

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6463891号  
(P6463891)

(45) 発行日 平成31年2月6日(2019.2.6)

(24) 登録日 平成31年1月11日(2019.1.11)

(51) Int.Cl.	F I
<b>H05B 33/24 (2006.01)</b>	H05B 33/24
<b>H05B 33/28 (2006.01)</b>	H05B 33/28
<b>H05B 33/12 (2006.01)</b>	H05B 33/12 C
<b>H01L 51/50 (2006.01)</b>	H05B 33/14 A
	H05B 33/12 B

請求項の数 4 (全 35 頁)

(21) 出願番号 特願2014-23926 (P2014-23926)  
 (22) 出願日 平成26年2月11日(2014.2.11)  
 (65) 公開番号 特開2015-144106 (P2015-144106A)  
 (43) 公開日 平成27年8月6日(2015.8.6)  
 審査請求日 平成29年1月11日(2017.1.11)  
 (31) 優先権主張番号 特願2013-269097 (P2013-269097)  
 (32) 優先日 平成25年12月26日(2013.12.26)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000153878  
 株式会社半導体エネルギー研究所  
 神奈川県厚木市長谷398番地  
 (72) 発明者 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 上坂 正吾  
 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 堅石 季甫  
 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 杉澤 希  
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光装置、電子機器、及び照明装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

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、いずれも第1の電極と、第2の電極とを有する一対の電極間に、第1のEL層および第2のEL層を有し、

前記第1の電極は、光反射機能を有し、

前記第2の電極は、光反射機能と、光透過機能とを有し、

前記第1の電極及び前記第2の電極によって、前記第1の発光素子乃至前記第3の発光素子における発光は共振され、

前記第1のEL層は、前記第2のEL層と、電荷発生層を介して積層され、

前記第1のEL層は、第1の発光層を有し、

前記第2のEL層は、第2の発光層と、第3の発光層とが積層された構造を有し、

前記第1の発光層は、前記第1の発光素子乃至前記第4の発光素子において共通した層となり、

前記第2の発光層及び前記第3の発光層は、前記第1の発光素子乃至前記第4の発光素子において共通した層となり、

前記第2の発光層と、前記第3の発光層との間には、界面を有し、

前記第2の電極から前記界面までの光学距離は、 / 4未満であり、

前記第1の発光素子は、450nm以上470nm以下の範囲にスペクトルのピークを有する発光を呈し、

前記第2の発光素子は、520nm以上555nm以下の範囲にスペクトルのピークを有する発光を呈し、

前記第3の発光素子は、600nm以上620nm以下の範囲にスペクトルのピークを有する発光を呈し、

前記第4の発光素子から得られる白色発光は、525nm以上555nm以下の範囲にピークを有する第1のスペクトルと、600nm以上620nm以下の範囲にピークを有する第2のスペクトルと、を有し、

前記第1のスペクトルのピークは、前記第2の発光素子から得られるスペクトルのピークよりも長波長側に位置し、

前記第2のスペクトルのピークは、前記第3の発光素子から得られるスペクトルのピークよりも短波長側に位置することを特徴とする発光装置。

10

【請求項2】

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、いずれも第1の電極と、第2の電極とを有する一对の電極間に、第1のEL層および第2のEL層を有し、

前記第1の電極は、光反射機能を有し、

前記第2の電極は、光反射機能と、光透過機能とを有し、

前記第1の電極及び前記第2の電極によって、前記第1の発光素子乃至前記第3の発光素子における発光は共振され、

前記第1のEL層は、前記第2のEL層と、電荷発生層を介して積層され、

20

前記第1のEL層は、第1の発光層を有し、

前記第2のEL層は、第2の発光層と、第3の発光層とが積層された構造を有し、

前記第1の発光層は、前記第1の発光素子乃至前記第4の発光素子において共通した層となり、

前記第2の発光層及び前記第3の発光層は、前記第1の発光素子乃至前記第4の発光素子において共通した層となり、

前記第2の発光層と、前記第3の発光層との間には、界面を有し、

前記第2の電極から前記界面までの光学距離は、 $\lambda/4$ 未満であり、

前記第1の発光素子は、450nm以上470nm以下の範囲にスペクトルのピークを有する発光を呈し、

30

前記第2の発光素子は、520nm以上555nm以下の範囲にスペクトルのピークを有する発光を呈し、

前記第3の発光素子は、600nm以上620nm以下の範囲にスペクトルのピークを有する発光を呈し、

前記第4の発光素子から得られる白色発光は、複数のスペクトルのピークを有し、

前記複数のスペクトルのピークのうち525nm以上555nm以下の範囲にある第1のスペクトルのピークは、前記第2の発光素子から得られるスペクトルのピークよりも長波長側に位置し、

前記複数のスペクトルのピークのうち600nm以上620nm以下の範囲にある第2のスペクトルのピークは、前記第3の発光素子から得られるスペクトルのピークよりも短波長側に位置することを特徴とする発光装置。

40

【請求項3】

請求項1又は請求項2に記載の発光装置を用いた電子機器。

【請求項4】

請求項1又は請求項2に記載の発光装置を用いた照明装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の一態様は、電界を加えることにより発光が得られる有機化合物を一对の電極間に挟んでなる発光素子、また、このような発光素子を有する発光装置、電子機器、及び照明

50

装置に関する。

【0002】

なお、本発明の一態様は、上記の技術分野に限定されない。本明細書等で開示する発明の一態様の技術分野は、物、方法、または、製造方法に関するものである。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）に関するものである。そのため、より具体的に本明細書で開示する本発明の一態様の技術分野としては、半導体装置、表示装置、液晶表示装置、発光装置、照明装置、蓄電装置、記憶装置、それらの駆動方法、または、それらの製造方法、を一例として挙げることができる。

【背景技術】

10

【0003】

薄型軽量、高速応答性、直流低電圧駆動などの特徴を有する有機化合物を発光体として用いた発光素子は、次世代のフラットパネルディスプレイへの応用が期待されている。特に、発光素子をマトリクス状に配置した表示装置は、従来の液晶表示装置と比較して、視野角が広く視認性が優れる点に優位性があると考えられている。

【0004】

発光素子の発光機構は、一对の電極間に発光物質を含むEL層を挟んで電圧を印加することにより、陰極から注入された電子および陽極から注入された正孔がEL層で再結合して分子励起子を形成し、その分子励起子が基底状態に緩和する際にエネルギーを放出して発光するといわれている。励起状態には一重項励起と三重項励起が知られ、発光はどちらの励起状態を経ても可能であると考えられている。

20

【0005】

このような発光素子に関しては、素子構造の改良や材料開発等により、様々な発光色を得られるような開発が行われている。なお、単色光を得る場合にはマイクロキャビティ効果を用い、スペクトルの狭線化を図ることで色純度を高めている。しかし、室内照明用などに用いる白色光の場合には事情が異なる。例えば、日本工業規格（JIS規格）では、室内用照明の白色光を相関色温度によって規定しており、その範囲を2600K～7100Kとしている。このような色温度で表される光は、ブロードな発光スペクトルを示す光であるため、単色光を用いて上記規格を満たす光を得ることは非常に困難である。そのため、複数の光を組み合わせるにより、所望の光を得るべく開発が進められている（例えば特許文献1参照）。

30

【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】

本発明の一態様では、単色光としてはマイクロキャビティ効果による色純度の高い光を示しつつ、これらの光を複数組み合わせた際には、ブロードなスペクトルを示す白色発光が得られる発光効率の高い発光素子を提供する。また、本発明の一態様では、上記発光素子を適用した低消費電力化が実現できる発光装置を提供する。さらに、本発明の一態様は、消費電力化が実現できる電子機器および照明装置を提供する。または、本発明の一態様は、新規な発光素子、新規な発光装置、または、新規な照明装置などを提供する。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、必ずしも、これらの課題の全てを解決する必要はない。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。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

50

本発明の一態様は、一对の電極間に複数のEL層を有し、各EL層から得られる複数の発光色に対し、マイクロキャビティ効果を利用することで、複数の単色光を効率良く取り出すことができるとともに、各EL層から得られる複数の発光をあわせて得られる光が、日本工業規格（JIS規格）において、室内用照明の白色光として規定する範囲（具体的には、相関色温度が2600K以上7100K以下）にある白色光（以下、標準白色光という）を呈する発光素子である。

#### 【0009】

具体的には、反射電極と、半透過・半反射電極とからなる一对の電極間に複数のEL層を有し、複数のEL層がそれぞれ電荷発生層を挟んで積層されたタンデム構造を有する発光素子において、マイクロキャビティ効果を有する素子構造に加えて、半透過・半反射電極に最も近いEL層の発光領域と、半透過・半反射電極までの光学距離を  $\lambda/4$  未満とすることにより、複数のEL層から得られる単色光を狭線化させつつ、これらの光をあわせた光を標準白色光とすることができる発光素子である。

10

#### 【0010】

本発明の一態様は、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、いずれも反射電極と、半透過・半反射電極とからなる一对の電極間に共通である第1のEL層および第2のEL層を有し、第1のEL層および第2のEL層は、電荷発生層を介して積層され、第1のEL層は、第1の発光層を有し、第2のEL層は、積層された第2の発光層および第3の発光層を有し、半透過・半反射電極から第2の発光層および第3の発光層の界面までの光学距離は、  $\lambda/4$  未満であり、第1の発光素子は、青色発光を呈し、第2の発光素子は、緑色発光を呈し、第3の発光素子は、赤色発光を呈し、第4の発光素子から得られる白色発光は、450nm以上470nm以下の範囲にスペクトルのピークを有することを特徴とする発光素子である。

20

である。

#### 【0011】

また、本発明の別の態様は、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、いずれも反射電極と、半透過・半反射電極とからなる一对の電極間に共通である第1のEL層および第2のEL層を有し、第1のEL層および第2のEL層は、電荷発生層を介して積層され、第1のEL層は、第1の発光層を有し、第2のEL層は、積層された第2の発光層および第3の発光層を有し、半透過・半反射電極から第2の発光層および第3の発光層の界面までの光学距離は、  $\lambda/4$  未満であり、第1の発光素子は、青色発光を呈し、第2の発光素子は、緑色発光を呈し、第3の発光素子は、赤色発光を呈し、第4の発光素子から得られる白色発光は、525nm以上555nm以下の範囲にスペクトルのピークを有することを特徴とする発光素子である。

30

#### 【0012】

また、本発明の別の態様は、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、いずれも反射電極と、半透過・半反射電極とからなる一对の電極間に共通である第1のEL層および第2のEL層を有し、第1のEL層および第2のEL層は、電荷発生層を介して積層され、第1のEL層は、第1の発光層を有し、第2のEL層は、積層された第2の発光層および第3の発光層を有し、半透過・半反射電極から第2の発光層および第3の発光層の界面までの光学距離は、  $\lambda/4$  未満であり、第1の発光素子は、青色発光を呈し、第2の発光素子は、緑色発光を呈し、第3の発光素子は、赤色発光を呈し、第4の発光素子から得られる白色発光は、600nm以上620nm以下の範囲にスペクトルのピークを有することを特徴とする発光素子である。

40

#### 【0013】

また、本発明の別の態様は、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、いずれも反射電極と、半透過・半反射電極とからなる一对の電極間に共通である第1のEL層および第2のEL層を有し、前記第1のEL層および前記第2のEL層は、電荷発生層を介して積層され、第1のEL層は、第1の発光層を有し、第2のEL層は、積層された第2の発光層および第3の発光層を有し、半透過・半反射電極か

50

ら第2の発光層および第3の発光層の界面までの光学距離は、 $\lambda/4$ 未満であり、第1の発光素子は、青色発光が得られるマイクロキャビティ構造を有し、第2の発光素子は、緑色発光が得られるマイクロキャビティ構造を有し、第3の発光素子は、赤色発光が得られるマイクロキャビティ構造を有し、第4の発光素子から得られる白色発光は、450nm以上470nm以下の範囲にスペクトルのピークを有することを特徴とする発光素子である。

【0014】

また、本発明の別の一態様は、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、いずれも反射電極と、半透過・半反射電極とからなる一对の電極間に共通である第1のEL層および第2のEL層を有し、第1のEL層および第2のEL層は、電荷発生層を介して積層され、第1のEL層は、第1の発光層を有し、第2のEL層は、積層された第2の発光層および第3の発光層を有し、半透過・半反射電極から第2の発光層および第3の発光層の界面までの光学距離は、 $\lambda/4$ 未満であり、第1の発光素子は、青色発光が得られるマイクロキャビティ構造を有し、第2の発光素子は、緑色発光が得られるマイクロキャビティ構造を有し、第3の発光素子は、赤色発光が得られるマイクロキャビティ構造を有し、第4の発光素子から得られる白色発光は、525nm以上555nm以下の範囲にスペクトルのピークを有することを特徴とする発光素子である。

10

【0015】

また、本発明の別の一態様は、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、いずれも反射電極と、半透過・半反射電極とからなる一对の電極間に共通である第1のEL層および第2のEL層を有し、第1のEL層および第2のEL層は、電荷発生層を介して積層され、第1のEL層は、第1の発光層を有し、第2のEL層は、積層された第2の発光層および第3の発光層を有し、半透過・半反射電極から第2の発光層および第3の発光層の界面までの光学距離は、 $\lambda/4$ 未満であり、第1の発光素子は、青色発光が得られるマイクロキャビティ構造を有し、第2の発光素子は、緑色発光が得られるマイクロキャビティ構造を有し、第3の発光素子は、赤色発光が得られるマイクロキャビティ構造を有し、第4の発光素子から得られる白色発光は、600nm以上620nm以下の範囲にスペクトルのピークを有することを特徴とする発光素子である。

20

【0016】

また、本発明の別の一態様は、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、いずれも反射電極と、半透過・半反射電極とからなる一对の電極間に共通である第1のEL層および第2のEL層を有し、第1のEL層および第2のEL層は、電荷発生層を介して積層され、第1のEL層は、第2のEL層よりも反射電極側に形成され、かつ蛍光を発する物質を含み、第2のEL層は、燐光を発する物質を含み、半透過・半反射電極から第2のEL層の界面までの光学距離は、 $\lambda/4$ 未満であり、第1の発光素子は、青色発光を呈し、第2の発光素子は、緑色発光を呈し、第3の発光素子は、赤色発光を呈し、第4の発光素子から得られる白色発光は、450nm以上470nm以下の範囲にスペクトルのピークを有することを特徴とする発光素子である。

30

【0017】

また、本発明の別の一態様は、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、いずれも反射電極と、半透過・半反射電極とからなる一对の電極間に共通である第1のEL層および第2のEL層を有し、第1のEL層および第2のEL層は、電荷発生層を介して積層され、第1のEL層は、第2のEL層よりも反射電極側に形成され、かつ蛍光を発する物質を含み、第2のEL層は、燐光を発する物質を含み、半透過・半反射電極から第2のEL層の界面までの光学距離は、 $\lambda/4$ 未満であり、第1の発光素子は、青色発光を呈し、第2の発光素子は、緑色発光を呈し、第3の発光素子は、赤色発光を呈し、第4の発光素子から得られる白色発光は、525nm以上555nm以下の範囲にスペクトルのピークを有することを特徴とする発光素子である。

40

【0018】

また、本発明の別の一態様は、第1の発光素子、第2の発光素子、第3の発光素子、およ

50

び第4の発光素子は、いずれも反射電極と、半透過・半反射電極とからなる一对の電極間に共通である第1のEL層および第2のEL層を有し、第1のEL層および第2のEL層は、電荷発生層を介して積層され、第1のEL層は、第2のEL層よりも反射電極側に形成され、かつ蛍光を発する物質を含み、第2のEL層は、燐光を発する物質を含み、半透過・半反射電極から第2のEL層の界面までの光学距離は、 $\lambda/4$ 未満であり、第1の発光素子は、青色発光を呈し、第2の発光素子は、緑色発光を呈し、第3の発光素子は、赤色発光を呈し、第4の発光素子から得られる白色発光は、600nm以上620nm以下の範囲にスペクトルのピークを有することを特徴とする発光素子である。

【0019】

また、本発明の別の一態様は、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、いずれも反射電極と、半透過・半反射電極とからなる一对の電極間に共通である第1のEL層および第2のEL層を有し、第1のEL層および第2のEL層は、電荷発生層を介して積層され、第1のEL層は、第1の発光層を有し、第2のEL層は、積層された第2の発光層および第3の発光層を有し、半透過・半反射電極から第2の発光層および第3の発光層の界面までの光学距離は、 $\lambda/4$ 未満であり、第1の発光素子は、450nm以上470nm以下の範囲にスペクトルのピークを有する発光を呈し、第2の発光素子は、520nm以上555nm以下の範囲にスペクトルのピークを有する発光を呈し、第3の発光素子は、600nm以上620nm以下の範囲にスペクトルのピークを有する発光を呈し、第4の発光素子から得られる白色発光は、525nm以上555nm以下の範囲にスペクトルのピークを有し、かつ第4の発光素子から得られる発光のスペクトルのピークは、第2の発光素子から得られるスペクトルのピークよりも長波長であることを特徴とする発光素子である。

【0020】

また、本発明の別の一態様は、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、いずれも反射電極と、半透過・半反射電極とからなる一对の電極間に共通である第1のEL層および第2のEL層を有し、第1のEL層および第2のEL層は、電荷発生層を介して積層され、第1のEL層は、第1の発光層を有し、第2のEL層は、積層された第2の発光層および第3の発光層を有し、半透過・半反射電極から第2の発光層および第3の発光層の界面までの光学距離は、 $\lambda/4$ 未満であり、第1の発光素子は、450nm以上470nm以下の範囲にスペクトルのピークを有する発光を呈し、第2の発光素子は、520nm以上555nm以下の範囲にスペクトルのピークを有する発光を呈し、第3の発光素子は、600nm以上620nm以下の範囲にスペクトルのピークを有する発光を呈し、第4の発光素子から得られる白色発光は、複数のスペクトルのピークを有し、複数のスペクトルのピークのうち525nm以上555nm以下の範囲にあるピークは、第2の発光素子から得られる発光のスペクトルのピークよりも長波長であることを特徴とする発光素子である。

【0021】

また、本発明の別の一態様は、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、いずれも反射電極と、半透過・半反射電極とからなる一对の電極間に共通である第1のEL層および第2のEL層を有し、第1のEL層および第2のEL層は、電荷発生層を介して積層され、第1のEL層は、第1の発光層を有し、第2のEL層は、積層された第2の発光層および第3の発光層を有し、半透過・半反射電極から第2の発光層および第3の発光層の界面までの光学距離は、 $\lambda/4$ 未満であり、第1の発光素子は、450nm以上470nm以下の範囲にスペクトルのピークを有する青色発光を呈し、第2の発光素子は、520nm以上555nm以下の範囲にスペクトルのピークを有する緑色発光を呈し、第3の発光素子は、600nm以上620nm以下の範囲にスペクトルのピークを有する赤色発光を呈し、第4の発光素子から得られる白色発光は、600nm以上620nm以下の範囲にスペクトルのピークを有し、かつ第4の発光素子から得られる発光のスペクトルのピークは、第3の発光素子から得られるスペクトルのピークよりも短波長であることを特徴とする発光素子である。

10

20

30

40

50

## 【0022】

また、本発明の別の態様は、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、いずれも反射電極と、半透過・半反射電極とからなる一对の電極間に共通である第1のEL層および第2のEL層を有し、第1のEL層および第2のEL層は、電荷発生層を介して積層され、第1のEL層は、第1の発光層を有し、第2のEL層は、積層された第2の発光層および第3の発光層を有し、半透過・半反射電極から第2の発光層および第3の発光層の界面までの光学距離は、 $\lambda/4$ 未満であり、第1の発光素子は、450nm以上470nm以下の範囲にスペクトルのピークを有する青色発光を呈し、第2の発光素子は、520nm以上555nm以下の範囲にスペクトルのピークを有する緑色発光を呈し、第3の発光素子は、600nm以上620nm以下の範囲にスペクトルのピークを有する赤色発光を呈し、第4の発光素子から得られる白色発光は、複数のスペクトルのピークを有し、複数のスペクトルのピークのうち600nm以上620nm以下の範囲にあるスペクトルのピークは、第3の発光素子から得られる発光のスペクトルのピークよりも短波長であることを特徴とする発光素子である。

10

## 【0023】

また、本発明の一態様は、上記各構成に示した発光素子を有する発光装置、またこの発光装置を有する電子機器および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、発光デバイス、もしくは光源（照明装置含む）を指す。また、発光装置にコネクタ、例えばFPC（Flexible printed circuit）もしくは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は、発光装置を含む場合がある。

20

## 【発明の効果】

## 【0024】

本発明の一態様により、単色光としてはマイクロキャピティ効果による色純度の高い光を示しつつ、これらの光を複数組み合わせる際には、ブロードなスペクトルを示す白色発光が得られる発光効率の高い発光素子を提供することができる。また、本発明の一態様では、上記発光素子を適用した低消費電力化が実現できる発光装置を提供することができる。さらに、本発明の一態様は、消費電力化が実現できる電子機器および照明装置を提供することができる。または、本発明の一態様により、新規な発光素子、新規な発光装置、または、新規な照明装置などを提供することができる。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。

30

## 【図面の簡単な説明】

## 【0025】

【図1】発光素子の構造について説明する図。

【図2】発光装置の画素部の構成について説明する図。

40

【図3】発光装置について説明する図。

【図4】電子機器について説明する図。

【図5】照明装置について説明する図。

【図6】実施例1に示す発光素子の構造について説明する図。

【図7】発光素子1、発光素子2、発光素子3および発光素子4の輝度 - 電流効率特性を示す図。

【図8】発光素子1、発光素子2、発光素子3および発光素子4の色度特性を示す図。

【図9】発光素子1、発光素子2、発光素子3および発光素子4の発光スペクトルを示す図。

【図10】トップロール構造のRGBWフレキシブルディスプレイの外観写真。

50

【図 1 1】発光装置の画素部の構成について説明する図。

【発明を実施するための形態】

【0026】

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。

【0027】

(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素子について説明する。

10

【0028】

本発明の一態様である発光素子は、一对の電極間に発光層を含む E L 層を複数挟んで形成されており、複数の E L 層は電荷発生層を挟んで積層された構造(タンデム構造)を有する。以下、本発明の一態様である発光素子の素子構造として、E L 層を 2 層有するタンデム構造の発光素子について、図 1 により説明する。

【0029】

図 1 に示す発光素子は、一对の電極(第 1 の電極 101、第 2 の電極 102)間に発光層を含む 2 つの E L 層(103a、103b)が挟まれており、各 E L 層(103a、103b)は、陽極 101 側から正孔(ホール)注入層(104a、104b)、正孔(ホール)輸送層(105a、105b)、発光層(106a、106b)、電子輸送層(107a、107b)、電子注入層(108a、108b)等が順次積層された構造を有する。また、E L 層 103a と E L 層 103b との間には、電荷発生層 109 を有する。

20

【0030】

発光層(106a、106b)は、それぞれ発光性物質や複数の物質を適宜組み合わせ含んでおり、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にすることができる。また、発光層 106b に示すように異なる発光物質を含む発光層(106(b1)、106(b2))が積層された積層構造とすることもできる。

【0031】

また、電荷発生層 109 は、第 1 の電極 101 と第 2 の電極 102 に電圧を印加したときに、一方の E L 層(103a または 103b)に電子を注入し、他方の E L 層(103b または 103a)に正孔を注入する機能を有する。従って、図 1 において、第 1 の電極 101 に第 2 の電極 102 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 109 から E L 層 103a に電子が注入され、E L 層 103b に正孔が注入されることとなる。

30

【0032】

なお、電荷発生層 109 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 109 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 109 は、第 1 の電極 101 や第 2 の電極 102 よりも低い導電率であっても機能する。

【0033】

また、図 1 に示す発光素子において、各 E L 層(103a、103b)に含まれる各発光層(106(b1)、106(b2))から全方向に射出される発光は、微小光共振器(マイクロキャビティ)としての機能を有する第 1 の電極(反射電極)101 と、第 2 の電極(半透過・半反射電極)とによって共振させることができる。そして、いずれ第 2 の電極 102 側から射出される。なお、第 1 の電極 101 は、反射電極であるが、反射性を有する導電性材料と透明導電膜との積層構造を有し、透明導電膜の膜厚を制御することにより光学調整を行っている。また、場合によっては、E L 層 103a に含まれる正孔(ホール)注入層 104a の膜厚制御で光学調整を行うこともできる。

40

【0034】

このように、第 1 の電極 101 や正孔(ホール)注入層 104a の膜厚を制御して光学調

50



整を行うことで、各発光層（106a、106b（106（b1）、106（b2）））から得られる複数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。

#### 【0035】

また、図1に示す発光素子において、半透過・半反射電極として機能する第2の電極102から最も近いEL層103bにおける発光領域と、第2の電極102との光学距離が、発光領域で発光する光の波長に対して  $\lambda/4$  未満となるように形成される。なお、ここでいう発光領域とは、正孔（ホール）と電子との再結合領域を示すが、発光層におけるキャリアバランスによりその位置が異なることを考慮する必要がある。また、発光層106bのように異なる発光物質を含み、異なる発光を呈する発光層106（b1）および発光層103（b2）を有している場合には、その発光領域は、その積層界面にあるとする。但し、ここでの界面には、界面近傍（例えば、界面から数nmの範囲）も含むこととする。このように、第2の電極102から最も近いEL層103bにおける発光領域と、第2の電極102との光学距離が  $\lambda/4$  未満となるように形成することで、図1に示す発光素子の各発光層（106a、106b（106（b1）、106（b2）））から得られる複数の単色光を合わせた発光から標準白色光を得ることができる。なお、各発光層（106a、106b（106（b1）、106（b2）））から得られる発光色としては、青色（例えば、400nmと480nmとの間、より好ましくは450nmと470nmとの間、に発光スペクトルのピークを有する）、緑色（例えば、500nmと560nmとの間、より好ましくは520nmと555nmとの間、に発光スペクトルのピークを有する）、赤色（例えば、580nmと680nmとの間、より好ましくは600nmと620nmとの間、に発光スペクトルのピークを有する）、橙色（例えば、580nmと610nmとの間、より好ましくは600nmと610nmとの間、に発光スペクトルのピークを有する）、黄色（例えば、555nmと590nmとの間、より好ましくは570nmと580nmとの間、に発光スペクトルのピークを有する）などが挙げられる。また、各発光層（106a、106b（106（b1）、106（b2）））のそれぞれから得られる発光色の具体的な組み合わせを「106a\106b（106（b1）、106（b2））」で表すと、例えば「青色\緑色・赤色・緑色」、「青色\緑色・赤色・黄色」、「青色\緑色・赤色」、「青色\黄色」、「緑色\青色・赤色・黄色」、「緑色\青色・赤色・黄色」、「緑色\青色・赤色」、「緑色\黄色」、「赤色\青色・赤色・緑色」、「赤色\緑色・青色・黄色」、「赤色\青色・緑色」、「赤色\青色・緑色・黄色」などが挙げられる。なお、発光層（I）106aと発光層（II）106bとの積層関係が逆になる場合、同様の組み合わせとしてもよい。また、106bの構成について、ここでは106（b1）、106（b2）としているが、単層であっても、二層以上の積層であってもよい。

#### 【0036】

次に、上記の発光素子を作製する上での具体例について説明する。

#### 【0037】

第1の電極101は、反射電極であることから反射性を有する導電性材料により形成され、その膜に対する可視光の反射率が40%以上100%以下、好ましくは70%以上100%以下であり、かつその抵抗率が  $1 \times 10^{-2}$  cm以下の膜であるとする。また、半透過・半反射電極302は、反射性を有する導電性材料と光透過性を有する導電性材料とにより形成され、その膜に対する可視光の反射率が20%以上80%以下、好ましくは40%以上70%以下であり、かつその抵抗率が  $1 \times 10^{-2}$  cm以下の膜であるとする。

#### 【0038】

また、各発光層（106（b1）、106（b2））からの光のうち、所望の光を共振させ、その波長を強めることができるように、所望の光の波長毎に第1の電極101と第2の電極102との光学距離を調整する。具体的には、第1の電極101の一部に用いる透明導電膜の膜厚を変え、所望の光の波長  $\lambda$  に対して、電極間距離が  $m \cdot \lambda/2$ （ただし、 $m$

10

20

30

40

50

は自然数)となるように調整する。

【0039】

さらに、各発光層(106(b1)、106(b2))からの光のうち、所望の光を増幅させるために、第1の電極101と、所望の光を射出する発光層との光学距離を調整する。具体的には、第1の電極101の一部に用いる透明導電膜、もしくは正孔(ホール)注入層104aを形成する有機膜の膜厚を変え、所望の光の波長 に対して、光学距離が(2m'+1)/4(ただし、m'は自然数)となるように調節する。

【0040】

なお、上記の場合、第1の電極101と第2の電極102との光学距離は、厳密には第1の電極101における反射領域から第2の電極102における反射領域までの総厚ということができる。しかし、第1の電極101や第2の電極102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101と第2の電極102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101と、所望の光を射出する発光層との光学距離は、厳密には第1の電極101における反射領域と、所望の光を射出する発光層における発光領域との光学距離であるということができる。しかし、第1の電極101における反射領域や、所望の光を射出す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101の任意の位置を反射領域、所望の光を射出す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。

【0041】

なお、上記の条件を満たす第1の電極101および第2の電極102を形成する材料としては、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、酸化インジウム-酸化スズ(Indium Tin Oxide)、珪素若しくは酸化珪素を含有した酸化インジウム-酸化スズ、酸化インジウム-酸化亜鉛(Indium Zinc Oxide)、酸化タングステン及び酸化亜鉛を含有した酸化インジウム、金(Au)、白金(Pt)、ニッケル(Ni)、タングステン(W)、クロム(Cr)、モリブデン(Mo)、鉄(Fe)、コバルト(Co)、銅(Cu)、パラジウム(Pd)、チタン(Ti)の他、元素周期表の第1族または第2族に属する元素、すなわちリチウム(Li)やセシウム(Cs)等のアルカリ金属、およびカルシウム(Ca)、ストロンチウム(Sr)等のアルカリ土類金属、マグネシウム(Mg)、およびこれらを含む合金(MgAg, AlLi)、ユウロピウム(Eu)、イッテルビウム(Yb)等の希土類金属およびこれらを含む合金、その他グラフェン等を用いることができる。なお、第1の電極101および第2の電極102は、例えばスパッタリング法や蒸着法(真空蒸着法を含む)等により形成することができる。

【0042】

正孔注入層(104a、104b)は、正孔輸送性の高い正孔輸送層(105a、105b)を介して発光層(106a、106b)に正孔を注入する層であり、正孔輸送性材料とアクセプター性物質を含む層である。正孔輸送性材料とアクセプター性物質を含むことで、アクセプター性物質により正孔輸送性材料から電子が引き抜かれて正孔(ホール)が発生し、正孔輸送層(105a、105b)を介して発光層(106a、106b)に正孔が注入される。なお、正孔輸送層(105a、105b)は、正孔輸送性材料を用いて形成される。

【0043】

正孔注入層(104a、104b)および正孔輸送層(105a、105b)に用いる正孔輸送性材料としては、例えば、4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ピフェニル(略称:NPBまたは-NPD)やN,N'-ビス(3-メチルフェニル)-N,N'-ジフェニル-[1,1'-ピフェニル]-4,4'-ジアミン(略称:TPD)、4,4',4''-トリス(カルバゾール-9-イル)トリフェニルアミン(略称:CTTA)、4,4',4''-トリス(N,N'-ジフェニルアミノ)トリフェニルアミン(略称:TDATA)、4,4',4''-トリス[N-(3-メチルフェ

10

20

30

40

50

ニル) - N - フェニルアミノ]トリフェニルアミン(略称:MTDATA)、4,4'-ビス[N-(スピロ-9,9'-ピフルオレン-2-イル)-N-フェニルアミノ]ピフェニル(略称:BSPB)などの芳香族アミン化合物、3-[N-(9-フェニルカルバゾール-3-イル)-N-フェニルアミノ]-9-フェニルカルバゾール(略称:PCzPCA1)、3,6-ビス[N-(9-フェニルカルバゾール-3-イル)-N-フェニルアミノ]-9-フェニルカルバゾール(略称:PCzPCA2)、3-[N-(1-ナフチル)-N-(9-フェニルカルバゾール-3-イル)アミノ]-9-フェニルカルバゾール(略称:PCzPCN1)等が挙げられる。その他、4,4'-ジ(N-カルバゾリル)ピフェニル(略称:CBP)、1,3,5-トリス[4-(N-カルバゾリル)フェニル]ベンゼン(略称:TCPB)、9-[4-(10-フェニル-9-アントラセニル)フェニル]-9H-カルバゾール(略称:CzPA)等のカルバゾール誘導体、等を用いることができる。ここに述べた物質は、主に $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する物質である。但し、電子よりも正孔の輸送性の高い物質であれば、これら以外のものを用いてもよい。

10

## 【0044】

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

20

## 【0045】

また、正孔注入層(105a、105b)に用いるアクセプター性物質としては、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挙げることができる。具体的には、酸化モリブデンが特に好ましい。

## 【0046】

発光層(106a、106b(106(b1)、106(b2)))は、発光性物質を含む層である。なお、発光層(106a、106b(106(b1)、106(b2)))には、発光性物質に加えて、電子輸送性材料、正孔輸送性材料の一方または両方を含んで構成される。

30

## 【0047】

なお、発光層(106a、106b(106(b1)、106(b2)))において、発光性物質として用いることが可能な材料には、特に限定は無く、一重項励起エネルギーを発光に変える発光性材料、または三重項励起エネルギーを発光に変える発光性材料を用いることができる。なお、上記発光性物質としては、例えば、以下のようなものが挙げられる。

## 【0048】

一重項励起エネルギーを発光に変える発光性物質としては、蛍光を発する物質が挙げられ、例えば、N,N'-ビス[4-(9H-カルバゾール-9-イル)フェニル]-N,N'-ジフェニルスチルベン-4,4'-ジアミン(略称:YGAS)、4-(9H-カルバゾール-9-イル)-4'-(10-フェニル-9-アントリル)トリフェニルアミン(略称:YGAPA)、4-(9H-カルバゾール-9-イル)-4'-(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)、ペリレン、2,5,8,11-テトラ-tert-ブチルペリレン(略称:TBP)、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:PCBAPA)、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

40

50

- 2 - アントリル)フェニル] - 9 H - カルバゾール - 3 - アミン (略称: 2 P C A P P A)、N - [ 4 - ( 9 , 1 0 - ジフェニル - 2 - アントリル)フェニル] - N , N ' , N ' - トリフェニル - 1 , 4 - フェニレンジアミン (略称: 2 D P A P P A)、N , N , N ' , N ' , N ' ' , N ' ' , N ' ' ' , N ' ' ' - オクタフェニルジベンゾ [ g , p ] クリセン - 2 , 7 , 1 0 , 1 5 - テトラアミン (略称: D B C 1)、クマリン 3 0、N - ( 9 , 1 0 - ジフェニル - 2 - アントリル) - N , 9 - ジフェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - アミン (略称: 2 P C A P A)、N - [ 9 , 1 0 - ビス ( 1 , 1 ' - ビフェニル - 2 - イル) - 2 - アントリル] - N , 9 - ジフェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - アミン (略称: 2 P C A B P h A)、N - ( 9 , 1 0 - ジフェニル - 2 - アントリル) - N , N ' , N ' - トリフェニル - 1 , 4 - フェニレンジアミン (略称: 2 D P A P A)、N - [ 9 , 1 0 - ビス ( 1 , 1 ' - ビフェニル - 2 - イル) - 2 - アントリル] - N , N ' , N ' - トリフェニル - 1 , 4 - フェニレンジアミン (略称: 2 D P A B P h A)、9 , 1 0 - ビス ( 1 , 1 ' - ビフェニル - 2 - イル) - N - [ 4 - ( 9 H - カルバゾール - 9 - イル)フェニル] - N - フェニルアントラセン - 2 - アミン (略称: 2 Y G A B P h A)、N , N , 9 - トリフェニルアントラセン - 9 - アミン (略称: D P h A P h A)、クマリン 5 4 5 T、N , N ' - ジフェニルキナクリドン、(略称: D P Q d)、ルブレン、5 , 1 2 - ビス ( 1 , 1 ' - ビフェニル - 4 - イル) - 6 , 1 1 - ジフェニルテトラセン (略称: B P T)、2 - ( 2 - { 2 - [ 4 - (ジメチルアミノ)フェニル]エテニル} - 6 - メチル - 4 H - ピラン - 4 - イリデン)プロパンジニトリル (略称: D C M 1)、2 - { 2 - メチル - 6 - [ 2 - ( 2 , 3 , 6 , 7 - テトラヒドロ - 1 H , 5 H - ベンゾ [ i j ] キノリジン - 9 - イル)エテニル] - 4 H - ピラン - 4 - イリデン}プロパンジニトリル (略称: D C M 2)、N , N , N ' , N ' - テトラキス ( 4 - メチルフェニル)テトラセン - 5 , 1 1 - ジアミン (略称: p - m P h T D)、7 , 1 4 - ジフェニル - N , N , N ' , N ' - テトラキス ( 4 - メチルフェニル)アセナフト [ 1 , 2 - a ]フルオランテン - 3 , 1 0 - ジアミン (略称: p - m P h A F D)、2 - { 2 - イソプロピル - 6 - [ 2 - ( 1 , 1 , 7 , 7 - テトラメチル - 2 , 3 , 6 , 7 - テトラヒドロ - 1 H , 5 H - ベンゾ [ i j ] キノリジン - 9 - イル)エテニル] - 4 H - ピラン - 4 - イリデン}プロパンジニトリル (略称: D C J T I)、2 - { 2 - tert - プチル - 6 - [ 2 - ( 1 , 1 , 7 , 7 - テトラメチル - 2 , 3 , 6 , 7 - テトラヒドロ - 1 H , 5 H - ベンゾ [ i j ] キノリジン - 9 - イル)エテニル] - 4 H - ピラン - 4 - イリデン}プロパンジニトリル (略称: D C J T B)、2 - ( 2 , 6 - ビス { 2 - [ 4 - (ジメチルアミノ)フェニル]エテニル} - 4 H - ピラン - 4 - イリデン)プロパンジニトリル (略称: B i s D C M)、2 - { 2 , 6 - ビス [ 2 - ( 8 - メトキシ - 1 , 1 , 7 , 7 - テトラメチル - 2 , 3 , 6 , 7 - テトラヒドロ - 1 H , 5 H - ベンゾ [ i j ] キノリジン - 9 - イル)エテニル] - 4 H - ピラン - 4 - イリデン}プロパンジニトリル (略称: B i s D C J T M)などが挙げられる。

#### 【 0 0 4 9 】

また、三重項励起エネルギーを発光に変える発光性物質としては、例えば、燐光を発する物質や熱活性化遅延蛍光を示す熱活性化遅延蛍光 ( T A D F ) 材料が挙げられる。なお、T A D F 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。

#### 【 0 0 5 0 】

燐光を発する物質としては、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 ( I I I )ピコリナート (略称: I r ( C F <sub>3</sub> p p y ) <sub>2</sub> ( p i c ) )、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 ( I I I )アセチルアセトナート (略称: F I r a c a c )、トリス ( 2 - フェニルピリジナト)イリジウム ( I I I ) (略称: I r ( p p y ) <sub>3</sub>)、ビス ( 2 - フェニルピリジナト)イリジウム ( I I I )アセチルアセトナート (略称: I r ( p p y ) <sub>2</sub> ( a c a c ) )、トリス (アセチルアセトナト) (モノフェナントロリン)テ

10

20

30

40

50

ルビウム (III) (略称:  $Tb(acac)_3(Phen)$ )、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:  $Ir(bzq)_2(acac)$ )、ビス(2,4-ジフェニル-1,3-オキサゾラト-N,  $C^{2'}$ )イリジウム (III) アセチルアセトナート (略称:  $Ir(dpo)_2(acac)$ )、ビス{2-[4'-(パーフルオロフェニル)フェニル]ピリジナト-N,  $C^{2'}$ }イリジウム (III) アセチルアセトナート (略称:  $Ir(p-PF-ph)_2(acac)$ )、ビス(2-フェニルベンゾチアゾラト-N,  $C^{2'}$ )イリジウム (III) アセチルアセトナート (略称:  $Ir(bt)_2(acac)$ )、ビス[2-(2'-ベンゾ[4,5-]チエニル)ピリジナト-N,  $C^{3'}$ ]イリジウム (III) アセチルアセトナート (略称:  $Ir(btp)_2(acac)$ )、ビス(1-フェニルイソキノリナト-N,  $C^{2'}$ )イリジウム (III) アセチルアセトナート (略称:  $Ir(pi q)_2(acac)$ )、(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 (III) (略称:  $Ir(Fdpq)_2(acac)$ )、(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:  $[Ir(mppr-Me)_2(acac)]$ )、(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:  $[Ir(mppr-iPr)_2(acac)]$ )、(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:  $Ir(tppr)_2(acac)$ )、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:  $[Ir(tppr)_2(dpm)]$ )、(アセチルアセトナト)ビス(6-tert-ブチル-4-フェニルピリミジナト)イリジウム (III) (略称:  $[Ir(tBuppm)_2(acac)]$ )、(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:  $[Ir(dppm)_2(acac)]$ )、2,3,7,8,12,13,17,18-オクタエチル-21H,23H-ポルフィリン白金 (II) (略称:  $PtOEP$ )、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 (III) (略称:  $Eu(DBM)_3(Phen)$ )、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 (III) (略称:  $Eu(TTA)_3(Phen)$ )などが挙げられる。

10

20

## 【0051】

TADF材料としては、例えば、フラレンやその誘導体、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。該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 ( $SnF_2(Proto IX)$ )、メソポルフィリン-フッ化スズ錯体 ( $SnF_2(Meso IX)$ )、ヘマトポルフィリン-フッ化スズ錯体 ( $SnF_2(Hemato IX)$ )、コプロポルフィリンテトラメチルエステル-フッ化スズ錯体 ( $SnF_2(Copro III-4Me)$ )、オクタエチルポルフィリン-フッ化スズ錯体 ( $SnF_2(OEP)$ )、エチオポルフィリン-フッ化スズ錯体 ( $SnF_2(Etio I)$ )、オクタエチルポルフィリン-塩化白金錯体 ( $PtCl_2OEP$ )等が挙げられる。さらに、2-ビフェニル-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)等の電子過剰型複素芳香環及び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もできる。なお、電子過剰型複素芳香環と電子不足型複素芳香環とが直接結合した物質は、電子過剰型複素芳香環のドナー性と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、S1とT1のエネルギー差が小さくなるため、特に好ましい。

30

40

## 【0052】

発光層(106a、106b(106(b1)、106(b2)))に用いる電子輸送性材料としては、含窒素複素芳香族化合物のような電子不足型複素芳香族化合物が好まし

50

く、例えば、2 - [ 3 - (ジベンゾチオフェン - 4 - イル) フェニル ] ジベンゾ [ f , h ] キノキサリン (略称: 2 m D B T P D B q - I I )、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 m D B T B P D B q - I I )、2 - [ 4 - ( 3 , 6 - ジフェニル - 9 H - 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 C z P D B q - I I I )、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 m D B T P D B q - I I )、及び、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 m D B T P D B q - I I ) 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が挙げられる。

【 0 0 5 3 】

また、発光層 ( 1 0 6 a、1 0 6 b ( 1 0 6 ( b 1 )、1 0 6 ( b 2 ) ) ) に用いる正孔輸送性材料としては、電子過剰型複素芳香族化合物 (例えばカルバゾール誘導体やインドール誘導体) や芳香族アミン化合物が好ましく、例えば、4 - フェニル - 4 ' - ( 9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) トリフェニルアミン (略称: P C B A 1 B P )、4 , 4 ' - ジ ( 1 - ナフチル ) - 4 ' ' - ( 9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) トリフェニルアミン (略称: P C B N B B )、3 - [ N - ( 1 - ナフチル ) - N - ( 9 - フェニルカルバゾール - 3 - イル) アミノ ] - 9 - フェニルカルバゾール (略称: P C z P C N 1 )、4 , 4 ' , 4 ' ' - トリス [ N - ( 1 - ナフチル ) - N - フェニルアミノ ] トリフェニルアミン (略称: 1 ' - T N A T A )、2 , 7 - ビス [ N - ( 4 - ジフェニルアミノフェニル ) - N - フェニルアミノ ] - スピロ - 9 , 9 ' - ビフルオレン (略称: D P A 2 S F )、N , N ' - ビス ( 9 - フェニルカルバゾール - 3 - イル ) - N , N ' - ジフェニルベンゼン - 1 , 3 - ジアミン (略称: P C A 2 B )、N - ( 9 , 9 - ジメチル - 2 - ジフェニルアミノ - 9 H - フルオレン - 7 - イル) ジフェニルアミン (略称: D P N F )、N , N ' , N ' ' - トリフェニル - N , N ' , N ' ' - トリス ( 9 - フェニルカルバゾール - 3 - イル) ベンゼン - 1 , 3 , 5 - トリアミン (略称: P C A 3 B )、2 - [ N - ( 9 - フェニルカルバゾール - 3 - イル ) - N - フェニルアミノ ] スピロ - 9 , 9 ' - ビフルオレン (略称: P C A S F )、2 - [ N - ( 4 - ジフェニルアミノフェニル ) - N - フェニルアミノ ] スピロ - 9 , 9 ' - ビフルオレン (略称: D P A S F )、N , N ' - ビス [ 4 - ( カルバゾール - 9 - イル) フェニル ] - N , N ' - ジフェニル - 9 , 9 - ジメチルフルオレン - 2 , 7 - ジアミン (略称: Y G A 2 F )、4 , 4 ' - ビス [ N - ( 3 - メチルフェニル ) - N - フェニルアミノ ] ビフェニル (略称: T P D )、4 , 4 ' - ビス [ N - ( 4 - ジフェニルアミノフェニル ) - N - フェニルアミノ ] ビフェニル (略称: D P A B )、N - ( 9 , 9 - ジメチル - 9 H - フルオレン - 2 - イル ) - N - { 9 , 9 - ジメチル - 2 - [ N ' - フェニル - N ' - ( 9 , 9 - ジメチル - 9 H - フルオレン - 2 - イル) アミノ ] - 9 H - フルオレン - 7 - イル } フェニルアミン (略称: D F L A D F L )、3 - [ N - ( 9 - フェニルカルバゾール - 3 - イル ) - N - フェニルアミノ ] - 9 - フェニルカルバゾール (略称: P C z P C A 1 )、3 - [ N - ( 4 - ジフェニルアミノフェニル ) - N - フェニルアミノ ] - 9 - フェニルカルバゾール (略称: P C z D P A 1 )、3 , 6 - ビス [ N - ( 4 - ジフェニルアミノフェニル ) - N - フェニルアミノ ] - 9 - フェニルカルバゾール (略称: P C z D P A 2 )、4 , 4 ' - ビス ( N - { 4 - [ N ' - ( 3 - メチルフェニル ) - N ' - フェニルアミノ ] フェニル } - N - フェニルアミノ ) ビフェニル (略称: D N T P D )、3 , 6 - ビス [ N - ( 4 - ジフェニルアミノフェニル ) - N - ( 1 - ナフチル) アミノ ] - 9 - フェニルカルバゾール (略称: P C z T P N 2 )、3 , 6 - ビス [ N - ( 9 - フェニルカルバゾール - 3 - イル ) - N - フェニルアミノ ] - 9 - フェニルカルバゾール (略称: P C z P C A 2 ) が挙げられる。

【 0 0 5 4 】

電子輸送層 ( 1 0 7 a、1 0 7 b ) は、電子輸送性の高い物質を含む層である。電子輸送層 ( 1 0 7 a、1 0 7 b ) には、A l q<sub>3</sub>、トリス ( 4 - メチル - 8 - キノリノラト ) アルミニウム (略称: A l m q<sub>3</sub>)、ビス ( 1 0 - ヒドロキシベンゾ [ h ] キノリノラト ) ベリリウム (略称: B e B q<sub>2</sub>)、B A l q、Z n ( B O X )<sub>2</sub>、ビス [ 2 - ( 2 - ヒドロ

10

20

30

40

50

キシフェニル)ベンゾチアゾラト]亜鉛(略称:  $Zn(BTZ)_2$ )などの金属錯体を用いることができる。また、2-(4-ピフェニル)-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-tert-ブチルフェニル)-4-フェニル-5-(4-ピフェニル)-1,2,4-トリアゾール(略称:TAZ)、3-(4-tert-ブチルフェニル)-4-(4-エチルフェニル)-5-(4-ピフェニル)-1,2,4-トリアゾール(略称:p-EtTAZ)、バソフェナントロリン(略称:Bphen)、バソキュプロイン(略称: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:BzOs)などの複素芳香族化合物も用いることができる。また、ポリ(2,5-ピリジンジイル)(略称: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:PF-Py)、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:PF-BPy)のような高分子化合物を用いることもできる。ここに述べた物質は、主に $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の電子移動度を有する物質である。なお、正孔よりも電子の輸送性の高い物質であれば、上記以外の物質を電子輸送層(107a、107b)として用いてもよい。

10

## 【0055】

また、電子輸送層(107a、107b)は、単層のものだけでなく、上記物質からなる層が2層以上積層したものとしてもよい。

20

## 【0056】

電子注入層(108a、108b)は、電子注入性の高い物質を含む層である。電子注入層(108a、108b)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( $\text{CaF}_2$ )、リチウム酸化物( $\text{LiO}_x$ )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( $\text{ErF}_3$ )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108にエレクトライドを用いてもよい。該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(107a、107b)を構成する物質を用いることもできる。

## 【0057】

また、電子注入層(108a、108b)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(107a、107b)を構成する物質(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、テトラチアフルバレン(略称:TF)等の有機化合物を用いることもできる。

30

40

## 【0058】

但し、本実施の形態に示す発光素子において、第2の電極102から最も近いEL層103bにおける発光領域と、第2の電極との光学距離が発光領域で発光する光の波長に対して $\lambda/4$ 未満となるように形成する必要があるため、上記、電子輸送層(107b)および電子注入層(108b)を合わせた膜厚を適宜調整して第2の電極102から最も近いEL層103bにおける発光領域と、第2の電極との光学距離が $\lambda/4$ 未満となるように形成する。

## 【0059】

50

また、電荷発生層109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よい。

【0060】

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において、正孔輸送性材料としては、例えば、NPBやTPD、TDATA、MTDATA、4,4'-ビス[N-(スピロ-9,9'-ビフルオレン-2-イル)-Nフェニルアミノ]ビフェニル（略称：BSPB）などの芳香族アミン化合物等を用いることができる。ここに述べた物質は、主に $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する物質である。但し、電子よりも正孔の輸送性の高い有機化合物であれば、上記以外の物質を用いても構わない。

10

【0061】

また、電子受容体としては、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、酸化タンゲステン、酸化マンガン、酸化レニウムは電子受容性が高いため好ましい。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。

【0062】

一方、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において、電子輸送性材料としては、例えば、Alq、Almq<sub>3</sub>、BeBq<sub>2</sub>、BALqなど、キノリン骨格またはベンゾキノリン骨格を有する金属錯体等を用いることができる。また、この他、Zn(BOX)<sub>2</sub>、Zn(BTZ)<sub>2</sub>などのオキサゾール系、チアゾール系配位子を有する金属錯体なども用いることができる。さらに、金属錯体以外にも、PBDやOXD-7、TAZ、Bphen、BCPなども用いることができる。ここに述べた物質は、主に $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の電子移動度を有する物質である。なお、正孔よりも電子の輸送性の高い有機化合物であれば、上記以外の物質を用いても構わない。

20

【0063】

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)、イッテルビウム(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。

30

【0064】

なお、上述した材料を用いて電荷発生層109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。

【0065】

なお、上述した正孔注入層(104a、104b)、正孔輸送層(105a、105b)、発光層(106a、106b(106(b1)、106(b2)))、電子輸送層(107a、107b)、電子注入層(108a、108b)、および電荷発生層109は、それぞれ、蒸着法（真空蒸着法を含む）、インクジェット法、塗布法等の方法で形成することができる。

40

【0066】

なお、本実施の形態では、EL層を2層有する発光素子について説明したが、3層以上のEL層を積層することも可能である。このようなタンデム型の発光素子は、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。

【0067】

本実施の形態で示した発光素子は、マイクロキャピティ構造を有しており、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ため塗り分け（例えば、

50



R G B ) 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などの理由からフルカラー化を実現する上で有利である。なお、着色層(カラーフィルタ)との組み合わせも可能である。また、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。この構成は、3色以上の画素を用いたカラーディスプレイ(画像表示装置)に適用する場合に、特に有用であるが、これらのバックライトやフロントライトの他、照明装置などの用途に用いても良い。

【0068】

また、上記発光素子を備えた発光装置の構成としては、パッシブマトリクス型の発光装置やアクティブマトリクス型の発光装置などを作製することができ、これらは、いずれも本発明の一態様に含まれるものとする。

【0069】

なお、アクティブマトリクス型の発光装置の場合において、トランジスタ(FET)の構造は、特に限定されない。例えば、スタガ型や逆スタガ型のFETを適宜用いることができる。また、FET基板に形成される駆動用回路についても、N型およびP型のFETからなるものでもよいし、N型のFETまたはP型のFETのいずれか一方のみからなるものであってもよい。さらに、FETに用いられる半導体膜の結晶性についても特に限定されない。例えば、非晶質半導体膜、結晶性半導体膜を用いることができる。また、半導体材料としては、I V族(ケイ素)、ガリウム等)半導体、化合物半導体(酸化物半導体を含む)の他、有機半導体等を用いることができる。

【0070】

また、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。基板の種類は、特定のものに限定されることはない。その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)、S O I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ある。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ある。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、以下のものがあげられる。例えば、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がある。または、一例としては、アクリル等の合成樹脂などがある。または、一例としては、ポリプロピレン、ポリエステル、ビニル、ポリフッ化ビニル、又は塩化ビニルなどがある。または、一例としては、ポリエステル、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、又は紙類などがある。

【0071】

なお、これらの基板上に発光素子と共にトランジスタが形成される場合には、特に、半導体基板、単結晶基板、又はS O I基板などを用いることによって、特性、サイズ、又は形状などのばらつきが少なく、電流能力が高く、サイズの小さいトランジスタを製造することができる。また、このようなトランジスタによって回路を構成すると、回路の低消費電力化、又は回路の高集積化を図ることができる。

【0072】

また、発光素子やトランジスタを形成する基板として、上述した可撓性基板を用いる場合には、可撓性基板上に発光素子やトランジスタを直接形成してもよいし、ベース基板上に剥離層を介して発光素子やトランジスタを一部または全部形成した後、ベース基板より分離し、他の基板に転載してもよい。このような剥離層を用いて別の基板に転載して作製する場合には、耐熱性の劣る基板や直接形成が難しい可撓性の基板上に発光素子やトランジスタを形成することができる。なお、上述の剥離層には、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構造の構成や、基板上にポリイミド等の有機樹脂膜が形成された構成等を用いることができる。さらに、転載する基板としては、上述した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

10

20

30

40

50

、ポリイミドフィルム基板、石材基板、木材基板、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ある。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。

【0073】

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る用いることができるものとする。

【0074】

（実施の形態2）

本実施の形態では、実施の形態1で説明した発光素子に着色層（カラーフィルタ等）を組み合わせる場合の発光装置の一態様について説明する。なお、本実施の形態では、発光装置の画素部の構成について図2を用いて説明する。

【0075】

図2では、基板201上に複数のFET202が形成されており、各FET202は、各発光素子（207R、207G、207B、207W）と電気的に接続されている。具体的には、各FET202が発光素子の画素電極である第1の電極203と電気的に接続されている。また、隣り合う第1の電極203の端部を埋めるべく隔壁204が設けられている。

【0076】

なお、本実施の形態における第1の電極203の構成は、実施の形態1で示したものと共通であり、反射電極としての機能を有する。また、第1の電極203上には、EL層205が形成されており、EL層205上には第2の電極210が形成されている。EL層205および第2の電極210の構成についても実施の形態1で説明したものと共通であり、EL層については複数の単色光を呈する複数の発光層を有する構成であり、第2の電極210については、半透過・半反射電極として機能する電極である。

【0077】

各発光素子（207R、207G、207B、207W）からは、それぞれ異なる発光が得られる。具体的には、発光素子207Rは、赤色発光が得られるように光学調整されており、206Rで示される領域において着色層208Rを通して矢印の方向に赤色の光が射出される。また、発光素子207Gは、緑色発光が得られるように光学調整されており、206Gで示される領域において着色層208Gを通して矢印の方向に緑色の光が射出される。また、発光素子207Bは、青色発光が得られるように光学調整されており、206Bで示される領域において着色層208Bを通して矢印の方向に青色の光が射出される。また、発光素子207Wは、白色発光が得られるように光学調整されており、206Wで示される領域において着色層を通らず矢印の方向に白色の光が射出される。

【0078】

なお、各着色層（208R、208G、208B）は、図2に示すように各発光素子（207R、207G、207B、207W）が設けられた基板201の上方に配置された透明な封止基板211に設けられている。なお、各着色層（208R、208G、208B）は、それぞれの発光色を呈する各発光素子（207R、207G、207B）と重なる位置にそれぞれ設けられている。

【0079】

また、隣り合う各着色層（208R、208G、208B）の端部を埋めるべく黒色層（ブラックマトリックス）209を設けられている。なお、各着色層（208R、208G、208B）と黒色層209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。

【0080】

以上に説明した構成では、封止基板211側に発光を取り出す構造（トップエミッション型）の発光装置となるが、FETが形成されている基板1001側に光を取り出す構造（

10

20

30

40

50

ボトムエミッション型)の発光装置としても良い。なお、本実施の形態で示したトップエミッション型の発光装置の場合には、基板201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、基板201として透光性の基板を用いる必要がある。

#### 【0081】

上記構成の他に、図11に示す構成としてもよい。図11の場合は、基板201上のFET202と電氣的に接続される発光素子(207R、207G、207B、207Y)の構成が図2の場合と一部異なる。また、実施の形態1で示したEL層に含まれる発光層の構成のうち、発光層106aからは青色、発光層106bからは黄色の発光が得られる構成とすればよい。

10

#### 【0082】

この場合、各発光素子(207R、207G、207B、207Y)からは、それぞれ異なる発光が得られる。具体的には、発光素子207Rは、赤色発光が得られるように光学調整されており、206Rで示される領域において着色層208Rを通過して矢印の方向に赤色の光が射出される。また、発光素子207Gは、緑色発光が得られるように光学調整されており、206Gで示される領域において着色層208Gを通過して矢印の方向に緑色の光が射出される。また、発光素子207Bは、青色発光が得られるように光学調整されており、206Bで示される領域において着色層208Bを通過して矢印の方向に青色の光が射出される。また、発光素子207Yは、黄色発光が得られるように光学調整されており、206Yで示される領域において着色層208Yを通過して矢印の方向に黄色の光が射出される。

20

#### 【0083】

なお、各着色層(208R、208G、208B、208Y)は、図11に示すように各発光素子(207R、207G、207B、207Y)が設けられた基板201の上方に配置された透明な封止基板211に設けられている。なお、各着色層(208R、208G、208B、208Y)は、それぞれの発光色を呈する各発光素子(207R、207G、207B、207Y)と重なる位置にそれぞれ設けられている。

#### 【0084】

以上のような構成とすることにより、複数の発光色(赤色、青色、緑色、黄色)を呈する発光素子が得られるとともに、これらの発光を合わせた発光効率の高い白色発光を呈する発光装置を得ることができる。

30

#### 【0085】

##### (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素子を有する発光装置の一例として、アクティブマトリクス型の発光装置について図3を用いて説明する。なお、本実施の形態に示す発光装置には、実施の形態1で説明した発光素子を適用することが可能である。

#### 【0086】

なお、図3(A)は発光装置を示す上面図であり、図3(B)は図3(A)を鎖線A-A'で切断した断面図である。本実施の形態に係るアクティブマトリクス型の発光装置は、素子基板301上に設けられた画素部302と、駆動回路部(ソース線駆動回路)303と、駆動回路部(ゲート線駆動回路)304(304a及び304b)と、を有する。画素部302、駆動回路部303、及び駆動回路部304は、シール材305によって、素子基板301と封止基板306との間に封止されている。

40

#### 【0087】

また、素子基板301上には、駆動回路部303、及び駆動回路部304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、又はリセット信号等)や電位を伝達する外部入力端子を接続するための引き回し配線307が設けられる。ここでは、外部入力端子としてFPC(フレキシブルプリントサーキット)308を設ける例を示している。なお、ここではFPCしか図示されていないが、このFPCにはプリント配線基板(PWB)が取り付けられていても良い。本明細書における発光装置には、発光装置本体

50

だけでなく、それにFPCもしくはPWBが取り付けられた状態をも含むものとする。

【0088】

次に、断面構造について図3(B)を用いて説明する。素子基板301上には駆動回路部及び画素部が形成されているが、ここでは、ソース線駆動回路である駆動回路部303と、画素部302が示されている。

【0089】

駆動回路部303はFET309とFET310とを組み合わせた構成について例示している。なお、駆動回路部303が有するFET309とFET310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、本実施の形態では、基板上に駆動回路を形成したドライバー一体型を示すが、必ずしもその必要はなく、基板上ではなく外部に駆動回路を形成することもできる。

10

【0090】

また、画素部302はスイッチング用FET311と、電流制御用FET312と電流制御用FET312の配線(ソース電極又はドレイン電極)に電氣的に接続された第1の電極(陽極)313とを含む複数の画素により形成される。また、本実施の形態においては、画素部302はスイッチング用FET311と、電流制御用FET312との2つのFETにより画素部302を構成する例について示したが、これに限定されない。例えば、3つ以上のFETと、容量素子とを組み合わせた画素部302としてもよい。

【0091】

FET309、310、311、312としては、例えば、スタガ型や逆スタガ型のトランジスタを適用することができる。FET309、310、311、312に用いることのできる半導体材料としては、例えば、IV族(シリコン、ガリウム等)半導体、化合物半導体、酸化物半導体、有機半導体材料を用いることができる。また、該半導体材料の結晶性については、特に限定されず、例えば、非晶質半導体膜、または結晶性半導体膜を用いることができる。特に、FET309、310、311、312としては、酸化物半導体を用いると好ましい。該酸化物半導体としては、例えば、In-Ga酸化物、In-M-Zn酸化物(Mは、Al、Ga、Y、Zr、La、Ce、またはNd)等が挙げられる。FET309、310、311、312として、例えば、エネルギーギャップが2eV以上、好ましくは2.5eV以上、さらに好ましくは3eV以上の酸化物半導体材料を用いることで、トランジスタのオフ電流を低減することができる。

20

30

【0092】

また、第1の電極313の端部を覆って絶縁物からなる隔壁314が形成されている。ここでは、隔壁314として、ポジ型の感光性アクリル樹脂を用いることにより形成する。また、本実施の形態においては、第1の電極313を陽極として用いる。

【0093】

また、隔壁314の上端部または下端部に曲率を有する曲面が形成されるようにするのが好ましい。絶縁物314の形状を上記のように形成することで、隔壁314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。例えば、隔壁314の材料として、ネガ型の感光性樹脂、或いはポジ型の感光性樹脂のいずれかを使用することができ、有機化合物に限らず無機化合物、例えば、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化シリコン等を使用することができる。

40

【0094】

第1の電極313上には、EL層315及び第2の電極316が積層形成されている。EL層315は、少なくとも発光層が設けられており、第1の電極313、EL層315及び第2の電極316からなる発光素子317は、実施の形態1で説明した構造を有する。EL層315の構成については、実施の形態1を参照すればよい。

【0095】

なお、第1の電極313、EL層315及び第2の電極316に用いる材料としては、実施の形態1に示す材料を用いることができる。また、ここでは図示しないが、第2の電極

50

(陰極) 316 は外部入力端子である FPC308 に電氣的に接続されている。

【0096】

また、図3(B)に示す断面図では発光素子317を1つのみ図示しているが、画素部302においては、実施の形態2で示したように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。すなわち、画素部302には、4種類(R、G、B、W)の発光が得られる発光素子をそれぞれ形成し、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、4種類(R、G、B、W)の発光が得られる発光素子の他に、例えば、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。

【0097】

さらに、シール材305で封止基板306を素子基板301と貼り合わせることにより、素子基板301、封止基板306、およびシール材305で囲まれた空間318に発光素子317が備えられた構造になっている。なお、空間318には、不活性気体(窒素やアルゴン等)が充填される場合の他、シール材305で充填される構成も含むものとする。

【0098】

なお、シール材305にはエポキシ系樹脂やガラスフリットを用いるのが好ましい。また、これらの材料はできるだけ水分や酸素を透過しない材料であることが望ましい。また、封止基板306に用いる材料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を用いる場合には、接着性の観点から素子基板301及び封止基板306はガラス基板であることが好ましい。

【0099】

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。なお、発光装置としては、実施の形態1に示す素子構造を有する発光素子を適用したパッシブマトリクス型の発光装置を作製することも可能である。

【0100】

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。

【0101】

(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素子を適用して作製された発光装置を用いて完成させた様々な電子機器の一例について、図4を用いて説明する。

【0102】

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4に示す。

【0103】

図4(A)は、テレビジョン装置の一例を示している。テレビジョン装置7100は、筐体7101に表示部7103が組み込まれている。表示部7103により、映像を表示することが可能であり、発光装置を表示部7103に用いることができる。また、ここでは、スタンド7105により筐体7101を支持した構成を示している。

【0104】

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。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 0 5 】

なお、テレビジョン装置 7 1 0 0 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。

## 【 0 1 0 6 】

図 4（B）はコンピュータであり、本体 7 2 0 1、筐体 7 2 0 2、表示部 7 2 0 3、キーボード 7 2 0 4、外部接続ポート 7 2 0 5、ポインティングデバイス 7 2 0 6 等を含む。なお、コンピュータは、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。

10

## 【 0 1 0 7 】

図 4（C）は、スマートウォッチであり、筐体 7 3 0 2、表示パネル 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。

## 【 0 1 0 8 】

ベゼル部分を兼ねる筐体 7 3 0 2 に搭載された表示パネル 7 3 0 4 は、非矩形形状の表示領域を有している。表示パネル 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。

## 【 0 1 0 9 】

なお、図 4（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。

20

## 【 0 1 1 0 】

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、に問い又は赤外線を測定する機能を含むもの）、マイクロフォン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パネル 7 3 0 4 に用いることにより作製することができる。

30

## 【 0 1 1 1 】

図 4（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、操作用ボタン 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 4（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。

## 【 0 1 1 2 】

図 4（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。

40

## 【 0 1 1 3 】

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。

## 【 0 1 1 4 】

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

50

しい。

【0115】

また、携帯電話機7400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7400の向き（縦か横か）を判断して、表示部7402の画面表示を自動的に切り替えるようにすることができる。

【0116】

また、画面モードの切り替えは、表示部7402を触れること、又は筐体7401のボタン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。

10

【0117】

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。

【0118】

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。

【0119】

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4（D'-1）や図4（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。

20

【0120】

なお、図4（D'-1）や図4（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。

【0121】

以上のようにして、本発明の一態様である発光素子を含む発光装置を適用して電子機器を得ることができる。なお、適用できる電子機器は、本実施の携帯に示したものに限らず、あらゆる分野の電子機器に適用することが可能である。

30

【0122】

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用いることができる。

【0123】

（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素子を含む発光装置を適用した照明装置の一例について、図5を用いて説明する。

40

【0124】

図5は、発光装置を室内の照明装置8001として用いた例である。なお、発光装置は大面積化も可能であるため、大面積の照明装置を形成することもできる。その他、曲面を有する筐体を用いることで、発光領域が曲面を有する照明装置8002を形成することもできる。本実施の形態で示す発光装置に含まれる発光素子は薄膜状であり、筐体のデザインの自由度が高い。したがって、様々な意匠を凝らした照明装置を形成することができる。さらに、室内の壁面に大型の照明装置8003を備えても良い。

【0125】

また、発光装置をテーブルの表面に用いることによりテーブルとしての機能を備えた照明装置8004とすることができる。なお、その他の家具の一部に発光装置を用いることに

50

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。

【0126】

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。

【0127】

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ることができる。

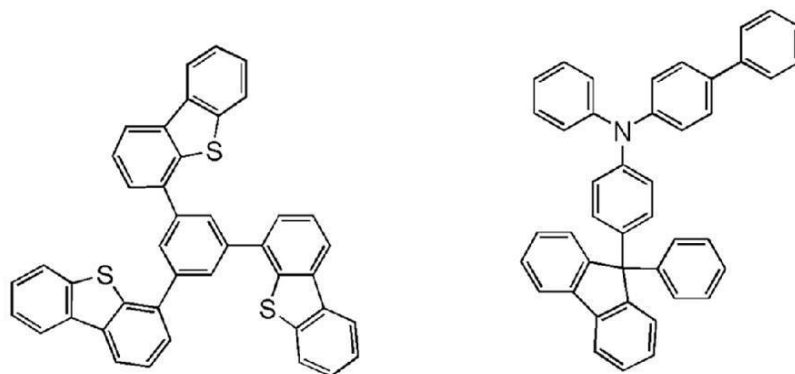
【実施例1】

【0128】

本実施例では、本発明の一態様である発光素子1~4を作製した。なお、素子構造の詳細について、図6を用いて説明する。また、本実施例で用いる材料の化学式を以下に示す。

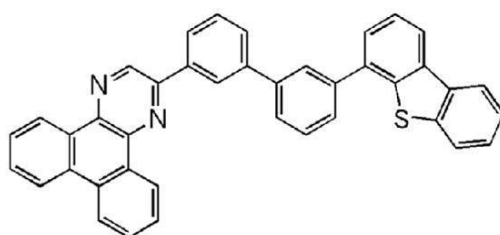
【0129】

【化1】

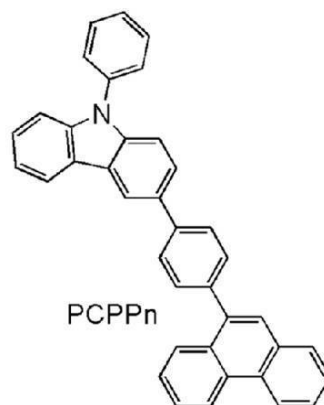


DBT3P-II

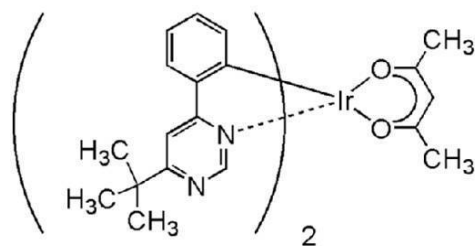
BPAFLP



2mDBTBPDBq-II



PCPPn



[Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac)]



BPhen

【0130】

10

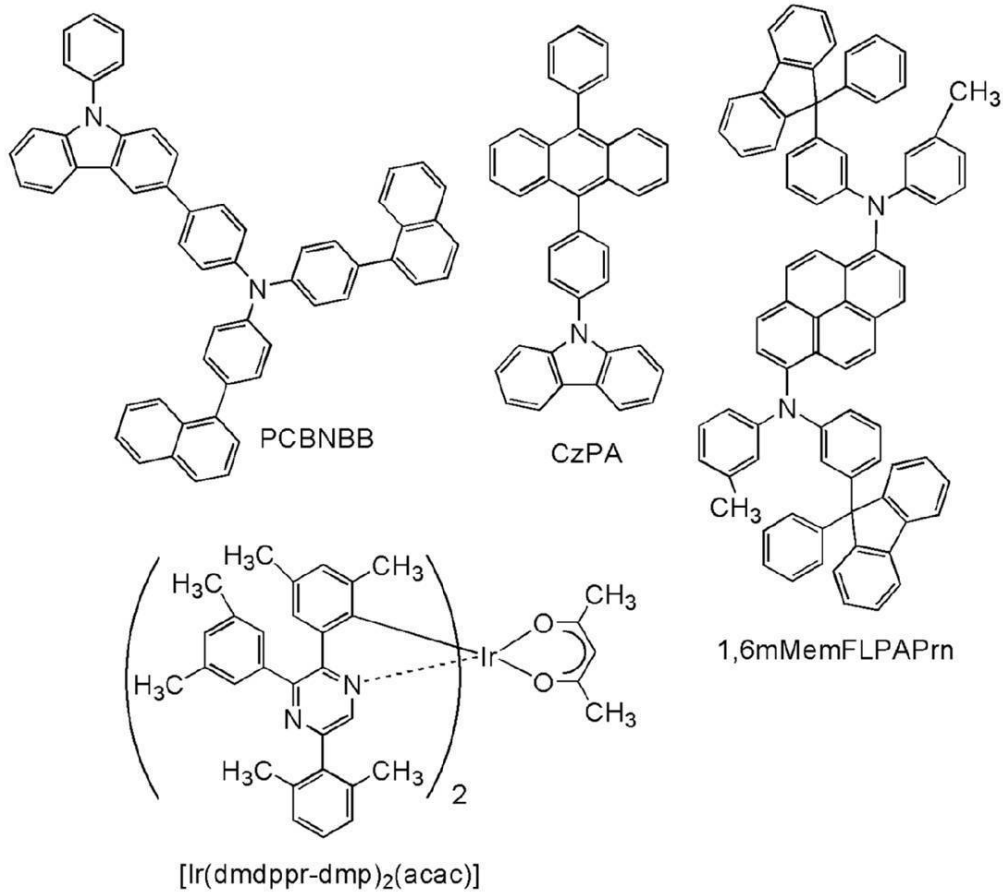
20

30

40



## 【化2】



10

20

## 【0131】

発光素子1、発光素子2、発光素子3および発光素子4の作製

図6は、本実施例で説明する発光素子1～4の積層構造を示すものであるが、発光素子1は赤色発光を示し、発光素子2は緑色発光を示し、発光素子3は青色発光を示し、発光素子4が白色発光を示すという構成であるため、それぞれの発光色が得られるように光学調整がなされている。具体的には、第1の電極4001と第1の正孔注入層4011aの膜厚を発光素子ごとに変えることにより光学調整がなされている。また、これらの発光素子は、いずれも第2の電極4003側から光が出る構造を有する。なお、図6には示していないが、発光素子1と重なる第2の電極4003側（図6における第2の電極4003の上方）には、赤色の発光を取り出すためのカラーフィルタが備えられており、発光素子2と重なる第2の電極4003側には、緑色の発光を取り出すためのカラーフィルタが備えられており、発光素子3と重なる第2の電極4003側には、青色の発光を取り出すためのカラーフィルタが備えられており、それぞれの発光色に応じた色純度の高い発光が得られる。また、発光素子4と重なる第2の電極4003側にはこのようなカラーフィルタを設ける必要はなく、第2の電極4003側から白色発光が得られる。

30

40

## 【0132】

第1の電極4001は、陽極として機能する電極であり、ガラス製の基板4000上にアルミニウム（Al）とチタン（Ti）とランタン（La）の合金膜（Al-Ni-La）をスパッタリング法により、200nmの膜厚で成膜した後、Tiをスパッタリング法により6nmの膜厚で成膜し、さらに酸化珪素を含むインジウム錫酸化物（ITO）をスパッタリング法により成膜して形成した。なお、発光素子1の場合は、膜厚を75nmとし、発光素子2の場合は、40nmとし、発光素子3の場合は、膜厚を10nmとし、発光素子4の場合は、75nmとした。また、成膜したTiは一部または全部が酸化されており、酸化チタンを含んでいる。電極面積は2mm×2mmとした。

50

## 【0133】

ここで、前処理として、基板4000の表面を水で洗浄し、200で1時間焼成した後、UVオゾン処理を370秒行った。その後、 $10^{-4}$  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で60分間の真空焼成を行った後、基板4000を30分程度放冷した。

## 【0134】

第1の電極4001上には、第1のEL層4002a、電荷発生層4004、第2のEL層4002b、第2の電極4003が順次、形成される。なお、第1のEL層4002aには、第1の正孔注入層4011a、第1の正孔輸送層4012a、発光層(A)(4013a)、第1の電子輸送層4014a、第1の電子注入層4015aが含まれ、第2のEL層4002bには、第2の正孔注入層4011b、第2の正孔輸送層4012b、発光層(B)4013b、第2の電子輸送層4014b、第2の電子注入層4015bが含まれる。

10

## 【0135】

第1の正孔注入層4011aは、真空装置内を $10^{-4}$  Paに減圧した後、9-{4-(9-H-9-フェニルカルバゾール-3-イル)-フェニル}-フェナントレン(略称:PcPPn)と酸化モリブデン(VI)とを、PcPPn:酸化モリブデン=1:0.5(質量比)となるように共蒸着して第1の電極4001上に形成した。共蒸着とは、異なる複数の物質をそれぞれ異なる蒸発源から同時に蒸発させる蒸着法である。なお、発光素子1の場合は、膜厚を10nmとし、発光素子2の場合は、5nmとし、発光素子3の場合は、膜厚を10nmとし、発光素子4の場合は、10nmとした。

20

## 【0136】

第1の正孔輸送層4012aは、第1の正孔注入層4011a上にPcPPnを蒸着して形成した。なお、発光素子1の場合は、膜厚を15nmとし、発光素子2の場合は、15nmとし、発光素子3の場合は、膜厚を10nmとし、発光素子4の場合は、15nmとした。

## 【0137】

発光層(A)4013aは、第1の正孔輸送層4012a上に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)、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)を、CzPA:1,6mMemFLPAPrn=1:0.05(質量比)となるように共蒸着して形成した。なお、発光素子1、発光素子2、および発光素子4の場合は、膜厚を30nmとし、発光素子3の場合は、25nmとした。

30

## 【0138】

第1の電子輸送層4014aは、発光層(A)4013a上にCzPAを5nmの膜厚で蒸着した後、バソフェナントロリン(略称:Bphen)を15nm蒸着して形成した。

## 【0139】

第1の電子注入層4015aは、第1の電子輸送層4014a上に酸化リチウム(Li<sub>2</sub>O)を0.1nmの膜厚で蒸着して形成した。

40

## 【0140】

電荷発生層4004は、第1の電子注入層4015a上に、銅フタロシアニン(略称:CuPc)を2nmの膜厚で蒸着して形成した。

## 【0141】

第2の正孔注入層4011bは、電荷発生層4004上に、1,3,5-トリ(ジベンゾチオフェン-4-イル)-ベンゼン(略称:DBT3P-II)と酸化モリブデン(VI)とを、DBT3P-II:酸化モリブデン=1:0.5(質量比)となるように共蒸着して形成した。膜厚は20nmとした。

## 【0142】

第2の正孔輸送層4012bは、第2の正孔注入層4011b上にBPALPを20n

50

mの膜厚で蒸着して形成した。

【0143】

発光層(B)4013bは、第1の発光層4013(b1)と第2の発光層4013(b2)の2層からなる積層構造を有する。

【0144】

第1の発光層4013(b1)は、第2の正孔輸送層4012b上に、2-[3'-(ジベンゾチオフェン-4-イル)ピフェニル-3-イル]ジベンゾ[f, h]キノキサリン(略称: 2mDBTBPD Bq-II)、4,4'-ジ(1-ナフチル)-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: PCBNBB)、(アセチルアセトナト)ビス(6-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)])を、2mDBTBPD Bq-II:PCBNBB:[Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac)]=0.7:0.3:0.06(質量比)となるよう共蒸着して形成した。膜厚は、20nmとした。

10

【0145】

第2の発光層4013(b2)は、第1の発光層4013(b1)上に2mDBTBPD Bq-II、PCBNBB、ビス{4,6-ジメチル-2-[5-(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-N]フェニル-C}(2,4-ペンタンジオナト-<sup>2</sup>O, O')イリジウム(III)(略称: [Ir(dmdppr-dmp)<sub>2</sub>(acac)])を、2mDBTBPD Bq-II:[Ir(dmdppr-dmp)<sub>2</sub>(acac)]=1:0.06(質量比)となるよう共蒸着して形成した。膜厚は、20nmとした。

20

【0146】

第2の電子輸送層4014bは、第2の発光層4013(b2)上に2mDBTPD Bq-IIを15nm蒸着した後、Bphenを20nm蒸着して形成した。

【0147】

第2の電子注入層4015bは、第2の電子輸送層4014b上にフッ化リチウム(LiF)を1nm蒸着して形成した。

【0148】

第2の電極4003は、陰極として機能する電極であり、第2の電子注入層4015b上に銀(Ag)とマグネシウム(Mg)とを1:0.1で共蒸着して10nmの膜厚で形成した後、インジウム錫酸化物(ITO)をスパッタリング法により50nmの膜厚で成膜して形成した。なお、上述した蒸着過程において、蒸着は全て抵抗加熱法を用いた。

30

【0149】

なお、図6には示さないが、発光素子1、発光素子2、発光素子3にそれぞれ設けられるカラーフィルタ(着色層)は、いずれも対向基板に形成されており、基板4000上に形成された各発光素子とカラーフィルタの位置とが重なるように配置した後、大気に曝されないように窒素雰囲気グローブボックス内においてこれらの対向基板と張り合わせるにより封止した(シール材を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時間熱処理した)。

40

【0150】

以上により得られた発光素子1、発光素子2、発光素子3、および発光素子4の素子構造を表1に示す。

【0151】

【表 1】

	第1の電極	第1の正孔注入層	第1の正孔輸送層	発光層 (A)	第1の電子輸送層
発光素子 1(R)	Al-Ni-La\Ti (200nm\6nm)	NiTO (75nm)	PCPPn:MoOx (1:0.5 10nm)	PCPPn (15nm)	CzPA (5nm) Bphen (15nm)
発光素子 2(G)		NiTO (40nm)	PCPPn:MoOx (1:0.5 5nm)	PCPPn (15nm)	
発光素子 3(B)		NiTO (10nm)	PCPPn:MoOx (1:0.5 10nm)	PCPPn (10nm)	
発光素子 4(W)		NiTO (75nm)	PCPPn:MoOx (1:0.5 10nm)	PCPPn (15nm)	

10

第1の電子注入層	電荷発生層	第2の正孔注入層	第2の正孔輸送層	発光層 (B)	
				第1の発光層	第2の発光層
Li <sub>2</sub> O (0.1nm)	CuPc (2nm)	DBT3P-II:MoOx (1:0.5 20nm)	BPAFLP (20nm)	**	***

20

第2の電子輸送層	第2の電子注入層	第2の電極	CF			
2mDBTBPDBq-II (15nm)	Bphen (20nm)	LiF (1nm)	Ag:Mg (0.5:0.05 10nm)	ITO (50nm)	R (2.36 μm)	発光素子 1(R)
					G (1.29 μm)	発光素子 2(G)
					B (0.78 μm)	発光素子 3(B)
						発光素子 4(W)

30

\* CzPA : 1,6mMemFLPAPrn (1:0.05 \*1=30nm,\*2=25nm)

\*\* 2mDBTBPDBq-II : PCBNBB : [Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac)] (0.7:0.3:0.06 20nm)

\*\*\* 2mDBTBPDBq-II : [Ir(dmdppr-dmp)<sub>2</sub>(acac)] (1:0.06 20nm)

40

【 0 1 5 2 】

発光素子 1、発光素子 2、発光素子 3、および発光素子 4 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 ( 2 5 に保たれた  
雰囲気 ) で行った。また、結果を図 7 ~ 図 9 に示す。

【 0 1 5 3 】

また、1 0 0 0 c d / m<sup>2</sup> 付近における発光素子 1、発光素子 2、発光素子 3 および発光  
素子 4 の主な初期特性値を以下の表 2 に示す。

【 0 1 5 4 】

【表 2】

	電圧 (V)	色度 (x,y)	輝度 (cd/m <sup>2</sup> )	電流効率 (cd/A)	パワー効率 (lm/W)	相関色温度 (K)
発光素子 1(R)	6.9	(0.67,0.33)	970	11	5	---
発光素子 2(G)	6.0	(0.28,0.68)	810	18	25	---
発光素子 3(B)	7.4	(0.14,0.10)	890	5.4	2.3	---
発光素子 4(W)	6.0	(0.47,0.46)	1100	64	34	3000

10

## 【0155】

上記結果から、本実施例で作製した発光素子1は、電流効率が良く、NTSC (National Television Standards Committee) で定められた赤色の色度付近の色純度の良い赤色発光を得ることができる。発光素子2は、電流効率が良く、NTSCで定められた緑色の色度付近の色純度の良い緑色発光を示し、発光素子3は、電流効率が良く、NTSCで定められた青色の色度付近の色純度の良い青色発光を示し、発光素子4は、電流効率が良く、相関色温度がJIS規格に定められている室内用照明の白色の規定範囲にある白色発光を示すという結果が得られた。

20

## 【0156】

また、発光素子1、発光素子2、発光素子3、および発光素子4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9に示す。図9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615 nm付近、緑色発光を示す発光素子2の発光スペクトルは540 nm付近、青色発光を示す発光素子3の発光スペクトルは461 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。これに対して、白色発光を示す発光素子4の発光スペクトルは、462 nm付近、555 nm付近、および608 nm付近にかけてピークを有するブロードなスペクトル形状を示す。なお、発光素子4の発光スペクトルのうち、525 nm以上555 nm以下の範囲にあるスペクトルのピーク555 nmは、発光素子2の発光スペクトルのピーク540 nmよりも長波長であり、発光素子4の発光スペクトルのうち、600 nm以上620 nm以下の範囲にあるピーク608 nmは、発光素子1の発光スペクトルのピーク615 nmよりも短波長であるという結果が得られた。

30

## 【0157】

本実施例に示す発光素子1、発光素子2、発光素子3、および発光素子4は、同一基板上に形成された発光素子であり、第2の電極から、発光層(B)における第1の発光層4013(b1)と第2の発光層4013(b2)との界面までの光学距離を/4未満となるように光学調整されて構造を有する。上記結果は、このような素子構造とすることにより、同一基板上において、NTSCに定める色純度の良い、赤色発光を示す発光素子1、緑色発光を示す発光素子2、および青色発光を示す発光素子3を形成することができるだけでなく、JIS規格範囲内にある白色発光を(カラーフィルタを用いることなく)得られる発光素子4が形成することが示された。

40

## 【実施例2】

## 【0158】

本実施例では、本発明の一態様である発光素子を適用して作製したアクティブマトリクス

50

型フレキシブルディスプレイについて示す。このアクティブマトリクス型フレキシブルディスプレイは、実施例 1 で示した素子構造を有する発光素子 1 乃至発光素子 4 からなる RGBW 型である。

【 0 1 5 9 】

なお、フレキシブルディスプレイの構造は、所謂サイドロール構造であり、その作製においては、無機剥離層を用いた剥離転置手法を用い、さらに駆動回路部には、酸化物半導体を適用した F E T を用いた。

【 0 1 6 0 】

作製した RGBW 型のフレキシブルディスプレイについての主な仕様および特性を以下の表 3 に示す。

【 0 1 6 1 】

【表 3】

Screen Daigonal	Driving method	Resolution	pixel Density	Aperture Ratio	Gate Driver	Source Driver	Emission type	Bendability	Power consumption	NTSC
5.2-inch	Active Matorix	960(RGBW) 1280(QuadVGA)	302ppi	54%	Integrated	Integrated	Top emission	R=5mm	547mW*	86.1%

\* designed value

結果から、本実施例で示した RGBW 型のフレキシブルディスプレイは、低消費電力を実現させたディスプレイであることがわかった。

【 0 1 6 2 】

また、図 1 0 には、作製した RGBW 型のフレキシブルディスプレイの外観写真を示す。

【符号の説明】

【 0 1 6 3 】

1 0 1	第 1 の電極	
1 0 2	第 2 の電極	
1 0 3 a、1 0 3 b	E L 層	
1 0 4 a、1 0 4 b	正孔注入層	
1 0 5 a、1 0 5 b	正孔輸送層	
1 0 6 a	発光層	
1 0 6 b	発光層	
1 0 6 ( b 1 )、1 0 6 ( b 2 )	発光層	
1 0 7 a、1 0 7 b	電子輸送層	
1 0 8 a、1 0 8 b	電子注入層	
1 0 9	電荷発生層	
2 0 1	基板	
2 0 2	F E T	
2 0 3	第 1 の電極	
2 0 4	隔壁	
2 0 5	E L 層	
2 0 6 R、2 0 6 G、2 0 6 B、2 0 6 W、2 0 6 Y	発光領域	
2 0 7 R、2 0 7 G、2 0 7 B、2 0 7 W、2 0 7 Y	発光素子	
2 0 8 R、2 0 8 G、2 0 8 B、2 0 8 Y	着色層	
2 0 9	黒色層 (ブラックマトリクス)	
2 1 0	第 2 の電極	
2 1 1	封止基板	
3 0 1	素子基板	
3 0 2	画素部	
3 0 3	駆動回路部 (ソース線駆動回路)	

10

20

30

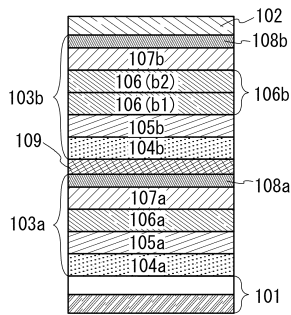
40

50

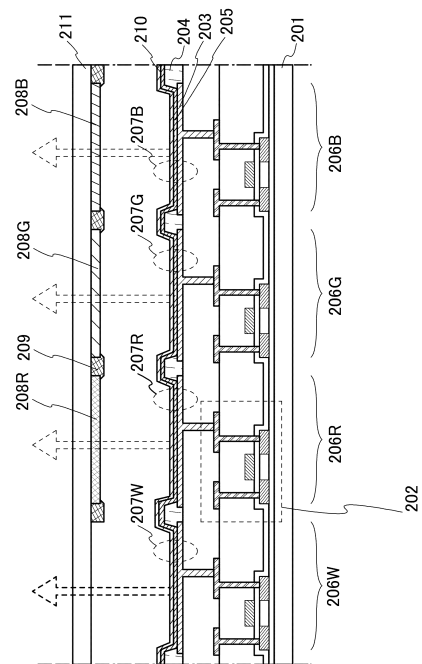
3 0 4 a、3 0 4 b	駆動回路部 ( ゲート線駆動回路 )	
3 0 5	シール材	
3 0 6	封止基板	
3 0 7	配線	
3 0 8	F P C ( フレキシブルプリントサーキット )	
3 0 9	F E T	
3 1 0	F E T	
3 1 1	F E T	
3 1 2	F E T	
3 1 3	第 1 の電極	10
3 1 4	絶縁物	
3 1 5	E L 層	
3 1 6	第 2 の電極	
3 1 7	発光素子	
3 1 8	空間	
4 0 0 0	基板	
4 0 0 1	第 1 の電極	
4 0 0 2 a、4 0 0 2 b	E L 層	
4 0 0 3	第 2 の電極	
4 0 0 4	電荷発生層	20
4 0 1 1 a、4 0 1 1 b	正孔注入層	
4 0 1 2 a、4 0 1 2 b	正孔輸送層	
4 0 1 3 a、4 0 1 3 b	発光層	
4 0 1 3 ( b 1 )、4 0 1 3 ( b 2 )	発光層	
4 0 1 4 a、4 0 1 4 b	電子輸送層	
4 0 1 5 a、4 0 1 5 b	電子注入層	
7 1 0 0	テレビジョン装置	
7 1 0 1	筐体	
7 1 0 3	表示部	
7 1 0 5	スタンド	30
7 1 0 7	表示部	
7 1 0 9	操作キー	
7 1 1 0	リモコン操作機	
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	40
7 3 0 4	表示パネル	
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	50

- 7 4 0 2 表示部
- 7 4 0 3 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 照明装置
- 8 0 0 2 照明装置
- 8 0 0 3 照明装置
- 8 0 0 4 照明装置

【 図 1 】

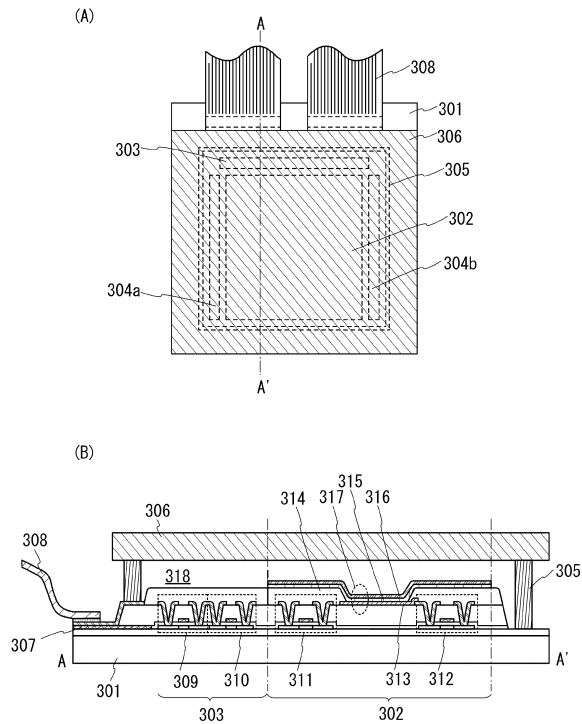


【 図 2 】

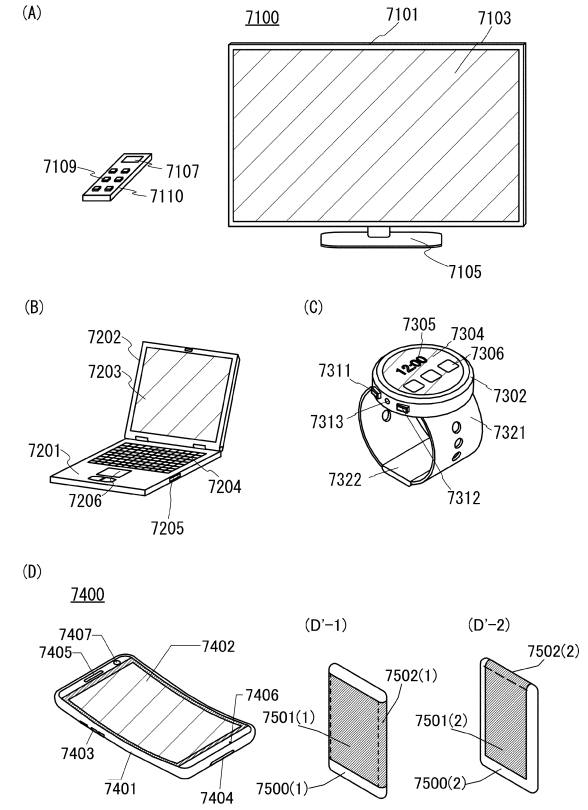




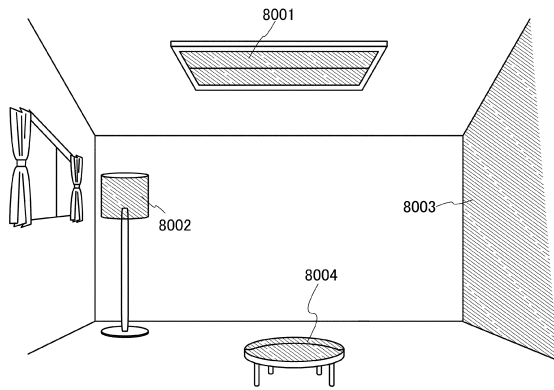
【図3】



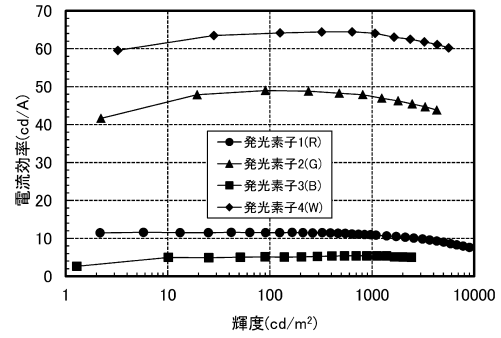
【図4】



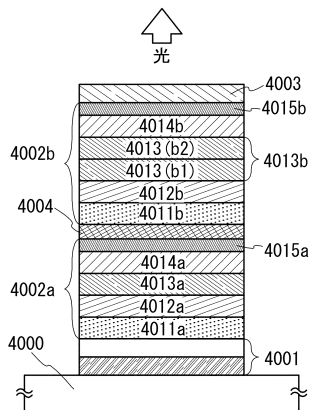
【図5】



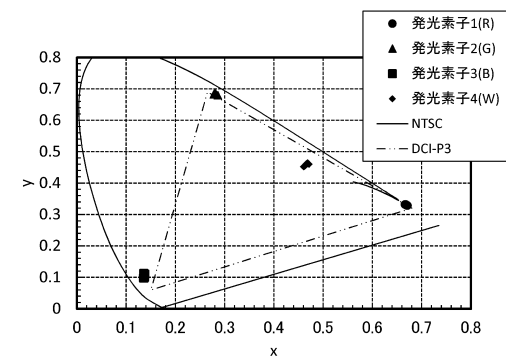
【図7】



【図6】



【図8】





---

フロントページの続き

審査官 中山 佳美

(56)参考文献 特開2011-081334(JP,A)  
特開2012-182127(JP,A)  
特開2011-071042(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 51/50 - 51/56

H01L 27/32

H05B 33/00 - 33/28