能が望まれている。

【0007】

本発明の一態様は、このような技術的背景のもとでなされたものである。具体的には、マルチカラーの発光が可能であって、消費電力が低減された発光パネルを提供することを課題の一とする。または、マルチカラーの発光が可能であって、消費電力が低減された発光装置を提供することを課題の一とする。または、マルチカラーの表示が可能であって、消費電力が低減された発光パネルの生産性に優れた作製方法を提供することを課題の一とする。

【課題を解決するための手段】

10

【0008】

上記目的を達成するために、本発明は、一对の反射膜と半透過・半反射膜の間に、一对の電極に挟持された多成分の光を発する発光性の有機化合物を含む層と、光学調整層と、をそれぞれ備える複数の発光素子を有する構成に着目した。そして、400nm以上600nm未満の波長を有する光と600nm以上800nm未満の波長を有する光とを含む光を発する、一对の電極に挟持された発光性の有機化合物を含む層を、光学距離を600nm以上800nm未満の $N/2$ 倍（ N は自然数）とする一对の反射膜と半透過・半反射膜の間に設けて、明度が高く淡い色を呈する光を発する第1の発光素子と、光学距離を600nm以上800nm未満の $N/2$ 倍（ N は自然数）とする一对の反射膜と半透過・半反射膜の間に設け、更に赤色を呈する光を透過する層を該半透過・半反射膜に重ねて備える第2の発光素子と、光学距離を400nm以上600nm未満の $N/2$ 倍（ N は自然数）とする一对の反射膜と半透過・半反射膜の間に設けて、彩度が高く赤色とは異なる色を呈する光を発する第3の発光素子を有する構成に想到し、上記課題の解決に至った。

20

【0009】

すなわち、本発明の一態様は、一对の反射膜と半透過・半反射膜の間に、一对の電極に挟持された発光性の有機化合物を含む層と、光学調整層と、がそれぞれ設けられた第1の発光素子と、第2の発光素子と、第3の発光素子と、を有し、発光性の有機化合物を含む層は、600nm以上800nm未満の波長を有する光と、400nm以上600nm未満の波長を有する光と、を含む光を発し、第1の発光素子と第2の発光素子は、一对の反射膜と半透過・半反射膜の間の光学距離が600nm以上800nm未満の $N/2$ 倍（ N は自然数）であって且つ等しく、第2の発光素子は、赤色を呈する光を透過する層が半透過・半反射膜に重ねて設けられ、第3の発光素子は、一对の反射膜と半透過・半反射膜の間の光学距離が400nm以上600nm未満の $N/2$ 倍（ N は自然数）である発光パネルである。

30

【0010】

上記本発明の一態様の発光パネルは、一对の反射膜と半透過・半反射膜の間で強調された600nm以上800nm未満の波長を有する光と、400nm以上600nm未満の波長を有する光とを含む混合光を発する第1の発光素子と、該混合光から赤色を呈する光を透過する層を介して取り出される赤色光を発する第2の発光素子と、一对の反射膜と半透過・半反射膜の間で強調された400nm以上600nm未満の波長を有する光を発する第3の発光素子と、を備える。

40

【0011】

これにより、第1の発光素子は長時間使用しても目が疲労し難い明度が高く淡い色を呈する光を、第2の発光素子は鮮やかな赤色を呈する光を、第3の発光素子は第1の発光素子が発する光の色及び第2の発光素子が発する光の色のいずれの色とも異なる鮮やかな色を呈する光を発する発光パネルを構成できる。また、第2の発光素子を除いて特定の色を呈する光を透過する層（例えばカラーフィルタ）が設けられていないため、発光性の有機化合物を含む層が発する光を効率よく利用できる。その結果、マルチカラーの発光が可能であって、消費電力が低減された発光パネルを提供できる。

【0012】

50

また、本発明の一態様は、一对の反射膜と半透過・半反射膜の間に、一对の電極に挟持された発光性の有機化合物を含む層と、光学調整層と、がそれぞれ設けられた第1の発光素子と、第2の発光素子と、第3の発光素子と、第4の発光素子を有し、発光性の有機化合物を含む層は、600nm以上800nm未満の波長を有する光と、500nm以上600nm未満の波長を有する光と、400nm以上500nm未満の波長を有する光と、を含む光を発し、第1の発光素子と第2の発光素子は、一对の反射膜と半透過・半反射膜の間の光学距離が600nm以上800nm未満の $N/2$ 倍（ N は自然数）であって且つ等しく、第2の発光素子は、赤色を呈する光を透過する層が半透過・半反射膜に重ねて設けられ、第3の発光素子は、一对の反射膜と半透過・半反射膜の間の光学距離が500nm以上600nm未満の $N/2$ 倍（ N は自然数）であり、第4の発光素子は、一对の反射膜と半透過・半反射膜の間の光学距離が400nm以上500nm未満の $N/2$ 倍（ N は自然数）である発光パネルである。

10

【0013】

上記本発明の一態様の発光パネルは、一对の反射膜と半透過・半反射膜の間で強調された600nm以上800nm未満の波長を有する光と、強調された400nm以上600nm未満の波長を有する光とを含む混合光を発する第1の発光素子と、該混合光から赤色を呈する光を透過する層を介して取り出される赤色光を発する第2の発光素子と、一对の反射膜と半透過・半反射膜の間で強調された500nm以上600nm未満の波長を有する光を発する第3の発光素子と、一对の反射膜と半透過・半反射膜の間で強調された400nm以上500nm未満の波長を有する光を発する第4の発光素子と、を備える。

20

【0014】

これにより、第1の発光素子は長時間使用しても目が疲労し難い明度が高く淡い色を呈する光を、第2の発光素子は鮮やかな赤色を呈する光を、第3の発光素子は緑色を呈する光を、第4の発光素子は青色を呈する光を発する発光パネルを構成できる。また、第2の発光素子を除いて特定の色を呈する光を透過する層（例えばカラーフィルタ）が設けられていないため、発光性の有機化合物を含む層が発する光を効率よく利用できる。その結果、鮮やかなフルカラーの発光が可能であって、消費電力が低減された発光パネルを提供できる。

【0015】

また、本発明の一態様は、波長400nm以上800nm未満の範囲において、反射膜は、反射率が1%以上、好ましくは30%以上100%未満であり、半透過・半反射膜は、反射率が1%以上、好ましくは5%以上100%未満であって、且つ透過率が1%以上、好ましくは30%以上100%未満である上記の発光パネルである。

30

【0016】

これにより、一对の反射膜と半透過・半反射膜が微小共振器（マイクロキャビティともいう）を構成する。特に、該反射膜と該半透過・半反射膜に由来する光学距離が400nm以上600nm未満の $N/2$ 倍（ N は自然数）の発光素子は、半値幅が狭く且つ赤色を呈する光より波長が短い鮮やかな色を呈する光を発する。その結果、マルチカラーの発光が可能であって、消費電力が低減された発光パネルを提供できる。

【0017】

また、本発明の一態様は、光学調整層が導電性を備え、且つ一对の電極の一方を兼ねる上記の発光パネルである。

40

【0018】

光学調整層が電極の一方を兼ねることにより、構成が単純化され、作製が容易である。

【0019】

また、本発明の一態様は、半透過・半反射膜が導電性を備え、且つ一对の電極の他方を兼ねる上記の発光パネルである。

【0020】

半透過・半反射膜が電極の他方を兼ねることにより、構成が単純化され、作製が容易である。

50

【 0 0 2 1 】

また、本発明の一態様は、反射膜が導電性を備え、一对の電極の一方と電気的に接続されている上記の発光パネルである。

【 0 0 2 2 】

これにより、導電性を備える反射膜を介して一对の電極の一方に電力を供給できる。その結果、電極の一方の電気抵抗（例えば、シート抵抗）に起因する駆動電圧の上昇を抑制できる。よって、マルチカラーの発光が可能であって、消費電力が低減された発光パネルを提供できる。また、単純化された構成であるため、作製が容易である。

【 0 0 2 3 】

また、本発明の一態様は、第1の発光素子と、第2の発光素子と、第3の発光素子が、い
ずれも同一の工程で形成された発光性の有機化合物を含む層を備える上記の発光パネルで
ある。

10

【 0 0 2 4 】

これにより、第1の発光素子と、第2の発光素子と、第3の発光素子の発光性の有機化合物を含む層を同一の工程で作製できる。その結果、マルチカラーの発光が可能であって、消費電力が低減された発光パネルを提供できる。また、単純化された構成であるため、作製が容易である。

【 0 0 2 5 】

また、本発明の一態様は、上記の発光パネルを用いた発光装置である。

【 0 0 2 6 】

20

これにより、上記の発光パネルを表示部として備える発光装置を構成できる。その結果、マルチカラーの表示が可能であって、消費電力が低減された発光装置を提供できる。

【 0 0 2 7 】

また、本発明の一態様は、第1の発光素子乃至第4の発光素子に、導電性の反射膜を形成するステップと、第1の発光素子及び第2の発光素子に導電性の光学調整層を形成するステップと、第3の発光素子に第1の発光素子及び第2の発光素子に設けられた光学調整層より薄い光学調整層を形成するステップと、第4の発光素子に第3の発光素子に設けられた光学調整層より薄い光学調整層を形成するステップと、第1の発光素子の光学調整層と、第2の発光素子の光学調整層と、第3の発光素子の光学調整層と、第4の発光素子の反射膜に接して、600nm以上800nm未満の波長を有する光と、500nm以上600nm未満の波長を有する光と、400nm以上500nm未満の波長を有する光と、を含む光を発する発光性の有機化合物を含む層を一度に形成するステップと、発光性の有機化合物を含む層に接して、第1の発光素子の光学調整層と、第2の発光素子の光学調整層と、第3の発光素子の光学調整層と、第4の発光素子の反射膜に重なる導電性の半透過・半反射膜を形成するステップと、第2の発光素子の半透過・半反射膜に重ねて、赤色を呈する光を透過する層を設けるステップと、を有する発光パネルの作製方法である。

30

【 0 0 2 8 】

上記本発明の一態様の発光パネルの作製方法によれば、厚みが異なる二種類の光学調整層と、赤色のカラーフィルタを形成する工程により、発光色が異なる4種類の発光素子（具体的には、赤、緑、青、明度が高い淡い色を呈する発光素子）を備える発光パネルを作製
できる。その結果、フルカラーが可能な発光パネルの簡便な作製方法を提供できる。

40

【 0 0 2 9 】

なお、本明細書において、明度が高く淡い色を呈する光とは、輝度が高く色純度が低い光をいう。例えば、色度図上に赤、緑、青を三原色として配した場合、赤、緑、青を頂点とする三角形の内側に示される色は当該三原色に比べ色純度が低いといえる。また、白色の光はその三角形の中央付近に配することができ、色純度が低い光は淡い色彩を有するともいえる。

【 0 0 3 0 】

また、本明細書において、光学距離とは距離と屈折率の積をいう。したがって、屈折率が1より大きい媒体においては、光学距離は実際の距離よりも長くなる。なお、微小共振器

50

(マイクロキャビティともいう)の共振器内部の光学距離は、光学干渉を測定することにより測定できる。具体的には分光光度計を用いて、入射光に対する反射光の強度比を測定し、波長に対してプロットすることで共振器内部の光学距離を求めることができる。

【0031】

また、本明細書において、E L層とは発光素子の一对の電極間に設けられた層を示すものとする。従って、電極間に挟まれた発光物質である有機化合物を含む発光層はE L層の一態様である。

【0032】

また、本明細書において、物質Aを他の物質Bからなるマトリクス中に分散する場合、マトリクスを構成する物質Bをホスト材料と呼び、マトリクス中に分散される物質Aをゲスト材料と呼ぶものとする。なお、物質A並びに物質Bは、それぞれ単一の物質であっても良いし、2種類以上の物質の混合物であっても良いものとする。

10

【0033】

なお、本明細書中において、発光装置とは画像表示デバイス、発光デバイス、もしくは光源(照明装置含む)を指す。また、発光装置にコネクタ、例えばFPC(Flexible printed circuit)もしくはTAB(Tape Automated Bonding)テープもしくはTCP(Tape Carrier Package)が取り付けられたモジュール、TABテープやTCPの先にプリント配線板が設けられたモジュール、または発光素子が形成された基板にCOG(Chip On Glass)方式によりIC(集積回路)が直接実装されたモジュールも全て発光装置に含むものとする。

20

【発明の効果】

【0034】

本発明の一態様によれば、マルチカラーの発光が可能であって、消費電力が低減された発光パネルを提供できる。または、マルチカラーの発光が可能であって、消費電力が低減された発光装置を提供できる。または、マルチカラーの発光が可能であって、消費電力が低減された発光パネルの生産性に優れた作製方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】実施の形態に係る発光パネルの構成を説明する図。

30

【図2】実施の形態に係る発光パネルの構成を説明する図。

【図3】実施の形態に係る発光パネルの作製方法を説明する図。

【図4】実施の形態に係る発光パネルの作製方法を説明する図。

【図5】実施の形態に係る一对の電極に挟持された発光性の有機化合物を含む層を説明する図。

【図6】実施の形態に係る一对の電極に挟持された発光性の有機化合物を含む層を説明する図。

【図7】実施の形態に係る発光パネルが適用された発光装置を説明する図。

【図8】実施の形態に係る発光パネルが適用された発光装置を説明する図。

【図9】実施の形態に係る発光パネルが適用された電子機器を説明する図。

40

【図10】実施の形態に係る発光パネルが適用された電子機器を説明する図。

【図11】実施例に係る発光素子の構成を説明する図。

【図12】実施例に係る発光素子が発する光の発光スペクトルを説明する図。

【図13】実施例に係る発光素子が発する光の色度を説明する図。

【図14】実施例に係る発光素子の輝度-電流効率特性を説明する図。

【発明を実施するための形態】

【0036】

実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。但し、本発明は以下の説明に限定されず、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本発明は以下に示す実施の形態の

50

記載内容に限定して解釈されるものではない。なお、以下に説明する発明の構成において、同一部分又は同様な機能を有する部分には同一の符号を異なる図面間で共通して用い、その繰り返しの説明は省略する。

【0037】

(実施の形態1)

本実施の形態では、400nm以上600nm未満の波長を有する光と600nm以上800nm未満の波長を有する光とを含む光を発する、一対の電極に挟持された発光性の有機化合物を含む層を、光学距離を600nm以上800nm未満の $N/2$ 倍(N は自然数)とする一対の反射膜と半透過・半反射膜の間に設けて、明度が高く淡い色を呈する第1の発光素子と、光学距離を600nm以上800nm未満の $N/2$ 倍(N は自然数)とする一対の反射膜と半透過・半反射膜の間に設けて更に赤色を呈する光を透過する層を該半透過・半反射膜に重ねて備える第2の発光素子と、光学距離を400nm以上600nm未満の $N/2$ 倍(N は自然数)とする一対の反射膜と半透過・半反射膜の間に設けて、彩度が高く赤色とは異なる色を呈する第3の発光素子を有する構成を備える発光パネルについて図1を参照して説明する。

10

【0038】

具体的には、一対の反射膜と半透過・半反射膜の間に、一対の電極に挟持された発光性の有機化合物を含む層と、光学調整層と、がそれぞれ設けられた第1の発光素子と、第2の発光素子と、第3の発光素子と、を有し、該発光性の有機化合物を含む層は、600nm以上800nm未満の波長を有する光と、400nm以上600nm未満の波長を有する光と、を含む光を発し、第1の発光素子と第2の発光素子は、一対の反射膜と半透過・半反射膜の間の光学距離が等しく、且つ600nm以上800nm未満の $N/2$ 倍(N は自然数)であって、第2の発光素子は、赤色を呈する光を透過する層が半透過・半反射膜に重ねて設けられ、第3の発光素子は、一対の反射膜と半透過・半反射膜の間の光学距離が400nm以上600nm未満の $N/2$ 倍(N は自然数)である発光パネルについて説明する。なお、光学距離が600nm以上800nm未満の $N/2$ 倍(N は自然数)であるとは、具体的には光学距離が300nm以上400nm未満である場合(すなわち N が1の場合)、600nm以上800nm未満である場合(すなわち N が2の場合)、900nm以上1200nm未満である場合(すなわち N が3の場合)などを含んで意味する。

20

【0039】

本発明の一態様の発光パネルの構成を図1(A)に示す。図1(A)に例示する発光パネルは、第1の発光素子110、第2の発光素子120及び第3の発光素子130を有する。第1の発光素子110は、反射膜111a、半透過・半反射膜112及びその間に光学調整層113aと一対の電極(第1の電極101aと第2の電極102)に挟持された発光性の有機化合物を含む層103を備える。また、第2の発光素子120は、反射膜111b、半透過・半反射膜112及びその間に光学調整層113bと一対の電極(第1の電極101bと第2の電極102)に挟持された発光性の有機化合物を含む層103を備える。また、第3の発光素子130は、反射膜111c、半透過・半反射膜112及びその間に光学調整層113cと一対の電極(第1の電極101cと第2の電極102)に挟持された発光性の有機化合物を含む層103を備える。

30

40

【0040】

また、第2の発光素子は、半透過・半反射膜112側に赤色を呈する光を透過する層115を反射膜111bに重ねて備える。

【0041】

<1. 一対の反射膜と半透過・半反射膜の構成>

反射膜(111a、111b及び111c)は、波長が400nm以上800nm未満の範囲の光を反射する。特に、反射率が1%以上好ましくは30%以上100%未満であると、発光性の有機化合物を含む層103が発する光を効率よく反射できるため好ましい。

【0042】

反射膜(111a、111b及び111c)に用いることができる材料としては、アルミ

50

ニウム、銀、金、白金、銅、アルミニウムを含む合金（例えば、アルミニウム - チタン合金、アルミニウム - ネオジム合金）、または銀を含む合金（銀 - ネオジム合金）、銀を含む合金（マグネシウム - 銀）等を挙げることができる。

【0043】

半透過・半反射膜112は、波長が400nm以上800nm未満の範囲の光を一部反射し、一部を透過する。その結果、半透過・半反射膜から発光性の有機化合物を含む層103が発する光を取り出すことができる。特に、反射率が1%以上好ましくは5%以上100%未満であって、且つ透過率が1%以上好ましくは10%以上100%未満であると、対をなす反射膜との間で微小共振器が構成される。図1(A)に例示する発光パネル150の第1の発光素子110の光学距離は、反射膜111aと半透過・半反射膜112の間（矢印151で示す）に由来するものであり、第3の発光素子130の光学距離は、反射膜111cと半透過・半反射膜112の間（矢印153で示す）に由来するものである。本実施の形態の第1の発光素子と第2の発光素子においては、一对の反射膜と半透過・半反射膜が形成する微小共振器の光学距離は、600nm以上800nm未満の $N/2$ 倍（ N は自然数）に調整され、第3の発光素子においては、400nm以上600nm未満の $N/2$ 倍（ N は自然数）に調整されている。

10

【0044】

これにより、第1の発光素子は微小共振器により強調された600nm以上800nm未満の波長を有する光と、400nm以上600nm未満の波長を有する光とを含む混合光を発する。該混合光は、赤色を呈する光の成分に他の色を呈する光（例えば、青色など）の成分が混合しているため、彩度が低く、色度図上では白色に近い領域に配することができる、淡い色を呈する光であるといえる。また、第2の発光素子は該混合光から赤色を呈する光が取り出される。また、光学距離が400nm以上600nm未満の $N/2$ 倍（ N は自然数）に調整された第3の発光素子は、微小共振器により強調された半値幅が狭い鮮やかな色を呈する光（例えば、青色や緑色など）を発する。

20

【0045】

半透過・半反射膜112には、波長が400nm以上800nm未満の範囲の光を一部反射し、一部を透過する程度の厚さの金属膜を用いることができる。例えば、反射膜（111a、111b及び111c）と同様の材料を用いて、厚さ0.1nm以上100nm未満とすればよい。

30

【0046】

< 2. 光学調整層の構成 >

光学調整層は、波長が400nm以上800nm未満の範囲の光を透過する。特に、透過率が1%以上好ましくは30%以上100%未満であると、発光性の有機化合物を含む層103が発する光のエネルギーが損なわれ難いため好ましい

【0047】

光学調整層（113a、113b及び113c）に用いることができる材料としては、インジウム錫酸化物（ITO）、酸化珪素、フッ化リチウム、フッ化マグネシウム、酸化チタン、酸化窒化珪素、酸化ジルコニウム、炭化チタン等を挙げることができる。

【0048】

光学調整層は、反射膜と半透過・半反射膜の間の光学距離を調整する層である。図1(A)に例示する発光パネルにおいて、第1の発光素子110が備える光学調整層113a、第2の発光素子120が備える光学調整層113b、第3の発光素子130が備える光学調整層113cは、反射膜と半透過・半反射膜の間の光学距離を調整する。

40

【0049】

具体的には、光学調整層113aと光学調整層113bは、一对の電極に挟持された発光性の有機化合物を含む層103と合わせて、いずれも光学距離が600nm以上800nm未満の $N/2$ 倍（ N は自然数）になるように調整する。また、第3の発光素子130が備える光学調整層113cは、一对の電極に挟持された発光性の有機化合物を含む層103と合わせて、光学距離が400nm以上600nm未満の $N/2$ 倍（ N は自然数）にな

50

るように調整する。

【0050】

なお、図1(A)には、発光性の有機化合物を含む層103を挟持する一对の電極の一方に接して、反射膜(111a、111bまたは111c)との間に光学調整層が設けられている構成を図示するが、本発明の一態様はこの構成に限られない。例えば、該一对の電極の他方に接して、半透過・半反射膜との間に光学調整層を設ける構成としてもよい。また、光学調整層を二層に分けて、その一を該一对の電極の一方と反射膜(111a、111bまたは111c)の間に、またその他を該一对の電極の他方と半透過・半反射膜112との間に設ける構成としてもよい。

【0051】

光学調整層を設ける位置は、本発明の一態様の発光パネルの作製のし易さに応じて適宜決定すればよい。

【0052】

例えば、発光性の有機化合物を含む層103に水分などの不純物が拡散する現象を防ぎたい場合は、発光性の有機化合物を含む層103を形成した後にフォトリソグラフィ法を適用できない。したがって、微細で且つ厚さが異なる光学調整層を、フォトリソグラフィ法を用いて形成する場合は、発光性の有機化合物を含む層を形成する前に該光学調整層を形成する構成が好ましい。

【0053】

例えば、基板側に反射膜を設ける構成においては、発光性の有機化合物を含む層を挟持する一对の電極の一方と反射膜の間に、光学調整層を設ける構成が好ましく、基板側に半透過・半反射膜を設ける構成においては、発光性の有機化合物を含む層を挟持する一对の電極の他方と半透過・半反射膜の間に、光学調整層を設ける構成が好ましい。

【0054】

フォトリソグラフィ法を用いると、厚みが異なる光学調整層を微細なパターンで配置できる。その結果、高精細な発光素子を備えてマルチカラーの発光が可能な発光パネルを提供できる。

【0055】

なお、発光パネルに設ける光学調整層のうち、最も薄いものは、厚さを厚く調整した発光性の有機化合物を含む層が兼ねることができる。具体的には、発光パネル150において、発光性の有機化合物を含む層103の厚さを厚く調整することにより、発光性の有機化合物を含む層103は第3の発光素子130の光学調整層113cを兼ねることができる。その結果、一对の電極の一方を反射膜111cに接して設けることができる。

【0056】

また、発光性の有機化合物を含む層103の厚さを厚く調整することにより、発光性の有機化合物を含む層103は第3の発光素子130の光学調整層113cを兼ね、更に反射膜111cが一对の電極の一方を兼ねることができる。

【0057】

発光性の有機化合物を含む層が最も薄い光学調整層を兼ねる発光パネルは、厚さが異なる光学調整層の数が減るため、作製が容易である。

【0058】

また、シャドーマスク法(メタルマスク法ともいう)を用いた蒸着法やスパッタリング法により、厚さが異なる光学調整層を形成する場合は、該光学調整層を形成する工程は発光性の有機化合物を含む層を形成する前であってもよく、後であってもよく、発光性の有機化合物を含む層の内部に光学調整層を設ける構成とすることもできる。

【0059】

シャドーマスク法を用いた形成方法によれば、水分などの不純物が発光性の有機化合物を含む層に拡散する現象が生じにくいため、光学調整層をさまざまな位置に設けることが可能になり、作製工程の自由度が高まり好ましい。

【0060】

10

20

30

40

50

< 3 . 一対の電極およびそれに挟持された発光性の有機化合物を含む層の構成 >

一対の電極およびそれに挟持された発光性の有機化合物を含む層は、有機 E L 素子を構成する。本発明の一態様には、様々な構成の有機 E L 素子が適用でき、その詳細は実施の形態 4 において説明する。

【 0 0 6 1 】

< 4 . 赤色を呈する光を透過する層の構成 >

赤色を呈する光を透過する層 1 1 5 を、第 2 の発光素子 1 2 0 の半透過・半反射膜に重なる位置に設ける。赤色を呈する光を透過する層 1 1 5 としては、赤色のカラーフィルタを用いることができる。赤色を呈する光を透過する層 1 1 5 としては、例えば、顔料が分散された有機樹脂層を用いればよい。

10

【 0 0 6 2 】

第 2 の発光素子 1 2 0 において、一対の反射膜 1 1 1 b と半透過・半反射膜 1 1 2 が形成する微小共振器の光学距離は、6 0 0 n m 以上 8 0 0 n m 未満の $N / 2$ 倍 (N は自然数) に調整されている。これにより、微小共振器により強調された 6 0 0 n m 以上 8 0 0 n m 未満の波長を有する光と、4 0 0 n m 以上 6 0 0 n m 未満の波長を有する光とを含む混合光が半透過・半反射膜を透過する。半透過・半反射膜に重なる位置に設けられた赤色を呈する光を透過する層 1 1 5 は、該混合光から、赤色を呈する光を取り出す。

【 0 0 6 3 】

< 5 . 変形例 >

ここでは、光学調整層が一対の電極の一方を兼ねる場合について、図 1 (B) を用いて説明する。第 1 の発光素子 2 1 0 は、反射膜 2 1 1 a と半透過・半反射膜 2 1 2 a の間に光学調整層 2 1 3 a と発光性の有機化合物を含む層 2 0 3 を備える。なお、図 1 (B) に例示する第 1 の発光素子 2 1 0 の光学距離は、反射膜 2 1 1 a と半透過・半反射膜 2 1 2 a の間 (矢印 2 5 1 で示す) に由来するものである。

20

【 0 0 6 4 】

4 0 0 n m 以上 8 0 0 n m 未満の範囲の波長を有する光を透過し、且つ導電性を備える光学調整層は一対の電極の一方または他方として用いることができる。図 1 (B) に示す第 1 の発光素子 2 1 0 において、光学調整層 2 1 3 a は一対の電極の一方を兼ねている。その結果、単純化された構成を備えるマルチカラーの発光が可能な発光パネルを提供できる。

30

【 0 0 6 5 】

一対の電極の一方または他方を兼ねることができる光学調整層に用いることができる材料としては、例えば酸化インジウム、インジウム錫酸化物 (I T O)、インジウム亜鉛酸化物、酸化亜鉛、ガリウムを添加した酸化亜鉛 (G Z O)、アルミニウムを添加した酸化亜鉛 (A Z O) 等を含む導電膜などから選択される材料を用いることができる。また、上記の材料の他、グラフェン、導電性材料のナノウイスキーなどを成膜して用いることもできる。

【 0 0 6 6 】

また、反射膜に導電性を備える材料を用い、該反射膜と一対の電極の一方を電気的に接続する構成とすることで、一対の電極の一方の電気抵抗 (例えばシート抵抗) に起因する発光パネルの駆動電圧の上昇を抑制できる。よって、消費電力が低減されたマルチカラーの表示が可能な発光パネルを提供できる。

40

【 0 0 6 7 】

図 1 (B) に示す第 1 の発光素子 2 1 0 において、導電性の反射膜 2 1 1 a 上に導電性を有する光学調整層 2 1 3 a が積層されている。このような構成の一例として、アルミニウム膜上にチタン膜を積層した反射膜 2 1 1 a 上に、さらに光学調整層 2 1 3 a としてインジウム錫酸化物 (I T O) を積層した構成を挙げることができる。

【 0 0 6 8 】

この構成によれば、構成が単純になり且つ透明導電膜の電気抵抗が比較的高いものであっても駆動電圧の上昇を抑制できる。

50

【0069】

また、半透過・半反射膜に導電性を備え、且つ波長が400nm以上800nm未満の範囲の光を一部反射し、一部を透過する材料を用いる構成とすることで、半透過・半反射膜を一对の電極の他方として用いることができる。その結果、単純化された構成を備えるマルチカラーの発光が可能な発光パネルを提供できる。

【0070】

図1(B)に示す第1の発光素子210において、導電性の半透過・半反射膜212aは一对の電極の他方を兼ねている。その結果、単純化された構成を備えるマルチカラーの発光が可能な発光パネルを提供できる。

【0071】

一对の電極の他方を兼ねることができる半透過・半反射膜に用いることができる材料としては、例えば、反射膜と同様の材料を用いて、厚さ0.1nm以上100nm未満とすればよい。また、発光性の有機化合物を含む層にキャリアを注入できる金属を用いることもできる。例えば、銀、銀マグネシウム(Mg-Ag)合金、などは、均質な薄膜を形成し易いだけでなく、キャリアの注入に好適な仕事関数を有するため、好ましい。

【0072】

上記本発明の一態様の発光パネルは、一对の反射膜と半透過・半反射膜の間で強調された600nm以上800nm未満の波長を有する光と、400nm以上600nm未満の波長を有する光とを含む混合光を発する第1の発光素子と、該混合光から赤色を呈する光を透過する層を介して取り出される赤色光を発する第2の発光素子と、一对の反射膜と半透過・半反射膜の間で強調された400nm以上600nm未満の波長を有する光を発する第3の発光素子と、を備える。

【0073】

これにより、第1の発光素子は長時間使用しても目が疲労し難い明度が高く淡い色を呈する光を、第2の発光素子は鮮やかな赤色を呈する光を、第3の発光素子は第1の発光素子が発する光の色及び第2の発光素子が発する赤色のいずれの色とも異なる鮮やかな色を呈する光を発する発光パネルを構成できる。また、第2の発光素子の他には特定の色を呈する光を透過する層が設けられていないため、発光性の有機化合物を含む層が発する光を効率よく利用できる。その結果、マルチカラーの発光が可能であって、消費電力が低減された発光パネルを提供できる。

【0074】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【0075】

(実施の形態2)

本実施の形態では、400nm以上500nm未満の波長を有する光と、500nm以上600nm未満の波長を有する光と、600nm以上800nm未満の波長を有する光とを含む光を発する、一对の電極に挟持された発光性の有機化合物を含む層を、光学距離を600nm以上800nm未満の $N/2$ 倍(N は自然数)とする一对の反射膜と半透過・半反射膜の間に設けて、明度が高く淡い色を呈する第1の発光素子と、光学距離を600nm以上800nm未満の $N/2$ 倍(N は自然数)とする一对の反射膜と半透過・半反射膜の間に設け、更に赤色を呈する光を透過する層を該半透過・半反射膜に重ねて備える第2の発光素子と、光学距離を500nm以上600nm未満の $N/2$ 倍(N は自然数)とする一对の反射膜と半透過・半反射膜の間に設けて、彩度が高い緑色を呈する第3の発光素子と、光学距離を400nm以上500nm未満の $N/2$ 倍(N は自然数)とする一对の反射膜と半透過・半反射膜の間に設けて、彩度が高く青色を呈する第4の発光素子を有する構成を備える発光パネルについて図2を参照して説明する。

【0076】

具体的には、一对の反射膜と半透過・半反射膜の間に、一对の電極に挟持された発光性の有機化合物を含む層と、光学調整層と、がそれぞれ設けられた第1の発光素子と、第2の

10

20

30

40

50

発光素子と、第3の発光素子と、第4の発光素子を有し、発光性の有機化合物を含む層は、600nm以上800nm未満の波長を有する光と、500nm以上600nm未満の波長を有する光と、400nm以上500nm未満の波長を有する光と、を含む光を発し、第1の発光素子と第2の発光素子は、一对の反射膜と半透過・半反射膜の間の光学距離が600nm以上800nm未満の $N/2$ 倍（ N は自然数）であって且つ等しく、第2の発光素子は、赤色を呈する光を透過する層が半透過・半反射膜に重ねて設けられ、第3の発光素子は、一对の反射膜と半透過・半反射膜の間の光学距離が500nm以上600nm未満の $N/2$ 倍（ N は自然数）であり、第4の発光素子は、一对の反射膜と半透過・半反射膜の間の光学距離が400nm以上500nm未満の $N/2$ 倍（ N は自然数）である発光パネルについて説明する。

10

【0077】

本発明の一態様の発光パネルの構成を図2に示す。図2に例示する発光パネルは、第1の発光素子310、第2の発光素子320、第3の発光素子330及び第4の発光素子340を有する。

【0078】

第1の発光素子310は、反射膜311aと半透過・半反射膜312の間に光学調整層313aを有する。光学調整層313a是一对の電極の一方を、半透過・半反射膜312是一对の電極の他方を兼ねる。また、光学調整層313aと半透過・半反射膜312の間に発光性の有機化合物を含む層303を備える。

20

【0079】

第2の発光素子320は、反射膜311bと半透過・半反射膜312の間に光学調整層313bを有する。光学調整層313b是一对の電極の一方を、半透過・半反射膜312是一对の電極の他方を兼ねる。また、光学調整層313bと半透過・半反射膜312の間に発光性の有機化合物を含む層303を備える。

【0080】

第3の発光素子330は、反射膜311cと半透過・半反射膜312の間に光学調整層313cを有する。光学調整層313c是一对の電極の一方を、半透過・半反射膜312是一对の電極の他方を兼ねる。また、光学調整層313cと半透過・半反射膜312の間に発光性の有機化合物を含む層303を備える。

30

【0081】

第4の発光素子340は、反射膜311dと半透過・半反射膜312の間に発光性の有機化合物を含む層303を有する。発光性の有機化合物を含む層303は光学調整層を兼ね、反射膜311d是一对の電極の一方を、半透過・半反射膜312是一对の電極の他方を兼ねる。

【0082】

また、第2の発光素子320は、半透過・半反射膜312側に赤色を呈する光を透過する層315を備える。

【0083】

なお、図2に例示する発光パネル350の第1の発光素子310の光学距離は、反射膜311aと半透過・半反射膜312の間（矢印351で示す）に由来するものであり、第4の発光素子340の光学距離は、反射膜311dと半透過・半反射膜312の間（矢印354で示す）に由来するものである。

40

【0084】

なお、600nm以上800nm未満の波長を有する光と、500nm以上600nm未満の波長を有する光と、400nm以上500nm未満の波長を有する光と、を含む光を発する発光性の有機化合物を含む層の構成としては、所謂タンデム構造が好ましい。

【0085】

ここで、タンデム構造とは、少なくとも2つの発光性の有機化合物を含む層と中間層を有し、発光性の有機化合物を含む層が中間層を挟む構成をいう。

【0086】

50

また、中間層は少なくとも電荷発生領域を含んで形成されていればよく、電荷発生領域以外の層と積層された構成であってもよい。例えば、第1の電荷発生領域、電子リレー層及び電子注入バッファが陰極側から順次積層された構成も、中間層の一態様である。

【0087】

本実施の形態の発光性の有機化合物を含む層の構成としては、タンデム構造が好ましい理由を以下に説明する。発光性の有機化合物を含む層から多様な波長の光を含む発光を得るには、複数の種類の発光性の有機化合物を用いる必要がある。しかし、互いに近接した状態で複数の種類の発光性の有機化合物を用いると、相互作用によりそれぞれを均等に発光させることが困難になってしまう。

【0088】

そこで、発光性の有機化合物を含む層において、複数の種類の発光性の有機化合物を互いに離して分散する必要がある。例えば、発光に寄与する層（発光層という）を厚くし、複数の種類の発光性の有機化合物を分散する方法がある。しかし、発光層を単に厚くすると駆動電圧が非常に高くなり電力に対する発光効率が低下してしまうという問題を生じる。

【0089】

一方、タンデム構造を用いると、駆動電圧の上昇は穏やかであり、素子に流れる電流は一定に保たれるため発光効率の低下が抑制される。また、タンデム構造を用いると、発光層以外の層の厚さを変える自由度が高まる。その結果、発光性の有機化合物を含む層を光学調整層の一部として用いることが可能になり、発光パネルの設計の自由度が高まり便利である。

【0090】

上記本発明の一態様の発光パネルは、一对の反射膜と半透過・半反射膜の間で強調された600nm以上800nm未満の波長を有する光と、400nm以上600nm未満の波長を有する光とを含む混合光を発する第1の発光素子と、該混合光から赤色を呈する光を透過する層を介して取り出される赤色光を発する第2の発光素子と、一对の反射膜と半透過・半反射膜の間で強調された500nm以上600nm未満の波長を有する光を発する第3の発光素子と、一对の反射膜と半透過・半反射膜の間で強調された400nm以上500nm未満の波長を有する光を発する第4の発光素子と、を備える。

【0091】

これにより、第1の発光素子は長時間使用しても目が疲労し難い明度が高く淡い色を呈する光を、第2の発光素子は鮮やかな赤色を呈する光を、第3の発光素子は緑色を呈する光を、第4の発光素子は青色を呈する光を発する発光パネルを構成できる。また、第2の発光素子の他には特定の色を呈する光を透過する層が設けられていないため、発光性の有機化合物を含む層が発する光を効率よく利用できる。特に、600nm以上800nm未満の波長を有する光と、400nm以上600nm未満の波長を有する光とを含む混合光を作り出す場合、第1の発光素子は、他の発光素子のいずれか二つを点灯する場合に比べて効率よく作り出せる。したがって、色度図上で中央付近に配される色（例えば白色）を呈する光を作り出す場合は、第1の発光素子が発する光に他の発光素子が発する光を加えて作り出すと、パネル全体の消費電力を低減できる。その結果、鮮やかなフルカラーの発光が可能であって、消費電力が低減された発光パネルを提供できる。

【0092】

（実施の形態3）

本実施の形態では、400nm以上500nm未満の波長を有する光と、500nm以上600nm未満の波長を有する光と、600nm以上800nm未満の波長を有する光とを含む光を発する、一对の電極に挟持された発光性の有機化合物を含む層を、光学距離を600nm以上800nm未満の $N/2$ 倍（ N は自然数）とする一对の反射膜と半透過・半反射膜の間に設けて、明度が高く淡い色を呈する第1の発光素子と、光学距離を600nm以上800nm未満の $N/2$ 倍（ N は自然数）とする一对の反射膜と半透過・半反射膜の間に設け、更に赤色を呈する光を透過する層を該半透過・半反射膜に重ねて備える第2の発光素子と、光学距離を500nm以上600nm未満の $N/2$ 倍（ N は自然数）と

10

20

30

40

50

する一対の反射膜と半透過・半反射膜の間に設けて、彩度が高い緑色を呈する第3の発光素子と、光学距離を400nm以上500nm未満の $N/2$ 倍(N は自然数)とする一対の反射膜と半透過・半反射膜の間に設けて、彩度が高く青色を呈する第4の発光素子を有する構成を備える発光パネルの作製方法について図3を参照して説明する。

【0093】

<第1のステップ>

第1のステップでは、基板上に反射膜を形成する。反射膜は、実施の形態1において説明した材料をその材料に適した方法を用いて成膜する。本実施の形態では、ガラス基板300上にスパッタリング法を用いて導電性の反射膜311を形成する。導電性の反射膜311としては、アルミニウム-チタン合金膜とその上にチタン膜を積層した積層膜をその例に挙げることができる。

10

【0094】

<第2のステップ>

第2のステップでは、反射膜上に光学調整層を形成する。光学調整層は、実施の形態1において説明した材料をその材料に適した方法を用いて成膜すればよい。光学調整層の厚さは、第1の発光素子及び第2の発光素子に設ける光学調整層を同じとする。本実施の形態では、光学調整層として透光性を有する導電膜を、スパッタリング法を用いて導電性の反射膜311上に形成する。透光性を有する導電膜としては、インジウム錫酸化物(ITO)をその例に挙げることができる。

20

【0095】

<第3のステップ>

第3のステップでは、第3の発光素子となる領域に第1の発光素子及び第2の発光素子となる領域に設けられた光学調整層より薄い光学調整層313cを形成する。本実施の形態では、第1の発光素子と第2の発光素子となる領域を覆うレジストマスク401aを形成した後、第3の発光素子となる領域の光学調整層を薄膜化する。薄膜化する方法としては、例えば、あらかじめ所定のエッチングレートとなるように定めた条件で、所定の時間ドライエッチングすればよい。なお、この段階構成を図3(A)に示す。

【0096】

<第4のステップ>

第4のステップでは、第4の発光素子となる領域の光学調整層を第3の発光素子となる領域に設けられた光学調整層より薄くする。本実施の形態では、第1の発光素子乃至第3の発光素子となる領域を覆うレジストマスク401bを形成した後、第4の発光素子となる領域の光学調整層をエッチングにより除去する。なお、この段階構成を図3(B)に示す。

30

【0097】

次に、レジストマスク401cを用いて反射膜311と光学調整層(313a、313b及び313c)をエッチングし、一対の電極の一方となる電極を形成する。具体的には、第1の発光素子となる領域に反射膜311aと光学調整層313aを、第2の発光素子となる領域に反射膜311bと光学調整層313bを、第3の発光素子となる領域に反射膜311cと光学調整層313cを、第4の発光素子となる領域に反射膜311dを分離して形成する。なお、この段階の構成を図3(C)に示す。

40

【0098】

次に、隔壁304を形成する。隔壁304は、第1の発光素子310乃至第4の発光素子340のそれぞれが備える一対の電極の一方の表面に開口部を有する。隔壁304の形状として、様々な形状を適用できる。代表的には、隣接する発光素子との間で発光性の有機化合物を含む層または/および一対の電極の他方を分離するために段切れを引き起こす形状、またはこれらを連続するために段切れを防ぐ形状を適用できる。

【0099】

例えば、段切れを引き起こす形状としては、隔壁304が一対の電極の一方に接する脚部よりその上の台部が基板面方向にせり出す形状、具体的には逆テーパー状やひさし状の形

50

状等を用いることができる。

【0100】

例えば、段切れを防ぐ形状としては、隔壁304が一对の電極の一方に接する端部のテーパ角が10度以上85度以下好ましくは60度以上80度以下とする形状を適用できる。なお、この段階の構成を図4(A)に示す。

【0101】

<第5のステップ>

第5のステップでは、600nm以上800nm未満の波長を有する光と、500nm以上600nm未満の波長を有する光と、400nm以上500nm未満の波長を有する光と、を含む光を発する発光性の有機化合物を含む層303を、第1の発光素子310の光学調整層313aと、第2の発光素子320の光学調整層313bと、第3の発光素子330の光学調整層313cと、第4の発光素子340の反射膜311dに接して形成する。

10

【0102】

発光性の有機化合物を含む層303は、実施の形態1または実施の形態4において説明する材料をその材料に適した方法を用いて成膜する。発光性の有機化合物を含む層303の成膜方法としては、真空蒸着法、塗布法その他、インクジェット法を含む印刷法などを用いることができる。

【0103】

なお、本実施の形態では、白色を呈する光を発する発光性の有機化合物を含む層303を形成する。

20

【0104】

<第6のステップ>

第6のステップでは、発光性の有機化合物を含む層303に接して、第1の発光素子310の光学調整層313aと、第2の発光素子320の光学調整層313bと、第3の発光素子330の光学調整層313cと、第4の発光素子340の反射膜311dに重なる導電性の半透過・半反射膜312を形成する。半透過・半反射膜312の作製方法としては、波長が400nm以上800nm未満の範囲の光を一部反射し、一部を透過する程度の厚さとなるように厚さを調整して金属膜を成膜すればよい。

【0105】

30

<第7のステップ>

第7のステップでは、第2の発光素子320の半透過・半反射膜312に重ねて、赤色を呈する光を透過する層315を設ける。赤色を呈する光を透過する層315を設ける方法としては、赤色の光を透過する層315があらかじめ形成された封止基板360を用いて、赤色の光を透過する層315が第2の発光素子320の半透過・半反射膜312に重なるように、封止基板360の位置をガラス基板300に合わせてシール材を用いて貼り合わせる。上記のステップを経て作製した本発明の一態様の発光パネル350の構成を図4(B)に示す。

【0106】

上記本発明の一態様の発光パネルの作製方法によれば、発光素子毎に発光性の有機化合物を含む層を作り分ける必要がないため、例えばメタルマスク(シャドーマスクともいう)を用いない。その結果、工程が簡便で、歩留まりよく発光パネルを作製できる。

40

【0107】

また、発光性の有機化合物を含む層を形成する前にフォトリソグラフィ工程を用いて発光素子を形成するため、高精細な発光素子を容易に形成できる。

【0108】

厚みが異なる2種類の光学調整層と、赤色のカラーフィルタを形成する工程により、発光色が異なる4種類の発光素子(具体的には、赤、緑、青、明度が高い淡い色を呈する発光素子)を備える発光パネルを作製できる。その結果、フルカラーが可能な発光パネルの簡便な作製方法を提供できる。

50

【0109】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【0110】

(実施の形態4)

本実施の形態では、本発明の一態様の発光パネルに用いることができる、一对の電極に挟持された発光性の有機化合物を含む層103の構成の一例について図5及び図6を参照して説明する。なお、本明細書において一对の電極と一对の電極に挟持された発光性の有機化合物を含む層を合わせて発光ユニットという。

【0111】

本実施の形態で例示する発光ユニットは、第1の電極、第2の電極及び第1の電極と第2の電極の間に発光性の有機化合物を含む層(以下EL層という)を備える。第1の電極または第2の電極のいずれか一方は陽極、他方が陰極として機能する。EL層は第1の電極と第2の電極の間に設けられ、該EL層の構成は第1の電極と第2の電極の材質に合わせて適宜選択すればよい。以下に発光ユニットの構成の一例を例示するが、発光ユニットの構成がこれに限定されないことはいうまでもない。

【0112】

<発光ユニットの構成例1.>

発光ユニットの構成の一例を図5(A)に示す。図5(A)に示す発光ユニットは、陽極1101と陰極1102の間にEL層1103が挟まれている。

【0113】

陽極1101と陰極1102の間に、発光ユニットの閾値電圧より高い電圧を印加すると、EL層1103に陽極1101の側からホールが注入され、陰極1102の側から電子が注入される。注入された電子とホールはEL層1103において再結合し、EL層1103に含まれる発光物質が発光する。

【0114】

EL層1103は、少なくとも発光物質を含む発光層を備えていればよく、発光層以外の層と積層された構造であっても良い。発光層以外の層としては、例えばホール注入性の高い物質、ホール輸送性の高い物質、ホール輸送性に乏しい(ブロッキングする)物質、電子輸送性の高い物質、電子注入性の高い物質、並びにバイポーラ性(電子及びホールの輸送性の高い)の物質等を含む層が挙げられる。

【0115】

EL層1103の具体的な構成の一例を図5(B)に示す。図5(B)に示すEL層1103は、ホール注入層1113、ホール輸送層1114、発光層1115、電子輸送層1116、並びに電子注入層1117が陽極1101側からこの順に積層されている。

【0116】

<発光ユニットの構成例2.>

発光ユニットの構成の他の一例を図5(C)に示す。図5(C)に例示する発光ユニットは、陽極1101と陰極1102の間にEL層1103が挟まれている。さらに、陰極1102とEL層1103との間には中間層1104が設けられている。なお、当該発光ユニットの構成例2のEL層1103には、上述の発光ユニットの構成例1と同様の構成が適用可能であり、詳細については、発光ユニットの構成例1の記載を参酌できる。

【0117】

中間層1104は少なくとも電荷発生領域を含んで形成されていればよく、電荷発生領域以外の層と積層された構成であってもよい。例えば、第1の電荷発生領域1104c、電子リレー層1104b、及び電子注入バッファー1104aが陰極1102側から順次積層された構造を適用することができる。

【0118】

中間層1104における電子とホールの挙動について説明する。陽極1101と陰極1102の間に、発光ユニットの閾値電圧より高い電圧を印加すると、第1の電荷発生領域1

10

20

30

40

50

104cにおいて、ホールと電子が発生し、ホールは陰極1102へ移動し、電子は電子リレー層1104bへ移動する。電子リレー層1104bは電子輸送性が高く、第1の電荷発生領域1104cで生じた電子を電子注入バッファ1104aに速やかに受け渡す。電子注入バッファ1104aはEL層1103に電子を注入する障壁を緩和し、EL層1103への電子注入効率を高める。従って、第1の電荷発生領域1104cで発生した電子は、電子リレー層1104bと電子注入バッファ1104aを経て、EL層1103のLUMO準位に注入される。

【0119】

また、電子リレー層1104bは、第1の電荷発生領域1104cを構成する物質と電子注入バッファ1104aを構成する物質が界面で反応し、互いの機能が損なわれてしま

10

【0120】

発光ユニットの構成例2の陰極に用いることができる材料の選択の幅は、構成例1の陰極に用いることができる材料の選択の幅に比べて、広い。なぜなら、構成例2の陰極は中間層が発生する正孔を受け取ればよく、仕事関数が比較的大きな材料を適用できるからである。

【0121】

<発光ユニットの構成例3.>

発光ユニットの構成の他の一例を図6(A)に示す。図6(A)に例示する発光ユニットは、陽極1101と陰極1102の間にEL層が2つ設けられている。さらに、EL層1

20

【0122】

なお、陽極と陰極の間に設けるEL層は2つに限定されない。図6(B)に例示する発光ユニットは、EL層1103が複数積層された構造、所謂、タンデム型の発光素子の構成を備える。但し、例えば陽極と陰極の間に n (n は2以上の自然数)層のEL層1103を設ける場合には、 m (m は自然数、1以上($n-1$)以下)番目のEL層と、($m+1$)番目のEL層との間に、それぞれ中間層1104を設ける構成とする。

【0123】

また、当該発光ユニットの構成例3のEL層1103には、上述の発光ユニットの構成例1と同様の構成を適用することが可能であり、また当該発光ユニットの構成例3の中間層1104には、上述の発光ユニットの構成例2と同様の構成が適用可能である。よって、詳細については、発光ユニットの構成例1、または発光ユニットの構成例2の記載を参照できる。

30

【0124】

EL層の間に設けられた中間層1104における電子とホールの挙動について説明する。陽極1101と陰極1102の間に、発光ユニットの閾値電圧より高い電圧を印加すると、中間層1104においてホールと電子が発生し、ホールは陰極1102側に設けられたEL層へ移動し、電子は陽極側に設けられたEL層へ移動する。陰極側に設けられたEL層に注入されたホールは、陰極側から注入された電子と再結合し、当該EL層に含まれる発光物質が発光する。また、陽極側に設けられたEL層に注入された電子は、陽極側から

40

【0125】

なお、EL層同士を接して設けることで、両者の間に中間層と同じ構成が形成される場合は、EL層同士を接して設けることができる。具体的には、EL層の一方の面に電荷発生領域が形成されていると、当該電荷発生領域は中間層の第1の電荷発生領域として機能するため、EL層同士を接して設けることができる。

【0126】

発光ユニットの構成例1乃至構成例3は、互いに組み合わせて用いることができる。例え

50

ば、発光ユニットの構成例 3 の陰極と E L 層の間に中間層を設けることもできる。

【 0 1 2 7 】

< 発光ユニットに用いることができる材料 >

次に、上述した構成を備える発光ユニットに用いることができる具体的な材料について、陽極、陰極、E L 層、第 1 の電荷発生領域、電子リレー層、並びに電子注入バッファの順に説明する。

【 0 1 2 8 】

< 陽極に用いることができる材料 >

陽極 1 1 0 1 は、仕事関数の大きい（具体的には 4 . 0 e V 以上が好ましい）金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などを用いることが好ましい。具体的には、例えば、酸化インジウム - 酸化スズ（ITO : Indium Tin Oxide）、珪素若しくは酸化珪素を含有したインジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物、酸化タングステン及び酸化亜鉛を含有した酸化インジウム等が挙げられる。

10

【 0 1 2 9 】

これらの導電性金属酸化物膜は、通常スパッタリング法により成膜されるが、ゾル - ゲル法などを応用して作製しても構わない。例えば、酸化インジウム - 酸化亜鉛膜は、酸化インジウムに対し 1 w t % 以上 2 0 w t % 以下の酸化亜鉛を加えたターゲットを用いてスパッタリング法により形成することができる。また、酸化タングステン及び酸化亜鉛を含有した酸化インジウム膜は、酸化インジウムに対し酸化タングステンを 0 . 5 w t % 以上 5 w t % 以下、酸化亜鉛を 0 . 1 w t % 以上 1 w t % 以下含有したターゲットを用いてスパッタリング法により形成することができる。

20

【 0 1 3 0 】

この他、金（Au）、白金（Pt）、ニッケル（Ni）、タングステン（W）、クロム（Cr）、モリブデン（Mo）、鉄（Fe）、コバルト（Co）、銅（Cu）、パラジウム（Pd）、チタン（Ti）、または金属材料の窒化物（例えば、窒化チタン等）、モリブデン酸化物、バナジウム酸化物、ルテニウム酸化物、タングステン酸化物、マンガン酸化物、チタン酸化物等が挙げられる。また、ポリ（3 , 4 - エチレンジオキシチオフェン）/ ポリ（スチレンスルホン酸）（PEDOT / PSS）、ポリアニリン / ポリ（スチレンスルホン酸）（PAni / PSS）等の導電性ポリマーを用いても良い。

【 0 1 3 1 】

但し、陽極 1 1 0 1 と接して第 2 の電荷発生領域を設ける場合には、仕事関数を考慮せずに様々な導電性材料を陽極 1 1 0 1 に用いることができる。具体的には、仕事関数の大きい材料だけでなく、仕事関数の小さい材料を用いることもできる。第 2 の電荷発生領域を構成する材料については、第 1 の電荷発生領域と共に後述する。

30

【 0 1 3 2 】

< 陰極に用いることができる材料 >

陰極 1 1 0 2 に接して第 1 の電荷発生領域 1 1 0 4 c を、E L 層 1 1 0 3 との間に設ける場合、陰極 1 1 0 2 は仕事関数の大小に関わらず様々な導電性材料を用いることができる。

【 0 1 3 3 】

なお、陰極 1 1 0 2 および陽極 1 1 0 1 のうち少なくとも一方を、可視光を透過する導電膜を用いて形成する。可視光を透過する導電膜としては、例えば酸化タングステンを含むインジウム酸化物、酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物、インジウム錫酸化物（以下、ITO と示す。）、インジウム亜鉛酸化物、酸化ケイ素を添加したインジウム錫酸化物などを挙げることができる。また、光を透過する程度（好ましくは、5 n m 以上 3 0 n m 以下程度）の金属薄膜を用いることもできる。

40

【 0 1 3 4 】

< E L 層に用いることができる材料 >

上述した E L 層 1 1 0 3 を構成する各層に用いることができる材料について、以下に具体

50

例を示す。

【0135】

正孔注入層は、正孔注入性の高い物質を含む層である。正孔注入性の高い物質としては、例えば、モリブデン酸化物やバナジウム酸化物、ルテニウム酸化物、タングステン酸化物、マンガン酸化物等を用いることができる。この他、フタロシアニン（略称： H_2Pc ）や銅フタロシアニン（略称： $CuPc$ ）等のフタロシアニン系の化合物、或いはポリ（3,4-エチレンジオキシチオフェン）/ポリ（スチレンスルホン酸）（PEDOT/ PSS）等の高分子等によっても正孔注入層を形成することができる。

【0136】

なお、第2の電荷発生領域を用いて正孔注入層を形成してもよい。正孔注入層に第2の電荷発生領域を用いると、仕事関数を考慮せずに様々な導電性材料を陽極1101に用いることができるのは前述の通りである。第2の電荷発生領域を構成する材料については第1の電荷発生領域と共に後述する。

【0137】

正孔輸送層は、正孔輸送性の高い物質を含む層である。正孔輸送性の高い物質としては、例えば、4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル（略称：NPBまたは α -NPD）やN,N'-ビス(3-メチルフェニル)-N,N'-ジフェニル-[1,1'-ビフェニル]-4,4'-ジアミン（略称：TPD）、4-フェニル-4'-(9-フェニルフルオレン-9-イル)トリフェニルアミン（略称：BPAPFP）、4,4',4''-トリス(カルバゾール-9-イル)トリフェニルアミン（略称：TCATA）、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（略称：TDATA）、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（略称：MTDATA）、4,4'-ビス[N-(スピロ-9,9'-ビフルオレン-2-イル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル（略称：BSPB）などの芳香族アミン化合物、3-[N-(9-フェニルカルバゾール-3-イル)-N-フェニルアミノ]-9-フェニルカルバゾール（略称：PCzPCA1）、3,6-ビス[N-(9-フェニルカルバゾール-3-イル)-N-フェニルアミノ]-9-フェニルカルバゾール（略称：PCzPCA2）、3-[N-(1-ナフチル)-N-(9-フェニルカルバゾール-3-イル)アミノ]-9-フェニルカルバゾール（略称：PCzPCN1）等が挙げられる。その他、4,4'-ジ(N-カルバゾリル)ビフェニル（略称：CBP）、1,3,5-トリス[4-(N-カルバゾリル)フェニル]ベンゼン（略称：TCPB）、9-[4-(10-フェニル-9-アントラセニル)フェニル]-9H-カルバゾール（略称：CzPA）等のカルバゾール誘導体、等を用いることができる。ここに述べた物質は、主に $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する物質である。但し、電子よりも正孔の輸送性の高い物質であれば、これら以外のものを用いてもよい。なお、正孔輸送性の高い物質を含む層は、単層のものだけでなく、上記物質からなる層が二層以上積層したものとしてもよい。

【0138】

これ以外にも、ポリ(N-ビニルカルバゾール)（略称：PVK）、ポリ(4-ビニルトリフェニルアミン)（略称：PVTPA）、ポリ[N-(4-{N'-[4-(4-ジフェニルアミノ)フェニル]フェニル}-N'-フェニルアミノ}フェニル)メタクリルアミド]（略称：PTPDMA）、ポリ[N,N'-ビス(4-ブチルフェニル)-N,N'-ビス(フェニル)ベンジジン]（略称：Poly-TPD）などの高分子化合物を正孔輸送層に用いることができる。

【0139】

発光層は、発光物質を含む層である。発光物質としては、以下に示す蛍光性化合物を用いることができる。例えば、N,N'-ビス[4-(9H-カルバゾール-9-イル)フェニル]-N,N'-ジフェニルスチルベン-4,4'-ジアミン（略称：YGAS）、4-(9H-カルバゾール-9-イル)-4'-(10-フェニル-9-アントリル)トリフェニルアミン（略称：YGAPA）、4-(9H-カルバゾール-9-イル)-4'

10

20

30

40

50

- (9 , 10 - ジフェニル - 2 - アントリル) トリフェニルアミン (略称 : 2 Y G A P P A)、N , 9 - ジフェニル - N - [4 - (10 - フェニル - 9 - アントリル) フェニル] - 9 H - カルバゾール - 3 - アミン (略称 : P C A P A)、ペリレン、2 , 5 , 8 , 11 - テトラ - t e r t - ブチルペリレン (略称 : T B P)、4 - (10 - フェニル - 9 - アントリル) - 4 ' - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) トリフェニルアミン (略称 : P C B A P A)、N , N ' ' - (2 - t e r t - ブチルアントラセン - 9 , 10 - ジイルジ - 4 , 1 - フェニレン) ビス [N , N ' , N ' - トリフェニル - 1 , 4 - フェニレンジアミン] (略称 : D P A B P A)、N , 9 - ジフェニル - N - [4 - (9 , 10 - ジフェニル - 2 - アントリル) フェニル] - 9 H - カルバゾール - 3 - アミン (略称 : 2 P C A P P A)、N - [4 - (9 , 10 - ジフェニル - 2 - アントリル) フェニル] - N , N ' , N ' - トリフェニル - 1 , 4 - フェニレンジアミン (略称 : 2 D P A P P A)、N , N , N ' , N ' , N ' ' , N ' ' , N ' ' ' , N ' ' ' - オクタフェニルジベンゾ [g , p] クリセン - 2 , 7 , 10 , 15 - テトラアミン (略称 : D B C 1)、クマリリン 30、N - (9 , 10 - ジフェニル - 2 - アントリル) - N , 9 - ジフェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - アミン (略称 : 2 P C A P A)、N - [9 , 10 - ビス (1 , 1 ' - ビフェニル - 2 - イル) - 2 - アントリル] - N , 9 - ジフェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - アミン (略称 : 2 P C A B P h A)、N - (9 , 10 - ジフェニル - 2 - アントリル) - N , N ' , N ' - トリフェニル - 1 , 4 - フェニレンジアミン (略称 : 2 D P A P A)、N - [9 , 10 - ビス (1 , 1 ' - ビフェニル - 2 - イル) - 2 - アントリル] - N , N ' , N ' - トリフェニル - 1 , 4 - フェニレンジアミン (略称 : 2 D P A B P h A)、9 , 10 - ビス (1 , 1 ' - ビフェニル - 2 - イル) - N - [4 - (9 H - カルバゾール - 9 - イル) フェニル] - N - フェニルアントラセン - 2 - アミン (略称 : 2 Y G A B P h A)、N , N , 9 - トリフェニルアントラセン - 9 - アミン (略称 : D P h A P h A)、クマリリン 545 T、N , N ' - ジフェニルキナクリドン (略称 : D P Q d)、ルブレ、5 , 12 - ビス (1 , 1 ' - ビフェニル - 4 - イル) - 6 , 11 - ジフェニルテトラセン (略称 : B P T)、2 - (2 - { 2 - [4 - (ジメチルアミノ) フェニル] エテニル } - 6 - メチル - 4 H - ピラン - 4 - イリデン) プロパンジニトリル (略称 : D C M 1)、2 - { 2 - メチル - 6 - [2 - (2 , 3 , 6 , 7 - テトラヒドロ - 1 H , 5 H - ベンゾ [i j] キノリジン - 9 - イル) エテニル] - 4 H - ピラン - 4 - イリデン } プロパンジニトリル (略称 : D C M 2)、N , N , N ' , N ' - テトラキス (4 - メチルフェニル) テトラセン - 5 , 11 - ジアミン (略称 : p - m P h T D)、7 , 14 - ジフェニル - N , N , N ' , N ' - テトラキス (4 - メチルフェニル) アセナフト [1 , 2 - a] フルオランテン - 3 , 10 - ジアミン (略称 : p - m P h A F D)、2 - { 2 - イソプロビル - 6 - [2 - (1 , 1 , 7 , 7 - テトラメチル - 2 , 3 , 6 , 7 - テトラヒドロ - 1 H , 5 H - ベンゾ [i j] キノリジン - 9 - イル) エテニル] - 4 H - ピラン - 4 - イリデン } プロパンジニトリル (略称 : D C J T I)、2 - { 2 - t e r t - ブチル - 6 - [2 - (1 , 1 , 7 , 7 - テトラメチル - 2 , 3 , 6 , 7 - テトラヒドロ - 1 H , 5 H - ベンゾ [i j] キノリジン - 9 - イル) エテニル] - 4 H - ピラン - 4 - イリデン } プロパンジニトリル (略称 : D C J T B)、2 - (2 , 6 - ビス { 2 - [4 - (ジメチルアミノ) フェニル] エテニル } - 4 H - ピラン - 4 - イリデン) プロパンジニトリル (略称 : B i s D C M)、2 - { 2 , 6 - ビス [2 - (8 - メトキシ - 1 , 1 , 7 , 7 - テトラメチル - 2 , 3 , 6 , 7 - テトラヒドロ - 1 H , 5 H - ベンゾ [i j] キノリジン - 9 - イル) エテニル] - 4 H - ピラン - 4 - イリデン } プロパンジニトリル (略称 : B i s D C J T M)、S D 1 (商品名 ; S F C C o . , L t d 製) などが挙げられる。

【 0 1 4 0 】

また、発光物質としては、以下に示す燐光性化合物を用いることもできる。例えば、ビス [2 - (4 ' , 6 ' - ジフルオロフェニル) ピリジナト - N , C ² '] イリジウム (I I I) テトラキス (1 - ピラゾリル) ボラート (略称 : F I r 6)、ビス [2 - (4 ' , 6 ' - ジフルオロフェニル) ピリジナト - N , C ² '] イリジウム (I I I) ピコリナート (略称 : F I r p i c)、ビス [2 - (3 ' , 5 ' - ビストリフルオロメチルフェニル)

10

20

30

40

50

ピリジナト - N, C^{2'}] イリジウム (I I I) ピコリナート (略称 : I r (C F₃ p p y)₂ (p i c))、ビス [2 - (4' , 6' - ジフルオロフェニル) ピリジナト - N, C^{2'}] イリジウム (I I I) アセチルアセトナート (略称 : F I r a c a c)、トリス (2 - フェニルピリジナト) イリジウム (I I I) (略称 : I r (p p y)₃)、ビス (2 - フェニルピリジナト) イリジウム (I I I) アセチルアセトナート (略称 : I r (p p y)₂ (a c a c))、ビス (ベンゾ [h] キノリナト) イリジウム (I I I) アセチルアセトナート (略称 : I r (b z q)₂ (a c a c))、ビス (2, 4 - ジフェニル - 1, 3 - オキサゾラト - N, C^{2'}) イリジウム (I I I) アセチルアセトナート (略称 : I r (d p o)₂ (a c a c))、ビス [2 - (4' - パーフルオロフェニルフェニル) ピリジナト] イリジウム (I I I) アセチルアセトナート (略称 : I r (p - P F - p h)₂ (a c a c))、ビス (2 - フェニルベンゾチアゾラト - N, C^{2'}) イリジウム (I I I) アセチルアセトナート (略称 : I r (b t)₂ (a c a c))、ビス [2 - (2' - ベンゾ [4, 5 - α] チエニル) ピリジナト - N, C^{3'}] イリジウム (I I I) アセチルアセトナート (略称 : I r (b t p)₂ (a c a c))、ビス (1 - フェニルイソキノリナト - N, C^{2'}) イリジウム (I I I) アセチルアセトナート (略称 : I r (p i q)₂ (a c a c))、(アセチルアセトナト) ビス [2, 3 - ビス (4 - フルオロフェニル) キノキサリナト] イリジウム (I I I) (略称 : I r (F d p q)₂ (a c a c))、(アセチルアセトナト) ビス (2, 3, 5 - トリフェニルピラジナト) イリジウム (I I I) (略称 : I r (t p p r)₂ (a c a c))、2, 3, 7, 8, 12, 13, 17, 18 - オクタエチル - 21 H, 23 H - ボルフィリン白金 (I I) (略称 : P t O E P)、トリス (アセチルアセトナト) (モノフェナントロリン) テルビウム (I I I) (略称 : T b (a c a c)₃ (P h e n))、トリス (1, 3 - ジフェニル - 1, 3 - プロパンジオナト) (モノフェナントロリン) ユーロピウム (I I I) (略称 : E u (D B M)₃ (P h e n))、トリス [1 - (2 - テノイル) - 3, 3, 3 - トリフルオロアセトナト] (モノフェナントロリン) ユーロピウム (I I I) (略称 : E u (T T A)₃ (P h e n))、))、(ジビパロイルメタナト) ビス (2, 3, 5 - トリフェニルピラジナト) イリジウム (I I I) (略称 : I r (t p p r)₂ (d p m)) などが挙げられる。

【 0 1 4 1 】

なお、これらの発光物質は、ホスト材料に分散させて用いるのが好ましい。ホスト材料としては、例えば、NPB (略称)、TPD (略称)、TCTA (略称)、TDATA (略称)、MTDATA (略称)、BSPB (略称) などの芳香族アミン化合物、PCzPCA1 (略称)、PCzPCA2 (略称)、PCzPCN1 (略称)、CBP (略称)、TCPB (略称)、CzPA (略称)、9 - フェニル - 3 - [4 - (10 - フェニル - 9 - アントリル) フェニル] - 9 H - カルバゾール (略称 : PCzPA)、4 - フェニル - 4' - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) トリフェニルアミン (略称 : PCBABP) などのカルバゾール誘導体、PVK (略称)、PVTPh (略称)、PTPDMA (略称)、Poly - TPD (略称) などの高分子化合物を含む正孔輸送性の高い物質や、トリス (8 - キノリノラト) アルミニウム (略称 : Alq)、トリス (4 - メチル - 8 - キノリノラト) アルミニウム (略称 : Almq₃)、ビス (10 - ヒドロキシベンゾ [h] キノリナト) ベリリウム (略称 : BeBq₂)、ビス (2 - メチル - 8 - キノリノラト) (4 - フェニルフェノラト) アルミニウム (略称 : BAlq) など、キノリン骨格またはベンゾキノリン骨格を有する金属錯体、ビス [2 - (2 - ヒドロキシフェニル) ベンゾオキサゾラト] 亜鉛 (略称 : Zn (BOX)₂)、ビス [2 - (2 - ヒドロキシフェニル) ベンゾチアゾラト] 亜鉛 (略称 : Zn (BTZ)₂) などのオキサゾール系、チアゾール系配位子を有する金属錯体、さらに、2 - (4 - ビフェニリル) - 5 - (4 - tert - ブチルフェニル) - 1, 3, 4 - オキサジアゾール (略称 : PBD) や、1, 3 - ビス [5 - (p - tert - ブチルフェニル) - 1, 3, 4 - オキサジアゾール - 2 - イル] ベンゼン (略称 : OXD - 7)、9 - [4 - (5 - フェニル - 1, 3, 4 - オキサジアゾール - 2 - イル) フェニル] カルバゾール (略称 : CO11)、3 - (4 - ビフ

10

20

30

40

50

エニリル) - 4 - フェニル - 5 - (4 - t e r t - ブチルフェニル) - 1 , 2 , 4 - トリアゾール (略称 : T A Z) 、バソフェナントロリン (略称 : B P h e n) 、バソキュプロイン (略称 : B C P) などの電子輸送性の高い物質を用いることができる。

【 0 1 4 2 】

電子輸送層は、電子輸送性の高い物質を含む層である。電子輸送性の高い物質としては、例えば、A l q (略称) 、A l m q ₃ (略称) 、B e B q ₂ (略称) 、B A l q (略称) など、キノリン骨格またはベンゾキノリン骨格を有する金属錯体等を用いることができる。また、この他 Z n (B O X) ₂ (略称) 、Z n (B T Z) ₂ (略称) などのオキサゾール系、チアゾール系配位子を有する金属錯体なども用いることができる。さらに、金属錯体以外にも、P B D (略称) や、O X D - 7 (略称) 、C O 1 1 (略称) 、T A Z (略称) 、B P h e n (略称) 、B C P (略称) 、2 - [4 - (ジベンゾチオフエン - 4 - イル) フェニル] - 1 - フェニル - 1 H - ベンゾイミダゾール (略称 : D B T B I m - I I) なども用いることができる。ここに述べた物質は、主に $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の電子移動度を有する物質である。なお、正孔よりも電子の輸送性の高い物質であれば、これら以外のものを用いてもよい。また、電子輸送層は、単層のものだけでなく、上記物質からなる層を二層以上積層したものをを用いてもよい。

10

【 0 1 4 3 】

また、高分子化合物を用いることもできる。例えば、ポリ [(9 , 9 - ジヘキシルフルオレン - 2 , 7 - ジイル) - c o - (ピリジン - 3 , 5 - ジイル)] (略称 : P F - P y) 、ポリ [(9 , 9 - ジオクチルフルオレン - 2 , 7 - ジイル) - c o - (2 , 2 ' - ビピリジン - 6 , 6 ' - ジイル)] (略称 : P F - B P y) などを用いることができる。

20

【 0 1 4 4 】

電子注入層は、電子注入性の高い物質を含む層である。電子注入性の高い物質としては、リチウム (L i) 、セシウム (C s) 、カルシウム (C a) 、フッ化リチウム (L i F) 、フッ化セシウム (C s F) 、フッ化カルシウム (C a F ₂) 等のアルカリ金属、アルカリ土類金属、またはこれらの化合物が挙げられる。また、電子輸送性を有する物質中にアルカリ金属、アルカリ土類金属、マグネシウム (M g) 又はそれらの化合物を含有させたもの、例えば A l q 中にマグネシウム (M g) を含有させたもの等を用いることもできる。このような構造とすることにより、陰極 1 1 0 2 からの電子注入効率をより高めることができる。

30

【 0 1 4 5 】

これらの層を適宜組み合わせることで E L 層 1 1 0 3 を形成する方法としては、種々の方法 (例えば、乾式法や湿式法等) を適宜選択することができる。例えば、用いる材料に応じて真空蒸着法、インクジェット法またはスピンコート法などを選んで用いればよい。また、各層で異なる方法を用いて形成してもよい。

【 0 1 4 6 】

< 電荷発生領域に用いることができる材料 >

第 1 の電荷発生領域 1 1 0 4 c 、及び第 2 の電荷発生領域は、正孔輸送性の高い物質とアクセプター性物質を含む領域である。なお、電荷発生領域は、同一膜中に正孔輸送性の高い物質とアクセプター性物質を含有する場合だけでなく、正孔輸送性の高い物質を含む層とアクセプター性物質を含む層とが積層されていても良い。但し、第 1 の電荷発生領域を陰極側に設ける積層構造の場合には、正孔輸送性の高い物質を含む層が陰極 1 1 0 2 と接する構造となり、第 2 の電荷発生領域を陽極側に設ける積層構造の場合には、アクセプター性物質を含む層が陽極 1 1 0 1 と接する構造となる。

40

【 0 1 4 7 】

なお、電荷発生領域において、正孔輸送性の高い物質に対して質量比で、0 . 1 以上 4 . 0 以下の比率でアクセプター性物質を添加することが好ましい。

【 0 1 4 8 】

電荷発生領域に用いるアクセプター性物質としては、遷移金属酸化物や元素周期表における第 4 族乃至第 8 族に属する金属の酸化物を挙げることができる。具体的には、酸化モリ

50

ブデンが特に好ましい。なお、酸化モリブデンは、吸湿性が低いという特徴を有している。

【0149】

また、電荷発生領域に用いる正孔輸送性の高い物質としては、芳香族アミン化合物、カルバゾール誘導体、芳香族炭化水素、高分子化合物（オリゴマー、デンドリマー、ポリマー等）など、種々の有機化合物を用いることができる。具体的には、 $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する物質であることが好ましい。但し、電子よりも正孔の輸送性の高い物質であれば、これら以外のものを用いてもよい。

【0150】

<電子リレー層に用いることができる材料>

10

電子リレー層1104bは、第1の電荷発生領域1104cにおいてアクセプター性物質がひき抜いた電子を速やかに受け取ることができる層である。従って、電子リレー層1104bは、電子輸送性の高い物質を含む層であり、またそのLUMO準位は、第1の電荷発生領域1104cにおけるアクセプター性物質のアクセプター準位と、EL層1103のLUMO準位との間に位置する。具体的には、およそ -5.0 eV 以上 -3.0 eV 以下とするのが好ましい。

【0151】

電子リレー層1104bに用いる物質としては、例えば、ペリレン誘導体や、含窒素縮合芳香族化合物が挙げられる。なお、含窒素縮合芳香族化合物は、安定な化合物であるため電子リレー層1104bに用いる物質として好ましい。さらに、含窒素縮合芳香族化合物のうち、シアノ基やフルオロ基などの電子吸引基を有する化合物を用いることにより、電子リレー層1104bにおける電子の受け取りがさらに容易になるため、好ましい。

20

【0152】

ペリレン誘導体の具体例としては、3,4,9,10-ペリレンテトラカルボン酸二無水物（略称：PTCDA）、3,4,9,10-ペリレンテトラカルボキシリシックビスベンゾイミダゾール（略称：PTCBI）、N,N'-ジオクチル-3,4,9,10-ペリレンテトラカルボン酸ジイミド（略称：PTCDI-C₈H）、N,N'-ジヘキシル-3,4,9,10-ペリレンテトラカルボン酸ジイミド（略称：Hex PTC）等が挙げられる。

【0153】

30

また、含窒素縮合芳香族化合物の具体例としては、ピラジノ[2,3-f][1,10]フェナントロリン-2,3-ジカルボニトリル（略称：PPDN）、2,3,6,7,10,11-ヘキサシアノ-1,4,5,8,9,12-ヘキサアザトリフェニレン（略称：HAT(CN)₆）、2,3-ジフェニルピリド[2,3-b]ピラジン（略称：2PYPR）、2,3-ビス(4-フルオロフェニル)ピリド[2,3-b]ピラジン（略称：F2PYPR）等が挙げられる。

【0154】

その他にも、7,7,8,8-テトラシアノキノジメタン（略称：TCNQ）、1,4,5,8-ナフタレンテトラカルボン酸二無水物（略称：NTCDA）、パーフルオロペンタセン、銅ヘキサデカフルオロフタロシアニン（略称：F₁₆CuPc）、N,N'-ビス(2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8ペンタデカフルオロオクチル-1,4,5,8-ナフタレンテトラカルボン酸ジイミド（略称：NTCDI-C₈F）、3',4'-ジブチル-5,5''-ビス(ジシアノメチレン)-5,5''-ジヒドロ-2,2':5',2''-テルチオフエン（略称：DCMT）、メタノフラーレン（例えば[6,6]-フェニルC₆₀、酪酸メチルエステル）等を電子リレー層1104bに用いることができる。

40

【0155】

<電子注入バッファーに用いることができる材料>

電子注入バッファー1104aは、第1の電荷発生領域1104cからEL層1103への電子の注入を容易にする層である。電子注入バッファー1104aを第1の電荷発生領

50

域 1 1 0 4 c と E L 層 1 1 0 3 の間に設けることにより、両者の注入障壁を緩和することができる。

【 0 1 5 6 】

電子注入バッファ 1 1 0 4 a には、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、およびこれらの化合物（アルカリ金属化合物（酸化リチウム等の酸化物、ハロゲン化物、炭酸リチウムや炭酸セシウム等の炭酸塩を含む）、アルカリ土類金属化合物（酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む）、または希土類金属の化合物（酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む））等の電子注入性の高い物質を用いることが可能である。

【 0 1 5 7 】

また、電子注入バッファ 1 1 0 4 a が、電子輸送性の高い物質とドナー性物質を含んで形成される場合には、電子輸送性の高い物質に対して質量比で、0 . 0 0 1 以上 0 . 1 以下の比率でドナー性物質を添加することが好ましい。なお、ドナー性物質としては、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、およびこれらの化合物（アルカリ金属化合物（酸化リチウム等の酸化物、ハロゲン化物、炭酸リチウムや炭酸セシウム等の炭酸塩を含む）、アルカリ土類金属化合物（酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む）、または希土類金属の化合物（酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む））の他、テトラチアナフタセン（略称：TTN）、ニッケロセン、デカメチルニッケロセン等の有機化合物を用いることもできる。なお、電子輸送性の高い物質としては、先に説明した E L 層 1 1 0 3 の一部に形成することができる電子輸送層の材料と同様の材料を用いて形成することができる。

【 0 1 5 8 】

以上のような材料を組み合わせることにより、本実施の形態に示す発光ユニットを作製することができる。この発光ユニットからは、上述した発光物質からの発光が得られ、その発光色は発光物質の種類を変えることにより選択できる。また、発光色の異なる複数の発光物質を用いることにより、発光スペクトルの幅を広げて、例えば白色発光を得ることもできる。なお、白色発光を得る場合には、互いに補色となる発光色を呈する発光物質を用いればよく、例えば補色となる発光色を呈する異なる層を備える構成等を用いることができる。具体的な補色の関係としては、例えば青色と黄色、あるいは青緑色と赤色等が挙げられる。

【 0 1 5 9 】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【 0 1 6 0 】

（実施の形態 5）

本実施の形態では、4 0 0 n m 以上 6 0 0 n m 未満の波長を有する光と 6 0 0 n m 以上 8 0 0 n m 未満の波長を有する光とを含む光を発する、一対の電極に挟持された発光性の有機化合物を含む層を、光学距離を 6 0 0 n m 以上 8 0 0 n m 未満の $N / 2$ 倍（ N は自然数）とする一対の反射膜と半透過・半反射膜の間に設けて、明度が高く淡い色を呈する第 1 の発光素子と、光学距離を 6 0 0 n m 以上 8 0 0 n m 未満の $N / 2$ 倍（ N は自然数）とする一対の反射膜と半透過・半反射膜の間に設けて更に赤色を呈する光を透過する層を該半透過・半反射膜に重ねて備える第 2 の発光素子と、光学距離を 4 0 0 n m 以上 6 0 0 n m 未満の $N / 2$ 倍（ N は自然数）とする一対の反射膜と半透過・半反射膜の間に設けて、彩度が高く赤色とは異なる色を呈する第 3 の発光素子を有する構成を備える発光パネルを用いた発光装置について図 7、及び図 8 を参照して説明する。具体的には、アクティブマトリクス型及びパッシブマトリクス型の発光装置について説明する。したがって、本実施の形態において、第 1 の発光素子は第 1 の画素、第 2 の発光素子は第 2 の画素、第 3 の発光素子は第 3 の画素と言い換えることができる。

【 0 1 6 1 】

< アクティブマトリクス型の発光装置 >

本発明の一態様の発光パネルをアクティブマトリクス型の発光装置に適用した場合の構成を図 7 に示す。なお、図 7（A）は、発光装置の上面図、図 7（B）は図 7（A）を A -

10

20

30

40

50

B及びC - Dで切断した断面図である。

【0162】

アクティブマトリクス型の発光装置1400は、駆動回路部(ソース側駆動回路)1401、画素部1402、駆動回路部(ゲート側駆動回路)1403、封止基板1404、シール材1405を備える(図7(A)参照)。なお、シール材1405で囲まれた内側は、空間になっている。

【0163】

発光装置1400は外部入力端子となるFPC(フレキシブルプリントサーキット)1409を介して、ビデオ信号、クロック信号、スタート信号、リセット信号等を受け取る。なお、ここではFPCしか図示されていないが、FPCにはプリント配線基板(PWB)10

【0164】

次に、発光装置1400の構成について図7(B)に示す断面図を用いて説明する。発光装置1400は、素子基板1410上に図示されたソース側駆動回路1401を含む駆動回路部及び、図示された画素を含む画素部1402を備える。また、ソース側駆動回路1401及びゲート側駆動回路1403に入力される信号を伝送するための引き回し配線1408を備える。

【0165】

なお、本実施の形態ではソース側駆動回路1401がnチャネル型TF T1423とpチャネル型TF T1424とを組み合わせたCMOS回路を含む構成について例示するが、駆動回路はこの構成に限定されず、種々のCMOS回路、PMOS回路又はNMOS回路で構成しても良い。また、本実施の形態では、基板上に駆動回路を形成したドライバータイプを示すが、必ずしもその必要はなく、駆動回路を基板上ではなく外部に形成することもできる。20

【0166】

また、画素部1402は本発明の一態様の発光パネルを用いて形成されている。該発光パネルはスイッチング用TF T1411と、電流制御用TF T1412とそのドレインに電気的に接続された第1の電極1413とを含む複数の画素を有する。画素部1402に設けられる発光パネルの構成としては、例えば実施の形態1で例示した構成を適用できる。30

具体的には、実施の形態1で例示した発光パネルが備える発光素子のそれぞれに、スイッチング用のTF Tを設ける構成とすればよい。なお、隔壁1414が第1の電極1413の端部を覆って形成されている。ここでは、ポジ型の感光性アクリル樹脂膜を用いることにより形成する。

【0167】

また、隔壁1414の上端部又は下端部には、曲率を有する曲面が形成されるようにする。例えば、隔壁1414の材料としてポジ型の感光性アクリルを用いた場合、隔壁1414の上端部のみに曲率半径($0.2\mu\text{m} \sim 3\mu\text{m}$)を有する曲面を持たせることが好ましい。また、隔壁1414として、光の照射によってエッチャントに不溶解性となるネガ型、或いは光の照射によってエッチャントに溶解性となるポジ型のいずれも使用することが40

【0168】

発光装置1400は、第1の電極1413上に第2の電極1417を有し、第1の電極1413と第2の電極1417の間に発光性の有機化合物を含む層1416が設けられ、発光素子1418を構成している。発光素子1418の構成としては、例えば実施の形態1で例示した発光パネルが備える発光素子の構成を適用できる。

【0169】

本実施の形態で例示する発光装置1400は、素子基板1410、封止基板1404、及びシール材1405で囲まれた空間1407に本発明の一態様の発光パネルが備える発光素子1418を封止する構造になっている。なお、空間1407には、充填材が充填され50

ており、不活性気体（窒素やアルゴン等）が充填される場合の他、シール材 1405 で充填される場合もある。また、乾燥剤など不純物の吸着材を設けても良い。

【0170】

シール材 1405 及び封止基板 1404 は、大気中の不純物（例えば水分や酸素）をできるだけ透過しない材料であることが望ましい。封止基板 1404 に用いる材料としては、ガラス基板や石英基板の他、FRP（Fiber glass - Reinforced Plastics）、PVF（ポリビニルフロライド）、ポリエステル又はアクリル等からなるプラスチック基板をその例に挙げることができ、シール材 1405 には代表的にはエポキシ系樹脂を用いるのが好ましい。

【0171】

上述した本発明の一態様のアクティブマトリクス型の発光装置は、第 1 の発光素子は長時間使用しても目が疲労し難い明度が高く淡い色を呈する光を、第 2 の発光素子は鮮やかな赤色を呈する光を、第 3 の発光素子は第 1 の発光素子が発する光の色及び第 2 の発光素子が発する光の色のいずれの色とも異なる鮮やかな色を呈する光を発する発光パネルを構成できる。また、第 2 の発光素子を除いて特定の色を呈する光を透過する層（例えばカラーフィルタ）が設けられていないため、発光性の有機化合物を含む層が発する光を効率よく利用できる。その結果、マルチカラーの発光が可能であって、消費電力が低減された発光装置を提供できる。また、該発光装置を用いて、長時間使用しても目に疲労を感じにくく、消費電力が低減された表示装置を提供できる。

【0172】

<パッシブマトリクス型の発光装置>

次に、本発明の一態様の発光パネルをパッシブマトリクス型の発光装置に適用した場合の構成を図 8 に示す。なお、図 8（A）は、発光装置を示す斜視図、図 8（B）は図 8（A）を X - Y で切断した断面図である。

【0173】

パッシブマトリクス型の発光装置 2500 は、基板 2501 上に第 1 の電極 2502 を備える。また、絶縁層 2505 が第 1 の電極 2502 の端部を覆って設けられており、隔壁層 2506 が絶縁層 2505 上に設けられている。

【0174】

発光装置 2500 は、本発明の一態様の発光パネルを用いて形成されている。該発光パネルは、例えば実施の形態 1 で例示した構成を適用できる。第 1 の電極 2502 上に第 2 の電極 2503 を有し、第 1 の電極 2502 と第 2 の電極 2503 の間に発光性の有機化合物を含む層 2504 が設けられ、発光素子を構成している。発光素子の構成としては、例えば実施の形態 1 で例示した発光パネルが備える発光素子の構成を適用できる。

【0175】

隔壁層 2506 の側壁は、基板面に近くなるに伴って、一方の側壁と他方の側壁との間隔が狭くなるような傾斜を有する。つまり、隔壁層 2506 の短辺方向の断面は、台形状であり、底辺（絶縁層 2505 の面方向と同様の方向を向き、絶縁層 2505 と接する辺）の方が上辺（絶縁層 2505 の面方向と同様の方向を向き、絶縁層 2505 と接しない辺）よりも短い。このように、隔壁層 2506 を設けることで、クロストーク等に起因した発光素子の不良を防ぐことができる。

【0176】

上述した本発明の一態様のパッシブマトリクス型の発光装置は、第 1 の発光素子は長時間使用しても目が疲労し難い明度が高く淡い色を呈する光を、第 2 の発光素子は鮮やかな赤色を呈する光を、第 3 の発光素子は第 1 の発光素子が発する光の色及び第 2 の発光素子が発する光の色のいずれの色とも異なる鮮やかな色を呈する光を発する発光パネルを構成できる。また、第 2 の発光素子を除いて特定の色を呈する光を透過する層（例えばカラーフィルタ）が設けられていないため、発光性の有機化合物を含む層が発する光を効率よく利用できる。その結果、マルチカラーの発光が可能であって、消費電力が低減された発光装置を提供できる。また、該発光装置を用いて、長時間使用しても目に疲労を感じにくく、

10

20

30

40

50

消費電力が低減された表示装置を提供できる。

【0177】

なお、本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることが可能である。

【0178】

(実施の形態6)

本実施の形態では、本発明の一態様の発光パネルを搭載した発光装置の一例について、図9を用いて説明する。

【0179】

発光装置を適用した電子機器として、例えば、テレビジョン装置(テレビ、又はテレビジョン受信機ともいう)、コンピュータ用などのモニタ、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラなどのカメラ、デジタルフォトフレーム、携帯電話機(携帯電話、携帯電話装置ともいう)、携帯型ゲーム機、携帯情報端末、音響再生装置、パチンコ機などの大型ゲーム機などが挙げられる。これらの電子機器の具体例を図9に示す。

10

【0180】

図9(A)は、テレビジョン装置の一例を示している。テレビジョン装置7100は、筐体7101に表示部7103が組み込まれている。表示部7103により、映像を表示することが可能であり、発光装置を表示部7103に用いることができる。また、ここでは、スタンド7105により筐体7101を支持した構成を示している。

【0181】

テレビジョン装置7100の操作は、筐体7101が備える操作スイッチや、別体のリモコン操作機7110により行うことができる。リモコン操作機7110が備える操作キー7109により、チャンネルや音量の操作を行うことができ、表示部7103に表示される映像を操作することができる。また、リモコン操作機7110に、当該リモコン操作機7110から出力する情報を表示する表示部7107を設ける構成としてもよい。

20

【0182】

なお、テレビジョン装置7100は、受信機やモデムなどを備えた構成とする。受信機により一般のテレビ放送の受信を行うことができ、さらにモデムを介して有線又は無線による通信ネットワークに接続することにより、一方向(送信者から受信者)又は双方向(送信者と受信者間、あるいは受信者間同士など)の情報通信を行うことも可能である。

【0183】

図9(B)はコンピュータであり、本体7201、筐体7202、表示部7203、キーボード7204、外部接続ポート7205、ポインティングデバイス7206等を含む。なお、コンピュータは、発光装置をその表示部7203に用いることにより作製される。

30

【0184】

図9(C)は携帯型遊技機であり、筐体7301と筐体7302の2つの筐体で構成されており、連結部7303により、開閉可能に連結されている。筐体7301には表示部7304が組み込まれ、筐体7302には表示部7305が組み込まれている。また、図9(C)に示す携帯型遊技機は、その他、スピーカ部7306、記録媒体挿入部7307、LEDランプ7308、入力手段(操作キー7309、接続端子7310、センサ7311(力、変位、位置、速度、加速度、角速度、回転数、距離、光、液、磁気、温度、化学物質、音声、時間、硬度、電場、電流、電圧、電力、放射線、流量、湿度、傾度、振動、におい又は赤外線を測定する機能を含むもの)、マイクロフォン7312)等を備えている。もちろん、携帯型遊技機の構成は上述のものに限定されず、少なくとも表示部7304および表示部7305の両方、又は一方に発光装置を用いていればよく、その他付属設備が適宜設けられた構成とすることができる。図9(C)に示す携帯型遊技機は、記録媒体に記録されているプログラム又はデータを読み出して表示部に表示する機能や、他の携帯型遊技機と無線通信を行って情報を共有する機能を有する。なお、図9(C)に示す携帯型遊技機が有する機能はこれに限定されず、様々な機能を有することができる。

40

【0185】

図9(D)は、携帯電話機の一例を示している。携帯電話機7400は、筐体7401に

50

組み込まれた表示部 7402 の他、操作ボタン 7403、外部接続ポート 7404、スピーカ 7405、マイク 7406などを備えている。なお、携帯電話機 7400は、発光装置を表示部 7402に用いることにより作製される。

【0186】

図9(D)に示す携帯電話機 7400は、表示部 7402を指などで触れることで、情報を入力することができる。また、電話を掛ける、或いはメールを作成するなどの操作は、表示部 7402を指などで触れることにより行うことができる。

【0187】

表示部 7402の画面は主として3つのモードがある。第1は、画像の表示を主とする表示モードであり、第2は、文字等の情報の入力を主とする入力モードである。第3は表示モードと入力モードの2つのモードが混合した表示+入力モードである。

10

【0188】

例えば、電話を掛ける、或いはメールを作成する場合は、表示部 7402を文字の入力を主とする文字入力モードとし、画面に表示させた文字の入力操作を行えばよい。この場合、表示部 7402の画面のほとんどにキーボード又は番号ボタンを表示させることが好ましい。

【0189】

また、携帯電話機 7400内部に、ジャイロ、加速度センサ等の傾きを検出するセンサを有する検出装置を設けることで、携帯電話機 7400の向き(縦か横か)を判断して、表示部 7402の画面表示を自動的に切り替えるようにすることができる。

20

【0190】

また、画面モードの切り替えは、表示部 7402を触れること、又は筐体 7401の操作ボタン 7403の操作により行われる。また、表示部 7402に表示される画像の種類によって切り替えるようにすることもできる。例えば、表示部に表示する画像信号が動画のデータであれば表示モード、テキストデータであれば入力モードに切り替える。

【0191】

また、入力モードにおいて、表示部 7402の光センサで検出される信号を検知し、表示部 7402のタッチ操作による入力が一定期間ない場合には、画面のモードを入力モードから表示モードに切り替えるように制御してもよい。

【0192】

表示部 7402は、イメージセンサとして機能させることもできる。例えば、表示部 7402に掌や指で触れ、掌紋、指紋等を撮像することで、本人認証を行うことができる。また、表示部に近赤外光を発光するバックライト又は近赤外光を発光するセンシング用光源を用いれば、指静脈、掌静脈などを撮像することもできる。

30

【0193】

図9(E)は、照明装置の一例を示している。照明装置 7500は、筐体 7501に光源として本発明の一態様の発光装置 7503a~7503dが組み込まれている。照明装置 7500は、天井や壁等に取り付けることが可能である。

【0194】

また、本発明の一態様の発光装置は、発光パネルが薄膜状であるため、曲面を有する基体に貼り付けることで、曲面を有する発光装置とすることができる。また、その発光装置を、曲面を有する筐体に配置することで、曲面を有する電子機器または照明装置を実現することができる。

40

【0195】

また、長時間使用しても目が疲労し難い明度が高く淡い色を呈する光と、鮮やかな赤色と、異なる鮮やかな色を呈する光を発する発光パネルを備える。発光素子を駆動する条件を発光色ごとに調整することで、使用者が色相を調節できる照明装置を実現できる。

【0196】

上述した本発明の一態様の発光装置は、第1の発光素子は長時間使用しても目が疲労し難い明度が高く淡い色を呈する光を、第2の発光素子は鮮やかな赤色を呈する光を、第3の

50

発光素子は第 1 の発光素子が発する光の色及び第 2 の発光素子が発する光の色のいずれの色とも異なる鮮やかな色を呈する光を発する発光パネルを構成できる。また、第 2 の発光素子を除いて特定の色を呈する光を透過する層（例えばカラーフィルタ）が設けられていないため、発光性の有機化合物を含む層が発する光を効率よく利用できる。その結果、マルチカラーの発光が可能であって、消費電力が低減された発光装置を提供できる。

【0197】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【0198】

（実施の形態 7）

10

本実施の形態では、本発明の一態様の発光パネルを搭載した発光装置の一例について、図 10 を用いて説明する。具体的には照明に用いる発光装置（照明装置または照明器具）について説明する。

【0199】

本発明の一態様では、発光部が曲面を有する照明装置を実現することもできる。

【0200】

本発明の一態様は、自動車の照明にも適用することができ、例えば、ダッシュボードや、天井等に照明を容易に設置することもできる。

【0201】

図 10（A）では、本発明の一態様を適用した、室内の天井に設ける照明装置 901、壁面に設ける照明装置 904 及び卓上照明器具 903 を示す。発光装置は大面積化も可能であるため、大面積の照明装置として用いることができる。

20

【0202】

図 10（B）に別の照明装置の例を示す。図 10（B）に示す卓上照明装置は、照明部 9501、支柱 9503、支持台 9505 等を含む。照明部 9501 は、本発明の一態様の発光パネルを含む。このように、本発明の一態様では、曲面を有する照明装置を実現することができる。

【実施例】

【0203】

本発明の一態様の発光パネルに用いることができる発光素子の構成、作製方法および特性の測定結果について説明する。

30

【0204】

本実施例で作製した発光パネルが備える四つの発光素子の構成を図 11、表 1 を用いて説明する。

【0205】

< 発光素子の構成 >

図 11（A）に四つの発光素子の構成を示す。第 1 の発光素子 510 は、反射膜 511a と半透過・半反射膜 512 の間に光学調整層 513a を有する。光学調整層 513a は一対の電極の一方を、半透過・半反射膜 512 は一対の電極の他方を兼ねる。また、光学調整層 513a と半透過・半反射膜 512 の間に発光性の有機化合物を含む層 503 を備える。

40

【0206】

第 2 の発光素子 520 は、反射膜 511b と半透過・半反射膜 512 の間に光学調整層 513b を有する。光学調整層 513b は一対の電極の一方を、半透過・半反射膜 512 は一対の電極の他方を兼ねる。また、光学調整層 513b と半透過・半反射膜 512 の間に発光性の有機化合物を含む層 503 を備える。更に赤色を呈する光を透過する層を該半透過・半反射膜に重ねて備える。

【0207】

第 3 の発光素子 530 は、反射膜 511c と半透過・半反射膜 512 の間に光学調整層 513c を有する。光学調整層 513c は一対の電極の一方を、半透過・半反射膜 512 は

50

一对の電極の他方を兼ねる。また、光学調整層 5 1 3 c と半透過・半反射膜 5 1 2 の間に発光性の有機化合物を含む層 5 0 3 を備える。

【 0 2 0 8 】

第 4 の発光素子 5 4 0 は、反射膜 5 1 1 d と半透過・半反射膜 5 1 2 の間に有機化合物を含む層 5 0 3 を有する。有機化合物を含む層 5 0 3 は光学調整層を兼ね、反射膜 5 1 1 d は一对の電極の一方を、半透過・半反射膜 5 1 2 は一对の電極の他方を兼ねる。

【 0 2 0 9 】

第 1 の発光素子 5 1 0 、第 2 の発光素子 5 2 0 または第 3 の発光素子 5 3 0 が備える一对の電極の一方を兼ねる光学調整層は、いずれも珪素を含むインジウム錫酸化物 (I T S O) を用いた。光学調整層 5 1 3 a 及び光学調整層 5 1 3 b の厚さはいずれも 7 0 n m 、光学調整層 5 1 3 c の厚さは 3 0 n m とした。なお、本実施例において、例えば、第 1 の発光素子 5 1 0 の光学距離は反射膜 5 1 1 a と半透過・半反射膜 5 1 2 の間 (矢印 5 5 1 で示す) に由来するものであり、第 4 の発光素子 5 4 0 の光学距離は反射膜 5 1 1 d と半透過・半反射膜 5 1 2 の間 (矢印 5 5 3 で示す) に由来するものである。

【 0 2 1 0 】

< 発光性の有機化合物を含む層の構成 >

図 1 1 (B) に発光性の有機化合物を含む層の構成を示す。発光性の有機化合物を含む層 5 0 3 は、中間層 (1 5 0 4) を挟んで 2 つの E L 層 (第 1 の E L 層 1 5 0 3 a と第 2 の E L 層 1 5 0 3 b) が設けられた構造 (タンデム構造ともいう) を備える。なお、第 1 の E L 層 1 5 0 3 a 、第 2 の E L 層 1 5 0 3 および中間層 (1 5 0 4) は反射膜 5 1 1 と半透過・半反射膜 5 1 2 との間に設けられている。

【 0 2 1 1 】

第 1 の E L 層 1 5 0 3 a は、一对の電極の一方を兼ねる導電膜上に正孔注入層 1 5 1 1 、第 1 の正孔輸送層 1 5 1 2 、第 1 の発光層 1 5 1 3 、第 1 の電子輸送層 1 5 1 4 a 、及び第 2 の電子輸送層 1 5 1 4 b をこの順に備える。

【 0 2 1 2 】

中間層 1 5 0 4 は、電子輸送層 1 5 1 4 b 上に、電子注入バッファ層 1 5 0 4 a 、電子リレー層 1 5 0 4 b 、及び電荷発生領域 1 5 0 4 c をこの順に備える。

【 0 2 1 3 】

第 2 の E L 層 1 5 0 3 b は、中間層 1 5 0 4 上に、第 2 の正孔輸送層 1 5 2 2 、第 2 の発光層 1 5 2 3 a 、第 3 の発光層 1 5 2 3 b 、第 3 の電子輸送層 1 5 2 4 a 、第 4 の電子輸送層 1 5 2 4 b 、及び電子注入層 1 5 2 5 をこの順に備える。

【 0 2 1 4 】

上記の E L 層を構成する材料の詳細を表 1 に示す。

【 0 2 1 5 】

【表 1】

	第1のEL層 1503a					中間層 1504		
	正孔注入層 1511	正孔輸送層 1512	発光層 第1 1513	電子輸送層 1514a 1514b		電子注入 バッファ層 1504a	電子 リレー層 1504b	電荷発生 領域 1504c
EL層	CzPA:MoOx (=2:1) 30nm	PCzPA 20nm	PA:1.6- mMemFLPAP (=1:0.05) 30nm	CzPA 5nm	Bphen 15nm	Ca 1nm	CuPc 2nm	CzPA: MoOx (=2:1) 30nm

下段に
続く

上段から 続く	第2のEL層 1503b				
	正孔輸送層 1522	第2 1523a	発光層 第3 1523b	電子輸送層 第3 1524a	電子 注入層 1525
	BPAFLP 20nm	2mDBTPDBqII: Ir(mppm)2acac 0.8:0.2:0.06 20nm	2mDBTPDBqII: Ir(tppr)2dpm 1:0.02 20nm	2mDBTPDBq II 15nm	Bphen 15nm
					LiF 1nm

【 0 2 1 6 】

10

20

30

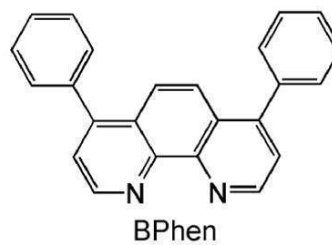
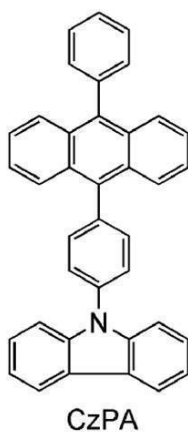
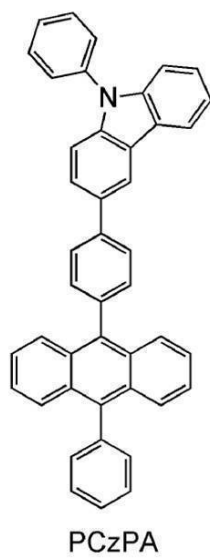
40

50

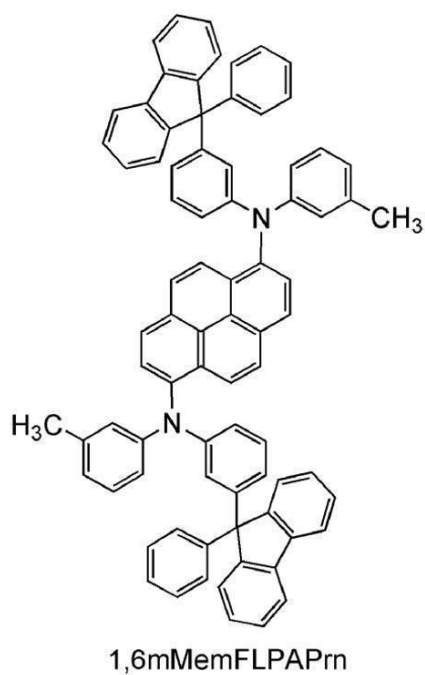
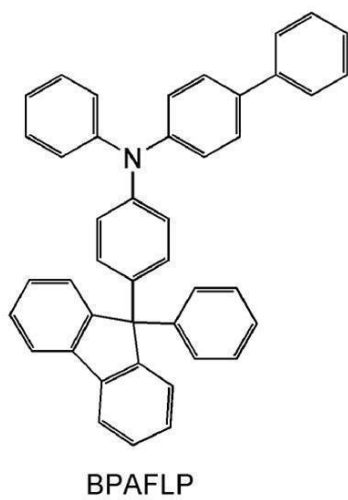
また、本実施例で用いる一部の有機化合物の構造式を以下に示す。

【 0 2 1 7 】

【 化 1 】



10

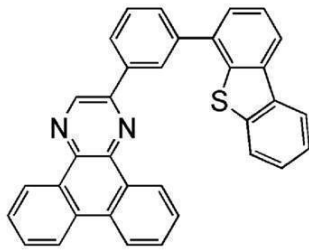


20

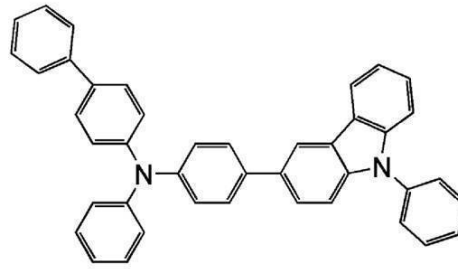
30

【 0 2 1 8 】

【化 2】

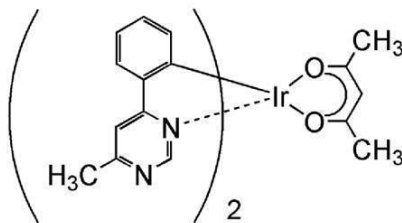
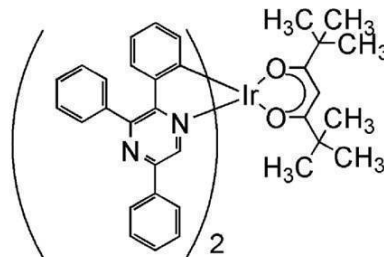


2mDBTPDBq-II



PCBA1BP

10

[Ir(mppm)₂(acac)]Ir(tppr)₂dpm

20

【 0 2 1 9 】

(発光パネルの作製)

次に、発光パネル 5 5 0 の作製方法について説明する。

【 0 2 2 0 】

まず、ガラス基板 1 1 0 0 上にスパッタリング法を用いて反射膜を形成した。本実施の形態では、アルミニウム - チタン合金膜 2 0 0 n m とその上にチタン膜 6 n m を積層した積層膜を反射膜に用いた。

30

【 0 2 2 1 】

次に、該積層膜上に光学調整層となる酸化珪素を含むインジウムスズ酸化物（略称：I T S O）膜を 7 0 n m の膜厚となるようにスパッタリング法にて成膜した。

【 0 2 2 2 】

次に、後に第 1 の発光素子 5 1 0 及び第 2 の発光素子 5 2 0 となる領域に重ねてレジストマスクを形成して保護することにより、I T S O 膜の膜厚を 7 0 n m に保った。次いで、第 3 の発光素子 5 3 0 と第 4 の発光素子 5 4 0 となる領域の I T S O 膜の膜厚をエッチングにより 3 0 n m とした後に、第 3 の発光素子 5 3 0 となる領域に重ねてレジストマスク形成して保護した。次いで、第 4 の発光素子 5 4 0 となる領域の I T S O 膜をエッチングにより消失させた。

40

【 0 2 2 3 】

次いで、反射膜と I T S O 膜を別のレジストマスクを用いてエッチングして、第 1 の発光素子乃至第 4 の発光素子の一对の電極の一方を形成した。

【 0 2 2 4 】

それぞれの一对の電極の一方の表面に開口部を有する隔壁を形成し、電極面積を 2 m m × 2 m m とした。

【 0 2 2 5 】

次に、反射膜が形成された面を下方に向けて、ガラス基板 1 1 0 0 を真空蒸着装置内に設けられた基板ホルダーに固定し、 1.0×10^{-4} P a 程度まで減圧した。

【 0 2 2 6 】

50

次に、正孔注入層 1511 を一対の電極の一方を兼ねる導電膜上に形成した。正孔注入層 1511 は 9 - フェニル - 3 - [4 - (10 - フェニル - 9 - アントリル) フェニル] - 9 H - カルバゾール (略称 : PCzPA) と酸化モリブデン (VI) とを共蒸着することにより、有機化合物と無機化合物とを複合してなる複合材料を含む層を用いた。複合材料を含む層の膜厚は 30 nm とし、PCzPA と酸化モリブデンの比率は、重量比で 2 : 1 (= PCzPA : 酸化モリブデン) となるように調節した。なお、共蒸着法とは、一つの処理室内で複数の蒸発源を用いて、複数の材料を同時に蒸着する方法を指す。

【0227】

次に、正孔輸送層 1512 を正孔注入層 1511 上に形成した。正孔輸送層 1512 は抵抗加熱を用いた蒸着法により、PCzPA を 20 nm の膜厚となるように成膜した。

10

【0228】

次に、第 1 の発光層 1513 を正孔輸送層 1512 上に形成した。第 1 の発光層 1513 は 9 - [4 - (10 - フェニル - 9 - アントリル) フェニル] - 9 H - カルバゾール (略称 CzPA) 及び N , N ' - ビス (3 - メチルフェニル) - N , N ' - ビス [3 - (9 - フェニル - 9 H - フルオレン - 9 - イル) フェニル] - ピレン - 1 , 6 - ジアミン (略称 1 , 6 m M e m F L P A P r n) を 30 nm の膜厚となるように共蒸着して形成した。CzPA 及び 1 , 6 m M e m F L P A P r n の重量比は、1 : 0 . 05 (= CzPA : 1 , 6 m M e m F L P A P r n) となるように蒸着レートを調整した。

【0229】

次に、電子輸送層を第 1 の発光層 1513 上に形成した。電子輸送層は、第 1 の電子輸送層 1514 a と第 2 の電子輸送層 1514 b からなる。なお、第 1 の電子輸送層 1514 a として CzPA を 5 nm、その上に第 2 の電子輸送層 1514 b としてバソフェナントロリン (略称 : B P h e n) を 15 nm の膜厚となるように成膜した。

20

【0230】

次に、電子注入バッファ 1504 a を電子輸送層 1514 上に形成した。電子注入バッファ 1504 a は、カルシウムを 1 nm の膜厚となるように成膜した。

【0231】

次に、電子リレー層 1504 b を電子注入バッファ 1504 a 上に形成した。電子リレー層 1504 b は、銅 (II) フタロシアニン (略称 : CuPc) を 2 nm の膜厚となるように成膜した。

30

【0232】

次に、電荷発生領域 1504 c を電子リレー層 1504 b 上に形成した。電荷発生領域 1504 c は、PCzPA と酸化モリブデン (VI) とを共蒸着することにより、有機化合物と無機化合物とを複合してなる複合材料を含む層を用いた。複合材料を含む層の膜厚は 30 nm とし、PCzPA と酸化モリブデンの比率は、重量比で 2 : 1 (= PCzPA : 酸化モリブデン) となるように調節した。

【0233】

次に、正孔輸送層 1522 を電荷発生領域 1504 c 上に形成した。正孔輸送層 1522 は抵抗加熱を用いた蒸着法により、4 - フェニル - 4 ' - (9 - フェニルフルオレン - 9 - イル) トリフェニルアミン (略称 : B P A F L P) を 20 nm の膜厚となるように成膜した。

40

【0234】

次に、第 2 の発光層 1523 a を正孔輸送層 1522 上に形成した。第 2 の発光層 1523 a は 2 - [3 - (ジベンゾチオフェン - 4 - イル) フェニル] ジベンゾ [f , h] キノキサリン (略称 2 m D B T P D B q - I I)、4 - フェニル - 4 ' - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) トリフェニルアミン (略称 PCBA1BP) 及び (アセチルアセトナト) ビス (6 - メチル - 4 - フェニルピリミジナト) イリジウム (III) (略称 : I r (m p p m) 2 a c a c) を 20 nm の膜厚となるように共蒸着して形成した。2 m D B T P D B q - I I、PCBA1BP 及び I r (m p p m) 2 a c a c の重量比は、0 . 8 : 0 . 2 : 0 . 06 (= 2 m D B T P D B q - I I : PCBA1BP : I r (

50

m p p m) 2 a c a c) となるように蒸着レートを調整した。

【0235】

次に、第3の発光層1523bを第2の発光層1523a上に形成した。第3の発光層1523bは2mDBTPDBq-III及び(ジピバロイルメタナト)ビス(2,3,5-トリフェニルピラジナト)イリジウム(III)(略称Ir(tppr)2dpm)を20nmの膜厚となるように共蒸着して形成した。2mDBTPDBq-III及びIr(tppr)2dpmの重量比は、1:0.02(=2mDBTPDBq-III:Ir(tppr)2dpm)となるように蒸着レートを調整した。

【0236】

次に、電子輸送層を第3の発光層1523b上に形成した。電子輸送層は、第3の電子輸送層1524aと第4の電子輸送層1524bからなる。なお、第3の電子輸送層1524aとして2mDBTPDBq-IIIを15nm、その上に第4の電子輸送層1524bとしてBPhenを15nmの膜厚となるように成膜した。

【0237】

次に、電子注入層1525を第4の電子輸送層1524b上に形成した。電子注入層1525としてフッ化リチウム(LiF)を、1nmの膜厚となるように蒸着した。

【0238】

最後に、一対の電極の他方を兼ねる半透過・半反射膜512を電子注入層1525上に形成した。一対の電極の他方を兼ねる半透過・半反射膜512は、抵抗加熱を用いた蒸着法により、銀(Ag)及びマグネシウム(Mg)を10nmの膜厚となるように共蒸着し、さらにインジウム錫酸化物(略称:ITO)を50nmの膜厚となるようにスパッタリング法を用いて形成して、第1の発光素子510乃至第4の発光素子540を作製した。AgとMgの体積比は、10:1(=Ag:Mg)となるように蒸着レートを調整した。

【0239】

以上により得られた第1の発光素子510乃至第4の発光素子540を大気に曝さないように窒素雰囲気グローブボックス内において封止した。なお、第2の発光素子の半透過・半反射膜と重なる位置に赤色を呈する光を透過する層515を設けた。

【0240】

次いで、この第1の発光素子510乃至第4の発光素子540の動作特性について測定を行った結果を示す。なお、測定は室温(25℃)に保たれた雰囲気で行った。

【0241】

(評価結果)

第1の発光素子510乃至第4の発光素子540のそれぞれに、電流を流したときの発光スペクトルを図12に、色度を図13に、また、輝度-電流効率特性を図14に示す。

【0242】

第1の発光素子は、輝度919cd/m²のときのCIE色度座標は(x=0.45、y=0.40)であり、淡白色の発光を示した。また、輝度919cd/m²のときの電流効率は41.9cd/Aであり、電圧は6.0V、電流密度は2.2mA/cm²であった。

【0243】

第2の発光素子は、輝度1010cd/m²のときのCIE色度座標は(x=0.67、y=0.33)であり、赤色の発光を示した。また、輝度1010cd/m²のときの電流効率は7.1cd/Aであり、電圧は7.0V、電流密度は14.2mA/cm²であった。

【0244】

第3の発光素子は、輝度1245cd/m²のときのCIE色度座標は(x=0.34、y=0.61)であり、緑色の発光を示した。また、輝度1245cd/m²のときの電流効率は61.8cd/Aであり、電圧は6.0V、電流密度は2.0mA/cm²であった。

【0245】

第4の発光素子は、輝度 1162 cd/m^2 のときのCIE色度座標は ($x = 0.16$ 、 $y = 0.20$) であり、青色の発光を示した。また、輝度 1162 cd/m^2 のときの電流効率は 11.6 cd/A であり、電圧は 7.4 V 、電流密度は 10.0 mA/cm^2 であった。

【0246】

上記本実施例で作製した第1の発光素子乃至第4の発光素子の測定結果から、第1の発光素子は、一对の反射膜と半透過・半反射膜の間で強調された 600 nm 以上 800 nm 未満の波長を有する光と、 400 nm 以上 600 nm 未満の波長を有する光とを含む混合光を発することが示された。また、第2の発光素子は、該混合光から赤色を呈する光を透過する層を介して取り出される赤色光を発することが示された。また、第3の発光素子は一对の反射膜と半透過・半反射膜の間で強調された 500 nm 以上 600 nm 未満の波長を有する光を発することが示された。また、第4の発光素子は、一对の反射膜と半透過・半反射膜の間で強調された 400 nm 以上 500 nm 未満の波長を有する光を発することが示された。

10

【0247】

これにより、第1の発光素子は長時間使用しても目が疲労し難い明度が高く淡い色を呈する光を、第2の発光素子は鮮やかな赤色を呈する光を、第3の発光素子は緑色を呈する光を、第4の発光素子は青色を呈する光を発する発光パネルを構成できる。また、第2の発光素子の他には特定の色を呈する光を透過する層が設けられていないため、発光性の有機化合物を含む層が発する光を効率よく利用できる。その結果、鮮やかなフルカラーの発光が可能であって、消費電力が低減された発光パネルを提供できる。

20

【0248】

(参考例)

本参考例では、実施例で用いた材料について説明する。

【0249】

< 1, 6 mMe mFLPA Pr n の合成例 >

N' - ビス (3 - メチルフェニル) - N, N' - ビス [3 - (9 - フェニル - 9H - フルオレン - 9 - イル) フェニル] - ピレン - 1, 6 - ジアミン (略称: 1, 6 mMe mFLPA Pr n) を合成する例を示す。

【0250】

[ステップ1: 3 - メチルフェニル - 3 - (9 - フェニル - 9H - フルオレン - 9 - イル) フェニルアミン (略称: mMe mFLPA) の合成法]

30

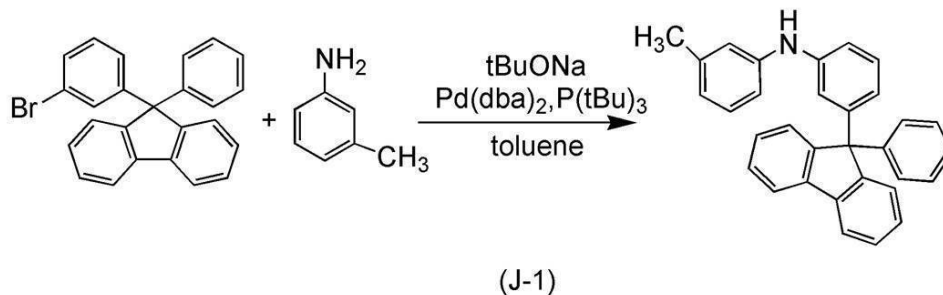
【0251】

9 - (3 - ブロモフェニル) - 9 - フェニルフルオレン 3.2 g (8.1 mmol)、ナトリウム tert - ブトキシド 2.3 g (24.1 mmol) を 200 mL 三口フラスコに入れ、フラスコ内を窒素置換した。この混合物にトルエン 40.0 mL 、m - トルイジン 0.9 mL (8.3 mmol)、トリ (tert - ブチル) ホスフィンの 10% ヘキサン溶液 0.2 mL を加えた。この混合物を 60°C にし、ビス (ジベンジリデンアセトン) パラジウム (0) 44.5 mg (0.1 mmol) を加え、この混合物を 80°C にして 2.0 時間攪拌した。攪拌後、フロリジル (和光純薬工業株式会社、カタログ番号: 540 - 00135)、セライト (和光純薬工業株式会社、カタログ番号: 531 - 16855)、アルミナを通して吸引濾過し、濾液を得た。得られた濾液を濃縮し得た固体を、シリカゲルカラムクロマトグラフィー (展開溶媒はヘキサン: トルエン = $1:1$) により精製し、トルエンとヘキサンの混合溶媒で再結晶し、目的の白色固体 2.8 g を、収率 82% で得た。上記ステップ1の合成スキームを下記 (J - 1) に示す。

40

【0252】

【化 3】



10

【0253】

[ステップ2: N, N' - ビス(3 - メチルフェニル) - N, N' - ビス[3 - (9 - フェニル - 9H - フルオレン - 9 - イル)フェニル] - ピレン - 1, 6 - ジアミン(略称: 1, 6 mM em FL P A P r n)の合成法]

【0254】

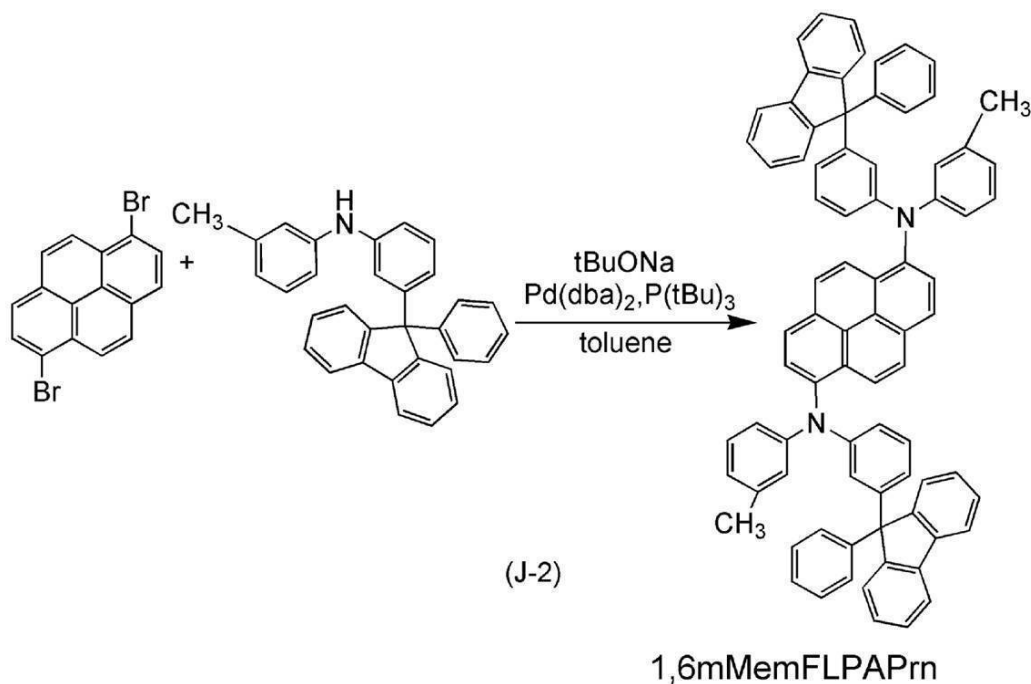
1, 6 - ジブロモピレン 0.6 g (1.7 mmol)、3 - メチルフェニル - 3 - (9 - フェニル - 9H - フルオレン - 9 - イル)フェニルアミン 1.4 g (3.4 mmol)、ナトリウム tert - ブトキシド 0.5 g (5.1 mmol)を100 mL三口フラスコに入れ、フラスコ内を窒素置換した。この混合物にトルエン 21.0 mL、トリ(tert - ブチル)ホスフィンの10%ヘキサン溶液 0.2 mLを加えた。この混合物を60 20
にし、ビス(ジベンジリデンアセトン)パラジウム(0) 34.9 mg (0.1 mmol)を加え、この混合物を80 にして3.0時間攪拌した。攪拌後、トルエンを400 mL加えて加熱し、熱いまま、フロリジール(和光純薬工業株式会社、カタログ番号: 540 - 00135)、セライト(和光純薬工業株式会社、カタログ番号: 531 - 16855)、アルミナを通して吸引濾過し、濾液を得た。得られた濾液を濃縮し得た固体を、シリカゲルカラムクロマトグラフィー(展開溶媒はヘキサン: トルエン = 3: 2)により精製し、黄色固体を得た。得られた黄色固体をトルエンとヘキサンの混合溶媒で再結晶し、目的の黄色固体を1.2 g、収率67%で得た。

【0255】

得られた黄色固体 1.0 gを、トレインサブリーメーション法により昇華精製した。昇華精製条件は、圧力2.2 Pa、アルゴンガスを流量5.0 mL/minで流しながら、317 30
で黄色固体を加熱した。昇華精製後、目的物の黄色固体 1.0 gを、収率93%で得た。上記ステップ2の合成スキームを下記(J - 2)に示す。

【0256】

【化 4】



10

【 0 2 5 7 】

核磁気共鳴法 (NMR) によって、この化合物が目的物である N, N' - ビス (3 - メチルフェニル) - N, N' - ビス [3 - (9 - フェニル - 9H - フルオレン - 9 - イル)フェニル] - ピレン - 1, 6 - ジアミン (略称: 1, 6mMemFLPAPrn) であることを確認した。

20

【 0 2 5 8 】

得られた化合物の ^1H NMR データを以下に示す。 ^1H NMR (CDCl_3 , 300 MHz): $\delta = 2.21$ (s, 6H)、6.67 (d, $J = 7.2$ Hz, 2H)、6.74 (d, $J = 7.2$ Hz, 2H)、7.17 - 7.23 (m, 34H)、7.62 (d, $J = 7.8$ Hz, 4H)、7.74 (d, $J = 7.8$ Hz, 2H)、7.86 (d, $J = 9.0$ Hz, 2H)、8.04 (d, $J = 8.7$ Hz, 4H)

30

【 0 2 5 9 】

< 2mDBTPDBq - II の合成例 >

2 - [3 - (ジベンゾチオフェン - 4 - イル)フェニル]ジベンゾ[f, h]キノキサリン (略称: 2mDBTPDBq - II) を合成する例を示す。

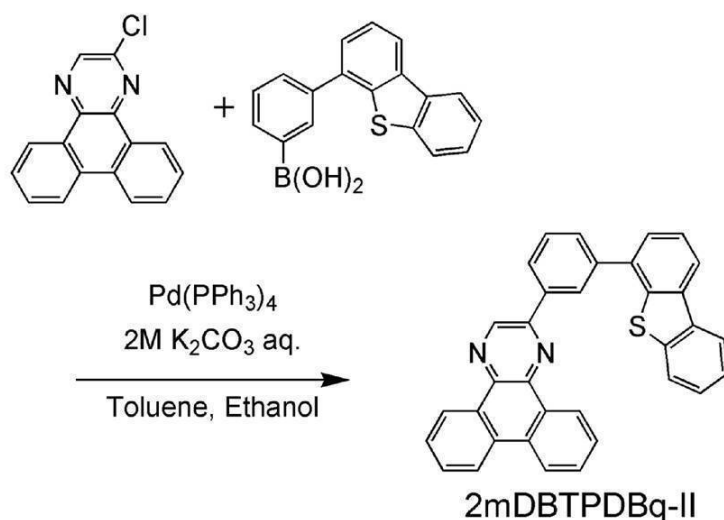
【 0 2 6 0 】

[2mDBTPDBq - II の合成]

2mDBTPDBq - II の合成スキームを (C - 1) に示す。

【 0 2 6 1 】

【化 5】



10

【0262】

2 L三口フラスコに2 - クロロジベンゾ[f , h]キノキサリン5 . 3 g (20 mmol)、3 - (ジベンゾチオフエン - 4 - イル)フェニルボロン酸6 . 1 g (20 mmol)、テトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム(0)460 mg (0 . 4 mmol)、トルエン300 mL、エタノール20 mL、2 Mの炭酸カリウム水溶液20 mLを加えた。この混合物を、減圧下で攪拌することで脱気し、フラスコ内を窒素置換した。この混合物を窒素気流下、100℃で7 . 5時間攪拌した。室温まで冷ました後、得られた混合物を濾過して白色の濾物を得た。得られた濾物を水、エタノールの順で洗浄した後、乾燥させた。得られた固体を約600 mLの熱トルエンに溶かし、セライト(和光純薬工業株式会社、カタログ番号: 531 - 16855)、フロリジル(和光純薬工業株式会社、カタログ番号: 540 - 00135)を通して吸引濾過し、無色透明の濾液を得た。得られた濾液を濃縮し、シリカゲルカラムクロマトグラフィーで精製した。クロマトグラフィーは、熱トルエンを展開溶媒に用いて行った。ここで得られた固体にアセトンとエタノールを加えて超音波を照射した後、生じた懸濁物を濾取して乾燥させたところ、目的物の白色粉末を収量7 . 85 g、収率80%で得た。

20

30

【0263】

上記目的物は、熱トルエンには比較的可溶であったが、冷めると析出しやすい材料であった。また、アセトン、エタノールなど他の有機溶剤には難溶であった。そのため、この溶解性の差を利用して、上記の様に、簡便な方法で収率よく合成することができた。具体的には、反応終了後、室温に戻して析出させた固体を濾取することで、大部分の不純物を簡便に除くことができた。また、熱トルエンを展開溶媒とした、カラムクロマトグラフィーにより、析出しやすい目的物も簡便に精製することができた。

【0264】

得られた白色粉末4 . 0 gをトレインサブレーション法により昇華精製した。昇華精製は、圧力5 . 0 Pa、アルゴン流量5 mL/minの条件で、白色粉末を300℃で加熱して行った。昇華精製後、目的物の白色粉末を3 . 5 g、収率88%で得た。

40

【0265】

核磁気共鳴法(NMR)によって、この化合物が目的物である2 - [3 - (ジベンゾチオフエン - 4 - イル)フェニル]ジベンゾ[f , h]キノキサリン(略称: 2mDBTPDBq - II)であることを確認した。

【0266】

得られた物質の¹H NMRデータを以下に示す。¹H NMR(CDCl₃, 300 MHz): δ(ppm) = 7 . 45 - 7 . 52 (m, 2H), 7 . 59 - 7 . 65 (m, 2H), 7 . 71 - 7 . 91 (m, 7H), 8 . 20 - 8 . 25 (m, 2H), 8 . 41 (

50

d, J = 7.8 Hz, 1H), 8.65 (d, J = 7.5 Hz, 2H), 8.77 - 8.78 (m, 1H), 9.23 (dd, J = 7.2 Hz, 1.5 Hz, 1H), 9.42 (dd, J = 7.8 Hz, 1.5 Hz, 1H), 9.48 (s, 1H)。

【0267】

< [Ir(mppm)₂(acac)] の合成例 >

(アセチルアセトナト)ビス(6-メチル-4-フェニルピリミジナト)イリジウム(III) (略称: [Ir(mppm)₂(acac)]) を合成する例を示す。

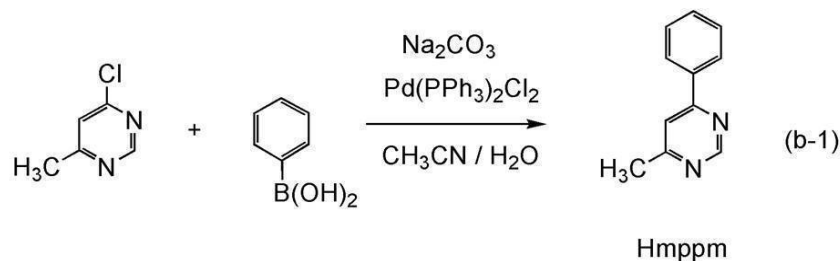
【0268】

[ステップ1; 4-メチル-6-フェニルピリミジン(略称: Hmppm) の合成]

まず、4-クロロ-6-メチルピリミジン 4.90 g とフェニルボロン酸 4.80 g、炭酸ナトリウム 4.03 g、ビス(トリフェニルホスフィン)パラジウム(II)ジクロリド(略称: Pd(PPh₃)₂Cl₂) 0.16 g、水 20 mL、アセトニトリル 10 mL を、還流管を付けたナスフラスコに入れ、内部をアルゴン置換した。この反応容器にマイクロ波(2.45 GHz 100 W)を60分間照射することで加熱した。ここでさらにフェニルボロン酸 2.28 g、炭酸ナトリウム 2.02 g、Pd(PPh₃)₂Cl₂ 0.082 g、水 5 mL、アセトニトリル 10 mL をフラスコに入れ、再度マイクロ波(2.45 GHz 100 W)を60分間照射することで加熱した。その後この溶液に水を加え、ジクロロメタンにて抽出した。得られた抽出液を飽和炭酸ナトリウム水溶液、水、次いで飽和食塩水で洗浄し、硫酸マグネシウムにて乾燥した。乾燥した後の溶液を濾過した。この溶液の溶媒を留去した後、得られた残渣を、ジクロロメタン:酢酸エチル = 9:1 (体積比) を展開溶媒とするシリカゲルカラムクロマトグラフィーで精製し、目的のピリミジン誘導体 Hmppm を得た(橙色油状物、収率 46%)。なお、マイクロ波の照射はマイクロ波合成装置(CEM社製 Discover)を用いた。以下にステップ1の合成スキーム(b-1)を示す。

【0269】

【化6】



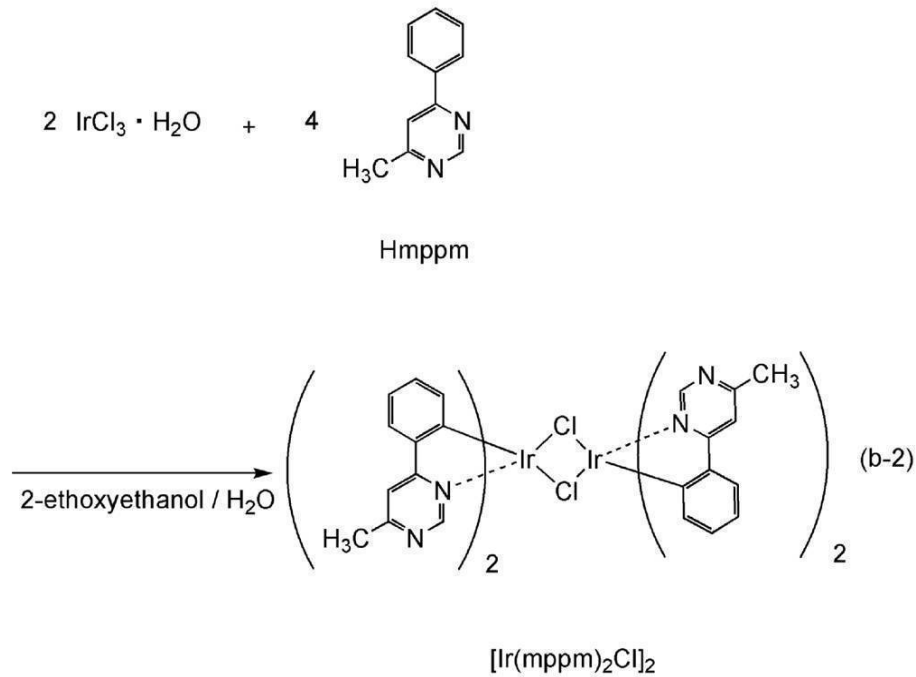
【0270】

[ステップ2; ジ-μ-クロロ-ビス[ビス(6-メチル-4-フェニルピリミジナト)イリジウム(III)]] (略称: [Ir(mppm)₂Cl]₂) の合成]

次に、2-エトキシエタノール 15 mL と水 5 mL、上記ステップ1で得た Hmppm 1.51 g、塩化イリジウム水和物(IrCl₃·H₂O) 1.26 g を、還流管を付けたナスフラスコに入れ、ナスフラスコ内をアルゴン置換した。その後、マイクロ波(2.45 GHz 100 W)を1時間照射し、反応させた。溶媒を留去した後、得られた残渣をエタノールで洗浄し、濾過することにより複核錯体 [Ir(mppm)₂Cl]₂ を得た(暗緑色粉末、収率 77%)。以下にステップ2の合成スキーム(b-2)を示す。

【0271】

【化 7】



10

20

【 0 2 7 2 】

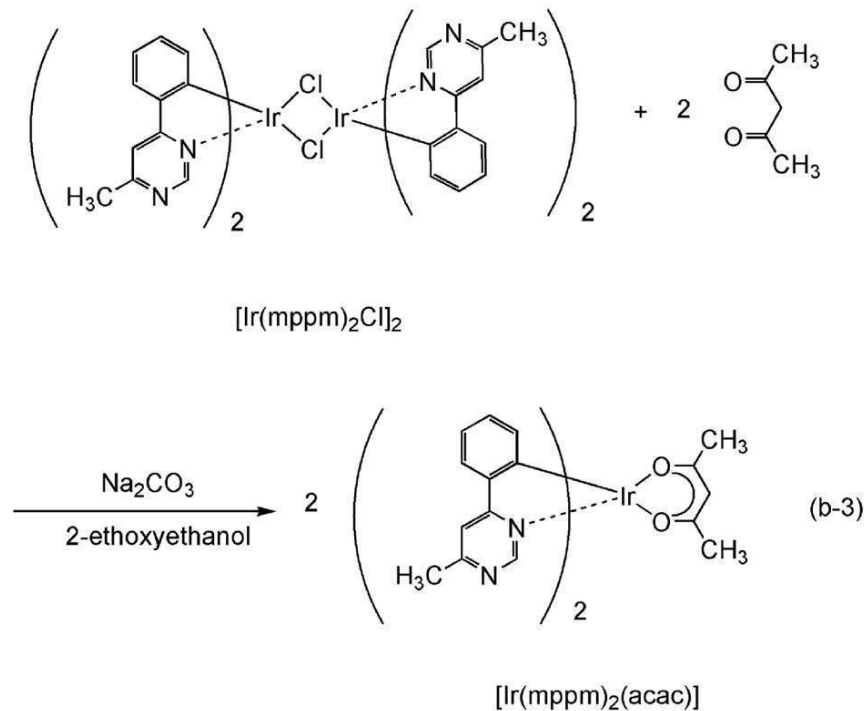
[ステップ3 ; (アセチルアセトナト)ビス(6-メチル-4-フェニルピリミジナト)イリジウム(III)(略称:[Ir(mppm)₂(acac)])の合成]

さらに、2-エトキシエタノール40mL、上記ステップ2で得た複核錯体[Ir(mppm)₂Cl]₂ 1.84g、アセチルアセトン0.48g、炭酸ナトリウム1.73gを、還流管を付けたナスフラスコに入れ、ナスフラスコ内をアルゴン置換した。その後、マイクロ波(2.45GHz 100W)を60分間照射し、反応させた。溶媒を留去し、得られた残渣をジクロロメタンに溶解して濾過し、不溶物を除去した。得られた濾液を水、次いで飽和食塩水で洗浄し、硫酸マグネシウムにて乾燥した。乾燥した後の溶液を濾過した。この溶液の溶媒を留去した後、得られた残渣を、ジクロロメタン：酢酸エチル＝4：1(体積比)を展開溶媒とするシリカゲルカラムクロマトグラフィーで精製した。その後、ジクロロメタンとヘキサンの混合溶媒にて再結晶化することにより、目的物を黄色粉末として得た(収率44%)。以下にステップ3の合成スキーム(b-3)を示す。

30

【 0 2 7 3 】

【化 8】



10

20

【0274】

上記ステップ3で得られた黄色粉末の核磁気共鳴分光法 (^1H -NMR) による分析結果を下記に示す。この結果から、この化合物が目的物である(アセチルアセトナト)ビス(6-メチル-4-フェニルピリミジナト)イリジウム(III)(略称: $[\text{Ir}(\text{mppm})_2(\text{acac})]$)が得られたことがわかった。

【0275】

^1H -NMR. δ (CDCl_3): 1.78 (s, 6H), 2.81 (s, 6H), 5.24 (s, 1H), 6.37 (d, 2H), 6.77 (t, 2H), 6.85 (t, 2H), 7.61 - 7.63 (m, 4H), 8.97 (s, 2H).

30

【符号の説明】

【0276】

- 101a 第1の電極
- 101b 第1の電極
- 101c 第1の電極
- 102 第2の電極
- 103 発光性の有機化合物を含む層
- 110 発光素子
- 111a 反射膜
- 111b 反射膜
- 111c 反射膜
- 112 半透過・半反射膜
- 113a 光学調整層
- 113b 光学調整層
- 113c 光学調整層
- 115 赤色を呈する光を透過する層
- 120 発光素子
- 130 発光素子
- 150 発光パネル
- 203 発光性の有機化合物を含む層

40

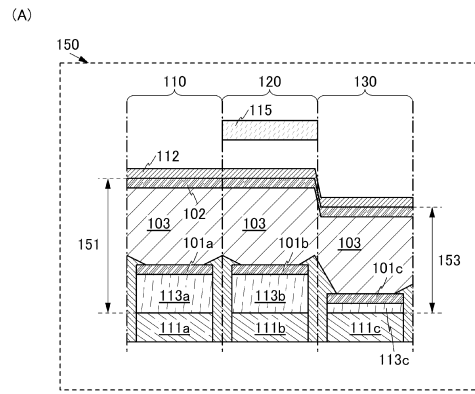
50

2 1 0	発光素子	
2 1 1 a	反射膜	
2 1 2 a	半透過・半反射膜	
2 1 3 a	光学調整層	
3 0 0	ガラス基板	
3 0 3	発光性の有機化合物を含む層	
3 0 4	隔壁	
3 1 0	発光素子	
3 1 1	反射膜	
3 1 1 a	反射膜	10
3 1 1 b	反射膜	
3 1 1 c	反射膜	
3 1 1 d	反射膜	
3 1 2	半透過・半反射膜	
3 1 3 a	光学調整層	
3 1 3 b	光学調整層	
3 1 3 c	光学調整層	
3 1 5	赤色を呈する光を透過する層	
3 2 0	発光素子	
3 3 0	発光素子	20
3 4 0	発光素子	
3 5 0	発光パネル	
3 6 0	封止基板	
4 0 1 a	レジストマスク	
4 0 1 b	レジストマスク	
4 0 1 c	レジストマスク	
5 0 3	発光性の有機化合物を含む層	
5 1 0	発光素子	
5 1 1 a	反射膜	
5 1 1 b	反射膜	30
5 1 1 c	反射膜	
5 1 1 d	反射膜	
5 1 2	半透過・半反射膜	
5 1 3 a	光学調整層	
5 1 3 b	光学調整層	
5 1 3 c	光学調整層	
5 1 5	赤色を呈する光を透過する層	
5 2 0	発光素子	
5 3 0	発光素子	
5 4 0	発光素子	40
5 5 0	発光パネル	
9 0 1	照明装置	
9 0 3	卓上照明器具	
9 0 4	照明装置	
1 1 0 0	ガラス基板	
1 1 0 1	陽極	
1 1 0 2	陰極	
1 1 0 3	E L 層	
1 1 0 3 a	E L 層	
1 1 0 3 b	E L 層	50

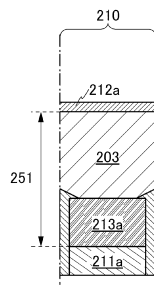
1 1 0 4	中間層	
1 1 0 4 a	電子注入バッファ	
1 1 0 4 b	電子リレー層	
1 1 0 4 c	電荷発生領域	
1 1 1 3	ホール注入層	
1 1 1 4	ホール輸送層	
1 1 1 5	発光層	
1 1 1 6	電子輸送層	
1 1 1 7	電子注入層	
1 4 0 0	発光装置	10
1 4 0 1	駆動回路部（ソース側駆動回路）	
1 4 0 2	画素部	
1 4 0 3	駆動回路部（ゲート側駆動回路）	
1 4 0 4	封止基板	
1 4 0 5	シール材	
1 4 0 7	空間	
1 4 0 8	配線	
1 4 0 9	F P C（フレキシブルプリントサーキット）	
1 4 1 0	素子基板	
1 4 1 1	スイッチング用 T F T	20
1 4 1 2	電流制御用 T F T	
1 4 1 3	第 1 の電極	
1 4 1 4	隔壁	
1 4 1 6	発光性の有機化合物を含む層	
1 4 1 7	電極	
1 4 1 8	発光素子	
1 4 2 3	n チャネル型 T F T	
1 4 2 4	p チャネル型 T F T	
1 5 0 3 a	E L 層	
1 5 0 3 b	E L 層	30
1 5 0 4	中間層	
1 5 0 4 a	電子注入バッファ	
1 5 0 4 b	電子リレー層	
1 5 0 4 c	電荷発生領域	
1 5 1 1	正孔注入層	
1 5 1 2	正孔輸送層	
1 5 1 3	発光層	
1 5 1 4	電子輸送層	
1 5 1 4 a	電子輸送層	
1 5 1 4 b	電子輸送層	40
1 5 2 2	正孔輸送層	
1 5 2 3 a	発光層	
1 5 2 3 b	発光層	
1 5 2 4 a	電子輸送層	
1 5 2 4 b	電子輸送層	
1 5 2 5	電子注入層	
2 5 0 0	発光装置	
2 5 0 1	基板	
2 5 0 2	電極	
2 5 0 3	電極	50

2 5 0 4	発光性の有機化合物を含む層	
2 5 0 5	絶縁層	
2 5 0 6	隔壁層	
7 1 0 0	テレビジョン装置	
7 1 0 1	筐体	
7 1 0 3	表示部	
7 1 0 5	スタンド	
7 1 0 7	表示部	
7 1 0 9	操作キー	
7 1 1 0	リモコン操作機	10
7 2 0 1	本体	
7 2 0 2	筐体	
7 2 0 3	表示部	
7 2 0 4	キーボード	
7 2 0 5	外部接続ポート	
7 2 0 6	ポインティングデバイス	
7 3 0 1	筐体	
7 3 0 2	筐体	
7 3 0 3	連結部	
7 3 0 4	表示部	20
7 3 0 5	表示部	
7 3 0 6	スピーカ部	
7 3 0 7	記録媒体挿入部	
7 3 0 8	L E D ランプ	
7 3 0 9	入力手段（操作キー	
7 3 1 0	接続端子	
7 3 1 1	センサ	
7 3 1 2	マイクロフォン	
7 4 0 0	携帯電話機	
7 4 0 1	筐体	30
7 4 0 2	表示部	
7 4 0 3	操作ボタン	
7 4 0 4	外部接続ポート	
7 4 0 5	スピーカ	
7 4 0 6	マイク	
7 5 0 0	照明装置	
7 5 0 1	筐体	
7 5 0 3 a ~ 7 5 0 3 d	発光装置	
9 5 0 1	照明部	
9 5 0 3	支柱	40
9 5 0 5	支持台	

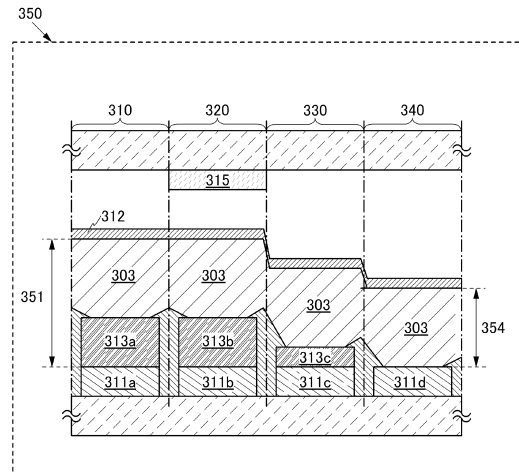
【図 1】



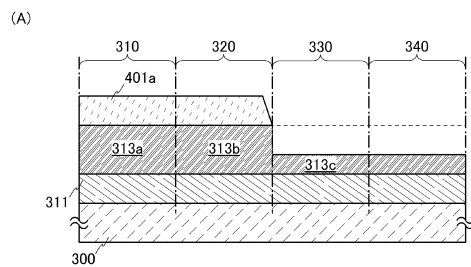
(B)



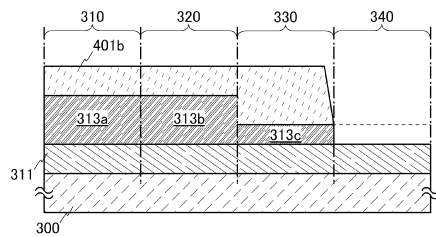
【図 2】



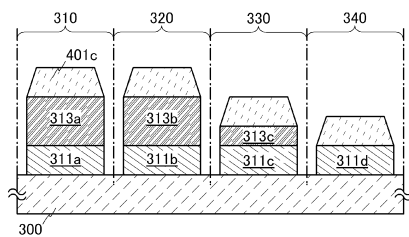
【図 3】



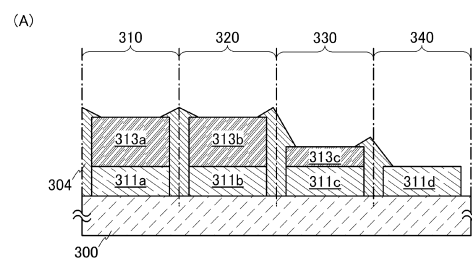
(B)



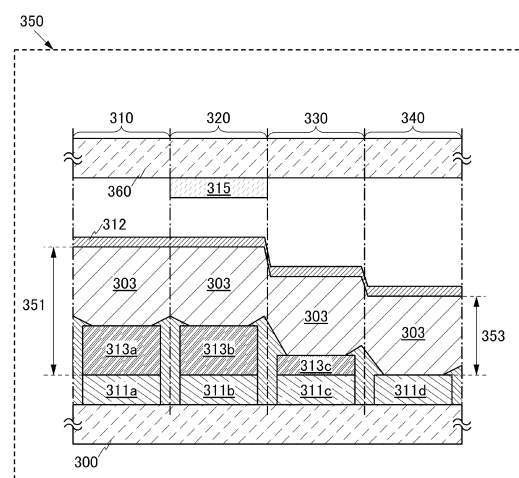
(C)



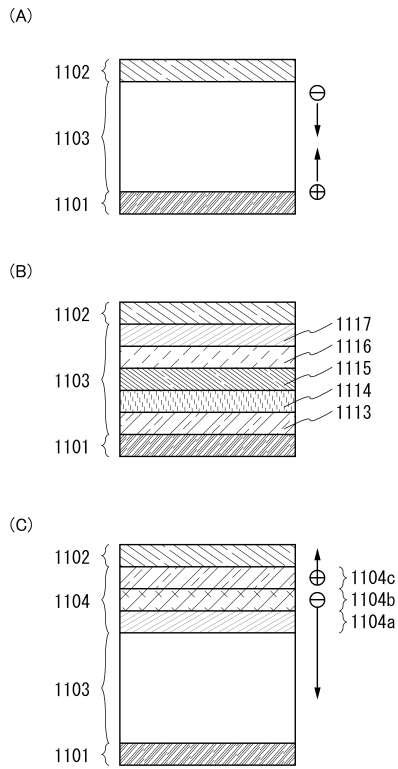
【図 4】



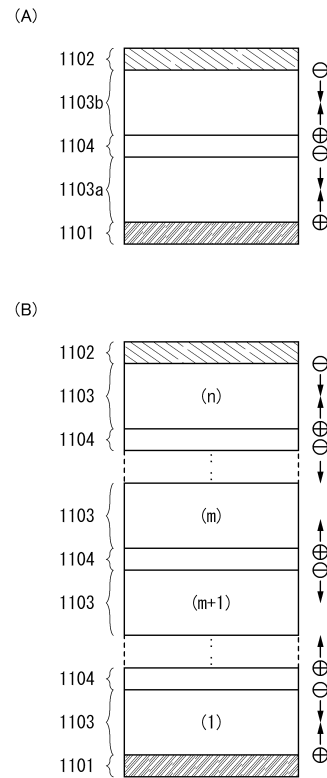
(B)



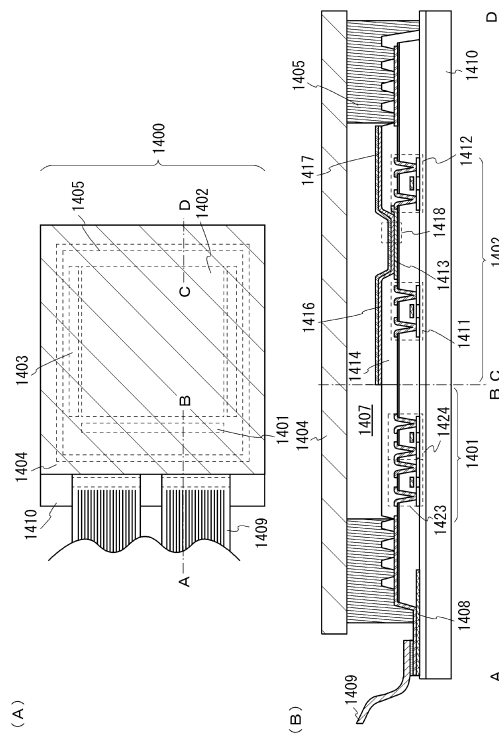
【図 5】



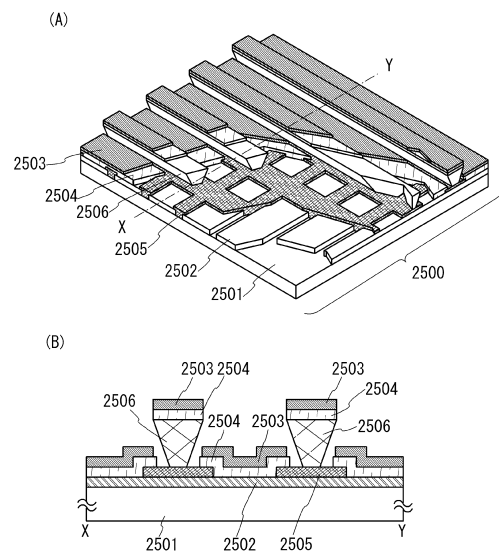
【図 6】



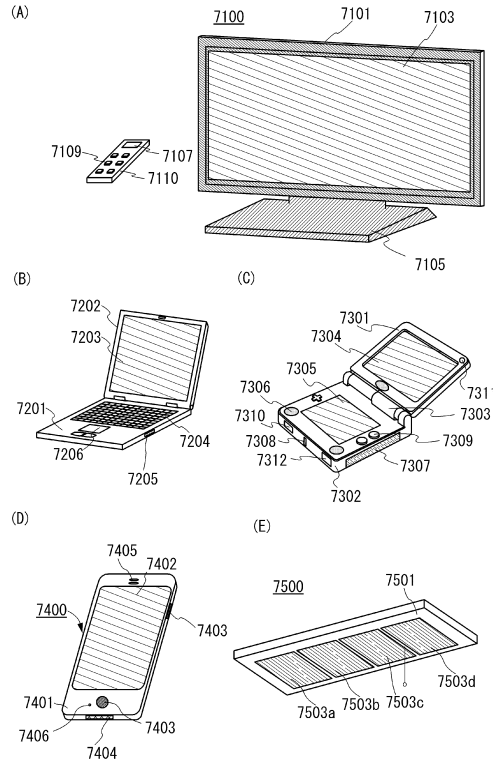
【図 7】



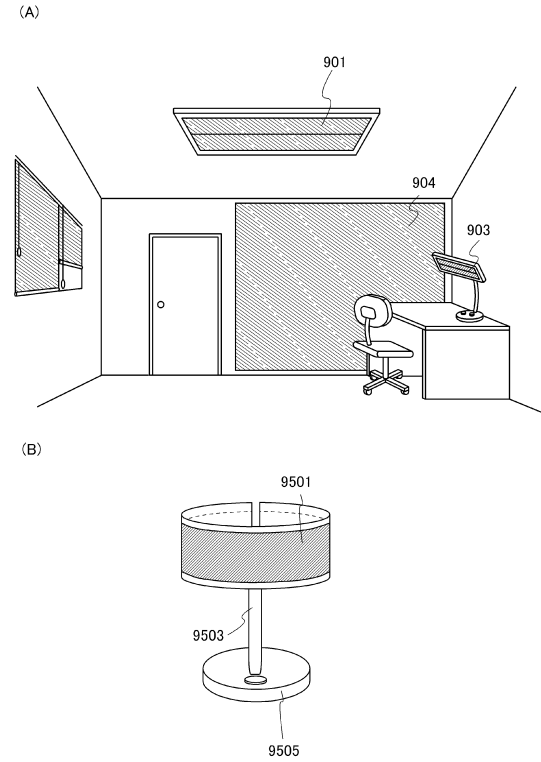
【図 8】



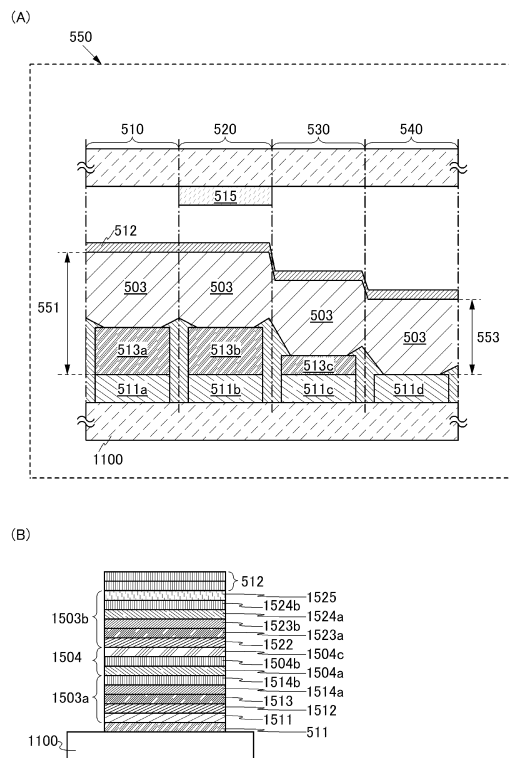
【図 9】



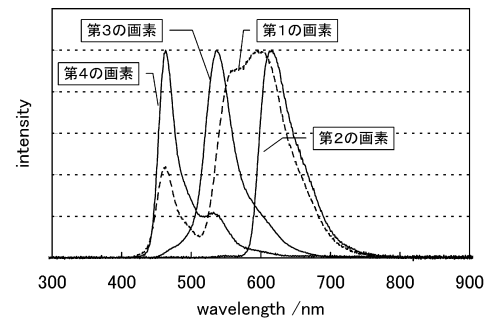
【図 10】



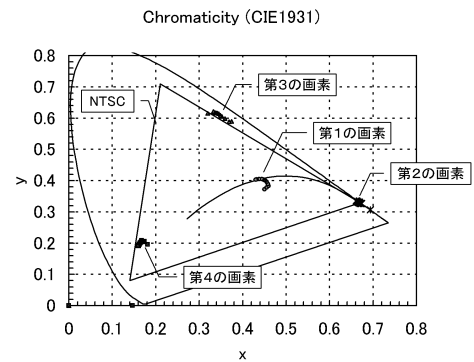
【図 11】



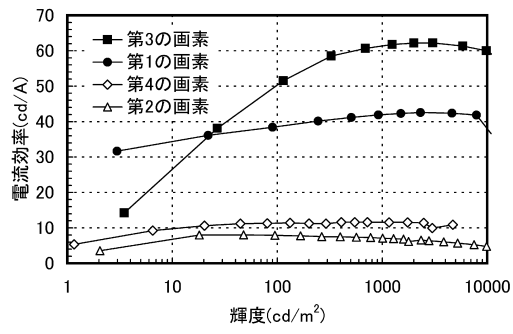
【図 12】



【図 13】



【図 1 4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 L 27/32 (2006.01) H 0 5 B 33/22 Z
G 0 9 F 9/30 (2006.01) H 0 1 L 27/32
G 0 9 F 9/30 3 6 5

(56)参考文献 特開 2 0 1 0 - 0 5 0 0 1 4 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 2 1 8 3 6 5 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 2 1 8 3 6 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 1 L 5 1 / 5 0 - 5 1 / 5 6
H 0 1 L 2 7 / 3 2
H 0 5 B 3 3 / 0 0 - 3 3 / 2 8

专利名称(译)	发光面板和发光装置		
公开(公告)号	JP6681961B2	公开(公告)日	2020-04-15
申请号	JP2018203676	申请日	2018-10-30
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社半导体能源研究所		
申请(专利权)人(译)	半导体能源研究所有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	半导体能源研究所有限公司		
[标]发明人	大澤信晴 佐々木俊毅 瀬尾哲史		
发明人	大澤 信晴 佐々木 俊毅 瀬尾 哲史		
IPC分类号	H05B33/24 H01L51/50 H05B33/12 H05B33/26 H05B33/22 H01L27/32 G09F9/30		
CPC分类号	H01L27/3206 H01L27/3209 H01L27/3211 H01L27/3213 H01L51/5265 H01L51/5203 H01L51/5271 H01L51/5281 H01L51/56		
FI分类号	H05B33/24 H05B33/14.A H05B33/12.B H05B33/26.Z H05B33/12.E H05B33/22.Z H01L27/32 G09F9/30.365		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/BB02 3K107/CC06 3K107/CC14 3K107/CC45 3K107/DD10 3K107/DD22 3K107/DD27 3K107/DD88 3K107/EE22 3K107/FF06 3K107/FF13		
审查员(译)	中山 佳美		
优先权	2011068680 2011-03-25 JP		
其他公开文献	JP2019050206A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

发光面板包括至少一个第一发光元件和第二发光元件，每个发光元件在反射膜和半透射/半反射膜之间具有包括光学层的层。调节层和介于一对电极之间的发光有机化合物。发光元件之一还包括透射设置在相应的半透射/半反射膜上方的红光的层。具有有机化合物的层发射波长在600nm至800nm之间的光以及波长在400nm至600nm之间的光。发光元件之一的反射膜与半透射/半反射膜之间的距离为长度在600nm至800nm之间的 $N/2$ （其中N是自然数），并且在另一个发光元件中的反射膜和半透射/半反射膜为长度为400nm至600nm的 $N/2$ （其中N为自然数）。发光面板可以进一步包括第三发光元件和第四发光元件。

(19) 日本国特許庁(JP)	(12) 特 許 公 報 (B2)	(11) 特許番号 特許第6681961号 (P6681961)
(45) 発行日 令和2年4月15日 (2020. 4. 15)	(24) 登録日 令和2年3月26日 (2020. 3. 26)	
(51) Int. Cl.	F I	
H 0 5 B 33/24 (2006.01)	H 0 5 B 33/24	
H 0 1 L 51/50 (2006.01)	H 0 5 B 33/14	A
H 0 5 B 33/12 (2006.01)	H 0 5 B 33/12	B
H 0 5 B 33/26 (2006.01)	H 0 5 B 33/26	Z
H 0 5 B 33/22 (2006.01)	H 0 5 B 33/12	E
請求項の数 4 (全 49 頁) 最終頁に続く		
(21) 出願番号 (22) 出願日 (62) 分割の表示 原出願日 (65) 公開番号 (43) 公開日 (31) 優先権主張番号 (32) 優先日 (33) 優先権主張国・地域又は機関 日本国 (JP)	特許2018-203676 (P2018-203676) 平成30年10月30日 (2018.10.30) 特許2016-175332 (P2016-175332) の分割 平成24年3月23日 (2012. 3. 23) 特許2019-50206 (P2019-50206A) 平成31年3月28日 (2019. 3. 28) 平成30年11月28日 (2018.11.28) 特許2011-68680 (P2011-68680) 平成23年3月25日 (2011. 3. 25) 平成23年3月25日 (2011. 3. 25) 平成23年3月25日 (2011. 3. 25)	(73) 特許権者 000153878 株式会社半導体エネルギー研究所 神奈川県厚木市長谷398番地 (72) 発明者 大澤 信晴 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社 半導体エネルギー研究所内 (72) 発明者 佐々木 俊毅 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社 半導体エネルギー研究所内 (72) 発明者 瀬尾 哲史 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社 半導体エネルギー研究所内 審査官 中山 佳美
最終頁に続く		
(54) 【発明の名称】 発光パネル及び発光装置		