

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2023-91772

(P2023-91772A)

(43)公開日 令和5年6月30日(2023.6.30)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
H 1 0 K 50/17 (2023.01)	H 1 0 K 50/17	3 K 1 0 7
H 1 0 K 50/16 (2023.01)	H 1 0 K 50/16	
H 1 0 K 50/11 (2023.01)	H 1 0 K 50/11	
H 1 0 K 59/12 (2023.01)	H 1 0 K 59/12	
H 1 0 K 71/20 (2023.01)	H 1 0 K 71/20	

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全69頁)

(21)出願番号 特願2022-202153(P2022-202153)	(71)出願人 000153878 株式会社半導体エネルギー研究所 神奈川県厚木市長谷398番地
(22)出願日 令和4年12月19日(2022.12.19)	(72)発明者 山崎 舜平 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会 社半導体エネルギー研究所内
(31)優先権主張番号 特願2021-206122(P2021-206122)	(72)発明者 川上 祥子 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
(32)優先日 令和3年12月20日(2021.12.20)	(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
(33)優先権主張国・地域又は機関 日本国(JP)	(72)発明者 山根 靖正 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会 社半導体エネルギー研究所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 有機半導体デバイス、有機ELデバイス、発光装置、電子機器、および照明装置

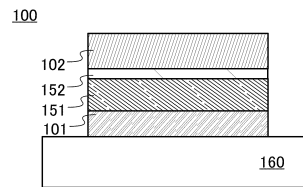
(57)【要約】

【課題】有機半導体層上に酸化アルミニウム膜を接して形成する工程を有する有機半導体デバイスにおいて、高電圧化を抑制する。

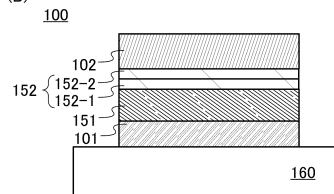
【解決手段】第1の電極と、第2の電極と、有機半導体層と、バッファ層と、を有し、有機半導体層は、第1の電極と、第2の電極との間に位置し、バッファ層は、有機半導体層と、第2の電極との間に位置し、有機半導体層の側面と、バッファ層の側面と、が概略同一表面を有する、有機半導体デバイスを提供する。

【選択図】図1

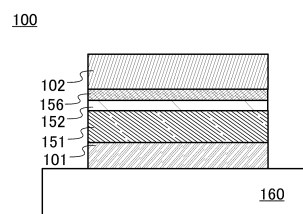
(A)



(B)



(C)



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の電極と、第 2 の電極と、第 1 の有機半導体層と、バッファ層と、を有し、
前記第 1 の有機半導体層は、前記第 1 の電極と、前記第 2 の電極との間に位置し、
前記バッファ層は、前記第 1 の有機半導体層と、前記第 2 の電極との間に位置し、
前記第 1 の有機半導体層の側面と、前記バッファ層の側面と、が概略同一表面を有する
、有機半導体デバイス。

【請求項 2】

請求項 1 において、
前記バッファ層は、金属を含む、有機半導体デバイス。

10

【請求項 3】

請求項 1 において、
前記バッファ層は、有機金属化合物を含む、有機半導体デバイス。

【請求項 4】

請求項 1 において、
前記バッファ層は、有機化合物を含む、有機半導体デバイス。

【請求項 5】

請求項 1 において、
前記バッファ層は、第 1 のバッファ層と、第 2 のバッファ層との積層によって構成され
る、有機半導体デバイス。

20

【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかーにおいて、
第 2 の有機半導体層を有し、
前記第 2 の有機半導体層は、前記バッファ層と、前記第 2 の電極との間に位置し、
前記第 2 の有機半導体層の側面は、前記第 1 の有機半導体層の側面および前記バッファ
層の側面とは同一表面を有さない、有機半導体デバイス。

【請求項 7】

第 1 の電極と、第 2 の電極と、第 1 の有機半導体層と、バッファ層と、を有し、
前記第 1 の有機半導体層は、発光層を有し、
前記第 1 の有機半導体層は、前記第 1 の電極と、前記第 2 の電極との間に位置し、
前記バッファ層は、前記第 1 の有機半導体層と、前記第 2 の電極との間に位置し、
前記第 1 の有機半導体層の側面と、前記バッファ層の側面と、が概略同一表面を有する
、有機 E L デバイス。

30

【請求項 8】

請求項 7 において、
前記バッファ層は、金属を含む、有機 E L デバイス。

【請求項 9】

請求項 7 において、
前記バッファ層は、有機金属化合物を含む、有機 E L デバイス。

【請求項 10】

請求項 7 において、
前記バッファ層は、有機化合物を含む、有機 E L デバイス。

40

【請求項 11】

請求項 7 において、
前記バッファ層は、第 1 のバッファ層と、第 2 のバッファ層との積層によって構成され
る、有機 E L デバイス。

【請求項 12】

請求項 7 乃至請求項 11 のいずれかーにおいて、
第 2 の有機半導体層を有し、
前記第 2 の有機半導体層は、前記バッファ層と、前記第 2 の電極との間に位置し、

50

前記第 2 の有機半導体層の側面は、前記第 1 の有機半導体層の側面および前記バッファ層の側面とは同一表面を有さない、有機 E L デバイス。

【請求項 1 3】

請求項 7 乃至請求項 1 1 のいずれかーに記載の有機 E L 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 1 4】

請求項 1 3 に記載の発光装置と、検知部、入力部、または、通信部と、を有する電子機器。

【請求項 1 5】

請求項 1 3 に記載の発光装置と、筐体と、を有する照明装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明の一態様は、有機半導体デバイス、有機 E L デバイス、発光装置、電子機器、および照明装置に関する。なお、本発明の一態様は、上記の技術分野に限定されない。本明細書等で開示する発明の一態様の技術分野は、物、方法、または、製造方法に関するものである。または、本発明の一態様は、プロセス、マシン、マニュファクチャ、または、組成物（コンポジション・オブ・マター）に関するものである。そのため、より具体的に本明細書で開示する本発明の一態様の技術分野としては、半導体装置、表示装置、液晶表示装置、発光装置、照明装置、蓄電装置、記憶装置、撮像装置、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。

20

【背景技術】

【0 0 0 2】

有機化合物を用いたエレクトロルミネッセンス（E L : E l e c t r o l u m i n e s c e n c e）を利用する有機 E L デバイス（有機 E L 素子）の実用化が進んでいる。これら有機 E L デバイスの基本的な構成は、一对の電極間に発光材料を含む有機化合物層（E L 層）を挟んだものである。このデバイスに電圧を印加して、キャリアを注入し、当該キャリアの再結合エネルギーを利用することにより、発光材料からの発光を得ることができる。

【0 0 0 3】

このような有機 E L デバイスは自発光型であるためディスプレイの画素として用いると、液晶に比べ、視認性が高く、バックライトが不要である等の利点があり、フラットパネルディスプレイには特に好適である。また、このような有機 E L デバイスを用いたディスプレイは、薄型軽量に作製できることも大きな利点である。さらに非常に応答速度が速いことも特徴の一つである。

30

【0 0 0 4】

また、これらの有機 E L デバイスは発光層を二次元に連続して形成することが可能であるため、面状に発光を得ることができる。これは、白熱電球および L E D に代表される点光源、あるいは蛍光灯に代表される線光源では得難い特色であるため、照明等に應用できる面光源としての利用価値も高い。

40

【0 0 0 5】

このように有機 E L デバイスを用いた発光装置はさまざまな電子機器に好適であるが、より良好な特性を有する有機 E L デバイスを求めて研究開発が進められている。

【0 0 0 6】

有機 E L デバイスを用いたより高精細な発光装置を得るために、メタルマスクを用いた蒸着法に代わって、フォトレジストなどを用いたフォトリソグラフィ法による有機層のパターニングが研究されている。フォトリソグラフィ法を用いることによって、E L 層の間隔が数 μm という高精細な発光装置を得ることができる（例えば特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 特表 2 0 1 8 - 5 2 1 4 5 9 号 公 報

【 発 明 の 概 要 】

【 発 明 が 解 決 し よ う と す る 課 題 】

【 0 0 0 8 】

フォトリソグラフィ法により有機層のパターニングを行う際に、酸化アルミニウム膜を有機層のマスク層として用いる場合がある。酸化アルミニウム膜は、成膜する際にも、除去する際にも、有機層に甚大なダメージを与えにくいことから、有機層のマスク層として好適である。しかし、大きなダメージを受けにくいとはいえ、有機層の表面を、酸化アルミニウム膜を除去するための処理条件に長く曝すことは、有機層の劣化につながる。一方、酸化アルミニウム膜が有機層の表面に残ってしまうと、その後作製されるデバイスの高電圧化を招く恐れがある。

10

【 0 0 0 9 】

そこで、本発明の一態様では、有機半導体層上に酸化アルミニウム膜を接して形成する工程を有する有機半導体デバイスにおいて、高電圧化を抑制することを目的とする。または、本発明の一態様では、有機半導体層上に酸化アルミニウム膜を接して形成する工程を有する有機半導体デバイスにおいて、特性の良好な有機半導体デバイスを提供することを目的とする。

【 課 題 を 解 決 す る た め の 手 段 】

【 0 0 1 0 】

本発明の一態様は、第 1 の電極と、第 2 の電極と、第 1 の有機半導体層と、バッファ層と、を有し、第 1 の有機半導体層は、第 1 の電極と、第 2 の電極との間に位置し、バッファ層は、第 1 の有機半導体層と、第 2 の電極との間に位置し、第 1 の有機半導体層の側面と、バッファ層の側面と、が概略同一表面を有する、有機半導体デバイスである。

20

【 0 0 1 1 】

また、本発明の一態様は、上記構成において、バッファ層は、金属を含む、有機半導体デバイスである。

【 0 0 1 2 】

また、本発明の一態様は、上記構成において、バッファ層は、有機金属化合物を含む、有機半導体デバイスである。

30

【 0 0 1 3 】

また、本発明の一態様は、上記各構成において、バッファ層は、有機化合物を含む有機半導体デバイスである。

【 0 0 1 4 】

また、本発明の一態様は、上記各構成において、バッファ層は、第 1 のバッファ層と、第 2 のバッファ層との積層によって構成される、有機半導体デバイスである。

【 0 0 1 5 】

また、本発明の一態様は、上記各構成において、第 2 の有機半導体層を有し、第 2 の有機半導体層は、バッファ層と、第 2 の電極との間に位置し、第 2 の有機半導体層の側面は、第 1 の有機半導体層の側面およびバッファ層の側面とは同一表面を有さない、有機半導体デバイスである。

40

【 0 0 1 6 】

また、本発明の一態様は、第 1 の電極と、第 2 の電極と、第 1 の有機半導体層と、バッファ層と、を有し、第 1 の有機半導体層は、発光層を有し、第 1 の有機半導体層は、第 1 の電極と、第 2 の電極との間に位置し、バッファ層は、第 1 の有機半導体層と、第 2 の電極との間に位置し、第 1 の有機半導体層の側面と、バッファ層の側面と、が概略同一表面を有する、有機 EL デバイスである。

【 0 0 1 7 】

また、本発明の一態様は、上記構成において、バッファ層は、金属を含む、有機 EL デバイスである。

50

【 0 0 1 8 】

また、本発明の一態様は、上記構成において、バッファ層は、有機金属化合物を含む、有機 E L デバイスである。

【 0 0 1 9 】

また、本発明の一態様は、上記各構成において、バッファ層は、有機化合物を含む、有機 E L デバイスである。

【 0 0 2 0 】

また、本発明の一態様は、上記各構成において、バッファ層は、第 1 のバッファ層と、第 2 のバッファ層との積層によって構成される、有機 E L デバイスである。

【 0 0 2 1 】

また、本発明の一態様は、上記各構成において、第 2 の有機半導体層を有し、第 2 の有機半導体層は、バッファ層と、第 2 の電極との間に位置し、第 2 の有機半導体層の側面は、第 1 の有機半導体層の側面およびバッファ層の側面とは同一表面を有さない、有機 E L デバイスである。

10

【 0 0 2 2 】

また、本発明の一態様は、上記各構成の有機 E L 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。

【 0 0 2 3 】

また、本発明の一態様は、上記構成の発光装置と、検知部、入力部、または、通信部と、を有する電子機器である。

20

【 0 0 2 4 】

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

【 0 0 2 5 】

なお、本明細書中における発光装置とは、有機 E L デバイスを用いた画像表示デバイスを含む。また、有機 E L デバイスにコネクタ、例えば異方導電性フィルム又は T C P (T a p e C a r r i e r P a c k a g e) が取り付けられたモジュール、T C P の先にプリント配線板が設けられたモジュール、又は有機 E L デバイスに C O G (C h i p O n G l a s s) 方式により I C (集積回路) が直接実装されたモジュールも発光装置を含む場合がある。さらに、照明器具等は、発光装置を有する場合がある。

【 発明の効果 】

30

【 0 0 2 6 】

本発明の一態様では、有機半導体層上でのフォトリソグラフィ法による加工工程を有する有機半導体デバイスにおいて、フォトリソグラフィ法による加工時の有機半導体層へのダメージを抑制し、有機半導体デバイスの高電圧化を抑制することができる。または、本発明の一態様では、有機半導体層上でのフォトリソグラフィ法による加工工程を有する有機半導体デバイスにおいて、フォトリソグラフィ法による加工時の有機半導体層へのダメージを抑制し、特性の良好な有機半導体デバイスを提供することができる。

【 0 0 2 7 】

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

40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 8 】

【 図 1 】 図 1 (A) 乃至図 1 (C) は本発明の一態様の有機半導体デバイスを表す図である。

【 図 2 】 図 2 (A) および図 2 (B) は、有機半導体デバイスについて表す図である。

【 図 3 】 図 3 (A) 乃至図 3 (C) は、膜の従来の構成を表す図である。

【 図 4 】 図 4 (A) 乃至図 4 (E) は、膜の加工方法を表す図である。

【 図 5 】 図 5 (A) 乃至図 5 (D) は、膜の加工方法を表す図である。

50

- 【図6】図6(A)乃至図6(D)は、発光装置について表す図である。
- 【図7】図7は発光装置について表す図である。
- 【図8】図8(A)乃至図8(F)は、有機ELデバイスおよび発光装置の作製方法について表す図である。
- 【図9】図9(A)乃至図9(F)は、有機ELデバイスおよび発光装置の作製方法について表す図である。
- 【図10】図10は有機ELデバイスを表す図である。
- 【図11】図11(A)および図11(B)はアクティブマトリクス型発光装置を表す図である。
- 【図12】図12(A)および図12(B)はアクティブマトリクス型発光装置を表す図である。 10
- 【図13】図13はアクティブマトリクス型発光装置を表す図である。
- 【図14】図14(A)乃至図14(D)は電子機器を表す図である。
- 【図15】図15(A)乃至図15(C)は電子機器を表す図である。
- 【図16】図16は車載表示装置及び照明装置を表す図である。
- 【図17】図17(A)および図17(B)は電子機器を表す図である。
- 【図18】図18(A)乃至図18(C)は電子機器を表す図である。
- 【図19】図19は発光デバイス1の輝度 - 電流密度特性である。
- 【図20】図20は発光デバイス1の電流効率 - 輝度特性である。
- 【図21】図21は発光デバイス1の輝度 - 電圧特性である。 20
- 【図22】図22は発光デバイス1の電流 - 電圧特性である。
- 【図23】図23は発光デバイス1の発光スペクトルである。
- 【図24】図24は発光デバイス1の駆動時間に対する輝度変化を表す図である。
- 【発明を実施するための形態】
- 【0029】
- 以下、本発明の実施の態様について図面を用いて詳細に説明する。但し、本発明は以下の説明に限定されず、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ること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。
- 【0030】 30
- なお、本明細書等において、メタルマスク、またはFMM(ファインメタルマスク、高精度なメタルマスク)を用いて作製されるデバイスをMM(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FMMを用いることなく作製されるデバイスをMML(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。
- 【0031】
- また、本明細書等において、成膜後形状加工を行っていないものに関しては「膜」、形状加工を行ったものに関しては「層」と主に述べている。しかし、これらは工程の進行に対するわかりやすさを主眼として使い分けているだけであり、大きな差異はないことから、「膜」を「層」、「層」を「膜」と読み替えることができる。特に、加工の工程を経ない 40
- 記載に関してはどちらも同義であるものとする。
- 【0032】
- (実施の形態1)
- 本実施の形態では、本発明の一態様の有機半導体デバイスについて説明する。
- 【0033】
- 図1(A)乃至図1(C)に、本発明の一態様の有機半導体デバイスの例である有機半導体デバイス100の構造を示す。
- 【0034】
- 図1(A)に示すように、有機半導体デバイス100は、絶縁層160上に設けられた第1の電極101、第2の電極102、第1の電極101と第2の電極102との間に挟ま 50

れる有機半導体層 151、および有機半導体層 151 と第 2 の電極 102 との間に挟まれるバッファ層 152 を有する。

【0035】

有機半導体層 151 およびバッファ層 152 は、いずれも、有機半導体デバイス 100 の製造工程において、フォトリソグラフィ法によって加工された層である。従って、有機半導体層 151 の側面（端部）およびバッファ層 152 の側面（端部）は、概略同一表面を有する。有機半導体層 151 の側面（端部）およびバッファ層 152 の側面（端部）は、概略同一面に位置すると言い換えることもできる。

【0036】

バッファ層 152 は、有機半導体デバイス 100 の製造工程において、有機半導体層 151 を保護するための層である。バッファ層 152 を形成することによって、有機半導体層 151 へのダメージを抑制し、有機半導体デバイス 100 の高電圧化を防ぐことができる。その結果として、フォトリソグラフィ法による加工を経た、超高精細且つ特性の良好な有機半導体デバイスを実現することが可能となる。フォトリソグラフィ法による加工については、実施の形態 2 にて詳細を説明する。

10

【0037】

バッファ層 152 に用いることのできる材料としては、耐熱性または安定性を有する材料を用いることができる。また、有機半導体層 151 と第 2 の電極 102 との間にバッファ層 152 を設けた際にデバイス特性を大きく低下（例えば、高電圧化等）させにくい材料を用いることが好ましい。また、有機半導体層 151 で生じた光を第 2 の電極 102 側から射出させる場合には、バッファ層 152 には上述の条件を満たしつつ、所望の透過率（例えば、好ましくは 40% 以上の透過率、より好ましくは 50% 以上の透過率）が得られる材料を用いることが好ましい。このように、耐熱性または安定性を有し、デバイス特性を大きく低下させにくい材料であり、所望の透過率が得られる材料として、例えば、金属、有機金属化合物、電子輸送性を有する有機化合物等が挙げられる。

20

【0038】

金属としては、アルミニウム（Al）、チタン（Ti）、バナジウム（V）、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）、ゲルマニウム（Ge）、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）、ジルコニウム（Zr）、ユウロピウム（Eu）、イッテルビウム（Yb）などの金属、およびこれらを適宜組み合わせることもできる。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）、ルビジウム（Rb）、マグネシウム（Mg）などの希土類金属およびこれらを適宜組み合わせることもできる。その他グラフェン等を用いることができる。

30

【0039】

有機金属化合物としては、例えば、銅フタロシアニン（略称：CuPc）、亜鉛フタロシアニン（略称：ZnPc）等のフタロシアニン系の錯体化合物を用いることができる。

40

【0040】

また、有機金属化合物として、トリス（8-キノリノラト）アルミニウム（III）（略称：Alq₃）、トリス（4-メチル-8-キノリノラト）アルミニウム（III）（略称：Almq₃）、8-キノリノラトリチウム（I）（略称：Liq）、ビス（10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリナト）ベリリウム（II）（略称：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：BALq）、ビス（8-キノリノラト）亜鉛（II）（略称：Znq）等のキノリン環またはベンゾキノリン環を有する金属錯体、ビス〔2-（2-ベンゾオキサゾリル）フェノラト〕亜鉛（II）（略称：ZnPBO）、ビス〔2-（2-ベンゾチアゾリル）フェノラト〕亜鉛（II）（略称：ZnBTZ）等のオキサゾール環またはチアゾール環を

50

有する金属錯体等を用いることができる。

【0041】

電子輸送性を有する有機化合物としては、例えば、ペリレン誘導体、含窒素縮合芳香族化合物等が挙げられる。

【0042】

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

10

【0043】

含窒素縮合芳香族化合物の具体例としては、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、キナゾリン誘導体、フェナントロリン誘導体等が挙げられる。より具体的には、2,2',2''-(1,3,5-ベンゼントリイル)トリス(1-フェニル-1H-ベンゾイミダゾール)(略称:TPBI)、2-[3-(ジベンゾチオフェン-4-イル)フェニル]-1-フェニル-1H-ベンゾイミダゾール(略称:mDBTBI-III)、などのポリアゾール環を有する複素芳香環を含む有機化合物、バソフェナントロリン(略称:Bphen)、バソキユプロイン(略称:BCP)、2,9-ジ(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)などのピリジン環を有する複素芳香環を含む有機化合物、2-{3-[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}ジベンゾ[f,h]キノキサリン(略称:2mPCCzPDBq)、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-III)、2-[3'-(ジベンゾチオフェン-4-イル)ピフェニル-3-イル]ジベンゾ[f,h]キノキサリン(略称:2mDBTBPDBq-III)、2-[3'-(9H-カルバゾール-9-イル)ピフェニル-3-イル]ジベンゾ[f,h]キノキサリン(略称:2mCzBPDBq)、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-III)、7-[3-(ジベンゾチオフェン-4-イル)フェニル]ジベンゾ[f,h]キノキサリン(略称:7mDBTPDBq-III)、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:6mDBTPDBq-III)、2-{4-[9,10-ジ(2-ナフチル)-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)、2-[4'-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)-3,1'-ピフェニル-1-イル]ジベンゾ[f,h]キノキサリン(略称:2mpPCBPDBq)、等が挙げられる。

20

30

【0044】

なお、バッファ層152の膜厚は0.1nm以上5nm以下とすると好ましく、0.5nm以上3nm以下とするとより好ましい。このような膜厚のバッファ層152とすることで、有機半導体デバイス100の製造工程において、十分に有機半導体層151を保護し、かつ、有機半導体デバイス100の高電圧化を防ぐことができる。

40

【0045】

有機半導体デバイス100に、複数のバッファ層を設けてもよい。図1(B)に示す有機半導体デバイス100は、バッファ層152-1およびバッファ層152-2が積層されて構成されるバッファ層152を有する。例えば、バッファ層152-1およびバッファ層152-2の両方に有機金属化合物を用いることができる。また、例えば、バッファ層152-1に、Alq₃またはLiqを用い、バッファ層152-2に、フタロシアニン

50

系の錯体化合物を用いることができる。

【0046】

また、バッファ層152は、上述の材料から選ばれる二種以上の材料を混合することによって構成される混合層であってもよい。また、複数のバッファ層を積層する場合、その一部または全てが、混合層であってもよい。

【0047】

有機半導体デバイス100において、有機半導体層151に、耐熱性の高い材料を用いると好ましく、有機半導体層151の最上面に、耐熱性の高い材料を用いるとより好ましい。バッファ層152を設けるのに加え、有機半導体層151をこのような構成にすることで、さらに有機半導体層151へのダメージを抑制し、有機半導体デバイス100の高電圧化をより効果的に防ぐことができる。

10

【0048】

有機半導体層151に用いることのできる、耐熱性の高い材料としては、例えば、上述した、含窒素縮合芳香族化合物を用いることができるが、ピリジン環を有する複素芳香環を含む有機化合物を用いるとより好ましく、mPPhen2Pを用いるとさらに好ましい。mPPhen2Pは、同じくピリジン環を有する複素芳香環を含む有機化合物であるNBphenと比較して、耐熱性がより高く、有機半導体デバイス100の高電圧化を抑制する効果が高い。そのため、有機半導体層151に好適に用いることができる。

【0049】

また、図1(C)に示すように、有機半導体デバイス100は、バッファ層152と、第2の電極102との間に、層156を有していてもよい。層156としては、キャリア注入性の高い材料を用いることができる。このような構成とすることによって、有機半導体デバイス100の高電圧化をさらに抑制することができる。層156は、有機半導体デバイス100の製造工程において、フォトリソグラフィ法を用いて有機半導体層151およびバッファ層152を形成した後に設けられる層である。従って、層156の側面(端部)は、有機半導体層151およびバッファ層152の側面(端部)と、概略同一表面を有さなくてもよい。

20

【0050】

なお、本発明の一態様の有機半導体デバイスは、図2(A)のように、絶縁層160上に設けられた第1の電極165、第2の電極166、光電変換層167を含む有機半導体層151、およびバッファ層152を有する、太陽電池、フォトセンサなどの光電変換デバイスなどの構成とすることができる。または、図2(B)のように、絶縁層160上に設けられた第1の電極165、第2の電極166、発光層168を含む有機半導体層151、およびバッファ層152を有する、有機ELデバイスなどの構成とすることができる。

30

【0051】

本実施の形態の構成は、他の実施の形態の構成と適宜組み合わせ用いることができる。

【0052】

(実施の形態2)

本実施の形態では、本発明の一態様の有機半導体デバイスの有するバッファ層および有機半導体層の加工方法を、図4および図5を示しながら説明する。

40

【0053】

有機半導体膜を所定の形状に作製する方法の一つとして、メタルマスクを用いた真空蒸着法(マスク蒸着)が広く用いられている。しかし、高密度化、高精細化が進む昨今、マスク蒸着は、位置合わせ精度の問題、基板との配置間隔の問題に代表される種々の理由により、高精細化は限界に近付いている。一方、フォトリソグラフィ法を用いて有機半導体膜の形状を加工することで、より緻密なパターンを形成することができる。また、大面積化も容易であることから、フォトリソグラフィ法を用いた有機半導体膜の加工に関する研究も進められている。

【0054】

しかし、フォトリソグラフィ法を用いて有機半導体膜の形状を加工するためには、多くの

50

問題を乗り越える必要がある。これらの問題としては、例えば、有機半導体膜の大気暴露の影響、感光性樹脂を露光する際の光照射の影響、露光した感光性樹脂を現像する際に曝される現像液の影響、現像液の影響を低減させるために金属膜を形成する場合は金属膜成膜時の影響、などを挙げることができる。

【0055】

これらの影響が問題視される理由は、有機半導体膜自体が消失する、有機半導体膜の表面がダメージを受けてその後作製されるデバイスの特性が大きく悪化する、などの事態が起こってしまうためである。

【0056】

ここで、上述の問題を解決する一つ的手段として、図3(A)のように酸化アルミニウム膜153aを保護膜として有機半導体膜151a上に接して設けたのち、上述したような問題となる工程を行う方法がある。酸化アルミニウム膜は緻密に成膜することが可能であり、液体および気体を遮断する能力が高いことから、上述の工程による悪影響を抑制することが可能となる。さらに、酸化アルミニウム膜は、有機半導体膜へのダメージが少ない方法により成膜および除去が可能であることから、有機半導体膜151aの保護膜として非常に好適である。

10

【0057】

なお、酸化アルミニウム膜の成膜法としては、より緻密な膜の形成が可能であり、有機半導体膜へのダメージも小さい原子層堆積(ALD: Atomic Layer Deposition)法が好ましい。

20

【0058】

このように、酸化アルミニウム膜は、成膜する際および除去する際に有機半導体膜へ与えるダメージが比較的少ない膜であり、有機半導体膜をフォトリソグラフィ法により加工する際の保護膜として好適に使用できる。しかし、当然、有機半導体膜の表面が酸化アルミニウム膜の除去工程に過度に曝されると、図3(B)のように有機半導体膜151aの表面151sがダメージを受け、有機半導体の特性の悪化を招いてしまう場合がある。そのため、酸化アルミニウムの除去にかかる時間はなるべく短いことが好ましい。

【0059】

除去工程を必要最低限とするためには、酸化アルミニウムが有機半導体膜上から無くなった時点で処理を終了すればよい。ところが、酸化アルミニウムが有機半導体膜上から無くなったことの見極めは非常に難しく、また酸化アルミニウム膜の膜質に面内ばらつきがある場合は、酸化アルミニウムの除去工程であるエッチングにおいて、エッチングレートにも面内差が生まれ、図3(C)のように、ある一部分の酸化アルミニウム膜が除去できていたとしても、他の部分において酸化アルミニウム膜153rが残ってしまうことがあった。特に、有機膜上にALD法で酸化アルミニウム膜を設ける場合、高い温度をかけて成膜することができないことから、上述のような面内ばらつきが起こりやすく、それに起因する除去残りである酸化アルミニウム膜153rが部分的に発生する場合がある。有機半導体膜上に酸化アルミニウムが残存することで、後に作製するデバイスの駆動電圧が上昇してしまう恐れがあった。なお過剰にエッチングして除去残りである酸化アルミニウム膜153rを全て除去しようとする、隣接画素方向に存在する工程上残すべき酸化アルミニウム(除去しない酸化アルミニウム)が横方向からサイドエッチングされることが考えられるため、非常に好ましくない。

30

40

【0060】

そこで、本発明の一態様では、有機半導体膜151aと酸化アルミニウム膜153aとの間に、酸化アルミニウム膜の除去を容易とするためのバッファ膜152aを用いるものとする。

【0061】

まず、下地膜150上に有機半導体膜151aを形成する(図4(A))。下地膜150は、この後作製するデバイスによって、絶縁膜であっても、導電膜であっても構わない。有機半導体膜151aは蒸着法などの乾式法で形成しても、スピコート法等の湿式法で

50

形成してもよい。

【0062】

次に、有機半導体膜151a上に、バッファ膜152aを成膜する(図4(A))。バッファ膜152aを構成する材料としては、実施の形態1にて、バッファ層152として用いることができると説明した材料を用いることができる。バッファ膜152aは、真空蒸着法により形成されることが好ましい。

【0063】

続いて、バッファ膜152a上に酸化アルミニウム膜153aを形成する(図4(A))。酸化アルミニウム膜153aは有機半導体膜151aへのダメージが小さい方法により成膜することが好ましく、ALD法により成膜することが好ましい。

10

【0064】

酸化アルミニウム膜153a上には、金属膜または金属化合物膜154aを形成することが好ましい(図4(B))。バッファ膜152aおよび酸化アルミニウム膜153aが存在することで有機半導体膜151aへのダメージを抑制することが可能であることから、金属膜または金属化合物膜154aの成膜に、スパッタリング法など成膜される面へのダメージが比較的大きい成膜法を選択することができる。当該金属膜または金属化合物膜154aを構成する材料としては、例えばシリコン、窒化シリコン、酸化シリコン、タングステン、チタン、モリブデン、タンタル、窒化タンタル、モリブデンとニオブを含む合金、モリブデンとタングステンを含む合金などの金属もしくは金属化合物、またはインジウムガリウム亜鉛酸化物(In-Ga-Zn酸化物、IGZOとも表記する)などの金属酸化物を用いることができる。さらに、酸化インジウム、インジウム亜鉛酸化物(In-Zn酸化物)、インジウムスズ酸化物(In-Sn酸化物)、インジウムチタン酸化物(In-Ti酸化物)、インジウムスズ亜鉛酸化物(In-Sn-Zn酸化物)、インジウムチタン亜鉛酸化物(In-Ti-Zn酸化物)、インジウムガリウムスズ亜鉛酸化物(In-Ga-Sn-Zn酸化物)などを用いることができる。またはシリコンを含むインジウムスズ酸化物などを用いることもできる。

20

【0065】

その後、金属膜または金属化合物膜154a上に感光性の樹脂を塗布し、樹脂膜155aを成膜する(図4(C))。当該感光性の樹脂は、ポジ型のレジストでもネガ型のレジストでも構わない。

30

【0066】

続いて、樹脂の感光性に合わせて露光を行い、現像することで、フォトマスク層155を形成し(図4(D))、当該フォトマスク層155を用いて金属膜または金属化合物膜154aをエッチングして、金属層または金属化合物層154を形成する(図4(E))。金属膜または金属化合物膜154aのエッチングは、ウェットエッチングで行っても良いし、ドライエッチングで行っても構わない。また、当該エッチングは金属膜または金属化合物膜154aと酸化アルミニウム膜153aにおいて、金属膜または金属化合物膜154aの方の選択比が高い条件を選択して用いることが好ましい。

【0067】

金属層または金属化合物層154を形成した後、フォトマスク層155を除去する(図5(A))。有機半導体膜151a上に、金属膜または金属化合物膜154a、酸化アルミニウム膜153aおよびバッファ膜152aを形成したことにより、フォトマスク層155を形成および除去する際の処理で有機半導体膜151aが消失する、ダメージを受けるなどの悪影響を受けずに済むため、特性の良好な有機半導体デバイスを作製することができる。

40

【0068】

この後、金属層または金属化合物層154をマスクとし、エッチングを行うことで、有機半導体層151、バッファ層152および酸化アルミニウム層153を形成する(図5(B))。これらのエッチングは、ウェットエッチングで行っても良いし、ドライエッチングで行っても構わないが、ドライエッチングで行うことが好ましい。

50

【 0 0 6 9 】

有機半導体層 1 5 1 の加工が終了したら、金属層または金属化合物層 1 5 4 を除去する（図 5（C））。金属層または金属化合物層 1 5 4 の除去はエッチングによって行えばよく、ウェットエッチングで行っても良いし、ドライエッチングで行っても構わないが、ドライエッチングで行うことが好ましい。当該エッチングは金属層または金属化合物層 1 5 4 と酸化アルミニウム層 1 5 3 において、金属層または金属化合物層 1 5 4 の方の選択比が高い条件を選択して用いることが好ましい。

【 0 0 7 0 】

最後に、酸化アルミニウム層 1 5 3 を除去する（図 5（D））。酸化アルミニウム層 1 5 3 の除去はエッチングによって行えばよく、ウェットエッチングで行っても良いし、ドライエッチングで行っても構わないが、アルカリ溶液または酸性溶液を用いたウェットエッチングで行うことが好ましい。有機半導体層 1 5 1 上に、バッファ層 1 5 2 が存在することによって、有機半導体層 1 5 1 の表面がアルカリ溶液または酸性溶液に曝されることがないため、特性の劣化を防ぐことができる。

10

【 0 0 7 1 】

なお、バッファ層 1 5 2 として、水への溶解性が高い材料を用いる場合には、ある程度酸化アルミニウム層 1 5 3 を除去した後で、残留する酸化アルミニウム層 1 5 3 を、水または水を溶媒とした液体で処理することによって除去してもよい。除去する方法としては、水または水を溶媒とした液体に一定時間浸漬した後、純水のシャワーで洗い流せばよい。除去に用いる液体は、水である方が有機半導体層 1 5 1 へのダメージがより少ないために好ましい。

20

【 0 0 7 2 】

なお、酸化アルミニウム層 1 5 3 を除去する際に、バッファ層 1 5 2 の一部が同時に除去されてもよい。

【 0 0 7 3 】

このような工程で加工された有機半導体層 1 5 1 は、加工によるダメージが小さいことから、特性の良好な有機半導体デバイスとすることができる。また、有機半導体層 1 5 1 の表面に酸化アルミニウム膜 1 5 3 r が残ることを抑制することができるので、この後に作製する有機半導体デバイスの高電圧化を防ぐことができる。

【 0 0 7 4 】

本実施の形態の構成は、他の実施の形態の構成と適宜組み合わせ用いることができる。

30

【 0 0 7 5 】

（実施の形態 3）

[作製方法例]

本実施の形態では、本発明の一態様の有機半導体デバイスの作製方法の一例について、図面を参照して説明する。ここでは、図 6 に示すような発光装置 4 5 0 を例に挙げて説明する。発光装置 4 5 0 は、実施の形態 1 または実施の形態 2 における有機半導体層が EL 層である有機 EL デバイスを有する発光装置である。すなわち、以下において EL 層と表記されたものが上述の有機半導体層に相当する。なお、有機 EL デバイスの EL 層に代えて光電変換層を含む有機半導体層を用いることで、フォトセンサとして用いることもできる。フォトセンサと有機 EL デバイスを発光装置内に同時に有していても良い。

40

【 0 0 7 6 】

図 6（A）に、発光装置 4 5 0 の上面概略図を示す。発光装置 4 5 0 は、青色を呈する有機 EL デバイス 1 1 0 B、緑色を呈する有機 EL デバイス 1 1 0 G、及び赤色を呈する有機 EL デバイス 1 1 0 R をそれぞれ複数有する。図 6（A）では、各有機 EL デバイスの区別を簡単にするため、各有機 EL デバイスの発光領域内に R、G、B の符号を付している。

【 0 0 7 7 】

有機 EL デバイス 1 1 0 B、有機 EL デバイス 1 1 0 G、及び有機 EL デバイス 1 1 0 R は、それぞれマトリクス状に配列している。図 6（A）は、一方向に同一の色の有機 EL

50

デバイスが配列する、いわゆるストライプ配列を示している。なお、有機ELデバイスの配列方法はこれに限られず、デルタ配列、ジグザグ配列などの配列方法を適用してもよいし、ペントイル配列を用いることもできる。

【0078】

有機ELデバイス110B、有機ELデバイス110G、及び有機ELデバイス110Rは、X方向に配列している。また、X方向と交差するY方向には、同じ色の有機ELデバイスが配列している。

【0079】

有機ELデバイス110B、有機ELデバイス110G、及び有機ELデバイス110Rは実施の形態1および実施の形態2にて説明した構成を有する有機ELデバイスである。

10

【0080】

図6(B)は、図6(A)中の一点鎖線A1-A2に対応する断面概略図であり、図6(C)は、一点鎖線B1-B2に対応する断面概略図である。

【0081】

図6(B)には、有機ELデバイス110B、有機ELデバイス110G、及び有機ELデバイス110Rの断面を示している。有機ELデバイス110Bは、第1の電極101B(画素電極)、第1のEL層120B、バッファ層152B、第2のEL層121(電子注入層)、及び第2の電極102(共通電極)を有する。有機ELデバイス110Gは、第1の電極101G(画素電極)、第1のEL層120G、バッファ層152G、第2のEL層121、及び第2の電極102を有する。有機ELデバイス110Rは、第1の電極101R(画素電極)、第1のEL層120R、バッファ層152R、第2のEL層121、及び第2の電極102を有する。第2のEL層121と第2の電極102は、有機ELデバイス110B、有機ELデバイス110G、及び有機ELデバイス110Rに共通に設けられる。第2のEL層121および第2の電極102は、それぞれ共通層ともいうことができる。なお、本実施の形態においては、第1の電極101は陽極、第2の電極102は陰極である場合を例に説明する。

20

【0082】

有機ELデバイス110Bが有する第1のEL層120Bは、少なくとも青色の波長域に強度を有する光を発する発光性の有機化合物を有する。有機ELデバイス110Gが有する第1のEL層120Gは、少なくとも緑色の波長域に強度を有する光を発する発光性の有機化合物を有する。有機ELデバイス110Rが有する第1のEL層120Rは、少なくとも赤色の波長域に強度を有する光を発する発光性の有機化合物を有する。

30

【0083】

第1のEL層120B、第1のEL層120G、及び第1のEL層120Rは、それぞれ発光層を少なくとも有し、そのほかに、正孔ブロック層、電子注入層、電子輸送層、正孔輸送層、正孔注入層、電子ブロック層、励起子ブロック層などのうち、一以上を有していてもよい。第2のEL層121は、発光層を有さない構成とする。第2のEL層121は電子注入層であることが好ましい。なお、第1のEL層120B、第1のEL層120G、及び第1のEL層120Rは、実施の形態1で示した有機半導体デバイス100における、有機半導体層151に対応する。また、第2のEL層121は、実施の形態1で示した層156と対応する。なお、第1のEL層120B、第1のEL層120G、及び第1のEL層120Rの第2の電極側の表面が電子注入層の役割も担う場合、第2のEL層121は設けられていなくともよい。

40

【0084】

第1の電極101B、第1の電極101G、及び第1の電極101Rは、それぞれ有機ELデバイス毎に設けられている。また、第2の電極102及び第2のEL層121は、各有機ELデバイスに共通な一続きの層として設けられていることが好ましい。

【0085】

第1の電極101と第2の電極102のいずれか一方に可視光に対して透光性を有する導電膜を用い、他方に反射性を有する導電膜を用いる。第1の電極101を透光性、第2の

50

電極 102 を反射性とすることで、下面射出型（ボトムエミッション型）の表示装置とすることができ、反対に各第 1 の電極 101 を反射性、第 2 の電極 102 を透光性とすることで、上面射出型（トップエミッション型）の表示装置とすることができる。なお、各第 1 の電極と第 2 の電極 102 の双方を透光性とすることで、両面射出型（デュアルエミッション型）の表示装置とすることもできる。本実施の形態における有機 EL デバイスは、トップエミッション型の有機 EL デバイスに好適である。

【0086】

第 1 の電極 101 B、第 1 の電極 101 G、及び第 1 の電極 101 R の端部を覆って、第 1 の EL 層 120 B、第 1 の EL 層 120 G、及び第 1 の EL 層 120 R がそれぞれ設けられている。また、第 1 の EL 層 120 B 上にバッファ層 152 B が設けられている。また、第 1 の EL 層 120 G 上にバッファ層 152 G が設けられている。また、第 1 の EL 層 120 R 上にバッファ層 152 R が設けられている。また、第 1 の EL 層 120 B、第 1 の EL 層 120 G、第 1 の EL 層 120 R、バッファ層 152 B、バッファ層 152 G 及びバッファ層 152 R の端部を覆って絶縁層 125 が設けられている。言い換えると、絶縁層 125 は、第 1 の電極 101 B、第 1 の電極 101 G、及び第 1 の電極 101 R および第 1 の EL 層 120 B、第 1 の EL 層 120 G、第 1 の EL 層 120 R、バッファ層 152 B、バッファ層 152 G 及びバッファ層 152 R と重なる開口部を有している。絶縁層 125 の開口部における端部は、テーパ形状であることが好ましい。なお、第 1 の電極 101 B、第 1 の電極 101 G、及び第 1 の電極 101 R の端部は、第 1 の EL 層 120 B、第 1 の EL 層 120 G、及び第 1 の EL 層 120 R にそれぞれ覆われていなくてもよい。

【0087】

第 1 の EL 層 120 B、第 1 の EL 層 120 G、及び第 1 の EL 層 120 R は、それぞれ第 1 の電極 101 B、第 1 の電極 101 G、及び第 1 の電極 101 R の上面に接する領域を有する。また、第 1 の EL 層 120 B、第 1 の EL 層 120 G、第 1 の EL 層 120 R、バッファ層 152 B、バッファ層 152 G 及びバッファ層 152 R の端部は、絶縁層 125 の下に位置する。第 1 の EL 層 120 B 上のバッファ層 152 B、第 1 の EL 層 120 G 上のバッファ層 152 G、及び第 1 の EL 層 120 R 上のバッファ層 152 R の上面は、第 2 の EL 層 121（第 2 の EL 層を設けない構成の場合は第 2 の電極 102）に接する領域を有する。

【0088】

図 7 は、図 6（B）の変形例である。図 7 において、第 1 の電極 101 B、第 1 の電極 101 G、及び第 1 の電極 101 R の端部は、基板側に向かって広がるテーパ形状を有しており、上部に形成される膜の被覆性が向上している。また、第 1 の電極 101 B、第 1 の電極 101 G、及び第 1 の電極 101 R の端部は、第 1 の EL 層 120 B、第 1 の EL 層 120 G、及び第 1 の EL 層 120 R にそれぞれ覆われている。第 1 の EL 層 120 B を覆ってバッファ層 152 B が形成されている。第 1 の EL 層 120 G を覆って、バッファ層 152 G が形成されている。第 1 の EL 層 120 R を覆ってバッファ層 152 R が形成されている。これは、フォトリソグラフィ法によってエッチングをする際に、EL 層がダメージを受けることを抑制する働きがある。また、第 1 の EL 層 120 B、第 1 の EL 層 120 G、第 1 の EL 層 120 R の端部は、それぞれ絶縁層 126 に覆われている。有機 EL デバイス 110 B、有機 EL デバイス 110 G、及び有機 EL デバイス 110 R の間であり、かつ、絶縁層 126 上に位置する領域には絶縁層 108 が設けられている。絶縁層 108 の端部はなだらかなテーパ形状を有しており、その後形成される第 2 の EL 層 121 および第 2 の電極 102 の段切れを抑制することができる。

【0089】

図 6（B）および図 7 に示すように、異なる色の有機 EL デバイス間において、2 つの EL 層の間に隙間が設けられている。このように、第 1 の EL 層 120 B、第 1 の EL 層 120 G、及び第 1 の EL 層 120 R が、互いに接しないように設けられていることが好ましい。これにより、隣接する 2 つの EL 層を介して電流が流れ、意図しない発光が生じる

ことを有効に防ぐことができる。そのため、コントラストを高めることができ、表示品位の高い表示装置を実現できる。また、隣り合う有機ELデバイス（例えば有機ELデバイス110Bと有機ELデバイス110G）における向かい合うEL層の端部同士の間隔は、フォトリソグラフィ法を用いて作製することにより、2 μ m以上5 μ m以下とすることが可能である。なお、これは、EL層に含まれる発光層同士の間隔と言い換えることもできる。メタルマスクを用いた形成方法では10 μ m未満にすることは困難である。

【0090】

このように、フォトリソグラフィ法を用いて発光装置を作製することにより、2つの有機ELデバイス間に存在しうる非発光領域の面積を大幅に縮小することができ、開口率を大きく拡大することができるようになる。例えば、本発明の一態様の表示装置においては、開口率を、40%以上、50%以上、60%以上、70%以上、80%以上、さらには90%以上であって、100%未満を実現することもできる。

10

【0091】

なお、表示装置の開口率を高くすることで、表示装置の信頼性を向上させることができる。より具体的には、有機ELデバイスを用い、開口率が10%の表示装置の寿命を基準にした場合、開口率が20%（すなわち、基準に対して開口率が2倍）の表示装置の寿命は約3.25倍となり、開口率が40%（すなわち、基準に対して開口率が4倍）の表示装置の寿命は約10.6倍となる。このように、開口率の向上に伴い、有機ELデバイスに流れる電流密度を低くすることができるため、表示装置の寿命を向上させることが可能となる。本実施の形態で説明する表示装置においては、開口率を向上させることが可能であるため表示装置の表示品位を向上させることが可能となる。さらに、表示装置の開口率の向上に伴い、表示装置の信頼性（特に寿命）を格段に向上させるといった、優れた効果を奏する。

20

【0092】

図6(C)では、Y方向において、第1のEL層120Rが有機ELデバイス毎に分離するように形成されている例を示した。なお、図6(C)では一例として有機ELデバイス110Rの断面を示しているが、有機ELデバイス110G及び有機ELデバイス110Bについても同様の形状とすることができる。なお、EL層はY方向において一続きであり、第1のEL層120Rが帯状に形成されていてもよい。第1のEL層120Rなどを帯状に形成することで、これらを分断するためのスペースが不要となり、有機ELデバイス間の非発光領域の面積を縮小できるため、開口率を高めることができる。

30

【0093】

第2の電極102上には、有機ELデバイス110B、有機ELデバイス110G、及び有機ELデバイス110Rを覆って、バリア層131が設けられている。バリア層131は、上方から各有機ELデバイスに悪影響を及ぼす不純物が拡散することを防ぐ機能を有する。

【0094】

バリア層131としては、例えば、少なくとも無機絶縁膜を含む単層構造または積層構造とすることができる。無機絶縁膜としては、例えば、酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、酸化窒化アルミニウム膜、酸化ハフニウム膜などの酸化物膜または窒化物膜が挙げられる。または、バリア層131としてインジウムガリウム酸化物、インジウムガリウム亜鉛酸化物などの半導体材料を用いてもよい。

40

【0095】

また、バリア層131として、無機絶縁膜と、有機絶縁膜の積層膜を用いることもできる。例えば、一对の無機絶縁膜の間に、有機絶縁膜を挟んだ構成とすることが好ましい。さらに有機絶縁膜が平坦化膜として機能することが好ましい。これにより、有機絶縁膜の上面を平坦なものとするため、その上の無機絶縁膜の被覆性が向上し、バリア性を高めることができる。また、バリア層131の上面が平坦となるため、バリア層131の上方に構造物（例えばカラーフィルタ、タッチセンサの電極、またはレンズアレイな

50

ど)を設ける場合に、下方の構造に起因する凹凸形状の影響を軽減できるため好ましい。

【0096】

また、図6(A)には、第2の電極102と電氣的に接続する接続電極101Cを示している。接続電極101Cは、第2の電極102に供給するための電位(例えばアノード電位、またはカソード電位)が与えられる。接続電極101Cは、有機ELデバイス110Bなどが配列する表示領域の外に設けられる。また図6(A)には、第2の電極102を破線で示している。

【0097】

接続電極101Cは、表示領域の外周に沿って設けることができる。例えば、表示領域の外周の一辺に沿って設けられていてもよいし、表示領域の外周の2辺以上にわたって設けられていてもよい。すなわち、表示領域の上面形状が長方形である場合には、接続電極101Cの上面形状は、帯状、L字状、コの字状(角括弧状)、または四角形などとする

10

【0098】

図6(D)は、図6(A)中の一点鎖線C1-C2に対応する断面概略図である。図6(D)には、接続電極101Cと第2の電極102とが電氣的に接続する接続部130を示している。接続部130では、接続電極101C上に第2の電極102が接して設けられ、第2の電極102を覆ってバリア層131が設けられている。また、接続電極101Cの端部を覆って絶縁層125が設けられている。

【0099】

図8(A)乃至図9(F)は、以上で説明した発光装置450の作製方法の、各工程における断面概略図である。またこれらには、右側に接続部130及びその近傍における断面概略図を合わせて示している。

20

【0100】

なお、表示装置を構成する薄膜(絶縁膜、半導体膜、導電膜等)は、スパッタリング法、化学気相堆積(CVD:Chemical Vapor 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)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)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。

30

【0101】

また、表示装置を構成する薄膜(絶縁膜、半導体膜、導電膜等)は、スピンコート、ディップ、スプレー塗布、インクジェット、ディスペンス、スクリーン印刷、オフセット印刷、ドクターナイフ法、スリットコート、ロールコート、カーテンコート、ナイフコート等の方法により形成することができる。

【0102】

また、表示装置を構成する薄膜を加工する際には、フォトリソグラフィ法等を用いることができる。

【0103】

フォトリソグラフィ法としては、代表的には以下の2つの方法がある。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。

40

【0104】

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レーザー光、またはArFレーザー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、X線などを用

50

いてもよい。また、露光に用いる光に換えて、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。

【0105】

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。

【0106】

〔基板200の準備〕

基板200としては、少なくとも後の熱処理に耐えうる程度の耐熱性を有する基板を用いることができる。基板200として、絶縁性基板を用いる場合には、ガラス基板、石英基板、サファイア基板、セラミック基板、有機樹脂基板などを用いることができる。また、シリコン、炭化シリコンなどを材料とした単結晶半導体基板、多結晶半導体基板、シリコンゲルマニウム等の化合物半導体基板、SOI基板などの半導体基板を用いることができる。

10

【0107】

特に、基板200として、上記半導体基板または絶縁性基板上に、トランジスタなどの半導体素子を含む半導体回路が形成された基板を用いることが好ましい。当該半導体回路は、例えば画素回路、ゲート線駆動回路(ゲートドライバ)、ソース線駆動回路(ソースドライバ)などを構成していることが好ましい。また、上記に加えて演算回路、記憶回路などが構成されていてもよい。

20

【0108】

〔第1の電極101B、101G、101R、接続電極101Cの形成〕

続いて、基板200上に第1の電極101B、第1の電極101G、第1の電極101R、及び接続電極101Cを形成する。まず画素電極(第1の電極)となる導電膜を成膜し、フォトリソグラフィ法によりレジストマスクを形成し、導電膜の不要な部分をエッチングにより除去する。その後、レジストマスクを除去することで、第1の電極101B、第1の電極101G、第1の電極101R、及び接続電極101Cを形成することができる(図8(A))。

【0109】

各画素電極として可視光に対して反射性を有する導電膜を用いる場合、可視光の波長域全域での反射率ができるだけ高い材料(例えば銀またはアルミニウムなど)を適用することが好ましい。これにより、有機ELデバイスの光取り出し効率を高められるだけでなく、色再現性を高めることができる。各画素電極として可視光に対して反射性を有する導電膜を用いた場合、基板と反対方向に発光を取り出すいわゆるトップエミッションの発光装置とすることができる。各画素電極として透光性を有する導電膜を用いる場合、基板方向に発光を取り出すいわゆるボトムエミッションの発光装置とすることができる。

30

【0110】

〔EL膜120Bbの形成〕

続いて、第1の電極101B、第1の電極101G、および第1の電極101R上に、後に第1のEL層120BとなるEL膜120Bbを成膜する(図8(B))。

40

【0111】

EL膜120Bbは、少なくとも発光材料を含む発光層を有する。このほかに、電子注入層、電子輸送層、電荷発生層、正孔輸送層または正孔注入層として機能する膜のうち、一以上が積層された構成としてもよい。EL膜120Bbは、例えば蒸着法、スパッタリング法、またはインクジェット法等により形成することができる。なおこれに限られず、公知の成膜方法を適宜用いることができる。

【0112】

一例としては、EL膜120Bbとして、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、および電子輸送層が、この順で積層された積層膜とすることが好ましい。このとき、後に形成する第

50

2のEL層121としては、電子注入層を有する膜を用いることができる。

【0113】

EL膜120Bbは、接続電極101C上に設けないように形成することが好ましい。例えば、EL膜120Bbを蒸着法（またはスパッタリング法）により形成する場合、接続電極101CにEL膜120Bbが成膜されないように、遮蔽マスクを用いて形成する、または後のエッチング工程で除去することが好ましい。

【0114】

〔バッファ膜148aの形成〕

次に、EL膜120Bbを覆ってバッファ膜148aを形成する。バッファ膜148aは接続電極101C上に成膜されないように、遮蔽マスクを用いて形成する、または後のエッチング工程で除去することが好ましい。

10

【0115】

バッファ膜148aは、実施の形態1で説明した金属、有機金属化合物、電子輸送性を有する有機化合物等を用いて形成する。特に有機金属化合物は、EL膜120Bbを保護し、後に形成する酸化アルミニウム膜の除去を容易とするために形成されるバッファ膜148aの材料として非常に好適である。バッファ膜148aを形成することによって、有機ELデバイスの高電圧化を防ぐことができる。また、有機ELデバイスの特性悪化を抑制することが可能となる。

【0116】

〔酸化アルミニウム膜144aの形成〕

続いて、バッファ膜148a及び接続電極101Cを覆って酸化アルミニウム膜144aを形成する。酸化アルミニウム膜144aは、接続電極101C上に成膜されないように、遮蔽マスクを用いて形成する、または後のエッチング工程で除去することが好ましい。

20

【0117】

酸化アルミニウム膜144aは、EL膜120Bbなどの各EL膜のエッチング処理に対する耐性の高い膜、すなわちエッチングの選択比の大きい膜を用いることができる。また、酸化アルミニウム膜144aは、後述する金属膜または金属化合物膜146aなどの保護膜とのエッチングの選択比の大きい膜を用いることができる。さらに、酸化アルミニウム膜144aは、各EL膜へのダメージの少ないウェットエッチング法により除去可能な膜を用いることができる。

30

【0118】

酸化アルミニウム膜144aは、スパッタリング法、蒸着法、CVD法、ALD法などの各種成膜方法により形成することができるが、ALD法を用いることが緻密で酸素または水などの大気成分および水などの液体に対するバリア性の高い膜を得ることができることから好ましい。

【0119】

〔金属膜または金属化合物膜146aの形成〕

続いて、酸化アルミニウム膜144a上に、金属膜または金属化合物膜146aを形成する（図8（B））。

【0120】

金属膜または金属化合物膜146aは、後に酸化アルミニウム膜144aをエッチングする際のハードマスクとして用いる膜である。また、後の金属膜または金属化合物膜146aの加工時には、酸化アルミニウム膜144aが露出する。したがって、酸化アルミニウム膜144aと金属膜または金属化合物膜146aとは、互いにエッチングの選択比の大きい膜の組み合わせを選択する。そのため、酸化アルミニウム膜144aのエッチング条件、及び金属膜または金属化合物膜146aのエッチング条件に応じて、金属膜または金属化合物膜146aに用いることのできる膜を選択することができる。

40

【0121】

例えば、金属膜または金属化合物膜146aのエッチングに、フッ素を含むガス（フッ素系ガスともいう）を用いたドライエッチングを用いる場合には、シリコン、窒化シリコン

50

、酸化シリコン、タングステン、チタン、モリブデン、タンタル、窒化タンタル、モリブデンとニオブを含む合金、またはモリブデンとタングステンを含む合金などを、金属膜または金属化合物膜 1 4 6 a に用いることができる。ここで、上記フッ素系ガスを用いたドライエッチングに対して、エッチングの選択比を大きくとれる（すなわち、エッチング速度を遅くできる）膜としては金属酸化物膜が挙げられる。

【 0 1 2 2 】

金属酸化物としては、インジウムガリウム亜鉛酸化物（In - Ga - Zn 酸化物、IGZO とも表記する）などの金属酸化物を用いることができる。さらに、酸化インジウム、インジウム亜鉛酸化物（In - Zn 酸化物）、インジウムスズ酸化物（In - Sn 酸化物）、インジウムチタン酸化物（In - Ti 酸化物）、インジウムスズ亜鉛酸化物（In - Sn - Zn 酸化物）、インジウムチタン亜鉛酸化物（In - Ti - Zn 酸化物）、インジウムガリウムスズ亜鉛酸化物（In - Ga - Sn - Zn 酸化物）などを用いることができる。またはシリコンを含むインジウムスズ酸化物などを用いることもできる。

10

【 0 1 2 3 】

なお、上記ガリウムに代えて元素 M（M は、アルミニウム、シリコン、ホウ素、イットリウム、銅、バナジウム、ベリリウム、チタン、鉄、ニッケル、ゲルマニウム、ジルコニウム、モリブデン、ランタン、セリウム、ネオジウム、ハフニウム、タンタル、タングステン、またはマグネシウムから選ばれた一種または複数種）を用いた金属酸化物を用いることもできる。特に、M は、ガリウム、アルミニウム、またはイットリウムから選ばれた一種または複数種とすることが好ましい。

20

【 0 1 2 4 】

なお、これに限られず、金属膜または金属化合物膜 1 4 6 a は、様々な材料の中から、酸化アルミニウム膜 1 4 4 a のエッチング条件、及び金属膜または金属化合物膜 1 4 6 a のエッチング条件に応じて、選択することができる。例えば、上記酸化アルミニウム膜 1 4 4 a に用いることのできる膜の中から選択することもできる。

【 0 1 2 5 】

また、金属膜または金属化合物膜 1 4 6 a としては、例えば窒化物膜を用いることができる。具体的には、窒化シリコン、窒化アルミニウム、窒化ハフニウム、窒化チタン、窒化タンタル、窒化タングステン、窒化ガリウム、窒化ゲルマニウムなどの窒化物を用いることもできる。

30

【 0 1 2 6 】

または、金属膜または金属化合物膜 1 4 6 a として、酸化物膜を用いることができる。代表的には、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、酸化窒化アルミニウム、酸化ハフニウム、酸化窒化ハフニウムなどの酸化物膜または酸窒化物膜を用いることもできる。

【 0 1 2 7 】

また、金属膜または金属化合物膜 1 4 6 a として、EL 膜 1 2 0 B b などに用いることのできる有機膜を用いてもよい。このような有機膜を用いることで、EL 膜 1 2 0 B b などと成膜装置を共通に用いることができるため、好ましい。

【 0 1 2 8 】

〔レジストマスク 1 4 3 a の形成〕

続いて、金属膜または金属化合物膜 1 4 6 a 上であって、第 1 の電極 1 0 1 B と重なる位置、及び接続電極 1 0 1 C と重なる位置に、それぞれレジストマスク 1 4 3 a を形成する（図 8（C））。

40

【 0 1 2 9 】

レジストマスク 1 4 3 a は、ポジ型のレジスト材料、またはネガ型のレジスト材料など、感光性の樹脂を含むレジスト材料を用いることができる。

【 0 1 3 0 】

ここで、金属膜または金属化合物膜 1 4 6 a を有さずに、酸化アルミニウム膜 1 4 4 a 上にレジストマスク 1 4 3 a を形成する場合、酸化アルミニウム膜 1 4 4 a にピンホールなどの欠陥が存在すると、レジスト材料の溶媒によって、EL 膜 1 2 0 B b が溶解してしま

50

う恐れがある。金属膜または金属化合物膜 1 4 6 a を用いることで、このような不具合が生じることを防ぐことができる。

【 0 1 3 1 】

なお、酸化アルミニウム膜 1 4 4 a にピンホールなどの欠陥が生じにくい膜を用いる場合には、金属膜または金属化合物膜 1 4 6 a を用いずに、酸化アルミニウム膜 1 4 4 a 上に直接、レジストマスク 1 4 3 a を形成してもよい。

【 0 1 3 2 】

〔金属膜または金属化合物膜 1 4 6 a のエッチング〕

続いて、金属膜または金属化合物膜 1 4 6 a の、レジストマスク 1 4 3 a に覆われない一部をエッチングにより除去し、帯状または島状の金属層または金属化合物層 1 4 7 a を形成する。このとき同時に、接続電極 1 0 1 C 上にも金属層または金属化合物層 1 4 7 a が形成される。

10

【 0 1 3 3 】

金属膜または金属化合物膜 1 4 6 a のエッチングの際、酸化アルミニウム膜 1 4 4 a が当該エッチングにより除去されないように、選択比の高いエッチング条件を用いることが好ましい。金属膜または金属化合物膜 1 4 6 a のエッチングは、ウェットエッチングまたはドライエッチングにより行うことができるが、ドライエッチングを用いることで、金属膜または金属化合物膜 1 4 6 a のパターンが縮小することを抑制できる。

【 0 1 3 4 】

〔レジストマスク 1 4 3 a の除去〕

続いて、レジストマスク 1 4 3 a を除去する（図 8（D））。

20

【 0 1 3 5 】

レジストマスク 1 4 3 a の除去は、ウェットエッチングまたはドライエッチングにより行うことができる。特に、酸素ガスをエッチングガスに用いたドライエッチング（プラズマアッシングともいう）により、レジストマスク 1 4 3 a を除去することが好ましい。

【 0 1 3 6 】

このとき、レジストマスク 1 4 3 a の除去は、EL 膜 1 2 0 B b が酸化アルミニウム膜 1 4 4 a に覆われた状態で行われるため、EL 膜 1 2 0 B b への影響が抑制されている。特に、EL 膜 1 2 0 B b が酸素に触れると、電気特性に悪影響を及ぼす場合があるため、プラズマアッシングなどの、酸素ガスをを用いたエッチングを行う場合には好適である。

30

【 0 1 3 7 】

〔酸化アルミニウム膜 1 4 4 a のエッチング〕

続いて、金属層または金属化合物層 1 4 7 a をマスクとして用いて、酸化アルミニウム膜 1 4 4 a の金属層または金属化合物層 1 4 7 a に覆われない一部をエッチングにより除去し、帯状の酸化アルミニウム層 1 4 5 a を形成する（図 8（E））。このとき同時に、接続電極 1 0 1 C 上にも酸化アルミニウム層 1 4 5 a が形成される。

【 0 1 3 8 】

酸化アルミニウム膜 1 4 4 a のエッチングは、ウェットエッチングまたはドライエッチングにより行うことができるが、ドライエッチング法を用いると、パターンの縮小を抑制できるため好ましい。

40

【 0 1 3 9 】

〔EL 膜 1 2 0 B b、金属層または金属化合物層 1 4 7 a のエッチング〕

続いて、金属層または金属化合物層 1 4 7 a をエッチングにより除去すると同時に、酸化アルミニウム層 1 4 5 a に覆われないバッファ膜 1 4 8 a の一部および EL 膜 1 2 0 B b の一部をエッチングにより除去し、帯状のバッファ層 1 5 2 B および第 1 の EL 層 1 2 0 B を形成する（図 8（F））。このとき同時に、接続電極 1 0 1 C 上の金属層または金属化合物層 1 4 7 a も除去される。

【 0 1 4 0 】

バッファ膜 1 4 8 a と、EL 膜 1 2 0 B b と、金属層または金属化合物層 1 4 7 a とを同一処理によりエッチングすることで、工程を簡略化することができ、表示装置の作製コス

50

トを削減することができるため好ましい。

【0141】

特にEL膜120Bbのエッチングには、酸素を主成分に含まないエッチングガスを用いたドライエッチングを用いることが好ましい。これにより、EL膜120Bbの変質を抑制し、信頼性の高い表示装置を実現できる。酸素を主成分に含まないエッチングガスとしては、例えばCF₄、C₄F₈、SF₆、CHF₃、Cl₂、H₂O、BCl₃、H₂またはHeなどの貴ガスが挙げられる。また、上記ガスと、酸素を含まない希釈ガスとの混合ガスをエッチングガスに用いることができる。

【0142】

なお、EL膜120Bbのエッチングと、金属層または金属化合物層147aのエッチングを、別々に行ってもよい。このとき、EL膜120Bbを先にエッチングしてもよいし、金属層または金属化合物層147aを先にエッチングしてもよい。

【0143】

この時点において、第1のEL層120Bと、接続電極101Cが、酸化アルミニウム層145aに覆われた状態となる。

【0144】

〔第1のEL層120G、第1のEL層120Rの形成〕

同様の工程を繰り返すことによって、島状の第1のEL層120G、バッファ層152G、第1のEL層120R、バッファ層152R、島状の酸化アルミニウム層145b、145cとを形成することができる(図9(A))。

【0145】

〔絶縁層126bの形成〕

続いて、酸化アルミニウム層145a、酸化アルミニウム層145b、及び酸化アルミニウム層145c上に、絶縁層126bを形成する(図9(B))。絶縁層126bは酸化アルミニウム層145a、酸化アルミニウム層145b、及び酸化アルミニウム層145cと同様に作製することができる。

【0146】

〔絶縁層125bの形成〕

その後、絶縁層126bを覆って、絶縁層125bを形成する(図9(C))。絶縁層125bは感光性を有する有機樹脂を用いて形成すればよい。当該有機材料としては例えば、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、イミド樹脂、ポリアミド樹脂、ポリイミドアミド樹脂、シリコーン樹脂、シロキサン樹脂、ベンゾシクロブテン系樹脂、フェノール樹脂、及びこれら樹脂の前駆体等を適用することができる。また、絶縁層125bとして、ポリビニルアルコール(PVA)、ポリビニルブチラル、ポリビニルピロリドン、ポリエチレングリコール、ポリグリセリン、プルラン、水溶性のセルロース、またはアルコール可溶性のポリアミド樹脂等の有機材料を適用することができる場合がある。また、感光性の樹脂としてはフォトレジストを用いることができる場合がある。感光性の樹脂は、ポジ型の材料、またはネガ型の材料を用いることができる場合がある。

【0147】

絶縁層125bは塗布後に加熱処理を行うことが好ましい。当該加熱処理は、EL層の耐熱温度よりも低い温度で行う。加熱処理の際の基板温度としては、50以上200以下、好ましくは60以上150以下、より好ましくは70以上120以下とすればよい。これにより、絶縁層125b中に含まれる溶媒を除去することができる。

【0148】

次に、露光、現像を行って、絶縁層125bの第1の電極101B、101G、101Rおよび第1のEL層120B、120G、120Rと重なる領域に開口部を形成し、絶縁層125を形成する(図9(D))。絶縁層125bに、ポジ型のアクリル樹脂を用いる場合、絶縁層125bを除去する領域に、マスクを用いて可視光線または紫外線を照射すればよい。

【0149】

10

20

30

40

50

また、露光に可視光線を用いる場合、当該可視光線は、i線（波長365nm）を含むことが好ましい。さらに、g線（波長436nm）、またはh線（波長405nm）などを含む可視光線を用いてもよい。

【0150】

現像は、絶縁層125bにアクリル樹脂を用いる場合、現像液として、アルカリ性の溶液を用いることが好ましく、例えば、水酸化テトラメチルアンモニウム水溶液（TMAH）を用いればよい。

【0151】

なお、この後、基板全体に露光を行い、可視光線または紫外光線を絶縁層125に照射することが好ましい。当該露光のエネルギー密度は、 0 mJ/cm^2 より大きく、 800 mJ/cm^2 以下とすればよく、 0 mJ/cm^2 より大きく、 500 mJ/cm^2 以下とすることが好ましい。現像後にこのような露光を行うことで、絶縁層125の透明度を向上させることができる場合がある。また、後の工程における、絶縁層125の端部をテーパ形状に変形させる加熱処理に必要とされる基板温度を低下させることができる場合がある。

【0152】

次に、加熱処理を行うことで、絶縁層125bを、側面にテーパ形状を有する絶縁層125に変形させることができる。当該加熱処理は、EL層の耐熱温度よりも低い温度で行う。加熱処理の際の基板温度としては、50以上200以下、好ましくは60以上150以下、より好ましくは70以上130以下とすればよい。本工程の加熱処理は、絶縁層125の塗布後の加熱処理よりも、基板温度を高くすることが好ましい。これにより、絶縁層125の耐食性も向上させることができる。

【0153】

続いて、絶縁層125bに開口部を形成することにより露出した絶縁層126bの一部をウェットエッチングにより除去すると同時に、酸化アルミニウム層145a、酸化アルミニウム層145b、及び酸化アルミニウム層145cの絶縁層125bに覆われない一部をウェットエッチングにより除去する（図9（E））。

【0154】

例えば、水酸化テトラメチルアンモニウム水溶液（TMAH）、希フッ酸、シュウ酸、リン酸、酢酸、硝酸、またはこれらの混合液体を用いたウェットエッチングを用いることが好ましい。

【0155】

なお、バッファ層152B、バッファ層152G、バッファ層152Rとして、水への溶解性が高い材料を用いる場合には、絶縁層126b、酸化アルミニウム層145a、酸化アルミニウム層145b、及び酸化アルミニウム層145cをウェットエッチングによりある程度酸化除去した後で、残留する絶縁層126b、酸化アルミニウム層145a、酸化アルミニウム層145b、及び酸化アルミニウム層145cの一部を、水または水を溶媒とした液体で処理することによって除去してもよい。酸化アルミニウム層145a、酸化アルミニウム層145b、及び酸化アルミニウム層145cをウェットエッチングによって取りきる必要がないため、酸化アルミニウム層145a、酸化アルミニウム層145b、及び酸化アルミニウム層145cの除去工程においてEL層はほとんどダメージを受けない。

【0156】

または、絶縁層126b、酸化アルミニウム層145a、酸化アルミニウム層145b、及び酸化アルミニウム層145cの一部を、水またはアルコールなどの溶媒に溶解させることで除去することが好ましい。ここで、酸化アルミニウム層145a、酸化アルミニウム層145b、及び酸化アルミニウム層145cを溶解しうるアルコールとしては、エチルアルコール、メチルアルコール、イソプロピルアルコール（IPA）、またはグリセリンなど、様々なアルコールを用いることができる。

【0157】

なお、絶縁層 1 2 6 b、酸化アルミニウム層 1 4 5 a、酸化アルミニウム層 1 4 5 b、酸化アルミニウム層 1 4 5 c の一部を除去する際に、バッファ層 1 5 2 B、バッファ層 1 5 2 G、バッファ層 1 5 2 R の一部が同時に除去されてもよい。

【 0 1 5 8 】

また、絶縁層 1 2 6 b、酸化アルミニウム層 1 4 5 a、酸化アルミニウム層 1 4 5 b、及び酸化アルミニウム層 1 4 5 c の絶縁層 1 2 5 に覆われた一部は、エッチングにより除去されずに、絶縁層 1 2 6 および酸化アルミニウム層 1 4 5 として残ってもよい。

【 0 1 5 9 】

また、絶縁層 1 2 6 b、酸化アルミニウム層 1 4 5 a、酸化アルミニウム層 1 4 5 b、酸化アルミニウム層 1 4 5 c の一部を除去した後に、バッファ層 1 5 2 B、バッファ層 1 5 2 G、バッファ層 1 5 2 R、第 1 の E L 層 1 2 0 B、第 1 の E L 層 1 2 0 G、及び第 1 の E L 層 1 2 0 R の内部に含まれる水、及び表面に吸着する水を除去するため、乾燥処理を行うことが好ましい。例えば、不活性ガス雰囲気または減圧雰囲気下における加熱処理を行うことが好ましい。加熱処理は、基板温度として 5 0 以上 2 0 0 以下、好ましくは 6 0 以上 1 5 0 以下、より好ましくは 7 0 以上 1 2 0 以下の温度で行うことができる。減圧雰囲気とすることで、より低温で乾燥が可能であるため好ましい。

【 0 1 6 0 】

このようにして、第 1 の E L 層 1 2 0 B、第 1 の E L 層 1 2 0 G、及び第 1 の E L 層 1 2 0 R を作り分けることができる。

【 0 1 6 1 】

〔 第 2 の E L 層 1 2 1 の形成 〕

続いて、バッファ層 1 5 2 B、バッファ層 1 5 2 G、及びバッファ層 1 5 2 R、および絶縁層 1 2 5 を覆って第 2 の E L 層 1 2 1 を成膜する。

【 0 1 6 2 】

第 2 の E L 層 1 2 1 は、E L 膜 1 2 0 B b などと同様の方法で成膜することができる。蒸着法により第 2 の E L 層 1 2 1 を成膜する場合には、第 2 の E L 層 1 2 1 が接続電極 1 0 1 C 上に成膜されないように、遮蔽マスクを用いて成膜することが好ましい。

【 0 1 6 3 】

〔 第 2 の電極 1 0 2 の形成 〕

続いて、第 2 の E L 層 1 2 1 及び接続電極 1 0 1 C を覆って第 2 の電極 1 0 2 を形成する (図 9 (F)) 。

【 0 1 6 4 】

第 2 の電極 1 0 2 は、蒸着法またはスパッタリング法などの成膜方法により形成することができる。または、蒸着法で形成した膜と、スパッタリング法で形成した膜を積層させてもよい。このとき、電子注入層 1 1 5 が成膜される領域を包含するように、第 2 の電極 1 0 2 を形成することが好ましい。すなわち、電子注入層 1 1 5 の端部が、第 2 の電極 1 0 2 と重畳する構成とすることができる。第 2 の電極 1 0 2 は、遮蔽マスクを用いて形成することが好ましい。

【 0 1 6 5 】

第 2 の電極 1 0 2 は、表示領域外において、接続電極 1 0 1 C と電気的に接続される。

【 0 1 6 6 】

〔 バリア層の形成 〕

続いて、第 2 の電極 1 0 2 上に、バリア層を形成する。保護層に用いる無機絶縁膜の成膜には、スパッタリング法、PECVD 法、または ALD 法を用いることが好ましい。特に ALD 法は、段差被覆性に優れ、ピンホールなどの欠陥が生じにくいいため、好ましい。また、有機絶縁膜の成膜には、インクジェット法を用いると、所望のエリアに均一な膜を形成できるため好ましい。

【 0 1 6 7 】

以上により、発光装置を作製することができる。

【 0 1 6 8 】

10

20

30

40

50

なお、上記では、第2の電極102と第2のEL層121とを、異なる上面形状となるように形成した場合について示したが、これらを同じ領域に形成してもよい。

【0169】

本実施の形態の構成は、他の実施の形態の構成と適宜組み合わせて用いることができる。

【0170】

(実施の形態4)

本実施の形態では、有機半導体層としてEL層を有する有機半導体デバイスである、有機ELデバイスの構成について図10を参照しながら説明する。有機ELデバイスは、第1の電極101と、第2の電極102との間に発光層を有するEL層を備えた構成を含む有機半導体デバイスである。

10

【0171】

なお、図10において、電子輸送層114と電子注入層115との間にバッファ層152が位置する構成を示すが、これに限定されることはなく、例えば、電子注入層115と第2の電極102との間にバッファ層152が位置する構成であってもよい。バッファ層152としては、実施の形態1で示した構成を用いることができる。

【0172】

第1の電極101および第2の電極102は一方が陽極として機能し、他方が陰極として機能する。図10は第1の電極101が陽極である場合を例に説明する。

【0173】

陽極は、仕事関数の大きい(具体的には4.0eV以上)金属、合金、導電性化合物、およびこれらの混合物などを用いて形成することが好ましい。具体的には、例えば、酸化インジウム-酸化スズ(ITO: Indium Tin Oxide)、ケイ素若しくは酸化ケイ素を含有した酸化インジウム-酸化スズ、酸化インジウム-酸化亜鉛、酸化タングステン及び酸化亜鉛を含有した酸化インジウム(IWZO)等が挙げられる。これらの導電性金属酸化物膜は、通常スパッタリング法により成膜されるが、ゾル-ゲル法などを応用して作製しても構わない。作製方法の例としては、酸化インジウム-酸化亜鉛は、酸化インジウムに対し1~20wt%の酸化亜鉛を加えたターゲットを用いてスパッタリング法により形成する方法などがある。また、酸化タングステン及び酸化亜鉛を含有した酸化インジウム(IWZO)は、酸化インジウムに対し酸化タングステンを0.5~5wt%、酸化亜鉛を0.1~1wt%含有したターゲットを用いてスパッタリング法により形成することもできる。この他に、陽極に用いられる材料は、例えば、金(Au)、白金(Pt)、ニッケル(Ni)、タングステン(W)、クロム(Cr)、モリブデン(Mo)、鉄(Fe)、コバルト(Co)、銅(Cu)、パラジウム(Pd)、または金属材料の窒化物(例えば、窒化チタン)等が挙げられる。又は、陽極に用いられる材料として、グラフェンも用いることができる。なお、後述する複合材料をEL層103における陽極と接する層に用いることで、仕事関数に関わらず、電極材料を選択することができるようになる。

20

30

【0174】

EL層103は積層構造を有していることが好ましいが、当該積層構造については特に限定はなく、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、電子注入層、キャリアブロック層(正孔ブロック層、電子ブロック層)、励起子ブロック層、電荷発生層など、様々な層構造を適用することができる。なお、いずれかの層が設けられていなくてもよい。本実施の形態では、図10に示すように、正孔注入層111、正孔輸送層112、発光層113、電子輸送層114、及び電子注入層115を有する構成について以下に具体的に示す。

40

【0175】

正孔注入層111は、アクセプタ性を有する物質を含む層である。アクセプタ性を有する物質としては、有機化合物と無機化合物のいずれも用いることが可能である。

【0176】

アクセプタ性を有する物質としては、電子吸引基(ハロゲン基またはシアノ基)を有する

50

化合物を用いることができ、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、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挙げることができる。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が、熱的に安定であり好ましい。また、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、C1=CC=C(C=C1)C#N、C1=CC=C(C=C1)C#N - 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]、C1=CC=C(C=C1)C#N、C1=CC=C(C=C1)C#N - 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]、C1=CC=C(C=C1)C#N、C1=CC=C(C=C1)C#N - 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] などが挙げられる。アクセプタ性を有する物質としては以上で述べた有機化合物以外にも、モリブデン酸化物、バナジウム酸化物、ルテニウム酸化物、タングステン酸化物、マンガン酸化物等を用いることができる。この他、フタロシアニン (略称: H₂Pc)、銅フタロシアニン (略称: CuPc) 等のフタロシアニン系の錯体化合物、4, 4' - ビス [N - (4 - ジフェニルアミノフェニル) - N - フェニルアミノ] 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 - 4, 4' - ジアミノビフェニル (略称: DNTPD) 等の芳香族アミン化合物、或いはポリ (3, 4 - エチレンジオキシチオフェン) / ポリ (スチレンスルホン酸) (略称: PEDOT/ PSS) 等の高分子等によっても正孔注入層 111 を形成することができる。アクセプタ性を有する物質は、隣接する正孔輸送層 (あるいは正孔輸送材料) から、電界の印加により電子を引き抜くことができる。

【0177】

なお、アクセプタ性を有する物質の中でもアクセプタ性を有する有機化合物は蒸着が容易で成膜がしやすいため、使いやすい材料である。

【0178】

また、正孔注入層 111 として、正孔輸送性を有する材料に上記アクセプタ性物質を含有させた複合材料を用いることもできる。なお、正孔輸送性を有する材料にアクセプタ性物質を含有させた複合材料を用いることにより、仕事関数に依らず電極を形成する材料を選ぶことができる。つまり、陽極として仕事関数の大きい材料だけでなく、仕事関数の小さい材料も用いることができるようになる。

【0179】

複合材料に用いる正孔輸送性を有する材料としては、芳香族アミン化合物、カルバゾール誘導体、芳香族炭化水素、高分子化合物 (オリゴマー、 dendrimer、ポリマー等) など、種々の有機化合物を用いることができる。なお、複合材料に用いる正孔輸送性を有する材料としては、 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する物質であることが好ましい。以下では、複合材料における正孔輸送性を有する材料として用いることのできる有機化合物を具体的に列挙する。

【0180】

複合材料に用いることのできる芳香族アミン化合物としては、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: DTDPPA)、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 - 4, 4' - ジアミノビフェニル (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) 等を挙げることができる。カルバゾール誘導体としては、具体的には、3

- [N - (9 - フェニルカルバゾール - 3 - イル) - N - フェニルアミノ] - 9 - フェニルカルバゾール (略称 : P C z P C A 1)、3, 6 - ビス [N - (9 - フェニルカルバゾール - 3 - イル) - N - フェニルアミノ] - 9 - フェニルカルバゾール (略称 : P C z P C A 2)、3 - [N - (1 - ナフチル) - N - (9 - フェニルカルバゾール - 3 - イル) アミノ] - 9 - フェニルカルバゾール (略称 : P C z P C N 1)、4, 4' - ジ (N - カルバゾリル) ビフェニル (略称 : C B 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] - 9 H - カルバゾール (略称 : C z P A)、1, 4 - ビス [4 - (N - カルバゾリル) フェニル] - 2, 3, 5, 6 - テトラフェニルベンゼン等を用いることができる。芳香族炭化水素としては、例えば、2 - tert - ブチル - 9, 10 - ジ (2 - ナフチル) アントラセン (略称 : t - B u D N A)、2 - tert - ブチル - 9, 10 - ジ (1 - ナフチル) アントラセン、9, 10 - ビス (3, 5 - ジフェニルフェニル) アントラセン (略称 : D P P A)、2 - tert - ブチル - 9, 10 - ビス (4 - フェニルフェニル) アントラセン (略称 : t - B u D B A)、9, 10 - ジ (2 - ナフチル) アントラセン (略称 : D N A)、9, 10 - ジフェニルアントラセン (略称 : D P A n t h)、2 - tert - ブチルアントラセン (略称 : t - B u A n t h)、9, 10 - ビス (4 - メチル - 1 - ナフチル) アントラセン (略称 : D M N A)、2 - tert - ブチル - 9, 10 - ビス [2 - (1 - ナフチル) フェニル] アントラセン、9, 10 - ビス [2 - (1 - ナフチル) フェニル] アントラセン、2, 3, 6, 7 - テトラメチル - 9, 10 - ジ (1 - ナフチル) アントラセン、2, 3, 6, 7 - テトラメチル - 9, 10 - ジ (2 - ナフチル) アントラセン、9, 9' - ビアントリル、10, 10' - ジフェニル - 9, 9' - ビアントリル、10, 10' - ビス (2 - フェニルフェニル) - 9, 9' - ビアントリル、10, 10' - ビス [(2, 3, 4, 5, 6 - ペンタフェニル) フェニル] - 9, 9' - ビアントリル、アントラセン、テトラセン、ルブレン、ペリレン、2, 5, 8, 11 - テトラ (tert - ブチル) ペリレン等が挙げられる。また、この他、ペンタセン、コロネン等も用いることができる。また、ビニル骨格を有していてもよい。ビニル基を有している芳香族炭化水素としては、例えば、4, 4' - ビス (2, 2 - ジフェニルビニル) ビフェニル (略称 : D P V B i)、9, 10 - ビス [4 - (2, 2 - ジフェニルビニル) フェニル] アントラセン (略称 : D P V P A) 等が挙げられる。なお、本発明の一態様の有機化合物も用いることができる。

【 0 1 8 1 】

また、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 : P T P D M A)、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 : P o l y - T P D) 等の高分子化合物を用いることもできる。

【 0 1 8 2 】

複合材料に用いられる正孔輸送性を有する材料としては、カルバゾール骨格、ジベンゾフラン骨格、ジベンゾチオフェン骨格およびアントラセン骨格のいずれかを有していることがより好ましい。特に、ジベンゾフラン環またはジベンゾチオフェン環を含む置換基を有する芳香族アミン、ナフタレン環を有する芳香族モノアミン、または9 - フルオレニル基がアリーレン基を介してアミンの窒素に結合する芳香族モノアミンであっても良い。なお、これら有機化合物が、N, N - ビス (4 - ビフェニル) アミノ基を有する物質であると、寿命の良好な有機ELデバイスを作製することができるため好ましい。以上のような有機化合物としては、具体的には、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-ピフェニル)ベンゾ[*b*]ナフト[1,2-*d*]フラン-6-ア
 ミン(略称:BBABnf(6))、N,N-ビス(4-ピフェニル)ベンゾ[*b*]ナフ
 ト[1,2-*d*]フラン-8-アミン(略称:BBABnf(8))、N,N-ビス(4
 -ピフェニル)ベンゾ[*b*]ナフト[2,3-*d*]フラン-4-アミン(略称:BBAB
 nf(II)(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:DBfBB1TP)、N-[4-(ジベンゾチオ
 フェン-4-イル)フェニル]-N-フェニル-4-ピフェニルアミン(略称:ThBA
 1BP)、4-(2-ナフチル)-4',4''-ジフェニルトリフェニルアミン(略称:
 BBANB)、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:BBANBi)、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:BBANNB)、4,4'-ジフ
 ェニル-4''-(7;1'-ピナフチル-2-イル)トリフェニルアミン(略称:BBA
 NNB-03)、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:BBAPNB-03)、4,4'-ジフェニル-4''-
 (6;2'-ピナフチル-2-イル)トリフェニルアミン(略称:BBA(N2)B)
 、4,4'-ジフェニル-4''-(7;2'-ピナフチル-2-イル)トリフェニルアミン
 (略称:BBA(N2)B-03)、4,4'-ジフェニル-4''-(4;2'-ピナフ
 チル-1-イル)トリフェニルアミン(略称:BBANNB)、4,4'-ジフェニ
 ル-4''-(5;2'-ピナフチル-1-イル)トリフェニルアミン(略称:BBAN
 NB-02)、4-(4-ピフェニル)-4'-(2-ナフチル)-4''-フェニル
 トリフェニルアミン(略称:TPBiANB)、4-(3-ピフェニル)-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:mTPB
 iANBi)、4-(4-ピフェニル)-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:TPBiANBi)、4-フェニル-4
 '-(1-ナフチル)トリフェニルアミン(略称:NBAB1BP)、4,4'-ビス(1
 -ナフチル)トリフェニルアミン(略称:NBAB1BP)、4,4'-ジフェニル-4'
 '-[4'-(カルバゾール-9-イル)ピフェニル-4-イル]トリフェニルアミン(略
 称:YGTBi1BP)、4'-[4-(3-フェニル-9H-カルバゾール-9-イル
)フェニル]トリス(1,1'-ピフェニル-4-イル)アミン(略称:YGTBi1B
 P-02)、4-[4'-(カルバゾール-9-イル)ピフェニル-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:YGTBiNB)、N-
 [4-(9-フェニル-9H-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[9H-フルオレン]-2-アミン(略称:
 PCBNSF)、N,N-ビス(ピフェニル-4-イル)-9,9'-スピロビ[9H
 -フルオレン]-2-アミン(略称:BBASF)、N,N-ビス(ピフェニル-4-イ
 ル)-9,9'-スピロビ[9H-フルオレン]-4-アミン(略称:BBASF(4))
)、N-(1,1'-ピフェニル-2-イル)-N-(9,9-ジメチル-9H-フルオ
 レン-2-イル)-9,9'-スピロビ[9H-フルオレン]-4-アミン(略称:of
 BiSF)、N-(4-ピフェニル)-N-(9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2
 -イル)ジベンゾフラン-4-アミン(略称:FrBiF)、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:mPDBfBNBN)、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:BPALP)、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:mBPALP)
 、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:BPALBi)、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)、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

10

20

30

40

50

- 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)、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] - 9, 9' - スピロビ [9H - フルオレン] - 2 - アミン (略称: PCBASF)、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: PCBBI F)、N, N - ビス (9, 9 - ジメチル - 9H - フルオレン - 2 - イル) - 9, 9' - スピロビ - 9H - フルオレン - 4 - アミン、N, N - ビス (9, 9 - ジメチル - 9H - フルオレン - 2 - イル) - 9, 9' - スピロビ - 9H - フルオレン - 3 - アミン、N, N - ビス (9, 9 - ジメチル - 9H - フルオレン - 2 - イル) - 9, 9' - スピロビ - 9H - フルオレン - 2 - アミン、N, N - ビス (9, 9 - ジメチル - 9H - フルオレン - 2 - イル) - 9, 9' - スピロビ - 9H - フルオレン - 1 - アミン等を挙げることができる。

【0183】

なお、複合材料に用いられる正孔輸送性を有する材料は - 5.7 eV 以上 - 5.4 eV 以下の比較的深い HOMO (最高被占軌道: Highest occupied molecular orbital) 準位を有する物質であることがさらに好ましい。複合材料に用いられる正孔輸送性を有する材料が比較的深い HOMO 準位を有することによって、正孔輸送層 112 への正孔の注入が容易となり、また、寿命の良好な有機 EL デバイスを得ることが容易となる。また、複合材料に用いられる正孔輸送性を有する材料が比較的深い HOMO 準位を有する物質であることによって、正孔の誘起が適度に抑制されさらに寿命の良好な有機 EL デバイスとすることができる。

【0184】

なお、上記複合材料にさらにアルカリ金属又はアルカリ土類金属のフッ化物を混合 (好ましくは当該層中のフッ素原子の原子比率が 20% 以上) することによって、当該層の屈折率を低下させることができる。これによっても、EL 層 103 内部に屈折率の低い層を形成することができ、有機 EL デバイスの外部量子効率を向上させることができる。

【0185】

正孔注入層 111 を形成することによって、正孔の注入性が良好となり、駆動電圧の小さい有機 EL デバイスを得ることができる。

【0186】

正孔輸送層 112 は、正孔輸送性を有する材料を含んで形成される。正孔輸送性を有する材料としては、 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有していることが好ましい。

【0187】

上記正孔輸送性を有する材料としては、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: NPB)、N, N' - ジフェニル - N, N' - ビス (3 - メチルフェニル) - 4, 4' - ジアミノビフェニル (略称: TPD)、N, N' - ビス (9, 9' - スピロビ [9H - フルオレン] - 2 - イル) - N, N' - ジフェニル - 4, 4' - ジアミノビフェニル (略称: BSPB)、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: BPAFLP)、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: mBPAFLP)、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: PCB A1BP)、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)、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: PCB AF)、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] - 9, 9' - スピロビ [9H - フ

10

20

30

40

50

ルオレン] - 2 - アミン (略称: P C B A S F) などの芳香族アミン骨格を有する化合物、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)、3, 3' - ビス (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール) (略称: P C C P)、9, 9' - ビス (ビフェニル - 4 - イル) - 3, 3' - ビ - 9 H - カルバゾール (略称: B i s B P C z)、9, 9' - ビス (1, 1' - ビフェニル - 3 - イル) - 3, 3' - ビ - 9 H - カルバゾール (略称: B i s m B P C z)、9 - (1, 1' - ビフェニル - 3 - イル) - 9' - (1, 1' - ビフェニル - 4 - イル) - 9 H, 9' H - 3, 3' - ビカルバゾール (略称: m B P C C B P)、9 - (2 - ナフチル) - 9' - フェニル - 9 H, 9' H - 3, 3' - ビカルバゾール (略称: N C C P) 10、9 - (3 - ビフェニル) - 9' - (2 - ナフチル) - 3, 3' - ビ - 9 H - カルバゾール (略称: N C C m B P)、9 - (4 - ビフェニル) - 9' - (2 - ナフチル) - 3, 3' - ビ - 9 H - カルバゾール (略称: N C C B P)、9, 9' - ジ - 2 - ナフチル - 3, 3' - 9 H, 9' H - ビカルバゾール (略称: B i s N C z)、9 - (2 - ナフチル) - 9' - [1, 1' : 4', 1" - ターフェニル] - 3 - イル - 3, 3' - 9 H, 9' H - ビカルバゾール、9 - (2 - ナフチル) - 9' - [1, 1' : 3', 1" - ターフェニル] - 3 - イル - 3, 3' - 9 H, 9' H - ビカルバゾール、9 - (2 - ナフチル) - 9' - [1, 1' : 3', 1" - ターフェニル] - 5' - イル - 3, 3' - 9 H, 9' H - ビカルバゾール、9 - (2 - ナフチル) - 9' - [1, 1' : 4', 1" - ターフェニル] - 4 - イル - 3, 3' - 9 H, 9' H - ビカルバゾール、9 - (2 - ナフチル) - 9' - [1, 1' : 3', 1" - ターフェニル] - 4 - イル - 3, 3' - 9 H, 9' H - ビカルバゾール、9 - (2 - ナフチル) - 9' - (トリフェニレン - 2 - イル) - 3, 3' - 9 H, 9' H - ビカルバゾール、9 - フェニル - 9' - (トリフェニレン - 2 - イル) - 3, 3' - 9 H, 9' H - ビカルバゾール (略称: P C C z T p)、9, 9' - ビス (トリフェニレン - 2 - イル) - 3, 3' - 9 H, 9' H - ビカルバゾール、9 - (4 - ビフェニル) - 9' - (トリフェニレン - 2 - イル) - 3, 3' - 9 H, 9' H - ビカルバゾール、9 - (トリフェニレン - 2 - イル) - 9' - [1, 1' : 3', 1" - ターフェニル] - 4 - イル - 3, 3' - 9 H, 9' H - ビカルバゾール、などのカルバゾール骨格を有する化合物、4, 4', 4'' - (ベンゼン - 1, 3, 5 - トリイル) トリ (ジベンゾチオフエン) (略称: D B T 3 P - I I)、2, 8 - ジフェニル - 4 - [4 - (9 - フェニル - 9 H - フルオレン - 9 - イル) フェニル] ジベン 30
 ゾチオフエン (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 - フェニルジベンゾチオフエン (略称: D B T F L P - I V) などのチオフエン骨格を有する化合物、4, 4', 4'' - (ベンゼン - 1, 3, 5 - トリイル) トリ (ジベンゾフラン) (略称: D B F 3 P - I I)、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} ジベンゾフラン (略称: m m D B F F L B i - I I) などのフラン骨格を有する化合物が挙げられる。上述した中でも、芳香族アミン骨格を有する化合物、カルバゾール骨格を有する化合物は、信頼性が良好であり、また、正孔輸送性が高く、駆動電圧低減にも寄与するため好ましい。なお、正孔注入層 1 1 1 の複合材料に用いられる正孔輸送性を有する材料として挙げた物質も正孔輸送層 1 1 2 を構成する材料として好適に用いることができる。 40

【0188】

発光層 1 1 3 は発光物質と第 1 の有機化合物を有していることが好ましい。また、さらに第 2 の有機化合物を含んでいてもよい。なお、発光層 1 1 3 は、その他の材料を同時に含んでいても構わない。また、組成の異なる 2 層の積層であってもよい。第 1 の有機化合物は電子輸送性を有する有機化合物であり、第 2 の有機化合物は正孔輸送性を有する有機化合物であることが好ましい。

【0189】

また、発光物質は、蛍光物質であってもりん光物質であっても熱活性化遅延蛍光 (T A D F) を呈する物質であっても構わない。

【0190】

発光層 1 1 3 において、蛍光発光物質として用いることが可能な材料としては、例えば以下のようなものが挙げられる。また、これ以外の蛍光発光物質も用いることができる。

【 0 1 9 1 】

5, 6 - ビス [4 - (1 0 - フェニル - 9 - アントリル) フェニル] - 2, 2 ' - ビピリジン (略称 : P A P 2 B P y)、5, 6 - ビス [4 ' - (1 0 - 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 : P A P P 2 B P y)、N, N ' - ジフェニル - N, N ' - ビス [4 - (9 - フェニル - 9 H - フルオレン - 9 - イル) フェニル] ピレン - 1, 6 - ジアミン (略称 : 1, 6 F L P A P r n)、N, N ' - ビス (3 - メチルフェニル) - N, N ' - ビス [3 - (9 - フェニル - 9 H - フルオレン - 9 - イル) フェニル] ピレン - 1, 6 - ジアミン (略称 : 1, 6 m M e m F L P A P r n) 10

、N, N ' - ビス [4 - (9 H - 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 : Y G A 2 S)、4 - (9 H - カルバゾール - 9 - イル) - 4 ' - (1 0 - フェニル - 9 - アントリル) トリフェニルアミン (略称 : Y G A P A)、4 - (9 H - カルバゾール - 9 - イル) - 4 ' - (9, 1 0 - ジフェニル - 2 - アントリル) トリフェニルアミン (略称 : 2 Y G A P P A)、N, 9 - ジフェニル - N - [4 - (1 0 - フェニル - 9 - アントリル) フェニル] - 9 H - カルバゾール - 3 - アミン (略称 : P C A P A)、ペリレン、2, 5, 8, 1 1 - テトラ - t e r t - ブチルペリレン (略称 : T B P)、4 - (1 0 - フェニル - 9 - アントリル) - 4 ' - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) トリフェニルアミン (略称 : P C B A P A)

、N, N ' ' - (2 - t e r t - ブチルアントラセン - 9, 1 0 - ジイルジ - 4, 1 - フェ 20
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, 1 0 - ジフェニル - 2 - アントリル) フェニル] - 9 H - カルバゾール - 3 - アミン (略称 : 2 P C A P P A)、N - [4 - (9, 1 0 - ジフェニル - 2 - アントリル) フェニル] - N, N ' , N ' - トリフェニル - 1, 4 - フェニレンジアミン (略称 : 2 D P A P P A)、N, N, N ' , N ' , N ' ' , N ' ' , N ' ' ' , N ' ' ' - オクタフェニルジベンゾ [g , p] クリセン - 2, 7, 1 0, 1 5 - テ

トラアミン (略称 : D B C 1)、クマリン 3 0、N - (9, 1 0 - ジフェニル - 2 - アン 30
トリル) - N, 9 - ジフェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - アミン (略称 : 2 P C A P A)、N - [9, 1 0 - ビス (1, 1 ' - ビフェニル - 2 - イル) - 2 - アントリル] - N, 9 - ジフェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - アミン (略称 : 2 P C A B P h A)、N - 30
(9, 1 0 - ジフェニル - 2 - アントリル) - N, N ' , N ' - トリフェニル - 1, 4 - フェニレンジアミン (略称 : 2 D P A P A)、N - [9, 1 0 - ビス (1, 1 ' - ビフェニル - 2 - イル) - 2 - アントリル] - N, N ' , N ' - トリフェニル - 1, 4 - フェニレンジアミン (略称 : 2 D P A B P h A)、9, 1 0 - ビス (1, 1 ' - ビフェニル - 2 - イル) - N - [4 - (9 H - カルバゾール - 9 - イル) フェニル] - N - フェニルアントラ

セン - 2 - アミン (略称 : 2 Y G A B P h A)、N, N, 9 - トリフェニルアントラセン - 9 - アミン (略称 : D P h A P h A)、クマリン 5 4 5 T、N, N ' - ジフェニルキナ 40
クリドン (略称 : D P Q d)、ルブレン、5, 1 2 - ビス (1, 1 ' - ビフェニル - 4 - イル) - 6, 1 1 - ジフェニルテトラセン (略称 : B P T)、2 - { 2 - [4 - (ジメチルアミノ) フェニル] エテニル } - 6 - メチル - 4 H - ピラン - 4 - イリデン) プ 40
ロパンジニトリル (略称 : D C M 1)、2 - { 2 - メチル - 6 - [2 - (2, 3, 6, 7 - テトラヒドロ - 1 H, 5 H - ベンゾ [i j] キノリジン - 9 - イル) エテニル] - 4 H - ピラン - 4 - イリデン } プロパンジニトリル (略称 : D C M 2)、N, N, N ' , N ' -

テトラキス (4 - メチルフェニル) テトラセン - 5, 1 1 - ジアミン (略称 : p - m P h T D)、7, 1 4 - ジフェニル - N, N, N ' , N ' - テトラキス (4 - メチルフェニル) アセナフト [1, 2 - a] フルオランテン - 3, 1 0 - ジアミン (略称 : p - m P h A F D)、2 - { 2 - イソプロピル - 6 - [2 - (1, 1, 7, 7 - テトラメチル - 2, 3, 6, 7 - テトラヒドロ - 1 H, 5 H - ベンゾ [i j] キノリジン - 9 - イル) エテニル] - 4 H - ピラン - 4 - イリデン } プロパンジニトリル (略称 : D C J T I)、2 - { 2 - t e r t - ブチル - 6 - [2 - (1, 1, 7, 7 - テトラメチル - 2, 3, 6, 7 - テト 50

ラヒドロ - 1 H , 5 H - ベンゾ [i j] キノリジン - 9 - イル) エテニル] - 4 H - ピラン - 4 - イリデン } プロパンジニトリル (略称 : D C J T B) 、 2 - (2 , 6 - ビス { 2 - [4 - (ジメチルアミノ) フェニル] エテニル } - 4 H - ピラン - 4 - イリデン) プロパンジニトリル (略称 : B i s D C M) 、 2 - { 2 , 6 - ビス [2 - (8 - メトキシ - 1 , 1 , 7 , 7 - テトラメチル - 2 , 3 , 6 , 7 - テトラヒドロ - 1 H , 5 H - ベンゾ [i j] キノリジン - 9 - イル) エテニル] - 4 H - ピラン - 4 - イリデン } プロパンジニトリル (略称 : B i s D C J T M) 、 N , N ' - ジフェニル - N , N ' - (1 , 6 - ピレンジイル) ビス [(6 - フェニルベンゾ [b] ナフト [1 , 2 - d] フラン) - 8 - アミン] (略称 : 1 , 6 B n f A P r n - 0 3) 、 3 , 1 0 - ビス [N - (9 - フェニル - 9 H - 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 , 1 0 P C A 2 N b f (I V) - 0 2) 、 3 , 1 0 - 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 , 1 0 F r A 2 N b f (I V) - 0 2) 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 - 0 3 のようなピレンジアミン化合物に代表される縮合芳香族ジアミン化合物は、ホールトラップ性が高く、発光効率、信頼性に優れているため好ましい。

10

【 0 1 9 2 】

発光層 1 1 3 において、発光物質としてりん光発光物質を用いる場合、用いることが可能な材料としては、例えば以下のようなものが挙げられる。

【 0 1 9 3 】

(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 (I I I) (略称 : [I r (5 m d p p m) ₂ (d i b m)]) 、 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 (I I I) (略称 : [I r (5 m d p p m) ₂ (d p m)]) 、 ビス [4 , 6 - ジ (ナフトレン - 1 - イル) ピリミジナト] (ジピバロイルメタナト) イリジウム (I I I) (略称 : [I r (d 1 n p m) ₂ (d p m)]) 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 (2 , 3 , 5 - トリフェニルピラジナト) イリジウム (I I I) (略称 : [I r (t p p r) ₂ (a c a c)]) 、 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 (I I I) (略称 : [I r (t p p r) ₂ (d p m)]) 、 (アセチルアセトナト) ビス [2 , 3 - ビス (4 - フルオロフェニル) キノキサリナト] イリジウム (I I I) (略称 : [I r (F d p q) ₂ (a c a c)]) 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 (1 - フェニルイソキノリナト - N , C ² ') イリジウム (I I I) (略称 : [I r (p i q) ₃]) 、 ビス (1 - フェニルイソキノリナト - N , C ² ') イリジウム (I I I) アセチルアセトナト (略称 : [I r (p i q) ₂ (a c a c)]) 、 (3 , 7 - ジエチル - 4 , 6 - ノナンジオナト - O 4 , O 6) ビス [2 , 4 - ジメチル - 6 - [7 - (1 - メチルエチル) - 1 - イソキノリニル - N] フェニル - C] イリジウム (I I I) 、 (3 , 7 - ジエチル - 4 , 6 - ノナンジオナト - O 4 , O 6) ビス [2 , 4 - ジメチル - 6 - [5 - (1 - メチルエチル) - 2 - キノリニル - N] フェニル - C] イリジウム (I I I) 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の他、2 , 3 , 7 , 8 , 1 2 , 1 3 , 1 7 , 1 8 - オクタエチル - 2 1 H , 2 3 H - ポルフィリン白金 (I I) (略称 : P t O E P) のような白金錯体、トリス (1 , 3 - ジフェニル - 1 , 3 - プロパンジオナト) (モノフェナントロリン) ユーロピウム (I I I) (略称 : [E u (D B M) ₃ (P h e n)]) 、 トリス [1 - (2 - テノイル) - 3 , 3 , 3 - トリフルオロアセトナト] (モノフェナントロリン) ユーロピウム (I I I) (略称 : [E u (T T A) ₃ (P h e n)]) のような希土類金属錯体が挙げられる。これらは、6 0 0 n m から 7 0 0 n m までの波長域において発光のピークを有する。また、ピラジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体は、色度の良い赤色発光が得られる。なおその他公知の赤色りん光発光を呈する物質を用いることもできる。

20

30

40

【 0 1 9 4 】

50

トリス{ 2 - [5 - (2 - メチルフェニル) - 4 - (2 , 6 - ジメチルフェニル) - 4 H - 1 , 2 , 4 - トリアゾール - 3 - イル - N₂] フェニル - C } イリジウム (I I I) (略称 : [I r (m p p t z - d m p)₃])、トリス (5 - メチル - 3 , 4 - ジフェニル - 4 H - 1 , 2 , 4 - トリアゾラト) イリジウム (I I I) (略称 : [I r (M p t z)₃]) のような 4 H - トリアゾール骨格を有する有機金属イリジウム錯体、トリス [3 - メチル - 1 - (2 - メチルフェニル) - 5 - フェニル - 1 H - 1 , 2 , 4 - トリアゾラト] イリジウム (I I I) (略称 : [I r (M p t z 1 - m p)₃])、トリス (1 - メチル - 5 - フェニル - 3 - プロピル - 1 H - 1 , 2 , 4 - トリアゾラト) イリジウム (I I I) (略称 : [I r (P r p t z 1 - M e)₃]) のような 1 H - トリアゾール骨格を有する有機金属イリジウム錯体、f a c - トリス [1 - (2 , 6 - ジイソプロピルフェニル) - 2 - フェニル - 1 H - イミダゾール] イリジウム (I I I) (略称 : [I r (i P r p m i)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 (I I I) (略称 : [I r (d m p i m p t - M e)₃])、トリス (2 - [1 - { 2 , 6 - ビス (1 - メチルエチル) フェニル } - 1 H - イミダゾール - 2 - イル - N₃] - 4 - シアノフェニル - C) イリジウム (I I I) (略称 : C N I m I r) のようなイミダゾール骨格を有する有機金属イリジウム錯体、トリス [(6 - t e r t - ブチル - 3 - フェニル - 2 H - イミダゾ [4 , 5 - b] ピラジン - 1 - イル - C₂) フェニル - C] イリジウム (I I I) (略称 : [I r (c b)₃]) のようなベンゾイミダゾリデン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 , ²C '] イリジウム (I I I) テトラキ 20
 ス (1 - ピラゾリル) ポラート (略称 : F I r 6)、ビス [2 - (4 ' , 6 ' - ジフルオロフェニル) ピリジナト - N , C² '] イリジウム (I I I) ピコリナート (略称 : F I r p i c)、ビス { 2 - [3 ' , 5 ' - ビス (トリフルオロメチル) フェニル] ピリジナト - N , C² ' } イリジウム (I I I) ピコリナート (略称 : [I r (C F₃ p p y)₂ (p i c)])、ビス [2 - (4 ' , 6 ' - ジフルオロフェニル) ピリジナト - N , ²C '] イリジウム (I I I) アセチルアセトナート (略称 : F I r a c a c) のような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イリジウム錯体が挙げられる。これらは青色のりん光発光を示す化合物であり、440 nm から 520 nm までの波長域において発光のピークを有する化合物である。

10

20

30

【 0 1 9 5 】

また、トリス (4 - メチル - 6 - フェニルピリミジナト) イリジウム (I I I) (略称 : [I r (m p p m)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 (I I I) (略称 : [I r (t B u p p m)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 (I I I) (略称 : [I r (m p p m)₂ (a c a c)])、(アセチルアセトナト) ビス (6 - t e r t - ブチル - 4 - フェニルピリミジナト) イリジウム (I I I) (略称 : [I r (t B u p p m)₂ (a c a c)])、(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 (I I I) (略称 : [I r (n b p p m)₂ (a c a c)])、(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 (I I I) (略称 : [I r (m p m p p m)₂ (a c a c)])、(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 (I I I) (略称 : [I r (d p p m)₂ (a c a c)]) 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 (I I I) (略称 : [I r (m p p r - M e)₂ (a c a c)])、(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 (I I I) (略称 : [I r (m p p r - i P r)₂ (a c a c)]) 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 (I I I) (略称 : [I r (p p y)₃])、ビス (2 - フェニルピリジナト - N , C² ') イリジウム (I I I) アセチルアセトナート (略称 : [I r (p p y)₂ (a c a c)])、ビス (ベンゾ [h] キノリナト) イリジウム (I I I) 40
 50

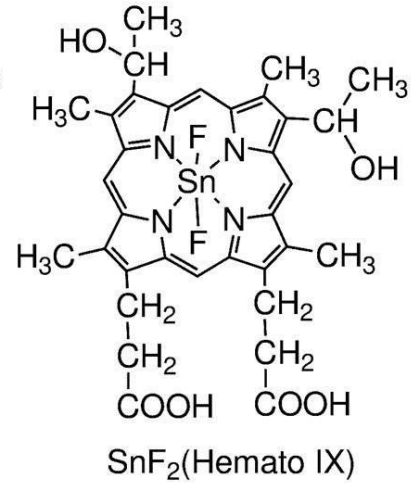
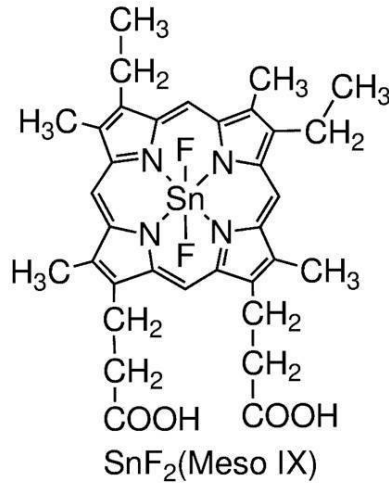
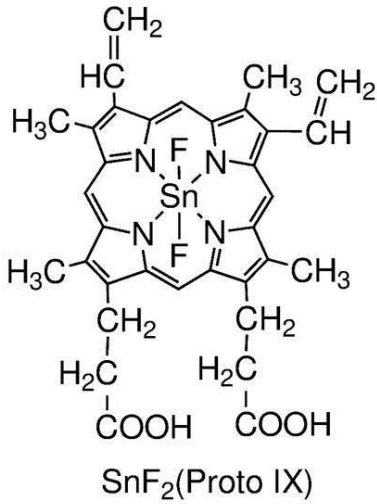
) アセチルアセトナート (略称: $[Ir(bzq)_2(acac)]$)、トリス(ベンゾ
 $[h]$ キノリナト)イリジウム (III) (略称: $[Ir(bzq)_3]$)、トリス(2
 -フェニルキノリナト-N, C^2')イリジウム (III) (略称: $[Ir(pq)_3]$
)、ビス(2-フェニルキノリナト-N, C^2')イリジウム (III) アセチルアセト
 ナート (略称: $[Ir(pq)_2(acac)]$)、 $[2-d3-メチル-8-(2-ピ
 リジニル-N)ベンゾフロ[2,3-b]ピリジン-C]$ ビス $[2-(5-d3-メ
 チル-2-ピリジニル-N_2)フェニル-C]$ イリジウム (III) (略称: $Ir(5mppy-d3)_2(mbfppy-d3)$)、 $[2-(メチル-d3)-8-[4
 -(1-メチルエチル-1-d)-2-ピリジニル-N]$ ベンゾフロ $[2,3-b]$ ピ
 リジン-7-イル-C]ビス $[5-(メチル-d3)-2-[5-(メチル-d3)-$ 10
 $2-ピリジニル-N]$ フェニル-C]イリジウム (III) (略称: $Ir(5mtpy-d6)_2(mbfppy-iPr-d4)$)、 $[2-d3-メチル-(2-ピリジ
 ニル-N)ベンゾフロ[2,3-b]ピリジン-C]$ ビス $[2-(2-ピリジニル-
 N)フェニル-C]$ イリジウム (III) (略称: $Ir(ppy)_2(mbfppy-d3)$)、 $[2-(4-d3-メチル-5-フェニル-2-ピリジニル-N_2)フ
 エニル-C]$ ビス $[2-(5-d3-メチル-2-ピリジニル-N_2)フェニル-
 C]$ イリジウム (III) (略称: $[Ir(5mppy-d3)_2(mdppy-d3)]$)、 $[2-メチル-(2-ピリジニル-N)ベンゾフロ[2,3-b]ピリジン-
 C]$ ビス $[2-(2-ピリジニル-N)フェニル-C]$ イリジウム (III) (略称
 : $[Ir(ppy)_2(mbfppy)]$)、 $[2-(4-メチル-5-フェニル-2$ 20
 $-ピリジニル-N)フェニル-C]$ ビス $[2-(2-ピリジニル-N)フェニル-
 C]$ イリジウム (III) (略称: $Ir(ppy)_2(mdppy)$) 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。これらは主に緑色のりん光発光を示す化合物であり
 、500nmから600nmまでの波長域において発光のピークを有する。なお、ピリミ
 ジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体は、信頼性および発光効率にも際だって優れる
 ため、特に好ましい。

【0196】

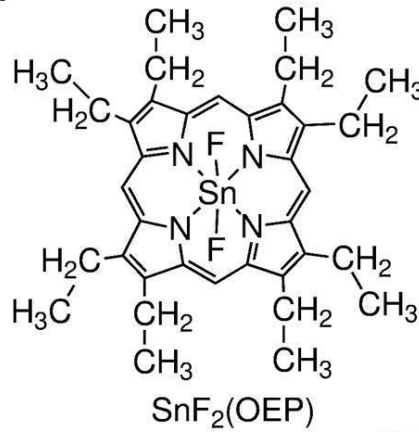
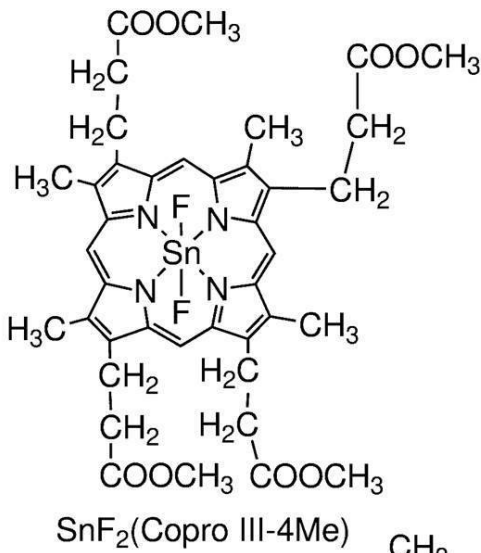
TADF材料としてはフラーレン及びその誘導体、アクリジン及びその誘導体、エオシン 30
 誘導体等を用いることができる。またマグネシウム(Mg)、亜鉛(Zn)、カドミウム
 (Cd)、スズ(Sn)、白金(Pt)、インジウム(In)、もしくはパラジウム(Pd)
)等を含む金属含有ポルフィリンが挙げられる。該金属含有ポルフィリンとしては、例
 えば、以下の構造式に示されるプロトポルフィリン-フッ化スズ錯体($SnF_2(ProtoIX)$)、
 メソポルフィリン-フッ化スズ錯体($SnF_2(MesoIX)$)、
 ヘマトポルフィリン-フッ化スズ錯体($SnF_2(HematoIX)$)、コプロポル
 フィリントトラメチルエステル-フッ化スズ錯体($SnF_2(CoproIII-4Me)$)、
 オクタエチルポルフィリン-フッ化スズ錯体($SnF_2(OEP)$)、エチオポ
 ルフィリン-フッ化スズ錯体($SnF_2(EtioI)$)、オクタエチルポルフィリン
 -塩化白金錯体($PtCl_2OEP$)等も挙げられる。 40

【0197】

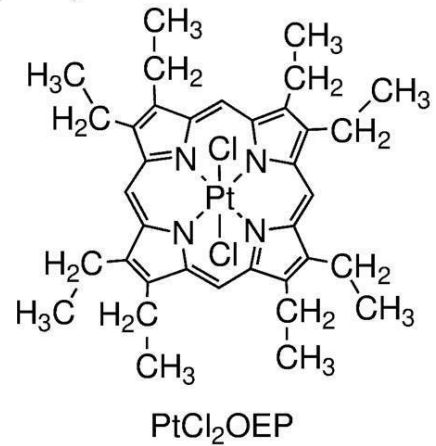
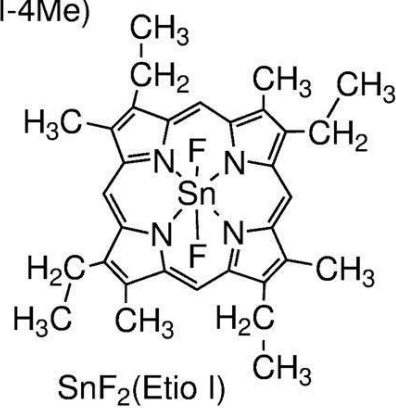
【化 1】



10



20

SnF₂(Copro III-4Me)

30

40

【 0 1 9 8 】

また、以下の構造式に示される 2 - (ピフェニル - 4 - イル) - 4 , 6 - ビス (1 2 - フェニルインドロ [2 , 3 - a] カルバゾール - 1 1 - イル) - 1 , 3 , 5 - トリアジン (略称 : P I C - T R Z)、 9 - (4 , 6 - ジフェニル - 1 , 3 , 5 - トリアジン - 2 - イル) - 9 ' - フェニル - 9 H , 9 ' H - 3 , 3 ' - ビカルバゾール (略称 : P C C z T z n)、 9 - [4 - (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 - 3 , 3 ' - ビ - 9 H - カルバゾール (略称 : P C C z P T z n)、 2 - [4 - (1 0 H - フェノキサジン - 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 -

50

ジヒドロフェナジン - 10 - イル)フェニル] - 4, 5 - ジフェニル - 1, 2, 4 - トリアゾール (略称: P P Z - 3 T P T)、3 - (9, 9 - ジメチル - 9 H - アクリジン - 10 - 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, 10 - 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)、10 - フェニル - 10 H, 10' H - スピロ [アクリジン - 9, 9' - アントラセン] - 10' - オン (略称: A C R S A)、等の電子過剰型複素芳香環と電子不足型複素芳香環の一方または両方を有する複素環化合物も用いることができる。該複素環化合物は、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ため、電子輸送性及び正孔輸送性が共に高く、好ましい。中でも、電子不足型複素芳香環を有する骨格のうち、ピリジン骨格、ジアジン骨格 (ピリミジン骨格、ピラジン骨格、ピリダジン骨格)、およびトリアジン骨格は、安定で信頼性が良好なため好ましい。特に、ベンゾフロピリミジン骨格、ベンゾチエノピリミジン骨格、ベンゾフロピラジン骨格、ベンゾチエノピラジン骨格はアクセプタ性が高く、信頼性が良好なため好ましい。また、電子過剰型複素芳香環を有する骨格の中でも、アクリジン骨格、フェノキサジン骨格、フェノチアジン骨格、フラン骨格、チオフエン骨格、及びピロール骨格は、安定で信頼性が良好なため、当該骨格の少なくとも一を有することが好ましい。なお、フラン骨格としてはジベンゾフラン骨格が、チオフエン骨格としてはジベンゾチオフエン骨格が、それぞれ好ましい。また、ピロール骨格としては、インドール骨格、カルバゾール骨格、インドロカルバゾール骨格、ピカルバゾール骨格、3 - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) - 9 H - カルバゾール骨格が特に好ましい。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電子供与性と電子不足型複素芳香環の電子受容性が共に強くなり、S1準位とT1準位のエネルギー差が小さくなるため、熱活性化遅延蛍光を効率よく得られることから特に好ましい。なお、電子不足型複素芳香環の代わりに、シアノ基のような電子吸引基が結合した芳香環を用いても良い。また、電子過剰型骨格として、芳香族アミン骨格、フェナジン骨格等を用いることができる。また、電子不足型骨格として、キサンテン骨格、チオキサントジン骨格、オキサジアゾール骨格、トリアゾール骨格、イミダゾール骨格、アントラキノン骨格、フェニルボラン、ボラントレン等の含ホウ素骨格、ベンゾニトリルまたはシアノベンゼン等のニトリル基またはシアノ基を有する芳香環、複素芳香環、ベンゾフェノン等のカルボニル骨格、ホスフィンオキシド骨格、スルホン骨格等を用いることができる。このように、電子不足型複素芳香環および電子過剰型複素芳香環の少なくとも一方の代わりに電子不足型骨格および電子過剰型骨格を用いることができる。

10

20

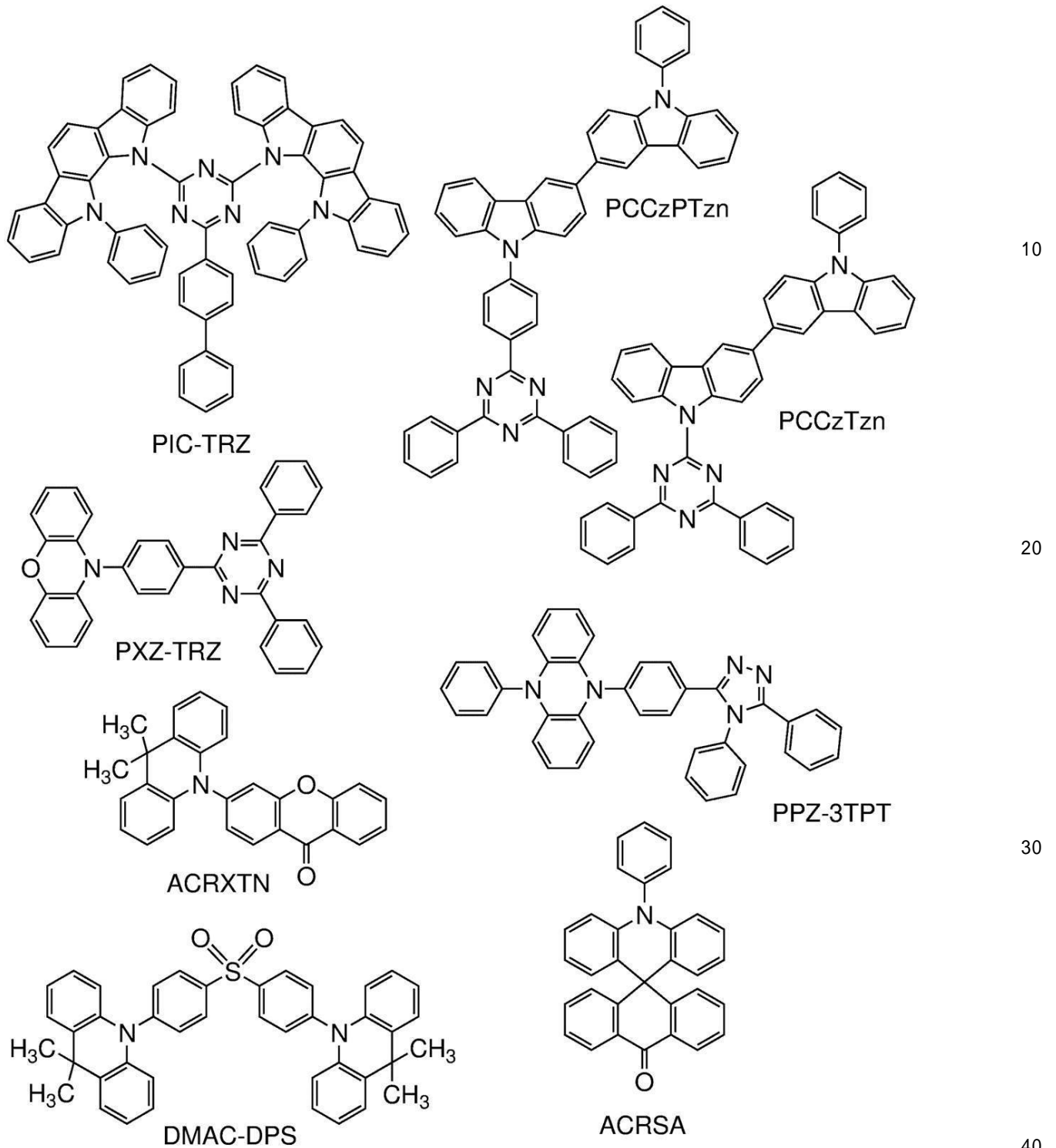
30

【0199】

40

50

【化 2】

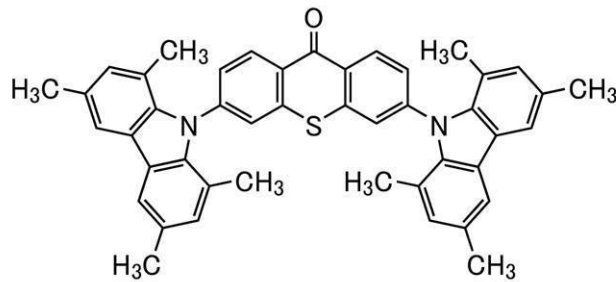


【 0 2 0 0 】

また、非常に高速且つ可逆的な項間交差が可能であり、一重項励起状態と三重項励起状態間が熱平衡モデルに従って発光するTADF材料を用いてもよい。このようなTADF材料は、TADF材料として極めて短い発光寿命(励起寿命)を有し、有機ELデバイスにおける高輝度領域での効率低下を抑制することができる。具体的には、下記に示す分子構造のような材料が挙げられる。

【 0 2 0 1 】

【化 3】



10

【0202】

なお、TADF材料とは、S1準位とT1準位との差が小さく、逆項間交差によって三重項励起エネルギーから一重項励起エネルギーへエネルギーを変換することができる機能を有する材料である。そのため、三重項励起エネルギーをわずかな熱エネルギーによって一重項励起エネルギーにアップコンバート（逆項間交差）が可能で、一重項励起状態を効率よく生成することができる。また、三重項励起エネルギーを発光に変換することができる。

【0203】

また、2種類の物質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。

20

【0204】

なお、T1準位の指標としては、低温（例えば77Kから10K）で観測されるりん光スペクトルを用いればよい。TADF材料としては、その蛍光スペクトルの短波長側の裾において接線を引き、その外挿線の波長のエネルギーをS1準位とし、りん光スペクトルの短波長側の裾において接線を引き、その外挿線の波長のエネルギーをT1準位とした際に、そのS1とT1の差が0.3eV以下であることが好ましく、0.2eV以下であることがさらに好ましい。

30

【0205】

また、TADF材料を発光物質として用いる場合、ホスト材料のS1準位はTADF材料のS1準位より高い方が好ましい。また、ホスト材料のT1準位はTADF材料のT1準位より高いことが好ましい。

【0206】

ホスト材料に用いられる電子輸送材料としては、例えば、ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリナト)ベリリウム(II)(略称: 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(II)(略称: Znq)、ビス[2-(2-ベンゾオキサゾリル)フェノラト]亜鉛(II)(略称: ZnPBO)、ビス[2-(2-ベンゾチアゾリル)フェノラト]亜鉛(II)(略称: ZnBTZ)などの金属錯体、電子不足型複素芳香環を有する有機化合物が挙げられる。電子不足型複素芳香環を有する有機化合物としては、例えば、2-(4-ピフェニル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール(略称: PBD)、3-(4-ピフェニル)-4-フェニル-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,2,4-トリアゾール(略称: TAZ)、1,3-ビス[5-(p-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール-2-イル]ベンゼン(略称: OXD-7)、9-[4-(5-フェニル-1,3,4-オキサジアゾール-2-イル)フェニル]-9H-カルバゾール(略称: CO11)、2,2',2''-(1,3,5-ベンゼントリイル)トリス(1-フェニル

40

50

- 1 H - ベンゾイミダゾール) (略称: TPBI)、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: mDBTBIm - II) などのポリアゾール骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物、2 - [3 - (ジベンゾチオフェン - 4 - イル)フェニル]ジベンゾ [f , h] キノキサリン (略称: 2mDBTPDBq - II)、2 - [3' - (ジベンゾチオフェン - 4 - イル)ピフェニル - 3 - イル]ジベンゾ [f , h] キノキサリン (略称: 2mDBTBPD B q - II)、2 - [3' - (9H - カルバゾール - 9 - イル)ピフェニル - 3 - イル]ジベンゾ [f , h] キノキサリン (略称: 2mCzBPDBq)、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 - I 10
II)、2 , 4 - ビス [4 - (1 - ナフチル)フェニル] - 6 - [4 - (3 - ピリジル)フェニル]ピリミジン (略称: 2 , 4NP - 6PyPPm)、6 - (1 , 1' - ピフェニル - 3 - イル) - 4 - [3 , 5 - ビス (9H - カルバゾール - 9 - イル)フェニル] - 2 - フェニルピリミジン (略称: 6mBP - 4Cz2PPm)、4 - [3 , 5 - ビス (9H - カルバゾール - 9 - イル)フェニル] - 2 - フェニル - 6 - (1 , 1' - ピフェニル - 4 - イル)ピリミジン (略称: 6BP - 4Cz2PPm)、7 - [4 - (9 - フェニル - 9H - カルバゾール - 2 - イル)キナゾリン - 2 - イル] - 7H - ジベンゾ [c , g] カルバゾール (略称: PC - cgDBCzQz)、11 - [(3' - ジベンゾチオフェン - 4 - イル)ピフェニル - 3 - イル]フェナントロ [9' , 10' : 4 , 5] フロ [2 , 3 - b 20
]ピラジン (略称: 11mDBtBP P n f p r)、11 - [(3' - ジベンゾチオフェン - 4 - イル)ピフェニル - 4 - イル]フェナントロ [9' , 10' : 4 , 5] フロ [2 , 3 - b]ピラジン、11 - [3' - (9H - カルバゾール - 9 - イル)ピフェニル - 3 - イル]フェナントロ [9' , 10' : 4 , 5] フロ [2 , 3 - b]ピラジン、12 - (9' - フェニル - 3 , 3' - ビ - 9H - カルバゾール - 9 - イル)フェナントロ [9' , 10' : 4 , 5] フロ [2 , 3 - b]ピラジン (略称: 12PCCzP n f p r)、9 - [(3' - 9 - フェニル - 9H - カルバゾール - 3 - イル)ピフェニル - 4 - イル]ナフト [1' , 2' : 4 , 5] フロ [2 , 3 - b]ピラジン (略称: 9pmPCBP N f p r)、9 - (9' - フェニル - 3 , 3' - ビ - 9H - カルバゾール - 9 - イル)ナフト [1' , 2' : 4 , 5] フロ [2 , 3 - b]ピラジン (略称: 9PCCzN f p r)、10 - (9' - フェニル - 3 , 3' - ビ - 9H - カルバゾール - 9 - イル)ナフト [1' , 2' : 4 , 5] フロ 30
[2 , 3 - b]ピラジン (略称: 10PCCzN f p r)、9 - [3' - (6 - フェニルベンゾ [b]ナフト [1 , 2 - d]フラン - 8 - イル)ピフェニル - 3 - イル]ナフト [1' , 2' : 4 , 5] フロ [2 , 3 - b]ピラジン (略称: 9mB n f B P N f p r)、9 - { 3 - [6 - (9 , 9 - ジメチルフルオレン - 2 - イル)ジベンゾチオフェン - 4 - イル]フェニル }ナフト [1' , 2' : 4 , 5] フロ [2 , 3 - b]ピラジン (略称: 9mFDBtPN f p r)、9 - [3' - (6 - フェニルジベンゾチオフェン - 4 - イル)ピフェニル - 3 - イル]ナフト [1' , 2' : 4 , 5] フロ [2 , 3 - b]ピラジン (略称: 9mDBtBP N f p r - 02)、9 - [3 - (9' - フェニル - 3 , 3' - ビ - 9H - カルバゾール - 9 - イル)フェニル]ナフト [1' , 2' : 4 , 5] フロ [2 , 3 - b]ピラジン (略称: 9mPCCzPN f p r)、9 - [3' - (2 , 8 - ジフェニルジベンゾチオ 40
フェン - 4 - イル)ピフェニル - 3 - イル]ナフト [1' , 2' : 4 , 5] フロ [2 , 3 - b]ピラジン、11 - [3' - (2 , 8 - ジフェニルジベンゾチオフェン - 4 - イル)ピフェニル - 3 - イル]フェナントロ [9' , 10' : 4 , 5] フロ [2 , 3 - b]ピラジンなどのジアジン骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物、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) などのピリジン骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物、2 - [3' - (9 , 9 - ジメチル - 9H - フルオレン - 2 - イル) - 1 , 1' - ピフェニル - 3 - イル] - 4 , 6 - ジフェニル - 1 , 3 , 5 - トリアジン (略称: mFBPTzn)、2 - [(1 , 1' - ピフェニル) - 4 - イル] - 4 - フェニル - 6 - [9 , 9' - スピロビ (9H - フルオレン) - 2 - イル] 50

- 1, 3, 5 - トリアジン (略称: BP-SFTzn)、2 - { 3 - [3 - (ベンゾ [b] ナフト [1, 2 - d] フラン - 8 - 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: mBnfBPTzn)、2 - { 3 - [3 - (ベンゾ [b] ナフト [1, 2 - d] フラン - 6 - 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: mBnfBPTzn - 02)、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 - 5 H, 7 H - インデノ [2, 1 - b] カルバゾール (略称: mINc (II) PTzn)、2 - [3' - (トリフェニレン - 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: mTpBPTzn)、3 - [9 - (4, 6 - ジフェニル - 1, 3, 5 - トリアジン - 2 - イル) - 2 - ジベンゾフラニル] - 9 - フェニル - 9 H - カルバゾール (略称: PCDBfTzn)、2 - [1, 1' - ビフェニル] - 3 - イル - 4 - フェニル - 6 - (8 - [1, 1' : 4', 1'' - ターフェニル] - 4 - イル - 1 - ジベンゾフラニル) - 1, 3, 5 - トリアジン (略称: mBP-TPDBfTzn) などのトリアジン骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物が挙げられる。上述した中でも、ジアジン骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物、ピリジン骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物、トリアジン骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物は、信頼性が良好であり好ましい。特に、ジアジン (ピリミジン、ピラジン) 骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物、トリアジン骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物は、電子輸送性が高く、駆動電圧低減にも寄与する。

【0207】

ホスト材料に用いられる正孔輸送材料としては、アミン骨格、電子過剰型複素芳香環を有する有機化合物を用いることができる。当該アミン骨格、電子過剰型複素芳香環を有する有機化合物としては、例えば、4, 4' - ビス [N - (1 - ナフチル) - N - フェニルアミノ] ビフェニル (略称: NPB)、N, N' - ジフェニル - N, N' - ビス (3 - メチルフェニル) - 4, 4' - ジアミノビフェニル (略称: TPD)、N, N' - ビス (9, 9' スピロビ [9 H - フルオレン] - 2 - イル) - N, N' - ジフェニル - 4, 4' - ジアミノビフェニル (略称: BSPB)、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: BPALP)、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: mBPALP)、4 - フェニル - 4' - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) トリフェニルアミン (略称: PCB A 1 BP)、4, 4' - ジフェニル - 4'' - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) トリフェニルアミン (略称: PCB Bi 1 BP)、4 - (1 - ナフチル) - 4' - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) トリフェニルアミン (略称: PCB ANB)、4, 4' - ジ (1 - ナフチル) - 4'' - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) トリフェニルアミン (略称: PCB NBB)、9, 9 - ジメチル - N - フェニル - N - [4 - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) フェニル] フルオレン - 2 - アミン (略称: PCB AF)、N - フェニル - N - [4 - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) フェニル] - 9, 9' - スピロビ [9 H - フルオレン] - 2 - アミン (略称: PCB ASF) などの芳香族アミン骨格を有する化合物、1, 3 - ビス (N - カルバゾリル) ベンゼン (略称: mCP)、4, 4' - ジ (N - カルバゾリル) ビフェニル (略称: CBP)、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: CzTP)、3, 3' - ビス (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール) (略称: PCCP)、N - [4 - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) フェニル] - ビス (9, 9 - ジメチル - 9 H - フルオレン - 2 - イル) アミン (略称: PCB FF)、N - (1, 1' - ビフェニル - 4 - イル) - N - [4 - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) フェニル] - 9, 9 - ジメチル - 9 H - フルオレン - 4 - アミン、N - [4 - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) フェニル] - (9, 9 - ジメチル - 9 H - フルオレン - 2 - イル) - 9, 9 - ジメチル - 9 H - フルオレン - 4 - アミン、N - (1, 1' - ビフェニル - 4 - イル) - N - [4 - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) フェニル] - 9, 9 - ジフェニル - 9 H - フル

オレン - 2 - アミン、N - (1 , 1 ' - ビフェニル - 4 - イル) - N - [4 - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) フェニル] - 9 , 9 - ジフェニル - 9 H - フルオレン - 4 - アミン、N - (1 , 1 ' - ビフェニル - 4 - イル) - N - [4 - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) 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 B i S F)、N - (1 , 1 ' - ビフェニル - 4 - イル) - N - [4 - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) フェニル] - 9 , 9 ' - スピロビ (9 H - フルオレン) - 4 - アミン、N - [4 - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) フェニル] - N - (1 , 1 ' : 3 ' , 1 ' ' - ターフェニル - 4 - イル) - 9 , 9 - ジメチル - 9 H - フルオレン - 2 - アミン、N - [4 - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) フェニル] - N - (1 , 1 ' : 4 ' , 1 ' ' - ターフェニル - 410 - イル) - 9 , 9 - ジメチル - 9 H - フルオレン - 2 - アミン、N - [4 - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) フェニル] - N - (1 , 1 ' : 3 ' , 1 ' ' - ターフェニル - 4 - イル) - 9 , 9 - ジメチル - 9 H - フルオレン - 4 - アミン、N - [4 - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) フェニル] - N - (1 , 1 ' : 4 ' , 1 ' ' - ターフェニル - 4 - イル) - 9 , 9 - ジメチル - 9 H - フルオレン - 4 - アミンなどのカルバゾール骨格を有する化合物、4 , 4 ' , 4 ' ' - (ベンゼン - 1 , 3 , 5 - トリイル) トリ (ジベンゾチオフエン) (略称 : D B T 3 P - I I)、2 , 8 - ジフェニル - 4 - [4 - (9 - フェニル - 9 H - フルオレン - 9 - イル) フェニル] ジベンゾチオフエン (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 - フェニルジベンゾチオフエン (略称 : D B T F L P - I V) などのチ 20 オフェン骨格を有する化合物、4 , 4 ' , 4 ' ' - (ベンゼン - 1 , 3 , 5 - トリイル) トリ (ジベンゾフラン) (略称 : D B F 3 P - I I)、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 } ジベンゾフラン (略称 : m m D B F F L B i - I I) などのフラン骨格を有する化合物が挙げられる。上述した中でも、芳香族アミン骨格を有する化合物、カルバゾール骨格を有する化合物は、信頼性が良好であり、また、正孔輸送性が高く、駆動電圧低減にも寄与するため好ましい。また、正孔輸送層 1 1 2 における、正孔輸送性を有する材料の例として挙げた有機化合物もホストの正孔輸送材料として用いることができる。

【 0 2 0 8 】

なお、電子輸送材料と、正孔輸送材料を混合することによって、発光層 1 1 3 の輸送性を容易に調整することができ、再結合領域の制御を簡便に行うことができる。また、T A D F 材料についても、電子輸送材料または正孔輸送材料として用いることができる。 30

【 0 2 0 9 】

ホスト材料として用いることが可能な T A D F 材料としては、先に T A D F 材料として挙げたものを同様に用いることができる。T A D F 材料をホスト材料として用いると、T A D F 材料で生成した三重項励起エネルギーが、逆項間交差によって一重項励起エネルギーに変換され、さらに発光物質へエネルギー移動することで、有機 E L デバイスの発光効率を高めることもできる。このとき、T A D F 材料がエネルギードナーとして機能し、発光物質がエネルギーアクセプターとして機能する。

【 0 2 1 0 】

これは、上記発光物質が蛍光発光物質である場合に、非常に有効である。また、このとき、高い発光効率を得るためには、T A D F 材料の S 1 準位は、蛍光発光物質の S 1 準位より高いことが好ましい。また、T A D F 材料の T 1 準位は、蛍光発光物質の S 1 準位より高いことが好ましい。したがって、T A D F 材料の T 1 準位は、蛍光発光物質の T 1 準位より高いことが好ましい。 40

【 0 2 1 1 】

また、蛍光発光物質の最も低エネルギー側の吸収帯の波長と重なるような発光を呈する T A D F 材料を用いることが好ましい。そうすることで、T A D F 材料から蛍光発光物質への励起エネルギーの移動がスムーズとなり、効率よく発光が得られるため、好ましい。

【 0 2 1 2 】

また、効率良く三重項励起エネルギーから逆項間交差によって一重項励起エネルギーが生成されるためには、TADF材料でキャリア再結合が生じることが好ましい。また、TADF材料で生成した三重項励起エネルギーが蛍光発光物質の三重項励起エネルギーに移動しないことが好ましい。そのためには、蛍光発光物質は、蛍光発光物質が有する発光団（発光の原因となる骨格）の周囲に保護基を有すると好ましい。該保護基としては、結合を有さない置換基が好ましく、飽和炭化水素が好ましく、具体的には炭素数3以上10以下のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数3以上10以下のシクロアルキル基、炭素数3以上10以下のトリアルキルシリル基が挙げられ、保護基が複数あるとさらに好ましい。結合を有さない置換基は、キャリアを輸送する機能に乏しいため、キャリア輸送およびキャリア再結合に影響をほとんど与えずに、TADF材料と蛍光発光物質の発光団との距離を遠ざけることができる。ここで、発光団とは、蛍光発光物質において発光の原因となる原子団（骨格）を指す。発光団は、結合を有する骨格が好ましく、芳香環を含むことが好ましく、縮合芳香環または縮合複素芳香環を有すると好ましい。縮合芳香環または縮合複素芳香環としては、フェナントレン骨格、スチルベン骨格、アクリドン骨格、フェノキサジン骨格、フェノチアジン骨格等が挙げられる。特にナフタレン骨格、アントラセン骨格、フルオレン骨格、クリセン骨格、トリフェニレン骨格、テトラセン骨格、ピレン骨格、ペリレン骨格、クマリン骨格、キナクリドン骨格、ナフトビスベンゾフラン骨格を有する蛍光発光物質は蛍光量子収率が高いため好ましい。

10

【0213】

蛍光発光物質を発光物質として用いる場合、ホスト材料としては、アントラセン骨格を有する材料が好適である。アントラセン骨格を有する物質を蛍光発光物質のホスト材料として用いると、発光効率、耐久性共に良好な発光層を実現することが可能である。ホスト材料として用いるアントラセン骨格を有する物質としては、ジフェニルアントラセン骨格、特に9,10-ジフェニルアントラセン骨格を有する物質が化学的に安定であるため好ましい。また、ホスト材料がカルバゾール骨格を有する場合、正孔の注入・輸送性が高まるため好ましいが、カルバゾールにベンゼン環がさらに縮合したベンゾカルバゾール骨格を含む場合、カルバゾールよりもHOMOが0.1eV程度浅くなり、正孔が入りやすくなるためより好ましい。特に、ホスト材料がジベンゾカルバゾール骨格を含む場合、カルバゾールよりもHOMOが0.1eV程度浅くなり、正孔が入りやすくなる上に、正孔輸送性にも優れ、耐熱性も高くなるため好適である。したがって、さらにホスト材料として好ましいのは、9,10-ジフェニルアントラセン骨格およびカルバゾール骨格（あるいはベンゾカルバゾール骨格、ジベンゾカルバゾール骨格）を同時に有する物質である。なお、上記の正孔注入・輸送性の観点から、カルバゾール骨格に換えて、ベンゾフルオレン骨格、ジベンゾフルオレン骨格を用いてもよい。このような物質の例としては、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-[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-[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)ピフェニル-4'-イル}アントラセン（略称：FLPPA）、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-NPAnth）、9-(1-ナフチル)-10-(2-ナフチル)アントラセン（略称：, -ADN）、2-(10-フェニルアントラセン-9-イル)ジベンゾフラン、2-(10-フェニル-9-アントラセニル)-ベンゾ[*b*]ナフト[2,3-*d*]フラン（略称：Bnf(II)PhA）、9-(2-ナフチル)-10-[3-(2-ナフチル)フェニル]アントラセン（略称：N-mNPAnth）、1-[4-(10-[1,1'-ピフェニル]-4-イル-9-アントラセニル)フェニル]-2-エチル-1H-ベンゾイミダゾール（略称：EtBImPBPh

20

30

40

50

A)、2,9-ジ(1-ナフチル)-10-フェニルアントラセン(略称:2-N-NPhA)、9-(1-ナフチル)-10-[3-(1-ナフチル)フェニル]アントラセン(略称:N-mNPAnth)、9-(2-ナフチル)-10-[3-(1-ナフチル)フェニル]アントラセン(略称:N-mNPAnth)、9-(1-ナフチル)-10-[4-(1-ナフチル)フェニル]アントラセン(略称:N-NPAnth)、9-(2-ナフチル)-10-[4-(2-ナフチル)フェニル]アントラセン(略称:N-NPAnth)、2-(1-ナフチル)-9-(2-ナフチル)-10-フェニルアントラセン(略称:2-N-NPh)等が挙げられる。特に、CzPA、cgDBCzPA、2mBnfPPA、PCzPAは非常に良好な特性を示すため、好ましい選択である。

10

【0214】

なお、上記混合された材料の一部として、りん光発光物質を用いることができる。りん光発光物質は、発光物質として蛍光発光物質を用いる際に蛍光発光物質へ励起エネルギーを供与するエネルギードナーとして用いることができる。

【0215】

また、上記混合された材料同士で励起錯体を形成しても良い。当該励起錯体は発光物質の最も低エネルギー側の吸収帯の波長と重なるような発光を呈する励起錯体を形成するような組み合わせを選択することで、エネルギー移動がスムーズとなり、効率よく発光が得られるため好ましい。また、当該構成を用いることで駆動電圧も低下するため好ましい。

【0216】

なお、励起錯体を形成する材料の少なくとも一方は、りん光発光物質であってもよい。そうすることで、三重項励起エネルギーを逆項間交差によって効率よく一重項励起エネルギーへ変換することができる。

20

【0217】

効率よく励起錯体を形成する材料の組み合わせとしては、正孔輸送性を有する材料のHOMO準位が電子輸送性を有する材料のHOMO準位以上であると好ましい。また、正孔輸送性を有する材料のLUMO(最低空軌道:Lowest Unoccupied Molecular Orbital)準位が電子輸送性を有する材料のLUMO準位以上であると好ましい。なお、材料のLUMO準位およびHOMO準位は、サイクリックボルタムメトリ(CV)測定によって測定される材料の電気化学特性(還元電位および酸化電位)から導出することができる。

30

【0218】

なお、励起錯体の形成は、例えば正孔輸送性を有する材料の発光スペクトル、電子輸送性を有する材料の発光スペクトル、およびこれら材料を混合した混合膜の発光スペクトルを比較し、混合膜の発光スペクトルが、各材料の発光スペクトルよりも長波長シフトする(あるいは長波長側に新たなピークを持つ)現象を観測することにより確認することができる。あるいは、正孔輸送性を有する材料の過渡フォトルミネッセンス(PL)、電子輸送性を有する材料の過渡PL、及びこれら材料を混合した混合膜の過渡PLを比較し、混合膜の過渡PL寿命が、各材料の過渡PL寿命よりも長寿命成分を有する、あるいは遅延成分の割合が大きくなるなどの過渡応答の違いを観測することにより、確認することができる。また、上述の過渡PLは過渡エレクトロルミネッセンス(EL)と読み替えても構わない。すなわち、正孔輸送性を有する材料の過渡EL、電子輸送性を有する材料の過渡EL及びこれらの混合膜の過渡ELを比較し、過渡応答の違いを観測することによっても、励起錯体の形成を確認することができる。

40

【0219】

正孔ブロック層を設ける場合、正孔ブロック層は、発光層113に接しており、電子輸送性を有し、且つ正孔をブロック可能な有機化合物を含んで形成される。正孔ブロック層を構成する有機化合物としては、電子輸送性に優れ、正孔輸送性が低く、かつHOMO準位の深い材料を用いることが好適である。具体的には、発光層113に含まれる材料のHOMO準位よりも0.5eV以上深いHOMO準位を有し、電界強度[V/cm]の平方根

50

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。

【0220】

特に、2 - { 3 - [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 } ジベンゾ [f , h] キノキサリン (略称 : 2 m P C C z P D B q)、2 - { 3 - [2 - (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 } ジベンゾ [f , h] キノキサリン (略称 : 2 m P C C z P D B q - 0 2)、2 - { 3 - [3 - (N - フェニル - 9 H - カルバゾール - 2 - イル) - 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 m P C C z P D B q - 0 3)、2 - { 3 - [3 - (N - (3 , 5 - ジ - t e r t - プチルフェニル - 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 } ジベンゾ [f , h] キノキサリン、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 - 3 , 3 ' - ビ - 9 H - カルバゾール (略称 : m 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)、9 - [4 - (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 - 3 , 3 ' - ビ - 9 H - カルバゾール (略称 : P C C z P T z n)、9 - (4 , 6 - ジフェニル - 1 , 3 , 5 - トリアジン - 2 - イル) - 9 ' - フェニル - 3 , 3 ' - ビ - 9 H - カルバゾール (略称 : P C C z T z n (C z T))、9 - [3 - (4 , 6 - ジフェニル - ピリミジン - 2 - イル) フェニル] - 9 ' - フェニル - 3 , 3 ' - ビ - 9 H - カルバゾール (略称 : 2 P C C z P P m)、9 - (4 , 6 - ジフェニル - ピリミジン - 2 - イル) - 9 ' - フェニル - 3 , 3 ' - ビ - 9 H - カルバゾール (略称 : 2 P C C z P m)、4 - [2 - (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] ベンゾフロ [3 , 2 - d] ピリミジン (略称 : 4 P C C z B f p m - 0 2)、4 - { 3 - [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 } ベンゾ [h] キナゾリン、9 - [3 - (2 , 6 - ジフェニル - ピリジン - 4 - イル) フェニル] - 9 ' - フェニル - 3 , 3 ' - ビ - 9 H - カルバゾールが耐熱性が良好であり好ましい。

【0221】

正孔ブロック層としてその他の材料を用いる場合は、後述する正孔輸送層に用いることが可能な材料の中から、発光層113に含まれる材料のHOMO準位よりも深いHOMO準位を有する有機化合物を用いればよい。

【0222】

電子輸送層114は、電子輸送性を有する有機化合物であり、電界強度 [V / c m] 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。なお、上記有機化合物としては電子不足型複素芳香環を有する有機化合物が好ましい。電子不足型複素芳香環を有する有機化合物としては、例えばポリアゾール骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物、ピリジン骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物、ジアジン骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物およびトリアジン骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物のいずれかまたは複数であることが好ましい。

【0223】

上記電子輸送層に用いることが可能な電子不足型複素芳香環を有する有機化合物としては、具体的には、2 - (4 - ビフェニル) - 5 - (4 - t e r t - プチルフェニル) - 1 , 3 , 4 - オキサジアゾール (略称 : P B D)、3 - (4 - ビフェニル) - 4 - フェニル - 5 - (4 - t e r t - プチルフェニル) - 1 , 2 , 4 - トリアゾール (略称 : T A Z)、1 , 3 - ビス [5 - (p - t e r t - プチルフェニル) - 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

)、2, 2', 2'' - (1, 3, 5 - ベンゼントリイル) トリス (1 - フェニル - 1H -
 ベンゾイミダゾール) (略称: TPBI)、2 - [3 - (ジベンゾチオフェン - 4 - イル
)フェニル] - 1 - フェニル - 1H - ベンゾイミダゾール (略称: mDBTBIm - II)
)、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
 zOs) などのアゾール骨格を有する有機化合物、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)、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)、バ
 ソフェナントロリン (略称: Phen)、バソキュプロイン (略称: BCP)、2, 9
 - ジ (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) などのピリジン骨格を有する複素芳香
 環を含む有機化合物、2 - [3 - (ジベンゾチオフェン - 4 - イル)フェニル]ジベンゾ
 [f, h]キノキサリン (略称: 2mDBTPDBq - II)、2 - [3' - (ジベンゾ
 チオフェン - 4 - イル)ピフェニル - 3 - イル]ジベンゾ [f, h]キノキサリン (略称
 : 2mDBTPDBq - II)、2 - [3' - (9H - カルバゾール - 9 - イル)ピフ
 エニル - 3 - イル]ジベンゾ [f, h]キノキサリン (略称: 2mCzBPDBq)、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: 2mpPCBPDBq)、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)ピフェニ
 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)ピフェニル - 3 - イル]ジベンゾ [f
 , h]キノキサリン (略称: 2mCzBPDBq)、2 - [4 - (3, 6 - ジフェニル -
 9H - カルバゾール - 9 - イル)フェニル]ジベンゾ [f, h]キノキサリン (略称: 2
 CzPDBq - III)、7 - [3 - (ジベンゾチオフェン - 4 - イル)フェニル]ジベ
 ンゾ [f, h]キノキサリン (略称: 7mDBTPDBq - II)、6 - [3 - (ジベン
 ゴチオフェン - 4 - イル)フェニル]ジベンゾ [f, h]キノキサリン (略称: 6mDB
 TPDBq - II) 9 - [3' - (ジベンゾチオフェン - 4 - イル)ピフェニル - 3 - イ
 ル]ナフト [1', 2' : 4, 5]フロ [2, 3 - b]ピラジン (略称: 9mDBtBPN
 fpr)、9 - [(3' - ジベンゾチオフェン - 4 - イル)ピフェニル - 4 - イル]ナフ
 ト [1', 2' : 4, 5]フロ [2, 3 - b]ピラジン (略称: 9pmDBtBPNfpr
)、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)、9, 9' - [ピ
 リミジン - 4, 6 - ジイルビス (ピフェニル - 3, 3' - ジイル)]ビス (9H - カルバ
 ゴール) (略称: 4, 6mCzBP2Pm)、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)、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,
 8mDBtP2Bfpr)、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, 8mDBtP2Bfpm)、
 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: 8mDBtBP
 Nfpm)、8 - [(2, 2' - ビナフタレン) - 6 - 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:
 8(N2) - 4mDBtPBfpm)、2, 2' - (ピリジン - 2, 6 - ジイル)ビス
 (4 - フェニルベンゾ [h]キナゾリン) (略称: 2, 6(P - Bqn)2Py)、2,
 2' - (ピリジン - 2, 6 - ジイル)ビス {4 - [4 - (2 - ナフチル)フェニル] - 6

10

20

30

40

50

- フェニルピリミジン } (略称: 2, 6 (NP - P P m) 2 P y)、6 - (1, 1' - ビ
フェニル - 3 - イル) - 4 - [3, 5 - ビス (9 H - カルバゾール - 9 - イル) フェニル
] - 2 - フェニルピリミジン (略称: 6 m B P - 4 C z 2 P P m)、2, 4 - ビス [4 -
(1 - ナフチル) フェニル] - 6 - [4 - (3 - ピリジル) フェニル] ピリミジン (略称
: 2, 4 N P - 6 P y P P m)、4 - [3, 5 - ビス (9 H - カルバゾール - 9 - イル)
フェニル] - 2 - フェニル - 6 - (1, 1' - ビフェニル - 4 - イル) ピリミジン (略称
: 6 B P - 4 C z 2 P P m)、7 - [4 - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 2 - イ
ル) キナゾリン - 2 - イル] - 7 H - ジベンゾ [c, g] カルバゾール (略称: P C - c
g D B C z Q z)、8 - (1, 1' : 4', 1" - テルフェニル - 3 - イル) - 4 - [3 -
(ジベンゾチオフエン - 4 - イル) フェニル] - [1] ベンゾフロ [3, 2 - d] ピリミ
ジン (略称: 8 m p T P - 4 m D B t P B f p m)、4, 8 - ビス [3 - (ジベンゾフラ
ン - 4 - イル) フェニル] - ベンゾフロ [3, 2 - d] ピリミジン、8 - (1, 1' : 4',
, 1" - テルフェニル - 3 - イル) - 4 - [3 - (ジベンゾチオフエン - 4 - イル) ビフ
フェニル - 4 - イル] - ベンゾフロ [3, 2 - d] ピリミジン、4, 8 - ビス [3 - (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, 8 m C z P 2 B f p m)、8 - (1, 1' : 4', 1" - テルフェニル - 3 - イル) -
4 - [3 - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) フェニル] - ベンゾフロ [3,
2 - d] ピリミジン、8 - (1, 1' - ビフェニル - 4 - イル) - 4 - [3 - (9 -
フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) ビフェニル - 3 - イル] - ベンゾフロ [3,
2 - d] ピリミジン、8 - (1, 1' - ビフェニル - 4 - イル) - 4 - {3 - [2 - (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} ベンゾフロ [3, 2 - d] ピリミジン、8 - フェニル - 4 - {3 - [2 - (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} ベ
ンゾフロ [3, 2 - d] ピリミジン、8 - (1, 1' - ビフェニル - 4 - イル) - 4 - (3,
5 - ジ - 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
ミジンなどのジアジン骨格を有する有機化合物、2 - [3' - (9, 9 - ジメチル - 9 H
- 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: m F B P T z n)、2 - [(1, 1' - ビフェニル) -
4 - イル] - 4 - フェニル - 6 - [9, 9' - スピロビ (9 H - フルオレン) - 2 - イル
] - 1, 3, 5 - トリアジン (略称: B P - S F T z n)、2 - {3 - [3 - (ベンゾ [b]
ナフト [1, 2 - d] フラン - 8 - 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: m B n f B P T z n)、2 - {3 - [3 - (ベンゾ
[b] ナフト [1, 2 - d] フラン - 6 - 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: m B n f B P T z n - 0 2)、9 - [4 - (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 - 3
, 3' - ビ - 9 H - カルバゾール (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)、2 - [3' - (9, 9 -
ジメチル - 9 H - 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: m F B P T z n)、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 - 5
H, 7 H - インデノ [2, 1 - b] カルバゾール (略称: m I N c (I I) P T z n)、
2 - {3 - [3 - (ジベンゾチオフエン - 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: m D B t B P T z n)、2, 4, 6 - トリス
(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: T m P P P y T z)、2 - [3 - (2, 6 - ジメチル - 3 - ピリジル) - 5 - (9 -
フェナントリル) フェニル] - 4, 6 - ジフェニル - 1, 3, 5 - トリアジン (略称: m
P n - m D M e P y P T z n)、11 - [4 - (ビフェニル - 4 - イル) - 6 - フェニル
- 1, 3, 5 - トリアジン - 2 - イル] - 11, 12 - ジヒドロ - 12 - フェニルインド
ロ [2, 3 - a] カルバゾール (略称: B P - I c z (I I) T z n)、2 - [3' - (

10

20

30

40

50

トリフェニレン - 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: mTpBPtz n)、3 - [9 - (4, 6 - ジフェニル - 1, 3, 5 - トリアジン - 2 - イル) - 2 - ジベンゾフラニル] - 9 - フェニル - 9 H - カルバゾール (略称: PCDBftzn)、2 - [1, 1' - ビフェニル] - 3 - イル - 4 - フェニル - 6 - (8 - [1, 1' : 4', 1'' - ターフェニル] - 4 - イル - 1 - ジベンゾフラニル) - 1, 3, 5 - トリアジン (略称: mBP - TPDBftzn) などのトリアジン骨格を有する有機化合物が挙げられる。上述した中でも、ジアジン骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物、ピリジン骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物、トリアジン骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物は、信頼性が良好であり好ましい。特に、ジアジン (ピリミジン、ピラジン) 骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物、トリアジン骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物は、電子輸送性が高く、駆動電圧低減にも寄与する。

10

【0224】

なお、本構成を有する電子輸送層 114 は、電子注入層 115 を兼ねることがある。

【0225】

電子輸送層 114 と第 2 の電極 (陰極) 102 との間に、電子注入層 115 として、フッ化リチウム (LiF)、フッ化セシウム (CsF)、フッ化カルシウム (CaF₂)、8 - キノリノラト - リチウム (略称: Liq) のようなアルカリ金属又はアルカリ土類金属又はそれらの化合物もしくは錯体を含む層を設けることが好ましい。またイッテルビウム (Yb) とリチウムまたはリチウムの化合物との共蒸着膜も好ましい。電子注入層 115 は、電子輸送性を有する物質からなる層中にアルカリ金属又はアルカリ土類金属又はそれらの化合物を含有させたもの、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。

20

【0226】

なお、電子注入層 115 として、電子輸送性を有する物質 (好ましくはビピリジン骨格を有する有機化合物) に上記アルカリ金属又はアルカリ土類金属のフッ化物を 50 wt % 以上含ませた層を用いることも可能である。当該層は、屈折率の低い層であることから、より外部量子効率の良好な有機 EL デバイスを提供することが可能となる。

【0227】

陰極を形成する物質としては、仕事関数の小さい (具体的には 3.8 eV 以下) 金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などを用いることができる。このような陰極材料の具体例としては、リチウム (Li)、セシウム (Cs) 等のアルカリ金属、およびマグネシウム (Mg)、カルシウム (Ca)、ストロンチウム (Sr) 等の元素周期表の第 1 族または第 2 族に属する元素、およびこれらを含む合金 (MgAg、AlLi)、ユウロピウム (Eu)、イッテルビウム (Yb) 等の希土類金属およびこれらを含む合金等が挙げられる。しかしながら、陰極と電子輸送層との間に、電子注入層を設けることにより、仕事関数の大小に関わらず、Al、Ag、ITO、ケイ素若しくは酸化ケイ素を含有した酸化インジウム - 酸化スズ等様々な導電性材料を陰極として用いることができる。

30

【0228】

これら導電性材料は、真空蒸着法、スパッタリング法などの乾式法、インクジェット法、スピンコート法等を用いて成膜することが可能である。また、ゾル - ゲル法を用いて湿式法で形成しても良いし、金属材料のペーストを用いて湿式法で形成してもよい。

40

【0229】

また、EL 層 103 の形成方法としては、乾式法、湿式法を問わず、種々の方法を用いることができる。例えば、真空蒸着法、グラビア印刷法、オフセット印刷法、スクリーン印刷法、インクジェット法またはスピンコート法など用いても構わない。

【0230】

また上述した各電極または各層を異なる成膜方法を用いて形成しても構わない。

【0231】

50

なお、陽極と陰極との間に設けられる層の構成は、上記のものには限定されない。しかし、発光領域と電極、キャリア注入層に用いられる金属とが近接することによって生じる消光が抑制されるように、陽極および陰極から離れた部位に正孔と電子とが再結合する発光領域を設けた構成が好ましい。

【0232】

また、発光層113に接する正孔輸送層、電子輸送層、特に発光層113における再結合領域に近いキャリア輸送層は、発光層で生成した励起子からのエネルギー移動を抑制するため、そのバンドギャップが発光層を構成する発光材料もしくは、発光層に含まれる発光材料が有するバンドギャップより大きいバンドギャップを有する物質で構成することが好ましい。

10

【0233】

なお、本実施の形態の構成は、他の実施の形態の構成と適宜組み合わせて用いることができる。

【0234】

(実施の形態5)

本実施の形態では、実施の形態2および実施の形態3に記載の有機ELデバイスの作製方法を用いて作製した有機ELデバイスを用いた発光装置について図11(A)、及び図11(B)を用いて説明する。なお、図11(A)は、発光装置を示す上面図、図11(B)は図11(A)に示す一点鎖線A-Bおよび一点鎖線C-Dで切断した断面図である。この発光装置は、有機ELデバイスの発光を制御するものとして、点線で示された駆動回路部(ソース線駆動回路)601、画素部602、駆動回路部(ゲート線駆動回路)603を含んでいる。また、604は封止基板、605はシール材であり、シール材605で囲まれた内側は、空間607になっている。

20

【0235】

なお、引き回し配線608はソース線駆動回路601及びゲート線駆動回路603に入力される信号を伝送するための配線であり、外部入力端子となるFPC(フレキシブルプリントサーキット)609からビデオ信号、クロック信号、スタート信号、リセット信号等を受け取る。なお、ここではFPCしか図示されていないが、このFPCにはプリント配線基板(PWB)が取り付けられていても良い。本明細書における発光装置には、発光装置本体だけでなく、それにFPCもしくはPWBが取り付けられた状態をも含むものとする。

30

【0236】

次に、断面構造について図11(B)を用いて説明する。素子基板610上には駆動回路部及び画素部が形成されているが、ここでは、駆動回路部であるソース線駆動回路601と、画素部602中の一つの画素が示されている。

【0237】

素子基板610はガラス、石英、有機樹脂、金属、合金、半導体などからなる基板の他、FRP(Fiber Reinforced Plastics)、PVF(ポリビニルフロライド)、ポリエステルまたはアクリル樹脂等からなるプラスチック基板を用いて作製すればよい。

40

【0238】

画素、駆動回路に用いられるトランジスタの構造は特に限定されない。例えば、逆スタガ型のトランジスタとしてもよいし、スタガ型のトランジスタとしてもよい。また、トップゲート型のトランジスタでもボトムゲート型トランジスタでもよい。トランジスタに用いる半導体材料は特に限定されず、例えば、シリコン、ゲルマニウム、炭化シリコン、窒化ガリウム等を用いることができる。または、In-Ga-Zn系金属酸化物などの、インジウム、ガリウム、亜鉛のうち少なくとも一つを含む酸化物半導体を用いてもよい。

【0239】

トランジスタに用いる半導体材料の結晶性についても特に限定されず、非晶質半導体、結晶性を有する半導体(微結晶半導体、多結晶半導体、単結晶半導体、又は一部に結晶領域

50

を有する半導体)のいずれを用いてもよい。結晶性を有する半導体を用いると、トランジスタ特性の劣化を抑制できるため好ましい。

【0240】

ここで、上記画素、駆動回路に設けられるトランジスタの他、後述するタッチセンサ等に用いられるトランジスタなどの半導体装置には、酸化物半導体を適用することが好ましい。特にシリコンよりもバンドギャップの広い酸化物半導体を適用することが好ましい。シリコンよりもバンドギャップの広い酸化物半導体を用いることで、トランジスタのオフ状態における電流を低減できる。

【0241】

上記酸化物半導体は、少なくともインジウム(In)又は亜鉛(Zn)を含むことが好ましい。また、In-M-Zn系酸化物(MはAl、Ti、Ga、Ge、Y、Zr、Sn、La、CeまたはHf等の金属)で表記される酸化物を含む酸化物半導体であることがより好ましい。

10

【0242】

特に、半導体層として、複数の結晶部を有し、当該結晶部はc軸が半導体層の被形成面、または半導体層の上面に対し垂直に配向し、且つ隣接する結晶部間には粒界を有さない酸化物半導体膜を用いることが好ましい。

【0243】

半導体層としてこのような材料を用いることで、電気特性の変動が抑制され、信頼性の高いトランジスタを実現できる。

20

【0244】

また、上述の半導体層を有するトランジスタはその低いオフ電流により、トランジスタを介して容量に蓄積した電荷を長期間に亘って保持することが可能である。このようなトランジスタを画素に適用することで、各表示領域に表示した画像の階調を維持しつつ、駆動回路を停止することも可能となる。その結果、極めて消費電力の低減された電子機器を実現できる。

【0245】

トランジスタの特性安定化等のため、下地膜を設けることが好ましい。下地膜としては、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜などの無機絶縁膜を用い、単層で又は積層して作製することができる。下地膜はスパッタリング法、CVD法(プラズマCVD法、熱CVD法、MOCVD法など)、ALD法、塗布法、印刷法等を用いて形成できる。なお、下地膜は、必要で無ければ設けなくてもよい。

30

【0246】

なお、FET623はソース線駆動回路601に形成されるトランジスタの一つを示すものである。また、駆動回路は、種々のCMOS回路、PMOS回路もしくはNMOS回路で形成すれば良い。また、本実施の形態では、基板上に駆動回路を形成したドライバー体形を示すが、必ずしもその必要はなく、駆動回路を基板上ではなく外部に形成することもできる。

【0247】

また、画素部602はスイッチング用FET611と、電流制御用FET612とそのドレインに電氣的に接続された第1の電極613とを含む複数の画素により形成されているが、これに限定されず、3つ以上のFETと、容量素子とを組み合わせた画素部としてもよい。

40

【0248】

なお、第1の電極613の端部を覆って絶縁物614が形成されている。ここでは、ポジ型の感光性アクリル樹脂膜を用いることにより形成することができる。

【0249】

また、後に形成するEL層等の被覆性を良好なものとするため、絶縁物614の上端部または下端部に曲率を有する曲面が形成されるようにする。例えば、絶縁物614の材料としてポジ型の感光性アクリル樹脂を用いた場合、絶縁物614の上端部のみに曲率半径(

50

0.2 μm ~ 3 μm) を有する曲面を持たせることが好ましい。また、絶縁物 614 として、ネガ型の感光性樹脂、或いはポジ型の感光性樹脂のいずれも使用することができる。

【0250】

第1の電極 613 上には、EL層 616、および第2の電極 617 がそれぞれ形成されている。ここでは、第1の電極 613 は陽極として機能する。陽極に用いることが可能な材料としては、仕事関数の大きい材料を用いることが望ましい。例えば、ITO膜、またはケイ素を含有したインジウム錫酸化物膜、2 ~ 20 wt % の酸化亜鉛を含む酸化インジウム膜、窒化チタン膜、クロム膜、タングステン膜、Zn膜、Pt膜などの単層膜の他、銀を主成分とする膜との積層、窒化チタン膜とアルミニウムを主成分とする膜との積層、窒化チタン膜とアルミニウムを主成分とする膜と窒化チタン膜との3層構造等を用いること

10

【0251】

また、EL層 616 は、蒸着マスクを用いた蒸着法、インクジェット法、スピンコート法等の種々の方法によって形成される。EL層 616 は、実施の形態1および実施の形態3で説明したような構成を含んでいる。

【0252】

さらに、EL層 616 上に形成され、第2の電極 617 に用いる材料としては、仕事関数の小さい材料 (Al、Mg、Li、Ca、またはこれらの合金、化合物 (MgAg、MgIn、AlLi等) 等) を用いることが好ましい。なお、EL層 616 で生じた光が第2の電極 617 を透過する場合には、第2の電極 617 として、膜厚を薄くした金属または合金の薄膜と、透明導電膜 (ITO、2 ~ 20 wt % の酸化亜鉛を含む酸化インジウム、ケイ素を含有したインジウム錫酸化物、酸化亜鉛 (ZnO) 等) との積層を用いるのが好ましい。

20

【0253】

なお、第1の電極 613、EL層 616、第2の電極 617 でもって、有機ELデバイスが形成されている。当該有機ELデバイスは実施の形態2および実施の形態3に記載の有機ELデバイスの作製方法を用いて作製した有機ELデバイスである。なお、画素部は複数の有機ELデバイスが形成されてはいるが、本実施の形態における発光装置では、実施の形態2および実施の形態3に記載の有機ELデバイスの作製方法を用いて作製した有機ELデバイスと、それ以外の構成を有する有機ELデバイスの両方が混在していても良い。この際、本発明の一態様の発光装置では、異なる波長の光を発する有機ELデバイス間で共通の正孔輸送層を用いることができることから、製造工程が簡便でコスト的に有利な発光装置とすることができる。

30

【0254】

さらにシール材 605 で封止基板 604 を素子基板 610 と貼り合わせることにより、素子基板 610、封止基板 604、およびシール材 605 で囲まれた空間 607 に有機ELデバイス 618 が備えられた構造になっている。なお、空間 607 には、充填材が充填されており、不活性気体 (窒素、アルゴン等) が充填される場合の他、シール材で充填される場合もある。封止基板には凹部を形成し、そこに乾燥材を設けることで水分の影響による劣化を抑制することができ、好ましい構成である。

40

【0255】

なお、シール材 605 にはエポキシ樹脂、ガラスフリットを用いるのが好ましい。また、これらの材料はできるだけ水分、酸素を透過しない材料であることが望ましい。また、封止基板 604 に用いる材料としてガラス基板、石英基板の他、FRP (Fiber Reinforced Plastics)、PVF (ポリビニルフロライド)、ポリエステルまたはアクリル樹脂等からなるプラスチック基板を用いることができる。

【0256】

図11(A)及び図11(B)には示されていないが、陰極上に保護膜を設けても良い。保護膜は有機樹脂膜、無機絶縁膜で形成すればよい。また、シール材 605 の露出した部

50

分を覆うように、保護膜が形成されていても良い。また、保護膜は、一对の基板の表面及び側面、封止層、絶縁層等の露出した側面を覆って設けることができる。

【0257】

保護膜には、水などの不純物を透過しにくい材料を用いることができる。したがって、水などの不純物が外部から内部に拡散することを効果的に抑制することができる。

【0258】

保護膜を構成する材料としては、酸化物、窒化物、フッ化物、硫化物、三元化合物、金属またはポリマー等を用いることができ、例えば、酸化アルミニウム、酸化ハフニウム、ハフニウムシリケート、酸化ランタン、酸化ケイ素、チタン酸ストロンチウム、酸化タンタル、酸化チタン、酸化亜鉛、酸化ニオブ、酸化ジルコニウム、酸化スズ、酸化イットリウム、酸化セリウム、酸化スカンジウム、酸化エルビウム、酸化バナジウムまたは酸化インジウム等を含む材料、窒化アルミニウム、窒化ハフニウム、窒化ケイ素、窒化タンタル、窒化チタン、窒化ニオブ、窒化モリブデン、窒化ジルコニウムまたは窒化ガリウム等を含む材料、チタンおよびアルミニウムを含む窒化物、チタンおよびアルミニウムを含む酸化物、アルミニウムおよび亜鉛を含む酸化物、マンガンおよび亜鉛を含む硫化物、セリウムおよびストロンチウムを含む硫化物、エルビウムおよびアルミニウムを含む酸化物、イットリウムおよびジルコニウムを含む酸化物等を含む材料を用いることができる。

10

【0259】

保護膜は、段差被覆性（ステップカバレッジ）の良好な成膜方法を用いて形成することが好ましい。このような手法の一つに、原子層堆積（ALD）法がある。ALD法を用いて形成することができる材料を、保護膜に用いることが好ましい。ALD法を用いることで緻密な、クラック、ピンホールなどの欠陥が低減された、または均一な厚さを備える保護膜を形成することができる。また、保護膜を形成する際に加工部材に与える損傷を、低減することができる。

20

【0260】

例えばALD法を用いて保護膜を形成することで、複雑な凹凸形状を有する表面、タッチパネルの上面、側面及び裏面にまで均一で欠陥の少ない保護膜を形成することができる。

【0261】

以上のようにして、実施の形態2および実施の形態3に記載の有機ELデバイスの作製方法を用いて作製した有機ELデバイスを用いて作製された発光装置を得ることができる。

30

【0262】

本実施の形態における発光装置は、実施の形態2および実施の形態3に記載の有機ELデバイスの作製方法を用いて作製した有機ELデバイスを用いているため、良好な特性を備えた発光装置を得ることができる。

【0263】

図12（A）、及び図12（B）には着色層（カラーフィルタ）等を設けることによって色純度を向上させた発光装置の例を示す。図12（A）には基板1001、下地絶縁膜1002、ゲート絶縁膜1003、ゲート電極1006、1007、1008、第1の層間絶縁膜1020、第2の層間絶縁膜1021、周辺部1042、画素部1040、駆動回路部1041、有機ELデバイスの第1の電極1024R、1024G、1024B、隔壁1025、EL層1028、有機ELデバイスの共通電極（陰極）1029、封止基板1031、シール材1032などが図示されている。

40

【0264】

また、図12（A）では着色層（赤色の着色層1034R、緑色の着色層1034G、青色の着色層1034B）は透明な基材1033に設けている。また、ブラックマトリクス1035をさらに設けても良い。着色層及びブラックマトリクスが設けられた透明な基材1033は、位置合わせし、基板1001に固定する。なお、着色層、及びブラックマトリクス1035は、オーバーコート層1036で覆われている。

【0265】

図12（B）では着色層（赤色の着色層1034R、緑色の着色層1034G、青色の着

50

色層 1034B) をゲート絶縁膜 1003 と第 1 の層間絶縁膜 1020 との間に形成する例を示した。このように、着色層は基板 1001 と封止基板 1031 の間に設けられていても良い。

【0266】

また、以上に説明した発光装置では、FET が形成されている基板 1001 側に光を取り出す構造 (ボトムエミッション型) の発光装置としたが、封止基板 1031 側に発光を取り出す構造 (トップエミッション型) の発光装置としても良い。トップエミッション型の発光装置の断面図を図 13 に示す。この場合、基板 1001 は光を通さない基板を用いることができる。FET と有機 EL デバイスの陽極とを接続する接続電極を作製するまでは、ボトムエミッション型の発光装置と同様に形成する。その後、第 3 の層間絶縁膜 1037 を電極 1022 を覆って形成する。この絶縁膜は平坦化の役割を担っていても良い。第 3 の層間絶縁膜 1037 は第 2 の層間絶縁膜 1021 と同様の材料の他、他の公知の材料を用いて形成することができる。

10

【0267】

有機 EL デバイスの第 1 の電極 1024R、1024G、1024B はここでは陽極とするが、陰極であっても構わない。また、図 13 のようなトップエミッション型の発光装置である場合、陽極を反射電極とすることが好ましい。EL 層 1028 の構成は、実施の形態 1 において EL 層 103 として説明したような構成とする。

【0268】

図 13 のようなトップエミッションの構造では着色層 (赤色の着色層 1034R、緑色の着色層 1034G、青色の着色層 1034B) を設けた封止基板 1031 で封止を行うことができる。封止基板 1031 には画素と画素との間に位置するようにブラックマトリクス 1035 を設けても良い。着色層 (赤色の着色層 1034R、緑色の着色層 1034G、青色の着色層 1034B)、ブラックマトリクス 1035 はオーバーコート層 (図示せず) によって覆われていても良い。なお封止基板 1031 は透光性を有する基板を用いることとする。

20

【0269】

トップエミッション型の発光装置では、マイクロキャビティ構造の適用が好適に行える。マイクロキャビティ構造を有する有機 EL デバイスは、一方の電極を反射電極を含む電極、他方の電極を半透過・半反射電極とすることにより得られる。反射電極と半透過・半反射電極との間には少なくとも EL 層が存在し、少なくとも発光領域となる発光層が存在している。

30

【0270】

なお、反射電極は、可視光の反射率が 40% 乃至 100%、好ましくは 70% 乃至 100% であり、かつその抵抗率が 1×10^{-2} cm 以下の膜であるとする。また、半透過・半反射電極は、可視光の反射率が 20% 乃至 80%、好ましくは 40% 乃至 70% であり、かつその抵抗率が 1×10^{-2} cm 以下の膜であるとする。

【0271】

EL 層に含まれる発光層から射出される発光は、反射電極と半透過・半反射電極とによって反射され、共振する。

40

【0272】

当該有機 EL デバイスは、透明導電膜、上述の複合材料、キャリア輸送材料などの厚みを変えらることで反射電極と半透過・半反射電極の間の光学的距離を変えることができる。これにより、反射電極と半透過・半反射電極との間において、共振する波長の光を強め、共振しない波長の光を減衰させることができる。

【0273】

なお、反射電極によって反射されて戻ってきた光 (第 1 の反射光) は、発光層から半透過・半反射電極に直接入射する光 (第 1 の入射光) と大きな干渉を起こすため、反射電極と発光層の光学的距離を $(2n - 1) / 4$ (ただし、n は 1 以上の自然数、は増幅したい発光の波長) に調節することが好ましい。当該光学的距離を調節することにより、第 1

50

の反射光と第 1 の入射光との位相を合わせ発光層からの発光をより増幅させることができる。

【 0 2 7 4 】

なお、上記構成において E L 層は、複数の発光層を有する構成であっても、単一の発光層を有する構成であっても良く、例えば、上述のタンデム型有機 E L デバイスの構成と組み合わせ、一つの有機 E L デバイスに電荷発生層を挟んで複数の E L 層を設け、それぞれの E L 層に単数もしくは複数の発光層を形成する構成に適用してもよい。

【 0 2 7 5 】

マイクロキャビティ構造を有することで、特定波長の正面方向の発光強度を強めることが可能となるため、低消費電力化を図ることができる。なお、赤、黄、緑、青の 4 色の副画素で映像を表示する発光装置の場合、黄色発光による輝度向上効果のうえ、全副画素において各色の波長に合わせたマイクロキャビティ構造を適用できるため良好な特性の発光装置とすることができる。

10

【 0 2 7 6 】

本実施の形態における発光装置は、実施の形態 2 および実施の形態 3 に記載の有機 E L デバイスの作製方法を用いて作製した有機 E L デバイスを用いているため、良好な特性を備えた発光装置を得ることができる。以上、説明した発光装置は、マトリクス状に配置された多数の微小な有機 E L デバイスをそれぞれ制御することが可能であるため、画像の表現を行う表示装置として好適に利用できる発光装置である。

【 0 2 7 7 】

また、本実施の形態は他の実施の形態と自由に組み合わせることができる。

20

【 0 2 7 8 】

(実施の形態 6)

本実施の形態では、実施の形態 2 および実施の形態 3 に記載の有機 E L デバイスの作製方法を用いて作製した有機 E L デバイスをその一部に含む電子機器の例について説明する。

【 0 2 7 9 】

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

30

【 0 2 8 0 】

図 1 4 (A) は、テレビジョン装置の一例を示している。テレビジョン装置は、筐体 7 1 0 1 に表示部 7 1 0 3 が組み込まれている。また、ここでは、スタンド 7 1 0 5 により筐体 7 1 0 1 を支持した構成を示している。表示部 7 1 0 3 により、映像を表示することが可能であり、表示部 7 1 0 3 は、実施の形態 2 および実施の形態 3 に記載の有機 E L デバイスの作製方法を用いて作製した有機 E L デバイスをマトリクス状に配列して構成されている。

【 0 2 8 1 】

テレビジョン装置の操作は、筐体 7 1 0 1 が備える操作スイッチ、別体のリモコン操作機 7 1 1 0 により行うことができる。リモコン操作機 7 1 1 0 が備える操作キー 7 1 0 9 により、チャンネル、音量の操作を行うことができ、表示部 7 1 0 3 に表示される映像を操作することができる。また、リモコン操作機 7 1 1 0 に、当該リモコン操作機 7 1 1 0 から出力する情報を表示する表示部 7 1 0 7 を設ける構成としてもよい。なお、表示部 7 1 0 7 にも、マトリクス状に配列した、実施の形態 2 および実施の形態 3 に記載の有機 E L デバイスの作製方法を用いて作製した有機 E L デバイスを適用することができる。

40

【 0 2 8 2 】

なお、テレビジョン装置は、受信機、モデムなどを備えた構成とする。受信機により一般のテレビ放送の受信を行うことができ、さらにモデムを介して有線または無線による通信ネットワークに接続することにより、一方向（送信者から受信者）または双方向（送信者

50

と受信者間、あるいは受信者同士など)の情報通信を行うことも可能である。

【0283】

図14(B)はコンピュータであり、本体7201、筐体7202、表示部7203、キーボード7204、外部接続ポート7205、ポインティングデバイス7206等を含む。なお、このコンピュータは、実施の形態2および実施の形態3に記載の有機ELデバイスの作製方法を用いて作製した有機ELデバイスをマトリクス状に配列して表示部7203に用いることにより作製される。図14(B)のコンピュータは、図14(C)のような形態であってもよい。図14(C)のコンピュータは、キーボード7204、ポインティングデバイス7206の代わりに表示部7210が設けられている。表示部7210はタッチパネル式となっており、表示部7210に表示された入力用の表示を指、専用のペンで操作することによって入力を行うことができる。また、表示部7210は入力用表示だけでなく、その他の画像を表示することも可能である。また表示部7203もタッチパネルであっても良い。二つの画面がヒンジで接続されていることによって、収納、運搬をする際に画面を傷つける、破損するなどのトラブルの発生も防止することができる。

10

【0284】

図14(D)は、携帯端末の一例を示している。携帯電話機は、筐体7401に組み込まれた表示部7402の他、操作ボタン7403、外部接続ポート7404、スピーカ7405、マイク7406などを備えている。なお、携帯電話機は、実施の形態2および実施の形態3に記載の有機ELデバイスの作製方法を用いて作製した有機ELデバイスをマトリクス状に配列して作製された表示部7402を有している。

20

【0285】

図14(D)に示す携帯端末は、表示部7402を指などで触れることで、情報を入力することができる構成とすることもできる。この場合、電話を掛ける、或いはメールを作成するなどの操作は、表示部7402を指などで触れることにより行うことができる。

【0286】

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

【0287】

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

30

【0288】

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

【0289】

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

40

【0290】

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

【0291】

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

50

源を用いれば、指静脈、掌静脈などを撮像することもできる。

【0292】

以上の様に実施の形態2および実施の形態3に記載の有機ELデバイスの作製方法を用いて作製した有機ELデバイスを備えた発光装置の適用範囲は極めて広く、この発光装置をあらゆる分野の電子機器に適用することが可能である。

【0293】

図15(A)は、掃除ロボットの一例を示す模式図である。

【0294】

掃除ロボット5100は、上面に配置されたディスプレイ5101、側面に配置された複数のカメラ5102、ブラシ5103、操作ボタン5104を有する。また図示されていないが、掃除ロボット5100の下面には、タイヤ、吸い込み口等が備えられている。掃除ロボット5100は、その他に赤外線センサ、超音波センサ、加速度センサ、ピエゾセンサ、光センサ、ジャイロセンサなどの各種センサを備えている。また、掃除ロボット5100は、無線による通信手段を備えている。

10

【0295】

掃除ロボット5100は自走し、ゴミ5120を検知し、下面に設けられた吸い込み口からゴミを吸引することができる。

【0296】

また、掃除ロボット5100はカメラ5102が撮影した画像を解析し、壁、家具または段差などの障害物の有無を判断することができる。また、画像解析により、配線などブラシ5103に絡まりそうな物体を検知した場合は、ブラシ5103の回転を止めることができる。

20

【0297】

ディスプレイ5101には、バッテリーの残量、吸引したゴミの量などを表示することができる。掃除ロボット5100が走行した経路をディスプレイ5101に表示させてもよい。また、ディスプレイ5101をタッチパネルとし、操作ボタン5104をディスプレイ5101に設けてもよい。

【0298】

掃除ロボット5100は、スマートフォンなどの携帯電子機器5140と通信することができる。カメラ5102が撮影した画像は、携帯電子機器5140に表示させることができる。そのため、掃除ロボット5100の持ち主は、外出先からでも、部屋の様子を知ることができる。また、ディスプレイ5101の表示をスマートフォンなどの携帯電子機器5140で確認することもできる。

30

【0299】

本発明の一態様の発光装置はディスプレイ5101に用いることができる。

【0300】

図15(B)に示すロボット2100は、演算装置2110、照度センサ2101、マイクロフォン2102、上部カメラ2103、スピーカ2104、ディスプレイ2105、下部カメラ2106および障害物センサ2107、移動機構2108を備える。

【0301】

マイクロフォン2102は、使用者の話し声及び環境音等を検知する機能を有する。また、スピーカ2104は、音声を発する機能を有する。ロボット2100は、マイクロフォン2102およびスピーカ2104を用いて、使用者とコミュニケーションをとることが可能である。

40

【0302】

ディスプレイ2105は、種々の情報の表示を行う機能を有する。ロボット2100は、使用者の望みの情報をディスプレイ2105に表示することが可能である。ディスプレイ2105は、タッチパネルを搭載していてもよい。また、ディスプレイ2105は取り外しのできる情報端末であっても良く、ロボット2100の定位置に設置することで、充電およびデータの受け渡しを可能とする。

50

【0303】

上部カメラ2103および下部カメラ2106は、ロボット2100の周囲を撮像する機能を有する。また、障害物センサ2107は、移動機構2108を用いてロボット2100が前進する際の進行方向における障害物の有無を察知することができる。ロボット2100は、上部カメラ2103、下部カメラ2106および障害物センサ2107を用いて、周囲の環境を認識し、安全に移動することが可能である。本発明の一態様の発光装置はディスプレイ2105に用いることができる。

【0304】

図15(C)はゴーグル型ディスプレイの一例を表す図である。ゴーグル型ディスプレイは、例えば、筐体5000、表示部5001、スピーカ5003、LEDランプ5004、操作キー(電源スイッチ、又は操作スイッチを含む)、接続端子5006、センサ5007(力、変位、位置、速度、加速度、角速度、回転数、距離、光、液、磁気、温度、化学物質、音声、時間、硬度、電場、電流、電圧、電力、放射線、流量、湿度、傾度、振動、におい、又は赤外線を測定する機能を含むもの)、マイクロフォン5008、第2の表示部5002、支持部5012、イヤホン5013等を有する。

10

【0305】

本発明の一態様の発光装置は表示部5001および第2の表示部5002に用いることができる。

【0306】

実施の形態2および実施の形態3に記載の有機ELデバイスの作製方法を用いて作製した有機ELデバイスは、自動車のフロントガラス、ダッシュボードにも搭載することができる。図16に実施の形態2および実施の形態3に記載の有機ELデバイスの作製方法を用いて作製した有機ELデバイスを自動車のフロントガラス、ダッシュボードに用いる一態様を示す。表示領域5200乃至表示領域5203は実施の形態2および実施の形態3に記載の有機ELデバイスの作製方法を用いて作製した有機ELデバイスを用いて設けられた表示領域である。

20

【0307】

表示領域5200と表示領域5201は自動車のフロントガラスに設けられた実施の形態2および実施の形態3に記載の有機ELデバイスの作製方法を用いて作製した有機ELデバイスを搭載した表示装置である。実施の形態2および実施の形態3に記載の有機ELデバイスの作製方法を用いて作製した有機ELデバイスは、陽極と陰極の両方を、透光性を有する電極で作製することによって、反対側が透けて見える、いわゆるシースルー状態の表示装置とすることができる。シースルー状態の表示であれば、自動車のフロントガラスに設置したとしても、視界の妨げになることなく設置することができる。なお、駆動のためのトランジスタなどを設ける場合には、有機半導体材料による有機トランジスタ、酸化物半導体を用いたトランジスタなど、透光性を有するトランジスタを用いると良い。

30

【0308】

表示領域5202はピラー部分に設けられた実施の形態2および実施の形態3に記載の有機ELデバイスの作製方法を用いて作製した有機ELデバイスを搭載した表示装置である。表示領域5202には、車体に設けられた撮像手段からの映像を映し出すことによって、ピラーで遮られた視界を補完することができる。また、同様に、ダッシュボード部分に設けられた表示領域5203は車体によって遮られた視界を、自動車の外側に設けられた撮像手段からの映像を映し出すことによって、死角を補い、安全性を高めることができる。見えない部分を補完するように映像を映すことによって、より自然に違和感なく安全確認を行うことができる。

40

【0309】

表示領域5203はまたナビゲーション情報、速度、回転数、エアコンの設定など、その他様々な情報を提供することができる。表示は使用者の好みに合わせて適宜その表示項目、レイアウトを変更することができる。なお、これら情報は表示領域5200乃至表示領域5202にも設けることができる。また、表示領域5200乃至表示領域5203は照

50

明装置として用いることも可能である。

【0310】

また、図17(A)、及び図17(B)に、折りたたみ可能な携帯情報端末5150を示す。折りたたみ可能な携帯情報端末5150は筐体5151、表示領域5152および屈曲部5153を有している。図17(A)に展開した状態の携帯情報端末5150を示す。図17(B)に折りたたんだ状態の携帯情報端末を示す。携帯情報端末5150は、大きな表示領域5152を有するにも関わらず、折りたためばコンパクトで可搬性に優れる。

【0311】

表示領域5152は屈曲部5153により半分に折りたたむことができる。屈曲部5153は伸縮可能な部材と複数の支持部材とで構成されており、折りたたむ場合は、伸縮可能な部材が伸び、屈曲部5153は2mm以上、好ましくは3mm以上の曲率半径を有して折りたたまれる。

10

【0312】

なお、表示領域5152は、タッチセンサ(入力装置)を搭載したタッチパネル(入出力装置)であってもよい。本発明の一態様の発光装置を表示領域5152に用いることができる。

【0313】

また、図18(A)乃至図18(C)に、折りたたみ可能な携帯情報端末9310を示す。図18(A)に展開した状態の携帯情報端末9310を示す。図18(B)に展開した状態又は折りたたんだ状態の一方から他方に変化する途中の状態の携帯情報端末9310を示す。図18(C)に折りたたんだ状態の携帯情報端末9310を示す。携帯情報端末9310は、折りたたんだ状態では可搬性に優れ、展開した状態では、継ぎ目のない広い表示領域により表示の一覧性に優れる。

20

【0314】

表示パネル9311はヒンジ9313によって連結された3つの筐体9315に支持されている。なお、表示パネル9311は、タッチセンサ(入力装置)を搭載したタッチパネル(入出力装置)であってもよい。また、表示パネル9311は、ヒンジ9313を介して2つの筐体9315間を屈曲させることにより、携帯情報端末9310を展開した状態から折りたたんだ状態に可逆的に変形させることができる。本発明の一態様の発光装置を表示パネル9311に用いることができる。

30

【0315】

本実施の形態で例示した構成例、及びそれらに対応する図面等は、少なくともその一部を他の構成例、または図面等と適宜組み合わせることができる。

【0316】

本実施の形態は、少なくともその一部を本明細書中に記載する他の実施の形態と適宜組み合わせる実施することができる。

【実施例】

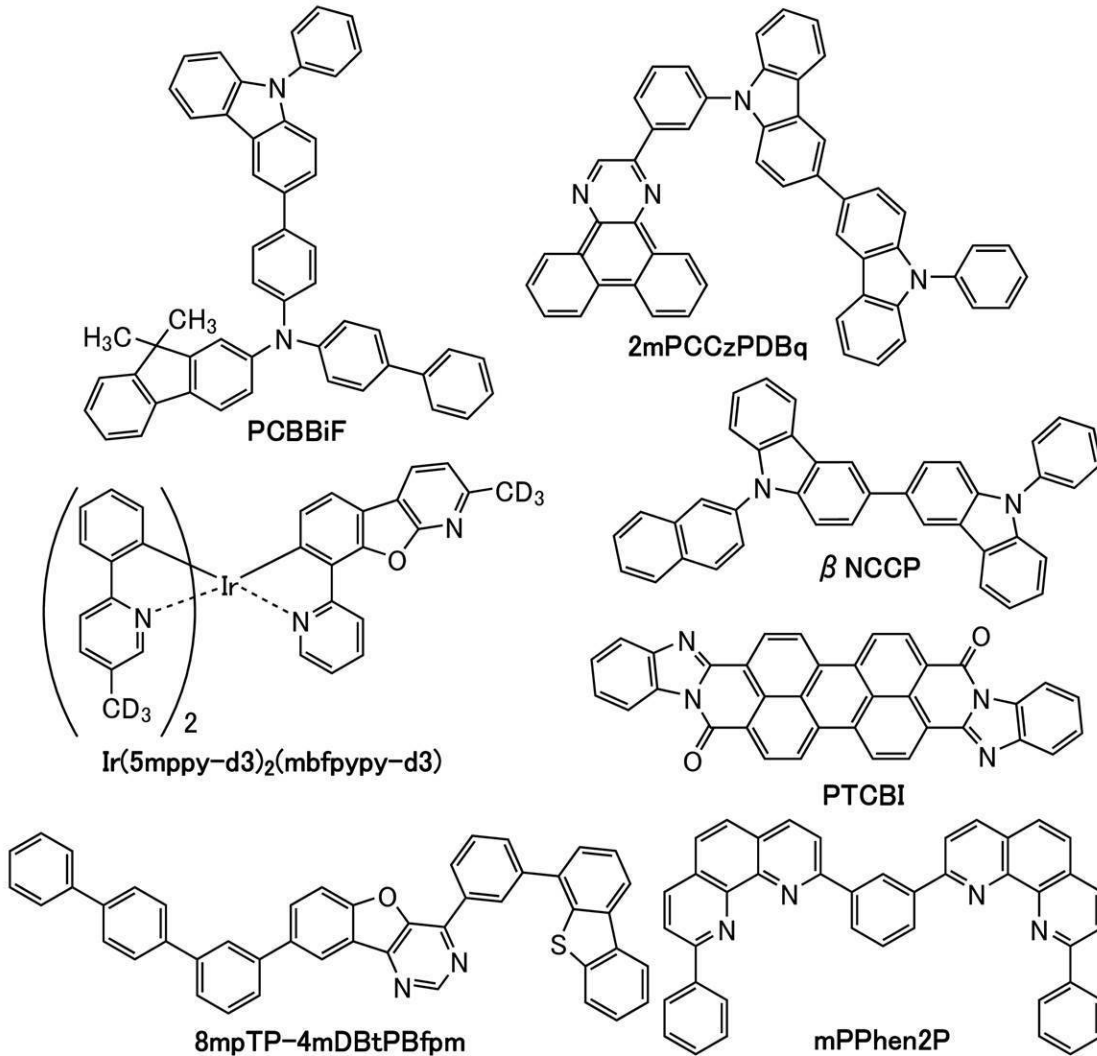
【0317】

本実施例では、本発明の一態様の発光デバイスである発光デバイス1を作製し、特性を測定した結果を示す。以下に、発光デバイス1に用いた有機化合物の構造式を示す。また、発光デバイス1の素子構造を示す。

40

【0318】

【化4】



10

20

30

【0319】

【表1】

		膜厚	発光デバイス1
第2の電極		70 nm	ITO
		25 nm	Ag:Mg (1:0.1)
電子注入層		1.5 nm	LiF:Yb (1:0.5)
-----			フォトリソグラフィ工程
バッファ層		2 nm	PTCBI
電子輸送層	2	-	mPPhen2P (13 nm)
	1	10 nm	2mPCCzPDBq
発光層		40 nm	8mpTP-4mDBtPBfpm: β NCCP: $\text{Ir}(5\text{mpppy-d}3)_2(\text{mbfppy-d}3)$ (0.6:0.4:0.1)
正孔輸送層		10 nm	PCBBiF
正孔注入層		10 nm	PCBBiF:OCHD-003 (1:0.03)
第1の電極		10 nm	ITSO
		6 nm	Ti
		70 nm	Al
		50 nm	Ti

40

50

【0320】

発光デバイス1の作製

本実施例で示す発光デバイス1は、基板上に形成された第1の電極上に正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層（第1の電子輸送層および第2の電子輸送層）、バッファ層、および電子注入層が順次積層され、電子注入層上に第2の電極が積層された構造を有する。

【0321】

まず、基板上に第1の電極を形成した。基板には、シリコン基板を用いた。電極面積は、 4 mm^2 ($2\text{ mm} \times 2\text{ mm}$)とした。第1の電極は、チタン（膜厚 50 nm ）、アルミニウム（膜厚 70 nm ）およびチタン（膜厚 6 nm ）をそれぞれスパッタリング法により、順次積層して成膜した後、酸化ケイ素を含むインジウム錫酸化物（ITSO）をスパッタリング法により 10 nm の膜厚で成膜することにより形成した。なお、本実施例において、第1の電極は、陽極として機能する。

10

【0322】

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

【0323】

次に、第1の電極上に正孔注入層を形成した。正孔注入層は、真空蒸着装置内を 10^{-4} Pa に減圧した後、PCBBiFと分子量672でフッ素を含む電子アクセプタ材料（OCHD-003）とを、重量比でPCBBiF：OCHD-003 = 1：0.03となるように 10 nm 共蒸着することにより形成した。

20

【0324】

次に、正孔注入層上に正孔輸送層を形成した。正孔輸送層は、PCBBiFを用い、 10 nm 蒸着して形成した。

【0325】

次に、正孔輸送層上に発光層を形成した。発光層は、 $8\text{ mp TP} - 4\text{ m DB t PB f pm}$ 、NCCP、および $\text{Ir} (5\text{ mppy} - d3)_2 (mbfpy py - d3)$ を用いて、重量比で $8\text{ mp TP} - 4\text{ m DB t PB f pm} : \text{NCCP} : \text{Ir} (5\text{ mppy} - d3)_2 (mbfpy py - d3) = 0.6 : 0.4 : 0.1$ となるように 40 nm 共蒸着することにより形成した。

30

【0326】

次に、発光層上に電子輸送層（第1の電子輸送層および第2の電子輸送層）を形成した。第1の電子輸送層は、 2 m PCCz PDBq を用い、 10 nm の膜厚となるように蒸着することにより形成した。第2の電子輸送層は、 m PPhen 2 P を用い、 13 nm の膜厚となるように蒸着することにより形成した。

【0327】

次に、電子輸送層上に、バッファ層を形成した。バッファ層は、PTCBIを用い、 2 nm の膜厚となるように蒸着することにより形成した。

【0328】

続いて、フォトリソグラフィ法による加工（フォトリソグラフィ工程）を行った。基板を真空蒸着装置から取り出し、大気に暴露したのちトリメチルアルミニウム（略称：TMA）をプリカーサーに用い、水蒸気を酸化剤に用いて、ALD法により酸化アルミニウムを 30 nm となるように成膜し、酸化アルミニウム膜を形成した。

40

【0329】

酸化アルミニウム膜上にタンゲステンをスパッタリング法により膜厚 54 nm となるように成膜して、金属膜を形成した。

【0330】

金属膜上にフォトレジストを用いてレジストを形成し、フォトリソグラフィ法を用いて第1の電極の端部から $3.5\text{ }\mu\text{m}$ 離れた位置に $3\text{ }\mu\text{m}$ の幅のスリットが形成されるように加

50

工を行った。

【0331】

具体的には、レジストをマスクとして六フッ化硫黄 (SF₆) を含むエッチングガスを用いて金属膜を加工し、その後、酸素 (O₂) を含むアッシングガスを用いて、フォトリソレジストを除去した。こののち、フルオロホルム (CHF₃) とヘリウム (He) とメタン (CH₄) を、CHF₃ : He : CH₄ = 3 . 3 : 23 . 7 : 3 (流量比) で含むエッチングガスを用いて酸化アルミニウム膜を加工した。その後、酸素 (O₂) を含むエッチングガスを用いてバッファ層、電子輸送層、発光層、正孔輸送層、および正孔注入層を加工した。

【0332】

加工後、硝酸、リン酸等を成分に含む混合酸溶液を用いて、金属膜を加工することにより形成された金属層および酸化アルミニウム膜を加工することにより形成された酸化アルミニウム層を除去し、バッファ層を露出させた。その後、10⁻⁴ Pa 程度まで内部が減圧された真空蒸着装置に基板を導入し、真空蒸着装置内の加熱室において、70 で、1 . 5 時間の加熱処理を行った。

【0333】

次に、露出させたバッファ層上にフッ化リチウム (LiF) とイッテルビウム (Yb) とを体積比で LiF : Yb = 1 : 0 . 5 となるように 1 . 5 nm 共蒸着することにより電子注入層を形成した。

【0334】

次に、電子注入層上に第2の電極を形成した。第2の電極は、Ag と Mg を体積比で Ag : Mg = 1 : 0 . 1、膜厚が 25 nm となるように共蒸着した後、酸化インジウム - 酸化スズ (ITO) を膜厚 70 nm となるように蒸着することにより形成した。なお、本実施例において、第2の電極は、陰極として機能する。

【0335】

以上の工程により、発光デバイス1を作製した。この発光デバイス1を、窒素雰囲気下のグローブボックス内において、大気に曝されないようにガラス基板により封止する作業 (シール材を素子の周囲に塗布し、封止時にUV処理、80 にて1時間熱処理) を行った後、発光デバイス1の初期特性について測定を行った。

【0336】

発光デバイス1の輝度 - 電流密度特性を図19に、電流効率 - 輝度特性を図20に、輝度 - 電圧特性を図21に、電流 - 電圧特性を図22に、電界発光スペクトルを図23に示す。また、発光デバイス1の1000 cd/m² 付近における主要な特性を下記表に示す。なお、輝度、CIE色度、電界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) を用いた。

【0337】

【表2】

	電圧 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度x	色度y	輝度 (cd/m ²)	電流効率 (cd/A)
発光デバイス1	2.90	0.0751	1.88	0.245	0.710	1206	64.2

【0338】

図19乃至図23および上記表より、発光デバイス1は、バッファ層を有することによりフォトリソグラフィ工程による高電圧化が抑制された、良好な特性を有する発光デバイスであることがわかった。

【0339】

また、図24に発光デバイス1に、2 mA (50 mA/cm²) の電流をかけ、定電流駆動を行った際の駆動時間に対する輝度変化を表す図を示す。図24より、発光デバイス1は、寿命が長い発光デバイスであることがわかった。

10

20

30

40

50

【 0 3 4 0 】

これらの結果より、本発明の一態様の発光デバイスは、バッファ層を有することによりフォトリソグラフィ工程による高電圧化が抑制された良好な特性を有し、寿命が長い発光デバイスであることがわかった。

【 符号の説明 】

【 0 3 4 1 】

1 0 0	有機半導体デバイス	
1 0 1 R	第 1 の電極	
1 0 1 C	接続電極	
1 0 1 G	第 1 の電極	10
1 0 1 B	第 1 の電極	
1 0 1	第 1 の電極	
1 0 2	第 2 の電極	
1 0 3	E L 層	
1 0 8	絶縁層	
1 1 0 R	有機 E L デバイス	
1 1 0 G	有機 E L デバイス	
1 1 0 B	有機 E L デバイス	
1 1 1	正孔注入層	
1 1 2	正孔輸送層	20
1 1 3	発光層	
1 1 4	電子輸送層	
1 1 5	電子注入層	
1 2 0 R	第 1 の E L 層	
1 2 0 G	第 1 の E L 層	
1 2 0 B	第 1 の E L 層	
1 2 0 B b	E L 膜	
1 2 0	第 1 の E L 層	
1 2 1	第 2 の E L 層	
1 2 5	絶縁層	30
1 2 5 b	絶縁層	
1 2 6	絶縁層	
1 2 6 b	絶縁層	
1 3 0	接続部	
1 3 1	バリア層	
1 4 3 a	レジストマスク	
1 4 4 a	酸化アルミニウム膜	
1 4 5	酸化アルミニウム層	
1 4 5 a	酸化アルミニウム層	
1 4 5 b	酸化アルミニウム層	40
1 4 5 c	酸化アルミニウム層	
1 4 6 a	金属膜または金属化合物膜	
1 4 7 a	金属層または金属化合物層	
1 4 8 a	バッファ膜	
1 5 0	下地膜	
1 5 1	有機半導体層	
1 5 1 a	有機半導体膜	
1 5 1 s	表面	
1 5 2	バッファ層	
1 5 2 B	バッファ層	50

1 5 2 G	バッファ層	
1 5 2 R	バッファ層	
1 5 2 a	バッファ膜	
1 5 3	酸化アルミニウム層	
1 5 3 a	酸化アルミニウム膜	
1 5 3 r	酸化アルミニウム膜	
1 5 4	金属層または金属化合物層	
1 5 4 a	金属膜または金属化合物膜	
1 5 5	フォトマスク層	
1 5 5 a	樹脂膜	10
1 6 0	絶縁層	
1 6 5	第 1 の電極	
1 6 6	第 2 の電極	
1 6 7	光電変換層	
1 6 8	発光層	
2 0 0	基板	
4 5 0	発光装置	
6 0 1	ソース線駆動回路	
6 0 2	画素部	
6 0 3	ゲート線駆動回路	20
6 0 4	封止基板	
6 0 5	シール材	
6 0 7	空間	
6 0 8	引き回し配線	
6 1 0	素子基板	
6 1 1	スイッチング用 F E T	
6 1 2	電流制御用 F E T	
6 1 3	第 1 の電極	
6 1 4	絶縁物	
6 1 6	E L 層	30
6 1 7	第 2 の電極	
6 2 3	F E T	
1 0 0 1	基板	
1 0 0 2	下地絶縁膜	
1 0 0 3	ゲート絶縁膜	
1 0 0 6	ゲート電極	
1 0 0 7	ゲート電極	
1 0 0 8	ゲート電極	
1 0 2 0	第 1 の層間絶縁膜	
1 0 2 1	第 2 の層間絶縁膜	40
1 0 2 2	電極	
1 0 2 4 B	第 1 の電極	
1 0 2 4 G	第 1 の電極	
1 0 2 4 R	第 1 の電極	
1 0 2 4 W	第 1 の電極	
1 0 2 5	隔壁	
1 0 2 8	E L 層	
1 0 2 9	陰極	
1 0 3 1	封止基板	
1 0 3 2	シール材	50

1 0 3 3	基材	
1 0 3 4 B	着色層	
1 0 3 4 G	着色層	
1 0 3 4 R	着色層	
1 0 3 5	ブラックマトリクス	
1 0 3 6	オーバーコート層	
1 0 3 7	第3の層間絶縁膜	
1 0 4 0	画素部	
1 0 4 1	駆動回路部	
1 0 4 2	周辺部	10
2 1 0 0	ロボット	
2 1 0 1	照度センサ	
2 1 0 2	マイクロフォン	
2 1 0 3	上部カメラ	
2 1 0 4	スピーカ	
2 1 0 5	ディスプレイ	
2 1 0 6	下部カメラ	
2 1 0 7	障害物センサ	
2 1 0 8	移動機構	
2 1 1 0	演算装置	20
5 0 0 0	筐体	
5 0 0 1	表示部	
5 0 0 2	第2の表示部	
5 0 0 3	スピーカ	
5 0 0 4	LEDランプ	
5 0 0 6	接続端子	
5 0 0 7	センサ	
5 0 0 8	マイクロフォン	
5 0 1 2	支持部	
5 0 1 3	イヤホン	30
5 1 0 0	掃除ロボット	
5 1 0 1	ディスプレイ	
5 1 0 2	カメラ	
5 1 0 3	ブラシ	
5 1 0 4	操作ボタン	
5 1 2 0	ゴミ	
5 1 4 0	携帯電子機器	
5 1 5 0	携帯情報端末	
5 1 5 1	筐体	
5 1 5 2	表示領域	40
5 1 5 3	屈曲部	
5 2 0 0	表示領域	
5 2 0 1	表示領域	
5 2 0 2	表示領域	
5 2 0 3	表示領域	
7 1 0 1	筐体	
7 1 0 3	表示部	
7 1 0 5	スタンド	
7 1 0 7	表示部	
7 1 0 9	操作キー	50

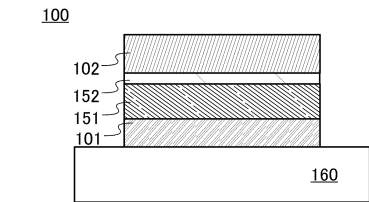
- 7 1 1 0 リモコン操作機
- 7 2 0 1 本体
- 7 2 0 2 筐体
- 7 2 0 3 表示部
- 7 2 0 4 キーボード
- 7 2 0 5 外部接続ポート
- 7 2 0 6 ポインティングデバイス
- 7 2 1 0 表示部
- 7 4 0 1 筐体
- 7 4 0 2 表示部
- 7 4 0 3 操作ボタン
- 7 4 0 4 外部接続ポート
- 7 4 0 5 スピーカ
- 7 4 0 6 マイク
- 9 3 1 0 携帯情報端末
- 9 3 1 1 表示パネル
- 9 3 1 3 ヒンジ
- 9 3 1 5 筐体

10

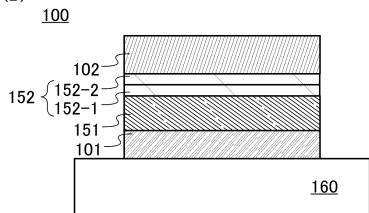
【図面】

【図 1】

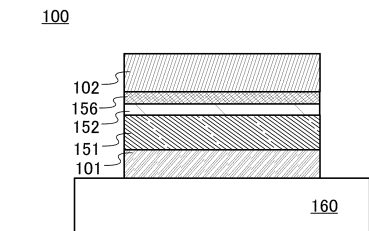
(A)



(B)

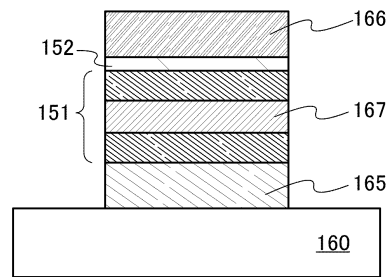


(C)



【図 2】

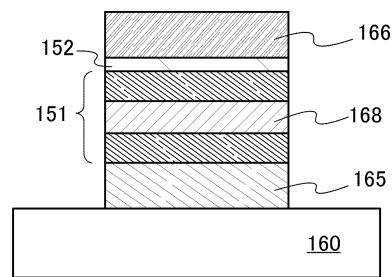
(A)



20

30

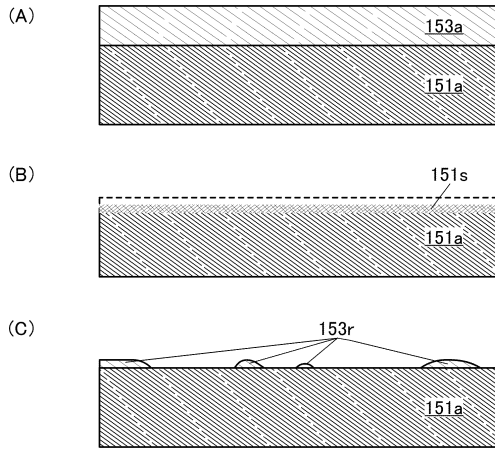
(B)



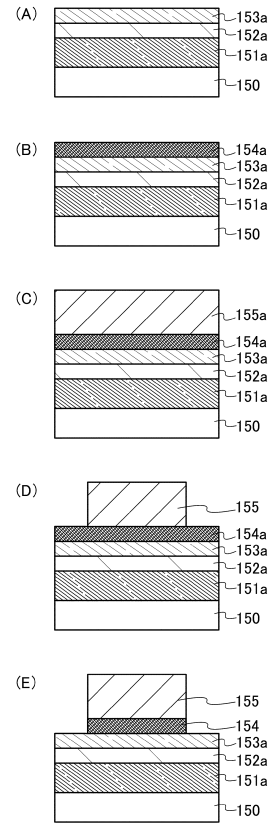
40

50

【 図 3 】



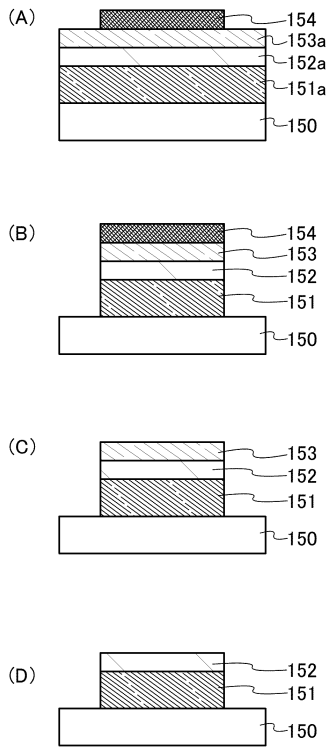
【 図 4 】



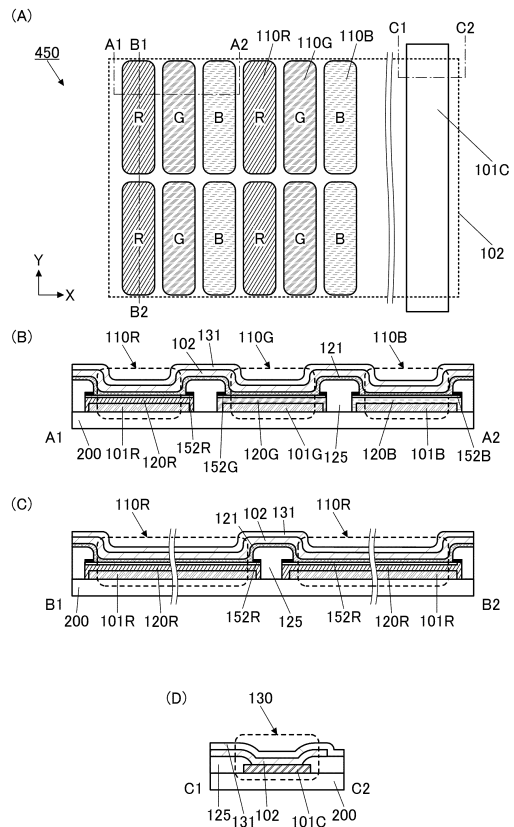
10

20

【 図 5 】



【 図 6 】

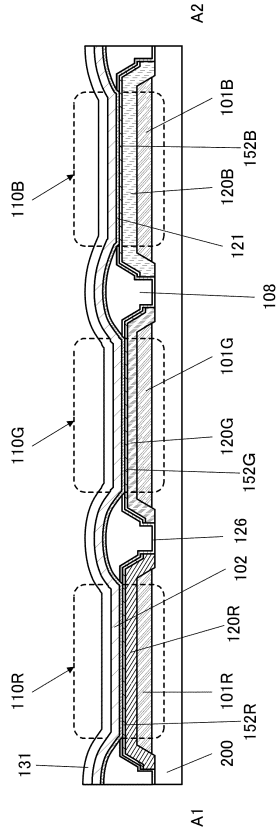


30

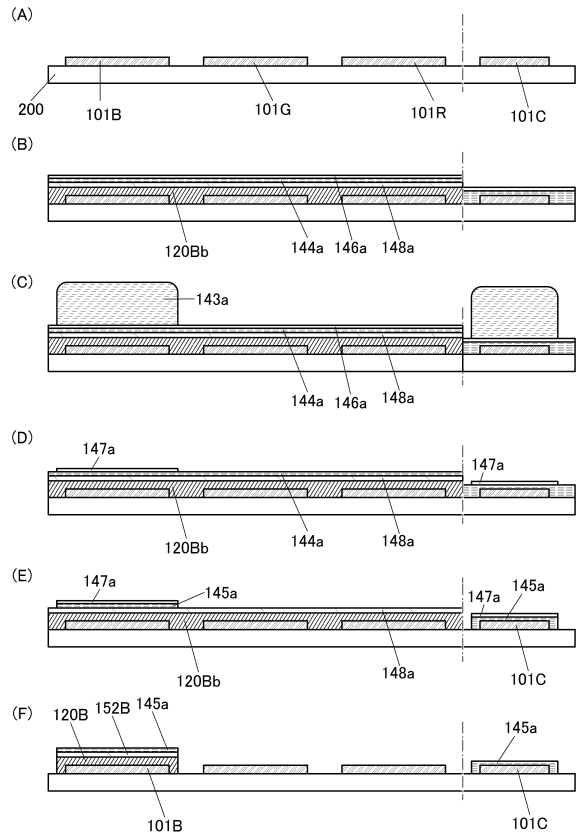
40

50

【 図 7 】



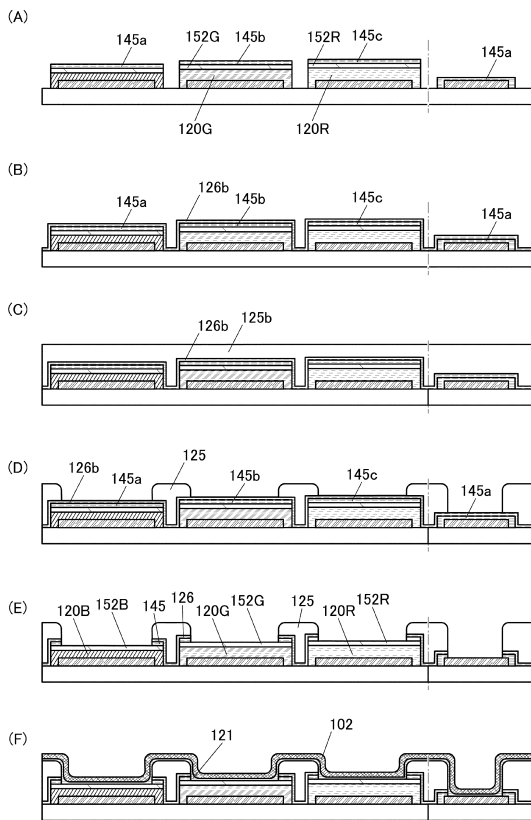
【 図 8 】



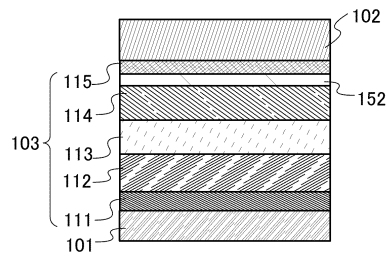
10

20

【 図 9 】



【 図 10 】

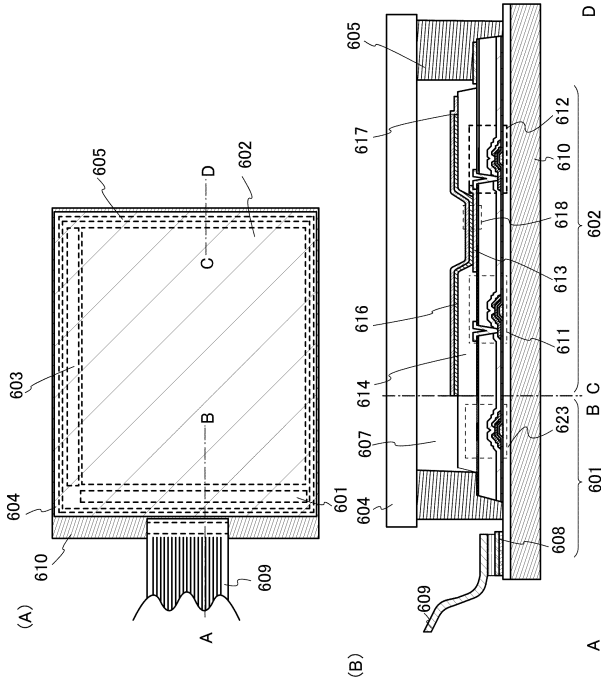


30

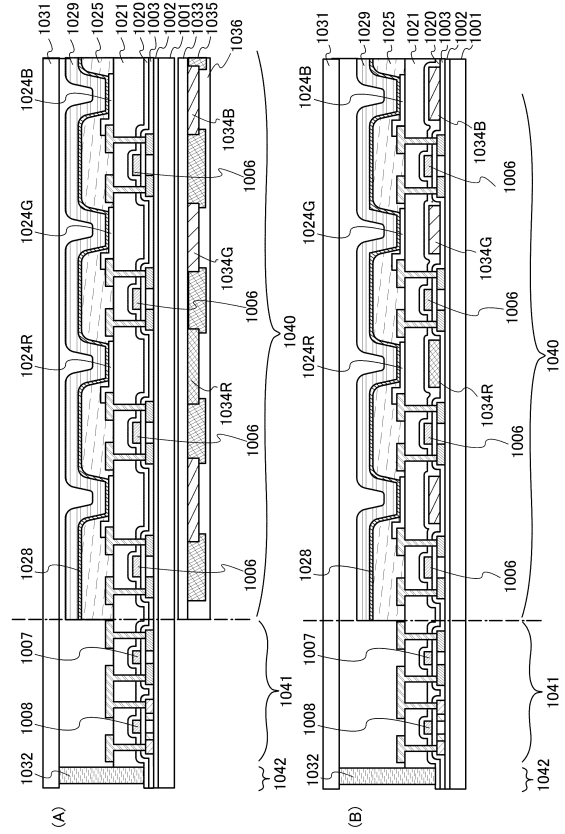
40

50

【 図 1 1 】



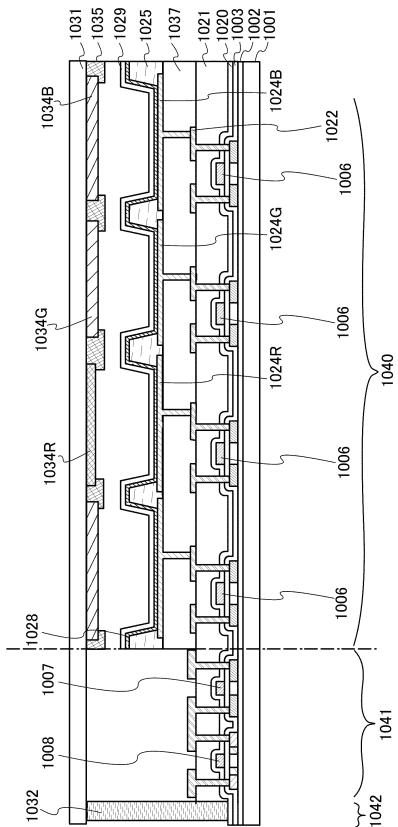
【 図 1 2 】



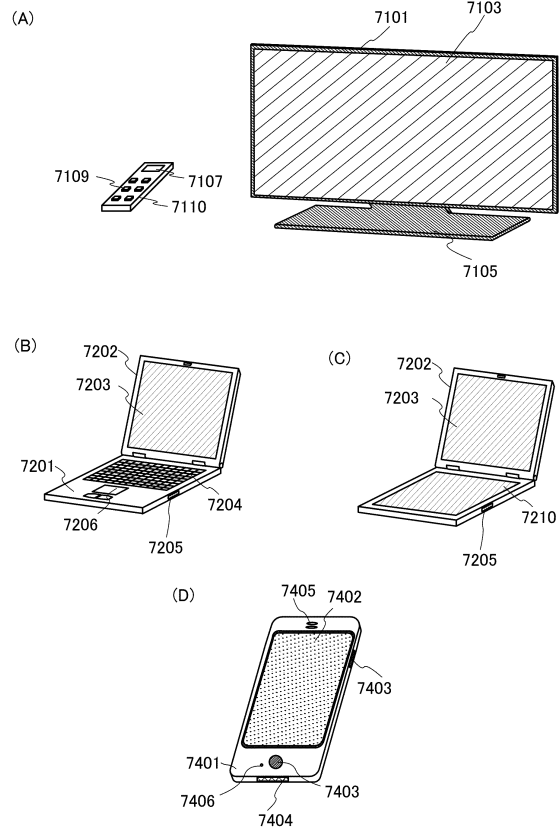
10

20

【 図 1 3 】



【 図 1 4 】

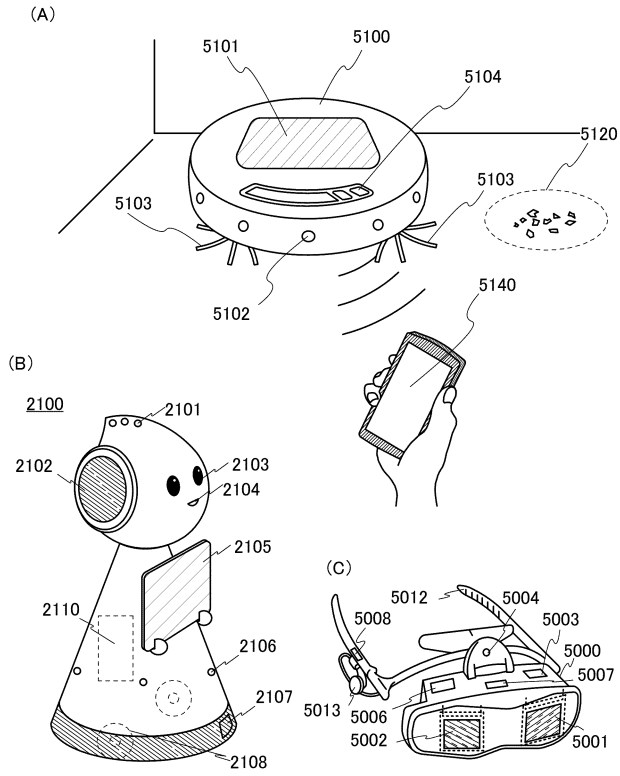


30

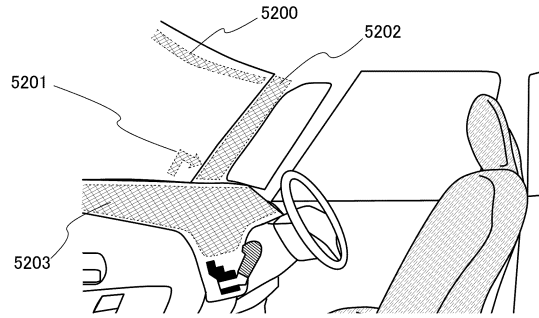
40

50

【 図 1 5 】



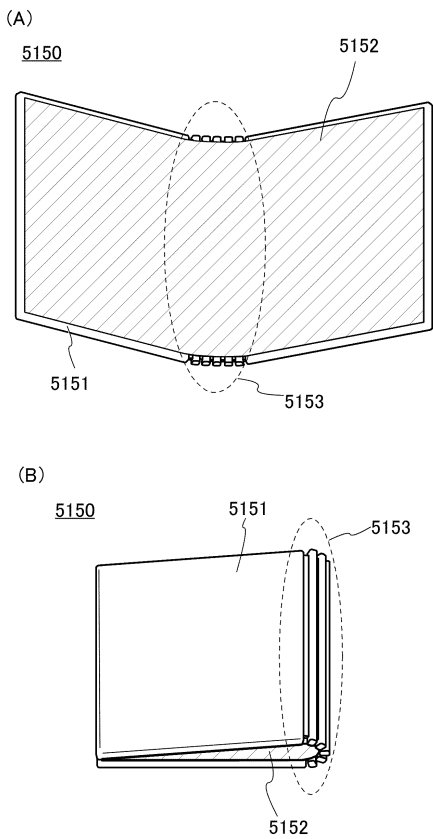
【 図 1 6 】



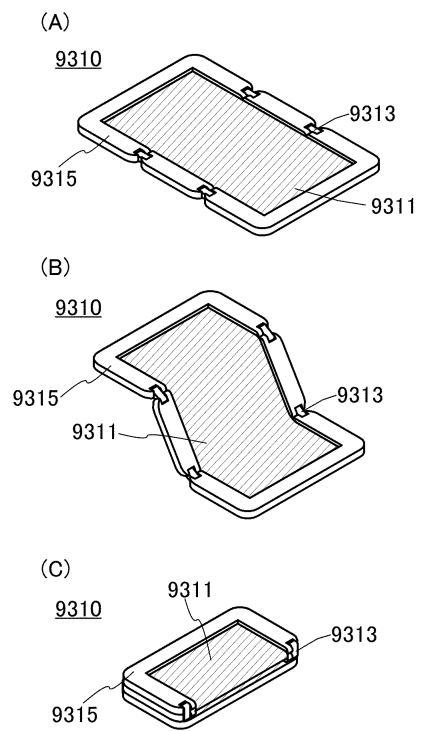
10

20

【 図 1 7 】



【 図 1 8 】

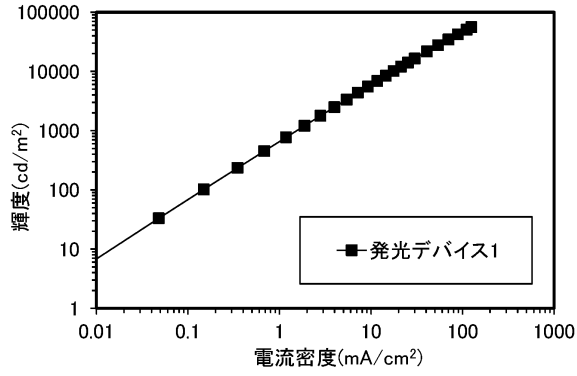


30

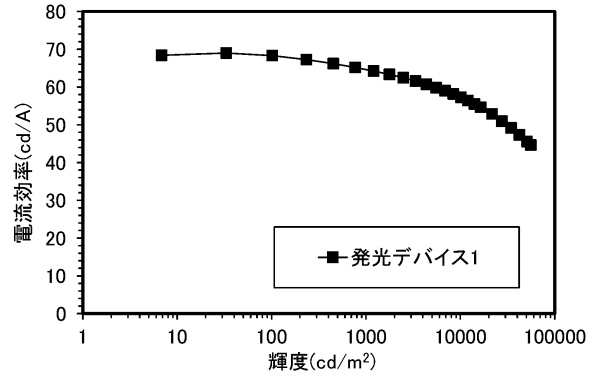
40

50

【 図 1 9 】

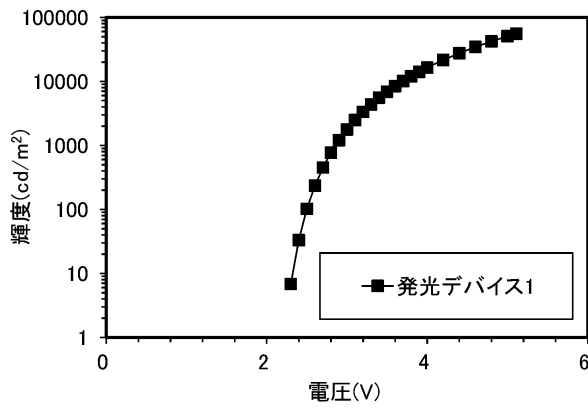


【 図 2 0 】

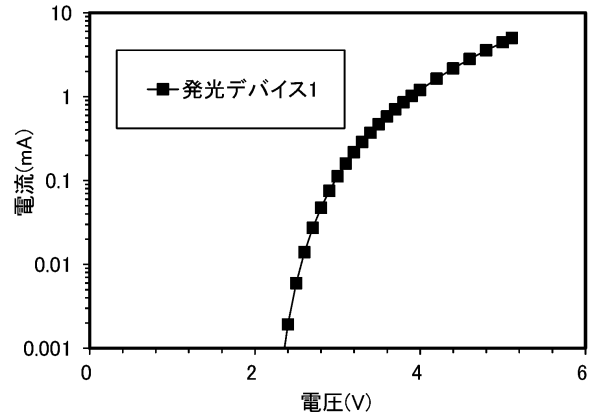


10

【 図 2 1 】

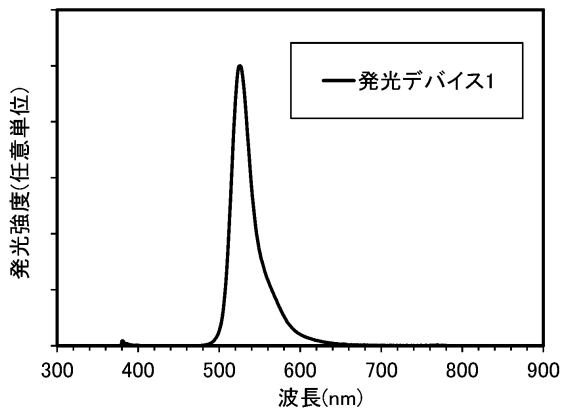


【 図 2 2 】

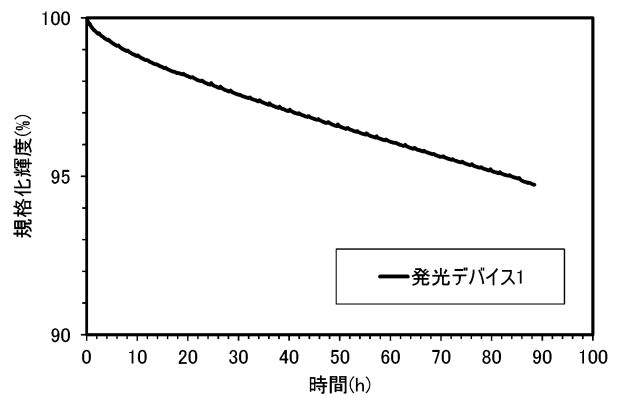


20

【 図 2 3 】



【 図 2 4 】



30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 鈴木 恒徳
神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
- (72)発明者 青山 智哉
神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
- (72)発明者 橋本 直明
神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
- (72)発明者 竹田 恭子
神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
- (72)発明者 吉安 唯
神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
- (72)発明者 高畑 正利
神奈川県厚木市長谷 3 9 8 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 AA01 BB01 BB02 BB08 CC45 DD74 DD75 DD78 DD84 DD86
GG12