

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-92887

(P2018-92887A)

(43) 公開日 平成30年6月14日 (2018. 6. 14)

| (51) Int.Cl.                          | F I          | テーマコード (参考) |
|---------------------------------------|--------------|-------------|
| <b>H05B 33/24 (2006.01)</b>           | H05B 33/24   | 2H148       |
| <b>H01L 51/50 (2006.01)</b>           | H05B 33/14 A | 3K107       |
| <b>H05B 33/12 (2006.01)</b>           | H05B 33/12 B | 5C380       |
| <b>H05B 33/22 (2006.01)</b>           | H05B 33/22 Z |             |
| <b>H05B 33/28 (2006.01)</b>           | H05B 33/28   |             |
| 審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 90 頁) 最終頁に続く |              |             |

(21) 出願番号 特願2017-97274 (P2017-97274)  
 (22) 出願日 平成29年5月16日 (2017. 5. 16)  
 (31) 優先権主張番号 特願2016-101783 (P2016-101783)  
 (32) 優先日 平成28年5月20日 (2016. 5. 20)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)  
 (31) 優先権主張番号 特願2016-178920 (P2016-178920)  
 (32) 優先日 平成28年9月13日 (2016. 9. 13)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)  
 (31) 優先権主張番号 特願2016-231618 (P2016-231618)  
 (32) 優先日 平成28年11月29日 (2016. 11. 29)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 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 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  
 (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 山岡 諒平  
 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  
 Fターム (参考) 2H148 BB03 BD18 BD23 BF02 BF06  
 BG06 BH05

最終頁に続く

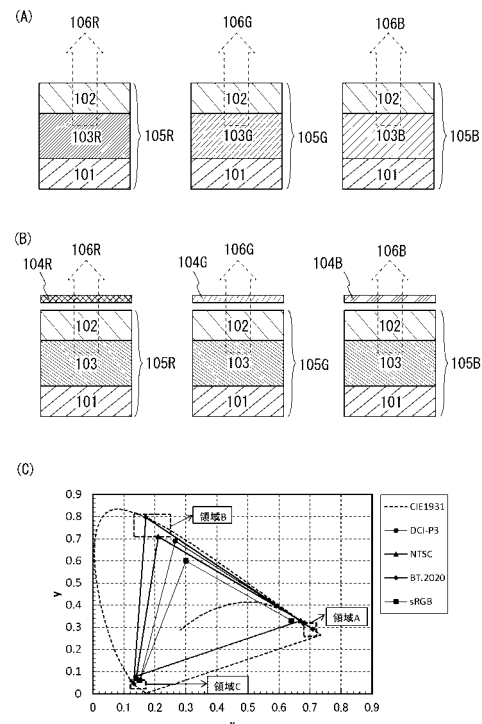
(54) 【発明の名称】 発光装置および電子機器

(57) 【要約】

【課題】 広色域での表示を可能とする発光装置を提供する。また、新規な発光素子を提供する。

【解決手段】 一对の電極間にEL層を有する発光素子を複数有する発光装置であって、第1の発光素子が第1のカラーフィルタを介して得られる発光の色度 (x, y) は、色度xが0.680より大きく0.720以下、色度yが0.260以上0.320以下、第2の発光素子が第2のカラーフィルタを介して得られる発光の色度 (x, y) は、色度xが0.130以上0.250以下、色度yが0.710より大きく0.810以下、第3の発光素子が第3のカラーフィルタを介して得られる発光の色度 (x, y) は、色度xが0.120以上0.170以下、色度yが0.020以上0.060未満、である。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

一対の電極間に E L 層を有する発光素子を複数有し、

第 1 の発光素子からの発光は、C I E 1 9 3 1 色度座標における色度 x が 0 . 6 8 0 より大きく 0 . 7 2 0 以下、色度 y が 0 . 2 6 0 以上 0 . 3 2 0 以下であり、

第 2 の発光素子からの発光は、C I E 1 9 3 1 色度座標における色度 x が 0 . 1 3 0 以上 0 . 2 5 0 以下、色度 y が 0 . 7 1 0 より大きく 0 . 8 1 0 以下であり、

第 3 の発光素子からの発光は、C I E 1 9 3 1 色度座標における色度 x が 0 . 1 2 0 以上 0 . 1 7 0 以下、色度 y が 0 . 0 2 0 以上 0 . 0 6 0 未満、であることを特徴とする発光装置。

10

## 【請求項 2】

反射電極と、半透過・半反射電極と、の間に E L 層を有する発光素子を複数有し、

第 1 の発光素子からの発光は、C I E 1 9 3 1 色度座標における色度 x が 0 . 6 8 0 より大きく 0 . 7 2 0 以下、色度 y が 0 . 2 6 0 以上 0 . 3 2 0 以下であり、

第 2 の発光素子からの発光は、C I E 1 9 3 1 色度座標における色度 x が 0 . 1 3 0 以上 0 . 2 5 0 以下、色度 y が 0 . 7 1 0 より大きく 0 . 8 1 0 以下であり、

第 3 の発光素子からの発光は、C I E 1 9 3 1 色度座標における色度 x が 0 . 1 2 0 以上 0 . 1 7 0 以下、色度 y が 0 . 0 2 0 以上 0 . 0 6 0 未満、であることを特徴とする発光装置。

## 【請求項 3】

20

一対の電極間に E L 層を有する発光素子を複数有し、

第 1 のカラーフィルタを介して得られる第 1 の発光素子からの発光は、C I E 1 9 3 1 色度座標における色度 x が 0 . 6 8 0 より大きく 0 . 7 2 0 以下、色度 y が 0 . 2 6 0 以上 0 . 3 2 0 以下、

第 2 のカラーフィルタを介して得られる第 2 の発光素子からの発光は、C I E 1 9 3 1 色度座標における色度 x が 0 . 1 3 0 以上 0 . 2 5 0 以下、色度 y が 0 . 7 1 0 より大きく 0 . 8 1 0 以下、

第 3 のカラーフィルタを介して得られる第 3 の発光素子からの発光は、C I E 1 9 3 1 色度座標における色度 x が 0 . 1 2 0 以上 0 . 1 7 0 以下、色度 y が 0 . 0 2 0 以上 0 . 0 6 0 未満、であることを特徴とする発光装置。

30

## 【請求項 4】

反射電極と、半透過・半反射電極と、の間に E L 層を有する発光素子を複数有し、

第 1 のカラーフィルタを介して得られる第 1 の発光素子からの発光は、C I E 1 9 3 1 色度座標における色度 x が 0 . 6 8 0 より大きく 0 . 7 2 0 以下、色度 y が 0 . 2 6 0 以上 0 . 3 2 0 以下、

第 2 のカラーフィルタを介して得られる第 2 の発光素子からの発光は、C I E 1 9 3 1 色度座標における色度 x が 0 . 1 3 0 以上 0 . 2 5 0 以下、色度 y が 0 . 7 1 0 より大きく 0 . 8 1 0 以下、

第 3 のカラーフィルタを介して得られる第 3 の発光素子からの発光は、C I E 1 9 3 1 色度座標における色度 x が 0 . 1 2 0 以上 0 . 1 7 0 以下、色度 y が 0 . 0 2 0 以上 0 . 0 6 0 未満、であることを特徴とする発光装置。

40

## 【請求項 5】

一対の電極間に E L 層を有する第 1 の発光素子、第 2 の発光素子、及び第 3 の発光素子を有し、

前記 E L 層は、白色発光を呈し、

第 1 のカラーフィルタを介して前記第 1 の発光素子から得られる発光は、C I E 1 9 3 1 色度座標における色度 x が 0 . 6 8 0 より大きく 0 . 7 2 0 以下、色度 y が 0 . 2 6 0 以上 0 . 3 2 0 以下、

第 2 のカラーフィルタを介して前記第 2 の発光素子から得られる発光は、C I E 1 9 3 1 色度座標における色度 x が 0 . 1 3 0 以上 0 . 2 5 0 以下、色度 y が 0 . 7 1 0 より大

50

きく0.810以下、

第3のカラーフィルタを介して前記第3の発光素子から得られる発光は、CIE1931色度座標における色度xが0.120以上0.170以下、色度yが0.020以上0.060未満、であることを特徴とする発光装置。

【請求項6】

反射電極と、半透過・半反射電極と、の間にEL層を有する第1の発光素子、第2の発光素子、及び第3の発光素子を有し、

前記EL層は、白色発光を呈し、

第1のカラーフィルタを介して前記第1の発光素子から得られる発光は、CIE1931色度座標における色度xが0.680より大きく0.720以下、色度yが0.260以上0.320以下、

第2のカラーフィルタを介して前記第2の発光素子から得られる発光は、CIE1931色度座標における色度xが0.130以上0.250以下、色度yが0.710より大きく0.810以下、

第3のカラーフィルタを介して前記第3の発光素子から得られる発光は、CIE1931色度座標における色度xが0.120以上0.170以下、色度yが0.020以上0.060未満、であることを特徴とする発光装置。

【請求項7】

一対の電極間にEL層を有する、第1の発光素子、第2の発光素子、及び第3の発光素子を有し、

前記EL層は、電荷発生層を介して積層された第1のEL層および第2のEL層を有し、かつ白色発光を呈し、

前記第1のEL層は、赤色発光物質と緑色発光物質とを有し、

前記第2のEL層は、青色発光物質を有し、

第1のカラーフィルタを介して前記第1の発光素子から得られる発光は、CIE1931色度座標における色度xが0.680より大きく0.720以下、色度yが0.260以上0.320以下、

第2のカラーフィルタを介して前記第2の発光素子から得られる発光は、CIE1931色度座標における色度xが0.130以上0.250以下、色度yが0.710より大きく0.810以下、

第3のカラーフィルタを介して前記第3の発光素子から得られる発光は、CIE1931色度座標における色度xが0.120以上0.170以下、色度yが0.020以上0.060未満、であることを特徴とする発光装置。

【請求項8】

反射電極と、半透過・半反射電極と、の間にEL層を有する、第1の発光素子、第2の発光素子、及び第3の発光素子を有し、

前記EL層は、電荷発生層を介して積層された第1のEL層および第2のEL層を有し、かつ白色発光を呈し、

前記第1のEL層は、赤色発光物質と緑色発光物質とを有し、

前記第2のEL層は、青色発光物質を有し、

第1のカラーフィルタを介して前記第1の発光素子から得られる発光は、CIE1931色度座標における色度xが0.680より大きく0.720以下、色度yが0.260以上0.320以下、

第2のカラーフィルタを介して前記第2の発光素子から得られる発光は、CIE1931色度座標における色度xが0.130以上0.250以下、色度yが0.710より大きく0.810以下、

第3のカラーフィルタを介して前記第3の発光素子から得られる発光は、CIE1931色度座標における色度xが0.120以上0.170以下、色度yが0.020以上0.060未満、であることを特徴とする発光装置。

【請求項9】

請求項 2、請求項 4、請求項 6、または請求項 8 において、

前記第 1 の発光素子における前記反射電極と、前記半透過・半反射電極と、の間は、赤色発光の発光強度を強める光学距離を有し、

前記第 2 の発光素子における前記反射電極と、前記半透過・半反射電極と、の間は、緑色発光の発光強度を強める光学距離を有し、

前記第 3 の発光素子における前記反射電極と、前記半透過・半反射電極と、の間は、青色発光の発光強度を強める光学距離を有することを特徴とする発光装置。

【請求項 10】

請求項 3 乃至請求項 9 のいずれか一において、

前記第 1 のカラーフィルタは、600 nm の光の透過率が 60 % 以下で、かつ 650 nm の光の透過率が 70 % 以上であり、

前記第 2 のカラーフィルタは、480 nm および 580 nm の光の透過率が 60 % 以下で、かつ 530 nm の光の透過率が 70 % 以上であり、

前記第 3 のカラーフィルタは、510 nm の光の透過率が 60 % 以下で、かつ 450 nm の光の透過率が 70 % 以上であることを特徴とする発光装置。

【請求項 11】

請求項 3 乃至請求項 10 のいずれか一において、

前記第 1 のカラーフィルタを介して前記第 1 の発光素子から得られる発光は、発光スペクトルのピーク値が 620 nm 以上 680 nm 以下であることを特徴とする発光装置。

【請求項 12】

請求項 1 乃至請求項 11 のいずれか一に記載の発光装置と、  
操作キー、スピーカ、マイク、または、外部接続部と、を有する電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の一態様は、発光素子、発光装置、および電子機器に関する。但し、本発明の一態様は、それらに限定されない。すなわち、本発明の一態様は、物、方法、製造方法、または駆動方法に関する。または、本発明の一態様は、プロセス、マシン、マニュファクチャ、または、組成物（コンポジション・オブ・マター）に関する。また、具体的には、半導体装置、表示装置、液晶表示装置、照明装置などを一例として挙げることができる。

【背景技術】

【0002】

一対の電極間に EL 層を有する発光素子（有機 EL 素子ともいう）は、薄型軽量、入力信号に対する高速な応答性、低消費電力などの特性を有することから、これらを適用したディスプレイは、次世代のフラットパネルディスプレイとして注目されている。

【0003】

発光素子は、一対の電極間に電圧を印加することにより、各電極から注入された電子およびホールが EL 層において再結合し、EL 層に含まれる発光物質（有機化合物）が励起状態となり、その励起状態が基底状態に戻る際に発光する。なお、励起状態の種類としては、一重項励起状態（S\*）と三重項励起状態（T\*）とがあり、一重項励起状態からの発光が蛍光、三重項励起状態からの発光が燐光と呼ばれている。また、発光素子におけるそれらの統計的な生成比率は、S\* : T\* = 1 : 3 であると考えられている。発光物質から得られる発光スペクトルはその発光物質特有のものであり、異なる種類の有機化合物を発光物質として用いることによって、様々な発光色の発光素子を得ることができる。

【0004】

例えば、ディスプレイなどの画像を表示する場合にフルカラー表示を実現するためには、少なくとも赤、緑、青の 3 色の発光素子が必要となる。さらに、消費電力の少ない発光素子が求められる。

【0005】

なお、フルカラー表示を実現する具体的な方式としては、各々の光を発する発光素子を別

10

20

30

40

50

々に形成するいわゆる塗り分け方式、白色発光素子にカラーフィルタを組み合わせた白色カラーフィルタ方式、青色発光素子などの単色発光素子に色変換フィルタを組み合わせた色変換方式などがあり、それぞれメリット、デメリットを有している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2007-53090号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

10

フルカラー表示を実現する具体的な方式の一つである白色カラーフィルタ方式は、複数の発光素子が一つのEL層を共有するため塗り分け方式と比較して高精細化が容易であり、特にディスプレイ市場に適合した表示方式であるといえる。

【0008】

白色カラーフィルタ方式では、共通のEL層から得られる白色発光を基に赤色、緑色、青色の発光素子が形成されるため、各発光色を呈する発光素子の色度(x, y)をそれぞれ所望の範囲とすることにより、広色域での表示を実現することが可能となる。

【0009】

従って、本発明の一態様では、広色域での表示を可能とする発光装置を提供する。また、新規な発光素子を提供する。また、色純度の高い発光素子を提供する。

20

【0010】

なお、これらの課題の記載は、他の課題の存在を妨げるものではない。なお、本発明の一態様は、これらの課題の全てを解決する必要はないものとする。なお、これら以外の課題は、明細書、図面、請求項などの記載から、自ずと明らかとなるものであり、明細書、図面、請求項などの記載から、これら以外の課題を抽出することが可能である。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の一態様は、一对の電極間にEL層を有する発光素子を複数有する発光装置であって、CIE1931色度座標における色度(x, y)（以下、色度(x, y)と示す）において、第1の発光素子からの発光は、色度xが0.680より大きく0.720以下、色度yが0.260以上0.320以下、第2の発光素子からの発光は、色度xが0.130以上0.250以下、色度yが0.710より大きく0.810以下、第3の発光素子からの発光は、色度xが0.120以上0.170以下、色度yが0.020以上0.060未満、であることを特徴とする。

30

【0012】

また、本発明の別の一態様は、反射電極と、半透過・半反射電極と、の間にEL層を有する発光素子を複数有する発光装置であって、色度(x, y)において、第1の発光素子からの発光は、色度xが0.680より大きく0.720以下、色度yが0.260以上0.320以下、第2の発光素子からの発光は、色度xが0.130以上0.250以下、色度yが0.710より大きく0.810以下、第3の発光素子からの発光は、色度xが0.120以上0.170以下、色度yが0.020以上0.060未満、であることを特徴とする。

40

【0013】

また、本発明の別の一態様は、一对の電極間にEL層を有する発光素子を複数有する発光装置であって、第1のカラーフィルタを介して得られる第1の発光素子からの発光は、CIE1931色度座標における色度xが0.680より大きく0.720以下、色度yが0.260以上0.320以下、第2のカラーフィルタを介して得られる第2の発光素子からの発光は、CIE1931色度座標における色度xが0.130以上0.250以下、色度yが0.710より大きく0.810以下、第3のカラーフィルタを介して得られる第3の発光素子からの発光は、CIE1931色度座標における色度xが0.120以

50

上0.170以下、色度 $y$ が0.020以上0.060未満、であることを特徴とする。

【0014】

また、本発明の別の一態様は、反射電極と、半透過・半反射電極と、の間にEL層を有する発光素子を複数有する発光装置であって、第1のカラーフィルタを介して得られる第1の発光素子からの発光は、CIE1931色度座標における色度 $x$ が0.680より大きく0.720以下、色度 $y$ が0.260以上0.320以下、第2のカラーフィルタを介して得られる第2の発光素子からの発光は、CIE1931色度座標における色度 $x$ が0.130以上0.250以下、色度 $y$ が0.710より大きく0.810以下、第3のカラーフィルタを介して得られる第3の発光素子からの発光は、CIE1931色度座標における色度 $x$ が0.120以上0.170以下、色度 $y$ が0.020以上0.060未満、であることを特徴とする。

10

【0015】

なお、上記構成において、第1の発光素子、第2の発光素子、および第3の発光素子がそれぞれ有するEL層は、同一の材料を用いて形成された、白色発光を呈するEL層であることが好ましい。また、EL層は、少なくとも発光層を有する。また、EL層が、複数存在していても良く、各EL層が電荷発生層を介して積層された構造を有していても良い。

【0016】

また、本発明の別の一態様は、一对の電極間にEL層を有する第1の発光素子、第2の発光素子、及び第3の発光素子を有し、EL層は、白色発光を呈し、第1のカラーフィルタを介して第1の発光素子から得られる発光は、CIE1931色度座標における色度 $x$ が0.680より大きく0.720以下、色度 $y$ が0.260以上0.320以下、第2のカラーフィルタを介して第2の発光素子から得られる発光は、CIE1931色度座標における色度 $x$ が0.130以上0.250以下、色度 $y$ が0.710より大きく0.810以下、第3のカラーフィルタを介して第3の発光素子から得られる発光は、CIE1931色度座標における色度 $x$ が0.120以上0.170以下、色度 $y$ が0.020以上0.060未満、であることを特徴とする発光装置である。

20

【0017】

なお、白色発光を呈するEL層から、素子毎に異なる光を効率よく取り出すためには、一对の電極間の光学距離を発光色に応じて調整し、所謂マイクロキャビティ構造とすることが好ましい。

30

【0018】

また、本発明の別の一態様は、反射電極と、半透過・半反射電極と、の間にEL層を有する第1の発光素子、第2の発光素子、及び第3の発光素子を有し、EL層は、白色発光を呈し、第1のカラーフィルタを介して第1の発光素子から得られる発光は、CIE1931色度座標における色度 $x$ が0.680より大きく0.720以下、色度 $y$ が0.260以上0.320以下、第2のカラーフィルタを介して第2の発光素子から得られる発光は、CIE1931色度座標における色度 $x$ が0.130以上0.250以下、色度 $y$ が0.710より大きく0.810以下、第3のカラーフィルタを介して第3の発光素子から得られる発光は、CIE1931色度座標における色度 $x$ が0.120以上0.170以下、色度 $y$ が0.020以上0.060未満、であることを特徴とする発光装置である。

40

【0019】

また、本発明の別の一態様は、一对の電極間にEL層を有する、第1の発光素子、第2の発光素子、及び第3の発光素子を有し、EL層は、電荷発生層を介して積層された第1のEL層および第2のEL層を有し、かつ白色発光を呈し、第1のEL層は、赤色発光物質と緑色発光物質とを有し、第2のEL層は、青色発光物質を有し、第1のカラーフィルタを介して第1の発光素子から得られる発光は、CIE1931色度座標における色度 $x$ が0.680より大きく0.720以下、色度 $y$ が0.260以上0.320以下、第2のカラーフィルタを介して第2の発光素子から得られる発光は、CIE1931色度座標における色度 $x$ が0.130以上0.250以下、色度 $y$ が0.710より大きく0.810以下、第3のカラーフィルタを介して第3の発光素子から得られる発光は、CIE19

50

3 1 色度座標における色度  $x$  が 0.120 以上 0.170 以下、色度  $y$  が 0.020 以上 0.060 未満、であることを特徴とする発光装置である。

【0020】

また、本発明の別の一態様は、反射電極と、半透過・半反射電極と、の間に EL 層を有する、第 1 の発光素子、第 2 の発光素子、及び第 3 の発光素子を有し、EL 層は、電荷発生層を介して積層された第 1 の EL 層および第 2 の EL 層を有し、かつ白色発光を呈し、第 1 の EL 層は、赤色発光物質と緑色発光物質とを有し、第 2 の EL 層は、青色発光物質を有し、第 1 のカラーフィルタを介して第 1 の発光素子から得られる発光は、CIE1931 色度座標における色度  $x$  が 0.680 より大きく 0.720 以下、色度  $y$  が 0.260 以上 0.320 以下、第 2 のカラーフィルタを介して第 2 の発光素子から得られる発光は、CIE1931 色度座標における色度  $x$  が 0.130 以上 0.250 以下、色度  $y$  が 0.710 より大きく 0.810 以下、第 3 のカラーフィルタを介して第 3 の発光素子から得られる発光は、CIE1931 色度座標における色度  $x$  が 0.120 以上 0.170 以下、色度  $y$  が 0.020 以上 0.060 未満、であることを特徴とする発光装置である。

【0021】

なお、反射電極と半透過・半反射電極とを有する構成において、第 1 の発光素子における反射電極と、半透過・半反射電極と、の間は、赤色発光の発光強度を強める光学距離を有し、第 2 の発光素子における反射電極と、半透過・半反射電極と、の間は、緑色発光の発光強度を強める光学距離を有し、第 3 の発光素子における反射電極と、半透過・半反射電極と、の間は、青色発光の発光強度を強める光学距離を有することを特徴とする。

【0022】

また、上記各構成において、第 1 のカラーフィルタは、600 nm の光の透過率が 60 % 以下で、かつ 650 nm の光の透過率が 70 % 以上であり、第 2 のカラーフィルタは、480 nm および 580 nm の光の透過率が 60 % 以下で、かつ 530 nm の光の透過率が 70 % 以上であり、第 3 のカラーフィルタは、510 nm の光の透過率が 60 % 以下で、かつ 450 nm の光の透過率が 70 % 以上であることを特徴とする。

【0023】

また、上記各構成において、第 1 のカラーフィルタを介して第 1 の発光素子から得られる発光は、発光スペクトルのピーク値が 620 nm 以上 680 nm 以下であることを特徴とする。

【0024】

また、本発明の別の一態様は、本発明の一態様である発光装置と、操作キー、スピーカ、マイク、または、外部接続部と、を有する電子機器である。

【0025】

なお、本発明の一態様は、発光素子を有する発光装置だけでなく、発光素子や発光装置を適用した電子機器（具体的には、発光素子や発光装置と、接続端子、または操作キーとを有する電子機器）および照明装置（具体的には、発光素子や発光装置と、筐体とを有する照明装置）も範疇に含めるものである。従って、本明細書中における発光装置とは、画像表示デバイス、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 TCP (Tape Carrier Package) が取り付けられたモジュール、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。

【発明の効果】

【0026】

本発明の一態様により、広色域での表示を可能とする発光装置を提供することができる。また、新規な発光素子を提供することができる。また、色純度の高い発光素子を提供することができる。また、色再現性の良い発光装置を提供することができる。また、色再現性の高い表示部を備えた電子機器を提供することができる。

## 【 0 0 2 7 】

なお、これらの効果の記載は、他の効果の存在を妨げるものではない。なお、本発明の一態様は、必ずしも、これらの効果の全てを有する必要はない。なお、これら以外の効果は、明細書、図面、請求項などの記載から、自ずと明らかとなるものであり、明細書、図面、請求項などの記載から、これら以外の効果を抽出することが可能である。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 2 8 】

【図 1】本発明の一態様である発光装置について説明する図。

【図 2】発光素子の構造について説明する図。

【図 3】発光装置について説明する図。

10

【図 4】発光装置について説明する図。

【図 5】電子機器について説明する図。

【図 6】電子機器について説明する図。

【図 7】自動車について説明する図。

【図 8】照明装置について説明する図。

【図 9】照明装置について説明する図。

【図 10】タッチパネルの一例を示す図。

【図 11】タッチパネルの一例を示す図。

【図 12】タッチパネルの一例を示す図。

【図 13】タッチセンサのブロック図及びタイミングチャート。

20

【図 14】タッチセンサの回路図。

【図 15】表示装置のブロック図。

【図 16】表示装置の回路構成。

【図 17】表示装置の断面構造。

【図 18】発光素子について説明する図。

【図 19】発光素子 1～発光素子 4 の輝度－電流密度特性を示す図。

【図 20】発光素子 1～発光素子 4 の輝度－電圧特性を示す図。

【図 21】発光素子 1～発光素子 4 の電流効率－輝度特性を示す図。

【図 22】発光素子 1～発光素子 4 の電流－電圧特性を示す図。

【図 23】発光素子 1～発光素子 4 の発光スペクトルを示す図。

30

【図 24】カラーフィルタの透過スペクトルを示す図。

【図 25】発光素子 5～発光素子 8 の輝度－電流密度特性を示す図。

【図 26】発光素子 5～発光素子 8 の輝度－電圧特性を示す図。

【図 27】発光素子 5～発光素子 8 の電流効率－輝度特性を示す図。

【図 28】発光素子 5～発光素子 8 の電流－電圧特性を示す図。

【図 29】発光素子 5～発光素子 8 の発光スペクトルを示す図。

【図 30】発光素子について説明する図。

【図 31】発光素子 9～発光素子 11 の輝度－電流密度特性を示す図。

【図 32】発光素子 9～発光素子 11 の輝度－電圧特性を示す図。

【図 33】発光素子 9～発光素子 11 の電流効率－輝度特性を示す図。

40

【図 34】発光素子 9～発光素子 11 の電流－電圧特性を示す図。

【図 35】発光素子 9～発光素子 11 の発光スペクトルを示す図。

【図 36】CIE1931色度座標 (x, y 色度座標) を示す図。

【図 37】CIE1976色度座標 (u', v' 色度座標) を示す図。

【図 38】各発光素子の輝度－電流密度特性を示す図。

【図 39】各発光素子の輝度－電圧特性を示す図。

【図 40】各発光素子の電流効率－輝度特性を示す図。

【図 41】各発光素子の電流－電圧特性を示す図。

【図 42】各発光素子の発光スペクトルを示す図。

【図 43】各発光素子の信頼性を示す図。

50

- 【図 4 4】各発光素子の発光スペクトルを示す図。  
【図 4 5】C I E 1 9 3 1 色度座標 (x, y 色度座標) を示す図。  
【図 4 6】外部量子効率と電流密度の関係を示す図。  
【図 4 7】発光素子の駆動試験 (25℃) 結果を示す図。  
【図 4 8】発光素子の駆動試験 (85℃) 結果を示す図。  
【図 4 9】発光素子の高温保存試験結果を示す図。  
【図 5 0】各発光素子の発光スペクトルを示す図。  
【図 5 1】外部量子効率と輝度関係を示す図。  
【図 5 2】発光素子の駆動試験 (25℃) 結果を示す図。  
【図 5 3】発光素子の駆動試験 (85℃) 結果を示す図。  
【図 5 4】発光素子の高温保存試験結果を示す図。  
【図 5 5】C I E 1 9 7 6 色度座標 (u', v' 色度座標) を示す図。  
【発明を実施するための形態】

【0029】

以下、本発明の実施の態様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が可能である。従って、本発明は以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。

【0030】

なお、図面等において示す各構成の、位置、大きさ、範囲などは、理解の簡単のため、実際の位置、大きさ、範囲などを表していない場合がある。このため、開示する発明は、必ずしも、図面等を開示された位置、大きさ、範囲などに限定されない。

【0031】

また、本明細書等において、図面を用いて発明の構成を説明するにあたり、同じものを指す符号は異なる図面間でも共通して用いる。

【0032】

(実施の形態 1)

本実施の形態では、本発明の一態様である発光装置について図 1 (A) (B) を用いて説明する。

【0033】

図 1 (A) に示す発光装置は、第 1 の発光素子 105 R、第 2 の発光素子 105 G、第 3 の発光素子 105 B を有する。なお、第 1 の発光素子 105 R は、第 1 の電極 101、EL 層 103 R および第 2 の電極 102 を有する。第 2 の発光素子 105 G は、第 1 の電極 101、EL 層 103 G および第 2 の電極 102 を有する。第 3 の発光素子 105 B は、第 1 の電極 101、EL 層 103 B および第 2 の電極 102 を有する。なお、各発光素子が有する EL 層 (103 R、103 G、103 B) は、それぞれ異なる材料を一部または全部に含み、塗り分けにより形成される。すなわち、例えば、EL 層 103 R が赤色発光を示す EL 層、EL 層 103 G が緑色発光を示す EL 層、EL 層 103 B が青色発光を示す EL 層とすることができる。

【0034】

また、各発光素子の少なくとも一方の電極 (図 1 (A) (B) の場合は、EL 層からの光が射出される矢印方向の第 2 の電極 102) は、透光性を有する電極材料で形成することが好ましい。

【0035】

また、図 1 (B) に示す発光装置は、第 1 の発光素子 105 R、第 2 の発光素子 105 G、第 3 の発光素子 105 B を有する。なお、第 1 の発光素子 105 R は、第 1 の電極 101、EL 層 103 および第 2 の電極 102 を有する。また、第 1 の電極 101、EL 層 103 および第 2 の電極 102 と重なる位置にカラーフィルタ 104 R が設けられている。第 2 の発光素子 105 G は、第 1 の電極 101、EL 層 103 および第 2 の電極 102 を有する。また、第 1 の電極 101、EL 層 103 および第 2 の電極 102 と重なる位置に

カラーフィルタ104Gが設けられている。第3の発光素子105Bは、第1の電極101、EL層103および第2の電極102を有する。また、第1の電極101、EL層103および第2の電極102と重なる位置にカラーフィルタ104Bが設けられている。なお、各発光素子が有するEL層103は、共通である。

#### 【0036】

また、図1(B)に示す各発光素子の第2の電極102は、透光性を有する電極材料で形成することが好ましい。これにより、第1の発光素子105Rは、EL層103から射出される光のうちの赤色発光106Rを、カラーフィルタ104Rを介して外部に取り出すことができる。また、第2の発光素子105Gは、EL層103から射出される光のうちの緑色発光106Gを、カラーフィルタ104Gを介して外部に取り出すことができる。また、第3の発光素子105Bは、EL層103から射出される光のうちの青色発光106Bを、カラーフィルタ104Bを介して外部に取り出すことができる。従って、カラーフィルタ104Rは、赤色発光を透過する機能を有し、カラーフィルタ104Gは、緑色発光を透過する機能を有し、カラーフィルタ104Bは、青色発光を透過する機能を有する。

#### 【0037】

なお、図1(A)(B)には示さないが、本実施の形態に示す発光装置は、第1の発光素子105R、第2の発光素子105G、第3の発光素子105Bは、それぞれ発光を制御するトランジスタと電氣的に接続されていても良い。

#### 【0038】

図1(A)(B)に示すEL層(103、103R、103G、103B)は、発光を呈する発光物質を有する発光層、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層、等の機能層を有する。また、EL層が複数積層される構造を有する場合には、EL層の間に電荷発生層を有する。

#### 【0039】

図1(A)(B)に示すEL層(103、103R、103G、103B)が有する発光層については、発光物質だけでなく、1種以上の有機化合物を含む構成とすることができる。また、異なる発光色を呈する発光物質が発光層内に混在する構成としても良いし、積層された層が異なる発光色を呈する発光物質をそれぞれ有する構成としても良い。図1(A)(B)に示すEL層(103、103R、103G、103B)が、複数のEL層を積層して形成されている場合は、上述したように複数のEL層の間に電荷発生層を挟む構成となる。この時の複数のEL層は、それぞれ異なる発光色を呈するのが好ましい。

#### 【0040】

また、図1(B)に示す、第1の発光素子105R、第2の発光素子105G、および第3の発光素子105Bは、いずれも共通のEL層103を有する。この場合、EL層103は白色発光を呈するが、各発光素子からは異なる発光色が得られる。

#### 【0041】

図1(B)に示すように、EL層103からの発光が、複数の波長の光が混在する白色発光である場合、特定の波長の光のみを強めるために第1の電極101を反射電極とし、第2の電極102を半透過・半反射電極とし、微小光共振器(マイクロキャビティ)構造とするのが好ましい。なお、図1(A)に示すように発光素子毎にEL層が塗り分けで形成される場合も微小光共振器(マイクロキャビティ)構造と組み合わせた発光素子を形成しても良い。

#### 【0042】

また、図1(A)(B)に示す、第1の発光素子105Rは、赤色発光を示す発光素子であるため、第1の電極101と第2の電極102との光学距離が赤色発光を強める光学距離となるように第1の電極101の膜厚を調整するのが好ましい。また、第2の発光素子105Gは、緑色発光を示す発光素子であるため、第1の電極101と第2の電極102との光学距離が緑色発光を強める光学距離となるように第1の電極101の膜厚を調整するのが好ましい。また、第3の発光素子105Bは、青色発光を示す発光素子であるため

、第1の電極101と第2の電極102との光学距離が青色発光を強める光学距離となるように第1の電極101の膜厚を調整するのが好ましい。

#### 【0043】

図1(B)に示すように、EL層103から得られる発光が白色発光の場合は、白色発光を構成する赤色発光、緑色発光、および青色発光がそれぞれ独立した発光スペクトルを有し、互いのスペクトルが重ならないことが色純度の低下を抑える上で望ましい。特に緑色発光のスペクトルと、赤色発光のスペクトルとは、それぞれのピーク波長が近い位置にあるため、互いのスペクトルが重なりやすい。このような発光スペクトルの重なりを抑えるために、EL層に用いる発光物質やEL層の積層構造が重要となる。これは、共通のEL層を有する発光装置が、塗り分けのEL層を有する発光装置に比べて工程の削減が可能である一方、困難を有する点である。従って、本発明の一態様である発光装置においては、発光色毎に良い色度を示す発光装置を提供することができるだけでなく、特に共通の白色発光層を有する場合には、異なる発光スペクトルの重なりを抑え、発光色毎に良い色度を示す発光装置を提供することができる。

#### 【0044】

本実施の形態で示す発光装置は、複数の発光素子を有する発光装置であり、フルカラー表示を実現することができる。現在ではこのようなフルカラー表示における品質の指標としていくつかの規格値が定められている。

#### 【0045】

例えば、ディスプレイ、プリンタ、デジタルカメラ、スキャナなどの機器において、機器間の色再現の違いを統一するためにIEC（国際電気標準会議）が定めた国際標準の色空間に関する規格としてsRGB規格が広く定着している。なお、sRGB規格では、CIE（国際照明委員会）が定めるCIE1931色度座標（x y色度座標）における色度（x, y）を、赤（R）（x, y）=（0.640, 0.330）、緑（G）（x, y）=（0.300, 0.600）、青（B）（x, y）=（0.150, 0.060）としている。

#### 【0046】

また、アメリカの国家テレビ標準化委員会（National Television System Committee）が作成したアナログテレビ方式の色域規格であるNTSC規格では、色度（x, y）を、赤（R）（x, y）=（0.670, 0.330）、緑（G）（x, y）=（0.210, 0.710）、青（B）（x, y）=（0.140, 0.080）としている。

#### 【0047】

また、デジタル映画（シネマ）を配給する際の国際的な統一規格であるDCI-P3（Digital Cinema Initiatives）規格では、色度（x, y）を、赤（R）（x, y）=（0.680, 0.320）、緑（G）（x, y）=（0.265, 0.690）、青（B）（x, y）=（0.150, 0.060）としている。

#### 【0048】

また、NHKが定めた高精細なUHDTV（Ultra High Definition Television、スーパーハイビジョンともいう）で使われる（BT.2020）規格では、色度（x, y）を、赤色（0.708, 0.292）、緑色（0.170, 0.797）、青色（0.131, 0.046）としている。

#### 【0049】

このように画像表示に関する様々な規格が定められているが、本発明の一態様である発光装置は、図1(C)の色座標で表される色度範囲（領域A、領域B、領域C）を占める発光素子（赤色発光を示す発光素子、緑色発光を示す発光素子、青色発光を示す発光素子）を有する。具体的には、赤色発光106Rが得られる第1の発光素子105Rと、緑色発光106Gが得られる第2の発光素子105Gと、青色発光106Bが得られる第3の発光素子105Bと、を少なくとも有し、第1の発光素子105Rは図1(C)の色座標において領域Aで示される範囲、すなわちCIE1931色度座標における色度xが、0.

680より大きく0.720以下、色度 $y$ が、0.260以上0.320以下である発光が得られる発光素子であり、第2の発光素子105Gは、図1(C)の色座標において領域Bで示される範囲、すなわち色度 $x$ が、0.130以上0.250以下、色度 $y$ が、0.710より大きく0.810以下である発光が得られる発光素子であり、第3の発光素子105Bは、図1(C)の色座標において領域Cで示される範囲、すなわち色度 $x$ が、0.120以上0.170以下、色度 $y$ が、0.020以上0.060未満である発光が得られる発光素子である。なお、図1(B)に示すように各発光素子(105R、105G、105B)とカラーフィルタ(104R、104G、104B)を組み合わせた際、カラーフィルタ(104R、104G、104B)を介して各発光素子(105R、105G、105B)から得られる発光が上記の色度の範囲を満たす構成としても良い。この  
10  
のような発光素子を有することで、フルカラー表示における表示品質の高い発光装置を得ることができる。むろん、図1(A)に示したように、カラーフィルタを介さずに上記色度の範囲を満たす構成としても良い。

#### 【0050】

なお、図1(A)で示した第1の素子105Rの発光スペクトルのピーク波長は、620nm以上680nm以下が好ましい。また、図1(A)で示した第2の発光素子105Gの発光スペクトルのピーク波長は、500nm以上530nm以下が好ましい。図1(A)で示した第3の発光素子105Bの発光スペクトルのピーク波長は、430nm以上460nm以下が好ましい。また、発光素子105R、105G、105Bの発光スペクトルの半値幅は、それぞれ5nm以上45nm以下、5nm以上35nm以下、5nm以上  
20  
25nm以下が好ましい。これら発光スペクトルのピーク波長、および半値幅に関しては、図1(B)におけるカラーフィルタ透過後の値に関しても同様のことが言える。

#### 【0051】

また本発明の一態様においては、上記のような色度を達成することにより、CIE色度座標( $x$ 、 $y$ )におけるBT.2020の色域に対する面積比で80%以上、または、該色域に対するカバー率で75%以上とすることが好ましい。より好ましくは、面積比で90%以上、または、カバー率で85%以上である。

#### 【0052】

なお、色度の算出においては、色彩輝度計、分光放射輝度計、発光スペクトル測定器のいずれを用いても良く、いずれか一の測定において上記色度を満たしていればよい。ただし  
30  
、より好ましくは、いずれの測定法を用いても上記色度を満たすことである。

#### 【0053】

なお、本実施の形態に示す構成には、他の実施の形態に示した構成を適宜組み合わせることができる。

#### 【0054】

(実施の形態2)

本実施の形態では、本発明の一態様である発光素子について説明する。

#### 【0055】

《発光素子の基本的な構造》

まず、発光素子の基本的な構造について説明する。図2(A)には、一对の電極間に発光層を含むEL層を有する発光素子を示す。具体的には、第1の電極201と第2の電極202との間にEL層203が挟まれた構造(シングル構造)を有する。  
40

#### 【0056】

また、図2(B)には、一对の電極間に複数(図2(B)では、2層)のEL層(203a、203b)を有し、EL層の間に電荷発生層204を有する積層構造(タンデム構造)の発光素子を示す。タンデム構造の発光素子は、低電圧駆動が可能で消費電力が低い発光装置を実現することができる。

#### 【0057】

電荷発生層204は、第1の電極201と第2の電極202に電圧を印加したときに、一方のEL層(203aまたは203b)に電子を注入し、他方のEL層(203bまたは  
50

203a)に正孔を注入する機能を有する。従って、図2(B)において、第1の電極201に第2の電極202よりも電位が高くなるように電圧を印加すると、電荷発生層204からEL層203aに電子が注入され、EL層203bに正孔が注入されることとなる。

#### 【0058】

なお、電荷発生層204は、光の取り出し効率の点から、可視光に対して透光性を有する(具体的には、電荷発生層204に対する可視光の透過率が、40%以上)ことが好ましい。また、電荷発生層204は、第1の電極201や第2の電極202よりも低い導電率であっても機能する。

#### 【0059】

また、図2(C)には、本発明の一態様である発光素子のEL層203の積層構造を示す。但し、この場合、第1の電極201は陽極として機能するものとする。EL層203は、第1の電極201上に、正孔(ホール)注入層211、正孔(ホール)輸送層212、発光層213、電子輸送層214、電子注入層215が順次積層された構造を有する。なお、図2(B)に示すタンデム構造のように複数のEL層を有する場合であっても、各EL層が、陽極側から上記のように順次積層される構造とする。また、第1の電極201が陰極で、第2の電極202が陽極の場合は、積層順は逆になる。

#### 【0060】

EL層(203、203a、203b)に含まれる発光層213は、それぞれ発光物質や複数の物質を適宜組み合わせることで有しており、所望の発光色を呈する蛍光発光や燐光発光が得られる構成とすることができる。また、発光層213を発光色の異なる積層構造としてもよい。なお、この場合、積層された各発光層に用いる発光物質やその他の物質は、それぞれ異なる材料を用いればよい。また、図2(B)に示す複数のEL層(203a、203b)から、それぞれ異なる発光色が得られる構成としても良い。この場合も各発光層に用いる発光物質やその他の物質を異なる材料とすればよい。

#### 【0061】

また、本発明の一態様である発光素子において、例えば、図2(C)に示す第1の電極201を反射電極とし、第2の電極202を半透過・半反射電極とし、微小光共振器(マイクロキャビティ)構造とすることにより、EL層203に含まれる発光層213から得られる発光を両電極間で共振させ、第2の電極202から得られる発光を強めることができる。

#### 【0062】

なお、発光素子の第1の電極201が、反射性を有する導電性材料と透光性を有する導電性材料(透明導電膜)との積層構造からなる反射電極である場合、透明導電膜の膜厚を制御することにより光学調整を行うことができる。具体的には、発光層213から得られる光の波長 $\lambda$ に対して、第1の電極201と、第2の電極202との電極間距離が $m\lambda/2$ (ただし、 $m$ は自然数)近傍となるように調整するのが好ましい。

#### 【0063】

また、発光層213から得られる所望の光(波長： $\lambda$ )を増幅させるために、第1の電極201から発光層の所望の光が得られる領域(発光領域)までの光学距離と、第2の電極202から発光層213の所望の光が得られる領域(発光領域)までの光学距離と、をそれぞれ $(2m'+1)\lambda/4$ (ただし、 $m'$ は自然数)近傍となるように調節するのが好ましい。なお、ここでいう発光領域とは、発光層213における正孔(ホール)と電子との再結合領域を示す。

#### 【0064】

このような光学調整を行うことにより、発光層213から得られる特定の単色光のスペクトルを狭線化させ、色純度の良い発光を得ることができる。

#### 【0065】

但し、上記の場合、第1の電極201と第2の電極202との光学距離は、厳密には第1の電極201における反射領域から第2の電極202における反射領域までの総厚という

10

20

30

40

50

ことができる。しかし、第1の電極201や第2の電極202における反射領域を厳密に決定することは困難であるため、第1の電極201と第2の電極202の任意の位置を反射領域と仮定することで十分に上述の効果を得ることができるものとする。また、第1の電極201と、所望の光が得られる発光層との光学距離は、厳密には第1の電極201における反射領域と、所望の光が得られる発光層における発光領域との光学距離であるといえることができる。しかし、第1の電極201における反射領域や、所望の光が得られる発光層における発光領域を厳密に決定することは困難であるため、第1の電極201の任意の位置を反射領域、所望の光が得られる発光層の任意の位置を発光領域と仮定することで十分に上述の効果を得ることができるものとする。

#### 【0066】

図2(C)に示す発光素子は、マイクロキャビティ構造を有するため、同じEL層を有していても異なる波長の光(単色光)を取り出すことができる。従って、異なる発光色を得るための塗り分け(例えば、RGB)が不要となる。従って、高精細化を実現することが容易である。また、着色層(カラーフィルタ)との組み合わせも可能である。さらに、特定波長の正面方向の発光強度を強めることが可能となるため、低消費電力化を図ることができる。

#### 【0067】

なお、上述した本発明の一態様である発光素子において、第1の電極201と第2の電極202の少なくとも一方は、透光性を有する電極(透明電極、半透過・半反射電極など)とする。透光性を有する電極が透明電極の場合、透明電極の可視光の透過率は、40%以上とする。また、半透過・半反射電極の場合、半透過・半反射電極の可視光の反射率は、20%以上80%以下、好ましくは40%以上70%以下とする。また、これらの電極は、抵抗率が $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 以下とするのが好ましい。

#### 【0068】

また、上述した本発明の一態様である発光素子において、第1の電極201と第2の電極202の一方が、反射性を有する電極(反射電極)である場合、反射性を有する電極の可視光の反射率は、40%以上100%以下、好ましくは70%以上100%以下とする。また、この電極は、抵抗率が $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 以下とするのが好ましい。

#### 【0069】

《発光素子の具体的な構造および作製方法》

次に、本発明の一態様である発光素子の具体的な構造および作製方法について、図2を用いて説明する。また、ここでは、図2(B)に示すタンデム構造を有し、マイクロキャビティ構造を備えた発光素子について図2(D)を用いて説明する。図2(D)に示す発光素子がマイクロキャビティ構造を有する場合は、第1の電極201を反射電極として形成し、第2の電極202を半透過・半反射電極として形成する。従って、所望の電極材料を単数または複数用い、単層または積層して形成することができる。なお、第2の電極202は、EL層203bを形成した後、上記と同様に材料を選択して形成する。また、これらの電極の作製には、スパッタ法や真空蒸着法を用いることができる。

#### 【0070】

＜第1の電極および第2の電極＞

第1の電極201および第2の電極202を形成する材料としては、上述した両電極の機能が満たせるのであれば、以下に示す材料を適宜組み合わせて用いることができる。例えば、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適宜用いることができる。具体的には、In-Sn酸化物(ITOともいう)、In-Si-Sn酸化物(ITSOともいう)、In-Zn酸化物、In-W-Zn酸化物が挙げられる。その他、アルミニウム(Al)、チタン(Ti)、クロム(Cr)、マンガン(Mn)、鉄(Fe)、コバルト(Co)、ニッケル(Ni)、銅(Cu)、ガリウム(Ga)、亜鉛(Zn)、インジウム(In)、スズ(Sn)、モリブデン(Mo)、タンタル(Ta)、タングステン(W)、パラジウム(Pd)、金(Au)、白金(Pt)、銀(Ag)、イットリウム(Y)、ネオジム(Nd)などの金属、およびこれらを適宜組み合わせて含む合金を用

10

20

30

40

50

いることもできる。その他、上記例示のない元素周期表の第1族または第2族に属する元素（例えば、リチウム（Li）、セシウム（Cs）、カルシウム（Ca）、ストロンチウム（Sr））、ユウロピウム（Eu）、イッテルビウム（Yb）などの希土類金属およびこれらを適宜組み合わせる含む合金、その他グラフェン等を用いることができる。

#### 【0071】

図2（D）に示す発光素子において、第1の電極201が陽極である場合、第1の電極201上にEL層203aの正孔注入層211aおよび正孔輸送層212aが真空蒸着法により順次積層形成される。EL層203aおよび電荷発生層204が形成された後、電荷発生層204上にEL層203bの正孔注入層211bおよび正孔輸送層212bが同様に順次積層形成される。

10

#### 【0072】

<正孔注入層および正孔輸送層>

正孔注入層（211、211a、211b）は、陽極である第1の電極201や電荷発生層（204）からEL層（203、203a、203b）に正孔（ホール）を注入する層であり、正孔注入性の高い材料を含む層である。

#### 【0073】

正孔注入性の高い材料としては、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、マンガン酸化物等の遷移金属酸化物が挙げられる。この他、フタロシアニン（略称：H<sub>2</sub>Pc）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、4,4'-ビス[N-（4-ジフェニルアミノフェニル）-N-フェニル]ビフェニル（略称：DPAB）、N,N'-ビス{4-[ビス（3-メチルフェニル）アミノ]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：DNTPD）等の芳香族アミン化合物、またはポリ（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）（略称：PEDOT／PSS）等の高分子等を用いることができる。

20

#### 【0074】

また、正孔注入性の高い材料としては、正孔輸送性材料とアクセプター性材料（電子受容性材料）を含む複合材料を用いることもできる。この場合、アクセプター性材料により正孔輸送性材料から電子が引き抜かれて正孔注入層（211、211a、211b）で正孔が発生し、正孔輸送層（212、212a、212b）を介して発光層（213、213a、213b）に正孔が注入される。なお、正孔注入層（211、211a、211b）は、正孔輸送性材料とアクセプター性材料（電子受容性材料）を含む複合材料からなる単層で形成しても良いが、正孔輸送性材料とアクセプター性材料（電子受容性材料）とをそれぞれ別の層で積層して形成しても良い。

30

#### 【0075】

正孔輸送層（212、212a、212b）は、正孔注入層（211、211a、211b）によって、第1の電極201から注入された正孔を発光層（213、213a、213b）に輸送する層である。なお、正孔輸送層（212、212a、212b）は、正孔輸送性材料を含む層である。正孔輸送層（212、212a、212b）に用いる正孔輸送性材料は、特に正孔注入層（211、211a、211b）のHOMO準位と同じ、あるいは近いHOMO準位を有するものを用いることが好ましい。

40

#### 【0076】

正孔注入層（211、211a、211b）に用いるアクセプター性材料としては、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用いることができる。具体的には、酸化モリブデン、酸化バナジウム、酸化ニオブ、酸化タンタル、酸化クロム、酸化タングステン、酸化マンガン、酸化ルテニウムが挙げられる。中でも特に、酸化モリブデンは大気中でも安定であり、吸湿性が低く、扱いやすいため好ましい。その他、キノジメタン誘導体やクロラニル誘導体、ヘキサアザトリフェニレン誘導体などの有機アクセプターを用いることができる。具体的には、7,7,8,8-テトラシアノ-2,3,5,6-テトラフルオロキノジメタン（略称：F<sub>4</sub>-TCNQ）、クロラニル、2,3,6,7,1

50

10

## 20

30

## 40

50

9-イル)フェニル]ジベンゾチオフェン(略称:DBTFLP-III)、4-[4-(9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル)フェニル]-6-フェニルジベンゾチオフェン(略称:DBTFLP-IV)などのチオフェン骨格を有する化合物、4,4',4''-(ベンゼン-1,3,5-トリイル)トリ(ジベンゾフラン)(略称:DBF3P-III)、4-{3-[3-(9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル)フェニル]フェニル}ジベンゾフラン(略称:mmDBFFLBi-III)などのフラン骨格を有する化合物が挙げられる。

#### 【0079】

さらに、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用いることもできる。

#### 【0080】

但し、正孔輸送性材料は、上記に限られることなく公知の様々な材料を1種または複数組み合わせる正孔輸送性材料として正孔注入層(211、211a、211b)および正孔輸送層(212、212a、212b)に用いることができる。なお、正孔輸送層(212、212a、212b)は、各々複数の層から形成されていても良い。すなわち、例えば第1の正孔輸送層と第2の正孔輸送層とが積層されていても良い。

#### 【0081】

図2(D)に示す発光素子において、EL層203aの正孔輸送層212a上に発光層213aが真空蒸着法により形成される。また、EL層203aおよび電荷発生層204が形成された後、EL層203bの正孔輸送層212b上に発光層213bが真空蒸着法により形成される。

#### 【0082】

<発光層>

発光層(213、213a、213b)は、発光物質を含む層である。なお、発光物質としては、青色、紫色、青紫色、緑色、黄緑色、黄色、橙色、赤色などの発光色を呈する物質を適宜用いる。また、複数の発光層(213a、213b)に異なる発光物質を用いることにより異なる発光色を呈する構成(例えば、補色の関係にある発光色を組み合わせる得られる白色発光)とすることができる。さらに、一つの発光層が異なる発光物質を有する積層構造であっても良い。

#### 【0083】

また、発光層(213、213a、213b)は、発光物質(ゲスト材料)に加えて、1種または複数種の有機化合物(ホスト材料、アシスト材料)を有していても良い。また、1種または複数種の有機化合物としては、本実施の形態で説明する正孔輸送性材料や電子輸送性材料の一方または両方を用いることができる。

#### 【0084】

本発明の一態様である発光素子において、発光層(213a、213b)のいずれか一方に青色発光を呈する発光物質(青色発光物質)をゲスト材料として用い、他方に緑色発光を呈する物質(緑色発光物質)および赤色発光を呈する物質(赤色発光物質)を用いることが好ましい。この方法は、青色発光物質(青色発光層)の発光効率や寿命が他よりも劣る場合に有効である。なお、ここでは、青色発光物質として一重項励起エネルギーを可視光領域の発光に変える発光物質を用い、緑色および赤色発光物質としては三重項励起エネルギーを可視光領域の発光に変える発光物質を用いると、RGBのスペクトルバランスが良くなるため好ましい。

#### 【0085】

発光層(213、213a、213b)に用いることができる発光物質としては、特に限定は無く、一重項励起エネルギーを可視光領域の発光に変える発光物質、または三重項励

10

20

30

40

50

起エネルギーを可視光領域の発光に変える発光物質を用いることができる。なお、上記発光物質としては、例えば、以下のようなものが挙げられる。

#### 【0086】

一重項励起エネルギーを発光に変える発光物質としては、蛍光を発する物質（蛍光材料）が挙げられ、例えば、ピレン誘導体、アントラセン誘導体、トリフェニレン誘導体、フルオレン誘導体、カルバゾール誘導体、ジベンゾチオフェン誘導体、ジベンゾフラン誘導体、ジベンゾキノキサリン誘導体、キノキサリン誘導体、ピリジン誘導体、ピリミジン誘導体、フェナントレン誘導体、ナフタレン誘導体などが挙げられる。特にピレン誘導体は発光量子収率が高いので好ましい。ピレン誘導体の具体例としては、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）、N, N'-ジフェニル-N, N'-ビス〔4-（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, 6FLPAPrn）、N, N'-ビス（ジベンゾフラン-2-イル）-N, N'-ジフェニルピレン-1, 6-ジアミン（略称：1, 6FrAPrn）、N, N'-ビス（ジベンゾチオフェン-2-イル）-N, N'-ジフェニルピレン-1, 6-ジアミン（略称：1, 6ThAPrn）、N, N'-（ピレン-1, 6-ジイル）ビス〔（N-フェニルベンゾ〔b〕ナフト〔1, 2-d〕フラン）-6-アミン〕（略称：1, 6BnfAPrn）、N, N'-（ピレン-1, 6-ジイル）ビス〔（N-フェニルベンゾ〔b〕ナフト〔1, 2-d〕フラン）-8-アミン〕（略称：1, 6BnfAPrn-02）、N, N'-（ピレン-1, 6-ジイル）ビス〔（6, N-ジフェニルベンゾ〔b〕ナフト〔1, 2-d〕フラン）-8-アミン〕（略称：1, 6BnfAPrn-03）などが挙げられる。

#### 【0087】

その他にも、5, 6-ビス〔4-（10-フェニル-9-アントリル）フェニル〕-2, 2'-ビピリジン（略称：PAPP2BPY）、5, 6-ビス〔4'-（10-フェニル-9-アントリル）ビフェニル-4-イル〕-2, 2'-ビピリジン（略称：PAPP2BPY）、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'-（9, 10-ジフェニル-2-アントリル）トリフェニルアミン（略称：2YGAPPA）、N, 9-ジフェニル-N-〔4-（10-フェニル-9-アントリル）フェニル〕-9H-カルバゾール-3-アミン（略称：PCAPA）、4-（10-フェニル-9-アントリル）-4'-（9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル）トリフェニルアミン（略称：PCBAPPA）、4-〔4-（10-フェニル-9-アントリル）フェニル〕-4'-（9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル）トリフェニルアミン（略称：PCBAPBA）、ペリレン、2, 5, 8, 11-テトラ（tert-ブチル）ペリレン（略称：TBPP）、N, N''-（2-tert-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：DPABPA）、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〕-9H-カルバゾール-3-アミン（略称：2PCAPPA）、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：2DPAPPA）等を用いることができる。

#### 【0088】

また、三重項励起エネルギーを発光に変える発光物質としては、例えば、燐光を発する物質（燐光材料）や熱活性化遅延蛍光を示す熱活性化遅延蛍光（Thermally activated delayed fluorescence：TADF）材料が挙げられる。

#### 【0089】

10

20

30

40

50

燐光材料としては、有機金属錯体、金属錯体（白金錯体）、希土類金属錯体等が挙げられる。これらは、物質ごとに異なる発光色（発光ピーク）を示すため、必要に応じて適宜選択して用いる。

#### 【0090】

青色または緑色を呈し、発光スペクトルのピーク波長が450nm以上570nm以下である燐光材料としては、以下のような物質が挙げられる。

#### 【0091】

例えば、トリス〔2-〔5-（2-メチルフェニル）-4-（2,6-ジメチルフェニル）-4H-1,2,4-トリアゾール-3-イル-κN2〕フェニル-κC〕イリジウム（III）（略称：〔Ir(mppztz-dmp)<sub>3</sub>〕）、トリス（5-メチル-3,4-ジフェニル-4H-1,2,4-トリアゾラト）イリジウム（III）（略称：〔Ir(Mpztz)<sub>3</sub>〕）、トリス〔4-（3-ビフェニル）-5-イソプロピル-3-フェニル-4H-1,2,4-トリアゾラト〕イリジウム（III）（略称：〔Ir(iPrpztz-3b)<sub>3</sub>〕）、トリス〔3-（5-ビフェニル）-5-イソプロピル-4-フェニル-4H-1,2,4-トリアゾラト〕イリジウム（III）（略称：〔Ir(iPr5btz)<sub>3</sub>〕）、のような4H-トリアゾール骨格を有する有機金属錯体、トリス〔3-メチル-1-（2-メチルフェニル）-5-フェニル-1H-1,2,4-トリアゾラト〕イリジウム（III）（略称：〔Ir(Mpztz1-mp)<sub>3</sub>〕）、トリス（1-メチル-5-フェニル-3-プロピル-1H-1,2,4-トリアゾラト）イリジウム（III）（略称：〔Ir(Prpztz1-Me)<sub>3</sub>〕）のような1H-トリアゾール骨格を有する有機金属錯体、f a c トリス〔1-（2,6-ジイソプロピルフェニル）-2-フェニル-1H-イミダゾール〕イリジウム（III）（略称：〔Ir(iPrpmi)<sub>3</sub>〕）、トリス〔3-（2,6-ジメチルフェニル）-7-メチルイミダゾ〔1,2-f〕フェナントリジナト〕イリジウム（III）（略称：〔Ir(dmpimpzt-Me)<sub>3</sub>〕）のようなイミダゾール骨格を有する有機金属錯体、ビス〔2-（4',6'-ジフルオロフェニル）ピリジナト-N, C<sup>2'</sup>〕イリジウム（III）テトラキス（1-ピラゾリル）ボラート（略称：F Ir6）、ビス〔2-（4',6'-ジフルオロフェニル）ピリジナト-N, C<sup>2'</sup>〕イリジウム（III）ピコリナート（略称：F Irpic）、ビス〔2-〔3',5'-ビス（トリフルオロメチル）フェニル〕ピリジナト-N, C<sup>2'</sup>〕イリジウム（III）ピコリナート（略称：〔Ir(CF<sub>3</sub>ppy)<sub>2</sub>(pic)〕）、ビス〔2-（4',6'-ジフルオロフェニル）ピリジナト-N, C<sup>2'</sup>〕イリジウム（III）アセチルアセトナート（略称：F Iracac）のように電子吸引基を有するフェニルピリジン誘導体を配位子とする有機金属錯体等が挙げられる。

#### 【0092】

緑色または黄色を呈し、発光スペクトルのピーク波長が495nm以上590nm以下である燐光材料としては、以下のような物質が挙げられる。

#### 【0093】

例えば、トリス（4-メチル-6-フェニルピリミジナト）イリジウム（III）（略称：〔Ir(mpppm)<sub>3</sub>〕）、トリス（4-*t*-ブチル-6-フェニルピリミジナト）イリジウム（III）（略称：〔Ir(tBuppm)<sub>3</sub>〕）、（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(mpppm)<sub>2</sub>(acac)〕）、（アセチルアセトナト）ビス（6-*t*-*tert*-ブチル-4-フェニルピリミジナト）イリジウム（III）（略称：〔Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac)〕）、（アセチルアセトナト）ビス〔6-（2-ノルボルニル）-4-フェニルピリミジナト〕イリジウム（III）（略称：〔Ir(nbppm)<sub>2</sub>(acac)〕）、（アセチルアセトナト）ビス〔5-メチル-6-（2-メチルフェニル）-4-フェニルピリミジナト〕イリジウム（III）（略称：〔Ir(mppmpm)<sub>2</sub>(acac)〕）、（アセチルアセトナト）ビス〔4,6-ジメチル-2-〔6-（2,6-ジメチルフェニル）-4-ピリミジニル-κN3〕フェニル-κC〕イリジウム（III）（略称：〔Ir(dmppm-dmp)<sub>2</sub>(acac)〕）、（アセチルアセトナト）ビス（4

、6-ジフェニルピリミジナト)イリジウム(III)(略称: [Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)] )のようなピリジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体、(アセチルアセトナト)ビス(3, 5-ジメチル-2-フェニルピラジナト)イリジウム(III)(略称: [Ir(mppr-Me)<sub>2</sub>(acac)] )、(アセチルアセトナト)ビス(5-イソプロピル-3-メチル-2-フェニルピラジナト)イリジウム(III)(略称: [Ir(mppr-iPr)<sub>2</sub>(acac)] )のようなピラジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体、トリス(2-フェニルピリジナト-N, C<sup>2'</sup>)イリジウム(III)(略称: [Ir(ppy)<sub>3</sub>])、ビス(2-フェニルピリジナト-N, C<sup>2'</sup>)イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称: [Ir(ppy)<sub>2</sub>(acac)] )、ビス(ベンゾ[h]キノリナト)イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称: [Ir(bzq)<sub>2</sub>(acac)] )、トリス(ベンゾ[h]キノリナト)イリジウム(III)(略称: [Ir(bzq)<sub>3</sub>])、トリス(2-フェニルキノリナト-N, C<sup>2'</sup>)イリジウム(III)(略称: [Ir(pq)<sub>3</sub>])、ビス(2-フェニルキノリナト-N, C<sup>2'</sup>)イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称: [Ir(pq)<sub>2</sub>(acac)] )のようなピリジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体、ビス(2, 4-ジフェニル-1, 3-オキサゾラト-N, C<sup>2'</sup>)イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称: [Ir(dpo)<sub>2</sub>(acac)] )、ビス{2-[4'-(パーフルオロフェニル)フェニル]ピリジナト-N, C<sup>2'</sup>}イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称: [Ir(p-PF-ph)<sub>2</sub>(acac)] )、ビス(2-フェニルベンゾチアゾラト-N, C<sup>2'</sup>)イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称: [Ir(bt)<sub>2</sub>(acac)] )などの有機金属錯体の他、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(III)(略称: [Tb(acac)<sub>3</sub>(Phen)] )のような希土類金属錯体が挙げられる。

10

20

#### 【0094】

上述した中で、ピリジン骨格(特にフェニルピリジン骨格)またはピリミジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体は、本発明の一態様における緑色の色度を達成するのに有用な化合物群である。

#### 【0095】

黄色または赤色を呈し、発光スペクトルのピーク波長が570nm以上750nm以下である燐光材料としては、以下のような物質が挙げられる。

30

#### 【0096】

例えば、(ジイソブチルメタナト)ビス[4, 6-ビス(3-メチルフェニル)ピリミジナト]イリジウム(III)(略称: [Ir(5mdppm)<sub>2</sub>(dibm)] )、ビス[4, 6-ビス(3-メチルフェニル)ピリミジナト](ジピバロイルメタナト)イリジウム(III)(略称: [Ir(5mdppm)<sub>2</sub>(dpm)] )、ビス[4, 6-ジ(ナフタレン-1-イル)ピリミジナト](ジピバロイルメタナト)イリジウム(III)(略称: [Ir(dlnpm)<sub>2</sub>(dpm)] )のようなピリミジン骨格を有する有機金属錯体、(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(III)(略称: [Ir(tppr)<sub>2</sub>(acac)] )、ビス(2, 3, 5-トリフェニルピラジナト)(ジピバロイルメタナト)イリジウム(III)(略称: [Ir(tppr)<sub>2</sub>(dpm)] )、ビス{4, 6-ジメチル-2-[3-(3, 5-ジメチルフェニル)-5-フェニル-2-ピラジニル-κN]フェニル-κC}(2, 6-ジメチル-3, 5-ヘプタンジオナト-κ<sup>2</sup>O, O')イリジウム(III)(略称: [Ir(dmdppr-P)<sub>2</sub>(dibm)] )、ビス{4, 6-ジメチル-2-[5-(4-シアノ-2, 6-ジメチルフェニル)-3-(3, 5-ジメチルフェニル)-2-ピラジニル-κN]フェニル-κC}(2, 2, 6, 6-テトラメチル-3, 5-ヘプタンジオナト-κ<sup>2</sup>O, O')イリジウム(III)(略称: [Ir(dmdppr-dmCP)<sub>2</sub>(dpm)] )、(アセチルアセトナト)ビス[2-メチル-3-フェニルキノキサリナト-N, C<sup>2'</sup>]イリジウム(III)(略称: [Ir(mpq)<sub>2</sub>(acac)] )、(アセチルアセトナト)ビス(2, 3-ジフェニルキノキサリナト-N, C<sup>2'</sup>)イリ

40

50

ジウム (I I I) (略称:  $[\text{Ir}(\text{d p q})_2(\text{a c a c})]$  )、(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:  $[\text{Ir}(\text{F d p q})_2(\text{a c a c})]$  ) のようなピラジン骨格を有する有機金属錯体や、トリス (1-フェニルイソキノリナト-N,  $\text{C}^2$  ) イリジウム (I I I) (略称:  $[\text{Ir}(\text{p i q})_3]$  )、ビス (1-フェニルイソキノリナト-N,  $\text{C}^2$  ) イリジウム (I I I) アセチルアセトナト (略称:  $[\text{Ir}(\text{p i q})_2(\text{a c a c})]$  ) のようなピラジン骨格を有する有機金属錯体、2, 3, 7, 8, 12, 13, 17, 18-オクタエチル-21H, 23H-ポルフィリン白金 (I I) (略称:  $[\text{Pt O E P}]$  ) のような白金錯体、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:  $[\text{Eu}(\text{D B M})_3(\text{P h e n})]$  )、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:  $[\text{Eu}(\text{T T A})_3(\text{P h e n})]$  ) のような希土類金属錯体が挙げられる。

10

#### 【0097】

上述した中で、ピラジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体は、本発明の一態様における赤色の色度を達成するのに有用な化合物群である。特に、 $[\text{Ir}(\text{d m d p p r - d m C P})_2(\text{d p m})]$  のようにシアノ基を有する有機金属イリジウム錯体は、安定性が高く好ましい。

#### 【0098】

なお、青色の発光物質としては、フォトルミネッセンスのピーク波長が430nm以上470nm以下、より好ましくは430nm以上460nm以下の物質を用いればよい。また、緑色の発光物質としては、フォトルミネッセンスのピーク波長が500nm以上540nm以下、より好ましくは500nm以上530nm以下の物質を用いればよい。赤色の発光物質としては、フォトルミネッセンスのピーク波長が610nm以上680nm以下、より好ましくは620nm以上680nm以下の物質を用いればよい。なお、フォトルミネッセンス測定は溶液、薄膜のいずれでもよい。

20

#### 【0099】

このような化合物と、マイクロキャビティ効果を併用することで、より容易に上述した色度を達成することができる。この時、マイクロキャビティ効果を得るのに必要な半透過・半反射電極 (金属薄膜部分) の膜厚は、20nm以上40nm以下が好ましい。より好ましくは25nmより大きく、40nm以下である。なお、40nmを超えると効率が低下してしまう可能性がある。

30

#### 【0100】

発光層 (213、213a、213b) に用いる有機化合物 (ホスト材料、アシスト材料) としては、発光物質 (ゲスト材料) のエネルギーギャップより大きなエネルギーギャップを有する物質を、一種もしくは複数種選択して用いればよい。なお、上述した正孔輸送性材料として挙げたものや、後述する電子輸送性材料として挙げられる材料をこのような有機化合物 (ホスト材料、アシスト材料) として用いることもできる。

#### 【0101】

発光物質が蛍光材料である場合、ホスト材料としては一重項励起状態のエネルギー準位が大きく、三重項励起状態のエネルギー準位が小さい有機化合物を用いるのが好ましい。例えば、アントラセン誘導体やテトラセン誘導体を用いるのが好ましい。具体的には、9-フェニル-3-[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-9H-カルバゾール (略称: P C z P A)、3-[4-(1-ナフチル)-フェニル]-9-フェニル-9H-カルバゾール (略称: P C P N)、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: C z P A)、7-[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-7H-ジベンゾ [c, g] カルバゾール (略称: c g D B C z P A)、6-[3-(9, 10-ジフェニル-2-アントリル)フェニル]-ベンゾ [b] ナフト [1, 2-d] フラン (略称: 2 m B n f P P A)、9-フェニル-10-{4-(9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル)ビフェニル-4'-イル}ア

40

50

ントラセン（略称：FLPPA）、5, 12-ジフェニルテトラセン、5, 12-ビス（ビフェニル-2-イル）テトラセンなどが挙げられる。

#### 【0102】

発光物質が燐光材料である場合、ホスト材料としては発光物質の三重項励起エネルギー（基底状態と三重項励起状態とのエネルギー差）よりも三重項励起エネルギーの大きい有機化合物を選択すれば良い。なお、この場合には、亜鉛やアルミニウム系金属錯体の他、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、ベンゾイミダゾール誘導体、キノキサリン誘導体、ジベンゾキノキサリン誘導体、ジベンゾチオフェン誘導体、ジベンゾフラン誘導体、ピリミジン誘導体、トリアジン誘導体、ピリジン誘導体、ビピリジン誘導体、フェナントロリン誘導体等の他、芳香族アミンやカルバゾール誘導体等を用いることができる。

10

#### 【0103】

具体的には、トリス（8-キノリノラト）アルミニウム（III）（略称：Alq）、トリス（4-メチル-8-キノリノラト）アルミニウム（III）（略称：Almq<sub>3</sub>）、ビス（10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリナト）ベリリウム（II）（略称：BeBq<sub>2</sub>）、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（III）（略称：BALq）、ビス（8-キノリノラト）亜鉛（II）（略称：Znq）、ビス〔2-（2-ベンゾオキサゾリル）フェノラト〕亜鉛（II）（略称：ZnPBO）、ビス〔2-（2-ベンゾチアゾリル）フェノラト〕亜鉛（II）（略称：ZnBTZ）などの金属錯体、2-（4-ビフェニル）-5-（4-tert-ブチルフェニル）-1, 3, 4-オキサジアゾール（略称：PBD）、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）、3-（4-ビフェニル）-4-フェニル-5-（4-tert-ブチルフェニル）-1, 2, 4-トリアゾール（略称：TAZ）、2, 2', 2''-（1, 3, 5-ベンゼントリイル）-トリス（1-フェニル-1H-ベンゾイミダゾール）（略称：TPBI）、バソフェナントロリン（略称：BPhen）、バソキュプロイン（略称：BCP）、2, 9-ビス（ナフタレン-2-イル）-4, 7-ジフェニル-1, 10-フェナントロリン（略称：NBPhen）、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〕-9H-カルバゾール（略称：CO11）などの複素環化合物、NPB、TPD、BSPBなどの芳香族アミン化合物が挙げられる。

20

#### 【0104】

また、アントラセン誘導体、フェナントレン誘導体、ピレン誘導体、クリセン誘導体、ジベンゾ〔g, p〕クリセン誘導体等の縮合多環芳香族化合物が挙げられ、具体的には、9, 10-ジフェニルアントラセン（略称：DPAnth）、N, N-ジフェニル-9-〔4-（10-フェニル-9-アントリル）フェニル〕-9H-カルバゾール-3-アミン（略称：CzAlPA）、4-（10-フェニル-9-アントリル）トリフェニルアミン（略称：DPhPA）、YGAPA、PCAPA、N, 9-ジフェニル-N-〔4-〔4-（10-フェニル-9-アントリル）フェニル〕フェニル〕-9H-カルバゾール-3-アミン（略称：PCAPBA）、9, 10-ジフェニル-2-〔N-フェニル-N-（9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル）アミノ〕アントラセン（略称：2PCAPA）、6, 12-ジメトキシ-5, 11-ジフェニルクリセン、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（DBC1）、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）、3, 6-ジフェニル-9-〔4-（10-フェニル-9-アントリル）フェニル〕-9H-カルバゾール（略称：DPCzPA）、9, 10-ビス（3, 5-ジフェニルフェニル）アントラセン（略称：DPPA）、9, 10-ジ（2-ナフチル）アントラセン（略称：DNA）、2-tert-ブチル-9, 10-ジ（2-ナフチル）アントラセン（略称：t-BuDNA）、9, 9'-ビアントリル（略称：BANT）、9, 9'-（スチルベン-3, 3'-ジイル）ジフェナントレン（略称：DPNS）、9, 9'-（スチルベン-4, 4'-ジイル）ジフェナントレン（略称：DPNS2）、1, 3, 5-トリ（1-ピレニル）ベンゼ

30

40

50

ン（略称：TPB3）などを用いることができる。

#### 【0105】

また、発光層（213、213a、213b）に複数の有機化合物を用いる場合、励起錯体を形成する化合物を発光物質と混合して用いることが好ましい。この場合、様々な有機化合物を適宜組み合わせる用いることができるが、効率よく励起錯体を形成するためには、正孔を受け取りやすい化合物（正孔輸送性材料）と、電子を受け取りやすい化合物（電子輸送性材料）とを組み合わせることが特に好ましい。なお、正孔輸送性材料および電子輸送性材料の具体例については、本実施の形態で示す材料を用いることができる。

#### 【0106】

TADF材料とは、三重項励起状態をわずかな熱エネルギーによって一重項励起状態にアップコンバート（逆項間交差）が可能で、一重項励起状態からの発光（蛍光）を効率よく呈する材料のことである。また、熱活性化遅延蛍光が効率良く得られる条件としては、三重項励起準位と一重項励起準位のエネルギー差が0 eV以上0.2 eV以下、好ましくは0 eV以上0.1 eV以下であることが挙げられる。また、TADF材料における遅延蛍光とは、通常の蛍光と同様のスペクトルを持ちながら、寿命が著しく長い発光をいう。その寿命は、 $10^{-6}$ 秒以上、好ましくは $10^{-3}$ 秒以上である。

10

#### 【0107】

TADF材料としては、例えば、フラーレンやその誘導体、プロフラビン等のアクリジン誘導体、エオシン等が挙げられる。また、マグネシウム（Mg）、亜鉛（Zn）、カドミウム（Cd）、スズ（Sn）、白金（Pt）、インジウム（In）、もしくはパラジウム（Pd）等を含む金属含有ポルフィリンが挙げられる。金属含有ポルフィリンとしては、例えば、プロトポルフィリンフッ化スズ錯体（ $\text{SnF}_2$ （Proto IX））、メソポルフィリンフッ化スズ錯体（ $\text{SnF}_2$ （Meso IX））、ヘマトポルフィリンフッ化スズ錯体（ $\text{SnF}_2$ （Hematoto IX））、コプロポルフィリントトラメチルエステルフッ化スズ錯体（ $\text{SnF}_2$ （Copro III-4Me））、オクタエチルポルフィリンフッ化スズ錯体（ $\text{SnF}_2$ （OEP））、エチオポルフィリンフッ化スズ錯体（ $\text{SnF}_2$ （Etio I））、オクタエチルポルフィリン塩化白金錯体（ $\text{PtCl}_2\text{OEP}$ ）等が挙げられる。

20

#### 【0108】

その他にも、2-（ビフェニル-4-イル）-4,6-ビス（12-フェニルインドロ[2,3-a]カルバゾール-11-イル）-1,3,5-トリアジン（PIC-TRZ）、2-〔4-〔3-（N-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル）-9H-カルバゾール-9-イル〕フェニル〕-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン（PCCZPTzn）、2-〔4-（10H-フェノキサジン-10-イル）フェニル〕-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン（PXZ-TRZ）、3-〔4-（5-フェニル-5,10-ジヒドロフェナジン-10-イル）フェニル〕-4,5-ジフェニル-1,2,4-トリアゾール（PPZ-3TPT）、3-（9,9-ジメチル-9H-アクリジン-10-イル）-9H-キサンテン-9-オン（ACRXTN）、ビス〔4-（9,9-ジメチル-9,10-ジヒドロアクリジン）フェニル〕スルホン（DMAC-DPS）、10-フェニル-10H,10'-H-スピロ〔アクリジン-9,9'-アントラセン〕-10'-オン（ACRSA）、等の $\pi$ 電子過剰型複素芳香環及び $\pi$ 電子不足型複素芳香環を有する複素環化合物を用いることができる。なお、 $\pi$ 電子過剰型複素芳香環と $\pi$ 電子不足型複素芳香環とが直接結合した物質は、 $\pi$ 電子過剰型複素芳香環のドナー性と $\pi$ 電子不足型複素芳香環のアクセプター性が共に強くなり、一重項励起状態と三重項励起状態のエネルギー差が小さくなるため、特に好ましい。

30

40

#### 【0109】

なお、TADF材料を用いる場合、他の有機化合物と組み合わせる用いることもできる。

#### 【0110】

図2（D）に示す発光素子においては、EL層203aの発光層213a上に電子輸送層214aが真空蒸着法により形成される。また、EL層203aおよび電荷発生層204

50

が形成された後、EL層203bの発光層213b上に電子輸送層214bが真空蒸着法により形成される。

#### 【0111】

<電子輸送層>

電子輸送層(214、14a、214b)は、電子注入層(215、215a、215b)によって、第2の電極202から注入された電子を発光層(213、213a、213b)に輸送する層である。なお、電子輸送層(214、214a、214b)は、電子輸送性材料を含む層である。電子輸送層(214、214a、214b)に用いる電子輸送性材料は、 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の電子移動度を有する物質が好ましい。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ることができる。

10

#### 【0112】

電子輸送性材料としては、キノリン配位子、ベンゾキノリン配位子、オキサゾール配位子、あるいはチアゾール配位子を有する金属錯体、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、フェナントロリン誘導体、ピリジン誘導体、ビピリジン誘導体などが挙げられる。その他、含窒素複素芳香族化合物のような $\pi$ 電子不足型複素芳香族化合物を用いることもできる。

#### 【0113】

具体的には、 $\text{Alq}_3$ 、トリス(4-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(略称： $\text{Almq}_3$ )、ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリナト)ベリリウム(略称： $\text{BeBq}_2$ )、 $\text{BALq}$ 、 $\text{Zn}(\text{BOX})_2$ 、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： $\text{Zn}(\text{BTZ})_2$ )などの金属錯体、2-(4-ビフェニル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール(略称： $\text{PBD}$ )、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： $\text{OXD-7}$ )、3-(4'-tert-ブチルフェニル)-4-フェニル-5-(4''-ビフェニル)-1,2,4-トリアゾール(略称： $\text{TAZ}$ )、3-(4-tert-ブチルフェニル)-4-(4-エチルフェニル)-5-(4-ビフェニル)-1,2,4-トリアゾール(略称： $\text{p-EtTAZ}$ )、バソフェナントロリン(略称： $\text{Bphen}$ )、バソキュプロイン(略称： $\text{BCP}$ )、4,4'-ビス(5-メチルベンゾオキサゾール-2-イル)スチルベン(略称： $\text{BzOs}$ )などの複素芳香族化合物、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： $2\text{mDBTPDBq-III}$ )、2-[3'-(ジベンゾチオフェン-4-イル)ビフェニル-3-イル]ジベンゾ[f,h]キノキサリン(略称： $2\text{mDBTBPD Bq-III}$ )、2-[4-(3,6-ジフェニル-9H-カルバゾール-9-イル)フェニル]ジベンゾ[f,h]キノキサリン(略称： $2\text{CzPDBq-III}$ )、7-[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： $7\text{mDBTPDBq-III}$ )、6-[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： $6\text{mDBTPDBq-III}$ )等のキノキサリンないしはジベンゾキノキサリン誘導体を用いることができる。

20

30

#### 【0114】

また、ポリ(2,5-ピリジンジイル)(略称： $\text{PPy}$ )、ポリ[(9,9-ジヘキシルフルオレン-2,7-ジイル)-co-(ピリジン-3,5-ジイル)](略称： $\text{PF-PPy}$ )、ポリ[(9,9-ジオクチルフルオレン-2,7-ジイル)-co-(2,2'-ビピリジン-6,6'-ジイル)](略称： $\text{PF-BPy}$ )のような高分子化合物を用いることもできる。

40

#### 【0115】

また、電子輸送層(214、214a、214b)は、単層のものだけでなく、上記物質からなる層が2層以上積層した構造であってもよい。

#### 【0116】

次に、図2(D)に示す発光素子において、EL層203aの電子輸送層214a上に電子注入層214aが真空蒸着法により形成される。その後、EL層203aおよび電荷発

50

生層 204 が形成され、EL 層 203b の電子輸送層 214b まで形成された後、上に電子注入層 214b が真空蒸着法により形成される。

#### 【0117】

##### <電子注入層>

電子注入層 (215、215a、215b) は、電子注入性の高い物質を含む層である。電子注入層 (215、215a、215b) には、フッ化リチウム (LiF)、フッ化セシウム (CsF)、フッ化カルシウム (CaF<sub>2</sub>)、リチウム酸化物 (LiO<sub>x</sub>) 等のようなアルカリ金属、アルカリ土類金属、またはそれらの化合物を用いることができる。また、フッ化エルビウム (ErF<sub>3</sub>) のような希土類金属化合物を用いることができる。また、電子注入層 (215、215a、215b) にエレクトライドを用いてもよい。エレクトライドとしては、例えば、カルシウムとアルミニウムの混合酸化物に電子を高濃度添加した物質等が挙げられる。なお、上述した電子輸送層 (214、214a、214b) を構成する物質を用いることもできる。

10

#### 【0118】

また、電子注入層 (215、215a、215b) に、有機化合物と電子供与体 (ドナー) とを混合してなる複合材料を用いてもよい。このような複合材料は、電子供与体によって有機化合物に電子が発生するため、電子注入性および電子輸送性に優れている。この場合、有機化合物としては、発生した電子の輸送に優れた材料であることが好ましく、具体的には、例えば上述した電子輸送層 (214、214a、214b) に用いる電子輸送性材料 (金属錯体や複素芳香族化合物等) を用いることができる。電子供与体としては、有機化合物に対し電子供与性を示す物質であればよい。具体的には、アルカリ金属やアルカリ土類金属や希土類金属が好ましく、リチウム、セシウム、マグネシウム、カルシウム、エルビウム、イッテルビウム等が挙げられる。また、アルカリ金属酸化物やアルカリ土類金属酸化物が好ましく、リチウム酸化物、カルシウム酸化物、バリウム酸化物等が挙げられる。また、酸化マグネシウムのようなルイス塩基を用いることもできる。また、テトラシアフルバレン (略称: TTF) 等の有機化合物を用いることもできる。

20

#### 【0119】

なお、図 2 (D) に示す発光素子において、例えば、発光層 213b から得られる光を増幅させる場合には、第 2 の電極 202 と、発光層 213b との光学距離が、発光層 213b が呈する光の波長に対して  $\lambda/4$  未満となるように形成するのが好ましい。この場合、電子輸送層 214b または電子注入層 215b の膜厚を変えることにより、調整することができる。

30

#### 【0120】

##### <電荷発生層>

図 2 (D) に示す発光素子において、電荷発生層 204 は、第 1 の電極 (陽極) 201 と第 2 の電極 (陰極) 202 との間に電圧を印加したときに、EL 層 203a に電子を注入し、EL 層 203b に正孔を注入する機能を有する。なお、電荷発生層 204 は、正孔輸送性材料に電子受容体 (アクセプター) が添加された構成であっても、電子輸送性材料に電子供与体 (ドナー) が添加された構成であってもよい。また、これらの両方の構成が積層されていても良い。なお、上述した材料を用いて電荷発生層 204 を形成することにより、EL 層が積層された場合における駆動電圧の上昇を抑制することができる。

40

#### 【0121】

電荷発生層 204 において、正孔輸送性材料に電子受容体が添加された構成とする場合、正孔輸送性材料としては、本実施の形態で示した材料を用いることができる。また、電子受容体としては、7, 7, 8, 8-テトラシアノー-2, 3, 5, 6-テトラフルオロキノジメタン (略称: F<sub>4</sub>-TCNQ)、クロラニル等を挙げることができる。また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、酸化バナジウム、酸化ニオブ、酸化タンタル、酸化クロム、酸化モリブデン、酸化タングステン、酸化マンガ、酸化レニウムなどが挙げられる。

#### 【0122】

50

電荷発生層 204 において、電子輸送性材料に電子供与体が添加された構成とする場合、電子輸送性材料としては、本実施の形態で示した材料を用いることができる。また、電子供与体としては、アルカリ金属またはアルカリ土類金属または希土類金属または元素周期表における第 2、第 13 族に属する金属およびその酸化物、炭酸塩を用いることができる。具体的には、リチウム (Li)、セシウム (Cs)、マグネシウム (Mg)、カルシウム (Ca)、イットルビウム (Yb)、インジウム (In)、酸化リチウム、炭酸セシウムなどを用いることが好ましい。また、テトラチアナフタセンのような有機化合物を電子供与体として用いてもよい。

#### 【0123】

＜基板＞

本実施の形態で示した発光素子は、様々な基板上に形成することができる。なお、基板の種類は、特定のものに限定されることはない。基板の一例としては、半導体基板（例えば単結晶基板又はシリコン基板）、SOI 基板、ガラス基板、石英基板、プラスチック基板、金属基板、ステンレス・スチル基板、ステンレス・スチル・ホイルを有する基板、タングステン基板、タングステン・ホイルを有する基板、可撓性基板、貼り合わせフィルム、繊維状の材料を含む紙、又は基材フィルムなどが挙げられる。

#### 【0124】

なお、ガラス基板の一例としては、バリウムホウケイ酸ガラス、アルミノホウケイ酸ガラス、又はソーダライムガラスなどが挙げられる。また、可撓性基板、貼り合わせフィルム、基材フィルムなどの一例としては、ポリエチレンテレフタレート (PET)、ポリエチレンナフタレート (PEN)、ポリエーテルサルフォン (PES) に代表されるプラスチック、アクリル等の合成樹脂、ポリプロピレン、ポリエステル、ポリフッ化ビニル、ポリ塩化ビニル、ポリアミド、ポリイミド、アラミド、エポキシ、無機蒸着フィルム、又は紙類などが挙げられる。

#### 【0125】

なお、本実施の形態で示す発光素子の作製には、蒸着法などの真空プロセスや、スピニングコート法やインクジェット法などの溶液プロセスを用いることができる。蒸着法を用いる場合には、スパッタ法、イオンプレーティング法、イオンビーム蒸着法、分子線蒸着法、真空蒸着法などの物理蒸着法 (PVD 法) や、化学蒸着法 (CVD 法) 等を用いることができる。特に発光素子の EL 層に含まれる機能層 (正孔注入層 (211a、211b)、正孔輸送層 (212a、212b)、発光層 (213a、213b)、電子輸送層 (214a、214b)、電子注入層 (215a、215b)、および電荷発生層 204 については、蒸着法 (真空蒸着法等)、塗布法 (ディップコート法、ダイコート法、バーコート法、スピニングコート法、スプレーコート法等)、印刷法 (インクジェット法、スクリーン (孔版印刷) 法、オフセット (平版印刷) 法、フレキソ (凸版印刷) 法、グラビア法、マイクロコンタクト法、ナノインプリント法等) などの方法により形成することができる。

#### 【0126】

なお、本実施の形態で示す発光素子の EL 層 (203a、203b) を構成する各機能層 (正孔注入層 (211a、211b)、正孔輸送層 (212a、212b)、発光層 (213a、213b)、電子輸送層 (214a、214b)、電子注入層 (215a、215b)) や電荷発生層 204 は、上述した材料に限られることなく、それ以外の材料であっても各層の機能を満たせるものであれば組み合わせて用いることができる。一例としては、高分子化合物 (オリゴマー、 dendroliマー、ポリマー等)、中分子化合物 (低分子と高分子の中間領域の化合物: 分子量 400~4000)、無機化合物 (量子ドット材料等) 等を用いることができる。なお、量子ドット材料としては、コロイド状量子ドット材料、合金型量子ドット材料、コア・シェル型量子ドット材料、コア型量子ドット材料などを用いることができる。

#### 【0127】

本実施の形態に示す構成は、他の実施の形態に示す構成と適宜組み合わせて用いることができるものとする。

10

20

30

40

50

## 【0128】

## (実施の形態3)

本実施の形態では、本発明の一態様である発光装置について図3(A)を用いて説明する。なお、図3(A)に示す発光装置は、第1の基板301上のトランジスタ(FET)302と発光素子(303R、303G、303B、303W)が電氣的に接続されてなるアクティブマトリクス型の発光装置であり、複数の発光素子(303R、303G、303B、303W)は、共通のEL層304を有し、また、各発光素子の発光色に応じて、各発光素子の電極間の光学距離が調整されたマイクロキャビティ構造を有する。また、EL層304から得られた発光が第2の基板305に形成されたカラーフィルタ(306R、306G、306B)を介して射出されるトップエミッション型の発光装置である。

10

## 【0129】

図3(A)に示す発光装置は、第1の電極307を反射電極として機能するように形成する。また、第2の電極308を半透過・半反射電極として機能するように形成する。なお、第1の電極307および第2の電極308を形成する電極材料としては、他の実施形態の記載を参照し、適宜用いればよい。

## 【0130】

また、図3(A)において、例えば、発光素子303Rを赤色発光素子、発光素子303Gを緑色発光素子、発光素子303Bを青色発光素子、発光素子303Wを白色発光素子とする場合、図3(B)に示すように発光素子303Rは、第1の電極307と第2の電極308との間が光学距離300Rとなるように調整し、発光素子303Gは、第1の電極307と第2の電極308との間が光学距離300Gとなるように調整し、発光素子303Bは、第1の電極307と第2の電極308との間が光学距離300Bとなるように調整する。なお、図3(B)に示すように、発光素子303Rにおいて導電層307Rを第1の電極307に積層し、発光素子303Gにおいて導電層307Gを積層することにより、光学調整を行うことができる。

20

## 【0131】

第2の基板305には、カラーフィルタ(306R、306G、306B)が形成されている。なお、カラーフィルタは、可視光のうち特定の波長域を通過させ、特定の波長域を阻止するフィルタである。従って、図3(A)に示すように、発光素子303Rと重なる位置に赤の波長域のみを通過させるカラーフィルタ306Rを設けることにより、発光素子303Rから赤色発光を得ることができる。また、発光素子303Gと重なる位置に緑の波長域のみを通過させるカラーフィルタ306Gを設けることにより、発光素子303Gから緑色発光を得ることができる。また、発光素子303Bと重なる位置に青の波長域のみを通過させるカラーフィルタ306Bを設けることにより、発光素子303Bから青色発光を得ることができる。但し、発光素子303Wは、カラーフィルタを設けることなく白色発光を得ることができる。なお、1種のカラーフィルタの端部には、黒色層(ブラックマトリクス)309が設けられていてもよい。さらに、カラーフィルタ(306R、306G、306B)や黒色層309は、透明な材料を用いたオーバーコート層で覆われていても良い。

30

## 【0132】

図3(A)では、第2の基板305側に発光を取り出す構造(トップエミッション型)の発光装置を示したが、FET302が形成されている第1の基板301側に光を取り出す構造(ボトムエミッション型)の発光装置としても良い。なお、トップエミッション型の発光装置の場合には、第1の基板301として遮光性の基板および透光性の基板を用いることができるが、ボトムエミッション型の発光装置の場合には、第1の基板301として透光性の基板を用いる必要がある。

40

## 【0133】

また、図3(A)において、発光素子が、赤色発光素子、緑色発光素子、青色発光素子、白色発光素子の場合について示したが、本発明の一態様である発光素子はその構成に限られることはなく、黄色の発光素子や橙色の発光素子を有する構成であっても良い。なお、

50

これらの発光素子を作製するためにE L層（発光層、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層、電荷発生層など）に用いる材料としては、他の実施形態の記載を参照し、適宜用いればよい。なお、その場合には、また、発光素子の発光色に応じてカラーフィルタを適宜選択する必要がある。

#### 【0134】

以上のような構成とすることにより、複数の発光色を呈する発光素子を備えた発光装置を得ることができる。

#### 【0135】

なお、本実施の形態に示す構成は、他の実施の形態に示す構成と適宜組み合わせて用いることができるものとする。

#### 【0136】

（実施の形態4）

本実施の形態では、本発明の一態様である発光装置について説明する。

#### 【0137】

本発明の一態様である発光素子の素子構成を適用することで、アクティブマトリクス型の発光装置やパッシブマトリクス型の発光装置を作製することができる。なお、アクティブマトリクス型の発光装置は、発光素子とトランジスタ（FET）とを組み合わせた構成を有する。従って、パッシブマトリクス型の発光装置、アクティブマトリクス型の発光装置は、いずれも本発明の一態様に含まれる。なお、本実施の形態に示す発光装置には、他の実施形態で説明した発光素子を適用することが可能である。

#### 【0138】

本実施の形態では、アクティブマトリクス型の発光装置について図4を用いて説明する。

#### 【0139】

なお、図4（A）は発光装置を示す上面図であり、図4（B）は図4（A）を鎖線A-A'で切断した断面図である。アクティブマトリクス型の発光装置は、第1の基板401上に設けられた画素部402、駆動回路部（ソース線駆動回路）403と、駆動回路部（ゲート線駆動回路）（404a、404b）を有する。画素部402および駆動回路部403、404a、404bは、シール材405によって、第1の基板401と第2の基板406との間に封止される。

#### 【0140】

また、第1の基板401上には、引き回し配線407が設けられる。引き回し配線407は、外部入力端子であるFPC408と接続される。なお、FPC408は、駆動回路部（403、404a、404b）に外部からの信号（例えば、ビデオ信号、クロック信号、スタート信号、リセット信号等）や電位を伝達する。また、FPC408にはプリント配線基板（PWB）が取り付けられていても良い。なお、これらFPCやのPWBが取り付けられた状態は、発光装置に含まれる。

#### 【0141】

次に、図4（B）に断面構造を示す。

#### 【0142】

画素部402は、FET（スイッチング用FET）411、FET（電流制御用FET）412、およびFET412と電氣的に接続された第1の電極413を有する複数の画素により形成される。なお、各画素が有するFETの数は、特に限定されることはなく、必要に応じて適宜設けることができる。

#### 【0143】

FET409、410、411、412は、特に限定されることはなく、例えば、スタガ型や逆スタガ型などのトランジスタを適用することができる。また、トップゲート型やボトムゲート型などのトランジスタ構造であってもよい。

#### 【0144】

なお、これらのFET409、410、411、412に用いることのできる半導体の結晶性については特に限定されず、非晶質半導体、結晶性を有する半導体（微結晶半導体、

10

20

30

40

50

多結晶半導体、単結晶半導体、又は一部に結晶領域を有する半導体）のいずれを用いてもよい。なお、結晶性を有する半導体を用いることで、トランジスタ特性の劣化を抑制できるため好ましい。

#### 【0145】

また、これらの半導体としては、例えば、第14族の元素、化合物半導体、酸化物半導体、有機半導体などを用いることができる。代表的には、シリコンを含む半導体、ガリウムヒ素を含む半導体、インジウムを含む酸化物半導体などを適用することができる。

#### 【0146】

駆動回路部403は、FET409とFET410とを有する。なお、FET409とFET410は、単極性（N型またはP型のいずれか一方のみ）のトランジスタを含む回路で形成されても良いし、N型のトランジスタとP型のトランジスタを含むCMOS回路で形成されても良い。また、外部に駆動回路を有する構成としても良い。

10

#### 【0147】

第1の電極413の端部は、絶縁物414により覆われている。なお、絶縁物414には、ネガ型の感光性樹脂や、ポジ型の感光性樹脂（アクリル樹脂）などの有機化合物や、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化シリコン等の無機化合物を用いることができる。絶縁物414の上端部または下端部には、曲率を有する曲面を有するのが好ましい。これにより、絶縁物414の上層に形成される膜の被覆性を良好なものとすることができる。

#### 【0148】

第1の電極413上には、EL層415及び第2の電極416が積層形成される。EL層415は、発光層、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層、電荷発生層等を有する。

20

#### 【0149】

なお、本実施の形態で示す発光素子417の構成は、他の実施の形態で説明した構成や材料を適用することができる。なお、ここでは図示しないが、第2の電極416は外部入力端子であるFPC408に電氣的に接続されている。

#### 【0150】

また、図4（B）に示す断面図では発光素子417を1つのみ図示しているが、画素部402において、複数の発光素子がマトリクス状に配置されているものとする。画素部402には、3種類（R、G、B）の発光が得られる発光素子をそれぞれ選択的に形成し、フルカラー表示可能な発光装置を形成することができる。また、3種類（R、G、B）の発光が得られる発光素子の他に、例えば、ホワイト（W）、イエロー（Y）、マゼンタ（M）、シアン（C）等の発光が得られる発光素子を形成してもよい。例えば、3種類（R、G、B）の発光が得られる発光素子に上述の数種類の発光が得られる発光素子を追加することにより、色純度の向上、消費電力の低減等の効果が得ることができる。また、カラーフィルタと組み合わせることによってフルカラー表示可能な発光装置としてもよい。

30

#### 【0151】

第1の基板401上のFET（409、410、411、412）や、発光素子417は、第2の基板406と第1の基板401とをシール材405により貼り合わせることにより、第1の基板401、第2の基板406、およびシール材405で囲まれた空間418に備えられた構造を有する。なお、空間418には、不活性気体（窒素やアルゴン等）や有機物（シール材405を含む）で充填されていてもよい。

40

#### 【0152】

シール材405には、エポキシ系樹脂やガラスフリットを用いることができる。なお、シール材405には、できるだけ水分や酸素を透過しない材料を用いることが好ましい。また、第2の基板406は、第1の基板401に用いることができるものを同様に用いることができる。従って、他の実施形態で説明した様々な基板を適宜用いることができるものとする。基板としてガラス基板や石英基板の他、FRP（Fiber-Reinforced Plastics）、PVF（ポリビニルフロライド）、ポリエステルまたはアクリル等からなるプラスチック基板を用いることができる。シール材としてガラスフリット

50

を用いる場合には、接着性の観点から第１の基板４０１及び第２の基板４０６はガラス基板であることが好ましい。

#### 【０１５３】

以上のようにして、アクティブマトリクス型の発光装置を得ることができる。

#### 【０１５４】

また、アクティブマトリクス型の発光装置を可撓性基板に形成する場合、可撓性基板上にＦＥＴと発光素子とを直接形成しても良いが、剥離層を有する別の基板にＦＥＴと発光素子を形成した後、熱、力、レーザ照射などを与えることによりＦＥＴと発光素子を剥離層で剥離し、さらに可撓性基板に転載して作製しても良い。なお、剥離層としては、例えば、タングステン膜と酸化シリコン膜との無機膜の積層や、ポリイミド等の有機樹脂膜等を用いることができる。また可撓性基板としては、トランジスタを形成することが可能な基板に加え、紙基板、セロファン基板、アラミドフィルム基板、ポリイミドフィルム基板、布基板（天然繊維（絹、綿、麻）、合成繊維（ナイロン、ポリウレタン、ポリエステル）若しくは再生繊維（アセテート、キュプラ、レーヨン、再生ポリエステル）などを含む）、皮革基板、又はゴム基板などが挙げられる。これらの基板を用いることにより、耐久性や耐熱性に優れ、軽量化および薄型化を図ることができる。

10

#### 【０１５５】

なお、本実施の形態に示す構成は、他の実施の形態に示した構成を適宜組み合わせて用いることができる。

#### 【０１５６】

20

（実施の形態５）

本実施の形態では、本発明の一態様である発光装置を適用して完成させた様々な電子機器や自動車の一例について、説明する。

#### 【０１５７】

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、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５、図６に示す。

#### 【０１５８】

30

図５（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、タッチセンサ（入力装置）を搭載したタッチパネル（入出力装置）であってもよい。なお、本発明の一態様である発光装置を表示部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。

#### 【０１５９】

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。

40

#### 【０１６０】

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。

#### 【０１６１】

図５（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。

50

なお、コンピュータは、本発明の一態様である発光装置をその表示部 7 2 0 3 に用いることにより作製することができる。また、表示部 7 2 0 3 は、タッチセンサ（入力装置）を搭載したタッチパネル（入出力装置）であってもよい。

#### 【0162】

図 5（C）は、スマートウォッチであり、筐体 7 3 0 2、表示部 7 3 0 4、操作ボタン 7 3 1 1、7 3 1 2、接続端子 7 3 1 3、バンド 7 3 2 1、留め金 7 3 2 2、等を有する。

#### 【0163】

ベゼル部分を兼ねる筐体 7 3 0 2 に搭載された表示部 7 3 0 4 は、非矩形状の表示領域を有している。表示部 7 3 0 4 は、時刻を表すアイコン 7 3 0 5、その他のアイコン 7 3 0 6 等を表示することができる。また、表示部 7 3 0 4 は、タッチセンサ（入力装置）を搭載したタッチパネル（入出力装置）であってもよい。

10

#### 【0164】

なお、図 5（C）に示すスマートウォッチは、様々な機能を有することができる。例えば、様々な情報（静止画、動画、テキスト画像など）を表示部に表示する機能、タッチパネル機能、カレンダー、日付又は時刻などを表示する機能、様々なソフトウェア（プログラム）によって処理を制御する機能、無線通信機能、無線通信機能を用いて様々なコンピュータネットワークに接続する機能、無線通信機能を用いて様々なデータの送信又は受信を行う機能、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、等を有することができる。

#### 【0165】

また、筐体 7 3 0 2 の内部に、スピーカ、センサ（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、に於いて又は赤外線を測定する機能を含むもの）、マイクロフォン等を有することができる。なお、スマートウォッチは、発光装置をその表示部 7 3 0 4 に用いることにより作製することができる。

20

#### 【0166】

図 5（D）は、携帯電話機（スマートフォンを含む）の一例を示している。携帯電話機 7 4 0 0 は、筐体 7 4 0 1 に、表示部 7 4 0 2、マイク 7 4 0 6、スピーカ 7 4 0 5、カメラ 7 4 0 7、外部接続部 7 4 0 4、操作ボタン 7 4 0 3 などを備えている。また、本発明の一態様に係る発光素子を、可撓性を有する基板に形成して発光装置を作製した場合、図 5（D）に示すような曲面を有する表示部 7 4 0 2 に適用することが可能である。

30

#### 【0167】

図 5（D）に示す携帯電話機 7 4 0 0 は、表示部 7 4 0 2 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 7 4 0 2 を指などで触れることにより行うことができる。

#### 【0168】

表示部 7 4 0 2 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。

#### 【0169】

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 7 4 0 2 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 7 4 0 2 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。

40

#### 【0170】

また、携帯電話機 7 4 0 0 内部に、ジャイロセンサや加速度センサ等の検出装置を設けることで、携帯電話機 7 4 0 0 の向き（縦か横か）を判断して、表示部 7 4 0 2 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。

#### 【0171】

また、画面モードの切り替えは、表示部 7 4 0 2 を触れること、又は筐体 7 4 0 1 の操作

50

用ボタン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。

#### 【0172】

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。

#### 【0173】

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。

#### 【0174】

さらに、携帯電話機（スマートフォンを含む）の別の構成として、図5（D' - 1）や図5（D' - 2）のような構造を有する携帯電話機に適用することもできる。

#### 【0175】

なお、図5（D' - 1）や図5（D' - 2）のような構造を有する場合には、文字情報や画像情報などを筐体7500（1）、7500（2）の第1面7501（1）、7501（2）だけでなく、第2面7502（1）、7502（2）に表示させることができる。このような構造を有することにより、携帯電話機を胸ポケットに収納したままの状態、第2面7502（1）、7502（2）などに表示された文字情報や画像情報などを使用者が容易に確認することができる。

#### 【0176】

また、発光装置を適用した電子機器として、図6（A）～（C）に示すような折りたたみ可能な携帯情報端末が挙げられる。図6（A）には、展開した状態の携帯情報端末9310を示す。また、図6（B）には、展開した状態又は折りたたんだ状態の一方から他方に変化する途中の状態の携帯情報端末9310を示す。さらに、図6（C）には、折りたたんだ状態の携帯情報端末9310を示す。携帯情報端末9310は、折りたたんだ状態では可搬性に優れ、展開した状態では、継ぎ目のない広い表示領域により表示の一覧性に優れる。

#### 【0177】

表示部9311はヒンジ9313によって連結された3つの筐体9315に支持されている。なお、表示部9311は、タッチセンサ（入力装置）を搭載したタッチパネル（入出力装置）であってもよい。また、表示部9311は、ヒンジ9313を介して2つの筐体9315間を屈曲させることにより、携帯情報端末9310を展開した状態から折りたたんだ状態に可逆的に変形させることができる。本発明の一態様の発光装置を表示部9311に用いることができる。表示部9311における表示領域9312は折りたたんだ状態の携帯情報端末9310の側面に位置する表示領域である。表示領域9312には、情報アイコンや使用頻度の高いアプリやプログラムのショートカットなどを表示させることができ、情報の確認やアプリなどの起動をスムーズに行うことができる。

#### 【0178】

また、発光装置を適用した自動車を図7（A）（B）に示す。すなわち、発光装置を、自動車と一体にして設けることができる。具体的には、図7（A）に示す自動車の外側のライト5101（車体後部も含む）、タイヤのホイール5102、ドア5103の一部または全体などに適用することができる。また、図7（B）に示す自動車の内側の表示部5104、ハンドル5105、シフトレバー5106、座席シート5107、インナーリアビューミラー5108等に適用することができる。その他、ガラス窓の一部に適用してもよい。

#### 【0179】

以上のようにして、本発明の一態様である発光装置を適用して電子機器や自動車を得るこ

10

20

30

40

50

とができる。なお、適用できる電子機器や自動車は、本実施の形態に示したものに限らず、あらゆる分野において適用することが可能である。

#### 【0180】

なお、本実施の形態に示す構成は、他の実施の形態に示した構成と適宜組み合わせて用いることができる。

#### 【0181】

(実施の形態6)

本実施の形態では、本発明の一態様である発光装置、またはその一部である発光素子を適用して作製される照明装置の構成について図8を用いて説明する。

#### 【0182】

図8(A)、(B)、(C)、(D)には、照明装置の断面図の一例を示す。なお、図8(A)、(B)は基板側に光を取り出すボトムエミッション型の照明装置であり、図8(C)、(D)は、封止基板側に光を取り出すトップエミッション型の照明装置である。

#### 【0183】

図8(A)に示す照明装置4000は、基板4001上に発光素子4002を有する。また、基板4001の外側に凹凸を有する基板4003を有する。発光素子4002は、第1の電極4004と、EL層4005と、第2の電極4006を有する。

#### 【0184】

第1の電極4004は、電極4007と電氣的に接続され、第2の電極4006は電極4008と電氣的に接続される。また、第1の電極4004と電氣的に接続される補助配線4009を設けてもよい。なお、補助配線4009上には、絶縁層4010が形成されている。

#### 【0185】

また、基板4001と封止基板4011は、シール材4012で接着されている。また、封止基板4011と発光素子4002の間には、乾燥剤4013が設けられていることが好ましい。なお、基板4003は、図8(A)のような凹凸を有するため、発光素子4002で生じた光の取り出し効率を向上させることができる。

#### 【0186】

また、基板4003に代えて、図8(B)の照明装置4100のように、基板4001の外側に拡散板4015を設けてもよい。

#### 【0187】

図8(C)の照明装置4200は、基板4201上に発光素子4202を有する。発光素子4202は第1の電極4204と、EL層4205と、第2の電極4206とを有する。

#### 【0188】

第1の電極4204は、電極4207と電氣的に接続され、第2の電極4206は電極4208と電氣的に接続される。また第2の電極4206と電氣的に接続される補助配線4209を設けてもよい。また、補助配線4209の下部に、絶縁層4210を設けてもよい。

#### 【0189】

基板4201と凹凸のある封止基板4211は、シール材4212で接着されている。また、封止基板4211と発光素子4202の間にバリア膜4213および平坦化膜4214を設けてもよい。なお、封止基板4211は、図8(C)のような凹凸を有するため、発光素子4202で生じた光の取り出し効率を向上させることができる。

#### 【0190】

また、封止基板4211に代えて、図8(D)の照明装置4300のように、発光素子4202の上に拡散板4215を設けてもよい。

#### 【0191】

なお、本実施の形態で示すように、本発明の一態様である発光装置、またはその一部である発光素子を適用することで、所望の色度を有する照明装置を提供することができる。

10

20

30

40

50

## 【0192】

なお、本実施の形態に示す構成は、他の実施の形態に示した構成と適宜組み合わせて用いることができる。

## 【0193】

(実施の形態7)

本実施の形態では、本発明の一態様である発光装置、またはその一部である発光素子を適用して作製される照明装置の応用例について、図9を用いて説明する。

## 【0194】

室内の照明装置としては、シーリングライト8001として応用できる。シーリングライト8001には、天井直付型や天井埋め込み型がある。その他にもコードペンダント型（天井からのコード吊り下げ式）への応用も可能である。

10

## 【0195】

また、足元灯8002は、床面に灯りを照射し、足元の安全性を高めることができる。例えば、寝室や階段や通路などに使用するのが有効である。その場合、部屋の広さや構造に応じて適宜サイズや形状を変えることができる。

## 【0196】

また、シート状照明8003は、薄型のシート状の照明装置である。壁面に張り付けて使用するため、場所を取らず幅広い用途に用いることができる。なお、大面積化も容易である。なお、曲面を有する壁面や筐体に用いることもできる。

## 【0197】

また、光源からの光が所望の方向のみに制御された照明装置8004を用いることもできる。

20

## 【0198】

なお、上記以外にも室内に備えられた家具の一部に本発明の一態様である発光装置、またはその一部である発光素子を適用することにより、家具としての機能を備えた照明装置とすることができる。

## 【0199】

以上のように、発光装置を適用した様々な照明装置が得られる。なお、これらの照明装置は本発明の一態様に含まれるものとする。

## 【0200】

また、本実施の形態に示す構成は、他の実施の形態に示した構成と適宜組み合わせて用いることができる。

30

## 【0201】

(実施の形態8)

本実施の形態においては、本発明の一態様である発光装置の構成を有するタッチパネルについて、図10～図14を用いて説明を行う。

## 【0202】

図10(A)(B)は、タッチパネル2000の斜視図である。なお、図10(A)(B)において、明瞭化のため、タッチパネル2000の代表的な構成要素を示す。

## 【0203】

タッチパネル2000は、表示パネル2501とタッチセンサ2595とを有する(図10(B)参照)。また、タッチパネル2000は、基板2510、基板2570、及び基板2590を有する。

40

## 【0204】

表示パネル2501は、基板2510上に複数の画素及び該画素に信号を供給することができる複数の配線2511を有する。複数の配線2511は、基板2510の外周部にまで引き回され、その一部が端子2519を構成している。端子2519はFPC2509(1)と電氣的に接続する。

## 【0205】

基板2590には、タッチセンサ2595と、タッチセンサ2595と電氣的に接続する

50

複数の配線 2598 とを有する。複数の配線 2598 は、基板 2590 の外周部に引き回され、その一部は端子 2599 を構成する。そして、端子 2599 は FPC 2509 (2) と電氣的に接続される。なお、図 10 (B) では明瞭化のため、基板 2590 の裏面側 (基板 2570 と対向する面側) に設けられるタッチセンサ 2595 の電極や配線等を実線で示している。

#### 【0206】

タッチセンサ 2595 として、例えば静電容量方式のタッチセンサを適用できる。静電容量方式としては、表面型静電容量方式、投影型静電容量方式等がある。

#### 【0207】

投影型静電容量方式としては、主に駆動方式の違いから自己容量方式、相互容量方式などがある。相互容量方式を用いると同時多点検出が可能となるため好ましい。

10

#### 【0208】

まず、投影型静電容量方式のタッチセンサを適用する場合について、図 10 (B) を用いて説明する。なお、投影型静電容量方式の場合には、指等の検知対象の近接または接触を検知することができる、様々なセンサを適用することができる。

#### 【0209】

投影型静電容量方式のタッチセンサ 2595 は、電極 2591 と電極 2592 とを有する。電極 2591 と電極 2592 は、複数の配線 2598 のうちのそれぞれ異なる配線と電氣的に接続する。また、電極 2592 は、図 10 (A) (B) に示すように、一方向に繰り返し配置された複数の四辺形が角部で配線 2594 により、一方向に接続される形状を有する。電極 2591 も同様に複数の四辺形が角部で接続される形状を有するが、接続される方向は、電極 2592 が接続される方向と交差する方向となる。なお、電極 2591 が接続される方向と、電極 2592 が接続される方向とは、必ずしも直交する関係にある必要はなく、0 度を超えて 90 度未満の角度をなすように配置されてもよい。

20

#### 【0210】

なお、配線 2594 の電極 2592 との交差部の面積は、できるだけ小さくなる形状が好ましい。これにより、電極が設けられていない領域の面積を低減でき、透過率のバラツキを低減できる。その結果、タッチセンサ 2595 を透過する光の輝度のバラツキを低減することができる。

#### 【0211】

なお、電極 2591 及び電極 2592 の形状はこれに限定されず、様々な形状を取りうる。例えば、複数の電極 2591 をできるだけ隙間が生じないように配置し、絶縁層を介して電極 2592 を複数設ける構成としてもよい。このとき、隣接する 2 つの電極 2592 の間に、これらとは電氣的に絶縁されたダミー電極を設けると、透過率の異なる領域の面積を低減できるため好ましい。

30

#### 【0212】

次に、図 11 を用いて、タッチパネル 2000 の詳細について説明する。図 11 は、図 10 (A) に示す一点鎖線 X1-X2 間の断面図に相当する。

#### 【0213】

タッチパネル 2000 は、タッチセンサ 2595 と表示パネル 2501 とを有する。

40

#### 【0214】

タッチセンサ 2595 は、基板 2590 に接して千鳥格子状に配置された電極 2591 及び電極 2592 と、電極 2591 及び電極 2592 を覆う絶縁層 2593 と、隣り合う電極 2591 を電氣的に接続する配線 2594 とを有する。なお、隣り合う電極 2591 の間には、電極 2592 が設けられている。

#### 【0215】

電極 2591 及び電極 2592 は、透光性を有する導電材料を用いて形成することができる。透光性を有する導電性材料としては、In-Sn 酸化物 (ITO ともいう)、In-Si-Sn 酸化物 (ITSO ともいう)、In-Zn 酸化物、In-W-Zn 酸化物が挙げられる。その他、アルミニウム (Al)、チタン (Ti)、クロム (Cr)、マンガ

50

(Mn)、鉄(Fe)、コバルト(Co)、ニッケル(Ni)、銅(Cu)、ガリウム(Ga)、亜鉛(Zn)、インジウム(In)、スズ(Sn)、モリブデン(Mo)、タンタル(Ta)、タングステン(W)、パラジウム(Pd)、金(Au)、白金(Pt)、銀(Ag)、イットリウム(Y)、ネオジム(Nd)などの金属、およびこれらを適宜組み合わせる含む合金を用いることもできる。また、グラフェン化合物を用いることもできる。なお、グラフェン化合物を用いる場合は、例えば膜状に形成された酸化グラフェンを還元して形成することができる。還元する方法としては、熱を加える方法やレーザを照射する方法等を挙げることができる。

#### 【0216】

電極2591及び電極2592の形成方法としては、例えば、透光性を有する導電性材料を基板2590上にスパッタリング法により成膜した後、フォトリソグラフィ法等の様々なパターンニング技術により、不要な部分を除去することで形成することができる。

10

#### 【0217】

絶縁層2593に用いる材料としては、例えば、アクリル樹脂、エポキシ樹脂などの樹脂、シロキサン結合を有する樹脂の他、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、酸化アルミニウムなどの無機絶縁材料を用いることができる。

#### 【0218】

また、絶縁層2593の一部に形成された配線2594により、隣接する電極2591が電氣的に接続される。なお、配線2594に用いる材料は、電極2591及び電極2592に用いる材料よりも導電性の高い材料を用いることにより電気抵抗を低減することができるため好ましい。

20

#### 【0219】

また、配線2598は、電極2591または電極2592と電氣的に接続される。なお、配線2598の一部は、端子として機能する。配線2598には、例えば、アルミニウム、金、白金、銀、ニッケル、チタン、タングステン、クロム、モリブデン、鉄、コバルト、銅、またはパラジウム等の金属材料や、該金属材料を含む合金材料を用いることができる。

#### 【0220】

また、端子2599により、配線2598とFPC2509(2)とが電氣的に接続される。なお、端子2599には、様々な異方性導電フィルム(ACF:Anisotropic Conductive Film)や、異方性導電ペースト(ACP:Anisotropic Conductive Paste)などを用いることができる。

30

#### 【0221】

また、配線2594に接して接着層2597が設けられる。すなわち、タッチセンサ2595は、接着層2597を介して、表示パネル2501に重なるように貼り合わされる。なお、接着層2597と接する表示パネル2501の表面は、図11(A)に示すように基板2570を有していてもよいが、必ずしも必要ではない。

#### 【0222】

接着層2597は、透光性を有する。例えば、熱硬化性樹脂や紫外線硬化樹脂を用いることができ、具体的には、アクリル系樹脂、ウレタン系樹脂、エポキシ系樹脂、またはシロキサン系樹脂を用いることができる。

40

#### 【0223】

図11(A)に示す表示パネル2501は、基板2510と基板2570との間にマトリクス状に配置された複数の画素と駆動回路とを有する。また、各画素は発光素子と、発光素子を駆動する画素回路とを有する。

#### 【0224】

図11(A)には、表示パネル2501の画素の一例として、画素2502Rを示し、駆動回路の一例として走査線駆動回路2503gを示す。

#### 【0225】

画素2502Rは、発光素子2550Rと、発光素子2550Rに電力を供給することが

50

できるトランジスタ 2502t とを有する。

【0226】

トランジスタ 2502t は、絶縁層 2521 で覆われている。なお、絶縁層 2521 は、先に形成されたトランジスタ等に起因する凹凸を平坦化するための機能を有する。また、絶縁層 2521 に不純物の拡散を抑制できる機能を付与してもよい。この場合、不純物の拡散によるトランジスタ等の信頼性の低下を抑制できるので好ましい。

【0227】

発光素子 2550R は、トランジスタ 2502t と配線を介して電氣的に接続される。なお、配線と直接接続されるのは、発光素子 2550R の一方の電極である。なお、発光素子 2550R の一方の電極の端部は、絶縁体 2528 で覆われている。

10

【0228】

発光素子 2550R は、一对の電極間に EL 層を有してなる。また、発光素子 2550R と重なる位置に着色層 2567R が設けられており、発光素子 2550R が発する光の一部は、着色層 2567R を透過して、図中に示す矢印の方向に射出される。また、着色層の端部に遮光層 2567BM が設けられており、発光素子 2550R と着色層 2567R との間には、封止層 2560 を有する。

【0229】

なお、発光素子 2550R からの光を取り出す方向に封止層 2560 が設けられている場合には、封止層 2560 は、透光性を有するのが好ましい。また、封止層 2560 は、空気より大きい屈折率を有すると好ましい。

20

【0230】

走査線駆動回路 2503g は、トランジスタ 2503t と、容量素子 2503c とを有する。なお、駆動回路を画素回路と同一の工程で同一基板上に形成することができる。従って、画素回路のトランジスタ 2502t と同様に、駆動回路（走査線駆動回路 2503g）のトランジスタ 2503t も絶縁層 2521 で覆われている。

【0231】

また、トランジスタ 2503t に信号を供給することができる配線 2511 が設けられている。なお、配線 2511 と接して端子 2519 が設けられる。また、端子 2519 は、FPC 2509 (1) と電氣的に接続されており、FPC 2509 (1) は、画像信号及び同期信号等の信号を供給する機能を有する。なお、FPC 2509 (1) にはプリント配線基板 (PWB) が取り付けられていても良い。

30

【0232】

図 11 (A) において示す表示パネル 2501 には、ボトムゲート型のトランジスタを適用する場合について示したが、トランジスタの構造はこれに限られることはなく様々な構造のトランジスタを適用することができる。また、図 11 (A) に示す、トランジスタ 2502t 及びトランジスタ 2503t には、酸化物半導体を含む半導体層をチャネル領域として用いることができる。その他、アモルファスシリコンを含む半導体層や、レーザーアニールなどの処理により結晶化させた多結晶シリコンを含む半導体層をチャネル領域として用いることができる。

【0233】

また、図 11 (A) に示すボトムゲート型のトランジスタとは異なるトップゲート型のトランジスタを適用する場合の構成について、図 11 (B) に示す。なお、トランジスタの構造が変わった場合でも、チャネル領域に用いることができるバリエーションについては同様とする。

40

【0234】

図 11 (A) で示したタッチパネル 2000 は、図 11 (A) に示すように画素からの光が外部に射出される側の表面に、少なくとも画素と重なるように反射防止層 2567p を有するのが好ましい。なお、反射防止層 2567p として、円偏光板等を用いることができる。

【0235】

50

図 1 1 (A) で示した基板 2 5 1 0、基板 2 5 7 0、基板 2 5 9 0 としては、例えば、水蒸気の透過率が  $1 \times 10^{-5} \text{ g} / (\text{m}^2 \cdot \text{day})$  以下、好ましくは  $1 \times 10^{-6} \text{ g} / (\text{m}^2 \cdot \text{day})$  以下である可撓性を有する材料を好適に用いることができる。または、これらの基板の熱膨張率が、およそ等しい材料を用いることが好ましい。例えば、線膨張率が  $1 \times 10^{-3} / \text{K}$  以下、好ましくは  $5 \times 10^{-5} / \text{K}$  以下、より好ましくは  $1 \times 10^{-5} / \text{K}$  以下である材料が挙げられる。

#### 【0236】

次に、図 1 1 に示すタッチパネル 2 0 0 0 と構成の異なるタッチパネル 2 0 0 0' について、図 1 2 を用いて説明する。但し、タッチパネル 2 0 0 0 と同様にタッチパネルとして適用することができる。

10

#### 【0237】

図 1 2 には、タッチパネル 2 0 0 0' の断面図を示す。図 1 2 に示すタッチパネル 2 0 0 0' は、図 1 1 に示すタッチパネル 2 0 0 0 と、表示パネル 2 5 0 1 に対するタッチセンサ 2 5 9 5 の位置が異なる。ここでは異なる構成についてのみ説明し、同様の構成を用いることができる部分は、タッチパネル 2 0 0 0 の説明を援用することとする。

#### 【0238】

着色層 2 5 6 7 R は、発光素子 2 5 5 0 R と重なる位置にある。また、図 1 2 (A) に示す発光素子 2 5 5 0 R からの光は、トランジスタ 2 5 0 2 t が設けられている方向に射出される。すなわち、発光素子 2 5 5 0 R からの光 (一部) は、着色層 2 5 6 7 R を透過して、図中に示す矢印の方向に射出される。なお、着色層 2 5 6 7 R の端部には遮光層 2 5 6 7 B M が設けられている。

20

#### 【0239】

また、タッチセンサ 2 5 9 5 は、表示パネル 2 5 0 1 の発光素子 2 5 5 0 R から見てトランジスタ 2 5 0 2 t が設けられている側に設けられている (図 1 2 (A) 参照)。

#### 【0240】

また、接着層 2 5 9 7 は、表示パネル 2 5 0 1 が有する基板 2 5 1 0 と接しており、図 1 2 (A) に示す構造の場合には、表示パネル 2 5 0 1 とタッチセンサ 2 5 9 5 とを貼り合わせている。但し、接着層 2 5 9 7 により貼り合わされる表示パネル 2 5 0 1 とタッチセンサ 2 5 9 5 との間に基板 2 5 1 0 を設けない構成としてもよい。

#### 【0241】

また、タッチパネル 2 0 0 0 の場合と同様にタッチパネル 2 0 0 0' の場合も表示パネル 2 5 0 1 には、様々な構造のトランジスタを適用することができる。なお、図 1 2 (A) においては、ボトムゲート型のトランジスタを適用する場合について示したが、図 1 2 (B) に示すようにトップゲート型のトランジスタを適用してもよい。

30

#### 【0242】

次に、タッチパネルの駆動方法の一例について、図 1 3 を用いて説明を行う。

#### 【0243】

図 1 3 (A) は、相互容量方式のタッチセンサの構成を示すブロック図である。図 1 3 (A) では、パルス電圧出力回路 2 6 0 1、電流検出回路 2 6 0 2 を示している。なお、図 1 3 (A) では、パルス電圧が与えられる電極 2 6 2 1 を X 1 - X 6 として、電流の変化を検知する電極 2 6 2 2 を Y 1 - Y 6 として、それぞれ 6 本の配線で例示している。また、図 1 3 (A) は、電極 2 6 2 1 と、電極 2 6 2 2 とが重畳することで形成される容量 2 6 0 3 を示している。なお、電極 2 6 2 1 と電極 2 6 2 2 とはその機能を互いに置き換えてもよい。

40

#### 【0244】

パルス電圧出力回路 2 6 0 1 は、X 1 - X 6 の配線に順にパルス印加するための回路である。X 1 - X 6 の配線にパルス電圧が印加されることで、容量 2 6 0 3 を形成する電極 2 6 2 1 と電極 2 6 2 2 との間に電界が生じる。この電極間に生じる電界が遮蔽等により容量 2 6 0 3 の相互容量に変化を生じさせることを利用して、被検知体の近接、または接触を検出することができる。

50

## 【0245】

電流検出回路2602は、容量2603での相互容量の変化による、Y1～Y6の配線の電流の変化を検出するための回路である。Y1～Y6の配線では、被検知体の近接、または接触がないと検出される電流値に変化はないが、検出する被検知体の近接、または接触により相互容量が減少する場合には電流値が減少する変化を検出する。なお電流の検出は、積分回路等を用いて行えばよい。

## 【0246】

次に、図13(B)には、図13(A)で示す相互容量方式のタッチセンサにおける入出力波形のタイミングチャートを示す。図13(B)では、1フレーム期間で各行列での被検知体の検出を行うものとする。また図13(B)では、被検知体を検出しない場合（非タッチ）と被検知体を検出する場合（タッチ）との2つの場合について示している。なおY1～Y6の配線については、検出される電流値に対応する電圧値とした波形を示している。

10

## 【0247】

X1～X6の配線には、順にパルス電圧が与えられ、該パルス電圧にしたがってY1～Y6の配線での波形が変化する。被検知体の近接または接触がない場合には、X1～X6の配線の電圧の変化に応じてY1～Y6の波形が一様に変化する。一方、被検知体が近接または接触する箇所では、電流値が減少するため、これに対応する電圧値の波形も変化する。このように、相互容量の変化を検出することにより、被検知体の近接または接触を検知することができる。

20

## 【0248】

また、図13(A)ではタッチセンサとして配線の交差部に容量2603のみを設けるパッシブ型のタッチセンサの構成を示したが、トランジスタと容量とを備えたアクティブ型のタッチセンサとしてもよい。図14にアクティブ型のタッチセンサに含まれる一つのセンサ回路の例を示している。

## 【0249】

図14に示すセンサ回路は、容量2603と、トランジスタ2611と、トランジスタ2612と、トランジスタ2613とを有する。

## 【0250】

トランジスタ2613はゲートに信号G2が与えられ、ソースまたはドレインの一方に電圧VRESが与えられ、他方が容量2603の一方の電極およびトランジスタ2611のゲートと電気的に接続する。トランジスタ2611は、ソースまたはドレインの一方がトランジスタ2612のソースまたはドレインの一方と電気的に接続し、他方に電圧VSSが与えられる。トランジスタ2612は、ゲートに信号G1が与えられ、ソースまたはドレインの他方が配線MLと電気的に接続する。容量2603の他方の電極には電圧VSSが与えられる。

30

## 【0251】

次に、図14に示すセンサ回路の動作について説明する。まず信号G2としてトランジスタ2613をオン状態とする電位が与えられることで、トランジスタ2611のゲートが接続されるノードnに電圧VRESに対応した電位が与えられる。次に、信号G2としてトランジスタ2613をオフ状態とする電位が与えられることで、ノードnの電位が保持される。続いて、指等の被検知体の近接または接触により、容量2603の相互容量が変化することに伴い、ノードnの電位がVRESから変化する。

40

## 【0252】

読み出し動作は、信号G1にトランジスタ2612をオン状態とする電位を与える。ノードnの電位に応じてトランジスタ2611に流れる電流、すなわち配線MLに流れる電流が変化する。この電流を検出することにより、被検知体の近接または接触を検出することができる。

## 【0253】

トランジスタ2611、トランジスタ2612、及びトランジスタ2613としては、酸

50

化物半導体層をチャネル領域が形成される半導体層に用いることが好ましい。とくにトランジスタ2613にこのようなトランジスタを適用することにより、ノードnの電位を長期間に亘って保持することが可能となり、ノードnにVRESを供給しなおす動作（リフレッシュ動作）の頻度を減らすことができる。

#### 【0254】

なお、本実施の形態に示す構成は、他の実施の形態に示した構成と適宜組み合わせて用いることができる。

#### 【0255】

（実施の形態9）

本実施の形態においては、本発明の一態様である発光装置の構成を含む表示装置として、反射型の液晶素子と、発光素子と、を有し、透過モードと反射モードの両方の表示を行うことのできる表示装置について、図15～図17を用いて説明する。なお、このような表示装置は、ER-hybrid display（Emissive OLED and Reflective LC Hybrid display）とも呼ぶことができる。

10

#### 【0256】

なお、本実施の形態で示す表示装置は、屋外など外光の明るい場所において、反射モードを用いた表示により、極めて電力消費が低い駆動を行うことができる。一方、夜間や室内など外光が暗い場所では、透過モードを用いた表示により、広色域で色再現性の良い画像表示ができるという特徴を有する。従って、これらを組み合わせて表示させることにより、従来の表示パネルに比べて、低い消費電力で、且つ色再現性の良い表示を行うことができる。

20

#### 【0257】

本実施の形態で示す表示装置の一例としては、反射電極を備えた液晶素子と、発光素子とが積層され、発光素子と重なる位置に反射電極の開口部が設けられ、反射モードの際には可視光を反射電極によって反射させ、透過モードの場合には、反射電極の開口部から発光素子の光が射出される構成を有する表示装置について示す。なお、これらの素子（液晶素子および発光素子）の駆動に用いるトランジスタは、同一平面上に配置されていることが好ましい。また、積層される液晶素子と、発光素子とは、絶縁層を介して形成されることが好ましい。

30

#### 【0258】

図15（A）には、本実施の形態で説明する表示装置のブロック図を示す。表示装置3000は、回路（G）3001、回路（S）3002、および表示部3003を有する。なお、表示部3003には、画素3004が、方向R及び方向Cにマトリクス状に複数配置されている。また、回路（G）3001は、配線G1、配線G2、配線ANO、及び配線CSOMが、それぞれ複数電氣的に接続されており、さらにこれらの配線は、方向Rに複数配列された画素3004とも電氣的に接続されている。回路（S）3002は、配線S1及び配線S2が、それぞれ複数電氣的に接続されており、さらにこれらの配線は、方向Cに複数配列された画素3004とも電氣的に接続されている。

#### 【0259】

また、画素3004は、液晶素子と発光素子を有し、これらは、互いに重なる部分を有する。

40

#### 【0260】

図15（B1）には、画素3004が有する液晶素子の反射電極として機能する導電膜3005の形状について示す。なお、導電膜3005の一部で発光素子と重なる位置3006に開口部3007が設けられている。すなわち、発光素子からの光は、この開口部3007を介して射出される。

#### 【0261】

図15（B1）に示す画素3004は、方向Rに隣接する画素3004が異なる色を呈するように配列されている。さらに、開口部3007は、方向Rに一行に配列されることの

50

ないように設けられている。このような配列にすることは、隣接する画素 3004 が有する発光素子間におけるクロストークを抑制する効果を有する。さらに、素子形成が容易になるといったメリットも有する。

#### 【0262】

開口部 3007 の形状としては、例えば多角形、四角形、楕円形、円形または十字等の形状とすることができる。また、細長い筋状、スリット状等の形状としてもよい。

#### 【0263】

なお、導電膜 3005 の配列のバリエーションとしては、図 15 (B2) に示す配列としてもよい。

#### 【0264】

導電膜 3005 の総面積（開口部 3007 を除く）に対する開口部 3007 の割合は、表示装置の表示に影響を与える。すなわち、開口部 3007 の面積が大きいと液晶素子による表示が暗くなり、開口部 3007 の面積が小さいと発光素子による表示が暗くなるという問題が生じる。また、上記の比率だけでなく、開口部 3007 の面積そのものが小さい場合にも、発光素子から射出される光の取り出し効率が低下するという問題が生じる。なお、上記導電膜 3005 の総面積（開口部 3007 を除く）に対する開口部 3007 の面積の割合としては、5%以上60%以下とするのが液晶素子および発光素子を組み合わせた際の表示品位を保つ上で好ましい。

#### 【0265】

次に、画素 3004 の回路構成の一例について図 16 を用いて説明する。図 16 では、隣接する 2 つの画素 3004 を示す。

#### 【0266】

画素 3004 は、トランジスタ SW1、容量素子 C1、液晶素子 3010、トランジスタ SW2、トランジスタ M、容量素子 C2、及び発光素子 3011 等を有する。なお、これらは、配線 G1、配線 G2、配線 ANO、配線 CSCOM、配線 S1、及び配線 S2 のいずれかと画素 3004 において、電氣的に接続されている。また、液晶素子 3010 は配線 VCOM1 と、発光素子 3011 は配線 VCOM2 と、それぞれ電氣的に接続されている。

#### 【0267】

また、トランジスタ SW1 のゲートは、配線 G1 と接続され、トランジスタ SW1 のソース又はドレインの一方は、配線 S1 と接続され、ソース又はドレインの他方は、容量素子 C1 の一方の電極、及び液晶素子 3010 の一方の電極と接続されている。なお、容量素子 C1 の他方の電極は、配線 CSCOM と接続されている。また、液晶素子 3010 の他方の電極は、配線 VCOM1 と接続されている。

#### 【0268】

また、トランジスタ SW2 のゲートは、配線 G2 と接続され、トランジスタ SW2 のソース又はドレインの一方は、配線 S2 と接続され、ソース又はドレインの他方は、容量素子 C2 の一方の電極、及びトランジスタ M のゲートと接続されている。なお、容量素子 C2 の他方の電極は、トランジスタ M のソース又はドレインの一方、及び配線 ANO と接続されている。また、トランジスタ M のソース又はドレインの他方は、発光素子 3011 の一方の電極と接続されている。また、発光素子 3011 の他方の電極は、配線 VCOM2 と接続されている。

#### 【0269】

なお、トランジスタ M は、半導体を挟む 2 つのゲートを有し、これら 2 つのゲートは、電氣的に接続されている。このような構造とすることにより、トランジスタ M が流す電流量を増大させることができる。

#### 【0270】

配線 G1 から与えられる信号によって、トランジスタ SW1 の導通状態または非導通状態が制御される。また、配線 VCOM1 からは、所定の電位が与えられる。また、配線 S1 から与えられる信号によって、液晶素子 3010 の液晶の配向状態を制御することができ

10

20

30

40

50

る。また、配線CSCOMからは、所定の電位が与えられる。

#### 【0271】

配線G2から与えられる信号によって、トランジスタSW2の導通状態または非導通状態が制御される。また、配線VCOM2及び配線ANOからそれぞれ与えられる電位の電位差によって、発光素子3011を発光させることができる。また、配線S2から与えられる信号によって、トランジスタMの導通状態を制御することができる。

#### 【0272】

したがって、本実施の形態で示す構成において、例えば反射モードの場合には、配線G1及び配線S1から与えられる信号により液晶素子3010を制御し、光学変調を利用して表示させることができる。また、透過モードの場合には、配線G2及び配線S2から与えられる信号により発光素子3011を発光させることができる。さらに両方のモードを同時に用いる場合には、配線G1、配線G2、配線S1及び配線S2のそれぞれから与えられる信号に基づき所望の駆動を行うことができる。

10

#### 【0273】

次に、本実施の形態で説明する表示装置3000の断面概略図を図17に示し、詳細を説明する。

#### 【0274】

表示装置3000は、基板3021と基板3022との間に、発光素子3023および液晶素子3024を有する。なお、発光素子3023および液晶素子3024は、絶縁層3025を介してそれぞれ形成される。すなわち、基板3021と絶縁層3025との間に発光素子3023を有し、基板3022と絶縁層3025との間に液晶素子3024を有する。

20

#### 【0275】

絶縁層3025と発光素子3023との間には、トランジスタ3015、トランジスタ3016、トランジスタ3017、および着色層3028等を有する。

#### 【0276】

基板3021と発光素子3023との間には、接着層3029を有する。また、発光素子3023は、絶縁層3025側から一方の電極となる導電層3030、EL層3031、他方の電極となる導電層3032の順に積層された積層構造を有する。なお、発光素子3023は、ボトムエミッション型の発光素子であるため、導電層3032は可視光を反射する材料を含み、導電層3030は可視光を透過する材料を含む。発光素子3023が発する光は、着色層3028、絶縁層3025を透過し、さらに開口部3033を通して液晶素子3024を透過した後、基板3022から外部に射出される。

30

#### 【0277】

絶縁層3025と基板3022の間には、液晶素子3024の他、着色層3034、遮光層3035、絶縁層3046および構造体3036等を有する。また、液晶素子3024は、一方の電極となる導電層3037、液晶3038、他方の電極となる導電層3039、および配向膜3040、3041等を有する。なお、液晶素子3024は、反射型の液晶素子であり、導電層3039は、反射電極として機能するため反射率の高い材料を用いる。また、導電層3037は、透明電極として機能するため可視光を透過する材料を含む。さらに、導電層3037および導電層3039の液晶3038側には、それぞれ配向膜3040、3041を有する。また、絶縁層3046は、着色層3034及び遮光層3035を覆うように設けられており、オーバーコートとしての機能を有する。なお、配向膜3040、3041は不要であれば設けなくてもよい。

40

#### 【0278】

導電層3039の一部には、開口部3033が設けられている。なお、導電層3039に接して導電層3043を有しており、導電層3043は、透光性を有するため可視光を透過する材料を含む。

#### 【0279】

構造体3036は、絶縁層3025と基板3022とが必要以上に接近することを抑制す

50

るスペーサとしての機能を有する。なお、構造体 3036 は不要であれば設けなくてもよい。

#### 【0280】

トランジスタ 3015 のソース又はドレインのいずれか一方は、発光素子 3023 の導電層 3030 と電氣的に接続されている。例えばトランジスタ 3015 は、図 16 に示すトランジスタ M に対応する。

#### 【0281】

トランジスタ 3016 のソース又はドレインのいずれか一方は、端子部 3018 を介して液晶素子 3024 の導電層 3039 及び導電層 3043 と電氣的に接続されている。すなわち、端子部 3018 は、絶縁層 3025 の両面に設けられる導電層同士を電氣的に接続する機能を有する。なお、トランジスタ 3016 は、図 16 に示すトランジスタ SW1 に対応する。

10

#### 【0282】

基板 3021 と基板 3022 とが重ならない領域には、端子部 3019 が設けられている。端子部 3019 は端子部 3018 と同様に、絶縁層 3025 の両面に設けられる導電層同士を電氣的に接続する。端子部 3019 は、導電層 3043 と同一の導電膜を加工して得られた導電層と電氣的に接続されている。これにより、端子部 3019 と FPC 3044 とを接続層 3045 を介して電氣的に接続することができる。

#### 【0283】

また、接着層 3042 が設けられる一部の領域には、接続部 3047 が設けられている。接続部 3047 において、導電層 3043 と同一の導電膜を加工して得られた導電層と、導電層 3037 の一部が、接続体 3048 によって電氣的に接続されている。したがって、導電層 3037 に、FPC 3044 から入力される信号または電位を、接続体 3048 を介して供給することができる。

20

#### 【0284】

導電層 3037 と導電層 3043 の間に、構造体 3036 が設けられている。構造体 3036 は、液晶素子 3024 のセルギャップを保持する機能を有する。

#### 【0285】

導電層 3043 としては、金属酸化物、金属窒化物、または低抵抗化された酸化物半導体等の酸化物を用いることが好ましい。酸化物半導体を用いる場合には、水素、ボロン、リン、窒素、及びその他の不純物の濃度、並びに酸素欠損量の少なくとも一が、トランジスタに用いる半導体層に比べて高められた材料を、導電層 3043 に用いればよい。

30

#### 【0286】

なお、本実施の形態に示す構成は、他の実施の形態に示した構成と適宜組み合わせて用いることができる。

#### 【実施例 1】

#### 【0287】

本実施例では、本発明の一態様である発光装置に用いる発光素子の素子構造およびその作製方法、およびその特性について、説明する。なお、本実施例で説明する発光素子の素子構造を図 18 に示し、具体的な構成について表 1 に示す。なお、表 1 には、各発光素子と組み合わせたカラーフィルタ (CF) も示している。発光素子 1 には CF-R を、発光素子 2 には CF-G を、発光素子 3 および 4 には CF-B を組み合わせており、これら CF の透過特性は図 24 に示した。さらに、本実施例で用いる材料の化学式を以下に示す。

40

#### 【0288】

【表 1】

|                 | 第1の電極               |                 | 第1の<br>正孔注入層                 | 第1の<br>正孔輸送層    | 発光層<br>(A) | 第1の電子輸送層           |                  |
|-----------------|---------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|------------|--------------------|------------------|
| 図18の符号          | 901                 |                 | 911a                         | 912a            | 913a       | 914a               |                  |
| 発光素子<br>1(R)    | Ag-Pd-Cu<br>(200nm) | ITSO<br>(110nm) | PCPPn:MoOx<br>(1:0.5 10nm)   | PCPPn<br>(10nm) | *1         | cgDBCzPA<br>(10nm) | NBphen<br>(15nm) |
| 発光素子<br>2(G)    |                     | ITSO<br>(45nm)  | PCPPn:MoOx<br>(1:0.5 20nm)   |                 |            |                    |                  |
| 発光素子<br>3(B1)   |                     | ITSO<br>(10nm)  | PCPPn:MoOx<br>(1:0.5 12.5nm) |                 |            |                    |                  |
| 発光素子<br>4(B1.5) |                     | ITSO<br>(110nm) | PCPPn:MoOx<br>(1:0.5 16nm)   |                 |            |                    |                  |

| 第1の<br>電子注入<br>層             | 電荷発生層         | 第2の<br>正孔注入層                  | 第2の<br>正孔輸送層     | 発光層(B)     |            | (備考)            |
|------------------------------|---------------|-------------------------------|------------------|------------|------------|-----------------|
|                              |               |                               |                  | 第1の<br>発光層 | 第2の<br>発光層 |                 |
| 915a                         | 904           | 911b                          | 912b             | 913(b1)    | 913(b2)    |                 |
| Li <sub>2</sub> O<br>(0.1nm) | CuPc<br>(2nm) | DBT3P-II:MoOx<br>(1:0.5 10nm) | BPAFLP<br>(15nm) | *2         | *3         | 発光素子<br>1(R)    |
|                              |               |                               |                  |            |            | 発光素子<br>2(G)    |
|                              |               |                               |                  |            |            | 発光素子<br>3(B1)   |
|                              |               |                               |                  |            |            | 発光素子<br>4(B1.5) |

| 第2の電子輸送層               |                  | 第2の電子注入層     | 第2の電極                 |               | CF   |                 |
|------------------------|------------------|--------------|-----------------------|---------------|------|-----------------|
| 914b                   |                  | 915b         | 903                   |               |      |                 |
| 2mDBTBPDq-II<br>(25nm) | NBphen<br>(15nm) | LiF<br>(1nm) | Ag:Mg<br>(1:0.1 25nm) | ITO<br>(70nm) |      |                 |
|                        |                  |              |                       |               | CF-R | 発光素子<br>1(R)    |
|                        |                  |              |                       |               | CF-G | 発光素子<br>2(G)    |
|                        |                  |              |                       |               | CF-B | 発光素子<br>3(B1)   |
|                        |                  |              |                       |               | CF-B | 発光素子<br>4(B1.5) |

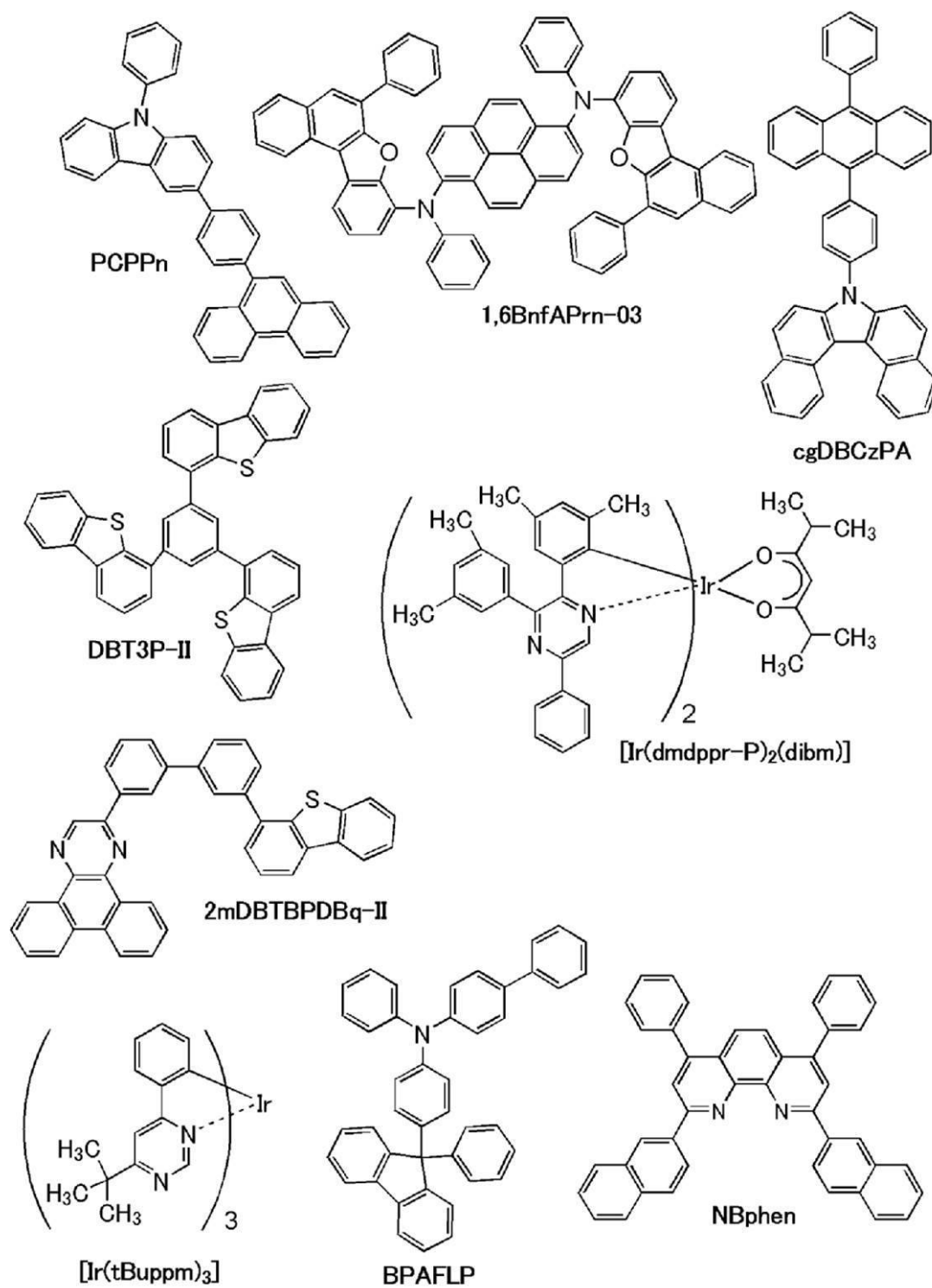
\*1 cgDBCzPA : 1,6BnfAPrn-03 (1:0.03 25nm)

\*2 2mDBTBPDq-II : PCBBiF : [Ir(tBuppm)<sub>3</sub>] (0.8:0.2:0.06 20nm)

\*3 2mDBTBPDq-II : [Ir(dmdppr-P)<sub>2</sub>(dibm)] (1:0.04 20nm)

【 0 2 8 9 】

【化 1】



10

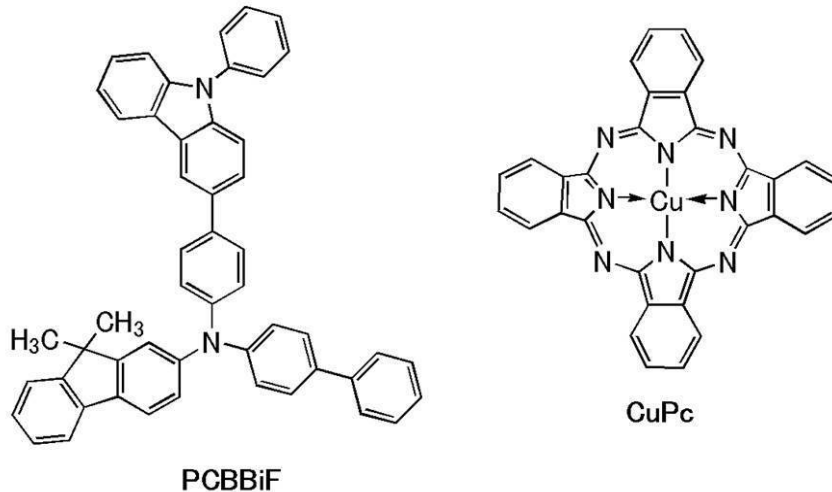
20

30

40

【 0 2 9 0 】

## 【化 2】



10

## 【0291】

## 《発光素子の作製》

本実施例で示す発光素子は、図18に示すように基板900上に第1の電極901が形成され、第1の電極901上に第1のEL層902aが形成され、第1のEL層902a上に電荷発生層904が形成され、電荷発生層904上に第2のEL層902bが形成され、第2のEL層902b上に第2の電極903が形成された構造を有する。なお、本実施例で説明する発光素子1は、主に赤色発光を呈する発光素子であり、発光素子1(R)と示す。また、発光素子2は、主に緑色発光を呈する発光素子であり、発光素子2(G)と示す。また、発光素子3および発光素子4は、主に青色発光を呈する発光素子であり、それぞれ発光素子3(B1)、発光素子4(B1.5)とも示す。

20

## 【0292】

まず、基板900上に第1の電極901を形成した。電極面積は、 $4\text{ mm}^2$  ( $2\text{ mm} \times 2\text{ mm}$ )とした。また、基板900には、ガラス基板を用いた。また、第1の電極901は、銀(Ag)とパラジウム(Pd)と銅(Cu)の合金膜(Ag-Pd-Cu)をスパッタリング法により、 $200\text{ nm}$ の膜厚で成膜した後、ITOをスパッタリング法により成膜して形成した。ITOの膜厚は、発光素子1の場合 $110\text{ nm}$ となるように形成し、発光素子2の場合 $45\text{ nm}$ となるように形成し、発光素子3の場合 $10\text{ nm}$ となるように形成し、発光素子4の場合 $110\text{ nm}$ となるように形成した。なお、本実施例において、第1の電極901は、陽極として機能する。また、第1の電極901は、光を反射する機能を有する反射電極である。また、本実施例において、発光素子3及び発光素子4は、いずれも青色発光を呈する発光素子であるが、電極間の光学距離が異なり、発光素子3は、電極間の光学距離が1波長となるように調整し、発光素子4は、電極間の光学距離が1.5波長となるように調整した。

30

## 【0293】

ここで、前処理として、基板の表面を水で洗浄し、 $200^\circ\text{C}$ で1時間焼成した後、UVオゾン処理を370秒行った。その後、 $10^{-4}\text{ Pa}$ 程度まで内部が減圧された真空蒸着装置に基板を導入し、真空蒸着装置内の加熱室において、 $170^\circ\text{C}$ で60分間の真空焼成を行った後、基板を30分程度放冷した。

40

## 【0294】

次に、第1の電極901上に第1の正孔注入層911aを形成した。第1の正孔注入層911aは、真空蒸着装置内を $10^{-4}\text{ Pa}$ に減圧した後、3-[4-(9-フェナントリル)-フェニル]-9-フェニル-9H-カルバゾール(略称:PCPPn)と、酸化モリブデンとの重量比をPCPPn:酸化モリブデン=1:0.5とし、発光素子1の場合は、膜厚が $10\text{ nm}$ となるように、発光素子2の場合は、膜厚が $20\text{ nm}$ となるように、

50

発光素子 3 の場合は、膜厚が 12.5 nm となるように、発光素子 4 の場合は、膜厚が 16 nm となるように、それぞれ共蒸着して形成した。

#### 【0295】

次に、第 1 の正孔注入層 911a 上に第 1 の正孔輸送層 912a を形成した。第 1 の正孔輸送層 912a は、PCPPn を用い、膜厚が 10 nm になるように蒸着して形成した。なお、第 1 の発光素子、第 2 の発光素子、第 3 の発光素子、および第 4 の発光素子はいずれも同様である。以降の説明において、各発光素子が同様である場合は、特に述べないこととする。

#### 【0296】

次に、第 1 の正孔輸送層 912a 上に発光層 (A) 913a を形成した。

10

#### 【0297】

発光層 (A) 913a は、ホスト材料として 7- [4- (10-フェニル-9-アントリル) フェニル] -7H-ジベンゾ [c, g] カルバゾール (略称: cgDBCzPA) を用い、ゲスト材料 (蛍光材料) として N, N'-(ピレン-1, 6-ジイル) ビス [ (6, N-ジフェニルベンゾ [b] ナフト [1, 2-d] フラン) -8-アミン ] (略称: 1, 6BnfAPrn-03) を用い、重量比が cgDBCzPA : 1, 6BnfAPrn-03 = 1 : 0.03、膜厚が 25 nm になるように共蒸着して形成した。

#### 【0298】

次に、発光層 (A) 913a 上に第 1 の電子輸送層 914a を形成した。第 1 の電子輸送層 914a は、cgDBCzPA の膜厚が 10 nm、2, 9-ビス (ナフタレン-2-イル) -4, 7-ジフェニル-1, 10-フェナントロリン (略称: NBphen) の膜厚が 15 nm となるように順次蒸着して形成した。

20

#### 【0299】

次に、第 1 の電子輸送層 914a 上に第 1 の電子注入層 915a を形成した。第 1 の電子注入層 915a は、酸化リチウム (Li<sub>2</sub>O) を用い、膜厚が 0.1 nm になるように蒸着して形成した。

#### 【0300】

次に、第 1 の電子注入層 915a 上に電荷発生層 904 を形成した。電荷発生層 904 は、銅フタロシアニン (略称: CuPc) を用い、膜厚が 2 nm になるように蒸着して形成した。

30

#### 【0301】

次に、電荷発生層 904 上に第 2 の正孔注入層 911b を形成した。第 2 の正孔注入層 911b は、4, 4', 4''-(ベンゼン-1, 3, 5-トリイル) トリ (ジベンゾチオフェン) (略称: DBT3P-II) と酸化モリブデンとの重量比を DBT3P-II : 酸化モリブデン = 1 : 0.5 とし、膜厚が 10 nm になるように共蒸着し、形成した。

#### 【0302】

次に、第 2 の正孔注入層 911b 上に第 2 の正孔輸送層 912b を形成した。第 2 の正孔輸送層 912b は、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: BPAPLP) を用い、膜厚が 15 nm になるように蒸着し、それぞれ形成した。

40

#### 【0303】

次に、第 2 の正孔輸送層 912b 上に発光層 (B) 913b を形成した。発光層 (B) 913b は、発光層 (B1) 913(b1) と発光層 (B2) 913(b2) との積層構造を有する。

#### 【0304】

発光層 (B1) 913(b1) は、ホスト材料として 2- [3'-(ジベンゾチオフェン-4-イル) ビフェニル-3-イル] ジベンゾ [f, h] キノキサリン (略称: 2mDBTBPD Bq-II) 、アシスト材料として N-(1, 1'-ビフェニル-4-イル) -N-[4-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル) フェニル] -9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: PCBBiF) 、ゲスト材料 (燐光材料)

50

としてトリス（４－ｔ－ブチル－６－フェニルピリミジナト）イリジウム（ＩＩＩ）（略称：[Ir(tBuppm)<sub>3</sub>]）を用い、重量比が2mDBTBPD Bq－II：PCBBiF：[Ir(tBuppm)<sub>3</sub>]＝0.8：0.2：0.06、膜厚が20nmになるように共蒸着して形成した。また、発光層（B2）913（b2）は、宿主材料として2mDBTBPD Bq－II、ゲスト材料（燐光材料）としてビス〔4, 6－ジメチル－2－〔3－（3, 5－ジメチルフェニル）－5－フェニル－2－ピラジニル－κN〕フェニル－κC〕（2, 6－ジメチル－3, 5－ヘプタンジオナト－κ<sup>2</sup>O, O'）イリジウム（ＩＩＩ）（略称：[Ir(dmdppr-P)<sub>2</sub>(dibm)]）を用い、重量比が2mDBTBPD Bq－II：[Ir(dmdppr-P)<sub>2</sub>(dibm)]＝1：0.04、膜厚が20nmになるように共蒸着して形成した。

10

#### 【0305】

次に、発光層（B2）913（b2）上に第2の電子輸送層914bを形成した。第2の電子輸送層914bは、2mDBTBPD Bq－IIの膜厚が25nm、NBphenの膜厚が15nmとなるように順次蒸着して形成した。

#### 【0306】

次に、第2の電子輸送層914b上に第2の電子注入層915bを形成した。第2の電子注入層915bは、フッ化リチウム（LiF）を用い、膜厚が1nmになるように蒸着して形成した。

#### 【0307】

次に、第2の電子注入層915b上に第2の電極903を形成した。第2の電極903は、銀（Ag）とマグネシウム（Mg）との体積比を1：0.1とし、膜厚が25nmになるように共蒸着して形成した後、インジウム錫酸化物（ITO）をスパッタリング法により、膜厚が70nmとなるように形成した。なお、本実施例において、第2の電極903は、陰極として機能する。また、第2の電極903は、光を反射する機能と光を透過する機能とを有する半透過・半反射電極である。

20

#### 【0308】

以上の工程により、基板900上に一对の電極間にEL層を有する発光素子を形成した。なお、上記工程で説明した第1の正孔注入層911a、第1の正孔輸送層912a、発光層（A）913a、第1の電子輸送層914a、第1の電子注入層915a、第2の正孔注入層911b、第2の正孔輸送層912b、発光層（B）913b、第2の電子輸送層914b、第2の電子注入層915bは、本発明の一態様におけるEL層を構成する機能層である。また、上述した作製方法における蒸着工程では、全て抵抗加熱法による蒸着法を用いた。

30

#### 【0309】

本実施例により作製した発光素子は、図18に示すように基板900と基板905により封止される。また、基板905には、カラーフィルタ906を有する。なお、基板900と基板905との封止は、窒素雰囲気グローブボックス内において、封止材を用いて基板905を基板900上に固定し、シール材を基板900上に形成された発光素子の周囲に塗布し、封止時に365nmの紫外光を6J/cm<sup>2</sup>照射し、80℃にて1時間熱処理することにより行った。

40

#### 【0310】

なお、本実施例により作製した発光素子は、いずれも発光素子の第2の電極903側から矢印の方向に光が出る構造を有する。

#### 【0311】

《発光素子の動作特性》

作製した各発光素子の動作特性について測定した。なお、測定は室温（25℃に保たれた雰囲気）で行った。また、結果を図19～図22に示す。また、各発光素子に2.5mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で電流を流した際の発光スペクトルを図23に示す。発光スペクトルの測定は、マルチチャンネル分光器（浜松ホトニクス、PMA-12）を用いて行った。図23に示す通り、赤色発光を示す発光素子1の発光スペクトルは635nm付近、緑色

50

発光を示す発光素子 2 の発光スペクトルは 521 nm 付近、青色発光を示す発光素子 3 および発光素子 4 の発光スペクトルは 453 nm 付近にそれぞれピークを有しており、いずれも狭線化されたスペクトル形状を示す。なお、本実施例では、各発光素子とカラーフィルタとを組み合わせることにより得られる発光を測定結果に用いた。

#### 【0312】

図 24 には、発光素子 1 (R) と組み合わせて用いるカラーフィルタ (赤) (CF-R)、発光素子 2 (G) と組み合わせて用いるカラーフィルタ (緑) (CF-G)、発光素子 3 (B1) および発光素子 4 (B1.5) と組み合わせて用いるカラーフィルタ (青) (CF-B) の透過スペクトルをそれぞれ示す。図からわかるように、CF-R の 600 nm における透過率は 52% であり、60% 以下となっている。一方、CF-R の 650 nm における透過率は 89% であり、70% 以上が得られている。また、CF-G の 480 nm における透過率は 26%、580 nm における透過率は 52% であり、いずれも 60% 以下となっている。一方、CF-G の 530 nm における透過率は 72% であり、70% 以上が得られている。さらに、CF-B の 510 nm における透過率は 60% であり、60% 以下となっている。一方、CF-B の 450 nm における透過率は 80% であり、70% 以上が得られている。

#### 【0313】

次に、本実施例で作製した発光素子 (発光素子 1、発光素子 2、および発光素子 3) の色度 (x, y) について、色彩輝度計 (トプコン、BM-5A) を用いて測定した結果を以下の表 2 に示す。発光素子 1 (R) は 730 cd/m<sup>2</sup> 付近、発光素子 2 (G) は 1800 cd/m<sup>2</sup> 付近、発光素子 3 (B1) は 130 cd/m<sup>2</sup> 付近の輝度における色度である。この輝度比は、RGB の輝度を足し合わせると概ね D65 付近の白色光 (x y 色度座標において (x, y) = (0.313, 0.329) の光) が得られる値である。

#### 【0314】

##### 【表 2】

|               | 色度(x) | 色度(y) |
|---------------|-------|-------|
| 発光素子1<br>(R)  | 0.697 | 0.297 |
| 発光素子2<br>(G)  | 0.186 | 0.778 |
| 発光素子3<br>(B1) | 0.142 | 0.046 |

#### 【0315】

表 2 の結果に基づき、これらの色度 (x, y) から算出した BT. 2020 に対する面積比は、93%、BT. 2020 のカバー率は 91% であった。なお面積比とは、BT. 2020 規格の RGB の各 CIE 色度座標 (x, y) を結んで形成される三角形の面積 A と、本実施例の 3 つの発光素子の各 CIE 色度座標 (x, y) を結んで形成される三角形の面積 B をそれぞれ算出し、それらの面積比 (B/A) を算出したものである。またカバー率は、BT. 2020 規格の色域 (上記三角形の内側) の何%を、本実施例の 3 つの発光素子の色度の組み合わせで再現可能かを示したものである。

#### 【0316】

また、本実施例で作製した発光素子のうち、発光素子 1、発光素子 2、および発光素子 4 の色度 (x, y) について、色彩輝度計を用いて測定した結果を以下の表 3 に示す。発光素子 1 (R) は 550 cd/m<sup>2</sup> 付近、発光素子 2 (G) は 1800 cd/m<sup>2</sup> 付近、発光素子 4 (B1.5) は 130 cd/m<sup>2</sup> 付近の輝度における色度である。この輝度比は、RGB の輝度を足し合わせると概ね D65 付近の白色光が得られる値である。

#### 【0317】

【表 3】

|                 | 色度(x) | 色度(y) |
|-----------------|-------|-------|
| 発光素子1<br>(R)    | 0.697 | 0.297 |
| 発光素子2<br>(G)    | 0.186 | 0.778 |
| 発光素子4<br>(B1.5) | 0.156 | 0.042 |

10

## 【0318】

表3の結果に基づき、これらの色度(x, y)から算出したBT. 2020に対する面積比は92%、BT. 2020のカバー率は90%であった。このように、青の発光効率を高めた構成であっても、非常に広範な色再現性を確保することができる。

## 【0319】

上記の結果より、本実施例における発光素子1(R)の色度は、色度xが0.680より大きく0.720以下、色度yが0.260以上0.320以下を満たし、発光素子2(G)の色度は、色度xが0.130以上0.250以下、色度yが0.710より大きく0.810以下を満たし、発光素子3(B1)および発光素子4(B1.5)の色度は、色度xが0.120以上0.170以下、色度yが0.020以上0.060未満の範囲を満たしている。発光素子1(R)については、特に色度xが0.680より大きくなっているためDCI-P3規格よりも赤色の色度が良いことがわかる。発光素子2(G)については、特に色度yが0.71より大きくなっているためDCI-P3規格や、NTSC規格よりも緑色の色度が良いことがわかる。また、発光素子3(B1)および発光素子4(B1.5)については、特に色度yが0.06より小さくなっているためDCI-P3規格よりも青色の色度が良いことがわかる。

20

## 【0320】

なお、図23に示した発光スペクトルの値から算出された各発光素子の色度(x, y)は、発光素子1(0.693, 0.303)、発光素子2(0.202, 0.744)、発光素子3(0.139, 0.056)、発光素子4(0.160, 0.057)であった。したがって、発光スペクトルから色度を計算した場合、発光素子1(R)、発光素子2(G)、および発光素子3(B1)の組み合わせにおいては、BT. 2020の面積比は86%、BT. 2020のカバー率は84%となる。また、発光スペクトルから色度を計算した場合、発光素子1(R)、発光素子2(G)、および発光素子4(B1.5)の組み合わせにおいては、BT. 2020の面積比は84%、BT. 2020のカバー率は82%となる。

30

## 【実施例2】

## 【0321】

本実施例では、本発明の一態様である発光装置に用いる発光素子の素子構造およびその作製方法、およびその特性について、説明する。なお、本実施例で説明する発光素子の素子構造を図18に示し、具体的な構成について表4に示す。また、本実施例で用いる材料の化学式を以下に示す。カラーフィルタは図24で示したものと同一ものを使用している。

40

## 【0322】

【表 4】

|                 | 第1の電極               |                 | 第1の<br>正孔注入層                 | 第1の<br>正孔輸送層    | 発光層<br>(A) | 第1の電子輸送層           |                  |
|-----------------|---------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|------------|--------------------|------------------|
| 図18の符号          | 901                 |                 | 911a                         | 912a            | 913a       | 914a               |                  |
| 発光素子<br>5(R)    | Ag-Pd-Cu<br>(200nm) | ITSO<br>(110nm) | PCPPn:MoOx<br>(1:0.5 10nm)   | PCPPn<br>(10nm) | *1         | cgDBCzPA<br>(10nm) | NBphen<br>(15nm) |
| 発光素子<br>6(G)    |                     | ITSO<br>(45nm)  | PCPPn:MoOx<br>(1:0.5 20nm)   |                 |            |                    |                  |
| 発光素子<br>7(B1)   |                     | ITSO<br>(10nm)  | PCPPn:MoOx<br>(1:0.5 12.5nm) |                 |            |                    |                  |
| 発光素子<br>8(B1.5) |                     | ITSO<br>(110nm) | PCPPn:MoOx<br>(1:0.5 19nm)   |                 |            |                    |                  |

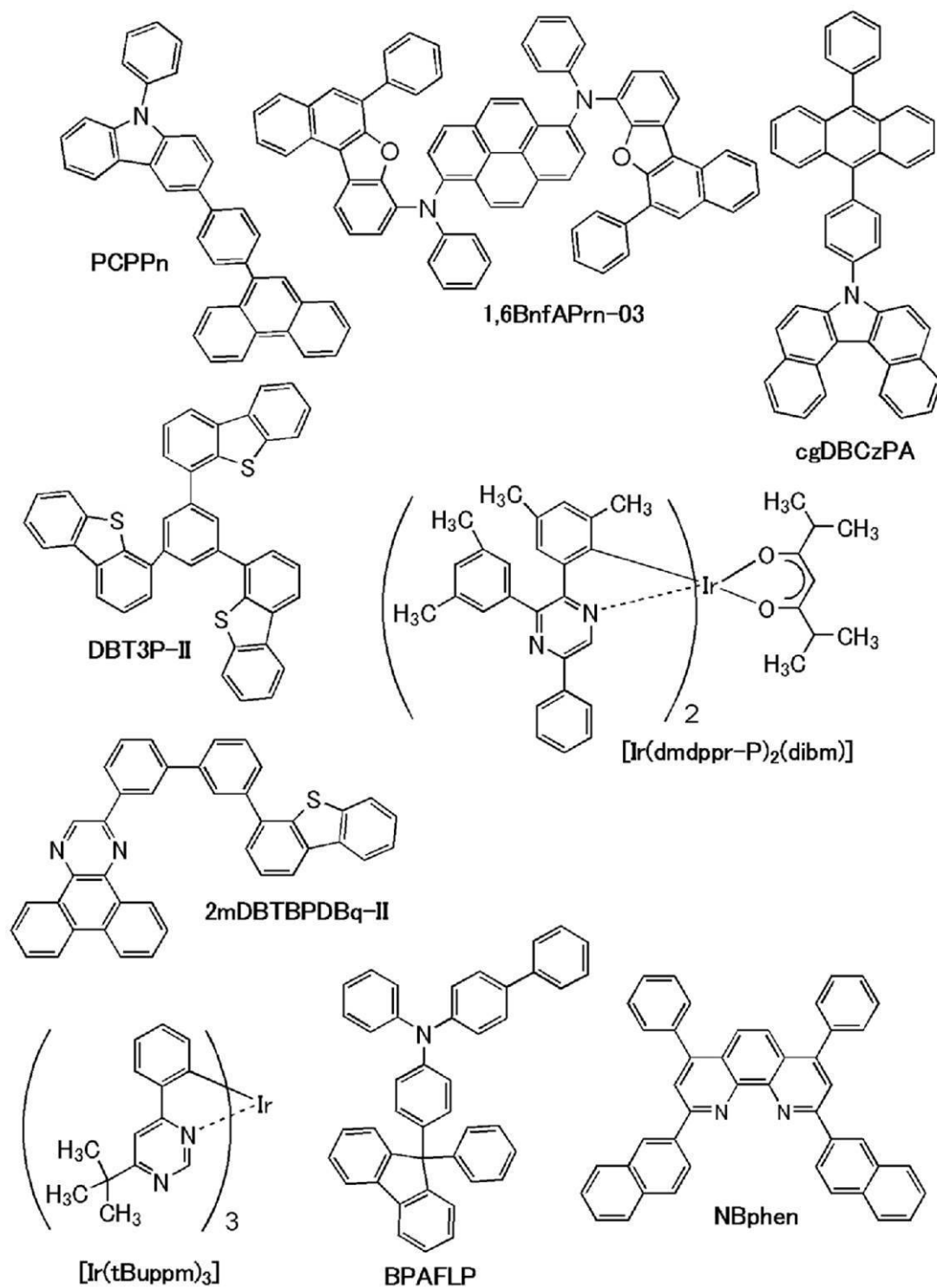
| 第1の<br>電子注入<br>層             | 電荷発生層         | 第2の<br>正孔注入層                  | 第2の<br>正孔輸送層     | 発光層(B)     |            | (備考)            |
|------------------------------|---------------|-------------------------------|------------------|------------|------------|-----------------|
|                              |               |                               |                  | 第1の<br>発光層 | 第2の<br>発光層 |                 |
| 915a                         | 904           | 911b                          | 912b             | 913(b1)    | 913(b2)    |                 |
| Li <sub>2</sub> O<br>(0.1nm) | CuPc<br>(2nm) | DBT3P-II:MoOx<br>(1:0.5 10nm) | BPAFLP<br>(15nm) | *2         | *3         | 発光素子<br>5(R)    |
|                              |               |                               |                  |            |            | 発光素子<br>6(G)    |
|                              |               |                               |                  |            |            | 発光素子<br>7(B1)   |
|                              |               |                               |                  |            |            | 発光素子<br>8(B1.5) |

| 第2の電子輸送層               |                  | 第2の電子注入層     | 第2の電極                 |               | CF   |                 |
|------------------------|------------------|--------------|-----------------------|---------------|------|-----------------|
| 914b                   |                  | 915b         | 903                   |               |      |                 |
| 2mDBTBPDq-II<br>(25nm) | NBphen<br>(15nm) | LiF<br>(1nm) | Ag:Mg<br>(1:0.1 30nm) | ITO<br>(70nm) | CF-R | 発光素子<br>5(R)    |
|                        |                  |              |                       |               | CF-G | 発光素子<br>6(G)    |
|                        |                  |              |                       |               | CF-B | 発光素子<br>7(B1)   |
|                        |                  |              |                       |               | CF-B | 発光素子<br>8(B1.5) |

\*1 cgDBCzPA : 1,6BnfAPrn-03 (1:0.03 25nm)

\*2 2mDBTBPDq-II : PCBBiF : [Ir(tBuppm)<sub>3</sub>] (0.8:0.2:0.06 20nm)\*3 2mDBTBPDq-II : [Ir(dmdppr-P)<sub>2</sub>(dibm)] (1:0.04 20nm)

【化 3】



10

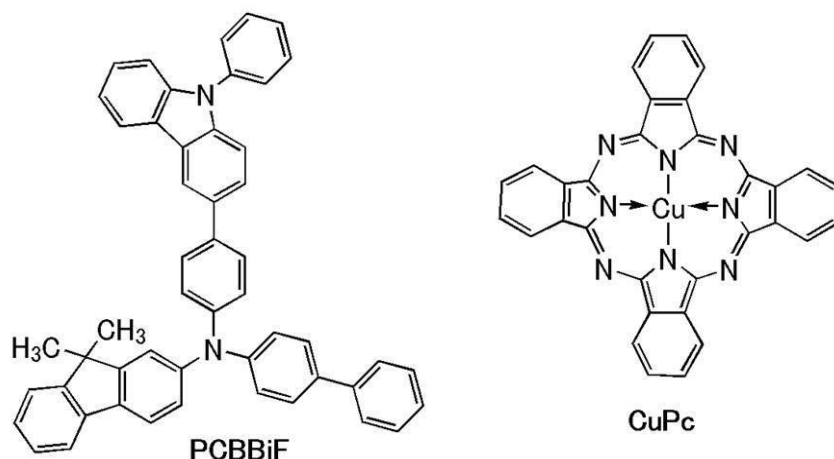
20

30

40

【 0 3 2 4 】

## 【化 4】



10

## 【0325】

## 《発光素子の作製》

本実施例で示す発光素子は、実施例1と同様に図18に示すように基板900上に第1の電極901が形成され、第1の電極901上に第1のEL層902aが形成され、第1のEL層902a上に電荷発生層904が形成され、電荷発生層904上に第2のEL層902bが形成され、第2のEL層902b上に第2の電極903が形成された構造を有する。なお、本実施例で説明する発光素子5は、主に赤色発光を呈する発光素子であり、発光素子5(R)と示す。また、発光素子6は、主に緑色発光を呈する発光素子であり、発光素子6(G)と示す。また、発光素子7および発光素子8は、主に青色発光を呈する発光素子であり、それぞれ発光素子7(B1)、発光素子8(B1.5)とも示す。

20

## 【0326】

本実施例で示す発光素子は、各素子を作製する上で形成される層の膜厚が異なるが、同じ材料を用いて形成され、実施例1で説明した方法と同様に作製することができるので、実施例1を参照することとし、本実施例での説明は省略する。

## 【0327】

## 《発光素子の動作特性》

作製した各発光素子の動作特性について測定した。なお、測定は室温(25℃に保たれた雰囲気)で行った。また、結果を図25～図28に示す。また、各発光素子に2.5mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で電流を流した際の発光スペクトルを図29に示す。発光スペクトルの測定は、マルチチャンネル分光器(浜松ホトニクス、PMA-12)を用いて行った。図29に示す通り、赤色発光を示す発光素子5の発光スペクトルは635nm付近、緑色発光を示す発光素子6の発光スペクトルは530nm付近、青色発光を示す発光素子7の発光スペクトルは464nm付近、発光素子8の発光スペクトルは453nm付近にそれぞれピークを有しており、いずれも狭線化されたスペクトル形状を示す。なお、本実施例では、各発光素子とカラーフィルタとを組み合わせることにより得られる発光を測定結果に用いた。

30

40

## 【0328】

次に、本実施例で作製した発光素子(発光素子5、発光素子6、および発光素子7)の色度(x, y)について、色彩輝度計(トプコン、BM-5A)を用いて測定した結果を以下の表5に示す。発光素子5(R)は650cd/m<sup>2</sup>付近、発光素子6(G)は1900cd/m<sup>2</sup>付近、発光素子7(B1)は140cd/m<sup>2</sup>付近の輝度における色度である。この輝度比は、RGBの輝度を足し合わせると概ねD65付近の白色光が得られる値である。

## 【0329】

【表 5】

|               | 色度(x) | 色度(y) |
|---------------|-------|-------|
| 発光素子5<br>(R)  | 0.700 | 0.294 |
| 発光素子6<br>(G)  | 0.175 | 0.793 |
| 発光素子7<br>(B1) | 0.142 | 0.039 |

10

## 【0330】

表 5 の結果に基づき、これらの色度 (x, y) から算出した B T. 2020 の面積比は、97%、B T. 2020 のカバー率は 95% であった。

## 【0331】

また、本実施例で作製した発光素子のうち、発光素子 5、発光素子 6、および発光素子 8 の色度 (x, y) について、色彩輝度計を用いて測定した結果を以下の表 6 に示す。発光素子 5 (R) は 650 cd/m<sup>2</sup> 付近、発光素子 6 (G) は 1900 cd/m<sup>2</sup> 付近、発光素子 8 (B1.5) は 170 cd/m<sup>2</sup> 付近の輝度における色度である。この輝度比は、R G B の輝度を足し合わせると概ね D 65 付近の白色光が得られる値である。

20

## 【0332】

【表 6】

|                 | 色度(x) | 色度(y) |
|-----------------|-------|-------|
| 発光素子5<br>(R)    | 0.700 | 0.294 |
| 発光素子6<br>(G)    | 0.175 | 0.793 |
| 発光素子8<br>(B1.5) | 0.153 | 0.046 |

30

## 【0333】

表 6 の結果に基づき、これらの色度 (x, y) から算出した B T. 2020 に対する面積比は 95%、B T. 2020 のカバー率は 93% であった。このように、青の発光効率を高めた構成であっても、非常に広範な色再現性を確保することができる。

## 【0334】

上記の結果より、本実施例における発光素子 5 (R) の色度は、色度 x が 0.680 より大きく 0.720 以下、色度 y が 0.260 以上 0.320 以下を満たし、発光素子 6 (G) の色度は、色度 x が 0.130 以上 0.250 以下、色度 y が 0.710 より大きく 0.810 以下を満たし、発光素子 7 (B1) および発光素子 8 (B1.5) の色度は、色度 x が 0.120 以上 0.170 以下、色度 y が 0.020 以上 0.060 未満の範囲を満たしている。なお、発光素子 6 (G) については、特に色度 y が 0.71 より大きくなっているため D C I - P 3 規格や、N T S C 規格よりも緑色の色度が良いことがわかる。また、発光素子 7 (B1) および発光素子 8 (B1.5) については、特に色度 y が 0.06 より小さくなっているため D C I - P 3 規格よりも青色の色度が良いことがわかる。

40

## 【0335】

なお、図 29 に示した発光スペクトルの値から算出された各発光素子の色度 (x, y) は

50

、発光素子5（0.696, 0.300）、発光素子6（0.185, 0.760）、発光素子7（0.140, 0.048）、発光素子8（0.154, 0.056）であった。したがって、発光スペクトルから色度を計算した場合、発光素子5（R）、発光素子6（G）、および発光素子7（B1）の組み合わせにおいては、BT. 2020に対する面積比は91%、BT. 2020のカバー率は89%となる。また、発光スペクトルから色度を計算した場合、発光素子5（R）、発光素子6（G）、および発光素子8（B1.5）の組み合わせにおいては、BT. 2020に対する面積比は88%、BT. 2020のカバー率は86%となる。

#### 【0336】

（参考例）

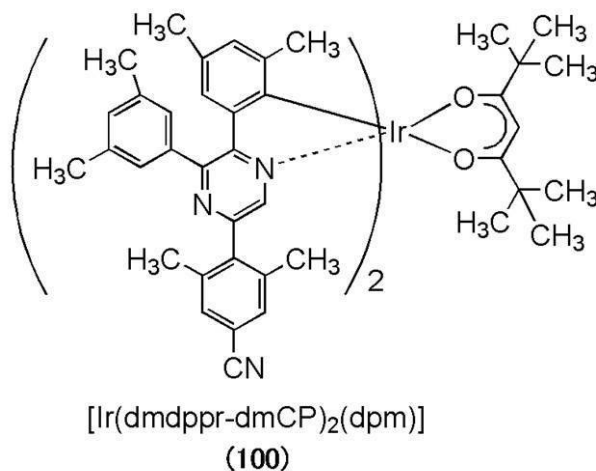
10

本参考例では、本発明の一態様である発光素子の発光層に用いることのできる発光物質であって、発光スペクトルのピーク値が600nm以上700nm以下である有機金属錯体、ビス{4, 6-ジメチル-2-[5-(4-シアノ-2, 6-ジメチルフェニル)-3-(3, 5-ジメチルフェニル)-2-ピラジニル-κN]フェニル-κC}（2, 2, 6, 6-テトラメチル-3, 5-ヘプタンジオナト-κ<sup>2</sup>O, O'）イリジウム（III）（略称：[Ir(dmdppr-dmCP)<sub>2</sub>(dpm)]）（構造式(100)）の合成方法について説明する。なお、[Ir(dmdppr-dmCP)<sub>2</sub>(dpm)]の構造を以下に示す。

#### 【0337】

【化5】

20



30

#### 【0338】

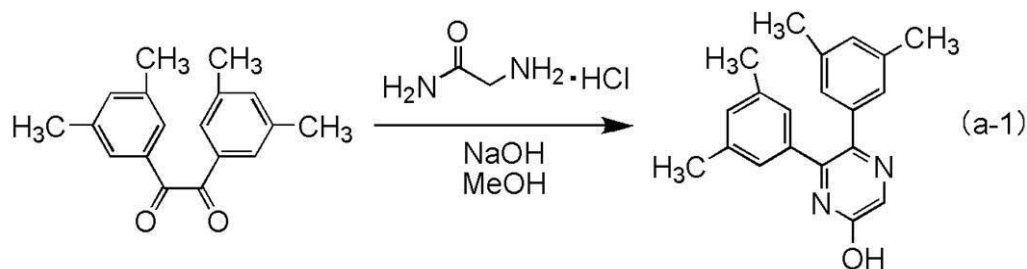
<ステップ1：5-ヒドロキシ-2, 3-(3, 5-ジメチルフェニル)ピラジンの合成>

まず、3, 3', 5, 5'-テトラメチルベンジル5.27gとグリシンアミド塩酸塩2.61g、水酸化ナトリウム1.92g、メタノール50mLを、還流管を付けた三口フラスコに入れ、フラスコ内部を窒素置換した。その後、これを80℃で7時間攪拌することで反応させた。ここに12M塩酸2.5mLを加え30分攪拌した後、炭酸水素カリウム2.02gを加え、30分攪拌した。この懸濁液を吸引ろ過した後、得られた固体を水、メタノールで洗浄することにより、目的のピラジン誘導体を得た（乳白色粉末、収率79%）。ステップ1の合成スキームを下記（a-1）に示す。

40

#### 【0339】

## 【化 6】



10

## 【0340】

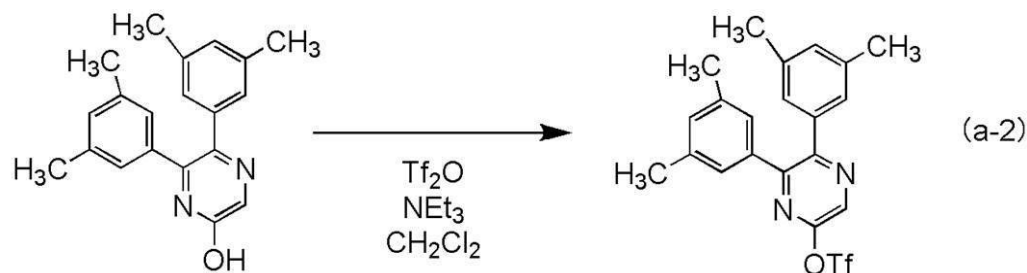
<ステップ2：5，6-ビス（3，5-ジメチルフェニル）ピラジン-2-イルトリフルオロメタンスルホン酸の合成>

次に、上記ステップ1で得た5-ヒドロキシ-2，3-（3，5-ジメチルフェニル）ピラジン4．80gとトリエチルアミン4．5mL、脱水ジクロロメタン80mLを三口フラスコに入れ、内部を窒素置換した。このフラスコを-20℃に冷却した後、トリフルオロメタンスルホン酸無水物3．5mLを滴下し、室温で17時間半攪拌した。その後、フラスコを0℃に冷却した後、更にトリフルオロメタンスルホン酸無水物0．7mLを滴下し、室温で22時間攪拌して反応させた。反応溶液に水50mL、1M塩酸5mLを加え、ジクロロメタンを加えて、反応溶液中に含まれる物質をジクロロメタン中に抽出させた。このジクロロメタンに飽和炭酸水素ナトリウム水溶液および飽和食塩水を加えて洗浄し、硫酸マグネシウムを加えて乾燥させた。乾燥後にこの溶液をろ過し、ろ液を濃縮して得られた残渣を、トルエン：ヘキサン＝1：1（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、目的のピラジン誘導体を得た（黄色オイル、収率96％）。

20

## 【0341】

## 【化 7】



30

## 【0342】

<ステップ3：5-（4-シアノ-2，6-ジメチルフェニル）-2，3-ビス（3，5-ジメチルフェニル）ピラジン（略称：Hdmdppr-dmCP）の合成>

次に、上記ステップ2で得た5，6-ビス（3，5-ジメチルフェニル）ピラジン-2-イルトリフルオロメタンスルホン酸2．05g、4-シアノ-2，6-ジメチルフェニルボロン酸1．00g、リン酸三カリウム3．81g、トルエン40mL、水4mLを三口フラスコに入れ、内部を窒素置換した。フラスコ内を減圧下で攪拌することで脱気した後、トリス（ジベンジリデンアセトン）ジパラジウム（0）0．044g、トリス（2，6-ジメトキシフェニル）ホスフィン0．084gを加え、7時間還流した。反応溶液に水を加え、トルエンを加えて、反応溶液中に含まれる物質をトルエン中に抽出させた。このトルエンに飽和食塩水を加えて洗浄し、硫酸マグネシウムを加えて乾燥させた。乾燥後にこの溶液をろ過し、ろ液を濃縮して得られた残渣を、ヘキサン：酢酸エチル＝5：1（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、目的のピラジン誘導体Hdmdppr-dmCPを得た（白色粉末、収率90％）。

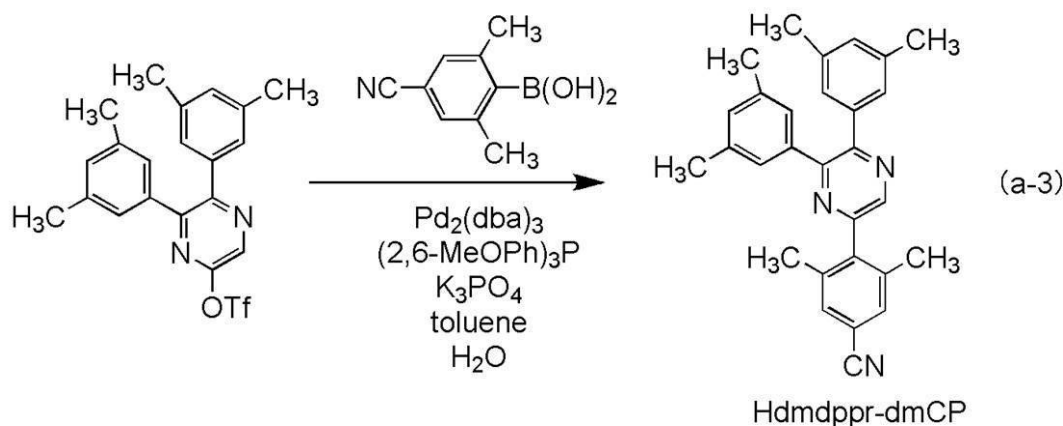
40

50

キームを下記 (a-3) に示す。

【0343】

【化8】



10

【0344】

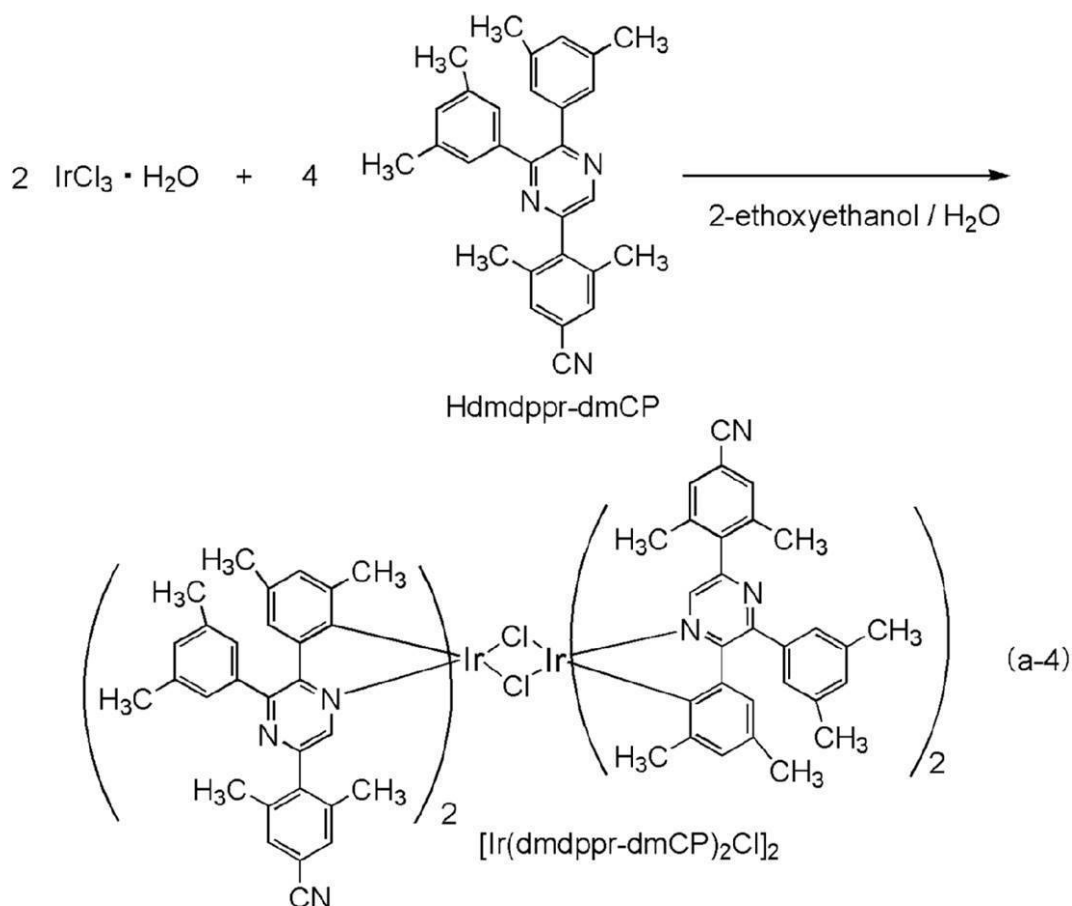
<ステップ4：ジ-μ-クロロ-テトラキス {4, 6-ジメチル-2-[5-(4-シアノ-2, 6-ジメチルフェニル)-3-(3, 5-ジメチルフェニル)-2-ピラジニル-κN] フェニル-κC} ジイリジウム (III) (略称：[Ir(dmdppr-dmCP)<sub>2</sub>Cl]<sub>2</sub>) の合成>

20

次に、2-エトキシエタノール 15 mL と水 5 mL、上記ステップ3で得た Hdmppr-dmCP (略称) 1.74 g、塩化イリジウム水和物 (IrCl<sub>3</sub> · H<sub>2</sub>O) (フルヤ金属社製) 0.60 g を、還流管を付けたナスフラスコに入れ、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、得られた残渣をヘキサンで吸引ろ過、洗浄し、複核錯体 [Ir(dmdppr-dmCP)<sub>2</sub>Cl]<sub>2</sub> を得た (褐色粉末、収率 89%)。また、ステップ4の合成スキームを下記 (a-4) に示す。

【0345】

【化 9】



10

20

【0346】

<ステップ5：ビス { 4, 6-ジメチル-2-[5-(4-シアノ-2, 6-ジメチルフェニル)-3-(3, 5-ジメチルフェニル)-2-ピラジニル-κN] フェニル-κC } (2, 2, 6, 6-テトラメチル-3, 5-ヘプタンジオナト-κ<sup>2</sup>O, O') イリジウム(III) (略称：[Ir(dmdppr-dmCP)<sub>2</sub>(dpm)] の合成>

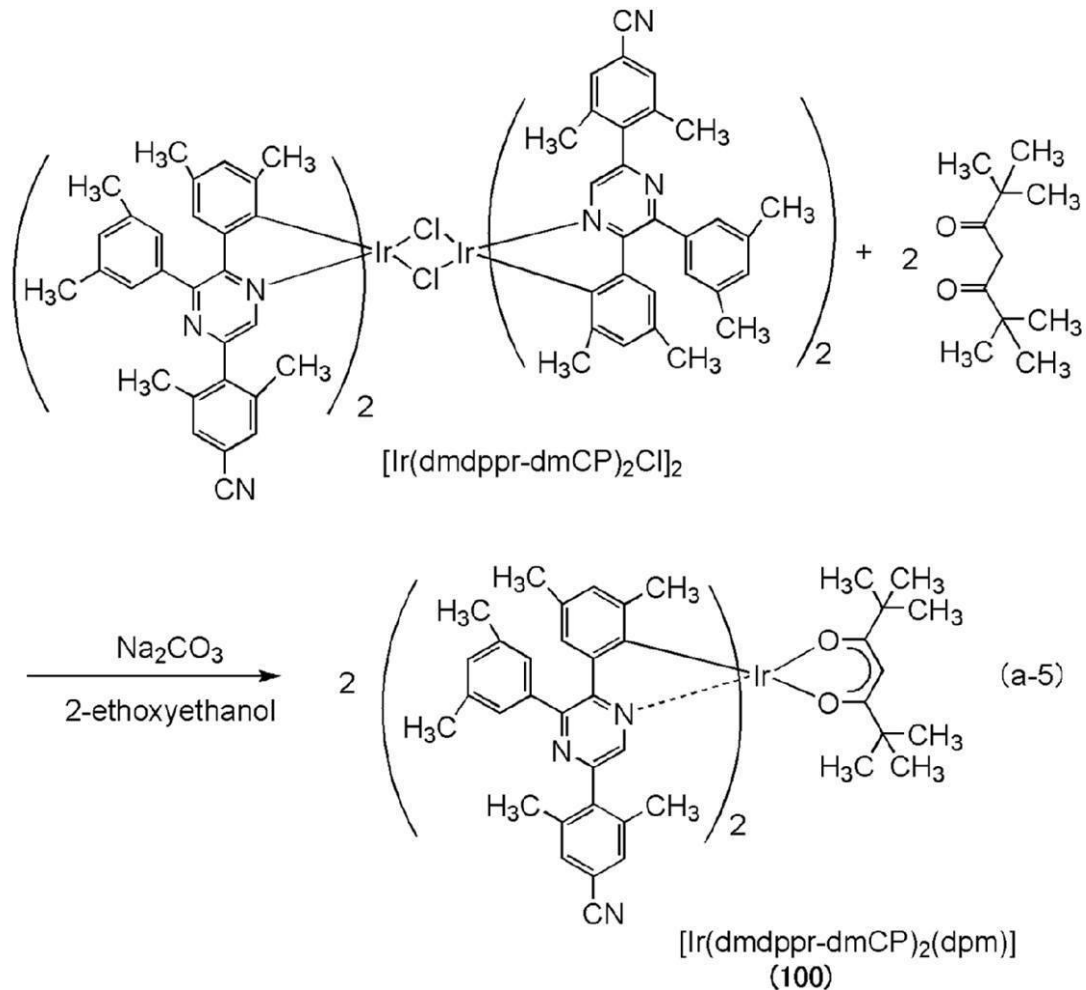
30

さらに、2-エトキシエタノール 30 mL、上記ステップ4で得た複核錯体 [Ir(dmdppr-dmCP)<sub>2</sub>Cl]<sub>2</sub> 0.96 g、ジピバロイルメタン (略称：Hdpm) 0.26 g、炭酸ナトリウム 0.48 g を、還流管を付けたナスフラスコに入れ、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 60 分間照射した。ここで更に、Hdpm 0.13 g を加え、反応容器にマイクロ波 (2.45 GHz 120 W) を 60 分間照射することで反応させた。溶媒を留去し、得られた残渣を、ジクロロメタン：ヘキサン = 1 : 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により精製した。更に、ジクロロメタン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により精製した後、ジクロロメタンとメタノールの混合溶媒にて再結晶することにより、有機金属錯体 [Ir(dmdppr-dmCP)<sub>2</sub>(dpm)] を赤色粉末として得た (収率 37%)。得られた赤色粉末 0.39 g を、トレインサブリメーション法により昇華精製した。昇華精製条件は、圧力 2.6 Pa、アルゴンガスを流量 5 mL/min で流しながら、300 °C で加熱した。昇華精製後、目的物の赤色固体を収率 85 % で得た。ステップ5の合成スキームを下記 (a-5) に示す。

40

【0347】

【化 10】



【0348】

なお、上記ステップ5で得られた赤色粉末の核磁気共鳴分光法（ $^1\text{H-NMR}$ ）による分析結果を下記に示す。このことから、本合成例において、上述の構造式（100）で表される有機金属錯体  $[\text{Ir}(\text{dmdppr-dmCP})_2(\text{dpm})]$  が得られたことがわかった。

【0349】

$^1\text{H-NMR}$ .  $\delta$  ( $\text{CD}_2\text{Cl}_2$ ) : 0.91 (s, 18H), 1.41 (s, 6H), 1.95 (s, 6H), 2.12 (s, 12H), 2.35 (s, 12H), 5.63 (s, 1H), 6.49 (s, 2H), 6.86 (s, 2H), 7.17 (s, 2H), 7.34 (s, 4H), 7.43 (s, 4H), 8.15 (s, 2H).

【実施例3】

【0350】

本実施例では、本発明の一態様である発光装置に用いる発光素子の素子構造およびその作製方法、およびその特性について、説明する。なお、本実施例で説明する発光素子の素子構造を図30に示し、具体的な構成について表7に示す。また、本実施例で用いる材料の化学式を以下に示す。なお、表中のAPCは、銀（Ag）とパラジウム（Pd）と銅（Cu）の合金膜（Ag-Pd-Cu）を表す。

【0351】

【表 7】

|               | 第1<br>の電極              | 正孔<br>注入層                                      | 正孔<br>輸送層        | 発光層 | 電子<br>輸送層               |                  | 電子<br>注入層    | 第2の電極                      |               |
|---------------|------------------------|------------------------------------------------|------------------|-----|-------------------------|------------------|--------------|----------------------------|---------------|
| 発光素子<br>9(R)  | APC\<br>ITO<br>(10nm)  | DBT3P-II<br>:MoO <sub>x</sub><br>(1:0.5)(15nm) | BPAFLP<br>(15nm) | *   | 2mDBTBPDBq-II<br>(30nm) | NBphen<br>(20nm) | LiF<br>(1nm) | Ag:Mg<br>(1:0.1)<br>(30nm) | ITO<br>(70nm) |
| 発光素子<br>10(G) | APC\<br>ITO<br>(110nm) | DBT3P-II<br>:MoO <sub>x</sub><br>(1:0.5)(25nm) | BPAFLP<br>(15nm) | **  | 2mDBTBPDBq-II<br>(15nm) | Bphen<br>(15nm)  | LiF<br>(1nm) | Ag:Mg<br>(1:0.1)<br>(30nm) | ITO<br>(70nm) |
| 発光素子<br>11(B) | APC\<br>ITO<br>(85nm)  | PCPPn:MoO <sub>x</sub><br>(1:0.5)<br>(37.5nm)  | PCPPn<br>(15nm)  | *** | cgDBCzPA<br>(5nm)       | NBphen<br>(15nm) | LiF<br>(1nm) | Ag:Mg<br>(1:0.1)<br>(30nm) | ITO<br>(70nm) |

\* 2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : [Ir(dmdppr-P)<sub>2</sub>(dibm)] (0.7:0.3:0.04 (20nm) \ 0.8:0.2:0.04 (20nm))

\*\* 2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : [Ir(tBuppm)<sub>3</sub>] (0.7:0.3:0.06 (20nm) \ 0.8:0.2:0.06 (20nm))

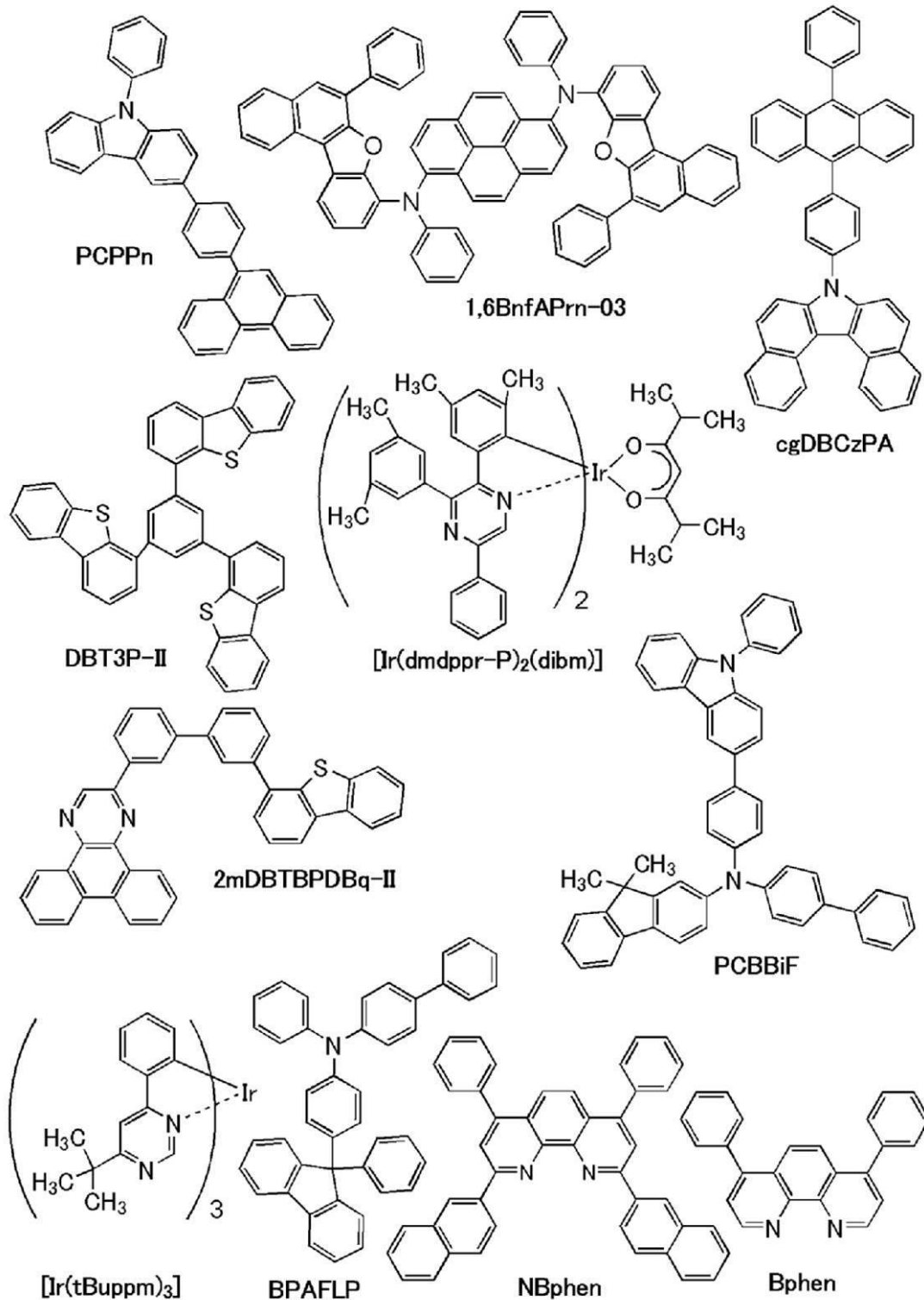
\*\*\* cgDBCzPA : 1,6BnfAPrn-03 (1:0.03 (25nm))

10

【 0 3 5 2 】

20

## 【化 1 1】



10

20

30

40

## 【0353】

## 《発光素子の作製》

本実施例で示す発光素子は、図30に示すように基板1900上に第1の電極1901が形成され、第1の電極1901上にEL層1902が形成され、EL層1902上に第2の電極1903が形成された構造を有する。なお、EL層1902は、第1の電極1901側から正孔注入層1911、正孔輸送層1912、発光層1913、電子輸送層1914、電子注入層1915が順次積層された構造を有する。なお、本実施例で説明する発光素子9は、主に赤色発光を呈する発光素子であり、発光素子9(R)と示す。また、発光

50

素子 10 は、主に緑色発光を呈する発光素子であり、発光素子 10 (G) と示す。また、発光素子 11 は、主に青色発光を呈する発光素子であり、発光素子 11 (B) と示す。

#### 【0354】

本実施例で示す発光素子は、実施例 1 や実施例 2 で示した発光素子とは素子構成は異なるが、発光素子を構成する各機能層の作製方法は、実施例 1 で説明した方法と同様に作製することができるので、実施例 1 を参照することとし、本実施例での説明は省略する。

#### 【0355】

《発光素子の動作特性》

作製した各発光素子の動作特性について測定した。なお、測定は室温 (25℃ に保たれた雰囲気) で行った。また、結果を図 31 ～ 図 34 に示す。また、各発光素子に 2.5 mA / cm<sup>2</sup> の電流密度で電流を流した際の発光スペクトルを図 35 に示す。発光スペクトルの測定は、マルチチャンネル分光器 (浜松ホトニクス、PMA-12) を用いて行った。図 35 に示す通り、赤色発光を示す発光素子 9 の発光スペクトルは 632 nm 付近、緑色発光を示す発光素子 10 の発光スペクトルは 524 nm 付近、青色発光を示す発光素子 11 の発光スペクトルは 462 nm 付近にそれぞれピークを有しており、いずれも狭線化されたスペクトル形状を示す。

#### 【0356】

次に、本実施例で作製した発光素子 (発光素子 9、発光素子 10、および発光素子 11) の色度 (x, y) について、色彩輝度計 (トプコン、BM-5AS) を用いて測定した結果を以下の表 8 に示す。なお、各発光素子の 1000 cd / m<sup>2</sup> 付近の輝度における色度を測定した。また、表 8 の CIE 1931 色度座標 (x, y 色度座標) を図 36 に示す。

#### 【0357】

【表 8】

|               | 色度(x) | 色度(y) |
|---------------|-------|-------|
| 発光素子9<br>(R)  | 0.705 | 0.295 |
| 発光素子10<br>(G) | 0.174 | 0.794 |
| 発光素子11<br>(B) | 0.141 | 0.041 |

#### 【0358】

なお、ここで得られた各発光素子の色度 (x, y) は、上述したように CIE 1931 色度座標 (x, y 色度座標) における色度で示しているが、下記の変換式 (1) を用いることにより、知覚される色差が空間内の等しい距離に対応するように意図して定められた CIE 1976 色度座標 (u', v' 色度座標) で示すこともできる。

#### 【0359】

【数 1】

$$\left. \begin{aligned} u' &= 4x / (12y - 2x + 3) \\ v' &= 9y / (12y - 2x + 3) \end{aligned} \right\} \dots (1)$$

#### 【0360】

なお、本実施例の発光素子において、CIE 1976 色度座標 (u', v' 色度座標) における色度は、以下の表 9 に示す通りである。また、表 9 には、比較のために BT. 2020 規格の色度座標も示す。

【0361】

【表9】

|   | 実施例3   |        | BT.2020 |        |
|---|--------|--------|---------|--------|
|   | 色度(u') | 色度(v') | 色度(u')  | 色度(v') |
| R | 0.552  | 0.517  | 0.557   | 0.517  |
| G | 0.057  | 0.587  | 0.056   | 0.587  |
| B | 0.174  | 0.120  | 0.159   | 0.126  |

10

【0362】

表9の結果に基づき、これらの色度（ $u'$ ， $v'$ ）から算出したBT. 2020に対する面積比は、100%であった。また、表9の色度の色座標を図37に示す。

【0363】

以上の結果から、本実施例で示す発光素子を用いることにより非常に広範な色再現性を確保することができる。

【実施例4】

【0364】

本実施例では、本発明の一態様である発光装置に用いる発光素子の素子構造およびその特性について、説明する。なお、本実施例で説明する発光素子の素子構造を図30に示し、具体的な構成について表10に示す。また、本実施例で用いる材料の化学式を以下に示す。

20

【0365】

【表 10】

|                     | 第1<br>の電極              | 正孔<br>注入層                          | 正孔<br>輸送層        | 発光層   | 電子<br>輸送層               |                  | 電子<br>注入層    | 第2の電極                      |               |
|---------------------|------------------------|------------------------------------|------------------|-------|-------------------------|------------------|--------------|----------------------------|---------------|
| 発光素子<br>12(R)       | APC\<br>ITO<br>(120nm) | DBT3P-II<br>:MoOx<br>(1:0.5)(60nm) | BPAFLP<br>(15nm) | *     | 2mDBTBPDBq-II<br>(30nm) | NBphen<br>(20nm) | LiF<br>(1nm) | Ag:Mg<br>(1:0.1)<br>(25nm) | ITO<br>(70nm) |
| 発光素子<br>13(G)       | APC\<br>ITO<br>(110nm) | DBT3P-II<br>:MoOx<br>(1:0.5)(25nm) | BPAFLP<br>(15nm) | **    | 2mDBTBPDBq-II<br>(15nm) | Bphen<br>(15nm)  | LiF<br>(1nm) | Ag:Mg<br>(1:0.1)<br>(25nm) | ITO<br>(70nm) |
| 発光素子<br>14(B)       | APC\<br>ITO<br>(85nm)  | PCPPn:MoOx<br>(1:0.5)<br>(37.5nm)  | PCPPn<br>(15nm)  | ***   | cgDBCzPA<br>(5nm)       | NBphen<br>(15nm) | LiF<br>(1nm) | Ag:Mg<br>(1:0.1)<br>(25nm) | ITO<br>(70nm) |
| 比較<br>発光素子<br>15(R) | APC\<br>ITO<br>(110nm) | DBT3P-II<br>:MoOx<br>(1:0.5)(70nm) | BPAFLP<br>(15nm) | ****  | 2mDBTBPDBq-II<br>(15nm) | Bphen<br>(15nm)  | LiF<br>(1nm) | Ag:Mg<br>(1:0.1)<br>(25nm) | ITO<br>(70nm) |
| 比較<br>発光素子<br>16(B) | APC\<br>ITO<br>(85nm)  | PCPPn:MoOx<br>(1:0.5)<br>(37.5nm)  | PCPPn<br>(15nm)  | ***** | cgDBCzPA<br>(5nm)       | NBphen<br>(15nm) | LiF<br>(1nm) | Ag:Mg<br>(1:0.1)<br>(25nm) | ITO<br>(70nm) |

\* 2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : [Ir(dmdppr-P)<sub>2</sub>(dibm)] (0.7:0.3:0.04 (20nm)\ 0.8:0.2:0.04 (20nm))

\*\* 2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : [Ir(tBuppm)<sub>3</sub>] (0.7:0.3:0.06 (20nm)\ 0.8:0.2:0.06 (20nm))

\*\*\* cgDBCzPA : 1,6BnfAPrn-03 (1:0.03 (25nm))

\*\*\*\* 2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : [Ir(dmdppr-dmp)<sub>2</sub>(dpm)] (0.7:0.3:0.06 (20nm)\ 0.8:0.2:0.06 (20nm))

\*\*\*\*\* cgDBCzPA : 1,6mMemFLPAPrn (1:0.03 (25nm))

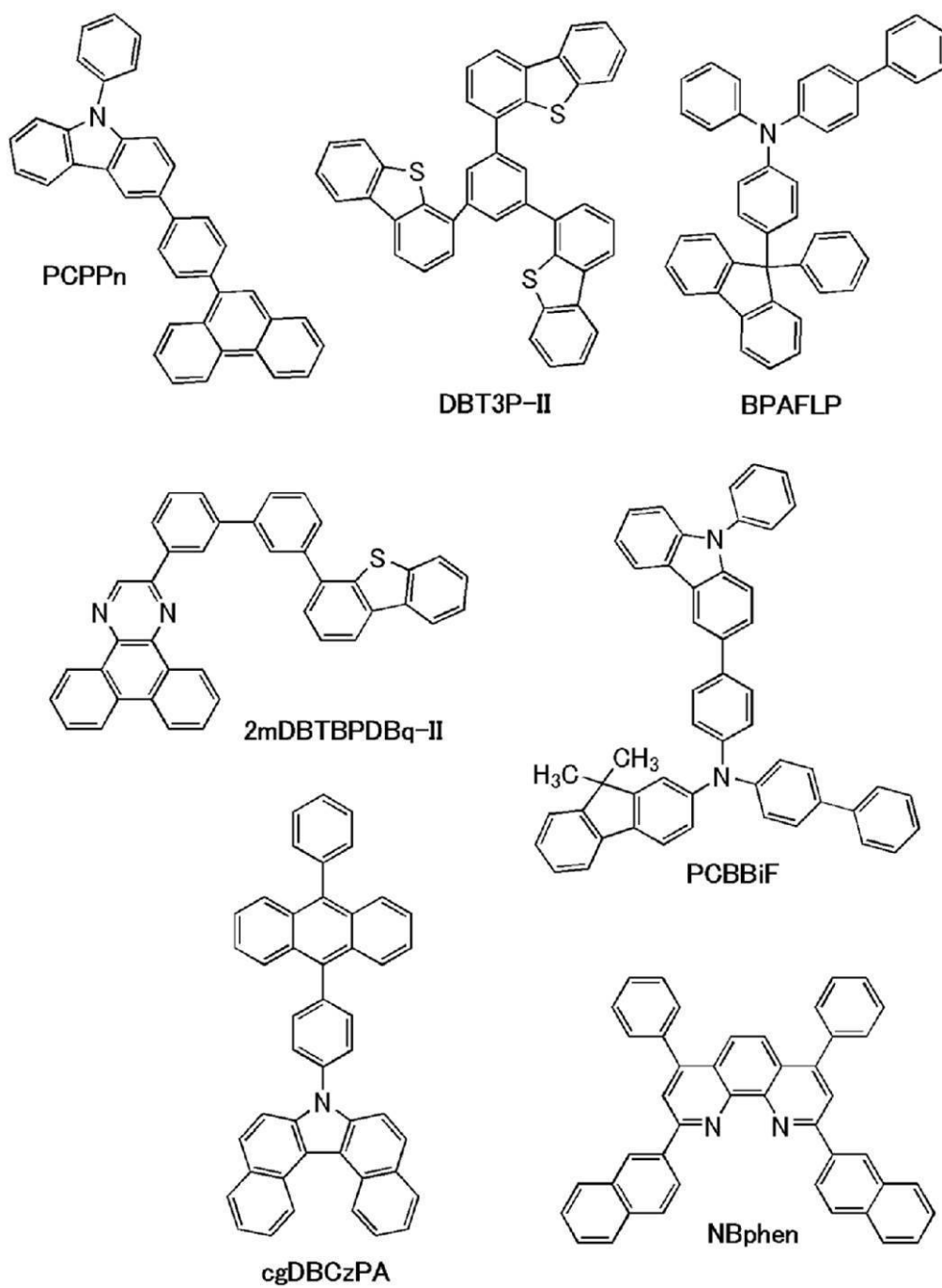
【 0 3 6 6 】

10

20

30

【化 1 2】



10

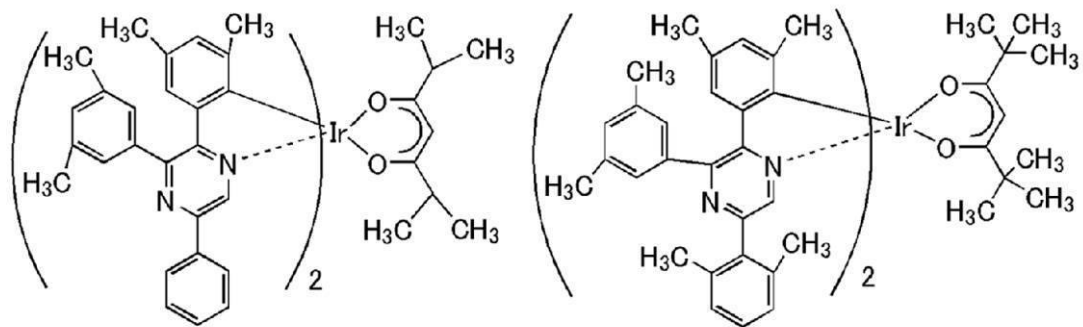
20

30

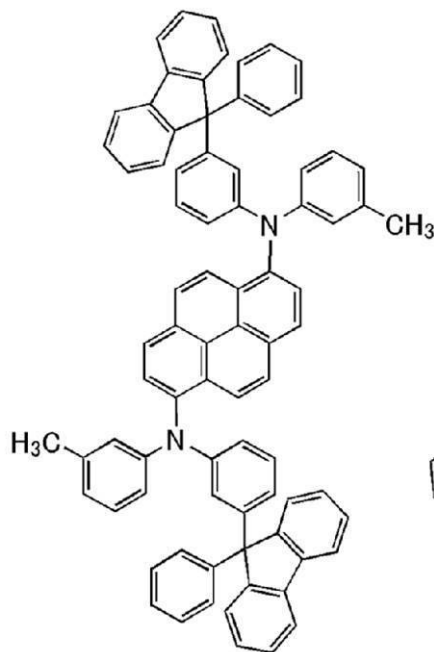
【 0 3 6 7】

40

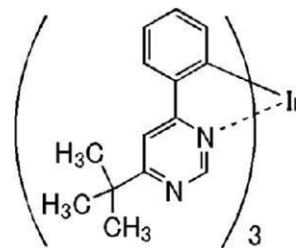
## 【化 1 3】

[Ir(dmdppr-P)<sub>2</sub>(dibm)][Ir(dmdppr-dmp)<sub>2</sub>(dpm)]

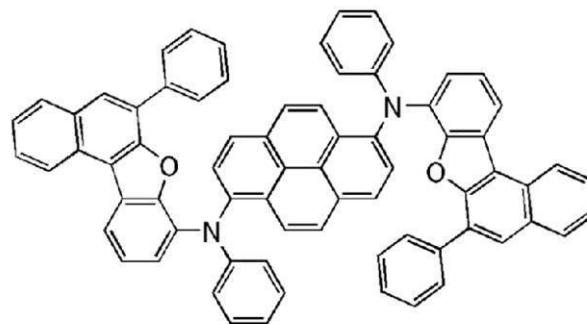
10



1,6MemFLPAPrn

[Ir(tBuppm)<sub>3</sub>]

20



1,6BnfAPrn-03

30

## 【0368】

## 《発光素子の作製》

本実施例で示す発光素子は、図30に示すように基板1900上に第1の電極1901が形成され、第1の電極1901上にEL層1902が形成され、EL層1902上に第2の電極1903が形成された構造を有する。なお、EL層1902は、第1の電極1901側から正孔注入層1911、正孔輸送層1912、発光層1913、電子輸送層1914、電子注入層1915が順次積層された構造を有する。なお、本実施例で説明する発光素子12および比較発光素子15は、主に赤色発光を呈する発光素子であり、発光素子12(R)、比較発光素子15(R)と、それぞれ示す。また、発光素子13は、主に緑色発光を呈する発光素子であり、発光素子13(G)と示す。また、発光素子14および比較発光素子16は、主に青色発光を呈する発光素子であり、発光素子14(B)、比較発光素子16(B)と、それぞれ示す。

40

## 【0369】

本実施例で示す発光素子は、実施例1、実施例2、および実施例3で示した発光素子とは素子構成が異なるが、発光素子を構成する各機能層の作製方法は、実施例1で説明した方

50

法と同様に作製することができるので、実施例 1 を参照することとし、本実施例での説明は省略する。

#### 【0370】

《発光素子の動作特性》

作製した各発光素子の動作特性について測定した。なお、測定は室温（25℃に保たれた雰囲気）で行った。また、結果を図 38～図 41 に示す。

#### 【0371】

また、1000 cd/m<sup>2</sup> 付近における各発光素子の主な初期特性値を以下の表 11 に示す。

#### 【0372】

#### 【表 11】

|                     | 電圧<br>(V) | 電流<br>(mA) | 電流密度<br>(mA/cm <sup>2</sup> ) | 色度(x,y)       | 輝度<br>(cd/m <sup>2</sup> ) | 電流<br>効率<br>(cd/A) | ハ<br>ワ<br>ー<br>効<br>率<br>(lm/W) | 外部<br>量子効率<br>(%) |
|---------------------|-----------|------------|-------------------------------|---------------|----------------------------|--------------------|---------------------------------|-------------------|
| 発光素子<br>12(R)       | 3.2       | 0.10       | 2.4                           | (0.711,0.289) | 900                        | 38                 | 37                              | 44                |
| 発光素子<br>13(G)       | 2.7       | 0.04       | 1.1                           | (0.183,0.786) | 1100                       | 99                 | 110                             | 24                |
| 発光素子<br>14(B)       | 3.3       | 1.20       | 29                            | (0.141,0.044) | 1100                       | 3.6                | 3.5                             | 6.9               |
| 比較<br>発光素子<br>15(R) | 2.9       | 0.04       | 0.95                          | (0.670,0.331) | 840                        | 88                 | 96                              | 48                |
| 比較<br>発光素子<br>16(B) | 3.2       | 0.70       | 17                            | (0.138,0.072) | 1000                       | 5.8                | 5.8                             | 8.7               |

#### 【0373】

また、各発光素子に 2.5 mA/cm<sup>2</sup> の電流密度で電流を流した際の発光スペクトルを図 42 に示す。発光スペクトルの測定は、マルチチャンネル分光器（浜松ホトニクス、PMA-12）を用いて行った。図 42 に示す通り、赤色発光を示す発光素子 12 の発光スペクトルは 635 nm 付近、緑色発光を示す発光素子 13 の発光スペクトルは 525 nm 付近、青色発光を示す発光素子 14 の発光スペクトルは 462 nm 付近にそれぞれピークを有しており、いずれも狭線化されたスペクトル形状を示す。また、比較発光素子 15 の発光スペクトルは、612 nm 付近、比較発光素子 16 の発光スペクトルは、467 nm 付近にそれぞれピークを有していた。

#### 【0374】

また、上記表 11 に示した各発光素子を組み合わせてなる、トップエミッション構造のパネルを 3 種（パネル 1、パネル 2、パネル 3）想定し、開口率 15%（R、G、B 各画素は、それぞれ 5%）、円偏光板等による発光の減衰を 60% とし、D65、300 cd/m<sup>2</sup> で全白表示させた際のシミュレーション結果を表 12 に示す。

#### 【0375】

【表 1 2】

| パネル構成                         |   | パネル1        |       | パネル2          |       | パネル3          |       |
|-------------------------------|---|-------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|
|                               |   | R:発光素子12(R) |       | R:比較発光素子15(R) |       | R:発光素子12(R)   |       |
|                               |   | G:発光素子13(G) |       | G:発光素子13(G)   |       | G:発光素子13(G)   |       |
|                               |   | B:発光素子14(B) |       | B:発光素子14(B)   |       | B:比較発光素子16(B) |       |
| 色度                            |   | x           | y     | x             | y     | x             | y     |
|                               | R | 0.713       | 0.287 | 0.670         | 0.330 | 0.713         | 0.287 |
|                               | G | 0.182       | 0.786 | 0.182         | 0.786 | 0.182         | 0.786 |
|                               | B | 0.141       | 0.045 | 0.141         | 0.045 | 0.138         | 0.072 |
| BT.2020面積比<br>(CIE(u',v'))(%) |   | 101         |       | 83            |       | 89            |       |
| パネル輝度<br>(cd/m <sup>2</sup> ) | R | 73          |       | 92            |       | 74            |       |
|                               | G | 209         |       | 191           |       | 192           |       |
|                               | B | 18          |       | 18            |       | 29            |       |
| 画素内輝度<br>(cd/m <sup>2</sup> ) | R | 3671        |       | 4586          |       | 3720          |       |
|                               | G | 10450       |       | 9533          |       | 9834          |       |
|                               | B | 879         |       | 881           |       | 1446          |       |
| 電圧(V)                         | R | 4.0         |       | 3.5           |       | 4.0           |       |
|                               | G | 3.4         |       | 3.4           |       | 3.4           |       |
|                               | B | 3.2         |       | 3.2           |       | 3.2           |       |
| 電流効率<br>(cd/A)                | R | 36.5        |       | 86.4          |       | 36.5          |       |
|                               | G | 95.3        |       | 95.6          |       | 95.5          |       |
|                               | B | 3.7         |       | 3.7           |       | 5.8           |       |
| 消費電力<br>(mW/cm <sup>2</sup> ) |   | 7.7         |       | 6.5           |       | 7.8           |       |

## 【0376】

表12に示すように、表11の色度から各発光素子の色度をCIE1976色度座標(u', v'色度座標)で計算した場合、発光素子12(R)、発光素子13(G)、および発光素子14(B)を組み合わせてなるパネル1において、BT.2020に対する面積比は101%であった。なお、比較発光素子15(R)、発光素子13(G)、および発光素子14(B)を組み合わせてなるパネル2において、BT.2020に対する面積比は83%、発光素子12(R)、発光素子13(G)、および比較発光素子16(B)を組み合わせてなるパネル3において、BT.2020に対する面積比は89%であった。発光素子12(R)、発光素子13(G)、発光素子14(B)、比較発光素子15(R)、および比較発光素子16(B)の色度をCIE1976色度座標(u', v'色度座標)で計算した場合の色度図を図55に示す。

## 【0377】

以上の結果から、本実施例で示す発光素子を用いることにより非常に広範な色再現性を確保することができる。

## 【0378】

また、各発光素子に対する信頼性試験を行った。信頼性試験の結果を図43に示す。図43において、縦軸は初期輝度を100%とした時の規格化輝度(%)を示し、横軸は素子の駆動時間(h)を示す。なお、信頼性試験は、初期輝度を300cd/m<sup>2</sup>に設定し、電流密度一定の条件で発光素子を駆動させた。

## 【0379】

図43に示す結果より、発光素子12(R)は、比較発光素子15(R)に比べて電流密度が高いにもかかわらず、同程度に良好な信頼性を示すことがわかった。また、発光素子

14 (B) は、比較発光素子 16 (B) に比べて良好な信頼性を示すことがわかった。

【実施例 5】

【0380】

本実施例では、本発明の一態様である発光装置に用いることができる発光素子の素子構造およびその特性について、説明する。なお、本実施例で説明する発光素子の素子構造を図 30 に示し、具体的な構成について表 13 に示す。また、本実施例で用いる材料の化学式を以下に示す。

【0381】

【表 13】

|                     | 第1<br>の電極     | 正孔<br>注入層                                       | 正孔<br>輸送層        | 発光層 | 電子<br>輸送層               |                  | 電子<br>注入層    | 第2<br>の電極     |
|---------------------|---------------|-------------------------------------------------|------------------|-----|-------------------------|------------------|--------------|---------------|
| 発光素子<br>17(R)       | ITO<br>(70nm) | DBT3P- II<br>:MoO <sub>x</sub><br>(1:0.5)(75nm) | BPAFLP<br>(20nm) | *   | 2mDBTBPDBq-II<br>(30nm) | NBphen<br>(15nm) | LiF<br>(1nm) | Al<br>(200nm) |
| 比較<br>発光素子<br>18(R) |               |                                                 |                  | **  |                         |                  |              |               |

\* 2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : [Ir(dmdppr-dmp)<sub>2</sub>(dpm)] (0.7:0.3:0.06 (20nm) \ 0.8:0.2:0.06 (20nm))

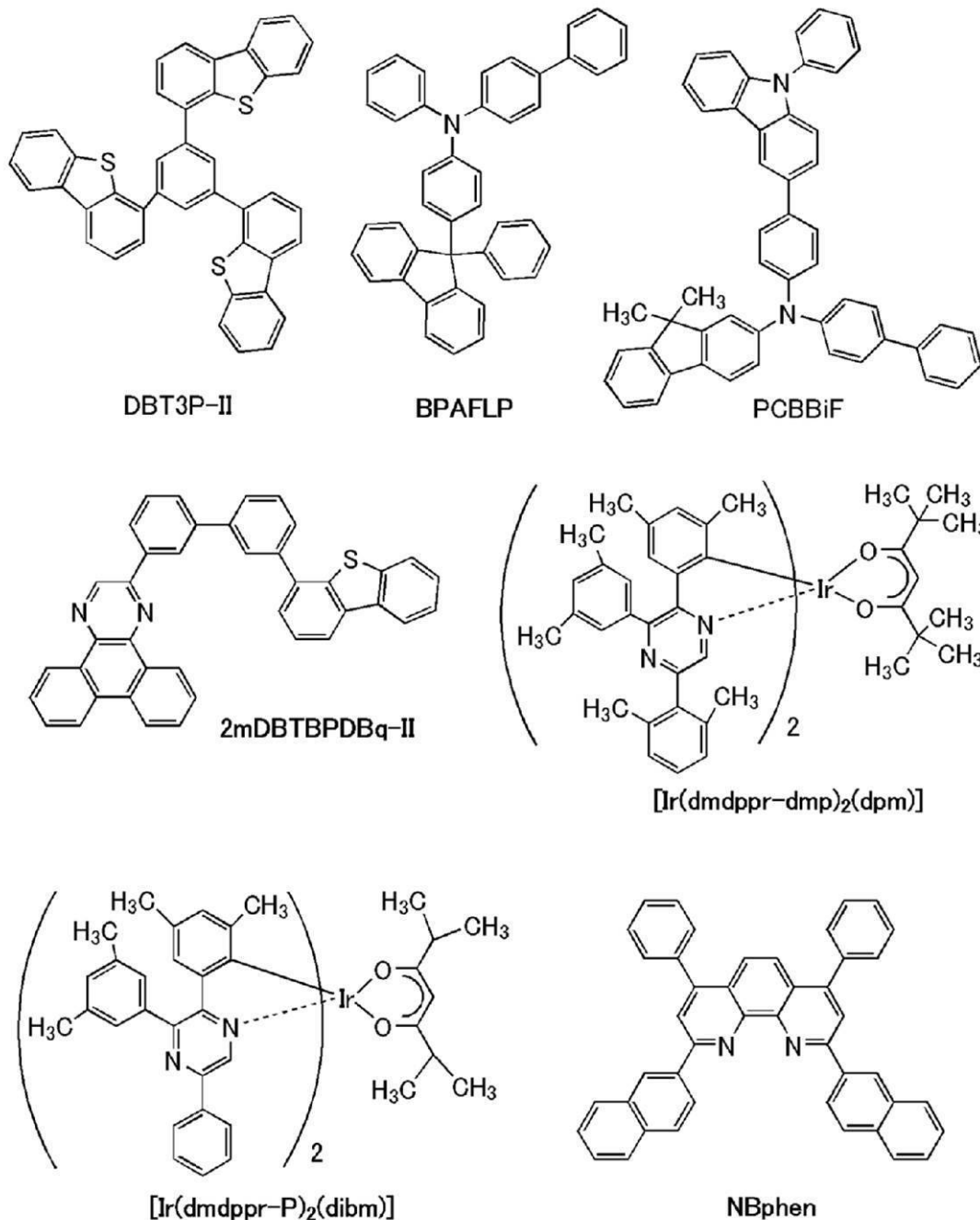
\*\* 2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : [Ir(dmdppr-P)<sub>2</sub>(dibm)] (0.7:0.3:0.06 (20nm) \ 0.8:0.2:0.06 (20nm))

【0382】

10

20

## 【化 1 4】



## 【0383】

## 《発光素子の作製》

本実施例で示す発光素子は、図30に示すように基板1900上に第1の電極1901が形成され、第1の電極1901上にEL層1902が形成され、EL層1902上に第2の電極1903が形成された構造を有する。なお、EL層1902は、第1の電極1901側から正孔注入層1911、正孔輸送層1912、発光層1913、電子輸送層1914、電子注入層1915が順次積層された構造を有する。なお、本実施例で説明する発光素子17および比較発光素子18は、主に赤色発光を呈する発光素子である。

## 【0384】

本実施例で示す発光素子は、上記各実施例で示した発光素子とは素子構成が異なるが、発光素子を構成する各機能層の作製方法は、実施例1で説明した方法と同様に作製することができるので、実施例1を参照することとし、本実施例での説明は省略する。

## 【0385】

《発光素子の動作特性》

作製した各発光素子の動作特性について測定した。なお、測定は室温（25℃に保たれた雰囲気）で行った。1000 cd/m<sup>2</sup> 付近における各発光素子の主な初期特性値を以下の表14に示す。

【0386】

【表14】

|                     | 電圧<br>(V) | 電流<br>(mA) | 電流密度<br>(mA/cm <sup>2</sup> ) | 色度(x,y)       | 輝度<br>(cd/m <sup>2</sup> ) | 電流<br>効率<br>(cd/A) | ハワー<br>効率<br>(lm/W) | 外部<br>量子効率<br>(%) |
|---------------------|-----------|------------|-------------------------------|---------------|----------------------------|--------------------|---------------------|-------------------|
| 発光素子<br>17(R)       | 3.6       | 0.23       | 5.8                           | (0.709,0.290) | 940                        | 16.2               | 14                  | 27.4              |
| 比較<br>発光素子<br>18(R) | 3.3       | 0.13       | 3.1                           | (0.669,0.331) | 1100                       | 34.2               | 33                  | 29.9              |

10

【0387】

また、各発光素子に2.5 mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で電流を流した際の発光スペクトルを図44に示す。発光スペクトルの測定は、マルチチャンネル分光器（浜松ホトニクス、PMA-12）を用いて行った。なお、発光素子17(R)の発光スペクトルは642 nm付近にピーク波長を有しており、半値幅（FWHM）は、62 nmであった。また、比較発光素子18(R)の発光スペクトルは612 nm付近にピーク波長を有しており、半値幅（FWHM）は、62 nmであった。なお、発光素子17(R)および比較発光素子18(R)の両スペクトルの形状は類似していた。

20

【0388】

また、図45に発光素子17(R)および比較発光素子18(R)のCIE1931色度座標（x, y色度座標）を示す。図45から発光素子17(R)は、BT.2020規格の赤の色度を満たしていることがわかる。

30

【0389】

また、図46には、発光素子17(R)および比較発光素子18(R)の外部量子効率と電流密度の関係を示す。両素子共に同程度の結果であった。

【0390】

また、発光素子17(R)および比較発光素子18(R)について、駆動電流値を50 mA/cm<sup>2</sup>として、駆動試験を行った。なお、室温（25℃）で駆動させた際の結果を図47、高温（85℃）で駆動させた際の結果を図48にそれぞれ示す。この結果から、室温（25℃）では、規格化輝度が50%になるまでの駆動時間の比較において、発光素子17(R)は1200時間、比較発光素子18(R)は500時間であり、発光素子17(R)の寿命が2.4倍程度長いことがわかる。また、高温（85℃）では、規格化輝度が50%になるまでの駆動時間の比較において、発光素子17(R)は210時間、比較発光素子18(R)は75時間であり、発光素子17(R)の寿命が3倍程度長いことがわかる。なお、この結果から、発光素子17(R)は、比較発光素子18(R)に比べて、寿命に関して温度依存性が小さいことがわかる。

40

【0391】

さらに、発光素子17(R)については、規格化輝度が50%になるまでの駆動時間の比較において、図47と図48に示す結果から、高温（85℃）での駆動における寿命は、室温（25℃）での駆動の場合と比較して1/5程度減少するにとどまった。従って、発光素子17(R)は、耐熱性に優れ、高温でも良好な寿命を示すことがわかる。

【0392】

50

また、発光素子 17 (R) について、高温環境下での保存試験の結果を図 49 に示す。図 49 からわかるように、発光素子 17 (R) は、200 時間まで高温 (85 °C) で保存した際、輝度の変化は最大でも 1.5 %、駆動電圧の変化は、最大でも 0.05 % と小さいことがわかった。

【実施例 6】

【0393】

本実施例では、本発明の一態様である発光装置に用いることができる発光素子の素子構造およびその特性について、説明する。なお、本実施例で説明する発光素子の素子構造を図 30 に示し、具体的な構成について表 15 に示す。また、本実施例で用いる材料の化学式を以下に示す。

【0394】

【表 15】

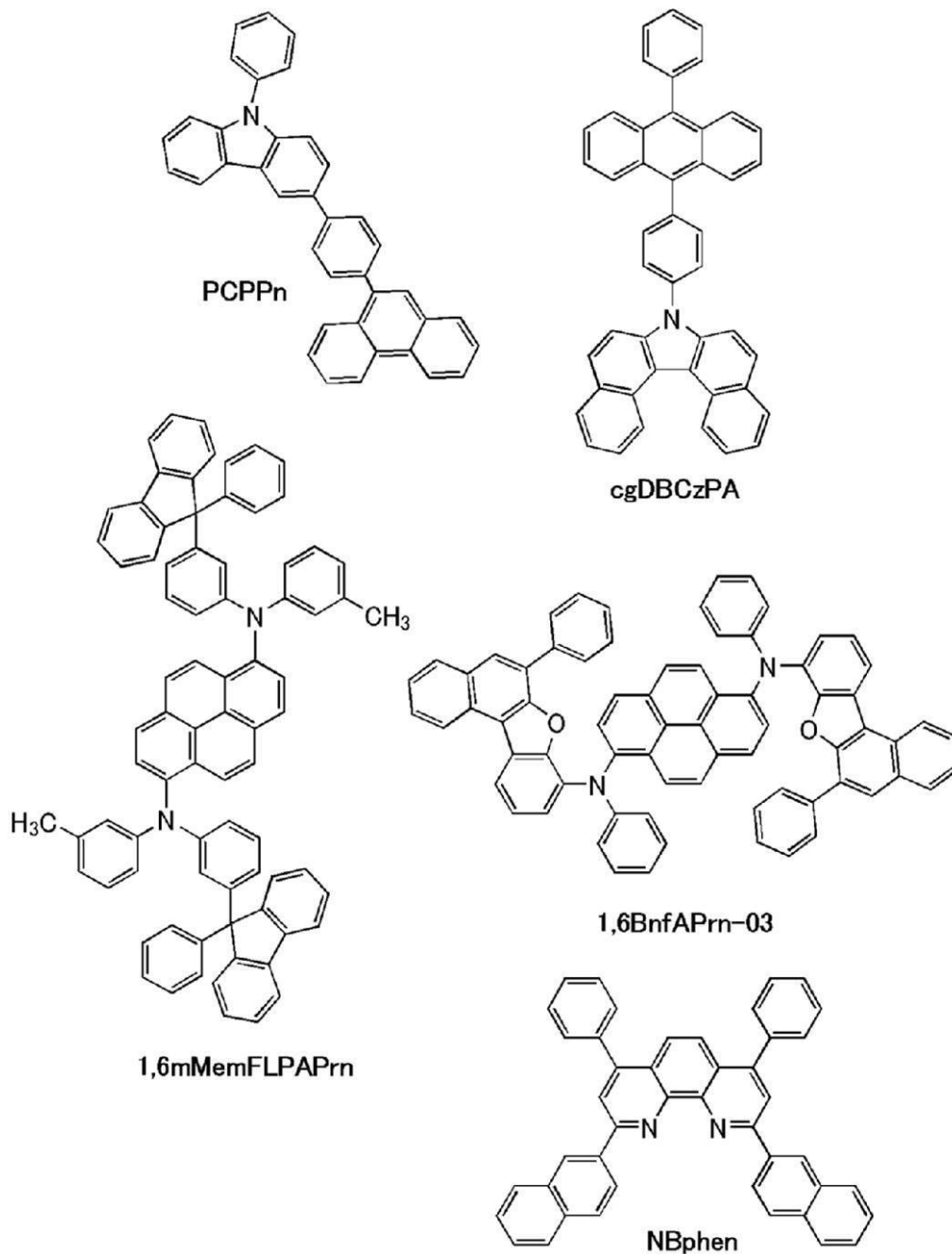
|                     | 第1<br>の電極     | 正孔<br>注入層                              | 正孔<br>輸送層       | 発光層 | 電子<br>輸送層          |                  | 電子<br>注入層    | 第2<br>の電極     |
|---------------------|---------------|----------------------------------------|-----------------|-----|--------------------|------------------|--------------|---------------|
| 発光素子<br>19(B)       | ITO<br>(70nm) | PCPPn :MoO <sub>x</sub><br>(4:2)(10nm) | PCPPn<br>(30nm) | *   | cgDBCzPA<br>(15nm) | NBphen<br>(10nm) | LiF<br>(1nm) | Al<br>(200nm) |
| 比較<br>発光素子<br>20(B) |               |                                        | PCPPn<br>(25nm) | **  |                    |                  |              |               |

\* cgDBCzPA : 1,6BnfAPrn-03 (1:0.03 (25nm))

\*\* cgDBCzPA : 1,6mMemFLPAPrn (1:0.03 (25nm))

【0395】

## 【化 1 5】



10

20

30

## 【0396】

## 《発光素子の作製》

本実施例で示す発光素子は、図30に示すように基板1900上に第1の電極1901が形成され、第1の電極1901上にEL層1902が形成され、EL層1902上に第2の電極1903が形成された構造を有する。なお、EL層1902は、第1の電極1901側から正孔注入層1911、正孔輸送層1912、発光層1913、電子輸送層1914、電子注入層1915が順次積層された構造を有する。なお、本実施例で説明する発光素子19および比較発光素子20は、主に青色発光を呈する発光素子である。

40

## 【0397】

本実施例で示す発光素子は、上記各実施例で示した発光素子とは素子構成が異なるが、発光素子を構成する各機能層の作製方法は、実施例1で説明した方法と同様に作製することができるので、実施例1を参照することとし、本実施例での説明は省略する。

50

## 【0398】

《発光素子の動作特性》

作製した各発光素子の動作特性について測定した。なお、測定は室温（25℃に保たれた雰囲気）で行った。1000cd/m<sup>2</sup>付近における各発光素子の主な初期特性値を以下の表16に示す。

## 【0399】

【表16】

|                     | 電圧<br>(V) | 電流<br>(mA) | 電流密度<br>(mA/cm <sup>2</sup> ) | 色度(x,y)       | 輝度<br>(cd/m <sup>2</sup> ) | 電流<br>効率<br>(cd/A) | パワー<br>効率<br>(lm/W) | 外部<br>量子効率<br>(%) |
|---------------------|-----------|------------|-------------------------------|---------------|----------------------------|--------------------|---------------------|-------------------|
| 発光素子<br>19(B)       | 3.1       | 0.36       | 9.0                           | (0.140,0.115) | 940                        | 10.4               | 11                  | 10.8              |
| 比較<br>発光素子<br>20(B) | 3.1       | 0.28       | 7.1                           | (0.137,0.177) | 1100                       | 15.7               | 16                  | 12.7              |

10

## 【0400】

また、各発光素子に12.5mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で電流を流した際の発光スペクトルを図50に示す。発光スペクトルの測定は、マルチチャンネル分光器（浜松ホトニクス、PMA-12）を用いて行った。なお、発光素子19（B）の発光スペクトルは458nm付近にピーク波長を有し、比較発光素子20（B）の発光スペクトルは468nm付近にピーク波長を有していた。この結果から、発光素子19（B）は、比較発光素子20（B）よりも深い青色を呈することがわかる。

20

## 【0401】

また、図51に、発光素子19（B）および比較発光素子20（B）の外部量子効率と輝度の関係を示す。この結果において、発光素子19（B）は、比較発光素子20（B）よりも外部量子効率が低い。これは、発光素子19（B）の蛍光量子収率が77%であるのに対し、比較発光素子20（B）の蛍光量子収率が90%であり、比較発光素子20（B）の蛍光量子収率よりも1割程度低いことに起因する。

30

## 【0402】

また、発光素子19（B）および比較発光素子20（B）について、駆動電流値を50mA/cm<sup>2</sup>として、駆動試験を行った。なお、室温（25℃）で駆動させた際の結果を図52、高温（85℃）で駆動させた際の結果を図53にそれぞれ示す。この結果から、室温（25℃）では、規格化輝度が80%になるまでの駆動時間の比較において、発光素子19（B）はおよそ500時間、比較発光素子20（B）はおよそ200時間であり、発光素子19（B）の寿命が2.5倍程度長いことがわかる。また、高温（85℃）では、規格化輝度が80%になるまでの駆動時間の比較において、発光素子19（B）は82時間、比較発光素子20（B）は29時間であり、発光素子19（B）の寿命が2.8倍程度長いことがわかる。なお、この結果から、発光素子19（B）は、比較発光素子20（B）に比べて、寿命に関して温度依存性が小さいことがわかる。

40

## 【0403】

さらに、発光素子19（B）については、規格化輝度が80%になるまでの駆動時間の比較において、図52と図53に示す結果から、高温（85℃）での駆動における寿命は、室温（25℃）での駆動の場合と比較して1/6程度減少するにとどまった。従って、発光素子19（B）は、耐熱性に優れ、高温でも良好な寿命を示すことがわかる。

## 【0404】

また、発光素子19（B）について、高温環境下での保存試験の結果を図54に示す。図

50

54からわかるように、発光素子19(B)は、250時間まで高温(85℃)で保存した際、輝度の変化および駆動電圧の変化は、最大でも0.8%と小さいことがわかった。

【符号の説明】

【0405】

|                         |                      |    |
|-------------------------|----------------------|----|
| 101                     | 第1の電極                |    |
| 102                     | 第2の電極                |    |
| 103、103R、103G、103B      | EL層                  |    |
| 104R、104G、104B          | カラーフィルタ              |    |
| 105R                    | 第1の発光素子              |    |
| 105G                    | 第2の発光素子              | 10 |
| 105B                    | 第3の発光素子              |    |
| 106R                    | 赤色発光                 |    |
| 106G                    | 緑色発光                 |    |
| 106B                    | 青色発光                 |    |
| 201                     | 第1の電極                |    |
| 202                     | 第2の電極                |    |
| 203                     | EL層                  |    |
| 203a、203b               | EL層                  |    |
| 204                     | 電荷発生層                |    |
| 211、211a、211b           | 正孔注入層                | 20 |
| 212、212a、212b           | 正孔輸送層                |    |
| 213、213a、213b           | 発光層                  |    |
| 214、214a、214b           | 電子輸送層                |    |
| 215、215a、215b           | 電子注入層                |    |
| 301                     | 第1の基板                |    |
| 302                     | トランジスタ(FET)          |    |
| 303、303R、303G、303B、303W | 発光素子                 |    |
| 304                     | EL層                  |    |
| 305                     | 第2の基板                |    |
| 306R、306G、306B          | カラーフィルタ              | 30 |
| 307                     | 第1の電極                |    |
| 308                     | 第2の電極                |    |
| 309                     | 黒色層(ブラックマトリックス)      |    |
| 401                     | 第1の基板                |    |
| 402                     | 画素部                  |    |
| 403                     | 駆動回路部                |    |
| 404a、404b               | 駆動回路部                |    |
| 405                     | シール材                 |    |
| 406                     | 第2の基板                |    |
| 407                     | 引き回し配線               | 40 |
| 408                     | FPC(フレキシブルプリントサーキット) |    |
| 409                     | FET                  |    |
| 410                     | FET                  |    |
| 411                     | FET(スイッチング用FET)      |    |
| 412                     | FET(電流制御用FET)        |    |
| 413                     | 第1の電極                |    |
| 414                     | 絶縁物                  |    |
| 415                     | EL層                  |    |
| 416                     | 第2の電極                |    |
| 417                     | 発光素子                 | 50 |

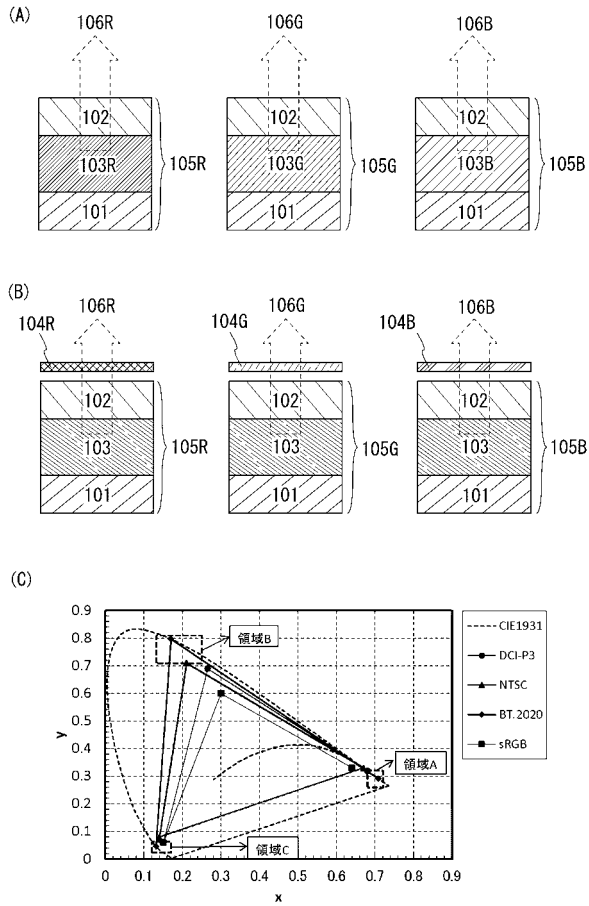
|               |             |    |
|---------------|-------------|----|
| 4 1 8         | 空間          |    |
| 9 0 0         | 基板          |    |
| 9 0 1         | 第 1 の電極     |    |
| 9 0 2 a       | 第 1 の E L 層 |    |
| 9 0 2 b       | 第 2 の E L 層 |    |
| 9 0 3         | 第 2 の電極     |    |
| 9 0 4         | 電荷発生層       |    |
| 9 0 5         | 基板          |    |
| 9 0 6         | カラーフィルタ     |    |
| 9 1 1 a       | 第 1 の正孔注入層  | 10 |
| 9 1 1 b       | 第 2 の正孔注入層  |    |
| 9 1 2 a       | 第 1 の正孔輸送層  |    |
| 9 1 2 b       | 第 2 の正孔輸送層  |    |
| 9 1 3 a       | 発光層 ( A )   |    |
| 9 1 3 ( b 1 ) | 発光層 ( B 1 ) |    |
| 9 1 3 ( b 2 ) | 発光層 ( B 2 ) |    |
| 9 1 4 a       | 第 1 の電子輸送層  |    |
| 9 1 4 b       | 第 2 の電子輸送層  |    |
| 9 1 5 a       | 第 1 の電子注入層  |    |
| 9 1 5 b       | 第 2 の電子注入層  | 20 |
| 1 9 0 0       | 基板          |    |
| 1 9 0 1       | 第 1 の電極     |    |
| 1 9 0 2       | E L 層       |    |
| 1 9 0 3       | 第 2 の電極     |    |
| 1 9 1 1       | 正孔注入層       |    |
| 1 9 1 2       | 正孔輸送層       |    |
| 1 9 1 3       | 発光層         |    |
| 1 9 1 4       | 電子輸送層       |    |
| 1 9 1 5       | 電子注入層       |    |
| 2 0 0 0       | タッチパネル      | 30 |
| 2 5 0 1       | 表示パネル       |    |
| 2 5 0 2 R     | 画素          |    |
| 2 5 0 2 t     | トランジスタ      |    |
| 2 5 0 3 c     | 容量素子        |    |
| 2 5 0 3 g     | 走査線駆動回路     |    |
| 2 5 0 3 t     | トランジスタ      |    |
| 2 5 0 9       | F P C       |    |
| 2 5 1 0       | 基板          |    |
| 2 5 1 1       | 配線          |    |
| 2 5 1 9       | 端子          | 40 |
| 2 5 2 1       | 絶縁層         |    |
| 2 5 2 8       | 絶縁体         |    |
| 2 5 5 0 R     | 発光素子        |    |
| 2 5 6 0       | 封止層         |    |
| 2 5 6 7 B M   | 遮光層         |    |
| 2 5 6 7 p     | 反射防止層       |    |
| 2 5 6 7 R     | 着色層         |    |
| 2 5 7 0       | 基板          |    |
| 2 5 9 0       | 基板          |    |
| 2 5 9 1       | 電極          | 50 |

|         |           |    |
|---------|-----------|----|
| 2 5 9 2 | 電極        |    |
| 2 5 9 3 | 絶縁層       |    |
| 2 5 9 4 | 配線        |    |
| 2 5 9 5 | タッチセンサ    |    |
| 2 5 9 7 | 接着層       |    |
| 2 5 9 8 | 配線        |    |
| 2 5 9 9 | 端子        |    |
| 2 6 0 1 | パルス電圧出力回路 |    |
| 2 6 0 2 | 電流検出回路    |    |
| 2 6 0 3 | 容量        | 10 |
| 2 6 1 1 | トランジスタ    |    |
| 2 6 1 2 | トランジスタ    |    |
| 2 6 1 3 | トランジスタ    |    |
| 2 6 2 1 | 電極        |    |
| 2 6 2 2 | 電極        |    |
| 3 0 0 0 | 表示装置      |    |
| 3 0 0 1 | 回路 ( G )  |    |
| 3 0 0 2 | 回路 ( S )  |    |
| 3 0 0 3 | 表示部       |    |
| 3 0 0 4 | 画素        | 20 |
| 3 0 0 5 | 導電膜       |    |
| 3 0 0 7 | 開口部       |    |
| 3 0 1 0 | 液晶素子      |    |
| 3 0 1 1 | 発光素子      |    |
| 3 0 1 5 | トランジスタ    |    |
| 3 0 1 6 | トランジスタ    |    |
| 3 0 1 7 | トランジスタ    |    |
| 3 0 1 8 | 端子部       |    |
| 3 0 1 9 | 端子部       |    |
| 3 0 2 1 | 基板        | 30 |
| 3 0 2 2 | 基板        |    |
| 3 0 2 3 | 発光素子      |    |
| 3 0 2 4 | 液晶素子      |    |
| 3 0 2 5 | 絶縁層       |    |
| 3 0 2 8 | 着色層       |    |
| 3 0 2 9 | 接着層       |    |
| 3 0 3 0 | 導電層       |    |
| 3 0 3 1 | E L 層     |    |
| 3 0 3 2 | 導電層       |    |
| 3 0 3 3 | 開口部       | 40 |
| 3 0 3 4 | 着色層       |    |
| 3 0 3 5 | 遮光層       |    |
| 3 0 3 6 | 構造体       |    |
| 3 0 3 7 | 導電層       |    |
| 3 0 3 8 | 液晶        |    |
| 3 0 3 9 | 導電層       |    |
| 3 0 4 0 | 配向膜       |    |
| 3 0 4 1 | 配向膜       |    |
| 3 0 4 2 | 接着層       |    |
| 3 0 4 3 | 導電層       | 50 |

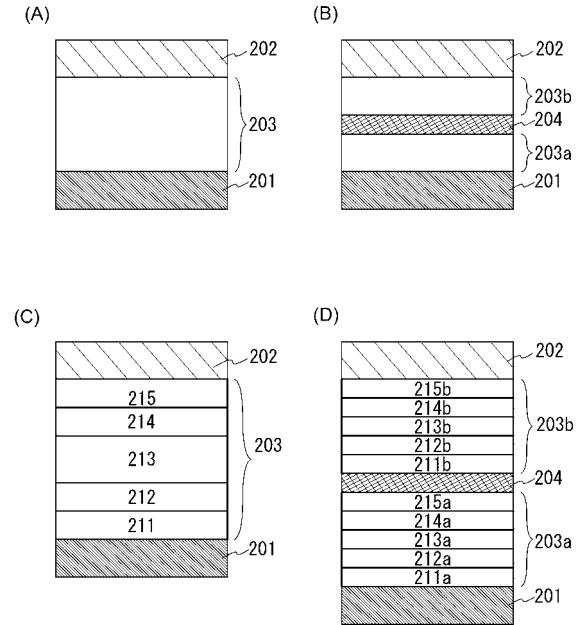
|         |              |    |
|---------|--------------|----|
| 3 0 4 4 | F P C        |    |
| 3 0 4 5 | 接続層          |    |
| 3 0 4 6 | 絶縁層          |    |
| 3 0 4 7 | 接続部          |    |
| 3 0 4 8 | 接続体          |    |
| 4 0 0 0 | 照明装置         |    |
| 4 0 0 1 | 基板           |    |
| 4 0 0 2 | 発光素子         |    |
| 4 0 0 3 | 基板           |    |
| 4 0 0 4 | 電極           | 10 |
| 4 0 0 5 | E L 層        |    |
| 4 0 0 6 | 電極           |    |
| 4 0 0 7 | 電極           |    |
| 4 0 0 8 | 電極           |    |
| 4 0 0 9 | 補助配線         |    |
| 4 0 1 0 | 絶縁層          |    |
| 4 0 1 1 | 封止基板         |    |
| 4 0 1 2 | シール材         |    |
| 4 0 1 3 | 乾燥剤          |    |
| 4 0 1 5 | 拡散板          | 20 |
| 4 1 0 0 | 照明装置         |    |
| 4 2 0 0 | 照明装置         |    |
| 4 2 0 1 | 基板           |    |
| 4 2 0 2 | 発光素子         |    |
| 4 2 0 4 | 電極           |    |
| 4 2 0 5 | E L 層        |    |
| 4 2 0 6 | 電極           |    |
| 4 2 0 7 | 電極           |    |
| 4 2 0 8 | 電極           |    |
| 4 2 0 9 | 補助配線         | 30 |
| 4 2 1 0 | 絶縁層          |    |
| 4 2 1 1 | 封止基板         |    |
| 4 2 1 2 | シール材         |    |
| 4 2 1 3 | バリア膜         |    |
| 4 2 1 4 | 平坦化膜         |    |
| 4 2 1 5 | 拡散板          |    |
| 4 3 0 0 | 照明装置         |    |
| 5 1 0 1 | ライト          |    |
| 5 1 0 2 | ホイール         |    |
| 5 1 0 3 | ドア           | 40 |
| 5 1 0 4 | 表示部          |    |
| 5 1 0 5 | ハンドル         |    |
| 5 1 0 6 | シフトレバー       |    |
| 5 1 0 7 | 座席シート        |    |
| 5 1 0 8 | インナーリアビューミラー |    |
| 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          | 50 |

|                         |             |    |
|-------------------------|-------------|----|
| 7 1 0 9                 | 操作キー        |    |
| 7 1 1 0                 | リモコン操作機     |    |
| 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 2                 | 筐体          |    |
| 7 3 0 4                 | 表示部         | 10 |
| 7 3 0 5                 | 時刻を表すアイコン   |    |
| 7 3 0 6                 | その他のアイコン    |    |
| 7 3 1 1                 | 操作ボタン       |    |
| 7 3 1 2                 | 操作ボタン       |    |
| 7 3 1 3                 | 接続端子        |    |
| 7 3 2 1                 | バンド         |    |
| 7 3 2 2                 | 留め金         |    |
| 7 4 0 0                 | 携帯電話機       |    |
| 7 4 0 1                 | 筐体          |    |
| 7 4 0 2                 | 表示部         | 20 |
| 7 4 0 3                 | 操作用ボタン      |    |
| 7 4 0 4                 | 外部接続部       |    |
| 7 4 0 5                 | スピーカ        |    |
| 7 4 0 6                 | マイク         |    |
| 7 4 0 7                 | カメラ         |    |
| 7 5 0 0 (1)、7 5 0 0 (2) | 筐体          |    |
| 7 5 0 1 (1)、7 5 0 1 (2) | 第 1 面       |    |
| 7 5 0 2 (1)、7 5 0 2 (2) | 第 2 面       |    |
| 8 0 0 1                 | シーリングライト    |    |
| 8 0 0 2                 | 足元灯         | 30 |
| 8 0 0 3                 | シート状照明      |    |
| 8 0 0 4                 | 照明装置        |    |
| 9 3 1 0                 | 携帯情報端末      |    |
| 9 3 1 1                 | 表示部         |    |
| 9 3 1 2                 | 表示領域        |    |
| 9 3 1 3                 | ヒンジ         |    |
| 9 3 1 5                 | 筐体          |    |

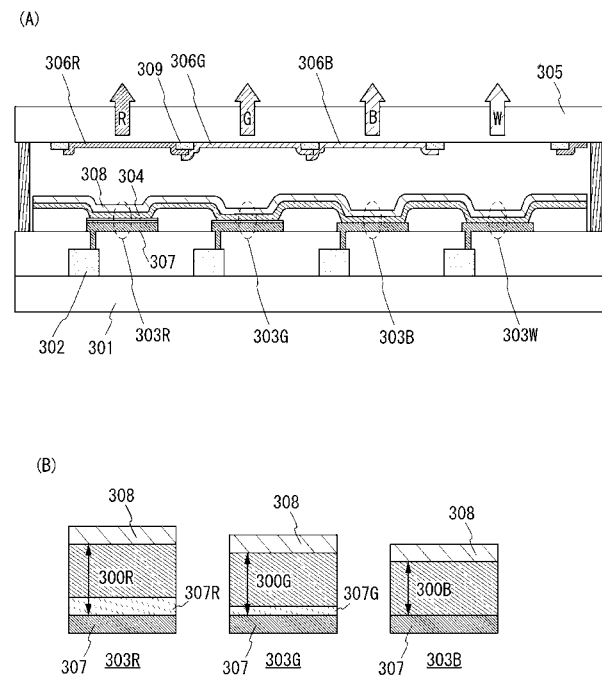
【図 1】



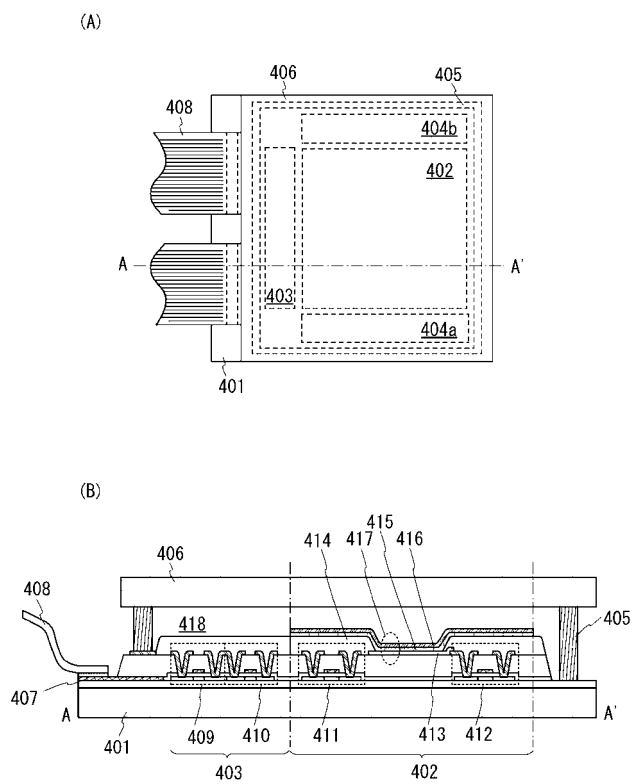
【図 2】



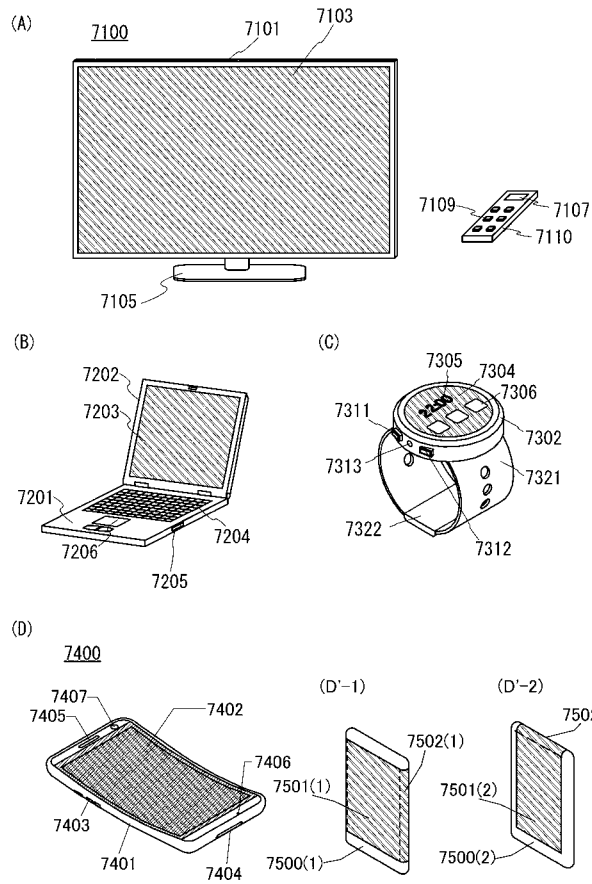
【図 3】



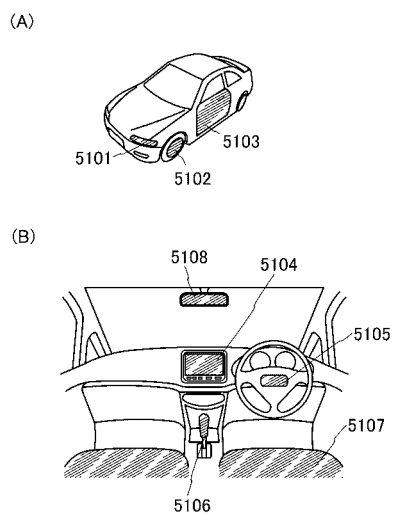
【図 4】



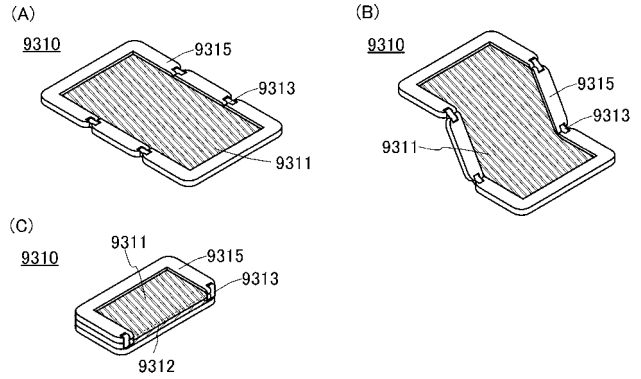
【図 5】



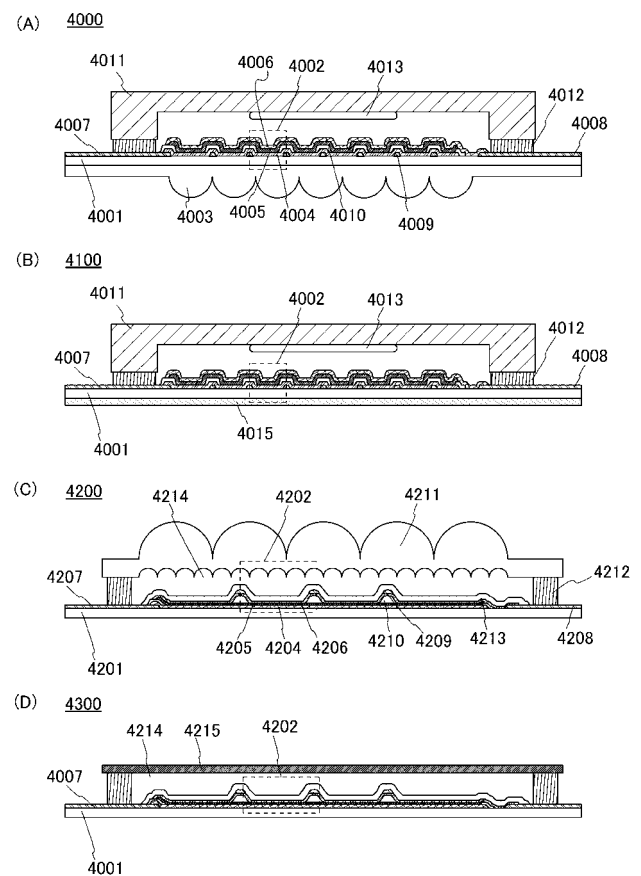
【図 7】



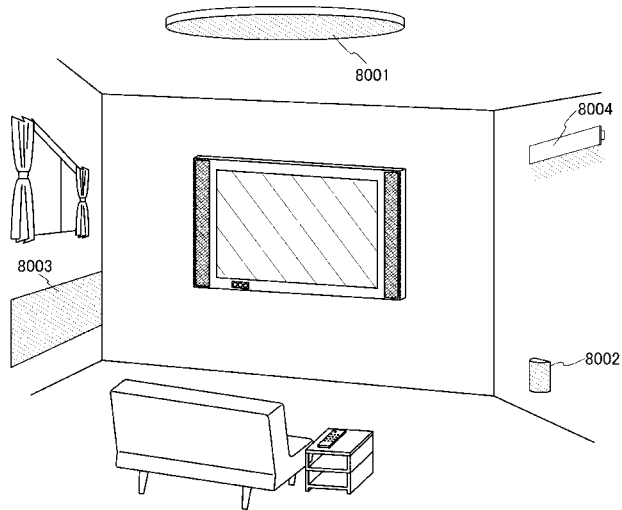
【図 6】



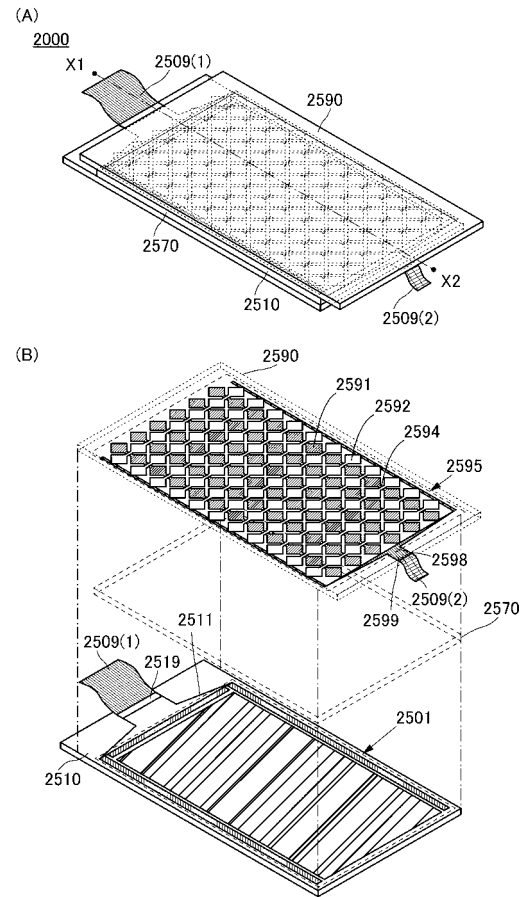
【図 8】



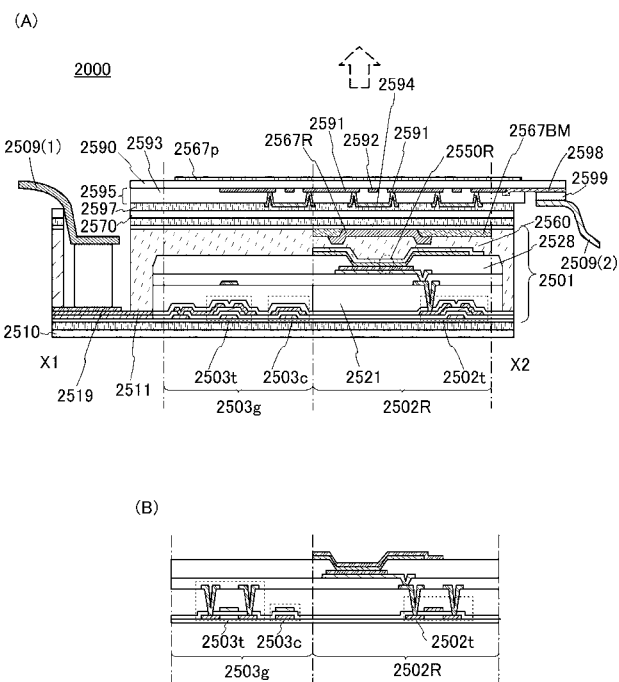
【図 9】



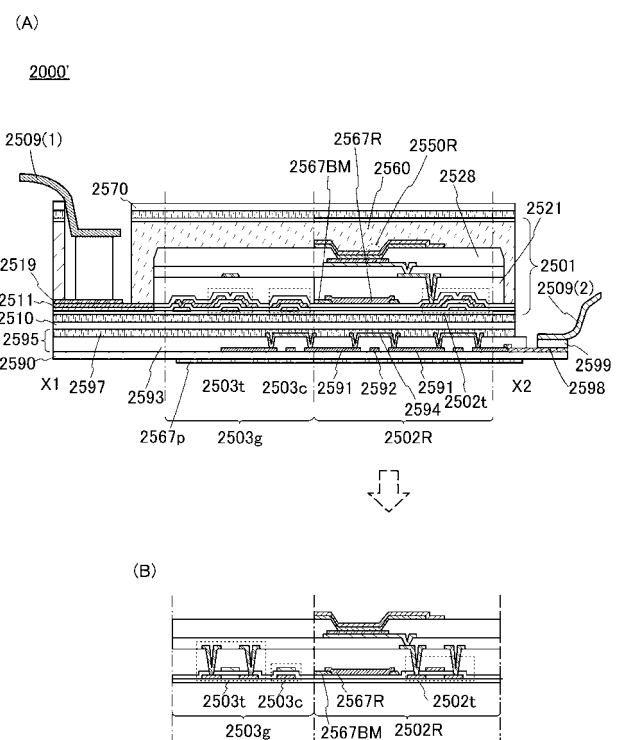
【図 10】



【図 11】

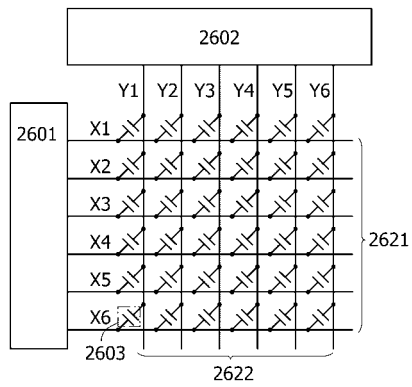


【図 12】

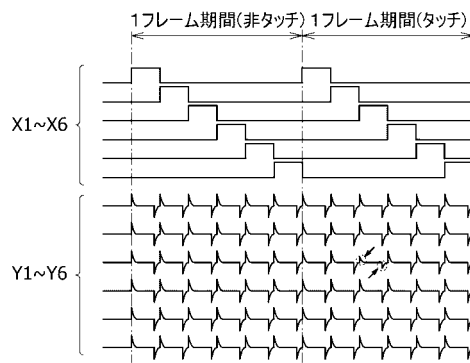


【図 1 3】

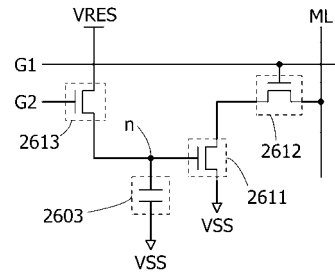
(A)



(B)

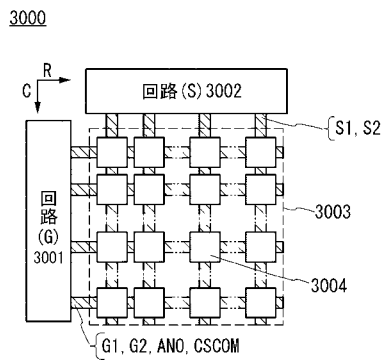


【図 1 4】

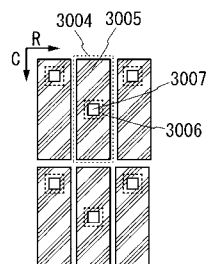


【図 1 5】

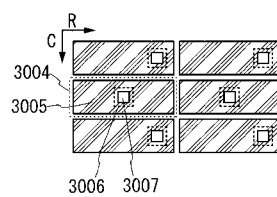
(A)



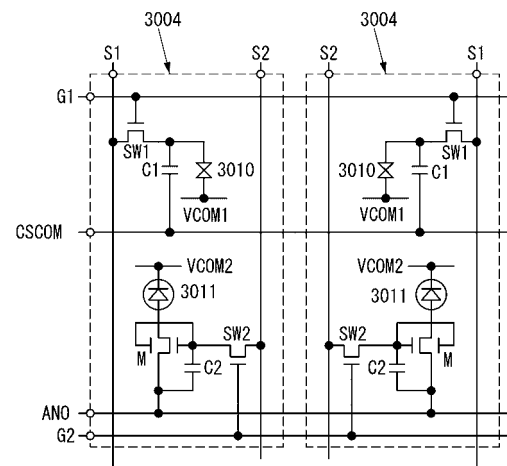
(B1)



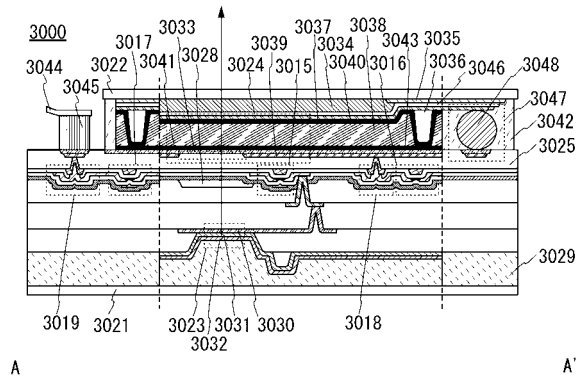
(B2)



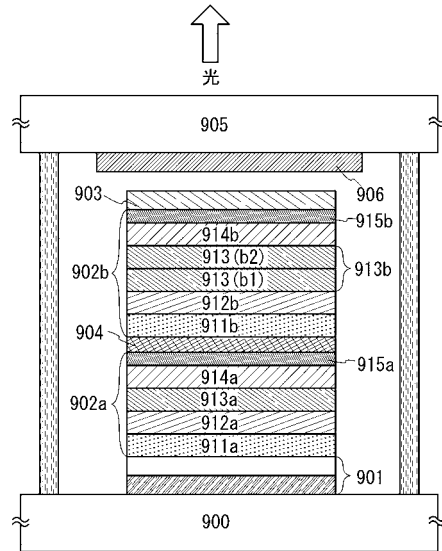
【図 1 6】



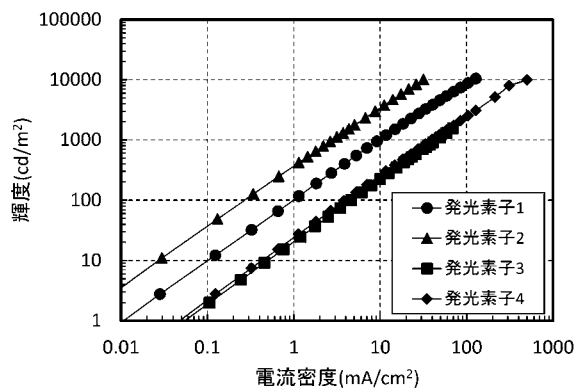
【図 17】



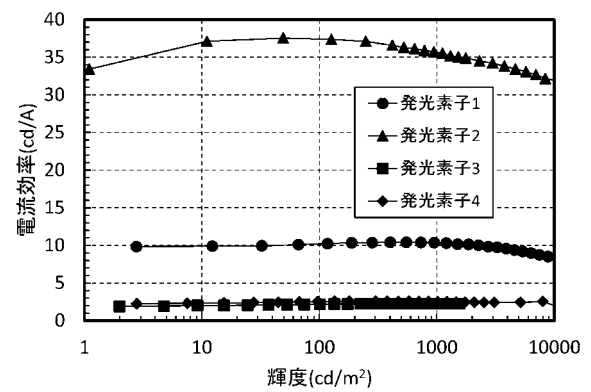
【図 18】



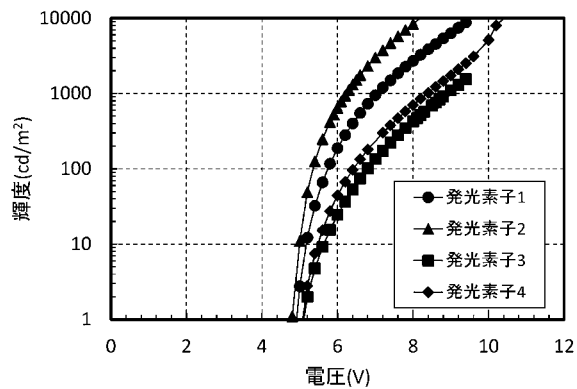
【図 19】



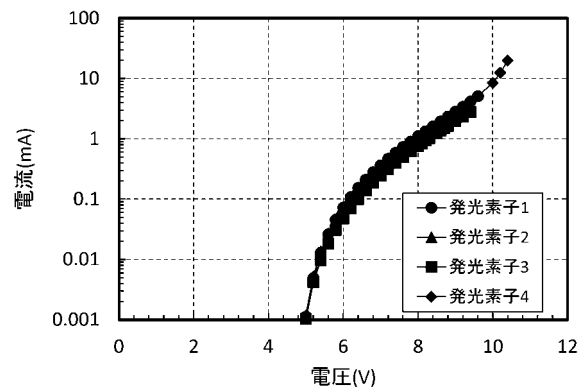
【図 21】



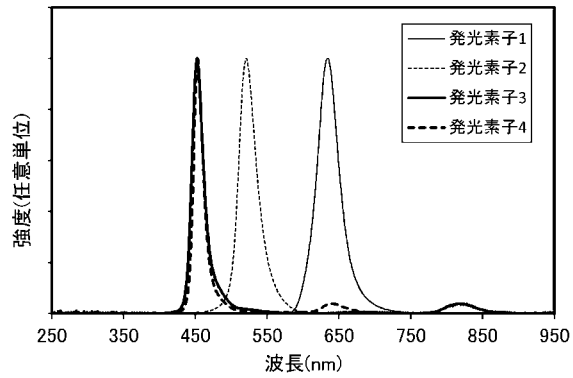
【図 20】



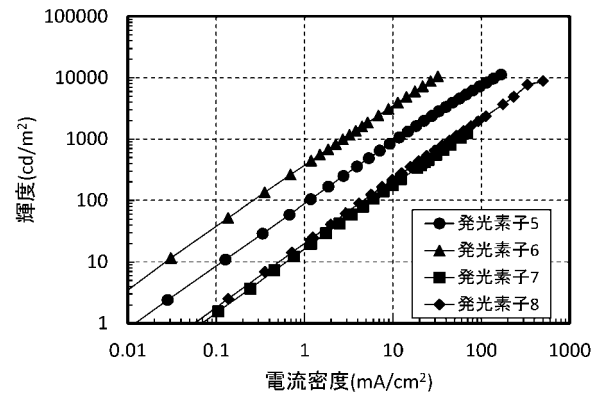
【図 22】



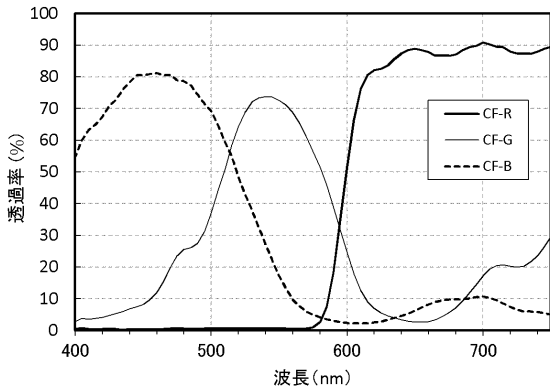
【図 2 3】



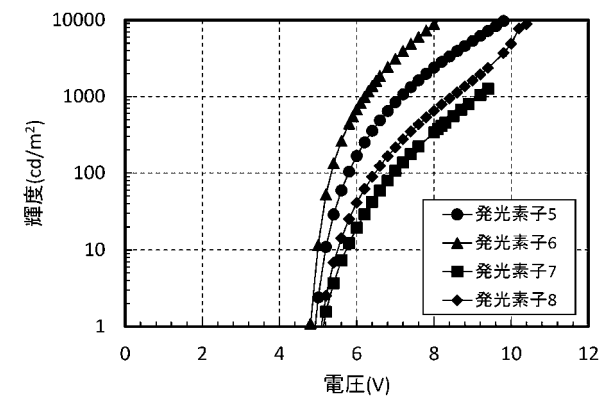
【図 2 5】



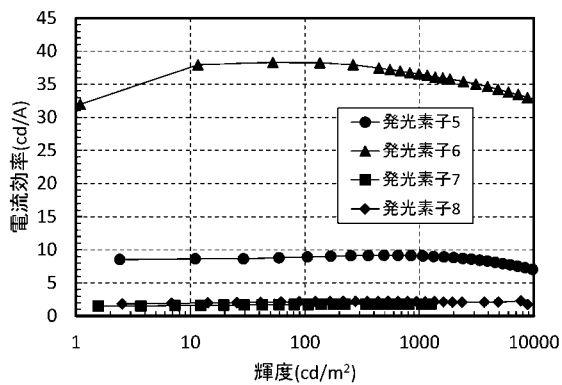
【図 2 4】



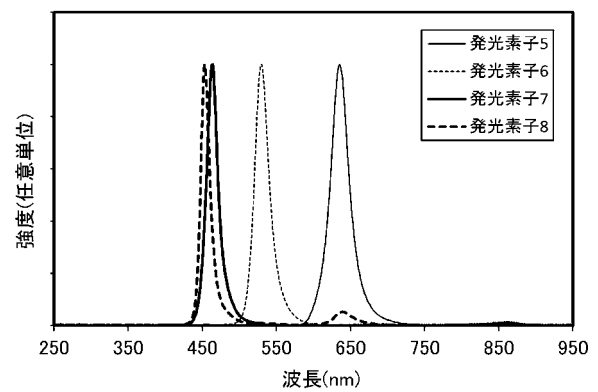
【図 2 6】



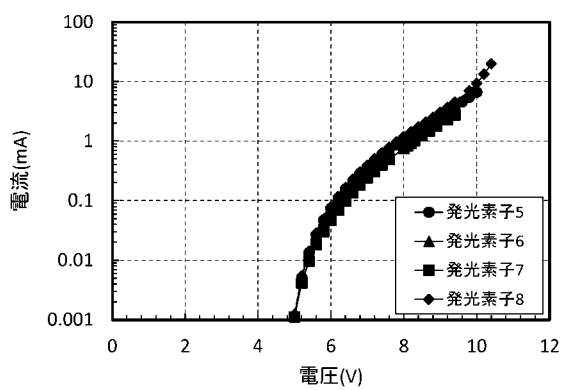
【図 2 7】



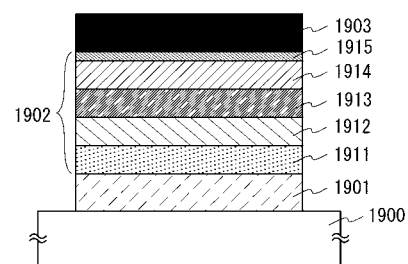
【図 2 9】



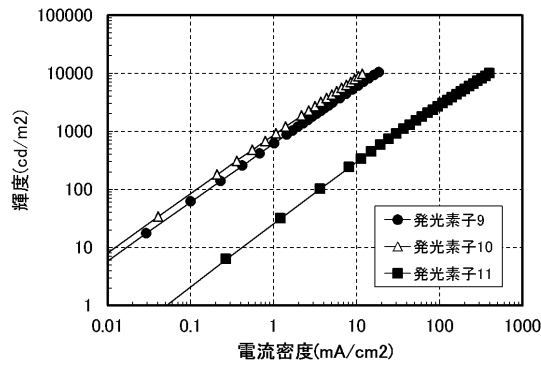
【図 2 8】



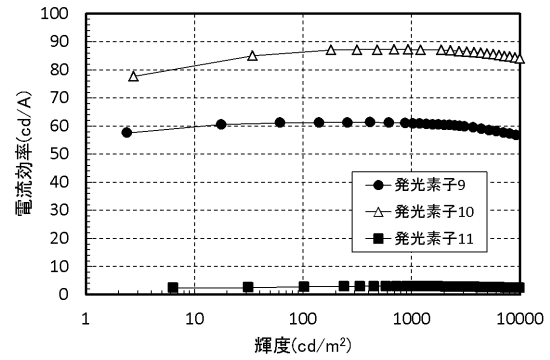
【図 3 0】



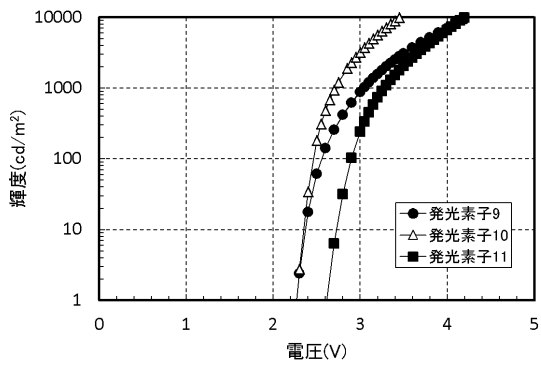
【図 3 1】



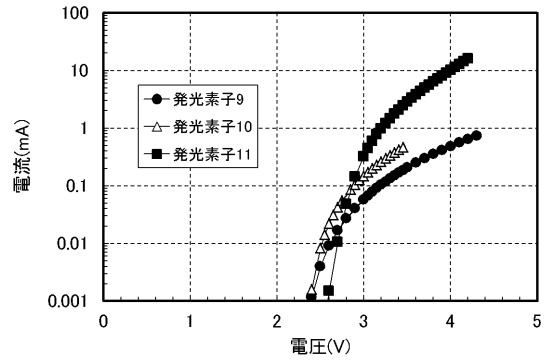
【図 3 3】



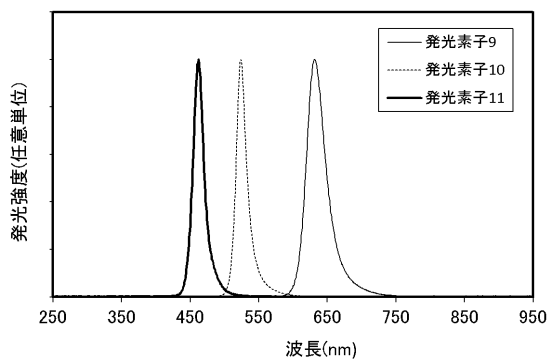
【図 3 2】



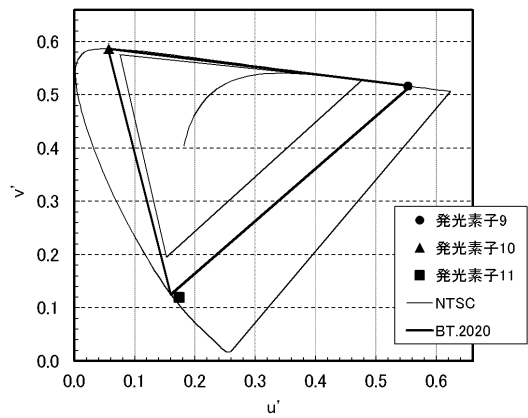
【図 3 4】



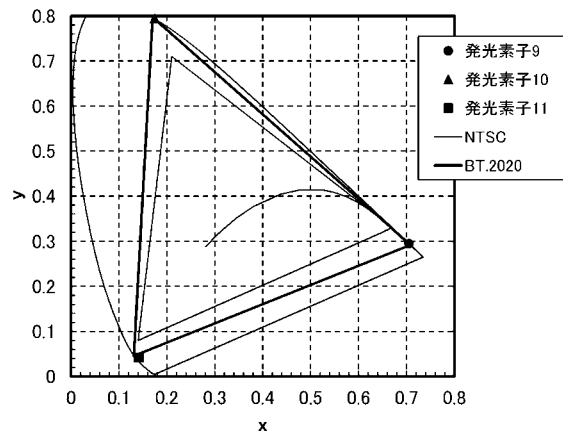
【図 3 5】



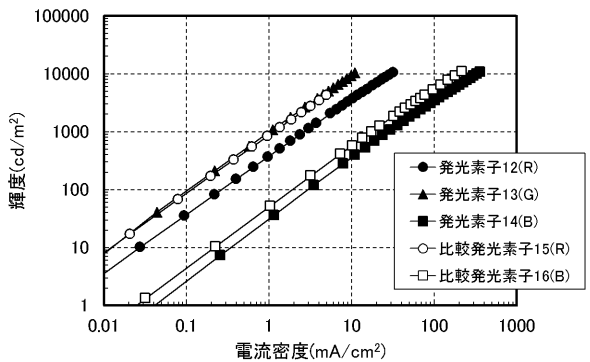
【図 3 7】



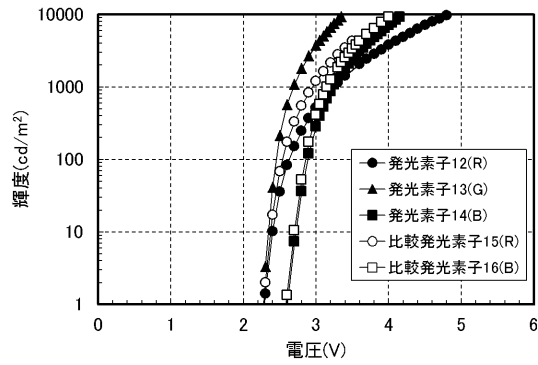
【図 3 6】



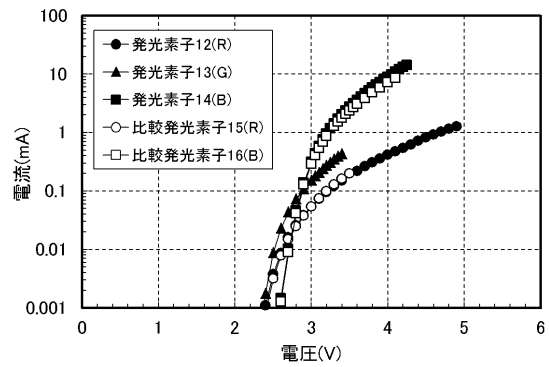
【図 3 8】



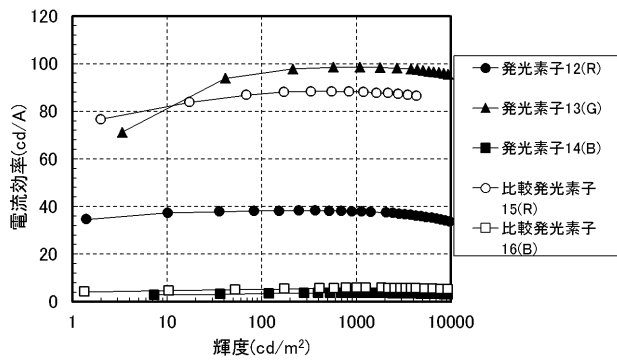
【図 3 9】



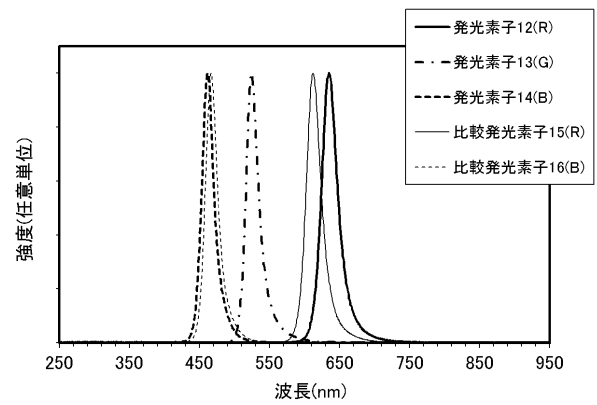
【図 4 1】



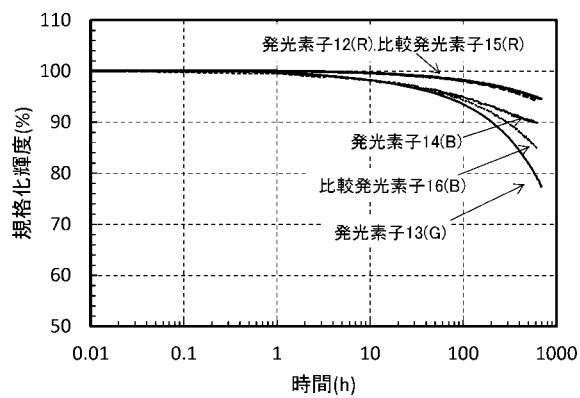
【図 4 0】



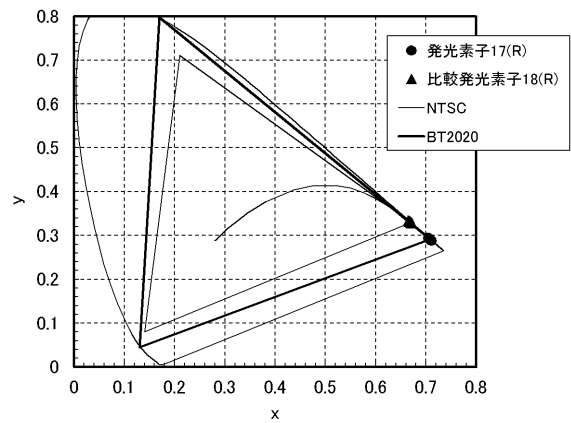
【図 4 2】



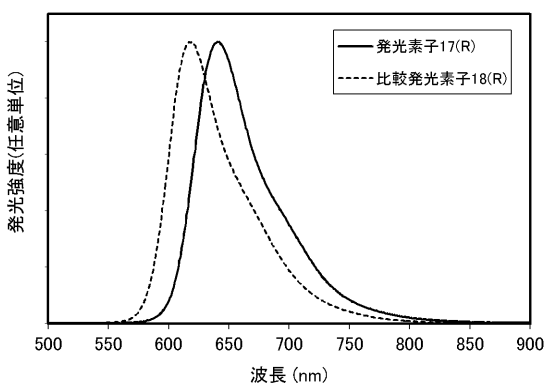
【図 4 3】



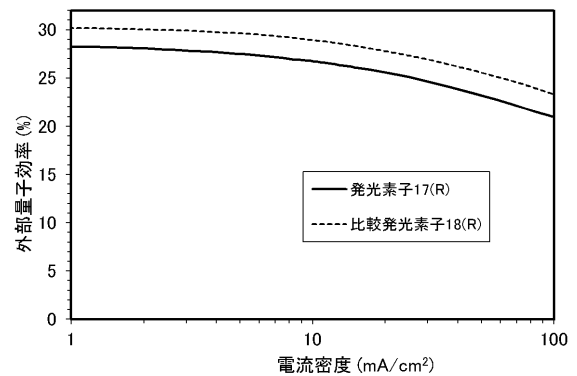
【図 4 5】



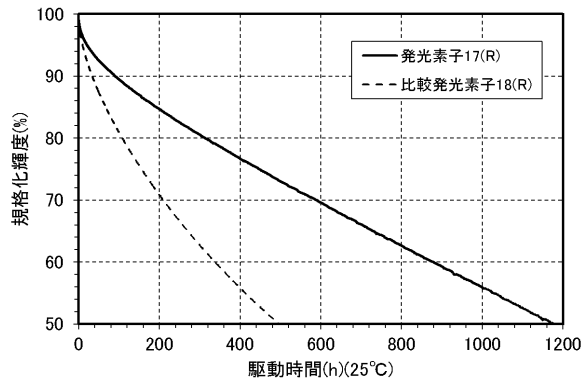
【図 4 4】



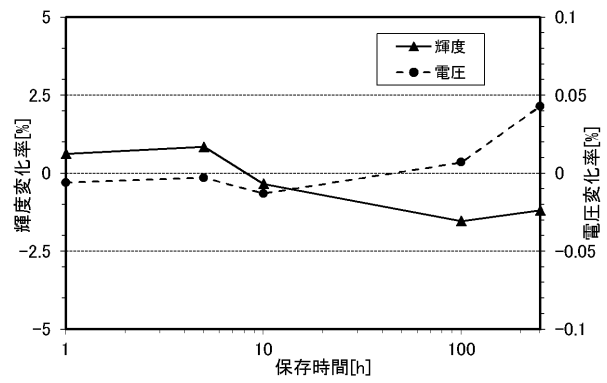
【図 4 6】



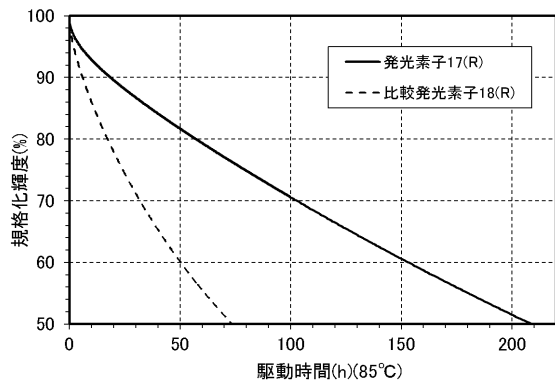
【図 4 7】



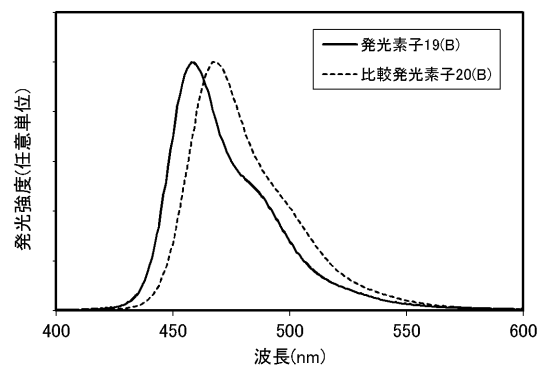
【図 4 9】



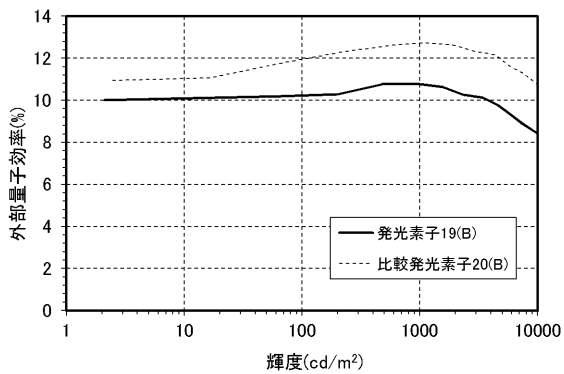
【図 4 8】



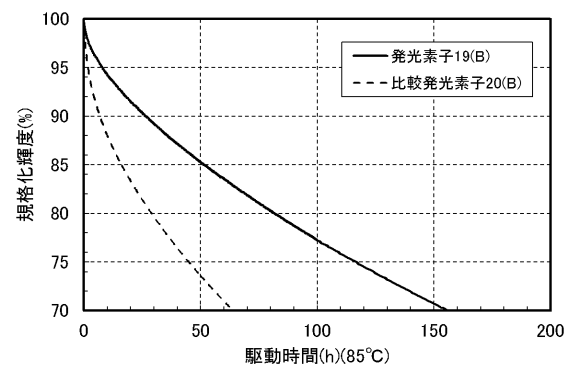
【図 5 0】



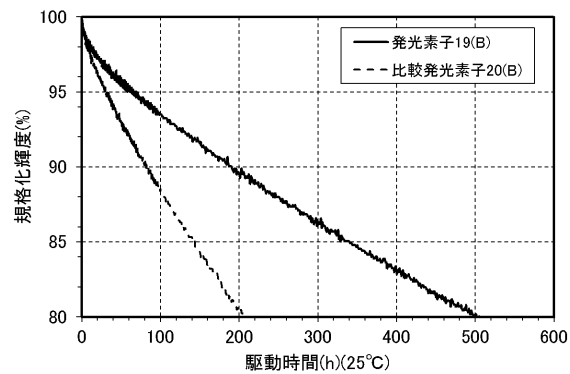
【図 5 1】



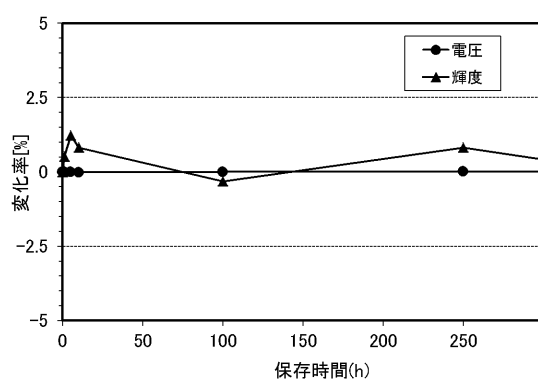
【図 5 3】



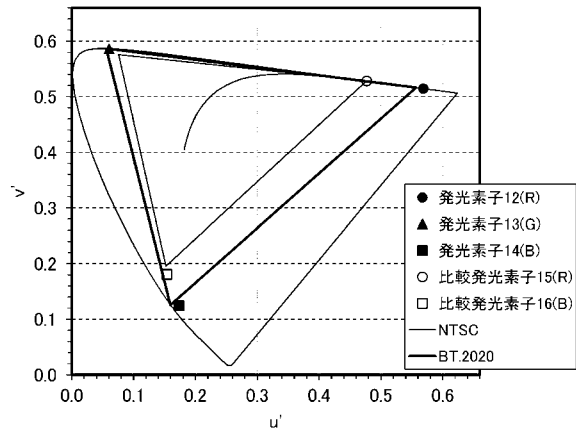
【図 5 2】



【図 5 4】



【図 5 5】



フロントページの続き

|                |               |                  |                |             |
|----------------|---------------|------------------|----------------|-------------|
| (51)Int.Cl.    |               | F I              |                | テーマコード (参考) |
| <b>H 0 5 B</b> | <b>33/26</b>  | <b>(2006.01)</b> | H 0 5 B 33/26  | Z           |
| <b>G 0 2 B</b> | <b>5/20</b>   | <b>(2006.01)</b> | H 0 5 B 33/12  | E           |
| <b>H 0 1 L</b> | <b>27/32</b>  | <b>(2006.01)</b> | H 0 5 B 33/12  | C           |
| <b>G 0 9 G</b> | <b>3/3208</b> | <b>(2016.01)</b> | G 0 2 B 5/20   | 1 0 1       |
|                |               |                  | H 0 1 L 27/32  |             |
|                |               |                  | G 0 9 G 3/3208 |             |

F ターム (参考) 3K107 AA01 BB01 BB02 BB07 BB08 CC07 CC09 CC14 DD10 DD23  
 DD27 DD52 DD53 EE22 EE57 EE61 EE66 FF06 FF13  
 5C380 AA01 AB05 AB06 AB11 AB12 AB22 AB23 AB28 AB29 AB34  
 AB36 AB37 AC07 AC08 AC09 AC11 AC12 AC20 BA01 BB19  
 CC26 CC33 CC39 CC63 CD013 CF66