

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)公開特許公報(A)

(11)公開番号  
特開2022-104825  
(P2022-104825A)

(43)公開日 令和4年7月11日(2022.7.11)

(51)国際特許分類		F I	テーマコード(参考)	
H 01 L	51/50 (2006.01)	H 05 B	33/14	A 3 K 1 0 7
H 05 B	33/22 (2006.01)	H 05 B	33/22	B
H 05 B	33/12 (2006.01)	H 05 B	33/22	Z
		H 05 B	33/12	B
		H 05 B	33/22	A

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全93頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願2021-210479(P2021-210479)	(71)出願人	000153878
(22)出願日	令和3年12月24日(2021.12.24)		株式会社半導体エネルギー研究所
(31)優先権主張番号	特願2020-219886(P2020-219886)		神奈川県厚木市長谷398番地
(32)優先日	令和2年12月29日(2020.12.29)	(72)発明者	瀬尾 哲史
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		神奈川県厚木市長谷398番地 株式会
(31)優先権主張番号	特願2021-188595(P2021-188595)	(72)発明者	社半導体エネルギー研究所内
(32)優先日	令和3年11月19日(2021.11.19)		鈴木 恒徳
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	(72)発明者	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	大澤 信晴
			神奈川県厚木市長谷398番地 株式会
			社半導体エネルギー研究所内
		F ターム(参考)	3K107 BB01 BB02 CC21 CC41
			DD11 DD71 DD75 DD78
			DD86 DD88 EE02 EE03
			最終頁に続く

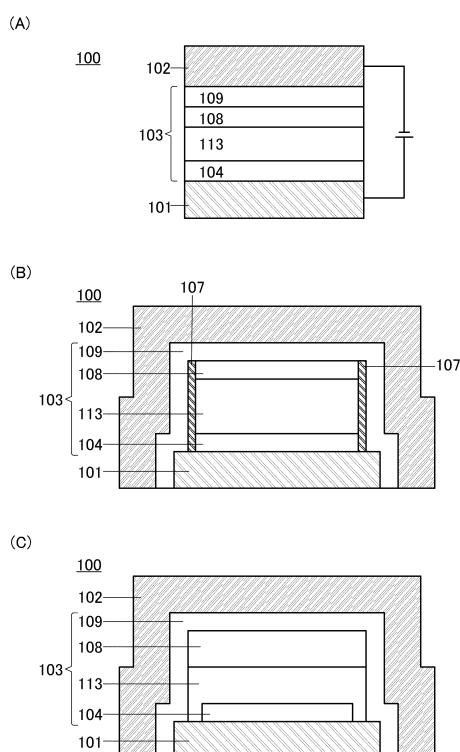
(54)【発明の名称】 発光デバイス、発光装置、電子機器、および照明装置

## (57)【要約】

【課題】利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光デバイスを提供する。

【解決手段】第1の電極上にEL層を挟んで第2の電極を有し、EL層は、発光層と、電子輸送層と、電子注入層と、を少なくとも有し、発光層上に電子輸送層を有し、発光層および電子輸送層の側面と接して絶縁層を有し、電子輸送層上に電子注入層を有し、電子注入層は、電子輸送層および絶縁層と接する、発光デバイス、を提供する。

【選択図】図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

第1の電極上にEL層を挟んで第2の電極を有し、  
 前記EL層は、発光層と、電子輸送層と、電子注入層と、を少なくとも有し、  
 前記発光層上に前記電子輸送層を有し、  
 前記発光層および前記電子輸送層の側面と接して絶縁層を有し、  
 前記電子輸送層上に前記電子注入層を有し、  
 前記電子注入層は、前記電子輸送層および前記絶縁層と接する、発光デバイス。

**【請求項 2】**

第1の電極上にEL層を挟んで第2の電極を有し、  
 前記EL層は、ホール注入層と、発光層と、電子輸送層と、電子注入層と、を少なくとも有し、  
 前記第1の電極上に前記ホール注入層を有し、  
 前記ホール注入層上に前記発光層を有し、  
 前記発光層上に前記電子輸送層を有し、  
 前記ホール注入層、前記発光層、および前記電子輸送層の側面と接して絶縁層を有し、  
 前記電子輸送層上に前記電子注入層を有し、  
 前記電子注入層は、前記電子輸送層および前記絶縁層と接する、発光デバイス。

**【請求項 3】**

請求項1または請求項2において、  
 前記電子注入層は、有機化合物と電子供与体とを混合してなる複合材料、または有機化合物とアルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、または、周期表における第5族、第7族、第9族、第11族、または第13族に属する金属のいずれかを混合してなる複合材料を含む、発光デバイス。

**【請求項 4】**

請求項1乃至請求項3のいずれか一に記載の発光デバイスと、トランジスタ、または、基板と、を有する発光装置。

**【請求項 5】**

隣接する第1の発光デバイスと、第2の発光デバイスと、を有し、  
 前記第1の発光デバイスは、第1の電極上に第1のEL層を挟んで第2の電極を有し、  
 前記第1のEL層は、第1の発光層と、第1の電子輸送層と、電子注入層と、を少なくとも有し、  
 前記第1の発光層上に前記第1の電子輸送層を有し、  
 前記第1の発光層および前記第1の電子輸送層の側面と接して第1の絶縁層を有し、  
 前記第1の電子輸送層上に前記電子注入層を有し、  
 前記第2の発光デバイスは、第3の電極上に第2のEL層を挟んで前記第2の電極を有し、  
 前記第2のEL層は、第2の発光層と、第2の電子輸送層と、前記電子注入層と、を少なくとも有し、

前記第2の発光層上に前記第2の電子輸送層を有し、  
 前記第2の発光層および前記第2の電子輸送層の側面と接して第2の絶縁層を有し、  
 前記第1の電子輸送層および前記第2の電子輸送層上に前記電子注入層を有し、  
 前記電子注入層は、前記第1の電子輸送層、前記第2の電子輸送層、および前記第1の絶縁層、および前記第2の絶縁層と接する、発光装置。

**【請求項 6】**

隣接する第1の発光デバイスと、第2の発光デバイスと、を有し、  
 前記第1の発光デバイスは、第1の電極上に第1のEL層を挟んで第2の電極を有し、  
 前記第1のEL層は、第1のホール注入層と、第1の発光層と、第1の電子輸送層と、電子注入層と、を少なくとも有し、  
 前記第1の電極上に前記第1のホール注入層を有し、

10

20

30

40

50

前記第1のホール注入層上に前記第1の発光層を有し、  
 前記第1の発光層上に前記第1の電子輸送層を有し、  
 前記第1のホール注入層、前記第1の発光層、および前記第1の電子輸送層の側面と接して第1の絶縁層を有し、  
 前記第1の電子輸送層上に前記電子注入層を有し、  
 前記第2の発光デバイスは、第3の電極上に第2のEL層を挟んで前記第2の電極を有し、  
 前記第2のEL層は、第2のホール注入層と、第2の発光層と、第2の電子輸送層と、前記電子注入層と、を少なくとも有し、  
 前記第3の電極上に前記第2のホール注入層を有し、  
 前記第2のホール注入層上に前記第2の発光層を有し、  
 前記第2の発光層上に前記第2の電子輸送層を有し、  
 前記第2のホール注入層、前記第2の発光層、および前記第2の電子輸送層の側面と接して第2の絶縁層を有し、  
 前記第1の電子輸送層および前記第2の電子輸送層上に前記電子注入層を有し、  
 前記電子注入層は、前記第1の電子輸送層、前記第2の電子輸送層、および前記第1の絶縁層、および前記第2の絶縁層と接する、発光装置。

10

**【請求項7】**

請求項5または請求項6において、

前記第2の電極は、前記電子注入層を介して、前記第1の発光層および前記第2の発光層の側面に位置する、発光装置。

20

**【請求項8】**

請求項5乃至請求項7のいずれか一において、

前記第2の電極は、前記電子注入層を介して、前記第1の電子輸送層および前記第2の電子輸送層、並びに前記第1の発光層および前記第2の発光層、の側面に位置する、発光装置。

30

**【請求項9】**

請求項5乃至請求項8のいずれか一において、

前記電子注入層は、有機化合物と電子供与体とを混合してなる複合材料、または有機化合物とアルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、または、周期表における第5族、第7族、第9族、第11族、または第13族に属する金属のいずれかを混合してなる複合材料を含む、発光装置。

30

**【請求項10】**

請求項4乃至請求項9のいずれか一に記載の発光装置と、センサ、操作ボタン、スピーカ、またはマイクと、を有する電子機器。

**【請求項11】**

請求項4乃至請求項9のいずれか一に記載の発光装置と、筐体と、を有する照明装置。

40

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明の一態様は、発光デバイス、発光装置、電子機器、および照明装置に関する。

**【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、発光装置、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。

40

**【背景技術】****【0003】**

50

ファインメタルマスクを使用することなく、発光層を形成可能とする有機 E L ディスプレイの製造方法が知られている。その一例としては、絶縁基板の上方に形成された第 1 及び第 2 画素電極を含んだ電極アレイの上方にホスト材料とドーパント材料との混合物を含んだ第 1 ルミネッセンス性有機材料を堆積させて、電極アレイを含む表示領域に亘って広がった連続膜として第 1 の発光層を形成する工程と、第 1 の発光層のうち第 1 画素電極の上方に位置した部分に紫外光を照射することなしに、第 1 の発光層のうち第 2 画素電極の上方に位置した部分に紫外光を照射する工程と、第 1 の発光層上にホスト材料とドーパント材料との混合物を含み且つ第 1 ルミネッセンス性有機材料とは異なる第 2 ルミネッセンス性有機材料を堆積させて、第 2 の発光層を表示領域に亘って広がった連続膜として形成する工程と、第 2 の発光層の上方に対向電極を形成する工程とを含む、有機 E L ディスプレイの製造方法がある（特許文献 1）。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2012 - 160473 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の一態様は、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光デバイスを提供することを課題の一とする。また、本発明の一態様は、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光装置を提供することを課題の一とする。また、本発明の一態様は、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な電子機器を提供することを課題の一とする。また、本発明の一態様は、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な照明装置を提供することを課題の一とする。

20

【0006】

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。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様は、第 1 の電極上に E L 層を挟んで第 2 の電極を有し、E L 層は、発光層と、電子輸送層と、電子注入層と、を少なくとも有し、発光層上に電子輸送層を有し、発光層および電子輸送層の側面と接して絶縁層を有し、電子輸送層上に電子注入層を有し、電子注入層は、電子輸送層および絶縁層と接する、発光デバイスである。

40

【0008】

または、本発明の一態様は、第 1 の電極上に E L 層を挟んで第 2 の電極を有し、E L 層は、ホール注入層と、発光層と、電子輸送層と、電子注入層と、を少なくとも有し、第 1 の電極上にホール注入層を有し、ホール注入層上に発光層を有し、発光層上に電子輸送層を有し、ホール注入層、発光層、および電子輸送層の側面と接して絶縁層を有し、電子輸送層上に電子注入層を有し、電子注入層は、電子輸送層および絶縁層と接する、発光デバイスである。

【0009】

また、上記各構成の発光デバイスにおいて、電子注入層は、有機化合物と電子供与体とを混合してなる複合材料、または有機化合物とアルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、または、周期表における第 5 族、第 7 族、第 9 族、第 11 族、または第 13 族に属する金属のいずれかを混合してなる複合材料を含んでもよい。

【0010】

また、本発明の一態様は、上記各構成の発光デバイスと、トランジスタ、または、基板と、を有する発光装置である。

50

## 【 0 0 1 1 】

また、本発明の一態様は、隣接する第1の発光デバイスと、第2の発光デバイスと、を有し、第1の発光デバイスは、第1の電極上に第1のEL層を挟んで第2の電極を有し、第1のEL層は、第1の発光層と、第1の電子輸送層と、電子注入層と、を少なくとも有し、第1の発光層上に第1の電子輸送層を有し、第1の発光層および第1の電子輸送層の側面と接して第1の絶縁層を有し、第1の電子輸送層上に電子注入層を有し、第2の発光デバイスは、第3の電極上に第2のEL層を挟んで第2の電極を有し、第2のEL層は、第2の発光層と、第2の電子輸送層と、電子注入層と、を少なくとも有し、第2の発光層上に第2の電子輸送層を有し、第2の発光層および第2の電子輸送層の側面と接して第2の絶縁層を有し、第1の電子輸送層および第2の電子輸送層上に電子注入層を有し、電子注入層は、第1の電子輸送層、第2の電子輸送層、および第1の絶縁層、および第2の絶縁層と接する、発光装置である。

## 【 0 0 1 2 】

また、本発明の一態様は、隣接する第1の発光デバイスと、第2の発光デバイスと、を有し、第1の発光デバイスは、第1の電極上に第1のEL層を挟んで第2の電極を有し、第1のEL層は、第1のホール注入層と、第1の発光層と、第1の電子輸送層と、電子注入層と、を少なくとも有し、第1の電極上に第1のホール注入層を有し、第1のホール注入層上に第1の発光層を有し、第1の発光層上に第1の電子輸送層を有し、第1のホール注入層、第1の発光層、および第1の電子輸送層の側面と接して第1の絶縁層を有し、第1の電子輸送層上に電子注入層を有し、第2の発光デバイスは、第3の電極上に第2のEL層を挟んで第2の電極を有し、第2のEL層は、第2のホール注入層と、第2の発光層と、第2の電子輸送層と、電子注入層と、を少なくとも有し、第3の電極上に第2のホール注入層を有し、第2のホール注入層上に第2の発光層を有し、第2の発光層上に第2の電子輸送層を有し、第2のホール注入層、第2の発光層、および第2の電子輸送層の側面と接して第2の絶縁層を有し、第1の電子輸送層および第2の電子輸送層上に電子注入層を有し、電子注入層は、第1の電子輸送層、第2の電子輸送層、および第1の絶縁層、および第2の絶縁層と接する、発光装置である。

## 【 0 0 1 3 】

上記構成の発光装置において、第2の電極は、電子注入層を介して、第1の発光層および第2の発光層の側面に位置してもよい。

## 【 0 0 1 4 】

また、上記各構成の発光装置において、第2の電極は、電子注入層を介して、第1の電子輸送層および第2の電子輸送層、並びに第1の発光層および第2の発光層、の側面に位置してもよい。

## 【 0 0 1 5 】

また、上記各構成の発光装置において電子注入層は、有機化合物と電子供与体とを混合してなる複合材料、または有機化合物とアルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、または、周期表における第5族、第7族、第9族、第11族、または第13族に属する金属のいずれかを混合してなる複合材料を含んでもよい。

## 【 0 0 1 6 】

また、本発明の一態様は、上記各構成の発光装置と、センサ、操作ボタン、スピーカ、またはマイクと、を有する電子機器である。

## 【 0 0 1 7 】

また、本発明の一態様は、上記各構成の発光装置と、筐体と、を有する照明装置である。

## 【 0 0 1 8 】

本明細書に添付した図面では、構成要素を機能ごとに分類し、互いに独立したブロックとしてブロック図を示しているが、実際の構成要素は機能ごとに完全に切り分けることが難しく、一つの構成要素が複数の機能に係わることもあり得る。

## 【 0 0 1 9 】

本明細書においてトランジスタが有するソースとドレインは、トランジスタの極性及び各

端子に与えられる電位の高低によって、その呼び方が入れ替わる。一般的に、nチャネル型トランジスタでは、低い電位が与えられる端子がソースと呼ばれ、高い電位が与えられる端子がドレインと呼ばれる。また、pチャネル型トランジスタでは、低い電位が与えられる端子がドレインと呼ばれ、高い電位が与えられる端子がソースと呼ばれる。本明細書では、便宜上、ソースとドレインとが固定されているものと仮定して、トランジスタの接続関係を説明する場合があるが、実際には上記電位の関係に従ってソースとドレインの呼び方が入れ替わる。

#### 【0020】

本明細書においてトランジスタのソースとは、活性層として機能する半導体膜の一部であるソース領域、或いは上記半導体膜に接続されたソース電極を意味する。同様に、トランジスタのドレインとは、上記半導体膜の一部であるドレイン領域、或いは上記半導体膜に接続されたドレイン電極を意味する。また、ゲートはゲート電極を意味する。

10

#### 【0021】

本明細書においてトランジスタが直列に接続されている状態とは、例えば、第1のトランジスタのソースまたはドレインの一方のみが、第2のトランジスタのソースまたはドレインの一方のみに接続されている状態を意味する。また、トランジスタが並列に接続されている状態とは、第1のトランジスタのソースまたはドレインの一方が第2のトランジスタのソースまたはドレインの一方に接続され、第1のトランジスタのソースまたはドレインの他方が第2のトランジスタのソースまたはドレインの他方に接続されている状態を意味する。

20

#### 【0022】

本明細書において接続とは、電気的な接続を意味しており、電流、電圧または電位が、供給可能、或いは伝送可能な状態に相当する。従って、接続している状態とは、直接接続している状態を必ずしも指すわけではなく、電流、電圧または電位が、供給可能、或いは伝送可能であるように、配線、抵抗、ダイオード、トランジスタなどの回路要素を介して間接的に接続している状態も、その範疇に含む。

30

#### 【0023】

本明細書において回路図上は独立している構成要素どうしが接続されている場合であっても、実際には、例えば配線の一部が電極として機能する場合など、一の導電膜が、複数の構成要素の機能を併せ持っている場合もある。本明細書において接続とは、このような、一の導電膜が、複数の構成要素の機能を併せ持っている場合も、その範疇に含める。

30

#### 【0024】

また、本明細書中において、トランジスタの第1の電極または第2の電極の一方がソース電極を、他方がドレイン電極を指す。

#### 【発明の効果】

#### 【0025】

本発明の一態様により、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光デバイスを提供することができる。また、本発明の一態様により、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光装置を提供することができる。また、本発明の一態様により、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な電子機器を提供することができる。また、本発明の一態様により、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な照明装置を提供することができる。

40

#### 【0026】

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】

#### 【0027】

【図1】図1(A)乃至図1(C)は、実施の形態に係る発光デバイスの構成を説明する図である。

50

【図 2】図 2 (A) 乃至図 2 (E) は、実施の形態に係る発光デバイスの構成を説明する図である。

【図 3】図 3 (A) および図 3 (B) は、実施の形態に係る発光装置の構成を説明する図である。

【図 4】図 4 (A) および図 4 (B) は、実施の形態に係る発光装置の製造方法を説明する図である。

【図 5】図 5 (A) 乃至図 5 (C) は、実施の形態に係る発光装置の製造方法を説明する図である。

【図 6】図 6 (A) 乃至図 6 (C) は、実施の形態に係る発光装置の製造方法を説明する図である。

【図 7】図 7 (A) および図 7 (B) は、実施の形態に係る発光装置の製造方法を説明する図である。

【図 8】図 8 は、実施の形態に係る発光装置を説明する図である。

【図 9】図 9 (A) および図 9 (B) は、実施の形態に係る発光装置および発光デバイスを説明する図である。

【図 10】図 10 は、実施の形態に係る発光装置を説明する図である。

【図 11】図 11 (A) 乃至図 11 (C) は、実施の形態に係る発光装置の製造方法を説明する図である。

【図 12】図 12 (A) および図 12 (B) は、実施の形態に係る発光装置の製造方法を説明する図である。

【図 13】図 13 は、実施の形態に係る発光装置を説明する図である。

【図 14】図 14 (A) および図 14 (B) は、実施の形態に係る発光装置を説明する図である。

【図 15】図 15 (A) および図 15 (B) は、実施の形態に係る発光装置を説明する図である。

【図 16】図 16 (A) および図 16 (B) は、実施の形態に係る発光装置を説明する図である。

【図 17】図 17 (A) および図 17 (B) は、実施の形態に係る発光装置を説明する図である。

【図 18】図 18 (A) 乃至図 18 (E) は、実施の形態に係る電子機器を説明する図である。

【図 19】図 19 (A) 乃至図 19 (E) は、実施の形態に係る電子機器を説明する図である。

【図 20】図 20 (A) および図 20 (B) は、実施の形態に係る電子機器を説明する図である。

【図 21】図 21 (A) および図 21 (B) は、実施の形態に係る電子機器を説明する図である。

【図 22】図 22 は、実施の形態に係る電子機器を説明する図である。

【図 23】図 23 は、実施例 1 乃至実施例 4 に用いた発光デバイスの構造を示す図である。

【図 24】図 24 は、発光デバイス 1、発光デバイス 2、比較発光デバイス 3、および参考発光デバイス 4 の輝度 - 電流密度特性である。

【図 25】図 25 は、発光デバイス 1、発光デバイス 2、比較発光デバイス 3、および参考発光デバイス 4 の輝度 - 電圧特性である。

【図 26】図 26 は、発光デバイス 1、発光デバイス 2、比較発光デバイス 3、および参考発光デバイス 4 の電流効率 - 輝度特性である。

【図 27】図 27 は、発光デバイス 1、発光デバイス 2、比較発光デバイス 3、および参考発光デバイス 4 の電流密度 - 電圧特性である。

【図 28】図 28 は、発光デバイス 1、発光デバイス 2、比較発光デバイス 3、および参考発光デバイス 4 のブルーインデックス - 輝度特性である。

【図 2 9】図 2 9 は、発光デバイス 1、発光デバイス 2、比較発光デバイス 3、および参考発光デバイス 4 の発光スペクトルである。

【図 3 0】図 3 0 は、発光デバイス 1、発光デバイス 2、比較発光デバイス 3、および参考発光デバイス 4 の信頼性を示す図である。

【図 3 1】図 3 1 は、発光デバイス 5、および参考発光デバイス 6 の輝度 - 電流密度特性である。

【図 3 2】図 3 2 は、発光デバイス 5、および参考発光デバイス 6 の輝度 - 電圧特性である。

【図 3 3】図 3 3 は、発光デバイス 5、および参考発光デバイス 6 の電流効率 - 輝度特性である。

【図 3 4】図 3 4 は、発光デバイス 5、および参考発光デバイス 6 の電流密度 - 電圧特性である。

【図 3 5】図 3 5 は、発光デバイス 5、および参考発光デバイス 6 のブルーインデックス - 輝度特性である。

【図 3 6】図 3 6 は、発光デバイス 5、および参考発光デバイス 6 の発光スペクトルである。

【図 3 7】図 3 7 は、発光デバイス 5、および参考発光デバイス 6 の信頼性を示す図である。

【図 3 8】図 3 8 は、発光デバイス 7、および参考発光デバイス 8 の輝度 - 電流密度特性である。

【図 3 9】図 3 9 は、発光デバイス 7、および参考発光デバイス 8 の輝度 - 電圧特性である。

【図 4 0】図 4 0 は、発光デバイス 7、および参考発光デバイス 8 の電流効率 - 輝度特性である。

【図 4 1】図 4 1 は、発光デバイス 7、および参考発光デバイス 8 の電流密度 - 電圧特性である。

【図 4 2】図 4 2 は、発光デバイス 7、および参考発光デバイス 8 の発光スペクトルである。

【図 4 3】図 4 3 は、発光デバイス 7、および参考発光デバイス 8 の信頼性を示す図である。

【図 4 4】図 4 4 は、発光デバイス 9、および参考発光デバイス 10 の輝度 - 電流密度特性である。

【図 4 5】図 4 5 は、発光デバイス 9、および参考発光デバイス 10 の輝度 - 電圧特性である。

【図 4 6】図 4 6 は、発光デバイス 9、および参考発光デバイス 10 の電流効率 - 輝度特性である。

【図 4 7】図 4 7 は、発光デバイス 9、および参考発光デバイス 10 の電流密度 - 電圧特性である。

【図 4 8】図 4 8 は、発光デバイス 9、および参考発光デバイス 10 の発光スペクトルである。

【図 4 9】図 4 9 は、発光デバイス 9、および参考発光デバイス 10 の信頼性を示す図である。

【図 5 0】図 5 0 は、発光デバイス 11、発光デバイス 12 および参考発光デバイス 13 の輝度 - 電流密度特性である。

【図 5 1】図 5 1 は、発光デバイス 11、発光デバイス 12 および参考発光デバイス 13 の輝度 - 電圧特性である。

【図 5 2】図 5 2 は、発光デバイス 11、発光デバイス 12 および参考発光デバイス 13 の電流効率 - 輝度特性である。

【図 5 3】図 5 3 は、発光デバイス 11、発光デバイス 12 および参考発光デバイス 13 の電流密度 - 電圧特性である。

10

20

30

40

50

【図 5 4】図 5 4 は、発光デバイス 1 1、発光デバイス 1 2 および参考発光デバイス 1 3 の電力効率 - 輝度特性である。

【図 5 5】図 5 5 は、発光デバイス 1 1、発光デバイス 1 2 および参考発光デバイス 1 3 の外部量子効率 - 輝度特性である。

【図 5 6】図 5 6 は、発光デバイス 1 1、発光デバイス 1 2 および参考発光デバイス 1 3 の発光スペクトルである。

【図 5 7】図 5 7 は、発光デバイス 1 1、発光デバイス 1 2 および参考発光デバイス 1 3 の信頼性を示す図である。

#### 【発明を実施するための形態】

##### 【0 0 2 8】

実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。但し、本発明は以下の説明に限定されず、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更しえることは当業者であれば容易に理解される。従って、本発明は以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。なお、以下に説明する発明の構成において、同一部分又は同様な機能を有する部分には同一の符号を異なる図面間で共通して用い、その繰り返しの説明は省略する。

##### 【0 0 2 9】

###### (実施の形態 1)

本実施の形態では、本発明の一態様の発光デバイスおよび表示パネルの構成について、図 1 および図 2 を参照しながら説明する。

##### 【0 0 3 0】

図 1 (A) 乃至図 1 (C) は、本発明の一態様の発光デバイス 100 を説明する断面図である。

##### 【0 0 3 1】

図 1 (A) 乃至図 1 (C) に示すように、発光デバイス 100 は、第 1 の電極 101 と、第 2 の電極 102 と、EL 層 103 と、を有する。第 1 の電極 101 は、第 2 の電極 102 と重なる領域を有し、EL 層 103 は、第 1 の電極 101 と、第 2 の電極 102 の間に挟まれる領域を有する。また、EL 層 103 は、第 1 の電極 101 上に、ホール注入・輸送層 104、発光層 113、電子輸送層 108、および電子注入層 109 が順次積層された構造を有する。

##### 【0 0 3 2】

電子注入層 109 は、第 2 の電極 102 からの電子の注入効率を高めるための層であり、第 2 の電極 102 に用いる材料の仕事関数の値と、電子注入層 109 に用いる材料の LUMO 準位の値とを比較した際、その差が小さい (0.5 eV 以下) 材料を用いることが好ましい。従って、電子注入層 109 には、リチウム、セシウム、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>)、8-(キノリノラト)リチウム (略称 : Liq)、2-(2-ピリジル)フェノラトリチウム (略称 : LiPP)、2-(2-ピリジル)-3-ピリジノラトリチウム (略称 : LiPPy)、4-フェニル-2-(2-ピリジル)フェノラトリチウム (略称 : LiPPP)、リチウム酸化物 (LiO<sub>x</sub>)、炭酸セシウム等のようなアルカリ金属、アルカリ土類金属、またはこ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 109 にエレクトライドを用いてよい。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。

##### 【0 0 3 3】

また、電子注入層 109 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、例えば後述する電子輸送層に用いる電子輸送性材料 (金属錯体および複素芳香族化合物等) を用いることが

10

20

30

40

50

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、アルカリ土類金属、および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および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：TTF）等の有機化合物を用いることもできる。

#### 【0034】

その他にも、電子注入層109に、有機化合物と金属とを混合してなる複合材料を用いても良い。なお、ここで用いる有機化合物としては、LUMO（最低空軌道：Lowest Unoccupied Molecular Orbital）準位が-3.6eV以上-2.3eV以下であると好ましい。また、非共有電子対を有する材料が好ましい。

10

#### 【0035】

したがって、上記の有機化合物としては、ピリジン骨格、ジアジン骨格（ピリミジン、ピラジン等）、またはトリアジン骨格を有する複素環化合物などの非共有電子対を有する材料が好ましい。ピリジン骨格を有する複素環化合物、ジアジン骨格を有する複素環化合物およびトリアジン骨格を有する複素環化合物の詳細については、本実施の形態にて後述する。

#### 【0036】

有機化合物と金属とを混合してなる複合材料に用いる金属としては、周期表における第5族、第7族、第9族または第11族に属する遷移金属および第13族に属する材料を用いることが好ましく、例えば、Ag、Cu、Al、またはIn等が挙げられる。また、この時、有機化合物は、上記金属との間で半占有軌道（SOMO：Singly Occupied Molecular Orbital）を形成する。

20

#### 【0037】

また、電子注入層109は、積層構造を有していてもよい。積層構造は、材料の一部が互いに異なる複数の層によって構成されていてもよいし、材料の全てが異なる複数の層によって形成されていてもよい。

#### 【0038】

電子注入層109に用いることのできる材料の詳細については本実施の形態にて後述する。

30

#### 【0039】

また、第1の電極101、第2の電極102、ホール注入・輸送層104、発光層113、および電子輸送層108として用いることのできる材料については本実施の形態にて後述する。なお、電子輸送層108は、積層構造を有していても良く、また、第1の電極101側から発光層113を通過して第2の電極102側に移動するホールをブロックするためのホールブロック層を有していても良い。また、ホール注入・輸送層104を形成する材料としては、正孔注入層および正孔輸送層として本実施の形態で後述する材料を用いることができる。なお、ホール注入・輸送層104は単層で形成しても複数層で形成しても構わない。また、ホール注入層およびホール輸送層を別に形成してもよい。また、ホール注入・輸送層104は、ホール注入層およびホール輸送層のいずれか一方のみであってもよい。

40

#### 【0040】

電子注入層109は、EL層103の一部だが、EL層103の他の層（ホール注入・輸送層104、発光層113、および電子輸送層108）とは異なる形状を有していてもよい。通常、EL層の一部の層を他の層とは別の形状とする場合、製造工程において他の層が大気等に暴露される可能性があるため、発光デバイスの信頼性および輝度が低下する場合がある。しかし、電子注入層109を他の層とは別の形状とする場合に、製造工程において大気等への暴露の可能性が生じるのは、発光層113の上面に電子輸送層108を形成した後であるため、ホール注入・輸送層104および発光層113が大気等に曝される

50

のを防ぎ、発光デバイス 100 の信頼性および輝度の低下を抑制することができる。従って、発光デバイス 100において、電子注入層 109 を E L 層 103 の他の層（ホール注入・輸送層 104、発光層 113、および電子輸送層 108）とは異なる形状とすることができる。

#### 【 0 0 4 1 】

なお、電子輸送層 108 が複数層を有する場合、大気等への暴露の可能性が生じるのが、電子輸送層 108 の一部の層を形成した後、かつ、電子輸送層 108 のその他の層を形成する前であっても、発光デバイス 100 の信頼性および輝度の低下を抑制することができる場合がある。

#### 【 0 0 4 2 】

電子注入層 109 が、E L 層 103 の他の層（ホール注入・輸送層 104、発光層 113、および電子輸送層 108）とは異なる形状を有する発光デバイス 100 の例を図 1 (B) および図 1 (C) に示す。

#### 【 0 0 4 3 】

図 1 (B) に示すように、電子注入層 109 と第 2 の電極 102 とをホール注入・輸送層 104、発光層 113、および電子輸送層 108 とは異なる形状とすることができます。電子注入層 109 および第 2 の電極 102 を複数の発光デバイスに共通する層とすることができますため、発光デバイス 100 の製造工程を簡略化し、スループットを向上させることができるとなる。

#### 【 0 0 4 4 】

また、図 1 (B) に示すように、発光デバイス 100 は、絶縁層 107 を有していてよい。絶縁層 107 は、第 1 の電極 101 の一部と、ホール注入・輸送層 104 の側面と、発光層 113 の側面と、電子輸送層 108 の側面と、に接する。また、電子注入層 109 は、絶縁層 107 を介して、第 1 の電極 101 の側面、ホール注入・輸送層 104 の側面、発光層 113 の側面、および電子輸送層 108 の側面に位置し、また、絶縁層 107 を介すことなく、電子輸送層 108 の上面に接する。第 2 の電極 102 は、絶縁層 107 および電子注入層 109 を介して、ホール注入・輸送層 104 の側面と、発光層 113 の側面と、電子輸送層 108 の側面に位置し、電子注入層 109 を介して、第 1 の電極 101 の側面に位置し、また、電子注入層 109 を介して電子輸送層 108 の上面に位置する。なお、絶縁層 107 は、発光層 113 の側面と、電子注入層 109 との間に位置するといふこともできる。

#### 【 0 0 4 5 】

第 2 の電極 102 が、絶縁層 107 および電子注入層 109 を介して、第 1 の電極 101 の側面、ホール注入・輸送層 104 の側面、発光層 113 の側面、および電子輸送層 108 の側面に位置する構成とすることによって、第 2 の電極 102 とホール注入・輸送層 104 の間の導通および第 2 の電極 102 と第 1 の電極 101 との間の導通を防ぐことができる。

#### 【 0 0 4 6 】

上記の効果を得る上で絶縁層 107 は必ずしも必要ではないが、絶縁層 107 を有する構成であると、ホール注入・輸送層 104 の側面（または端部）と、発光層 113 の側面と、電子輸送層 108 の側面を保護することができ、好ましい。

#### 【 0 0 4 7 】

また、絶縁層 107 を有する構成であると、第 2 の電極 102 とホール注入・輸送層 104 の間の導通および第 2 の電極 102 と第 1 の電極 101 との間の導通を、さらに防ぐことができ、好ましい。

#### 【 0 0 4 8 】

したがって、発光デバイス 100 には、様々な構造を適用することができる。例えば、発光デバイス 100 を複数並べる際、隣り合う発光デバイス 100 それぞれが有する電子注入層 109 同士および第 2 の電極 102 同士が連結した構造とすることができる。

#### 【 0 0 4 9 】

10

20

30

40

50

絶縁層 107 として用いることのできる材料については、後の実施の形態にて後述する。

#### 【0050】

また、図 1 (C) に示すように、ホール注入・輸送層 104 を先にパターニング (ホール注入層のみでも良い) した後、発光層 113 および電子輸送層 108 を順次積層することで、ホール注入・輸送層 104 が発光層 113 に囲まれる形状としてもよい。この場合、発光層 113 が、ホール注入・輸送層 104 の上面および側面に接するため、電子注入層 109 は、ホール注入・輸送層 104 の側面とは接さず、第 1 の電極 101 の側面、発光層 113 の側面、および電子輸送層 108 の側面と接する。また、第 2 の電極 102 は、電子注入層 109 を介して、発光層 113 の側面並びに電子輸送層 108 の側面および上面に位置する。

10

#### 【0051】

ホール注入・輸送層 104 の端部が発光層 113 に囲まれる形状とすることで、絶縁層 107 を設けなくても、第 2 の電極 102 とホール注入・輸送層 104 の間の導通を防ぐことができる。

#### 【0052】

なお、本発明の一態様は図 1 (B) および図 1 (C) の構成に限られない。例えば、隣り合う発光デバイス間に絶縁層などを設け、第 2 の電極 102 および電子注入層 109 を当該絶縁層上に形成する構造とすると、第 2 の電極 102 および電子注入層 109 は、第 1 の電極 101 の側面、ホール注入・輸送層 104 の側面、発光層 113 の側面、および電子輸送層 108 の側面の一部または全てに位置しない場合がある。

20

#### 【0053】

なお、本発明の一態様の発光デバイスの構成は、図 1 に示した構成に限られない。発光デバイスの基本的な構造について、図 2 を用いて説明する。

#### 【0054】

##### 発光デバイスの基本的な構造

発光デバイスの基本的な構造について説明する。図 2 (A) には、一対の電極間に発光層を含む E L 層を有する発光デバイスを示す。具体的には、第 1 の電極 101 と第 2 の電極 102 との間に E L 層 103 が挟まれた構造を有する。

#### 【0055】

また、図 2 (B) には、一対の電極間に複数 (図 2 (B) では、2 層) の E L 層 (103a、103b) を有し、E L 層の間に電荷発生層 106 を有する積層構造 (タンデム構造) の発光デバイスを示す。タンデム構造の発光デバイスは、電流ストレスが小さく、信頼性の高い発光装置を実現することができる。

30

#### 【0056】

電荷発生層 106 は、第 1 の電極 101 と第 2 の電極 102 の間に電位差を生じさせたときに、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 2 (B) 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 106 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。

40

#### 【0057】

なお、電荷発生層 106 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 106 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 106 は、第 1 の電極 101 および第 2 の電極 102 よりも低い導電率であっても機能する。

#### 【0058】

また、図 2 (C) には、本発明の一態様である発光デバイスの E L 層 103 の積層構造を示す。但し、この場合、第 1 の電極 101 は陽極として、第 2 の電極 102 は陰極として機能するものとする。E L 層 103 は、第 1 の電極 101 上に、正孔 (ホール) 注入層 111、正孔 (ホール) 輸送層 112、発光層 113、電子輸送層 114、電子注入層 11

50

5が順次積層された構造を有する。なお、発光層113は、発光色の異なる発光層を複数積層した構成であっても良い。例えば、赤色を発光する発光物質を含む発光層と、緑色を発光する発光物質を含む発光層と、青色を発光する発光物質を含む発光層とが積層、またはキャリア輸送性材料を有する層を介して積層された構造であっても良い。または、黄色を発光する発光物質を含む発光層と、青色を発光する発光物質を含む発光層との組み合わせであっても良い。ただし、発光層113の積層構造は上記に限定されない。例えば、発光層113は、発光色の同じ発光層を複数積層した構成であっても良い。例えば、青色を発光する発光物質を含む第1の発光層と、青色を発光する発光物質を含む第2の発光層とが積層、またはキャリア輸送性材料を有する層を介して積層された構造であっても良い。発光色の同じ発光層を複数積層した構成の場合、単層の構成よりも信頼性を高めることができる場合がある。また、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101が陰極で、第2の電極102が陽極の場合は、EL層103の積層順は逆になる。具体的には、陰極である第1の電極101上の111が、電子注入層、112が電子輸送層、113が発光層、114が正孔(ホール)輸送層、115が正孔(ホール)注入層、という構成を有する。

10

20

30

## 【0059】

EL層(103、103a、103b)に含まれる発光層113は、それぞれ発光物質および複数の物質を適宜組み合わせて有しており、所望の発光色を呈する蛍光発光または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113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およびその他の物質は、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(103a、103b)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およびその他の物質を異なる材料とすればよい。

## 【0060】

また、本発明の一態様である発光デバイスにおいて、例えば、図2(C)に示す第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)構造とすることにより、EL層103に含まれる発光層113から得られる発光を両電極間で共振させ、第2の電極102から得られる発光を強めることができる。

30

## 【0061】

なお、発光デバイスの第1の電極101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113から得られる光の波長に対して、第1の電極101と、第2の電極102との電極間の光学距離(膜厚と屈折率の積)が $m/2$ (ただし、mは1以上の整数)またはその近傍となるように調整するのが好ましい。

40

## 【0062】

また、発光層113から得られる所望の光(波長:)を增幅させるために、第1の電極101から発光層113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102から発光層113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 $(2m'+1)/4$ (ただし、m'は1以上の整数)またはその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113における正孔(ホール)と電子との再結合領域を示す。

50

## 【0063】

このような光学調整を行うことにより、発光層113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。

## 【0064】

但し、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および第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充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、所望の光が得られ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うことができる。しかし、第1の電極101における反射領域、および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101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充分に上述の効果を得ることができるものとする。

## 【0065】

10

図2(D)に示す発光デバイスは、タンデム構造を有する発光デバイスであり、マイクロキャビティ構造を有するため、各EL層(103a、103b)からの異なる波長の光(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に塗り分け(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できるとなるため、低消費電力化を図ることができる。

## 【0066】

20

図2(E)に示す発光デバイスは、図2(B)に示したタンデム構造の発光デバイスの一例であり、図に示すように、3つのEL層(103a、103b、103c)が電荷発生層(106a、106b)を挟んで積層される構造を有する。なお、3つのEL層(103a、103b、103c)は、それぞれに発光層(113a、113b、113c)を有しており、各発光層の発光色は、自由に組み合わせができる。例えば、発光層113aを青色、発光層113bを赤色、緑色、および黄色のいずれか一または複数、発光層113cを青色とすることができますが、発光層113aを赤色、発光層113bを青色、緑色、および黄色のいずれか一または複数、発光層113cを赤色とすることもできる。

## 【0067】

30

なお、上述した本発明の一態様である発光デバイスにおいて、第1の電極101と第2の電極102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 $1 \times 10^{-2} \text{ cm}$ 以下とするのが好ましい。

## 【0068】

30

また、上述した本発明の一態様である発光デバイスにおいて、第1の電極101と第2の電極102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 $1 \times 10^{-2} \text{ cm}$ 以下とするのが好ましい。

## 【0069】

40

## 発光デバイスの具体的な構造

次に、本発明の一態様である発光デバイスの具体的な構造について、図2を用いて説明する。また、ここでは、タンデム構造を有する図2(D)を用いて説明する。なお、シングル構造を有する図2(A)および図2(C)の発光デバイスについてもEL層の構成については同様とする。また、図2(D)に示す発光デバイスがマイクロキャビティ構造を有する場合は、第1の電極101を反射電極として形成し、第2の電極102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102は、EL層103bを形成した後、上記と同様に材料を選択して形成する。

## 【0070】

50

&lt;第1の電極および第2の電極&gt;

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、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て含む合金、その他グラフェン等を用いることができる。

10

20

#### 【0071】

図2(D)に示す発光デバイスにおいて、第1の電極101が陽極である場合、第1の電極101上にEL層103aの正孔注入層111aおよび正孔輸送層112aが真空蒸着法により順次積層形成される。EL層103aおよび電荷発生層106が形成された後、電荷発生層106上にEL層103bの正孔注入層111bおよび正孔輸送層112bが同様に順次積層形成される。

20

#### 【0072】

##### <正孔注入層>

正孔注入層(111、111a、111b)は、陽極である第1の電極101および電荷発生層(106、106a、106b)からEL層(103、103a、103b)に正孔(ホール)を注入する層であり、有機アクセプター材料および正孔注入性の高い材料のいずれか一方または両方を含む層である。

30

#### 【0073】

有機アクセプター材料は、そのLUMO準位の値とHOMO準位の値が近い他の有機化合物との間で電荷分離することにより、当該有機化合物に正孔(ホール)を発生させることができる材料である。従って、有機アクセプター材料としては、キノジメタン誘導体、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電子吸引基(例えば、ハロゲン基またはシアノ基)を有する化合物を用いることができる。例えば、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:F4-TCNQ)、3,6-ジフルオロ-2,5,7,7,8,8-ヘキサシアノキノジメタン、クロラニル、2,3,6,7,10,11-ヘキサシアノ-1,4,5,8,9,12-ヘキサアザトリフェニレン(略称:HAT-CN)、1,3,4,5,7,8-ヘキサフルオロテトラシアノ-ナフトキノジメタン(略称:F6-TCNNQ)、2-(7-ジシアノメチレン-1,3,4,5,6,8,9,10-オクタフルオロ-7H-ピレン-2-イリデン)マロノニトリル等を用いることができる。なお、有機アクセプター材料の中でも特にHAT-CNのように複素原子を複数有する縮合芳香環に電子吸引基が結合している化合物は、アクセプター性が高く、熱に対して膜質が安定であるため好適である。その他にも、電子吸引基(特にフルオロ基のようなハロゲン基またはシアノ基)を有する[3]ラジアレン誘導体は、電子受容性が非常に高いため好ましく、具体的には、',',',','-1,2,3-シクロプロパントリイリデントリス[4-シアノ-2,3,5,6-テトラフルオロベンゼンアセトニトリル]、',',',','-1,2,3-シクロプロパントリイリデントリス[2,6-ジクロロ-3,5-ジフルオロ-4-(トリフルオロメチル)ベンゼンアセトニトリル]、',',',','-1,2,3-シクロプロパントリイリデントリス[2,3,4,5,6-ペンタフルオロベンゼンアセトニトリル]などを用いることができる。

40

#### 【0074】

50

また、正孔注入性の高い材料としては、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（モリブデン酸化物、バナジウム酸化物、ルテニウム酸化物、タンゲステン酸化物、マンガン酸化物等の遷移金属酸化物等）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、酸化タンゲステン、酸化マンガン、酸化レニウムが挙げられる。上記の中でも、酸化モリブデンは大気中で安定であり、吸湿性が低く、扱いやすいため好ましい。この他、フタロシアニン（略称：H<sub>2</sub>Pc）または銅フタロシアニン（略称：CuPc）等のフタロシアニン系の化合物、等を用いることができる。

#### 【0075】

また、上記材料に加えて低分子化合物である、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：T DATA）、4,4',4'''-トリス[ N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ]トリフェニルアミン（略称：MTDATA）、4,4'-ビス[ N-(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：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）、1,3,5-トリス[ N-(4-ジフェニルアミノフェニル)-N-フェニルアミノ]ベンゼン（略称：DPA3B）、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）等の芳香族アミン化合物、等を用いることができる。

#### 【0076】

また、高分子化合物（オリゴマー、デンドリマー、ポリマー等）である、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）等を用いることができる。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）、ポリアニリン/ポリ(スチレンスルホン酸)（略称：PAni/PSS）等の酸を添加した高分子系化合物、等を用いることもできる。

#### 【0077】

また、正孔注入性の高い材料としては、正孔輸送性材料と、上述した有機アクセプター材料（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、有機アクセプター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111で正孔が発生し、正孔輸送層112を介して発光層113に正孔が注入される。なお、正孔注入層111は、正孔輸送性材料と有機アクセプター材料（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、正孔輸送性材料と有機アクセプター材料（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。

#### 【0078】

なお、正孔輸送性材料としては、電界強度[V/cm]の平方根が600における正孔移動度が、 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する物質が好ましい。なお、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ることができる。

#### 【0079】

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、フラン誘導体、またはチオフェン誘導体）および芳香族アミン（芳香族アミン骨格を有する化合物）等の正孔輸送性の高い材料が好ましい。

#### 【0080】

なお、上記カルバゾール誘導体（カルバゾール骨格を有する化合物）としては、ピカルバ

20

30

40

50

ゾール誘導体（例えば、3, 3'-ビカルバゾール誘導体）、カルバゾリル基を有する芳香族アミン等が挙げられる。

### 【0081】

また、上記ビカルバゾール誘導体（例えば、3, 3'-ビカルバゾール誘導体）としては、具体的には、3, 3'-ビス(9-フェニル-9H-カルバゾール)（略称：PCCP）、9, 9'-ビス(1, 1'-ビフェニル-4-イル)-3, 3'-ビ-9H-カルバゾール（略称：BisBPCz）、9, 9'-ビス(1, 1'-ビフェニル-3-イル)-3, 3'-ビ-9H-カルバゾール（略称：BismBPCz）、9-(1, 1'-ビフェニル-3-イル)-9'-(1, 1'-ビフェニル-4-イル)-9H, 9'H-3, 3'-ビカルバゾール（略称：mBPCCBP）、9-(2-ナフチル)-9'-フェニル-9H, 9'H-3, 3'-ビカルバゾール（略称：NCCP）などが挙げられる。

### 【0082】

また、上記カルバゾリル基を有する芳香族アミンとしては、具体的には、4-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：PCBA1BP）、N-(4-ビフェニル)-N-(9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)-9-フェニル-9H-カルバゾール-3-アミン（略称：PCBiF）、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）、4, 4'-ジフェニル-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：PCBBi1BP）、4-(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：PCBANB）、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）、4-フェニルジフェニル-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)アミン（略称：PCA1BP）、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：PCA2B）、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：PCA3B）、9, 9-ジメチル-N-フェニル-N-[4-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)フェニル]フルオレン-2-アミン（略称：PCBAF）、N-フェニル-N-[4-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)フェニル]スピロ-9, 9'-ビフルオレン-2-アミン（略称：PCBASF）、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）、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：PCzDPA1）、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：PCzDPA2）、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：PCzTPN2）、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：PCASF）、N-[4-(9H-カルバゾール-9-イル)フェニル]-N-(4-フェニル)フェニルアニリン（略称：YGA1BP）、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：YGA2F）、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：CTA）などが挙げられる。

### 【0083】

なお、カルバゾール誘導体としては、上記に加えて、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）、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)、1, 3 - ビス( N - カルバゾリル)ベンゼン(略称: m C P)、4, 4' - ジ( N - カルバゾリル)ビフェニル(略称: C B P)、3, 6 - ビス( 3, 5 - ジフェニルフェニル) - 9 - フェニルカルバゾール(略称: C z T P)、1, 3, 5 - トリス[ 4 - ( N - カルバゾリル)フェニル]ベンゼン(略称: T C P B)、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)等が挙げられる。

## 【 0 0 8 4 】

また、上記フラン誘導体(フラン骨格を有する化合物)としては、具体的には、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: D B F 3 P - I I)、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: m m D B F F L B i - I I)等が挙げられる。 10

## 【 0 0 8 5 】

また、上記チオフェン誘導体(チオフェン骨格を有する化合物)としては、具体的には、1, 3, 5 - トリ(ジベンゾチオフェン - 4 - イル) - ベンゼン(略称: D B T 3 P - I I)、2, 8 - ジフェニル - 4 - [ 4 - ( 9 - フェニル - 9H - フルオレン - 9 - イル)フェニル]ジベンゾチオフェン(略称: D B T F L P - I I I)、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: D B T F L P - I V)などが挙げられる。

## 【 0 0 8 6 】

また、上記芳香族アミンとしては、具体的には、4, 4' - ビス[ N - ( 1 - ナフチル) - N - フェニルアミノ]ビフェニル(略称: N P B または - N P D)、N, N' - ビス( 3 - メチルフェニル) - N, N' - ジフェニル - [ 1, 1' - ビフェニル] - 4, 4' - ジアミン(略称: T P D)、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: B S P B)、4 - フェニル - 4' - ( 9 - フェニルフルオレン - 9 - イル)トリフェニルアミン(略称: B P A F L P)、4 - フェニル - 3' - ( 9 - フェニルフルオレン - 9 - イル)トリフェニルアミン(略称: m B P A F L P)、N - ( 9, 9 - ジメチル - 9H - 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 - 9H - フルオレン - 2 - イル)アミノ] - 9H - フルオレン - 7 - イル}フェニルアミン(略称: D F L A D F L)、N - ( 9, 9 - ジメチル - 2 - ジフェニルアミノ - 9H - フルオレン - 7 - イル)30ジフェニルアミン(略称: D P N 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)、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)、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)、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: T D A T A)、4, 4', 4''' - トリス[ N - ( 3 - メチルフェニル) - N - フェニルアミノ]トリフェニルアミン(略称: m - M T D A T A)、N, N' - ジ( p - トリル) - N, N' - ジフェニル - p - フェニレンジアミン(略称: D T D P P A)、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)、D N 40 T P D、1, 3, 5 - トリス[ N - ( 4 - ジフェニルアミノフェニル) - N - フェニルアミノ]ベンゼン(略称: D P A 3 B)、N - ( 4 - ビフェニル) - 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: B n f A B P)、N, N - ビス( 4 - ビフェニル) - 6 - フェニルベンゾ[ b ]ナフト[ 1, 2 - d ]フラン - 8 - アミン(略称: B B A B n f)、4, 4' - ビス( 6 - フェニルベンゾ[ b ]ナフト[ 1, 2 - d ]フラン - 8 - イル) - 4' - フェニルトリフェニルアミン(略称: B n f B B 1 B P)、N, N - ビス( 4 - ビフェニル)ベンゾ[ b ]ナフト[ 1, 2 - d ]フラン - 6 - アミン(略称: B B A B n f ( 6 ))、N, N - ビス( 4 - ビフェニル)ベンゾ[ b ]ナフト[ 1, 2 - d ]フラン - 8 - アミン(略称: B B A B n f ( 8 ))、N, N - ビス( 4 - ビフェニル)ベンゾ[ b ]ナフト[ 2, 3 - d ]フラン - 4 - アミン(略称: B 50

B A B n f ( I I ) ( 4 ) ) 、 N , N - ビス [ 4 - ( ジベンゾフラン - 4 - イル ) フェニル ] - 4 - アミノ - p - ターフェニル ( 略称 : D B f B B 1 T P ) 、 N - [ 4 - ( ジベンゾチオフェン - 4 - イル ) フェニル ] - N - フェニル - 4 - ビフェニルアミン ( 略称 : T h B A 1 B P ) 、 4 - [ 4 - ( 2 - ナフチル ) - 4 ' , 4 ' ' - ジフェニルトリフェニルアミン ( 略称 : B B A N B ) 、 4 - [ 4 - ( 2 - ナフチル ) フェニル ] - 4 ' , 4 ' ' - ジフェニルトリフェニルアミン ( 略称 : B B A N B i ) 、 4 , 4 ' - ジフェニル - 4 ' ' - ( 6 ; 1 ' - ビナフチル - 2 - イル ) トリフェニルアミン ( 略称 : B B A N N B ) 、 4 , 4 ' - ジフェニル - 4 ' ' - ( 7 ; 1 ' - ビナフチル - 2 - イル ) トリフェニルアミン ( 略称 : B B A N N B - 0 3 ) 、 4 , 4 ' - ジフェニル - 4 ' ' - ( 7 - フェニル ) ナフチル - 2 - イルトリフェニルアミン ( 略称 : B B A P N B - 0 3 ) 、 4 , 4 ' - ジフェニル - 4 ' ' - ( 6 ; 2 ' - ビナフチル - 2 - イル ) トリフェニルアミン ( 略称 : B B A ( N 2 ) B ) 、 4 , 4 ' - ジフェニル - 4 ' ' - ( 7 ; 2 ' - ビナフチル - 2 - イル ) トリフェニルアミン ( 略称 : B B A ( N 2 ) B - 0 3 ) 、 4 , 4 ' - ジフェニル - 4 ' ' - ( 4 ; 2 ' - ビナフチル - 1 - イル ) トリフェニルアミン ( 略称 : B B A N N B ) 、 4 , 4 ' - ジフェニル - 4 ' ' - ( 5 ; 2 ' - ビナフチル - 1 - イル ) トリフェニルアミン ( 略称 : B B A N N B - 0 2 ) 、 4 - ( 4 - ビフェニリル ) - 4 ' - ( 2 - ナフチル ) - 4 ' ' - フェニルトリフェニルアミン ( 略称 : T P B i A N B ) 、 4 - ( 3 - ビフェニリル ) - 4 ' - [ 4 - ( 2 - ナフチル ) フェニル ] - 4 ' ' - フェニルトリフェニルアミン ( 略称 : T P B i A N B i ) 、 4 - ( 4 - ビフェニリル ) - 4 ' - [ 4 - ( 2 - ナフチル ) フェニル ] - 4 ' ' - フェニルトリフェニルアミン ( 略称 : T P B i A N B i ) 、 4 - フェニル - 4 ' - ( 1 - ナフチル ) トリフェニルアミン ( 略称 : N B A 1 B P ) 、 4 , 4 ' - ビス ( 1 - ナフチル ) トリフェニルアミン ( 略称 : N B B 1 B P ) 、 4 , 4 ' - ジフェニル - 4 ' ' - [ 4 ' - ( カルバゾール - 9 - イル ) ビフェニル - 4 - イル ] トリフェニルアミン ( 略称 : Y G T B i 1 B P ) 、 4 ' - [ 4 - ( 3 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 9 - イル ) フェニル ] トリス ( 1 , 1 ' - ビフェニル - 4 - イル ) アミン ( 略称 : Y G T B i 1 B P - 0 2 ) 、 4 - [ 4 ' - ( カルバゾール - 9 - イル ) ビフェニル - 4 - イル ] - 4 ' - ( 2 - ナフチル ) - 4 ' ' - フェニルトリフェニルアミン ( 略称 : Y G T B i N B ) 、 N - [ 4 - ( 9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル ) フェニル ] - N - [ 4 - ( 1 - ナフチル ) フェニル ] - 9 , 9 ' - スピロビ ( 9 H - フルオレン ) - 2 - アミン ( 略称 : P C B N B S F ) 、 N , N - ビス ( [ 1 , 1 ' - ビフェニル ] - 4 - イル ) - 9 , 9 ' - スピロビ [ 9 H - フルオレン ] - 2 - アミン ( 略称 : B B A S F ) 、 N , N - ビス ( [ 1 , 1 ' - ビフェニル ] - 4 - イル ) - 9 , 9 ' - スピロビ [ 9 H - フルオレン ] - 4 - アミン ( 略称 : B B A S F ( 4 ) ) 、 N - ( 1 , 1 ' - ビフェニル - 2 - イル ) - N - ( 9 , 9 - ジメチル - 9 H - フルオレン - 2 - イル ) - 9 , 9 ' - スピロビ ( 9 H - フルオレン ) - 4 - アミン ( 略称 : o F B i S F ) 、 N - ( 4 - ビフェニル ) - N - ( 9 , 9 - ジメチル - 9 H - フルオレン - 2 - イル ) ジベンゾフラン - 4 - アミン ( 略称 : F r B i F ) 、 N - [ 4 - ( 1 - ナフチル ) フェニル ] - N - [ 3 - ( 6 - フェニルジベンゾフラン - 4 - イル ) フェニル ] - 1 - ナフチルアミン ( 略称 : m P D B f B N B N ) 、 4 - フェニル - 4 ' - [ 4 - ( 9 - フェニルフルオレン - 9 - イル ) フェニル ] トリフェニルアミン ( 略称 : B P A F L B i ) 、 N , N - ビス ( 9 , 9 - ジメチル - 9 H - フルオレン - 2 - イル ) - 9 , 9 ' - スピロビ - 9 H - フルオレン - 4 - アミン、 N , N - ビス ( 9 , 9 - ジメチル - 9 H - フルオレン - 2 - イル ) - 9 , 9 ' - スピロビ - 9 H - フルオレン - 3 - アミン、 N , N - ビス ( 9 , 9 - ジメチル - 9 H - フルオレン - 2 - イル ) - 9 , 9 ' - スピロビ - 9 H - フルオレン - 2 - アミン、 N , N - ビス ( 9 , 9 - ジメチル - 9 H - フルオレン - 2 - イル ) - 9 , 9 ' - スピロビ - 9 H - フルオレン - 1 - アミン、 等が挙げられる。

## 【 0 0 8 7 】

その他にも、正孔輸送性材料として、高分子化合物（オリゴマー、デンドリマー、ポリマー等）である、ポリ（N - ビニルカルバゾール）（略称：P V K）、ポリ（4 - ビニルトリフェニルアミン）（略称：P V T P A）、ポリ [ N - ( 4 - { N ' - [ 4 - ( 4 - ジフ

エニルアミノ)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) 等を用いることができる。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)、ポリアニリン/ポリ(スチレンスルホン酸) (略称: PANi/PSS) 等の酸を添加した高分子系化合物、等を用いることもできる。

#### 【0088】

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種または複数種組み合わせて正孔輸送性材料として用いてもよい。

#### 【0089】

なお、正孔注入層(111、111a、111b)は、公知の様々な成膜方法を用いて形成することができるが、例えば、真空蒸着法を用いて形成することができる。

#### 【0090】

##### <正孔輸送層>

正孔輸送層(112、112a、112b)は、正孔注入層(111、111a、111b)によって、第1の電極101から注入された正孔を発光層(113、113a、113b、113c)に輸送する層である。なお、正孔輸送層(112、112a、112b)は、正孔輸送性材料を含む層である。従って、正孔輸送層(112、112a、112b)には、正孔注入層(111、111a、111b)に用いることができる正孔輸送性材料を用いることができる。

#### 【0091】

なお、本発明の一態様である発光デバイスにおいて、正孔輸送層(112、112a、112b)と同じ有機化合物を発光層(113、113a、113b、113c)に用いることができる。正孔輸送層(112、112a、112b)と発光層(113、113a、113b、113c)に同じ有機化合物を用いると、正孔輸送層(112、112a、112b)から発光層(113、113a、113b、113c)へのホールの輸送が効率よく行えるため、より好ましい。

#### 【0092】

##### <発光層>

発光層(113、113a、113b、113c)は、発光物質を含む層である。なお、発光層(113、113a、113b、113c)に用いることができる発光物質としては、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ことができる。また、発光層を複数有する場合には、各発光層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て得られる白色発光)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としてもよい。

#### 【0093】

また、発光層(113、113a、113b、113c)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(ホスト材料等)を有していても良い。

#### 【0094】

なお、発光層(113、113a、113b、113c)にホスト材料を複数用いる場合、新たに加える第2のホスト材料として、既存のゲスト材料および第1のホスト材料のエネルギー・ギャップよりも大きなエネルギー・ギャップを有する物質を用いるのが好ましい。また、第2のホスト材料の最低一重項励起エネルギー準位(S1準位)は、第1のホスト材料のS1準位よりも高く、第2のホスト材料の最低三重項励起エネルギー準位(T1準位)は、ゲスト材料のT1準位よりも高いことが好ましい。また、第2のホスト材料の最低三重項励起エネルギー準位(T1準位)は、第1のホスト材料のT1準位よりも高いことが好ましい。このような構成とすることにより、2種類のホスト材料による励起錯体を形成することができる。なお、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

10

20

30

40

50

組み合わせることが特に好ましい。また、この構成により、高効率、低電圧、長寿命を同時に実現することができる。

#### 【0095】

なお、上記のホスト材料（第1のホスト材料および第2のホスト材料を含む）として用いる有機化合物としては、発光層に用いるホスト材料としての条件を満たせば、前述の正孔輸送層（112、112a、112b）に用いることができる正孔輸送性材料、または後述の電子輸送層（114、114a、114b）に用いることができる電子輸送性材料、等の有機化合物が挙げられ、複数種の有機化合物（上記、第1のホスト材料および第2のホスト材料）からなる励起錯体であっても良い。なお、複数種の有機化合物で励起状態を形成する励起錯体（エキサイプレックス、エキシプレックスまたはExciplexともいう）は、S1準位とT1準位との差が極めて小さく、三重項励起エネルギーを一重項励起エネルギーに変換することが可能なTADF材料としての機能を有する。また、励起錯体を形成する複数種の有機化合物の組み合わせとしては、例えば一方が電子不足型複素芳香環を有し、他方が電子過剰型複素芳香環を有すると好ましい。なお、励起錯体を形成する組み合わせとして、一方にイリジウム、ロジウム、または白金系の有機金属錯体、あるいは金属錯体等の熒光発光物質を用いても良い。10

#### 【0096】

発光層（113、113a、113b、113c）に用いることができる発光物質として、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。20

#### 【0097】

##### 一重項励起エネルギーを発光に変える発光物質

発光層（113、113a、113b、113c）に用いることのできる、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、以下に示す蛍光を発する物質（蛍光発光物質）が挙げられる。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：1,6mMmFLPAPrn）、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。30

#### 【0098】

また、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：PAP2BPy）、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

40

50

- 2 - アントリル)トリフェニルアミン(略称: 2 Y G A P P A)、N, 9 - ジフェニル-N-[4 - (10 - フェニル-9 - アントリル)フェニル]-9H - カルバゾール-3 - アミン(略称: P C A P A)、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: P C B A P A)、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: P C B A P B A)、ペリレン、2, 5, 8, 11 - テトラ-tert - ブチルペリレン(略称: T B P)、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: D P A B P A)、N, 9 - ジフェニル-N-[4 - (9, 10 - ジフェニル-2 - アントリル)フェニル]-9H - カルバゾール-3 - アミン(略称: 2 P C A P P A)、N - [4 - (9, 10 - ジフェニル-2 - アントリル)フェニル]-N, N', N' - トリフェニル-1, 4 - フェニレンジアミン(略称: 2 D P A P P A)等を用いることができる。

### 【0099】

また、N - [9, 10 - ビス(1, 1' - ビフェニル-2 - イル)-2 - アントリル]-N, 9 - ジフェニル-9H - カルバゾール-3 - アミン(略称: 2 P C A B P h A)、N - (9, 10 - ジフェニル-2 - アントリル)-N, N', N' - トリフェニル-1, 4 - フェニレンジアミン(略称: 2 D P A P A)、N - [9, 10 - ビス(1, 1' - ビフェニル-2 - イル)-2 - アントリル]-N, N', N' - トリフェニル-1, 4 - フェニレンジアミン(略称: 2 D P A B P h A)、9, 10 - ビス(1, 1' - ビフェニル-2 - イル)-N - [4 - (9H - 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545T、N, N' - ジフェニルキナクリドン、(略称: D P Q d)、ルブレン、5, 12 - ビス(1, 1' - ビフェニル-4 - イル)-6, 11 - ジフェニルテトラセン(略称: B P T)、2 - {2 - [4 - (ジメチルアミノ)フェニル]エテニル}-6 - メチル-4H - 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-1H, 5H - ベンゾ[ij]キノリジン-9 - イル)エテニル]-4H - ピラン-4 - イリデン}プロパンジニトリル(略称: D C M 2)、N, N, N', N' - テトラキス(4 - メチルフェニル)テトラセン-5, 11 - ジアミン(略称: p - m P h T D)、7, 14 - ジフェニル-N, N, N', N' - テトラキス(4 - メチルフェニル)アセナフト[1, 2 - a]フルオランテン-3, 10 - ジアミン(略称: p - m P h A F D)、2 - {2 - イソプロピル-6 - [2 - (1, 1, 7, 7 - テトラメチル-2, 3, 6, 7 - テトラヒドロ-1H, 5H - ベンゾ[ij]キノリジン-9 - イル)エテニル]-4H - 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 - ブチル-6 - [2 - (1, 1, 7, 7 - テトラメチル-2, 3, 6, 7 - テトラヒドロ-1H, 5H - ベンゾ[ij]キノリジン-9 - イル)エテニル]-4H - 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}-4H - 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-1H, 5H - ベンゾ[ij]キノリジン-9 - イル)エテニル]-4H - 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)、1, 6 B n f A P r n - 03, 3, 10 - ビス[N - (9 - フェニル-9H - カルバゾール-2 - イル)-N - フェニルアミノ]ナフト[2, 3 - b; 6, 7 - b']ビスベンゾフラン(略称: 3, 10 P C A 2 N b f (I V) - 02)、3, 10 - ビス[N - (ジベンゾフラン-3 - イル)-N - フェニルアミノ]ナフト[2, 3 - b; 6, 7 - b']ビスベンゾフラン(略称: 3, 10 F r A 2 N b f (I V) - 02)などが挙げられる。特に、1, 6 F L P A P r n、1, 6 m M e m F L P A P r n、1, 6 B n f A P r n - 03のようなピレンジアミン化合物、等を用いることができる。

## 【0100】

三重項励起エネルギーを発光に変える発光物質

次に、発光層113に用いることのできる、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（燐光発光物質）、または熱活性化遅延蛍光を示す熱活性化遅延蛍光（Thermal l y a c t i v a t e d d e l a y e d f l u o r e s c e n c e : T A D F）材料が挙げられる。

## 【0101】

燐光発光物質とは、低温（例えば77K）以上室温以下の温度範囲（すなわち、77K以上313K以下）のいずれかにおいて、燐光を呈し、且つ蛍光を呈さない化合物のこと。該燐光発光物質としては、スピン軌道相互作用の大きい金属元素を有すると好ましく、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。具体的には遷移金属元素が好ましく、特に白金族元素（ルテニウム（Ru）、ロジウム（Rh）、パラジウム（Pd）、オスミウム（Os）、イリジウム（Ir）、または白金（Pt））を有することが好ましく、中でもイリジウムを有することで、一重項基底状態と三重項励起状態との間の直接遷移に係わる遷移確率を高めることができ好ましい。

10

## 【0102】

燐光発光物質（450nm以上570nm以下：青色または緑色）

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以下である燐光発光物質としては、以下のような物質が挙げられる。

20

## 【0103】

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-N<sup>2</sup>]フェニル-C}イリジウム（III）（略称：[Ir(mpptz-dmp)3]）、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(Mptz)3]）、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(iprptz-3b)3]）、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)3]）、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(Mptz1-mp)3]）、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(P rptz1-Me)3]）のような1H-トリアゾール骨格を有する有機金属錯体、fac-トリス[1-(2,6-ジメチルフェニル)-2-フェニル-1H-イミダゾール]イリジウム（III）（略称：[Ir(iprpmi)3]）、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(dmpimp-Me)3]）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：FIr6）、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：FIrpic）、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：FIr(acac)）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。

30

## 【0104】

燐光発光物質（495nm以上590nm以下：緑色または黄色）

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以下である燐光発光物質としては、以下のような物質が挙げられる。

50

## 【0105】

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(II)（略称：[Ir(mpmp)3]）、トリス(4-t-ブチル-6-フェニルピリミジナト)イリジウム(II)（略称：[Ir(tBu ppm)3]）、(アセチルアセトナト)ビス(6-メチル-4-フェニルピリミジナト)イリジウム(II)（略称：[Ir(mpmp)2(acac)]）、(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(II)（略称：[Ir(tBupp)2(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(II)（略称：[Ir(nbppm)2(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(II)（略称：[Ir(mpmppm)2(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-N3]フェニル-C}イリジウム(II)（略称：[Ir(dmppm-dmp)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(II)（略称：[Ir(dpmp)2(acac)]）のようなピリミ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(II)（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(II)（略称：[Ir(mppr-iPr)2(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,C2')イリジウム(II)（略称：[Ir(ppy)3]）、ビス(2-フェニルピリジナト-N,C2')イリジウム(II)アセチルアセトナート（略称：[Ir(ppy)2(acac)]）、ビス(ベンゾ[h]キノリナト)イリジウム(II)アセチルアセトナート（略称：[Ir(bzq)2(acac)]）、トリス(ベンゾ[h]キノリナト)イリジウム(II)（略称：[Ir(bzq)3]）、トリス(2-フェニルキノリナト-N,C2')イリジウム(II)（略称：[Ir(pq)3]）、ビス(2-フェニルキノリナト-N,C2')イリジウム(II)アセチルアセトナート（略称：[Ir(pq)2(acac)]）、ビス[2-(2-ピリジニル-N)フェニル-C][2-(4-フェニル-2-ピリジニル-N)フェニル-C]イリジウム(II)（略称：[Ir(pppy)2(4dppy)]）、ビス[2-(2-ピリジニル-N)フェニル-C][2-(4-メチル-5-フェニル-2-ピリジニル-N)フェニル-C]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,C2')イリジウム(II)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,C2'}イリジウム(II)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,C2')イリジウム(II)アセチルアセトナート（略称：[Ir(bt)2(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)3(Phen)]）のような希土類金属錯体が挙げられる。

## 【0106】

燐光発光物質(570 nm以上750 nm以下：黄色または赤色)  
黄色または赤色を呈し、発光スペクトルのピーク波長が570 nm以上750 nm以下である燐光発光物質としては、以下のようないくつかの物質が挙げられる。

## 【0107】

例えば、(ジイソブチリルメタナト)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(II)（略称：[Ir(5mdppm)2(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(II)（略称：[Ir(5mdppm)2(dpm)]）、(ジピバロイルメ

10

20

30

40

50

タナト)ビス[4,6-ジ(ナフタレン-1-イル)ピリミジナト]イリジウム(III)(略称:[Ir(d<sub>1</sub>n<sub>p</sub>m)<sub>2</sub>(d<sub>p</sub>m)])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(t<sub>p</sub>p<sub>r</sub>)<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(t<sub>p</sub>p<sub>r</sub>)<sub>2</sub>(d<sub>p</sub>m)])、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-N]フェニル-C}(2,6-ジメチル-3,5-ヘプタンジオナト-2O,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-N]フェニル-C}(2,2,6,6-テトラメチル-3,5-ヘプタンジオナト-2O,O')イリジウム(III)(略称:[Ir(dmdppr-dmCP)<sub>2</sub>(dpm)])、ビス[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)-4,6-ジメチルフェニル-C](2,2',6,6'-テトラメチル-3,5-ヘプタンジオナト-2O,O')イリジウム(III)(略称:[Ir(dmdppr-dmp)<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(II)(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>)イリジウム(III)(略称:[Ir(dpq)<sub>2</sub>(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)<sub>2</sub>(acac)])のようなピラジン骨格を有する有機金属錯体、トリス(1-フェニルイソキノリナト-N,C<sup>2'</sup>)イリジウム(III)(略称:[Ir(piq)<sub>3</sub>])、ビス(1-フェニルイソキノリナト-N,C<sup>2'</sup>)イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称:[Ir(piq)<sub>2</sub>(acac)])、ビス[4,6-ジメチル-2-(2-キノリニル-N)フェニル-C](2,4-ペンタンジオナト-2O,O')イリジウム(III)(略称:[Ir(dmpqn)<sub>2</sub>(acac)])のようなピリ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(II)(略称:[PtOEP])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(III)(略称:[Eu(DBM)<sub>3</sub>(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)<sub>3</sub>(Phen)])のような希土類金属錯体が挙げられる。  
10  
20  
30  
40

### 【0108】

#### TADF材料

また、TADF材料としては、以下に示す材料を用いることができる。TADF材料とは、S<sub>1</sub>準位とT<sub>1</sub>準位との差が小さく(好ましくは、0.2eV以下)、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、三重項励起エネルギー準位と一重項励起エネルギー準位のエネルギー差が0eV以上0.2eV以下、好ましくは0eV以上0.1eV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、1×10<sup>-6</sup>秒以上、好ましくは1×10<sup>-3</sup>秒以上である。

### 【0109】

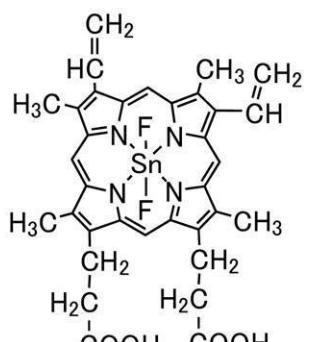
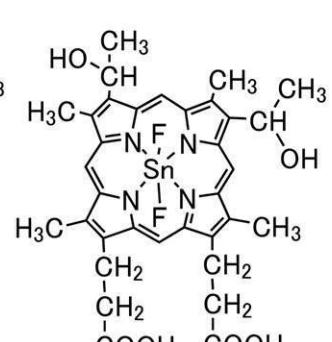
TADF材料としては、例えば、フラーレン、およびその誘導体、プロフラビン等のアクリジン誘導体、エオシン等が挙げられる。また、マグネシウム(Mg)、亜鉛(Zn)、カドミウム(Cd)、スズ(Sn)、白金(Pt)、インジウム(In)、もしくはパラジウム(Pd)等を含む金属含有ポルフィリンが挙げられる。金属含有ポルフィリンとし  
50

ては、例えば、プロトポルフィリン - フッ化スズ錯体（略称：SnF<sub>2</sub>（Proto IX））、メソポルフィリン - フッ化スズ錯体（略称：SnF<sub>2</sub>（Meso IX））、ヘマトポルフィリン - フッ化スズ錯体（略称：SnF<sub>2</sub>（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（略称：SnF<sub>2</sub>（Copro II - 4Me））、オクタエチルポルフィリン - フッ化スズ錯体（略称：SnF<sub>2</sub>（OEP））、エチオポルフィリン - フッ化スズ錯体（略称：SnF<sub>2</sub>（Etio I））、オクタエチルポルフィリン - 塩化白金錯体（略称：PtCl<sub>2</sub>OEP）等が挙げられる。

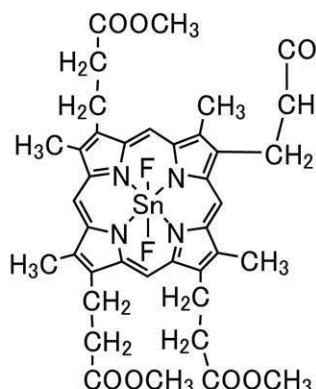
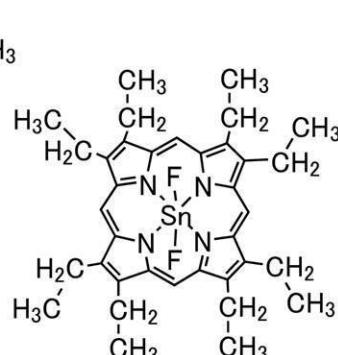
【0110】

【化1】

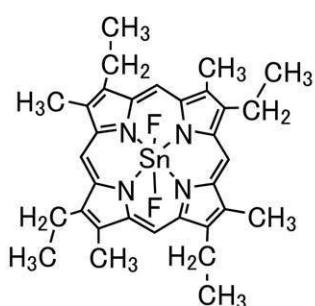
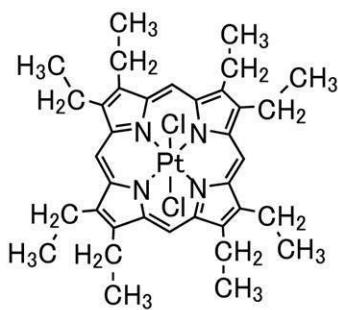
10

SnF<sub>2</sub>(Proto IX)SnF<sub>2</sub>(Meso IX)SnF<sub>2</sub>(Hemato IX)

20

SnF<sub>2</sub>(Copro III-4Me)SnF<sub>2</sub>(OEP)

30

SnF<sub>2</sub>(Etio I)PtCl<sub>2</sub>OEP

40

【0111】

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（略称：PINC-T

50

R Z )、2 - { 4 - [ 3 - ( N - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル ) - 9 H - 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 ( 略称 : P C C z P T z n )、2 - [ 4 - ( 1 0 H - フエノキサジン - 1 0 - イル ) フェニル ] - 4 , 6 - ジフェニル - 1 , 3 , 5 - トリアジン ( 略称 : P X Z - T R Z )、3 - [ 4 - ( 5 - フェニル - 5 , 1 0 - ジヒドロフェナジン - 1 0 - イル ) フェニル ] - 4 , 5 - ジフェニル - 1 , 2 , 4 - トリアゾール ( 略称 : P P Z - 3 T P T )、3 - ( 9 , 9 - ジメチル - 9 H - アクリジン - 1 0 - イル ) - 9 H - キサンテン - 9 - オン ( 略称 : A C R X T N )、ビス [ 4 - ( 9 , 9 - ジメチル - 9 , 1 0 - ジヒドロアクリジン ) フェニル ] スルホン ( 略称 : D M A C - D P S )、1 0 - フェニル - 1 0 H , 1 0 ' H - スピロ [ アクリジン - 9 , 9 ' - アントラセン ] - 1 0 ' - オン ( 略称 : A C R S A )、4 - ( 9 ' - 1 0 フェニル - 3 , 3 ' - ビ - 9 H - カルバゾール - 9 - イル ) ベンゾフロ [ 3 , 2 - d ] ピリミジン ( 略称 : 4 P C C z B f p m )、4 - [ 4 - ( 9 ' - フェニル - 3 , 3 ' - ビ - 9 H - カルバゾール - 9 - イル ) フェニル ] ベンゾフロ [ 3 , 2 - d ] ピリミジン ( 略称 : 4 P C C z P B f p m )、9 - [ 3 - ( 4 , 6 - ジフェニル - 1 , 3 , 5 - トリアジン - 2 - イル ) フェニル ] - 9 ' - フェニル - 2 , 3 ' - ビ - 9 H - カルバゾール ( 略称 : m P C C z P T z n - 0 2 ) 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てもよい。

## 【 0 1 1 2 】

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、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。

## 【 0 1 1 3 】

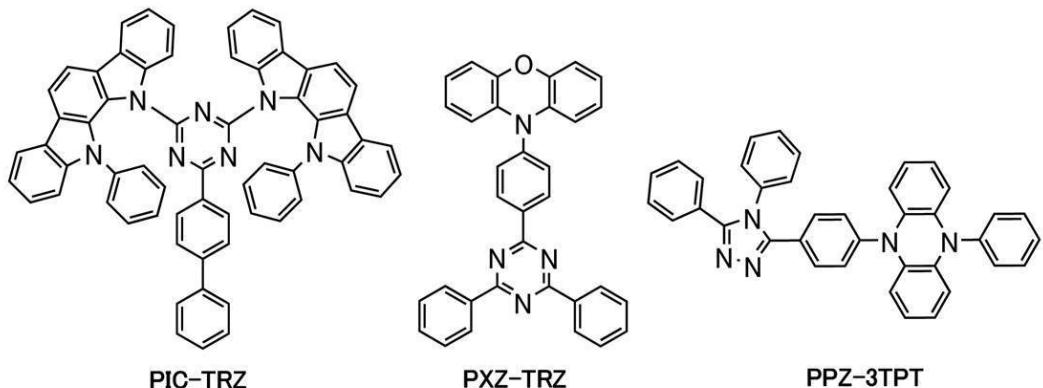
20

30

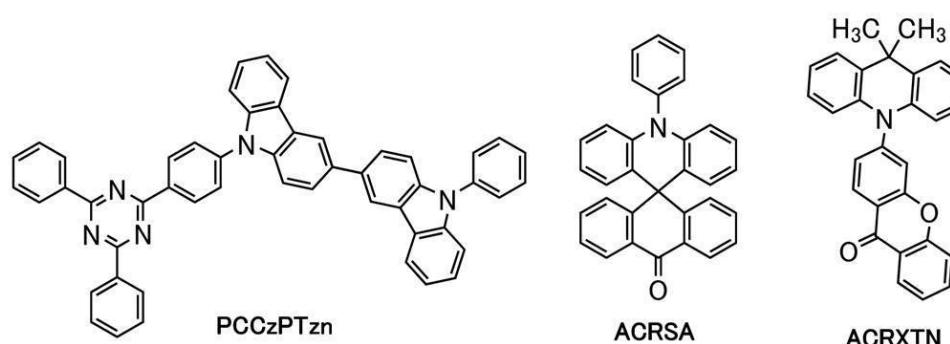
40

50

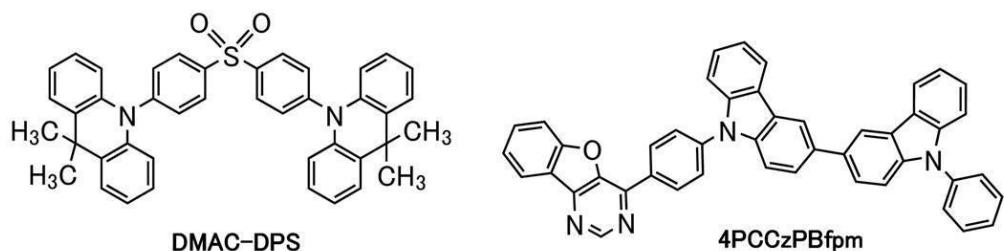
## 【化2】



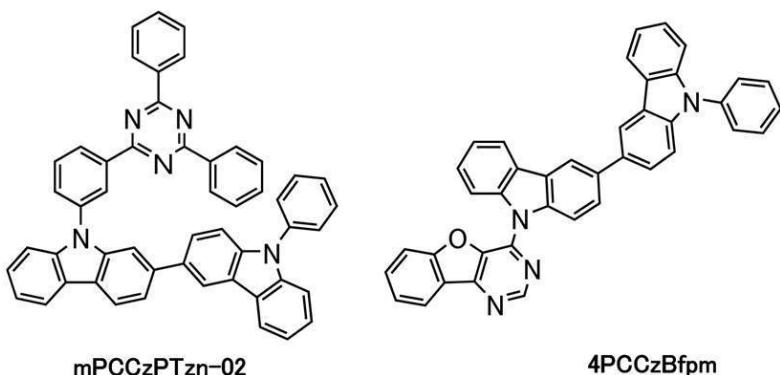
10



20



30



40

## 【0114】

また、上記の他に、三重項励起エネルギーを発光に変換する機能を有する材料としては、ペロブスカイト構造を有する遷移金属化合物のナノ構造体が挙げられる。特に金属ハロゲンペロブスカイト類のナノ構造体が好ましい。該ナノ構造体としては、ナノ粒子、ナノロッドが好ましい。

## 【0115】

発光層（113、113a、113b、113c）において、上述した発光物質（ゲスト材料）と組み合わせて用いる有機化合物（ホスト材料等）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

50

複数種選択して用いればよい。

### 【0116】

#### 蛍光発光用ホスト材料

発光層(113、113a、113b、113c)に用いる発光物質が蛍光発光物質である場合、組み合わせる有機化合物(ホスト材料)として、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、または蛍光量子収率が高い有機化合物を用いるのが好ましい。したがって、このような条件を満たす有機化合物であれば、本実施の形態で示す、正孔輸送性材料(前述)および電子輸送性材料(後述)等を用いることができる。

### 【0117】

一部上述した具体例と重複するが、発光物質(蛍光発光物質)との好ましい組み合わせという観点から、有機化合物(ホスト材料)としては、アントラセン誘導体、テトラセン誘導体、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る。

### 【0118】

なお、蛍光発光物質と組み合わせて用いることが好ましい有機化合物(ホスト材料)の具体例としては、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:PCzPA)、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)、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:PCPN)、9,10-ジフェニルアントラセン(略称:DPAnt h)、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:CzA1PA)、4-(10-フェニル-9-アントリル)トリフェニルアミン(略称:DPhPA)、YGA PA、PCA PA、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]-9H-カルバゾール-3-アミン(略称:PCAPBA)、N-(9,10-ジフェニル-2-アントリル)-N,9-ジフェニル-9H-カルバゾール-3-アミン(略称:2PCA PA)、6,12-ジメトキシ-5,11-ジフェニルクリセン、N,N,N',N',N',N'-オクタフェニルジベンゾ[g, p]クリセン-2,7,10,5-テトラアミン(略称: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)、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)、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:2mBnfPPA)、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}アントラセン(略称:FLPPA)、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)ベンゼン(略称:TPB3)、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。

### 【0119】

#### 燐光発光用ホスト材料

また、発光層(113、113a、113b、113c)に用いる発光物質が燐光発光物質である場合、組み合わせる有機化合物(ホスト材料)として、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、励起錯体を形成させるべく複数の有機化合物(例えば、第1のホスト材料、および第2のホスト材料(またはアシスト材料)等)を発

光物質と組み合わせて用いる場合は、これらの複数の有機化合物を燐光発光物質と混合して用いることが好ましい。

#### 【0120】

このような構成とすることにより、励起錯体から発光物質へのエネルギー移動である E × T E T (Exciplex - Triplet Energy Transfer) を用いた発光を効率よく得ることができる。なお、複数の有機化合物の組み合わせとしては、励起錯体が形成しやすいものが良く、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。

#### 【0121】

一部上述した具体例と重複するが、発光物質（燐光発光物質）との好ましい組み合わせという観点から、有機化合物（ホスト材料、アシスト材料）としては、芳香族アミン、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、亜鉛およびアルミニウム系の金属錯体、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、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が挙げられる。10

#### 【0122】

なお、上記の有機化合物のうち、正孔輸送性の高い有機化合物である、芳香族アミン、およびカルバゾール誘導体の具体例としては、上述した正孔輸送性材料の具体例と同じものが挙げられ、これらはいずれもホスト材料として好ましい。20

#### 【0123】

また、上記の有機化合物のうち、正孔輸送性の高い有機化合物である、ジベンゾチオフェン誘導体、およびジベンゾフラン誘導体の具体例としては、4 - { 3 - [ 3 - ( 9 - フェニル - 9 H - フルオレン - 9 - イル ) フェニル ] フェニル } デベンゾフラン（略称：m m D B F F L B i - I I ）、4 , 4 ' , 4 '' - ( ベンゼン - 1 , 3 , 5 - トリイル ) トリ ( デベンゾフラン )（略称：D B F 3 P - I I ）、D B T 3 P - I I 、2 , 8 - デフェニル - 4 - [ 4 - ( 9 - フェニル - 9 H - フルオレン - 9 - イル ) フェニル ] デベンゾチオフェン（略称：D B T F L P - I I I ）、4 - [ 4 - ( 9 - フェニル - 9 H - フルオレン - 9 - イル ) フェニル ] - 6 - フェニルデベンゾチオフェン（略称：D B T F L P - I V ）、4 - [ 3 - ( トリフェニレン - 2 - イル ) フェニル ] デベンゾチオフェン（略称：m D B T P T p - I I ）等が挙げられ、これらはいずれもホスト材料として好ましい。30

#### 【0124】

また、上記のうち、電子輸送性の高い有機化合物（電子輸送性材料）である、金属錯体の具体例としては、亜鉛系またはアルミニウム系の金属錯体である、トリス ( 8 - キノリノラト ) アルミニウム ( I I I )（略称：A l q ）、トリス ( 4 - メチル - 8 - キノリノラト ) アルミニウム ( I I I )（略称：A l m q 3 ）、ビス ( 1 0 - ヒドロキシベンゾ [ h ] キノリナト ) ベリリウム ( I I )（略称：B e B q 2 ）、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 ( I I I )（略称：B A l q ）、ビス ( 8 - キノリノラト ) 亜鉛 ( I I )（略称：Z n q ）の他、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が、挙げられ、これらはいずれもホスト材料として好ましい。40

#### 【0125】

その他、ビス [ 2 - ( 2 - ベンゾオキサゾリル ) フェノラト ] 亜鉛 ( I I )（略称：Z n P B O ）、ビス [ 2 - ( 2 - ベンゾチアゾリル ) フェノラト ] 亜鉛 ( I I )（略称：Z n B T Z ）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好ましいホスト材料として挙げられる。

#### 【0126】

また、上記の有機化合物のうち、電子輸送性の高い有機化合物（電子輸送性材料）である、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、フェナントロリン誘導体等の具体例としては50

、 2 - ( 4 - ビフェニリル ) - 5 - ( 4 - t e r t - ブチルフェニル ) - 1 , 3 , 4 - オキサジアゾール ( 略称 : P B D ) 、 1 , 3 - ビス [ 5 - ( p - t e r t - 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 : O X D - 7 ) 、 9 - [ 4 - ( 5 - フェニル - 1 , 3 , 4 - オキサジアゾール - 2 - イル ) フェニル ] - 9 H - カルバゾール ( 略称 : C O 1 1 ) 、 3 - ( 4 - ビフェニリル ) - 4 - フェニル - 5 - ( 4 - t e r t - ブチルフェニル ) - 1 , 2 , 4 - トリアゾール ( 略称 : T A Z ) 、 2 , 2 ' , 2 ' ' - ( 1 , 3 , 5 - ベンゼントリイル ) トリス ( 1 - フェニル - 1 H - ベンゾイミダゾール ) ( 略称 : T P B I ) 、 2 - [ 3 - ( ジベンゾチオフェン - 4 - イル ) フェニル ] - 1 - フェニル - 1 H - ベンゾイミダゾール ( 略称 : m D B T B I m - I I ) 、 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 : B z O S ) 、 バソ 10 フェナントロリン ( 略称 : B p h e n ) 、 バソキュプロイン ( 略称 : B C P ) 、 2 , 9 - ビス ( ナフタレン - 2 - イル ) - 4 , 7 - ジフェニル - 1 , 1 0 - フェナントロリン ( 略称 : N B p h e n ) 、 2 , 2 - ( 1 , 3 - フェニレン ) ビス [ 9 - フェニル - 1 , 1 0 - フェナントロリン ] ( 略称 : m P P h e n 2 P ) 、 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 C z B P D B q ) 、 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 ) 、 20 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 ) 等が挙げられ、これらはいずれもホスト材料として好ましい。

### 【 0 1 2 7 】

また、上記のうち、電子輸送性の高い有機化合物（電子輸送性材料）である、ジアジン骨格を有する複素環化合物、トリアジン骨格を有する複素環化合物、ピリジン骨格を有する複素環化合物の具体例として、4 , 6 - ビス [ 3 - ( フェナントレン - 9 - イル ) フェニル ] ピリミジン ( 略称 : 4 , 6 m P n P 2 P m ) 、 4 , 6 - ビス [ 3 - ( 4 - ジベンゾチエニル ) フェニル ] ピリミジン ( 略称 : 4 , 6 m D B T P 2 P m - I I ) 、 4 , 6 - ビス [ 3 - ( 9 H - カルバゾール - 9 - イル ) フェニル ] ピリミジン ( 略称 : 4 , 6 m C z P 2 P m ) 、 2 - { 4 - [ 3 - ( N - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル ) - 9 H - 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 ( 略称 : P C C z P T z n ) 、 9 - [ 3 - ( 4 , 6 - ジフェニル - 1 , 3 , 5 - トリアジン - 2 - イル ) フェニル ] - 9 ' - フェニル - 2 , 3 ' - ビ - 9 H - カルバゾール ( 略称 : m P C C z P T z n - 0 2 ) 、 3 , 5 - ビス [ 3 - ( 9 H - カルバゾール - 9 - イル ) フェニル ] ピリジン ( 略称 : 3 5 D C z P P y ) 、 1 , 3 , 5 - トリ [ 3 - ( 3 - ピリジル ) フェニル ] ベンゼン ( 略称 : T m P y P B ) などが挙げられ、これらはいずれもホスト材料として好ましい。

### 【 0 1 2 8 】

その他、ポリ ( 2 , 5 - ピリジンジイル ) ( 略称 : P P y ) 、 ポリ [ ( 9 , 9 - ジヘキシルフルオレン - 2 , 7 - ジイル ) - c o - ( ピリジン - 3 , 5 - ジイル ) ] ( 略称 : P F - P y ) 、 ポリ [ ( 9 , 9 - ジオクチルフルオレン - 2 , 7 - ジイル ) - c o - ( 2 , 2 ' - ビピリジン - 6 , 6 ' - ジイル ) ] ( 略称 : P F - B P y ) のような高分子化合物などもホスト材料として好ましい。

### 【 0 1 2 9 】

さらに、正孔輸送性の高い有機化合物であり、かつ電子輸送性の高い有機化合物である、バイポーラ性の 9 - フェニル - 9 ' - ( 4 - フェニル - 2 - キナゾリニル ) - 3 , 3 ' - ビ - 9 H - カルバゾール ( 略称 : P C C z Q z ) 等をホスト材料として用いることもできる。

10

20

30

40

50

## 【0130】

## &lt;電子輸送層&gt;

電子輸送層(114、114a、114b)は、後述する電子注入層(115、115a、115b)によって第2の電極102および電荷発生層(106、106a、106b)から注入された電子を発光層(113、113a、113b、113c)に輸送する層である。なお、電子輸送層(114、114a、114b)は、電子輸送性材料を含む層である。電子輸送層(114、114a、114b)に用いる電子輸送性材料は、電界強度[V/cm]の平方根が600における電子移動度が、 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 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。また、電子輸送層(114、114a、114b)は、単層でも機能するが、必要に応じて2層以上の積層構造とすることにより、デバイス特性を向上させることもできる。  
10

## 【0131】

## 電子輸送性材料

電子輸送層(114、114a、114b)に用いることができる電子輸送性材料としては、フロジアジン骨格のフラン環に芳香環が縮合した構造を有する有機化合物、キノリン骨格を有する金属錯体、ベンゾキノリン骨格を有する金属錯体、オキサゾール骨格を有する金属錯体、チアゾール骨格を有する金属錯体等の他、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、オキサゾール誘導体、チアゾール誘導体、フェナントロリン誘導体、キノリン配位子を有するキノリン誘導体、ベンゾキノリン誘導体、キノキサリン誘導体、ジベンゾキノキサリン誘導体、ピリジン誘導体、ビピリジン誘導体、ピリミジン誘導体、その他含窒素複素芳香族化合物を含む電子不足型複素芳香族化合物等の電子輸送性の高い材料(電子輸送性材料)を用いることができる。  
20

## 【0132】

なお、電子輸送性材料の具体例としては、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:2mDBTBPDBq-II)、5-[3-(4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン-2-イル)フェニル]-7,7-ジメチル-5H,7H-インデノ[2,1-b]カルバゾール(略称:mINC(II)PTzn)、2-{3-[3-(ジベンゾチオフェン-4-イル)フェニル]フェニル}-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン(略称:mDBtBPTzn)、4-[3-(ジベンゾチオフェン-4-イル)フェニル]-8-(ナフタレン-2-イル)-[1]ベンゾフロ[3,2-d]ピリミジン(略称:8N-4mDBtBfpm)、3,8-ビス[3-(ジベンゾチオフェン-4-イル)フェニル]ベンゾフロ[2,3-b]ピラジン(略称:3,8mDBtP2Bfp)、4,8-ビス[3-(ジベンゾチオフェン-4-イル)フェニル]-[1]ベンゾフロ[3,2-d]ピリミジン(略称:4,8mDBtP2Bfp)、9-[3'-ジベンゾチオフェン-4-イル]ビフェニル-3-イル]ナフト[1',2':4,5]フロ[2,3-b]ピラジン(略称:9mDBtBPNfp)、8-[3'-(ジベンゾチオフェン-4-イル)(1,1'-ビフェニル-3-イル)]ナフト[1',2':4,5]フロ[3,2-d]ピリミジン(略称:8mDBtBPNfp)、8-[2,2'-ビナフタレン]-4-[3-(ジベンゾチオフェン-4-イル)フェニル]-[1]ベンゾフロ[3,2-d]ピリミジン(略称:8(N2)-4mDBtPBFpm)、8-(1,1'-ビフェニル-4-イル)-4-[3-(ジベンゾチオフェン-4-イル)フェニル]-[1]ベンゾフロ[3,2-d]ピリミジン(略称:8BP-4mDBtPBFpm)、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(III)(略称:A1q3)、A1mq3、BeBq2、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(4-フェニルフェノラト)アルミニウム(III)(略称:BA1q)、ビス(8-キノリノラト)亜鉛(I)(略称:Znq)等のキノリン骨格またはベンゾキノリン骨格を有する金属錯体、ビス[2-(2-ベンゾオキサゾリル)フェノラト]亜鉛(I)(略称:ZnPBO)、ビス[2-(2-ベンゾチアゾリル)フェノラト]亜鉛(I)(略称:ZnBTZ)等のオキ  
40

サゾール骨格またはチアゾール骨格を有する金属錯体等が挙げられる。

### 【0133】

また、金属錯体以外にもPBD、OXD-7、CO11等のオキサジアゾール誘導体、TAZ、p-EtTAZ等のトリアゾール誘導体、TPBI、mDBTBIm-II等のイミダゾール誘導体(ベンゾイミダゾール誘導体を含む)、BzOSなどのオキサゾール誘導体、Bphen、BCP、NBphen、mPPhen2Pなどのフェナントロリン誘導体、2mDBTPDBq-II、2mDBTBPDBq-II、2mCzBPDDBq、2CzPDBq-II、7mDBTPDBq-II、及び6mDBTPDBq-II等のキノキサリン誘導体またはジベンゾキノキサリン誘導体、35DCzPPy、TmPyPB等のピリジン誘導体、4,6mPnP2Pm、4,6mDBTP2Pm-II、4,6mCzP2Pm等のピリミジン誘導体、並びにPCCzPTzn、mPCCzPTzn-02等のトリアジン誘導体を電子輸送性材料として用いることができる。  
10

### 【0134】

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:PFPy)、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:PFBPy)のような高分子化合物を電子輸送性材料として用いることもできる。

### 【0135】

また、電子輸送層(114、114a、114b)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。  
20

### 【0136】

#### <電子注入層>

電子注入層(115、115a、115b)は、電子注入性の高い物質を含む層である。また、電子注入層(115、115a、115b)は、第2の電極102からの電子の注入効率を高めるための層であり、第2の電極102に用いる材料の仕事関数の値と、電子注入層(115、115a、115b)に用いる材料のLUMO準位の値とを比較した際、その差が小さい(0.5eV以下)材料を用いることが好ましい。従って、電子注入層(115、115a、115b)には、リチウム、セシウム、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>)、8-(キノリノラト)リチウム(略称:Liq)、2-(2-ピリジル)フェノラトリチウム(略称:Lipp)、2-(2-ピリジル)-3-ピリジノラトリチウム(略称:Lipp)、4-フェニル-2-(2-ピリジル)フェノラトリチウム(略称:Lipp)、リチウム酸化物(LiO<sub>x</sub>)、炭酸セシウム等のようなアルカリ金属、アルカリ土類金属、またはこ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(115、115a、115b)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(114、114a、114b)を構成する物質を用いることもできる。  
30

### 【0137】

また、電子注入層(115、115a、115b)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(114、114a、114b)に用いる電子輸送性材料(金属錯体および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、アルカリ土類金属および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および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  
40

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：TTF）等の有機化合物を用いることもできる。

#### 【0138】

その他にも、電子注入層（115、115a、115b）に、有機化合物と金属とを混合してなる複合材料を用いても良い。なお、ここで用いる有機化合物としては、LUMO（最低空軌道：Lowest Unoccupied Molecular Orbital）準位が-3.6eV以上-2.3eV以下であると好ましい。また、非共有電子対を有する材料が好ましい。

#### 【0139】

したがって、上記の有機化合物としては、ピリジン骨格、ジアジン骨格（ピリミジン、ピラジン等）、またはトリアジン骨格を有する複素環化合物などの非共有電子対を有する材料が好ましい。10

#### 【0140】

なお、ピリジン骨格を有する複素環化合物としては、3,5-ビス[3-(9H-カルバゾール-9-イル)フェニル]ピリジン（略称：35DCzPPy）、1,3,5-トリ[3-(3-ピリジル)フェニル]ベンゼン（略称：TmPyPB）、パソキュプロイン（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）、2,2-(1,3-フェニレン)ビス[9-フェニル-1,10-フェナントロリン]（略称：mPPhen2P）、パソフェナントロリン（略称：Bphen）などが挙げられる。20

#### 【0141】

また、ジアジン骨格を有する複素環化合物としては、2-[3-(ジベンゾチオフェン-4-イル)フェニル]ジベンゾ[f,h]キノキサリン（略称：2mDBTPDBq-II）、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：2mDBTPDBq-II）、2-[3'-(9H-カルバゾール-9-イル)ビフェニル-3-イル]ジベンゾ[f,h]キノキサリン（略称：2mCzBPDq）、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：2CzPDBq-II）、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：7mDBTPDBq-II）、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：6mDBTPDBq-II）、4,6-ビス[3-(フェナントレン-9-イル)フェニル]ピリミジン（略称：4,6mPnP2Pm）、4,6-ビス[3-(4-ジベンゾチエニル)フェニル]ピリミジン（略称：4,6mDBTP2Pm-II）、4,6-ビス[3-(9H-カルバゾール-9-イル)フェニル]ピリミジン（略称：4,6mCzP2Pm）、4-{3-[3'-(9H-カルバゾール-9-イル)ビフェニル-3-イル]ベンゾフロ[3,2-d]}ピリミジン（略称：4mCzBPDfpm）などが挙げられる。30

#### 【0142】

また、トリアジン骨格を有する複素環化合物としては、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（略称：PCCzPTzn）、2,4,6-ト里斯[3'-(ピリジン-3-イル)ビフェニル-3-イル]-1,3,5-トリアジン（略称：TmPPPyyTz）、2,4,6-ト里斯(2-ピリジル)-1,3,5-トリアジン（略称：2Py3Tz）などが挙げられる。40

#### 【0143】

また、金属としては、周期表における第5族、第7族、第9族または第11族に属する遷移金属および第13族に属する材料を用いることが好ましく、例えば、Ag、Cu、Al、またはIn等が挙げられる。また、この時、有機化合物は、遷移金属との間で半占有軌道（SOMO）を形成する。

#### 【0144】

なお、例えば、発光層 113b から得られる光を増幅させる場合には、第 2 の電極 102 と、発光層 113b との光学距離が、発光層 113b が呈する光の波長 の 1 / 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 114b または電子注入層 115b の膜厚を変えることにより、調整することができる。

#### 【0145】

また、図 2 (D) に示す発光デバイスのように、2つのEL層 (103a、103b) の間に電荷発生層 106 を設けることにより、複数のEL層が一対の電極間に積層された構造 (タンデム構造ともいう) とすることもできる。

#### 【0146】

##### <電荷発生層>

電荷発生層 106 は、第 1 の電極 (陽極) 101 と第 2 の電極 (陰極) 102 との間に電圧を印加したときに、EL層 103a に電子を注入し、EL層 103b に正孔を注入する機能を有する。なお、電荷発生層 106 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 (P型層ともいう) 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 (電子注入バッファ層ともいう) 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。さらに、P型層と電子注入バッファ層との間に電子リレー層が設けられていても良い。なお、上述した材料を用いて電荷発生層 106 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。

#### 【0147】

電荷発生層 106において、有機化合物である正孔輸送性材料に、電子受容体が添加された構成 (P型層) 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-2,3,5,6-テトラフルオロキノジメタン (略称 : F4-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、酸化タンクス滕、酸化マンガン、酸化レニウムなどが挙げられる。なお、上述したアクセプタ材料を用いても良い。また、P型層は、正孔輸送性材料と、電子受容体と、を混合してなる混合膜として用いても、正孔輸送性材料を含む単膜および電子受容体を含む単膜を積層して用いても良い。

#### 【0148】

また、電荷発生層 106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 (電子注入バッファ層) 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 族、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 (Li<sub>2</sub>O)、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。

#### 【0149】

電荷発生層 106において、P型層と電子注入バッファ層との間に電子リレー層を設ける場合、電子リレー層は少なくとも電子輸送性を有する物質を含み、電子注入バッファ層とP型層との相互作用を防いで電子をスムーズに受け渡す機能を有する。電子リレー層に含まれる電子輸送性を有する物質のLUMO準位は、P型層におけるアクセプター性物質のLUMO準位と、電荷発生層 106 に接する電子輸送層に含まれる電子輸送性を有する物質のLUMO準位との間であることが好ましい。電子リレー層に用いられる電子輸送性を有する物質におけるLUMO準位の具体的なエネルギー準位は -5.0 eV 以上、好ましくは -5.0 eV 以上 -3.0 eV 以下とするとよい。なお、電子リレー層に用いられる電子輸送性を有する物質としてはフタロシアニン系の材料又は金属 - 酸素結合と芳香族配位子を有する金属錯体を用いることが好ましい。

10

20

30

40

50

**【 0 1 5 0 】**

なお、図2(D)では、EL層103が2層積層された構成を示したが、異なるEL層の間に電荷発生層を設けることにより3層以上のEL層の積層構造としてもよい。

**【 0 1 5 1 】**

## &lt;基板&gt;

本実施の形態で示した発光デバイスは、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・スチール基板、ステンレス・スチール・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。10

**【 0 1 5 2 】**

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ァン(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、又はポリ塩化ビニル、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。20

**【 0 1 5 3 】**

なお、本実施の形態で示す発光デバイスの作製には、蒸着法などの真空プロセス、スピントコート法、および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)および化学蒸着法(CVD法)等を用いることができる。特に発光デバイスのEL層に含まれる機能層(正孔注入層(111、111a、111b)、正孔輸送層(112、112a、112b)、発光層(113、113a、113b、113c)、電子輸送層(114、114a、114b)、電子注入層(115、115a、115b))、および電荷発生層(106、106a、106b)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、スピントコート法、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等)などの方法により形成することができる。30

**【 0 1 5 4 】**

なお、上記塗布法、印刷法などの成膜方法を適用する場合において、高分子化合物(オリゴマー、デンドリマー、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以上4000以下)、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。

**【 0 1 5 5 】**

本実施の形態で示す発光デバイスのEL層(103、103a、103b)を構成する各機能層(正孔注入層(111、111a、111b)、正孔輸送層(112、112a、112b)、発光層(113、113a、113b、113c)、電子輸送層(114、114a、114b)、電子注入層(115、115a、115b))および電荷発生層(106、106a、106b)は、本実施の形態において示した材料に限られることはなく、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。40

**【 0 1 5 6 】**

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。50

## 【 0 1 5 7 】

(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装置（表示パネルともいう）の具体的な構成例、および製造方法について説明する。

## 【 0 1 5 8 】

< 発光装置 700 の構成例 1 >

図 3 (A) に示す発光装置 700 は、発光デバイス 550B、発光デバイス 550G、発光デバイス 550R、および隔壁 528 を有する。また、発光デバイス 550B、発光デバイス 550G、発光デバイス 550R、および隔壁 528 は、第 1 の基板 510 上に設けられた機能層 520 上に形成される。機能層 520 には、複数のトランジスタで構成された駆動回路 GD、駆動回路 SD、画素回路などの他、これらを電気的に接続する配線等が含まれる。なお、これらの駆動回路は、発光デバイス 550B、発光デバイス 550G、および発光デバイス 550R と、それぞれ電気的に接続され、これらを駆動することができる。また、発光装置 700 は、機能層 520 および各発光デバイス上に絶縁層 705 を備え、絶縁層 705 は、第 2 の基板 770 と機能層 520 とを貼り合わせる機能を有する。また、駆動回路 GD、駆動回路 SD については、実施の形態 3 で後述する。

10

## 【 0 1 5 9 】

なお、発光デバイス 550B、発光デバイス 550G、および発光デバイス 550R は、実施の形態 1 で示したデバイス構造を有する。特に、図 2 (A) に示す構造における EL 層 103 が各発光デバイスで異なる場合を示す。

20

## 【 0 1 6 0 】

発光デバイス 550B は、電極 551B、電極 552、EL 層 103B、および絶縁層 107B を有する。なお、各層の具体的な構成は実施の形態 1 に示す通りである。また、EL 層 103B は、発光層を含む複数の機能の異なる層からなる積層構造を有する。図 3 (A) では、EL 層 103B に含まれる層のうち、ホール注入・輸送層 104B、発光層 113B、電子輸送層 108B、および電子注入層 109 のみを図示するが、本発明はこれに限らない。なお、ホール注入・輸送層 104B は、実施の形態 1 で示した正孔注入層および正孔輸送層の機能を有する層を示し、積層構造を有していても良い。なお、本明細書中では、いずれの発光デバイスにおいてもホール注入・輸送層をこのように読み替えることができるとする。また、電子輸送層 108B は、積層構造を有していても良く、また、陽極側から発光層を通過して陰極側に移動するホールをブロックするためのホールブロック層を発光層 113B に接して有していても良い。また、電子注入層 109 についても一部または全部が異なる材料を用いて形成される積層構造を有していても良いこととする。

30

## 【 0 1 6 1 】

また、絶縁層 107B は、図 3 (A) に示すように電極 551B 上に EL 層 103B の一部の層（本実施の形態では、発光層 113B 上の電子輸送層 108B まで形成）の上に形成されたレジストを残したまま形成される。したがって、絶縁層 107B は、EL 層 103B の一部の層（上記）の側面（または端部）に接して形成される。これにより、EL 層 103B の側面から内部への酸素、水分、またはこれらの構成元素の侵入を抑制することができる。なお、絶縁層 107B には、例えば、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ハフニウム、酸化ガリウム、インジウムガリウム亜鉛酸化物、窒化シリコン、または窒化酸化シリコンなどを用いることができる。絶縁層 107B の形成には、スパッタリング法、CVD 法、MBE 法、PLD 法、ALD 法などを用いることができるが、被覆性の良好な ALD 法がより好ましい。

40

## 【 0 1 6 2 】

また、EL 层 103B の一部の層（発光層 113B 上の電子輸送層 108B まで形成）および絶縁層 107B を覆って、電子注入層 109 が形成される。なお、電子注入層 109 は、層中の電気抵抗が異なる 2 層以上の積層構造を有することが好ましい。例えば、電子輸送層 108B と接する第 1 の層を電子輸送性材料のみで形成して、その上に金属材料を含む電子輸送性材料で形成する第 2 の層を積層する構造、または、さらに第 1 の層と電子

50

輸送層 108B との間に金属材料を含む電子輸送性材料で形成する第3の層を有する構造であっても良い。

#### 【0163】

電極 552 は、電子注入層 109 上に形成される。なお、電極 551B と電極 552 とは、互いに重なる領域を有する。また、電極 551B と電極 552 との間に EL 層 103B を有する。したがって、電子注入層 109 が、絶縁層 107B を介して EL 層 103B の一部の層の側面（または端部）に位置する構造、または電極 552 が、電子注入層 109 および絶縁層 107B を介して EL 層 103B の一部の層の側面（または端部）に位置する構造を有する。これにより、EL 層 103B と電極 552、より具体的には、EL 層 103B が有する、ホール注入・輸送層 104B と電極 552 とが、電気的に短絡するのを防ぐことができる。10

#### 【0164】

図 3 (A) に示す EL 層 103B は、実施の形態 1 で説明した EL 層 103、103a、103b、103c と同様の構成を有する。また、EL 層 103B は、例えば、青色の光を射出することができる。

#### 【0165】

発光デバイス 550G は、電極 551G、電極 552、EL 層 103G、および絶縁層 107G を有する。なお、各層の具体的な構成は実施の形態 1 に示す通りである。また、EL 層 103G は、発光層を含む複数の機能の異なる層からなる積層構造を有する。図 3 (A) では、EL 層 103G に含まれる層のうち、ホール注入・輸送層 104G、発光層 113G、電子輸送層 108G、電子注入層 109 のみを図示するが、本発明はこれに限らない。20 なお、ホール注入・輸送層 104G は、実施の形態 1 で示した正孔注入層および正孔輸送層の機能を有する層を示し、積層構造を有していても良い。

#### 【0166】

また、電子輸送層 108G は、積層構造を有していても良く、また、陽極側から発光層 113G を通過して陰極側に移動するホールをブロックするためのホールブロック層を発光層 113G に接して有していても良い。また、電子注入層 109 についても一部または全部が異なる材料を用いて形成される積層構造を有していても良いこととする。

#### 【0167】

また、絶縁層 107G は、図 3 (A) に示すように電極 551G 上に EL 層 103G の一部の層（本実施の形態では、発光層 113G 上の電子輸送層 108G まで形成）の上に形成されたレジストを残したまま形成される。したがって、絶縁層 107G は、EL 層 103G の一部の層（上記）の側面（または端部）に接して形成される。これにより、EL 層 103G の側面から内部への酸素、水分、またはこれらの構成元素の侵入を抑制することができる。30 なお、絶縁層 107G には、例えば、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ハフニウム、酸化ガリウム、インジウムガリウム亜鉛酸化物、窒化シリコン、または窒化酸化シリコンなどを用いることができる。絶縁層 107G の形成には、スパッタリング法、CVD 法、MBE 法、PLD 法、ALD 法などを用いることができるが、被覆性の良好な ALD 法がより好ましい。

#### 【0168】

また、EL 層 103G の一部の層（発光層 113G 上の電子輸送層 108G まで形成）および絶縁層 107G を覆って、電子注入層 109 が形成される。なお、電子注入層 109 は、層中の電気抵抗が異なる 2 層以上の積層構造を有することが好ましい。例えば、電子輸送層 108G と接する第 1 の層を電子輸送性材料のみで形成して、その上に金属材料を含む電子輸送性材料で形成する第 2 の層を積層する構造、または、さらに第 1 の層と電子輸送層 108G との間に金属材料を含む電子輸送性材料で形成する第 3 の層を有する構造であっても良い。40

#### 【0169】

また、電極 552 は、電子注入層 109 上に形成される。なお、電極 551G と電極 552 とは、互いに重なる領域を有する。また、電極 551G と電極 552 との間に EL 層 1

03Gを有する。したがって、電子注入層109が、絶縁層107Gを介してEL層103Gの一部の層の側面（または端部）に位置する構造、または電極552が、電子注入層109および絶縁層107Gを介してEL層103Gの一部の層の側面（または端部）に位置する構造を有する。これにより、EL層103Gと電極552、より具体的には、EL層103Gが有する、ホール注入・輸送層104Gと電極552とが、電気的に短絡するのを防ぐことができる。

#### 【0170】

図3(A)に示すEL層103Gは、実施の形態1で説明したEL層103、103a、103b、103cと同様の構成を有する。また、EL層103Gは、例えば、緑色の光を射出することができる。

10

#### 【0171】

発光デバイス550Rは、電極551R、電極552、EL層103R、および絶縁層107Rを有する。なお、各層の具体的な構成は実施の形態1に示す通りである。また、EL層103Rは、発光層を含む複数の機能の異なる層からなる積層構造を有する。図3(A)では、EL層103Rに含まれる層のうち、ホール注入・輸送層104R、発光層113R、電子輸送層108R、電子注入層109のみを図示するが、本発明はこれに限らない。なお、ホール注入・輸送層104Rは、実施の形態1で示した正孔注入層および正孔輸送層の機能を有する層を示し、積層構造を有していても良い。なお、本明細書中では、いずれの発光デバイスにおいてもホール注入・輸送層をこのように読み替えることができるとする。また、電子輸送層108Rは、積層構造を有していても良く、また、陽極側から発光層を通過して陰極側に移動するホールをブロックするためのホールブロック層を発光層に接して有していても良い。また、電子注入層109についても一部または全部が異なる材料を用いて形成される積層構造を有していても良いこととする。

20

#### 【0172】

また、絶縁層107Rは、図3(A)に示すように電極551R上にEL層103Rの一部の層（本実施の形態では、発光層113R上の電子輸送層108Rまで形成）の上に形成されたレジストを残したまま形成される。したがって、絶縁層107Rは、EL層103Rの一部の層（上記）の側面（または端部）に接して形成される。これにより、EL層103Rの側面から内部への酸素、水分、またはこれらの構成元素の侵入を抑制することができる。なお、絶縁層107Rには、例えば、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ハフニウム、酸化ガリウム、インジウムガリウム亜鉛酸化物、窒化シリコン、または窒化酸化シリコンなどを用いることができる。絶縁層107Rの形成には、スパッタリング法、CVD法、MBE法、PLD法、ALD法などを用いることができるが、被覆性の良好なALD法がより好ましい。

30

#### 【0173】

また、EL層103Rの一部の層（発光層113R上の電子輸送層108Rまで形成）および絶縁層107Rを覆って、電子注入層109が形成される。なお、電子注入層109は、層中の電気抵抗が異なる2層以上の積層構造を有することが好ましい。例えば、電子輸送層108Rと接する第1の層を電子輸送性材料のみで形成して、その上に金属材料を含む電子輸送性材料で形成する第2の層を積層する構造、または、さらに第1の層と電子輸送層108Rとの間に金属材料を含む電子輸送性材料で形成する第3の層を有する構造であっても良い。

40

#### 【0174】

電極552は、電子注入層109上に形成される。なお、電極551Rと電極552とは、互いに重なる領域を有する。また、電極551Rと電極552との間にEL層103Rを有する。したがって、電子注入層109が、絶縁層107Rを介してEL層103Rの一部の層の側面（または端部）に位置する構造、または電極552が、電子注入層109および絶縁層107Rを介してEL層103Rの一部の層の側面（または端部）に位置する構造を有する。これにより、EL層103Rと電極552、より具体的には、EL層103Rが有する、ホール注入・輸送層104Rと電極552とが、電気的に短絡するのを

50

防ぐことができる。

【0175】

図3(A)に示すEL層103Rは、実施の形態1で説明したEL層103、103a、103b、103cと同様の構成を有する。また、EL層103Rは、例えば、赤色の光を射出することができる。

【0176】

EL層103B、EL層103G、およびEL層103Rの間には、それぞれ間隙580を有する。各EL層において、特に陽極と発光層との間に位置する正孔輸送領域に含まれる正孔注入層は、導電率が高いことが多いため、隣り合う発光デバイスに共通する層として形成されると、クロストークの原因となる場合がある。したがって、本構成例で示すように各EL層の間に、間隙580を設けることにより、隣り合う発光デバイス間で生じるクロストークの発生を抑制することが可能となる。

10

【0177】

1000ppiを超える高精細な発光装置(表示パネル)において、EL層103B、EL層103G、およびEL層103Rとの間に電気的な導通が認められると、クロストークが発生し、発光装置の表示可能な色域が狭くなってしまう。1000ppiを超える高精細な表示パネル、好ましくは2000ppiを超える高精細な表示パネル、より好ましくは5000ppiを超える超高精細な表示パネルに間隙580を設けることで、鮮やかな色彩を表示可能な表示パネルを提供できる。

20

【0178】

図3(B)は、図3(A)に示す発光装置のX-Y方向の上面図であり、Y1-Y2での断面図が図3(A)に相当する。図3(B)に示すように、隔壁528は、開口部528B、開口部528G、開口部528Rを備える。なお、図3(A)に示すように、開口部528Bは、電極551Bと重なり、開口部528Gは電極551Gと重なり、開口部528Rは、電極551Rと重なる。

30

【0179】

なお、これらのEL層(EL層103B、EL層103G、およびEL層103R)の分離加工において、フォトリソグラフィ法を用いたパターン形成を行っているため、高精細な発光装置(表示パネル)を作製することができる。また、フォトリソグラフィ法を用いたパターン形成により加工されたEL層(ホール注入・輸送層、発光層、および電子輸送層)の端部(側面)は、概略同一表面を有する(または、概略同一平面上に位置する)形状となる。また、この時、各EL層の間に設けられる間隙580は、5μm以下が好ましく、1μm以下がより好ましい。

30

【0180】

EL層において、特に陽極と発光層との間に位置する正孔輸送領域に含まれる正孔注入層は、導電率が高いことが多いため、隣り合う発光デバイスに共通する層として形成されると、クロストークの原因となる場合がある。したがって、本構成例で示すようにフォトリソグラフィ法を用いたパターン形成によりEL層を分離加工することにより、隣り合う発光デバイス間で生じるクロストークの発生を抑制することが可能となる。

40

【0181】

<発光装置の製造方法の例1>

図4(A)に示すように、電極551B、電極551G、および電極551Rを形成する。例えば、第1の基板510上に形成された機能層520上に導電膜を形成し、フォトリソグラフィ法を用いて、所定の形状に加工する。

【0182】

なお、導電膜の形成には、スパッタリング法、化学気相堆積(CVD: Chemical Vapour Deposition)法、真空蒸着法、パルスレーザー堆積(PLD: Pulsed Laser Deposition)法、原子層堆積(ALD: Atomic Layer Deposition)法等を用いて形成することができる。CVD法としては、プラズマ化学気相堆積(PECVD: Plasma Enhanced CVD)

50

D) 法、または熱CVD法などがある。また、熱CVD法のひとつに、有機金属化学気相堆積(MOCVD: Metal Organic CVD)法がある。

#### 【0183】

また、導電膜の加工には、上述したフォトリソグラフィ法以外に、ナノインプリント法、サンドブラスト法、リフトオフ法などを用いて薄膜を加工してもよい。また、メタルマスクなどの遮蔽マスクを用いた成膜方法により、島状の薄膜を直接形成してもよい。

#### 【0184】

フォトリソグラフィ法を用いた加工方法としては、代表的に以下の2つがある。一つは、加工したい薄膜上にレジストマスクを形成して、エッチング等により当該薄膜を加工し、レジストマスクを除去する方法である。もう一つは、感光性を有する薄膜を成膜した後に、露光、現像を行って、当該薄膜を所望の形状に加工する方法である。

#### 【0185】

フォトリソグラフィ法において、露光に用いる光は、例えばi線(波長365nm)、g線(波長436nm)、h線(波長405nm)、またはこれらを混合させた光を用いることができる。そのほか、紫外線、KrFレーザ光、またはArFレーザ光等を用いることもできる。また、液浸露光技術により露光を行ってもよい。また、露光に用いる光として、極端紫外(EUV: Extreme Ultra-violet)光またはX線を用いてもよい。また、露光に用いる光に代えて、電子ビームを用いることもできる。極端紫外光、X線または電子ビームを用いると、極めて微細な加工が可能となるため好ましい。なお、電子ビームなどのビームを走査することにより露光を行う場合には、フォトマスクは不要である。

#### 【0186】

レジストマスクを用いた薄膜のエッチングには、ドライエッチング法、ウェットエッチング法、サンドブラスト法などを用いることができる。

#### 【0187】

次に、図4(B)に示すように、電極551B、電極551Gおよび電極551Rの間に隔壁528をそれぞれ形成する。例えば、電極551B、電極551G、および電極551Rを覆う絶縁膜を形成し、フォトリソグラフィ法を用いて開口部を形成し、電極551B、電極551G、および電極551Rの一部を露出させることにより形成することができる。なお、隔壁528に用いることができる材料としては、無機材料、有機材料または無機材料と有機材料の複合材料等が挙げられる。具体的には、無機酸化物膜、無機窒化物膜または無機酸化窒化物膜等、またはこれらから選ばれた複数を積層した積層材料、より具体的には、酸化珪素膜、アクリルを含む膜またはポリイミドを含む膜等、またはこれらから選ばれた複数を積層した積層材料を用いることができる。

#### 【0188】

次に、図5(A)に示すように、電極551B、電極551G、電極551R、および隔壁528上に、ホール注入・輸送層104B、発光層113B、および電子輸送層108Bを形成する。例えば、真空蒸着法を用いて、電極551B、電極551G、電極551R、および隔壁528上に、これらを覆うようにホール注入・輸送層104B、発光層113B、および電子輸送層108Bを形成する。

#### 【0189】

次に、図5(B)に示すように、電極551B上のホール注入・輸送層104B、発光層113B、および電子輸送層108Bを所定の形状に加工する。例えば、フォトリソグラフィ法を用いてレジストを形成し、電極551G上のホール注入・輸送層104B、発光層113B、および電子輸送層108Bおよび電極551R上のホール注入・輸送層104B、発光層113B、および電子輸送層108Bをエッチングにより取り除いて、側面を有する(または側面が露出する)形状、換言すると紙面と交差する方向(X軸方向)に延びる帯状の形状、に加工する。具体的には、電極551Bと重なるホール注入・輸送層104B、発光層113B、および電子輸送層108B上に形成したレジストREGを用い、ドライエッチングを行う(図5(B)参照)。なお、隔壁528をエッチングス

10

20

30

40

50

バーに用いることができる。

#### 【0190】

次に、図5(C)に示すように、レジストREGを形成した状態で、レジストREG、電極551G、電極551R、および隔壁528上に、ホール注入・輸送層104G、発光層113G、および電子輸送層108Gを形成する。例えば、真空蒸着法を用いて、電極551G、電極551R、および隔壁528上に、これらを覆うようにホール注入・輸送層104G、発光層113G、および電子輸送層108Gを形成する。

#### 【0191】

次に、図6(A)に示すように、電極551G上のホール注入・輸送層104G、発光層113G、および電子輸送層108Gを所定の形状に加工する。例えば、フォトリソグラフィ法を用いて電極551G上のホール注入・輸送層104G、発光層113G、および電子輸送層108G上にレジストを形成し、エッチングにより電極551B上のホール注入・輸送層104G、発光層113G、および電子輸送層108G、および電極551R上のホール注入・輸送層104G、発光層113G、および電子輸送層108Gを取り除いて、側面を有する（または側面が露出する）形状、換言すると紙面と交差する方向（X軸方向）に延びる帯状の形状、に加工する。具体的には、電極551Gと重なるホール注入・輸送層104G、発光層113G、および電子輸送層108G上に形成したレジストREGを用い、ドライエッチングを行う。なお、隔壁528をエッチングストッパーに用いることができる。

#### 【0192】

次に、図6(B)に示すように、電極551Bおよび電極551G上にレジストREGを形成した状態で、レジストREG、電極551R、および隔壁528上にホール注入・輸送層104R、発光層113R、および電子輸送層108Rを形成する。例えば、真空蒸着法を用いて、電極551R、レジストREG、および隔壁528上に、これらを覆うようにホール注入・輸送層104R、発光層113R、および電子輸送層108Rを形成する。

#### 【0193】

次に、図6(C)に示すように、電極551R上のホール注入・輸送層104R、発光層113R、および電子輸送層108Rを所定の形状に加工する。例えば、フォトリソグラフィ法を用いて電極551R上のホール注入・輸送層104R、発光層113R、および電子輸送層108R上にレジストを形成し、電極551B上のホール注入・輸送層104R、発光層113R、および電子輸送層108R、および電極551G上のホール注入・輸送層104R、発光層113R、および電子輸送層108Rをエッチングにより取り除いて、側面を有する（または側面が露出する）形状、換言すると紙面と交差する方向（X軸方向）に延びる帯状の形状、に加工する。具体的には、電極551Rと重なるホール注入・輸送層104R、発光層113R、および電子輸送層108R上に形成したレジストREGを用い、ドライエッチングを行う。なお、隔壁528をエッチングストッパーに用いることができる。

#### 【0194】

なお、図5(A)、図5(B)、図5(C)、図6(A)、図6(B)、および図6(C)に示す通り、最初に、電極551B上にホール注入・輸送層104B、発光層113B、および電子輸送層108Bを形成し、次に、電極551G上にホール注入・輸送層104G、発光層113G、および電子輸送層108Gを形成し、最後に、電極551R上に、ホール注入・輸送層104R、発光層113R、および電子輸送層108Rを形成するのが好ましい。

#### 【0195】

上述の工程において、電極551G上のホール注入・輸送層104B、発光層113B、および電子輸送層108Bおよび電極551R上のホール注入・輸送層104B、発光層113B、および電子輸送層108Bをエッチングにより取り除く際、電極551Gおよび電極551Rの表面がエッチングガスに曝される。また、電極551R上のホール注入

10

20

30

40

50

・輸送層 104G、発光層 113G、および電子輸送層 108G をエッティングにより取り除く際、電極 551R の表面がエッティングガスに曝される。従って、電極 551B の表面はエッティングガスに曝されないが、電極 551G の表面は 1 度エッティングガスに曝され、電極 551R の表面は 2 度エッティングガスに曝されることとなる。

#### 【0196】

電極の表面がエッティングガスに曝されることにより、電極の表面に損傷が発生する場合がある。また、表面に損傷が発生した電極を用いて発光デバイスを形成することで、発光デバイスの特性が悪化する場合がある。なお、電極の表面状態が発光デバイスの特性に影響する度合いは、発光デバイスの構造、用いる材料などに左右される。発光デバイス 550B、発光デバイス 550G、発光デバイス 550R を比較すると、電極の表面状態が最も影響しやすいのが、発光デバイス 550B の場合である。10

#### 【0197】

この場合、最初に電極 551B 上にホール注入・輸送層 104B、発光層 113B、および電子輸送層 108B を形成することで、電極 551B の表面がエッティングガスに曝されるのを防ぎ、電極の表面状態が最も影響しやすい発光デバイス 550B の特性悪化を防ぐことができる。

#### 【0198】

次に、レジスト REG、ホール注入・輸送層 104B、発光層 113B、電子輸送層 108B、ホール注入・輸送層 104G、発光層 113G、電子輸送層 108G、ホール注入・輸送層 104R、発光層 113R、電子輸送層 108R、および隔壁 528 上に絶縁層 107 を形成する。例えば、ALD 法を用いて、レジスト REG、ホール注入・輸送層 104B、発光層 113B、電子輸送層 108B、ホール注入・輸送層 104G、発光層 113G、電子輸送層 108G、ホール注入・輸送層 104R、発光層 113R、電子輸送層 108R、および隔壁 528 上に、これらを覆うように絶縁層 107 を形成する。この場合、絶縁層 107 は、図 6 (C) に示すようにホール注入・輸送層 104B、発光層 113B、電子輸送層 108B、ホール注入・輸送層 104G、発光層 113G、電子輸送層 108G、ホール注入・輸送層 104R、発光層 113R、および電子輸送層 108R の側面に接して形成される。これにより、ホール注入・輸送層 104B、発光層 113B、電子輸送層 108B、ホール注入・輸送層 104G、発光層 113G、電子輸送層 108G、ホール注入・輸送層 104R、発光層 113R、および電子輸送層 108R の側面から内部への酸素、水分、またはこれらの構成元素の侵入を抑制することができる。なお、絶縁層 107 に用いる材料としては、例えば、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ハフニウム、酸化ガリウム、インジウムガリウム亜鉛酸化物、窒化シリコン、または窒化酸化シリコンなどを用いることができる。20

#### 【0199】

次に、図 7 (A) に示すように、レジスト REG を除去して、絶縁層 (107B、107G、107R) および電子輸送層 (108B、108G、108R) 上に電子注入層 109 を形成する。電子注入層 109 は、例えば、真空蒸着法を用いて形成する。なお、電子注入層 109 が、絶縁層 (107B、107G、107R) を介して各 EL 層 (103B、103G、103R) の一部の層（但し、ホール注入・輸送層 (104R、104G、104B)、発光層 (113B、113G、113R)、および電子輸送層 (108B、108G、108R) を含む。）の側面に位置する構造を有する。30

#### 【0200】

次に、図 7 (B) に示すように、電極 552 を形成する。電極 552 は、例えば、真空蒸着法を用いて形成する。なお、電極 552 は、電子注入層 109 上に形成される。なお、電極 552 は、電子注入層 109 および絶縁層 (107B、107G、107R) を介して各 EL 層 (103B、103G、103R) の一部の層（但し、ホール注入・輸送層 (104R、104G、104B)、発光層 (113B、113G、113R)、および電子輸送層 (108B、108G、108R) を含む。）の側面（または端部）に位置する構造を有する。これにより、各 EL 層 (103B、103G、103R) と電極 552、40

より具体的には、各EL層（103B、103G、103R）がそれぞれ有するホール注入・輸送層（104B、104G、104R）と電極552とが、電気的に短絡するのを防ぐことができる。

#### 【0201】

以上の工程により、発光デバイス550B、発光デバイス550G、および発光デバイス550Rにおける、EL層103B、EL層103G、およびEL層103Rをそれぞれ分離加工することができる。

#### 【0202】

なお、これらのEL層（EL層103B、EL層103G、およびEL層103R）の分離加工において、フォトリソグラフィ法を用いたパターン形成を行っているため、高精細な発光装置（表示パネル）を作製することができる。また、フォトリソグラフィ法を用いたパターン形成により加工されたEL層（ホール注入・輸送層、発光層、および電子輸送層）の端部（側面）は、概略同一表面を有する（または、概略同一平面上に位置する）形状となる。

10

#### 【0203】

EL層において、特に陽極と発光層との間に位置する正孔輸送領域に含まれる正孔注入層は、導電率が高いことが多いため、隣り合う発光デバイスに共通する層として形成されると、クロストークの原因となる場合がある。したがって、本構成例で示すようにフォトリソグラフィ法を用いたパターン形成によりEL層を分離加工することで、隣り合う発光デバイス間で生じるクロストークの発生を抑制することが可能となる。

20

#### 【0204】

<発光装置700の構成例2>

図8に示す発光装置700は、発光デバイス550B、発光デバイス550G、発光デバイス550R、および隔壁528を有する。また、発光デバイス550B、発光デバイス550G、発光デバイス550R、および隔壁528は、第1の基板510上に設けられた機能層520上に形成される。機能層520には、複数のトランジスタで構成された駆動回路GD、駆動回路SDなどの他、これらを電気的に接続する配線等が含まれる。なお、これらの駆動回路は、発光デバイス550B、発光デバイス550G、および発光デバイス550Rと、それぞれ電気的に接続され、これらを駆動することができる。

30

#### 【0205】

なお、発光デバイス550B、発光デバイス550G、および発光デバイス550Rは、実施の形態1で示したデバイス構造を有する。特に、図2（A）に示す構造におけるEL層103が各発光デバイスで異なる場合を示す。

#### 【0206】

なお、図8に示す各発光デバイスの具体的な構成は、図3で説明した、発光デバイス550B、発光デバイス550G、発光デバイス550Rと同じである。

#### 【0207】

図8に示すように、各発光デバイス（550B、550G、550R）のEL層（103B、103G、103R）がそれぞれ有するホール注入・輸送層（104B、104G、104R）が、EL層（103B、103G、103R）を構成する他の機能層よりも小さく、積層される機能層で覆われた構造を有する。

40

#### 【0208】

なお、本構成の場合には、各EL層におけるホール注入・輸送層（104B、104G、104R）が他の機能層で覆われることにより、完全に分離されるため、電極552との短絡防止のために構成例1で示した絶縁層107（図3（A）参照。）は不要となる。

#### 【0209】

また、本構成の各EL層（EL層103B、EL層103G、およびEL層103R）は、分離加工において、フォトリソグラフィ法を用いたパターン形成を行っているため、加工されたEL層（発光層および電子輸送層）の端部（側面）が概略同一表面を有する（または、概略同一平面上に位置する）形状となる。

50

**【 0 2 1 0 】**

E L 層において、特に陽極と発光層との間に位置する正孔輸送領域に含まれる正孔注入層は、導電率が高いことが多いため、隣り合う発光デバイスに共通する層として形成されると、クロストークの原因となる場合がある。したがって、本構成例で示すようにフォトリソグラフィ法を用いたパターン形成により E L 層を分離加工することにより、隣り合う発光デバイス間で生じるクロストークの発生を抑制することが可能となる。

**【 0 2 1 1 】**

本明細書等において、メタルマスク、または F M M ( ファインメタルマスク、高精細なメタルマスク ) を用いて作製されるデバイスを M M ( メタルマスク ) 構造のデバイスと呼称する場合がある。また、本明細書等において、メタルマスク、または F M M を用いることなく作製されるデバイスを M M L ( メタルマスクレス ) 構造のデバイスと呼称する場合がある。

10

**【 0 2 1 2 】**

なお、本明細書等において、各色の発光デバイス ( ここでは青 ( B ) 、緑 ( G ) 、及び赤 ( R ) ) で、発光層を作り分ける、または発光層を塗り分ける構造を S B S ( S i d e B y S i d e ) 構造と呼ぶ場合がある。また、本明細書等において、白色光を発することができる発光デバイスを白色発光デバイスと呼ぶ場合がある。なお、白色発光デバイスは、着色層 ( たとえば、カラーフィルタ ) と組み合わせることで、フルカラー表示の表示装置を実現することができる。

20

**【 0 2 1 3 】**

また、発光デバイスは、シングル構造と、タンデム構造とに大別することができる。シングル構造のデバイスは、一対の電極間に 1 つの E L 層を有し、当該 E L 層は、1 以上の発光層を含む構成とすることが好ましい。白色発光を得るには、2 以上の発光層の各々の発光が補色の関係となるような発光層を選択すればよい。例えば、第 1 の発光層の発光色と第 2 の発光層の発光色を補色の関係になるようにすることで、発光デバイス全体として白色発光する構成を得ることができる。また、発光層を 3 つ以上有する発光デバイスの場合も同様である。

20

**【 0 2 1 4 】**

タンデム構造のデバイスは、一対の電極間に 2 以上の複数の E L 層を有し、各 E L 層は、1 以上の発光層を含む構成とすることが好ましい。白色発光を得るには、複数の E L 層の発光層からの光を合わせて白色発光が得られる構成とすればよい。なお、白色発光が得られる構成については、シングル構造の構成と同様である。なお、タンデム構造のデバイスにおいて、複数の E L 層の間には、電荷発生層などの中間層を設けると好適である。

30

**【 0 2 1 5 】**

また、上述の白色発光デバイス ( シングル構造またはタンデム構造 ) と、 S B S 構造の発光デバイスと、を比較した場合、 S B S 構造の発光デバイスは、白色発光デバイスよりも消費電力を低くすることができる。消費電力を低く抑えたい場合は、 S B S 構造の発光デバイスを用いると好適である。一方で、白色発光デバイスは、製造プロセスが S B S 構造の発光デバイスよりも簡単であるため、製造コストを低くすることができる、又は製造歩留まりを高くすることができるため、好適である。

40

**【 0 2 1 6 】**

## &lt; 発光装置 7 0 0 の構成例 3 &gt;

図 9 ( A ) に示す発光装置 7 0 0 は、発光デバイス 5 5 0 B 、発光デバイス 5 5 0 G 、発光デバイス 5 5 0 R 、および隔壁 5 2 8 を有する。また、発光デバイス 5 5 0 B 、発光デバイス 5 5 0 G 、発光デバイス 5 5 0 R 、および隔壁 5 2 8 は、第 1 の基板 5 1 0 上に設けられた機能層 5 2 0 上に形成される。機能層 5 2 0 には、複数のトランジスタで構成された駆動回路 G D 、駆動回路 S D などの他、これらを電気的に接続する配線等が含まれる。なお、これらの駆動回路は、発光デバイス 5 5 0 B 、発光デバイス 5 5 0 G 、発光デバイス 5 5 0 R と、それぞれ電気的に接続され、これらを駆動することができる。

**【 0 2 1 7 】**

50

なお、発光デバイス 550B、発光デバイス 550G、および発光デバイス 550R は、実施の形態 1 で示したデバイス構造を有する。特に、各発光デバイスが、図 2 (B) に示す構造、いわゆるタンデム構造を有する EL 層 103 を共通して有する場合を示す。

### 【0218】

発光デバイス 550B は、電極 551B、電極 552、EL 層 (103P、103Q)、電荷発生層 106B、および絶縁層 107 を有し、図 9 (A) に示す積層構造を有する。なお、各層の具体的な構成は実施の形態 1 に示す通りである。また、電極 551B と電極 552 とは、重なる。また、EL 層 103P と EL 層 103Q は、電荷発生層 106B を挟んで積層され、かつ電極 551B と電極 552 との間に、EL 層 103P、EL 層 103Q、および電荷発生層 106B を有する。なお、EL 層 103P、103Q は、実施の形態 1 で説明した EL 層 103、103a、103b、103c と同様に、発光層を含む複数の機能の異なる層からなる積層構造を有する。また、EL 層 103P は、例えば、青色の光を射出することができ、EL 層 103Q は、例えば、黄色の光を射出することができる。10

### 【0219】

図 9 (A) では、EL 層 103P に含まれる層のうち、ホール注入・輸送層 104P のみを図示し、EL 層 103Q に含まれる層のうち、ホール注入・輸送層 104Q、発光層 113Q、電子輸送層 108Q および電子注入層 109 のみを図示するが、本発明の一態様はこれに限られない。以降では、各 EL 層に含まれる層も含めて説明できる場合は、便宜上、EL 層 (EL 層 103P、EL 層 103Q) を用いて説明する場合がある。また、電子輸送層は、積層構造を有していても良く、また、陽極側から発光層を通過して陰極側に移動するホールをロックするためのホールブロック層を有していても良い。また、電子注入層 109 についても一部または全部が異なる材料を用いて形成される積層構造を有していても良いこととする。20

### 【0220】

また、絶縁層 107 は、図 9 (A) に示すように電極 551B 上に EL 層 103Q の一部の層 (本実施の形態では、発光層 113Q 上の電子輸送層 108Q まで形成) の上に形成されたレジストを残したまま形成される。したがって、絶縁層 107 は、EL 層 103Q の一部の層 (上記)、EL 層 103P、および電荷発生層 106B の側面 (または端部) に接して形成される。これにより、EL 層 103P、EL 層 103Q、および電荷発生層 106B、それぞれの側面から内部への酸素、水分、またはこれらの構成元素の侵入を抑制することができる。なお、絶縁層 107 には、例えば、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ハフニウム、酸化ガリウム、インジウムガリウム亜鉛酸化物、窒化シリコン、または窒化酸化シリコンなどを用いることができる。絶縁層 107 の形成には、スパッタリング法、CVD 法、MBE 法、PLD 法、ALD 法などを用いることができるが、被覆性の良好な ALD 法がより好ましい。30

### 【0221】

また、EL 層 103Q の一部の層 (発光層 113Q 上の電子輸送層 108Q まで形成) および絶縁層 107 を覆って、電子注入層 109 が形成される。なお、電子注入層 109 は、層中の電気抵抗が異なる 2 層以上の積層構造を有することが好ましい。例えば、電子輸送層 108Q と接する第 1 の層を電子輸送性材料のみで形成して、その上に金属材料を含む電子輸送性材料で形成する第 2 の層を積層する構造、またはさらに第 1 の層と電子輸送層 108Qとの間に金属材料を含む電子輸送性材料で形成する第 3 の層を有する構造であっても良い。40

### 【0222】

また、電極 552 は、電子注入層 109 上に形成される。なお、電極 551B と電極 552 とは、互いに重なる領域を有する。また、電極 551B と電極 552 との間に、EL 層 103P、EL 層 103Q、および電荷発生層 106B、を有する。したがって、電子注入層 109 が、絶縁層 107 を介して EL 層 103Q、EL 層 103P、および電荷発生層 106B の側面 (または端部) に位置する構造、または電極 552 が、電子注入層 109 上に形成される構造である。50

9および絶縁層107を介してEL層103Q、EL層103P、および電荷発生層106Bの側面（または端部）に位置する構造を有する。これにより、EL層103Pと電極552、より具体的には、EL層103Pが有する、ホール注入・輸送層104Pと電極552とが、電気的に短絡するのを防ぐことができる。また、EL層103Qと電極552、より具体的には、EL層103Qが有する、ホール注入・輸送層104Qと電極552とが、電気的に短絡するのを防ぐことができる。また、電荷発生層106Bと電極552、とが、電気的に短絡するのを防ぐことができる。

#### 【0223】

発光デバイス550Gは、電極551G、電極552、EL層（103P、103Q）、電荷発生層106G、および絶縁層107を有し、図9（A）に示す積層構造を有する。  
なお、各層の具体的な構成は実施の形態1に示す通りである。また、電極551Gと電極552とは、重なる。また、EL層103PとEL層103Qは、電荷発生層106Gを挟んで積層され、かつ電極551Gと電極552との間に、EL層103P、EL層103Q、および電荷発生層106Gを有する。

#### 【0224】

また、絶縁層107は、図9（A）に示すように電極551G上にEL層103Qの一部の層（本実施の形態では、発光層113Q上の電子輸送層108Qまで形成）の上に形成されたレジストを残したまま形成される。したがって、絶縁層107は、EL層103Qの一部の層（上記）、EL層103P、および電荷発生層106Gの側面（または端部）に接して形成される。これにより、EL層103P、EL層103Q、および電荷発生層106G、それぞれの側面から内部への酸素、水分、またはこれらの構成元素の侵入を抑制することができる。なお、絶縁層107には、例えば、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ハフニウム、酸化ガリウム、インジウムガリウム亜鉛酸化物、窒化シリコン、または窒化酸化シリコンなどを用いることができる。絶縁層107の形成には、スパッタリング法、CVD法、MBE法、PLD法、ALD法などを用いることができるが、被覆性の良好なALD法がより好ましい。

#### 【0225】

また、EL層103Qの一部の層（発光層113Q上の電子輸送層108Qまで形成）および絶縁層107を覆って、電子注入層109が形成される。なお、電子注入層109は、層中の電気抵抗が異なる2層以上の積層構造を有することが好ましい。例えば、電子輸送層108Qと接する第1の層を電子輸送性材料のみで形成して、その上に金属材料を含む電子輸送性材料で形成する第2の層を積層する構造、または、さらに第1の層と電子輸送層108Qとの間に金属材料を含む電子輸送性材料で形成する第3の層を有する構造であっても良い。

#### 【0226】

また、電極552は、電子注入層109上に形成される。なお、電極551Gと電極552とは、互いに重なる領域を有する。また、電極551Gと電極552との間に、EL層103P、EL層103Q、および電荷発生層106G、を有する。したがって、電子注入層109が、絶縁層107を介してEL層103Q、EL層103P、および電荷発生層106Gの側面（または端部）に位置する構造、または電極552が、電子注入層109および絶縁層107を介してEL層103Q、EL層103P、および電荷発生層106Gの側面（または端部）に位置する構造を有する。これにより、EL層103Pと電極552、より具体的には、EL層103Pが有する、ホール注入・輸送層104Pと電極552とが、電気的に短絡するのを防ぐことができる。また、EL層103Qと電極552、より具体的には、EL層103Qが有する、ホール注入・輸送層104Qと電極552とが、電気的に短絡するのを防ぐことができる。また、電荷発生層106Gと電極552、とが、電気的に短絡するのを防ぐことができる。

#### 【0227】

発光デバイス550Rは、電極551R、電極552、EL層（103P、103Q）、電荷発生層106R、および絶縁層107を有し、図9（A）に示す積層構造を有する。

10

20

30

40

50

なお、各層の具体的な構成は実施の形態1に示す通りである。また、電極551Rと電極552とは、重なる。また、EL層103PとEL層103Qは、電荷発生層106Rを挟んで積層され、かつ電極551Rと電極552との間に、EL層103P、EL層103Q、および電荷発生層106Rを有する。

#### 【0228】

また、絶縁層107は、図9(A)に示すように電極551R上にEL層103Qの一部の層(本実施の形態では、発光層113Q上の電子輸送層108Qまで形成)の上に形成されたレジストを残したまま形成される。したがって、絶縁層107は、EL層103Qの一部の層(上記)、EL層103P、および電荷発生層106Rの側面(または端部)に接して形成される。これにより、EL層103P、EL層103Q、および電荷発生層106R、それぞれの側面から内部への酸素、水分、またはこれらの構成元素の侵入を抑制することができる。なお、絶縁層107には、例えば、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ハフニウム、酸化ガリウム、インジウムガリウム亜鉛酸化物、窒化シリコン、または窒化酸化シリコンなどを用いることができる。絶縁層107の形成には、スパッタリング法、CVD法、MBE法、PLD法、ALD法などを用いることができるが、被覆性の良好なALD法がより好ましい。

#### 【0229】

また、EL層103Qの一部の層(発光層113Q上の電子輸送層108Qまで形成)および絶縁層107を覆って、電子注入層109が形成される。なお、電子注入層109は、層中の電気抵抗が異なる2層以上の積層構造を有することが好ましい。例えば、電子輸送層108Qと接する第1の層を電子輸送性材料のみで形成して、その上に金属材料を含む電子輸送性材料で形成する第2の層を積層する構造、または、さらに第1の層と電子輸送層108Qとの間に金属材料を含む電子輸送性材料で形成する第3の層を有する構造であっても良い。

#### 【0230】

また、電極552は、電子注入層109上に形成される。なお、電極551Rと電極552とは、互いに重なる領域を有する。また、電極551Rと電極552との間に、EL層103P、EL層103Q、および電荷発生層106R、を有する。したがって、電子注入層109が、絶縁層107を介してEL層103Q、EL層103P、および電荷発生層106Rの側面(または端部)に位置する構造、または電極552が、電子注入層109および絶縁層107を介してEL層103Q、EL層103P、および電荷発生層106Rの側面(または端部)に位置する構造を有する。これにより、EL層103Pと電極552、より具体的には、EL層103Pが有する、ホール注入・輸送層104Pと電極552とが、電気的に短絡するのを防ぐことができる。また、EL層103Qと電極552、より具体的には、EL層103Qが有する、ホール注入・輸送層104Qと電極552とが、電気的に短絡するのを防ぐことができる。また、電荷発生層106Rと電極552、とが、電気的に短絡するのを防ぐことができる。

#### 【0231】

なお、各発光デバイスが有する、EL層(103P、103Q)、および電荷発生層(106B、106G、106R)を発光デバイスごとに分離加工する際、フォトリソグラフィ法を用いたパターン形成を行うため、加工されたEL層(EL層103P、ホール注入・輸送層104Q、発光層113Q、および電子輸送層108Q)および電荷発生層106の端部(側面)が概略同一表面を有する(または、概略同一平面上に位置する)形状となる。

#### 【0232】

各発光デバイスがそれぞれ有する、EL層(103P、103Q)、および電荷発生層(106B、106G、106R)は、隣り合う発光デバイスとの間に、それぞれ間隙580を有する。EL層(103P、103Q)における正孔輸送領域に含まれる正孔注入層および電荷発生層(106B、106G、106R)は、導電率が高いこと多いため、隣り合う発光デバイスに共通する層として形成されると、クロストークの原因となる場合

10

20

30

40

50

がある。したがって、本構成例で示すように間隙 580 を設けることにより、隣り合う発光デバイス間で生じるクロストークの発生を抑制することが可能となる。

### 【0233】

1000ppi を超える高精細な発光装置（表示パネル）において、EL層103B、EL層103G、およびEL層103Rとの間に電気的な導通が認められると、クロストークが発生し、発光装置の表示可能な色域が狭くなってしまう。1000ppi を超える高精細な表示パネル、好ましくは2000ppi を超える高精細な表示パネル、より好ましくは5000ppi を超える超高精細な表示パネルに間隙 580 を設けることで、鮮やかな色彩を表示可能な表示パネルを提供できる。

### 【0234】

本構成例において、発光デバイス550B、発光デバイス550G、および発光デバイス550R は、いずれも白色の光を射出する。したがって、第2の基板770は、着色層CFB、着色層CFG、および着色層CFR を有する。なお、これらの着色層は、図9(A)に示すように一部重ねて設けても良い。一部を重ねて設けることで重ねた部分を遮光膜として機能させることもできる。本構成例では、例えば、着色層CFBには、青色の光(B)を優先的に透過する材料を用い、着色層CFGには、緑色の光(G)を優先的に透過する材料を用い、着色層CFRには、赤色の光(R)を優先的に透過する材料を用いる。

10

### 【0235】

図9(B)には、発光デバイス550B、発光デバイス550G および発光デバイス550R が、白色の光を射出する発光デバイスである場合における、発光デバイス550B の構成を示す。電極551B 上にEL層103P およびEL層103Q が、電荷発生層106B を挟んで積層される。また、EL層103P は、青色の光EL(1)を射出する発光層113B を有し、EL層103Q は、緑色の光EL(2)を射出する発光層113G および赤色の光EL(3)を射出する発光層113R を有する。

20

### 【0236】

なお、上記の着色層に換えて色変換層を用いることができる。例えば、ナノ粒子、量子ドットなどを色変換層に用いることができる。

### 【0237】

例えば、着色層CFG に換えて、青色の光を緑色の光に変換する色変換層を用いることができる。これにより、発光デバイス550G が射出する青色の光を緑色の光に変換することができる。また、着色層CFR に換えて青色の光を赤色の光に変換する色変換層を用いることができる。これにより、発光デバイス550R が射出する青色の光を赤色の光に変換することができる。

30

### 【0238】

<発光装置700の構成例4>

図10に示す発光装置（表示パネル）700 は、発光デバイス550B、発光デバイス550G、発光デバイス550R、および隔壁528 を有する。また、発光デバイス550B、発光デバイス550G、発光デバイス550R、および隔壁528 は、第1の基板510 上に設けられた機能層520 上に形成される。機能層520 には、複数のトランジスタで構成された駆動回路GD、駆動回路SDなどの他、これらを電気的に接続する配線等が含まれる。なお、これらの駆動回路は、発光デバイス550B、発光デバイス550G、発光デバイス550R と電気的に接続され、これらを駆動することができる。

40

### 【0239】

なお、発光デバイス550B、発光デバイス550G、発光デバイス550R は、実施の形態1で示したデバイス構造を有する。特に、各発光デバイスが、図2(B)に示す構造、いわゆるタンデム構造を有するEL層103 を共通して有する場合に適する。

### 【0240】

なお、図10に示す各発光デバイスの具体的な構成は、図9(A)で説明した、発光デバイス550B、発光デバイス550G、発光デバイス550Rと同じであり、いずれも白色の光を射出する。

50

## 【0241】

なお、本構成例で示す発光装置は、第1の基板510上に形成される各発光デバイス上に形成される着色層C F B、着色層C F G、および着色層C F Rを有する点で、図9(A)に示す発光装置の構成と異なる。

## 【0242】

すなわち、第1の基板510上に形成される各発光デバイスの電極552上に絶縁層573を有し、絶縁層573上に着色層C F B、着色層C F G、および着色層C F Rを有する。

## 【0243】

さらに、着色層C F B、着色層C F G、および着色層C F R上に絶縁層705を有する。  
10 絶縁層705は、機能層520、各発光デバイス(550B、550G、550R)、および着色層C F B、着色層C F G、および着色層C F Rを有する、第1の基板510の着色層(C F B、C F G、C F R)側で、第2の基板770と挟まれる領域を備え、第1の基板510および第2の基板770を貼り合わせる機能を備える。

## 【0244】

なお、上記絶縁層573および絶縁層705は、無機材料、有機材料または無機材料と有機材料の複合材料等を用いることができる。

## 【0245】

なお、無機材料としては、無機酸化物膜、無機窒化物膜または無機酸化窒化物膜等またはこれらから選ばれた複数を積層した積層材料を用いることができる。例えば、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化アルミニウム膜等またはこれらから選ばれた複数を積層した積層材料を含む膜を用いることができる。なお、窒化シリコン膜は緻密な膜であり、不純物の拡散を抑制する機能に優れる。または、酸化物半導体(例えば、IGZO膜など)として、酸化アルミニウム膜と、当該酸化アルミニウム膜上のIGZO膜との積層構造などを用いることができる。  
20

## 【0246】

また、有機材料としては、ポリエステル、ポリオレフィン、ポリアミド、ポリイミド、ポリカーボネート、ポリシロキサン若しくはアクリル等またはこれらから選択された複数の樹脂の積層材料もしくは複合材料などを用いることができる。または、反応硬化型接着剤、光硬化型接着剤、熱硬化型接着剤または/および嫌気型接着剤等の有機材料を用いることができる。  
30

## 【0247】

<発光装置の製造方法の例2>

次に、図10に示した、発光装置の作製方法を図11および図12を用いて説明する。

## 【0248】

図11(A)に示すように、第1の基板510上に形成された、電極(551B、551G、551R)および隔壁528(図4(B)参照)上に、これらを覆うようにEL層103P(ホール注入・輸送層104Pを含む)、電荷発生層(106B、106G、106R)となる電荷発生層106、ホール注入・輸送層104Q、発光層113Q、および電子輸送層108Qを形成する。  
40

## 【0249】

次に、図11(B)に示すように、電極(551B、551G、551R)上のEL層103P(ホール注入・輸送層104Pを含む)、電荷発生層106、ホール注入・輸送層104Q、発光層113Q、および電子輸送層108Qを所定の形状に加工する。例えば、フォトリソグラフィ法を用いて電極(551G、551B、551R)上のホール注入・輸送層104Q、発光層113Q、および電子輸送層108Q上にレジストREGを形成し、エッチングにより、上部にレジストREGが形成されていない部分を取り除いて、側面を有する(または側面が露出する)形状、換言すると紙面と交差する方向(X軸方向)に延びる帯状の形状、に加工する。具体的には、電子輸送層108Q上に形成したレジストREGを用い、ドライエッチングを行う(図11(C)参照)。なお、隔壁528を  
50

エッチングストッパーに用いることができる。

#### 【0250】

次に、レジストREG、EL層103P、電荷発生層(106B、106G、106R)、ホール注入・輸送層104Q、発光層113Q、電子輸送層108Q、および隔壁528上に絶縁層107を形成する。例えば、ALD法を用いて、レジストREG、EL層103P、電荷発生層(106B、106G、106R)、ホール注入・輸送層104Q、発光層113Q、電子輸送層108Q、および隔壁528上に、これらを覆うように絶縁層107を形成する。この場合、絶縁層107は、図11(C)に示すようにEL層103Pの側面、電荷発生層(106B、106G、106R)の側面、ホール注入・輸送層104Qの側面、発光層113Qの側面、および電子輸送層108Qの側面に接して形成される。これにより、EL層103Pの側面、電荷発生層(106B、106G、106R)の側面、ホール注入・輸送層104Qの側面、発光層113Qの側面、および電子輸送層108Qの側面から内部への酸素、水分、またはこれらの構成元素の侵入を抑制することができる。なお、絶縁層107に用いる材料としては、例えば、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ハフニウム、酸化ガリウム、インジウムガリウム亜鉛酸化物、窒化シリコン、または窒化酸化シリコンなどを用いることができる。10

#### 【0251】

次に、図12(A)に示すように、レジストREGを除去して、絶縁層107、電子輸送層108Q、および隔壁528上に電子注入層109を形成する。電子注入層109は、例えば、真空蒸着法を用いて形成する。なお、電子注入層109は、絶縁層107を介してEL層103P、103Qの一部の層(ホール注入・輸送層104Q、発光層113Q、および電子輸送層108Q)の側面および電荷発生層(106B、106G、106R)の側面に位置する構造を有する。20

#### 【0252】

次に、電子注入層109上に電極552を形成する。電極552は、例えば、真空蒸着法を用いて形成する。なお、電極552は、電子注入層109および絶縁層107を介してEL層103P、EL層103Qの一部の層(ホール注入・輸送層104Q、発光層113Q、および電子輸送層108Q)、および電荷発生層(106B、106G、106R)の側面(または端部)に位置する構造を有する。これにより、各EL層(103P、103Q)と電極552、より具体的には、各EL層(103P、103Q)がそれぞれ有するホール注入・輸送層(104P、104Q)と電極552とが、電気的に短絡するのを防ぐことができる。30

#### 【0253】

以上により、発光デバイス550B、発光デバイス550G、および発光デバイス550RのEL層103P(ホール注入・輸送層104Pを含む)、電荷発生層(106B、106G、106R)、およびEL層103Qの一部の層(ホール注入・輸送層104Q、発光層113Q、および電子輸送層108Qを含む)を一度のフォトリソグラフィ法を用いたパターン形成で、それぞれ分離して形成することができる。

#### 【0254】

電子注入層109に用いる材料としては、実施の形態1で説明した正孔輸送性材料を用いることができる。40

#### 【0255】

なお、電子注入層109は、EL層103P(ホール注入・輸送層104Pを含む)、電荷発生層(106B、106G、106R)、およびEL層103Q(ホール注入・輸送層104Q、電子輸送層108Qを含む)をエッチング加工した際に露出した側面にも形成される。

#### 【0256】

また、電極552は、電子注入層109上に形成される。なお、電極552が、絶縁層107を介してEL層103P(ホール注入・輸送層104Pを含む)、電荷発生層(106B、106G、106R)、およびEL層103Qの一部の層(ホール注入・輸送層104Qを含む)をエッチング加工した際に露出した側面にも形成される。50

0 4 Q、発光層 1 1 3 Q、および電子輸送層 1 0 8 Q を含む ) の側面に位置する構造を有する。これにより、E L 層 1 0 3 P と電極 5 5 2、より具体的には、E L 層 1 0 3 P が有する、ホール注入・輸送層 1 0 4 P と電極 5 5 2 とが、電気的に短絡するのを防ぐことができる。また、E L 層 1 0 3 Q と電極 5 5 2、より具体的には、E L 層 1 0 3 Q が有する、ホール注入・輸送層 1 0 4 Q と電極 5 5 2 とが、電気的に短絡するのを防ぐことができる。また、電荷発生層 ( 1 0 6 B、1 0 6 G、1 0 6 R ) と電極 5 5 2、とが、電気的に短絡するのを防ぐことができる。

#### 【 0 2 5 7 】

次に、絶縁層 5 7 3、着色層 C F B、着色層 C F G 並びに着色層 C F R、絶縁層 7 0 5 を形成する ( 図 1 2 ( B ) 参照 ) 。

10

#### 【 0 2 5 8 】

例えば、平坦な膜と緻密な膜を積層して絶縁層 5 7 3 を形成する。具体的には、塗布法を用いて平坦な膜を形成し、化学気相成長法または原子層堆積法 ( A L D : A t o m i c Layer Deposition ) などを用いて緻密な膜を平坦な膜の上に積層する。これにより、欠陥の少ない良質な絶縁層 5 7 3 を形成することができる。

#### 【 0 2 5 9 】

例えば、カラーレジストを用いて、着色層 C F B、着色層 C F G および着色層 C F R を所定の形状に形成する。なお、隔壁 5 2 8 上で、着色層 C F R および着色層 C F B が重なるように加工する。これにより、隣接する発光デバイスが射出する光が回り込んでしまう現象を抑制できる。

20

#### 【 0 2 6 0 】

絶縁層 7 0 5 は、無機材料、有機材料または無機材料と有機材料の複合材料等を用いることができる。

#### 【 0 2 6 1 】

なお、各発光デバイスが有する、E L 層 ( 1 0 3 P、1 0 3 Q ) 、および電荷発生層 ( 1 0 6 B、1 0 6 G、1 0 6 R ) を発光デバイスごとに分離加工する際、フォトリソグラフィ法を用いたパターン形成を行うため、高精細な発光装置 ( 表示パネル ) を作製することができる。また、フォトリソグラフィ法を用いたパターン形成により加工された E L 層の端部 ( 側面 ) は概略同一表面を有する ( または、概略同一平面上に位置する ) 形状となる。

30

#### 【 0 2 6 2 】

また、E L 層 ( 1 0 3 P、1 0 3 Q ) における正孔輸送領域に含まれる正孔注入層および電荷発生層 ( 1 0 6 B、1 0 6 G、1 0 6 R ) は、導電率が高いことが多いため、隣り合う発光デバイスに共通する層として形成されると、クロストークの原因となる場合がある。したがって、本構成例で示すようにフォトリソグラフィ法を用いたパターン形成により E L 層を分離加工することにより、隣り合う発光デバイス間で生じるクロストークの発生を抑制することが可能となる。

#### 【 0 2 6 3 】

##### < 発光装置 7 0 0 の構成例 5 >

図 1 3 に示す発光装置 ( 表示パネル ) 7 0 0 は、発光デバイス 5 5 0 B、発光デバイス 5 5 0 G、発光デバイス 5 5 0 R、および隔壁 5 2 8 を有する。また、発光デバイス 5 5 0 B、発光デバイス 5 5 0 G、発光デバイス 5 5 0 R、および隔壁 5 2 8 は、第 1 の基板 5 1 0 上に設けられた機能層 5 2 0 上に形成される。機能層 5 2 0 には、複数のトランジスタで構成された駆動回路 G D、駆動回路 S D などの他、これらを電気的に接続する配線等が含まれる。なお、これらの駆動回路は、発光デバイス 5 5 0 B、発光デバイス 5 5 0 G、発光デバイス 5 5 0 R と電気的に接続され、これらを駆動することができる。

40

#### 【 0 2 6 4 】

なお、発光デバイス 5 5 0 B、発光デバイス 5 5 0 G、発光デバイス 5 5 0 R は、実施の形態 1 で示したデバイス構造を有する。特に、各発光デバイスが、図 2 ( B ) に示す構造、いわゆるタンデム構造を有する E L 層 1 0 3 を共通して有する場合に適する。

50

**【 0 2 6 5 】**

図13に示すように、各発光デバイス間、例えば、発光デバイス550Bと、発光デバイス550Gとの間には、間隙580を有する。したがって、この間隙580に絶縁層540を形成する構成を有する。

**【 0 2 6 6 】**

例えば、フォトリソグラフィ法を用いたパターン形成により、EL層103P（ホール注入・輸送層104Pを含む）、電荷発生層（106B、106G、106R）、およびEL層103Q（ホール注入・輸送層104Qを含む）をそれぞれ分離形成した後、フォトリソグラフィ法を用いて、隔壁528上の間隙580に絶縁層540を形成することができる。さらに、EL層103Q（ホール注入・輸送層104Qを含む）および絶縁層540上に電極552を形成することができる。  
10

**【 0 2 6 7 】**

なお、本構成の場合には、各EL層が絶縁層540により、完全に分離されるため、構成例3で示した絶縁層107（図9（A）参照）は不要となる。

**【 0 2 6 8 】**

なお、各発光デバイスが有する、EL層（103P、103Q）、および電荷発生層（106B、106G、106R）を発光デバイスごとに分離加工する際、フォトリソグラフィ法を用いたパターン形成を行うため、高精細な発光装置（表示パネル）を作製することができる。また、フォトリソグラフィ法を用いたパターン形成により加工されたEL層の端部（側面）は概略同一表面を有する（または、概略同一平面上に位置する）形状となる。  
20

**【 0 2 6 9 】**

また、EL層（103P、103Q）における正孔輸送領域に含まれる正孔注入層および電荷発生層（106B、106G、106R）は、導電率が高いことが多いため、隣り合う発光デバイスに共通する層として形成されると、クロストークの原因となる場合がある。したがって、本構成例で示すようにフォトリソグラフィ法を用いたパターン形成によりEL層を分離加工することにより、隣り合う発光デバイス間で生じるクロストークの発生を抑制することが可能となる。

**【 0 2 7 0 】**

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。  
30

**【 0 2 7 1 】****（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14（A）乃至図16（B）を用いて説明する。なお、図14（A）乃至図16（B）に示す発光装置700は、実施の形態1で示す発光デバイスを有する。また、本実施の形態で説明する発光装置700は、電子機器などの表示部に適用可能であることから表示パネルと呼ぶこともできる。

**【 0 2 7 2 】**

本実施の形態で説明する発光装置700は、図14（A）に示す通り、表示領域231を備え、表示領域231は一組の画素703（i，j）を有する。また、図14（B）に示す通り、一組の画素703（i，j）に隣接する一組の画素703（i+1，j）を有する。  
40

**【 0 2 7 3 】**

なお、画素703（i，j）には、複数の画素を用いることができる。例えば、色相が互いに異なる色を表示する複数の画素を用いることができる。なお、複数の画素のそれぞれを副画素と言い換えることができる。または、複数の副画素を一組にして、画素と言い換えることができる。

**【 0 2 7 4 】**

これにより、当該複数の画素が表示する色を加法混色または減法混色することができる。または、個々の画素では表示することができない色相の色を、表示することができる。  
50

**【 0 2 7 5 】**

具体的には、青色を表示する画素 $7\ 0\ 2\ B\ ( i , j )$ 、緑色を表示する画素 $7\ 0\ 2\ G\ ( i , j )$ および赤色を表示する画素 $7\ 0\ 2\ R\ ( i , j )$ を画素 $7\ 0\ 3\ ( i , j )$ に用いることができる。また、画素 $7\ 0\ 2\ B\ ( i , j )$ 、画素 $7\ 0\ 2\ G\ ( i , j )$ および画素 $7\ 0\ 2\ R\ ( i , j )$ のそれぞれを副画素と言い換えることができる。

**【 0 2 7 6 】**

また、白色等を表示する画素を上記の一組に加えて、画素 $7\ 0\ 3\ ( i , j )$ に用いてもよい。また、シアンを表示する画素、マゼンタを表示する画素およびイエローを表示する画素のそれぞれを、副画素として画素 $7\ 0\ 3\ ( i , j )$ に用いてもよい。

**【 0 2 7 7 】**

また、上記の一組に加えて、赤外線を射出する画素を画素 $7\ 0\ 3\ ( i , j )$ に用いてもよい。具体的には、 $6\ 5\ 0\ nm$ 以上 $1\ 0\ 0\ 0\ nm$ 以下の波長を有する光を含む光を射出する画素を、画素 $7\ 0\ 3\ ( i , j )$ に用いることができる。

**【 0 2 7 8 】**

図14(A)に示す表示領域 $2\ 3\ 1$ の周辺には、駆動回路GDと、駆動回路SDと、を有する。また、駆動回路GD、駆動回路SD等と電気的に接続された端子 $5\ 1\ 9$ を有する。端子 $5\ 1\ 9$ は、例えば、フレキシブルプリント回路FPC1(図16参照)と電気的に接続することができる。

**【 0 2 7 9 】**

なお、駆動回路GDは、第1の選択信号および第2の選択信号を供給する機能を有する。例えば、駆動回路GDは後述する導電膜G1(i)と電気的に接続され、第1の選択信号を供給し、後述する導電膜G2(i)と電気的に接続され、第2の選択信号を供給する。また、駆動回路SDは、画像信号および制御信号を供給する機能を備え、制御信号は第1のレベルおよび第2のレベルを含む。例えば、駆動回路SDは後述する導電膜S1g(j)と電気的に接続され、画像信号を供給し、後述する導電膜S2g(j)と電気的に接続され、制御信号を供給する。

**【 0 2 8 0 】**

また、図16(A)に示す通り、発光装置700は、第1の基板510と、第2の基板770との間に機能層520を有する。機能層520には、上述した駆動回路GD、駆動回路SDなどの他、これらを電気的に接続する配線等が含まれる。図16(A)では、機能層520は、画素回路530B(i,j)ならびに画素回路530G(i,j)および駆動回路GDを含む構成を示すが、これに限らない。

**【 0 2 8 1 】**

また、機能層520が有する各画素回路(例えば、図16(A)に示す画素回路530B(i,j)、画素回路530G(i,j))は、機能層520上に形成される各発光デバイス(例えば、図16(A)に示す発光デバイス550B(i,j)、発光デバイス550G(i,j))と電気的に接続される。また、機能層520および各発光デバイス上に絶縁層705が設けられており、絶縁層705は、第2の基板770と機能層520とを貼り合わせる機能を有する。

**【 0 2 8 2 】**

なお、第2の基板770には、マトリクス状にタッチセンサを備える基板を用いることができる。例えば、静電容量式のタッチセンサまたは光学式のタッチセンサを備えた基板を第2の基板770に用いることができる。これにより、本発明の一態様の発光装置をタッチパネルとして使用することができる。

**【 0 2 8 3 】**

また、画素回路530G(i,j)の具体的な構成を図15(A)に示す。

**【 0 2 8 4 】**

図15(A)に示すように、画素回路530G(i,j)は、スイッチSW21、スイッチSW22、トランジスタM21、容量C21およびノードN21を有する。また、画素回路530G(i,j)はノードN22、容量C22およびスイッチSW23を有する。

10

20

30

40

50

## 【0285】

トランジスタM21は、ノードN21と電気的に接続されるゲート電極と、発光デバイス550G(i,j)と電気的に接続される第1の電極と、導電膜ANOと電気的に接続される第2の電極と、を有する。

## 【0286】

スイッチSW21は、ノードN21と電気的に接続される第1の端子と、導電膜S1g(j)と電気的に接続される第2の端子と、を有し、導電膜G1(i)の電位に基づいて、導通状態または非導通状態を制御する機能を有する。

## 【0287】

スイッチSW22は、導電膜S2g(j)と電気的に接続される第1の端子と、を有し、導電膜G2(i)の電位に基づいて、導通状態または非導通状態を制御する機能を有する。10

## 【0288】

容量C21は、ノードN21と電気的に接続される導電膜と、スイッチSW22の第2の電極と電気的に接続される導電膜を有する。

## 【0289】

これにより、画像信号をノードN21に格納することができる。または、ノードN21の電位を、スイッチSW22を用いて、変更することができる。または、発光デバイス550G(i,j)が射出する光の強度を、ノードN21の電位を用いて、制御することができる。20

## 【0290】

次に、図15(A)で説明した、トランジスタM21の具体的な構造の一例を図15(B)に示す。なお、トランジスタM21としては、ボトムゲート型のトランジスタまたはトップゲート型のトランジスタなどを適宜用いることができる。

## 【0291】

図15(B)に示すトランジスタは、半導体膜508、導電膜504、絶縁膜506、導電膜512Aおよび導電膜512Bを有する。トランジスタは、例えば、絶縁膜501C上に形成される。

## 【0292】

半導体膜508は、導電膜512Aと電気的に接続される領域508A、導電膜512Bと電気的に接続される領域508Bを有する。半導体膜508は、領域508Aおよび領域508Bの間に領域508Cを有する。30

## 【0293】

導電膜504は領域508Cと重なる領域を備え、導電膜504はゲート電極の機能を有する。

## 【0294】

絶縁膜506は、半導体膜508および導電膜504の間に挟まれる領域を有する。絶縁膜506はゲート絶縁膜の機能を有する。

## 【0295】

導電膜512Aはソース電極の機能またはドレイン電極の機能の一方を備え、導電膜512Bはソース電極の機能またはドレイン電極の機能の他方を有する。40

## 【0296】

また、導電膜524をトランジスタに用いることができる。導電膜524は、導電膜504との間に半導体膜508を挟む領域を有する。導電膜524は、第2のゲート電極の機能を有する。絶縁膜501Dは半導体膜508および導電膜524の間に挟まれ、第2のゲート絶縁膜の機能を有する。

## 【0297】

なお、画素回路のトランジスタに用いる半導体膜を形成する工程において、駆動回路のトランジスタに用いる半導体膜を形成することができる。例えば、画素回路のトランジスタに用いる半導体膜と同じ組成の半導体膜を、駆動回路に用いることができる。50

**【 0 2 9 8 】**

また、半導体膜 508 には、第 14 族の元素を含む半導体を用いることができる。具体的には、シリコンを含む半導体を半導体膜 508 に用いることができる。

**【 0 2 9 9 】**

また、半導体膜 508 には、水素化アモルファスシリコンを用いることができる。または、微結晶シリコンなどを半導体膜 508 に用いることができる。これにより、例えば、ポリシリコンを半導体膜 508 に用いる発光装置（または表示パネル）より、表示ムラが少ない発光装置を提供することができる。または、発光装置の大型化が容易である。

**【 0 3 0 0 】**

また、半導体膜 508 には、ポリシリコンを用いることができる。これにより、例えば、水素化アモルファスシリコンを半導体膜 508 に用いるトランジスタより、トランジスタの電界効果移動度を高くすることができます。また、例えば、水素化アモルファスシリコンを半導体膜 508 に用いるトランジスタより、駆動能力を高めることができます。または、例えば、水素化アモルファスシリコンを半導体膜 508 に用いるトランジスタより、画素の開口率を向上することができます。10

**【 0 3 0 1 】**

または、例えば、水素化アモルファスシリコンを半導体膜 508 に用いるトランジスタより、トランジスタの信頼性を高めることができます。

**【 0 3 0 2 】**

または、トランジスタの作製に要する温度を、例えば、単結晶シリコンを用いるトランジスタより、低くすることができます。20

**【 0 3 0 3 】**

または、駆動回路のトランジスタに用いる半導体膜を、画素回路のトランジスタに用いる半導体膜と同一の工程で形成することができます。または、画素回路を形成する基板と同一の基板上に駆動回路を形成することができます。または、電子機器を構成する部品数を低減することができます。

**【 0 3 0 4 】**

また、半導体膜 508 には、単結晶シリコンを用いることができる。これにより、例えば、水素化アモルファスシリコンを半導体膜 508 に用いる発光装置（または表示パネル）より、精細度を高めることができます。または、例えば、ポリシリコンを半導体膜 508 に用いる発光装置より、表示ムラが少ない発光装置を提供することができます。または、例えば、スマートグラスまたはヘッドマウントディスプレイを提供することができます。30

**【 0 3 0 5 】**

また、半導体膜 508 には、金属酸化物を用いることができる。これにより、水素化アモルファスシリコンを半導体膜に用いたトランジスタを利用する画素回路と比較して、画素回路が画像信号を保持することができる時間を長くすることができます。具体的には、フリッカーの発生を抑制しながら、選択信号を 30 Hz 未満、好ましくは 1 Hz 未満、より好ましくは一分に一回未満の頻度で供給することができます。その結果、電子機器の使用者に蓄積する疲労を低減することができます。また、駆動に伴う消費電力を低減することができます。40

**【 0 3 0 6 】**

また、半導体膜 508 には、酸化物半導体を用いることができる。具体的には、インジウムを含む酸化物半導体、インジウムとガリウムと亜鉛を含む酸化物半導体またはインジウムとガリウムと亜鉛と錫とを含む酸化物半導体を半導体膜 508 に用いることができる。

**【 0 3 0 7 】**

なお、酸化物半導体を半導体膜に用いることで、半導体膜に水素化アモルファスシリコンを用いたトランジスタよりもオフ状態におけるリーク電流が小さいトランジスタを得ることができます。したがって、酸化物半導体を半導体膜に用いたトランジスタをスイッチ等に利用することが好ましい。なお、酸化物半導体を半導体膜に用いたトランジスタをスイッチに利用する回路は、水素化アモルファスシリコンを半導体膜に用いたトランジスタをス50

イッチに利用する回路よりも、長い時間、フロー・ティングノードの電位を保持することができる。

### 【0308】

図16(A)では、第2の基板770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、図16(B)に示すように第1の基板510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、ボトムエミッション型の発光装置の場合には、第1の電極101を半透過・半反射電極として機能するように形成し、第2の電極102を反射電極として機能するように形成する。

### 【0309】

また、図16(A)及び図16(B)では、アクティブマトリクス型の発光装置について説明したが、実施の形態1に示す発光デバイスの構成は、図17(A)及び図17(B)に示すパッシブマトリクス型の発光装置に適用しても良い。

### 【0310】

なお、図17(A)は、パッシブマトリクス型の発光装置を示す斜視図、図17(B)は図17(A)をX-Yで切断した断面図である。図17において、基板951上には、電極952と電極956との間にはEL層955が設けられている。電極952の端部は絶縁層953で覆われている。そして、絶縁層953上には隔壁層954が設けられている。隔壁層954の側壁は、基板面に近くなるに伴って、一方の側壁と他方の側壁との間隔が狭くなっていくような傾斜を有する。つまり、隔壁層954の短軸方向の断面は、台形状であり、下底(絶縁層953と接する辺)の方が上底よりも短い。このように、隔壁層954を設けることで、静電気等に起因した発光デバイスの不良を防ぐことが出来る。

### 【0311】

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。

### 【0312】

#### (実施の形態4)

本実施の形態では、本発明の一態様の電子機器の構成について、図18(A)乃至図20(B)により説明する。

### 【0313】

図18(A)乃至図20(B)は、本発明の一態様の電子機器の構成を説明する図である。図18(A)は電子機器のブロック図であり、図18(B)乃至図18(E)は電子機器の構成を説明する斜視図である。また、図19(A)乃至図19(E)は電子機器の構成を説明する斜視図である。また、図20(A)および図20(B)は電子機器の構成を説明する斜視図である。

### 【0314】

本実施の形態で説明する電子機器5200Bは、演算装置5210と、入出力装置5220と、を有する(図18(A)参照)。

### 【0315】

演算装置5210は、操作情報を供給される機能を備え、操作情報に基づいて画像情報を供給する機能を有する。

### 【0316】

入出力装置5220は、表示部5230、入力部5240、検知部5250、通信部5290、操作情報を供給する機能および画像情報を供給される機能を有する。また、入出力装置5220は、検知情報を供給する機能、通信情報を供給する機能および通信情報を供給される機能を有する。

### 【0317】

入力部5240は操作情報を供給する機能を有する。例えば、入力部5240は、電子機器5200Bの使用者の操作に基づいて操作情報を供給する。

### 【0318】

具体的には、キーボード、ハードウェアボタン、ポインティングデバイス、タッチセンサ

10

20

30

40

50

、照度センサ、撮像装置、音声入力装置、視線入力装置、姿勢検出装置などを、入力部 5240 に用いることができる。

#### 【0319】

表示部 5230 は表示パネルおよび画像情報を表示する機能を有する。例えば、実施の形態 2において説明する表示パネルを表示部 5230 に用いることができる。

#### 【0320】

検知部 5250 は検知情報を供給する機能を有する。例えば、電子機器が使用されている周辺の環境を検知して、検知情報として供給する機能を有する。

#### 【0321】

具体的には、照度センサ、撮像装置、姿勢検出装置、圧力センサ、人感センサなどを検知部 5250 に用いることができる。10

#### 【0322】

通信部 5290 は通信情報を供給される機能および供給する機能を有する。例えば、無線通信または有線通信により、他の電子機器または通信網と接続する機能を有する。具体的には、無線構内通信、電話通信、近距離無線通信などの機能を有する。

#### 【0323】

図 18 (B) は、円筒状の柱などに沿った外形を有する電子機器を示す。一例として、デジタル・サイネージ等が挙げられる。本発明の一態様である表示パネルは、表示部 5230 に適用することができる。なお、使用環境の照度に応じて、表示方法を変更する機能を備えていても良い。また、人の存在を検知して、表示内容を変更する機能を有する。これにより、例えば、建物の柱に設置することができる。または、広告または案内等を表示することができる。20

#### 【0324】

図 18 (C) は、使用者が使用するポインタの軌跡に基づいて画像情報を生成する機能を有する電子機器を示す。一例として、電子黒板、電子掲示板、電子看板等が挙げられる。具体的には、対角線の長さが 20 インチ以上、好ましくは 40 インチ以上、より好ましくは 55 インチ以上の表示パネルを用いることができる。または、複数の表示パネルを並べて 1 つの表示領域に用いることができる。または、複数の表示パネルを並べてマルチスクリーンに用いることができる。

#### 【0325】

図 18 (D) は、他の装置から情報を受信して、表示部 5230 に表示することができる電子機器を示す。一例として、ウェアラブル型電子機器などが挙げられる。具体的には、いくつかの選択肢を表示できる、または、使用者が選択肢からいくつかを選択し、当該情報の送信元に返信することができる。または、例えば、使用環境の照度に応じて、表示方法を変更する機能を有する。これにより、例えば、ウェアラブル型電子機器の消費電力を低減することができる。または、例えば、晴天の屋外等の外光の強い環境においても好適に使用できるように、画像をウェアラブル型電子機器に表示することができる。30

#### 【0326】

図 18 (E) は、筐体の側面に沿って緩やかに曲がる曲面を備える表示部 5230 を有する電子機器を示す。一例として、携帯電話などが挙げられる。なお、表示部 5230 は表示パネルを備え、表示パネルは、例えば、前面、側面、上面および背面に表示する機能を有する。これにより、例えば、携帯電話の前面だけでなく、側面、上面および背面に情報を表示することができる。40

#### 【0327】

図 19 (A) は、インターネットから情報を受信して、表示部 5230 に表示することができる電子機器を示す。一例として、スマートフォンなどが挙げられる。例えば、作成したメッセージを表示部 5230 で確認することができる。または、作成したメッセージを他の装置に送信できる。または、例えば、使用環境の照度に応じて、表示方法を変更する機能を有する。これにより、スマートフォンの消費電力を低減することができる。または、例えば、晴天の屋外等の外光の強い環境においても好適に使用できるように、画像を表50

示部 5230 に表示することができる。

**【 0328 】**

図 19 (B) は、リモートコントローラーを入力部 5240 とすることができる電子機器を示す。一例として、テレビジョンシステムなどが挙げられる。例えば、放送局またはインターネットから情報を受信して、表示部 5230 に表示することができる。または、検知部 5250 を用いて使用者を撮影できる。または、使用者の映像を送信できる。または、使用者の視聴履歴を取得して、クラウド・サービスに提供できる。または、クラウド・サービスから、レコメンド情報を取得して、表示部 5230 に表示できる。または、レコメンド情報に基づいて、番組または動画を表示できる。または、例えば、使用環境の照度に応じて、表示方法を変更する機能を有する。これにより、晴天の日に屋内に差し込む強い外光が当たっても好適に使用できるように、映像を表示部 5230 に表示することができる。

10

**【 0329 】**

図 19 (C) は、インターネットから教材を受信して、表示部 5230 に表示することができる電子機器を示す。一例として、タブレットコンピュータなどが挙げられる。入力部 5240 を用いて、レポートを入力し、インターネットに送信することができる。または、クラウド・サービスから、レポートの添削結果または評価を取得して、表示部 5230 に表示することができる。または、評価に基づいて、好適な教材を選択し、表示することができる。

20

**【 0330 】**

例えば、他の電子機器から画像信号を受信して、表示部 5230 に表示することができる。または、スタンドなどに立てかけて、表示部 5230 をサブディスプレイに用いることができる。例えば、晴天の屋外等の外光の強い環境においても好適に使用できるように、画像を表示部 5230 に表示することができる。

30

**【 0331 】**

図 19 (D) は、複数の表示部 5230 を有する電子機器を示す。一例として、デジタルカメラなどが挙げられる。例えば、検知部 5250 で撮影しながら表示部 5230 に表示することができる。または、撮影した映像を表示部 5230 に表示することができる。または、入力部 5240 を用いて、撮影した映像に装飾を施せる。または、撮影した映像にメッセージを添付できる。または、インターネットに送信できる。または、使用環境の照度に応じて、撮影条件を変更する機能を有する。これにより、例えば、晴天の屋外等の外光の強い環境においても好適に閲覧できるように、被写体を表示部 5230 に表示することができる。

40

**【 0332 】**

図 19 (E) は、他の電子機器をスレイブに用い、本実施の形態の電子機器をマスターに用いて、他の電子機器を制御することができる電子機器を示す。一例として、携帯可能なパーソナルコンピュータなどが挙げられる。例えば、画像情報の一部を表示部 5230 に表示し、画像情報の他の一部を他の電子機器の表示部に表示することができる。または、画像信号を供給することができる。または、通信部 5290 を用いて、他の電子機器の入力部から書き込む情報を取得できる。これにより、例えば、携帯可能なパーソナルコンピュータを用いて、広い表示領域を利用することができる。

40

**【 0333 】**

図 20 (A) は、加速度または方位を検知する検知部 5250 を有する電子機器を示す。一例として、ゴーグル型の電子機器などが挙げられる。検知部 5250 は、使用者の位置または使用者が向いている方向に係る情報を供給することができる。または、電子機器は、使用者の位置または使用者が向いている方向に基づいて、右目用の画像情報および左目用の画像情報を生成することができる。または、表示部 5230 は、右目用の表示領域および左目用の表示領域を有する。これにより、例えば、没入感を得られる仮想現実空間の映像を、表示部 5230 に表示することができる。

50

**【 0334 】**

図20(B)は、撮像装置、加速度または方位を検知する検知部5250を有する電子機器を示す。一例として、めがね型の電子機器などが挙げられる。検知部5250は、使用者の位置または使用者が向いている方向に係る情報を供給することができる。または、電子機器は、使用者の位置または使用者が向いている方向に基づいて、画像情報を生成することができる。これにより、例えば、現実の風景に情報を添付して表示することができる。または、拡張現実空間の映像を、めがね型の電子機器に表示することができる。

### 【0335】

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

### 【0336】

#### (実施の形態5)

本実施の形態では、実施の形態2に記載の発光デバイスを照明装置として用いる構成について、図21により説明する。なお、図21(A)は、図21(B)に示す照明装置の上面図におけるe-f断面図である。

### 【0337】

本実施の形態における照明装置は、支持体である透光性を有する基板400上に、第1の電極401が形成されている。第1の電極401は実施の形態1における第1の電極101に相当する。第1の電極401側から発光を取り出す場合、第1の電極401は透光性を有する材料により形成する。

### 【0338】

第2の電極404に電圧を供給するためのパッド412が基板400上に形成される。

### 【0339】

第1の電極401上にはEL層403が形成されている。EL層403は実施の形態1におけるEL層103の構成、又はEL層103a、103b、103c及び電荷発生層106(106a、106b)を合わせた構成などに相当する。なお、これらの構成については当該記載を参照されたい。

### 【0340】

EL層403を覆って第2の電極404を形成する。第2の電極404は実施の形態1における第2の電極102に相当する。発光を第1の電極401側から取り出す場合、第2の電極404は反射率の高い材料によって形成される。第2の電極404はパッド412と接続することによって、電圧が供給される。

### 【0341】

以上、第1の電極401、EL層403、及び第2の電極404を有する発光デバイスを本実施の形態で示す照明装置は有している。当該発光デバイスは発光効率の高い発光デバイスであるため、本実施の形態における照明装置は消費電力の小さい照明装置とすることができます。

### 【0342】

以上の構成を有する発光デバイスが形成された基板400と、封止基板407とをシール材405、406を用いて固着し、封止することによって照明装置が完成する。シール材405、406はどちらか一方でもかまわない。また、内側のシール材406(図21(B)では図示せず)には乾燥剤を混ぜることもでき、これにより、水分を吸着することができ、信頼性の向上につながる。

### 【0343】

また、パッド412と第1の電極401の一部をシール材405、406の外に伸張して設けることによって、外部入力端子とすることができます。また、その上にコンバーターなどを搭載したICチップ420などを設けても良い。

### 【0344】

#### (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デバイスを適用して作製される照明装置の応用例について、図22を用いて説明する。

10

20

30

40

50

**【 0 3 4 5 】**

室内の照明装置としては、シーリングライト 8 0 0 1 として応用できる。シーリングライト 8 0 0 1 には、天井直付型および天井埋め込み型がある。なお、このような照明装置は、発光装置を筐体またはカバーと組み合わせることにより構成される。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。

**【 0 3 4 6 】**

また、足元灯 8 0 0 2 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、階段および通路などに使用するのが有効である。その場合、部屋の広さおよび構造に応じて適宜サイズおよび形状を変えることができる。また、発光装置と支持台とを組み合わせて構成される据え置き型の照明装置とすることも可能である。

10

**【 0 3 4 7 】**

また、シート状照明 8 0 0 3 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、曲面を有する壁面および筐体に用いることもできる。

**【 0 3 4 8 】**

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 8 0 0 4 を用いることもできる。

**【 0 3 4 9 】**

また、電気スタンド 8 0 0 5 は、光源 8 0 0 6 を有し、光源 8 0 0 6 としては、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デバイスを適用することができる。

20

**【 0 3 5 0 】**

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デバイス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。

**【 0 3 5 1 】**

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。

30

**【 0 3 5 2 】**

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。

**【 実施例 1 】****【 0 3 5 3 】**

本実施例では、本発明の一態様である発光デバイスとして作製した青色蛍光発光デバイスである発光デバイス 1 および発光デバイス 2 の素子構造、作製方法およびその特性について説明する。なお、素子特性については、比較発光デバイス 3 および参考発光デバイス 4 を作製し、デバイス特性の比較を行った。本実施例で用いる発光デバイスのデバイス構造を図 2 3 に示し、具体的な構成について表 1 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。

**【 0 3 5 4 】**

40

50

【表1】

	第1の電極	正孔注入層	正孔輸送層	発光層	電子輸送層	電子注入層	第2の電極	CAP		
	901	911	912		913	914		915	903	904
			912-1	912-2		914-1	914-2			
発光 デバイス 1	ITSO＼Ag＼ITSO (10＼100＼10nm)	PCB BiF:OCH D-003 (1:0.03 10nm)	PCB BiF (97.5nm)	DBfBB 1TP (10nm)	*	mFBPTzn (20nm)	ZADN:Liq (1:1 15nm)	LiF (1nm)	Ag:Mg (1:0.1 15nm)	DBT3P-II (80nm)
発光 デバイス 2	ITSO＼Ag＼ITSO (10＼100＼10nm)	PCB BiF:OCH D-003 (1:0.03 10nm)	PCB BiF (97.5nm)	DBfBB 1TP (10nm)	*	mFBPTzn (20nm)	ZADN:Liq (1:1 15nm)	LiF (1nm)	Ag:Mg (1:0.1 15nm)	DBT3P-II (80nm)
比較発光 デバイス 3	ITSO＼Ag＼ITSO (10＼100＼10nm)	PCB BiF:OCH D-003 (1:0.03 10nm)	PCB BiF (97.5nm)	DBfBB 1TP (10nm)	*	mFBPTzn (20nm)	ZADN:Liq (1:1 15nm)	LiF (1nm)	Ag:Mg (1:0.1 15nm)	DBT3P-II (80nm)
参考発光 デバイス 4	ITSO＼Ag＼ITSO (10＼100＼10nm)	PCB BiF:OCH D-003 (1:0.03 10nm)	PCB BiF (97.5nm)	DBfBB 1TP (10nm)	*	mFBPTzn (20nm)	ZADN:Liq (1:1 15nm)	LiF (1nm)	Ag:Mg (1:0.1 15nm)	DBT3P-II (80nm)

\* $\alpha$  N- $\beta$  NPAnth:3,10PCA2Nb(IV)-02 (1:0.015 25nm)\*\*表中、層間を示す実線を一点鎖線とすることで、この積層間でのN<sub>2</sub>暴露処理を示す。

【0 3 5 5】

10

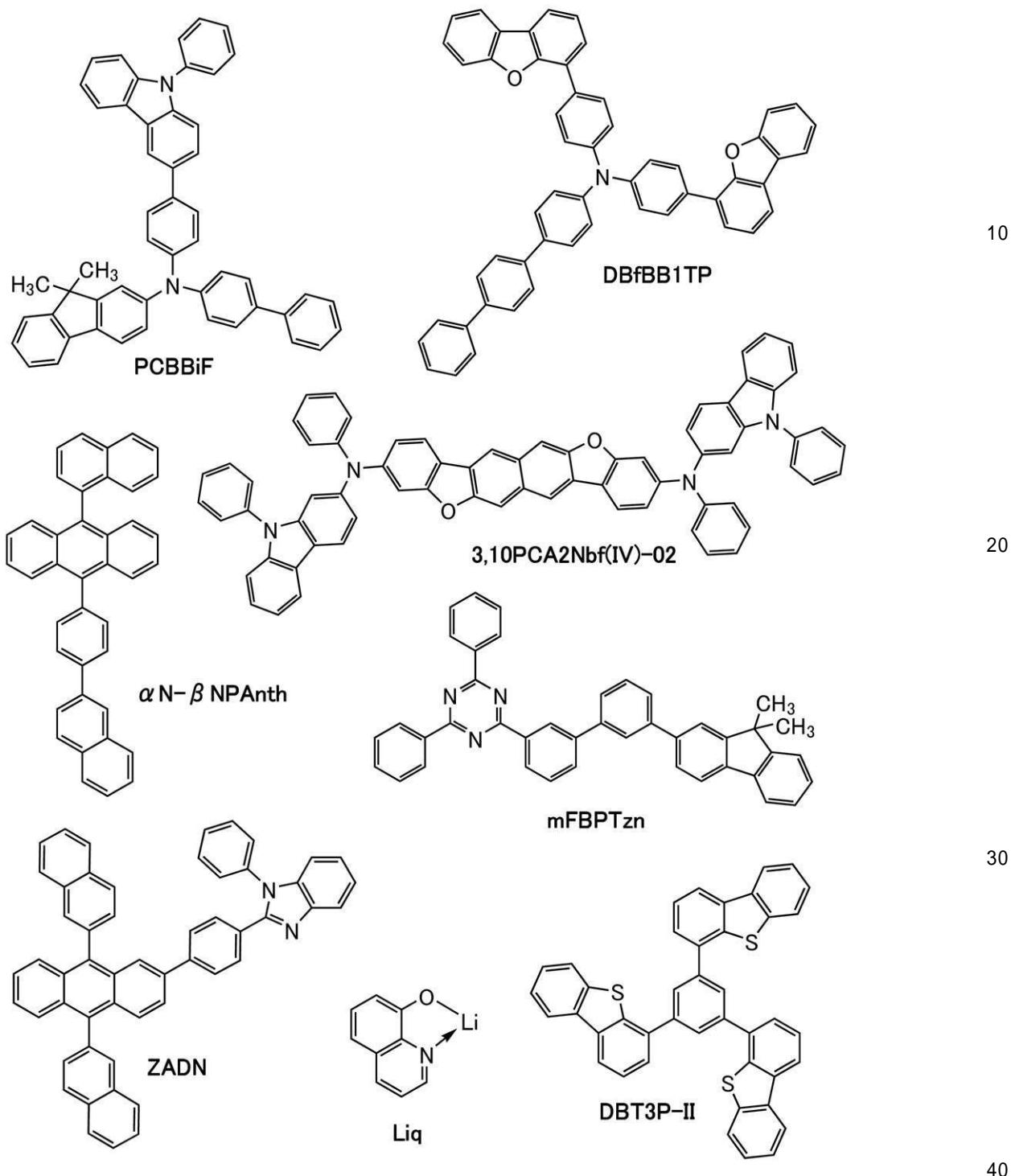
20

30

40

50

## 【化3】



## 【0356】

## 発光デバイスの製造

本実施例で示す発光デバイスは、いずれも図23に示すように基板900上に形成された第1の電極901上に正孔注入層911、正孔輸送層912、発光層913、電子輸送層914、電子注入層915が順次積層され、電子注入層915上に第2の電極903が積層された構造を有する。また、各発光デバイスは、表1に示すように各機能層に同じ材料を用いたデバイス構造を有する。しかし、これらの発光デバイスは、製造プロセスの一部が異なっており、第1の電極901から第2の電極903、およびキャップ層(CAP)904まで、連続的に形成する参考発光デバイス4に対して、電子輸送層914-2を形

成した後、一時的に窒素雰囲気（露点が -78.0 かつ水分濃度 : 0.8 ppm、酸素濃度 : 1 ppm）に 1 時間晒し（N<sub>2</sub>暴露処理ともいう）、その後、電子注入層 915、第 2 の電極 903、およびキャップ層 904 を連続成膜して形成した発光デバイスを、発光デバイス 1 と呼ぶ。また、電子輸送層 914-1 を形成した後、一時的に窒素雰囲気（露点が -78.0 かつ水分濃度 : 0.8 ppm、酸素濃度 : 1 ppm）に 1 時間晒し、その後、電子輸送層 914-2、電子注入層 915、第 2 の電極 903、およびキャップ層 904 を連続成膜して形成した発光デバイスを、発光デバイス 2 と呼ぶ。さらに、発光層 913 を形成した後、一時的に窒素雰囲気（露点が -78.0 かつ水分濃度 : 0.8 ppm、酸素濃度 : 1 ppm）に 1 時間晒し、その後、電子輸送層 914（914-1、914-2）、電子注入層 915、第 2 の電極 903、およびキャップ層 904 を連続成膜して形成した発光デバイスを比較発光デバイスとして、比較発光デバイス 3 と呼ぶ。  
10

### 【0357】

まず、基板 900 上に第 1 の電極 901 を形成した。電極面積は、4 mm<sup>2</sup> (2 mm × 2 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、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、10 nm の膜厚で成膜し、次に銀 (Ag) をスパッタリング法により、100 nm の膜厚で成膜し、さらに ITO を 10 nm の膜厚で成膜して形成した。

### 【0358】

ここで、前処理として、基板 900 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、1 × 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 30 分間の真空焼成を行った後、基板を 30 分程度放冷した。  
20

### 【0359】

次に、第 1 の電極 901 上に正孔注入層 911 を形成した。正孔注入層 911 は、真空蒸着装置内を 1 × 10 - 4 Pa に減圧した後、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：PCB BiF）と分子量 672 でフッ素を含む電子アクセプター材料 (OCHD-003) とを、PCB BiF : OCHD-003 = 1 : 0.03 (質量比) とし、膜厚が 10 nm となるように共蒸着して形成した。  
30

### 【0360】

次に、正孔注入層 911 上に正孔輸送層 912（正孔輸送層 912-1 および正孔輸送層 912-2）を形成した。まず、PCB BiF を用い、膜厚が 97.5 nm になるように蒸着して正孔輸送層 912-1 を形成した。次いで、N,N-ビス[4-(ジベンゾフラン-4-イル)フェニル]-4-アミノ-p-ターフェニル（略称：DBfBB1TP）を用い、膜厚が 10 nm になるように蒸着して正孔輸送層 912-2 を形成した。  
30

### 【0361】

次に、正孔輸送層 912 上に発光層 913 を形成した。

### 【0362】

発光層 913 は、9-(1-ナフチル)-10-[4-(2-ナフチル)フェニル]アントラセン（略称：N-NPA nth）に加えて、ゲスト材料（蛍光発光材料）として、3,10-ビス[N-(9-フェニル-9H-カルバゾール-2-イル)-N-フェニルアミノ]ナフト[2,3-b;6,7-b']ビスベンゾフラン（略称：3,10PC A2Nb f (IV)-02）、を用い、重量比が N-NPA nth : 3,10PCA 2Nb f (IV)-02 = 1 : 0.015 となるように共蒸着した。なお、膜厚は、25 nm とした。なお、比較発光デバイス 3 は、ここで、発光層 913 の表面を一時的に窒素雰囲気（露点が -78.0 かつ水分濃度 : 0.8 ppm、酸素濃度 : 1 ppm）に 1 時間晒し、N<sub>2</sub>暴露処理を行った。  
40

### 【0363】

次に、発光層 913 上に電子輸送層 914（電子輸送層 914-1 および電子輸送層 914-2）を形成した。  
50

## 【0364】

2-[3'--(9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)-1,1'-ビフェニル-3-イル]-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン(略称:mFBPTz n)の膜厚が20nmとなるように蒸着して、電子輸送層914-1を形成した。

## 【0365】

発光デバイス2は、ここで、電子輸送層914-1の表面を一時的に窒素雰囲気(露点が-78.0かつ水分濃度:0.8ppm、酸素濃度:1ppm)に1時間晒し、N<sub>2</sub>暴露処理を行った。次いで、2-[4-[9,10-ジ(ナフタレン-2-イル)-2-アントリル]フェニル]-1-フェニル-1H-ベンゾイミダゾール(略称:ZADN)と8-ヒドロキシキノリナトリチウム(略称:Liq)を用い、重量比がZADN:Liq=1:1となるように共蒸着して、膜厚が、15nmとなるように電子輸送層914-2を形成した。なお、発光デバイス1は、ここで、電子輸送層914-2の表面を一時的に窒素雰囲気(水分濃度:1ppm、酸素濃度:1ppm)に1時間晒し、N<sub>2</sub>暴露処理を行った。  
10

## 【0366】

次に、電子輸送層914上に電子注入層915を形成した。電子注入層915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。

## 【0367】

次に、電子注入層915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)を用い、重量比がAg:Mg=1:0.1となるように共蒸着した。なお、膜厚は、15nmとした。なお、本実施例において、第2の電極903は、透光性を有し、陰極として機能する。  
20

## 【0368】

以上の工程により、基板900上に一対の電極間にEL層902を挟んでなる発光デバイスであり、第2の電極903から光を取り出すトップエミッション型の発光デバイスを形成した。なお、表1に示す参考発光デバイス4は、ここまでとの工程において、一度も窒素雰囲気に晒す(N<sub>2</sub>暴露)処理を行わない発光デバイスを示す。なお、上記工程で説明した正孔注入層911、正孔輸送層912、発光層913、電子輸送層914、および電子注入層915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、本実施例で示す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

## 【0369】

また、上記に示すように作製した発光デバイスは、第2の電極903上にキャップ層(CAP)904を有する。なお、キャップ層904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)を用い、膜厚が80nmになるように蒸着して形成した。

## 【0370】

なお、キャップ層まで成膜した素子は別の基板(図示せず)により封止される。なお、別の基板(図示せず)を用いた封止の際は、窒素雰囲気のグローブボックス内において、紫外光により固化するシール剤を塗布した別の基板(図示せず)を基板900上に固定し、基板900上に形成された発光デバイスの周囲にシール剤が付着するよう基板同士を接着させた。封止時には365nmの紫外光を6J/cm<sup>2</sup>照射しシール剤を固化し、80にて1時間熱処理することによりシール剤を安定化させた。  
40

## 【0371】

## 発光デバイスの動作特性

作製した各発光デバイスの動作特性について測定した。なお、測定は室温で行った。また、各発光デバイスの動作特性の結果として輝度-電流密度特性を図24、輝度-電圧特性を図25、電流効率-輝度特性を図26、電流密度-電圧特性を図27、ブルーインデックス(BI)-輝度特性を図28にそれぞれ示す。なお、輝度、CIE色度、及び発光スペクトルの測定には分光放射計(トプコン社製、SR-UL1R)を用い、常温で測定した。  
50

**【 0 3 7 2 】**

また、図28で示すブルーインデックス（BI）とは、電流効率（cd/A）をさらにy色度で割った値であり、青色発光の発光特性を表す指標の一つである。青色発光は、y色度が小さいほど色純度の高い発光となる傾向にある。色純度の高い青色発光は、輝度成分が小さくても広い範囲の青色を表現することが可能であり、色純度の高い青色発光を用いることで、青色を表現するための必要輝度が低下することから消費電力の低減効果が得られる。そのため、青色純度の指標の一つとなるy色度を考慮したBIが青色発光の効率を表す手段として好適に用いられ、BIが高い発光デバイスほどディスプレイに用いられる青色発光デバイスとしての効率が良好であるということができる。

**【 0 3 7 3 】**

上記の結果より、本実施例に示す発光デバイス1および発光デバイス2は、図24乃至図28に示す初期特性において、電流効率および電力効率などに関して低輝度側で多少の差が出るが、発光デバイス特性に影響する高輝度側では参考発光デバイス4と同程度の良好な発光効率を示すことが分かった。

**【 0 3 7 4 】**

また、各発光デバイスを1000cd/m<sup>2</sup>程度の輝度で発光させるための電流密度（10~15mA/cm<sup>2</sup>）で電流を流した際の発光スペクトルを、図29に示す。図29に示す通り、これらの発光デバイスの発光スペクトルは、460nm付近にピークを有しており、いずれも発光層913に含まれる、3,10PCA2NbF(IV)-02の発光に由来していることが示唆される。

**【 0 3 7 5 】**

次に、発光デバイス1、発光デバイス2、比較発光デバイス3、および参考発光デバイス4に対する信頼性試験を行った。信頼性試験の結果を図30に示す。図30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、横軸はデバイスの駆動時間（h）を示す。なお、信頼性試験は、電流密度を50mA/cm<sup>2</sup>一定として輝度変化を測定する定電流密度駆動試験を室温で行った。図30に示す結果より、電子輸送層914-2の成膜後にN<sub>2</sub>暴露を行った発光デバイス1、および電子輸送層914-1の成膜後にN<sub>2</sub>暴露を行った発光デバイス2は、発光デバイスの製造工程において、一度も窒素雰囲気に晒す（N<sub>2</sub>暴露）処理を行わなかった参考発光デバイス4と比較して、同程度の高い信頼性を示した。一方、発光層913の成膜後にN<sub>2</sub>暴露を行った比較発光デバイス3は、発光デバイス1および発光デバイス2に比べて低い信頼性を示すことが分かった。したがって、青色蛍光発光デバイスのEL層形成において、少なくとも発光層913の形成直後でなく、発光層913上に形成される、電子輸送層914などの機能層形成後であれば、N<sub>2</sub>暴露を行っても発光デバイスの信頼性に影響を与えるにくいという結果が得られた。この結果から、発光層913上に形成される、電子輸送層914などの機能層形成後であれば、大気暴露およびフォトリソグラフィ法を用いたパターン形成などを行うことが可能であるといえる。すなわち、複数の発光デバイスの製造において、電子輸送層914などの機能層形成後にフォトリソグラフィ法を用いたパターン形成などを行い、それ以降に形成される機能層を複数の発光デバイスに共通する層を用いて形成することができるため、製造工程を簡略化することが可能となる。

**【 実施例 2 】****【 0 3 7 6 】**

本実施例では、本発明の一態様である発光デバイスとして作製した青色蛍光発光デバイスである発光デバイス5の素子構造、作製方法およびその特性について説明する。発光デバイス5は、電子輸送層914-2の表面を一時的に窒素雰囲気（水分濃度：0.5ppm、酸素濃度：4ppm）に1時間晒することでN<sub>2</sub>暴露処理を行い、その後、電子注入層915、第2の電極903、およびキャップ層904を順次形成した発光デバイスである。なお、素子特性については、一度も窒素雰囲気に晒す（N<sub>2</sub>暴露）処理を行わない参考発光デバイス6を作製し、デバイス特性の比較を行った。本実施例で用いる発光デバイスのデバイス構造を図23に示し、具体的な構成について表2に示す。また、本実施例で用い

10

20

30

40

50

る材料の化学式を以下に示す。なお、素子の作製は、実施例1と同様に行った。

【0377】

【表2】

	第1の電極	正孔注入層	正孔輸送層		発光層	電子輸送層		電子注入層	第2の電極	CAP
	901	911	912		913	914		915	903	904
			912-1	912-2		914-1	914-2			
発光 デバイス 5	ITSO\Ag\ITSO (10\100\10nm)	PCBBiF:OCH D-003 (1:0.03 10nm)	PCBBiF (96nm)	DBfB B1TP (10nm)	*	2mDBTB PDBq-II (20nm)	NBphen (10nm)	LiF (1nm)	Ag:Mg (1:0.1 15nm)	DBT3P-II (80nm)
参考発光 デバイス 6	ITSO\Ag\ITSO (10\100\10nm)	PCBBiF:OCH D-003 (1:0.03 10nm)	PCBBiF (96nm)	DBfB B1TP (10nm)	*	2mDBTB PDBq-II (20nm)	NBphen (10nm)	LiF (1nm)	Ag:Mg (1:0.1 15nm)	DBT3P-II (80nm)

\* $\alpha$  N- $\beta$  NPAnth:3,10PCA2Nb(I)IV-02 (1:0.015 25nm)

\*\*表中、層間を示す実線を一点鎖線とすることで、この積層間でのN<sub>2</sub>暴露処理を示す。

【0378】

10

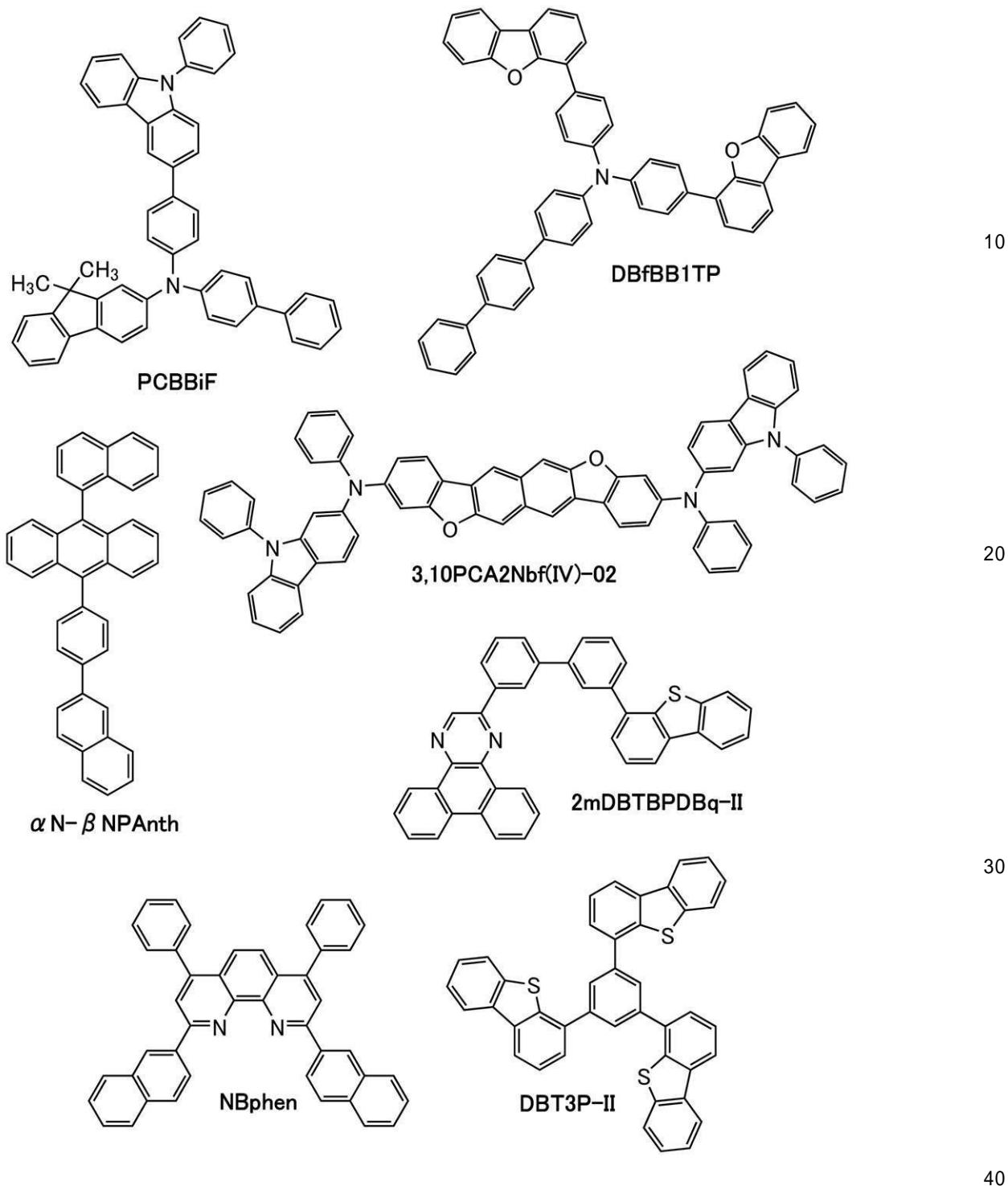
20

30

40

50

## 【化4】



## 【0379】

なお、上記化学式において、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：2mDBTBPDBq-II）、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）とする。

## 【0380】

## 発光デバイスの動作特性

作製した各発光デバイスの動作特性について測定した。なお、測定は室温で行った。また、各発光デバイスの動作特性の結果として輝度-電流密度特性を図31、輝度-電圧特性

を図32、電流効率 - 輝度特性を図33、電流密度 - 電圧特性を図34、ブルーインデックス(BI) - 輝度特性を図35にそれぞれ示す。なお、輝度、CIE色度、及び発光スペクトルの測定には分光放射計(トプコン社製、SR-UL1R)を用い、常温で測定した。

#### 【0381】

上記の結果より、本実施例に示す発光デバイス5は、図31乃至図35に示す初期特性において、電流効率および電力効率などに関して低輝度側で多少の差が出るが、発光デバイス特性に影響する高輝度側では参考発光デバイス6と同程度の良好な発光効率を示すことが分かった。

#### 【0382】

また、各発光デバイスを1000cd/m<sup>2</sup>程度の輝度で発光させるための電流密度(10~20mA/cm<sup>2</sup>)で電流を流した際の発光スペクトルを、図36に示す。図36に示す通り、これらの発光デバイスの発光スペクトルは、457nm付近にピークを有しており、いずれも発光層913に含まれる、3,10PC2Nb(IV)-02の発光に由来していることが示唆される。

#### 【0383】

次に、発光デバイス5、および参考発光デバイス6に対する信頼性試験を行った。信頼性試験の結果を図37に示す。図37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、横軸はデバイスの駆動時間(h)を示す。なお、信頼性試験は、電流密度を50mA/cm<sup>2</sup>一定として輝度変化を測定する定電流密度駆動試験を室温で行った。図37に示す結果より、電子輸送層914-2の成膜後にN<sub>2</sub>暴露を行った発光デバイス5は、発光デバイスの製造工程において、一度も窒素雰囲気に晒す(N<sub>2</sub>暴露)処理を行わない参考発光デバイス6と比較して、同程度の高い信頼性を示した。したがって、青色蛍光発光デバイスのEL層形成において、電子輸送層914などの機能層形成後であれば、N<sub>2</sub>暴露による発光デバイスの信頼性への影響を与えにくいという結果が得られた。電子輸送層914などの機能層形成後であれば、大気暴露およびフォトリソグラフィ法を用いたパターン形成などを行うことが可能であるといえる。すなわち、複数の発光デバイスの製造において、電子輸送層などの機能層形成後にフォトリソグラフィ法を用いたパターン形成などを行い、それ以降に形成される機能層を複数の発光デバイスに共通する層を用いて形成することができるため、製造工程を簡略化することが可能となる。

#### 【実施例3】

#### 【0384】

本実施例では、本発明の一態様である発光デバイスとして作製した赤色燐光発光デバイスである発光デバイス7の素子構造、作製方法およびその特性について説明する。発光デバイス7は、電子輸送層914-2の表面を一時的に窒素雰囲気(露点が-80付近かつ水分濃度:0.5ppm、酸素濃度:3ppm)に1時間晒すことでN<sub>2</sub>暴露処理を行い、その後、電子注入層915、第2の電極903、およびキャップ層904を順次形成した発光デバイスである。なお、素子特性については、一度も窒素雰囲気に晒す(N<sub>2</sub>暴露)処理を行わない参考発光デバイス8を作製し、デバイス特性の比較を行った。本実施例で用いる発光デバイスのデバイス構造を図23に示し、具体的な構成について表3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、素子の作製は、実施例1と同様に行った。

#### 【0385】

10

20

30

40

50

【表3】

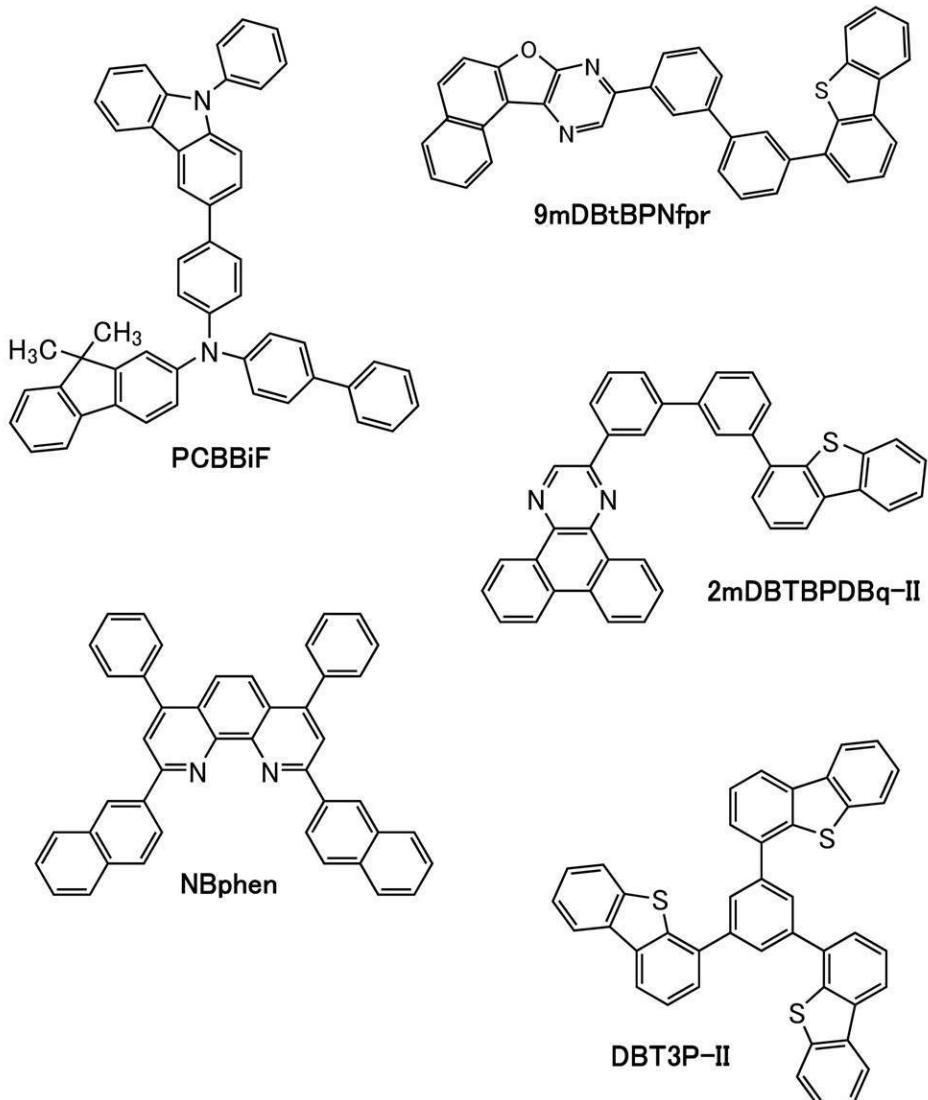
	第1の電極	正孔注入層	正孔輸送層	発光層	電子輸送層	電子注入層	第2の電極	CAP
901	911	912	913	914		915	903	904
				914-1	914-2			
発光デバイス7	ITSO\Ag\ITSO (10\100\10nm)	PCBBiF:OCH D-003 (1:0.03 10nm)	PCBBiF (192.5nm)	*	2mDBTB PDBq-II (20nm)	NBphen (20nm)	LiF (1nm)	Ag:Mg (1:0.03 15nm)
参考発光デバイス8	ITSO\Ag\ITSO (10\100\10nm)	PCBBiF:OCH D-003 (1:0.03 10nm)	PCBBiF (192.5nm)	*	2mDBTB PDBq-II (20nm)	NBphen (20nm)	LiF (1nm)	DBT3P-II (80nm)

\*9mDBtBPNfpr:PCBBiF:OPCG-006 (0.6:0.4:0.05 40nm)

\*\*表中、層間を示す実線を一点鎖線とすることで、この積層間でのN<sub>2</sub>暴露処理を示す。

【0386】

【化5】



【0387】

50

なお、上記化学式において、9-[ (3'-ジベンゾチオフェン-4-イル) ビフェニル-3-イル] ナフト[1',2':4,5]フロ[2,3-b]ピラジン(略称: 9mDBtBPNfpr)とする。

### 【0388】

#### 発光デバイスの動作特性

作製した各発光デバイスの動作特性について測定した。なお、測定は室温で行った。また、各発光デバイスの動作特性の結果として輝度-電流密度特性を図38、輝度-電圧特性を図39、電流効率-輝度特性を図40、電流密度-電圧特性を図41にそれぞれ示す。なお、輝度、CIE色度、及び発光スペクトルの測定には分光放射計(トプコン社製、SR-UL1R)を用い、常温で測定した。

10

### 【0389】

上記の結果より、本実施例に示す発光デバイス7は、図38乃至図41に示す初期特性において、参考発光デバイス8と同程度の良好な発光効率を示すことが分かった。

### 【0390】

また、各発光デバイスを1000cd/m<sup>2</sup>程度の輝度で発光させるための電流密度(10~20mA/cm<sup>2</sup>)で電流を流した際の発光スペクトルを、図42に示す。図42に示す通り、これらの発光デバイスの発光スペクトルは、624nm付近にピークを有しており、いずれも発光層913に含まれる、赤色燐光ドーパントOCPG-006の発光に由来していることが示唆される。

20

### 【0391】

次に、発光デバイス7、および参考発光デバイス8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、横軸はデバイスの駆動時間(h)を示す。なお、信頼性試験は、電流密度を50mA/cm<sup>2</sup>一定として輝度変化を測定する定電流密度駆動試験を室温で行った。図43に示す結果より、電子輸送層914-2の成膜後にN<sub>2</sub>暴露を行った発光デバイス7は、発光デバイスの製造工程において、一度も窒素雰囲気に晒す(N<sub>2</sub>暴露)処理を行わない参考発光デバイス8と比較して、同程度の高い信頼性を示した。したがって、赤色燐光発光デバイスのEL層形成において、電子輸送層914などの機能層形成後であれば、N<sub>2</sub>暴露による発光デバイスの信頼性への影響を与えるにくいという結果が得られた。この結果から、電子輸送層914などの機能層形成後であれば、大気暴露およびフォトリソグラフィ法を用いたパターン形成などを行うことが可能であるといえる。すなわち、複数の発光デバイスの製造において、電子輸送層などの機能層形成後にフォトリソグラフィ法を用いたパターン形成などを行い、それ以降に形成される機能層を複数の発光デバイスに共通する層を用いて形成することができるため、製造工程を簡略化することが可能となる。

30

### 【実施例4】

### 【0392】

本実施例では、本発明の一態様である発光デバイスとして作製した緑色燐光発光デバイスである発光デバイス9の素子構造、作製方法およびその特性について説明する。発光デバイス9は、電子輸送層914-2の表面を一時的に窒素雰囲気(露点が-80付近かつ水分濃度: 0.5ppm、酸素濃度: 3ppm)に1時間晒することでN<sub>2</sub>暴露処理を行い、その後、電子注入層915、第2の電極903、およびキャップ層904を順次形成した発光デバイスである。なお、素子特性については、一度も窒素雰囲気に晒す(N<sub>2</sub>暴露)処理を行わない参考発光デバイス10を作製し、デバイス特性の比較を行った。本実施例で用いる発光デバイスのデバイス構造を図23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。なお、素子の作製は、実施例1と同様に行った。

40

### 【0393】

50

【表4】

	第1の電極	正孔注入層	正孔輸送層	発光層	電子輸送層		電子注入層	第2の電極	CAP
	901	911	912	913	914		915	903	904
					914-1	914-2			
発光デバイス 9	ITSO\Ag\ITSO (10\100\10nm)	PCBBiF:OCH D-003 (1:0.03 10nm)	PCBBiF (139.5nm)	*	2mDBTB PDBq-II (20nm)	NBphen (15nm)	LiF (1nm)	Ag:Mg (1:0.03 15nm)	DBT3P-II (80nm)
参考発光 デバイス 10	ITSO\Ag\ITSO (10\100\10nm)	PCBBiF:OCH D-003 (1:0.03 10nm)	PCBBiF (139.5nm)	*	2mDBTB PDBq-II (20nm)	NBphen (15nm)	LiF (1nm)	Ag:Mg (1:0.03 15nm)	DBT3P-II (80nm)

\*8BP-4mDBtPBfpmp:PCCP:Ir(ppy)2(mbfpyppy-d3) (0.6:0.4:0.1 50nm)

\*\*表中、層間を示す実線を一点鎖線とすることで、この積層間でのN<sub>2</sub>暴露処理を示す。

【0 3 9 4】

10

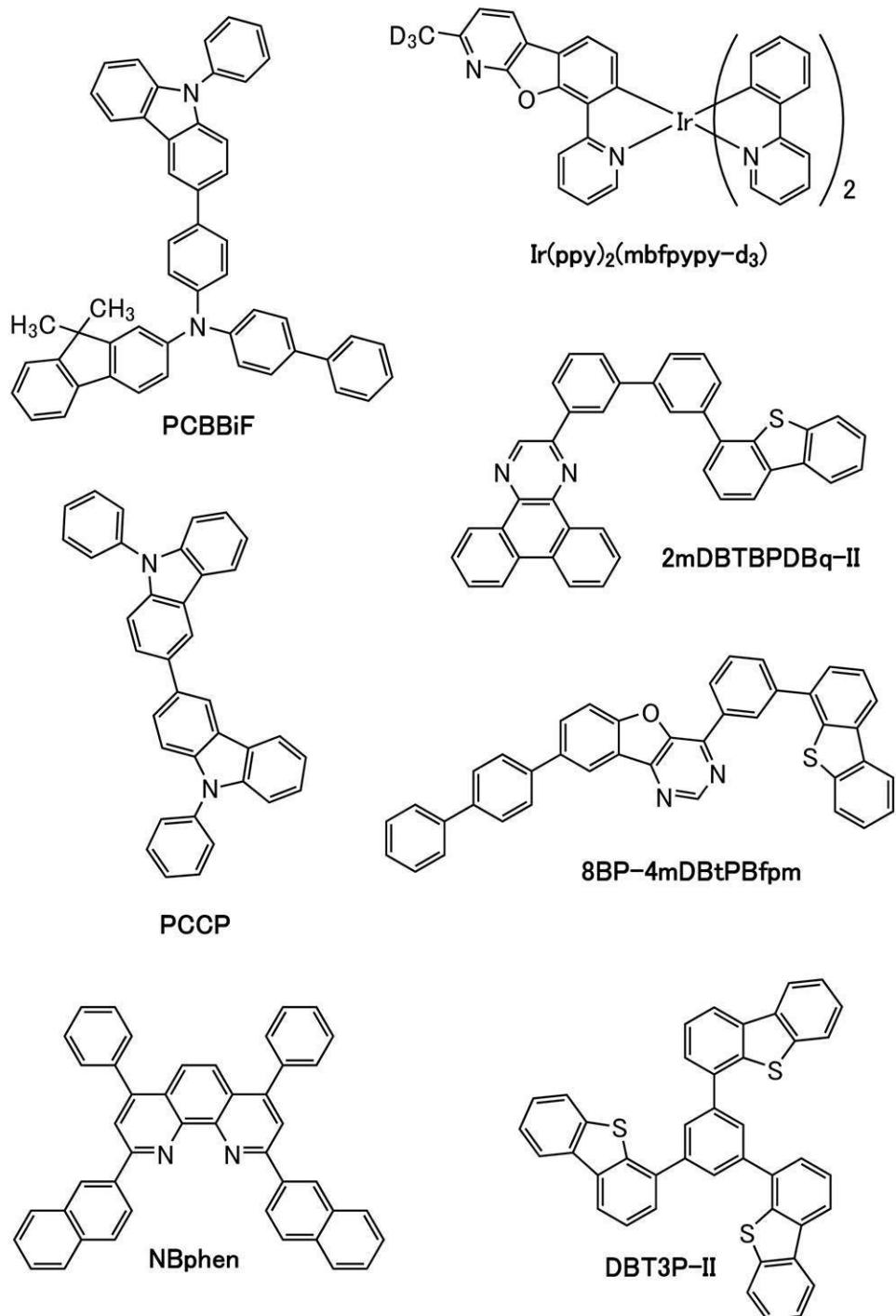
20

30

40

50

## 【化6】



## 【0395】

なお、上記化学式において、8 - (1, 1' - ビフェニル - 4 - イル) - 4 - [3 - (ジベンゾチオフェン - 4 - イル) フェニル] - [1] ベンゾフロ [3, 2 - d] ピリミジン（略称：8BP - 4mDBtPBfpm）、[2 - d<sub>3</sub> - メチル - (2 - ピリジニル - N) ベンゾフロ [2, 3 - b] ピリジン - C] ビス [2 - (2 - ピリジニル - N) フェニル - C] イリジウム (III)（略称：[Ir(ppy)<sub>2</sub>(mbfpypy-d<sub>3</sub>)]）、9 - フェニル - 9H - 3 - (9 - フェニル - 9H - カルバゾール - 3 - イル) カルバゾール（略称：PCCP）とする。

## 【0396】

発光デバイスの動作特性  
作製した各発光デバイス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、各発光デバイスの動作特性の結果として輝度 - 電流密度特性を図44、輝度 - 電圧特性を図45、電流効率 - 輝度特性を図46、電流密度 - 電圧特性を図47にそれぞれ示す。なお、輝度、CIE色度、及び発光スペクトルの測定には分光放射計(トプコン社製、SR-UL1R)を用い、常温で測定した。

#### 【0397】

上記の結果より、本実施例に示す発光デバイス9は、図44乃至図47に示す初期特性において、参考発光デバイス10と同程度の良好な発光効率を示すことが分かった。

#### 【0398】

また、各発光デバイスを1000cd/m<sup>2</sup>程度の輝度で発光させるための電流密度(10~20mA/cm<sup>2</sup>)で電流を流した際の発光スペクトルを、図48に示す。図48に示す通り、これらの発光デバイスの発光スペクトルは、528nm付近にピークを有しており、いずれも発光層913に含まれる、緑色燐光ドーパント、[Ir(ppy)<sub>2</sub>(mbfppy-d<sub>3</sub>)]の発光に由来していることが示唆される。

10

#### 【0399】

次に、発光デバイス9、および参考発光デバイス10に対する信頼性試験を行った。信頼性試験の結果を図49に示す。図49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、横軸はデバイスの駆動時間(h)を示す。なお、信頼性試験は、電流密度を50mA/cm<sup>2</sup>一定として輝度変化を測定する定電流密度駆動試験を室温で行った。図49に示す結果より、電子輸送層914-2の成膜後にN<sub>2</sub>暴露を行った発光デバイス9は、発光デバイスの製造工程において、一度も窒素雰囲気に晒す(N<sub>2</sub>暴露)処理を行わない参考発光デバイス10と比較して、同程度の高い信頼性を示した。したがって、緑色燐光発光デバイスのEL層形成において、電子輸送層914などの機能層形成後であれば、N<sub>2</sub>暴露による発光デバイスの信頼性への影響を与えるにくいという結果が得られた。この結果から、電子輸送層914などの機能層形成後であれば、大気暴露およびフォトリソグラフィ法を用いたパターン形成などを行うことが可能であるといえる。すなわち、複数の発光デバイスの製造において、電子輸送層などの機能層形成後にフォトリソグラフィ法を用いたパターン形成などを行い、それ以降に形成される機能層を複数の発光デバイスに共通する層を用いて形成することができるため、製造工程を簡略化することが可能となる。

20

#### 【実施例5】

30

#### 【0400】

本実施例では、本発明の一態様である発光デバイスとして作製した赤色燐光発光デバイスである発光デバイス11および発光デバイス12の素子構造、作製方法およびその特性について説明する。発光デバイス11は、電子輸送層914-2の形成後に、フォトリソグラフィ法を用いたパターン形成を行い、その後、電子注入層915、第2の電極903、およびキャップ層904を順次形成した発光デバイスである。また、発光デバイス12は、実施の形態1で図1(B)を用いて説明した発光デバイス100と同様に、電子輸送層914-2の形成後に、フォトリソグラフィ法を用いたパターン形成を行った後、正孔注入層911、正孔輸送層912、発光層913、電子輸送層914-1および電子輸送層914-2の側面(または、端部)を保護する絶縁膜を形成した発光デバイスである。なお、素子特性については、フォトリソグラフィ法を用いたパターン形成を行わない参考発光デバイス13を作製し、デバイス特性の比較を行った。本実施例で用いる発光デバイスのデバイス構造を図23に示し、具体的な構成について表5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。

40

#### 【0401】

50

【表5】

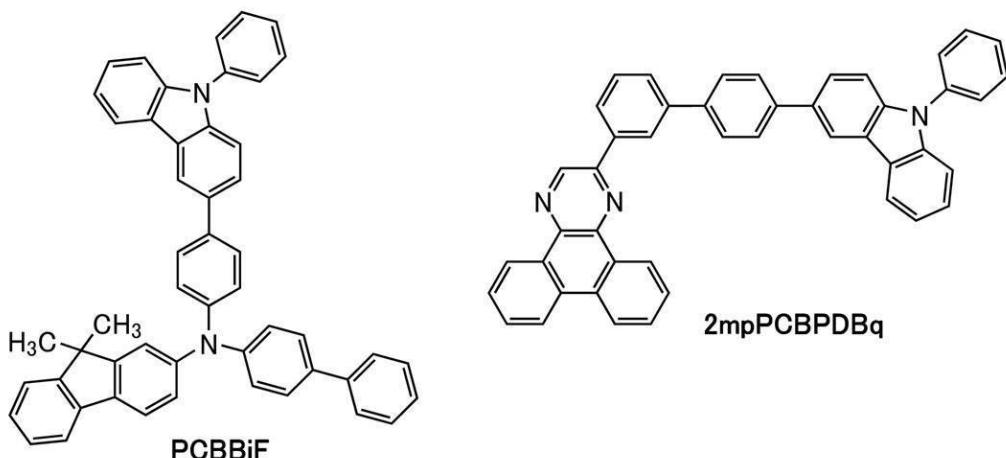
	第1の電極	正孔注入層	正孔輸送層	発光層	電子輸送層	絶縁層 (側面)	電子注入層	第2の電極	CAP
発光 デバイス 11	901	911	912	913	914	-	915	903	904
					914-1		915-1		
					914-2		915-2		
発光 デバイス 12	APC\ITSO (100\100 nm)	PCBBiF:OCHD -003 (1:0.03 11.4nm)	PCBBiF (57.3nm)	*	2mpPC BPDBq (10nm)	NBphen (10nm)	-	LiF (1nm)	Yb (1nm)
参考発光 デバイス 13	APC\ITSO (100\100 nm)	PCBBiF:OCHD -003 (1:0.03 11.4nm)	PCBBiF (57.3nm)	*	2mpPC BPDBq (10nm)	NBphen (10nm)	AlOx\SiN (15nm\90nm)	LiF (1nm)	Yb (1nm)
					2mpPC BPDBq (10nm)	NBphen (10nm)	-	LiF (1nm)	Yb (1nm)
								Ag:Mg (1:0.03 15nm)	IGZO (70nm)

\*2mpPCBPDBq:PCBBiF:Ir(dmdppr-P)2(dibm) (0.8:0.2:0.06 74.4nm)

\*\*表中、層間を示す実線を一点鎖線とすることで、この積層間でのフォトリソグラフィ法によるパターン形成を示す。

## 【0402】

## 【化7】

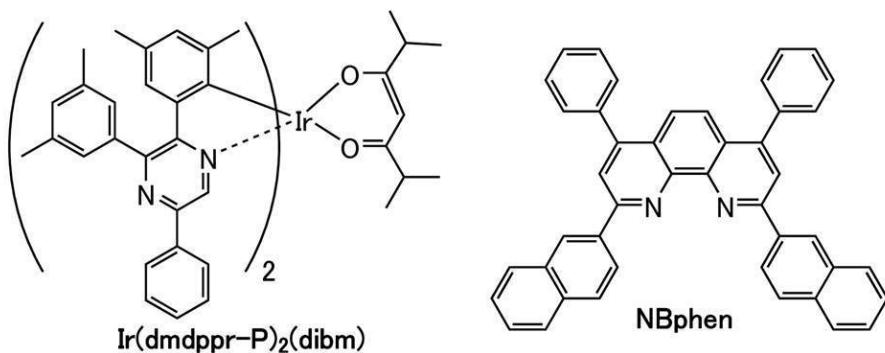


10

20

30

40



## 【0403】

なお、上記化学式において、2-[4'-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)-3,1'-ビフェニル-1-イル]ジベンゾ[f,h]キノキサリン（略称：2m p P C B P D B q）、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-N]フェニル-C}（2,6-ジメチル-3,5-ヘプタンジオナト-2O,O'）イリジウム（III）（略称：I r (d m d p p r - P ) 2 ( d i b m ) ）とする。

50

**【0404】****発光デバイスの動作特性**

作製した各発光デバイスの動作特性について測定した。なお、測定は室温で行った。また、各発光デバイスの動作特性の結果として輝度 - 電流密度特性を図50、輝度 - 電圧特性を図51、電流効率 - 輝度特性を図52、電流密度 - 電圧特性を図53、電力効率 - 輝度特性を図54に、外部量子効率 - 輝度特性を図55にそれぞれ示す。なお、輝度、CIE色度、及び発光スペクトルの測定には分光放射計（トプコン社製、SR-UL1R）を用い、常温で測定した。

**【0405】**

上記の結果より、フォトリソグラフィ法を用いたパターン形成を行った発光デバイス11 10 および発光デバイス12は、良好な初期特性を示すことがわかった。

**【0406】**

また、図51に示す輝度 - 電圧特性において、発光デバイス11は、参考発光デバイス13と比較して高電圧化した結果になった一方、発光デバイス12は、参考発光デバイス13と同等の結果となった。このことから、フォトリソグラフィ法を用いたパターン形成後に、正孔注入層911、正孔輸送層912、発光層913、電子輸送層914-1および電子輸送層914-2の側面（または、端部）を保護する絶縁膜を形成することにより、発光デバイスの高電圧化を抑制することができるとわかった。

**【0407】**

また、各発光デバイスを1000cd/m<sup>2</sup>程度の輝度で発光させるための電流密度（10～20mA/cm<sup>2</sup>）で電流を流した際の発光スペクトルを、図56に示す。図56に示す通り、これらの発光デバイスの発光スペクトルは、635nm付近にピークを有しており、いずれも発光層913に含まれる、赤色燐光ドーパントIr(dmdppr-P)2(dibm)の発光に由来していることが示唆される。

**【0408】**

次に、発光デバイス11、発光デバイス12、および参考発光デバイス13に対する信頼性試験を行った。信頼性試験の結果を図57に示す。図57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、横軸はデバイスの駆動時間（h）を示す。なお、信頼性試験は、電流密度を50mA/cm<sup>2</sup>一定として輝度変化を測定する定電流密度駆動試験を室温で行った。

30

**【0409】**

図57に示す結果より、発光デバイス11および発光デバイス12は、参考発光デバイス13と比較して、信頼性に大きく差がないことがわかった。従って、発光デバイスのEL層形成において、電子輸送層914などの機能層形成後であれば、フォトリソグラフィ法を用いたパターン形成を行っても、発光デバイスの信頼性への影響を与えるにくいという結果が得られた。すなわち、複数の発光デバイスの製造において、電子輸送層などの機能層形成後にフォトリソグラフィ法を用いたパターン形成などを行い、それ以降に形成される機能層を複数の発光デバイスに共通する層を用いて形成することができるため、製造工程を簡略化することが可能となる。

40

**【符号の説明】****【0410】**

- 100 発光デバイス
- 101 第1の電極
- 102 第2の電極
- 103 EL層
- 103a EL層
- 103b EL層
- 103c EL層
- 103B EL層
- 103G EL層

50

1 0 3 R	E L 層	
1 0 3 P	E L 層	
1 0 3 Q	E L 層	
1 0 4	ホール注入・輸送層	
1 0 4 B	ホール注入・輸送層	
1 0 4 G	ホール注入・輸送層	
1 0 4 R	ホール注入・輸送層	
1 0 4 P	ホール注入・輸送層	
1 0 4 Q	ホール注入・輸送層	
1 0 6	電荷発生層	10
1 0 6 a	電荷発生層	
1 0 6 b	電荷発生層	
1 0 6 B	電荷発生層	
1 0 6 G	電荷発生層	
1 0 6 R	電荷発生層	
1 0 7	絶縁層	
1 0 7 B	絶縁層	
1 0 7 G	絶縁層	
1 0 7 R	絶縁層	
1 0 8	電子輸送層	20
1 0 8 B	電子輸送層	
1 0 8 G	電子輸送層	
1 0 8 R	電子輸送層	
1 0 8 Q	電子輸送層	
1 0 9	電子注入層	
1 1 1	正孔注入層	
1 1 1 a	正孔注入層	
1 1 1 b	正孔注入層	
1 1 2	正孔輸送層	
1 1 2 a	正孔輸送層	30
1 1 2 b	正孔輸送層	
1 1 3	発光層	
1 1 3 a	発光層	
1 1 3 b	発光層	
1 1 3 c	発光層	
1 1 3 B	発光層	
1 1 3 G	発光層	
1 1 3 R	発光層	
1 1 3 Q	発光層	
1 1 4	電子輸送層	40
1 1 4 b	電子輸送層	
1 1 5	電子注入層	
1 1 5 b	電子注入層	
2 3 1	表示領域	
4 0 0	基板	
4 0 1	第1の電極	
4 0 3	E L 層	
4 0 4	第2の電極	
4 0 5	シール材	
4 0 6	シール材	50

4 0 7	封止基板	
4 1 2	パッド	
4 2 0	I C チップ	
5 0 1 C	絶縁膜	
5 0 1 D	絶縁膜	
5 0 4	導電膜	
5 0 6	絶縁膜	
5 0 8	半導体膜	
5 0 8 A	領域	10
5 0 8 B	領域	
5 0 8 C	領域	
5 1 0	第1の基板	
5 1 2 A	導電膜	
5 1 2 B	導電膜	
5 1 9	端子	
5 2 0	機能層	
5 2 4	導電膜	
5 2 8	隔壁	
5 2 8 B	開口部	
5 2 8 G	開口部	20
5 2 8 R	開口部	
5 3 0 B	画素回路	
5 3 0 G	画素回路	
5 4 0	絶縁層	
5 5 0 B	発光デバイス	
5 5 0 G	発光デバイス	
5 5 0 R	発光デバイス	
5 5 1 B	電極	
5 5 1 G	電極	
5 5 1 R	電極	30
5 5 2	電極	
5 7 3	絶縁層	
5 8 0	間隙	
7 0 0	発光装置	
7 0 2 B	画素	
7 0 2 G	画素	
7 0 2 R	画素	
7 0 3	画素	
7 0 5	絶縁層	
7 7 0	基板	40
9 0 0	基板	
9 0 1	第1の電極	
9 0 2	E L 層	
9 0 3	第2の電極	
9 0 4	キャップ層	
9 1 1	正孔注入層	
9 1 2	正孔輸送層	
9 1 3	発光層	
9 1 4	電子輸送層	
9 1 4 - 1	電子輸送層	50

9 1 4 - 2 電子輸送層

9 1 5 電子注入層

9 5 1 基板

9 5 2 電極

9 5 3 絶縁層

9 5 4 隔壁層

9 5 5 E L 層

9 5 6 電極

5 2 0 0 B 電子機器

5 2 1 0 演算装置

5 2 2 0 入出力装置

5 2 3 0 表示部

5 2 4 0 入力部

5 2 5 0 検知部

5 2 9 0 通信部

8 0 0 1 シーリングライト

8 0 0 2 足元灯

8 0 0 3 シート状照明

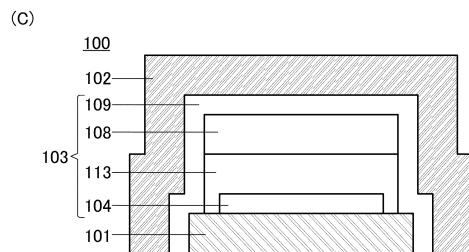
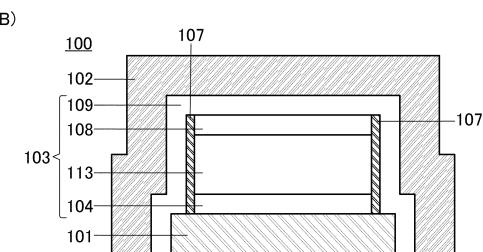
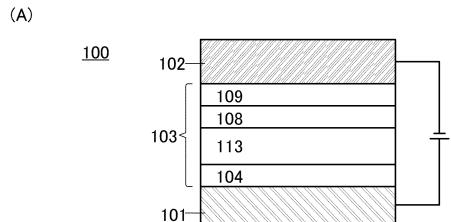
8 0 0 4 照明装置

8 0 0 5 電気スタンド

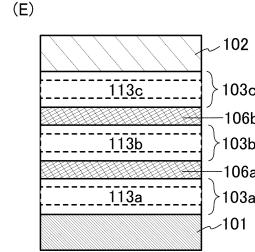
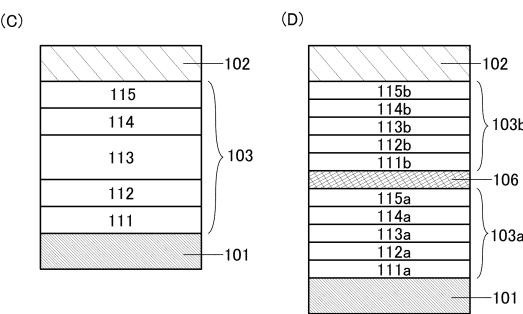
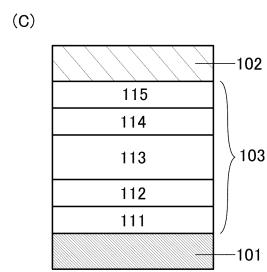
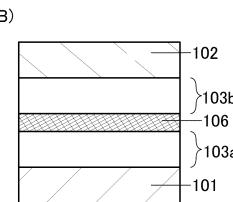
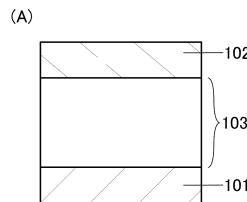
8 0 0 6 光源

【図面】

【図1】



【図2】



10

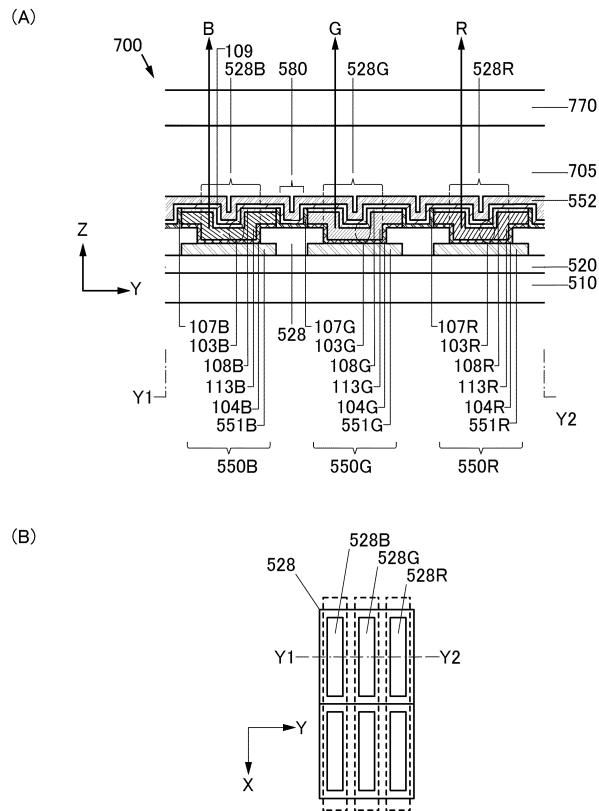
20

30

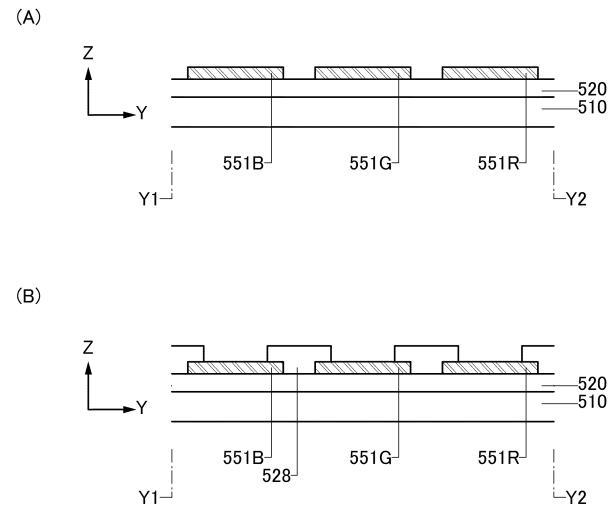
40

50

【図3】



【図4】



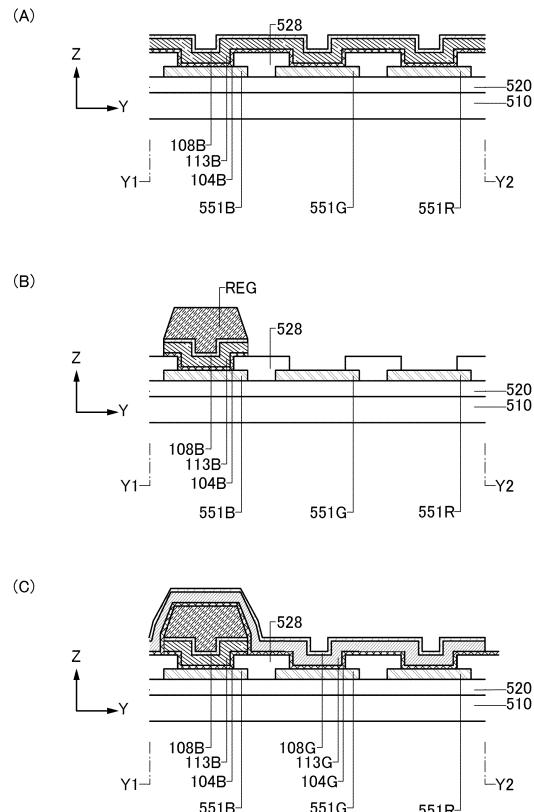
10

20

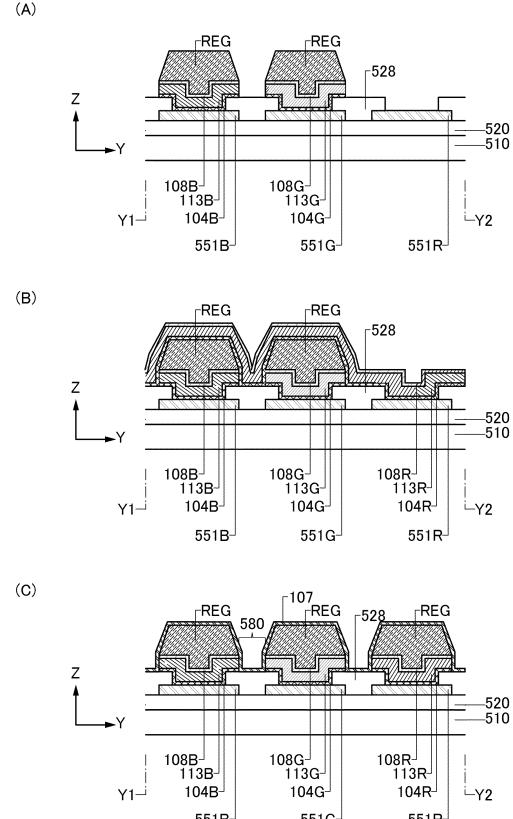
30

40

【図5】

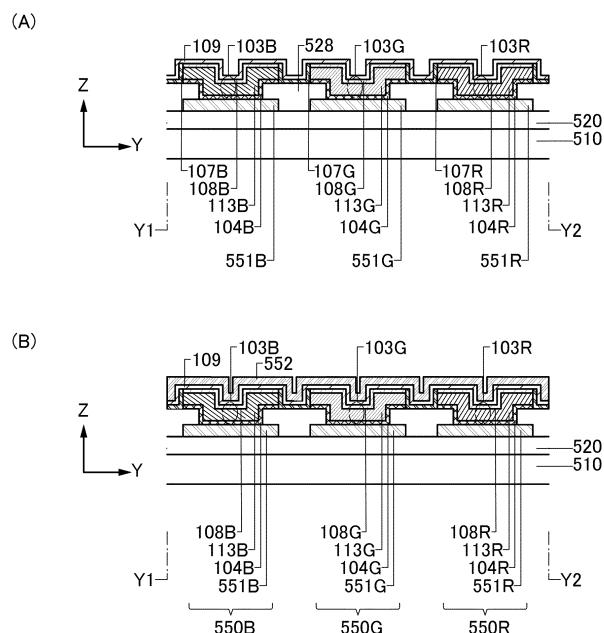


【図6】

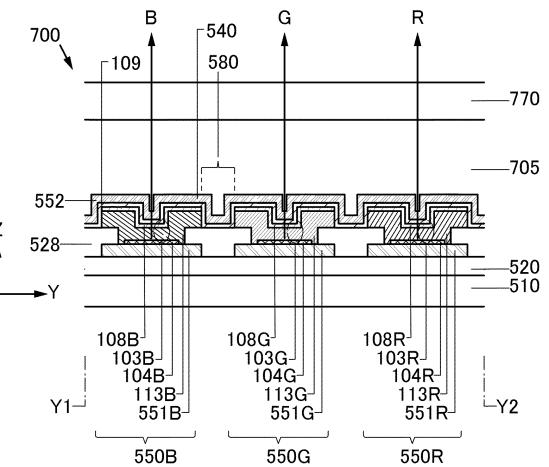


50

【図7】



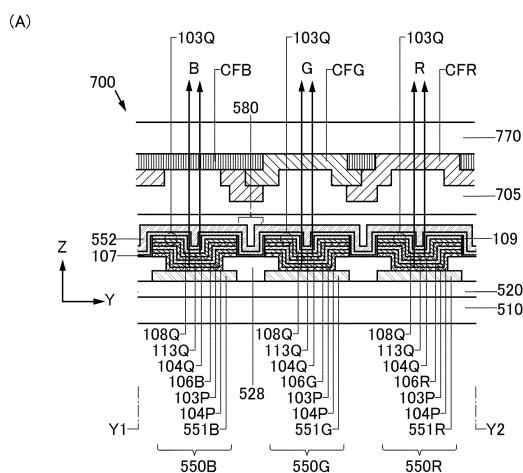
【図8】



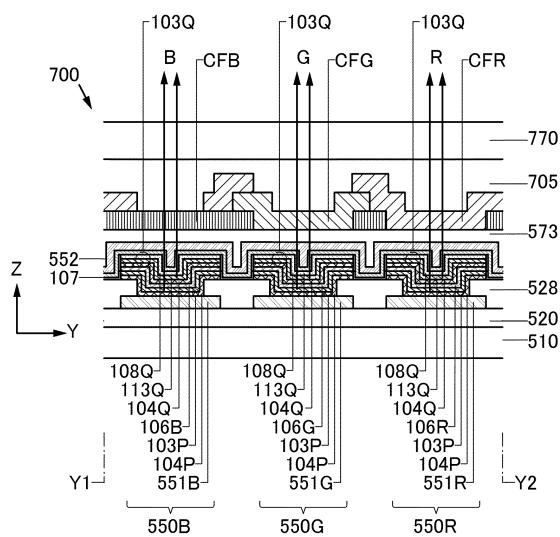
10

20

【図9】

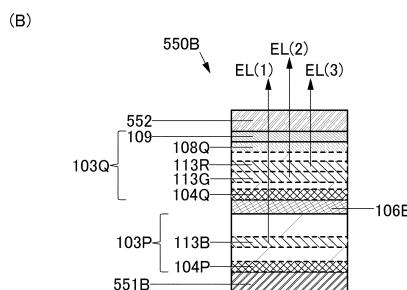


【図10】



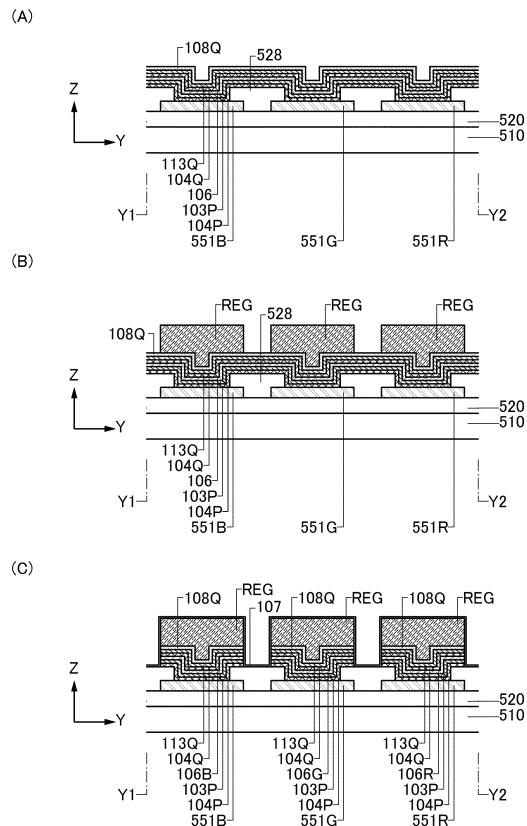
30

40

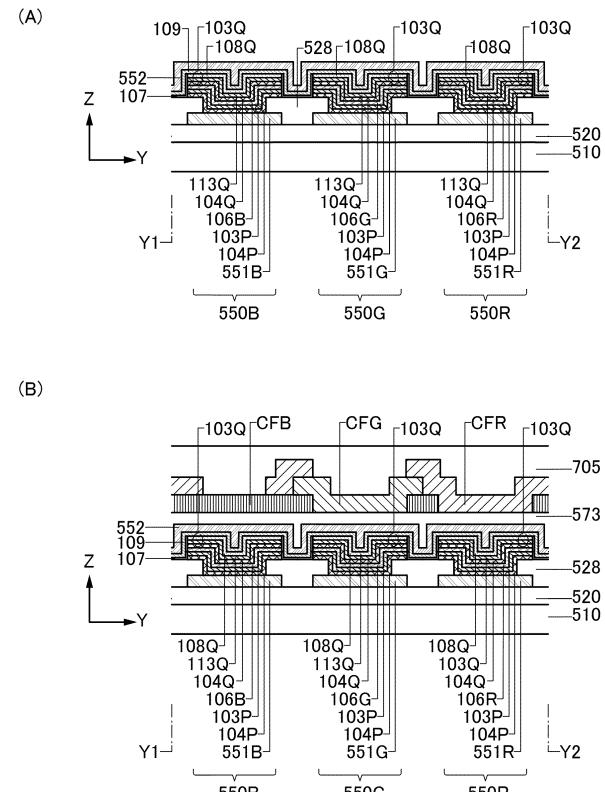


50

【図 1 1】



【図 1 2】



10

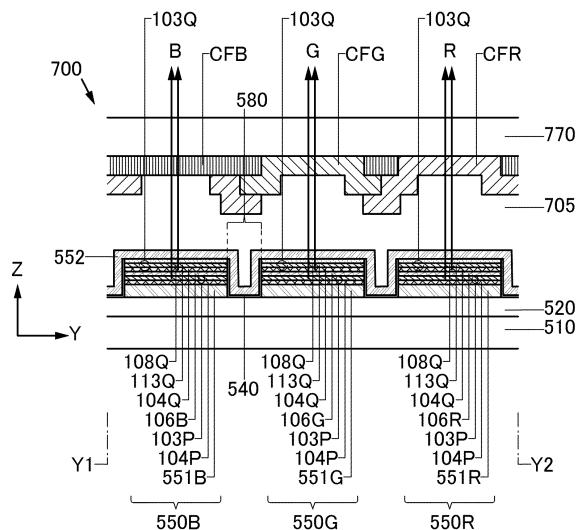
20

30

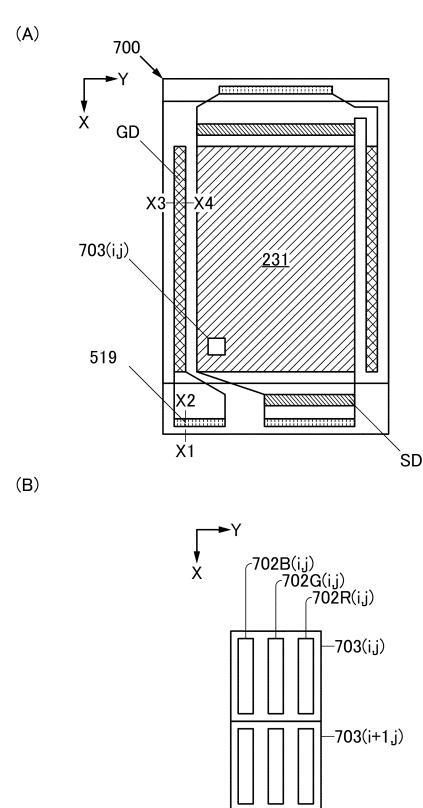
40

50

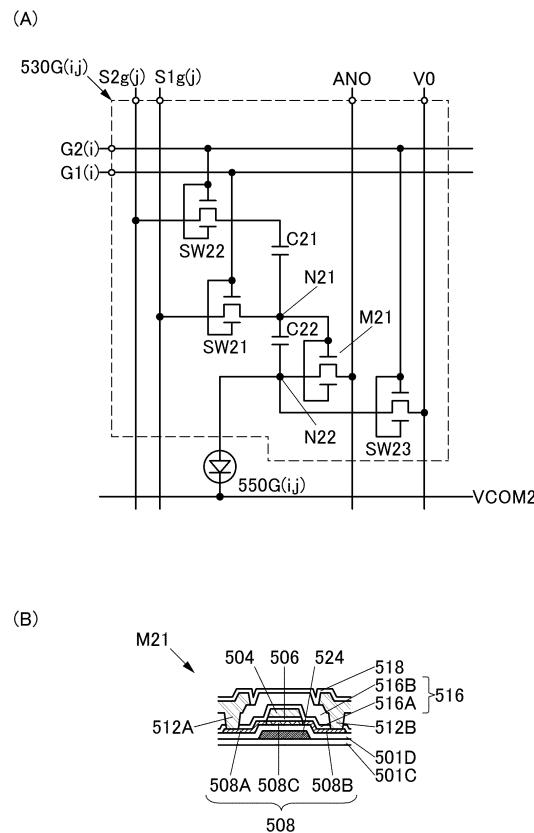
【図 1 3】



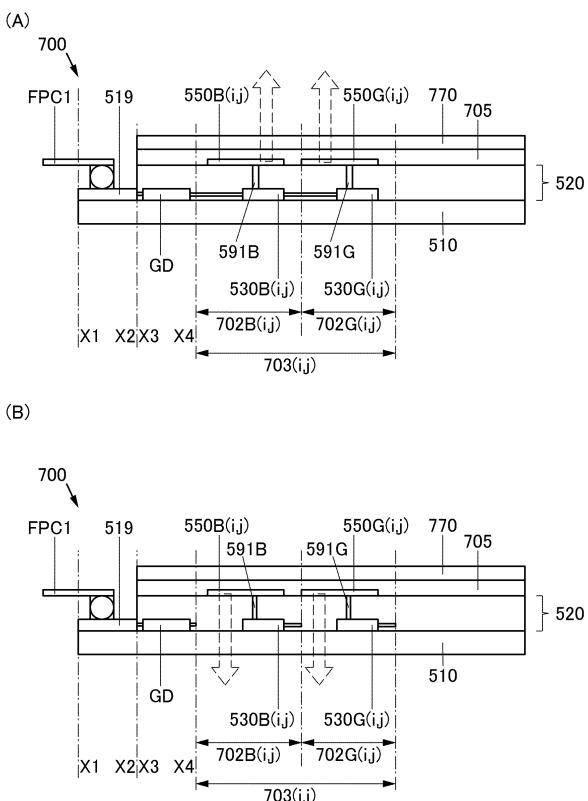
【図 1 4】



【図15】



【図16】



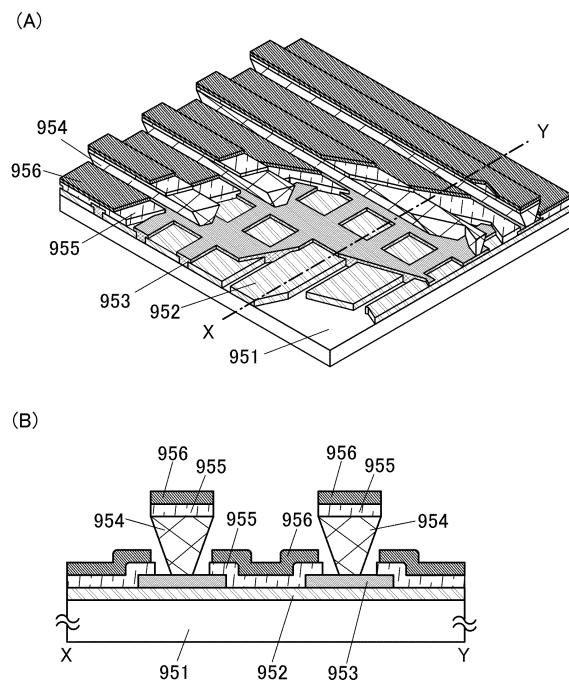
10

20

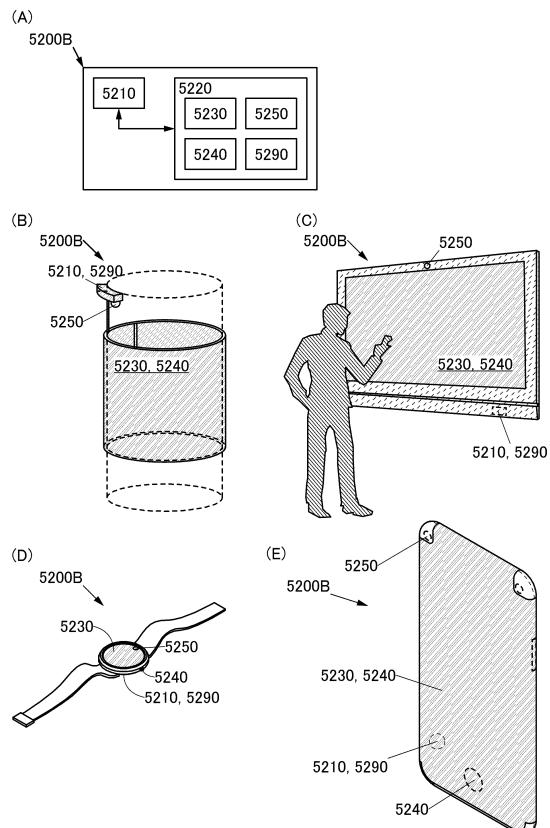
30

40

【図17】

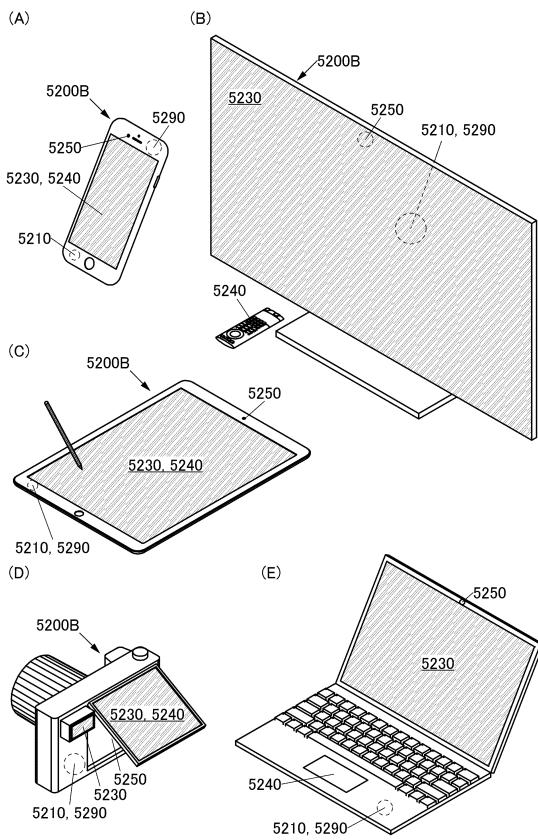


【図18】

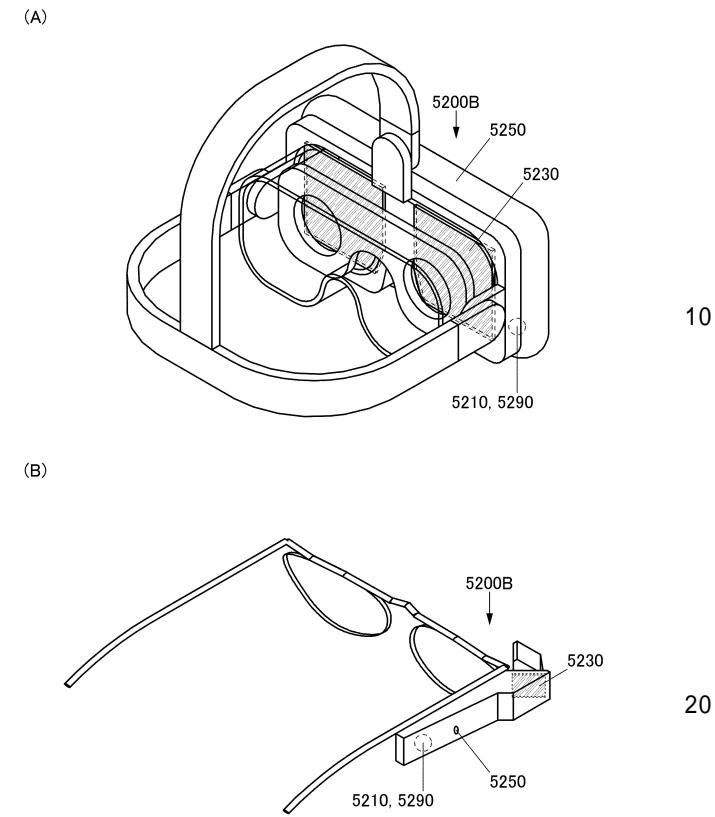


50

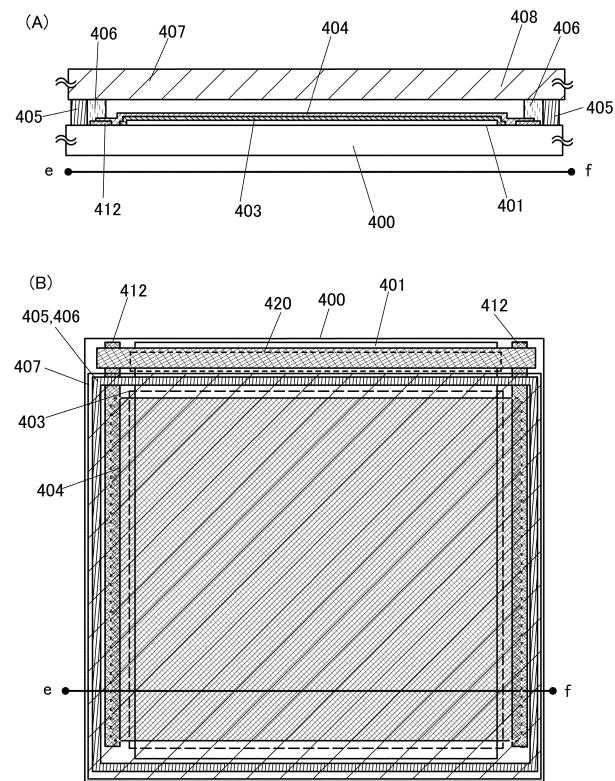
【図19】



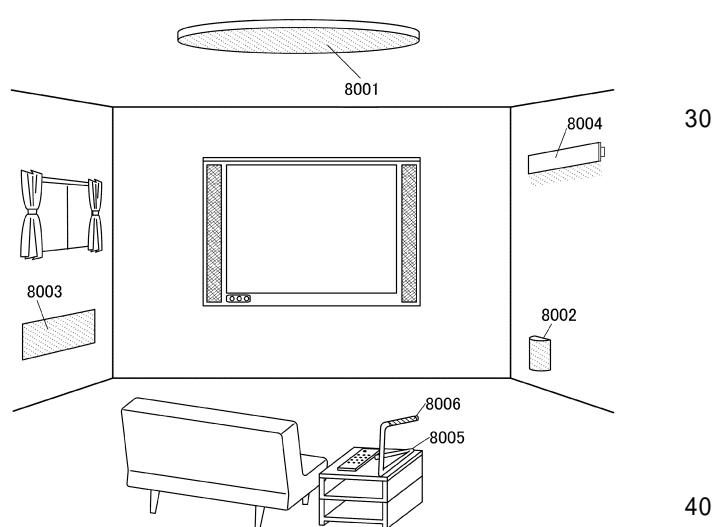
【図20】



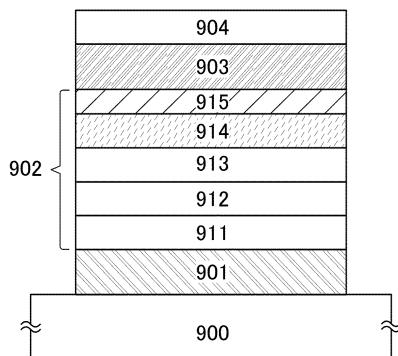
【図21】



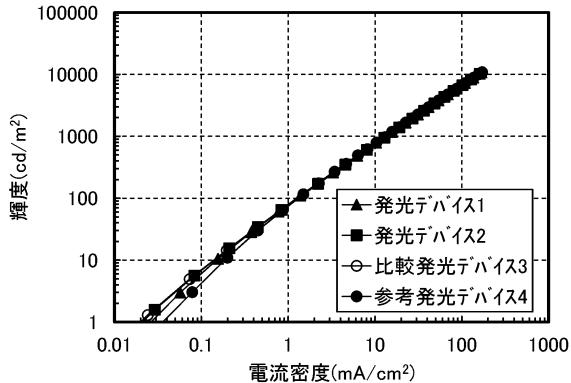
【図22】



【図23】



【図24】



10

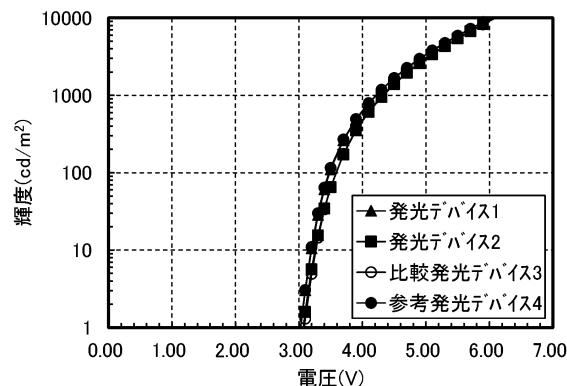
20

30

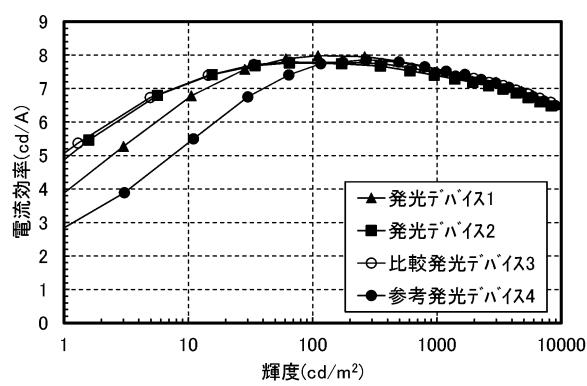
40

50

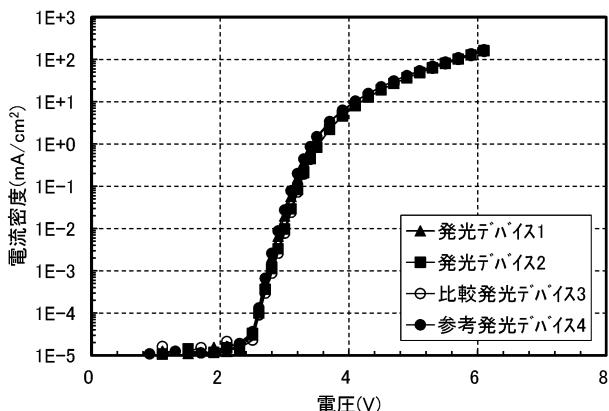
【図25】



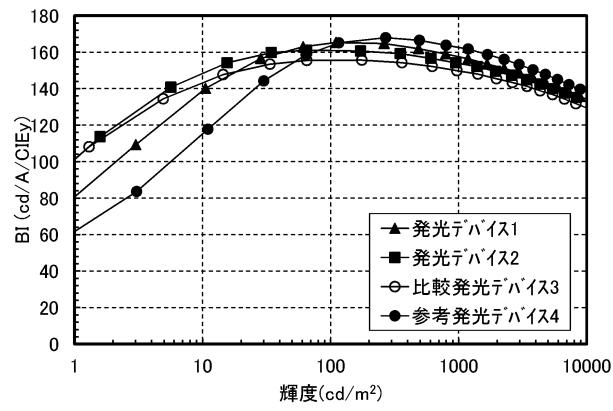
【図26】



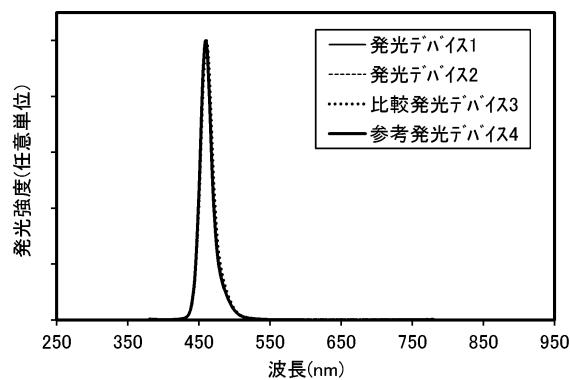
【図27】



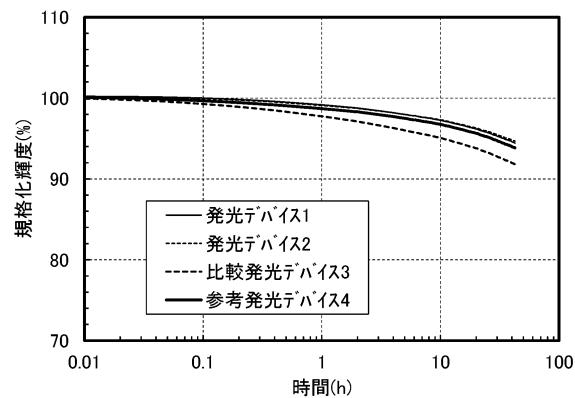
【図28】



【図29】



【図30】



10

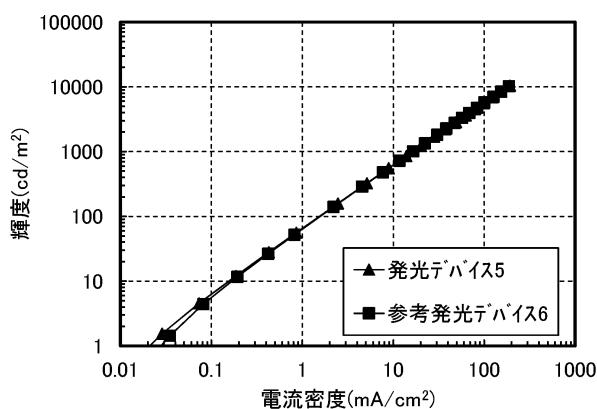
20

30

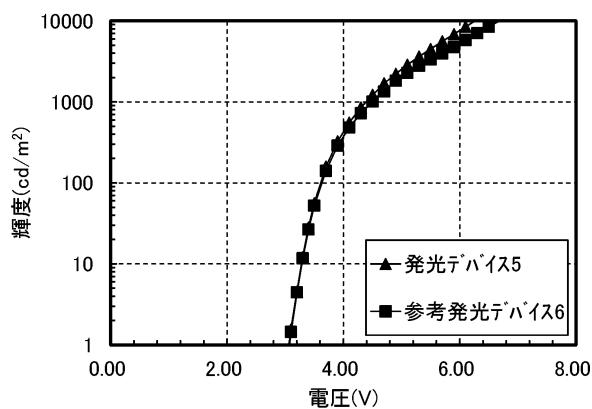
40

50

【図31】

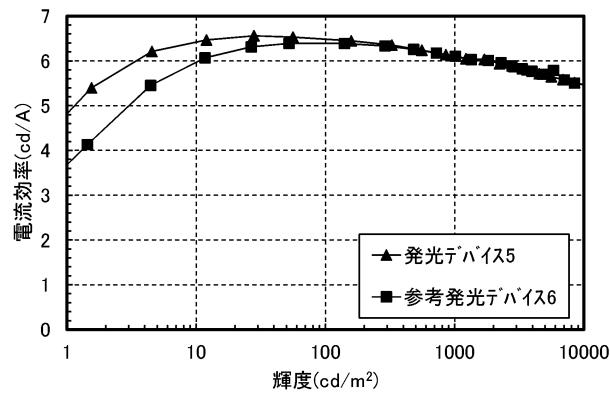


【図32】

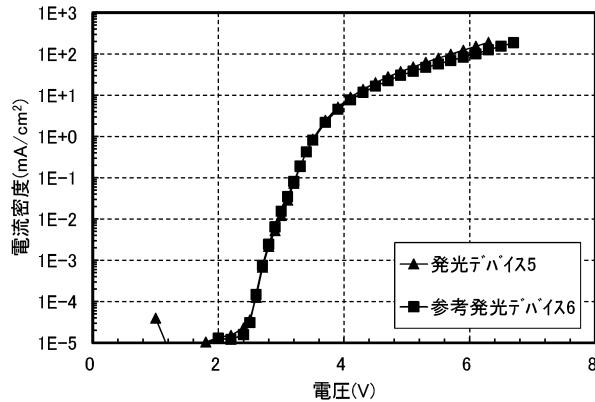


20

【図3-3】



【図3-4】



10

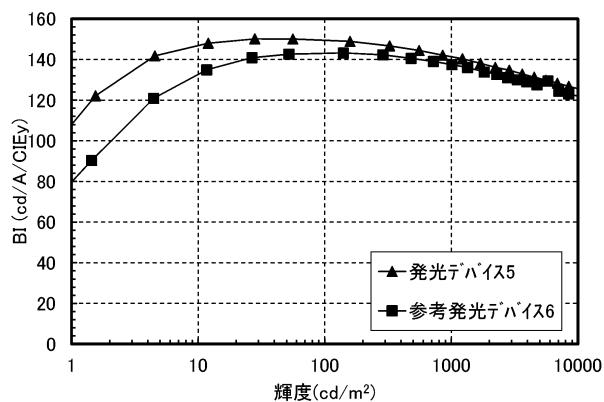
20

30

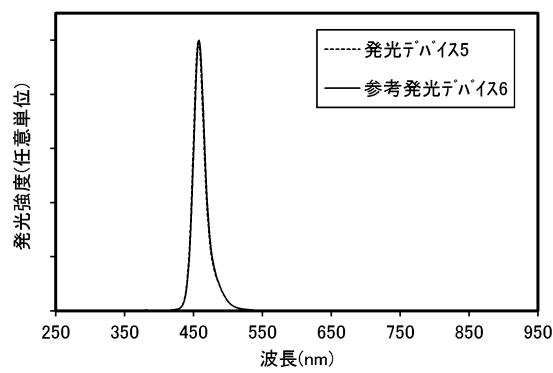
40

50

【図3-5】

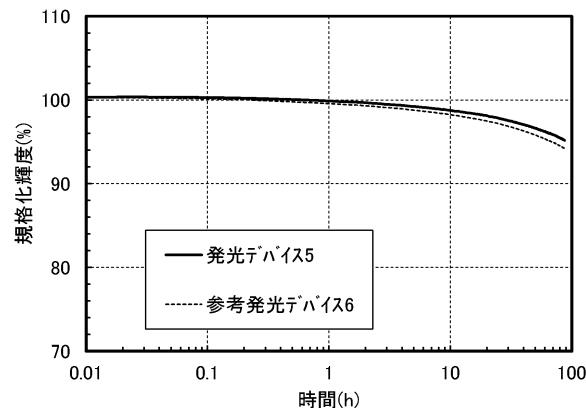


【図3-6】

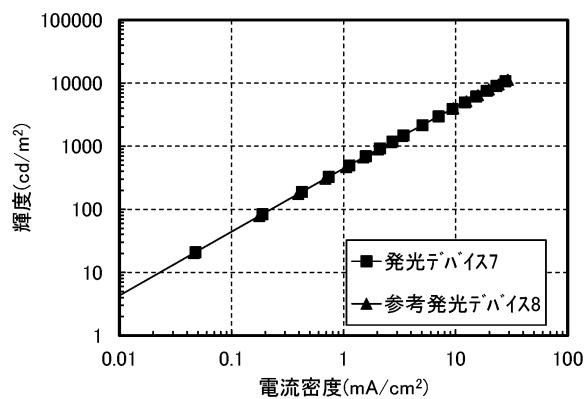


20

【図3-7】



【図3-8】



10

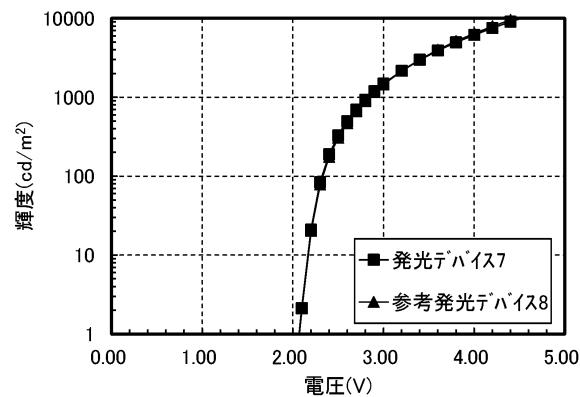
20

30

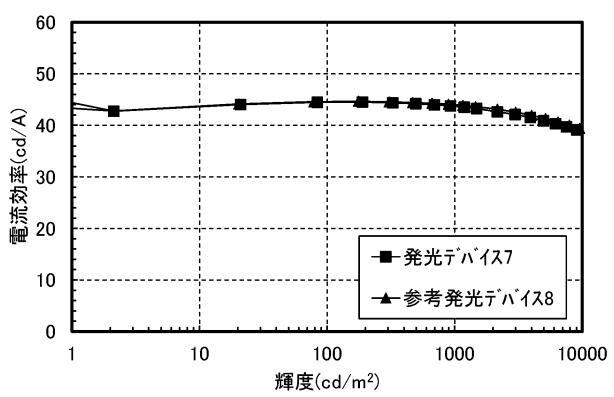
40

50

【図3-9】



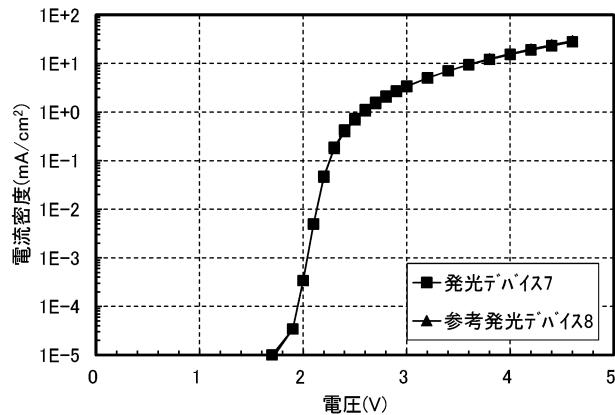
【図4-0】



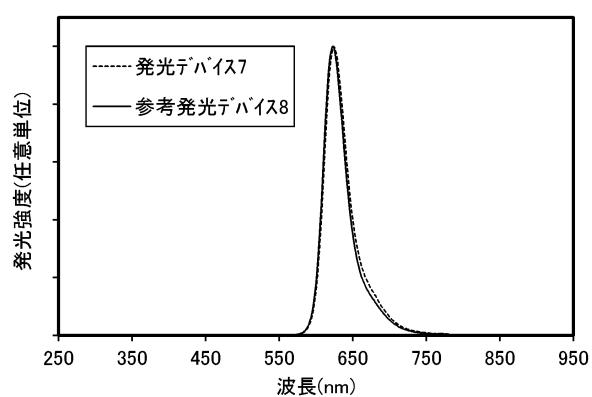
40

50

【図4-1】

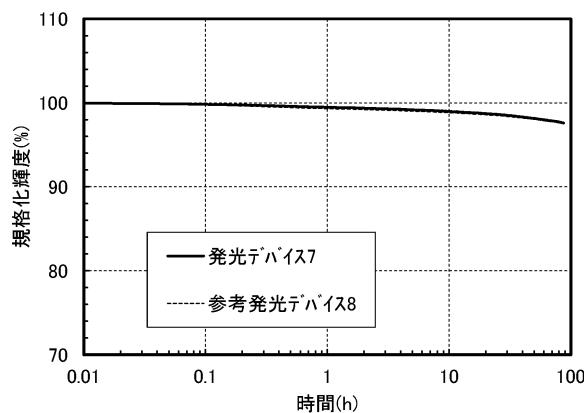


【図4-2】

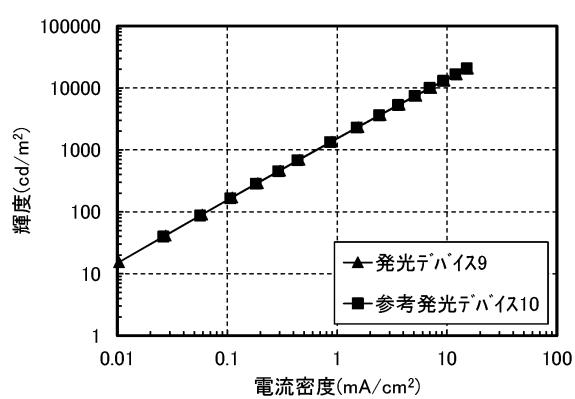


10

【図4-3】

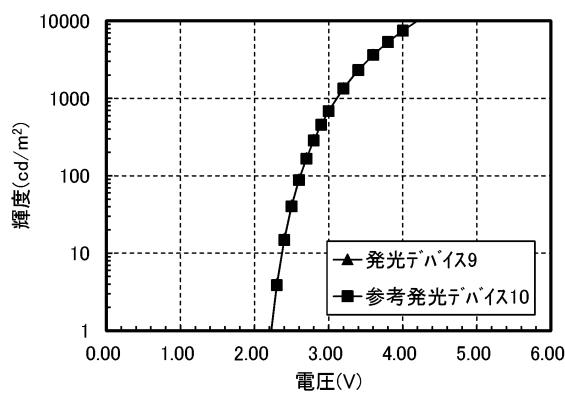


【図4-4】

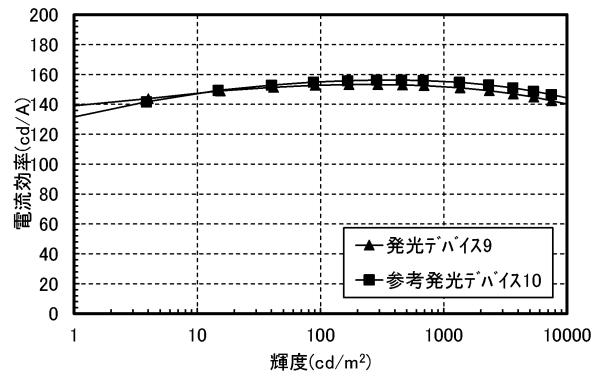


20

【図4-5】



【図4-6】

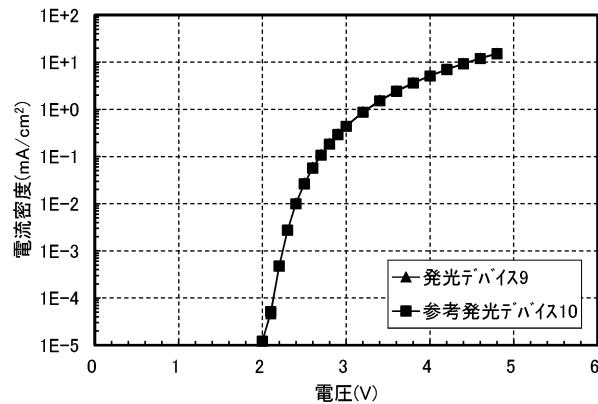


30

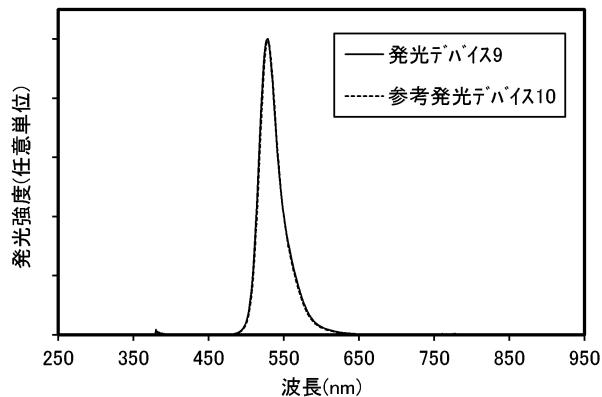
40

50

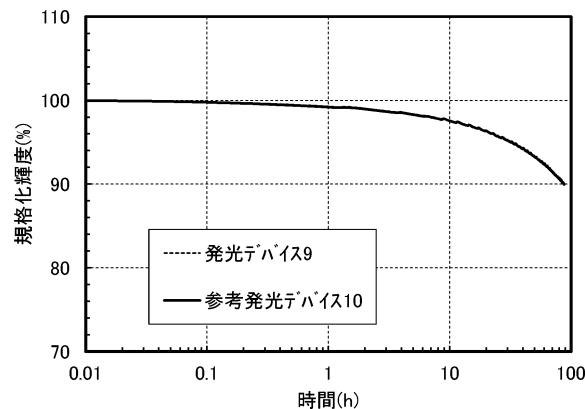
【図47】



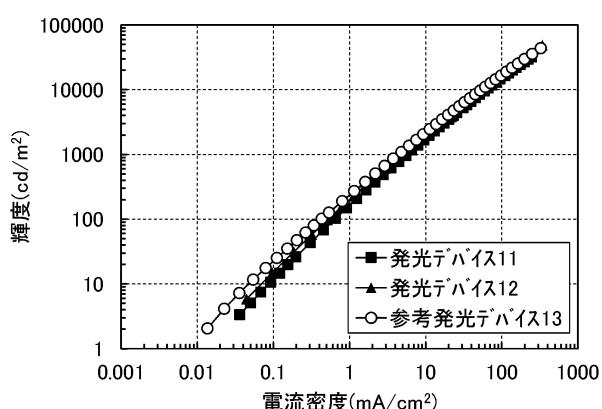
【図48】



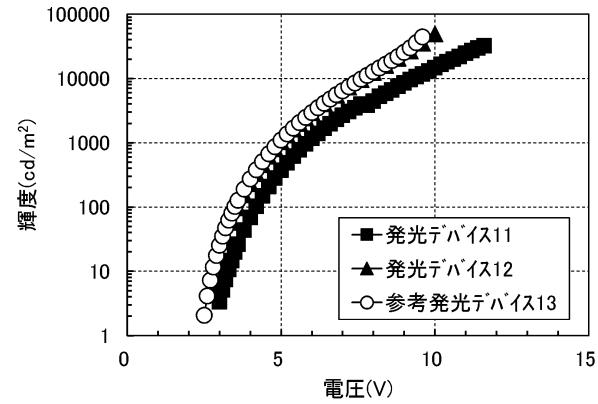
【図49】



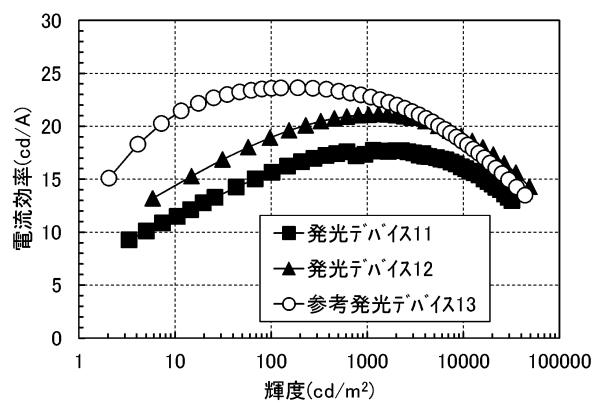
【図50】



【図51】



【図52】



10

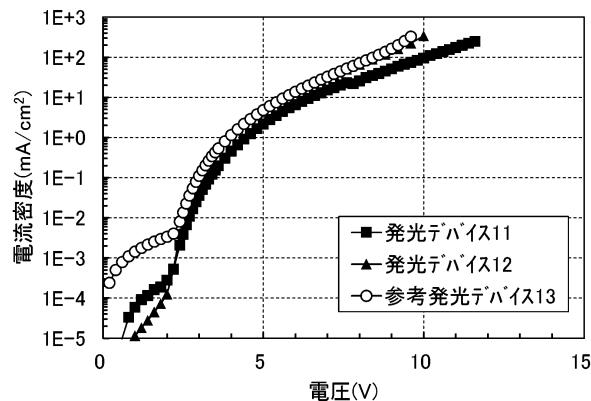
20

30

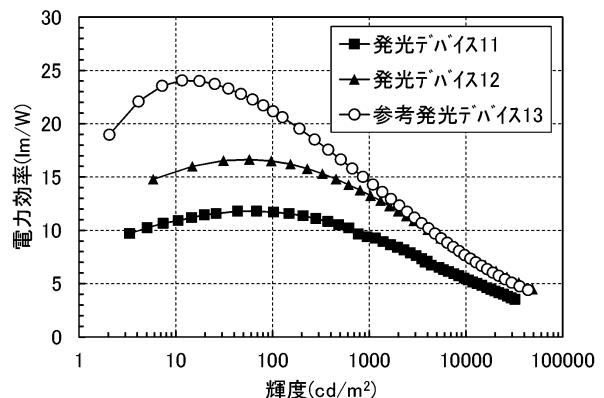
40

50

【図 5 3】



【図 5 4】



10

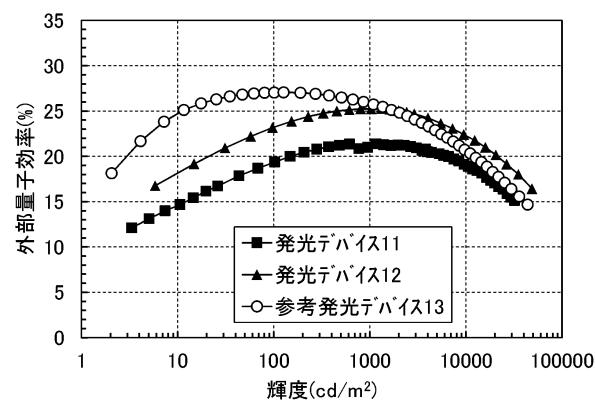
20

30

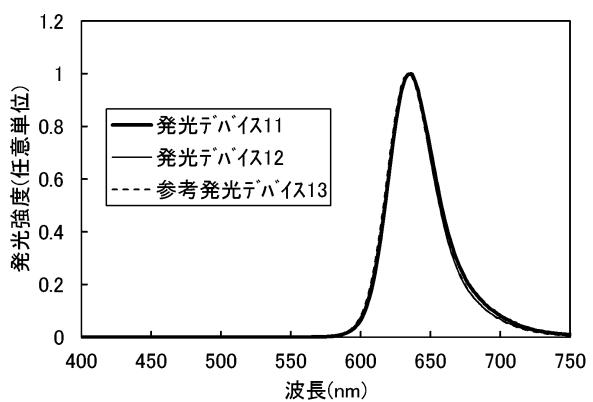
40

50

【図 5 5】

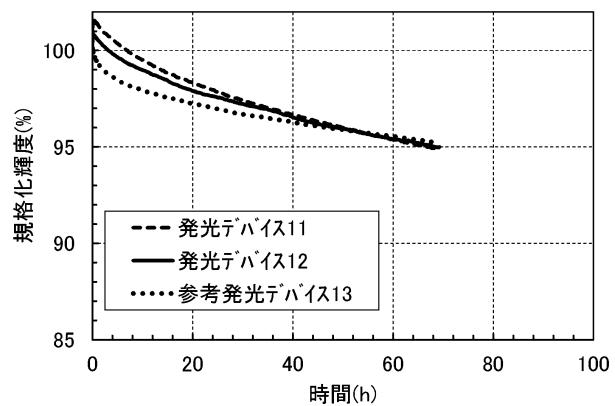


【図 5 6】



50

【図57】



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

H 0 5 B      33/22

テーマコード(参考)

C

F ターム(参考)

EE61 EE63 EE66